

## Az EMC kialakulása

A elektromágneses összeférhetőség tudományának meghatározó bázisát az információ- és az energiaátvitellel kapcsolatban (tehát az egymástól legalábbis részben eltávolodott gyenge- és erősáramú területeken) kialakult zavarvédelmek együttesen képezik. Az utóbbi évtizedek sokasodó, sokszor szokatlan, új műszaki problémái, valamint másoldalról országok és világrészek gazdasági összefonódása szükségessé tették egységes szemléletű, részben megújult fogalomkörrel rendelkező tudományág létrejöttét. Ennek kell kezelnie a kor egyik technikai kihívását, amelyet az elektromágneses összeférhetőség megteremtéseként tűztek ki, és amely bizonyos értelemben túlmutat a hagyományos zavarvédelmeken.

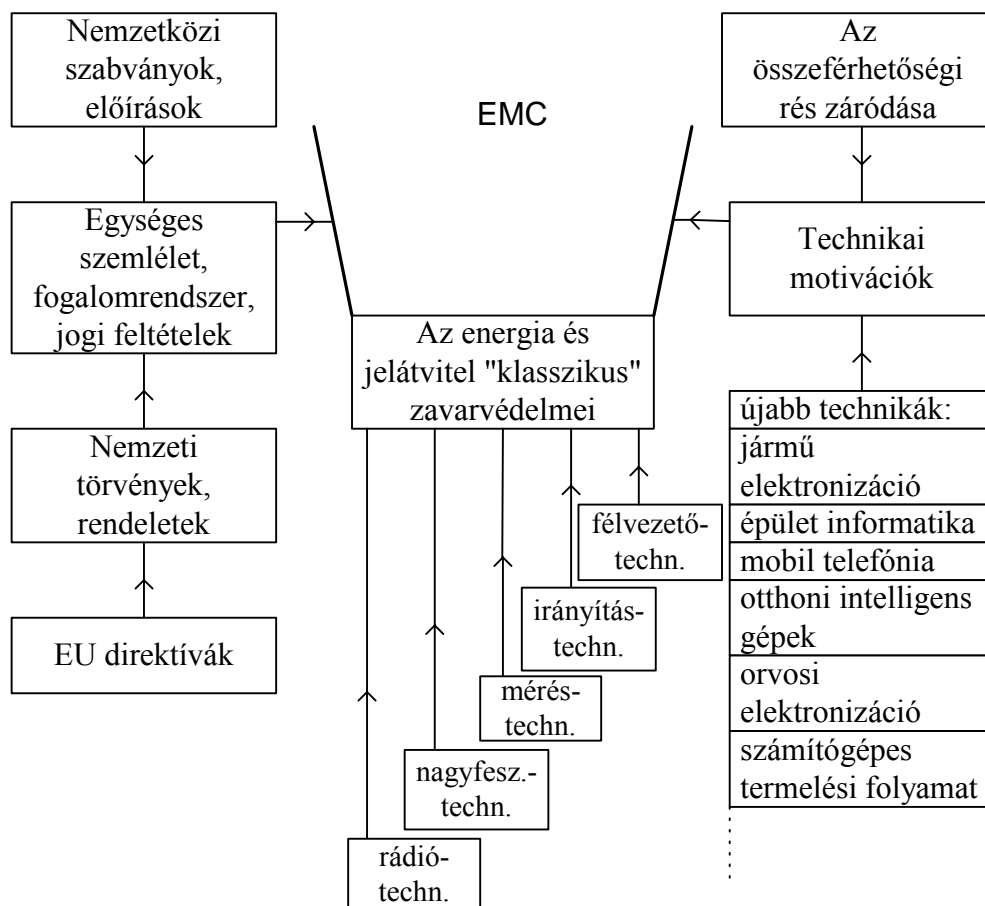
Érdekes megfigyelni, hogy a régi szakemberek inkább ragaszkodnak a megszokott, a számukra egyértelműbb zavarvédelem kifejezéséhez. Az „összeférhetőség” kifejezése számukra idegenül cseng, talán még inkább, mint az eredeti „kompatibilitás”. Itt nemcsak egy korábban nem használt, szokatlan fogalom elfogadásáról van szó, hanem sokkal inkább az elnevezés mögötti szemléletmód újszerűségének megismeréséről és elfogadásáról.

