

12. mérés

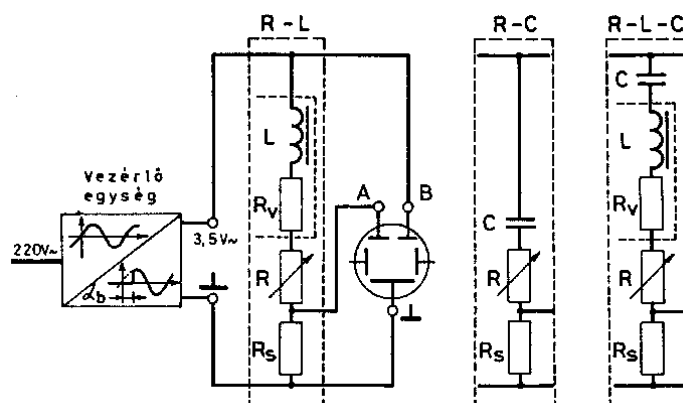
Bekapcsolási tranziens jelenségek vizsgálata

A mérés célja

Soros RL, RC és RLC kör bekapcsolási tranziens (átmeneti) jelenségeinek vizsgálata. Digitális tároló oszcilloszkóp kezelésének, az oszcilloszkóppal való mérés módszereinek megismerése és gyakorlása.

MÉRÉSI FELADATOK

Kapcsolási vázlat



A mérőkörre az 50 Hz frekvenciájú tápfeszültséget olyan elektronikus vezérlő egységgel kapcsoljuk rá, amellyel a feszültség nullaátmenetéhez viszonyítva a bekapcsolás pillanata α_b fázisszöggel késleltethető. Az α_b bekapcsolási szög $-90^\circ \dots +90^\circ$ között változtatható (átkapcsolással és potenciométerrel). A bekapcsolás nyomógombbal történik, a feszültség csak addig jut a mérőkörre, amíg a nyomógombot benyomva tartjuk, a kikapcsolás és a bekapcsolás fázisszöge azonos. A kétszarnás digitális tároló oszcilloszkóp A csatornájára a kör áramának pillanatértékével arányos feszültséget juttatunk, a B csatornára a kör tápfeszültsége hat. A bekapcsolást követően a kör árama általában csillapódó tranziens összetevőket is fog tartalmazni és csak bizonyos idő eltelte után áll be az állandósult állapot. A tranziens összetevő nagysága és időbeli lefolyása a kör impedancia viszonyaitól és az α_b bekapcsolási szögtől egyaránt függ. Soros RL és RC kör tranziensektől mentes bekapcsolása is lehetséges, ha a bekapcsolási szöveget az impedancia fázisszögével összehangoltan választjuk meg.

Kikapcsolás után a vezérlő egység az áramkört rövidre zárja (nem úgy működik, mint egy mechanikus kapcsoló vagy megszakító), megfigyelhetők a rövidrezárt áramkör lecsengésének jelenségei.

A digitális tároló oszcilloszkóp kezelése a gyakorlatvezető tanácsai és a műszer (kivonatos) kezelési leírása szerint történjen. Az oszcilloszkóp beállított üzemiállapotának valamennyi lényeges jellemzője leolvasható műszer LCD kijelzőjén. A képernyő keretének alsó szegélyén lévő nyomógombokkal megjeleníthetjük és vezérelhetjük a feszültség, időtartam vagy fázisszög mérését szolgáló kurzorokat. (A kurzorokat egy pár függőleges és egy pár vízszintes vonal képezi, amelyek a képernyőn pozicionálhatók). Az oszcilloszkópot kétszarnás digitális tároló módban használjuk (DIGITAL MEMORY), mindkét csatornán DC csatolást állítsunk be. A jelenségeket triggerelt indítással rögzítjük (TRIG), a vízszintes eltérést a vezérlőegységből az oszcilloszkóp külső trigger bemenetére adott jellel indítjuk (a kapcsolási vázlaton ezt az összeköttetést nem ábrázoltuk). Ez az indítási mód az áramkör bekapcsolása (vagy kikapcsolása) után törli az előzőleg rögzített időfüggvényt és megjeleníti az indítást követően lejátszódó jelenségeket. A trigger forrása EXT AC, csatolása DC állásban legyen, a TRIGGER LEVEL potenciométert jobbra ütközésig forgassuk. Lefutó éllel indítva a bekapcsolási, felfutó éllel indítva pedig a kikapcsolási jelenségek rögzítése megy végbe. Az áramkör valamennyi vizsgált jellemzőjét a képernyőn, a kurzorok segítségével mérjük.

