



---

# **Fényforrások EMC vizsgálata**

**PhD értekezés tézisei**  
(téziszüzet)

**Istoc Robert**

BME Villamos Energetika Tanszék  
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

Témavezető:  
Dr. Berta István egyetemi tanár

2008. október 6.

## Bevezetés

A mai legmodernebb irodáktól az átlagos családi háztartásokig sokféle elektronikus berendezést használnak, és a világítást is többnyire modern fényforásokkal oldják meg. Az energia árának folyamatos növekedése a világítástechnika területén is arra kényszeríti a kutatókat, hogy takarékos megoldásokat találjanak. A modern lámpák alkalmazásával együtt azonban szembe kell néznünk EMC problémákkal is.

A 0,15MHz – 30MHz frekvenciasávban történő zavarjel kibocsátása jól ismert. A 30MHz fölötti zavar kibocsátásának mechanizmusáról viszont csak hiányos ismertekkel rendelkezünk. Munkámmal ezt a hiányt szerettem volna –ha csak részben is- pótolni. Ezért arra törekedtem, hogy a 30MHz fölötti zavarkibocsátás mechanizmusát minél jobban megismerjem és megismertessem, valamint, hogy megoldásokat találjak a zavarjel kibocsátásának megszüntetésére.

Sikerült bebizonyítanom azt, hogy a kompakt fénycsövek és az indukciós lámpák esetében csakis az elektronikus előtét felelős a zavarkibocsátásért, valamint azt, hogy a tápkábel határozza meg a kompakt fénycső és az indukciós lámpa által alacsony frekvenciákon sugárzott zavarjel frekvenciáját.

Az indukciós lámpákkal végzett mérésekkel ellentétben, melyeket 1GHz-ig végeztem, a kompakt fénycsövekkel csak 300MHz frekvenciáig végeztem méréseket, a 300MHz – 1GHz frekvenciasávban végzett mérések során ugyanis nem volt mérhető zavarkibocsátás. Az indukciós lámpák ugyanakkor 300MHz – 1GHz frekvenciasávban is jelentős zavarkibocsátást mutattak.

# Tézisek

## 1. Tézis

***A CISPR 15 szabvány B melléklete (2007-01) lehetővé teszi, hogy 30MHz – 300MHz frekvenciasávban a mérések nem árnyékolt helyeken is elvégezhetőek legyenek.***

***A SAE J1113-41 (2000-05) szabványban nincs egyértelműen meghatározva, hogy a kibocsátott vezetett zavarok mérését árnyékolt helyen kell végezni.***

***A GTEM cellát a gyártók kétfajta mérési alkalmazásra javasolják: zavarkibocsátási mérésekre és immunitási mérésekre.***

***Munkámban kimutattam, hogy a fent említett mérési eljárások csakis árnyékolt helyen végezhetőek, mivel a külső zavarok, elsősorban az FM rádiók és a sugárzott televízió-adások meghamisítják a mérési eredményeket. A fent említett két szabvány (CISPR 15 és SAE J1113-41) alapján felállított mérőrendszerek árnyékolására a GTEM cellát használtam. Ezáltal a GTEM cellának több szerep jut a mérés-technikában, mint amennyit a gyártók szánnak neki. (4. Istók Róbert, 6. Istoc Robert, 7. Robert Istók)***

A nagyfrekvenciás vezetett zavarkibocsátás mérésére használt mérőrendszerek nagyon érzékenyek a környezeti (természeti vagy mesterséges) zavarokra. A mérések frekvenciatartománya kompakt fénycsövek és indukciós lámpák esetén 30MHz – 300MHz, HID autólámpák esetén pedig 0,15MHz – 108MHz. A mérőrendszer kiépítésénél használt kábelek hossza azt eredményezi, hogy a kábelek vevőantennaként viselkednek.

A Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézet által végzett mérések szerint Magyarországon gyakorlatilag már nincs olyan hely, amely mentes lenne a mesterséges elektromágneses zavaroktól. Ennek és saját kutatási eredményeimnek fényében nagy hiányosságnak tartom azt, hogy a szabványok nem teszik kötelezővé, hogy a nagyfrekvenciás zavarkibocsátás mérését árnyékolt helyen kelljen végezni. A nem árnyékolt helyen végzett mérések hamis, és gyakran értelmetlen mérési eredményekkel szolgálnak. Mérési eredményeim

alapján a GTEM cella kiválóan alkalmazható EMC zavar szempontjából megfelelően árnyékolt helyként.

