

Datum: 8.12.2004

Vypracoval: Tomáš Henych

Teplota: 23,5 °C

Tlak: 1000 mbar

Vlhkost: 36 %

Název: Studium činnosti a graduace galvanoměru

Úkol:

- Nastavte odporem R_0 tlumení galvanoměru blízko kritické hodnotě a proveďte graduaci stupnice galvanoměru.
- Určete hodnotu vnitřního odporu galvanoměru a porovnejte ji s údajem výrobce.
- Určete konstantu útlumu β pro pět hodnot odporu R_0 .
- Stanovte kritický odpor, proudovou a napěťovou citlivost a konstantu galvanoměru, nakreslete graduační křivku galvanoměru.

Teorie úlohy:

ad a) Graduace galvanoměru znamená oceňování jeho stupnice neboli nalezení závislosti výchylky na procházejícím proudem. Proud procházející galvanoměrem regulujeme pomocí rezistoru R_2 (viz obrázek 1).

ad b) Nejdříve nastavíme R_2 a R_0 tak, aby galvanoměr ukazoval výchylku φ . Potom k -krát zvětšíme odpor R_2 a odporem R_0 doladíme výchylku galvanoměru na φ . Z odvození vztahu pro výpočet vnitřního R_g

odporu plyne, že $R_g = \frac{R_0}{(k-1)}$.

ad c) Konstantu útlumu β stanovíme z tlumeného harmonického pohybu. Platí pro ni

vztah $\beta = 2 \ln \left| \frac{a_k}{a_{k+1}} \right| \frac{1}{T}$, kde a_k a a_{k+1} jsou po sobě jdoucí výchylky na opačné strany od rovnovážné polohy. T je perioda kmitů.

ad d) Pro mezní aperiodický pohyb platí, že $\omega_0 = \beta = \frac{2\pi}{T_0}$. Místo β vyneseme do grafu ω_0 ,

přičemž T_0 zjistíme ze vztahu $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$, kde známe dvojice β a $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Získáme tedy

závislost ve tvaru $\omega_0 = \frac{A}{R} + B$, kde A je směrnice a B posun ve směru funkčních hodnot přímky

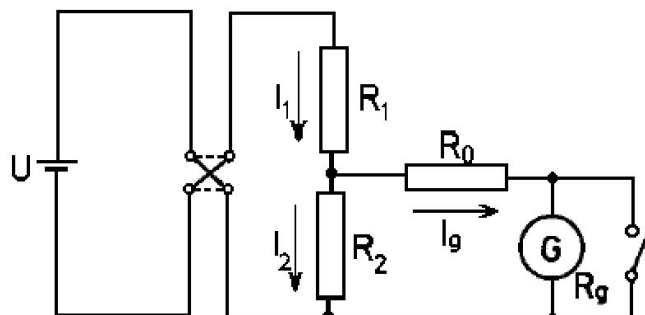
proložené body závislosti a kritický odpor je potom $R_{0K} = \frac{A}{\omega_0 - B} = \frac{AT_0}{2\pi - BT_0}$. Chyba R_{0K} je

potom $s_{R_{0K}} = \sqrt{\frac{T_0^2}{(2\pi - BT_0)^2} s_A^2 + \frac{A^2 T_0^4}{(2\pi - BT_0)^4} s_B^2 + \frac{4\pi^2 A^2}{(2\pi - BT_0)^2} s_{T_0}^2}$. Proudovou citlivost určíme jako

$C = \frac{\varphi}{I_g}$, kde I_g vypočteme jako $I_g = \frac{U}{R}$ a $R = R_1 + \frac{1}{R_2} (R_g + R_0) (R_1 + R_2)$. Napěťová citlivost je

potom $K = \frac{C}{R_g}$. Proudová a napěťová konstanta jsou jejich převrácené hodnoty, jejich chyby

určíme ze zákona šíření chyb.



Obrázek 1: Schéma zapojení obvodu

Výsledky:

ad a) a d)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\frac{R_2}{\Omega}$	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
$\frac{\varphi}{cm}$	11,5	10,3	9,8	8,8	7,7	6,3	5,6	4,6	3,6	2,5	1,6
$\frac{I_g}{\mu A}$	8,0E-2	7,2E-2	6,8E-2	6,0E-2	5,2E-2	4,0E-2	3,6E-2	2,8E-2	2,0E-2	1,2E-2	4,1E-3
$\frac{c}{A.m^{-1}}$	6,9E-7	7,0E-7	6,9E-7	6,8E-7	6,8E-7	6,4E-7	6,5E-7	6,1E-7	5,6E-7	4,9E-7	2,5E-7
$\frac{K}{A\Omega^{-1}m^{-1}}$	3,0E-8	3,0E-8	3,0E-8	2,9E-8	2,9E-8	2,8E-8	2,8E-8	2,6E-8	2,4E-8	2,1E-8	1,1E-8

