

Kabinet výuky obecné fyziky, UK MFF

Fyzikální praktikum ...



Úloha č.

Název úlohy:

Jméno: Obor: FOF FAF FMUZV

Datum měření:

Datum odevzdání:

Připomínky opravujícího:

	Možný počet bodů	Udělený počet bodů
Práce při měření	0 - 5	
Teoretická část	0 - 1	
Výsledky měření	0 - 8	
Diskuse výsledků	0 - 4	
Závěr	0 - 1	
Seznam použité literatury	0 - 1	
Celkem	max. 20	

Posuzoval:.....

dne:

Pracovní úkoly

1. Pomocí osciloskopu změřte špičkovou hodnotu napětí na svorkách sekundárního vinutí transformátoru a porovnejte ji s hodnotou naměřenou na střídavém rozsahu digitálního voltmetru.
2. Podle vlastní volby sledujte činnost jednocestného nebo dvoucestného usměrňovače s křemíkovými diodami **KY711**
 - (a) při maximální hodnotě zatěžovacího odporu $10\text{ k}\Omega$ sledujte závislost stejnosměrného napětí na filtrační kapacitě C v intervalu $0\text{--}10\text{ }\mu\text{F}$. Hodnotu usměrněného napětí při $C = 10\text{ }\mu\text{F}$ srovnajte se špičkovou hodnotou pulzního průběhu.
 - (b) změřte závislost filtrační kapacity C , potřebné k tomu, aby střídavá složka usměrněného napětí tvořila 10 % špičkové hodnoty (tj. asi 1 V), na odebíraném proudu. U jednocestného usměrňovače měřte do proudu 0,6 mA, u dvoucestného do proudu 1 mA.
 - (c) naměřené závislosti zpracujte graficky. Do grafu uvádějícího závislost filtrační kapacity C na proudu vynesete také závislost časové konstanty $\tau = R_Z C$ na proudu.
3. Zobraďte na osciloskopu V-A charakteristiku vakuové diody **EZ81** a Zenerovy diody **KZ703** podle schématu připojeného k úloze. Orientačně načrtněte pozorované charakteristiky a vyznačte měřítka na osách. Odhadněte napětí na diodách při proudu 20 mA v propustném směru. Určete Zenerovo napětí.

Teoretická část

Pro střídavé napětí harmonického průběhu platí vztah mezi špičkovým napětím U_0 a efektivním napětím U_{ef}

$$U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}. \quad (1)$$

Budeme měřit jednocestný usměrňovač. [1] Střední hodnota U_e jednocestně usměrněného napětí je [1]

$$U_e = \frac{U_0}{\pi}. \quad (2)$$

Při zapojení pro úkol 2. (b) by napětí mezi jednotlivými pulzy mělo mít přibližný průběh [1]

$$u \cong U_0 \left(1 - \frac{t}{\tau}\right), \quad (3)$$

kde

$$\tau = R_Z C \quad (4)$$

je časová konstanta vybíjení.

Definujeme činitel filtrace

$$k_f = \frac{U_0}{\Delta U} \cong \frac{\tau}{T}, \quad (5)$$

kde T je doba mezi pulzy.

Pro kapacitu C platí vztah [1]

$$C = \frac{T k_f I_{SS}}{U_0}, \quad (6)$$

kde I_{SS} je proud zátěží.

Pokud tedy budeme udržovat činitel filtrace konstantní, měla by kapacita být přímo úměrná proudu I_{SS} , a τ by mělo být konstantní.

Výsledky měření

Měření proběhlo při pokojové teplotě ($\approx 22^\circ\text{C}$).

Jako voltmetr jsme používali METEX M 3860 M a jako ampérmetr MASETECH MY65. Používáme síťové napětí s frekvencí 50 Hz.

