Metra Blansko

# M1T380

## přesný programovatelný multimetr

návod k obsluze a údržbě

2. Obsah

str.


1. Titulní list .....
2. Obsah ..... 1
3. Seznam obrázků ..... 2
4. Výkres vnějšího vzhledu přístroje ..... 3
5. Úvodní část ..... 4
6. Rozsah použití ..... 7
7. Sestava úplné dodávky přístroje ..... 8
8. Technické údaje ..... 9
9. Princip činnosti ..... 22
10. Pokyny pro uvedení přístroje do chodu ... 29
11. Bezpečnostní opatření ..... 29
12. Návod pro používání přístroje ..... 30
13. Kontrola přístroje ..... 58
14. Popis mechanické konstrukce ..... 58
15. Popis elektrického schematu ..... 61
16. Technická prohlídka ..... 82
17. Pokyny pro odstraňování poruch ..... 82
18. Pokyny pro skladování ..... 84
19. Doprava ..... 84
20. Přílohy ..... 85

## 3. Seznam obrázků

Obr. 1. Přední panel M1T380

Obr. 2. Zadní panel M1T380

Obr. 3. Vývojový diagram průběhu měření

Obr. 4. Blokové schema M1T380

Obr. 5. Blokové schema A-Č převodníku

Obr. 6. Průběh napětí na výstupu integrátoru

Obr. 7. Třívodičové připojení při měření ss napětí

Obr. 8. Dvouvodičové připojení při měření napětí

Obr. 9. Referenční připojení měřeného zdroje napětí

Obr. 10. Třívodičové připojení při měření proudu

Obr. 11. Dvouvodičové připojení při měření proudu

Obr. 12. Čtyřvodičové připojení odporu

Obr. 13. Dvouvodičové měření odporu

Obr. 14. Příklad zadání programu

Obr. 15. Doporučené uspořádání pro cejchování odp. rozsahů

Obr. 16. Konstrukce přístroje - pohled shora

Obr. 17. Konstrukce přístroje - pohled zdola

Obr. 18. Blokové schema zapojení převodníku AC/DC

Obr. 19. Blokové schema analogových obvodů desky D1639

Obr. 20, Blokové schema řídících obvodů desky D1639

Obr. 21. Časový průběh signálů DATA a RDY při přenosu

## 4. Výkres vnějšího vzhledu přístroje

Obr. 1. ukazuje pohled na přední část přístroje s těmito význačnými částmi a prvky:

1 - síťové tlačítko

2 - tlačítka pro volbu měřené veličiny a jednorázového zkalibrování

3 - osmimístné tablo pro zadávání dat do programů a pro zobrazení měřené veličiny

4 - indikace o rozměru měřené veličiny, navolení přístroje do dálkového ovládání a probíhající kalibraci

5 - vstupní zdířka pro měření vstupního napětí do 1 KV (stejnosměrné i střídavé)

6 - přepínač vnitřního propojení vstupů G a L

7 - vstupní zdířky G, L, H

8 - přepínač dvou a čtyřdrátového měření odporů

9 - výstupní zdířky pro čtyřdrátové měření odporů

10 - sklopná opěrka

11 - tlačítka řízení měření a programování

Zadní panel vyobrazen na obr. 2.

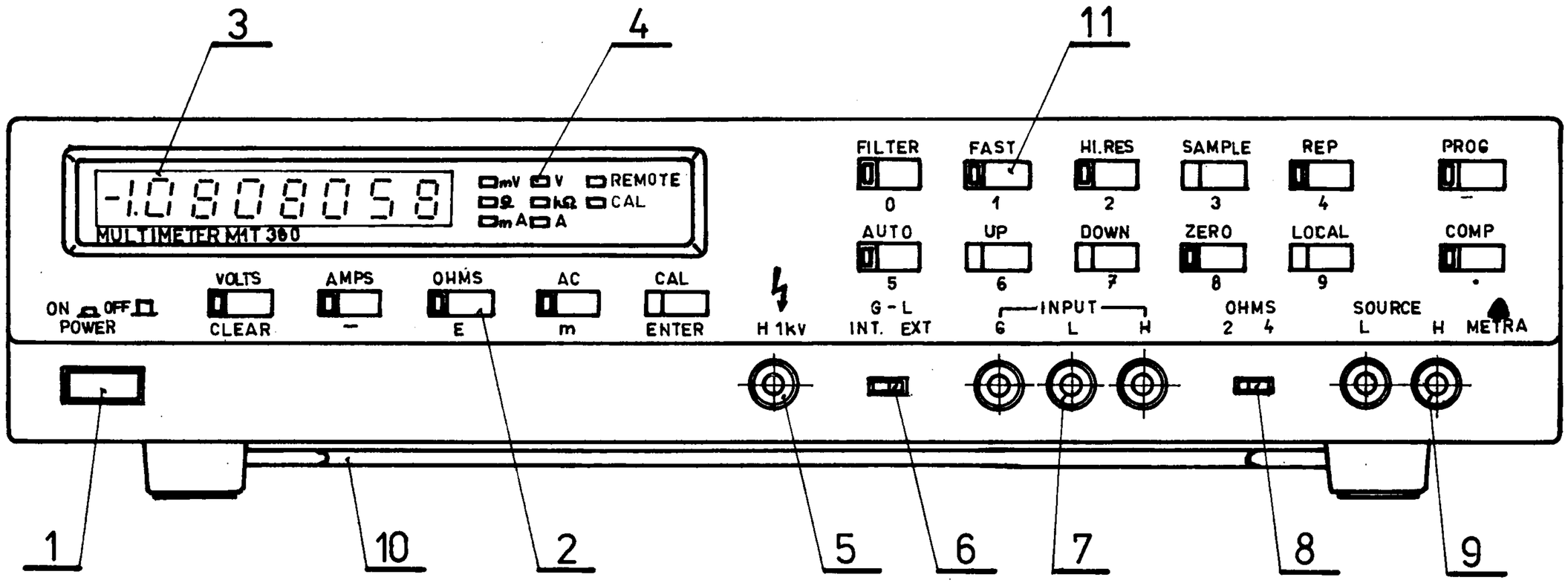
1 - síťová přívodka

2 - zemnící svorka

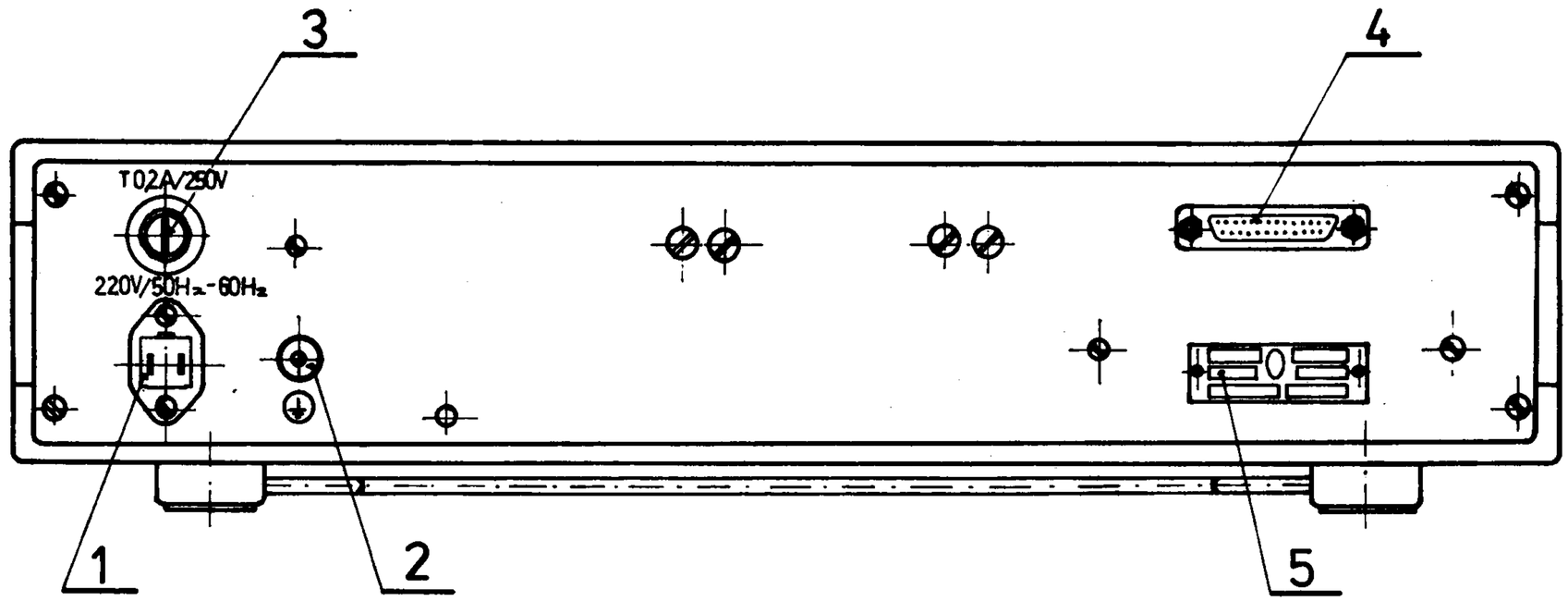
3 - síťová pojistka

4 - konektor stykového modulu

5 - typový štítek




Obr. 1. Přední panel M1T 380




Obr. 2. Zadní panel MlT 380

## 5. Úvodní část

Technický popis a pokyny pro provoz číslicového multimetru MIT 380 jsou určeny k seznámení obsluhy s jeho ovládáním, vnitřní strukturou, funkcemi, technickými parametry a vzhledem k vysoké přesnosti přístroje i s požadavky při měření stejnosměrných a střídavých veličin. Zvláštní pozornost je věnována způsobu a postupu cejchování přístroje, využití vestavěných programových funkcí a popisu chybových hlášení.

## 6. Rozsah použití

Číslicový multimetr MIT 380 a jeho varianty (viz kap. 7) jsou určeny pro práci v těchto provozních podmínkách:

| | |
|---|---|
| Síťové napájecí napětí | 220 V ± 10 % |
| Síťový kmitočet | 48 Hz až 62 Hz |
| Nelineární zkreslení síťového napětí | max.5 % |
| Teplota okolí | +5 °C až +40 °C |
| Relativní vlhkost | 10 % až 80 % |
| Tlak vzduchu | 60 kPa až 106 kPa |
| Poloha přístroje | vodorovná ± 20 ° |
| Vnější elektrické pole | zanedbatelně malé |
| Vnější magnetické pole | " " |
| Chvění a rázy | neměřitelné |

Normální podmínky pro definici základní chyby měření

| | |
|---|---|
| Síťové napájecí napětí | 220 V ± 5 % |
| Síťový kmitočet | 48 Hz až 62 Hz |
| Nelineární zkreslení síťového napětí | max. 5 % |
| Teplota okolí | 23 °C ± 1 °C |
| Relativní vlhkost | 10 % až 60 % |
| Tlak vzduchu | 60 kPa až 106 kPa |
| Poloha přístroje | vodorovná ± 20 ° |
| Vnější elektrické pole | zanedbatelně malé |
| Vnější magnetické pole | zanedbatelně malé |
| Chvění a otřesy | neměřitelné |

### 6.1. Základní oblasti použití

Přístroj MIT 380 je vysoce přesný číslicový programovatelný multimetr určený k měření stejnosměrného i střídavého napětí a proudu a měření odporů v širokém rozsahu hodnot těchto veličin.

Je určen především pro nejpřesnější laboratorní měření a vzhledem ke své dlouhodobé stálosti parametrů dané speciálními obvody v měřicí části a metodou autokalibrace je vhodný jako normálový přístroj. S jeho vysokým potlačením rušivých signálů je možno dosáhnout vysoké přesnosti měření i v prostředí s výskytem rušení. Výměnné desky stykových systémů IMS-2 a RS232 umožňují snadné zařazení přístroje do automatizovaných

počítačových měřicích systémů. I bez připojení počítače je však multimetr sám schopen provádět základní aritmetické a statistické výpočty se změřenými hodnotami, jednotlivá měření odstartovat v reálném čase a výsledky uložit na tiskárnu.

7. Sestava úplné dodávky přístroje

Do dodávky číslicového multimetru patří:

a) 1 přístroj MIT 380 podle objednávky
b) síťová přívodní šňůra - 1 ks
c) šňůra s hrotem a zástrčkou
   K 004 - 19967 - 0100 (černá) - 3 ks
   K 004 - 19967 - 0200 (červená) - 2 ks
d) náhradní pojistky:
   T 0,2 A/250 V - 4 ks
   F 0,2 A/250 V - 2 ks
   F 0,5 A/250 V - 6 ks
   F 1 A/250 V - 2 ks
e) ochranný obal
f) návod k obsluze MIT 380
g) záruční list (s datem prodeje a podpisem výrobce)
h) dodací list
i) návod k obsluze MIT 381 (v případě dodávky MIT 380.1 nebo MIT 380.11) nebo návod k obsluze MIT 382 (v případě dodávky MIT 380.2 nebo MIT 380.12).

Podle dlouhodobé stálosti a vybavení číslicového multimetru stykovými moduly má přístroj následující typová označení:

MIT 380.0 - základní provedení multimetru bez stykového modulu
MIT 380.1 - multimetr s vestavěným stykovým modulem IMS-2
MIT 380.2 - multimetr s vestavěným stykovým modulem RS232

Multimetr se zvýšenou dlouhodobou stálostí má typová označení:

MIT 380.10 - základní provedení bez stykového modulu
MIT 380.11 - provedení s vestavěným stykovým modulem IMS-2
MIT 380.12 - provedení s vestavěným stykovým modulem RS232

Samostatné stykové moduly IMS-2 a RS 232 mají svá vlastní typová označení:

MIT 381 - stykový modul IMS-2
MIT 382 - stykový modul RS 232

## 8. Technické údaje

### 8.1. Technické parametry

Doba integrace vstup. napětí A/D převodníku

| | |
|---|---|
| normální | Tl = 200 ms |
| zkrácená | Tl = 20 ms |
| prodloužená | Tl = 2 s |

Prodlouženou dobu integrace nelze použít při měření odporů.

Maximální okamžitá hodnota napětí mezi vstupními svorkami

| svorky | max. napětí |
|---|---|
| INPUT H a L | ± 200 V |
| INPUT H1KV a L | ± 1000 V (pro měření ss napětí) |
| | ± 1400 V (pro měření st napětí s kmitočtem nad 45 Hz) |
| SOURCE H a L | 0 až + 9 V (svorka L kladná) |
| INPUT L(H) a SOURCE L(H) | ± 0,5 V |
| INPUT L a G | ± 50 V |
| INPUT H1KV a L | ± 400 V (pro měření st napětí pod 45 Hz) |

Maximální hodnota souhlasného napětí mezi svorkou G a ⏚
(ss nebo efektivní hodnota st napětí sinusového průběhu)
max. 500 V

| | |
|---|---|
| 30.f) Doba náběhu | 60 minut |
| 30.g) Spotřeba | max. 30VA |
| 30.h) Bezpečnostní třída (ČSN 35 6501) | 1 |
| 30.i) Hmotnost | cca 8 kg |
| 30.j) Rozměry | 435 x 90 x 380 mm |
| 30.k) Střední doba mezi poruchami | 1500 hodin |

#### 8.1.1. Vlastnosti přístroje při měření ss napětí

a) Měřicí rozsahy a citlivost

| | Tl = 20 ms a 200 ms | Tl = 2 s |
|---|---|---|
| 150 mV | 1 µV | 100 nV |
| 1,5 V | 10 µV | 1 µV |
| 15 V | 100 µV | 10 µV |
| 150 V | 1 mV | 100 µV |
| 1500 V (jen do 1000 V) | 100 mV | 1 mV |

b) Délka stupnice

| | |
|---|---|
| pro Tl = 20 ms a 200 ms | 150 000 |
| pro Tl = 2 s | 1 500 000 |

c) Vstupní odpor

| | |
|---|---|
| na rozsazích 150 mV až 15 V | min. 1000 MΩ |
| na rozsazích 150 V a 1500 V | 10 MΩ ± 1 % |

d) Vstupní proud na rozsazích 150 mV až 15 V max. 100 pA.

e) Stabilita údaje při měření v normálních podmínkách po dobu 24 hodin

50 ppm MH + 20 ppm MHMR pro MIT 380.x

20 ppm MH + 20 ppm MHMR pro MIT 380.1x

f) Základní chyba měření ss napětí v normálních podmínkách po dobu 6 měsíců od cejchování vnějším normálem:

pro MIT 380.x:

100ppm MH + 20ppm MHMR + chyba vnějšího normálu

pro MIT 380.1x

50ppm MH + 20ppm MHMR + chyba vnějšího normálu

Parametry zaručované v bodech 31.f a 31.g platí za předpokladu správně vynulovaného přístroje (tlačítko "ZERO"). U přístroje cejchovaného ve výrobním podniku se předpokládá chyba vnějšího normálu nulová.

g) Přídavná teplotní chyba

(20ppm MH + 10ppm MHMR)/K pro MIT 380.x

(10ppm MH + 10ppm MHMR)/K pro MIT 380.1x

Zaručované hodnoty platí za předpokladu nulování (tlačítko "ZERO") po změně teploty.

h) Doba ustálení vstupního dílu při nulovém vnitřním odporu měřeného zdroje napětí:

| | | |
|---|---|---|
| na rozsahu 150 mV | bez vstupního filtru | max. 100 ms |
| | se vstupním filtrem | max. 3,5 s |
| na rozsazích 1,5 V a 150 V | bez vstupního filtru | max. 20 ms |
| | se vstupním filtrem | max. 500 ms |
| na rozsazích 15 V a 1500 V | bez vstupního filtru | max. 20 ms |
| | se vstupním filtrem | 200 ms |

i) Rychlost měření

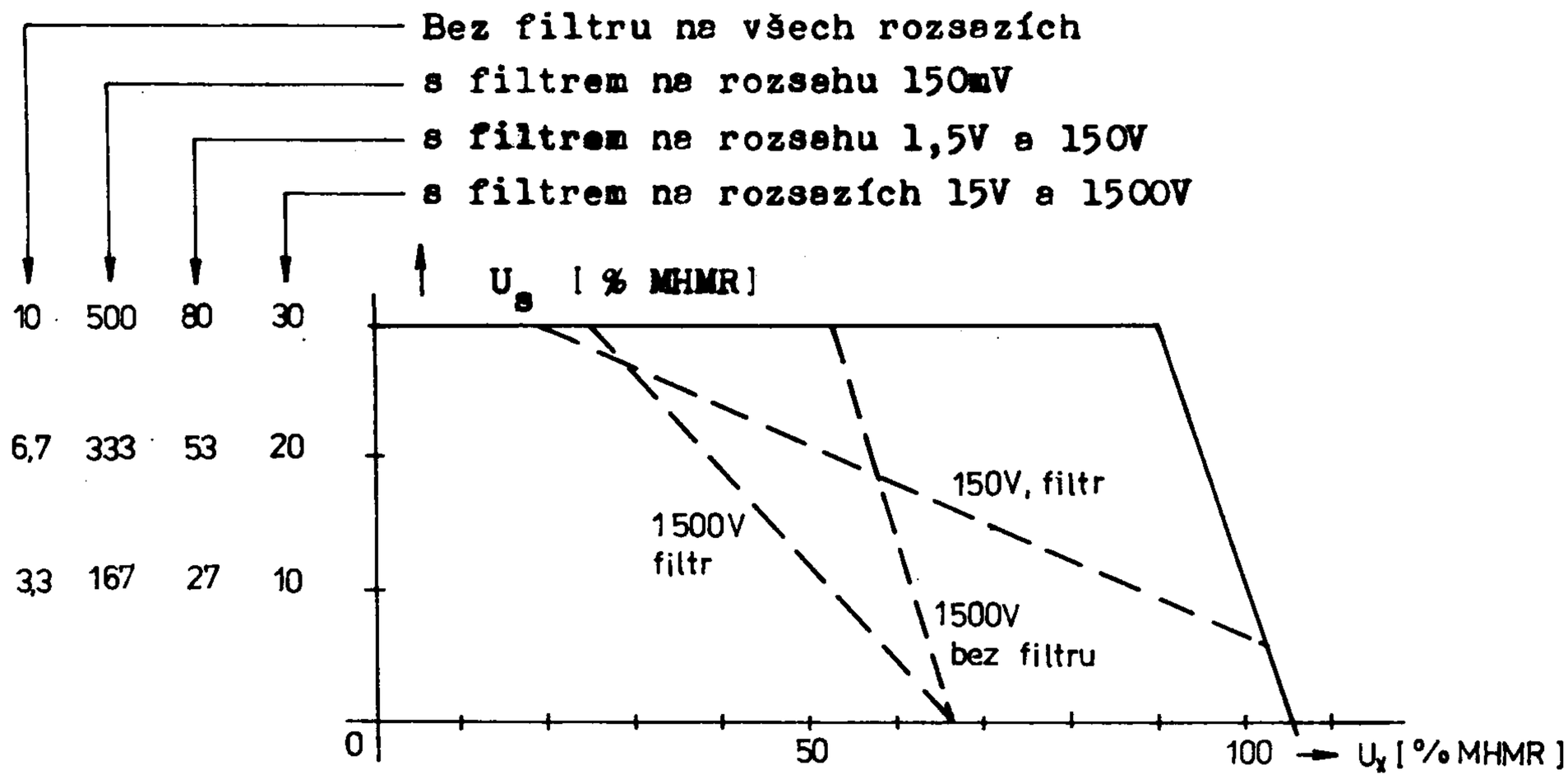
| doba integrace | místní ovládání | dálkové ovládání |
|---|---|---|
| 200 ms | 2,5 měř./s | 4 měř./s |
| 20 ms | 4,75 měř./s | 12,5 měř./s |
| 2 s | 1 měř./3,1 s | 1 měř./3 s |

J) Potlačení kmitočtu 50 Hz vstupním filtrem

| | |
|---|---|
| na rozsahu 150 mV | min.35 dB |
| na rozsazích 1,5 V a 150 V | min. 18 dB |
| na rozsazích 15 V a 1500 V | min. 10 dB |

k) Potlačení seriového rušivého napětí síťového kmitočtu při měření bez vstupního filtru

| | |
|---|---|
| pro T1 = 200 ms | min 65 dB |
| pro T1 = 20 ms | min 45 dB |
| pro T1 = 2s | min 80 dB |




Dovolená efektivní hodnota střídavého seriového rušivého napětí síťového kmitočtu ($U_s$) v závislosti na měřeném stejnosměrném napětí ($U_x$).
Na rozsahu 150V (1500V) musí být současně okamžitá hodnota vstupního napětí menší, než 200V (1000V).

l) Potlačení ss souhlasného rušivého napětí > 140dB

m) Potlačení st souhlasného rušivého napětí síťového kmitočtu při měření bez vstupního filtru >140dB

8.1.2. Vlastnosti přístroje při měření střídavého napětí

Měří se skutečná efektivní hodnota střídavé složky napětí, připojeného na vstupní svorky přístroje.

a) Měřicí rozsahy a citlivost

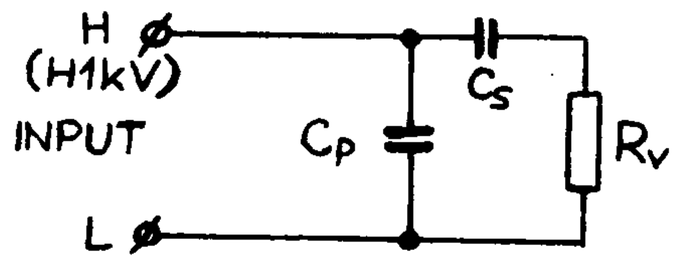
| | T1=20ms a 200ms | T1=2s |
|---|---|---|
| 150mV | 10 μV | 1 μV |
| 1,5 V | 100 μV | 10 μV |

| | | |
|---|---|---|
| 15V | 1mV | 100 uV |
| 150V | 10mV | 1mV |
| 1500V (JEN DO 1000V) | 100mV | 10mV |

b) Délka stupnice

| | |
|---|---|
| pro T1 = 20ms a 200ms | 15 000 |
| pro T1 = 2s | 150 000 |

c) Vstupní impedance pro napětí menší nebo rovné max. hodnotě měřicího rozsahu




$C_p$ < 100pF
$C_s$ = 0,22 uF ± 10%
$R_v$ = 1 MΩ ± 2%

d) Stabilita údaje při měření st napětí v normálních podmínkách pro sinusový signál o měř. hodnotě větší než 0,3% MHMR po dobu 24 hodin

| Rozsah | Dovolená chyba | | |
|---|---|---|---|
| | $f_d$ < f ≤ 1kHz | 1kHz < f ≤ 10kHz | 10kHz < f ≤ 50kHz |
| 150mV<br>1,5V<br>15V<br>150V<br>1500V | 0,08%MH + 0,03% MHMR | | 0,2% MH +<br>+ 0,05% MHMR |

f = kmitočet měřeného napětí
$f_d$ = 45Hz při zařazeném vstupním filtru
$f_d$ = 200Hz při odpojeném vstupním filtru
MH - měřená hodnota
MHMR - maximální hodnota měřícího rozsahu

e) Základní chyba měření st napětí v normálních podmínkách pro sinusový signál po dobu 6 měsíců od cejchování vnějším normálem pro měřené napětí větší než 0,3% MHMR

| Rozsah | Dovolená chyba | | |
|---|---|---|---|
| | $f_d$ < f ≤ 1kHz | 1kHz < f ≤ 10kHz | 10kHz < f ≤ 50kHz |
| 150mV<br>1,5V<br>15V<br>150V<br>1500V | 0,1%MH + 0,05%MHMR + Δ | | 0,3% MH +<br>+ 0,1% MHMR +Δ |

Δ- chyba vnějšího normálu
Při cejchování ve výrobním závodě se předpokládá Δ = 0.

f) Přídavná teplotní chyba (0,01%MH + 0,01%MHMR)/K

g) Doba ustálení při nulovém vnitřním odporu měřeného zdroje napětí na všech rozsazích:
při libovolné změně ss složky vstupního signálu a při překročení MHMR max. 3s

Při libovolné změně st složky vstupního signálu(pokud nedošlo k překročení MHMR)
bez vstupního filtru max. 100ms
se vstupním filtrem max. 500ms

h) Činitel potlačení
souhlasného ss rušivého napětí min 100dB
souhlasného st rušivého napětí síťového kmitočtu min 60dB

i) Činitel výkyvu měřeného napětí max 2

j) Maximální hodnota součinu měřeného napětí $U_M$ a jeho frekvence f $U_M \times f \leq 2.10^6$ [V,Hz]

8.1.3. Vlastnosti přístroje při měření odporů

a)

| Měřicí rozsahy | citlivost | a měřicí proud |
|---|---|---|
| 150 Ω | 1mΩ | 5mA |
| 1,5 kΩ | 10 mΩ | 500 μA |
| 15 kΩ | 100 mΩ | 500 μA |
| 150 kΩ | 1 Ω | 50 μA |
| 1,5 MΩ | 10 Ω | 5 μA |
| 15 MΩ | 100 Ω | 500 nA |

b) Délka stupnice 150 000

c) Stabilita údaje při měření odporu v normálních podmínkách, při čtyřvodičovém připojení, po dobu 24 hodin

na rozsazích 150 Ω až 150 kΩ
50ppm MH + 20ppm MHMR

na rozsahu 1,5 MΩ
150ppm MH + 50 ppm MHMR

na rozsahu 15 MΩ
500ppm MH + 150ppm MHMR

d) Základní chyba při měření odporu v normálních podmínkách po dobu 6 měsíců od cejchování vnějším normálem, při čtyřvodičovém připojení měřeného odporu

na rozsazích 150 Ω až 150 kΩ
200ppmMH + 50ppm MHMR + chyba vnějšího normálu

na rozsahu 1,5 MΩ
500ppm MH + 150ppm MHMR + chyba vnějšího normálu

na rozsahu 15 MΩ
1000ppm MH + 200ppm MHMR + chyba vnějšího normálu

MH - měřená hodnota
MHMR - maximální hodnota měřicího rozsahu

U přístrojů, cejchovaných ve výrobním podniku se předpokládá chyba vnějšího normálu nulová

e) Přídavná teplotní chyba

| | |
|---|---|
| na rozsazích 150Ω + 150kΩ | (20ppm MH + 10ppm MHMR)/K |
| na rozsazu 1,5MΩ | (40ppm MH + 20ppm MHMR)/K |
| na rozsahu 15 MΩ | (100ppm MH + 50ppm MHMR/K |

f) Doba ustálení při měření bez vstupního filtru

$$\max 20ms + 20\,(C_x + 3.10^{-9})\,.\,R_x$$

$C_x$ - kapacita, připojená paralelně k měřenému odporu vně přístroje ve F

$R_x$ - hodnota měřeného odporu v Ω

g) Doba ustálení při měření se vstupním filtrem (platí pro $C_x < 5.10^{-8}$F)

na rozsazích 150Ω a 1,5kΩ $\max 7.10^{-6}\,.\,(R_x + 10^5)$

na rozsazích 15kΩ až 15MΩ $\max 3.10^{-6}\,.\,(R_x + 10^5)$

h) Dovolená hodnota odporu přívodů k měřenému odporu
max 100 Ω

### 8.1.4. Vlastnosti přístroje při měření ss proudů

a) Rozsahy a citlivovst

| | T1 = 20ms a 200mm | T1 = 2s |
|---|---|---|
| 15mA | 100nA | 10nA |
| 1,5A | 10 uA | 1 uA |

b) Délka stupnice

| | |
|---|---|
| pro T1 = 20ms a 200ms | 150 000 |
| pro T1 = 2s | 1 500 000 |

c) Stabilita údaje při měření ss proudu v normálních podmínkách po dobu 24 hod

100ppm MH + 50ppm MHMR

d) Základní chyba měření ss proudu v normálních podmínkách po dobu 6 měsíců od cejchování vnějším normálem

200ppm MH + 100ppm MHMR + chyba vnějšího normálu

Zaručovaná přesnost platí za předpokladu správně vynulovaného přístroje (tlačítko "ZERO").
U přístroje cejchovaného ve výrobním podniku se předpokládá chyba vnějšího normálu nulová.

e) Přídavná teplotní chyba (20ppm MH + 10ppm MHMR)/K
Zaručovaná teplotní chyba platí za předpokladu nulování přístroje (tlačítko "ZERO") po změně teploty.

f) Úbytek napětí na rozsahu 15mA max 170mV
na rozsahu 1,5A max 300mV

g) Doba ustálení bez vstupního filtru max 100ms
se vstupním filtrem max 3,5s

h) Dovolené přetížení max 2A

8.1.5. Vlastnosti přístroje při měření st proudů

Přístroj měří skutečnou efektivní hodnotu střídavé složky proudu.

a) Rozsahy a citlivost

| | T1 = 20 ms a 200 ms | T1 = 2 s |
|---|---|---|
| 15 mA | 1 μA | 100 nA |
| 1,5 A | 100 μA | 10 μA |

b) Délka stupnice pro T1 = 20 ms a 200 ms 15 000

T1 = 2 s 150 000

c) Stabilita údaje při měření st.proudu v normálních podmínkách pro sinusový signál s kmitočtem $f_d \leq f \leq 1$ kHz, hodnoty větší než 0,3 % MHMR, po dobu 24 hodin

0,1 % + 0,03 % MHMR

Pro $f_d$ = 45 Hz je vstupní filtr zařazen

pro $f_d$ = 200 Hz je odpojen.

d) Základní chyba měření v normálních podmínkách pro sinusový signál s kmitočtem $f_d \leq f \leq 1$ kHz, hodnoty větší než 0,3 % MHMR, po dobu 6 měsíců od cejchování vnějším normálem 0,2 % MH + 0,05 % MHMR + chyba vnějšího normálu.

