

## MĚŘENÍ KAPACITY KONDENZÁTORU

### ZADÁNÍ ÚLOHY

Změřte metodou vybíjecího proudu a pomocí RLC měřiče hodnoty kapacit tří kondenzátorů a jejich paralelní kombinace.

### DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] Toman J., Semerák P., *Fyzika 10 – Praktická cvičení*, Vydavatelství ČVUT, 2001.  
 [2] Horák Z., *Praktická fyzika*, SNTL, 1958.  
 [3] Brož J. a kol., *Základy fyzikálních měření I-III*, Státní pedagogické nakladatelství, 1967.

Teoretický úvod naleznete v **úloze 42** skript [1], případně v [2] nebo [3].

### METODY MĚŘENÍ

#### Metoda vybíjecího proudu

Kondenzátory jsou pasivní elektronické součástky, které slouží ke krátkodobému uchování energie. V této úloze se studenti seznámí s vybíjecími charakteristikami kondenzátoru. Vybíjecí křivku kondenzátoru (závislost napětí na čase) lze pro naše účely (v obvodu předpokládáme pouze vnitřní odpor voltmetru) vyjádřit exponenciální závislostí viz [1-3]. Změříme-li průběh vybíjení, můžeme poté vypočítat kapacitu kondenzátoru, který byl v obvodu zapojen.

### POSTUP MĚŘENÍ

**Upozornění: Zejména u elektrolytických kondenzátorů dbejte zvýšené pozornosti při zapojování, aby nedošlo k přepólování kondenzátoru (dodržte schéma na obr. 3). Mohlo by tak dojít k destrukci součástky.**

Při výpočtech nejistot uvažujte do odhadu nejistoty měření času kromě rozlišení i vaší reakční dobu, tj. nejistotu, s jakou jste schopni stopky zastavit přesně v požadovaný okamžik. Dále zahrňte do zpracování i nejistotu ve čtení displeje voltmetru (třída přesnosti je uvedena pod stupnicí, viz obr. 4). Výsledné nejistoty uvádějte pro 95% interval spolehlivosti.

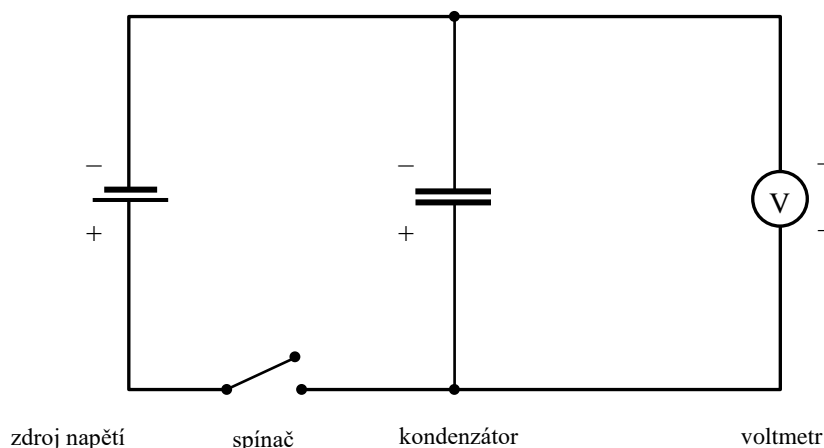
Pro **všechny kondenzátory samostatně** proveďte následující měření:

1. Zapojte obvod podle schématu (viz obr. 3) s jedním z měřených kondenzátorů a požádejte vyučujícího o kontrolu. Zdroj nastavte na hodnotu 10 V.
2. Po kontrole zapojení nastavte rozsah stupnice voltmetru na 10 V (viz obr. 4). Stisknutím tlačítka nabijte kondenzátor na napětí dodávané zdrojem, jehož hodnotu  $U_0$  změřte.
3. Po uvolnění tlačítka změřte dobu, za kterou se napětí sníží na polovinu původní hodnoty.
4. Toto měření (body 1 – 3 pro každý kondenzátor) opakujte na rozsahu 20 V a 50 V.

