

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 2

Zpracoval: Jan Beran

Naměřeno: 29. října 2018

Obor: UF

Skupina: F3240/01

Testováno:

Úloha . 6: Relaxační kmity

$$T = 23,2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$p = 985\text{ hPa}$$

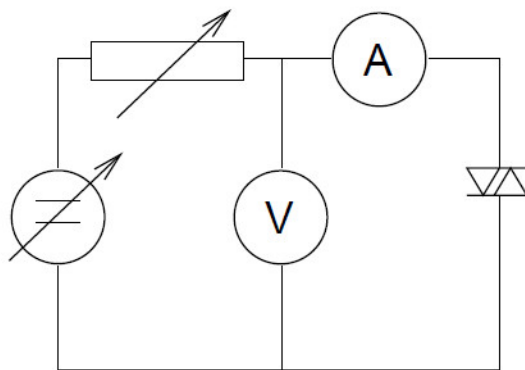
$$\varphi = 42\text{ \%}$$

1. Povinná část

- Určete spínací napětí diaku v zapojení podle obrázku 1.
- Změřte závislosti frekvence relaxačních kmitů na napětí zdroje pro tři různé kombinace RC . Změřte též rozdíl spínacího a zhášecího napětí.
- Vypočítejte frekvenci relaxačních kmitů v závislosti na napětí a porovnejte s naměřenými hodnotami.

1.1. Teorie

Diak je spínací polovodičová součástka, která se skládá z dvou uspořádaných PN přechodů. Pakliže přiložíme na diak jednosměrné napětí, je jeden z PN přechodů zapojený v propustném směru a jeden v závěrném směru. Proto bude diakem protékat jen zanedbatelný proud, dokud hodnota napětí, nedosáhne hodnoty tzv. spínacího napětí U_B . Potom dojde k lavinovému průrazu PN přechodu zapojeného v závěrném směru a napětí na diaku poklesne o ΔU . Když snížíme napětí na diaku pod hodnotu $U_{zh} = U_B - \Delta U$, tak PN přechod spět do závěrného stavu.



Obrázek 1: Schéma zapojení pro měření spínacího diaku.

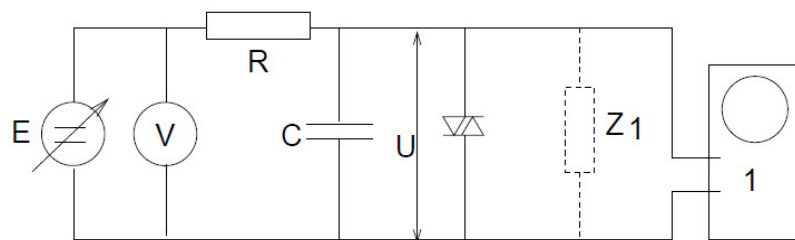
Pro zjištění spínacího napětí diaku použijeme zapojení podle schématu na obrázku 1. Na získání frekvence relaxačních kmitů použijeme zapojení podle obrázku 2. Pokud zanedbáme při výpočtu periody oscilací část, kdy se oscilátor nabíjí, celkovou periodu kmitů můžeme vypočítat jako

$$\tau_1 = RC \ln \frac{U_B}{U_{zh}} \quad (1)$$

$$\tau_2 = RC \ln \frac{U_{hz} - E}{U_B - E} \quad (2)$$

kde R_i je vnitřní odpor diaku v sepnuté stavu a E napětí zdroje, přičemž $E \leq U_B$. Celková doba jedné periody oscilací je $T = \tau_1 + \tau_2$, jelikož však $\tau_1 \ll \tau_2$, můžeme pro frekvenci relaxačních kmitů přibližně psát

$$f \approx \frac{1}{\tau_2} \quad (3)$$



Obrázek 2: Zapojení pro měření frekvence relaxačních kmitů. 1 – osciloskop, Z_1 je schematicky naznačená impedanční zátěž, kterou osciloskop představuje.

1.2. Postup měření

Naměřil jsem spínací napětí pro dva různé diaky a to konkrétně DB3 a DB4. Naměřené hodnoty jsem zanesl do tabulek. Dále jsem změřil hodnoty zhášecího U_{zh} a spínacího napětí U_B . Nakonec jsem měřil závislosti frekvence relaxačních kmitů na napětí zdroje pro tři různé kombinace RC.

1.3. Naměřené hodnoty a jejich zpracování

Tabulka 1: Naměřené hodnoty napětí pro diak DB3.

