

381.



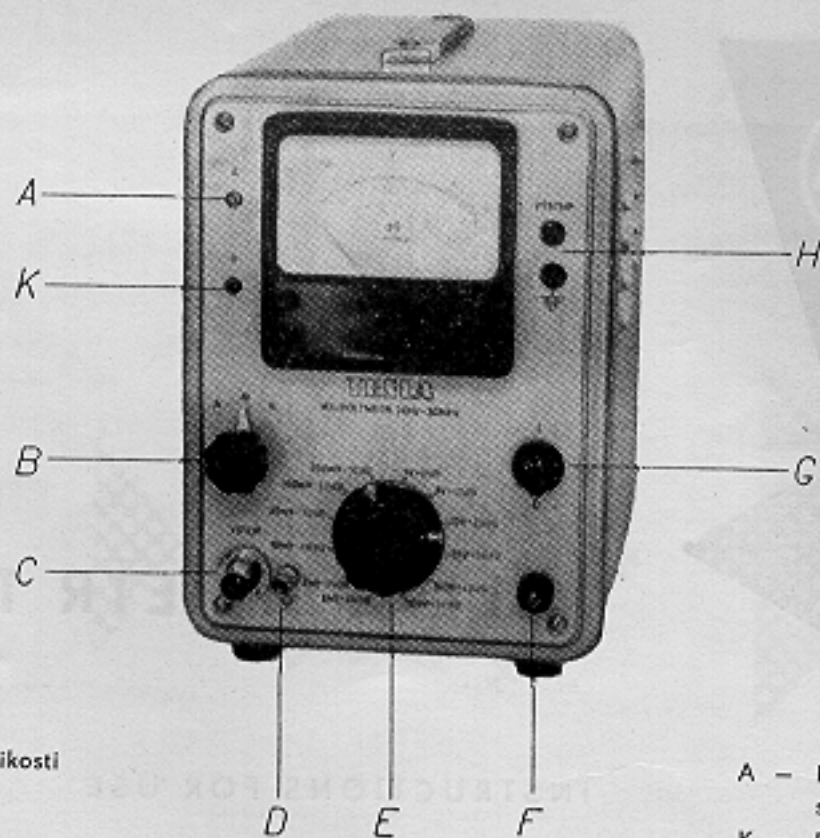
PRODEJNÍ SORTIMENT:

Měřiče napětí a proudů
Měřiče elektrických obvodů a
součástí
Měřiče kmitočtů a počítací
Oscilografy
Měřiče fyzikálních veličin
Generátory
Napájecí zdroje



NÁVOD K OBSLUZE

MILIVOLTMETR TESLA BM 384
MILLIVOLTMETER TESLA BM 384



- A - potenciometr pro dostavení velikosti anodového napětí
- K - potenciometr pro dostavení kalibrace
- B - funkční přepínač
- C - vstupní koaxiální konektor
- D - zemnicí zdířka
- E - přepínač rozsahů
- F - kontrolní žárovka
- G - síťový vypínač
- H - výstupní zdířky zesilovače

Obr. 1 - Fig. 1

- A - Potentiometer for anode voltage fine setting
- K - Potentiometer for calibration fine setting
- B - Performance switch
- C - Coaxial input connector
- D - Earth socket
- E - Range switch
- F - Pilot lamp
- G - Mains switch
- H - Amplifier output sockets

POUŽITÍ

Přístroj je určen k měření střídavého napětí od 0,1 mV do 300 V v kmitočtovém rozsahu 20 Hz až 3 MHz. Lze jej tedy použít např. k měření zesílení, kmitočtových charakteristik apod. Měřidlo přístroje má také stupnici v dB, takže je možné jej použít jako měřiče úrovně – dB metru.

Výhodou přístroje je vysoký vstupní odpor, který dovoluje měření i na zdrojích o velkém vnitřním odporu.

Jako zesilovače je možné použít přístroje k zesilování střídavého napětí do max. kmitočtu asi 6 MHz.

POPIS

Milivoltmetr TESLA BM 384 sestává v podstatě z katodového sledovače a čtyřstupňového širokopásmového zesilovače, na jehož výstupu je připojen střídavý voltmetr, v jehož funkci je použit mikroampérmetr s germaniovými diodami, pracujícími v neúplném Graetzově zapojení. Měřené napětí se přivádí přes oddělovací kondenzátor na mřížku katodového sledovače (na rozsazích 1 – 300 mV přímo, na rozsazích 1 – 300 V přes vysokoohmový dělič 60 dB). Oddělovací kondenzátor je dimenzován na 1000 V, tzn. že součet ss napětí a špičkové hodnoty střídavého napětí nesmí překročit tuto hodnotu. Za

APPLICATION

This instrument is designed for the measurement of AC voltages from 0.1 mV to 300 V within the frequency range 20 c/s to 3 Mc/s. It can be applied, for example, for amplification and frequency response measurements, etc. The meter of the instrument is calibrated also in terms of dB, so that it can be applied as a level meter – dB meter.

The advantage of this instrument is its high input resistance which enables the measurement also of sources of high internal resistance.

As an amplifier, the instrument can be applied for the amplification of AC voltages up to a maximum frequency of approximately 6 Mc/s.

DESCRIPTION

The TESLA BM 384 millivoltmeter consists basically of a cathode follower and a four-stage wide-band amplifier, to the output of which is connected an AC voltmeter, the microammeter of which operates in connection with germanium diodes in incomplete bridge connection. The voltage to be measured is brought over an isolating capacitor to the grid of the cathode follower (within the ranges 1 to 300 mV, directly; within the ranges 1 to 300 V, over a 60 dB high-resistance divider). The isolating capacitor is rated to withstand 1000 V, i. e. the total of the DC voltage and the peak

katodovým sledovačem je zařazen šestistupňový nízkoohmový dělič odstupňovaný po 10 dB, z něhož se přivádí napětí na vstup čtyřstupňového zesilovače. První tři stupně pracují v běžném zapojení jako zesilovače napětí, čtvrtý stupeň nemá blokovanou stínící mřížku a katodu a pracuje jako zesilovač proudu pro měřidlo přístroje. Z katody čtvrtého stupně je také vyvedeno napětí na výstupní zdířky, takže přístroj může být použit rovněž ve funkci měřicího zesilovače. V třístupňovém zesilovači napětí je použito pentod v běžném zapojení s částečnou korekcí kmitočtové charakteristiky tlumivkami. Pro zvýšení stability a vyrovnání kmitočtové charakteristiky je zavedena z anody posledního zesilovacího stupně do katody prvního zesilovacího stupně kmitočtově závislá záporná zpětná vazba, která zahrnuje i obvod měřidla.

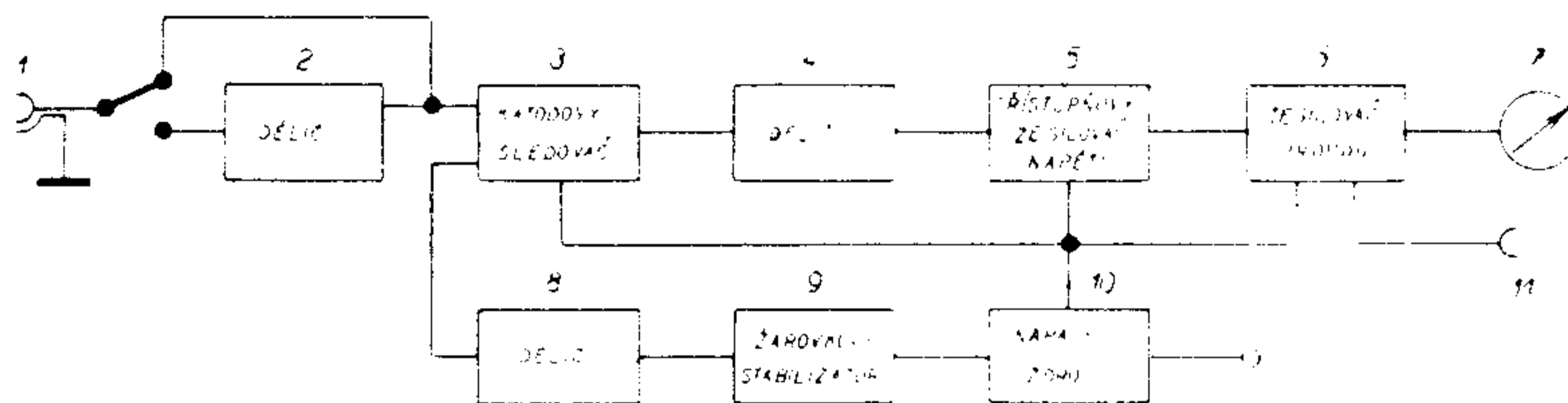
Zesílení na nízkých kmitočtech je vlivem záporné zpětné vazby potlačeno asi $4\times$. V oblasti vyšších kmitočtů se vlivem natáčení fáze stává zpětná vazba kmitočtově závislou, její působení se zmenšuje, a tím se kompenzuje pokles zesílení na těchto kmitočtech. Pro kalibraci zesílení je použito žárovkového stabilizátoru, napájeného ze síťového transformátoru. Výstupní napětí je asi $0,9\text{ V}_{\sim}$ a přivádí se přes dělič na vstup katodového sledovače. Pro vyšší stabilitu je anodové napětí stabilizováno elektronicky a žhavicí napětí variátory.

of the AC must not exceed this value. Behind the cathode follower is a six-stage low-resistance divider stepped-up in 10 dB steps, from which the voltage is fed to the input of the four-stage amplifier. The first three stages operate as a conventional voltage amplifier, the fourth stage, which has no shunted screen grid and cathode, operates as a current amplifier for the meter of the instrument. From the cathode of the fourth stage the voltage is fed to the output sockets, so that the instrument can be applied also as a measuring amplifier. In the three-stage voltage amplifier pentodes are employed in a conventional circuitry with partial correction of the frequency response curve by chokes. For raising the stability and for equalizing the frequency response, a frequency-dependent inverse feedback which controls also the meter circuit is applied from the anode of the final amplifier stage to the cathode of the first amplifier stage. The amplification of low frequencies is suppressed approximately $4\times$ by the inverse feedback.

In the range of higher frequencies, the inverse feedback becomes frequency-dependent and its effect is reduced, thus compensating for the amplification drop at these frequencies. For the calibration of the amplification, an incandescent lamp stabilizer is employed which is powered by the mains transformer. The output voltage is approximately 0.9 V AC and is connected over a divider to the input of the cathode follower. To improve the stability, the anode voltage is stabilized electronically and the heater voltage by barretters.

Blokové schema.

Block schematic diagram.



