



PRODEJNÍ SORTIMENT

Měřiče napětí a proudů
Měřiče elektrických obvodů
a součástí

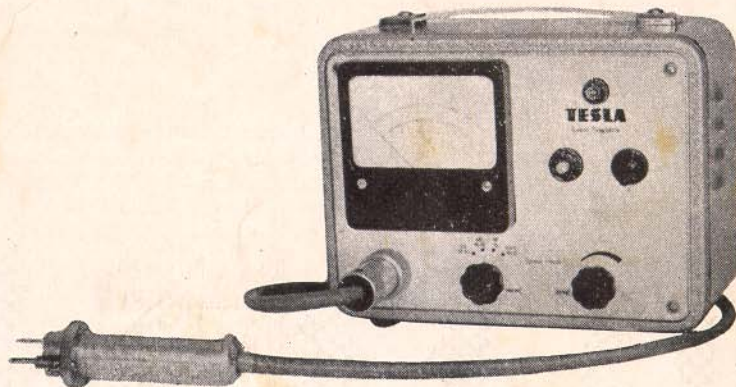
Měřiče kmitočtů a počítače

Oscilografy

Měřiče fyzikálních veličin

Generátory

Napájecí zdroje



ŠUMOVÝ GENERÁTOR TESLA BM 410
NOISE GENERATOR TESLA BM 410

NÁVOD K OBSLUZE

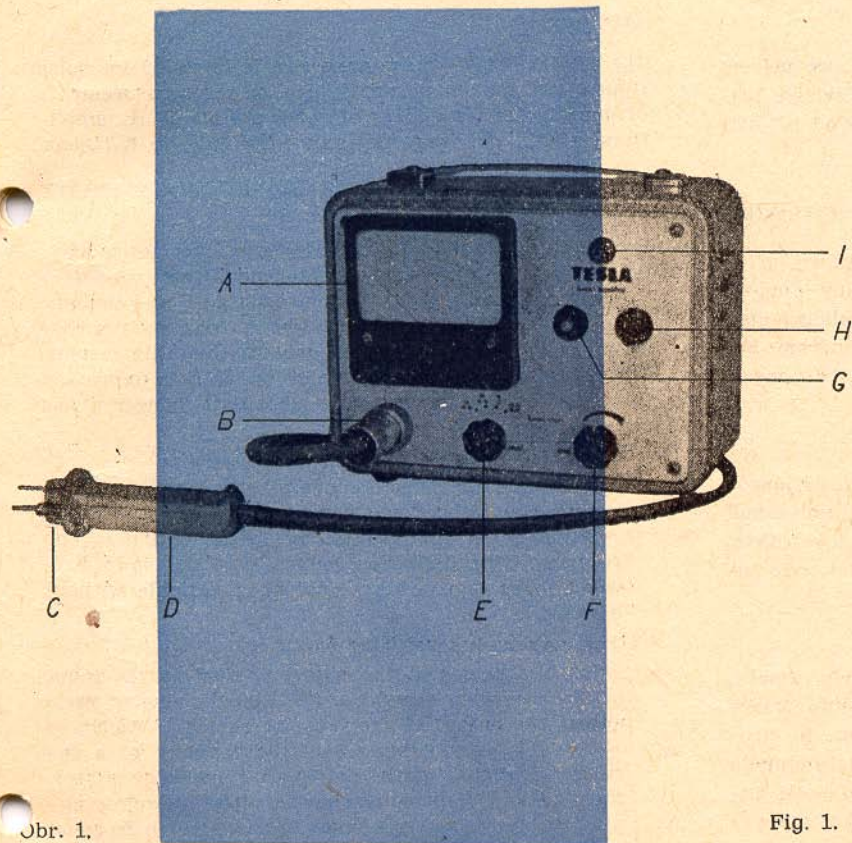


NÁVOD K OBSLUZE

ŠUMOVÝ GENERÁTOR TESLA BM 410

INSTRUCTIONS FOR USE

NOISE GENERATOR TESLA BM 410



Obr. 1.

Fig. 1.

- A — Měřidlo udávající šumový výkon
- B — Konektor kabelu přivádějícího napájecí napětí šumové diodě
- C — Nástavec s pracovním odporem šumové diody
- D — Sonda se šumovou diodou
- E — Knoflík pro regulaci šumového výkonu — hrubě
- F — Knoflík pro regulaci šumového výkonu — plynule
- G — Tlačítko zapínající žhavení šumové diody
- H — Síťový vypínač
- I — Kontrolní žárovka

- A — Noise power indicator
- B — Connector for the cable of the noise diode powering voltages
- C — Adapter with the series resistor of the noise diode
- D — Probe with the noise diode
- E — Noise power control — in steps (coarse)
- F — Noise power control — continuously (fine)
- G — Push-button switch of the noise diode heating
- H — Mains switch
- I — Pilot lamp

POUŽITÍ

Šumový generátor TESLA BM 410 je určen pro měření šumového čísla a mezní citlivosti čtyřpólů, zvláště přijímačů a vf zesilovačů v kmitočtovém pásmu od 100 kHz do 250 MHz.

DEFINICE POJMŮ: ŠUMOVÉ ČÍSLO, MEZNÍ CITLIVOST

Pro posouzení šumových poměrů čtyřpólů (spec. přijímačů a zesilovačů) byly odvozeny dvě veličiny. Šumové číslo F a mezní citlivost výkonová n . Obě veličiny mají číselně stejnou hodnotu a liší se jenom rozměrem. Šumové číslo F je bezrozměrné nebo se udává v dB, mezní citlivost výkonová n má rozměr kTo.

a) Šumové číslo F (např. přijímače)

je poměr celkového šumového výkonu přijímače k šumovému výkonu antény, a to vztaženo oboje buď na vstup nebo výstup přijímače. Z definice vidíme, že se jedná o poměr dvou výkonů, vychází tedy šumové číslo F jako veličina bezrozměrná.

b) Mezní citlivost výkonová n

je takový výkon signálu, dodaný na vstup přijímače, při kterém poměr signál/šum na výstupu přijímače je roven jedné ($N_s/N_{\Sigma} = 1$). Měříme-li mezní citlivost šumovým generátorem, dodáváme místo signálu šumový výkon, a to stejné velikosti, jako dodá anténa, to znamená, že celkový šumový výkon na vý-

APPLICATION

The TESLA BM 410 noise generator is intended for noise figure and maximum sensitivity power measurements of quadripoles, especially of receivers and R. F. amplifiers, within the frequency range 100 kc/s to 250 Mc/s.

