

VEZETÉK NÉLKÜLI IPARI KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK RF SPEKTRUMÁNAK MÉRÉSE

THE MEASUREMENT OF RF SPECTRUMS OF WIRELESS INDUSTRIAL COMMUNICATION SYSTEMS

Trohák Attila , Haluska Zsolt***

ABSTRACT

The spectrum analyzer plays an important role in the examination of industrial wireless communication systems. The spectrum analyzer can help us to install a wireless communication system, and to choose the correct channel and the right operation place. It can also play an important role in diagnostics to determine the interference sources.

1. BEVEZETÉS

Miután az IEEE megalkotta a 802.11-es szabványcsaládját, a vezeték nélküli kommunikáció szabványosítása következtében a vezeték nélküli kommunikáció egyre jobban terjedni kezdett. A mobil eszközök, laptopok terjedésével a vezeték nélküli kommunikáció használata gyorsan elterjedt, mivel nem szükségesek vezetékek, kényelmes a használata. Nemcsak az irodai és otthoni számítógépes hálózatok kialakításában terjedt el, hanem különböző ipari alkalmazási területeken is egyre gyakrabban alkalmazzák. Az ipar számára az egyes gyártók saját implementációikkal egészítették ki az IEEE által megalkotott szabványt, a különböző ipari alkalmazási területek igényeinek megfelelő vezeték nélküli kommunikációs rendszert dolgoztak ki. Ezek a célorientált rendszerek előszeretettel kerültek alkalmazásra az ipar egyes területein, mivel jelentős költségek takaríthatóak meg azáltal, hogy nem szükséges a vezetékes hálózat kialakítása és a csúszóérintkezők karbantartási költségei is megtakaríthatóak. A vezeték nélküli kommunikáció elterjedése annak is köszönhető, hogy bizonyos teljesítmény szint alatt nincs engedélyhez kötve a frekvenciasáv használata.

2. A VEZETÉK NÉLKÜLI IPARI KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK ÁTVITELI MÓDJAI

A szórt spektrumú rádiófrekvenciás átvitelt először a II. világháborúban alkalmazták, majd 1980-tól egyre nagyobb számban alkalmazzák az interferencia csökkentése céljából, mivel két egymáshoz közel elhelyezkedő, azonos frekvenciát használó vezeték nélküli eszköz zavarná egymást, ill. az erősebb elnyomná a gyengébbet. A vezeték nélküli ipari kommunikációs rendszerek általában szórt spektrumú átviteli módot használnak. Szórt spektrumot az átviteli biztonság növelése céljából alkalmaznak, az ipari kommunikációs rendszerek esetében egyes gyártók a szórt spektrumú átviteli módot kombinálják más átviteli módszerrel is. [3.]

2.1. Szórt spektrumú átviteli módok (DSSS, FHSS)

A DSSS technikánál a frekvencia szórását egy kódszó és a bemeneti bitsorozat XOR kapcsolatából generálják. Ezt a jelet használják az RF vivő modulálására. A DSSS technika az általa használt csatornán szétteríti a jelét, a bemeneti bitsorozat és egy daraboló kód XOR kapcsolatából generálják a frekvencia szórását. A bitmintákat csak az adó és a vevő ismeri, egy kívülállónak értelmetlen zajnak tűnik a kommunikáció. A frekvenciaszórás funkcióhoz egy úgynevezett daraboló kódot alkalmaznak. Ez a kód a véletlen zajhoz hasonló tulajdonságokkal bír. Ilyen a Barker kód és a CCK (Complementary Code Keying). [1.]

Az FHSS átvitelnél az adat közvetlenül modulálja az egyetlen vivőfrekvenciát, de a vivőfrekvencia nem állandó, hanem a csatorna RF sávján belül ugrásonként változik az adóban és vevőben generált véletlen számminta alapján. A 2,4 GHz-es sávban a csatorna maximális sávzsélessége 1 MHz FHSS esetében így 79 csatorna, vagyis ugrási frekvencia érhető el. FHSS

* Egyetemi tanárségéd, Miskolci Egyetem, Automatizálási és Kommunikáció-technológiai Tanszék

