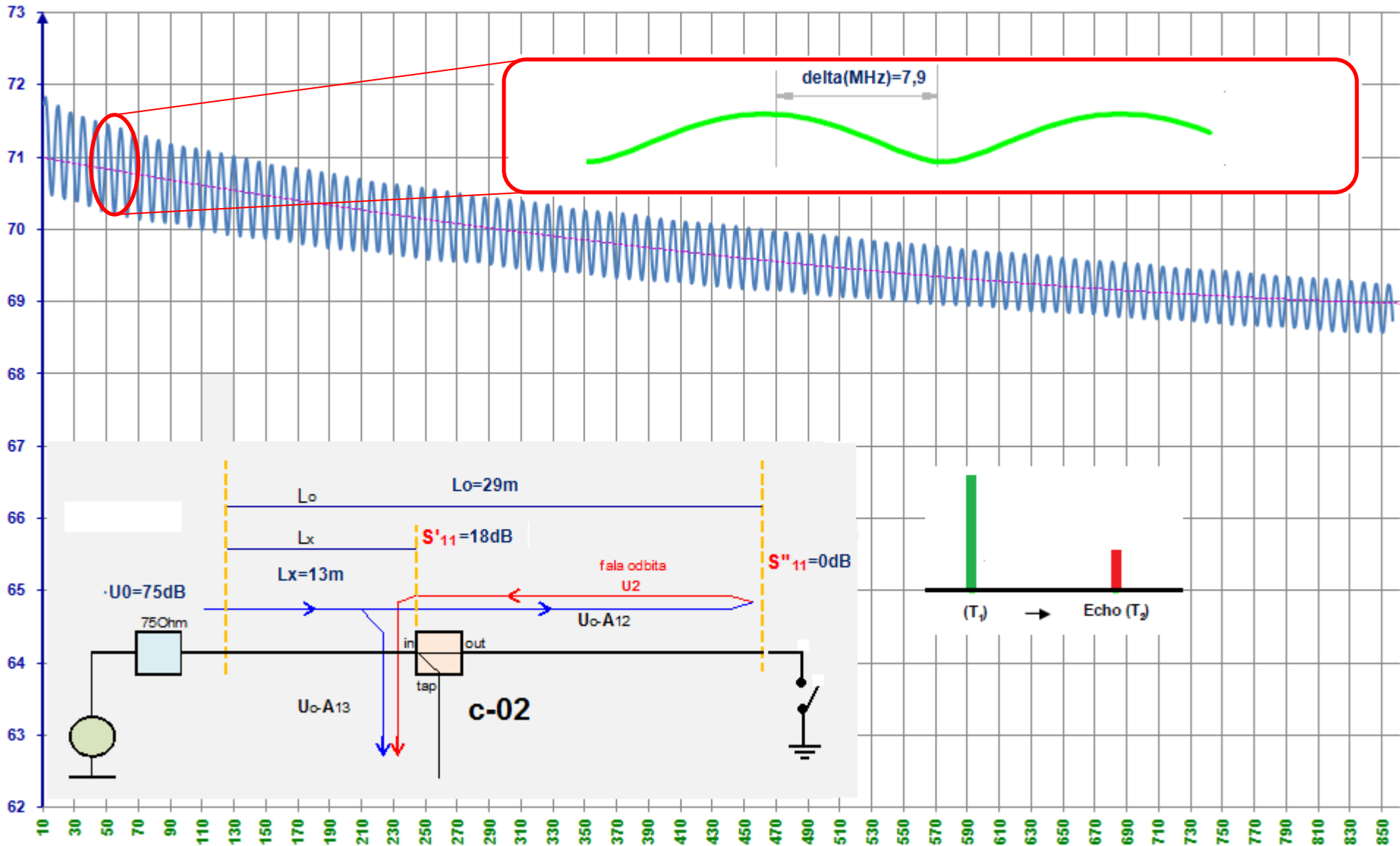
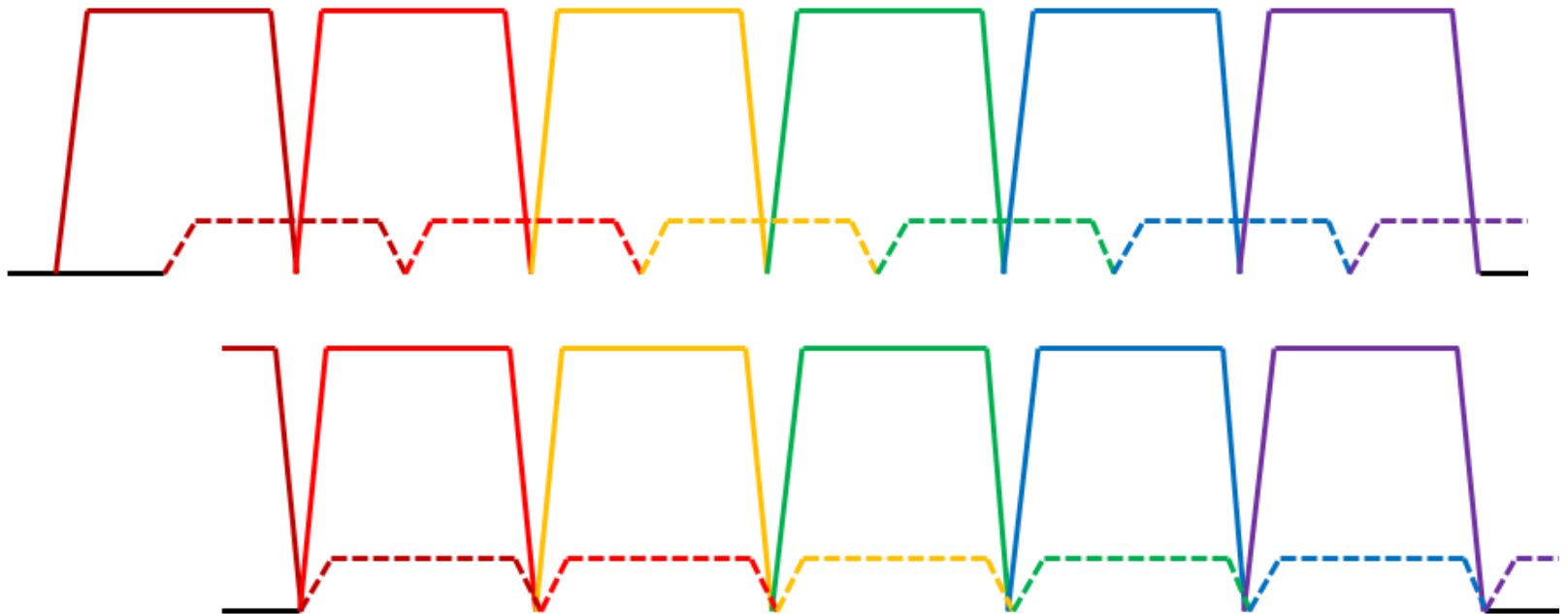
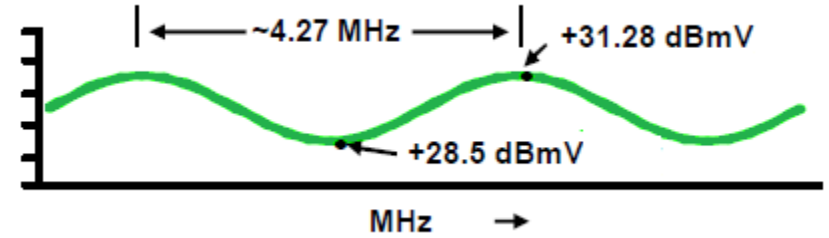
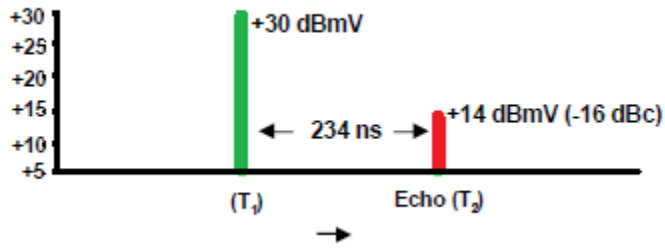


Zjawisko odbić w sieci RF



wpływ mikro-odbić na sygnał cyfrowy



$$T = \frac{1}{M_{\text{symbol/sek}}}$$

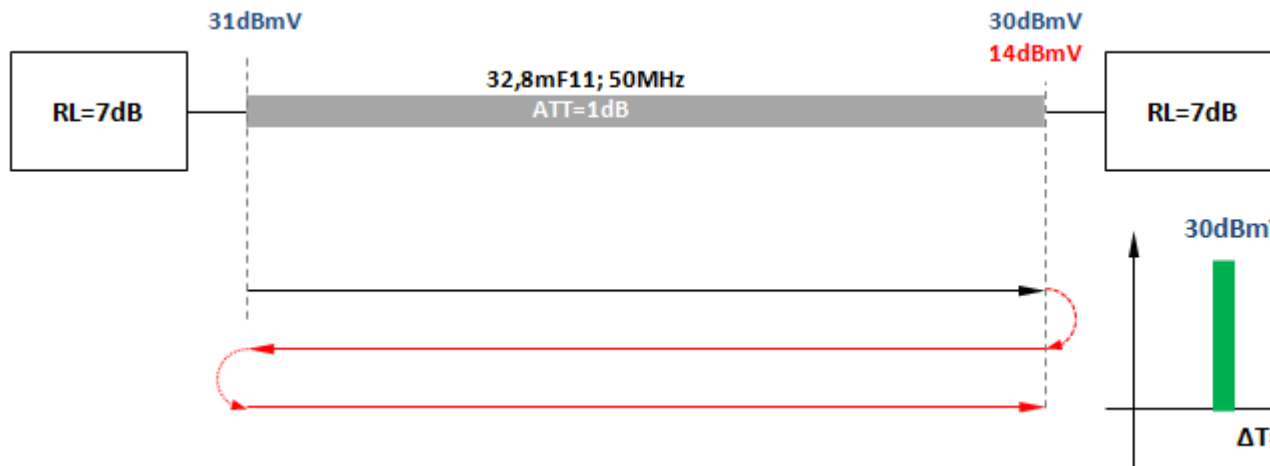
$$T = \frac{1}{6,875\text{Mbps}} = 145\text{nsek}$$

64QAM BW=8MHz

$$T = \frac{1}{5,12\text{Mbps}} = 195\text{nsek}$$

64QAM BW=6,4MHz

Zjawisko mikro-odbić w sieci RF



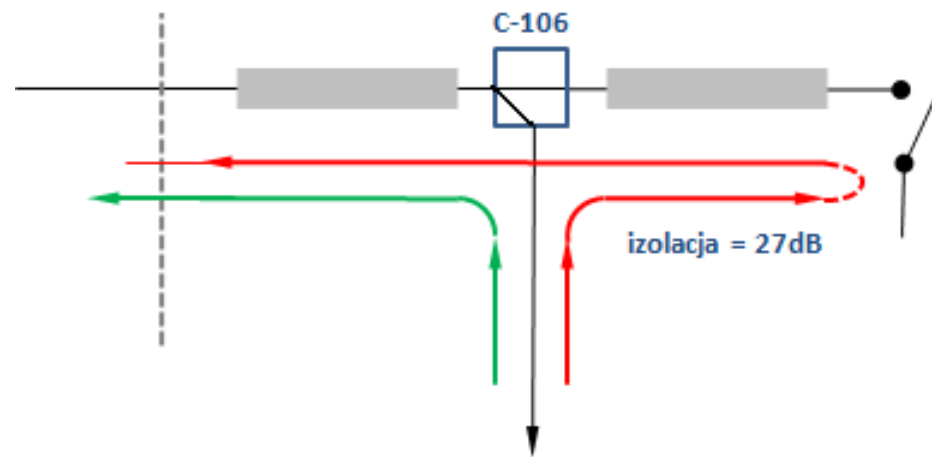
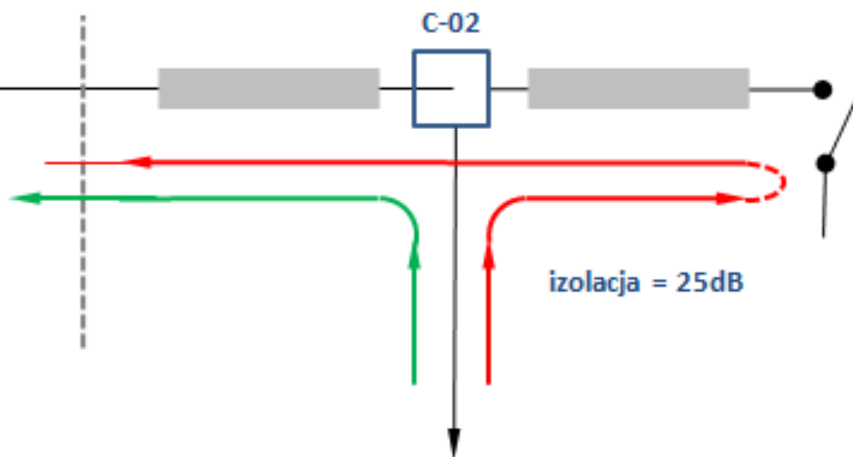
$$T = \frac{1}{6,875\text{Mbps}} = 145\text{nsek}$$

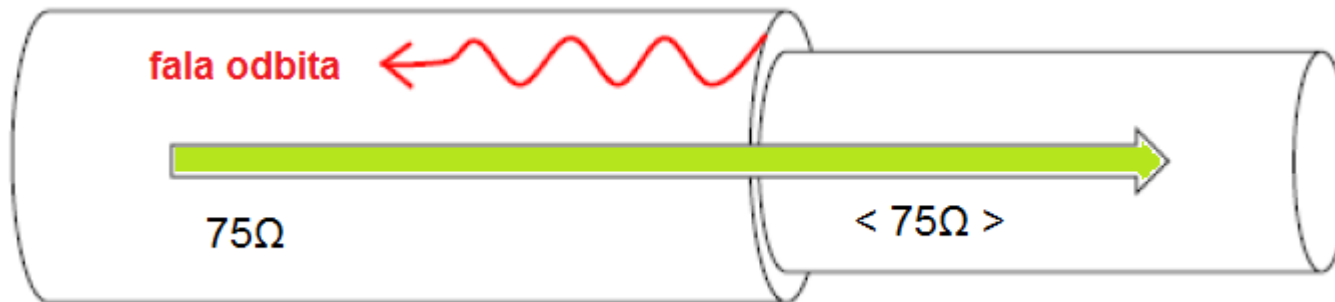
$$T = \frac{1}{5,12\text{Mbps}} = 195\text{nsek}$$

$$T = \frac{1}{M_{\text{symbol/sek}}}$$

$U_0 = 45 - 3,5 = 41,5\text{dBmV}$
 $U_2 = 45 - 3,5 - 25,0 = 16,5\text{dBmV}$
 tłum. echo = 25dBc

$U_0 = 45 - 6,5 = 39,0\text{dBmV}$
 $U_2 = 45 - 27 - 2,5 = 16\text{dBmV}$
 tłum. echo = 23dB





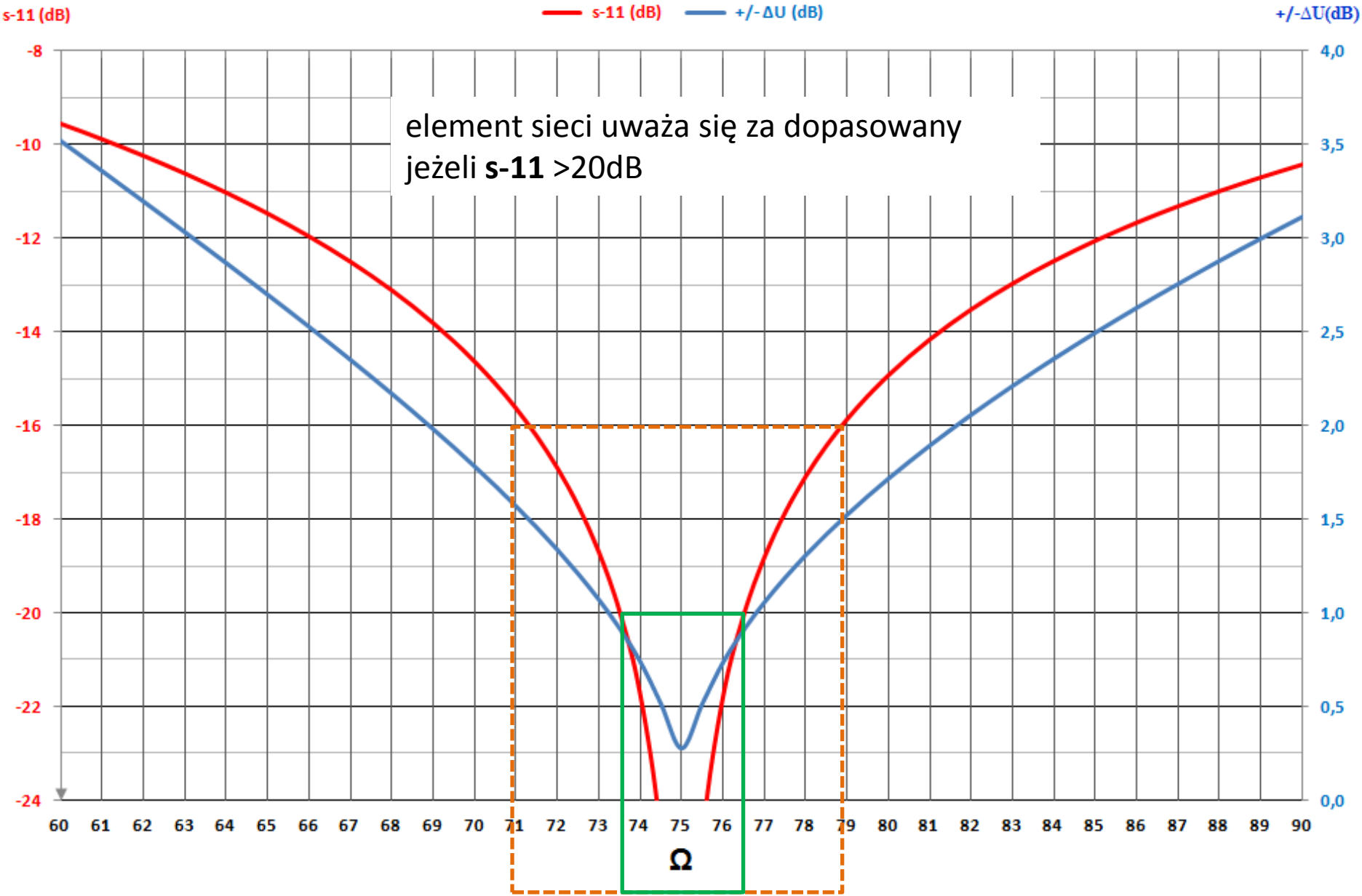
mikro-odbicia

- Micro-odbicia są spowodowane niedopasowaniem impedancji
- W realnej sieci RF, impedancja 75Ω jest uznawana za nominalną
- Micro-odbicia powodują opóźnienie grupowe, zaburzenia w paśmie przenoszenia
- Niedopasowanie impedancji są wszędzie: złącza, wzmacniacze wejścia i wyjścia, wejścia i wyjścia pasywne urządzenia, a nawet sam kabel
- Tłumienie kabli w kanale zwrotnym jest mniejsze więc mikro-odbicia mają większy wpływ na przebieg sygnału

