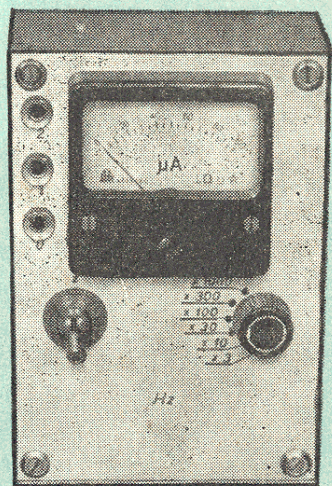


STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS

46



J I Ř Í P I L Á T

TRANSIMET

KMITOČTOMĚR -
ELEKTRONICKÝ
OTÁČKOMĚR

DOMÁCÍ POTŘEBY • PRAHA

Inž. JIŘÍ PILÁT

TRANSIMET

kmitočtoměr - elektrický otáčkoměr



1966

DOMÁČÍ POTŘEBY - PRAHA

Stavební návod Transimet je určen amatérům, kteří mají zájem si zhotovit tranzistorový měřicí přístroj, jímž lze přímo měřit kmitočet střídavého napětí nebo proudu. Přístroj je elektricky konstruován tak, že měřená hodnota není absolutně ovlivněna průběhem elektrického napětí; přístrojem se měří nejen napětí s průběhem sinusovým, ale i s průběhem pulsním libovolného tvaru. Takto konstruovaný přístroj může pracovat beze změny nebo po menší úpravě jako elektronický otáčkoměr, který má široké možnosti použití v průmyslové měřicí technice; je pouze nutné volit vhodné čidlo, např. indukční, kapacitní nebo fotoelektrické apod. Dále jej můžeme dobře užít jako otáčkoměr i v motorovém vozidle, kde je vstup přístroje vázán malou kapacitou s přerušovačem zapalování. Vlastní přístroj se potom s výhodou napájí z 12 V palubní sítě. Tento návod — díky plošným spojům, klade minimální nároky na technické zkušenosti a znalosti. K uvedení do chodu a k nastavení jednolitých měřicích rozsahů potřebujeme pouze tónový generátor s maximálním rozsahem do 200 kHz.

Použité materiály a součásti jsou československého původu a běžně se prodávají v prodejnách radiotechnického zboží. Přístroj není náročný na speciální součásti. Mechanická práce při výrobě skříňky vyžaduje pouze zvýšenou pečlivost, aby byl výrobek po estetické stránce vzhledný.

1. VLASTNOSTI KMITOČTOMĚRU TRANSIMET

Kmitočtoměr je vybaven dvěma vstupními zdífkami, z nichž první je pro napětový rozsah 100 mV až 5 V a druhá pro rozsah 1 až 100 V. Vstup kmitočtoměru je jištěn proti přepětí Zenerovými diodami. Dále je přístroj opatřen šestipólovým přepínačem rozsahů. Rozsahy jsou voleny v poměru 1:3, tj. základní rozsahy jsou: do 300 Hz, do 1 kHz, do 3 kHz, do 10 kHz, do 30 kHz a poslední je do 100 kHz. Přístroj se zapíná dvoupólovým vypínačem. Jako zdroj jsou použity tři kulaté baterie typ Bateria 220 (Bateria 230), které dohromady dávají 9 V.

2. TECHNICKÉ ÚDAJE KMITOČTOMĚRU

Citlivost vstupu 1	100 mV
Citlivost vstupu 2	1 V
Vstupní impedance vstupu 1	10 k Ω
Vstupní impedance vstupu 2	100 k Ω
Rozměry	165 × 112 × 56
Teplota okolí	0° C — +40° C

ROZPISKA ELEKTROMATERIÁLU

C	Kondenzátor	Hodnota	Provozní napětí	Obj. č.	Poznámka
C 1	zastříknutý MP	0,22 μ F	160 V	TC 161	izolován PVC
C 2	elektrolytický	10 μ F	12 V	TC 923	
C 3	styroflex	1 k	100 V	TC 281	
C 4	zastříknutý	22 k	160 V	TC 161	
C 5	styroflex	330 pF	100 V	TC 281	
C 6	styroflex	330 pF	100 V	TC 281	
C 7	styroflex	470 pF	100 V	TC 281	
C 8	styroflex	470 pF	100 V	TC 281	
C 9	zastříknutý MP	0,33 μ F	160 V	TC 161	
C 10	zastříknutý MP	0,1 μ F	160 V	TC 161	
C 11	zastříknutý MP	33 k	160 V	TC 161	
C 12	zastříknutý MP	10 k	160 V	TC 161	
C 13	zastříknutý MP	3 k 3	160 V	TC 161	
C 14	zastříknutý MP	1 k	160 V	TC 161	
C 15	elektrolytický	200 μ F	12 V	TC 963	izolován PVC
C 16	elektrolytický	200 μ F	12 V	TC 963	
C 17	elektrolytický	50 μ F	12 V	TC 963	
C 18	elektrolytický	200 μ F	12 V	TC 963	

R	Odpor	Hodnota	Zatížení	Obj. číslo	Poznámka
R 1	vrstvový	M 1	0,05 W	TR 113	
R 2	vrstvový	10 k	0,05 W	TR 113	
R 3	vrstvový	M 1	0,05 W	TR 113	
R 4	vrstvový	1 M	0,05 W	TR 113	
R 5	vrstvový	1 k	0,05 W	TR 113	
R 6	vrstvový	15 k	0,05 W	TR 113	
R 7	vrstvový	M 1	0,05 W	TR 113	
R 8	vrstvový	150	0,05 W	TR 113	
R 9	vrstvový	220	0,05 W	TR 113	
R 10	vrstvový	M 1	0,05 W	TR 113	
R 11	vrstvový	2 k 2	0,05 W	TR 113	
R 12	vrstvový	2 k 2	0,05 W	TR 113	
R 13	vrstvový	10 k	0,05 W	TR 113	
R 14	vrstvový	22 k	0,05 W	TR 113	
R 15	vrstvový	2 k 2	0,05 W	TR 113	
R 16	vrstvový	15 k	0,05 W	TR 113	
R 17	vrstvový	22 k	0,05 W	TR 113	
R 18	vrstvový	15 k	0,05 W	TR 113	
R 19	vrstvový	2 k 2	0,05 W	TR 113	
R 20	vrstvový	10 k	0,05 W	TR 113	
R 21	vrstvový	1 k	0,05 W	TR 113	
R 22	vrstvový	2 k 2	0,1 W	TR 114	
R 23	vrstvový	330	0,05 W	TR 113	
R 24	potenciometr	3 k 3	0,5 W	TP 680	drátový
R 25	potenciometr	3 k 3	0,5 W	TP 680	drátový
R 26	potenciometr	3 k 3	0,5 W	TP 680	drátový
R 27	potenciometr	3 k 3	0,5 W	TP 680	drátový
R 28	potenciometr	3 k 3	0,5 W	TP 680	drátový
R 29	potenciometr	3 k 3	0,5 W	TP 680	drátový
R 30	vrstvový	47	0,5 W	TR 102	
R 31	vrstvový	68	1 W	TR 103	

Polovodiče	Název	Označení
D 1	Zenerova dioda	1NZ70
D 2	Zenerova dioda	1NZ70
D 3	germaniová dioda	2-5NN41 (GA 202—204)

Polovodiče	Název	Označení
D 4	germaniová dioda	2-5NN41 (GA 202—204)
D 5	Zenerova dioda	1NZ70
D 6	germaniová dioda	2-5NN41 (GA 202—204)
D 7	Zenerova dioda	3NZ70
D 8	Zenerova dioda	5NZ70
T 1	tranzistor	OC 169 (OC 170)
T 2	tranzistor	OC 169 (OC 170)
T 3	tranzistor	OC 169 (OC 170)
T 4	tranzistor	OC 169 (OC 170)
T 5	tranzistor	OC 169 (OC 170)
T 6	tranzistor	OC 169 (OC 170)

ROZPISKA MECHANICKÝCH DÍLŮ

Vlnový přepínač PN Tesla 6×2 polohy	1 kus
Páčkový přepínač dvoupólový	1 ks
Měřicí přístroj DHR 5 100 μ A	1 ks
Izolované zdířky	3 ks
Knoflík \varnothing 20 mm	2 ks
Baterie kulatá, typ Bateria 220 nebo 230	3 ks
Zapojovací kablík \varnothing 0,5 mm	1 m
Cín s kalafunou	cca 20 g
Nýtovací očka \varnothing 2,5 mm	5 ks
Umatex (pertainax) 2×112×165 mm	1 ks
Umatex 2×112×165 mm	1 ks
Ozdobné šroubky do dřeva (s čockovou hlavou)	8 ks
Čalounické podložky pod šroubky	8 ks
Překlička 4 mm silná	5 dm ²
Umakart 1,5 mm silný	5 dm ²
Lepidlo Epoxy 1200	1 souprava
Umatex (lesklá lepenka, pertinax) síly 2 mm	5 dm ²
Šroub M3×20 s válcovou hlavou [pro připevnění měřicího přístroje]	2 ks

3. JAK PŘÍSTROJ PRACUJE

3.1 POSTUP SIGNÁLU

Signál přivedený na vstupní svorky projde oddělovacím kondenzátorem a ochranným odporem na bázi tranzistoru T 1. Po zesílení prochází signál kondenzátorem C 2 na bázi tranzistoru T 2. Tranzistory T 2 a T 3 jsou zapojeny jako monostabilní klopný obvod. Napěťový průběh signálu na bázi tranzistoru T 2 může být libovolný, tj. třeba sinusový, pilovitý apod. Na výstupu z mono-

stabilního klopného obvodu, tj. v kolektorovém obvodu tranzistoru T3 bude již napěťový průběh vždy pulsního charakteru, avšak doba trvání pulsů je přímo ovlivněna průběhem vstupního napětí na bázi tranzistoru T2. Kmitočet pulsů je však stejný jako kmitočet vstupního signálu. Kolektor tranzistoru T3 je vázán kondenzátory C5, C6 a dvěma spínacími diodami D3, D4 s bistabilním klopným obvodem, osazeným tranzistorem T4 a T5. Tento bistabilní klopný obvod upravuje přiváděné pulsy tak, že doba trvání není již závislá na průběhu vstupního napětí. Na výstupu, tj. v obvodu kolektoru tranzistoru T5, je již napěťový průběh přesně obdélníkový, avšak o polovičním kmitočtu, než je kmitočet vstupního napětí.

Takto upravený napěťový průběh signálu je přiveden odporem R21 na bázi tranzistoru T6, který je zapojen jako emitorový sledovač. Paralelně k pracovnímu emitorovému odporu R22 je zapojena křemíková Zenerova dioda D5, která přesně definuje amplitudu výstupního napětí obdélníkového průběhu. Amplituda není již závislá ani na teplotě okolí, ani na napětí napájecího zdroje. Odtud jde signál šestipólovým přepínačem rozsahů na jednotlivé derivační kapacity C9 až C14. Derivované napětí je dvojnásobně usměrněno a současně zdivočeno diodami D6 a D7. Diody nabíjejí elektrolytický kondenzátor C15 a jsou současně zatíženy odběrem ručkového přístroje typu DHR 5, ke kterému je přepínačem jednotlivých měřících rozsahů připojen jeden z potenciometrů R24 až R29. Těmito potenciometry zapojenými jako proměnný odpor se přesně nastavují jednotlivé měřící rozsahy.

