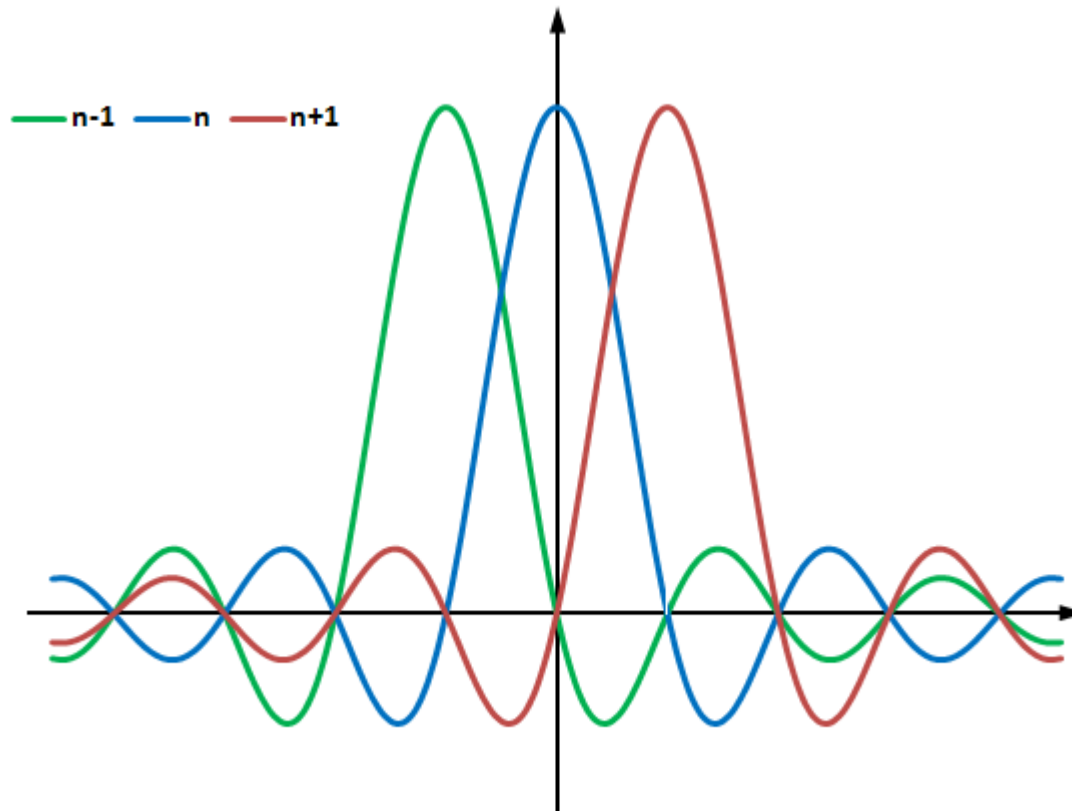
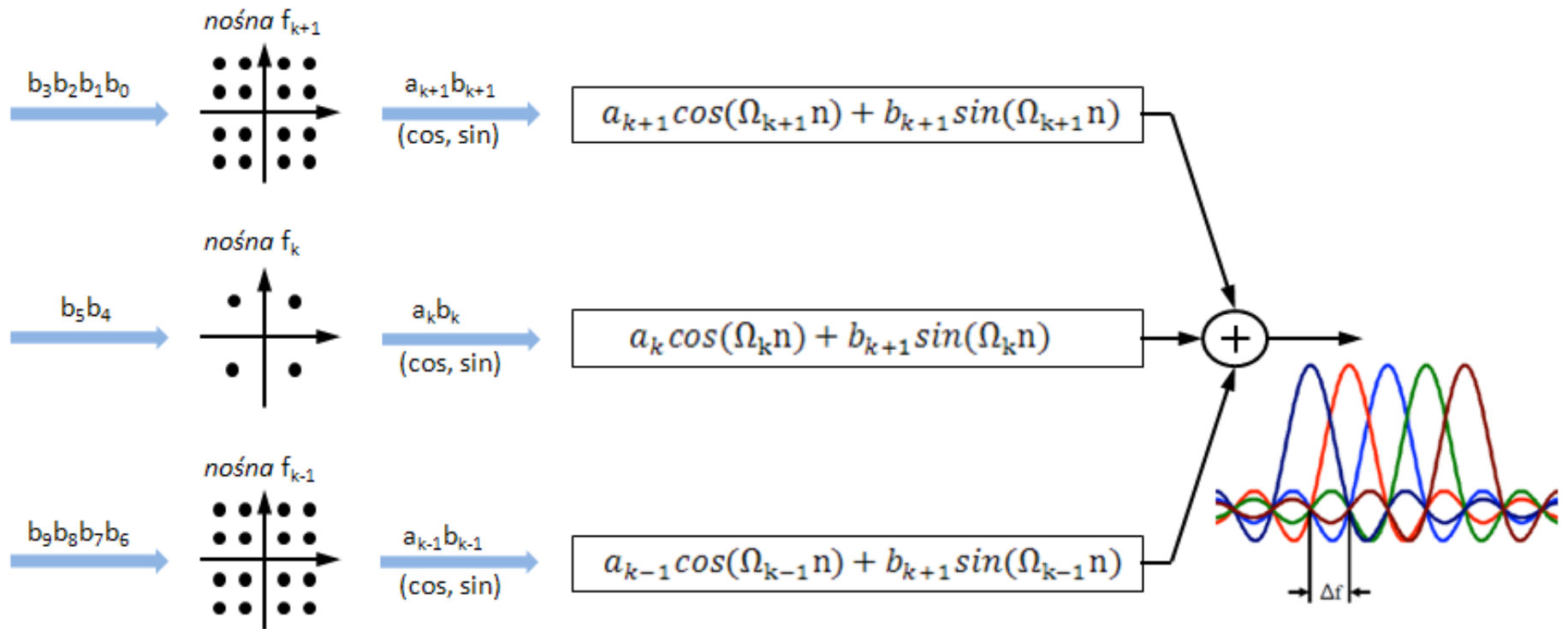


modulacja OFDM

- dane wejściowe podzielone na N - równoległych strumieni
- przepływność każdego strumienia zmniejszona N - razy
- czas trwania bitu/symbolu w każdym strumieniu zwiększona N - razy
- każdy z strumieni moduluje w dowolny sposób oddzielną falę nośną
- odporność na wielodrogowość (odbicia) zwiększona N - razy
- zmodulowane nośne nie interferują ze sobą (fale nośne ortogonalne)

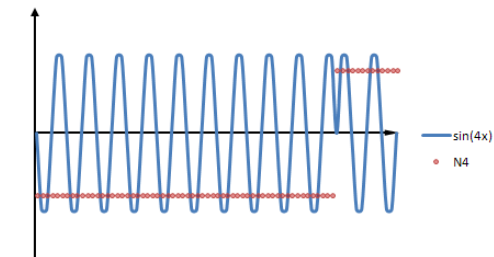
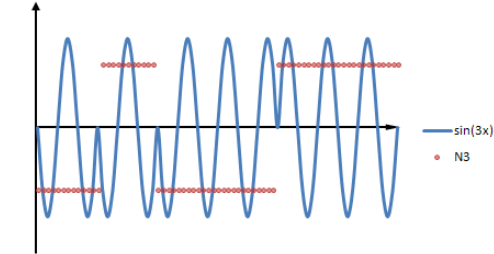
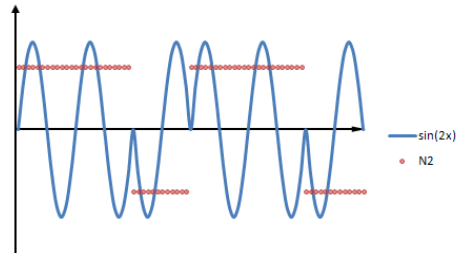
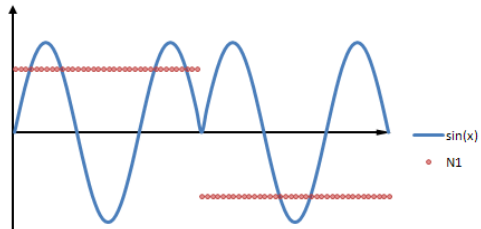


