

DVB-T kontra DVB-T2

Előadja:

Szombathy Csaba tanársegéd

Budapest, 2011.



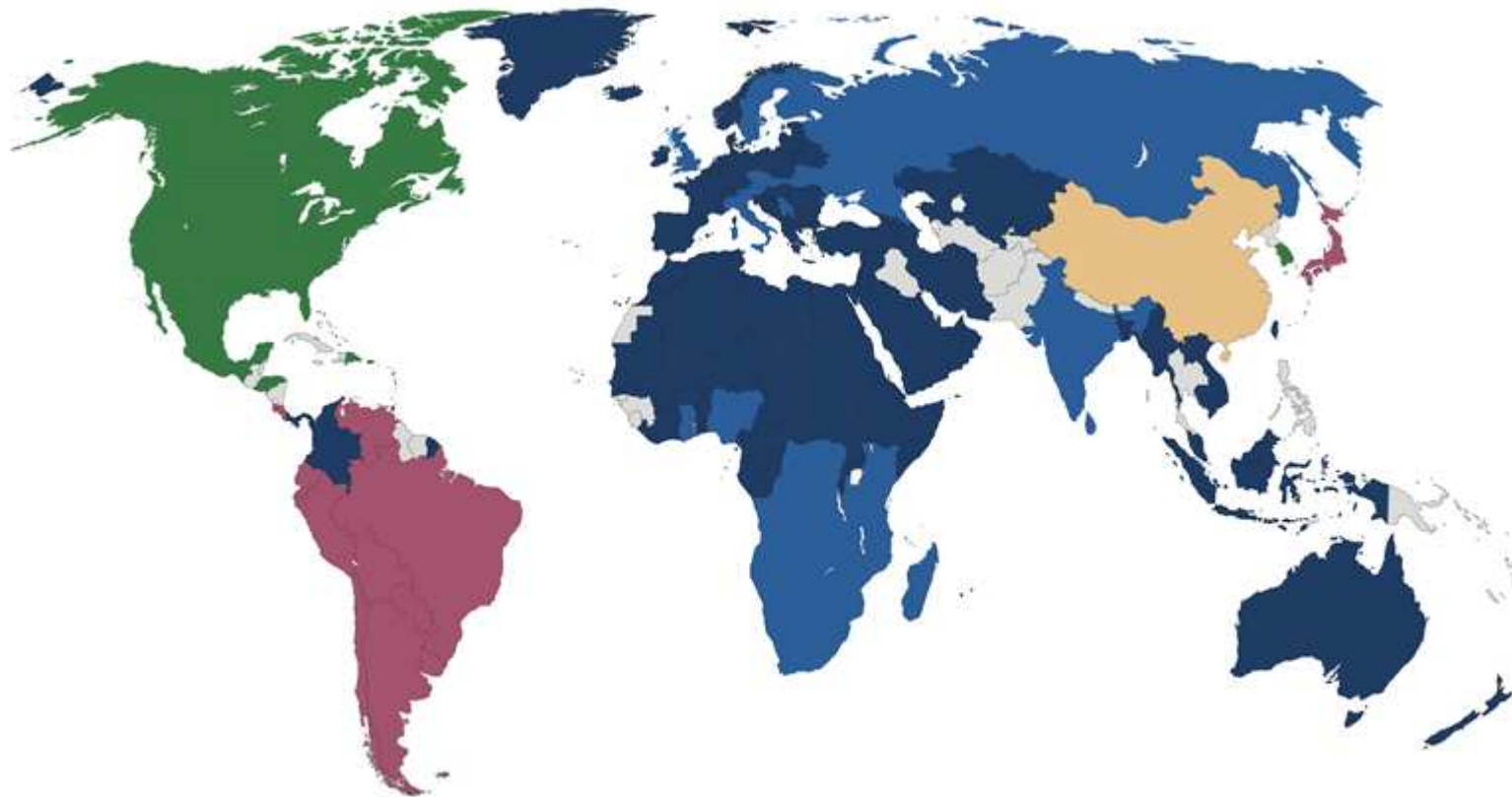
Tematika:

- Bevezetés: a DVB-T és T2 helyzete
- A DVB-T és T2 rendszer legfontosabb műszaki jellemzői
- Műszeres szemléltetés



ROHDE & SCHWARZ
REFERENCIALABOR

DIGITÁLIS FÖLDFELSZÍNI TELEVÍZIÓ- RENDSZEREK VILÁGSZERTE



DVB-T ■

DVB-T2 ■

ATSC ■

ISDB-T ■

DTMB ■

Forrás: www.dvb.org



Ország	DVB-T				DVB-T2			MPEG-2	MPEG-4	HD
	Teszt	Elfogadva	Tervezés, engedélyezés alatt	Bevezetve	Teszt	Elfogadva	Bevezetve			
Albánia				x					x	
Andorra				x				x		
Ausztria				x		x			x	x
Belgium				x				x		
Bosznia és Hercegovina			x						x	
Bulgária			x					x		
Ciprus			x					x	x	x
Cseh Köztársaság				x		x		x	x	x
Dánia				x		x		x	x	x
Egyesült Királyság				x			x	x	x	x
Észtország				x					x	x
Fehéroroszország				x	x			x		
Finnország				x			x	x	x	x
Franciaország				x	x			x	x	x
Görögország				x						
Hollandia				x				x		
Horvátország				x				x		
Írország				x						
Izland		x								
Lengyelország				x					x	x
Litvánia				x					x	
Luxemburg				x				x		
Macedónia				x					x	x
Magyarország				x				x	x	x
Moldova		x								
Montenegró			x						x	
Németország				x	x					
Norvégia				x					x	x
Olaszország				x			x	x	x	
Oroszország				x		x			x	x
Portugália				x					x	x
Románia			x						x	
Spanyolország				x	x			x	x	x
Svájc				x	x			x		
Svédország				x			x	x	x	x
Szerbia						x			x	
Szlovákia				x		x		x	x	x
Szlovénia				x					x	x
Törökország				x				x		
Ukrajna				x		x			x	x

Forrás: www.dvb.org



A DIGITÁLIS ÁTVITELTECHNIKAI RENDSZEREK ÁLTALÁNOS BLOKKVÁZLATA

Forráskódolás

- MPEG-2/MPEG-4 (H.264)
- MPEG Layer II
- stb.



