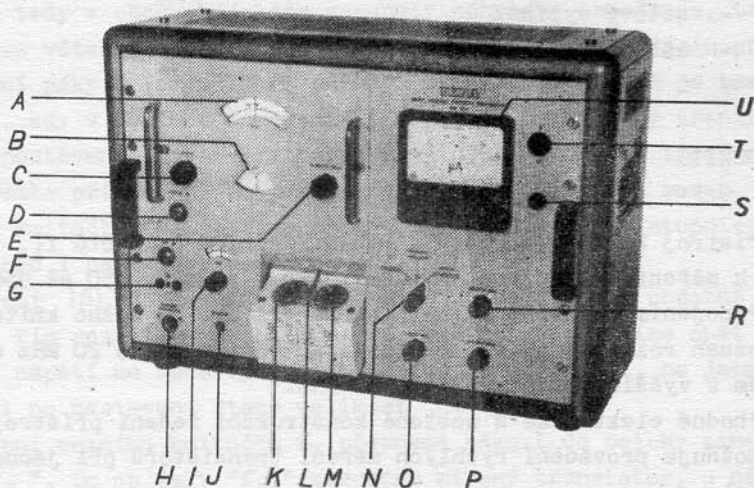


**BM 458**

# MĚŘIČ mezního kmitočtu tranzistorů

TESLA EM 458

Návod k obsluze.



Obr. 1

- A - stupnice vf generátoru
- B - stupnice výstupního vf napětí
- C - ladění vf generátoru
- D - výstup vf generátoru
- E - plynulý dělič výstupního napětí vf generátoru
- F - vstup pro vf buzení měřeného tranzistoru
- G - výstup pro vnější voltmetr
- H - konektor pro připojení ss napájení měřeného tranzistoru
- I - ovládací knoflík stupnice  $|\beta|$
- J - potenciometr dostavení symetrie
- K - objímka pro tranzistor při měření  $f_{\alpha}$

- L - páka přepínače druhu měření
- M - objímka pro tranzistor při měření  $f_1$
- N - přepínač funkcí
- O - potenciometr dostavení kmitočtu 1 kHz
- P - potenciometr nastavení zesílení 50 Hz
- R - potenciometr nastavení zesílení 1 kHz
- S - kontrolní žárovka
- T - síťový vypínač
- U - měřidlo

## POUŽITÍ

Přístroj BM 458 je určen k měření mezních kmitočtů  $f_1$ ,  $f_\alpha$ , a k měření  $|\beta|$  na zvoleném kmitočtu v rozsahu 350 až 950 MHz. Připojením vnějšího signálního generátoru je možno kmitočtový rozsah rozšířit směrem k nižším kmitočtům až do 20 MHz a směrem k vyšším kmitočtům do 1500 MHz.

Výhodné elektrické a ucelené konstrukční řešení přístroje umožňuje provádění rychlých měření tranzistorů při jednoduché obsluze.

## POPIS

Přístroj sestává z 5 hlavních částí. Jsou to: měrná hlava, vyhodnocovací jednotka, vf generátor s pulsní modulací, zdroj modulačního signálu a napájecí zdroj.

### Měrná hlava

Měrná hlava obsahuje dva mechanicky i elektricky naprosto symetrické obvody, tvořené v sérii zapojenými odpory  $2 \times 1 \text{ k}\Omega$  a  $50 \Omega$ , napájenými stejným vf signálem, modulovaným pulsně kmitočtem 1 kHz. Každá větev je přerušena zapojením objímky

pro zasunutí buď měřeného tranzistoru nebo náhradní impedance. Vř proud ( $\approx 40 \mu\text{A}$ ), který proteče tranzistorem (náhradní impedancí) do měrných odporů  $50 \Omega$ , vyvolá na nich úměrná vř napětí.

Signály 1 kHz, získané detekcí z pulsně modulovaného vř napětí na výstupech obou větví, slouží pak ke srovnání vř proudů, tekoucích oběma větvemi.

Jsou-li tedy v obou objímkách zasunuty náhradní impedance, tekou oběma větvemi stejné proudy a napětí na výstupech jsou při nastavení páky L (obr. 1) do polohy "0" stejná. Stejně je tomu i tehdy, kdy v objímce označené " $f_1$ " je zasunut měřený tranzistor s nastaveným pracovním bodem a ve druhé náhradní impedanci. V tomto případě je kmitočet napájecího vř signálu roven meznímu kmitočtu  $f_1$ , je-li páka L v poloze " $f_1$ " a na stupnici regulátoru I nastavena hodnota  $|\beta| = 1$ .

Při měření  $|\beta|$  v závislosti na kmitočtu postupujeme podobně avšak s tím rozdílem, že na zvoleném kmitočtu nastavíme opět souhlas napětí na obou výstupech pomocí regulátoru I, na jehož stupnici po nastavení čteme velikost  $|\beta|$ .

Při měření mezního kmitočtu  $f_\alpha$  přepneme páku L do polohy označené " $f_\alpha$ ". Do objímky " $f_\alpha$ " zasuneme měřený tranzistor, u něhož nastavíme ss pracovní bod a do druhé objímky zapojíme náhradní impedanci (zkrat). Potom opět hledáme kmitočet, na kterém je dosaženo shody napětí na obou výstupech (při tom je napětí na výstupu ze zkratované větve zmenšeno odporovým děličem o 3 dB).

### Vyhodnocovací jednotka

Velikost srovnávaného signálu 1 kHz se pohybuje od 7  $\mu\text{V}$  výše. Aby bylo možno toto napětí indikovat a srovnávat, je nutno je nejdříve zesílit.

Tuto funkci zastává tranzistorový selektivní zesilovač s citlivostí asi 6  $\mu\text{V}$  na plnou výchylku měřidla. Vstup zesilovače, spojený s kotvou polarizovaného relé, je možno přivedením ss napětí vhodné polarizace propojit na výstup z jedné nebo druhé

měrné větve a provádět při měření srovnávání dle výchylky měřidla. Přepínání je možno zautomatizovat připojením střídavého napětí 50 Hz na cívku polarizovaného relé (přepínač N v poloze "Měření automatické").