Pro $f_d$ = 45 Hz je vstupní filtr zařazen, pro $f_d$ = 200 Hz je odpojen. Při cejchování ve výrobním závodě se předpokládá chyba vnějšího normálu nulová.

e) Přídavná teplotní chyba (0,01 % MH + 0,01 % MHMR)/K

f) Úbytek napětí na rozsahu 15 mA max.170 mV

na rozsahu 1,5 A max. 300 mV

g) Doba ustálení viz bod 8.1.2.g.

h) Činitel výkyvu max 2

i) Dovolené přetížení $I_M \leq 2$ A

$$I_M = \sqrt{I_{ss}^2 + I_{st}^2}$$

kde $I_{ss}$ je stejnosměrná složka měř. proudu

$I_{st}$ je střídavá složka měř. proudu

## 8.2. Programové možnosti

Multimetr MIT 380 je programovatelný, což znamená, že uživatel může naměřená data předzpracovat pomocí zabudovaných výpočetních programů. Seznam programů a jejich funkce je uvedena v tab. 1. Programy 0 - 7 jsou výpočetní programy, programy 8 - 9 jsou určeny pro řízení měření v čase pomocí interních hodin multimetru. U programů 6 , 7 a 9 je možné pomocí OPTION vybrat jeden z počítaných výsledků pro zobrazování (resp. další zpracování), přičemž všechny počítané hodnoty jsou zároveň ukládány do paměti multimetru, odkud je možné je vyzvednout po ukončení souboru měření.

Při programování je možno zadat až 3 programy najednou, přičemž platí, že vypočítaná hodnota určená pro zobrazení v jednom programu vstupuje jako vstupní hodnota X do dalšího programu a zobrazován je až výsledek posledního programu. Výjimkou jsou programy 5 a 9 - OPTION Ø , jejichž výstupem je text resp. čas, který nelze dále zpracovat , a proto tyto programy další výpočet automaticky zruší.

## 8.3. Časový průběh měření

Pro určení orientačních časových průběhů slouží vývojový diagram průběhu měření na obr. 3 . Vedle jednotlivých bloků jsou uvedeny typické doby trvání, které se z různých důvodů mohou v průběhu měření měnit (např. nefázování na síť, přenos dat po interfejsu, ale také rychlost zpracování podle velikosti zpracovávaných čísel apod.).

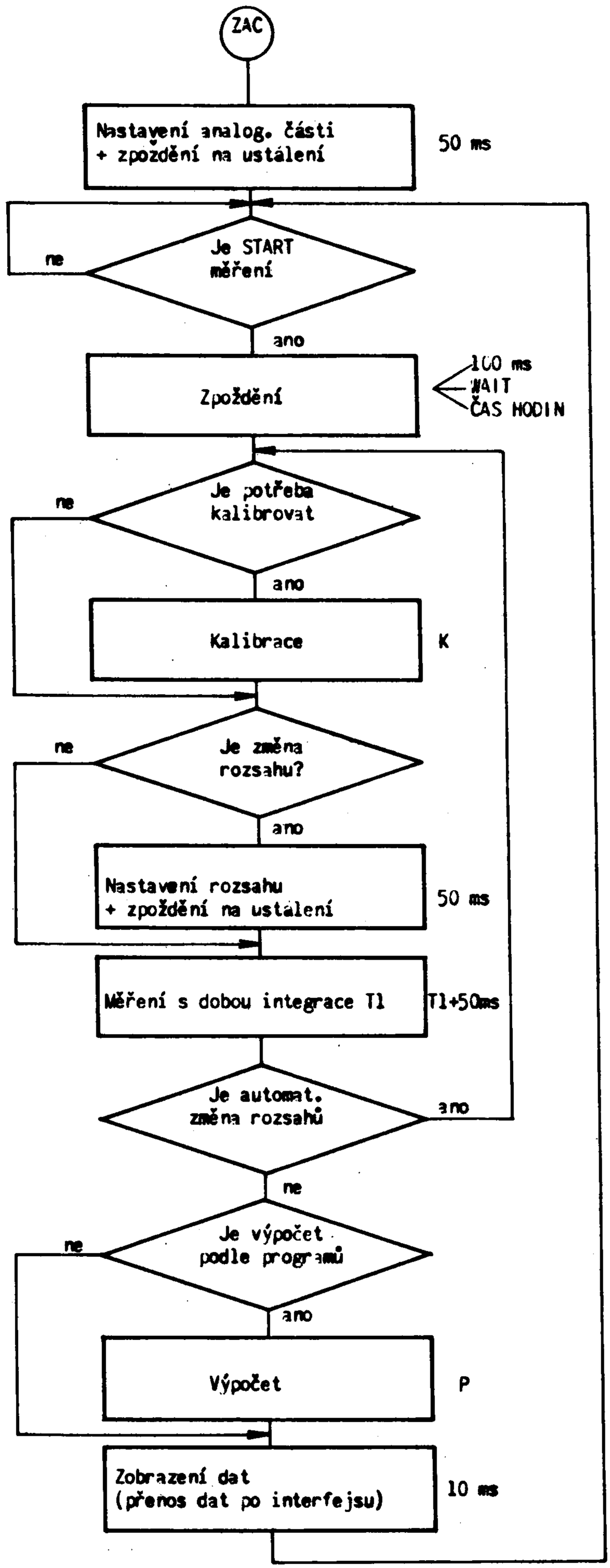
Při stisknutí libovolného tlačítka při místním ovládání nebo při zadání povelu po interfejsu při dálkovém ovládání multimetru je měřící smyčka přerušena a celá činnost probíhá od začátku.

Na začátku měřící smyčky je nastaven příslušný rozsah a typ měření v analogové části a je zařazeno nezbytné zpoždění 50 ms na ustálení vstupního dílu a program čeká na vnitřní start měření, který je dán režimem měření REP (start nastaven trvale) nebo SAMPLE (čeká se na start zadaný obsluhou).

Po startu měření je v měřící smyčce zařazeno zpoždění, které je závislé na tom, zda je zařazen časový program 8 nebo 9 nebo na místním resp. dálkovém ovládání. Při zadaném a zařazeném časovém programu 8 nebo 9 je další chod programu měřící smyčkou dán vztahem interních hodin a nastaveným časem (viz kap. 12.4).

Tab.1 Tabulka programů MIT 380

| | Název | Výpočetní vztah | Zadávané konstanty a jejich hodnota po zapnutí | Opt. | Zobrazuje na table |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | násobení konstantou a přičtení konstanty | $Y = A.X + b$ | $A = 1$<br>$b = 0$ | - | Y |
| 1 | výpočet procent | $Y = \frac{X - C}{C} \cdot 100$ | $C = 1$ | - | Y |
| 2 | výpočet polynomu | $Y = C3.X^3 + C2.X^2 + C1.X + C0 + \frac{C4}{X} + \frac{C5}{X^2}$ | $C0 = -249{,}4196$<br>$C1 = 2{,}441868$<br>$C2 = 3{,}901.10^{-4}$<br>$C3 = 1{,}4734 .10^{-6}$<br>$C4 = 0$<br>$C5 = 0$ | - | Y |
| 3 | výpočet decibelů | $Y = 20.\log\frac{X}{F}$ | $F = 1$ | - | Y |
| 4 | uložení do paměti | uložení X do paměti | $r = 0$ | - | X |
| 5 | hlídání mezí | Lo: $x < Lo$<br>PASS: $Lo < x < Hi$<br>Hi: $x > Hi$ | $Lo = 0$<br>$Hi = 0$ | - | text<br>Lo, PASS,<br>Hi |
| 6 | mezní hodnoty | $X < L$, pak $L = X$<br>$X > H$, pak $H = X$<br>$PP = H - L$ | - | 0<br>1<br>2<br>3 | X<br>L<br>H<br>PP |
| 7 | statistické výpočty | $n = n + 1$<br>$AV = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Xi$<br>$VA = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Xi - AV)^2$<br>$Sd = \sqrt{VA}$<br>$rS = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Xi^2}$ | - | 0<br>1<br>2<br>3<br>4<br>5 | X<br>n<br>AV<br>VA<br>Sd<br>rS |
| 8 | časové měření s driftem | - | $d = 0:0:0$ | - | X |
| 9 | čas a časové měření | start měření v čase $t = tA$<br>opakování měření po tB<br>konec měření při $t = tC$ | t = čas od zapnutí<br>$tA = 0:0:0$<br>$tB = 0:0:0$<br>$tC = 0:0:0$ | 0<br>1<br>2 | t<br>X<br>t; X |




Obr. 3 Vývojový diagram průběhu měření

Jestliže program 8, resp. 9 není zařazen, je zpoždění při místním ovládání multimetru 100 ms, při dálkovém ovládání je nastaveno příkazem WAIT po interfejsu.

V dalším průběhu je programem rozhodnuto, zda se má provést kalibrace příslušného převodníku podle druhu měření, viz tab. 2. Jedná se o tzv. autokalibraci, která probíhá automaticky asi po 9 minutách od předchozí kalibrace příslušného převodníku a její provádění je signalizováno svícením indikace CAL na table. Při dálkovém ovládání má uživatel možnost autokalibraci zakázat s tím, že přístroj bude kalibrovat příslušnými povely ve vhodných okamžicích. Při měření s vyšší rozlišovací schopností (HIRES ON) je vždy do měřicí smyčky zařazena kalibrace a-č převodníku s dobou trvání 850 ms nezávisle na tom, zda je autokalibrace povolena nebo zakázána.

Pokud se jedná o opakované měření z důvodu snížení nebo zvýšení rozsahu algoritmem pro automatickou změnu rozsahů, je tento nový rozsah nastaven v analogové části multimetru a je zařazeno základní zpoždění 50 ms na ustálení vstupního dílu. Pro měření s FILTER ON nebo na vyšších odporových rozsazích (150 kΩ - 15 000 kΩ) je však toto zpoždění pro ustálení nedostatečné, a proto je doporučeno v těch případech, kdy je to na závadu (zejména při dálkovém ovládání), měřit s vypnutou automatickou změnou rozsahů. Po ruční volbě rozsahů nebo při dálkovém ovládání zabezpečíme dobu na ustálení vstupního dílu (viz 8.1) zpožděním mezi zadáním příkazu pro změnu rozsahu a startem měření nebo volbou vhodného zpoždění WAIT.

Doba trvání vlastního měření je dána součtem doby integrace v prvním taktu T1, která je závislá na nastavení FAST a HIRES podle tabulky 3, a doby 50 ms, v níž je zahrnuto nařázování na síť, přenos dat z plovoucí části a jejich zpracování, kde je zároveň zjištěna případná potřeba automatické změny rozsahu. Pokud má dojít ke změně rozsahu (viz 12.1) a je povolena automatická změna rozsahů, je nový rozsah poznamenán v číslicové části a měření se opakuje podle vývojového diagramu.

Pokud jsou zadány a zařazeny do programové smyčky výpočetní programy, probíhá výpočet s dobou trvání podle tabulky 4.

Tab.2: Doby trvání kalibrací podle druhu měření

| Funkce | | kalibruje se | doba trvání [ms] |
|---|---|---|---|
| VOLTS | AC OFF | a - č převodník | 850 |
| | AC ON | a - č převodník, střídavý převodník | 1700 |
| AMPS | AC OFF | a - č převodník, převodník proudu | 2960 |
| | AC ON | a - č převodník, střídavý převodník | 1700 |
| OHMS | | a - č převodník | 850 |
| CAL | 1/ | a - č převodník, převodník proudu, dělič 150V a 1500V, střídavý převodník | asi 3 min |
| CAL | 2/ | a - č převodník, převodník proudu, střídavý převodník | asi 5 s |

1/ Měření na rozsazích 150 V a 1500 V ss napětí

2/ Měření na rozsazích jiných, než 150 V a 1500 V ss napětí

Tab. 3: Delka prvního taktu T1

| T1 [ms] | | HIRES OFF | HIRES ON |
|---|---|---|---|
| FAST | OFF | 200 | 2000 |
| | ON | 20 | 200 |

TAb. 4: Doby trvání výpočetních programů

| Program | o | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ZERO ON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Doba výpočtu P[ms] | 4 | 6 | 25 | 30 | -1 | -10 [1] | -1 | 60 | 2 |

[1] Pozn. Výsledkem programu 5 je text zobrazený na table, což má za následek vynechání času pro převod na dekadické číslo a formátování v měřící smyčce a tedy zkrácení měřící smyčky o 10 ms.

Výsledek měření resp. výpočtu je převeden na dekadické číslo, vhodně formátován a zobrazen na table případně připraven pro vyslání pomocí stykového modulu. Doba trvání tohoto úseku měřící smyčky je 10 ms, v případě vysílání dat se prodlužuje o dobu přenosu dat. Tím je jeden měřící cyklus uzavřen a činnost multimetru se opakuje čekáním na start.

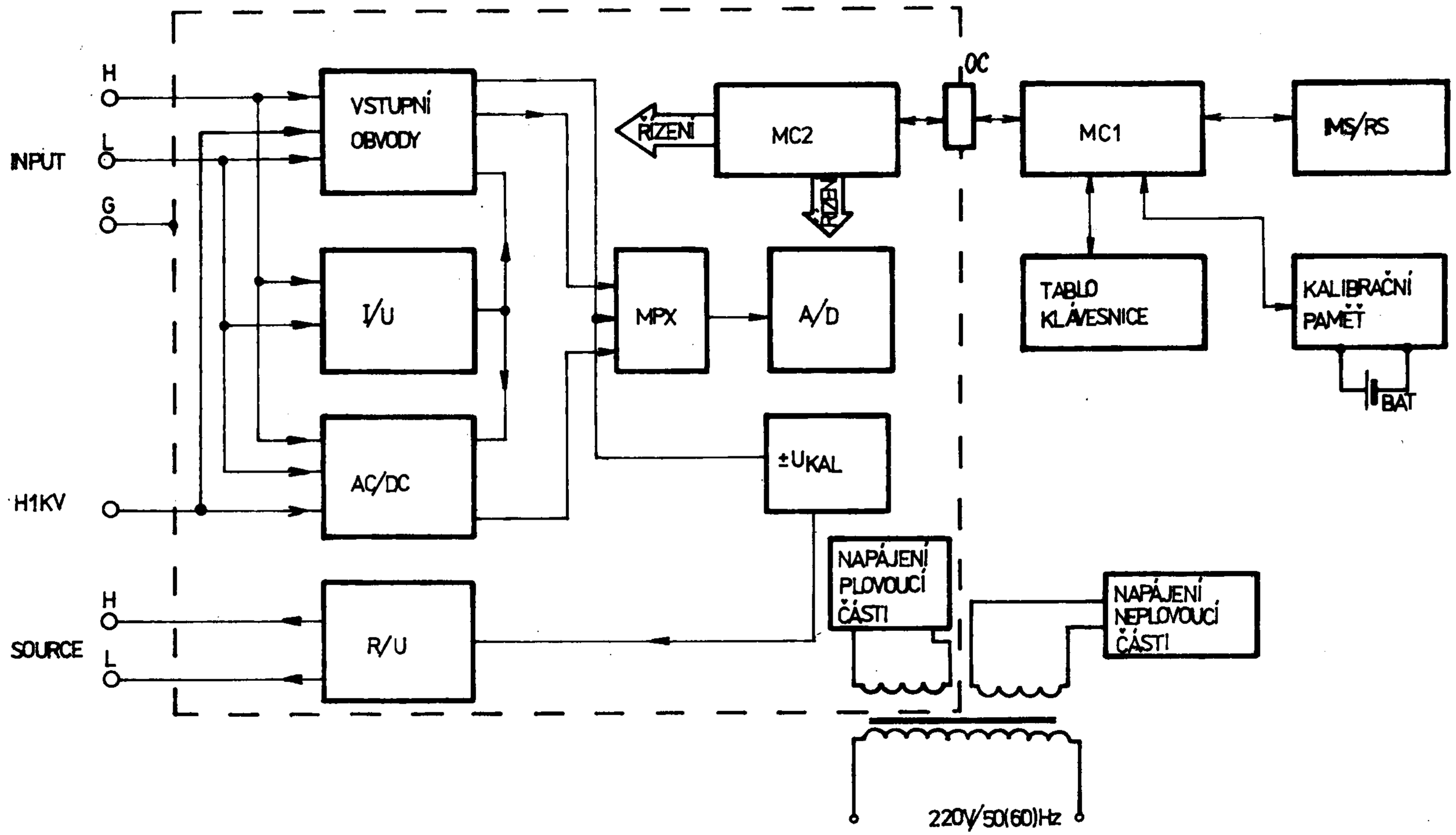
V tabulce tab.5 jsou jako příklad uvedeny časové průběhy některých nejčastějších měřicích cyklů.

Tab. 5. Nejčastější časové průběhy měření

| FUNKCE / DOBA TRVÁNÍ [ms] | Základní měření FAST OFF, HIRES OFF | FAST ON, HIRES OFF | FAST OFF, HIRES ON | Základní měření s přepnutím autom. volbou rozsahů na sousední rozsah | Základní měření VOLTS DC nebo OHMS s autokalibrací | Základní měření VOLTS AC nebo AMPS AC s autokalibrací | Základní režim AMPS DC s autokalibrací |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zpoždění | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Kalibrace | - | - | 850 | - | 850 | 1700 | 2960 |
| Měření | 250 | 70 | 2050 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Autom. změna rozsahů | - | - | - | 300 | - | - | - |
| Výpočet podle programů | - | - | - | - | - | - | - |
| Zobrazení | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Celková doba | 360 | 180 | 3010 | 660 | 1210 | 2060 | 3320 |

## 9. Princip činnosti

Číslicový multimetr MIT 380 je mechanicky i elektricky rozdělen z důvodu vysokého potlačení souhlasného napětí na dvě části - na část neplovoucí jejíž obvody jsou galvanicky odděleny od vstupních svorek přístroje a na část plovoucí, galvanicky oddělenou od zemní svorky přístroje. Základní uspořádání je zřejmé z blokového schematu na obr. 4. Celá činnost měřícího přístroje je řízena dvěma mikroprocesory - typem 8748 v plovoucí části (MC 2) a MHB 8080 (MC 1) v části neplovoucí.



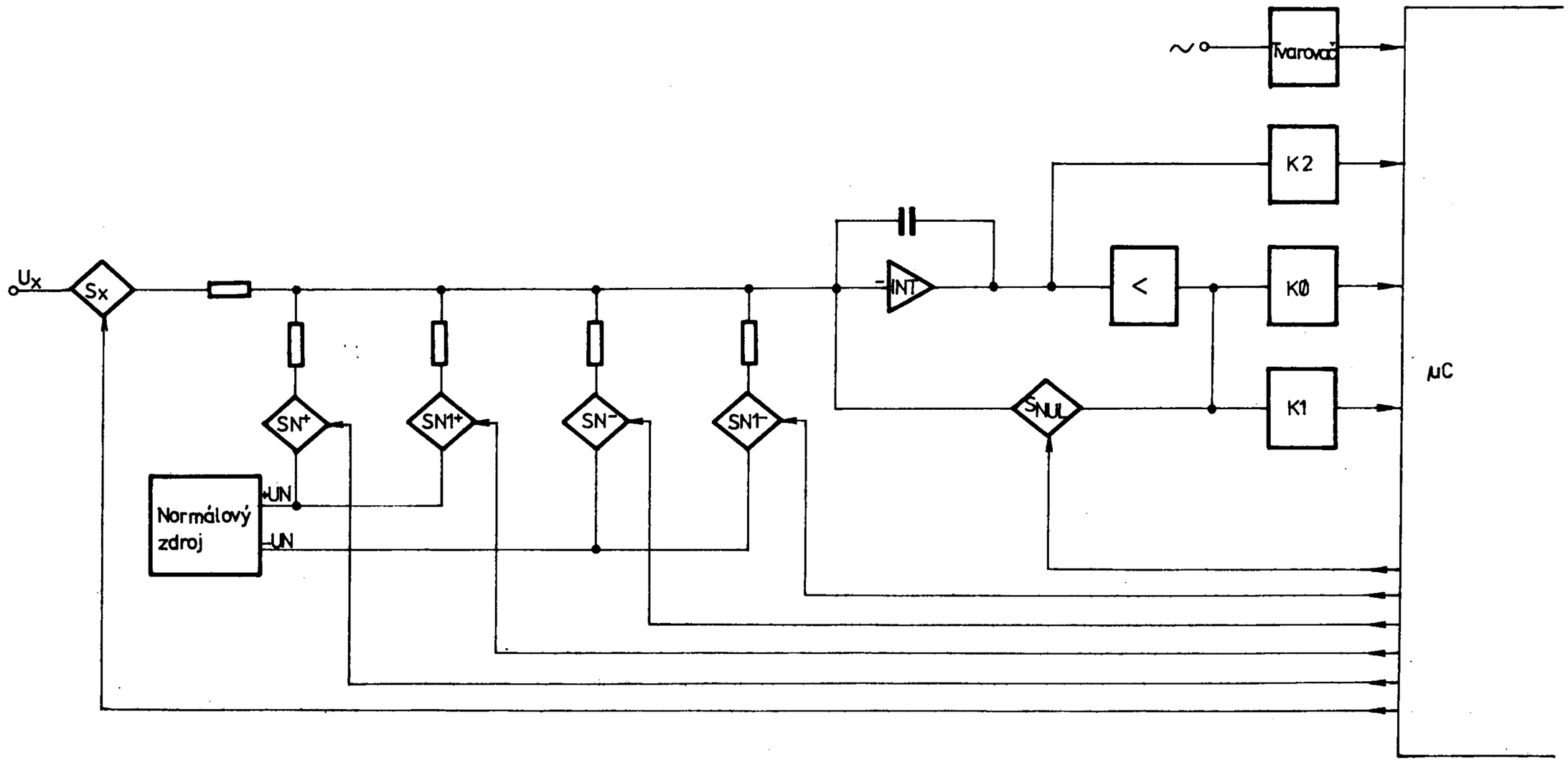

obr. 4 BLOKOVÉ SCHEMA M1T 380

Vzájemně jsou oba propojeny oddělovacími optočleny pro zachování galvanického oddělení. Na základě požadavku z předního panelu nebo z příslušného interfejsu je vydán povel z MC 1 do MC 2 pro změření určitého druhu měřené veličiny na některém z rozsahů. Mikropočítač MC 2 zajistí připojení zvoleného převodníku měřené veličiny přes analogový přepínač MPX a odstartuje analogově číslicový převod v bloku A/D. Použitá metoda vyžaduje řízení z MC 2 po celou dobu převodu. Získaný binární ekvivalent měřeného údaje je pak přes OC odesílán do neplovoucí části k MC 1 pro další korekce podle kalibračních konstant a zobrazení na table, nebo vyslání na interfejs. Kalibrační paměť připojená k MC 1 obsahuje korekční konstanty pro všechny měřené veličiny a rozsahy, získané v procesu cejchování přístroje. Obsah této paměti je zajištěn proti vymazání při vypnutí přístroje primárním článkem (BAT).

9.1. Metoda a-č převodu

A-č převodník M1T 380 je oboupolaritní a pracuje na principu třítaktní integrační metody se snižováním náboje již v průběhu prvního taktu. Doba prvního taktu je proměnná podle zadaného režimu a podle periody sítě. Blokové schema a-č převodníku je na obr. 5. Převodník se skládá z analogové části, do které patří integrátor INT, komparátory KØ, K1, K2, zesilovač pro zvýšení citlivosti komparátorů, spínače, normálový zdroj a tvarovač pro určení periody sítě a z číslicové části, která je tvořena jednočipovým mikropočítačem MC 2. Jednočipový mikropočítač přijímá povely z řídicího mikropočítače MC 1 M1T 380, snímá logické úrovně na výstupech komparátorů a tvarovače a na základě toho řídí spínání jednotlivých spínačů a zjišťuje binární údaj ekvivalentní připojovanému vstupnímu napětí Ux. Kromě řízení vlastního a-č převodníku řídí jednočipový mikropočítač i ostatní analogové části M1T 380 (přepínání rozsahů, filtru, střídavý převodník, proudový převodník, kalibraci atd.).

Potlačení souhlasného rušení je dosaženo tím, že celá analogová část včetně jednočipového mikropočítače je plovoucí, data z (nebo do) řídicího mikropočítače se předávají sériově přes optočleny. Potlačení sériového rušení je dosaženo nafázováním a-č převodníku na síť tak, že doba integrace měřeného napětí v prvním taktu je násobkem doby periody sítě s přesností 80 µs. Základní doba integrace je



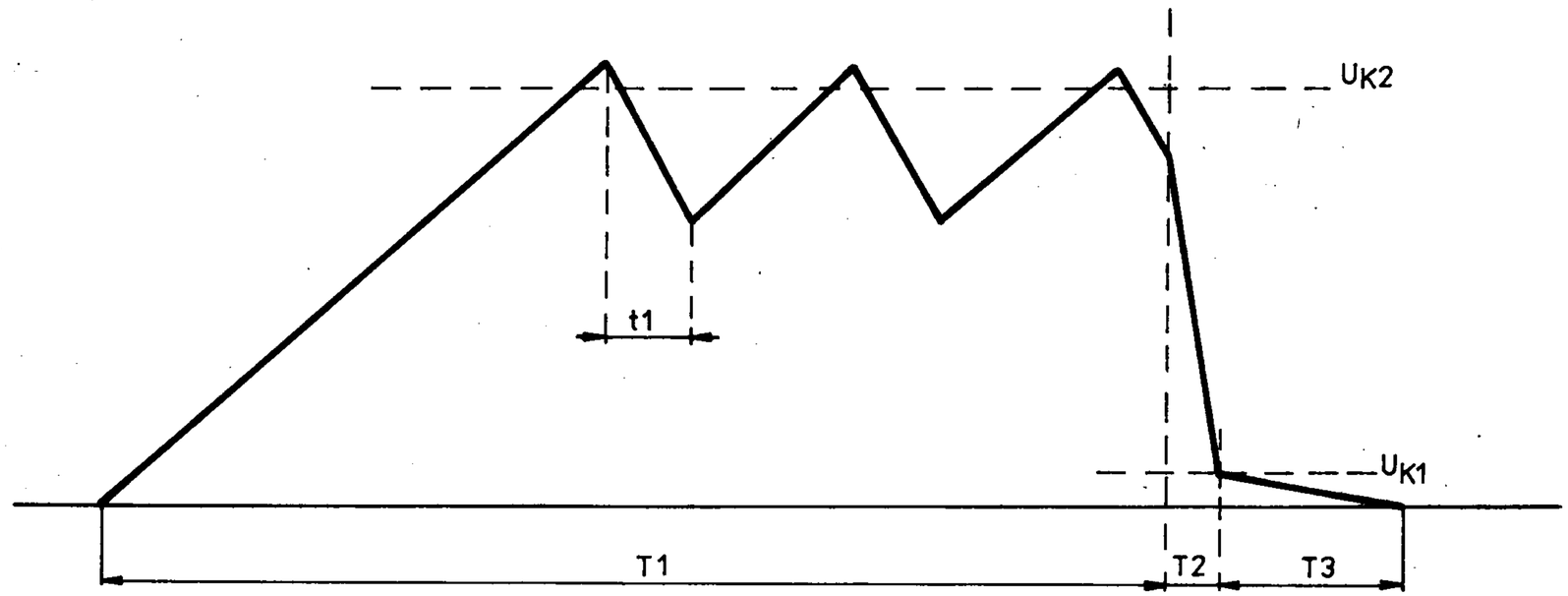

Obr. 5. BLOKOVÉ SCHEMA A - Č PŘEVODNÍKU

10 period sítě (200 ms) a je možno ji buď zkrátit v režimu FAST na 1 periodu sítě (20 ms) nebo naopak prodloužit v HIGH RESOLUTION na 100 period sítě (2 s).

Typický průběh napětí na výstupu integrátoru je na obr. 6. Průběh odpovídá zápornému měřenému napětí, pro kladné měřené napětí je průběh symetrický kolem osy. Po příchodu povelu pro start převodu z řídícího mikropočítače MIT 380 sleduje mikropočítač MC 2 stav signálu na výstupu tvarovače síťového napětí. Po změně stavu na výstupu tvarovače (průchod síťového napětí nulovou hodnotou) je zahájen vlastní a-č převod sepnutím spínače Sx. Podle polarity měřeného napětí začne napětí na výstupu integrátoru narůstat v kladné nebo záporné polaritě. V programové smyčce mikropočítače MC 2 je sledován jednak stav na výstupu tvarovače, kdy je po zadaném počtu změn ukončen první takt, a jednak stav na výstupu komparátoru K2. Jestliže napětí na výstupu integrátoru vybočí z mezí komparátoru K2, komparátor překlopí a na základě změny stavu výstupu komparátoru K2 a stavu na výstupu komparátoru KØ sepne ve vhodném okamžiku jednočipový mikropočítač spínač $S_n^+$ resp. $S_n^-$ a tím začne napětí na výstupu integrátoru klesat. Příslušný spínač Sn je sepnut na dobu $t_1$, která odpovídá šestnácti průchodům programu programovou smyčkou. Po rozepnutí spínače Sn výstupní napětí integrátoru opět narůstá a celý děj se opakuje až do konce prvního taktu, který je odvozen podobně jako začátek od změny stavu na výstupu tvarovače. Na konci prvního taktu může být spínač Sn sepnut po dobu kratší než $t_1$, ale vždy je tato doba dána násobkem doby průchodu programu programovou smyčkou, která je v prvním taktu 80 µs. První takt je ukončen rozepnutím spínače $S_x$ i $S_n$ a v krátké podlevě je podle stavu na výstupu komparátoru K1 rozhodnuto, zda má být zařazen takt T2. Takt T2 nenastane při měření malého $U_x$. Pokud napětí na výstupu integrátoru je mimo meze dané komparátorem K1, je zařazen takt T2 sepnutím spínače $S_n^+$ resp. $S_n^-$. Tím napětí na výstupu integrátoru klesá a mikropočítač MC 2 v programové smyčce s dobou průchodu 10 µs sleduje stav na výstupu komparátoru K1.

