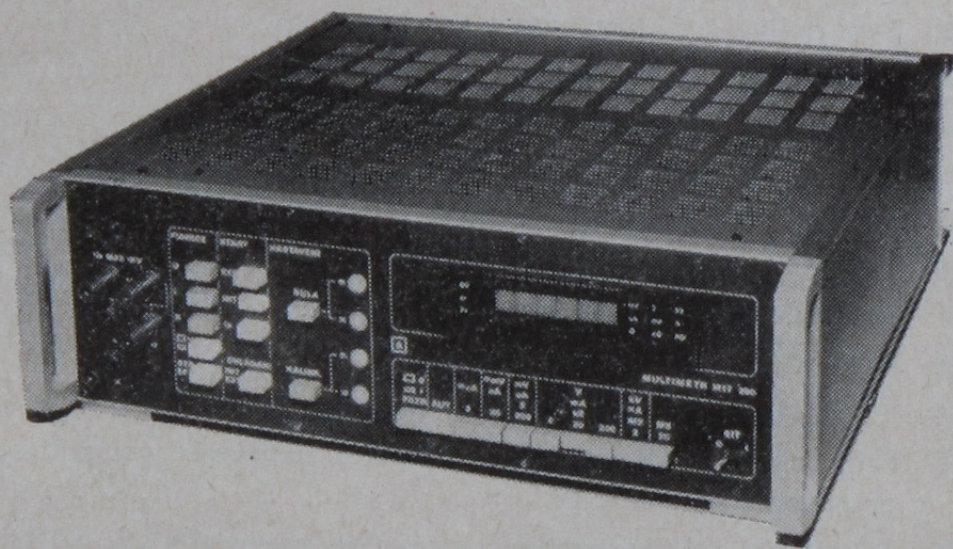
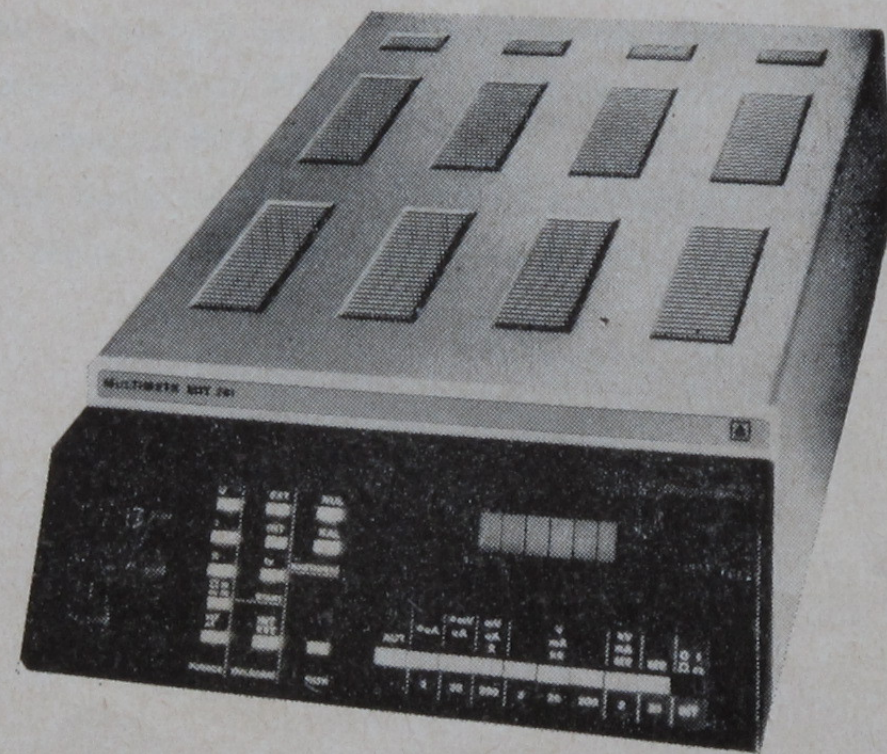


**MIT 290**



**MIT 291**





## SEZNAM TABULEK V TEXTU

Tab. 1	Doba ustálení vstupního dílu, minimální opakovací doba mezi externími starty, opakovací doba mezi interními starty a doba trvání taktu $Q_A$ v závislosti na měřené veličině, rozsahu a způsobu ovládání při vyřazeném vstupním filtru . . . . .	14
Tab. 2	Výstupy . . . . .	15
Tab. 3	Vstupy . . . . .	15
Tab. 4	Zadávání měřené veličiny . . . . .	16
Tab. 5	Zadávání rozsahů . . . . .	16
Tab. 6	Výstup informace o zadaném rozsahu . . . . .	17

## SEZNAM VYOBRAZENÍ V TEXTU

Obr. 1	Rozměrový náčrtek M1T 290 . . . . .	5
Obr. 2	Rozměrový náčrtek M1T 291 . . . . .	5
Obr. 3	Závislost činitele potlačení sériového rušení na frekvenci rušivého napětí . . . . .	7
Obr. 4	Závislost dovolené špičkové hodnoty st napětí v % z max. hodnoty měřicího rozsahu na údajích tabla . . . . .	8
Obr. 5	Průběhy na některých vstupech a výstupech multimetru . . . . .	16
Obr. 6	Obecné schéma měřicího obvodu při měření napětí . . . . .	18
Obr. 7	Třívodičové zapojení multimetru při měření ss napětí . . . . .	19
Obr. 8	Dvouodičové zapojení multimetru při měření ss napětí . . . . .	20
Obr. 9	Referenční zapojení měřicího obvodu . . . . .	20
Obr. 10	Zapojení se spojenou svorkou G a $\neq$ . . . . .	20
Obr. 11	Třívodičové zapojení pro měření ss proudů . . . . .	21
Obr. 12	Dvouodičové zapojení pro měření ss proudů . . . . .	21
Obr. 13	Čtyřvodičové zapojení pro měření odporů . . . . .	22
Obr. 14	Dvouodičové zapojení pro měření odporů . . . . .	22
Obr. 15	Třívodičové zapojení pro měření st napětí . . . . .	23
Obr. 16	Dvouodičové zapojení pro měření st napětí . . . . .	24
Obr. 17	Třívodičové zapojení pro měření st proudů . . . . .	24
Obr. 18	Dvouodičové zapojení pro měření st proudů . . . . .	25
Obr. 19	Blokové schéma multimetru . . . . .	26
Obr. 20	Blokové schéma a—č převodníku . . . . .	27
Obr. 21	Průběhy v důležitých bodech a—č převodníku . . . . .	28
Obr. 22	Principiální schéma měření odporů . . . . .	30
Obr. 23	Principiální schéma měření ss proudů . . . . .	30
Obr. 24	Principiální schéma st/ss převodníků . . . . .	31
Obr. 25	Principiální schéma zapojení vstupního zesilovače při měření ss napětí na rozsazích 2 V až 2 kV . . . . .	37
Obr. 26	Principiální schéma zapojení vstupního zesilovače při měření ss napětí na rozsazích 20 mV a 200 mV . . . . .	38
Obr. 27	Principiální schéma zapojení pro měření ss proudů na rozsazích 2 $\mu$ A až 20 mA . . . . .	39
Obr. 28	Principiální schéma zapojení pro měření ss proudů na rozsazích 200 mA a 2 A . . . . .	40
Obr. 29	Principiální schéma zapojení pro měření odporů . . . . .	41



Číslicový multimetr M1T 290 a M1T 291 slouží pro rychlé a přesné číslicové měření základních elektrických veličin – stejnosměrného a střídavého napětí a proudu a pro měření odporů. Umožňuje přesné měření v širokém rozsahu měřených veličin, a to i za přítomnosti souhlasného a sériového rušivého napětí.

Přesný multimetr M1T 290 lze využít buď jako samostatný přístroj nebo jako součást měřicích, informačních a diagnostických systémů skříňového provedení. Může být použit i jako součást laboratorních systémů stolního provedení, spojených navzájem interfejsem IMS 2.

Přesný multimetr M1T 291 je určen především pro laboratorní měření. Lze jej opět využít jako samostatný přístroj nebo jako součást měřicích systémů stolního provedení, ve kterých jsou jednotlivé přístroje spojeny zejména interfejsem IMS 2. Pro připojení přístrojů M1T 290, M1T 291 na sběrnici IMS 2 výrobce dodává interfejsovou jednotku M1T 292.

Přístroj je konstruován pro prostředí s bezprašným neagresivním prostředím. Provozní teplota okolí se smí pohybovat od  $+5^{\circ}\text{C}$  až do  $+40^{\circ}\text{C}$ .



## TECHNICKÁ DATA

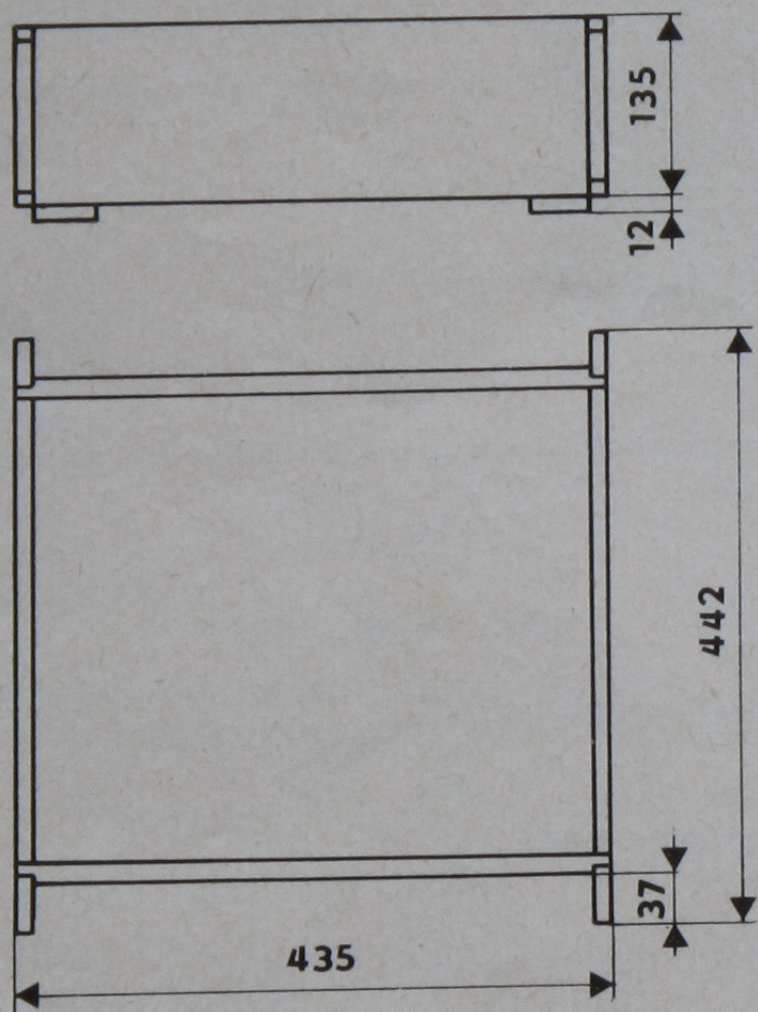
### ZÁKLADNÍ PARAMETRY

REFERENČNÍ PODMÍNKY	PRACOVNÍ PODMÍNKY	
síťové napájecí napětí	220 V $\pm$ 1 %	220 V $\pm$ 10 %
síťový kmitočet	50 Hz $\pm$ 1 %	50 Hz $\pm$ 2 %
nelineární zkreslení st napájecího napětí	< 5 %	< 5 %
okolní teplota	23 °C	+5 °C až +40 °C
relativní vlhkost	40 % až 60 %	10 % až 80 %
tlak vzduchu	86 až 106 kPa	60 až 106 kPa
poloha přístroje	vodorovná $\pm$ 1°	vodorovná $\pm$ 5°
vnější elektrické pole	zanedbatelně malé	zanedbatelně malé
vnější magnetické pole	zanedbatelně malé	zanedbatelně malé
chvění a rázy	neměřitelné	neměřitelné

### OSTATNÍ PARAMETRY

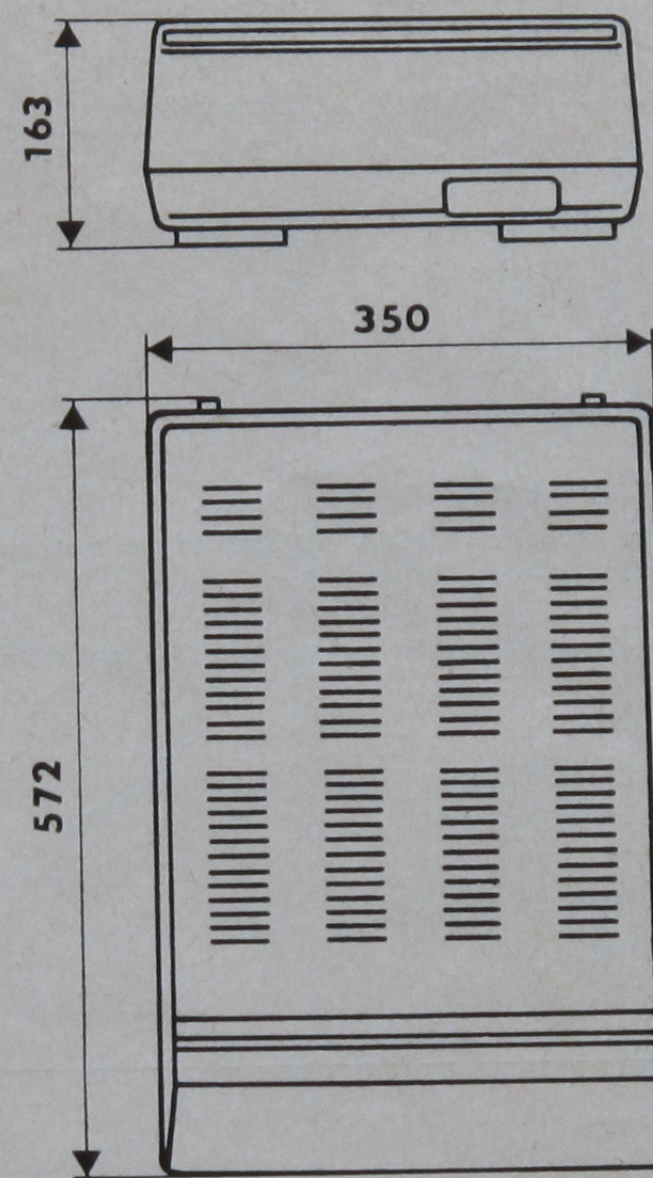
spotřeba	< 70 VA
doba náběhu	90 min.
bezpečnostní třída multimetru podle ČSN 35 6501	I
hmotnost M1T 290	asi 14 kg
M1T 291	asi 14 kg





M1T 290

Obr. **1** ROZMĚROVÝ NÁČRTEK



M1T 291

Obr. **2** ROZMĚROVÝ NÁČRTEK



## MĚŘENÍ SS NAPĚTÍ

### ROZSAHY MĚŘENÉHO NAPĚTÍ

Rozsah	Citlivost
0— 20 mV	100 nV
0—200 mV	1 $\mu$ V
0— 2 V	10 $\mu$ V
0— 20 V	100 $\mu$ V
0—200 V	1 mV
0— 2 kV	10 mV

Délka stupnice na všech rozsazích 200 000

Překročení rozsahů 20 mV až 200 V

15 %, tj. na délku stupnice 230 000, přičemž chyba měření nepřekročí hodnoty uvedené v odstavci „základní chyba“.

Pozor!  
Maximální dovolené vstupní napětí na rozsahu 2 kV je 2000 V.

Vstupní odpor na rozsahu

20 mV až 20 V –  $> 10^{10} \Omega$   
200 V, 2 kV –  $10 M\Omega \pm 0,1 \%$

Vstupní proud na libovolném rozsahu

(nezávislý na velikosti měřeného napětí)  
 $10^{-10} A$

### ZÁKLADNÍ CHYBA

Základní chyba měření v referenčních podmínkách po dobu 8 hodin od kalibrace interním normálem je na rozsahu

20 mV	$\pm (0,02 \% MH + 0,02 \% MHMR)$
200 mV	$\pm (0,01 \% MH + 0,01 \% MHMR)$
2 V až 2 kV	$\pm (0,01 \% MH + 0,005 \% MHMR)$

MH – měřená hodnota

MHMR – maximální hodnota měřicího rozsahu (odpovídající délce stupnice 200 000). Základní měřicí rozsah je rozsah 2 V.

Přídavná chyba vlivem teploty složky chyby z MHMR v rozsahu pracovních teplot  $+5^\circ C$  až  $+40^\circ C$ :

$$\leq 0,004 \%/^\circ C$$

### STABILITA

Definice krátkodobé chyby měření platí po dobu 6 měsíců ode dne expedice z výrobního podniku nebo po dobu 6 měsíců od nastavení normálového zdroje podle externího normálu.

Doba ustálení vstupního dílu při měření ss napětí na přesnost – uvedenou v odstavci Základní chyba:

20 mV	$< 10 s$
200 mV	$< 5 s$
2 V až 2 kV	$\leq 25 ms$

– uvedenou v odstavci Základní chyba  $+0,01 \% MH$ :

20 mV	$< 8 s$
200 mV	$< 1 s$
2 V až 2 kV	$< 5 ms$

Doba ustálení na přesnost uvedenou v odstavci Základní chyba při zařazeném filtru na r rozsahu

2 V až 2 kV	1 s
200 mV	10 s
20 mV	20 s

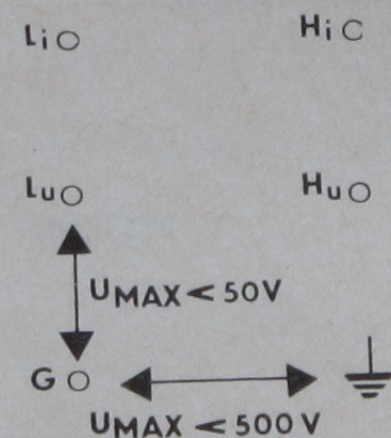
Rychlost měření na rozsahu 2 V až 2 kV bez zařazeného filtru:  
max. 25 měření/s.

Maximální dovolené napětí na rozsahu:

20 mV až 20 V	max. 400 V
200 V, 2 kV	max. 2 kV

Maximální dovolené souhlasné napětí:

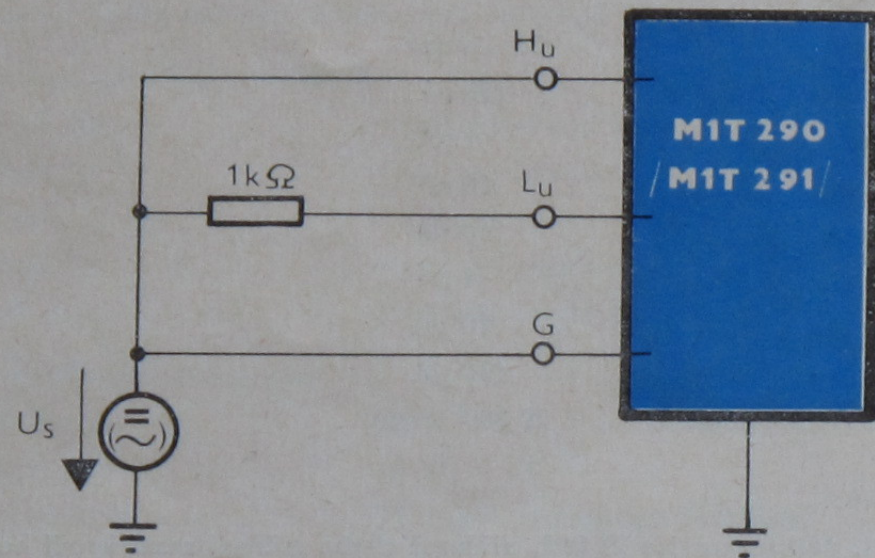
mezi G a $\oplus$	500 V
mezi $L_u$ a G	50 V





## POTLAČENÍ SOUHLASNÉHO NAPĚTÍ

Činitel potlačení souhlasného napětí při rozvážení  $1\text{ k}\Omega$  ve svorce L.



- ss napětí:  $> 140\text{ dB}$
- st napětí o kmitočtu  $50\text{ Hz} \pm 2\%$ :
  - bez filtru:  $> 140\text{ dB}$
  - s filtrem:  $> 160\text{ dB}$

Tento činitel je určen poměrem stejnosměrného souhlasného napětí  $U_s$  nebo amplitudy střídavého souhlasného napětí k chybě měření vyvolané tímto rušivým napětím.

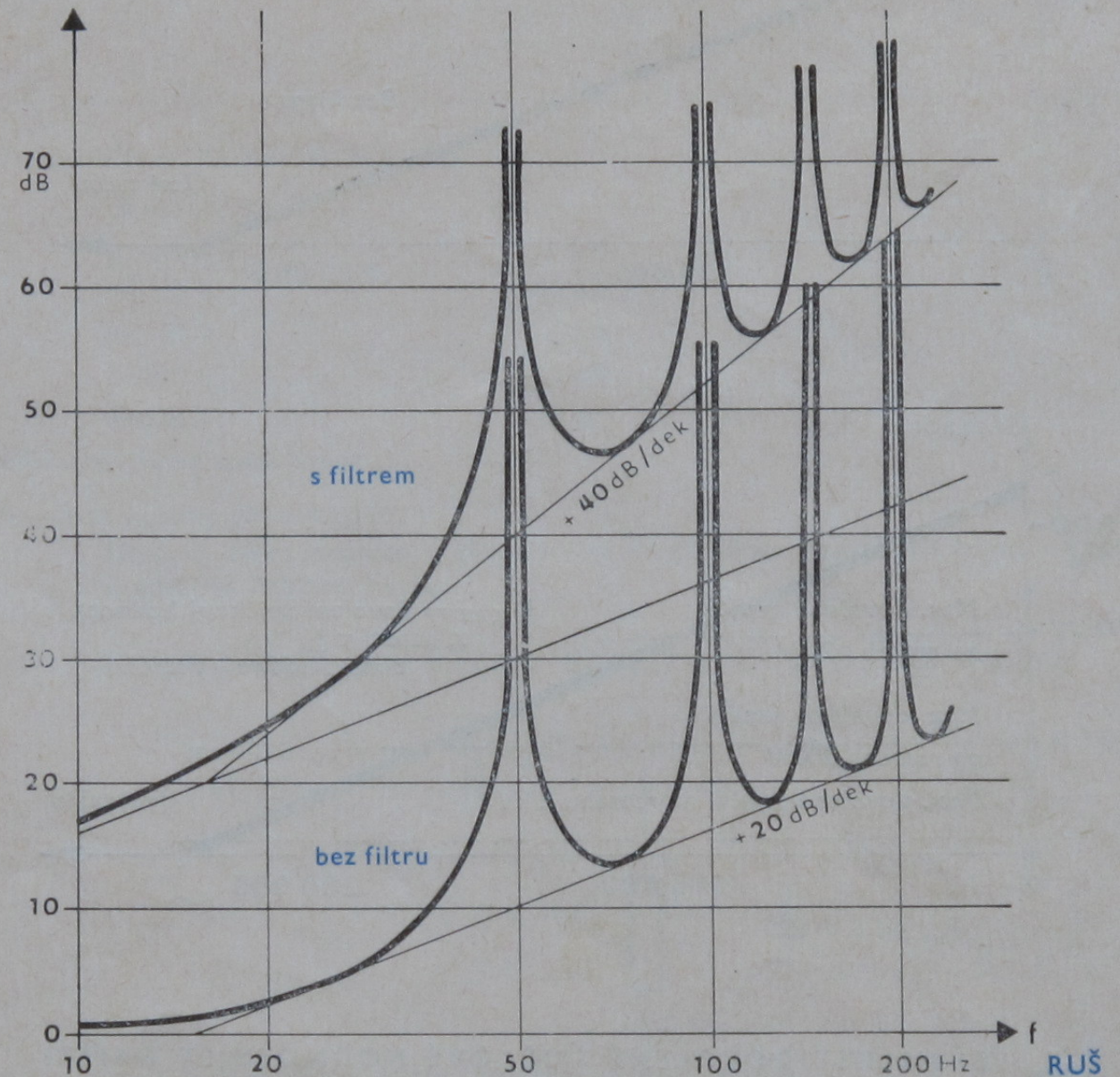
## POTLAČENÍ SÉRIOVÉHO RUŠIVÉHO NAPĚTÍ

Činitel potlačení sériového rušivého napětí o frekvenci rovné síťové frekvenci,  $f = 50\text{ Hz} \pm 2\%$  při libovolné fázi vůči napájecímu napětí

- bez filtru:  $> 60\text{ dB}$
- s filtrem:  $> 90\text{ dB}$

Tento činitel je určen poměrem amplitudy střídavého sériového rušivého napětí k chybě měření vyvolané tímto rušivým napětím.

Činitel potlačení sériového rušení



Obr.

**3**

ZÁVISLOST ČINITELE POTLAČENÍ SÉRIOVÉHO RUŠENÍ NA FREKVENCÍ RUŠIVÉHO NAPĚTÍ



## MĚŘENÍ SS PROUDŮ

### ROZSAHY MĚŘENÉHO PROUDU

Rozsah	Citlivost
0— 2 $\mu$ A	100 pA
0— 20 $\mu$ A	1 nA
0—200 $\mu$ A	10 nA
0— 2 mA	100 nA
0— 20 mA	1 $\mu$ A
0—200 mA	10 $\mu$ A
0— 2 A	100 $\mu$ A

Délka stupnice na všech rozsazích 20 000

#### Překročení rozsahů:

15 %, tj. délka stupnice 23 000, přičemž chyba měření nepřekročí hodnoty uvedené v odstavci Základní chyba.

#### Úbytek napětí na rozsahu:

2 $\mu$ A až 20 mA	$< 50 \mu\text{V} + R \cdot I_x$ kde $R = 1 \Omega$ , $I_x$ měřený proud
200 mA	$< 250 \text{ mV}$
2 A	$< 500 \text{ mV}$

### ZÁKLADNÍ CHYBA

Základní chyba měření na všech rozsazích v referenčních podmínkách po dobu 8 hodin od kalibrace interním normálem:

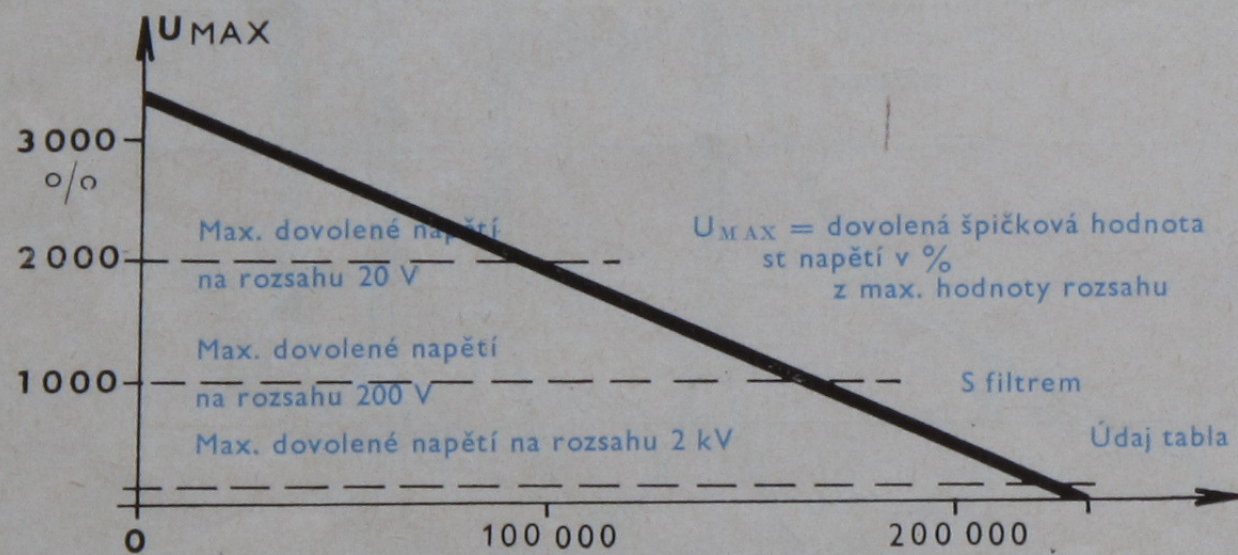
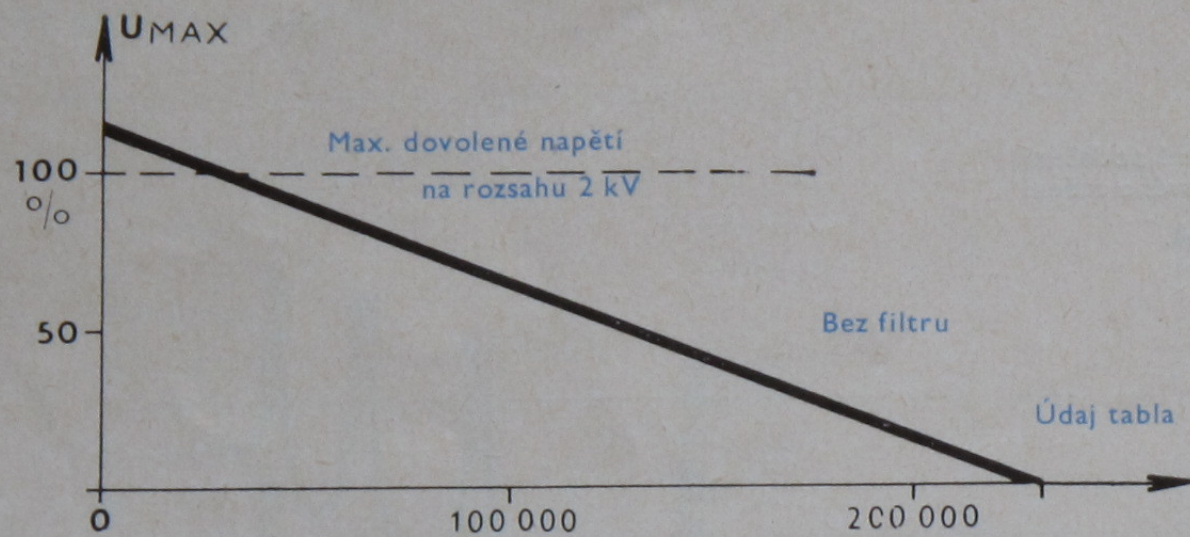
$$\pm (0,05 \% \text{ MH} + 0,005 \% \text{ MHMR})$$

Přídavná chyba vlivem teploty složky chyby z MHMR v rozsahu pracovních teplot  $+5^\circ\text{C}$  až  $+40^\circ\text{C}$ :

$$\leq 0,005 \% / ^\circ\text{C}$$

### STABILITA

Definice krátkodobé chyby měření platí po dobu 6 měsíců ode dne expedice z výrobního podniku nebo po dobu 6 měsíců od nastavení normálového zdroje podle externího normálu.