3.2 PRVNÍ ZESILUJÍCÍ STUPEŇ

Tranzistor T1 je zapojen jako zesilovač s uzemněným emitorem. Pracovní bod tranzistoru je dán děličem složeným z odporů R4 a R3, a je stabilizován emitorovým odporem R5. Na odporu R5 vzniká záporná zpětná vazba, která jednak stabilizuje pracovní bod tranzistoru, současně však i snižuje zesílení tohoto stupně. Paralelně k emitorovému odporu je zapojen kondenzátor C3. U vyšších kmitočtů snižuje kondenzátor C3 zápornou zpětnou vazbu a tím zvyšuje pro tyto kmitočty zesílení tranzistoru T1. Báze je proti proudovému přetížení chráněna jednak odporem R2 a dále dvěma Zenerovými diodami D1 a D2, které jsou zapojeny proti sobě a chrání spolehlivě vstup tranzistoru proti přepětí. Maximální napětí v bodě mezi kondenzátorem C1 a odporem R2 může být 10 VŠŠ. Napětí vyšší než 10 VŠŠ obě Zenerovy diody spolehlivě odstraní. Kondenzátor C1 odděluje pro stejnosměrnou složku vstupní zdířky 1 a 2 od vstupu tranzistoru T1. Odpor R1, který je zapojen mezi svorkami 2 a 1, působí jako jeden člen děliče napětí (druhý člen děliče je vstupní impedance měřícího přístroje) a snižuje tak napětí přivedené na svorku 2 asi na jednu desetinu jeho hodnoty. Tímto vstupem se mohou měřit poměrně značně vysoká střídavá napětí i tam, kde je vysoká stejnosměrná složka. Musíme pouze dbát na to, aby provozní napětí, uvedené na kondenzátoru C1, bylo vždy vyšší než součet napětí stejnosměrné složky se špičkovou hodnotou napětí střídavého. V případě, že výše uvedený součet napětí se blíží nebo je i vyšší než provozní napětí na kondenzátoru C1, použijeme dalšího oddělovacího kondenzátoru, který je dimenzován na vyšší napětí a který si upevníme dodatečně vně přístroje. Kapacita přídavného kondenzátoru může být 0,1 μ F až 0,2 μ F.

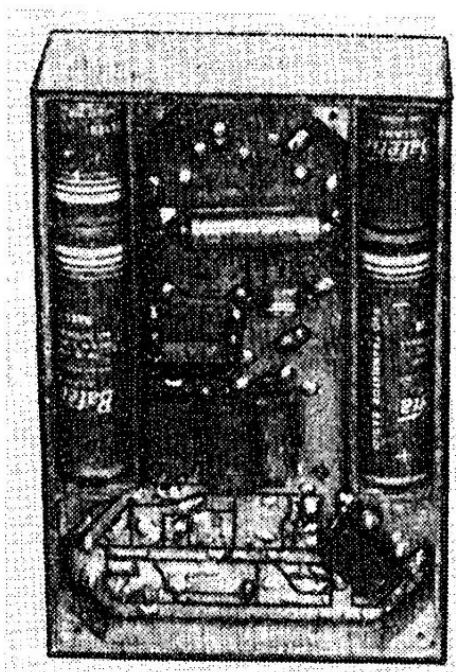
V tomto stupni zesílené střídavé napětí se odebírá z kolektorového pracovního odporu R6. Střídavé napětí je vedeno kondenzátorem C2 na bázi tranzistoru T2, který je již součástí dalšího stupně — monostabilního klopného obvodu.

3.3 MONOSTABILNÍ KLOPNÝ OBVOD

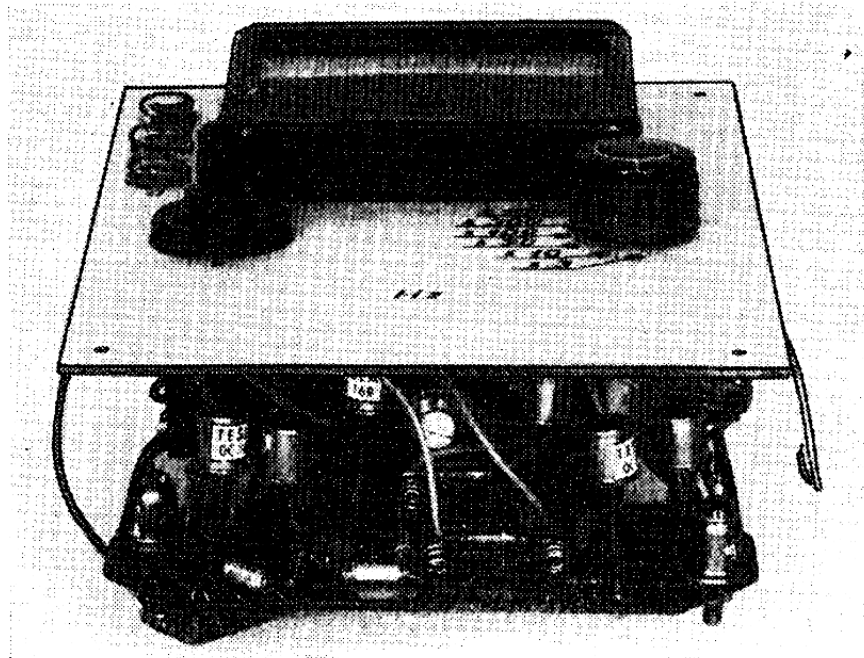
Monostabilní klopný obvod je složen ze dvou tranzistorů T2 a T3. Již název „monostabilní“ praví, že zapojení je elektricky stabilní pouze v jedné poloze, kdy tranzistor T3 je plně otevřen a tranzistor T2 je plně uzavřen. Je-li na bázi tranzistoru T2 přiveden signál záporné polarity a takové amplitudy, aby převýšil třeba i nepatrné napětí na odporu R8 — vzniklé průchodem proudu vedeným tranzistorem T3 — začne se tranzistor T2 otevírat. Nepatrným otevřením tranzistoru T2 poklesne napětí na jeho kolektoru. Pokles je způsoben průtokem proudu odporem R11. Pokles napětí na kolektoru tranzistoru T2 má za následek snížení proudu báze tranzistoru T3 a tím i jeho mírné uzavření. Jeho — třeba i nepatrným — uzavřením klesne protékající proud a tím i napětí vzniklé proudem na odporu R8 a dojde k dalšímu samovolnému otevření tranzistoru T2. Postup je tak rychlý a navíc ještě zrychlen kondenzátorem C4, že se projevuje jako skoková změna, při které si tranzistory T2 a T3 v nepatrném časovém zlomku promění své funkce. Vzájemná záměna funkcí tranzistorů T2 a T3 trvá jen tak dlouho, pokud je na bázi tranzistoru T2 přiváděn signál záporné polarity. Jakmile však signál zanikne nebo změní svoji polaritu, okamžitě se tranzistory vrátí elektricky do původní výchozí polohy, to znamená, že tranzistor T2 se uzavře a tranzistor T3 se otevře. Tato vlastnost monostabilního klopného obvodu, změnit libovolný elektrický průběh na průběh pulsů, je právě nezbytně nutná pro správnou a spolehlivou funkci následujícího bistabilního klopného obvodu.

3.4 BISTABILNÍ KLOPNÝ OBVOD

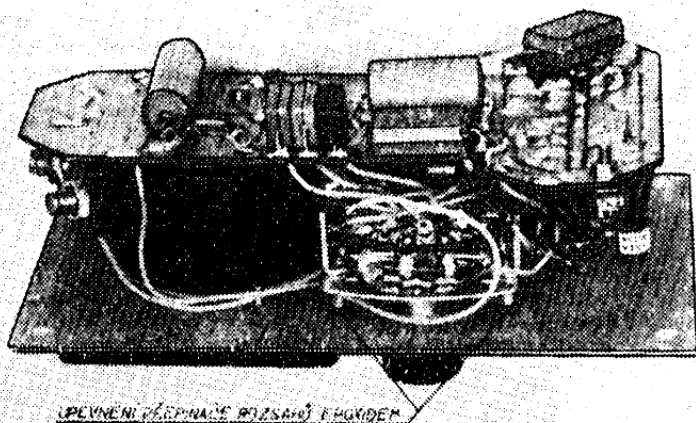
Bistabilní klopný obvod je opět složen ze dvou tranzistorů, a to T4 a T5. Samotné označení „bistabilní“ již znamená, že toto zapojení je proti předcházejícímu elektricky stabilní v obou polohách: tranzistor T4 je otevřen a tranzistor T5 uzavřen, nebo naopak. Pro vysvětlení funkcí všech součástí bistabilního klopného obvodu je vzat počáteční stav, kdy tranzistor T4 je otevřen a T5 uzavřen. Na kolektoru uzavřeného tranzistoru T5 je dostatečně vysoká napěťová úroveň, která se blíží prakticky hodnotě napětí zdroje. Následkem toho protéká odporem R18 proud, který postačuje na plné otevření tranzistoru T4. Současně se přivádí odporem R20 záporné napětí z kolektoru tranzistoru T5 na diodu D4,



Obr. 1 — Sestavený přístroj — bez zadní stěny



Obr. 2 — Sestavený přístroj — boční pohled



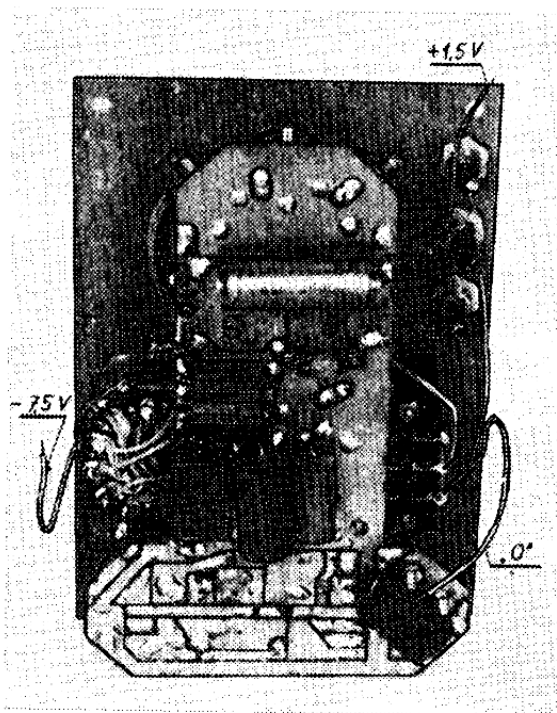
Obr. 3 — Upevnění přepínače

kteřá je tím úplně uzavřena. Uzavřenou diodou D 4 je kapacita C 6 odpojena od báze tranzistoru T 5. Na kolektoru otevřeného tranzistoru T 4 je naopak velmi malé napětí, takže odporem R 16 neteče žádný proud a tranzistor T 5 není buzen. Odporem R 17 se na bázi tranzistoru T 5 přivádí malé kladné předpětí, které tento tranzistor spolehlivě uzavře. Současně se toto malé kladné předpětí vede též na bázi otevřeného tranzistoru T 4, kde se však vzhledem k budicímu proudu, tekoucímu do báze odporem R 18, vůbec neuplatní. Dioda D 3 je však otevřena a tak je kondenzátor C 5 připojen k bázi otevřeného tranzistoru T 4. Je-li nyní přiveden puls kladné polarity na kondenzátory C 5 a C 6, projde pouze otevřenou diodou D 3 a způsobí uzavření tranzistoru T 4. Následkem je okamžité vzájemné prohození funkcí tranzistorů T 5 a T 4: tranzistor T 4 se úplně uzavře a tranzistor T 5 se úplně otevře. Současně se uzavře dioda D 3 a otevře dioda D 4. Další přivedený puls na kondenzátory C 5 a C 6 projde nyní pouze otevřenou diodou D 4 na bázi tranzistoru T 5. Zde způsobí jeho plně uzavření a tím okamžité otevření tranzistoru T 4. Průběh napětí na kolektorech tranzistorů T 4 a T 5 je přesně obdélníkový, avšak jeho kmitočet je poloviční než kmitočet přiváděných pulsů z tranzistoru T 3. Kondenzátory C 7 a C 8, které jsou paralelně k odporům R 16 a R 18, pouze urychlují překlopení obou tranzistorů.