A. SOROS RL KÖR BEKAPCSOLÁSI JELENSÉGEINEK VIZSGÁLATA

Feladatok

1. feladat

Különböző R_e/X viszony esetén határozzuk meg α_b azon értékeit, amely esetén bekapcsolási tranzien্স áramkomponens nem lép fel ill. a tranzien্স összetevő maximális nagyságú (és emiatt a lehető legnagyobb bekapcsolási áramlökés alakul ki). R_e a kör eredő ellenállása, az induktivitás dekád R_v ellenállásából, az R ellenállásból és a sönt R_s ellenállásából tevődik össze. A vizsgált esetek számát, R értékeit, az oszcilloszkóp kezdeti beállítását a gyakorlatvezető közreműködésével határozzuk meg. Minden egyes R_e/X viszonyra végezzük el a következő méréseket és vizsgálatokat.

- Tetszőleges α_b bekapcsolási szöveget beállítva kapcsoljuk rá az áramkörre a tápfeszültséget. A DISPL. PART nyomógombbal gördítsük a képernyőtartalmat a rögzített jelek azon részletére, ahol az állandósult állapot már beállt.
- A feszültségmérő kurzorokkal mérjük meg az állandósult állapotban az A csatorna feszültségének csúcserőértékét ($U_{A\text{st}}$ csúcserőértékét).
- Az időmérő kurzorokkal - fázisszögmérő módban - mérjük meg a kör tápfeszültsége és árama közötti fázisszöveget. Ehhez a REF (referencia) kurzort a B csatorna jele pozitív nullátmenetére, a Δ kurzort az A csatorna jele pozitív nullaátmenetére állítjuk. A feszültség és az áram közötti fázisszög abszolút értéke megegyezik az impedancia φ_Z fázisszögével.
- Tranzien্স összetevőtől mentes az áram időbeli lefolyása, ha az α_b bekapcsolási szög éppen megegyezik az impedancia φ_Z fázisszögével. (A bekapcsolás ekkor olyan fázisszögnél következik be, amelynél állandósult állapotban az áram pillanatértéke nulla.) Állítsunk be a vezérlő egységen az impedancia fázisszögével egyező bekapcsolási szöveget, kapcsoljuk rá az áramkörre a tápfeszültséget és figyeljük meg az időfüggvények alakulását.
- Keressük meg azt az α_b bekapcsolási szöveget, amely esetén a tranzien্স összetevő - és ennek következtében a bekapcsolási áramlökés - maximális nagyságú lesz. Tisztán induktív áramkörben ($\varphi_Z=90^\circ$) az $\alpha_b = \varphi_Z \pm 90^\circ$ bekapcsolási szögnél kapnánk maximális áramlökést. Más φ_Z fázisszög esetén is az előző módon megválasztott bekapcsolási szög környezetében várható a maximális bekapcsolási áramlökés. (A bekapcsolás ekkor olyan fázisszögnél következik be, amelynél állandósult állapotban az áram pillanatértéke maximális.) Állítsunk be $\alpha_b = \varphi_Z - 90^\circ$ bekapcsolási szöveget a vezérlő egységen, kapcsoljuk rá a tápfeszültséget az áramkörre, figyeljük meg az időfüggvények alakulását. Az α_b értékét finoman változtatva, bekapcsolást többször megismételve keressük meg a maximális áramlökést adó beállítást, erre az állapotra a feszültségmérő kurzorokkal mérjük meg az A csatorna (az áramjellel arányos feszültség) maximális értékét ($U_{A\text{max}}$).