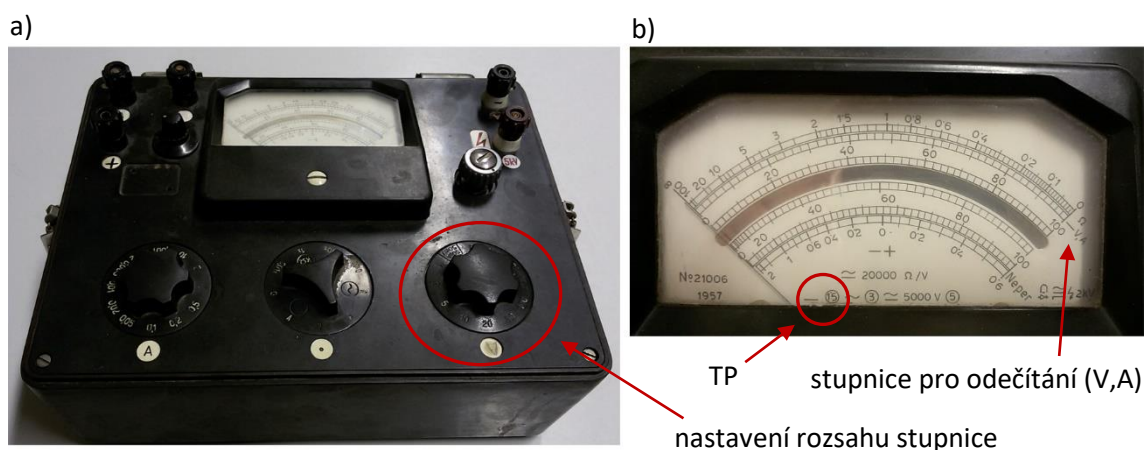
Ze vztahu pro vybíjecí křivku (viz např. [1]) vypočítejte pro všechna měření kapacitu jednotlivých kondenzátorů společně s odhadem nejistoty. Vnitřní odpory pro jednotlivé rozsahy jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Vnitřní odpory voltmetru v závislosti na rozsahu

Rozsah voltmetru [V]	Vnitřní odpor $R$ [ $k\Omega$ ]
10	200
20	400
50	1000



Obr. 1 Schéma zapojení pro měření kapacity kondenzátoru



Obr. 2 a) Voltmetr a b) detail jeho stupnice

Pro **paralelní zapojení všech kondenzátorů** proveďte následující měření s rozsahem voltmetru 10 V:

- Všechny kondenzátory zapojte paralelně a opakujte měření 1 – 3 pro rozsah voltmetru 10 V, vypočtete kapacitu společně s odhadem nejistoty.

Dále provedeme **porovnání měřených hodnot pro paralelní zapojení s početním určením**:

- Vyberte hodnoty kapacit jednotlivých kondenzátorů určených předchozí metodou, které mají nejmenší nejistoty, a určete početně hodnotu kapacity pro jejich paralelní kombinaci společně s odhadem nejistoty.
- Takto vypočtenou hodnotu kapacity porovnejte s měřením paralelního zapojení, viz bod 5, které bude mít nejmenší nejistotu.

Měření pomocí RLC měřiče

Pro porovnání proveďte měření kapacity jednotlivých kondenzátorů a jejich paralelní kombinace pomocí RLC měřiče. Pro výpočet nejistoty měřené kapacity uvažujte parametry přístroje:  $p = 0.8 \%$ ,  $n = 1$ . Výsledné nejistoty uvádějte pro 95% interval spolehlivosti.

*Postup měření:*

1. Nastavte přístroj na rozsah  $2 \mu\text{F}$ , přepínač do polohy LCR a žlutým kolečkem přístroj vynulujte při rozpojených svorkách.
2. Připojte kondenzátor (samostatný, ne v obvodu) a odečtěte jeho kapacitu. Měřte na co nejmenším rozsahu. Pokud přístroj ukazuje symbol pro překročení rozsahu (1---), použijte vyšší rozsah.
3. Určete tímto měřením kapacity pro jednotlivé kondenzátory a jejich paralelní kombinaci, určete odhady nejistot.
4. Vypočtete z hodnot kapacit pro jednotlivé kondenzátory jejich paralelní kombinaci a určete odhad nejistoty. Hodnotu porovnejte s měřenou veličinou z předchozího bodu.

## PŘÍKLADY

1. Jaká bude výsledná nejistota  $u(C_p)$  paralelního zapojení  $N$  kondenzátorů, jestliže jsme měřili kapacitu každého z kondenzátorů samostatně se stejnou nejistotou  $u(C)$ ? S jakou nejistotou  $u(C)$  musíme měřit kapacity pěti kondenzátorů, jestliže jejich paralelní zapojení má mít maximální nejistotu  $50 \mu\text{F}$ ?

## POŽADOVANÉ VÝSTUPY

- Přehledně zpracované výpočty (v tabulkách) kapacit kondenzátorů a jejich paralelní kombinace metodou vybíjecího proudu společně s odhady nejistot.
- Přehledné srovnání měřených a početních výsledků pro kapacitu paralelního zapojení kondenzátorů.
- Přehledné tabulky kapacit určených pomocí RLC měřiče společně s nejistotami. Srovnání měřené kapacity a početně určené kapacity pro paralelní zapojení kondenzátorů.
- Srovnání výsledků měřením metodou vybíjecího proudu a pomocí RLC měřiče (tabulka; pro každý kondenzátor a paralelní zapojení vyberte z každé metody výsledky s nejmenšími nejistotami, pokud bylo více výsledků), případná diskuze odchylek, které překračují daný interval spolehlivosti.
- Vypracujte příklady.

## POMŮCKY

Voltmetr, stabilizovaný zdroj, stopky, panel s tlačítkem, měřené kondenzátory, vodiče, RLC měřič