A rádiófrekvenciás zavarvédelem és a túlfeszültségek elleni védelem (ez részben átfedi a villámvédelmet és viszont) mintegy 100 éves múltjával klasszikus tudományágak. Az zavarvédelem újabb ágai többnyire új eszköz, illetve berendezés elterjedéséhez kapcsolódnak. A tiriszor és a tranzisztor (erősáramú) alkalmazása váltotta ki a hálózati felharmonikus problémák kezelésének fokozott szükségét. Az IC-es áramköri egységek terjedésével a zavarvédelem szerves része lesz az ECAD-nak is. Az informatikai, irányítástechnikai rendszerek hardver védelme illetve adatvédelme pedig ugyancsak sajátos, már-már történelmi múltúnak tekinthető zavarvédelem. Utolsó példaként említjük, hogy az energetikai hálózatok, a háztartási villamos berendezések szaporodása és legutóbb a mobil telefónia térhódítása miatt előtérbe került az elektromágneses zavarvédelem biológiai vonatkozása is.

A fent említett és más, többé-kevésbé önálló zavarvédelmeket művelő szakemberek sajátos gyakorlati ismeretekkel rendelkeznek, ezért tudásuk jelentős része a különféle területek között jellemzően nem "csereszabatos". Ugyanakkor a berendezésekben egyre szorosabban és egyre vegyesebben kerülnek egymás mellé a legkülönbözőbb típusú alkatrészek és ezek komplex zavarvédelmi problémái. (A termékek a halmozott zavaró hatások között "nem válogathatnak" a zavarvédelem résztudományaiban.) Pl. számítógépünk kapcsoló üzemű tápegységének működése felharmónikusokkal szennyezi a hálózatot, és rádiófrekvenciás zavart okozhat szűkebb környezetében. Számítógépünket tönkre teheti a hálózati túlfeszültség, de tönkre tehető egy jól

irányzott elektrosztatikus kisüléssel is. Féljük egészségünket (oktalanul) a monitor különféle sugárzásától és óvnunk kell (jogosan) a monitort hálózati frekvenciás mágneses tértől, a hangszóró permanens mágnesének terétől, vagy egy másik monitor közvetlen szomszédságától.

Ha az EMC jelenleg is egyre bővülő "folyamának" kialakulását ábrával érzékeltetjük (1.1.1. ábra), akkor a klasszikusnak tekinthető zavarvédelmek, mint alapvető "források" mellett további, kétoldalú "táplálást" láthatunk. Az egyik oldalon a szükségszerűséget képviselő, viszonylag új technikákra és az un. EMC rés záródására hivatkozunk. (Lásd még a továbbiakban.) A másik oldalon az EMC létrejöttének új fogalmi, egységes szemléleti és jogi feltételrendszerére utalunk. Az EMC szükségszerű létrejöttét a továbbiakban még sokoldalúan bizonyítjuk.