Csatornakódolás

- Véletlenszerűsítés
- Hibajavító kód(ok)
- Átszövések

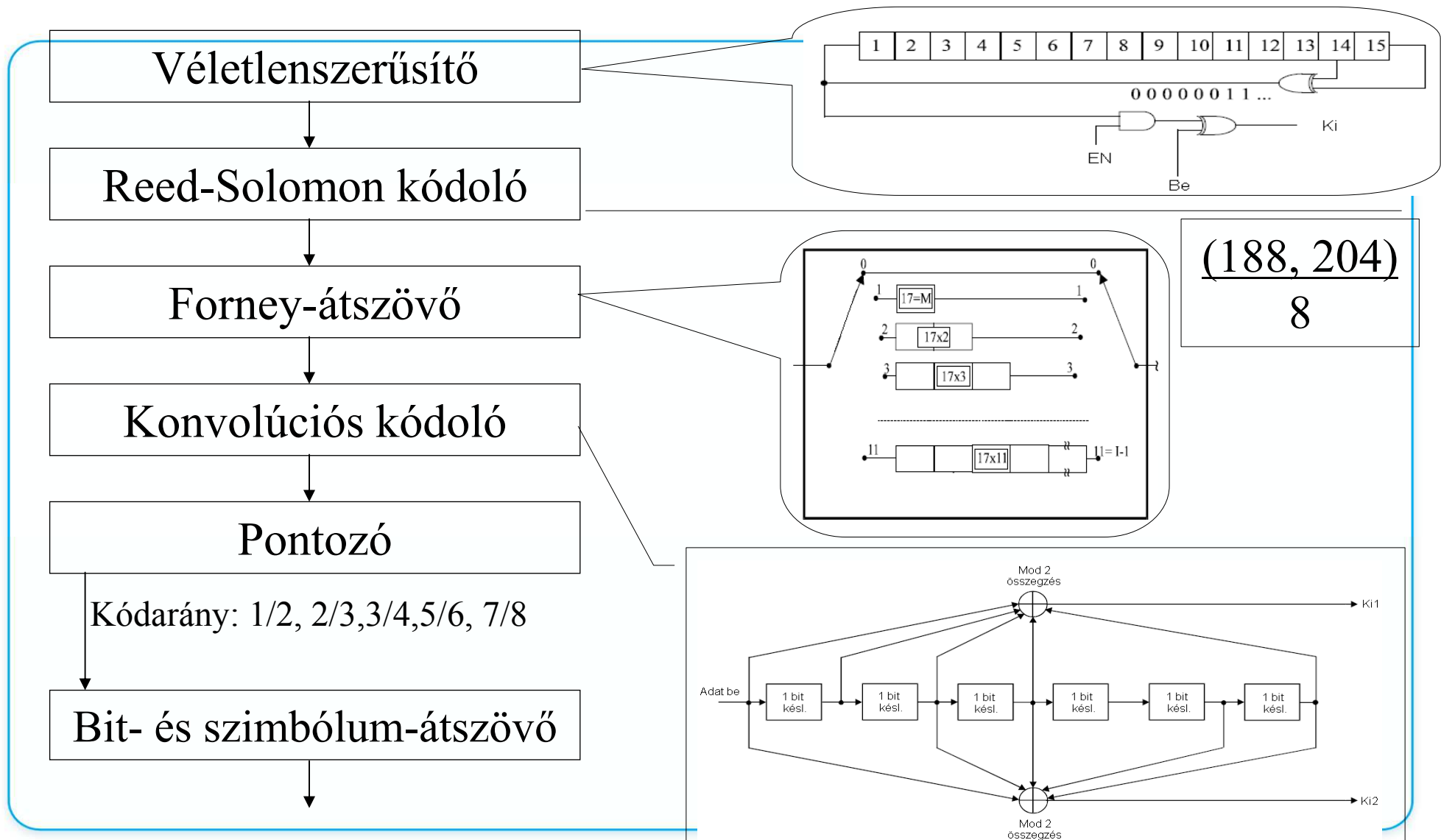


Moduláció

- Leképezések
- IFFT
- További műveletek



RÉGI ISMERŐS: A DVB-T CSATORNAKÓDOLÓJA





Leképezés (QPSK, 16QAM, 64QAM, 1512 vagy 6048 vivő)

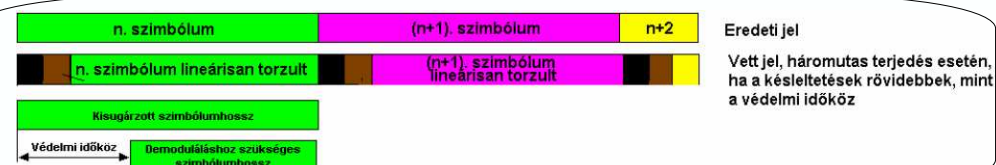
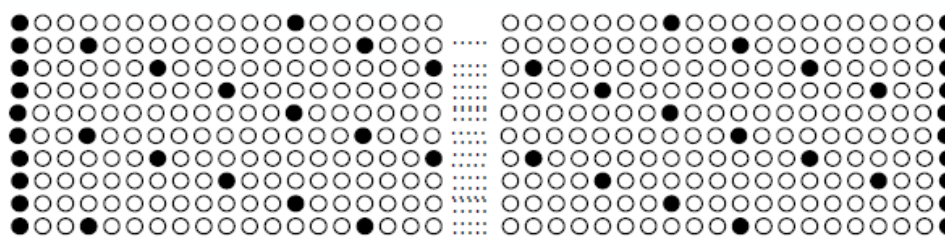
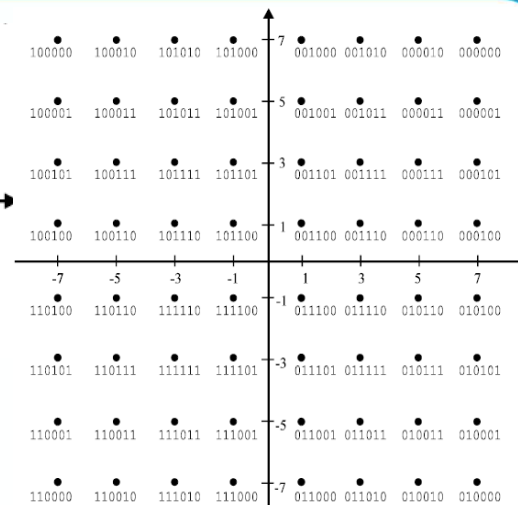
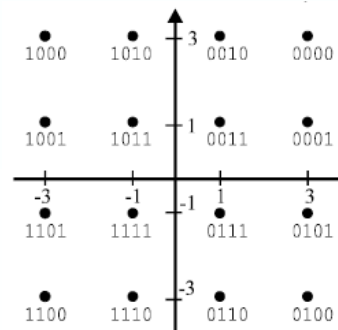
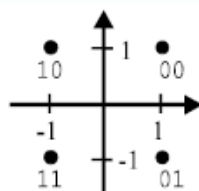
Pilot- és TPS-szimbólumok
beillesztése

