

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktiku 2

Zpracoval: Radek Žemlička

Naměřeno: 26. listopadu 2009

Obor: F

Testováno:

Úloha č. 7: Relaxační kmity doutnavky

$$T = 21,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$p = 855 \text{ hPa}$$

$$\varphi = 65 \text{ \%}$$

1 Měření voltampérové charakteristiky doutnavky

1.1 Teorie a způsob měření

Doutnavka (elektronka se dvěma elektrodami ze stejného materiálu vyplněná plynem s malým tlakem) byla připojena ke stejnosměrnému napětí. Minimální napětí, které způsobí, že se plyn v elektronce ionizuje a díky tomu začne elektronkou procházet proud se nazývá zápalné napětí U_z a elektronku charakterizuje stejně, jako zhášecí napětí U_h , což je hodnota napětí, při které ionizace plynu přestává probíhat. Zřejmě lze tyto hodnoty změřit tak, že na elektronku přivedeme nízké napětí, které budeme zvyšovat do chvíle, než se plyn ionizuje a elektronkou začne procházet proud. Poté budeme hodnotu napětí snižovat až dojdeme ke zhášecímu napětí. Mezitím však můžeme napětí i zvyšovat a při změnách přiváděného napětí studovat změny proudu. Takto získáme hodnoty, které nám umožní vytvořit si představu o závislosti proudu protékajícího doutnavkou, a na ní přivedeném napětí. Tato závislost se nazývá „Voltampérová charakteristika doutnavky“.

1.2 Měření

Byla měřeno zápalné a zhášecí napětí. Naměřené hodnoty shrnuje tabulka 1. Z měření plyne:

$$U_z = 93,28 \pm 0,03$$

$$U_h = 86,1 \pm 0,1$$

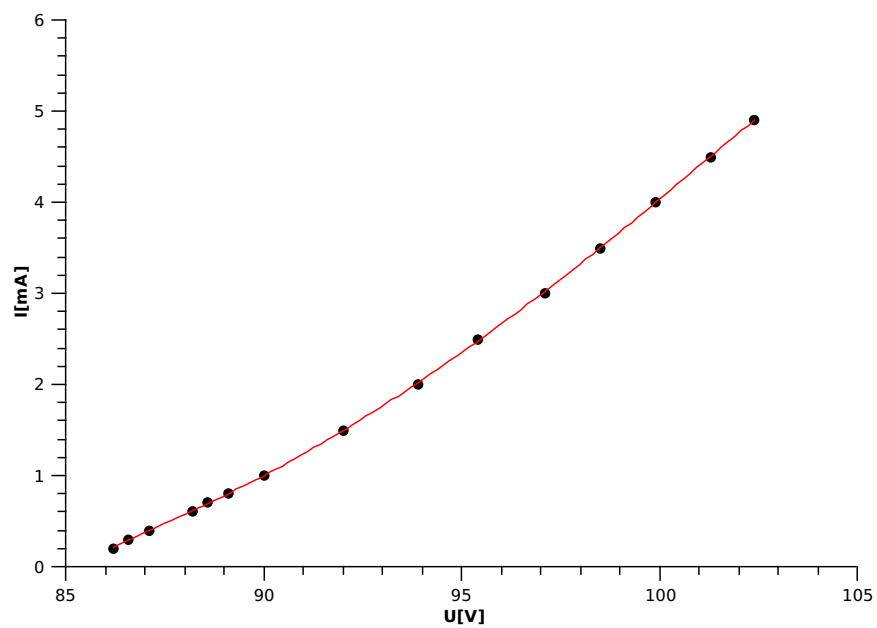
$U_z[\text{V}]$	$U_h[\text{V}]$
93,3	86,3
93,2	86,0
93,3	86,1
93,3	86,1
93,3	86,0

Tabulka 1: Měření zápalného a zhášecího napětí

Dále byla měřena voltampérová charakteristika doutnavky. Měření shrnuje tabulka 2 a graf na obrázku 1.

