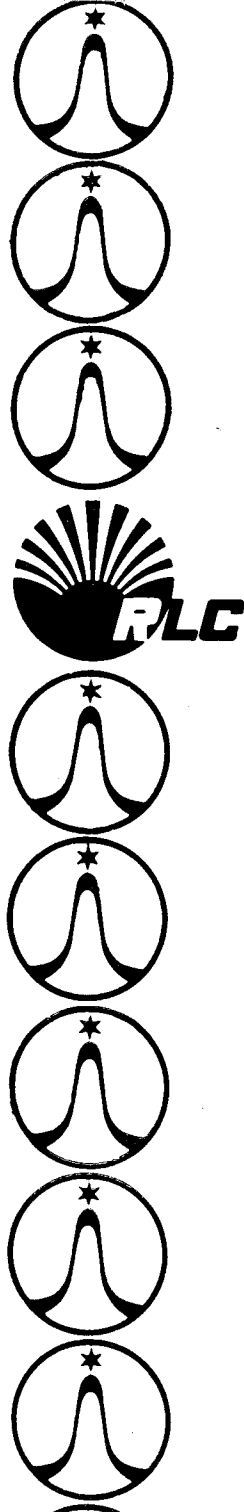


INSTRUKČNÍ KNÍŽKA

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

INSTRUCTION MANUAL



TESLA

Q-metr

Измеритель добротности

Q - Meter

BM 560

ZMĚNOVÝ LIST - Q-metr BM 560 (série 791)

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ - ИЗМЕРИТЕЛЬ ДОБРОТНОСТИ
(партия 791)

ALTERATIONS - Q-Meter BM 560 (series 791)

Kapitola 5.3.10.

Označení tranzistorů G3 a G4 se mění na T3 a T4.

Přílohy

BM 560/21:

V usměrňovači LAN 290 98 se ruší zdroj -5 V a jeho spojení s IAF 017 68.0 (vývod 22).

Zapojení motorku M se mění podle obrázku.

Přidává se odpor R3 - drátový, TR 510 56.

Číslo motorku se mění na LAN 874 15 (K6A1).

Пункт 5.3.10.

Обозначение транзисторов G3 и G4 изменяется на T3 и T4.

Приложения

BM 560/21:

В выпрямителе LAN 290 96 исключается источник -5 В и его соединение с IAF 017 68.0 (вывод 22).

Включение двигателя M изменяется согл. рис.

Прибавляется резистор R3 - проволочный, 56 Ом, 6 Вт.

№ двигателя изменяется на LAN 874 15 (K6A1).

Section 5.3.10.

The designation of transistors G3 and G4 was replaced by T3 and T4.

Enclosures

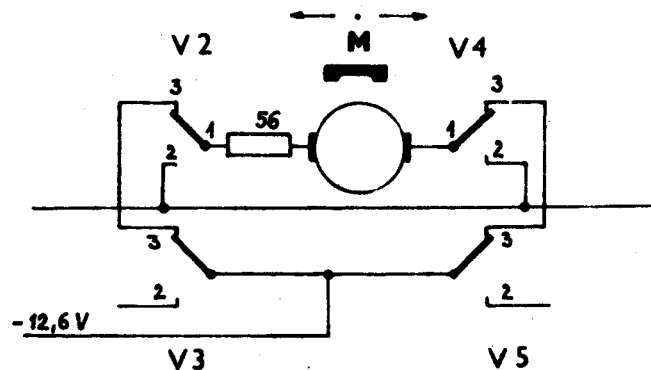
BM 560/21:

In rectifier LAN 290 98 was deleted the supply of -5 V and its connection with IAF 017 68.0 (tap 22).

Connection of motor M altered according to Fig.

Added: Wire-wound resistor R3 (56 Ω, 6 W).

No. of the motor replaced by LAN 874 15 (K6A1).



Obsah

1. Úvod	3
2. Použití	3
3. Technická data	4
4. Souprava Q-metru	10
5. Provedení a funkce Q-metru a jeho částí	12
6. Všeobecné pokyny pro provoz	35
7. Bezpečnostní zásady	36
8. Příprava k činnosti	37
9. Postup při měření	39
10. Charakteristické závady a způsoby jejich odstranění	50
11. Technická obsluha	59
12. Kontrolní předpis	61
13. Pokyny pro skladování, přepravu a balení	71
14. Rozpis elektrických součástí	74
15. Přílohy	

Vzhledem k rychlému vývoji světové elektroniky mění se obvody a přístupy a zlepšují se součásti našich přístrojů.

Někdy vinou tisku a požadavků expedice se nám nepodaří zanést tyto změny do tištěných příruček.

Změny se proto v případě potřeby uvádějí na zvláštním listě.

© Nakladatel:

TESLA Brno, n. p., Brno, ČSSR. Veškerá práva vyhrazena. Obsah této publikace nesmí být žádným způsobem reprodukován bez povolení vlastníka nakladatelského práva.

Содержание

1. Введение	3
2. Назначение	3
3. Технические данные	4
4. Состав измерителя добротности	10
5. Устройство и работа измерителя добротности и его составных частей	12
6. Общие указания по эксплуатации	35
7. Указание мер безопасности	36
8. Подготовка к работе	37
9. Порядок работы	39
10. Характерные неисправности и методы их устранения	50
11. Техническое обслуживание	59
12. Указания по поверке	61
13. Правила хранения, транспортирование и упаковка	71
14. Спецификация электрических деталей	74
15. Приложения	

Ввиду быстрого темпа развития мировой электроники изменяются схемы, появляются новые и совершенствуются детали наших приборов.

Иногда по вине печати или требований экспедиции не удастся внести эти изменения в напечатанные пособия.

В таких случаях они приводятся на отдельном листе.

Издатель:

ТЕСЛА Брно, нац. предпр., Брно, ЧССР. Все права оговорены. Содержание этой публикации, без разрешения владельца издательского права, повторному изданию не подлежит.

Contents

1. Introduction	3
2. Application	3
3. Technical data	4
4. Complete set of the Q meter	11
5. Design and operation of the Q meter and its parts	12
6. General instructions for operation	35
7. Safety measures	36
8. Preparations for application	37
9. Measuring procedures	39
10. Characteristic defects and their remedy	50
11. Servicing	59
12. Test schedule	61
13. Instructions for storage, transport and packing	71
14. List of electrical components	74
15. Enclosures	

Owing to the rapid development of electronics in the world, the circuits of our instruments are altered and components of new types or improved design are employed.

Sometimes, due to printing terms or the requirement of speedy shipping, it is impossible to include a description of such alterations in the appropriate printed manual.

Therefore, if necessary, such alterations are given in a loose leaf.

© Publishers:

TESLA Brno, Nat. Corp., Brno, ČSSR All rights are reserved. The contents of this publication must not be reproduced in any way without the consent of the publishers.

BM 560

Výrobní číslo:
Заводской номер:
Production No.:

Q-metr

Q-metr je určen k měření činitele jakosti, rezonanční kapacity a kmitočtu obvodů. Nepřímým měřením lze zjistit indukčnost, kapacitu, ztrátový úhel, odpor dvoupólů apod.

Přístroj se vyrábí v licenci SSSR.

Измеритель добротности

Измеритель добротности предназначен для измерения эффективной добротности, резонансной емкости и резонансной частоты контуров. Путем косвенных измерений можно определить индуктивность, емкость, угол потерь, сопротивление двухполюсников и т. д.

Прибор выпускается по лицензии СССР.

Q Meter

This instrument serves for the direct measurement of quality factors, resonant capacitances and circuit resonant frequencies; it can be employed also for the indirect measurement of inductances, capacitances and loss angles of capacitors, the impedances of dipoles, etc.

The instrument is produced with the licence of USSR.

Výrobce:
Завод-изготовитель:
Makers:

TESLA Brno, n. p., 612 45 Brno, Purkyňova 99, ČSSR

Celkový pohled na přístroj

Общий вид прибора

Overall view of the instrument

Obr. 1 Рис. 1 Fig. 1



**Celkový pohled na sadu indukčních cívek
1AN 280 83**

**Общий вид комплекта катушек индуктивности
1AN 280 83**

Overall view of the set of coils 1AN 280 83



Obr. 2 Рис. 2 Fig. 2

1. ÚVOD

Technický popis a návod k obsluze jsou určeny k seznámení se s provedením Q-metru BM 560, s jeho principem činnosti a jeho provozními vlastnostmi.

2. POUŽITÍ

2.1. Q-metr BM 560 je určen k měření činitele jakosti objektů indukčního charakteru, rezonanční kapacity těchto objektů a rezonančního kmitočtu obvodů. Q-metr umožňuje kontrolu napětí na měřeném objektu.

Pomocí nepřímého měření se Q-metrem může zjišťovat indukčnost měřených objektů, kapacita a velikost ztrátového úhlu kondenzátorů, odpor dvoupolů a další parametry prvků a obvodů se soustředěnými parametry.

2.2. Q-metru lze používat za těchto provozních podmínek:

- teplota od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+40^{\circ}\text{C}$ (od 278°K do 313°K),
- relativní vlhkost vzduchu do 80% při teplotě $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($293^{\circ}\text{K} \pm 5^{\circ}\text{K}$),
- atmosférický tlak $100 \text{ kN/m}^2 \pm 4 \text{ kN/m}^2$ ($750 \pm 30 \text{ mm Hg}$),
- napětí sítě $220 \text{ V} \pm 22 \text{ V}$.

2.3. Kontrola parametrů Q-metru se provede za referenčních podmínek:

- teplota $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($293^{\circ}\text{K} \pm 5^{\circ}\text{K}$)
- relativní vlhkost vzduchu 65% $\pm 15\%$
- atmosférický tlak $100 \text{ kN/m}^2 \pm 4 \text{ kN/m}^2$ ($750 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm Hg}$)
- napětí sítě $220 \text{ V} \pm 4,4 \text{ V}$

2.4. Přístroj je proveden v bezpečnostní třídě I. podle ČSN 35 6501.

1. ВВЕДЕНИЕ

Техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначены для изучения устройства измерителя добротности BM 560, его принципа действия и для руководства при эксплуатации.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Измеритель добротности BM 560 предназначен для измерения эффективной добротности объектов индуктивного характера, резонансной емкости этих объектов и резонансной частоты контуров. Измеритель добротности обеспечивает контроль напряжения на измеряемом объекте.

С помощью измерителя добротности путем косвенных измерений можно определить индуктивность измеряемых объектов, емкость и величину угла потерь конденсаторов, сопротивление двухполюсников и другие параметры компонентов и цепей с сосредоточенными постоянными.

2.2. Измеритель добротности может эксплуатироваться в следующих рабочих условиях:

- температура от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ (от 278°K до 313°K);
- относительная влажность воздуха до 80% при температуре $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($293^{\circ}\text{K} \pm 5^{\circ}\text{K}$);
- атмосферное давление $100 \text{ kH/m}^2 \pm 4 \text{ kH/m}^2$ ($750 \text{ мм} \pm 30 \text{ мм рт. ст.}$);
- напряжение сети $220 \text{ В} \pm 22 \text{ В}$.

2.3. Проверка параметров измерителя добротности производится в условиях сравнения. Температура $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($293^{\circ}\text{K} \pm 5^{\circ}\text{K}$), относительная влажность воздуха 65% $\pm 15\%$, напряжение сети $220 \text{ В} \pm 4,4 \text{ В}$; 50 Гц; атм. давление $100 \text{ kH/m}^2 \pm 4 \text{ kH/m}^2$ ($750 \text{ мм} \pm 30 \text{ мм рт. ст.}$).

2.4. Прибор выполнен по классу безопасности I. согласно ЧСН 35 6501.

1. INTRODUCTION

This Technical Description and Instructions for Use serve for informing the user about the design of the BM 560 Q meter, the principle of its operation and its technical properties.

2. APPLICATION

2.1. The BM 560 Q meter is intended for the direct measurement of the quality factors of objects of inductive character and their resonant capacitances, as well as of the resonant frequencies of circuits. The Q meter controls and indicates the voltage across the object under test.

The Q meter can be employed also for the indirect measurement of the inductances of the objects under test, the loss angles of capacitors, the impedances of dipoles, and many other characteristics of components and circuits which have concentrated parameters.

2.2. The BM 560 Q meter is applicable under the following operational conditions:

- Ambient temperature:
From $+5^{\circ}\text{C}$ to $+40^{\circ}\text{C}$ (from 278°K to 313°K)
Atmospheric pressure:
 $100 \text{ kN/m}^2 \pm 4 \text{ kN/m}^2$ ($750 \text{ mm Hg} \pm 30 \text{ mm Hg}$)
AC mains voltage:
 $220 \text{ V} \pm 22 \text{ V}$ ($\pm 10\%$)

2.3. The parameters of the Q meter are checked under the reference conditions:

Temperature $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($293^{\circ}\text{K} \pm 5^{\circ}\text{K}$), relative air humidity 65% $\pm 15\%$, atmospheric pressure $100 \text{ kN/m}^2 \pm 4 \text{ kN/m}^2$ ($750 \text{ mm Hg} \pm 30 \text{ mm Hg}$), mains voltage $220 \text{ V} \pm 4.4 \text{ V}$.

2.4. The BM 560 Q meter is designed to respond to the stipulations for Class I. intrinsic safety according to the Czechoslovak Standard ČSN 35 6501, in conformity with the pertaining IEC recommendation.

Upozornění

Při dodávce přístroje do zemí s tropickým podnebím dodavatel zaručuje normální činnost přístroje za podmínky, že bude skladován a používán v klimatizovaných místnostech.

3. TECHNICKÁ DATA

3.1. Kmitočtový rozsah generátoru Q-metru 50 kHz ÷ 35 MHz s přímým odečítáním kmitočtu má 10 dílčích rozsahů:

- I. 50 ÷ 70 kHz
- II. 70 ÷ 140 kHz
- III. 140 ÷ 280 kHz
- IV. 280 ÷ 550 kHz
- V. 550 ÷ 1100 kHz
- VI. 1,1 ÷ 2,2 MHz
- VII. 2,2 ÷ 4,4 MHz
- VIII. 4,4 ÷ 9,0 MHz
- IX. 9,0 ÷ 18 MHz
- X. 18 ÷ 35 MHz

Kmitočtová rezerva na koncích rozsahu a mezi dílčími rozsahy nesmí být menší než 2%.

3.2. Základní kmitočtová chyba cejchování stupnice generátoru nepřesahuje $\pm 1\%$.

3.3. Dodatečná kmitočtová chyba generátoru způsobená odchylkou okolní teploty od referenční (v rozmezí pracovních teplot) nesmí být větší než 1/2 základní chyby na každých 10 °C, o které se teplota změní.

3.4. Rozsah přímého odečítání činitele jakosti od 5 do 1000 jednotek. Odečítá se na čtyřech stupnicích.

0 ÷ 30, 0 ÷ 100, 0 ÷ 300, 0 ÷ 1000

3.5. Základní chyba měření Q v % naměřené hodnoty nesmí být větší, než jsou hodnoty uvedené v tabulce 1.

Внимание!

При поставке прибора в страны с тропическим климатом поставщик гарантирует нормальную работу прибора при условии хранения и эксплуатации его в помещениях с кондиционированием воздуха.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Диапазон частот генератора измерителя добротности от 50 кГц до 35 МГц с непосредственным отсчетом частоты имеет 10 поддиапазонов:

- I 50 — 70 кГц
- II 70 — 140 кГц
- III 140 — 280 кГц
- IV 280 — 550 кГц
- V 550 — 1100 кГц
- VI 1,1 — 2,2 МГц
- VII 2,2 — 4,4 МГц
- VIII 4,4 — 9,0 МГц
- IX 9,0 — 18 МГц
- X 18 — 35 МГц

Запас по частоте по краям диапазона и между поддиапазонами частот не менее 2%.

3.2. Основная погрешность градуировки шкал генератора по частоте не превышает $\pm 1\%$.

3.3. Дополнительная погрешность генератора по частоте, вызванная отклонением температуры окружающей среды от опорной температуры (в пределах рабочих температур), не превышает 1/2 основной погрешности на каждые 10 °C изменения температуры.

3.4. Пределы непосредственного отсчета добротности от 5 до 1000 единиц. Отсчет производится по четырем шкалам:

0 - 30, 0 - 100, 0 - 300, 0 - 1000.

3.5. Основная погрешность измерения добротности в процентах от измеряемого значения не превышает значений, указанных в таблице 1.

Note:

Normal performance of instruments supplied to countries in the tropics is guaranteed by the makers only if they are stored and operated in rooms provided with air conditioning.

3. TECHNICAL DATA

3.1. The total frequency range of the BM 560 Q meter is 50 kHz to 35 MHz in 10 direct reading partial ranges, as follows:

- I. 50 to 70 kHz
- II. 70 to 140 kHz
- III. 140 to 280 kHz
- IV. 280 to 550 kHz
- V. 550 to 1100 kHz
- VI. 1.1 to 2.2 MHz
- VII. 2.2 to 4.4 MHz
- VIII. 4.4 to 9.0 MHz
- IX. 9.0 to 18 MHz
- X. 18 to 35 MHz

The frequency reserve (overlap) at the ends of the frequency range is at least 2%.

3.2. The basic frequency error in the calibration of the generator scale does not exceed $\pm 1\%$.

3.3. The additional frequency error of the generator caused by the difference between the actual ambient temperature and the reference one (within the range of the permissible ambient temperatures) is not larger than half of the basic error for every 10 °C of the temperature difference.

3.4. The total direct reading range of the measured quality factor is 5 to 1000 scalar units. The results of measurements are read on four scales: 0 to 30; 0 to 100; 0 to 300; 0 to 1000

3.5. The basic measuring error of the ascertained Q value as a percentage of the result is not larger than as given in Table 1.

Tabulka 1

Rozsah měřených Q	Měřicí kmitočet, MHz	
	0,05 — 25	25 — 35
5 ÷ 30	$\pm(3 + \frac{Q_k}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$
30 ÷ 100	$\pm(3 + \frac{Q_k}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$
100 ÷ 300	$\pm(3 + \frac{Q_k}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$
300 ÷ 1000	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$

Q_k — koncová hodnota pracovní části stupnice, na které se odečítá Q

Q — naměřená hodnota Q

3.6. Dodatečná chyba měření činitele jakosti způsobená odchylkou okolní teploty od referenční (v rozmezí pracovních teplot) nesmí být větší než 1/2 základní chyby na každých 10 °C, o které se teplota změní.

3.7. Q-metr zajišťuje přímé odečítání rozdílu hodnot Q v rozmezí 0 ± 30 jednotek (stupnice ΔQ s nulou uprostřed) na rozsazích měření Q 100 ÷ 300 a 300 ÷ 1000. Základní chyba měření rozdílu hodnot Q v absolutních hodnotách vyjádřených v jednotkách Q nesmí přesahovat

$$\Delta = \pm(0,15 \Delta Q + 1), \quad (1)$$

kde ΔQ — naměřená velikost rozdílu hodnot Q.

3.8. Dodatečná chyba měření rozdílu hodnot Q způsobená odchylkou okolní teploty od referenční (v rozmezí pracovních teplot) nesmí

Таблица 1

Пределы измеряемой добротности	Частота измерения, МГц	
	от 0,05 до 25	от 25 до 35
5 — 30	$\pm(3 + \frac{Q_k}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$
30 — 100	$\pm(3 + \frac{Q_k}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$
100 — 300	$\pm(3 + \frac{Q_k}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$
300 — 1000	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_k}{Q})$

Q_k — конечное значение рабочей части шкалы, по которой производится отсчет добротности;

Q — измеренное значение добротности

3.6. Дополнительная погрешность измерения добротности, вызванная отклонением температуры окружающей среды от опорной температуры (в пределах рабочих температур), не превышает 1/2 основной погрешности на каждые 10 °C изменения температуры.

3.7. Измеритель добротности обеспечивает непосредственный отсчет разности значений добротности в пределах 0 ± 30 единиц (шкала ΔQ с нулем посередине) на пределах измерения добротности 100 - 300 и 300 - 1000 единиц. Основная погрешность измерения разности значений добротности в абсолютных значениях, выраженных в единицах добротности, не превышает

$$\Delta = \pm(0,15 \Delta Q + 1), \quad (1)$$

ΔQ — измеренное значение разности значений добротности.

3.8. Дополнительная погрешность измерения разности значений добротности, вызванная отклонением температуры окружающей среды от опорной температуры (в пределах рабочих

Tabulka 1

Q measuring range	Measuring frequency [MHz]	
	0.05 to 25	25 to 35
5 ÷ 30	$\pm(3 + \frac{Q_m}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_m}{Q})$
30 ÷ 100	$\pm(3 + \frac{Q_m}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_m}{Q})$
100 ÷ 300	$\pm(3 + \frac{Q_m}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_m}{Q})$
300 ÷ 1000	$\pm(6 + \frac{Q_m}{Q})$	$\pm(6 + \frac{Q_m}{Q})$

Q_m — is the maximum value of the scale employed for reading the measured Q value.

Q — is the measured Q value.

3.6. The additional measuring error of the quality factor caused by the difference between the actual ambient temperature and the reference one (within the range of the permissible ambient temperatures) is not larger than half of the basic error for every 10 °C of the temperature difference.

3.7. The BM 560 Q meter ensures the direct reading of differences between Q values within the limits of 0 ± 30 units (ΔQ scale with centre zero) with the measuring ranges of 100 to 300 units and 300 to 1000 units employed. The maximum basic error of the ascertained difference between Q values, expressed in units of Q, is given as follows:

$$\Delta = \pm(0,15 \Delta Q + 1), \quad (1)$$

where ΔQ is the measured difference between the Q values.

3.8. The additional error in the measurement of the difference between Q values caused by the difference between the actual ambient temperature and the reference one (within the range of the permissible ambient temperatures) is not

být větší než $1/2$ základní chyby na každých 10°C , o které se teplota změní.

3.9. Měrný kondenzátor měřicí jednotky má nejmenší kapacitu maximálně 25 pF a největší kapacitu minimálně 450 pF.

3.10. Základní chyba cejchování kapacity měrného kondenzátoru na kmitočtu 1000 Hz není větší než ± 1 pF při kapacitě do 100 pF a $\pm 1\%$ při kapacitě vyšší než 100 pF.

3.11. Dodatečná kapacitní chyba měrného kondenzátoru způsobená odchylkou okolní teploty od referenční (v rozmezí pracovních teplot) nesmí být větší než $1/2$ základní chyby na každých 10°C , o které se teplota změní.

3.12. Mezní hodnota noniusové stupnice měrného kondenzátoru 10 pF, cejchování stupnice po 1 pF, hodnota dílku stupnice 0,1 pF.

3.13. Q-metr umožňuje měření napětí na měřeném objektu. Základní chyba měření napětí na měřeném objektu od koncové hodnoty pracovní části stupnice je nejvýše $\pm 6\%$ při kmitočtu 50 kHz a $\pm 15\%$ na ostatních kmitočtech. Maximální napětí na měřeném objektu 500 mV ± 30 mV na kmitočtu 50 kHz a 500 mV ± 75 mV na ostatních kmitočtech.

3.14. Dodatečná chyba měření napětí na měřeném objektu způsobená odchylkou okolní teploty od referenční (v rozmezí pracovních teplot) nesmí být větší než $1/2$ základní chyby na každých 10°C , o které se teplota změní.

3.15. Q-metr zajišťuje měření indukčnosti podle výsledků měření kapacity a kmitočtu rezonanční metodou v rozsahu 5×10^{-8} až 0,4 H

температур), не превышает $1/2$ основной погрешности на каждые 10°C изменения температуры.

3.9. Измерительный конденсатор измерительного блока имеет минимальную емкость не более 25 пФ и максимальную емкость не менее 450 пФ.

3.10. Основная погрешность градуировки измерительного конденсатора по емкости на частоте 1000 Гц не превышает ± 1 пФ при емкости до 100 пФ и не более $\pm 1\%$ при емкости свыше 100 пФ.

3.11. Дополнительная погрешность измерительного конденсатора по емкости, вызванная отклонением температуры окружающей среды от опорной температуры (в пределах рабочих температур), не превышает $1/2$ основной погрешности на каждые 10°C изменения температуры.

3.12. Предел нониусной шкалы измерительного конденсатора 10 пФ, градуировка шкалы через 1 пФ, цена деления шкалы 0,1 пФ.

3.13. Измеритель добротности обеспечивает измерение напряжения на измеряемом объекте. Основная погрешность измерения напряжения на измеряемом объекте от конечного значения рабочей части шкалы не более $\pm 6\%$ на частоте 50 кГц и $\pm 15\%$ на остальных частотах. Максимальное напряжение на измеряемом объекте 500 мВ ± 30 мВ на частоте 50 кГц и 500 мВ ± 75 мВ на остальных частотах.

3.14. Дополнительная погрешность измерения напряжения на измеряемом объекте, вызванная отклонением температуры окружающей среды от опорной температуры в пределах рабочих температур, не превышает $1/2$ основной погрешности на каждые 10°C изменения температуры.

3.15. Измеритель добротности обеспечивает измерение индуктивности по результатам измерения емкости и частоты резонансным ме-

larger than half of the basic error for every 10°C of the temperature difference.

3.9. The measuring capacitor of the measuring unit has an initial capacitance of maximum 25 pF; its maximum capacitance is minimum 450 pF.

3.10 The basic error in the calibration of the capacitance of the measuring capacitor at the frequency of 1000 Hz does not exceed ± 1 pF at the capacitance setting of 100 pF and $\pm 1\%$ at higher capacitances.

3.11. Additional capacitance error of the measuring capacitor caused by the difference between the actual ambient temperature and the reference one (within the range of the permissible ambient temperatures) is not larger than half of the basic error for every 10°C of the temperature difference.

3.12. The maximum value of the vernier scale is 10 pF; the scale is calibrated in terms of pF, the value of one graduation being 0.1 pF.

3.13. The BM 560 Q meter enables the measurement of the voltage across the measured object. The basic error of this measurement is maximum $\pm 6\%$ of the maximum value of the employed scale at 50 kHz and $\pm 15\%$ at all the other frequencies. The maximum voltage across the measured object is 500 mV ± 30 mV at the frequency of 50 kHz and 500 mV ± 75 mV at all the other frequencies.

3.14. The additional measuring error of the voltage across the measured object caused by the difference between the actual ambient temperature and the reference one (within the range of the permissible ambient temperatures) is not larger than half of the basic error for every 10°C of the temperature difference.

3.15. The BM 560 Q meter serves for the ascertainment of inductances, based on the measurement of capacitances and frequencies by the

s absolutní chybou v H, jež se určí ze vzorců

$$\Delta L = \pm(0,02 L_x + \frac{\Delta C}{C} \cdot L_x + 2,5 \cdot 10^{-9}) \quad (2)$$

při rezonančních kapacitách do 100 pF a

$$\Delta L = \pm(0,03 L_x + 2,5 \cdot 10^{-9}) \quad (2a)$$

při rezonančních kapacitách větších než 100 pF,

kde ΔC — absolutní kapacitní chyba měrného kondenzátoru (pF)

L_x — indukčnost vypočtená na základě hodnot rezonanční kapacity a kmitočtu

C — rezonanční kapacita měrného kondenzátoru (pF).

Q-metr má na předním panelu stupnici (obr. 13) pro převádění kapacity měrného kondenzátoru na ekvivalentní hodnoty indukčnosti pro kmitočty 79,5 kHz; 252,5 kHz; 795 kHz; 2,525 MHz; 7,95 MHz; 25,25 MHz vyznačené na stupnicích generátoru zvláštními značkami.

Mezní hodnoty ekvivalentních indukčností odpovídajících uvedeným kmitočtům jsou vyznačeny na převáděcí stupnici.

3.16. Q-metr se napájí ze střídavé sítě 50 Hz $\pm 0,5$ Hz s napětím 220 V ± 22 V a s obsahem harmonických do 5%.

3.17. Příkon maximálně 35 VA.

3.18. Příprava Q-metru k činnosti trvá 15 minut. Doba nepřetržitě činnosti Q-metru je minimálně 8 hodin.

3.19. Průměrná doba bezporuchového provozu Q-metru je nejméně 1500 hodin.

тодом в пределах от 5×10^{-8} до 0,4 Гн с абсолютной погрешностью в генри, определяемой по формулам:

$$\Delta L = \pm(0,02 L_x + \frac{\Delta C}{C} \cdot L_x + 2,5 \cdot 10^{-9}) \quad (2)$$

при резонансных емкостях до 100 пФ,

$$\Delta L = \pm(0,03 L_x + 2,5 \cdot 10^{-9}) \quad (2a)$$

при резонансных емкостях свыше 100 пФ,

где ΔC — абсолютная погрешность измерительного конденсатора по емкости, пФ;

L_x — индуктивность, рассчитанная по значениям резонансной емкости и частоты;

C — резонансная емкость измерительного конденсатора, пФ.

Измеритель добротности имеет на передней панели шкалу (рис. 13) перевода значения емкости измерительного конденсатора в эквивалентные значения индуктивности для частот 79,5 кГц, 252,5 кГц, 795 кГц, 2,525 МГц, 7,95 МГц, 25,25 МГц, отмеченных на шкалах генератора особыми отметками.

Пределы эквивалентных значений индуктивностей, соответствующих указанным частотам, указаны на шкале.

3.16. Питание измерителя добротности осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц $\pm 0,5$ Гц напряжением 220 В ± 22 В и содержанием гармоник до 5%.

3.17. Потребляемая от сети мощность не более 35 ВА.

3.18. Время готовности измерителя добротности к работе не менее 15 мин. Продолжительность непрерывной работы измерителя добротности не менее 8 часов.

3.19. Среднее время безотказной работы измерителя добротности не менее 1500 часов.

resonance method, within the range of 5×10^{-8} H to 0.4 H.

The absolute value of the error in terms of henry can be computed from the following formulae:

$$\Delta L = \pm(0,02 L_x + \frac{\Delta C}{C} \cdot L_x + 2,5 \cdot 10^{-9}) \quad (2)$$

at resonant capacitances up to 100 pF, and

$$\Delta L = \pm(0,03 L_x + 2,5 \cdot 10^{-9}) \quad (2a)$$

at resonant capacitances larger than 100 pF;

where ΔC — is the absolute capacitance error of the measuring capacitor [pF],

L_x — is the inductance computed from the resonant capacitance and the frequency, and

C — is the resonant capacitance of the measuring capacitor [pF].

The front panel of the Q meter (Fig. 13) carries a scale for converting the capacitances of the measuring capacitor into equivalent inductance values at the frequencies of 79.5 kHz, 252.5 kHz, 795 kHz, 2.525 MHz, 7.95 MHz and 25.25 MHz, which are indicated by special markers on the scales of the generator.

The limit values of the equivalent inductances corresponding to the mentioned frequencies are indicated on the conversion scale.

3.16. The Q meter is powered by AC mains of 50 Hz ± 0.5 Hz of 220 V ± 22 V; the harmonic content can be up to 5%.

3.17. The power demand of the Q meter is maximum 35 VA.

3.18. After being switched on, the Q meter is ready for operation in 15 minutes; it can be operated continuously for minimum 8 hours.

3.19. The average non-failure operating time of the Q meter is minimum 1500 hours.

3.20. Vnější rozměry Q-metru jsou $180 \times 355 \times 490$ mm.

3.21. Rozměry zabaleného přístroje: $840 \times 430 \times 750$ mm.

3.22. Hmotnost Q-metru je maximálně 13 kg, s obalem nejvýše 48 kg.

3.23. Q-metry jsou opatřeny vestavěným počítadlem doby činnosti s rozsahem nejméně 2500 hodin, je-li tak stanoveno v podmínkách příslušné dodávky.

3.24. Ke Q-metru patří sada indukčních cívek. Pomocí nich lze nepřímým měřením zjišťovat parametry kondenzátorů, odporů a rovněž kontrolovat provozuschopnost Q-metru.

Indukčních cívek není možno používat jako normálu indukčnosti nebo činitele jakosti.

3.20. Габаритные размеры измерителя добротности $180 \times 355 \times 490$ мм.

3.21. Размеры упакованного прибора: $840 \times 430 \times 750$ мм.

3.22. Масса измерителя добротности не более 13 кг.
Масса измерителя добротности в упаковочном ящике не более 48 кг.

3.23. Измерители добротности имеют встроенные счетчики времени наработки емкостью не менее 2500 часов, если это предусмотрено условиями поставки.

3.24. К измерителю добротности прилагается комплект катушек индуктивности. С их помощью путем проведения косвенных измерений можно определить параметры конденсаторов, сопротивления резисторов, а также проверить работоспособность измерителя добротности.

Катушки индуктивности не могут служить в качестве образцовых мер индуктивности или добротности.

3.20. The external dimensions of the Q meter are: $180 \text{ mm} \times 355 \text{ mm} \times 490 \text{ mm}$.

3.21. Dimensions of the packed instrument: $840 \times 430 \times 750$ mm.

3.22. The weight of the Q meter is maximum 13 kg; when packed in its case, its weight is maximum 48 kg.

3.23. The BM 560 Q meter is provided with a built-in counter of the elapsed time of operation the range of which is minimum 2500 hours, if this requirement is enclosed in delivery conditions.

3.24. A set of coils is supplied with each Q meter as a standard accessory. These coils serve for ascertaining the parameters of capacitors and resistors, and are used also for checking the correctness of the Q meter operation.

The coils cannot be employed as inductance or quality factor standards.

3.25. Technické údaje sady indukčních cívek

Číslo cívk	Kmitočtový rozsah	Rozsah Q {jednotky}	Rozsah rezonan- ních kapacit C _{rez} [pF]	Indukčnost	Vlastní kapacita
1	50 ÷ 80 kHz	85 ÷ 115	350 ÷ 130	30 mH	8,6 ±2,5
2	80 ÷ 140 kHz	140 ÷ 180	360 ÷ 110	12 mH	10,0 ±2,5
3	140 ÷ 240 kHz	160 ÷ 210	330 ÷ 105	4,3 mH	8,5 ±2,5
4	240 ÷ 440 kHz	170 ÷ 210	410 ÷ 115	1,15 mH	9,5 ±2,5
5	440 ÷ 750 kHz	190 ÷ 240	420 ÷ 140	330 μH	8,5 ±2,5
6	0,75 ÷ 1,3 MHz	165 ÷ 220	410 ÷ 130	120 μH	6,0 ±2,0
7	1,3 ÷ 3,0 MHz	170 ÷ 210	400 ÷ 70	40 μH	7,0 ±2,0
8	3,0 ÷ 5,0 MHz	200 ÷ 230	210 ÷ 70	13,5 μH	6,0 ±2,0
9	5,0 ÷ 8,0 MHz	200 ÷ 240	170 ÷ 66,5	6,5 μH	5,8 ±2,0
10	8,0 ÷ 14 MHz	295 ÷ 400	255 ÷ 80	1,6 μH	5,3 ±1,5
11	14 ÷ 24 MHz	350 ÷ 400	130 ÷ 40	1,0 μH	4,0 ±1,5
12	24 ÷ 35 MHz	370 ÷ 420	80 ÷ 35	0,55 μH	3,5 ±1,5

Poznámka:

Hodnoty číselů jakosti, rezonančních kapacit a indukčností cívek jsou garantovány s tolerancí ±20%.

3.25. Технические данные комплекта катушек индуктивности

Номера катушки	Диапазон частот	Предел добротностей Q, ед.	Предел резонанс- ных емкостей C _{рез} , пФ	Индуктивность	Собственная емкость C ₀ , пФ
1	50 — 80 кГц	85 — 115	350 — 130	30 мГн	8,6 ±2,5
2	80 — 140 кГц	140 — 180	360 — 110	12 мГн	10,0 ±2,5
3	140 — 240 кГц	160 — 210	330 — 105	4,3 мГн	8,5 ±2,5
4	240 — 440 кГц	170 — 210	410 — 115	1,15 мГн	9,5 ±2,5
5	440 — 750 кГц	190 — 240	420 — 140	330 мкГн	8,5 ±2,5
6	0,75 — 1,3 МГц	165 — 220	410 — 130	120 мкГн	6,0 ±2,0
7	1,3 — 3,0 МГц	170 — 210	400 — 70	40 мкГн	7,0 ±2,0
8	3,0 — 5,0 МГц	200 — 230	210 — 70	13,5 мкГн	6,0 ±2,0
9	5,0 — 8,0 МГц	200 — 240	170 — 66,5	6,5 мкГн	5,8 ±2,0
10	8,0 — 14 МГц	295 — 400	255 — 80	1,6 мкГн	5,3 ±1,5
11	14 — 24 МГц	350 — 400	130 — 40	1,0 мкГн	4,0 ±1,5
12	24 — 35 МГц	370 — 420	80 — 35	0,55 мкГн	3,5 ±1,5

Примечание:

Величины добротностей, резонансных емкостей, индуктивностей катушек гарантируются в пределах ±20%.

3.25. Technical data of the 12 coils which form the set.

Coil No.	Frequency range	Q range [units]	Resonant capaci- tance C _{res} range [pF]	Inductance	Inherent capacitance [pF]
1	50 to 80 kHz	85 to 115	350 to 130	30 mH	8.6 ±2.5
2	80 to 140 kHz	140 to 180	360 to 110	12 mH	10.0 ±2.5
3	140 to 240 kHz	160 to 210	330 to 105	4.3 mH	8.5 ±2.5
4	240 to 440 kHz	170 to 210	410 to 115	1.15 mH	9.5 ±2.5
5	440 to 750 kHz	190 to 240	420 to 140	330 μH	8.5 ±2.5
6	0.75 to 1.3 MHz	165 to 220	410 to 130	120 μH	6.0 ±2.0
7	1.3 to 3.0 MHz	170 to 210	400 to 70	40 μH	7.0 ±2.0
8	3.0 to 5.0 MHz	200 to 230	210 to 70	13.5 μH	6.0 ±2.0
9	5.0 to 8.0 MHz	200 to 240	170 to 66.5	6.5 μH	5.8 ±2.0
10	8.0 to 14 MHz	295 to 400	255 to 80	1.6 μH	5.3 ±1.5
11	14 to 24 MHz	350 to 400	130 to 40	1.0 μH	4.0 ±1.5
12	24 to 35 MHz	370 to 420	80 to 35	0.55 μH	3.5 ±1.5

Note: The values of the quality factors, resonant capacitances and inductances of the coils are guaranteed with a tolerance of ±20%.

4. SOUPRAVA Q-METRU

4.1. Q-metr se dodává v soupravě podle tabulky 2.

Tabulka 2

Název	Označení	Počet	Poznámka
a) Q-metr	1XP 804 21	1	
b) příslušenství ke Q-metru			
balicí list		1	
záruční list		1	
instrukční knížka		1	
spojka	1AF 518 50	1	
hnací řemen	1AA 388 12	2	
žárovka	1AN 109 22	1	
svorka	1AA 046 85	2	
pojistka	ČSN 35 4733.2 F 400 mA	2	
síťová šňůra	1AK 643 53	1	
c) sada cívek v kazetě:	1AN 280 83	1	
kazeta	1AV 193 55	1	
indukční cívka L1	1AK 060 65	1	
indukční cívka L2	1AK 060 66	1	
indukční cívka L3	1AK 060 67	1	
indukční cívka L4	1AK 060 68	1	
indukční cívka L5	1AK 060 69	1	
indukční cívka L6	1AK 060 70	1	
indukční cívka L7	1AK 060 71	1	
indukční cívka L8	1AK 060 72	1	
indukční cívka L9	1AK 060 73	1	
indukční cívka L10	1AK 060 74	1	
indukční cívka L11	1AK 060 75	1	
indukční cívka L12	1AK 060 76	1	

4. СОСТАВ ИЗМЕРИТЕЛЯ ДОБРОТНОСТИ

4.1. Измеритель добротности поставляется в комплекте, приведенном в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
a) Измеритель добротности	1XP 804 21	1	
b) Принадлежности к измерителю добротности:			
упаковочный лист		1	
гарантийное свидетельство		1	
инструкция по эксплуатации		1	

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
формуляр		1	
перемычка	1AF 518 50	1	
ремень приводной	1AA 388 12	2	
лампа накаливания	1AN 109 22	1	
клемма	1AA 046 85	2	
предохранитель	ЧСН 35 4733.2 F 400 мА	2	
сетевой шнур	1AK 643 53	1	
в) Набор катушек в укладочном ящике:			
ящик укладочный	1AN 280 83	1	
катушка индуктивности L1	1AV 193 55	1	
катушка индуктивности L2	1AK 060 65	1	
катушка индуктивности L3	1AK 060 66	1	
катушка индуктивности L4	1AK 060 67	1	
катушка индуктивности L5	1AK 060 68	1	
катушка индуктивности L6	1AK 060 69	1	
катушка индуктивности L7	1AK 060 70	1	
катушка индуктивности L8	1AK 060 71	1	
катушка индуктивности L9	1AK 060 72	1	
катушка индуктивности L10	1AK 060 73	1	
катушка индуктивности L11	1AK 060 74	1	
катушка индуктивности L12	1AK 060 75	1	
	1AK 060 76	1	

4. COMPLETE SET OF THE Q METER

4.1. The Q meter is supplied in a set according to Table 2.

Table 2

Description	Designation	Quantity	Notes
a) Q Meter	1XP 804 21	1	
b) Accessories for the Q meter			
Packing Card		1	
Guarantee Certificate		1	
Instruction Manual		1	
Link	1AF 518 50	1	
Drive belt	1AA 388 12	2	
Lamp	1AN 109 22	1	
Terminal	1AA 046 85	2	

Description	Designation	Quantity	Notes
Fuse	ČSN 35 4733.2 F 400 mA	2	
Mains cord	1AK 643 53	1	
c) Cassette containing coils:	1AN 280 83	1	
Cassette	1AV 193 55	1	
Coil L1	1AK 060 65	1	
Coil L2	1AK 060 66	1	
Coil L3	1AK 030 67	1	
Coil L4	1AK 060 68	1	
Coil L5	1AK 060 69	1	
Coil L6	1AK 060 70	1	
Coil L7	1AK 060 71	1	
Coil L8	1AK 060 72	1	
Coil L9	1AK 060 73	1	
Coil L10	1AK 060 74	1	
Coil L11	1AK 060 75	1	
Coil L12	1AK 060 76	1	

5. PROVEDENÍ A FUNKCE Q-METRU A JEHO ČÁSTÍ

5.1. Princip činnosti

5.1.1. Činitel jakosti obvodu je bezrozměrná veličina, která se rovná součinu 2π krát poměr energie uchované v obvodu a energie rozptýlované obvodem za dobu odpovídající jedné periodě kmitů. Tuto definici lze vyjádřit rovnicí:

$$Q = 2\pi \cdot \frac{\text{energie uchovaná v obvodu}}{\text{energie rozptýlovaná obvodem za 1 periodu}}$$

Činitel jakosti obvodu odvozený z tohoto výrazu a vyjádřený pomocí soustředěných parametrů má tvar

$$Q = \frac{\omega L}{r} = \frac{1}{\omega C r}, \quad (3)$$

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ ДОБРОТНОСТИ И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

5.1. Принцип действия

5.1.1. Добротность цепи представляет собой безразмерную величину, равную произведению 2π на отношение запасенной в цепи энергии к энергии, рассеиваемой цепью за время, соответствующее одному периоду колебаний. Это определение можно записать в виде следующего уравнения:

$$Q = 2\pi \cdot \frac{\text{энергия, запасенная в контуре}}{\text{энергия, теряемая контуром за один период}}$$

Добротность контура, выведенная на основании этого выражения и выраженная через сосредоточенные параметры, имеет вид:

$$Q = \frac{\omega L}{r} = \frac{1}{\omega C r}, \quad (3)$$

5. DESIGN AND OPERATION OF THE Q METER AND ITS PARTS

5.1. Principle of operation

5.1.1. The quality factor of a circuit is a dimensionless quantity (scalar) equal to the product of 2π and the ratio between the energy stored in the circuit and the energy dissipated by the circuit during a period of time corresponding to one oscillation period (cycle). This definition is expressed by the following formula:

$$Q = 2\pi \cdot \frac{\text{Energy stored in the circuit}}{\text{Energy dissipated by the circuit during 1 cycle}}$$

The quality factor of a circuit derived from this formula can be expressed by means of concentrated parameters, as follows:

$$Q = \frac{\omega L}{r} = \frac{1}{\omega C r}, \quad (3)$$

kde L a C — indukčnost a kapacita obvodu

r — ekvivalentní ztrátový odpor obvodu při rezonanci
 ω — kmitočet

5.1.2. V Q-metru vytváří měřený indukční objekt spolu s otočným kondenzátorem sériový oscilační obvod, do něhož se EMS přivádí přes vazební transformátor (obr. 3). Konstrukčně je tento transformátor proveden tak, že odpor který je jím vnášen do oscilačního obvodu, je zanedbatelně malý. Napětí na otočném kondenzátoru C se měří ručkovým přístrojem, jehož stupnice je sejhována v hodnotách Q .

Zjistíme podmínky, při kterých je napětí na kondenzátoru obvodu největší:

$$U = \frac{E}{(1 - \omega^2 LC) + j\omega Cr} \quad (4)$$

Přejdeme-li k modulu, zjistíme, že

$$U = \frac{E}{\sqrt{(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 C^2 r^2}} \quad (5)$$

Největší napětí v obvodu bude v takovém případě, kdy jmenovatel výrazu (5) bude minimální. Tato podmínka je splněna, když kapacita

$$C_{\min.} = \frac{L}{r^2 + \omega^2 L^2} \quad (6)$$

Uvážíme-li výraz (6), bude největší napětí na kondenzátoru při jeho naladění

$$U_{\max.} = E \sqrt{Q^2 + 1}, \quad (7)$$

kde $Q = \frac{\omega L}{r}$ — činitel jakosti obvodu.