modulacja OFDM

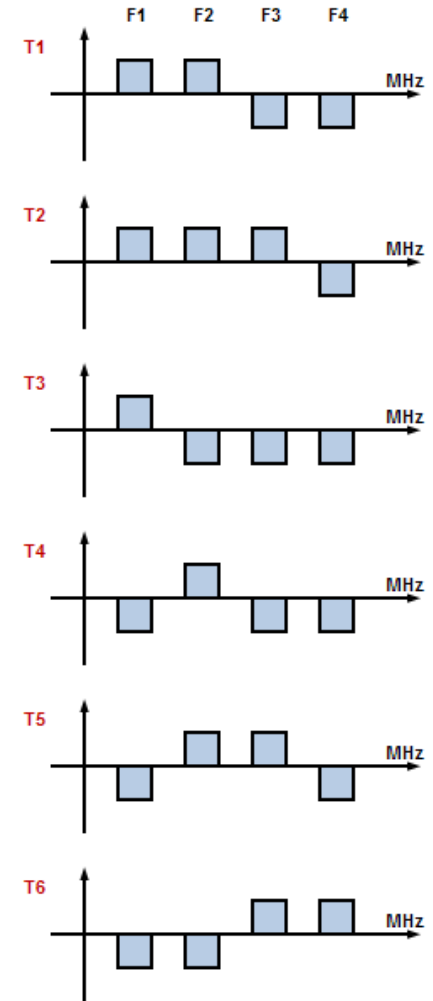
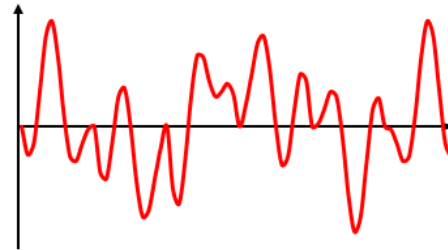
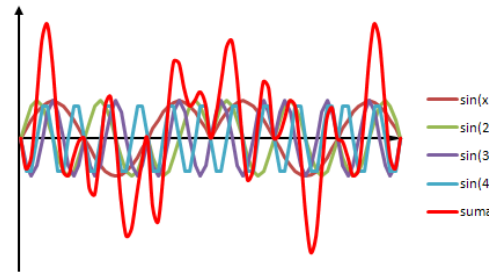


przykład tworzenia sygnału OFDM

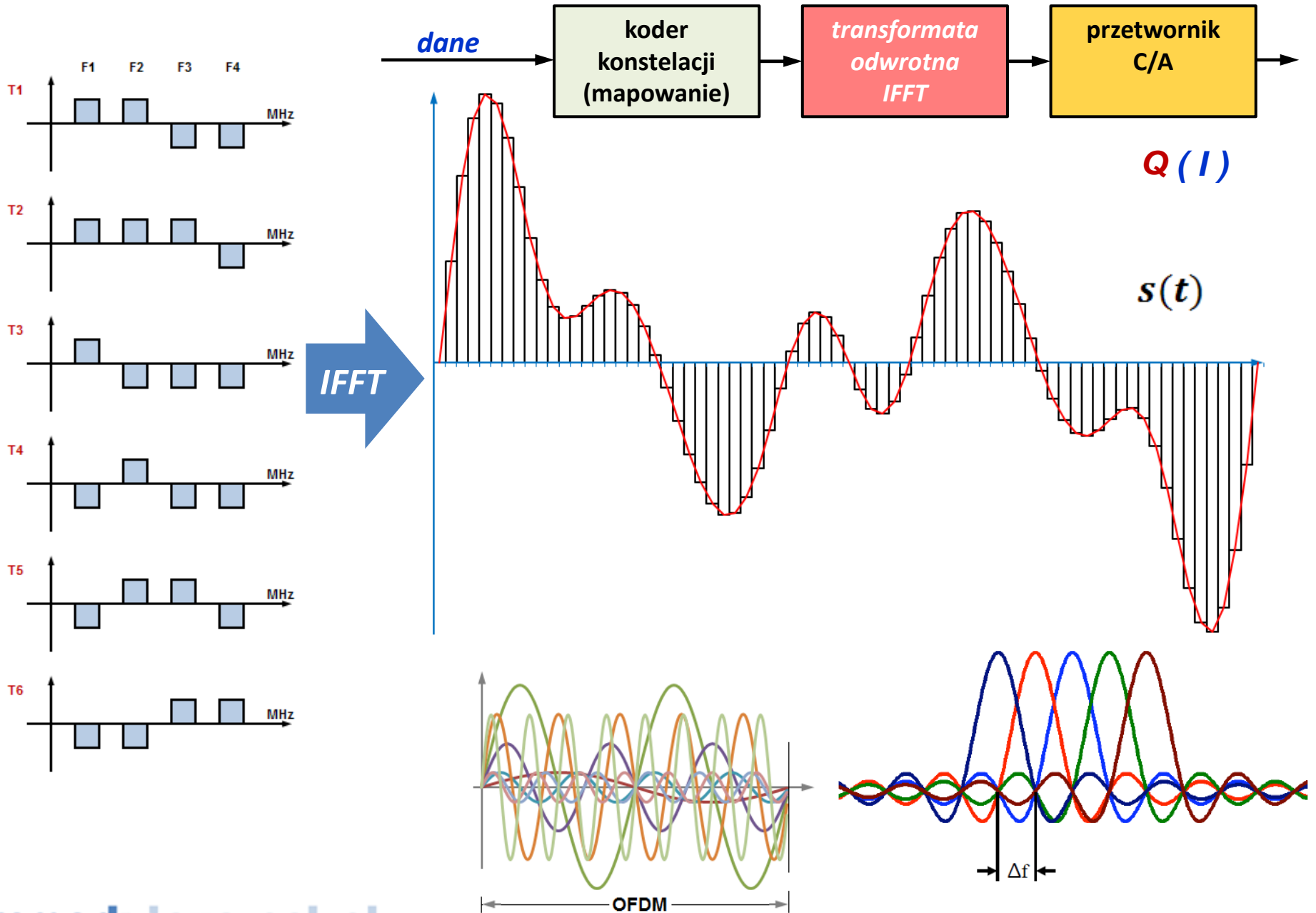
1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1



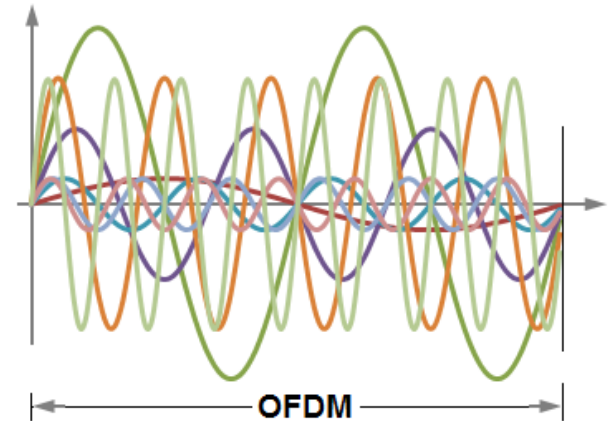
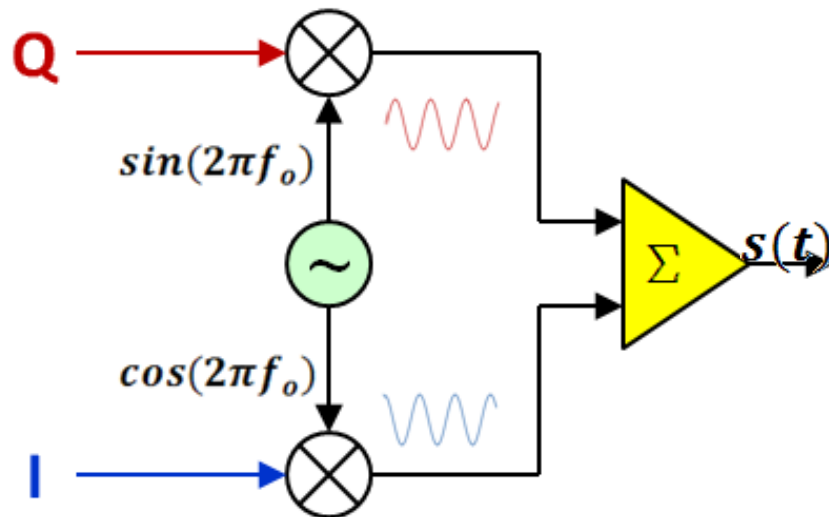
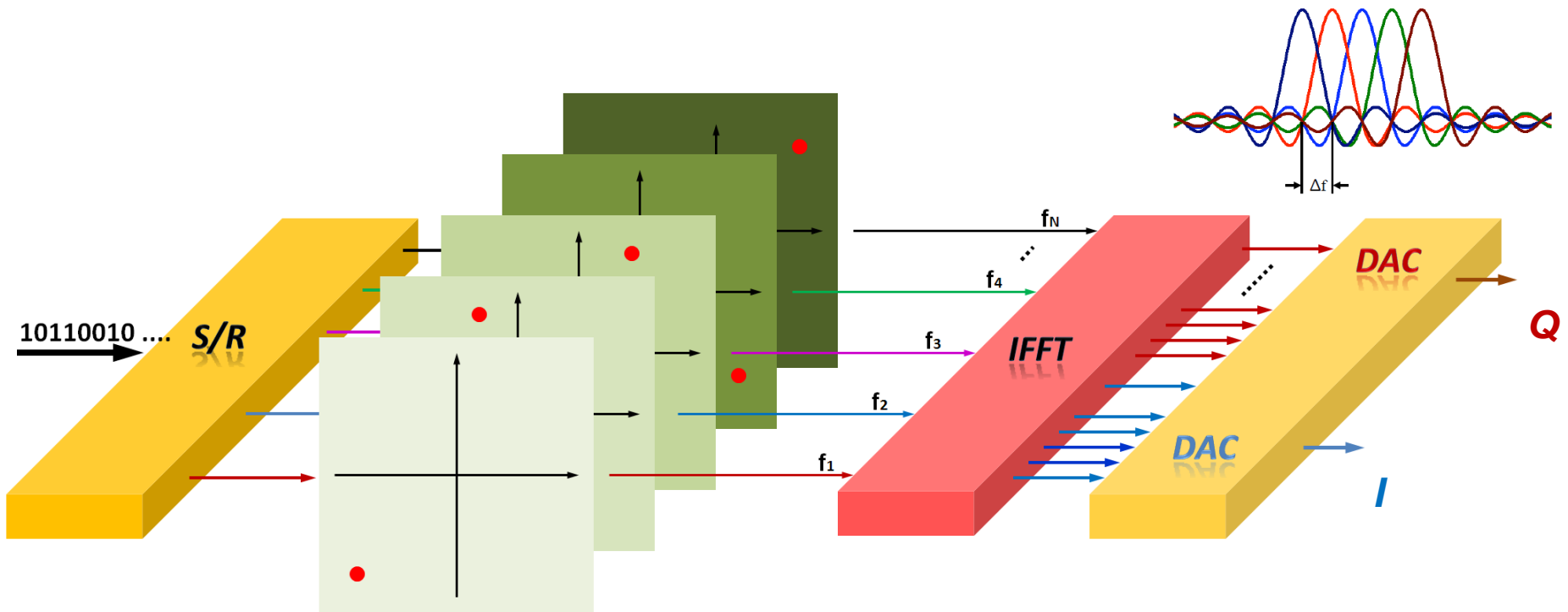
	N1	N2	N3	N4
T1	1	1	-1	-1
T2	1	1	1	-1
T3	1	-1	-1	-1
T4	-1	1	-1	-1
T5	-1	1	1	-1
T6	-1	-1	1	1