Obr. 2 - Fig. 2

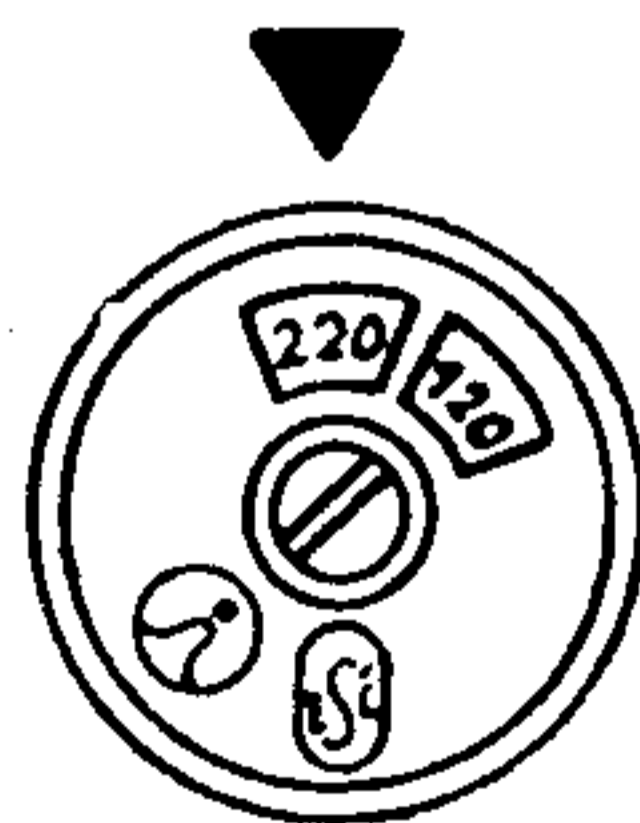
- 1 – Input
- 2 – Divider
- 3 – Cathode follower
- 4 – Divider
- 5 – 3-stage voltage amplifier
- 6 – Current amplifier

- 7 – Measuring instrument
- 8 – Divider
- 9 – Incandescent lamp stabilizer
- 10 – Powering unit
- 11 – Output of the measuring amplifier

PŘIPOJENÍ NA SÍŤ

Před připojením na síť se přesvědčíme, zda je přístroj přepojen na správné síťové napětí. Přepojení se provádí kotoučem přepínače na zadní stěně přístroje. Otáčením šroubu uprostřed kotoučku voliče kotouč uvolníme, vytáhneme a natočíme tak, aby číslo udávající správné síťové napětí bylo pod trojúhelníkovou značkou. Šroub potom opět zašroubujeme a tím kotouček zajistíme. Je-li kotouček v poloze naznačené na obr.3, je při-

CONNECTION TO THE MAINS



Obr. 3 - Fig. 3

Before connecting it to the mains it is necessary to make sure that the instrument has been set to the correct mains voltage. The setting is carried out by turning the disc of the switch which is on the back panel of the instrument. After the screw in the centre of the disc of this selector has been loosened, the disc has to be pulled out and turned so that the number indicating the correct mains voltage is below the triangular mark. Then

stroj přepojen na napětí 220 V. Vedle voliče síťového napětí je síťová pojistka a síťová zástrčka. Při přepojení přístroje na jiné síťové napětí je třeba vyměnit síťovou pojistku. Hodnoty pojistek pro napětí 120 V a 220 V jsou uvedeny v odstavci „TECHNICKÉ ÚDAJE“.

MĚŘENÍ

Přístroj uvádíme do činnosti vypínačem G na přední stěně, zapnutí signalizuje indikační žárovka F (obr. 1).

Po zapnutí přístroje počkáme asi 15 minut, než se ustálí zesílení, teprve potom platí udávaná přesnost měření.

Měřené napětí připojujeme na vstupní konektor C buď koaxiálním přívodem (z příslušenství), nebo volnými vodiči, zakončenými banánky.

Použijeme-li vodičů s banánky, připojíme vodič spojený s kostrou měřeného objektu na uzemňovací svorku D a druhý vodič na vnitřní zdířku vstupního konektoru C.

Použití toho či onoho způsobu připojení je třeba zvláště na vyšších kmitočtech dobře uvážit vzhledem k chybám, které se mohou do měření vnášet. Připojení koaxiálním přívodem je vhodné, nevadí-li jeho poměrně značná kapacita, např. při měření na nižších kmitočtech nebo na zdroji o malém vnitřním odporu. Není-li kapacita přívodu na určitém kmitočtu již zanedbatelná proti vnitřnímu odporu měřeného objektu, vzni-

the screw has to be tightened again, thus securing the disc. If the disc is in the position shown in Fig. 3, then the instrument is connected to 220 V. Next to the mains voltage selector are the mains fuse and receptacle. When changing the voltage setting of the instrument, the mains fuse has to be exchanged also. The fuse values for 120 V and 220 V are given in the section "TECHNICAL DATA".

MEASUREMENT

The instrument is set in operation with the switch G which is on the front panel; switching on is indicated by the pilot lamp F (Fig. 1).

After switching on the instrument, approximately 15 minutes must elapse to allow for amplification stabilization, in order to ensure accuracy of measurements as listed.

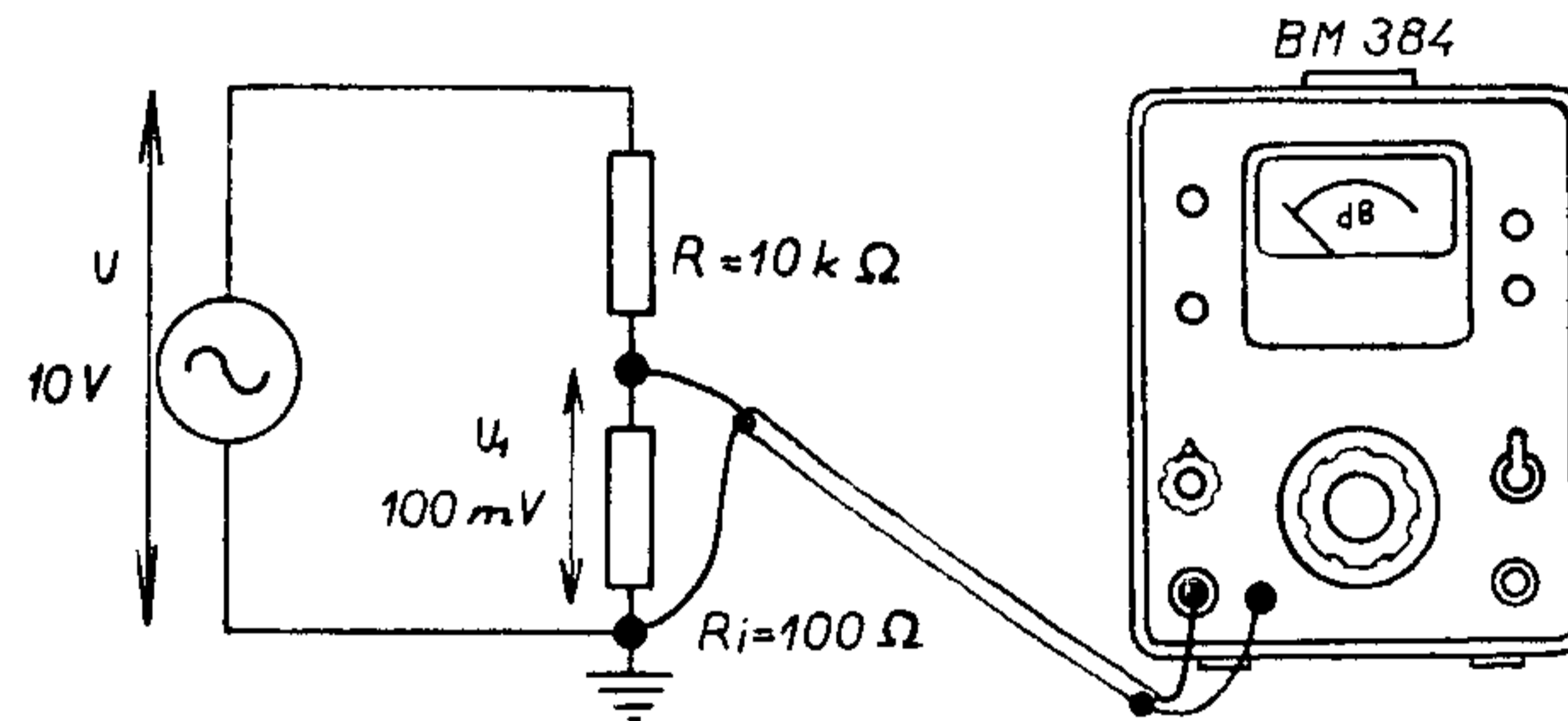
The measuring voltage is connected to the input connector C either by a coaxial cable (included in the accessories), or by independent leads terminating in banana plugs.

If leads with banana plugs are employed, then the one connected to the chassis of the measured object has to be connected to the earthing terminal D, and the other lead to the centre socket of the input connector C.

It is essential, especially at higher frequencies, to consider carefully which method of connection is the more advantageous with regard to the errors which could be caused. Connection by a coaxial cable is advantageous if its relati-

ká přídavná chyba. K informativnímu zjištění, při jakém kmitočtu a jakém odporu zdroje vzniká chyba 1 % jsou určeny diagramy na obr. 9, 10, 11 a 12.

Příklad: měří se napětí na odporovém děliči v tomto zapojení:



Obr. 4 - Fig. 4

Vnitřní odpor R_i měřeného zdroje je přibližně 100Ω a z diagramu pro rozsah napětí od 1 do 300 mV (obr. 10) zjistíme, že připojením milivoltmetru koaxiálním přívodem vzniká přídavná chyba 1 % při f asi 3 MHz (bod I). Obdobná chyba vzniká také tehdy, použijeme-li volných přívodů, ovšem při kmito-

vely high capacitance is irrelevant, e. g. for measurements at lower frequencies or of sources of low internal resistances. If the capacitance of the connecting leads at a certain frequency is no longer negligible with regard to the internal resistance of the measured object, then an additional error occurs. The diagrams in Figs. 9, 10, 11 and 12 give information about the frequencies and source resistances at which an error of 1 % occurs.

Example: The voltage across a resistive divider is measured in the following setup:

The internal resistance R_i of the measured source is approximately 100 ohms. From the diagram (Fig. 10) it can be seen that within the voltage range 1 to 300 mV the connection of the millivoltmeter causes an additional error of 1 % at $f =$ approximately 3 Mc/s (point I). A similar error

čtech, kdy se začíná uplatňovat vstupní kapacita samotného milivoltmetru. Také v tomto případě je možno z diagramu obr. 10 určit kmitočty, na kterém vzniká přídatná chyba 1 %. (Pro náš příklad je to f asi 7,5 MHz, tedy daleko za mezním kmitočtem milivoltmetru.) – Bod II.

Pro vyšší kmitočty se bude chyba zvětšovat podle této orientační tabulky:

| | | |
|-------|------|----------------|
| chyba | 1 % | pro $X_c = 7R$ |
| | 2 % | pro $X_c = 5R$ |
| | 5 % | pro $X_c = 3R$ |
| | 10 % | pro $X_c = 2R$ |

kde $X_c = \frac{1}{\omega C}$ je reaktance vstupní kapacity C milivoltmetru (příp. s koaxiálním přívodem) na uvažovaném kmitočtu a R je vnitřní odpor zdroje, na němž měříme napětí. Při měření na indukčnosti prakticky netlumené obvodem zdroje (např. je-li napájena přes velký odpor), roste impedance, na níž měříme napětí, vlivem paralelního připojení vstupní kapacity, podle vztahu:

$$Z = \frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}$$

Jestliže reaktance vstupní kapacity milivoltmetru klesne na určitém kmitočtu na stonásobek reaktance indukčnosti, vznikne přídatná chyba měřeného napětí 1 %.

occurs also when independent leads are employed, of course at frequencies where the input capacitance of the millivoltmeter itself begins to have influence. Also in this case can be determined from the diagram in Fig. 10 the frequency at which an additional error of 1 % occurs. (In this example $f =$ approximately 7.5 Mc/s, i. e. far beyond the limiting frequency of the millivoltmeter (point II).