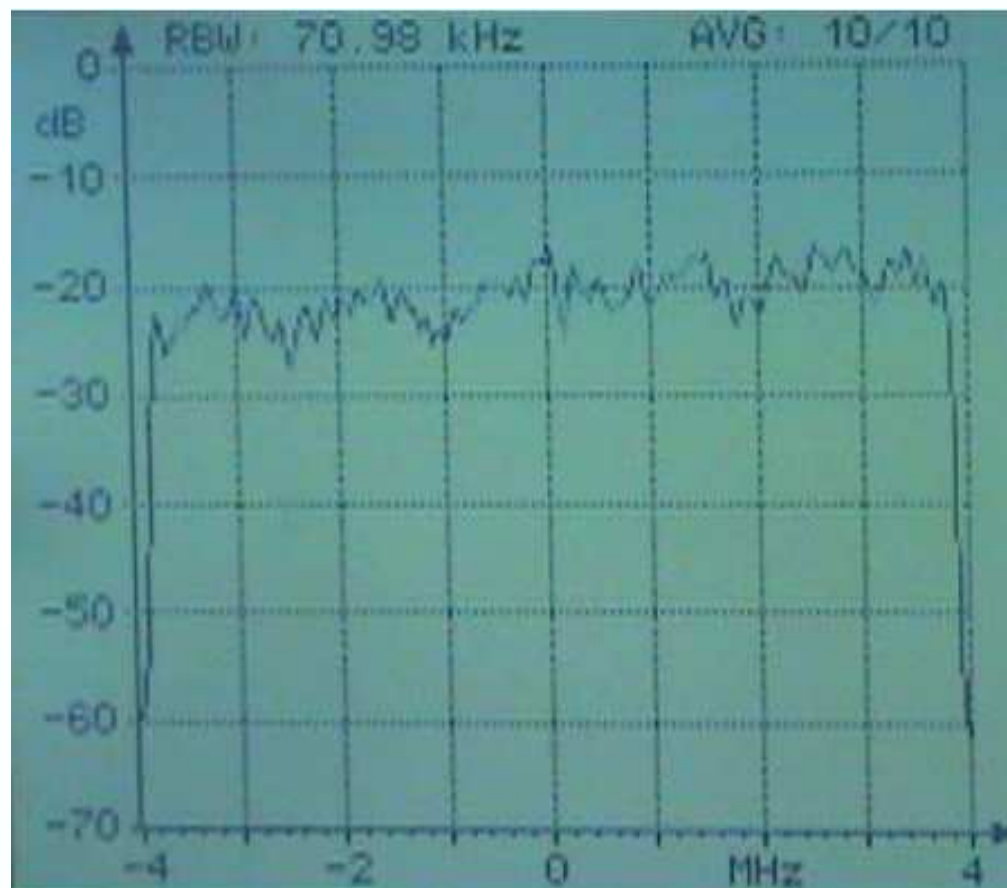
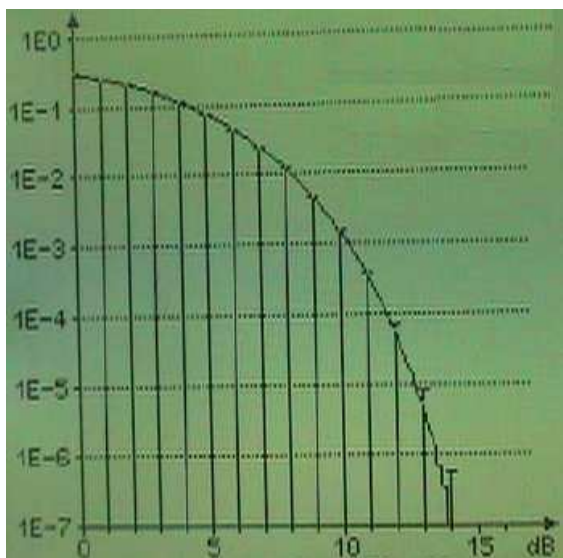
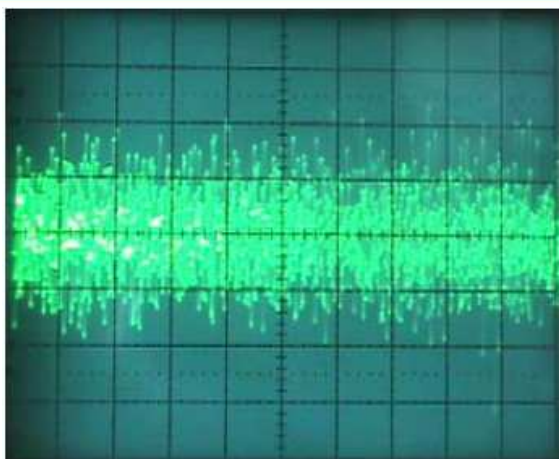
IFFT

Védelmi idő beillesztése
(1/4, 1/8, 1/16, 1/32)

