

Egy hazai védelmi ipari innováció sikere: az INTERJAM projekt

Integrált felderítő és zavaró állomás fejlesztése

Dr. Eged Bertalan
Ügyvezető igazgató

Sagax Communications, Ltd.
Haller u. 11-13. Budapest 1096 Hungary

www.sagax.hu



Sagax Informatikai, Szervező és
Tanácsadó Kft.



Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem



Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi
Egyetem



HM Elektronikai, Logisztikai és
Vagyongazdálkodási Zrt.



Szélessávú Hírközlés és
Villamosságtan Tanszék



Információs Műveletek és
Elektronikai Hadviselés Tanszék

Tartalom

- Igények és körülmények
- Pályázati konstrukció és résztvevők
- Célkitűzés

- Elméleti megalapozás (ZMNE)
- Adástechnika (BME)
- Vételtechnika (Sagax)
- Antenna rendszer
- Rendszer tervezés és vezérlés
- Integráció és tesztelés

Igények és körülmények

- Az **analóg** elektronikai felderítő, zavaró és mérő-ellenőrző rendszerek a többségében számítógépes vezérlés ellenére napjainkra erkölcsileg és technológiailag teljesen **elavultak**;
- A honvédségben alkalmazott analóg berendezéseket **kivonták** a rendszerből, mindezidáig egyrészt anyagi, másrészt technológiai okokból nem **került sor pótlásukra**;
- **Korszerű** harcászati és műszaki követelményeknek megfelelő elektronikai (rádió, rádiótechnikai) felderítő és zavaró rendszerekkel a Magyar Honvédség jelenleg **nem rendelkezik**;
- A **NATO** Force Protection feladataiban, a missziós feladatokban, illetve a tagországok által vállalt ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance) képességsomag megteremtésében – ezen berendezésekre égető **szükségünk van**.
- Napjainkra a **korszerű digitális jelfeldolgozó (DSP)** vétel- és adástechnikai rendszerelemek, és a számítógép-vezérlésű berendezések olyan technológiai alapot biztosítanak, hogy a szoftvervezérelt komplex mérő-, lehallgató-, jelanalizáló-, helymeghatározó- és zavaró berendezések **létrehozásának elvi akadálya nincs**;
- Hasonló, illetve ezzel azonos rendeltetésű **külföldi rendszerelemek** léteznek, azonban megépített komplex rendszerek nem, vagy csak óriási költségekkel és komoly korlátozásokkal szerezhetők be, miközben minden ország igyekszik a saját korszerű rendszereit a nyilvánosságtól, de még a koalíciós partnereitől is megfelelően **titokban tartani**;
- A kifejlesztett integrált rendszer az ún. „**Software Defined Radio – SDR**” technológiára épül, vagyis a működtető program határozza meg, hogy az adott üzemmódban mely részegységek milyen funkciót látnak el, így a későbbiekben is **bármikor ráfejleszthető** egy-egy újabb modulációs mód, mérési algoritmus, vagy zavarási filozófia.

Pályázat és résztvevők

Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal
Technológiai innovációs program



SAGAX Kft. – Konzorcium vezető
Projekt vezető: Dr. Eged Bertalan



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem, Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan
Tanszék



Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Információs Műveletek és Elektronikai Hadviselés
Tanszék



HM Elektronikai, Logisztikai és Vagyongazdálkodási Zrt.

A projekt fő célkitűzései

- Egy olyan két fő egységből álló **felderítő-zavaró berendezés** kifejlesztése és **prototípusának megépítése**, amely a 20-3000 MHz frekvenciasávban képes elektronikai felderítést és a legfontosabb sávban mintegy 800 W kimenő teljesítménnyel elektronikai zavarást végrehajtani;
- A projekt keretében kifejleszteni:
 - a vevőkészülékeket alkalmassá tenni az **integrációra**
 - a nagysebességű **iránymérési** algoritmus kifejlesztése és beépítése
 - a **teljesítményerősítő** egységeket és a szükséges tápegységeket
 - a harmonikus **szűrőbankot** és az antennakapcsoló egységet
 - a felderítő (ESM) és a zavaró (ECM) modul **vezérlő szoftverét**
- A projekt keretében integrálni a szélessávú és monitoring vevőt az adórendszerrel és egy **kompakt**, gyorsan konfigurálható, kis terepjáróba építhető állomásváltózat prototípusát megépíteni.

