

## Záruční list

---

### Podmínky záruky:

Výrobce zodpovídá za konstrukci a provedení dodaných modulů. Na základě toho poskytuje v případě vady funkčních částí záruku po dobu šesti měsíců od uvedení výrobku do provozu, nejdéle však osmnáct měsíců od splnění dodávky. Výrobce neodpovídá za vady, které vznikly nedodržením zásad pro manipulaci s obvody CMOS, popř. neodbornou manipulací, mechanickým poškozením, nesprávným používáním výrobku v rozporu s návodem k použití nebo používáním v nevhodném prostředí (vlhkém, prašném, chem. agresivním).

Servis zajišťuje Tesla Eltos prostřednictvím vybraných opraven.

Výrobce: Tesla Rožnov, k. p., závod Vrchlabí

Typ: ADM 2001

Datum balení: Balil:

Datum prodeje:

Podpis prodavače:

Razítko prodejny:

---

včt 22 89

## STAVEBNICE ČÍSLICOVÉHO VOLTMETRU ADM 2001

leden 1988

---

TESLA ROŽNOV, koncernový podnik    závod VRCHLABÍ

## OBSAH

Hlavní technické údaje.....	2
Hlavní rozměry.....	2
Osazovací plán.....	3
Schéma zapojení.....	4
Informativní rozměry a zapojení zobrazovače.....	5
Návod k použití.....	6
1. Všeobecný popis.....	6
2. Základní měřicí rozsah.....	7
3. Zobrazení desetinných teček a pomocných znaků.....	7
4. Zdroj hod. impulsů.....	7
5. Referenční napětí.....	7
6. Napájecí zdroj.....	8
7. Vstupní filtr.....	8
8. Ochranné obvody.....	8
9. Osazení desky.....	9
10. Oživení.....	12
11. Nastavení.....	13
12. Vestavění stavebnice do skříňky.....	14
Aplikace.....	15
1. Vícerozsahový voltmetr.....	15
2. Vícerozsahový ampérmetr.....	16
3. Měření střídavého napětí.....	17
4. Měření odporu.....	17
5. Měření teploty.....	19

## Hlavní technické údaje

Rozsah měřeného napětí  $\pm 200,0$  mV (pro  $U_{REF} = 100,0$  mV)  
Nejmenší měřitelné napětí  $\pm 100$   $\mu$ V

Hodnota zobrazeného údaje

$$\text{ÚDAJ} = \frac{U_{VST}}{U_{REF}} \cdot 1000$$

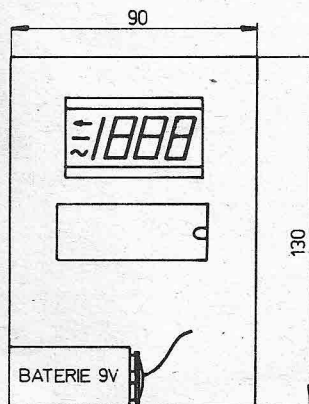
Vstupní odpor  
Nulování  
Změna a indikace polarity  
Opakovací doba měření  
Napájecí napětí

cca  $10^9$   $\Omega$   
automatické  
automatická, indikace  
cca 0,3 s  
8 až 12 V  
(destičková baterie typ 51D)