źródła mikro-odbić

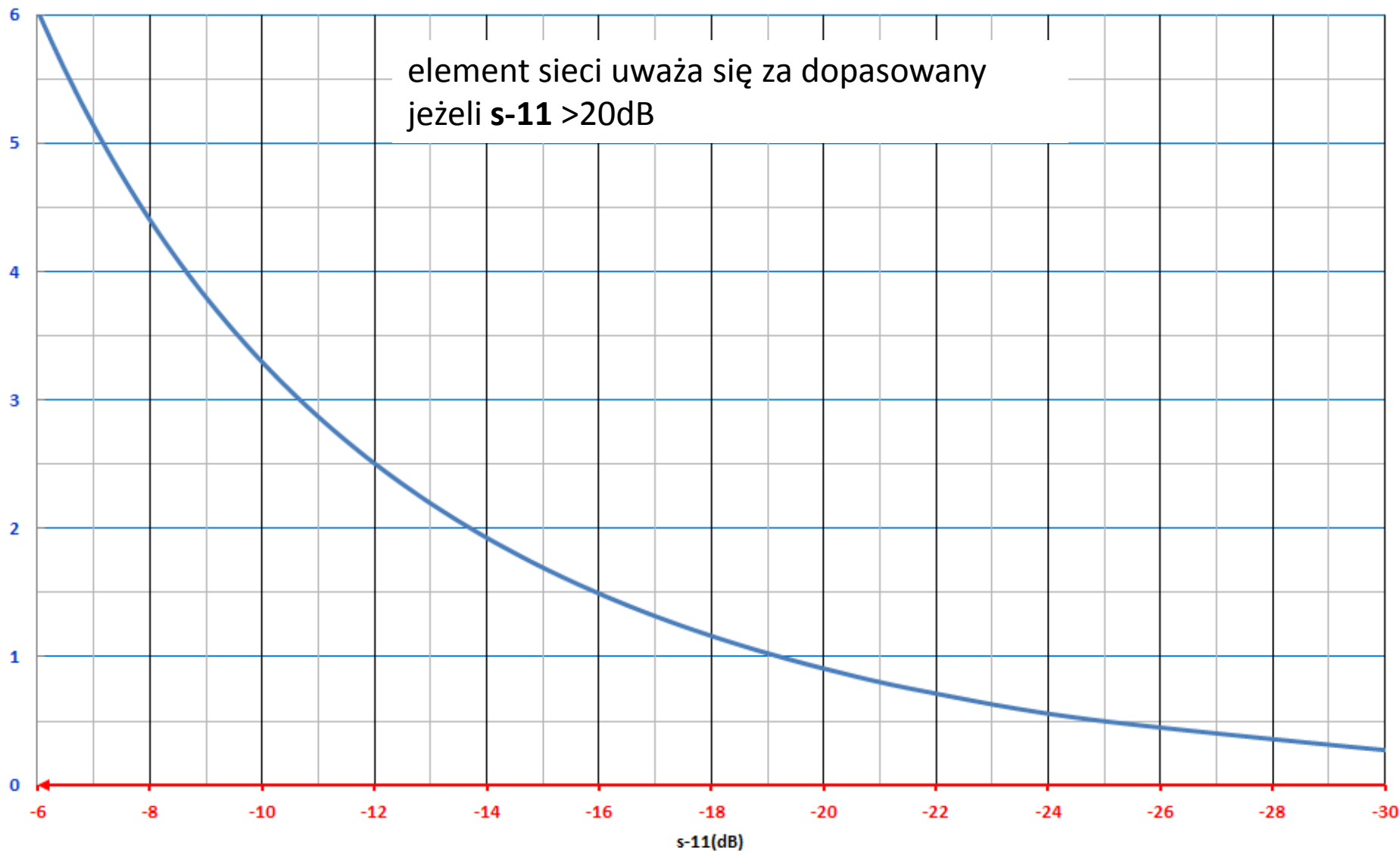
- Diplex-filtry i zwrotnice
- Złe końcówki kablowe, w wyjściach tapów i w odbiornikach
- uszkodzony kabel
- Sumatory sygnałowe
- Słabe Złącza
- Wszelkie niezgodności impedancji !

Nierównomierność pasma funkcji tłumienia odbicia

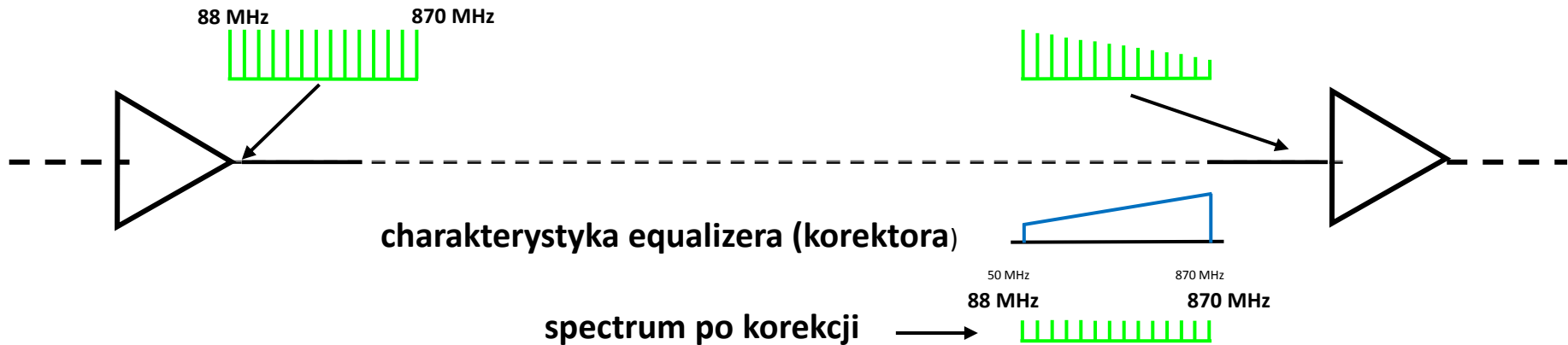


Nierównomierność pasma funkcji tłumienia odbicia

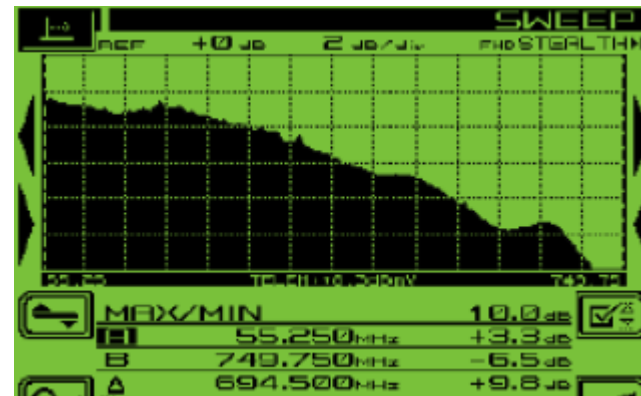
+/- ΔU (dB) zafalowanie sygnału w linii funkcji tłumienia fali odbitej s_{-11} (dB) (Return Loss)



Korektor adaptacyjny

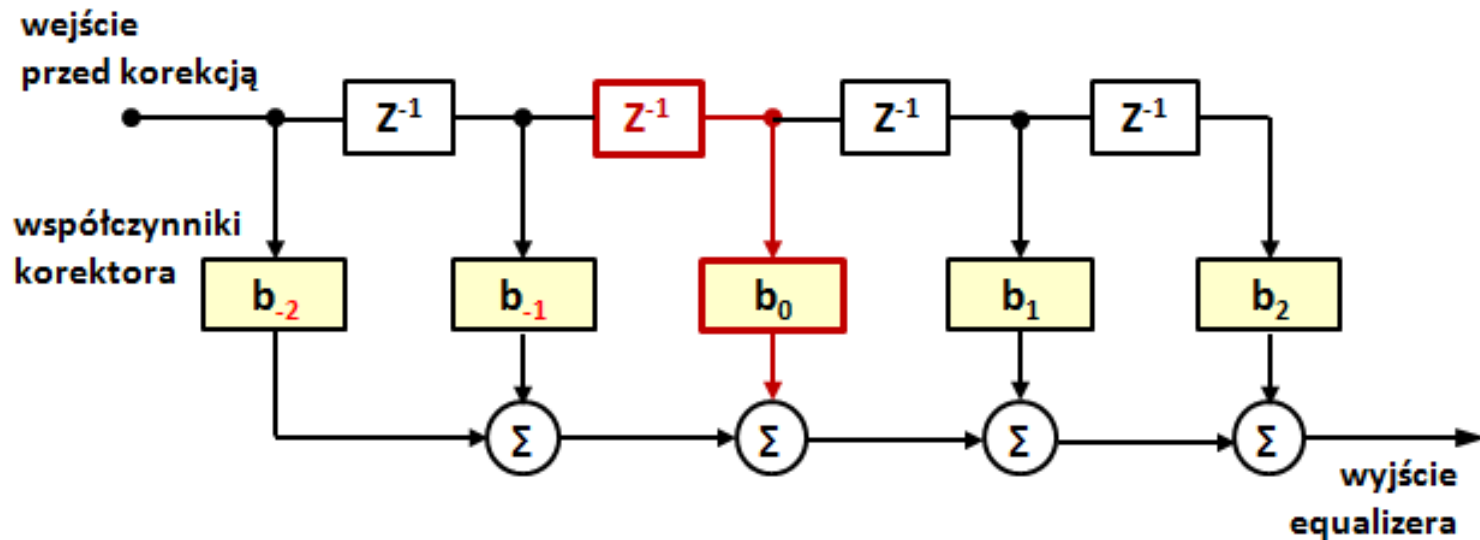


dla 23dB tłumienia dla 870MHz (np. około 350m QR-540) mamy około 5dB tłumienia dla 88MHz otrzymujemy różnicę 18dB w paśmie. Stąd też korektor wewnątrz drugiego wzmacniacza musi mieć charakterystykę odwrotną celem otrzymania płaskiej charakterystyki częstotliwościowej na wyjściu (w rezultacie płaska charakterystyka amplitudowa funkcji częstotliwości).



Korekcja adaptacyjna pełni funkcję podobną do equalizera wzmacniacza kablowego, ale zamiast wyrównać pasmo 88-860MHz lub dla kanału zwrotnego 5-65MHz, dotyczy tylko jednego kanału. Adaptacyjna korekcja oznacza mogą zmienić jej właściwości jak zmieniają się warunki kanału

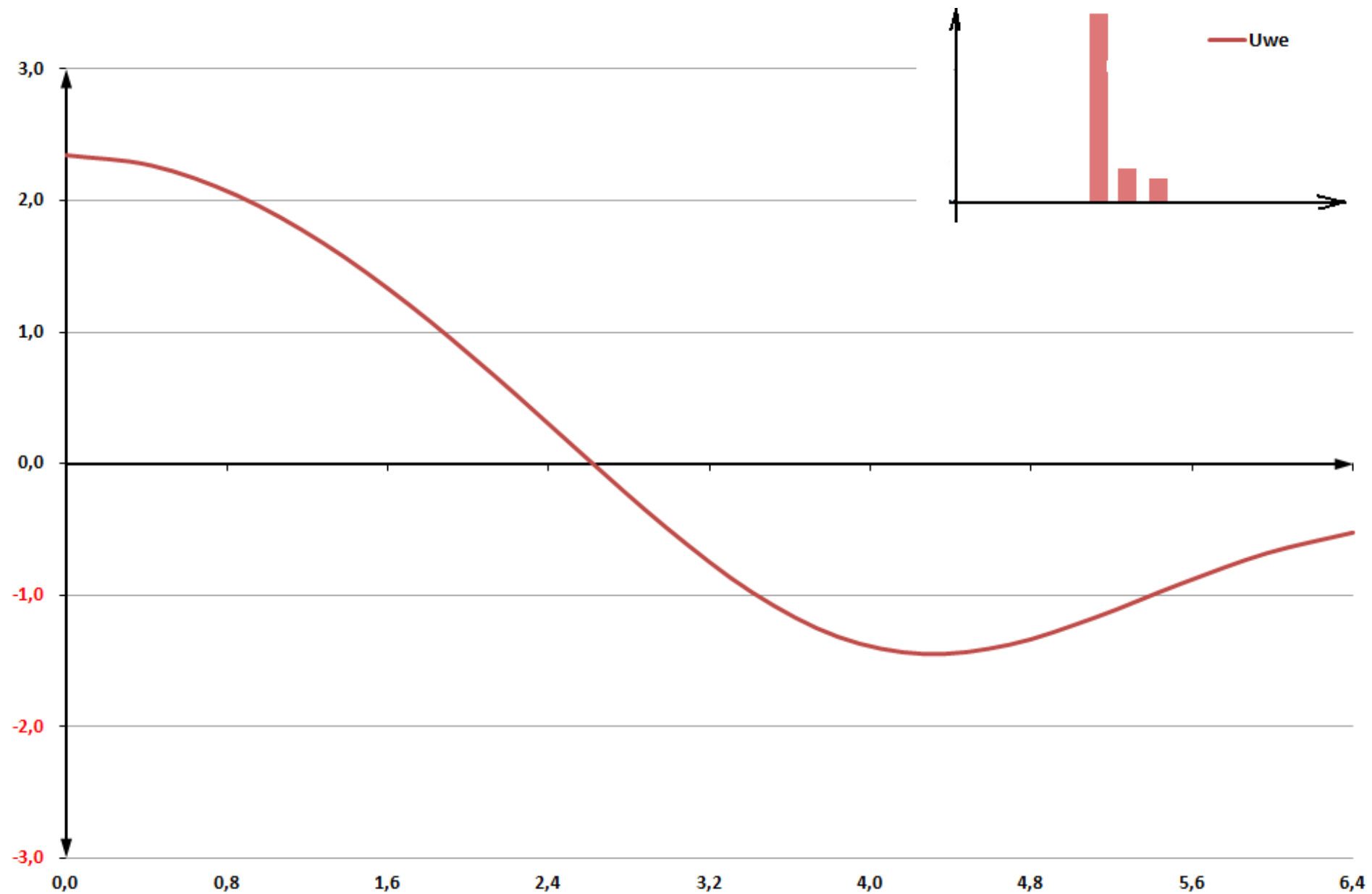
Korektor adaptacyjny



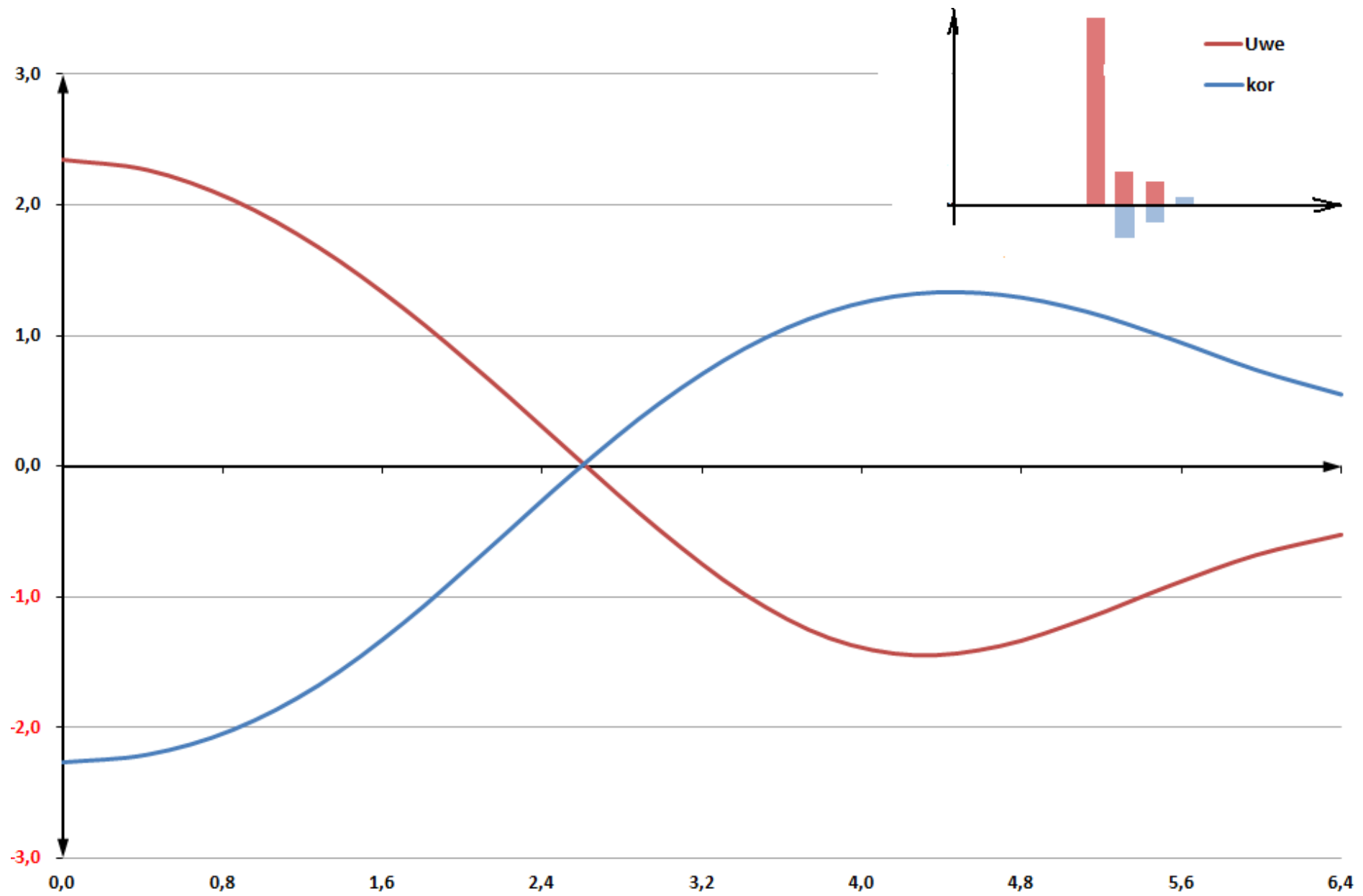
- **korektor adaptacyjny** jest układ cyfrowy, który kompensuje skutki złożone zaburzenia sygnału w tym zmiany opóźnienia grupowego, nachylenia amplitudy lub mikro-odbić. Dostosowuje on swoje zmienne współczynniki filtra dynamicznie w odpowiedzi kanału w taki sposób, aby zmaksymalizować otrzymany parametr MER
- **korektor adaptacyjny wykorzystuje** zaawansowane algorytmy do uzyskania współczynników dla poszczególnych stopni korektora "w locie" - w efekcie tworząc filtr cyfrowy z zasadniczo przeciwnym złożonej odpowiedzi częstotliwościowej zaburzonego kanału

przy wysokim **SNR** (E_s/N_0) korektor będzie przeciwną syntezą na reakcję kanału.
przy niskim **SNR** spowoduje wzmocnienie szumu (**zwiększy ilość błędnych bitów**)