Na vstup selektivního zesilovače pak přivádíme signál 1 kHz, jehož úroveň se při nestejně úrovni signálu na obou výstupech z měrných větví mění s kmitočtem přepínání relé (50 Hz). Po zesílení získáme z tohoto signálu detekcí obalovou křivku s kmitočtem 50 Hz, jejíž amplituda bude tím menší, čím dokonalějšího souhlasu napětí v obou větvích bylo dosaženo. Proto minimum tohoto signálu, přivedeného přes filtr 1 kHz na dvoustupňový tranzistorový zesilovač a indikovaného měřidlem, udává souhlas obou kontrolovaných napětí.

#### Vf generátor s pulsní modulací

Ucelené konstrukční řešení generátoru umožňuje jeho snadnou vyjimatelnost ze skříně přístroje a jeho náhradu oscilátorem s jiným požadovaným kmitočtovým rozsahem. Oscilátor je proveden s motýlovým obvodem a je osazen dvěma elektronkami EC86. Je opatřen jemným laděním kmitočtu a ocejchovaným plynulým děličem výstupního signálu. Kolísání výstupního signálu při proladování v celém kmitočtovém rozsahu je účinně omezeno automatickou stabilizací výstupního napětí.

Oscilátor je modulován pulsy 1 kHz se střídou 1 : 1, přiváděnými na mřížky oscilačních elektronek ze zdroje modulačního signálu.

#### Zdroj modulačního signálu

Je osazen dvěma tranzistory, zapojenými jako multivibrátor. Kmitočet multivibrátoru je stabilizován LC obvodem, zapojeným mezi báze obou tranzistorů.

Napájecí zdroj

Zdroj napájecích napětí je proveden běžným způsobem. Kromě žhavicího a anodového napětí pro elektronky dává též ss napětí +8 V a -9 V pro napájení obvodů, osazených tranzistory. Tato napětí jsou stabilizována použitím Zenerových diod.

NÁHRADNÍ IMPEDANCE

Náhradní impedance jsou provedeny ve tvaru pouzder se třemi drátovými vývody, z nichž vždy dva (kolektorový a emitorový u náhradní impedance zasouvané do objímky označené " $f_{\alpha}$ ", kolektorový a báze u náhradní impedance zasouvané do objímky " $f_1$ ") jsou propojeny buď zkratem (pouzdro označené "0") nebo odporem  $R = 68 \Omega$  (1),  $R = 120 \Omega$  (2),  $R = 220 \Omega$  (3),  $R = 470 \Omega$  (4).



Obr. 2

Pro přehlednost mají pouzdra náhradních impedancí stejnou barvu jako kotouče v objímkách " $f_{\alpha}$ " a " $f_1$ ", do nichž se při měření náhradní impedance zasouvají.

Při měření volíme náhradní impedanci s takovým odporem  $R$ , aby přibližně platil vztah:

$$R = h_{11} - 50, \quad / \Omega /$$

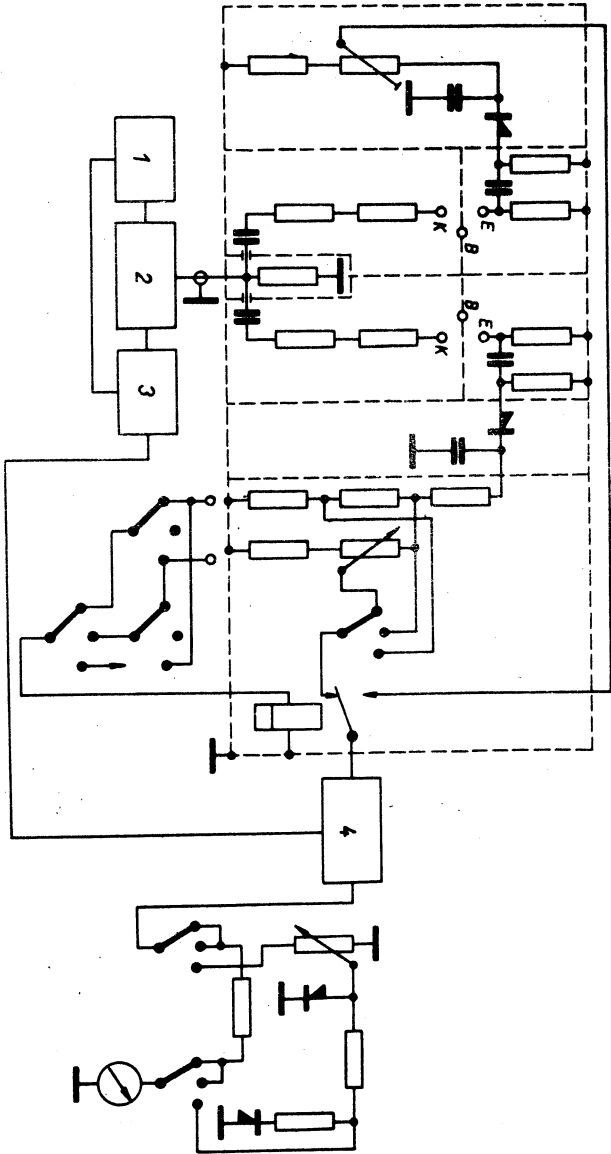
kde  $h_{11}$  je vstupní impedance měřeného tranzistoru.

V běžných případech vystačíme s náhr. impedancemi označenými 0.

**Poznámka:**

Při opravě hlavy je nutno dbát na to, aby barevné kotouče byly vždy na správných místech, tj. červený kotouč na straně  $f_{\alpha}$ , modrý kotouč na straně  $f_1$ .

