



Opracowanie: „Kompresja 12b 8b stosowana w systemach PCM”

Na podstawie materiałów mgr. Wiesława Bartoszka
Wersja 0.1

SPIS TREŚCI:

1. ZADANIE 1 – KREŚLENIE CHARAKTERYSTYKI W EXCELU
2. ZADANIE 2 – KOMPRESJA 12B NA 8B, LICZENIE BŁĘDÓW

Opracował: *Juliusz Bojarczuk*. Zakaz rozpowszechniania bez zgody autora.

Lublin, 2016 r.

Zadanie 1.

W trybie kodowania nieliniowego z kompresją w/g krzywej logarytmicznej 13 segmentowej typu A zakoduj próbki o następujących amplitudach: +2,2V, +1,2V, +0,6V, -0,8V, -1,6V, -2,7V. Należy sporządzić i określić: charakterystykę 13 segmentową dla określonego przedziału amplitud, kod 8 bitowy próbki, błąd bezwzględny i błąd względny popełniony w procesie kodowania. Powinno to być poparte odpowiednimi wyliczeniami (dla arkusza EXCELA należy podać odpowiednie formuły obliczeniowe dla kolumn). Przedział amplitud ΔU sygnału analogowego wynosi:

- Numery w dzienniku 1-17: $8V - \text{numer w dzienniku} \cdot 0,1V$.
- Numery w dzienniku 18-34: $14V - \text{numer w dzienniku} \cdot 0,2V$.

Segment	Zakres do	Kod 12-bitowy przed kompresją											Kod 8-bitowy po kompresji			
		Z	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	Z	Kod segmentu	Kod poziomu
7	2047	S	1	W	X	Y	Z	*	*	*	*	*	S	111	WXYZ	
6	1023	S	0	1	W	X	Y	Z	*	*	*	*	S	110	WXYZ	
5	511	S	0	0	1	W	X	Y	Z	*	*	*	S	101	WXYZ	
4	255	S	0	0	0	1	W	X	Y	Z	*	*	S	100	WXYZ	
3	127	S	0	0	0	0	1	W	X	Y	Z	*	S	011	WXYZ	
2	63	S	0	0	0	0	0	1	W	X	Y	Z	*	S	010	WXYZ
1b	32	S	0	0	0	0	0	0	1	W	X	Y	Z	S	001	WXYZ
1a	15	S	0	0	0	0	0	0	0	W	X	Y	Z	S	000	WXYZ

* – oznacza 0 albo 1

Wykonajmy zadanie nr 1 dla PIERWSZEGO numeru z dziennika.

$U=7,9V$, więc:

U_{max}	+3,95V	+3950mV
U_{min}	-3,95V	-3950mV

Rozpatrujemy sygnał bipolarny.

Przedział kwantyzacji liczymy ze wzoru (materiały z PT, strona 104.):

$$a = \frac{\Delta U}{\text{liczba_przedziałów_kwantyzacji}}, \text{gdzie } \Delta U = U_{max} - U_{min}$$

Znając wzór na przedział kwantyzacji, możemy stworzyć tabelę przedziałów kwantyzacji:

			Przedział kwantyzacji
1 segment	3950	1975	123,4375
2 segment	1975	987	61,75
3 segment	987	493	30,875
4 segment	493	246	15,4375
5 segment	246	123	7,6875
6 segment	123	61	3,875
7 segment	61	30	1,9375
8 segment	30	0	1,875
9 segment	-30	0	1,875
10 segment	-61	-30	1,9375
11 segment	-123	-61	3,875
12 segment	-246	-123	7,6875
13 segment	-493	-246	15,4375
14 segment	-987	-493	30,875
15 segment	-1975	-987	61,75
16 segment	-3950	-1975	123,4375

Zwróćmy uwagę, że przedziały kwantyzacji są małe dla niskich amplitud, a wysokie dla dużych amplitud. W związku z tym błąd kwantyzacji popełniany dla małych amplitud jest w bardzo dużym stopniu zmniejszany.

DLA PRZYKŁADU zakodujemy dwie próbki: 1200 mV i -1600 mV. Dodatkowo policzymy błędy: bezwzględny i względny:

Próbka 1200 mV

Zauważmy, że próbka o wartości 1200 mV znajduje się w segmencie nr. 2 o $U_{\min}=987$ mV, $U_{\max}=1975$ mV oraz przedziale kwantyzacji równym 61,75.