**MSc mérnök informatikus hallgató

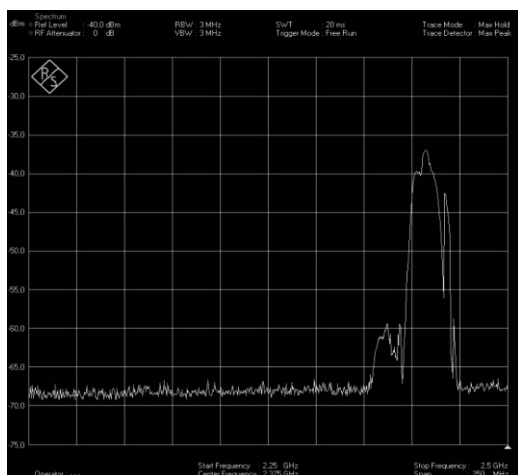
esetében az átvitelnél pillanatnyilag használt csatornák, ill. ugrási frekvenciák a teljes 2,4 GHz-es spektrumon szóródnak. Az adó szabályos időközönként kapcsolja a következő vivőfrekvenciát. A következő vivőfrekvenciát csak a vevő ismeri. Több FHSS csatorna működtetése esetében, a teljes átviteli csatornát a frekvenciák ugrási sorrendje határozza meg. A vevőben egy PN (Pseudo Noise) generátor előállítja ugyanazt az ugrási mintát, mint az adóban. Ugyanabban az időben két különböző hálózat ugrási mintájának megegyezésének a valószínűsége kicsi, ezért több FHSS hálózatot lehet működtetni átlapoló területen interferencia nélkül. [1.]

3. A VEZETÉK NÉLKÜLI IPARI KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK SPEKTRUMKÉPEINEK VIZSGÁLATA

A mérések során, a spektrumképek rögzítésére a tanszéki R&S® (Rohde & Schwarz) FSH8 mobil spektrumanalizátort használtuk. A mérések során vizsgáltuk az IWLAN, a WirelessHART és a ZigBee spektrumképét és az IWLAN egy olyan működési esetét, amelyben csatornája átlapolásban van a ZigBee csatornájával.

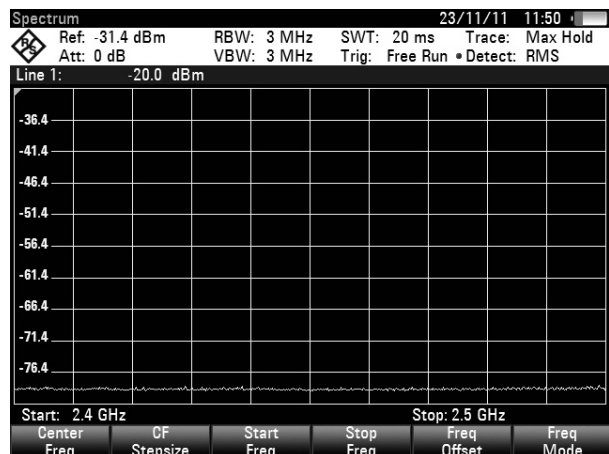
3.1. Az IWLAN spektrumképe

Az 1. ábrán az IWLAN kommunikációja (SIEMENS SCALANCE hozzáférési pont és kliens) során rögzített spektrumkép látható. A frekvenciatartomány végén lévő kb. a 9-es és 11-es csatornákon direkt sorrendű szórt spektrumú jelek találhatók, az is látható, hogy kissé átfedik egymást. A mérés eredményéből látható, hogy a 11-es csatornákon üzemelő eszközök nagyobb jelerősséggel rendelkeznek, mind a 9-es csatornán üzemelő rádiós hozzáférési pont. A mérés során látható, hogy a kisebb frekvenciájú csatornák szabadak, ill. mely csatorna a kevésbé zajos.



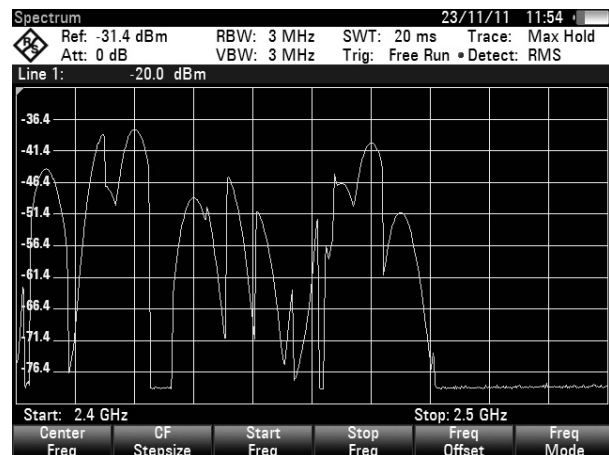
1. ábra: Az IWLAN spektrumképe

3.2. A Wireless HART spektrumképe



2. ábra: Zavarmentes mérési hely

A 2. ábrán látható, hogy a mérési hely zavarforrástól mentes a 2,4 GHz-es ISM sávban.