n	1	2	3	4	5
$\frac{R_2}{\Omega}$	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
$\frac{\varphi}{cm}$	0,9	1,9	2,9	4,0	5,1
$\frac{I_g}{\mu A}$	4,1E-3	1,2E-2	2,0E-2	2,8E-2	3,6E-2
$\frac{c}{A.m^{-1}}$	4,5E-7	6,4E-7	7,0E-7	7,1E-7	7,1E-7
$\frac{K}{A\Omega^{-1}m^{-1}}$	1,9E-8	2,8E-8	3,0E-8	3,0E-8	3,1E-8

$$R_1 = 1 \text{ M}\Omega$$

$$A = (54,886 \pm 4,402) \Omega s^{-1}$$

$$B = (0,1061 \pm 0,0036) s^{-1}$$

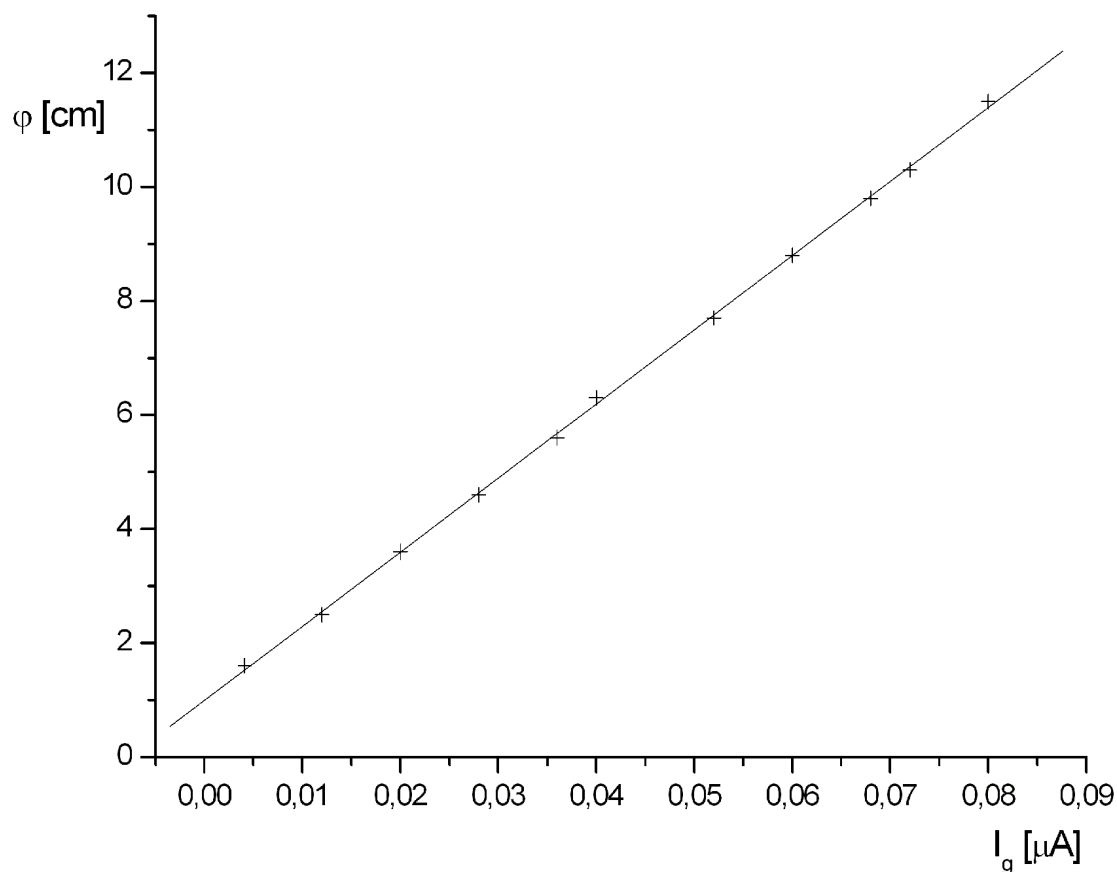
$$R_{0K} = (93,2 \pm 8,6) \Omega$$

$$c = (6,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-7} \text{ Am}^{-1}$$

