

ČÍŽKOVSKÝ—JANDERA

# transitest

BATERIOVÝ ZKOUŠEČ TRANZISTORŮ A DIOD



DOMÁCÍ POTŘEBY - PRAHA

FRANTIŠEK ČÍŽKOVSKÝ A ING. MILAN JANDERA

# TRANSITEST

**bateriový zkoušeč tranzistorů a diod**

STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS

Č. 41

Ve Vydavatelství obchodu vydává podnik

**DOMÁCÍ POTŘEBY—PRAHA**

## 1. ÚVOD

V současné době pronikl již tranzistor jako stavební prvek do všech odvětví průmyslu. Dokonce i tam, kam elektronika zasahuje jen velmi málo. Není proto divu, že i mezi amatéry získává tranzistorová technika své trvalé stoupence a těší se stále větší oblibě.

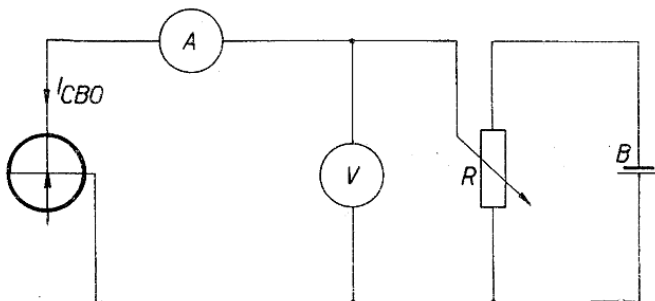
Tranzistor ovšem není elektronka, alespoň prozatím ještě ne. Běžné typy tranzistorů vykazují stále ještě dosti velký rozptyl charakteristických hodnot od údajů katalogových. Podmínkou úspěšné práce s tranzistorem je nejen znalost jeho základních parametrů, ale i možnost čas od času si je ověřit. Zvláště při různém experimentování, poruše zařízení apod.

Transistest je velmi jednoduchý a nenáročný přístroj určený právě k těmto účelům. Při trošce pečlivosti si jej mohou postavit i amatéři začátečníci. Je pochopitelné, že takovýto přístroj nemůže konkurovat víceúčelovým, profesionálním měřičům, ovšem pro rychlé a pohotové změření tranzistorů nebo diod plně postačí. Byla provedena celá řada porovnávacích měření mezi přístrojem Transistest a měřičem tranzistorů Tesla BM 372, která prokázala, že výsledky jsou prakticky stejné. (Samozřejmě při stejných pracovních bodech.)

## 2. ZÁKLADNÍ MĚŘICÍ METODY

Pro stanovení základních parametrů tranzistorů je nejdůležitější stanovení zbytkového proudu kolektoru v zapojení se společnouází  $I_{CBO}$  nebo v zapojení se společným emitorem  $I_{CBO}$  a stanovení proudového zesílení nakrátko v zapojení se společným emitorem  $\alpha_e$  (v literatuře též značeného  $\beta$  nebo  $h_{21e}$ ).

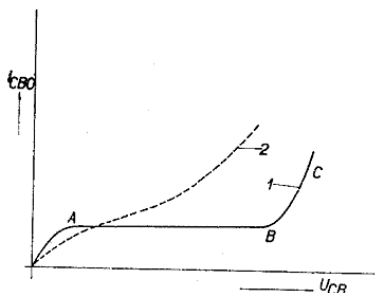
### 2.1. ZBYTKOVÝ PROUD KOLEKTORU



1. Zapojení obvodu pro měření  $I_{CBO}$

Je to základní ukazatel stavu a nakonec i jakosti tranzistoru. Co je to vlastně zbytkový proud? Je to zpětný (klidový) proud, který teče mezi kolektorem a elektrodou uzemněnou, společnou pro vstupní a výstupní obvod. Třetí elektroda je odpojena. Na obr. 1 je zapojení obvodu pro měření zbytkového proudu kolektoru v zapojení se společnouází  $I_{CBO}$ . Zbytkový proud vytvářejí minoritní nosiče nábojů; zvětšuje se o vodivosti, které působí nečistoty, případně vlhkost, která vinou špatného těsnění pouzdra pronikla k přechodu krystalu. U vadného tranzistoru je zbytkový proud buď nadměrně velký a je velmi závislý na napětí, nebo je jeho hodnota proměnlivá (putování nebo chvění ručky mikroampérmetru). Na obr. 2 je znázorněn průběh proudu  $I_{CBO}$  v závislosti na napětí  $U_{CB}$ . Průběh  $I_{CBO}$  u dobrého tranzistoru udává křivka č. 1, u vadného tranzistoru křivka č. 2. Křivka se dělí zhruba do tří oblastí. Až do bodu A, část náběhová, kdy proud narůstá do určité hodnoty (u dobrého tranzistoru je to cca 10  $\mu$ A).

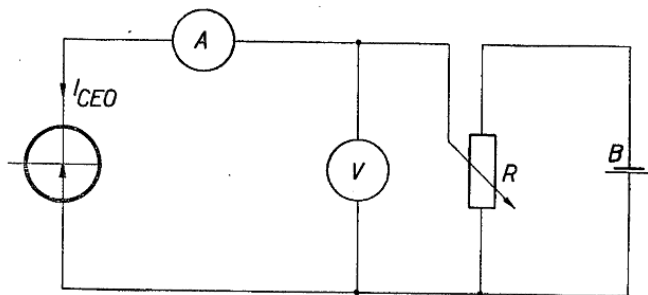
Část mezi body A a B nás zajímá nejvíce.  $I_{CBO}$  má být v této části velmi málo závislý na napětí  $U_{CB}$ . U vadného tranzistoru s rostoucím napětím zbytkový proud rychle narůstá. Mezi bodem B a C nastává ohyb, o kterém lze říci, že prakticky určuje přípustné napětí kolektoru  $U_{CBmax}$ .



## 2. Průběh klidového proudu $I_{CBO}$ v závislosti na $U_{CBO}$

Zbytkový proud kolektoru v zapojení se společným emitorem  $I_{CEO}$  se měří podle obrázku č. 3. Tento proud  $I_{CEO}$  je při stejném napětí mnohem větší než  $I_{CBO}$ . Přibližně platí mezi proudem  $I_{CEO}$  a proudem  $I_{CBO}$  vztah

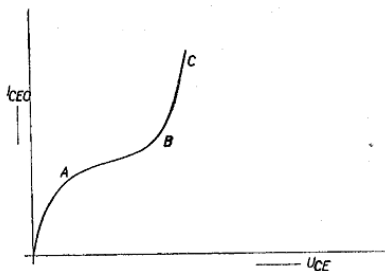
$$I_{CEO} \doteq \frac{I_{CBO}}{1 - \alpha_b}$$



## 3. Zapojení obvodu pro měření $I_{CEO}$

kde  $\alpha_b$  je proudové zesílení nakrátko v zapojení se společnouází. Závěrné napětí  $U_{CEmax}$ , tzn. maximální pracovní napětí odvozené z proudu  $I_{CEO}$ , je zhruba dvakrát až třikrát menší než maximální napětí  $U_{CBmax}$  udávané proudem  $I_{CBO}$ . Na obr. 4 je znázorněn průběh proudu  $I_{CEO}$  v závislosti na napětí  $U_{CE}$ . Zbytkový proud kolektoru v zapojení se společnouází  $I_{CBO}$  reaguje na změnu teploty, podobně jako zbytkový proud kolektoru v zapojení se společnouází  $I_{CBO}$ . Velikost změn  $I_{CEO}$  je však větší než u  $I_{CBO}$ . Z praktického hlediska, pro rychlé a informativní zjištění stavu tranzistoru je výhodnější měřit zbytkový proud kolektoru v zapojení se společným emitorem  $I_{CEO}$ . Obsahuje totiž v sobě jak zbytkový proud kolektoru v zapojení se společnouází  $I_{CBO}$ , tak proudový zesilovací činitel nakrátko v zapojení se společnouází  $\alpha_b$ . Tyto hodnoty, pakliže nás zajímají, vypočítáme z  $I_{CEO}$  pomocí  $\alpha_e$  podle závislosti

$$\alpha_b \doteq \frac{\alpha_e}{\alpha_e + 1} \quad \text{a} \quad I_{CBO} = I_{CEO} \cdot (1 - \alpha_b)$$



#### 4. Průběh klidového proudu $I_{CEO}$ v závislosti na $U_{CE}$

### 2.2. PROUDOVÉ ZESÍLENÍ NAKRÁTKO

Proudové zesílení nakrátko v zapojení se společnou bází  $\alpha_b$  nebo v zapojení se společným emitorem  $\alpha_e$  nám udává poměr přírůstku proudu výstupního a vstupního při stálém výstupním napětí (znamená to, že kolektorový obvod je pro signál zkratovaný). Proudové zesílení nakrátko lze však změřit i zcela jednoduchými prostředky, ovšem za cenu určité nepřesnosti. V dalším si ukážeme několik základních měřicích metod pro měření  $\alpha_e$ . Proudové zesílení nakrátko v zapojení se společnou bází  $\alpha_b$  se měří poněkud obtížněji, protože vstupní i výstupní proud se liší jen velmi málo.  $\alpha_b$  je vždy menší než 1. Je proto doporučováno, aby se v praxi provádělo měření proudového zesílení v zapojení se společným emitorem  $\alpha_e$ . V případě, že potřebujeme znát  $\alpha_b$ , je možné je vypočítat ze vztahu

$$\alpha_b = \frac{\alpha_e}{\alpha_e + 1}$$

Proudové zesílení je závislé na poloze pracovního bodu a zvláště pak na prouděch elektrod. Je tedy třeba naměřené hodnoty doplnit údaji, které zároveň podávají obraz o pracovním bodu, při kterém bylo měřeno. Tzn., máme-li tranzistor, o kterém víme, že jeho  $\alpha_e$  je např. 90, měli bychom zároveň mít poznamenáno, že  $\alpha_e = 90$  byla změřena při  $U_{CE} = 6 \text{ V}$  a  $I_E = 3 \text{ mA}$ . Jinou  $\alpha_e$  totiž naměříme při napětí 6 V a jinou pochopitelně při napětí např. 25 V.