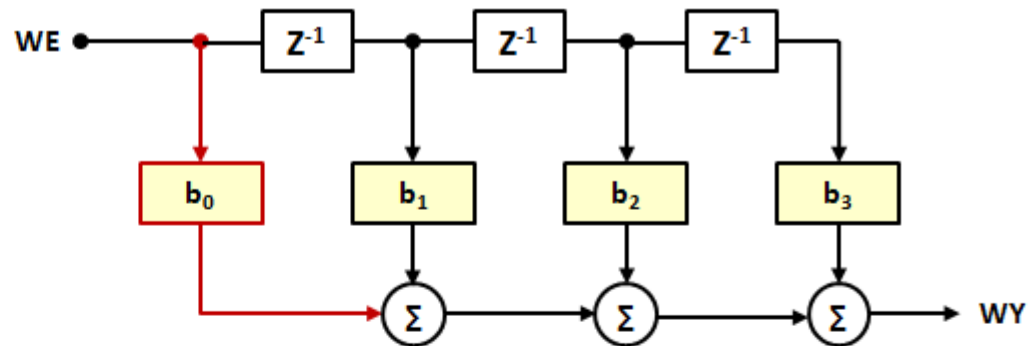
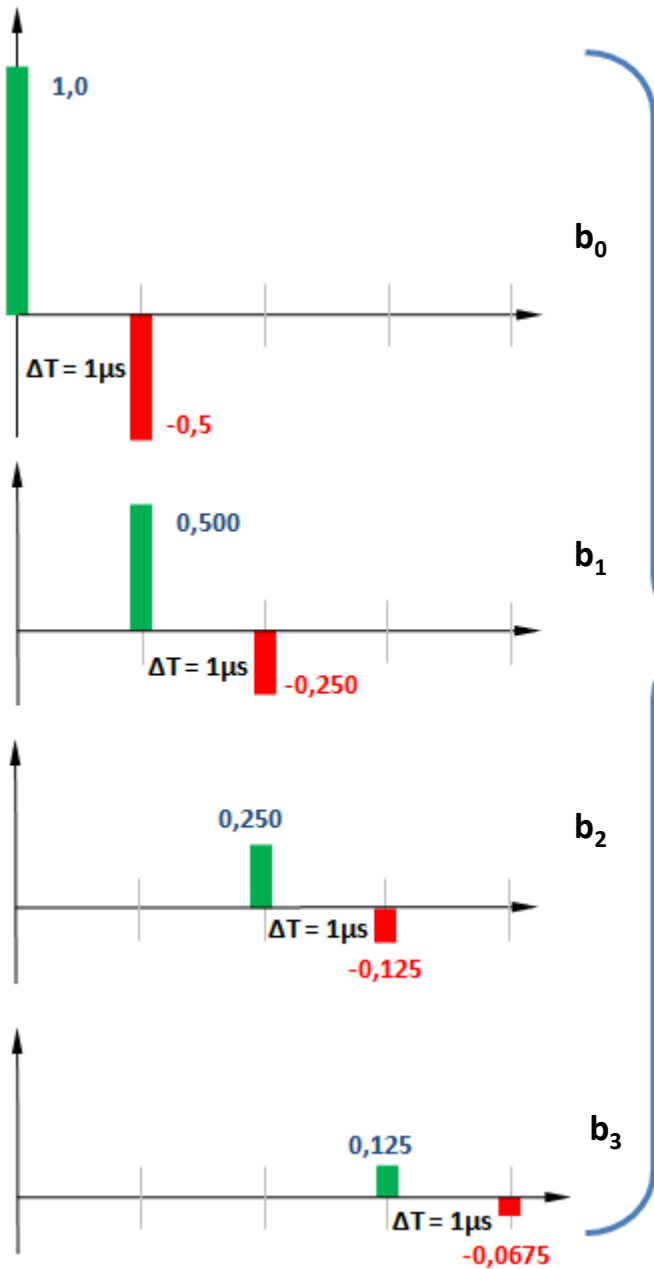
Korektor adaptacyjny



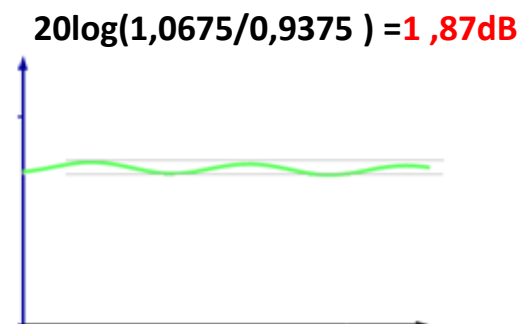
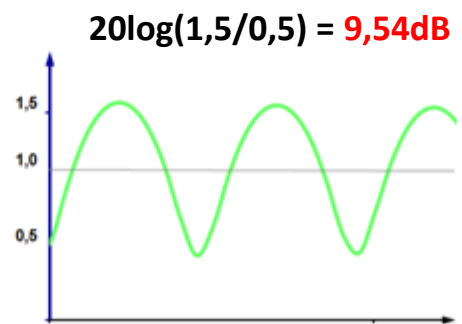
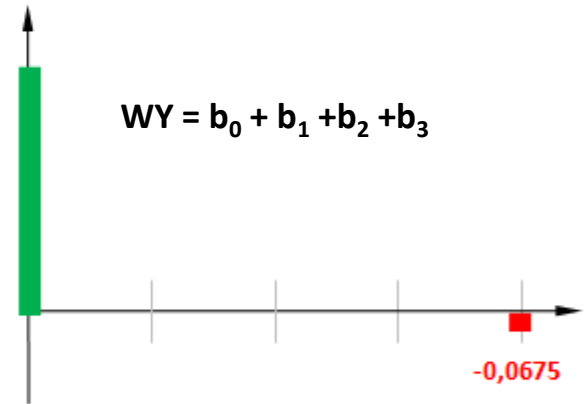
Korektor adaptacyjny

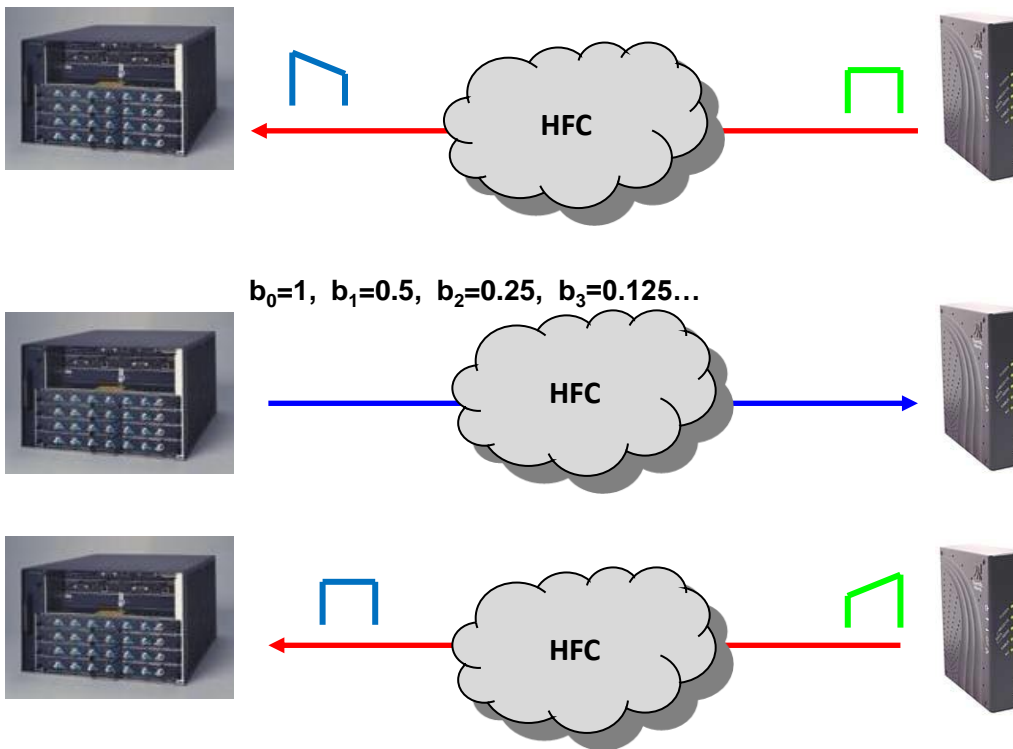


Korektor adaptacyjny zasada działania

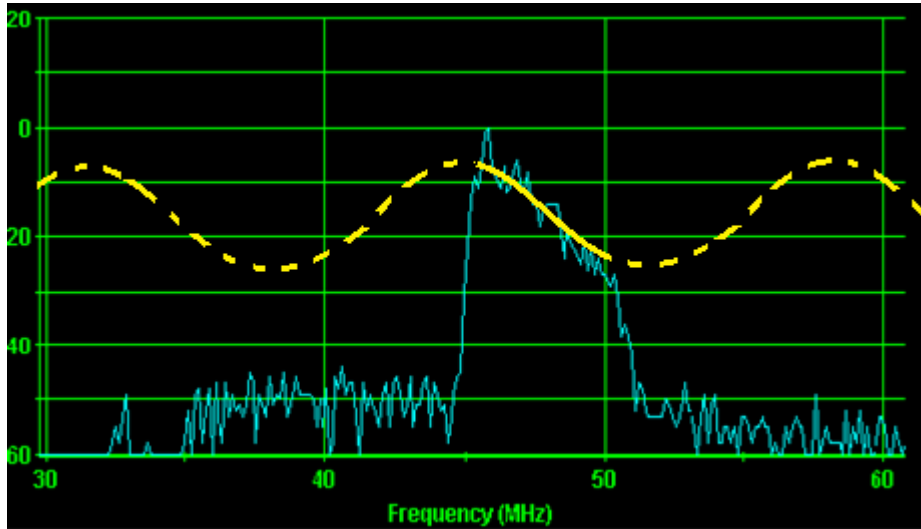


redukcja echa:
 $20\log(0,5/0,0675) = 18,1\text{dB}$

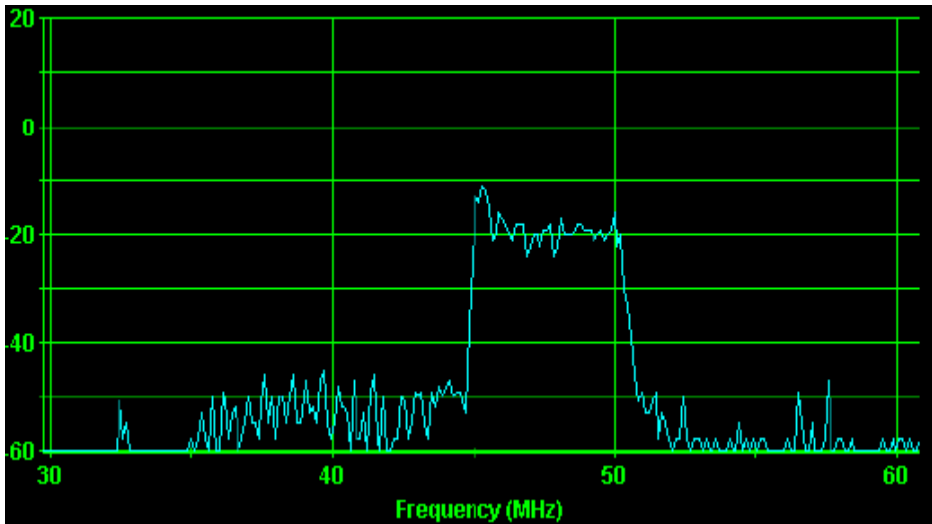
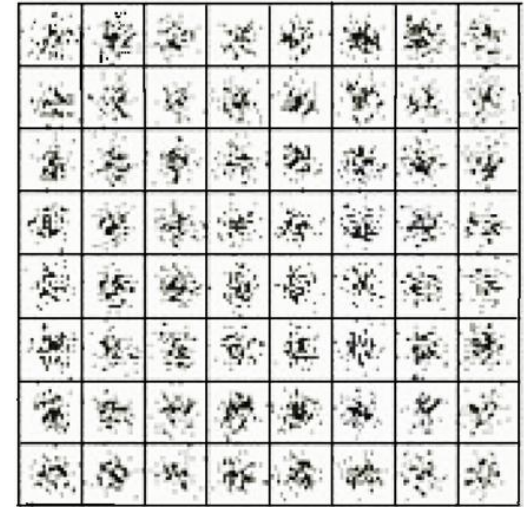




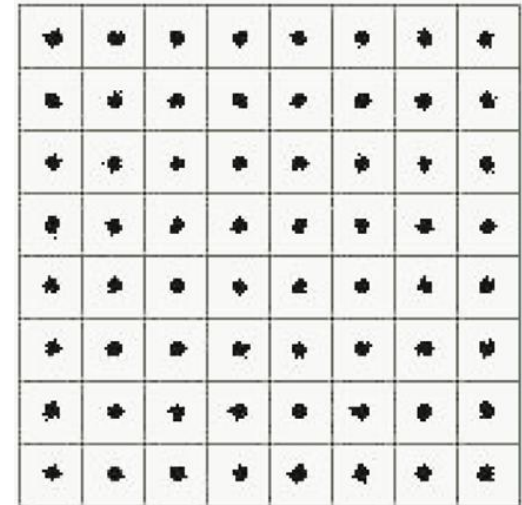
- Modem przesyła początkowo nie korygowane impulsy do CMTS.
- CMTS przesyła współczynniki korektora do modemu w wiadomości RNG-RSP MAC
- Modem stosuje przesłane współczynniki korektora adaptacyjnego w **kanale zwrotnym**



MER = 23,2dB
 Pre BER = 6,0E-06
 PostBER < 1,0E-09



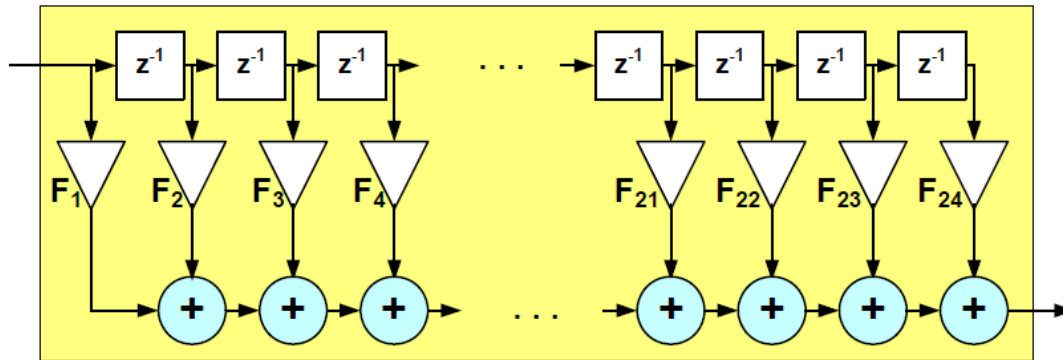
MER = 35,3dB
 Pre BER < 1,0E-10
 PostBER < 1,0E-10



korektor adaptacyjny jest to układ cyfrowy, który kompensuje zaburzenia sygnału modulowanego cyfrowo w widmie częstotliwościowym.

obejmuje kompleksowo wielkość zaburzeń amplitudy względem częstotliwości i korekcję fazy względem częstotliwości

korektor adaptacyjny wykorzystuje zaawansowane algorytmy do uzyskania współczynników dla poszczególnych stopni korektora "w locie" - w efekcie tworząc filtr cyfrowy z zasadniczo przeciwną złożoną odpowiedzią częstotliwościową zniekształconego kanału

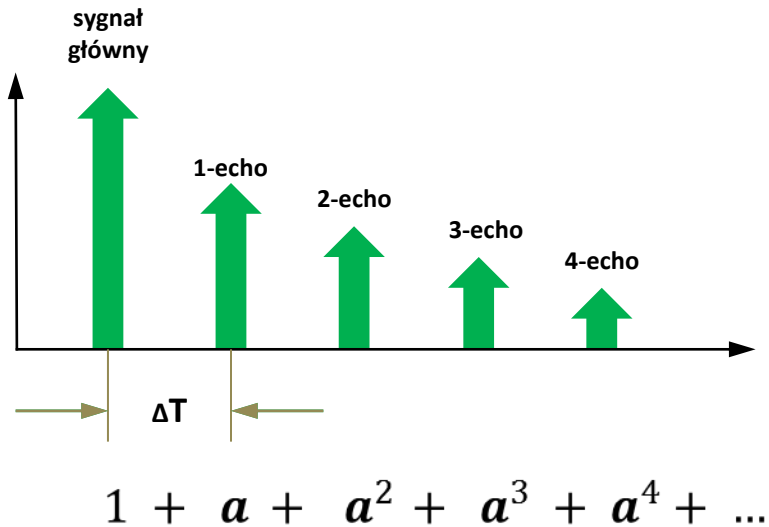
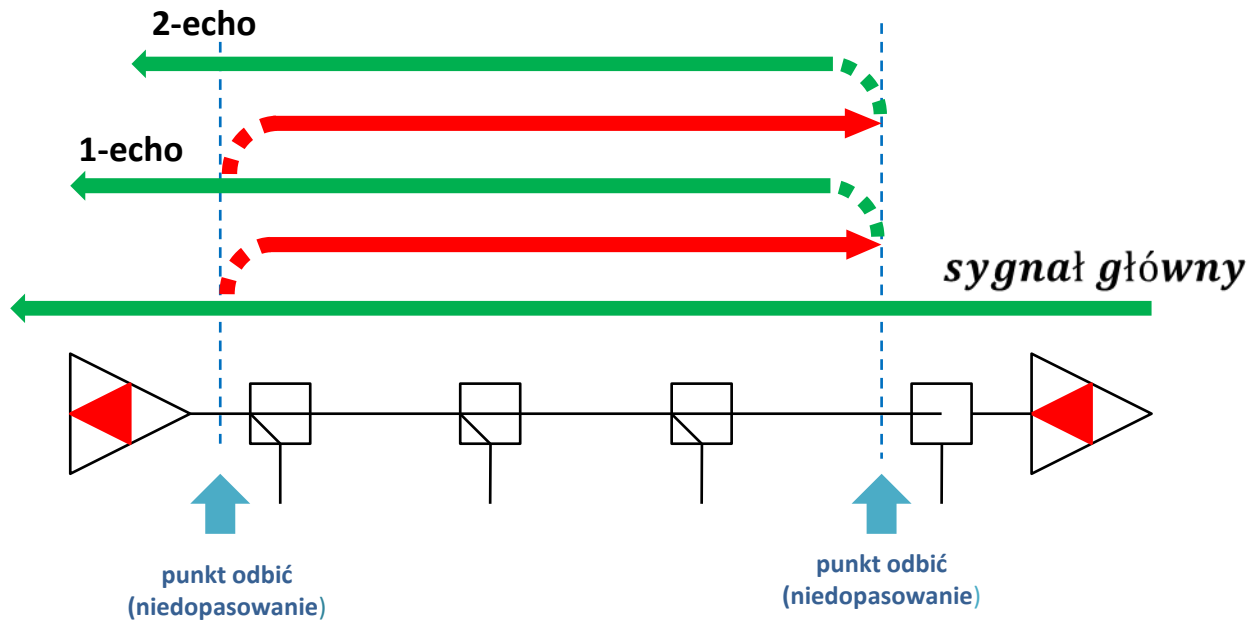


1. przy **wysokim SNR** (E_s / N_0) korektor będzie syntezą przeciwną reakcję kanału.
2. przy **niskim SNR** spowodowałyby wzmocnienie szumu (*więc rozwiązanie jest pewnym kompromisem*)
3. przy idealnych współczynnikach korektora uzyskujemy maksymalny współczynnik błędów modulacji (MER), minimalizując całkowite zaburzenia pasma w tym ingerencji (zakłóceń) międzysymbolowej (ISI), w granicach możliwości equalizera (liczby stopni itd.).