Z výrazu (7) vyplývá

где L и C — соответственно индуктивность и емкость контура;

r — эквивалентное сопротивление потерь контура при резонансе;
 ω — частота.

5.1.2. В измерителе добротности измеряемый индуктивный объект образует с конденсатором переменной емкости последовательный колебательный контур, в который ЭДС вводится через трансформатор связи (рис. 3). Конструкция этого трансформатора выполнена так, что вносимое им в колебательный контур сопротивление пренебрежимо мало. Напряжение на конденсаторе переменной емкости C измеряется стрелочным прибором, шкала которого проградуирована в значениях добротности.

Найдем условия, при которых напряжение на конденсаторе контура будет наибольшим.

$$U = \frac{E}{(1 - \omega^2 LC) + j\omega Cr} \quad (4)$$

Переходя к модулю, найдем, что

$$U = \frac{E}{\sqrt{(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 C^2 r^2}} \quad (5)$$

Наибольшее напряжение на контуре будет в том случае, когда знаменатель выражения (5) станет минимальным. Это условие выполняется, когда емкость

$$C_{\min.} = \frac{L}{r^2 + \omega^2 L^2} \quad (6)$$

С учетом выражения (6) наибольшее напряжение на конденсаторе при его настройке будет:

$$U_{\max} = E \sqrt{Q^2 + 1}, \quad (7)$$

где $Q = \frac{\omega L}{r}$ — добротность контура.

Из выражения (7) следует, что

where

L and C — are the inductance and capacitance of the circuit respectively,
 r — is the equivalent loss resistance of the circuit at resonance, and
 ω — is the frequency.

5.1.2. The measured inductive object (L), together with the variable (resonating) capacitor (C) of the Q meter, form a series resonance circuit into which the EMF is injected by means of a coupling transformer (Fig. 3). This transformer is designed so that the resistance introduced by it into the oscillatory circuit is negligibly low. The voltage U across the capacitor (C) is measured by means of a pointer-type meter, the scale of which is calibrated in terms of Q .

The conditions under which the voltage U across the capacitor (C) of the circuit is the highest, can be expressed as follows:

$$U = \frac{E}{(1 - \omega^2 LC) + j\omega Cr} \quad (4)$$

or in the modular form:

$$U = \frac{E}{\sqrt{(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 C^2 r^2}} \quad (5)$$

The voltage in the circuit will be maximum when the denominator in the formula (5) is the smallest. This condition is met when the capacitance C is minimum:

$$C_{\min.} = \frac{L}{r^2 + \omega^2 L^2} \quad (6)$$

Taking the expression (6) into consideration, the maximum voltage across the capacitor (C) under tuned conditions is given as:

$$U_{\max.} = E \sqrt{Q^2 + 1} \quad (7)$$

where $Q = \frac{\omega L}{r}$ and is the quality factor of the circuit.

From the relation (7) can be derived:

$$Q = \frac{U_{\max.}}{E}, \quad (8)$$

kde $E = \text{EMS}$ přiváděná do obvodu.

Jestliže se ve výrazu 7 pod odmocninou zanedbá 1, pak se Q obvodu dané výrazem (8) bude měřit s chybou menší než 0,5% při $Q > 10$.

Fyzikální smysl výrazů (5) a (7) spočívá v tom, že pokud indikátor proudu umožní zjistit největší proud v obvodu, který se kryje s okamžikem vzniku vlastní rezonance obvodu při kmitočtu ω_0 , potom indikátory napětí umožní zachytit okamžik největšího napětí $U_{\max.}$ v obvodu při kmitočtu $\omega_{\max.}$, který se poněkud liší od rezonančního kmitočtu ω_0 .

Kmitočet, jemuž odpovídá největší napětí v obvodu, je určen výrazem

$$\omega_{\max.} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{2L^2}} \quad (9)$$

U obvodu s $Q \geq 10$ rozdíl $\omega_{\max.}$ od ω_0 není větší než 1%. Při činiteli jakosti $Q < 10$, kdy je třeba znát skutečný rezonanční kmitočet, je možno jej zjistit z výrazu

$$\omega_p = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{L^2}} \quad (10)$$

Schéma sériového oscilačního obvodu

$$Q = \frac{U_{\max.}}{E} \quad (8)$$

где E — ЭДС, вводимая в контур.

Если пренебречь в подкоренном выражении (7) единицей, то добротность контура, определяемая выражением (8), измеряется с погрешностью менее 0,5% при $Q > 10$.

Физический смысл выражений (5) и (7) состоит в том, что если индикатор тока позволяет найти максимальный ток в контуре, который совпадает с моментом наступления собственного резонанса контура при частоте ω_0 , то индикаторы напряжения позволяют фиксировать момент наибольшего напряжения $U_{\max.}$ на контуре при частоте $\omega_{\max.}$, несколько отличной от резонансной частоты ω_0 .

Частота, которой соответствует наибольшее напряжение на контуре, определяется выражением:

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{2L^2}} \quad (9)$$

У контуров с добротностью $Q \geq 10$ отличие $\omega_{\max.}$ от ω_0 не более 1%. При добротностях $Q < 10$, когда нужно знать действительную резонансную частоту, можно найти ее из выражения:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{L^2}} \quad (10)$$

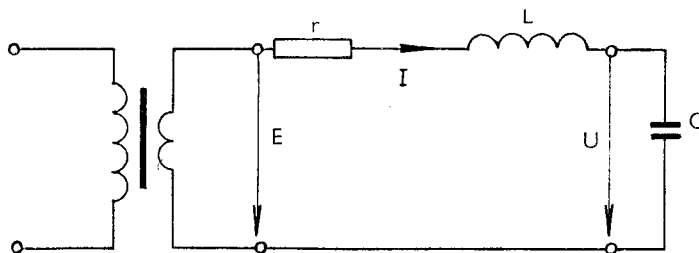


Схема последовательного колебательного контура

$$Q = \frac{U_{\max.}}{E} \quad (8)$$

where E is the EMF injected into the oscillatory circuit.

If the 1 under the root symbol in the formula (7) is ignored, then the Q value given by the expression (8) will be measured with an error smaller than 0.5%, provided $Q > 10$.

The physical significance of the expressions (5) and (7) is as follows: Provided the maximum current I in the circuit is recorded at the instant when resonance takes place at the frequency ω_0 , then at the same instant the voltage indicator registers the maximum voltage $U_{\max.}$ in the circuit at the frequency $\omega_{\max.}$ which differs slightly from the resonant frequency ω_0 .

The frequency at which the voltage in the circuit is maximum is given by the expression:

$$\omega_{\max.} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{2L^2}} \quad (9)$$

In a circuit which has a quality factor $Q \geq 10$, the difference between $\omega_{\max.}$ and ω_0 does not exceed 1%. When $Q < 10$, it is necessary to know the actual resonant frequency which can be computed from the following formula:

$$\omega_a = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{L^2}} \quad (10)$$

Obr. 3 Рис. 3 Fig. 3

Diagram of the series oscillatory circuit

5.1.3. Jak bylo uvedeno, odpor r (obr. 3) je celkovým ztrátovým odporem celého obvodu. Tyto ztráty zahrnují ztrátový odpor zkoumaného objektu, ztráty v otočném kondenzátoru a vodivých spojovacích prvcích, ztráty na svorkách. To znamená, že naměřená hodnota Q představuje činitel jakosti celého oscilačního obvodu.

Měrný kondenzátor je však konstruován tak, že ztráty, které v něm vznikají, jsou vždy mnohem menší než ztráty ve zkoumaném objektu.

Proto se údaje Q -metru mohou považovat prakticky nedotčené ztrátami v oscilačním obvodu měřicí jednotky v rozsahu chyb měření uvedených v oddílu 3. Tím bylo umožněno cejchovat stupnici voltmetru Q -metru přímo v jednotkách Q .

5.2. Popis funkčního řešení přístroje

Na obr. 4 je znázorněno funkční schéma Q -metru, z něhož vyplývá princip činnosti přístroje.

Funkční schéma Q -metru

Hlavní části Q -metru:

- I — jednotka generátoru
- II — měřicí jednotka
- III — Q -voltmetr
- IV — napájecí jednotka

Jednotka generátoru pak obsahuje tyto části:

- 1 — řídicí laditelný oscilátor
- 2 — zesilovač budicího napětí
- 3 — dělič kmitočtu
- 4 — dolnofrekvenční propusti
- 5 — řízený elektronický zesilovač
- 6 — širokopásmový zesilovač
- 7 — emitorový sledovač
- 8 — kalibrační dělič

5.1.3. Как отмечалось, сопротивление r (рис. 3) является общим сопротивлением потерь всего контура. Эти потери включают сопротивление потерь исследуемого объекта, потерь в конденсаторе переменной емкости и тоководущих соединительных элементах, потерь в клеммах. Таким образом, измеряемое значение Q является добротностью всего колебательного контура. Однако, конструкция измерительного конденсатора выполнена так, что потери в нем всегда значительно меньше потерь в исследуемом объекте.

Поэтому, показания измерителя добротности можно считать практически свободными от влияния потерь в колебательном контуре измерительного блока в пределах погрешностей измерения, оговоренных в разделе 3. Это позволило проградуировать шкалу вольтметра измерителя добротности непосредственно в единицах добротности.

5.2. Описание структурной схемы

На рис. 4 приведена структурная схема измерителя добротности, поясняющая принцип его работы.

Структурная схема измерителя добротности

Основные части измерителя добротности:

- I — блок генераторный;
- II — блок измерительный;
- III — Q -вольтметр;
- IV — блок питания.

Генераторный блок состоит из следующих элементов структурной схемы:

- 1 — задающего перестраиваемого генератора,
- 2 — усилителя запускаящего напряжения,
- 3 — делителя частоты,
- 4 — фильтров нижних частот,
- 5 — регулируемого аттенюатора электронного,
- 6 — широкополосного усилителя,
- 7 — эмиттерного повторителя,
- 8 — делителя калибровочного,

5.1.3. As has been stated before, r (Fig. 3) is the total loss resistance of the circuit. This loss includes the loss resistance of the object under test, the losses of the resonating (variable) capacitor, of the conductive interconnecting parts and of the terminals.

Consequently, the Q value ascertained by measurement is always the quality factor of the whole oscillatory circuit. However, the measuring (variable) capacitor is designed so that its losses are always much smaller than those of the object under test.

As a result, the data obtained by means of the BM 560 Q meter can be accepted as not affected at all by the losses in the oscillatory circuit of the measuring unit within the range of the measuring errors listed in Section 3. Consequently, the voltmeter of the Q meter is scaled directly in units of Q .

5.2. Design of the Q meter

The functional block diagram of the BM 560 Q meter is given in Fig. 4. Based on this diagram, the operation of the instrument is explained as follows:

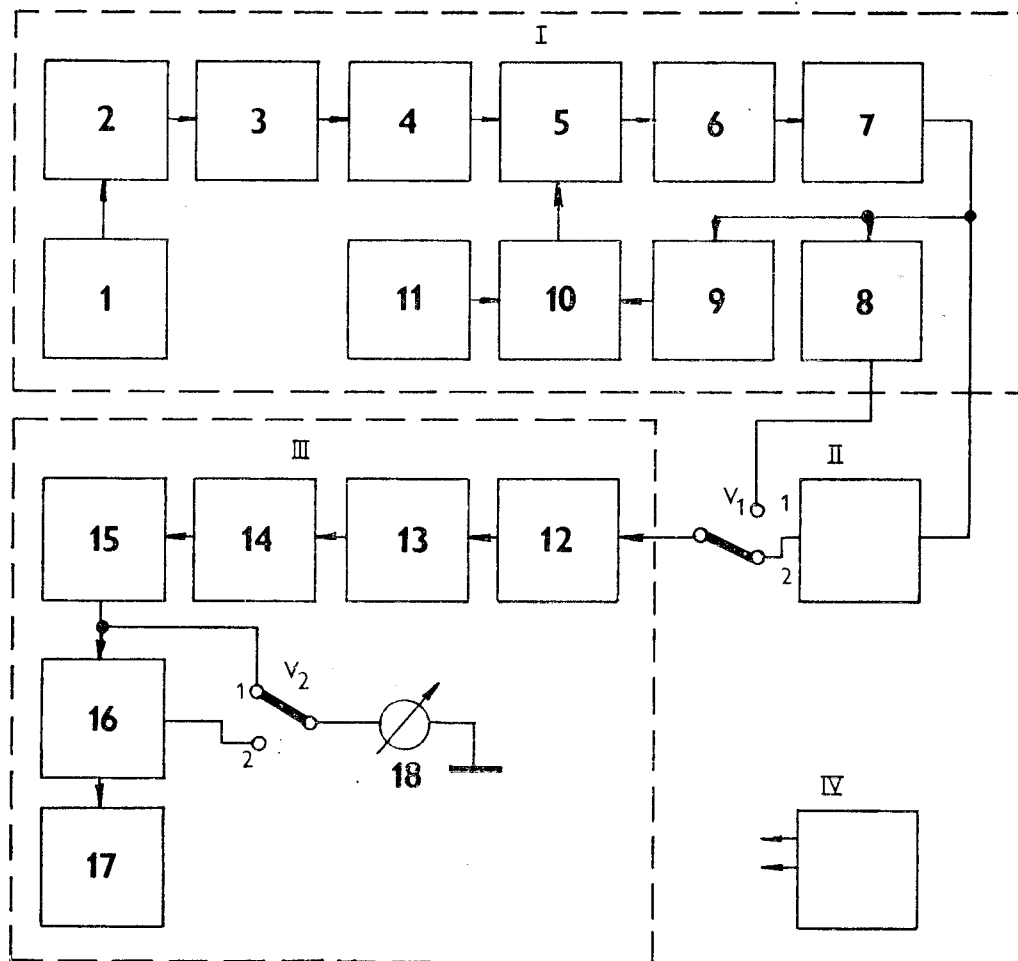
Functional block diagram of the Q meter

Main parts of the Q meter

- I. Generator unit
- II. Measuring unit
- III. Q voltmeter
- IV. Power supply

The generator unit is composed of the following parts:

- 1 — Tunable driving oscillator
- 2 — Amplifier of the driving voltage
- 3 — Frequency divider
- 4 — Low-pass filter
- 5 — Electronic control attenuator
- 6 — Wide-band amplifier
- 7 — Emitter follower
- 8 — Calibrating divider



Obr. 4

Рис. 4 Fig. 4

9 — detektor
10 — rozdílový ss zesilovač
11 — zdroj referenčních napětí

9 — детектора,
10 — дифференциального усилителя пост. тока
11 — источника опорных напряжений.

9 — Detector
10 — Difference DC amplifier
11 — Reference voltage supply

Jednotka generátoru slouží k vytváření harmonických kmitů v rozsahu kmitočtů 50 kHz až 35 MHz a má 10 dílčích rozsahů.

Генераторный блок служит для получения гармонических колебаний в диапазоне частот от 50 кГц до 35 МГц и имеет 10 поддиапазонов.

This generator unit produces harmonic oscillations within the range of 50 kHz to 35 MHz in 10 partial ranges.

Podle rozsahu měření Q má jednotka generátoru jedno z těchto výstupních napětí:

417 mV při měřicím rozsahu 0 ÷ 30

125 mV při měřicím rozsahu 0 ÷ 100

41,7 mV při měřicím rozsahu 0 ÷ 300

12,5 mV při měřicím rozsahu 0 ÷ 1000.

Měřicí jednotka slouží k ladění měrného obvodu do rezonance, k odečítání rezonanční kapacity, k přivádění napětí do měrného obvodu a ke snímání napětí z kapacity obvodu.

Q-voltmetr Q-metru obsahuje:

12 — emitrový sledovač

13 — regulační zeslabovač

14 — širokopásmový zesilovač

15 — detektor

16 — rozdílový zesilovač ΔQ

17 — nastavitelný zdroj referenčních napětí

18 — měřicí přístroj (mikroampérmetr).

Q-voltmetr Q-metru je určen k měření napětí na měřeném objektu.

Napájecí blok slouží k zajištění napájecího napětí pro Q-metr.

Q-metr je uzpůsoben pro dva pracovní režimy:

Ve funkci „KALIBRACE“ stabilizovaný harmonický signál z generátorové jednotky postupuje přes přepínač V1 (poloha 1) do snímacího zesilovače, regulačního zeslabovače, širokopásmového zesilovače, detektoru, přepínače V2 (poloha 1) a do měřicího přístroje, na jehož stupnici je vyznačena kalibrační značka.

Ve funkci „MĚŘENÍ“ signál z jednotky generátoru přichází na vstup měřicí jednotky, do měřeného

Генераторный блок в зависимости от предела измерения добротности имеет одно из следующих выходных напряжений:

417 мВ на пределе измерителя добротности
0 - 30,

125 мВ на пределе 0 - 100,

41,7 мВ на пределе 0 - 300,

12,5 мВ на пределе 0 - 1000.

Измерительный блок служит для настройки измерительного контура в резонанс, отсчета резонансной емкости, ввода напряжения в измерительный контур и съема напряжения с емкостного элемента контура.

Q-вольтметр измерителя добротности состоит из следующих элементов структурной схемы:

12 — истокового повторителя,

13 — регулируемого аттенюатора,

14 — широкополосного усилителя,

15 — детектора,

16 — дифференциального усилителя ΔQ ,

17 — регулируемого источника опорных напряжений,

18 — измерительного прибора (микроамперметра).

Q-вольтметр измерителя добротности служит для измерения напряжения на исследуемом объекте.

Блок питания служит для обеспечения питающими напряжениями измерителя добротности.

В измерителе добротности предусмотрено два режима работы: калибровка и измерение.

В режиме КАЛИБРОВКА стабилизированный гармонический сигнал из генераторного блока поступает через переключатель V1 (положение 1) на истоковый повторитель, регулируемый аттенюатор, широкополосный усилитель, детектор, переключатель V2 (положение 1) и на измерительный прибор, на шкале которого нанесена калибровочная отметка.

В режиме ИЗМЕРЕНИЕ сигнал с генераторного блока поступает на вход измерительного блока,

The output voltage of the generator depends on the selected Q measuring range, as follows:

417 mV within the Q measuring range 0 to 30

125 mV within the Q measuring range 0 to 100

41.7 mV within the Q measuring range 0 to 300

12.5 mV within the Q measuring range 0 to 1000.

The measuring unit serves for tuning the measuring oscillatory circuit to resonance, for reading the resonant capacitance, injecting a voltage into the measuring circuit and picking up the voltage produced across the measuring capacitor.

The Q voltmeter of the instrument consists of the following parts:

12 — Emitter follower (pick-up amplifier)

13 — Control attenuator

14 — Wide-band amplifier

15 — Detector

16 — Difference amplifier ΔQ

17 — Controllable reference voltage supply

18 — Meter (microammeter)

The Q voltmeter of the instrument serves for measuring the voltage across the object under test.

The power supply provides the powering voltages required for the operation of the Q meter.

Modes of operation of the BM 560 Q meter.

The instrument can operate in two different modes, as follows:

In the mode CALIBRATION, the stabilized harmonic signal supplied by the generator unit passes through the switch V1 (set to position 1) to the pick-up amplifier, control attenuator, wide-band amplifier, detector, and through the switch V2 (set to position 1) to the meter, the scale of which carries a calibration marker ∇ .

In the mode MEASUREMENT, the signal supplied by the generator unit arrives at the input of the

objektu, na переключатель V1 (положа 2) а далее посту-
пује stejnou cestou jako ve funkci „KALIBRACE“.
Stupnice měřicího přístroje je cejchována v jed-
notkách činitele jakosti a ve voltech.

Při měření přírůstků jakosti ΔQ signál z detekto-
ru postupuje do zesilovače ΔQ а pak přes пере-
ключ V2 (положа 2) do měřicího přístroje, jehož
stupnice je cejchována v jednotkách ΔQ .

5.3. Popis zapojení — podle hlavního schématu 1X1 804 21 s použitím dílčích schémat (jednotlivých desek) uvedených u každého dílu

5.3.1. Řídicí oscilátor (Y1 — 1AF01766)

Laditelný řídicí oscilátor slouží k vytváření har-
monických kmitů v rozsahu kmitočtů 16,96 MHz
až 36,86 MHz а je osazen vř tranzistorem T1 s ma-
lým výkonem v třítodovém zapojení.

Do obvodu emitoru а kolektoru jsou vřazeny od-
pory R3, R5 sloužící k omezení vazby oscilačního
obvodu řídicího oscilátoru s tranzistorem. Ladění
kmitočtu se děje proměnným kondenzátorem C4.
Nastavení rozsahu kmitočtů se provede trimrem
C5 а jádrem cívky L (deska Y1).

Napětí pro zátěž se odeбírá přes malou kapacitu
C6, která omezuje vliv zátěže na stálost vytváře-
ného kmitočtu. Zátěží řídicího oscilátoru je zesi-
lovač budicího napětí na desce Y9 на všech kmi-
točtových rozsazích generátoru, kromě rozsahu
18 ÷ 35 MHz. V tomto rozsahu je zátěží dolnofrek-
venční propust F1 (deska Y10).

измеряемый объект, переключатель V1 (положе-
ние 2), и далее по цепи режима КАЛИБРОВКА.
Шкала измерительного прибора проградуирова-
на в единицах добротности и в вольтах.

При измерении приращения добротности ΔQ
сигнал с детектора поступает на усилитель ΔQ
и через переключатель V2 (положение 2) на из-
мерительный прибор, шкала которого програду-
ирована в единицах добротности ΔQ .

5.3. Описание схемы электрической принци- пальной 1X1 804 21 (с использованием схем отдельных плат, приведенных в каждом блоке)

5.3.1. Генератор задающий (Y1 — 1AF01766)

Генератор задающий перестраиваемый служит
для получения гармонических колебаний в диа-
пазоне частот 16,96 - 36,86 МГц и выполнен на
маломощном высокочастотном транзисторе T1 по
схеме емкостной трехточки.

В цепи эмиттера и коллектора включены соответ-
ственно резисторы R3, R5, которые служат для
уменьшения связи колебательного контура зада-
ющего генератора с транзистором. Генератор пе-
рестраивается по частоте переменным конденса-
тором C4. Укладка диапазона частот генератора
производится подстроечным конденсатором C5 и
сердечником катушки L (плата Y1).

Напряжение в нагрузку снимается через неболь-
шую емкость C6, которая уменьшает влияние на-
грузки на стабильность генерируемой частоты.
Нагрузкой задающего генератора является усили-
тель запускающего напряжения на плате Y9 на
всех диапазонах частот генератора, кроме диапа-
зона 17,5 - 36 МГц. На этом диапазоне нагруз-
кой является фильтр нижних частот F1 (плата
Y10).

measuring unit, reaches the measured object and
passes through the switch V1 (set to position 2)
to the circuit used in the calibration mode. The
scale of the meter is calibrated in terms of qua-
lity factor units and in terms of volt.

When quality increments ΔQ are measured, the
signal of the detector passes to the ΔQ amplifier,
and then to the meter, which is calibrated in terms
of ΔQ , via the switch V2 (set to position 2).

5.3. Description of the circuitry

{See the overall diagram 1X1 804 21 of the BM 560
Q meter and the partial diagrams of the printed
circuit boards of each individual part of the in-
strument.}

5.3.1. Driving oscillator (Y1 — 1AF01766)

The controllable driving oscillator serves for the
production of harmonic oscillations within the
range of 16.96 MHz to 36.86 MHz; it employs а
low-power RF transistor (T1) in three-point con-
nection.

In the emitter and collector circuits are resistors
(R3, R5 respectively) which serve as limiters of
the coupling between the circuit of the driving
oscillator and the transistor (T1). The produced
frequency of the oscillator is tuned by means of
the variable capacitor C4. The range of the fre-
quencies of the oscillator is adjustable by means
of the trimmer capacitor C5 and the core of the
coil L (board Y1).

The voltage for the load is drawn via а small
capacitor C6 which limits the influence of the load
on the produced frequency. The load of the driv-
ing oscillator is the amplifier of the driving volt-
age on board Y9; it is employed in all the partial
frequency ranges, except the range 18 MHz to
35 MHz, when the load is the low-pass filter F1
(board Y10).

5.3.2. Zesilovač budicího napětí (Y9 — 1AF01768)

Zesilovač napětí slouží k zesilování napětí postupujícího z řídicího generátoru a určeného ke spouštění děliče kmitočtu.

Zesilovač je dvoustupňový s tranzistory E1 a E2.

5.3.3. Dělič kmitočtu (Y9 — 1AF01768)

Dělič kmitočtu je určen k vytvoření devíti kmitočtových rozsahů dělením kmitočtu řídicího oscilátoru. Dělič obsahuje 9 dělicích stupňů s celkovým činitelem dělení kmitočtu 512. Každý dělicí stupeň dělí dvěma a je tvořen klopným obvodem.

Dělič je vytvořen devíti klopnými obvody (5 pouzder IO) označenými na schématu G1/1 - G5/1. G1/1 a G1/2 jsou rychlé klopné obvody, zbývající jsou pomalejší. Odpory R16 - R24 upravují výstupní napětí těchto děličů na vhodnou velikost na vstupu příslušného filtru.

Stabilizátor napětí s tranzistorem E3 upravuje napájecí napětí +12,6 V na napětí +5 V.

5.3.4. Dolnofrekvenční propusti (Y10 — 1AF01767)

V Q-metru je deset dolnofrekvenčních propustí F1 ÷ F10 (deska Y10), které slouží k oddělení první harmonické z obdélníkových kmitů přicházejících z příslušných stupňů děliče kmitočtu.

Vstupy propustí se připojí k příslušným dělicím stupňům pomocí tlačítkového přepínače S1 (deska Y10) a výstupy jsou přes přepínací diody připojeny ke společnému bodu a pak přes kondenzátor C1 na vstup elektronického zesilovače (deska Y2).

5.3.2. Усилитель запускающего напряжения (Y9 — 1AF01768)

Усилитель запускающего напряжения служит для усиления напряжения, поступающего из задающего генератора, для запуска делителя частоты. Усилитель выполнен по схеме двухкаскадного усилителя на транзисторах E1 и E2.

5.3.3. Делитель частоты (Y9 — 1AF01768)

Делитель выполнен на девяти триггерах (5 микро-9 диапазонов частот путем деления частоты задающего генератора. Делитель частоты содержит 9 ступеней деления с общим коэффициентом деления равным 512. Каждая ступень деления осуществляет деление на два и выполнена на триггере.

Делитель выполнен на девяти триггерах (5 микросхем) обозначенных на схеме G1/1 - G5/1. Триггеры G1/1 и G1/2 являются быстрыми, остальные триггеры — более медленными. Резисторы R16 - R24 уменьшают выходное напряжение этих делителей в подходящее значение на входе соответствующего фильтра.

Стабилизатор напряжения на транзисторе E3 уменьшает напряжение питания +12,6 В в напряжение +5 В.

5.3.4. Фильтры нижних частот (Y10 — 1AF01767)

В схеме измерителя добротности имеются 10 фильтров нижних частот F1 ÷ F10 (плата Y10), которые служат для выделения первой гармоники из прямоугольных импульсов, поступающих с соответствующих ступеней делителя частоты.

Входы фильтров подключаются к соответствующим ступеням деления через кнопочный переключатель S1 (плата Y10), а выходы через переключающие диоды подключены к общей точке и через конденсатор C1 — ко входу аттенюатора электронного (плата Y2).

5.3.2. Amplifier of the driving voltage (Y9 — 1AF01768)

This amplifier serves for boosting the voltage which is produced by the driving oscillator and triggers the frequency divider. It is a two-stage amplifier with transistors E1 and E2.

5.3.3. Frequency divider (Y9 — 1AF01768)

This device produces the 9 partial frequency ranges of the Q meter by dividing the frequencies produced by the driving oscillator. The divider contains 9 dividing stages, the total frequency dividing factor of which is 512. Each stage divides by 2 and is formed by a flip-flop circuit.

The divider is formed by nine flip-flop circuits (5 cases with integrated circuits) marked in the diagram G1/1 to G1/5. G1/1 and G1/2 are speedy flip-flop circuits, the remaining are slower. The resistors R16 to R24 regulate on the input of the appropriate filter the output voltage of these dividers to a suitable magnitude.

The voltage stabilizer with transistor E3 regulates the supply voltage +12.6 V to +5 V.

5.3.4. Low-pass filters (Y10 — 1AF01767)

The BM560 Q meter employs a total of 10 low-pass filters F1 to F10 which separate the first harmonic frequency of the rectangular waveforms arriving from the appropriate stages of the frequency divider.

The inputs of the filters are connected to the appropriate dividing stages by means of push-button switches (S1) and the outputs are connected to a common point via switching diodes and then to the input of the electronic attenuator (board Y2) via the capacitor C1.

Při stlačení tlačítka přepínače S1, odpovídajícího zvolenému rozsahu kmitočtu generátoru, se signál přivede na vstup příslušné propusti a oddělí se od vstupu následujícího dělicího stupně. Současně se na diodu této propusti přes totéž tlačítko přivádí napětí +12,6 V. Dioda je otevřená a signál přes ni postupuje na výstup.

Na diody ostatních propustí se současně přivádí záporné závěrné napětí -12,6 V.

5.3.5. Elektronický zeslabovač (Y2 — 1AF01760)

Řízeným elektronickým zeslabovačem se mění činitel zesílení celé vř zesilovací trasy generátoru tak, aby napětí na výstupu generátoru bylo stálé v celém rozsahu kmitočtů. Regulace je automatická. Řídicí kladné napětí se přivádí do zeslabovače z rozdílového zesilovače.

Vř napětí se z výstupu dolnofrekvenční propusti přivádí na vstup emitorového sledovače osazeného tranzistorem T1 (deska Y2).

Emitorový sledovač slouží k přizpůsobení výstupů filtrů k řízenému elektronickému zeslabovači. Zeslabovač má polovodičové diody D1, D2 a odpor R8. Na diody se přivádí řídicí kladné napětí. Řídicí napětí přiváděné přes odpory R5, R7 a R8 se zmenšuje a uzavírá diody D1 a D2 při zvětšení napětí na výstupu generátoru (na vstupu měřicí jednotky). Jako zátěž zeslabovače slouží první stupeň širokopásmového zesilovače.

При нажатии кнопки переключателя S1, соответствующей выбранному диапазону частот генератора, сигнал поступает на вход соответствующего фильтра, отключаясь от входа последующей ступени деления. Одновременно на диод этого фильтра через ту же кнопку поступает напряжение +12,6 В. Диод находится в открытом состоянии и сигнал проходит через него на выход.

На диоды остальных фильтров поступает в это время запирающее отрицательное напряжение -12,6 В.

5.3.5. Атенюатор электронный (Y2 — 1AF01760)

Атенюатор электронный регулируемый служит для изменения коэффициента усиления всего тракта усиления высокой частоты генератора таким образом, чтобы напряжение на выходе генератора было стабильным во всем диапазоне частот. Регулирование происходит автоматически. Управляющее постоянное положительное напряжение поступает на аттенюатор с дифференциального усилителя.

Напряжение высокой частоты с выхода фильтров низких частот поступает на вход эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе T1 (плата Y2).

Эмиттерный повторитель служит для согласования выхода фильтров с регулируемым электронным аттенюатором. Атенюатор собран на полупроводниковых диодах D1, D2 и резисторе R8. К диодам приложено управляющее постоянное положительное напряжение. Управляющее напряжение, подаваемое через резисторы R5, R7, R8 уменьшается и запирает диоды D1 и D2 при увеличении напряжения на выходе генератора (на входе измерительного блока). Нагрузкой аттенюатора является первый каскад широкополосного усилителя.

When a push-button of the selector S1 corresponding to the selected range of the generator is depressed, then the signal is applied to the input of the appropriate low-pass filter and is separated from the input of the next dividing stage. Simultaneously, a voltage of +12.6 V is applied to the diode of the appropriate stage via the same push-button switch; the switching diode opens and the signal passes through it to the output.

At the same time all the other switching diodes obtain a negative blocking voltage of -12.6 V.

5.3.5. Electronic attenuator (Y2 — 1AF01760)

The electronic control attenuator alters the gain of the whole RF amplifier chain of the generator so as to obtain at the output of the generator a constant voltage over the whole frequency range. The control action is automatic. The positive control voltage is applied from the attenuator to the difference amplifier.

The RF voltage is applied from the output of the low-pass filter to the input of the emitter follower which employs a transistor (T1).

The emitter follower matches the outputs of the filters to the electronic control attenuator. The attenuator consists of two semiconductor diodes D1, D2 and a resistor R8. The positive control voltage is applied to the diodes via the resistors R5, R7 and R8. The diodes D1, D2 close when the control voltage drops as a result of a voltage rise on the output of the generator (on the input of the measuring unit). The load of the attenuator is the first stage of the wide-band amplifier.

5.3.6. Širokopásmový zesilovač
(Y2 — 1AF 017 60 a Y4 —
1AF 017 62)

Širokopásmový zesilovač je určen k zesilování harmonického napětí na hodnotu přibližně 0,5 V v celém kmitočtovém rozsahu generátoru. Konstrukčně je zesilovač rozdělen na dvě části:

- předzesilovač (deska Y2)
- širokopásmový zesilovač (deska Y4)

Předzesilovač je osazen tranzistorem T2 (deska Y2) v zapojení se společným emitorem. Kondenzátory C6 a C7, odpory R13 a R14 a tlumivka T/2 slouží ke korigování kmitočtové charakteristiky v oblasti vysokých kmitočtů.

Druhá část zesilovače je na desce Y4. Tento zesilovač je třístupňový a je osazen tranzistory T1 + T4. Činitel zesílení zesilovače K_{zes} je asi 90. Pásmo zesilovaných kmitočtů je od 50 kHz do 40 MHz.

Kondenzátory C3 a C6 slouží ke korigování kmitočtové charakteristiky v oblasti vysokých kmitočtů, odpory R5, R10 a tlumivky T/2, T/3 v oblasti nízkých kmitočtů. Zesílené harmonické napětí postupuje přes kondenzátor C9 a odpor R15 na vstup emitorového sledovače.

5.3.7. Emitorový sledovač
(Y5 — 1AF 017 63)

Emitorový sledovač slouží k přizpůsobení výstupu širokopásmového zesilovače se vstupem měřicí jednotky a k dělení výstupního napětí generátoru.

Emitorový sledovač je osazen tranzistorem T1 (deska Y5). Na vstupu sledovače je dělič obsahující odpory R1, R2. Odpory se zapínají pomocí kontaktů relé P podle zvoleného rozsahu měření Q.

5.3.6. Усилитель широкополосный
(Y2 — 1AF 017 60 и Y4 —
1AF 017 62)

Усилитель широкополосный предназначен для усиления гармонического напряжения до величины, равной примерно 0,5 В во всем диапазоне частот генератора. Конструктивно усилитель разбит на две части:

- предварительный усилитель (плата Y2);
- широкополосный усилитель (плата Y4).

Предварительный усилитель собран на транзисторе T2 (плата Y2) по схеме с общим эмиттером. Конденсаторы C6 и C7, резисторы R13 и R14 и дроссель T/2 служат для коррекции частотной характеристики в области высоких частот.

Вторая часть усилителя расположена на плате Y4. Этот широкополосный усилитель трехкаскадный и выполнен на транзисторах T1 - T4. Коэффициент усиления усилителя $K_{ус} \approx 90$. Полоса усиливаемых частот от 50 кГц до 40 МГц.

Конденсаторы C3 и C6 используются для коррекции частотной характеристики в области высоких частот, резисторы R5, R10 и дроссели T/2, T/3 — в области низких частот. Усиленное гармоническое напряжение через конденсатор C9 и резистор R15 поступает на вход эмиттерного повторителя.

5.3.7. Повторитель эмиттерный
(Y5 — 1AF 017 63)

Повторитель эмиттерный служит для согласования выхода широкополосного усилителя со входом измерительного блока и для деления выходного напряжения генератора.

Эмиттерный повторитель выполнен на транзисторе T1 (плата Y5). На входе эмиттерного повторителя расположен делитель на резисторах R1, R2. Резисторы включаются с помощью контактов реле P, в зависимости от выбранного предела измерения добротности.

5.3.6. Wide-band amplifier
(Y2 — 1AF 017 60 + Y4 —
1AF 017 62)

This amplifier boosts the harmonic voltage to approximately 0.5 V over the whole frequency range of the generator. This wide-band amplifier has two parts, as follows:

- Preamplifier stage (board Y2)
- Wide-band amplifier stages (board Y4)

The preamplifier stage employs a transistor T2 (board Y2) in common emitter connection. The capacitors C6 and C7, the resistors R13 and R14 and the choke T/2 correct the frequency response within the range of the high frequencies.

The second part of the wide-band amplifier which is mounted on the board Y4 has three stages and employs transistors (T1 to T4). The gain of this amplifier is approximately 90 and its amplitude characteristic is practically linear at input voltages from 2 mV to 10 mV. The band of amplified frequencies is 50 kHz to 40 MHz.

The capacitors C3 and C6 correct the frequency response within the range of the high frequencies; the resistors R5, R10 and the chokes T/2, T/3 serve the same purpose within the range of low frequencies. The amplified harmonic voltage passes to the input of the emitter follower via the capacitor C9 and the resistor R15.

5.3.7. Emitter follower
(Y5 — 1AF 017 63)

This circuit matches the output of the wide-band amplifier to the input of the measuring unit and divides the output voltage of the generator.

This emitter follower employs a transistor (T1) (board Y5); its input circuit contains a resistive divider built from the resistors R1 and R2 which are switched by means of the contacts of the relay P, depending on the selected Q measuring range.

Relé P1 (deska Y6) přepíná vývody indukčního děliče Tr, umístěného na výstupu emitorového sledovače. Odpory R2, R3 zajišťují korekci kmitočtové charakteristiky indukčního děliče.

Přepínání odporového děliče (R1, R2 deska Y5) a indukčního děliče Tr (deska Y6) podle rozsahu měření činitele jakosti Q je znázorněno v tab. 3.

Tabulka 3

Rozsah měření Q (v jednotkách Q)	Relé	Napětí na výstupu generátoru, mV
5 ÷ 30	P, P1	417,0
30 ÷ 100	P1	125,0
100 ÷ 300	P	41,7
300 ÷ 1000	—	12,5

Jako zátěž emitorového sledovače slouží primární vinutí dělicího transformátoru Tr v měřicí jednotce Y12, kalibrační dělič R4 ÷ R7 (Y6) a amplitudový detektor automatické regulace výstupního napětí generátoru.

5.3.8. Kalibrační dělič
(Y6 — 1AF01764)

Kalibrační dělič je nutný pro získání kalibračního napětí 12,5 mV. Dělič je opatřen odpory R4 ÷ R7 s nízkou hodnotou (deska Y6). Zátěží děliče je velký vstupní odpor emitorového sledovače, který se po dobu kalibrace přístroje zapíná přes kontakty relé P2 (deska Y6) a relé P1 (deska Y7). Během měření Q kontakty relé P2 (deska Y7) zkratují signál přicházející z kalibračního děliče.

5.3.9. Amplitudový detektor (Y6)

Amplitudový detektor slouží k automatické regulaci výstupního napětí generátoru a je umístěn na des-

Пеле P1 (плата Y6) переключает выводы индуктивного делителя Tr, расположенного на выходе эмиттерного повторителя. Резисторы R2, R3 обеспечивают коррекцию частотной характеристики индуктивного делителя.

Коммутация резистивного делителя (R1, R2 плата Y5) и индуктивного делителя Tr (плата Y6) в зависимости от пределов измерения добротности приведена в табл. 3.

Таблица 3

Предел измерения добротности, ед. Q	Обмотка реле под током	Напряжение на выходе генератора, мВ
5 ÷ 30	P, P1	417,0
30 ÷ 100	P1	125,0
100 ÷ 300	P	41,7
300 ÷ 1000	—	12,5

Нагрузкой эмиттерного повторителя является первичная обмотка понижающего согласующего трансформатора Tr, расположенного в измерительном блоке Y12, делитель калибровки R4 - R7 (Y6) и амплитудный детектор автоматической регулировки выходного напряжения генератора.

5.3.8. Делитель калибровочный
(Y6 — 1AF01764)

Делитель калибровочный необходим для получения напряжения калибровки 12,5 мВ. Делитель построен на низкоомных резисторах R4 - R7 (плата Y6). Нагрузкой делителя является высокоомное входное сопротивление истокового повторителя, подключаемое во время калибровки прибора через контакты реле P2 (плата Y6) и реле P1 (плата Y7). Контакты реле P2 (плата Y7) закорачивают сигнал, поступающий из калибровочного делителя, во время измерения добротности.

5.3.9. Детектор амплитудный (Y6)

Детектор амплитудный служит для автоматической регулировки выходного напряжения генера-

The relay P1 (on the board Y6) switches over the outlets of the inductive divider Tr which is at the output of the emitter follower. The resistors R2, R3 correct the frequency response of the inductive divider.

The control of the resistive divider (R1, R2 on the board Y5) and of the inductive divider (Tr on the board Y6) by means of relays depending on the selected Q measuring range is indicated in Table 3.

Table 3

Q measuring range (in Q units)	Excited relay	Generator output voltage [mV]
5 ÷ 30	P, P1	417,0
30 ÷ 100	P1	125,0
100 ÷ 300	P	41,7
300 ÷ 1000	—	12,5

The load of the emitter follower is formed by the primary winding of the step-down matching transformer Tr in the measuring unit (Y12), the calibrating divider R4 to R7 (on the board Y6) and the amplitude detector in the automatic output voltage control circuit of the generator.

5.3.8. Calibrating divider
(Y6 — 1AF01764)

This divider is required in order to produce a calibrating voltage of 12.5 mV. The divider is formed by the resistors R4 to R7 which have a low resistance value and the load of which is the high input resistance of the input follower connected during the calibration procedure via the contacts of the relays P2 (on the board Y6) and P1 (on the board Y7). During a Q measurement, the contacts of the relay P2 (on the board Y7) short-circuit the signal arriving from the calibrating divider.

5.3.9. Amplitude detector
(Y6 — 1AF01764)

This detector automatically controls the output voltage of the generator; it is housed on the board

ce Y6. Detektor je osazen impulsní polovodičovou diodou D v paralelním zapojení. Detektor snímá informace o nestabilitě výstupního napětí generátoru v horní větvi indukčního děliče.

Detekovaný signál postupuje na vstup odporového děliče s odpory R2, R3 (deska Y8). Přepínání děliče zajišťuje přivádění napětí na vstup rozdílového stejnosměrného zesilovače přibližně na stejné úrovni.

5.3.10. Rozdílový zesilovač (Y2 — 1AF01760)

Rozdílovým stejnosměrným zesilovačem se zesiluje rozdíl napětí mezi detekovanými signály a referenčním napětím.

Zesilovač má čtyři integrované obvody a dva tranzistory.

První dva integrované obvody T5 a T6 tvoří rozdílový sledovač, který vzhledem k identitě charakteristik obou tranzistorů zajišťuje minimální nestabilitu (drift) jak napětí, tak i rozdílu vstupních proudů. Na první vstup rozdílového sledovače se přivádí detekovaný signál a na druhý vstup referenční stejnosměrné napětí.

Integrované obvody G1 a G2 tvoří stejnosměrný zesilovač. Činitel zesílení činí přibližně 6000.

Pomocí tranzistorů T3 a T4 je vytvořen obvod pro řízení regulačního elektronického zeslabovače. Tranzistory jsou zapojeny jako emitorové zeslabovače. Do obvodu emitoru je vřazena dolnofrekvenční propust R15, C9, C14, R7 a regulační zeslabovač.

Odpor R29 slouží k vyrovnání rozdílového stejnosměrného zesilovače.

тора и расположен на плате Y6. Детектор собран по параллельной схеме на импульсном полупроводниковом диоде D. Детектор снимает информацию о нестабильности выходного напряжения генератора на верхнем плече индуктивного делителя.

Продетектированный сигнал поступает на вход резистивного делителя, построенного на резисторах R2, R3 (плата Y8). Коммутация делителя обеспечивает подачу напряжения на вход дифференциального усилителя постоянного тока примерно на одном уровне.

5.3.10. Дифференциальный усилитель (Y2 — 1AF01760)

Дифференциальный усилитель постоянного тока (УПТ) усиливает разность постоянных напряжений между продетектированным сигналом и опорным напряжением.

Усилитель построен на четырех микросхемах и двух транзисторах.

На первых двух микросхемах T5 и T6 собран дифференциальный повторитель, который вследствие идентичности характеристик обоих транзисторов обеспечивает минимальный дрейф как по напряжению, так и по разности входных токов. На первый вход дифференциального повторителя подается продетектированный сигнал, а на второй — опорное постоянное напряжение.

На микросхемах G1 и G2 собран усилитель постоянного тока. Коэффициент усиления УПТ около 6000.

На транзисторах T3 и T4 выполнена схема управления регулируемым электронным аттенуатором. Транзисторы включены по схеме эмиттерных повторителей. В цепи эмиттера включен фильтр низкой частоты R15, C9, C14, R7 и регулируемый аттенуатор.

Резистор R29 используется для балансировки дифференциального УПТ.

Y6. The detector employs a semiconductor pulse diode (D) in parallel connection, which picks up information from the top part of the inductive divider about the instability of the generated output voltage.

