



„EUROELEKTRA”
Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej
Rok szkolny 2017/2018

Zadania z teleinformatyki na zawody II stopnia

Instrukcja dla zdającego

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. II stopień olimpiady zawiera 5 zadań otwartych.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz tokiem rozwiązania.
4. Za każdą prawidłową odpowiedź uzyskuje się maksymalnie 10 punktów. Maksymalna liczba punktów za 5 zadań do zdobycia to 50 punktów.
5. Można korzystać z przyborów do pisania, rozdawanych kart czystopisu i brudnopisu, kalkulatorów i tablic matematycznych. Korzystanie z notebooków, telefonów komórkowych itp. jest zabronione.

Życzymy powodzenia!

Lp	Zadanie
1.	<p>Do odbioru sygnału telewizyjnego stosujemy antenę zewnętrzną, kabel koncentryczny i wzmacniacz.</p> <p>Jaka powinna być kolejność połączenia wzmacniacza i kabla aby wypadkowy współczynnik szumów na wejściu odbiornika przyjął wartość najlepszą z punktu widzenia odstępu sygnał-szum.</p> <p>Odpowiedź uzasadnić korzystając z następujących danych:</p> <p>Tłumienie kabla: $L = 10$ dB;</p> <p>Wzmocnienie wzmacniacza: $G = 20$ dB</p> <p>Współczynnik szumów kabla: $F_{kabela} = 2$</p> <p>Współczynnik szumów wzmacniacza: $F_{wzm} = 1,5$</p>
Odpowiedź	<p>Tłumienie kabla w mierze liniowej:</p> <p>$L = 10^{\frac{10}{10}} = 10$;</p> <p>Wzmocnienie wzmacniacza:</p> <p>$G = 10^{20/10} = 100$;</p> <p>$L = 1/G$;</p> <p>Przypadek 1 Połączenie wzmacniacz – kabel.</p> $F_{wyp} = F_{wzm} + \frac{F_{kabela}-1}{G} = 1,5 + \frac{2-1}{100} = 1,5 + 0,01 = 1,51$ <p>Przypadek 2 Połączenie kabel - wzmacniacz .</p> $F_{wyp} = F_{kabela} + \frac{F_{wzm}-1}{1/L} = 2,0 + \frac{1,5-1}{1/10} = 2,0 + (0,5 \times 10) = 7,0$ <p>Wniosek: Ze względu że wypadkowy współczynnik szumów dla połączenia wzmacniacz – kabel przyjmuje wartość mniejszą to korzystniejsze jest połączenie wzmacniacz – kabel.</p>

2. Dla określonej częstotliwości podłączono generator do toru symetrycznego. Siła elektromotoryczna generatora $E = 3,1 \text{ V}$; rezystancja wewnętrzna $R_w = 450 \Omega$. Impedancja wejściowa toru $Z_{we} = 150 \Omega$, tor ma długość $l = 2,5 \text{ km}$ a tłumienność jednostkowa wynosi $\alpha = 8 \text{ dB/km}$. Podaj poziom bezwzględny napięcia na końcu toru, jeśli obciążymy go rezystancją 150Ω .

Odpowiedź

Poziom napięcia na wejściu toru:

$$n_{we} = 20 \lg \frac{U_{we}}{U_o}$$

Gdzie: $U_{we} = \frac{E \times Z_{we}}{R_w + Z_{we}}$

$$U_o = 0,775 \text{ V}$$

$$U_{we} = \frac{3,1 \times 150}{150 + 450} = \frac{3,1}{4}$$

Stąd

$$n_{we} = 20 \lg \frac{U_{we}}{U_o} = 20 \lg \frac{3,1}{4 \times 0,775} = 20 \lg 1 = 0 \text{ dB}$$

Tłumienność toru:

$$A_t = \alpha \times l = 8 \times 2,5 = 20 \text{ dB}$$

Poziom sygnału na końcu toru:

$$n = n_{we} - A_t = -20 \text{ dB}$$

3. Kody detekcyjne są stosowane w wielu systemach wymiany danych i służą wykrywaniu błędów. W praktyce wykorzystuje się kody wielomianowe znane również pod nazwą CRC (Cyclic Redundancy Check).