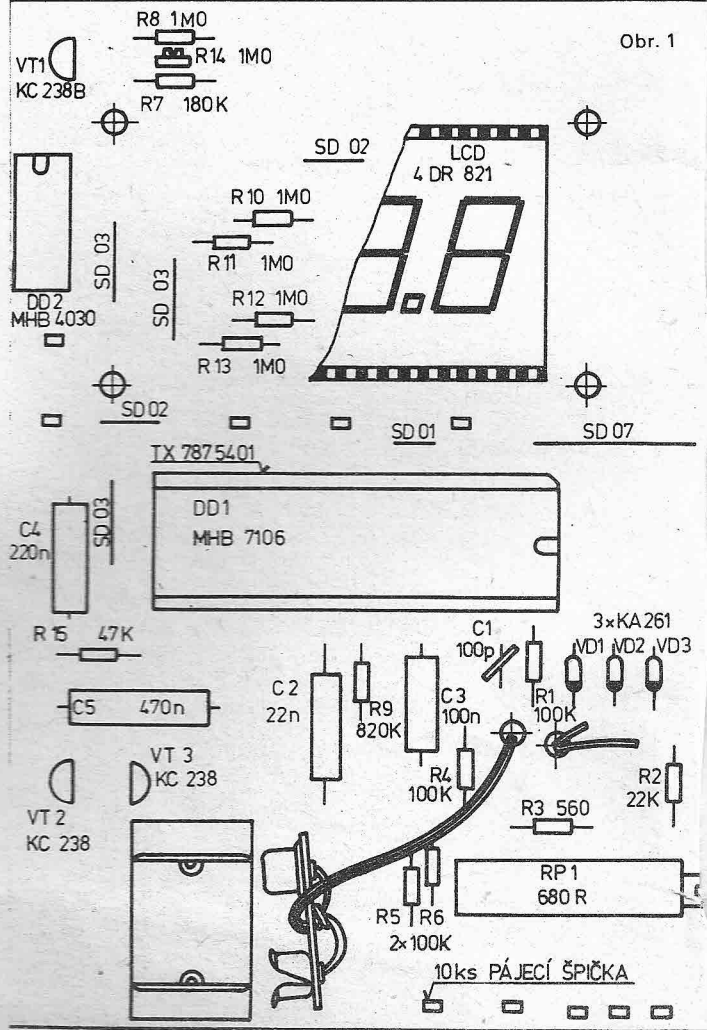
Odběr proudu ze zdroje  
Indikace nedostatečného  
napáj. napětí  
Zdroj referenčního napětí  
Rozměry

cca 2 mA  
automatická, v rozsahu 7 až 8 V,  
symbolem  $\Rightarrow$   
vnitřní nebo vnější  
130 x 90 x 25 mm

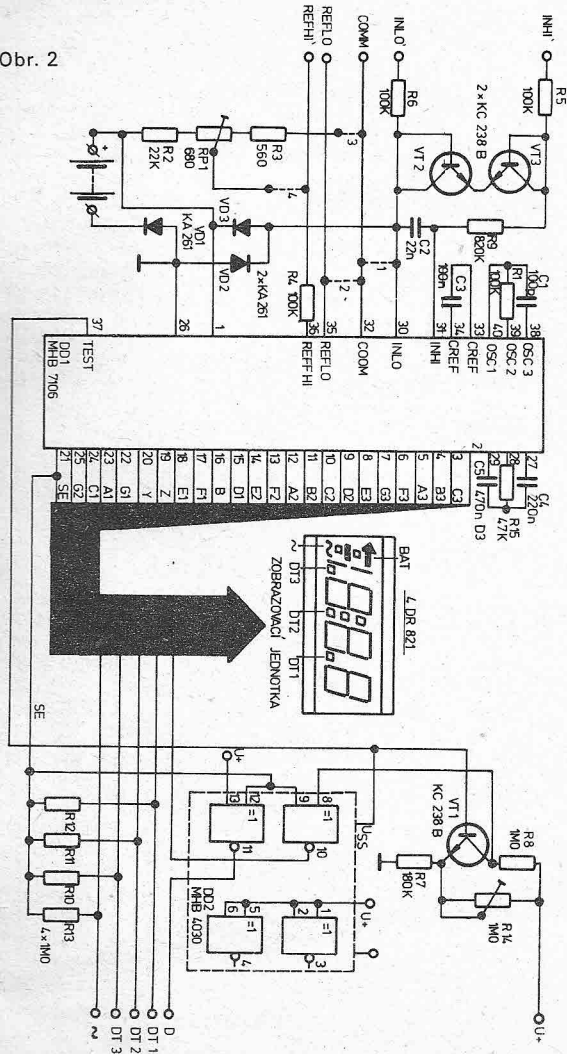
## Hlavní rozměry



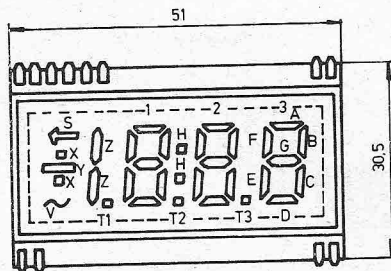
Obr. 1



Obr. 2



## Informativní rozměry a zapojení zobrazovače



### Zapojení

1 - V	14 - D2	28 - H
2 - Y	15 - C2	29 - B1
3 - Z	16 - T3	30 - A1
4 - volný	17 - E3	31 - F1
5 - volný	18 - D3	32 - G1
6 - volný	19 - C3	33 - volný
7 - volný	20 - B3	34 - volný
8 - T1	21 - A3	35 - volný
9 - E1	22 - F3	36 - volný
10 - D1	23 - G3	37 - volný
11 - C1	24 - B2	38 - S
12 - T2	25 - A2	39 - X
13 - K2	26 - F2	40 - společná elektroda
	27 - G2	

