

Elektromágneses rezgések, elektromágneses hullámok

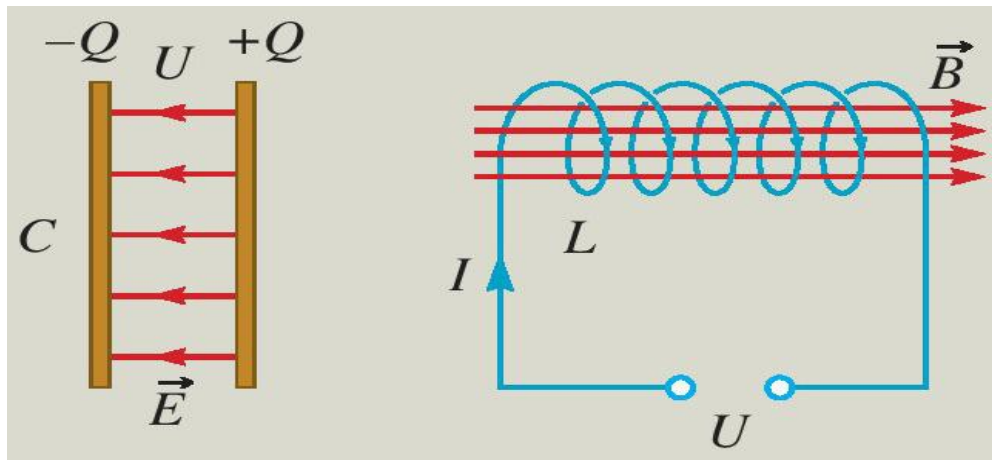
Hasonlóan a mechanikai hullámokhoz, ahol rezgés hoz létre hullámot (pl. gitárhúr rezgése levegőben terjedő hanghullámot), az elektromágneses hullámokat is rezgés hozza létre.

- Neve: **elektromágneses rezgés** (szinuszosan változó elektromos és mágneses tér egy áramkörben)

Az áramkör két fő alkatrészből áll:

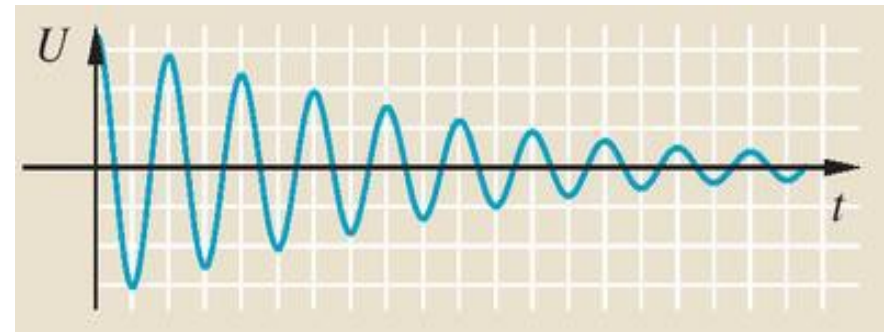
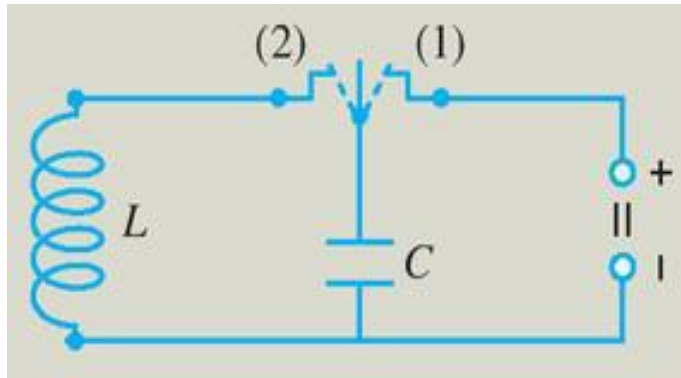
- **Kondenzátor**, amelynek a két lemeze feszültségre (U) kapcsolva feltöltődik (+ és - töltésük lesz: $+Q$ és $-Q$) és lemezeik között elektromos tér alakul ki (erősségét E -vel jelölik, elektromos térerősség). A kondenzátorra jellemző érték a **kondenzátor kapacitása**: jele **C**, mértékegys.: Farad (F), millifarad (mF), ... (függ a kondenzátor méreteitől és a lemezei közötti anyagtól)
- **Tekercs**, amelyben ha áram (I) folyik, benne mágneses tér alakul ki (amelynek erősségét B -vel jelöljük, mágneses indukció), mágnesként viselkedik (elektromágnes). A tekercsre jellemző érték a **tekercs induktivitása**: jele **L**, mért.e.: Henry (H) (függ a tekercs méreteitől és a benne levő anyagtól)