Po změně stavu na jeho výstupu je takt T2 ukončen rozepnutím spínače $S_n$.

V taktu T3 se provádí pomalé snižování napětí na výstupu integrátoru sepnutím spínače $S_{n1}^+$ resp. $S_{n1}^-$ podle okamžitého




Obr.6. PRŮBĚH NAPĚTÍ NA VÝSTUPU INTEGRÁTORU

stavu na výstupu komparátoru KØ. V programové smyčce s dobou průchodu 10 μs je sledován výstup komparátoru KØ. Po změně stavu na jeho výstupu je příslušný spinač $S_{n1}$ rozepnut a sepnut spinač nulování $S_{NUL}$.
Výsledný údaj je dán sečtením násobků počtu smyček v jednotlivých taktech, kdy byl sepnut spinač $S_n$ resp. $S_{n1}$, s ohledem na poměr proudů spínaných spinači $S_n$ a $S_{n1}$ a na dobu trvání průchodu programu příslušnou programovou smyčkou. Při době prvního taktu 2 s je výsledný údaj dělen osmi z toho důvodu, aby nepřesáhl 24 bitů. Kromě takto získaného údaje je do řídícího mikropočítače MC 1 předán i skutečný počet programových smyček, po které byl sepnut spinač $S_x$ v prvním taktu (doba prvního taktu). Celkem po skončení měření je z MC 2 a MC 1 přenášeno 5 bytů (3 byte změřená hodnota a 2 byte doba prvního taktu - perioda sítě).

## 9.2. Stykové moduly

Multimetr MIT 380 je možno používat samostatně, nebo jej lze pomocí výměnných stykových modulů MIT 381 a MIT 382 zapojit do měřících systémů s interfejsy IMS-2 resp. RS 232. Moduly jsou vzájemně záměnné, ale v multimetru může být osazen jen jeden z nich. Na modulech jsou umístěny paměti EPROM zajišťující řízení přístroje v příslušném interfejsu. Moduly se vkládají do desky mikropočítače v neplovoucí části přes konektor FRB, součástí modulu je i výstupní konektor pro připojení do příslušného systému.

### 9.2.1. Stykový modul IMS - 2 - MIT 381

Zapojení stykového modulu IMS-2 využívá vlastností integrovaného obvodu MHB 8255 v módu 0 a v módu 2. Výkonově a logicky jsou signály mezi MHB 8255 a sběrnicí IMS-2 upraveny pomocí dalších obvodů TTL umístěných na desce. Zde se nachází také přepínače pro volbu adresy v systému IMS-2 a přepínač režimu TON.
Modul realizuje následující interfejsové funkce:

SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, PPØ, CØ.

### 9.2.2. Stykový modul RS 232 - MIT 382

Stykový modul RS 232C je realizován pomocí integrovaného obvodu USART MHB 8251 a příslušných převodníků úrovní řady 75.

Zdroj časového řízení na USART se skládá z krystalového oscilátoru a děličky s proměnným dělícím poměrem. Přenosovou rychlost lze měnit změnou dělícího poměru děličky pomocí přepínačů. Je možné nastavit tyto přenosové rychlosti 4800, 2400, 1200, 600, 300 a 150 Bd.
Součástí modulu je i zdroj - 12 V nutný pro napájení převodníků úrovní.
Modul realizuje následující vazební obvody: 103, 104, 107, 108.2, 109.

## 10. Pokyny pro uvádění přístroje do chodu

Přístroj je spolu s příslušenstvím dodáván v ochranném obalu. Posíláte-li přístroj zpět, použijte originálního obalu výrobce.

Po rozbalení přístroje a jeho příslušenství je třeba multimetr zkompletovat - zasunout síťovou šňůru do zásuvky umístěné na zadním panelu. Pokud při dopravě či skladování poklesla dolní teplota pod +5°C, je třeba nechat před připojením přístroje do sítě tento nejprve aklimatizovat (mininálně 10 hodin v prostředí odpovídajícím odstavci "Pracovní podmínky" tohoto návodu k obsluze).

Multimetr je určen pro stolní použití, nesmí být postaven na jiná zařízení, která jsou zdroji tepla a ani jeho větrací otvory v horním krytu se nesmí zakrývat.

Po zapnutí přístroje stisknutím tlačítka "POWER" se po dobu přibližně 5 sekund rozsvítí na table střední segment u všech zobrazovacích prvků a dále LED u tlačítek "VOLTS", "FILTER", "AUTO" a "REP". Během této doby probíhá test zálohované RAM a zkrácená kalibrace všech převodníků. Pokud je vše v pořádku, přejde multimetr automaticky do režimu měření ss napětí, je zařazen vstupní filtr, repetičně start a automatická volba rozsahů. Pokud byla zjištěna závada, pak se tento test neustále opakuje a na table se zobrazí nápis "Error" spolu s číslem, sloužícím k identifikaci závady (viz článek 17). Po době náběhu (viz kap.8) je přístroj připraven k měření.

## 11. Bezpečnostní opatření

Přístroj odpovídá bezpečnostní třídě 1 dle ČSN 35 65 01.

Při provozu musí být přístroj zakrytován, doporučené zapojení multimetru do měřícího obvodu pro měření jednotlivých eletrických veličin je uvedeno v následující kapitole.

Při měření se doporučuje používat měřících šňůr dodávaných jako příslušenství přístroje.

Ochranná svorka označená ⏚ je spojena s kostrou přístroje (kovová bočnice, zadní panel, stínění neplovoucí části) a je umístěna na zádním panelu.

Zvýšené opatrnosti je třeba zejména při měření stejnosměrných nebo střídavých napětí na rozsahu 1,5 kV ( kdy musí být měřicí šňůra zasunuta do červeně označené svorky ϟ HlkV) a dále při měření el. veličin v obvodech se souhlasným napětím, kdy může napětí na vstupních svorkách dosahovat hodnoty až 500V proti zemnící svorce.

## 12. Návod pro používání přístroje

### 12.1. Popis ovládacích prvků a zobrazení

Význam a rozmístění ovládacích prvků a vstupních zdířek je zřejmé z obrázku předního panelu obr. 1. umístěném v kap. 4. Podrobný popis funkce přepínačů 6, 8 a vstupních zdířek je uveden v kap. 12.2 a 12.3.

#### 12.1.1. Funkce tlačítek

Všechna tlačítka kromě tlačítka PROG, které přepíná režim měření a režim programování, mají dva významy a jim odpovídající popisy na čelním panelu. Popis tlačítek umístěný nad nimi platí pro ovládání multimetru v normálním měřícím režimu, popis pod tlačítky platí pouze v režimu programování, kdy svítí indikace tlačítka PROG. V režimu programování umožňují tlačítka zadání programů a konstant viz kap. 12.4.
V následujícím výkladu je uvedena nejprve fukce všech tlačítek v normálním měřícím režimu a potom význam v režimu programování. Ve výkladu je označováno zapnutí příslušné funkce tlačítek jako ON a zároveň je tento stav indikován rozsvícením vestavěné indikace, vypnutí funkce je označeno OFF a indikace nesvítí.

VOLTS - tlačítko přepnutí multimetru na měření napětí, což je indikováno rozsvícením indikace tlačítka. To, zda se jedná o stejnosměrné nebo střídavé napětí, záleží na tlačítku AC. Stisknutí tlačítka VOLTS zároveň nastaví vý-

chozí stav pro měření napětí, tj. rozsah 150 V, AUTO ON, pro AC OFF je FILTER ON, pro AC ON je FILTER OFF, FAST OFF, HIRES OFF, ZERO OFF, COMP OFF a ponechává původní nastavení AC a start SAMPLE nebo REP.

AMPS - tlačítko přepnutí multimetru na měření proudu, což je indikováno rozsvícením indikace tlačítka. To, zda se jedná o stejnosměrný nebo střídavý proud, záleží na tlačítku AC. Stisknutím tlačítka AMPS se zároveň nastaví výchozí stav pro měření proudů, tj. rozsah 1,5 A, AUTO ON, pro AC OFF je FILTER ON, pro AC ON je FILTER OFF, FAST OFF, HIRES OFF, ZERO OFF, COMP OFF a ponechává původní nastavení AC a start SAMPLE nebo REP.

OHMS - tlačítko přepnutí multimetru na řešení odporů, což je indikováno rozsvícením indikace tlačítka. Stisknutím tlačítka OHMS se zároveň nastaví výchozí stav pro měření odporů, tj. AC OFF, rozsah 150 kΩ, AUTO ON, FILTER ON, FAST OFF, HIRES OFF, ZERO OFF, COMP OFF a ponechá původní nastavení start SAMPLE nebo REP.

AC - tlačítko přepínání stejnosměrného střídavého měření napětí nebo proudů. Při AC ON je nastaveno střídavé měření. Zda se jedná o měření napětí nebo proudů záleží na nastavení VOLTS nebo AMPS. Stisknutí tlačítka AC nastaví kromě změny stejnosměrné/střídavé měření i výchozí stav podle měřené veličiny (viz popis VOLTS, AMPS). Při měření odporů je činnost tlačítka AC blokována.

CAL - tlačítko celkové kalibrace přístroje. Stisknutí tlačítka CAL vyvolá postupně kalibraci A-Č převodníku, převodníku proudu na napětí a střídavého převodníku. Pokud je kalibrace požadována při měření na rozsazích 150 V a 1500V ss napětí, provádí se mimoto ještě kalibrace vstupního děliče. Kalibrace trvá asi 5 s (bez vstupního děliče), případně asi 3 minuty (se vstupním děličem). Po tuto dobu jsou všechna tlačítka předního panelu blokována a svítí indikace CAL na table.

FILTER - funkce tlačítka FILTER se liší podle toho, zda se jedná o stejnosměrné nebo střídavé měření. Při stejnosměrném měření způsobí připojení, resp. odpojení vstupního analogového filtru. FILTER ON značí jeho připojení, čímž se zvýší potlačení rušivého signálu, ale zároveň se prodlouží doba ustálení vstupního dílu při změnách měřené veličiny (viz kap. 8).

Při střídavém měření způsobí stisknutí tlačítka FILTER připojení resp. odpojení vnitřních filtrů v převodníku efektivní hodnoty. FILTER ON má za následek snížení dolní mezní frekvence střídavého převodníku 200 Hz na 45 Hz, ale zároveň zpomaluje ustálení střídavého převodníku při změně amplitudy vstupního měřeného signálu (viz kap. 8)

FAST - tlačítko zvýšení rychlosti analogově-číslicového převodu. Při zadání funkce FAST ON dojde ke zkrácení doby integrace v prvním taktu a-č převodníku 10 krát. To má za následek zvýšení rychlosti měření (viz tab. 3 ), ale zároveň snížení potlačení seriového rušivého signálu při stejnosměrném měření.

HIRES - tlačítko zvýšení rozlišení. Zadáním HIRES ON se zvýší rozlišovací schopnost multimetru o jeden dekadický řád, tj. údaj multimetru může mít délku 6 1/2 dekadického řádu (mimo měření AC). Zároveň je bezprostředně před každé měření zařazena kalibrace a-č převodníku a doba integrace v prvním taktu a-č převodu je prodloužena 10 krát (viz tab. 3 )

SAMPLE -tlačítko jednorázového startování. Stisknutím tlačítka SAMPLE je zrušen repetiční start měření a je provedeno jedno měření. Po dobu měření svítí indikace umístěná v tlačítku REP.

REP - tlačítko nastavení repetičního startování. Stisknutím tlačítka REP je nastaven repetiční start měření což znamená, že po ukončení jednoho měření a zobrazení jeho výsledku na table (případně vyslání po interfejsu) je automaticky s určitým zpožděním (viz kap. 8) odstartováno další měření.

AUTO - tlačítko povolení resp. zakázání automatické změny rozsahů. AUTO ON značí, že je automatická změna rozsahů povolena. Ke zvýšení rozsahu dochází, jestliže naměřená hodnota je vyšší než 150 000 úrovní a-č převodníku ke snížení rozsahu při hodnotě nižší než 14 000 úrovní, při měření proudů nižší než 1400 úrovní. Uvedené meze jsou 10 krát vyšší při zvýšení rozlišovací schopnosti (HIRES ON) resp. 10 krát nižší při střídavém měření (AC ON). Meze přepínání při automatické volbě úzce souvisí se zobrazením údaje na table - viz 12.1.2.

Při měření napětí je nejvyšší rozsah pro automatickou změnu rozsahů 150V, tzn. že na rozsah 1500V je nutno přepnout ručně zároveň s přepojením měřící šňůry do zdířky HlkV. Při zakázání automatické změny rozsahů AUTO OFF je na table multimetr na dobu asi 1 s zobrazen rozsah, na který je multimetr právě nastaven.

UP, DOWN - tlačítka ruční volby rozsahů. Tlačítko UP znamená zvýšení nastaveného rozsahu na nejbližší vyšší rozsah, tlačítko DOWN snížení na nejbližší nižší rozsah. Při dosažení nejvyššího resp. nejnižšího rozsahu příslušné měřené veličiny už ke změně nastavení nedochází. Stisknutím tlačítka UP nebo DOWN je zároveň zakázána automatická změna rozsahů a na displeji multimetru je po každém stisknutí zobrazen na dobu asi 1 s nový rozsah.

ZERO - tlačítko nula. Zadáním ZERO ON je provedeno odměření vstupní veličiny podle momentálního nastavení funkcí multimetru bez výpočetních programů. Naměřená hodnota je uložena do paměti multimetru a je odečítána od všech následujících měření dokud není funkce ZERO zrušena.

LOCAL -tlačítko přechodu z dálkového do místního ovládání. Pokud je multimetr přes interfejs přepnut do dálkového neuzamčeného režimu ovládání způsobí stisknutí tlačítka LOCAL přechod do místního ovládání.

PROG - tlačítko nastavení resp. zrušení režimu programování. Způsob programování při PROG ON viz kap. 12.4.

COMP - tlačítko zařazení resp. vypuštění výpočetních programů do/z měřící smyčky. Zadáním COMP ON je nastaven výchozí stav programů viz kap. 12.4. a všechna následující měření se budou zpracovávat podle zadaných programů. Nebyl-li v režimu programování zadán žádný program, je při stisknutí tlačítka COMP zobrazen na table multimetru nápis no Pr na dobu asi 1 s.

Význam tlačítek v režimu programování

CLEAR - mazání programů resp. konstant zobrazených na table

- - tlačítko změny znaménka. Každé stisknutí tohoto tlačítka znamená změnu znaménka zobrazované konstanty na opačné. Výjimkou je první stisknutí po zadání oddělovače exponentu E, kdy je toto znaménko chápáno jako záporné znaménko exponentu.

E - oddělovač exponentu umožňující zadání exponentové části konstanty

M - odměření a zobrazení naměřené hodnoty jako zadávané konstanty do programu - viz kap. 12.4.

ENTER - přepis zadaných programů resp. kontant zobrazených na table multimetru do jeho paměti

0 ÷ 9 - zadání číslic při programování

. - desetinná tečka

12.1.2. Zobrazení

Naměřené a vypočtené údaje jsou v multimetru zobrazovány na 7 1/2 řádovém sedmisegmentovém table. V normálním režimu měření bez výpočetních programů (COMP OFF) je pro daný rozsah při stejnosměrném měření a měření odporů zobrazováno max. 150 000 rozlišovacích úrovní tj. 5 1/2 dekadického řádu. Pro střídavá měření je údaj v normálním režimu o jeden řád kratší tj. max. 15 000 rozlišovacích úrovní (4 1/2 řádu). Při měření se zvýšenou rozlišovací schopností (HIRES ON) se prodlouží zobrazovaný údaj o 1 řád proti normálnímu režimu. Pro stejnosměrné měření je potom zobrazováno 1 500 000 rozlišovacích úrovní (6 1/2 dekadického řádu), pro střídavá měření je při HIRES ON zobrazováno 150 000 rozlišovacích úrovní (5 1/2 dekadického řádu) pro zvolený rozsah.
Naměřené údaje bez použití výpočetních programů jsou vždy zobrazovány v pevné řádové čárce. Nevýznamné nuly na začátku čísla nejsou zobrazovány. Zároveň se zobrazenou hodnotou je rozsvícena indikace příslušné jednotky měřené veličiny na table. Pro zlepšení čitelnosti údaje je automaticky proveden převod základních jednotek na mV resp. mA resp. kΩ, pokud je toto zobrazení výhodnější a přehlednější.

Při překročení měřícího rozsahu (pokud není povolena automatická změna rozsahů) je zobrazovaná hodnota označena jako neplatná. Označení je provedeno rozsvícením všech desetinných teček na table kromě desetinné tečky za číslicí, kde by byla u platného údaje. Při malém překročení (asi 5 až 10% z rozsahu) je možné údaj používat jako orientační, neboť výrobce neodpovídá za přesnost měření.

Zobrazovaná hodnota je označena jako neplatná i v případě, že jsou překročeny možnosti zobrazení při použití výpočetních

programů (viz dále) a také po stisknutí tlačítek změny měřené veličiny (VOLTS, AMPS, OHMS, AC) a tlačítka PROG při ukončení režimu programování. Stisknutím tlačítka je nastavena nová přístrojová funkce a zobrazovaná hodnota v tomto případě už neodpovídá novému nastavení multimetru. Proto je označena jako neplatná do té doby, než je provedeno nové měření a zobrazen jeho výsledek.

Při použití výpočetních programů 0, 1, 2 a 7 jsou výsledky zobrazovány vždy v základních jednotkách měřené veličiny, ale indikace jednotek na table nesvítí. Vypočtené údaje mohou být zobrazovány buď v pevné řádové čárce v rozsahu čísel $0{,}01 \leq X \leq 999\,999$ nebo v plovoucí řádové čárce pro $1 \cdot 10^{6} \leq X \leq 9{,}9999 \cdot 10^{9}$ a $9{,}999 \cdot 10^{-3} \leq X \leq 9{,}999 \cdot 10^{-9}$. Délka zobrazovaného čísla je v pevné řádové čárce vždy 6 dekadických míst, v plovoucí řádové čárce je délka mantisy 5 míst pro čísla s kladným exponentem a 4 místa pro čísla se záporným exponentem.

U programu 3 je výsledek zaokrouhlen na dvě desetinná místa a za údajem na table je zobrazena zkratka db (decibely).

Při zobrazování času na table multimetru mají hodiny, minuty a sekundy vždy délku dva dekadické řády a jsou vzájemně odděleny desetinnými tečkami. Maximální časový údaj je 99.59.59, po tomto čase dojde k vynulování hodin a hodiny běží od času 00.00.00.

## 12.2. Měření ss veličin a odporu

Číslicový multimetr MIT380 je konstruován tak, aby umožňoval přesné měření ss napětí, proudu a elektrického odporu i za přítomnosti rušivých signálů. Kromě integrační metody převodu se na tom podílí i rozdělení přístroje do tří základních částí:

a) Plovoucí část je souhrn obvodů přístroje, galvanicky oddělených od všech ostatních uzemněných i neuzemněných částí

přístroje. Je uzavřena v elektrostatickém stínění (plevoucí stínění) spojeném se svorkou INPUT G.

b) Neplevoucí část je souhrn obvodů přístroje, galvanicky dokonale oddělených od vstupních svorek přístroje, určených pro připojování měřených veličin (INPUT H, L, G, SOURCE H, L). Neplevoucí část není galvanicky spojena s kostrou přístroje.

c) Kostra přístroje je část multimetru, elektricky spojená se zemnicí svorkou.

Vstupní svorka INPUT L se vyznačuje nízkou impedancí proti společnému vodiči plevoucí části. Používá se při měření ss (i st) napětí i proudů, při čtyřvodičovém i dvouvodičovém měření odporů. Odpor zařazený v přívodu k této svorce musí být co nejmenší.

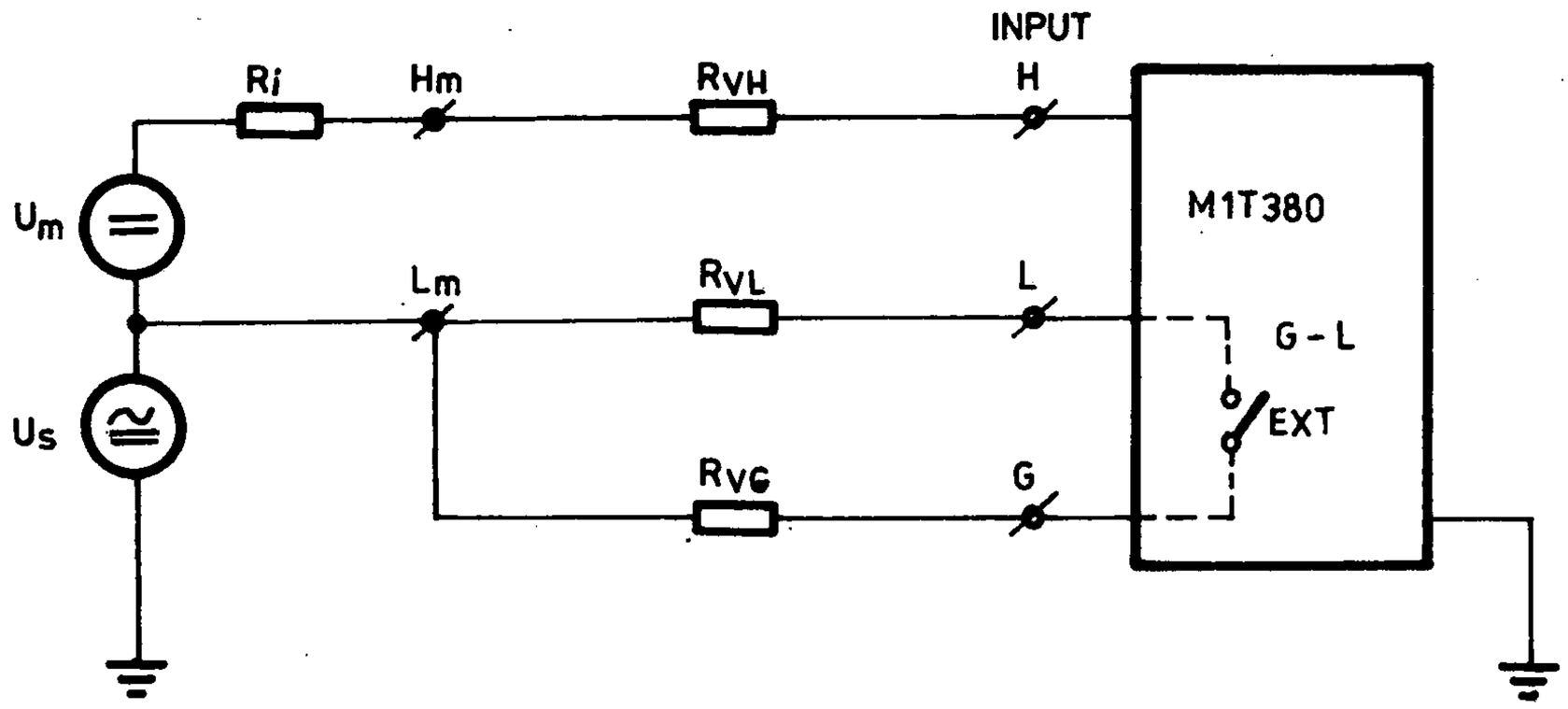
Vstupní svorka INPUT H se vyznačuje vysokou impedancí proti svorce L. Používá se při měření ss (i st) napětí i proudů, při čtyřvodičovém i dvouvodičovém měření odporů. Pokud má měřený zdroj napětí velký vstupní odpor, musí být zařazen na straně této svorky (nikoli na straně svorky L).
Svorky SOURCE L, H jsou výstupními svorkami zdroje měřicího proudu pro čtyřvodičové měření odporů. Tyto svorky se připojují vždy k tomu vývodu měřeného odporu, ke kterému je připojena stejně označená svorka INPUT.
Zemnící svorka(⏚)je spojena s kostrou přístroje a ochranným vodičem síťového přívodu.
Přesnost měření ss napětí na rozsazích 150 V a 1500 V je zaručována po kalibraci vstupního děliče (viz odst. 12.1.1. - funkce tlačítka CAL). V ustálených podmínkách není třeba tuto kalibraci dělat častěji než jednou za 2 hodiny.

### 12.2.1. Základní způsoby připojení zdroje měřeného napětí na vstupní svorky multimetru

Při měření napětí nesmí v žádném případě dojít k překročení dovolených hodnot na vstupu multimetru, to je u souhlasného napětí

500V, u napětí mezi svorkami L a G 50V (při vypínači G-L v poloze EXT), mezi svorkami H a L 200V, mezi svorkami H1kV a L 1000V. Na svorky SOURCE H a L nesmí být připojován žádný vnější zdroj napětí.

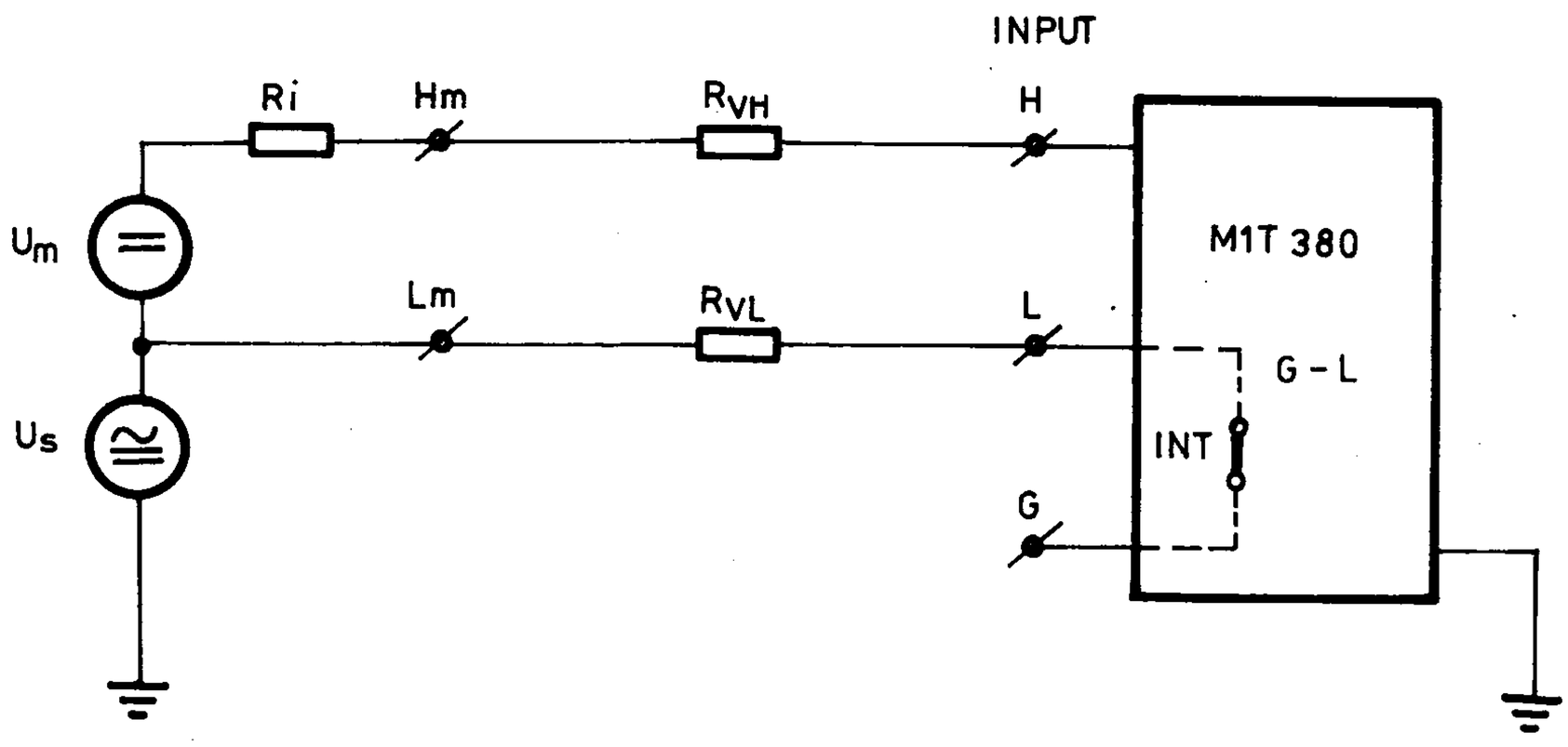
a) Třívodičové připojení




OBR.7. TŘÍVODIČOVÉ PŘIPOJENÍ PŘI MĚŘENÍ SS NAPĚTÍ.

Znázorněné připojení lze považovat za standartní při větších délkách spojovacího vedení. Při větších hodnotách vnitřního odporu zdroje měřeného napětí a výskytu rušivého elektrického nebo magnetického pole v prostoru vedení je nutné použít stíněný kabel. Přívod ke svorce G je v tomto případě tvořen jeho stínicím povlakem. Při velkých hodnotách souhlasného napětí je třeba pamatovat na to, že jeho potlačení je zaručováno pro velikost odporu $R_{VL}$ nejvýše 1kΩ. Při třívodičovém připojení je vypínač G-L na panelu přístroje v poloze EXT.

