

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 2

Zpracoval: Jakub Juránek

Naměřeno: 1. října 2012

Obor: UF Ročník: II Semestr: III

Testováno:

Úloha č. 6: Relaxační kmity

$$T = 24,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

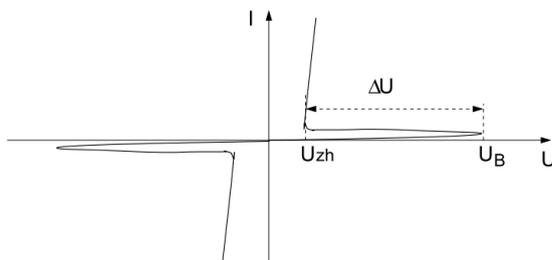
$$\varphi = 46 \text{ \%}$$

1. Teorie

1.1. Povinná část

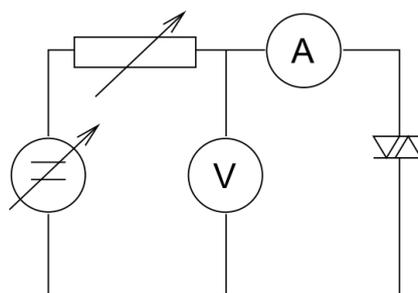
Relaxační kmity diaku.

Diak je spínací polovodičová součástka, která se skládá ze dvou sériově zapojených PN přechodů, s následující voltampérovou charakteristikou:



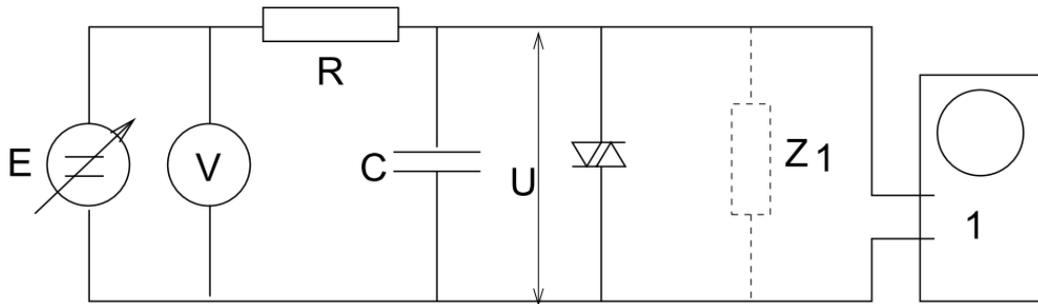
Přiložíme-li na diak stejnosměrné napětí, je jeden z PN přechodů zapojen v propustném a jeden v závěrném směru, a proto diakem prochází pouze zanedbatelný proud až do dosažení spínacího napětí U_B . Dosáhneme-li tohoto napětí, dojde k lavinovému průrazu přechodu zapojeného v závěrném směru a napětí na diaku poklesne o ΔU . Snížíme-li napětí pod hodnotu zhasčecího napětí $U_{zh} = U_B - \Delta U$, přejde PN přechod zpět do zavřeného stavu. Tato charakteristika je symetrická vzhledem k polaritě připojeného napětí.

Schéma zapojení pro měření spínacího napětí:

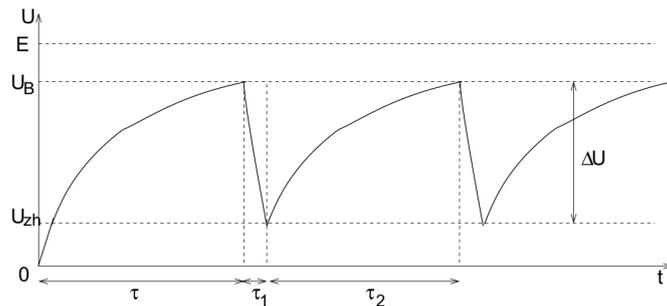


Toto měření provedeme desetkrát a nejistotu $u(U_B)$ pak snanovíme z nejistoty statistické a nejistoty měřicího přístroje.

