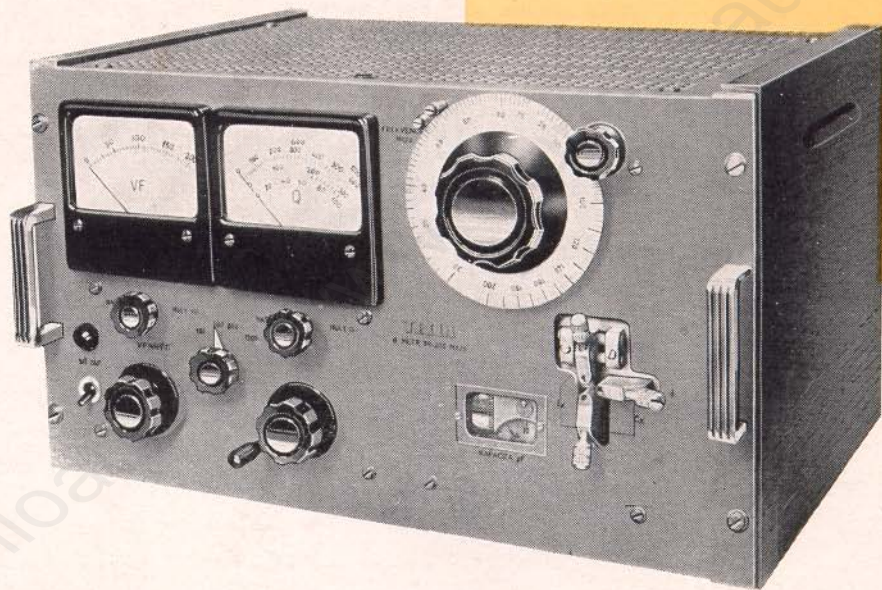




**NÁVOD**

**K OBSLUZE**



**Q-METR TESLA BM 220**

# **Q - M E T R T E S L A B M 2 2 0**

**NÁVOD K OBSLUZE**

**РУКОВОДСТВО ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ**

# **К У М Е Т Р T E S L A B M 2 2 0**

Q-metr TESLA BM 220 je laboratorní měřicí přístroj určený ke zjišťování vlastností vysokofrekvenčních obvodů i jejich jednotlivých částí. Přímým čtením lze zjišťovat jakosti vysokofrekvenčních cívek a kapacitu malých kondensátorů. Výpočtem indukčnosti cívek, jejich sériový a paralelní odpor, ztrátový úhel kondensátorů, paralelní nebo sériový odpor kondensátorů, odpor rezonančního obvodu v rezonanci, dielektrickou konstantu a ztrátový úhel isolačních materiálů.

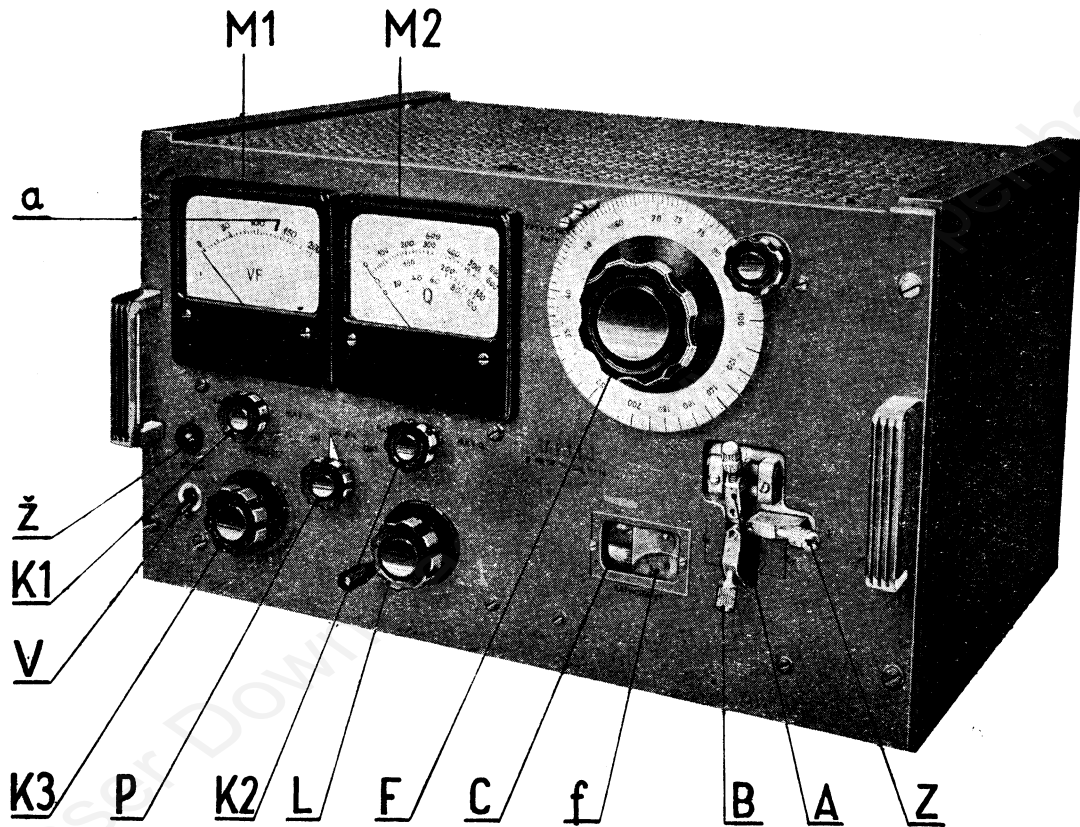
Konstrukčně náleží Q-metr do řady laboratorních přístrojů TESLA konstruovaných v panelovém provedení, takže jej lze s jinými podobnými přístroji seskupovat buď stavěním na sebe nebo po odejmutí dřevěných bočnic vestavěním do kovového rámu.

\*

Куметр TESLA BM 220 представляет собой лабораторный измерительный прибор, предназначенный к определению показателей высокочастотных контуров и их отдельных элементов. Коэффициенты добротности высокочастотных катушек и емкости малых конденсаторов определяются путем прямого отсчета. Расчетным путем могут быть найдены самоиндукции катушек, их последовательное и параллельное сопротивление, угол потерь конденсаторов, параллельное или последовательное сопротивление конденсаторов, сопротивление резонирующих контуров при резонансе, диэлектрическая постоянная и угол потерь изолирующих материалов.

С точки зрения оформления прибор должен быть отнесен к серии лабораторной аппаратуры TESLA панельного типа, которые можно удобно ставить друг на друга или — по снятии деревянных боковых стенок — смонтировать на металлической раме.

Обр. 1.  
Фиг. 1.



Q-METR TESLA BM 220

## TECHNICKÝ POPIS

Přístrojem Q-metr BM 220 je indikována hodnota  $Q_c$  jako činitel nakmitání. Vložíme-li do sériového rezonančního obvodu zdroj napětí  $u$  o zanedbatelném vnitřním odporu, nakmitá se na obvodu napětí  $Q_c$ krát větší —  $U$ , za předpokladu, že obvod je vyladěn do resonance s kmitočtem zdroje  $u$ .

Q-metr TESLA BM 220 sestává z těchto sdružených částí:

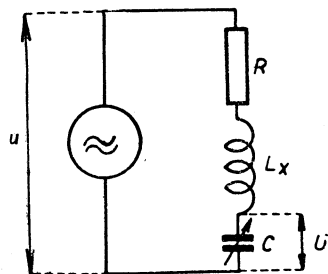
Vf generátor, vstupní vf voltmetr, vazební člen, měrný ladící kondensátor, výstupní vf voltmetr, napájecí část.

### VF GENERÁTOR 30 — 200 MHz

Kmitočtové pásmo je rozděleno do dvou rozsahů: 30—75 MHz a 75—200 MHz. Každý rozsah má samostatný oscilátor. Obě oscilátory pracují do společné vazební cívky. Přepínání rozsahů je provedeno přepojením anodového napětí vačkou na hřídeli otočného kondensátoru. Odpadá zde tedy přepínač rozsahů jako samostatný manipulační prvek.

Pro tento přístroj byl vyvinut speciální otočný kondensátor s keramickou izolací statoru i rotoru, přičemž byl kladen důraz na dokonalý styk rotorových sběračů. Obě rotory jsou na společné ose a jsou navzájem otočeny o 180°. Tím je dosaženo rozdělení kmitočtového rozsahu po celém obvodu stupnice.

Obr. 2.



$$Q_c = \frac{U}{u}$$

Фиг. 2.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Куметром TESLA BM 220 измеряется величина  $Q_c$  как коэффициент умножения напряжения на колебательном контуре. Если включим в последовательный резонансный контур источник напряжения  $u$  с очень малым внутренним сопротивлением то резонансное напряжение на контуре  $Q_c$  раз больше —  $U$  при предположении, что контур настроен на резонанс с частотой источника  $u$ .