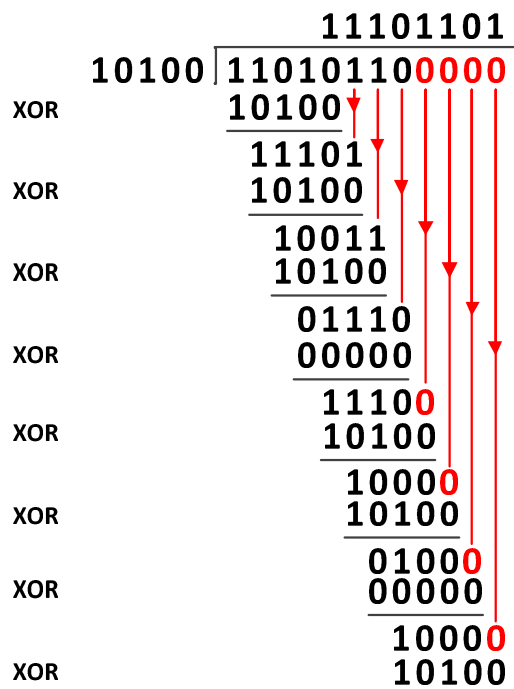
Proszę wykonać obliczenia sumy kontrolnej CRC dla ramki **11010110** z użyciem wielomianu generującego $G(x) = x^4 + x^2$.

Wymagane w odpowiedzi jest:

przeprowadzenie obliczeń i podanie postaci wysyłanej ramki z sumą kontrolną CRC.

Odpowiedź

Ramka : 11010110
Wielomian generujący : $G(x) = x^4 + x^2$
Komunikat po dołączeniu 4 zerowych bitów : 110101100000



● RESZTA (suma kontrolna) ► 0100

Wysyłana ramka z sumą kontrolną : 110101100100

4. Zbudowano pasywną sieć światłowodową, z jednym portem OLT, przewidzianą do pracy w formacie GPON oraz do świadczenia usługi dostępu do Internetu. Sieć składa się ze światłowodów ITU-T G.652D oraz dwóch symetrycznych optycznych sprzęgaczy/rozdzielaczy typu 1:16 oraz 1:8. Określono, że każdy sprzęgacz/rozdzielacz przy podziale optycznej mocy dodatkowo wnosi straty rozproszeniowe wynoszące około 0.5dB. Każde połączenie spawane przy sprzęgaczach/rozdzielaczach oraz w punktach połączeń 2-kilometrowych fabrykacyjnych kabli światłowodowych wnosi średnio tłumienie wynoszące 0,05dB. Sieć została zbudowana kaskadowo, gdzie światłowodowy tor do pierwszego rozdzielacza 1:16 ma długość 15km. Za pierwszym rozdzielaczem umieszczono 16 torów o długościach od 20 do 40km. Na końcu jednego z najkrótszych torów podłączono drugi rozdzielacz, do którego podspawano tory abonenckie o długościach od 1 do 5km. Zakładamy, że przy OLT oraz ONU/ONT zostały przyspawane pigtaile o łącznym tłumieniu, wraz z połączeniem rozłącznym i spawem, wynoszącym 0.2dB.
- Ile wynosi minimalny i maksymalny zapas tłumienia w sieci, w kierunku od OLT do ONU/ONT, w odniesieniu do tłumieniowej klasy C+ wskazanej w standardzie GPON? Podane wartości zapasów tłumień muszą być poprzedzone związanymi z tym obliczeniami.

Dane:

Średnia długość fali nośnej w łączy od OLT do ONU/ONT:	$\lambda_{DL} = 1490 \text{ nm}$
Tłumienność włókna G.652D dla λ_{DL} :	$T_{G652} = 0.2 \text{ dB/km}$
Podział rozdzielacza/sprzęgacza 1:	$k_1 = 1:16$
Podział rozdzielacza/sprzęgacza 2:	$k_2 = 1:8$
Dodatkowe rozproszeniowe tłumienie sprzęgaczy:	$T_{rs} = 0.5 \text{ dB}$
Maksymalne tłumienie łączy GPON w klasie C+ (G.984.7):	$T_{C+} = 32 \text{ dB}$
Średnie tłumienie wnoszone przez spaw:	$T_{os} = 0.05 \text{ dB}$
Długość fabrykacyjnego odcinka kabla:	$L_K = 2 \text{ km}$
Tłumienia zakończeń (pigtail + spaw + złącze rozłączne):	$T_Z = 0.2 \text{ dB}$
Długość toru przed sprzęgaczem S_1 :	$L_0 = 15 \text{ km}$
Długości torów za sprzęgaczem S_1 :	$L_1 = 20 \dots 40 \text{ km}$
Długości torów za sprzęgaczem S_2 :	$L_2 = 1 \dots 5 \text{ km}$

