



Úloha č. 4

Měření vnitřní a povrchové rezistivity elektroizolačních materiálů

1 Zadání úlohy

Pomocí voltampérové metody s využitím tříelektrodového systému (zapojení pro měření vnitřní rezistivity) změřte závislost dobíjecího proudu na čase pro tři vybrané vzorky elektroizolačních materiálů. Jako zdroj použijte stejnosměrný zdroj napětí 500 V. Dobíjecí proud měřte do 10. minuty (v prvních dvou minutách po 15 s, poté po 30 s až do 10. minuty). Pro jednotlivé materiály vynesete naměřené závislosti $I = f(t)$ do grafů a všechny hodnoty uveďte do přehledné tabulky. Z naměřených hodnot proudů vypočtete pro každý materiál vnitřní rezistivitu ρ_v a polarizační indexy (PI_1 a PI_{10}). Vnitřní rezistivitu vypočítejte z proudu právě v 10. minutě. Na základě vnitřních rezistivit a polarizačních indexů (charakteristiky dynamiky odvádění elektrického náboje ze vzorku) porovnejte měřené materiály.

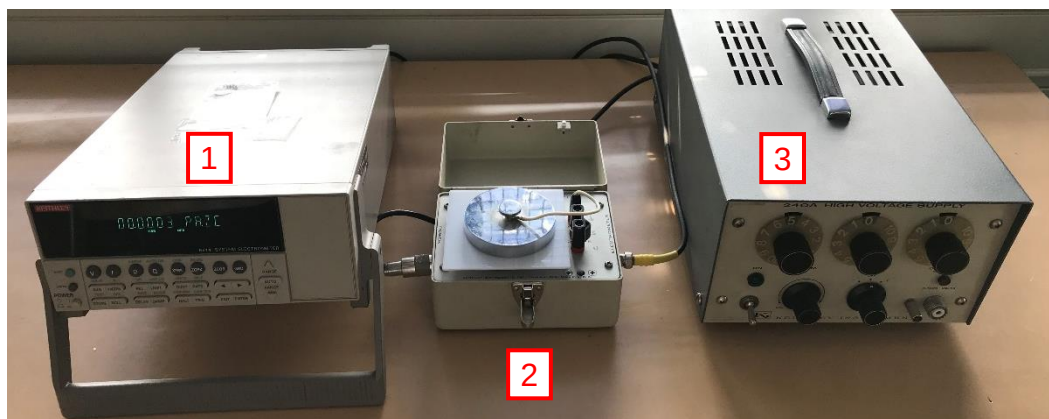
Pomocí voltampérové metody s využitím tříelektrodového systému (zapojení pro měření povrchové rezistivity) změřte pro tři vybrané vzorky elektroizolačních materiálů proud po 1. minutě přivedení napětí na měřený vzorek. Jako zdroj použijte stejnosměrný zdroj napětí 500 V. Následně z naměřené hodnoty proudu vypočítejte pro tři vybrané vzorky materiálů povrchovou rezistivitu ρ_P a proveďte také porovnání měřených materiálů.

2 Teoretický rozbor

Vypracujte teoretický rozbor tematiky související s měřením rezistivity izolačních materiálů v rozsahu **2 normostrany** (1 normostrana = 1800 znaků včetně mezer). V textu **aktivně používejte** citace na použitou odbornou literaturu. Použitou literaturu formátujte v souladu s normou ČSN ISO 690 Informace a dokumentace – Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů.

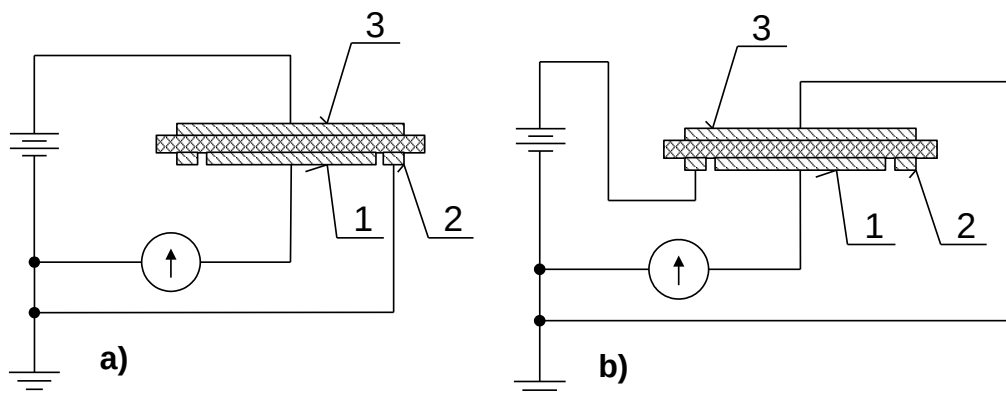
3 Používané přístrojové vybavení a jeho stručný popis

- stejnosměrný vysokonapěťový zdroj
- tříelektrodový systém pro měření povrchové a vnitřní rezistivity
- elektrometr



