

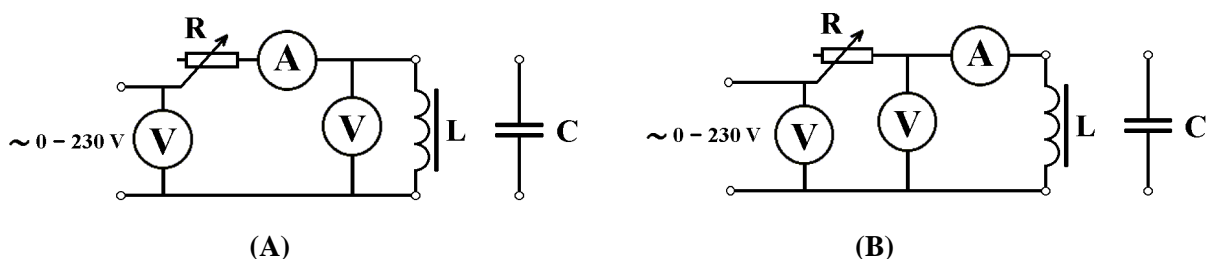
# MĚŘENÍ INDUKČNOSTI A KAPACITY STŘÍDAVÝM PROUDEM

## Pracovní úkoly:

1. Změřte indukčnost a činitele jakosti cívky v závislosti na procházejícím proudu. Měřte cívku bez jádra, s I-jádrem, otevřeným a uzavřeným U-jádrem.
2. Změřte kapacitu tří kondenzátorů v závislosti na procházejícím proudu.

**Pomůcky:** zdroj střídavého napětí, potenciometr, ampérmetr, 2x voltmetr, vzorky kondenzátorů a cívek, I- jádro a U-jádro do cívky, vodiče

**Princip měření:** Měření se provádí v zapojení podle obrázku č. 1.



Obrázek č. 1: Dvě varianty zapojení pro měření indukčnosti cívky (kapacity kondenzátoru)

**Pozn.:** Střídavý napájecí zdroj použitý v úloze má výstup jištěný tavnou pojistkou. Přerušeni pojistky v důsledku přetížení není na zdroji nijak signalizováno, proto měřící obvod obsahuje na vstupu kontrolní voltmetr k ověření výstupního napětí. Jedná se o voltmetr ve schématech zcela vlevo.

Měření je v obou případech zatíženo systematickou chybou způsobenou vnitřními odpory použitých přístrojů. Ampérmetr v zapojení (A) měří součet proudu protékajícího měřeným prvkem a proudu procházejícího voltmetrem. Aby tato systematická chyba nebyla velká, je třeba, aby byla při měření cívky splněna podmínka:

$$R_v \gg \sqrt{R_s^2 + (\omega \cdot L)^2}, \quad (1)$$

kde  $R_v$  představuje vnitřní odpor voltmetru.

Pro eliminaci systematické chyby způsobené vnitřním odporem voltmetru při měření kondenzátoru v zapojení (A) je třeba splnit podmínku:

$$R_v \gg \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_p^2} + (\omega \cdot C)^2}} \approx \frac{1}{\omega \cdot C}, \text{ resp. přibližný vzorec} \quad (2)$$

**Pokud není možné podmínky (1) nebo (2) dodržet, je možné použít pro měření modifikované zapojení (B) z obrázku č. 1!**

Zapojení (B) lze korektně pro měření cívky použít pouze při splnění podmínky:

$$R_A \ll \sqrt{R_s^2 + (\omega \cdot L)^2}, \quad (3)$$

kde  $R_A$  představuje vnitřní odpor ampérmetru.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Při měření kondenzátoru v zapojení (B) musí být splněna podmínka:

$$R_A \ll \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_p^2} + (\omega \cdot C)^2}} \approx \frac{1}{\omega \cdot C}, \text{ resp. přibližný vzorec} \quad (4)$$

### Reálná cívka:

Indukčnost reálné cívky lze stanovit ze vztahu:

$$L = \frac{\sqrt{\left(\frac{U}{I}\right)^2 - R_s^2}}{\omega} \quad (5)$$

Činitel jakosti cívky  $Q$  je definován jako reciproká hodnota tangenty ztrátového úhlu nebo jako tangenta fázového posunutí napětí vůči proudu:

$$Q = \frac{1}{\text{tg } \delta} = \text{tg } \varphi = \frac{\omega \cdot L}{R_s}, \quad (6)$$

kde  $\delta$  je ztrátový úhel a  $\varphi$  fázový posun (platí  $\delta + \varphi = +\pi/2$ ).

### Reálný kondenzátor:

Kapacitu reálného kondenzátoru lze stanovit ze vztahu:

$$C = \frac{\sqrt{\left(\frac{I}{U}\right)^2 - \frac{1}{R_p^2}}}{\omega} \approx \frac{\sqrt{\left(\frac{I}{U}\right)^2}}{\omega \cdot U} = \frac{I}{\omega \cdot U}, \text{ resp. jeho přibližné podoby.} \quad (7)$$

**Pozn.:** Reálný kondenzátor se v porovnání s reálnou cívkou mnohem více blíží svému ideálnímu modelu. Odpor dielektrika se pohybuje minimálně v řádu  $M\Omega$ .

### Pokyny pro měření:

1. Pomocí ohmmetru změřte odpor jednotlivých cívek. Ze změřeného odporu cívky a vnitřních odporů měřících přístrojů zvolte variantu zapojení (A) nebo (B).
2. Zapojte obvod s cívkou podle zvolené varianty z obrázku č. 1.
3. Při měření nastavujte hodnoty proudu a zapisujte odpovídající dvojice proud  $I$  a napětí  $U$ . Z důvodu bezpečnosti se s hodnotami proudu a napětí pohybujte v rozmezí 0-500 mA a 0-30 V. Vyzkoušejte 4 varianty cívky (cívka bez jádra, s I-jádrem, s U-jádrem otevřeným, s U-jádrem uzavřeným).
4. Ze změřených hodnot stanovte pomocí vztahů (5) a (6) indukčnosti cívek  $L$  a činitele jakosti  $Q$ .
5. Graficky znázorněte proudovou závislost indukčnosti cívky  $L=f(I)$  a činitele jakosti  $Q=f(I)$  pro různé typy jádra.
6. Zapojte obvod s kondenzátorem podle varianty (B) obrázku č. 1.
7. Při měření nastavujte hodnoty elektrického napětí na kondenzátoru v rozmezí 0-30V a zapisujte si odpovídající dvojice napětí  $U$  a proud  $I$ . Vyzkoušejte 3 kondenzátory o různých hodnotách kapacity.
8. Ze změřených hodnot stanovte pomocí vztahu (7) kapacitu kondenzátorů  $C$ .
9. Proveďte kontrolní měření indukčnosti  $L$ , činitele jakosti  $Q$  a kapacity  $C$  pomocí LCR metru.
10. Posuďte, zda je možné zanedbat hodnoty vnitřních odporů ampérmetru a voltmetru.