2. feladat

A gyakorlatvezető által kijelölt esetekben mérjük meg az áramkör $T=L/R_e$ időállandóját. Ehhez rögzítsük a kikapcsolást követő - exponenciális függvénnyel leírható - áram-időfüggvényt. A feszültségmérő kurzorokat a jel nulla vonalára, ill. a csúcserőértékre pozicionáljuk, majd váltunk át a feszültségmérő kurzoroknál aránymérő módba. Ennek hatására a beállított amplitúdó lesz a vonatkoztatási alap (100%). Térjünk vissza a feszültségmérő kurzorok pozicionálásához, a kurzort állítsuk 37%-os pozícióba. (A diszkrét léptethezesség miatt a 37% nem mindig állítható be pontosan.) Végül váltunk át az időmérő kurzorok pozicionálására és - időmérő módban - mérjük meg a kikapcsolás pillanatától (a maximális amplitúdótól) a 37%-os amplitúdóig eltelt időtartamot, ez éppen az áramkör T időállandóját adja.

Értékelés

1. feladat

Valamennyi vizsgált esetre számítsuk ki az áramkör R_e/X viszonyát és a K (lökési) tényezőt. A K tényező a bekapcsolást követő maximális áramerősségnek és az állandósult állapot áramerőssége csúcserőértékének hányadosa.

$$\frac{R_e}{X} = \frac{Z \cos \varphi_Z}{Z \sin \varphi_Z} = \frac{1}{\tan \varphi_Z}, \quad K = \frac{I_{max}}{\widehat{I}_{st}} = \frac{U_{Amax}/R_s}{\widehat{U}_{Ast}/R_s} = \frac{U_{Amax}}{\widehat{U}_{Ast}}$$

Diagramban ábrázoljuk az R_e/X arány függvényében a K tényezőt. (Tisztán induktív, lineáris kör esetén az R_e/X arány nulla, a K tényező ekkor a legnagyobb, $K=2$. Vasmagos fojtótekercs esetén - a vasmag telítődése miatt - a kétszerest is meghaladó áramlökés léphet fel.)

2. feladat

Hasonlítsuk össze az időállandó közvetlenül mért és más jellemzőkből számítható értékét.

$$T = \frac{L}{R_e} = \frac{X/\omega}{R_e} = \frac{1}{\omega} \frac{X}{R_e} = \frac{1}{\omega} \tan \varphi$$

B. SOROS RC KÖR BEKAPCSOLÁSI JELENSÉGEINEK VIZSGÁLATA

Feladatok

1. feladat

Különböző R_e/X viszony esetén határozzuk meg α_b azon értékeit, amely esetén bekapcsolási tranzienst áramkomponens nem lép fel ill. a tranzienst összetevő maximális. Az R_e eredő ellenállást az R és a sönt R_s ellenállása szabja meg. A vizsgált esetek számát, R értékeit, az oscilloszkóp kezdeti beállítását a gyakorlatvezető közreműködésével határozzuk meg. Minden egyes R_e/X viszony esetére végezzük el a következő méréseket és vizsgálatokat.