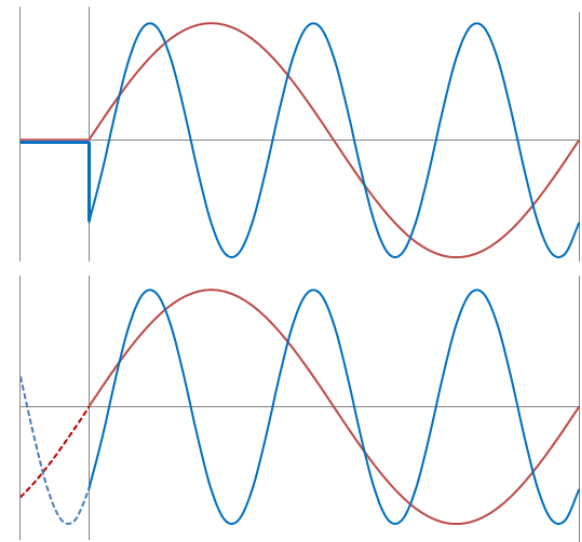
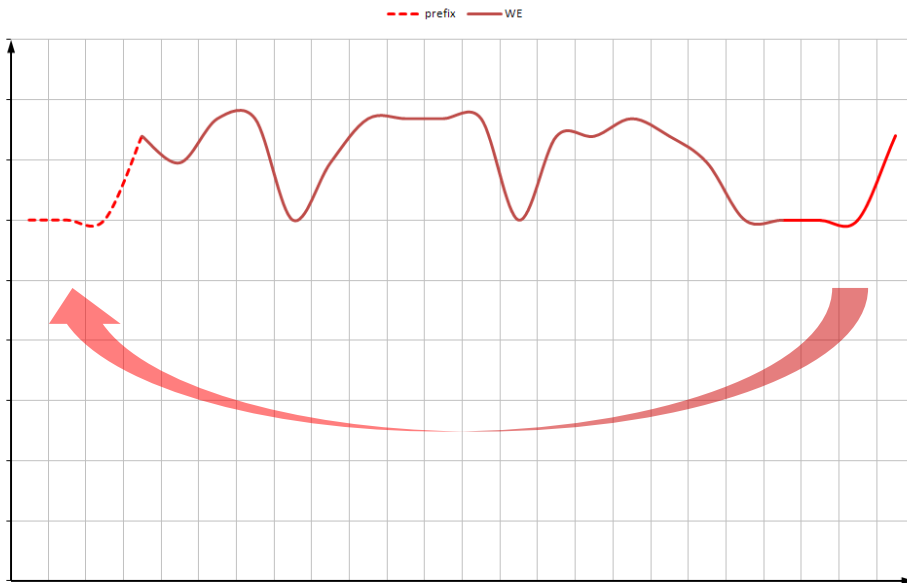
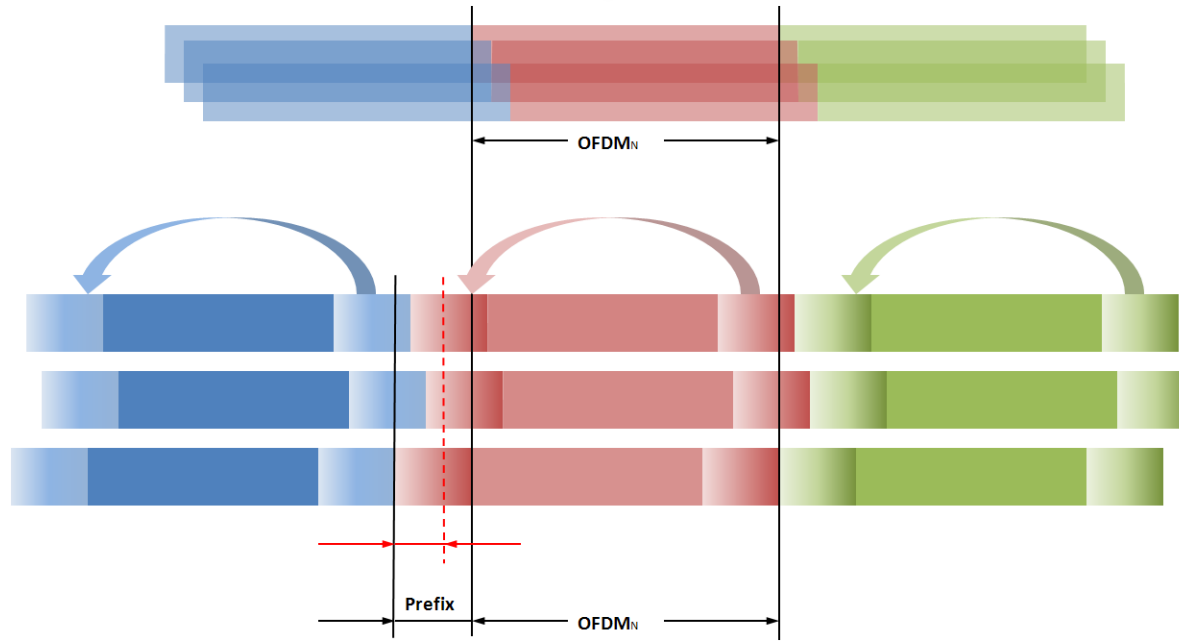
synteza modulacji OFDM OFDM