W pierwszej kolejności policzymy odległość próbki od dolnej granicy przedziału kwantyzacji. Jako że $U_{\min}=987$ mV, a próbka=1200 mV policzymy to w sposób następujący:

$$U_{\text{próbki}} - U_{\min} = 1200 \text{ mV} - 987 \text{ mV} = 213 \text{ mV}$$

W związku z tym, iż mamy policzoną ODLEGŁOŚĆ próbki od dolnej granicy, należy policzyć numer próbki w przedziale kwantyzacji w którym owa próbka się znajduje. Numer ten przyda nam się dalej do zakodowania próbki... Wzór:

$$\approx \frac{\text{ODLEGŁOŚĆ_PRÓBKII}}{\text{PRZEDZIAŁ_KWANTYZACJI}} = \frac{213}{61,75} = 3,45 \approx 3$$

Obliczmy zatem, wartość jaką niosą bity (0011₍₂₎=3₍₁₀₎). Dzięki temu będziemy w stanie określić błąd kwantyzacji. W związku, że mamy przetwarzanie cyfrowe, prawie żadna próbka nie zostanie IDEALNIE 1 do 1 skompresowana w przypadku użycia tej metody. Dlatego też należy wiązać się z pojęciem błędu, który popełniany jest przy przetwarzaniu. Wzór jest następujący:

$$U_{\min} + (\text{PRZEDZIAŁ_KWANTYZACJI} * \text{NUMER PRÓBKII}) = 987 + (61,75 * 3) = 1172,25 \text{ mV}$$

Znając realną wartość próbki można policzyć błąd bezwzględny:

$$|REALNA_WARTOŚĆ_PRÓBKII - WARTOŚĆ_PRÓBKII| = |1172,25 - 1200| = 27,75 \text{ mV}$$

Jeżeli policzyliśmy błąd bezwzględny, można policzyć błąd względny:

$$\left| \frac{BŁĄD_BEZWZGLĘDNY}{WARTOŚĆ_PRÓBKII} \right| * 100\% = \frac{27,75}{1200} * 100\% = 2,31\%$$

Zakodujmy naszą próbkę w kodzie 8 bitowym:

BIT_ZNAKU	KOD_SEGMENTU – z tabeli			ZAKODOWANA_PRÓBKKA – w binarnym numer próbki			
1 - dodatnia	1	1	0	0	0	1	1

Próbka -1600 mV

Zauważmy, że próbka o wartości -1600 mV znajduje się w segmencie nr. 2 o $U_{\min}=987 \text{ mV}$, $U_{\max}=1975 \text{ mV}$ oraz przedziale kwantyzacji równym 61,75. Tutaj plus czy minus się nie liczy. Przedział kwantyzacji ten sam, tylko z minusikiem :D

W pierwszej kolejności policzmy odległość próbki od dolnej granicy przedziału kwantyzacji. Jako że $U_{\min}=987 \text{ mV}$, a próbka=-1600 mV policzymy to w sposób następujący:

$$1600 \text{ mV} - 987 \text{ mV} = 613 \text{ mV}$$

W związku z tym, iż mamy policzoną ODLEGŁOŚĆ próbki od dolnej granicy, należy policzyć numer próbki w przedziale kwantyzacji w którym owa próbka się znajduje. Numer ten przyda nam się dalej do zakodowania próbki... Wzór:

$$\frac{613}{61,75} \approx 10$$

Obliczmy zatem, wartość jaką niosą bity ($1010_{(2)}=10_{(10)}$).

$$-987 - (61,75 * 10) = -1604,5 \text{ mV}$$

Znając realną wartość próbki można policzyć błąd bezwzględny:

$$|-1604,5 - (-1600)| = 4,5 \text{ mV}$$

Jeżeli policzyliśmy błąd bezwzględny, można policzyć błąd względny:

$$\left| \frac{4,5}{1600} \right| * 100\% = 0,28\%$$

Zakodujmy naszą próbkę w kodzie 8 bitowym:

BIT_ZNAKU	KOD_SEGMENTU – z tabeli			ZAKODOWANA_PRÓBKKA – w binarnym numer próbki			
0 - ujemna	1	1	0	1	0	1	0

Zadanie 2.

Wykonać określenia i obliczenia przy przyjęciu parametrów z zadania 1 (amplitudy próbek i przedział amplitud) stosując kompresję cyfrową (kodowanie wstępne 12 bitowe i przekodowywanie na kod 8 bitowy). Określić słowa kodowe dla próbek, obliczyć błąd bezwzględny i względny.