Tento bistabilní klopný obvod umožňuje měřit kmitočty libovolného průběhu oproti jiným známým řešením, která jsou sice jednodušší, ale dávají správné výsledky pouze u sinusového průběhu. Z jeho funkce je patrné, že jakýkoliv elektrický periodický jev libovolného napětového průběhu je převeden na obdélníkový průběh. Napětí obdélníkového průběhu lze již s dostatečnou přesností vyhodnotit známým zapojením, nazývaným „počítáč pulsů“, který bude popsán v odstavci 3.6.

3.5 EMITOROVÝ SLEDOVAČ A OMEZOVAČ AMPLITUDY

Emitorový sledovač, osazený tranzistorem T 6, svou vysokou vstupní impedancí absolutně neovlivňuje funkci předcházejícího bistabilního klopného obvodu a dále svou nízkou výstupní



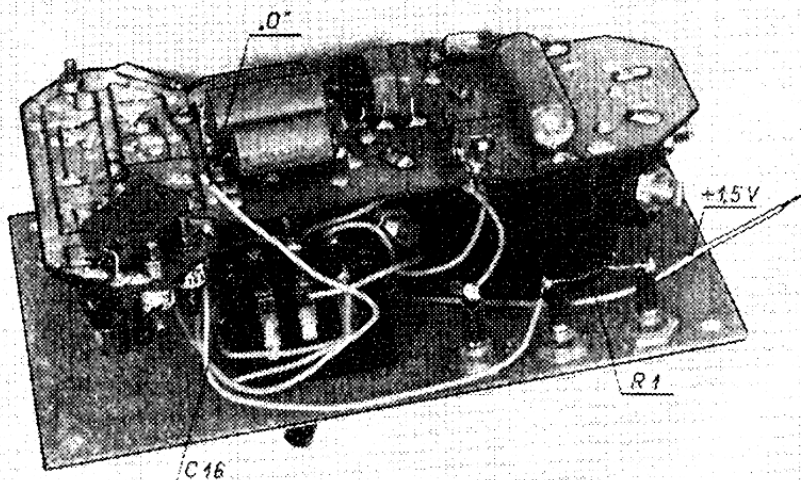
Obr. 4 — Sestavený přístroj — pohled zezadu

impedancí zaručuje lineární napěťový průběh počítače pulsů. Odpor R 21 je vázán s kolektorem tranzistoru T 5. V kolektoru tranzistoru T 6 je ochranný odpor R 23, který svou velikostí chrání tranzistor T 6 před proudovým přetížením. V emitoru tranzistoru T 6 je zapojen pracovní odpor R 22 s křemikovou Zenerovou diodou D 5. Zenerova dioda D 5 přesně definuje výstupní amplitudu obdélníkových pulsů a jeví se tudíž jako omezovač amplitudy. Amplituda je tudíž nezávislá na napětí zdroje a na změně okolní teploty. Na emitor tranzistoru T 6 je připojen šestipólový jednodestičkový prepínač typu PN, který přepíná jednotlivé kmitočtové rozsahy. Za ním následuje počítač pulsů.

3.6 POČÍTAČ PULSŮ

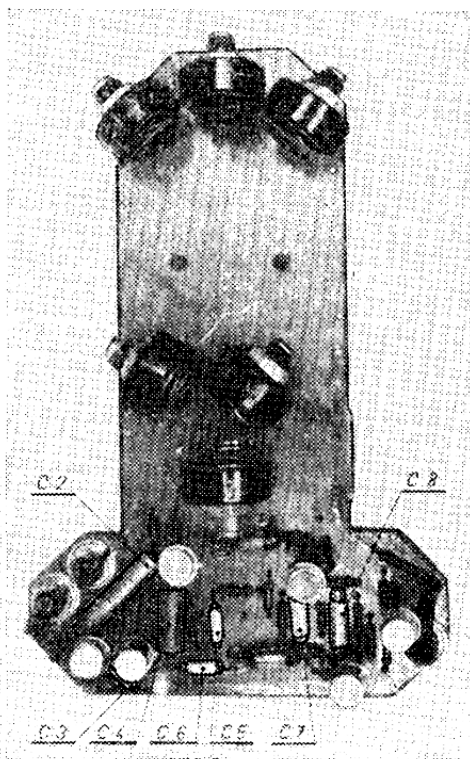
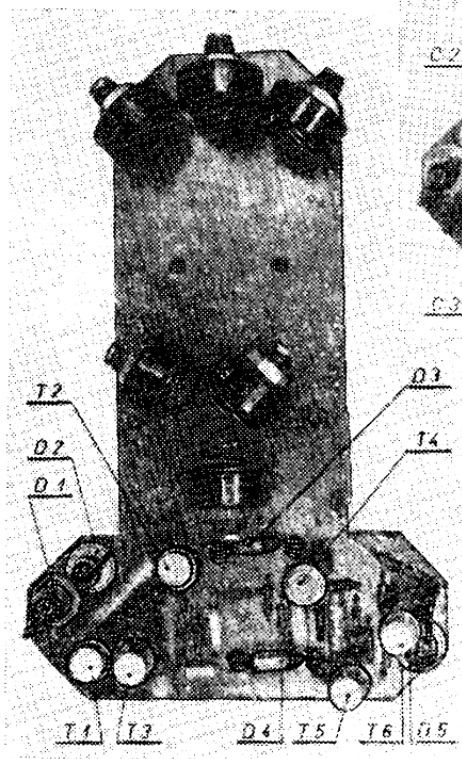
Počítač pulsů je složen jednak z kmitočtově závislého členu, dále z dvoucestného usměrňovače zapojeného jako zdvojovač napětí, filtrační kapacity, ručkového přístroje s otočnou cívkou a paralelně zapojeného zatěžovacího odporu. V tomto přístroji je šest přepínatelných kmitočtově závislých členů, tvořených kondenzátory C 9 až C 14.

Dvoucestný usměrňovač se skládá z germaniových hrotových diod D 6 a D 7. Na katodu diody D 7 je připojen měřicí přístroj typu DHR 5 pro proud $100 \mu\text{A}$. Paralelně k měřicímu přístroji je zapojen elektrolytický kondenzátor C 15 jako filtrační kapacita. K měřicímu přístroji se také paralelně připojují přepínačem jednotlivé proměnné odpory R 24 až R 29, kterými se při cejchování kmitočtoměru nastavují přesně jednotlivé rozsahy. Po nastavení jednotlivých rozsahů se proměnné odpory zajistí kapkou barvy.



Obr. 5 — Sestavený přístroj — pohled z boku

Obr. 6 — Rozmístění
polovodičů



Obr. 7 — Rozmístění
kondenzátorů

3.7 BATERIOVÝ ZDROJ

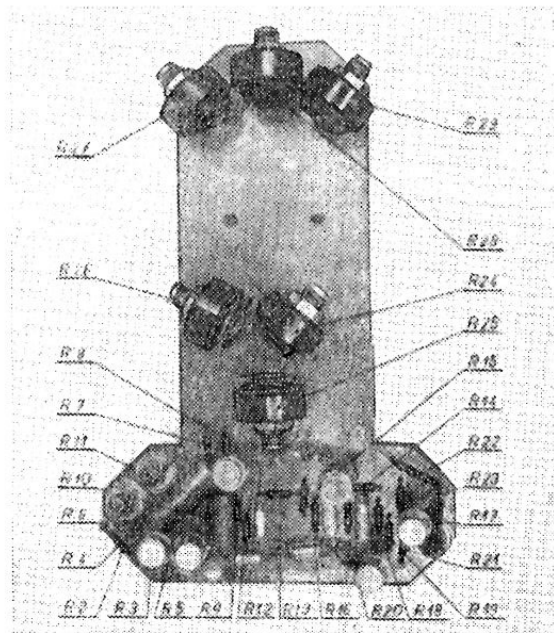
Jako zdroj použijeme tři kulaté baterie typu Bateria 220, které jsou rovnoměrně rozděleny do dvou schránek (obr. 1). Od baterií vedou dva vodiče k dvoupólovému páčkovému vypínači. Třetí vodič přivádí od baterií potřebné kladné předpětí +1,5 V. Za vypínačem je filtrační elektrolytický kondenzátor C 16, který prakticky odstraní vliv zvýšeného vnitřního odporu stárnoucích baterií. Kondenzátor C 16 je připájen přímo na vypínač (obr. 5).

4. KONSTRUKCE MECHANICKÝCH DÍLŮ A SESTAVA PŘÍSTROJE

4.1 MECHANICKÁ STAVBA PŘÍSTROJE

Celý přístroj Transimet je postaven na dvojité čelní desce rozměrů 112×165, kterou tvoří základní pertinaxová nebo umatexová deska 2 mm silná a krycí deska z umaplexu, tloušťka 2 mm (obr. 2, 3). Mezi oběma destičkami je maska, jejíž nákres máme na obr. 25; nákres vystříháme a vložíme mezi destičky. Vrchní umaplexovou i základní nosnou destičku opracujeme současně tak, že v rozích vyvrtáme společné otvory \varnothing 3 mm a destičky pevně stáhneme šrouby M 3. Všechny otvory se předvrtají menšími vrtáky a po rozebrání desek se dovrtají na patřičné průměry podle obr. 22, 23.

Přepínač rozsahů je upevněn trochu neobvyklým způsobem. Šroubky M 3, kterými se přepínač upevňuje do panelu, se zkrátí na délku asi 1,5 až 2 mm a hřídelka \varnothing 6 mm se zkrátí na délku asi 10 mm. Takto upravený přepínač se zasune do předvrtaných otvorů v základní desce a otvory \varnothing 3,2 mm, do kterých zasahují zkrácené šroubky M 3, se zatmelí epoxydem (obr. 3). Po vytvrzení, tj. asi za 24 hodin při pokojové teplotě, se začistí povrch tak, aby vystřížená maska hladce dolehla na celý povrch základní desky.



Obr. 8 — Rozmístění odporů

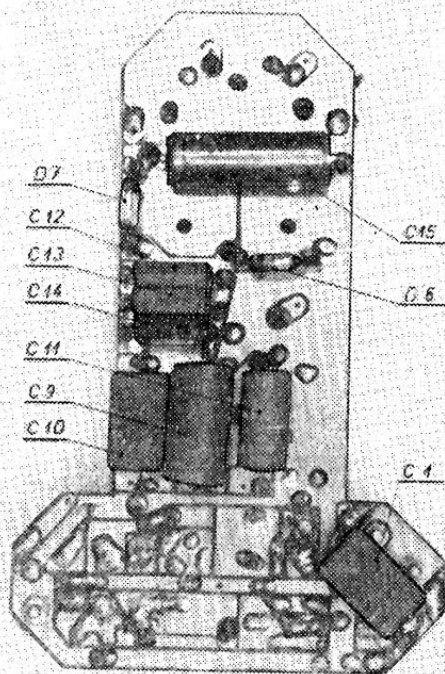
4.2 POPIS SKŘÍŇKY

Původně jsme chtěli použít některou z běžně prodávaných druhů skříněk. Protože však každá z nich měla nedostatky, byla vybrána skříňka, kterou lze nejjednodušším způsobem vyrobit. Těmto požadavkům nejlépe vyhověla skříňka ze stavebního návodu č. 41 Transitest.