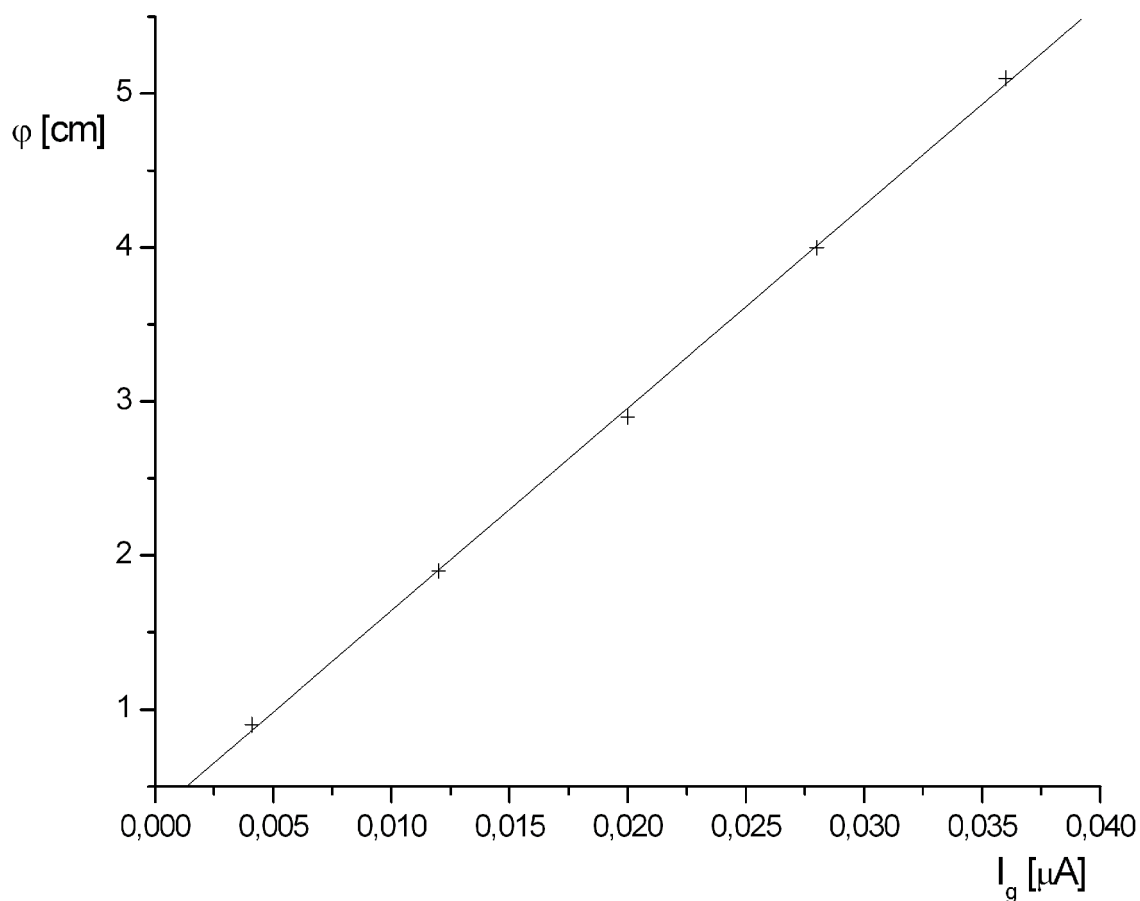
$$K = (2,7 \pm 0,1) 10^{-8} \text{ Am}^{-1} \Omega^{-1}$$

$$\frac{1}{c} = (0,161 \pm 0,008) \text{ A}^{-1} \text{ m}$$

$$\frac{1}{K} = (0,37 \pm 0,01) \Omega \text{ A}^{-1} \text{ m}$$



Graf 1: Graduace galvanoměru



Graf 2: Graduace galvanoměru pro opačnou polarizaci
ad b)

k	$\frac{R_2}{\Omega}$	$\frac{R_0}{\Omega}$	$\frac{R_g}{\Omega}$
1	1	0	
2	2	25	25,0
3	3	48	24,0
4	4	69	23,0
5	5	91	22,8
6	8	160	22,9
7	16	321	21,4

