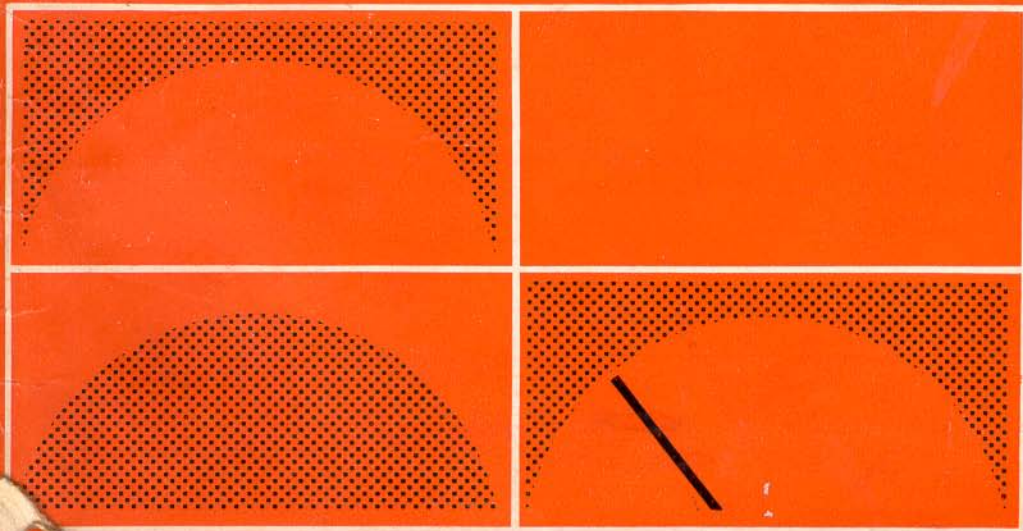




TESLA BM 388E



Univerzální voltmetr

Универсальный
вольтметр

Vzhledem k rychlému vývoji světové elektroniky mění se obvody a přistupují 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.

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.

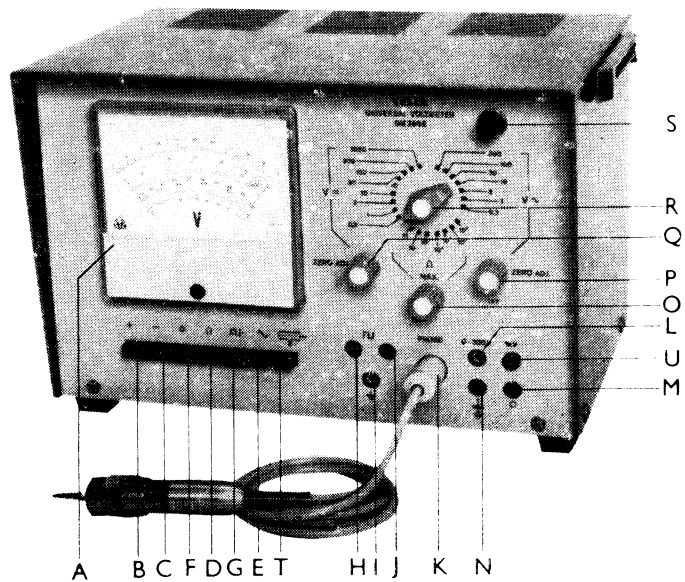
TESLA BM 388E

NAVOD K OBSLUZE

UNIVERZÁLNÍ VOLTMETR

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР



Obr. 1 – Рис. 1

- A – Měřidlo
- B – Tlačítko pro měření kladných ss napětí

- A – Измеритель
- B – Кнопка для измерения положительных напряжений постоянного тока

- C – Tlačítko pro měření záporných ss napětí
- D – Tlačítko pro měření odporů
- E – Tlačítko pro měření střídavých napětí
- F – Tlačítko pro užití voltmetru jako indikátoru nuly
- G – Tlačítko pro měření symetrická a měření impulsních napětí
- H, J – Vstupní zdířky pro měření symetrická a měření impulsního napětí
- I – Zemnicí zdířka
- K – Konektor pro vysokofrekvenční sondu
- L – Vstupní zdířka pro měření ss napětí \pm živá
- M – Vstupní zdířka pro měření odporů
- N – Vstupní zdířka pro měření ss napětí (neuzemněná)
- O – Nastavení maxima ohmové stupnice
- P – Nastavení nuly při střídavých měřeních a síťový vypínač
- Q – Nastavení nuly při stejnosměrných měřeních
- R – Přepínač rozsahů napětí
- S – Kontrolní žárovka
- T – Tlačítko pro měření průchozí sondou
- U – Vstupní zdířka pro měření napětí nad 300 V, do 1 kV

- C – Кнопка для измерения отрицательных напряжений постоянного тока
- D – Кнопка для измерения сопротивлений
- E – Кнопка для измерения напряжений переменного тока
- F – Кнопка для измерения вольтметра в качестве индикатора нуля
- G – Кнопка для симметрических измерений и измерений импульсного напряжения
- H, J – Входные контактные гнезда для симметрических измерений и измерений импульсного напряжения
- I – Заземляющее контактное гнездо
- K – Коннектор для зондов высокой частоты
- L – Входное контактное гнездо для измерения напряжения постоянного тока \pm живое
- M – Входное контактное гнездо для измерения сопротивлений
- N – Входное контактное гнездо для измерения напряжения постоянного тока (незаземленное)
- O – Установка максимума омической шкалы
- P – Установка нуля при измерениях напряжений переменного тока и сетевой выключатель
- Q – Установка нуля при измерениях напряжений постоянного тока
- R – Переключатель диапазонов напряжения
- S – Контрольная лампочка
- T – Кнопка для измерения проходным зондом
- U – Входное контактное гнездо для измерения напряжений над 300 в, до 1 кВ

POUŽITÍ

Универzální voltmetr BM 388E je určen pro přesná měření napětí ve stejnosměrné, nízkofrekvenční, vysokofrekvenční, decimetrové a impulsní technice v širokém rozsahu napětí a širokém frekvenčním pásmu.

Přístroje lze s výhodou užít jako velmi citlivého indikátoru nuly pro nastavování mostů, diskriminátorů v technice frekvenčně modulovaného sdělování, k měření odporů apod.

Pro svou vysokou přesnost je určen k použití při laboratorních měřeních. Snadná obsluha, jednoduchost a lehké přenosné ucelené konstrukční řešení jej činí vhodným pro vybavení opravářských pracovišť jak v opravárnách, tak také při opravách elektrotechnických zařízení u zákazníků.

Voltmetr byl vyvinut a zkonstruován podle zásad a požadavků nejnovější moderní techniky. Vyznačuje se velkou stabilitou nuly, téměř nezávislou na kolísání napájecího síťového napětí, vysokým vstupním odporem a impedancemi při všech měřeních, jednoznačnou obsluhou a širokými měřicími možnostmi.

Použitím dalších příslušenství – vysokonapěťové sondy, kapacitního děliče, průchozích sond a bezodrazových zátěží – se jeho univerzálnost zvětšuje tak, že přístroje se dá

НАЗНАЧЕНИЕ

Универсальный вольтметр BM 388E предназначен для точных измерений напряжения в технике постоянных токов, низких частот, высоких частот, и дециметровой и импульсной технике в широких пределах напряжений и широком диапазоне частот.

Прибор может с выгодой применяться в качестве весьма чувствительного индикатора нуля для установки мостов, дискриминаторов в технике частотно модулированной связи, для измерения сопротивлений и т. п.

Благодаря его высокой точности вольтметром можно с успехом пользоваться при лабораторных измерениях. Легкость обслуживания, простота конструкции и переносное исполнение предназначают прибор также для применения в ремонтных мастерских, равно как и для применения на ремонтах электротехнического оборудования, проводимых непосредственно у заказчиков.

Конструкция вольтметра была разработана исходя из принципов и требований современной техники. Прибор отличается высокой устойчивостью нуля, почти не зависящей от колебаний питающего сетевого напряжения, высоким входным сопротивлением и импедансами при всяких измерениях, простым обслуживанием и широкими возможностями для выполнения разных измерений.

Применением дальнейших принадлежностей — зонда высокого напряжения, емкостного делителя, проходных зондов, неотражающих нагрузок — обеспечивает дальнейшее расширение области применения прибора BM 388E почти

užit téměř pro všechny druhy napětí v rozsahu 10 mV–30 kV stejnosměrných a od 50 mV–3 kV střídavých i na velmi vysokých kmitočtech.

POPIS PŘÍSTROJE

Vlastní voltmetr je tvořen symetrickým katodovým mostem s měřidlem zapojeným v katodách dvojité triody E2 (viz obr. 2). Pro zvětšení citlivosti voltmetru je zapojen před katodový most symetrický zesilovač osazený elektronkami E1, E3. Tyto elektronky pracují se sníženým žhavicím napětím z důvodu snížení mřížkového proudu a tím i zvýšení vstupního odporu, který má i na nejcitlivějším rozsahu 0,3 V hodnotu 110 MΩ. Mřížkové předpětí katodového mostu se získává z děliče odporů R6, R7 pro levou a R10, R11 pro pravou polovinu dvojité triody E2. Předpětí pro elektronku E1 se získává na odporovém děliči R1, R2 a pro elektronku E3 na děliči R3 a R4. Stejnosměrné vyvažování mostu (nulování) se provádí změnou předpětí elektronky E3 potenciometrem R3. Ke zvýšení stability je mezi stupni zavedena velká negativní zpětná vazba spojením mřížek zesilovače s katodami E2 přes odpor R14 do bodu děliče R1, R2, jejichž poměr je 1 : 60; totéž je provedeno symetricky mezi pravou katodou elektronky E2 a mřížkou elektronky zesilo-

ва для всех напряжений постоянного тока в диапазоне от 10 мв до 30 кв и переменного тока от 50 мв до 3 кв и на более высоких частотах.

ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

Собственно вольтметр представляет собой симметрический катодный мост с измерителем, включенным в катоды двойного триода E2 (см. рис. 2). В целях повышения чувствительности вольтметра перед катодным мостом включен симметрический усилитель, работающий на электронных лампах E1, E3. Указанные электронные лампы питаются пониженным напряжением накала с целью понижения сеточного тока, а тем самым и повышения входного сопротивления, достигающего даже в самом чувствительном диапазоне 0,3 в значения 110 Мом. Напряжение сеточного смещения катодного моста снимается с делителя сопротивлений R6, R7 для левой, а R10, R11 для правой половины двойного триода E2. Сеточное смещение для электронной лампы E1 снимается с делителя сопротивления R1, R2 а для электронной лампы E3 с делителя R3 и R4. Уравновешивание моста напряжением постоянного тока (зануление) производится путем изменения сеточного смещения электронной лампы E3 при помощи потенциометра R3. Для повышения устойчивости между ступенями включена большая отрицательная обратная связь путем соединения сеток усилителя с катодами E2 через сопротивление R14 в точке делителей R1, R2, соотношение ко-

vače E3 odpory R16, R3, R4. Mimo to je zde proudová zpětná vazba na společném katodovém odporu zesilovače R12 a odpořech R1, R2, R3 a R4.

Napájecí napětí stejnosměrného zdroje a žhavicí napětí všech elektronek jsou stabilizována. Tím je zajištěna dlouhodobá stabilita voltmetru a jeho malá závislost na kolísání síťového napětí. Při použití voltmetru jako indikátoru nuly se zařadí paralelně k měřidlu M zdroj stabilizovaného ss napětí, které přes velký odpor R17 vyvolá proud potřebný právě pro poloviční výchylku měřidla, takže tato je nc všech rozsazích konstantní a téměř se nemění s přepínáním.