Kondenzátor

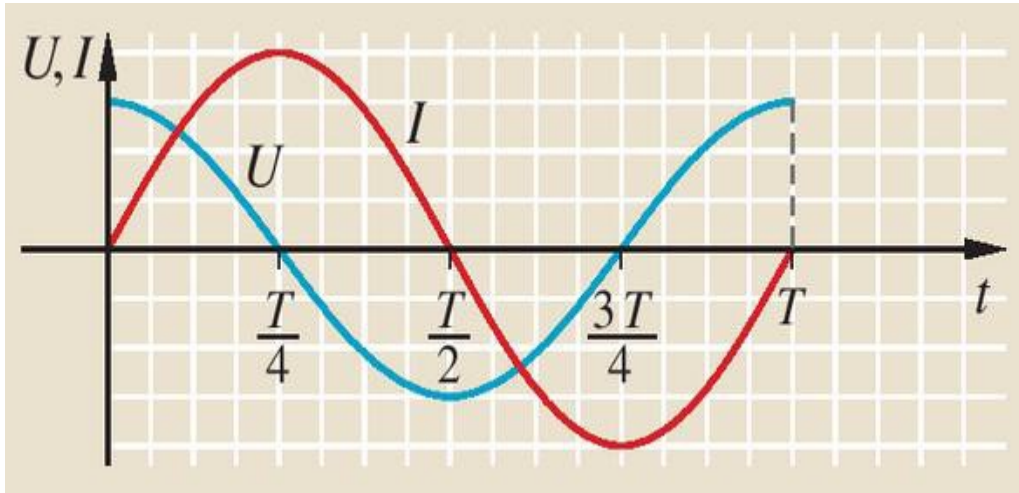


Tekercs

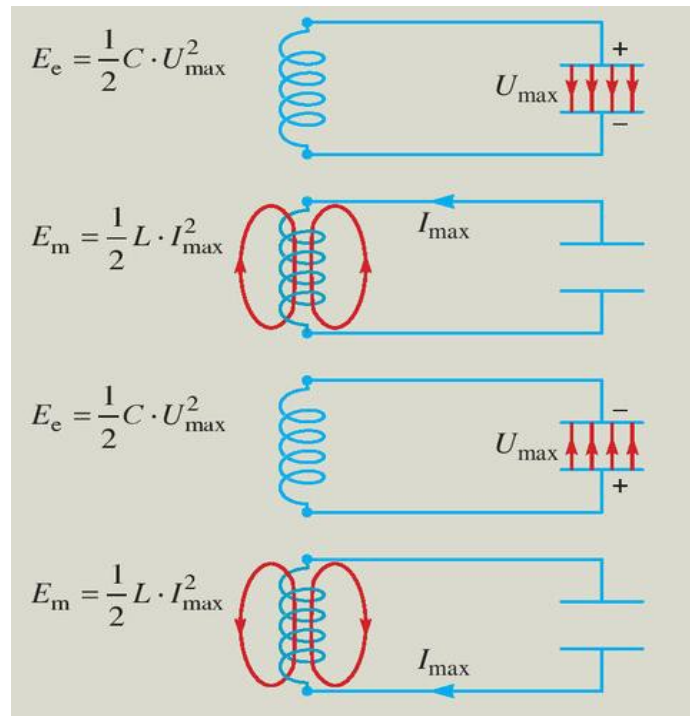
- A kondenzátort és a tekercset összekapcsolva kapjuk az **elektromágneses rezgőkört**: Ha a kondenzátorra feszültséget kapcsolunk (ábrán 1-es kapcsoló be), akkor feltöltődik, majd összekapcsoljuk a tekercsel (ábrán 2-es kapcsoló be, 1-es ki), akkor létrejön a kondenzátorban az elektromos térnek, a tekercsben pedig a mágneses térnek a periodikus váltakozása. Az áramkörben az áram és a feszültség is periodikusan váltakozik. Külső erősítés nélkül a nagysága lecsökken (csillapodó rezgés).



- Csillapítatlan elektromágneses rezgés** hozható létre, ha egy áramkör hozzákapcsolásával a rezgőkör csökkenő energiáját külső energiával (árammal) pótolják. Ez esetben a szinuszosan váltakozó áram, és koszinuszosan változó feszültség maximális értéke (amplitúdója) nem csökken.



A csillapítatlan rezgőkörben a kondenzátor elektromos energiája átalakul a tekercs mágneses energiájává és vissza, a kettő periodikusan váltakozik, amikor az egyik csökken, a másik nő, a kettő összege állandó. (Hasonlóan, mint a mechanikai rezgésnél a rugó rugalmas és mozgási energiája.)