Куметр TESLA BM 220 состоит из следующих сопряженных узлов: Вч генератор, входной вч вольтметр, звено связи, измерительный настраивающий конденсатор, выходной вч вольтметр и питающее устройство.

### ВЧ ГЕНЕРАТОР 30 — 200 МГГЦ

Частотный диапазон подразделен на два поддиапазона: 30—75 мггц и 75—200 мггц, причем каждый поддиапазон имеет независимый осциллятор. Оба осциллятора работают на общую катушку связи. Коммутация поддиапазонов осуществляется переключением анодного напряжения кулачком на оси переменного конденсатора. Таким образом переключатель поддиапазонов как самостоятельный элемент отсутствует.

Для данного аппарата был разработан специальный переменный конденсатор с керамической изоляцией статора и ротора, причем особое внимание было обращено на совершенство токоприемных контактов ротора. Оба ротора насажены на общей оси и смещены на 180°. Таким образом было достигнуто распределение частотного диапазона по

Oscilátory jsou osazeny elektronkami 6CC31 a pracují ve dvojitěm zapojení. Velikost vř napětí je řizena regulací anodovéhо napětí potenciometrem 30 k $\Omega$ .

### VOLTMETR VSTUPNÍHO NAPĚTÍ

Napětí na vstupu linkovéhо děliče je měřeno nízkoohmovým diodovým voltmetrem. Pro dosažení kmitočtové nezávislosti je detekční elektronka 6B32 umístěna v bezprostřední blízkosti děliče.

Druhá dioda elektronky 6B32 kompenzuje klidový proud měřicí diody. Filtrační kondensátor za detekční diodou je vyřešen tak, aby byla zaručena minimální indukčnost.

### VAZEBNÍ ČLEN

Vazba mezi oscilátorem a měřicím obvodem je provedena linkou, která je zde použita jako kmitočtové nezávislý dělič vstupního napětí. V místě zkratu je kmitna proudu a napětí je nulové. Po délce linky napětí přirůstá podle sinusovéhо průběhu do maxima, vzdálenéhо od zkratu  $\lambda/4$ . Krátký úsek na počátku sinusovky lze považovat za přímku. Linka je provedena tak, aby její délka byla vždy malou částí  $\lambda/4$ .

Na vstup linky je připojena cívka, vázaná s obvody vř generátoru. Výstupní odbočka je vyvedena na panel jako svorka A.

всей окружности шкалы. Оба генератора собраны на лампах 6CC31 и работают на двухтактном включении. Величина вч напряжения регулируется анодным напряжением при помощи потенциометра 30 ком.

### ВОЛЬТМЕТР ВХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Напряжение на входе делителя напряжения измеряется низкоомовым диодным вольтметром. Для получения частотно-независимых показаний вольтметра детектирующая лампа 6B32 расположена в непосредственной близости делителя напряжения.

Второй диод электронной лампы 6B32 компенсирует начальный ток измерительного диода. Фильтрующий конденсатор за детектирующим диодом обладает минимальной индуктивностью.

### ЗВЕНО СВЯЗИ

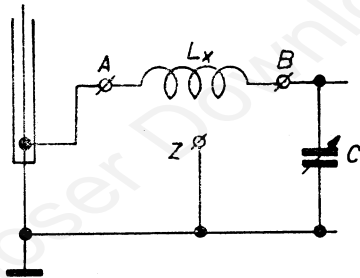
Связь между осциллятором и измерительным контуром осуществляется линией, которая используется в качестве делителя напряжения с частотно независимой передачей. В месте короткого замыкания расположен узел тока и напряжение равно нулю. Вдоль линии напряжение увеличивается по синусоидальному закону до максимума, расположенного от узла тока на расстоянии  $\lambda/4$ . Короткий отрезок в начале синусоидальной кривой можно принять за прямую. Линия оформлена таким образом, что длина ее во всех случаях равняется незначительной части  $\lambda/4$ . На входе линии включена катушка, которая связана с контуром вч генератора. Выходное ответвление выведено на зажим А панели.

## MĚRNÝ LADICÍ KONDENSÁTOR

Ladicí kondensátor je konstruován speciálně pro tento účel. Konstrukce je volena tak, aby byly zaručeny co nejmenší ztráty. Stator je upevněn na dvou keramických sloupcích. Rotor má keramickou hřídel. Naprosto spolehlivý kontakt přívodu je dosažen dvěma kartáčovými sběrači. Těleso statoru je prodlouženo ve svorku B. Toto řešení má příznivý vliv na snížení vlastní indukčnosti.

Pohon kondensátoru obstarává šnekový převod 1 : 60. Vlastní náhon je proveden přes tři ozubená kola s převodem 1 : 2. Tím je vyloučeno přímé působení na odpérované uložení šneku a účinně omezen vliv ruky obsluhujícího na měřený objekt.

Měřená cívka se připojuje do svorek A—B tak, že vytvoří s vestavěným otočným kondensátorem sériový rezonanční okruh (obr. 3).



Obr. 3.

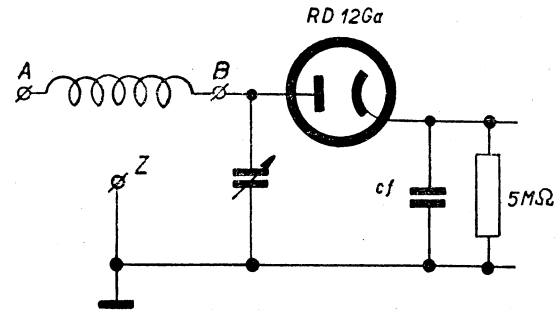
Фиг. 3.

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ НАСТРАИВАЮЩИЙ КОНДЕНСАТОР

Измерительный конденсатор сконструирован специально для этой цели. Конструкция его решена таким образом, чтобы потери были сведены к минимуму. Статор крепится на двух керамических столбиках, а ротор имеет керамический вал. Абсолютно надежный контакт подвода на массу обеспечивается двумя щетками. Корпус статора продолжен до зажима В. Эта конструкция выгодно проявляется в снижении собственной самоиндукции.

Передача конденсатора обеспечивается червячной передачей в отношении 1 : 60. Дальнейшая передача осуществляется тремя зубчатыми колесами с передаточным числом 1 : 2. Таким образом удается избежать прямого воздействия на упругое подвешение червячного винта, и одновременно эффективно устраняется влияние руки оператора на измеряемый объект.

Измеряемая катушка присоединяется в клеммы А—В таким способом, что создает с переменным конденсатором серийный резонансный контур (фиг. 3).



Obr. 4.

Фиг. 4.

## VÝSTUPNÍ VF VOLTMETR

Napětí nakmitané na měrném obvodu je měřeno diodovým voltmetrem. Voltmetr musí splňovat požadavek co nejmenšího tlumení měřeného obvodu při minimální kapacitě detektoru. Proto je v přístroji použita speciální elektronka RD12Ga, jejíž jedna dioda je zapojena jako sériový detektor s pracovním odporem 5 M $\Omega$ . Druhá dioda zůstává nevyužita (obr. 4).

Filtreační kondensátor za detektorem je proveden obdobně jako u vstupního voltmetru tak, aby měl minimální indukčnost. Napětí na pracovním odporu diody je měřeno stejnosměrným elektronkovým voltmetrem, osazeným dvěma elektronkami 6CC31. Citlivost voltmetru se mění přepínáním odporů v sérii s měřidlem M 2. Klidové napětí měřicí diody RD12Ga je kompensováno druhou elektronkou RD12Ga. Tato kompenzační dioda nesmí být v přístroji zaměněna s diodou měřicí. Pro snížení klidového proudu jsou obě diody podžhaveny.

## NAPÁJECÍ ČÁST

Sestává ze dvou stejnosměrných zdrojů, zapojených do série, jejichž napětí je stabilisováno pomocí stabilisátoru 11 TF 25. Odtud je odebíráno napětí +140 V a -70 V pro výstupní voltmetr a +210 V pro oscilátor přes potenciometr K 3. Ve žhavicím obvodu elektronky 6B32 a obou RD12Ga je zapojen ferromagnetoný stabilisátor pro odstranění vlivu kolísání síťového napětí na přesnost měření.

## ВЫХОДНОЙ ВЧ ВОЛЬТМЕТР

Напряжение наведенное в измерительном контуре измеряется диодным вольтметром, который должен отвечать условию минимального демпфирования измерительного контура при минимальной входной емкости детектора. Поэтому в аппарате применяется специальная электронная лампа RD12Ga, один из диодов, который работает как последовательный детектор с рабочим сопротивлением 5 мгом. Другой диод остается неизпользованным (фиг. 4). Фильтровочный конденсатор за детектором оформлен, также как у входного вольтметра, с минимальной самоиндукцией.

Напряжение на рабочем сопротивлении диода измеряется электронным вольтметром постоянного тока, собранным на двух лампах типа 6CC31. Чувствительность вольтметра изменяется при помощи переключения сопротивлений последовательно с измерительным прибором M2.