Rendszer definiálás

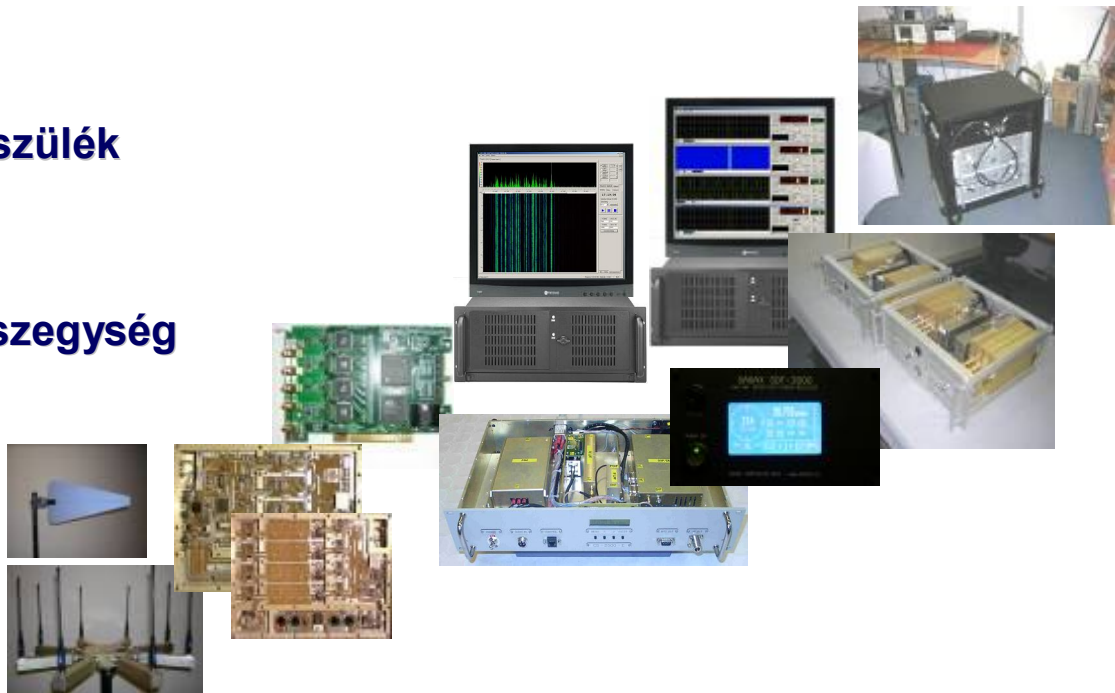
Bonyolultság

Alrendszer/állomás

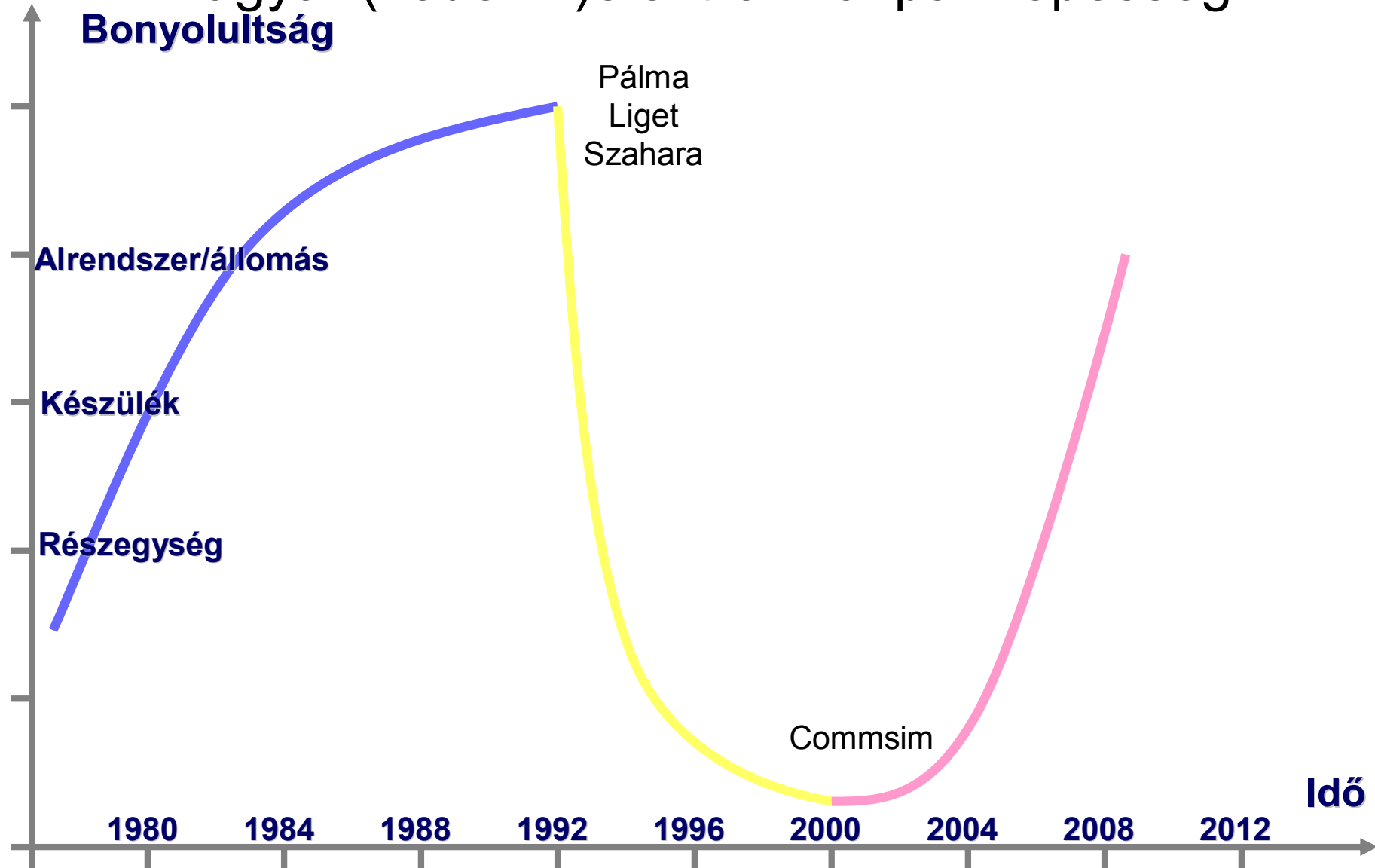
Készülék

Részegység

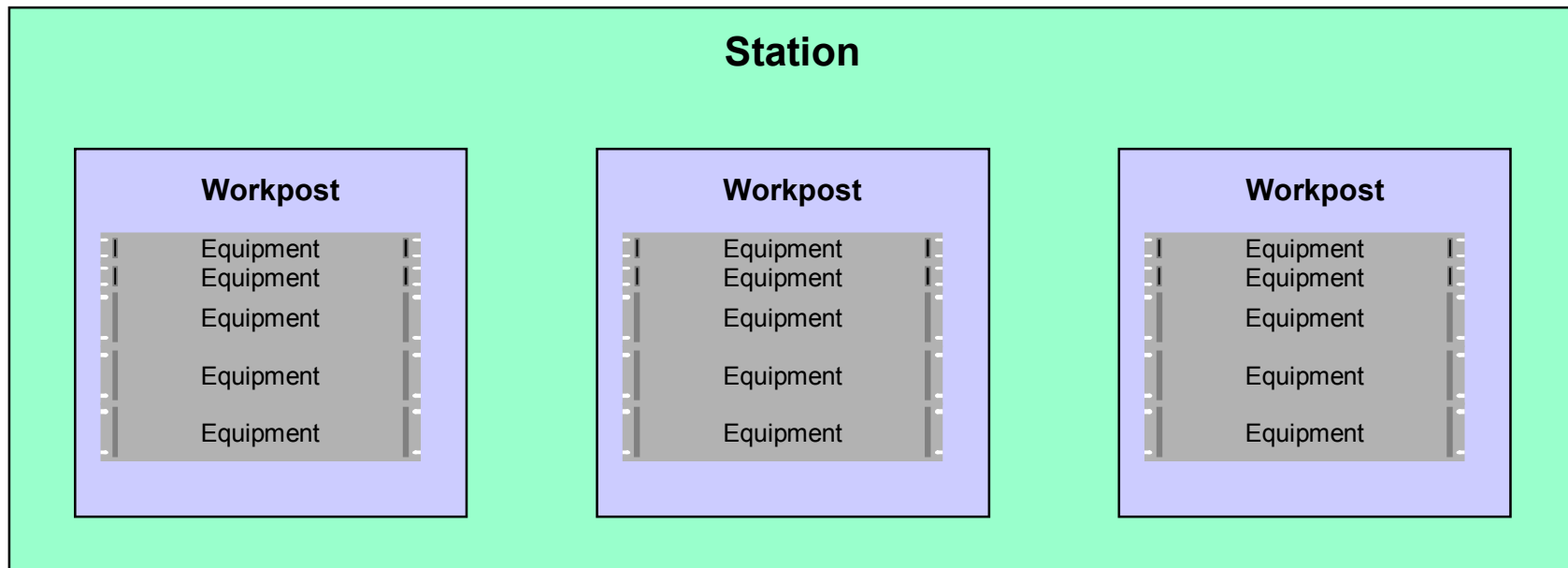
Idő



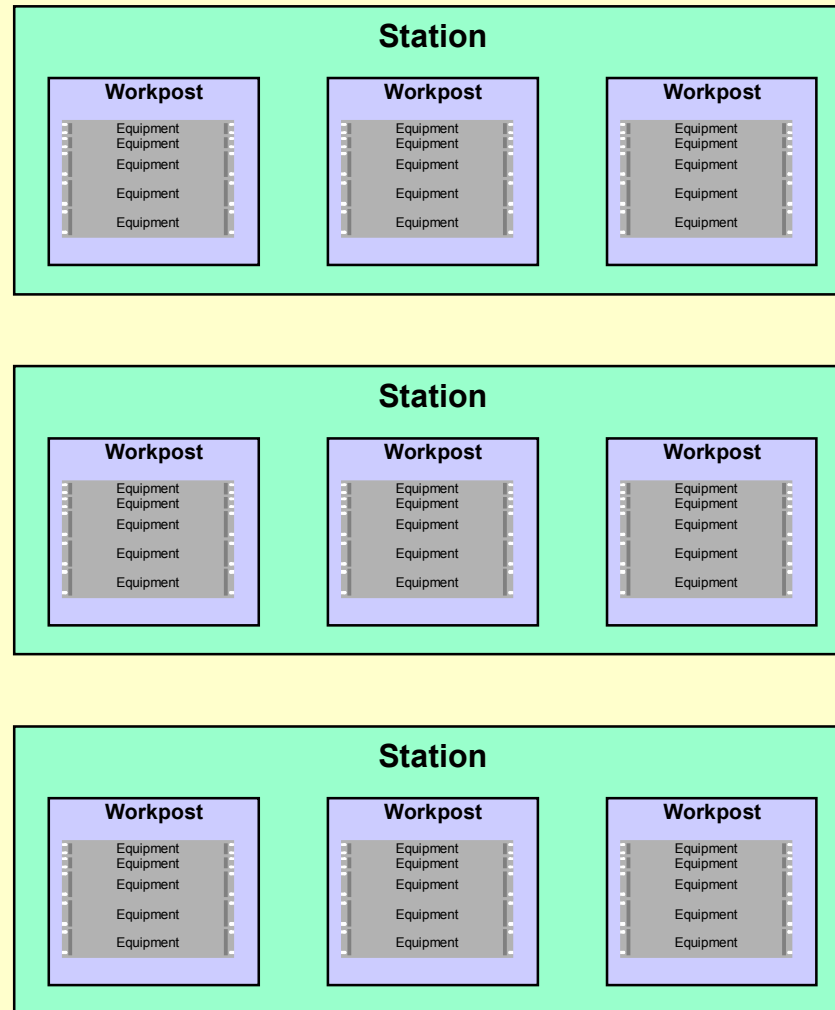
Magyar (védelmi)elektronika ipar képesség