Skříňka je z překližky 4 mm silné, je polepená 1,5 mm silným barevným umakartem, čímž odpadne povrchová úprava, která je pro amatéry nejobtížnější. Umakart přechází překližkovou skříňku nahoře o 4 mm tak, že základní destička, na které je kmitočtoměr postaven, zapadne do vybrání, které vznikne mezi překližkou a umakartem (obr. 17). Skříňka je zespodu kryta umakartovou destičkou (obr. 24), která se zasune dovnitř podobně jako horní základní deska. Zespoda jsou schránky pro baterie. Díly skřínky musíme vyrobit velmi přesně, aby půdorys odpovídal základní desce přístroje. Povrch skřínky je polepen umakartem, který přechází překližkovou stěnu nahoře o 4 mm a dole o 2 mm. Umakart se nejlépe přitmelí epoxydem (Epoxy 1200); správně namíchaným epoxydem se potře drsná strana umakartu, která se potom připevní svorníky k překližce. V dolní části skřínky jsou vlepény dvě schránky na kulaté baterie typu Bateria 220. Schránky se snadno vyrobí z lesklé lepenky 2 mm silné; pracnější jsou schránky z pertinaxu, umatexu, nebo ze slabé překližky. V čelní části jsou přitmelena vodítka, do kterých zapadne uhlíková elektroda baterie (obr. 17, obr. 1). Přívody baterií jsou z mosazného plechu 0,5 mm silného. Můžeme také použít vývodů získaných z plochých baterií a podle potřeby je upravit. Po vlepění schránek na baterie se vlepí do rohu skřínky trojúhelníkové výstupy z tvrdého dřeva (zhotovené podle obr. 17), které skříňku velmi dobře zpevní. Celková sestava skřínky a detaily jsou na obr. 17. Zdroj pro tento přístroj se skládá ze tří kulatých článků typu Bateria 220. V každé schránce je jedna celá baterie a jedna půlka získaná rozebráním jedné ze tří zakoupených baterií. Vložené baterie vidíme na obr. 1. Životnost baterií je velmi dlouhá a zničí se spíše stářím než vybitím.

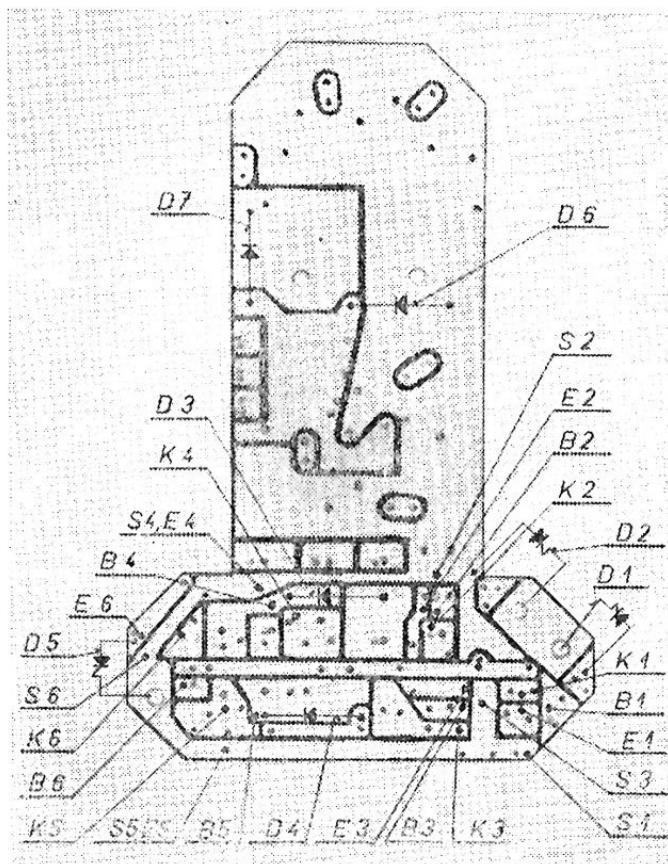
Kmitočtoměr je vložen do vybrání ve skříňce a přitažen v rozích čtyřmi čokkovými šrouby do dřeva s čalounickými podložkami. Spodní kryt z umakartu je rovněž připevněn ke skříňce šroubky do dřeva.

Obr. 9 — Rozmístění součástí na straně měděné fólie



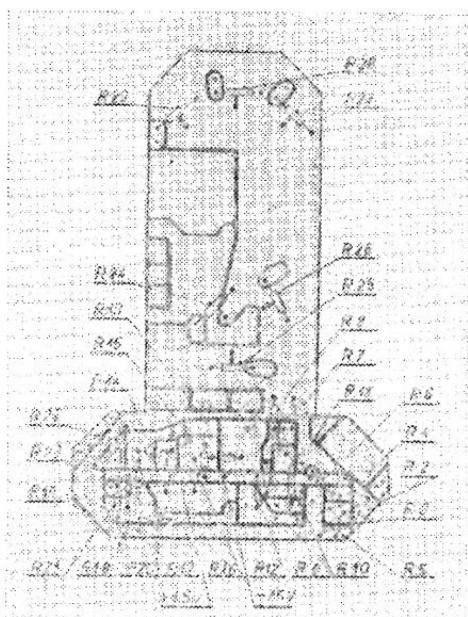
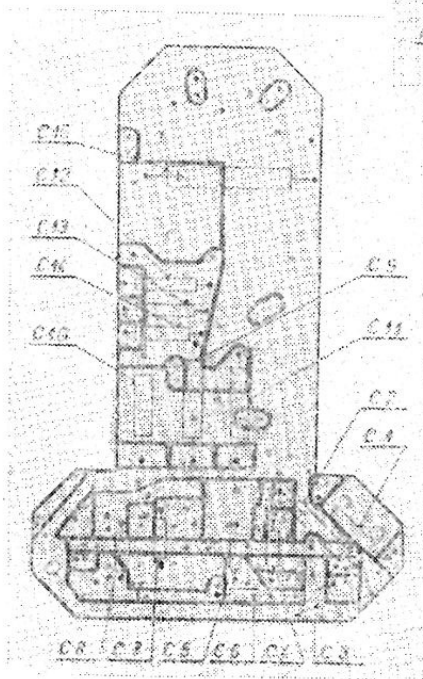
4.3 ZHOTOVENÍ TIŠTĚNÝCH SPOJŮ

Ke zhotovení destičky s tištěnými spoji je použito kuprexitu nebo kuprekartu. Materiál prodávají v odřezcích některé odborné prodejny radiosoučástek. Rozměrově vhodný kus materiálu se nejprve očistí a měděná fólie se odmastí trichlorem (čistič skvrn). Dále se na ni uhlovým papírem překopírují jednotlivé spoje z obr. 13. Po překopírování se místa, která nemají být odleptána, zabarví řidším nitrolakem. Musíme si uvědomit, že odpařující se ředidlo je prudce hořlavé a výbušné, proto pracujeme v dobře větrané místnosti. Po zaschnutí provedeme retuš, tj. delší rovné úseky zarovnáme žiletkou podle pravítka. Zde se vyplatí velká pečlivost; výrobek tím získá vzhled továrního provedení.

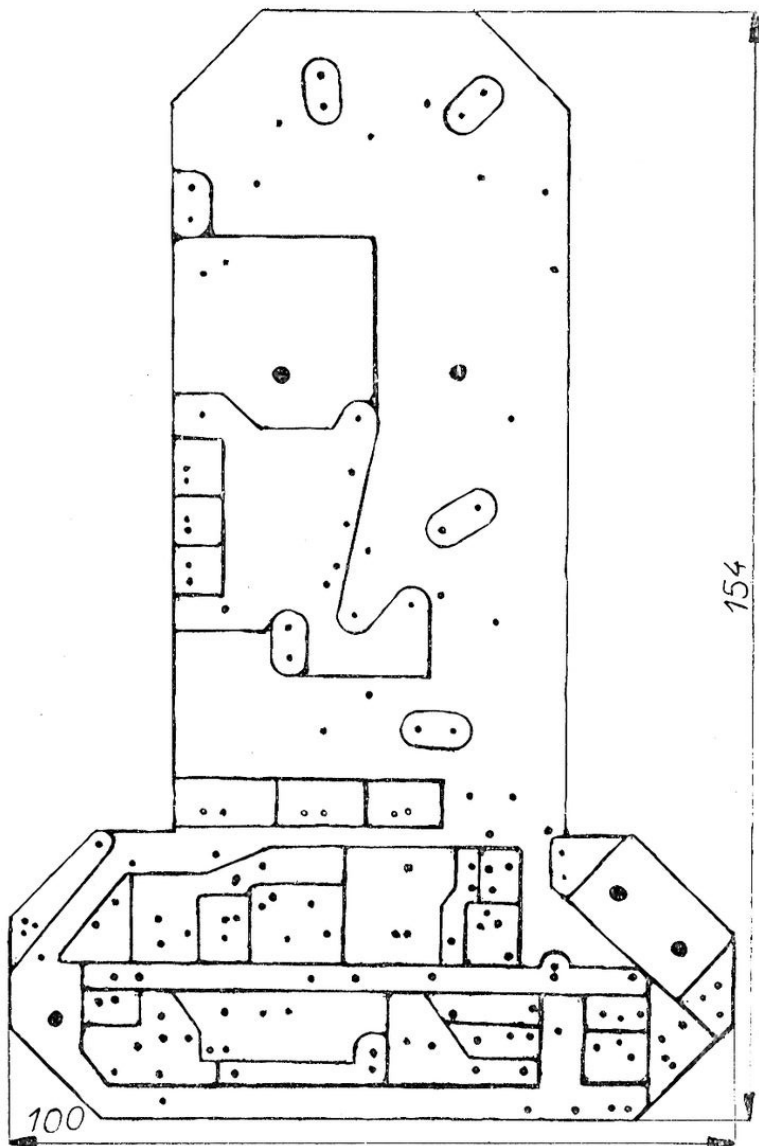


Obr. 10 — Plošné spoje — zapojení polovodičů

Obr. 11. — Plošné spoje —
zapojení
kondenzátorů



Obr. 12. — Plošné spoje —
zapojení odporů

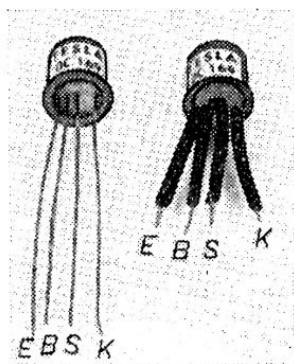


Obr. 13 — Rozvržení plošných spojů

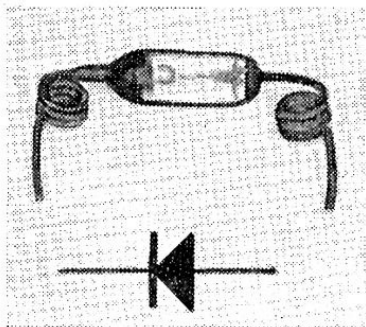
Vlastní leptání lze provést koncentrovaným roztokem chloridu železitého, který pro urychlení procesu můžeme ohřát až na 50° C. Při této teplotě a za neustálého míchání může být destička vyleptána asi za 15 minut. Má-li však leptací roztok teplotu asi 20° C, trvá vlastní leptání 1 až 2 hodiny. Po vyleptání se musí destička dobře opláchnout v tekoucí vodě a nechat zaschnout. Dále se vyvrtají potřebné otvory patrné z obr. 10, 11, 12 a 13, a destička se seřízne na správné rozměry. Potom se měděná fólie nitroředidlem zbaví nitro-lakového nátěru a takto očištěná, vyleptaná destička se lehce potře roztokem kalafuny v nitroředidle. Tento nátěr musí několik hodin schnout při zvýšené teplotě až asi do 50° C.