BLOKOVÉ SCHEMA



Obr. 3

1 - zdroj pulsní modulační 1 kHz  
2 - VF generátor

3 - napájecí zdroj  
4 - vyhodnocovací jednotka

## TECHNICKÉ ÚDAJE

Kmitočtový rozsah: 350 až 950 MHz s vnitřním vf zdrojem  
20 až 350 MHz s vnějším vf zdrojem  
950 až 1500 MHz s vnějším vf zdrojem

Přesnost měření:  $f_{\alpha} = \pm 15 \%$ ;  $f_1 = \pm 5 \%$   
 $|\beta| = \pm 20 \%$  z naměřené hodnoty v rozsahu  $|\beta| = 1$  až 20.

Zabudovaný vf generátor:

Kmitočtový rozsah: 350 až 950 MHz

Přesnost kmitočtu:  $\pm 1 \%$

Výstupní napětí: 300 mV

Plynulý vf dělič: 300 mV až 20  $\mu$ V

Chyba výstupního napětí:  $\pm 1$  dB

Přídavná kmitočtová chyba výst. napětí:  $\pm 2,5$  dB

Změna výstupního napětí se změnou sítě:  $\pm 2$  dB (platí pro zatížení jmenovitou impedancí)

Výstupní impedance: 75  $\Omega$

Poměr stojatých vln: < 1,3 (pro výstupní napětí > 50 mV max. 1,6) v kmitočtovém rozsahu 350 až 1000 MHz

Modulace: IM vnitřní  
opakovací kmitočet 1000 Hz  $\pm 10 \%$   
střída pulsů 1 : 1



**Rozsah napájení měřeného tranzistoru:**

**Kolektorové napětí:** 0 až 50 V ze stabilizovaného zdroje napětí

**Emitorový proud:** 0,5 až 90 mA při měření  $f_{\beta}$  a  $|\beta|_F$   
0,5 až 10 mA při měření  $f_{\alpha}$

Proud báze nesmí překročit 10 mA.  
Regulace se provádí nastavením proudu emitoru ze stabilizovaného zdroje proudu.

**Napájení:** 220 nebo 120 V, 50 Hz; asi 40 VA

**Jištění:** síťová pojistka 0,4 A pro 220 V  
0,8 A pro 120 V  
anodová pojistka 0,1 A

**Osazení:** 2 x EC86, EL86, ECF82, EZ80, 6x 104NU71,  
104NU70/bílá, 102NU71, 3 x 3NN41,  
23NQ52, 3NZ70, 5NZ70,  
1 x dvojice 1AN 111 68 (2 x 23NQ52),  
2 x 1AN 111 66 (104NU71)

**Rozměry a váha:** 390 x 545 x 250 mm; 25 kg

**Příslušenství:** koaxiální kabel LAK 642 82, LAK 642 81  
kabel pro napájení tranzistoru  
LAK 642 28, LAF 638 44  
schránka pro náhradní impedance  
1AV 193 07  
20 ks náhradní impedance LAK 054 83-92  
kryt 1AA 886 16  
síťová šňůra  
sáček s náhradními pojistkami  
návod k obsluze

Jako doplňkové přístroje doporučujeme použít:

Stabilizovaný zdroj Tesla BS 448 pro ss napájení měřených tranzistorů.

Jako vnějšího vf zdroje je možno použít jakéhokoliv signálního generátoru s vyhovujícím kmitočtovým rozsahem, splňující-li následující požadavky:

výstupní napětí 50 až 200 mV

plynulá regulace výstupního napětí v rozsahu minimálně 20 dB

pulsní nebo amplitudová modulace signálem 1 kHz

výstupní impedance asi 75  $\Omega$

## PŘÍPRAVA K MĚŘENÍ

### Připojení a přepínání síťového napětí

Před připojením přístroje na síť se přesvědčíme, zda je přístroj přepojen na správné síťové napětí. Přepojení se provádí kotoučkem voliče na zadní stěně přístroje. Vyšroubujeme šroub uprostřed voliče, kotouček vytáhneme a natočíme tak, aby číslo udávající správné síťové napětí bylo pod trojúhelníkovou značkou. Šroub potom opět zašroubujeme, a tím kotouček zajistíme.



Obr. 4

Je-li kotouček v poloze zobrazené na obr. 4, je přístroj přepojen na síťové napětí 220 V. Při přepojení přístroje na jiné síťové napětí je nutné vyměnit síťovou pojistku vedle voliče napětí. Hodnoty pojistek pro napětí 120 V a 220 V jsou uvedeny v odstavci "Technické údaje". Kostra přístroje je připojena na ochranný vodič síťové šňůry.

## Uvedení přístroje do chodu a kontrola symetrie

Před zapnutím přístroje zkontrolujeme mechanickou nulu měřidla a případné odchylky opravíme šroubkem na měřidle.

Zkontrolujeme správné propojení konektorů D a F. Páku L přepneme do střední polohy a do objímek K a M zasuneme příslušné náhradní impedance. Při zasouvání vývodů náhradních impedancí do zdířek objímky dbáme na to, abychom se vývodů nedotkli neuzemněnou rukou (ruka se musí dotýkat rámečku objímky). Funkční přepínač N přepneme do polohy "Náhradní impedance" a potenciometrem R nastavíme minimální citlivost. Po takto nastavených ovládacích prvcích zapneme síťový vypínač T, přičemž se rozsvítí kontrolní žárovka S.

Kontrolu symetrie provedeme tak, že nastavíme regulátorem C na stupnici A kmitočet 500 MHz a plynulým děličem E na stupnici B hodnotu větší než 100 mV.

Na měřidle U nastavíme potenciometrem R vhodnou výchylku a pak potenciometrem O výchylku maximální. Opětnou regulací potenciometrem R upravíme výchylku tak, aby se ručka měřidla U kryla se značkou na stupnici.

Zkontrolujeme souhlas výchylky měřidla v polohách "Náhradní impedance" a "Tranzistor" přepínače N a případný nesouhlas odstraníme potenciometrem J. Při dostavování musí být přepínač N v poloze "Náhradní impedance".