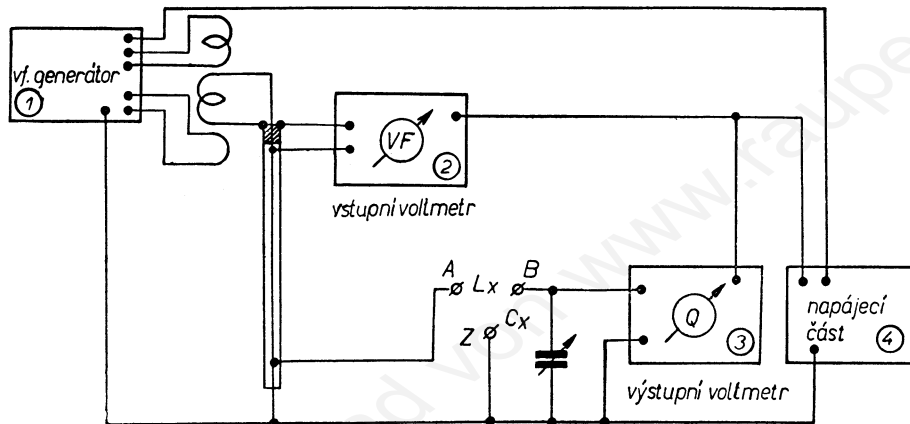
Напряжение начального тока измерительного диода RD12Ga компенсируется второй электронной лампой RD12Ga. Компенсационный и измерительный диоды не являются в приборе взаимозаменяемыми. Для снижения начального тока оба диода работают на сниженном накале.

## ПИТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Состоит из двух источников постоянного напряжения включенных последовательно и стабилизированных при помощи стабилизатора 11 TF 25 с которого снимается напряжение +140 в и -70 в для выходного вольтметра и +210 в для осциллятора через потенциометр K3.

В цепи накала электронных ламп 6B32 и двух RD12Ga присоединен феррорезонансный стабилизатор, который устраняет вредное влияние колебания сети на точность измерения.





Obr. 5.

Фиг. 5.

- 1 вч. генератор
- 2 входный вольтметр
- 3 выходный вольтметр
- 4 источники

## PRAKTICKÉ POUŽITÍ PŘÍSTROJE

### ПРИПОЈЕНІ НА СІТ

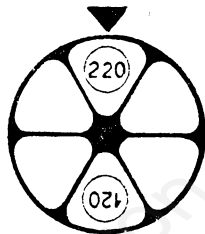
Před připojením přístroje na síť je nutno zkontrolovat správné nastavení voliče síťového napětí na zadní stěně přístroje. Z továrny je přístroj přepojen na 220 V — volič je nastaven tak, že údaj 220 je pod trojúhelníkovou značkou. Chceme-li přístroj připojit na síť 120 V, uvolníme zajišťovací pásek, vytáhneme přepínací kotouček a opět jej zasuneme tak, aby pod značkou byl údaj 120. Zajišťovací pásek pak opět připevníme.

Vedle voliče napětí jsou umístěny pojistky a síťová zástrčka, označená ~. Při přepojení na 120 V je třeba vyměnit pojistku v síťovém přívodu 1A/250 V za pojistku 1,6 A/250 V.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА

### ПРИСОЕДИНЕНИЕ К СЕТИ

Перед присоединением аппарата к сети необходимо проверить правильность положения избирателя напряжения сети, расположенного на задней стенке аппарата. Из завода прибор всегда выпускается установленный на 220 в — избиратель напряжения установлен так, что показание 220 находилось против треугольной отметки (фиг. 6). Если прибор должен быть переключен на 120 в, то следует снять предохранительную ленту, вытащить диск избирателя и снова вставить его на место таким образом, чтобы показание 120 находилось против треугольной отметки. Предохранительная лента снова ставится на свое место. Около избирателя напряжения расположен предохранитель и штепсельная розетка сети, обозначенная ~.



Обр. 6.

Фиг. 6.

При переключении прибора на напряжение 120 в, надо тоже сменить сетевой предохранитель 1 а/250 в за предохранитель 1,6 а/250 в.

### УВЕДЕНІ ДО ПРОВОЗУ

Пřepínač P nastavíme do polohy Q = 1200. Regulátor K3 do levé krajní polohy. Ručky obou měřicích přístrojů nastavíme mechanicky na nulu. Do svorek A-B nasuneme měřenou cívku. Přístroj zapneme vypínačem V, přičemž se rozsvítí návěstní žárovka Ž. Po zahřátí přístroje, tj. asi po 15 minutách, nastaví-

### ВВЕДЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Переключатель Р ставится в положение Q = 1200, а регулятор К3 — в крайнее левое положение. Стрелки обоих измерительных приборов ставятся механически на нуль. К зажимам А-В присоединяется измеряемая катушка. Аппарат включается выключателем V, причем должна загореться сигнальная лампочка Ж. По предварительному нагреву прибора, т. е. приблизительно через 15 мин., из-

me korekčním potenciometrem K1 nulu na měřidlo M1. Nulu měřidla M2 nastavíme potenciometrem K2.

**POZOR!** Nastavení nuly měřidla M2 je možné jedině tehdy, je-li mezi svorkami A-B vodivé spojení, např. zasunuta cívka nebo svorky zkratovány.

## ZÁKLADNÍ MĚŘENÍ

Po uvedení do chodu podle předchozího odstavce nastavíme stupnici oscilátoru F na požadovaný kmitočet. Potom nastavíme regulátorem K3 vř napětí na měřidlo M1 tak, aby ručka ukazovala na červenou rysku a. Otáčíme knoflíkem ladícího kondensátoru tak dlouho, až najdeme resonanci, která se projeví výhylkou měřidla M2. Přepneme na vhodný rozsah Q přepínačem P a zkratováním svorek  $L_x$  zkontrolujeme, popř. dostavíme nulu měřidla M2.

Poté vyladíme přesně resonanci a měřidlo M1 dostavíme přesně na rysku a. Měřidlo M2 pak udává velikost Q. Údaj odečteme na stupnici, odpovídající nastavenému rozsahu přepínače P.

## MĚŘENÍ CÍVEK

### a) Měření činitele jakosti cívky

Měřenou cívku zapojíme do svorek A-B a po vyladění do resonance na požadovaném kmitočtu odečteme její Q. Podrobný postup měření je uveden v odstavci „Základní měření“.

Při každém měření je jako hodnota Q indikována jakost celého

мерительный прибор M1 может быть поставлен на нуль потенциометром K1. Измерительный прибор M2 ставится на нуль потенциометром K2.

**Внимание!** Установка прибора M2 на нуль является возможной только в том случае, когда между зажимами A и B имеется токопроводящее соединение, напр. вставлена катушка или зажимы коротко замкнуты.

## ОСНОВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

После пуска прибора в ход согласно предыдущему, шкала осциллятора F может быть отрегулирована на желательную частоту. После этого регулятором K3 может быть отрегулировано вч напряжение таким образом, чтобы стрелка измерительного прибора M1 пришлась на красную черту a.

Поворачивая кнопку настраивающего конденсатора может быть найден резонанс, который проявляется тем, что стрелка измерительного прибора M2 дает отклонение. Переключим соответствующий диапазон Q переключателем P и коротко замыкая зажимы  $L_x$  следует проверить возможность установки прибора M2 на нуль. После этого настраивается точно на резонанс и стрелка прибора M1 доводится точно на черту a. Тогда прибор M2 дает величину Q. Отсчет производится по шкале, которая соответствует выбранному диапазону переключателя P.

## ИЗМЕРЕНИЕ САМОИНДУКЦИЙ

### a) Измерение коэффициента добротности катушек

Измеряемая катушка присоединяется на зажимы A-B и по настройке на резонанс на желательной частоте отсчитывается значение Q.

Подробный метод измерения был описан в разделе „Основное измерение“. При каждом измерении измеренное значение Q соответствует добротности всего резонирующего

резонанčního okruhu včetně ztrát detektoru. Vliv těchto ztrát však je zanedbatelný pro kmitočty do 100 MHz a pro Q do 300.

Vlivem rozptylové kapacity cívky se liší naměřený činitel naměřený  $Q_e$  od činitele jakosti Q. Pro většinu měření je tento rozdíl zanedbatelný. Hodnota Q se vypočte z naměřeného  $Q_e$  podle vzorce:

$$Q = Q_e \frac{C_1 + C_d}{C_1} \quad [-, \text{pF}]$$

kde  $C_1$  je ladicí kapacita a  $C_d$  je vlastní kapacita měřené cívky.

#### b) Měření vlastní kapacity cívky

Měření je založeno na stanovení resonance měřené cívky s její vlastní kapacitou. Při rezonančním kmitočtu  $f_0$  se cívka chová jako reálný odpor.