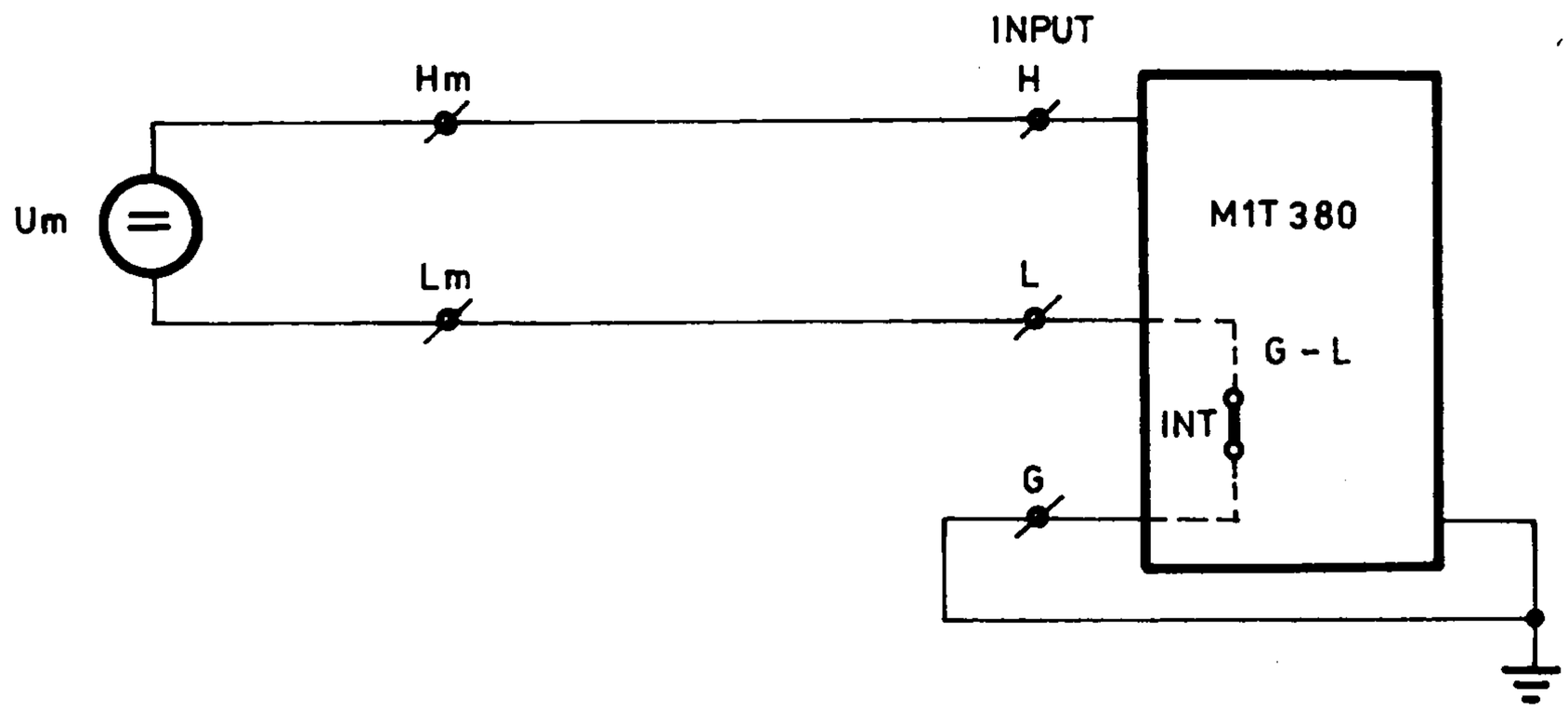
b) Dvouvodičové připojení




OBR. 8. DVOUVODIČOVÉ PŘIPOJENÍ PŘI MĚŘENÍ NAPĚTÍ

V běžných laboratorních podmínkách při krátkém spojovacím vedení nezpůsobí toto jednodušší připojení zhoršení přesnosti měření. I zde je však třeba pamatovat při velkém vnitřním odporu měřeného zdroje na stínění zdroje i kabelu a na to, aby v přívodu ke svorce L byl co nejmenší odpor. Vypinač G-L je v poloze INT.

c) Referenční připojení

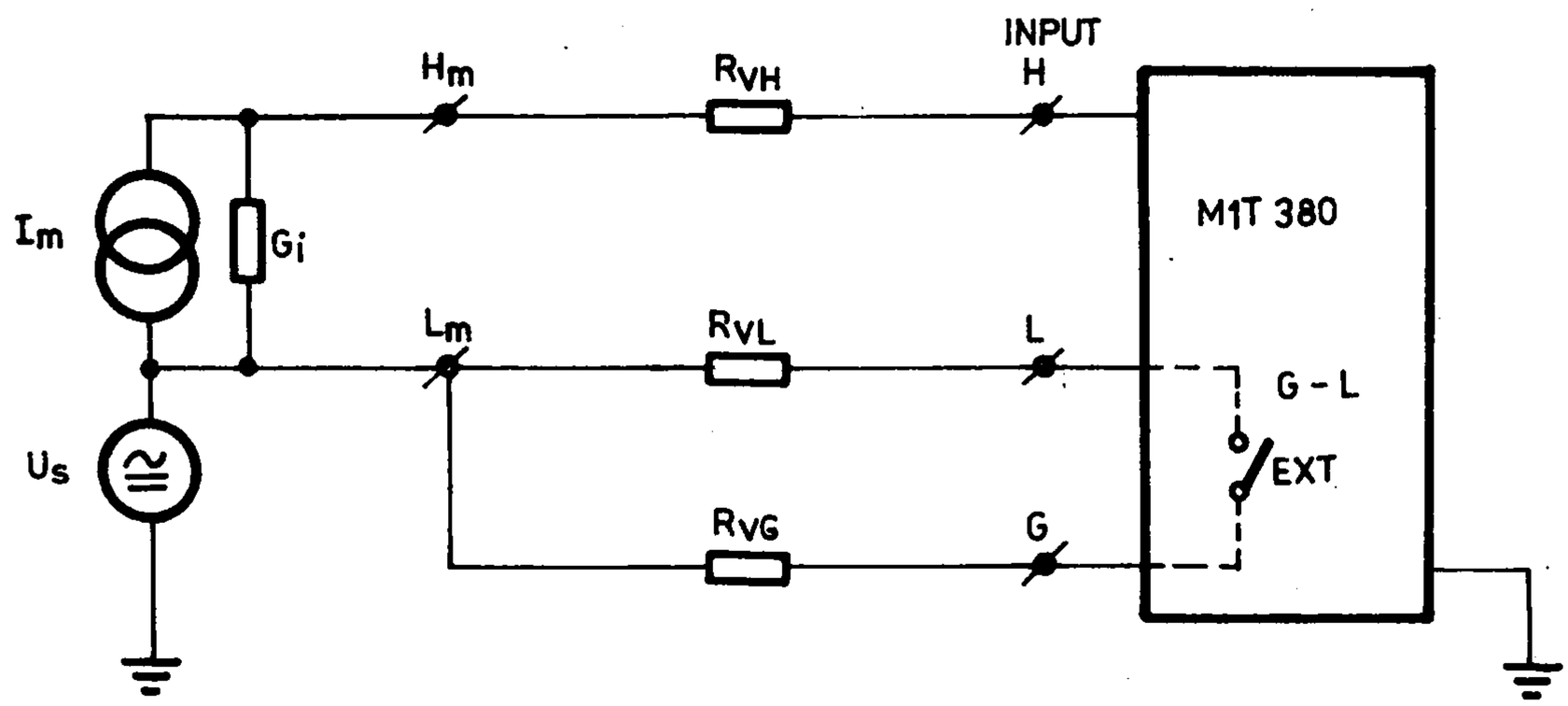



OBR. 9. REFERENČNÍ PŘIPOJENÍ MĚŘENÉHO ZDROJE NAPĚTÍ

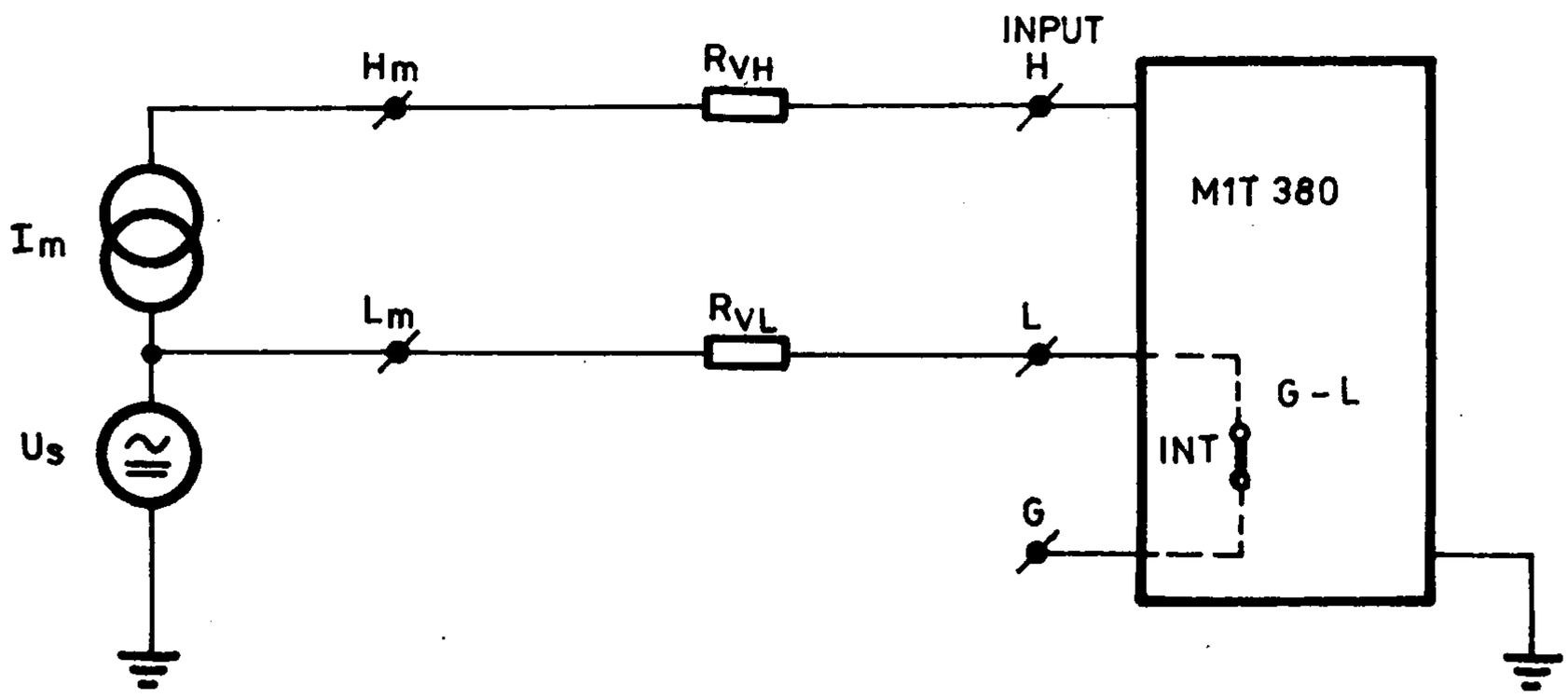
Referenčním připojením rozumíme dvouvodičové připojení, ve kterém jsou odpory přívodů i vnitřní odpor zdroje měřeného napětí zanedbatelně malé a souhlasné napětí je nulové.
Přesnost přístroje je zaručována při tomto připojení.

12.2.2. Základní způsoby připojení zdroje měřeného proudu na vstupní svorky multimetru.

Při měření proudu nesmí dojít k překročení dovolených hodnot na vstupu multimetru, a to 2A u měřeného proudu, 500V u souhlasného napětí a 50V u napětí mezi svorkami L a G (při vypinači G-L v poloze EXT). Na svorky SOURCE H a L nesmí být připojen žádný vnější zdroj proudu.




OBR. 10. TŘIVODIČOVÉ PŘIPOJENÍ PŘI MĚŘENÍ PROUDU.




OBR. 11. DVOUVODIČOVÉ PŘIPOJENÍ PŘI MĚŘENÍ PROUDU.

Stejně jako zdroj měřeného napětí lze i zdroj měřeného proudu připojit třívodičově (obr. 10. ) nebo dvouvodičově (obr. 11 ). Používají se svorky INPUT H,L,G. Všeobecně platí, že při měřicích rozsazích zabudovaných v multimetru M1T380 je připojení vstupu při měření proudu méně náročné, než při měření napětí. Průřezy vodičů musí být voleny tak, aby se zbytečně nezvětšoval úbytek napětí, způsobený průtokem měřeného proudu. Tím je současně zajištěno dodržení podmínky pro vysoké potlačení souhlasného napětí.

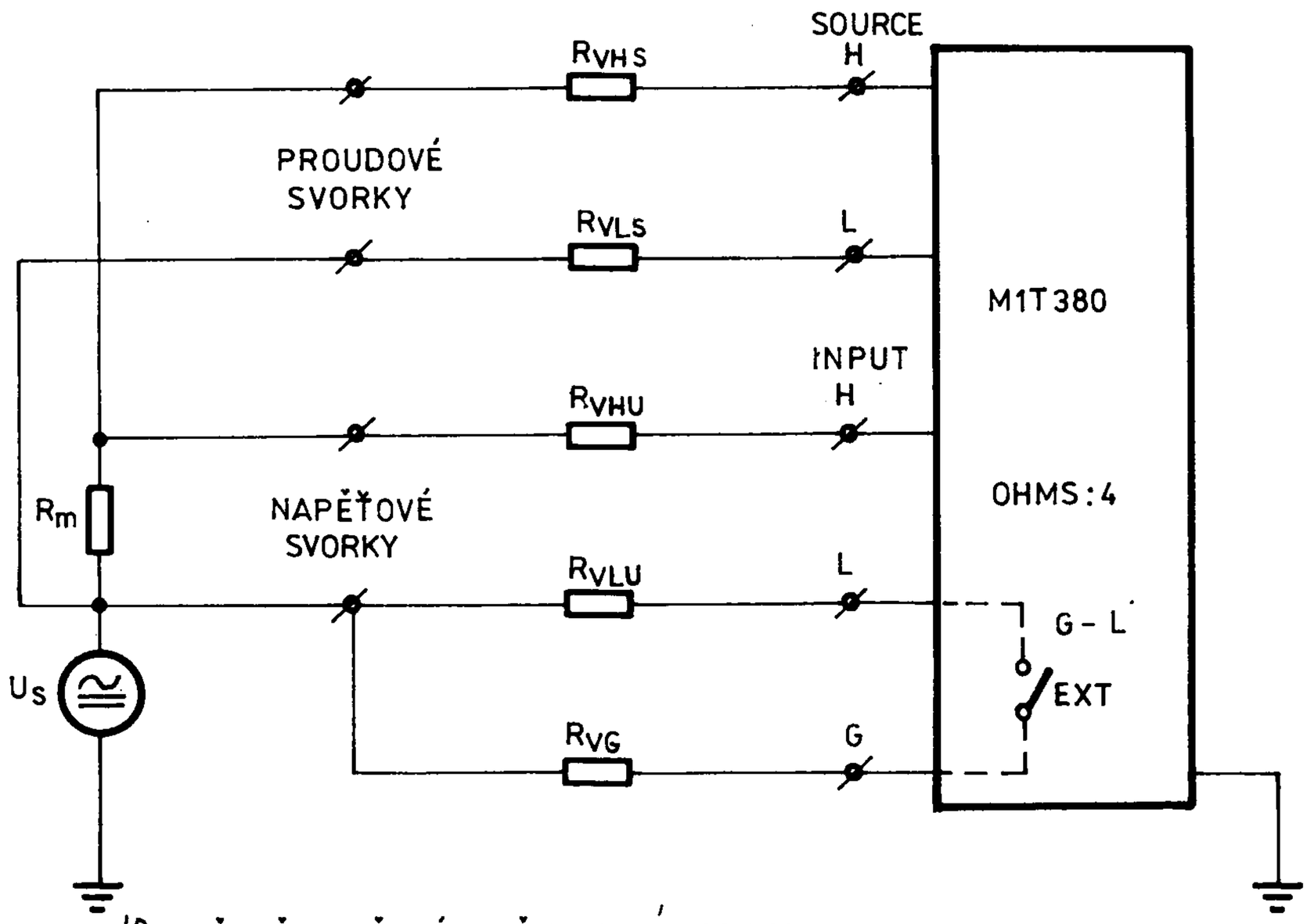
### 12.2.3. Připojení měřeného odporu na vstupní svorky multimetru

Měřený odpor může být připojen čtyřvodičově nebo dvouvodičově, při čemž kromě těchto čtyř nebo dvou signálových vodičů může být použit ještě další vodič pro připojení plovoucího stínění. Čtyřvodičového připojení je nutné použít při měření malých odporů (nejméně do hodnoty 1,5kΩ) vždy (i při krátkých přívodech). Při měření větších odporů je třeba uvážit vliv odporu přívodního kabelu a podle něho se rozhodnout pro způsob připojení. Tento vliv lze též vyloučit i při dvouvodičovém připojení použitím funkce ZERO následujícím postupem:

a) místo měřeného odporu zařadit zkrat
b) po ustálení vstupního dílu spustit měření (nebo při repetičním startování počkat, až se údaj ustálí)
c) nastavit funkci ZERO
d) místo zkratu připojit měřený odpor a spustit měření

Uvedený způsob nelze však doporučit u odporů menších, než asi 1,5kΩ pro obtížné zajištění stálosti odporu přívodů (zvláště stability přechodových odporů). Způsob připojení měřeného odporu se volí přepínačem OHMS 2-4.

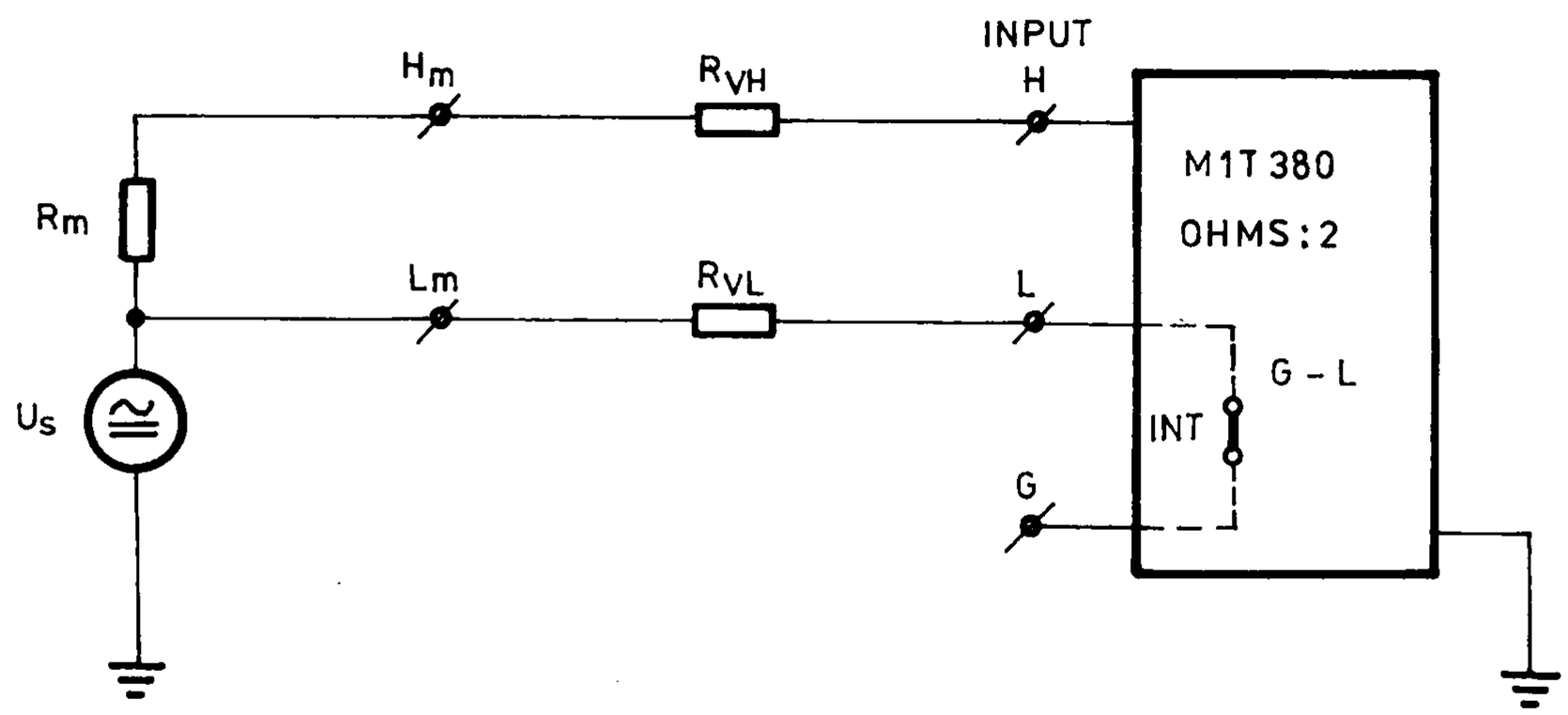
a) čtyřvodičové připojení




OBR. 12. ČTYŘVODIČOVÉ PŘIPOJENÍ ODPORU

Proudové vývody měřeného odporu jsou připojeny na svorky SOURCE H a L, napěťové vývody na svorky INPUT H a L. Při malém souhlasném napětí lze vodič ke svorce G vynechat a vypínač G-L přesunout do polohy INT. Při vyšších odporech (mezní hodnota záleží na úrovni rušení v místě měřeného odporu a v prostoru vedení) je nutné použít stíněného propojovacího kabelu jak k připojení na svorky SOURCE tak INPUT a stínit i měřený odpor. Všechna stínění se spojují se svorkou G. Při měření velmi velkých odporů (na rozsazích 1,5 MΩ a 15 MΩ) je třeba volit kabel s velmi kvalitní izolací. Například izolační odpor kabelu o hodnotě 10 000 MΩ způsobí při měření odporu 10 MΩ již chybu 0,1%.

b) Dvouvodičové připojení




OBR. 13. DVOUVODIČOVÉ PŘIPOJENÍ ODPORU

Znázorněné jednoduché připojení přichází v úvahu prakticky jedině při laboratorním měření, kdy je odpor připojen krátkým vedením, nebo při měření velkých odporů, kde se může uplatnit jako výhoda větší izolační odpor jednoho stíněného kabelu (proti dvěma paralelně spojeným kabelům čtyřvodičového připojení). Vlastnosti dvouvodičového připojení lze zlepšit výše uvedeným využitím funkce ZERO.

### 12.2.4. Volba doby integrace a vstupního filtru při měření sa veličin.

Základní doba integrace měřeného napětí činí 10 period napětí síťového kmitočtu, to je 200 ms pro kmitočet 50Hz. Při ní se dosahuje potlačení seriového rušivého napětí 65dB a jedno měření trvá asi 250ms. S těmito hodnotami lze vystačit při většině laboratorních i provozních měření. Pokud se vyskytne požadavek na rychlejší získávání informací, je možné zařadit režim FAST, při kterém trvá jedno měření asi 80 ms, třeba však počítat se zmenšeným potlačením seriového rušivého napětí o 20dB a se zvětšeným kolísáním údaje na nejnižším rozsahu vlivem šumu. (Při zachování zaručované přesnosti). Naopak při vyšších požadavcích na potlačení lze zvolit režim HIRES s potlačením 80dB, dobou integrace 100 period (2s pro síťový kmitočet 50Hz). V tomto režimu je navíc desetkrát zvýšena rozlišovací schopnost (délka stupnice 1 500 000). Za vysokou odolnost proti rušení se platí dlouhou dobou pro jedno měření, která je 3s.

Při extrémně velkých hodnotách rušení lze při všech dobách integrace zařadit ještě vstupní filtr (FILTER), který potlačení seriového rušení dále zvyšuje, ale za cenu značného prodloužení doby ustálení vstupního dílu. (Viz technické parametry v kapitole 8). Vstupní filter je třeba zařadit i v tom případě, že zaručované potlačení by sice vyhovovalo, ale seriové rušivé napětí má hodnotu větší, než je dovoleno v technických podmínkách (efektivní hodnota musí být menší, než asi 10% maximální hodnoty rozsahu). Potlačení je totiž zaručováno pouze při dodržení této podmínky.

## 12.3. Měření střídavých veličin

Při měření střídavého napětí se využívá st/ss převodníku, reagujícího na skutečnou efektivní hodnotu střídavé složky vstupního signálu. Při měření střídavých proudů je tento převodník připojen na proudové bočníky společné pro ss i st proudy (jmenovitý úbytek napětí na bočnících je 150 mV). Přesnost při měření střídavých veličin je ovlivňována:

- vlastnostmi zdroje měřeného signálu - jeho vnitřní impedancí, velikostí výstupního napětí či proudu, jeho kmitočtem a zkreslením,
- vlastnostmi měřicí trasy - její délkou, provedením, impedancí apod.,
- podstatně se projevuje vliv rušení vnějším střídavým elektrickým a magnetickým polem v místě měřeného zdroje a podél celé měřicí trasy. Naproti tomu vliv stejnosměrného sériového rušení (např. termonapětí vznikající na měřicí trase) a stejnosměrného souhlasného rušení je prakticky vyloučen - na vstupu střídavého převodníku je kondenzátor oddělující stejnosměrnou složku vstupního signálu.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat kapacitě měřicí trasy:

- při malém vnitřním odporu zdroje měřeného signálu může velká kapacita trasy (dlouhé vedení) způsobit jeho rozkmitání,
- při větším vnitřním odporu zdroje signálu může tato kapacita zvláště na vysokých kmitočtech způsobit značnou chybu měření.

Multimetr provádí automatickou kalibraci převodníku efektivní hodnoty střídavého napětí na napětí stejnosměrné v těchto případech:

- po zapnutí přístroje do sítě
- po každých cca 8 minutách provozu, pokud během této doby nedošlo ke změně režimu činnosti
- ihned po zvolení režimu měření střídavých veličin, pokud během posledních 8 minut automatická kalibrace neproběhla.

Pozn.: automatickou kalibraci je možné zakázat pouze prostřednictvím stykového modulu (povelem z řídicího počítače).

Postup při měření střídavých veličin:

a) zvolíme příslušný režim činnosti stisknutím tlačítek AC a VOLTS (měření střídavého napětí), příp. AC a AMPS (měření střídavého proudu). Zvolený režim je indikován svitem LED u příslušných tlačítek;

b) přístroj přejde do režimu automatické volby rozsahů (AUTO), vstupní filtr odpojen, režim FAST, HIRES a ZERO nezařazen. Startování převodu (REP) zůstává zachováno z předchozího režimu činnosti. Proto, je-li opakované startování (REP) vyřazeno, dojde ke zvolení nejvyšších rozsahů (150 V, resp. 1,5 A), je-li však zvoleno repetiční startování, pak automatická volba rozsahů zvolí nejvhodnější měřicí rozsah;

c) bude-li kmitočet měřeného napětí nižší než 200 Hz, příp. není-li tento kmitočet znám, je třeba zařadit vstupní filtr stisknutím tlačítka FILTER. Automatickou volbu rozsahů je možno zrušit navolením libovolného rozsahu postupným stiskáváním tlačítek DOWN (volí nejbližší nižší rozsah), příp. UP (volí nejbližší vyšší rozsah).

d) funkce tlačítek ZERO, SAMPLE, REP, COMP, PROG a CAL je shodná s funkcí těchto tlačítek jako při měření stejnosměrných veličin.

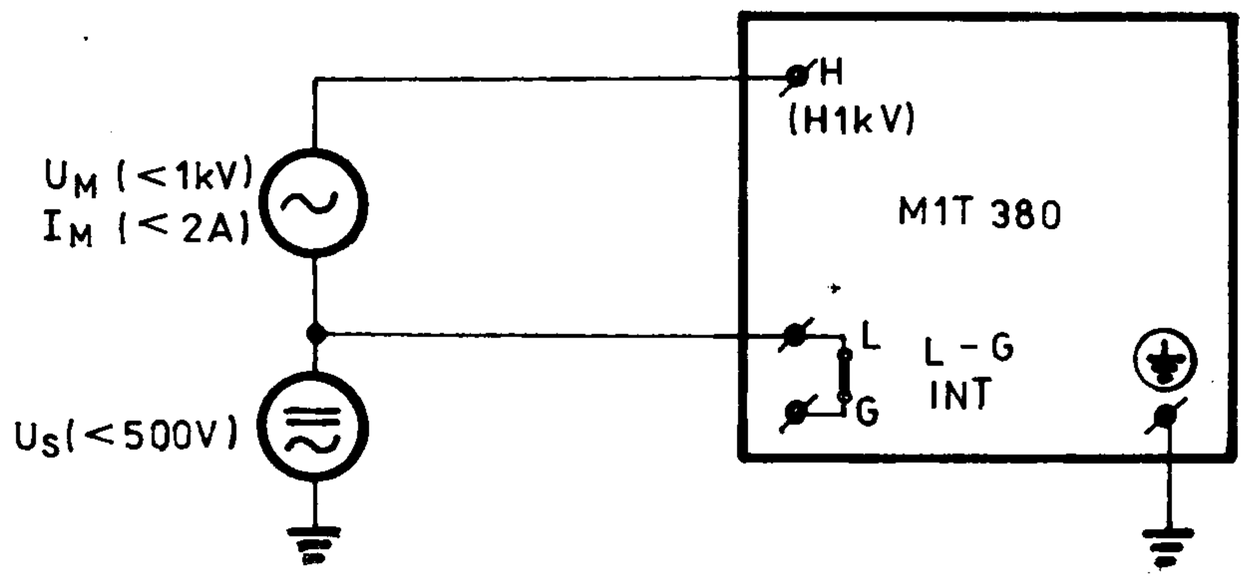
e) doba integrace výstupního napětí střídavého převodníku a-č převodníkem je 200 ms, délka stupnice 15 000. Pokud se navolí režim FAST, zkrátí se doba integrace na 20 ms, délka stupnice zůstává 15 000, v režimu HIRES trvá integrace 2 s a délka stupnice je 150 000. Zvolí-li se režimy FAST i HIRES současně, trvá integrace 200 ms a délka stupnice je opět prodloužená na 150 000.

f) přepínač L-G v dolní části předního panelu přepneme do polohy INT v případě dvouvodičového připojení měřeného zdroje, při třívodičovém připojení přepneme tento přepínač do polohy EXT.

Pozor! Při měření střídavého napětí (zvláště na rozsazích 150V a 1,5kV) musí být vždy svorka L se svorkou G propojena, při třívodičovém připojení nesmí být impendance zařazená mezi tyto svorky (tj. odpor přívodních vodičů) větší než 1 kΩ.