4.4 MONTÁŽ ELEKTRICKÝCH SOUČÁSTÍ

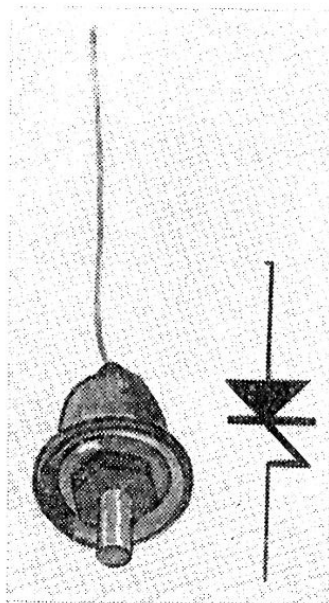
Do předvrtaných otvorů se nasunou elektrické součásti, a to: odpory podle obr. 12 a 8, kondenzátory podle obr. 11, 9, 7, polovodičové součásti, jako jsou germaniové diody, Zenerovy diody a tranzistory, podle obr. 6, 9, 10. Přívodní dráty u germaniových diod se navinou na trn o průměru 3 mm a upraví podle obr. 15. U tranzistorů se zkrátí přívodní drátky a opatří se bužírkami, jak je patrné z obr. 14. Součástky pájíme pouze radiotechnickou pájkou dobře prohřátým pájedlem. Při pájení použijete kalafunu, zásadně nepoužívejte různých „zaručených“ past, které téměř vždy způsobují korozi. Polovodičové součástky pájejte co možno nejkratší dobu.



Obr. 16 — Zapojení Zenerovy diody



Obr. 15 — Úprava vývodů hrotové diody



Obr. 14 — Úprava vývodů tranzistorů

Dlouhou pájecí dobou by mohlo dojít k tepelnému porušení polovodičového krystalu a k odlepení měděné fólie od nosného podkladu. Vzájemné spoje mezi destičkou se součástkami, přepínačem rozsahů a hlavním vypínačem jsou provedeny vodičem o \varnothing 0,5 mm s igelitovou izolací. Pro spoj mezi destičkou a vstupními zdířkami může být použit stíněný vodič. Kontakty na přepínači rozsahů jsou ohnuty kolmo k destičce, aby byl kolem nich dostatek místa pro spoje (viz obr. 3).

Pokud nemáme elektrolytické kondenzátory izolované PVC, provedeme si tuto izolaci sami. Zakoupíme pokud možno průhlednou PVC bužírku, jejíž vnitřní průměr je asi o 1 mm menší než průměr elektrolytického kondenzátoru. Odstříhneme kousek bužírky v délce kondenzátoru a ponoříme jej asi na 15 minut do trichloru. V trichloru bužírka značně změkne a mírně se zvětší její rozměr, takže ji snadno navlékneme na elektrolytický kondenzátor. Když se trichlor odpaří, přilne bužírka pevně na povrch kondenzátoru.

4.5 NÁHRADA SOUČÁSTEK

Pro zapojení můžeme samozřejmě použít i jiných druhů součástek, než jsou uvedeny v rozpisce; odpory a kondenzátory však musejí mít hodnoty podle rozpisky. Dále je třeba mít na zřeteli, že součásti jsou umístěny ve značně stísněném prostoru a s tím musíme počítat, budeme-li používat náhradních součástek. Hrotové germaniové diody D 3, D 4, D 6, D 7 můžeme zaměnit za novější typy GA 202 až GA 204, které jsou rozměrově asi o polovinu menší. Záměnu tranzistorů nedoporučujeme. Jedině v případě, že by se upustilo od nejvyššího kmitočtového rozsahu do 100 kHz, mohou se tranzistory OC 169 bez změny nahradit typem OC 71 nebo OC 75. V žádném případě však je nemůžeme zaměnit za tranzistory vodivostního typu NPN.

Také nedoporučujeme nahradit drátové potenciometry R 24 až R 29 známými potenciometrickými trimry. Rozměrově by sice vyhovovaly, ale svou nestálostí by přístroj úplně znehodnotily.

5. UVEDENÍ DO CHODU

5.1 KONTROLA

Před vložením baterií do přístroje zkontrolujeme pečlivě zapojení. Prohlédneme přívody k přepínači rozsahů a hlavně pečlivě překontrolujeme zapojení baterií i dvoupólového vypínače, abychom se vyhnuli nebezpečí prepólování tranzistorů. Prepólováním bychom mohli všech šest tranzistorů jednorázově zničit.

5.2 NASTAVENÍ JEDNOTLIVÝCH ROZSAHŮ

Po zasunutí baterií, před spuštěním přístroje upravíme ještě korekci nuly aretačním šroubkem, umístěným uprostřed ručkového přístroje DHR 5. K nastavení rozsahů je nutné použít tónový generátor. Vlastní práce je potom velmi jednoduchá.

Tónový generátor se připojí na zdířky „0“ a „1“. Nastaví se jeho výstupní napětí asi na 0,5 V. Přepínač rozsahů se přepne do první polohy a zapne se vlastní kmitočtoměr. Tónový generátor je přitom nastaven na kmitočet 300 Hz. Otáčením potenciometru R 24 se nastaví plná výchylka měřicího přístroje. Dále se přepne kmitočtoměr na druhý měřicí rozsah a tónový generátor se

přeladí na 1 kHz. Potenciometrem R 25 se nastaví opět plná výchylka měřicího přístroje a přepínač rozsahů se přepne na třetí rozsah. Tónový generátor se přeladí na 3 kHz a potenciometrem R 26 se nastaví zase plná výchylka přístroje. Následuje přepnutí na čtvrtý rozsah. Tónový generátor se přeladí na 10 kHz a plná výchylka se nastaví potenciometrem R 27. Potom se přepne na pátý rozsah. Tónový generátor se přeladí na 30 kHz a potenciometrem R 28 se nastaví opět plná výchylka. Nyní se přepne kmitočtoměr na poslední, tj. šestý rozsah, tónový generátor se přeladí na 100 kHz a plná výchylka ručkového přístroje se vykoriguje potenciometrem R 29.

Provede se opětná kontrola všech rozsahů výše uvedeným způsobem a nastavené potenciometry se zakápnou nitrolakem.

6. POUŽITÍ PŘÍSTROJE

Kmitočtoměr se může používat buď přímo — jak říká sám jeho název — pro měření kmitočtů, na jakých oscilují různé elektrické obvody, nebo jako elektronický otáčkoměr. Toto použití je u nás ještě velmi málo známé, v průmyslově vyspělých státech je však velmi rozšířené. Základem celého zařízení je potom pouze vhodné čidlo, např. indukční nebo fotoelektrické apod. Otáčky daného stroje se tím převedou na střídavý proud, který může být i pulsního charakteru. Změřit kmitočet tohoto střídavého proudu — třeba i velmi slabého — není již pro náš přístroj žádným problémem. Musíme si jen správně stanovit přepočítávací koeficient, kterým se potom násobí naměřený kmitočet a výsledkem jsou již obrátky daného stroje. Jako příklad uvádíme použití kmitočtoměru jako elektronického otáčkoměru v motorovém vozidle Škoda Octavia. Kmitočtoměr je potom zbytečně napájet z vestavěných baterií, ale po užije se náhradního zdroje, který bude popsán v odstavci 7. Kmitočtoměr se uzemní přes oddělovací kondenzátor na kostru vozidla. Tato kapacita je zabudována v náhradním zdroji (obr. 27). Svorka „2“ se propojí přímo na přerušovač u rozdělovače. Nyní se musí stanovit vhodný rozsah kmitočtoměru a také správný přepočítávací koeficient. Vyjde se od max. obrátek motoru, které nikdy nepřekročí hodnotu 6000 obr./min. Otáčky rozdělovače jsou poloviční, tomu odpovídá 3000 obr./min. Motor je čtyřválcový, to znamená, že na jednu obrátku rozdělovače připadnou 4 elektrické pulsy, celkem 12 000 pulsů za minutu. Protože kmitočet měříme v Hz za vteřinu, odpovídá tomu kmitočet 200 Hz. Z toho plyne, že lze použít prvního rozsahu do 300 Hz a přepočítávací koeficient je 30 [naměřený kmitočet násobíme 30krát a výsledná hodnota jsou měřené obrátky]. Chceme-li kmitočtoměru používat trvale jako otáčkoměru, pak si stupnici přístroje přepíšeme přímo na hodnotu v obrátkách, eventuelně si zvolíme jinou frekvenci pro max. výchylku měřidla. Pro výše uvedený případ by nejlépe vyhovovala úprava vrého rozsahu do 200 Hz, což by vyžadovalo pouze zvětšit kapacitu kondenzátoru C 9 asi o 80 %.

7. NÁHRADNÍ ZDROJE

Bude-li kmitočtoměr napájen přímo z akumulátoru 12 V, osvědčil se nejlépe náhradní zdroj, jehož zapojení je na obr. 27. Použitá Zenerova dioda D 9 stabilizuje napětí pro kmitočtoměr na 9 V. Odpor R 31 omezuje maximální proud, který prochází touto diodou. Další Zenerova dioda D 8 stabilizuje napětí pro klopné obvody, zesilovací stupeň a emitrový sledovač na 7,5 V.

Proud tekoucí diodou D 8 a proud odebíraný kmitočtoměrem vytvoří na odporu R 30 napěťový spád 1,5 V. Napěťový spád je použit jako kladné předpětí pro bistabilní klopný obvod, popsáný v odstavci 3.4. Odpor R 30 je blokován elektrolytickým kondenzátorem C 17, čímž se odstraní vliv odporu R 30 na zvýšení vnitřního odporu zdroje. Také kondenzátor C 18 odstraňuje další zvýšení vnitřního odporu zdroje sériovým odporem R 31. Skutečné provedení tohoto náhradního zdroje není v návodě vyobrazeno. Předpokládáme, že takto experimentovat s výše popsaným přístrojem může jen zkušenější amatér, pro kterého potom není obtížné podobný přípravek podle stanoveného schématu zhotovit.