Zkoušenou cívku připojíme na svorky A-B. Ladicí kapacitu nastavíme asi na 35 pF a změnou kmitočtu vyhledáme resonanci. Po přesném vyladění odečteme kmitočet  $f_1$  a ladicí kapacitu  $C_1$ . Cívku pak odpojíme. Resonanční kmitočet cívky s vlastní kapacitou bývá 3krát až 10krát vyšší, vyhledáme si proto jinou pomocnou cívku, která má menší indukčnost, aby mohla na tomto vyšším kmitočtu rezonovat. Doporučujeme použít cívku stíněnou. Oscilátorem nastavíme asi trojnásobný kmitočet a ladicím kondensátorem vyhledáme resonanci. Zkoušenou cívku připojíme nyní na svorky B-Z a umístíme ji tak, aby mezi oběma cívkami nevznikla vazba. Otáčením kondensátoru C vyhledáme resonanci, přičemž pozorujeme, kterým směrem bylo nutno

šeho kontura, включая потери в детекторе. Однако влиянием этих потерь можно пренебречь на частотах до 100 мГц и значениях Q до 300.

Под влиянием емкости рассеяния измеряемой катушки измеренный коэффициент умножения напряжения  $Q_e$  отличается от коэффициента добротности Q. При большинстве измерений эту дифференцию можно пренебречь. Значение Q вычисляется по измеренному значению  $Q_e$  по формуле:

$$Q = Q_e \frac{C_1 + C_d}{C_1} \quad [-, \text{пФ}]$$

где  $C_1$  есть емкость настройки, а  $C_d$  емкость рассеяния измеряемой катушки.

#### б) Измерение емкости рассеяния катушки

Измерение основано на определении частоты резонанса измеряемой катушки с ее собственной емкостью рассеяния. На частоте резонанса  $f_0$  катушка ведет себя как реальное сопротивление. Испытуемая катушка присоединяется на зажимы A-B. Конденсатор настройки ставится приблизительно на 35 пФ и частота изменяется пока не будет найден резонанс. После точной настройки отсчитывается частота  $f_1$  и емкость настройки  $C_1$  после чего катушка отключается.

Собственная частота катушки с ее собственной емкостью бывает обыкновенно  $3 \times - 10 \times$  выше, поэтому выбирается другая вспомогательная катушка с меньшей самоиндукцией, способная резонировать на этой высшей частоте. Рекомендуется применять экранированную катушку. Осциллятор устанавливается приблизительно на трехкратную частоту и конденсатором настройки находится резонанс. После этого испытуемая катушка присоединяется на зажимы B-Z и располагается так, чтобы между обеими катушками не было связи. Поворачивая конденсатор C снова находится резонанс, причем следует обращать вни-

změnit kapacitu. Stoupla-li kapacita, musíme zvýšit kmitočet, jestliže naopak klesla, kmitočet snížíme.

Tento postup opakujeme tak dlouho, až najdeme kmitočet  $f_0$ , při němž odpojování a připojování zkoušené cívky na svorkách B-Z nemá vliv na rezonanční kmitočet okruhu tvořeného pomocnou cívkou a ladicím kondensátorem.

Údaj  $Q$  bude ovšem připojováním zkoušené cívky ovlivňován, protože při tomto kmitočtu se cívka chová jako reálný odpor, připojený paralelně k ladicímu kondensátoru.

Velikost vlastní kapacity cívky lze vypočítat ze vztahu:

$$C_d = \left(\frac{f_1}{f_0}\right)^2 \cdot C_1 \quad [\text{pF, MHz}]$$

#### e) Měření sériového odporu cívek

Při zjišťování sériového odporu cívek postupujeme stejně jako při měření činitele jakosti  $Q$ , musíme však odečíst nejen  $Q$ , nýbrž i rezonanční kmitočet a ladicí kapacitu. Sériový odpor cívky je pak dán vztahem:

$$R_s = \frac{1}{\omega C Q} \quad [\Omega, \text{Hz, F}]$$

#### d) Měření indukčnosti cívek

Vyhledáme rezonanci s měřenou cívkou protáčením ladicí kapacity nebo změnou kmitočtu. Po nastavení resonance odečteme kapacitu i kmitočet. Hledaná indukčnost pak má hodnotu:

$$L_x = \frac{1}{\omega^2 C} - L_0 \quad [\text{H, Hz, F}]$$

mani na to, v каком направлении пришлось изменить емкость. Если емкость возрасла, то следует повысить частоту, а если она упала, то частоту следует понизить. Эти операции повторяются пока не будет найдена такая частота  $f_0$ , при которой присоединение или отключение испытываемой катушки на зажимы B-Z не оказывает никакого влияния на частоту резонанса контура, состоящего из вспомогательной катушки и конденсатора настройки.

Значения  $Q$  будут разумеется меняться с присоединением испытываемой катушки. На данной частоте катушка ведет себя как реальное сопротивление, подключаемое параллельно к конденсатору настройки. Величину собственной емкости катушки можно вычислить по формуле:

$$C_d = \left(\frac{f_1}{f_0}\right)^2 \cdot C_1 \quad [\text{пф, мгц}]$$

#### в) Измерение последовательного сопротивления катушек

При измерении последовательного сопротивления катушек действуют тем же методом, как и при измерении коэффициента добротности  $Q$ , но при этом следует отсчитывать не только  $Q$ , но и частоту резонанса и емкость настройки. Последовательное сопротивление катушки дается выражением:

$$R_s = \frac{1}{\omega C Q} \quad [\text{ом, гц, ф}]$$

#### г) Измерение самоиндукции катушек

Измеряемая катушка настраивается на резонанс поворотом конденсатора или изменением частоты. По нахождении резонанса отсчитывается емкость и частота, тогда самоиндукция имеет значение:

$$L_x = \frac{1}{\omega^2 C} = L_0 \quad [\text{гн, гц, ф}]$$

kde  $L_0$  je vlastní indukčnost otočného kondensátoru:

$$L_0 = 0,017 \mu\text{H.}$$

## МЭРЭНІ КОНДЕНСАТОРУ

Protože veškerá měření Q-metrem TESLA BM 220 jsou založena na rezonanční metodě, je nutné při měření kondensátorů připojovat na svorky  $L_x$  cívku o takové hodnotě, aby s měřenou kapacitou a vestavěným normálem rezonovala na požadovaném kmitočtu. Doporučujeme pomocnou cívku stínit, aby nenastávala mezi ní a měřeným objektem nežádoucí vazba. Příводы měřených součástí mají být co nejkratší a nejsilnější.

### a) Мěření kapacity

Na svorky  $L_x$  připojíme pomocnou cívku takové indukčnosti, aby při požadovaném kmitočtu rezonovala s kapacitou kolem 65 pF. Мěření provedeme substituční metodou: Мěřený kondensátor připojíme na svorky  $C_x$  a postupným zmenšováním ladicí kapacity najdeme opět rezonanci. Označíme-li původní kapacitu ladicího kondensátoru  $C_1$  a jeho údaj po připojení neznámého kondensátoru  $C_2$ , je hledaná kapacita:

$$C_x = C_1 - C_2 \quad [\text{pF}]$$

Z principu tohoto měření vyplývá, že maximální velikost hledané kapacity je omezena ladicím rozsahem otočného normálu:

$$\Delta C_{\text{max}} \doteq 50 \text{ pF.}$$

где  $L_0$  является собственной самоиндукцией переменного конденсатора:

$$L_0 = 0,017 \text{ мкГн.}$$

## ИЗМЕРЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

Ввиду того, что все измерения с куметром TESLA BM 220 основаны на методе резонанса, при измерении конденсаторов следует присоединять на зажимы  $L_x$  такую катушку, которая способна резонировать на желательной частоте с измеряемой емкостью и переменным конденсатором прибора. Рекомендуется экранировать вспомогательную катушку во избежание нежелательной связи между ней и измеряемым объектом. Подводы измеряемых деталей должны быть как можно более короткими и толстыми.

### a) Измерение емкости

К зажимам  $L_x$  присоединяется вспомогательная катушка такой самоиндукции, чтобы она резонировала с емкостью порядка 65 пф на желательной частоте. Измерение ведется по методу замещения: измеряемый конденсатор присоединяется к зажимам  $C_x$ , после чего емкость настройки постепенно уменьшается, пока не будет снова найден резонанс. Пусть начальное значение конденсатора настройки  $C_1$ , а показание его по присоединении неизвестного конденсатора  $C_2$ , тогда искомая емкость будет:

$$C_x = C_1 - C_2 \quad [\text{пф}]$$

Как вытекает из самого принципа этого измерения, максимальное значение измеряемой емкости ограничено диапазоном настройки переменного конденсатора:

$$\Delta C_{\text{max}} \doteq 50 \text{ пф.}$$

### b) Měření ztrátového činitele kondensátorů

S ohledem na rozsah ladicího kondensátoru je možno měřit ztrátový činitel pouze u kapacit do 50 pF. Pro měření použijeme pomocné cívky o co nejvyšším  $Q$ . Cívka se zapojí do svorek  $L_x$ , na oscilátoru nastavíme požadovaný kmitočet a ladicím kondensátorem uvedeme okruh do resonance. Odečteme  $Q_1$  a  $C_1$ . Nyní připojíme měřený kondensátor na svorky  $C_x$  a snížením kapacity ladicího kondensátoru uvedeme okruh znovu do resonance. Odečteme nyní nový údaj ladicí kapacity  $C_2$  a výchylku měřidla  $M_2 - Q_2$ . Ztrátový činitel měřeného kondensátoru vyčíslíme ze vztahu:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 \cdot Q_2} \cdot \frac{C_1}{C_1 - C_2} \quad [-, \text{pF}]$$

### e) Měření paralelního a sériového odporu kondensátorů

Paralelní i sériový odpor kondensátoru je možno vypočítat z hodnot naměřených podle předchozího odstavce.