At higher frequencies, the error increases according to the following informative table:

| | | |
|--------|------|----------------|
| Error: | 1 % | for $X_c = 7R$ |
| | 2 % | for $X_c = 5R$ |
| | 5 % | for $X_c = 3R$ |
| | 10 % | for $X_c = 2R$ |

where $X_c = \frac{1}{\omega C}$ is the reactance of the input capacitance C of the millivoltmeter (with coaxial cable) at the considered frequency, and R is the internal resistance of the source, the voltage of which is being measured. When measurements are carried out across an inductance which is practically undamped by the circuitry of the source (e. g. if it is powered over a high resistance), then the impedance across which the voltage is being measured grows, owing to the parallel connection of the input capacitance, according to the relation:

$$Z = \frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}$$

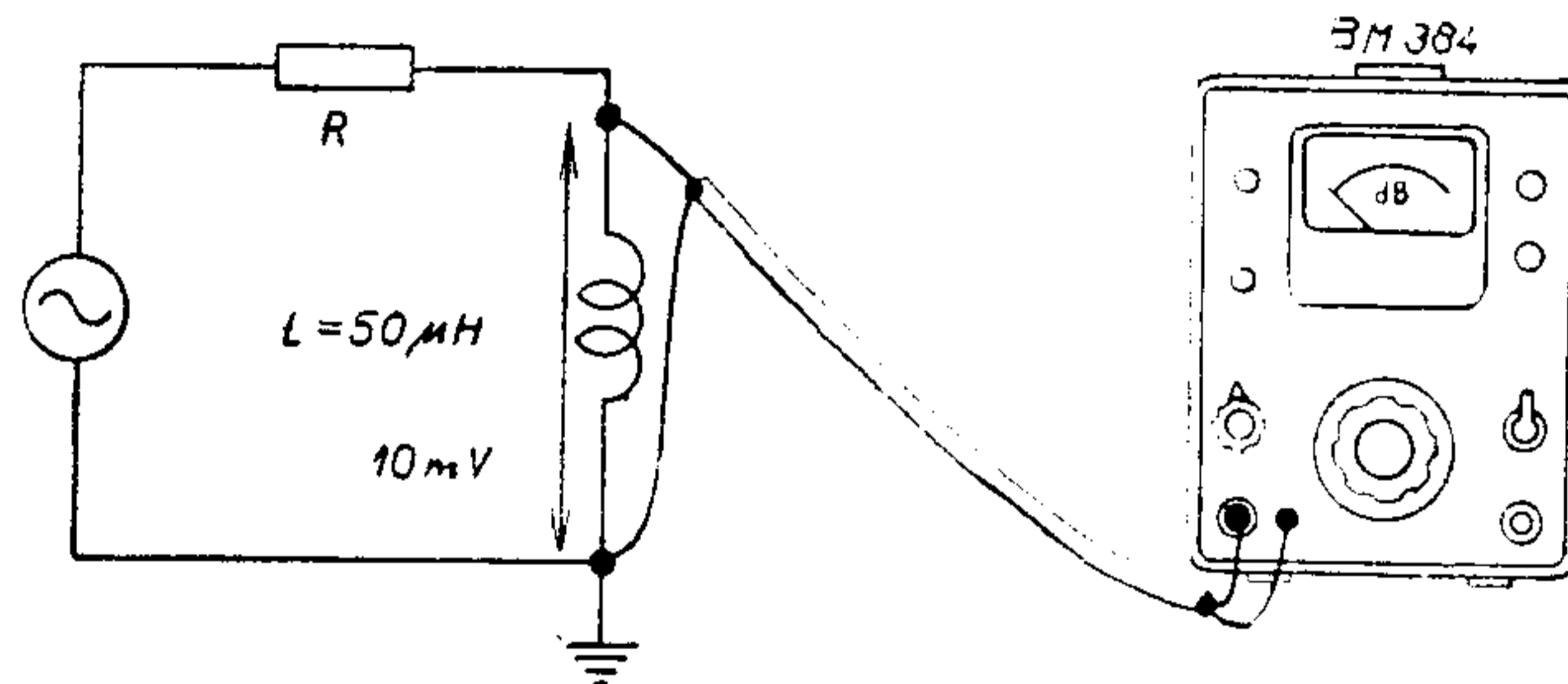
If the reactance of the input capacitance of the millivoltmeter falls at a certain frequency to a hundredth multiple of the reactance of the inductance, then an additional error

Z diagramů lze také v tomto případě zjistit kmitočet, na kterém je (při dané indukčnosti) přídatná chyba 1 %.

Příklad: Měří se napětí na indukčnosti $L = 50 \mu\text{H}$ (zapojení viz na obr. 5).

of 1 % of the measured voltage is caused. In this case also can be determined from the diagram the frequency at which (at the given inductance) the additional error is 1 %.

Example: Measurement of a voltage across an inductance $L = 50 \mu\text{H}$. (The setup is given in Fig. 5.)



Obr. 5 - Fig. 5

Chyba 1 % nastává při použití koaxiálního přívodu při kmitočtu 250 kHz – bod 1, při použití volných vodičů při kmitočtu 430 kHz – bod 2 (obr. 9).

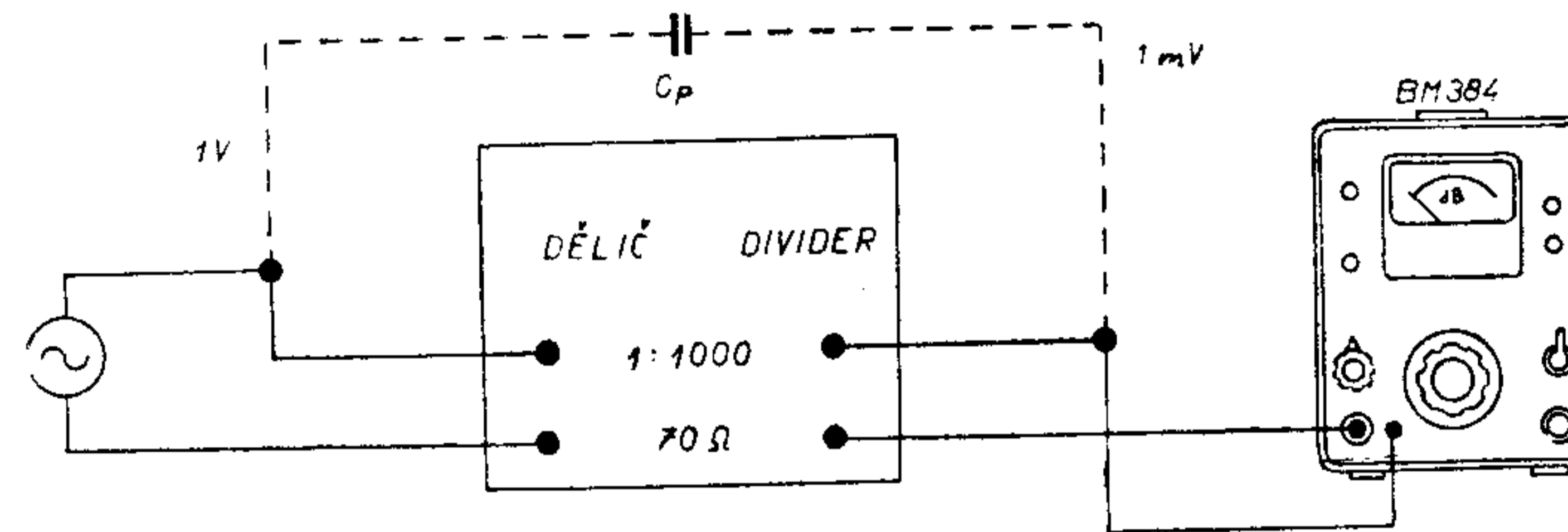
Použití volných přívodů má výhodu ve zmenšení vstupní kapacity, ovšem může způsobit vznik některých jiných chyb v měření.

Např. může nastat kapacitní (event. induktivní) vazba s obvodem, který napájí měřený objekt, neboť napájecí napětí může být mnohokrát vyšší než měřené.

Příklad: Měří se napětí na výstupu děliče při $f = 3 \text{ MHz}$.

An error of 1 % occurs when a coaxial cable is employed at a frequency of 250 kc/s – point 1, or when independent leads are used at a frequency of 430 kc/s – point 2 (Fig. 9). The advantage of applying independent leads is in the reduction of the input capacitance; however, it can cause certain other errors during the measurement, e. g. it can cause capacitive (or inductive) coupling with the circuit which powers the measured object, as the powering voltage can be many times higher than the measured one.

Example: Measurement of a voltage over the output of a divider at $f = 3 \text{ Mc/s}$.



Obr. 6 - Fig. 6

Stačí parazitní kapacita $C_p = 0,1 \text{ pF}$, aby zvýšila výstupní napětí děliče o 1 %.

Při měření na velkém odporu a při použití volných přívodů je nutné také uvažovat vliv brumu, což je rušivé střídavé napětí, které se indukuje do přívodů nejčastěji ze síťového rozvodu a skládá se s měřeným napětím. Brum působí tím větší obtíže, čím menší napětí měříme.

Z uvedených příkladů je zřejmé, že použití volných přívodů je vhodné na vyšších kmitočtech, ovšem jejich délku je třeba co nejvíce zkrátit.

Při zapojování do měřicí sestavy je třeba dát pozor, aby se nesprávným zapojením zemnicích vodičů nevnášel do vstupních obvodů milivoltmetru brum, způsobený např. vyrovnávacím proudem mezi nulovým vodičem (propojeným v síťové zá-

A stray capacitance $C_p = 0.1 \text{ pF}$ is sufficient to raise the output voltage of the divider by 1 %. When the measurement is carried out across large resistances, and when independent leads are employed also it is essential to take into account the effect of hum which is an interfering AC voltage produced in the leads usually by induction from the mains, and is combined with the measured voltage. The interference caused by hum is most troublesome at the lowest voltages measured.

From the given example it is obvious that the application of independent leads is advantageous at higher frequencies, provided they are kept as short as possible.