Voltampérová charakteristika diaku umožňuje jeho použití generování relaxačních kmitů. Použijeme zapojení s paralelním kondenzátorem C , sériově k oběma s odporem R a s osciloskopem paralelně vůči diaku:



Při tomto zapojení můžeme z osciloskopu odečítat následující průběh napětí v čase:



Z tohoto můžeme odečítat hodnoty napětí U_B , U_{zh} , případně přímo ΔU , a časy τ_1 , τ_2 . Pro časy τ_1 , τ_2 platí následující vztahy:

$$\tau_1 = R_i C \ln \frac{U_B}{U_{zh}}$$

$$\tau_2 = RC \ln \frac{U_{zh} - E}{U_B - E}$$

kde R_i je vnitřní odpor diaku v sepnutém stavu a E napětí zdroje, přičemž $E > U_B$. 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

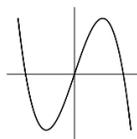
$$f \approx \frac{1}{\tau_2}$$

Toto měření provedeme pro tři různé kombinace RC.

1.2. Varianta A

Lissajousovy obrazce.

Další možností měření frekvence relaxačních kmitů je promítat na obrazovku osciloskopu průběh napětí přičemž na horizontální vstup osciloskopu přivádíme napětí z generátoru o laditelné frekvenci. Nastavíme-li na generátoru určitou frekvenci, můžeme měněním napětí na diaku dosáhnout následujícího Lissajousova obrazce:



při kterém je pak frekvence generátoru rovna frekvenci relaxačních kmitů. Použijeme-li pro toto měření jednu z kombinací RC z první části, můžeme tyto hodnoty porovnat.

2. Měření

2.1. Povinná část

Nejprve desetkrát provedeme měření spínacího napětí diaku:

U_B [V]	30,8	31,2	31,0	30,9	30,8	30,9	30,7	30,8	30,9	30,9
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

$$U_B = (30,9 \pm 0,1) \text{ V}$$

Označme f naměřenou a f_t teoretickou frekvenci relaxačních kmitů.

Z osciloskopu budeme odečítat hodnoty τ_2 .

$R_1 = 47,5 \text{ k}\Omega$	$R_2 = 96,8 \text{ k}\Omega$	$R_3 = 155 \text{ k}\Omega$
$C_1 = 6,79 \text{ nF}$	$C_2 = 11,38 \text{ nF}$	$C_3 = 6,79 \text{ nF}$
$\Delta U_1 = (25,4 \pm 0,1) \text{ V}$	$\Delta U_2 = (28,2 \pm 0,1) \text{ V}$	$\Delta U_3 = (25,4 \pm 0,1) \text{ V}$
$U_{zh1} = (5,5 \pm 0,1) \text{ V}$	$U_{zh2} = (2,7 \pm 0,1) \text{ V}$	$U_{zh3} = (5,5 \pm 0,1) \text{ V}$

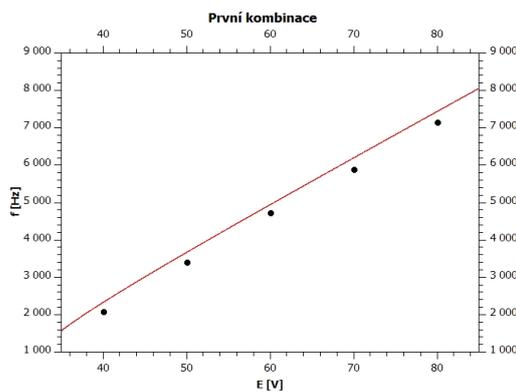
E [V]	τ_2 [μ s]	f [Hz]	f_t [Hz]
40,0	480	2083	2327
50,0	294	3401	3666
60,0	212	4717	4941
70,0	170	5882	6194
80,0	140	7143	7436

E [V]	τ_2 [μ s]	f [Hz]	f_t [Hz]
40,0	1680	595	643
50,0	1048	954	1001
60,0	776	1289	1340
70,0	616	1623	1672
80,0	508	1969	2000