Při použití voltmetru jako ohmmetru se připojí na mřížku zdroj ss napětí přes normálový odpor R15, přepínatelný podle potřebného rozsahu. Měřený odpor R_x se přikládá na svorky „ Ω “ a „ $\frac{1}{\Omega}$ “.

Při měření střídavých napětí se na vstupní dělič R14 přivádí usměrněné napětí z používaného detektoru I nebo II.

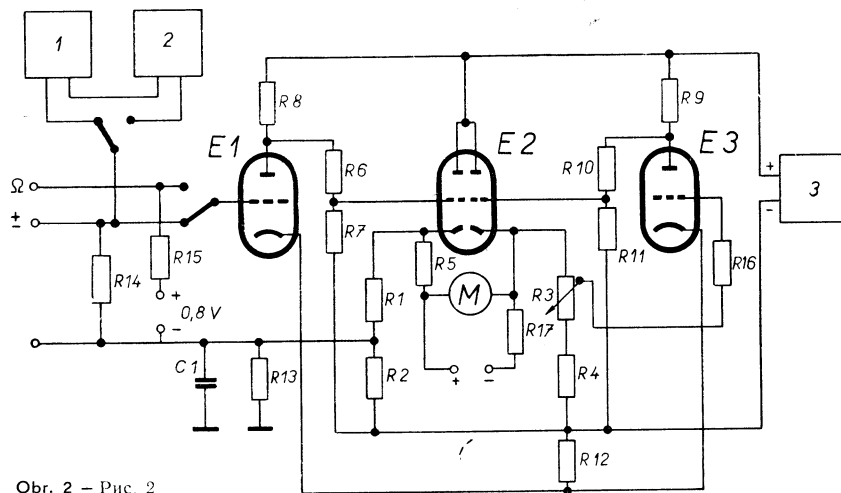
torých составляет 1:60; аналогичная связь выполнена симметрически между правым катодом электронной лампы E2 и сеткой электронной лампы усилителя E3 при помощи сопротивлений R16, R3, R4. Кроме того здесь предусмотрена отрицательная обратная связь по току на общем катодном сопротивлении усилителя R12 и сопротивлении R1, R2, R3 и R4.

Питающее напряжение источника постоянного тока и напряжение накала всех электронных ламп являются стабилизированными. Этим обеспечена длительная стабильность вольтметра и его незначительная зависимость от влияния колебания напряжения в сети. В случае применения вольтметра в качестве индикатора нуля параллельно к измерителю M включается источник стабилизированного напряжения постоянного тока, которое при прохождении через большое сопротивление R17 вызывает возникновение тока, необходимого как раз для половинного отклонения измерителя, так что отклонение является неизменным на всех пределах и не изменяется при их переключении.

В случае применения вольтметра в качестве омметра к сетке подключается источник напряжения постоянного тока через эталонное сопротивление R15, которое можно переключать согласно требуемому пределу. Замеряемое сопротивление R_x прикладывается к зажимам « Ω » и « $\frac{1}{\Omega}$ ». При измерениях напряжений переменного тока на входный делитель R14 подается выпрямленное напряжение от применяемого детектора I или II. Весь вольтметр изолирован относительно корпуса RC звеном C1, R13 с воз-

Celý voltmetr je izolován od kostry RC členem C1, R13 s možností propojení svorky \ddagger na kostru podle potřeby.

можностью присоединения зажима \ddagger на корпус согласно требованию.



Obr. 2 – Рис. 2

Principiální schéma voltmetru BM 388E

Принципиальная схема вольтметра BM 388E

- 1 – detektor I.
- 2 – detektor II.
- 3 – zdroj

- 1 — детектор I.
- 2 — детектор II.
- 3 — источник питания

TECHNICKÉ ÚDAJE

Měření střídavých napětí: sonda hrotová

Rozsah: 25 mV–300 V přímo v sedmi rozsazích
0,3; 1; 3; 10; 30; 100; 300 V na plnou
výchylku měřidla

Přesnost: $\pm 3\%$ z plné výchylky ± 30 mV při ko-
lísání síťového napětí o $\pm 5\%$

Kmitočtový průběh: kmitočtová charakteristika vztahená na
1 kHz je rovná v těchto mezích:
–1 dB na 40 Hz
 $\pm 0,2$ dB na 100 Hz
+ 1 dB na 800 MHz
+ 3 dB na 1200 MHz

Vstupní odpor: 9 M Ω na 1 kHz
2 M Ω na 10 MHz

Vstupní kapacita: $C_{vst} \leq 1,5$ pF

Rezonanční
kmitočet sondy: ≥ 1800 MHz

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Измерение напряжений переменного тока:

Штифтовой вч зонд

Пределы
измерения: 25 мв — 300 в непосредственно в семи
поддиапазонах 0,3; 1; 3; 10; 30; 100;
300 в на полное отклонение измерителя

Точность
измерения: $\pm 3\%$ от полного отклонения ± 30 мв
при колебании сетевого напряжения на
 $\pm 5\%$

Частотная
характеристика: частотная характеристика отнесенная
к 1 кгц равняется в указанных пре-
делах — 1 дб на 40 гц
 $\pm 0,2$ дб на 100 гц
+ 1 дб на 800 Мгц
+ 3 дб на 1200 Мгц

Входное
сопротивление: 9 Мом на 1 кгц
2 Мом на 10 Мгц

Входная емкость: $C_{вх} \leq 1,5$ пф

Резонансная
частота зонда: ≥ 1800 Мгц

Měření stejnosměrných napětí:

Rozsah: 10 mV–1000 V přímo v 8 rozsazích 0,3; 1; 3; 10; 30; 100; 300; 1000 V na plnou výchylku měřidla

Polarita: kladná i záporná

Přesnost: $\pm 3\%$ z plné výchylky ± 15 mV při kolísání síťového napětí o $\pm 5\%$

Vstupní odpor: 111 M Ω na všech rozsazích

Indikátor nuly: Možnost užití jako indikátoru nuly na všech ss rozsazích s výchylkou ± 150 mV od středu na rozsahu 0,3 V a ± 500 V na rozsahu 1000 V. Vstup odizolován od kostry. Dovolené napětí mezi zdířkou „ \downarrow “ a kostrou 100 V.

Измерение напряжений постоянного тока:

Пределы измерений: 10 мв — 1000 в непосредственно в восьми диапазонах 0,3; 1; 3; 10; 30; 100; 300; 1000 в на полное отклонение измерителя

Полярность: положительная и отрицательная

Точность измерения: $\pm 3\%$ от полного отклонения ± 15 мв при колебании сетевого напряжения на $\pm 5\%$

Входное сопротивление: 111 Мом во всех пределах измерения

Индикатор нуля: Вольтметр может применяться в качестве индикатора нуля во всех пределах постоянного тока с отклонением ± 150 мв от центра на диапазоне 0,3 в и ± 500 в на диапазоне 1000 в. Вход изолирован от корпуса. Допускаемое напряжение между контактным гнездом « \downarrow » и корпусом составляет 100 в.

Měření odporů:

Rozsah:	1 Ω –10 ⁹ Ω v 7 rozsazích
Střed y rozsahů:	20, 200, 2.10 ³ , 2.10 ⁴ , 2.10 ⁵ , 2.10 ⁶ , a 2.10 ⁷ . Plná výchylka měřidla 1000 M Ω na posledním rozsahu.
Přesnost:	$\pm 3\%$ na všech rozsazích + přesnost měřidla $\pm 1,5\%$. Vstupní zdířky pro měření odporů odizolovány od kostry přístroje s možností spojení s kustrou. Dovolené napětí mezi zdířkou „ \downarrow “ a kustrou 100 V.

Symetrická měření střídavých napětí a napětí pulsních průběhů:

Rozsah:	0,1 V–100 V přímo v 5 rozsazích – 1 V, 3 V, 10 V, 30 V a 100 V
Čejchování:	v efektivní hodnotě sinusového průběhu

Измерение сопротивлений:

Предел измерений:	1 ом — 10 ⁹ ом в семи пределах
Центры пределов измерения:	20, 200, 2.10 ³ , 2.10 ⁴ , 2.10 ⁵ , 2.10 ⁶ и 2.10 ⁷ . Полное отклонение измерителя 1000 Мом на последнем диапазоне
Точность измерения:	$\pm 3\%$ на всех пределах + точность измерителя $\pm 1,5\%$. Входные контактные гнезда для измерения сопротивлений являются изолированными от корпуса прибора с возможностью присоединения на корпус. Допускаемое напряжение между контактным гнездом « \downarrow » и корпусом составляет 100 в.

Симметрические измерения напряжений переменного тока и импульсных напряжений:

Пределы измерений:	0,1 в — 100 в непосредственно в пяти пределах измерений 1 в, 3 в, 10 в, 30 в и 100 в
Градуировка:	в эффективных величинах синусоидальной характеристики

Způsob měření: detektor reaguje na špičkové napětí; pro symetrická měření špička-špička údaj stupnice je nutné násobit hodnotou 2,83, pro měření nesymetrická 1,415

Přesnost: $\pm 10\%$ z plné výchylky měřidla na všech rozsazích. Přidavná kmitočtová závislost ± 1 dB vztažena k referenčnímu kmitočtu 1 kHz. Při pravouhlých impulsích je pokles údaje 5%

Kmitočtový průběh: 20 Hz–10 MHz

Vstupní odpor: 30 Hz–6 M Ω
100 kHz–2 M Ω
10 MHz–60 k Ω

Vstupní kapacita: mezi svorkami H a J (obr. 1) – 15 pF
mezi svorkami H a I – 20 pF
mezi svorkami J a I – 20 pF

Teplotní rozsah: +10 až +35 °C

Napájecí napětí: 220 V/120 V, 50–60 Hz

Příkon: asi 40 VA

Способ измерения: детектор реагирует на пиковые напряжения; для симметричных измерений пик-пик показание шкалы необходимо умножить на значение 2,83, а для несимметричных измерений на 1,415

Точность измерения: $\pm 10\%$ от полного отклонения стрелки измерителя на всех пределах. Добавочная частотная зависимость ± 1 дБ относится к опорной частоте 1 кГц. При прямоугольных импульсах падение показания составляет 5%

Частотная характеристика: 20 гц – 10 Мгц

Входное сопротивление: 30 гц – 6 Мом
100 кгц – 2 Мом
10 Мгц – 60 ком

Входная емкость: между конт. гнездами H и J (рис. 1) – 15 пф
между конт. гнездами H и I – 20 пф
между конт. гнездами J и I – 20 пф

Диапазон температур: +10 ÷ +35 °C

Питающее напряжение: 220 в/120 в, 50–60 гц

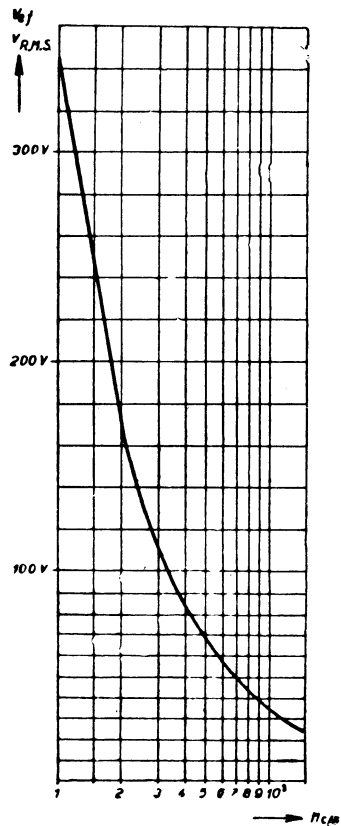
Потребляемая мощность: около 40 ва

Jištění: tavná pojistka 0,3 A při 220 V
0,5 A při 120 V
Osazení: 2×EF800, 1×ECC83, 1×EAA91,
1×EA52, 2×StR 150/30,
1×GLÜWO 3-9 V/1,4 A,
1×3NZ70, KY702, 2×KY705
měřidlo MP120, 100 μ A 1,5 %
Rozměry: 315×210×225 mm
Váha: asi 7 kg
Příslušenství: hrotová sonda, variátor GLÜWO
3-9 V/1,4 A, síťová šňůra, náhradní po-
jistky a návod k obsluze.