Obr. 4 ZÁVISLOST DOVOLENÉ ŠPIČKOVÉ HODNOTY ST NAPĚTÍ V % Z MAXIMÁLNÍ HODNOTY MĚŘICÍHO ROZSAHU NA ÚDAJI TABLA

Doba ustálení regulační smyčky řízeného oscilátoru při skokové změně frekvence sítě o 2 % pro dosažení potlačení sériového rušivého napětí  $> 60 \text{ dB}$ :

$$< 2 \text{ s}$$



Doba ustálení vstupního dílu při měření ss proudu na přesnost uvedenou v odstavci Základní chyba:

2 $\mu$ A	$\leq 50$ ms
20 $\mu$ A až 2 A	$\leq 5$ ms

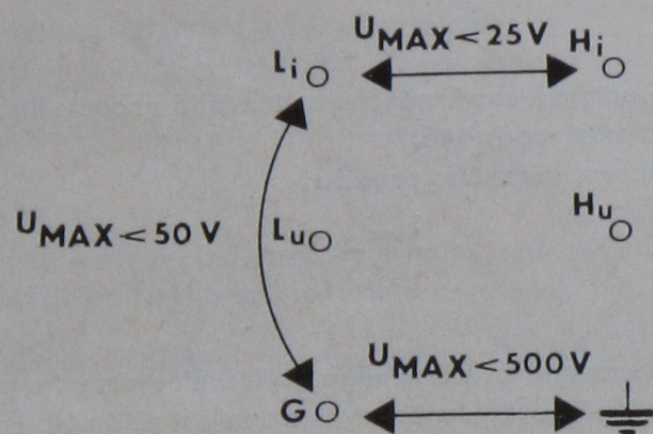
Poznámka: Vstupní filtr se při měření ss proudů neuplatňuje.

Maximální dovolené přetížení na rozsazích:

2 $\mu$ A, 20 $\mu$ A	- měřený proud max. 0,5 mA
200 $\mu$ A	- měřený proud max. 3 mA
2 mA, 20 mA	- měřený proud max. 30 mA
200 mA	- měřený proud max. 1 A
2 A	- měřený proud max. 3 A

Maximální dovolené souhlasné napětí:

mezi G a $\perp$	500 V
mezi L <sub>1</sub> a G	50 V
U <sub>max</sub> mezi H <sub>1</sub> a L <sub>1</sub>	25 V (při proudovém přetížení)



## MĚŘENÍ ST NAPĚTÍ

### PŘÍSTROJ MĚŘÍ

1. při funkci U $\sim$ , STR:

střední hodnotu dvoucestně usměrněného střídavého napětí libovolného tvaru, stupnice cejchována **ve střední hodnotě**.

Maximální činitel výkyvu měřeného napětí:

$$\frac{U_{\max}}{U_{\text{ef}}} \leq 2,5$$

2. při funkci U $\sim$ , EF:

střední hodnotu dvoucestně usměrněného střídavého napětí při cejchování stupnice **v efektivní hodnotě**, přičemž je snížen vliv zkreslení měřeného signálu až do 10. harmonické složky. Maximální činitel výkyvu měřeného napětí:

$$\frac{U_{\max}}{U_{\text{ef}}} \leq 2,5$$

### ROZSAHY MĚŘENÉHO NAPĚTÍ

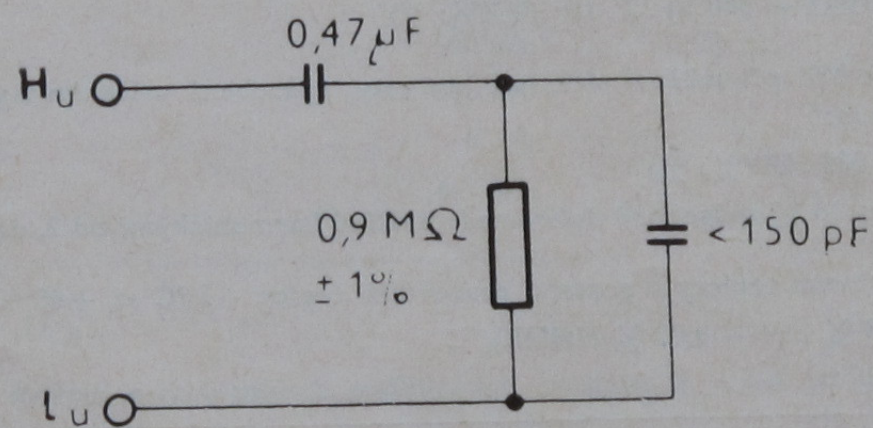
Rozsah	Citlivost
0—200 mV	10 $\mu$ V
0— 2 V	100 $\mu$ V
0— 20 V	1 mV
0—200 V	10 mV
0—750 V	100 mV

Délka stupnice na všech rozsazích 20 000

Překročení rozsahů 200 mV až 200 V

15 %, tj. délku stupnice 23 000, přičemž chyba měření nepřekročí hodnoty uvedené v odstavci Základní chyba.

### VSTUPNÍ IMPEDANCE NA VŠECH NAPĚŤOVÝCH ROZSAZÍCH



### ZÁKLADNÍ CHYBA

Chyba měření v referenčních podmínkách pro vstupní napětí  $> 0,5\%$  MHMR pro měření střední i efektivní hodnoty sinusového signálu po dobu 8 hodin po kalibraci interním normálem.

Poznámka: Maximální hodnota měřicího rozsahu (MHMR) odpovídá délce stupnice 20 000, a to i na rozsahu 750 V.



PŘESNOST VE FREKVENČNÍCH PÁSMECH  $V \pm (\% MH + MHR)$

ROZSAH	750 V	$\pm (0,1 \% + 0,05 \%)$		$f \times U \leq 2 \cdot 10^5$ [Hz; V]
	200 V	$\pm (0,1 \% + 0,05 \%)$	$\pm (0,3 \% + 0,15 \%)$	
	20 V	$\pm (0,1 \% + 0,05 \%)$	$\pm (0,3 \% + 0,15 \%)$	
	2 V	$\pm (0,1 \% + 0,05 \%)$	$\pm (0,3 \% + 0,15 \%)$	
	0,2 V	$\pm (0,1 \% + 0,1 \%)$	$\pm (0,3 \% + 0,15 \%)$	
	25 Hz	1 kHz	10 kHz	50 kHz

Při měření střední nebo efektivní hodnoty vstupního napětí  $U_{MEŘ} > 300$  V je přídatná chyba z MH:

$$\delta < (U_{MEŘ} - 300 \text{ V}) \cdot 2 \cdot 10^{-4} / V (\% ; V)$$

Přídatná chyba z MH při měření efektivní hodnoty, způsobená měřením signálu s činitelem zkreslení  $k$  (%) je:

$$\delta < 0,005 \cdot k^2 (\% ; \%)$$

pro zkreslení  $k < 10$  % způsobené dohromady vyššími harmonickými od 2. do 10. harmonické

Přídatná chyba vlivem teploty v rozsahu pracovních teplot  $+5$  °C až  $+40$  °C

$$\leq (0,03 \% MH + 0,03 \% MHR) / ^\circ C$$

STABILITA

Definice krátkodobé chyby měření platí po dobu 6 měsíců ode dne expedice z výrobního podniku nebo po dobu 6 měsíců od přecejchování externím normálem.

Doba ustálení převodníku při měření st napětí libovolné frekvence (bez ss složky) pro dosažení přesnosti podle odstavce Základní chyba:

$$\leq 300 \text{ ms na všech rozsazích}$$

Poznámka: Vstupní filtr se při měření střídavých veličin neuplatňuje.

Maximální dovolené efektivní napětí na rozsahu:

200 mV až 200 V	max. 400 V
750 V	max. 750 V

Maximální součin vstupního měřeného napětí a frekvence:

$U_{MEŘ} \times f \leq 2 \cdot 10^5$	(V × Hz) na rozsahu 200 V
$U_{MEŘ} \leq 750$ V pro 25 ÷ 1000 Hz	na rozsahu 750 V

Maximální hodnota součtu ss složky a amplitud složek o frekvenci  $F < 25$  Hz u měřeného napětí:

$$\leq 250 \text{ V}$$

MĚŘENÍ ST PROUDŮ

PŘÍSTROJ MĚŘÍ:

1. při funkci  $I \sim$ , STR

– střední hodnotu dvoucestně usměrněného střídavého proudu libovolného tvaru, stupnice cejchována **ve střední hodnotě**.

Maximální činitel výkyvu měřeného proudu:

$$\frac{I_{max}}{I_{ef}} \leq 2,5$$

2. při funkci  $I \sim$ , EF

– střední hodnotu dvoucestně usměrněného střídavého proudu při cejchování stupnice **v efektivní hodnotě**, přičemž je snížen vliv zkreslení až do 10. harmonické složky.

Maximální činitel výkyvu:

$$\frac{I_{max}}{I_{ef}} \leq 2,5$$

ROZSAHY MĚŘENÝCH PROUDŮ

Rozsah	Citlivost
0— 20 $\mu$ A	1 nA
0—200 $\mu$ A	10 nA
0— 2 mA	100 nA
0— 20 mA	1 $\mu$ A
0—200 mA	10 $\mu$ A
Délka stupnice	20 000



#### Překročení rozsahů

15 %, tj. délka stupnice 23 000, přičemž chyba měření nepřekročí hodnoty uvedené v odstavci Základní chyba.

#### Úbytek napětí na rozsahu

20  $\mu$ A až 20 mA < 250 mV  
200 mA < 500 mV

#### ZÁKLADNÍ CHYBA

Chyba měření v referenčních podmínkách pro proud  $> 0,5$  % MHMR při měření střední i efektivní hodnoty sinusového signálu, po dobu 8 hodin po kalibraci interním normálem.

$\pm (0,3$  % MH +  $0,1$  % MHMR) na rozsahu 200 mA  
 $\pm (0,2$  MH +  $0,1$  % MHMR) na ostatních rozsazích pro  
 $f = 25$  Hz až 1 kHz

Poznámka: Maximální hodnota měřicího rozsahu odpovídá délce stupnice 20 000.

Přídavná chyba vlivem teploty v rozsahu pracovních teplot:  
<  $(0,03$  % MH +  $0,03$  % MHMR) °C

#### STABILITA

Definice krátkodobé chyby měření platí po dobu 6 měsíců ode dne expedice z výrobního podniku nebo po dobu 6 měsíců od kalibrace externím normálem.

Doba ustálení převodníku při měření st proudu (bez ss složky) pro dosažení přesnosti podle odstavce Základní chyba:

$\leq 300$  ms na všech rozsazích

Poznámka: Vstupní filtr se při měření střídavých veličin neuplatňuje.

Maximální přetížení na všech proudových rozsazích  $I_{ef} \leq 0,3$  A

#### POZOR!

Přetížení 0,3 A je povoleno pro celkový vstupní proud, tj. pro ss i st složku:

$$I_{ef} = \sqrt{I_{ss}^2 + I_{st}^2} \leq 0,3 \text{ A,}$$

zatímco přístroj indikuje pouze střídavou složku. Bočník může být přetížen i při nulovém úda-  
ji na table přístroje.

## MĚŘENÍ ODPORŮ

#### ROZSAHY MĚŘENÝCH ODPORŮ

Rozsah	Citlivost
0—200 $\Omega$	1 m $\Omega$
0— 2 k $\Omega$	10 m $\Omega$
0— 20 k $\Omega$	100 m $\Omega$
0—200 k $\Omega$	1 $\Omega$
0— 2 M $\Omega$	100 $\Omega$
0— 20 M $\Omega$	1 k $\Omega$

#### Délka stupnice na rozsahu:

200 $\Omega$ až 200 k $\Omega$	200 000
2 M $\Omega$ , 20 M $\Omega$	20 000

#### Překročení rozsahů:

15 %, tj. na délku stupnice 230 000, resp. 23 000, přičemž chyba měření nepřekročí hodnoty uvedené v odstavci Základní chyba.

Normálový proud protékající měřeným odporem (nezávislý na velikosti měřeného odporu) na rozsahu:

200 $\Omega$	10 mA
2 k $\Omega$	1 mA
20 k $\Omega$	100 $\mu$ A
200 k $\Omega$	10 $\mu$ A
2 M $\Omega$	1 $\mu$ A
20 M $\Omega$	0,1 $\mu$ A

#### ZÁKLADNÍ CHYBA

Základní chyba měření v referenčních podmínkách po dobu 8 hodin od kalibrace interním normálem:

200 $\Omega$ až 200 k $\Omega$	$\pm (0,02$ % MH + $0,005$ % MHMR)
2 M $\Omega$ , 20 M $\Omega$	$\pm (0,05$ % MH + $0,005$ % MHMR)

Poznámka: Maximální hodnota měřicího rozsahu (MHMR) odpovídá délce stupnice 200 000 na rozsazích 200  $\Omega$  až 200 k $\Omega$  a 20 000 na rozsazích 2 M $\Omega$  a 20 M $\Omega$ .

Přídavná chyba vlivem teploty složky chyby z MHMR v rozsahu pracovních teplot:  
 $\leq 0,007$  %/°C



## STABILITA

Definice krátkodobé chyby měření platí po dobu 6 měsíců od expedice z výrobního podniku nebo po dobu 6 měsíců od kalibrace externím normálem.

Doba ustálení vstupního dílu při měření odporů:

$$T_u \leq 10 (C_x + 10^{-9} F) R_x + 5 \cdot 10^{-3} s \quad (s; F, \Omega)$$

kde  $T_u$  je doba ustálení (s)

$C_x$  kapacita měřeného odporu  
+ kapacita přívodního vedení (F)

$R_x$  měřený odpor ( $\Omega$ )

Doba ustálení vstupního dílu při zařazeném filtru na rozsahu:

200 $\Omega$ až 0,2 M $\Omega$	1 s
2 M $\Omega$	10 s
20 M $\Omega$	100 s

Dovolený odpor přívodů při čtyřdrátovém měření odporů na rozsahu:

200 $\Omega$	< 10 $\Omega$
2 k $\Omega$ až 20 M $\Omega$	< 100 $\Omega$

## OVLÁDÁNÍ PŘÍSTROJE

### ZPŮSOBY OVLÁDÁNÍ

Přístroj lze ovládat buď ručně tlačítky z předního panelu, nebo dálkově – elektrickými signály pomocí konektoru KV. Dálkově lze volit měřenou veličinu, libovolný rozsah, zařadit filtr zadávat automatickou volbu rozsahu, hradlovat zadávání interního ovládání a startovat měřicí cyklus.

Nelze zadávat povel „NULO VÁNÍ“, „KALIBRACE“ a vyvolat spouštění interním generátorem („START INT“).

Multimetr je vybaven automatickou volbou měřicího rozsahu pro všechny měřené veličiny, kromě rozsahu 20 mV při měření stejnosměrného napětí.

Předpokládané základní použití multimetru:

### 1. SAMOSTATNÝ LABORATORNÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ

Toto použití se předpokládá zejména u provedení M1T 291. V tomto případě přístroj pracuje v režimu „OVLÁDÁNÍ INT“, volba měřené veličiny a rozsahu se provádí ručně z předního panelu.

Možnosti startování měřicího cyklu:

a) interním generátorem – stlačeno tlačítko „START INT“.

V tomto případě:

– **při ruční volbě** rozsahů je přístroj startován s opakovací dobou 400 ms nezávislou na volbě měřené veličiny, rozsahu a zařazení filtru,

– **při automatické volbě** rozsahů je přístroj startován s opakovací dobou 400 ms s výjimkou okrajových rozsahů 200 mV ss a 20 M $\Omega$ , kdy se tento interval prodlužuje na 1,6 s. Při automatické volbě rozsahů je vstupní filtr vyřazen, rozsah 20 mV ss nelze automaticky volit. V případě, že hodnota měřené veličiny je mimo rozhodovací meze ( $\approx 20\,000$ ,  $\approx 220\,000$ ), dojde po příchodu interního startu k pohasnutí tabla, provede se (s rychlostí respektující dobu ustálení vstupního dílu) po sobě potřebný počet měření, až leží údaj tabla v daných mezích, popřípadě až dojde ke zvolení okrajového rozsahu. Tento údaj se zobrazí na table a na konektoru KV/24 se objeví puls  $\overline{PRT}$ , signál ESK na KV/50 trvá po všechny potřebné měřicí cykly.

Poznámka: Uvedené časové intervaly jsou odvozeny od kmitočtu napájecího napětí, čímž je dána jejich přesnost a stabilita.



---

b) externí start – stlačeno tlačítko „START EXT“, startovat lze:

– stisknutím tlačítka 1 ×

– signálem  $\overline{SPE}$  na KV/35, změnou z úrovně „H“ do „L“.

V tomto případě je možno opět volit rozsahy dvojitým způsobem:

– **ručně** – uživatel musí respektovat dobu potřebnou na ustálení vstupního dílu po změně měřené veličiny nebo rozsahu (tab. 1), v případě zařazeného vstupního filtru pak dobu potřebnou na ustálení vstupního dílu uvedenou v odstavci „Technická data“;

– **automaticky** – po externím startu se provede potřebný počet měření, až je údaj v daných mezích, popřípadě až je zvolen některý z okrajových rozsahů. Vstupní filtr je vyřazen, při přepínání je respektována doba na ustálení vstupního dílu. Pro signály  $\overline{PRT}$  a ESK platí totéž jako při interním startování

## 2. MULTIMETR JAKO SOUČÁST MĚŘICÍCH INFORMAČNÍCH A DIAGNOSTICKÝCH SYSTÉMŮ

Toto použití se předpokládá zejména u provedení M1T 290. V tomto případě je nutno připojit přístroj na sběrnici IMS 2 prostřednictvím interfejsové jednotky M1T 292. Tato jednotka umožňuje začlenit multimetr do systémů od nejjednodušších (např. ve spojení s psacím strojem, děrovačem, tiskárnou, apod. k zápisu změřených hodnot, přičemž všechny funkce jsou ovládány ručně z předního panelu) až po rozsáhlé měřicí či jiné systémy, jejichž činnost je řízena programem. Bližší informace o tomto použití multimetru lze nalézt v technických podmínkách a návodu k obsluze k M1T 292.

---

## VSTUPY A VÝSTUPY

Vstupy a výstupy multimetru na konektoru KV slouží k spolupráci s externími zařízeními.

### VÝSTUPY

- změřený údaj v paralelním číslicovém tvaru, v kódu BCD
- informace o polaritním znaménku, respektive o zhasnutí znaménka
- informace o ukončení měřicího cyklu
- informace o požadavku na ruční ovládání
- informace o měřené veličině
- informace o zařazeném vstupním filtru
- informace o zadaném měřicím rozsahu nebo o automatické volbě rozsahů
- informace o době trvání měřicího cyklu

### VSTUPY

- volba režimu činnosti („FUNKCE“)
- zařazení filtru
- zadávání měřicího rozsahu popřípadě automatické volby rozsahu
- hradlování zadávání všech funkcí a rozsahů z předního panelu
- start měřicího cyklu

Napěťové úrovně, vstupní a výstupní impedance a zatížitelnost odpovídají TTL logice Tesla řady MH 74....



TAB. 1

Doba ustálení vstupního dílu –  $T_u$ , minimální opakovací doba mezi externími starty –  $T_{MIN}$ , opakovací doba mezi interními starty –  $T_{INT}$  a doba trvání taktu  $Q_A - t_z$  v závislosti na měřené veličině, rozsahu a způsobu ovládání, při vyřazeném vstupním filtru.

Měřená veličina	Rozsah	$T_u$	$T_{MIN}$	$t_z (= Q_A)$		$T_{INT}$	
				ruční volba	automatická volba	ruční volba	automatická volba
SS NAPĚTÍ	20 mV 200 mV 2 V—2 kV	$\leq 10$ s $\leq 5$ s $\leq 25$ ms	10 s 5 s 70 ms	2 ms	— 1,2 s 20 ms	400 ms	— 1,6 s 400 ms
SS PROUDY	2 $\mu$ A 20 $\mu$ A—2 A	$\leq 50$ ms $\leq 5$ ms	100 ms 50 ms		300 ms 20 ms		
ST NAPĚTÍ ST PROUDY	200 mV—750 V 20 $\mu$ A—200 mA	$\leq 300$ ms $\leq 300$ ms	350 ms 350 ms		300 ms 300 ms		
ODPORY	200 $\Omega$ —200 k $\Omega$ 2 M $\Omega$ 20 M $\Omega$	$\leq 5$ ms* $\leq 25$ ms* $\leq 200$ ms*	50 ms* 70 ms* 250 ms*		20 ms 300 ms 1,2 s		1,6 s

\*) Má-li měřený odpor  $R_x$  spolu s přívodním vedením kapacitu  $C_x$ , pak se doba ustálení vstupního dílu prodlužuje na:

$$T_u = 10 (C_x + 10^{-9} \text{ F}) \cdot R_x + 5 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad (\text{s}; \text{F}, \Omega)$$

a minimální doba mezi externími starty je:

$$T_{MIN} = 10 (C_x + 10^{-9} \text{ F}) \cdot R_x + 50 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad (\text{s}; \text{F}, \Omega)$$



TAB. 2 VÝSTUPY

Konektor KV	Označení signálu	Význam	Dovolená logická zátěž No	Poznámka
1	E 11	Váha 1 } 2 } 4 } 8 } 1. dek.	10	Pozn. 1
2	E 21			
3	E 41			
4	E 81			
5	E 12	Váha 1 } 2 } 4 } 8 } 2. dek.		Pozn. 1
6	E 22			
7	E 42			
8	E 82			
9	E 13	Váha 1 } 2 } 4 } 8 } 3. dek.		Pozn. 1
10	E 23			
11	E 43			
12	E 83			
13	E 14	Váha 1 } 2 } 4 } 8 } 4. dek.		Pozn. 1
14	E 24			
15	E 44			
16	E 84			
17	E 15	Váha 1 } 2 } 4 } 8 } 5. dek.		Pozn. 1
18	E 25			
19	E 45			
20	E 85			
21	E 16	Váha 1 } 2 } 6. dek.		Pozn. 1
22	E 26			
23	EZU	Úroveň „H“ udává měření se zápornou polaritou	10	Obr. 5
24	PRT	Změna z úrovně „H“ do „L“ udává ukončení měřicího cyklu	5	
25	SZZ	Úroveň „H“ udává zhasnuté polaritní znaménko	5	
34	LOC	Úroveň „H“ udává požadavek na ruční ovládání zadávaný tlačítkem „Ovládání ext“ z předního panelu	5	
36	RCU	Úroveň „L“ udává měření napětí (ss i st)	3	
37	RCI	Úroveň „L“ udává měření proudů (ss i st)	1	
38	RCR	Úroveň „L“ udává měření odporů	3	

Konektor KV	Označení signálu	Význam	Dovolená logická zátěž No	Poznámka
39	RST	Úroveň „L“ udává měření střídavé veličiny	3	Pozn. 2
40	RSE	Úroveň „L“ udává měření efektivní hodnoty	3	
41	RCF	Úroveň „L“ udává měření se vstupním filtrem	5	} Tab. 6 Obr. 5
42	RCA	Úroveň „L“ udává zadaný režim „automatická volba rozsahů“	3	
43	SE1	Výstupy informace o zadaném rozsahu měření	5	
44	SE2		5	
45	SE4		5	
50	ESK	Úroveň „H“ udává dobu měřicího cyklu	5	

TAB. 3 VSTUPY

Konektor KV	Označení signálu	Význam	Logická zátěž No	Poznámka
26	ECU	Úroveň „L“ zadává měření napětí	5	} viz tab. 4
27	ECI	Úroveň „L“ zadává měření proudů	5	
28	ECR	Úroveň „L“ zadává měření odporů	5	
29	EST	Úroveň „L“ zadává měření st veličin	5	
30	ESE	Úrovní „L“ se zadává měření efektivní hodnoty	5	
31	ECF	Úrovní „L“ se zadává měření s filtrem	5	
32	ECA	Úrovní „L“ se zadává automatické přepínání rozsahů	5	Pozn. 3
33	DAL	Úrovní „L“ se zadává dálkové ovládání elektrickými signály a hradlování zadávání všech funkcí a rozsahů z předního panelu	5	
35	SPE	Změnou z úrovně „H“ do „L“ se startuje měřicí cyklus	5	
46	DAH	Úrovní „L“ se hradluje zadávání dálkového ovládání tlačítkem z předního panelu	5	Pozn. 3
47	EE1	Zadávání rozsahů	1	} Tab. 5
48	EE2		1	
49	EE4		1	
51		Společný vodič neplovoucí části		
52				



TAB. 4 ZADÁVÁNÍ MĚŘENÉ VELIČINY

Měřená veličina	ECU KV/26	ECI KV/27	ECR KV/28	EST KV/29	ESE KV/30
ss napětí	0	1	1	1	1
ss proudy	1	0	1	1	1
odpory	1	1	0	1	1
st napětí, střední hodnota	0	1	1	0	1
st napětí, efektivní hodnota	0	1	1	0	0
st proudy, střední hodnota	1	0	1	0	1
st proudy, efektivní hodnota	1	0	1	0	0

TAB. 5 ZADÁVÁNÍ ROZSAHŮ

Rozsahy	EE1 KV/47	EE2 KV/48	EE4 KV/49
2 $\mu$ A	0	0	0
20 mV, $\mu$ A	1	0	0
200 mV, $\mu$ A, $\Omega$	0	1	0
2 V, mA, k $\Omega$	1	1	0
20 V, mA, k $\Omega$	0	0	1
200 V, mA, k $\Omega$	1	0	1
2 kV, A, M $\Omega$	0	1	1
20 M $\Omega$	1	1	1

Externí start přístroje  
SPE (KV/35)

Výstup  
integračního  
zesilovače

Ukončení  
měření

PRT (KV/24)

ESK (KV/50)

Doba měřicího cyklu

Platná data  
na paralelním výstupu  
(KV/1 až 22)

Poznámka: Doba  $t_z$  je závislá na zvoleném rozsahu a na režimu činnosti

Měřená veličina	Rozsah	Ruční nebo dálková volba	Automatická volba rozsahů
SS NAPĚTÍ	20 mV	2 ms	—
	200 mV		1,2 s
	2 V až 2 kV		20 ms
SS PROUDY	2 $\mu$ A		300 ms
	20 $\mu$ A až 2 A		20 ms
ST NAPĚTÍ A PROUDY	200 mV až 750 V 20 $\mu$ A až 200 mA		300 ms
ODPORY	200 $\Omega$ až 200 k $\Omega$		20 ms
	2 M $\Omega$		300 ms
	20 M $\Omega$		1,2 s

Obr. 5 PRŮBĚHY NA NĚKTERÝCH VSTUPECH A VÝSTUPECH MULTIMETRU



TAB. 6 VÝSTUP INFORMACE O ZADANÉM ROZSAHU

Rozsahy	SE1 KV/43	SE2 KV/44	SE4 KV/45
2 $\mu$ A	0	0	0
20 mV, $\mu$ A	1	0	0
200 mV, $\mu$ A, $\Omega$	0	1	0
2 V, mA, k $\Omega$	1	1	0
20 V, mA, k $\Omega$	0	0	1
200 V, mA, k $\Omega$	1	0	1
2 kV, A, M $\Omega$	0	1	1
20 M $\Omega$	1	1	1

Poznámka 1 Označení dekád výstupního údaje

	1	9	9	9	9	9
	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	$10^1$	$10^0$
DEKÁDA	6.	5.	4.	3.	2.	1.