Vážený zákazníku,

zakoupil jste si naši stavebnici přesného číslicového voltmetru. V této stavebnici jsou použity nejmodernější součástky TESLA z oboru mikroelektroniky.

Použitý integrovaný obvod TESLA MHB 7106 je první integrovaný obvod, který sdružuje na jediném čipu všechny aktivní součásti obvodů pro 3 1/2 místný číslicový panelový měřicí přístroj. Je určen ke spolupráci se zobrazovačem z kapalných krystalů.

K sestavení přesného panelového měřicího přístroje s automatickým nulováním a automatickou indikací polarity je nutno k integrovanému obvodu MHB 7106 přidat pouze zobrazovač, 4 kondenzátory a 5 rezistorů. Ostatní použité součástky slouží k zobrazování pomocných znaků a ochraně před napěťovými špičkami a statickými náboji.

Nezbytným předpokladem úspěšné stavby je seznámení s tímto návodem, zejména pak se statí č. 9.

## Návod k použití stavebnice číslicového voltmetru ADM 2001

### 1. Všeobecný popis

Stavebnice číslicového voltmetru ADM 2001 je úplným převodníkem vstupního stejnosměrného napětí, popř. poměru napětí na 3 1/2 místný digitální údaj na zobrazovači z kapalných krystalů. Funkci převodníku zastává integrovaný obvod MHB 7106, který obsahuje mimo jiné dekodér z kódu BCD na kód pro buzení sedmi-segmentového zobrazovače, buďci zobrazovače, zdroj hodinových impulsů a zdroj referenčního napětí. Modul dále obsahuje ochranné obvody a obvody pro zobrazení pomocných znaků a desetinné tečky na zobrazovači. Integrované obvody použité ve stavebnici jsou vyráběny technologií CMOS.


Stavebnice je konstruována tak, aby umožňovala univerzální použití. Proto jsou na desce s plošnými spoji připraveny 4 spojky, které se v případě potřeby rozpojí. Je tak možno použít buď symetrický nebo nesymetrický vstup pro měření i referenční napětí a nastavit referenční napětí vestavěným odporovým děličem.

Stavebnice číslicového voltmetru je na jedné desce s jednostrannými plošnými spoji. Voltmetr lze sestavit několika způsoby, a to na panel (s využitím panelového rámečku a montážních příchyttek), na subpanel (s využitím montážních příchyttek a panelového rámečku) nebo na desku s plošnými spoji s využitím panelového rámečku nebo bez něho.

## 2. Základní měřicí rozsah

Použité součástky určují základní měřicí rozsah tj. 200,0 mV. To, že na tomto rozsahu neblíká poslední číslice, ilustruje vynikající šumové vlastnosti obvodu MHB 7106. Skutečná úroveň šumu nepřekračuje asi 15  $\mu\text{V}$  (max. 95 % doby).

## 3. Zobrazení desetinných teček a pomocných znaků

Zobrazení desetinných teček a pomocných znaků se ovládá signály na vývodech TEST a SE integrovaného obvodu MHB 7106. K ovládní znaku  (indikace poklesu napáj. napětí - označení BAT) slouží tranzistor VT1 a jeden ze čtyř obvodů EXCLUSIVE-OR integrovaného obvodu MHB 4030. Další obvod EXCLUSIVE-OR vytváří budič signál pro zobrazení desetinné tečky (výstup D).

## Zdroj hodinových impulsů

Ve struktuře obvodu MHB 7106 je obsažen jednoduchý oscilátor RC s rezistorem R1 a kondenzátorem C1. Kmitočet oscilátoru je nastaven asi na 50 kHz, čímž se dosahuje maximálního potlačení rušivých napětí s kmitočtem síť (50 Hz). Současně jsou tím nastavena asi 3 měření za sekundu.