The detected signal passes to the input of the resistive divider (resistors R2, R3 on the board Y8). This divider is switched by the application of a voltage to the input of the difference DC amplifier at approximately equal level.

5.3.10. Difference amplifier (Y2 — 1AF01760)

The purpose of this DC amplifier is to boost the difference between the voltage of the detected signal and the reference voltage; it is composed of four integrated circuits and two transistors.

The first two integrated circuits (T5, T6) form a difference follower which ensures minimum instability (drift) of the voltage and of the input current difference, due to the two transistors having equal characteristics. To the first input of the difference follower is applied the detected signal; to the second input is applied the reference DC voltage.

The integrated circuits (G1) and (G2) is a DC amplifier, the gain of which is approximately 6000.

The two transistors (T3) and (T4) form a circuit for controlling the electronic attenuator. These two transistors operate as emitter followers, in the emitter circuits of which are a low-pass filter formed by R15, C9, C14, R7 and the control attenuator.

The resistor R29 equalizes the difference DC amplifier.

5.3.11. Zdroj referenčních napětí (Y8 — 1AF01769)

Zdroj referenčních napětí vytváří stabilní napětí, s nimiž se srovnává detekovaný signál. Zdroj je tvořen čtyřmi nastavitelnými děliči napětí, které jsou osazeny odpory R5 + R8, R10, R13 (deska Y8). Děliče se nastavují tak, aby výstupní napětí generátoru měla v příslušných rozsazích měření Q tyto hodnoty: 417 mV, 125 mV, 41,7 mV a 12,5 mV.

Děliče zdroje referenčních napětí se napájí ze stabilizátoru D1.

5.3.12. Měřicí jednotka (Y12)

Zapojení a konstrukční provedení měřicí jednotky (Y12) do značné míry určují chybu měření.

Měřicí jednotka obsahuje:

- vazební transformátor Tr
- otočný kondenzátor C1
- trimr C2
- kapacitní dělič C3, C4
- svorky Sv1 + Sv4

Vazební transformátor Tr je širokopásmový a umožňuje vazbu mezi měrným obvodem a generátorem. Má toroidní feritové jádro a jeho sekundární vinutí je provedeno jako masivní závit. Převod 1 : 25.

Proměnný (otočný) kondenzátor C1 je určen k ladění měrného obvodu do rezonance během měření Q. Kapacita je v rozmezí 25 + 450. Kondenzátor C2 slouží k nastavení počáteční kapacity kondenzátoru C1. Kapacitní dělič C3, C4 slouží k přizpůsobení výstupu měrného obvodu se vstupem Q-voltmetru a současně k omezení vlivu vstupního odporu voltmetru. Kondenzátory kapacitního děliče mají koaxiální provedení.

Svorky L_x a C_x (Sv1 + Sv4) jsou určeny k připojení indukčních cívek a kondenzátorů po dobu měření.

5.3.11. Источник опорных напряжений (Y8 — 1AF01769)

Источник опорных напряжений используется как образцовый для сравнения с ним продетектированного сигнала. Источник представляет собой четыре настраиваемых делителя постоянного напряжения, построенных на резисторах R5 - R8, R10, R13 (плата Y8). Делители настраиваются так, чтобы выходные напряжения генератора были 417 мВ, 125 мВ, 41,7 мВ и 12,5 мВ на соответствующих пределах измерения добротности. Делители источника опорных напряжений питаются от стабилизатора D1.

5.3.12. Блок измерительный (Y12)

Схема и конструкция измерительного блока (Y12) в большой степени определяют погрешность измерения.

В измерительный блок входят:

- трансформатор связи Tr;
- конденсатор переменной емкости C1;
- подстроечный конденсатор C2;
- емкостной делитель C3, C4;
- клеммы Sv1 - Sv4.

Трансформатор связи Tr представляет собой широкополосное устройство связи измерительного контура с генератором. Он выполнен на тороидальном ферритовом сердечнике и имеет вторичную обмотку в виде объемного витка. Коэффициент трансформации такого устройства связи 1 : 25. Конденсатор переменной емкости C1 предназначен для настройки измерительного контура в резонанс во время измерения добротности. Величина емкости составляет 25 - 450 пФ. Конденсатор C2 необходим для установки начальной емкости конденсатора C1. Емкостной делитель C3, C4 предназначен для согласования выхода измерительного контура со входом Q-вольтметра, или для уменьшения шунтирования измерительного контура входным сопротивлением вольтметра. Конденсаторы емкостного делителя имеют коаксиальную конструкцию.

5.3.11. Reference voltage supply (Y8 — 1AF01769)

This supply produces a stable voltage with which the voltage of the detected signal is compared. The supply is formed by four controllable voltage dividers which employ the resistors R5 to R8, R10, R13 (board Y8). The dividers are set so that the output voltage of the generator is 417 mV, 125 mV, 41.7 mV or 12.5 mV, depending on the selected Q range.

The reference voltage dividers are fed from a parametric stabilizer diode (D1).

5.3.12. Measuring unit (Y12)

The measuring error of the BM 560 Q meter depends to a great extent on the system and design of the measuring unit (Y12), which consists of the following parts:

- Coupling transformer Tr
- Variable capacitor C1
- Trimmer capacitor C2
- Capacitive divider C3, C4
- Measuring terminals Sv1 to Sv4

The transformer Tr is a wide-band device enabling proper coupling between the measuring unit and the generator unit. The core of the transformer is toroidal and is made from ferrite; the secondary is a single robust turn formed by a strong conductor. The turn ratio of the transformer is 1 : 25. The variable (measuring) capacitor C1 serves for tuning the measuring circuit to resonance during the ascertainment of a Q value. The capacitance of this capacitor is variable within the range 25 pF to 450 pF. The trimmer capacitor C2 is necessary for setting the initial capacitance of the capacitor C1. The capacitive divider C3, C4 matches the output of the measuring circuit to the input of the Q voltmeter and simultaneously limits the influence of the input impedance of the voltmeter. The capacitors of the divider are of coaxial design.

Všechny výše uvedené části měrného obvodu jsou konstruktivně uspořádány do měřicí jednotky, která má minimální zbytkové parametry.

Pro předběžné vyhledávání rezonance během měření činitele jakosti Q slouží elektromotor M .

5.3.13. Emitorový sledovač (Y7 — 1AF01765)

Emitorový sledovač je určen ke zvýšení vstupního odporu Q -voltmetru. Je proveden jako dvoustupňový zesilovač se silnou zápornou zpětnou vazbou, osazený tranzistorem řízeným polem (typu MOS-FET) $T1$ a tranzistorem $T2$.

Po dobu měření Q je jednotka emitorového sledovače připojena ke kapacitnímu děliči měřicí jednotky a během kalibrace na její vstup přichází kalibrační signál 12,5 mV.

Z výstupu emitorového sledovače se napětí přes kondenzátor $C5$ přivádí na odporový zeslabovač $R29 + R31$ (deska $Y8$).

5.3.14. Regulační zeslabovač (Y8 — 1AF01769)

Odporový regulační zeslabovač má odpory $R29 + R31$. Proměnný odpor $R30$ slouží k regulaci činitele zesílení zesilovače Q -voltmetru během kalibrace. Napětí odebírané ze zeslabovače se přivádí na vstup širokopásmového zesilovače Q -voltmetru.

5.3.15. Širokopásmový zesilovač (Y11 — 1AF01761)

Širokopásmový zesilovač Q -voltmetru slouží k ze-

Клеммы L_x и C_x (Sv1 - Sv4) служат для подключения катушек индуктивности и конденсаторов во время измерений.

Все описанные выше устройства измерительного контура сведены конструктивно в измерительный блок, обладающий минимальными остаточными параметрами.

Для предварительного поиска резонанса во время измерения добротности служит электродвигатель M .

5.3.13. Повторитель истоковый (Y7 — 1AF01765)

Повторитель истоковый необходим для повышения входного сопротивления Q -вольтметра.

Схема истокового повторителя представляет собой двухкаскадный усилитель, охваченный глубокой отрицательной обратной связью, на поле-вом транзисторе с изолированным затвором $T1$ и транзисторе $T2$.

Во время измерения добротности вход истокового повторителя подключается к емкостному делителю измерительного блока, а во время калибровки на его вход поступает сигнал калибровки 12,5 мВ.

С выхода истокового повторителя напряжение подается через конденсатор $C5$ на резистивный аттенюатор $R29 - R31$ (плата $Y8$).

5.3.14. Атенюатор регулируемый (Y8 — 1AF01769)

Резистивный регулируемый аттенюатор собран на резисторах $R29 - R31$. Переменный резистор $R30$ используется для регулировки коэффициента усиления усилителя Q -вольтметра во время калибровки. Напряжение, снимаемое с аттенюатора, подается на вход широкополосного усилителя Q -вольтметра.

5.3.15. Усилитель широкополосный (Y11 — 1AF01761)

Усилитель широкополосный Q -вольтметра слу-

The terminals L_x and C_x (Sv1 to Sv4) serve for the connection of inductors and capacitors respectively to the measuring circuit during measurements.

All the mentioned parts of the measuring circuit are housed in the measuring unit which exhibits minimum residual parameters.

The electric motor M serves for seeking preliminary resonance during the procedure of quality factor (Q) measurement.

5.3.13. Emitter follower (Y7 — 1AF01765)

This circuit increases the input impedance of the Q voltmeter. It is actually a two-stage amplifier with strong inverse feedback; it employs a MOS-FET transistor ($T1$) and a transistor ($T2$).

During a Q measurement, the emitter follower circuit (pick-up amplifier) is connected to the capacitive divider of the measuring unit; during calibration its input obtains the calibrating signal of 12.5 mV.

The output voltage of the emitter follower is applied to the resistive attenuator $R29$ to $R31$ (on the board $Y8$) via the capacitor $C5$.

5.3.14. Control attenuator (Y8 — 1AF01769)

The resistive control attenuator consists of three resistors ($R29$ to $R31$). The variable resistor $R30$ serves for controlling the amplification factor of the Q voltmeter during calibration. The voltage drawn from the attenuator is applied to the input of the wide-band amplifier of the Q voltmeter.

5.3.15. Wide-band amplifier (Y11 — 1AF01761)

This amplifier of the Q voltmeter amplifies the

silování harmonického napětí v celém kmitočtovém rozsahu generátoru.

Zapojení a konstrukční provedení je analogické jako u širokopásmového zesilovače generátoru (deska Y4). Z výstupu zesilovače se signál přivádí do detektoru a přes emitorový sledovač do konektoru „Měření kmitočtu“.

5.3.16. Detektor Q-voltmetru (Y8 — 1AF01769)

Detektor je určen k přeměně VF napětí na stejnosměrné. Je zapojen jako zdvojovač napětí s diodami D2, D3 a kondenzátory C5, C6. Napětí usměrněné detektorem slouží k indikaci naměřeného Q měřicím přístrojem.

5.3.17. Rozdílový zesilovač ΔQ (Y8 — 1AF01769)

Rozdílový zesilovač je určen k zesílení rozdílu napětí mezi detekovaným a referenčním napětím při měření přírůstku Q. Zesilovač je tvořen integrovaným obvodem G1.

Přes odpory R9, R11 nebo R12, přes kontakty přepínačů S2, S7, S6, zesílené napětí postupuje do měřicího přístroje.

Odpory R11, R12 slouží k regulaci citlivosti měřicího přístroje při měření přírůstku Q v rozsahu 100 ÷ 300 jednotek a v rozsahu 300 ÷ 1000 jednotek. Odpor R19 slouží k regulaci citlivosti měřicího přístroje při měření Q v rozsahu 300 ÷ 1000 jednotek.

5.3.18. Dělič referenčního napětí (Y8 — 1AF01769)

Dělič referenčního napětí je určen k nastavování elektrické nuly měřicího přístroje. Nula se nastává doprostřed stupnice pomocí odporu R23, je-

жит для усиления гармонического напряжения во всем диапазоне частот генератора.

Схема и конструкция усилителя аналогичны схеме и конструкции широкополосного усилителя генератора (плата Y4). С выхода усилителя сигнал поступает на детектор и через эмиттерный повторитель на гнездо КОНТРОЛЬ ЧАСТОТЫ.

5.3.16. Детектор Q-вольтметра (Y8 — 1AF01769)

Детектор служит для преобразования высокочастотного напряжения в постоянное. Детектор собран по схеме удвоения напряжения на диодах D2, D3 и конденсаторах C5, C6. Выпрямленное детектором напряжение используется для индикации измеряемой добротности измерителем.

5.3.17. Дифференциальный усилитель ΔQ (Y8 — 1AF01769)

Дифференциальный усилитель служит для усиления разности напряжений между продетектированным и постоянным опорным напряжением при измерении приращения добротности. Усилитель собран на микросхеме G1.

Усиленное напряжение через резисторы R9, R11 или R12, через контакты переключателей S2, S7, S6 поступает на измерительный прибор.

Резисторы R11, R12 служат для регулировки чувствительности измерительного прибора при измерении приращения добротности на пределах 100 - 300 ед. и 300 - 1000 ед. соответственно. Резистор R19 служит для регулировки чувствительности измерительного прибора при измерении добротности на пределе 300 - 1000 ед.

5.3.18. Делитель опорного напряжения (Y8 — 1AF01769)

Делитель опорного напряжения служит для установки электрического нуля измерительного прибора. Ноль устанавливается на середине шкалы регулированием резистора R23, ось которого вы-

harmonic voltage over the whole frequency range of the generator.

The design and circuitry of this amplifier resemble those of the wide-band amplifier of the generator (on the board Y4). From the output of this amplifier the signal passes to the detector and, via an emitter follower, to the connector „Frequency measurement“.

5.3.16. Detector of the Q voltmeter (Y8 — 1AF01769)

This detector converts the RF voltage into a DC one; it is connected as a voltage doubler and employs 2 diodes (D2, D3) and 2 capacitors C5, C6 (board Y8). The voltage rectified by this detector serves for indicating the value of the measured Q factor by means of the pointer-type meter.

5.3.17. Difference amplifier ΔQ (Y8 — 1AF01769)

This amplifier boosts the difference between the detected voltage and the DC reference voltage when the increment of the quality factor (ΔQ) is being measured. The amplifier is formed by an integrated circuit G1.

The amplifier voltage passes to the measuring instrument via the resistor R9, R11 or R12 and the contacts of the switches S2, S7 and S6.

The resistors R11, R12 control the sensitivity of the measuring instrument in ΔQ measurements within the ranges of 100 to 300 units and 300 to 1000 units respectively. The resistor R19 serves for setting the sensitivity of the meter when the Q measuring range 300 to 1000 units is selected.

5.3.18. Divider of the reference voltage (Y8 — 1AF01769)

This divider serves for adjusting the electrical zero of the measuring instrument to the centre of its scale by means of the resistor R23, the

hož osa je vyvedena na přední panel Q-metru NU-LA ΔQ .

Dělič je tvořen odpory R22 + R24 a je připojen ke stabilizovanému zdroji napětí +12,6 V.

5.3.19. Napájecí zdroj — 1AN 290 99

Napájecí zdroj je určen k napájení obvodů přístroje stabilizovaným napětím +12,6 V; -12,6 V.

Zdroj se skládá z napáječe 1AN 290 98, který obsahuje síťový transformátor a dvoucestný usměrňovač.

Stabilizovaná napětí +12,6 V a -12,6 V se získávají z typizovaného stabilizátoru 1AN 758 85.

Výkonové tranzistory E6 a E7 jsou umístěny zvlášť na společném radiátoru.

Napětí se nastavuje potenciometry:

-12,6 V R59 na desce 1AN 758 85

+12,6 V R9 na desce 1AN 758 85

Základní elektrické schéma Q-metru je v příloze.

5.4. Popis konstrukčního provedení (obr. 5 a 6)

5.4.1. Q-metr je proveden jako stolní přenosný přístroj — Celkový pohled je na obr. 1.

Všechny ovládací prvky Q-metru jsou na předním panelu a jsou opatřeny příslušnými nápisy. Na zadní stěně Q-metru je pojistka, svorka pro ochranné uzemnění a svorky pro vnější voltmetr, počítadlo doby činnosti, konektor MĚŘENÍ KMITOČTU,

vedena na переднюю панель измерителя добротности НУЛЬ ΔQ .

Делитель собран на резисторах R22 - R24. Делитель подключен к стабилизированному источнику напряжения +12,6 В.

5.3.19. Блок питания (1AN 290 99)

Блок питания предназначен для обеспечения схемы прибора следующими питающими напряжениями: +12,6 В и -12,6 В.

Блок питания состоит из источника питания 1AN 290 98, содержащего сетевой трансформатор и двухпериодный выпрямитель.

Стабилизированные напряжения +12,6 В и -12,6 В обеспечиваются от типового стабилизатора 1AN 758 85.

Мощные транзисторы E6 и E7 расположены отдельно на общем радиаторе.

Напряжение устанавливается при помощи потенциометров:

-12,6 В R59 на плате 1AN 758 85

+12,6 В R9 на плате 1AN 758 85

Схема электрическая принципиальная измерителя добротности приведена в приложении.

5.4. Описание конструкции (рис. 5 и 6)

5.4.1. Измеритель добротности конструктивно выполнен в виде настольного переносного прибора. Общий вид измерителя добротности показан на рис. 1.

Все органы управления измерителем добротности размещены на передней панели и имеют соответствующие надписи. На задней стенке измерителя добротности установлен предохранитель, клеммы защитного заземления и внешнего вольтметра, счетчик времени наработки, разъем КОНТРОЛЬ ЧАСТОТЫ генератора, переключатель S6 для отключения измерительного прибора, а также разъем

shaft of which is brought out to the front panel of the Q meter and is marked ZERO ΔQ .

The divider is formed by resistors (R22 to R24) and is connected to the stabilized voltage supply of +12.6 V.

5.3.19. Power supply (1AN 290 99)

This power supply provides all the circuits of the Q meter with +12.6 V, -12.6 V. It consists of the supply 1AN 290 98 which is composed of a mains transformer and a full-wave rectifier.

The stabilized voltages of +12.6 V and -12.6 V are obtained from a standard stabilizer 1AN 758 85.

The power transistors E6, E7 of this unit are housed separately on a common heat sink.

The following potentiometers serve for adjusting the output voltages:

-12.6 V R59 on the board 1AN 758 85

+12.6 V R9 on the board 1AN 758 85

The basic wiring diagram of the BM 560 Q meter is an Enclosure.

5.4. Description of the mechanical design (Figs. 5 and 6)

5.4.1. The BM 560 Q meter is a table model portable electronic measuring instrument, the overall view of which is in Fig. 1.

All the controls of the Q meter are on its front panel and are marked with the appropriate inscriptions. On the back panel are the following: mains fuse, terminals for protective earthing and for the external voltmeter, counter of the total time of operation, connector „Frequency measure-

přepínač S6 pro vypínání měřicího přístroje a zásuvka pro síťovou šňůru.

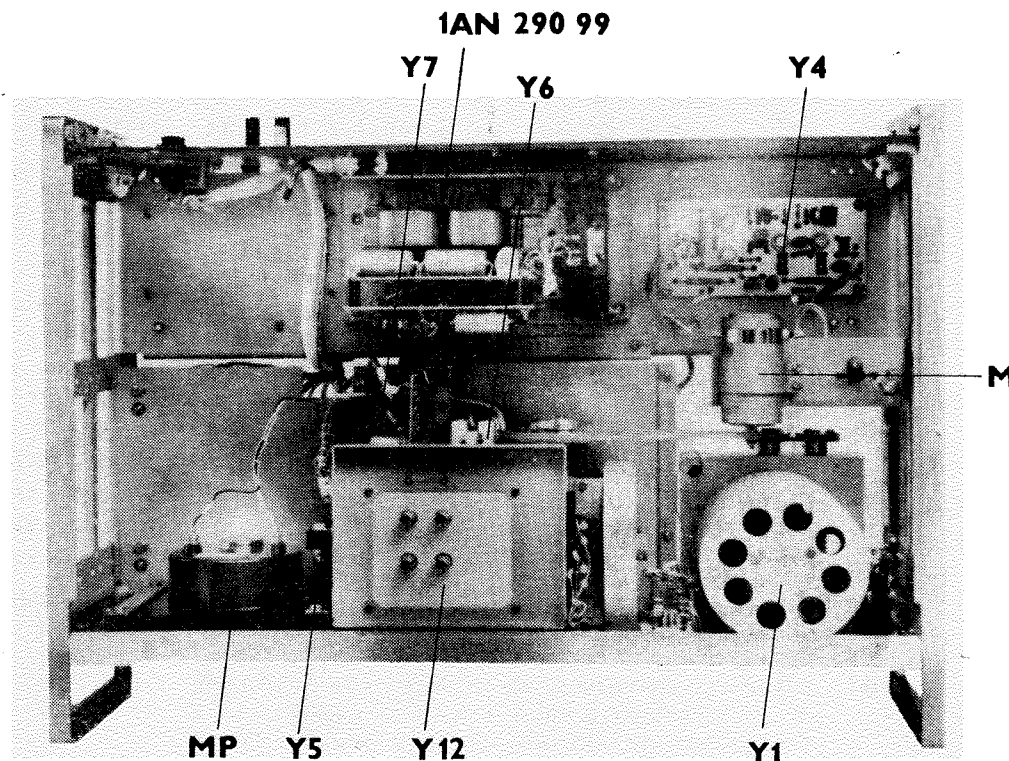
Svorky pro připojení měřeného objektu jsou umístěny v uzavíratelném výklenku v horní části Q-metru. Vývody měřeného objektu se mohou připojit buď pod svorky, nebo zasunout do otvorů svorek.

ем для подключения шнура питания измерителя добротности.

Клеммы для подключения исследуемого объекта расположены в закрываемой нише сверху измерителя добротности. Выводы измеряемого объекта могут подключаться под клеммы или вставляться в отверстия клемм.

ment", switch S6 of the built-in measuring instrument, and receptacle for the mains cord.

The terminals for connecting the object to be measured are on the top of the Q meter in a recess fitted with a lid. The outlets of the object to be measured can be either clamped under the terminals or inserted in their holes.



Obr. 5

Рис. 5 Fig. 5

Pohled shora na Q-metr se sejmutým krytem

- Y1 — Řídicí oscilátor
- Y4 — Širokopásmový zesilovač
- Y5 — Emitorový sledovač
- Y6 — Kalibrační dělič — amplitudový detektor

Вид измерителя добротности со снятой крышкой сверху

- Y1 — Задающий генератор
- Y4 — Широкополосный усилитель
- Y5 — Эмиттерный повторитель
- Y6 — Калибровочный делитель — амплитудный детектор

Q meter BM 560 with its covers removed, viewed from above

- Y1 — Driving oscillator
- Y4 — Wide-band amplifier
- Y5 — Emitter follower
- Y6 — Calibrating divider — amplitude detector

Y7 — Emitorový sledovač
Y12 — Měřicí jednotka
M — Motorek
MP — Měřicí přístroj
1AN 290 99 — Napájecí zdroj

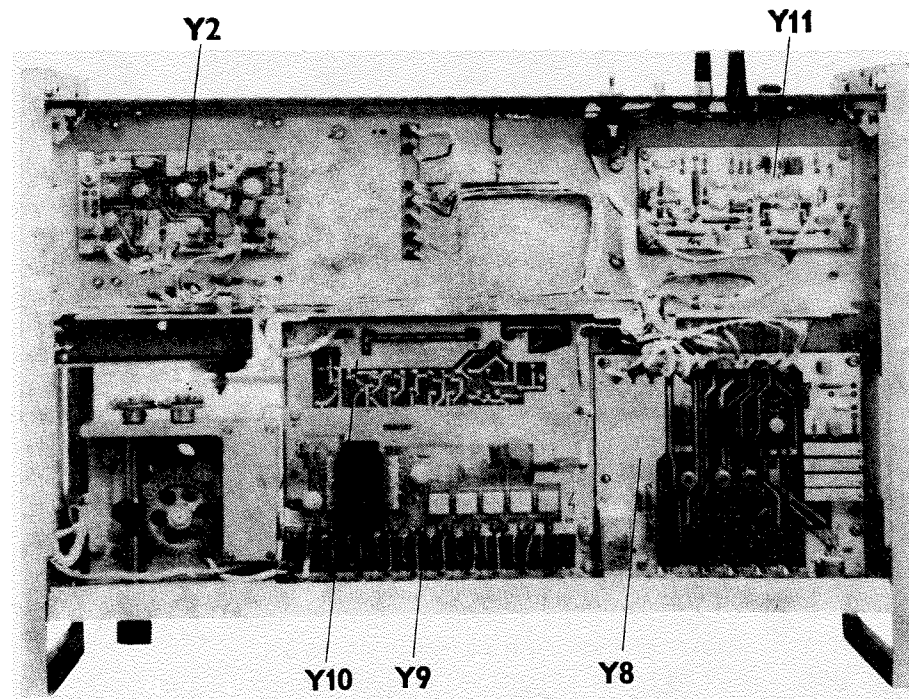
Y7 — Эмиттерный повторитель
Y12 — Измерительный блок
M — Двигатель
MP — Измерительный прибор
1AN 290 99 — Источник питания

Y7 — Emitter follower
Y12 — Measuring unit
M — Motor
MP — Measuring instrument
1AN 290 99 — Power supply

Pohled zespodu na Q-metr se sejmutým krytem

Вид измерителя добротности со снятой крышкой
снизу

Q meter BM 560 with its covers removed, viewed
from below

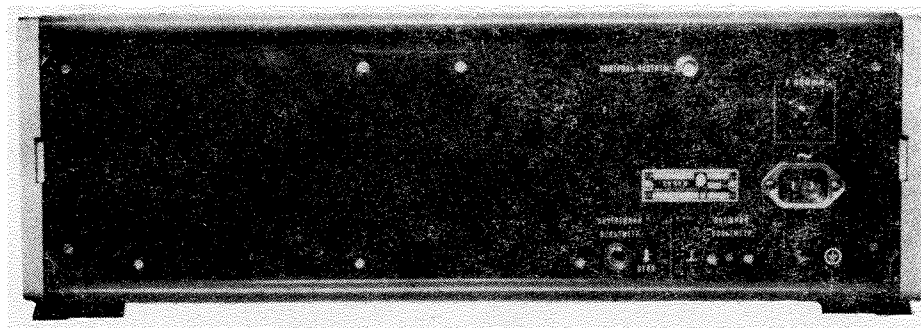


Obr. 6 Рис. 6 Fig. 6

Y2 — Elektronický zesilovač — předzesilovač
Y8 — Zdroj referenčních napětí — regulační zesilovač — detektor — rozdílový zesilovač ΔQ
Y9 — Zesilovač budicího napětí — dělič kmitočtu
Y10 — Dolnofrekvenční propusti
Y11 — Širokopásmový zesilovač

Y2 — Электронный аттенуатор — предварительный усилитель
Y8 — Источник опорных напряжений — регулируемый аттенуатор — детектор — дифференциальный усилитель ΔQ
Y9 — Усилитель запускающего напряжения — делитель частоты
Y10 — Фильтры нижних частот
Y11 — Широкополосный усилитель

Y2 — Electronic attenuator — preamplifier
Y8 — Source of reference voltage — regulating attenuator — detector — difference amplifier ΔQ
Y9 — Amplifier of driving voltage — frequency divider
Y10 — Low-pass filters
Y11 — Wide-band amplifier



Obr. 7 Рис. 7 Fig. 7

Q-metr je uzavřen dvěma bočními stěnami a dvěma kryty. Pro přenášení slouží dvě rukojeti. Snímatelné kryty mají ventilační otvory.

Při konstrukci Q-metru bylo použito řady konstrukčně-funkčních jednotek a celků na deskách s tištěnými spoji.

Ve střední části Q-metru je umístěna měřicí jednotka, na které jsou připevněny desky Y5, Y6, Y7. V pravé části Q-metru je jednotka řídicího generátoru s deskou Y1 umístěnou uvnitř válcovitého krytu a deska Y4.

Napájecí jednotka je u zadní strany Q-metru. Desky Y2, Y8, Y9, Y10 a Y11 jsou umístěny pod chassis přístroje.

5.4.2. Měřicí jednotka

Všechny prvky a montážní celky měřicí jednotky jsou upevněny na hliníkovém odlitku.

Измеритель добротности закрыт двумя боковыми стенками и двумя крышками, а для переноса снабжен двумя ручками. Для вентиляции в крышках имеются отверстия.

Конструкция измерителя добротности включает в себя ряд конструктивно-функциональных блоков и узлов печатного монтажа.

В центральной части измерителя добротности расположен измерительный блок, на котором закреплены печатные платы Y5, Y6, Y7. В правой части измерителя добротности расположен блок задающего генератора с печатной платой Y1, установленной во внутрь цилиндрического вращающегося экрана, и печатная плата Y4.

Блок питания установлен у задней стенки измерителя добротности. Печатные платы Y2, Y8, Y9, Y10 и Y11 установлены под шасси измерителя добротности.

5.4.2. Измерительный блок

Все элементы и сборочные единицы измерительного блока расположены в литом алюминиевом корпусе.

The Q meter is enclosed in a cabinet which has two removable side walls and two cover plates (as well as the front and back panels). Two handles facilitate transport. The removable cover plates have slots for air circulation.

The BM 560 Q meter contains several functional units and assemblies which are formed by printed circuit boards.

The centre part of the Q meter is taken up by the measuring unit with the printed circuit boards Y5, Y6 and Y7. In the right-hand part of the Q meter is the driving oscillator, mounted on the board Y1, which is housed in a cylindrical screening, and the printed circuit board Y4 (wide-band amplifier).

The power supply is close to the back panel of the Q meter. The boards Y2, Y8, Y9, Y10 and Y11 are under the chassis of the instrument.

5.4.2. Measuring unit

All the components and mounting assemblies which form the measuring unit are carried by an aluminium casting.

Vazební transformátor Tr má prstencové jádro. Sekundární vinutí má tvar masivního závitu, který je tvořen kruhovým vybráním ve statoru otočného kondenzátoru a krytem s kruhovou mezerou 0,1 mm vůči středovému vývodu prstencového vybrání. Tento vývod je současně i základem pro jednu z měřicích svorek Q-metru. Vzhledem ke značně velké aktivní ploše uvedeného závitu je jeho odpor zanedbatelně malý, a tudíž jsou malé i činné ztráty vyvolané v obvodu odporem sekundárního vinutí. Údaje transformátoru Tr jsou uvedeny v příloze.

Otočný (proměnný) kondenzátor měřicí jednotky C1 má destičkové provedení s hřebenovým sběračem. Základem konstrukce kondenzátoru je mosazná kostra s drážkami, do které jsou vpájeny pevné půlkruhové měděné destičky, které tvoří stator kondenzátoru.

Rotor je tvořen měděnými destičkami půlkruhového tvaru zapájenými do mosazné trubky s drážkami. Rotor je nasazen na keramické ose. Sběrač otočného kondenzátoru je umístěn na liště uchycené na dvou keramických tyčkách. Všechny elektrody a části kondenzátoru jsou postříbřeny.

Kapacitní dělič C3 a C4 je umístěn v tělese kondenzátoru a má koaxiální provedení.

Kapacita C4 je provedena mezi tělesem a válcem uloženým na izolačních podložkách. Do válce je zasazen válec spojený se svorkou C_x , jež tvoří kapacitu C3. Kapacita C3 se může v malém rozsahu měnit.

Kapacita se odečítá na základní a noniusové stupnici.

Jako noniusového zařízení je v kondenzátoru použito šnekového soukolí. Nejmenší hodnota dílku noniusové stupnice je 0,1 pF. K urychlení přestavení kapacity je použito reversačního elektromotoru.

Трансформатор связи Tr выполнен на кольцевом ферритовом сердечнике. Вторичная обмотка выполнена в виде объемного витка. Объемный виток образован кольцевой выточкой в статоре конденсатора переменной емкости и крышкой, имеющей кольцевой зазор 0,1 мм между центральным выступом в кольцевой проточке. Этот выступ одновременно является и основанием одной из измерительных клемм измерителя добротности. Благодаря очень большой активной площади объемного витка его сопротивление пренебрежимо мало, а, следовательно, малы и активные потери, вносимые в контур сопротивлением вторичной обмотки. Данные трансформатора Tr приведены в приложении.

Конденсатор переменной емкости измерительного блока C1 имеет конструкцию пластинчатого типа с гребенчатым токосъемом. Основой конденсатора служит латунный корпус с пазами, в которые впаяны неподвижные полукруглой формы медные пластины, образуя статор конденсатора. Ротор образован медными пластинами полукруглой формы, запаянными в латунную трубку с пазами. Ротор помещается на керамической оси. Токосъем конденсатора переменной емкости установлен на наружном бруске, закрепленном на двух керамических стержнях. Все электроды и части конденсатора покрыты серебром.

Емкостной делитель C3 и C4 размещен в корпусе конденсатора и имеет конструкцию коаксиального типа.

Емкость C4 образована между корпусом и цилиндром, установленным на изолирующих шайбах. В цилиндр входит стержень, соединенный с клеммой C_x , образующий емкость C3. Емкость C3 может меняться в небольших пределах.

Отсчет емкости производится по основной и нониусной шкалам.

В качестве верньерного устройства в конденсаторе применена червячная пара. Наименьшая цена деления нониусной шкалы емкости равна 0,1 пФ. Для ускорения перестройки емкости применен реверсивный электродвигатель.

The coupling transformer Tr has a toroidal ferrite core; the secondary has one robust turn formed by a circular recess in the stator of the variable capacitor C1, and a cover with a circular gap 0.1 mm distant from the centre outlet of annular shape. This outlet is simultaneously the base of one of the measuring terminals of the Q meter. As the surface of the 1-turn winding of the transformer secondary is very large, its resistance is negligibly low and consequently, also the losses introduced into the measuring circuit by the resistance of the secondary of the coupling transformer are negligibly small. Data of the coupling transformer Tr are given as an Enclosure.

The variable measuring (resonating) capacitor C1 employed in the measuring unit of the Q meter is of the plate type with comb collector. The base of the capacitor is a brass framework with grooves into which are soldered the stationary semi-circular plates which form the stator.

The rotor of the capacitor is formed by semi-circular brass plates soldered into a tube with grooves. The rotor is fitted on a ceramic shaft. The collector is mounted on a slat held by two ceramic columns. All the electrode plates and the other parts of the capacitor are silver-plated.

The capacitive divider C3, C4 is on the framework of the variable capacitor and is of coaxial design. The capacitor C4 is housed between the framework and a cylinder mounted on insulating support. Another cylinder, inserted into the mentioned cylinder and connected to the terminal C_x , forms the capacitor C3. The capacitance of C3 is adjustable within narrow limits.

The set capacitance value can be read on the main scale and on the vernier scale.

The vernier mechanism of the capacitor is a worm gear. The lowest value of a division line of the vernier scale is 0.1 pF. A reversible electric motor is employed in order to hasten the capacitance setting.

Vnější pohled na měřicí jednotku je na obr. 8.

5.4.3. Řídicí oscilátor (obr. 9) má odlévanou kosturu z hliníku. Na ní je upevněn otočný kondenzátor. V jednotce je namontována deska Y1 s příslušnými prvky (napájecí filtr).

Řídicí generátor je připevněn k přednímu panelu Q-metru.

Kmitočet se odečítá na stupnicích umístěných na bubnu, který je připevněn na hřídeli rotoru kondenzátoru C4.

Nastavení požadovaného kmitočtu se provede kondenzátorem C4, ovládaným přes šnekový převod.

5.4.4. Širokopásmové zesilovače jsou provedeny na jednotlivých deskách, které obsahují příslušné prvky. Zesilovače jsou připevněny na chassis Q-metru a jsou opatřeny ochrannými kryty.

5.4.5. Napájecí jednotka tvoří samostatný díl upevněný na hlavním chassis přístroje. Na jednotce jsou umístěny zleva doprava: síťový transformátor, vedle něho pak deska usměrňovače s diodami E1 ÷ E4 a deska stabilizátorů 1AN 758 85. Na levém okraji je radiátor společný pro dva regulační tranzistory E6 a E7.

5.4.6. Ovládací knoflíky a měřicí přístroj na předním panelu

- 1 — indikační žárovka ~
- 2 — páčkový spínač napájení
- 3 — knoflík k nastavování kmitočtu generátoru KMITOČET
- 4 — stupnice generátoru
- 5 — měřicí přístroj

Внешний вид измерительного блока приведен на рис. 8.

5.4.3. Задающий генератор (рис. 9) выполнен в литом корпусе из алюминия. На нем укреплен конденсатор переменной емкости. В блоке монтируется плата Y1 с элементами и фильтр питания.

Задающий генератор крепится к передней панели измерителя добротности.

Отсчет частоты производится по шкалам, выполненным на барабане, который крепится на оси ротора конденсатора C4.

Настройка на нужную частоту производится конденсатором C4 с помощью верньерного устройства.

5.4.4. Широкополосные усилители выполнены на отдельных платах с установленными на них элементами. Усилители закреплены на шасси измерителя добротности и закрыты экранами.

5.4.5. Блок питания собран на отдельном шасси. На шасси слева направо установлены: трансформатор силовой, плата выпрямителя с диодами E1 - E4 и плата стабилизаторов 1AN 758 85. На левой стороне находится радиатор, общий для двух регулирующих транзисторов E6, E7.

5.4.6. Ручки управления и измерительный прибор на передней панели

- 1 — индикаторная лампа ~
- 2 — тумблер питания
- 3 — ручка настройки частоты генератора ЧАС-ТОТА
- 4 — шкала генератора
- 5 — измерительный прибор

The measuring unit is shown in Fig. 8.

5.4.3. Driving oscillator (Fig. 9). On the cast-aluminium framework of this unit is mounted its variable capacitor and inside it is the printed circuit board Y1 with the pertaining components and a powering filter.

The driving oscillator is attached to the front panel of the Q meter.

The produced frequencies can be read on scales on a drum on the shaft of the rotor of the capacitor C4 which serves for setting the required frequency by means of a worm drive.

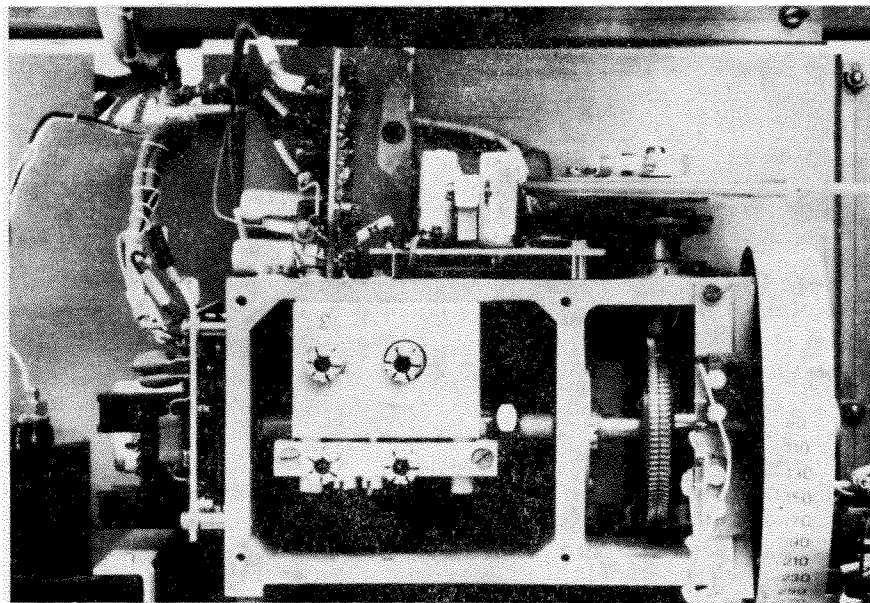
5.4.4. The wide-band amplifiers of the Q meter are mounted on printed circuit boards which carry all the pertaining components. The amplifiers are attached to the chassis of the Q meter and are provided with protective covers.

5.4.5. The power supply is a separate self-contained unit mounted on the main chassis of the Q meter. The unit houses the following (from left to right): mains transformer, rectifier board with diodes E1 to E4, and stabilizer board 1AN 758 85. At the left edge is the heat sink which is common for the control power transistors E6, E7.

5.4.6. All the controls of the Q meter and its indicating instrument are on the front panel. These controls and their markings are as follows:

- 1 — Pilot lamp ~
- 2 — Toggle switch for mains powering
- 3 — Control for setting the frequency of the generator
- 4 — Scale of the generator
- 5 — Indicating pointer-type instrument

Měřicí jednotka
Измерительный блок
Measuring unit

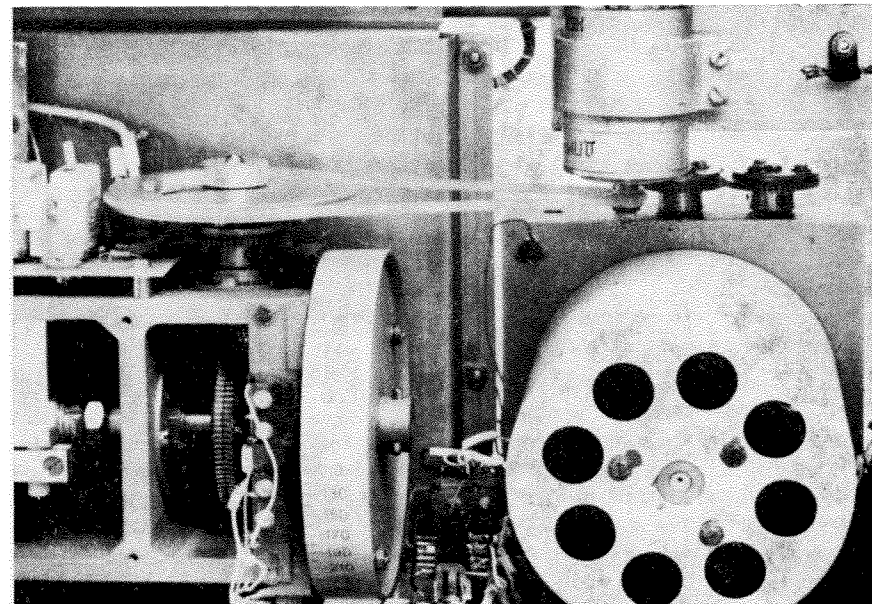


Obr. 8 Рис. 8 Fig. 8

- 6 — knoflík pro nastavení nuly ΔQ - NULA ΔQ
- 7 — přepínač rozsahů Q-ROZSAHY Q
- 8 — tlačítko kalibrace Q ∇
- 9 — knoflík pro nastavení při kalibraci Q ∇
- 10 — knoflík měrného kondenzátoru s noniusovou stupnicí KAPACITA pF a stupnice měrného kondenzátoru
- 11 — přepínač druhu měření — Q - ΔQ
- 12 — přepínač dílčích rozsahů generátoru — КМІ-ТОЧЕТ

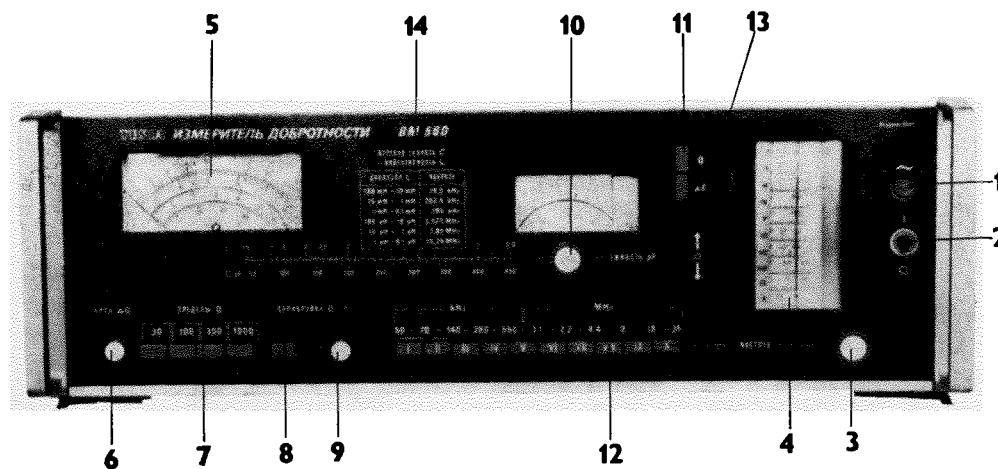
- 6 — ручка установки нуля ΔQ — НУЛЬ ΔQ
- 7 — переключатель пределов Q ПРЕДЕЛЫ Q
- 8 — кнопка КАЛИБРОВКА Q ∇
- 9 — ручка установки калибровки КАЛИБРОВКА Q ∇
- 10 — ручка измерительного конденсатора с нониусной шкалой ЕМКОСТЬ pF и шкала измерительного конденсатора
- 11 — переключатель рода измерения — Q - ΔQ
- 12 — переключатель поддиапазонов генератора — ЧАСТОТА

Řídicí oscilátor
Задающий генератор
Driving oscillator

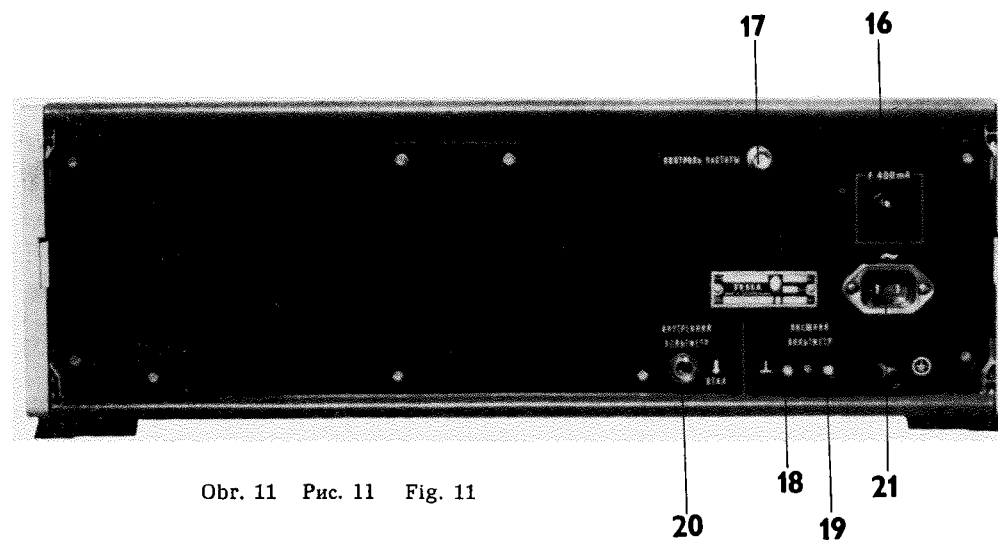


Obr. 9 Рис. 9 Fig. 9

- 6 — Control for setting the zero in ΔQ measurements — ZERO ΔQ
- 7 — Quality factor range selector — Q RANGES
- 8 — Push-button for calibration Q ∇
- 9 — Control for calibration adjustment — CALIBRATION Q ∇
- 10 — Control of the measuring capacitor with vernier scale — CAPACITANCE pF — and scale of the measuring capacitor
- 11 — Measuring mode selector — Q - ΔQ
- 12 — Generator (partial) range selector — FREQUENCY



Obr. 10 Рис. 10 Fig. 10



Obr. 11 Рис. 11 Fig. 11

13 — tlačítko pro zapojení elektrického pohonu knoflíku měrného kondenzátoru $\leftarrow \bigcirc \rightarrow$

14 — stupnice pro převod kapacity na indukčnost KAPACITA - INDUKČNOST pro měření indukčnosti.

