

## Vážíme reproduktorem a ampérmetrem

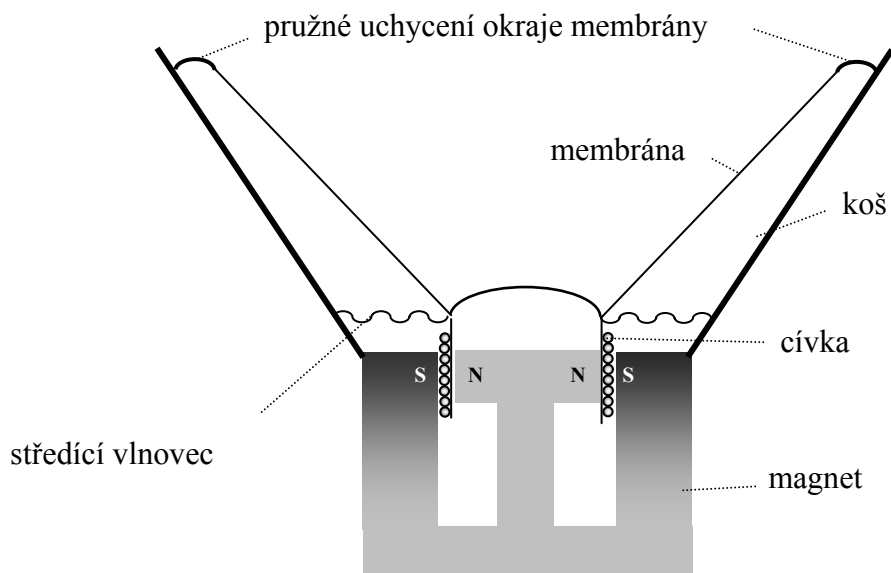
KAREL RAUNER, ZDENĚK KUBŮ

Katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni

Příspěvek popisuje využití reproduktoru jako kompenzačního měřicího převodníku síly.

### Reproduktor jako soustava s pružným tělesem

Klasický dynamický reproduktor (obr. 1) obsahuje permanentní magnet s magnetickým obvodem přerušeným úzkou mezerou v podobě válcové vrstvy. Póly magnetu jsou na okrajích mezery. V mezeře dosahuje magnetická indukce značných hodnot (kolem 1 tesla) a je v ní umístěna cívka navinutá na kmitačce. Kmitačka je spojena



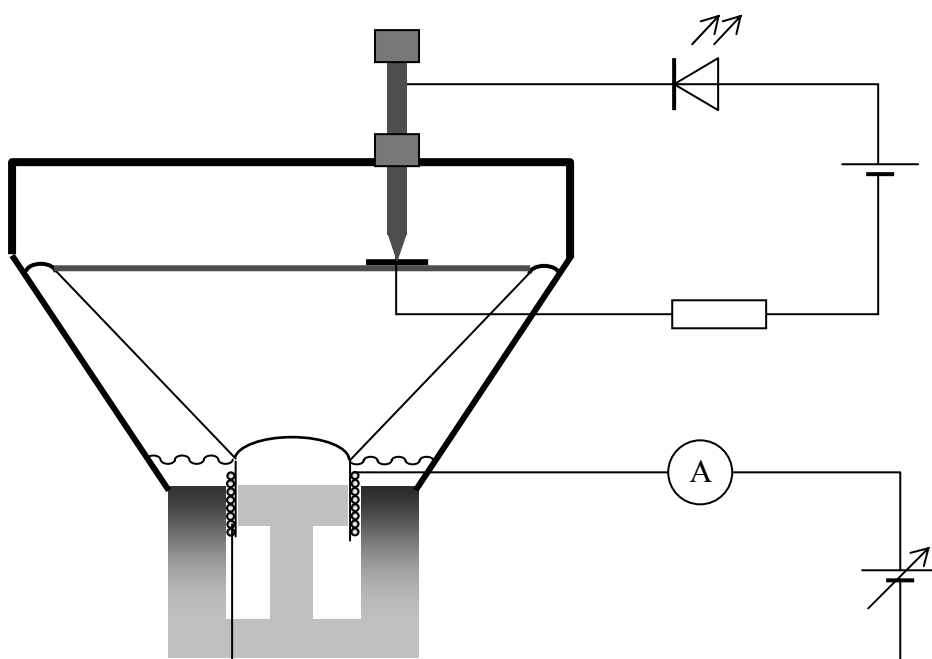
Obr. 1: Průřez dynamickým reproduktorem

s membránou a vrchlíkem, který zabraňuje vnikání prachu do systému. Cívka je udržována uprostřed mezery středícím pružným vlnovcem. Membrána má zpravidla tvar nerozvinutelného kuželového pláště a bývá z různých lehkých materiálů, nejčastěji ze speciálního papíru. Její druhý okraj je pružně uchycen k pevnému nosnému koši. Membrána s kmitačkou a cívkou tvoří těleso, které je pružně uloženo a tvoří kmitavou soustavou tlumenou vnitřním objemem vzduchu.

