

Radarberendezések, -detektorok

Radardetektorok, scramblerek (jammer)

Az előző részekben tárgyaltuk a traffipaxokat alkalmazó járművekben elhelyezett berendezések sebességmérésének elvét és felépítését, mind mikrohullámot, mind infralézert használó rendszerek esetében. Bemutattuk a jelenleg forgalomban lévő berendezéseket, szerelvényeket és azok elhelyezését a járműveken. Ismertettük az alkalmazott frekvenciatartományokat, amelyek ismerete a radardetektorok és lézeres sebességmérők vonatkozásában szükséges lesz ebben a fejezetben. A technikai részek tárgyalása előtt azonban foglalkoznunk kell a jelenleg érvényben lévő jogszabályokkal, legalábbis általánosságban. Korábban a radardetektorok alkalmazása tilos volt hazánkban, de a legtöbb európai államban még ma is tilos (pl. Ausztria, Svájc, Lichtenstein, Szlovákia stb.). Magyarországon 2003. november 27-től szabadon tarthatók és legálisan használhatók a radardetektorok. Erre vonatkozóan a 175/2003. (X. 28.) Korm. rendelet a mértékadó. Vannak olyan eszközök is, amelyek nemcsak jelzésre, hanem zavarásra is alkalmasak, más néven a jammer-ek (ejtsd: dzsemmer). Meg kell jegyeznünk, alkalmazása ennek is megengedett hazánkban, ugyanis nem tiltja sem kormányrendelet, sem belügyi rendelet, sem pedig frekvenciagazdálkodásba ütköző rendelet. A radardetektorok illeszkednek frekvenciában az alkalmazott traffipaxokhoz. A radardetektorok először az USA-piacra kerültek, így ez tekinthető a radardetektorok szülőhazájának. (Itt utalunk arra, hogy a korábbi NSZK-ban 1964-ben reklámozták először a radardetektorokat az Auto-Motor und Sport c. folyóirat 1964. 8. számában.) Az USA-ban távolabbi mérő, tehát nagyobb teljesítményű traffipaxokat használnak mint Európában, viszont jóval könnyebb detektálni őket, ezért az olcsó készülékek is jól használhatóak. A kisebb adóteljesítményű európai radarok időben történő észleléséhez azonban nagyobb „tudású” detektorra van szükség, sőt, a radarfrekvenciák mások, és komolyabb zavaraszűrés is szükséges a nagyobb érzékenység (lásd később) miatt, hogy a téves riasz-

tás ne, vagy csak igen kis valószínűséggel következzen be.

Megjegyzés: a téves riasztás bekövetkezése még mindig jobb, mint hogy a detektor érzékenységi problémák miatt egyáltalán ne jelezzen, amikor egyébként jeleznie kellene. Magyarországon a **Ku**, **K** és **Ka** sávokat használják (lásd első cikksorozat). Ugyanakkor a detektorok nagy része tartalmazza az **X** sávot, ami téves riasztásokat okozhat. Ez esetenként külön ki-be kapcsolható, ami azért van, mert más országokban történő használata esetén esetleg szükséges lehet. Az amerikai szabványú detektorok egyáltalán nem érzékelik a **Ku** sávú traffipaxokat, hiszen ezt a frekvenciasávot csak Európában használják, így a sáv érzékelését az amerikai detektorokba (Escort, Cobra, Rocky Mountain Radar stb.) bele sem építik. A **K** sávban nincs jelentős különbség, így itt csak a detektor érzékenysége befolyásolja az észlelést. Javíthatja a hatékonyságot, ha a sávon belül is van frekvenciaválasztási lehetőség. A kisebb teljesítményű európai **Ka** sávú radarokat is jelezheti az amerikai piacra készült detektor, de sokkal közelebről és túl későn. Mivel ezek a radardetektorok sokkal szélesebb frekvenciatartományt figyelnek mint az nálunk szükséges lenne, és a zavaraszűrése is sokkal gyengébb, ezért sok felesleges riasztást válthat ki, pl. néhány amplitúdómodulált mikrohullámú átjátszó állomás. **Amerikai készüléket tehát ne vásároljunk**, ha az csak az USA területén használható. Lézeres mérés esetén (lásd első cikksorozat) már nincsenek ilyen lényegi különbségek, mert a LIDAR-ok (lézeres sebességmérők) világszerte 904 nm-es hullámhosszon dolgoznak, kivéve pl. a VHT Muvitas-t, amely 950 nm-t használ. A védekezést lásd később. A radarokon és lézereken kívül vannak olyan sebességmérők, amelyek nem sugároznak semmilyen jelet. Nálunk ezt a módszert hiteles sebességmérővel felszerelt ún. „követő autók” alkalmazzák. Ezeket, mivel nem sugároznak, semmilyen módon nem lehet műszeresen érzékelni. Ha notórius gyorshajtók vagyunk, akkor érdemes egy Európában gyártott megbízható radardetektort beszerezni.