- Az elektromágneses rezgés periodusideje, frekvenciája:**

A rezgőkörben váltakozó áram és feszültség periódusideje (T) és frekvenciája ($f = 1/T$) csak a két alkatrészre (kondenzátor és tekercs) jellemző adatoktól függ (C-től és L-től):

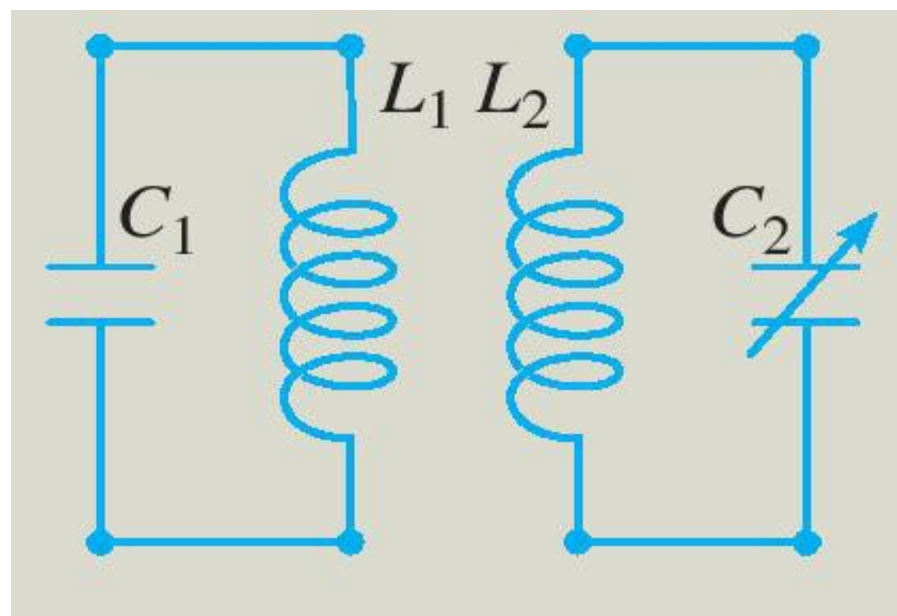
$$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C} \quad f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

- Elektromágneses rezonancia, csatolt rezgés:**

Két rezgőkört egymás mellé téve (a tekercseinél csatolva) az egyik rezgését a másik átveszi (a 2. tekercsben az 1. tekercs változó mágneses terének hatására változó feszültség jön létre.)

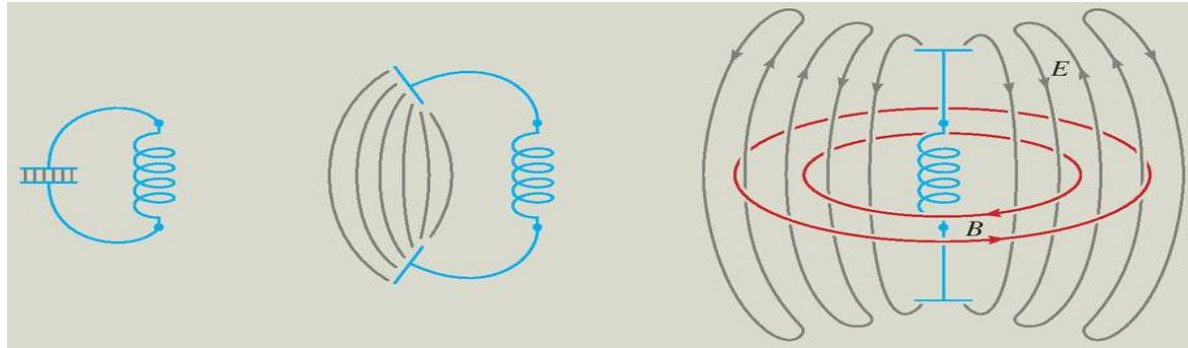
Akkor a legnagyobb a létrejött feszültség, ha a 2. rezgőkör frekvenciája azonos az 1.-ével. ($L_1 \cdot C_1 = L_2 \cdot C_2$) Ez beállítható egy változtatható kondenzátorral (C_2) (behangolás).

Így lehet kiválasztani rádió és TV csatornák frekvenciáit.