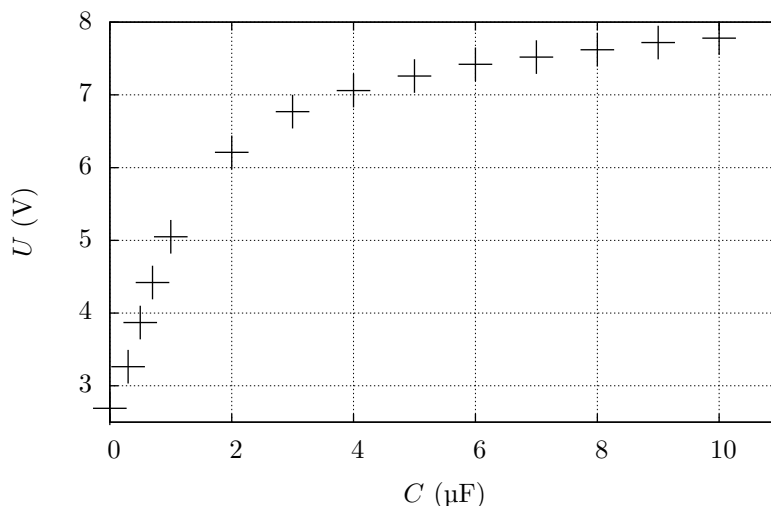
Odporová dekáda měla přesnost 0,1 % a kondenzátorová dekáda 1 %.

Osciloskopem jsme změřili špičkové napětí na svorkách sekundárního vinutí transformátoru $U_0 = (9,3 \pm 0,3)\text{ V}$ a z něho podle (1) vyplývá efektivní hodnota $(6,5 \pm 0,2)\text{ V}$. Chybu odečtu na osciloskopu jsme odhadli na polovinu nejmenšího dílku.

Jednocestný usměrňovač

Voltmetrem na střídavém rozsahu jsme změřili efektivní napětí $(6,66 \pm 0,09)$ V. Hodnoty z obou přístrojů jsou tedy v dobré shodě.

Měřili jsme jednocestný usměrňovač. Při hodnotě zatěžovacího odporu $10\text{ k}\Omega$ jsme proměřili závislost stejnosměrného napětí U na filtrační kapacitě C , výsledky jsou v tabulce 1 a v grafu 1. Špičkovou hodnotu pulzního průběhu jsme odečetli na osciloskopu $U_0 = (8,5 \pm 0,1)$ V.



Graf 1: Závislost stejnosměrného napětí U na filtrační kapacitě C

C (μF)	U (V)
0	$2,69 \pm 0,01$
0,3	$3,26 \pm 0,01$
0,5	$3,87 \pm 0,02$
0,7	$4,42 \pm 0,03$
1	$5,05 \pm 0,03$
2	$6,21 \pm 0,03$
3	$6,77 \pm 0,04$
4	$7,06 \pm 0,04$
5	$7,26 \pm 0,04$
6	$7,42 \pm 0,04$
7	$7,52 \pm 0,04$
8	$7,62 \pm 0,04$
9	$7,72 \pm 0,04$
10	$7,78 \pm 0,04$

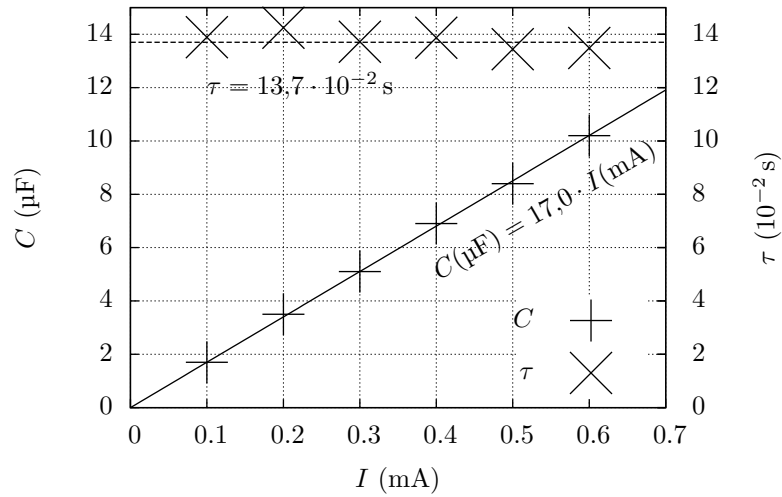
Tabulka 1: Závislost stejnosměrného napětí U na filtrační kapacitě C

Změřili jsme závislost filtrační kapacity C potřebné k tomu, aby střídavá složka napětí tvořila 1 V na odebíraném proudu I_{SS} . Výsledky jsou v tabulce 2 a grafu 2. U kapacit uvádíme poslední číslici v řádu, ve kterém jsme ještě pozorovali rozdíl na osciloskopu, proto uvažujeme chybu C přibližně 1 %, od toho se odvíjí i chyba τ .

