

## 1. Elektrická černá skříňka: Kapacitní senzor posunutí

Pro kondenzátor o kapacitě  $C$ , který je součástí tzv. relaxačního (útlumového) oscilátoru s frekvencí kmitů  $f$ , platí následující vztah mezi frekvencí  $f$  a kapacitou  $C$

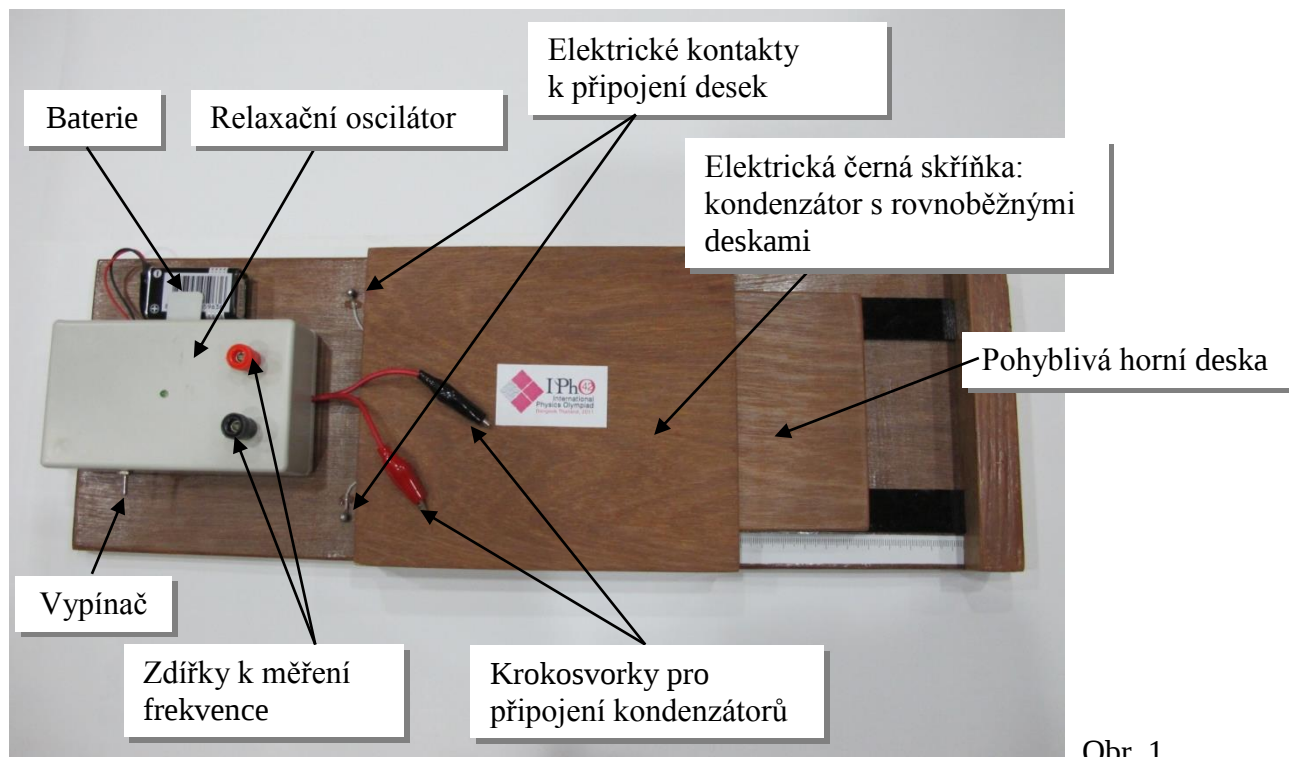
$$f = \frac{\alpha}{C + C_s}$$

kde  $\alpha$  je konstanta a  $C_s$  je vlastní kapacita oscilačního obvodu. Frekvenci  $f$  můžete měřit digitálním měřidlem frekvence.

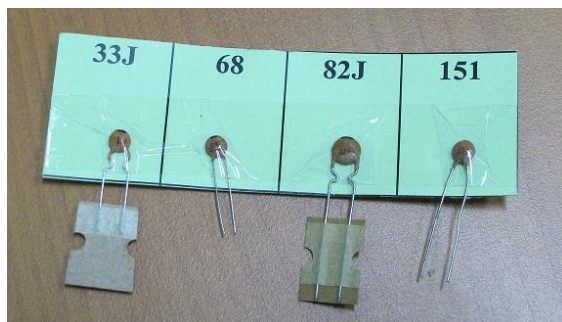
Elektrická černá skříňka v tomto experimentu je kondenzátor s rovnoběžnými deskami. Každou desku tvoří několik malých zubů stejného geometrického tvaru. Hodnotu kapacity  $C$  je možné měnit posouváním horní desky kondenzátoru vzhledem ke spodní ve vodorovném směru. Mezi oběma deskami je vrstvička dielektrického materiálu.

