



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola elektrotechnická a informačních technologií Brno

Číslo a název projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0521 – Investice do vzdělání nesou  
nejvyšší úrok

Autor: Ing. Bohumír Jánoš

Tématická sada: Laboratorní cvičení z elektrotechnických měření

Téma: **Kontrola voltmetru**

Číslo materiálu: VY\_52\_INOVACE\_02\_01\_JABO



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Anotace:

Materiál je určen pro 3.ročníky SPŠEIT. Jedná se o výkladovou prezentaci k problematice praktického měření na analogových měřicích přístrojích, jejich kontrole přesnějšími digitálními přístroji a stanovení jejich třídy přesnosti. Cílem cvičení je osvojit si praktické zkušenosti se zapojováním složených potenciometrů a hlavně získat správné návyky v rychlém a přesném nastavování elektrických veličin a jejich správném čtení na stupnici klasického přístroje. Úloha je méně náročná na zapojování, ale náročnější na početní a grafické zpracování technické zprávy. Úloha je vhodná pro všechny studijní obory SPŠEIT v předmětu Elektrotechnická měření.

# Kontrola voltmetru

Ing. Bohumír Jánoš, SPŠEIT Brno

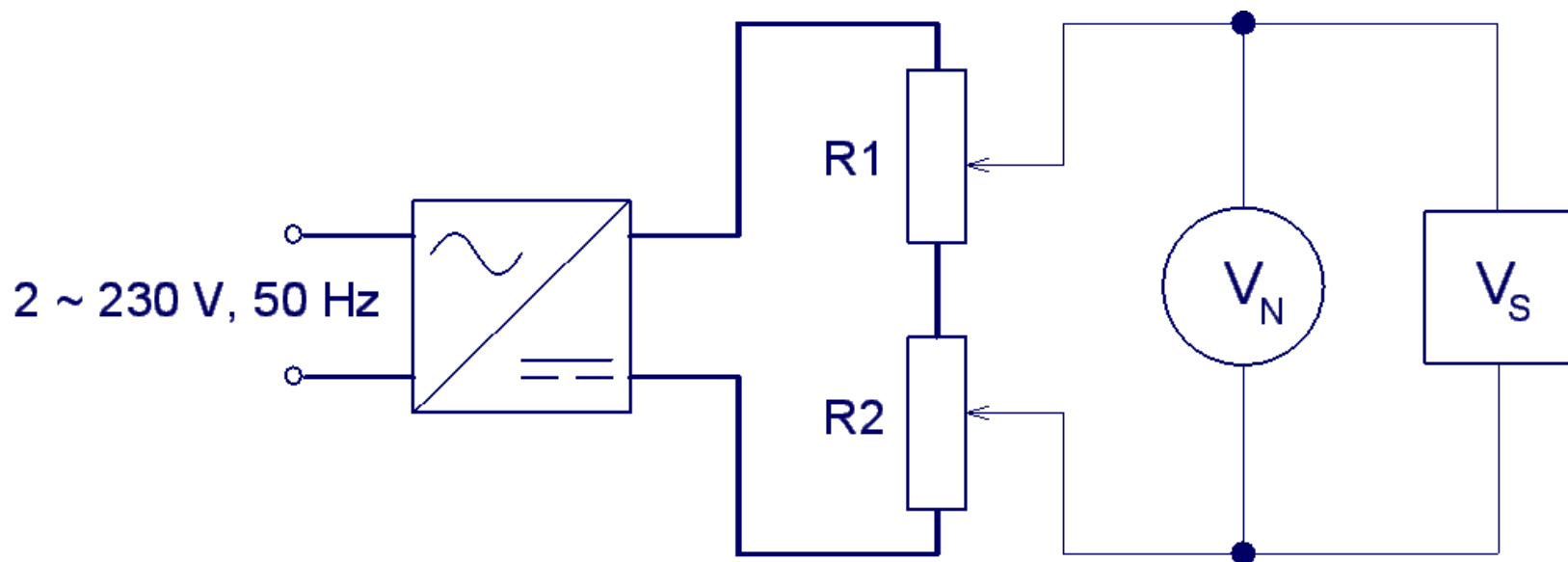
# 1 Zkoušený předmět

Analogový voltmetr se známými údaji o výrobci, výrobním čísle, typu, rozsazích a třídě přesnosti.