Statisticky zpracujeme hodnoty τ v tabulce 2 a dostáváme $\tau = (0,137 \pm 0,004)$ s.

Charakteristiky diod

Na osciloskopu jsme zobrazili V-A charakteristiku vakuové diody **EZ81** a Zenerovy diody **KZ703**. Charakteristiky jsou načtrnuty v příloženém záznamu z měření. Napětí na vakuové diodě při proudu 20 mA jsme odhadli $(6,4 \pm 0,3)$ V. Na Zenerově diodě jsme ho odhadli $(0,64 \pm 0,04)$ V. U Zenerovy diody jsme napětí odhadovali při jiném měřítku, než ve kterém je načtrnut výstup osciloskopu. Odhadli jsme Zenerovo napětí $(6,8 \pm 0,1)$ V.



Graf 2: Závislost filtrační kapacity C potřebné k tomu, aby střídavá složka napětí tvořila 1 V špičkové hodnoty, na odebíraném proudu I_{SS}

I_{SS} (mA)	R_Z (k Ω)	C (μ F)	τ (10^{-2} s)
0,10	81,7	1,7	$13,9 \pm 0,2$
0,20	40,7	3,5	$14,2 \pm 0,2$
0,30	26,9	5,1	$13,7 \pm 0,2$
0,40	20,1	6,9	$13,9 \pm 0,2$
0,50	16,0	8,4	$13,4 \pm 0,2$
0,60	13,2	10,2	$13,5 \pm 0,2$

Tabulka 2: Závislost filtrační kapacity C potřebné k tomu, aby střídavá složka napětí tvořila 1 V špičkové hodnoty, na odebíraném proudu I_{SS}

Diskuze

V úkolu 1. se hodnoty naměřené osciloskopem i voltmetrem dobře shodují.

Závislost stejnosměrného napětí na filtrační kapacitě vyšla podle očekávání rostoucí a pro velké kapacity blížící se špičkové hodnotě. Časový průběh napětí se na první pohled shodoval s předpokládaným průběhem (viz [1]).

Hodnoty τ pro jednotlivé proudy se sice trochu liší, ale rozdíly jsou malé a jsou způsobeny malým rozlišením osciloskopu, která se projevila nepřesností při určování kapacity.

Závislost kapacity na proudu zátěží (graf 2) vyšla podle očekávání lineární.

Činitel filtrace byl $k_f = 6,9 \pm 0,2 \gg 1$, tedy použité aproximace byly opodstatněné.

Závěr

Ověřili jsme vztah mezi špičkovou a efektivní hodnotou střídavého napětí harmonického průběhu.

Naměřili jsme závislost střední hodnoty napětí na filtrační kapacitě (viz graf 1).

Při konstantím činiteli filtrace jsme změřili závislost filtrační kapacity na proudu zátěží (viz graf 2). Určili jsme časovou konstantu vybíjení $\tau = (0,137 \pm 0,004)$ s.

Na osciloskopu jsme sledovali V-A charakteristiku vakuové diody a Zenerovy diody (viz záznam z měření). Odhadli jsme napětí na diodách při proudu 20 mA v propustném směru: $(6,4 \pm 0,3)$ V pro vakuovou diodu a $(0,64 \pm 0,04)$ V pro Zenerovu diodu. Odhadli jsme Zenerovo napětí $(6,8 \pm 0,1)$ V.

Všechny uvedené odchylky jsou standardní.

Seznam použité literatury

1. *Základní fyzikální praktikum* [online]. [cit. 2016-04-06]. Dostupný z WWW: <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/start>.