**Pomůcky:** relaxační oscilátor, digitální multimetr pro měření frekvence relaxačního oscilátoru, sada kondenzátorů se známými kapacitami, elektrická černá skříňka, baterie.

**POZOR:** Změřte nejprve napětí baterie a požádejte o novou, naměříte-li méně než 9 V. Nezapomeňte zapnout relaxační oscilátor!



Obr. 1



Obr. 2 Kondenzátory se známými kapacitami



V této pozici budete měřit frekvenci

Obr. 3 Digitální multimetr pro měření frekvence

Tabulka 1 Jmenovité hodnoty kapacit

| Kód | Kapacita / pF |
|-----|---------------|
| 33J | $34 \pm 1$    |
| 68  | $68 \pm 1$    |
| 82J | $84 \pm 1$    |
| 151 | $150 \pm 1$   |

### Úloha 1. Kalibrace

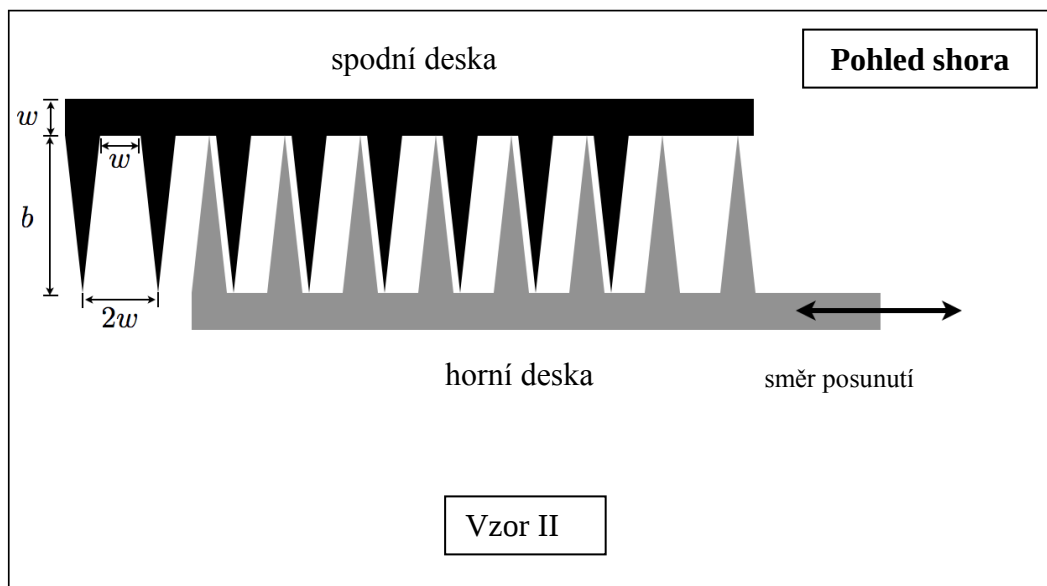
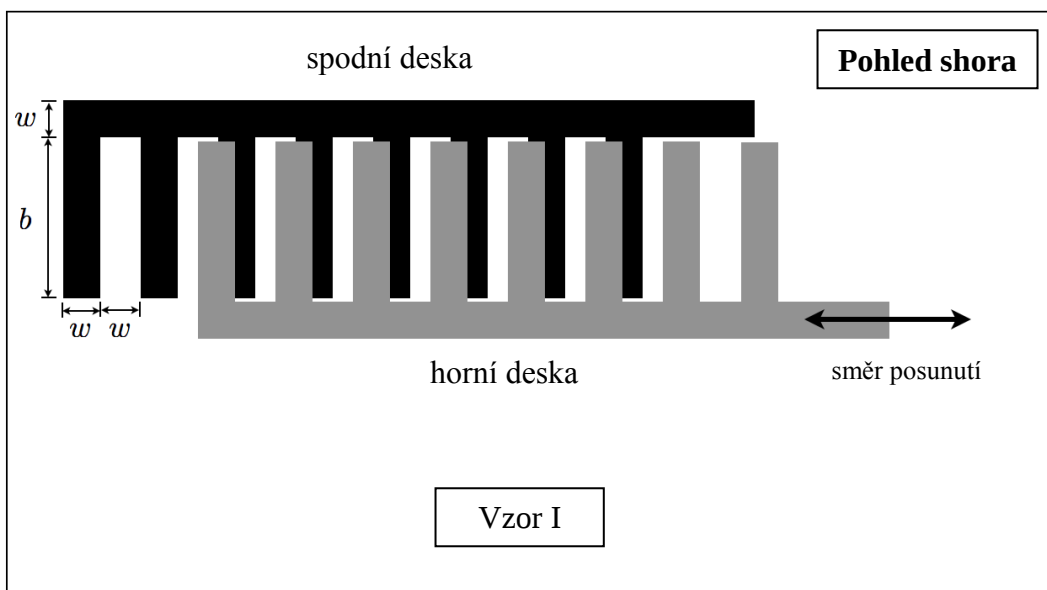
Změřte frekvence  $f$  použitím všech kondenzátorů ze sady, jejichž kapacity znáte. Nakreslete vhodný graf, abyste mohli určit hodnoty konstant  $\alpha$  a  $C_s$ . Analýza chyb měření se zde nevyžaduje.