## 5. Referenční napětí

Z hlediska použití referenčního napětí je stavebnice řešena zcela univerzálně. Možnost snadné volby jednotlivých alternativ je dána obrazcem plošných spojů, na kterých jsou připraveny propojky.

Bez úpravy desky s plošnými spoji je možno použít vnitřní zdroj referenčního napětí asi 2,8 V mezi vývody U+ a COMM, k němuž je spojkami č. 3 a 4 na desce s plošnými spoji připojen dělič z rezistorů R2, R3 a RP1. Děličem je nastaveno referenční napětí 100,0 mV. Teplotní součinitel vnitřního referenčního napětí je asi 0,1 %/°C.

Po rozpojení spojek č. 3 a 4 (případně i č. 2) je možno stavebnici použít buď s vnitřním zdrojem referenčního napětí s vnějším děličem nebo s vnějším zdrojem referenčního napětí, který se připojí na vstupy REF HI' a REF LO. Referenční vstupy jsou plovoucí. Vnější referenční napětí může být maximálně v rozmezí napájecích napětí U- až U+. Při použití kvalitního vnějšího zdroje referenčního napětí je možno dosáhnout větší teplotní stabilitu voltmetru.

## 6. Napájecí zdroj

Stavebnici je možno napájet z baterie 9 V nebo samostatného síťového zdroje. V případě, že bude stavebnice napájena ze společného zdroje s dalšími elektronickými obvody, je třeba vzít v úvahu, že vstupní napětí na každé ze vstupních svorek nesmí překročit rozmezí U- až U+.

## 7. Vstupní filtr

Jednou z dobrých vlastností integrovaného obvodu MHB 7106 je mimořádně malý vstupní proud. To umožňuje použít vstupní filtr s velkou impedancí. Chyba způsobená zařazením takového filtru je řádově jednotky  $\mu\text{V}$ . Vstupní filtr je tvořen rezistory R5, R6, R9 a kondenzátorem C2.

## 8. Odhranné obvody

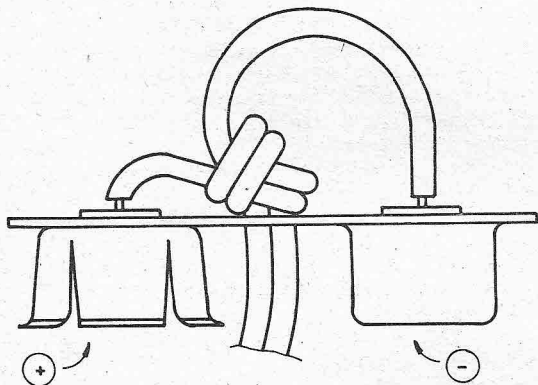
Proti poškození statickou elektřinou, velkým napětím nebo napětím mimo povolený rozsah je vstup modulu chráněn tranzistory VT2 a VT3 a diodami VD2 a VD3. Tato ochrana je výhodná zvláště při demonstračních účelích a pokusy se stavebnicí. Pokud je třeba využít špičkových parametrů převodníku MHB 7106, je nutno diody VD2 a VD3 vypustit. Diodu VD1, sloužící jako ochrana proti přepólování napájecího napětí, můžeme v zapojení ponechat.

## 9. Osazení desky

Nejprve si pečlivě pročtete tento návod k použití a potom si důkladně prohlédněte osazovací plán na obr. 1 a schéma na obr. 2. Teprve potom můžete začít osazovat desku součástkami. Všechny součástky, které stavebnice obsahuje, byly ve výrobním závodě kontrolovány. Jako první si připravte přívod k baterii. Oba vodiče



na jednom konci dvojlínky vzájemně oddělte v délce 15 mm, odizolujte a připájejte ke kontaktům baterie (+ velký, - malý kontakt), uvažte uzlík a dvojlínku protáhněte otvorem v destičce s kontakty - viz obr. 3.



Obr. 3 Způsob připojení kablíku ke konektoru

Vodiče na druhém konci dvojlínky oddělte v délce 10 mm. Vodič od záporného kontaktu baterie zkraťte o 4 mm a konce obou vodičů odizolujte. Do desky s plošnými spoji nejprve nanávejte držák baterie trubkovými nýty o  $\varnothing$  3 x 5 mm. Potom dvěma otvory v desce provlékněte dvojlínku od baterie a připájejte tak, aby polarita souhlasila se znaménky pájecích bodů na desce s plošnými spoji.

