

Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

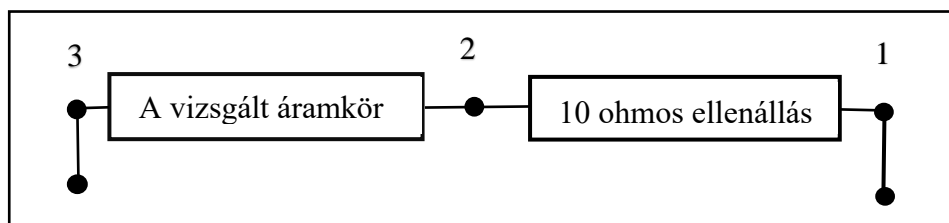
A 2021/2022. tanévi  
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
döntő forduló

FIZIKA I. KATEGÓRIA

FELADATOK

Egy áramkör váltóáramú vizsgálata.

A mérés során egy ellenállásokat, tekercseket és kondenzátorokat tartalmazó áramkört kell vizsgálnia. Az áramkör, és egy vele sorba kötött 10 ohmos ellenállás zárt dobozban van. Mindegyik kapcsolási elem „ideálisnak” tekinthető. (Az ideális kapcsolási elemek esetén: ellenállásnak nincs induktivitása és kapacitása, kondenzátornál nincs átvezetés, a tekercsnek nincs ohmos ellenállása és kapacitása.) A doboz tetején öt banánhüvelyt talál. A banánhüvelyek közül az egyik (1 jelű) a 10 ohmos ellenálláshoz, a másik (2 jelű) a vizsgált áramkör és a 10 ohmos ellenállás közös pontjához, a harmadik (3 jelű) a vizsgált áramkör „szabad” végéhez csatlakozik, az 1. ábra szerint.



Az elvégzendő mérések könnyítése érdekében az 1 és a 3 jelű pontokhoz két – két banánhüvelyt csatlakoztattunk.

1. ábra.

Feltételezésünk szerint a vizsgált áramkör elemei egy kocka éleit alkotják. A kocka egyik testátlójának két végpontja az ábrán jelölt **2-es**, illetve a **3-as** pont. A **2-es** pontból induló éleket egyforma induktivitások, a **3-as** ponthoz csatlakozó éleket egyforma kondenzátorok, a többi élt egyforma ellenállások képezik. Célunk a vizsgált áramkört alkotó elemek jellemzőinek meghatározása.

A későbbiekben megjelenő feladatok sikeres megoldásához röviden összefoglaljuk a szükséges ismereteket.

Egy váltóáramú áramkörben a kapcsolás váltóáramú ellenállása, impedanciája:  $Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$

Hol  $U_{eff}$  az áramkörre kapcsolt feszültség -, az  $I_{eff}$  az áramkörön átfolyó áram effektív értéke.

A továbbiakban az effektív értékeket dőlt nagybetűvel jelöljük ( $U_{eff} = U$ , és  $I_{eff} = I$ ).

Az egyes kapcsolási elemek viselkedése, ha azokat,  $f$  frekvenciájú,  $\omega = 2\pi f$  körfrekvenciájú szinuszos feszültségre kapcsoljuk:

Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyek megvalósulását az NTP-TMV-M-21-A0002 projekt támogatja.



Az **ellenállást** az  $R$  ohmos ellenállás jellemzi. Az ellenállás kivezetései között az Ohm-törvény szerint:  $U_R = I \cdot R$  nagyságú feszültség mérhető, a pillanatnyi feszültség fázisban van az árammal.

Sorba kapcsolt ellenállások eredő ellenállása:  $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

Párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredő ellenállása:  $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$

A **tekercest** az  $L$  önindukciós tényező jellemzi. A tekercs végei között  $U_L = I \cdot X_L$ , feszültség jelenik meg ahol,  $X_L = \omega \cdot L$  a tekercs váltóáramú ellenállása. A pillanatnyi feszültség  $90^\circ$ -kal siet az áramhoz képest.

A sorba kötött tekercsek eredő inductivitása:  $L_s = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$

A párhuzamosan kötött tekercsek eredő inductivitása:  $\frac{1}{L_p} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$

A **kondenzátort** a  $C$  kapacitása jellemzi. A lemezei közötti feszültség pedig  $U_C = I \cdot X_C$ , ahol a kondenzátor váltóáramú ellenállása  $X_C = \frac{1}{\omega C}$ , és a pillanatnyi feszültség  $90^\circ$ -kal késik az áramhoz képest.

