

FYZIKÁLNE PRAKTIKUM

Spracoval: Vladimír Domček

Namerané: 24.10.2012

Obor: Astrofyzika **Ročník:** II **Semester:** III

Testované:

Úloha č. 6: Relaxačné kmity

$$T = 22,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p = 990 \text{ hPa}$$

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

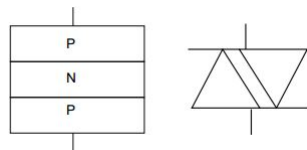
1. Zadanie

- Zmerajte spínacie napätie diaku. Pre rôzne hodnoty súčiny RC zmerajte závislosť frekvencie elektrických kmitov diaku na napätí zdroja. Vypočítajte závislosť frekvencie relaxačných kmitov na napätí pre rovnaké hodnoty RC, znázorníte graficky a porovnajete s nameranými hodnotami.
- Zmerajte závislosť frekvencie relaxačných kmitov pomocou Lissajousových obrazcov

2. Teória

2.1. Diak

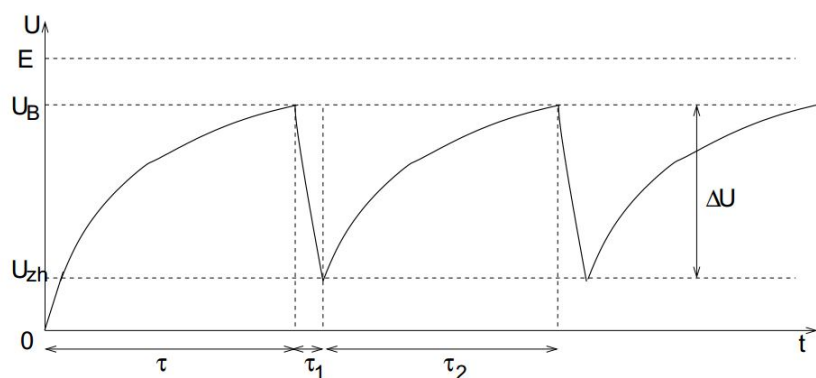
Diak je polovodičová súčiastka, skladajúca sa z dvoch sériovo radených PN prechodov. Ak zapojíme diak na jednosmerné napätie, jeden z PN prechodov bude v priepustnom smere a druhý v závernom. Pokiaľ nedosiahneme otváracie napätie U_B , prechádza diakom len nepatrný prúd. Po dosiahnutí napätia U_B nastane lavínový prieraz prechodu radeného v závernom smere a napätie na diaku klesne o hodnotu ΔU .



Obr.1 Schéma usporiadania a symbolika diaku

2.2. Relaxačné kmity

Voltampérová charakteristika diaku umožňuje použitie na generáciu relaxačných kmitov. Zhotovíme obvod podľa schémy na obr.3. Po spojení obvodu preteká diakom len nepatrný prúd. Kondenzátor C sa nabíja až po dosiahnutí U_B , dôjde k zopnutiu diaku, ktorým potečie prúd a kondenzátor sa vybije na hodnotu zhasínajúceho napätia U_z . Pri tomto napätí prestane diakom pretekať prúd, prejde do nezopnutého stavu a zvýši svoj odpor o niekoľko rádov. Kondenzátor sa opäť nabíja a celý dej sa opakuje, diak bude skokovo prechádzať z nezopnutého stavu na zopnutý. Časový priebeh tohto deja môžeme vidieť na obr.3.



Obr.2 Časový priebeh napätia na kondenzátore a diaku v oscilačnom obvode

Pre idealizovanú charakteristiku diaku ($I = 0$, $R_i = \infty$ v nezopnutom stave) platí:

$$E = RI_0 + U, \quad I_0 = I_C + I_D, \quad I_D = \frac{U - U_B}{R_i}, \quad I_C = \frac{dQ}{dt} = C \frac{dU}{dt}$$