## 2 Zadání

- Zkontrolujte analogový voltmetr na zadaném rozsahu přesným digitálním měřicím přístrojem.
- Sestrojte korekční křivku voltmetru pro zadaný rozsah a vynesete do ní pásmo mezní chyby údaje kontrolovaného přístroje podle udané třídy přesnosti.
- Stanovte třídu přesnosti kontrolovaného voltmetru na daném rozsahu a porovnejte ji s třídou přesnosti garantovanou výrobcem.
- Změřte vnitřní odpor kontrolovaného voltmetru na daném rozsahu a porovnejte ho s udávaným vnitřním odporem.

### 3 Schéma zapojení



Obr.1 Zapojení obvodu pro kontrolu voltmetru

## 4 Teoretický rozbor úlohy

Pro ověření přesnosti voltmetru použijeme srovnávací měřicí metodu (obr.1), kdy srovnáváme údaje kontrolovaného přístroje s údaji referenčního přístroje. Jako referenční měřicí přístroj použijeme digitální multimetr minimálně o jednu až dvě třídy přesnosti přesnější, než je voltmetr kontrolovaný. Údaj referenčního měřidla přitom považujeme za konvenčně správnou hodnotu. Pracovní postup je dán normou ČSN IEC 51-2. Chyby přístrojů přesnosti 0,1 až 0,5 se zjišťují nejméně v šesti hlavních bodech stupnice a to u nezahřátého přístroje při plynulém zvětšování měřené veličiny a pak po zahřátí vlastní spotřebou za dobu půl hodiny při plynulém zmenšování. Pro vyloučení chyb při měření se sestavuje korekční (opravná) křivka, což je graficky vyjádřená závislost korekce na indikované hodnotě napětí. Jednotlivé body grafu se spojují úsečkami.

Pro konvenčně správnou velikost napětí můžeme napsat vztah

$$U_S = \frac{U_{S\uparrow} + U_{S\downarrow}}{2} \quad , \quad [\text{V}] \quad (1)$$

kde  $U_{S\uparrow}$  je napětí na referenčním voltmetru ( $V_S$ ) při plynulém zvyšování napětí na kontrolovaném přístroji ( $V_N$ ) a  $U_{S\downarrow}$  je napětí na referenčním voltmetru při plynulém snižování napětí na kontrolovaném přístroji ( $V_N$ )

Absolutní chyba je rozdíl naměřeného a konvenčně správného napětí

$$\Delta = U_N - U_S \quad [\text{V}] \quad (2)$$

Korekce  $K$  (oprava) je záporně vzatá absolutní chyba

$$K = -\Delta \quad [\text{V}] \quad (3)$$

Relativní chyba vyjádřená v procentech

$$\delta_{(\%)} = \frac{|\Delta|}{U_S} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4)$$

Třída přesnosti přístroje (TP) je číslo z předepsané řady, které klasifikuje přesnost přístroje. Určuje se tak, že vypočteme největší relativní chybu vztaženou na plnou výchylku přístroje podle vztahu

$$\delta_{TP} = \frac{|\Delta_{\max}|}{X_R} \cdot 100, \quad [\%] \quad (5)$$

kde  $X_R$  je zvolený měřicí rozsah přístroje a  $\Delta_{\max}$  je maximální hodnota absolutní chyby voltmetru na daném rozsahu. Největší relativní chybu, vyjádřenou v procentech, zaokrouhlíme na nejbližší vyšší stupeň vyvolené řady tříd přesnosti:

$$0,05 - 0,1 - 0,2 - 0,5 - 1 - 1,5 - 2,5 - 5$$

Hodnotu mezní (absolutní) chyby údaje  $\Delta_{PA}$  analogového přístroje, podle udané TP, vypočteme podle vztahu

$$|\Delta_{PA}| = \frac{TP}{100} \cdot X_R \quad [V] \quad (6)$$

a vyneseme do grafu korekční křivky kontrolovaného voltmetru

Pozn. Relativní chyba  $\delta_{PA}$  údaje  $X_M$  měřeného analogovým přístrojem na rozsahu  $X_R$  je

$$|\delta_{PA}| = \pm \frac{\Delta_{PA}}{X_M} \cdot 100 = \frac{X_R}{X_M} \cdot TP \quad [\%] \quad (7)$$

