Induktivitás, kapacitás – centiméterre…

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök

A Rádiótechnika Évkönyve 2014. kötetében jelent meg a „Kalandozás a nagyon nagy és a nagyon kis számok világában”. A kalandozás közben az is kiderült, hogy a cgs mértékegységrendszerben a kapacitást cm-ben mérték. Egy kis nyomozás után azonban kiderül, hogy nemcsak a kapacitást, hanem az induktivitást is!

A cgs mértékegységrendszerben a kapacitás mértékegysége a cm volt. Ez a gyakorlatban igen jól használhatónak bizonyult, mert a szokásos értékek a néhány cm és a néhány tízezer cm közé estek. Ennek az a magyarázata, hogy mai mértékegységgel kifejezve:

$$1\ \mathrm{cm} \cong 1{,}112\ \mathrm{pF}.$$

A szuperheterodin vevő kettős légforgója 2×500 cm kapacitású volt, a csöves fokozatok közötti blokk 10 000…50 000 cm. Az előbbi átszámítás csak közelítő értékű, mert a pontos képlet a következő:

$$1\ \mathrm{cm} = 10^5/c^2;\ \mathrm{F},$$

ahol c a fénysebesség.

Az SI mértékrendszert használva a fizikai, elektrotechnikai képletek használatakor természetes, hogy a képlet a mértékegységekre is „igaz”, azaz minden mennyiséget alapmértékegységben helyettesítve az eredmény is alapmértékegységben adódik. A képletekbe a mennyiségeket a mértékegységükkel együtt kell behelyettesíteni, s az eredmény egyszerre adja meg az eredmény számértékét és mértékegységét is. A cgs világban a képletek megadásakor nem törekedtek erre, ezért általában meg kellett adni, hogy melyik mennyiséget milyen mértékegységben kell behelyettesíteni, s ekkor az eredmény milyen egységben adódik.

A képlet sokszor csak a számérték meghatározását mutatta meg. E kis eszmefuttatás végén bemutatunk néhány képletet, ahol ezt jól meg lehet majd figyelni. A cm és F közötti átszámítás bemutatott képlete használatakor úgy adódik a helyes számértékű eredmény, ha a fénysebességet m/s-ban helyettesítjük be, azaz a c helyére $3\cdot10^8$ érték kerül, de a számításkor (a „behelyettesítéskor”) ennél a képletnél sem írjuk be a képletbe a mértékegységet! A korabeli egyik lehetséges írásmóddal egy cm-ben megadott kapacitást így lehet F-ra átszámolni:

$$C[\mathrm{F}] = C[\mathrm{cm}]\cdot10^5/(c[\mathrm{m/s}])^2.$$

A cgs mértékrendszerben a kondenzátor cm mértékegységének érdekes magyarázata van. Készítsünk gömbkondenzátort két, közös középpontú gömbhéjból, a kisebbiknek a sugara legyen r_1, a külső, nagyobb átmérőjű gömb sugara pedig r_2. A két gömbfelület közötti térben légüres teret tételezzünk fel. A két felület által alkotott kondenzátor kapacitása:

$$C = r_1 r_2/(r_2 - r_1),$$

ahol mindkét sugarat cm-ben kell megadni, s az eredmény is cm-ben adódik (de ez már kapacitásérték!). Gondoljuk el, hogy a külső gömb sugarát minden határon túl megnöveljük, azaz a végtelen távoli pontok és a belső gömb felszíne alkot kondenzátort. Ekkor, a határérték-számítást alkalmazva, a C értéke egyszerűen:

$$C = r_1;\ \mathrm{cm}$$

adódik. A cm-ben megadott kapacitás egy egyedülálló, adott sugarú gömbfelület kapacitásértéke. Úgy is fogalmazhatjuk, hogy egy kondenzátor kapacitásaként a vele azonos kapacitású önálló gömb cm-ben mért sugarát adták meg.

Földünk átlagos sugarát tekintsük 637 279 700 cm-nek! Ha ekkora a sugara, akkor ekkora a kapacitása is, cm-ben! Ma azt mondjuk: a földfelület kapacitása 708,66 uF.

A cgs rendszer alkalmazásakor azonban az induktivitást is cm-ben mérték. A kondenzátornál a gömbkondenzátorra való utalás azért megoldható, mert egyetlen adattal, a sugárral jellemezhető az egyedülálló gömb esetén a kapacitás értéke. Egy tekercs esetében azonban nem lehet egyetlen adattal megadni az induktivitást. Nem is lehet ilyen magyarázatot találni. Mekkora érték 1 cm induktivitás? Mai mértékegységgel kifejezve:

$$1\ \mathrm{cm} = 10^{-9}\ \mathrm{H} = 10^{-3}\ \mathrm{uH} = 1\ \mathrm{nH},$$

azaz elég kicsiny.

Hogyan lehet ezután a kapacitást, induktivitást tartalmazó képleteket felírni, használni? Mint már említettük, a képletek általában csak a számérték meghatározására szolgáltak, a mértékegységeket külön meg kellett jelölni.

A jól ismert Thomson-képlet egy LC rezgőkör kapacitása és induktivitása alapján megadja a rezonanciafrekvencia értékét, az SI mértékegységrendszert használva, így alakul:

$$f = 1/(2\pi\sqrt{LC}).$$

A frekvencia és a hullámhossz összefüggése ($f = c/\lambda$) alapján a hullámhossz is kifejezhető:

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}.$$

Mit értünk az alatt, amit az előzőekben említettünk, hogy a képletek a mértékegységekre is „igazak”? Azt, hogy a képletben szereplő műveleteket a mértékegységeken elvégezve, az eredmény a képlet szerinti eredmény mértékegysége lesz! Ezt a tényt sokszor jól fel lehet használni arra, hogy egy-egy képletet ellenőrizzünk, jól em-

ALKATRÉSZ