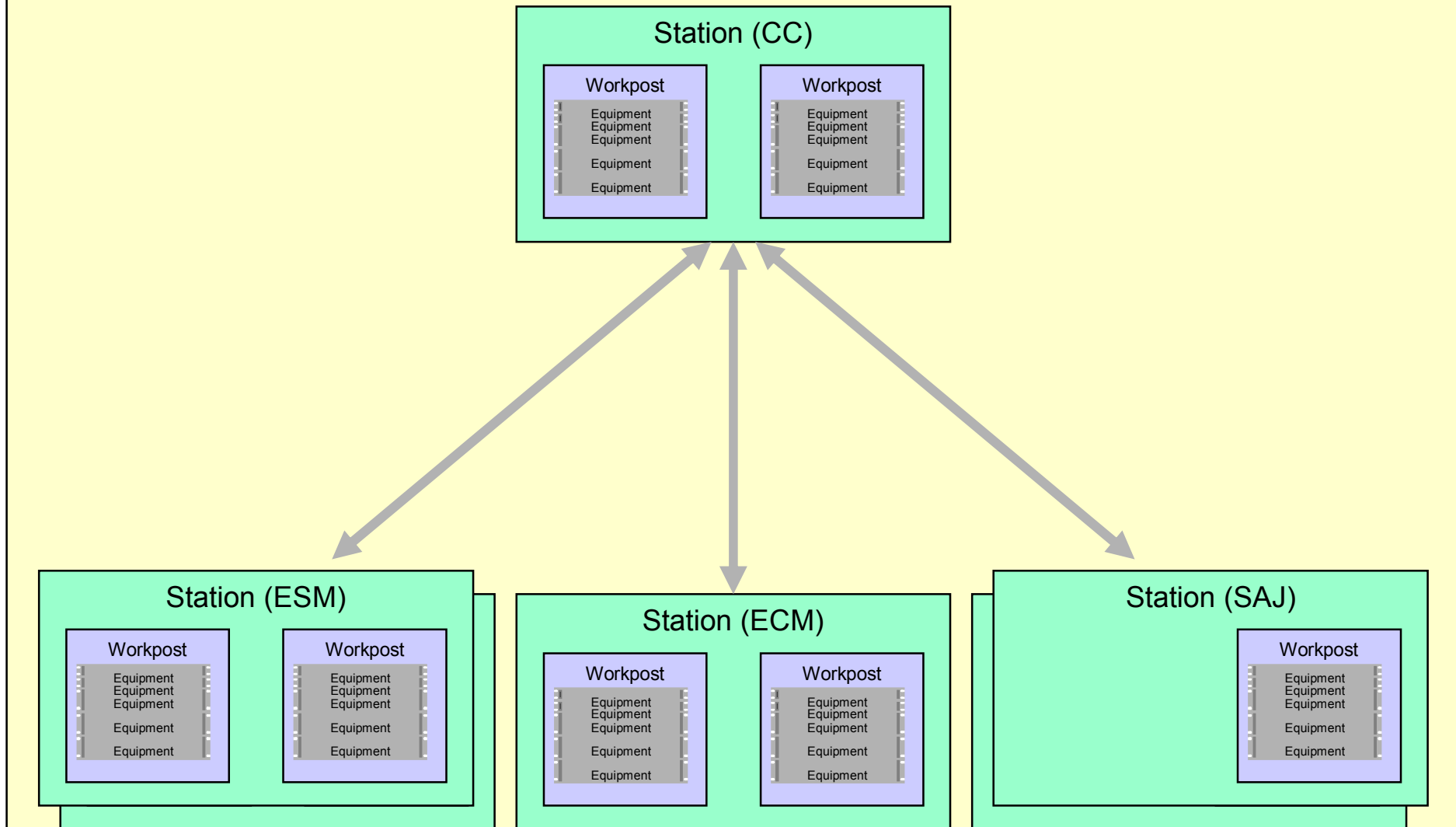
Rendszer definiálás



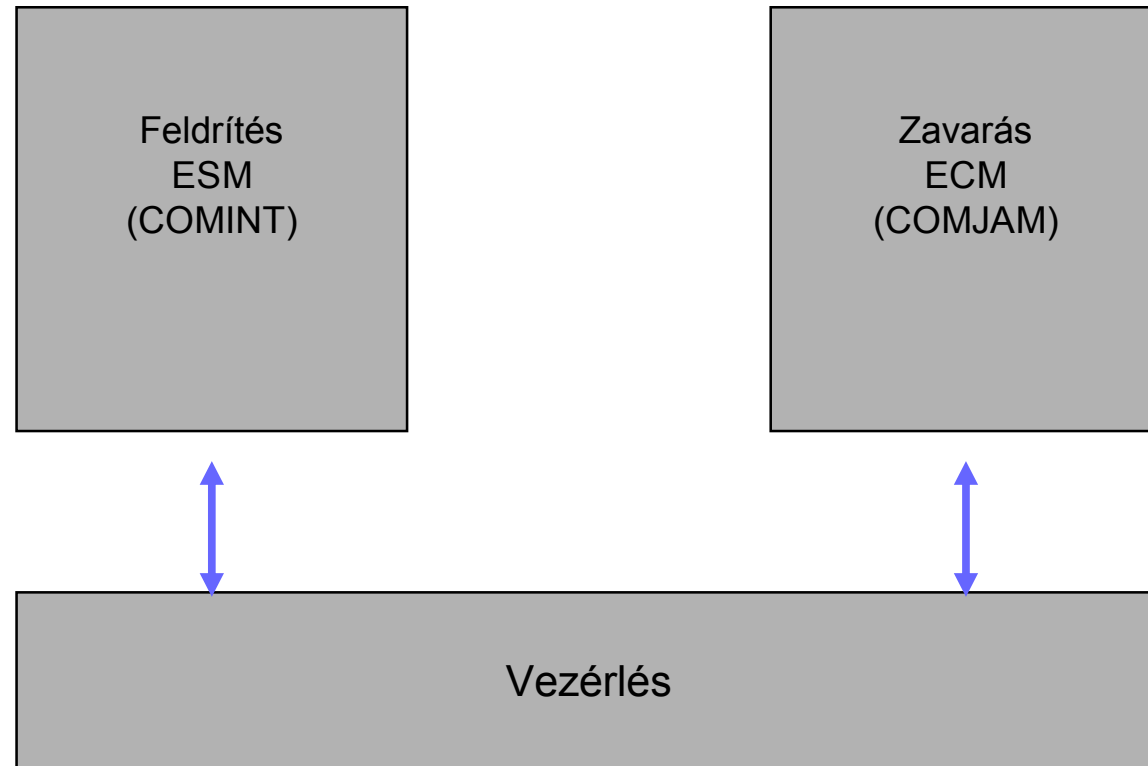
System



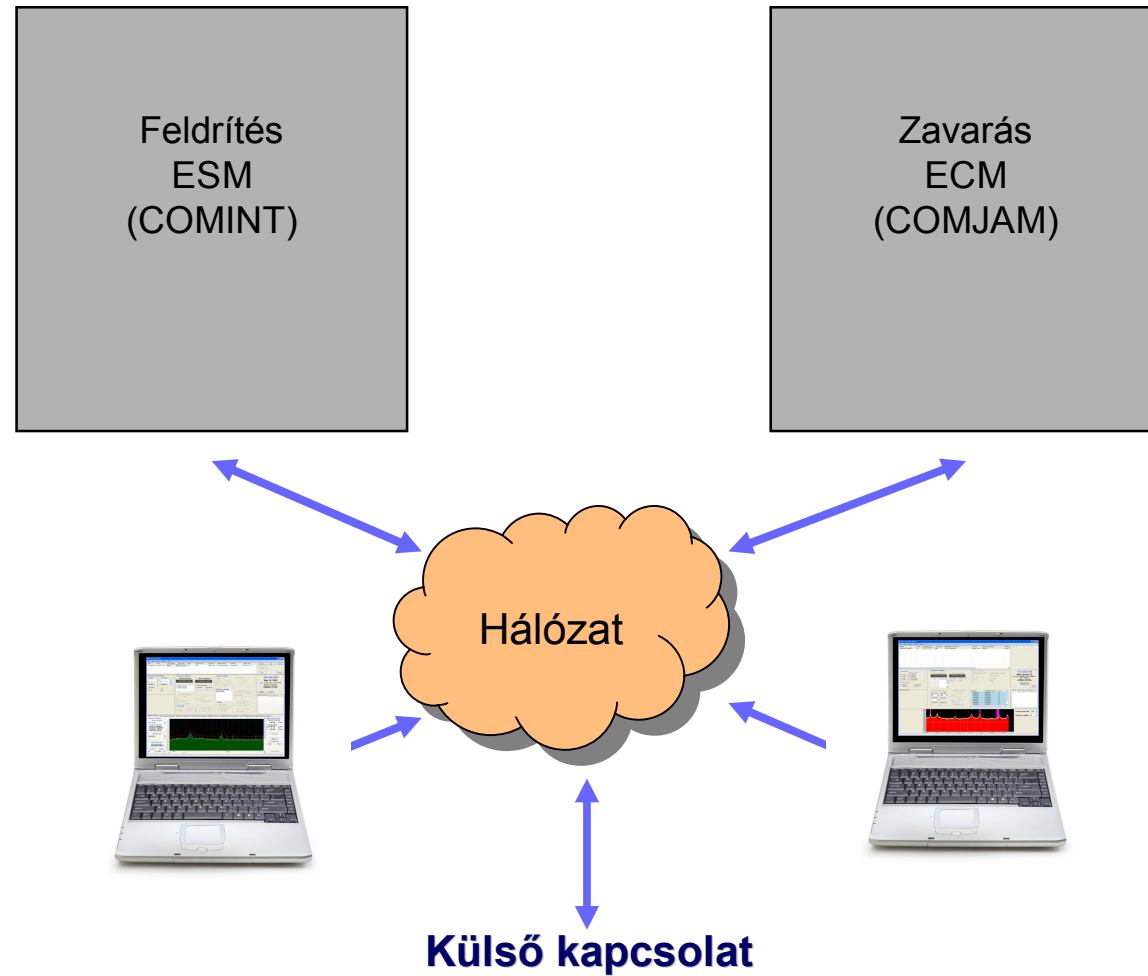
System



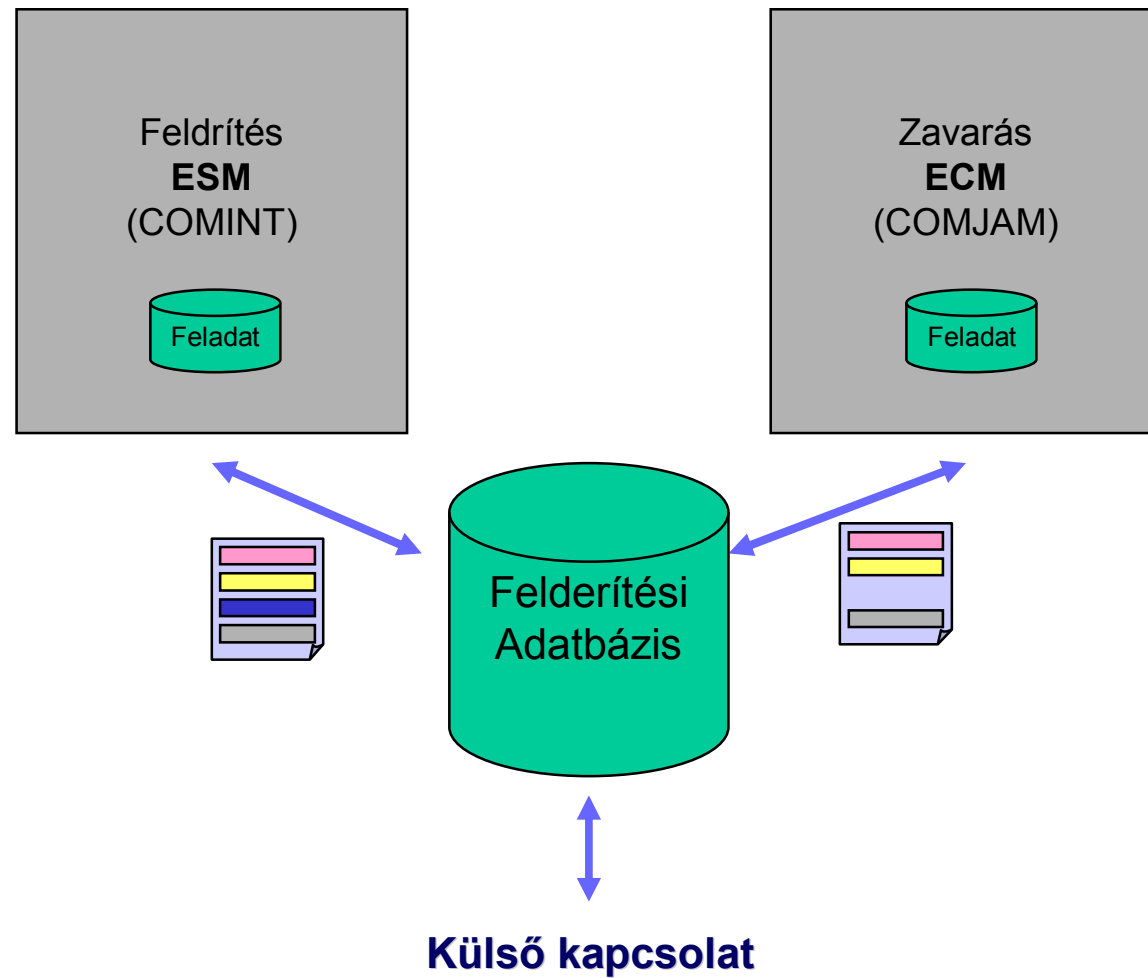
Integrált felderítő és zavaró állomás



Integrált felderítő és zavaró állomás



Adatáramlás, feladatszabás



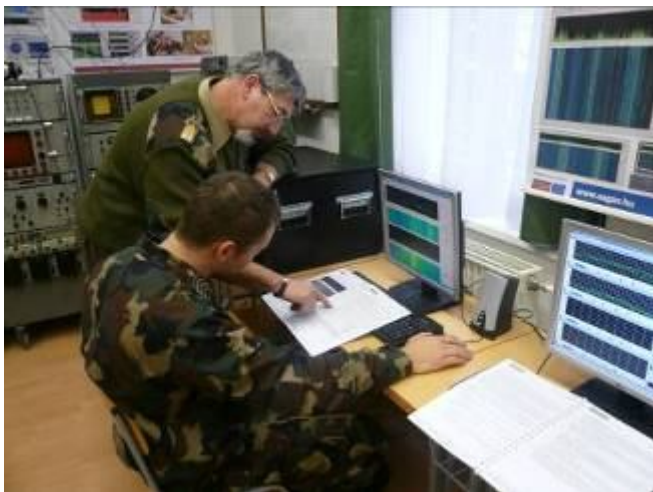
Interjam: munkacsomagok

- **Elméleti megalapozás (ZMNE)**
 - Felderítési és zavarási technikák vizsgálata
 - Felderítés hatékonysági minősítő eljárás kidolgozása
 - Zavarás hatékonyság minősítési eljárás kidolgozása
 - Integrációs rendszerterv kidolgozása
- **Adástechnika (BME)**
 - Moduláris tápegység család fejlesztése
 - Adó teljesítmény erősítő fokozatok fejlesztése