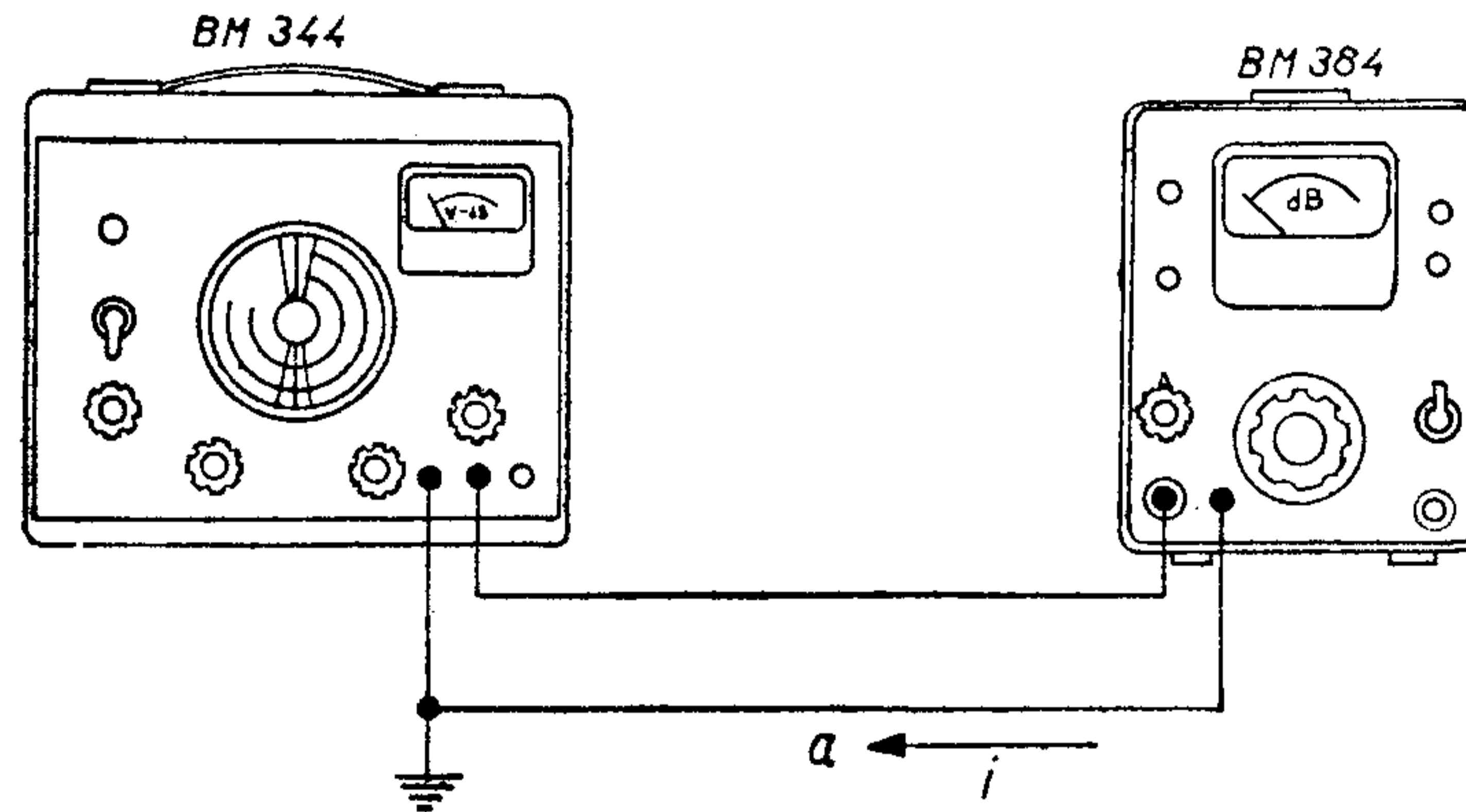
When setting up a measuring assembly, great care must be taken to prevent the introduction of hum into the input circuit of the millivoltmeter by incorrect connection of the earth leads. Hum can be caused, for example, by the equalizing current between the zero conductor (connected in the mains

suvce na kostry přístrojů) a skutečným nulovým potenciálem zvláštního uzemnění, které je nevhodně připojeno.

Příklad nevhodného zapojení (pro měření výstupního napětí generátoru) je naznačen na obrázku 7.

receptacle to the chassis of the instruments) and the actual zero potential of a separate earth connection which is unsuitably employed.

An example of unsuitable connection (for the measurement of the output voltage of a generator) is indicated in Fig. 7.



Obr 7 - Fig. 7

Mezi kostrou milivoltmetru a zemí teče vyrovnávací proud i , který způsobí na vodiči „a“ propojujícím zemnicí zdířky obou přístrojů úbytek napětí, který se při propojení živých zdířek superponuje na měřené napětí.

Např. proud 10 mA při odporu vodiče „a“ 0,1 Ω znamená úbytek 1 mV, tj. plnou výchylku na nejcitlivějším rozsahu. V tom-

Between the chassis of the millivoltmeter and earth flows an equalizing current i . It causes a voltage drop in the lead "a" which interconnects the earthing sockets of the two instruments. This drop is superimposed on the measured voltage when the active sockets of the instruments are interconnected.

to případě je vhodné spojit zvláštní uzemnění s nulovým vodičem přímo na síťových zásuvkách.

Při zapojování je rovněž nutné dbát toho, aby živé a zemnicí přívody netvořily velké smyčky, do kterých by mohlo cizí magnetické pole naindukovat napětí. Doporučuje se vést živý a zemnicí přívod paralelně blízko sebe.

Nastavení minima rušivého signálu:

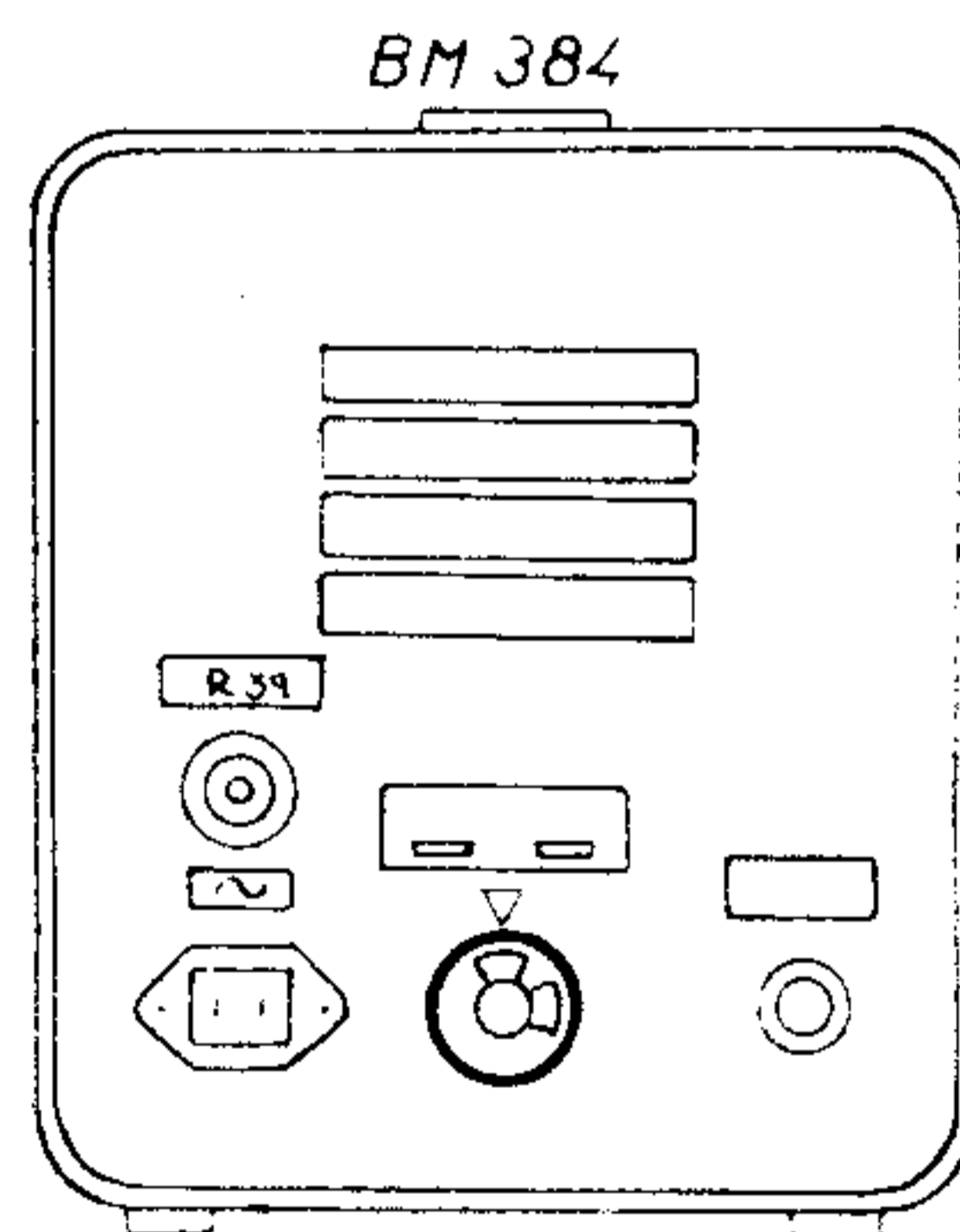
Elektronky zesilovače jsou žhaveny střídavým napětím. Vzhledem k velké citlivosti zesilovače nelze zcela zabránit tomu, aby se do mřížkových obvodů elektronek neindukovalo rušivé střídavé napětí (brum) jednak ze žhavení, jednak rozptylovým polem síťového transformátoru. Kromě toho se již uplatňuje také šum vysokohomových odporů na vstupu přístroje. Obě tyto složky (brum a šum) tvoří rušivý signál, který se projevuje jako výchylka na měřidle, i když se na vstup milivoltmetru nepřivádí žádné napětí. Pro nastavení minima rušivého signálu je na zadní stěně přístroje vyveden prvek označený R39 (viz obr. 8).

For example, a current of 10 mA at a resistance of 0.1 ohm of the lead "a" produces a voltage drop of 1 mV, i. e. a full-scale deflection of the meter when the most sensitive measuring range is employed. In this case it is advantageous to connect a separate earth to the zero conductors directly in the mains receptacles.

It is also essential to ensure that the active and earthing leads do not form large loops in which external magnetic fields could produce induced voltages. It is recommended to place the active and earthing leads in parallel close to each other.

Setting the minimum of the interfering signal:

The tubes of the amplifier are heated by AC. With regard to the high sensitivity of the amplifier, it is impossible to prevent completely the penetration of interfering AC voltage (hum) into the grid circuits of the tubes. This interference is caused either by the heating, or by the stray field of the mains transformer. In addition, also the inherent noise of the large resistors in the input circuit of the instruments becomes active. These two factors (hum and noise) produce an interfering signal which appears as a deflection of the meter, even when there is no voltage connected to the input of the millivoltmeter. On the back panel of the in-



Obr 8 - Fig. 8

Nastavení se provádí při stíněném vstupním konektoru kovovou čepičkou na rozsahu 1 mV.

Při výměně elektronky E1 nebo E2 je nutno vybrat vhodné elektronky, protože ne všechny vyhovují pro dosažení malého rušivého signálu.

Použití ve funkci zesilovače:

Výstupní zdířky H zesilovače jsou na předním panelu. Vodiče se připojují banánky, při čemž zasunutím banánku do živé zdířky se odpojí obvod měřidla. Kmitočtová charakteristika zesilovače je v rozsahu 20 Hz až 3 MHz rovná s přesností ± 2 dB, pokud kapacita připojená na výstupní zdířky není větší než 40 pF. S menší přesností lze zesilovače použít pro zesilování střídavých napětí až do kmitočtu 6 MHz.

Použití ve funkci měřiče úrovně (dB-metru):

Přístroj je opatřen stupnicí v dB, která umožňuje přímé proměřování kmitočtových charakteristik v dB. Nulová úroveň je definována jako výkon 1 mW na odporu 600 Ω , tj. 0,774 V. Ovšem „0 dB“ je možno nastavit na kterémkoliv rozsahu a

instrument is a control marked R39 (see Fig. 8) for setting the minimum of the interfering signal.

The setting has to be carried out with the input connector screened by a metal cap and with the instrument set to the range 1 mV.

When exchanging the tube E1 or E2, it is essential to select it carefully, as all tubes of this type are not suitable for the achievement of the lowest possible interfering signal.

Application as an amplifier:

The output sockets H of the amplifier are on the front panel. The employed leads have to terminate in banana plugs, as when such a plug is inserted into the active socket, the circuit of the meter is automatically disconnected. The frequency response of the amplifier is essentially flat from 20 c/s to 3 Mc/s within ± 2 dB, provided the capacitance which is connected to the output sockets is not larger than 40 pF. With a smaller degree of accuracy, the amplifier can be used for the amplification of AC voltages at frequencies up to 6 Mc/s.