zastosowanie IFFT

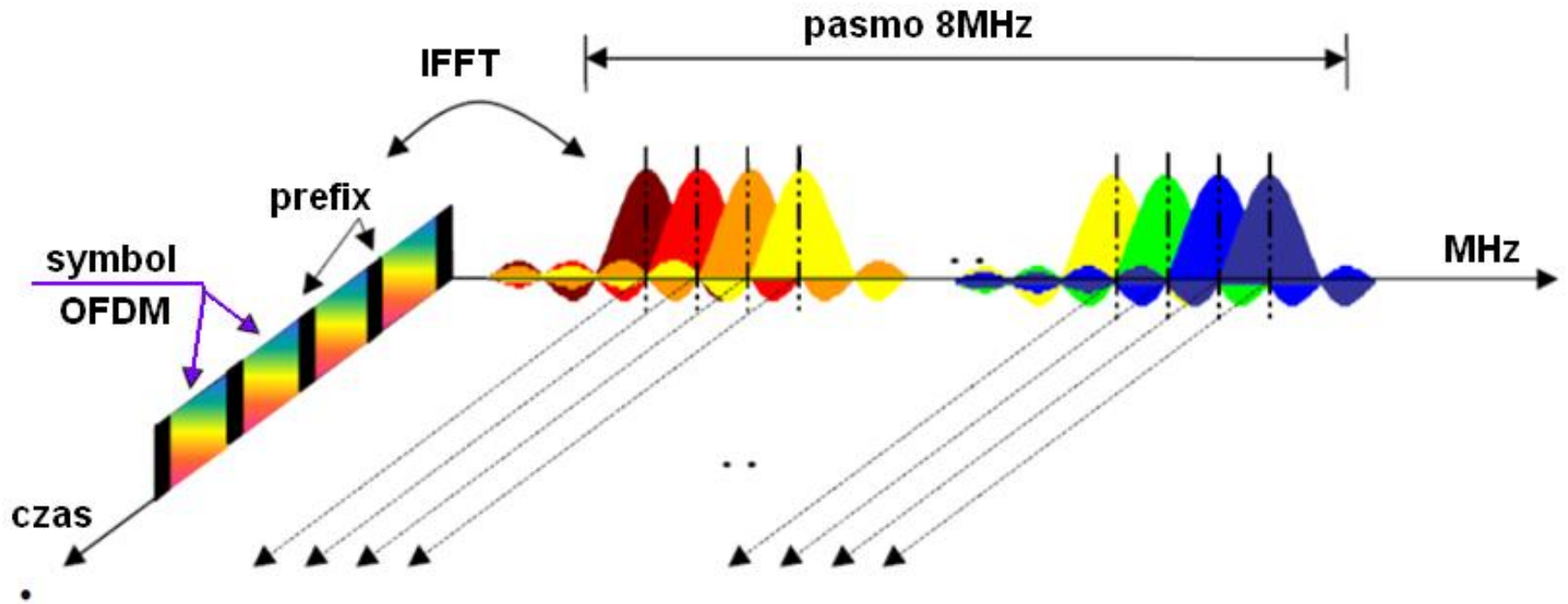


prefix

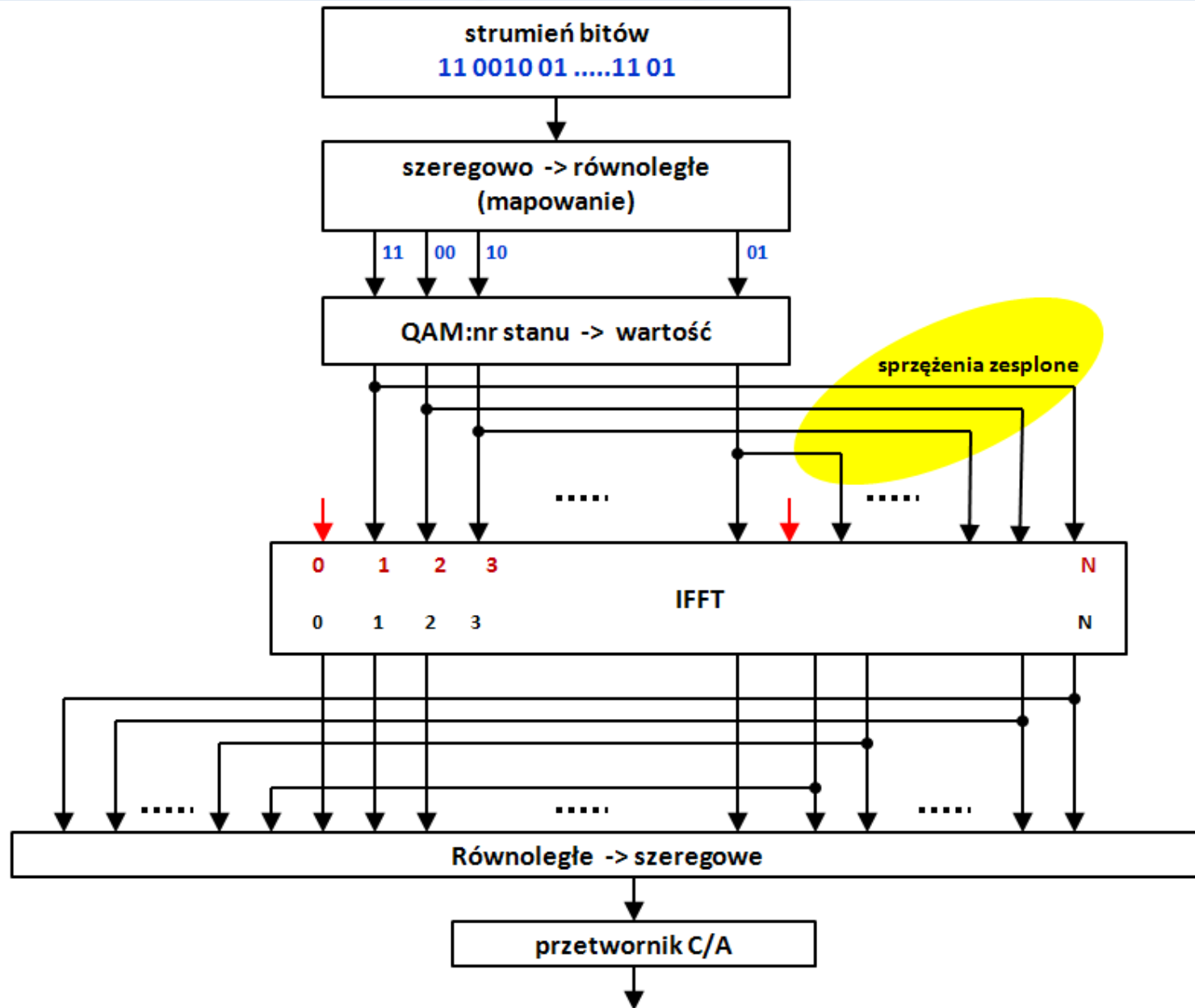


OK

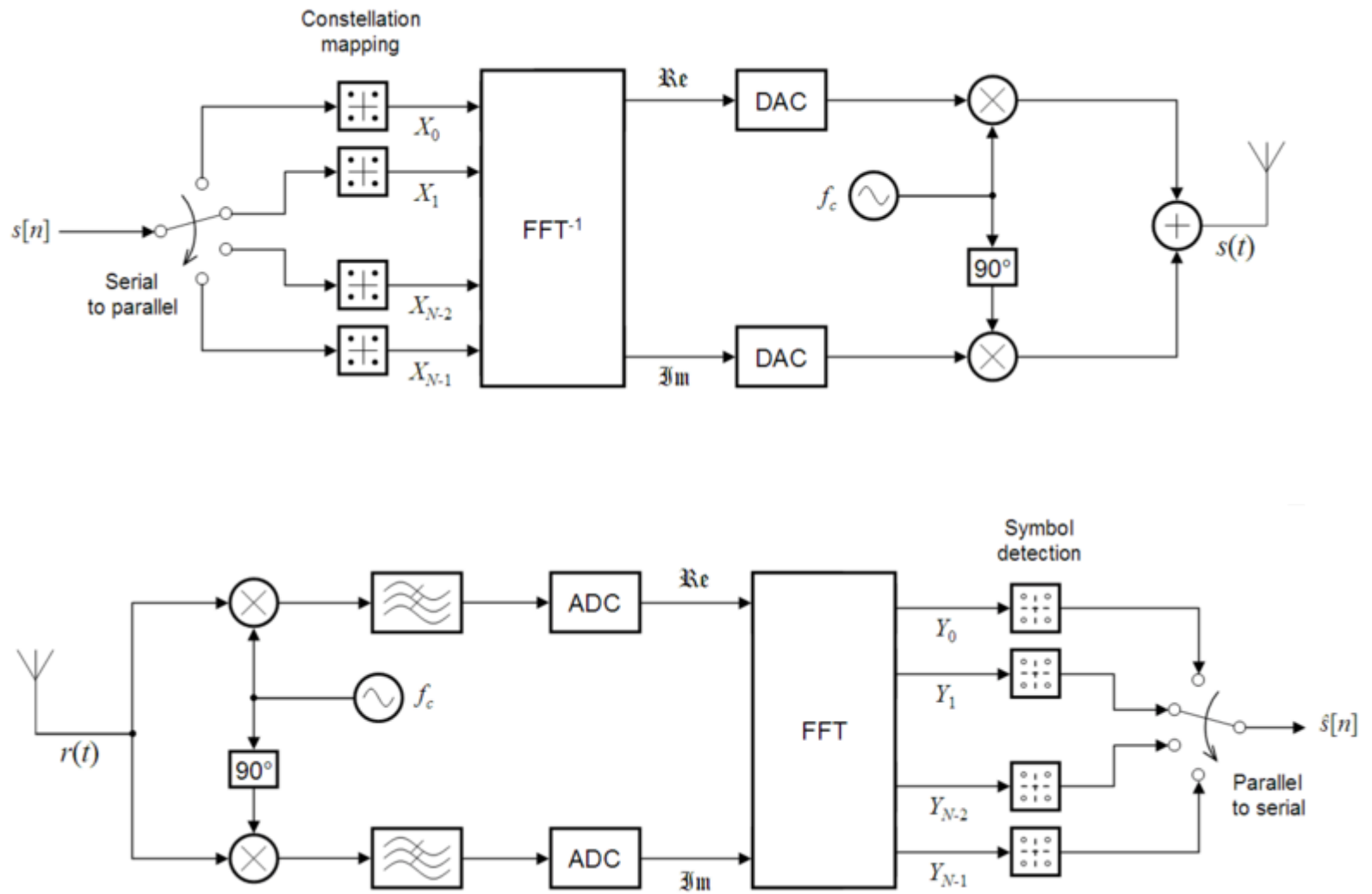