Защита: плавкий предохранитель 0,3 а при 220 в
0,5 а при 120 в
Оснащение: 2×EF800, 1×ECC83, 1×EAA91,
1×EA52, 2×StR 150/30,
1×GLÜWO 3-9 в/1,4 а,
1×3NZ70, KY702, 2×KY705
измеритель MP 120 100 мка 1,5 %
Габарит: 315×210×225 мм
Вес: около 7 кг
Принадлежность: штифтовой ВЧ зонд, бареттер GLÜWO
3-9 в/1,4 а, сетевой шнур, запасные
предохранители и инструкция по обслу-
живанию

S ohledem na kmitočtovou závislost inverzního napětí diody EA52 při měření nad 100 MHz nesmí efektivní hodnota přiloženého napětí překročit hodnoty znázorněné tímto grafem:

Obr. 3 – Рис. 3



Принимая во внимание частотную зависимость обратного напряжения диода EA 52 при измерениях свыше 100 Мгц, эффективное значение подводимого напряжения не должно превышать значения, обозначенные на рис. 3.

ПРИПОЈЕНІ А ПРІПІНАНІ СІТОВЕНО НАПІТІ

Пřed připojením přístroje k elektrovodné síti je nutné zkontrolovat, je-li přepojovač velikosti napájecího síťového napětí přepojen na odpovídající hodnotu napětí o je-li v držáku pojistky vložka o správné hodnotě.

Пřepojovač velikosti napájecího síťového napětí umožňuje napájet přístroj z elektrovodné sítě o napětí buď 220 V, nebo 120 V, 50 Hz. Z továrny je přístroj přepojen na napájení napětím 220 V – kotouček přepojovače je nastaven tak, že údaj „220“ je pod trojúhelníkovou značkou (obr. 4). Je-li nutné přepojit přístroj na napájení 120 V, vyšroubujeme šroubek uprostřed kotoučku přepojovače síťového napětí, čímž uvolníme přepínací kotouček. Kotouček natočíme tak, aby pod trojúhelníkovou značkou byl údaj „120“. Šroubek opět zašroubujeme, a tím kotouček přepojovače zajistíme.

При připojování přístroje na jiné síťové napětí je třeba vyměnit pojistku umístěnou v pouzdře na zadní stěně přístroje vedle přepojovače velikosti síťového napětí.

ПРИСОЕДИНЕНИЕ И ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ

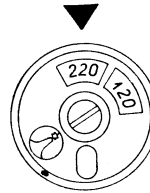
Перед подключением прибора к электросети необходимо убедиться в том, переключен ли переключатель величины питающего сетевого напряжения согласно соответствующему значению напряжения и вставлена ли в цоколь предохранителя вставка надлежащих параметров.

Коммутатор величины питающего сетевого напряжения позволяет осуществлять питание прибора от электрической сети напряжением 220 в, или же 120 в, 50 гц.

При отгрузке с завода прибор переключен на питание напряжением 220 в — диск коммутатора повернут таким образом, чтобы показание «220» находилось под обозначением в виде треугольника (рис. 4).

Если прибор должен быть переключен на напряжение 120 в, то следует вывернуть винтик посреди диска коммутатора сетевого напряжения, освободив этим коммутаторный диск. Диск затем следует повернуть так, чтобы под обозначением в виде треугольника находилось показание «120». После этого винтик опять ввертывается для фиксирования коммутаторного диска.

В случае надобности переключить прибор на иное сетевое напряжение должен быть заменен также предохранитель находящийся в гильзе на задней стенке прибора рядом с коммутатором сетевого питающего напряжения.



Обр. 4 – Рис. 4

Hodnoty pojistek pro obě napájecí napětí jsou uvedeny v odstavci „TECHNICKÉ ÚDAJE“.

Přístroj je konstruován v bezpečnostní třídě I podle ČSN 35 6501 – revidované vydání. (Kovové části přístupné dotyku jsou určeny k připojení na ochranný vodič a izolace části pod síťovým napětím vyhovuje uvedené normě.)

УВЕДЕНИЕ ДО ПРОВОЗУ

Пřed zapnutím přístroje kontrolujeme nejdříve mechanickou nulu měřidla. Nastavení provedeme šroubkem umístěným pod stupnicí měřidla. Knoflíkem R přepneme na nejvyšší stejnosměrný rozsah, tj. na 1000 V =, nebo střídavý 300 V ~ podle potřeby. Zkontrolujeme, zda jsou všechna tlačítka vybavena.

Zapneme přístroj knoflíkem P a vyčkáme asi 15 minut, než se ustálí vnitřní teplota přístroje. Zapnutí přístroje indikuje kontrolní žárovka S.

КОНТРОЛЬ ПРІСТРОЈЕ ПРІД МІРЕНІМ

Stlačíme tlačítko B označené „+“ (ostatní musí být vybavena) a nastavíme knoflíkem Q nulu měřidla. Knoflíkem R přepínáme postupně na citlivější rozsahy „=“ a zkoriguje-

Значения предохранителей для обоих питающих напряжений указаны в разделе «ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ».

Прибор сконструирован по I-му классу безопасности в соответствии с МЭК (доступные металлические части подключаются к нулевому проводу и изоляция частей, находящихся под сетевым напряжением, отвечает требованиям МЭК).

ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Перед включением прибора необходимо в первую очередь проверить механический нуль измерителя. Для установки нуля следует пользоваться винтиком, расположенным под шкалой измерителя. Ручкой R включается самый высокий диапазон напряжения постоянного тока, т. е. 1000 в =, или 300 в переменного тока в зависимости от необходимости. Одновременно проверяется, правильно ли установлены все кнопки (ручки).

Затем прибор включается при помощи ручки P и выжидается примерно 15 минут, пока внутренняя температура прибора не станет устойчивой. Включение прибора сигнализирует контрольная лампочка S.

КОНТРОЛЬ ІСПРАВНОСТІ ПРІБОРА ПЕРЕД НАЧАЛОМ ІЗМІРЕННЯ

Сжать кнопку B, несущую обозначение «+» (при соответствующей установке остальных кнопок) и при помощи ручки Q установить нуль измерителя. С помощью ручки

me vždy výchylky měřidla na nulu. Tuto kontrolu opakujeme při stlačeném tlačítku E (~) nebo G (⌋) s tím rozdílem, že při přepínání na nižší rozsah „~“ nastavujeme nulu měřidla knoflíkem P.

MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÝCH NAPĚTÍ

Před měřením stejnosměrných napětí je nutné nejdříve nastavit nulu měřidla knoflíkem Q při zkratovaných vstupních zdírkách L, N na nejcitlivějším rozsahu 300 mV a při sepnutém tlačítku B (+) nebo C (-). Je-li měřené napětí neznámé, přepneme knoflíkem R nejprve na nejvyšší rozsah a pak postupně zařazujeme rozsahy nižší podle velikosti měřeného napětí, aby nedošlo k přetížení měřidla, proti němuž není toto chráněno.

Měřené napětí přivádíme na zdířky L a N se sepnutým příslušným tlačítkem (B nebo C). Na tomto vstupu ss měřicí kanál není spojen s kostrou přístroje.

Chceme-li mít jeden pól napětí spojen s kostrou, pak zasuneme do zdířky označené \perp (I) banánek, a tím se v přístroji samočinně spojí zdířka N s kostrou přístroje. Při tomto zapojení je však nutno zkorigovat nastavení nuly na nej-

R postupně переключать на более чувствительные пределы «=», проводя при этом всегда коррекцию отклонения измерителя на нуль. Повторить эту проверку при сжатой кнопке E (~) или G (⌋) с той лишь разницей, что при переключении на более низкие пределы «~» нуль на измерителе должен быть установлен при помощи кнопки P.

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Перед началом измерений напряжений постоянного тока необходимо прежде всего установить нуль измерителя ручкой Q при замкнутых входных контактных гнездах L, N на наиболее чувствительном пределе 300 мВ и при замкнутой кнопке B (+) или C (-). Если измеряемое напряжение является неизвестным, то необходимо сначала установить при помощи ручки R самый большой предел и затем постепенно включать более низкие пределы согласно величине измеряемого напряжения, предохраняя этим измеритель от перегрузки, от которой он является незащищенным. Измеряемое напряжение подводится к контактным гнездам L и N с замкнутой соответствующей кнопкой (B или C). На этом входе отсутствует соединение между измерительным каналом постоянного тока и корпусом прибора.

Если один полюс напряжения должен быть соединен с корпусом, то для этого в контактное гнездо, обозначенное \perp (I) вставляется банановый штепсель, вследствие чего обеспечивается автоматическое соединение контактного гнезда N с корпусом прибора.

citlivějším rozsahu při zkratovaném vstupu L, N. Velikost měřeného napětí odečítáme na ss lineární stupnici 100dílkové nebo 30 dílkové podle nastaveného rozsahu knoflíkem R.

МЭРЭНІ СТРІДАВЫХ НАПЭТІ

Мэрені стрідавых напэці в кмітачтвэм пáсмy од 40 Hz до 800 MHz прывáдзімe помoці hрoтoвe сoндy. Кoнцoвкy сoндy зaсунeмe дo кoнeктoрy К. Кнoфлїк R прэпнeмe нa нeјвэцї рoсзaх ~ напэці.

Стлáчїмe тлáчїткo В a пoступнэ нaстaвужeмe кнoфлїкeм Q стeјнoсмэрунy нулу мэřїдлa нa вцех рoсзaцїх ац нa нeјцїтлївэцїм рoсзaху 300 мV вьaвaмe тлáчїткo + a сeпнeмe тлáчїткo E, кнoфлїкeм P вькoмпeнзужeмe нáбэжoвў прoуд діoдy нa нулу мэřїдлa прї зкратoвaнэм вступу сoндy. Прэпнeмe кнoфлїк R нa пoцaдoвaнў рoсзaх, в нэмц будeмe прoвáдэť мэřeнї, рoзпoјїмe зкрат вступу сoндy a мўжeмe прїкрoчїт к мэřeнї. Je-лї мэřeнэ напэці нeзнáмэ, прэпнeмe кнoфлїк R нeјрвe нa нeјвццї рoсзaх a пaк пoступнэ зaчá-

Однакo при тaкoм вклучeнїи нeобхoдїмo прoїзвeстї кoррeкцїю устaнoвкї нулу нa нaїбoлee чувствїтeльнoм пeрeдeлe при зaкoрoчeннoм вxoдe L, N. Вeлїчїнa зaмeрeннoгo нaпряжeнїя oтсчїтывaется нa лїнeйнoй шкaлe с 100 дeлeнїямї или 30 дeлeнїямї в зaвїсїмoстї oт пeрeдeлa, устaнoвлéннoгo при пoмoцї ручкї R.