 - Teljesítmény összegző fejlesztése
 - Kimenő szűrőbank fejlesztése
 - Zavarjel generátorok fejlesztése
 - Frekvencia kiterjesztő felkeverő fejlesztése
 - Adástechnikai berendezések gyártása és integrációja
- **Vételtechnika (Sagax)**
 - Nagysebességű iránymeghatározási algoritmus tervezése és szimulációja
 - Nagysebességű iránymeghatározási algoritmus implementációja
 - Vevőkészülék távvezérelhetőség kifejlesztése
 - Vételtechnikai eszközök gyártása és integrációja
- **Antenna rendszer (Sagax)**
 - Antenna szelekciós és szétosztó egység fejlesztése
 - Szektorsugárzó adó antenna rendszer fejlesztése
 - Antenna mechanikai elemek tervezése és gyártása
- **Rendszer tervezés (HM EI)**
 - Rendszer vezérlési struktúra kidolgozása
 - Rendszer vezérlő szoftver specifikálása
 - Rendszer vezérlő szoftver implementációja
- **Integráció (Sagax)**
 - Rendszer integráció
 - Rendszer tesztelés és hibajavítás
 - Haditechnikai minősítő vizsgálatok definiálása

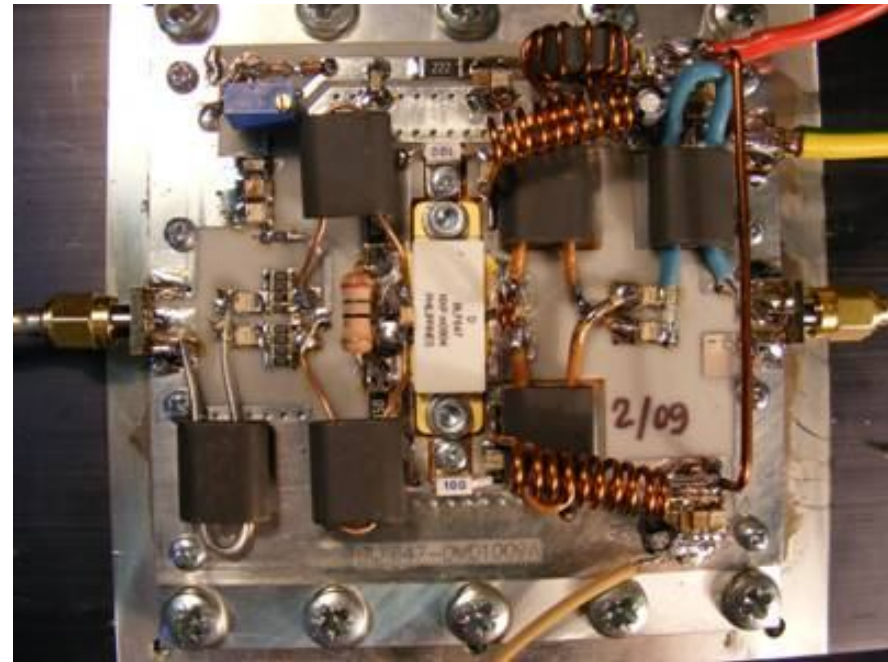
Elméleti alapozás: tudományos publikációk



Elméleti és gyakorlati oktatás, TDK munka

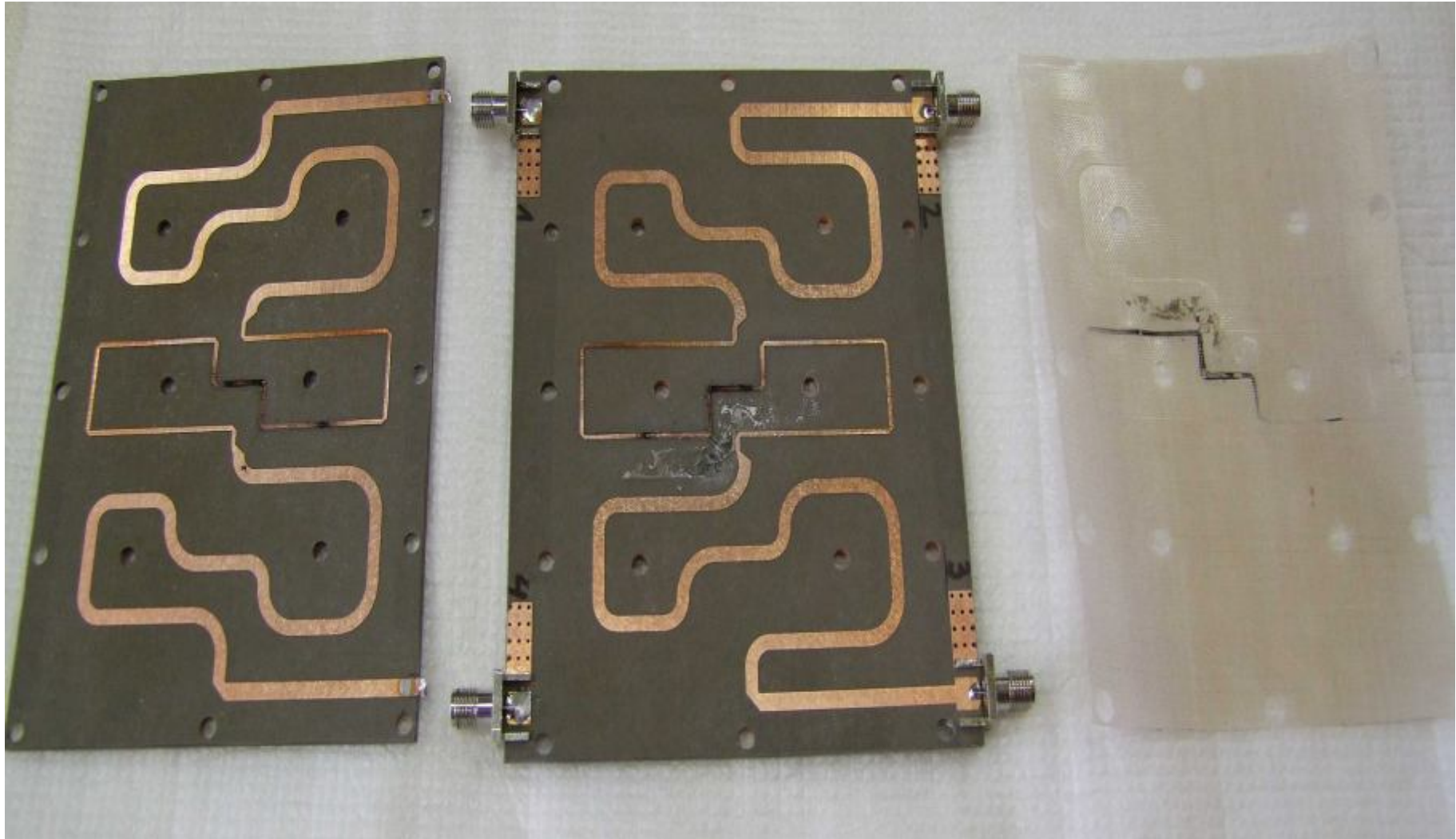


Adástechnika: végfok labor munkák



A cél egy nagyteljesítményű szélessávú erősítő fejlesztése, amely 100-500 MHz frekvencia tartományban 0 dBm meghajtó teljesítményből 500 W teljesítményt szolgáltat az antenna talppontjára a rádiófrekvenciás zavarás érdekében.