Před měřením tranzistorů s mezním kmitočtem větším než 1 GHz nastavíme symetrii na předpokládaném mezním kmitočtu těchto tranzistorů.

## Připojení zdroje ss napájení měřených tranzistorů

Propojovací šňůrou propojíme konektor H s výstupem stabilizovaného zdroje Tesla BS 448. Přepínač PNP/NPN tohoto zdroje přepneme do nulové polohy. Regulačními prvky nastavíme velikost výstupního napětí a proudu na minimum a zdroj zapneme.

## VLASTNÍ MĚŘENÍ

Měření mezního kmitočtu  $f_1$ 

Při měření mezního kmitočtu  $f_1$  je nutno dodržet následující postup:

Přepnutí přístroje na měření  $f_1$ 

Uvolníme objímku M a páku L přepneme do polohy " $f_1$ ". Do objímky K zasuneme náhradní impedanci (zkrat). Do zdívek G připojíme voltmetr pro kontrolu  $U_c$ . Potenciometrem E nastavíme minimální výstupní napětí a regulátorem I nastavíme na stupnici  $|\beta|$  hodnotu 1. Přepínač N přepneme do polohy "Náhradní impedance" a regulátor R nastavíme na minimální citlivost.

Nastavení ss pracovního bodu měřeného tranzistoru

Rukou, v níž držíme tranzistor, který hodláme měřit, se dotkneme kovového rámečku objímky a tranzistor zasuneme do objímky. Přepínač zdroje BS 448 přepneme podle typu tranzistoru do polohy PNP nebo NPN. Regulačními prvky zdroje nastavíme nejdříve požadovaný  $I_e$  (kontrolujeme měřidlem zdroje stabilizovaného proudu, přičemž dbáme, aby proud  $I_e$  nepřesáhl 90 mA; u tranzistorů nesmí proud báze překročit dovolených 10 mA) a teprve potom nastavíme napětí  $U_c$  (kontrolujeme voltmetrem, připojeným na zdíčky G).

Při přesném nastavování kolektorového napětí (zvláště při větším  $I_c$ ) je nutno brát ohled na úbytek napětí na měrném kolektorovém odporu  $R_k = 50 \Omega$  a napětí  $U_k$  nastavit na hodnotu vyšší o:

$$\Delta U_k = 50 \cdot I_k \cdot 10^{-3} \quad /V; mA/$$

Nastavení vf budicího proudu

Po naladění generátoru regulátorem C na předpokládaný mezní kmitočet zvolíme velikost vf proudu, kterým hodláme tranzistor na vstupu budit. Potřebné vf napětí stanovíme (přibližně) ze vztahu

$$E_{vf} \approx 2,8 \cdot I_{vf} \quad /mV; \mu A/$$

a nastavíme na tuto hodnotu výstupní vf napětí generátoru knoflíkem E. Je vhodné volit  $E_{vf} > 100$  mV.

Vyhodnocení mezního kmitočtu  $f_1$ 

Po nastavení výchylky měřidla U na značku potenciometrem R (s eventuálním doladěním zesilovače potenciometrem O) můžeme provádět:

## a) měření ruční

Při tomto měření srovnáváme výchylky měřidla U při polohách přepínače N "Náhradní impedance" a "Tranzistor". Měníme kmitočet tak dlouho, až dosáhneme v obou polohách stejné výchylky na měřidle U. Je-li v poloze "Tranzistor" na měřidle větší výchylka než v poloze "Náhradní impedance", musíme kmitočet zvýšit a naopak.

## b) měření automatické

Postupujeme tak, že přepneme přepínač N do polohy "Měření automatické". Potenciometrem P upravíme výchylku měřidla U na značku a změnou kmitočtu generátoru nastavíme na měřidle minimum. Přitom můžeme citlivost nulování postupně zvyšovat potenciometrem P. Kmitočet, při němž dosáhneme vyvážení, je mezním kmitočtem  $f_1$ .

Odpojení ss napájení měřeného tranzistoru

Po skončeném měření snížíme  $U_c$  a  $I_e$  na minimum a přepneme přepínač na zdroji BS 448 do střední polohy označené 0.

Hodláme-li měřit další tranzistory stejného typu se stejným pracovním bodem, nesnižujeme  $U_c$  a  $I_e$ , ale pouze vypneme ss napájení měřeného tranzistoru přepnutím přepínače na zdroji BS 448 do střední polohy označené 0. Po výměně tranzistoru a zpětném přepnutí provedeme jen kontrolu a dostavení  $I_e$  a  $U_c$ .

Měření  $|\beta|_f$ 

Při měření proudového zesilovacího činitele  $|\beta|$  na zvoleném kmitočtu je třeba dodržet následující postup:

Přepnutí přístroje na měření  $|\beta|_f$ 

Provedeme stejným způsobem jako v kapitole "Měření mezního kmitočtu  $f_1$ ".

Nastavení ss pracovního bodu měřeného tranzistoru

Provedeme stejným způsobem jako v kapitole "Měření mezního kmitočtu  $f_1$ ".

Nastavení vf budicího proudu

Po naladění generátoru regulátorem C na zvolený kmitočet nastavíme velikost budicího vf proudu na asi  $\approx 35 \mu\text{A}$  tak, že děličem E nastavíme na stupnici B výstupní vf napětí generátoru na hodnotu  $\approx 100 \text{ mV}$ .

Vyhodnocení velikosti  $|\beta|_f$ 

Provedeme v podstatě shodně jako v kapitole "Měření mezního kmitočtu  $f_1$ " pouze s tím rozdílem, že vyvažování neprovádíme změnou kmitočtu, ale dostavením regulátoru I.

Je-li přepínač N v poloze "Tranzistor" a na měřidle větší výchylka než v poloze "Náhradní impedance", musíme nastavit na stupnici regulátoru I větší  $|\beta|$  a naopak. Po vyvážení odečteme na stupnici u knoflíku I měřený parametr  $|\beta|_f$ .