D/A

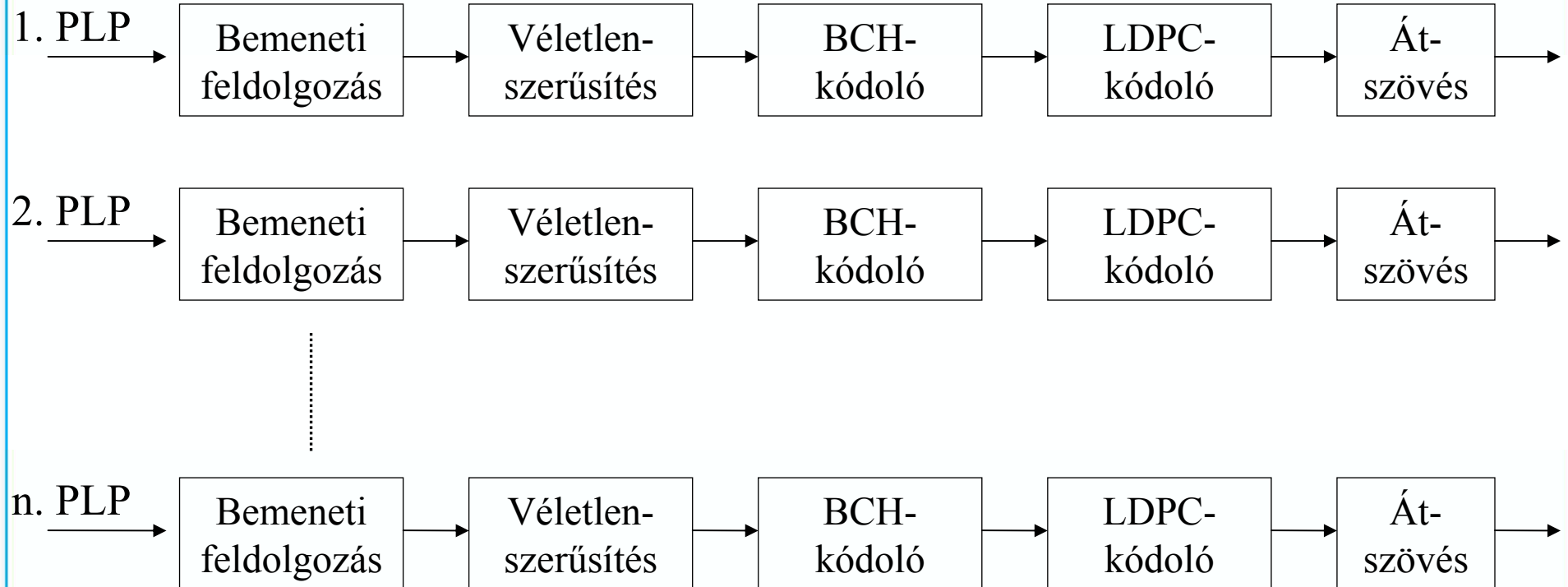
↓
ki

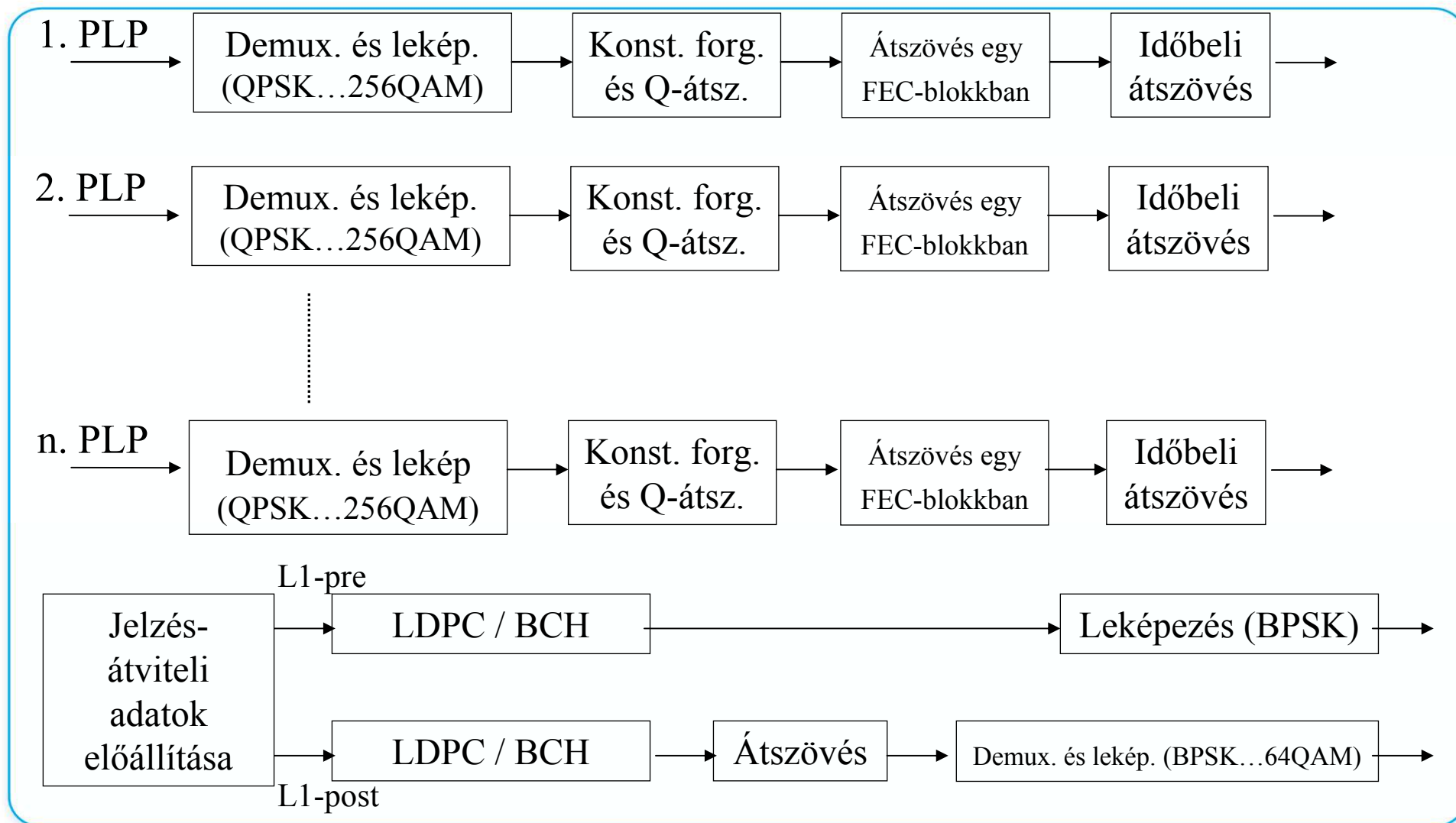




- DVB-T: a '90-es évek csúcstechnikája; a számítási, csatornakódolási és modulációs eljárások igen sokat fejlődtek egy évtized alatt
- Cél: a spektrumhatékonyság és az adatvédelem fokozása, a Shannon-korlát jelentős megközelítése, az adó- és vevőoldali rugalmasság megnövelése
- Bevezette: Egyesült Királyság, Olaszország, Svédország, Finnország
- Tesztadások: Dánia, Németország, Spanyolország, Svájc
- Elfogadta: Ausztria, Szerbia, Szlovákia, Ukrajna