3. ábra: A WiHART spektrumképe

A WiHART gateway és a WiHART terepi távadó üzembe helyezése után a 3. ábrán lévő spektrumképet kaptam, amely a távadó és a gateway kommunikációjából eredő mikrohullámú jel spektrumát ábrázolja. A 2. ábrán látható, hogy a WiHART üzembe helyezése előtt mikrohullámú jel nem volt érzékelhető a mérési helyen, a spektrumképből az a következtetés vonható le, hogy a WiHART eszközök DSSS átvitelt használnak, amelyet bizonyos idő után csatornaváltással kombinálnak.

Egy másik oka is lehet a frekvenciatartomány telítődésének, mivel a WiHART távadók csak a gateway hatótávolságában bocsátanak ki mikrohullámú jeleket, a gateway kikapcsolásakor a távadók nem küldenek rádiófrekvenciás jeleket. Ezek szerint a gateway szólítja meg a terepi távadókat, hogy mérési adatokat küldjenek. Ezek alapján, a spektrumképen látható DSSS csatornák adódhatnak abból is, hogy a WiHART gateway

bizonyos időközönként megpróbálja felébreszteni, ill. mérési értékeket kérni a különböző csatornáin lévő esetleges távadóktól.

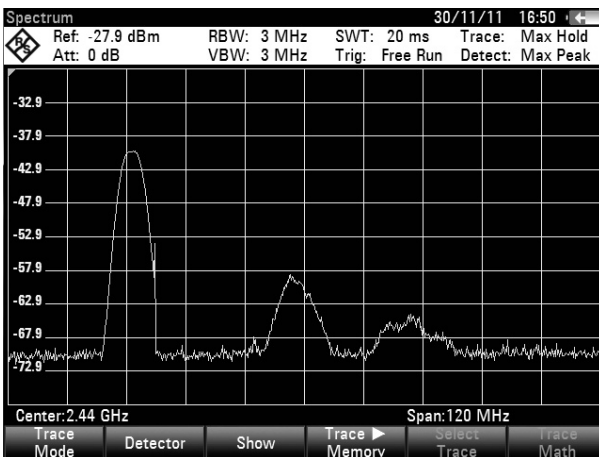
3.3. A ZigBee és az IWLAN együttes vizsgálata

A 4. ábrán az IWLAN kommunikációjából adódó spektrumkép, ill. a környező hozzáférési pontok rádiós jelei és az egyéb zavarok láthatóak. Az IWLAN a frekvenciatartomány elején sugároz, a frekvenciatartomány felén túl az egyéb, a környezetben üzemelő hozzáférési pontok spektrumképe látható.



4. ábra: A mérési helyen lévő IWLAN ill. egyéb WLAN hozzáférési pontok jele

Az IWLAN hozzáférési pont és kliens kikapcsolása után a ZigBee kommunikáció spektrumképe került feltérképezésre, ami a frekvenciatartomány elején jelenik meg (5. ábra), és a környező hozzáférési pontok is érzékelhetőek a frekvenciatartomány közepén, ill. azon túl.



5. ábra: DigiMesh node-ok kommunikációjának spektrumképe

A következőkben mindkét Xbee modul konfigurációjában beállításra került a legelső csatorna

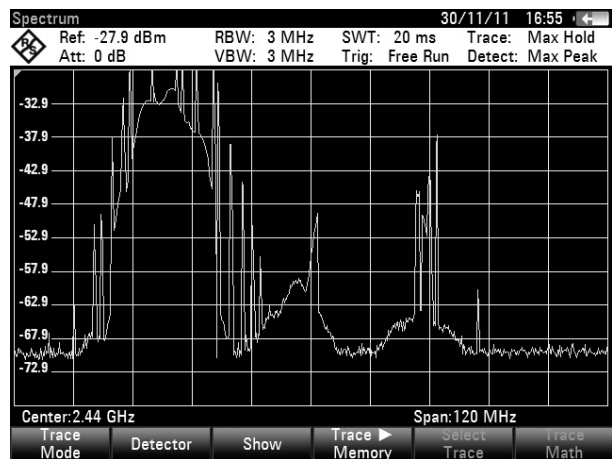
(0x0B), ami átlapolásban van az IWLAN csatornájával, majd bekapcsolásra került az IWLAN hozzáférési pont és az IWLAN kliens.

A 6. Ábra mutatja az átlapolás esetén elindított „range test” eredményét, amin az látható, hogy hibátlan csomagok érkeznek, de a jelerősség kissé lecsökkent, ill. ingadozik. A hibátlan csomagok annak is köszönhetőek, hogy a két Xbee modul 1 m távolságban helyezkedett el egymástól.