Odpojení ss napájení měřeného tranzistoru

Provedeme stejným způsobem jako v kapitole "Měření mezního kmitočtu  $f_1$ ".

Při opakovaných měřeních různých tranzistorů se stejným pracovním bodem je nutno po jednorázovém zapnutí ss napájení měřeného tranzistoru kontrolovat napětí  $U_c$  a proud  $I_e$  na kontrolních měřidlech.

V případě, že měřený tranzistor je vadný nebo je zkrat mezi kolektorovou zdíčkou objímky a kostrou (projeví se nulovým napětím na kontrolním měřidle  $U_c$ ) musíme co nejdříve vypnout ss napájení vypínačem na zdroji.

Stejně je nutno co nejdříve vypnout ss napájení v případě zpětného doteku mezi kolektorovou zdíčkou objímky a kolektorovým vývodem tranzistoru. Tato závada se projeví při měření  $f_1$  tím, že kontrolní měřidlo  $U_c$  indikuje velké ss napětí a při měření  $f_\alpha$  tím, že obvodem kolektoru neprotéká žádný proud  $I_c$ .

Měření  $f_\alpha$ Přepnutí přístroje na měření  $f_\alpha$ 

Uvolníme objímku K a páku L přepneme do polohy  $f_\alpha$ , do objímky

M zasuneme náhradní impedanci. Regulátorem E nastavíme minimální hodnotu výstupního napětí a přepínač N přepneme do polohy "Náhradní impedance". Potenciometrem R nastavíme minimální citlivost.

### Nastavení ss pracovního bodu měřeného tranzistoru

Přepínač zdroje BS 448 přepneme podle typu tranzistoru do polohy PNP nebo NPN. Do objímky K přístroje BM 458 zasuneme měřený tranzistor. Regulačními prvky zdroje nastavíme nejdříve požadovaný  $I_e$  (kontrolujeme měřidlem zdroje stabilizovaného proudu, přičemž dbáme, aby proud  $I_e$  nepřekročil dovolených 10 mA) a teprve potom nastavíme napětí  $U_c$  (kontrolujeme měřidlem zdroje stabilizovaného napětí).

Při přesném nastavování kolektorového napětí bereme opět ohled na úbytek napětí na měrném kolektorovém odporu 50  $\Omega$ .

### Nastavení vf budicího proudu

Provedeme stejným způsobem jako v kapitole "Měření mezního kmitočtu  $f_1$ ".

### Vyhodnocení mezního kmitočtu $f_\alpha$

Provedeme stejným způsobem jako v kapitole "Měření mezního kmitočtu  $f_1$ ". Kmitočtet, při němž dosáhneme vyvážení, je mezním kmitočtem  $f_\alpha$ .

### Odpojení ss napájení měřeného tranzistoru

Provedeme stejným způsobem jako v kapitole "Měření mezního kmitočtu  $f_1$ ".

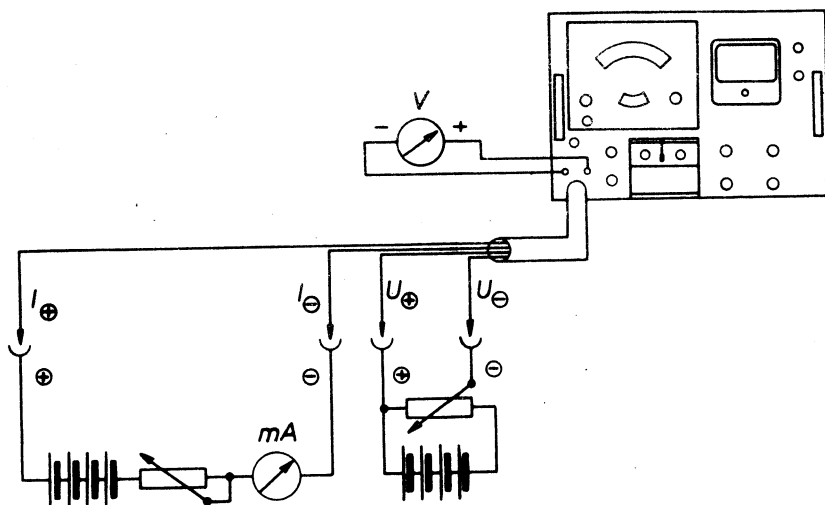


# ZPŮSOB PROPOJENÍ S JINÝMI PŘÍSTROJI

## Připojení stabilizovaného zdroje

Stabilizovaný zdroj pro napájení měřených tranzistorů připojíme k přístroji EM 458 stíněným čtyřžilovým kabelem, opatřeným na konci zásuvkou a zástrčkou.

Připojení zdroje pro napájení měřených tranzistorů tvořeného např. akumulátorovými články (viz obr. 5) je možno provést stíněným čtyřžilovým kabelem, opatřeným na jednom konci příslušnou zástrčkou a na druhém čtyřmi banánky. Banánky označené "I" slouží k připojení na proudový zdroj a banánky označené "U" slouží k připojení na napěťový zdroj.



Připojení zdroje při měření tranzistorů typu PNP

Obr. 5

Oba kabely jsou dodávány jako příslušenství.

## Připojení vnějšího vf generátoru

Vnější generátor se připojuje na vstupní konektor F pomocí koaxiálního kabelu vhodné délky, opatřeného příslušnými vf konektory.