Č. měření	U_{B1} [V]
1	31,6
2	31,7
3	31,7
4	31,9
5	31,5
6	32,0
7	31,4
8	31,7
9	31,9
10	32,0

Tabulka 2: Naměřené hodnoty napětí pro diak DB4.

Č. měření	U_{B2} [V]
1	40,8
2	41,1
3	41,1
4	41,3
5	41,4
6	41,1
7	41,2
8	41,2
9	41,1
10	41,6

$$U_{B1} = (31,7 \pm 0,2) \text{ V} \quad (4)$$

$$U_{B2} = (41,2 \pm 0,2) \text{ V} \quad (5)$$

$$U_{zh} = 2 \text{ V} \quad (6)$$

$$U_B = 41,2 \text{ V} \quad (7)$$

Tabulka 3: Naměřené a vypočítané frekvence pro $R = 47,5 \text{ k}\Omega$ a $C = 11,38 \text{ nF}$.

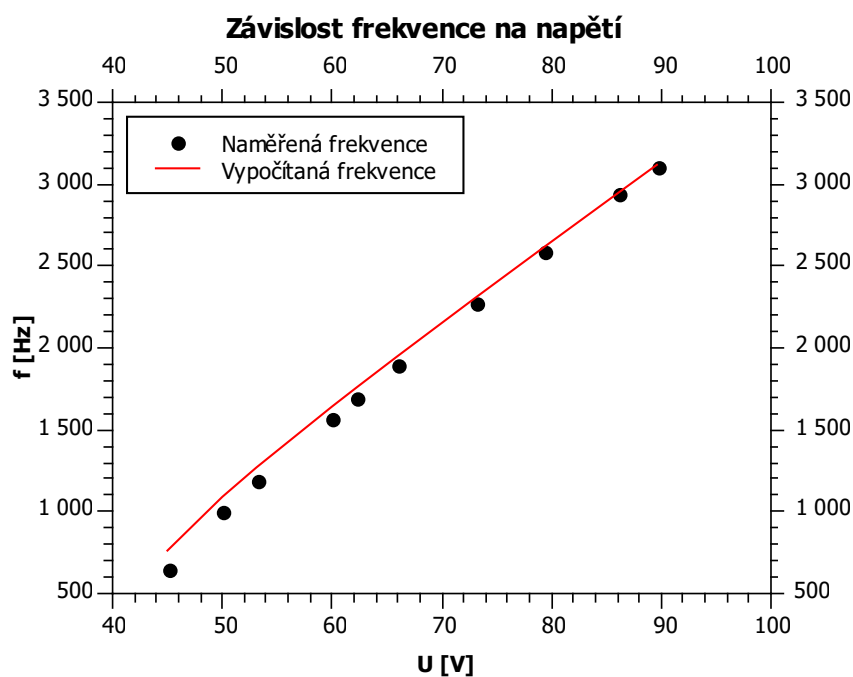
U [V]	f_{nam}	f_{vyp}
45	646,07	762,5
50	1 008,4	1 090,49
53,1	1 198,83	1 269,5
60	1 576,65	1 642,1
62,2	1 701,27	1 756,6
65,9	1 894,69	1 946,28
73,1	2 275,42	2 308,19
79,3	2 595,14	2 614,87
86,1	2 943,74	2 947,83
89,6	3 115,49	3 118,2

Tabulka 4: Naměřené a vypočítané frekvence pro $R = 47,5 \text{ k}\Omega$ a $C = 6,79 \text{ nF}$.

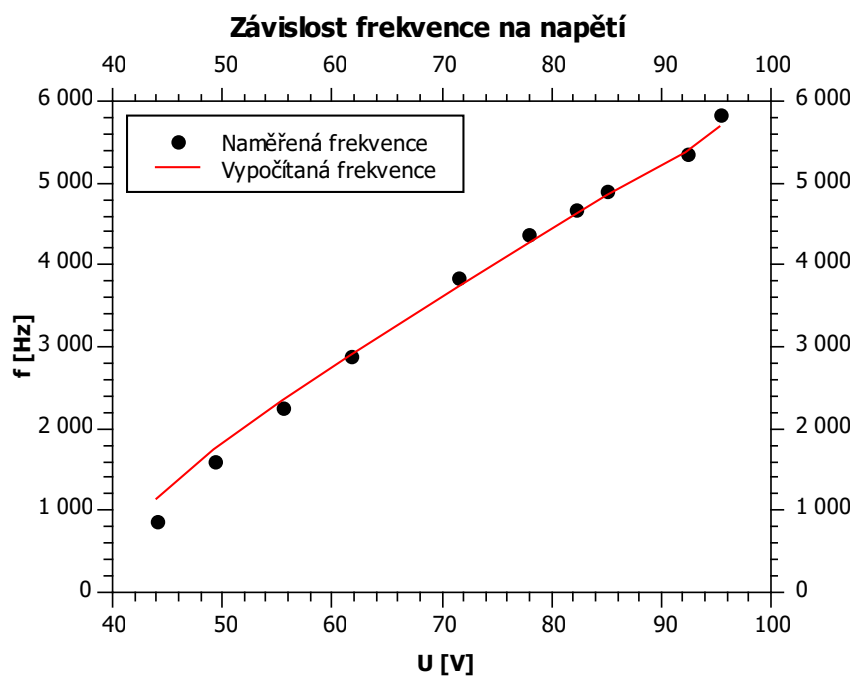
$U \text{ [V]}$	f_{nam}	f_{vyp}
44	870,35	1 144,93
49,2	1 620,4	1 746,83
55,4	2 279,86	2 340,79
61,6	2 904,98	2 891,96
71,5	3 859,23	3 734,78
77,8	4 396,09	4 258,68
82,2	4 689,42	4 621,1
85	4 922,32	4 850,6
92,2	5 372,88	5 374,93
95,3	5 836,8	5 689,2