$U_z[V]$	$I[mA]$
90,0	1,0
92,0	1,5
93,9	2,0
95,4	2,5
97,1	3,0
98,5	3,5
99,9	4,0
101,3	4,5
102,4	4,9
89,1	0,8
88,6	0,7
88,2	0,6
87,1	0,4
86,6	0,3
86,2	0,2

Tabulka 2: Měření V-A charakteristiky doutnavky

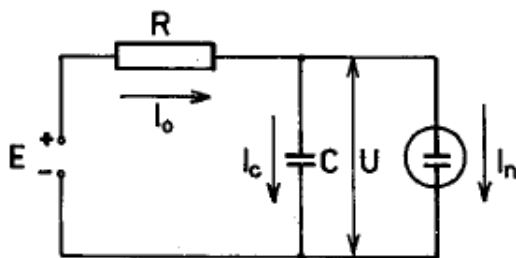


Obrázek 1: V-A Charakteristika doutnavky

2 Měření závislosti frekvence relaxačních kmitů na napětí

2.1 Teorie a způsob měření

Zapojíme-li doutnavku do obvodu podle schéma na obrázku 2, bude se se doutnavka periodicky rozžít a zhaset, neboť chvíli trvá, než se nabije kondenzátor tak, aby bylo na doutnavku přivedeno zápalné napětí, načež se však kondenzátor počne vybíjet, napětí na něm (a tím pádem i na doutnavce) klesá, až doutnavka zhasne. Tento cyklus se neustále opakuje. Jeho frekvence bude zřejmě tím větší, čím větší napětí bude na zdroji



Obrázek 2: Zapojení pro měření závislosti frekvence relaxačních kmitů na napětí

2.2 Měření

Měření bylo uskutečněno třikrát pro tři různé hodnoty R a C . Naměřené hodnoty shrnují tabulky 3, 4 a 5.

$E[V]$	$f[Hz]$
93,7	8,50
97,3	68,49
100,2	108,60
107,5	185,10
113,5	250,00
114,0	252,50
95,0	43,10
98,4	87,41
109,6	210,00
104,1	149,70

Tabulka 3: Naměřená závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 251,8k\Omega$, $C = 33,5nF$.

$E[V]$	$f[Hz]$
93,4	16,4
94,3	100,0
96,1	177,3
95,6	153,3
94,7	132,9
94,7	113,6
94,0	82,2

Tabulka 4: Naměřená závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 96,8k\Omega$, $C = 33,5nF$.

$E[V]$	$f[Hz]$
94,1	29,4
95,1	54,9
98,0	100,8
102,2	163,3
108,1	255,1
105,2	203,2
100,0	128,8
103,7	182,4
97,0	86,8

Tabulka 5: Naměřená závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 204,3k\Omega$, $C = 33,5nF$.