Takto připravenou desku osadte všemi ostatními mechanickými díly, tj. pájecími špičkami a drátovými spojkami. Objímku pro integrovaný obvod osadte tak, aby kolík objímky číslo jedna (u sraženého rohu objímky) přišel do díry v desce označené 1.

Nyní osadte všechny pasivní součástky, tj. kondenzátory, rezistory a regulační rezistor. Dále zapájejte aktivní součástky, tj. diody VD1 až VD3 a tranzistory VT1 až VT3. Při osazování těchto součástek musíte dát pozor na správnou orientaci jejich vývodů podle osazovacího plánu.

Všechny součástky, ať pasivní či aktivní, osazujte na doraz k desce s plošnými spoji, pouze vývody tranzistorů ponechejte asi 3 až 4 mm dlouhé; zbylé konce přívodů od součástek odštípněte a všechny osazené pájecí body řádně propájejte za použití kalafuny a cínové pájky. Vývody polovodičových součástek pájejte nejdéle 3 sekundy.

Nakonec osadte součástky, které jsou zasazeny do ochranné podložky. Součástky z ochranné podložky vyjměte těsně před usazením do desky s plošnými spoji, aby se nepoškodily statickým nábojem. Při manipulaci s těmito obvody bychom neměli mít na sobě oblečení z plastických hmot (silon, akrylon atd.). Vhodné je oblečení z přírodních vláken. Pro pájení je nevhodná transformátrová páječka. Doporučujeme použít mikropáječku s odporovým tělískem (např. TESLA Liptovský Hrádok) s uzemněným pájecím hrotem.

Před vyjmutím součástek z ochranné podložky je třeba vybit statickou elektřinu na částech oděvu nejlépe dotykem na uzemněný předmět (vodovodní trubka, topení apod.) nebo, a to je ještě lepší, připojit uzemnění ke kovovému pásku hodinek a tím zajistit odvod statické elektřiny. Potom sáhněte rukou na desku s plošnými spoji a pak na ochrannou podložku, tím dosáhnete toho, že oba předměty budou mít zhruba stejný elektrický potenciál jako má naše

ruka a zmenšíte tak možnost poškození součástek statickým nábojem na minimum.

Nyní vyjměte z ochranné podložky integrovaný obvod MHB 4030 a zasuňte jeho vývody do děr v desce; orientace je vyznačena na osazovacím plánu. Zapájejte pomocí mikropáječky; doba ohřevu pájecího bodu nesmí přesáhnout 3 sekundy, aby součástka nebyla nadměrně tepelně namáhána.

Pak přistupte k osazení zobrazovače z kapalných krystalů. Orientujte jej podle osazovacího plánu. Nejprve zasuňte řadu vývodů na spodním okraji zobrazovače, teprve potom vývody na horním okraji; při zasouvání si můžete pomoci pinzétou. Práci se zobrazovačem je nutno věnovat patřičnou péči, protože se jedná o skleněnou destičku, která by se mohla při hrubé manipulaci snadno poškodit. Před pájením zobrazovač srovnáme tak, aby jeho hrany byly rovnoběžné s hranou desky s plošnými spoji; rozhodneme-li se použít montážní díly z plastu a rámeček pro vestavění do panelu, je nutno nejprve sestavit rámeček podle bodu 12. Rámeček s navléknutými držáky nasuneme do děr v desce s plošnými spoji a dotlačíme k desce až na doraz. Podle rámečku srovnáme zobrazovač a zapájíme. Při pájení zobrazovače postupujeme jako u integrovaného obvodu MHB 4030.

Takto osazenou desku s plošnými spoji ještě jednou zkontrolujeme podle osazovacího plánu (souhlasí-li orientace všech polovodičových součástek a hodnoty u pasivních součástek). Ze strany spojů zkontrolujeme všechny pájecí body, zda jsou správně propájeny (pozor na studené spoje nebo zkraty).