DEFINITIONS: NOISE FACTOR, MAXIMUM SENSITIVITY POWER

For the designation of the noise properties of quadripoles (especially of receivers and amplifiers), two factors are commonly used. The noise figure F and the maximum sensitivity power n . These two factors are numerically equal and differ only in their dimensions. The noise factor F has no dimension, as it is expressed in terms of dB. The maximum sensitivity power n has the dimension kTo.

a) The noise figure F (e. g. of a receiver)

is the ratio between the overall noise power of the receiver and the noise power of the aerial, both in relation either to the input or to the output of the receiver. This definition means that the ratio between these two powers must be a variable without dimension.

b) The maximum sensitivity power n

is such a power of the signal applied to the input of the receiver at which the signal-to-noise ratio across the output of the receiver equals 1 ($N_s/N_n = 1$). If this maximum sensitivity power of a receiver is being measured with a noise generator, then instead of a signal, such a noise power is applied to the input, the magnitude of which is equal

šumu přijímače je pak dvojnásobný. Jestliže počítáme šumový výkon na 1 Hz šířky pásma Δf , má jednotka mezní citlivosti rozměr energie, tj. $W/Hz = Ws$. Je-li anténa přizpůsobena přijímači, dodá na jeho vstup šumový výkon

$$N_s = kT_o \Delta f.$$

Vztahujeme-li šumový výkon na 1 Hz šířky pásma Δf , obdržíme

$$N_{1Hz} = \frac{kT_o \cdot \Delta f}{\Delta f} = kT_o.$$

Výraz kT_o je jednotkou mezní citlivosti a pro ideální přijímač je mezní citlivost výkonová rovna tomuto číslu. Dosadíme-li pak za k (Boltzmannova konstanta = $1,374 \cdot 10^{-23} Ws/^\circ K$) a $T_o = 291^\circ K$ (teplota pracovního odporu vyjádřená ve stupních Kelvina), obdržíme číslo se známým rozměrem výše uvedeným:

$$kT_o = 1,374 \cdot 10^{-23} \cdot 291 \left[\frac{Ws}{^\circ K} \right] = 4 \cdot 10^{-21} Ws = 4 \cdot 10^{-21} W/Hz$$

Jednotku kT_o je možno nazvat specifickým šumovým výkonem, poněvadž celkový šumový výkon, dodaný anténou, je násobek kT_o a šířky pásma přijímače Δf .

to that supplied by the aerial; this means that the total noise power across the output of the receiver will be double. If the noise power for a 1 c/s bandwidth is termed Δf , then the unit of the maximum sensitivity power will have the dimension of power, i. e. $W/c/s = Ws$.

An aerial which is matched to the receiver supplies to the input a noise power of:

$$N_n = kT_o \cdot \Delta f$$

The noise power pertaining to a bandwidth of 1 c/s, i. e. to Δf is as follows:

$$N_{1c/s} = \frac{kT_o \cdot \Delta f}{\Delta f} = kT_o$$

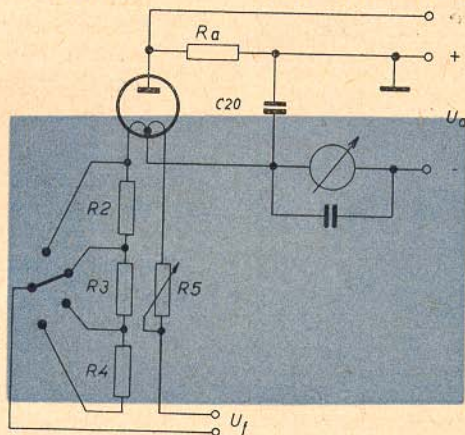
The term kT_o is the unit for the maximum sensitivity power and in the case of an ideal receiver, the extreme sensitivity power is equal to this value. If for k (Boltzmann constant = $1,374 \times 10^{-23} Ws/^\circ K$) and for $T_o = 291^\circ K$ (temperature of the working resistor expressed in Kelvin steps) the respective values are set, then as a result a number is obtained which has the above mentioned dimension.

$$kT_o = 1,374 \cdot 10^{-23} \cdot 291 \left[\frac{Ws}{^\circ K} \right] = 4 \cdot 10^{-21} Ws = 4 \cdot 10^{-21} W/c/s.$$

The unit kT_o can be termed „specific noise power“, as the overall noise power supplied by the aerial is a multiple of kT_o and of the bandwidth Δf of the receiver.

PRINCIPIÁLNÍ SCHÉMA ŠUMOVÉHO GENERÁTORU

BASIC DIAGRAM OF THE NOISE GENERATOR



Obr. 2.

Fig. 2.

PRINCIP PŘÍSTROJE, JEHO FUNKCE A POPIS

Šumový generátor je zdrojem šumu souvislého kmitočtového spektra, jehož mezní kmitočty jsou určeny prvky použitých obvodů, zvláště použitým zdrojem šumu. Vlastním zdrojem šumu je u šumového generátoru BM 410 šumová dioda. Je to vakuová, přímo žhavená dioda s wolframovým vláknem, která pracuje v oblasti nasyceného proudu. Šumová dioda pracující v oblasti nasyceného proudu představuje zdroj o nekonečném vnitřním odporu (prakticky řádu $M\Omega$), tj. zdroj kon-

PRINCIPLE OF THE INSTRUMENT, ITS OPERATION AND DESCRIPTION

The noise generator is a source of a continuous noise frequency spectrum, the extreme frequencies of which are determined by the components of the employed circuits, especially by the source of noise employed. A noise generator diode is used in the BM 410 noise generator as the source of noise. It is a directly heated vacuum diode with tungsten cathode and operates in the region of saturated current. A noise diode which operates with saturated current exhibits the properties of a current source of infinite resistance (in actual practice of the order of megohms), i. e. of a source of con-

stantního proudu. Vzhledem k tomuto velkému vnitřnímu odporu se vřazením pracovního odporu do obvodu diody její proud nemění a je pak možno šumové napětí snadno určit z rovnice $E_{\text{š}} = I_{\text{š}} \cdot R_a$. Šumový proud $I_{\text{š}}$ je úměrný anodovému proudu diody I_a podle rovnice $I_{\text{š}}^2 = 2e I_a \Delta f$. Regulace šumového proudu (resp. šumového výkonu) se provádí změnou žhavicího příkonu. Tím se změní anodový proud a zároveň šumové napětí na odporu R_a (viz schéma obr. 2). Prakticky se regulace provádí tak, že do žhavicího obvodu vřazujeme sériové odpory R_2 — R_5 , a to pro regulaci stupňovitou a plynulou.

