

10A. mérés Induktivitásmérés

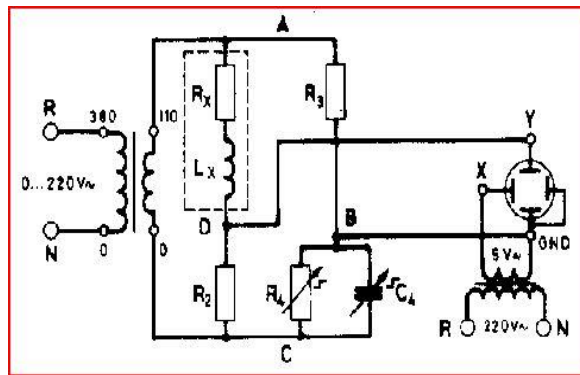
A mérés célja

Az önindukciós tényező digitális LCR mérővel és Maxwell-Wien hiddal történő mérésének megismerése, gyakorlása. Oszcilloszkóp hídindikátorként való alkalmazása sajátosságainak megismerése. Vasmagos induktivitás hídban történő vizsgálatokor fellépő jelenségek megfigyelése.

MÉRÉSI FELADATOK

A. ÖNINDUKCIÓS TÉNYEZŐ MÉRÉSE MAXWELL-WIEN HÍDDAL

Kapcsolási vázlat



A híd 50 Hz frekvenciájú, változtatható nagyságú váltakozó feszültséggel tápláljuk leválasztó transzformátoron keresztül (ezek az egységek a mérőhelybe be vannak építve). A földfüggetlen táplálás teszi lehetővé azt, hogy nullindikátorként földelt bemenetű oszcilloszkópot használjunk. (Az oszcilloszkóp jelföldje a híd B csomópontjába csatlakozik.) Az oszcilloszkópot X-Y módban használjuk, vízszintes eltérítését transzformátoron keresztül - fix feszültségről - ugyanarról a fázisról tápláljuk, mint a híd. A híd kiegyenlítését kis tápfeszültséggel és az oszcilloszkóp függőleges eltérítésének nagyobb méréshatárán kezdjük el. Kezdő lépésként az R_4 dekádellenállást maximális értékre állítsuk, majd a C_4 dekádkondenzátor beállításán változtatva keressük meg a híd kimenő feszültségének helyi minimumát. Ehhez akkor jutottunk el, ha az oszcilloszkópon megjelenő Lissajous ábra függőleges amplitúdója a lehető legkisebb. Ezután felváltva az R_4 és a C_4 beállításán változtatva érhetjük el a híd egyre finomabb kiegyenlítetttségét, azaz a híd kimenő feszültségének helyi minimumát keressük lépésekben. A kiegyenlített állapothoz közeledve növelhetjük a tápfeszültséget és csökkenthetjük az oszcilloszkóp méréshatárát. A Lissajous ábra megkönnyíti R_4 és C_4 helyi optimumának megkeresését.

- C_4 helyi optimumánál a Lissajous ábra pozitív vagy negatív meredekségű egyenes;
- R_4 helyi optimumánál a Lissajous ábra vízszintes főtengelyű ellipszis vagy speciális esetben kör.
- Teljesen kiegyenlített hídnál a Lissajous ábra vízszintes egyenessé változik.

Vasmagos induktivitás vizsgálatoknál a híd teljes kiegyenlítése nem lehetséges, a híd kimenetén felharmonikus feszültségek mindig megjelennek (a harmadik harmonikus a domináló). Az alapharmonikusra (50 Hz-re) kiegyenlített a híd akkor, ha a háromszorosan hurkolódó Lissajous ábra valamennyi csúcspontja érinti egy hosszabbik oldalán fekvő befoglaló téglalap vízszintes oldalait.

A hídátvitelt a mérendő impedancia és az R_2 ellenállás aránya szabja meg. Maximális hídérzékenységet akkor kapunk, ha a hídátvitel abszolút értéke 1. A vizsgált fojtótekerccs L_x önindukciós tényezőjének és R_x veszteségi ellenállás nagyságrendjét ismerve R_2 értékét a következőképpen választjuk meg:

$$R_2 \approx \sqrt{R_x^2 + X_{L_x}^2}$$

A híd kiegyenlítési feltételeiből számítható a veszteséges fojtótekerccs soros helyettesítő képének veszteségi ellenállása és önindukciós tényezője.

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_4}, \quad L_x = R_2 \cdot R_3 \cdot C_4$$

Az R_3 ellenállást úgy kell megválasztanunk, hogy az R_4 és C_4 beállítható értékeivel a híd kiegyenlíthető legyen. Ehhez a következő két feltételnek egyidejűleg kell teljesülnie.

$$R_2 \cdot R_3 \leq R_x \cdot R_{4max}, \quad R_2 \cdot R_3 \geq \frac{L_x}{C_{4max}}$$

Feladatok

Lágyvasas ampermérő (0,5 A méréshatáron, $L_x \approx 0,01H$) veszteségi ellenállását és önindukciós tényezőjét mérjük meg Maxwell-Wien híddal. Az R_2 ellenállás értékét - maximális hídérzékenységre törekedve - az L_x önindukciós tényező és R_x veszteségi ellenállás várható értéke alapján választjuk meg. R_3 megválasztásakor a gyakorlatvezető útmutatásai szerint járunk el. A hídra legfeljebb akkora tápfeszültséget adjunk, hogy az ampermérő kitérése a végkitérést közelítse. Jegyezzük fel a kiegyenlített híd jellemzőit (R_2 , R_3 , R_4 , C_4).

Értékelés

Számítsuk ki a vizsgált elem soros helyettesítő képének R_x veszteségi ellenállását, L_x önindukciós tényezőjét, X_{L_x} induktív reaktanciáját, Z_x impedanciáját és az impedancia φ fázisszögét. A mért és számított értékeket foglaljuk táblázatba.

$$X_{L_x} = \omega \cdot L_x, \quad Z_x = \sqrt{R_x^2 + X_{L_x}^2}, \quad \varphi = \arccos \frac{R_x}{Z_x}$$

B. ÖNINDUKCIÓS TÉNYEZŐ MÉRÉSE DIGITÁLIS LRC MÉRŐVEL

A mérőhely beépített digitális LCR mérőjét használjuk induktivitásmérő módban.

Feladatok

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

Értékelés

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

Soros helyettesítő kép esetén:

$$Q = \frac{\omega L_s}{R_s}, \quad Z = \sqrt{R_s^2 + (\omega L_s)^2}$$

Párhuzamos helyettesítő kép esetén:

$$Q = \frac{R_p}{\omega L_p}, \quad Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_p^2} + \frac{1}{(\omega L_p)^2}}}$$

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. A Maxwell-Wien híd kapcsolása, kiegyenlítési feltételei.
2. A Maxwell-Wien híd hídátételét a híd mely elemei határozzák meg? A legnagyobb hídérzékenységet milyen beállításban kapjuk?
3. Milyen üzemmódban használjuk az oszcilloszkópot hídindikátorként, kiegyenlített állapotban milyen alakzat jelenik meg az ernyőjén vasmagos fojtó mérésekor?
4. Egy induktitás adott f frekvencián mért soros helyettesítő képének L_s induktitása és R_s veszteségi ellenállása ismeretében hogyan számítható az induktitás Q jósági tényezője és Z impedanciája?