Paralelní odpor vypočteme ze vztahu:

$$R_p = \frac{Q_1 Q_2}{\omega C_1 (Q_1 - Q_2)} \quad [\Omega, \text{Hz}, \text{F}]$$

Sériový odpor je po zjednodušení vyjádřen rovnicí:

$$R_s = \frac{C_1 \cdot (Q_1 - Q_2)}{\omega (C_1 - C_2)^2 \cdot Q_1 Q_2} \quad [\Omega, \text{Hz}, \text{F}]$$

### б) Измерение угла потерь конденсаторов

Принимая во внимание диапазон настроечного конденсатора измерение угла потерь возможно только у конденсаторов до 50 пф. Для измерения применяется вспомогательная катушка с возможно более высоким  $Q$ . Катушка присоединяется к зажимам  $L_x$ , осциллятор настраивается на желательную частоту и контур настраивается на резонанс при помощи переменного конденсатора, причем производится отсчет значений  $C_1$  и  $Q_1$ . После этого измеряемый конденсатор присоединяется к зажимам  $C_x$  и контур снова приводится к резонансу снижением емкости настроечного конденсатора. При этом производится отсчет новых значений  $C_2$  и отклонение измерителя  $M_2 - Q_2$ . Угол потерь измеряемого конденсатора равен:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 \cdot Q_2} \cdot \frac{C_1}{C_1 - C_2} \quad [-, \text{пф}]$$

### в) Измерение параллельного и последовательного сопротивления конденсаторов

Параллельное и последовательное сопротивления конденсаторов могут быть вычислены по значениям, замеренным согласно предыдущему разделу.

Параллельное сопротивление вычисляется по формуле:

$$R_p = \frac{Q_1 Q_2}{\omega C_1 (Q_1 - Q_2)} \quad [\text{ом}, \text{гц}, \text{ф}]$$

Последовательное сопротивление выражается уравнением:

$$R_s = \frac{C_1 \cdot (Q_1 - Q_2)}{\omega (C_1 - C_2)^2 \cdot Q_1 Q_2} \quad [\text{ом}, \text{гц}, \text{ф}]$$

Мáме-ли з п řедешлého одставце зjiштěn  $\text{tg } \delta$ , мůžeme почитат једнодуšejји:

$$R_p = \frac{1}{\text{tg } \delta \omega (C_1 - C_2)} \quad [\Omega, \text{Hz}, \text{F}]$$

$$R_s = \frac{\text{tg } \delta}{\omega (C_1 - C_2)} \quad [\Omega, \text{Hz}, \text{F}]$$

Если из предыдущего раздела известен  $\text{tg } \delta$ , то вычисление упрощается:

$$R_p = \frac{1}{\text{tg } \delta \omega (C_1 - C_2)} \quad [\text{ом}, \text{Гц}, \text{Ф}]$$

$$R_s = \frac{\text{tg } \delta}{\omega (C_1 - C_2)} \quad [\text{ом}, \text{Гц}, \text{Ф}]$$

## MĚŘENÍ ODPORŮ

Měření odporů  $Q$ -metrem se provádí tak, že odpory se zařazují buď do série s měřenou cívku nebo paralelně k ladicímu kondensátoru. Z poklesu jakosti obvodu stanovíme výpočtem jejich hodnotu.

### a) Měření malých odporů (do 10 $\Omega$ )

Na svorky  $L_x$  připojíme vhodnou cívku, která s ladicí kapacitou rezonuje na požadovaném kmitočtu. Známým způsobem změříme  $Q_1$  a odečteme kmitočet  $f$  a kapacitu  $C_1$ . Odpor, který má být měřen, zapojíme do série s měřenou cívku. Ladicím kondensátorem doladíme okruh znovu do resonance. Nyní odečteme  $Q_2$  a kapacitu  $C_2$ .

Hodnotu zařazeného odporu vypočteme podle rovnice:

$$R_s = \frac{C_1 Q_1 - C_2 Q_2}{\omega C_1 C_2 \cdot Q_1 Q_2} \quad [\Omega, \text{F}, \text{Hz}]$$

## ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Измерение сопротивлений куметром производится таким образом, что сопротивление присоединяется последовательно с измеряемой катушкой или параллельно к настроенному конденсатору. По падению добротности контура можно определить путем расчета величину соответствующего сопротивления.

### a) Измерение малых сопротивлений (до 10 $\text{ом}$ )

К зажимам  $L_x$  присоединяется подходящая катушка, резонирующая на желательной частоте с конденсатором настройки. Уже известным путем измеряется  $Q_1$  и отсчитывается частота  $f$  и емкость  $C_1$ .

Подлежащее измерению сопротивление включается последовательно с измеряемой катушкой. Переменным конденсатором контур снова приводится к резонансу при новых отсчетях  $Q_2$  и  $C_2$ .

Значение введенного в контур сопротивления может быть вычислено по формуле:

$$R_s = \frac{C_1 Q_1 - C_2 Q_2}{\omega C_1 Q_2 \cdot C_1 Q_2} \quad [\text{ом}, \text{Ф}, \text{Гц}]$$



Odpor se v okruhu projeví obecně jako impedance s převládající buď kapacitní nebo induktivní složkou. Podle toho je pak hodnota rezonanční kapacity  $C_1$  buď větší nebo menší než  $C_2$ .

Je-li při měření  $C_1$  větší než  $C_2$ , vykazuje měřený odpor induktivní složku velikosti:

$$L_s = \frac{C_1 - C_2}{\omega^2 C_1 C_2} \quad [\text{H, F, Hz}]$$

Známe-li indukčnost pomocné cívky  $L$ , můžeme si induktivní reaktanci odporu vypočítat též podle rovnice:

$$L_s = L \frac{C_1 - C_2}{C_2} \quad [\text{H, F}]$$

Naměříme-li naopak kapacitu  $C_2$  větší než  $C_1$ , převažuje kapacitní složka:

$$C_s = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1} \quad [\text{F}]$$

V tomto případě je správný výsledek měření  $R_s$  vázán podmínkou:  $C_s > 5 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ .

Často je výhodnější znát paralelní kombinaci  $C_p$  a  $R_p$ . Zjistíme ji dosazením do těchto vztahů:

$$C_p = \frac{C_s}{\omega^2 C_s^2 R_s^2 + 1} \quad [\text{F, Hz, } \Omega]$$

$$R_p = \frac{\omega^2 C_s^2 R_s^2 + 1}{\omega^2 C_s^2 R_s} \quad [\Omega, \text{Hz, F}]$$

Введенное в контур сопротивление обыкновенно проявляется в виде импеданса с доминирующей емкостной или индуктивной составляющей. В зависимости от этого значение емкости при резонансе  $C_1$  будет больше или меньше чем  $C_2$ .

Если при измерении  $C_1$  больше чем  $C_2$ , то измеряемое сопротивление имеет индуктивную составляющую:

$$L_s = \frac{C_1 - C_2}{\omega^2 C_1 C_2} \quad [\text{гн, ф, гц}]$$

Когда известна самоиндукция вспомогательной катушки  $L$ , то индуктивная составляющая измеряемого сопротивления может быть вычислена по формуле:

$$L_s = L \frac{C_1 - C_2}{C_2} \quad [\text{гн, ф}]$$

Если же наоборот емкость  $C_2$  окажется большей чем  $C_1$ , то доминирует емкостная составляющая:

$$C_s = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1} \quad [\text{ф}]$$

В этом случае правильный результат измерения  $R_s$  связан условием:  $C_s > 5 \cdot 10^{-9} \text{ ф}$ .