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Для измерений напряжений переменного тока в диапазоне частот от 40 гц до 800 Мгц применяется штифтовой зонд. Наконечник зонда засовывают в коннектор К. Ручку R переключают на самый большой диапазон напряжений переменного тока. Затем нажимают на кнопку В и пользуясь ручкой Q постепенно устанавливают нуль постр. тока измерителя на всех пределах, пока на самом чувствительном пределе 300 мв не будет освобождена кнопка + и нажимаем кнопку E. С помощью ручки Р компенсируют начальный ток диода на нуль измерителя при закороченном входе зонда. Затем ручкой R проводят переключение на требуемый предел, на котором должны выполняться измерения, размыкают закороченный вход зонда и приступают к выполнению собственно измерений.

Если замеряемое напряжение является неизвестным, то необходимо сначала установить при помощи ручки R самый большой предел и затем постепенно включать более низкие пределы согласно величине замеряемого напряжения, пре-

zujeme rozsahy nižší podle velikosti měřeného napětí, aby nedošlo k přetížení měřidla, proti němuž není toto chráněno. Při měření na velmi vysokých kmitočtech odšroubujeme prodlužovací hrot sondy, abychom zmenšili parazitní indukčnost přívodu k detektoru. Sondou můžeme měřit i na kmitočtech okolo 800 MHz za předpokladu bezprostředního připojení pláště a zkráceného hrotu sondy na měřený objekt. Vlastní rezonance sondy je okolo 1800 MHz, takže ji můžeme použít jako indikátor až do 1800 MHz. Bude-li voltmetr používán pro jiná měření než na \sim napětí, je vhodné sondu odpojit od přístroje pro zvýšení životnosti speciální detekční diody, jež slouží jako detektor \sim napětí v sondě.

Střídavé napětí odečítáme na stupnicích označených \sim .
Pro napětí nad 10 V \sim platí stupnice 10 V a 3 V \equiv .

Detektor reaguje na špičkovou hodnotu napětí; cejchování je prováděno v jeho efektivní hodnotě.

Max. dovolené napětí přiváděné na sondu je 300 V_{ef} do kmitočtů 100 MHz. Pro kmitočty vyšší než 100 MHz se řídí grafem (obr. 3) a je omezeno dovoleným inverzním napětím elektronky EA52 udávaným výrobcem.

doхраня этим измеритель от перегрузки, от которой он является незащищенным.

При измерениях в пределе весьма высоких частот, в целях понижения паразитной индуктивности подвода к детектору, необходимо отвинтить продолженное острие зонда. Зонд может применяться также для измерений в диапазоне частот около 800 Мгц при условии непосредственного присоединения оболочки и уменьшенного острия зонда к измеряемому объекту. Собственно резонанс зонда составляет около 1800 Мгц, так что им можно пользоваться в качестве индикатора почти до 1800 Мгц. Если вольтметр будет применяться для других измерений, чем напряжения переменного тока, то целесообразно отключить зонд от прибора с целью повышения срока службы специального диода детектирования, применяемого в качестве детектора напряжения перемен. тока в зонде.

Напряжение переменного тока отсчитывается на шкалах, обозначенных \sim . Для напряжений свыше 10 в \sim действительны шкалы 10 в и 3 в \equiv .

Детектор реагирует на пиковое значение напряжения; градуировка производится по его среднему квадратичному значению.

Макс. допускаемое напряжение, подводимое на зонд, составляет 300 в эфф. до частот 100 Мгц. Для частот свыше 100 Мгц управляется графиком (рис. 3) и ограничивается допусκαемым инверсным напряжением эл. лампы EA52, показанным изготовителем.

MĚŘENÍ STŘIDAVÝCH SYMETRICKÝCH, NESYMETRICKÝCH A IMPULSNÍCH NAPĚTÍ

Přístroje můžeme použít rovněž k měření střídavých symetrických nebo nesymetrických napětí sinusového průběhu nebo impulsního průběhu. Pro tato měření je přístroj vybaven speciálním špičkovým detektorem (Delonovo zapojení) a umožňuje měřit napětí od 0,1 V do 100 V v kmitočtovém rozsahu od 20 Hz do 10 MHz.

Při sepnutém tlačítku B nastavíme ss nulu měřidla na nejcitlivějším rozsahu při přepnutém knoflíku R v polohách ~ měření. Pak vybavíme tlačítko B a sepne tlačítko označené G a knoflíkem P (~ nula) vykompenzujeme náběhový proud dvojité diody na nulu měřidla při nejcitlivějším rozsahu 1 V ~. Tím je přístroj připraven k měření. Symetrické napětí přikládáme na zdířky H, J označené \sphericalangle a výchylka měřidla udává efektivní velikost měřeného napětí. K získání špičkové hodnoty je nutné údaj stupnice násobit hodnotou 2,83. Nesymetrické střídavé a impulsní napětí měříme na zdířkách I, J nebo H, I, podle toho, jakou polaritu půlvlny chceme měřit, přičemž zbývající zdířka symetrického vstupu musí být spojena s kostrou přístroje, tj. zdířkou N, která se

ИЗМЕРЕНИЕ СИММЕТРИЧЕСКИХ, НЕСИММЕТРИЧЕСКИХ И ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Прибором можно также пользоваться для измерений симметрических или несимметрических напряжений синусоидальной или импульсной характеристики.

Для измерений этого рода прибор оснащен специальным максимальным (пиковым) детектором (схема Делона), дающим возможность измерять напряжения от 0,1 в до 100 в в диапазоне частот от 20 гц до 10 Мгц.

При замкнутой кнопке В ноль пост. тока измерителя следует установить на наиболее чувствительный предел при ручке R переключенной в положениях для ~ измерения. Затем освобождается кнопка В и нажимается кнопка, обозначенная G, и с помощью ручки Р (~ ноль) производится компенсация начального тока двойного диода на ноль измерителя при наиболее чувствительном пределе 1 в ~. Этим прибор является подготовлен для выполнения измерений. К контактным гнездам H, J, обозначенным « \sphericalangle », подводится симметрическое напряжение, причем отклонение измерителя показывает эффективное значение измеряемого напряжения. Для получения пикового значения, показание, отсчитанное на шкале, необходимо умножить на 2,83. Несимметрическое переменное и импульсное напряжения измеряются на контактных гнездах J, I или H, I в зависимости от того, какую полярность полуволны требуется измерять, причем свободное контактное гнездо на симметрическом входе должно быть замкнуто на корпус прибора,

nasunutím banánku do zdírky I samočinně uzemní. Měřidlo je cejchováno v efektivní hodnotě. Špičková hodnota měřeného nesymetrického napětí se získá násobením údaje hodnotou 1,415.

MĚŘENÍ ODPORŮ

Přepneme R do poloh označených R — Ω na žádaný rozsah. Sepneme tlačítko D. Zkratujeme zdírku N se zdírkou M, nastavíme knoflíkem Q nulu měřidla. Zrušíme zkrat a knoflíkem O nastavíme výchylku měřidla na ∞ , znovu zkratujeme a zkontrolujeme 0 a ∞ a potom na zdírku připojíme měřený odpor. Výchylku odečítáme na ohmové stupnici. Měřený odpor je pod napětím, jehož maximální velikost je 1,2 V. Zdíрку N můžeme podle potřeby spojit s kostrou přístroje zasunutím banánku do zdírky I.

POUŽITÍ PŘÍSTROJE JAKO INDIKÁTORU NULY

Přístroj můžeme s výhodou použít jako citlivý indikátor nuly při mostových měřeních, vyvažování kmitočtově modulova-

t. e. na kontaktné гнездо N, заземление которого достигается автоматически при задвигании бананового штепселя в контактное гнездо I. Измерительный прибор градуирован в эффективном значении. Пиковое значение измеряемого несимметрического напряжения получается умножением показания на 1,415.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Ручку R переключим в положения R — Ω на требуемый диапазон. Затем нажмем кнопку D, закоротим контактное гнездо N с контактным гнездом M и с помощью ручки Q установим нуль измерителя. Аннулируем закорочивание и ручкой O установим отклонение измерителя на ∞ , опять закоротим и проверим 0 и ∞ , после чего подведем к контактным гнездам измеряемое сопротивление. Отсчет отклонения производим на омической шкале. Замеряемое сопротивление находится под напряжением, максимальная величина которого составляет 1,2 в. Контактное гнездо N можно по мере надобности соединить с корпусом прибора путем вставления бананового штепселя в контактное гнездо I.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРА В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА НУЛЯ

Прибор может успешно применяться в качестве чувствительного индикатора нуля при мостовых измерениях, уравни-

ných detektorů apod. Přístroj pracuje jako indikátor nuly na všech ss rozsazích s vysokým vstupním odporem $111\text{ M}\Omega$ s minusovou zdírkou izolovanou od kostry. Sepneme tlačítko F označené „0“. Knoflík R přepneme do polohy 0,3 Vss. Knoflíkem Q nastavíme ručku měřidla na červenou rysku – střed stodílkové ss stupnice. Mezi zdírkou L označenou \pm a N označenou $\frac{1}{2}$ připojíme měřený objekt. Při předpokládaném značně rozdílném nulovém stavu měřeného objektu přecházíme postupně s donulováním objektu od méně citlivých k více citlivým rozsahům, aby nedošlo k přetížení měřidla.

Zdíčka N $\frac{1}{2}$ se dá podle potřeby uzemnit na kostru přístroje zasunutím banánku do zdíčky I označené $\frac{1}{2}$.

Střední poloha ručky měřidla je stanovena elektrickou cestou velmi stabilním zdrojem ss napětí, které se přivádí přímo na měřidlo ve velikosti právě takové, aby výchylka měřidla byla v polovině stupnice.

новешивании частотно модулированных детекторов и т. под. Прибор может работать в качестве индикатора нуля на всех пределах постоянного тока с высоким входным сопротивлением $111\text{ M}\Omega$ при условии изолирования отрицательного контактного гнезда от корпуса. Сначала нажимается кнопка F, обозначенная «0». Ручка R переключается в положение 0,3 в пост. тока. Стрелка измерителя настраивается с помощью ручки Q на красную метку, обозначающую середину шкалы пост. тока разделенную на 100 делений. Между контактным гнездом L, обозначенным \pm и контактным гнездом N, подключается измеряемый объект. При предполагаемом значительно отличающемся нулевым состоянии измеряемого объекта следует постепенно переходить при занулении объекта от менее чувствительных к более чувствительным пределам, предохраняя этим измеритель от перегрузки.

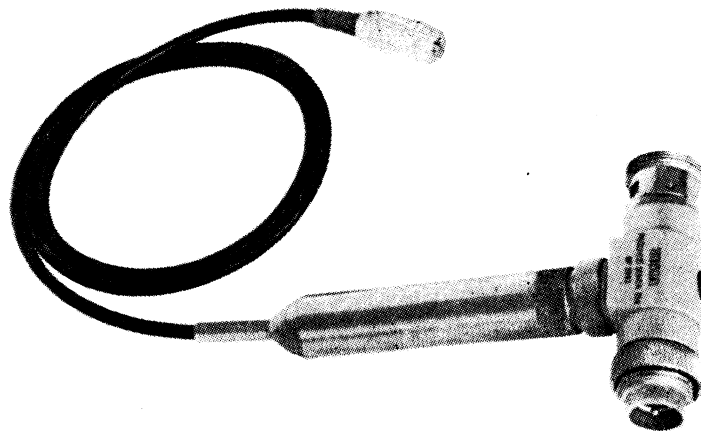
Контактное гнездо N может быть по мере необходимости заземлено на корпус прибора путем вдвигания бананового штепселя в контактное гнездо I, несущее обозначение $\frac{1}{2}$. Среднее положение стрелки измерителя устанавливается электрическим путем при помощи весьма устойчивого источника напряжения пост. тока, подводимого непосредственно к измерителю и имеющего именно такую величину, которая нужна для того, чтобы отклонение измерителя находилось в половине шкалы.

DOPLŇKOVÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ VOLTMETRU

K univerzálnímu voltmetru lze zvláštní objednávkou objednat doplňující příslušenství:
průchozí sondy BP 3880 — BP 3883
vysokonapěťovou sondu BP 3884
kapacitní dělič BP 3885
umělé zátěže BP 3886 — BP 3889

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ К ВОЛЬТМЕТРУ

К универсальному вольтметру можно особым заказом заказать дополнительные принадлежности:
коаксиальные зонды BP 3880 — BP 3883
зонд высокого напряжения BP 3884
емкостный делитель BP 3885
искусственные нагрузки BP 3886 — BP 3889



Obr. 5 — Рис. 5

Průchozí sondy Tesla BP 3880 — BP 3883

Průchozí sondy umožňují použití voltmetru BM 388E pro měření vř napětí v koaxiální technice, na koaxiálních trasách s charakteristickou impedancí 50, 60, 70, 75 Ω , zakončených přizpůsobenou zátěží (anténa).

Sondy je možné použít rovněž jako sondy koncové s připojenou umělou zátěží například pro měření napětí vř generátorů s koaxiálním výstupem. Přizpůsobené zátěže, které lze k sondě připojit, se vyrábějí pod označením BP 3886 — BP 3889 (50, 60, 70, 75 Ω).

Vysokonapěťová sonda Tesla BP 3884

Sonda pro měření vysokých stejnosměrných napětí na VN zdrojích s velkým vnitřním odporem, zvláště pro měření VN napětí v televizních přijímačích a podobných zdrojích. Sonda je provedena jako přesný odporový dělič. Jsou v ní použity speciální vysokonapěťové odpory zabudované ve skleněných pouzdech plněných inertním plynem za účelem zvýšení provozního napětí a zamezení výboje.

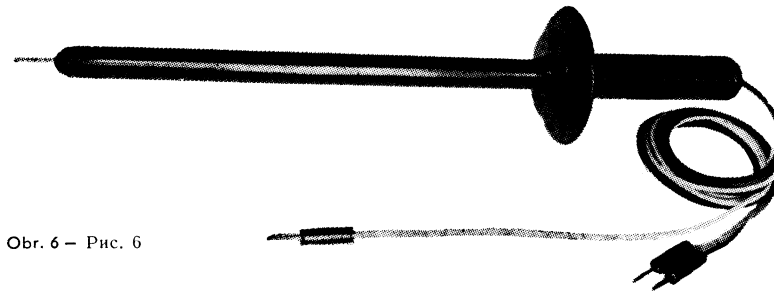
Коаксиальные зонды BP 3880 — BP 3883

Коаксиальные зонды позволяют применить вольтметр BM 388E для измерений напряжений вч в коаксиальной технике, на коаксиальных трассах с волновым сопротивлением 50, 60, 70, 75 ом, оконченных согласованной нагрузкой (антенна).

Зондами можно в равной мере пользоваться в качестве окончечных зондов с подключенной искусственной нагрузкой например для измерения напряжения генераторов вч с коаксиальным выходом. Согласованные нагрузки, которые можно к зондам подключить, производятся под обозначением BP 3886 — BP 3889 (50, 60, 70, 75 ом).

Зонд высокого напряжения BP 3884

Зонд для измерений высоких постоянных напряжений на источниках ВП с большим внутренним сопротивлением, особенно для измерений ВН в телевизионных приемниках и тому подобных источниках. В принципе зонд является точным делителем на сопротивлениях. В нем использованы специальные сопротивления для ВН, закрытые в герметических стеклянных баллонах, заполненных инертным газом, с целью повышения рабочих напряжений и предотвращения разрядов.



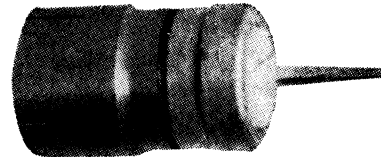
Obr. 6 – Рис. 6

Kapacitní dělič 3 kV Tesla BP 3885

Dělič se používá ve spojení s vysokofrekvenční sondou voltmetru BM 388 a BM 388E. Umožňuje měření vysokofrekvenčních napětí 20 kHz – 500 MHz od 0 do 3000 V pro 20 kHz, od 0 do 200 V pro 500 MHz.

Емкостный делитель 3 кВ ВР 3885

Делителем пользуемся в сочетании с вч зондом вольтметра ВМ 388 и ВМ 388Е. Позволяет измерять высокочастотные напряжения от 20 кгц до 500 Мгц, от 0 до 3000 в для 20 кгц, от 0 до 200 в для 500 Мгц.



Obr. 7

Рис. 7

Umělé zátěže Tesla BP 3886 – BP 3889

Umělé zátěže BP 3886 – BP 3889 o impedancích 50, 60, 70 a 75 Ω se používají buď ve spojení s průchozími sondami

Искусственные нагрузки ВР 3886 – ВР 3889

Искусственные нагрузки ВР 3886 – ВР 3889 о импедансах 50, 60, 70, 75 ом пользуются или в соединении с коаксиаль-

BP 3880 – 3 nebo jako zakončovací bezodrazové odpory na koaxiálních trasách. Použitím těchto zátěží se dá výhodně využít průchozích sond jako sond koncových, např. při měření výstupních napětí generátorů s koaxiálními výstupy.

ными зондами BP 3880—3 или в качестве неотражающих сопротивлений на коаксиальных трассах. При применении настоящих нагрузок можно пользоваться коаксиальными зондами в качестве зондов окончателных, напр. при измерении выходного напряжения генератора с коаксиальным выходом.

Obr. 8

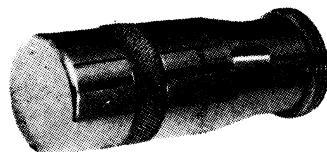


Рис. 8

ПРИКЛАДЫ ПОУЖИТИ УНИВЕРЗАЛНИХО ВОЛТМЕТРУ ВМ 388Е

Сs волтметру ВМ 388Е lze použit téměř pro všechna měření ss napětí díky jeho velmi vysokému vstupnímu odporu (111 MΩ), který zůstává zachován i na nejcitlivějším rozsahu 300 mV. Tato výhoda proti волтметрům se vstupními odpory do 10 MΩ se zvlášť ocení při měření napětí na zdrojích s velkým vnitřním odporem (měření mřížkových předpětí na svodových odporech). Волтметrem ВМ 388Е lze

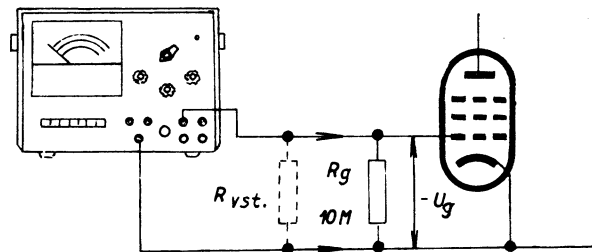
ПРИМЕРЫ ПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫМ ВОЛТМЕТРОМ ТЕСЛА ВМ 388Е

Волтметром постоянного тока можно пользоваться почти при всех измерениях постоянного напряжения благодаря его высокому входному сопротивлению (111 Мом), которое сохраняется и на самом чувствительном диапазоне 300 мв. Такое преимущество в отношении к волтметрам с входным сопротивлением 10 Мом особо ценно при измерениях на источниках с большими внутренними сопротивлениями (измерения напряжения сеточного смещения на сопротив-

měřit toto napětí přímo a s velkou přesností. Při měření nezpůsobíme téměř žádné posunutí pracovního bodu, tj. změnu pracovního režimu elektronky.

лении утечки). Вольтметром ВМ 388Е можно такие напряжения измерять непосредственно и с большой точностью. При измерении не вызовем почти никакого смещения рабочей точки, т. е. изменения рабочего режима электронной лампы.

ВМ 388Е



Обр. 9 – Рис. 9

Мěření předpětí

Измерение сеточного смещения

Na obr. 9 je mřížkový obvod nf zesilovače, osazeného pentodou, kde se záporné předpětí $-U_g$ získává spádem napětí na odporu $R_g = 10\text{ M}\Omega$. Tato kombinace je vlastně zdrojem ss napětí s vnitřním odporem $R_i = R_g = 10\text{ M}\Omega$.

На рис. 9 схема сеточной цепи усилителя нч на пентоде, где отрицательное смещение $-U_g$ создается падением напряжения на сопротивлении $R_g = 10\text{ Мом}$. Эта цепь является источником постоянного напряжения с внутренним сопротивлением $R_i = R_g = 10\text{ Мом}$.

$$\text{Je-li } U_g = -2\text{ V, pak } I_g = \frac{U_g}{R_g} = \frac{2}{10^7} = 2 \cdot 10^{-7}\text{ A.}$$

$$\text{Когда } U_g = -2\text{ в, то } I_g = \frac{U_g}{R_g} = \frac{2}{10^7} = 2 \cdot 10^{-7}\text{ а}$$

Пřipojením přístroje BM 388E, jehož $R_{vst} = 111 \text{ M}\Omega$, se dopustíme chyby tím, že R_g zmenšíme paralelně připojeným vstupním odporem R_{vst} .

Potom bude výsledné R_g :

$$R_{gv} = \frac{R_{vst} \cdot R_g}{R_{vst} + R_g} = \frac{111 \cdot 10}{121} = 9,1 \text{ M}\Omega$$

Předpokládejme, že $I_g = \text{konst.}$, pak

$$U_g = I_g \cdot R_{gv} = 9,1 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-7} = 1,82 \text{ V}$$

z čehož plyne, že napětí změříme s chybou 9 %.

Kdybychom použili běžného elektronkového voltmetru s $R_{vst} = 10 \text{ M}\Omega$, pak chyba měření by byla 50 %.

Мěření napětí na děličích

Voltmetr BM 388E má další cennou přednost, že nemá svorku s nulovým potenciálem spojenou s kostrou přístroje. Této přednosti se s výhodou využije např. při měření napětí na děličích (obr. 10).

Odporový dělič R1, R2 může být tvořen např. vnitřními odporů elektroněk nebo libovolným obecným reálným odporem. Při měření napětí na děličích voltmetrem s připojenou svorkou nulového potenciálu na kostru (označeno čárkově) dopustili bychom se hrubé chyby spojením odporů

При подключении вольтметра BM 388E, входное сопротивление которого 111 Мом, это напряжение изменится, так как уменьшим сопротивление R_g параллельно включенным входным сопротивлением R_{vst} .

Потом общее R_g :

$$R_{go} = \frac{R_{vst} \cdot R_g}{R_{vst} + R_g} = \frac{111 \cdot 10}{121} \doteq 9,1 \text{ Мом}$$

Предположим, что I_g не изменится. В том случае

$$U_g = I_g \cdot R_{go} = 9,1 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-7} = 1,82 \text{ в}$$

из чего выходит, что измерим напряжение с погрешностью 9 %.

При применении обыкновенного лампового вольтметра с $R_{vst} = 10 \text{ Мом}$ составляла бы погрешность измерения 50 %.

