

Tápegység sugárzott EMC zavar mérése

Bevezetés

A mérés célja annak vizsgálata és demonstrációja, hogy egy készülékből a burkolati kapun – tágabb értelmezésben: sugárzott jel formájában – kijutó zavarjelek mérése milyen körülmények között lehet elfogadható tűrésen belül egyértelmű és reprodukálható. Az EMC-1 mérés során megismert műhold fedélzeti tápegység deszkamodelljén tanulmányozzuk a terhelés, a készülék árnyékolásának és a csatlakozó vezetékek elhelyezkedésének hatását az emittált sugárzott zavarra.

Áttekintés

Az EMC-1 segédlet 1. ábráján általános esetre megadott zavartatási modell természetesen most is érvényes, a jelenség sajátosságát a sugárzott elektromágneses hullámok révén megvalósuló csatolási út adja.

Elektromágneses hullámokon és hullámokkal végzett mérések egyértelműsége akkor biztosítható, ha a forrás távolterében vagyunk, ahol már az elektromos és mágneses tér $1/r$ szerint változó komponense dominál az $1/r^2$ -es és $1/r^3$ -ös eredőjével szemben, azaz a térerősség a távolság növekedtével monoton csökken (ez pl. egy dipol jellegű antenna esetén $R=0.1\lambda$ távolságban már teljesül). Ez egyúttal azt is eredményezi, hogy a terjedési irányra merőleges azon keresztmetszetben, melyben elfér egy szokásos vevőantenna, a valójában gömb hullámfront már jó közelítéssel síknak tekinthető. Az ehhez kapcsolódó távolság-feltételt az antennás gyakorlatból ismert $R_{\min}=2D^2/\lambda$ összefüggés adja meg, ha $\lambda/16$ nagyságú maximális alakhibát engedünk meg a sík hullámfronthoz képest (D – a vevőantenna keresztmetszeti kiterjedése, λ – a hullámhossz).

A sugárzott zavarok vizsgálatának alsó frekvenciahatára – amint ezt a vezetett zavarok mérésekor is megállapítottuk - általában 30 MHz, itt a szabadtéri hullámhossz 10 m. A gyakorlatban használatos készülékek táp- és egyéb vezetékének hossza általában 1 m nagyságrendjébe esik, azaz már 30 MHz-en is legalább $L=0.1\lambda$ hosszúságú. Egy ilyen antenna már nem tekinthető rövidnek, egyre jobb hatásfokkal kezd sugározni, azaz megvan a fizikai lehetősége, hogy a vizsgált készülékben előálló zavarteljesítmény már sugárzott jel formájában is kijuthasson a környezetébe. A hullámhossz csökkenésével aztán már a készüléken belüli vezetékek, a burkolaton lévő rések (ha a készülékház árnyékoló anyagból készült) is képesek sugározni.

Ha egy 30 MHz-en rezonáns dipol vevőantennát tekintünk, a fentiek szerinti minimális mérési távolság $R_{\min}=\lambda^{30\text{MHz}}/2=5$ méterre adódik. Ennek megfelelően a polgári életben használatos EMC szabványok 10 m-es mérési távolságot határoznak meg, de ha nem áll rendelkezésre elegendő hely, lehetővé teszik ennek csökkentését 3 m-ig, Más a helyzet járművek –és újrjárművek – esetében: a beépített elektromos és elektronikus eszközök/részegységek a helyszűke miatt egymás közelterében kénytelenek üzemelni. Ehhez igazodva ilyen méréseknél a szabványok 1 m távolságot írnak elő a vizsgált készülék (DUT – Device Under Test) és a mérőantenna között. Mint láthattuk, ez a 30 MHz-es mérési frekvencián is még éppen biztosítja az egyértelmű térerősségmérést. Ha a DUT nagyobb kiterjedésű (pl. egy hosszabb kábelkorbács köt össze részegységeket), a mérést több antennapozícióban is meg kell ismételni.

Az egyértelmű és reprodukálható méréshez még a külső (nem a DUT-ből származó) zavarjelek kizárására és reflexiómentes környezet biztosítására is szükség van. Az előbbi – erős környezeti zavarterhelés esetén csak - árnyékolással biztosítható, de az emeli a környezeti reflexiók szintjét. A környezeti reflexiók úgy perturbálhatják a mérőtér térerősség eloszlását, hogy emiatt is megghiúsulhat az egyértelmű térerősségmérés. A reflexiók kiküszöbölésére – elfogadható szint alá szorítására – az

árnyékolás belső felületét valamilyen reflexiómentesítő (abszorber) anyaggal burkolják. Ennek a teljes vizsgálati frekvenciatartományban alacsony reflexiót kell megvalósítania.

A sugárzott zavar mérést is széles frekvenciatartományban – általában legalább 30 MHz-től 1 GHz-ig terjedően– szükséges elvégezni. Ehhez célszerű olyan – széles sávban működő, kalibrált, ismert antenna faktorral rendelkező – antennát használni, mint például a mérésben is alkalmazott bikonikus logper antenna. Az antenna faktor ismeretében a térerősség az alábbiak szerint határozható meg:

$$E[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] + K[1/\text{dB}]$$

ahol E a keresett térerősség,
 U a vevőbemeneten megjelenő feszültség
 K az antenna faktor.

Hogy a vevőbemeneten a kis jelszintek mellett is minél jobb legyen a jel/zaj viszony, kis zajú előerősítőt használunk. Ennek erősítésével (és a mérőkábelek csillapításával) természetesen korrigálni kell a mérési eredményt.

A szabványok általában azt is előírják, hogyan helyezzük el a DUT-t, vagy annak részeit egymáshoz képest, milyen asztalon, milyen földlemez (vonatkötési potenciál) fölött álljanak, a kábelezést hogyan fektessük, vagy tekerjük esetleg össze. Ezek az intézkedések is a mérések reprodukálhatóságának biztosítását szolgálják.

Ha a megfelelő körülmények biztosítása után elkezdjük a tényleges mérést, az alapszabály az, hogy az állandósult üzemszerű állapot vizsgálatára koncentrálunk. Eközben feltérképezzük a kibocsátott zavarjelek irány- és frekvenciafüggését. A mérést mind horizontális, mind vertikális vevőantenna pozícióban meg kell ismételni. Ezt legegyszerűbb úgy elvégezni, ha a DUT-t egy megfelelő pozícionátor segítségével többször körbeforgatjuk, miközben lépcsről lépésre változtatjuk a mérőantenna magasságát és sweep-elünk a vizsgálati frekvenciatartományban. Látható, hogy adott esetben ez nagyon hosszadalmas mérési procedúrát eredményezhet.

A felhasznált eszközök és műszerek

Labor tápegység

LISN, (a „Tápegység EMC mérése” c. segédlet elvi kapcsolási rajza szerint)

Biconical logper mérőantenna, HP11966P

Kis zajú előerősítő, HP8447F Opt. H64

Spektrumanalizátor EMC opcióval, HP8593E

Mérési feladatok

A mérés helye: V1-529 labor	A mérés időpontja:
Mérésvezető: Dr. Lénárt Ferenc	
A mérést végzi:	

- 1) A mérésvezető irányításával mérje meg a vizsgált tápegység sugárzott zavarjeleit a 30÷1000 MHz-es frekvenciatartományban mind horizontális, mind vertikális polarizációban rövid tápvezetékkel.
- 2) Ismétlje meg a mérést hosszabb tápvezetékkel is.
- 3) Ismétlje meg a mérést a műhálózat kiiktatása után is.