Na zadní stěně Q-metru je počítadlo udávající celkovou dobu činnosti Q-metru (15), pojistka (16), konektor MĚŘENÍ KMITOČTU (17), svorka ochranného uzemnění $\perp$ (18), svorky pro připojení vnějšího voltmetru (19) a páčkový spínač pro vypínání vestavěného měřicího přístroje (20) a síťový přívod (21).

5.4.7. Pomocné indukční cívky mají vodič příslušného průřezu navinutý na kostře z rázu-vzdorného polystyrénu.

Cívka s kostrou jsou uchyceny na kovovém kruhovém tělese, na němž jsou rovněž připevněny kontakty pro připojení cívky ke Q-metru. K těmto kontaktům jsou také připájeny vývody cívek (z vnitřní strany tělesa).

Takto provedená cívka je opatřena ochranným krytem, který je připevněn k tělesu.

Označení cívek je na horní straně ochranného krytu.

Cívky jsou uloženy v kazetě. Místo uložení každé cívky je schematicky znázorněno na kazetě, viz obr. 2.

Cívky se připojují na svorky L_x tak, aby těleso cívky bylo vpravo od svorek.

6. VŠEOBECNÉ POKYNY PRO PROVOZ

6.1. Q-metr mohou obsluhovat jen osoby zvlášť

13 — кнопки включения электрического привода ручки измерительного конденсатора



14 — шкала перевода ЕМКОСТЬ - ИНДУКТИВНОСТЬ для измерения индуктивности.

На задней стенке измерителя добротности установлен счетчик наработки времени, определяющий общее время наработки измерителя добротности (15), предохранитель (16), разъем КОНТРОЛЬ ЧАСТОТЫ (17), клемма защитного заземления $\perp$ (18), гнезда для подключения внешнего вольтметра (19), тумблер для отключения внутреннего измерительного прибора (20) и сетевой ввод (21).

5.4.7. Вспомогательные катушки индуктивности выполнены намоткой провода соответствующего сечения на каркасе из ударопрочного полистирола.

Катушка с каркасом укрепена на металлическом основании.

На этом же основании укреплены контакты для подключения катушки к измерителю добротности. К этим контактам и припаиваются выводы катушек (с внутренней стороны основания).

Собранная таким образом катушка помещается в экран, который крепится к основанию.

Маркировка катушек помещена на верхней стороне экрана.

Устанавливаются катушки в укладочный ящик. Место укладки каждой из катушек определяется схемой укладки, помещенной на ящике (см. рис. 2).

Катушки подключаются к зажимам L_x таким образом, чтобы основание катушек находилось на право от зажимов.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. К работе с измерителем добротности допускаются лица, имеющие специальную подго-

13 — Push-button for starting the electric drive of the measuring capacitor — $\leftarrow \bigcirc \rightarrow$

14 — Scale CAPACITANCE - INDUCTANCE for converting capacitances into inductances for use in the indirect measurement of inductances.

On the back panel of the Q meter are the following: counter which records the total operational time of the Q meter (15), mains fuse holder (16), connector FREQUENCY MEASUREMENT (17), terminal for the protective earth $\perp$ (18) and sockets for an external voltmeter (19), toggle switch INT. VOLTMETER - OFF for disconnecting the built-in measuring instrument (20), mains cord (21).

5.4.7. The auxiliary coils are made from wire of the appropriate cross section, wound on formers made from shockproof polystyrene. Each coil with former is attached to a circular metal body which also carries the contacts for connecting the coil to the Q meter and to which are soldered the ends of the coil inside the metal body. Each coil is protected from damage by a cover attached to the metal body which is marked on the top with the designation of the coil.

The coils are stored in a case with their proper positions marked on it (see Fig. 2).

The coils are connected to the terminals L_x so that the coil body is to the right of the terminals.

6. GENERAL INSTRUCTIONS FOR OPERATION

6.1. The BM 560 Q meter can be attended and used only by persons specially trained in the use

vyškolené pro provozování a obsluhu radio-technické aparatury.

6.2. Po obdržení Q-metru od výrobce, ze skladu, měrového střediska apod. je třeba:

a) zkontrolovat úplnost Q-metru

b) provést vnější prohlídku, zkontrolovat celkový stav přístroje a přesvědčit se, zda přístroj nebyl mechanicky poškozen.

6.3. Před uvedením přístroje do činnosti je nutno si důkladně prostudovat instrukční knížku.

6.4. Před uvedením přístroje do činnosti otřete svorkovnici. Podle potřeby promyjte líhem.

6.5. Při práci s Q-metrem je nutno přísně dodržovat pořadí operací tak, jak je uvedeno v daném technickém popisu a v návodu k obsluze.

7. BEZPEČNOSTNÍ ZÁSADY

7.1. Při práci s Q-metrem musí obsluha dodržovat všeobecné zásady platné pro práci s elektrickým zařízením.

7.2. Q-metr je konstruován v bezpečnostní třídě I, tzn. že části pod nebezpečným napětím mají příslušnou izolaci. Vnější kovové části přístupné dotyku jsou spojeny s ochranným vodičem. K připojování Q-metru na síť se musí používat třížilová síťová šňůra obsahující ochranný vodič s příslušně konstruovaným zásuvným spojem. Pokud síťový systém není řešen s ochranným vodičem, je nutno spojit svorku ochranného uzemnění $\perp$ s vnější ochrannou zemí.

товку по эксплуатации и обслуживанию радиотехнической аппаратуры.

6.2. После получения измерителя добротности с завода-изготовителя, склада, базы и т. п. необходимо:

a) произвести проверку комплектности измерителя добротности

б) произвести внешний осмотр, состояние комплекта и убедиться в отсутствии механических повреждений.

6.3. Приступая к работе с измерителем добротности, необходимо тщательно изучить инструкцию по эксплуатации.

6.4. Перед работой с измерителем добротности протрите клеммную колодку от загрязнения. При необходимости промойте спиртом.

6.5. При работе с измерителем добротности необходимо строго выполнять порядок операций, указанный в данном техническом описании и инструкции по эксплуатации.

7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. При работе с измерителем добротности обслуживающим персоналом должны выполняться общие правила работы с электрическими установками.

7.2. Измеритель добротности konstruирован по классу безопасности I, т. зн., что детали под опасным напряжением имеют соответствующую изоляцию. Внешние металлические части доступные прикосновению соединены с защитным проводником. Для подключения измерителя добротности к сети должны использовать трехжильный сетевой шнур, содержащий защитный проводник с соответствующим штепсельным соединением. Если сетевая система не решена с защитным проводником, то нужно зажим защит-

and attendance of electronic instruments and equipment.

6.2. After receiving the Q meter from the makers, stores, Office of Weights and Measures, or the like, the user must carry out the following:

a) Checking of the completeness of the consignment.

b) Inspection of the consignment, especially the state of the Q meter, and checking whether mechanical damage has been incurred by the instrument or its accessories.

6.3. Before starting to use the Q meter, it is essential to study this Instruction Manual.

6.4. Before setting the Q meter in operation, its terminals must be cleaned thoroughly; if necessary, alcohol must be employed for the purpose.

6.5. During work with the Q meter, it is essential to adhere to the sequence of operations given in the Technical Description and Instructions for Use, and as described further.

7. SAFETY MEASURES

7.1. During work with the BM 560 Q meter, the operator must adhere to the regulations valid for work with electrotechnical equipment.

7.2. The Q meter responds to safety class I, i. e. all parts exposed to dangerous voltage are properly insulated, the external metal parts exposed to contact by hand are connected with protective wire. For connection of the instrument to the mains it is necessary to use a three-stranded mains cord with a protective wire and with appropriately designed plug-in connection. When the protective wire is missing, it is necessary to connect the terminal of protective earthing $\perp$ to the protective earth. Before switching on the in-

Zkontrolovat, zda je v Q-metru předepsaná pojistka.

7.3. Je zakázáno

- demontovat a vyměňovat součástky pod napětím
- kontrolovat přítomnost napětí dotykem nebo jiskrou
- ponechávat Q-metr v zapnutém stavu bez dozoru.

8. PŘÍPRAVA K ČINNOSTI

8.1. Pro přípravu Q-metru k měření nastavte ovládací prvky do výchozí polohy:

- přepínač druhu měření Q - Δ Q do polohy Q
- přepínač VNITŘNÍ VOLTMETR — VYP do polohy VNITŘNÍ VOLTMETR;
- zásuvku síťové šňůry zasuňte do přístroje
- zasuňte vidlici napájecí šňůry do sítě
- páčkový spínač napájení přepněte do polohy ~. Přitom se musí rozsvítit kontrolka. Po 15 minutách je Q-metr připraven k činnosti.

8.2. Proveďte funkční kontrolu Q-metru. Za tím účelem:

- přepínač KMITOČET nastavte na první dílčí rozsah
- přepínač ROZSAHY Q dejte do polohy 300
- stiskněte tlačítko KALIBRACE Q ▽

ного заземления ⊥ соединить с внешней защитной землей.

7.3. Воспрещается:

- производить ремонт и смену деталей под напряжением;
- определять наличие напряжения в схеме «на ощупь» или «на искру»;
- оставлять без надзора измеритель добротности во включенном состоянии.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Для подготовки измерителя добротности к измерениям поставьте ручки управления в исходное положение:

- переключатель рода измерений Q - Δ Q в положение Q;
- переключатель ВНУТРЕННИЙ ВОЛЬТМЕТР - ОТКЛ. в положение ВНУТРЕННИЙ ВОЛЬТМЕТР;
- подключить шнур питания к прибору;
- включите вилку шнура питания в сеть;
- поставьте тумблер питания в положение ~, при этом должна загореться сигнальная лампа. После 15 минутного прогрева измеритель добротности готов к работе.

8.2. Проведите контроль измерителя добротности на функционирование, для чего:

- переключатель ЧАСТОТА установите на первом поддиапазоне;
- поставьте переключатель ПРЕДЕЛЫ Q в положение 300;
- нажмите кнопку КАЛИБРОВКА Q ▽;

strument, it is necessary to check the values of fuse cartridges.

7.3. It is not permissible:

- To dismount and/or exchange components whilst they carry voltage.
- To check by touch or spark whether a component carries voltage.
- To leave the Q meter unattended when it is switched on.

8. PREPARATIONS FOR APPLICATION

8.1. In order to prepare the Q meter for application, i. e. for a measurement, it is necessary to set the controls to the initial positions, as follows:

- The measuring mode selector Q - Δ Q to the position Q
- The switch INT. VOLTMETER - OFF set to the position INT. VOLTMETER
- The mains cord connected to the receptacle on the back panel.
- The Q meter connected to the mains.
- The toggle switch MAINS to the position ~. The pilot lamp must light up; after the elapse of approximately 15 minutes, which time is required for the stabilization of its internal temperature, the BM 560 Q meter is ready for use (after being tested for correctness of operation).

8.2. The Q meter must be tested; for this purpose the following procedure has to be carried out:

- The generator range selector FREQUENCY has to be set to the first partial range.
- The quality factor range selector Q RANGES has to be set to the position marked 300.
- The push-button for Q calibration, marked CALIBRATION Q ▽, must be depressed.

- knoflíkem KALIBRACE Q ▽ zkontrolujte rezervu kalibrace (za značkou ▽) na stupnici měřicího přístroje
- zkontrolujte rezervu kalibrace na všech dílčích rozsazích generátoru
- přepínač Q - ΔQ dejte do polohy ΔQ
- knoflíky NULA ΔQ a KALIBRACE Q ▽ prověřte možnost nastavení nuly na stupnici měřicího přístroje
- povolte tlačítko KALIBRACE Q ▽
- stiskněte tlačítko () a zkontrolujte otáčení stupnice měrného kondenzátoru.

8.3. Provedte kalibraci Q-metru. Za tím účelem:

- nastavte přepínač KMITOČET na požadovaný dílčí rozsah kmitočtu
- knoflíkem KMITOČET nastavte požadovaný kmitočet
- přepínač Q - ΔQ dejte do polohy Q
- stiskněte tlačítko KALIBRACE Q ▽
- knoflíkem KALIBRACE Q ▽ nastavte ručku měřicího přístroje přesně na rysku pod značkou ▽
- povolte tlačítko KALIBRACE Q ▽

Q-metr je tak připraven k měření.

- ручкой КАЛИБРОВКА Q ▽ проверьте запас установки калибровки (после знака ▽) по шкале измерительного прибора;
- проверьте запас установки калибровки на всех поддиапазонах генератора;
- переключатель Q - ΔQ установите в положение ΔQ;
- ручками НУЛЬ ΔQ и КАЛИБРОВКА Q ▽ проверьте возможность установки нуля по шкале измерительного прибора;
- отпустите кнопку КАЛИБРОВКА Q ▽;
- нажмите кнопку () и проверьте вращение шкалы измерительного конденсатора.

8.3. Проведите калибровку измерителя добротности, для чего:

- установите переключатель ЧАСТОТА на требуемый поддиапазон частоты;
- установите ручкой ЧАСТОТА требуемую частоту;
- установите переключатель Q - ΔQ в положение Q;
- нажмите кнопку КАЛИБРОВКА Q ▽;
- установите ручкой КАЛИБРОВКА Q ▽ стрелку измерительного прибора точно на риску под знаком ▽;
- отпустите кнопку КАЛИБРОВКА Q ▽.

Измеритель добротности готов к измерениям.

- The calibration reserve on the scale of the meter after the mark ▽ has to be checked by operating the control CALIBRATION Q ▽.
- The calibration reserve has to be checked in all the partial ranges of the generator.
- The measuring mode selector Q - ΔQ has to be set to the position ΔQ.
- The possibility of zero setting in the centre of the meter scale has to be checked by operating the control ZERO ΔQ and CALIBRATION Q ▽.
- The push-button CALIBRATION Q ▽ has to be released.
- With the push-button  depressed, the movement of the scale of the measuring capacitor has to be tested for smooth run.

8.3. The Q meter must be calibrated before a measurement is carried out. The procedure is as follows:

- The generator range selector FREQUENCY has to be set to the required partial range.
- The required frequency has to be selected by means of the control FREQUENCY.
- The measuring range selector Q - ΔQ has to be set to Q.
- The push-button CALIBRATION Q ▽ must be depressed.
- The pointer of the indicating meter must be set precisely to the scale division line marked ▽ by operating the control CALIBRATION Q ▽.
- The push-button CALIBRATION Q ▽ must be released.

Thus, the Q meter has been prepared for a measurement.

9. POSTUP PŘI MĚŘENÍ

9.1. Metoda přímého měření Q a napětí

Při měření postupujte takto:

- Připojte měřený objekt (např. indukční cívku) ke svorkám L_x .
- Přepínač ROZSAHY Q dejte do polohy odpovídající předpokládané hodnotě Q měřeného objektu.
- Proveďte kalibraci Q-metru (odst. 8.3.).
- Naladíte obvod do rezonance. Hrubé naladění se provede stisknutím tlačítka, kterým se zapíná pohon rotoru měrného kondenzátoru (). Jemné naladění se provede knoflíkem KAPACITA pF. Okamžik naladění měřeného objektu do rezonance odpovídá maximálnímu údaji ručky měřicího přístroje. Jestliže ručka měřicího přístroje je v rozsahu 1/3 stupnice, proveďte přepnutí na citlivější stupnici přepínačem ROZSAHY Q.

Po přesném naladění obvodu do rezonance stiskněte tlačítko KALIBRACE Q  a knoflíkem KALIBRACE Q  nastavte ručku měřicího přístroje přesně na rysku opatřenou značkou  . Poté povolte tlačítko KALIBRACE Q .

- Proveďte odečet činitele jakosti Q na příslušné stupnici měřicího přístroje.
- Odečtete napětí na měřeném objektu na dolní stupnici měřicího přístroje.

Požaduje-li se větší přesnost měření, zkontrolujte

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Метод непосредственного измерения добротности и напряжения

Измерение производите следующим образом:

- подключите измеряемый объект (например: катушку индуктивности) к клеммам L_x ;
- поставьте переключатель ПРЕДЕЛЫ Q в положение, соответствующее предполагаемому значению добротности измеряемого объекта;
- произведите калибровку измерителя добротности (раздел 8.3.);
- настройте контур в резонанс. Грубая настройка в резонанс осуществляется нажатием кнопки включения электрического привода ротора измерительного конденсатора (). Точная настройка производится ручкой ЕМКОСТЬ пФ. Момент настройки измеряемого объекта в резонанс соответствует максимальному показанию стрелки измерительного прибора.

Если стрелка измерительного прибора находится в пределе 1/3 шкалы, то перейдите на более чувствительную шкалу переключателем ПРЕДЕЛЫ Q.

После точной настройки контура в резонанс нажмите кнопку КАЛИБРОВКА Q  и ручкой КАЛИБРОВКА Q  установите стрелку измерительного прибора точно на риску, обозначенную знаком  , после чего отпустите кнопку КАЛИБРОВКА Q .

- отсчитайте добротность Q по соответствующей шкале измерительного прибора;
- отсчитайте напряжение на измеряемом объекте по нижней шкале измерительного прибора.

При повышенных требованиях к точности измерений рекомендуется перед снятием показаний

9. MEASURING PROCEDURES

9.1. Method of direct Q and voltage measurements

The measuring procedure is as follows:

- The object to be measured (e. g. a coil) has to be connected to the terminals marked L_x .
- The quality factor range selector Q RANGES has to be set to the range in which the sought Q value is expected.
- The Q meter must be calibrated (item 8.3.).
- The measuring circuit must be tuned to resonance: Coarse setting can be accomplished by depressing the push-button  which serves for turning the rotor of the resonating (measuring) capacitor. Fine tuning has to be carried out by operating the control CAPACITANCE pF manually. Resonance of the measured object is indicated by the maximum deflection of the pointer of the indicating meter.

When resonance is established with the pointer within the first third of the scale, then it is advisable to alter the position of the selector Q RANGES to the next lower range.

After establishing resonance, the push-button CALIBRATION Q  has to be depressed and the pointer of the meter set precisely to the marker  on the scale by operating the control CALIBRATION Q  . Then the push-button CALIBRATION Q  has to be released.

- Finally the sought Q value has to be read on the appropriate Q scale of the measuring instrument.
- The voltage across the measured object has to be read on the bottom scale of the measuring (indicating) instrument.

If a higher precision of the results of measurements is required, then before reading the result

пřed provedením odečtů přesnost naladění obvodů do rezonance a podle potřeby proveďte doladění. Při polohách přepínače ROZSAHY Q 300 a 1000 proveďte odečet na stupnicích 30 a 100 a odečtené údaje násobte deseti.

9.2. Měření Q metodou kapacitního rozladění obvodu

Tato metoda spočívá v měření šíře propustného pásma obvodu a využívá závislosti obvodu Q na jeho propustném pásmu. Při měření postupujte takto:

- Připojte měřený objekt na svorky L_x .
- Proveďte cejchování Q-metru.
- Naladte obvod do rezonance a odečtěte Q na stupnici měřicího přístroje a kapacitu C na stupnici KAPACITA pF.
- Rozladte obvod knoflíkem KAPACITA pF tak, že údaj měřicího přístroje zmenšíte na úroveň 0,707 hodnoty naměřeného Q. Tuto operaci proveďte dvakrát: při rozladění směrem k malým a směrem k velkým kapacitám a odečtěte hodnoty C_1 a C_2 . Současně je nutno vždy kontrolovat kalibraci a v případě potřeby dostavit.

Činitel jakosti Q měřeného objektu se vypočte ze vzorce

$$Q = \frac{2C}{C_2 - C_1} \quad (11)$$

9.3. Měření rozdílu hodnot Q

Stupnice ΔQ slouží k přímému odečítání rozdílu hodnot Q v rozmezí 0 až ± 30 jednotek při nasta-

проверить точность настройки контура в резонанс и при необходимости подстроить его. Отсчет добротности для положения переключателя ПРЕДЕЛЫ Q 300 и 1000 производится по шкалам соответственно 30 и 100 с последующим умножением показаний на 10.

9.2. Измерение добротности методом расстройки контура по емкости

Этот метод состоит в измерении полосы пропускания контура и использует зависимость добротности контура от его полосы пропускания. Измерение произведите следующим образом:

- подключите измеряемый объект к клеммам L_x ;
- произведите калибровку измерителя добротности;
- настройте контур в резонанс и произведите отсчет добротности Q по шкале измерительного прибора и емкости C по шкале ЕМКОСТЬ pF;
- расстройте контур ручкой ЕМКОСТЬ pF, уменьшив показание измерительного прибора до уровня 0,707 от значения измеренной добротности. Эту операцию проделайте дважды: при расстройке в сторону как малых, так и больших емкостей и отметьте значения C_1 и C_2 .
Одновременно нужно всегда проверять калибровку и в случае надобности подстроить.

Добротность измеряемого объекта определяется по формуле:

$$Q = \frac{2C}{C_2 - C_1} \quad (11)$$

9.3. Измерение разности величин добротности

Шкала ΔQ служит для непосредственного отсчета разности величин добротности в пределах 0 -

of a measurement, the established resonance has to be checked for precision and, if necessary, the setting of the resonating capacitor has to be corrected.

When the selector Q RANGES is set to the position 300 or 1000, then the resulting Q value must be read on the scale 30 or 100 and the read value multiplied by ten.

9.2. Method of Q measurement by detuning the measuring circuit

This method consists in the measurement of the width of the pass-band of the measuring circuit and utilizes the dependence of the circuit quality factor on this pass-band.

The procedure is as follows:

- The object to be measured has to be connected to the terminals L_x .
- The Q meter must be calibrated.
- After establishing resonance, the Q value has to be read on the scale of the meter and the set capacitance C on the scale CAPACITANCE pF.
- The capacitance value has to be altered (increased and decreased) so as to obtain the indication of a Q value reduced to 0.707 of the original. The two capacitances C_1 and C_2 read when the circuit is detuned serve for computing the Q value of the object under test.
- The calibration of the Q meter must be checked and, if necessary, corrected for each partial measurement.

The quality factor of the measured object can be computed from the following formula:

$$Q = \frac{2C}{C_2 - C_1} \quad (11)$$

9.3. Method of measuring differences between Q values

The scale ΔQ serves for the direct reading of the differences between Q values within the range of

vení přepínače ROZSAHY Q do polohy 300 nebo 1000.

Při odečítání na stupnici ΔQ proveďte tyto operace:

- Připojte měřený objekt ke svorkám L_x .
- Proveďte kalibraci Q-metru a změřte Q měřeného objektu podle kapitoly 9.1.
- Přepínač Q - ΔQ dejte do polohy ΔQ .
- Nastavte nulu na stupnici ΔQ knoflíkem NULA ΔQ .
- Nahraďte měřený objekt jiným, jehož Q se liší od předchozího maximálně o 30 jednotek (Q druhého objektu se měří podle kapitoly 9.1.).
- Proveďte odečet rozdílu hodnot Q na stupnici ΔQ (přesný odečet).

Poznámka: Na stupnicích 30 a 100 se rozdíl hodnot Q odečítá přímo podle těchto stupnic.

9.4. Měření vlastní kapacity indukčních cívek

9.4.1. Analytická metoda zjišťování vlastní kapacity indukčních cívek C_0 . Při měření postupujte takto:

- Připojte cívku ke svorkám L_x .
- Přepínač Q - ΔQ přepněte do polohy Q.
- Přepínač ROZSAHY Q přepněte do polohy 1000.
- Přepínač KMITOČET přepněte na libovolný dílčí rozsah.
- Stiskněte tlačítko KALIBRACE Q ∇ .

- ± 30 ед. при установке переключателя ПРЕДЕЛЫ Q в положение 300 или 1000.

Для отсчета по шкале ΔQ :

- подключите измеряемый объект к клеммам L_x ;
- произведите калибровку измерителя добротности и измерение добротности измеряемого объекта согласно п. 9.1.;
- установите переключатель Q - ΔQ в положение ΔQ ;
- установите ноль по шкале ΔQ ручкой НУЛЬ ΔQ ;
- замените измеряемый объект другим, отличающимся от первого по добротности на величину не более 30 ед. (добротность второго измеряемого объекта измерена согласно п. 9.1.);
- произведите отсчет разности величин добротности по шкале ΔQ (точный отсчет).

Примечание. На шкалах 30 и 100 отсчет разности величин добротности производится непосредственно по этим шкалам.

9.4. Измерение собственной емкости катушек индуктивности

9.4.1. Аналитический метод определения собственной емкости катушек индуктивности C_0 . Измерения произведите следующим образом:

- присоедините катушку к клеммам L_x ;
- установите переключатель Q - ΔQ в положение Q;
- установите переключатель ПРЕДЕЛЫ Q в положение 1000;
- установите переключатель ЧАСТОТА на любой поддиапазон;
- нажмите кнопку КАЛИБРОВКА Q ∇ ;

0 to ± 30 units when the Q measuring range selector is set to 300 or 1000.

For reading from the ΔQ scale, the following procedure has to be carried out:

- The object to be measured has to be connected to the terminals marked L_x .
- The Q meter has to be calibrated and the Q value of the object measured as described in Section 9.1.
- The measuring mode selector Q - ΔQ must be set to the position ΔQ .
- The pointer of the indicating meter must be set to the centre zero of the ΔQ scale by means of the control ZERO ΔQ .
- The measured object has to be exchanged for another one, the Q value of which differs from that of the previously measured object by maximum 30 units (the Q value of the second object also has to be measured according to Section 9.1.).
- The exact difference between the two Q values has to be read on the ΔQ scale of the meter.

Note: The Q difference can be read directly on the scale 30 or 100.

9.4. Methods of measuring the inherent capacitances of coils

9.4.1. The analytic method of ascertaining the inherent capacitance C_0 of a coil consists in carrying out the following procedure:

- The coil to be measured has to be connected to the terminals L_x .
- The selector Q - ΔQ has to be set to Q.
- The selector Q RANGES has to be set to 1000.
- The selector FREQUENCY can be in any position (set to any partial frequency range).
- The push-button CALIBRATION Q ∇ must be depressed.

- Proveďte kalibraci měřicího přístroje knoflíkem KALIBRACE Q ∇.
- Povolte tlačítko KALIBRACE Q ∇
- Knoflíkem KAPACITA pF nastavte na kapacitní stupnici měrného kondenzátoru kapacitu blízkou maximálním hodnotám.
- Odečtěte hodnotu kapacity C_1 .
- Knoflíkem KMITOČET naladte obvod do rezonance, přitom nastavte potřebný dílčí rozsah přepínačem KMITOČET.
- Odečtěte rezonanční kmitočet f_1 .
- Knoflíkem KMITOČET nastavte kmitočet $f_2 = 2f_1$.
- Proveďte cejchování měřicího přístroje.
- Knoflíkem KAPACITA pF naladte obvod do rezonance.
- Odečtěte hodnotu kapacity C_2 na kapacitní stupnici měrného kondenzátoru.

Vlastní kapacita indukční cívky C_0 se vypočte pomocí vzorce

$$C_0 = \frac{C_1 - 4C_2}{3} \quad (12)$$

Poznámka:

V obecném případě, zanedbá-li se chyba nastavení kmitočtu f_2 , pak při $f_2 = \alpha \cdot f_1$ a za podmínky $\alpha > 1$ platí v obecném případě výraz

$$C_0 = \frac{C_1 - \alpha^2 C_2}{\alpha^2 - 1} \quad (13)$$

Pro případ $\alpha = \sqrt{2}$ se tento výraz zjednodušuje do tvaru

$$C_0 = C_1 - 2C_2, \quad (14)$$

kde α — koeficient udávající, kolikrát se f_2 liší od f_1 .

- произведите калибровку измерительного прибора ручкой КАЛИБРОВКА Q ∇ ;
- отпустите кнопку КАЛИБРОВКА Q ∇ ;
- установите ручкой ЕМКОСТЬ pF по шкале емкости измерительного конденсатора емкость вблизи максимальных значений;
- отметьте значение емкости C_1 ;
- настройте контур в резонанс ручкой ЧАСТОТА, определив нужный поддиапазон переключателем ЧАСТОТА;
- отметьте частоту резонанса — f_1 ;
- установите ручкой ЧАСТОТА частоту $f_2 = 2f_1$;
- откалибруйте измерительный прибор;
- настройте контур в резонанс ручкой ЕМКОСТЬ pF;
- отметьте значение емкости C_2 по шкале емкости измерительного конденсатора.

Собственная емкость катушки индуктивности C_0 определяется по формуле:

$$C_0 = \frac{C_1 - 4C_2}{3} \quad (12)$$

Примечание.

В общем случае, пренебрегая погрешностью установки частоты f_2 , если $f_2 = \alpha \cdot f_1$ и при условии, что $\alpha > 1$ справедливо выражение:

$$C_0 = \frac{C_1 - \alpha^2 C_2}{\alpha^2 - 1} \quad (13)$$

Для случая $\alpha = \sqrt{2}$ это выражение упрощается и сводится к виду:

$$C_0 = C_1 - 2C_2, \quad (14)$$

где α — коэффициент, показывающий во сколько раз f_2 отличается от f_1 .

- The Q meter must be calibrated by means of the control CALIBRATION Q ∇ .
- The push-button CALIBRATION Q ∇ must be released.
- A capacitance value close to the maximum scale reading has to be set on the scale of the measuring capacitor by means of the control CAPACITANCE pF.
- The set capacitance C_1 has to be read on the appropriate scale.
- Resonance has to be established with the partial frequency range required set with the selector FREQUENCY.
- The resonant frequency f_1 has to be read.
- The frequency $f_2 = 2f_1$ has to be set with the control FREQUENCY.
- The Q meter must be calibrated anew.
- Resonance has to be established again by operating the control CAPACITANCE pF.
- The set resonating capacitance C_2 has to be read on the scale of the variable measuring capacitor.
- The inherent capacitance C_0 of the measured coil is computed from the formula:

$$C_0 = \frac{C_1 - 4C_2}{3} \quad (12)$$

Note:

In a general case, when the error in setting the frequency f_2 has been neglected, provided that $f_2 = \alpha \cdot f_1$ and under the condition that $\alpha > 1$, the following applies:

$$C_0 = \frac{C_1 - \alpha^2 C_2}{\alpha^2 - 1} \quad (13)$$

If $\alpha = \sqrt{2}$, then the above relation changes into the following simplified one:

$$C_0 = C_1 - 2C_2, \quad (14)$$

where α is the coefficient determining how many times f_2 is larger than f_1 .

9.4.2. Grafická metoda zjišťování vlastní kapacity cívek

Výraz $L \cdot \omega^2(C + C_0) = 1$ lze znázornit přímkou v rovině, jestliže se C bude považovat za nezávislou a $\frac{1}{f^2}$ za závislou proměnnou. Potom

$$\frac{1}{f^2} = (2\pi)^2 \cdot LC + (2\pi)^2 \cdot LC_0 \quad (15)$$

Při $\frac{1}{f^2} = 0$ obdržíme $C = -C_0$.

Proměřovaná cívka se připojí ke svorkám L_x . Při několika hodnotách kapacity C podle stupnice měrného kondenzátoru se změří rezonanční kmitočty a na základě těchto hodnot se sestrojí graf funkce (viz obr. 12).

Graf pro stanovení vlastní kapacity indukční cívky C_0

Obr. 12 Рис. 12 Fig. 12

$$\frac{1}{f^2} = F(C) \quad (16)$$

Přímku sestrojenou podle obdržených bodů je možno prodloužit až do průtnutí osy C . Záporný úsek

9.4.2. Графический метод определения собственной емкости катушек

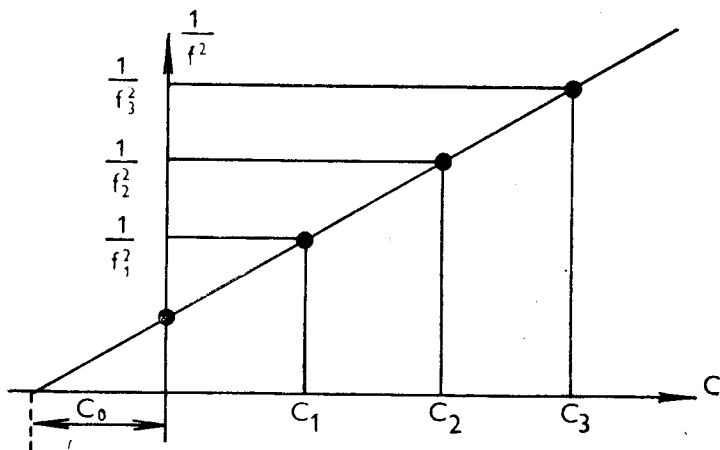
Выражение $L \cdot \omega^2(C + C_0) = 1$ можно представить прямой на плоскости, если принять C за независимую, а $\frac{1}{f^2}$ за зависимую переменную, то

$$\frac{1}{f^2} = (2\pi)^2 \cdot LC + (2\pi)^2 \cdot LC_0 \quad (15)$$

При $\frac{1}{f^2} = 0$ получаем $C = -C_0$.

Измеряемая катушка подключается к клеммам L_x . Для нескольких значений емкости C по шкале измерительного конденсатора производится измерение резонансной частоты и по этим значениям строится график функции (см. рис. 12).

График определения собственной емкости катушки индуктивности C_0



$$\frac{1}{f^2} = F(C) \quad (16)$$

Прямую, построенную по полученным точкам, можно продолжить до пересечения с осью C . От-

9.4.2. Method of the graphic ascertainment of the inherent capacitances of coils

The equation $L \cdot \omega^2(C + C_0) = 1$ can be expressed by a line if C is considered to be an independent variable and $\frac{1}{f^2}$ a dependent one.

Then,

$$\frac{1}{f^2} = (2\pi)^2 \cdot LC + (2\pi)^2 \cdot LC_0 \quad (15)$$

When $\frac{1}{f^2} = 0$, then $-C = C_0$.

The coil to be measured has to be connected to the terminals L_x . The resonant frequencies have to be read at several capacitances (C_1 , C_2 , etc.) set on the scale of the measuring capacitor. Based on these data, a graph of the function (16) has to be plotted as shown in Fig. 12.

Graph for ascertaining the inherent capacitance C_0 of a coil

$$\frac{1}{f^2} = F(C) \quad (16)$$

The line plotted from the obtained points can be extended to cut the C axis. The negative section

na ose C mezi průsečíkem této přímky s osou C a počátkem souřadnic odpovídá hodnotě vlastní kapacity C_0 měření indukční cívky.

9.5. Měření indukčnosti cívek

Měření indukčnosti za použití převáděcí stupnice KAPACITA - ИНДУКЧНОСТ (viz obr. 13) je možné jen na kmitočtech uvedených na této stupnici a vyznačených na stupnicích generátoru. Při měření postupujte takto:

- Přepínačem a knoflíkem КМИТОЧЕТ zvolte a nastavte takový kmitočet, na němž je možné měřit předpokládanou indukčnost.
- Měřenou cívku připojte na svorky L_x :
- Knoflíkem KAPACITA pF nalaďte obvod do rezonance a odečtěte hodnotu kapacity při rezonanci na stupnici kapacity měrného kondenzátoru.

Jestliže se nepodaří nalézt bod rezonance, znamená to, že hodnota naměřené indukčnosti leží mimo rozsah možností měření na zvoleném kmitočtu. V takovém případě je třeba zvolit a nastavit jiný kmitočet a snažit se nalézt rezonanci na jiném kmitočtu.

Pomocí převáděcí stupnice zjistíte hodnotu indukčnosti pro obdrženou hodnotu kapacity při rezonanci s přihlédnutím k rozsahu měřených indukčností na zvoleném kmitočtu.

Poznámka:

Indukčnost cívky na libovolném kmitočtu f [v mH] při rezonanci je možno vypočíst ze vzorce

$$L = \frac{25,33}{f^2(C + C_0)}, \quad (17)$$

kde f — kmitočet, MHz

рицательный отрезок на оси C между точкой пересечения указанной прямой с осью C и началом координат соответствует значению собственной емкости C_0 измеряемой катушки индуктивности.

9.5. Измерение индуктивности катушек

Измерение индуктивности с использованием шкалы перевода ЕМКОСТЬ - ИНДУКТИВНОСТЬ (см. рис. 13) возможно только на частотах, указанных на этой же шкале и обозначенных на шкалах генератора.

Измерение производите следующим образом:

- подберите и установите переключателем и ручкой ЧАСТОТА такую частоту, на которой возможно измерение предполагаемой индуктивности;
- исследуемую катушку подключите к клеммам L_x ;
- настройте контур в резонанс ручкой ЕМКОСТЬ pF и отметьте значение емкости при резонансе по шкале емкости измерительного конденсатора.

Если точку резонанса найти не удастся, то величина измеряемой индуктивности лежит за пределами возможных измерений на выбранной частоте. В таком случае, следует выбрать и установить другую частоту и попытаться найти резонанс на другой частоте:

- определите по шкале перевода значение индуктивности для полученного значения емкости при резонансе, учитывая диапазон измеряемых индуктивностей на выбранной частоте.

Примечание.

Индуктивность катушки на любой частоте f в миллигенри при резонансе можно определить по формуле:

$$L = \frac{25,33}{f^2(C + C_0)}, \quad (17)$$

где f — частота, МГц;

on this axis between the point of intersection of the line and the C axis and the origin of co-ordinates corresponds to the value of the inherent capacitance C_0 of the measured coil.

9.5. Method of inductance measurements

The inductance of a coil can be measured by using the conversion scale CAPACITANCE - INDUCTANCE (Fig. 13) only at the frequencies indicated and marked on the scales of the generator. The procedure is as follows:

- Such a frequency which is suitable for measuring the sought inductance must be selected with the selector FREQUENCY and set with the control FREQUENCY.
- The coil to be measured has to be connected to the terminals marked L_x .
- Resonance must be established by means of the control CAPACITANCE pF and the set resonating capacitance read from the scale of the measuring capacitor.

If resonance cannot be established, then the value of the sought inductance is outside the possibility of measuring it at the set frequency, and another frequency must be selected and the resonance position sought anew.

- The sought inductance value can be ascertained with the aid of the conversion scale based on the capacitance value obtained at resonance, taking into account the range of measurable inductances at the selected frequency.

Note:

The inductance of a coil at frequency f can be computed in terms of mH when the measuring circuit is at resonance, as follows:

$$L = \frac{25,33}{f^2(C + C_0)}, \quad (17)$$

where f — is the resonant frequency [MHz]

C — kapacita měrného kondenzátoru při rezonanci, pF

C_o — vlastní kapacita cívky, pF.

Není-li vlastní kapacita cívky známá, provede se měření na kmitočtu, při kterém zřejmě platí $C \gg C_o$.

9.6. Měření impedance dvojpólů Z

Za tím účelem je nutné:

- Ze sady indukčních cívek vybrat takovou cívku, která může rezonovat na kmitočtu, na němž se měří impedance Z , a připojit ji ke svorkám L_x (viz odstavec 5.4.7.).

Превáděcí stupnice КАПАЦИТА - ИНДУКЧНОСТЬ

Шкала перевода ЕМКОСТЬ - ИНДУКТИВНОСТЬ

Conversion scale CAPACITANCE - INDUCTANCE

C — емкость измерительного конденсатора при резонансе, пФ;

C_o — собственная емкость катушки, пФ.

Если собственная емкость катушки неизвестна, измерение следует производить на частоте, при которой заведомо $C \gg C_o$.

9.6. Измерение полного сопротивления двухполюсников Z

Для этого необходимо:

- из комплекта катушек индуктивности подобрать такую катушку, которая может резонировать на частоте измерения полного сопротивления Z и подключить ее к клеммам L_x (см. раздел 5.4.7.).

C — is the resonating capacitance [pF], and

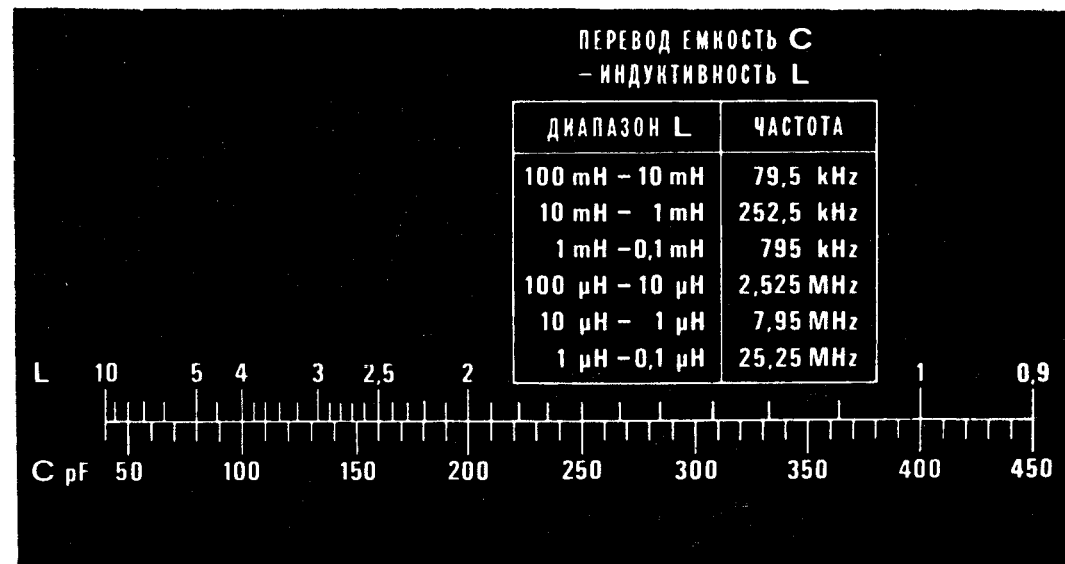
C_o — is the inherent capacitance of the coil [pF].

If the value C_o is unknown, it has to be measured according to Section 9.4., at $C \gg C_o$.

9.6. Method of measuring the impedance values Z of dipoles

In order to ascertain the impedance Z of a dipole, it is necessary to carry out the following procedure:

- Such an auxiliary coil must be selected from the set which is an accessory of the Q meter, which is capable of resonating at the frequency applied for measuring the impedance Z . The selected coil must be connected to the terminals L_x (see section 5.4.7.).



Превод kapacity C на индукчност L

Conversion of capacitance to inductance L

Obr. 13
Рис. 13
Fig. 13

- Nařídít kmitočet, na němž se bude provádět měření.
- Změnou kapacity měrného kondenzátoru naladit měrný obvod do rezonance a odečíst obdržené hodnoty Q_1 a C_1 .
- Proměřovaný dvojpól zapojit do série nebo paralelně s indukční cívkou (viz obr. 14).

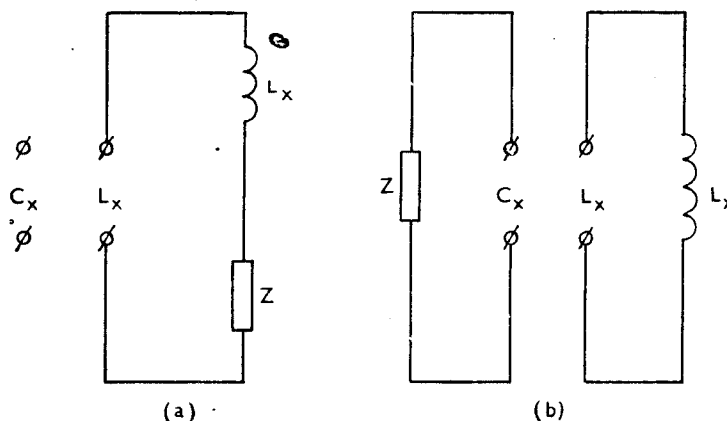
- установить частоту, на которой будет производиться измерение;
- изменением емкости измерительного конденсатора настроить измерительный контур в резонанс и отметить полученные величины Q_1 и C_1 ;
- подключить исследуемый двухполюсник последовательно или параллельно к катушке индуктивности (см. рис. 14).