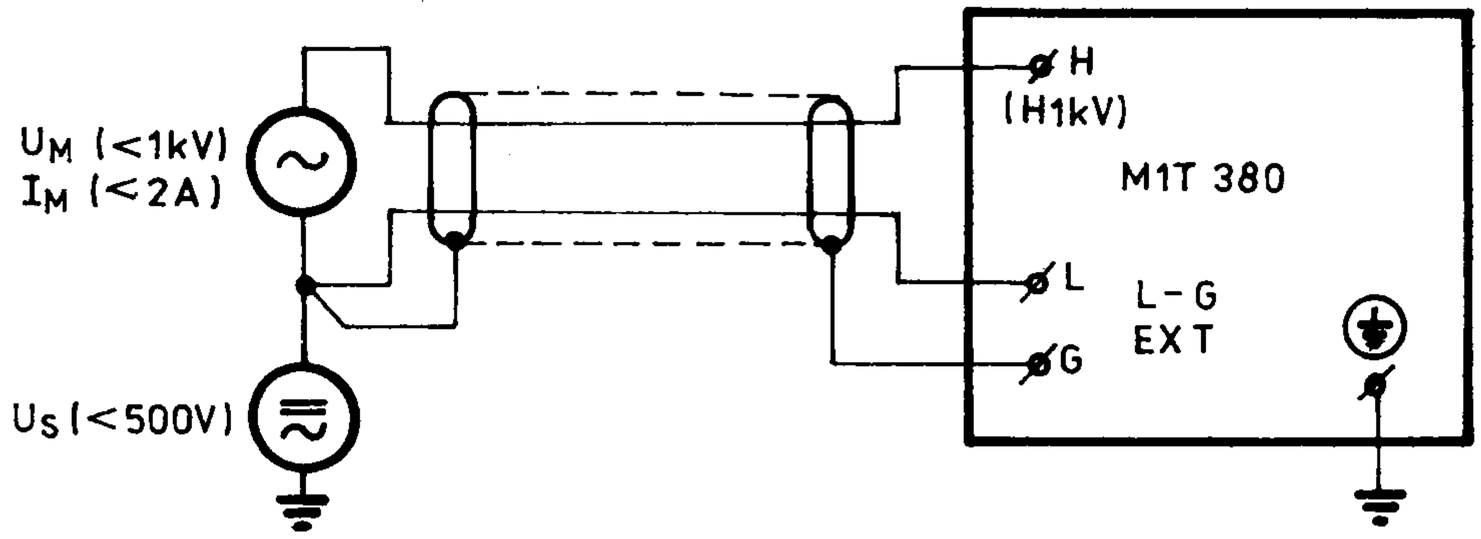
g) zdroj měřeného napětí připojíme na svorky INPUT H a L. Na rozsahu 1,5 kV je nutno připojit tento zdroj mezi svorky H1kV a INPUT L, přičemž tento rozsah lze navolit pouze opakovaným stiskem tlačítka UP (tento rozsah nelze navolit v režimu automatické volby rozsahů).

Pozor! Nejvyšší dovolená napětí, která lze mezi jednotlivé svorky připojit, jsou uvedena v odstavci Technické parametry tohoto návodu k obsluze.




Dvouvodičové připojení měřeného zdroje signálu je vhodné při běžném laboratorním měření, kdy tento zdroj není od multimetru příliš vzdálen (méně než 2 m), odpor přívodů je ve srovnání

se vstupní impedancí multimetru (1MΩ || 100pF) zanedbatelný a proto se vliv souhlasného rušivého napětí $U_s$ neprojevuje, příp. je toto napětí nulové. Pro omezení vlivu cizích magnetických polí se doporučuje vodiče vzájemně zkroutit. V tomto zapojení se zvláště nepříznivě projevuje vliv odporu přívodu ke svorce L, na kterém se vytváří úbytek napětí proudem tekoucím se střídavého zdroje souhlasného napětí přes parazitní kapacitu G - ⏚ multimetru ( ≈ 400pF).




Třívodičové připojení měřeného zdroje signálu je vhodné zejména při měření malých střídavých napětí, je-li při přítomnosti rušivého střídavého souhlasného napětí nezanedbatelný vliv odporu přívodů, tj. při větší vzdálenosti multimetru a měřeného zdroje. Proto je vhodné provést vedení vodiči s co nejmenším odporem a co nejkratší, ovšem s ohledem na blízké zdroje rušení. Přívody ke svorkám H a L je vhodné zkroutit pro omezení rušivého vlivu cizích magnetických polí, příp. je stínit proti rušení cizím elektrickým polem.

## 12.4. Programování

Multimetr M1T 380 je vybaven uživatelskými programy, které umožňují předzpracovat naměřená data a orientovat měření v čase. Přehled uživatelských programů je v tab. 1

Programy 0 až 3 jsou výpočetní programy, které přepočítávají naměřenou hodnotu X podle uvedených vztahů. Konstanty uvedené ve čtvrtém sloupci tabulky si může uživatel zvolit při programování podle své potřeby. V programu 2 jsou po zapnutí konstanty nastaveny tak, že polynom umožňuje přepočet odporu na teplotu při měření teploty pomocí platinového odporového snímače Pt 100.

Program 4 provádí uložení naměřených hodnot do paměti multimetru. Tyto naměřené hodnoty si můžeme zobrazit nebo vyzved-

nout přes interfejs po skončení měření. Konstanta r určuje, kolik hodnot se má do paměti uložit. Maximální počet, který je možno zadat, je 100.

Program 5 porovnává naměřenou hodnotu X se zadanými mezemi Lo a Hi. Výsledek porovnávání je zobrazen jako text "Lo", "PASS" nebo"Hi".

Program 6 sleduje minimální a maximální hodnotu a jejich rozdíl. Všechny 3 hodnoty jsou po každém měření aktualizovány a uloženy do paměti multimetru, odkud mohou být vyzvednuty po skončení měření. Kromě toho si může uživatel zadáním option 0 až 3 zvolit, zda chce v průběhu měření zobrazovat měřenou hodnotu nebo jednu ze sledovaných hodnot.

Program 7 provádí soubor statistických výpočtů podle vztahů uvedených v tabulce 1 ,
kde n je počet provedených měření
AV je střední hodnota
VA je rozptyl
Sd je střední kvadratická odchylka
rS je kvadratický průměr

Všechny počítané hodnoty jsou po každém měření aktualizovány a uloženy do paměti multimetru, odkud mohou být po skončení měření vyzvednuty. Zadáním option 0 až 5 si může uživatel zvolit, zda chce v průběhu měření zobrazovat měřenou hodnotu nebo jeden z počítaných statistických údajů.

Program 8 umožňuje zařadit časový interval mezi jednotlivá měření v repetičním režimu měření. Časový drift je zadán pomocí konstanty D. Na naměřenou hodnotu nemá program 8 žádný vliv.

Program 9 dovoluje jednak využití multimetru jako reálných hodin a také provádět měření v reálném čase. To je umožněno inter——ními hodinami multimetru, které se dají nastavit pomocí konstanty t v rozsahu 0 až 95 hodin 59 minut 59 sekund. Program 9 při zvoleném option 0 a repetičním režimu činností odstartuje měření po změně údaje sekund (při době integrace 20 a 200ms se odstartuje měření po každé sekundě, při době integrace 2s se startuje měření po 3 s) a na table se zobrazí časový údaj interních hodin multimetru.

Při zvoleném option 1 nebo 2 v programu 9 je nutno zadat

čas začátku měření tA, časový interval mezi dvěma měřeními tb a čas ukončení měření tc. Program při repetičním režimu činnosti porovnává čas interních hodin multimetru s časem začátku měření tA. Při rovnosti obou časů se odstartuje první měření a další následují pravidelně s odstupem daným časovým intervalem tb. Při překročení času ukončení tc se již další měření neprovede. Option 1 v programu 9 zobrazuje naměřenou hodnotu, option 2 navíc před změřenou hodnotou zobrazuje na dobu asi 0,5 s reálný čas, tj. údaj interních hodin multimetru.

Multimetr MlT 380 umožňuje zadat až tři programy najednou. Výpočet podle více programů probíhá tím způsobem, že hodnota určená pro zobrazení v předchozím programu vstupuje jako naměřená hodnota X do následujícího programu. Výjimku tvoří programy 5 a 9 - option 0, jejichž výstupem jsou text, resp. čas, které není možno dále programy multimetru zpracovávat. Proto je další výpočet automaticky ukončen. Před měřením je zkontrolováno, zda se mezi zadanými programy vyskytuje časový program 8 nebo 9. Jakmile je první z nich nalezen, řídí se startování měření podle něj. Znamená to, že časový program nemusí být umístěn jako první a kombinace dvou časových programů nemá praktický význam.

Jednotlivé programy a konstanty se do multimetru zadávají v režimu programování (viz dále). Ukončením programování, pokud je zadán alespoň 1 program,je automaticky zařazen výpočet (COMPUTE ON). Stisknutím tlačítka COMP tento výpočet můžeme z měřící smyčky vyřadit a dalším stisknutím opět zařadit. Každé zařazení výpočtu má zároveň za následek počáteční nastavení všech programů, tj. např. vymazávání hodnot doposud uložených do paměti apod. Na to je nutno dát pozor zejména při používání programu 9 option 1,2, kdy je nutné, aby čas interních hodin multimetru byl při zadání výpočtu menší než nastavený čas startu měření tA, jinak budeme marně čekat na start měření.

### 12.4.1. Zadání programů a konstant

Zadání programů a konstant je možné v režimu programování. Do tohoto režimu multimetr přejde stisknutím tlačítka PROG na předním panelu. Přechodem do režimu programování se rozsvítí indikace u tlačítka PROG a všechny ostatní indikace zhasnou. Změní se význam všech tlačítek, u kterých nyní platí popis umístěný na předním panelu pod nimi. Na table multimetru jsou v průběhu programování zobrazovány doposud zadané nebo zadávané programy resp. konstanty. Ukončení režimu programování je možné opětným stisknutím tlačítka PROG, čímž se obnoví původní nastavení multimetru. Navíc, byl-li zadán alespoň jeden program, se automaticky zařadí výpočet (svítí indikace u tlačítka COMP). Nebyl-li zadán žádný program, rozsvítí se na table na dobu asi 1 s nápis no Pr.

#### 12.4.1.1. Zadání programů

Po přechodu do režimu programování se na table nejprve zobrazí zadaný řetěz programů. Nebyl-li doposud žádný program zadán, je zadaný řetěz prázdný a zobrazení je:

P. _ _ _

Nyní můžeme stisknutím příslušných tlačítek zadat až 3 čísla programů, které se postupně zobrazují na table místo spodních svítících segmentů. Pokud chceme změnit zadávaný řetěz programů, musíme stisknutím tlačítka CLEAR vymazat zobrazované programy a celý řetěz programů zadat znovu. Ukončení zadávání programů provedeme tlačítkem ENTER. Teprve toto tlačítko způsobí přepis programů v paměti multimetru.

#### 12.4.1.2. Zadávání option a konstant

Po zadání řetězu programů se postupně pro jednotlivé programy zadávají option resp. konstanty. Pokud první zadaný program umožňuje zadání option, zobrazí se na table číslo programu a jeho option, které bylo nastaveno při posledním používání tohoto programu. Po zapnutí je nastavení všech option 0. Např. pro program 6 je po zapnutí zobrazení option:

P. 6oPt.0

V tomto stavu je možno číslo option změnit stisknutím libovolné číslice z povolených čísel option pro daný program. Uložení zobrazovaného option do paměti multimetru se provede stisknutím tlačítka ENTER.

Pokud program umožňuje zadat konstanty nebo jsou v paměti uloženy naměřené resp. vypočítané hodnoty, zobrazí se na table multimetru na dobu asi 1 s číslo programu a označení konstanty podle tabulky 1. U programu 4 jsou naměřené hodnoty uložené v paměti označeny čísly 1 až 100. Po jedné sekundě je na table multimetru zobrazena hodnota konstanty v paměti multimetru. Pokud se jedná o zadávanou konstantu, můžeme její obsah změnit zadáním nové hodnoty. Zadání konstanty je ukončeno stisknutím tlačítka ENTER, které provede uložení nové hodnoty do paměti. Pokud má program více konstant, je na dobu 1s zobrazeno na table opět číslo programu a jméno další konstanty a po této době její hodnota. Postup se opakuje pokud nejsou zobrazeny a případně změněny všechny konstanty prvního programu v zadaném řetězu programů, potom se celý cyklus zadání option a konstant opakuje pro druhý a případně třetí zadaný program. Po zobrazení option a konstant všech programů je na table opět zobrazen zadaný programový řetěz a celý postup programování se opakuje do té doby, dokud není programování ukončeno stisknutím tlačítka PROG, které je možno použít v kterémkoliv kroku programovacího cyklu.

Rozsah zadání konstant je v absolutní hodnotě 199999E9 ≥ K ≥ 0.0001E-9 a 0. Konstanty je možno zadávat buď v pevné nebo plovoucí čárce. Délka čísla může být v pevné čárce až 8 číslic, pokud číslo začíná číslicemi 0 nebo 1, jinak může být v pevné čárce délka čísla až 7 číslic. Při zadání čísla v plovoucí čárce, je maximální počet číslic mantisy o 2 číslice menší než v pevné čárce pro čísla s kladným exponentem a o 3 číslice menší pro čísla se záporným exponentem.

Jak bylo uvedeno, je při programování zobrazena na displeji hodnota příslušné konstanty z paměti multimetru. Zadáním první číslice nové hodnoty je stará hodnota z tabla vymazána a na table se zobrazuje zadávané číslo. Při chybě je možno zadávanou konstantu vymazat stisknutím tlačítka CLEAR a zadávání opakovat.

Multimetr umožňuje také jako konstantu zadat hodnotu naměřenou v okamžiku programování. Jestliže je místo první číslice nové konstanty stisknuto tlačítko m, je provedeno měření podle nastavených přístrojových funkcí před začátkem režimu prog-

ramování a naměřená hodnota je v základních jednotkách měřené veličiny zobrazena na table. Jestliže je zadávaná konstanta typu čas, je místo měření zobrazen na table údaj interních hodin multimetru.

Příklad:

V příkladu programování multimetru na obr. 14 je ukázán způsob zadání programu 0 s konstantami A = 2,5 a b = 0,01.

12.4.2. Prohlížení naměřených, resp. vypočítaných hodnot z paměti multimetru

Při prohlížení hodnot z paměti multimetru je postup stejný jako při programování multimetru. U programů 4, 6 a 7 jsou naměřené, resp. vypočítané hodnoty z paměti (pokud jsou platné) zobrazovány stejným způsobem jako zadávané konstanty u jiných programů s tím rozdílem, že není možno změnit jejich hodnotu. Multimetr v tomto případě reaguje pouze na tlačítka ENTER (zobrazení další hodnoty v sekvenci programování) a PROG (ukončení režimu programování). Naměřené, resp. vypočítané hodnoty jsou platné tehdy, jestliže při zadaném výpočtu podle daného programu bylo provedeno alespoň jedno měření. V případě, že od zadání výpočtu COMP ON podle daného programu nebylo provedeno žádné měření, je zobrazení naměřených, resp. vypočítaných hodnot z paměti multimetru v sekvenci programování vynecháno.

12.5. Cejchování

a) Přístroj umístíme v referenčních podmínkách (při teplotě 23 °C ± 1 °C) ve vodorovné poloze v místnosti bez výrazných teplotních gradientů a s minimální cirkulací vzduchu.
b) Multimetr připojíme do sítě a necháme minimálně 2 hodiny vyhřívat.
c) Externí normály by měly mít nejméně 3 x vyšší přesnost než je přesnost kalibrovaného multimetru (např. DATRON 4700).
d) Sejmeme horní kryt přístroje a v neplovoucí části multimetru povolíme šroubek přidržující kryt přepínače s nápisem "CAL", kryt sejmeme a obě části přepínače přepneme současně do polohy označené na laminátu CAL.

| Tlačítko | Zobrazení | |
|---|---|---|
| PROG | P. _ _ _ | |
| 0 | P. 0 _ _ | zadání programu 0 |
| ENTER | P. 0 A | svítí asi 1 s |
| | 1 | původní hodnota konstanty A |
| 2 | 2 | |
| . | 2. | zadání konstanty A |
| 5 | 2.5 | |
| ENTER | P. 0 b | svítí asi 1 s |
| | 0 | původní hodnota konstanty B |
| 1 | 1 | |
| E | 1E | |
| - | 1E- | zadání konstanty B |
| 2 | 1E-2 | |
| ENTER | P. 0 _ _ | |
| PROG | 3.4.5.7.6. | konec programování, zobrazení hodnoty (např. 3,4576) naměřené před programováním s opačným rozsvícením desetinných teček |

Obr. 14. Příklad zadání programu

Pozor! Během cejchování pokud je přepínač takto přepnut - se nesmí přístroj odpojit od sítě, jinak dojde k vymazání již uložených kalibračních konstant.
Vzhledem k tomu, že na plovoucím stínění se může při měření objevit nebezpečné souhlasné napětí, je nutno před sejmutím krytu přístroj odpojit od měřeného obvodu!

e) Multimetr opět opatříme horním krytem.

f) Před každým cejchovacím krokem je třeba zvolit příslušný režim činnosti a tlačítky UP příp. DOWN zvolit požadovaný rozsah. Výstupní veličina kalibrátoru se volí dle níže uvedených tabulek, příp. se může od této hodnoty lišit až o ± 5%. Údaj, který se objeví na table multimetru na neocejchovaném rozsahu je neplatný. Může být indikováno přetečení rozsahu (tečky) nebo i přetečení rozsahu aritmetiky (Error 20). Tato skutečnost nemá vliv na další postup dle bodu g).

g) Velikost vstupního signálu se numericky zadává (v základních jednotkách V, A, Ω) po stisknutí tlačítka PROG:
- po dobu ≈ 1s se na table multimetru zobrazí nápis CALIbr.,
- pak se na table zobrazí Ø a je možné zadávat skutečnou hodnotu vstupního signálu numerickými tlačítky (mají význam odpovídající nápisům uvedeným pod tlačítky),
- v případě chybného zadání je možno tablo vynulovat stisknutím tlačítka CLEAR a poté zadávání zopakovat,
- vlastní cejchování daného rozsahu probíhá po stisknutí tlačítka ENTER,
- s cejchováním dalšího rozsahu je možné začít až multimetr ukončí předchozí cejchovací krok.

12.5.1. Cejchování ss napěťových a proudových rozsahů

a) Nastaví se režim měření stejnosměrných napětí (VOLTS) a opakovaný start (REP). Není zařazen vstupní filtr (FILTER) ani zkrácená (FAST), ani prodloužená (HIRES) doba integrace, ani funkce ZERO. Přepínač G-L je v poloze INT. Doporučené uspořádání při cejchování ss rozsahů je na obr. 15a

b) Na výstupu kalibračního zdroje se nastaví napětí U= +0,14V a provede se cejchování rozsahu 150 mV dle bodu g) kapitoly 12.5.

c) Na výstupu kalibračního zdroje se nastaví nulová hodnota, výstupního napětí (nikoliv odpojený výstup) a odečte se odpovídající údaj table cejchovaného multimetru.

d) Na výstupu kalibračního zdroje se nastaví napětí +0,14 V a provede se cejchování dle bodu g) kapitoly 12.5., přičemž se do multimetru zadává hodnota + 0,14V + údaj, odečtený v bodě c) (s ohledem na znaménko!)

e) Kontrola správného cejchování rozsahu 150 mV:
na výstupu kalibrančího zdroje se nastaví nulové napětí a zařadí se funkce ZERO; po nastavení výstupního napětí kalibračního zdroje na + 0,14V musí cejchovaný multimetr ukazovat + 140,000 mV ± 1 uV.

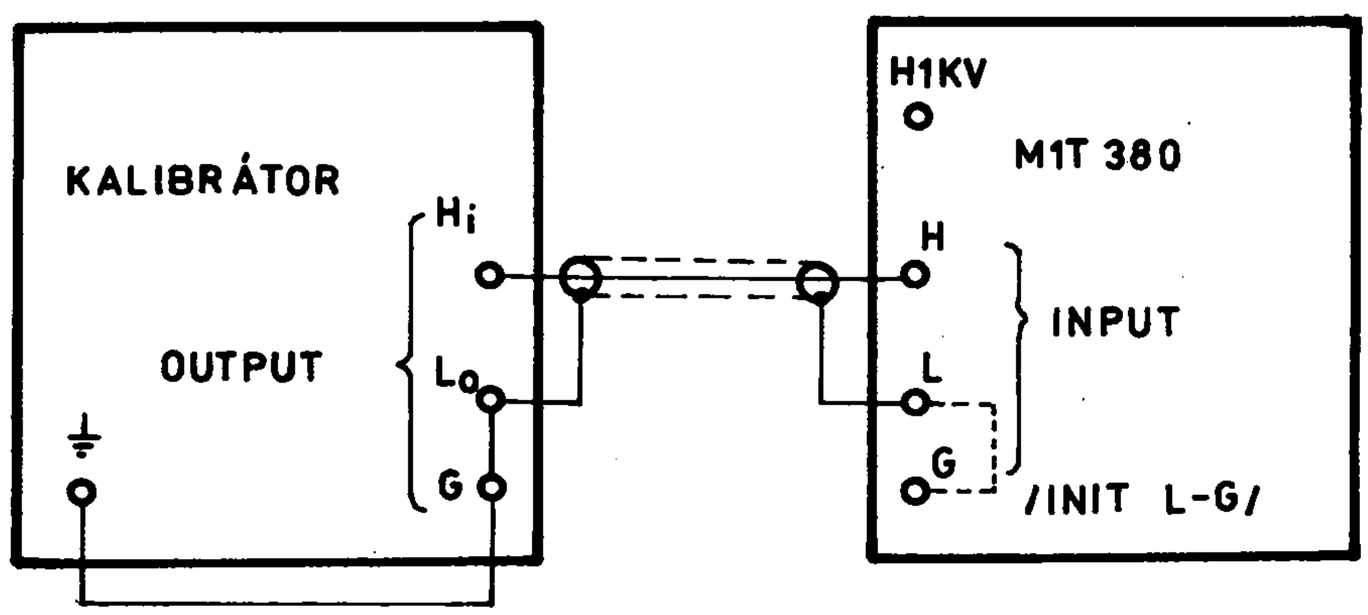
f) Vypne se funkce ZERO a provede se cejchování ostatních ss napěťových rozsahů postupem dle bodu g) kapitoly 12.5., přičemž se výstupní napětí kalibračního zdroje nastavuje podle následující tabulky:

| Rozsah | Napětí kalibračního zdroje |
|---|---|
| 1,5 V | 1,4 V |
| 15 V | 14 V |
| 150 V | 140 V |
| Vstupní přívod multimetru přepojit ze svorky H na svorku H 1kV! | |
| 1,5 kV | 1000 V |

g) Nastaví se režim měření ss proudů (AMPS), přičemž nastavení ostatních funkcí je stejné jako v bodě a). Provede se cejchování ss proudových rozsahů postupem podle bodu g) kapitoly 12.5., při proudu 0,014 A na rozsahu 15 mA a při proudu 1,4 A na rozsahu 1,5 A.

12.5.2. Cejchování střídavých veličin

a) Zvolí se režim měření střídavých napětí (VOLTS, AC) zařadí se vstupní filtr (tlačítkem FILTER), opakovaný start (tlačítkem REP), ostatní funkce jsou vyřazeny. Cejchování se provádí při kmitočtu 400 Hz, doporučené schema zapojení měřicího obvodu je na obr. 15a.




OBR. 15a. ZÁKLADNÍ SCHEMA PŘIPOJENÍ MULTIMETRU KE KALIBRÁTORU (NAPŘ. DATRON 4700 NEBO EKVIVALENT)

Metro Blansko, koncerný podnik

| Rozsah | Napětí kalibrátoru | V režimu PROG zadat hodnotu |
|---|---|---|
| 0,15 V | 0,14 V | .14 |
| 1,5 V | 1,4 V | 1.4 |
| 15 V | 14 V | 14 |
| 150 V | 140 V | 140 |
| Přepnout výstup kalibrátoru na svorku HlkV | | |
| 1,5 kV | 1000 V*) | 1000 |

*) Napětí 1000 V pokud možno zvyšovat ze 100 V po 100 V skocích.

b) Zvolí se režim měření střídavých proudů (AMPS, AC), zařadí se vstupní filtr (FILTER), opakovaný start (REP), ostatní funkce jsou vyřazeny. Cejchování se provádí při kmitočtu 400 Hz, doporučené schema zapojení měřícího obvodu je na obr.

| Rozsah | Proud kalibrátoru | V režimu PROG zadat hodnotu |
|---|---|---|
| 15 mA | 14 mA | .014 |
| 1,5 A | 1,4 A | 1.4 |

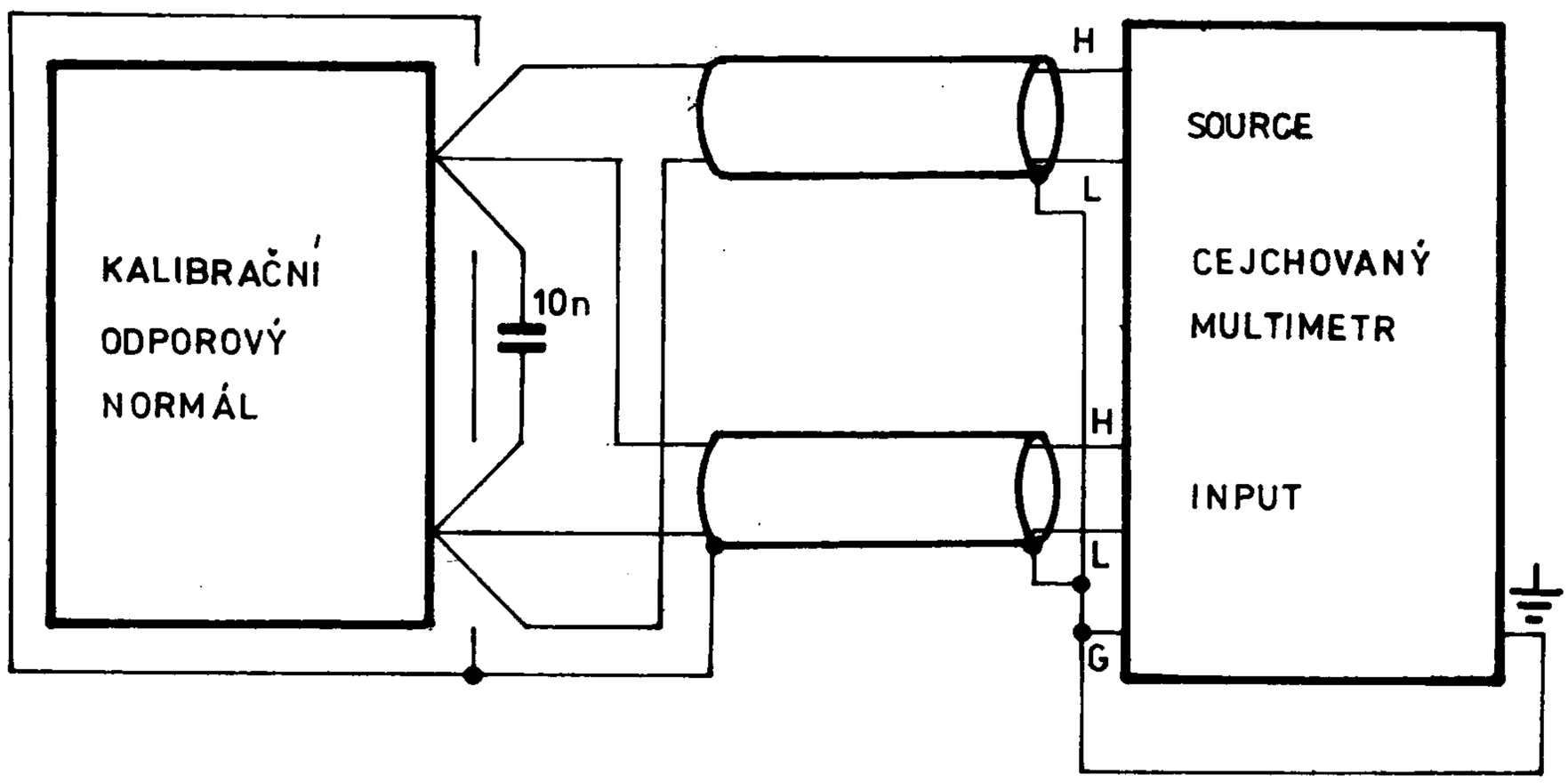
12.5.3. Cejchování odporových rozsahů

a) Nastaví se režim měření odporů (OHMS) a opakovaný start (REP). Není zařazen vstupní filtr (FILTER) ani zkrácená (FAST), ani prodloužená (HIRES) doba integrace, ani funkce ZERO. Přepínač G-L je v poloze INT, přepínač OHMS v poloze pro čtyřvodičové měření. Odporové rozsahy se cejchují s použitím přesných normálů dekadických hodnot v doporučeném uspořádání podle obr. 15. Kalibrační odporový normál je připojen k multimetru čtyřvodičově stíněnými kabely. Paralelně k normálu je polystyrenový kondenzátor 10 nF (nutné u normálů 100 kΩ, 1MΩ, 10MΩ). Stínění odporového normálu je spojeno (přes stínění propojovacího kabelu) se svorkou G multimetru. U prostoru, kde je umístěn cejchovaný přístroj, se nesmí vyskytovat rušivé elektrické nebo magnetické pole. Při cejchování rozsahů 150 kΩ, 1,5 MΩ a 15 MΩ (po zadání hodnoty měřeného odporu do multimetru a stisknutí tlačítka ENTER), nesmí nastávat v okolí pracoviště pohyb předmětů nebo osob (ani rukou obsluhující osoby).