3 Výpočet frekvence relaxačních kmitů v závislosti na napětí, porovnání s naměřenými hodnotami

Rovnice pro závislost napětí doutnavky na čase v době nabíjení kondenzátoru zní

$$U(t) = (U_h - E)e^{-\frac{t}{RC}} + E \quad (1)$$

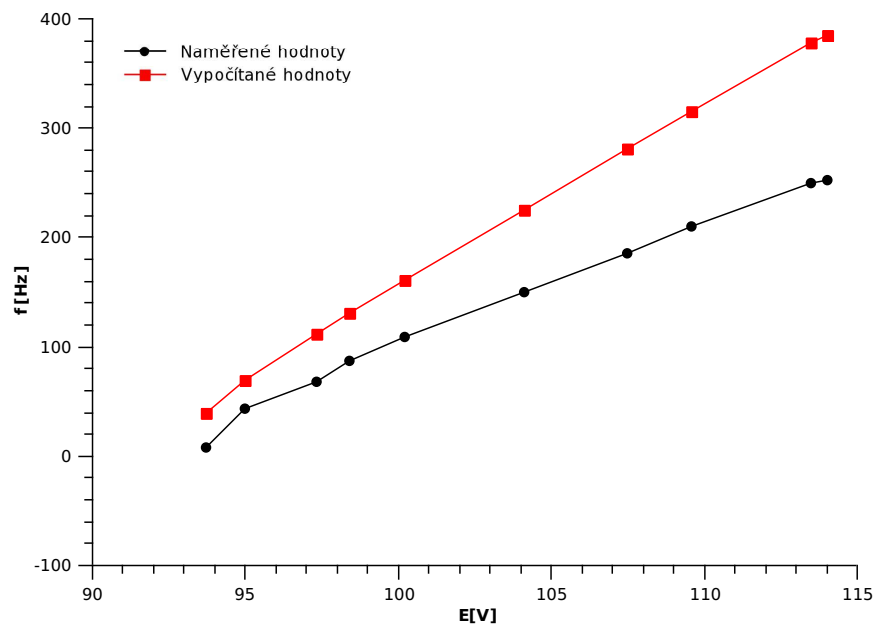
Předpokládejme, že doba nabíjení kondenzátoru bude výrazně větší, než doba jeho vybíjení při probíhajícím výboji. Závislost periody relaxačních kmitů na napětí v takovém případě určíme z rovnice 1, když se pokusíme vypočítat čas který je potřebný k růstu napětí na hodnotu zápalného napětí U_z .

$$\tau = -RC \cdot \ln \frac{U_z - E}{U_h - E} \quad (2)$$

Frekvence relaxačních kmitů je pak rovna převrácené hodnotě periody. Pro každou hodnotu frekvence naměřenou v předchozím úkolu byla vypočítaná její teoretická hodnota plynoucí ze vztahu 2. Vypočítané výsledky shrnují následující tabulky 6, 7 a 8. Grafy v obrázcích 3, 4 a 5 potom porovnávají naměřené hodnoty s hodnotami vypočítanými.

$E[V]$	$f[Hz]$
93,7	39,62
97,3	111,96
100,2	161,18
107,5	280,67
113,5	377,53
114,0	385,58
95,0	69,79
98,4	130,89
109,6	314,64
104,1	225,40

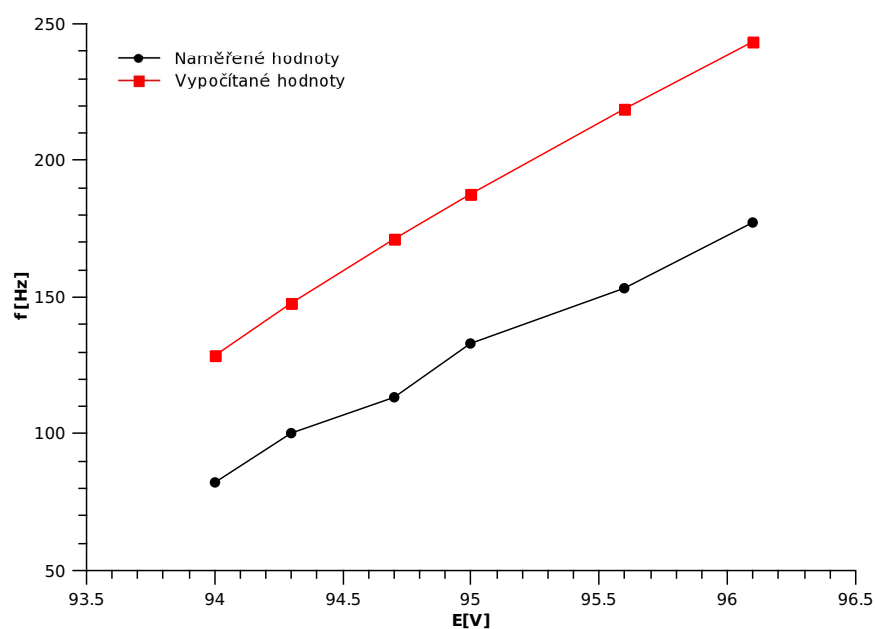
Tabulka 6: Vypočítaná závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 251,8k\Omega$, $C = 33,5nF$.