Nejjednodušší metoda pro zjištění proudového zesílení nakrátko v zapojení se společným emitorem  $\alpha_e$  je porovnání zbytkového proudu v zapojení se společným emitorem  $I_{CEO}$  a se společnou bází  $I_{CBO}$ . V odstavci o klidovém proudu jsme si řekli, že mezi oběma proudy  $I_{CEO}$  a  $I_{CBO}$  platí přibližně vztah  $I_{CEO} = \frac{I_{CBO}}{1 - \alpha_b}$ . Do tohoto vztahu dosadíme  $\alpha_b = \frac{\alpha_e}{\alpha_e + 1}$ , což již také bylo v předešlém uvedeno. Úpravou dostaneme, že

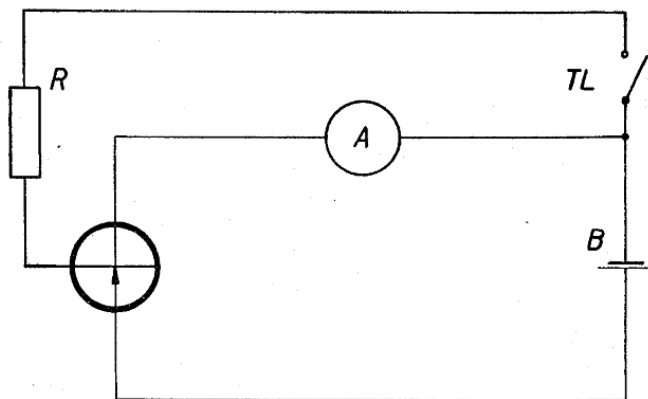
$$\alpha_e = \frac{I_{CEO} - I_{CBO}}{I_{CBO}}$$

Oba proudy měříme podle zapojení na obr. 1 a obr. 3. Potom podle předešlého vztahu spočítáme  $\alpha_e$ . Protože běžně platí, že  $I_{CEO}$  je mnohem větší než  $I_{CBO}$ , můžeme uvažovat zjednodušený vztah

$$\alpha_e \doteq \frac{I_{CEO}}{I_{CBO}}$$

Je samozřejmé, že výsledky naměřené tímto způsobem jsou velmi informativní, ovšem pro většinu amatérů postačují a mají tu výhodu, že jsou rychle zjistitelné a bez větších nároků na vybavení.

Další metoda měření proudového zesílení nakrátko v zapojení se společným emitorem  $\alpha_e$  spočívá v tom, že se měří velikost kolektorového proudu při nulovém proudu báze a při určité velikosti proudu báze. Postup při měření najdete na obr. 5. Při rozpojeném tlačítku (bázi tranzistoru neteče žádný proud) teče přes miliampérmetr A zbytkový proud v zapojení se společným emitorem  $I_{CEO}$ .



### 5. Zapojení obvodu pro měření $\alpha_e$ bez kompenzace

Při stisknutí tlačítka TL počne bázi téci proud, který nastavíme velikostí odporu  $R$ . Např. při napětí baterie  $U = 4,5$  V a zvoleném proudu báze  $I_B = 50 \mu\text{A}$  bude (podle Ohmova zákona  $R = \frac{U}{I}$ )

$$R = \frac{4,5}{5 \cdot 10^{-5}} = 90 \text{ k}\Omega$$

Vycházíme-li ze vztahu, že celkový proud tranzistoru  $I_C = I_{CE0} + \alpha_e I_B$  a vypočítáme z něho  $\alpha_e$ , dostaneme, že  $\alpha_e = \frac{I_C - I_{CE0}}{I_B}$

To znamená, že zbytkový proud kolektoru v zapojení se společným emitorem  $I_{CE0}$  odečítáme vlastně od celkového proudu kolektoru  $I_C$ . To je určitá nevýhoda při výpočtu. Tuto nevýhodu odstraňuje zapojení pro měření proudového zesílení nakrátko v zapojení se společným emitorem  $\alpha_e$ , které je na obr. 6. Používáme zde ještě jedné baterie  $B_2$ , kterou zavádíme kompenzační proud do obvodu miliampérmetru  $A$  a řídíme jej potenciometrem  $R_2$ . Při rozpojeném tlačítku  $TL$  neteče bázi žádný proud a kolektorem protéká pouze zbytkový proud  $I_{CE0}$ . Potenciometrem  $R_2$  nastavíme kompenzační proud  $I_K$  tak, aby  $I_K = I_{CE0}$ , takže proud tekoucí přístrojem  $I_{př} = 0$ . Ručka přístroje bude tedy na nule a po stisknutí tlačítka, kdy bázi začne procházet proud, zaznamená miliampérmetr  $A$  výchylku  $I_C = \alpha_e \cdot I_B$ . Za podmínky konstantního proudu báze  $I_B$  může být stupnice přístroje ocejchována přímo v  $\alpha_e$ .

Objasnili jsme vám několik základních metod pro měření proudového zesílení nakrátko v zapojení se společným emitorem  $\alpha_e$ . Při těchto způsobech měření proudového zesílení nakrátko jsme používali stejnosměrný proud. V profesionálních měřicích se většinou používá nízkofrekvenčních střídavých proudů. Zjednodušené schéma takového přístroje je na obr. 7.

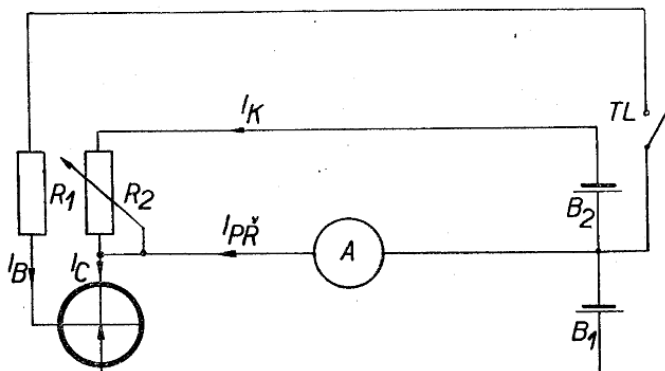
Tato část stavebního návodu podává jen velmi hrubý přehled o základních měřicích metodách při měření tranzistorů. Kdo by měl hlubší zájem o měření tranzistorů a o tranzistory vůbec, doporučujeme k prostudování technickou literaturu o tranzistorech, které je u nás dostatek jak v technických knihovnách, tak v prodejnách n. p. Kniha.

Např.: Čermák — Tranzistory v radioamatérové praxi

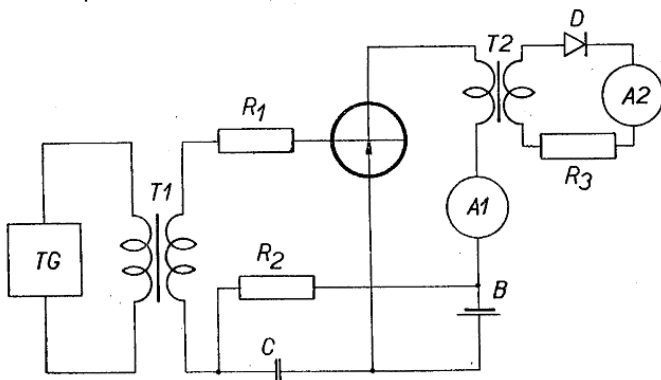
Čermák — Měření a zkoušení tranzistorů

Budínský — Nízkofrekvenční zesilovače

A nyní přejdeme k vlastnímu návrhu měřiče Transitest, popisu jeho stavby a celé konstrukce.