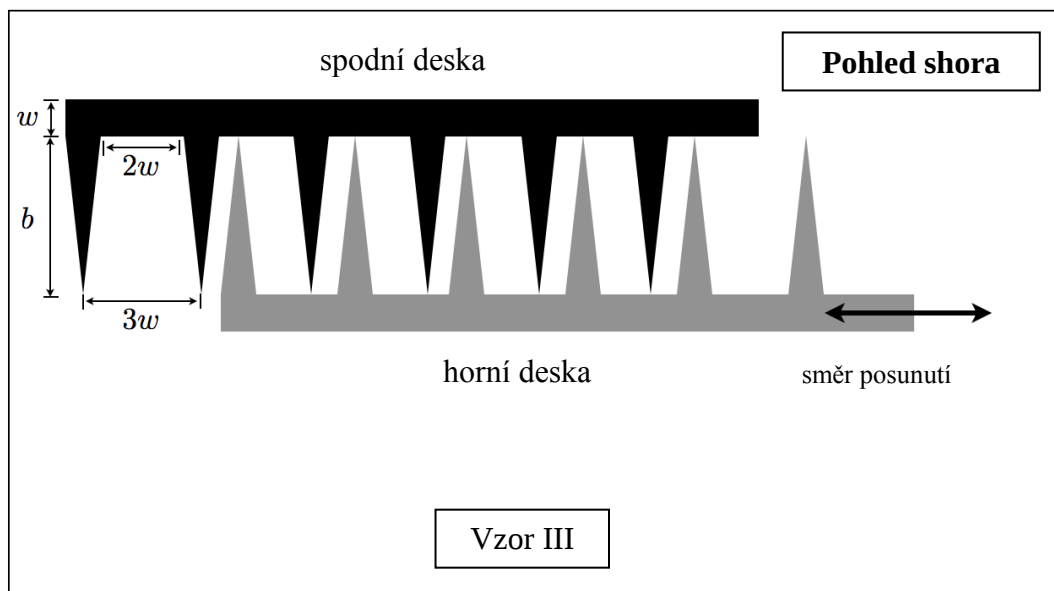
[3,0 bodu]

### Úloha 2. Určení geometrického tvaru kondenzátoru s rovnoběžnými deskami

[6.0 bodu]

Desky kondenzátoru mají geometrické tvary dle jednoho ze tří vzorů I, II nebo III:





Pro každý vzor nakreslete graf očekávané závislosti kapacity  $C$  na poloze horní desky vzhledem ke spodní. Poté proměřte závislost frekvence  $f$  na poloze horní desky. Nakreslete graf vhodné závislosti a podle něho rozhodněte, který ze tří možných geometrických vzorů je uvnitř černé krabičky. Pomocí grafu také určete rozměry zubů (hodnoty délek  $b$  a  $w$ ). Mezera  $d$  mezi horní a dolní deskou činí 0,20 mm. Dielektrická vrstva mezi deskami má relativní permitivitu  $K = 1,5$ . Permitivita vakua je  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m. Analýza chyb není požadována.

### Úloha 3. Rozlišení digitálního posuvného měřítka (šupléry)

[1,0 bod]

Jak se mění vzájemná poloha rovnoběžných desek, mění se i kapacita. Toho lze využít např. pro měření délky pomocí digitálního posuvného měřítka. Pokud bychom použili kondenzátor z tohoto experimentu jako posuvného měřítka, odhadněte jeho rozlišení. Užijte hodnoty naměřené v úloze 2 a faktu, že nejmenší vzdálenosti lze měřit v okolí frekvence  $f \approx 5$  kHz. Odhad chyby konečné odpovědi není požadován.