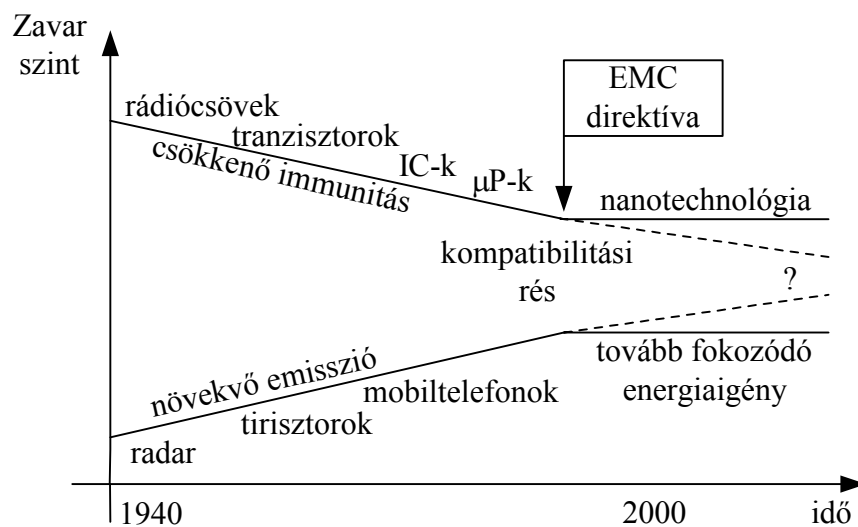


1.1.1. ábra Az EMC tudományának kialakulása

A technika fejlődésével sajátos tendenciájú helyzet alakult ki. A mikroelektronika oldalán a tipikusan zavar érzékeny, zavarvevő egységek oldalán néhány évtized alatt egyre parányibb, egyúttal egyre érzékenyebb alkatrészek tűntek fel. Míg az elektroncső akár Ws nagyságrendű zavarenergiát

elvisel, addig ez a kritikus immunitási érték az újabb integrált áramköri egységekben nWs felé közelít. A viszony  $10^9$ -szeres! A másik oldalon, a tipikusan zavaradók oldalán a világ 1990-es villamos energia termelése (és szállítása, fogyasztása) 2020-ra várhatóan megduplázódik. Európában a rádió, TV adók összességében 2000 MW-ot meghaladó teljesítménnyel szórják a műsorokat. A mobiltelefonok piaca még nem telítődött, de így is hazánkban 2003 elején mintegy 5 millió előfizetőt tartanak nyilván.

A tipikus zavarvevők csökkenő immunitása (zavarokkal szembeni ellenálló képessége) és a zavaradók növekvő emissziója (zavarok kibocsátása) együtt eredményezi az elektromágneses összeférhetőség résének („EMC gap”) szűkülését illetve záródását. Az EMC résének ábrájában (1.1.2. ábra) a függőleges tengelyen a zavartűrési illetve kibocsátási szint nagyságát érzékeltetjük. A technikai újdonságok történeti egymás mellé helyezésével utalunk az összeférhetőség résének folyamatos szűkülésére. (Ezt erősíti az adóvevők térbeli közeledése.) Az itt bemutatott tény önmagában is jelentős motiváció az EMC tudományágának kifejlődésében, az EMC direktíva létrehozásában.



1.1.2. ábra A kompatibilitási rés (EMC gap) záródása

Korunk újszerű szemléletű, integrált zavarvédelmének szükségességét, összetettségét az előzőben vázolt sajátos összeférhetőségi rés záródásán túl további okokkal, példákkal szemléltetjük:

1. Egységnyi területen vagy térfogatban olyan jelentős mennyiségű egység, berendezés halmozódik fel, amelyek egyidejű, egymáshoz közeli működése jelentősen növeli a zavarás esélyét.

Itt "elemi" példa az elektronikai integráció fokának növekedése. *Más példák:* informatikai eszközök halmozódása riporterok közvetítő fülkéjében vagy katonai akció területén; különféle villamos háztartási eszközök szaporodása; villamos orvosi eszközök és kiszolgáló berendezések halmozódása a műtőben; személygépkocsik intenzív elektronizációja, számítógépesítése.

2. Új típusú, spontán zavaradó, vagy zavaradóként, illetve vevőként is funkcionáló készülékek, részegységek hirtelen és tömeges megjelenése.

*Például:* triac-os vezérlésű vagy távirányítós háztartási készülékek, kapcsoló üzemű tápegységek, monitorok, mobiltelefonok elterjedése.

