

# FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

## Fyzikální praktikum 2

**Zpracoval:** Jakub Juránek

**Naměřeno:** 3. prosinec 2012

**Obor:** UF    **Ročník:** II    **Semestr:** III

**Testováno:**

---

### Úloha č. 3: Elektrické pole, můstkové metody měření

$T = 22,4 \text{ } ^\circ\text{C}$

$p = 980 \text{ hPa}$

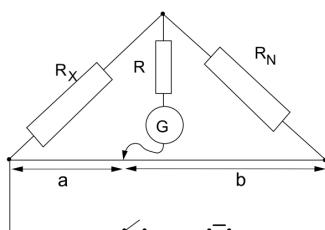
$\varphi = 28 \text{ \%}$

## 1. Teorie

### 1.1. Povinná část

*Měření odporu dvou rezistorů a jejich sériové a paralelní kombinace pomocí Wheatstonova můstku.  
Ověření vztahů pro skládání odporů.*

Odpor rezistoru můžeme měřit můstkovou metodou, v našem případě pomocí můstku s lineárním potenciometrem v následujícím zapojení:



Odpor  $R_x$  měříme měněním odporu  $R_N$  a posuvem jezdce na potenciometru, tedy změnou délky  $a$ , dokud přes  $G$  neprochází žádný proud.

Označíme-li celou délku potenciometru  $l$ , můžeme odpor  $R_x$  vypočítat jako:

$$R_x = R_N \frac{a}{l - a}$$

s nejistotou

$$u(R_x) = R_x \sqrt{\frac{u^2(R_N)}{R_N^2} + \frac{u^2(a)}{a^2(l-a)^2} + \frac{u^2(l)}{(l-a)^2}}$$

Dále ověříme vztahy pro skládání odporů.

Sériové zapojení:

$$R_s = R_1 + R_2$$

s nejistotou (při počítání z jednotlivých změrených odporů)

$$u(R_s) = \sqrt{u^2(R_1) + u^2(R_2)}$$

Paralelní zapojení:

$$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

s nejistotou (při počítání z jednotlivých změrených odporů)

$$u(R_p) = R_p^2 \sqrt{\frac{u^2(R_1)}{R_1^4} + \frac{u^2(R_2)}{R_2^4}}$$

## 1.2. Varianta A

*Rozložení elektrického pole v okolí dvouvodičového vedení.*

Mějme dvouvodičové vedení, každé o průměru  $R$  se středy v místech  $[-h, 0]$  a  $[h, 0]$ .

Tyto tlusté vodiče vyvářejí stejné ekvipotenciální plochy jako „bodové“ vodiče se středy v místech  $[-a, 0]$  a  $[a, 0]$ , kde

$$a = \sqrt{h^2 - R^2}$$

Označme  $U$  rozdíl potenciálů mezi vedeními.

Ekvipotenciální prochy mají rovnice:

$$\left( x - a \frac{\lambda^2 + 1}{\lambda^2 - 1} \right)^2 + y^2 = a^2 \left( \frac{\lambda^2 + 1}{\lambda^2 - 1} \right)^2 - a^2$$

Jsou to tedy kružnice se středem v místě  $[x_s, 0]$  a poloměrem  $r$ , kde

$$x_s = a \frac{\lambda^2 + 1}{\lambda^2 - 1}, \quad r = \sqrt{x_s^2 - a^2}$$

Máme-li v místě  $[-h, 0]$  vodič s nulovým potenciálem, můžeme  $\lambda$  pro potenciální hladinu  $V$  spočítat jako:

$$\lambda = \left( \frac{h + a}{R} \right)^{\frac{2V}{U} - 1}$$

## 2. Měření

### 2.1. Povinná část

Označme druhým indexem  $u$  hodnoty odporů na nich uvedených či hodnoty z nich vypočtené, indexem  $m$  hodnoty spočtené z dřívě změřených odporů a bez druhého indexu hodnoty změřeného odporu. Změřme délku potenciometru:

$$l = (100,0 \pm 0,1) \text{ cm}$$

Nejprve měřme dva jednotlivé odpory.

$R_N[\Omega]$	$a[\text{cm}]$	$R_1[\Omega]$
1001	40,5	681,4
855	44,3	680,0
704	49,2	681,8
505	57,0	669,4
405	63,0	689,6

$R_N[\Omega]$	$a[\text{cm}]$	$R_2[\Omega]$
151	40,0	100,7
123	45,0	100,6
101	50,0	101,0
82	55,1	100,6
68	59,9	101,6

$$R_{1u} = 670 \Omega$$

$$R_1 = (680 \pm 3) \Omega$$

$$R_{2u} = 101 \Omega$$

$$R_2 = (101 \pm 1) \Omega$$

Dále změřme sériové a paralelní zapojení těchto rezistorů.

$R_N[\Omega]$	$a[\text{cm}]$	$R_s[\Omega]$
1155	40,0	770,0
955	45,0	781,4
782	50,0	782,0
645	55,0	788,3
530	60,0	795,0

$R_N[\Omega]$	$a[\text{cm}]$	$R_p[\Omega]$
132,6	40,0	88,4
108,2	45,0	88,5
88,8	50,0	88,8
72,8	55,0	89,0
59,5	60,0	89,3

$$R_{su} = 771 \Omega$$

$$R_s = (783 \pm 4) \Omega$$

$$R_{sm} = (781 \pm 4) \Omega$$

$$R_{pu} = 87,8 \Omega$$

$$R_p = (88,8 \pm 0,2) \Omega$$

$$R_{pm} = (87,9 \pm 0,8) \Omega$$

## 2.2. Varianta A

Nejprve změřme rozdíl potenciálů mezi vedeními:

$$U = 7,3 \text{ V}$$

Odečteme polohy vodičů  $h$  a jejich poloměr  $R$ , z čehož dopočítáme polohu náhradních vodičů  $a$ .

$$h = 3,7 \text{ cm}$$

$$R = 0,8 \text{ cm}$$

$$a = 3,6 \text{ cm}$$

V elektrolytické vaně určeme ekvipotenciální plochy pro několik hodnot potenciálu  $V$ .

Určeme pro ně teoretické ekvipotenciální kružnice polohou středu  $s_s$  a poloměrem  $r$ .

$V[\text{V}]$	$x_s[\text{cm}]$	$r[\text{cm}]$
1,83	-4,5	2,7
2,25	-5,2	3,8
2,84	-7,9	7,0
4,82	5,9	4,7
5,30	4,7	3,1
5,82	4,1	2,1

## 3. Závěr

V první části jsme měřili odporu pomocí Wheatstonova můstku a ověřovali vztahy pro skládání odporů.

Pro měřené odpory jsme jejich platnost ověřili, ovšem oproti udávaným hodnotám jsme dostávali odpory o trochu větší, relativně ovšem jen do dvou procent, což bude způsobeno ne zrovna optimálním odečtem nulového proudu.

V druhé části jsme stanovovali rozložení ekvipotenciálních hladin dvouvodičového vedení.

S přihlédnutím k tomu, jak těžce se odhadovala správná poloha bodu pomocí minima na potenciometru, kdy se jeho poloha určovala v rozmezí i centimetru, jsme dostali vcelku odpovídající plochy.

Tato nejistota v určování bodu má za následek i to, že v místech z menším potenciálem jsme dostali křivky více odpovídají teoretických, neboť tam ta nepřesnost odečtu byla menší.