Ze vztahu (7) vyplývá, že k dosažení minimální relativní chyby  $\delta_{PA}$  je třeba volit vhodný měřicí rozsah přístroje – v praxi se proto snažíme měřit hodnoty el. veličin v poslední třetině daného rozsahu, neboť s klesající hodnotou  $X_M$  se relativní chyba zvětšuje.

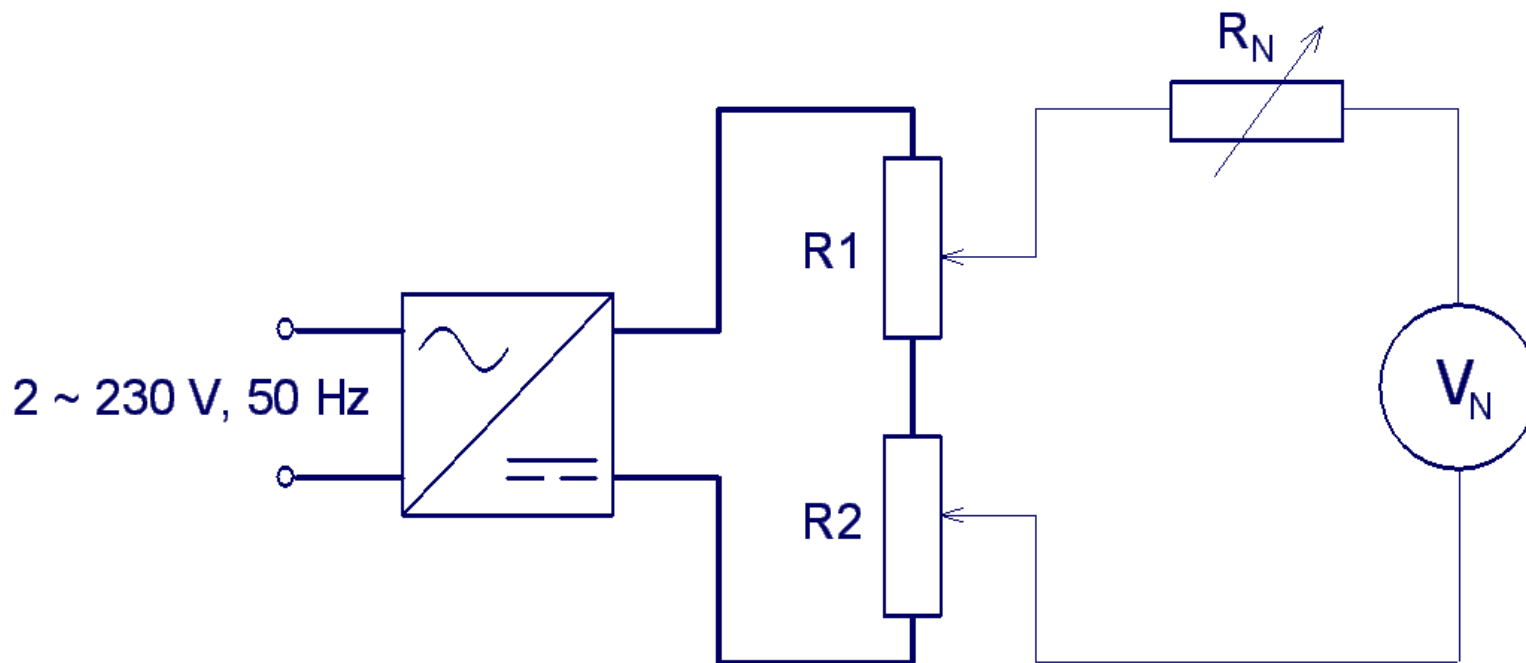
## 5 Postup měření

Na kontrolovaném analogovém voltmetru ( $V_N$ ) zkontrolujeme mechanickou nulu a obvod zapojíme dle schématu. Potenciometry se nastaví do výchozí polohy, která zajišťuje nulové výstupní napětí. Potom na kontrolovaném přístroji nastavujeme napětí ( $U_N$ ) v daném rozsahu po hlavních dílcích stupnice směrem nahoru a potom směrem dolů, abychom při měření vyloučili vliv hystereze, remanence a tření. Pokud při nastavování překročíme nastavovanou hodnotu, je třeba se vrátit a znovu ji nastavit v požadovaném směru. Přitom odečítáme hodnoty napětí ( $U_{S\uparrow}$ ) a ( $U_{S\downarrow}$ ) z přesnějšího (referenčního) voltmetru ( $V_S$ ) a hodnoty zapisujeme do tabulky.