Poznámka 2 Tento signál se objeví na výstupu, jen když je současně zadáno měření střídavých veličin RST (úroveň „L“ – KV/39).

Poznámka 3 Režim „Dálkové ovládání“ je možno zadat buď ručně tlačítkem na předním panelu nebo externě přivedením signálu „DAL“ o úrovni „L“ na vstup KV/33. V tomto režimu je hradlováno ruční zadávání tlačítka z předního panelu (tj. zadávání rozsahů, měřené veličiny a interního startu). Ruční zadávání dálkového ovládání lze hradlovat elektricky signálem DAH o úrovni „L“ na vstupu KV/46.

Poznámka 4 Při externím startování měřicího cyklu je třeba uvažovat při změně měřicího rozsahu nebo měřené veličiny s dobou ustálení vstupního dílu multimetru podle tab. 1.

## NÁVOD K OBSLUZE

### NULOVÁNÍ MULTIMETRU PRO SS MĚŘENÍ

Ručně nebo dálkově nastavíme multimetr do režimu měření ss napětí, rozsah **200 mV** a zkratujeme vstupní svorky  $H_u$ ,  $L_u$  a  $G$ . Pomocí potenciometru „NULA =“ nastavíme údaj tabla na  $\pm 000\ 000$ . Správné nastavení je provedeno tehdy, mění-li se střídavě znaménko polarity.

### KALIBRACE MULTIMETRU PRO SS MĚŘENÍ

Přístroj přepneme (ručně nebo dálkově) do režimu měření ss napětí, ss proudy nebo odpory (rozsah měřené veličiny může být libovolný) a stiskneme tlačítko „KALIBRACE“. Pomocí potenciometru „KALIBRACE =“ nastavíme na table údaj – **200 000**.



## MĚŘENÍ SS NAPĚTÍ

### OBEČNÉ SCHÉMA MĚŘICÍHO OBVODU

Multimetr lze rozdělit do tří základních částí:

1. PLOVOUCÍ ČÁST je souhrn obvodů přístroje, jež jsou galvanicky odděleny od zemnicí svorky přístroje nebo jiné uzemněné části přístroje.
2. NEPLOVOUCÍ ČÁST je souhrn obvodů přístroje, jež jsou galvanicky odděleny od vstupních svorek přístroje.
3. KOSTRA PŘÍSTROJE je část multimetru, která je spojena se zemnicí svorkou.

Definice některých dalších pojmů:

PLOVOUCÍ STÍNĚNÍ je elektrostatické stínění, obklopující plovoucí část multimetru.

ODDĚLOVACÍ OBVOD je elektronický obvod sloužící pro přenos informace mezi plovoucí a neplovoucí částí multimetru při zachování galvanického oddělení obou částí přístroje.

SVORKA G je vstupní svorka multimetru, která slouží pro připojení plovoucího stínění do měřicího obvodu.

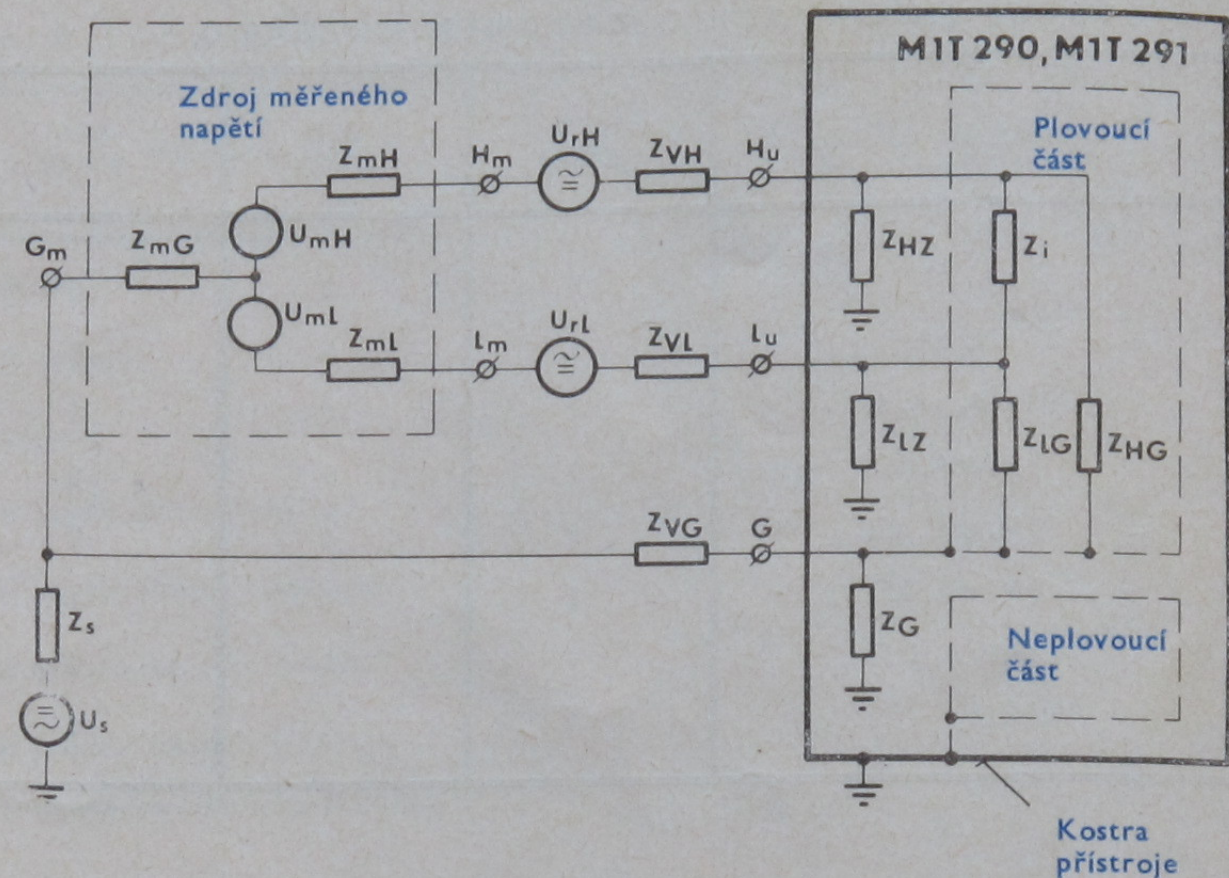
SVORKA  $L_u$  je vstupní svorka multimetru určená pro měření ss a st napětí a pro čtyřvodičové měření odporů, spojená přímo nebo odporem o relativně nízké hodnotě se společným vodičem elektronických obvodů plovoucí části.

SVORKA  $H_u$  je vstupní svorka multimetru určená pro měření ss a st napětí a pro čtyřvodičové měření odporů, která má při provozu větší impedanci proti společnému vodiči elektronických obvodů plovoucí části ve srovnání se svorkou  $L_u$ .

ZEMNÍ SVORKA je svorka umístěná na zadním panelu a sloužící pro uzemňování přístroje označená jako  $\perp$ . Je spojena s kóstrou přístroje.

SVORKA  $L_i$  je vstupní svorka určená pro měření ss a st proudů a pro čtyřvodičové měření odporů spojená přímo nebo odporem o relativně nízké hodnotě se společným vodičem elektronických obvodů plovoucí části.

SVORKA  $H_i$  je vstupní svorka určená pro měření ss a st proudů a pro čtyřvodičové měření odporů, která má při provozu větší impedanci proti společnému vodiči elektronických obvodů plovoucí části ve srovnání se svorkou  $L_i$ .



Obr. 6 OBEČNÉ SCHÉMA MĚŘICÍHO OBVODU PŘI MĚŘENÍ NAPĚTÍ

Toto základní schéma měřicího obvodu uvedeného na obr. 6 připadá v úvahu při použití multimetru například v měřicím systému pro centrální dálkové měření.

Uvnitř multimetru jsou označeny impedance:

- $Z_i$  — vstupní impedance při měření ss napětí
- $Z_{HZ}$  — impedance mezi svorkou  $H_u$  a  $\perp$
- $Z_{HG}$  — impedance mezi svorkou  $H_u$  a G
- $Z_{LZ}$  — impedance mezi svorkou  $L_u$  a  $\perp$
- $Z_{LG}$  — impedance mezi svorkou  $L_u$  a G
- $Z_G$  — impedance mezi svorkou G a  $\perp$

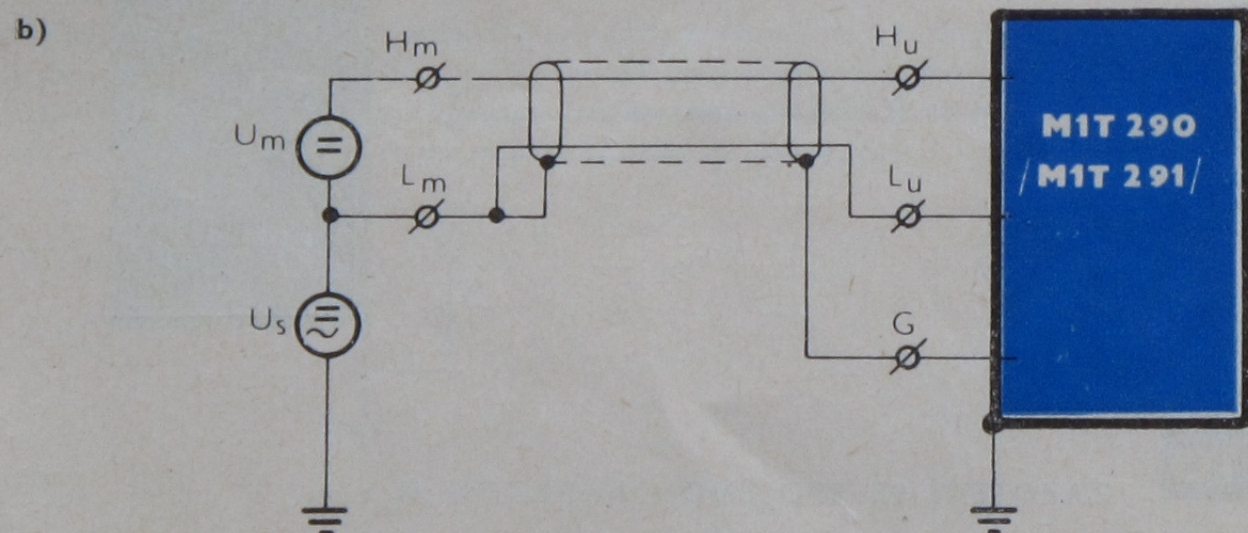
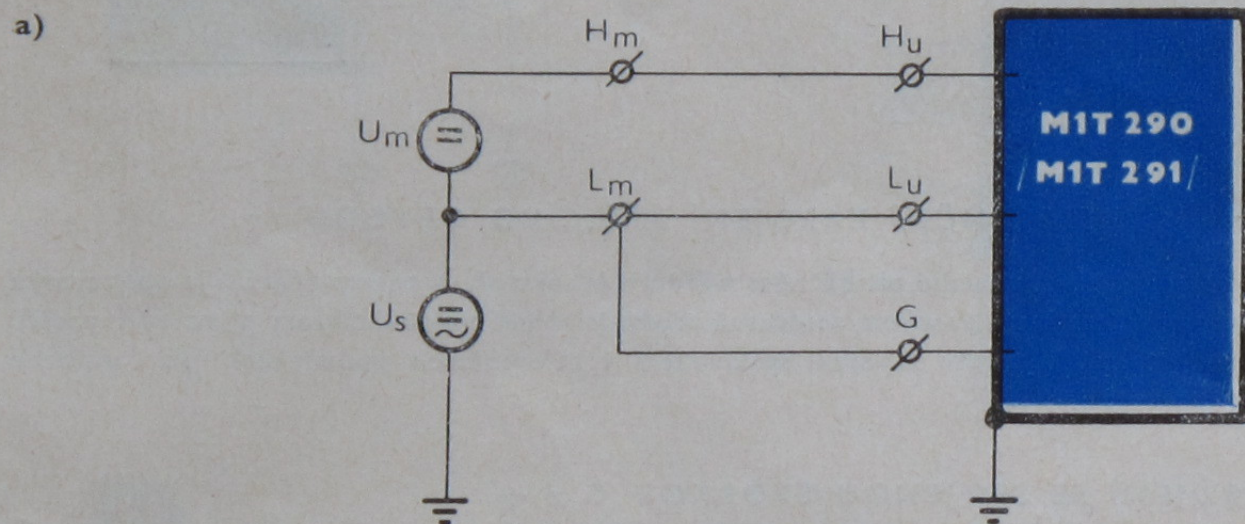


Vstupní svorky multimetru  $H_u$ ,  $L_u$  a  $G$  jsou vedením o impedanci  $Z_{VH}$ ,  $Z_{VL}$  a  $Z_{VG}$  propojeny se svorkami zdroje měřeného napětí  $H_m$ ,  $L_m$  a  $G_m$ .

Zdroj měřeného napětí má napětí naprázdno  $U_m = U_{mH} + U_{mL}$  a vnitřní impedanci  $Z_m = Z_{mH}$  a  $Z_{mL}$ . V přívodních vodičích ke svorkám  $H_u$  a  $L_u$  jsou zapojeny zdroje rušivého napětí  $U_H$  a  $U_L$ , (indukované st napětí vnějším magnetickým polem, termonapětí . . .), mezi svorkou  $G_m$  a  $\cong$  je zapojen zdroj souhlasného rušivého napětí  $U_S$  s vnitřní impedancí  $Z_S$ .

## ZÁKLADNÍ SCHÉMATA ZAPOJENÍ MĚŘICÍHO OBVODU

### 1. TŘÍVODIČOVÉ ZAPOJENÍ



Toto zapojení se vyznačuje vyšším činitelem potlačení souhlasného ss i st napětí než následující dvou vodičové zapojení, vyžaduje však připojení měřeného zdroje napětí třívodičovým vedením. Zdroj souhlasného napětí  $U_S$  (může obsahovat ss i st složku) nesmí dosahovat napětí vyšší, než je dovolená hodnota napětí  $G - \cong$  (500 V). Pro omezení sériového rušení st napětím (zdroje  $U_{rH}$ ,  $U_{rL}$ ), způsobené zejména st vnějším magnetickým polem se doporučuje všechny tři vodiče vzájemně zkroutit, popřípadě použít stíněného dvou vodiče pro odstranění vlivu vnějšího elektrického pole (obr. 7b).

V případě, že se údaj na table přesto v důsledku sériového rušení mění, je možno za cenu snížení rychlosti měření zařadit vstupní filtr.

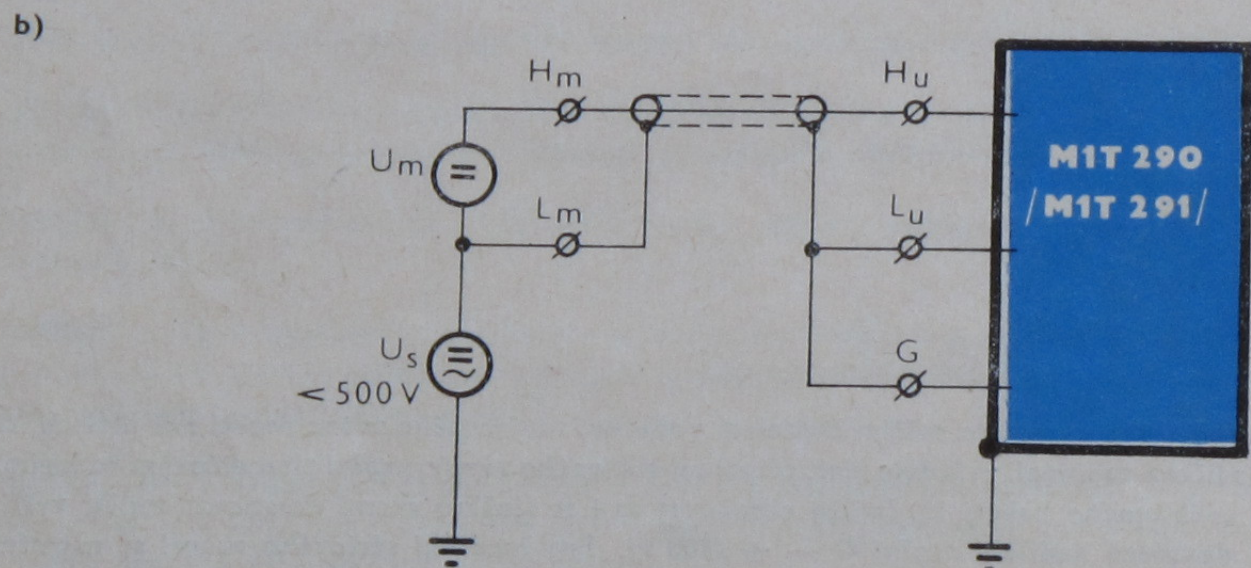
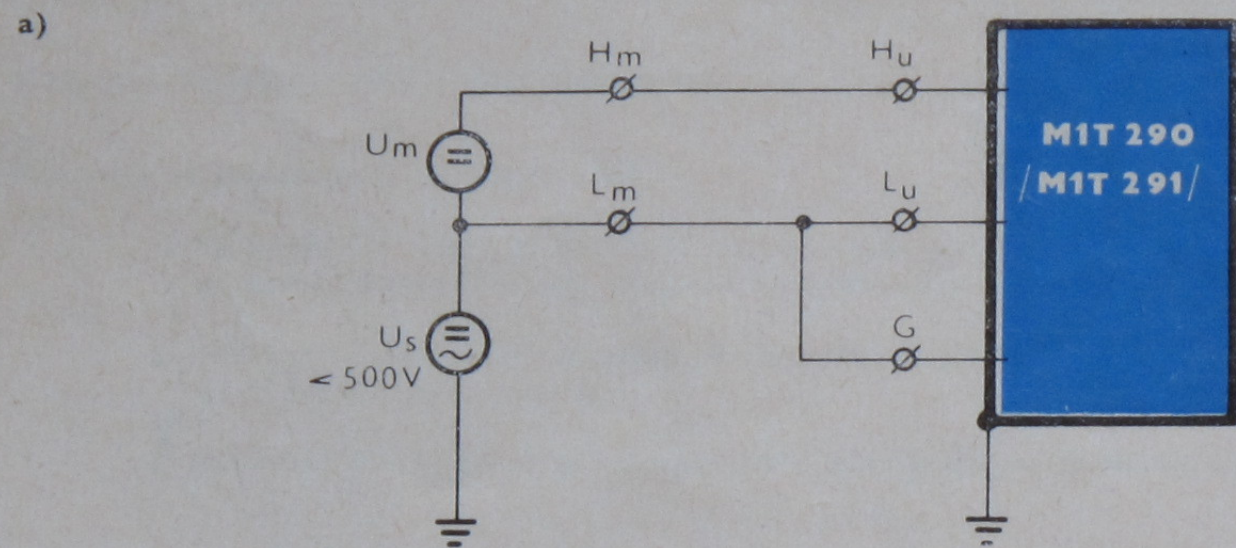
Pro dosažení co nejvyššího činitele souhlasného napětí je vhodné spojit svorky  $L_m$  a  $L_u$  vodičem s co nejmenším odporem.

Toto zapojení lze také doporučit i pro měření velmi malých napětí (řádové  $10 \mu V$  a méně). V tomto případě se mohou projevit rušivá termonapětí vznikající v měřeném obvodu. Jejich vliv je možno vykompenzovat v jistých mezích nulovacím prvkem na předním panelu „NU-LA =“.

Obr. **7** TŘÍVODIČOVÉ ZAPOJENÍ MULTIMETRU PŘI MĚŘENÍ SS NAPĚTÍ



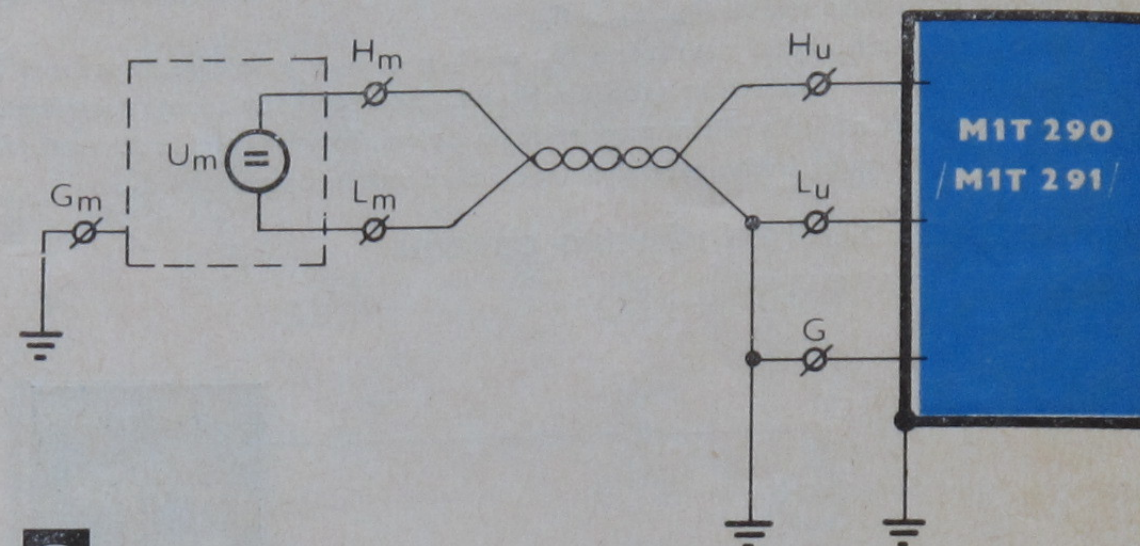
## 2. DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ



Obr. **8** DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ MULTIMETRU PŘI MĚŘENÍ SS NAPĚTÍ

V tomto zapojení je měřený zdroj napětí připojen k multimetru dvou vodičově, svorka  $L_u$  a  $G$  je spojena zkratovací svorkou. Pro maximální hodnotu napětí  $U_s$ , odpor vodiče spojující  $L_m$  a  $L_u$ , vstupní filtr a stínění vedení platí stejná pravidla jako v předchozím případě. Činitel potlačení souhlasného napětí je nižší než u třívodičového zapojení.

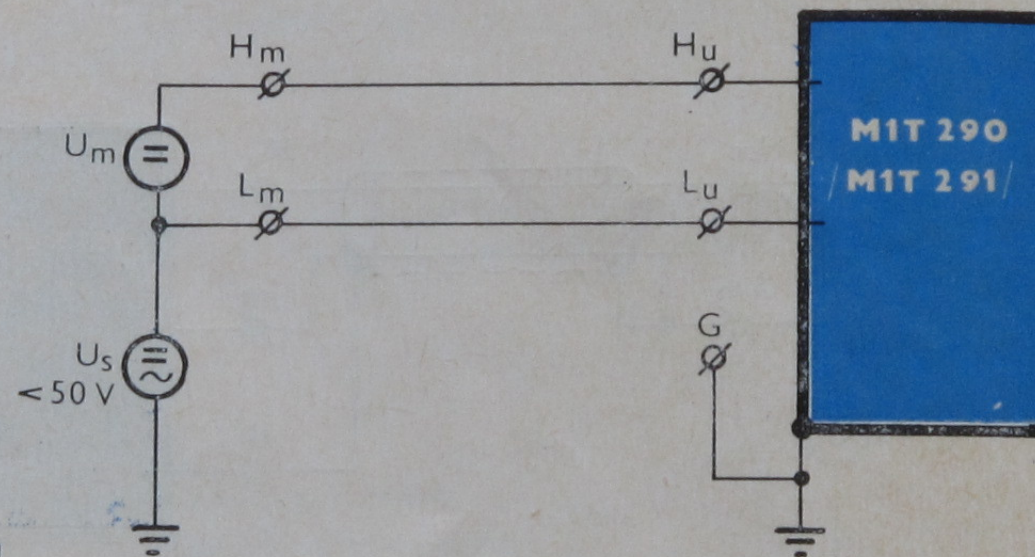
## 3. REFERENČNÍ ZAPOJENÍ



Obr. **9** REFERENČNÍ ZAPOJENÍ MĚŘICÍHO OBVODU

Toto zapojení přichází v úvahu při běžném měření v laboratoři. V tomto případě je opět svorka  $L_u$  a  $G$  spojena zkratovací svorkou, souhlasné napětí je téměř nulové, odpory přívodních vodičů jsou zanedbatelné. V tomto zapojení sestaveném v referenčních podmínkách, platí udávané hodnoty přesnosti.

## 4. ZAPOJENÍ SE SPOJENOU SVORKOU $G$ a $\neq$



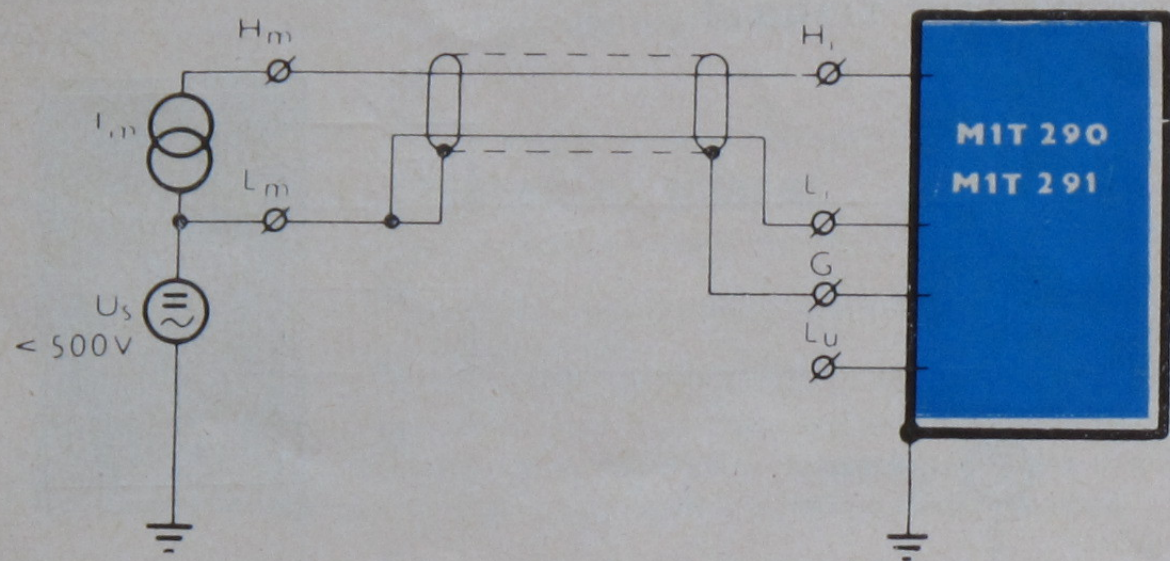
Obr. **10** ZAPOJENÍ SE SPOJENOU SVORKOU  $G$  a  $\neq$

Jedná se v podstatě o nouzové zapojení v měřicím systému, v němž není možnost třídrátového připojení měřicích míst. Hodnoty činitele potlačení souhlasného napětí uváděné v odstavci „Technická data“ v tomto případě nejsou zaručeny. Maximální hodnota souhlasného napětí nesmí překročit **50 V**.



## MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU

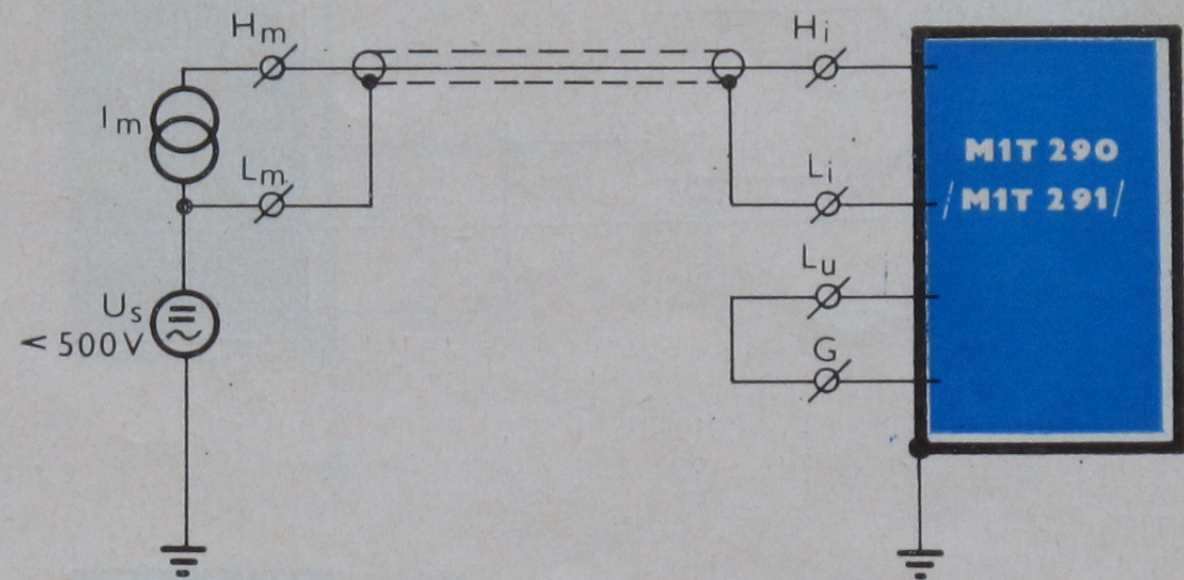
### 1. TŘÍVODIČOVÉ ZAPOJENÍ



Obr. **11** TŘÍVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ SS PROUDŮ

Měřený zdroj proudu je připojen dvěma vodiči na svorky  $H_i$  a  $L_i$  multimetru a třetím vodičem je spojena svorka  $L_m$  se svorkou  $G$ . Při měření malých proudů se doporučuje všechny tři vodiče vzájemně zkroutit, popřípadě zapojení provést stíněným dvou vodičem (viz obr. 11) pro snížení sériového rušení indukovanými st proudy vnějším magnetickým polem.

### 2. DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ



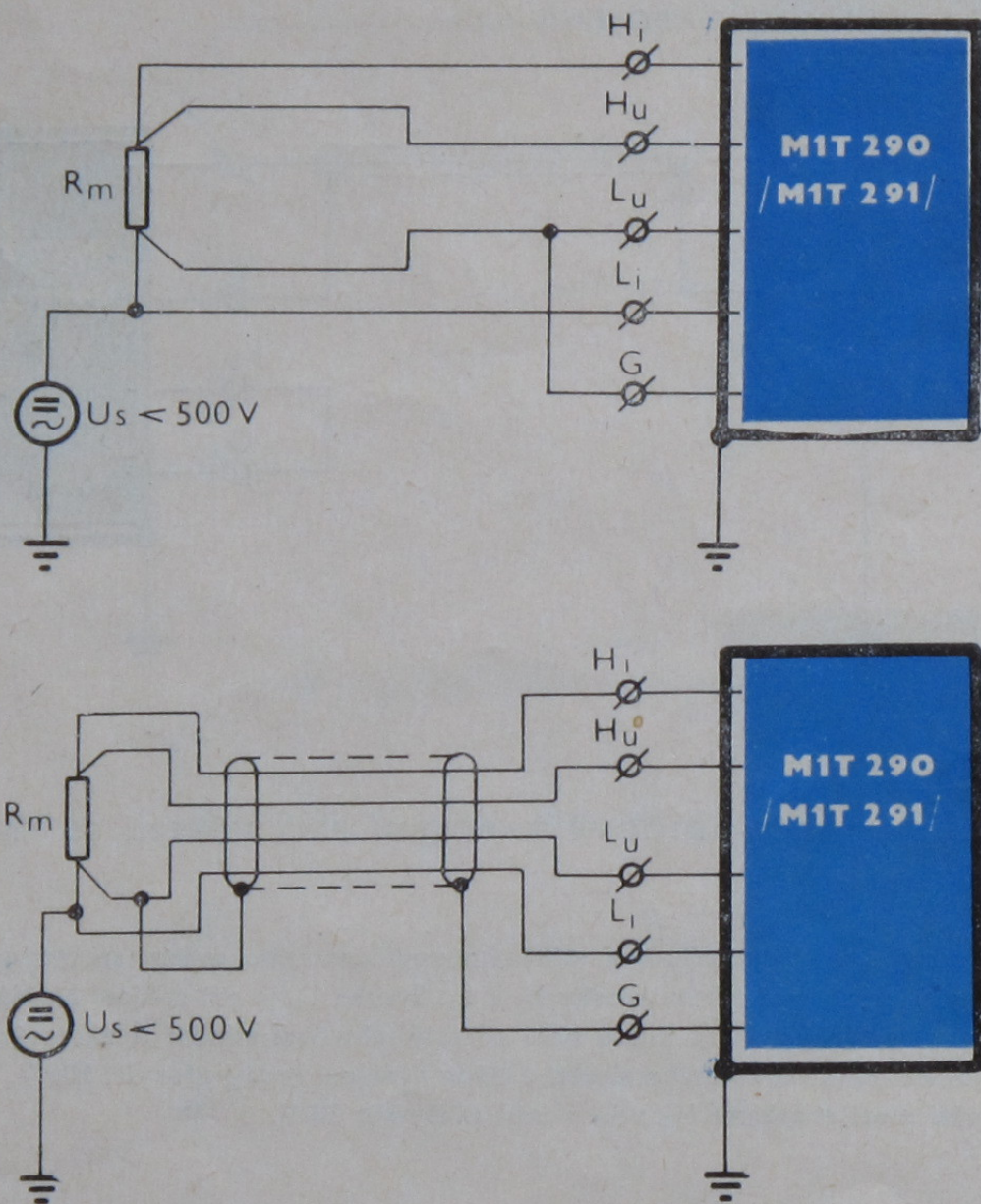
Obr. **12** DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ SS PROUDŮ

Měřený zdroj proudu je připojen stíněným vodičem nebo dvěma stočenými vodiči (zvláště při měření malých proudů) na svorky  $H_i$  a  $L_i$ . Svorka  $L_u$  je při měření proudů spojena uvnitř multimetru se svorkou  $L_i$  a proto stačí připojit plovoucí stínění  $G$  zkratovací svorkou s  $L_u$ . Maximální hodnota souhlasného napětí u obou zapojení nesmí převýšit 500 V, maximální povolené napětí mezi svorkami  $H_i$  a  $L_i$  nesmí překročit 25 V.



## MĚŘENÍ ODPORŮ

### 1. ČTYŘVODIČOVÉ ZAPOJENÍ

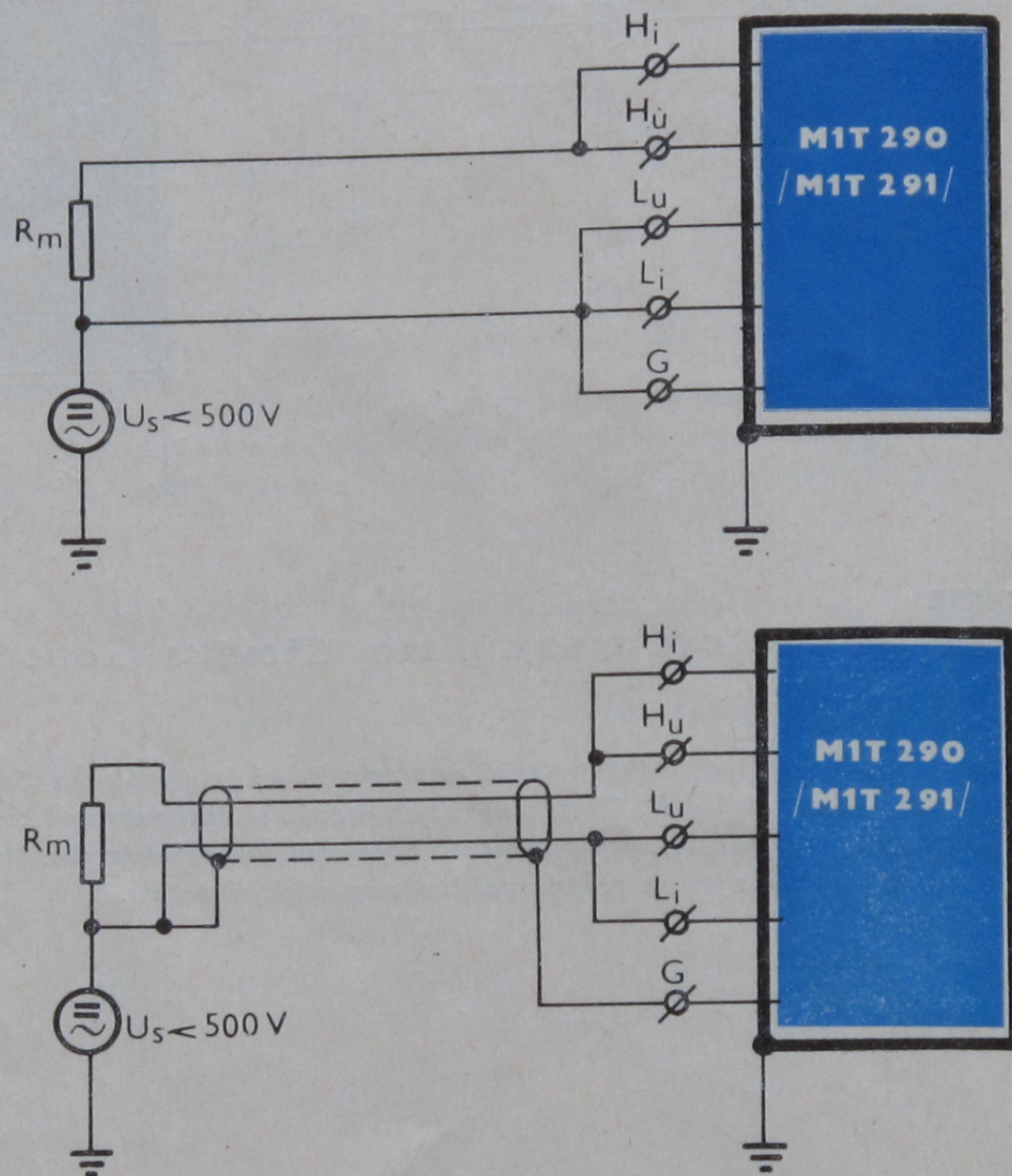


Obr. **13** ČTYŘVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ODPORŮ

Čtyřvodičové zapojení je vhodné zejména pro měření malých hodnot odporů s velkou přesností, kdy nelze zanedbat odpor přívodních vodičů. Normálový proud se přivádí ze svorek  $H_i$  a  $L_i$  na proudové svorky měřeného odporu  $R_m$  (odpor přívodních vodičů musí být menší než  $10 \Omega$  na rozsahu  $200 \Omega$  a  $100 \Omega$  na ostatních rozsazích), zatímco svorky  $L_u$  a  $H_u$  jsou vodiči (jejichž odpor může být i větší než výše uvedené hodnoty) připojeny na napěťové svorky odporu  $R_m$ . Z hlediska vyššího potlačení vlivu souhlasného napětí je výhodné připojit plovoucí stínění

(svorka G) až u měřeného odporu s napěťovou svorkou odporu  $R_m$ , která je spojena s  $L_u$ . Pro potlačení sériového rušení, které se projevuje zejména při měření velkých hodnot odporů, se doporučuje přívodní vodiče vzájemně zkroutit nebo stínit, popřípadě stínit i měřený odpor. Za cenu snížení rychlosti měření je možno zařadit vstupní filtr. Doba ustalování vstupního dílu je uvedena v tab. 1.

### 2. DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ



Obr. **14** DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ODPORŮ

Toto nejjednodušší zapojení se používá tehdy, je-li vzhledem k hodnotě měřeného odporu zanedbatelný vliv přívodů nebo při měření s menší přesností. Zásady pro potlačení vlivu souhlasného napětí a sériového rušení platí stejně jako u čtyřvodičového zapojení.



## NULOVÁNÍ MULTIMETRU PRO ST MĚŘENÍ

Ručně nebo dálkově nastavíme multimetr do režimu měření st veličin, měření střední hodnoty, měřicí rozsah může být zařazen libovolný. Stiskneme tlačítko „NASTAVENÍ NULA“ a pomocí potenciometru „NULA  $\sim$ “ nastavíme na table údaj 00 000.

## KALIBRACE MULTIMETRU PRO ST MĚŘENÍ

Předpokladem správné kalibrace multimetru pro st měření je předchozí postupné provedení kalibrace pro ss měření a nulování pro st měření.

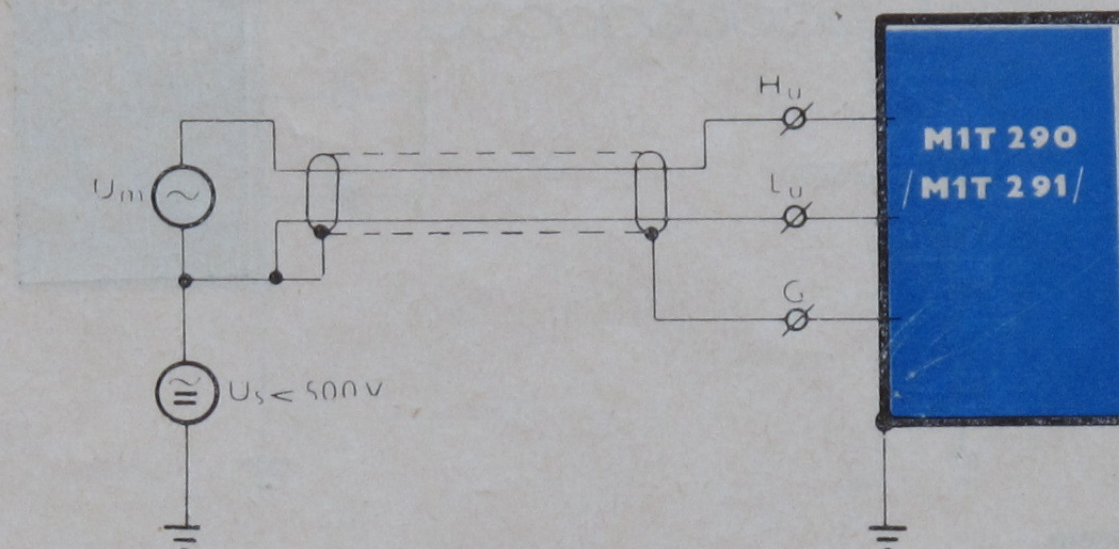
Multimetr nastavíme (ručně nebo dálkově) do režimu měření st veličin. Měřicí rozsah stejně jako měření střední nebo efektivní hodnoty může být libovolné. Stiskneme tlačítko „NASTAVENÍ KALIBR“ a pomocí potenciometru „KALIBRACE  $\sim$ “ nastavíme na table údaj 20 000. Při kalibraci se přístroj kalibruje ss napětím na rozsahu 2 V, měření střední hodnoty.

### POZNÁMKA

Při st nulování i kalibraci může být přístroj připojen do měřicího obvodu – napětové svorky při měření st napětí se automaticky odpojují, zatímco při měření st proudů zůstává i při nulování a kalibraci připojen na proudové svorky bočník podle zvoleného rozsahu (tj. nedochází k rozpojení měřeného obvodu).

## MĚŘENÍ STŘÍDAVÉHO NAPĚTÍ

### 1. TŘÍVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ST NAPĚTÍ

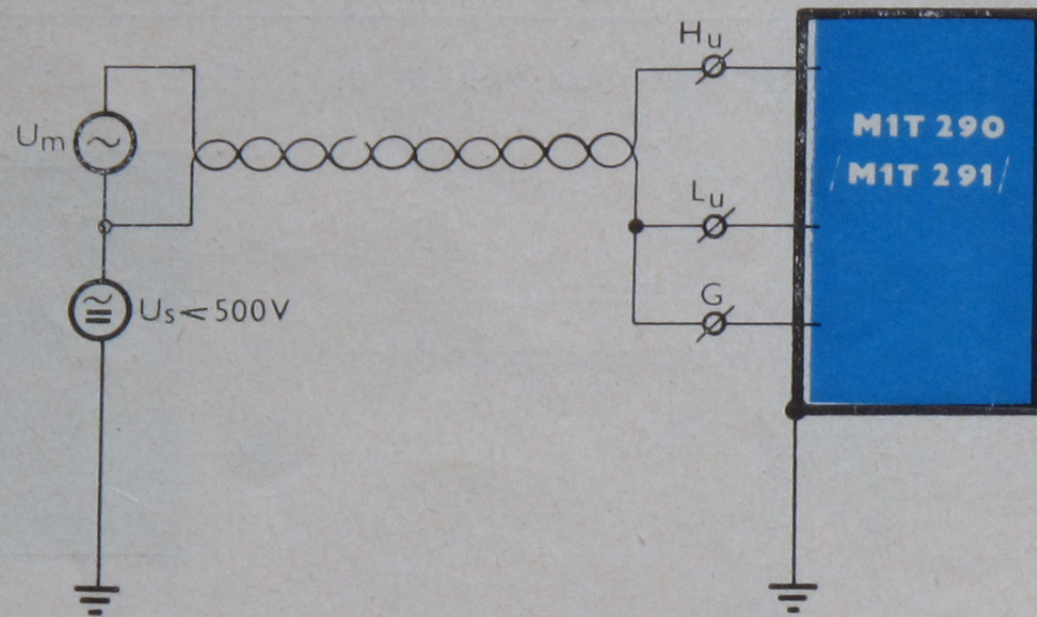


Obr. **15** TŘÍVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ST NAPĚTÍ

Toto zapojení je vhodné zejména při měření malých střídavých napětí a tehdy, kdy je zdroj měřeného napětí  $U_m$  vzdálen od multimetru. Rušivě se projevuje napětí indukované cizím magnetickým polem do smyčky vytvořené z vodičů spojujících svorky  $H_u$  a  $L_u$  se zdrojem  $U_m$ , a dále úbytek napětí na odporu přívodního vodiče ke svorce  $L_u$  od zdroje střídavého souhlasného napětí, vzhledem ke značné kapacitě mezi svorkami  $L_u - G$  a  $G - \perp$  ( $\approx 1$  nF). Proto se doporučuje přívodní vodiče vzájemně zkroutit a stínit, přívodní vodič ke svorce  $L_u$  provést vodičem o co nejnižším odporu. Je přitom třeba brát ohled na kapacitu přívodního vedení, kterou je zatížen zdroj měřeného napětí  $U_m$ . Ke svorce  $H_u$  je připojen kondenzátor oddělující ss složku, a proto je vliv stejnosměrného zdroje souhlasného napětí téměř vyloučen.



## 2. DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ST NAPĚTÍ

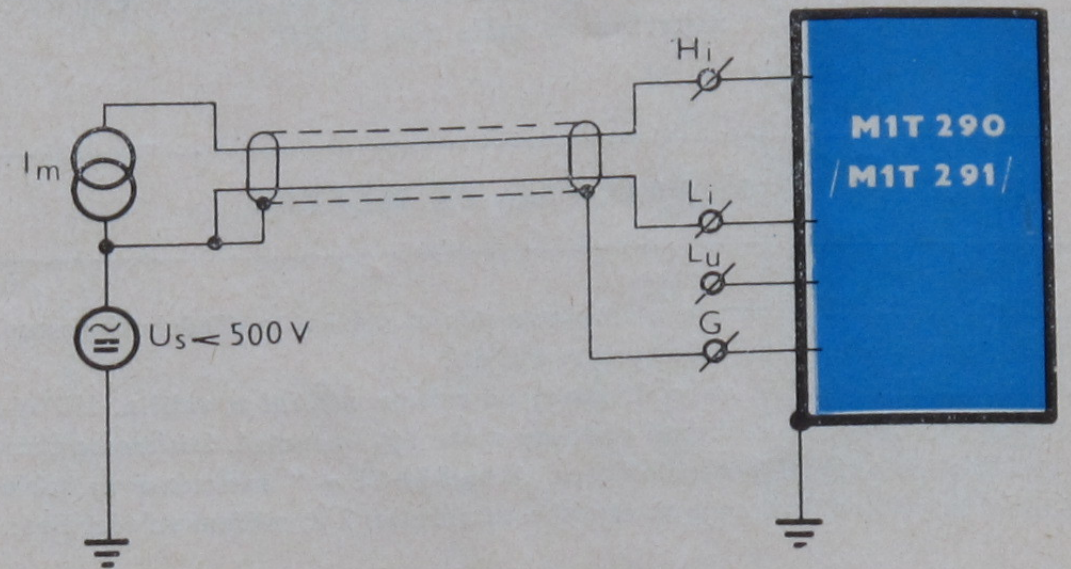


Obr. **16** DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ST NAPĚTÍ

Toto zapojení přichází v úvahu pouze při laboratorním měření, kdy zdroj měřeného napětí  $U_m$  není od multimetru příliš vzdálen. I zde se však doporučuje přívodní vodiče vzájemně zkroutit pro omezení rušivého vlivu cizích magnetických polí.

## MĚŘENÍ STŘÍDAVÝCH PROUDŮ

### 1. TŘÍVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ST PROUDŮ

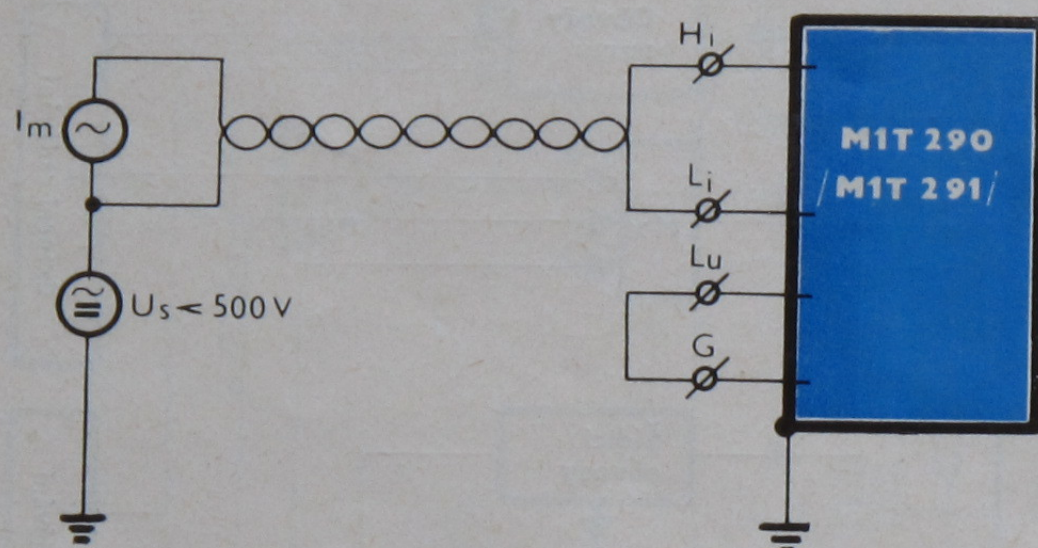


Obr. **17** TŘÍVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ST PROUDŮ

V tomto zapojení je svorka  $L_u$  odpojena a plovoucí stínění  $G$  je připojeno na stínění přívodních vodičů, kterými je zdroj měřeného proudu  $I_m$  propojen na svorky  $H_i$  a  $L_i$ . Značnou chybu měření zejména na vyšších kmitočtech při měření malých proudů může způsobit kapacita přívodního vedení, která je připojena paralelně k bočníku zařazenému mezi svorkami  $H_i$  a  $L_i$ . Rušivě v měřeném obvodu se může uplatnit vliv kapacity mezi svorkami  $G - \text{země}$  ( $\approx 1 \text{ nF}$ ). Odpor přívodů ke svorce  $L_i$  je vhodné snížit na minimum, zejména v přítomnosti střídavého souhlasného napětí.



## 2. DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ST PROUDŮ



V tomto zapojení je svorka  $L_u$  a  $G$  spojena zkratovací svorkou, zdroj měřeného proudu  $I_m$  je připojen zkroucenými vodiči na proudové svorky  $H_i$  a  $L_i$ . Proti třívodičovému zapojení se zde může více projevit vliv střídavého souhlasného napětí, zejména při větším odporu přívodu ke svorce  $L_i$ . Proto je toto zapojení vhodné například při laboratorním měření, kdy zdroj měřeného proudu  $I_m$  není od multimetru příliš vzdálen.

Obr. **18** DVOUVODIČOVÉ ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ST PROUDŮ

## POPIS FUNKCE MULTIMETRU

Přesný číslicový multimetr M1T 290 a M1T 291 umožňuje měření stejnosměrného napětí nebo proudu, střídavého napětí nebo proudu a měření odporů v širokém rozsahu měřené hodnoty a s vysokou přesností. Celkové blokové schéma multimetru je uvedeno na obr. 19.

Multimetr je konstrukčně i elektricky rozdělen na dvě části:

plovoucí část

galvanicky oddělenou od zemnicího vodiče a

neplovoucí část

u které je společný vodič zdrojů spojen se zemnicím vodičem a kostrou přístroje. Toto uspořádání umožňuje měření na zdrojích měřené veličiny, které vykazují proti zemnicímu vodiči souhlasné napětí.

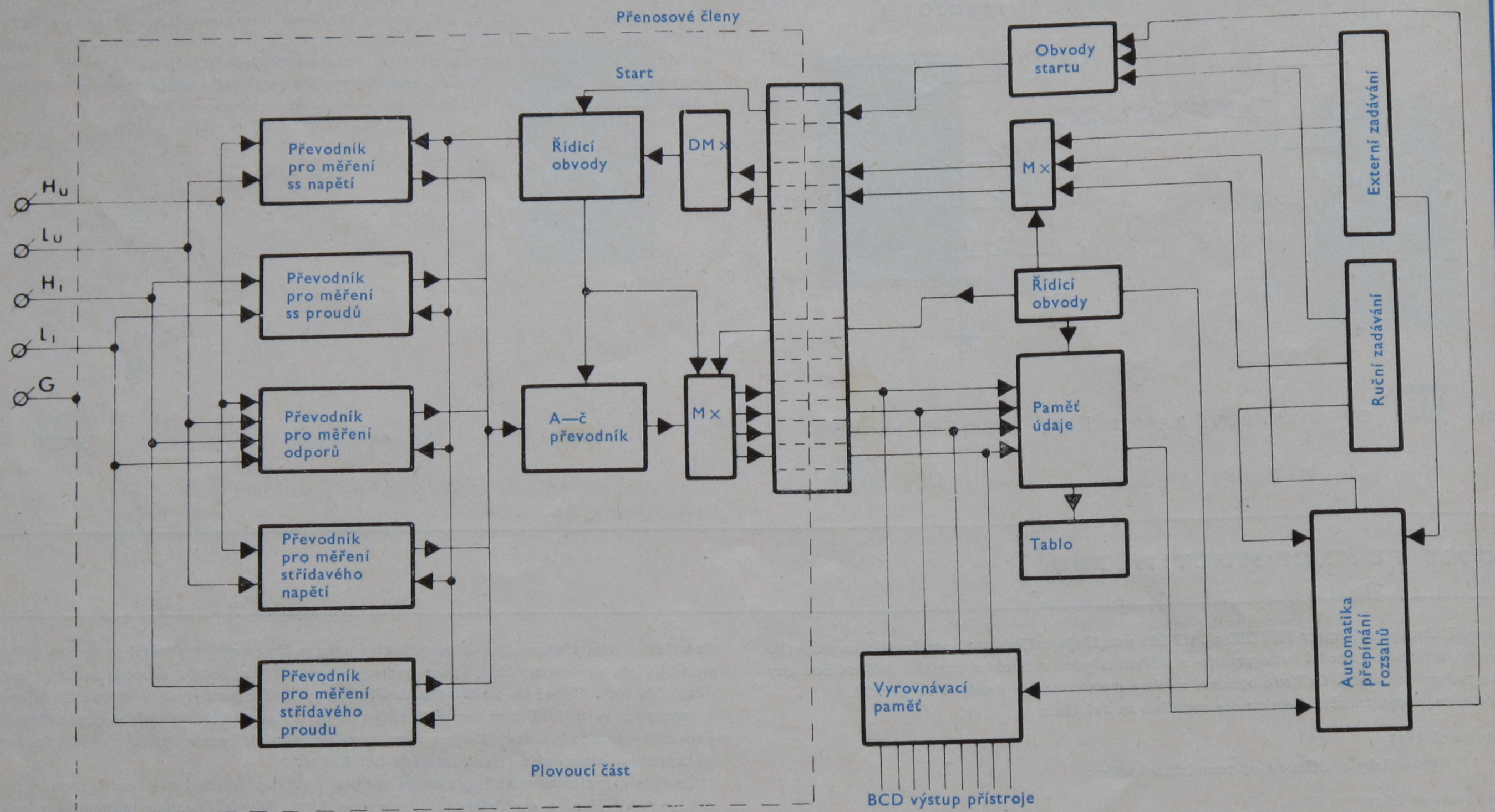
Zdroj měřené veličiny (napětí, proud, odpor) je připojen na příslušné svorky a odpovídajícím převodníkem (napětí, proud, odpor) je převeden na unifikovaný signál v rozmezí  $\pm 2$  V. Tento analogový signál je dále převeden a—č převodníkem na číslicový signál, jehož délka je 23 bitů.