Šumový generátor se skládá ze dvou hlavních celků. Jsou to stabilisované zdroje napájecích napětí pro šumovou diodu, umístěné v miniaturní kovové skříní a sonda se šumovou diodou a výměnnými pracovními odpory v nástavcích. Žhavicí napětí je stabilisováno magnetickým stabilisátorem, který sestává z nepřesyceného a z přesyceného transformátoru T_1 a T_2 a z vyrovnávacího kondensátoru (C_8 , C_{15}).

Vinutí transformátoru T_2 je zapojeno v protifázi s kompenzačním vinutím na nepřesyceném transformátoru T_1 . V přívodech žhavicího napětí jsou zařazeny sériové regulační odpory a filtrační obvody. Přepínač odporů má čtyři stupně a přepíná současně rozsahy měřidla na 1, 3, 10, 30 mA. Proudovým rozsahem a výstupním odporem šumového generátoru jsou určeny stupnice na mě-

stant current. Owing to this large resistance, the current of the diode does not change by the insertion of a series resistance into its circuit and consequently the noise voltage can be determined easily from the equation $E_n = I_n \cdot R_a$. The noise current I_n is proportional to the anode current of the diode I_a according to the equation $I_n^2 = 2e I_a \Delta f$. The noise current (i. e. the noise power) can be altered by controlling the heater input power. Thus the anode current is altered and simultaneously the noise voltage across the series resistor R_a (see the diagram in Fig. 2). In actual practice the control is carried out by inserting into the heater circuit the resistors R_2 to R_5 for step and continuous control.

The noise generator is composed of two main sections. The first section is a stabilized power unit which supplies all the powering voltages for the noise diode and is housed in a miniature metal cabinet. The second section is formed by a probe housing the noise diode and by one of the exchangeable series resistors which are built as plug-in adapters.

The heater voltage is stabilized by a magnetic stabilizer which consists of two transformers T_1 and T_2 , the first of which is saturated, and of two parallel connected compensating capacitors (C_8 , C_{15}).

The winding of the transformer T_2 is connected in opposite phase to the compensating winding of the saturated transformer T_1 . In the heater voltage supply are series control resistors and filter circuits. The resistor control switch has four steps and changes also the meter ranges to 1, 3, 10, 30 mA. These ranges are determined by the current ranges and the output resistance of the noise generator and they are calibrated directly

řidle, které jsou cejchovány přímo v jednotkách šumového výkonu kT_0 a v dB. Filtrační články jsou zařazeny až za sériovými odpory a jsou dva. Jeden je ve zdroji a působí jako dolnofrekvenční propust na nižších kmitočtech (od 100 kHz se člena L_1 , L_2 , $C_1 \div C_4$), druhý je přímo v sondě těsně u pájecích špiček šumové diody. Tento doplňuje působení prvního článku na kmitočtech vyšších (působí asi od 7 MHz). Anodové napětí pro šumovou diodu je usměrněno elektronkou E2 a filtrováno členem C6, R7, C7. Dále je stabilizační obvod s odporem R6 a stab. doutnavkou E1. V přístroji používáme záporného anodového napětí, a to z toho důvodu, abychom pracovní odpory šumové diody mohli zapojit mezi její anodu a zem a tím se snadno daly přepínat nebo vyměňovat. Záporné anodové napětí je pak přivedeno na katodu šumové diody. Střed vlákna (katoda) je pro vř uzemněn přes kondensátor C20 vytvořený přímo v objímce elektronky. Zemní bod pracovních odporů, které jsou v nástavcích, je umístěn co možná nejbližší zemi středu vlákna, čímž se omezí parazitní indukčnost. V nástavci pro nesymetrický výstup je pracovní odpor zapojen mezi výstupním kolíkem, který je spojen s anodou šumové diody a pláštěm nástavce. Symetrické výstupní napětí se získává až ve vstupním obvodu přijímače; v nástavci pro symetrický výstup je pro druhou polovinu vstupní cívky přijímačů jenom symetrická zátěž, tj. polovina pracovního odporu s kompenzační kapacitou rovnou přibližně kapacitě sondy. Pro symetrické zapojení je zvolen výstupní odpor 300 Ω , pro nesymetrické zapojení 75 Ω .

in terms of kT_0 and dB. The two filter circuits are inserted behind the control resistors; the first filter circuit is in the power supply unit and operates as a low-pass filter at lower frequencies (from 100 kc/s, it is composed of L_1 , L_2 , and C_1 to C_4), the second is directly in the probe, near to the soldering tags of the noise diode and co-operates with the first filter circuit at higher frequencies (from approximately 7 Mc/s upwards).

The anode voltage for the noise diode is rectified by the tube E2 and filtered by the network formed by C6, R7 and C7. It passes through the stabilizer formed by R6 and the glow-tube E1. The instrument employs negative anode voltage in order to enable the connection of the series resistors of the noise diode between its anode and earth. Consequently, switching and exchange is facilitated. The negative anode voltage is applied to the cathode of the noise diode. The centre tap of the tube filament (cathode) is earthed as far as R. F. is concerned, over the capacitor C20 which is formed directly by the socket of the diode. The earthed pole of the employed series resistor — which is in a plug-in adapter — is very close to the earthing point of the noise diode cathode, in order to limit stray inductances to a minimum. In the asymmetrical output adapter the resistor is connected between the output pin, which is connected to the anode of the noise diode, and the cover of the adapter. Symmetrical output voltage is produced in the input circuit of the receiver; in the symmetrical output adapter, for the second half of the receiver input coil there is only a symmetrical load, i. e. half of the series resistance with a compensating capacitor approximately equal to the probe capacitance. For symmetrical connection, the output resistance is 300 ohms and for asymmetrical connection it is 75 ohms.

TECHNICKÉ ÚDAJE

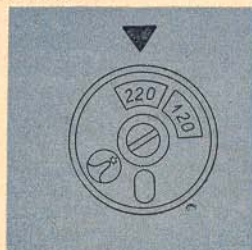
Kmitočtový rozsah:	100 kHz—250 MHz
Přesnost:	+ 1 dB, —2 dB, vztaženo ke kmitočtu 10 MHz
Výstupní odpor nesymetrický:	75 Ω
symetrický:	300 Ω
Maximální šumový výkon pro výstupní odpor nesymetrický:	75 Ω—45 kTo
Maximální šumový výkon pro výstupní odpor symetrický:	300 Ω—45 kTo
Cejchování:	Měřidlo je cejchováno přímo v kTo a dB pro čtyři rozsahy: 1,5, 4,5; 15; 45 kTo a 11—10; 16—10; 11; 16 dB
Připojení na síť:	220 nebo 120 V ± 10 %, 50 Hz
Jištění tavnými pojistkami:	220 V/0,4 A, 120 V/0,5 A
Příkon:	60 VA
Osazení:	1×1NA31, 1×6Z31, 1×11TA31
Rozměry:	260×200×150 mm
Váha:	7 kg
Příslušenství:	1 síťová šňůra 1AK 641 21, náhradní pojistky, 1 sonda s kabelem a konektorem 1AK 050 91, 1 nástavec 1AK 051 60, 1 nástavec 1AK 051 61, návod k obsluze.