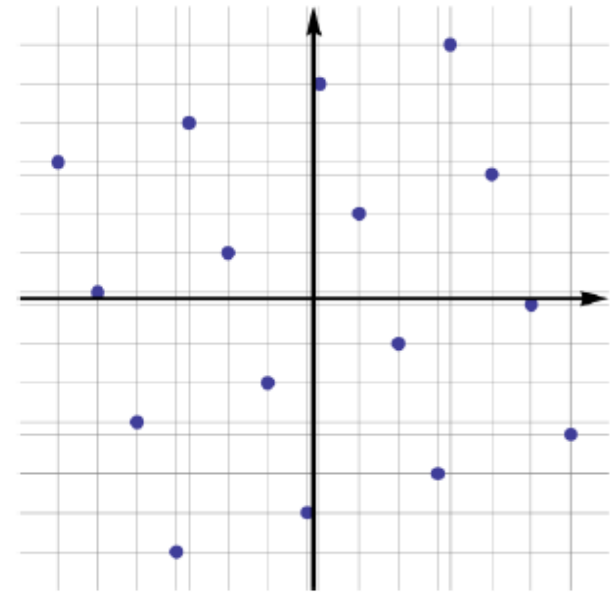
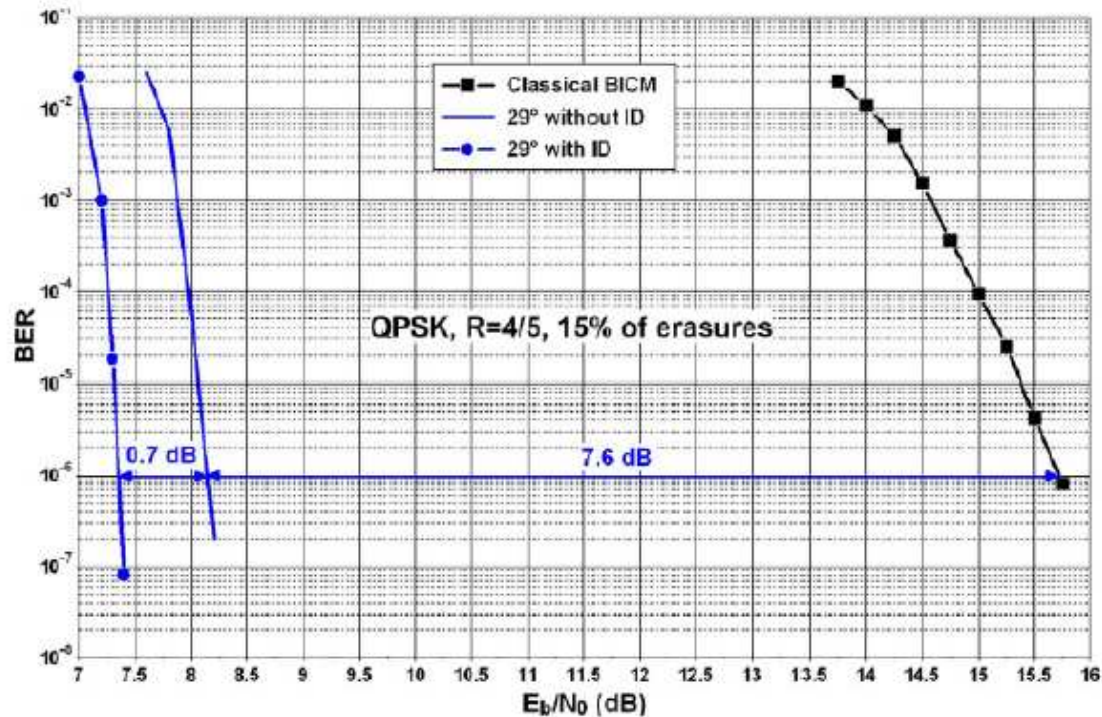
- DVB-T: csak MPEG-2 adatfolyamot (TS-t) fogad, abból is egyet
- DVB-T2: két működési mód
 - “A”: egy adatfolyam (PLP) feldolgozása
 - “B”: több adatfolyam párhuzamos, virtuálisan egymástól független továbbítása, akár eltérő védettséggel (kódaránnyal)
- Adatfolyam-típusok:
 - MPEG-2 TS
 - GSE (Generic Encapsulated Stream; ETSI TS 102 606)
 - GCS (Generic Continuous Stream)
 - Generic Fixed-length Packetized Stream (GFPS)

