

Multimédia jako měřicí přístroje

ZDENĚK HUBÁČEK

Gymnázium Uherské Hradiště

Abstrakt

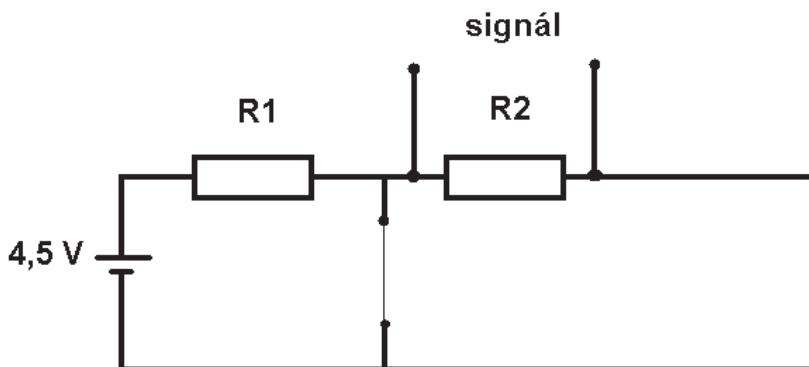
Měření úst'ové rychlosti vzduchovky či frekvence síťového napětí je běžně prováděno pomocí profesionálních kalibrovaných měřicích přístrojů. Je však vzrušující provést tato měření s „multimédií“, která máme běžně v pracovně. Překvapivá pak je přesnost výsledků, které s takovouto aparaturou dostáváme.

Měření úst'ové rychlosti vzduchovky

Když si vzpomenu na období svého dospívání, vybavuje se mi snaha většiny chlapců uniknout povinné vojenské službě s pomocí „MODRÉ“. Přesto, že jsme většinou byli odvedeni, zrušením povinné základní vojenské služby se nás tato nepříjemnost přestala týkat. Pravděpodobně tato změna způsobila obrat v myšlení mladíků i děvčat a v poslední době je tak možno pozorovat příklon k „armádnímu bláznění“. Kluci a holky se převlékají do výprodejových uniforem a běhají po lese jako Rambo. Naštěstí toto bláznění nutně nemusí snižovat zvidavost. Tak se stalo, že mě jeden takovýto „voják“ požádal o radu jak zjistit úst'ovou rychlost vzduchovky. Balistika předkládá mnoho způsobů, nicméně systém „závora – závora – čas – vzdálenost“ se mi zdál poměrně zajímavý. Jak ale trefit paprsek optické závory a přitom ji třeba neustřelit (jistě to jde, ale nechtělo se mi to zkoušet). Jakmile se mi však dostal do ruky článek docenta Rojka „Jak učím úvod do kinematiky“ [1], bylo rozhodnuto: Dvojici závor tvoří alobalové proužky napjaté mezi krokosvorkami. Průlet střely způsobí postupné přerušování čárkovaných větví v obvodu (viz obr. 1). Následkem je dočasné napětí na rezistoru R2, které je odebíráno měřicím zařízením. Pokud je toto zařízení vybaveno časovou základnou, je možné z okamžiků změny a vzdálenosti závor dopočítat průměrnou rychlost průletu. Systém ISES již na naší škole není podporován a nákup nových „datalogerů“ je přinejmenším zdlouhavý. Rozhodl jsem se tedy využít volně dostupného programu Audacity, který mi ukázal Vašek Piskač při měření rychlosti zvuku. Dostatečně jemná škála na časové ose je zárukou přesnosti, která je s ohledem na jiné systematické chyby tohoto měření, až hvězdná.

Pomůcky

Dřevěný hranol (např. $3 \times 5 \text{ cm}^2$) délky asi 120 cm, 6 pájecích krokosvorek, reproduktorová dvojlinka $0,25 \text{ mm}^2$, rezistor R1_1,2 k Ω , rezistor R2_150 Ω , plochá baterie, pájecí náčiní, 4 vruty 2,5 mm \times 10 mm, konektor JACK 3,5 mm stereo.

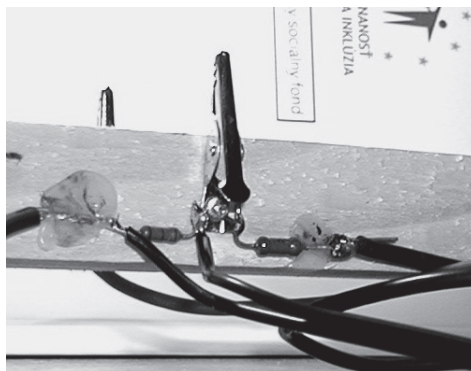


obr. 1

Postup výroby

Dva páry krokosvorek zbavených izolace přišroubujeme z boku k liště tak, aby proužek alobalu, který mezi ně napneme, byl ve výšce odpovídající poloměru ústí hlavně (obr. 2). Rozestup takto vzniklých bran volíme tak, aby se dobře počítalo, např. 1 m.