3. Sokféle helyen használt, sokféle műanyag. Nő az elektrosztatikus feltöltődés és kisülés veszélye.

*Például:* műanyagburkoló és csomagoló anyagok, szigetelések, alkatrészek tömeges használata.

4. A vezeték nélküli távközlés fejlődése, első sorban a nagyteljesítményű TV, rádióadók szaporodása miatt az eredő rádiófrekvenciás térerősség alapszintje néhány évtized alatt százszorosára nőtt. Emiatt bizonyos berendezések meglepetésszerűen nem eredeti funkciójuknak megfelelően TV vagy rádióadást vehetnek.

*Például:* kórházi EKG berendezés TV adást vesz; magnó segítségével CB-rádiók beszélgetését lehet fogni, nyúlásmérő bélyegekkkel működő erőmérő rádióvevőként is működik.

5. A berendezések működési frekvenciája felfelé tolódik, e mellett a különféle egységek együtt, igen széles frekvencia tartományban működhetnek.

*Például:* a legújabb CPU-k órafrekvenciája a GHz-es tartományban van; és megjelent a híre az 5 GHz-es LAN hálózatnak is; az inverteres ívhegesztő áramforrások működési frekvenciája (energetikai vivő frekvencia) 20 kHz-ről 100 kHz-re módosult. A modern repülőgép komplett navigációja, kommunikációja több mint 10 frekvencia sávon a 10 GHz-ig terjedő tartományban zajlik.

6. Energetikai és informatikai egységek, zavaradók- és vevők szoros fizikai és térbeli kapcsolatban működnek egymás mellett. Ötvöződik a gyenge- és erős áramú problémákkal egyidejű foglalkozás szükségessége.

*Például:* villamos hajtások irányító, energia átalakító és motor egységei; robotok érzékelő, jelfeldolgozó és technológiai egységei; villamos energia állomások informatikai rendszerei.

7. Esetenként meglepő, szokatlan zavaradó, - vevő, együttesek létre jötte, működése.

*Például:* villamos ívhegesztés automatizálása, pozicionálása optikai szenzorok alkalmazásával az ív közelében; pacemakeres egyén mobiltelefon használata; egyes optocsatolásos egértípusok működése direkt napfényben; nagy frekvenciás nagy feszültséggel működő sebészkes és az infúzióadagoló automatika közelsége; számítógép

monitorok transzformátor helyiség feletti irodában; repülőgép monitor működési feltételeinek változása a Föld helyileg változó mágneses terében.

8. A legtöbb villamossággal működő berendezés zavarérzékeny, a védelmek hatékonysága pedig sokszor véges.

*Extrém példák:* optikai kábeles adattovábbító rendszerben is fellépnek EMC témát képező zavarjelenségek. Megfelelő nukleáris töltet robbantásával földrészekre kiterjedő, csak különleges intézkedésekkel védhető elektromágneses zavarhullám hozható létre (NEMP hatás).

9. Az információ egyre értékesebbé, fontosabbá válik. Lehallgatása vagy éppen elnémítása akár erőszakos cselekmények árán is előtérbe kerülhet.

*Példa:* egyes rendszerek biztonságos működése az információ zavartalan áramlásán is múlik: néhány napos szünet már országos bankrendszerek teljes összeomlását okozza. Védelmek hiányában különleges vevőkkel lehallgathatók az ATM-eknél végzett műveletek. Kisméretű "E-bombák"-kal tönkre tehetőek informatikai berendezések.

10. Megjelentek zavarvédelmi témák, melyeket már eleve az EMC "fogad be".

*Például:* hálózati frekvenciás, szórt mágneses terek intenzitásának csökkentése; új típusú háztartási készülékek hálózati visszahatása; információtechnikai adatvédelem erősítése; NEMP elleni védelem, stb.