Application as a level meter (dB meter):

The instrument is provided with a dB scale which enables the direct measurement of frequency response in terms of dB. The zero level is determined as a power of 1 mW across a resistance of 600 ohms, i. e. 0.774 V. Of course "0 dB" can be

při měření srovnávat s touto úrovní. Nastavení „0 dB“ se provádí změnou napětí na proměřovaném objektu.

Kalibrace přístroje:

Milivoltmetr je cejchován ve výrobním závodě podle přesných laboratorních přístrojů. Krátkodobá i dlouhodobá stálost se dosahuje zavedenou negativní vazbou a stabilizací napájecích napětí. Přesto není možné v plném rozsahu vyloučit vliv stárnutí elektronek a je třeba čas od času kontrolovat přesnost milivoltmetru.

Kalibrace se provádí vestavěným zdrojem kalibračního napětí 50 Hz přepnutím funkčního přepínače B do polohy „K“ při stíněném vstupním konektoru.

Výchylka měřidla přístroje má být na červené kalibrační značce, jinak je nutno ji dostavit potenciometrem K, umístěným na předním panelu přístroje. Kalibraci lze provádět na libovolném z rozsahů 1 V – 300 V.

Rovněž při změně síťového napětí je vhodné překalibrovat přístroj, abychom vyloučili přídatnou chybu, která je maximálně $\pm 3\%$ při změně síťového napětí o $\pm 10\%$.

Kmitočtová závislost výchylky.

Germaniové diody vykazují kmitočtovou závislost, která se mění s velikostí usměrňovaného napětí. Vyrovnání této zá-

set in any range and during the measurement employed for comparison. The setting "0 dB" is carried out by changing the voltage on the measured object.

Calibration of the instrument:

The millivoltmeter is calibrated by the makers by the use of precise laboratory instruments. Transitory and long-term stability is achieved by the application of inverse feedback and by the use of stabilized powering voltages. However, it is impossible to prevent completely the effect of tube ageing, and from time to time it is necessary to check the accuracy of the millivoltmeter.

The calibration is carried out with the built-in calibrating voltage source of 50 c/s by setting the performance switch B to the position "K" whilst the input connector is screened.

The needle of the meter of the instrument must swing to the red calibration mark, otherwise it will be necessary to adjust the potentiometer K which is on the front panel of the instrument. The calibration can be carried out with the instrument set to any of the ranges 1 V to 300 V.

Also when the mains voltage setting of the instrument is changed it is recommended to recalibrate the instrument, so as to eliminate an additional error which is maximum $\pm 3\%$ at $\pm 10\%$ mains voltage changes.

Frequency dependence of the deflection.

The germanium diodes are frequency-dependent. This dependence changes according to the magnitude of the recti-

vislosti je možno provést jen pro určitá napětí – v milivoltmetru je provedeno pro plnou výchylku měřidla. Při menších výchylkách se tedy uplatňuje kmitočtová závislost germaniových diod a pro přesnější měření je nutno provést korekci odečítaných hodnot podle grafu na obr. 13.

Kontrola anodového napětí.

Stabilizace anodového napětí je nastavena tak, aby se při změně síťového napětí o $\pm 10\%$ změnilo anodové napětí nejvýše o $\pm 0,5\%$.

Protože vlivem stárnutí elektronek mohou nastat časem větší změny (a ty nepříznivě ovlivní přesnost na vyšších kmitočtech), je žádoucí občas anodové napětí kontrolovat a případně dostavit. Kontrola se provede přepnutím funkčního přepínače B do polohy „A“ (na kterémkoliv rozsahu bez odpojování měřeného napětí). Přístroj má ukázat na červenou kalibrační značku, jinak se výchylka dostaví potenciometrem A.

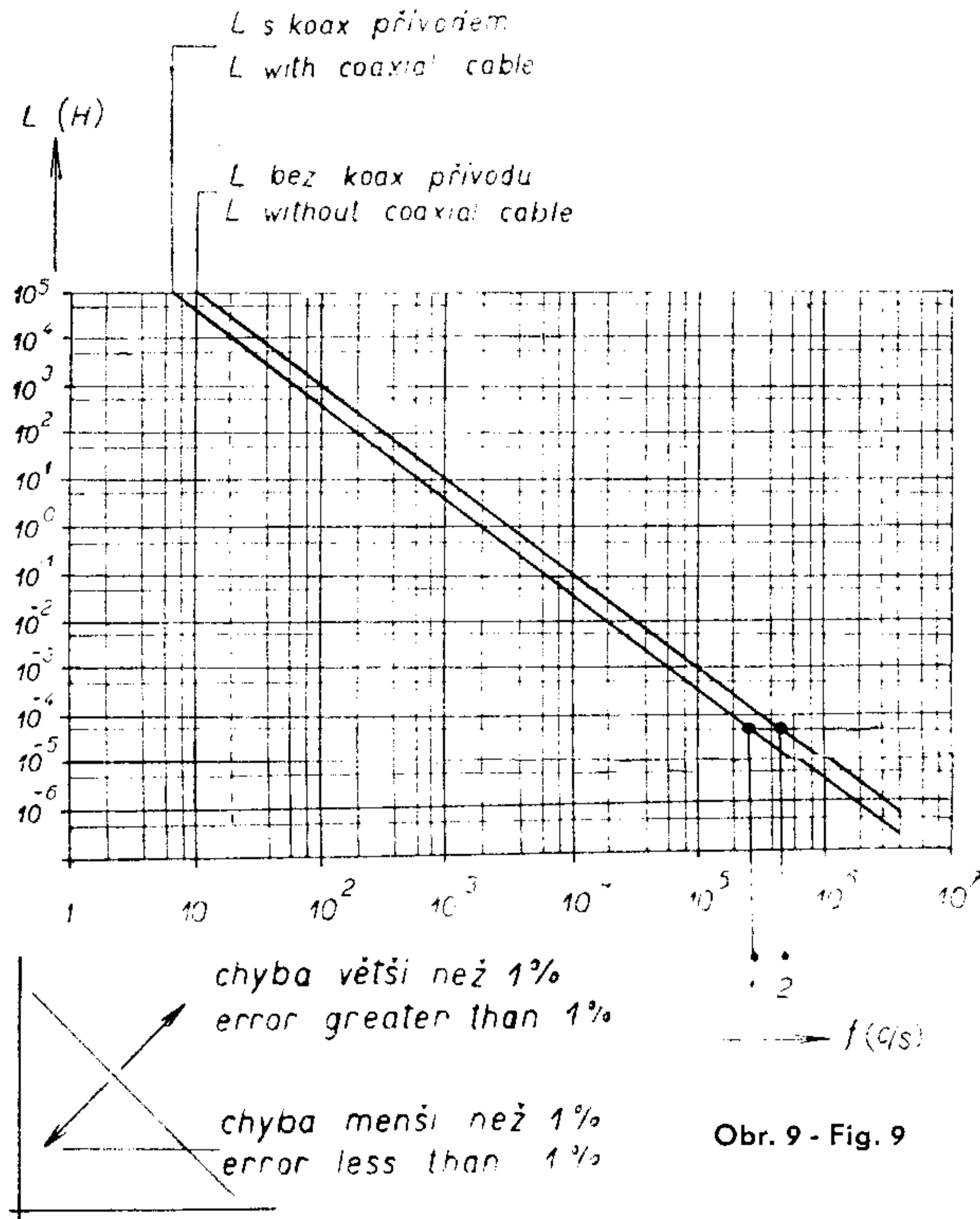
fied voltage. Equalization of this dependence can be carried out only for certain voltages – in the millivoltmeter this is carried out for full-scale deflection of the meter. For smaller deflections, therefore, the frequency dependence of the germanium diodes becomes apparent and for more accurate measurements it is necessary to correct the results of measurements according to the diagram in Fig. 13.

Checking of the anode voltage

The stabilization of the anode voltage is set so that at mains voltage changes by $\pm 10\%$ the anode voltage fluctuates by maximum $\pm 0.5\%$.

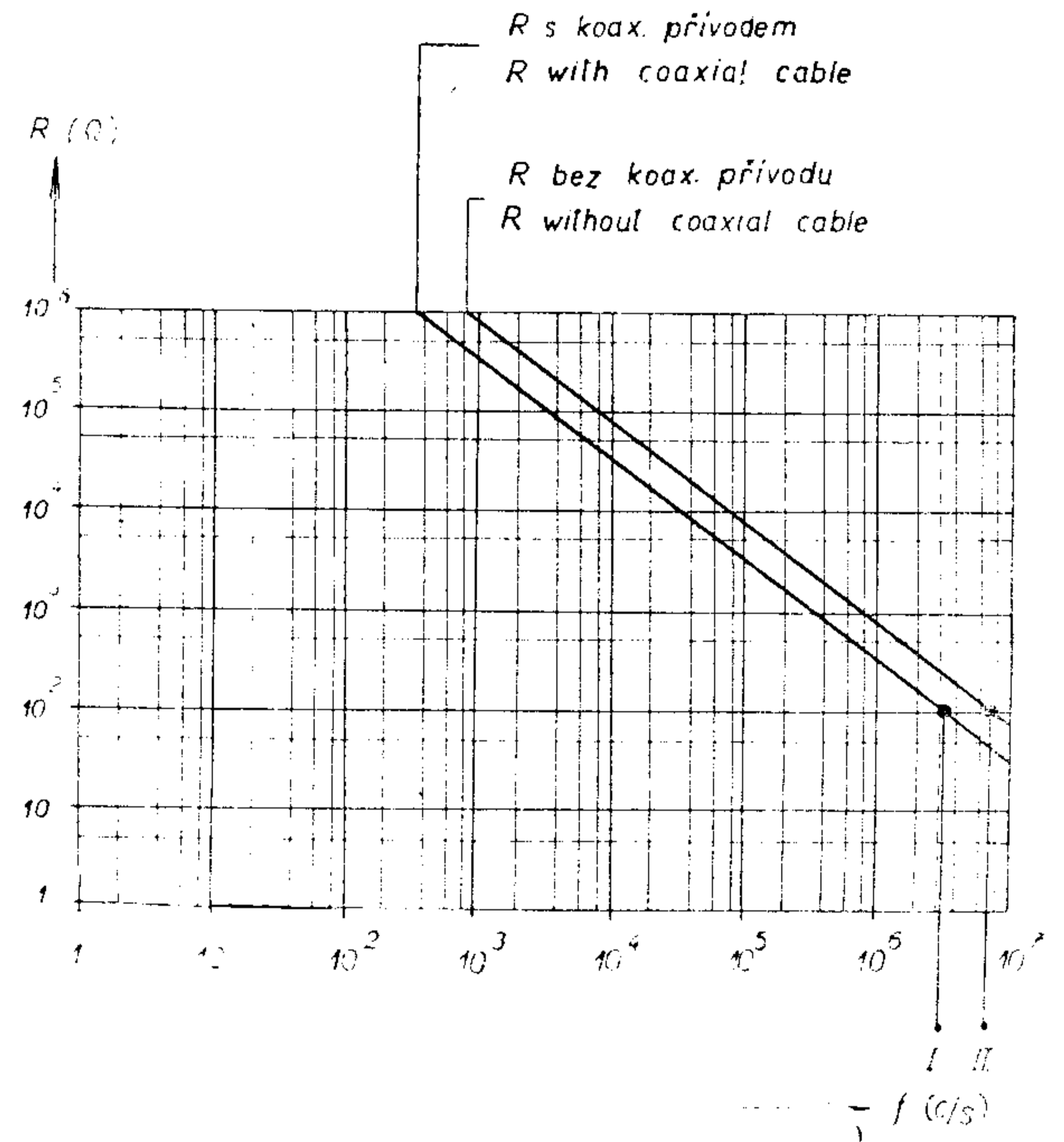
As in time ageing of the tubes can cause greater changes (and these can adversely influence the accuracy at higher frequencies), it is recommended to check the anode voltage from time to time and if necessary adjust it. The checking is carried out by setting the performance switch B to the position "A" (with any measuring range selected without disconnecting the measured voltage). The needle of the meter must swing to the red calibration mark – otherwise the deflection will have to be adjusted with the potentiometer A.