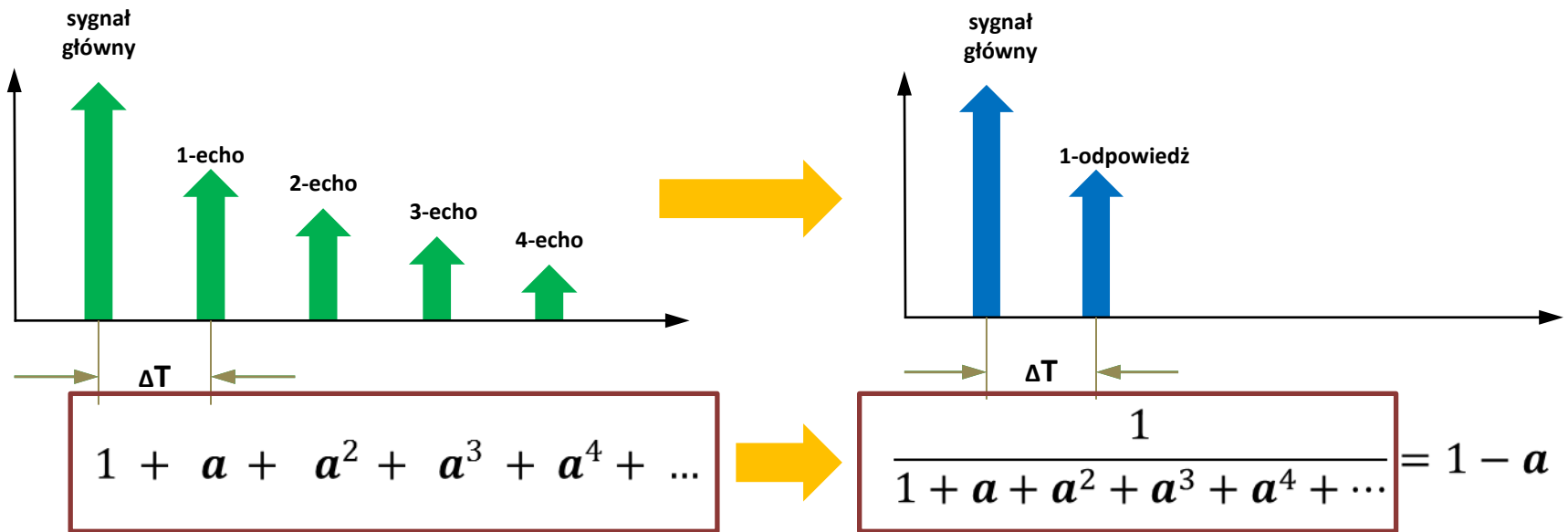
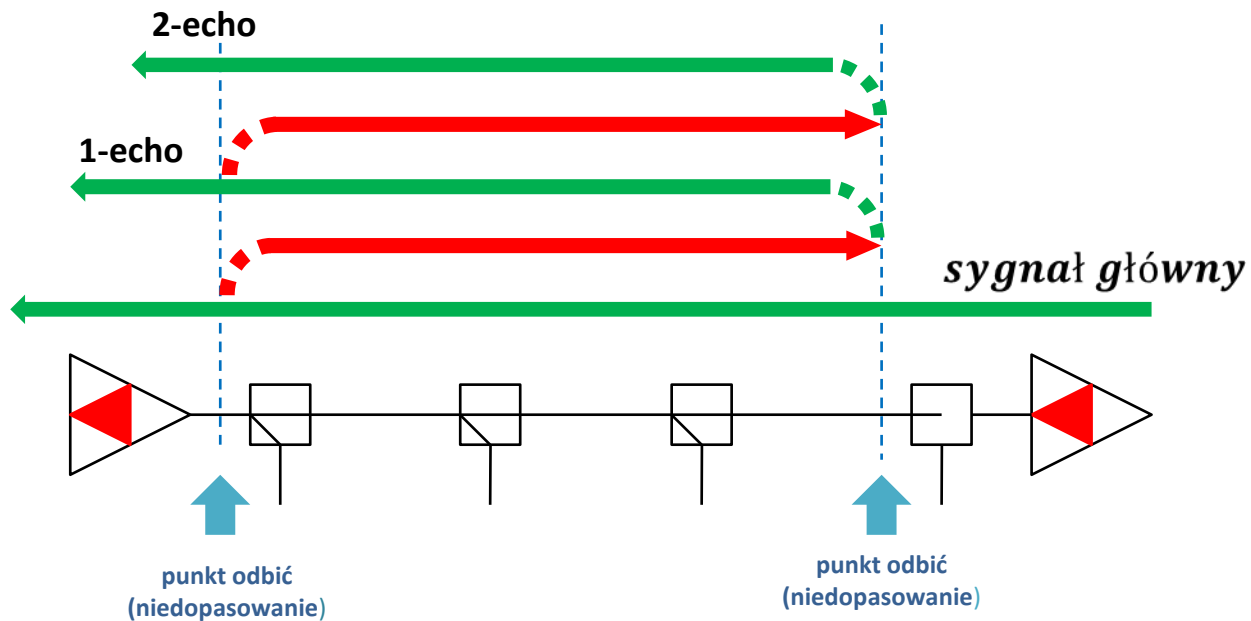
Jeśli w kanał przesyłowy nagle zmienia się lub znika, korektor adaptacyjny będzie zakłócać sygnał, **dopóki nie przyjdą nowe współczynniki korektora do aktualnych warunków kanału i działanie korektora zostanie zaktualizowane.**

Proces adaptacji jest bardzo szybki, zwykle zakończony w milisekundach.

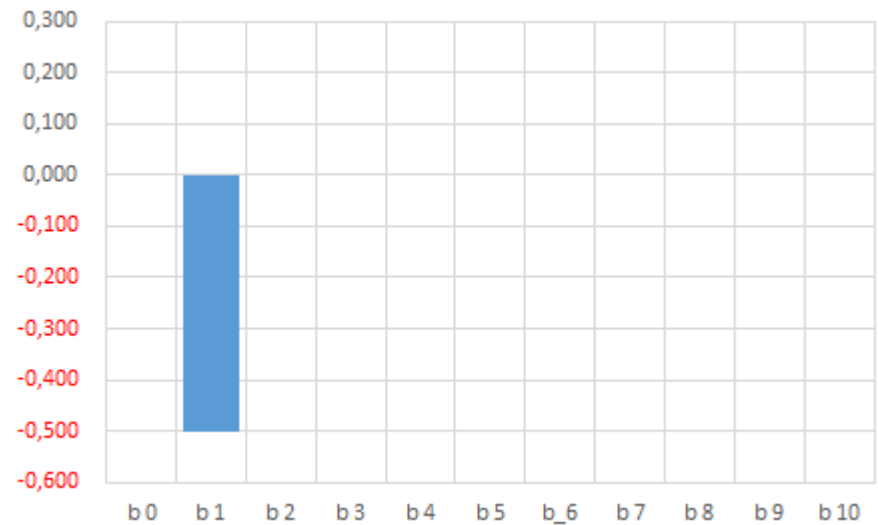
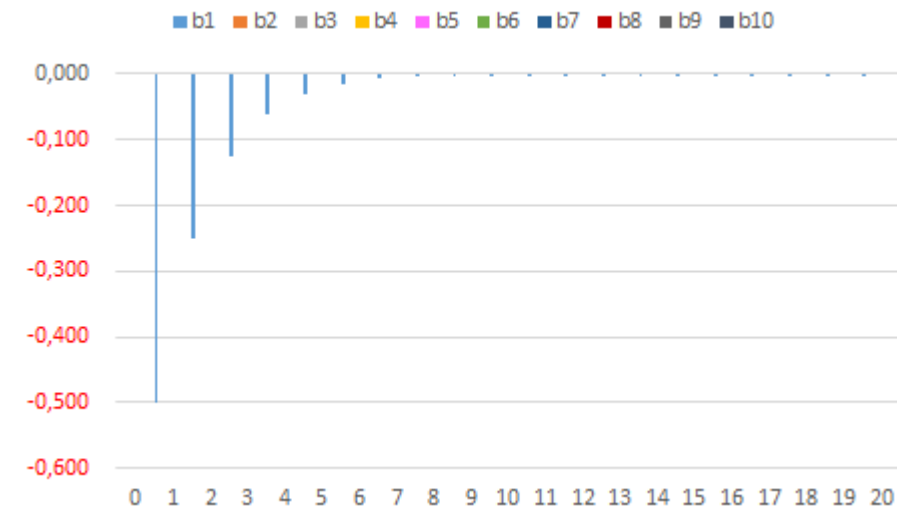
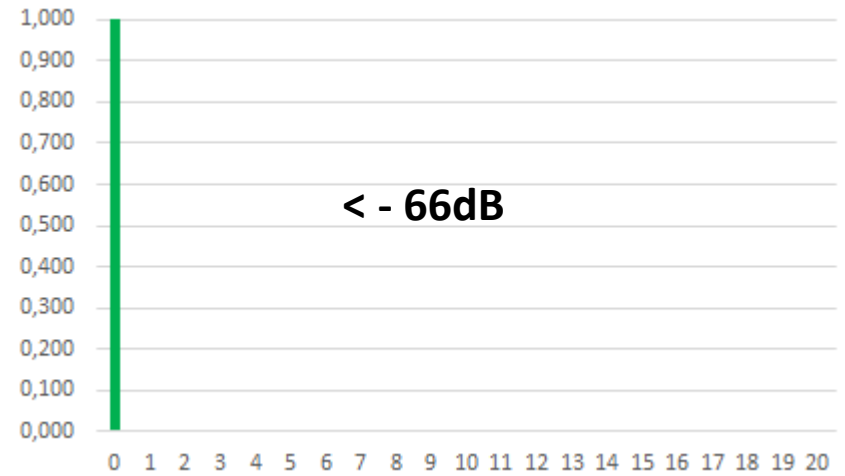
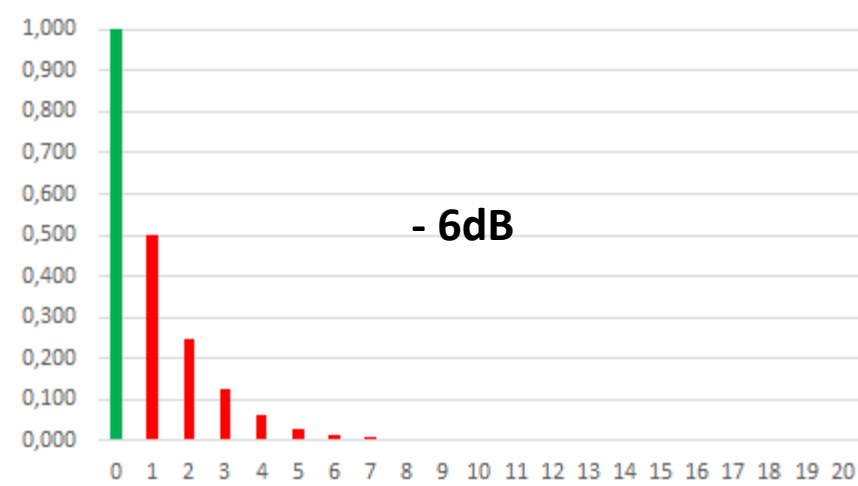
Wielokrotne echo



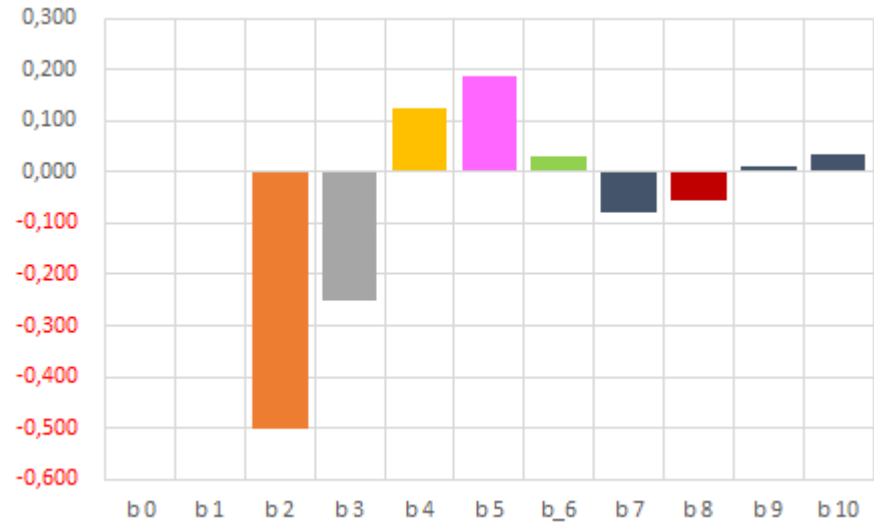
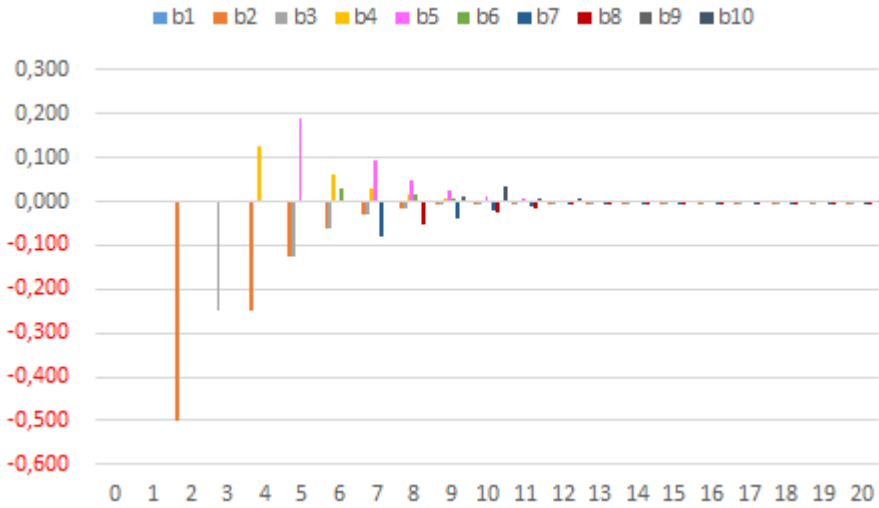
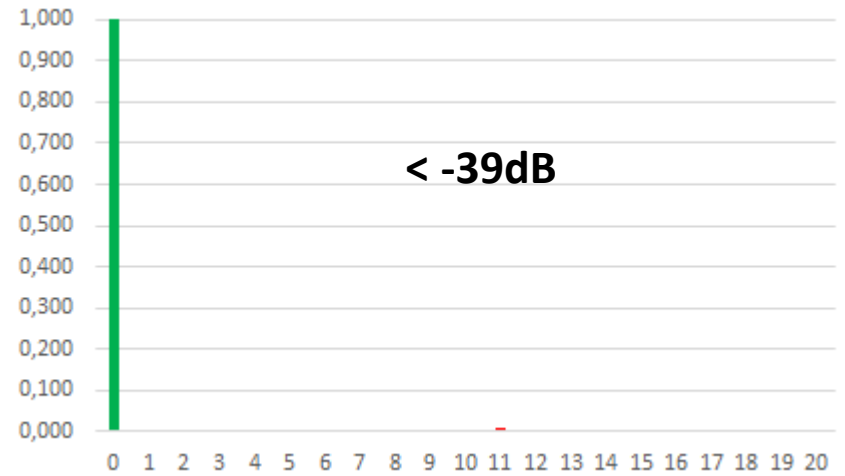
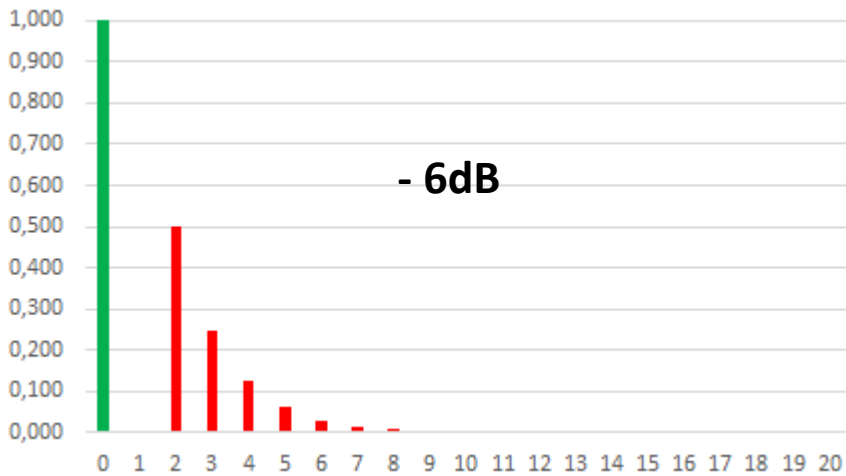
Wielokrotne echo