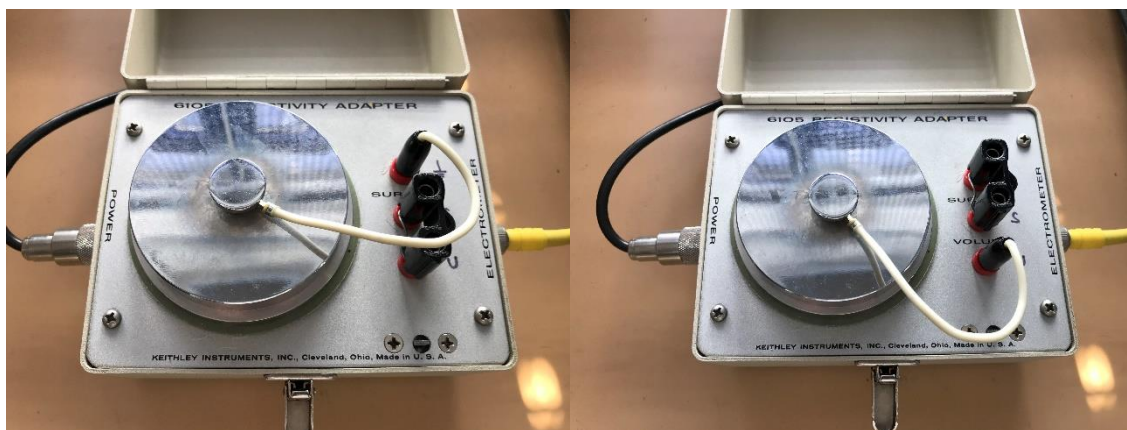
Obr. 1: Zapojení pro měření rezistivity (1 – elektrometr, 2 – elektrodový systém, 3 – napájecí zdroj).

Schéma zapojení elektrod v elektrodovém systému



Obr. 2: Schéma zapojení elektrod pro měření vnitřní rezistivity (a) a povrchové rezistivity (b).
(vnitřní rezistivita: 1 – chráněná/měrná elektroda, 2 – ochranná elektroda, 3 – nechráněná/napěťová elektroda;
povrchová rezistivita: 1 – chráněná/měrná elektroda, 2 – nechráněná/napěťová elektroda, 3 – ochranná elektroda).

Zdroj: MENTLÍK, V. Dielektrické prvky a systémy. Praha: BEN – technická literatura, 2006.

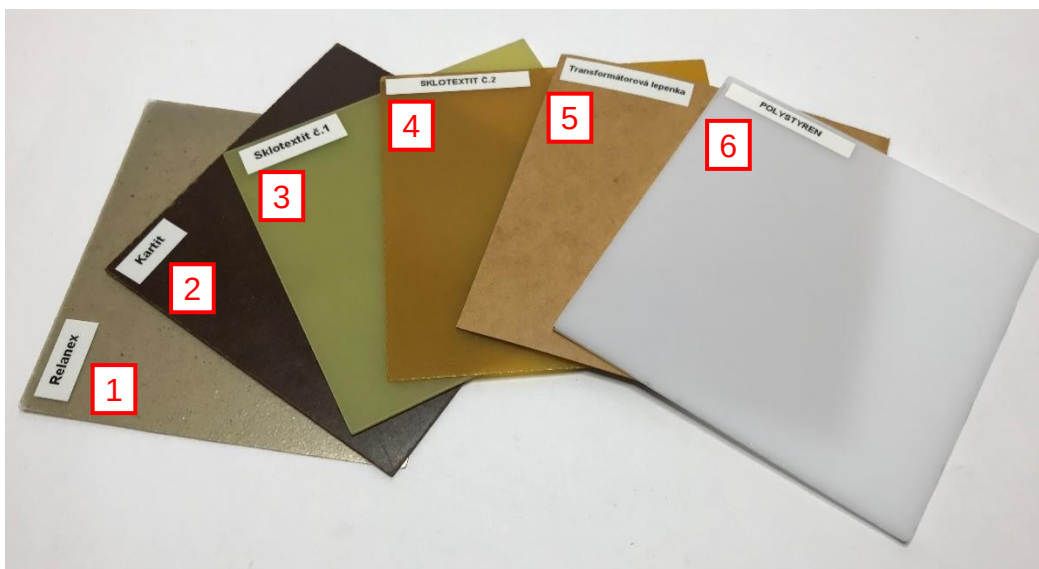


Obr. 3: Propojení elektrod v elektrodovém systému pro měření vnitřní rezistivity (vpravo) a povrchové rezistivity (vlevo).