Zkontrolovanou desku ze strany spojů omyjte lihem, abyste odstranili zbytky kalafuny po pájení. Oschlou desku doporučujeme natřít ze strany spojů ochranným solakrylovým lakem (stačí i kalafuna rozpuštěná v některém z organických rozpouštědel - lih, toluen apod.) a nechte zaschnout. Při mytí a lakování musíte dát pozor, aby se nepoškodil potisk ze strany součástek. Máte-li desku upravenou a zkontrolovanou, můžete do objímky osadit integrovaný obvod MHB 7106. Dodržujte stejné zásady jako při osazování integrovaného obvodu MHB 4030 a zobrazovače.

Ke správné orientaci integrovaného obvodu Vám kromě osazovacího plánu pomůže objímka, která má všechny otvory očíslovány. Obvod do objímky zasouvejte opatrně a dávejte přitom po-

zor, aby každý vývod správně „zapadl“ do příslušného otvoru v objímce. Nelze-li toho u některého vývodu dosáhnout, musíte příslušný otvor uvolnit jehlou. Kontakty objímky musíte uvolňovat tak, aby nebyly nadměrně roztaženy.

Poznámka: uvažujete-li o tom, že bude měřidlo napájeno jiným zdrojem než baterii 9 V, není nutné použít přiloženou dvojlinku k baterii a na destičku se nemusí nýtovat držák baterie. Pokud budete vyžadovat největší přesnosti i za cenu méně dokonalé ochrany proti poškození (viz 8), neosazujte diody VD2 a VD3.

## 10. Oživení

Máte-li desku plně osazenou, připojte napájecí napětí. Na zobrazovači se musí objevit číslo. Zkratujete-li svorky IN HI' a IN LO' musí se na zobrazovači objevit údaj 000, přičemž se střídavě objevuje znaménko minus, označující zápornou polaritu. Neobjeví-li se na zobrazovači po zapnutí čísla, přístroj vypneme. Zkontrolujeme správnou polaritu napájecího napětí, je-li v pořádku, přesvědčíme se ještě, je-li napájecí napětí přímo na vývodech integrovaného obvodu (vývod 1 kladný pól a vývod 26 záporný pól - zem).

Pracuje-li přístroj správně, vyzkoušíme ještě zobrazení doplňkových symbolů, tj. desetinných teček a vlnovky. Postupujeme tak, že pájecí špičku D spojíme s pájecí špičkou symbolu, který chceme zobrazit. Na závěr ještě vyzkoušíme indikaci poklesu napájecího napětí. Při zmenšení napětí napájecího zdroje na 7,8 až 8 V (např. zapojením proměnného děliče na napájecí baterii) se musí zobrazit v levém horním rohu zobrazovače šipka (lze nastavit proměnným rezistorem R14). Po úplném oživení sejmeme ze zobrazovače ochranou fólii.

## 11. Nastavení

Nastavení přístroje není náročné. Chceme-li dosáhnout co největší přesnosti, pak je k nastavení voltmetru nutno použít měřicí přístroj s přesností o řád větší, tj. číslicový voltmetr nejméně 4 1/2 místný. Kalibrační voltmetr připojíme na špičku IN' HI a IN' LO. Z vnějšího zdroje napětí přivedeme na tyto vstupy napětí asi 190,0 mV. Proměnným rezistorem RP1 nastavíme údaj na zobrazovači stavebnice tak, aby byl shodný s údajem na kalibračním voltmetru.

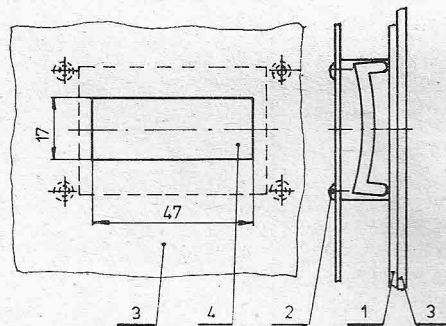
## 12. Vestavění stavebnice do skříňky

Stavebnici lze do přístroje vestavět dvěma základními způsoby:

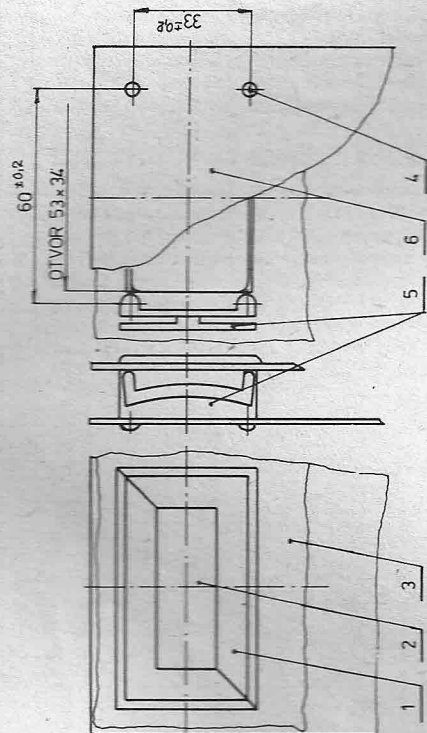
- na panel,
- na subpanel.

Způsob montáže je zřejmý z obr. 4. Do rámečku (1) zasuneme zespodu ochranné sklo (2) tak, aby bylo drženo upevňovacími příchytkami na spodní části rámečku a aby tlustší část skla zapadla do otvoru v rámečku. Rámeček s ochranným sklem nasadíme do otvoru v panelu (3), na sloupky (4) nasuneme oba držáky (5) a na ně nasuneme desku s plošnými spoji (6) se zobrazovačem směrem k rámečku. Desku s držáky zatlačíme až na doraz k rámečku a teplem (páječkou) zatavíme vyčnívající konce sloupků.

Montáž na subpanel je na obr. 5. Do subpanelu (1) o tloušťce 1,6 až 2 mm vyvrtáme a zahlubíme díry pro nýty (2) z plastické hmoty. Rovněž je třeba zhotovit obdelníkový otvor pro zobrazovač. Postup montáže je stejný jako u montáže na panel, místo rámečku se však použijí 4 nýty. Jako ochrana zobrazovače slouží ochranné sklo (4) o stejné tloušťce jako subpanel. Vložíme je mezi panel (3) a zobrazovač do otvoru v subpanelu. Tímto je mechanická sestava ukončena.



Obr. 4



Obr. 5

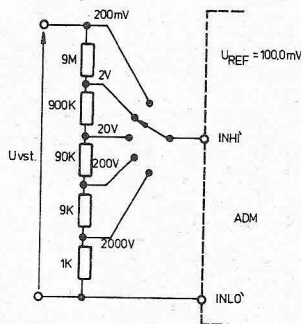


## Aplikace

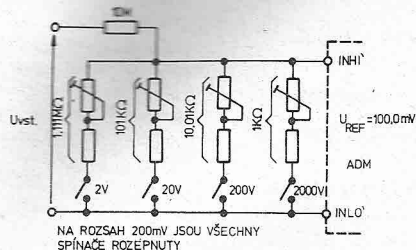
Komu se bude měřící rozsah přístroje  $\pm 200$  mV zdát malý, může svůj měřící přístroj rozšířit podle následujících návrhů. Jestliže chceme zachovat odpovídající přesnost převodníku A/D, neměla by odchylka odporu použitých rezistorů překročit 0,1 %. Vhodné jsou destičkové rezistory typu WK681XX nebo rezistory TR 161 až 164. Kdo se spokojí s menší přesností, vystačí s rezistory TR 191 až 194.

### 1. Vícerozsahový voltmetr

Dvě běžně používaná zapojení jsou na obr. 6a a 6b. Obvod podle 6a má tu výhodu, že jakýkoli přechodový odpor kontaktu je v sérii se vstupním odporem MHB 7106. Protože vstupní odpor IO je větší  $10^{12} \Omega$ , chyby způsobené spínačem jsou zanedbatelné. Ve druhém zapojení (6b) jsou použity v děliči méně přesné odpory v sérii s proměnnými rezistory. Výhoda tohoto zapojení spočívá v tom, že odpory jednotlivých rozsahů nejsou vzájemně závislé. V tomto zapojení lze také nahradit mechanické spínače elektronickými (analogové spínače nebo tranzistory FET).