Nedodržení tohoto pravidla má za následek chybové hlášení Error 13.

b) Cejchování se provádí dle bodu g) kapitoly 12.5., při použití hodnot kalibračních normálů podle následující tabulky.

| Rozsah | Kalibrační odporový normál |
|---|---|
| 150 Ω | 100 Ω |
| 1,5 kΩ | 1 kΩ |
| 15 kΩ | 10 kΩ |
| 150 kΩ | 100 kΩ |
| 1,5 MΩ | 1 MΩ |
| 15 MΩ | 10 MΩ |




Obr. 15. Doporučené uspořádání pro cejchování odporových rozsahů

## 13. Kontrola přístroje

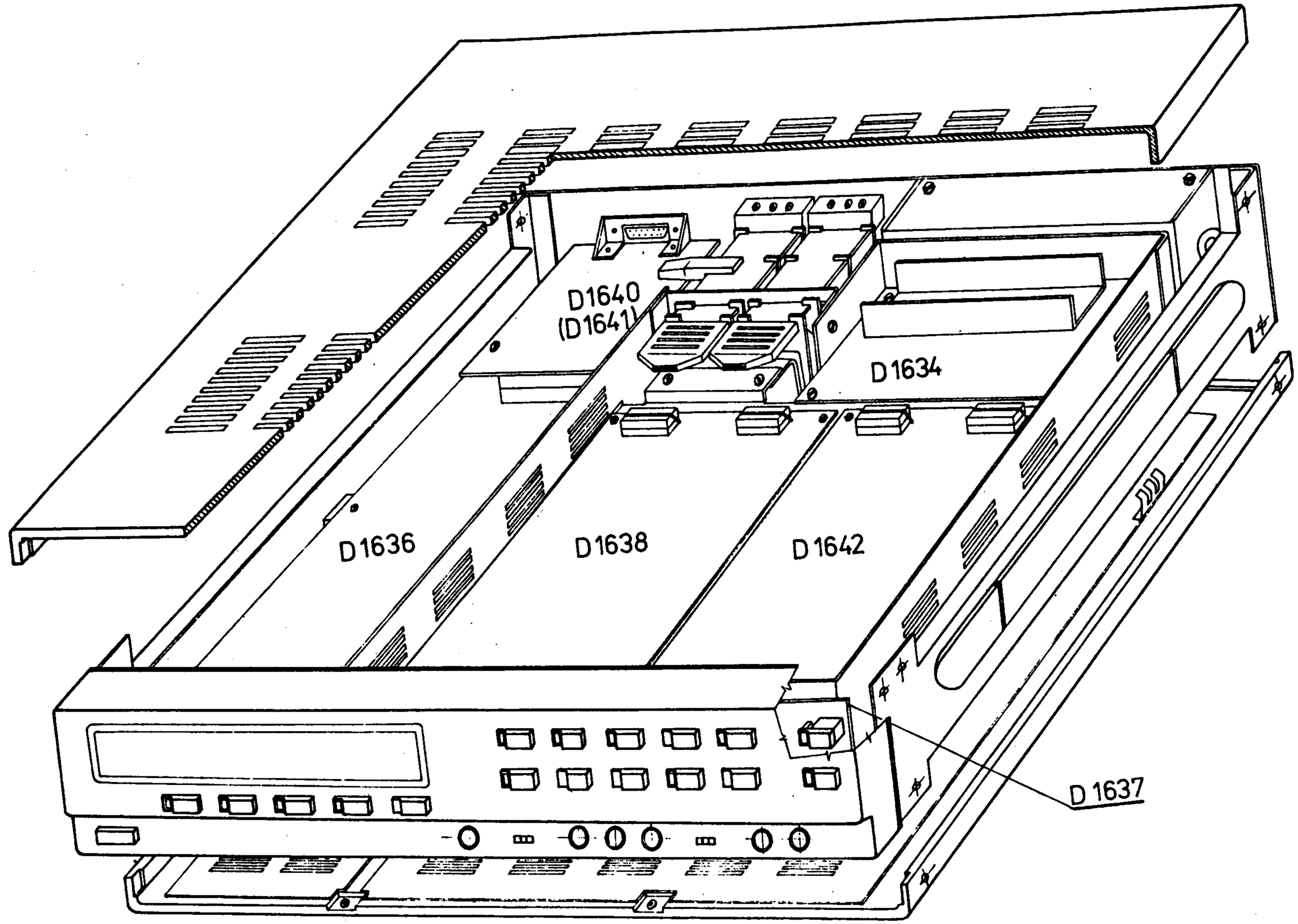
Přesnost multimetru udávaná v kapitole "Technické údaje" tohoto návodu k obsluze platí po dobu 6 měsíců příp. 24 hodin od kalibrace externím normálem.

Kalibrační konstanty pro všechny rozsahy jsou uloženy v zálohované CMOS RAM a je proto možné přístroj kdykoliv přecejchovat dle postupu uvedeného v kap. 12.5. Cejchování přístroje.

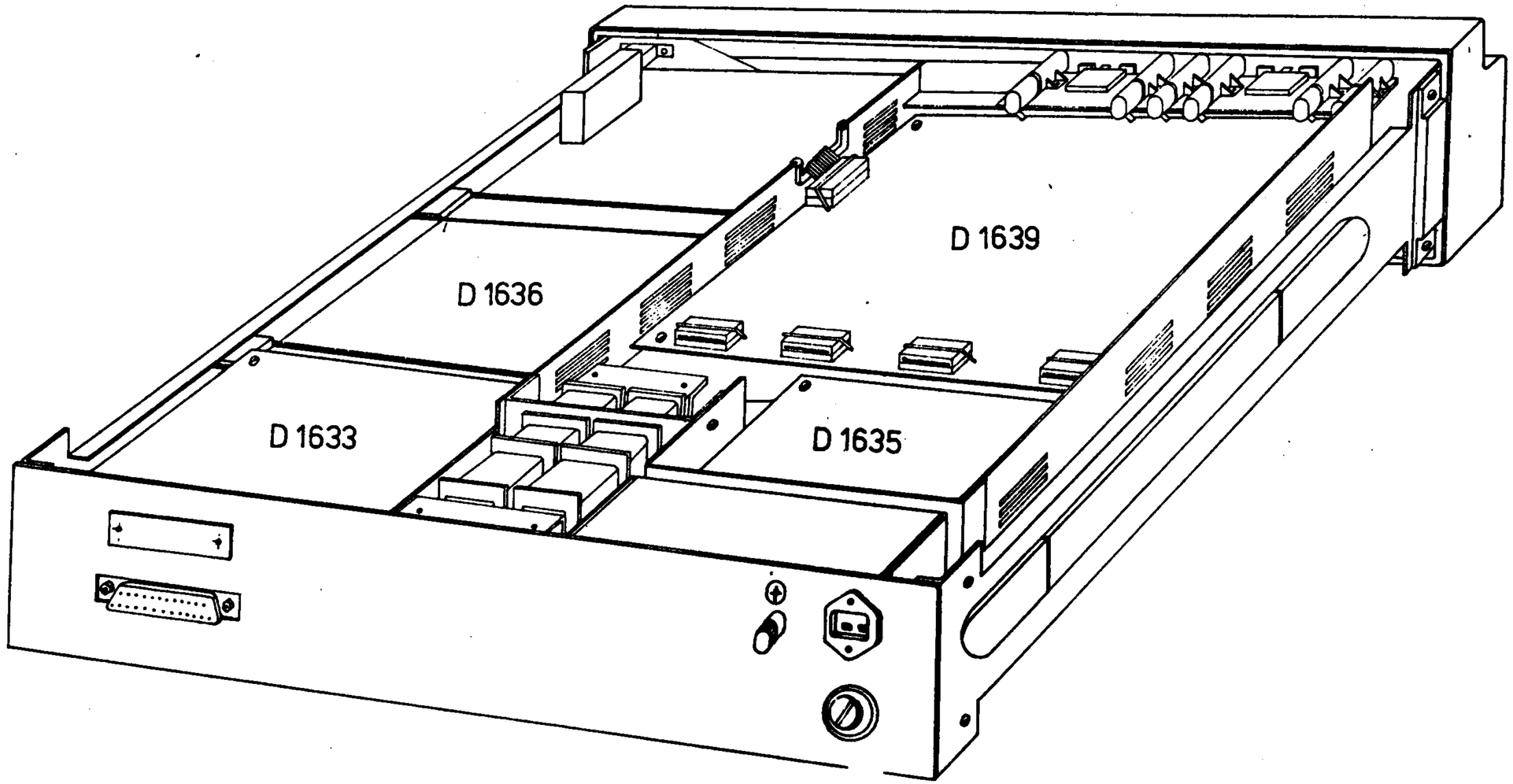
Pozor!
Doba životnosti baterie(lithiový primární článek)zálohující CMOS RAM je 5 roků. Po této době je nutno baterii vyměnit a přístroj ocejchovat. Při výměně baterie se musí dodržet všechny zásady platící pro práci s obvody MOS.

## 14. Popis mechanické konstrukce

Základem konstrukce multimetru MIT 380 je rám z ohýbaného plechu, k němuž jsou šrouby připevněny desky plošných spojů, síťový transformátor, horní a dolní kryt a přední maska přístroje. Desky plošných spojů jsou upevněny ve vodorovné poloze a propojeny plochou kabeláží (samořeznými konektory a plochým vodičem)a konektorem FRB . Napájení je přivedeno na desky vodiči a fastony. Tlačítka a zobrazovací prvky předního panelu jsou součástí desky plošných spojů, která je přišroubována k rámu. Přední krycí maska je odnímatelná. Horní a dolní kryty jsou opatřeny otvory pro chlazení přístroje a jsou vyrobeny z plastu KRASTEN. Jejich součástí jsou i stínící plechy plovoucí i neplovoucí část. Přední plastová maska s otvory pro vstupní zdířky, tlačítka a zobrazení je z materiálu NOVODUR. Na zadní straně přístroje je umístěna síťová přívodka s pojistkovým držákem a konektor stykového modulu IMS-2 nebo RS 232. Pro přenášení přístroje slouží dvě výklopná držadla umístěná na bocích. Pomocí sklopné opěrky lze přední část multimetru zvednout.
Konstrukční uspořádání přístroje je zřejmé z obr. 16. a 17.




Obr. 16 Konstrukce přístroje - pohled shora




Obr. 17 Konstrukce přístroje - pohled zdola

## 15. Popis elektrického schematu

### 15.1. Popisy desek

Deska D1633

Na desce D1633 jsou umístěny zdroje +12V a +5V pro napájení neplovoucí části multimetru. Oba zdroje jsou napájeny z jediného dvoucestného usměrňovače tvořeného diodami D1,D2 a filtračním kondenzátorem C1.

Zdroj +12VN

je spojitý a je osazen monolititckým integrovaným výkonovým stabilizátorem I1 (MA7812) obsahujícím kromě vnitřního zdroje referenčního napětí také vnitřní ochranu proti tepelnému přetížení, ochranu proti zkratu na výstupu a ochranu proti sekundárnímu průrazu výkonového tranzistoru. Vstup stabilizátoru je pro zamezení případných oscilací blokován kondenzátorem C9, kondenzátory C6 a C10 zlepšují výstupní vf impedanci. Tranzistor T4 spolu s diodami D3,D4 a odpory R2 a R9 tvoří proudový omezovač chránící především síťový transformátor a diody D1 a D2 před přetížením; při libovolné zátěži zdroje +12VN nepřekročí výstupní proud stabilizátoru hodnotu ≈ 250mA. Zdroj +12VN napájí kromě centrální procesorové jednotky MHB8080A a hodinového obvodu MH8224 také obvody stykového modulu RS232 (pokud je jím multimetr vybaven).

Zdroj +5VN

napájí ostatní logické obvody neplovoucí části multimetru včetně displeje a stykových modulů IMS2 příp. RS232. Zdroj je pro dosažení co nejvyšší účinnosti řešen jako spínaný, řízený integrovaným obvodem I2 (B260D). Tento obvod obsahuje:

- interní stabilizátor (výstupní napětí 8,5V na svorce č.2)
- pilový generátor konstantního kmitočtu ( ≈ 30kHz), jenž je možno nastavit vnějšími prvky (R19 na svorce 7 a C8 na svorce 8). Tento generátor lze externě synchronizovat (svorka 9) a nastavit střídu jeho pulsů (svorka 16) - tyto funkce se nevyužívají.
- zdroj referenčního napětí ≈ 3,7V přivedený na neinvertující vstup regulačního zesilovače, jehož invertující vstup je vyveden na svorce 3 - odpory R3, R4 a odporový trimr P1 slouží k nastavení výstupního stejnosměrného napětí na +5V. Kondenzátory C7, C12 a odpor R14 tvoří kmitočtovou kompenzaci regulačního zesilovače.
- pulsně-šířkový modulátor porovnává regulační odchylku z výstupu regulačního zesilovače s pilovitým napětím základního generátoru. Na svorce 5 a 6 je možné opět externě ovládat střídu impulsů-

využívá se pro "měkký start" (po zapnutí se střída pulsů mění od nuly až na maximální hodnotu s časovou konstantou nastavenou prvky R15, R16 a C5)

- logické vstupy pro zablokování výstupního spínače - svorky 10, 13 (nevyužity) a 11 - využívá se pro omezení výstupního proudu zdroje nastavitelného odporovým trimrem P2. Pokud se zvýší odběr ze zdroje +5VN až na ≈ 2A, úbytek napětí na odporu R1 otevře přes R10 tranzistor T1 a napětí přivedené přes R17 na svorku 11 I2 zablokuje jeho činnost
- výstupní spínací tranzistor má kolektor připojen na vývod 15 a emitor na 14. Přes R18 je otevírán tranzistor T5, který přes R12 spíná dvojici pnp - npn spínacích tranzistorů T2 a T3.

Tyto dva tranzistory pracují jako výkonový pnp spínač připínající C2 na T1 1 po dobu trvání kladného pulsu na svorce 14 I2. Dioda D5 je výkonová rekuperační Schottkyho dioda uplatňující se po dobu rozepnutí T3. Výstupní filtr je tvořen kondenzátory C3, C4 a C11 a tlumivkou T1 2. Proti přepětí na výstupu je zdroj chráněn přepěťovou pojistkou - přes otevřenou Zenerovu diodu D6 sepne tyristor Ty1, což vede k přepálení pojistky Po2.
Tranzistory T3, T4 a stabilizátor I1 jsou umístěny na chladiči odvádějícím teplo na zadní panel multimetru. Pro snížení rušení spínaného zdroje je deska D1633 stíněna, kondenzátor C13 tvoří vf blokování mezi kostrou multimetru (chladičem) a společným vodičem neplovoucí části.

Deska D1634

Na desce D1634 jsou umístěny dva spojité zdroje ±15V pro napájení analogových obvodů v plovoucí části multimetru.

Zdroj +15V

je osazen výkonovým monolitickým integrovaným stabilizátorem I1 (MA7815), připojeným přes proudový omezovač (tvořený tranzistorem T1, odpory R1 a R2 a diodami D5 a D6) na dvoucestný usměrňovač (diody D1,D2 filtrační kondenzátory C1 a C2). Proudový omezovač chrání především síťový transformátor a diody D1 a D2 před přetížením - při libovolné zátěži příp. zkratu zdroje +15V nepřekročí výstupní proud ≈ 500mA.

Zdroj -15V

je tvořen dvoucestným usměrňovačem (diody D3, D4, filtrační kondenzátory C3,C4) napájecím monolitický operační zesilovač I2. Jeho vstupy jsou chráněny antiparalelně zapojenou dvojicí diod D9 a D10. Odpor R3 spolu se Zenerovou diodou D11 a kondenzátorem C8 tvoří kladný napájecí zdroj ≈ +3V pro I2, který pracuje v invertujícím zapojení se zesílením -1 daném poměrem odporů R5 (na měřicím bodě MB3 je napětí -15V). Výkonový tranzistor T2 spolu s diodami D7 a D8 a odpory R6 a R7 omezuje proud zdroje maximálně na ≈ 0,3 A.

Přes odpor R3 se přivádí střídavé napětí o síťovém kmitočtu z transformátoru pro startování a-č převodníku. Kondenzátory C6 a C7 snižují vf výstupní impedanci zdrojů. Tranzistory T1, T2 a integrovaný obvod I1 jsou umístěny na chladiči.

Deska D1635

Na této desce jsou umístěny plovoucí zdroje +5V, +20V, -20V, -23V a samostatně plovoucí zdroj +25V.

Zdroj +5V

napájí logické obvody plovoucí části multimetru. Zdroj je obvyklé koncepce - za můstkovým usměrňovačem tvořeným diodami D3 až D6 je filtrační kondenzátor C3, omezovač proudu T4 spolu s odpory R8 a R13 a diodami D13 a D14 (max. proud zdroje je ≈ 0,3A) a monolitický integrovaný stabilizátor I4 (typ MA7805).

Zdroje ±20V a -23V

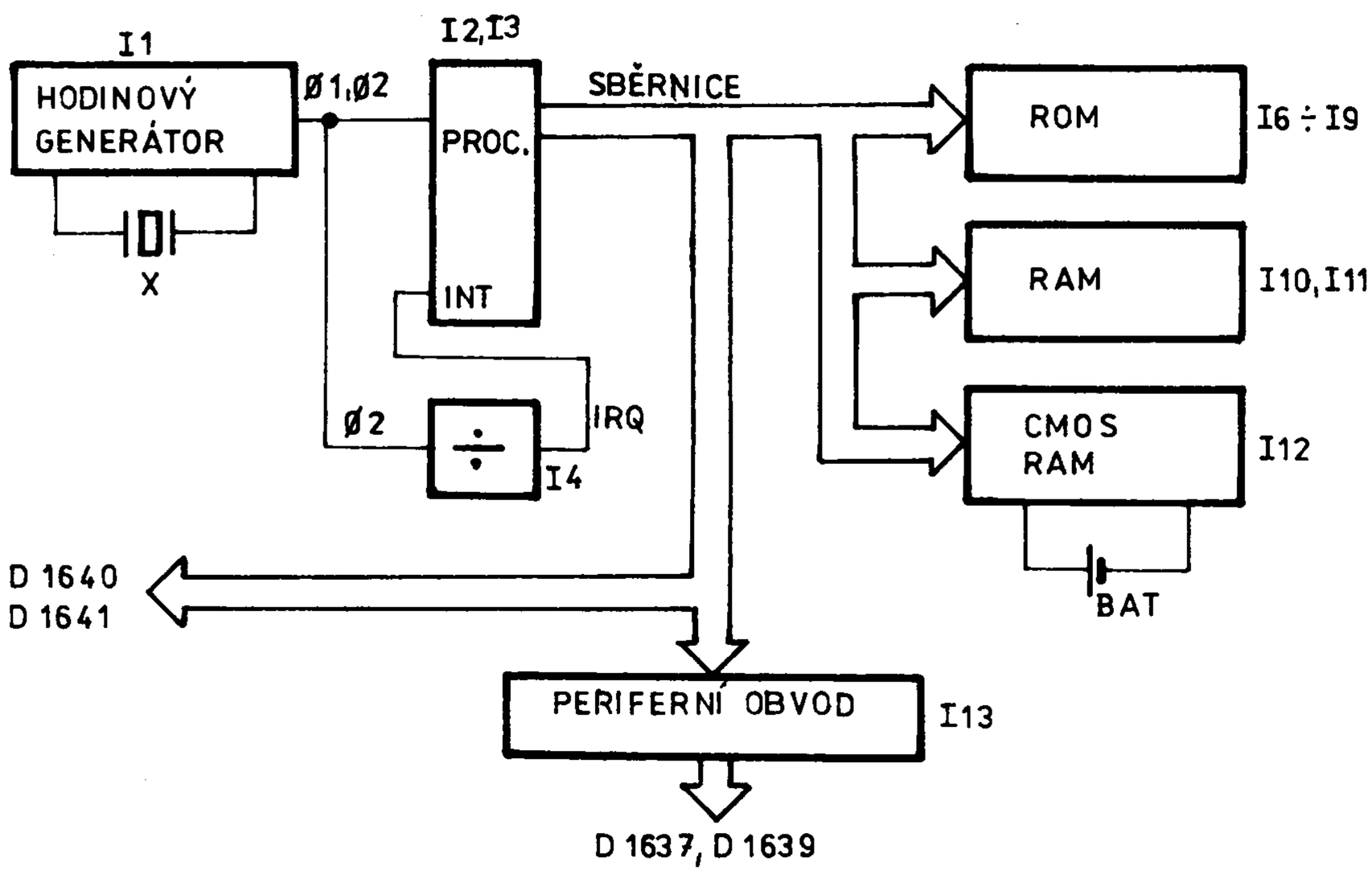
napájí některé analogové obvody a-č převodníku (operační zesilovače, spínače ...). Společné sekundární vinutí síťového transformátoru napájí jednocestné usměrňovače (diody D1, D2, filtrační kondenzátory C1, C2). Zdroj +20V je obvyklé zapojení přesného stabilizátoru I1 (typ MAA723) s externím výkonovým tranzistorem T1, výstupní napětí +20V se nastavuje na měřicím bodě MB2 odporovým trimrem P1. Zapojení zdroje -20V je podobné zdroji -15V na D1634 - jedná se o invertující zapojení operačního zesilovače s jednotkovým zesílením daným poměrem odporů R5. Zenerova dioda D19 spolu s odporem R7 chrání operační zesilovač I3 před přepětím při napájení multimetru zvýšeným síťovým napětím. Na měřicím bodě MB3 je napětí -20V zatímco na MB4 je vlivem Zenerovy diody D17 (typ KZ140) napětí přibližně o 3V nižší ( ≈ -23V).

Zdroj +25V

má samostatně odstíněné sekundární vinutí na síťovém trasformátoru a slouží k napájení obvodů v převodníku odporu na napětí. Na vstupu je můstkový usměrňovač D7 až D10, filtrační kondenzátor C4 a přesný integrovaný stabilizátor I2 v obvyklém zapojení s externím výkonovým tranzistorem T2 (typ KU611-zdroj musí po zapnutí multimetru po dobu několika sekund dodávat proud až 100mA). Výstupní napětí +25V se nastavuje na měřicím bodě MB7 odporovým trimrem P2.

Deska D1636

Na desce D1636 jsou uloženy obvody tvořící řídící část celého multimetru, která řídí nejenom zobrazení s klávesnicí a interfejsy IMS-2 a RS232, ale také zadává požadavky měřicí plovoucí části a zpracovává získané změřené data. Řídící část tvoří mikropočítač s mikroprocesorem MHB 8080A (I2), který získává taktovací frekvenci z hodinového generátoru MH 8224 (I1) s krystelem (X) 18,432 MHz.



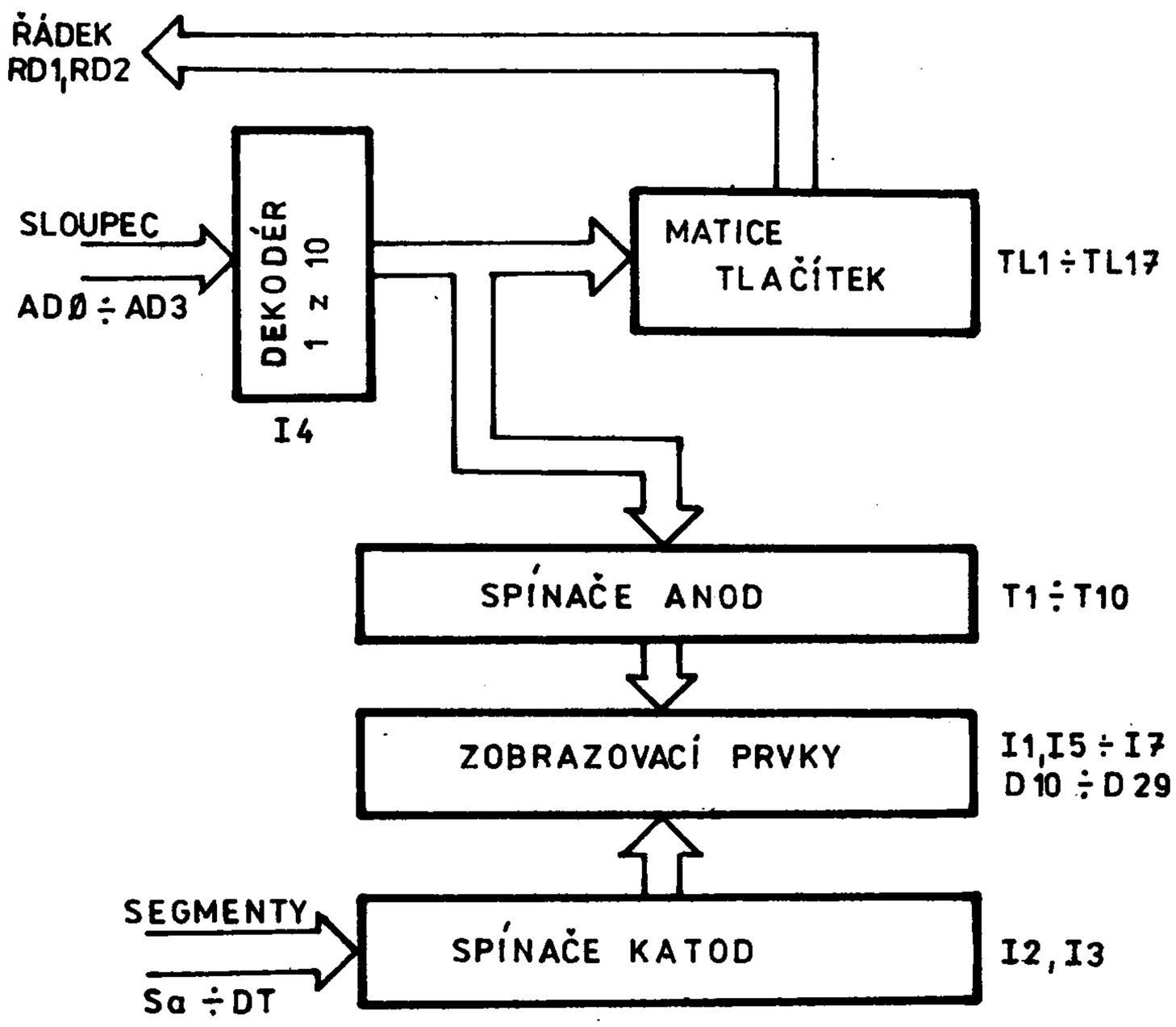

Komunikaci mezi částmi systému zajišťuje mikroprocesor přes sběrnice (adresovou AØ ÷ A15, datovou DBØ ÷ DB7 a řídící(MEMR, MEMW, I/OR, I/OW) spolu s obvodem MH 8228 (I3). Pro snadné zjištění správné funkce jádra mikropočítače (obvody I1, I2 a I3) je možno datovou a řídicí sběrnici přerušit konektorem K12. Podělením binárním děličem (I4) je získáván periodický přerušovací signál (IRQ) sloužicí k programové obsluze zobrazení, klávesnice a interfejsu. Pro zajištění přesné periodicity signálu IRQ je zařazena na výstupu děliče paměť (I14/3, I14/6). Rozdělení adresového prostoru pro jednotlivé paměti ROM a RAM zajišťuje dekodér adres (I5). Paměť ROM je tvořena čtyřmi obvody MHB 2716 (I6 ÷ I9), z nichž každý má kapacitu 2K8. Paměť RAM s celkovou kapacitou 1K8 je složena ze dvou obvodů MHB 2114 (I10,11) každý s kapacitou 1K4. Kalibrační konstanty jsou uloženy v paměti MHB 6561 (I12) CMOS RAM s kapacitou 256 x 4 bitů, jejíž obsah je chráněn proti vymazání při vypnutém přístroji zálohovaným napájením lithiovým primárním článkem BAT.

Přepínání napájecího napětí (buď ze síťového zdroje nebo z BAT) je zajištěno diodami D4 a D5. Zápisový vodič (MEMW), který je výkonným povelem k zápisu do CMOS RAM, je přepínačem SW odpojen a připojuje se pouze v režimu kalibrace (cejchování) přístroje. Přepínač je umístěn pod krytem s nápisem CAL, čímž je znesnadněno jeho přepnutí a tím i přemazání paměti jindy než při cejchování multimetru.

Přes vstup/výstupní obvod MHB 8255 (I13) je zajištěno řízení plovoucí (analogové) části multimetru (signály DATA1, RDY1, DATA2 a RDY2) a řízení zobrazení (Sa až DT a AD0 až AD3) spolu se vstupem z matice tlačítek (RD1, RD2).
Datová sběrnice, část řídicí a adresové jsou přivedeny spolu s napájecím napětím na konektoru K14 po připojení interfejsových modulů M1T381 (D1640) a M1T382 (D1641).

## Deska D1637

Deska D1637 obsahuje prostředky styku obsluhy s multimetrem-tlačítkové pole pro volbu měřené veličiny, rozsahu, režimu měření a zadání vstupních hodnot do programů a tablo pro zobrazení změřených a vypočtených hodnot a výstup chybových hlášení.



Svými elektrickými vstupy je deska D1637 připojena na mikropočítačovou desku D1636, odkud přichází informace o spínaných segmentech vybraného zobrazovacího prvku v multiplexním režimu (spinače katod I2, I3) a adresa určující rozsvícení jednoho zobrazovacího prvku. Přicházející adresa v binárním kódu je dekodována obvodem I4, který jednak přímo svými výstupy spíná spínače anod T1 až T10 a současně slouží k výběru stisknutého tlačítka v matici TL1 až TL17 (výběr sloupce matice). Řádky RD1, RD2 matice jsou snímány periferním obvodem na desce D1636. Diody D1 až D9 zabraňují zkratu mezi sloupci při současném stisknutí více tlačítek v různých sloupcích.

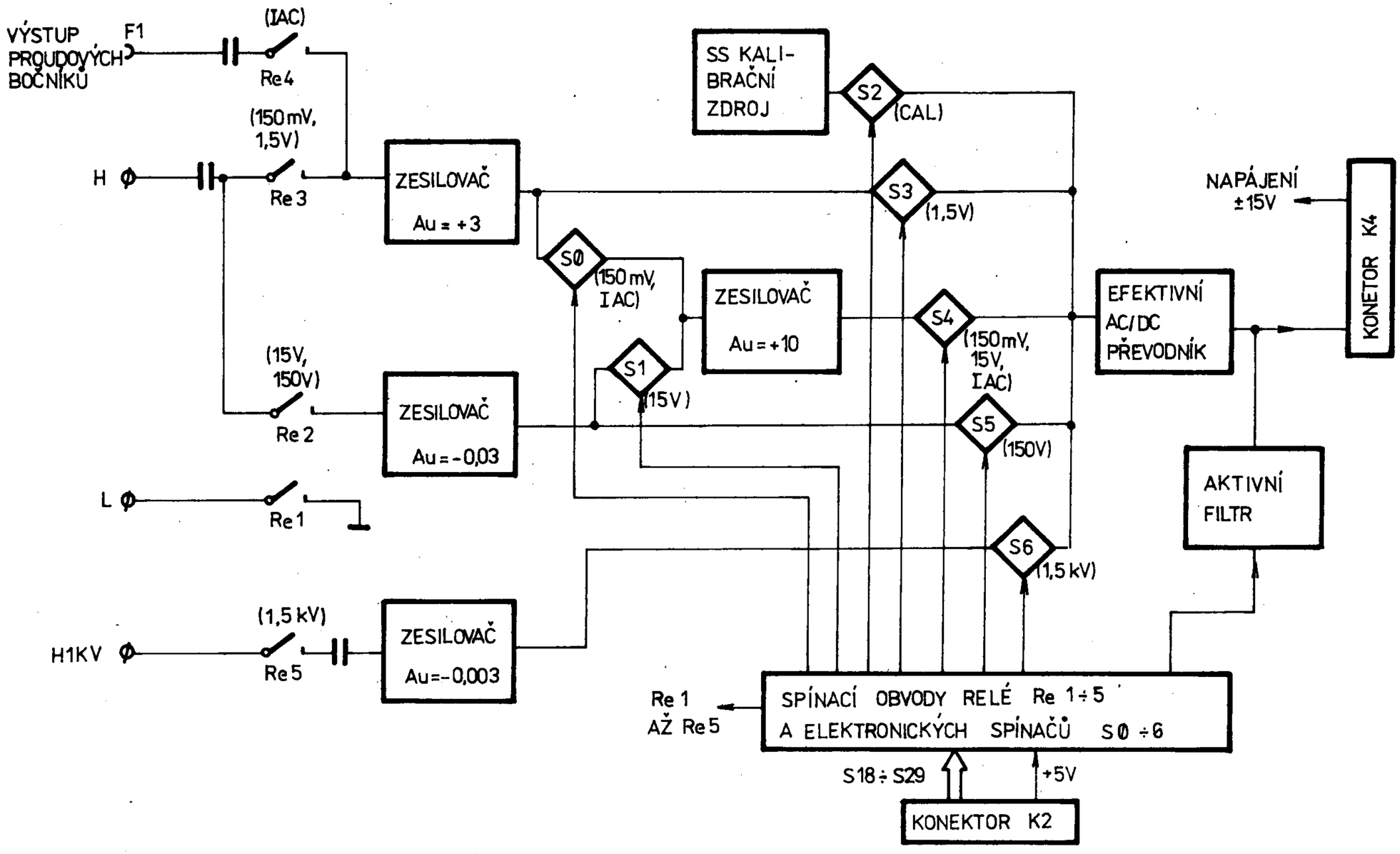
Deska D1638

Na desce D1638 je umístěn převodník střídavého napětí na stejnosměrné. Slouží k měření skutečné efektivní hodnoty střídavé složky vstupního signálu.

