

# 11. mérés

## Kapacitásmérés, szigetelésvizsgálat

### A mérés célja

Digitális LCR mérő, Schering híd alkalmazása kondenzátor kapacitásának és veszteségi tényezőjének mérésére valamint szilárd szigetelőanyag relatív permittivitásának és veszteségi tényezőjének mérésére.

### Biztonságtechnikai útmutató

Az elektrolit kondenzátor vizsgálatokor ügyeljünk a kondenzátor bekötésének polarítására.

### MÉRÉSI FELADATOK

#### A . KONDENZÁTOR JELLEMZŐINEK MÉRÉSE A MÉRŐHELY BEÉPÍTETT DIGITÁLIS LCR MÉRŐJÉVEL KAPACITÁSMÉRŐ MÓDBAN

A gyakorlatvezető által kiválasztott kondenzátorokon, az általa megadott mérési frekvenciákon végezzük el a méréseket. Jegyezzük fel a mérési frekvenciát, a soros és/vagy a párhuzamos helyettesítő kép kapacitásának, veszteségi ellenállásának, impedanciájának és fázisszögének értékét valamint a vizsgált kondenzátor veszteségi tényezőjét.

#### Értékelés

---

Foglaljuk táblázatba a méréskor rögzített adatokat és a következő számított adatokat. A mért soros és/vagy párhuzamos helyettesítő kép C és R értékéből számítsuk ki a kondenzátor veszteségi tényezőjét és impedanciáját, hasonlítsuk össze ezeket a közvetlenül mért értékekkel.

- Soros helyettesítő kép esetén:

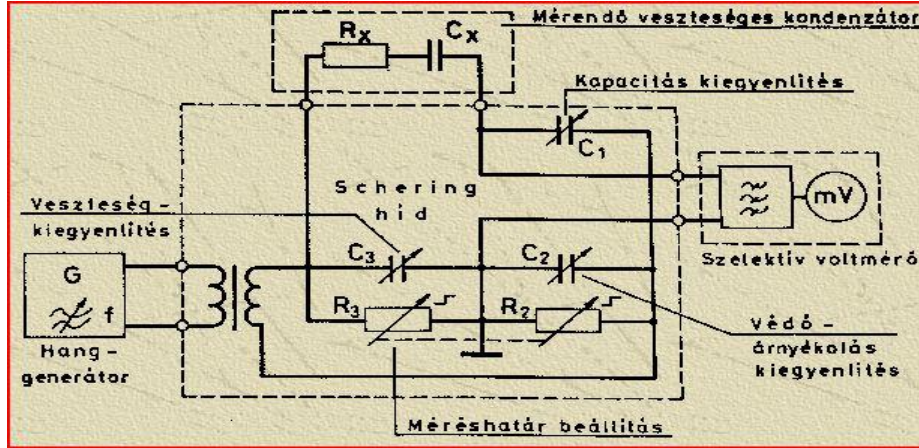
$$tg\delta = R_s \cdot \omega C_s, \quad Z = \sqrt{R_s^2 + \frac{1}{(\omega C_s)^2}}$$

- Párhuzamos helyettesítő kép esetén:

$$tg\delta = \frac{1}{R_p \cdot \omega C_p}, \quad Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_p^2} + (\omega C_p)^2}}$$

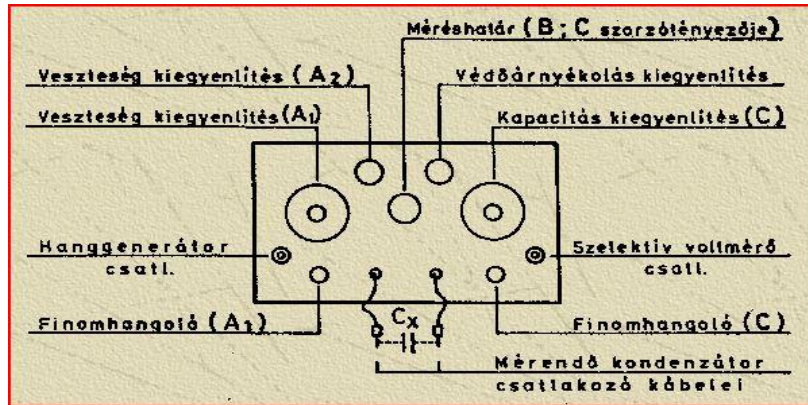
## B. KAPACITÁS, VESZTESÉGI TÉNYEZŐ, RELATÍV PERMITTIVITÁS MÉRÉSE SCHERING HÍDDAL