Измерение напряжений на делителях

Дальнейшим ценным преимуществом вольтметра BM 388E является то, что зажим нулевого потенциала не соединен с корпусом прибора. Этим преимуществом удобно пользоваться например при измерении напряжения на делителях (рис. 10).

Делитель напряжения R1, R2 образован например внутренними сопротивлениями ламп или любыми действительными сопротивлениями. При измерении напряжения на делителе вольтметром с зажимом нулевого потенциала соединенным с корпусом (обозначено штриховой линией) мы бы сделали

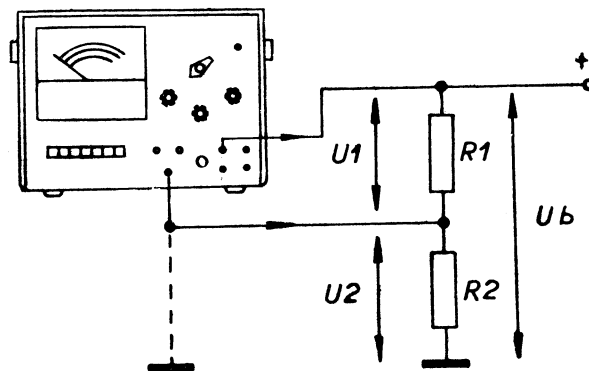
R2 nakrátko. V případě, že by bylo $R_2 = R_i$ elektronky, pak bychom spojili nakrátko elektronku a měřili vlastně napětí zdroje a ne úbytek na R1, protože kostra měřeného objektu a kostra přístroje bývají obvykle zemněny přes síťové

грубую ошибку коротким замыканием сопротивления R2. В случае, что $R_2 = R_i$ электронной лампы, мы бы замкнули эл. лампу накоротко и измеряли в действительности напряжение источника питания и не падение напряжения

Měření napětí na děliči

BM 388 E

Измерение напряжения на делителе



Obr. 10 – Рис. 10

napájecí napětí. Kdybychom odizolovali měřicí přístroj od sítě, potom potenciál U₂ by byl na kostře přístroje, což odporuje bezpečnostním předpisům.

na R1, tak jak корпус измеряемого объекта и корпус прибора обычно соединены посредством питающего сетевого напряжения. Когда мы бы отсоединили корпус измеритель-

Použijeme-li pro takové měření univerzální voltmetr BM 388E, který má svorku s nulovým potenciálem odizolovanou od kostry, změříme skutečné úbytky na R1 a R2, kostra voltmetru zůstává na nulovém potenciálu měřeného objektu a bezpečnostní hledisko není vůbec nutno sledovat.

Měření ss napětí na kmitavých obvodech

Problematiku měření znázorňuje obr. 11. Elektronka má v anodě zařazen kmitavý obvod a potřebujeme změřit její anodové napětí tak, abychom zesilovač nevyřadili z pracovních podmínek.

Měříme-li na anodě elektronky napětí U_a přímo připojeným ss voltmetrem (naznačeno čárkovaně), rozladíme kmitavý obvod vlivem vstupní kapacity voltmetru C_{Vst} , která se nedá vůči kapacitě C zanedbat.

Použijeme-li předřadného oddělovacího odporu R_p (např. 500 k Ω), zmenšíme hodnotu vstupní kapacity C_{Vst} na hodnotu C_v' , v našem případě C_v' poklesne na hodnotu okolo 2 pF. (Připojení voltmetru nakresleno plnou čarou.) Tím ale vznikne systematická napěťová chyba δ , daná poměrem R_p a R_{Vst} , kterou určíme ze vztahu:

ного прибора от сети, то потенциал U_2 бы появился на корпусе прибора, что противоречит предписаниям безопасности. Когда мы для такого измерения применим универсальный вольтметр BM 388E, у которого зажим нулевого потенциала изолирован от корпуса, то измерим действительные падения напряжения на R1 и R2, корпус прибора все время на нулевом потенциале измеряемого объекта и точкой зрения безопасности не нужно интересоваться.

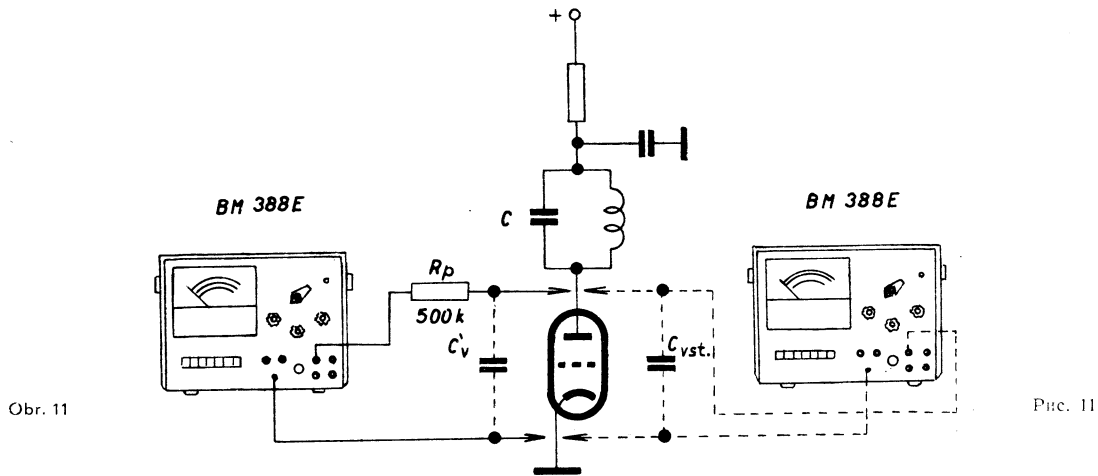
Измерения постоянных напряжений на колебательных контурах

Проблема измерений видна из рис. 11. В анодной цепи эл. лампы включен колебательный контур. При измерении напряжения на аноде нужно принять особые меры, чтобы не нарушить рабочие условия каскада.

При измерении напряжения на аноде электронной лампы U_a прямо подключенным вольтметром пост. тока (показано штрих-линией), расстроится колебательный контур влиянием входной емкости вольтметра C_{Vst} , которой нельзя в отношении к емкости C пренебречь.

При применении последовательного разделительного сопротивления R_p (напр. 500 ком), уменьшив величину входной емкости C_{Vst} до значения C_v' , в нашем случае C_v' уменьшится до значения около 2 пф. (Подключение вольтметра обозначено сплошной линией.)

Однако тем создается систематическая ошибка по напряжению δ , соответствующая отношению R_p и R_{Vst} , которую можно определить из отношения:



Obr. 11

Рис. 11

$$-\delta = \frac{R_p}{R_{vst}} = \frac{500 \cdot 10^3}{111 \cdot 10^6} = 0,45 \%$$

Z výsledku je zřejmé, že použitím oddělovacího odporu je naměřené napětí zatíženo nepatrnou chybou 0,45 %, ale kmitavý obvod jsme rozladili pouze nepatrnou kapacitou $C_v' < 2 \text{ pF}$, takže funkci zesilovače jsme narušili minimálně.

Změnu kmitočtu určíme ze vzorce:

$$f^2 = \frac{25330}{L \cdot (C + C_v')} \quad (\text{MHz}, \mu\text{H}, \text{pF})$$

$$-\delta = \frac{R_{vst}}{R_{vst}} = \frac{500 \cdot 10^3}{111 \cdot 10^6} = 0,45 \%$$

Из результата выходит, что при применении разделительного сопротивления мы измеряем напряжения с незначительной постоянной ошибкой 0,45 %, но колебательный контур расстроен всего незначительной емкостью $C_v' < 2 \text{ пФ}$, так что действие усилителя минимально нарушено. Изменение частоты определим по формуле:

$$f^2 = \frac{25330}{L \cdot (C + C_v')} \quad [\text{МГц}, \mu\text{кГн}, \text{пФ}]$$

modulovaný signál z generátoru o požadovaném m_f kmitočtu. Kmitavý obvod L_1C_1 naladíme na maximální výchylku voltmetru. Voltmetr odpojíme, sepne tlačítko F a na ss rozsahu 0,3V knoflíkem Q dostavíme ručku měřidla na střed 100dílkové stupnice (na červenou rysku). Nyní připojíme káblíkem zdířku L do bodu 1 a obvod L_2C_2 nastavíme tak, aby se při výchylce ručka měřidla kryla s červenou ryskou.

Kontrolu charakteristiky diskriminátoru provedeme tím způsobem, že generátor rozladíme o $\pm \Delta f$ od f_m na obě strany a kontrolujeme výchylky ručky na obě strany od červené rysky. Pro stejná rozladění $\pm \Delta f$ od f_m při správně nastaveném diskriminátoru musí být výchylky měřidla na obě strany stejné.

Ladění poměrového detektoru

Principiální schéma poměrového detektoru je na obrázku 13. Zapneme \pm ss měřicí kanál tlačítkem B a knoflíkem Q nastavíme nulu voltmetru při přepnutí přepínače R na nejcitlivější ss rozsah (0,3 V) při zkratovaném vstupu (svorky L a I propojeny). Svorku L propojíme s kladným pólem kondenzátoru C a svorku N nebo I propojíme se záporným pólem. Na mřížku omezovače přivedeme nemodulovaný signál o m_f kmitočtu. Obvod L_1C_1 naladíme na maximální výchylku voltmetru. Odpojíme voltmetr, sepne tlačítko F

R2) a záжим N или I присоединим к точке 3. К сетке ограничителя подведем немодулированный сигнал от генератора с требуемой промежуточной частотой. Колебательный контур L_1C_1 настроим до максимального отклонения вольтметра. Вольтметр отключим, нажмем кнопку F и на диапазоне пост. тока 0,3 в ручкой Q установим стрелку измерительного прибора на середину шкалы со 100 делениями (на красной штрих). Теперь присоединим проводом зажим L к точке 1 и настроим контур L_2C_2 так, чтобы стрелка прибора совпала с красным штрихом.

Проверку характеристики дискриминатора осуществим так, что расстроим генератор на $\pm \Delta f$ от f_m в обе стороны и проверяем отклонения стрелки в обе стороны от красного штриха. Для одинаковых расстроек $\pm \Delta f$ от f_m при правильной настройке дискриминатора должны отклонения измерительного прибора в обе стороны быть одинаковыми.

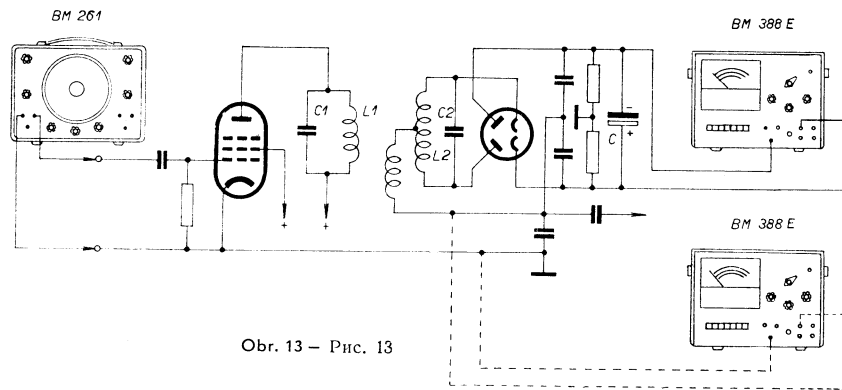
Настройка дробного детектора

Принципиальная схема дробного детектора приведена на рис. 13.