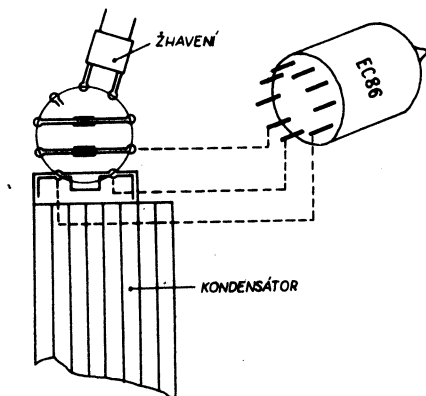
## VÝMĚNA ELEKTRONEK A TRANZISTORŮ

Zákazník má právo na bezplatnou opravu přístroje v záruční době, pokud závada nebyla způsobena neodborným zacházením. Také po uplynutí záruční doby je výhodné při poruše dát přístroj k opravě do odborné opravny, která je vybavena všemi přístroji, potřebnými pro správné provedení opravy. Poněvadž však při delším provozu může nastat zhoršení funkce, způsobené převážně vadnými elektronkami nebo tranzistory, je uveden postup při výměně těchto součástí s příznaky, kterými se vada projevuje. K výměně elektronek nebo tranzistorů přistoupíme až tehdy, když se přesvědčíme, že vada není způsobena jinou příčinou.

### Výměna elektronek E19, E20

Tyto elektronky se vyměňují, např. nekmitá-li oscilátor nebo není-li možno dosáhnout dostatečného výstupního napětí. Při výměně těchto elektronek musíme postupovat obzvláště opatrně, poněvadž elektronky jsou zasazeny do speciálních objímek, umístěných přímo na laděném obvodu. Při výměně těchto elektronek musíme provést kontrolu souhlasu kmitočtové stupnice a kontrolu výstupního napětí.

Souhlas výstupního napětí se stupnicí děliče můžeme dosáhnout dostavením potenciometru R84 na jednotce zdroje. Při tomto dostavení musíme pamatovat na to, že výstupní vf napětí je pulsně modulováno a stupnice děliče je cejchována ve špičkové hodnotě. Při výměně elektronek oscilátoru je nutno novou elektronku zasunout do držáku dle obr. 6:



Obr. 6

### Výměna elektronek E16, E17

Tyto elektrony měníme, klesne-li např. ss napětí na kondensátoru C91 nebo kolísá-li příliš výstupní vf napětí v závislosti na změně kmitočtu. Při výměně těchto elektronek překontrolujeme souhlas výstupního napětí, případně je dostavíme potenciometrem R84.

### Výměna tranzistorů E21, E22

Tranzistory E21 nebo E22 měníme, je-li na výstupu vf generátoru vf signál bez pulsní modulace. Při výměně tranzistorů E21 nebo E22 dostavíme potenciometrem R109 kmitočet modulačního signálu na hodnotu 1 kHz  $\pm$  5 %.

### Výměna křemíkové diody E18

Křemíkovou diodu měníme, je-li špatná funkce automatické regulace výstupního napětí a jsou-li elektrony E19 a E20 v pořádku. Při výměně E18 je třeba demontovat pevnou vazbu. Po výměně nastavíme vzdálenost pevné vazby od oscilačního obvodu

tak, aby při ladění nebyla změna výstupního napětí větší než  $\pm 3$  dB. Po tomto dostavení nastavíme ještě souhlas výstupního napětí se stupnicí plynulého děliče potenciometrem R84.

#### Výměna tranzistorů E3 až E8

Vadné tranzistory E3 až E8 se projevují např. poklesem citlivosti zesilovače 1 kHz nebo vzrůstem zbytkového signálu v poloze "Náhradní impedance" přepínače N (obr. 1) se zasunutou náhradní impedancí (zkratem) a regulátorem zesílení 1 kHz na maximum. Při této kontrole se na vf vstup nepřivádí signál. Tranzistory E3 a E4 jsou vybírány na minimální šum. Proto se při jejich výměně za nevybírané může poněkud zvětšit zbytkový signál.

#### Výměna tranzistoru E10 nebo E11

Tranzistory je možno měnit bez dostavování. Vadné tranzistory E10 nebo E11 se projeví např. poklesem citlivosti v poloze přepínače N "Měření automatické", při čemž citlivost v poloze "Náhradní impedance" je normální.

#### Výměna křemíkových diod E1 a E2

Křemíkové diody měníme tehdy, není-li možno při zasunutých náhradních impedancích dostavit symetrii.

Diody E1 a E2 jsou vybírány a párovány, proto se jejich změnou může zhoršit symetrie se změnou kmitočtu nebo vstupního vf signálu.

Při výměně diod zapojíme diodu s menším odporem v propustném směru do obvodu pro měření  $f_1$ .