Végfok: szétégett összegző

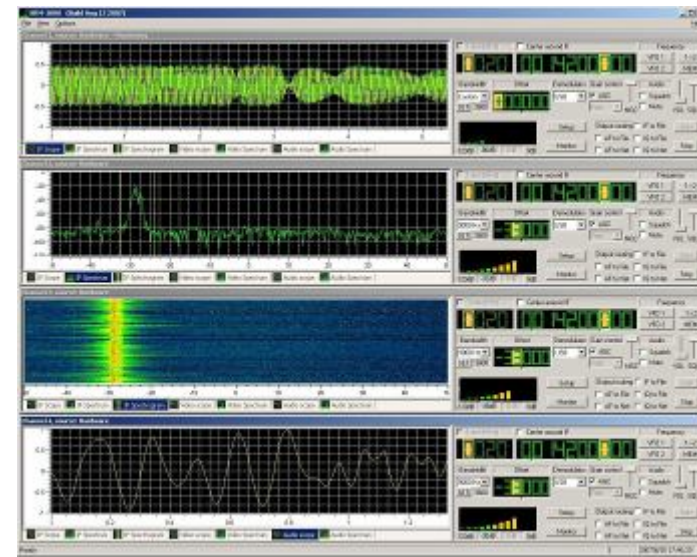
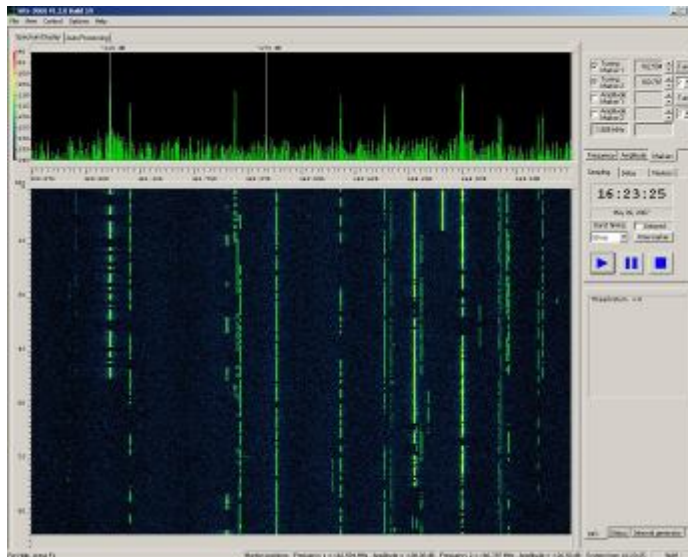


Végfokozat és szűrő bank

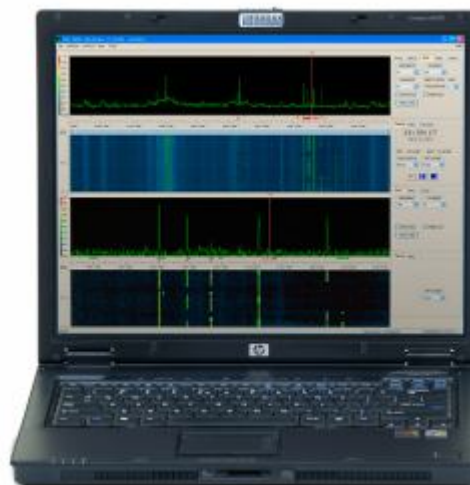


Vételtechnika

- Softver rádió alapú vevőkészülékek
- Távvezérlési funkciók
- Adathozzáférési funkciók
- Iránymérési funkcionális megvalósítása

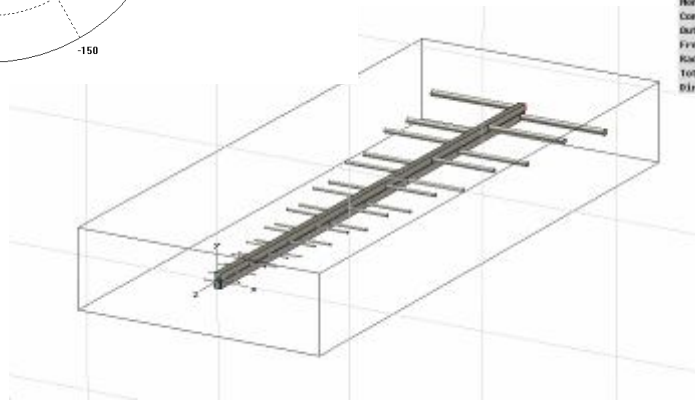
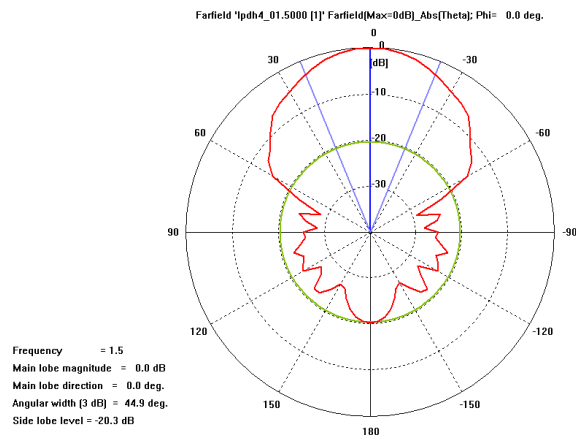