8. TABULKA POLOVODIČŮ

TRANZISTOR OC 169

Mezní hodnoty

$-U_{CB}$	20	V
$-I_C$	10	mA
I_E	10	mA
$-I_B$	1	mA
P_C	50	mW
T_i	75	°C
$K^1)$	0,6	°C/mW
T	-55 ÷ + 75° C	

Doporučovaný pracovní bod

$-U_{CE}$	6	V
I_E	1	mA

Zapojení s uzemněnou bází

$-I_{CBO}$	1,5	< 13	μA	měřeno při	$-U_{CB} = 6 V$
$-I_{CBO}$		< 50	μA	$-U_{CB} = 20 V$	
$-I_{EBO}$		< 50	μA	$-U_{EB} = 0,5 V$	
f_1	60	< 30	MHz	$-U_{CB} = 6 V, I_E = 1 mA$	

1) T = 0 - 55° C

Zapojení s uzemněným emitorem

$$-U_{CE} = 6 \text{ V}, I_E = 1 \text{ mA}$$

f	450	kHz	f	10,7	MHz
g_{11e}	0,4	mS	g_{11e}	3	mS
b_{11e}	0,23	mS	b_{11e}	4	mS
C_{11e}	80	pF	C_{11e}	60	pF
$-g_{12e}$	0,1	S	y_{12}	0,1	mS
$-b_{12e}$	5,1	S	φ_{12e}	260	°
$-C_{12e}$	1,8	pF	y_{21}	27	mS
y_{21}	36	mS	$-\varphi_{21e}$	40	°
g_{22e}	0,7	S	g_{22e}	90	S
h_{22e}	20	S	b_{22e}	336	S
C_{22e}	7	pF	C_{22e}	5	pF

měřeno při

$$-U_{BE} \quad 260 \quad 210 \dots 330 \text{ mV} \quad -U_{CE} = 6 \text{ V}, I_E = 1 \text{ mA}$$

$$-I_B \quad 15 \quad 50 \text{ A} \quad -U_{CE} = 6 \text{ V}, I_E = 1 \text{ mA}$$

$$\beta \quad 100 \quad 20 \dots 300 \quad -U_{CE} = 6 \text{ V}, I_E = 1 \text{ mA}$$

$f = 1 \text{ kHz}$

$$F \quad 3 \quad < 8 \text{ dB} \quad -U_{CE} = 6 \text{ V}, I_E = 1 \text{ mA}$$

$$R_g = 200 \Omega, f = 450 \text{ kHz}$$

$$F \quad 4 \quad < 8 \text{ dB} \quad -U_{CE} = 6 \text{ V}, I_E = 1 \text{ mA}$$

$$R_g = 150 \Omega, f = 10,7 \text{ kHz}$$

ZENEROVY DIODY

Mezni hodnoty

	$I_Z^{1)}$	$I_Z^{1) 2)}$
	max	max
	mA	mA
1N270	230	790

1) Platí pro nejvyšší hodnoty U_z a r_z

2) S A 2 chladič plochou $60 \times 80 \times 2 \text{ mm}$.

	$I_Z^{1)}$	$I_Z^{1) 2)}$
3NZ70	180	640
5NZ70	130	460
P_d (T = 45° C) ¹⁾	1,25	W
P_d (T = 45° C) ²⁾	5	W
K_1	0,01	° C/mW
$K^1)$	0,03	° C/mW
$K^1) 2)$	0,021	° C/mW
$K^2) 3)$	0,024	° C/mW
T_j	150	° C
T	-55 ÷ + 150	° C

Charakteristické hodnoty

Typ	U_Z V	rK Ω	I_Z mA	$k_1^{5)}$ $10^{-4}/^{\circ}C$
1NZ70	5 – 6	1 < 2	100	-3 ... +5
3NZ70	7 – 8	1 < 2	100	+2 ... +7
5NZ70	8,8 – 11	2 < 4	50	+4 ... +8
I_{AK}	1500	> 250	mA	při $U_{AK} = 1 V$
I_{KA}	0,05	< 0,1	A	při $U_{KA} = 1 V$

1) Platí pro nejvyšší hodnoty U_Z a r_z

2) S A 2 chladič plochou 60×80×2 mm.

3) Se slídovou podložkou 0,05 mm.

4) Tepelný odpor udává

K_1 tepelný odpor mezi přechodem a pouzdrem,

K celkový tepelný odpor mezi přechodem a okolím.

5) Teplotní činitel Zenerova napětí k_1 je dán vztahem

$$k_1 = \frac{U_{Z2} - U_{Z1}}{U_{Z1} (T_2 - T)}$$

GERMANIOVÉ HROTOVÉ DIODY

Mezní hodnoty

Typ	I_S	$I_S^{1)}$	$I_{SS;p}^{2)}$	$I_{S n}^{3)}$	U_{KA}	U_{KAM}
	max mA	max mA	max mA	max mA	max V	max V
2NN41	15	50	150	500	50	55
3NN41	15	50	150	500	60	75
4NN41	12	40	150	500	85	90
5NN41	10	30	100	500	100	120

Charakteristické údaje

Typ	I_{AK}	při U_{AK}	I_{KA}	při U_{KA}
	min mA	V	max μA	V barevný proužek
2NN41	2,5	1	1600	50 žlutý
3NN41	5	1	50 800	10 modrý 50
4NN41	4	1	833	50 zelený
5NN41	3	1	6 625	3 červený 100

9. POKYNY PRO NÁKUP

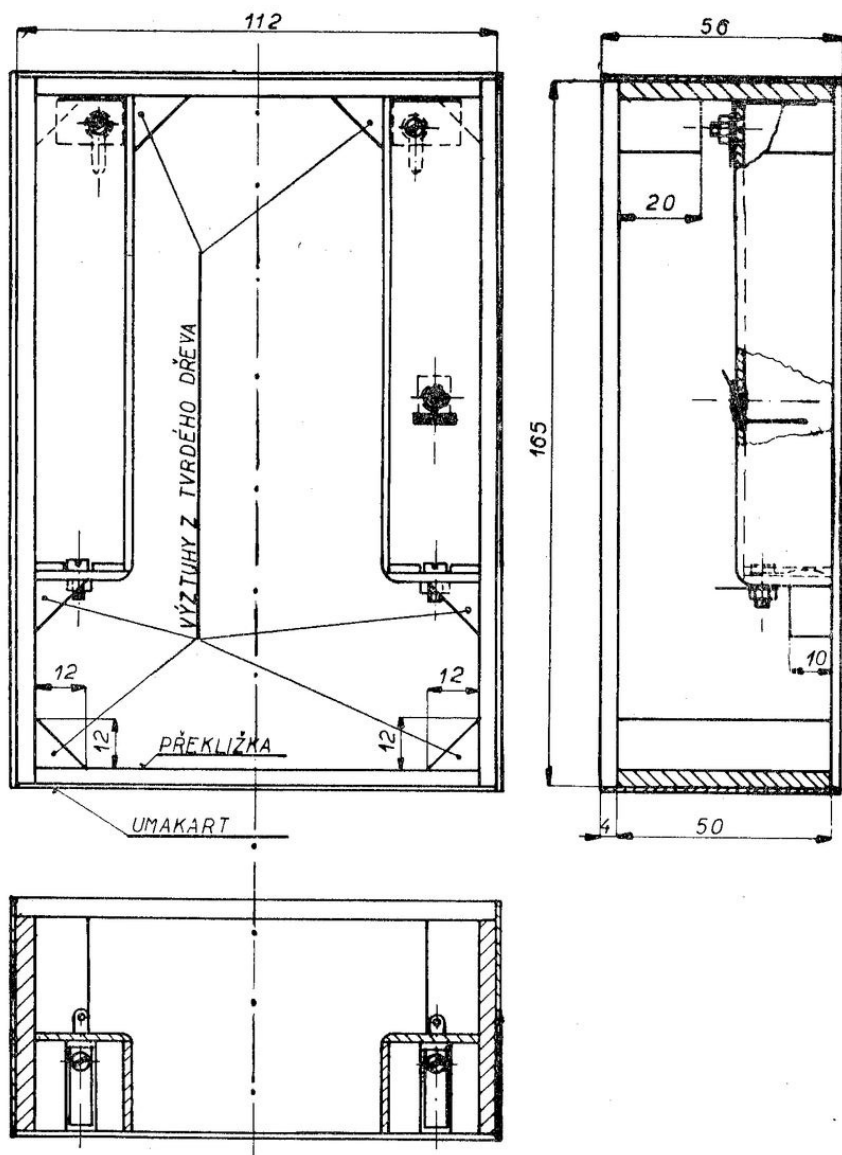
Všechny elektrotechnické součástky vám podle současných zásobovacích možností dodá podnik Domácí potřeby Praha, odborná prodejna radiosoučástek, Václavské náměstí 25, Praha 1, tel. 236270, nebo odborná prodejna Radioamatér, Žitná 7, Praha 1, tel. 228631 a dále prodejna na Poříčí 45, tel. 60540.

Objednáváte-li na dobírku, uveďte v objednávce přesně označení součástek, event. i jejich náhradní typy podle rozpisů. Pokud jde o výrobu mechanických dílů, chtěl bych upozornit, že v Praze je dobře vybavená zámečnická samoobsluha, která je otevřena denně mimo sobotu a neděli od 11 do 20 hod. Má k dispozici drobný materiál a vedoucí provozovny vám odborně poradí. Adresa je: Kovodílo Praha, provozovna č. 11, Praha 2, Ječná 28, tel. 239478.

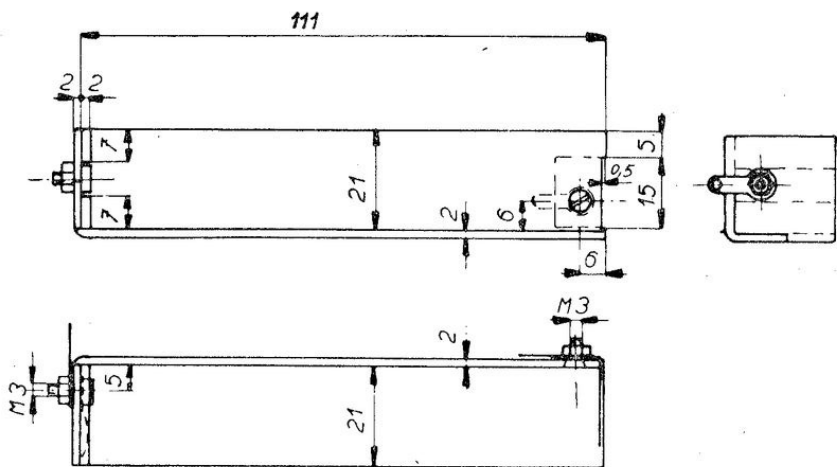
1) Po dobu max. 10 minut.

2) Max. 50 špiček za 24 hodiny.

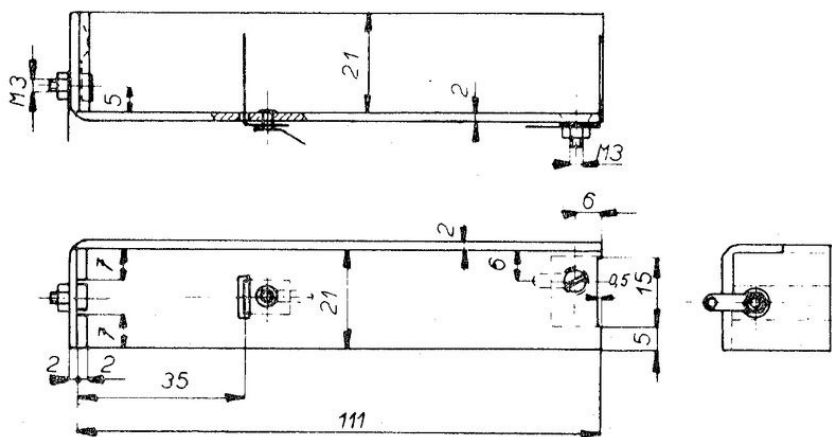
3) Max. 100 nárazů za dobu života nebo 10 ve dvouvteřinových intervalech.