Часто представляется более выгодным знать параллельные составляющие  $C_p$  и  $R_p$ , которые могут быть получены подстановкой в следующее выражения:

$$C_p = \frac{C_s}{\omega^2 C_s^2 R_s^2 + 1} \quad [\text{ф, гц, ом}]$$

$$R_p = \frac{\omega^2 C_s^2 R_s^2 + 1}{\omega^2 C_s^2 R_s} \quad [\text{ом, гц, ф}]$$

## Мěření velkých odporů (nad 1000 Ω)

Velké odpory zařazujeme paralelně k ladicímu kondensátoru. Měření se provádí obdobným způsobem jako v předešlém případě. Nejprve odečteme hodnoty okruhu bez připojeného odporu:  $C_1$ ,  $Q_1$  a  $f$ . Potom připojíme neznámý odpor na svorky  $C_x$ , okruh opět doladíme ladicím kondensátorem a zjistíme  $Q_2$  a  $C_2$ . Hodnota neznámého odporu pak je:

$$R_p = \frac{Q_1 Q_2}{\omega C_1 (Q_1 - Q_2)} \quad [\Omega, \text{Hz}, \text{F}]$$

I zde se uplatňuje kapacitní nebo induktivní složka. Je-li  $C_1$  větší než  $C_2$ , jde o kapacitní reaktanci, jejíž hodnota je:

$$C_p = C_1 - C_2 \quad [\text{F}]$$

Při  $C_2$  větším než  $C_1$  převládá induktivní složka:

$$L_p = \frac{1}{\omega^2 (C_2 - C_1)} \quad [\text{H}, \text{Hz}, \text{F}]$$

Sériovou kombinaci  $R_s$  a  $L_s$  je možno zjistit dosazením vypočtených hodnot:

$$L_s = L_p \frac{R_p^2}{\omega^2 L_p^2 + R_p^2} \quad [\text{H}, \Omega, \text{Hz}]$$

$$R_s = R_p \frac{\omega^2 L_p^2}{\omega^2 L_p^2 + R_p^2} \quad [\Omega, \text{H}, \text{Hz}]$$

## б) Измерение больших сопротивлений (свыше 1000 ом)

Большие сопротивления включаются параллельно к конденсатору настройки. Измерение ведется так же, как и в предыдущем случае. Сначала отсчитываются показатели контура без присоединения сопротивления:  $C_1$ ,  $Q_1$ ,  $f$ . Затем неизвестное сопротивление присоединяется на зажимы  $C_x$  и контур снова настраивается на резонанс конденсатором, причем определяются  $Q_2$  и  $C_2$ . Значение неизвестного сопротивления будет:

$$R_p = \frac{Q_1 Q_2}{\omega C_1 (Q_1 - Q_2)} \quad [\text{ом}, \text{Гц}, \text{Ф}]$$

Здесь тоже может наблюдаться или индуктивная емкость составляющая. Если  $C_1$  больше чем  $C_2$ , то дело идет о емкостной составляющей, величина которой равняется:

$$C_p = C_1 - C_2 \quad [\text{Ф}]$$

При  $C_2$  большем, чем  $C_1$  доминирует индуктивная составляющая:

$$L_p = \frac{1}{\omega^2 (C_2 - C_1)} \quad [\text{Гн}, \text{Гц}, \text{Ф}]$$

Последовательную комбинацию  $R_s$  и  $L_s$  можно установить подставлением величин в формулы:

$$L_s = L_p \frac{R_p^2}{\omega^2 L_p^2 + R_p^2} \quad [\text{Гн}, \text{ом}, \text{Гц}]$$

$$R_s = R_p \frac{\omega^2 L_p^2}{\omega^2 L_p^2 + R_p^2} \quad [\text{ом}, \text{Гн}, \text{Гц}]$$

**е) Zjištění rezonančního kmitočtu a jakosti paralelního rezonančního okruhu**

Nejvhodnější způsob tohoto měření je zjištění kmitočtu, při němž se měřený rezonanční okruh připojený paralelně k ladicímu kondensátoru chová jako reálný odpor.

Do svorek A-B připojíme pomocnou cívku takové velikosti, aby rezonovala s ladicí kapacitou 25 až 50 pF v okolí hledaného kmitočtu. Zkoušený rezonanční okruh připojíme na svorky B-Z tak, aby nastala vazba mezi oběma indukčnostmi, a zjistíme, kterým směrem nutno změnit ladicí kapacitu, aby opět nastala rezonance. Bylo-li nutno zvětšit kapacitu, zvyšujeme kmitočet tak dlouho, až připojování a odpojování zkoušeného okruhu nemá vliv na rezonanční kmitočet. V opačném případě kmitočet snižujeme.

Kmitočet  $f_1$ , při němž se zkoušený obvod chová jako reálný odpor, odečteme jako rezonanční.

Pro zjištění dynamického odporu zkoušeného rezonančního obvodu odečteme ještě ladicí kapacitu  $C_1$ , jakost  $Q_1$  před připojením a  $Q_2$  po připojení zkoušeného obvodu.

$$R_d = \frac{Q_1 Q_2}{\omega_1 C_1 (Q_1 - Q_2)} \quad [\Omega, \text{Hz}, \text{F}]$$

Jakost zkoušeného obvodu  $Q_x$  je dána:

$$Q_x = \frac{Q_1 Q_2}{Q_1 - Q_2} \cdot \frac{C_x}{C_1} \quad [-, \text{pF}]$$

kde  $C_x$  je kapacita kondensátoru zkoušeného rezonančního okruhu.

**в) Определение частоты резонанса и добротности параллельного резонирующего контура**

Наиболее удобная методика подобного измерения состоит в нахождении такой частоты, при которой измеряемый резонирующий контур, присоединенный параллельно к конденсатору настройки, ведет себя как реальное сопротивление.

К зажимам А—В присоединяется такая катушка (вспомогательная), чтобы она резонировала с конденсатором настройки 25—50 пф вблизи желательной частоты. Испытуемый резонирующий контур присоединяется на зажимы В—Z таким образом, чтобы не была связь между обоими самоиндукциями, после чего определяется, в каком направлении следует изменить настраивающую емкость чтобы снова настал резонанс. Если при этом было нужно увеличить емкость, то частоту следует постепенно увеличивать до тех пор, пока присоединение или отключение испытуемого контура перестанет оказывать влияние на частоту резонанса. В противном случае частоту следует понизить. Частота  $f_1$ , при которой испытуемый контур ведет себя как реальное сопротивление, отсчитывается как частота резонанса.

При определении динамического сопротивления испытуемого резонирующего контура следует еще произвести отсчет емкости настройки ( $C_1$ ), добротности контура перед присоединением ( $Q_1$ ) и после присоединения ( $Q_2$ ).

$$R_d = \frac{Q_1 Q_2}{\omega_1 C_1 (Q_1 - Q_2)} \quad [\text{ом}, \text{гц}, \text{ф}]$$

Добротность испытуемого контура  $Q_x$  равняется:

$$Q_x = \frac{Q_1 Q_2}{Q_1 - Q_2} \cdot \frac{C_x}{C_1} \quad [-, \text{пф}]$$

где  $C_x$  является емкость конденсатора измеряемого резонансного контура.

### Poznámka:

Přímé odečítání jakosti rezonančního obvodu je možné při splnění těchto podmínek:

Cívka měřeného okruhu musí být připojena na svorky  $L_x$  a kondensátor na svorky  $C_x$ . Musíme tedy paralelní rezonanční obvod rozpojit. Potom je možné odečíst rezonanční kmitočet a jakost obvodu  $Q$ . Dynamický odpor je dán:

$$R_d = \frac{Q}{\omega C} \quad [\Omega, \text{Hz}, \text{F}]$$

Kapacita ladicího kondensátoru se však připočítává ke kapacitě kondensátoru měřeného obvodu. Tím je způsobeno, že obvod rezonuje na nižším kmitočtu než požadujeme.

Připojíme-li celý rezonanční obvod do svorek  $L_x$ , naměříme mnohem nižší  $Q$ , než je skutečná jakost obvodu. Kondensátor rezonančního obvodu  $C_R$  připojený do svorek  $L_x$  způsobí snížení údaje  $Q$  v poměru

$$\frac{C_L}{C_L + C_R},$$

kde  $C_L$  je kapacita ladicího kondensátoru.

### d) Měření dielektrické konstanty izolačních materiálů

Ke zjišťování dielektrické konstanty izolantů je zapotřebí pomocný kondensátor, sestavený ze dvou desek. Slabá vrstva zkoušeného materiálu se vloží mezi desky tohoto pomocného kondensátoru tak, aby mezera mezi deskami byla zcela vyplněna.

### Замечание:

Можно также произвести прямой отсчет добротности резонирующего контура, принимая однако несколько предосторожностей:

Катушка измеряемого контура должна быть присоединена на зажимы  $L_x$ , а конденсатор на зажимы  $C_x$ . Таким образом необходимо разъединить резонирующий контур. После этого можно производить отсчет частоту резонанса  $f$  и добротности контура  $Q$ . Динамическое сопротивление равняется:

$$R_d = \frac{Q}{\omega C} \quad [\text{ом}, \text{Гц}, \text{Ф}]$$

Однако, емкость конденсатора настройки прибавляется к емкости конденсатора измеряемого контура, в результате чего контур резонирует на более низкой частоте, чем было желательно.

Если весь резонирующий контур присоединить на зажимы  $L_x$ , то измерение дает значительное более низкое значение  $Q$ , чем истинная добротность контура. Конденсатор резонирующего контура  $C_R$ , присоединенный к зажимам  $L_x$  вызывает снижение замеров  $Q$  в отношении:

$$\frac{C_L}{C_L + C_R},$$

где  $C_L$  емкость конденсатора настройки.