6. Zapojení obvodu pro měření  $\alpha_e$  s kompenzací



7. Zjednodušené schéma měřiče  $\alpha_e$ , který vychází z použití střídavých nf. proudů

### 3. NÁVRH MĚŘIČE TRANZISTORŮ A DIOD TRANSISTEST

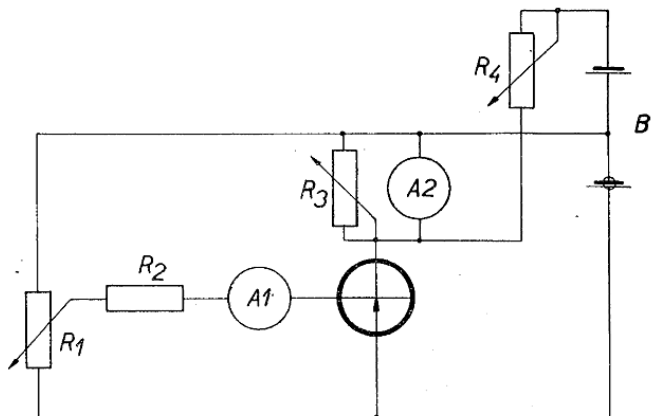
#### 3.1. POŽADAVKY KLADEŇE NA PŘÍSTROJ

Jsme si vědomi omezených možností radioamatéra při stavbě přístrojů, a proto jsme si určili podmínky, kterým musí přístroj a jeho stavba vyhovovat:

1. Přístroj musí měřit tranzistory a diody.
2. Měření proudového zesílení nakrátko v zapojení se společným emitorem do  $\alpha_e = 100$  a  $\alpha_e = 500$ .
3. Měření zbytkového proudu v zapojení se společným emitorem  $I_{CE0}$ .
4. Snadná obsluha.
5. Použití dostupných součástek.
6. Použití měřidla  $500 \mu A$  (případně citlivějšího).
7. Žádné cejchování stupnice.
8. Vyloučit použití přesných odporů.
9. Nezávislost na stárnutí baterií.
10. Malé rozměry.
11. Jednoduchá a nenáročná stavba.

### 3.2. POPIS ZAPOJENÍ

Abychom splnili všechny tyto podmínky, zvolili jsme poněkud neobvyklé zapojení měřiče, jehož základní schéma je na obrázku 8. Před vlastním měřením tranzistoru se napřed nastavuje proud do báze potenciometrem  $R_1$ . Tímto uspořádáním se vyhneme volbě přesného odporu, který by jinak musel být na místě  $R_2$ , kde však stačí obyčejný odpor s tolerancí  $\pm 20\%$ . Stárnutí baterií v tomto uspořádání nemá vliv na správné nastavení proudu do báze. Kromě toho lze různým nastavením proudu báze měřit zesílení tranzistoru v různých pracovních režimech. Z přístrojů  $A_1$  a  $A_2$  se ve skutečnosti používá jen jeden a přepíná se do různých funkcí přepínači. Odpor  $R_3$  je složen z více částí a slouží k změně citlivosti přístroje. Abychom mohli měřit skutečné proudové zesílení tranzistoru, musíme kompenzovat zbytkový proud  $I_{CBO}$ . Tato kompenzace zbytkového proudu tranzistoru  $I_{CBO}$  se nastavuje potenciometrem  $R_4$ . Kompenzační proud teče měřidlem  $A_2$  v opačném směru než zbytkový proud tranzistoru.



8. Zjednodušené schéma měřiče Transistest

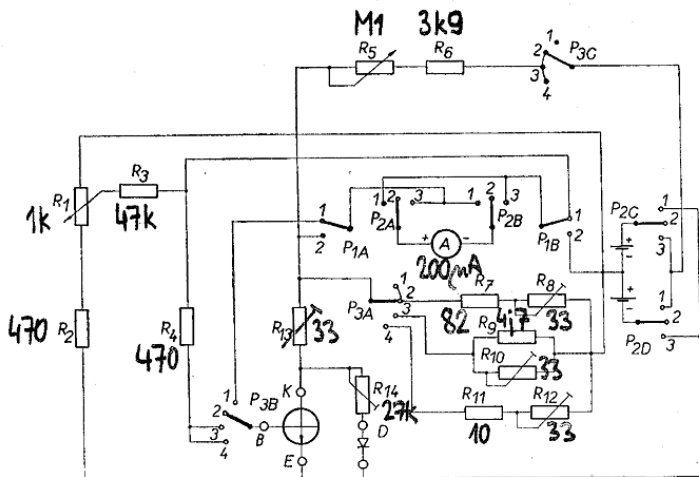
### 3.3. POPIS FUNKCE PŘÍSTROJE

Skutečné zapojení měřiče tranzistorů Transistest je na obr. 9. Podle podmínek, které jsme si dali na začátku, jsme použili měřicí přístroj s plnou výchylkou  $500 \mu A$ , na kterém velmi dobře nastavíme výchylku  $50 \mu A$ , zvolenou jako základní pro budicí proud tranzistoru  $I_B$ . Proud  $I_B$  se nastavuje potenciometrem  $R_1$ , který tvoří horní část děliče. Sériový odpor  $R_2$  omezuje budicí proud tranzistoru tak, aby nepřesáhl  $70 \mu A$  při plném předpětí. Odpor  $R_4$  nahrazuje vnitřní odpor měřidla a lze jej u přístroje  $500 \mu A$  klidně vynechat, protože vnitřní odpor měřidla je cca  $200 \Omega$ , což je méně než  $1/2\%$  z  $R_3$ . (U přístroje  $100 \mu A$  s vnitřním odporem cca  $600 \Omega$  je to něco přes  $1\%$ .) Dvojitým přepínačem  $P_1$  se přepíná měřidlo v poloze 1 na nastavení proudu báze. V poloze 2 se přepíná na měření zbytkového proudu kolektoru v zapojení se společným emitorem  $I_{CBO}$ , kompenzaci  $I_{CBO}$  a měření zesílení  $\alpha_e$ . Přepínač  $P_2$  je hvězdicový vlnový přepínač pro 4  $\times$  3 polohy a v jeho střední poloze 2 je měřič tranzistorů vypnut. Jeho krajní polohy přepínají polaritu měřidla a baterií pro měření tranzistorů n-p-n a p-n-p. V poloze 3 se měří tranzistory typu n-p-n, v poloze 1 se měří tranzistory typu p-n-p.

Přepínač  $P_3$  je rovněž vlnový hvězdicový přepínač pro 3  $\times$  4 polohy. Po přepnutí přepínače  $P_1$  do polohy 2 lze přepínačem  $P_3$  volit měření těchto hodnot:

- v poloze 1 — zbytkový proud tranzistoru v zapojení se společným emitorem  $I_{CBO}$ ,
- v poloze 2 — kompenzace zbytkového proudu tranzistoru  $I_{CBO}$ ,
- v poloze 3 — měření  $\alpha_e$  do 500,
- v poloze 4 — měření  $\alpha_e$  do 100.





#### 9. Celkové schéma zapojení měřiče Transistest

Kompenzace zbytkového proudu tranzistoru se nastavuje potenciometrem  $R_5$ . Odpor  $R_6$  slouží jako ochrana před zkratem v přístroji při případném vytočení potenciometru „na doraz“. Bočníky měřidla  $R_7$ , až  $R_{12}$  připojované k měřidlu sekci přepínače  $P_{3A}$  jsou složeny z drátových odporů a potenciometrů a nastavují se pomocí miliampérmetru na správný rozsah. Správná manipulace s nastavením je uvedena v kapitole o uvádění přístroje do chodu. Podle použitého měřidla použijete různých odporů, a to podle připojené rozpisky elektrických součástek, která je připojena ke schématu. Odpor  $R_{13}$  je ochranný odpor přístroje před přímým zkratem a omezuje maximální proud při zkratu v tranzistoru asi na dvojnásobek proudu při  $\alpha_e = 500$ . Odpor  $R_{14}$  se nastaví maximální proud pro měření diod v propustném směru.