Obr. 17 — Sestava skříňky

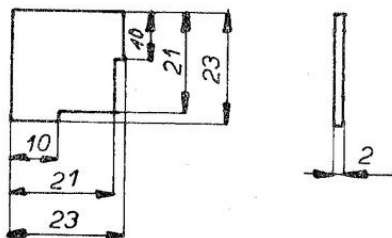
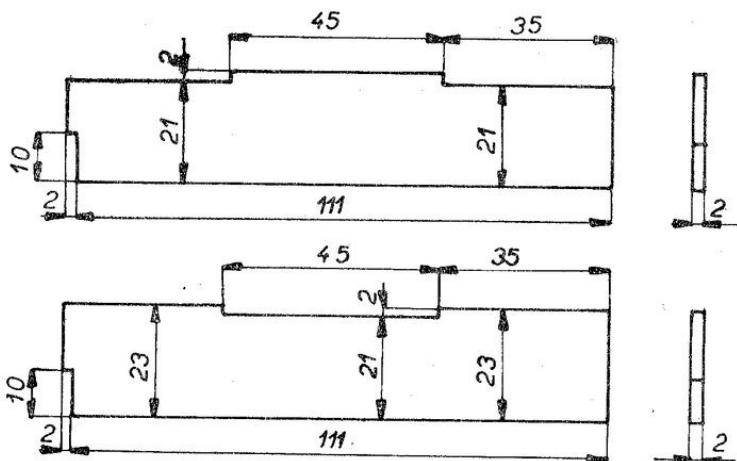