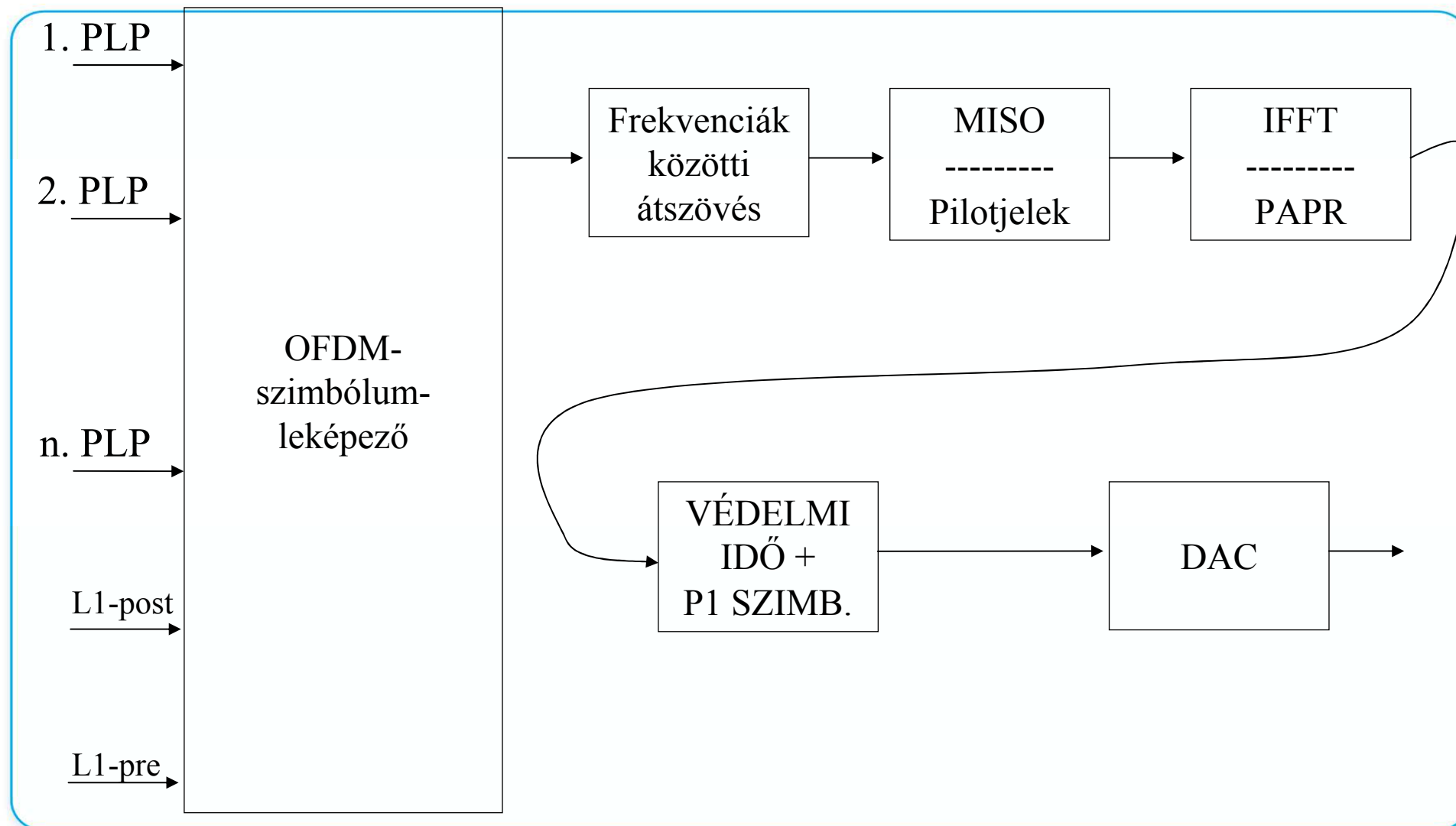




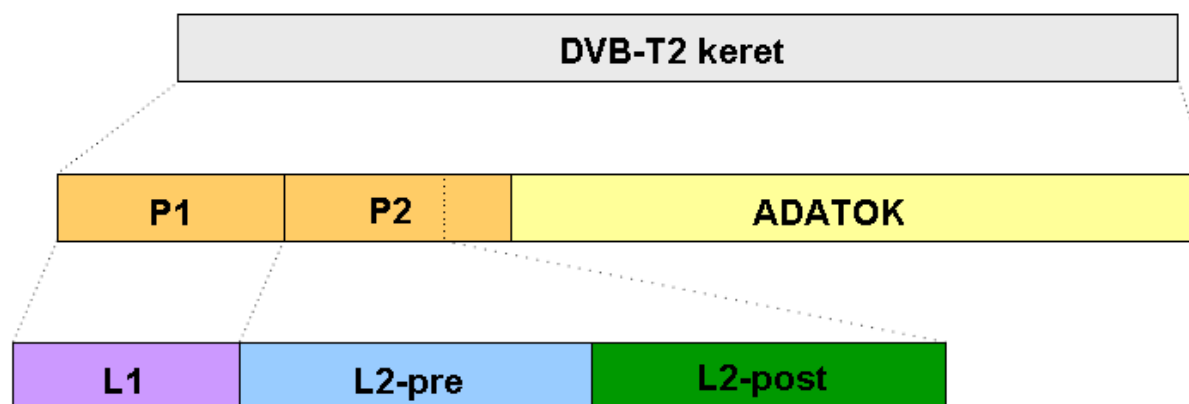


Alapelv: minden konstellációs pont egyedi I- és Q-összetevővel rendelkezik, amelyeket frekvenciák és szimbólumok között is átszőnek $\Rightarrow$ jobb immunitás a szelektív fadinggel és impulzuszavarokkal szemben (SFN-hálózatok!)

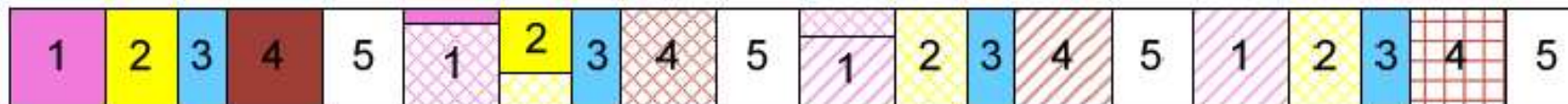




A legmagasabb szintű keretszerkezet:



Időbeli és vivők közötti tagolódás:
(példa 5 PLP esetére; forrás: ETSI EN 302 755):





Jellemző	/ adásmód	1k	2k	4k	8k	16k	32k
Vivők száma	normál mód	853	1 705	3 409	6 817	13 633	27 265
	kiterjesztett mód	—	—	—	6 913	13 921	27 841
Első vivő sorszáma	normál mód	0	0	0	0	0	0
	kiterjesztett mód	—	—	—	0	0	0
Utolsó vivő sorszáma	normál mód	852	1 704	3 408	6 816	13 632	27 264
	kiterjesztett mód	—	—	—	6 912	13 920	27 840
Kiterjesztett módban hozzáadott vivők száma		0	0	0	48	144	288
Alap-szimbólumidő (us)		112	224	448	896	1 792	3 584
Vivők távolsága (Hz)		8 929	4 464	2 232	1 116	558	279
Sávszélesség	normál mód	7,61 MHz	7,61 MHz	7,61 MHz	7,61 MHz	7,61 MHz	7,61 MHz
	kiterjesztett mód	—	—	—	7,71 MHz	7,77 MHz	7,77 MHz

- A DVB-T2-ben négyféle pilotjel van: folytonos-, szórt-, szélső pilotjelek, illetve P2 pilotjelek
- Nyolcféle elrendezés, különféle csatornatípusokhoz optimalizálva
Folytonos pilotjelek száma: 20 ... 181
Szórt pilotjelek száma: 70 ... 2300
- Eltérő kiosztás SISO és MISO működés esetén, illetve kiterjesztett vivőelrendezés mellett