6. ábra: X-CTU range test eredménye átlapolás esetén

A 7. ábrán látható, hogy az IWLAN és Xbee modemek csatornáit egybeesnek. A frekvenciatartomány közepe táján ugyancsak az egyéb hozzáférési pontok spektrumképei figyelhetők meg. Látható, hogy a ZigBee és IWLAN jele fedésben van, a spektrumkép szerint az IWLAN jele elfedi a ZigBee jelét.



7. ábra: Az IWLAN és ZigBee spektrumképe átlapolás esetén

Láthatjuk a spektrumképen, hogy más csatornákon is megjelennek rádiófrekvenciás jelek, amelyet nagy valószínűséggel az IWLAN-tól származnak, mivel próbál csatornát váltani az interferencia miatt.

A mérés eredményei alapján belátható volt, hogy a vizsgált kommunikációs rendszerek még interferencia

esetében is képesek a megfelelő kommunikációra, de ezzel egyben jelentősen csökken a hatótávolságuk is, mivel a mérés során a ZigBee kommunikációs eszközök 1 m távolságban helyezkedtek el és ekkora távolságban is érzékelhető volt a jelerősség csökkenése. [5., 7., 8.]

4. SPEKTRUMKÉPEK VIZSGÁLATÁNAK JELENTŐSÉGE

Egy ipari üzemben, csarnokban, nyílt terepen, ahol vezeték nélküli kommunikációs rendszert szeretnénk üzembe helyezni, az egyéb már működő vezeték nélküli kommunikációs rendszerek jelerősségét megvizsgálhatjuk, megvizsgálható, hogy a telepítési kommunikációs rendszer által használt frekvenciatartományban milyen zavarforrások vannak. [6.] Kimérhető, hogy alkalmas-e az adott terület a kommunikációs rendszer telepítésére, ha igen, akkor mely csatornák szabadak a telepítési kívánt kommunikációs rendszer számára. Egy hordozható kivitelű rádiófrekvenciás spektrumanalizátor és egy iránykereső antenna segítségével könnyedén feltérképezhetők a vezeték nélküli kommunikációs rendszerek jelerősségei, megkereshetők a zavarforrástól mentes helyek, a szabad csatornák.



8. ábra: Iránykereső antenna

5. TOVÁBBI VIZSGÁLATOK

A további vizsgálataink során, olyan ipari körülmények között tervezünk méréseket végezni, ahol szélsőségesek a működési körülmények, illetve olyanok, amik a legrosszabb esetben állnak elő és megvizsgáljuk, hogy ez miként befolyásolja a kommunikációs rendszerek közötti kapcsolatot, adatforgalmat, válaszidőt. [4.] Szélsőséges körülmény lehet egy olyan ipari terület, ahol hegesztenek, vagy esetlegesen más vezeték nélküli kommunikációs rendszer valamilyen okból átlapolásban van a vizsgált rendszerrel. Egy további ilyen, a valóságban könnyen előforduló eset az, amikor egy területen a telepített rendszer üzemeltetése során a tereptárgyakban változás következik be, amit okozhat egy fa növekedése, szállítójármű, daruzás,

állványzat szerelése. A vizsgáltokhoz egy olyan kommunikációs rendszert fogunk használni, mely két Xbee node-ból álló ZigBee hálózat [2.], melynek vizsgálatához egy segédprogram készül, ami segítségével monitorozhatjuk az Xbee node-ok közötti válaszidőt, jelerősséget és a másodpercenkénti válaszcsoomagok számát. Ezzel a rendszerrel különböző adatterhelési szintek, távolságok, zavaró tereptárgyak, bekapcsolt átlapoló kommunikációs rendszerek esetében fogunk méréseket végezni.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Dr. Ajtonyi I.: Ipari kommunikációs rendszerek IV., Aut-Info Kft., Miskolc, 2011. Június
- [2] FALUDI R.: Building Wireless Sensor Networks, ISBN: 978-0-596-80773-3
- [3] T.S.Rappaport, Wireless Communications: Principles and Practice. Prentice Hall: New Jersey, 1996.
- [4] Rackley, S.: Wireless Networking Technology, Newnes, 2007
- [5] Digi International: Demystifying 802.15.4 and ZigBee, 2008
- [6] Kolozsi-Tóth, M.: Final Thesis - Developing a self-organizing, wireless remote monitoring system for conveyors. - University of Miskolc, 2011.
- [7] <http://www.zigbee.org/>
- [8] <http://www.digi.com/>