Obr. 6a

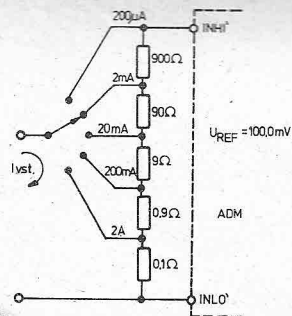


Obr. 6 b

### 2. Vícerozsahový ampérmetr

Použitím vhodného bočnicku se převede měření proudu na měření napětí. Vztah mezi proudem a zobrazovaným údajem (ZÚ) v obvodu podle obr. 7 je dán vztahem:

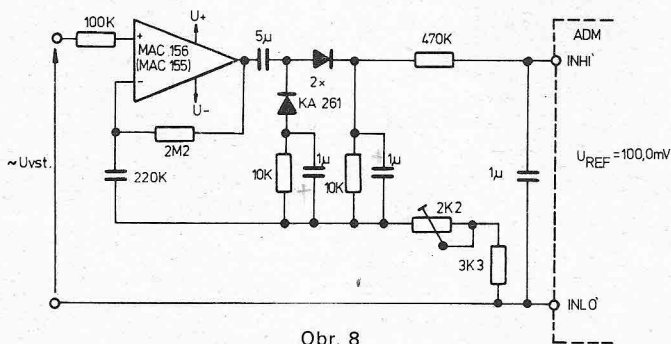
$$ZÚ = \frac{I_{vst} \cdot R_S}{U_{REF}} \cdot 1000$$



Obr. 7

### 3. Měření střídavého napětí

Pro měření st. napětí je třeba vytvořit převodník st na ss napětí. Na obr. 8 je obvod vhodný pro 3 1/2 místné číslicové voltmetry. Obvod zpracovává signál ve tvaru sinusovky s malým zkresením v rozsahu kmitočtů 20 Hz až 2 kHz. Obvod má vstupní impedanci 10 M Ω.



Obr. 8

### 4. Měření odporu

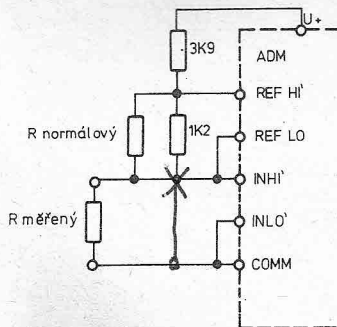
K tomuto měření se používá poměrová metoda. Neznámý odpor se zapojí do série s normálovým a nechá se jimi protékat proud. Napětí na neznámém odporu se přivede mezi špičky IN HI' a IN LO'. Napětí na normálovém odporu se přivede na referenční vstupy REF HI' a REF LO'. Jestliže se neznámý odpor rovná normálovému, objeví se na zobrazovači číslo 1000. Zobrazovaný údaj (ZÚ) se určí z následujícího vztahu:

$$ZÚ = \frac{R_{\text{měřený}}}{R_{\text{normálový}}} \cdot 1000$$

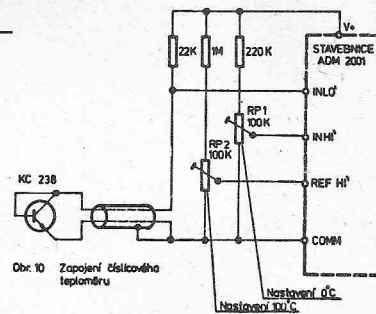
Obr. 9 ukazuje typický měřicí obvod. Výhodou této poměrové metody je, že není třeba přesně definovaná referenční napětí. Pro toto zapojení musíme upravit desku s plošnými spoji. V bodech 2, 3 a 4 přeškrábneme plošný spoj.

### 5. Měření teploty

Jako teplotní čidlo lze využít tranzistoru, u kterého měříme napětí přechodu báze - emitor v propustném směru. Napětí  $U_{SE}$  má teplotní součinitel asi  $-2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ . Na obr. 10 je zapojení pro měření teploty s přesností  $0,1^\circ\text{C}$ . Pro toto zapojení musíme upravit desku s plošnými spoji tak, že přeškrábneme plošný spoj v bodech 1, 3 a 4. Teploměr nastavujeme při dvou teplotách při  $0^\circ\text{C}$  (čidlo ponoříme do vody s ledovou tříští) proměnným rezistorem RP1 a při  $100^\circ\text{C}$  (bod varu vody) nastavujeme proměnným rezistorem RP2. Pro snadnější nastavení doporučujeme použít na místě RP1 a RP2 víceotáčkový trimr, např. WK 677912.



Obr. 9



Obr. 10 Zapojení číslicového teploměru

Obr. 10