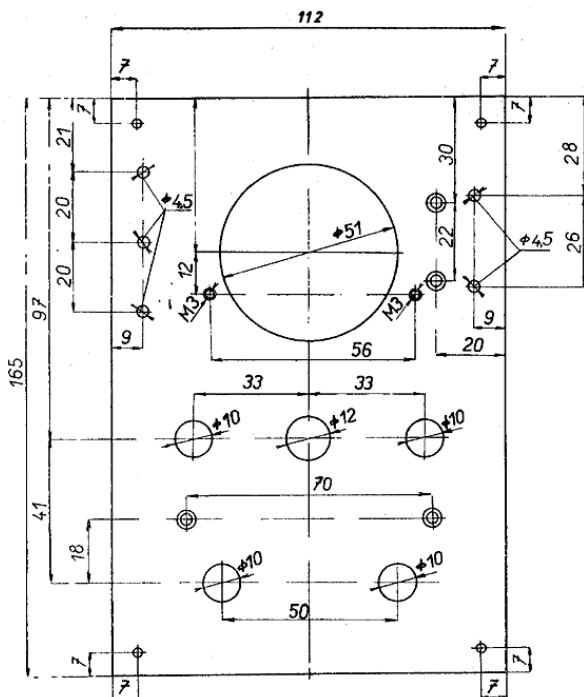
## 4. KONSTRUKCE MECHANICKÝCH DÍLŮ A SESTAVA PŘÍSTROJE

### 4.1. MECHANICKÁ STAVBA PŘÍSTROJE

Celý měřič tranzistorů Transistest je postaven na dvojitě čelní desce rozměru  $112 \times 165$  mm, skládající se ze základní pertinaxové desky 2 mm silné a z krycí desky zhotovené z umaplexu silného 2 mm (obr. 10 a obr. 11). Mezi oběma destičkami je vložena maska, jejíž fotografie je přiložena k návodu a kterou stačí vystříhnout a vložit mezi obě destičky. Doporučujeme opracovat obě desky současně tak, že v rozích vyvrtáte společné otvory  $\varnothing 3$  mm a obě desky stáhnete pevně šrouby. Všechny otvory předvrtejte menšími vrtáky a dovrtejte po rozebrání desek na patřičné průměry.

Přepínače  $P_2$  a  $P_3$  jsou upevněny na hliníkové konzolce zhotovenou z plechu 1,5 mm silného (obr. 13a). Přepínače upevníte matičkami ke konzolce a přebytečné délky šroubků odštípnete. Celá konzolka i s přepínači se připraví zapuštěnými šroubky M 3 k základní pertinaxové desce.

Nastavitelné bočníky k měřidlu jsou přišroubovány na úhelník z hliníkového plechu 1,5 mm (obr. 13b). Umístění bočníků je patrné z fotografie. Na zadní straně měřidla je připevněna v místech přívodu do přístroje pertinaxová destička 1,5 mm silná, nesoucí odpory  $R_7$ ,  $R_9$  a  $R_{11}$ . Výkres této destičky je na obr. 13c. Pro tyto odpory roznytujte do destičky v příslušných

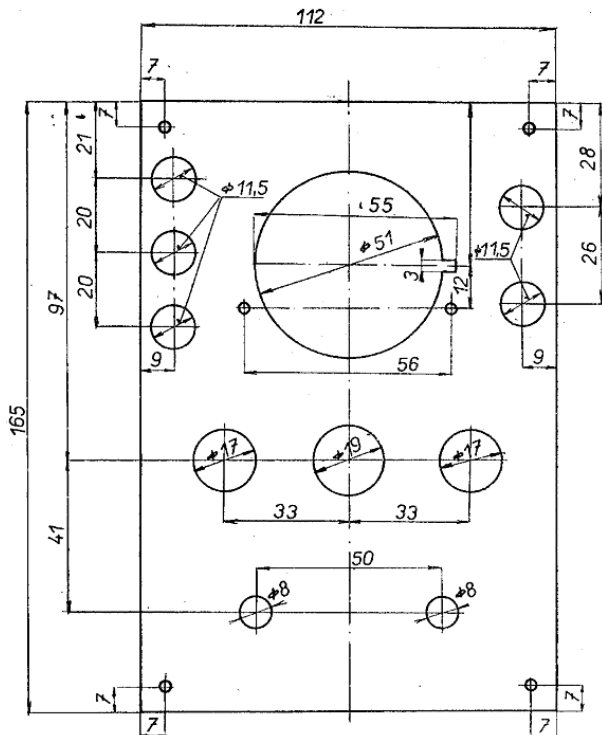


MATERIÁL PERTINAX 2 mm  
 NEOZNAČENÉ OTVORY  $\varnothing 35$  mm  
 © ZAPUŠTĚNÉ OTVORY  $\varnothing 35$  mm

## 10. Základní deska měřiče Transitest

místech pájecí očka. Šroubky z přívodů do přístroje vyměňte za delší a zajistěte je proti vytočení pružnými podložkami.

Potenciometry  $R_1$  a  $R_2$  a dvojitý přepínač  $P_2$  jsou připevněny na pertinaxové základní destičce mezi dvěma matickami tak, aby závit, za který jsou potenciometry přitaženy, nepřečníval přes matku, kterou je potenciometr přitažen k základní desce z čelní strany. Po překrytí čelní stěny umaplexovou krycí deskou se matky schovávají do zvětšených otvorů a knoflíky mohou ležet až u umaplexové desky. Před montáží vlnových přepínačů a potenciometrů si zkratíte jejich osy na patřičnou délku podle použitých knoflíků. Je to daleko pohodlnější, protože předejdete pozdějšímu zjištění, že je nutno osu zkrátit třeba o 5 mm. Nehledě k tomu, že se do měřiče mohou dostat piliny, které způsobují mrzutosti právě tehdy, kdy je nejméně potřebujeme. Transistory připojujeme k měřiči přístrojovými svorkami. Svorky přichytnete zesponu matickami M 4 k pertinaxové základní destičce. Připevnění měřičiho přístroje nečiní potíže. Nejjednodušší je orýsovat otvory pro závity  $M_3$  připevňovacích šroubků při vložení přístroje. Vyhněte se tím všem nepřesnostem, které by mohly nastat při odměřování.

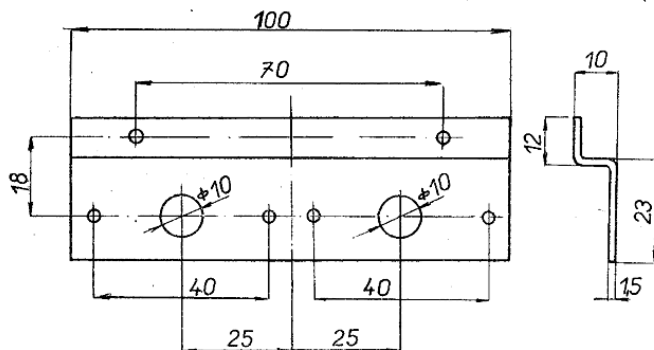


MATERIÁL · UMAPLEX  
NEOZNAČENÉ OTVORY  $\phi 3,5\text{mm}$

11. Krycí deska měřiče Transitest

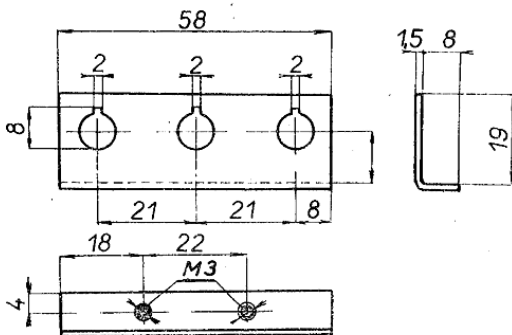
#### 4.2 POPIS SKŘÍŇKY

Původně jsme měli v úmyslu použít skříňky, která by byla běžně k dispozici v radioamatérských prodejnách. Protože však každá z nich měla nějaké nedostatky, rozhodli jsme se skříňku vyrobit, a to tak, aby její výroba kladla minimální požadavky jak na zručnost, tak na vybavení každého amatéra. Skříňka je z překližky 4 mm silné, polepená 1,5 mm silným barevným umakartem. Tím totiž odpadá povrchová úprava, která obvykle činí amatérům nejvíce potíží. Umakart přečnává překližkovou skříňku nahoře o 4 mm tak, že základní destička, na které je měřič postaven, zapadne do vybrání, které vznikne ve skříňce mezi překližkou a umakartem (viz výkres a fotografie). Skříňka je zespoda kryta umakartovou destičkou, která zapadne do skříňky podobně jako horní čelní deska. Zespoda jsou i schránky pro baterie. Díly skříňky vyrobíme co možná nejpřesněji, aby půdorys odpovídal základní desce měřiče. Povrch skříňky polepíte umakartem, který přečnává překližkovou stěnu nahoře o 4 mm a dole o 2 mm. Umakart nejlépe přilepíte uponem (Epoxy 1200) a pak přitáhnete k překližce svorníky. V dolní části skříňky jsou vklíženy 2 schránky na kulaté baterie typu Bateria 220. Schránky nejsnáze vyrobíte z prešpanu 2 mm silného. V čelní části jsou přilepena vodička, do kterých zapadne