Vstupní svorka L je na všech střídavých rozsazích připojen kontaktem jazýčkového relé Re1 na společný vodič plovoucí části. Na rozsazích 150mV a 1,5V je svorka H připojena (přes kondenzátor oddělující stejnosměrnou složku vstupního signálu) kontaktem relé Re3 na neinvertující zesilovač se zesílením Au = + 3, na rozsazích 15V a 150V je svorka H připojena kontaktem relé Re2 na invertující zesilovač se zesílením Au = -0,03. Na rozsahu 1,5kV se připojuje svorka H1KV přes vysokonapěťový jazýčkový kontakt relé Re5 na invertující zesilovač se zesílením Au = -0,003, při měření střídavých proudů se využívají bočníky společné pro měření ss i st proudů - přes kondenzátor oddělující ss složku se výstup proudových bočníků připojuje pomocí relé Re4 na neinvertující zesilovač se zesílením Au = +3, jehož výstup je při měření střídavých proudů a střídavého napětí na rozsahu 150mV připojen přes elektronický přepínač SØ na neivertující zesilovač se zesílením Au = + 10. Tento zesilovač se používá i při měřešní na rozsahu 15V - přes spínač S1 je jeho vstup připojen na výstup zesilovače se zesílením Au = -0,03.

Jmenovitý úbytek napětí na proudových bočnících je 150mV, vstupní odpor při měření střídavých napětí je na všech rozsazích 1MΩ.

Vstup efektivního převodníku je přes spínač S2 při kalibraci připojen na výstup ss kalibračního zdroje, na ostatních střídavých rozsazích je přes elektronické spínače S3 až S6 připojen na výstupy střídavých zesilovačů. Převodník efektivní hodnoty střídavého napětí na stejnosměrné je tvořen operačním usměrňovačem a nelineárním funkčním blokem využívajícím k převodu exponenciální závislosti proudu




Obr. 18. BLOKOVÉ SCHEMA ZAPOJENÍ PŘEVODNÍKU AC/DC V M1T 380 (D 1638)

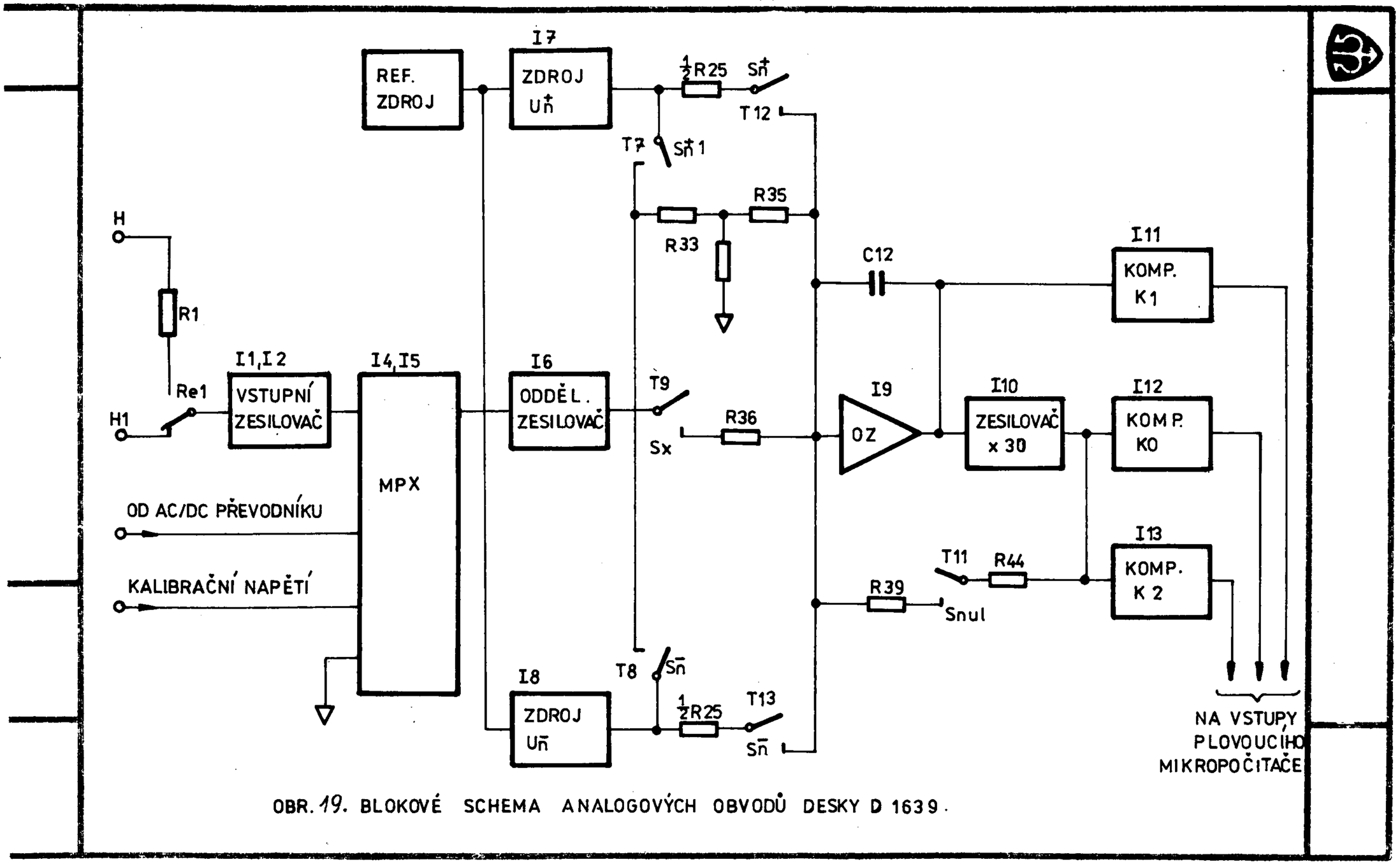
kolektoru na napětí báze-emitor u čtveřice tranzistorů. Na výstup převodníku je připojen 3 pólový aktivní filtr pro snížení zvlnění výstupního ss napětí. Jeho mezní frekvenci (ovlivňující dobu ustálení převodníku při skokové změně amplitudy vstupního měřeného napětí) je možno přepínat z 45Hz na 200Hz vyřazením funkce FILTER. Výstup převodníku je připojen na a - č převodník konektorem K4, kterým je současně převodník napájen (napětí ± 15V, +20V). Konektorem K2 jsou z obvodů pro řízení plovoucí části přivedeny signály pro spínání relé Rel až Re5 a signály pro spínání elektronických spínačů.

Deska D1639

Na desce D1639 jsou umístěny všechny obvody A/D převodníku, vstupní obvody pro nižší stejnosměrné napěťové rozsahy (do 15V) a paměti všech analogových spinačů multimetru. Blokové schema analogových obvodů desky D1639 je na obr. , blokové schema řídicích obvodů na obr. Funkce obvodů je popsána v kapitole 9.

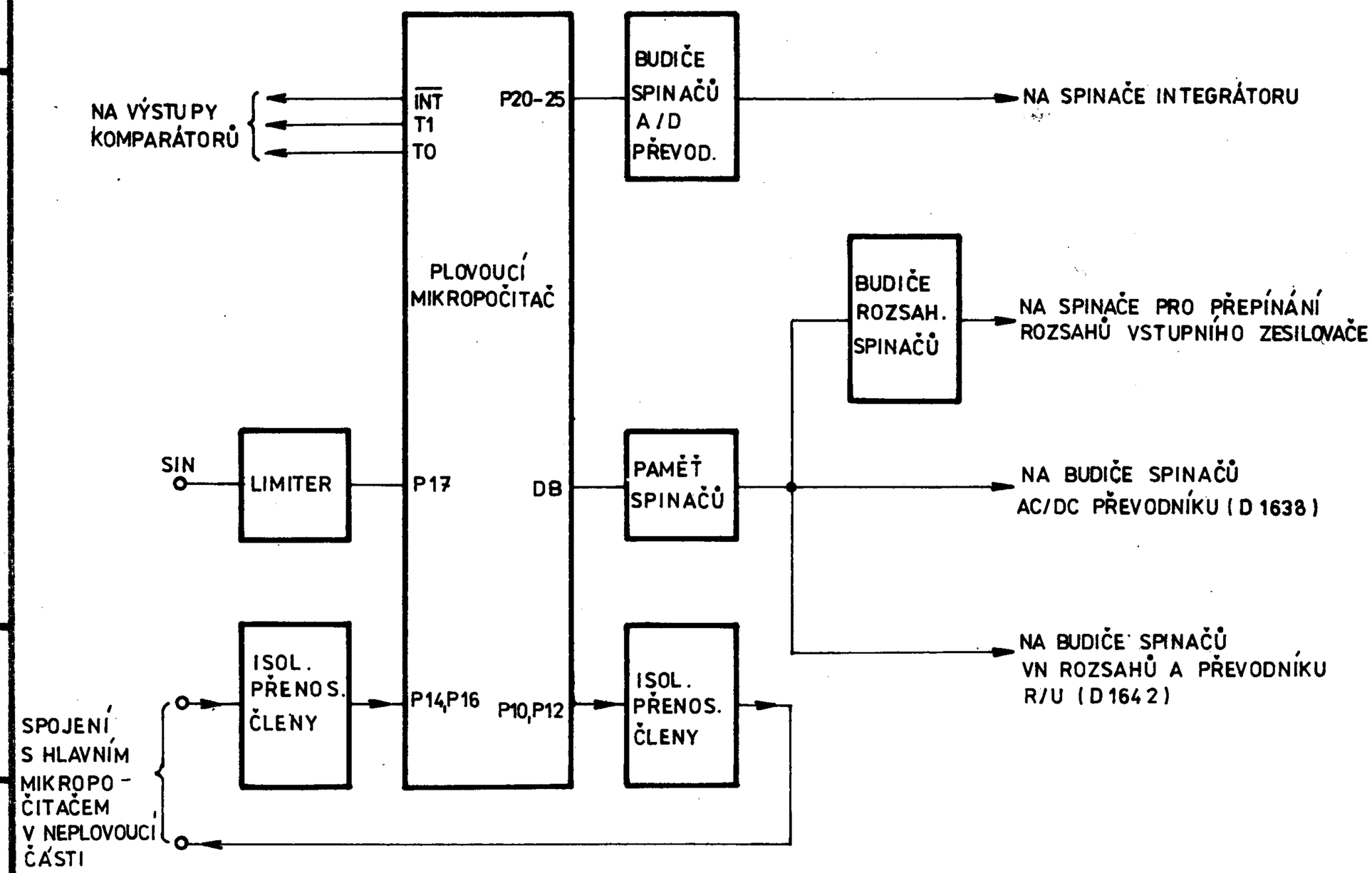
Signálová cesta A/D převodníku začíná oddělovacím zesilovačem, na jehož vstup je multiplexerem MPX připojován buď výstup vstupního zesilovače (při měření stejnosměrných napětí a proudů i při měření odporů) nebo výstup AC/DC převodníku (při měření střídavých napětí a proudů) nebo kalibrační napětí a nulový signál (při autokalibraci A/D převodníku).
Normálové napětí obojí polarity se odvozuje z napětí referenčního zdroje pomocí zdroje $U_n^+$ a zdroje $U_n^-$.
Integrátor A/D převodníku je tvořen operačním zesilovačem OZ, kondenzátorem C12, odporem R36 (při integraci měřeného signálu), odporem R25 (při integraci kladného nebo záporného normálového proudu) a odporem R35 (při integraci sníženého normálového proudu ve třetím taktu). Měřený signál z výstupu oddělovacího zesilovače se připojuje na příslušný vstup integrátoru polovodičovým spinačem Sx, kladný a záporný normálový proud se připojuje spinači $S_n^+$ a $S_n^-$, snížený normálový proud ve třetím taktu spinači $S_n^+1$ + $S_n^-1$.
Výstupní napětí integrátoru se vyhodnocuje přímo komparátorem K1 a po třicetinásobném zesílení komparátory K0 a K2. Komparátor K1 mění stav svého výstupu z úrovně odpovídající logické nule na logickou jedničku při vybočení výstupního napětí integrátoru z pásma ± 9,5V. Komparátor K2, zcela shodného provedení jako K1, hlídá vybočení výstupního napětí integrátoru z pásma přibližně ± 300mV. Jednoduchý komparátor K0 vyhodnocuje polaritu výstupního napětí integrátoru (na jeho výstupu je logická nula při kladné polaritě výstupu integrátoru, logická jednička při záporné polaritě).

Řízení činnosti analogových obvodů (ovládání spínačů) uskutečňuje plovoucí mikropočítač. Na jeho vstupy se přivádí informace o délce periody síťového napájecího napětí, získaná limitací sinusového napětí z vinutí síťového transformátoru a dále výstupní údaje všech tří komparátorů K0, K1, K2. Z portu P2, využívaného jako výstupní, se ovládají (přes vhodné budiče, sloužící k vytvoření potřeného rozkmitu budicího napětí) všechny čtyři spinače normálových proudů, spinač měřeného signálu Sx i spinač nulovací. Tímto jedno-




OBR. 19. BLOKOVÉ SCHEMA ANALOGOVÝCH OBVODŮ DESKY D 1639.

Metra Blansko, koncernový podnik




OBR. 20. BLOKOVÉ SCHEMA ŘÍDICÍCH OBVODŮ DESKY D 1639.

duchým (z hlediska hardware) propojením se zajišťuje autonomní činnost A/D převodníku. Povel pro její započetí (žádost o převod) stejně jako další potřebné údaje (délka prvního taktu, druh měřené veličiny, měřicí rozsah, zařazení autokalibrace) přichází přes izolační přenosové členy z hlavního mikropočítače v neplovoucí části. Podobným způsobem, opět přes izolační přenosové členy, se do hlavního mikropočítače předává k dalšímu zpracování výstupní údaj A/D převodníku a údaj o přesné délce prvního taktu. Na datovou sběrnici plovoucího mikropočítače je navázána dvaatřicetibitová paměť spinačů, určující stav spinačů pro nastavení požadovaného druhu měřené veličiny, měřicího rozsahu a zapojení vstupního filtru.

Detailní schema obvodů na desce D1639 je na výkrese 001-03457-0000, rozložení součástí na výkrese 002-12046-0000. Stejnosměrné měřené napětí se přivádí na vstupní zesilovač I1 buď ze vstupního bodu H, spojeného přímo se svorkou INPUT H, nebo z bodu H1, který je propojen s výstupem vstupního děliče a současně s výstupem bočníku (na desce D1642).
První možnost se využívá při měření ss napětí na rozsazích 150mV, 1,5V a 15V a při měření odporů na všech rozsazích, druhá možnost při měření ss napětí na rozsazích 150V a 1500V a při měření ss proudů. Použité zapojení přepínacího relé Rel se vyznačuje částečnou kompenzací termonapětí na kontaktech. Vstupní zesilovač pro stejnosměrná měření je dvoustupňový. První stupeň (modulový zesilovač Metra 004-29785-0000) zajišťuje požadované vstupní parametry (malý ofset, drift, vstupní proud a šum), druhý stupeň dodává požadovaný rozkmit výstupního napětí (± 16V). Zesilovač pracuje v potenciometrickém zapojení a jeho zesílení je přesně definováno zápornou zpětnou vazbou přes dělič z odporů R17, R18, R19, R20. Svorka INPUT L přístroje, spojená se vstupním bodem L1 desky D1639 se připojuje na odbočky tohoto děliče polovodičovými spinači T3 (rozsah 150mV, 15mA a 1,5A), T4 (rozsah 1,5V, 150V, 150Ω, 1,5kΩ ) a T5 (rozsah 15V, 1500V, 15kΩ až 15MΩ). Spinač T6 slouží k definování stavu vstupního zesilovače, když není využíván (při měření střídavého napětí a proudu).
Spinače T3, T4, T5, T6 jsou ovládány přes budiče T23, T24-T25, T26-T27, T28-T29, T30 z výstupů paměti spínačů.
Operační zesilovač I3 se ziskem rovným +1 udržuje napětí řídící elektrody sepnutého spínače na nulové hodnotě proti zbývajícím dvěma elektrodám. (Nutná podmínka pro dokonalé sepnutí tranzistoru J-FET). Zesilovač I1 je za všech okolností udržován v lineár-

ní oblasti omezovačem, tvořeným diodami D1, D2, D3, D4, tranzistory T1, T2 zapojenými jako diody a odpory R2, R5, R6. Zesilovač I2 podobnou ochranu nemá, protože se i po případném přesycení ustaluje dostatečně rychle.
Se vstupním zesilovačem těsně souvisí analogový vstupní filtr, tvořený odporem R1 a kondenzátory C1, C2, připínanými relé Re2. Část celkové kapacity filtru je zapojena přímo mezi dolní vstupní svorku (L1) a vstup zesilovače, část je zapojena ve zpětné vazbě. Toto uspořádání má za následek, že efektivní kapacita filtru závisí na zvoleném rozsahu. Dosahuje se tím žádoucího zvětšení útlumu filtru při měření nízkých ss napětí. Spínání Re1 a Re2 je dynamické. Přes cívky obou relé teče trvale malý proud, který stačí k přidržení kotvy v sepnutém stavu, ale nestačí k jejímu přitažení z klidové polohy. Spínání a rozpínání relé se provádí impulzy, přiváděnými do cívek relé přes kondenzátory C24 a C25.

Výstupní napětí vstupního zesilovače se přivádí na oddělovací zesilovač I6 přes multiplexer I5. Při měření odporů se využívá plného výstupního napětí přiváděného na vstup S2 multiplexeru I5, při měření ss napětí a proudů polovičního (vstup S1). Adresovací vstupy multiplexerů I4 a I5 jsou připojeny na výstup paměti spínačů (I16-QØ, Q1, Q2), adresování potřebné pro různé funkce přístroje je patrné z tabulky

| Adresa | Připojené vstupy I4, I5 | Funkce |
|---|---|---|
| 000 | S1 | Měření ss napětí a proudů kalibrace nuly při měření proudů |
| 001 | S2 | Měření odporů kalibrace vstupního děliče |
| 010 | S3 | Měření st napětí a proudů kalibrace převodníku AC/DC |
| 011 | S4 | Měření kalibračního napětí pro kalibraci převodníku AC/DC |
| 100 | S5 | Kalibrace nuly převodníku A/D |
| 101 | S6 | Kalibrace kladné pol. převod. A/D |
| 110 | S7 | Kalibrace záporné pol. převod. A/D |
| 111 | S8 | Kalibrace vstup. děliče (nula) |

Tab. 6. Adresování multiplexerů I4, I5 na desce D1639

Kromě měřených signálů z výstupu ss vstupního zesilovače a převodníku AC/DC připojují multiplexery I4, I5 na vstup oddělovacího zesilovače ještě kalibrační napětí převodníku AC/DC (pro přesné zjištění jeho velikosti - adresa 011), nulové napětí pro kalibraci nuly převodníku A/D (adresa 100) a přesné kalibrační napětí (ze zdroje na desce D1642) pro kalibraci kladné a záporné polarity převodníku A/D (adresa 101 pro kladnou polaritu, adresa 110 pro zápornou polaritu kalibračního napětí). Multiplexer I4 dále spojuje záporný pól zdroje kalibračního napětí na společný vodič plovoucí části, aby nedocházelo k překročení dovoleného napětí na vstupech multiplexerů při výskytu náhodného souhlasného napětí (zdroj kalibračního napětí je zcela plovoucí vůči společnému vodiči plovoucí části).

Na výstup oddělovacího zesilovače I6 je připojen spinač měřeného napětí, osazený tranzistorem J-FET (T9), který je řízen z budiče (T15, T16). Kondenzátor C11 kompenzuje napěťové špičky pronikající na výstup spinače průchozí kapacitou tranzistoru T9.

Převodník A/D vyžaduje pro svoji činnost normálové napětí obojí polarity. Základem je zdroj referenčního napětí kladné polarity, ze kterého se kladné normálové napětí odvozuje operačním zesilovačem I7, záporné normálové napětí operačním zesilovačem I8. Spinače normálového proudu jsou diodové (využívá se monolitické dvojice tranzistorů, zapojených jako diody). Vlastní spinač je tvořen vždy tranzistorem, připojeným na vstup operačního zesilovače integrátoru (I9), druhý tranzistor monolitické dvojice kompenzuje úbytek napětí na spinači.

Spinač kladného (záporného) normálového proudu je ovládán přes diodu D11 (D14). Při kladném napětí na katodě D11 (záporném na anodě D14) teče normálový proud přes otevřený tranzistor do vstupu integrátoru. Při opačné polaritě ovládacího napětí je dioda D11 (D14) otevřena a odvádí celý normálový proud mimo vstup integrátoru. Diody D11 a D14 jsou přes přizpůsobovací obvody napojeny přímo na výstupní port P2 (bity P21 a P23) plovoucího mikropočitače.

Kompenzace funguje tak, že zpětná vazba zesilovače I7 udržuje na emitoru horní poloviny T12 napětí přesně shodné s referenčním. Na výstupu I7, v bodě připojení odporu R25, určujícího normálový proud, je napětí vyšší o úbytek napětí na diodově zapojeném tranzistoru, který je přesně stejný, jako úbytek na tranzistoru, fungujícím jako spinač. Obvody pro vytvoření záporného normálového proudu pracují obdobným způsobem, operační zesilovač I8 je však v invertujícím režimu. Zmenšený normálový proud ve třetím taktu teče do vstupu inte-

grátoru přes odpor R35 po připojení děliče tvořeného dvojitým destičkovým odporem R33 na kladné (záporné) normálové napětí spínacím tranzistorem J-FET T7 (T8). Tranzistory T7 a T8 jsou přes budiče (T21, T22 a T19, T20) řízený přímo z výstupního portu P2 (bity P22 a P24) plovoucího mikropočitače.

Stálé počáteční podmínky integrátoru v okamžiku zahájení prvního taktu převodu zajišťuje nulovací spinač, který je z důvodu požadovaného minimálního dynamického rušení osazen tranzistorem MOS (T11). Do nulovací smyčky je kromě integrátoru zařazen i zesilovač I10 se zesílením přibližně +30. Nulovací spínač je sepnut těsně po skončení třetího taktu a rozpojen těsně před počátkem prvního taktu následujícího převodu. Ovládá se z budiče (T17, T18), napojeného na bit P25 výstupního portu plovoucího mikropočitače.

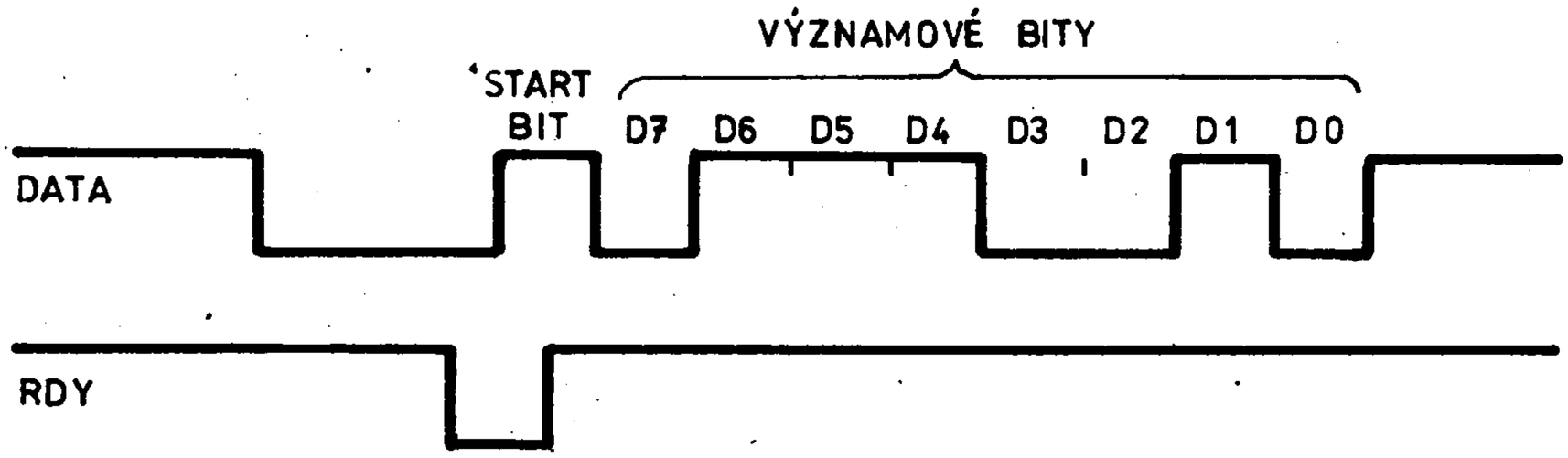
Výstupní napětí integrátoru je vyhodnocováno třemi komparátory. Komparátor I12 vyhodnocuje jeho polaritu a je pro zlepšení stability vstupního ofsetu napájen sníženým napětím. Komparátory I11 a I13 jsou zapojeny zcela shodně, liší se pouze bodem připojení svého vstupu. (I11 na výstup integrátoru, I13 na výstup následujícího zesilovače). U komparátorů se využívá jak invertující tak i neivertující vstup, k jejich přepínání slouží diodový obvod (D21, D22 příp. D23, D24). V rozmezí komparovaného napětí ± 8,5V je výstup komparátoru nezávislý na jeho velikosti a odpovídá logické nule (obě diody jsou vodivé a napětí mezi vstupy komparátoru je přibližně konstantní). Při napětí větším než +8,5V se uzavírá dioda D22 (D24), komparované napětí začíná mít vliv na neinvertující vstup a při jeho velikosti asi +9,5V dojde ke změně výstupu komparátoru na úroveň logické jedničky. Podobně při komparovaném napětí klesajícím pod -8,5V (směrem do zápornějších hodnot) se uzavírá dioda D21 (D23) a jeho vlivem na invertující vstup dojde při velikosti přibližně -9,5V ke změně výstupu komparátoru opět na úroveň logické jedničky. Protože komparátor I13 vyhodnocuje napětí integrátoru zesílené přibližně třicetkrát, nastává jeho překlápění při výstupním napětí integrátoru asi ± 300mV. Výstupy komparátorů jsou napojeny na vstupy $\overline{INT}$, T1 a T0 plovoucího mikropočitače.

Paměť spinačů s rozsahem 32 bitů tvořená čtyřmi osmibitovými pamětmi se seriovým vstupem dat typu CMOS MHB 4099 (I16 až I19) je navázána na datový bus plovoucího mikropočitače. Po zapnutí přístroje (při nulování mikropočitače) se nuluje i obsah celé paměti spinačů přivedením logické jedničky na vstupy WR a R obvodů I16 až I19. Po skončení nulování mikropočitače se nastaví výstupní kombinace pa-

měti, odpovídající měření se napětí na rozsahu 150V. Při záznamu informace do osmibitových pamětí se bity DB0 až DB2 využívají jako adresovací, na bitech DB3 až DB6 je vždy informace, která má být na právě adresovanou buňku všech čtyř pamětí zaznamenána, po bitu DB7 přichází záznamový impuls. První tři bity paměti I16 slouží k adresování multiplexerů I4, I5 na desce D1639, další bity všech čtyř pamětí, průběžně číslované jako S1 až S29 nesou informaci o stavu všech analogových spinačů plovoucí části. Celkový přehled o stavu paměti spinačů ve všech režimech činnosti přístroje podává tabulka TAB. 7 . Spinače T3, T4, T5, T6, Re1, Re2, (na D1639), Re5, T8, I7 (D1638) se spínají signálem s úrovní logické jedničky (v tabulce 1), ostatní spinače signálem s úrovní logické nuly (v tabulce 0). Signál S12 se využívá k blokování napětí +5V pro budiče relé na deskách D1638, D1642. Bez tohoto opatření by po zapnutí přístroje po dobu nulování plovoucího mikropočitače docházelo k sepnutí všech relé, spínaných logickou nulou. Tranzistor T31 a obvod v jeho kolektoru zabrňuje náhodnému (nelegálnímu) současnému sepnutí vysokonapěťových relé Re10 a Re11 na desce D1642, které by mohlo při připojeném vysokém napětí na svorce INPUT H1kV vést k poškození obvodů přístroje.

Vnitřní hodinový kmitočet plovoucího mikropočítače má hodnotu 6MHz a je řízen krystalem X1. Obvody, tvořené R58, D25, C19 a R59, C18 slouží k inicializaci mikropočitače po zapnutí napájení. Omezovač (T14, I15) vytváří ze sinusového napětí síťového kmitočtu obdélníkové napětí, které se využívá ke stanovení přesné doby integrace měřeného napětí, která se rovná jedné nebo deseti nebo stu period síťového napětí.