sygnał OFDM



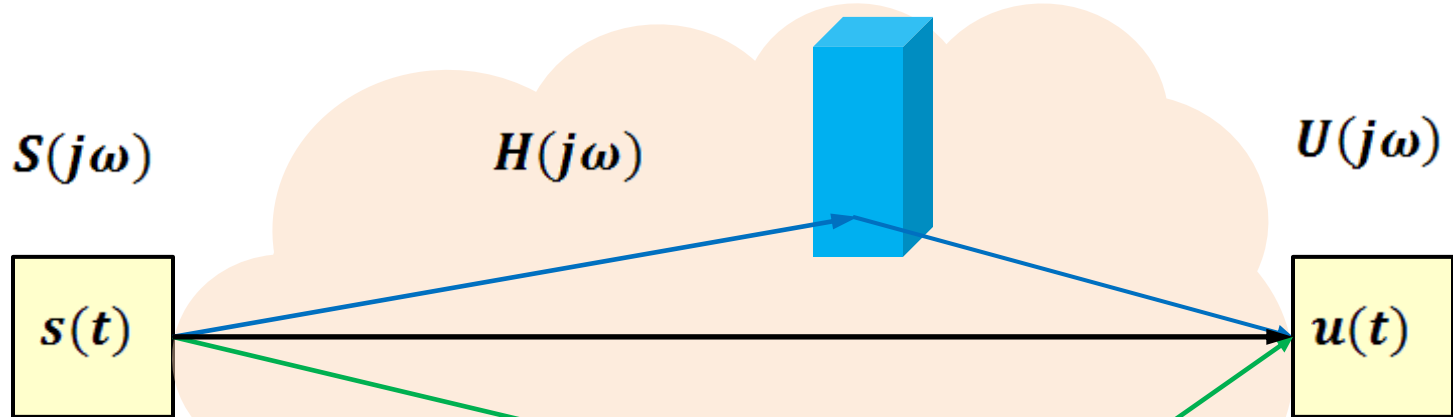
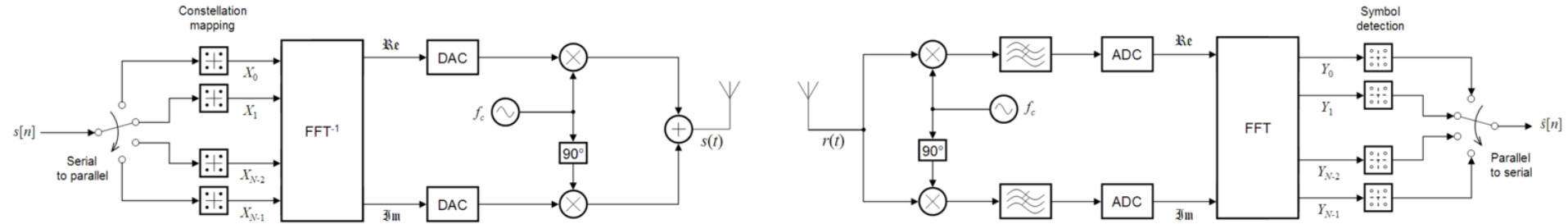
schemat blokowy OFDM z wykorzystaniem IFFT