Brány a rezistory propojíme vodiči podle schématu na obr. 1 a doplníme krokosvorkami k ploché baterii. Dostatečně dlouhou dvojlinku opatříme konektorem JACK – pro zapojení do mikrofonního vstupu zvukové karty. **Na polaritě nezáleží**, ale při pájení JACKu musíme využít nejdelší kontakt, který je vždy jako reference nulového potenciálu. Nadbytečnou odstávající kabeláž přichytíme izolepou nebo tavným lepidlem.



obr. 2

Popis funkce

Hlaveň nabitě vzduchovky položíme tak, aby při výstřelu přerušila alobal v obou branách – vyzkoušíme, případně podkládáme, dokud nedosáhneme požadovaného výsledku. Připojíme k PC se spuštěným Audacity a vyzkoušíme záznam průstřelu.

Ve stavu, kdy jsou obě brány propojené, prochází rezistorem R2 prakticky nulový proud a napětí na něm je tedy nulové. Po přerušení první brány projektilem dochází ke skokovému vzestupu napětí na rezistoru R2, vstup zvukové karty zaregistruje tuto změnu jako napěťovou špičku. Ještě než dojde k vyrovnání vlivem nabití oddělovací-

ho kondenzátoru, dostává zvuková karta opačný signál způsobený přerušením druhé brány, po kterém je odebírané napětí opět nulové (obvod je přerušen).

Po zvětšení záznamu provedeme měření času pomocí funkce výběr, která zobrazí výsledek na dolní liště. (Pozn.: V úvahu bereme vždy čelní hranu peaku.)

Dráha za čas v příslušných jednotkách potom dává průměrnou rychlost stěly mezi bránami.

Shrnutí

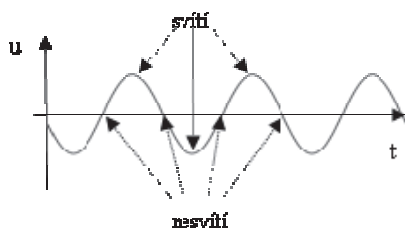
Výsledky poměrně dobře odpovídají hodnotám výrobce a kontrola pomocí komerčního zařízení ukázala chybu měření v řádu procent.

Měření frekvence síťového napětí fotoaparátem [2]

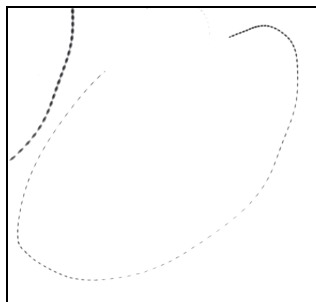
Když jdeme v noci po ulici, jsme mnohdy velmi rádi, že máme k dispozici pouliční osvětlení. Komu se již přihodilo, že byl v noci venku překvapen výpadkem elektrického proudu, váží si lamp ještě víc. Astronomům sice zrovna nevyhovují některé avantgardní lampy, které osvětlují spíše oblohu než ulici, ale věřím, že se postupem času podaří nasměrovat světlo z kandelábru tak, aby zbytečně neplýtvalo energií a abychom v noci město neviděli i za kopcem podle oranžového „oparu“ na nebi.

Opomeňme výtky z předchozího odstavce a soustředme se na problém nastolený v nadpisu: Při chůzi po ulici určitě nevnímáme, že by pouliční lampy nějak blikaly. Uvědomme si ale, čím jsou lampy napájeny. Síťové napětí turboalternátoru z elektrárny je střídavé s frekvencí 50 Hz. To znamená, že v síti máme 50× za sekundu kladné napětí, 50× za sekundu záporné napětí a 100× za sekundu nulové napětí.

Ve výbojce pouliční lampy svítí atomy plynného sodíku (Na) ionizované průchodem proudu. Když elektrický proud neteče, žádné atomy se neexcitují a žádné světlo nevychází. Toto střídání má za následek blikání, které je však tak rychlé, že je okem nepostřehneme. Proto si vezmeme na pomoc fotoaparát.



obr. 3. Průběh napětí v lampě.



obr. 4. Snímek lampy pouličního osvětlení fotografovaný po dobu 1 sekundy pohybujícím se fotoaparátem. Barvy jsou invertovány a převedeny do stupňů šedé.

Pomůcky

Digitální fotoaparát s režimem manuálního nastavení clony a expoziční doby, počítač s nainstalovaným programem pro úpravu fotografií – například freeware GIMP, tma, pouliční lampa.

Postup měření

Večer při zapnutém pouličním osvětlení nastavíme digitální fotoaparát na dlouhou expozici 0,5 až 2 sekundy. Clonové číslo zvolíme co největší. Zamíříme fotoaparát na lampu vzdálenou asi 100 m a za současného stisknutí spouště jím opisujeme například kroužky dostatečnou rychlostí. Dbáme, aby lampa zůstala v zorném poli. Když snímek zvětšíme, invertujeme barvy a vytiskneme, můžeme spočítat, kolikrát lampa za dobu expozice blikla. Tímto postupem lze také změřit frekvenci napájecího napětí:

$$f = \frac{N}{2t},$$

kde N je počet bliknutí a t je expoziční doba.

Literatura

[1] http://sf.zcu.cz/data/2012/sf2012_01_2.pdf; 6.9. 2012

[2] Podnětem bylo vystoupení M. Kristýnové v populárních přednáškách z fyziky; Uherské Hradiště 25. 2. 2011