Z predchádzajúcich vzťahov môžeme vyjadriť vzťahy pre celkovú dobu jednej periódy oscilácií:

$$T = \tau_1 + \tau_2 \quad (1)$$

$$\tau_1 = R_i C \ln \frac{U_B}{U_z} \quad (2)$$

$$\tau_2 = RC \ln \left(\frac{U_z - U}{U_B - U} \right) \quad (3)$$

keďže $\tau_1 \ll \tau_2$ frekvencia relaxačných kmitov je vyjadrená vzťahom:

$$f = \frac{1}{\tau_2} \quad (4)$$

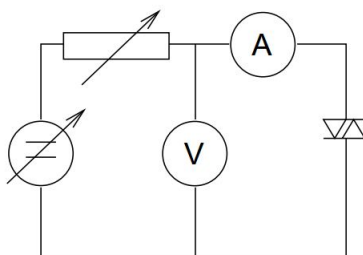
2.3. Lissajousové obrazce

Lissajousové obrazce sú krivky, ktoré dostaneme pri skladaní dvoch navzájom kolmých kmitov. Podiel frekvencií je určujúcou veličinou pre tvar Lissajousových kriviek. Pokiaľ sú obe frekvencie racionálne čísla, ide o uzavretú krivku.

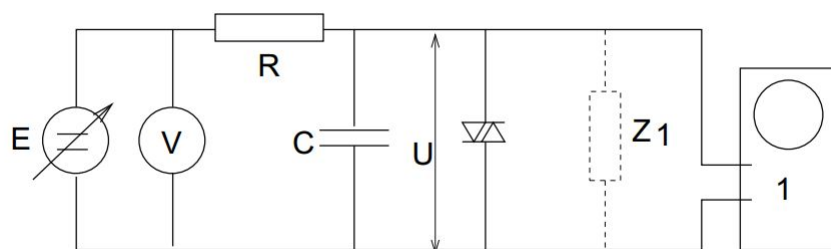
3. Postup

3.1. Relaxačné kmity

- určíme spínacie a zhasínacie napätie diaku v zapojení podľa obr.3
- zmeriame závislosť frekvencie relaxačných kmitov na napätí zdroja pre 3 rôzne kombinácie RC
- vypočítame frekvenciu relaxačných kmitov v závislosti na napätí a porovnáme s nameranými hodnotami



Obr.3 Schéma zapojenia pre meranie spínacieho napätia na diaku



Obr.4 Schéma zapojenia pre meranie frekvencie relaxačných kmitov

3.2. Lissajousové obrazce

- pokúsime sa pomocou osciloskopu nájsť Lissajousové obrazce kombinovaním 2 signálov s frekvenciami rôznych pomerov a overiť tak frekvenciu relaxačných kmitov v závislosti na napätí

4. Meranie

4.1. Relaxačné kmity

4.1..1 Spínacie napätie

Meranie	U_B [V]	ΔU [V]	I [mA]
1	37,5	9	21,5
2	38	9	21,5
3	38	9	21,5
4	37	8,5	21
5	38,5	9,5	21,5
Priemer	$37,8 \pm 0,3$	$9,0 \pm 0,2$	$21,4 \pm 0,1$

Tab.1 Diak DB4

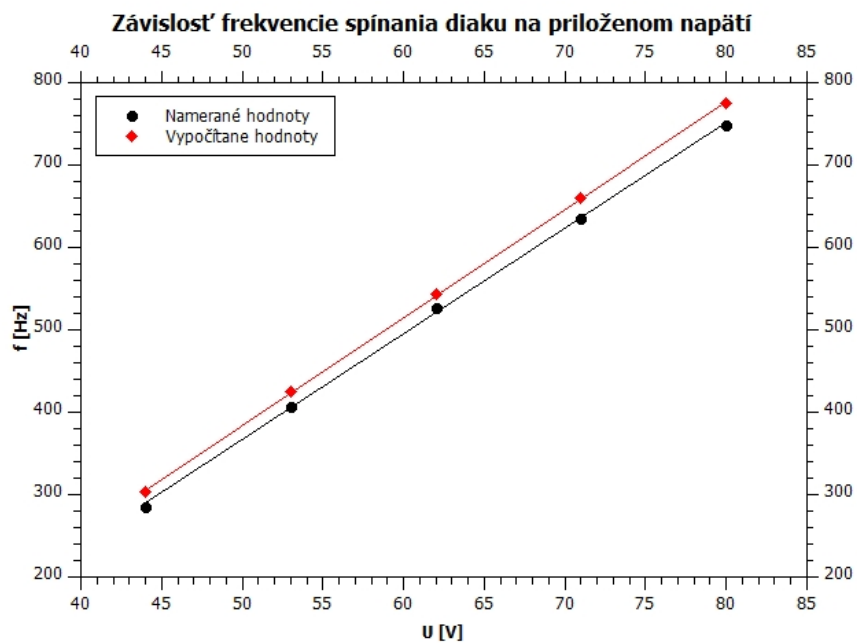
Meranie	U_B [V]	ΔU [V]	I [mA]
1	31	5,5	21
2	31,5	6,5	20,5
3	31	6	21
4	31	5,5	20,5
5	31,5	6,5	21
Priemer	$31,2 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,2$	$20,8 \pm 0,1$