### Využití reproduktoru k vážení

Na přední okraj membrány nízkorezonančního basového reproduktoru nalepíme kruhovou desku z pevného materiálu (sklolaminát, texgumoid...). Při svislé poloze (jako na obr. 1) dosáhne v tíhovém poli povrch desky jisté rovnovážné polohy. Položíme-li nyní na desku vážený předmět, deska se posune směrem dolů do nové rovnovážné

polohy. K obnovení původní polohy je nutná síla, která by na membránu s deskou působila směrem vzhůru. Touto silou může být Lorentzova síla působící na cívku v magnetickém poli. Připojíme-li k cívce reproduktoru regulovatelný stejnosměrný zdroj, lze nastavit proud, při kterém se obnoví počáteční rovnovážná poloha. Ve známém tíhovém poli je pak možné nalézt vztah mezi hmotností předmětu a proudem potřebného k obnovení počáteční rovnovážné polohy. Vzhledem k tomu, že zvolený typ reproduktoru má velký pracovní zdvih, je tento vztah téměř lineární. K přesné indikaci dosažení rovnovážné polohy se užívá jednoduchý zkratoměr se svítivou diodou. Kontakty zajišťuje plíšek přilepený na desku a hrot posouvavý mi-krometrickým šroubem upevněným na rámu.



Obr. 2: Schéma demonstrační aparatury

Na počátku každého měření je nutné nastavit kontakty zkratoměru do polohy, ve které dioda právě začíná svítit. Proud cívku je přitom nulový. Po umístění váženého předmětu (pokud možno poblíž středu desky) dioda zhasne. Zvyšujeme proud až do hodnoty, při které se dioda rozsvítí. Podle aproximačního polynomu získaného kalibrací přepočítáme měřený proud na hmotnost.

V předváděné aparatuře byl použit reproduktor ARN 6804 a kalibrací pomocí závaží do 500 g byl získán aproximační vztah

$$\{m\} = 0,533 \cdot \{I\},$$

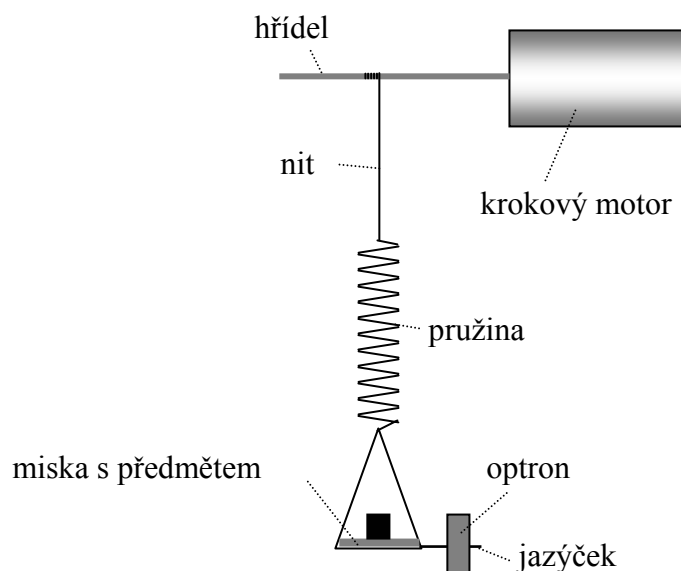
do kterého se dosazuje proud v miliampérech a vychází hmotnost v gramech. Při opakované kalibraci se prokázalo, že hodnoty kvadratického členu jsou zanedbatelné a nedosahují ani chyby měření. Totéž lze říci o absolutním členu, který je dán hlavně nepřesností v nastavení klidové polohy. Vzhledem k tomu, že pružné uchycení membrány je u tohoto reproduktoru provedeno gumovou vlnkou, závisí aproximační vztah

i na teplotě. Krátkodobá přesnost vážení je proto asi 2 procenta, dlouhodobá 5 procent. Je proto zřejmé, že reproduktor nemůže konkurovat klasickým vahám, nicméně je to názorný příklad měřicího převodníku síly, na kterém se dá dobře ukázat princip kompenzační metody.

### Využití počítače k automatizaci procesu vážení

V diplomové práci Zdeňka Kubů je rozvinuta myšlenka vážení reproduktorem v poloautomatický proces řízený počítačem. Stav kontaktů je hlídán sériovým portem počítače, regulovatelný zdroj je nahrazen výkonovým D/A převodníkem. Po položení váženého předmětu se po krocích lineárně zvyšuje proud cívku reproduktoru až do doby, kdy se kontakty spojí. Z počtu provedených kroků se pak programově vypočítá hmotnost, která se zobrazí na monitoru.

Další kompenzační metoda, která je v uvedené diplomové práci popsána a byla sestrojena příslušná aparatura, je založena na využití krokového motoru. Krokový motor z nefunkční tiskárny byl doplněn příslušnou logikou rozvádějící impulsy do jednotlivých cívek. K ose motoru byl souose připojen tenký dlouhý hřídel. Na tomto hřídeli byla uchycena nit, na které visela pružina s miskou. Miska byla opatřena jazýčkem, který zasahoval do optronu. Když se na misku položil vážený předmět, jazýček vyjel z optronu a to byl signál pro počítač k vysílání impulsů do krokového motoru. Impulsy se počítaly až do dosažení původní polohy. Z jejich počtu se programově určila hmotnost a její hodnota se zobrazila na monitoru. Podle tuhosti pružiny bylo možno volit rozsah vážení.



Obr. 3 Kompenzační váhy s pružinou a krokovým motorem

### Literatura

- [1] Kubů Z.: *Konstrukce elektromagnetických vah s počítačovou kompenzací*. diplomová práce, FPE ZČU Plzeň, 1994.
- [2] <http://www.repromania.net/teorie/o-reproduktorech.php>