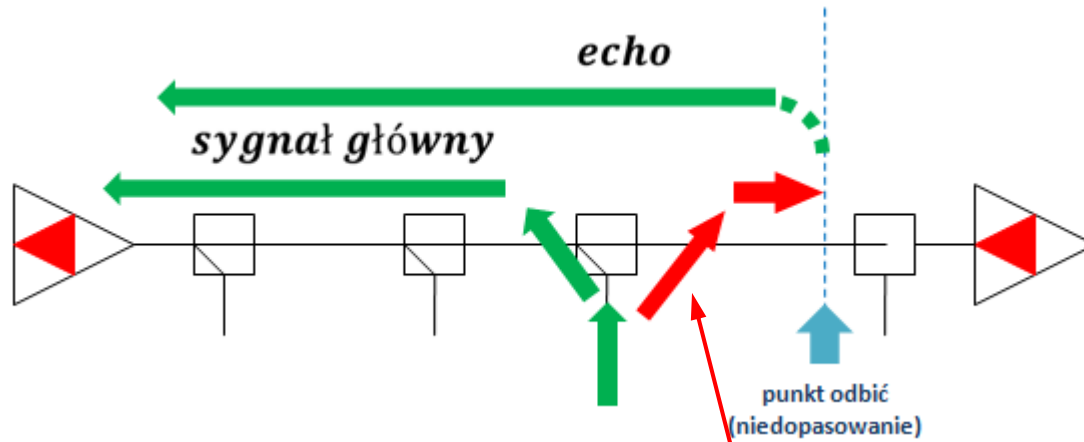
wielokrotne echo



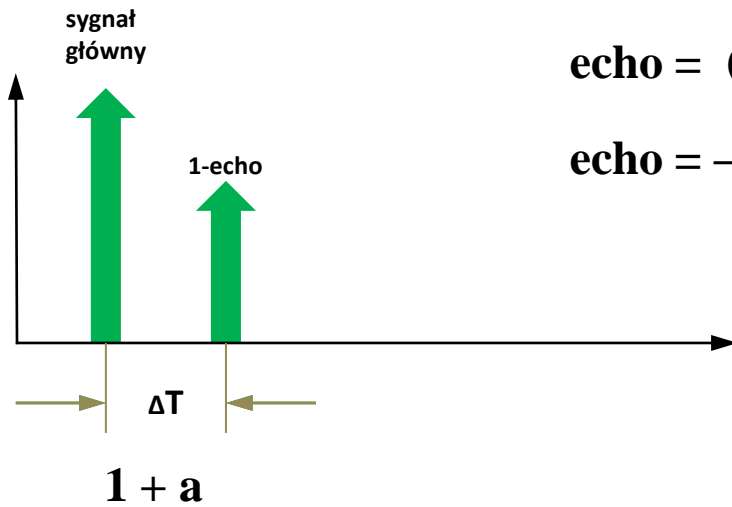
wielokrotne echo



pojedyncze echo



$$\text{izolacja} = A_{12} + A_{13} + s_{11}$$

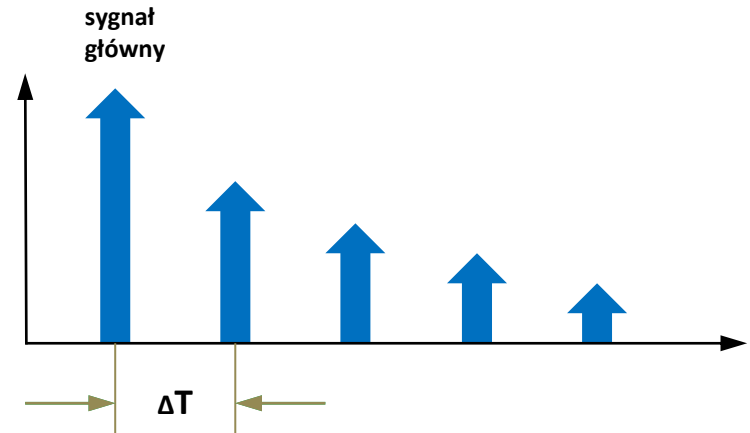
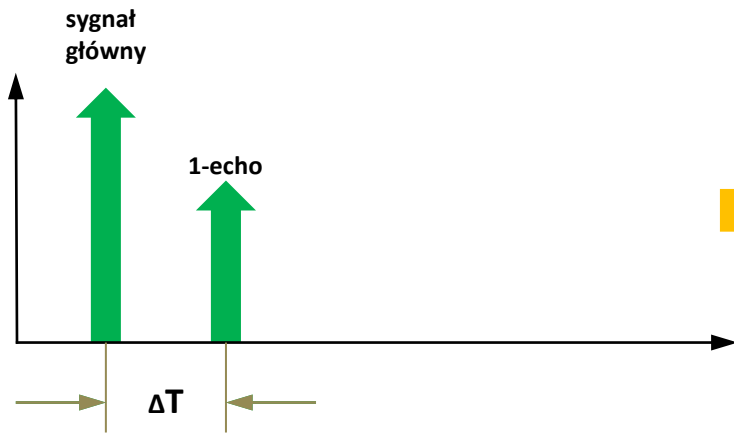
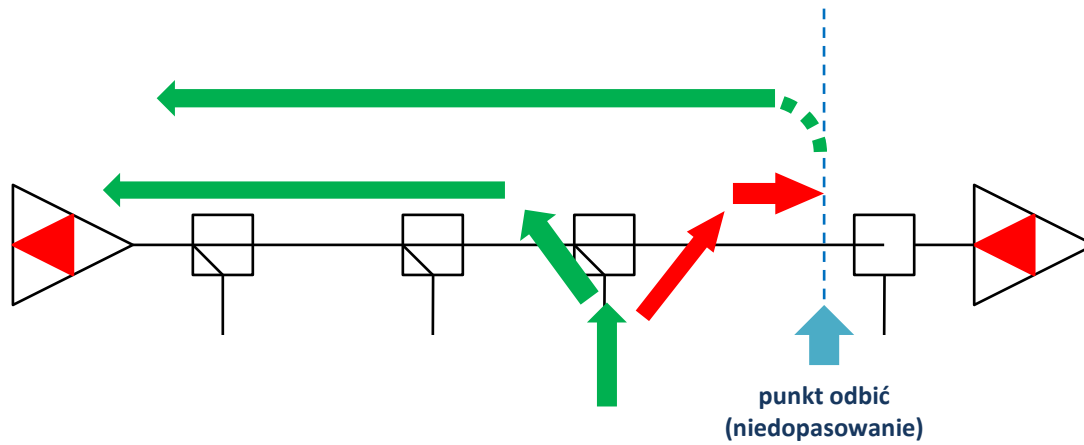


$$\text{echo} = (A_{13}) - (A_{12} + A_{13} + s_{11}) - A_{12} - \text{ATT}_{\text{kabel}}$$

$$\text{echo} = - (2A_{12} + s_{11} + \text{ATT}_{\text{kabel}})$$

"a" jest amplitudą pierwszego echa w kategoriach liniowych

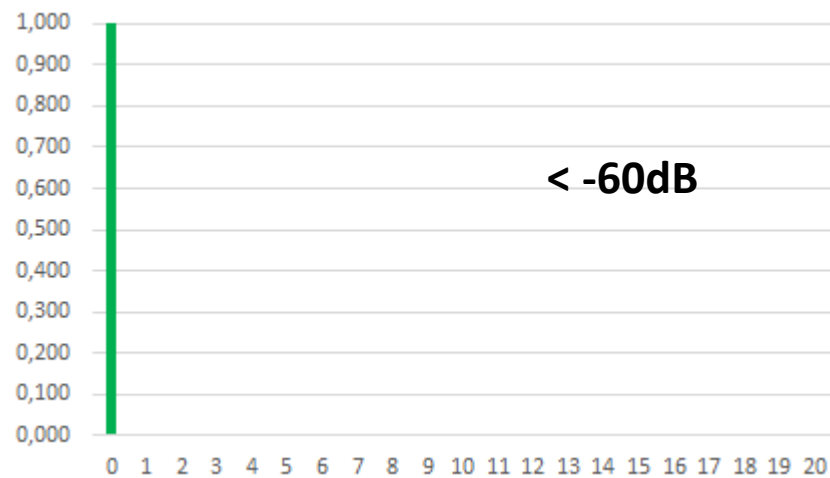
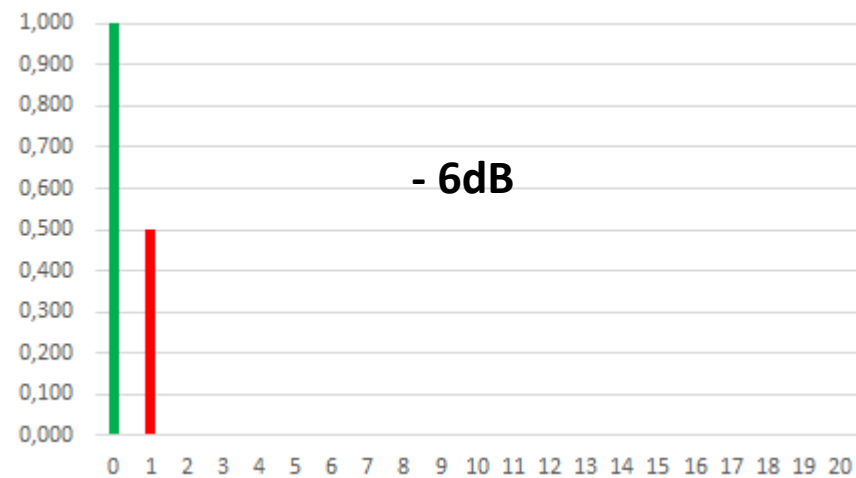
pojedyncze echo



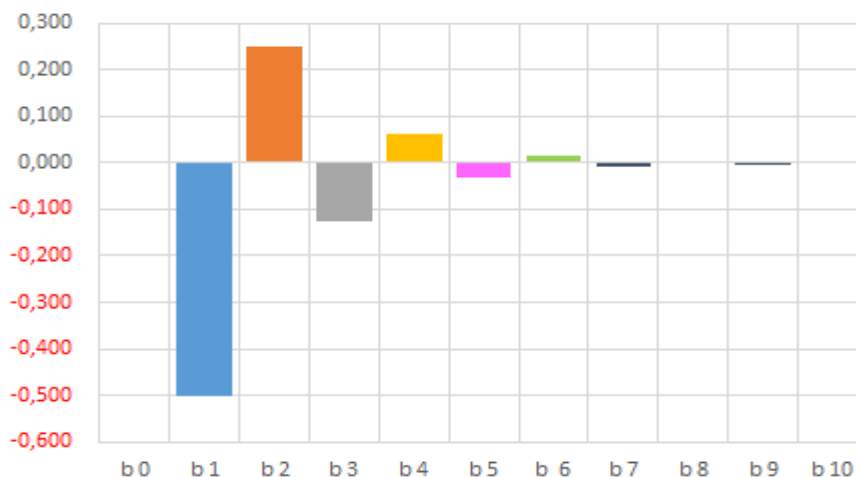
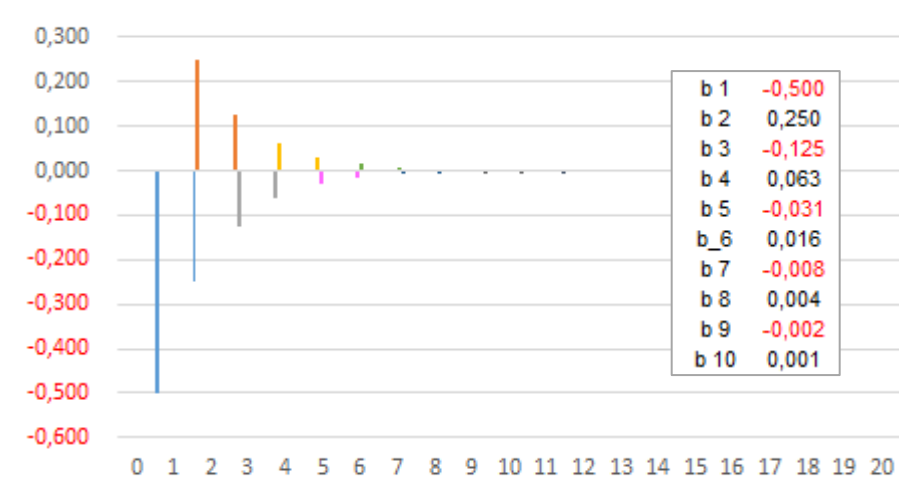
$$1 + a$$

$$\frac{1}{1 + a} = 1 - a + a^2 - a^3 + a^4 -$$

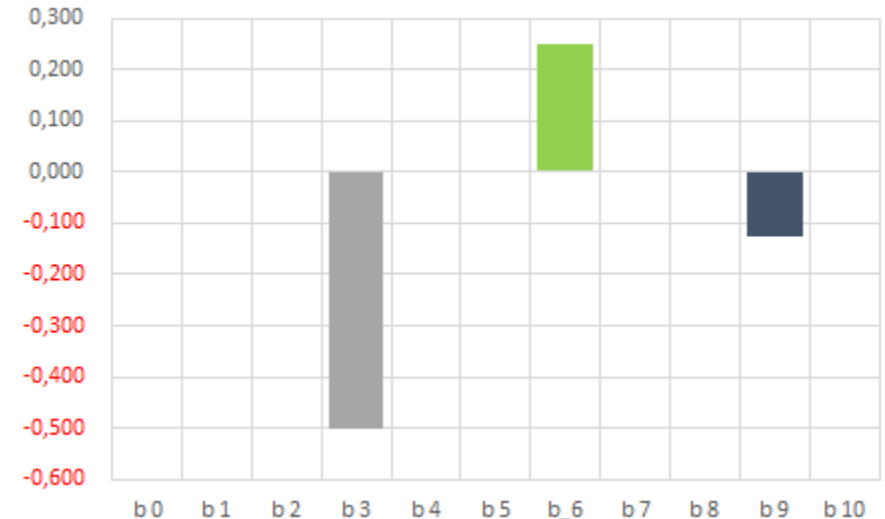
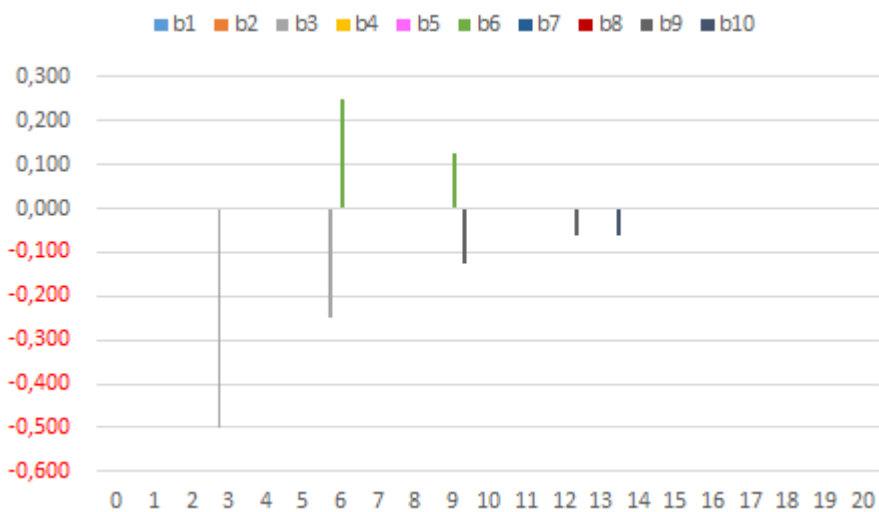
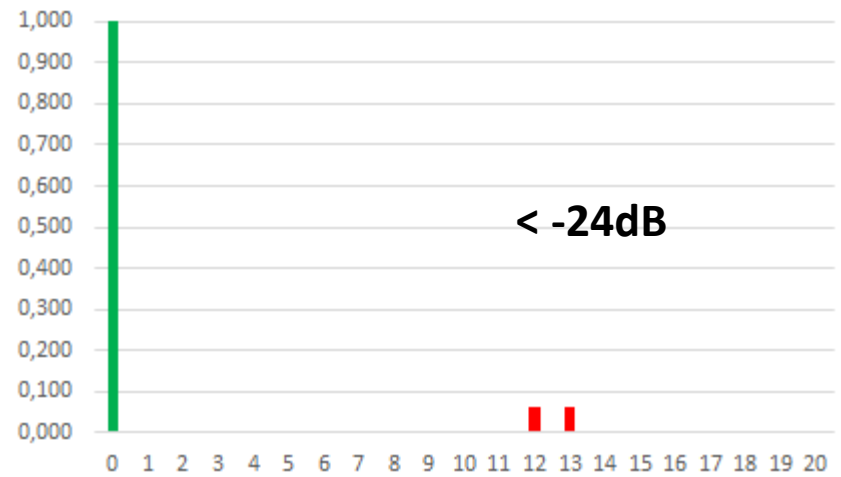
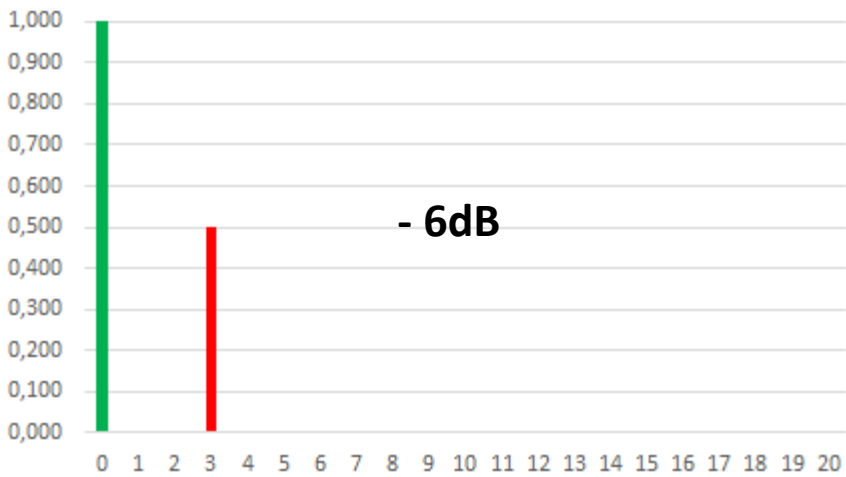
pojedyncze echo