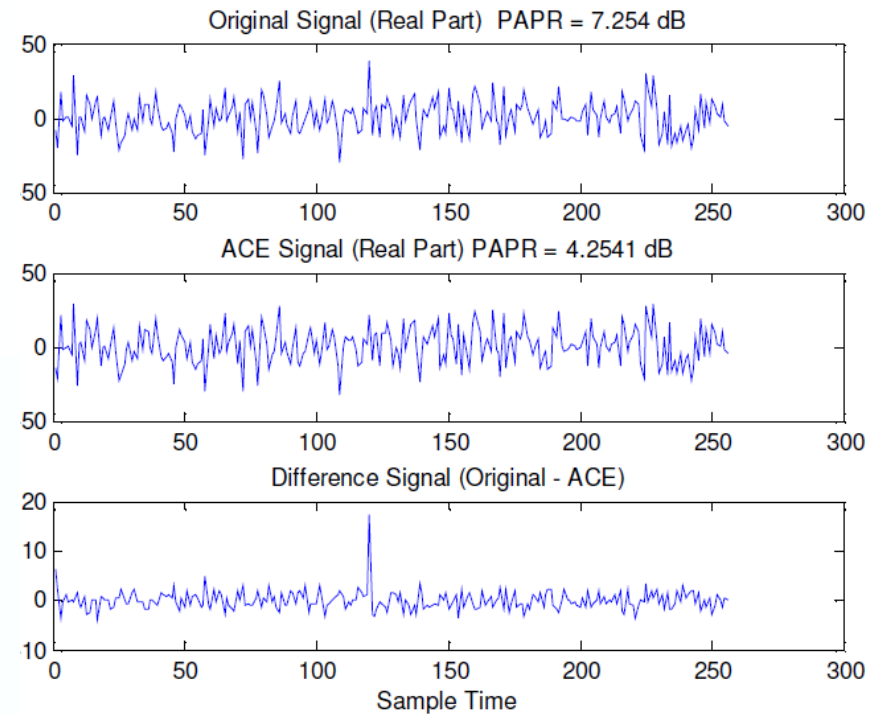
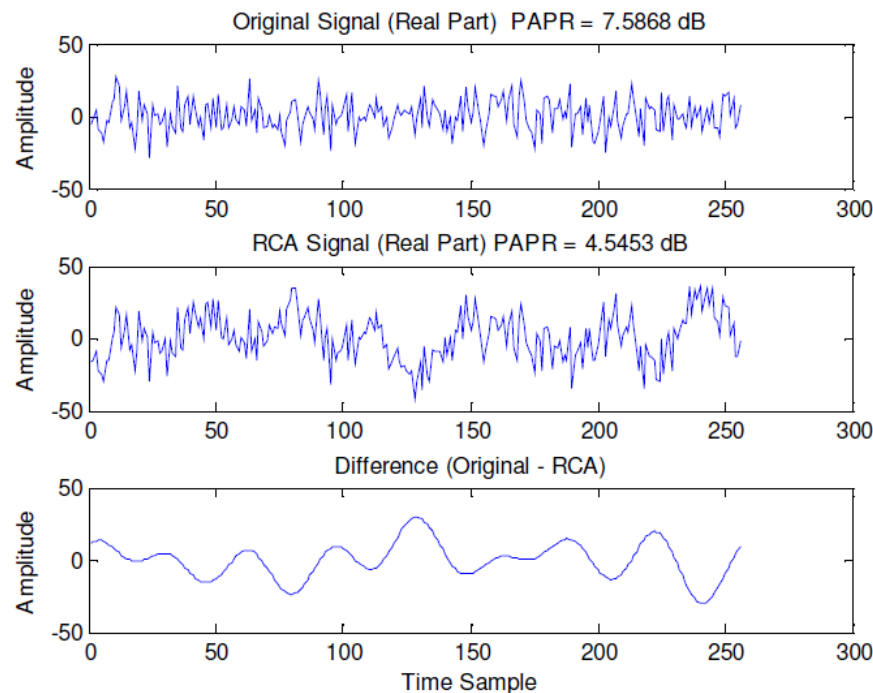
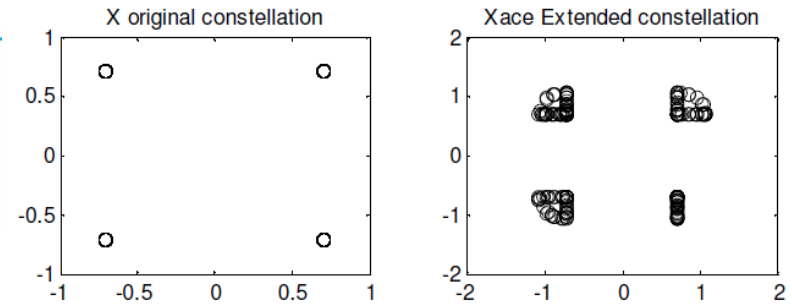
- SISO: hagyományos átviteli út
- MISO: a DVB-T2 két sugárzó antenna alkalmazását támogatja

Alamouti-kódolás: két egymást követő szimbólum kombinálása

	$T(n)$	$T(n+1)$
1. antenna	x_1	x_2
2. antenna	$-x_2^*$	x_1^*



- Kétféle elv (akár egyszerre is)
 - ACE (aktív konstelláció-kiterjesztés)
 - Kiegészítő vivők beépítése





	DVB-T	DVB-T2 (új elemek vörössel kiemelve)
Hibajavító kódolás	Konvolúciós kód + Reed-Solomon kód 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Konstelláció	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Védelmi idő	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128, 1/8, 19/256, 1/16, 1/32, 1/128
Üzem módok	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Szórt pilotjelek	Az összes vivő 8%-a	Az összes vivő 1%, 2%, 4%, 8%-a
Folytonos pilotjelek	Az összes vivő 2,6%-a	Az összes vivő 0.35% -a
Tipikus adatátv. seb. (Egy. Kir.)	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Maximális adatátv. seb. (C/N=20 dB)	29 Mbit/s	47.8 Mbit/s
22 Mbit/s-hoz szükséges C/N arány	16.7 dB	8.9 dB



ROHDE & SCHWARZ
REFERENCIALABOR

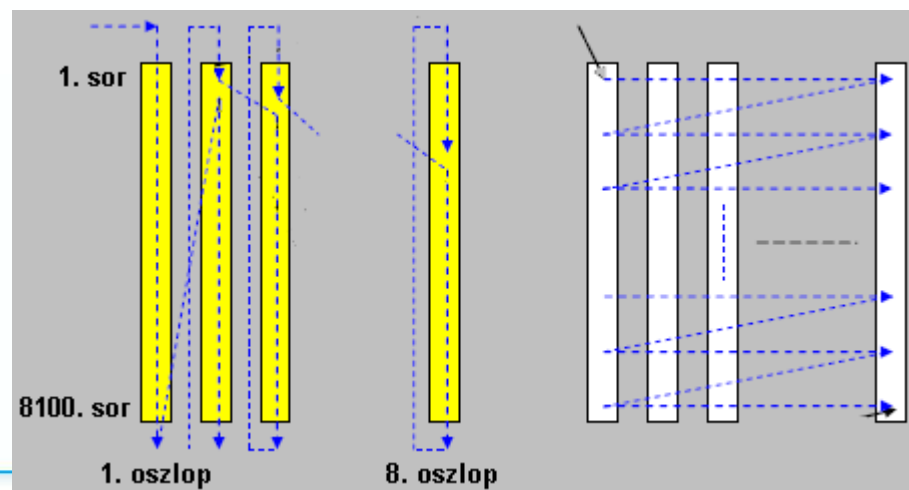
KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