MATERIÁL AI PLECH  
NEOZNAČENÉ DÍRY  $\varnothing 3,5$

13a. Konzola pro přepínače

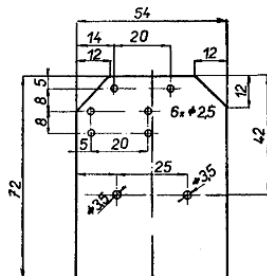


MATERIÁL AI PLECH 15mm

13b. Konzola pro bočníky

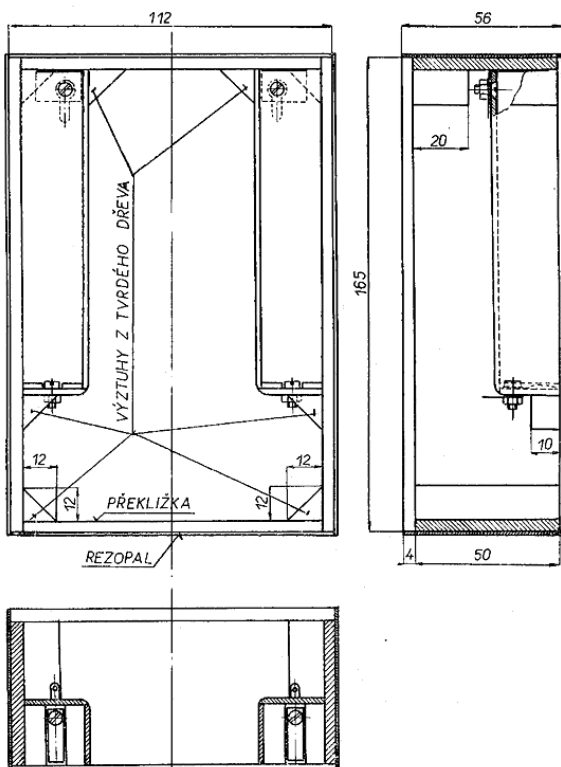
uhlíková elektroda baterie. Přívody baterií jsou z mosazného plechu 0,5 mm silného. Můžete použít i vývodů z plochých baterií a podle potřeby je upravit. Po vlepění schráněk na baterie vkládáte do rohu skříňky trojúhelníkové výztuhy z tvrdého dřeva podle výkresu. Tyto výztuhy skříňku velmi dobře zpevní. Celková sestava skříňky a detaily jsou na obr. 14 a obr. 15. Zdroj pro měřič se skládá ze 3 kulatých článků typu Bateria 220. V každé schránce je 1 celá baterie a 1 půlka, kterou získáte rozebráním jedné ze tří baterií. Vložené baterie do přístroje je nejlépe vidět z fotografie. V přístroji vydrží baterie velmi dlouho a zničí se spíše stářím než vybitím.

Měřič je vložen do vybrání ve skříňce a přitažen v rozích 4 čoučkovými šrouby do dřeva s čalounickými podložkami. Spodní kryt z umakartu je rovněž přitažen ke skříňce šroubky do dřeva.

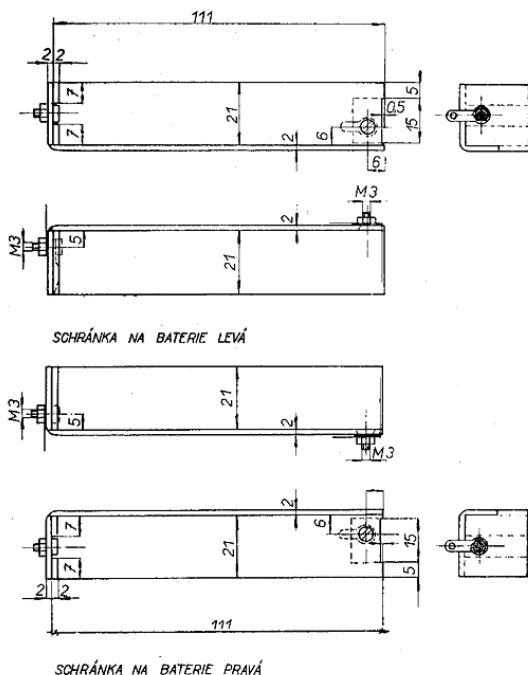


MATERIÁL: PERTINAX 15mm

13c. Montážní destička pro odpory



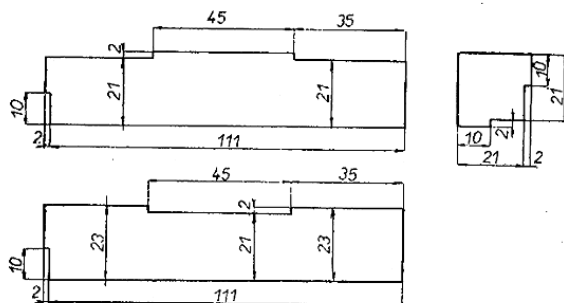
14. Sestava skříňky



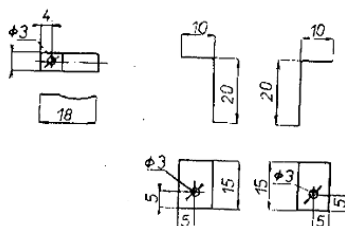
15a. Schránky na baterie

### 4.3. ROZPISKA MECHANICKÝCH A ELEKTRICKÝCH DÍLŮ

Vlnový přepínač TESLA 4 × 3 polohy .....	1 kus
Vlnový přepínač TESLA 3 × 4 polohy .....	1 kus
Páčkový přepínač dvoupólový .....	1 kus
Měřicí přístroj DHR5 — 500 $\mu$ A .....	1 kus
Přístrojová svorka .....	5 kusů
Knoflíky $\varnothing$ 25 mm .....	2 kusy
Knoflíky se šípkou $\varnothing$ 30 mm .....	2 kusy
Baterie kulatá typ Bateria 220 .....	3 kusy
Zapojovací drát $\varnothing$ 0,8 mm .....	3 m
Cín s kalafunou .....	cca 20 g
Nýtovací očka $\varnothing$ 2,5 mm .....	6 kusů
Pertinax 2 × 112 × 165 mm .....	1 kus
Umaplex 2 × 112 × 165 mm .....	1 kus
Ozdobné šroubky do dřeva (s čočkovou hlavou) .....	8 kusů
Čalounické podložky pod šroubky .....	8 kusů
Překližka 4 mm silná .....	5 dm <sup>2</sup>
Umakart 1,5 mm silný .....	5 dm <sup>2</sup>
Lepidlo Epoxy 1200 .....	1 souprava
Hliníkový plech síla 1,5 mm .....	cca 1 dm <sup>2</sup>



MATERIÁL PREŠPÁN 2 mm



MATERIÁL: MOSAZ (BRONZ) 0,5 mm

#### 15b. Detaily schránky na baterie

### 4.4. POZNÁMKY K ELEKTRICKÉMU ZAPOJENÍ

Pro zapojování je nevhodnější drát  $\approx$  0,5—1 mm nejlépe s igelitovou izolací, se kterým se velmi dobře pracuje. Spoje nejsou vůbec choulostivé, a proto je můžeme vést pravouhle a nakonec vyvázat vodiče do úhledného stroměčku. Přívody k přístrojovým svorkám zakončíte očky, případně drát k očkům přiletujete, což je nejspolehlivější. Při pájení používejte kalafunu, nepoužívejte zásadně různých „zaručných“ past, které téměř vždy způsobují korozi. Kontakty na připínačích ohnete kolmo k destičce, abyste měli okolo nich dost místa pro spoje.

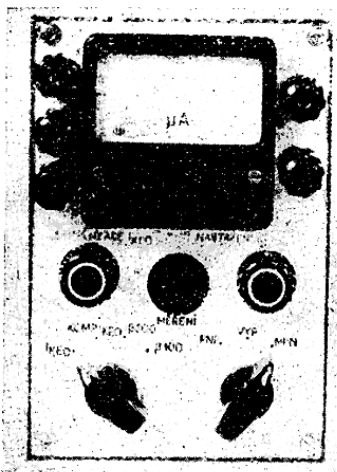
### 4.5. ROZPISKA ODPORŮ

	pro měřidlo 500 $\mu$ A	pro měřidlo 200 $\mu$ A	pro měřidlo 100 $\mu$ A
R1 potenciometr	1k WN 694 00	1k WN 694 00	1k WN 694 00
R2 vrstvý	470 TR 101	470 TR 101	470 TR 101
R3 vrstvý	47k TR 101	47k TR 101	47k TR 101
R4 vrstvý	200 TR 101	470 TR 101	600 TR 101
R5 vrstvý	100k WN 694 00	100k WN 694 00	100k WN 694 00
R6 vrstvý	3k9 TR 101	3k9 TR 101	3k9 TR 101
R7 vrstvý	180 TR 506	82 TR 506	220 TR 506
R8 trimr	33 WN 691 70	33 WN 691 70	33 WN 691 70
R9 vrstvý	5,1 TR 506	4,7 TR 506	22 TR 506

R10 trimr	33	WN 691 70	33	WN 691 70	33	WN 691 70
R11 vrstvý		—		—	33	WN 691 70
R13 trimr	33	WN 691 70	33	WN 691 70	33	WN 691 70
R14 trimr	10k	WN 790 25	27k	WN 790 25	47k	WN 790 25

#### 4.6. NÁHRADA SOUČÁSTEK

Pro zapojení můžeme použít samozřejmě i jiných druhů součástek, než jsou uvedeny v rozpisce. Jde jen o to, aby přepínače spolehlivě přepínaly a odpory měly hodnoty uvedené v seznamu. U potenciometrů musí být velmi dobrý dotyk běžce, jinak vám nastane velké trápení už při uvádění přístroje do chodu, hlavně při nastavování správných rozsahů pro měření zbytkového proudu kolektoru v zapojení se společným emitorem  $I_{CEO}$  a proudového zesílení nakrátko  $\alpha_c$ . Zde se nevyplácí šetřit, a proto vám doporučujeme pracovat s novými součástkami.