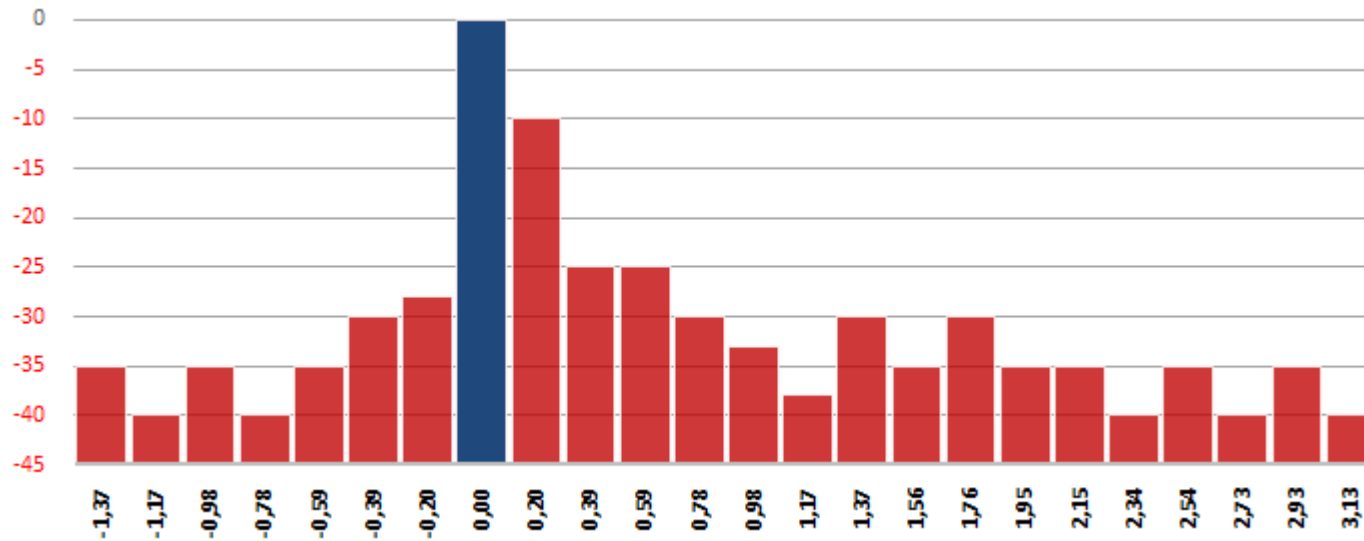
b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 b10



pojedyncze echo



parametry korektora



Energia głównego wyjścia tapa **MTE (Main Tap Energy)**
zakładając, że jest w położeniu VIII

$$MTE = F8_r^2 + F8_i^2$$

suma energii wszystkich korektorów przed głównym tapem

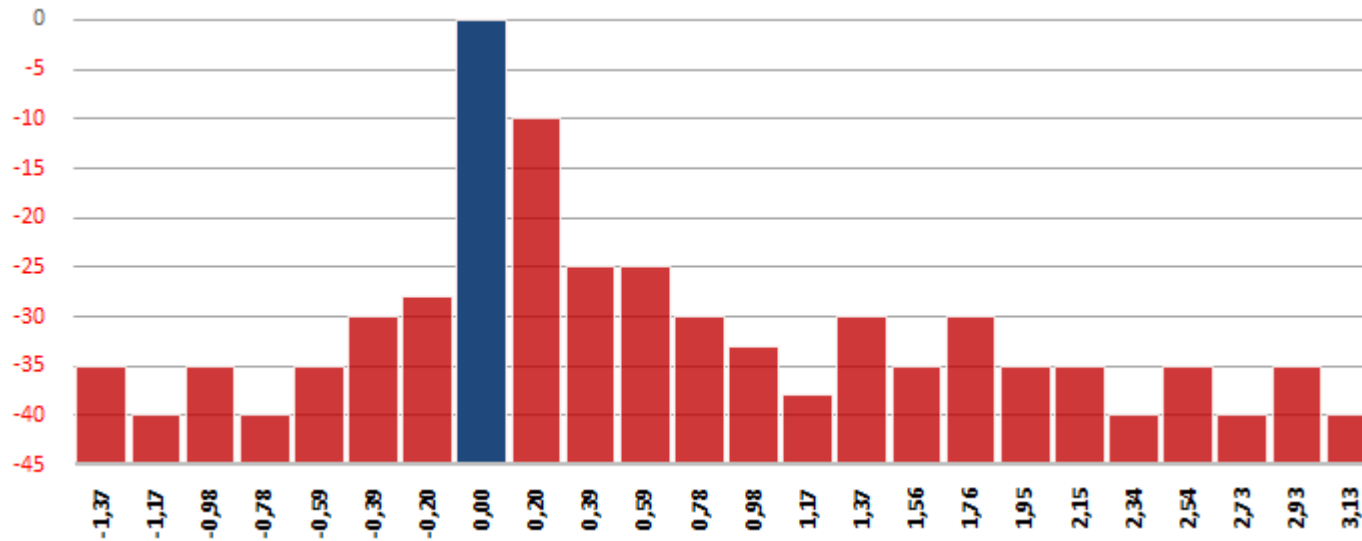
$$PreMTE = F1_r^2 + F1_i^2 + F2_r^2 + F2_i^2 + F3_r^2 + F3_i^2 + \dots F7_r^2 + F7_i^2$$

suma energii wszystkich korektorów za głównym tapem

$$PostMTE = F9_r^2 + F9_i^2 + F10_r^2 + F10_i^2 + \dots F24_r^2 + F24_i^2$$

suma energii we wszystkich zaworów korektora ...TTE (Total Tap Energy)

$$TTE = PreMTE + MTE + PostMTE$$



NMTER jest parametrem do oceny zniekształceń w kanale zwrotnym (ΔU , s-11)

$$NMTER = 10 \log \left(\frac{PreMTE + PostMTE}{TTE} \right)$$

PostMTTER jest przydatnym parametrem do oceny udziału mikro-odbić

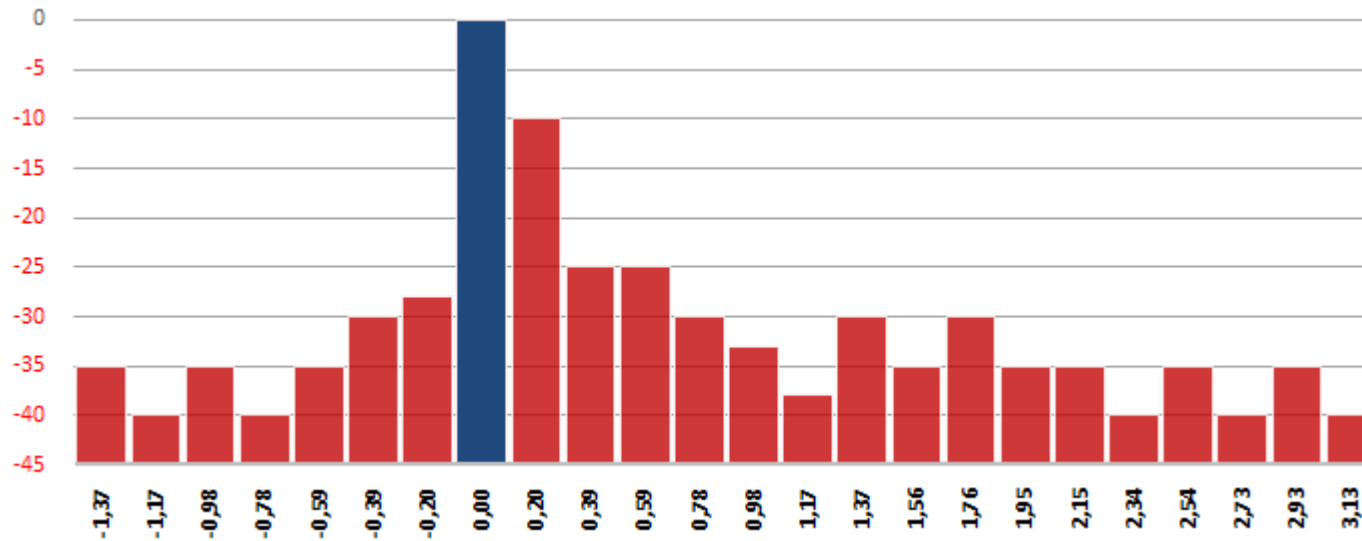
$$PostMTTER = 10 \log \left\{ \frac{PostMTE}{TTE} \right\}$$

PreMTTER jest przydatnym parametrem do ustalenia poziomu opóźnienia grupowego

$$PreMTTER = 10 \log \left\{ \frac{PreMTE}{TTE} \right\}$$

$$PPESR = 10 \log \left\{ \frac{PreMTE}{PostMTE} \right\}$$

parametry korektora



kompresja głównego tupa korektora adaptacyjnego **MTC** (Main Tap Compression)

$$MTC = 10 \log \left(\frac{TTE}{MTE} \right)$$

gdy:

MTC > 0,14dB zafalowanie widma > 3dB (**przekroczenie**)

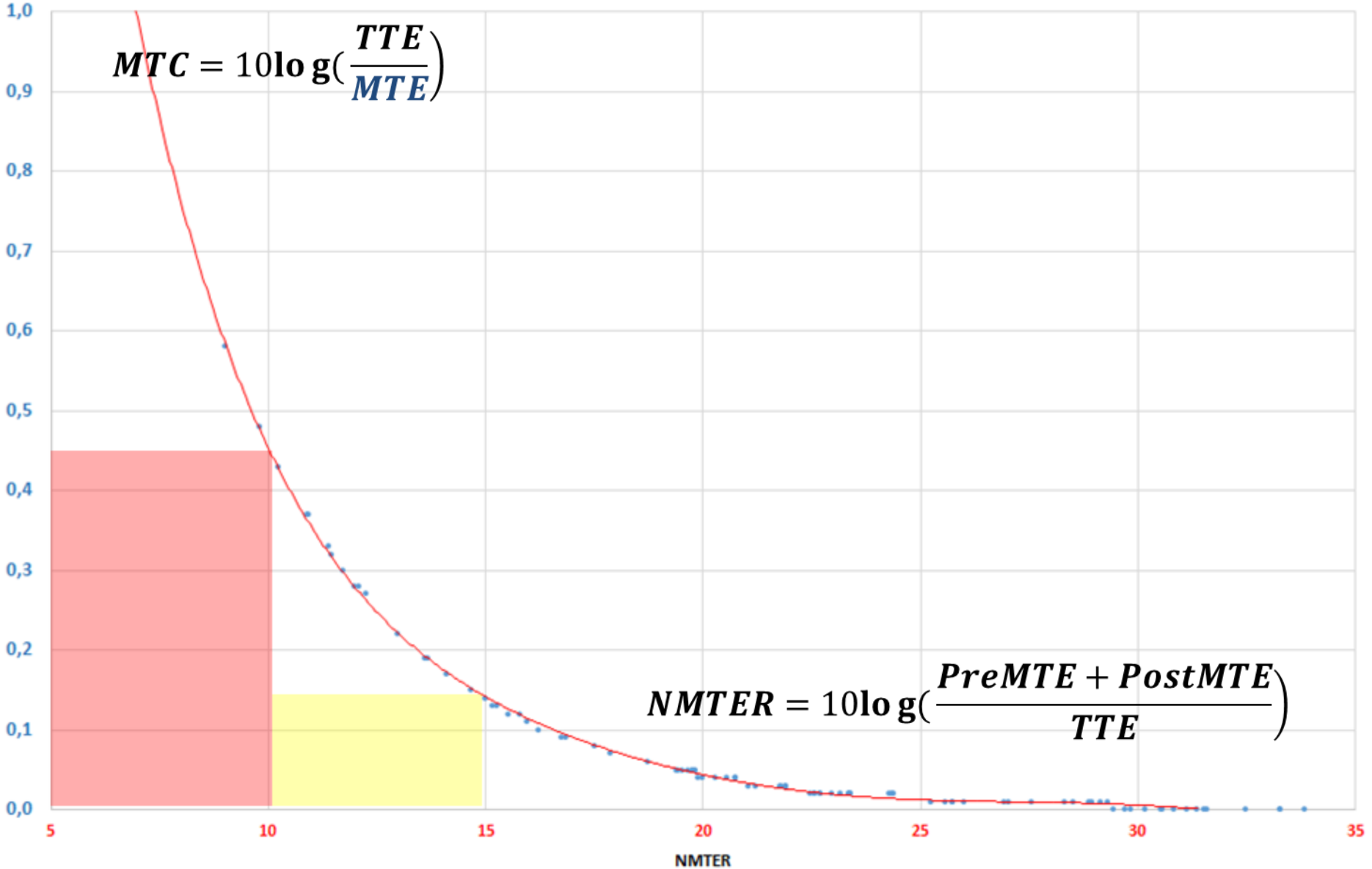
MTC > 0,4dB zafalowanie widma > 6dB (**alarm**)

MTC > 2dB !!! niemożliwa kompensacja korektora

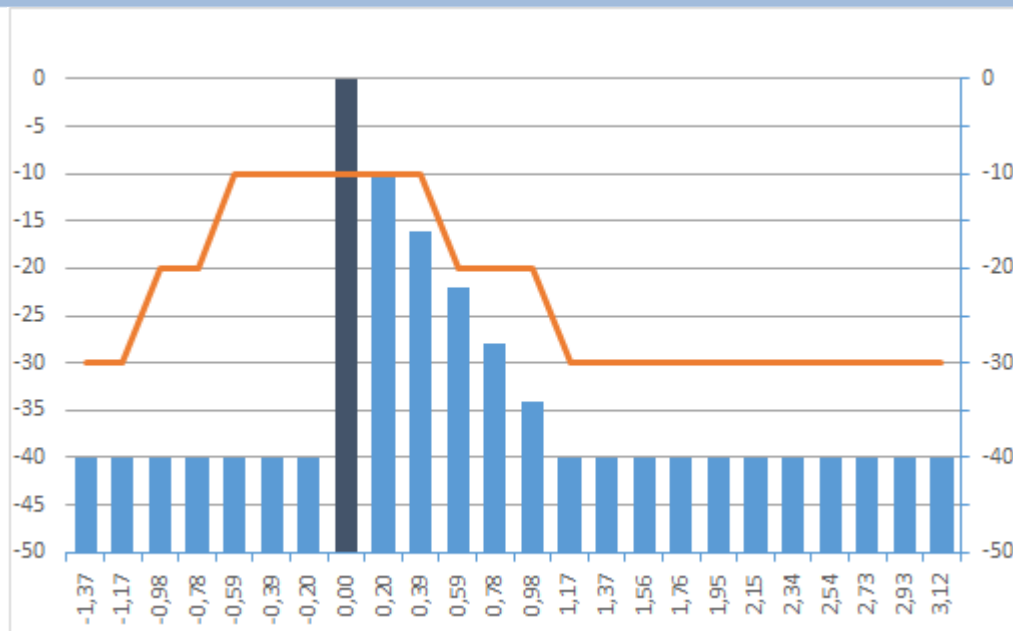
MTC

$$MTC = 10 \log \left(\frac{TTE}{MTE} \right)$$

$$NMTER = 10 \log \left(\frac{PreMTE + PostMTE}{TTE} \right)$$

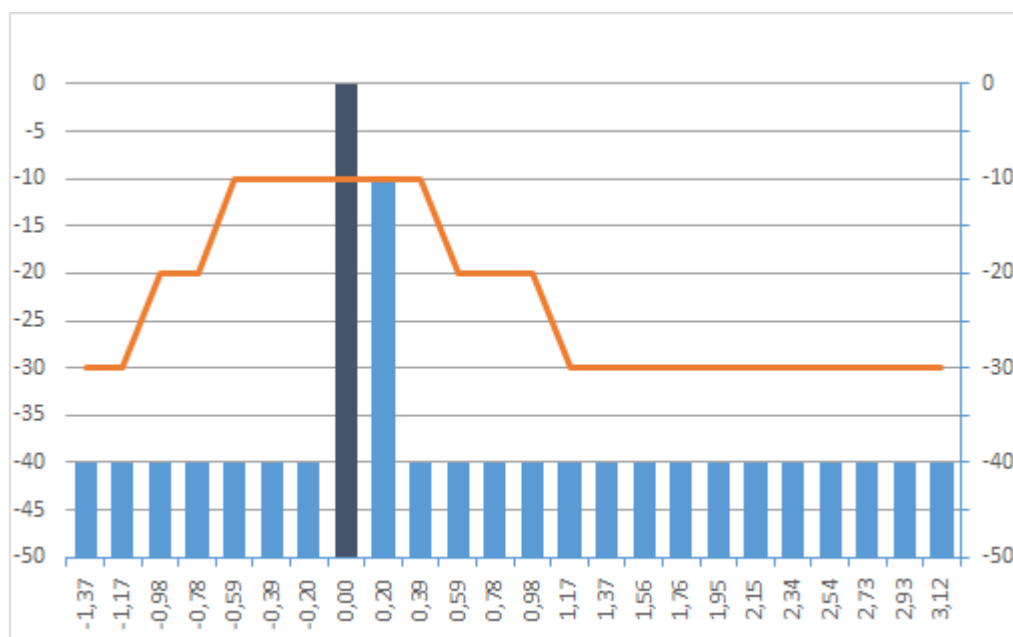


symulacja dla echa pojedynczego i wielokrotnego



echo pojedyncze

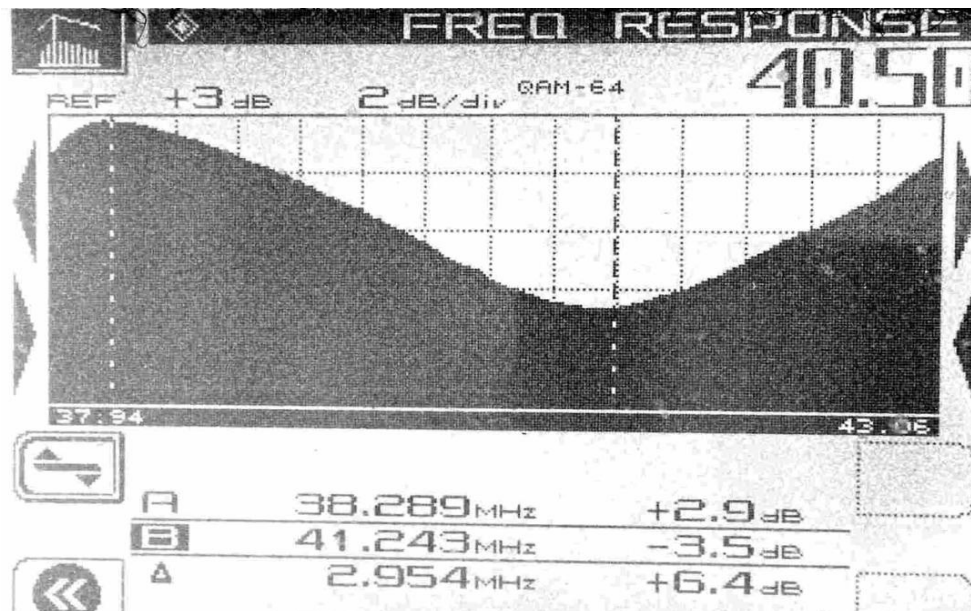
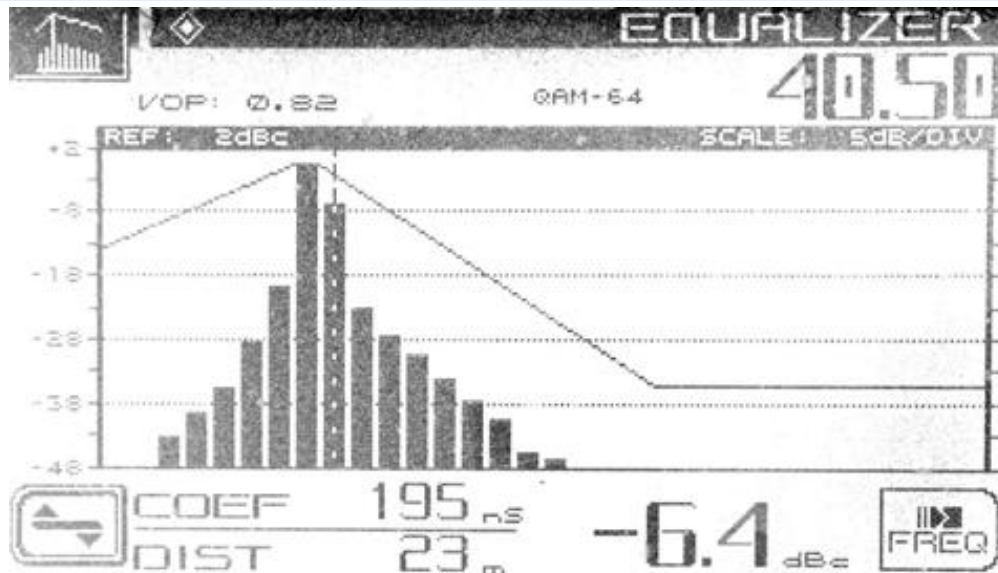
MTC	0,55
NMTER	-9,22
PreMTTER	-28,79
PostMTTER	-9,27
PPESR	-19,53
Umax-Umin	3,80