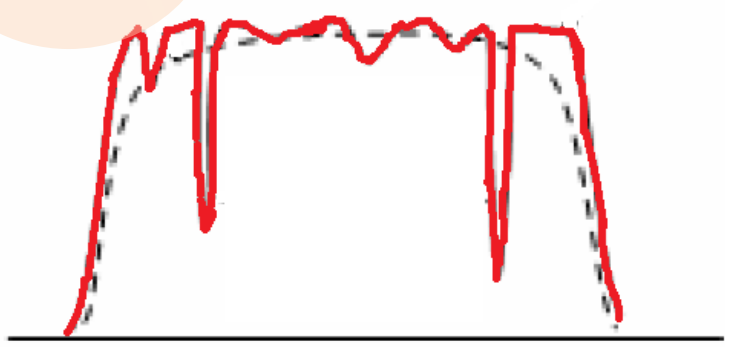
schematy odbiornika i nadajnika OFDM



wielodrogowość sygnału

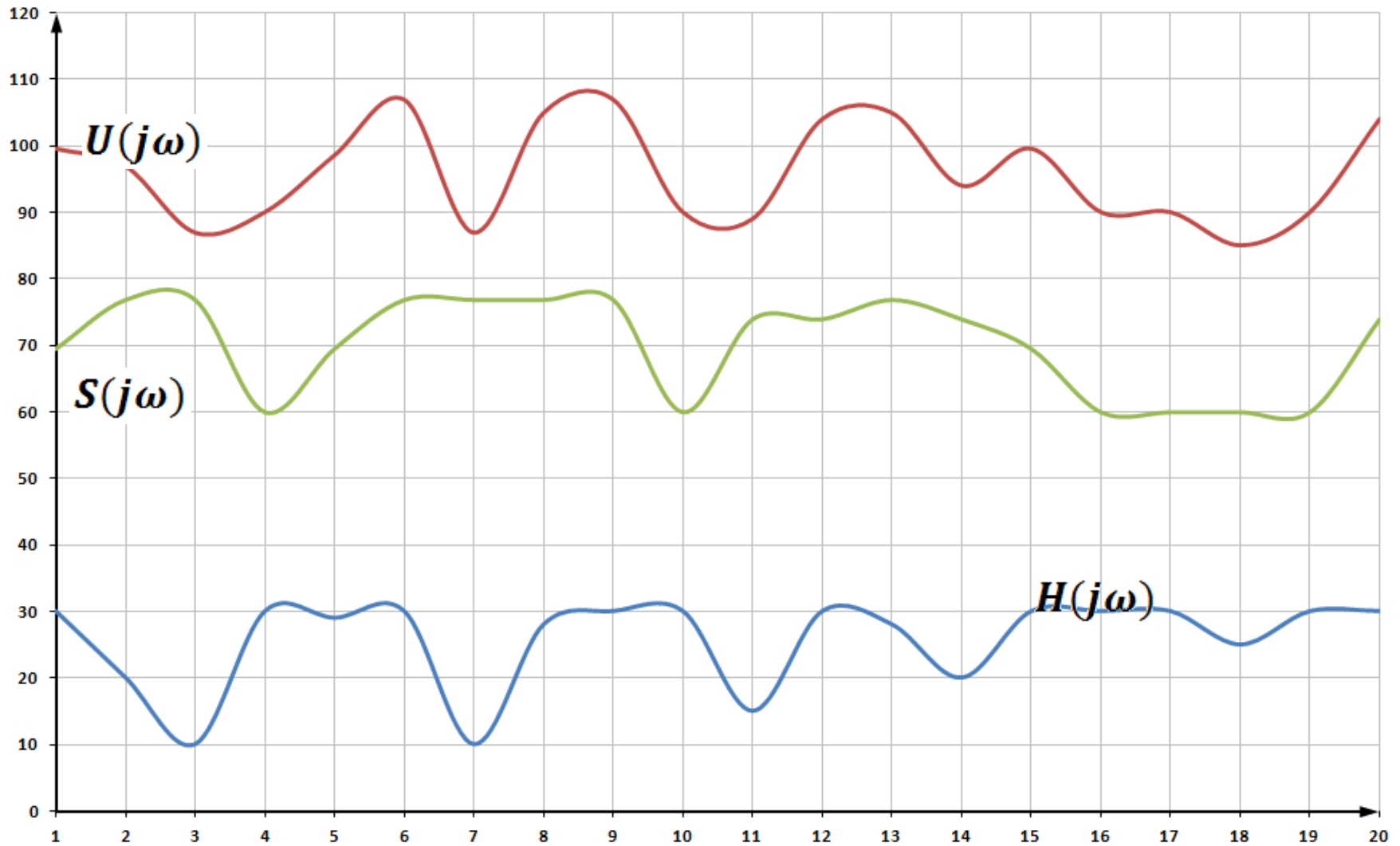


$$U(j\omega) = H(j\omega) \cdot S(j\omega)$$



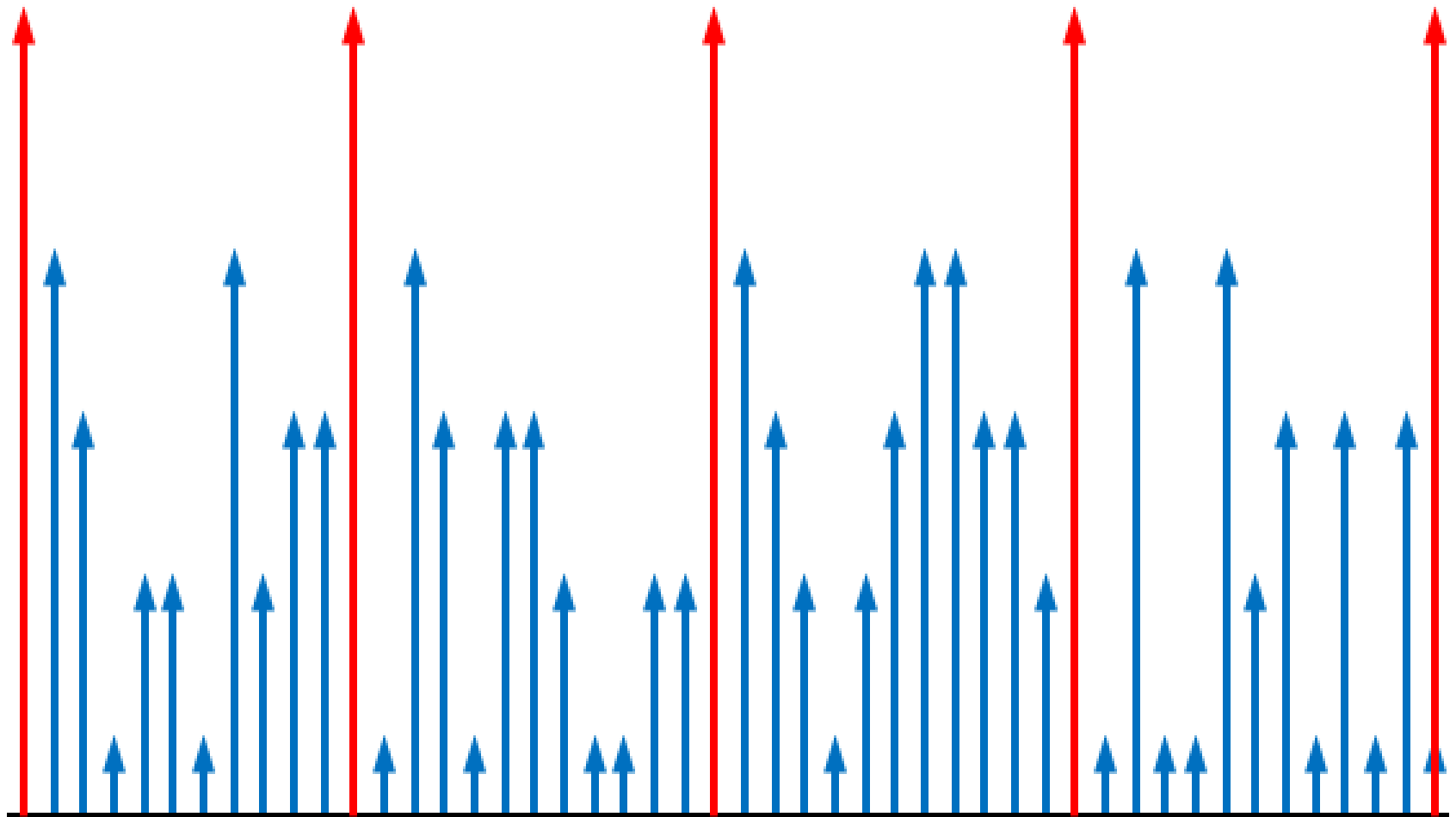
wpływ odbić

— Ku — WY — WE

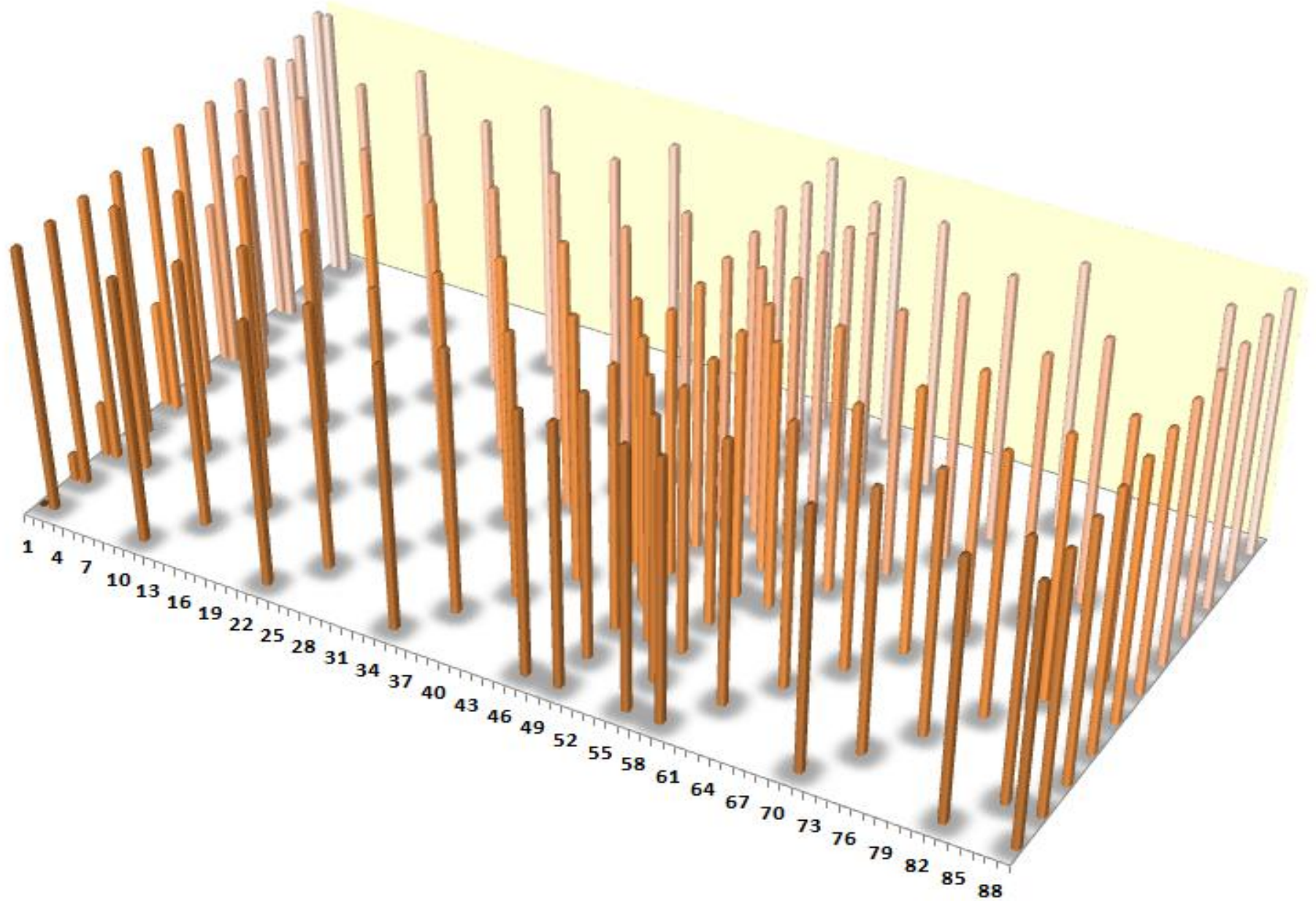


$$U(j\omega) = H(j\omega) \cdot S(j\omega)$$

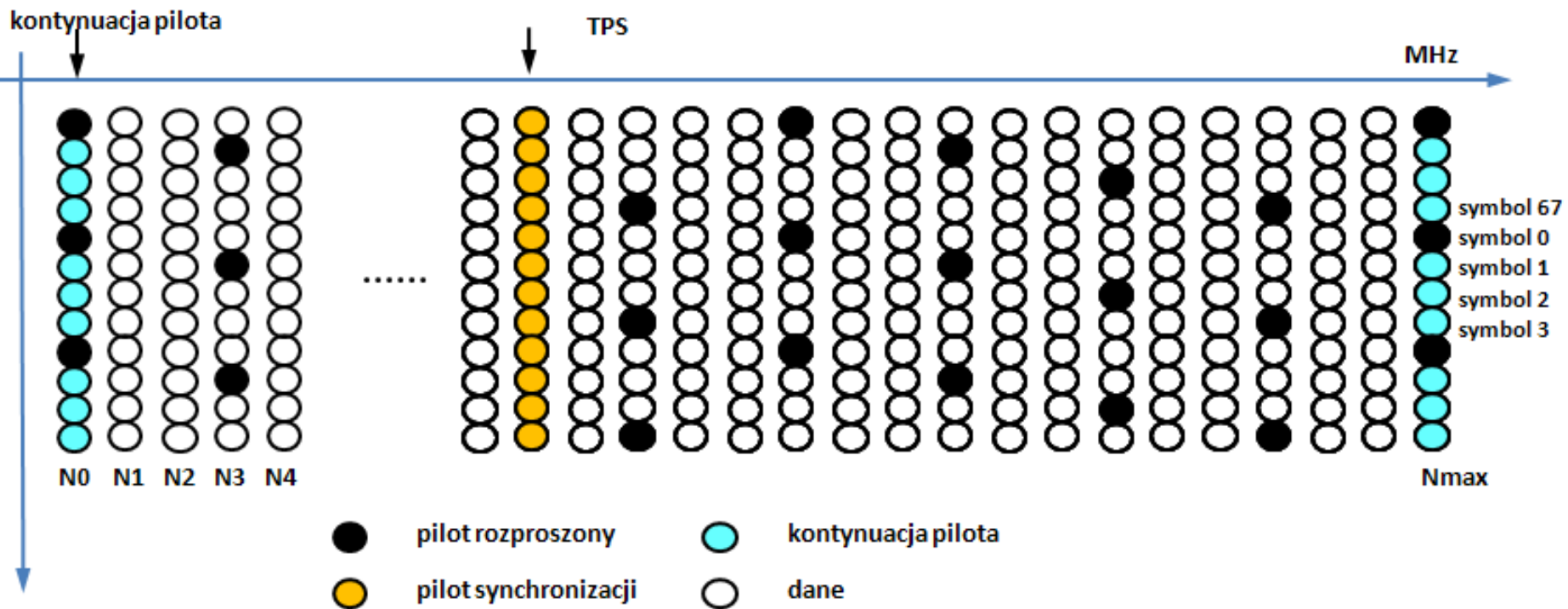
sygnały pilotujące



sygnały pilotujące



ramka OFDM



- **piloty ciągłe** ... rozmieszczone losowo (na symbolu OFDM) do korekcji fazy i ARCz
- **piloty rozproszone** ... rozmieszczone równomiernie w czasie i częstotliwości do bieżącej estymacji

TPS ... sygnalizacja parametrów transmisji

całkowity sygnał **TPS** jest transmitowany w 68-symbolach OFDM

dokładne numery aktywnych nośnych (nośne przenoszące dane), piloty i TPS