Elektromágneses (EM) hullámok

- A rezgőkör kinyitásával (**nyitott rezgőkör**) a zárt rezgőkörben változó elektromos és mágneses tér kisugárzódik a rezgőkört körülvevő térben. A térben haladó változó elektromos és mágneses mezőt **elektromágneses hullám**nak nevezzük. A nyitott rezgőkörből készül az adó-antenna és vevő-antenna, amelyekkel a térben az EM hullámok által közvetített jeleket továbbítani lehet (pl. rádió, mobiltelefon, TV)



Az EM hullám légtüres térben is terjed. Sebessége vákuumban: $300\,000\text{ km/s} = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$ Neve: **fénysebesség**, jele: **c**

A levegő az EM hullám számára ritka, ezért a levegőben is ekkora a sebessége. Optikailag sűrűbb anyagokban (pl. üveg, víz) a sebessége kisebb. A fénysebességnél nagyobb sebesség nem létezik. (Einstein megállapítása)

- Elektromágneses színekép, az EM hullám fajtái**

Az EM hullámok sebessége (c) azonos anyagban azonos, a hullámhosszuk (λ) és frekvenciájuk (f) más.

$$c = \lambda \cdot f$$

A különböző frekvenciájú és hullámhosszú hullámok tulajdonsága más, ezért különbözőképpen nevezzük őket. Az EM hullámok fajtáinak hullámhossz szerinti skálán való elhelyezését **elektromágneses színeképnek**, vagy **elektromágneses spektrumnak** nevezzük: (video 5 perc)

| | | | HULLÁMHOSSZ (M) | FREKVENCIA (HZ) |
|------------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Rádióhullámok | Kisfrekvencia | | 10^4 | 10^4 |
| | Nagyfrekvencia | Hosszúhullám | 10^3 | 10^5 |
| | | Középhullám | 10^2 | 10^6 |
| | | Rövidhullám | 10 | 10^7 |
| | | URH | 1 | 10^8 |
| | Mikrohullám | 10^{-3} | 10^{11} | |
| Optikai színekép | Látható fény | Infravörös | 10^{-6} | 10^{14} |
| | | Ultraibolya | 10^{-7} | 10^{15} |
| Sugarak | | Röntgen-sugár | 10^{-9} | 10^{17} |
| | | γ -sugár | 10^{-11} | 10^{19} |
| | | Kozmikus sugarak | 10^{-13} | 10^{21} |

A teljes elektromágneses színekép a hullámhosszak és frekvenciák nagyságrendjével

- **Rádióhullámok**

hosszúhullám (>km), középhullám (100 m – 1000 m), rövidhullám (10 m – 100 m), ultrarövidhullám URH (néhány m)
Elektromos jelek továbbítására alkalmas (rádió, TV, radar, mobiltelefon, ...)

- **Mikrohullámok** (mm, cm, dm)

távolság és iránymérés (pl. repülésben), rádiócsillagászat, melegítésre is használható (mikrosütő, gyógyászat)

- **Infravörös (infrared, IR) sugárzás** (800 nm – mm)


infravörös fényképezés, Napból érkező IR sugárzás melegíti a Földet és az élőlényeket

- **Látható fény** (400 nm – 800 nm) (vörös – ibolyakék)

A látható fehér fény a különböző hullámhosszú színes fénysugarak keveréke. A fehér fény felbontható a színes összetevőire (pl. prizmával)

link:

A szemünk a látható tartományba eső különböző hullámhosszú EM sugarakat más színűnek látja.

| SZÍN | SPEKTRUM | HULLÁMHOSSZ |
|---------|---|--------------|
| ibolya |  | 400 – 420 nm |
| kék | | 420 – 500 nm |
| zöld | | 500 – 570 nm |
| sárga | | 570 – 590 nm |
| narancs | | 590 – 600 nm |
| vörös | | 600 – 800 nm |

- **Ultraibolya (ultraviolet, UV) sugárzás** (nm – 400 nm)
Fajtái: UV-A, UV-B, UV-C
A Napból érkező UV sugarakat a légkör ózon rétege szűri, élettani hatása: D-vitamin képzés, barnulást vagy leégést okoz, a bőrnél tovább nem halad.
- **Röntgensugárzás** (0,01 nm – nm)
Nagy energiájú sugárzás. Különböző anyagokon különböző mértékben hatol át, ezért röntgen-fényképezésre használható. Használják repülőtéren csomagátvizsgálásra is. Az élő szöveteket károsítja.
- **Rádióaktív gamma sugárzás** (< 0,01 nm)
A legnagyobb energiájú sugárzás. Atommagbéli folyamatok eredménye. Az élő szövetekre nagy roncsoló hatása van, daganatos sejtek pusztítására használják a gyógyászatban. Atombomba robbanáskor keletkező gamma sugárzás a sejtroncsoló hatás miatt halált okoz. A világűrben is van gamma sugárzás (kozmikus gamma sugárzás). A csillagok atommag átalakulási folyamatainak következménye. Ez a sugárzás is éri a Földet, de ez kis mértékű (háttérsugárzás).