echo wielokrotne

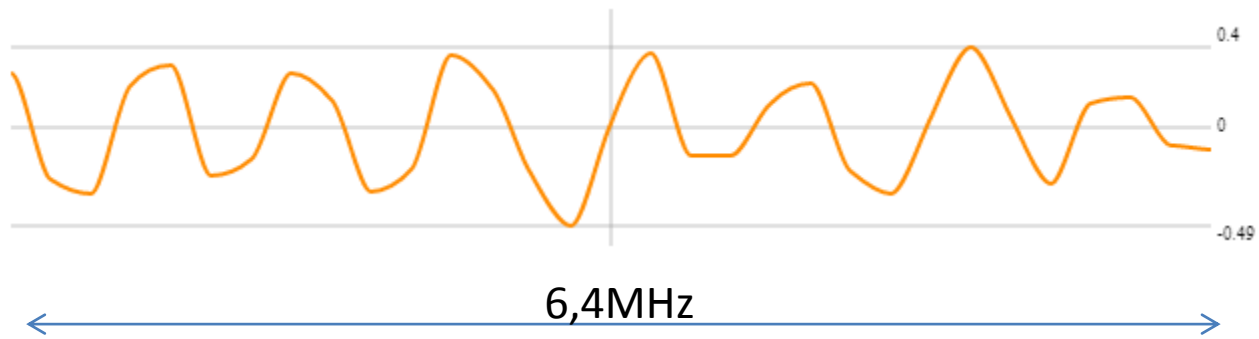
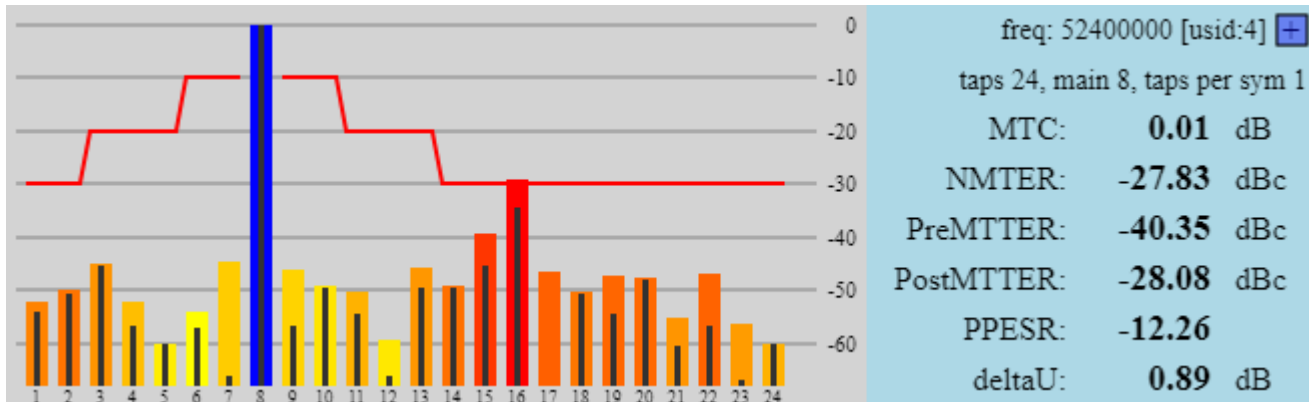
MTC	0,43
NMTER	-10,30
PreMTTER	-28,66
PostMTTER	-10,36
PPESR	-18,30
Umax-Umin	3,70

Przykład korektora

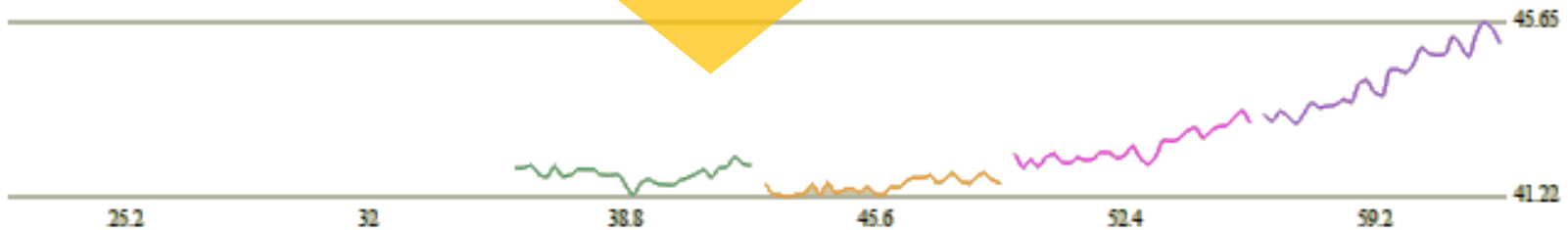
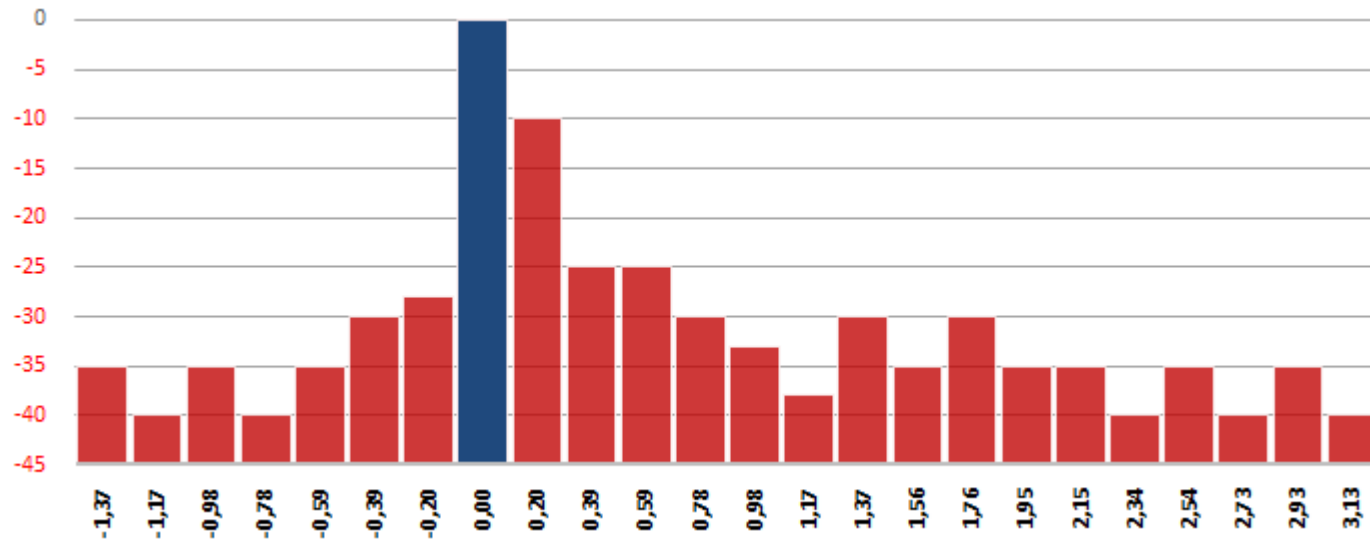


prędkość fali 299,8 m/μsek
 czas symbo 195 nsek

	współczynnik	długość
RG-6	0,78	22,8 m
F-11	0,83	24,3 m
QR	0,88	25,7 m



Wykorzystanie informacji z korektora

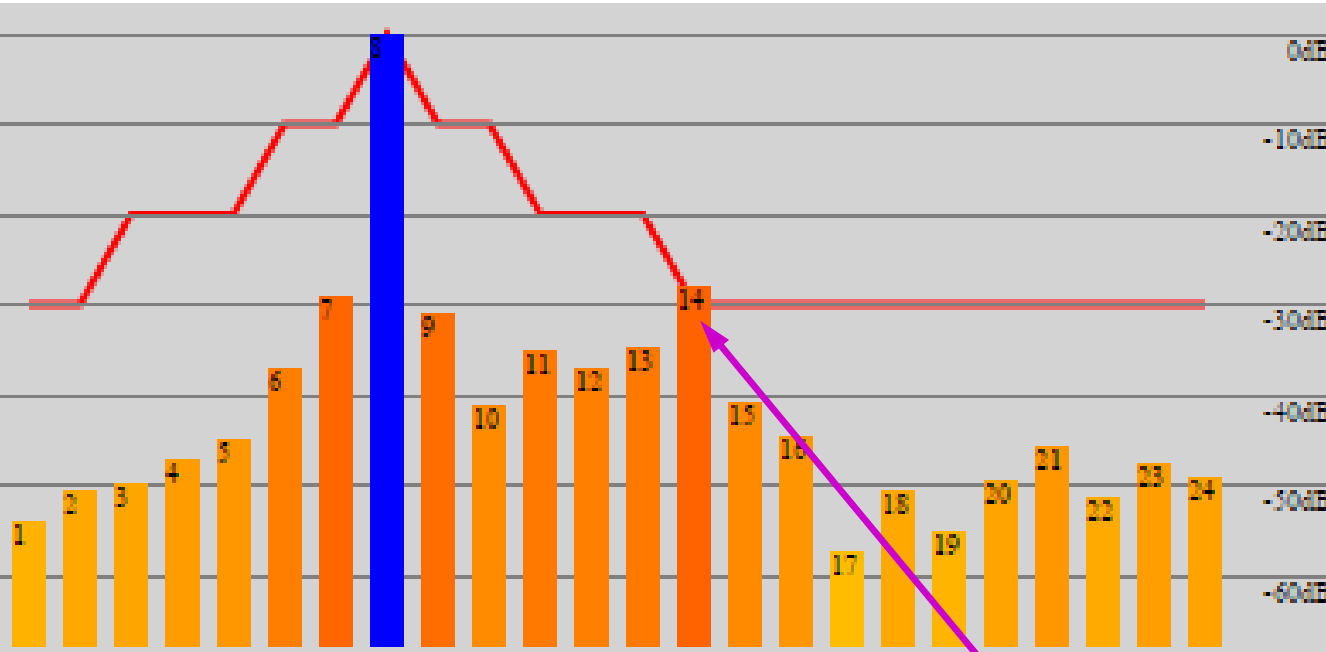


- **Możliwość lokalizacji niedopasowania w sieci RF**
- **Ilustracja charakterystyki widmowej RF**
- **Ilustracja charakterystyki przesunięcia fazowego**

prędkość fal 299,8 m/μsek
czas symbo 195 nsek

	współczynnik	długość
RG-6	0,78	22,8 m
F-11	0,83	24,3 m
QR	0,88	25,7 m

przykład 1

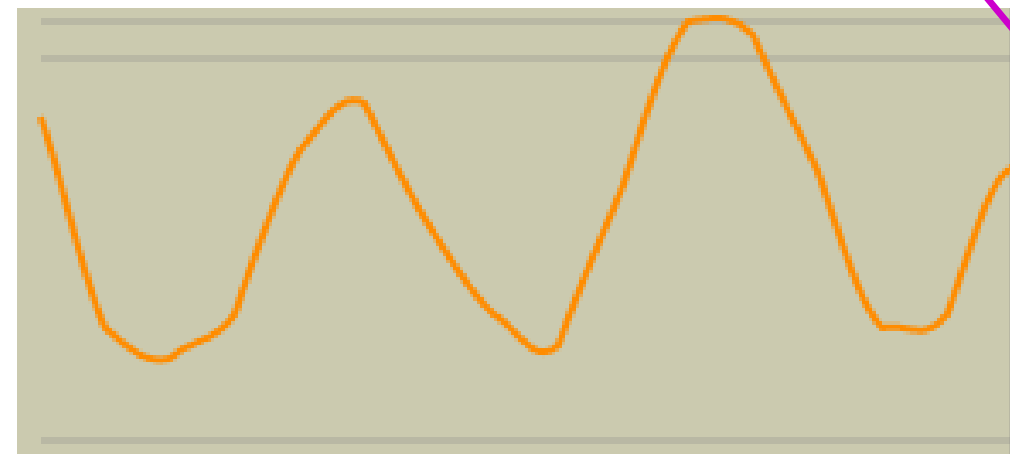


[usid:4]
MTC: 0.02 dB
NMTER: -22.94 dB
PreMTTER: -28.10 dB
PostMTTER: -24.51 dB
PPESR: -3.59 dB
Umax-Umin: 1.23 dB

T_{symb} = 0,195 μs \longleftrightarrow ≈ 156m

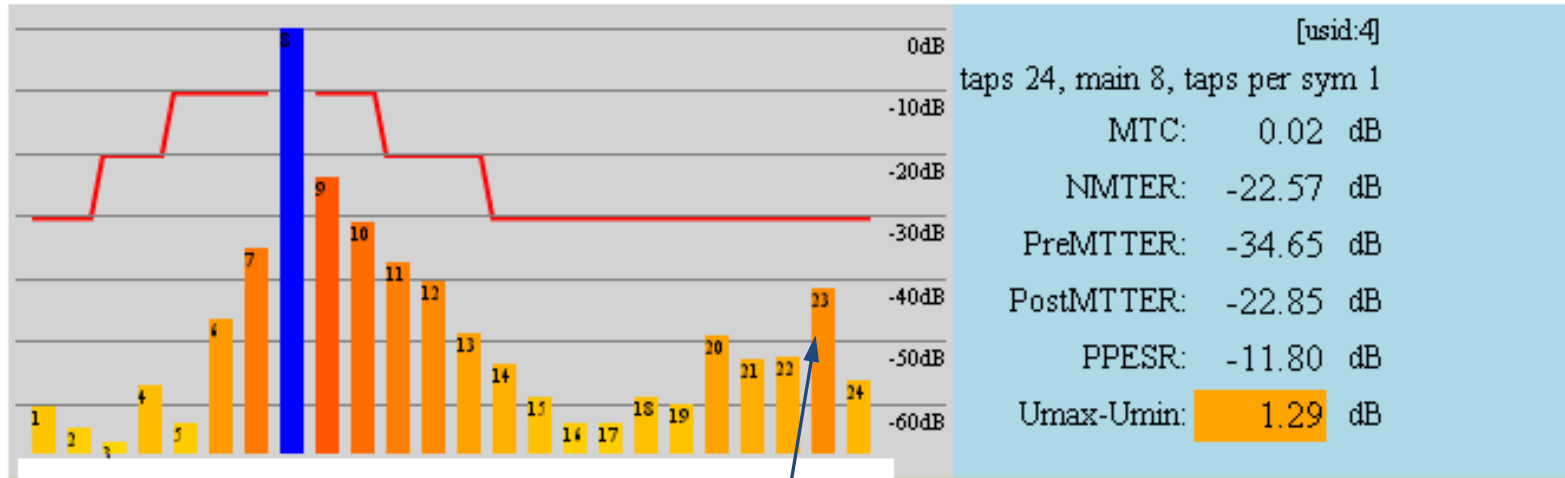
$$L(m) = \frac{300 \left(\frac{m}{\mu\text{sek}} \right) * k * 0,195(\mu\text{sek})}{2}$$

k= 0,79	RG-59	22,8m
k=0,83	F-11	24,3m
k=0,88	QR-540	25,7m



US freq 55900000 US PWR 57. TenthdBmV US SNR 32.29

$$MTC = 10 \log \left(\frac{TTE}{MTE} \right)$$



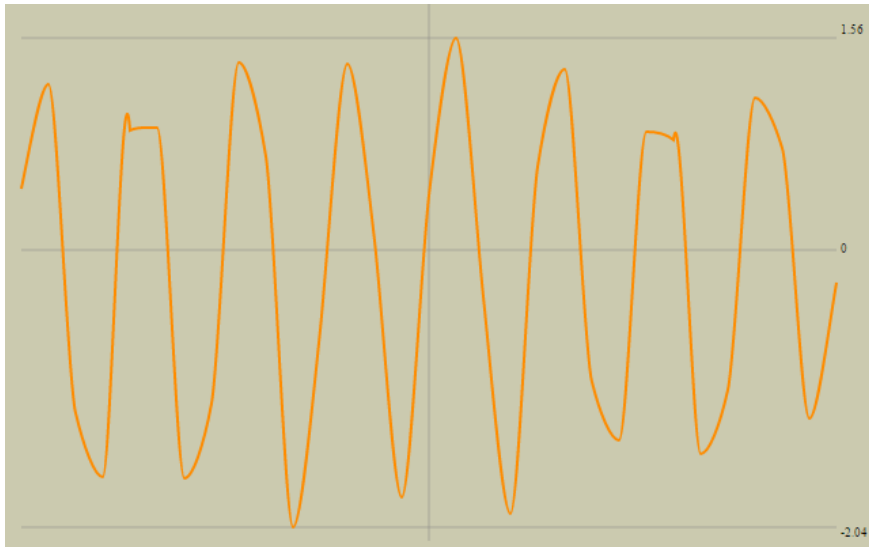
US freq 51900000 US PWR 51. dBmV US SNR 33.82

prędkość fal 299,8 m/μsek
 czas symbo 195 nsek

współczynnik	długość
RG-6	0,78 22,8 m
F-11	0,83 24,3 m
QR	0,88 25,7 m

15 x 25,7 ≈ 385m

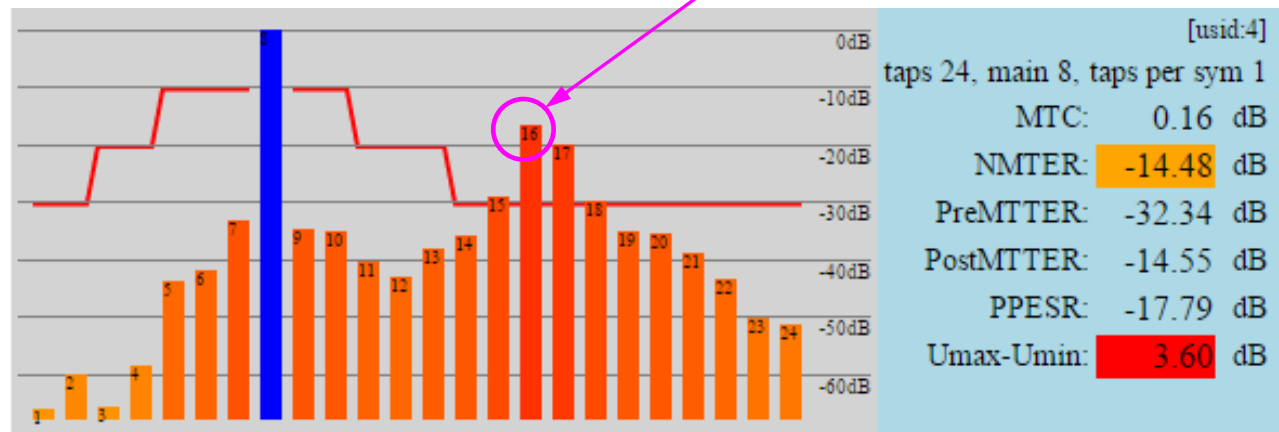
przykład 3



$$8 * 25,7 \approx 205 \text{ ns}$$

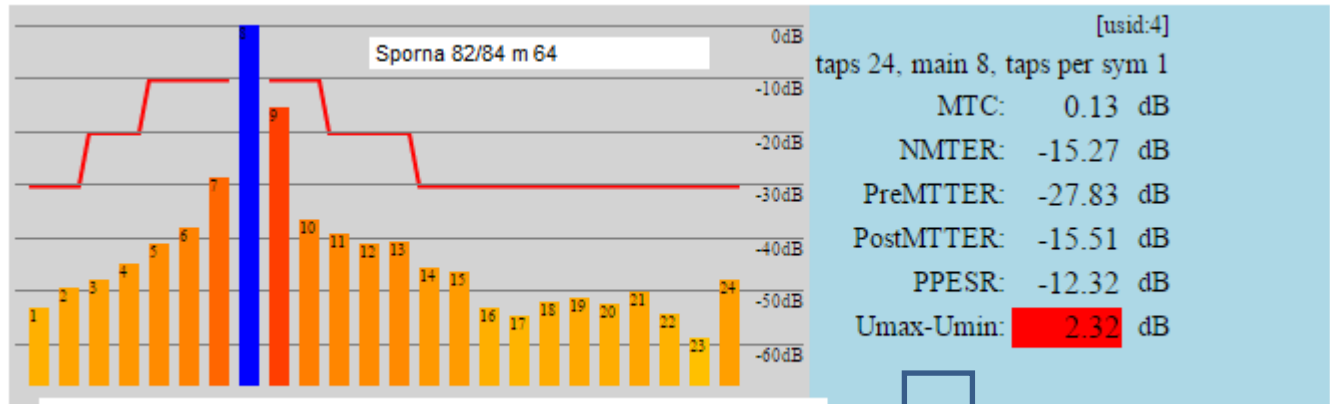
prędkość fal 299,8 m/μsek
 czas symbo 195 nsek