- The measuring frequency has to be set.
- The measuring circuit has to be tuned to resonance by altering the capacitance of the measuring capacitor; the values Q_1 and C_1 have to be read.
- The dipole to be measured has to be connected in series with or parallel to the auxiliary coil [Fig. 14].

Schéma sériového (a) a paralelního (b) zapojení dvojpólu

Схемы последовательного (а) и параллельного (б) подключения двухполюсника

Diagram of the series (a) and parallel (b) connection of the measured dipole



Obr. 14 Рис. 14 Fig. 14

Poznámky

1. V paralelním zapojení se měří dvojpóly, u nichž

$$Z \geq R_{eq},$$

kde R_{eq} — náhradní odpor indukčních cívek
a v sériovém zapojení se měří dvojpóly, u nichž

$$Z \leq r,$$

kde r — činný odpor indukční cívky.

Примечания:

1. При параллельном включении измеряются двухполюсники, имеющие

$$Z \geq R_{eq},$$

где R_{eq} — эквивалентное сопротивление катушки индуктивности,
а при последовательном — двухполюсники, имеющие

$$Z \leq r,$$

где r — активное сопротивление катушки индуктивности

Notes:

1. The coil and dipole have to be in parallel when the following applies:

$$Z \geq R_{eq},$$

R_{eq} — is the equivalent resistance of the measured coil.

The dipole and the auxiliary coil must be in series when

$$Z \leq r,$$

r — is the resistance of the coil.

2. K sériovému zapojení dvojpólu použijte spojky z výbavy Q-metru.

— Knoflíkem KAPACITA pF naladíte obvod do rezonance a odečtete nové hodnoty Q_2 a C_2 .

— Vypočtete hodnoty činného a jalového odporu, kapacitu, indukčnost a Q vyšetřovaného dvojpólu pomocí vzorků:

a) Vzorce pro výpočet při sériovém připojení dvojpólu:

$$r = \frac{1}{2\pi f} \cdot \left(\frac{1}{C_2 \cdot Q_2} - \frac{1}{C_1 \cdot Q_1} \right) \quad (18)$$

$$X = \frac{C_1 - C_2}{2\pi f \cdot C_1 \cdot C_2} \quad (19)$$

$$Z = r + jX \quad (20)$$

$$L = \frac{C_1 - C_2}{\omega^2 \cdot C_1 C_2} \quad (21)$$

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1} \quad (22)$$

$$Q = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 Q_1 - C_2 Q_2} \quad (23)$$

Při $C_1 > C_2$ má odpor X indukční charakter, při $C_1 < C_2$ má kapacitní charakter.

b) Vzorce pro výpočet při paralelním připojení dvojpólu:

$$R = \frac{Q_1 Q_2}{\omega (C_2 Q_1 - C_1 Q_2)} \quad (24)$$

$$X = \frac{1}{\omega \cdot (C_2 - C_1)} \quad (25)$$

$$Z = \frac{1}{G} \quad (26)$$

$$G = \frac{1}{R} - j \frac{1}{X} \quad (27)$$

Při kapacitním charakteru dvojpólu:

2. Для последовательного подключения двухполюсников используйте перемычку из комплекта измерителя добротности.

— ручкой ЕМКОСТЬ pF настройте контур в резонанс и отсчитайте новые значения Q_2 и C_2 ;

— рассчитайте величины активного и реактивного сопротивлений, емкость, индуктивность и добротность исследуемого двухполюсника по формулам:

a) Формулы для расчета при последовательном подключении двухполюсника:

$$r = \frac{1}{2\pi f} \cdot \left(\frac{1}{C_2 \cdot Q_2} - \frac{1}{C_1 \cdot Q_1} \right) \quad (18)$$

$$X = \frac{C_1 - C_2}{2\pi f \cdot C_1 \cdot C_2} \quad (19)$$

$$Z = r + jX \quad (20)$$

$$L = \frac{C_1 - C_2}{\omega^2 \cdot C_1 C_2} \quad (21)$$

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1} \quad (22)$$

$$Q = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 Q_1 - C_2 Q_2} \quad (23)$$

При $C_1 > C_2$ сопротивление X имеет индуктивный характер, а при $C_1 < C_2$ — емкостной.

б) Формулы для расчета при параллельном подключении двухполюсника:

$$R = \frac{Q_1 Q_2}{\omega (C_2 Q_1 - C_1 Q_2)} \quad (24)$$

$$X = \frac{1}{\omega \cdot (C_2 - C_1)} \quad (25)$$

$$Z = \frac{1}{G} \quad (26)$$

$$G = \frac{1}{R} - j \frac{1}{X} \quad (27)$$

При емкостном характере двухполюсника:

2. In order to facilitate the series connection of dipole and coil, a connecting link is supplied as an accessory of the Q meter.

— Resonance has to be established anew by operating the control CAPACITANCE pF and the values Q_2 and C_2 read.

— The resistance, reactance, capacitance, inductance and quality factor of the tested dipole can be computed from the following formulae:

a) Formulae applying to a series-connected dipole:

$$r = \frac{1}{2\pi f} \cdot \left(\frac{1}{C_2 \cdot Q_2} - \frac{1}{C_1 \cdot Q_1} \right) \quad (18)$$

$$X = \frac{C_1 - C_2}{2\pi f \cdot C_1 \cdot C_2} \quad (19)$$

$$Z = r + jX \quad (20)$$

$$L = \frac{C_1 - C_2}{\omega^2 \cdot C_1 C_2} \quad (21)$$

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1} \quad (22)$$

$$Q = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 Q_1 - C_2 Q_2} \quad (23)$$

If $C_1 > C_2$, the reactance X is of inductive character; when $C_1 < C_2$, then its character is capacitive.

b) Formulae applying to a parallel-connected dipole:

$$R = \frac{Q_1 Q_2}{\omega (C_2 Q_1 - C_1 Q_2)} \quad (24)$$

$$X = \frac{1}{\omega \cdot (C_2 - C_1)} \quad (25)$$

$$Z = \frac{1}{G} \quad (26)$$

$$G = \frac{1}{R} - j \frac{1}{X} \quad (27)$$

When the dipole is of capacitive character, then

$$X_c = -\frac{1}{\omega C} \quad (28)$$

Při indukčním charakteru:

$$X_L = \omega L \quad (29)$$

Dvojpól má kapacitní charakter při $C_1 > C_2$ a indukční charakter při $C_1 < C_2$.

$$C = C_1 - C_2 \quad (30)$$

$$L = \frac{1}{\omega^2(C_2 - C_1)} \quad (31)$$

Činitel jakosti Q dvojpólu:

$$Q = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 \cdot (Q_1 - Q_2)} \quad (32)$$

9.7. Měření kapacity a činitele jakosti kondenzátorů s kapacitou menší než 425 pF

Při měření postupujte takto:

- Nastavte kmitočet, na kterém se má měřit kapacita a Q kondenzátoru.
- Ze sady indukčních cívek vyberte takovou, která může rezonovat na kmitočtu, na němž se provádí měření, a připojte ji ke svorkám L_x .
- Naladte měrný obvod do rezonance a odečtěte obdržené hodnoty Q_1 a C_1 .
- Na svorky C_x připojte zkoušený kondenzátor, znovu proveďte naladění do rezonance a zjistěte nové hodnoty C_2 , Q_2 .

Jestliže se nepodaří nalézt rezonanci, znamená to, že je kapacita připojeného kondenzátoru větší než C_1 . V takovém případě pak volbou jiné pomocné

$$X_c = -\frac{1}{\omega C} \quad (28)$$

При индуктивном характере:

$$X_L = \omega L \quad (29)$$

Двухполюсник имеет емкостной характер при $C_1 > C_2$ и индуктивный при $C_1 < C_2$.

$$C = C_1 - C_2 \quad (30)$$

$$L = \frac{1}{\omega^2(C_2 - C_1)} \quad (31)$$

Добротность двухполюсника:

$$Q = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 \cdot (Q_1 - Q_2)} \quad (32)$$

9.7. Измерение емкости и добротности конденсаторов емкостью менее 425 пФ

При измерении:

- установите частоту, на которой требуется измерить емкость и добротность конденсатора;
- из комплекта катушек индуктивности выберите такую, которая может резонировать на частоте измерения и подключите ее к клеммам L_x ;
- настройте измерительный контур в резонанс и отметьте полученные величины Q_1 и C_1 ;
- к клеммам C_x подключите измеряемый конденсатор, снова настройтесь в резонанс и определите новые значения C_2 , Q_2 .

Если резонанс не удастся найти, значит емкость подключенного конденсатора больше C_1 . В таком случае, выбором другой вспомогательной катуш-

$$X_c = -\frac{1}{\omega C} \quad (28)$$

when it is of inductive character, then

$$X_L = \omega L \quad (29)$$

The dipole is of inductive character when $C_1 < C_2$, and it is of capacitive character when $C_1 > C_2$.

$$C = C_1 - C_2 \quad (30)$$

$$L = \frac{1}{\omega^2(C_2 - C_1)} \quad (31)$$

The quality factor of the dipole is given by the formula:

$$Q = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 \cdot (Q_1 - Q_2)} \quad (32)$$

9.7. Method of measuring the capacitances and quality factors of capacitors of values less than 425 pF

The measuring procedure is as follows:

- The frequency at which the sought capacitance and Q factor have to be measured must be selected and set.
- A coil which is capable of resonating at the set frequency (which will be used for the measurement) has to be selected from the supplied set of auxiliary coils. The coil has to be connected to the terminals L_x .
- Resonance of the measuring circuit has to be established and the obtained values Q_1 and C_1 read.
- The capacitor to be measured has to be connected to the terminals C_x and resonance established anew. The new values C_2 and Q_2 must be read.

If resonance cannot be established, then the capacitance of the connected capacitor is higher than C_1 . In such a case, either another auxiliary coil or another frequency must be selected. The resonan-

cívky nebo jiného kmitočtu naladíte rezonanci při dostatečně velké kapacitě C_1 .

Kapacita a činitel jakosti zkoušeného kondenzátoru se stanoví ze vzorců

$$C_x = C_1 - C_2 \quad (33)$$

$$Q_{cx} = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{(Q_1 - Q_2) \cdot (C_1 + C_0)} \quad (34)$$

Efektivní paralelní odpor kondenzátoru je dán vzorcem

$$R_c = \frac{Q_1 Q_2}{\omega C_1 \cdot (Q_1 - Q_2)} \quad (35)$$

9.8. Měření kapacity kondenzátorů s kapacitou větší než 425 pF

Při měření postupujte takto:

- Nastavte kmitočet, na kterém se má měřit kapacita a Q kondenzátoru.
- Ze sady indukčních cívek vyberte takovou, která může rezonovat na kmitočtu, na němž se má měřit, a připojte ji ke svorkám L_x .
- Naladíte měrný obvod do rezonance a odečtete obdržené hodnoty Q_1 a C_1 .
- Pomocí spojky z výbavy Q -metru připojte zkoušený kondenzátor v sérii s indukční cívkou ke svorkám L_x .
- Naladíte obvod do rezonance a odečtete obdržené hodnoty Q_2 a C_2 .
- Zjistíte kapacitu a Q zkoušeného kondenzátoru ze vzorců

$$C_x = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1} \quad (36)$$

$$Q_{cx} = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 Q_1 - C_2 Q_2} \quad (37)$$

ки или другой частоты установите резонанс при достаточно большой емкости C_1 .

Емкость и добротность исследуемого конденсатора определяется по формулам:

$$C_x = C_1 - C_2 \quad (33)$$

$$Q_{cx} = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{(Q_1 - Q_2) \cdot (C_1 + C_0)} \quad (34)$$

Эффективное шунтирующее сопротивление конденсатора определяется по формуле:

$$R_c = \frac{Q_1 Q_2}{\omega C_1 \cdot (Q_1 - Q_2)} \quad (35)$$

9.8. Измерение емкости конденсаторов емкостью более 425 пФ

При измерении:

- установите частоту, на которой требуется измерить емкость и добротность конденсатора;
- из комплекта катушек индуктивности выберите такую, которая может резонировать на частоте измерения и подключите ее к клеммам L_x ;
- настройте измерительный контур в резонанс и отметьте полученные величины Q_1 и C_1 ;
- с помощью перемычки из комплекта измерителя добротности подсоедините исследуемый конденсатор последовательно с катушкой индуктивности к клеммам L_x ;
- настройте контур в резонанс и отметьте полученные величины Q_2 и C_2 ;
- определите емкость и добротность исследуемого конденсатора по формулам

$$C_x = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1} \quad (36)$$

$$Q_{cx} = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 Q_1 - C_2 Q_2} \quad (37)$$

ce must be established always at a sufficiently high value of C_1 .

The capacitance and quality factor of the capacitor under test can be computed as follows:

$$C_x = C_1 - C_2 \quad (33)$$

$$Q_{cx} = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{(Q_1 - Q_2) \cdot (C_1 + C_0)} \quad (34)$$

The parallel resistance of the measured capacitor is given by the formula:

$$R_c = \frac{Q_1 Q_2}{\omega C_1 \cdot (Q_1 - Q_2)} \quad (35)$$

9.8. Method of measuring capacitances higher than 425 pF

The measuring procedure is as follows:

- The frequency at which the sought capacitance and Q factor have to be measured must be selected and set.
- A coil which is capable of resonating at the selected measuring frequency has to be selected and connected to the terminals L_x .
- Resonance of the measuring circuit has to be established and the resulting values Q_1 and C_1 read.
- The capacitor to be measured has to be connected in series with the auxiliary coil to the terminals marked L_x (by means of the link which is an accessory of the Q meter).
- Resonance of the measuring circuit has to be established once more and the new values Q_2 and C_2 read.
- The capacitance and quality factor of the measured capacitor have to be computed from the following formulae:

$$C_x = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1} \quad (36)$$

$$Q_{cx} = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q_1 Q_2}{C_1 Q_1 - C_2 Q_2} \quad (37)$$

9.9. Měření parametrů dvojpólů

Při měření parametrů dvojpólů podle kapitoly 9.6., 9.7., 9.8. je třeba brát v úvahu, že chyba takovýchto měření ve značné míře závisí na hodnotách měřených parametrů a na způsobu připojení prvků dvojpólu ke Q-metru. Proto se v každém jednotlivém případě musí vyhodnotit chyby měření.

Například při měření velmi malých nebo velkých odporů budou odečtené hodnoty Q při prvním a druhém měření navzájem blízké. Pokud je ve vzorcích uvažován rozdíl mezi těmito hodnotami Q, může být tento rozdíl v některých případech srovnatelný nebo rovný hodnotě dílky stupnice Q. Měření bude v takovém případě velice nepřesné nebo vůbec ztratí smysl. Při měření velkých kapacit podle kapitoly 9.8. nebo malých odporů podle kapitoly 9.6. může mít podstatný vliv spojka, jež se při měření používá.

Q-metr je do určité míry univerzální a umožňuje provádět rozmanitá měření.

Kromě výše uvedených měření lze pomocí Q-metru také měřit parametry elektromagnetických materiálů, parametry dielektrických materiálů apod.

Metodika a technika těchto měření je popsána v odborné literatuře.

10. CHARAKTERISTICKÉ ZÁVADY A ZPŮSOBY JEJICH ODSTRANĚNÍ

10.1. Charakteristické závady, které se mohou vyskytnout u Q-metru, a způsoby jejich odstranění jsou uvedeny v tabulce 4.

9.9. Измерение параметров двухполюсников

При измерении параметров двухполюсников по п. п. 9.6., 9.7., 9.8. следует помнить, что погрешность таких измерений значительно зависит от значений измеряемых параметров и способов подключения элементов двухполюсников к измерителю добротности, поэтому в каждом отдельном случае необходимо производить оценку погрешностей измерения.

Например, при измерении очень малых или очень больших сопротивлений отсчитанные значения добротности при первом и втором измерениях будут близки. Поскольку в формулы входит разность между этими добротностями, эта разность может в отдельных случаях оказаться соизмеримой или равной цене деления шкалы добротности. Измерения в этом случае будут очень неточными, либо совсем потеряют смысл. При измерении больших емкостей по п. 9.8. или малых сопротивлений по п. 9.6. существенное влияние может оказать перемишка, применяемая при измерениях. Измеритель добротности в известной мере является универсальным и позволяет производить самые разнообразные измерения.

Кроме перечисленных выше измерений, с помощью измерителя добротности возможно измерение параметров электромагнитных материалов, параметров диэлектрических материалов и т. д. Методику и технику проведения таких измерений можно найти в специальной литературе.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Характерные неисправности, которые могут возникнуть в измерителе добротности, и методы их устранения указаны в табл. 4.

9.9. Notes on the measurement of the parameters of dipoles

When the parameters of dipoles are measured according to Section 9.6., 9.7. or 9.8., it must be borne in mind that the accuracy of the results obtained depends to a great extent on the magnitudes of the measured parameters and on how the components of the dipole concerned are connected to the Q meter. Therefore, in every case, the error of measurement must be taken into consideration.

For example, when very low or very high impedances are measured, then the Q values resulting from the 1st and 2nd measurements will be very close to each other. If the difference between these Q values has to be used in a formula, and if it is comparable or even equal to the value of one division line of the Q scale, then the measurement will be very inaccurate and of no purpose. When high capacitances are measured according to Section 9.8., or low impedances are measured according to Section 9.6., then the employed connecting link can have quite a considerable influence on the measurement.

The BM 560 Q meter is to a certain extent a universal instrument and thus enables the carrying out of a variety of measurements.

In addition to the described measurements, the Q meter is applicable also for the ascertainment of the properties of electromagnetic materials, the parameters of dielectric materials, etc. The methods and procedures of such measurements are described in specialized literature.

10. CHARACTERISTIC DEFECTS AND THEIR REMEDY

10.1. Characteristic defects which may occur in the Q meter and the methods of their remedy are given in the following Table.

Tabulka 4

Závada	Pravděpodobná příčina	Způsoby odstranění
1. Nesvíí kontrolka	Přepálená pojistka nebo žárovka, vadný napájecí zdroj +12,6 V	Vyměnit pojistku nebo žárovku, opravit zdroj Žárovku lze nejlépe vyjmout trubičkou z PVC.
2. Q-metr se nedá kalibrovat	a) Neodpadává relé P1, P2 (deska Y7) b) Vadný emitrový sledovač T1, T2 (deska Y7)	a) Zkontrolovat napájecí obvody vinutí relé P1, P2 a odstranit závadu b) Zkontrolovat napětí na kontrolovacích bodech desky Y7 a podle potřeby vyměnit tranzistory T1, T2
3. Nedá se nastavit nula Q	Nefunguje jedno z tlačítek S2-3, S2-4 (deska Y8) nebo S6	Vyměnit vadné tlačítko
4. Nezapíná se samočinné posouvání stupnice KAPACITA pF	Nefunguje jedno z tlačítek S2 - S5	Vyměnit vadné tlačítko

Таблица 4

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
1. Не горит сигнальная лампа	Перегорел предохранитель или лампа; вышел из строя источник питания +12,6 В	Заменить предохранитель или лампу; устранить неисправность источника. Лампу лучше всего вынуть трубочкой из полихлорвинила.
2. Измеритель добротности не калибруется	a) не сбрасывает реле P1, P2 (плата Y7) б) вышел из строя истоковый повторитель T1, T2 (плата Y7)	a) проверить цепи питания обмоток реле P1, P2 и устранить неисправность б) проверить напряжение на контролируемых точках платы Y7 и при необходимости заменить транзисторы T1, T2.
3. Не устанавливается нуль ΔQ	Не работает одна из кнопок S2-3, S2-4 (плата Y8) или S6.	Заменить неисправную кнопку.
4. Не включается автоматическое перемещение шкалы ЕМКОСТЬ	Не работает одна из кнопок S2 - S5	Заменить неисправную кнопку.

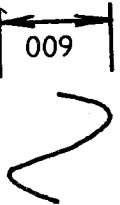
Table 4

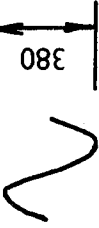
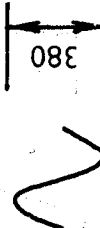
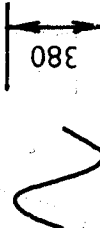
Defect	Probable cause	Remedy
1. The pilot lamp does not light up.	Blown fuse or burned out lamp. Defective power supply +12.6 V.	The defective fuse or lamp must be exchanged, the power supply repaired. The lamp can best be removed with a tube made from PVC.
2. The Q meter cannot be calibrated.	a) The relay P1 or P2 on the board Y7 does not drop out. b) Defective emitter follower (T1, T2) on the board Y7.	a) The power-circuits of the relays P1 P2 must be checked and repaired. b) The voltages on the test points of the board Y7 must be measured and, if necessary the transistors T1, T2 exchanged.
3. The zero of the Q meter cannot be set.	One of the push-buttons S2 - 3, S2 - 4 (board Y8) or S6 is inoperative.	The defective push-button switch must be exchanged.
4. The scale CAPACITANCE pF does not move automatically.	One of the push-buttons S2 to S5 is defective.	The defective push-button switch must be exchanged.

10.2. Přehled pracovních režimů

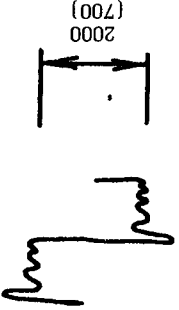
10.2. Карта рабочих режимов

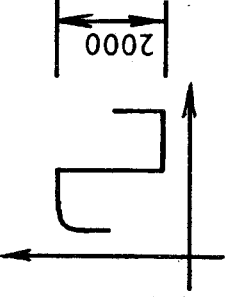
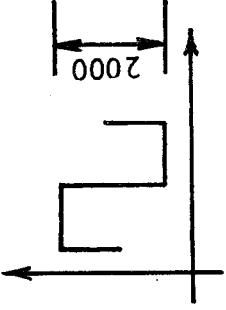
10.2. Survey of the operating modes

Kontrolo- vaný bod Контроли- руемая точка Test point	Stojnosměrné napětí [V] Постоянное напряжение [В] DC voltage [V]	Střídavé napětí [mV] Переменное напряжение [мВ] AC voltage [mV]	Poznámka Примечание Notes
3	—	Deska Y1 Печатная плата Y1 Board Y1 	při stisknutí tlačítka S10 (deska Y10) a kmitočtu 18 MHz (rozsah X) При нажатой кнопке S10 (плата Y10) и частота 18 МГц (диапазон X) Push-button S10 (board Y10) depressed at 18 MHz (range X).
4	—12,4 ±0,62	—	—
2	—	Deska Y2 Печатная плата Y2 Board Y2 	režim KALIBRACE, kmitočet 50 kHz Режим КАЛИБРОВКА частота 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
5 6 7 9 KB	+12,6 ±0,63 —12,6 ±0,63 —0,095 ±0,02 —0,1 ±0,02 + (0,45 — 0,8)	— — — — —	—
4,5 6	+12,6 ±0,63 —12,6 ±0,63	Napájecí zdroj 1AN 290 99 Источник питания 1AN 290 99 Power supply 1AN 290 99 — —	—
1 8	+20,5 ±1,5 —20,5 ±1,5	Napáječ 1AN 290 98 Источник питания 1AN 290 98 Power supply 1AN 290 98 — —	—
1	—	Deska Y4 Печатная плата Y4 Board Y4 	v režimu KALIBRACE na kmitočtu 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz v režimu KALIBRACE na kmitočtu 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
3	+12,6 ±0,63	—	—

Kontrolovaný bod Контролируемая точка Test point	Stejnoseměrné napětí [V] Постоянное напряжение [В] DC voltage [V]	Střídavé napětí [mV] Переменное напряжение [мВ] AC voltage [mV]	Poznámka Примечание Notes
2	—	Deska Y5 Печатная плата Y5 	v režimu KALIBRACE na kmitočtu 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
3	+12,6 ±0,63	—	v rozsahu kalibrace Q 5 + 30 На пределах добротности 5 - 30 Within the Q calibration range: 5 to 30
4	+12,6 ±0,63	—	v režimu KALIBRACE na kmitočtu 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency range: 50 kHz
5	—		
1	+12,6 ±0,63	Deska Y6 Печатная плата Y6 	v režimu KALIBRACE v rozsahu Q 300 + 1000 В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц 300 - 1000 Mode: CALIBRATION Q range: 300 to 1000
2	+12,6 ±0,63	—	v rozsahu Q 5 — 30 На пределах добротности 5 - 30 Within the Q range 5 to 30
4	—		v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
7	—		v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
9	—		v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz

Kontrolo- vaný bod Контроли- руемая точка Test point	Stejnoseměrné napětí [V] Постоянное напряжение [В] DC voltage [V]	Střídavé napětí [mV] Переменное напряжение [мВ] AC voltage [mV]	Poznámka Примечание Notes
1	—	Deska Y7 Печатная плата Y7 Board Y7 	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
2	+12,6 ±0,03	—	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
4	+12,6 ±0,03	—	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
5	—	Deska Y7 Печатная плата Y7 Board Y7 	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
2	—	Deska Y8 Печатная плата Y8 Board Y8 	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
3	—	Deska Y8 Печатная плата Y8 Board Y8 	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
7	-0,100 ±0,02	—	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
9	-0,095 ±0,02	—	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz

Kontrolo- vaný bod Контроли- руемая точка Test point	Stejnokměrné napětí [V] Постоянное напряжение [В] DC voltage [V]	Střídavé napětí [mV] Переменное напряжение [мВ] AC voltage [mV]	Poznámka Примечание Notes
11	+12,6 ±0,63	—	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
12	+12,6 ±0,63	—	v režimu KALIBRACE kmitočet 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
13	—		
16	+12,6 ±0,63	—	v rozsahu Q 5 ÷ 30 На пределе добротности 5 - 30 Q range: 5 to 30
18	+12,6 ±0,63	—	v rozsahu Q 5 ÷ 30 На пределе добротности 5 - 30 Q range: 5 to 30
19	+12,6 ±0,63	—	v rozsahu Q 5 ÷ 30 На пределе добротности 5 - 30 Q range: 5 to 30
29	—12,6 ±0,63	—	v rozsahu Q 5 ÷ 30 На пределе добротности 5 - 30 Q range: 5 to 30
2	—		při stisknutí tlačítka S10 (deska Y10) a kmitočtu 18 MHz (rozsah X) При нажатой кнопке S10 (плата Y10) и частоте 18 МГц (диапазон X)
4, 6, 8, 10	—		Push-button S10 (board Y10) depressed at 18 MHz (range X) при стиснутом tlačítku S10 (deska Y10) a kmitočtu 18 MHz (rozsah X) При нажатой кнопке S10 (плата Y10) и частоте 18 МГц (диапазон X) Push-button S10 (board Y10) depressed at 18 MHz (range X)

Kontrolovaný bod Контролируемая точка Test point	Stejněměrné napětí [V] Постоянное напряжение [В] DC voltage [V]	Střídavé napětí [mV] Переменное напряжение [mB] AC voltage [mV]	Poznámka Примечание Notes
12, 14, 16, 18	—		při stisknutí tlačítka S10 (deska Y10) a kmitočtu 18 MHz (rozsah X) При нажатой кнопке S10 (плата Y10) и частоте 18 МГц (диапазон X) Push-button S10 (board Y10) depressed at 18 MHz (range X)
19 21 U _{cc}	— +12,6 ±0,63 +5,0 ±0,25	 — —	při stisknutí tlačítka S10 (deska Y10) a kmitočtu 18 MHz (rozsah X) При нажатой кнопке S10 (плата Y10) и частоте 18 МГц (диапазон X) Push-button S10 (board Y10) depressed at 18 MHz (range X) při stisknutí tlačítka S10 (deska Y10) a kmitočtu 18 MHz (rozsah X) При нажатой кнопке S10 (плата Y10) и частоте 18 МГц (диапазон X) Push-button S10 (board Y10) depressed at 18 MHz (range X)
1 3 4	— —12,6 ±0,63 +12,6 ±0,63	Deska Y10 Печатная плата Y10  — —	při stisknutí tlačítka S10 (deska Y10) a kmitočtu 18 MHz (rozsah X) При нажатой кнопке S10 (плата Y10) и частоте 18 МГц (диапазон X) Push-button S10 (board Y10) depressed at 18 MHz (range X)
1 3	— +12,6 ±0,63	Deska Y11 Печатная плата Y11  —	v režimu KALIBRACE na kmitočtu 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz v režimu KALIBRACE na kmitočtu 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz

Kontrolovaný bod Контролируемая точка Test point	Stejnoseměrné napětí [V] Постоянное напряжение [В] DC voltage [V]	Střídavé napětí [mV] Переменное напряжение [мВ] AC voltage [mV]	Poznámka Notes Примечание
5	—		v režimu KALIBRACE na kmitočtu 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz
7	—		v režimu KALIBRACE na kmitočtu 50 kHz В режиме КАЛИБРОВКА на частоте 50 кГц Mode: CALIBRATION Frequency: 50 kHz

Poznámka:

Napětí se měří proti kostře přístroje. Střídavá napětí se mohou lišit od údajů z oscilogramů o $\pm 20\%$. V režimu KALIBRACE se ručka měřicího přístroje nastaví na značku ∇ .

Примечание.

Постоянные и переменные напряжения измерены относительно корпуса прибора. Переменные напряжения могут отличаться от указанных на осциллограммах на $\pm 20\%$. В режиме КАЛИБРОВКА стрелка измерительного прибора устанавливается на отметку ∇ .

Notes:

All the voltages must be measured against the framework of the instrument. The AC voltages obtained may differ by $\pm 20\%$ from those measured by means of an oscilloscope. In the mode CALIBRATION, the pointer of the indicating instrument must be set to the marker ∇ .

10.3. Po odstranění závady a při výměně součástek proveďte podle potřeby dostavení podle kapitoly 11.4. a kontrolu technických dat podle kapitoly 3.

V případě potřeby měření při odkrytovaném přístroji je třeba dodržovat zásady práce na částech pod nebezpečným napětím a smí je provádět jen osoba s odpovídající kvalifikací.

10.4. Pokyny pro opravy

Přístroj je výrobcem podroben přísné kontrole kvality součástí a nastavení obvodů. Přesto však během provozu vlivem stárnutí součástí, působením klimatických podmínek a event. i jiných vlivů se může vyskytnout závada, jež poruší funkci přístroje.

Při výměně vadných součástí používejte pouze typy, které jsou uvedeny v rozpisu elektrických součástí.

Přiložené schéma zapojení a nákresy desek s tištěnými spoji Vám usnadní pochopení principu a odstranění případných závad.

V duchu dobré tradice má n. p. TESLA Brno zájem na tom, aby jeho měřicí přístroje sloužily s maximální přesností zákazníkům. Nemáte-li proto při opravě vhodné kontrolní zařízení nebo dostatek zkušeností, doporučujeme provádět složitější opravy pouze ve výrobním závodě.

Adresa výrobního závodu:

TESLA Brno, n. p., Purkyňova 99, 612 45 Brno

Adresa servisu měřicích přístrojů (pro osob. styk):

TESLA Brno, n. p., servis měřicích přístrojů,
612 45 Brno, Mercova 8a (tel. 558 18)

(Servisní stanice provádí opravy přístrojů TESLA Brno, ORION, RFT, ROHDE-SCHWARZ a výrobků PLR.)

10.3. После устранения неисправностей и при замене деталей при необходимости произведите последующую подрегулировку в соответствии с п. 11.4. и проверку технических характеристик в соответствии с разделом 3.

В случае необходимости измерения при открытом приборе нужно соблюдать правила работы на деталях под опасным напряжением; это разрешается производить только лицам с отвечающей квалификацией.

10.4. Указания по ремонту

Прибор на заводе-изготовителе подвергается строгому контролю качества составных частей и регулировки схем. Несмотря на это, в процессе эксплуатации и старения элементов, под воздействием климатических условий и других явлений может иметь место неисправность, которая нарушает работоспособность прибора.

При замене вышедших из строя элементов необходимо использовать только типы, которые указаны в спецификации электрических деталей.

Приложенная электрическая схема и чертежи плат печатного монтажа облегчают понимание принципа действия и устранение возможных неисправностей.

В духе хорошей традиции народное предприятие ТЕСЛА Брно заинтересовано в том, чтобы его измерительные приборы служили с максимальной точностью потребителям. Поэтому если при ремонте нет подходящего контрольного оборудования или достаточного опыта, то рекомендуется осуществлять более сложные виды ремонта только на заводе-изготовителе.

Более подробные информации предоставляет:

КОВО, внешнеторговое объединение,
Прага — Чехословакия

10.3. After the repair of a defect and/or when a component has been exchanged, the instrument has to be readjusted, if necessary, according to Section 12.4. and its technical data checked according to Section 3.

If work has to be carried out on the instrument whilst it is under power and its covers are removed, it is essential to adhere to the standing regulations concerning the handling of electrical equipment. The measurements can be carried out only by competent persons.

10.4. Instructions for repairs

During production, the BM 560 Q meter has been submitted by the makers to stringent tests of the quality of the employed components and of the precision of adjustment. However, due to natural ageing of the components and/or the influence of adverse climatic conditions, after lengthy operation a defect may occur which can impair the correct operation of the instrument.

When a defective component has to be exchanged, only such a spare item should be employed which is indicated in the List of Electrical Components.

The enclosed wiring diagram and the drawings of the printed circuit boards will serve as an aid in the tracing and repairing of possible defects.

In order to uphold their good tradition, TESLA Brno, Nat. Corp., are greatly interested in ensuring that their measuring instruments serve the users with maximum accuracy. Therefore, customers who have not the necessary equipment for the purpose or sufficient experience are requested to entrust a more involved repair to the makers' repair service organization. Detailed information is available from:

KOVO, Foreign Trade Corporation,
PRAHA, Czechoslovakia.

11. TECHNICKÁ OBSLUHA

11.1. Při provádění prací spojených s technickou obsluhou je nutno dodržovat zásady bezpečnosti uvedené v kapitole 7.

11.2. Pro zajištění spolehlivé funkce Q-metru po dlouhou dobu užívání je nutno v předepsané době provádět preventivní prohlídky.

Q-metr se podrobuje dvojí preventivní prohlídce:

preventivní prohlídka 1 a preventivní prohlídka 2.

11.3. Preventivní prohlídku 1 provádí obsluha Q-metru nejméně jednou za čtvrt roku. Prohlídka zahrnuje:

- vnější vizuální prohlídku podle kapitoly 6.2.
- kontrolu stavu a provozuschopnosti ovládacích prvků
- funkční kontrolu Q-metru podle kapitoly 8.2.

11.4. Účelem preventivní prohlídky 2 je zjistit, zda technické údaje Q-metru odpovídají technickým datům uvedeným v kapitole 3.

Prohlídky se provádějí ve specializovaných útvech pro opravy a kontrolu nejméně jednou za rok.

Preventivní prohlídka 2 zahrnuje:

- kontrolu základní kmitočtové chyby seřizování stupnic generátoru
- kontrolu základní chyby kalibrace stupnice měrného kondenzátoru měřicí jednotky
- kontrolu základní chyby měření Q

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1. Во время выполнения работ по техническому обслуживанию необходимо выполнять меры безопасности, приведенные в разделе 7.

11.2. Для обеспечения надежной работы измерителя добротности в течение длительного периода эксплуатации необходимо своевременно проводить профилактические осмотры.

Измеритель добротности подвергается двум видам профилактических осмотров:

- профилактическому осмотру 1;
- ппрофилактическому осмотру 2.

11.3. Профилактический осмотр 1 производится обслуживающим персоналом измерителя добротности не реже 1 раза в квартал и включает в себя:

- внешний осмотр по п. 6.2.;
- проверку состояния и работоспособность органов управления;
- проверку измерителя добротности на функционирование по п. 8.2.

11.4. Профилактический осмотр 2 имеет целью определить соответствие технических данных измерителя добротности техническим параметрам, приведенным в формуляре.

Осмотр производится в специальных органах ремонта и поверки не реже 1 раза в год.

Профилактический осмотр 2 включает:

- поверку основной погрешности градуировки шкал генератора по частоте;
- поверку основной погрешности градуировки шкалы измерительного конденсатора измерительного блока;
- поверку основной погрешности измерения добротности;

11. SERVICING

11.1. When work connected with the servicing of the BM 560 Q meter is carried out, the safety measures given in Section 7 must be adhered to.

11.2. In order to ensure reliable operation of the Q meter for a lengthy period of time, it is essential to carry out at regular intervals the preventive inspections described further.

The Q meter has to be submitted to two types of preventive inspections: Preventive Inspection 1. and Preventive Inspection 2.

11.3. Preventive Inspection 1. has to be carried out by the operator (attendant) of the Q meter at least once every three months. The inspection consists in the following operations:

- Inspection according to Section 6.2.
- Checking of the state and operational ability of all the controls.
- Operational test of the Q meter according to Section 8.2.

11.4. The purpose of the Preventive Inspection 2. is to test whether the characteristic technical data of the Q meter still tally with those given in its Technical Data.

This inspection has to be carried out in the Test and Inspection Department at least once a year; it consists of the following operations:

- Checking of the basic frequency error and calibration of the generator scales.
- Checking of the basic error and calibration of the scale of the measuring capacitor of the measuring unit.
- Checking of the basic error in Q measurements.

— kontrolu chyby měření rozdílu hodnot Q.

V případě, že základní technické charakteristiky Q-metru neodpovídají požadavkům uvedeným v kapitole 3, je nutno provést regulaci Q-metru.

11.4.1. Jestliže základní chyba nastavení kmitočtu neodpovídá technickým požadavkům, je třeba provést dostavení kmitočtu na nejnižším kmitočtu X příslušného rozsahu pomocí jádra cívky L a na nejvyšším kmitočtu nastavením kondenzátoru C4 (deska Y1). Přitom je nutno kontrolovat, zda i na ostatních rozsazích chyba nastavení kmitočtu odpovídá technickým požadavkům.

11.4.2. Pokud základní chyba cejchování kapacitní stupnice měrného kondenzátoru měřicí jednotky neodpovídá technickým požadavkům, je třeba ji přesně seřídít pomocí doladovací kapacity, jejíž seřizovací šroub je na liště svorky C_x zprava, a posunutím noniusové stupnice.

11.4.3. Jestliže základní chyba měření hodnot Q neodpovídá technickým požadavkům, musí se sejmut boční kryt na levé straně Q-metru a spodní kryt a otáčením příslušných potenciometrů dosáhnout požadovaných údajů normálů Q (deska Y8):

R6	pro rozsah Q	5 - 30
R8	pro rozsah Q	30 - 100
R10	pro rozsah Q	100 - 300
R19	pro rozsah Q	300 - 1000

11.4.4. Jestliže chyba měření rozdílu hodnot činitele jakosti ΔQ neodpovídá technickým požadavkům, je nutno zkontrolovat nastavení zesilovače ΔQ .

Za tím účelem:

— поверку погрешности измерения разности величин добротности.

V случае несоответствия основных технических характеристик измерителя добротности требованиям формуляра необходимо произвести регулировку измерителя добротности.

11.4.1. Если основная погрешность установки частоты не соответствует техническим требованиям, необходимо произвести регулировку частоты на низшей частоте X поддиапазона сердечником катушки L, а на высшей частоте регулировкой конденсатора C4 (плата Y1). На остальных поддиапазонах основная погрешность установки частоты должна соответствовать техническим требованиям.

11.4.2. Если основная погрешность градуировки шкалы емкости измерительного конденсатора измерительного блока не соответствует техническим требованиям, то необходимо ее подрегулировать подстроечной емкостью, регулировочный винт которой находится на планке клеммы C_x справа, и смещением нониусной шкалы.

11.4.3. Если основная погрешность измерения величин добротности не соответствует техническим требованиям, то необходимо снять боковую панель с левой стороны прибора и нижнюю крышку и, вращая соответствующие потенциометры (на плате Y8), добиться требуемых показаний образцовой меры. R6 для диапазона Q 5 - 30, R8 — 30 - 100, R10 — 100 - 300, R19 — 300 - 1000.

11.4.4. Если погрешность измерения разности величин добротности ΔQ не соответствует техническим требованиям, то необходимо провести регулировку усилителя ΔQ .

Для этого:

— Checking of the basic error in Q difference measurements.

If a basic technical parameter of the Q meter differs from the one given in the Technical Specification, then the instrument must be readjusted.

11.4.1. If the basic error in the frequency adjustment of the generator scale does not meet the stipulations in the Technical Specification then the frequency must be readjusted at the lowest frequency of the lowest partial range X. by controlling the core of the coil L, and at its highest frequency by adjusting the capacitor C4 (on the board Y1). After which, the error in the frequency adjustment of all the other partial ranges must respond to the Specification.

11.4.2. If the basic error in the calibration of the capacitance scale of the measuring capacitor of the measuring unit exceeds the specified limit, then the scale must be recalibrated precisely by means of the trimmer capacitor, the control screw of which is at the right on the slot of the C_x terminal, as well as by adjusting the vernier scale.

11.4.3. If the basic error in Q measurements does not meet the stipulation in the Technical Specification, then the left side panel and the bottom panel of the Q meter must be taken off and by turning the appropriate potentiometers the required indications of Q standards can be reached (board Y8).

R6	for Q range	5 to 30
R8	for Q range	30 to 100
R10	for Q range	100 to 300
R19	for Q range	300 to 1000

11.4.4. If the error in the measurement of a difference between two Q values, i. e. ΔQ , does not tally with the data in the Technical Specification, then the adjustment of the ΔQ amplifier must be checked as follows:

— dejte přepínač ROZSAHY Q do polohy 300,

— proveďte kalibraci přístroje,

— přepněte přepínač Q - ΔQ do polohy ΔQ ,

— otáčením knoflíku NULA ΔQ nastavte ručku měřicího přístroje na nulu na stupnici $-\Delta Q$ - $+\Delta Q$,

— regulací odporu R11 dosáhněte požadovaných údajů normálu Q na rozsahu 300,

— přepínač ROZSAHY Q přepněte do polohy 1000 a regulací odporu R12 dosáhněte požadovaných údajů normálu Q na rozsahu 1000.

— установите переключатель ПРЕДЕЛЫ Q в положение 300;

— произведите калибровку прибора;

— установите переключатель Q - ΔQ в положение ΔQ ;

— вращая ручку НУЛЬ ΔQ , установите стрелку измерительного прибора на ноль по шкале $-\Delta Q$ ÷ $+\Delta Q$;

— регулировкой резистора R11 добейтесь требуемых показаний образцовой меры на пределе 300;

— установите переключатель ПРЕДЕЛЫ Q в положение 1000 и регулировкой резистора R12 добейтесь требуемых показаний образцовой меры на пределе 1000.

— The selector Q RANGES must be set to 300.

— The instrument must be calibrated.

— The selector Q - ΔQ must be in the position ΔQ .

— The pointer of the indicating meter has to be set to zero of the $-\Delta Q$ to $+\Delta Q$ scale by means of the control ZERO ΔQ .

— The required data of the Q standard must be set within the Q range 300 by means of the resistor R11.

— The selector Q RANGES has to be set to 1000 and R12 adjusted in order to obtain the required data of the employed Q standard.

12. KONTROLNÍ PŘEDPIS

Technický stav Q-metru se kontroluje za účelem zjištění jeho vhodnosti pro další použití. Kontrolu provádí obsluha a zvláštní útvary pro opravy a kontrolu.

12.1. Kontrolované charakteristiky

Při kontrole Q-metru se zjišťuje:

— základní chyba kalibrace kmitočtu generátoru

— základní chyba kalibrace kapacity stupnice měrného kondenzátoru

— chyba měření napětí na měřeném objektu

— základní chyba měření Q

12. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

Поверка технического состояния измерителя добротности проводится с целью установления его пригодности для дальнейшего использования обслуживающим персоналом и специальными органами ремонта и поверки.

12.1. Поверяемые характеристики

При поверке измерителя добротности определяют:

— основную погрешность градуировки генератора по частоте;

— основную погрешность градуировки шкалы измерительного конденсатора по емкости;

— погрешность измерения напряжения на измеряемом объекте;

— основную погрешность измерения добротности;

12. TEST SCHEDULE

The technical state of the BM 560 Q meter has to be submitted to the following test procedure when it has to be determined whether it is still suitable for further application.

This procedure must be carried out by the attendant (operator), together with personnel of the Test and Inspection Department.

12.1. Parameters to be checked

When the Q meter is tested, the following characteristic data have to be measured (checked):

— The basic error in the calibration of the generator.

— The basic error in the calibration of the capacitance of the scale of the measuring capacitor.

— The error in the measurement of the voltage across the measured object.

— The basic error in Q measurements.

- chyba měření rozdílu hodnot Q.
— погрешность измерения разности величин добротности.
— The error in the measurement of differences between Q values.

- 12.2. Podmínky kontroly
12.2. Условия поверки
12.2. Test conditions

— kontrola Q-metru se provádí za referenčních podmínek (kapitola 2.3.)
— проверка измерителя добротности должна проводиться в условиях сравнения (раздел 2.3.);
— The Q meter has to be tested under the reference conditions (Section 2.3.).

— Q-metr musí být plně skompletován (kromě příslušenství)
— измеритель добротности должен быть полностью укомплектован (кроме ЗИП);
— The Q meter must be complete (except the accessories).