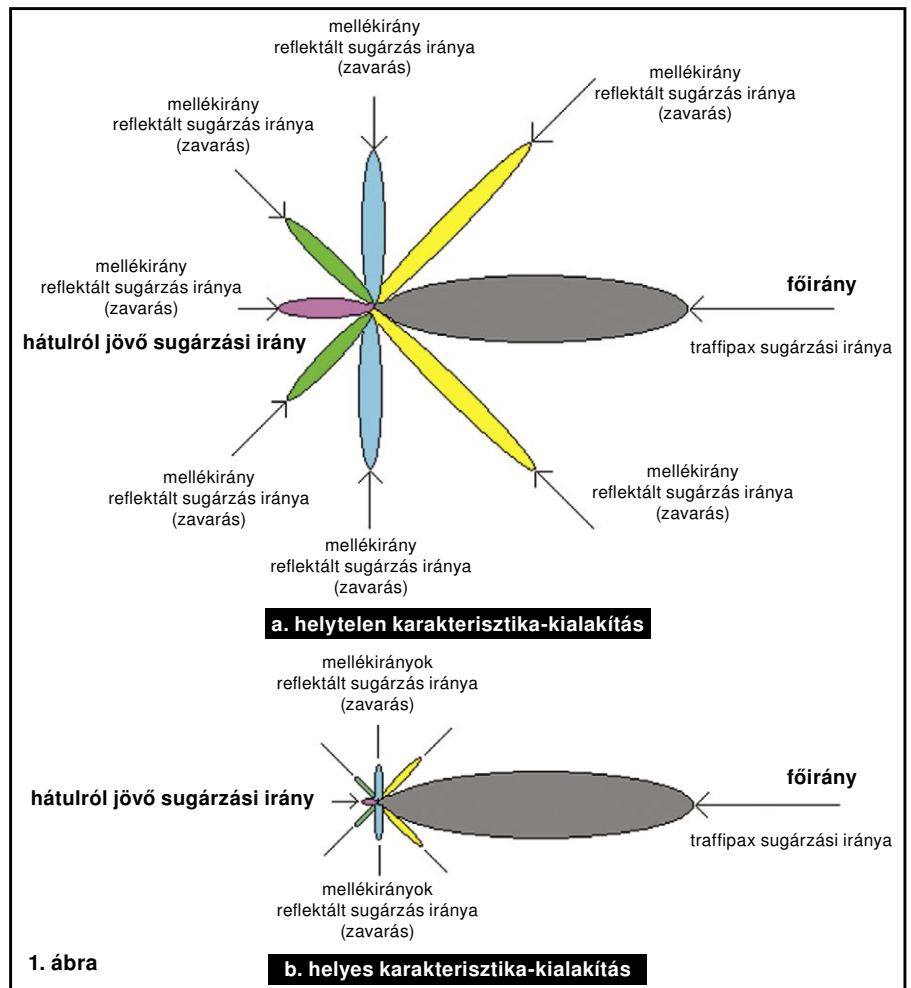
A radardetektorokkal szemben támasztott követelmények