Diagram omezení vnější reaktance s ohledem na kmitočet a chybu 1 % pro napěťové rozsahy 1 – 300 mV.



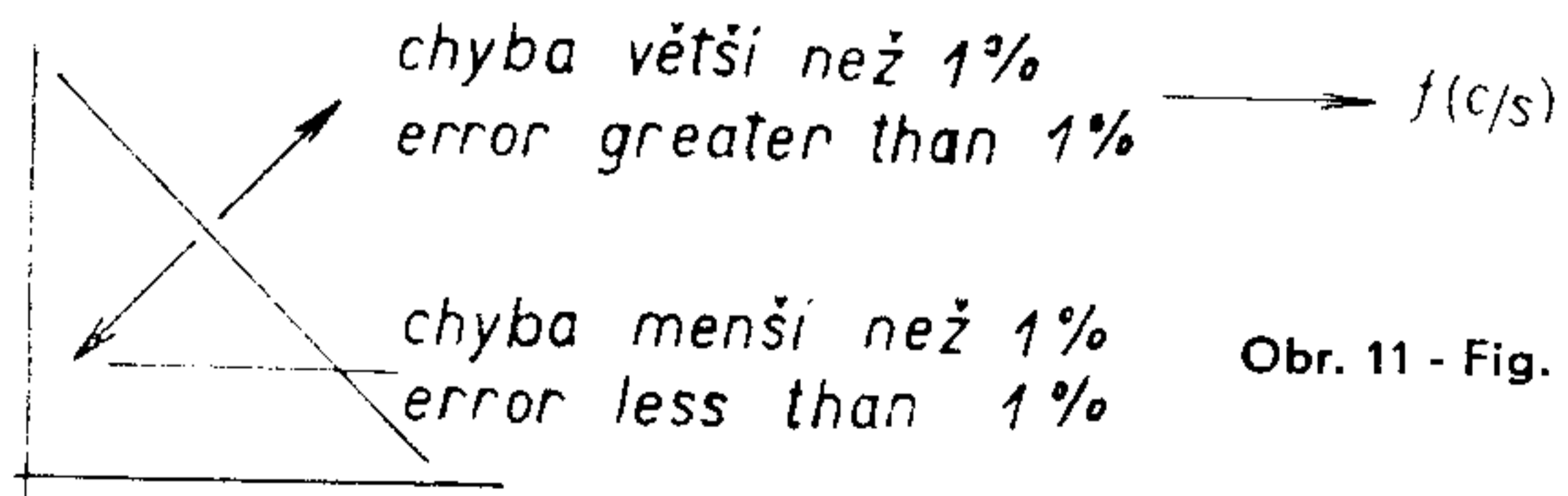
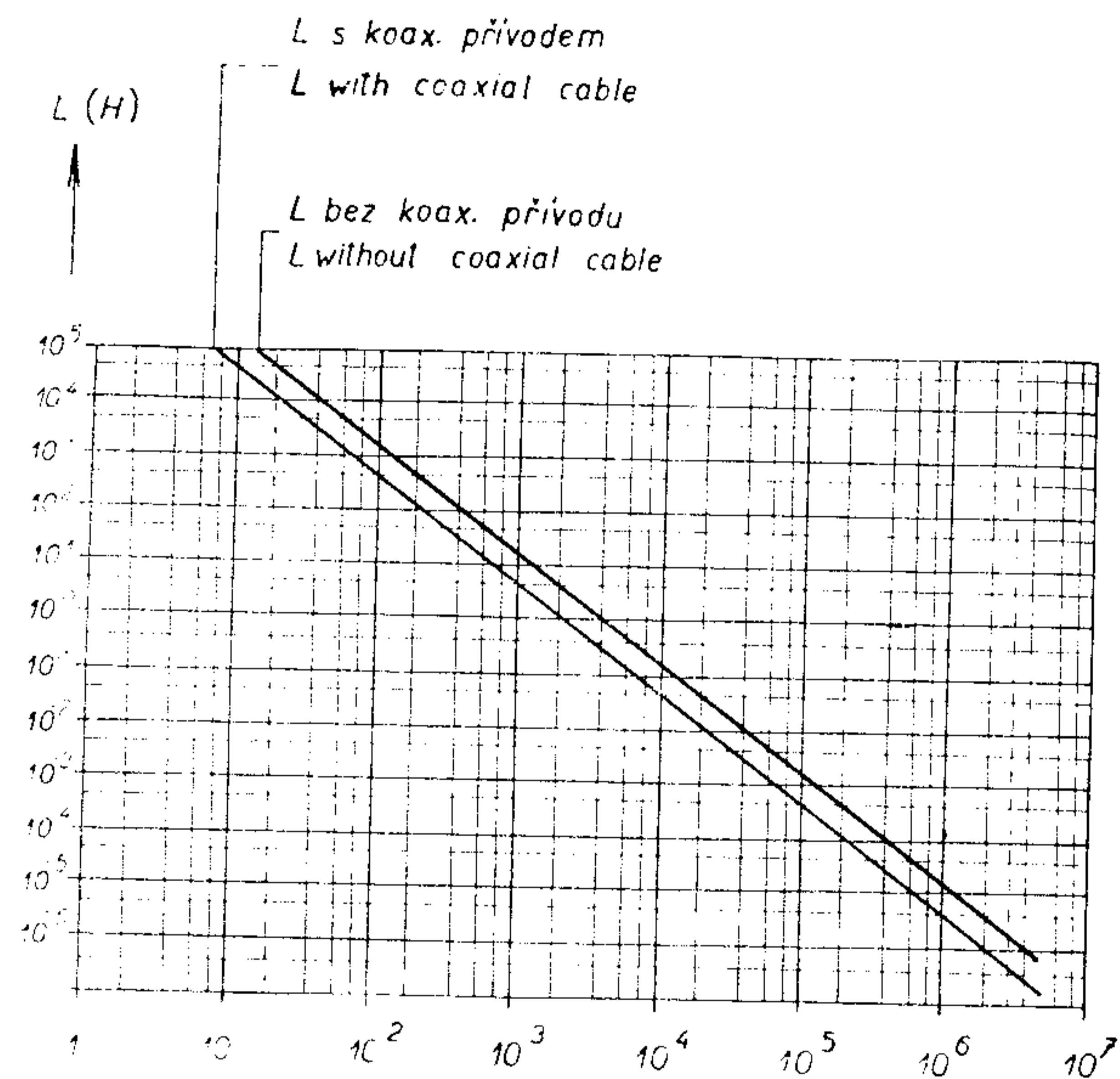
Obr. 9 - Fig. 9

Diagram showing the limitation of the external reactance with regard to the frequency and the error of 1 % for voltage ranges 1 – 300 mV.



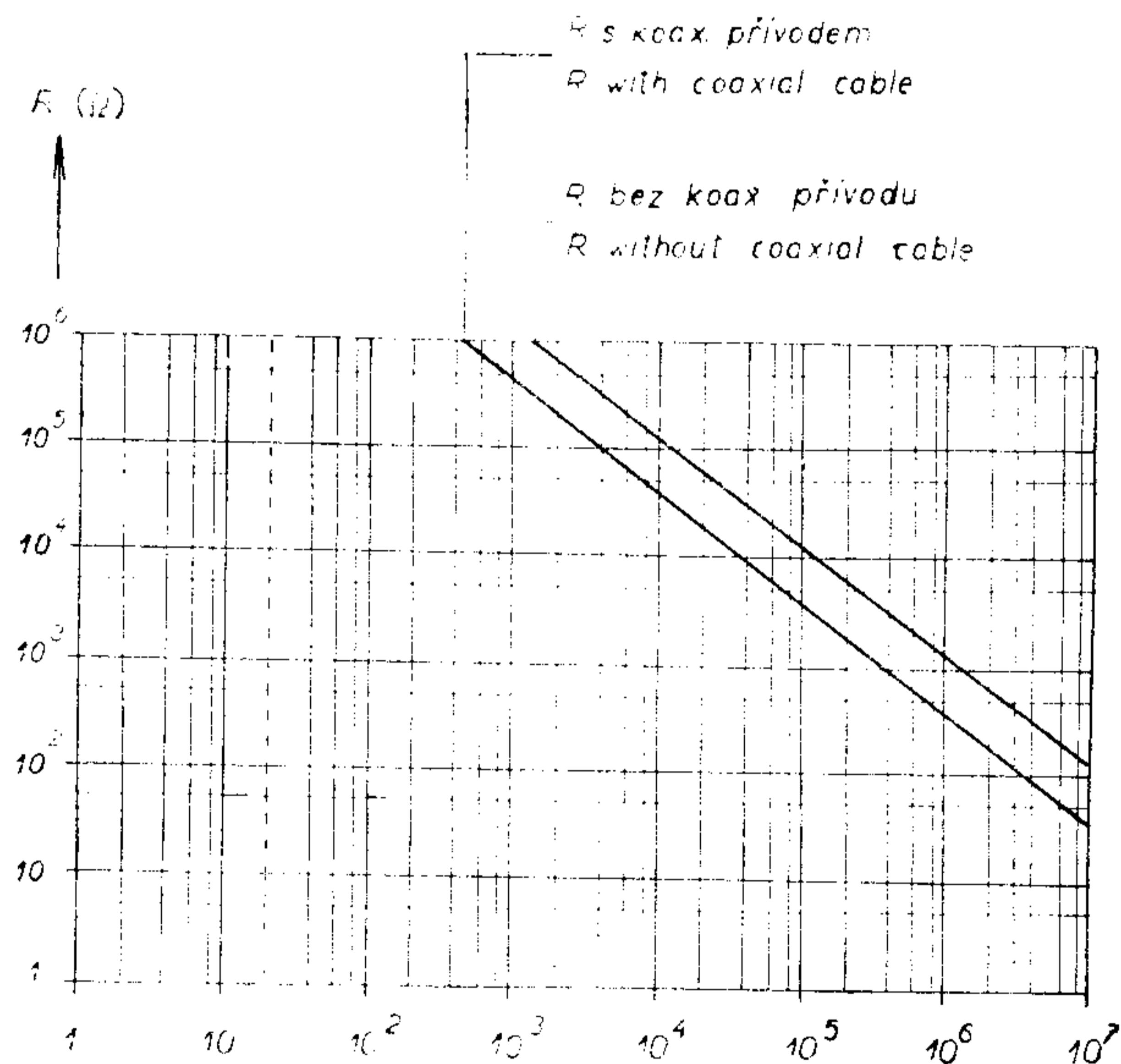
Obr. 10 - Fig. 10

Diagram omezení vnější reaktance s ohledem na kmitočet a chybu 1 % pro napěťové rozsahy 1 – 300 V.