Tab.2 Diak DB3

4.1..2 Závislosť frekvencie relaxačných kmitov na napätí zdroja

U [V]	f_m [Hz]	ΔU [V]	f_v [Hz]
44	285,7	27,6	302,6
53	406,5	27,8	424,9
62	526,3	27,6	543,1
71	634,5	28	659,5
80	748,5	27,8	774,9

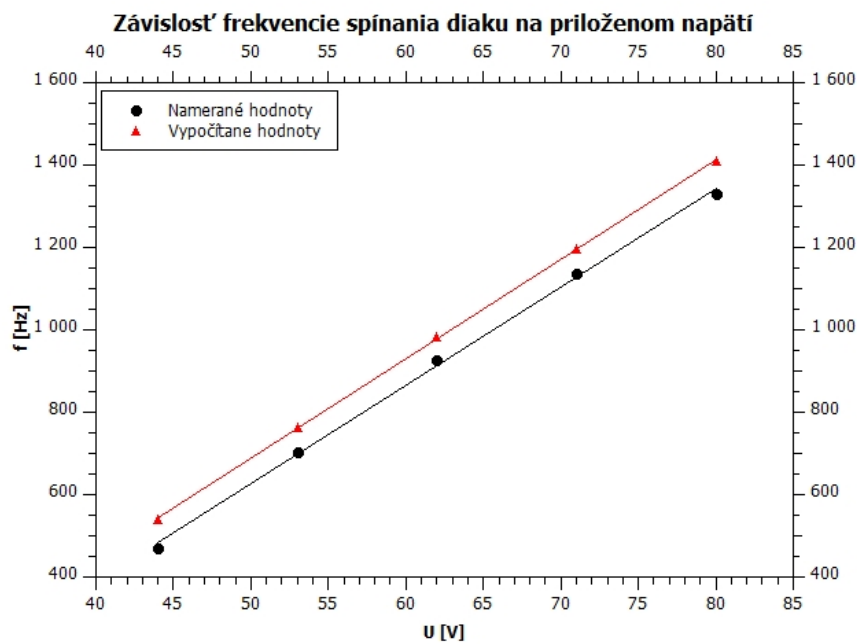
Tab.3 Diak DB3, $C_2=11,38$ nF, $R = 251,8$ k Ω



Obr.5 Graf závislosti frekvencie spínania diaku na priloženom napätí

U [V]	f_m [Hz]	ΔU [V]	f_v [Hz]
44	471,6	25	539,1
53	704,2	25,2	763,9
62	925,9	25	981,9
71	1136	25,2	1197
80	1329	25	1410