Mint az előző cikksorozatban látható volt, a sebességmérő radarok különböző frekvenciasávokkal működnek – értékük az előző cikkekben megtalálhatók – úgy, mint **C**, **X**, **X₁**, **X₂**, **K**, **Ka**, és **Ku** sávokban, míg a lézerradarok csak a már említett frekvenciákon 904 és 950 nanométeren. A meglévő frekvenciakülönbségek indokolják, hogy a radardetektorok alapvető tulajdonságait helyesen határozzuk meg. Ezek alapján egyik fontosabb tulajdonságuk, hogy több frekvencián legyenek alkalmazhatók. Lézerdetektorok esetében egyetlen frekvenciatartományban kell csak jelzést végezni. Előny azonban, ha olyan detektort alkalmazunk, amely mind a mikrohullámú sávokban, mind a lézeres frekvencián egyidejűleg alkalmazható, ha másként nem, kiegészítő egységgel. A készüléknek a bemérés tényét mind hanggal, mind vizuálisan is jeleznie kell. Mind a hang, mind a vizuális jelzésnek másként kell történnie attól függően, hogy a traffipax milyen frekvenciatartományban működik. Természetesen mind a hangerőnek, mind a fényerőnek állíthatónak kell lennie. Biztosítani kell az ún. „Csendes üzemmód”-ot (MUTE) is, amely azt jelenti, hogy a MUTE feliratú gomb megnyomásával kiiktathatjuk a hangjelzést. Bár a fényerőnek állíthatónak kell lennie, de van egy speciális üzemmód is (DARK). Éjszakai üzemmód, amely azt a célt szolgálja, hogy a fényerőt csökkentse egy, a készülékbe fixen beállított értékre, hiszen a nagy fényerő éjszaka zavaró lehet. A jelzést akkor célszerű érvényesnek tekinteni, ha az folyamatosan történik. A jelzésnek természetesen egyforma valószínűséggel és minőséggel kellene bekövetkeznie közeledő és távolodó üzemi mérés esetében (lásd teszteredményeknél). Lényeges követelmény az is, hogy a radardetektor kellő érzékenységgel rendelkezzen, mert ez biztosítja, hogy az érzékelés minél nagyobb távolságon következzen be. Ez azért szükséges, mert így még van idő a lassításra, mivel a fényképezés lényegesen kisebb

távolságon történik – lásd előző cikkünket –, mint a bemérés. Átlagos körülmények között ahhoz, hogy 80 km/h-ról 50 km/h-ra csökkentsük a sebességünket, száraz úton kb. 45 m távolságra, nedves úton pedig 60 m távolságra van szükségünk. 160 km/h-ról 130 km/h-ra történő lassulás esetén száraz úton 80 m-t, nedves úton pedig kb. 100 m-t teszünk meg, tehát egy megbízható detektor ennél messzebből kell hogy riasszon, mert különben fizetés felvétel készül rólunk. Azonban a készüléknek túl nagy érzékenysége sem lehet, mert akkor minden környezeti (pl. ipari stb.) jelre téves riasztást okozhat. Ezért a gyártók gyakorlati úton képesek megállapítani olyan érzékenységi határt, amely valójában kompromisszumos érték és így viszonylag jól eleget tesz mindkét követelménynek. Azonban az érzékenység megválasztásánál mégis az „inkább legyen érzékenyebb” irányba billent a mérleg, az érzékelés biztonsága miatt. Ezt kompenzálendő – hogy a hamis riasztás valószínűsége kicsi legyen –, városi körülmények között – ahol az ipari és egyéb mikrohullámú tartományba eső zavaró jelek előfordulása nagyobb – létrehozták az ún. CITY funkciót. Ennek feladata, hogy a gyenge mikrohullámú jeleket ne vegye figyelembe városi körülmények között, hanem „szűrje” azt ki, hiszen nagy valószínűséggel nem traffipax sugározza ki azokat, vagy ha igen, akkor ezek másodlagos sugárzásnak – ezért zavarnak – foghatók fel.