Tabulka 5: Naměřené a vypočítané frekvence pro $R = 49,3 \text{ k}\Omega$ a $C = 6,79 \text{ nF}$.

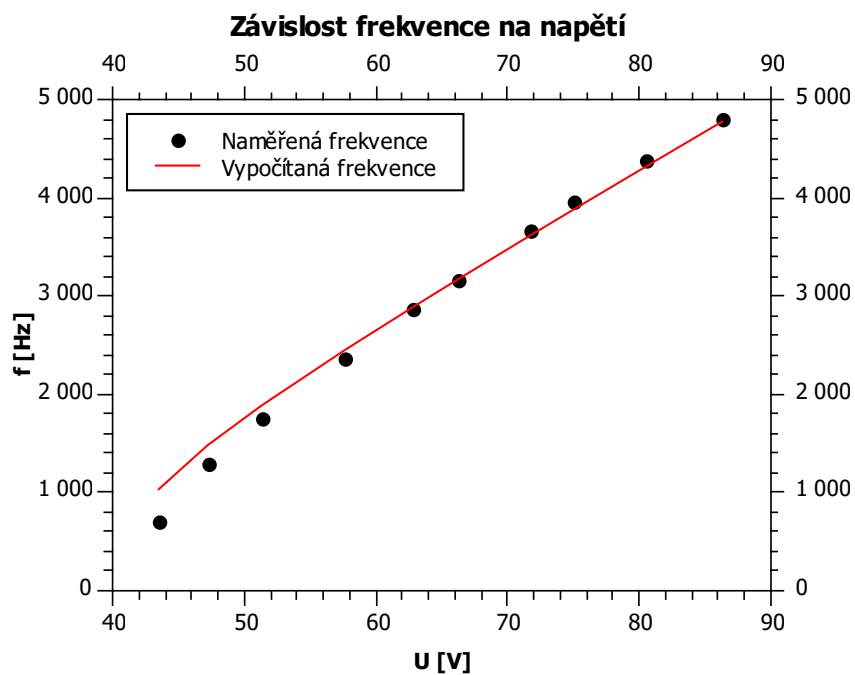
$U \text{ [V]}$	f_{nam}	f_{vyp}
43,5	708,5	1 032,68
47,2	1 299,96	1 479,36
51,3	1 754,53	1 884,29
57,6	2 381,77	2 446,82
62,8	2 871,11	2 886,6
66,1	3 173,79	3 159,27
71,6	3 677,55	3 606,49
75	3 973,47	3 879,66
80,5	4 399,15	4 317,74
86,3	4 801,5	4 775,91



Obrázek 3: Graf závislosti frekvence na napětí pro $R = 47,5 \text{ k}\Omega$ a $C = 11,38 \text{ nF}$.



Obrázek 4: Graf závislosti frekvence na napětí pro $R = 47,5 \text{ k}\Omega$ a $C = 6,79 \text{ nF}$.



Obrázek 5: Graf závislosti frekvence na napětí pro $R = 49,3 \text{ k}\Omega$ a $C = 6,79 \text{ nF}$.

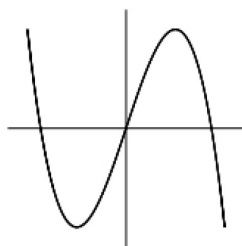
2. Povinně volitelná varianta A

- Změřte závislost frekvence relaxačních kmitů diaku na napětí zdroje pro jednu kombinaci RC .
- Porovnejte výsledky přímého měření s měřením pomocí Lissajousových obrazců.