Prostřednictvím přenosového členu a multiplexeru se číslicový údaj přenáší po bytech (1 byte = = 4 bity) do neplovoucí části, kde se zapisuje do paměti číslicového údaje (maximální hodnota údaje 230 000). Odtud se po skončení měřicího cyklu čte po bytech v multiplexním režimu a zobrazuje na table. Při zápisu číslicového údaje do paměti údaje určené pro zobrazení se provádí současně zápis do další vyrovnávací paměti v paralelním tvaru pro spolupráci s externími zařízeními (záznamová zařízení, interfejs IMS 2 apod.).

Informace o zvoleném rozsahu, měřené veličině a režimu činnosti se přenáší prostřednictvím přenosových členů a multiplexeru do plovoucí části. Zde se převádí v demultiplexeru a vyrovnávacích pamětech do paralelního tvaru a vede se do řídicích obvodů převodníků.

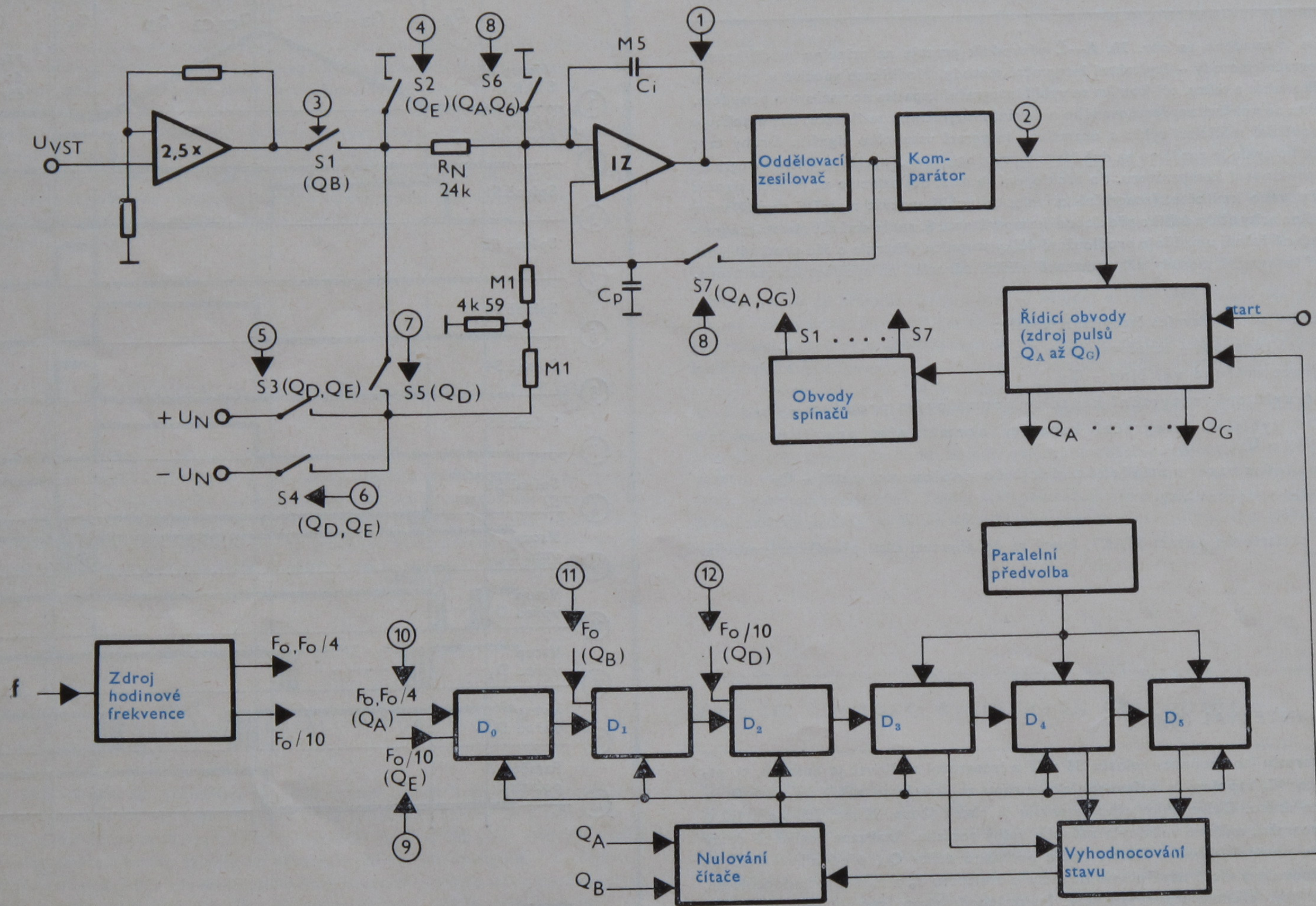
Měřicí cyklus začíná pulsem START generovaným v obvodu STARTU v neplovoucí části a přeneseným přenosovým členem do plovoucí části do řídicích obvodů převodníků. Cyklus je ukončen koncem zápisu číslicového údaje do paměti údaje v neplovoucí části.





Obr. **19** BLOKOVÉ SCHÉMA MULTIMETRU





Obr. **20** BLOKOVÉ SCHÉMA A—Č PŘEVODNÍKU



## POPIS FUNKCE A—Č PŘEVODNÍKU

Blokové schéma je uvedeno na obr. 20. A—Č převodník pracuje na principu modifikované dvoutaktní integrační metody – čtyřtaktní integrační metody. Modifikace spočívá v odlišném řešení nulovacího taktu a taktu, při kterém se vybíjí integrační kapacita normálovým proudem. V nulovacím taktu se používá nepřerušovaného nulování integračního zesilovače, což umožňuje jednorázové spouštění měřicího cyklu s okamžitou integrací vstupního signálu. Druhý takt klasického měřicího cyklu je rozdělen na dvě části: v první se provádí rychlé vybíjení integrační kapacity až do překlopení komparátoru. Po překlopení se další děj nafází na průběh signálu základního hodinového kmitočtu. Integrační kapacita se vybíjí stokrát menším normálovým proudem opačné polaritě až do dalšího překlopení komparátoru, tj. anulování náboje na integrační kapacitě. Uvedené řešení umožňuje prodloužení délky stupnice přístroje o řád proti základní verzi dvoutaktní integrační metody při podstatně nižších nárocích na rychlost komparátoru.

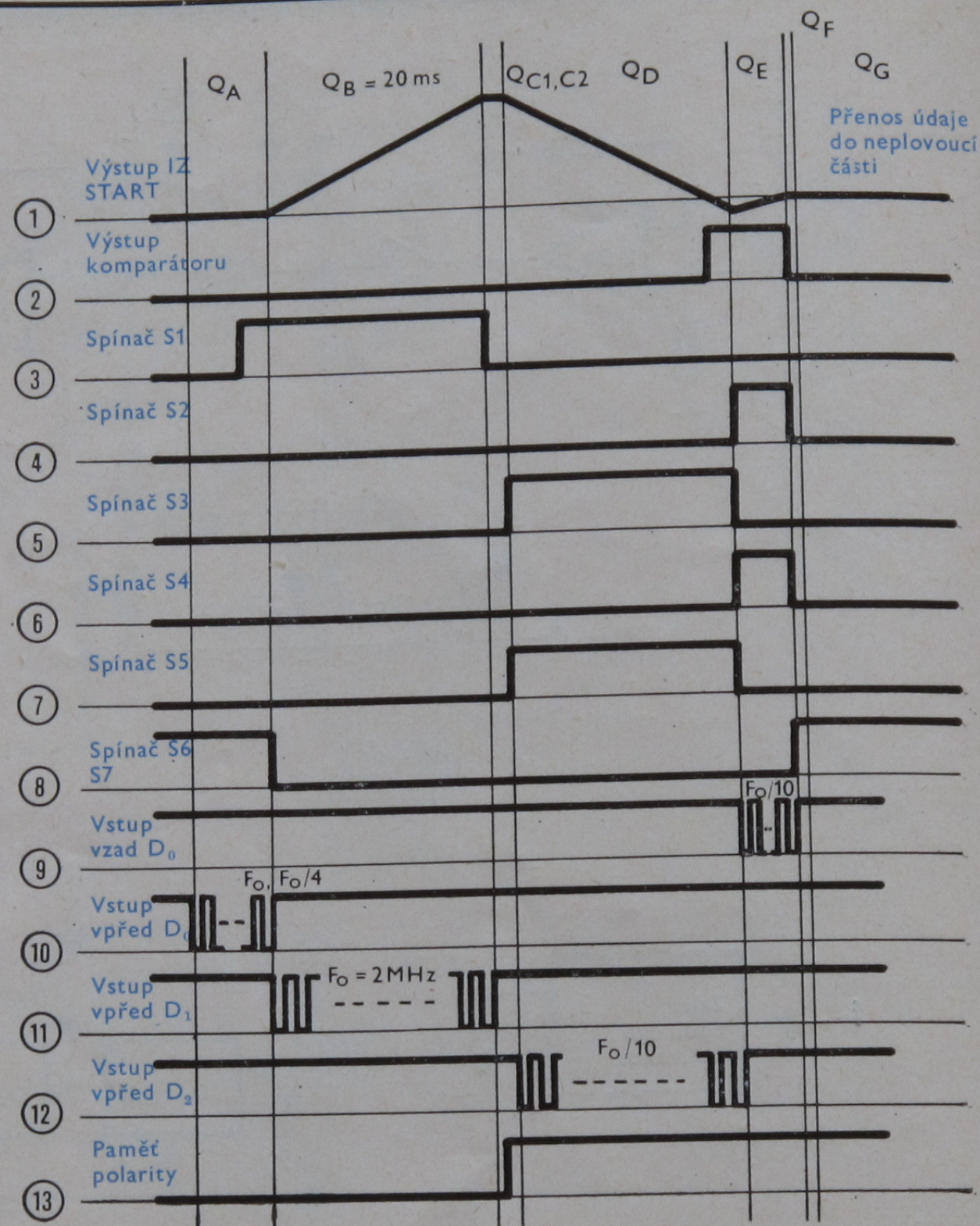
Měřicí cyklus sestává z šesti hlavních časových intervalů:

- nulovací interval – označovaný jako  $Q_A$
- integrace měřené veličiny –  $Q_B$
- rychlé vybíjení integrační kapacity normálovým proudem –  $Q_D$
- pomalé vybíjení integrační kapacity normálovým proudem opačné polaritě –  $Q_E$
- přenos informace o změřeném údaji do neplovoucí části –  $Q_F$
- nulovací interval –  $Q_G$

Měřicí cyklus je odstartován pulsem START, který se do plovoucí části přenáší přenosovým členem.

### A) NULOVACÍ INTERVAL ( $Q_A$ )

Během tohoto intervalu jsou sepnuty spínače S6 a S7 a integrační zesilovač je nulován, tj. paměťový kondenzátor  $C_D$  zapojený v neinvertujícím vstupu zesilovače se nabíjí na okamžitou hodnotu vstupního driftu. Délka nulovacího intervalu je různá (2 ms, 20 ms, 300 ms a 1,2 s) podle měřené hodnoty, měřené veličiny a způsobu volby rozsahu. Realizace potřebné délky  $Q_A$  se uskutečňuje pomocí hlavního čítače. Podle potřebné délky  $Q_A$  předvolíme čítač do určitého stavu; předvolený čítač naplňujeme impulsy o kmitočtu  $F_0$  a  $F_0/4$  a vyhodnocujeme, kdy čítač dosáhne jiný, předem stanovený stav. Po průchodu tímto stavem se čítač nuluje a zdroj časových pulsů se posouvá do stavu  $Q_B$ , spínače S6 a S7 se rozpojí.



Obr. 21 PRŮBĚHY V DŮLEŽITÝCH BODECH A—Č PŘEVODNÍKU



## B) INTEGRACE MĚŘENÉ VELIČINY ( $Q_B$ )

Sepne spínač S1 a na vstup integračního zesilovače se připojí inifikovaný signál odpovídající velikosti měřené veličiny. Napětí na výstupu integračního zesilovače lineárně narůstá podle polaroty měřeného signálu do kladných nebo záporných hodnot. Čítač se posouvá signálem o frekvenci  $F_0 = 2$  MHz, který je přiváděn do vstupu čítače  $D_1$  až do stavu 400 000. Po dosažení tohoto stavu se čítač nuluje, zdroj časovacích pulsů se posouvá do stavu  $Q_{C1}$  a rozepne spínač S1. Délka  $Q_B$  intervalu je konstantní 20 ms pro všechny rozsahy.

Po časovém intervalu  $Q_B$  následují dva stejné pomocné časové intervaly  $Q_{C1}$ ,  $Q_{C2}$  (trvání každého je 5  $\mu$ s), které vymezují dobu pro odpojení vstupního signálu a připojení normálového proudu na vstup integračního zesilovače. V taktu  $Q_{C2}$  se vyhodnocuje polarita měřené veličiny a zapisuje se do paměti polaroty.

## C) RYCHLÉ VYBÍJENÍ INTEGRAČNÍ KAPACITY NORMÁLOVÝM PROUDEM ( $Q_D$ )

Podle polaroty měřené veličiny se připojí přes spínače S5 a S3 nebo S4 do sumačního bodu integračního zesilovače kladný nebo záporný normálový proud a probíhá vybíjení integrační kapacity. Napětí na výstupu integračního zesilovače klesá k nulové hodnotě. Čítač je naplňován pulsy o frekvenci  $F_0$  (10 = 0,2 MHz do vstupu dekády  $D_2$ , vstupy dekád  $D_1$  a  $D_0$  jsou zahradlovány a dekády jsou vynulovány na konci intervalu  $Q_B$ . Po průchodu komparátoru překlápěcí úrovní a po následujícím příchodu dvou hodinových impulsů  $F_0/10$  se posouvá zdroj časových pulsů do stavu  $Q_E$ .

## D) POMALÉ VYBÍJENÍ INTEGRAČNÍ KAPACITY NORMÁLOVÝM PROUDEM OPAČNÉ POLARITY ( $Q_E$ )

Sepnou spínače S2 a rozepne S5, normálový proud se zmenší stokrát a zároveň se změní jeho polarita (přepnutím spínačů S3, S4). Odhradluje se vstup čítání vzad dekády  $D_0$  a zahradluje se vstup dekády  $D_2$ . Čítač se posouvá vzad pulsy o frekvenci  $F_0/10 = 200$  kHz. Výstupní napětí integračního zesilovače klesá k nule, až dosáhne překlápěcí úrovně komparátoru. Z koincidence stavu komparátoru s pulsy  $F_0/10$  je odvozen posuv zdroje časových pulsů do stavu  $Q_F$ . Rozpojí se spínač S2 a S3 nebo S4 a sepnou spínače S6 a S7, integrační zesilovač je opět nulován. Čítač se zastaví ve stavu, který je přímo úměrný měřené veličině. Odstartuje se přenos číslicového údaje do neplovoucí části.

Koncem přenosu číslicového údaje se posune zdroj časových pulsů do stavu  $Q_G$ , ve kterém setrvává až do příchodu dalšího pulsu START. Spínače S6 a S7 zůstávají sepnuty a integrační zesilovač je nulován.

## PRINCIP ČINNOSTI PŘEVODNÍKU ODPORU A PŘEVODNÍKU STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU NA STEJNOSMĚRNÉ NAPĚTÍ

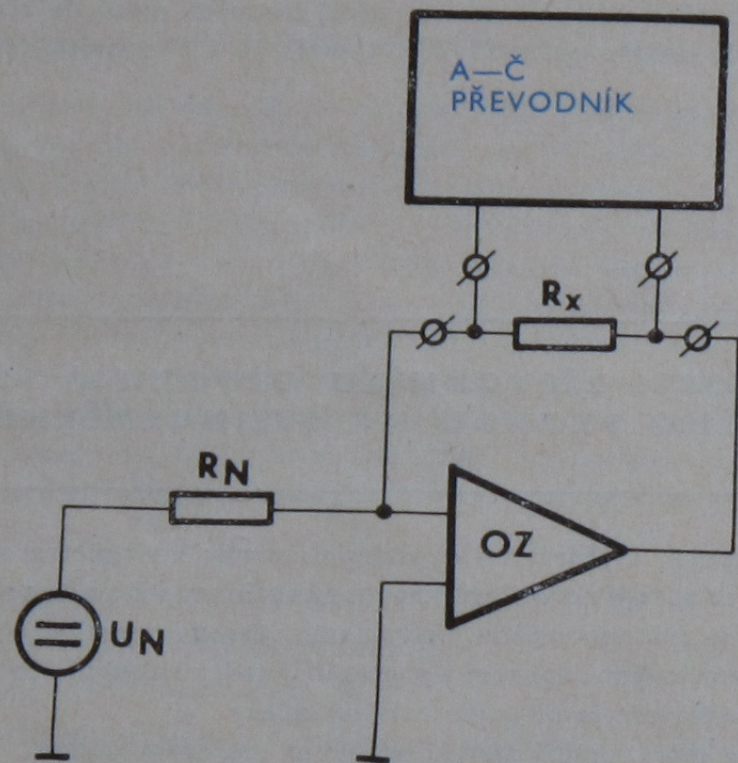
Měřený odpor je připojen čtyřdrátově na vstupní svorky multimetru viz obr. 22. Prochází jím normálový proud ze zdroje normálového proudu realizovaného pomocí operačního zesilovače s paralelní napětovou zpětnou vazbou. Ve vstupním obvodu operačního zesilovače je připojen kalibrační zdroj s normálovým odporem a v paralelní zpětnovazební větvi mezi vstupem a výstupem operačního zesilovače je připojen měřený odpor. A—Č převodníkem se měří vzniklý úbytek napětí na měřeném odporu. Změna měřicího rozsahu se provádí změnou normálového odporu.

Stejnosemřné proudy do 20 mA se měří pomocí operačního zesilovače, v jehož paralelní zpětnovazební větvi je zapojen normálový odpor (viz obr. 23). Měřený proud je připojen do sumačního bodu operačního zesilovače. Změna měřicího rozsahu se provádí změnou normálového odporu. Stejnosemřné proudy od 20 mA se měří jako úbytek napětí na bočníku. Měří se na napětovém rozsahu 200 mV.

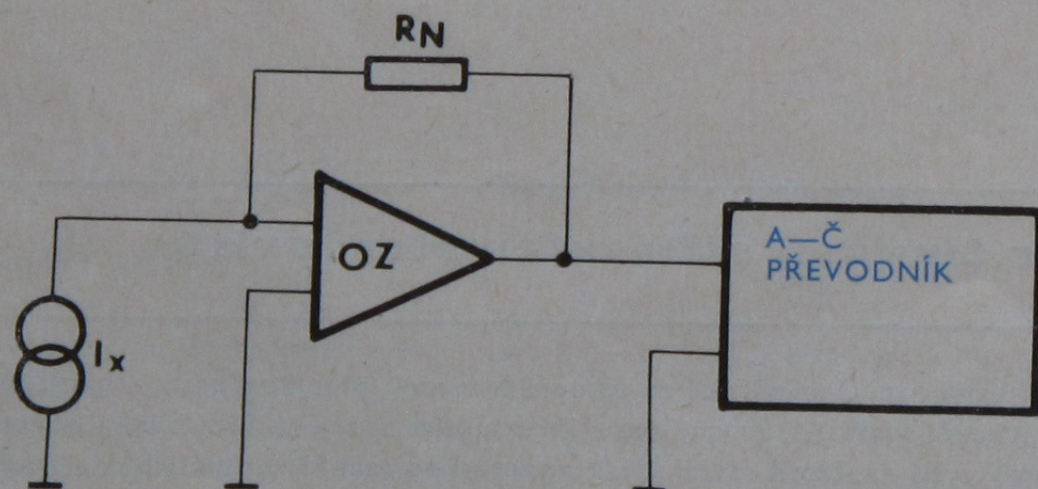
## PRINCIP ČINNOSTI STŘÍDAVÝCH PŘEVODNÍKŮ

Měřené střídavé napětí se přivádí ze vstupních svorek přes kondenzátor oddělující ss složku na odpor R1 zesilovače A1, pracujícím v invertujícím zapojení. Přepínáním odporů ve zpětné vazbě se volí vyšší napětové rozsahy při sepnutém spínači S3, na nižších napětových rozsazích 0,2 V a 2 V se do kaskády za A1 připojí pomocí spínačů S4 a S5 další zesilovač A2 se zesílením  $10 \times$ . Při měření střídavých proudů se připojuje na vstupní svorky  $H_i$  a  $L_i$  příslušný bočník  $R_B$  (jmenovitý úbytek napětí je 200 mV). Přes oddělovací kondenzátor C2 a spínač S2 se připojuje toto napětí na vstup zesilovače A1 (spínač S1 je rozpojen). Unifikované výstupní napětí zesilovače na všech střídavých rozsazích je 5 V<sub>ef</sub>.





Obr. **22** PRINCIPIÁLNÍ SCHÉMA MĚŘENÍ ODPORŮ



Obr. **23** PRINCIPIÁLNÍ SCHÉMA MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÝCH PROUDŮ

Při měření střední hodnoty stejnosměrného napětí nebo proudu je spínač S6 rozpojen. Výstupní napětí zesilovačů A1, respektive A2 je dvoucestně usměrněno operačním usměrňovačem a přes sumační zesilovač přivedeno na dolní propust (pětipólový aktivní filtr). Výstupní stejnosměrné napětí se přivádí na vstup a—č převodníku.

Při měření efektivní hodnoty se měřený signál po zesílení nebo zeslabení v zesilovačích A1 respektive A2 přivádí ještě na dva pomocné operační usměrňovače, na které je jako předpětí přivedena část výstupního stejnosměrného napětí. Po sečtení ve druhém sumačním zesilovači je výstupní napětí těchto usměrňovačů přivedeno přes spínač S6 na první sumační zesilovač. Převodní charakteristika celého převodníku připomíná aproximaci paraboly třemi přímými úseky, přičemž body zlomu nezávisí na amplitudě, nýbrž na fázi měřeného napětí, a tak je dosaženo snížení vlivu zkreslení vyššími harmonickými až do 10. harm. na chybu měření.

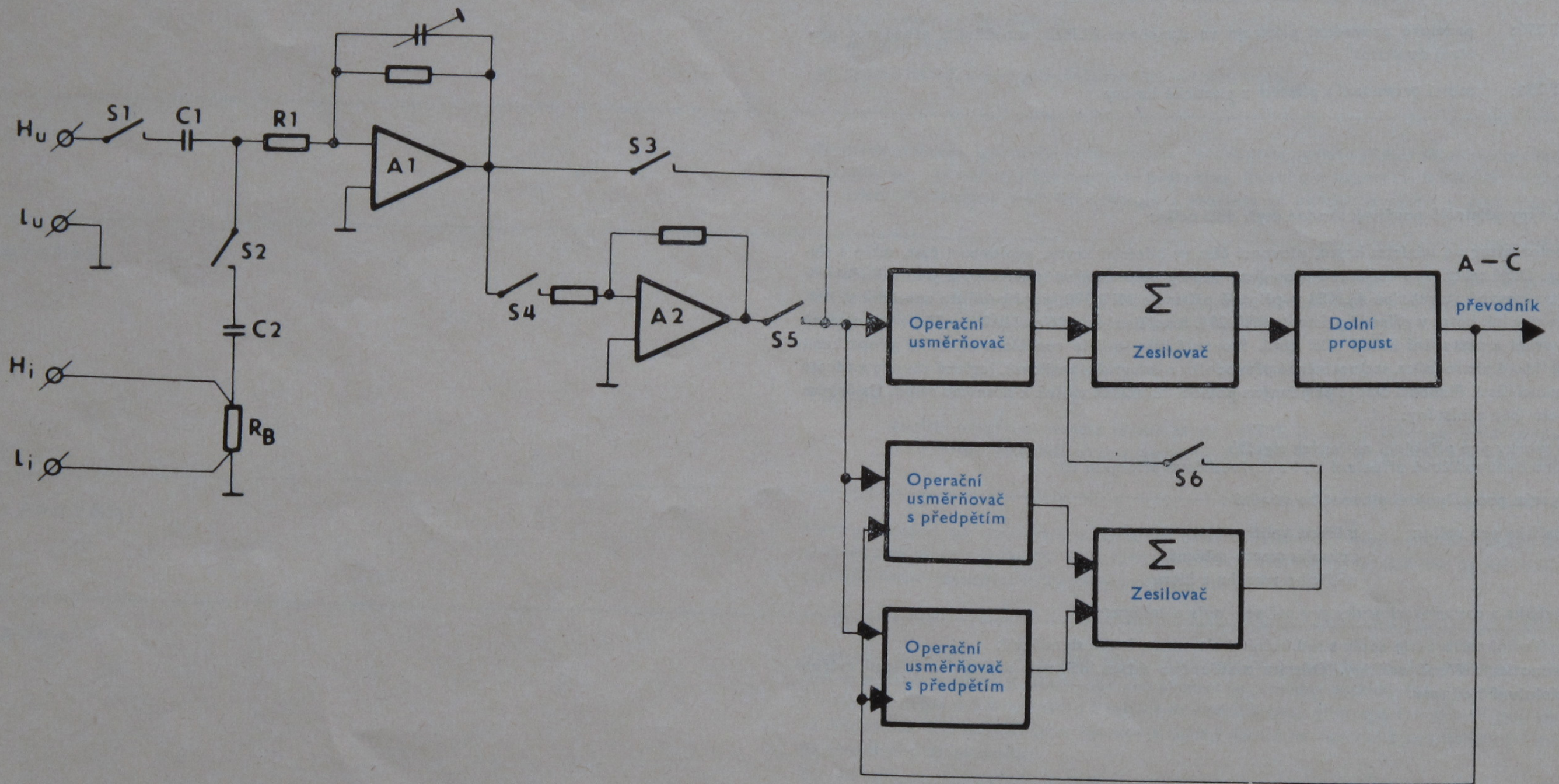
## AUTOMATIKA PŘEPÍNÁNÍ ROZSAHŮ

Multimetr je vybaven automatickým přepínáním rozsahů pro všechny měřené veličiny kromě okrajového rozsahu měření stejnosměrného napětí 20 mV.

Informace o zvoleném rozsahu je uložena ve vratném BCD čítači. V logických obvodech se vyhodnotí, zda je měřená hodnota v mezích zvoleného rozsahu (dolní mez  $\approx 20\,000$ , horní mez  $\approx 220\,000$ ). V případě překročení uvedených mezí se zvětší nebo zmenší stav BCD čítače exponentu rozsahů o jedničku a provede se další měření. Pokud je změřená hodnota opět mimo uvedené meze, provedou se ještě další měření, až je měřená veličina v uvedených mezích.

Při automatickém přepínání rozsahů trvá nulovací interval  $Q_A - 20\text{ ms}$ ,  $300\text{ ms}$ ,  $1,2\text{ s}$ , v závislosti na druhu a rozsahu měřené veličiny. Při ruční volbě rozsahů je nulovací interval  $Q_A$  konstantní  $2\text{ ms}$  a nulování se děje v nulovacím intervalu  $Q_G$ , který musí být minimálně  $16\text{ ms}$ . Opakovací doba STARTu při automatickém přepínání rozsahů a interním startování je  $400\text{ ms}$ , popřípadě  $1,6\text{ s}$  na rozsahu  $200\text{ mV} = a\ 20\text{ M}\Omega$ .