A traffipax másodlagos sugárzása azt jelenti, hogy valahol mérést végez egy vagy több traffipax, de ezek a jelek nem minket mérnek. Ilyenkor tehát az történik, hogy a mérést végző berendezés jelei a környezet tárgyain szétszóródnak minden irányba, ezért pl. a saját, de egészen más irányba haladó járművünkre is jut jel, ami hamis riasztást okoz, ha annak értéke a detektor érzékenysége felett van. A „CITY” üzemmód tehát ezt hivatott kiszűrni azáltal, hogy lerontja a detektor érzékenységét. Tudnunk kell azt is, hogy a „CITY” mód a különböző gyártóknál más és más jelent: van, ahol csak a riasztás módja változik, van, ahol csak kikapcsol az X sáv stb.

Ugyancsak az érzékenységet változtatja az ún. „Highway” üzemmódra történő kapcsolás. Feladata éppen ellentétes a „CITY” üzemmód használatával. Ugyanis itt nagyobbá válik az érzékenység az előzőhöz képest, és országúti üzemmódnak is nevezhetik. Itt ez megfelelő, mert



1. ábra

nagy valószínűséggel a magasabb rendű utakon lényegesen kisebb a zavaró jelek keletkezése és így hatása a radar-detektorra.

A két üzemmód között kötelezően választani kell, vagyis vagy az egyik, vagy a másik működhet csak, vagyis nincs köztes, vagy egyidejű állapot.

Megjegyzés: az érzékenység fogalma leegyszerűsítve a következő: alsó határérték, ahol egy berendezés még éppen képes valamely beérkező jel vételére, ill. annak jelzésére. Ezalatt már a készülék nem jelez.

Az érzékenységgel kapcsolatos a radar-detektorokkal szemben támasztott azon követelmény, hogy kijelezzék nemcsak a bemérés tényét, hanem azt is, hogy a járművünk besugárzása mekkora teljesítménnyel (teljesítménysűrűséggel) történik.

Ennek kijelzése egy vékony fénycsík hosszúsága alapján történik. Ez természetesen LED-ek egymás mellett elhelyezkedő sorozatából, vagy LCD-kijelzőn

a digitek egymást követő sorozatából áll, és valójában így fénycsíknak hat. Vagyis a fénycsík hosszúságából lehet következtetni a traffipax által a járműveket besugárzó teljesítményre. Más detektorok viszont 1–9 közötti skálán számmal írják ki a besugárzásteljesítmény nagyságát. Ezzel egyidejűleg változhat a hangjelek sűrűsége (csipogása). A hamis riasztás csökkentése érdekében a radar-detektoroknak olyan antennakarakterisztikával kell rendelkezniük, amelynek a mellékszirmái (mellékhurkai) igen csekélyek (1. ábra). Ez azért fontos, mert a mellékhurkok irányából mérő traffipax, vagy bármely más, pl. ipari eredetű – oldalirányokból beérkező – radar-detektor frekvenciatartományába eső zavaró jel hamis riasztást okozhat. Meg kell jegyezni, hogy az erősen lecsökkentett, hátra irányuló karakterisztikának van olyan hátránya, hogy a hátról jövő besugárzás érzékelése nem következik be, vagy igen gyenge lesz. Vannak olyan radar-detektorok, amelyek városi üzemmódja (pl. a BEL ké-

szülekei) esetében nem az érzékenységet csökkentik, hanem csak a hangerőt. Vannak bekapcsolható ún. kényelmi funkciók is, mint pl. az automatikus némítás: ha ez aktív, akkor 3–4 hangjelzés után csak halkán kattog a detektor, hogy figyelmeztesse, de ne zavarja a vezetőt. Szükséges, hogy a detektor rendelkezzen egy olyan tulajdonsággal, amelyet „memóriamegtartásnak” nevezünk. Ekkor a készülék egy bizonyos ideig megtartja az általunk beállított tulajdonságokat.

A berendezéssel szemben további követelmény, hogy egyszerűen, ill. stabilan fel- és leszerelhető legyen, amely rendszerint tapadókorongokkal történik, általában kettővel, néha hárommal, bár vannak fixen szerelhető detektorok is (lásd később). Egy utolsó jó tanács: szereltesen a szivargyújtóra zavarószűrőt, mert ez sok hamis riasztástól kímélheti meg.