Vevőkészülékek

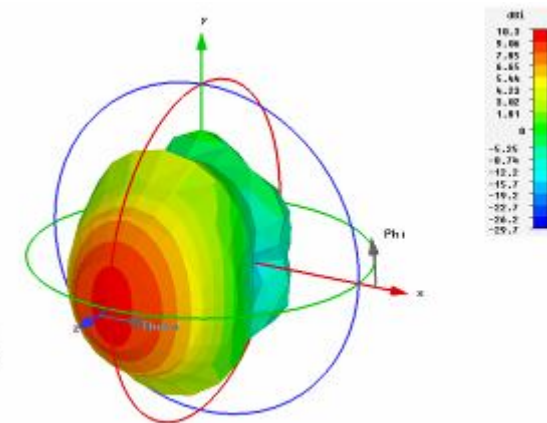


Antenna rendszer

- Szektorsugárzó antennák
- Iránymérő antennák

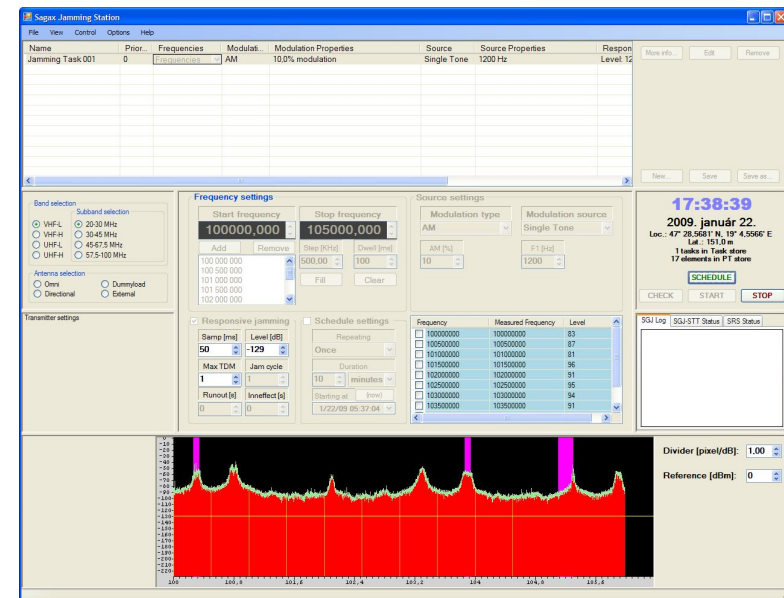
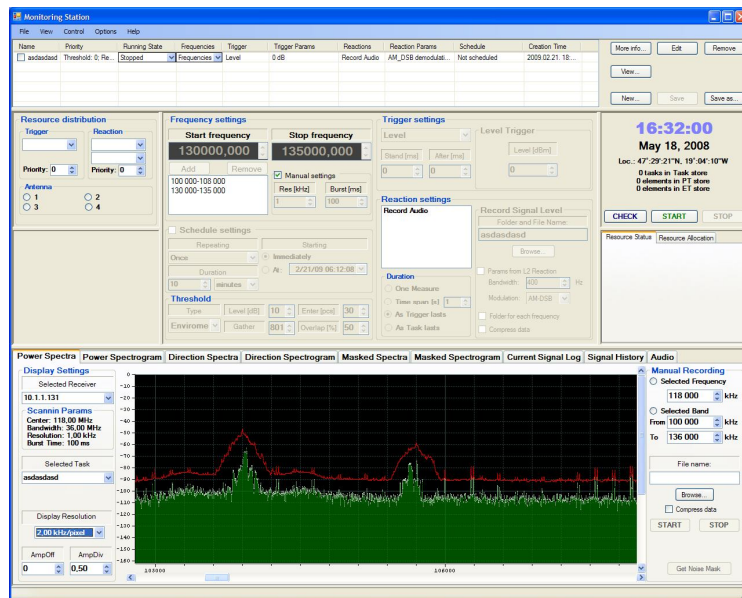


Type	Farfield
Approximation	enabled (NR > 1)
Monitor	Ipdh4_01.7500 [1]
Component	dBs
Output	Directivity
Frequency	1.35
Rad. effic.	0.9985
Tot. effic.	0.9997
Dir.	10.27 dB



Vezérlő programok

- Feladat definiálás és futtatás
- Önálló működés
- Hálózati (TCP/IP Ethernet) vezérlés
- Hordozható gépen futtatható



Signal history database

Power Spectra	Power Spectrogram	Direction Spectra	Direction Spectrogram	Masked Spectra	Masked Spectrogram	Current Signal Log	Signal History								
Task Name	Initial Frequency	Initial Bandwidth	Activity	First Seen	Last Seen	Average Length	Occurrence Rate	Actual Strength	Total Frequency	Total Bandwidth	Total Strenght				
taxis blokk	164882.058 kHz	4.431 kHz	78.88 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	11475.648 ms	8.357 1/min	-77 dB	164882.019 kHz	4.562 kHz	-76 dB				
taxis blokk	164869.931 kHz	4.294 kHz	70.40 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	3166.287 ms	31.460 1/min	-78 dB	164869.886 kHz	8.217 kHz	-74 dB				
taxis blokk	164469.882 kHz	4.235 kHz	63.01 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	1437.354 ms	68.735 1/min	-79 dB	164469.929 kHz	4.582 kHz	-77 dB				
taxis blokk	164482.333 kHz	4.901 kHz	63.09 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	1777.5 ms	49.091 1/min	-79 dB	164482.225 kHz	4.584 kHz	-79 dB				
taxis blokk	162270.196 kHz	4.862 kHz	56.92 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	4722.376 ms	20.469 1/min	-78 dB	162270.011 kHz	5.579 kHz	-75 dB				
taxis blokk	164107.46 kHz	5.784 kHz	46.88 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	5826.933 ms	13.534 1/min	-77 dB	164107.45 kHz	5.523 kHz	-74 dB				
taxis blokk	164076.813 kHz	7.627 kHz	40.79 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	4991.926 ms	11.204 1/min	-77 dB	164076.88 kHz	6.56 kHz	-72 dB				
taxis blokk	161026.215 kHz	8.431 kHz	36.44 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	489.92 ms	105.437 1/min	-79 dB	161026.299 kHz	7.593 kHz	-77 dB				
taxis blokk	162751.568 kHz	5.529 kHz	32.10 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	5379.625 ms	9.050 1/min	-77 dB	162751.532 kHz	7.597 kHz	-72 dB				
taxis blokk	164052.5 kHz	5.705 kHz	30.47 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	339.856 ms	68.241 1/min	-79 dB	164052.594 kHz	6.4 kHz	-79 dB				
taxis blokk	162727.215 kHz	4.823 kHz	23.59 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.4...	3367.666 ms	4.096 1/min	-78 dB	162727.054 kHz	6.105 kHz	-73 dB				
taxis blokk	162182.107 kHz	4.294 kHz	23.59 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	3658.315 ms	7.646 1/min	-76 dB	162182.121 kHz	4.723 kHz	-75 dB				
taxis blokk	164319.872 kHz	4.686 kHz	21.69 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.4...	8967.266 ms	4.171 1/min	-77 dB	164319.96 kHz	4.272 kHz	-74 dB				
taxis blokk	164657.284 kHz	5.274 kHz	21.33 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	592.48 ms	74.141 1/min	-76 dB	164657.277 kHz	4.976 kHz	-76 dB				
taxis blokk	161026 kHz	4 kHz	21.26 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	458.473 ms	153.023 1/min	-79 dB	161026.005 kHz	4 kHz	-77 dB				
taxis blokk	163470.039 kHz	4.823 kHz	19.15 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	6362.666 ms	7.888 1/min	-75 dB	163470.012 kHz	5.254 kHz	-73 dB				
taxis blokk	160801 kHz	4 kHz	18.63 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	2640.76 ms	10.060 1/min	-90 dB	160801.099 kHz	4.845 kHz	-81 dB				
taxis blokk	164895 kHz	4 kHz	15.96 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	3930.72 ms	5.678 1/min	-80 dB	164895.042 kHz	4.668 kHz	-79 dB				
taxis blokk	162151.068 kHz	4.45 kHz	7.66 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	340.315 ms	33.333 1/min	-81 dB	162150.984 kHz	4.625 kHz	-78 dB				
taxis blokk	163201.313 kHz	4.862 kHz	6.76 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.4...	2246.833 ms	1.362 1/min	-76 dB	163201.719 kHz	4.973 kHz	-70 dB				
taxis blokk	164094.941 kHz	4.549 kHz	3.47 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.4...	1173.857 ms	2.067 1/min	-77 dB	164095.028 kHz	6.269 kHz	-72 dB				
taxis blokk	160326.049 kHz	11.078 kHz	2.66 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.5...	814.2 ms	6.774 1/min	-79 dB	160326.217 kHz	8.94 kHz	-79 dB				
taxis blokk	164300.95 kHz	4.529 kHz	1.03 %	2009.03.18.18.4...	2009.03.18.18.4...	1562 ms	.524 1/min	-79 dB	164301.176 kHz	5.144 kHz	-78 dB				
6	10000	164301085	4373	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	116870000	99010000	11687	9901	1.63E+12	1476903351	164301108.5129220.9995	51785
7	10000	164319833	5424	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	116030000	56150000	11603	5615	9.23E+11	1517418662	164319785.5188250.3365	35898
8	10000	164469989	4444	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	115230000	73520000	11523	7352	1.21E+12	1220641473	164469786.0233268.3603	39684
9	10000	164882171	5656	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	114960000	96220000	11496	9622	1.59E+12	8351789149	164882444.5502435.1175	67889
10	10000	165326242	5717	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	114960000	47970000	11496	4797	7.93E+11	1324895403	165326234.5143012.7006	37621
11	10000	162751525	7494	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.24	2009.03.18.15.23	111530000	28660000	11153	2866	4.66E+11	867050368	162751409.5311307.767C	25100
12	10000	165801010	4020	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	110200000	73610000	11020	7361	1.22E+12	2273404657	165801614.5230665.5631	64662
13	10000	160801000	4000	2009.03.18.15.24	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.24	2009.03.18.15.23	110080000	5460000	11008	546	87797349000	1479694	160801000.02509516782	2190
14	10000	167150979	4888	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	103360000	62820000	10336	6282	1.05E+12	645700263	167151009.5522332.8486	30039
15	10000	160282646	4505	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	101040000	20210000	10104	2021	3.24E+11	641027193	160282529.5263337.5915	10833
16	10000	161026181	4707	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	99000000	32700000	9900	3270	5.27E+11	1109177574	161025915.5813848.8434	22427
17	10000	162151191	4868	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.23	91110000	32790000	9111	3279	5.32E+11	1335615652	162151056.01610444.991	28089
18	10000	162270116	5606	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.24	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.24	62950000	37700000	6295	3770	6.12E+11	932001451	162270154.1152691.5905	23345
19	10000	164869767	8080	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.24	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.24	57330000	37650000	5733	3765	6.21E+11	849961910	164869952.545240.47415	32222
20	10000	164094944	8858	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	34610000	20580000	3461	2058	3.38E+11	498822694	164095053.4115068.7896	16806
21	10000	163677575	4949	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	17570000	4030000	1757	403	65961792500	331421899	163676073.5894194.1974	2517
22	10000	164619575	9131	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	2009.03.18.15.25	12810000	4840000	1281	484	79675897000	275030794	164619462.31170038.113	4482
23															
24															