Obr. 11 - Fig. 11

Diagram showing the limitation at the external reactance with regard to the frequency and the error of 1 % for voltage ranges 1 – 300 V.

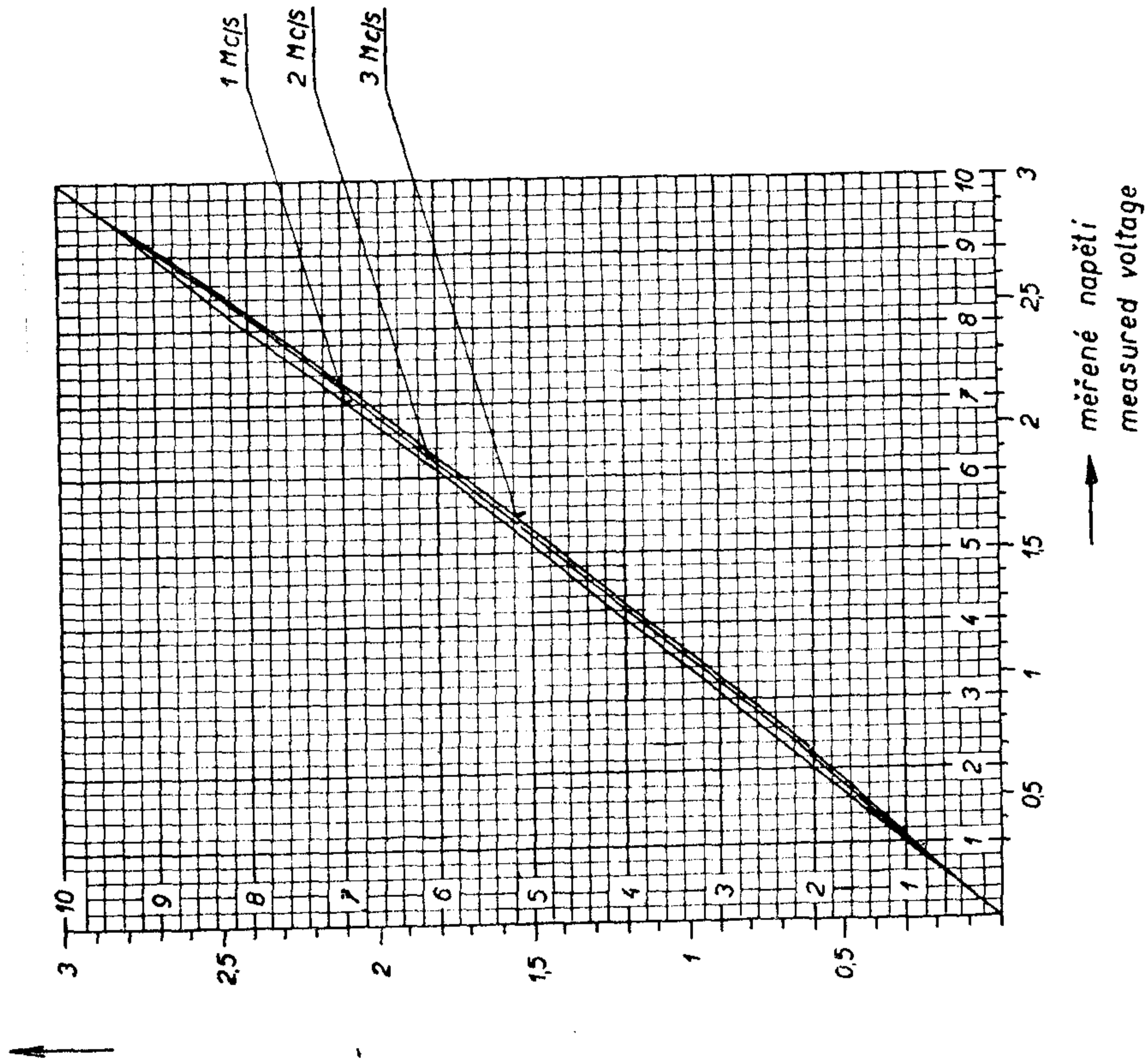


Obr. 12 - Fig. 12

Graf pro funkci kmitočtové závislosti výchylky.
Diagram of the frequency dependence of the meter deflections.

výchylka

deflection



Obr. 13 - Fig. 13

TECHNICKÉ ÚDAJE

| | |
|--|---|
| Měřicí rozsahy: | 1, 3, 10, 30, 100, 300 mV 1, 3, 10, 30, 100, 300 V |
| Kmitočtový rozsah: | 20 Hz – 3 MHz |
| Chyba měření: | základní $\pm 1\%$ z plné výchylky měřidla $\pm 2\%$ z měřené hodnoty kmitočtová 40 Hz – 1 MHz $\pm 3\%$ z měřené hodnoty 20 Hz – 3 MHz $\pm 4\%$ z měřené hodnoty |
| Kolísání výchylky se změnou síťového napětí: | při změně síťového napětí o $\pm 10\%$ kolísá výchylka do $\pm 3\%$ (bez překalibrování). Je-li přístroj překalibrován, pak přídatná chyba způsobená změnou síťového napětí je menší než 1% a je zahrnuta v údajích předcházejícího odstavce „Chyba měření“. |
| Vstupní odpor: | do 0,1 MHz > 8 M Ω ; do 1 MHz > 1 M Ω ; do 3 MHz > 0,2 M Ω |
| Vstupní kapacita: | na rozsazích 1 až 300 mV < 30 pF } bezkoaxiálního 1 až 300 V < 17 pF } přívodu 1 až 300 mV < 75 pF } s koaxiálním 1 až 300 V < 62 pF } přívodem |

TECHNICAL DATA

| | |
|--|---|
| Measuring ranges: | 1, 3, 10, 30, 100, 300 mV, 1, 3, 10, 30, 100, 300 V. |
| Frequency coverage: | 20 c/s to 3 Mc/s |
| Accuracy of measurements: | Basic error: $\pm 1\%$ of the full-scale deflection; $\pm 2\%$ of the measured value Frequency $\pm 3\%$ of the measured value within error: the range 40 c/s to 1 Mc/s; $\pm 4\%$ of the measured value within the range 20 c/s to 3 Mc/s |
| Deflection fluctuations caused by mains voltage changes: | At mains voltage changes by $\pm 10\%$ the deflection fluctuates up to $\pm 3\%$ (without recalibration). If the instrument has been recalibrated, then the additional error caused by mains voltage changes is less than 1% and is included in the data given in the previous item "Accuracy of measurements". |
| Input resistance: | > 8 Mohms up to 0.1 Mc/s > 1 Mohm up to 1 Mc/s > 0.2 Mohm up to 3 Mc/s |
| Input capacitance: | < 30 pF within the range 1 to 300 mV; < 17 pF within the range 1 to 300 V. } without coaxial cable < 75 pF within the range 1 to 300 mV; < 62 pF within the range 1 to 300 V. } with coaxial cable |

| | |
|---|--|
| Přístroj ve funkci: širokopásmového zesilovače: | kmitočtový rozsah: 20 Hz až 3 MHz zesílení: 500× výstupní odpor: asi 650 Ω kmitočtová závislost: při zatížení výstup- ních svorek kapacitou asi 40 pF je pokles na 3 MHz menší než 2 dB |
| měřiče úrovně (dB-metru): | rozsah: -70 až +50 dB. 0 dB definováno jako výkon 1 mW na odporu 600 Ω |
| Jiné použití: | jako indikátoru nebo pomocného zesilo- vače lze přístroj použít do 6 MHz. |
| Osazení: elektronky: | 1×6F32, 5×6F32V, 1×EL84, 1×14TA31, 1×AZ11 |
| variátory: | 2×V255 - 12 - 18 V |
| germaniové diody: | 2×3NN41 |
| žárovky: | 2×2,5 V/0,075 A 1×6 V/0,05 A |
| Napájení: | 220/120 V ± 10%, 50 Hz |
| Příkon: | 65 VA |
| Jištění: | tavnou pojistkou 0,4 A pro 220 V 0,8 A pro 120 V |
| Vnější rozměry: | 350×260×195 mm |
| Váha: | 9 kg |

Před měřením je nutno nechat přístroj 15 minut nažhavit. Přístroj měří střední hodnotu napětí přivedeného na vstup.

Application of the instrument:

| | |
|-------------------------|---|
| Wide-band amplifier: | Frequency range: 20 c/s to 3 Mc/s Amplification: 500× Output resistance: Approx. 650 ohms Frequency dependence: with the out- put terminals loaded with a capaci- tance of approximately 40 pF, the drop is less than 2 dB at 3 Mc/s. |
| Level meter (dB meter): | Range: -70 to +50 dB. 0 dB is determined as a power of 1 mW across a resistor of 600 ohms. |
| Further applications: | The instrument can be used as an in- dicator or as an auxiliary amplifier up to 6 Mc/s. |
| Complement: | |
| Tubes: | 1×6F32, 5×6F32V, 1×EL84, 1×14TA31, 1×AZ11 |
| Barretters: | 2×V255 - 12 - 18 V |
| Germanium diodes: | 2×3NN41 |
| Lamps: | 2×2.5 V/0.075 A, 1×6 V/0.05 A |
| Powering: | 220 V or 120 V ± 10%, 50 c/s |
| Power consumption: | 65 VA |
| Protective devices: | Fuse: 0.4 A for 220 V, or 0.8 A for 120 V |
| Overall dimensions: | 350×260×195 mm |
| Weight: | 9 kg |

Before carrying out a measurement, it is essential to allow the instrument to heat up for 15 minutes. The instrument measures the mean value of the voltage fed to the input.

LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

Resistors

| No. | Type | Value | Max. load | Tolerance ± % | Standard ČSSR |
|-----|------------------|----------|-----------|------------------|-----------------|
| R1 | carbon layer | 10 MΩ | 0.1 W | 2 | WK 681 01 10M/C |
| R2 | carbon layer | 9.7 kΩ | 0.1 W | 1 | WK 681 01 9k7/D |
| R3 | carbon layer | 10 Ω | 0.05 W | | TR 110 10 |
| R4 | wire-wound | 16 Ω | 0.5 W | | TR 501 16 |
| R5 | carbon layer | 2.2 kΩ | | | TR 113 2k2 |
| R6 | carbon layer | 10 MΩ | 0.1 W | 2 | WK 681 01 10M/C |
| R7 | carbon layer | 500 Ω | 0.25 W | | TR 101 500 |
| R8 | carbon layer | 3.2 kΩ | 0.25 W | | TR 101 3k2 |
| R9 | resistance strip | 20.23 Ω | | 0.5 | 1AF 679 28 |
| R10 | resistance strip | 4374.7 Ω | | 0.5 | 1AF 679 24 |
| R11 | carbon layer | 8 kΩ | 0.25 W | | TR 101 8k |
| R12 | carbon layer | 20 Ω | 0.25 W | | TR 101 20 |
| R13 | carbon layer | 10 kΩ | 0.1 W | | TR 111 10k |
| R14 | carbon layer | 2 MΩ | 0.25 W | | TR 101 2M |
| R15 | carbon layer | 100 Ω | 0.25 W | | TR 101 100 |
| R16 | carbon layer | 10 Ω | 0.25 W | | TR 101 10 |
| R17 | carbon layer | 6.4 kΩ | 0.5 W | | TR 102 6k4 |
| R18 | carbon layer | 25 kΩ | 0.25 W | | TR 101 25k |
| R19 | carbon layer | 500 kΩ | 0.25 W | | TR 101 M5 |
| R20 | carbon layer | 4 kΩ | 1 W | | TR 103 4k |

| No. | Type | Value | Max. load | Tolerance ± % | Standard ČSSR |
|-----|---------------|--------|-----------|------------------|---------------|
| R21 | carbon layer | 100 Ω | 0.05 W | | TR 110 100 |
| R22 | carbon layer | 4 kΩ | 0.5 W | | TR 102 4k |
| R23 | carbon layer | 100 Ω | 0.25 W | | TR 101 100 |
| R24 | carbon layer | 25 kΩ | 0.25 W | | TR 101 25k |
| R25 | carbon layer | 500 kΩ | 0.25 W | | TR 101 M5 |
| R26 | carbon layer | 1 kΩ | 1 W | | TR 103 1k |
| R27 | carbon layer | 100 Ω | 0.05 W | | TR 110 100 |
| R28 | carbon layer | 100 Ω | 0.25 W | | TR 101 100 |
| R29 | carbon layer | 2.5 kΩ | 0.5 W | | TR 102 2k5 |
| R30 | carbon layer | 25 kΩ | 0.25 W | | TR 101 25k |
| R31 | carbon layer | 500 kΩ | 0.25 W | | TR 101 M5 |
| R32 | carbon layer | 100 Ω | 0.05 W | | TR 110 100 |
| R33 | carbon layer | 6.4 kΩ | 0.5 W | | TR 102 6k4 |
| R34 | carbon layer | 25 kΩ | 0.25 W | | TR 101 25k |
| R35 | carbon layer | 250 Ω | 0.25 W | | TR 101 250 |
| R36 | carbon layer | 500 Ω | 0.25 W | | TR 101 500 |
| R37 | wire-wound | 64 Ω | 4 W | | TR 611 64 |
| R38 | carbon layer | 200 Ω | 4 W | | TR 611 200 |
| R39 | potentiometer | 64 Ω | 0.5 W | | WN 694 01 64 |
| R40 | carbon layer | 1 kΩ | 0.25 W | | TR 101 1k |
| R41 | carbon layer | 200 kΩ | 0.5 W | | TR 102 M2 |
| R42 | carbon layer | 200 kΩ | 0.5 W | | TR 102 M2 |
| R43 | carbon layer | 1 kΩ | 0.25 W | | TR 101 1k |

| No. | Type | Value | Max. load | Tolerance ± % | Standard ČSSR |
|-----|---------------|---------|-----------|------------------|-----------------|
| R44 | carbon layer | 820 kΩ | 0.5 W | 10 | TR 102 M82/A |
| R45 | carbon layer | 100 kΩ | 0.5 W | | TR 102 M1 |
| R46 | carbon layer | 50 kΩ | 0.5 W | | TR 102 50k |
| R47 | carbon layer | 100 kΩ | 0.5 W | | TR 102 M1 |
| R48 | wire-wound | 64 Ω | 4 W | | TR 611 64 |
| R49 | wire-wound | 32 Ω | 1 W | 5 | TR 502 32/B |
| R50 | carbon layer | 12.5 kΩ | 1 W | | TR 103 12k5 |
| R51 | wire-wound | 32 Ω | 1 W | 5 | TR 502 32/B |
| R52 | carbon layer | 100 kΩ | 0.5 W | | TR 102 M1 |
| R53 | potentiometer | 100 kΩ | 0.5 W | | WN 694 01 M1/N |
| R54 | carbon layer | 40 kΩ | 0.5 W | | TR 102 40k |
| R55 | potentiometer | 1 kΩ | 0.5 W | | WN 694 01 1k/N |
| R56 | wire-wound | 6.4 kΩ | 2 W | 2 | TR 503 6k4/C |
| R57 | wire-wound | 16 Ω | 0.5 W | | TR 501 16 |
| R58 | carbon layer | 360 kΩ | 0.1 W | 1 | WK 681 01 M36/D |
| R59 | carbon layer | 250 Ω | 0.25 W | | TR 101 250 |
| R60 | carbon layer | 125 Ω | 0.25 W | | TR 101 125 |
| R61 | carbon layer | 10 Ω | 0.25 W | | TR 101 10 |
| R62 | carbon layer | 250 Ω | 0.25 W | | TR 101 250 |
| R63 | carbon layer | 250 Ω | 0.25 W | | TR 101 250 |
| R64 | potentiometer | 500 Ω | 0.5 W | | WN 694 01 500/N |
| R65 | potentiometer | 32 Ω | 0.5 W | | WN 690 01 32 |
| R66 | potentiometer | 32 Ω | 0.5 W | | WN 690 01 32 |

| No. | Type | Value | Max. load | Tolerance ± % | Standard ČSSR |
|-----|------------------|----------|-----------|------------------|---------------|
| R67 | carbon layer | 22 Ω | | | TR 112 22 |
| R68 | carbon layer | 12 Ω | | 10 | TR 112 12/A |
| R68 | carbon layer | 33 Ω | | | TR 112 33 |
| R68 | carbon layer | 47 Ω | | | TR 112 47 |
| R69 | carbon layer | 10 Ω | 0.05 W | | TR 110 10 |
| R70 | carbon layer | 10 Ω | 0.05 W | | TR 110 10 |
| R71 | resistance strip | 1385.3 Ω | | 0.5 | 1AF 679 29 |
| R72 | resistance strip | 437.6 Ω | | 0.5 | 1AF 679 25 |
| R73 | resistance strip | 138.4 Ω | | 0.5 | 1AF 679 26 |
| R74 | resistance strip | 43.77 Ω | | 0.5 | 1AF 679 27 |
| R75 | potentiometer | 680 Ω | 0.2 W | | WN 790 25 680 |
| R76 | potentiometer | 470 Ω | 0.2 W | | WN 790 25 470 |
| R77 | wire-wound | 500 Ω | 1 W | 2 | TR 502 500/C |
| R78 | wire-wound | 500 Ω | 1 W | 2 | TR 502 500/C |
| R79 | carbon layer | 1 kΩ | 0.1 W | | TR 111 1k |
| R80 | carbon layer | 1 kΩ | 0.1 W | | TR 111 1k |
| R81 | potentiometer | 68 kΩ | 0.2 W | | WN 790 25 68k |

Capacitors:

| No. | Type | Value | Max D. C. voltage | Tolerance ± % | Standard ČSSR |
|-----|-------------|-----------|-------------------|------------------|----------------|
| C1 | paper | 10,000 pF | 1,000 V | 5 | TC 155 10k |
| C2 | trimmer | 6 pF | | | 1AK 701 02 |
| C3 | mica | 5,000 pF | 250 V | | WK 714 31 5k/B |
| C4 | paper | 10,000 pF | 250 V | | TC 152 10k |
| C5 | MP box-type | 4 μF | 160 V | | TC 455 4M |
| C6 | electrolyt. | 50 μF | 250 V | | TC 595 50M |
| C7 | trimmer | 6 pF | | | 1AK 701 02 |
| C8 | trimmer | 6 pF | | | 1AK 701 02 |
| C9 | electrolyt. | 200 μF | 6 V | | TC 902 200M |
| C10 | electrolyt. | 50 μF | 250 V | | TC 595 50M |
| C11 | paper | 0.1 μF | 160 V | | TC 151 M1 |
| C12 | electrolyt. | 50 μF | 250 V | | TC 595 50M |
| C13 | electrolyt. | 200 μF | 6 V | | TC 902 200M |
| C14 | electrolyt. | 50 μF | 250 V | | TC 595 50M |
| C15 | paper | 0.1 μF | 160 V | | TC 151 M1 |
| C16 | electrolyt. | 50 μF | 250 V | | TC 595 50M |
| C17 | electrolyt. | 200 μF | 6 V | | TC 902 200M |
| C18 | electrolyt. | 50 μF | 250 V | | TC 595 50M |
| C19 | electrolyt. | 50 μF | 250 V | | TC 595 50M |
| C20 | paper | 0.1 μF | 160 V | | TC 151 M1 |
| C21 | electrolyt. | 100 μF | 250 V | | TC 528 G1 |
| C22 | electrolyt. | 100 μF | 250 V | | TC 528 G1 |
| C23 | paper | 0.4 μF | 160 V | | TC 120 M4 |

| No. | Type | Value | Max D. C. voltage | Tolerance ± % | Standard ČSSR |
|-----|-------------|-----------|-------------------|------------------|---------------|
| C24 | trimmer | 30 pF | | | PN 703 01 |
| C25 | paper | 10,000 pF | 200 V | | WK 723 28 10k |
| C25 | paper | 15,000 pF | 160 V | | TC 120 15k |
| C25 | paper | 22,000 pF | 160 V | | TC 120 22k |
| C26 | paper | 10,000 pF | 200 V | | WK 723 28 10k |
| C27 | electrolyt. | 100 μF | 12 V | | TC 903 100M |
| C28 | MP box-type | 4 μF | 160 V | | TC 455 4M |
| C29 | ceramic | 82 pF | 500 V | | TK 335 82 |
| C30 | paper | 10,000 pF | 160 V | | TC 120 10k |
| C31 | paper | 1,000 pF | 200 V | | WK 723 29 1k |
| C32 | trimmer | 6 pF | | | 1AK 701 02 |
| C33 | trimmer | 6 pF | | | 1AK 701 02 |
| C34 | trimmer | 6 pF | | | 1AK 701 02 |
| C35 | ceramic | 47 pF | 500 V | | TK 335 47 |
| C36 | paper | 10,000 pF | 160 V | | TC 120 10k |
| C37 | paper | 0.25 μF | 160 V | | TC 120 M25 |
| C41 | ceramic | 6.8 pF | 500 V | | TK 211 6J8 |
| C42 | ceramic | 1 pF | 1,000 V | | TK 205 1 |
| C43 | paper | 6,800 pF | 400 V | | TC 122 6k8 |
| C43 | paper | 4,700 pF | 400 V | | TC 122 4k7 |
| C43 | paper | 3,300 pF | 400 V | | TC 122 3k3 |
| C43 | paper | 3,200 pF | 400 V | | TC 122 3k2 |
| C43 | paper | 1.000 pF | 400 V | | TC 122 1k |

Note: Ca = C29 or C35

Other electrical components:

| Component | Value - Type | Drawing No. |
|--------------------------|-----------------------|-------------|
| Tube E1, E2, E3, E4, E5 | 6F32V (6F32) | |
| Tube E6 | EL84 (6L41) | |
| Tube E7 | 6F32 | |
| Tube E8 | 14TA31 | |
| Tube E9 | AZ11 | 1AN 110 01 |
| Barretter E10, E11 | V255-12-18 | |
| Germanium diode E12, E13 | 3NN41 | |
| Pilot lamp | 6V/0.05 A | 1AN 109 12 |
| 2 Pilot lamps | 2.5 V/0.075 A | 1AN 109 18 |
| Measuring instrument | 500 μ A DHR8 | 1AP 780 52 |
| Fuse cartridge P1 | 0.4 A/250 V for 220 V | ČSN 35 4731 |
| Fuse cartridge P1 | 0.8 A/250 V for 120 V | ČSN 35 4731 |

Note : The components marked 1AN... are selected by the makers according to special instructions.