A sorba kötött kondenzátorok eredő kapacitása:  $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$

A párhuzamosan kötött kondenzátorok eredő kapacitása:  $C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$

Hogy alakul egy ellenállás, tekercse és kondenzátor sorba kapcsolásával kialakított áramkör (soros RLC kör) impedanciája, ha szinuszos tápfeszültségre kapcsoljuk?

Az egyes elemeken megjelenő effektív feszültségekre korábban felírt összefüggések érvényesek akkor is, ha az effektív értékek helyett a csúcserőértékeket írunk.

A sorba kötött elemeken megjelenő pillanatnyi feszültségekre:  $u = u_R + u_L + u_C$

Az effektív, vagy a csúcserőértékekre azonban:  $U \neq U_R + U_L + U_C$

A teljes áramkörre jutó feszültség:  $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$  (1)

Az ohm törvényt alkalmazva az egyes elemekre és a teljes áramkörre:

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{U_L}{X_L} = \frac{U_C}{X_C} = \frac{U}{Z} \quad (2)$$

Az (1) és (2) egyenletből az RLC áramkör  $Z$  impedanciájának abszolút értéke:

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 \quad \text{és ebből:} \quad Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (3)$$

Érdekes eset, amikor a frekvencia megfelelő megválasztásával elérjük azt az állapotot, amikor sorba kapcsolt tekercs és kondenzátor váltóáramú ellenállása egyenlő.

Ekkor  $\omega \cdot L - \frac{1}{\omega C} = 0$  és  $U_L - U_C = 0$ . Ezt az esetet nevezzük feszültég rezonanciának. (4)

A feszültségi rezonanciára a fentiekből következően jellemző az, hogy:

- az áramkörre kapcsolt feszültség megegyezik az ellenállásra jutó feszültséggel,
- az áramkör impedanciája minimális és megegyezik az ohmos ellenállás értékével,

- a rezonancia frekvencia:  $f = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}}$  (4-ből). (5)

### A vizsgálatokhoz rendelkezésre álló eszközök:

1 db hanggenerátor, rövid kezelési utasítással,

1 db digitális multiméter, rövid kezelési utasítással,

1 db műanyag doboz, tetején banánhüvelyekkel, a mérési pontokkal,

A vizsgált áramkörrel sorba kötött ellenállás  $10\Omega$ , 1% és 2W.

1 db milliméterpapír.

1 db táblázat a mérési adatai feltüntetéséhez.

**A feladatok:**

1. Mérések segítségével határozza meg a vizsgálandó áramkör impedancia – frekvencia függvényét. Mérés közben a tápfeszültség frekvenciáját 100 Hz-től lépésekben növelje, az Ön által célszerűnek tartott lépésekkel, 20 kHz-ig. Mérési eredményeit és azok felhasználásával számított impedanciákat tüntesse fel a kapott táblázatban. (8 pont)
2. Mérési eredményei alapján, milliméterpapíron rajzolja fel miként függ az áramkör impedanciája a frekvenciától. (4 pont)
3. Magyarázza el, hogy milyen egyszerű áramkörrel helyettesíthető, a vizsgálandó áramkör? (4 pont)
4. Határozza meg a „helyettesítő” áramkör részét képező ellenállás közelítő értékét, ismertesse az ellenállás meghatározásának módját. (4 pont)
5. Határozza meg a „helyettesítő” áramkörben lévő tekercs önindukciós együtthatójának közelítő értékét. Milyen módon határozta meg az induktivitás értékét? (5 pont)
6. Mérési eredményei alapján határozza meg a „helyettesítő” áramkörben lévő kondenzátor kapacitásának közelítő értékét. Ismertesse a meghatározás módját. (5 pont)
7. Határozza meg a vizsgált áramkör, és az azt modellező áramkör elemei közötti kapcsolatot. (6 pont)
8. A helyettesítő áramkör elemeinek értékeit ismerve, határozza meg a vizsgálandó áramkör kapcsolási elemeinek értékét. (4 pont)

**Megjegyzések**

*A feladatok megoldásához 4 óra áll rendelkezésére.*

*Az elkészített jegyzőkönyve minden lapján, az első oldal jobb felső sarkában tüntesse fel a kódját, és csak a kódját. Egyéb azonosításra alkalmas információt (név, iskola, stb.) ne tüntessen fel!*

*Munka közben vigyázzon önmagára és társaira, tartsa be az alapvető munkavédelmi szabályokat. Vigyázzon a használandó eszközökre.*

*Ha a mérés során esetleg problémái jelentkeznek, forduljon a felügyelő tanárokhoz.*

*Olyan jól olvasható jegyzőkönyvet készítsen, amely alapján méréseit meg lehetne ismételni.*

**EREDMÉNYES VERSENYZÉST KÍVÁNUNK!**