Obr. **24** PRINCIPIÁLNÍ SCHÉMA ST/SS PŘEVODNÍKŮ



---

## KONSTRUKCE MULTIMETRU

---

Přístroj je vyráběn ve dvou konstrukčně odlišných provedeních:

M1T 290: panelové provedení přístroje ve stavebnici ALMES, umožňující zabudovat přístroj do skříně

M1T 291: stolní provedení s pláštěm z plastické hmoty

Oba typy přístrojů používají shodné čtyři dílčí celky:

transformátor ve stínícím krytu, plovoucí část ve stínícím krytu, neplovoucí část, tablo s tlačítky. Dílčí celky jsou vzájemně propojeny kabely zakončenými konektory a jsou zabudovány do typizované stavebnice ALMES v případě přístroje M1T 290, popřípadě do speciální skříně z plastických hmot v případě přístroje M1T 291. Rozdělení do dílčích částí umožňuje samostatné oživování a testování každé dílčí části. Plovoucí část je dále rozdělena stínícími přepážkami na střídavé převodníky, stejnosměrné převodníky a integrační zesilovač, logické obvody a zdroje plovoucí části. Plovoucí část je připevněna pomocí izolačních vložek k nosnému rámu. Na čelním panelu jsou umístěny:

- 4 svorky pro připojení měřených signálů  
(pro dvou vodičové připojení U, I a čtyřvodičové připojení R)
- svorka pro připojení plovoucího stínění
- tlačítka pro volbu: měřené veličiny  
způsobu startu měření  
měřicího rozsahu a filtru
- tlačítka a nastavovací prvky pro seřízení nuly a kalibrace
- indikační tablo údaje spolu s indikačními elementy, které signalizují:  
jednotku měřené veličiny, polaritu změřeného údaje, dálkové ovládání a případ měření efektivní hodnoty.

V zadní části přístroje je umístěno:

- síťová přívodka s pojistkou
- výstupní konektor
- zemnicí svorka



---

## OBJEDNÁVÁNÍ

V objednávce je nutno uvést:

- a) název a typové označení přístroje
- b) počet kusů
- c) požadovaný termín dodávek
- d) místo určení
- e) způsob balení, pokud je požadován jiný než standardní

---

## BALENÍ

Přístroje uložené v igelitovém sáčku vložené v ochranném povlaku se dále zabalí podle předpisu výrobce tak, aby nemohly být dopravou poškozeny. Balení pro export (TPB 928/001 – Předpisy na balení elektrických měřicích přístrojů s ohledem na klimatická pásma a druh dopravy).

---

## DOPRAVA

Přístroje lze dopravovat zabalené v původním obalu jakýmkoliv krytými dopravními prostředky při dodržení předpisů o zacházení s křehkým zbožím. Během dopravy se teplota může pohybovat v rozmezí  $-10^{\circ}\text{C}$  až  $+55^{\circ}\text{C}$ , bez dalších opatření.

### POZOR!

Jestliže přepravní teplota klesne až na  $-15^{\circ}\text{C}$  je nutno přístroje před uvedením do provozu pozvolně aklimatizovat nejméně 10 hodin, v referenčních podmínkách.

---

## SKLADOVÁNÍ

Přístroje mohou být skladovány v původním balení v prostředí s max. relativní vlhkostí 60 %. Doporučená teplota je  $+5^{\circ}\text{C}$  až  $+45^{\circ}\text{C}$ . Prostředí musí být bezprašné bez agresivních par a plynů, nesmí obsahovat látky způsobující korozi.

---

## ZÁRUKA

Dodávající závod vystaví při prodeji přístroje záruční list, na kterém jsou i čísla desek. Výrobce ručí za přístroj po dobu 9 měsíců ode dne prodeje (tj. ode dne vyskladnění u výrobce), z toho 3 měsíce na dopravu a skladování a 6 měsíců na vlastní provoz přístroje. Pro export platí záruka 12 měsíců ode dne vyskladnění u výrobce (z toho 3 měsíce na dopravu a skladování) a 9 měsíců na vlastní provoz přístroje.

Záruka se vztahuje na chyby vzniklé vinou výrobce, které se projeví při normálním provozu. Na chyby vzniklé nesprávným použitím a hrubým zacházením se záruka nevztahuje. Aby se zvýšila provozuschopnost není přístroj jako celek plombován. Odběratel má právo přístroj otevřít a provést nezbytná kontrolní měření a zkoušky všech funkčních dílů bez ztráty záruky za předpokladu přiměřené kvalifikace pracovníka, který provádí kontrolní měření.

Rozsáhlé demontáže a výměna součástí budou považovány za hrubý zásah bez nároků na reklamaci. Ve sporných případech rozhoduje stanovisko OTK výrobního závodu.



---

Záruka zaniká, nebyly-li přístroje uskladněny podle TP. Jinak pro záruku platí ustanovení zákona č. 109/64 Sb. a vyhlášky 135/64 Sb. Dojde-li k poškození přístrojů během dopravy, je povinen odběratel uplatnit nároky na náhradu škody proti dopravci. Dodavatel mu k tomu poskytne potřebné podklady včetně postupného prohlášení. Tento postup je ve shodě s ustanovením hospodářských smluv, neboť dodavatel splňuje povinnost dodávky předáním výrobku dopravci.

Při reklamaci je nutno předložit vyplněný záruční list.

---

## DODACÍ DOKLADY

S přístrojem se dodává záruční list, který se při prodeji doplní datem prodeje a podpisem výrobce. Dále se přikládá ke každé dodávce dodací list.

---

## SEZNAM PŘÍSLUŠENSTVÍ

- 1 ks síťová přívodní šňůra
- 1 ks 62-pólová konektorová vidlice, FRB
- 5 ks zásobních síťových pojistek T 400 mA
- náhradní pojistky do zdrojů:
  - 2 ks 80 mA
  - 4 ks 500 mA
  - 2 ks 4 A
  - 2 ks 2 A
- návod k obsluze

---

## UPOZORNĚNÍ

Výrobní podnik k. p. METRA Blansko si vyhrazuje změnu parametrů a typů součástí v průběhu výroby.

---

## SOUVISEJÍCÍ NORMY

- ČSN 35 6501 – Elektronické měřicí přístroje – Bezpečnostní ustanovení
- ČSN 35 6505 – Elektronické měřicí přístroje všeobecné technické požadavky
- TPB 928/001 – Předpisy na balení elektrických měřicích přístrojů s ohledem na klimatická pásma a druh dopravy
- PN 2001 – Číslicové elektronické měřicí přístroje
- zákon č. 109/64 Sb.
- vyhláška 135/64 Sb.



## POPIS DESEK PLOVOUCÍ ČÁSTI

### Deska D 462

Na desce D 462 je umístěn:

- převodník střední hodnoty st napětí na napětí stejnosměrné
- převodník efektivní hodnoty st napětí na napětí stejnosměrné

Při měření střední hodnoty st napětí pracuje hybridní integrovaný obvod I3 jako invertující jednocestný operační usměrňovač, na jehož výstupu jsou invertované kladné půlvlny vstupního st signálu (signálu SZV – výstup střídavého zesilovače). Spínače T2 a T3 jsou rozepnuty, T1 je sepnut. Součet proudů tekoucích do vstupu sumačního zesilovače I5 je úměrný okamžité hodnotě dvoucestně usměrněného vstupního napětí. Na výstupu tohoto převodníku je aktivní dolní propust (pětipólový Butterworthův filtr – hybridní obvody I6 a I7) s dobou ustálení  $\approx 300 \text{ ms}/0,01 \%$  a se zesílením 1. Při měření st napětí a proudů je výstup převodníku připojen spínačem T4 na vstup a—č převodníku na desce D 468.

### Deska D 463

Na desce D 463 je umístěn:

- vstupní střídavý zesilovač
- proudové bočníky
- řídicí obvody pro spínání relé

Měřené střídavé napětí se přivádí z vnějších svorek  $H_u$  a  $L_u$  přes kondenzátor o kapacitě  $0,47 \mu\text{F}$  (odděluje ss složku měřeného signálu) na vysokonapěťový jazýčkový kontakt relé Re 30, které je spolu s tímto kondenzátorem umístěno na desce D 464.

Na desce D 463 je invertující zesilovač s konstantním vstupním odporem  $1 \text{ M}\Omega$ , osazený hybrid-

Při měření efektivní hodnoty st veličin je dvoucestně usměrněný signál z operačního usměrňovače I3 přiveden na vstup dalších dvou usměrňovačů I1 a I2, na které je ovšem jako předpětí přivedena část výstupního ss napětí. Výstup těchto usměrňovačů je po sečtení a inverzi ve druhém sumačním zesilovači I4 připojen přes fetový spínač T3 na vstup prvního součtového zesilovače, přičemž spínačem T2 se upravuje jeho zesílení na požadovanou hodnotu. Převodník tak měří střední hodnotu střídavého vstupního signálu cejchovanou v efektivní hodnotě pro přibližně harmonický signál, přičemž je snížen vliv nelineárního zkreslení na chybu údaje až do desáté harmonické složky.

Při nulování st převodníku se změnou vstupního napěťového offsetu integrovaného obvodu I6 kompenzuje (pomocí potenciometru STN přístupného na předním panelu přístroje) celkové zbytky ss napětí na výstupu převodníku.

Při kalibraci se nastaví převodník do režimu měření střední hodnoty (T2 a T3 rozepnou) na vstup převodníku se přivede ss napětí  $+2,5 \text{ V}$ , rozepne spínač T1 a vzhledem k zesílení takto zapojeného sumačního zesilovače I5 ( $2 \times$ ) je na výstupu dolní propusti  $+5 \text{ V}$ , odpovídající údaji tabla 20 000. Tento údaj lze dostavit potenciometrem STK na předním panelu, kterým lze v určitých mezích korigovat zesílení součtového zesilovače T5.

Integrovaný obvod I8 slouží spolu s tranzistorem T5 až T7 k ovládní spínačů T1 až T4.

ním integrovaným obvodem s fetovým vstupem I10, chráněným dvojicí diod D1 a D2 proti přepětí. Zesílení tohoto zesilovače je nastavitelné pomocí jazýčkových relé Re 40 a Re 41:

- při měření st proudů, při měření střídavých napětí na rozsahu  $0,2 \text{ V}$  a při kalibraci:  $A_u = 2,5$
- při měření st napětí na rozsahu  $2 \text{ V}$  a  $20 \text{ V}$ :  $A_u = 0,25$
- při měření st napětí na rozsahu  $200 \text{ V}$ ,  $750 \text{ V}$  a při nulování:  $A_u = 0,025$ .

Protože jmenovitý výstupní signál zesilovače je  $5 \text{ V}_{\text{ef}}$  (pro údaj tabla 20 000), je třeba na rozsahu  $200 \text{ V}$ ,  $2 \text{ V}$  a  $0,2 \text{ V}$  a při měření st proudů zařadit za tento zesilovač do kaskády další zesilovač I11. Je osazen monolitickým integrovaným obvodem a je zavazben na zesílení  $A_u = 10$ . Tento zesilovač je připojen do obvodu pomocí relé Re 42 a Re 44.

Při měření st proudů je na vstupní proudové svorky  $H_i$  a  $L_i$  přes relé Re 33 a některého z Re 34 až Re 38 připojen příslušný proudový bočník. Ochranný obvod tvořený tranzistorem T1, T2 a diodami D3 a D4 chrání bočníky před přetížením. Úbytek napětí na bočníku (jehož jmenovitá hodnota je  $0,2 \text{ V}$ ) je přiveden přes relé Re 39, Re 31 a oddělovací kondenzátor C1 na vstup zesilovače, přepnutého na rozsah  $0,2 \text{ V}$ .



Při kalibraci dojde k odpojení vstupní napěťové svorky  $H_u$  (při měření st napětí) – Re 30 na D 464, nebo k odpojení proudových bočníků (při měření st proudů) – Re 39, přičemž příslušný bočník zůstává dále připojen ke svorkám  $H_1$  a  $L_1$ . Přes fetový spínač T3 a sepnutý vysokonapěťový jazýček relé Re 31 je na vstup zesilovače přivedeno ss kalibrační napětí ( $-1$  V). Na výstupu zesilovače I1 je vzhledem k nastavenému zesílení napětí  $+2,5$  V, kterým se kalibruje střední převodník na desce D 462.

Při nulování je opět odpojována svorka  $H_u$  při měření st napětí, při měření st proudů zůstává opět zařazen příslušný bočník. Vstup zesilovače je přes kontakty relé Re 31 a Re 32 připojen na společný vodič plovoucí části. Zesilovač I10 je zavazben jako při měření na rozsahu 750 V. Korekce nuly se provádí na desce D 462.

Řídící obvody pro ovládání relé Re 30 a Re 44 jsou tvořeny integrovanými obvody I1 až I9 spolu s tranzistory T4 až T7.

### Deska D 464

Na desce D 464 je umístěn:

- vstupní ss zesilovač
- odporový dělič pro měření na rozsazích 200 mV a 20 mV.

Při měření ss napětí na rozsahu 20 mV až 20 V se přivádí vstupní napětí (signál SHU) přes odpor R1 a sepnuté relé Re1 na invertující vstup operačního zesilovače I1 (typu AS 131).

Tranzistory T1 a T2 spolu s R1 tvoří ochranu proti přepětí, tranzistory T5, T6 a diody D5 a D6 udržují výstup zesilovače v lineární oblasti převodní charakteristiky. Při měření ss napětí na rozsahu 200 V a 2 kV se na vstupní svorky připojuje napěťový dělič 1 : 100 (odpory R2 až R4) s ochranou proti přepětí (tranzistory T3 a T4).

Kondenzátor C4 s odporem R1 (na rozsazích 200 mV až 20 V a při měření odporů) popřípadě

s odpory R2 až R4 (na rozsazích 200 V a 2 kV) tvoří vstupní filtr pro omezení sériového rušení st napětím. Jeho časová konstanta je 100 ms.

Potenciometr P1 slouží ke kompenzaci vstupního klidového proudu zesilovače, kondenzátor C1 a Re 30 připojuje svorku  $H_u$  na vstup střídavého zesilovače.

Zesilovač je napájen z plovoucího zdroje  $\pm 15$  V\*, přičemž neinvertující vstup zesilovače je připojen na společný vodič  $\perp^*$  plovoucích zdrojů.

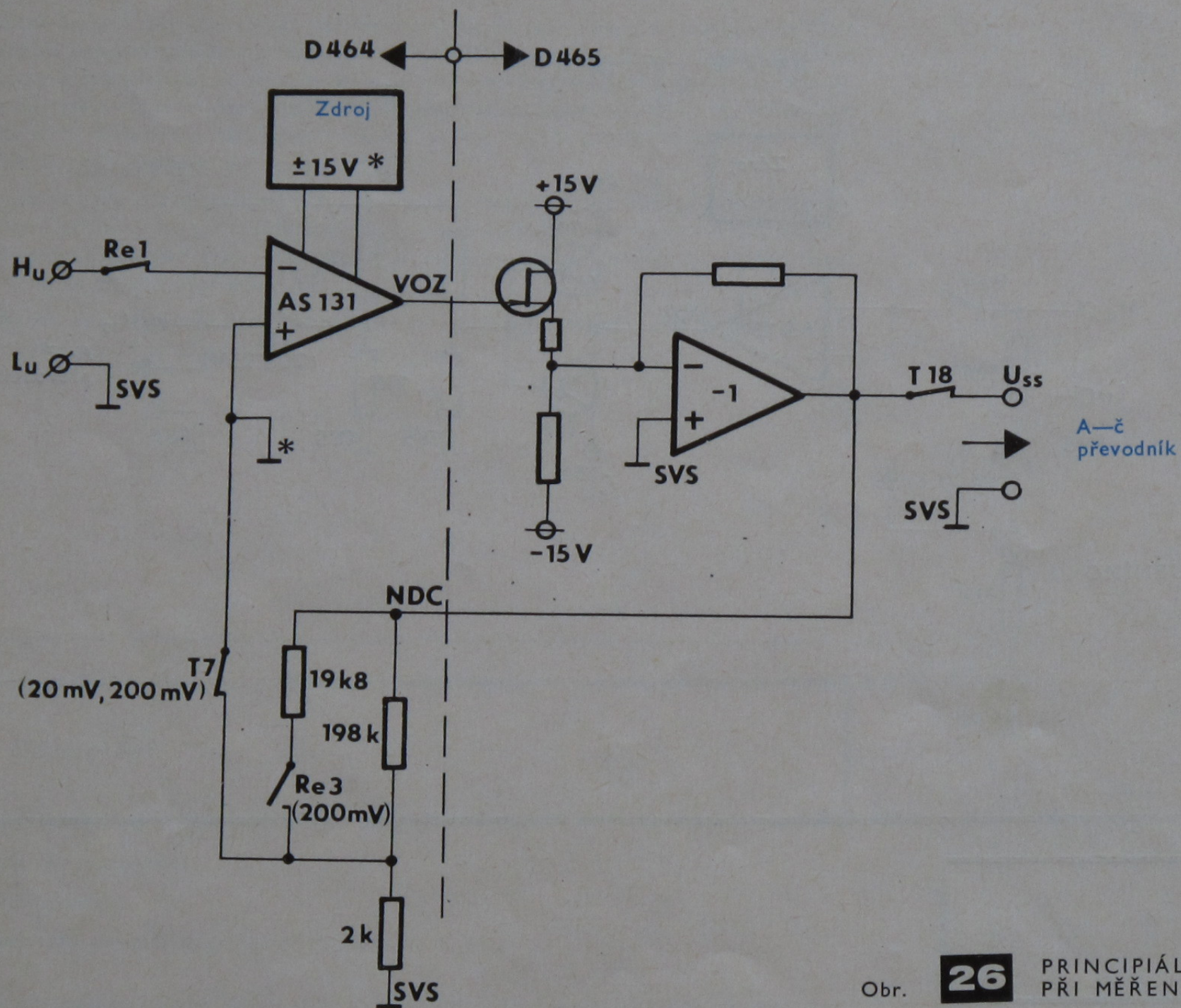
Napěťový dělič tvořený odpory R12 a R13 (po sepnutí spínačů T7 a Re 3) umožňuje nastavit spolu s obvodem na desce D 465 zesílení vstupního zesilovače  $A_u = 10$  (na rozsahu 200 mV) nebo  $A_u = 100$  (na rozsahu 20 mV). Na ostatních napěťových rozsazích pracuje zesilovač v zapojení s jednotkovým zesílením.

Při měření na rozsazích 2 V až 2 kV pracuje vstupní zesilovač jako sledovač, přičemž tranzistory T15 a T16 zapojené na výstup zesilovače umožňují zpracovat napětí vyšší než je napětí napájecích zdrojů  $\pm 15$  V\*. Při měření napětí na rozsahu 200 V a 2 kV se na vstupní svorky připojuje napěťový dělič 1 : 100, a—č převodník vyhodnocuje rozdíl napětí (na rozsahu 2 V a 200 V) nebo 1/10 rozdílu napětí (na rozsahu 20 V a 2 kV) mezi společným vodičem plovoucích zdrojů  $\perp^*$  a společným vodičem napájení  $\perp_{svs}$ . Na rozsahu 2 V a 200 V je sepnut spínač T12, na rozsahu 20 V a 2 kV je sepnut spínač T13.









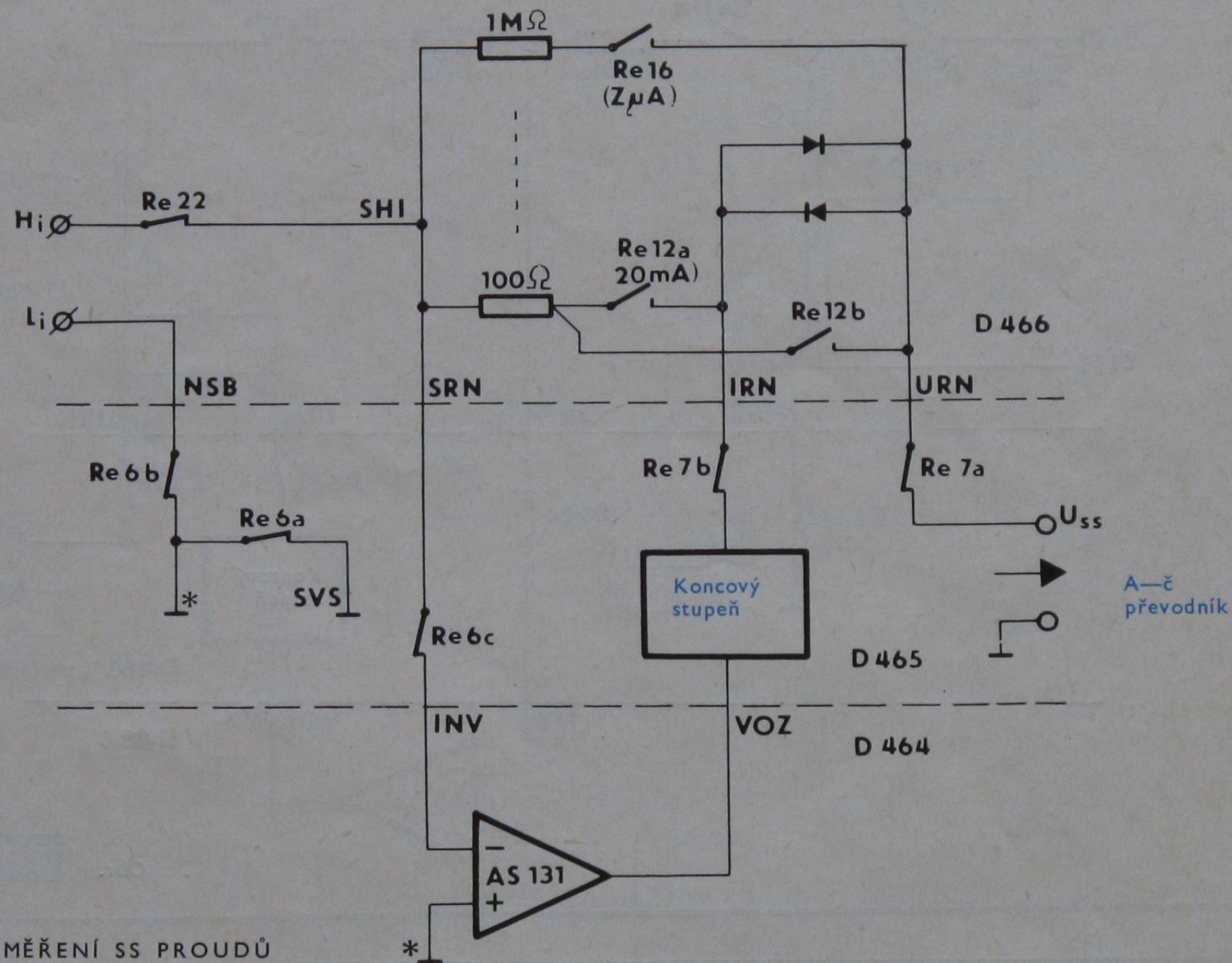
Obr. **26** PRINCIPÁLNÍ SCHÉMA ZAPOJENÍ VSTUPNÍHO ZESILOVAČE PŘI MĚŘENÍ SS NAPĚTÍ NA ROZSAZÍCH 20 mV a 200 mV

Deska **D 466**

Na desce D 466 je umístěna:

- sada normálových odporů pro měření ss proudů a odporů,
- proudové bočníky pro měření na ss rozsazích 200 mA a 2 A,
- řídicí obvody pro ovládání relé.





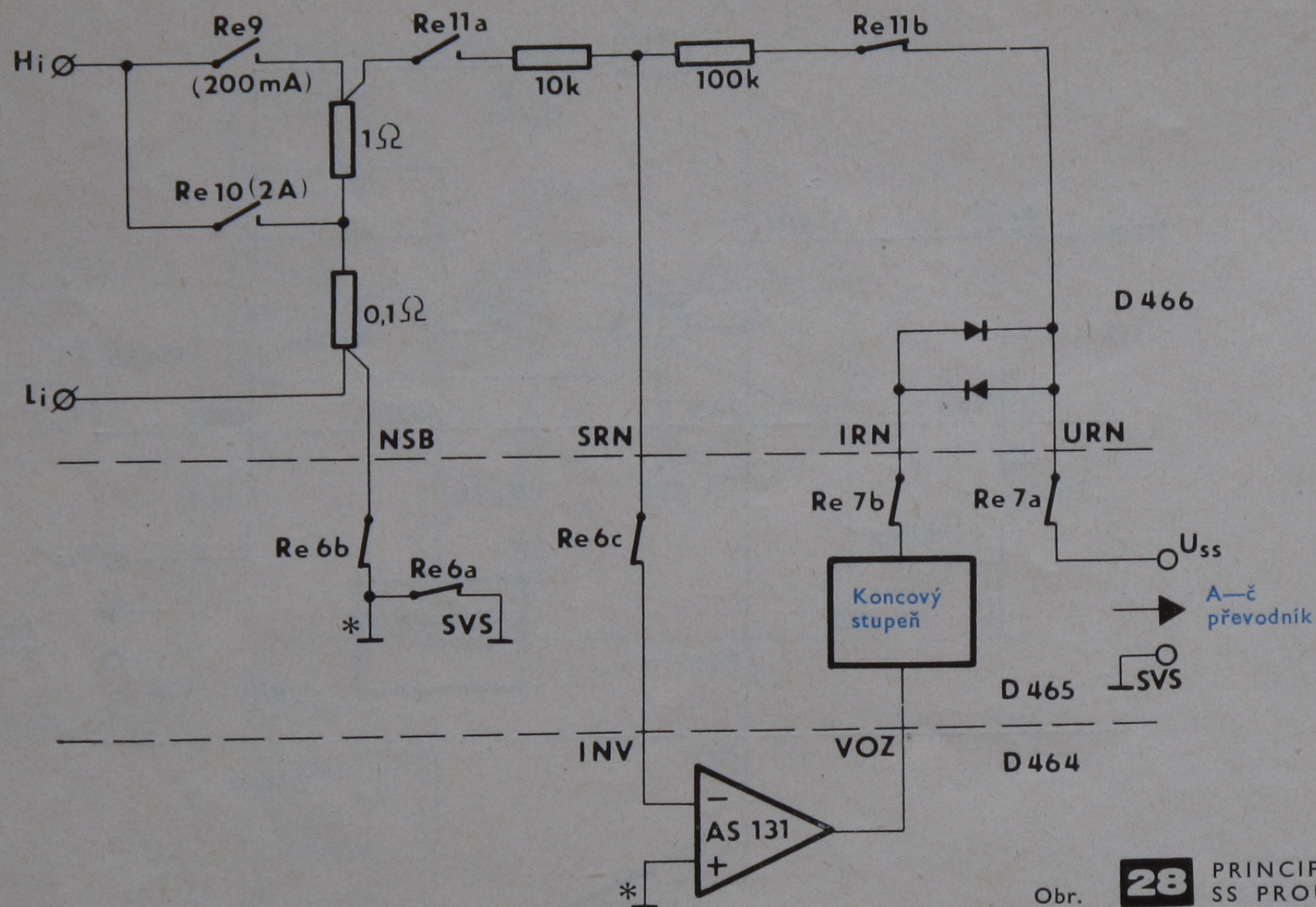
Obr. **27** PRINCIPIÁLNÍ SCHÉMA ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ SS PROUDŮ NA ROZSAZÍCH  $2 \mu\text{A}$  až  $20 \text{ mA}$

Při měření ss proudů na rozsazích  $2 \mu\text{A}$  až  $20 \text{ mA}$  je připojena svorka  $H_1$  přes sepnutý kontakt relé Re 22 na desce D 466 na společný vodič odporových normálů (signál SRN), který je přes kontakt relé Re 6c na D 465 připojen na invertující vstup operačního zesilovače AS 131 na desce D 464.

Jeho neinvertující vstup je připojen přes relé Re 6 se společným vodičem  $\perp_{SVS}$  a dále se svorkou  $L_1$ . Na výstup operačního zesilovače (signál VOZ) je připojen koncový proudový stupeň na desce D 465, který napájí normálové odpory na D 466. Výstupní signál převodníku proudu

na napětí (URN) se přes kontakt relé Re 7a na D 465 přivádí na a—č převodník (signál  $U_{SS}$ ). Na ss rozsazích  $200 \text{ mA}$  a  $2 \text{ A}$  se měří úbytek napětí na bočnicích (jmenovitý úbytek  $0,2 \text{ V}$ ), přičemž vstupní zesilovač pracuje v invertujícím zapojení se zesílením  $A_u = -10$ . Na vstupní proudovou svorku  $H_1$  se pomocí relé Re 9 nebo Re 10 na D 466 připojuje příslušný bočník, dva normálové odpory ( $10 \text{ k}\Omega$  a  $100 \text{ k}\Omega$ ) připojené pomocí relé Re 11 určují zesílení vstupního zesilovače. Výstupní signál převodníku (URN) je opět připojen přes kontakt relé Re 7a na D 465 na a—č převodník (signál  $U_{SS}$ ).