Включим \pm измерительный канал пост. тока кнопкой B и ручкой Q установим ноль вольтметра при переключенном переключателе R на самый чувствительный диапазон пост. тока (0,3 в) и короткозамкнутым входе (зажимы L и I соединены). Зажим L присоединим к положительному полюсу конденсатора C и зажим N или I соединим с отрицательным полюсом. К сетке ограничителя подведем не-

a dostáváme na rozsahu 0,3 V ručku měřidla knoflíkem Q na červenou rysku (střed stupnice). Svorku L propojíme podle obr. 13, svorku N nebo I propojíme na zem a obvod L_2C_2 nastavíme na nulovou výchylku, tj. aby ručka se kryla s červenou ryskou. Tím je poměrový detektor naladěn.

модулированный сигнал промежуточной частоты. Контур L_1C_1 настроим до максимального отклонения вольтметра. Отключим вольтметр, нажмем кнопку F и установим на диапазоне 0,3 в стрелку прибора ручкой Q на красной штрих (середина шкалы). Зажим L соединим согласно рис. 13, зажим N или I с корпусом и контур L_2C_2 настроим до нулевого отклонения, т. э. так, чтобы стрелка совпала с красным штрихом. Этим дробный детектор настроен.



Obr. 13 – Рис. 13

Kontrola charakteristiky

poměrového detektoru se provede obdobně jako v předešlém příkladě. Měníme kmitočet generátorů o $\pm \Delta f$ od

Проверка характеристики

Проверку характеристики дробного детектора проводим аналогично предыдущему случаю. Изменяем частоту гене-

mf kmitočtu stejně na obě strany. Na voltmetru odečítáme výchylky od nulové polohy středu stupnice. Při správně nastaveném detektoru musí být tyto stejné. Ostatní mf zesilovače ladíme při zapojeném voltmetru paralelně ke kondenzátoru C. Kmitavé obvody ladíme na maximální výchylku.

Мěření с вf hrotovou sondou

Střídavý měřicí kanál (tlačítko E) používáme pro měření střídavých napětí od 30 mV do 300 V_{ef} v kmitočtovém rozsahu 40 Hz–800 MHz ± 1 dB.

Přibližná kmitočtová charakteristika sondy je znázorněna na obr. 14. Pokles na nízkých kmitočtech je způsoben vazebním kondenzátorem a převýšení (chyba narezonováním δ_r) je způsobeno rezonančním kmitočtem sondy, který se pohybuje okolo 2000 MHz.

Rezonanční chybu δ_r lze stanovit ze vztahu:

$$\delta_r = + \frac{1 - \cos \frac{\pi}{2} \cdot \frac{f}{f_r}}{\cos \frac{\pi}{2} \cdot \frac{f}{f_r}} \cdot 100 \% \quad (\text{MHz})$$

kde f je kmitočet, při němž měříme a
f_r je rezonanční kmitočet.

ратора на $\pm \Delta f$ от промежуточной частоты в равной мере в обе стороны. На вольтметре отсчитываем отклонения от нулевого положения в середине шкалы. При правильно настроенном детекторе должны быть отклонения одинаковыми. Дальнейшие усилители ПЧ настраиваем при вольтметре включенном параллельно конденсатору C. Колебательные контуры настраиваем до максимального отклонения вольтметра.

Измерения с высокочастотным зондом

Измерительным каналом переменного тока (кнопка E) пользуемся для измерения переменных напряжений от 30 мВ до 300 В в эффективного значения в диапазоне частот от 40 Гц до 800 МГц ± 1 дБ.

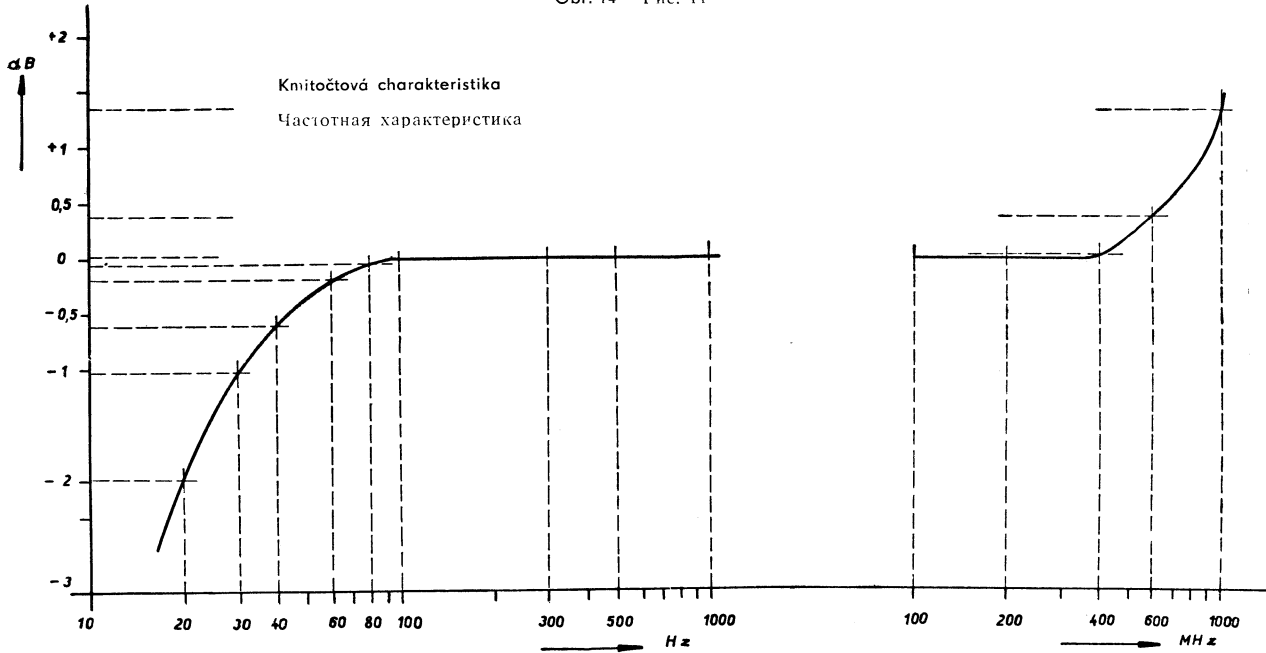
Приблизительная частотная характеристика зонда обозначена на рис. 14. Завал на низких частотах является следствием конденсатора связи и подъем (ошибка резонансными явлениями δ_r) является следствием резонансной частоты зонда, которая лежит в области около 2000 МГц.

Ошибку резонансными явлениями δ_r можно определить по формуле

$$\delta_r = + \frac{1 - \cos \frac{\pi}{2} \cdot \frac{f}{f_r}}{\cos \frac{\pi}{2} \cdot \frac{f}{f_r}} \cdot 100 \% \quad [\text{МГц}]$$

где f = частота измеряемого напряжения
f_r = частота резонанса

Obr. 14 – Рис. 14



Aby nedošlo k poškození diody, můžeme měřit sondou napětí o velikosti 300 V_{ef} jen do kmitočtu 100 MHz. Od kmi-

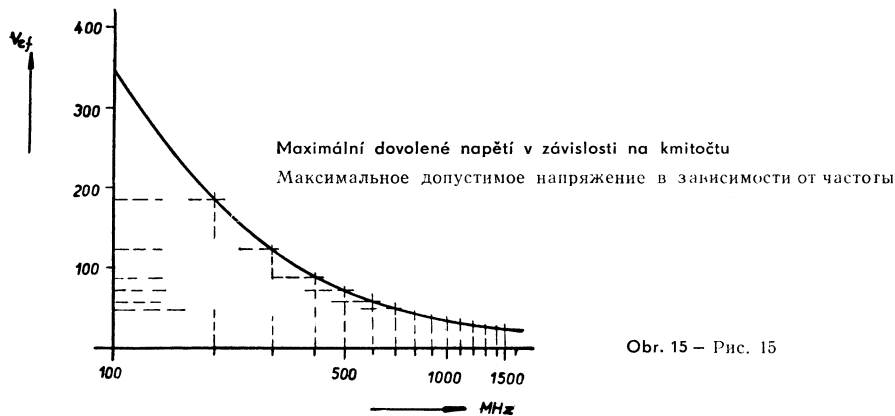
Чтобы не повредить диод, можно зондом измерять напряжение величиною в 300 в эфф, только при частотах до 100 Мгц. При частотах свыше 100 Мгц допустимое обратное

točtu 100 MHz je dovolené špičkové inverzní napětí na diodě $U_{\max. \text{ šp}}$ určeno vztahem:

$$U_{\max. \text{ šp}} = \frac{10^5}{f} \quad (\text{V; MHz})$$

пиковое напряжение диода $U_{\max. \text{ пик}}$ определяется по формуле

$$U_{\max. \text{ пик}} = \frac{10^5}{f} \quad [\text{в; МГц}]$$



Obr. 15 – Рис. 15

Upravením tohoto vztahu pro dovolené přiložené napětí v ef. hodnotě obdržíme výraz:

$$U_{ef}(f) = \frac{10^5}{2\sqrt{2}f} \quad (\text{V; MHz})$$

Преобразованием этой формулы найдем отношение для эффективного значения приводимого напряжения:

$$U_{эфф}(f) = \frac{10^5}{2\sqrt{2}f} \quad [\text{в; МГц}]$$

Kmitočtová závislost dovoleného přiloženého napětí v ef. hodnotě je znázorněna grafem na obr. 15.

График на рис. 15 показывает, до какого эффективного значения можно привести напряжение на вход прибора при частотах свыше 100 МГц.

Vstupní odpor

Vstupní odpor hrotové sondy R_{vst} je kmitočtově závislý, což je způsobeno zvětšováním kapacity C_{ka} a klesáním hodnoty pracovního odporu detektoru v závislosti na kmitočtu.

Velikost kapacity C_{ka} závisí na kmitočtu podle vztahu:

$$C_{ka}' = C_{ka} \frac{1}{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2}$$

kde λ_0 je rezonanční vlnová délka diody,
 λ je vlnová délka měřeného napětí.

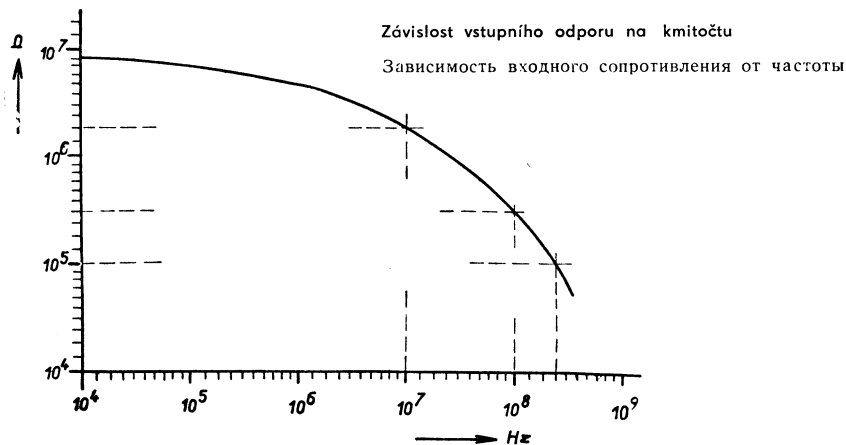
Входное сопротивление

Входное сопротивление зонда R_{vst} зависит от частоты, что является следствием увеличения емкости C_{ka} и уменьшения значения рабочего сопротивления детектора в зависимости от частоты.

