

grafu je součástí tohoto řešení. Ukazuje se, že led po odkápnutí kapky osciluje okolo rovnovážné polohy dané úhlem $\varphi = 0$ a že oscilace jsou extrémně tlumené. To je v perfektní shodě s experimentem a vysvětlujeme, proč tomu tak je.

Uvažovali jsme pouze tvar kvádrů, ovšem všechny postupy pro jiné tvary by byly z kvalitativního hlediska stejné.

(21) Název: Nabíjení

Ročník: 6.; 1992 – 1993

Č. úlohy: 11

Text: Máte kondenzátor o kapacitě $C_1 = 1000 \mu\text{F}$ nabitý na 10 V a nenabitý kondenzátor o kapacitě $C_2 = 1 \mu\text{F}$. Použitím zkonstruovaného přístroje neobsahujícího energetické zdroje nabijte kondenzátor C_2 na maximální možné napětí.

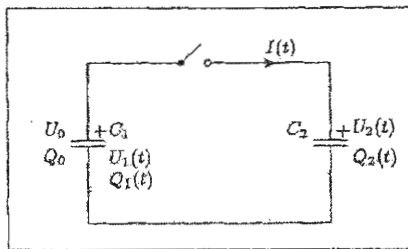
1. Rozbor — model

Na začátku je vhodné uvést, jakého maxima napětí můžeme teoreticky dosáhnout. Ze zákona zachování energie plyne:

$$U_2 = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \cdot U_1.$$

Výpočtem:

$$U_2 = 316,3 \text{ V}.$$



Obrázek 21-1: Schéma zapojení

Jako obvykle, nabízí se několik postupů, jak řešit tuto úlohu. Každého asi napadne připojit k sobě kondenzátory paralelně.

Tím ovšem nezískáme napětí U_2 vyšší než U_0 , neboť napětí na kondenzátorech se po jejich vzájemném propojení ustálí na následující hodnotě:

$$U = \frac{C_1 U_0}{C_1 + C_2}.$$

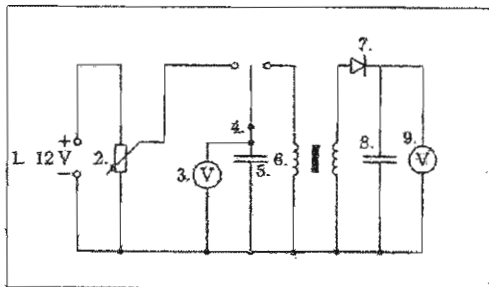
Výpočtem:

$$U = 9,99 \text{ V.}$$

Jak je vidět, tento postup není optimální.

2. Pracovní hypotéza

Po zvážení různých možností postupů jsme vybrali následující zapojení, protože jeho účinnost je podle nás nejvyšší. Schéma zapojení:



Obrázek 21-2: 1 – zdroj 12 V SS; 2 – reostat 250 Ω ; 3 – voltmetr sloužící k měření napětí na kondenzátoru C_1 ; 4 – Přepínač nabíjení C_1 / nabíjení C_2 ; 5 – kondenzátor C_1 ; 6 – transformátor s transformačním poměrem 20 nahoru (primární cívka 60 závitů, sekundární 1200); 7 – dioda; 8 – kondenzátor C_2 ; 9 – voltmetr sloužící k měření napětí na kondenzátoru C_2 .

3. Popis funkce zařízení

Nejprve nabijeme kondenzátor C_1 na napětí 10 V. Pomocí reostatu 2 nastavíme nabíjecí napětí přesně na 10 V. Nabíjený kondenzátor vybijeme do primární cívky transformátoru. Tím dojde k oscilaci obvodu primárního vinutí transformátoru. V sekundární cívce se indukuje napětí dvacetkrát vyšší, než je v primární cívce. Dochází k tlumeným kmitům.

Kondenzátor se nabíjí pouze v době trvání první půlvlny napětí, resp. její první poloviny, neboť v tomto čase $T/4$ se kondenzátor nabije na maximální napětí a menší napětí, než na které je nabit, jeho potenciál neovlivní. Pomocí diody odřízneme zápornou půlvlnu, aby nedošlo k oscilacím v sekundárním obvodě. Zde si musíme uvědomit, že záleží na polaritě diody. Podle toho je kondenzátor nabíjen buď první, nebo druhou půlvlnou. První z nich je přirozeně větší (podle experimentů asi 2,4krát). Je třeba volit diodu s co nejmenším zpětným proudem, jinak se přes ni bude kondenzátor vybíjet. Kondenzátor C_2 je vhodné volit jiný než elektrolytický, neboť ten má vzhledem k ostatním velký svod.

4. Dosažené výsledky

Provedli jsme několik experimentů a dosáhli jsme napětí $U_2 = 95 \text{ V}$, což nám připadalo poněkud málo. Po změně polarity diody (z toho vyplývá také nutnost změny polarity

kondenzátoru a voltmetru) jsme dosáhli napětí $U_2 = 224 \text{ V}$, tj. přes 70% původního napětí. Zde je vidět kvantitativní rozdíl mezi první a druhou půlvlnou, z čehož můžeme usuzovat na rychlost poklesu amplitudy našeho tlumeného kmitání (je značná), a tedy odhadnout velikost ztrát způsobených použitou metodou.

5. Závěr

Z kvantitativního rozdílu mezi první a druhou půlvlnou lze usuzovat na rychlost poklesu amplitudy tlumeného kmitání — je značná. Lze odhadnout velikost ztrát způsobených užitou metodou.

(22) Název: Var

Ročník: 6.; 1992 – 1993

Č. úlohy: 14

Text: Kovová kulička o pokojové teplotě je vložena do termosky s tekutým dusíkem. Popište pozorovaný proces intenzivního vypařování dusíku a najděte časovou návaznost intenzity vypařování q ($\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$). Použijte balónky o průměru 2 až 4 cm.

1. Experiment

Do termosky s kapalným dusíkem jsme vkládali kovovou kuličku o průměru 21 mm. Pomocí průtokoměru jsme měřili průtok vypařovaného dusíku v $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Tu jsme pak převedli pomocí známé hustoty unikajícího dusíku na intenzitu vypařování v $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$. Naměřené hodnoty intenzity vypařování jsme v závislosti na čase nanesli do grafu. Intenzita vypařování postupně pomalu klesala. Asi po 98 s náhle prudce vzrostla intenzita vypařování, která pak velmi rychle klesla zpátky na původní hodnotu.

2. Pracovní hypotéza

Z hodnoty odvedeného tepla lze určit množství vypařeného dusíku.

3. Teoretické řešení

Lze předpokládat rovnoměrné odvádění tepla ze středu kuličky na povrch, kde je předáván dusíku. Odvedením určité části tepla se sníží teplota kuličky a odvedení stejné části tepla trvá déle. Množství vypařeného dusíku lze stanovit ze známé hodnoty odvedeného tepla. Obdrželi jsme tak teoretickou závislost intenzity vypařování na čase. Ta se od experimentální závislosti na první pohled velmi lišila: pokles intenzity vypařování byl mnohem větší a intenzita vypařování by nikdy prudce nevzrostla. To je způsobeno tím, že jsme při teoretickém řešení předpokládali okamžitý přenos tepla z povrchu kuličky na dusík. Ve skutečnosti brání přenosu tepla malá vrstva plynného dusíku, která obaluje povrch kuličky. Tato vrstva vzniká v případě, že rozdíl mezi teplotou tělesa vnořeného do kapaliny a teplotou varu kapaliny je velký. Vznik