	współczynnik	długość
RG-6	0,78	22,8 m
F-11	0,83	24,3 m
QR	0,88	25,7 m



US freq 35776000 US PWR 51. TenthdBmV US SNR 29.05

przykład 4

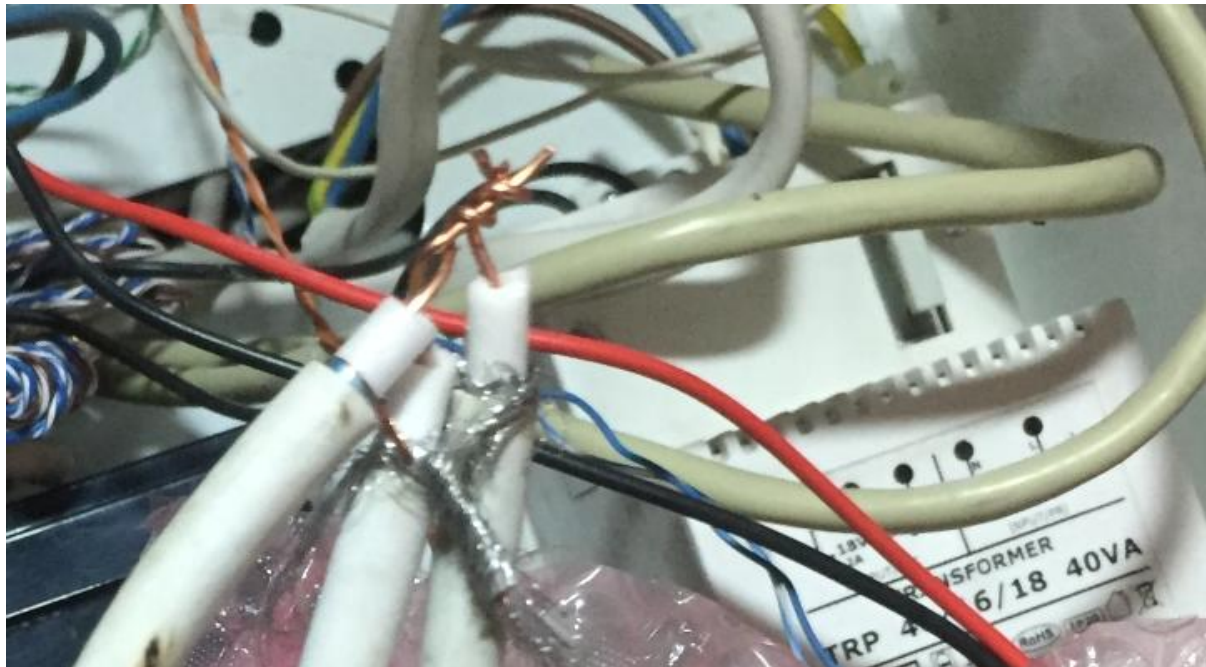
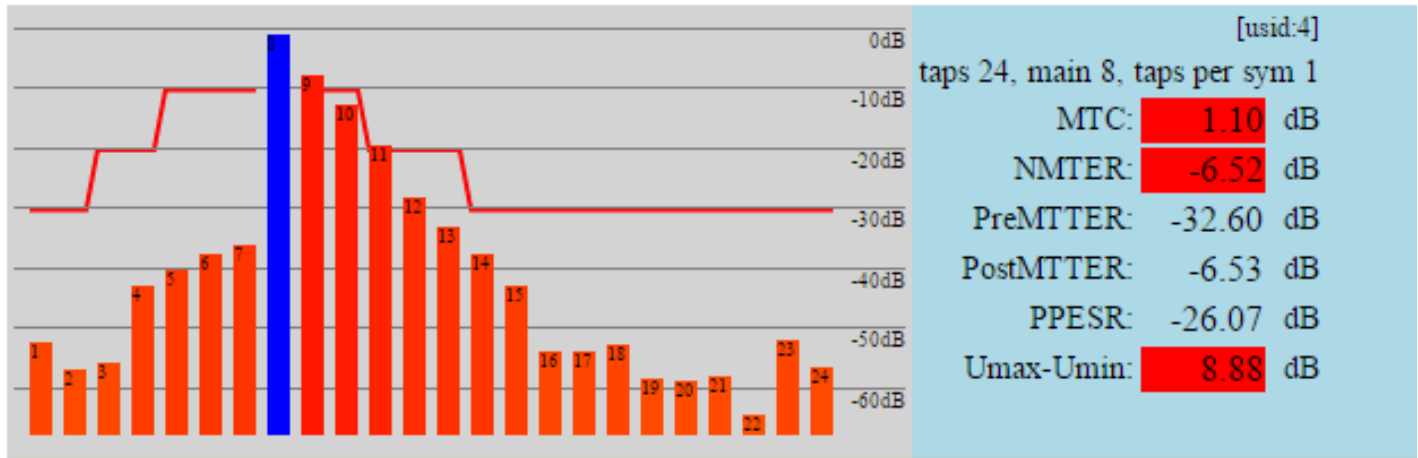


US freq 28543000 US PWR 57. TenthdBmV US SNR 33.26

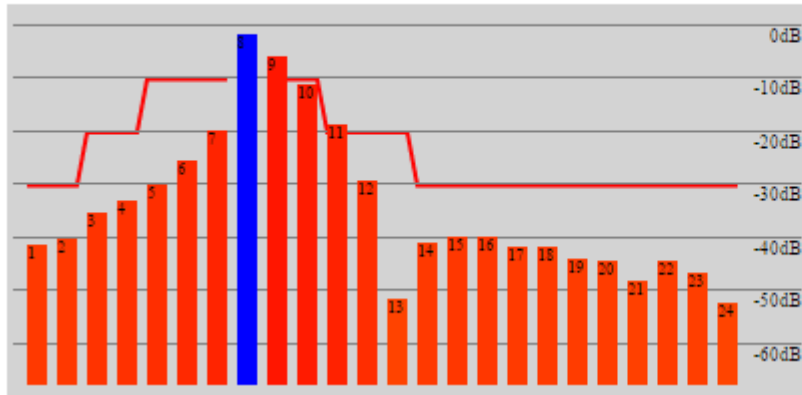


przykład 5

US freq 52400000 US PWR 5.8 TenthdBmV US SNR 0.0



US freq 33506000 US PWR 4 . TenthdBmV US SNR 25.52



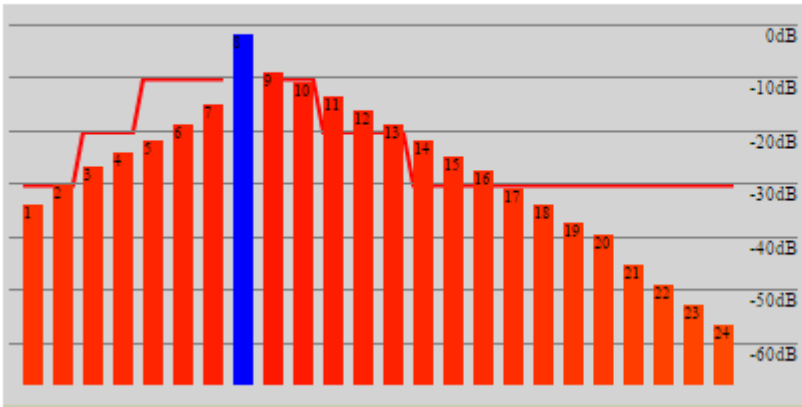
[usid:81]
taps 24, main 8, taps per sym 1

MTC:	1.87 dB
NMTER:	-4.57 dB
PreMTTER:	-18.43 dB
PostMTTER:	-4.75 dB
PPESR:	-13.68 dB
Umax-Umin:	15.31 dB

$$MTC = 10 \log \left(\frac{TTE}{MTE} \right)$$

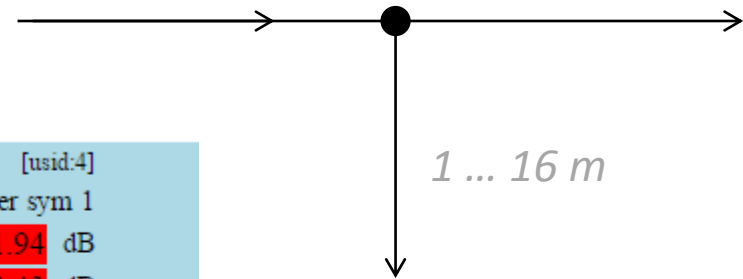
1m

US freq 51900000 US PWR 4 . TenthdBmV US SNR 26.62



[usid:4]
taps 24, main 8, taps per sym 1

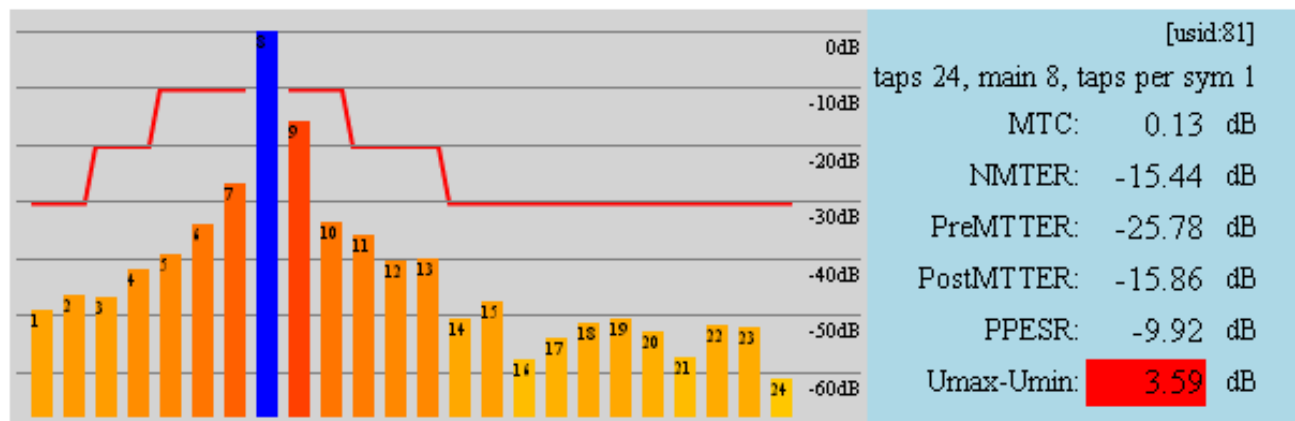
MTC:	1.94 dB
NMTER:	-4.43 dB
PreMTTER:	-12.37 dB
PostMTTER:	-5.19 dB
PPESR:	-7.18 dB
Umax-Umin:	14.65 dB



16m

przykład 6

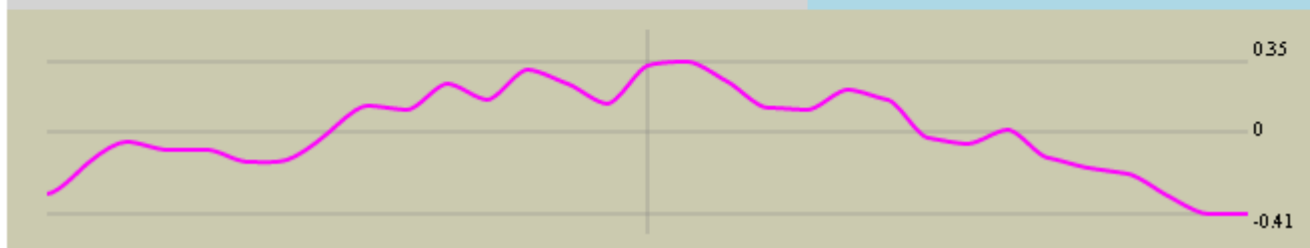
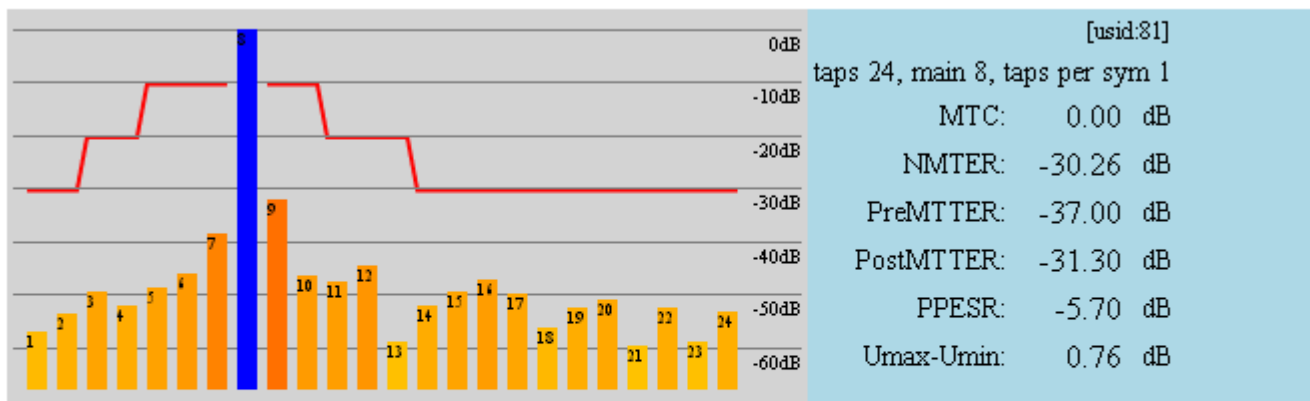
US freq 38366000 US PWR 46.7 TenthdBmV US SNR 31.23



$$MTC = 10 \log \left(\frac{TTE}{MTE} \right)$$

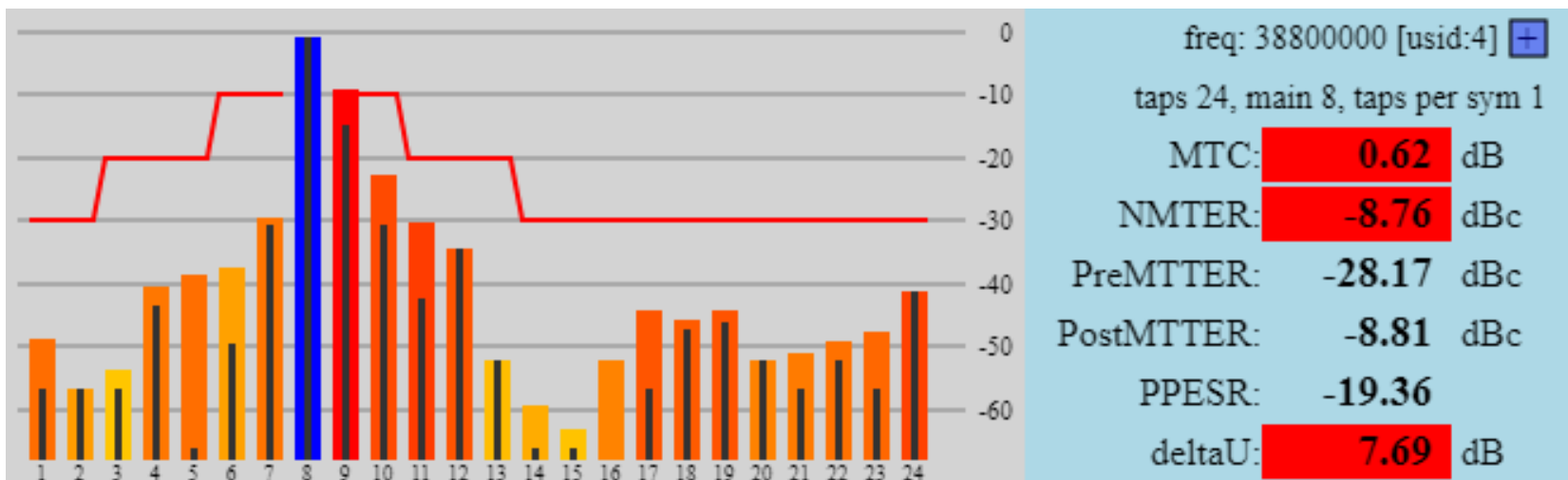
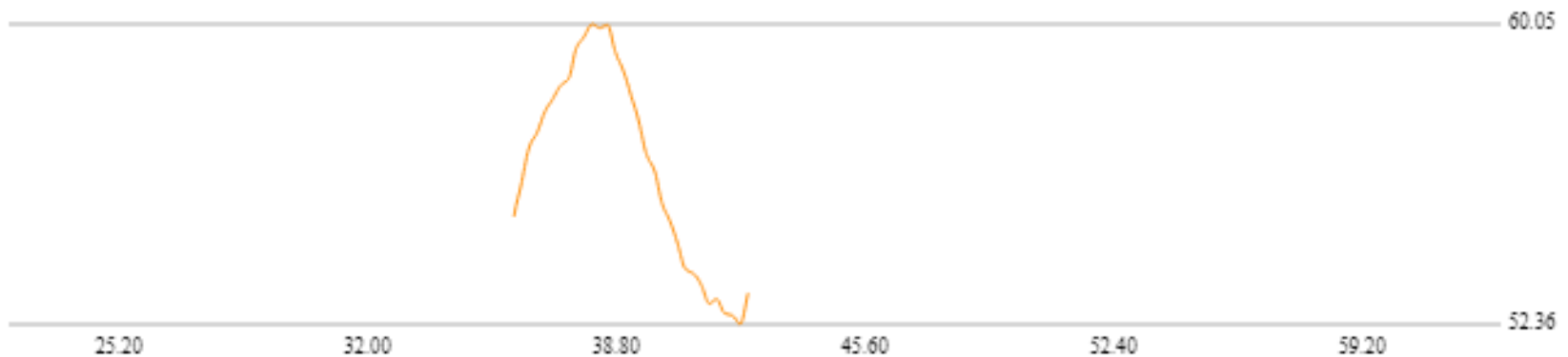
było

US freq 38366000 US PWR 4.7 TenthdBmV US SNR 33.47



jest

Gniazdo satelitarne – wpływ na kanał zwrotny



Wymiana gniazda TVSAT na medialne