### г) Измерение диэлектрической постоянной изолирующих материалов

Для определения диэлектрической постоянной изоляторов применяется вспомогательный конденсатор, состоящий из двух пластин.

Тонкий слой испытуемого материала вкладывается между этими пластинами таким образом, чтобы пространство

Dbáme toho, aby přívody ke kondensátoru byly co nejkratší. Substituční metodou zjistíme kapacitu pomocného kondensátoru C. Je-li známa síla zkoušeného dielektrika d a plocha s, kterou se desky kondensátoru překrývají, vypočítá se dielektrická konstanta podle vzorce:

$$\varepsilon = \frac{11,3 \cdot C \cdot d}{s} \quad [\text{pF, cm, cm}^2]$$

Pomocný kondensátor musí mít zanedbatelnou vlastní indukčnost.

#### DODATEK

Detekční elektronka připojená k měřenému obvodu se chová jako paralelní kapacita k ladicímu kondensátoru s dielektrikem o dosti velkém ztrátovém úhlu ( $\text{tg } \delta \doteq 5 \cdot 10^{-3}$ ). Předpokládáme-li, že ztrátový činitel vnitřní kapacity elektronky se příliš nemění s kmitočtem, dostáváme vodítko, podle něhož je možno provést korekci na část dodatečných ztrát měřeného obvodu.

$$Q' = \frac{Q C}{C - 4,5 Q 10^{-3}} \quad [-, F]$$

kde Q' je korigovaná velikost jakosti obvodu a C je ladicí kapacita rezonančního okruhu.

meжду пластинами было полностью заполнено. Следует обращать внимание на то, чтобы приводы к конденсатору были бы как можно более короткими.

Емкость вспомогательного конденсатора C определяется методом замещения. При известных толщине испытанного диэлектрика d и площади s, которую перекрывают пластины конденсатора, можно вычислить диэлектрическую постоянную по формуле:

$$\varepsilon = \frac{11,3 \cdot C \cdot d}{s} \quad [\text{пф, см, см}^2]$$

Вспомогательный конденсатор должен иметь пренебрежимо малую собственную самоиндукцию.

#### ДОПОЛНЕНИЕ

Присоединенная к измеряемому контуру детектирующая лампа ведет себя как присоединенная параллельно к конденсатору настройки емкость с довольно значительным углом потерь ( $\text{tg } \delta \doteq 5 \cdot 10^{-3}$ ).

Принимая, то угол потерь собственной емкости эл. лампы немного зависит от частоты, воздается база для расчета, позволяющего учесть часть дополнительных потерь изменяемого контура и ввести соответствующую поправку:

$$Q' = \frac{Q C}{C - 4,5 Q 10^{-3}} \quad [-, \text{пф}]$$

где Q' является поправленное значение Q и C является настраивающая емкость контура.

## TECHNICKÉ ÚDAJE

Rozsah měření činitele jakosti  $Q$ :  $5 \div 1200$  ve čtyřech dílčích rozsazích:

1. do  $Q = 100$
2. do  $Q = 300$
3. do  $Q = 600$
4. do  $Q = 1200$

Pro rozsahy  $Q = 100$ ,  $Q = 300$  a  $Q = 600$  má měřidlo M2 samostatné stupnice, rozsah  $Q = 1200$  získáme násobením údaje stupnice  $Q = 600$  dvěma.

Ladící kapacita:

Kapacita 11—65 pF.

Údaj kapacity je kalibrován na bubínku otočného kondensátoru v jednotkách pF. Kruhová stupnice je dělena na 100 dílků a slouží k zjištění malých kapacitních změn interpolací. Není cejchována v desetinných dílech pF.

Kmitočet oscilátoru:

$$f = 30 - 75 \text{ MHz,} \\ 75 - 200 \text{ MHz.}$$

Celé pásmo je rozděleno do dvou rozsahů, samočinně přepínaných.

Přesnost:

Údaj  $Q$ : Pro srovnávací měření  $\pm 5\%$ .

Dovolená odchylka proti absolutní hodnotě  $Q$ :  
 $\leq \pm 15\%$  do 100 MHz a do  $Q = 300$ . Při

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Диапазон измерения коэфф. добротности  $Q$ :

$$5 \div 1200$$

Распределен в четыре поддиапазона:

1. до  $Q = 100$
2. до  $Q = 300$
3. до  $Q = 600$
4. до  $Q = 1200$

На диапазонах  $Q = 100$ ,  $Q = 300$ ,  $Q = 600$  на измерительном приборе имеются независимые шкалы, а на диапазоне  $Q = 1200$  отсчеты по шкале  $Q = 600$  следует удвоить.

Емкость настройки:

Емкость 11—65 пф. Значения емкости нанесены на шкалу барабана переменного конденсатора в целых пикофарадах. Круговая шкала разделена на 100 частей и служит к определению малых изменений емкости путем интерполирования. Шкала не имеет калибровки в десятых долях пф.

Частота осциллятора:

$$f = 30 - 75 \text{ мГц} \\ 75 - 200 \text{ мГц}$$

Полный частотный диапазон подразделен на два автоматически переключающиеся поддиапазона.

Точность:

Значения  $Q$ :

при сравнительных измерениях  $\pm 5\%$  допустимая погрешность относительно абсолютного значения  $Q$ :  
 $\leq \pm 15\%$  до 100 мГц и до  $Q = 300$ . На частотах

кmitočtech nad 100 MHz se uplatňuje tlumení detektoru, jež je možno korigovat podle dodatku na předchozí straně.

**Ladičí kapacita:**

$\pm 1$  %, min.  $\pm 0,5$  pF.

**Кmitočet oscilátoru:**

$\pm 1,5$  %.

**Osazení:**

4  $\times$  6CC31 (6J6), 2  $\times$  RD12Ga, 6B32 (6AL5), AZ11, UY1N, 11TF25 (STV 280/40).

**Нарájení:**

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

**Пříkon:**

cca 80 W.

**Жіštění:**

sířovou pojіstkou 1A/250 V pro 220 V a 1,6 A/250 V pro 120 V a dvěma anodovými pojіstkami 0,1 A.

**Váha:**

23,5 kg.

**Rozměry:**

490  $\times$  230  $\times$  340 mm.

**Пříslušenství:**

s přístrojem je dodávána přívodní sířová šňůra, náhradní osazení pojіstkami a dvě pojіstky 1,6 A pro přepoїení přístroje na 120 V.

свыше 100 мгц становится заметным влияние детектора, на которое вводится поправка (см. выше).

**Емкость настройки:**

$\pm 1$  %, мин.  $\pm 0,5$  пф

**Частота осцилятора:**

$\pm 1,5$  %

**Лампы:**

4  $\times$  6CC31 (6J6), 2  $\times$  RD12Ga, 6B32 (6AL5), AZ11, UY1N, 11TF25 (STV 280/40)

**Питание:**

220 в, 120 в  $\pm 10$  %, 50 гц

**Расход мощности:**

приблиз. 80 вт

**Предохранители:**

сетевой предохранитель 1 а/250 в для 220 в и 1,6 а/250 в для 120 в и двумя анодными предохранителями 0,1 а

**Вес:**

23,5 кг

**Размеры:**

490  $\times$  230  $\times$  340 мм

**Принадлежности:**

с аппаратом поставляются сетевой шнур, набор запасных предохранителей и два предохранителя 1,6 а для переключения прибора на 120 в.

№	Тип	Величина	Мощность	Норма ЧСР
R1	непроволочное	50 КОМ	0,25 Вт	TR 101 50k
R2	непроволочное	50 КОМ	0,25 Вт	TR 101 50k
R3	непроволочное	10 КОМ	0,25 Вт	TR 101 10k
R4	непроволочное	10 КОМ	0,25 Вт	TR 101 10k
R5	непроволочное	5 КОМ	2 Вт	TR 104 5k
R6	непроволочное	1 КОМ	0,5 Вт	TR 102 1k
R7	непроволочное	1 КОМ	1 Вт	TR 103 1k
R8	непроволочное	1 КОМ	0,25 Вт	TR 101 1k
R9	непроволочное	640 Ом	0,25 Вт	TR 101 640
R10	непроволочное	1 КОМ	0,25 Вт	TR 101 1k
R11	непроволочное	800 Ом	0,25 Вт	TR 101 800
R12	непроволочное	10 КОМ	0,25 Вт	TR 101 10k
R13	непроволочное	5 МГОМ	0,5 Вт	TR 102 5M
R14	потенциометр лин.	1 КОМ	0,5 Вт	WN 694 04 1k/N
R15	непроволочное	100 Ом	0,5 Вт	TR 102 100
R16	непроволочное	320 КОМ	2 Вт	TR 104 M32
R17	непроволочное	640 Ом	0,5 Вт	TR 102 640
R18	потенциометр лин.	50 КОМ	0,5 Вт	WN 694 04 50k/N
R19	непроволочное	4 КОМ	1 Вт	TR 103 4k
R20	проволочное	2 КОМ	6 Вт	TR 612 2k
R21	непроволочное	40 КОМ	1 Вт	TR 103 40k
R22	проволочное	5 КОМ	6 Вт	TR 612 5k
R23	непроволочное	80 КОМ	1 Вт	TR 103 80k
R24	проволочное	20 КОМ	6 Вт	TR 612 20k
R25	непроволочное	200 КОМ	1 Вт	TR 103 M2
R26	проволочное	20 КОМ	6 Вт	TR 612 20k
R27	непроволочное	250 КОМ	2 Вт	TR 104 M25
R28	непроволочное	250 КОМ	2 Вт	TR 104 M25
R29	непроволочное	10 КОМ	0,25 Вт	TR 101 10k
R30	непроволочное	5 МГОМ	0,5 Вт	TR 102 5M
R31	проволочное	20 КОМ	6 Вт	TR 602 20k
R32	потенциометр	30 КОМ		1AN 690 07