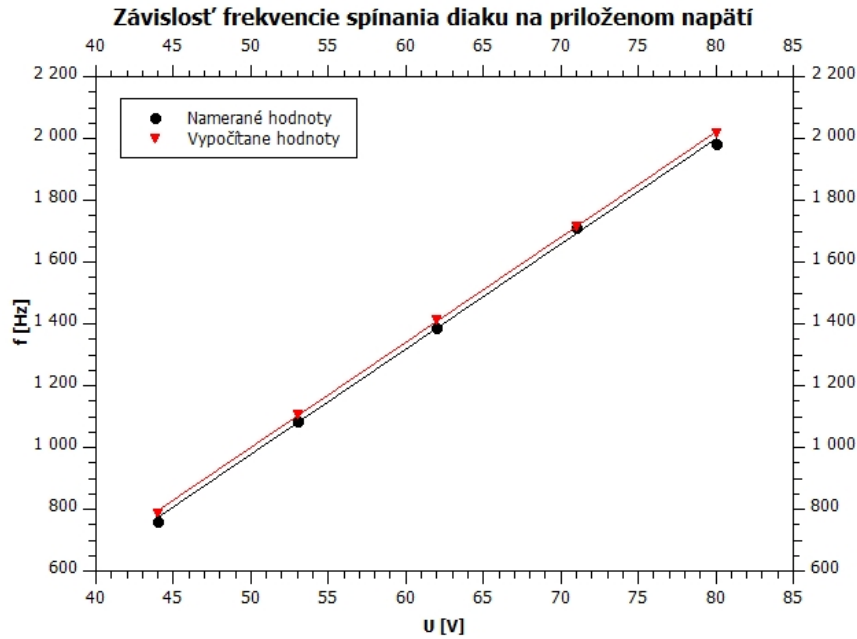
Tab.4 Diak DB3, $C_1=6,79$ nF, $R = 251,8$ k Ω



Obr.6 Graf závislosti frekvencie spínania diaku na priloženom napätí

U [V]	f_m [Hz]	ΔU [V]	f_v [Hz]
44	762,1	27,6	787,7
53	1086	27,8	1106
62	1388	27,8	1414
71	1712	27,6	1717
80	1984	27,8	2018

Tab.4 Diak DB3, $C_1=11,38$ nF, $R = 96,8$ k Ω



Obr.7 Graf závislosti frekvencie spínania diaku na priloženom napätí

4.2. Lissajousové obrazce

Diak DB3, $C_1=11,38$ nF, $R = 96,8$ k Ω , $U = 44$ V, $f_1 = 767$ Hz

Pomer signálov $\frac{f_1}{f_2}$	f_2 [Hz]	Pomer signálov $\frac{f_1}{f_2}$	f_2 [Hz]
1/1	767	2/3	1151
1/2	1535	2/1	384
1/3	2302	3/1	256
1/4	3070	4/1	192
1/5	3837	3/4	1024
6/7	895	4/5	959
3/5	1280	9/2	171

Tab.5 Zoznam nájdených Lissajousových obrazcov s pomermi frekvencií

5. Záver

V prvej časti úlohy sme merali otváracie napätie a pokles napätia pri dosiahnutí otváracieho napätia pre 2 diaky. Pre diak DB4 nám vyšli hodnoty: $U_B=(37,8\pm 0,3)$ V, $\Delta U=(9,0\pm 0,2)$ V a pre diak DB3: $U_B=(31,2\pm 0,1)$ V, $\Delta U=(6,0\pm 0,2)$ V. Taktiež sme pri tomto meraní overili, že na diaku, cez ktorý prechádza vyšší prúd, dochádza k vyššiemu poklesu napätia.

V ďalšej časti úlohy sme merali závislosť frekvencie relaxačných kmitov na napätí zdroja pomocou osciloskopu pre 3 rôzne RC kombinácie. Namerané frekvencie sú vypísane v tabuľkách 3,4,5 aj spolu s dopočítanými frekvenciami. Môžeme si všimnúť, že sa tieto frekvencie mierne líšia. Je to spôsobené tým, že aj samotný osciloskop má nejakú impedanciu a na získanie presnejších hodnôt by bolo potrebné spraviť korekciu počítajúc aj s touto hodnotou. Namerané hodnoty sa však približujú vypočítaným, čo dokazujú aj priložené grafy.

V poslednej časti úlohy sme sa pokúšali získať frekvenciu relaxačných kmitov pomocou Lissajousových obrazcov. Robili sme to tým spôsobom, že sme na osciloskope sledovali priebeh napätí, pričom na horizontálny vstup sme privádzali napätie z generátoru s laditeľnou frekvenciou. Nastavili sme teda pomer frekvencií 1 ku 1 a zistili frekvenciu relaxačných kmitov: $f = 767$ Hz. Táto hodnota sa nám vierohodne približuje k hodnote, ktorú sme namerali v predošlej časti a to $f = 762,1$ Hz.