Obr. **28** PRINCIPIÁLNÍ SCHÉMA ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ SS PROUDŮ NA ROZSAZÍCH 200 mA a 2 A

### Deska D 467

Na desce D 467 je:

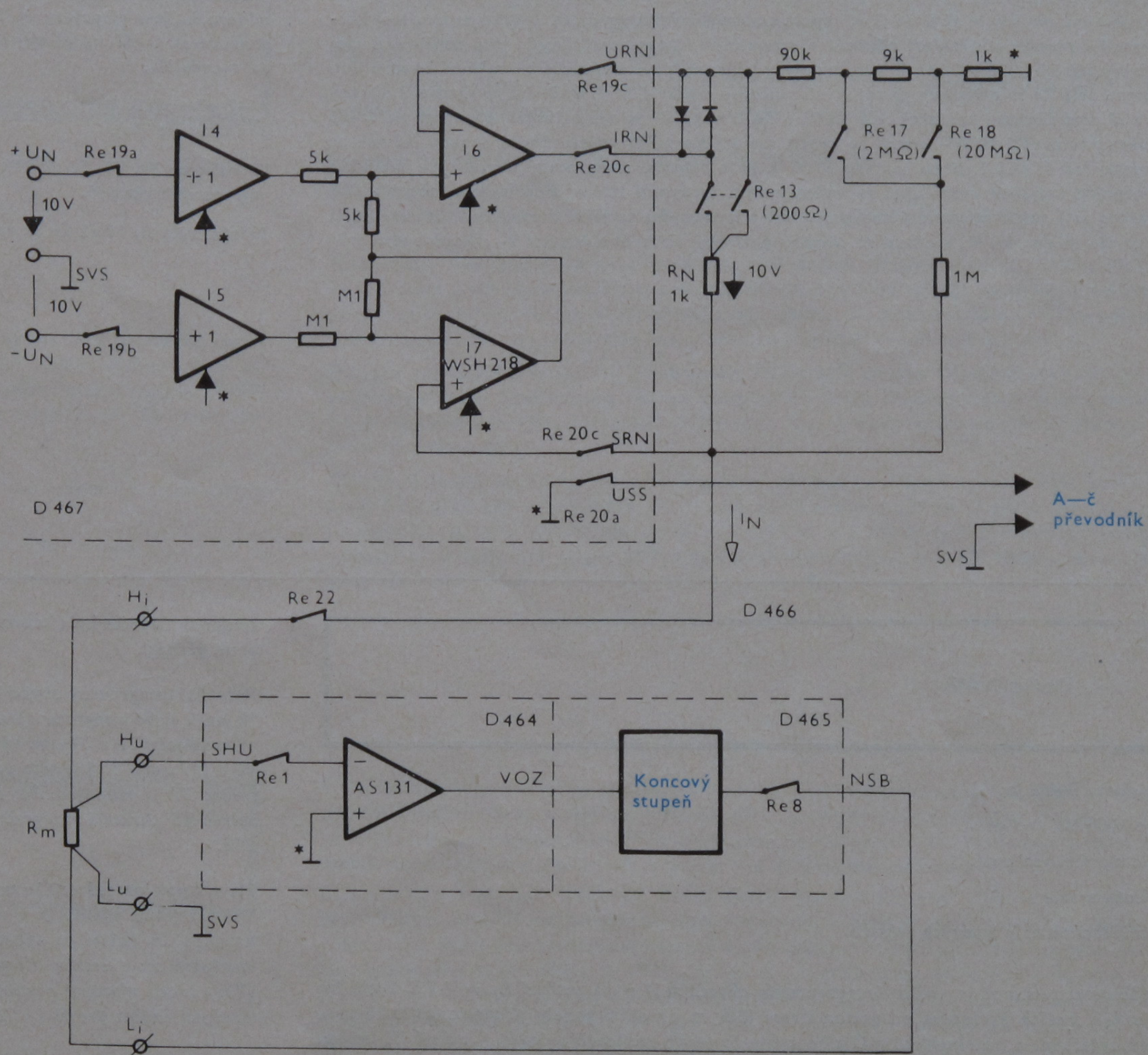
- zdroj referenčního napětí pro kalibraci,
- zdroj referenčního napětí pro a—č převodník,

- zdroj referenčního proudu pro převodník odporu na napětí,
- řídicí obvody pro spínání relé.

Zdroj referenčního napětí je tvořen teplotně kompenzovanou Zenerovou diodou (TKZD) napájenou ze zdroje konstantního proudu (integrovaný obvod I3). Odporový dělič složený z odporů R18 až R23 umožňuje získat napětí pro kalibraci ss části ( $-2$  V, signál INV) i pro kalibraci st části ( $-1$  V, signál UKH).

Zdroje referenčního napětí  $\pm 10$  V pro a—č převodník jsou tvořeny integrovanými obvody I1 a I2. Oba pracují v invertujícím zapojení, I1 s takovým zesílením, aby na jeho výstupu bylo  $+10$  V, I2 se zesílením  $A_u = -1$ .





Obr. **29** PRINCIPIÁLNÍ SCHÉMA ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ ODPORŮ



Integrované obvody I4 až I7 na D 467 spolu s normálovými odpory na D 466 vytváří zdroj konstantního proudu při měření odporů. Všechny čtyři integrované obvody jsou napájeny z plovoucích zdrojů  $\pm 15 \text{ V}^*$ . I4 a I5 jsou zapojeny jako napěťové sledovače při měření odporů jsou pomocí relé Re 19 připojeny na zdroj referenčního napětí  $\pm 10 \text{ V}$ . Další dva integrované obvody I6 a I7 přes sepnuté kontakty relé Re 19 a Re 20 zajišťují na normálových odporech na D 466 konstantní napětí  $10 \text{ V}$  – obvod se proto chová jako zdroj referenčního proudu ( $10 \text{ mA}$  na rozsahu  $200 \Omega$  až  $0,1 \mu\text{A}$  na rozsahu  $20 \text{ M}$ ). I8 je hybridní integrovaný obvod typu WSH 218 s fetovým vstupem vyznačující se velice malým vstupním klidovým proudem (několik pA), a proto celý tento referenční proud tekoucí odporem  $R_N$  se přivádí přes kontakt relé Re 22 na D 466 na svorku  $H_i$  a odtud na proudové svorky měřeného odporu  $R_m$ . Napěťové svorky

odporu  $R_m$  jsou připojeny na  $H_u$  a  $L_u$ , vstupní zesilovač na D 464 spolu s koncovým proudovým stupněm na D 465 zajistí, aby na společném vodiči plovoucích zdrojů  $\perp^*$  bylo totéž napětí jako na svorce  $H_u$ .

A—č převodník opět vyhodnocuje rozdíl napětí mezi  $\perp^*$  a  $\perp_{svs}$  (signál  $U_{SS}$  na sepnutém kontaktu Re 20a).

Tranzistory T2, T3, T6 až T16 a diody D2 až D14 tvoří ochrany proti přepětí na vstupech integrovaných obvodů.

Spínání relé Re 19 až Re 22 zajišťuje integrovaný obvod I8 spolu s tranzistorem T 19.

### Deska D 468

Na desce D 468 je:

- oddělovací zesilovač,
- integrační zesilovač,
- komparátor,
- ovládací obvody fetových spínačů.

Oddělovací zesilovač je tvořen integrovaným obvodem I1 a má zesílení  $A_u = +2,5$ , které lze v jistých mezích korigovat potenciometrem SSK na předním panelu přístroje (ss kalibrace). Před začátkem a po skončení měřicího cyklu je tento zesilovač nulován – spínač T3 odpojí vstupní napětí  $U_{SS}$  a neinvertující vstup se spojí přes T4 s  $\perp_{svs}$ . Spínač T5 při nulování zvyšuje zesílení zesilovače tak, aby nulovací obvod v integrátoru vykompenzoval chybu způsobenou

vstupním napěťovým ofsetem I1. Tranzistory T1 a T2 a diody D1 a D2 chrání vstup zesilovače proti přepětí.

Hybridní integrovaný obvod I2 (typu WSH 218) je zapojen jako integrátor s časovou konstantou  $12 \text{ ms}$ . V době integrace měřeného napětí (takt  $Q_B$ ) je po dobu  $20 \text{ ms}$  připojen vstup integrátoru přes spínače T7 a T31 na výstup oddělovacího zesilovače. V dalším taktu ( $Q_D$ ) je přes spínač T8 a T17 nebo T 18 (podle polaroty měřeného napětí) připojen integrátor na  $+U_N$  nebo  $-U_N$ , spínač T7 je rozpojen. Při pomalé integraci normálového napětí (takt  $Q_E$ ) je T8 rozpojen, spínač T9 zkratuje integrační odpor R16 a do vstupu integrátoru je připojen pouze odpor R18.

Na výstupu integrátoru je zapojen diferenciální stupeň s tranzistorem T14 a emitorový sledovač T15, na jehož výstup je v režimu nulování integrátoru připojena přes spínač T11 paměťová kapacita C5, nabitá na napětí rovnající se okamžité hodnotě vstupní napěťové nesymetrie T2. Komparátor je osazen integrovaným obvodem I3 (B110C), za ním je zapojen další zesilovač (T19), jehož výstupní napěťové úrovně jsou slučitelné s TTL logikou. Diody D5 a D7 zajišťují napájecí napětí pro I3 ( $+12 \text{ V}$  a  $-6 \text{ V}$ ).

Odporovými trimry P2 až P4 lze nastavovat linearitu převodníku při malých vstupních napětích. Ovládání fetových spínačů zajišťují tranzistory T21 až T30 a hybridní integrovaný obvod I4.



## Deska D 469

Na desce D 469 jsou obvody řídicí činnosti a—č převodníku:

- zdroje časových pulsů,
- paměť průchodu komparátoru rozhodovací úrovní,
- obvody překročení údaje,
- obvody řízení spínačů integrátoru.

Obvody zdroje časových pulsů tvoří dva pětibitové posuvné registry I5 a I7. Měřicí cyklus (takt  $Q_A$ ) začíná pulsem SCP generovaným na D 470 a přivedeným na paralelní předvolbu I5, takt  $Q_A$  i  $Q_B$  končí přechodem signálu V 46 z úrovně „L“ do „H“ (odpovídá stavu čítače 400 000) – vykývne monostabilní klopný I16/8 a posune posuvný registr ze stavu  $Q_A$  do  $Q_B$  respektive z  $Q_B$  do  $Q_{C1}$ . Takty  $Q_{C1}$  i  $Q_{C2}$  trvají  $5 \mu s$  (končí je pulsy  $F10_8$ ).

Paměť průchodu komparátoru rozhodovací úrovní tvoří J—K klopný obvod I15, jehož výstup je nahráván do stavu „H“ buď:

- průchodem komparátoru rozhodovací úrovní, tj. změnou signálu CMP, v taktu  $Q_D$ ,
- stavem čítače na D 470 (231 000) v taktu  $Q_D$ .

## Deska D 470

Na desce D 470 je:

- řídicí oscilátor,
- reversibilní čítač,
- obvody řízení a zdroj posouvacích pulsů.

Oba tyto stavy po nafázování na taktovací frekvenci (pulsy  $F10_8$  mají za následek ukončení taktu  $Q_D$ ). J—K klopný obvod je nahráván do stavu „L“:

- pulsem  $\overline{SNP}$  (před zahájením měření),
- průchodem komparátoru rozhodovací úrovní v taktu  $Q_E$ , tj. změnou signálu CMP – po nafázování na taktovací frekvenci (pulsy  $F10_2$ ) se ukončí takt  $Q_E$ .

Pomocný R—S klopný obvod (I11/6) je nahráván do stavu „H“:

- v taktu  $Q_{C2}$  pulsem  $F10_N$ ,
- po nahrání J—K klopného obvodu do stavu „H“ v taktu  $Q_D$  – pulsem  $F10_N$ .

Jeho inverzní výstup hradluje změnu J—K klopného obvodu při přechodu z  $Q_{C2}$  do  $Q_D$  a z  $Q_D$  do  $Q_E$ , která může nastat zámkem komparátoru při přepínání spínačů integrátoru na D 468 při měření malých napětí. Ukončení měřicího cyklu (taktu  $Q_F$ ) nastává signálem  $\overline{SKP}$  po přenosu informací z plovoucí do neplovoucí části – posuvný registr I7 se posouvá do taktu  $Q_G$ .

Ovládání normálových spínačů na D 468 signály  $\overline{SNZ}$  a  $\overline{SNK}$  provádí D klopný obvod (I1) podle polarity měřeného signálu (stavu výstupu komparátoru CMP). Připnutí těchto spínačů nastává  $0,5 \mu s$  před začátkem taktu  $Q_D$  (pulsem  $F10$  v taktu  $Q_{C2}$ ), k jejich reverzi na začátku  $Q_E$  a odepnutí na začátku  $Q_F$ .

Další R—S klopný obvod (I2) řídí spínače nulující integrační zesilovač signálem  $\overline{RNI}$ . Nulování končí 2 ms před ukončením taktu  $Q_A$  (I9 vyhodnocuje stav čítače na D 470 – 396 000 a do skončení  $Q_A$ , tj. stavu 400 000, zbývá 4000 bitů  $\times 0,5 \mu s = 2 \text{ ms}$ ). Integrátor začíná být nulován na počátku měřicího cyklu (signál  $\overline{SNP}$ ) a dále po skončení měření, přesněji řečeno po skončení taktu  $Q_E$ .

Řídicí oscilátor je pro dosažení co nejvyššího potlačení sériového rušení fázově vázán na kmitočty sítě. Střídavé napětí o síťovém kmitočtu (SFR) je přiváděno z napájecího transformátoru na 3pólový Butterworthův aktivní filtr s emitorovým sledovačem T1. Tento filtr snižuje vliv vyšších harmonických a impulsních rušení ze sítě na kmitočty oscilátoru.

Za tento filtr je zapojen Schmittův klopný obvod, tvarující sinusové napětí z filtru na sled impulsů s periodou 20 ms. Následující dělič dvěma (I9) vytváří impulsy o kmitočtu 25 Hz se střídou 1 : 1, které jsou ve fázovém detektoru (I10) porovnávány s kmitočtem řízeného oscilátoru vyděleného 80 000 (děliče I4 až I8). Podle toho, je-li kmitočet oscilátoru nižší nebo vyšší než násobek kmitočtu sítě, otevře se pulsně tranzistor T3 nebo T4 a tím vzroste nebo poklesne napětí na paměťové kapacitě C9. Aby po dobu měřicího cyklu nedošlo ke změně kmitočtu oscilátoru, je druhá paměťová kapacita C10 oddělena dvojicí spínačů T5 a T6, které jsou sepnuty jen v taktu  $Q_G$ . Napětím z paměťové kapacity je řízen varikap D3, jehož kapacita určuje spolu



s indukčností L1 kmitočet Clappova oscilátoru (T10). Z emitoru T10 je odebírán signál na zesilovač T11 a dále na tvarovač T12, na jehož výstupu je signál o kmitočtu 2 MHz vázaný fázově na kmitočet sítě, s úrovní TTL.

Čítač je tvořen šesti reverzibilními čítači I18 až I23, z nichž tři umožňují paralelní předvolbu do určitého stavu podle způsobu ovládání, čímž je určena doba trvání taktu  $Q_A$ .

Předvolba do stavu:

- 800 000 – při automatické volbě rozsahů, RCA = „H“ (QAP je na úrovni „H“). Pak takt  $Q_A$  trvá 300 ms (při DPA = „L“) nebo 1,2 s (při DPA = „H“),
- 360 000 – při automatické volbě rozsahů RCA = „H“, QAP = „L“ – pak  $Q_A$  trvá 20 ms,
- 396 000 – při ruční volbě rozsahů (RCA = „L“) trvá  $Q_A$  2 ms.

V taktu  $Q_A$  je odhradlován vstup první dekády a čítač se plní do stavu 400 000 hodinovým kmitočtem 2 MHz (při DPA = „L“), popřípadě kmitočtem 500 kHz (při DPA = „H“).

V taktu  $Q_B$  se plní opět čítač do druhé dekády kmitočtem 2 MHz do stavu 400 000 ( $Q_B$  trvá 20 ms) v taktu  $Q_D$  je odhradlována třetí dekáda a hodinový kmitočet je 200 kHz, v taktu  $Q_E$  se přivádí kmitočet 200 kHz do vstupu pro počítání vzad první dekády.

Po ukončení měřicího cyklu jsou vstupy čítače zahradlovány a jeho obsah odpovídá hodnotě měřeného napětí v kódu BCD. Nulovací signál  $\overline{NCP}$  je generován na D 469 při překročení údaje 230 000 a zajišťuje nulování posledních čtyř dekád.

Řídící obvody tvoří 8bitový posuvný registr I1 zapojený jako 10 bitový kruhový čítač. Stavů Q1 až Q4 slouží postupně k nulování čítače, paralelní předvolbě čítače a startování číslicového převodu. Stavů Q5 až Q8 jsou využity pro vytvoření sledu pulsů F10<sub>N</sub>, F10, F10<sub>S</sub>, F10<sub>Z</sub>, řídící činnost logiky na D 469 v taktech  $Q_{C2}$  až  $Q_E$ .

## Deska D 471

Na desce D 471 se nachází:

- multiplexer pro přenos informací do neplovoucí části,
- paměti maxima a minima,
- demultiplexer informací z neplovoucí části.

Obvody pro přenos informací o velikosti měřené veličiny (tj. stav hlavního čítače) jsou tvořeny čtyřmi osmikanálovými multiplexery I1 až I4 a obvody řídícími jejich činnost. Přenos informace do neplovoucí části probíhá v taktu  $Q_F$ . Na jeho počátku se uvolní nulovací vstup klopného obvodu typu D (I6) a první sestupnou hranou hodin (signál F125 o kmitočtu 125 kHz) po vydělení dvěma se na I6/5 přehrává úroveň „H“. Tím se odhradluje vstup binárního čítače I5 a ten začne být

plněn hodinovými pulsy. Jeho výstup adresuje postupně všechny vstupy multiplexerů I1 až I4, jejich výstupy jsou připojeny na čtyři přenosové členy PV1 až PV4. Po sestupné hraně devátého hodinového pulsu se na I20/6 objeví úroveň „L“, překlopí se obvod I6 (na I6/5 bude úroveň „L“) tím se zahradluje vstup čítače I5. Současně dojde k odhradlování vstupu I8/1 a první následující hodinový puls ukončí takt  $Q_E$  (signál  $\overline{SKP}$ ), PQF se změní na úroveň „L“ a I5 a I6 jsou trvale nulovány. Přenosovým členem PV5 je přenášeno 9 hodinových pulsů do neplovoucí části pro demultiplexování přenášených informací.

Paměti maxima a minima pro automatickou volbu rozsahu jsou tvořeny dvěma R—S klopnými obvody (I9). Na počátku měřicího cyklu se signálem  $\overline{SNP}$  nahrává paměť maxima (I9/11) do „L“, paměť minima (I9/3) do „H“. Pokud v taktu  $Q_D$  dosáhne čítač stavu 20 000 ( $V25 = „H“$ ), překlopí se paměť minima. Pokud projde čítač úrovní 220 000 v taktu  $Q_D$ , vyhodnotí se tento stav na D 469 a signálem  $\overline{HMA}$  se překlápí paměť maxima. Obsah obou těchto pamětí se přenáší přenosovými členy PV3 a PV4 do neplovoucí části.

Informace o zadávaném rozsahu a režimu činnosti se přenáší cyklicky v sériovém tvaru z neplovoucí do plovoucí části pomocí přenosových členů PI6 a PI7. Přenosovým členem PI7 se přenáší cyklicky 15 hodinových pulsů, šestnáctý synchronizační je vynechán. Informace je



přiváděna na vstup posuvného registru I17, posuvný registr I18 je zapojen v sérii s I17. Hodinové pulsy informací v registrech posouvají, 16 chybějícím hodinovým pulsem přestane být hradlována derivační špička z členu R2, C2, která přehraje paralelní výstup registrů do pamětí I11 až I13. Rozsah měřené veličiny je dále dekódován v I10 z kódu 4.2.1 na kód 1 z n.

Následující kombinační logika slouží k nastavení doby trvání taktu  $G_A$ . Signál QAP je v úrovni „H“ na rozsazích 200 mV<sub>ss</sub>, 2  $\mu$ Ass, 2 M $\Omega$ , 20 M $\Omega$ , při střídavých měřeních a mění se jím stav čítače při předvolbě v taktu  $Q_A$ . Signálem DPA (má úroveň „L“ při 200 mV<sub>ss</sub> a 20 M $\Omega$ ) se mění kmitočet, kterým je vyprázdněn v  $Q_A$  čítač.

## Deska D 472

Deska D 472 obsahuje zdroje pro napájení plovoucí části multimetru:

- zdroj +5 V
- zdroj +15 V, -15 V,
- zdroj -20 V,
- plovoucí zdroj +15 V\*, -15 V\*.

### Zdroj +5 V

slouží k napájení logických obvodů. Je tvořen čtveřicí diod v můstkovém zapojení umístěných na chladicí bočnici, dále filtračními kondenzátory C1 až C4 a dvojicí monolitických stabilizátorů napětí +5 V (typu MA 7805), které se rovněž nacházejí na chladicí bočnici. Stabilizátory MA 7805 obsahují referenční zdroj napětí, napěťový regulátor a proudovou a tepelnou pojistku. Přepěťová pojistka je realizována na D 472 a tvoří ji dvojice tranzistorů T1 a T2, které se při zvýšení výstupního napětí nad úroveň nastavenou trimry P1 a P2 otevřou, sepne tyristor Ty1 a dojde k přetavení pojistky Po1.

### Zdroj +15 V, -15 V

napájí analogové obvody plovoucí části. Zdroj je tvořen dvěma dvoucestnými usměrňovači (diodami D2 až D5, filtračními kondenzátory C9 až C12) a hybridním stabilizátorem WSH 913. Pro zvýšení výstupního proudu je použito dvou výkonových tranzistorů (KU 602, KU 615) umístěných na chladicí bočnici. Stabilizátor WSH 913 obsahuje zdroj referenčního napětí, dva napěťové regulátory a proudové pojistky, nastavené na omezení asi při 500 mA. Zdroje jsou chráněny tavnými pojistkami Po2 a Po3.

### Zdroj -20 V

slouží k napájení spínacích obvodů pro fetové spínače na desce D 468 a D 470. Výstupní napětí je získáno součtem napětí -15 V a -5 V ze stabilizátoru tvořeného můstkovým usměrňovačem (diody D6 až D9), filtračním kondenzátorem C15 a monolitickým integrovaným stabilizátorem MAA 723. Jeho proudová pojistka je nastavena přibližně na 50 mA, proti přetížení je zdroj chráněn pojistkou Po4.

### Plovoucí zdroj +15 V\*, -15 V\*

je určen pro napájení vstupního stejnosměrného zesilovače na deskách D 464 a D 465 a zdroj normálového proudu na D 467. Z důvodu dokonalého galvanického oddělení je zdroj řešen jako multivibrátor napájený přes LC filtr (tlumivka T11, C17) ze zdroje -15 V. Multivibrátor kmitá na kmitočtu přibližně 10 kHz. Na sekundární straně transformátoru tvořeného feritovým hrníčkovým jádrem je napětí < 18 V, které je usměrněno dvoucestnými usměrňovači (diodami D12 až D15, kondenzátory C20, C21) a stabilizováno hybridním stabilizátorem WSH 913 na  $\pm 15$  V. Proudové pojistky jsou nastaveny přibližně na proud 50 mA.



---

### Deska **D 476**

na plovoucí kabeláži D 476 jsou umístěny:

- konektory pro zasunutí desek D 462 až D 472,
- integrované obvody I1 (sloužící k buzení přenosových transformátorů Tr1 až Tr5) a I2, tvořící tři R—S klopné obvody pro příjem informací z neplovoucí části (Tr6 až Tr8).

Součásti plovoucí části přístroje jsou dále:

- vstupní svorky,
- potenciometry pro nulování a kalibraci ss i st části,
- chladičí bočnice, na které jsou umístěny výkonové tranzistory T1 a T2, zdroje napětí +5 V HO1 a HO2 a čtveřice výkonových usměrňovacích diod D1 až D4.



## POPIS DESEK NEPLOVOUCÍ ČÁSTI

### Deska D 473

Na desce D 473 jsou:

- obvody pro záznam informací z plovoucí části,
- obvody pro multiplexní zobrazování informací na table,
- paměti pro paralelní výstup informací,
- obvody řídicí rozsvícení indikačních LED diod na table.

Při zápisu informace v taktu  $Q_F$  do 64 bitové paměti I20 se využívá výstupů přenosových členů PI1 až PI4 (informace) a PI5 (hodiny), zapojených jako R—S klopné obvody.

První hodinový puls projde vzhledem ke stavu J—K klopného obvodu I2 (úroveň „H“ na I2/6 přes hradlo I3/3, čímž se vynuluje binární čítač I6 a překlopí R—S klopné obvody I5/8 a I5/6.

Tím dojde k pohasnutí tabla (úroveň „L“ na I23/3, 4, 5 – dekodéru pro sedmissegmentový displej), ke zhasnutí kladného polaritního znaménka (signál  $\overline{ZZK}$  v úrovni „H“) a k zahradlo-

vání vstupu pulsů z interního generátoru do binárního čítače I6. Sestupnou hranou prvního impulsu se přehraje J—K klopný obvod do stavu „H“ na I2/8 a další hodinové pulsy přes hradlo I7/6 a I5/6 postupně zvyšují obsah čítače I6, který adresuje buňky v paměti I14, na který se zapisují čtveřice bitů z PI1 až PI4. Zapisovací pulsy jsou odvozeny z nástupných hran 2. až 8. hodinového impulsu, zapisuje se na adresu 000 až 110. Náběžnou hranou 9. pulsu končí zápis (puls PKZ = 9. hodinový puls). Pokud není zvolena automatická volba rozsahů nebo je údaj při automatické volbě v daných mezích, objeví se na výstupním konektoru KV puls  $\overline{PRT}$ , překlopí R—S paměť I15/6 a tablo se rozsvítí.

Ve všech ostatních taktech kromě  $Q_F$  je čítač I6 plněn pulsy z interního multivibrátoru (I1/6), výstup z postupně adresovaných paměťových buněk je přiváděn na dekodér pro sedmissegmentový displej I23 spínající katody zobrazovacích elementů na table na desce D 478. Anody těchto elementů jsou spínány tranzistory T6 až T11, které jsou buzeny z dekodéru kódu BCD na 1 z n (I16).

Při zápisu do paměti I14 se vstupní informace zaznamenávají současně i do posuvných registrů I9, I10, I18 a I19 sloužících jako vyrovnávací paměti pro paralelní výstup informací o velikosti měřené veličiny na konektoru KV.

Ostatní obvody spolu s tranzistory T1 až T4 rozžínají LED diody signalizující měření střídavých veličin ( $\overline{ZST}$ ), měření efektivní hodnoty ( $\overline{ZEF}$ ), dálkové ovládání přístroje ( $\overline{ZCD}$ ) a dále spínají segment polaritního indikačního elementu ( $\overline{ZZN}$ ).

### Deska D 474

Na desce D 474 jsou:

- obvody pro přenos informací z neplovoucí do plovoucí části,
- obvody pro generování startu měřicího cyklu.

Integrované obvody I1 až I6 umožňují ovládání multimetru buď z předních tlačítek nebo dálkově pomocí signálů z konektoru KV. Výstup informací v zvoleném rozsahu a režimu činnosti se přivádí na šestnáctikanálový multiplexer I7. Multivibrátor (tranzistory T1 a T2) plní binární čítač I10, jehož výstup postupně adresuje kanály multiplexeru I7.

Z jeho výstupu je buzen přenosový člen PV6, hradlo I8/6 vyklíčková šestnáctý hodinový puls pro synchronizaci.

Schmittův klopný obvod (T3, I12/12, I12/10) generuje po zapnutí sítě impuls nastavující multimetr do základního stavu.

Střídavé napětí o síťovém kmitočtu (SIS) se přivádí z napájecího transformátoru na tvarovací obvod (T4, I21/4, I21/6), za který je zařazena kaskáda čítačů sloužící ke generování interních startů po 400 ms (I17/6), popřípadě po 1,6 s (I17/8) při automatické volbě rozsahů na rozsazích 200 mV ss a 20 M $\Omega$ . V režimu dálkové ovládání zadaném z konektoru KV (signálem  $\overline{DAL}$ ) nebo z předního panelu, pokud není tento signál hradlován (signálem  $\overline{DAH}$ ), a také při volbě externího startování (signál EXT) je možno startovat buď dálkově signálem SPE nebo tlačítkem „Start 1 x“ (ovládá R—S klopný obvod I20/3 a I19/2). Vlastní impuls  $\overline{STT}$  startující měřicí cyklus je generován v monostabilním klopném obvodu I9 a je přenášen do plovoucí části samostatným přenosovým členem PV8.