Přenos informací mezi plovoucím a neplovoucím mikropočitačem zprostředkují optočleny O1 až O4. Při přenosu do neplovoucího mikropočitače fungují optočleny O3 (signál DATA1) a O2 (signál RDY2), při přenosu do plovoucího mikropočitače optočleny O1 (signál DATA2) a O4 (signál RDY1). V klidu jsou oba spolupracující signály ve stavu logická jednička. Mikropočitač, který chce vysílat, převede signál DATA na úroveň logické nuly a čeká na odezvu signálu RDY z opačného směru. Jestliže je přijímající mikropočitač připraven, vyšle signál RDY s úrovní logické nuly. Potom vysílající mikropočitač generuje START BIT s úrovní logické jedničky a za ním postupně 8 významových bitů D7 až D0. Doba trvání každého bitu je 100 $\mu$s. Přijímající mikropočitač snímá úrovně jednotlivých bitů vždy uprostřed doby jejich trvání (bit D7 po 150 $\mu$s od počátku START BITU, další bity vždy




OBR. 21. ČASOVÝ PRŮBĚH SIGNÁLŮ DATA A RDY PŘI PŘENOSU (PŘENÁŠENÝ ÚDAJ 72H)

po 100 us. Po skončení přenosu jsou signály DATA a RDY nastaveny na úroveň logické jedničky. Časové průběhy pro přenos 1 byte jsou na obr. 21.

Všechna napájecí napětí plovoucí části jsou nejprve přivedena přes konektory K3 a K5 na desku D1639 a odtud teprve na desku 1638 (přes K2 a K4) a na desku D1642 (přes K6 a K7).

| FUNKCE | ROZSAH | D 1639 | | | | | | | | | D 1642 | | | | | | | | | | | D 1638 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ADRESA I4,I5 | | | T3 | T4 | T5 | T6 | Re1 | Re2 | Re1,2 | Re3 | Re4 | Re5 | Re6-9 | BLOK +5V | Re10 | Re11 | Re12 | Re13 | Re14 | Re1 | Re2 | Re3 | Re4 | Re5 | | ADR.I4 | | ADRESA I5 | | | T8,I7 |
| | | A0 | A1 | A2 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 | S22 | S23 | A0 S24 | A1 S25 | A0 S26 | A1 S27 | A2 S28 | S29 |
| SS NAPĚTÍ | 150mV | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1,5V | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15V | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 150V | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1500V | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SS PROUD | 15mA | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1,5A | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ODPOR | 150Ω | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0/1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1,5kΩ | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0/1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15kΩ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0/1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 150kΩ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0/1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1,5MΩ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15MΩ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ST NAPĚTÍ | 150mV | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0/1 |
| | 1,5V | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0/1 |
| | 15V | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0/1 |
| | 150V | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0/1 |
| | 1500V | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0/1 |
| ST PROUD | 15mA | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0/1 |
| | 1,5A | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0/1 |
| KALIBRACE PŘEVOD. A/D | NULA | 0 | 0 | 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | +POL. | 1 | 0 | 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | -POL. | 0 | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| KALIBRACE SS VSTUPU | NULA DĚL. | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | CAL.DĚL. | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | NULA I | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | x | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KALIBRACE PŘEVOD AC/DC | CAL. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | MĚŘ. U | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

x STAV PAMĚTI ZÁVISÍ NA TOM, PŘI KTERÉ FUNKCI SE KALIBRACE PŘEVODNÍKU A/D PROVÁDÍ.

TAB.7. STAV PAMĚTI SPINAČŮ PŘI MĚŘENÍ A KALIBRACI.

Deska D1642

Deska D1642 obsahuje zdroj přesného kalibračního napětí, zdroj konstantního proudu pro měření odporů, vstupní dělič pro měření ss napětí na rozsazích 150V a 1500V a bočníky pro měření ss i st proudů. Schema zapojení D1642 je na výkrese 002-12047-0000, rozložení součástí na výkrese 003-16826-0000.

Zdroj kalibračního napětí je základním napěťovým normálem, používaným pro kalibraci převodníku A/D, kalibraci vstupního děliče. Kalibrační napětí je zároveň opěrným napětím zdroje konstantního proudu pro měření odporů. Pro použití mimo desku D1642 je kalibrační napětí připojeno na konektor K6, vývody 8 a 9.

Zdroj konstantního proudu pro měření odporů je tvořen operačním zesilovačem a sadou přesných odporů, jejichž přepínáním se nastavuje potřebný měřicí proud (podle tabulky Tab. 8.). Při čtyřvodičovém měření odporů je měřicí proud přiveden na svorky SOURCE H a L

| Rozsah | Měřicí proud | Sepnuto relé |
|---|---|---|
| 150 Ω | 5mA | Re1, Re2 |
| 1,5 kΩ | 0,5mA | Re3 |
| 15 kΩ | 0,5 mA | Re3 |
| 150 kΩ | 50 μA | Re4 |
| 1,5 MΩ | 5 μA | Re5 |
| 15 MΩ | 0,5 μA | - |

Tab. 8. Spínání relé ve zdroji konstant. proudu

přes sepnutá relé Re8 a Re9, při dvouvodičovém měření pak na svorky INPUT HaL přes relé Re6 a Re7.

Horní část vstupního děliče pro měření ss napětí je tvořena dvěma stejnými odpory R12 a R13 (dohromady 9,9 MΩ), dolní část je součtem odporů R14, R15, R16. Odpory R15 a R16 jsou bočníky pro měření ss i st proudů. Společný výstup napětí z děliče i z bočníků při měření ss proudů je na svorce H1, výstup z bočníků při měření st proudů na svorce F1. Vysokonapěťové relé Re11 připojuje vstupní dělič na vstupní svorku H1kV, relé Re10 (rovněž VN) na vstupní svor-

ku H (přes klidový kontakt Rel2). V sepnutém stavu (při kalibraci děliče) Rel2 odpojuje dělič od vstupní svorky H a připojuje jej na zdroj kalibračního napětí. Při měření proudů na rozsahu 15mA je vstupní svorka H připojena přes klidový kontakt Rel4 a spínací kontakt Rel3 na horní vývod R15, na rozsahu 1,5A přes klidový kontakt Rel3 a spínací kontakt Rel4 na bočník R16. Provádí-li se při měření proudů autokalibrace, sepnou obě relé Rel3 i Rel4 a tím odpojí vstupní svorku H od bočníků. Měřený proud potom protéká diodami D5, D6 a na odhlehčeném bočníku se měří termonapětí, které je po qětném zapojení proudu do bočníku od celkového úbytku napětí odečítáno (kalibrace proudové nuly). Celkový přehled o spínání relé ve vstupních obvodech podává tabulka

| Rozsah (funkce) | Sepnutá relé |
|---|---|
| 150mV až 15V | - |
| 150V<br>1500V | Rel0<br>Rel1 |
| 15mA ss i st<br>1,5A ss i st | Rel3<br>Rel4 |
| kalibrace děliče: nula<br>cal | <br>Rel0, Rel2 |
| kalibrace proudové nuly | Rel3, Rel4 |

Tab. 9. Spínání relé ve vstupních obvodech

Cívky relé jsou připojeny na budiče I4, I5, I6, jejichž napájecí napětí je těsně po zapnutí přístroje blokováno (signálem S12), aby po dobu nulování plovoucího mikropočitače, kdy je na výstupech paměti spínačů logická nula, nedocházelo k sepnutí relé.

## 16. Technická prohlídka

Během provozu přístroje není nutno provádět žádné práce související s údržbou elektrických či neelektrických částí.

## 17. Pokyny pro odstraňování poruch

Vzhledem k vlastnostem číslicového multimetru se nedoporučují žádné opravy prováděné uživatelem. Výměna součástí, především v plovoucí části, může způsobit rozcejchování přístroje. Uživatel může po odkrytování přístroje při dodržení všech předpisů bezpečnosti a zásad práce se zařízením obsahující obvody MOS vyměnit pojistky na deskách zdrojů v plovoucí i neplovoucí části. Opravy číslicového multimetru a jeho nastavení a cejchování provádí obchodně technické služby výrobního závodu.

Pro lepší informovanost obsluhy multimetru o stavu přístroje a prováděných činnostech slouží soubor chybových hlášení zobrazovaných na table nápisem Error a číslem chyby. Zobrazováno je 21 chybových stavů, z nichž některé znamenají trvalou poruchu a jiné nesprávnou obsluhu přístroje.

### 17.1. Seznam chybových hlášení

Error 1 - MHB8748 nedává RDY pro příjem dat z MHB8080 (závada přenosu dat mezi procesory nebo neskočil A/D převod řízený MHB8748)

Error 2 - MHB8748 nastavil DAV, ale nedává START bit (závada přenosu dat nebo závada v systému MHB8748)

Error 3 - MHB8748 do zadaného času nedává DAV (pdobně jako Error 1)

Error 4 - kalibrační konstanta ALFAØ mimo meze (změřená hodnota A/D převodníkem při vstupním napětí 0V není v mezích -400 až +400 úrovní)

Error 5 - kalibrační konstanta ALFA1 mimo meze (změřená hodnota A/D převodníkem při měření kladného kalibračního napětí je mimo meze 260 000 až 360 000 úrovní)

Error 6 - kalibrační konstanta ALFA2 mimo meze (změřená hodnota A/D převodníkem při měření záporného kalibračního napětí je mimo meze - 260 000 až - 360 000 úrovní)

Error 7 - kalibrační konstanta ALFA 3 mimo meze (změřená hodnota A/D převodníkem při měření napětí 0V na vstupním děliči ss napětí je mimo meze -400 až +400 úrovní)

Error 8 - kalibrační konstanta ALFA4 mimo meze (změřená hodnota při měření kalibračního napětí přes vstupní dělič ss napětí je mimo meze -260 000 až -360 000 úrovní)

Error 9 - kalibrační konstanta ALFA6 mimo meze (změřená hodnota při měření nulového ss proudu je mimo meze -400 až +400 úrovní)

Error 10 - dělení nulou (při aritmetické operaci dělení je dělitel roven nule)

Error 11 - kalibrační konstanta ALFA8 mimo meze (změřená velikost ss kalibračního napětí pro AC/DC převodník je mimo meze -180 000 až -260 000 úrovní)

Error 12 - kalibrační konstanta ALFA9 mimo meze (změřená hodnota výstupního napětí AC/DC převodníku při připojení ss kalibračního napětí na jeho vstup je mimo meze 260 000 až 360 000)

Error 13 - nestabilní údaj při cejchování přístroje (změřené hodnoty při cejchování na zvoleném rozsahu se liší o více než 6 úrovní)

Error 14 - chyba kontrolního součtu zálohované paměti (došlo k porušení obsahu paměti, ve které jsou uloženy cejchovní konstanty přístroje)

Error 15 - přeplněná vstupní paměť interfejsu IMS-2 nebo RS 232
(vložený povelový řádek je delší než 64 znaků ASCII)

Error 16 - chyba přenosu po interfejsu RS 232
(chyba parity nebo formátu)

Error 17 - syntaktická chyba při vstupu příkazu z interfejsu
(příkaz nepatří do povolené množiny příkazů
M1T381 a M1T382)

Error 18 - nesprávně zadané číslo integer
(vložené celé číslo při zadávání konstant do programů neodpovídá požadavkům na jeho velikost a tvar)

Error 19 - chybně zadané číslo čas
(vložené číslo při zadávání časových dat do programů neodpovídá požadavkům kladeným na typ čísla čas)

Error 20 - přetečení aritmetiky
(došlo k překročení maximální hodnoty čísla zpracovaného aritmetickými programy multimetru)

Error 21 - není dovolená rekalibrace (cejchování) přístroje
(přepínač na desce D1636 není v poloze CAL nebo zálohovaná paměť RAM CMOS je vadná)

## 18. Pokyny pro skladování

Přístroj může být uskladněn v původním balení od výrobce v prostředí s max. relativní vlhkostí 80 % při 35 °C. Doporučená skladovací teplota je +0 °C až +40 °C. Prostředí musí být bezprašné, bez agresívních par a plynů, nesmí obsahovat látky způsobující korozi.

## 19. Doprava

Přístroj lze dopravovat zabalený v původním obalu jakýmikoliv krytými dopravními prostředky při dodržení předpisů o zacházení s křehkým zbožím. Během dopravy se teplota může pohybovat v rozmezí -25 °C až +55 °C bez dalších opatření.

# 20. Přílohy

## 20.1. Seznamy součástí

### 20.1.1. Seznam součástí na desce D1633

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Odpory: | R1 | vinutý | 10 ± 5% | |
| | R2 | TR221 | 3R3/J | |
| | R3 | TR161 | 1K05/D | |
| | R4 | TR161 | 2K21/D | |
| | R5 | TR191 | 33R/J | |
| | R6, R7 | TR191 | 330R/J | |
| | R8 | TR191 | 4R7/J | |
| | R9 ÷ R16 | TR191 | 2K2/J | |
| | R17 ÷ R19 | TR191 | 10K/J | |
| Potenciometry: | P1, P2 | TP012 | 3K3 | |
| Kondenzátory: | C1 | TE675 | 2m2 | PVC |
| | C2,C3 | TE986 | 50/u | PVC |
| | C4,C5 | TE121 | 47/u | |
| | C6 | TE123 | 15/u | |
| | C7,C8 | TK744 | 3n3 | |
| | C9 | TK783 | 100n | |
| | C10÷C12 | TK783 | 22 n | |
| | C13 | TC215 | 100n | |
| Diody: | D1,D2 | KY130/80 | | |
| | D3,D4 | KA261 | | |
| | D5 | KYS26/40 | | |
| | D6 | KZ260/6V2 | | |
| | Ty1 | KT206/200 | | |
| Tranzistory: | T1 | KC307B | | |
| | T2 | BC313 | | |
| | T3 | KU606 | | |
| | T4 | KD334 | | |
| | T5 | KSY71 | | |
| Integr.obvody: | I1 | MA7812 | | |
| | I2 | B260D | | |

| | | |
|---|---|---|
| Pojistky: | Po2 | F1A/250V |
| Tlumivky: | T11 | ø 26x16, H22, A1=630 |
| | T12 | ø 5x25, H11 |

20.1.2. Seznam součástí na desce D1634

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Odpory: | R1 | TR221 | 1R8/J | |
| | R2 | TR192 | 1K0/J | |
| | R3,R4 | TR191 | 3K3/J | |
| | R5 | WK68150 | 2x10K/B | |
| | R6 | TR191 | 220R/J | |
| | R7 | TR221 | 2R7/J | |
| Kondenzátory: | C1÷C4 | TE986 | 500 µ | PVC |
| | C5 | TK783 | 100 n | |
| | C6,C7 | TE124 | 4 µ7 | |
| | C8 | TE121 | 47 µ | |
| Diody: | D1 ÷ D4 | KY130/80 | | |
| | D5÷D10 | KA261 | | |
| | D11 | KZ140 | | |
| Tranzistory: | T1,T2 | KD334 | | |
| Integr.obvody | I1 | MA7815 | | |
| | I2 | MAA 741 CN | | |
| Pojistky: | Po6, Po7 | F0,5A/250V | | |

20.1.3. Seznam součástí na desce D1635

| | | | |
|---|---|---|---|
| Odpory: | R1 | TR191 | 8K2/J |
| | R2 | TR191 | 15R/J |
| | R3 | TR161 | 24K9/F |
| | R4 | TR161 | 12K/D |
| | R5 | WK68150 | 2x42K2/B |
| | R6 | TR191 | 4K7/J |
| | R7 | TR191 | 220R/J |
| | R8 | TR221 | 2R2/J |
| | R9 | TR191 | 10R/J |
| | R10÷R12 | TR192 | 680R/J |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Odpory: | R13 | TR191 | 680R/J | |
| | R14 | TR191 | 8K2/J | |
| | R15 | TR191 | 4R7/J | |
| | R16 | TR161 | 33K2/E | |
| | R17 | TR161 | 12K/D | |
| Potenciometry: | P1 | TP012 | 4K7 | |
| | P2 | TP012 | 4K7 | |
| Kondenzátory: | C1,C2 | TE988 | 200/u | PVC |
| | C3 | TE984 | 1m0 | PVC |
| | C4 | TE988 | 200/u | PVC |
| | C5,C6 | TK774 | 100p/J | |
| | C7,C8 | TE121 | 47/u | |
| | C9,C10 | TE124 | 4/u7 | |
| | C11÷C13 | TE125 | 1/u0 | |
| | C14 | TK783 | 100n | |
| | C15 | TK724 | 1n/M | |
| Diody: | D1÷D10 | KY130/80 | | |
| | D11÷D16 | KA261 | | |
| | D17,D18 | KZ140 | | |
| | D19 | MAA550 | | |
| Tranzistory: | T1 | KF508 | | |
| | T2 | KU611 | | |
| | T3 | KFY18 | | |
| | T4 | KD334 | | |
| Integr.obvody | I1,I2 | MAA723 CN | | |
| | I3 | MAA741 CN | | |
| | I4 | MA7805 | | |
| Pojistky: | Po3 | T0,2A/250V | | |
| | Po4 | F0,5A/250V | | |
| | Po5 | F 0,2A/250V | | |

20.1.4. Seznam součástí na desce D1636

| | | | |
|---|---|---|---|
| Odpory: | R1,20,22,23,24 | TR191 | 10K/J |
| | R2,3,R14÷R18,R21 | TR191 | 1K/J |
| | R4÷R11 | TR191 | 4K7/J |
| | R12,13,19,25 | TR191 | 2K2/J |
| | R26 | TR191 | 180R/J |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kondenzátory: | C1 | TK754 | 10pF |
| | C2 | TE121 | 4M7 |
| | C3 | TK724 | 10n |
| | C4,11,12,13 | TE121 | 47M |
| | C5 | TK724 | 1n |
| | C6 | TC215 | 1M |
| | C7,C8 | TE123 | 15M |
| | C9,10,14,15,16 | TC215 | M1 |
| Diody: | D1,2,3,5,6 | KA206 | |
| | D4 | KAS 21/40 | |
| | D7 | KZ140 | |
| Tranzistory: | T1 | KSY62B | |
| | T2 | KC238C | |
| Integrované obvody | I1 | MH8224 | |
| | I2 | MHB 8080A | |
| | I3 | MH 8228 | |
| | I4 | MHB 4020 | |
| | I5 | MHB 3205 | |
| | I6,7,8,9 | MHB 2716 | |
| | I10,11 | MHB 2114 | |
| | I12 | MHB 6561 | |
| | I13 | MHB 8255A | |
| | I14 | MH 74ALS00 | |
| | I15 | MH 74ALS04 | |
| Konektory: | K12,14 | TX 514 3012 | |
| | K1,13 | 6AF 49769 | |
| | K15 | TY 513 3013 | |
| Krystal: | X | KD2/13 18,432 MHz | |
| Primární článek: | BAT | ER 1/2AA CD VARTA | |
| Přepínač: | SW | TS 501 2123 | |
| Tlumivka: | T1 | Ø5 x 25mm, H11 | |

## 20.1.5. Seznam součástí na desce D1637

| | | | |
|---|---|---|---|
| Odpory: | R1 ÷ R8 | TR191 | 27R/J |
| | R9÷R12, R14÷R16, R24÷R28 | TR191 | 22R/J |
| | R29,31,33,35, R37,39,41,43,45,47 | TR191 | 180R/J |
| | R30,32,34,36,38,40, R42,44,46,48 | TR191 | 1K/J |
| | R49,50 | TR191 | 10K/J |
| | R51,52 | TR191 | M1/J |
| Kondenzátory: | C1,2 | TE121 | 47 M |
| | C3 | TC215 | 150n |
| Diody: | D1÷D9,D30,31 | KA206 | |
| | D10÷29 | VQA14 | |
| Tranzistory: | T1÷T10 | KC636 | |
| Integrované obvody: | I1,6,7 | VQE 14/E | |
| | I5 | VQE 12/E | |
| | I2,3 | MH7438 | |
| | I4 | MH7442 | |
| Tlačítka: | T11 ÷ T114 | 3FK 57300 | |
| Tlumivka: | TL | Ø 5 x 25mm, H11 | |

## 20.1.6. Seznam součástí na desce D1638

| | | | |
|---|---|---|---|
| Odpory: | R1,R2 | WK68124 | 1M/B |
| | R3,R4 | TR164 | M499/C-4 |
| | R5 | WK68150 | 1K+2K2/B |
| | R6 | WK68150 | 9K+1K/B |
| | R7 | WK68124 | 33K33/B |
| | R8 | WK68124 | 3K32/B |
| | R9 | WK68150 | 10K+10K/B |
| | R10 | WK68150 | 10K+20K/B |
| | R11 | WK68150 | 29K8+29K8/B |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Odpory: | R12 | TR193 | 22K/J |
| | R13 | WK68124 | 1M/B |
| | R14 | WK68124 | M5/B |
| | R15÷R18, R20÷R24 | TR191 | 1K5/J |
| | R25÷R31 | TR191 | 33K/J |
| | R32÷R40 | TR191 | 10K/J |
| | R41,R42 | TR191 | M33/J |
| | R43÷R46 | TR191 | 82K/J |
| | R47÷R48,R19 | TR191 | 100R/J |
| | R49,R50 | TR191 | 390R/J |
| | R51÷R57 | TR191 | 3K9/J |
| | R58 | TR191 | 1K2/J |
| | R59 | TR191 | 39K/J |
| | R60 | TR191 | 8K2/J |
| | R61 | TR191 | 18K/J |
| | R62 | TR191 | 47K/J |
| | R63 | TR191 | 1M/J |
| Potenciometry: | P1÷P5 | TP012 | 10K |
| | P6,P7 | TP012 | 47K |
| | P8 | TP012 | 330R |
| Kondenzátory: | C1,C2 | TC217 | 220n |
| | C3÷C6 | TC215 | 220n |
| | C7 | TC215 | 330n |
| | C8 | TC215 | 470n |
| | C9 | TC215 | 1/u0 |
| | C10,C11 | TK754 | 150p/J |
| | C12,C13 | TK754 | 15p/J |
| | C14,C15 | TK754 | 4p7/D |
| | C16,C17 | TK724 | 1n0/M |
| | C18 | TK754 | 47p/J |
| | C19 | TK754 | 33p/J |
| | C20 | TE124 | 1/u5 |
| | C21÷C31 | TE123 | 15/u |
| Diody: | D1÷D8 | KA221 | |
| | D9 | KAS21/40 | |
| | D10÷D12 | KA206 | |
| | D13÷D18 | KA261 | |
| | D19÷D20 | KZ260/6V8 | |
| | D21 | KZ260/8V2 | |

| | | |
|---|---|---|
| Tranzistory: | T1,T2 | KC811 |
| | T3,T4 | KC307B |
| | T5 | KF525 |
| | T6,T7 | KC509 |
| | T8 | KS4392 |
| Integr.obvody: | I1÷I3 | MAC157 |
| | I4,I5 | MAC 08A |
| | I6 | M 821086 |
| | I7 | MH 2009A |
| | I8 | MAC155 |
| | I9 | MAC156 |
| | I10 | MAC155 |
| | I11,I12 | MAA741 CN |
| | I13 | MAA748 CN |
| | I14 | MA 1458 |
| Relé: | Re1÷Re4 | K004-24226-0200 |
| | Re5 | K005-16451-0002 |

## 20.1.7. Seznam součástí desky D1639

Odpory

| | | |
|---|---|---|
| R1 | TR164 | 100K/D |
| R2 | TR191 | 2K2/J |
| R3 | TR191 | 1K0/J |
| R4 | TR191 | 10K/J |
| R5, R6 | TR191 | 33K/J |
| R7, R8 | TR161 | 10K/D |
| R9, R10 | TR191 | 3K3/J |
| R11 | TR191 | 47K/J |
| R12 | TR191 | 220R/J |
| R13 až R16 | TR191 | 100K/J |
| R17 | RP10 | 2500 Ω/1% |
| R18 | RP10 | 2000 Ω/1% |
| R19 | RP10 | 450 Ω/1% |
| R20 | RP10 | 50 Ω/1% |
| R21 | TR191 | 10K/J |
| R22, R23 | TR191 | 2K2/J |
| R24, R25 | WK681 50 | 10K+10K/B |
| R26 | TR191 | 10K/J |
| R27 | TR191 | 39K/J |
| R28 | TR191 | 4k7/J |
| R29 až R32 | TR191 | 100K/J |
| R33 | WK 68150 | 10K + 15K/B |
| R34 | TR161 | M28/D1 |
| R35 | WK 68124 | 1M/B |
| R36 | TR164 | 18K/D4 |
| R37 | TR191 | 120K/J |
| R38 | TR191 | 22K/J |
| R39 | TR191 | 10K/J |
| R40 | TR191 | 4K7/J |
| R41 | TR191 | 1K0/J |
| R42 | TR191 | 33K/J |
| R43 | TR191 | 1K0/J |
| R44 | TR191 | 4K7/J |
| R45, R46 | TR191 | 22K/J |
| R47, R48 | TR191 | 39K/J |
| R49 | TR191 | 4K7/J |
| R50 | TR191 | 3K3/J |
| R51 | TR191 | 1K0/J |

| | | |
|---|---|---|
| R52 | TR191 | 4K7/J |
| R53, R54 | TR191 | 22K/J |
| R55, R56 | TR191 | 39K/J |
| R57 | TR191 | 4K7/J |
| R58 | TR191 | 100K/J |
| R59 | TR191 | 1K0/J |
| R60 | TR191 | 10K/J |
| R61 | TR191 | 15K/J |
| R62 | TR191 | 4K7/J |
| R63 | TR191 | 47K/J |
| R64, R65 | TR191 | 330R/J |
| R66, R67 | TR191 | 2K2/J |
| R68, R69 | TR191 | 330R/J |
| R70, R71 | TR191 | 2K2/J |
| R72 | TR191 | 3K3/J |
| R73, R76 | TR191 | 10K/J |
| R77 | TR192 | 2K2/J |
| R78 | TR191 | 15K/J |
| R79 | TR191 | 1K0/J |
| R80 | TR153 | 2K2/J |
| R81 | TR191 | 4K7/J |
| R82 | TR191 | 3K3/J |
| R83, R84 | TR191 | 10K/J |
| R85, R88 | TR191 | 2K7/J |
| R86, R89 | TR191 | 1K0/J |
| R87, R90 | TR191 | 10K/J |
| R91, R93 | TR191 | 22K/J |
| R92, R94 | TR191 | 10K/J |
| R95, R97 | TR191 | 22K/J |
| R96, R98 | TR191 | 10K/J |
| R99, R100 | TR191 | 2K2/J |
| R101, R106 | TR191 | 10K/J |
| R102 | TR191 | 39K/J |
| R103 | TR161 | 12K/D |
| R107 | TR191 | 3K3/J |
| R108 | TR191 | 2K2/J |
| R109 | TR191 | 4K7/J |

**Potenciometry**

| | | |
|---|---|---|
| P1 | TP012 | 100K |
| P2 | TP012 | 100R |
| P3 | TP012 | 3K3 |

**Kondenzátory**

| | | |
|---|---|---|
| C1 | REMIX C210 | 100n/250V |
| C2 | TGL 5155 | 22n/160V |
| C3 | TGL 5155 | 220p/63V |
| C4 | TK744 | 1n0 |
| C5, C6 | TE124 | 1/u5 |
| C7 | TK754 | 100p |
| C8 až C10 | TK754 | 22p |
| C11 | TK754 | 6p8 |
| C12 | TGL200 8423A | 100 000/0,5/63 |

| | | |
|---|---|---|
| C13, C14 | TE124 | 1/u5 |
| C15 | TK744 | 1 n5 |
| C16, C17 | TK754 | 10p |
| C18 | TK744 | 1n0 |
| C19 | TE121 | 4/u7 |
| C20 | TK782 | 150n |
| C21 | TK754 | 100p |
| C22 | TK754 | 330p |
| C23 | TK656 | 2p2 |
| C24, C25 | TE986 | 20/u |
| C26 | TK783 | 100/u |
| C27 | TE121 | 47/u |
| C28 | TK754 | 4p7 |

| | |
|---|---|
| **Diody** | |
| D1, D2 | KA262 |
| D3, D4 | KZ260/8V2 |
| D5, D6 | KA262 |
| D7, D8 | KZ260/16 |
| D9 až D14 | KA221 |
| D15 až D25 | KA262 |
| D27, D28 | KZ260/10 |
| D29 až D32 | KA262 |
| D33 | KZ260/18 |

**Tranzistory**

| | |
|---|---|
| T1, T2 | KC238A |
| T3 až T9 | KS4392 |
| T11 | KF521 |
| T12, T13 | KC811 |
| T14 | KC238A |
| T15, T17, T19, T21<br>T23, T25, T27, T29, T31 | KC307 B |
| T16, T18, T20, T22 | KSY71 |
| T24, T26, T28, T30 | KC507 |

**Modulový zesilovač**

| | |
|---|---|
| I1 | Vstupní zesilovač K004-29785 |

**Integrované obvody**

| | |
|---|---|
| I2 | MAA741 |
| I3 | MAC155 |
| I4, I5 | MAC08 |
| I6 | MAC155 |
| I7, I8 | MAA 741 |
| I9 | MAC156 |
| I10 | MAA748 |
| I11 až I13 | MAC111 |
| I14 | MHB8748 |

| | |
|---|---|
| I15 | MH7404 |
| I16 až I19 | MHB 4099 |
| I20 | MA1458 |

Optočleny

| | |
|---|---|
| O1 až O4 | WK164 12-4 |

Relé

| | |
|---|---|
| Re1, Re2 | LUN 2621.4/503.602.705 |

Krystal

| | |
|---|---|
| X1 | 01253 KK2/19 6MHz |

## 20.1.8. Seznam součástí desky D1642

Odpory

| | | |
|---|---|---|
| R2 | | |
| R4 | WK681 50 | 100K + 11K1/B |
| R5 | RP10 | 1400 Ω / 1% |
| R6 | RP10 | 14 kΩ / 1% |
| R7 | RP10 | 140 kΩ /1% |
| R8 | RP | 1,4 MΩ / 0,1% |
| R9 | TR191 | 1KO/J |
| R10 | TR191 | 100R/J |
| R11 | TR191 | 8K2/J |
| R12, R13 | RŁ2a | 4,95 MΩ / 1% |
| R14 | RP10 | 100 kΩ /1% |
| R15 | 003-06067-1160 | 10 Ω / 0,5% |
| R16 | 004-29806-0000 | 0,1 Ω / 1% |
| R17 až R19 | TR191 | 1kO/J |

Kondenzátory

| | | |
|---|---|---|
| C1 | TK783 | 100n |
| C2 | TGL5155 | 2n2/B |