Значение емкости C_{ka} зависит от частоты согласно отношению:

$$C_{ka}' = C_{ka} \frac{1}{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2}$$

где λ_0 = резонансная длина волны диода
 λ = длина волны измеряемого напряжения



Obr. 16 – Рнс. 16

Typická křivka závislosti $R_{vst} = F(f)$ je znázorněna na obr. 16.

Vstupní kapacita sondy

Vstupní kapacita sondy mezi měřicím hrotem a pláštěm je menší než 1,2 pF.

Připojování sondy na měřený objekt

Připojení sondy na měřený objekt při měření v rozsahu od nf do několika desítek MHz provádíme běžným způsobem. Při měření na kmitočtech do 200 MHz musíme dodržet pokud možno nejtěsnější uzemnění pláště sondy, abychom nezvětšovali parazitní indukčnost. Pro tyto účely je sonda opatřena otočným pružným zemnicím dotykem, kterým se sonda uzemňuje přitlačeníem na chassis v blízkosti měřeného objektu.

Pro měření na kmitočtech nad 200 MHz je nutné sondu zemnit po celém obvodu trubkovým nástavcem a odšroubovat měřicí hrot, čímž se zmenší parazitní indukčnost na minimum.

Типичная кривая зависимость R_{vst} от частоты приведена на рис. 16.

Входная емкость зонда

Входная емкость зонда между измерительным острием и корпусом меньше 1,2 пФ.

Подключение зонда к измеряемому объекту

При измерении на низкой частоте или на частотах порядка десятков Мгц подключаем зонд к измеряемому объекту обычным образом. При частотах до 200 Мгц нужно уже обратить внимание на по возможности короткий путь заземления корпуса зонда, чтобы напрасно не повышать паразитную индуктивность. Для этой цели зонд оснащен пружинным заземляющим поворотным контактом, при помощи которого зонд заземляется прижатием контакта вблизи от места измерения.

Для измерений на частотах свыше 200 Мгц нужно зонд заземлить по всей окружности при помощи трубчатого наконечника и отвинтить измерительное острие, чем и сведем паразитную емкость до минимума.

СПИСОК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Сопротивления:

Обозн.	Сорт	Величина	Мощность Вт	Допуск \pm %	Норма ЧССР
R1	непроволочное	20 Мом	0,5	2	1AK 650 96
R2	непроволочное	2 Мом	0,25	1	TR 106 2M/D
R3	непроволочное	200 ком	0,25	1	TR 106 M2/D
R4	непроволочное	20 ком	0,25	1	TR 106 20к/D
R5	непроволочное	2 ком	0,25	1	TR 106 2к/D
R6	непроволочное	180 ом	0,25	1	TR 106 180/D
R8	непроволочное	100 Мом	0,5	2	1AK 652 77
R9	непроволочное	10 Мом	0,5	1	1AK 652 76
R10	непроволочное	1,1 Мом	0,5	0,5	1AK 652 78
R11	непроволочное	5,6 Мом	0,5	5	TR 145 5M6/B
R12	непроволочное	22 Мом	0,5	—	WK 650 05 22M
R13	непроволочное	5,6 Мом	0,5	5	TR 145 5M6/B
R14	непроволочное	22 Мом	0,5	—	WK 650 05 22M
R15	непроволочное	100 Мом	0,5	—	WK 650 05 G1
R16	непроволочное	1 Мом	0,25	1	TR 106 1M/D
R17	непроволочное	1 Мом	0,25	1	TR 106 1M/D
R18	непроволочное	510 ком	0,25	1	TR 106 M51/D
R19	непроволочное	510 ом	0,5	5	TR 152 510/B
R20	непроволочное	33 ком	0,5	5	TR 152 33к/B
R21	непроволочное	680 ом	0,5	—	TP 680 11E 680
R22	потенциометр	250 ом	0,5	—	TP 280b 20A 250/N
R23	непроволочное	33 ком	0,5	5	TR 152 33к/B

Обозн.	Сорт	Величина	Мощность вт	Допуск \pm %	Норма ЧССР
R24	непроволочное	10 Мом	0,5	5	TR 107 10M/B
R25	непроволочное	1 Мом	0,25	1	TR 106 1M/D
R26	непроволочное	1 Мом	0,25	1	TR 106 1M/D
R27	непроволочное	510 ком	0,25	1	TR 106 M51/D
R28	непроволочное	330 ком	0,5	10	TR 152 M33/A
R29	непроволочное	220 ком	0,5	10	TR 152 M22/A
R30	непроволочное	100 ком	0,5	10	TR 152 M1/A
R31	непроволочное	220 ом	1	1	TR 108 220/D
R32	непроволочное	20 ом	0,5	1	TR 107 20/D
R33	проволочное	560 ом	1	10	TR 635 560/A
R34	непроволочное	6,8 ком	0,5	5	TR 144 6к8/B
R35	непроволочное	6,8 ком	0,5	10	TR 144 6к8/A
R36	непроволочное	100 ом	0,5	10	TR 144 100/A
R37	непроволочное	10 ом	0,125	—	TR 112a 10
R38	непроволочное	150 ком	0,5	5	TR 144 M15/B
R39	проволочное	680 ком	2	5	TR 636 680/B
R40	непроволочное	220 ом	0,125	10	TR 112a 220/A
R41	проволочное	47 ом	10	10	TR 556 47/A
R42	проволочное	15 ом	10	10	TR 556 15/A
R43	проволочное	180 ом	10	10	TR 556 180/A
R44	непроволочное	1 ом	0,5	10	TR 144 1/A
R45	потенциометр	3,3 ком	0,2	—	TP 040 3к3
R47	потенциометр	4,7 ком	0,2	—	TP 040 4к7
R48	непроволочное	22 Мом	0,125	10	1AK 651 22

Обозн.	Сорт	Величина	Мощность вт	Допуск \pm %	Норма ЧССР
R49	потенциометр	2,5 ком	0,25	—	TP 180a 10E 2к5/N
R50	потенциометр	25 ком	0,25	—	TP 180a 10E 25к/N
R51	потенциометр	250 ом	0,25	—	TP 180a 10E 250/N
R52	потенциометр	2,5 ком	0,25	—	TP 180a 10E 2к5/N
R53	потенциометр	5 ком	0,25	—	TP 180a 10E 5к/N
R54	непроволочное	56 ком	1	10	TR 153 56к/A
R55	непроволочное	94,2 ком	0,25	1	TR 106 94к2/D
R56	непроволочное	27 ком	0,25	1	TR 106 27к/D
R57	непроволочное	7,5 ком	0,25	1	TR 106 7к5/D
R58	непроволочное	820 ом	0,25	1	TR 106 820/D
R59	непроволочное	5 ком	0,25	—	1AN 694 61
R60	непроволочное	47 Мом	0,5	—	WK 650 05 47M
R61	потенциометр	250 ком	0,25	—	TP 180a 10E M25/N
R62	потенциометр	10 ком	0,5	—	1AN 693 07
R63	потенциометр	4,7 Мом	0,2	—	TP 040 4M7
R64	потенциометр	4,7 Мом	0,5	—	TP 017 4M7
R65	непроволочное	10 Мом	0,5	5	TR 107 10M/B
R67	непроволочное	680 ком	0,5	10	TR 144 M68/A
R68	непроволочное	680 ком	0,5	10	TR 144 M68/A
R69	непроволочное	33 ком	0,125	—	TR 112a 33к
R70	непроволочное	47 ком	0,125	—	TR 112a 47к
R71	непроволочное	24 ком	0,5	5	TR 144 24к/B
R72	непроволочное	24 ком	0,5	5	TR 144 24к/B
R73	непроволочное	120 ом	1	5	TR 153 120/B

Обозн.	Сорт	Величина	Мощность вт	Допуск \pm %	Норма ЧССР
R75	непроволочное	22 Мом	0,5	—	WK 650 05 22M
R76	непроволочное	18 Мом	0,5	—	WK 650 05 18M
R78	непроволочное	1 ом	0,5	10	TR 144 1/A
R80	непроволочное	180 ом	0,5	5	TR 152 180/B
R81	непроволочное	200 ом	0,5	5	TR 152 200/B
R87	непроволочное	2,4 Мом	0,25	5	TR 151 2M4/B
R88	непроволочное	100 ком	0,125	10	TR 112a M1/A
R89	непроволочное	12 ком	0,125	10	TR 112a 12к/A
R90	непроволочное	3,9 ком	0,5	5	TR 152 3к9/B
R91	непроволочное	3,6 ком	0,5	5	TR 152 3к6/B
R105	непроволочное	15 ком	0,5	5	TR 152 15к/B
R106	непроволочное	16 ком	0,5	5	TR 152 16к/B
R107	непроволочное	100 Мом	0,5	2	1AK 652 77
R108	непроволочное	1 Мом	0,5	5	TR 107 1M/B

Ra = R80 или R81
Rb = R90 или R91

Rc = R105 или R106
Rd = R69 или R70

Re = R75 или R76

Конденсаторы:

Обозн.	Сорт	Величина	Напряжение в	Допуск \pm %	Норма СССР
C1	лавсановый	22 000 пф	400	—	ТС 276 22к
C2	лавсановый	22 000 пф	400	—	ТС 276 22к
C3	лавсановый	22 000 пф	400	—	ТС 276 22к
C4	лавсановый	22 000 пф	400	—	ТС 276 22к
C5	лавсановый	0,1 мкф	400	—	ТС 276 М1
C6	лавсановый	10 000 пф	1000	—	ТС 277 10к
C7	лавсановый	0,1 мкф	400	—	ТС 276 М1
C8	лавсановый	10 000 пф	400	—	ТС 276 10к
C9	лавсановый	10 000 пф	400	—	ТС 276 10к
C10	электролитический	20 мкф	6	—	ТЕ 981 20М
C11	конденсатор	3300 пф	400	—	1АК 706 12
C12	электролитический	20 мкф	50	—	ТС 975 20М-PVC
C13	электролитический	10 мкф	450	—	ТЕ 993 10М
C14	защитный	5000 пф	250	—	ТС 250 5к
C15	защитный	5000 пф	250	—	ТС 250 5к
C16	керамический	3300 пф	500	—	4ГК 345 3к3

Трансформаторы и катушки:

Деталь	№ чертежа	Обмотка	№ вывода	Число витков	Диаметр провода мм
Трансформатор катушка	1AN 663 35 1AK 624 47	L1A	1 — 2	637	0,265
		L1B	3 — 4	637	0,265
		L1C	4 — 5	57	0,375
		L2	6 — 7	2000	0,080
		L3	8 — 9	240	0,236
		L4	10 — 11	80	0,800

Остальные электрические детали:

Деталь	Обозн.	Тип - Величина	Норма - № чертежа
Эл. лампа	E1	EAA91	IAN 112 09
Пара эл. ламп	E2, E4	EF800	IAN 112 26
Эл. лампа	E3	ECC83	
Эл. лампа	E5	EA52	
Бареттер	E6		IAN 112 10
Эл. лампа	E7, E8	StR 150/30	
Диод Ценера	E9	3NZ70	
Кремниевый диод	E10	KY702	
Кремниевый диод	E11, E12	KY705	
Лампочка			IAN 109 17
Изм. устройство		MP 120 100 мка	IAP 781 54
Предохранитель		0,3 а/250 в	ЧСН 35 4731
Предохранитель		0,5 а/250 в	ЧСН 35 4731

Детали обозначенные IAN... выбираются согласно предписаниям завода-изготовителя.

© **Nakladatel:**

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

© **Издатель:**

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

**EXPORT
IMPORT
KOVO**
PRAHA
CZECHOSLOVAKIA