Transistest z horní strany

## 5. UVEDENÍ DO PROVOZU

### 5.1. NASTAVENÍ ROZSAHŮ MĚŘICÍHO PŘÍSTROJE

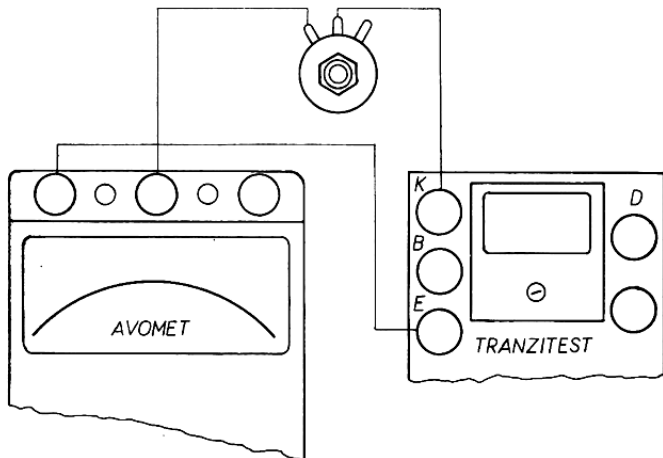
Před vložením baterií do přístroje zkontrolujeme pečlivě zapojení, zda jsme náhodou nezapomněli na některý spoj. Jednotlivé rozsahy nastavujeme pomocí miliampérmetru. Zapojení pro nastavování rozsahů AVOMETEM je na obr. 16.

### 5.2. NASTAVENÍ ROZSAHU 1 mA PRO MĚŘENÍ ZBYTKOVÉHO PROUDU KOLEKTORU V ZAPOJENÍ SE SPOLEČNÝM EMITOREM $I_{CEO}$

Přepínač  $P_1$  se nastaví do polohy MĚŘENÍ. Přepínač  $P_2$  je v poloze 1 — MĚŘENÍ  $I_{CEO}$ . Přepínač  $P_3$  je v poloze pro měření tranzistorů n-p-n.

Mezi svorky měřiče s označením K — kolektor a E — emitor připojíme miliampérmetr v sérii s potenciometrem asi  $5\text{ k}\Omega$ . Potenciometrem  $5\text{ k}\Omega$  nastavíme na miliampérmetru 1 mA. Potenciometrickým trimrem R 8 v měřiči nastavíme plnou výchylku na přístroji. Znovu zkontrolujeme výchylku na miliampérmetru a doladíme potenciometrem  $5\text{ k}\Omega$ . Potom stačí již celkem nepatrně pohnout trimrem R 8, aby údaje obou přístrojů souhlasily.





## 16. Nastavování rozsahů měřicího přístroje v Transistestu pomocí Avometu

### 5.3. NASTAVENÍ ROZSAHU 25 mA PRO MĚŘENÍ PROUDOVÉHO ZESÍLENÍ NAKRÁTKO $\alpha_e = 500$

Přepínač  $P_3$  nastavíme do polohy 3, pro  $\alpha_e = 500$ . Schéma pro nastavení proudu 25 mA je stejné jako pro nastavení  $I_{CEO}$ , pouze potenciometr  $5\text{ k}\Omega$  nahradíme potenciometrem o hodnotě cca  $200\ \Omega$ . Postup nastavování je stejný jako při nastavování proudu 1 mA. Avomet nastavíme na rozsah 30 mA a potenciometrem  $200\ \Omega$  nastavíme proud 25 mA na Avometu. Trimrem R 10 nastavíme plnou výchylku měřidla v měřiči Transistest. Několikerým doladěním potenciometru  $200\ \Omega$  a trimru R 10 dosáhneme shodné výchylky Avometu i měřidla.

### 5.4. NASTAVENÍ ROZSAHU 5 mA PRO MĚŘENÍ PROUDOVÉHO ZESÍLENÍ NAKRÁTKO $\alpha_e = 100$

Přepínač  $P_3$  nastavíme do polohy 4,  $\alpha_e = 100$ . Potenciometr  $200\ \Omega$  nahradíte potenciometrem  $1\text{ k}\Omega$  (viz obr. 16). Postup nastavování rozsahu je úplně stejný jako v předchozích dvou případech. Avomet je nejlépe ponechat na stejném rozsahu jako pro měření proudu 25 mA, tj. na rozsahu 30 mA.

### 5.5. NASTAVOVÁNÍ TRIMRU R 14 PRO MĚŘENÍ DIOD

Potenciometrický trimr R 14 zařazený do obvodu pro měření diod nastavíte před cejchováním na největší odpor. Zkratováním svorek pro měření diod dostanete na měřidle určitou výchylku. Otáčením potenciometrického trimru R 14 nastavíte maximální výchylku na přístroji.

Tím je nastavování měřiče tranzistorů skončeno a můžete přistoupit k vlastnímu měření tranzistorů a diod.

## 6. PRÁCE S MĚŘIČEM TRANZISTORŮ A DIOD TRANSITESTEM

### 6.1. MĚŘENÍ TRANZISTORŮ

S měřičem můžeme měřit tranzistory až do výkonu 250 mW. Před měřením si musíme především zjistit, o jaký druh tranzistoru jde a podle toho přepneme přepínač  $P_2$  do správné polohy. V případě, že máme tranzistor, o němž nevíme, jakého druhu je jeho vodivost, postu-

pujeme takto: napřed zjistíme, která z elektrod je báze. Připojujeme postupně jednotlivé elektrody tranzistoru k jedné ze svorek na měření diod. Zbylé dvě elektrody připojujeme postupně k druhé svorce sloužící k měření diod. Báze je ta elektroda, při které ukáže přístroj po postupném připojování druhých dvou elektrod tranzistoru ke druhé svorce buď plnou, nebo nulovou výchylku. Když máme zjištěnu bázi, připojíme ji k horní svorce pro měření diod. Přepínač polarity přepojíme do polohy p-n-p. V případě, že po připojení druhých dvou elektrod ke druhé svorce ukazuje přístroj skoro plnou výchylku, jedná se o tranzistor typu p-n-p. V případě, že přístroj ukazuje výchylku nepatrnou, jedná se o tranzistor typu n-p-n. Doporučujeme toto zjištění zaznamenat na ústřížek kartónu a přilepit k tranzistoru. Nespolehejte na paměť, omyly se platí zničenými tranzistory. Toto měření současně ukáže, zda je tranzistor dobrý, nebo vadný. Přepínáním knoflíku na přepínači  $P_2$  z jedné polarity na druhou okamžitě zjistíme, zda je tranzistor dobrý nebo vadný. V jedné poloze přepínače musí být totiž kolektorová i emitorová elektroda proti bázi vodivá, tj. přístroj ukazuje skoro plnou výchylku, v druhé poloze musí být nevodivá, přístroj ukazuje velmi malou výchylku.

Po zjištění správné polarity tranzistoru vypneme přístroj. Přepínač  $P_1$  přepneme do polohy pro nastavení proudu báze  $I_B$ . Proud báze nastavíme na  $50 \mu A$  na základním rozsahu měřidla. Přepínač  $P_3$  nastavíme do polohy 1 měření zbytkového proudu kolektoru se společným emitorem  $I_{CEO}$ . Přepnutím přepínače  $P_1$  do polohy MĚŘENÍ můžeme tento zbytkový proud měřit. Zbytkový proud je u dobrých tranzistorů od  $100 \mu A$  do 1 mA. Čím je zbytkový proud  $I_{CEO}$  menší, tím je tranzistor lepší. Tranzistory s větším zbytkovým proudem  $I_{CEO}$  v případě, že jsou ještě dobré, se hodí pouze do obvodů, které jsou dobře stabilizovány můstkovým zapojením. Stává se to u tranzistorů s vysokým proudovým zesilovacím činitelem  $\alpha_e$ . Po změření zbytkového proudu  $I_{CEO}$  přepneme přepínač  $P_3$  do polohy 2 — kompenzace zbytkového proudu  $I_{CEO}$ . Kompenzaci zbytkového proudu provedeme potenciometrem R 5 tak, že jím otáčíme na jednu nebo na druhou stranu tak dlouho, až přístroj na měřiči neukazuje žádnou výchylku.

Proudový zesilovací činitel měříme přepnutím přepínačů  $P_3$  do polohy 3, měříme  $\alpha_e = 500$ . Jestliže měřič ukazuje, že tranzistor má zesílení do  $\alpha_e = 100$ , přepneme přepínač  $P_3$  do polohy 4 s označením  $\alpha_e = 100$ .