## ROZPIS ELEKTRICKÝCH SOUČÁSTÍ

## Odpory:

R1	vrstvý	WK 650	31	1k/B	R51	vrstvý	TR 113	4k7/A
R2	vrstvý	WK 650	31	1k/B	R52	vrstvý	TR 113	82k/A
R3	vrstvý	WK 650	31	1k/B	R53	vrstvý	TR 113	10k/A
R4	vrstvý	WK 650	31	1k/B	R54	vrstvý	TR 113	1k2/A
R5	vrstvý	TR 106	100/D		R55	potenciometr	TP 280	32A 5k/G
R6	vrstvý	TR 106	100/D		R56	vrstvý	TR 113	4k7/A
R7	vrstvý	WK 650	31	56/B	R57	vrstvý	TR 113	68/A
R8	vrstvý	WK 650	31	1k/B	R58	vrstvý	TR 113	56k/A
R9	vrstvý	WK 650	31	1k/B	R59	vrstvý	TR 113	1k/A
R10	vrstvý	TR 106	100/D		R60	vrstvý	TR 113	4k7/A
R11	vrstvý	TR 106	100/D		R61	vrstvý	TR 113	4k7/A
R12	vrstvý	WK 650	31	1k/B	R62	potenciometr	TP 280	32A 500/N
R13	vrstvý	WK 650	31	1k/B	R63	vrstvý	TR 113	56k/A
R14	vrstvý	TR 113	1k/A		R64	vrstvý	TR 113	4k7/A
R15	vrstvý	TR 113	4k7/A		R65	vrstvý	TR 113	10k/A
R16	potenciometr	TP 051	10E	2k2	R66	vrstvý	TR 113	180/A
R17	vrstvý	TR 113	3k3/A		R67	vrstvý	TR 113	56k/A
R18	potenciometr	TP 280	12E	5k/N	R68	vrstvý	TR 113	10k/A
R19	vrstvý	TR 113	3k3/A		R69	vrstvý	TR 113	4k7/A
R20	potenciometr	LAN 692	29		R70	vrstvý	TR 113	180/A
R21	vrstvý	TR 114	3k9/A		R71	vrstvý	TR 113	10k/A
R22	vrstvý	TR 114	3k9/A		R72	vrstvý	TR 113	270/A
R23	vrstvý	TR 113	33k/A		R73	vrstvý	TR 113	82/A
R24	vrstvý	TR 113	33k/A		R74	vrstvý	TR 113	470/A
R25	vrstvý	TR 113	15k/A		R75	vrstvý	TR 115	68/A
R26	vrstvý	TR 113	M1/A		R76	vrstvý	TR 115	68/A
R27	vrstvý	TR 113	M12/A		R77	drátový	TR 651	3k3/A
R28	vrstvý	TR 113	33k/A		R78	vrstvý	TR 115	150/A
R29	vrstvý	TR 113	1k/A		R79	vrstvý	TR 115	1k/A
R30	vrstvý	TR 113	82k/A		R80	vrstvý	TR 153	M1/A
R31	vrstvý	TR 113	10k/A		R81	vrstvý	TR 115	5M1/B
R32	vrstvý	TR 113	27k/A		R82	vrstvý	TR 153	M15/B
R33	vrstvý	TR 113	18k/A		R83	potenciometr	TP 052	33k
R34	vrstvý	TR 113	4k7/A		R84	potenciometr	TP 052	1k
R35	vrstvý	TR 113	4k7/A		R85	vrstvý	TR 115	680/A
R36	vrstvý	TR 113	M1/A		R86	vrstvý	TR 116	1k/A
R37	vrstvý	TR 113	33k/A		R87	vrstvý	TR 116	1k/A
R38	vrstvý	TR 113	6k8/A		R88	vrstvý	TR 112	22/B
R39	vrstvý	TR 113	820/A		R103	vrstvý	TR 113	1k/A
R40	vrstvý	TR 113	4k7/A		R104	vrstvý	TR 113	22k/A
R41	vrstvý	TR 113	33k/A		R105	vrstvý	TR 113	22k/A
R42	vrstvý	TR 113	3k3/A		R106	vrstvý	TR 113	1k/A
R43	vrstvý	TR 113	10k/A		R107	vrstvý	TR 113	1k8/A
R44	vrstvý	TR 113	1k/A		R108	potenciometr	WN 790	25 1k
R45	vrstvý	TR 113	2k2/A		R109	vrstvý	TR 113	1k
R46	vrstvý	TR 114	33k/A		R110	vrstvý	TR 113	1k/A
R47	vrstvý	TR 113	3k3/A		R111	vrstvý	TR 115	M1/A
R48	vrstvý	TR 113	470/A		R112	vrstvý	TR 115	2k7/A
R49	potenciometr	TP 280	32A	10k/N	R113	vrstvý	TR 144	22/A
R50	vrstvý	TR 113	1k/A					

Kondensátory:

C1	kondensátor	LAK 706 21	C46	elektrolyt.	TC 922 10M
C2	kondensátor	LAK 706 21	C47	svitkový	TC 181 33k
C3	keramický	TK 416 82/A	C48	svitkový	TC 181 33k
C4	kondensátor	LAK 706 21	C49	svitkový	TC 181 33k
C5	kondensátor	LAK 706 21	C50	elektrolyt.	TC 922 10M
C7	kondensátor	LAK 706 12	C51	svitkový	TC 181 M47
C8	kondensátor	LAK 706 12	C52	elektrolyt.	TC 923 2M
C9	kondensátor	LAK 706 12	C53	elektrolyt.	TC 922 5M
C15	kondensátor	LAK 706 21	C54	elektrolyt.	TC 962 50M
C16	kondensátor	LAK 706 21	C55	elektrolyt.	TC 963 G1
C17	kondensátor	LAK 706 21	C56	elektrolyt.	TC 963 20M
C18	kondensátor	LAK 706 21	C57	svitkový	TC 181 M47
C19	kondensátor	LAK 706 21	C58	elektrolyt.	TC 963 G1
C20	kondensátor	LAK 706 21	C59	svitkový	TC 181 M47
C21	keramický	TK 416 82/A	C60	elektrolyt.	TC 963 G1
C22	kondensátor	LAK 706 21	C61	elektrolyt.	TC 963 20M
C23	kondensátor	LAK 706 21	C62	kondensátor	TC 195 2k2
C24	kondensátor	LAK 706 12	C63	kondensátor	TC 195 2k2
C25	kondensátor	LAK 706 12	C64	kondensátor	TC 195 2k2
C26	kondensátor	LAK 706 12	C65	kondensátor	TC 195 2k2
C28	kondensátor	LAK 706 21	C66		
C29	kondensátor	LAK 706 21	C67	elektrolyt.	TC 536 32/32M
C30	svitkový	TC 181 M1	C68	elektrolyt.	TC 965 50M-PVC
C31	svitkový	TC 181 M22	C69	elektrolyt.	TC 963 G2-PVC
C32	svitkový	TC 181 M1	C70	elektrolyt.	TC 965 50M-PVC
C33	svitkový	TC 181 22k	C71	elektrolyt.	TC 963 G2-PVC
C34	svitkový	TC 181 M1	C92	svitkový	TC 181 M1
C35	elektrolyt.	TC 923 10M	C93	svitkový	TC 181 22k
C36	svitkový	TC 181 M1	C94	svitkový	TC 181 10k
C37	elektrolyt.	TC 922 10M	C95	svitkový	TC 183 2k2
C38	elektrolyt.	TC 923 10M	C96	svitkový	TC 181 22k
C39	svitkový	TC 181 M1	C97	svitkový	TC 181 M47
C40	elektrolyt.	TC 922 10M	C98	keramický	TK 440 6k8
C41	elektrolyt.	TC 923 10M	C99	keramický	TK 440 6k8
C42	svitkový	TC 181 M1	C100	keramický	TK 440 6k8
C43	elektrolyt.	TC 922 10M	C101	svitkový	TC 181 M33
C44	elektrolyt.	TC 923 10M	C102	krabicový	TC 453 4M/A
C45	svitkový	TC 181 M1			

Kondensátory C10, C11, C12, C13, C14 jsou vytvořeny konstrukcí filtru.