TECHNICAL DATA

Frequency coverage:	100 kc/s to 250 Mc/s
Accuracy:	+1 dB, —2 dB, in relation to a frequency of 10 Mc/s
Output resistance	
Asymmetrical:	75 ohms
Symmetrical:	300 ohms
Max. noise power with the asymmetrical output adapter employed:	75 ohms to 45 kTo
Max. noise power with the symmetrical output adapter employed:	300 ohms to 45 kTo
Calibration:	The meter is calibrated directly in terms of kTo and dB in four ranges: 1.5; 4.5; 15; 45 kTo and 11—10; 16—10; 11; 16 dB.
Mains connection:	220 V or 120 V ± 10 %, 50 c/s
Protective fuse:	220 V/0.4 A, 120 V/0.5 A
Power consumption:	60 VA
Tube complement:	1×1NA31, 1×6Z31, 1×11TA31
Dimensions:	260×200×150 mm
Weight:	7 kg
Accessories:	1 Mains cord 1AK 641 21, Spare fuse cartridges, 1 Probe with cable and connector 1AK 050 91 1 Adapter 1AK 051 60 1 Adapter 1AK 051 61 Instructions booklet.

PŘIPOJENÍ NA SÍTOVÉ NAPĚTÍ

Před připojením přístroje k síťovému napětí se přesvědčíme, zda je přístroj přepojen na správné síťové napětí. Přepojení se provádí kotoučkem voliče napětí na zadní stěně přístroje. Je-li třeba přístroj přepojit na jiné napětí, vyšroubujeme šroub uprostřed voliče napětí, kotouč povytáhneme a natočíme tak, aby číslo, udávající správné síťové napětí, bylo pod trojúhelníkovou značkou. Šroub potom opět zašroubujeme a tím kotouček zajistíme. Je-li volič napětí v poloze, nakreslené na obr. 3, je přístroj přepojen na 220 V. Vedle síťové přívodky je umístěno pouzdro síťové pojistky. Při změně síťového napětí je třeba rovněž zkontrolovat hodnotu pojistky. Hodnoty pojistek pro síťové napětí 220 V a 120 V jsou uvedeny v odstavci „TECHNICKÉ ÚDAJE“. Spojení kostry přístroje s ochranným vodičem je provedeno třetím vodičem v síťové šňůře.



Obr. 3.

CONNECTION TO THE MAINS

Before connecting the instrument to the mains, it is necessary to ascertain that it is switched to the available mains voltage. The voltage setting of the instrument can be changed with the disc of the selector which is on the back panel of the instrument. When the voltage setting of the instrument has to be changed, then the screw in the centre of the voltage selector has to be removed, the disc pulled out and turned so that the number indicating the available mains voltage is below the triangular mark. Then after pushing the disc home, the screw has to be screwed in again, thus securing the disc. If the voltage selector is in the position shown in Fig. 3, then the instrument is switched to 220 V. Next to the mains connection is the fuse holder with the mains fuse. Whenever the mains voltage setting of the instrument is changed, the fuse cartridge must be exchanged. The correct ratings of the fuses for 220 V and 120 V are listed in the section „TECHNICAL DATA“. Connection of the instrument frame-work to the protective conductor of the mains is carried out by the third conductor of the mains cord.

Fig. 3.

MĚŘENÍ

Před měřením je třeba připojit k přístroji sondu, obsahující vlastní šumovou diodu. Sonda D (obr. 1) je ze zdrojem napájecího napětí spojena kabelem, zakončeným nezáměnnou konektorovou zástrčkou, kterou připojíme do konektorové zásuvky na panelu přístroje. Podle vstupu měřeného přijímače vybereme vhodný zatěžovací

MEASUREMENTS

Before commencing a measurement, the probe must be attached to the instrument. The probe D (Fig. 1) houses the noise diode which is connected to the source of the required powering voltages by a cable terminating in a multiple connector plug which has to be inserted into the respective socket on the panel of the instrument. According to the input circuitry of the receiver to be

odpor (symetrický nebo nesymetrický). Nástavec se zatěžovacím odporem nasuneme na sondu a zajistíme převlečnou maticí. Přístroj zapínáme a vypínáme vypínačem H, při čemž přepínač rozsahu E musí být v poloze 45 k Ω . (Toto omezení je nutné z důvodů ochrany měřidla před nabíjecími a vybíjecími proudy filtračních kondensátorů.) Chod přístroje indikuje kontrolní žárovka I umístěná na panelu. Před měřením necháme přístroj asi 10 až 15 minut tepelně ustálit.

Pro urychlení a usnadnění měření se šumovým generátorem je vestavěno do přístroje tlačítko G, zapínající zdroj šumu, takže není nutno při měření sondu od měřeného objektu odpojovat. Tím se také umožní snadné a rychlé opakování měření a navíc se prodlužuje životnost šumové diody, jež je závislá na době provozu. Použitím tlačítka se doba měření omezí na dobu nezbytně nutnou. Nedoporučuje se, aby zdroj šumu byl jednorázově zapínán po dobu delší než 10 vteřin, neboť se tím snižuje životnost šumové diody a zvláště stabilizátoru E1. Toto omezení nutno dodržet na rozsahu 45 k Ω (30 mA), měřili-li se v první polovici stupnice měřidla.

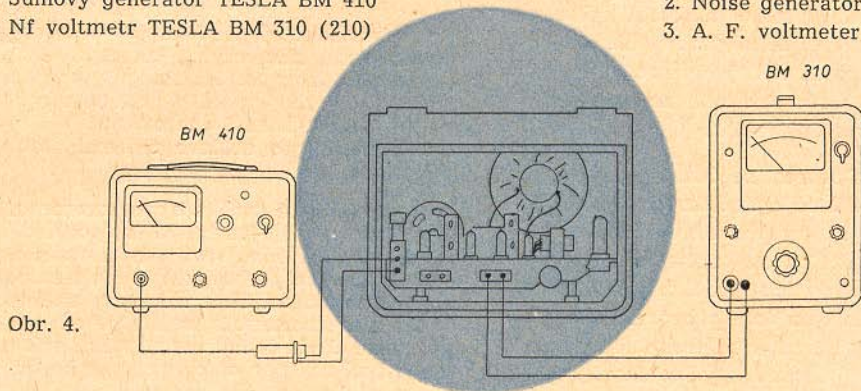
tested, the suitable adapter is selected (symmetrical or asymmetrical), the series resistor of which houses the noise diode. The adapter must be attached to the probe and secured with the sleeve nut provided for the purpose. The instrument is switched on/off with switch H, whereby the switch E has to be in the position 45 k Ω . (This limitation is necessary to protect the meter from charging and discharging currents of the filtering capacitors.) When the instrument is operative, the pilot lamp I on the panel glows. Before commencing the actual measurement, approximately 10 to 15 minutes should elapse to achieve thermal stabilization of the instrument.