## 6.2. MĚŘENÍ DIOD

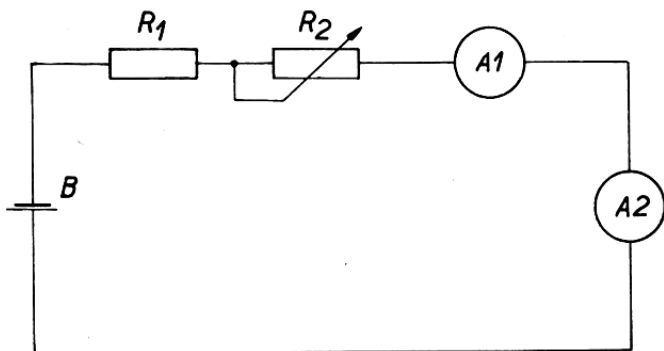
Měření diod je velmi jednoduché. Diodu připojíme ke svorkám pro měření diod vpravo na měřiči. (Označení svorek D.) V případě, že známe polaritu diody, stačí přepínat přepínačem  $P_2$ . Měřidlo ukazuje v jedné poloze plnou výchylku, v druhé poloze velmi malou nebo žádnou výchylku. Jestliže v obou polohách přepínače je buď nulová, nebo plná výchylka, znamená to, že je dioda poškozena. Potřebujeme-li nalézt anodu a katodu diody, postupujeme takto: připojíme diodu a přepínáme polaritu přepínačem  $P_2$ . Ukazuje-li přístroj plnou výchylku při poloze p-n-p a nulovou na n-p-n, znamená to, že na horní svorce je připojena katoda diody a na dolní anoda. Ukazuje-li přístroj v poloze přepínače p-n-p nulovou výchylku a v poloze n-p-n plnou výchylku, pak je na horní svorce připojena anoda a na dolní katoda.

## 6.3. POUŽITÍ JINÉHO MĚŘIČÍHO PŘÍSTROJE

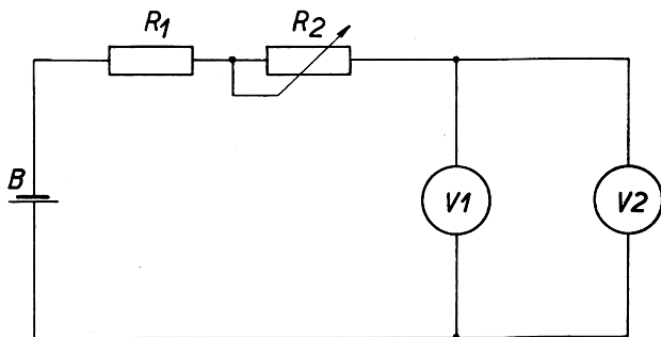
Budete-li mít k dispozici měřičí přístroj s jiným rozsahem, než je uvedeno v popisu, případně máte přístroj, u něhož neznáte základní rozsah, určité základní veličiny podle postupu, který je dále uveden. Pro měření je nutný voltmetr a miliampérmetr. Stačí i Avomet.

a) Měření základního proudového rozsahu:

Měřičí přístroj A1 zapojíme do série s Avometem A2, potenciometrem R2 =  $50 k\Omega$  a baterií B o napětí E = 4,5 V podle obr. 17. Na Avometu budete pravděpodobně měřit na nejnižším proudovém rozsahu 1,2 mA. Doporučujeme odečítat pomocí zrcátka, kterým je podložena stupnice Avometu, s odhadem na desetiny nejmenšího dílku stupnice. V případě, že by šla ručka měřidla „za roh“, vložte do série s potenciometrem R2 další odpor R1 o velikosti ca  $47 k\Omega$ .



17. Změření velikosti základního proudového rozsahu



18. Změření napětového rozsahu

b) Měření napětového rozsahu:

K baterii B o napětí  $E = 4,5 \text{ V}$ , odporům  $R_1$  a  $R_2$  připojíme paralelně Avomet  $V_1$  a měřidlo  $V_2$  tak, jak je vyznačeno na obr. 18. Pomocí potenciometru nastavíme plnou výchylku měřidla  $V_2$ . Na Avometu  $V_1$  odečítáme hodnotu napětí opět co možná nejpřesněji. Odpor měřidla vypočteme z Ohmova zákona

$$R = \frac{U}{I},$$

abyste dostali odpor v  $\Omega$ , dosazujte napětí ve V a proud v A. Např. změříte proudový rozsah  $0,3 \text{ mA} = 0,0003 \text{ A}$ , napětový rozsah  $0,087 \text{ V}$ .

Odpor měřicího přístroje je tedy

$$R = \frac{0,087}{0,0003} = 290 \Omega.$$

Abychom mohli použít tohoto měřicího přístroje pro rozsah  $0,5 \text{ mA}$ , musíme snížit jeho základní rozsah paralelním odporem. Postup je dvojitý:

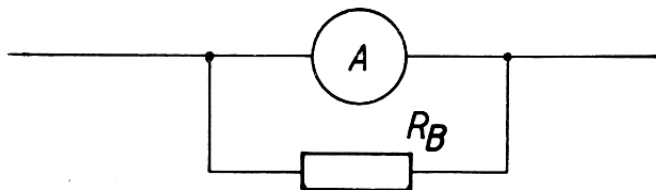
a) výpočtem. Podle obr. 19 je zapotřebí připojit k měřicímu přístroji A bočník  $R_B$ , jehož připojením se sníží základní rozsah. Uvažujeme takto: od žádaného proudového rozsahu  $0,5 \text{ mA}$

odečteme proudový rozsah měřicího přístroje 0,3 mA. Zbývá 0,2 mA. Tento proud musí téci bočníkem. Protože napětí na bočníku i měřicím přístroji je stejné, tj. 0,087 V, je odpor bočníku  $R_B$ .

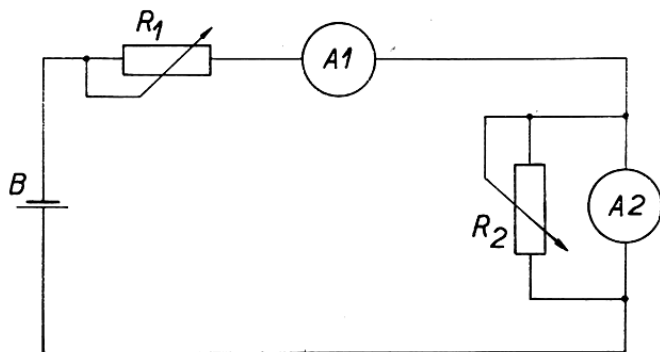
$$R_B = \frac{0,087}{0,0002} = 435 \Omega.$$

b) Změřením proudu a nastavením

Podobně jako při vyhledání základního proudového rozsahu měřicího přístroje zapojíme do série potenciometr  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ , Avomet A1 a měřicí přístroj A2 s bočníkem. K bočníku připojíme potenciometrový trimr  $R_2 = 470 \Omega$  (drátový). Zapojení je na obr. 20. Potenciometrem  $10 \text{ k}\Omega$  nastavíme na Avometu proud 0,5 A a odporem  $470 \Omega$  se snažíme nastavit plnou výchylku na měřicím přístroji. Postup nastavování je úplně shodný s postupem, kterým se nastavují proudové rozsahy pro měření zbytkového proudu kolektoru  $I_{CE0}$  a rozsahy pro měření proudového zesílení nakrátko  $\alpha_r$ , jak bylo popsáno v kapitole o uvedení do chodu.



19. Snížení zákl. proudového rozsahu bočníkem

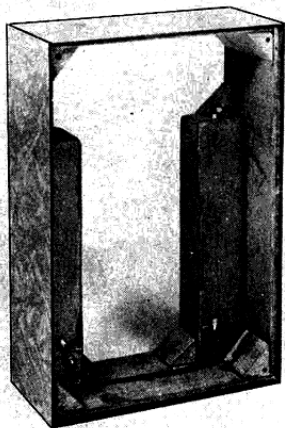


20. Jiný způsob nastavení napětového rozsahu

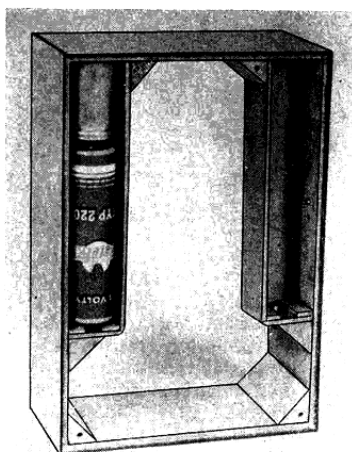
**POZNÁMKA K NÁKUPU SOUČÁSTEK**

Všechny součástky z elektromateriálu vám podle současných zásobovacích možností dodá podnik Domáci potřeby Praha, odborná prodejna radiosoučástek Václavské náměstí 25, Praha 1, telefon 23 62 70, nebo odborná prodejna Radioamatér Žitná 7, Praha 1, telefon 22 86 31, nebo prodejna Na poříčí 45, telefon 605 40.