Fel kell hívni azonban a figyelmet arra, hogy tévedhetetlen radardetektorok nem léteznek. Mindemellett azonban jó szolgálatot nyújtanak.

Aktív és passzív zavarások lehetséges típusai

A zavarok ronthatják a vételt, megnehezíthetik a jelek feldolgozását és kiválthatják a traffipaxok helytelen működését. A vásárolható zavarókészülékeknek – bár használatuk tiltott – ez a céljuk. A zavarokat két nagy csoportba osztjuk: természetes és mesterséges zavarokra. Mi csak a mesterséges zavarokkal foglalkozunk, amelyek további két csoportra, az aktív és passzív zavarokra oszthatók.

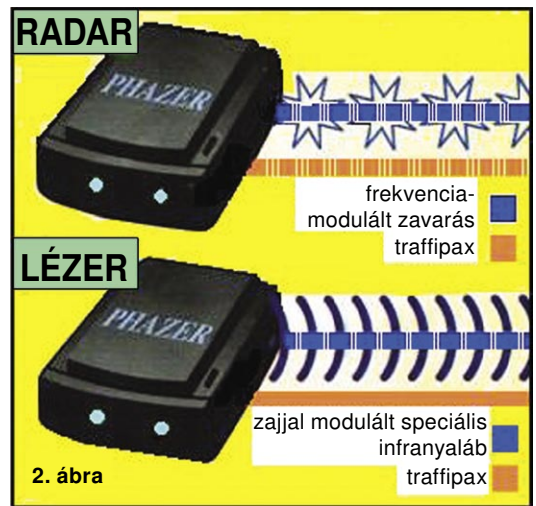
Az aktív zavarok és zavarók

Esetünkben ezeket általában jammereknek nevezzük, amelyeket a traffipaxok zavarása céljából azok frekvenciájára hangolnak. Az aktív zavarok a zavarandó forrásra (traffipaxra) kifejtett hatása szempontjából lehetnek álcázó, imitáló (dezinformáló) és elfojtó jellegűek.

Az **álcázó zavarok** eltorzítják a hasznos – esetünkben a járműről visszavert – jelek struktúráját, így a traffipax vevőjében megnehezítik, vagy teljesen kizárják a hasznos jelek felismerését. Ezek a zavarok széles spektrumot fognak le.

Az imitáló zavarok utánozzák a traffipax jeleit, kisugárzása keskeny frekvenciasávban történik. Az elfojtó zavarok hatása akkor jelentkezik, ha a zavaró jel teljesítménye a traffipax vevőjének bemenetén nagyobb, mint a hasznos jel (visszavert jel) teljesítménye. Szokásos még osztályozást végezni a spektrum szélessége szerint is, ahol megkülönböztetünk szélessávú és célzott zavarokat.