$$R_1 = 3 \text{ M } \Omega$$

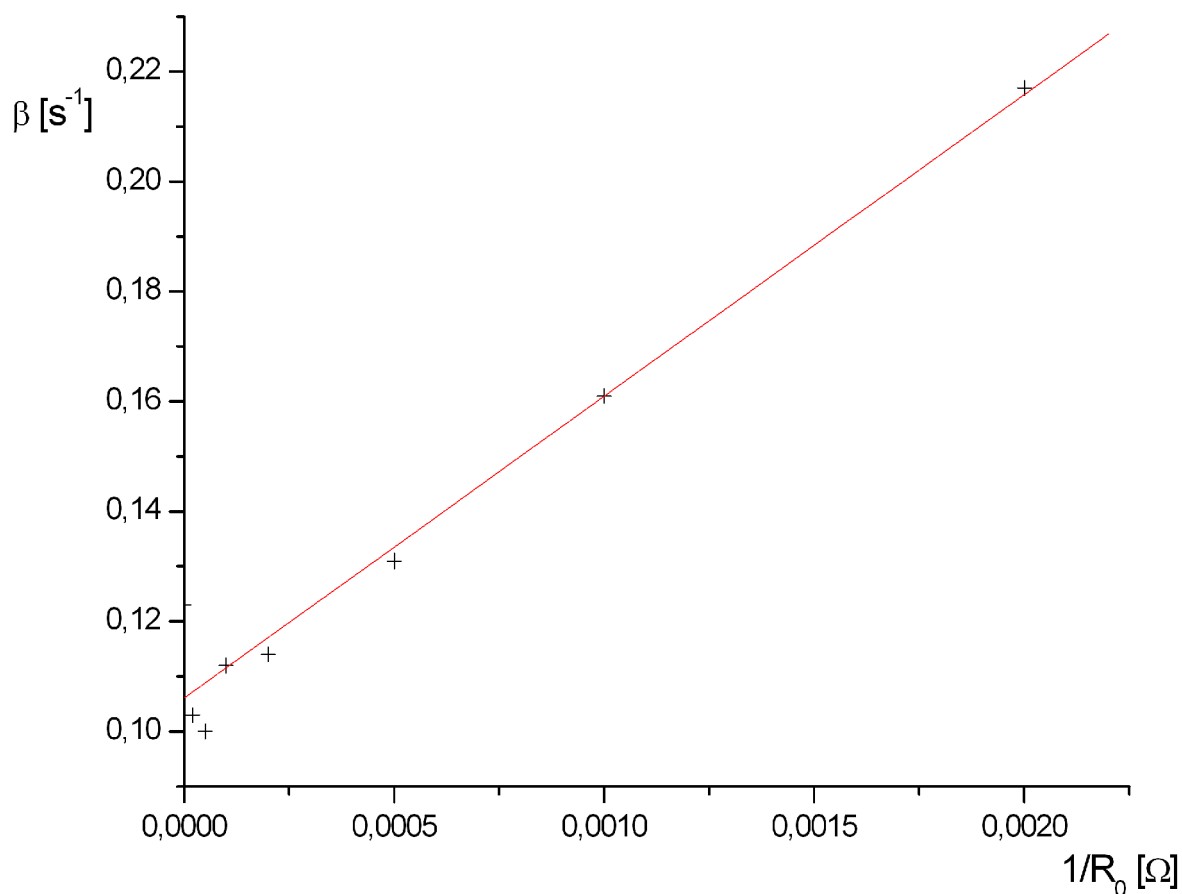
$$R_g = (23,2 \pm 0,5) \Omega$$

ad c)

n	$\frac{R_0}{k \Omega}$	$\frac{R_2}{\Omega}$	$\frac{1,5T}{s}$	$\frac{ a }{cm}$				$\frac{\beta}{s^{-1}}$			$\frac{T_0}{s}$	
1	50	800	13,97	10,5	7,5	4,1	2,5	0,07	0,13	0,11	0,103	9,21
2	20	300	14,43	9,8	6,0	3,8	2,3	0,10	0,09	0,10	0,100	9,51
3	10	150	13,44	9,9	5,9	3,7	2,2	0,12	0,10	0,12	0,112	8,85
4	5	80	14,17	10,5	6,1	3,8	2,1	0,11	0,10	0,13	0,114	9,31
5	2	40	13,57	13,0	7,0	4,1	2,2	0,14	0,12	0,14	0,131	8,89
6	1	16	13,42	10,4	4,9	2,7	1,2	0,17	0,13	0,18	0,161	8,72
7	0,5	8	13,95	10,3	3,9	1,8	0,5	0,21	0,17	0,28	0,217	8,85
8	∞	23	13,68	2,7	1,6	1,2	0,5	0,11	0,06	0,19	0,123	8,98

$$R_1 = 1 \text{ M } \Omega$$

$$T_0 = (9,0 \pm 0,1) s$$



Graf 3: Koeficient útlumu

Závěr:

Gradační křivka galvanoměru vyšla přibližně jako přímka. Vnitřní odpor vyšel $23,2 \Omega$ s chybou asi 2 %. Hodnota je o něco nižší než udávaná. Závislost konstanty útlumu na převrácené hodnotě odporu R_0 vyšla lineární. Kritický odpor vyšel $93,2 \Omega$ s relativní chybou 9 %, což je poměrně velká chyba. Ostatní charakteristiky měly chybu do 5 %.