Kondensátory C6, C27 jsou tvořeny konstrukčním provedením držáku dvojice diod.

Transformátory a cívky:

Součást	Ozn.	Číslo výkresu	Vinutí	Číslo vývodu	Počet závitů	Ø vodiče
Transformátor	TL	1AN 662 84				
cívka		1AK 624 02	L1A	1 - 2	605	0,335
			L2A	7 - 8	1760	0,15
			L3	11 - 12	37	0,8
			L4	13 - 14	160	0,150
			L5	15 - 16	37	0,5
cívka		1AK 624 03	L1B	3 - 4	605	0,335
			L1C	5 - 6	55	0,475
			L2B	9 - 10	1760	0,15
			L6	17 - 18	38	0,67
			L7	19 - 20	160	0,150
Tlumivka	L1	1AN 652 81				
Tlumivka	L2	1AN 652 81				
Tlumivka	L3	1AN 652 81				
Tlumivka	L4	1AN 652 81				
Tlumivka	L5	1AN 652 81				
Cívka	L6	1AA 600 42			2	1,18
Cívka	L7	1AA 600 42			2	1,18
Cívka	L8	1AA 600 42			2	1,18
Cívka	L9	1AA 600 42			2	1,18
Tlumivka	L10	1AN 652 81				
Tlumivka	L11	1AN 652 81				
Tlumivka	L12	1AN 650 68				
Cívka		1AK 614 70			1500	0,18
Tlumivka	L13	1AN 652 05			40	0,500
Tlumivka	L14	1AN 652 05			40	0,500
Tlumivka	L15	1AN 652 05			40	0,500
Tlumivka	L16	1AN 652 05			40	0,500
Cívka	L31	1AK 607 78			800	0,1

Ostatní elektrické součásti:

Součást	Typ	Číslo výkresu
Dvojice diod E1, E2	23N452	1AN 111 68
Tranzistor E3, E4	104NU71	1AN 111 66
Tranzistor E5, E6, E10, E11 E21, E22	104NU71	
Tranzistor E7	104NU70 (bílá)	
Tranzistor E8	102NU71	
Dioda germaniová E9, E12, E13	3NN41	
Elektronka E15	EZ80	
Elektronka E16	EL86	
Elektronka E17	ECF82	
Zenerova dioda E24	3NZ70	
Zenerova dioda E25	5NZ70	
Žárovka	6 V/0,05 A	1AN 109 12
Měřidlo M	DHR8 - 100 $\mu$ A	1AP 781 25
Vložka P1	0,4A/250V pro 220V	ČSN 35 4731
Vložka P1	0,8A/250V pro 120V	ČSN 35 4731
Vložka P2	0,1A/250V	ČSN 35 4731
Relé RL1		1AN 599 32
Usměrňovač V1		1AN 744 42
Usměrňovač V2		



Oscilátor 1AK 054 79Odpory:

R90 vrstvý	TR 115 3k3/B	R97 vrstvý	TR 115 1k5
R91 vrstvý	TR 115 1k5	R98 vrstvý	WK 650 31 100/B
R92 vrstvý	TR 115 1k5	R99 vrstvý	WK 650 31 100/B
R93 vrstvý	TR 113 22k	R100 vrstvý	WK 650 31 180/B
R94 vrstvý	TR 113 39k	R101 vrstvý	WK 650 31 180/B
R95 vrstvý	TR 113 56/A	R102 vrstvý	TR 115 3k3/B
R96 vrstvý	TR 115 1k5		

Kondensátory:

C72 kondensátor	1AK 706 15	C81 keramický	TK 552 1k
C75 keramický	TK 552 1k	C82 kondensátor	1AK 706 16
C76 kondensátor	1AK 706 15	C83 kondensátor	1AK 706 15
C77 kondensátor	1AK 706 15	C88 keramický	TK 552 1k
C78 kondensátor	1AK 706 15	C89 kondensátor	1AK 706 15
C79 kondensátor	1AN 705 59	C90 kondensátor	1AK 706 15
C80 keramický	4TK 403 12/A	C91 kondensátor	1AK 706 15

Kapacity C73, C74, C84, C85, C86, C87 jsou vytvořeny konstrukčním provedením oscilátoru.

Cívky:

Součást	Ozn.	Číslo výkresu	Vinutí	Číslo vývodu	Počet závitů	Ø vodiče
Cívka	L18	1AK 588 26	-	1 - 2	22	0,2
				3 - 4	22	0,2
Cívka	L19	1AK 588 26	-	1 - 2	22	0,2
				3 - 4	22	0,2
Cívka	L20	1AK 605 26	-	-	120	0,1
Cívka	L21	1AK 605 26	-	-	120	0,1
Cívka	L25	1AK 605 26	-	-	120	0,1
Cívka	L26	1AK 605 26	-	-	120	0,1
Cívka	L27	1AK 588 26	-	1 - 2	22	0,2
				3 - 4	22	0,2
Cívka	L28	1AK 588 26	-	1 - 2	22	0,2
				3 - 4	22	0,2

Indukčnosti L17, L22, L23, L24, L29, L30 jsou vytvořeny konstrukčním provedením oscilátoru.

Ostatní el. součásti:

Křemíková dioda E18	23NC52
Elektronka E19, E20	EC86