2.1. Teorie

Měření frekvence relaxačních kmitů můžeme provádět i jinak. Pakliže budeme promítat na obrazovku osciloskopu průběh napětí přičemž na horizontální vstup osciloskopu budeme přivádět napětí z generátoru o laditelné frekvenci. Pakliže nastavíme na generátoru pevnou frekvenci, můžeme tím, že budeme měnit napětí na diaku dosáhnout některého z Lissajousových obrazců.

Dosáhneme-li například Lissajousova obrazce z obrázku 6, při kterém je frekvence generátoru rovna frekvenci relaxačních kmitů. Použijeme-li pro toto měření jednu z kombinací RC z první části, můžeme naměřené hodnoty porovnat.



Obrázek 6: Lissajousův obrazec pro $x = f(t)$, $y = \sin t$.

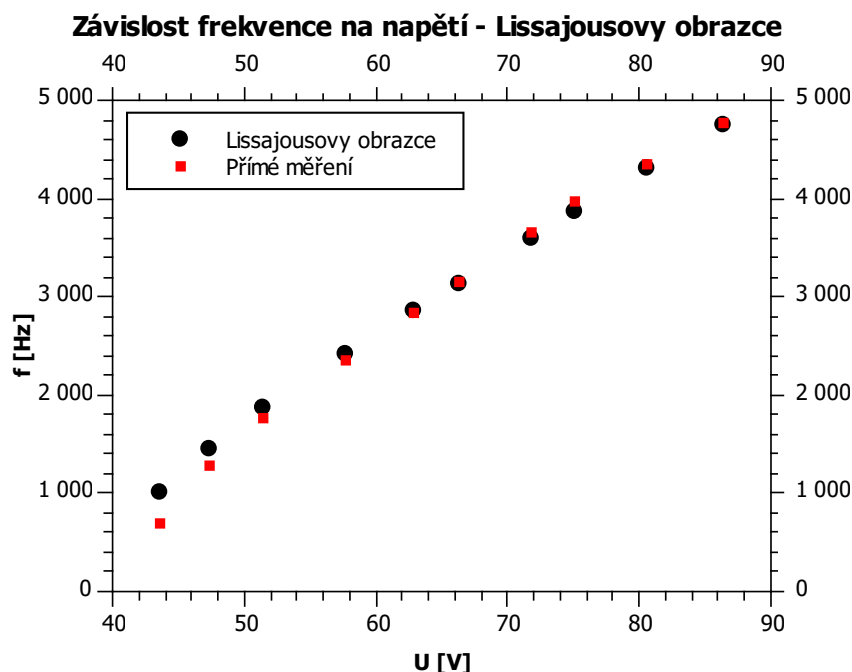
2.2. Postup měření

Pro měření jsem použil třetí z kombinací R a C z povinné části, tedy $R = 49,3 \text{ k}\Omega$ a $C = 6,79 \text{ nF}$.

2.3. Naměřené hodnoty

Tabulka 6: Měření frekvence pomocí Lissajousových obrazců.

$U \text{ [V]}$	f_{nam}
43,5	715
47,2	1 293
51,3	1 776
57,6	2 373
62,8	2 867
66,1	3 166
71,6	3 677
75	3 986
80,5	4 380
86,3	4 787



Obrázek 7: Porovnání frekvence zjištěné přímým měřením a frekvence zjištěné pomocí Lissajousových obrazců.

2.4. Zpracování měření

3. Závěr

v povinné části úlohy jsem změřil spínací napětí dvou diaků, a to DB3 a DB4. Hodnota $U_{B1} = (31,7 \pm 0,2)$ V a $U_{B2} = (41,2 \pm 0,2)$ V. Dále jsem přímým měřením určil závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí. Výsledky tohoto měření jsem uvedl v tabulkách 3, 4 a 5. Naměřené hodnoty jsem porovnal s teoretickými hodnotami a vykreslil jsem je v grafech 3, 4 a 7. Jak je z nich okamžitě patrné, tak jsou si velmi blízko, tedy mohu prohlásit měření za úspěšné.

V povinně volitelné části jsem měřil opět frekvenci relaxačních kmitů, tentokrát ovšem pomocí Lissajousových obrazců. Naměřené hodnoty frekvence jsem porovnal s hodnotami zjištěnými přímým měřením, jak je vidět na grafu z obrázku 6. Z grafu je zřejmé, že se hodnoty velmi blíží a tedy bylo měření opět úspěšné.