- Tetszőleges α_b bekapcsolási szöget beállítva kapcsoljuk rá az áramkörre a tápfeszültséget. A DISPL. PART nyomógombbal gördítsük a képernyőtartalmat a rögzített jelek azon részletére, ahol az állandósult állapot már beállt.
- A feszültségmérő kurzorokkal mérjük meg az állandósult állapotban az A csatorna feszültségének csúcserősségét (U_{Ast} csúcserősségét).
- Az időmérő kurzorokkal - fázisszögmérő módban - mérjük meg a kör tápfeszültsége és árama közötti fázisszöveget. Ehhez a REF (referencia) kurzort az 'A' csatorna jele pozitív nullátmenetére, a Δ kurzort a 'B' csatorna jele pozitív nullátmenetére állítjuk. A mért fázisszög megegyezik az impedancia φ_z fázisszögének abszolút értékével. (Kapacitív áramkör impedanciájának fázisszöge negatív előjelű.)
- Tranzienst összetevőtől mentes az áram időbeli lefolyása, ha a bekapcsolás olyan fázisszögnél következik be, amelynél állandósult állapotban a kondenzátor feszültségének pillanatértéke nulla. (A kondenzátor árama és feszültsége közötti 90° -os fáziseltolás miatt a kondenzátor áramának pillanatértéke ekkor maximális.) Az előzőek figyelembevételével tranzienstől mentes lesz a bekapcsolás, ha a vezérlő egységen $\alpha_b = 90^\circ - |\varphi_z|$ bekapcsolási szöveget állítunk be. Ezután kapcsoljuk rá az áramkörre a tápfeszültséget és figyeljük meg az időfüggvények alakulását.
- Keressük meg azt az α_b bekapcsolási szöveget, amely esetén a tranzienst összetevő - és ennek következtében a bekapcsolási áramlökés - maximális nagyságú lesz. Közel kapacitív áramkörben ($\alpha_b \sim -90^\circ$) az $\alpha_b \sim \pm|\varphi_z|$ bekapcsolási szögnél kapnánk a maximális (és igen nagy) áramlökést. Más φ_z fázisszög esetén is az előző módon megválasztott bekapcsolási szög környezetében várható a maximális bekapcsolási áramlökés. Állítsunk be $\alpha_b = |\varphi_z|$ bekapcsolási szöveget a vezérlő egységen, kapcsoljuk rá a tápfeszültséget az áramkörre, figyeljük meg az időfüggvények alakulását. Az α_b értékét finoman változtatva, bekapcsolást többször megismételve keressük meg a maximális áramlökést adó beállítást, erre az állapotra a feszültségmérő kurzorokkal mérjük meg az A csatorna (az áramjellel arányos feszültség) maximális értékét (U_{Amax}).

2. feladat

A gyakorlatvezető által kijelölt esetekben mérjük meg a kör $T=R_eC$ időállandóját. A mérést az RL körnél követett módszerrel végezzük el.

Értékelés

1. feladat

Határozzuk meg és diagramban ábrázoljuk az R_e/X viszony függvényében a K tényezőt. (A mennyiségek értelmezése és számítási módja a soros RL körével egyezik.)

2. feladat

Hasonlítsuk össze az időállandó közvetlenül mért és más jellemzőkből számítható értékét.

$$T = R_e C = R_e \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{\omega} \frac{R_e}{X_C} = \frac{1}{\omega} \frac{1}{\tan \varphi_Z}$$

C. SOROS RLC KÖR (REZGŐKÖR) BEKAPCSOLÁSI JELENSÉGEINEK VIZSGÁLATA

Feladatok

1. feladat

Kevésbé csillapított ($R=0$) és túlcsillapított ($R>0$) rezgőkörön, különböző α_b bekapcsolási szögek esetén megfigyeljük a rezgőkör bekapcsolási és kikapcsolási jelenségeit, a jellegzetes eseteket plotteren rögzítjük. A rezgőkör L és C értékeit - a gyakorlatvezető útmutatása szerint - úgy választjuk meg, hogy a rezgőkör csillapítatlan rezonanciafrekvenciája jóval nagyobb legyen, mint a hálózati frekvencia.

2. feladat

Növeljük tízszeresére L értékét, csökkentjük tizedére C értékét. A rezgőkör rezonanciafrekvenciája változatlan marad, viszont a jósági tényezője nő (csillapítási tényezője csökken). R kis értéke mellett figyeljük meg a bekapcsolási és a kikapcsolási jelenségeket. A kikapcsolás utáni lecsengést vizsgálva - az RL körnél követett mérési módszert értelemszerűen alkalmazva - mérjük meg a lecsengés időállandóját és a rezgőkör önfrekvenciáját.

Értékelés

Elemezzük a csillapítás és a bekapcsolási szög hatását a bekapcsolási és kikapcsolási jelenségekre, rögzítsük a jegyzőkönyvben az időállandó és rezonanciafrekvencia mért értékét.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Soros RL kör, soros RC kör impedanciájának fázisszöge hogyan számítható az R , L , C és (ω a körfrekvencia) ismeretében?
2. Soros RL ill. RC kör impedanciájának φ_Z fázisszöge, R/X viszonya és időállandója között milyen kapcsolatok vannak?
3. Soros RL ill. RC kör tranzienstmentes bekapcsolásának feltétele.
4. Mekkora bekapcsolási fázisszög esetén alakul ki a maximális áramlökés a kis R/X viszonyú soros RL körben, ill. soros RC körben?