### Kapcsolási vázlat



A mérőkör három egységből tevődik össze. Változtatható frekvenciájú hanggenerátor táplálja a Schering hidat, a hid nullindikátora szelektív voltmérő. A mérendő kapacitás kiegyenlítése a híd  $C_1$  forgókondenzátorával történik, a veszteségi tényező kiegyenlítése pedig a  $C_3$  kondenzátorral. A mérés-határ váltását az együttfutó  $R_2$  és  $R_3$  dekadellenállás szolgálja. A  $C_2$  kondenzátort a szigetelőanyagok vizsgálatakor a védőárnyékolással ellátott mérőkondenzátorok védőárnyékolása kapacitásának kiegyenlítésére használjuk.

### A Schering híd kezelőszervei



A híd homloklapján elhelyezett kezelőszervekkel állíthatjuk be a mérés-határt, egyenlíthetjük ki a hidat. A középen lévő mérés-határ váltó kapcsoló külső skálaívén leolvasható, hogy az adott beállításban milyen frekvenciatartományban végezhetjük a mérést. A középső skálaívén a veszteségi tényező  $B$  szorzótényezője található, míg a belső skálaívén a  $C$  kapacitás szorzótényezője. A kapacitás kiegyenlítése a jobboldali forgatógombbal történik, erről leolvasott  $C$  kapacitást szorozva a mérés-határ-váltó kapcsolón leolvasható szorzótényezővel, megkapjuk a mért  $C_x$  kapacitást. A veszteségi tényező kiegyenlítésére szolgáló baloldali forgatógomb skálájáról az  $A_1$  mennyiség olvasható le. Nagyobb veszteségű dielektrikum esetén szükség lehet a veszteségi

tényező méréshatárának növelésére, erre szolgál a középső mező baloldali kapcsolója, amelyről az  $A_2$  mennyiség olvasható le. Az  $A_1$  és  $A_2$ , a méréshatárváltó kapcsolóról leolvasható  $B$  szorzótényező és a  $\text{kHz}$  mértékegységben kifejezett  $f$  vizsgálati frekvencia alapján a  $\text{tg}\delta$  veszteségi tényező a következő módon számítható:

$$A = A_1 + A_2, \quad \text{tg}\delta = A \cdot B \cdot f$$

A híd kiegyenlítésének kezdetén a generátor kimenő feszültségét kis értékre, a szelektív voltmérő méréshatárát nagy értékre állítjuk. Ha közelebb kerülünk a híd kiegyenlített állapotához, növelhető a híd-tápfeszültsége, csökkenthető az indikátor méréshatára. Ezek beállításánál a gyakorlatvezető útmutatása szerint járjunk el.