Z naměřených napětí, odečtených na referenčním voltmetru, stanovíme střední velikost skutečného napětí  $U_S$ , podle vztahu (1). Všechny naměřené veličiny zaznamenáme do tabulky a vypočítáme absolutní a relativní chyby. Dále sestojíme korekční křivku voltmetru pro změřený rozsah. Do grafu korekční křivky vyneseme pásmo mezní chyby údaje  $\Delta_{PA}$  analogového přístroje, podle udané třídy přesnosti (TP).

Při měření vnitřního odporu analogového voltmetru (obr.2) použijeme metodu poloviční výchylky. Metoda je založena na vlastnostech děliče napětí. Do série s voltmetrem zapojíme odporovou dekádu ( $R_N$ ). Pomocí regulovatelného zdroje nastavíme na voltmetru při zkratovaných svorkách dekády plnou výchylku. Potom svorky rozpojíme a změnou odporů dekády nastavíme poloviční výchylku. Pokud je na voltmetru poloviční napětí zdroje, pak na dekádě je stejné napětí, z čehož plyne, že voltmetr i dekáda mají stejný odpor. Odečtená hodnota odporu na dekádě se rovná vnitřnímu odporu voltmetru na daném rozsahu.

## Schéma zapojení pro měření vnitřního odporu voltmetru



Obr.2 Zapojení obvodu pro měření vnitřního odporu analogového voltmetru

## 6 Zpracování naměřených hodnot

Tabulka naměřených a vypočítaných hodnot pro voltmetr  
v.č. .... typ .....