To speed-up and facilitate measurements with the noise generator, a push-button G is provided which switches the noise source, so that it is unnecessary to keep disconnecting the probe from the measured object during the measurement. Thus also easy and speedy repetition of the measurement is facilitated and the service life of the noise diode is increased, this obviously depends on the actual number of operational hours. By the use of the push-button, the measurement can be limited to the essential minimum. It is not recommended to keep the diode operating for periods longer than 10 seconds, as this would cause considerable wear of it and also of the stabilizer tube E1. This limitation must be adhered to when the range of 45 k Ω (30 mA) is selected and the result of measurement lies within the first half of the meter scale.

Měření citlivosti přijímače.

Použité přístroje:

1. Měřený přijímač
2. Šumový generátor TESLA BM 410
3. Nf voltmetr TESLA BM 310 (210)



Obr. 4.

Fig. 4.

Při měření postupujeme takto:

Všechny přístroje zapneme a necháme tepelně ustábit. Na vstup přijímače připojíme sondu šumového generátoru, na výstup nízkofrekvenční voltmetr. Nejdříve odečteme na výstupním voltmetru šumové napětí při vypnutém napájení šumové diody (tlačítko G nestlačeno). Přepínač rozsahu E (hrubě) přepneme na rozsah 1,5 kTo a potenciometr F (jemně) vytočíme doleva. Nyní stiskneme tlačítko G a přepínačem E a potenciometrem F nastavíme takovou hodnotu šumového výkonu, až údaj

Receiver sensitivity measurement.

Instruments employed:

1. The receiver to be measured
2. Noise generator TESLA BM 410
3. A. F. voltmeter TESLA BM 310 (210)

The measuring procedure is as follows:

All the instruments must be switched on and left operating for some time to achieve thermal stabilization. The probe of the noise generator then has to be connected to the input of the receiver, the output of which operates into the A. F. voltmeter. First the noise voltage of the receiver is read on the scale of the output voltmeter with the diode of the noise generator switched off (the push-button G is not depressed). The range switch E (coarse) is set to the range 1.5 kTo and the potentiometer F (fine) is turned to its extreme counter-clockwise position. Then the push-button G has

výstupního voltmetru je $1,4\times$ větší než údaj při vypnutém šumovém generátoru. Tím jsme zvýšili šumový výkon na dvojnásobek, čili jsme dodali stejný šumový výkon jako vykazuje přijímač. Šumové číslo se pak odečte přímo na měřidle.

Pro polohy přepínače E — 1,5 a 15 kTo platí stupnice měřidla 15 kTo, pro polohy 4,5 a 45 kTo platí stupnice měřidla 45 kTo.

Odečtení šumového čísla v decibelech:

V polohách přepínače E—11 a 16 dB odečítáme přímo na stupnici měřidla 11 a 16 dB. V polohách (11—10) dB a (16—10) dB musíme od údajů na stupnici měřidla odečíst 10 dB.

Příklad:

Přepínač E v poloze (16—10) dB, odečtená hodnota na stupnici 16 dB je 12,6 dB — šumové číslo přijímače je $(12,6-10)$ dB = 2,6 dB.

V případě, že nedostačuje výkon šumového generátoru ke zvýšení výchylky výstupního šumu na hodnotu $1,4\times$ větší, nastavíme šumový výkon na maximum a počítáme šumové číslo F z naměřených hodnot podle vzorce:

$$F = 20 \cdot I \cdot R \cdot \frac{e_0^2}{e_s^2 - e_0^2} = F_0 \frac{e_0^2}{e_s^2 - e_0^2}$$

to be depressed and with the switch E and the potentiometer F, such a noise power is adjusted that the reading on the output voltmeter is 1.4 times larger than it was without the noise generator employed. Thus the noise power has been doubled, i. e. the same noise power has been added as the inherent noise power of the receiver. Then the noise figure can be read directly on the scale of the meter.

The 15 kTo scale of the meter corresponds to the setting of the switch E to 1.5 and 15 kTo; for the settings 4.5 and 45 kTo, the 45 kTo scale is applicable.

Ascertainment of the noise figure F in dB:

With the switch E in the positions 11 and 16 dB, it is possible to read directly on the 11 and 16 dB scales of the meter. With the switch in one of the remaining positions, i. e. (11—10) dB or (16—10) dB, it is necessary to subtract 10 dB from the reading.

Example:

The switch E is set to the position (16—10) dB, the reading on the 16 dB scale of the meter is 12.6 dB. The noise figure F of the receiver is 12.6 minus 10 dB = = 2.6 dB.

If the power supplied by the noise generator is insufficient for increasing the output voltmeter indication to a value 1.4 times greater (than it was without the generator applied), then the maximum possible noise power has to be adjusted and the noise figure F calculated from the results of the measurement as follows:

$$F = 20 \cdot I \cdot R \cdot \frac{e_0^2}{e_n^2 - e_0^2} = F_0 \frac{e_0^2}{e_n^2 - e_0^2}$$

- e_0 — vlastní šumové napětí přijímače (V)
 e_n — celkové šumové napětí po zapnutí šumového generátoru (V)
 R — výstupní odpor šumového generátoru
 F_0 — max. šumové číslo, které udává stupnice měřidla
 I — proud šumové diody

Je-li vstupní odpor přijímače R_p rozdílný od výstupního odporu šumového generátoru R , vypočteme správné šumové číslo F ze vzorce

$$F = 4 F_x \frac{R_p}{R} \cdot \left(\frac{R}{R + R_p} \right)^2$$

F_x ... naměřené šumové číslo.

Určení mezní citlivosti přijímačů v μV .