11. Egyéb társadalmi okok szerepe: az utóbbi évtizedekben erősödő környezetvédelmi szemlélet, és az elektromágneses tér biológiai hatásának előtérbe kerülése a napi sajtó szintjén is.

Felsoroltak alapján igazolva látszik, hogy az EMC-ben nemcsak a különféle zavarvédelmi területek összekapcsolására volt szükség, hanem egy *új zavarvédelmi stratégiára* is. Ennek lényeges eleme, hogy széles nemzetközi együttműködéssel nemcsak a zavaremissziót kell korlátozni, hanem az immunitást is megfelelő szinten kell tartani.

A klasszikus zavarvédelmek inkább elkülönítve, egyes zavarhatás csoportokkal foglalkoznak. Közös jellemző a védelemcentrikus, a defenzív gondolkodás.

Az EMC-ben a természetes és mesterséges környezet legszélesebb körű, komplex és kölcsönös elektromágneses kapcsolataira egyidejűleg kell figyelni. A kompatibilitás szónak nemcsak az „összeférhetőség”, hanem az „együttműködési képesség” jelentése is fontos. A problémamegoldásban az előrelátó, az offenzív magatartásnak kell uralkodnia.

A zavarokat csökkentjük vagy megszüntetjük, az elektromágneses környezetet pedig harmonizáljuk, azaz összhangot teremtünk benne. Az EMC

tevékenység stratégiáját fentiekben vázolt megújulásnak kell jellemeznie. Ebben több, mint a zavarvédelmek egyesítése, integrálása.

Egyetlen szakterület gondolkodásmódjának megújítása sem egyszerűen elintézhető feladat. Saját példánk az 1.3. fejezetben olvasható, problémakezelő minta-műveletsora is még a hagyományos zavarvédelem befolyását mutatja. Nem a bevált dolgok „eldobása” a cél, hanem a technikai haladás követelményeihez igazodva ezek kiegészítése, megreformálása.