— Q-metr musí být podroben vnější prohlídce podle kapitoly 6.2. a připraven k měření podle kapitoly 7.
— измеритель добротности должен быть подвергнут внешнему осмотру по п. 6.2. и подготовлен к измерениям согласно разделу 7.
— The Q meter already must have passed the inspection according to Section 6.2.

— The Q meter has to be prepared for a measurement according to Section 7.

Kontrolní a měřicí aparatura Typ	Použité parametry kontrolní a měřicí aparatury	Chyba měření, %	Pozn.
1. Elektronický měřič kmitočtu	kmitočtový rozsah 40 kHz ÷ 40 MHz	−0,02	do 10 kHz
2. Kapacitní můstek	rozsah měřených kapacit 20 pF ÷ 500 pF měrný kmitočet 1 kHz	±0,25 ±1	
3. Voltmiliampérmetr	rozsah měřených napětí 0,001 ÷ 1 V kmitočtový rozsah 40 Hz ÷ 80 kHz	±1	
4. Milivoltmetr	kmitočet 30 MHz rozsah měřených napětí 60 ÷ 600 mV	±4	
5. Univerzální voltmetr	rozsah měřených napětí: U ₌ = 0,1 mV ÷ 100 mV U _~ = 0,001 ÷ 300 V	±0,25 ±0,7	
	rozsah měřených proudů: I ₌ = 0,1 A ÷ 1 A I _~ = 0,1 ÷ 1 A	±0,4 1,0	
6. Nf signální generátor	kmitočet 50 kHz	±1,5	do 100 kHz
7. Sada normálů Q - 0272 - 2	výstupní napětí do 1 V	±4	
	f = 0,05 MHz Q _{jm} = 75	±1,5	
	f = 0,1 MHz Q _{jm} = 75	±1,5	
	f = 0,3 MHz Q _{jm} = 150	±1,5	
	f = 1 MHz Q _{jm} = 15	±1,5	
	f = 1 MHz Q _{jm} = 25	±1,5	
	f = 1 MHz Q _{jm} = 45	±1,5	
	f = 1 MHz Q _{jm} = 150	±1,5	
	f = 3 MHz Q _{jm} = 230	±1,5	
	f = 10 MHz Q _{jm} = 250	±1,5	
	f = 30 MHz Q _{jm} = 600	±3	
	f = 10 MHz ΔQ = ±25	±4	
	f = 15 MHz ΔQ _{jm} = ±25	±7	

12.3. Ke kontrole Q-metru se používá tato kontrolní a měřicí aparatura

V kapitole 12.4. jsou používané přístroje označeny vždy pořadovým číslem uvedeným v tabulce.

Kontrolní a měřicí aparatura Typ	Použité parametry kontrolní a měřicí aparatury	Chyba měření, %	Pozn.
8. Vf signální generátor	kmitočet 30 MHz napětí do 0,6 V	± 1 ± 10	
9. Megaohmmetr	výstupní napětí 500 V	± 10	
10. Univerzální přístroj na zkoušky průrazu	výstupní napětí 0 + 1 kV zátěžný proud 1 mA		
11. Autotransformátor	výstupní napětí 0 + 250 V		
12. Teploměr	s hodnotou dílku 0,1 °C		

12.3. Контрольно-измерительная аппаратура
для поверки измерителя добротности

Наименование КИА	Используемые параметры КИА	Погрешность измерения %	Приме- чание
1. Частотомер электродисковый ЧЗ - 38	Диапазон частот 40 кГц - 40 МГц	$\pm 0,02$	
2. Мост емкостей Е8 - 2	Диапазон измеряемых емкостей 20 - 500 пФ Частота измерения 1 кГц	$\pm 0,25$ ± 1	
3. Вольтмиллиамперметр Ф563	Пределы измеряемых напряжений 0,001 - 1 В Диапазон частот 40 Гц - 80 кГц	± 1	
4. Милливольтметр ВЗ - 43	Частота 30 МГц Пределы измеряемых напряжений 60 - 600 мВ	± 4	
5. Вольтметр универсальный В7 - 22	Диапазон измеряемых напряжений $U_{\sim} = 0,1 - 100$ мВ $U_{\sim} = 0,001 - 300$ В	$\pm 0,25$ $\pm 0,7$	до 10 кГц
	Диапазон измеряемых токов $I_{\sim} = 0,1 - 1$ А $I_{\sim} = 0,1 - 1$ А	$\pm 0,4$ $\pm 1,0$	до 100 кГц
6. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ - 102	Частота 50 кГц Выходное напряжение до 1 В	$\pm 1,5$ ± 4	
7. Набор образцовых мер добротности Q - 0272 - 2	$f = 0,05$ МГц $Q_{ном} = 75$ $f = 0,1$ МГц $Q_{ном} = 75$ $f = 0,3$ МГц $Q_{ном} = 150$ $f = 1$ МГц $Q_{ном} = 15$ $f = 1$ МГц $Q_{ном} = 25$ $f = 1$ МГц $Q_{ном} = 45$ $f = 1$ МГц $Q_{ном} = 150$ $f = 3$ МГц $Q_{ном} = 230$ $f = 10$ МГц $Q_{ном} = 250$ $f = 30$ МГц $Q_{ном} = 600$ $f = 10$ МГц $\Delta Q_{ном} = \pm 25$ $f = 15$ МГц $\Delta Q_{ном} = \pm 25$	$\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ ± 3 ± 4 ± 7	

Наименование КИА	Используемые параметры КИА	Погрешность измерения %	Приме- чание
8. Генератор сигналов высокочастотный Г4 - 102	Частота 30 МГц Напряжение до 0,6 В	± 1 ± 10	
9. Мегомметр М4100/3	Выходное напряжение 500 В	± 10	
10. Универсальная пробойная установка УПУ - 1М	Выходное напряжение 0 - 1 кВ Ток нагрузки 1 мА		
11. Автотрансформатор ЛАТР - II	Выходное напряжение 0 - 250 В		
12. Термометр	с ценой деления 0,1 °С		

Примечание:

В разделе 12.4. используемые приборы обозначены порядковым номером согласно таблице. (Можно использовать и другие измерительные приборы с соответствующими параметрами.)

Test and measuring instrument	Required parameters		Measuring error %	Notes
1. Electronic frequency meter	Range: 40 kHz to 40 MHz		-0.02	Up to 10 kHz
2. Capacitance bridge	Range: 20 to 500 pF Measuring frequency: 1 kHz		± 0.25 ± 1	
3. Volt-milliammeter	Voltage range: 0.001 to 1 V Frequency range: 40 Hz to 80 kHz		± 1	
4. Millivoltmeter	Range: 60 to 600 mV Frequency: 30 MHz		± 4	
5. Universal voltmeter	Voltage ranges: DC 0.1 to 100 mV AC 0.001 to 300 V		± 0.25 ± 0.7	Up to 100 kHz
	Current ranges: DC 0.1 to 1 A AC 0.1 to 1 A		± 0.4 ± 1.0	
6. AF signal generator	Frequency: 50 kHz Output: Up to 1 V		± 1.5 ± 4	
7. Set of Q - 0272 - 2 standards	Frequency MHz	Rated Q	Accuracy %	
	0.05	75	± 1.5	
	0.1	75	± 1.5	
	0.3	150	± 1.5	
	1.0	15	± 1.5	
	1.0	25	± 1.5	
	1.0	45	± 1.5	
	1.0	150	± 1.5	
	3.0	230	± 1.5	
	10	250	± 1.5	

12.3. The following test and measuring instrumentation is required for carrying out the complete test procedure:

In section 12.4. the applied instruments are designated always with the ordinal numbers quoted in the Table.

Test and measuring instrument	Required parameters	Measuring error %	Notes
	Frequency MHz	Rated Q	Accuracy %
	30	600	± 3
	10	$\Delta Q \pm 25$	± 4
	15	$\Delta Q \pm 25$	± 7
8. RF signal generator	Frequency: 30 MHz Output: Up to 0.6 V	± 1 ± 10	
9. Megger	Output: 500 V	± 10	
10. Universal breakdown tester	Output: 0 to 1 kV Loading current: 1 mA		
11. Autotransformer	Range: 0 to 250 V		
12. Thermometer	Graduations: 0.1 °C		

12.4. Postup při kontrole parametrů Q-metru

12.4.1. Základní chyba seřechování kmitočtu generátoru se kontroluje pomocí měřiče kmitočtu.

Vstup měřiče kmitočtu připojte do konektoru MĚŘENÍ KMITOČTU na zadní stěně Q-metru, stiskněte tlačítko KALIBRACE Q ∇ a knoflík KALIBRACE Q ∇ vytočte vpravo až na doraz.

Kontrolovaný kmitočet (1) se nastavuje podle stupnic generátoru Q-metru, odečítá se na měřiči kmitočtu. Kontrola základní chyby nastavení kmitočtu se provádí nejméně na třech očíslovaných bodech stupnice každého dílčího rozsahu (dva kmitočty na krajích a jeden uprostřed dílčího rozsahu).

Základní chyba nastavení kmitočtu generátoru se zjišťuje dvakrát — při přiblížení ke kontrolovanému bodu stupnice od větších a od menších kmitočtů.

Základní chyba nastavení kmitočtu generátoru (δf) v procentech se vypočítá pomocí vzorce

12.4. Методика поверки параметров измерителя добротности

12.4.1. Основная погрешность градуировки генератора по частоте проверяется с помощью частотомера.

Подключите вход частотомера к гнезду КОНТРОЛЬ ЧАСТОТЫ на задней стенке измерителя добротности, нажмите кнопку КАЛИБРОВКА Q ∇ , а ручку КАЛИБРОВКА Q ∇ установите вправо до упора.

Контролируемая частота (1) устанавливается по шкалам генератора измерителя добротности, отсчет снимается по частотомеру. Проверка основной погрешности установки частоты производится не менее, чем в трех оцифрованных отметках шкалы каждого поддиапазона (две частоты по краям и одна в середине поддиапазона).

Определение основной погрешности установки частоты генератора производят дважды — при подходе к проверяемой отметке со стороны увеличения и уменьшения частоты.

Основная погрешность установки частоты генератора (δf) в процентах определяется по формуле:

12.4. Procedure for testing the parameters of the Q meter

12.4.1. The basic error in the calibration of the generator has to be checked with the aid of the frequency meter (1) connected to the terminals FREQUENCY MEASUREMENT on the back panel of the Q meter. The push-button CALIBRATION Q ∇ must be depressed and the control CALIBRATION Q ∇ turned fully clockwise.

The frequency to be checked has to be set on the scale of the generator of the Q meter and read on the frequency meter. The basic error in the calibration of the generator must be checked at least at three numbered division lines on each partial frequency scale (two frequencies near the ends of the partial range and one in its centre).

The basic error in the frequency calibration of the generator has to be ascertained twice, proceeding in the directions towards higher and lower frequencies respectively.

The basic error (δf) in the generator frequency setting has to be computed as a percentage from the following formula:

$$\delta f = \frac{f_1 - f_2}{f_2} \cdot 100, \quad (38)$$

kde f_2 — skutečná hodnota kmitočtu udaná měřičem kmitočtu

f_1 — hodnota kmitočtu odečtená na stupnici generátoru Q-metru

Kontrola kmitočtové rezervy na krajích rozsahu a mezi dílčími rozsahy se provede na začátku a na konci rozsahu v krajních neočíslovaných bodech vzhledem k nejbližším očíslovaným bodům na stupnicích.

Kmitočtová rezerva generátoru v procentech se zjistí ze vzorce

$$\delta f' = \frac{f_n - f_o}{f_o} \cdot 100, \quad (39)$$

kde f_o — hodnota kmitočtu v očíslovaném bodě

f_n — hodnota kmitočtu v neočíslovaném bodě.

12.4.2. Základní chyba cejchování měrného kondenzátoru se kontroluje na všech očíslovaných značkách při zapnutém Q-metru.

Připojte měřič kapacity (2) na svorky C_x (viz obr. 15). Kapacitu nastavujte podle stupnice měrného kondenzátoru a skutečnou hodnotu odečtete na měřiči kapacity.

Měření se provede dvakrát — při přiblížení ke kontrolované značce směrem od větších a od menších kapacit.

Základní chyba cejchování měrného kondenzátoru se určuje pomocí vzorců:

— absolutní chyba ΔC [pF]:

$$\Delta C = C_1 - C_2 \dots \text{při kapacitě do } 100 \text{ pF}, \quad (40)$$

$$\delta f = \frac{f_1 - f_2}{f_2} \cdot 100, \quad (38)$$

где f_2 — действительное значение частоты, отсчитанное по частотомеру;

f_1 — значение частоты, отсчитанное по шкале генератора измерителя добротности.

Проверка запаса по частоте по краям диапазона и между поддиапазонами производится в начале и в конце диапазона в крайних неоцифрованных отметках по отношению к ближайшим оцифрованным отметкам шкал.

Запас по частоте генератора в процентах определяется по формуле:

$$\delta f' = \frac{f_n - f_o}{f_o} \cdot 100, \quad (39)$$

где f_o — значение частоты в оцифрованной отметке;

f_n — значение частоты в неоцифрованной отметке

12.4.2. Основная погрешность градуировки измерительного конденсатора проверяется на всех оцифрованных отметках при включенном измерителе добротности.

Измеритель емкости (2) подключите к клеммам C_x (см. рис. 15). Значение емкости устанавливайте по шкале измерительного конденсатора, а действительное значение отсчитывайте по измерителю емкости.

Измерения производят дважды — при подходе к поверяемой отметке со стороны увеличения и уменьшения емкости.

Основная погрешность градуировки шкалы измерительного конденсатора определяется по формулам:

— абсолютная погрешность (ΔC) в пикофарадах

$$\Delta C = C_1 - C_2 \text{ — при емкости до } 100 \text{ пФ}, \quad (40)$$

$$\delta f = \frac{f_1 - f_2}{f_2} \cdot 100, \quad (38)$$

where f_2 — is the true value of the standard frequency as measured by the frequency meter, and

f_1 — is the frequency read on the scale of the generator of the Q meter.

The frequency reserve at the ends of the total frequency range and between the partial ranges has to be checked at the ends of the range at plain (not numbered) division lines towards the nearest numbered division lines on the scales.

The frequency reserve of the generator can be computed as a percentage from the following formula:

$$\delta f' = \frac{f_n - f_o}{f_o} \cdot 100, \quad (39)$$

where f_o — is the frequency at the plain division line, and

f_n — is the frequency at the numbered division line.

12.4.2. The basic error in the calibration of the scale of the measuring capacitor has to be checked at all the numbered division lines when the Q meter is operative.

The capacitance bridge (2) has to be connected to the terminals C_x (Fig. 15). The capacitance values have to be set with the capacitance scale of the measuring capacitor and read on the capacitance bridge.

The measurement has to be carried out twice, by approaching the checked division line from the lower and higher capacitance values respectively. The basic error in the calibration of the capacitance scale is computed from the following two formulae:

Absolute error ΔC in terms of pF:

$$\Delta C = C_1 - C_2 \dots \text{at capacitances up to } 100 \text{ pF} \quad (40)$$

Schéma zapojení zkoušených objektů

Схема подключения измеряемых объектов

Diagram of the connection of tested objects

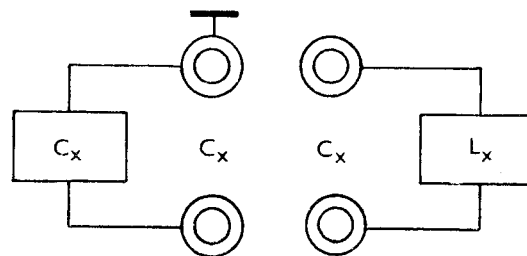


Schéma připojení měřiče kapacity

Схема подключения образцового измерителя емкости

Diagram of the connection of a capacitance meter

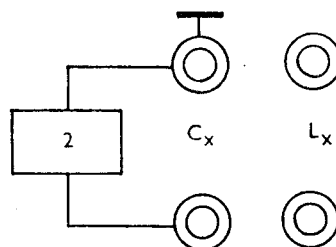
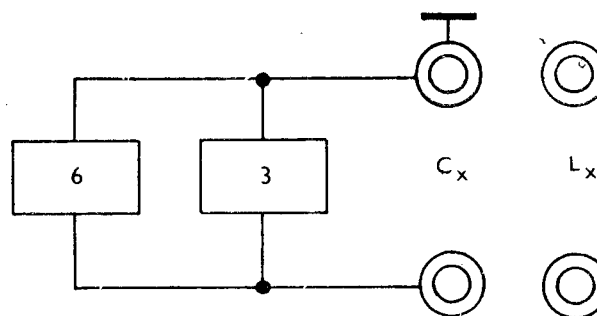


Schéma zapojení přístrojů pro měření napětí na zkoušeném objektu

Схема подключения приборов для измерения напряжения на измеряемом объекте

Diagram of the connection of instruments for the measurement of the voltage across the tested object



Obr. 15 Рис. 15 Fig. 15

Způsob připojení zkoušených objektů a kontrolní aparatury ke svorkám Q-metru

Схемы подключения измеряемых объектов и контрольной аппаратуры к клеммам измерителя добротности

Methods of connecting the tested objects and test instruments to the terminals of the Q meter

kde C_1 — hodnota kapacity měrného kondenzátoru odečtená na jeho stupnici

kde C_2 — skutečná hodnota kapacity měrného kondenzátoru na očíslovaných bodech stupnice

— relativní chyba (δC) v procentech:

$$\delta C = \frac{C_1 - C_2}{C_2} \cdot 100 \dots \text{při kapacitě větší než } 100 \text{ pF} \quad (41)$$

12.4.3. Kontrola napětí na zkoušeném objektu a stanovení jeho základní chyby se provede pomocí signálních generátorů 6 a 8, pomocí voltmiliampérmetru 3 a milivoltmetru 4 ve všech očíslovaných bodech stupnice napětí Q-metru.

Ke svorkám C_x Q-metru připojte generátor 6 a voltmiliampérmetr 3. Přepínačem a knoflíkem KMITOČET nastavte kmitočet 50 kHz na stupnici generátoru Q-metru. Nastavte tentýž kmitočet vnějšího generátoru. Přepínač Q - ΔQ přepněte do polohy Q. Stiskněte libovolné tlačítko přepínače ROZSAHY Q. Knoflíkem KAPACITA pF nastavte stupnici měrného kondenzátoru na značku 25. Stiskněte tlačítko KALIBRACE Q ∇ a otáčením knoflíku KALIBRACE Q ∇ nastavte ručku měřicího přístroje na kalibrační značku ∇ . Povolte tlačítko KALIBRACE ∇ .

Nastavte napětí vnějšího generátoru podle stupnice zkoušeného Q-metru na kontrolovanou očíslovanou značku stupnice. Napětí odečtěte na voltmiliampérmetru 3.

Základní chyba měření napětí na proměřovaném objektu v každém očíslovaném bodě (v procentech krajní hodnoty pracovní části stupnice) se vypočte pomocí vzorce

где C_1 — значение емкости измерительного конденсатора, отсчитанное по его шкале;

C_2 — действительное значение емкости измерительного конденсатора в оцифрованных отметках шкалы;

— относительная погрешность (δC) в процентах

$$\delta C = \frac{C_1 - C_2}{C_2} \cdot 100 \dots \text{при емкости выше } 100 \text{ пФ} \quad (41)$$

12.4.3. Проверка напряжения на измеряемом объекте и определение его основной погрешности проводится с помощью генераторов сигналов 6 и 8, а также вольтмиллиамперметра 3 и милливольтметра 4 на всех оцифрованных отметках шкалы напряжений измерителя добротности.

Подключите генератор 6 и вольтмиллиамперметр 3 к клеммам C_x измерителя добротности. Переключателем и ручкой ЧАСТОТА установите частоту 50 кГц на шкале генератора измерителя добротности. Установите такую же частоту внешнего генератора. Переключатель Q - ΔQ установите в положение Q. Нажмите любую кнопку переключателя ПРЕДЕЛЫ Q. Ручкой ЕМКОСТЬ пФ установите шкалу измерительного конденсатора на отметку 25. Нажмите кнопку КАЛИБРОВКА Q ∇ и, вращая ручку КАЛИБРОВКА Q ∇ , установите стрелку измерительного прибора на калибровочную отметку ∇ . Отпустите кнопку КАЛИБРОВКА Q ∇ .

Установите напряжение внешнего генератора по шкале испытуемого измерителя добротности на проверяемую оцифрованную отметку шкалы. Отсчет напряжения производите по вольтмиллиамперметру 3.

Основная погрешность измерения напряжения на измеряемом объекте в каждой оцифрованной отметке шкалы в процентах от конечного значения рабочей части шкалы определяется по формуле:

where C_1 — is the reading on the capacitance scale of the Q meter, and

C_2 — is the true capacitance value at the measured point of the capacitance scale.

Relative error δC as a percentage:

$$\delta C = \frac{C_1 - C_2}{C_2} \cdot 100 \dots \text{at capacitances above } 100 \text{ pF} \quad (41)$$

12.4.3. The voltage across the measured object has to be checked and the basic error ascertained with the aid of the signal generators (6 and 8), the volt-milliammeter (3) and the millivoltmeter (4) at all the numbered division lines of the voltage scale of the Q meter.

The AF generator (6) has to be connected to the terminals C_x in parallel with the volt-milliammeter (3). The frequency of 50 kHz has to be set on the scale of the generator of the Q meter with the selector and the control which are both marked FREQUENCY. The external generator has to be set to the same frequency. The selector Q - ΔQ must be in the position Q and any of the Q ranges selected by means of one of the push-buttons of the selector Q RANGES. Then the scale CAPACITANCE pF has to be set to the division line 25 and the push-button CALIBRATION Q ∇ depressed. By operating the control CALIBRATION Q ∇ , the pointer of the indicating meter is set to the marked ∇ and then the push-button CALIBRATION Q ∇ released.

The output voltage of the external AF generator (6) has to be set, according to the indication on the Q voltmeter to one of the numbered division lines on the scale which has to be checked. The actual voltage has to be read on the scale of the volt-milliammeter (3).

The basic measuring error of the voltage across the measured object at each numbered division line (as a percentage of the f. s. d. value) is computed from the following formula:

$$\delta U = \frac{U_1 - U_2}{U_k} \cdot 100, \quad (42)$$

kde U_2 — skutečná hodnota napětí na měřeném objektu odečtená na stupnici voltmiliampérmetru

U_1 — údaj kontrolovaného Q-metru

U_k — koncová hodnota pracovní části stupnice kontrolovaného Q-metru.

Odpojte generátor 6 a voltmiliampérmetr 3. Na svorky C_x Q-metru připojte generátor 8 a milivoltmetr 4.

Na stupnici generátoru 8 nastavte kmitočet 30 MHz. Zkontrolujte kalibraci Q-metru na kmitočtu 30 MHz a podle potřeby jej dokalibrujte. Nastavte napětí vnějšího generátoru podle stupnice zkoušeného Q-metru na kontrolovaný očíslovaný bod stupnice.

Napětí odečtěte na milivoltmetru (4).

Základní chyba měření na zkoušeném objektu v každém číslovaném bodě stupnice (v procentech koncové hodnoty pracovní části stupnice) se vypočte podle vzorce (42).

12.4.4. Kontrola rozsahu přímého odečítání Q a rozdílu hodnot Q se provede zjištěním údajů na stupnicích Q-metru a jejich porovnáním s technickými údaji.

Základní chyba měření Q se kontroluje pomocí normálů Q.

Normál Q připojte na svorky L_x Q-metru. Přepínačem a knoflíkem KMITOČET nastavte kmitočet, na kterém je atestován normál. Přepínač Q - ΔQ dejte

$$\delta U = \frac{U_1 - U_2}{U_k} \cdot 100, \quad (42)$$

где U_2 — действительное значение напряжения на измеряемом объекте, отсчитанное по шкале вольтмиллиамперметра;

U_1 — показания проверяемого измерителя добротности;

U_k — конечное значение рабочей части шкалы проверяемого измерителя добротности.

Отключите генератор 6 и вольтмиллиамперметр 3. Подключите к клеммам C_x измерителя добротности генератор 8 и милливольтметр 4.

Установите по шкале генератора 8 частоту 30 МГц. Проконтролируйте калибровку измерителя добротности на частоте 30 МГц и в случае необходимости подкалибруйте его. Установите напряжение внешнего генератора по шкале испытываемого измерителя добротности на проверяемую оцифрованную отметку шкалы.

Отсчет напряжения производите по милливольтметру 4.

Основная погрешность измерения напряжения на измеряемом объекте в каждой оцифрованной отметке шкалы в процентах от конечного значения рабочей части шкалы определяется по формуле (42).

12.4.4. Проверка пределов непосредственного отсчета добротности и разности значений добротности проводится осмотром шкал измерителя добротности и сравнением их с требованиями технических условий на измеритель добротности.

Проверка основной погрешности измерения добротности проводится с помощью образцовых мер добротности.

Меру добротности подключите к клеммам L_x измерителя добротности. Переключателем и ручкой ЧАСТОТА установите частоту, на которой аттес-

$$\delta U = \frac{U_1 - U_2}{U_m} \cdot 100, \quad (42)$$

where U_2 — is the true voltage across the measured object read on the scale of the volt-milliammeter,

U_1 — is the reading on the Q voltmeter, and

U_m — is the maximum value of the checked scale of the Q meter.

The AF generator (6) and the volt-milliammeter (3) must be disconnected and the RF signal generator (8) connected in parallel with the millivoltmeter (4).

The frequency of 30 MHz has to be set on the scale of the RF generator (8) and the calibration of the Q meter checked at this frequency and, if necessary, corrected. The output voltage of the external generator (8) has to be set according to the tested numbered division line on the Q voltmeter scale and the voltage read on the scale of the millivoltmeter (4).

The basic measuring error in the voltage across the measured object at each numbered division line on the checked scale (as a percentage of the f. s. d. value) has to be computed from the known formula (42).

12.4.4. The direct reading ranges of Q values and ΔQ values have to be checked by ascertaining the data on the scales of the Q meter and comparing them with the data given in the Technical Specification.

The basic measuring error in Q measurements is ascertained by the use of Q standards (7).

The selected Q standard has to be connected to the terminals L_x of the Q meter and the frequency, at which the Q standard employed was certified,

do polohy Q. Přepínač ROZSAHY Q nastavte na požadovaný rozsah měření. Stiskněte tlačítko KALIBRACE Q ▽. Otáčením knoflíku KALIBRACE Q ▽ nastavte ručku měřicího přístroje na kalibrační značku ▽. Povolte tlačítko KALIBRACE.

Otáčením knoflíku KAPACITA pF nalaďte obvod do rezonance a dosáhněte přitom maximální výchylky ručky měřicího přístroje.

Zkontrolujte kalibraci a v případě odchylky nastavte ručku měřicího přístroje na kalibrační značku. Zkontrolujte naladění obvodu do rezonance a odečtěte Q.

Hodnotu normálu Q změřte třikrát. Před každým měřením se normál musí odpojit a znovu připojit ke svorkám Q-metru.

$$\delta Q = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} \cdot 100, \quad (43)$$

kde Q_2 — skutečná hodnota normálu Q uvedená v osvědčení příslušného normálu

Q_1 — naměřená hodnota Q.

12.4.5. Základní chyba měření rozdílu hodnot Q se kontroluje pomocí normálů ΔQ .

Připojte normál Q ke svorkám L_x . Přepínač na normálu Q nastavte do střední polohy. Změřte Q.

Přepínač Q - ΔQ dejte do polohy ΔQ a knoflíkem NULA ΔQ nastavte ručku měřicího přístroje na nulu stupnice ΔQ . Při přepnutí přepínače na proměřovaném normálu do krajní pravé nebo levé po-

тована мера. Переключатель Q - ΔQ установите в положение Q. Переключатель ПРЕДЕЛЫ Q установите на требуемый предел измерения. Нажмите кнопку КАЛИБРОВКА Q ▽. Вращая ручку КАЛИБРОВКА Q ▽, установите стрелку измерительного прибора на калибровочную отметку ▽. Отпустите кнопку КАЛИБРОВКА ▽.

Вращая ручку ЕМКОСТЬ pF, настройте контур в резонанс, добившись при этом максимального отклонения стрелки измерительного прибора вправо.

Проконтролируйте калибровку и, в случае отклонения, установите стрелку измерительного прибора на калибровочную отметку. Проверьте настройку контура в резонанс и произведите отсчет добротности.

Измерение добротности образцовой меры производите трижды, перед каждым измерением мера должна отключаться и снова подключаться к клеммам измерителя добротности.

Основная погрешность измерения добротности в процентах определяется по формуле:

$$\delta Q = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} \cdot 100, \quad (43)$$

где Q_2 — действительное значение образцовой меры добротности, указанное в свидетельстве;

Q_1 — измеренное значение добротности.

12.4.5. Проверка основной погрешности измерения разности значений добротности проводится с помощью образцовых мер добротности ΔQ .

Подключите меру добротности к клеммам L_x . Переключатель на измеряемой мере добротности установите в среднее положение. Произведите измерение добротности.

Переключатель Q - ΔQ установите в положение ΔQ и ручкой НУЛЬ ΔQ установите стрелку измерительного прибора на ноль шкалы ΔQ . При переключении переключателя на измеряемой ме-

set with the selector and the control which are both marked FREQUENCY. The selector Q - ΔQ must be set to Q. The selector Q RANGES has to be set to the appropriate range and the push-button CALIBRATION Q ▽ depressed. By operating the control CALIBRATION Q ▽, the pointer of the meter is set to the marker ▽, and then the push-button CALIBRATION Q ▽ must be released.

By turning the control CAPACITANCE pF, resonance of the measuring circuit is established, i. e. maximum deflection of the indicating meter is adjusted.

After checking the calibration and, if necessary, correcting it, the tuning of the measuring circuit has to be checked for correctness. Finally, the indicated Q value has to be read.

The resulting Q value has to be measured three times; before each measurement, the Q standard must be disconnected and then connected anew to the terminals L_x of the Q meter.

The error in the Q readings is given by the formula:

$$\delta Q = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} \cdot 100, \quad (43)$$

where Q_2 — is the true Q value as given in the certificate of the employed Q standard, and

Q_1 — is the measured Q value.

12.4.5. The basic error in the measurement of differences between Q values has to be ascertained by the use of the appropriate ΔQ difference standards [7].

The Q standard has to be connected to the terminals L_x and the selector on it set to its centre position. The Q value has to be measured as usual.

The selector Q - ΔQ has to be set to ΔQ and the pointer of the indicating meter set to zero (centre) of the ΔQ scale. When the selector on the ΔQ standard is set to the extreme right or extreme

lohy se ručka měřicího přístroje musí vychýlit na atestovanou hodnotu ΔQ .

Podle potřeby zkontrolujte nastavení nuly měřicího přístroje pomocí stupnice ΔQ při stisknutém prostředním tlačítku normálu Q a rovněž zkontrolujte naladění do rezonance.

Základní chyba měření rozdílu hodnot Q v absolutních hodnotách vyjádřených v jednotkách činitele jakosti (ΔQ) se vypočte ze vzorce:

$$\Delta Q = |\Delta Q_1| - |\Delta Q_2| \quad (44)$$

kde ΔQ_2 — skutečná hodnota normálu Q uvedená v osvědčení příslušného normálu

ΔQ_1 — naměřený rozdíl hodnot Q

13. POKYNY PRO SKLADOVÁNÍ, PŘEPRAVU A BALENÍ

13.1. Při skladování se Q-metry musí uložit v regálech mimo dosah zdrojů tepla v uzavřené větrané místnosti za těchto podmínek:

- okolní teplota od $+10^\circ\text{C}$ do $+35^\circ\text{C}$,
- relativní vlhkost do 80% při teplotě vzduchu $+20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$

Skladování při vyšší vlhkosti a rovněž přeprava Q-metru je možná jen v přepravním obalu.

13.2. Zabalený Q-metr se musí přepravovat v uzavřeném dopravním prostředku, chráněném před vnikáním srážek, prachu apod.

ре добротности в крайнее правое или левое положения, стрелка измерительного прибора должна отклониться на аттестованную величину ΔQ .

При необходимости контролируйте установку нуля измерительного прибора по шкале ΔQ при нажатой средней кнопке измеряемой меры добротности и настройку в резонанс.

Основная погрешность измерения разности значений добротности в абсолютных значениях, выраженных в единицах добротности (ΔQ), определяется по формуле:

$$\Delta Q = |\Delta Q_1| - |\Delta Q_2| \quad (44)$$

где ΔQ_2 — действительное значение образцовой меры добротности, указанное в свидетельстве;

ΔQ_1 — измеренная разность значений добротности.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И УПАКОВКА

13.1. Измеритель добротности при хранении должен размещаться на стеллажах на значительном расстоянии от источников тепла в закрытом вентилируемом складском помещении в следующих условиях:

- окружающая температура от $+10^\circ\text{C}$ до $+35^\circ\text{C}$;
- относительная влажность до 80% при температуре воздуха $+20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

Хранение в условиях повышенной влажности, а также транспортирование измерителя добротности производите только в тарном ящике.

13.2. Упакованный измеритель добротности можно транспортировать в закрытом транспортном средстве, защищенном от проникновения дождя, пыли и т.п.

left position, the pointer of the indicating instrument of the Q meter must indicate the certified ΔQ value.

If necessary, the zero setting of the measuring instrument has to be checked with the centre push-button on the measured standard depressed, and also the correct tuning of the measuring circuit to resonance ascertained.

The basic error in the measurement of differences between Q values, expressed in absolute units of the quality factor Q, is computed as follows:

$$\Delta Q = |\Delta Q_1| - |\Delta Q_2| \quad (44)$$

where ΔQ_2 — is the true value of the ΔQ standard as given in the certificate of the employed ΔQ standard, and

ΔQ_1 — is the measured ΔQ value.

13. INSTRUCTIONS FOR STORAGE, TRANSPORT AND PACKING

13.1. The BM 560 Q meter must be stored on a suitable shelf beyond the radiation range of heat sources in a closed aired room under the following conditions:

- Ambient temperature range: $+10^\circ\text{C}$ to $+35^\circ\text{C}$
- Relative air humidity: Up to 80% at $+20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$

Storage at a higher humidity and transport of the Q meter are permissible only when the instrument in its case is packed in a suitable transport packing.

13.2. The packed Q meter must be transported in a closed conveyance protected against penetration of rain, snow, dust, etc.

13.3. V místnosti, kde se přechovává Q-metr, nesmí být prach, výpary, kyseliny, zásadité látky a rovněž plynné látky, které by způsobovaly korozi.

13.4. Při dlouhodobém uskladnění a přepravě se Q-metr a příslušenství musí každých 6 měsíců nakonzervovat a zbavit konzervace.

Konzervování a zbavování konzervace může provádět jen zvláště vyškolený personál za přísného dodržování pravidel protipožární bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle příslušných předpisů.

Místnost určená k provádění těchto prací musí být světlá, suchá, čistá, vytápěná a vybavená v souladu se zásadami protipožární ochrany, musí být vybavena ventilačním zařízením pro odsávání par z rozpouštědel a jiných těkavých látek.

Všechny materiály užívané při konzervování musí vyhovovat požadavkům uvedeným v normách a příslušných technických podmínkách. Vzorky z každé dodávky musí být podrobeny rozboru v chemické laboratoři (vlhkost a obsah kyselin se kontroluje povinným způsobem).

Před konzervací zkontrolujte provozuschopnost Q-metru v normálních podmínkách podle kapitoly 8.2. a nechte jej po dobu 8 hodin v provozu. Potom proveďte vnější prohlídku a odstraňte stopy koroze.

Konzervovat se musí:

- všechny kovové součástky čelních panelů, které nejsou lakovány a jednotlivé kovové součástky příslušenství.

13.3. В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

13.4. При длительном хранении и транспортировании измеритель добротности и ЗИП подвергайте консервации с последующей переконсервацией через каждые 6 месяцев.

Все работы по консервации и расконсервации должны производиться специально проинструктированным персоналом, при строгом соблюдении мер противопожарной безопасности и охраны труда, указанных в специальных инструкциях.

Помещение, предназначенное для выполнения опомянутых работ, должно быть светлым, сухим, чистым, отапливаемым и оборудовано в соответствии с правилами пожарной безопасности, а также снабжено вентиляцией для отсоса паров растворителей и других летучих веществ.

Все материалы, применяемые при консервации, должны соответствовать требованиям стандартов и ТУ на них, а образцы от каждой партии должны быть подвергнуты анализу в химической лаборатории (влажность и кислотность проверяются в обязательном порядке).

Перед консервацией проверьте работоспособность измерителя добротности в нормальных условиях согласно указаниям п. 9.2. и проведите восьмичасовой прогон.

После этого проведите внешний осмотр измерителя добротности. Следы коррозии удалите.

Консервации подлежат:

- все металлические детали лицевых панелей, не имеющие лакокрасочных покрытий, а также отдельные механические детали соединительных кабелей;
- весь ЗИП, не имеющий лакокрасочных покрытий.

13.3. The room where the Q meter is stored must be free from dust and chemical fumes; acids, alkalis and gaseous substances which could cause corrosion must not be present.

13.4. For long-term storage and transport, the BM 560 Q meter must be protected from corrosion by the application of a coating of a suitable inhibitor. This coating must be removed every 6 months and then renewed.

The application and removal of the protective coating must be carried out by a specially trained person who adheres strictly to the safety regulations concerning fire prevention and health protection.

The room where this type of work will be carried out must be light and dry, heated properly in conformity with the pertaining regulations for fire prevention, and provided with efficient ventilating equipment for exhausting the fumes of the employed solvents and other volatile substances.

All the materials employed for corrosion inhibition must respond to the stipulations given in the pertaining Standards and Specifications. Samples of each shipment must be submitted for analysis in a chemical laboratory (the moisture and acid content must be checked in the obligatory manner).

Before applying the protective coating, the Q meter must be serviceable, i. e. it must be tested for correctness of operation under normal working conditions, according to Section 8.2., and then kept under power for 8 hours. Then, the Q meter has to be inspected and spots of corrosion, if any, removed.

The protective coating must be applied to those metal parts on the front panel which are not lacquered and also to the metal parts of the accessories.

Konzervace a namazání se neprovede na vodivém povrchu součástí jako jsou kontaktní kolíky, zásuvky a tělesa konektorů.

Povrch součástí, které se mají konzervovat, se musí odmastit čistým hadříkem zlehka smočeným v benzínu a po vytření do sucha se vysuší suchým stlačeným vzduchem. Nanese se konzervační tuk.

Příslušenství se obalí pergamenem. Výrobky, které byly nakonzervovány, se musí konzervace zbavit. Mazací tuk se odstraní tamponem nebo hadříkem smočeným benzínem. Odstraní se stopy koroze.

13.5. Konzervování, odstranění konzervace a balení Q-metru se provádějí při okolní teplotě $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkosti do 80%

13.6. Při balení se používá zajišťovacího materiálu a prostředků pro ochranu před přímým vnikáním vlhkosti. Zajistí se tím neporušenost Q-metru při přepravě a skladování.

Q-metr se zabalí do polyetylénového obalu, přebalí pergamenovým papírem, vloží do krabice a pevně uzavře.

13.7. Po delší přepravě nebo uskladnění se ponechá Q-metr vybalený a s odstraněnou konzervační po dobu 24 hodin v prostředí s okolní teplotou $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkostí do 80%.

Не подлежат консервации и смазке токоведущие поверхности деталей типа контактных штырей, гнезд и корпусов разъемов СР.

Поверхности деталей, подлежащие консервации, обезжирьте чистой салфеткой, слегка смоченной бензином, затем, протерев насухо, обдуйте сухим сжатым воздухом. Нанесите консервационную смазку.

Элементы ЗИП оберните пергаментом. Расконсервации подлежат изделия, подвергнутые консервации. Удаление смазки производите тампоном или салфеткой, смоченной бензином. Следы коррозии удалите.

13.5. Консервацию, переконсервацию и упаковку измерителя добротности производите при окружающей температуре $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха до 80%.

13.6. При упаковке применяйте амортизационный материал и средства защиты от проникновения и прямого попадания влаги, обеспечив сохранность измерителя добротности при его транспортировании и хранении.

На измеритель добротности оденьте полиэтиленовый чехол. Измеритель добротности в чехле оберните пергаментной бумагой, поместите в упаковочный ящик и плотно закройте.

13.7. После длительного транспортирования или хранения измерителя добротности на промежуточных базах перед включением выдержите его в распакованном и расконсервированном виде в течение 24 часов при окружающей температуре $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха до 80%.

The conductive contact surfaces of the selectors, connectors, etc. must not be coated with the corrosion inhibitor, nor lubricated.

The surface of parts which have to be protected must be cleaned beforehand with a piece of cloth moistened with petrol and, after wiping, dried by means of an air blower. Only then can be applied the coating of inhibiting grease.

Surfaces provided with a protective coating must be cleaned by removing the inhibiting grease with a cloth dampened with petrol. Corrosion, if any, must be removed.

13.5. The application of the protective coating, its removal and the packing of the Q meter must be carried out at an ambient temperature of $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ and at a relative air humidity of up to 80%.

13.6. Such packing material must be used and such protective means employed which reliably prevent the direct ingress of moisture. Thus, protection of the Q meter during transport and storage is ensured.

The Q meter has to be placed in its polyethylene cover, wrapped in greaseproof paper and placed in its case which then has to be closed firmly.

13.7. After long-lasting transport and/or long-term storage, the unpacked Q meter, after removal of the corrosion inhibiting coating, must be left for 24 hours in surroundings where the temperature is $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ and the relative air humidity does not exceed 80%.

14. LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	1.8 kΩ	0.25	5	TR 191 1K8/J
R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Incandescent lamp Ž		1AN 109 22
Motor M	ДНМ - 35 - H1 - 02	1AF 858 34
Meter MP	M93 - 50 μA - KJ11 - A	1AP 778 03
Fuse cartridge P	F 400 mA	ČSN 35 4733.2
Chronistor	ЭСВ - 2,5 - 12,6 - 0	

Mounting unit 1AF 017 60 (Y2)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
R2	Film	4.7 kΩ	0.25	5	TR 191 4K7/J
R3	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 191 1K0/J
R4	Film	22 Ω	0.25	5	TR 191 22R/J
R5	Film	15 Ω	0.25	5	TR 191 15R/J
R6	Film	910 Ω	0.25	5	TR 191 910R/J
R7, R8	Film	100 Ω	0.25	5	TR 191 100R/J
R9	Film	4.7 kΩ	0.25	5	TR 191 4K7/J
R10	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 191 1K0/J
R11	Film	330 Ω	0.25	5	TR 191 330R/J
R12	Film	100 Ω	0.25	5	TR 191 100R/J
R13	Film	47 Ω	0.25	5	TR 191 47R/J
R14	Film	27 Ω	0.25	5	TR 191 27R/J
R15	Film	6.2 kΩ	0.25	5	TR 191 6K2/J
R16, R17	Film	100 Ω	0.25	5	TR 191 100R/J
R18	Film	3.9 kΩ	0.25	5	TR 191 3K9/J
R19	Film	1 MΩ	0.25	5	TR 191 1M0/J

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R20	Film	3.9 kΩ	0.25	5	TR 191 3K9/J
R21, R22	Film	11 kΩ	0.25	5	TR 191 11K/J
R23	Film	3.9 kΩ	0.25	5	TR 191 3K9/J
R24	Film	100 kΩ	0.25	5	TR 191 100K/J
R25	Film	3.9 kΩ	0.25	5	TR 191 3K9/J
R26	Film	510 Ω	0.25	5	TR 191 510R/J
R27	Resistor	102 kΩ	0.25	1	C2 - 23 - 0,25 - 102 kΩM ±1% - A - B
R28	Resistor	3.01 kΩ	0.25	1	C2 - 23 - 0,25 - 3,01 kΩM ±1% - A - B
R29	Ceramic	4.7 kΩ	0.5	—	TP 095 4K7/N
R30	Resistor	102 kΩ	0.25	1	C2 - 23 - 0,25 - 102 kΩM ±1% - A - B
R31	Resistor	3.01 kΩ	0.25	1	C2 - 23 - 0,25 - 3,01 kΩM ±1% - A - B
R32	Film	750 kΩ	5	5	TR 191 750K/J

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ
C2 - C5	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C6	Ceramic	150 pF	40	10	TK 754 150p/K
C7, C8	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C9	Electrolytic	100 μF	10	—	TE 003 100M
C10, C11	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C12	Ceramic	0.015 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,015 мкФ
C13	Electrolytic	5 μF	15	—	TE 004 5M
C14 - C17	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	T11, T13, T14,	ДМ - 0,1 - 160 ±8,0
Choke-coil	T12	Д1 - 0,1 - 28 ±5

Further electrical components:

Component	Type - Value
Integrated circuit G1, G2	1YT 401B
Transistor T5, T6	KC810
Transistor T1, T2	1T 311K
Transistor T3	П 307 B
Transistor T4	МП 26 Б
Diode D1, D2	2A 517A
Diode D3	2C 133A

Mounting unit 1AF 017 61 (Y11)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R1	Film	4.7 kΩ	0.25	5	TR 191 4K7/J
R2	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 191 1K0/J
R3	Film	330 Ω	0.25	5	TR 191 330R/J
R4	Film	100 Ω	0.25	5	TR 191 100R/J
R5	Film	20 - 24 Ω	0.25	5	TR 191 20R - 24R/J
R6	Film	4.7 kΩ	0.25	5	TR 191 4K7/J
R7	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 191 1K0/J
R8	Film	330 Ω	0.25	5	TR 191 330R/J
R9	Film	200 Ω	0.25	5	TR 191 200R/J
R10	Film	56 Ω	0.25	5	TR 191 56R/J
R11	Film	3.9 kΩ	0.25	5	TR 191 3K9/J
R12	Film	560 Ω	0.25	5	TR 191 560R/J
R13, R14	Film	56 Ω	0.25	5	TR 191 56R/J
R15	Film	15 Ω	0.25	5	TR 191 15R/J
R16	Film	120 Ω	0.25	5	TR 191 120R/J
R17	Film	2.4 kΩ	0.25	5	TR 191 2K4/J
R18	Film	5.6 kΩ	0.25	5	TR 191 5K6/J
R19	Film	510 Ω	0.25	5	TR 191 510R/J

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor T1 - T5	1T 311K

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	T11 - T14	ДМ - 0,1 - 500 ±25,0

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard CSSR
C1	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C2	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 МКФ
C3	Ceramic	330 pF	40	10	TK 754 150p - - 330p/K
C4	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C5	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 МКФ
C6	Ceramic	150 pF	40	10	TK 754 150p/K
C7	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C8, C9	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 МКФ
C10, C11	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C12	Ceramic	0.015 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,015 МКФ
C13	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 МКФ

Mounting unit 1AF 017 62 (Y4)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	4.7 kΩ	0.25	5	TR 191 4K7/J
R2	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 191 1K0/J
R3	Film	330 Ω	0.25	5	TR 191 330R/J
R4	Film	100 Ω	0.25	5	TR 191 100R/J
R5	Film	20 - 24 Ω	0.25	5	TR 191 20R - 24R/J
R6	Film	4.7 kΩ	0.25	5	TR 191 4K7/J
R7	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 191 1K0/J
R8	Film	330 Ω	0.25	5	TR 191 330R/J
R9	Film	200 Ω	0.25	5	TR 191 200R/J
R10	Film	56 Ω	0.25	5	TR 191 56R/J
R11	Film	3.9 kΩ	0.25	5	TR 191 3K9/J
R12	Film	560 Ω	0.25	5	TR 191 560R/J
R13 - R15	Film	56 Ω	0.25	5	TR 191 56R/J
R16	Film	120 Ω	0.25	5	TR 191 120R/J

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C2	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ
C3	Ceramic	220 pF	40	10	TK 754 220p - - 560p/K
C4	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C5	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ
C6	Ceramic	150 pF	40	10	TK 754 150p/K
C7	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C8, C9	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ
C10, C11	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C12	Ceramic	150 pF	40	10	TK 754 150p/K

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	T11 - T14	ДМ - 0,1 - 500 ±25,0

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor T1 - T4	1T 311K

Mounting unit 1AF 017 63 (Y5)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	200 Ω	0.25	5	TR 191 200R/J
R2	Film	150 Ω	0.25	5	TR 191 150R/J
R3	Film	240 Ω	0.25	5	TR 191 240R/J
R4	Film	330 Ω	0.25	5	TR 191 330R/J
R5	Film	56 Ω	2	5	TR 182 56/B
R6	Film	91 Ω	0.25	5	TR 191 91R/J

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1, C2	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ
C3	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C4, C5	Ceramic	1 μF	25	—	KM - 6 - H90 - - 1 мкФ

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	T11	ДМ - 0,2 - 200 ±10

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor T1	2T 904A
Relay P	PIIB 2/7

Mounting unit 1AF 017 64 (Y6)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	100 kΩ	0.25	5	TR 191 100K/J
R2	Film	91 Ω	0.25	5	TR 191 91R/J
R3	Film	12 Ω	0.25	5	TR 191 12R/J
R4	Resistor	51.1 Ω	0.25	0.5	C2 - 10 - 0,25 - 51,1 Ом ±0,5%
R5	Resistor	25.5 Ω	0.25	0.5	C2 - 10 - 0,25 - 25,5 Ом ±0,5%
R6	Resistor	229 Ω	0.25	0.5	C2 - 10 - 0,25 - 229 Ом ±0,5%
R7	Resistor	106 Ω	0.25	0.5	C2 - 10 - 0,25 - 106 Ом ±0,5%

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	2200 pF	—	10	KM - 56 - M750 - 2200 ±10%

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformer	Tr	1AN 667 45	1—2 2—3	18 2	0.4 0.4

Further electrical components:

Type - Value	Component
Diode D1	Д 408
Relay P1, P2	PIIB 2/7

Mounting unit 1AF 017 65 (Y7)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Resistor	24 MΩ	0.125	10	KIM - E - 24 МОм ±10%
R2, R3	Film	1 MΩ	0.25	5	TR 191 1M0/J
R4	Film	390 Ω	0.25	5	TR 191 390R/J
R5	Film	3 kΩ	0.25	5	TR 191 3K0/J

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	15 pF	—	5	KД - 26 - M1300 - 15 пФ ±5% - 3
C2	Ceramic	2200 pF	—	10	KM - 56 - M1500 - 2200 пФ ±10%
C3	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C4, C5	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - 0,15 МКФ

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	T11	ДМ - 0,1 - 160 ±8,0

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor T1	2П 305 Б
Transistor T2	1Т 313 Б
Relay P1, P2	РПБ 2/7

Mounting unit 1AF 017 66 (Y1)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard CSSR
R1	Film	680 Ω	0.25	5	TR 191 680R/J
R2	Film	10 k Ω	0.25	5	TR 191 10K/J
R3	Film	100 Ω	0.25	5	TR 191 100R/J
R4	Film	10 k Ω	0.25	5	TR 191 10K/J
R5	Film	270 Ω	0.25	5	TR 191 270R/J
R6	Film	560 Ω	0.25	5	TR 191 560R/J

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard CSSR
C1	Ceramic	15 pF	—	10	КД - 1 - М75 - - 15 пФ $\pm 10\%$ - 3
C2	Ceramic	12 pF	—	10	КД - 1 - М75 - - 12 пФ $\pm 10\%$ - 3
C3	Ceramic	16 pF	—	5	КМ - 56 - П33 - - 16 пФ $\pm 5\%$
C4, C6	Ceramic	1 pF	—	0.4	КД - 1 - П33 - 1 пФ $\pm 0.4\%$ - 3
C5	Trimmer	1.5 - 5 pF	160	—	WK 701 09

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire ϕ in mm
Coil	L1	1AK 606 12	1—3	9	0.8
			1—2	2	0.8
Choke-coil	T11	ДМ - 0,1 - 80	± 4.0		

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor T1	1Т 311 К

Mounting unit 1AF 017 67 (Y10)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard CSSR
R1	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
R2, R3	Film	2.4 k Ω	0.25	5	TR 191 2K4/J
1 - R1	Film	130 Ω	0.25	5	TR 191 130R/J
1 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
2 - R1	Film	360 Ω	0.25	5	TR 191 360R/J
2 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
3 - R1	Film	360 Ω	0.25	5	TR 191 360R/J
3 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
4 - R1	Film	360 Ω	0.25	5	TR 191 360R/J
4 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
5 - R1	Film	360 Ω	0.25	5	TR 191 360R/J
5 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
6 - R1	Film	1.2 k Ω	0.25	5	TR 191 1K2/J
6 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
7 - R1	Film	1.2 k Ω	0.25	5	TR 191 1K2/J
7 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
8 - R1	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 191 1K0/J
8 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
9 - R1	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 191 1K0/J
9 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J
10 - R1	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 191 1K0/J
10 - R2	Film	75 Ω	0.25	5	TR 191 75R/J

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard CSSR
C1 - C5	Ceramic	0.15 μ F	50	+80 10	КМ - 56 - М750 - - 0,15 мкФ

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ĆSSR
1 - C1 to 1 - C5	Ceramic	68 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 68 нФ ±10%
1 - C6, 1 - C7	Ceramic	10 pF	—	10	КД - 1 - П33 - - 10 нФ ±10% - 3
2 - C1	Ceramic	2700 pF	—	10	KM - 56 - M750 - 2700 нФ ±10%
2 - C2	Ceramic	82 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 82 нФ ±10%
2 - C3, 2 - C4	Ceramic	120 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 120 нФ ±10%
2 - C5	Ceramic	82 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 82 нФ ±10%
2 - C6, 2 - C7	Ceramic	27 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 27 нФ ±10%
3 - C1	Ceramic	5600 pF	—	10	KM - 56 - M1500 - - 5600 нФ ±10%
3 - C2	Ceramic	120 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 120 нФ ±10%
3 - C3, 3 - C4	Ceramic	220 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 220 нФ ±10%
3 - C5	Ceramic	120 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 120 нФ ±10%
3 - C6, 3 - C7	Ceramic	56 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 56 нФ ±10%
4 - C1	Ceramic	5600 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 5600 нФ ±10%
4 - C2	Ceramic	330 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 330 нФ ±10%
4 - C3, 4 - C4	Ceramic	560 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 560 нФ ±10%
4 - C5	Ceramic	330 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 330 нФ ±10%

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ĆSSR
4 - C6, 4 - C7	Ceramic	150 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 150 нФ ±10%
5 - C1	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ
5 - C2	Ceramic	680 pF	—	10	KM - 56 - M750 - 680 нФ ±10%
5 - C3, 5 - C4	Ceramic	1500 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 1500 нФ ±10%
5 - C5	Ceramic	680 pF	—	10	KM - 56 - П33 - - 680 нФ ±10%
5 - C6, 5 - C7	Ceramic	270 pF	—	10	KM - 56 - M75 - - 270 нФ ±10%
6 - C1	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ
6 - C2	Ceramic	1200 pF	—	10	KM - 56 - M75 - - 1200 нФ ±10%
6 - C3, 6 - C4	Ceramic	2700 pF	—	10	KM - 56 - M750 - 2700 нФ ±10%
6 - C5	Ceramic	1200 pF	—	10	KM - 56 - M75 - - 1200 нФ ±10%
6 - C6, 6 - C7	Ceramic	820 pF	—	10	KM - 56 - M750 - 820 нФ ±10%
7 - C1	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкФ
7 - C2	Ceramic	2700 pF	—	10	KM - 56 - M1500 - - 2700 нФ ±10%
7 - C3, 7 - C4	Ceramic	5600 pF	—	10	KM - 56 - M750 - 5600 нФ ±10%
7 - C5	Ceramic	2700 pF	—	10	KM - 56 - M750 - - 2700 нФ ±10%

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
7 - C6, 7 - C7	Ceramic	1500 pF	—	10	KM - 56 - M750 - - 1500 nΦ ±10%
8 - C1	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкΦ
8 - C2 to 8 - C5	Ceramic	5600 pF	—	10	KM - 56 - M1500 - - 5600 nΦ ±10%
8 - C6, 8 - C7	Ceramic	2700 pF	—	10	KM - 56 - M750 - - 2700 nΦ ±10%
9 - C1	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкΦ
9 - C2	Ceramic	5600 pF	—	10	KM - 56 - M1500 - - 5600 nΦ ±10%
9 - C3, 9 - C4 9 - C5 to 9 - C7	P. E. T. Ceramic	22 000 pF 5600 pF	250 —	10 10	TC 280 22K/A KM - 56 - M1500 - - 5600 nΦ ±10%
10 - C1	Ceramic	0.15 μF	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - - 0,15 мкΦ
10 - C2	P. E. T.	22 000 pF	250	10	TC 280 22K/A
10 - C3, 10 - C4	P. E. T.	47 000 pF	250	10	TC 280 47K/A
10 - C5	P. E. T.	22 000 pF	250	10	TC 280 22K/A
10 - C6, 10 - C7	Ceramic	5600 pF	—	10	KM - 56 - M1500 - - 5600 nΦ ±10%

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	1-T11, 1-T12, 1-T13, 2-T11, 2-T13	ДИ - 1,2 - 1 ±10

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	2-T12, 3-T11, 3-T13	ДИ - 1,2 - 2 ±10
Choke-coil	3-T12	ДИ - 1,2 - 4 ±10
Choke-coil	4-T11, 4-T13	ДИ - 1,2 - 3 ±10
Choke-coil	4-T12, 5-T11, 5-T13	ДИ - 0,1 - 6 ±5
Choke-coil	5-T12, 6-T11, 6-T13	ДИ - 0,1 - 10 ±5
Choke-coil	6-T12, 7-T11, 7-T13	ДИ - 0,15 - 20 ±5
Choke-coil	7-T12, 8-T11, 8-T13	ДМ - 0,1 - 40 ±2,0
Choke-coil	8-T12, 9-T11, 9-T13	ДМ - 0,1 - 80 ±4,0
Choke-coil	9-T12, 10-T11, 10-T13	ДМ - 0,1 - 160 ±8,0
Choke-coil	10-T12	ДМ - 0,1 - 315 ±15,75

Further electrical components:

Component	Type - Value
Diode 1-D to 10-D	Д18

Mounting unit 1AF 017 68 (Y9)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R1	Film	10 kΩ	0.25	5	TR 191 10K/J
R2	Film	2 kΩ	0.25	5	TR 191 2K0/J
R3	Film	510 Ω	0.25	5	TR 191 510/J
R4	Film	47 Ω	0.25	5	TR 191 47R/J
R5	Film	13 kΩ	0.25	5	TR 191 13K/J
R6	Film	390 Ω	0.25	5	TR 191 390R/J
R7 - R15	Film	220 Ω	0.25	5	TR 191 220R/J
R16 - R19	Film	100 Ω	0.25	5	TR 191 100R/J
R20 - R24	Film	680 Ω	0.25	5	TR 191 680R/J
R25	Film	560 Ω	0.25	5	TR 191 560R/J
R26	Ceramic	150 Ω	0.5	—	TP 095 150
R27	Film	510 Ω	0.25	5	TR 191 510R/J
R28	Film	390 Ω	0.5	10	TR 152 390/A
R29	Wire-wound	39 Ω	2	10	TR 636 39/A

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	15 000 pF	40	+50 -20	TK 744 15n/S
C2	Ceramic	68 000 pF	12.5	+80 -20	TK 782 68n/Z
C3	Ceramic	1500 pF	250	20	TK 725 1n5/M
C4	Electrolytic	100 μ F	15	—	TE 984 100M - PVC
C5	Electrolytic	20 μ F	15	—	TE 984 20M - PVC
C6	Electrolytic	100 μ F	15	—	TE 984 100M - PVC
C7	Electrolytic	20 μ F	15	—	TE 984 20M - PVC

Further electrical components:

Component	Type - Value
Integrated circuit IO 1	MH 74S74
Integrated circuit IO 1 - IO 2	MH 7474
Transistor E1	KSY71
Transistor E2	KSY62 B
Transistor E3	KFY46

Mounting unit 1AF 017 69 (Y8)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R1, R2	Resistor	357 k Ω	0.25	1	C2 - 23 - 0,25 - 357 k Ω M $\pm$ 1% AB
R3	Resistor	976 k Ω	0.25	1	C2 - 23 - 0,25 - 976 k Ω M $\pm$ 1% AB
R4	Film	300 Ω	0.25	5	TR 191 300R/J
R5	Film	11 k Ω	0.25	5	TR 191 11K/J
R6	Potentiometer	220 Ω	1	10	CH5 - 14 - 220 Ω M
R7	Film	100 Ω	0.25	5	TR 191 100R/J
R8	Potentiometer	220 Ω	1	10	CH5 - 14 - 220 Ω M
R9	Film	68 k Ω	0.25	5	TR 191 68K/J
R10	Potentiometer	220 Ω	1	10	CH5 - 14 - 220 Ω M
R11	Ceramic	0.1 M Ω	0.5	—	TP 095 100K/N

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R12	Ceramic	47 k Ω	0.5	—	TP 095 47K/N
R13	Potentiometer	220 Ω	1	10	CH5 - 14 - 220 Ω M
R14	Film	11 k Ω	0.25	5	TR 191 11K/J
R15	Film	820 k Ω	0.25	5	TR 191 820K/J
R16 - R18	Film	11 k Ω	0.25	5	TR 191 11K/J
R19	Ceramic	4.7 k Ω	0.5	—	TP 095 4K7/N
R20	Film	11 k Ω	0.25	5	TR 191 11K/J
R21	Film	110 k Ω	0.25	5	TR 191 110K/J
R22	Film	7.5 k Ω	0.25	5	TR 191 7K5/J
R23	Potentiometer	22 k Ω	0.25	20	CH4 - 1a - 22 k Ω M - - A - 25
R24	Film	4.3 k Ω	0.25	5	TR 191 4K3/J
R25	Film	2.4 k Ω	0.25	5	TR 191 2K4/J
R26	Film	39 k Ω	0.25	5	TR 191 39K/J
R27	Film	20 k Ω	0.25	5	TR 191 20K/J
R28	Film	11 k Ω	0.25	5	TR 191 11K/J
R29	Film	68 Ω	0.25	5	TR 191 68R/J
R30	Potentiometer	150 Ω	0.25	20	CH4 - 1a - 150 Ω M - - A - 25
R31	Film	91 Ω	0.25	5	TR 191 91R/J
R32	Film	120 Ω	0.25	5	TR 191 120R/J

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	10 μ F	35	—	TE 005 10M
C2	Ceramic	0.15 μ F	50	+80 -20	KM - 56 - H90 - 0,15 мкФ
C3, C4	Electrolytic	10 μ F	35	—	TE 005 10M
C5, C6	Tubular	47 000 pF	400	—	TC 183 47k

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	T11 - T13	DM - 0,1 - 160 $\pm$ 8,0

Further electrical components:

Component	Type - Value
Integrated circuit G1	1YT 401B
Diode D1	D818E
Diode D2, D3	D311

Measuring circuit 1AK 060 50 (Y12)

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformer	Tr	1AN 657 52	1—2	25	3× 0.18

Oscillator circuit 1AK 060 60

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1 - C3	Ceramic	6800 pF	—	—	KTH - 2Aa - H70 - 6800 pF
C4	Tuning	—	—	—	1AN 705 84

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.
Choke-coil	T11, T12	DM - 0,1 - 500 ±25,0

Power supply 1AN 290 99

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor E6, E7	KD605

Rectifier 1AN 290 98

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1 - C6	Electrolytic	500 µF	35	—	TE 986 G5 - PVC

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformer		1AN 664 13			
Coil		1AK 625 81	I—II	1760	0,236
Coil		1AK 625 13			

Further electrical components:

Component	Type - Value
Diode E1 - E4	KY 132/150

Stabilizer 1AN 758 85

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	3.9 kΩ	0.25	10	TR 151 3k9/A
R3	Film	4.7 kΩ	0.25	10	TR 151 4k7/A
R4	Resistor	0.5 Ω			1AA 669 26
R5	Ceramic	2.2 kΩ		—	TP 011 2k2
R6	Film	22 kΩ	0.25	10	TR 151 22k/A
R7	Film	1 kΩ	0.25	10	TR 151 1k/A
R9	Ceramic	6.8 kΩ	0.5	—	TP 011 6k8
R10	Film	3.9 kΩ	0.25	10	TR 151 3k9/A
R11	Film	100 Ω	0.25	10	TR 151 100/A
R13	Film	180 Ω	0.25	10	TR 151 180/A
R14	Film	6.8 kΩ	0.25	10	TR 151 6k8/A
R51	Film	3.9 kΩ	0.25	10	TR 151 3k9/A

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R53	Film	4.7 k Ω	0.25	10	TR 151 4k7/A
R54	Resistor	0.5 Ω			1AA 669 26
R55	Ceramic	2.2 k Ω	0.5	—	TP 011 2k2
R56	Film	22 k Ω	0.25	10	TR 151 22k/A
R57	Film	1 k Ω	0.25	10	TR 151 1k/A
R59	Ceramic	6.8 k Ω	0.5	—	TP 011 6k8
R60	Film	3.9 k Ω	0.25	10	TR 151 3k9/A
R61	Film	100 Ω	0.25	10	TR 151 100/A
R63	Film	180 Ω	0.25	10	TR 151 180/A
R64	Film	6.8 k Ω	0.25	10	TR 151 6k8/A

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	1000 μ F	15	—	TE 984 1G
C3	Ceramic	4700 pF	250	+50 —20	TK 745 4n7/S

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C51	Electrolytic	1000 μ F	15	—	TE 984 1G
C52	Ceramic	10 000 pF	250	+50 —20	TK 745 10n - - 100n/S
C53	Ceramic	4700 pF	250	+50 —20	TK 745 4n7/S

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor E1, E52, E53, E55	KFY16
Transistor E2	KC507
Diode E4, E54	GAZ51
Transistor E5, E7, E51	KFY34
Diode E6, E56	KZZ71
Diode E9, E10, E59, E60	KA255

SEZNAM PŘÍLOH

- BM 560/1 — Integrovaný obvod 1KT011B
Integrovaný obvod 1YT401B
- BM 560/2 — Integrovaný obvod MH 7474,
MH 74S74
Údaje o vinutí hlavní indukční cívky
1AK 606 12 řídicího oscilátoru
- BM 560/3 — Údaje o vinutí dělicího transformáto-
ru Tr (deska Y6) 1AN 667 45
Údaje o vinutí vazebního transformá-
toru Tr 1AN 657 52
- BM 560/4 — Údaje o vinutí síťového transformáto-
ru 1AN 664 13 napájecího zdroje

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

- BM 560/1 — Микросхема 1KT011B
Микросхема 1YT401B
- BM 560/2 — Микросхема MH 7474, MH 74S74
Намоточные данные контурной ка-
тушки индуктивности 1AK 606 12
задающего генератора
- BM 560/3 — Намоточные данные разделитель-
ного трансформатора Tr (плата
Y6) 1AN 667 45
Намоточные данные трансформа-
тора связи Tr 1AN 657 52
- BM 560/4 — Намоточные данные силового
трансформатора 1AN 664 13 источ-
ника питания

LIST OF ENCLOSURES

- BM 560/1 — Integrated circuit 1KT011B
Integrated circuit 1YT401B
- BM 560/2 — Integrated circuit MH 7474,
MH 74S74
Main coil 1AK 606 12 of the driving
oscillator
- BM 560/3 — Winding of the dividing transformer
Tr (board Y6) 1AN 667 45
Winding of the coupling transformer
Tr 1AN 657 52
- BM 560/4 — Winding of the mains transformer
1AN 664 13 of the power supply

Desky s tištěnými spoji

BM 560/5 — 1AF 017 60 — jednotka montážní
 1AF 017 61 — jednotka montážní
 BM 560/6 — 1AF 017 62 — jednotka montážní
 1AF 017 63 — jednotka montážní
 1AF 017 64 — jednotka montážní
 BM 560/7 — 1AF 017 65 — jednotka montážní
 1AF 017 66 — jednotka montážní
 BM 560/8 — 1AF 017 67 — jednotka montážní
 BM 560/9 — 1AF 017 68 — jednotka montážní
 BM 560/10 — 1AF 017 69 — jednotka montážní
 BM 560/11 — 1AF 017 90 — jednotka montážní
 1AN 758 85 — stabilizátor

Schémata

BM 560/12 — 1AF 017 60 — jednotka montážní
 BM 560/13 — 1AF 017 61 — jednotka montážní
 1AF 017 62 — jednotka montážní
 BM 560/14 — 1AF 017 63 — jednotka montážní
 1AF 017 64 — jednotka montážní
 BM 560/15 — 1AF 017 65 — jednotka montážní
 1AF 017 66 — jednotka montážní
 BM 560/16 — 1AF 017 67 — jednotka montážní
 BM 560/17 — 1AF 017 68 — jednotka montážní
 BM 560/18 — 1AF 017 69 — jednotka montážní
 1AK 060 60 — obvod oscilátoru
 BM 560/19 — 1AN 290 99 — napájecí zdroj
 BM 560/20 — 1AN 758 85 — stabilizátor
 BM 560/21 — Q-metr — celkové schéma

Печатные платы

BM 560/5 — 1AF 017 60 — Монтажный блок
 1AF 017 61 — Монтажный блок
 BM 560/6 — 1AF 017 62 — Монтажный блок
 1AF 017 63 — Монтажный блок
 1AF 017 64 — Монтажный блок
 BM 560/7 — 1AF 017 65 — Монтажный блок
 1AF 017 66 — Монтажный блок
 BM 560/8 — 1AF 017 67 — Монтажный блок
 BM 560/9 — 1AF 017 68 — Монтажный блок
 BM 560/10 — 1AF 017 69 — Монтажный блок
 BM 560/11 — 1AF 017 90 — Монтажный блок
 1AN 758 85 — Стабилизатор

Электрические схемы

BM 560/12 — 1AF 017 60 — Монтажный блок
 BM 560/13 — 1AF 017 61 — Монтажный блок
 1AF 017 62 — Монтажный блок
 BM 560/14 — 1AF 017 63 — Монтажный блок
 1AF 017 64 — Монтажный блок
 BM 560/15 — 1AF 017 65 — Монтажный блок
 1AF 017 66 — Монтажный блок
 BM 560/16 — 1AF 017 67 — Монтажный блок
 BM 560/17 — 1AF 017 68 — Монтажный блок
 BM 560/18 — 1AF 017 69 — Монтажный блок
 1AK 060 60 — Схема генератора
 BM 560/19 — 1AN 290 99 — Источник питания
 BM 560/20 — 1AN 758 85 — Стабилизатор
 BM 560/21 — Измеритель добротности — общая схема

Printed circuit boards

BM 560/5 — 1AF 017 60 — mounting unit
 1AF 017 61 — mounting unit
 BM 560/6 — 1AF 017 62 — mounting unit
 1AF 017 63 — mounting unit
 1AF 017 64 — mounting unit
 BM 560/7 — 1AF 017 65 — mounting unit
 1AF 017 66 — mounting unit
 BM 560/8 — 1AF 017 67 — mounting unit
 BM 560/9 — 1AF 017 68 — mounting unit
 BM 560/10 — 1AF 017 69 — mounting unit
 BM 560/11 — 1AF 017 90 — mounting unit
 1AN 758 85 — stabilizer

Diagrams

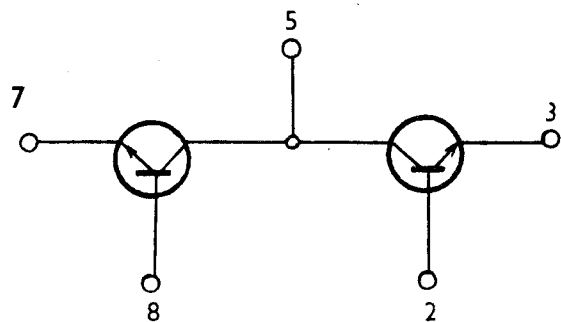
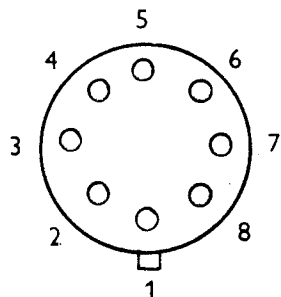
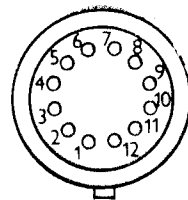
BM 560/12 — 1AF 017 60 — mounting unit
 BM 560/13 — 1AF 017 61 — mounting unit
 1AF 017 62 — mounting unit
 BM 560/14 — 1AF 017 63 — mounting unit
 1AF 017 64 — mounting unit
 BM 560/15 — 1AF 017 65 — mounting unit
 1AF 017 66 — mounting unit
 BM 560/16 — 1AF 017 67 — mounting unit
 BM 560/17 — 1AF 017 68 — mounting unit
 BM 560/18 — 1AF 017 69 — mounting unit
 1AK 060 60 — oscillator circuit
 BM 560/19 — 1AN 290 99 — power supply
 BM 560/20 — 1AN 758 85 — stabilizer
 BM 560/21 — Q meter — overall diagram

15. PŘÍLOHY
15. ПРИЛОЖЕНИЯ
15. ENCLOSURES

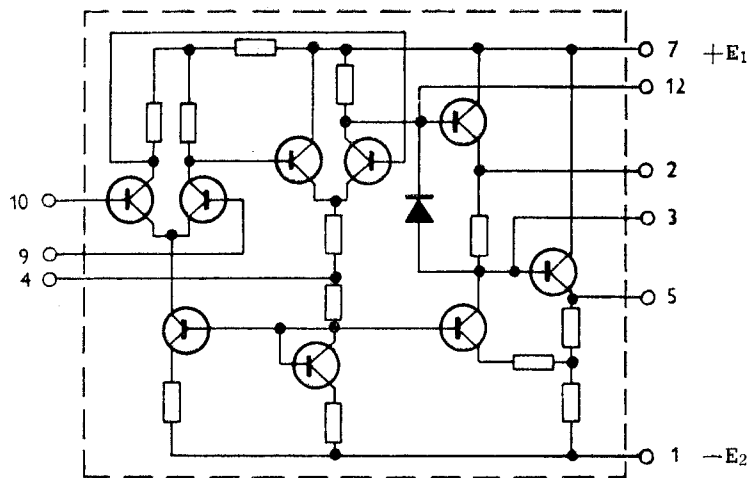
Schéma zapojení a označení vývodů integrovaných obvodů

Электрические схемы, назначение и расположение выводов микросхем

Diagrams of the integrated circuits; functions and layouts of their outlets



Integrovaný obvod 1KTO11B
Микросхема 1KTO11B
Integrated circuit 1KTO11B



Integrovaný obvod 1YT401B

4 — společný vývod
5 — výstup
9 — vstup 2
10 — vstup 1

Микросхема 1YT401B

4 — общий вывод
5 — выход
9 — вход 2
10 — вход 1

Integrated circuit 1YT401B

4 — Common outlet
5 — Output
9 — Input 2
10 — Input 1

ÚDAJE O VINUTÍ INDUKČNÍCH CÍVEK A TRANSFORMÁTORŮ

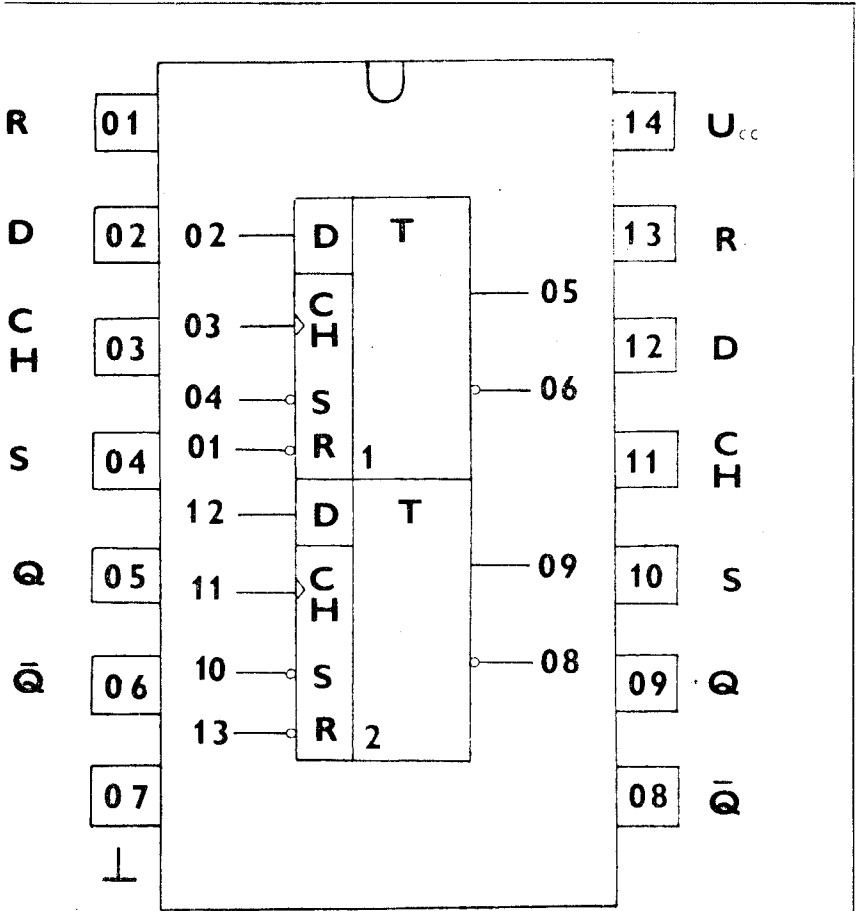
Údaje o vinutí hlavní indukční cívky 1AK 606 12 řídicího oscilátoru

НАМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ И ТРАНСФОРМАТОРОВ

Намоточные данные контурной катушки индуктивности 1AK 606 12 задающего генератора

WINDINGS OF THE COILS AND TRANSFORMERS

Main coil 1AK 606 12 of the driving oscillator



Integrovaný obvod MH 7474, MH 74S74
Микросхема MH 7474, MH 74S74
Integrated circuit MH 7474, MH 74S74

Schéma cívky	Číslo vývodu	Počet závitů	Vodič	
			průměr [mm]	materiál a povrch
	1 - 2	2	0,8	měď a stříbro
	2 - 3	7	0,8	měď a stříbro

Schéma катушки индуктивности	Номер вывода	Число витков	Провод	
			диаметр [мм]	материал и покрытие
	1 - 2	2	0,8	медь и серебро
	2 - 3	7	0,8	медь и серебро

Diagram of the coil	Outlet No.	Number of turns	Conductor	
			Diameter [mm]	Material and surface
	1 - 2	2	0,8	Copper and silver
	2 - 3	7	0,8	Copper and silver

ÚDAJE O VINUTÍ INDUKČNÍCH CÍVEK A TRANSFORMÁTORŮ

НАМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ И ТРАНСФОРМАТОРОВ

WINDINGS OF THE COILS AND TRANSFORMERS

Údaje o vinutí dělicího transformátoru Tr (deska Y6) 1AN 667 45

Намоточные данные разделительного трансформатора Tr (плата Y6) 1AN 667 45

Winding of the dividing transformer Tr (board Y6) 1AN 667 45

Schéma	Číslo vývodu	Počet závitů	Vodič	
			průměr [mm]	materiál a izolace
	1 - 2	18	0,41	Cu 2LCTA
	2 - 3	2	0,41	Cu 2LCTA

Jádro M1000HH— 3 K10×6×3

Схема	Номер вывода	Число витков	Провод	
			диаметр [мм]	материал и изоляция
	1 - 2	18	0,41	Cu 2LCTA
	2 - 3	2	0,41	Cu 2LCTA

Сердечник M1000HH - 3 K10×6×3

Diagram	Outlet No.	Number of turns	Conductor	
			Diameter [mm]	Material and insulation
	1 - 2	18	0.41	Cu 2LCTA
	2 - 3	2	0.41	Cu 2LCTA

Core: M1000HH - 3K10×6×3

Údaje o vinutí vazebního transformátoru Tr 1AN 657 52

Намоточные данные трансформатора связи Tr 1AN 657 52

Winding of the coupling transformer Tr 1AN 657 52

Schéma transformátoru	Číslo vývodu	Počet závitů	Vodič	
			průměr [mm]	materiál a izolace
	1 - 2	25	3×0,18	Cu 2LCTA

Jádro M50BЧ2-14 K20×12×6

Схема трансформатора	Номер вывода	Число витков	Провод	
			диаметр [мм]	материал и изоляция
	1 - 2	25	3×0,18	Cu 2LCTA

Сердечник M50BЧ2-14 K20×12×6

Diagram of the winding	Outlet No.	Number of turns	Conductor	
			Diameter [mm]	Material and insulation
	1 - 2	25	3×0.18	Cu 2LCTA

Core: M50BЧ2 - 14 K20×12×6

ÚDAJE O VINUTÍ INDUKČNÍCH CÍVEK A TRANSFORMÁTORŮ

Údaje o vinutí síťového transformátoru 1AN 664 13 napájecího zdroje

НАМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ И ТРАНСФОРМАТОРОВ

Намоточные данные силового трансформатора 1AN 664 13 источника питания

WINDINGS OF THE COILS AND TRANSFORMERS

Winding of the mains transformer 1AN 664 13 of the power supply

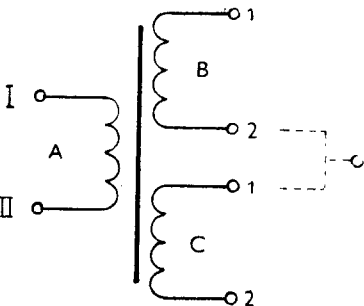
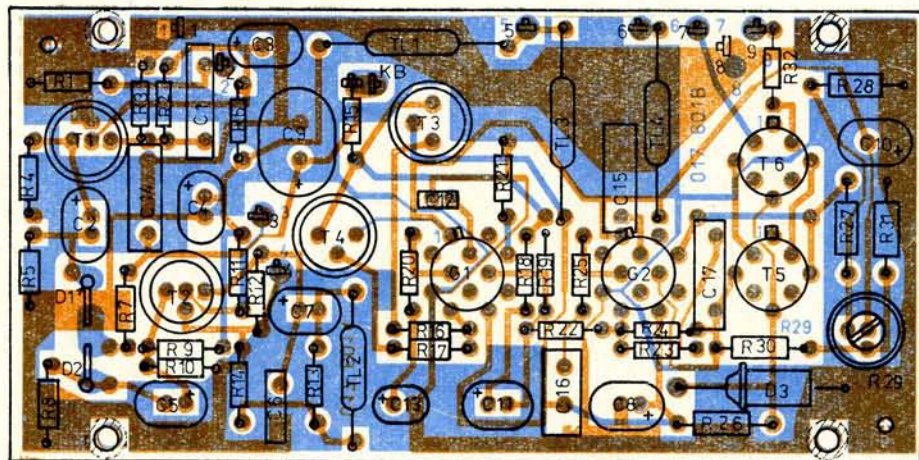
Schéma transformátoru	Vinutí	Vodič		Počet závitů	Číslo vývodu
		materiál a izolace	průměr [mm]		
	A	Cu U	0,236	1760	I - II
	B	Cu PL	0,850	140	1 - 2
	C	Cu PL	0,850	140	1 - 2

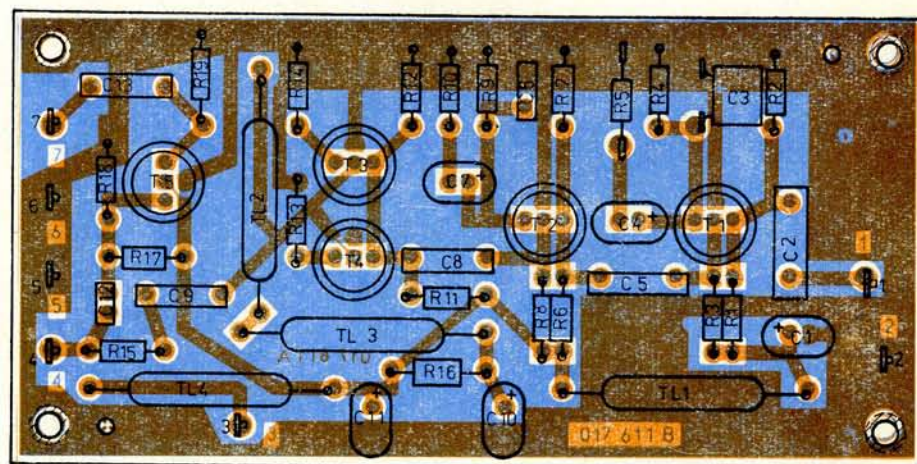
Схема трансформатора	Обмотка	Провод		Число витков	Номер вывода
		материал и изоляция	диаметр [мм]		
	A	Cu U	0,236	1760	I - II
	B	Cu PL	0,850	140	1 - 2
	C	Cu PL	0,850	140	1 - 2

Diagram of the transformer	Winding	Conductor		Number of turns	Outlet No.
		Material and insulation	Diameter [mm]		
	A	Cu U	0.236	1760	I - II
	B	Cu PL	0.850	140	1 - 2
	C	Cu PL	0.850	140	1 - 2



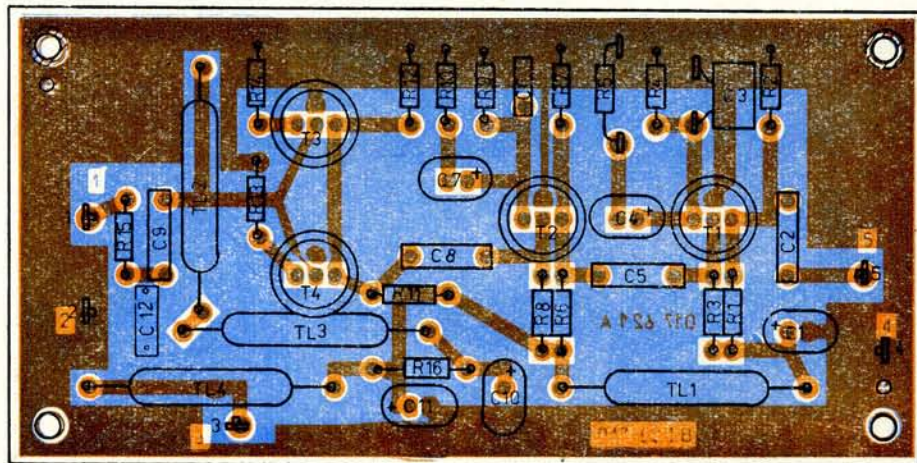
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 60



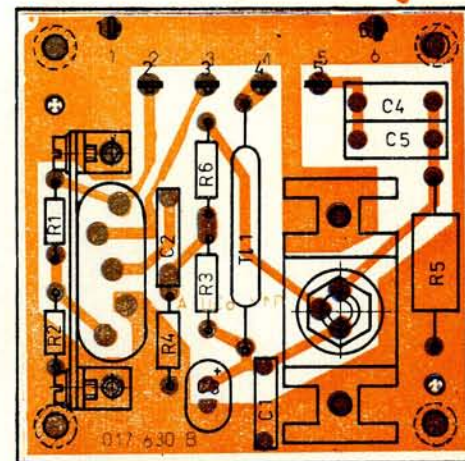
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 61



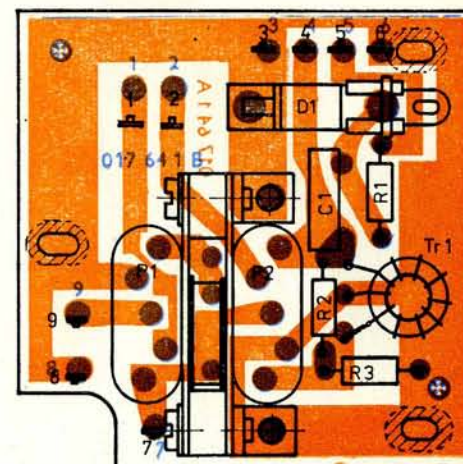
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 62



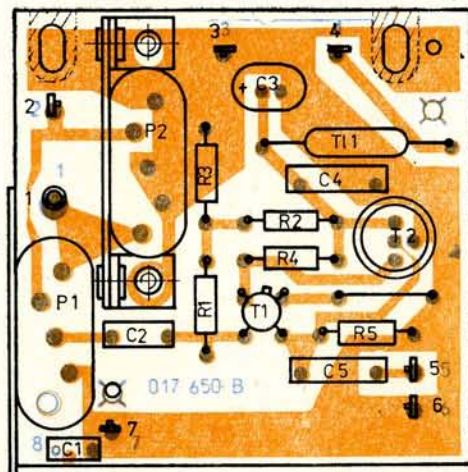
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 63



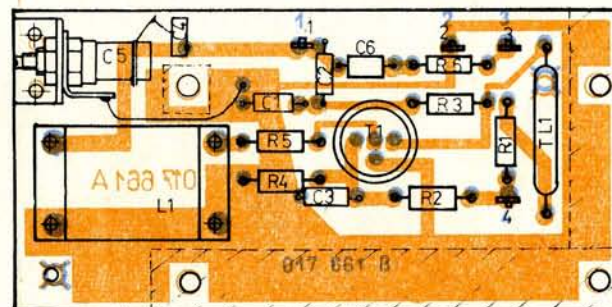
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 64



Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

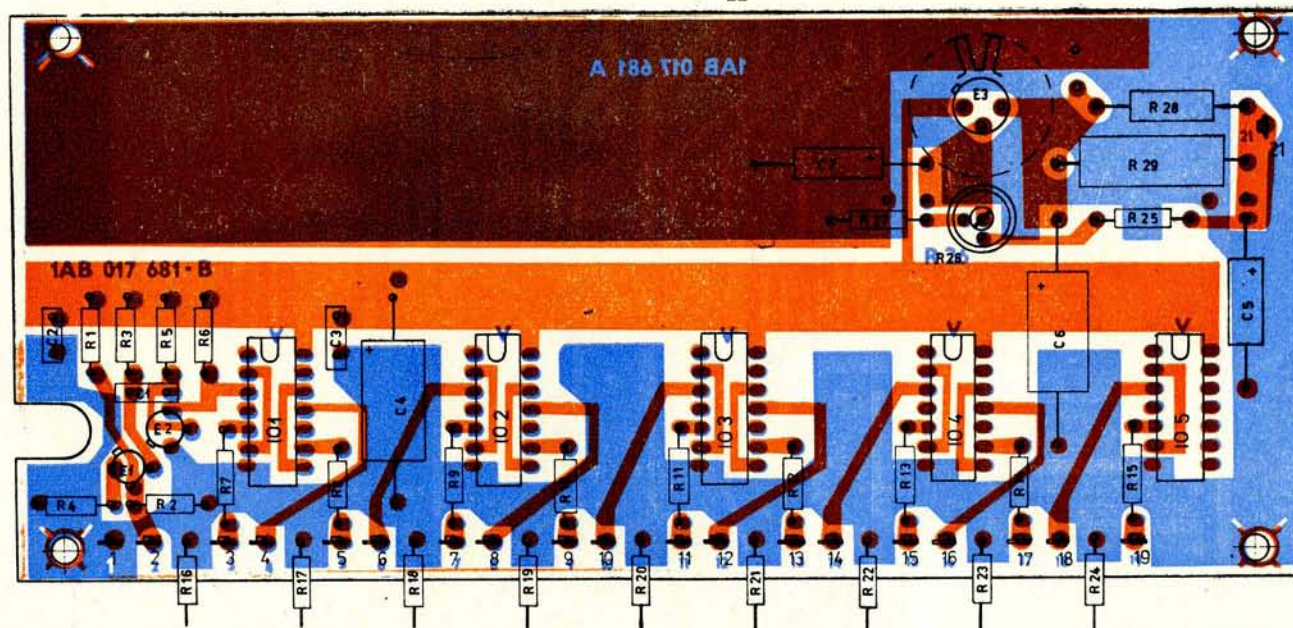
1AF 017 65



Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

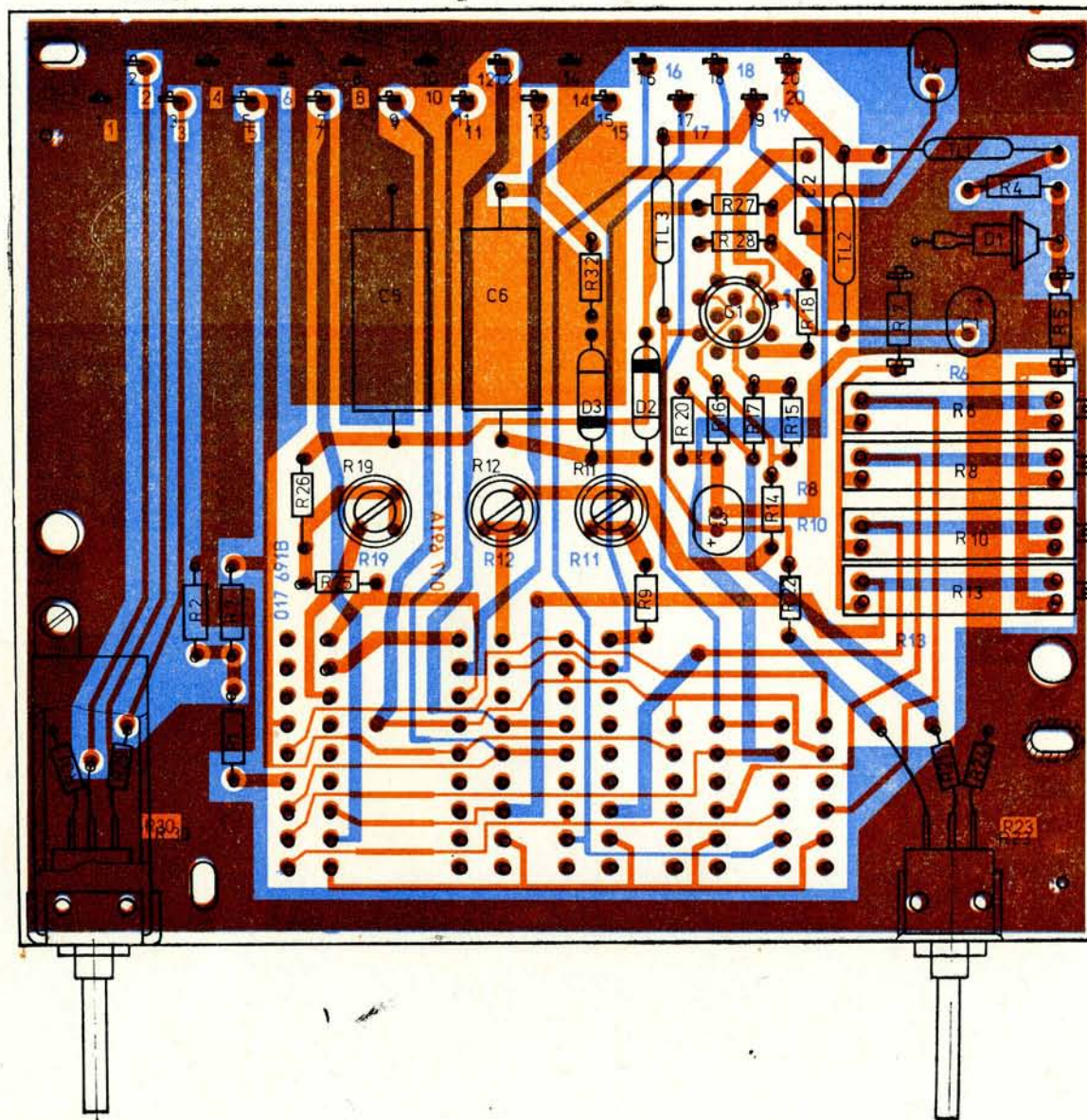
1AF 017 66

BM 560/8



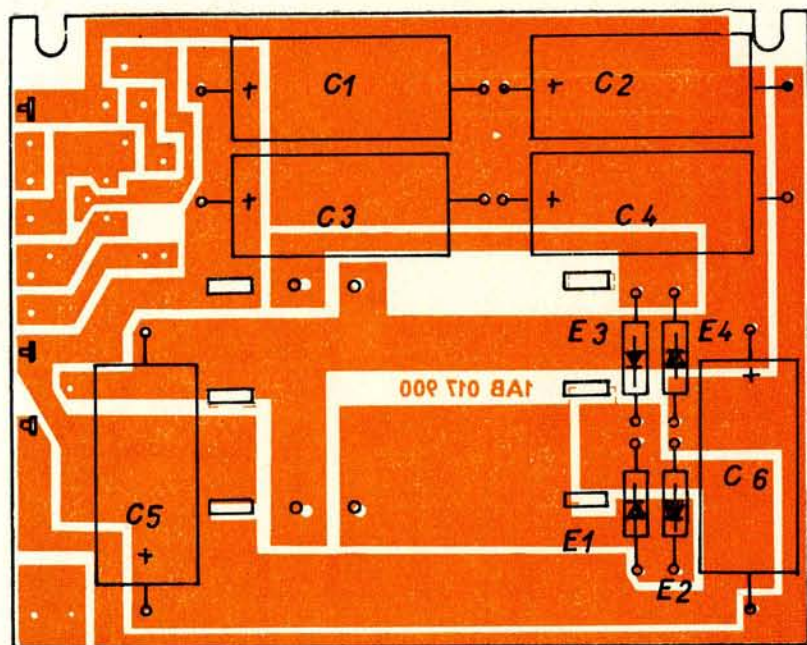
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 68



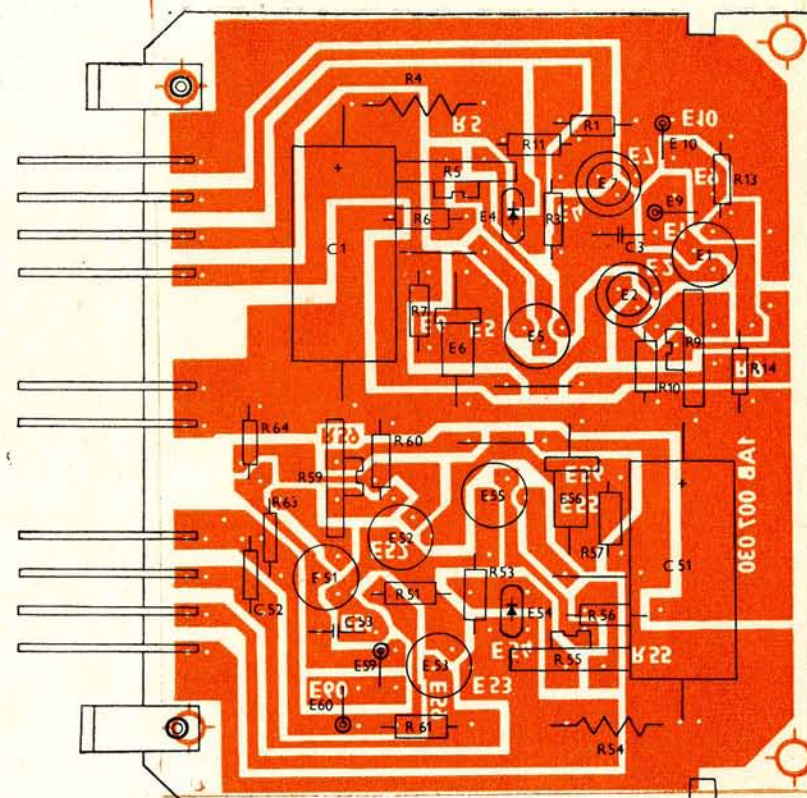
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

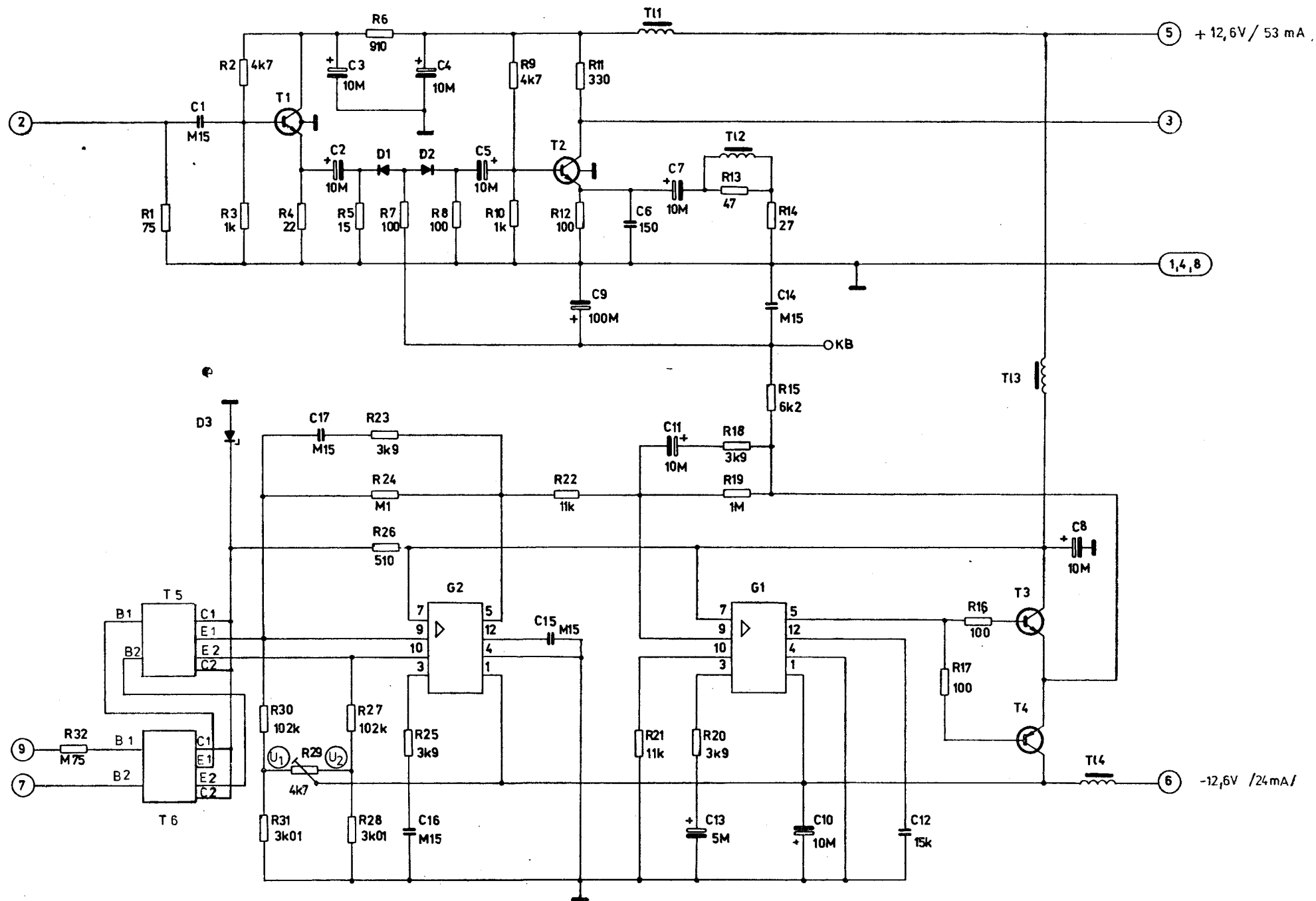
1AF 017 69



Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 90





D1, D2 - 2A 517A

D3 - 2C 133A

G1, G2 - 1YT 401B

T5, T6 - KC 810

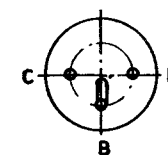
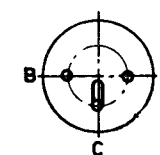
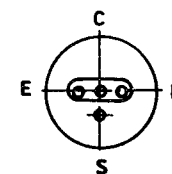
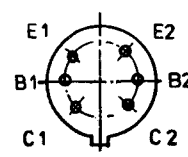
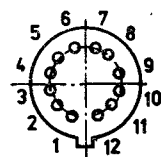
T1, T2 - 1T 311 K

T3 - П307 В

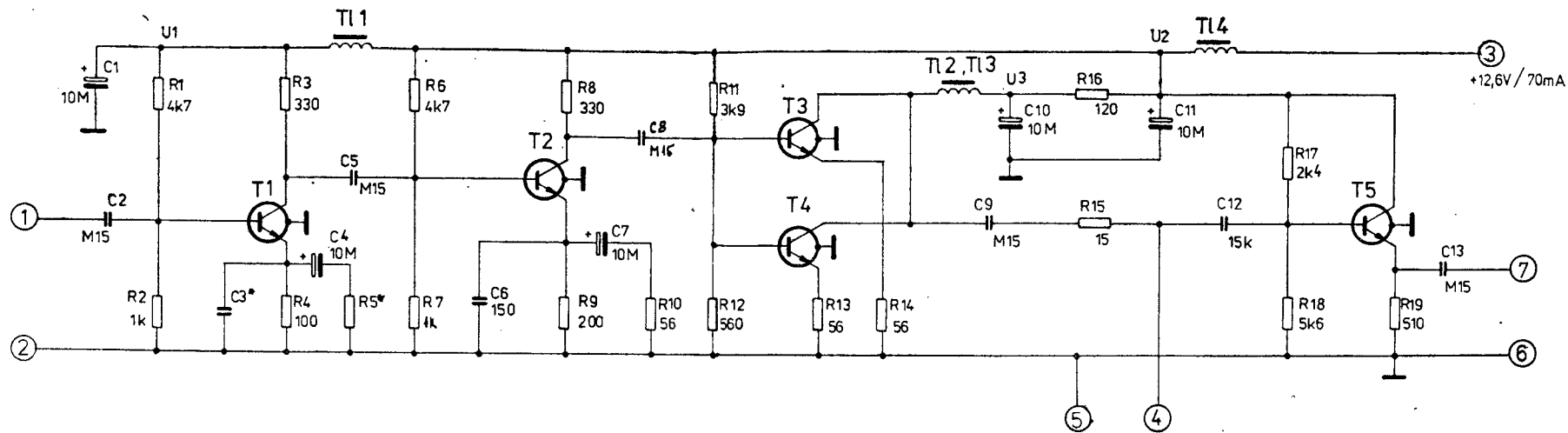
T4 - МП 26 Б



1AF 017 60



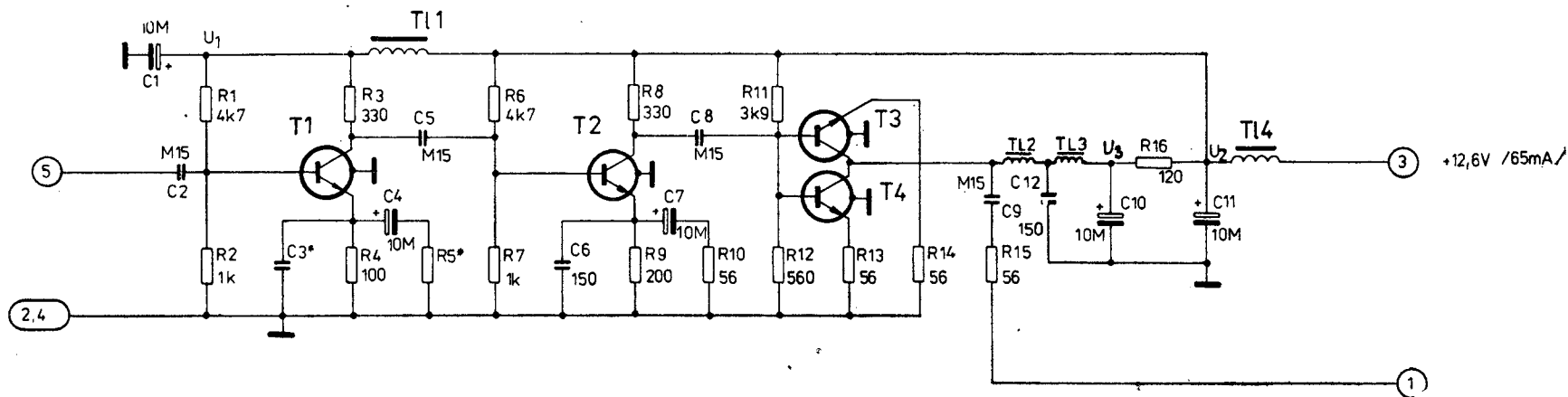
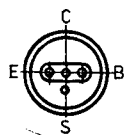
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

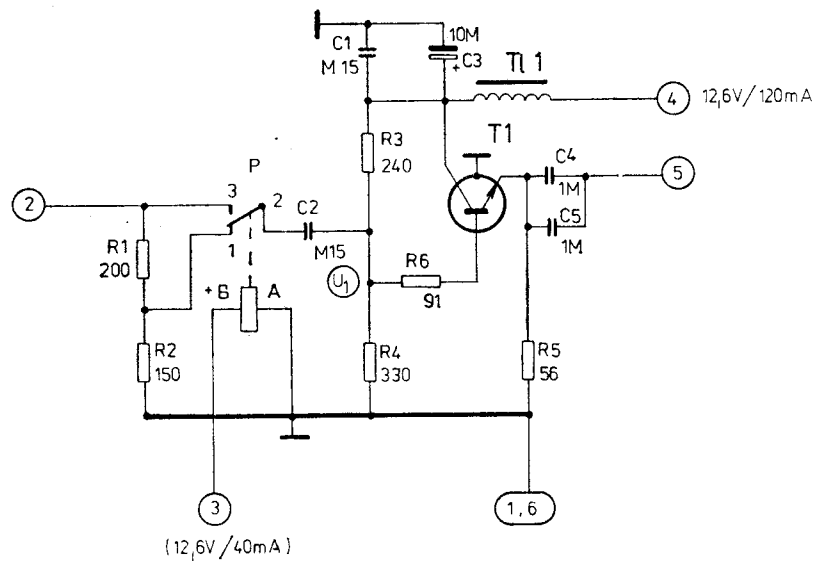


T1 AŽ T5 - 1T 311K

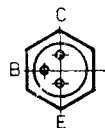
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 61



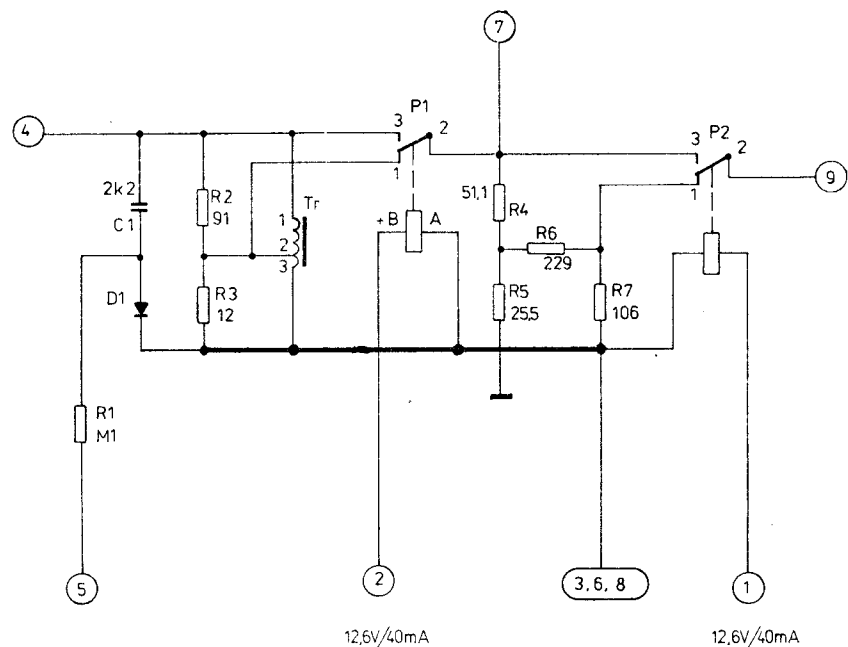


T1 - 2T 904 A

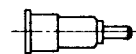


Jednotka montážní
 Монтажный блок
 Mounting unit

1AF 017 63



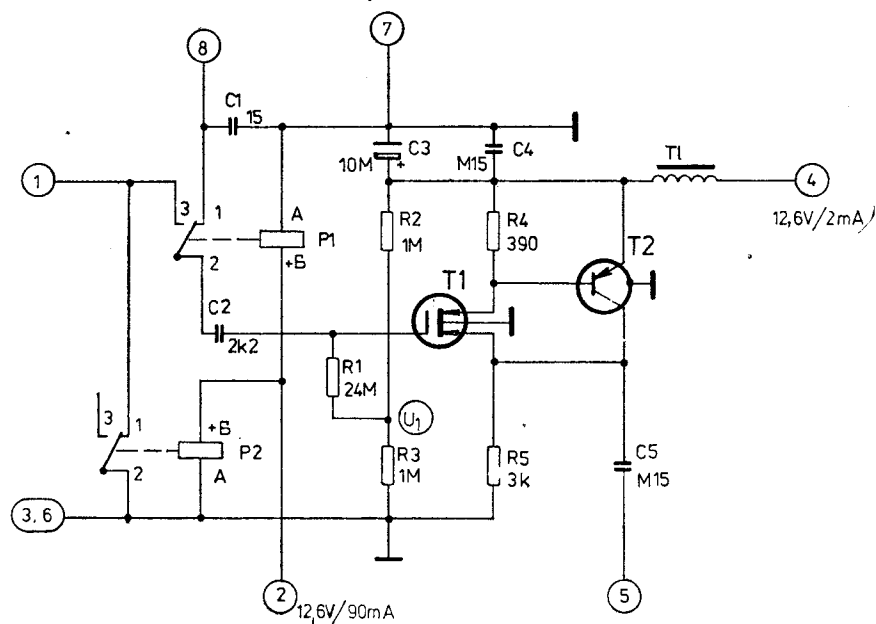
D1 Д408



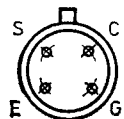
A K

Jednotka montážní
 Монтажный блок
 Mounting unit

1AF 017 64

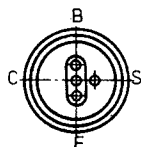


T1 - 2 П 305 Б

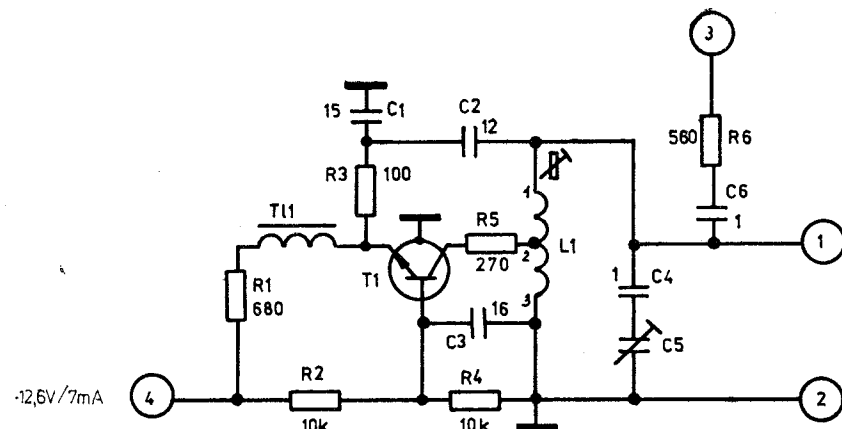


Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

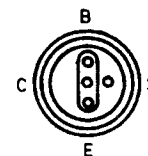
T2 - 1Т 313 Б



1AF 017 65



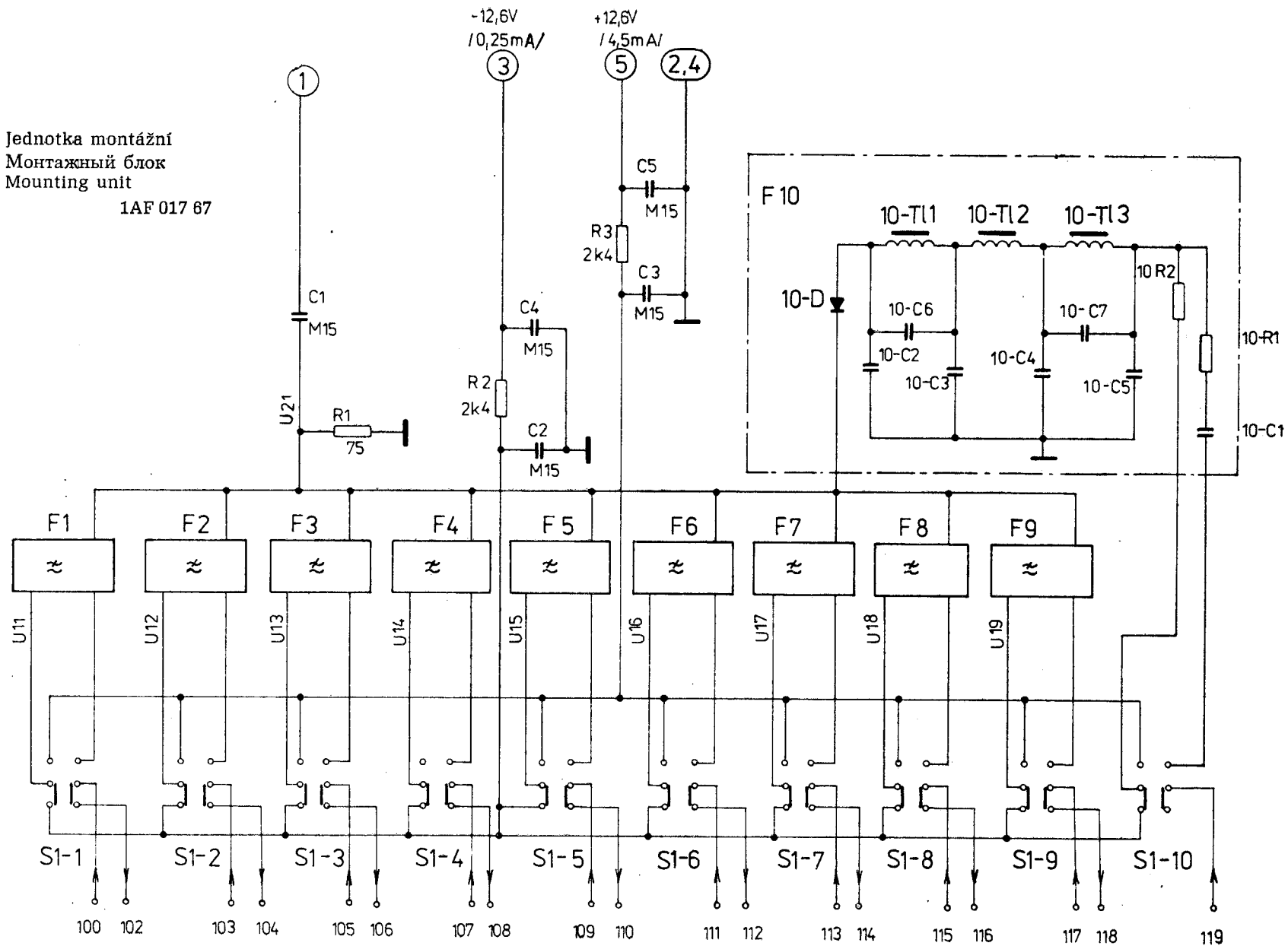
T1 - 1Т 311К



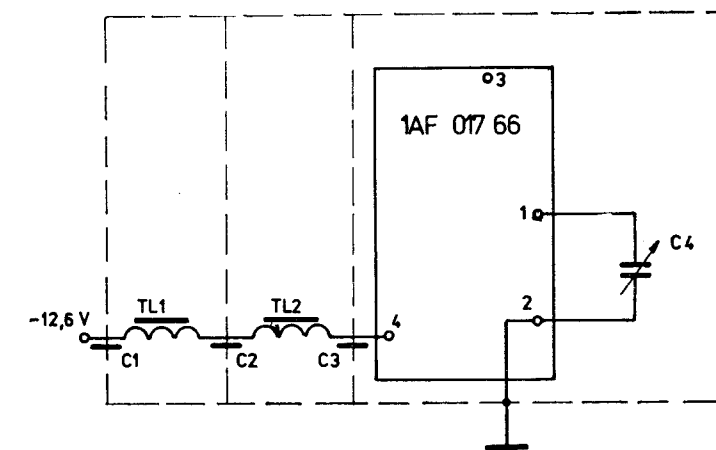
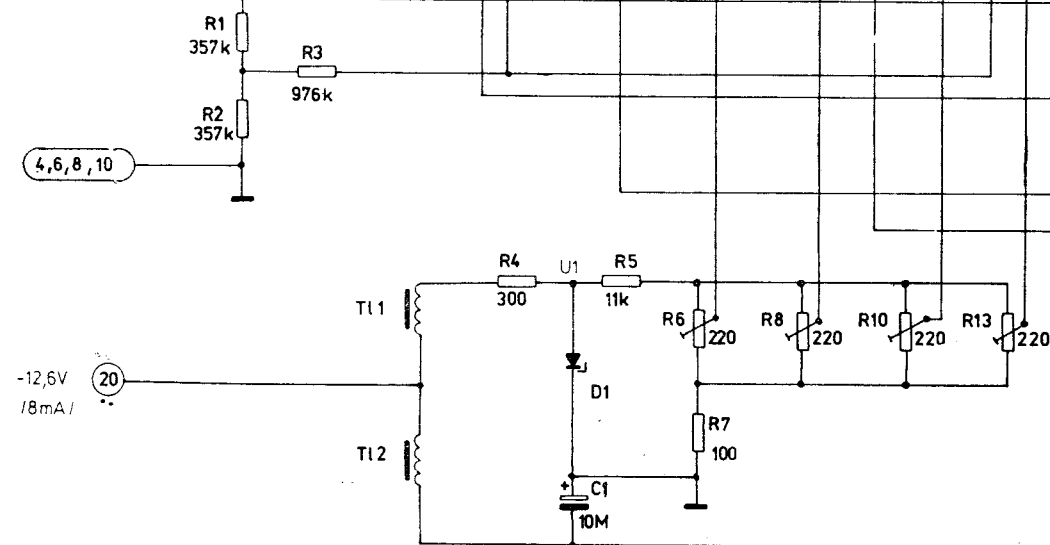
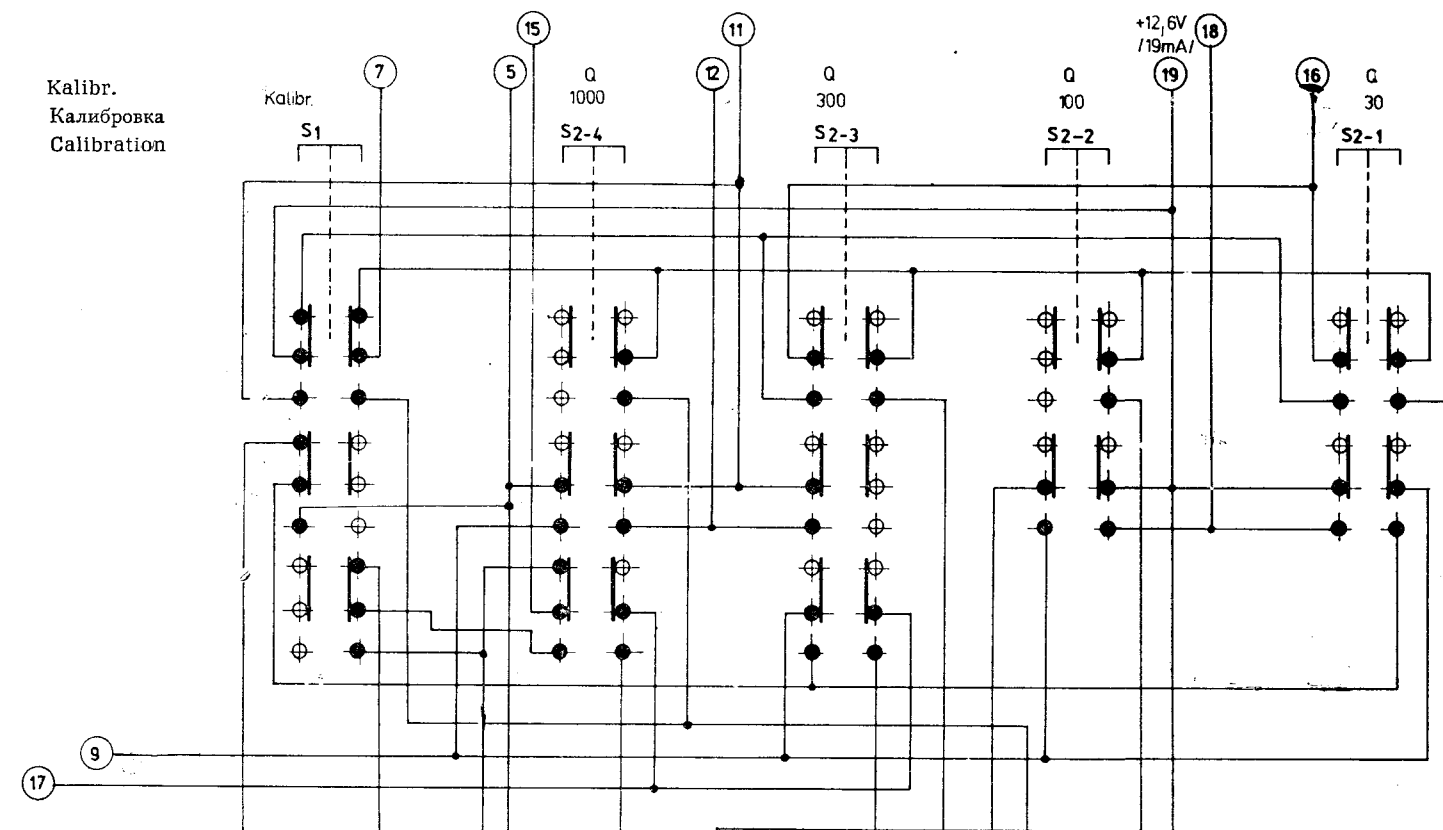
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

1AF 017 66

Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit
1AF 017 67

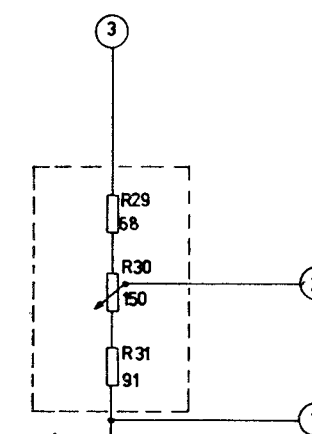


Kalibr.
Калибровка
Calibration



Obvod oscilátoru
Схема генератора
Oscillator circuit

1AK 060 60



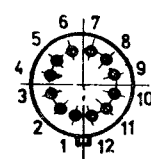
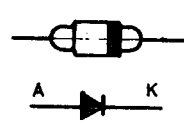
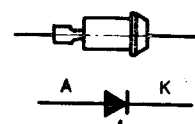
1AF 017 69

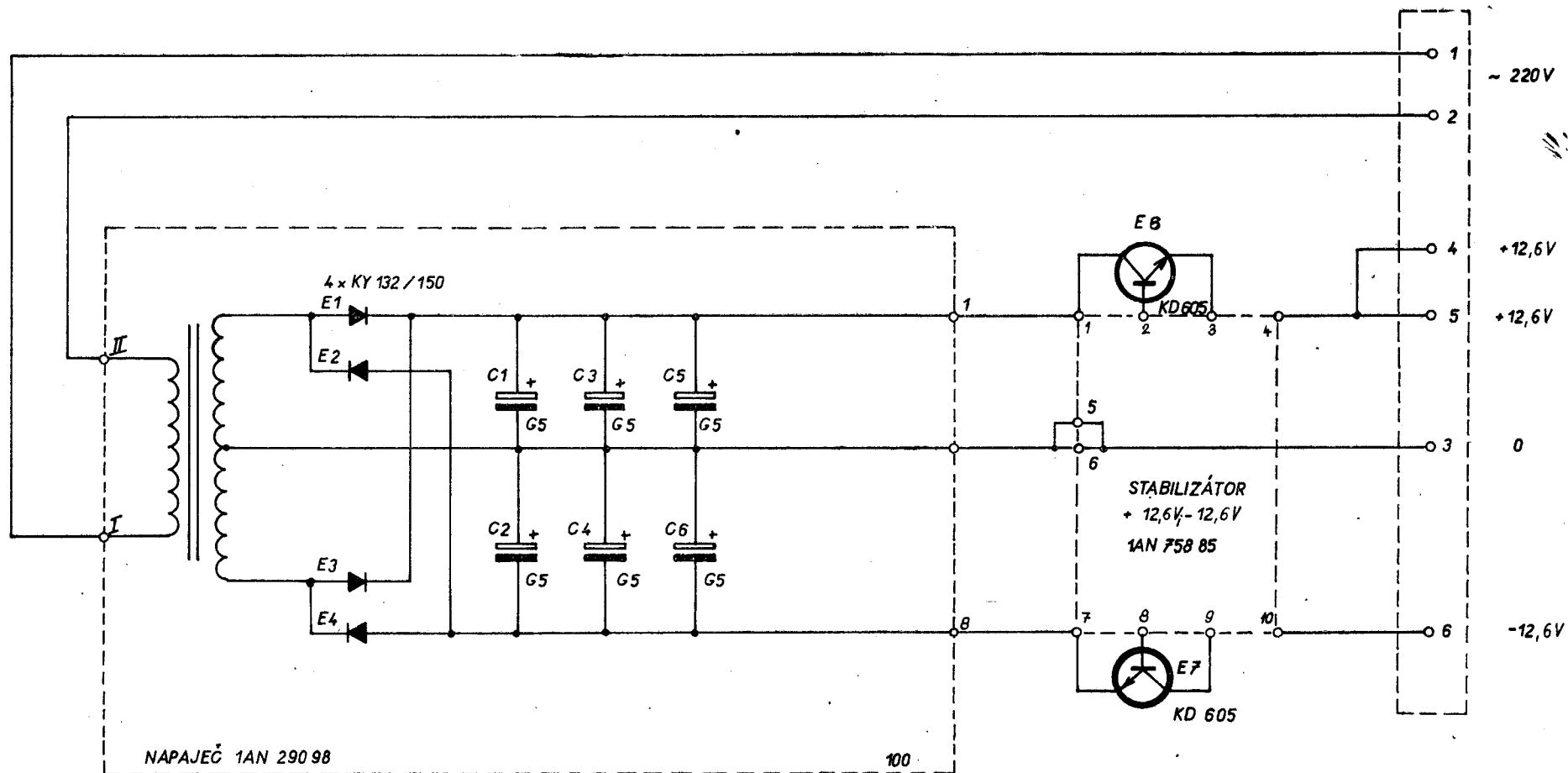
Jednotka montážní
Монтажный блок
Mounting unit

D1 - A818E

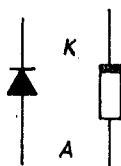
D2, D3 - A311

G1 - 1YT 401E

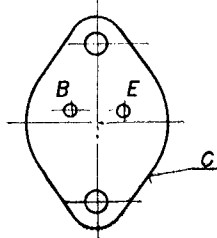




E1, E2, E3, E4



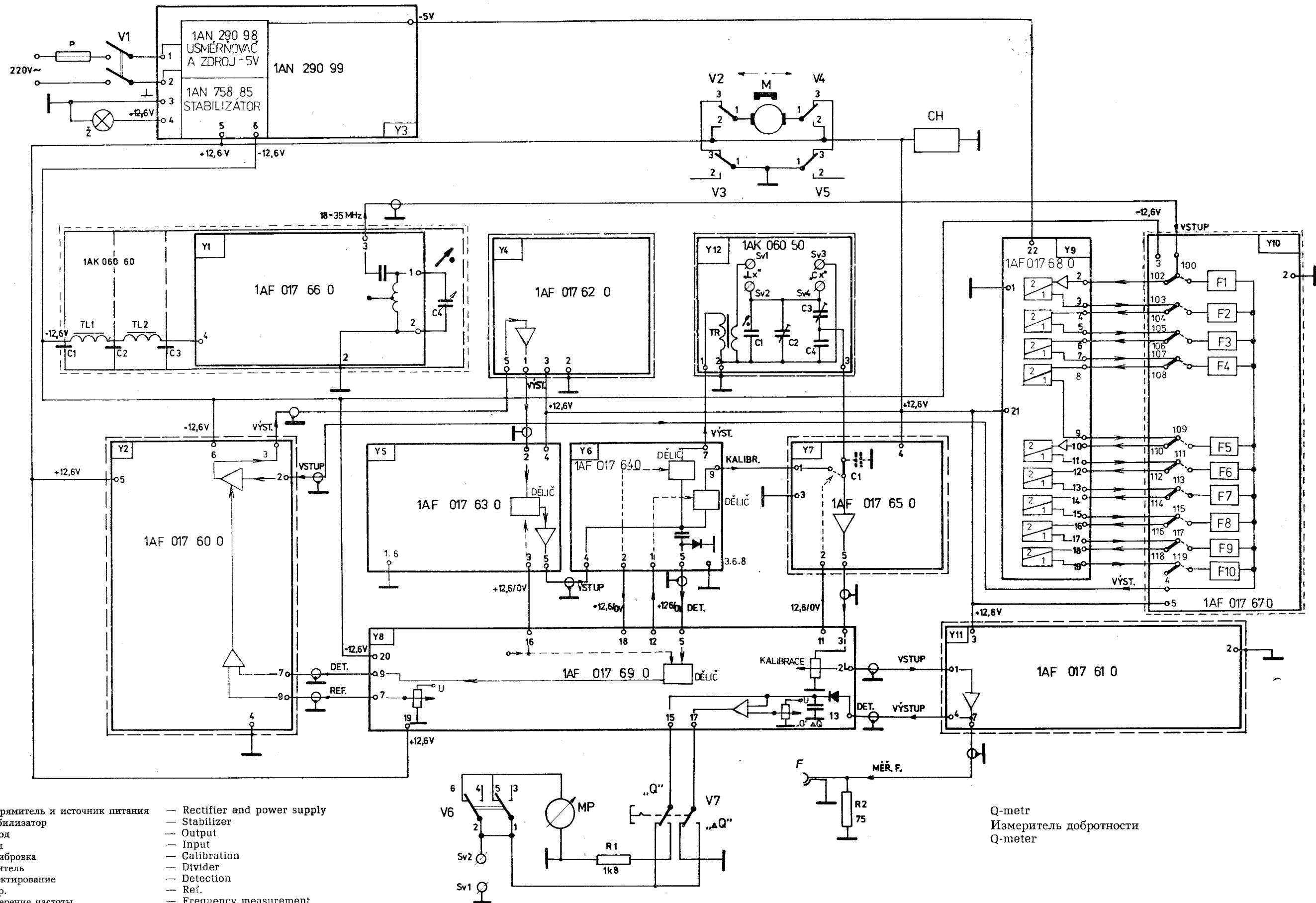
E6, E7



Napáječ — Источник питания — Power supply
Stabilizátor — Стабилизатор — Stabilizer

1AN 290 99

Napájecí zdroj
Источник питания
Power supply





N. p. TESLA Brno vyrábí elektronické měřicí přístroje určené pro laboratorní, dílenské a servisní účely.

- měřiče napětí a proudů
- měřiče hodnot elektrických obvodů
- měřiče času a kmitočtu a čítače
- generátory
- oscilografy
- měřiče parametrů polovodičů
- normály a kalibrační zařízení
- jiné elektronické měřicí přístroje
- spektrometry NMR
- elektronové mikroskopy

Н. п. ТЕСЛА Брно выпускает электронные измерительные приборы в исполнении для лабораторий, производственных цехов и участков технического обслуживания.

- электронные измерители напряжения и тока
- электронные измерители параметров электрических цепей
- электронные измерители времени, частоты и счетчики
- генераторы
- осциллографы
- электронные измерители параметров полупроводников
- стандарты и устройства для калибровки
- остальные электронные измерительные приборы
- спектрометры ЯМР
- электронные микроскопы

TESLA Brno, Nat. Corp. produces electronic measuring instruments designed for laboratory, workshop and service purposes.

- Voltage and current meters
- Electronic meters of circuits and components
- Electronic time and frequency meters and counters
- Generators
- Oscilloscopes
- Parameter and semiconductor meters
- Standards and calibrating devices
- Sundry electronic instruments
- NMR Spectrometers
- Electron microscopes