Známe-li šumové číslo přijímače F , resp. mezní citlivost n , můžeme vypočíst mezní citlivost E_{so} v μV (pro poměr signálu k šumu = 1) podle vzorce:

$$E_{so} = \sqrt{4 kT_0 \cdot R_p \cdot \Delta f \cdot n} =$$

$$E_{so} = 1,265 \cdot 10^{-10} \sqrt{R_p \cdot \Delta f \cdot n}$$

R_p — vstupní odpor přijímače

Δf — šířka pásma přijímače

n — mezní citlivost výkonová = šumové číslo F

Rychleji zjistíme mezní citlivost z grafů (Str. 19, 20).

- e_0 = the inherent noise voltage of the receiver (V),
 e_n = the overall noise voltage with the noise generator switched on (V)
 R = output resistance of the noise generator (ohms)
 F_0 = max. noise figure read on the scale of the meter
 I = current of the noise diode

If the input resistance R_r of the receiver differs from the output resistance R of the noise generator, then the correct noise figure can be calculated from the formula:

$$F = 4 F_x \frac{R_r}{R} \cdot \left(\frac{R}{R + R_r} \right)^2$$

F_x = the measured noise figure.

Ascertainment of the maximum sensitivity of a receiver in μV .

If the noise figure F or the maximum sensitivity power n is known, then the maximum sensitivity E_{so} , expressed in terms of μV (i. e. for a signal-to-noise ratio = 1) can be calculated from the formula:

$$E_{so} = \sqrt{4 kT_0 \cdot R_r \cdot f \cdot n} =$$

$$E_{so} = 1,265 \cdot 10^{-10} \sqrt{R_r \cdot \Delta f \cdot n}$$

R_r = The input resistance of the receiver.

Δf = The bandwidth of the receiver.

n = Max. sensitivity power = noise figure F .

For speedier ascertainment, the graphs in Figs. 19 and 20 can be used.

Pro každý z výstupních odporů šumového generátoru 300Ω a 75Ω je zvláštní graf. Na svislé ose grafu je vynesena šířka pásma Δf v kHz, na vodorovné ose šumové číslo F (= mezní citlivost výkonová n) a v jejich průsečíku na šikmých čarách odečteme mezní citlivost v μV .

Měření šumového čísla FM přijímačů.

FM přijímače používají na rozdíl od AM přijímačů zvláštní funkční celky, jako omezovač amplitudy a diskriminátor. Při měření šumového čísla by mohl omezovač způsobit značnou chybu omezením amplitudy šumu, a proto se doporučuje měřit výstupní šumové napětí před omezovačem. Jinak je postup měření stejný jako u AM přijímačů.

Je možno ovšem měřit výstupní šumové napětí i na nf výstupu přijímače, ale musíme mít při tom jistotu, že během měření nenastalo omezení amplitudy.

Měření šumového čísla vf zesilovačů.

Šumové číslo vf zesilovačů můžeme měřit šumovým generátorem s použitím přijímače, jehož šumové číslo známe nebo změříme uvedeným postupem.

Postup měření a zapojení přístrojů je následující:

- Použitě přístroje:
1. vf zesilovač
 2. šumový generátor TESLA BM 410
 3. přijímač
 4. nf voltmetr TESLA BM 310

For each output resistance of the noise generator (300 or 75 ohms) there is a separate graph. On the vertical axis are the bandwidths Δf in kc/s and on the horizontal one the noise figures F = maximum sensitivity power n). At the intersections on the inclined lines are the respective sensitivities in μV .

Noise figure measurements of FM receivers.

FM receivers employ functional units which differ from those of AM receivers. These are the amplitude limiter and discriminator. In a noise figure measurement, the limiter could cause a considerable error by limiting the amplitude of the applied noise. Therefore, it is recommended to carry out the measurement of the output noise voltage in front of the limiter. Otherwise the procedure is the same as with AM receivers.

It is possible, of course, also to measure the noise voltage across the A. F. output of the receiver, but it must be ensured that no amplitude limitation will take place during the measurement.

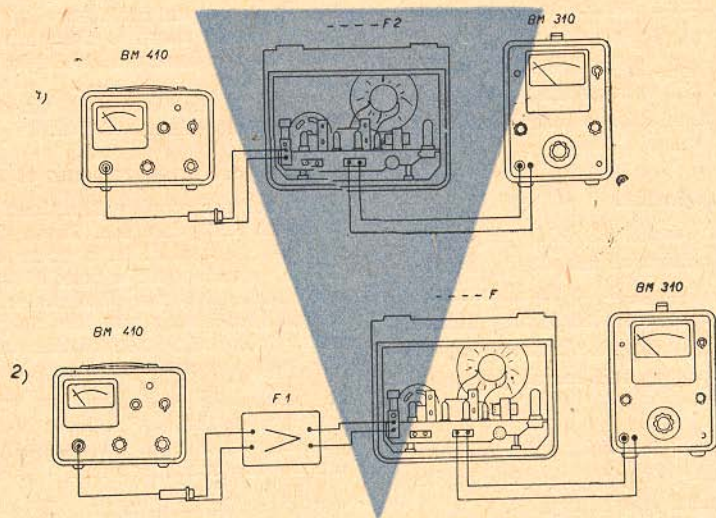
Noise figure measurements of R. F. amplifiers.

The noise figure of R. F. amplifiers can be measured with the noise generator, provided a receiver is used in the setup, the noise figure of which is known or has been measured previously as described above.

The procedure of the measurement is as follows:

Instruments employed:

1. The R. F. amplifier to be measured
2. Noise generator
TESLA BM 410
3. Receiver
4. A. F. voltmeter TESLA BM 310



Obr. 5.

Fig. 5.

- a) měřením podle zapojení 1) zjistíme šumové číslo přijímače F_2 ,
- b) měřením podle zapojení 2) určíme celkové šumové číslo F ,
- c) neznáme-li výkonové zesílení A_z v zesilovače, změníme je dodatečně,
- d) z naměřených hodnot vypočteme šumové číslo v zesilovače F_1 ze vzorce:

$$F_1 = F - \frac{F_2 - 1}{A_z}$$

- a) With the setup according to 1) in Fig. 5 the noise figure F_2 of the receiver is ascertained.
- b) With the setup according to 2) in Fig. 5, the overall noise figure F of the amplifier and of the receiver is ascertained.
- c) If the power amplification A_z of the R. F. amplifier is unknown, then it has to be measured additionally.
- d) The noise figure F_1 of the R. F. amplifier is calculated from the formula:

$$F_1 = F - \frac{F_2 - 1}{A_z}$$

Výměna šumové diody.