History_2009.03.18.15.25.48

Draw AutoShapes

Ready

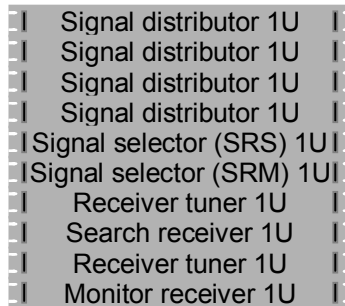
NUM

Integráció

- Különböző funkcionalitású verziók
- Rack felépítésű konstrukció
- Két ember által mozgatható kivitel
- Telepíthető antennakészlet

ESM workpost configuration

Panorama and multi-channel monitoring



ANT Inputs

Ethernet
TCP/IP

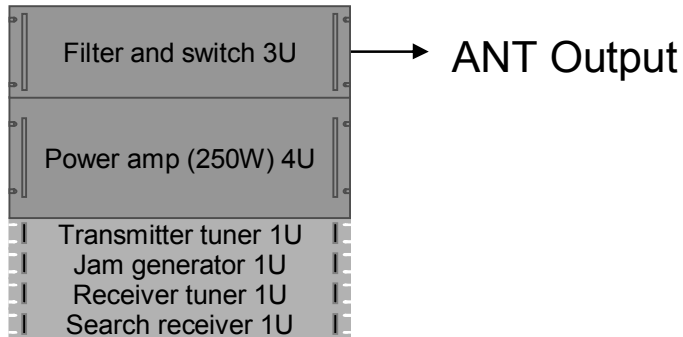


ESM



ECM workpost configuration

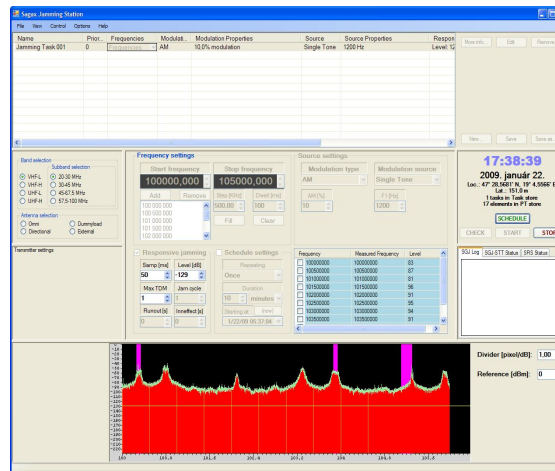
Low power (250W) responsive



Ethernet
TCP/IP



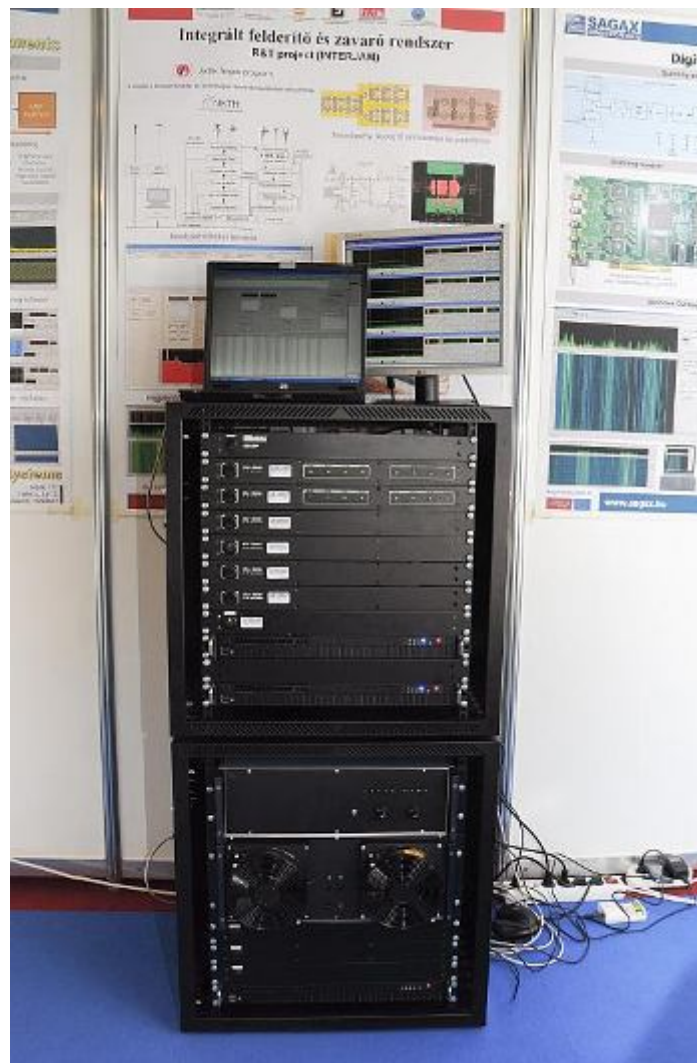
ECM



High-mobility hardware configuration



Hazai és külföldi szakkiállítások



Összefoglaló

- Szoftver rádió technológia gyakorlati alkalmazása
- Adás- és vételtechnikai rendszer komponensek
- Integrált felderítő-zavaró rendszer
- Nemzetközileg is versenyképes ipari termék



„önálló államhoz nemzeti ipar kell”

1842 Ipari kiállítás

1844 Védegylet a hazai ipar védelmében