$t =$        $^{\circ}\text{C}$

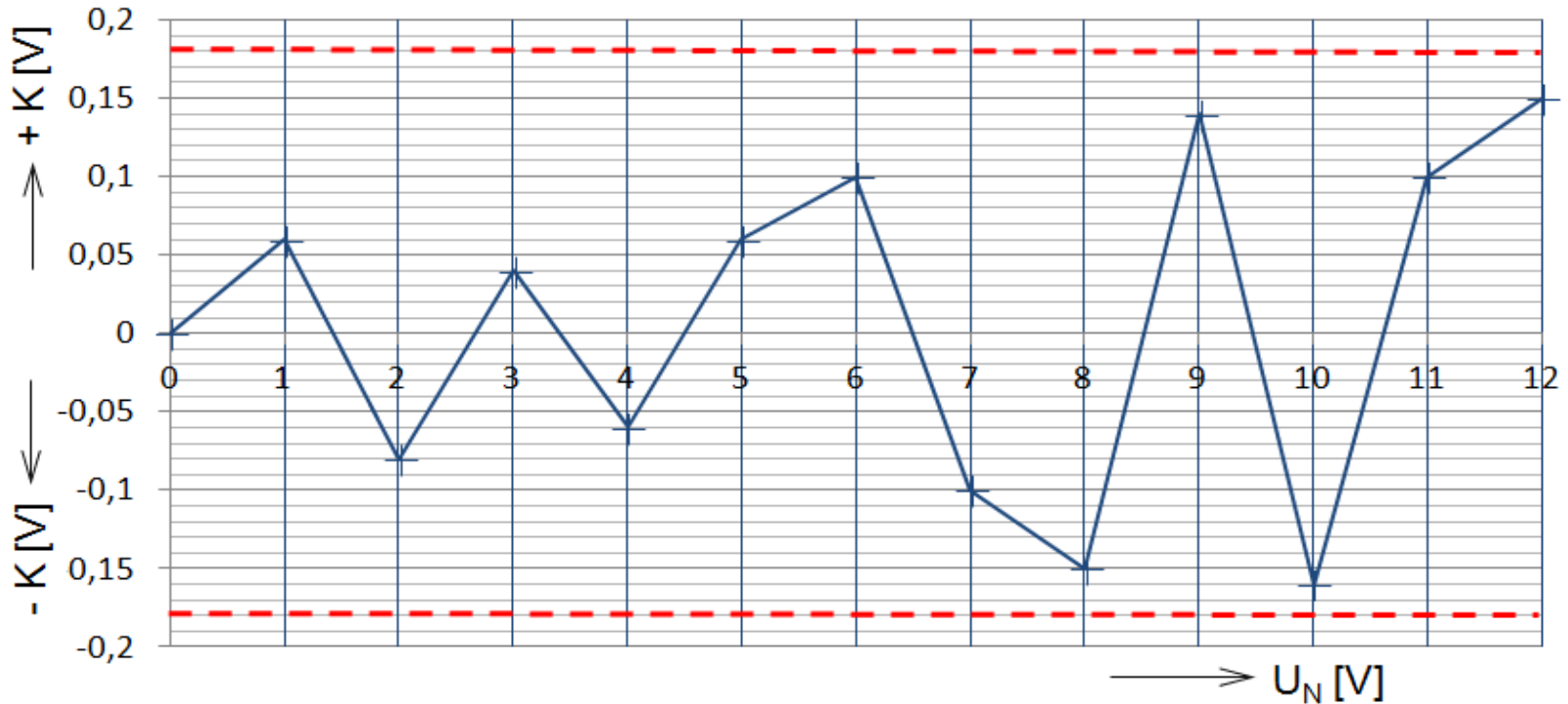
$U_N$			$U_{s\uparrow}$	$U_{s\downarrow}$	$U_s$	$\Delta$	$K$	$\delta$	Poznámka
$\alpha$	$k$	V	V	V	V	V	V	%	
0		0							Rozsah ..... V
10									
20									

## 7 Příklad výpočtu

Výpočet vztahů (1) až (6)

## 8 Grafické řešení

Příklad korekční křivky voltmetru na rozsahu 12 V, TP=1,5 ( $\Delta_{PA} = \pm 0,18 V$ )



Přerušovanými čarami je vyznačeno pásmo mezní absolutní chyby údaje  $\Delta_{PA}$ , které odpovídá TP garantované výrobcem. Pokud v některém bodě hodnoty korekční křivky přesáhnou pásmo mezní chyby údaje, je přístroj označen jako nevyhovující udané TP. V našem případě voltmetr vyhovuje udané třídě přesnosti 1,5.

## 9 Použité přístroje

- $V_S$  digitální multimetr minimálně o jednu třídu přesnosti lepší než kontrolovaný analogový voltmetr
- $R_1, R_2$  regulační odpory (zapojené jako potenciometry)
- $R_N$  odporová dekáda
- Stabilizovaný zdroj napětí

## 10 Závěr

Kontrolovaný voltmetr v.č. \_\_\_\_\_ výrobce \_\_\_\_\_ typ \_\_\_\_\_  
na rozsahu \_\_\_\_\_ vyhovuje - nevyhovuje\*) udané třídě přesnosti.  
Přístroj je - není\*) vadný. Lze ho použít jen pro měření \_\_\_\_\_ atd.  
Vnitřní odpor voltmetru na rozsahu \_\_\_\_\_ je \_\_\_\_\_ atd.

\*)nehodící se škrtněte

## 11 Seznam použité literatury

Vlastní zdroje