Musí-li být šumová dioda vyměněna (přerušené žhavení, ztráta emise, což se projeví nulovou výchylkou měřidla), vyšroubujeme oba šroubky v dolní části pouzdra sondy a vysuneme ji i s vestavěnou šumovou diodou, která je nyní přístupná. Po výměně je nutno znovu nastavit regulační prvky ve žhavicím obvodu šumové diody. Nastavení žhavicího proudu se provádí zmenšením nebo zvětšením sériového odporu R4.

Postupujeme takto:

Přístroj vyjmeme ze skříňky a obrátíme tak, abychom viděli pod chassis. Asi uprostřed chassis jsou upevněny odporové karty se sériovými odpory. První od přepínače je odpor R4 s osmi odbočkami. Vodič připojený na některou z odboček odpájíme a posuneme nahoru nebo dolů. Nastavení provádíme při síťovém napětí 220 V, a to tak, aby v krajních polohách regulačního odporu F (proud šumové diody — jemně) ručka měřidla na panelu šumového generátoru poněkud přesahovala plnou výchylku a dole šla pod $\frac{1}{10}$ plné výchylky. Při změně síťové napětí o $\pm 10\%$ musí dosahovat aspoň těchto hodnot.

Stejně postupujeme, změní-li se samovolně žhavicí proud šumové diody, např. změnou jejich parametrů. Na původní hodnoty uvedeme anodový proud šumové diody posunutím odbočky na odporu R4.

Nemění-li se při jemném nastavování žhavicího napětí plynule velikost anodového proudu šumové diody, je

Exchanging the noise diode.

If the noise diode has to be exchanged for some reason (broken heater, loss of emission, etc. indicated by zero deflection of the meter), then the two screws in the bottom part of the probe casing must be removed and the diode withdrawn to render it accessible. After the exchange, the controls in the heater circuit of the noise diode must be adjusted anew. The heater current can be adjusted by increasing or lowering the series resistance R4.

The procedure is as follows:

The instrument is taken out of its case and turned upside down to enable the components below the chassis to be seen. Approximately in the middle of the chassis are resistor sets with series resistors. The resistor R4 with eight taps is the one nearest to the switch. The conductor soldered to one of the taps must be unsoldered and its position altered. This adjustment has to be carried out with the instrument connected to 220 V. With the control resistor F (current control of the noise diode — fine) in the extreme positions, the needle of the meter must swing slightly beyond the maximum of the scale and below $\frac{1}{10}$ th of the full-scale deflection. When the mains voltage fluctuates by $\pm 10\%$, at least these deflections must be obtained.

The procedure is the same if the heater current has changed of its own accord, e. g. by changes in the noise diode characteristics. The original anode current of the noise diode can be adjusted by repositioning the tap of the resistor R4.

pravděpodobně znečištěna kontaktní dráha potenciometru R5 (knoflík F) a je nutno ji lehce očistit velmi jemným smirkovým plátnem.

Upozornění.

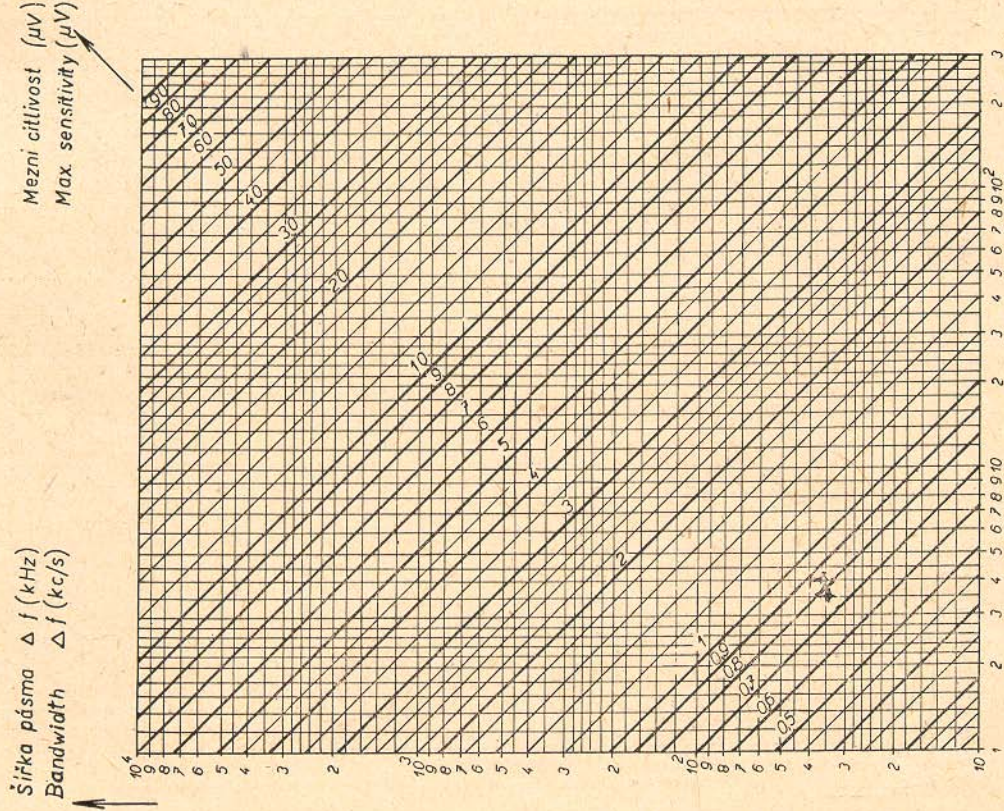
Vzhledem k nárokům na konstrukční provedení sondy s ohledem na požadované vlastnosti je nutno provádět výměnu nastavců při nestlačeném tlačítku.

If a continuous change of the noise diode anode current is not noticed during the fine adjustment of the heater voltage, then probably the contact track of the potentiometer R5 (control F) is soiled and will have to be cleaned carefully with very fine emery paper.

Note. With regard to the design of the probe and to its required properties, the adapter has always to be exchanged with the push-button G not depressed.