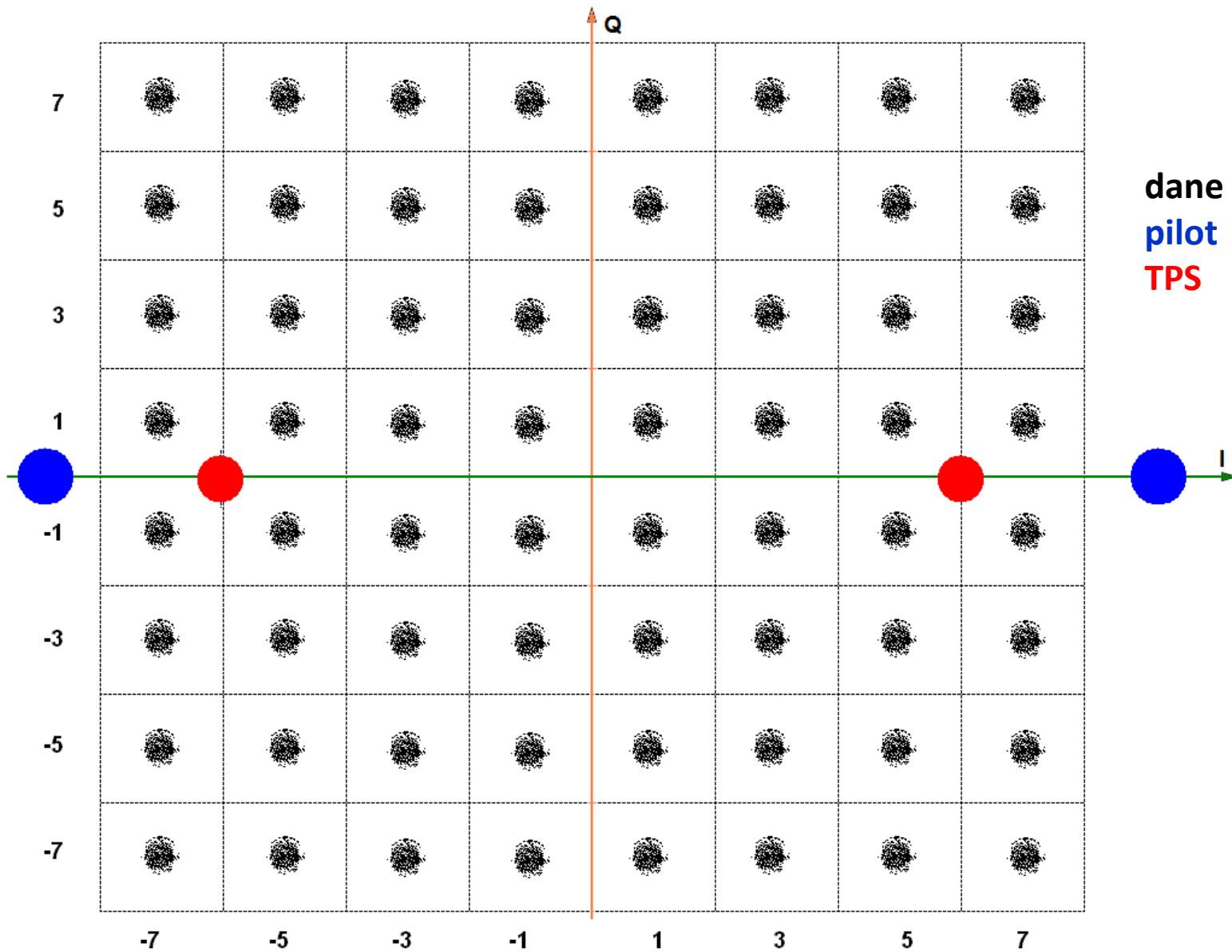
- maksymalna pojemność danych
- podstawy struktury ramki dla rodzaju 2k i 8k
- dostarczony przedział pasma ochronnego dla pasma 8MHz
- dostarczony numer pilota dla zadanej pracy
- graniczne numery nośnych przenoszących dane dla wszystkich symboli OFDM
- całkowity numer przenoszonych pakietów dla MPEG-2 dla ramki

2k	8k
34 50 209 346 413 569 595	34 50 209 346 413 569 595 688 790 901 1073 1219
688 790 901 1073 1219 1262	1262 1286 1469 1594 1687 1738 1754 1913 2050 2117
1469 1594 1687	2273 2299 2392 2494 2605 2777 2923 2966 2990 3173
	3298 3391 3442 3458 3617 3754 3821 3977 4003 4096
	4198 4309 4481 4627 4670 4694 4877 5002 5095 5146
	5162 5321 5458 5525 5681 5707 5800 5902 6013 6185
	6331 6374 6398 6581 6706 6799

piloty ciągłe (kontynuacji)