Obliczenia:

Tłumienie wnoszone przez sprzęgacze S_1 oraz S_2 :

$$T_{S1} = T_{rs} + 10 \log(16) = 0.5 \text{ dB} + 12.04 \text{ dB} = 12.54 \text{ dB}$$

$$T_{S2} = T_{rs} + 10 \log(8) = 0.5 \text{ dB} + 9.03 \text{ dB} = 9.53 \text{ dB}$$

Łącze OLT \rightarrow ONU/ONT o największym tłumieniu:

$$\begin{aligned}
 T_{\max} &= 2 \cdot T_Z + L_0 \cdot T_{G652} + \left[\frac{L_0}{L_K} \right] \cdot T_{os} + T_{S1} + L_{1\min} \cdot T_{G652} + \\
 &+ \left[\frac{L_{1\min}}{L_K} \right] \cdot T_{os} + T_{S2} + L_{2\max} \cdot T_{G652} + \left[\frac{L_{2\max}}{L_K} \right] \cdot T_{os} = \\
 &= 0.4 \text{ dB} + 3 \text{ dB} + 0.4 \text{ dB} + 12.54 \text{ dB} + 4 \text{ dB} + 0.5 \text{ dB} + 9.53 \text{ dB} + 1 \text{ dB} + 0.15 \text{ dB} = 31,52 \text{ dB} \\
 T_{OLT \rightarrow ONU \min} &= T_{C+} - T_{\max} = 32 \text{ dB} - 31,52 \text{ dB} \cong 0,5 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Łącze OLT \rightarrow ONU/ONT o najmniejszym tłumieniu:

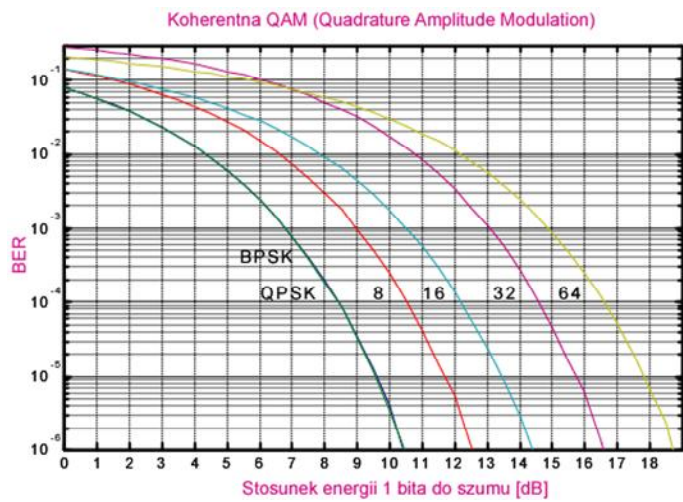
$$\begin{aligned}
 T_{\min} &= 2 \cdot T_Z + L_0 \cdot T_{G652} + \left[\frac{L_0}{L_K} \right] \cdot T_{os} + T_{S1} + L_{1\min} \cdot T_{G652} + \left[\frac{L_{1\min}}{L_K} \right] \cdot T_{os} = \\
 &= 0.4 \text{ dB} + 3 \text{ dB} + 0.4 \text{ dB} + 12.54 \text{ dB} + 4 \text{ dB} + 0.5 \text{ dB} = 20,84 \text{ dB} \\
 T_{OLT \rightarrow ONU \max} &= T_{C+} - T_{\min} = 32 \text{ dB} - 20,84 \text{ dB} \cong 11,2 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Odpowiedź:

W projektowanej sieci GPON, w odniesieniu do tłumieniowej klasy C+, minimalny zapas tłumienia wynosi około 0,5 dB, zaś maksymalny zapas wynosi około 11,2 dB. Jest to możliwe do zrealizowania przy założeniu, że zastosujemy światłowód o tłumienności wynoszącej około 0,2 dB/km dla długości optycznej fali 1490nm.

Odpowiedź

5. W kanale transmisyjnym stosujemy 2-wartościową modulację BPSK. Wiadomość składająca się z 3 bitów została dodatkowo zakodowana w nadmiarowym kodzie o słowie 5-bitowym. Kod nadmiarowy umożliwia korekcję jednego błędu bitowego. Stosunek „sygnału do szumu” dla niezakodowanej odebranej wiadomości wynosi 10dB, co zapewnia bitową stopę błędów na poziomie około $3 \cdot 10^{-6}$ (rys. 1).