A mérőrendszer összeállítása során felhasznált kábelek nemcsak vevőantennaként működnek, hanem adóantennaként is. Mérés közben a mért eszköz által sugárzott zavarok elnyelődnek a cellában található piramis alakú nagyfrekvencián elnyelő anyagban.

## **2. Tézis**

***A 30MHz – 300MHz frekvenciasávban végzett mérésekkel igazoltam, hogy a kisülőcső nem vesz részt a kompakt fénycső által kibocsátott nagyfrekvenciás zavar termelésében. Méréseim során az is bebizonyosodott, hogy ebben a frekvenciasávban az elektronikus előtét az egyetlen zavartermelő egység (9. Robert Istok, 10. Robert Istoc)***

A 9kHz – 30MHz frekvenciasávban a kisülőcsőnek szerepe van a zavartermelésben. Működés közben a kisülőcső elektródjainak közelében a kisülési folyamatok instabilak, ami szélessávú zavarok termelésével jár. A keskenysávú zavarokat az alapharmonikus felharmonikusai okozzák. A felharmonikusokat az elektronikus előtét működése hozza létre.

A 30MHz – 300MHz frekvenciasávban a kompakt fénycső zavarkibocsátásának mechanizmusa megváltozik. A kisülőcső ebben a frekvenciasávban már nem termel zavarokat. E jelenség igazolásához a kisülőcsövet egy megfelelő ellenállással helyettesítettem úgy, hogy a felvett teljesítmény megegyezzen a normál kompakt lámpa által felvett teljesítménnyel. Az így létrejött műlámpa zavarkibocsátása teljesen megegyezik a normál kompakt fénycső által kibocsátott zavar mértékével. A kisülőcső tehát nem termel zavarokat. Az egyetlen zavartermelő egység az elektronikus előtét.

Az alacsonyabb frekvenciatartományhoz képest, magasabb tartományban az elektronikus előtét szélessávú zavarokat termel, ami közös módusú áram formájában kerül a tápkábelbe. A fő zavartermelő a félhíd inverter.

### 3. Tézis

***Általánosan elfogadott tény, hogy a kompakt fénycső 9kHz – 30MHz frekvenciasávban a kisülősövön és a tápkábelen keresztül is sugároz zavarjeleket. Kutatásom során kimutattam, hogy ugyanez nem mondható el a 30MHz – 300MHz frekvenciasávban. Itt ugyanis a kompakt fénycső csakis a tápkábelen keresztül sugároz zavarjeleket. A kompakt fénycső és a tápkábel egy rezgőkört alkotnak, melynek rezgési frekvenciáját túlnyomó részben a tápkábel határozza meg. A sugárzott zavarjel frekvenciája teljes mértékben függ a rezgőkör rezgési frekvenciájától. (9. Robert Istok, 10. Robert Istoc)***

A kompakt fénycső 30MHz – 300MHz frekvenciasávban csakis a tápkábelen keresztül sugároz. Ezen állítás alátámasztásához a következő mérést végeztem el:

A tápkábelt nagyfrekvencia szempontjából kizártam a rendszerből. Az elektronikus előtét tehát csakis a kisülősövet táplálta zavarjellel. E rendszerben a sugárzott zavar nem volt mérhető.

Akkor, amikor a kisülősövet megfelelő ellenállással helyettesítettem, a sugárzott zavarjel mérési eredménye megegyezett a normál kompakt fénycsővel végzett mérések eredményével.

A kompakt fénycső és a tápkábel egy rezgőkört hoznak létre, aminek a rezgési frekvenciáját túlnyomó részben a tápkábel határozza meg. Az kompakt fénycső kis mértékben járul hozzá a rezgési frekvencia meghatározásához, mégpedig az elektronikus előtét impedanciája révén, ami lezárja a tápkábel egyik végét. A sugárzott zavarjel sávszélessége a tápkábeltől függ. A kisülőső nem befolyásolja a rezgőkört annak ellenére, hogy működés közben negatív ellenállással rendelkezik. A rezgőkör sugárzása abból adódik, hogy méretei megegyeznek a zavarjel hullámhosszával.