## Deska D 475

Na desce D 475 je:

- dekodér sepnutí tlačítka volby rozsahu,
- čítač exponentu rozsahu při automatické volbě rozsahů s řídicími obvody,
- obvody ovládající ostatní indikační prvky na table.

Dekodér sepnutí tlačítka volby rozsahu převádí kód 1 z n od tlačítek z předního panelu na kód binární (I19, I20). Podle úrovně signálu RCD (při dálkovém ovládní RCD = „H“, při místním RCD = „L“) se pak uplatňují signály EE1 až EE3 (při externí volbě rozsahu z konektoru KV) nebo signály STB až STH (při místní volbě rozsahu). Není-li zvolena automatická volba rozsahu, odpovídající signály na výstupu binárního reverzibilního čítače I7 přímo signálům na jeho vstupech (čítač je v režimu předvolba).

Při přechodu na automatickou volbu rozsahů a potom při jakékoliv změně činnosti se volí nejvyšší společný rozsah (200 V, mA, k $\Omega$ ) pomocí pulsů z monostabilních klopných obvodů

(I3). Při automatické volbě rozsahů je zahradlováno místní i dálkové zadávání rozsahu (I1). Po skončení měřicího cyklu posune puls PPA čítač exponentu rozsahu:

- o 1 nahoru, pokud údaj přesáhl 220 000 (signál MAX = „H“) a nebyl dosud zvolen maximální rozsah,
- o 1 dolů, pokud údaj nedosáhl 20 000 (signál MIN = „H“) a nebyl dosud zvolen minimální rozsah se změnou exponentu, dochází ihned k dalšímu startu měřicího cyklu signálem SPA.

Pokud byl zvolen maximální rozsah, minimální rozsah nebo je údaj v požadovaných mezích (signál MIN + MAX = „L“), projde puls FKZ končící takt  $Q_T$  přes hradlo I9/8 a puls PRT rozsvítí tablo a ukončí měření.

R—S klopný obvod I11/8, I10/8 ovládaný nulovacím tlačítkem hradluje posouvání exponentu směrem dolů při automatické volbě rozsahů a stisknutém tlačítku „NULOVÁNÍ“.

Integrovaný obvod I18 je dekodér BCD na kód 1 z n a jeho výstupy ovládají spínače desetinných teček (T7 až T9) na indikačních elementech a dále spínače LED diod indikujících měřenou veličinu (T1 až T6).

Na výstupech I5 se objeví úroveň „L“, pokud došlo ke zvolení maximálního rozsahu dané měřené veličiny, na výstupech I4 je úroveň „L“, pokud je zvolen minimální rozsah.

## Deska D 478

Na této desce je:

- 6 indikačních sedmisegmentových elementů po zobrazení údaje o velikosti měřené veličiny,
- indikační element zobrazující polaritu měřené ss veličiny,
- LED diody indikující měřenou veličinu a jednotku měřené veličiny.

Tablo je do neplovoucí kabeláže připojeno pomocí konektoru KZ.



## Deska D 477

Na desce neplovoucí kabeláže D 477 jsou:

- konektory pro zasunutí desek D 473 až D 475,
- zdroj +5 V pro napájení neplovoucí části přístroje spolu s ochranou proti přepětí (tranzistor T1 způsobí sepnutí tyristoru Ty1, který přepalí pojistku Po2).

Součástí neplovoucí části jsou dále:

- síťová pojistka,
- odrušovací člen,
- síťové tlačítko (M1T 291) nebo síťový vypínač (M1T 290),
- ostatní ovládací tlačítka, připojená na neplovoucí kabeláž konektorem KT,
- přenosové impulsní transformátory TR1 až TR8 připojené pomocí konektoru KP,
- napájecí síťový transformátor,
- výstupní konektor KV.



## SEZNAM SOUČÁSTÍ

### SOUČÁSTI V PLOVOUCÍ ČÁSTI

SOUČÁSTI NA DESCE D 476 (PLOVOUCÍ KABELÁŽ)	Integrované obvody	I1, I2	MH 7404		
	Odpory	R1 až R5	TR 191	56 R	± 5 %
	Kondenzátory	C1 až C3 C4 až C8	TK 724 TK 724	470p 4n7	
SOUČÁSTI V KABELÁŽI PLOVOUCÍ ČÁSTI	Integrované obvody	HO 1, HO 2	MA 7805		
	Tranzistory	T1 T2	KD 602 KD 615		
	Diody	D1 až D4	KY 708		
	Potenciometry	POT SSN	TP 190	50K	
		POT STN	TP 190	10K	
POT SSK		TP 190	100R		
POT STK		TP 190	10K		
SOUČÁSTI NA DESCE D 462 (PŘEVODNÍK ST/SS)	Integrované obvody	I1 až I3	WSH 115A		
		I4, I5	MAA 741		
		I6, I7	WSH 218A		
		I8	MH 7410		
	Tranzistory	T1 až T3	2N 4391		
		T4	2N 4392		
		T5 až T7	KF 517		
	Diody	D1 až D6	KA 206		
		D7 až D10	KA 261		
	Odpory	R1	TR151	1K5	± 5 %
		R2	WK68169	10K + 10K + 5K + 8K16 + 10K	± 0,1 %
		R3	TR151	470R	± 5 %
		R4	TR151	2K2	± 5 %
R5		WK68169	17K32 + 10K + 5K + 14K14 + 17K2	± 0,1 %	
R6		TR151	470R	± 5 %	
R7		TR151	3K3	± 5 %	
R8		WK68154	3 × 10K	± 0,1 %	
R9		TR151	4K7	± 5 %	
R10		TR151	47R	± 5 %	
R11		WK68164	10K + 5K + 10K + 10K + 10K + 10K	± 0,1 %	
R12		TR151	10K	± 5 %	



		R13	TR151	1M	± 5 %
		R14	TR152	3M3	± 5 %
		R15	WK68124	M6	± 0,1 %
		R16	TR151	2K2	± 5 %
		R17	TR161	90R9	± 1 %
		R18	WK68124	21K0	± 0,1 %
		R19	WK68124	10K	± 0,1 %
		R20, R21	TR151	1M	± 5 %
		R22	TR191	47R	± 5 %
		R23	TR151	M33	± 5 %
		R24	TR151	M27	± 5 %
		R25	TR151	M33	± 5 %
		R26, R27	TR151	M47	± 5 %
		R28	WK68150	4K5 + 3K	± 0,1 %
		R29	TR151	1M	± 5 %
		R30	TR151	47K	± 5 %
		R31	TR151	1K5	± 5 %
		R32	TR151	3K3	± 5 %
		R33	TR151	1K5	± 5 %
		R34	TR151	3K3	± 5 %
		R35	TR151	47K	± 5 %
		R36	TR151	1K5	± 5 %
		R37	TR151	3K3	± 5 %
	Potenciometry	P1	WK 679 11	100K	
		P2	WK 679 11	22K	
		P3	WK 679 11	150R	
		P4, P5	WK 679 11	100K	
		P6, P7	WK 679 11	33K	
		P8, P9	TP 011	22K	
	Kondenzátory	C1 až C6	TE124	1 μ5	
		C7	C210	220n	
		C8	TK 754	47p	
		C9	TK 754	22p	
		C10	C210	220 n	
		C11	C210	100 n	
		C12	C210	68 n	
		C13, C14	C210	47 n	
		C15	C210	10 n	
		C16, C17	TE984	20 μ	PVC
		C18	TE981	50 μ	PVC
SOUČÁSTI NA DESCE D 463 (STŘÍDAVÝ ZESILOVAČ)	Integrované obvody	I1, I2	MH 7400		
		I3 až I5	MH 7437		
		I6 až I8	MH 7400		
		I9	MH 7404		
		I10	WSH 217A		
		I11	MAA 748		
	Tranzistory	T1, T2	KSY 34		
		T3	2N 4392		
		T4	KC 148		
		T5	KF 517		
		T6, T7	KC 148		



	Diody	D1, D2 D3, D4 D5 až D19	KA 206 KY 132/80 KA 261			
	Odpory	R1, R2	TR164	499K	± 0,2 %	
		R3	WK 68153	9K09 + 909R + 90R9	± 0,1 %	
		R4	vinutý	9R09	± 0,1 %	
		R5	vinutý	1R01	± 0,1 %	
		R6, R7	TR151	15K	± 5 %	
		R8	TR151	M1	± 5 %	
		R9	TR151	1M	± 5 %	
		R10	TR151	15K	± 5 %	
		R11	TR151	1K	± 5 %	
		R12, R13	TR151	2K2	± 5 %	
		R14	TR152	5M1	± 5 %	
		R15	TR153	10M	± 5 %	
		R16, R17	TR151	2K2	± 5 %	
		R18, R19	WK 68124	1M	± 0,1 %	
		R20	WK 68124	M493	± 0,1 %	
		R21	WK 68124	2K49	± 0,1 %	
		R22	TR221	4R7	± 5 %	
		R23	WK 68150	24K9 + 2K49	± 0,1 %	
		R24	WK 68150	M249 + 24K9	± 0,1 %	
		R25	TR161	2K15	± 0,5 %	
	R26, R27	TR151	27K	± 5 %		
	R28	TR151	1M	± 5 %		
	Potenciometry	P1	WK 679 11	1K		
		P2	WK 679 11	10R		
		P3	WK 679 11	10K		
		P4	WK 679 11	1K		
		P5	WK 679 11	33K		
P6		WK 679 11	100 R			
P7		WK 679 11	1M			
Kondenzátory	C1	TC 215	680 n			
	C2	WK 70109				
	C3, C4	TE 984	20 μ	PVC		
	C5, C6	TE 124	15 μ			
	C7	WK 701 09				
	C8 až C11	TK 656	15p			
	C12	TK 656	1p			
	C13, C14	TE 151	80 μ			
	C15	TK 754	4p7			
	C16	TK 754	33p			
	C17	TE 981	50 μ	PVC		
	C19	TK 754	47 p			
	C20	TK 656	1 p			
SOUČÁSTI NA DESCE D 464 (VSTUPNÍ ZESILOVAČ)	Integrované obvody	I1	AS 131			
	Tranzistory	T1 až T6	KC 508			
		T7	2N 4392			
		T8	KC 508			
	Diody	D1 až D4	KA 261			
	Odpory	D5, D6	KZ 260/9V1			
		R1	TR164	100K	± 1 %	
		R2, R3	vinutý	4M95	± 0,01 %	



		R4	vinutý	99K98	± 0,01 %
		R5	TR153	10M	± 5 %
		R6	TR151	220R	± 5 %
		R7	TR151	2M2	± 5 %
		R8	TR151	10K	± 5 %
		R9, R10	TR151	M1	± 5 %
		R11	vinutý	19K791	± 0,01 %
		R12	vinutý	197K91	± 0,01 %
		R13	vinutý	2K	± 0,01 %
		R14	TR151	1M	± 5 %
		R15	TR153	10M	± 5 %
		R16	TR151	M33	± 5 %
		R17	TR151	1K	± 5 %
	Potenciometry	P1	WK 679 11	1M	
		P2	WK 679 11	10R	
		P3	WK 679 11	100R	
		P4	WK 679 11	47R	
		P5	WK 679 11	100K	
	Kondenzátory	C1	C210	470n	
		C2	TGL	100p	
		C3	MKL	4 $\mu$ 7	SIEMENS
		C4	B32235	1 $\mu$	SIEMENS
		C5	C 210	3n3	
SOUČÁSTI NA DESCE D 465 (KONCOVÝ STUPEŇ VSTUPNÍHO ZESILOVAČE)	Integrované obvody	I1	MH 7403		
		I2	MH 7400		
		I3	MH 7420		
		I4	MH 7403		
		I5, I6	MH 7437		
		I7	MH 7404		
		I8	MH 7410		
		I9	MAA 741C		
	Tranzistory	T1, T2	BC 178		
		T3 až T6	KC 148		
		T7 až T10	BC 177		
		T11	KC 148		
		T12, T13	2N4392		
		T14	KC 148		
		T15	KC 147		
		T16	BC 177		
		T17, T18	2N 4392		
		T19	KFY18		
		T20	KF508		
		T21 až T25	KC 148		
	Diody	D1 až D8	KA261		
		D9, D10	KY130/80		
		D11	KA261		
		D12, D13	KZ140		
	Odpory	R1, R2	TR151	47K	± 5 %
		R3 až R5	TR151	3K9	± 5 %
		R6	TR151	68K	± 5 %
		R7, R8	TR151	4K7	± 5 %
		R9, R10	TR151	470R	± 5 %



	R11 až R13	TR151	4K7	± 5 %
	R14, R15	TR151	M1	± 5 %
	R16, R17	TR151	4K7	± 5 %
	R18	TR151	M1	± 5 %
	R19, R20	TR151	4K7	± 5 %
	R22	TR151	3K3	± 5 %
	R23, R24	TR151	1K	± 5 %
	R25	TR221	15R	± 5 %
	R26	TR151	1K8	± 5 %
	R27	TR151	1M	± 5 %
	R28	vinutý	17K995	± 0,01 %
	R29	vinutý	2K	± 0,01 %
	R30	TR151	1M	± 5 %
	R31	TR151	22K	± 5 %
	R32	TR151	47K	± 5 %
	R33, R34	TR151	3K9	± 5 %
	R35	TR151	15K	± 5 %
	R36	TR151	1M	± 5 %
	R37	TR151	4K7	± 5 %
	R38	TR151	10K	± 5 %
	R39	TR221	15R	± 5 %
	R40	TR151	10K	± 5 %
Potenciometry	P1	WK 679 11	10R	
Kondenzátory	C1	TE 984	100 μ	PVC
	C2 až C5	TE 123	2 μ 2	
	C6	TK 783	10n	

SOUČÁSTI NA DESCE D 466  
(ODPOROVÉ NORMÁLY)

Integrované obvody	I1	MH7405		
	I2 až I4	MH7437		
	I5, I6	MH7450		
Tranzistory	T1 až T4	KC508		
Diody	D1 až D11	KA 261		
Odpory	R1	TR151	1K	± 5 %
	R2, R3	TR151	2K2	± 5 %
	R4	TR151	1K	± 5 %
	R5, R6, R20, R21	TR151	2K2	± 5 %
	R7	vinutý	100R53	± 0,01 %
	R8	TR161	20K	± 0,5 %
	R9	vinutý	1005R77	± 0,01 %
	R10	TR161	M182	± 1 %
	R11	vinutý	9K995	± 0,01 %
	R12	vinutý	99K98	± 0,01 %
	R13	vinutý	999K8	± 0,01 %
	R14	vinutý	89K797	± 0,01 %
	R15	vinutý	9K0807	± 0,01 %
	R16	vinutý	1K	± 0,01 %
	R17	TR161	3K32	± 1 %
	R18	vinutý	R9016	± 0,1 %
	R19	samonosný	R1	± 0,01 %
	R22	TR151	15K	± 5 %
Potenciometry	P1	WK 679 11	10R	







	R31	TR151	M1	± 5 %		
	R32	TR151	2K2	± 5 %		
	R33	TR221	10R	± 5 %		
	R34	TR221	39R	± 5 %		
	R35, R36	vinutý	5K	± 0,01 %		
	R37, R38	TR151	2K2	± 5 %		
	R39	TR221	10R	± 5 %		
	R40	TR221	39R	± 5 %		
	R41	TR151	10K	± 5 %		
	R42	TR151	2K2	± 5 %		
	R43	TR151	15K	± 5 %		
	R44	TR151	3K9	± 5 %		
	R45	TR151	33K	± 5 %		
	R46	TR151	10K	± 5 %		
	R47	TR153	10M	± 5 %		
	R48	TR151	2K2	± 5 %		
	R49	TR221	10R	± 5 %		
	R50	TR221	39R	± 5 %		
	R51	TR151	47K	± 5 %		
	R52	vinutý	99K98	± 0,01 %		
	R53	vinutý	99K85	± 0,01 %		
	R54	TR161	68R1	± 1 %		
	R55	TR151	M1	± 5 %		
	R56	TR151	47K	± 5 %		
	R57	TR151	1K8	± 5 %		
	R58	TR151	470R	± 5 %		
Potenciometry	P1, P2	TP011	M1			
	P3 až P5	WK 679 11	10R			
	P6	WK 679 11	47K			
Kondenzátory	C1	TK 783	47n	C7	TK 783	47n
	C2	TK 783	22n	C8	TK 783	22n
	C3	TK 783	47n	C9	TK 783	47n
	C4	TK 783	22n	C10	TK 783	22n
	C5	TK 783	47n	C11 až C14	TE 123	2μ2
	C6	TK 783	22n	C15 až C17	TK 724	4n7

SOUČÁSTI NA DESCE D 468  
(INTEGRAČNÍ ZESILOVAČ)

Integrované obvody	I1	MAA725	I3	B110C
	I2	WSH 218	I4	WSH421
Tranzistory	T1, T2	KC508	T22	BC 177
	T3 až T5	2N4392	T23	KS500
	T6	BC177	T24	BC177
	T7, T8	2N4391	T25	KS500
	T9 až T11	2N4392	T26	BC177
	T12, T13	KC508	T27	KS500
	T14	KC811	T28	BC177
	T15, T16	KC508	T29	KS500
	T17, T18	2N4391	T30	BC177
	T19, T20	2N4392	T31	2N4391
	T21	KS500	T32	KC508



	D1, D2 D3 D4 D5	KZ140 KZ141 KZ260/8V2 KZ140	D7, D8 D9 až D22 D6	KZ141 KA206 KZ260/12
Diody				
Odporý	R1	TR151	560R	± 5 %
	R2, R3	TR151	12K	± 5 %
	R4	TR153	10M	± 5 %
	R5	TR151	1K5	± 5 %
	R6	vinutý	4K	± 0,01 %
	R7	TR161	3K57	± 0,5 %
	R8	TR151	1K	± 5 %
	R9	TR221	1R5	± 5 %
	R10	TR221	10R	± 5 %
	R11	TR221	39R	± 5 %
	R12	TR151	2K2	± 5 %
	R13	TR151	3K3	± 5 %
	R14	vinutý	6K101	± 0,01 %
	R15	TR151	M1	± 5 %
	R16	WK68124	24K	± 5 %
	R17	TR151	3K3	± 5 %
	R18	WK68154	M1 + M1 + 4K59	± 0,1 %
	R19	TR191	10R	± 5 %
	R20 až 22	TR151	3K3	± 5 %
	R23	TR151	1K2	± 5 %
	R24	TR151	10K	± 5 %
	R25	TR151	4K7	± 5 %
	R26	TR151	330R	± 5 %
	R27	TR151	3K3	± 5 %
	R28	TR151	33K	± 5 %
	R29	TR151	15K	± 5 %
	R30, R31	TR151	2M2	± 5 %
	R32, R33	TR151	1K	± 5 %
	R34, R35	TR151	M22	± 5 %
	R36 až R38	TR151	M15	± 5 %
	R39	TR151	4K7	± 5 %
	R40	TR151	680R	± 5 %
	R41	TR151	3K3	± 5 %
	R42	TR151	10K	± 5 %
	R43	TR151	39K	± 5 %
	R44	TR151	3K3	± 5 %
	R45	TR151	22K	± 5 %
	R46	TR151	15K	± 5 %
	R47, R48	TR151	1M	± 5 %
	R49	TR151	2K7	± 5 %
	R50	TR151	1K	± 5 %
	R51	TR151	15K	± 5 %
	R52	TR151	1K	± 5 %
	R53, R54	TR151	1K5	± 5 %
	R55	TR151	3K3	± 5 %
	R56	TR151	2K7	± 5 %
	R57	TR151	1K	± 5 %
	R58	TR151	15K	± 5 %
	R59	TR151	1K	± 5 %
	R60, R61	TR151	1K5	± 5 %



		R62	TR151	3K3		± 5 %	
		R63	TR151	2K7		± 5 %	
		R64	TR151	1K		± 5 %	
		R65	TR151	15K		± 5 %	
		R66	TR151	1K		± 5 %	
		R67, R68	TR151	1K5		± 5 %	
		R69	TR151	3K3		± 5 %	
		R70	TR151	2K7		± 5 %	
		R71	TR151	1K		± 5 %	
		R72	TR151	15K		± 5 %	
		R73	TR151	1K		± 5 %	
		R74, R75	TR151	1K5		± 5 %	
		R76	TR151	3K3		± 5 %	
		R77	TR151	2K7		± 5 %	
		R78	TR151	1K		± 5 %	
		R79	TR151	15K		± 5 %	
		R80	TR151	1K		± 5 %	
		R81, R82	TR151	1K5		± 5 %	
		R83	TR151	3K3		± 5 %	
		R84	TR153	10M		± 5 %	
		R85, R86	TR151	M1		± 5 %	
		R87	TR151	220R		± 5 %	
	Potenciometry	P1	WK 679 11	M1	P3, P4	TPO11	
		P2	TPO11	M1		10K	
	Kondenzátory	C1, C2	TE123	2 $\mu$ 2	C15	TK754	100p
		C3	TE124	1 $\mu$ 5	C16, C17	TK754	220p
		C4	TE121	47 $\mu$	C18, C19	TK754	33p
		C5	MKL	2 $\mu$ 2	C20 až C25	TK754	220p
		C6	MKY	500n	C26	TK783	22n
		C7	TE123	2 $\mu$ 2	C27	TK783	10n
		C8	C210	10n	C28	TE984	100 $\mu$
		C9, C10	TE123	2 $\mu$ 2	C29	TK783	22n
		C11	TK754	220p	C30	TE984	100 $\mu$
		C12 až C14	TK783	10n			
SOUČÁSTI NA DESCE D 469 (PLOVOUCÍ LOGIKA)	Integrované obvody	I1	MH7474		I9		MH7430
		I2	MH7410		I10		MH7410
		I3	MH7400		I11		MH7400
		I4	MH7404		I12 až I14		MH7410
		I5	MH7496		I15		MH7472
		I6	MH7404		I16		MH7404
		I7	MH7496		I17		MH7400
		I8	MH7410		I18		MH7420
	Odpory	R1	TR151	270R			± 5 %
	Kondenzátory	C1	TE984	100 $\mu$		PVC	
		C2	TK782	47n			
		C3	TK724	1n			
SOUČÁSTI NA DESCE D 470 (ČÍTAČ)	Integrované obvody	I1	MH74164		I4		MH7493
		I2	MH7400		I5 až I8		MH7490
		I3	MH7437		I9		MH7492



	I10	MH7410		I15	MH7410		
	I11	MH7404		I16, I17	MH7400		
	I12	MH7400		I18 až I23	MH74192		
	I13	MH7404		I24	MH7404		
	I14	MH7400		I25	MH7403		
Tranzistory	T1, T2	KC149		T8	KF517		
	T3	KF517		T9	KC148		
	T4	KF508		T10, T11	KF124		
	T5 až T7	KF520		T12	KSY62B		
Diody	D1, D2	KA261					
	D3	KA213/A					
Odpor	R1	TR151	15K			± 5 %	
	R2	TR151	10K			± 5 %	
	R3 až R5	TR151	39K			± 5 %	
	R6, R7	TR151	4K7			± 5 %	
	R8	TR151	100R			± 5 %	
	R9	TR151	4K7			± 5 %	
	R10	TR151	1K5			± 5 %	
	R11, R12	TR151	2K2			± 5 %	
	R13, R14	TR151	47K			± 5 %	
	R15	TR151	10K			± 5 %	
	R16	TR151	220R			± 5 %	
	R17	TR151	47K			± 5 %	
	R18	TR151	1K5			± 5 %	
	R19	TR151	470R			± 5 %	
	R20	TR151	10K			± 5 %	
	R21	TR151	M1			± 5 %	
	R22	TR151	15K			± 5 %	
	R23	TR151	1K			± 5 %	
	R24	TR151	220 R			± 5 %	
	R25	TR151	M47			± 5 %	
	R26	TR151	33K			± 5 %	
	R27	TR151	10K			± 5 %	
	R28	TR151	4K7			± 5 %	
	R29	TR151	10K			± 5 %	
	R30	TR151	4K7			± 5 %	
	R31	TR151	M1			± 5 %	
	R32	TR151	100R			± 5 %	
	R33 až R37	TR151	4K7			± 5 %	
Kondenzátory	C1	C210	100n	C13	TK754	10p	
	C2	C210	220n	C14	TK783	4n7	
	C3	C210	15n	C15	TK774	220p	
	C4	TK774	100p	C16	TK783	4n7	
	C5, C6	TK783	100n	C17	TK783	47n	
	C7	TE984	20 μ	PVC	C18	TK774	220p
	C8	TK783	100n		C19	TK783	47n
	C9, C10	C210	100n		C20	TK782	100n
	C11	TK783	100n		C21	TK783	47n
	C12	TE984	50 μ	PVC	C22	TE984	100 μ
							PVC

SOUČÁSTI NA DESCE D 471  
(PŘENOS INFORMACÍ)

Integrované obvody

I1 až I4  
I5

MH74151  
MH7490

I6  
I7

MH7474  
MH7404











	Kondenzátory	C1 C2 C3 až C6 C7, C8 C9 až C13 C14 C15 až C19	TE984 TK782 TK782 TK724 TK 724 TK754 TK724	50 $\mu$ 47n 150n 3n3 470p 270p 3n3	PVC
SOUČÁSTI NA DESCE D 474 (OBVODY STARTU)	Integrované obvody	I1 až I4 I5, I6 I7 I8 I9 I10 I11, I12 I13	MH 7450 MH 7404 MH 74150 MH 7420 UCY 74121 MH 7493 MH 7404 MH 7437	I14 I15 I16 I17 I18 I19 I20	MH 7490 MH 7493 MH 7410 MH 7420 MH 7400 MH 7404 MH 7400
	Tranzistory	T1 až T4	KC148		
	Diody	D1 D2 D3	KA261 KZ140 KA261		
	Odpory	R1, R2 R3 R4 až R6 R7 R8 R9, R10 R11, R12 R13 až R19 R20, R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 až R33	TR151 TR151 TR151 TR151 TR151 TR151 TR191 TR151 TR151 TR191 TR151 TR151 TR151 TR151 TR151 TR151 TR151 TR151 TR151 TR151	68K 10K 1K 1K5 100R 10K 56R 1K 390R 56R 15K 1K 680R 100R 47K 390R 1K	$\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 5\%$
	Kondenzátory	C1 C2 C3 C4 C5 C6, C7 C8 C9, C10 C11 C12, C13	TE984 TK782 TK754 TK754 TE981 TK724 TK782 TK724 TK724 TK724	50 $\mu$ 47n 100p 150p 10 $\mu$ 4n7 10n 3n3 4n7 470p	PVC    PVC



SOUČÁSTI NA DESCE D 475  
(ŘÍZENÍ AUTOMATICKÉ VOLBY  
ROZSAHŮ)

Integrované obvody

I1	MH 7400	I10	MH 7404
I2	MH 7404	I11	MH 7400
I3	MH 7405	I12, I13	MH 7450
I4, I5	MH 7403	I14	MH 7404
I6	MH 7404	I15	MH 7400
I7	MH 74192	I16, I17	MH 7410
I8	MH 7420	I18	MH 7442
I9	MH 7400	I19, I20	MH 7420

Tranzistory

T1 až T3	KC148
T4 až T6	KF517
T7 až T9	

Diody

D1 až D3	KZ140
----------	-------

Kondenzátory

C1 až C5	TK724	10n	
C6	TK782	47n	
C7	TE984	50 $\mu$	PVC
C8	TK724	10n	

Odpory

R1, R3, R5, R29	TR 151	220R	$\pm 5\%$
R2, R4, R6	TR 151	1k	$\pm 5\%$
R7, R9, R11	TR 151	560R	$\pm 5\%$
R8, R10, R12	TR 151	10 K	$\pm 5\%$
R13, R15, R17	TR 151	33R	$\pm 5\%$
R14, R16, R18	TR 151	1K	$\pm 5\%$
R19 až R23	TR 151	390R	$\pm 5\%$
R24 až R27	TR 151	1K	$\pm 5\%$
R28, R30	TR 151	4K7	$\pm 5\%$

SOUČÁSTI NA DESCE D 478  
(TABLO)

Integrované obvody

I1	LQ 410
I2 až I7	LQ 410

Diody

D1 až D12	LQ 100
-----------	--------