Objednávejte-li na dobírku, uveďte v objednávce označení součástek podle rozpisky. Pokud jde o výrobu mechanických dílů, chtěli bychom upozornit, že v Praze je k dispozici dobře vybavená zámečnická samoobsluha v Praze 2, Ječná 28, tel. 23 94 76.

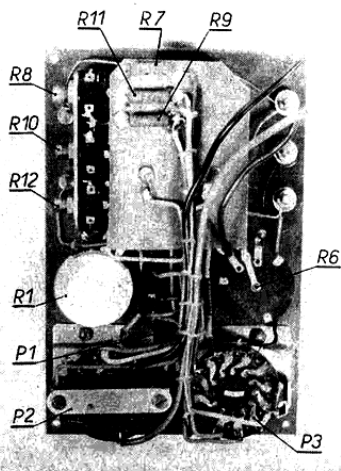
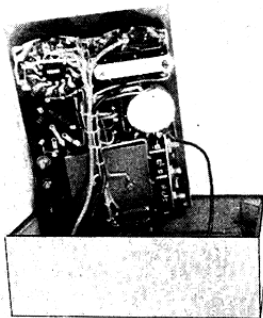


Skříňka Transistetu bez krycích desek  
(Detail schráněk na baterie ze strany spodní desky)

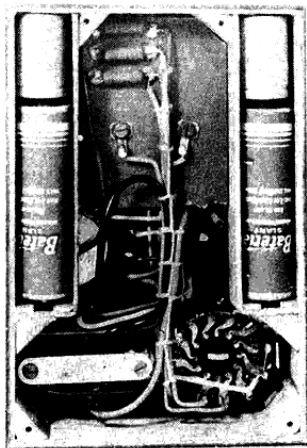


Skříňka Transistetu bez krycích desek  
(Detail schráněk na baterie ze strany horní desky)

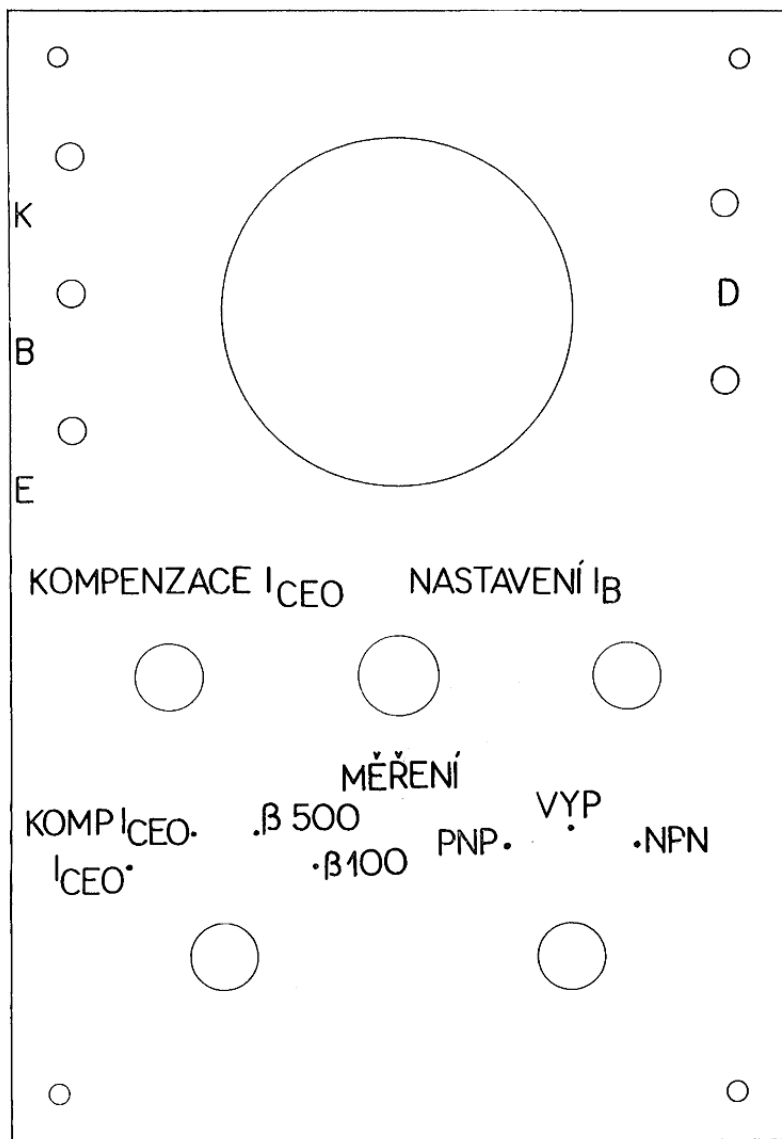
Skříňka Transistetu  
a základní deska  
s namontovanými  
součástkami



Rozložení součástek na základní desce Transistetu



Transistet ze spodní strany (bez víka)



Maska přístroje (po vystřížení vložit mezi základní a krycí desku)

# **OBSAH**

1. Úvod	2
2. Základní měřicí metody	2
3. Návrh přístroje	6
4. Konstrukce mechanických dílů a sestava měřiče Transitest	8
5. Uvedení do provozu	15
6. Práce s měřičem Transitest	16

## **TRANSITEST - stavební návod a popis č. 41**

---

### **O P R A V A**

V rozpisce odporů na str. 14 a 15 si opravte:

R5 je vrstvý potenciometr

R11 má být typ 47 TR 506 (místo 33 WN 691 70)

R13 trimr 33 WN 691 70 má být označen správně R12

V rozpisce R13 chybí a doplňte si proto celou řádku takto:

R13 vrstvý 100 TR 506 (pro všechna měřidla 500, 200 a 100  $\mu$ A)

Autoři Frant. Čížkovský a inž. M. Jandera



# STAVEBNÍ NÁVODY

## PRO RADIOAMATÉRY

- 1 KRYSTALOVÝ PŘÍJÍMAČ
- 2 MONODYN B. 1-elektronkový přijímač na baterie
- 3 DUODYN. 2-elektronkový přijímač sítový
- 5 SONORETA RV 12. Trpasličí rozhlas 2-elektronkový
- 6 SONORETA 21. Trpasličí přijímač 1-elektronkový
- 7 SUPER I - 01. Malý standardní superhet
- 8 DIVERSON. Moderní superhet
- 9 NF 2. 2-elektronkový univerzální přijímač
- 10 NÁHRADNÍ ELEKTRONKY. Porovnávací tabulky
- 11 SUPER 254 E. Malý superhet
- 12 OSCILÁTOR. Pro vf měření
- 13 ALFA. Výkonný superhet
- 14 DIPENTON. 2 + 1 elektronkový přijímač
- 15 MÍR. Malý 4 + 1 elektronkový superhet
- 16 MINIATURNÍ ELEKTRONKY
- 17 MINIBAT. 4-elektronkový superhet
- 18 TRIODYN. 3 + 1 jednoobvodový přijímač
- 19 EXPOMAT. Elektronkový časový spínač
- 20 GERMANIOVÉ DIODY v teorii i praxi
- 21 ELEKTRONKOVÝ VOLTMETR EV 101
- 22 TRANSINA. Kabelkový tranzistorový přijímač
- 23 VIBRATON. Elektronkové vibrato ke kytáře
- 24 TRANSIWATT — předzesilovač pro Hi-Fi - 1. část
- 25 TRANSIWATT — výkonový zesilovač - 2. část
- 26 TRANSIWATT — STEREO. Kompletní zesilovací souprava - 3. část
- 27 STEREOSONIC. Souprava pro stereofonní desky
- 28 RIVIÉRA. Horské slunce
- 29 MINIATURNÍ VENTILÁTOR na baterie a síť
- 30 AVANTIC. Zesilovací aparatura pro věrný přednes
- 31 TRANSIWATT-MINOR. Zesilovač pro stereofonní sluchátka
- 32 CERTUS. Výkonný nabíječ akumulátorů
- 33 TRANZISTOROVÝ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ
- 34 TONMIX Univerzální mixážní pult. 1. část
- 35 BIG-BEAT Výkonový zesilovač hudebních nástrojů - 1. část
- 36 MINIATURNÍ OSCILOGRAF
- 37 TRANZISTORY a jejich použití
- 38 STYL. Pětitranzistorový reflexní přijímač
- 39 EXPOCOLOR. Automat pro stanovení expozice

**Cena za 1 sešit 2,— Kčs**

Mimo řadu: SYNCHRODETEKTOR PRO PŘÍJEM VKV za cenu 4,50 Kčs

**Neuvedená čísla jsou rozebrána**

Objednávky vyřizujeme pouze na dobírku

Brožury obdržíte v pražských prodejnách radiosoučástek

Václavské nám. 25 ● Žitná 7 (Radioamatér) ● Na poříčí 45 ● Jindřišská 12

**Cena 2,— Kčs**