### Feladatok

---

- a) Mérjük meg különböző kapacitású és dielektrikumú kondenzátorok kapacitását és veszteségi tényezőjét. A vizsgálati frekvenciát a gyakorlatvezető útmutatása szerint válasszuk meg. A védőárnyékolás kapacitásának beállítására szolgáló forgatógombot (középső mező jobb felső gombja) 0-ra állítsuk. A híd durva kiegyenlítését kis tápfeszültséggel, a szelektív voltmérő nagy méréshatárán végezzük el, a kapacitás kiegyenlítéssel kezdjük a kiegyenlítést. Ezután felváltva a veszteség kiegyenlítés és a kapacitás kiegyenlítés kezelőszerveivel finomítjuk a híd kiegyenlítetttségét, eközben növelhetjük a híd tápfeszültségét, csökkenthetjük az indikátor méréshatárát. Jegyezzük fel a kiegyenlített állapot jellemzőit ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $C$  szorzótényezője,  $f$ ).
- b) A védőgyűrűs mérőkondenzátor segítségével mérjük meg különböző szilárd (prespán, textilkakelit stb.) szigetelőanyagok relatív permittivitásának és veszteségi tényezőjének frekvenciafüggését, a gyakorlatvezető által megadott frekvenciatartományban. A mérőkondenzátor lényegében egy síkkondenzátor, amely dielektrikuma a vizsgált szigetelőlemezről kivágott, kb. 85\*85 mm-es lap. A védőgyűrű (védőárnyékolás) a peremterület mérést torzító hatásának kiküszöbölésére szolgál. A mérőkondenzátorra szerelt mikrométerrel megmérhetjük a vizsgált szigetelőlap vastagságát. A híd és a mérőkondenzátor összekapcsolását úgy végezzük el, hogy a híd pirossal jelölt kábele a mérőkondenzátor piros körrel jelölt hüvelyébe csatlakozzon. A védőárnyékolás kapacitása 60 pF, erre az értékre állítsuk a védőárnyékolás kompenzálására szolgáló kondenzátort (a középső mező jobb felső forgatógombját). A szigetelőanyag befogása előtt a mérőkondenzátor mikrométerét nullázni kell:
  - a mozgó fegyverzetet a felső (durva) beállító csavarral az álló fegyverzethez ütköztetjük;
  - alatta lévő finombeállító (nyomatékhataroló) csavarral a megfelelő szorítóerőt beállítjuk;
  - a mikrométer skálájának nulla pontját a mutató helyzetéhez igazítjuk.

A szigetelőlapok befogásakor a durva és finomállító csavarokat az előzőhöz hasonlóan kezeljük. A mérést a kondenzátorok vizsgálatához hasonló módon folytassuk le, a híd jellemzőin felül jegyezzük fel a vizsgált szigetelőanyag (mikrométerről leolvasható)  $d$  vastagságát is.

## Értékelés

---

- a. A vizsgált kondenzátorok mérési eredményeiből határozzuk meg a  $C_x$  kapacitást, a veszteségi tényezőt a szigeteléstechikában szokásos  $10^4 \text{ tg}\delta$  mértékegységben, valamint a kondenzátor soros helyettesítő kapcsolásának  $R_s$  és a párhuzamos helyettesítő kapcsolásának  $R_p$  veszteségi ellenállását.

$$\omega = 2\pi f, \quad R_s = \text{tg}\delta \cdot \frac{1}{\omega C_x}, \quad R_p = \frac{1}{\text{tg}\delta} \cdot \frac{1}{\omega C_x}$$

$$C_0 [\text{pF}] = \frac{40}{d [\text{mm}]}, \quad \varepsilon_r = \frac{C_x}{C_0}$$

- b. Határozzuk meg a vizsgált szilárd szigetelőanyagok relatív permittivitását és  $10^4 \text{ tg}\delta$  veszteségi tényezőjét valamennyi vizsgálati frekvencián. A szigetelőanyagok relatív permittivitását a mérőkondenzátorba befogott  $d$  vastagságú szigetelőlappal mért  $C_x$  kapacitás és az ugyanakkora vastagságú levegő dielektrikummal adódó  $C_0$  kapacitás hányadosa adja. A  $C_0$  kapacitás a  $d$  szigetelőréteg-vastagsággal (elektrodatávolsággal) fordítottan arányos, az adott mérőkondenzátor esetében  $d=1 \text{ mm}$  elektrodatávolság esetén  $C_0=40 \text{ pF}$ . A veszteségi tényező meghatározása a kondenzátorokéval azonos módon történik. Ábrázoljuk diagramban a vizsgált szigetelőanyagok relatív permittivitását és veszteségi tényezőjét a frekvencia függvényében. A frekvencia tengelyen logaritmikus skálát használjunk.

## ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Veszteséges kondenzátor soros és párhuzamos helyettesítő kapcsolása, a kapacitás, a veszteségi ellenállás és a  $D (= \text{tg}\delta)$  veszteségi tényező közötti kapcsolatok.
2. A Schering híd (elvi) kapcsolása, kiegyenlítési feltételei.
3. Szilárd szigetelőanyag relatív permittivitását milyen eszközök segítségével, milyen elven mérhetjük?