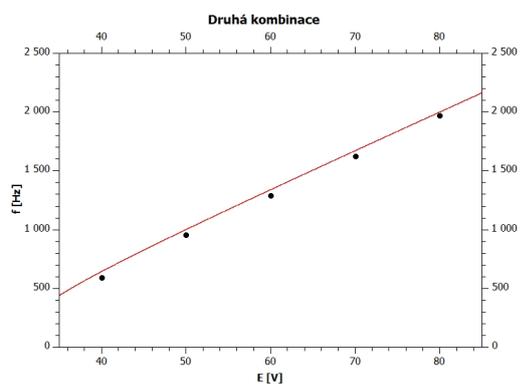
E [V]	τ_2 [μ s]	f [Hz]	f_t [Hz]
40,0	1640	610	713
50,0	984	1016	1123
60,0	704	1420	1514
70,0	560	1786	1898
80,0	464	2155	2279

Graficky srovnáme pro první a druhou kombinaci, třetí vyneseme do grafu až společně s měřením pomocí Lissajousových obrazců.

Naměřenou závislost vyneseme jako body, teoretickou vyneseme jako spojitou funkci.



Obrázek 1: Zapojení A



Obrázek 2: Zapojení B

2.2. Varianta A

Měření budeme provádět na poslední kombinaci RC, tedy:

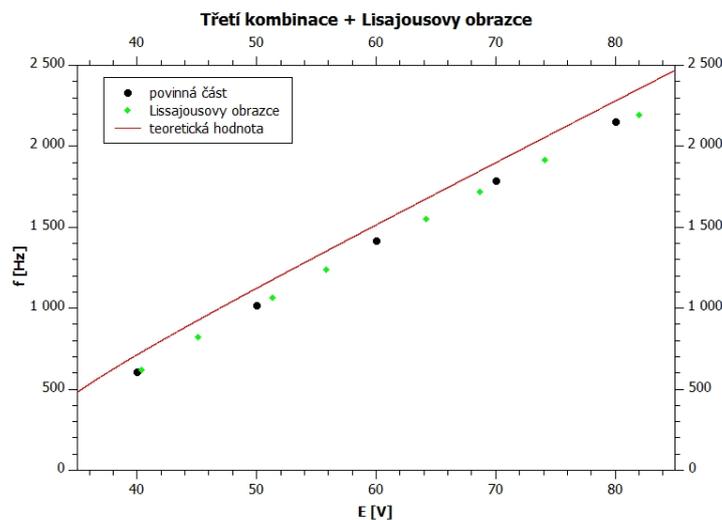
$$\begin{aligned}R_3 &= 155 \text{ k}\Omega \\C_3 &= 6,79 \text{ nF} \\ \Delta U_3 &= (25,4 \pm 0,1) \text{ V} \\ U_{zh3} &= (5,5 \pm 0,1) \text{ V}\end{aligned}$$

Frekvenci na generátoru budeme měnit s krokem 200 – 300 Hz a pro každou z nich budeme měnit napětí na zdroji tak dlouho, dokud nedostaneme stabilní požadovaný obrazec.

Poté odečteme hodnoty napětí a frekvence, kterou porovnáme s teoretickou hodnotou.

E [V]	f [Hz]	f_t [Hz]
82,0	2195	2355
74,1	1914	2055
68,7	1719	1849
64,2	1551	1676
55,8	1239	1351
51,3	1064	1175
45,1	822	926
40,4	622	730

Nyní změřenou závislost vyneseme do grafu, spolu se závislosti z první části, obojí jako bodu, teoretickou opět vyneseme jako spojitou funkci.



3. Závěr

Měření jsme prováděli na diaku DB3, u kterého je udávána hodnota spínacího napětí $(32 \pm 4) \text{ V}$, čemuž naše naměřená hodnota odpovídá.

Z naměřených hodnot zhasacího napětí jsme i ověřili, že toto napětí nezávisí na zapojeném odporu a klesá s rostoucí kapacitou kondenzátoru.

Vidíme, že závislosti z povinné části a z Lissajousových obrazců si opravdu velmi dobře odpovídají. Naměřené frekvence jsou o pět až deset procent menší, než ty teoreticky spočtené, což může být způsobeno jednak zanedbáním vnitřní impedance osciloskopu, jednak nejistotou měřených hodnot.

Ve variantě A pak do toho promlouvá ještě fakt, že regulátor napětí nebyl dostatečně citlivý, aby se mohl obrazec na osciloskopu zastavit.