№	Тип	Величина	Мощность	Норма ЧСП
R33	непроволочное	50 КОМ	1 Вт	TR 103 50k
R34	непроволочное	100 КОМ	1 Вт	TR 103 M1
R35	проволочное	3,2 КОМ	12 Вт	TR 603 3k2
R36	проволочное	10 КОМ	12 Вт	TR 613 10k
R37	проволочное	3,2 КОМ	12 Вт	TR 613 3k2
R38	непроволочное	160 КОМ	2 Вт	TR 104 M16
R39	непроволочное	160 КОМ	2 Вт	TR 104 M16
R40	проволочное	25 Ом	6 Вт	TR 612 25
R41	проволочное	20 Ом	4 Вт	TR 611 20
R42	непроволочное	10 КОМ	0,25 Вт	TR 101 10k
R43	непроволочное	1,6 КОМ	0,25 Вт	TR 101 1k6
R44	непроволочное	3,2 КОМ	0,25 Вт	TR 101 3k2
R45	непроволочное	20 Ом	0,25 Вт	TR 101 20

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ !**

Ra = R19 + R20

Rb = R21 + R22

Rc = R23 + R24

Rd = R25 + R26

Re = R11 или R43 или R14

**Конденсаторы**

№	Тип	Величина	Напряжение	Норма ЧСП
C1	проходный	500 пкф	350 В	1AK 706 03
C2	проходный	500 пкф	350 В	1AK 706 03
C3	керамический	5 пкф	550 В	TC 742 5
C4	керамический	5 пкф	550 В	TC 742 5
C5	керамический	5 пкф	550 В	TC 742 5
C6	керамический	5 пкф	550 В	TC 742 5
C7	подстроечный	30 пкф		PN 703 01

№	Тип	Величина	Напряжение	Норма ЧСР
C8	керамический	1 пкф	600 в	ТС 301 1
C9	} сложный	95 пкф		1AK 050 40
C10				
C11	сложный	400 пкф		
C12	керамический	800 пкф	500 в	ТС 744 800
C13	сложный	67 пкф		
C14	проходный	500 пкф	350 в	1AK 706 03
C15	проходный	500 пкф	350 в	1AK 706 03
C16	керамический	250 пкф	350 в	ТС 749 250
C17	слюдаый	500 пкф	500 в	ТС 201 500
C18	сложный	300 пкф		
C19	керамический	500 пкф	350 в	ТС 750 500
C20	слюдаый	500 пкф	500 в	ТС 201 500
C21	слюдаый	500 пкф	500 в	ТС 201 500
C22	слюдаый	320 пкф	500 в	ТС 201 320
C23	электролитический	32 мкф	450 в	ТС 521 32M
C24	электролитический	32 мкф	450 в	ТС 521 32M
C25	электролитический	32 мкф	450 в	ТС 521 32M
C26	метал. бум.	2 мкф	600 в	ТС 485 2M
C27	метал. бум.	1 мкф	600 в	ТС 485 1M
C28	керамический	250 пкф	350 в	ТС 740 250
C29	слюдаый	800 пкф	500 в	ТС 201 800

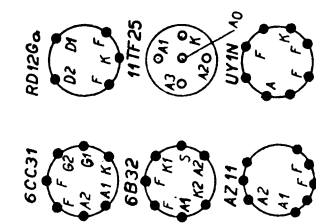
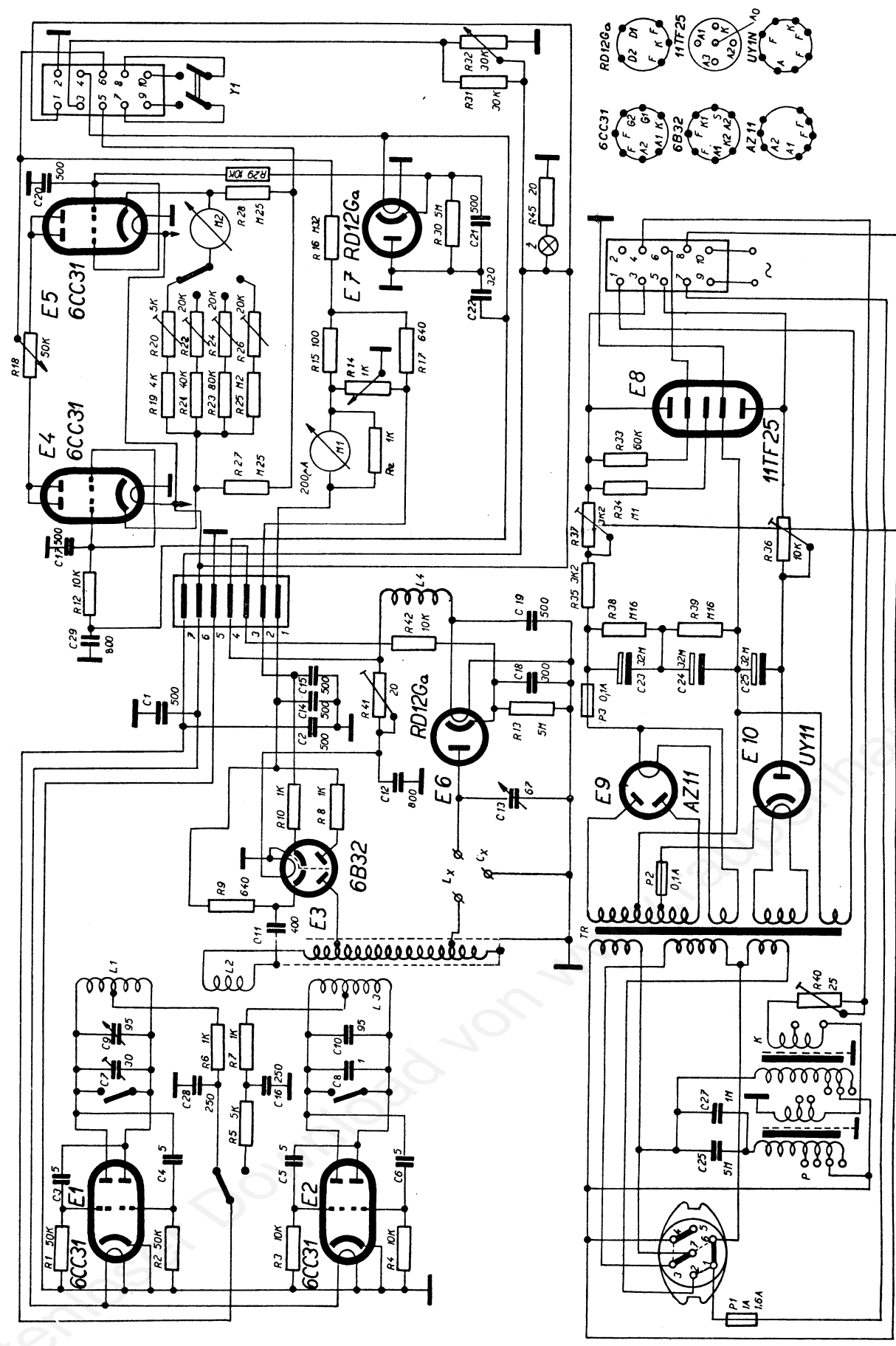
#### ОСТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ:

электронная лампа E1, E2, E4, E5	(6CC31)	1AN 110 70
электронная лампа E3	(6B32)	1AN 110 92
электронная лампа E6	(RD12Ga)	1AN 110 93
электронная лампа E7	(RD12Ga)	1AN 110 91
электронная лампа E8	(11TF25)	1AN 110 57

электронная лампа E9	(AZ11)	1AN 110 33
электронная лампа E10	(UY1N)	1AN 110 89
лампочка		1AN 109 12
измеритель		1AP 780 28
измеритель		1AP 780 29
предохранитель	ČSN 35 4731	1a/250в
предохранитель	ČSN 35 4731	1,6a/250в
предохранитель	ČSN 35 4731	0,1a/250в

**ПРЕДОСТОРОЖЕНИЕ!** Электронные лампы избраны по специальным предписаниям!

R 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.



BM 220