## 4. Tézis

***Mérésekkel igazoltam azt, hogy az indukciós lámpa zavarjel sugárzása a 30MHz – 1GHz frekvenciasávban a tápkábelen és a lámpa tekercsén keresztül történik. A tápkábelen keresztül sugárzott zavarjel frekvenciasávjának alsó tartományát a tápkábel, felső tartományát pedig az indukciós lámpa működése határozza meg (10. Robert Istoc, 11. Istók Róbert).***

A Genura indukciós lámpa esetében a sugárzott zavarjel frekvenciasávja nem függ teljesen a tápkábeltől. Ebben az esetben is létrejön a rezgőkör ami sugároz, az indukciós lámpa azonban magasabb frekvenciákon sugároz, a sugárzás pedig nem függ a tápkábel rezgési frekvenciájától.

Az alacsonyabb frekvencián sugárzott zavarjel csak közelteret hoz létre. Magasabb frekvenciákon az indukciós lámpa által létrehozott elektromágneses tér sokkal jelentősebb, és mérhető a közeltér és a sugárzott tér is.

Az elektronikus előtét termeli a zavarjeleket, amivel egyaránt táplálja a lámpa tekercsét és a tápkábelt. A tekercs által létrehozott erőter vonalainak egy része a tápkábelben záródik, ami növeli a tápkábelben lévő zavarjel szintjét.

### **Az eredmények hasznosítása**

Mivel az EN 55015 szabvány csak nemrég tette kötelezővé a fényforrások zavarkibocsátásának mérését 30MHz – 300MHz frekvenciasávba, ezen a területen kevesebb tapasztalattal rendelkeznek a fejlesztők. Munkám eredménye pont az ebből fakadó hiányokat próbálja pótolni.

Munkám eredményének több gyakorlati haszna is van a fényforrások fejlesztésével és gyártásával foglalkozó cégek számára. Rávilágítottam arra, hogy 30MHz – 300 MHz közötti frekvenciasávban a kompakt fénycső mely részei termelik a zavarokat. A fejlesztők a sugárzás mechanizmusára vonatkozóan is magyarázatot kaphatnak, és módszert a zavarkibocsátás megszüntetésére.

Mindezek által rengeteg időt és pénzt takaríthatnak meg a kutatás-fejlesztés ezen területén.

### **Publikációk**

1. Schmidt Gábor, Istók Róbert: Fluorescent Lighting Systems Causing Electromagnetic Interference in Office and Household Appliances, City of Tomorrow and the Electricity, Prague, 2003.
2. B. Novák, G. Schmidt, R Istok: Electromagnetic Interference on Instabus EIB Systems Caused by Continuous Noise Sources such as Fluorescent Lighting Systems, 3-RD International Conference on Electrical and power Engineering, Romania, 2004.
3. Istók Róbert: Testarea lampilor auto HID din punctul de vedere al CEM. In: Electricianul, Romania, No. 1, 2006.
4. Istók Róbert, Schmidt Gábor: Îmbunătățirea metodei de măsurare a perturbațiilor emise prin conducție de către lampile auto HÍD. In: Electricianul, Romania, No. 2, 2006.
5. Istók Róbert, Schmidt Gábor: Fénycsövek nagyfrekvenciás zavaremisszió vizsgálatának eszközei és rendszere. In: Elektrotechnika, No.4, 2006.
6. Istoc Robert: Metode de măsurare a perturbațiilor emise prin radiație de către corpurile de iluminat moderne. In: Electricianul, Romania, No. 4, 2006.
7. Robert Istok: A new method for lamp's radiated disturbances emission measurement in 30 MHz – 300 MHz bandwidth. In: Advances in Electrical and Computer Engineering, Romania, Vol. 6, No. 1, 2006.
8. Istók Róbert, Bagoly Zsolt, Schmidt Gábor: A modern autólámpa EMC-vizsgálata. In: ELEKTRONet, No. 8, 2006 december.
9. Robert Istok: Relation between disturbance radiation of CFL and resonant frequency of power supply cable. In: Advances in Electrical and Computer Engineering, Romania, Volume 7, Number 1, 2007.
10. Robert Istoc: Reducerea perturbațiilor emise de către lămpile fluorescente compacte în banda de frecvență 30MHz – 300MHz. In: Electricianul, Romania, No. 4, 2007.
11. Istók Róbert: Az indukciós lámpa zavar emissziói 30MHz fölött. In: Elektrotechnika, No.11, 2007.