Segment	Zakres do	Kod 12-bitowy przed kompresją											Kod 8-bitowy po kompresji			
		Z	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	Z	Kod segmentu	Kod poziomu
7	2047	S	1	W	X	Y	Z	*	*	*	*	*	S	111	WXYZ	
6	1023	S	0	1	W	X	Y	Z	*	*	*	*	S	110	WXYZ	
5	511	S	0	0	1	W	X	Y	Z	*	*	*	S	101	WXYZ	
4	255	S	0	0	0	1	W	X	Y	Z	*	*	S	100	WXYZ	
3	127	S	0	0	0	0	1	W	X	Y	Z	*	S	011	WXYZ	
2	63	S	0	0	0	0	0	1	W	X	Y	Z	S	010	WXYZ	
1b	32	S	0	0	0	0	0	0	1	W	X	Y	Z	S	001	WXYZ
1a	15	S	0	0	0	0	0	0	0	W	X	Y	Z	S	000	WXYZ

* – oznacza 0 albo 1

Próbka 1200 mV

Według materiałów z PT, strona 104 najpierw należy policzyć przedział kwantyzacji a.

$$a = \frac{U}{4094}$$

Dlaczego jest 4094? Odpowiedź jest następująca. W związku z tym, iż mamy kod 12 bitowy, policzymy $2^{12} = 4096$, ale to jest za mało. W związku z tym, iż rozpatrujemy sygnał „dodatni” i „ujemny” należy odjąć od powyższego wyniku 2, ze względu na wartości zerowe. W rozrachunku mamy $2^{12} - 2 = 4094$. W przypadku mojego zadania $\Delta U = 7,9V$. Oznacza więc, że:

$$a = \frac{7900 \text{ mV}}{4094} = 1,93 \text{ mV}$$

Policzmy poziom kwantyzacji danej próbki ze wzoru:

$$\frac{\text{WARTOŚĆ_PRÓBKII}}{a} = \frac{1200}{1,93} = 621,76 \approx 622$$

Zakodujemy zatem próbkę 1200 mV w kodzie 12 bitowym. Aby zakodować tę próbkę w kodzie 12 bitowym należy zamienić powyższą wartość (622) na kod dwójkowy dwunastobitowy: 01001100100. Pamiętajmy, że próbka 1200 mV znajduje się w segmencie nr 6 z kodem 110. Oznacza to, że bity WXYZ znajdują się na wagach kolejno 256/128/64/32, a bity zagwiazdkowane „*” na wagach kolejno 16/8/4/2/1. Bity zagwiazdkowane to są te, które zostaną całkowicie pominięte w kompresji do ośmiu bitów. TO JEST BARDZO WAŻNE!:

BIT_ZNAKU	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
1 -dodatnia	0	1	W	X	Y	Z	*	*	*	*	*
			0	0	1	1	0	0	1	0	0

Zakodujemy próbkę w kodzie 8 bitowym: (bit znaku+kod segmentu+WXYZ):

BIT_ZNAKU	KOD_SEGMENTU			W	X	Y	Z
1 – dod.	1	1	0	0	0	1	1

Zwróćmy uwagę na to, że w momencie konwersji pominęliśmy bity przed WXYZ (wagi 1024 i 512) ORAZ bity po WXYZ (wagi od 16 do 1). Dygresja: Teraz tak. System jest w stanie określić co było przed WXYZ (wagi 1024 i 512), ponieważ wynika to z kodu segmentu. Nie jest zaś w stanie określić, co znajdowało się na bitach za WXYZ (wagi 16 do 1). To jest ten błąd powstający w kompresji 12b na 8b. Można łatwo zauważyć, że dla niskich amplitud ten błąd jest mały.

Zsumujmy wagę bitów tych pominiętych:

$$16 * 0 + 8 * 0 + 4 * 1 + 2 * 0 + 1 * 0 = 4$$

Pomnóżmy tę wartość RAZY przedział kwantyzacji a . Wyjdzie nam błąd bezwzględny.

$$WAGA_GWIAZDEK * a = 4 * 1,93 = 7,72 \text{ mV}$$

Oznacza to, że „straciliśmy” 7,72 mV.

Policzmy zatem błąd względny:

$$\left| \frac{BŁĄD_BEZWZGLĘDNY}{WARTOŚĆ_PRÓBKI} \right| * 100\% = \frac{7,72}{1200} * 100\% = 0,64\%$$

Próbka -1600 mV

Tutaj nie muszę tłumaczyć jak się liczy xd. Pamiętaj o bicie znaku!