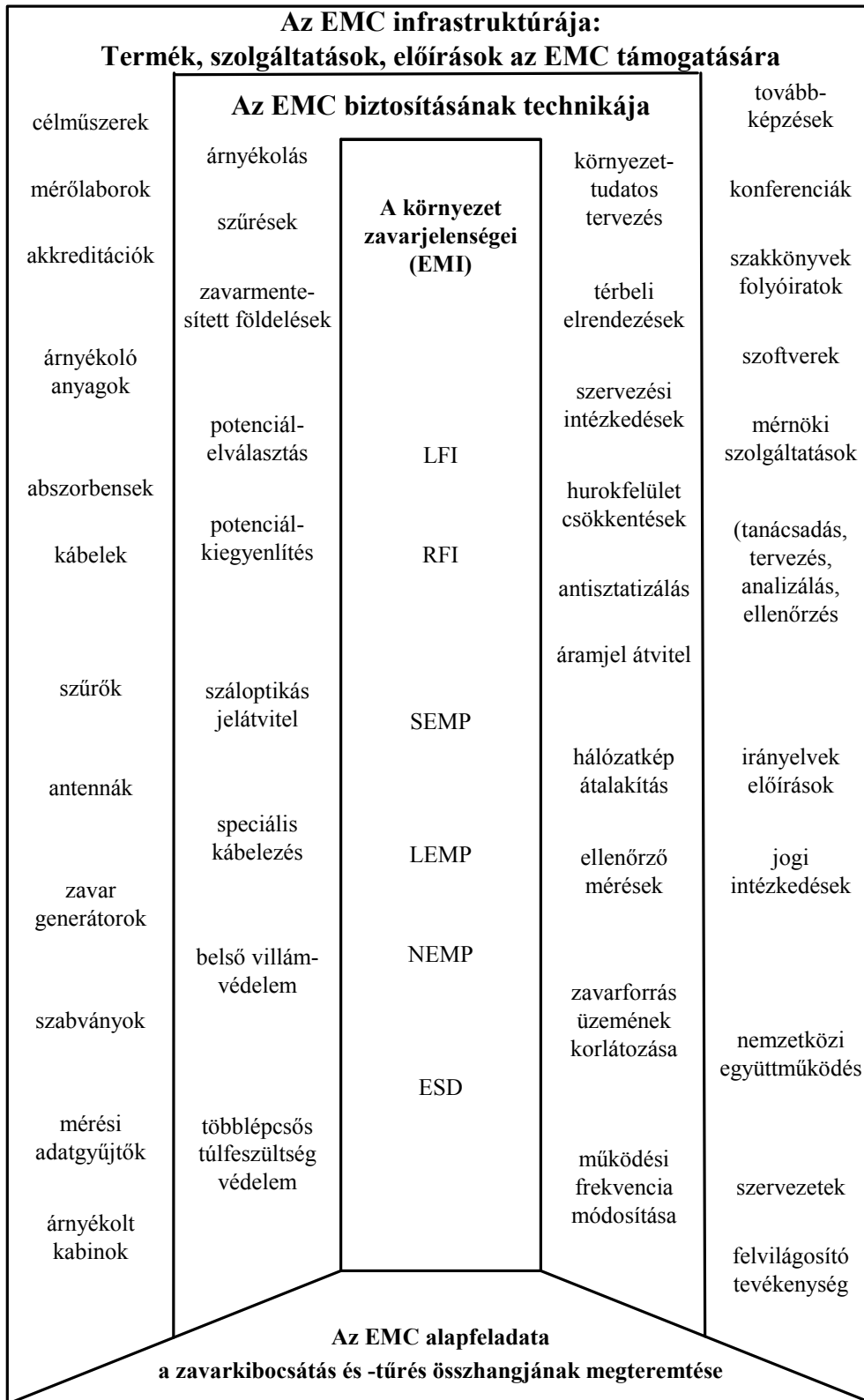
A klasszikus zavarvédelmek továbbélésére és önálló fejlődésére szükség van. Ma már viszont aligha lehet művelni specifikus zavarvédelmet általános kompatibilitási ismeretek nélkül, mint ahogy az EMC is csak konkrét alkalmazástechnikai példák sokaságán keresztül sajátítható el. Nem várható el, hogy egy EMC szakember mindenféle zavarvédelem tudományágát egyformán uralja, de azt el kell várnunk, hogy a zavarvédelemmel foglalkozók megismerjék az EMC alapfogalmait, szemléletmódját és legfontosabb előírásait.

Végül újból összegezzük a zavarvédelem és az EMC viszonyát. Hangsúlyozzuk, hogy ez az összegzés az MSZ IEC 61000-1-1 alapszabvány meghatározását az elektromágneses összeférhetőségről nem helyettesíti, de azt figyelembe veszi.

Az EMC a hagyományos zavarvédelmek eredményeit is felhasználó *új tudományág*, amely sajátos, környezettudatos szemlélettel, a legújabb technikai eredmények felhasználásával, nemzetközi előírások figyelembe vételével igyekszik megteremteni a legkülönbélebb villamossággal működő egységek, eszközök, berendezések és ezek rendszereinek működőképesség romlásmentes egymás mellett működését és az ember védelmét.

*Az EMC tárgya a teljes elektromágneses környezet, ezért az elektromágneses összeférhetőség a zavarkibocsátás és zavartűrés összhangjának létrehozásán alapuló elektromágneses környezetvédelemnek is tekinthető.*

Az elektromágneses összeférhetőség biztosítására létrejövő műszaki-gazdasági-jogi-szervezési-oktatási háttér ma már sajátos együttest képez. Ezt az 1.1.3. ábrában is igyekszünk érzékeltetni.



1.1.3. ábra Az elektromágneses összeférhetőség biztosítása és ennek kiszolgáló háttere