NÉHÁNY RÉSZLET

BCH generátormátrix:

$g_1(x)$	$1+x^2+x^3+x^5+x^{16}$
$g_2(x)$	$1+x+x^4+x^5+x^6+x^8+x^{16}$
$g_3(x)$	$1+x^2+x^3+x^4+x^5+x^7+x^8+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{16}$
$g_4(x)$	$1+x^2+x^4+x^6+x^9+x^{11}+x^{12}+x^{14}+x^{16}$
$g_5(x)$	$1+x+x^2+x^3+x^5+x^8+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{12}+x^{16}$
$g_6(x)$	$1+x^2+x^4+x^5+x^7+x^8+x^9+x^{10}+x^{12}+x^{13}+x^{14}+x^{15}+x^{16}$
$g_7(x)$	$1+x^2+x^5+x^6+x^8+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{13}+x^{15}+x^{16}$
$g_8(x)$	$1+x+x^2+x^5+x^6+x^8+x^9+x^{12}+x^{13}+x^{14}+x^{16}$
$g_9(x)$	$1+x^5+x^7+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{16}$
$g_{10}(x)$	$1+x+x^2+x^5+x^7+x^8+x^{10}+x^{12}+x^{13}+x^{14}+x^{16}$
$g_{11}(x)$	$1+x^2+x^3+x^5+x^9+x^{11}+x^{12}+x^{13}+x^{16}$
$g_{12}(x)$	$1+x+x^5+x^6+x^7+x^9+x^{11}+x^{12}+x^{16}$

Az átszövés elve:



LDPC leképezési tábla 2/3-os kódarány esetén:

22422	10282	11628	19997	11161	2822	3122	99	5625	17064	8270	179	16	6079	21122
25087	16218	17015	828	20041	25656	4186	11629	22599	17305	22515	6463	17	22782	5828
11049	22853	25706	14388	5500	19245	8732	2177	13555	11346	17265	3089	18	19775	4247
16581	22225	12583	19717	23577	11555	25496	6853	25403	5218	15925	21768	19	1680	19413
16529	14487	7843	10715	17442	11119	5679	14155	24213	21000	1116	15620	20	4403	3649
5340	8636	16693	1434	5635	6516	9482	20189	1066	15013	25361	14243	21	13371	25851
18508	22236	20912	8952	5421	15691	6128	21595	500	6904	13059	6802	22	22770	21784
8433	4694	5524	14216	3685	19721	25420	9937	23813	9047	25651	16826	23	10757	14131
21500	24814	6344	17382	7064	13929	4004	16552	12818	8720	5286	2206	24	16071	21617
22517	2429	19085	2921	21611	1873	7507	5661	23006	23128	20543	19777	25	6393	3725
1770	4636	20900	14931	9247	12340	11008	12966	4471	2731	16445	791	26	597	19968
6635	14556	18865	22421	22124	12697	8803	25485	7744	18254	11313	9004	27	5743	8084
19982	23963	18912	7206	12500	4382	20087	6177	21007	1195	23547	24837	28	6770	9548
756	11158	14646	20534	3647	17728	11678	11843	12937	4402	8261	22944	29	4285	17542
9306	24009	10012	11081	3746	24325	8060	19826	842	8836	2898	5019	30	13568	22599
7575	7455	25244	4736	14400	22981	5543	8006	24203	13053	1120	5128	31	1786	4617
3482	9270	13059	15825	7453	23747	3656	24585	16542	17507	22462	14670	32	23238	11648
15627	15290	4198	22748	5842	13395	23918	16985	14929	3726	25350	24157	33	19627	2030
24899	16365	16423	13461	16615	8107	24741	3604	25904	8716	9604	20365	34	13601	13458
3729	17245	18448	9862	20831	25326	20517	24618	13282	5099	14183	8804	35	13740	17328
16455	17646	15376	18194	25528	1777	6066	21855	14372	12517	4488	17490	36	25012	13944
1400	8135	23375	20879	8476	4084	12936	25536	22309	16562	6402	24380	37	22513	6687
25119	23586	128	4781	10443	22536	8607	9752	25446	15053	1856	4040	38	4934	12587
377	21180	13474	6451	17170	5938	10256	11972	24210	17833	22047	16108	39	21197	5133
13075	9648	24546	13150	23867	7309	19798	2988	18858	4825	23950	15125	40	22705	6938
20526	3553	11525	23366	2452	17626	19265	20172	18080	24593	13255	1552	41	7534	24633
18839	21132	20119	15214	14705	7096	10174	5663	18651	19700	12524	14033	42	24400	12797
4127	2971	17499	16287	22368	21463	7943	18880	5567	8047	23363	6797	43	21911	25712
10651	24471	14325	4081	7258	4949	7044	1078	797	22910	20474	4318	44	12039	1140
21374	13231	22985	5056	3821	23718	14178	9978	19030	23594	8895	25358	45	24306	1021
6199	22056	7749	13310	3999	23697	16445	22636	5225	22437	24153	9442	46	14012	20747
7978	12177	2893	20778	3175	8845	11863	24623	10311	25767	17057	3691	47	11265	15219
20473	11294	9914	22815	2574	8439	3699	5431	24840	21908	16088	18244	48	4670	15531
8208	5755	19059	8541	24924	6454	11234	10492	16406	10831	11436	9649	49	9417	14359
16264	11275	24953	2347	12667	19190	7257	7174	24819	2938	2522	11749	50	2415	6504
3627	5969	13862	1538	23176	6353	2855	17720	2472	7428	573	15036	51	24964	24690
0	18539	18661										52	14443	8816
1	10502	3002										53	6926	1291
2	9368	10781										54	6209	20806
3	12299	7828										55	13915	4079
4	15048	13362										56	24410	13196
5	18444	24640										57	13505	6117
6	20775	19175										58	9869	8220
7	18970	10971										59	1570	6044
8	5329	19982										60	25780	17387
9	11296	18655										61	20671	24813
10	15046	20659										62	24558	20591
11	7300	22140										63	12402	3702
12	22029	14477										64	8314	1357
13	11129	742										65	20071	14616
14	13254	13813										66	17014	3688
15	19234	13273										67	19837	946
												68	15195	12136
												69	7758	22808
												70	3564	2925
												71	3434	7769