Obrázek 3: Závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 251,8k\Omega$, $C = 33,5nF$.

$E[V]$	$f[Hz]$
93,7	39,62
97,3	111,96
100,2	161,18
107,5	280,67
113,5	377,53
114,0	385,58
95,0	69,79
98,4	130,89
109,6	314,64
104,1	225,40

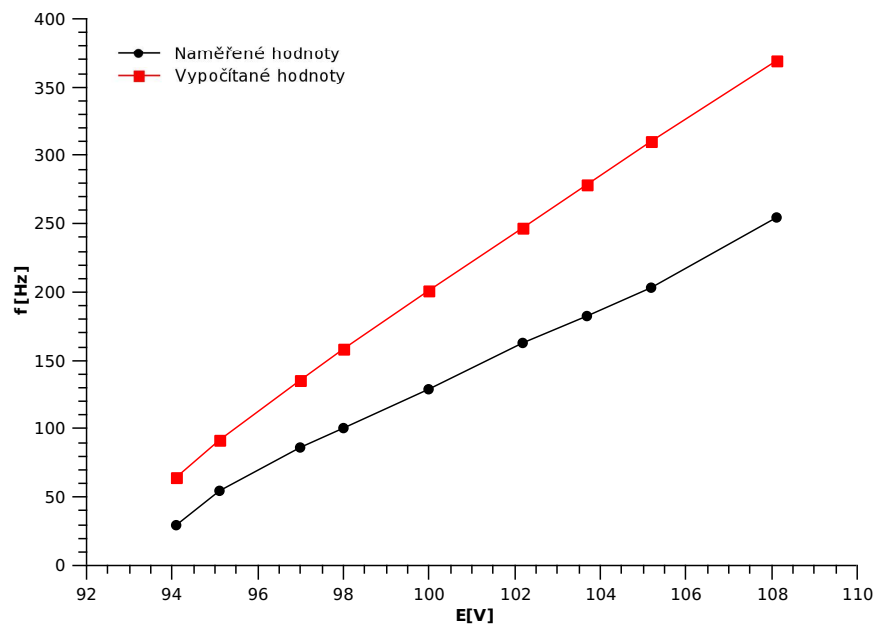
Tabulka 7: Vypočítaná závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 96,8k\Omega$, $C = 33,5nF$.



Obrázek 4: Závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 96,8k\Omega$, $C = 33,5nF$.

$E[V]$	$f[Hz]$
93,7	39,62
97,3	111,96
100,2	161,18
107,5	280,67
113,5	377,53
114,0	385,58
95,0	69,79
98,4	130,89
109,6	314,64
104,1	225,40

Tabulka 8: Vypočítaná závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 204,3k\Omega$, $C = 33,5nF$.



Obrázek 5: Závislost frekvence relaxačních kmitů na napětí pro hodnoty $R = 204,3k\Omega$, $C = 33,5nF$.

4 Závěr

Bylo zjištěno zápalné a zhašecí napětí doutnavky. Rovněž byly změřeny hodnoty proudu procházející doutnavkou v závislosti na přivedeném napětí tak, že nám tyto výsledky poměrně názorně vykreslily průběh voltampérové charakteristiky doutnavky. Žádný z výsledků v této části praktika nebyl překvapující, neboť všechny výsledky korespondovaly s teoretickým modelem, se kterým jsme pracovali. Byly naměřeny a vypočítány relaxační doby doutnavky při různých hodnotách RC a různým napětí na zdroji. Hodnoty byly vyneseny do grafů. Je vidět, že vypočítané a naměřené hodnoty se od sebe liší odchylkou úměrnou napětí zdroje. Tyto odchylky jsou pravděpodobně způsobeny tím, že při výpočtu nebyla uvažována vstupní impedance osciloskopu a doba vybíjení kondenzátoru.