LEVÁ SCHRÁNKA NA BATERIE



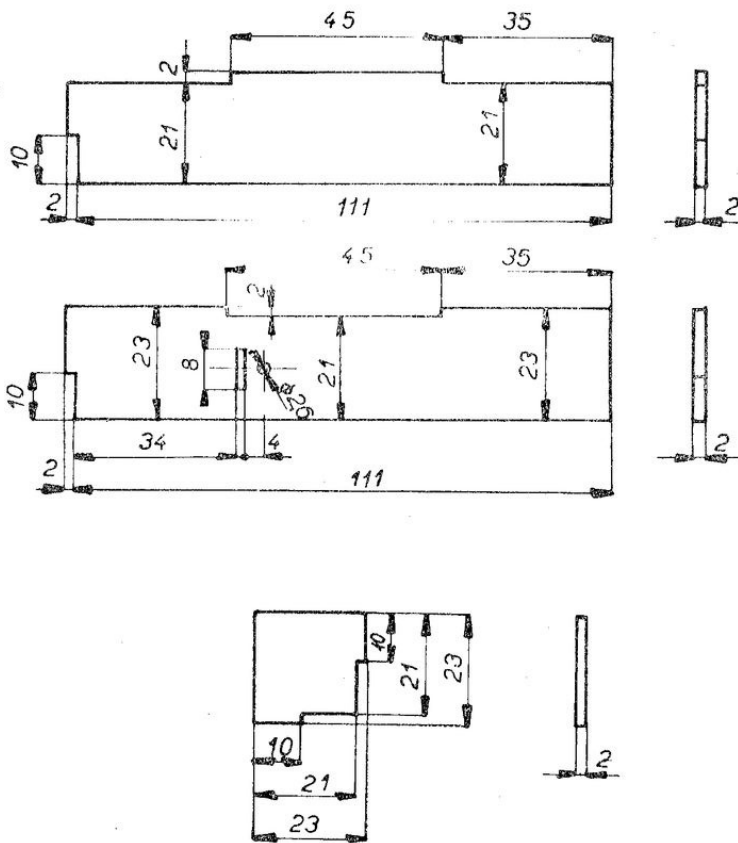
PRAVÁ SCHRÁNKA NA BATERIE

Obr. 18 — Levá a pravá schránka baterií



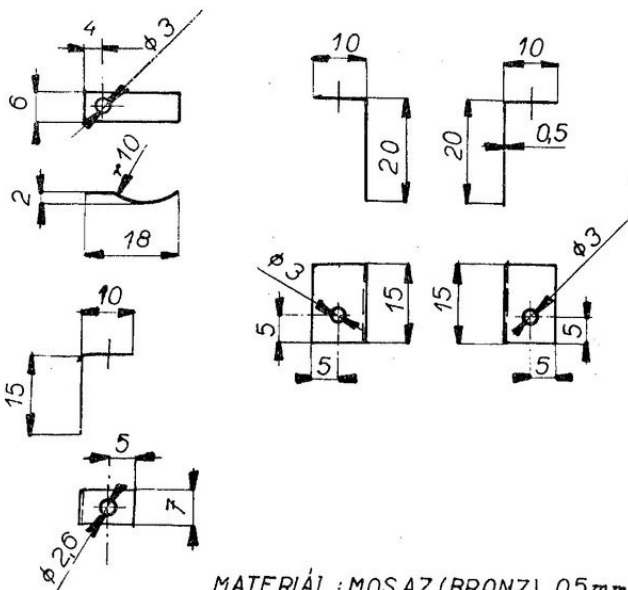
MATERIÁL: UMATEX 2 mm

Obr. 19 — Detail levé schránky baterií



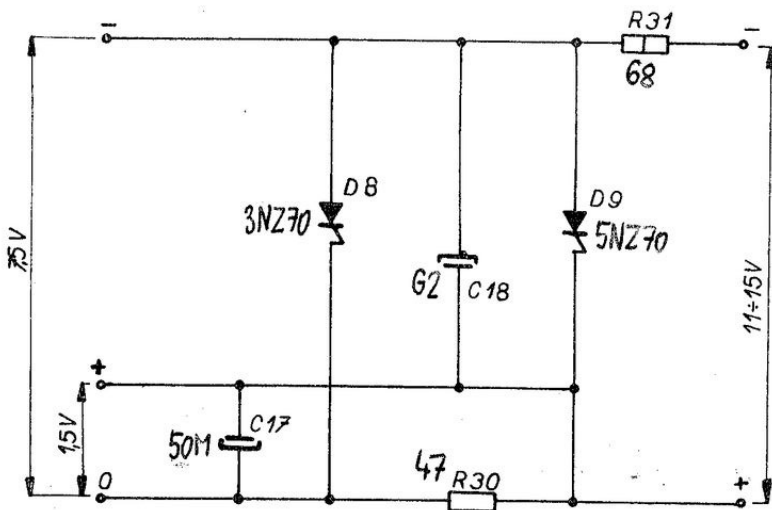
MATERIÁL: UMATEX 2 mm

Obr. 20 — Detail pravé schránky baterií

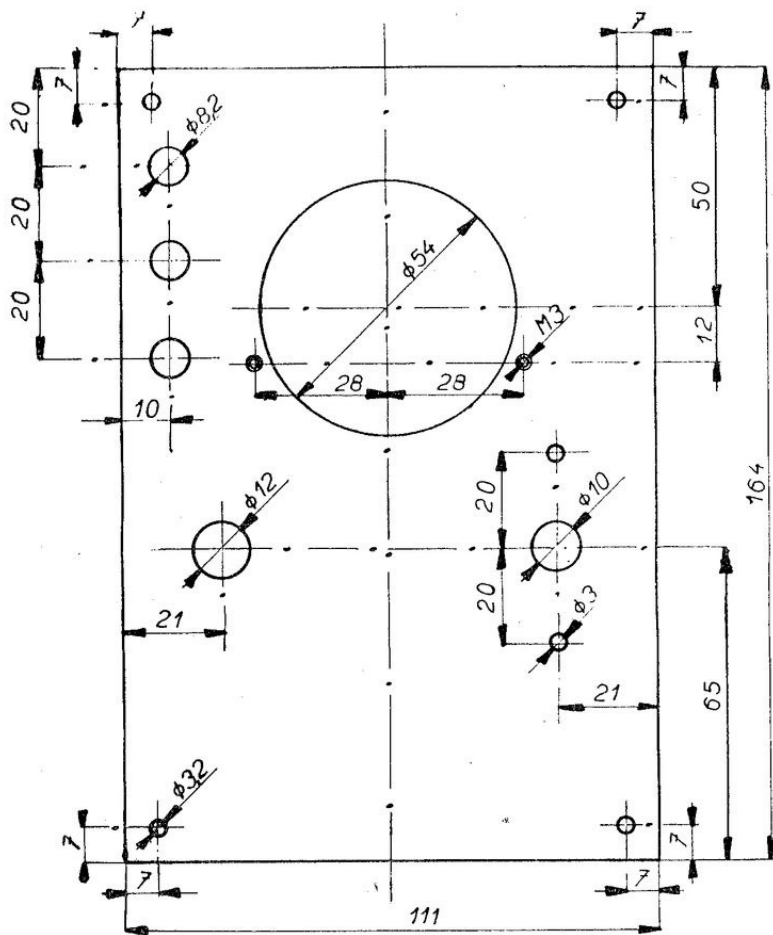


MATERIÁL : MOSAZ (BRONZ) 0,5mm

Obr. 21 — Kontakty baterii

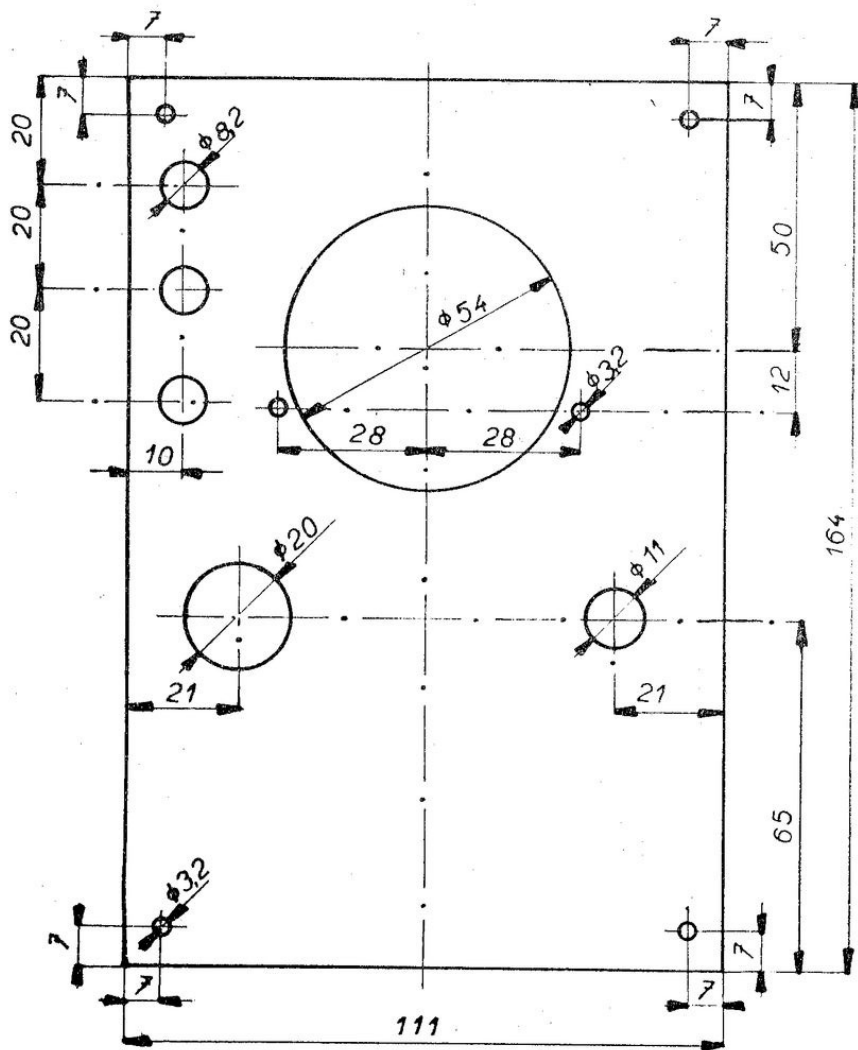


Obr. 27 — Schéma náhradního zdroje



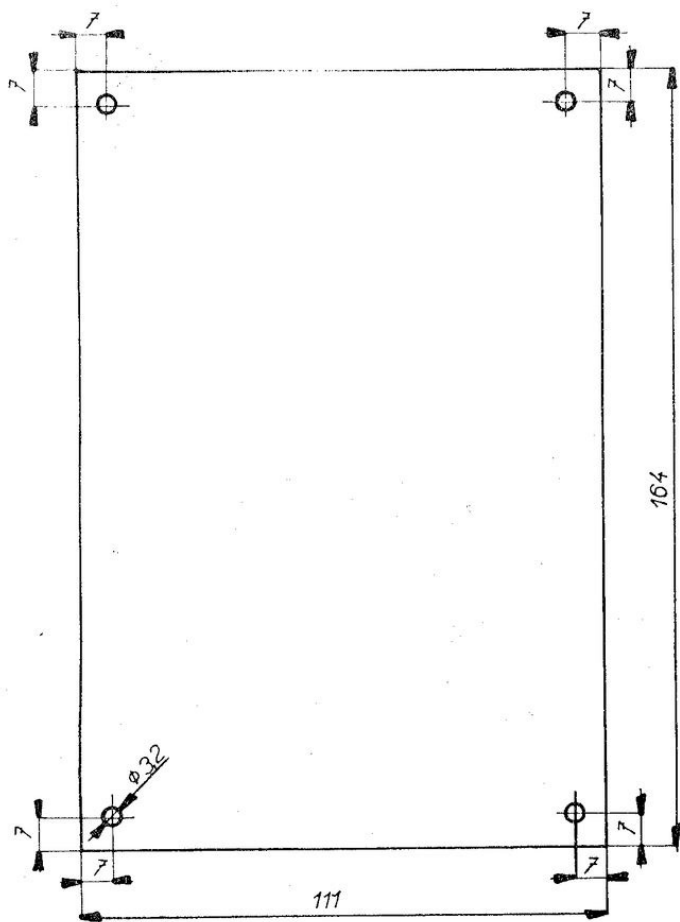
MATERIÁL: UMATEX 2mm

Obr. 22 — Základní deska



MATERIÁL: UMAPLEX 2 mm

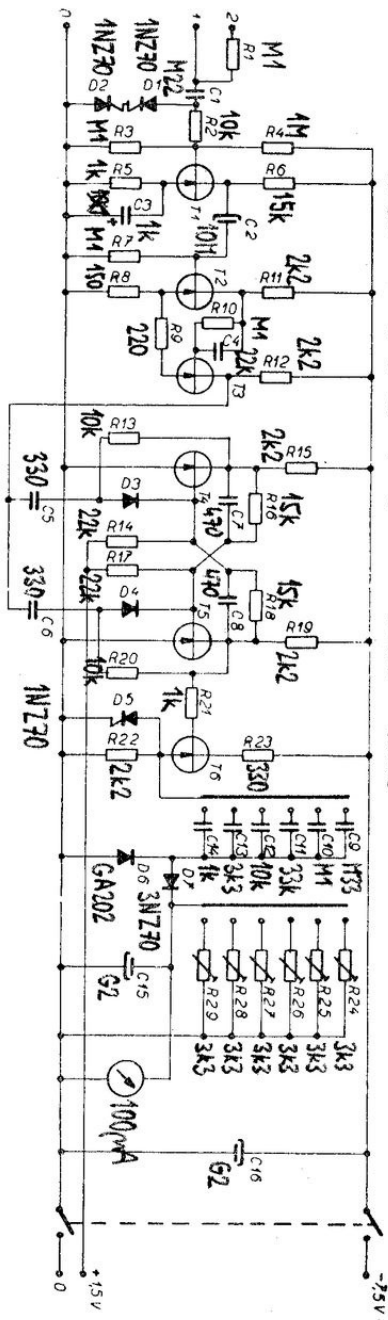
Obr. 23 — Kryt štítka



MATERIÁL: UMAKART

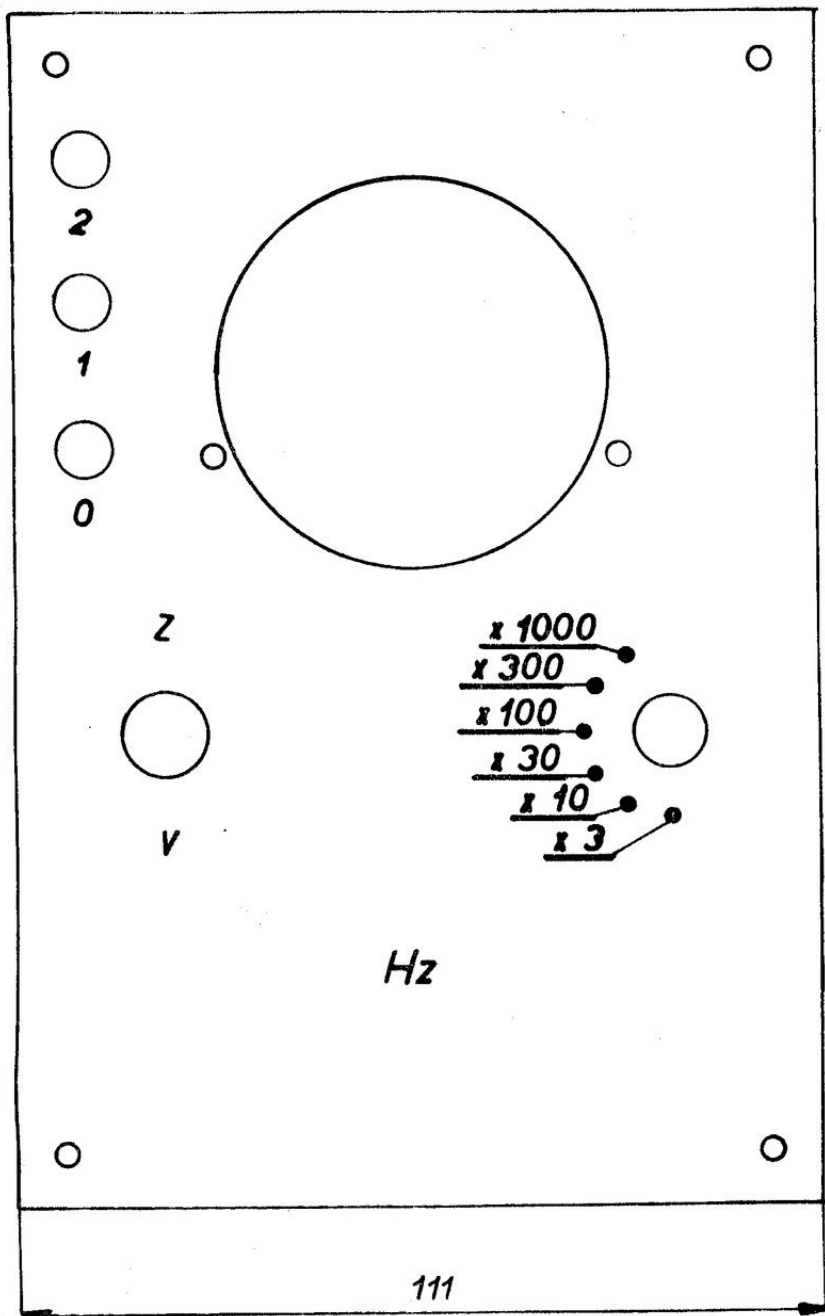
Obr. 24 — Zadní stěna

GA202 GA202



0C169 0C169 0C169 0C169 0C169 0C169

Обр. 26 — Сетковое запитиевн кмтлхотометру



Obr. 25 — Štítek

OBSAH

1. Vlastností kmitočtoměru Transimet	3
2. Technické údaje kmitočtoměru	3
3. Jak přístroj pracuje	5
4. Konstrukce mechanických dílů a sestava přístroje	12
5. Uvedení do chodu	18
6. Použití přístroje	19
7. Náhradní zdroje	19
8. Tabulka polovodičů	20
9. Pokyny pro nákup	23

STAVEBNÍ NÁVODY

PRO RADIOAMATÉRY

- 1 KRYSTALOVÝ PŘIJÍMAČ
- 2 MONODYN B. 1-elektronkový přijímač na baterie
- 3 DUODYN. 2-elektronkový přijímač sítový
- 8 DIVERSON. Moderní superhet
- 10 NÁHRADNÍ ELEKTRONKY. Porovnávací tabulky
- 14 DIPENTON. 2+1-elektronkový přijímač
- 16 MINIATURNÍ ELEKTRONKY
- 19 EXPOMAT. Elektronkový časový spínač
- 20 GERMANIOVÉ DIODY v teorii a praxi
- 21 ELEKTRONKOVÝ VOLTMETR EV 101
- 22 TRANSINA. Kabelový tranzistorový přijímač
- 24 TRANSIWATT, předzesilovač pro Hi-Fi — 1. část
- 27 STEREOSONIC, souprava pro stereofonní desky
- 28 RIVIÉRA, horské slunce
- 29 MINIATURNÍ VENTILÁTOR na baterie a síť
- 30 TRANSIWATT Minor — zesilovač pro stereofonní sluchátka
- 31 AVANTIC — zesilovací aparatura pro věrný přenos
- 32 CERTUS — nabíječ akumulátorů
- 33 TRANZISTOROVÝ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ — univerzální voltmetr
- 34 TONMIX — univerzální mixážní pult — 1. část
- 35 BIG-BEAT. Výkonový zesilovač hudebních nástrojů s elektrickým sní-
máním (1. část — elektrická koncepce)
- 36 MINIATURNÍ OSCILOGRAF
- 37 TRANZISTORY a jejich použití
- 38 STYL. 5-tranzistorový reflexní přijímač na baterii i na síť
- 39 EXPOCOLOR. Automat pro stanovení expozice černobílých a barevných
fotografií
- 40 REPRODUKTOROVÉ SOUSTAVY pro věrný přenos hudby
- 41 TRANSITEST. Bateriový zkoušeč tranzistorů a diod
- 42 BIG-BEAT. Výkonový zesilovač hudebních nástrojů s elektrickým sní-
máním (2. část — mechanická koncepce)
- 43 TRANSVERTOR I. 6-tranzistorový výkonový měnič napětí
- 44 TRANSVERTOR II. Jednoduchý výkonový měnič napětí
- 45 TONMIX — univerzální mixážní pult — 2. část

→ Cena za jeden sešit Kčs 2,—

Mimo řadu: SYNCHRODETEKTOR — přijímač pro příjem VKV, cena Kčs 4,50

Neuvedená čísla jsou rozebrána ● Objednávky brožur vyřizujeme pouze na dobírku
● Brožurky obdržíte v pražských prodejnách radiosoučástek Václavské nám. 25 ●
Žitná 7 (Radioamatér) ● Na pořiči 45

Cena Kčs 2,—