A szélessávú zavarokat olyan széles frekvenciasávban létesítik, amely többszörösen meghaladja a traffipax frekvenciatartományát. Ennek a módszernek az előnye az, hogy nem szükséges a zavaró jeleknek pontosan megegyezni a traffipax pontos frekvenciájával. A célzott zavarok csak akkor hatékonyak, ha a zavaróadó (jammer) rá van hangolva a traffipax frekvenciájára. Célzott zavarokat tehát olyan keskeny frekvenciasávban létesítenek, amely a traffipaxvevő áteresztési sávjának egyszerűsét alig haladja meg. A zavarok csoportosíthatók még modulációs forma szerint is modulált és modulálatlan zavarokra. A modulálatlan zavarok hatásosak lehetnek a mikrohullámú traffipax esetén is. Ezek részletesebb tárgyalása azonban speciális képzettséget követel, ezért itt ezzel nem foglalkozunk. A modulált zavarok lehetnek folyamatosak és impulzus jellegűek. A folyamatos zavarok lehetnek amplitúdómoduláltak, frekvenciomoduláltak, vegyesen moduláltak stb., de lehet az ún. zajzavarokat is alkalmazni. Ez utóbbi esetben a kisugárzott zavaró jeleket zajjal modulálják. A zaj jellege rendszerint Gauss zaj. Ezt a jammerek is alkalmazzák. Ha amplitúdómodulált zavarás esetén a hasznos jel és a modulált zavaró jel együtt érkezik a traffipax vevőjébe, akkor a detektor kimenetén a zavarjel álcázza a hasznos jelet. Ebben az esetben a zavaró jel frekvenciáját pontosan rá kell hangolni a hasznos jel frekvenciájára, mert nagyobb eltérés esetén a zavarás (a jel álcázása) nem jön létre. Frekvenciomodulációs zavarások keletkeznek az adó vivőfrekvenciájának a moduláló jel ütemében történő változtatásakor. A teljesség kedvéért megemlíthetjük, hogy létezik olyan zavarási mód is, amikor a jammer a visszaküldött jeleket fázisban úgy modulálja, hogy az a bejövő (mérő) jelet interferencia útján kioltja. Ekkor nincs visszavert jel. Ez a módszer meglehetősen bonyolult. Mint az I. cikkben láttuk, a lézert traffipax impulzusüzemben dolgozik, ezért ott alkalmazható az impulzuszavarás is. A jammer zavarásának hatékonysága ez esetben elérhető amplitúdó, frekvencia, impulzusidő vagy impulzusismétlődési idő, illetve több paraméter egyidejű modulálásával. Megkülönböztetünk szinkron vagy aszinkron impulzuszavarokat. Szinkron impulzuszavaroknál az impulzusfrekvencia egyenlő (vagy egész számú többszöröse) a zavarandó lézerttraffipax ismétlődési frekvenciájával. Aszinkron impulzuszavaroknál a zavarok ismétlődési frekvenciája nem esik egybe a traffipax által kisugárzott és így a visszavert hasznos jel impulzusainak ismétlődési



idejével. Ezen belül is megkülönböztetünk egyszeres és többszörös válaszpulzusból álló sorozatot. Az itt tárgyalt módszerek közül gyakorlatilag mindegyikkel meg lehet bénítani a pontos és korrekt mérést, ha a zavaróadó jól működik. Egy ilyen feladatra alkalmas berendezés a Phazer néven alkalmazott jammer. A Rocky Mountain Radar Phazer a hatósági sebességmérő berendezés kiértékelő számítógépét veszi célba, amelynek működését a jammer antennájának és infra LED-jeinek segítségével visszaküldött hamis jelekkel zavarja össze. Az történik, hogy a visszaküldött jelek egyszer 24 km/h, utána pedig 500 km/h-nak megfelelő sebességértéket prezentálnak. Megjegyzés: természetesen bármilyen más érték is lehet, ha elegendően nagy a sebességkülönbség. Ennek következménye, hogy a két nagyon távoli érték miatt a sebességmérő nem jelez semmit. Ez azért lehetséges, mert a sebességmérő csak akkor értékkel, ha a két mérés közötti időben – amely viszonylag rövid – a sebesség nem, vagy alig változik. A Phazer-nak olyan üzemmódja is van, amely nem végez zavarást, csak figyelmeztetést küld a vezető számára. A készülék úgy is működhet, hogy csak fényjelzést ad, de működhet hangos üzemmódban is. Ekkor **X** sávban lassan ismétlődő sípolás hallható, **K** sávban berregés, **Ka** sávban gyorsabb berregés. A leírt hangok annál gyorsabbá válnak, minél közelebb kerülünk a traffipaxhoz. Amikor a hang folyamatossá válik, akkor éppen minket mérnek. A Phazer kb. 5 km távolságból érzékeli a radarjeleket és azokat 60 m-ről már hatásosan tudja hámisítani. Hátránya viszont, hogy hátulról történő mérés esetén nem nyújt védelmet. A radar és lézert Phazer zavartípusait a 2. ábra mutatja. Az ábrából látható, hogy a radar jammer frekvenciomodulált zavarást alkalmaz, míg a lézert jammer zajjal modulált speciális infranyalábot küld vissza.

Dr. Oláh Ferenc – Sági Péter