Rys. 1 Właściwości modulacji n-QAM

Jaki będzie współczynnik poprawy odbioru słowa wiadomości po zastosowaniu nadmiarowego kodu w stosunku do przeprowadzonej transmisji bez tego kodowania? Zakładamy równoważność mocy sygnału niekodowanego i zakodowanego w kodzie kanałowym. Wynik musi być poparty obliczeniami bazującymi na prawdopodobieństwie odebrania błędnej wiadomości.

Rozwiązanie:**Dane:**

Długość bloku wiadomości: $k = 3$
 Długość słowa kodowego: $n = 5$
 Liczba bitów korygowanych w dekodерze kanałowym: $t = 1$

Prawdopodobieństwo wystąpienia błędu bitowego

podczas odbioru bez kodowania nadmiarowego: $P_B = 3 \cdot 10^{-6}$

Odstęp sygnału do szumu dla BPSK przed kodowaniem: $Q_M = E_b/N_0 = 10\text{dB}$

Obliczenia:

Prawdopodobieństwo błędnego odbioru wiadomości bez kodowania nadmiarowego:

$$P_M = 1 - (1 - P_B)^3 = 1 - (1 - 3 \cdot 10^{-6})^3 \approx 9 \cdot 10^{-6}$$

Odstęp sygnału od szumu po dodaniu bitów nadmiarowych kodu:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{R_b N_0} = 10^{\left(\frac{Q_M}{10}\right)} = 10^1 = 10$$

$$\frac{E_s}{N_0} = \frac{S}{R_s N_0} = 10^{\left(\frac{Q_M}{10}\right)} \cdot \frac{k}{n} = 10^1 \cdot \frac{3}{5} = 6$$

$$Q_{MC} = 10 \log \left(\frac{E_s}{N_0} \right) = 10 \log(6) = 7,8\text{dB}$$

Odpowiedź

Dokonyjemy przybliżonego odczytu bitowej stopy błędów dla obliczonego odstępu sygnału od szumu po dodaniu bitów kontroli parzystości kodu (rys. 1). Dla 7,8dB odstępu sygnału od szumu przy modulacji BPSK, P_S będzie wynosić około $3 \cdot 10^{-4}$.

Wykonujemy obliczenia prawdopodobieństwa błędnego odbioru wiadomości z kodowaniem (stosujemy sumę dwumianowych rozkładów Bernoulliego) wprowadzając słowo kodowe o długości n :

$$P_{MC} = \sum_{k=t+1}^n \binom{n}{k} (P_S)^k (1 - P_S)^{n-k} = \sum_{k=2}^5 \binom{5}{k} (P_S)^k (1 - P_S)^{5-k}$$

Możemy zastosować przybliżenie w celu uproszczenia obliczeń. Wykonujemy obliczenia dla jednego dwumianu Bernoulliego dla $k = t + 1 = 2$ (dwa błędne bity w słowie kodowym są równoważne błędnej wiadomości), gdyż będzie to składnik sumy decydujący o wartości prawdopodobieństwa:

$$\begin{aligned} P_{MC} &= \binom{5}{2} (P_S)^2 (1 - P_S)^{5-2} = \binom{5}{2} (3 \cdot 10^{-4})^2 (1 - 3 \cdot 10^{-4})^3 = \\ &= \frac{5!}{2! \cdot 3!} (3 \cdot 10^{-4})^2 (1 - 3 \cdot 10^{-4})^3 = 9 \cdot 10^{-7} \end{aligned}$$

Współczynnik poprawy odbioru wiadomości:

$$\frac{P_M}{P_{MC}} = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-7}} = 10$$

Odpowiedź:

Współczynnik poprawy odbioru wiadomości, po zastosowaniu kodu korekcyjnego umożliwiającego skorygowanie jednego błędu bitowego, będzie wynosił przy pasmowej modulacji BPSK około 10.

Opracowali: dr inż. Zbigniew Zakrzewski mgr inż. Jan Kołodziej dr inż. Jacek Majewski	Sprawdził: dr inż. Jacek Majewski	Zatwierdził: Przewodniczący Rady Naukowej Olimpiady dr hab. inż. Sławomir Cieślik
---	---	--