4 Postup měření

1. Zapojte obvod pro měření vnitřní rezistivity dle výše uvedených obrázků a nechte zapojení zkontrolovat vedoucím cvičení.
2. Ve zkratovací knížce jsou umístěny vzorky různých izolačních materiálů:
 - 1) Relanex (kompozit – epoxidová pryskyřice, skleněná vlákna a částice slídy),
 - 2) Kartit (kompozit – fenolformaldehydová pryskyřice, celulózový papír),
 - 3) Sklotextit č. 1 (kompozit – epoxidová pryskyřice, skleněná vlákna),
 - 4) Sklotextit č. 2 (kompozit – epoxidová pryskyřice, skleněná vlákna),
 - 5) Transformátorová lepenka,
 - 6) Polystyren.

Vzorky izolačních materiálů jsou zobrazeny na Obr. 4 s výše uvedeným číslováním.



Obr. 4: Vzorky materiálů pro měření vnitřní a povrchové rezistivity.

3. Z dostupných materiálů vyberte tři, na kterých provedete měření vnitřní rezistivity.
4. Ze zkratovací knížky vyjměte vzorek izolačního materiálu a vložte jej mezi elektrody elektrodového systému.
5. Zapněte elektrometr tlačítkem POWER. Po inicializaci je přístroj nastaven pro měření proudu. Za jednotkou je pak zobrazen symbol ZC, což značí, že vstup ampérmetru je vnitřně uzemněn.
6. Zkontrolujte, zda je výstup vysokonapěťového zdroje vypnutý (otočný volič OUTPUT v poloze OFF) a nastavte napětí 500 V. Zdroj zapněte páčkou do polohy ON a následně nastavte otočný volič do polohy +.
7. Počkejte cca 5 sekund na odeznění proudové špičky a stiskněte na elektrometru tlačítko ZCHK, čímž na jeho vstup přivedete proud ze vzorku.
8. Spusťte odečet času a odečítejte hodnoty proudu v prvních dvou minutách po 15 s, poté po 30 s až do 10. minuty.
9. Po 10 minutách opět uzemněte vstup elektrometru stiskem tlačítka ZCHK (objeví se symbol ZC za jednotkou). Vypněte napěťový výstup zdroje otočením voliče z polohy + do polohy OFF a vypněte zdroj páčkou do polohy OFF.
10. V elektrodovém systému vyměňte vzorek a měření opakujte se stejným postupem pro zbývající dva vzorky.



11. Pomocí mikrometru změřte tloušťku měřených vzorků na pěti místech a vypočítejte průměrnou tloušťku.
12. Vnitřní rezistivitu měřených vzorků v 10. minutě vypočítejte dle vztahu (1).
13. Po odměření proudu pro všechny tři materiály vybrané pro určení vnitřní rezistivity změňte zapojení elektrodového systému na měření povrchové rezistivity a určete povrchovou rezistivitu u zbylých tří materiálů.
14. Umístěte vzorek do elektrodového systému a uzavřete jej.
15. Zkontrolujte, zda je výstup vysokonapěťového zdroje vypnutý (otočný volič OUTPUT v poloze OFF) a nastavte napětí 500 V. Zdroj zapněte páčkou do polohy ON a následně nastavte otočný volič do polohy +.
16. Počkejte cca 5 sekund na odeznění proudové špičky a stiskněte na elektrometru tlačítko ZCHK, čímž na jeho vstup přivedete proud ze vzorku.
17. Spusťte odečet času a odečtete hodnotu proudu po 1. minutě.
18. Uzemněte vstup elektrometru stiskem tlačítka ZCHK (objeví se symbol ZC za jednotkou). Vypněte napěťový výstup zdroje otočením voliče z polohy + do polohy OFF a vypněte zdroj páčkou do polohy OFF.
19. V elektrodovém systému vyměňte vzorek a měření opakujte se stejným postupem pro zbývající dva vzorky.
20. Vypočtete povrchovou rezistivitu dle následujícího vztahu (2).

Nezapomeňte si poznamenat parametry prostředí!

- Teplota (°C):
- Vlhkost (%RH):
- Tlak (mbar nebo kPa):

5 Vztahy nutné k výpočtům

Vztah pro výpočet vnitřní rezistivity ρ_V

$$\rho_V = \frac{22,9 \cdot U}{h \cdot I_{10}} \text{ (}\Omega \cdot \text{cm)}, \quad (1)$$

kde U (V) je napětí na vzorku, h (cm) je průměrná tloušťka vzorků a I_{10} (A) je proud vzorkem v 10. minutě.



Vztah pro výpočet povrchové rezistivity ρ_p

$$\rho_p = 53,4 \cdot \frac{U}{I} \text{ (}\Omega\text{)}, \quad (2)$$

kde U (V) je napětí na vzorku a I (A) je proud vzorkem v 1. minutě.

Vztahy pro výpočet polarizačních indexů PI (3)

$$PI_1 = \frac{I_{15}}{I_{60}} (-),$$

$$PI_1 = \frac{I_{60}}{I_{600}} (-),$$

kde I_{15} (A) je dobíjecí proud v 15. sekundě, I_{60} (A) je proud v 1. minutě a I_{600} (A) je proud v 10. minutě po připojení napětí.