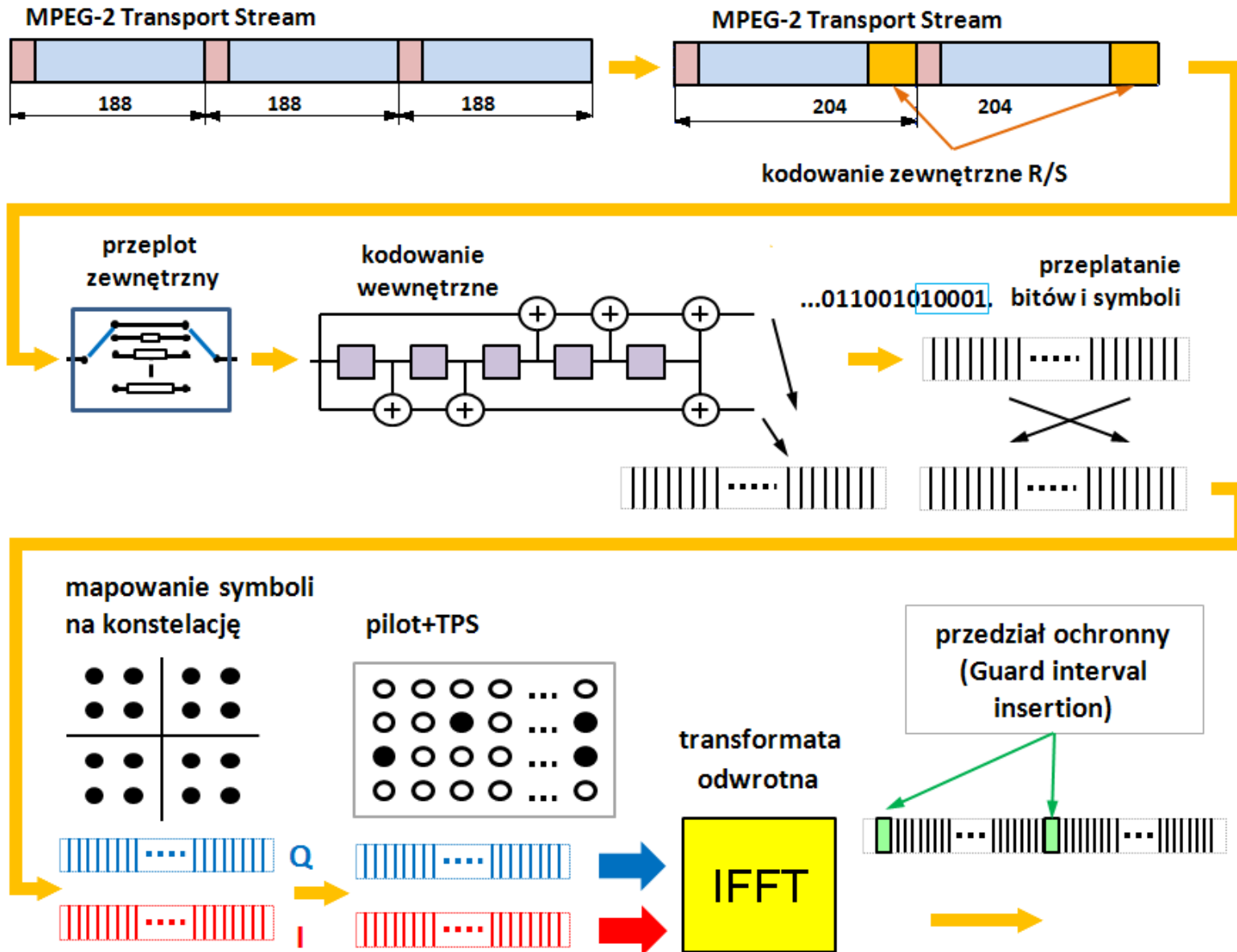
2k	8k
0 48 54 87 141 156 192 201 255	0 48 54 87 141 156 192 201 255 279 282 333 432 450 483 525 531
279 282 333 432 450 483 525	618 636 714 759 765 780 804 873 888 918 939 942 969 984 1050
531 618 636 714 759 765 780	1101 1107 1110 1137 1140 1146 1206 1269 1323 1377 1491 1683
804 873 888 918 939 942 969	1704 1752 1758 1791 1845 1860 1896 1905 1959 1983 1986 2037
984 1050 1101 1107 1110 1137	2136 2154 2187 2229 2235 2322 2340 2418 2463 2469 2484 2508
1140 1146 1206 1269 1323	2577 2592 2622 2643 2646 2673 2688 2754 2805 2811 2814 2841
1377 1491 1683 1704	2844 2850 2910 2973 3027 3081 3195 3387 3408 3456 3462 3495
	3549 3564 3600 3609 3663 3687 3690 3741 3840 3858 3891 3933
	3939 4026 4044 4122 4167 4173 4188 4212 4281 4296 4326 4347
	4350 4377 4392 4458 4509 4515 4518 4545 4548 4554 4614 4677
	4731 4785 4899 5091 5112 5160 5166 5199 5253 5268 5304 5313
	5367 5391 5394 5445 5544 5562 5595 5637 5643 5730 5748 5826
	5871 5877 5892 5916 5985 6000 6030 6051 6054 6081 6096 6162
	6213 6219 6222 6249 6252 6258 6318 6381 6435 6489 6603 6795
	6816

konstelacja DVB - T



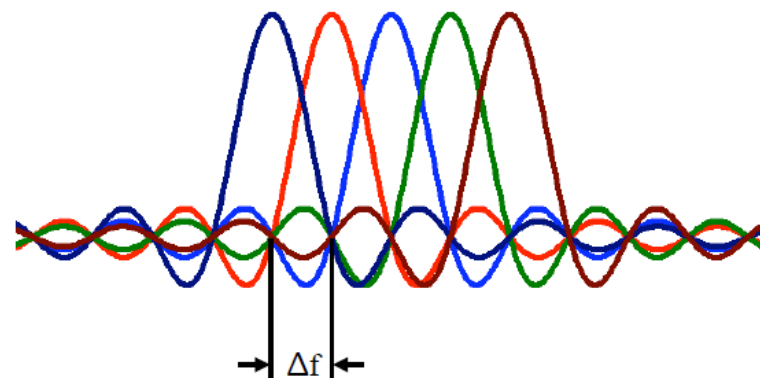
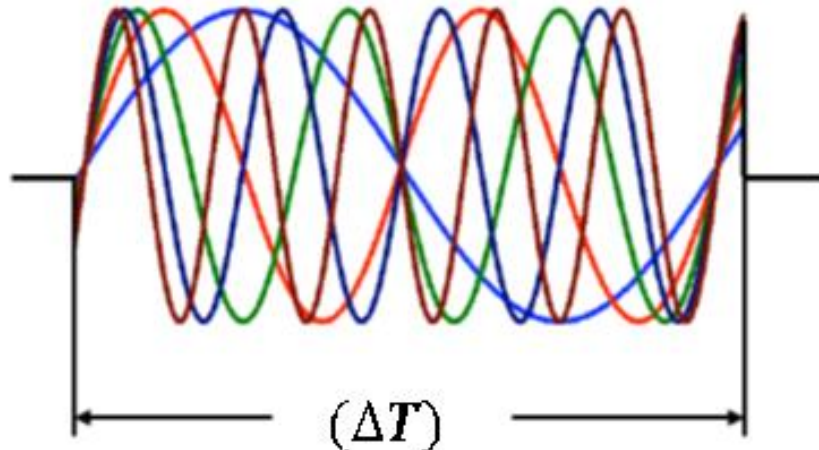
dane
pilot
TPS

schemat blokowy COFDM



parametry OFDM

parametr	opcja 8k				opcja 2k			
ilość nośnych K	6817				1705			
Kmin	0				0			
Kmax	6816				1704			
użyteczny czas trwania Tu	896us				224us			
dodatkowy czas ochronny (D)	224us	112us	56us	28us	56us	28us	14us	7us
1/Tu (odstęp między nośnymi)	1 116 Hz				4 464 Hz			
szerokość pasma ($K_{max}-K_{min}$)	7,61 MHz				7,61 MHz			
modulacja	QPSK, 16QAM lub 64QAM							
wewnętrzny code rate	1/2 ...2/3 ...3/4 ...5/6 ...7/8							



parametry OFDM

modulacja	sprawność kodu	przedział ochronny			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3	6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4	7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6	8,29	9,22	0,76	10,05
	7/8	8,71	9,68	10,25	10,56
16 QAM	1/2	9,95	11,06	11,71	12,06
	2/3	13,27	14,75	15,61	16,09
	3/4	14,93	16,59	17,56	18,10
	5/6	16,59	18,43	19,52	20,11
	7/8	17,42	19,35	20,49	21,11
64 QAM	1/2	14,93	16,59	17,56	18,10
	2/3	19,91	22,12	23,42	24,13
	3/4	22,39	24,88	26,35	27,14
	5/6	24,88	27,65	29,27	30,16
	7/8	26,13	29,03	30,74	31,67

przyjmując :

- 3Mbs dla MPEG-4
- 384 kbs dla dźwięku
- kod 3/4 i odstęp ochronny 1/8
- 1,26Mbs na teletext i dodatkowe dane cyfrowe

otrzymujemy maksymalnie 7-programów TV

(mo na wi cej kosztem rozdzielczo ci)