GRAF PRO MEZNÍ CITLIVOST (μV)
VSTUPNÍ ODPOR PŘIJÍMAČE 300 Ω

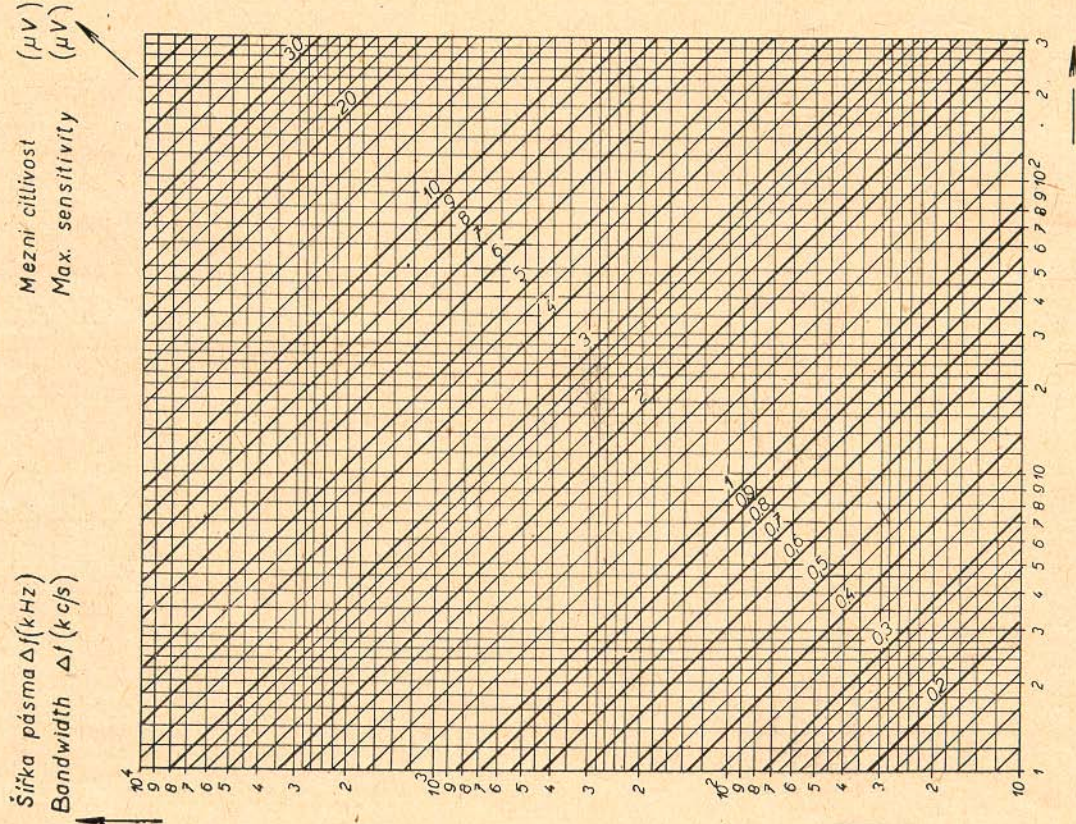
GRAPH OF THE MAXIMUM SENSITIVITY (μV)
INPUT RESISTANCE OF THE RECEIVER 300 ohms



Noise factor F , max sensitivity power n (kTo)
Šumové číslo F mezní výkonová citlivost n (kTo)

GRAF PRO MEZNI CITLIVOST (μV)
VSTUPNÍ ODPOR PŘIJÍMAČE 75 Ω

GRAPH OF THE MAXIMUM SENSITIVITY (μV)
INPUT RESISTANCE OF THE RECEIVER 75 ohms



Noise factor F , max sensitivity power n (kTo)
Sumové číslo F , mezní výkonová citlivost n (kTo)

Resistors:

LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

No.	Type	Value	Max. load	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Wire-wound	6.8 kΩ	8 W	10	TR 616 6k8/A
R2	Resistor	0.65 Ω	—	10	1AK 669 17
R3	Resistor	2×0.73 Ω	—	10	1AK 669 18
R4	Resistor	1.5 Ω	—	10	1AK 669 19
R5	Potentiometer	2.1 Ω	—	—	1AN 690 10
R6	Wire-wound	2.2 kΩ	8 W	10	TR 626 2k2/A
R7	Wire-wound	1.5 kΩ	8 W	10	TR 639 1k5/A
R8	Carbon layer	220 Ω	0.5 W	10	TR 102 220/A
R10	Wire-wound	8.2 kΩ	4 W	10	TR 504 8k2/A
R11	Wire-wound	6.8 kΩ	8 W	10	TR 608 6k8/A
R12	Carbon layer	75 Ω	—	1	1AK 650 42
R13	Carbon layer	150 Ω	—	1	1AK 650 44
R14	Carbon layer	150 Ω	—	1	1AK 650 44
R26	Carbon layer	22 Ω	0.25 W	10	TR 101 22/A

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. D. C. voltage	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	MP box-type	2 μF	160 V	—	TC 455 2M
C2	MP box-type	2 μF	160 V	—	TC 455 2M
C3	MP box-type	2 μF	160 V	—	TC 455 2M
C4	MP box-type	2 μF	160 V	—	TC 455 2M
C5	Electrolytic	100 μF	12 V	—	TC 944 G1
C6	Electrolytic	50 μF	250 V	—	TC 528 50M
C7	Electrolytic	16 μF	350 V	—	WK 705 25 16 M
C8	MP box-type	1 μF	1000 V	—	TC 487 1M
C9	Ceramic	4.7 pF	500 V	5	TK 210 4J7/B

No.	Type	Value	Max. D. C. voltage	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
C12	Feed-through	2200 pF	250 V	—	TK 536 2k2
C13	Feed-through	2200 pF	250 V	—	TK 536 2k2
C14	Feed-through	2200 pF	250 V	—	TK 536 2k2
C15	MP box-type	1 μ F	1000 V	—	TC 487 1M
C16	Paper	0.1 μ F	400 V	—	TC 122 M1

The capacitors C20 to C22 are formed by the constructional elements of the probe.

Transformers and coils:

Part	Marking	Drawing No.	Winding	No. of tap	No. of turns	Wire \varnothing in mm.
Transformer Coil	T1	1AN 661 72	L1 L2	1— 2 3— 4	1100 45	0.300 0.900
		1AK 622 75				
Transformer Coil	T2	1AN 661 73	L1A	1— 2	450	0.335
		1AK 622 74	L1B	2— 3	370	0.335
			L2A	4— 5	1040	0.125
			L2B	5— 6	1040	0.125
			L3	7— 8	25	0.56
			L4A	9—10	5	0.9
			L4B	10—11	1	0.9
			L4C	11—12	1	0.9
			L4D	12—13	1	0.9
		Coil	L1	1AK 600 29	L1	1— 2
Coil	L2	1AK 600 29	L2	1— 2	45	0.800
Coil	L3	1AK 600 30			5.5	0.800
Coil	L4	1AK 600 30			5.5	0.800

Other electrical components:

Component	Type-Value	Drawing No.
Tube E1	11TA31	—
Tube E2	6Z31	—
Tube E3	1NA31	—
Glow-lamp	6 V/0.05 A	1AN 109 12
Meter	—	1AP 780 59
Fuse cartridge P	0.4 A/250 V for 220 V	ČSN 35 4731
Fuse cartridge P	0.5 A/250 V for 120 V	ČSN 35 4731

