



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

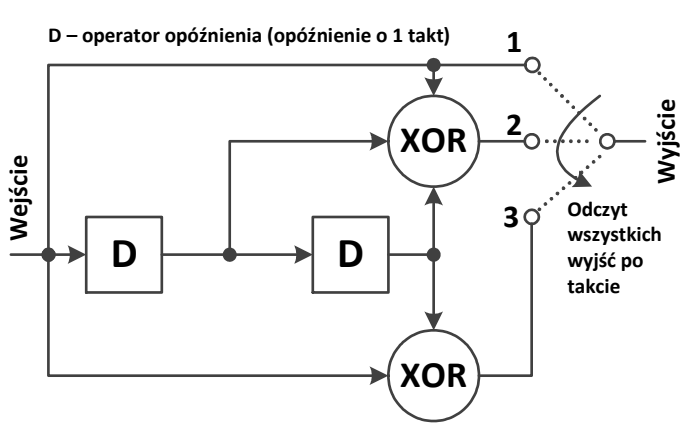
**Zadania z teleinformatyki na zawody III stopnia**

**Instrukcja dla zdającego**

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. III 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>Radiolinia pracuje z częstotliwością <math>f_1</math>, wykorzystując anteny paraboliczne o zysku <math>G</math>. Poziom odbieranego sygnału jest wystarczający by uzyskać odpowiednią stopę błędów. Zmieniono w pewnym momencie częstotliwość pracy radiolinii do wartości <math>f_2 = 2 \times f_1</math>. Określ wpływ tej zmiany na poziom odbieranego sygnału - pomijamy zwiększenie tłumienia fali w gazach atmosferycznych, zmianę wykorzystania współczynnika wykorzystania apertury anten i wpływ zmienionej strefy Fresnela.</p>
Odpowiedź	<p>Tłumienie wolnej przestrzeni:</p> $L_{free} = 32,44 + 20 \times \log d + 20 \times \log f \text{ [dB]}$ <p>Gdzie: <math>d</math> - odległość pomiędzy antenami <math>f</math> - częstotliwość pracy radiolinii</p> <p>W przypadku dwukrotnego zwiększenia częstotliwości tłumienie wolnej przestrzeni zwiększy się o wartość <math>20 \times \log 2 = 6 \text{ dB}</math>.</p> <p>Zysk anteny parabolicznej wyznaczamy z zależności: <math>G = 21,46 + 10 \times \log A_p + 20 \times \log f \text{ [dB]}</math> Gdzie: <math>A_p</math> - współczynnik wykorzystania apertury <math>f</math> - częstotliwość pracy radiolinii</p> <p>W przypadku dwukrotnego zwiększenia częstotliwości zysk anteny parabolicznej zwiększy się o wartość <math>20 \times \log 2 = 6 \text{ dB}</math>. Ze względu że występują w łączu radiowym dwie anteny to w ogólnym bilansie zyskujemy zwiększenie poziomu sygnału na wejściu odbiornika o 6 dB.</p>

2.	<p>Dla współczynnika fali stojącej <math>WFS=3</math> układu linii zasilającej i anteny, wyznacz moc jaka zostanie wypromieniowana przez antenę jeśli moc nadajnika wynosi 40 dBm. Pomijamy straty energii spowodowane tłumiennością linii zasilającej.</p> <p><b>Odpowiedź</b></p> <p>Z definicji</p> $WFS = \frac{U_{max}}{U_{min}}$ <p>Gdzie:  <math>U_{max}</math> – wartość maksymalna napięcia na zaciskach anteny  <math>U_{min}</math> – wartość minimalna napięcia na zaciskach anteny</p> $U_{max} = U_f + U_r ; U_{min} = U_f - U_r;$ <p>Gdzie:  <math>U_f</math>- napięcie fali docelowej  <math>U_r</math> – napięcie fali odbitej</p> <p>Stąd <math>WFS = \frac{U_f + U_r}{U_f - U_r}</math></p> <p>Po przekształceniu uzyskujemy</p> $\frac{U_r}{U_f} = \frac{WFS - 1}{WFS + 1}$ <p style="text-align: center;"><math>Dla WFS = 3</math></p> $\frac{U_r}{U_f} = 0,5$ <p style="text-align: center;">Dla mocy jest to kwadrat napięć czyli</p> $\frac{P_r}{P_f} = 0,25$ <p style="text-align: center;"><math>40 \text{ dBm} = 10 \text{ W}</math></p> <p style="text-align: center;"><u>Stąd moc wypromieniowana wynosi <math>P = 10 - 2,5 = 7,5 \text{ W}</math></u></p>
3.	<p>Na schemacie podany jest przykład prostego kodera spłotowego. Sekwencja wejściowa danych jest następująca: <b>1001000</b>  Stan początkowy elementów operatorów opóźnienia: <b>D=0</b></p> <div style="text-align: center;"> <p>D – operator opóźnienia (opóźnienie o 1 takt)</p>  </div> <p>Proszę w odpowiedzi podać:</p> <p>1) pięć pierwszych sekwencji wyjściowych (sekwencja jest odczytem stanu wszystkich wyjść w kolejności: 1,2,3) odpowiedzi impulsowej kodera: <math>S_1, S_2, S_3, S_4, S_5</math>.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"><math>S_1</math> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/></div> <div style="text-align: center;"><math>S_2</math> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/></div> <div style="text-align: center;"><math>S_3</math> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/></div> <div style="text-align: center;"><math>S_4</math> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/></div> <div style="text-align: center;"><math>S_5</math> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/></div> </div> <p>2) sprawność kodera</p>

	<p><b>Add. 1</b> (do 9 punktów)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <math>S_1</math>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1 1 1</div> </div> <div style="text-align: center;"> <math>S_2</math>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0 1 0</div> </div> <div style="text-align: center;"> <math>S_3</math>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0 1 1</div> </div> <div style="text-align: center;"> <math>S_4</math>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1 1 1</div> </div> <div style="text-align: center;"> <math>S_5</math>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0 1 0</div> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>Wyjście 1= 10010...</p> <p>Wyjście 2= <math>\begin{array}{r} 1001000 \\ 1001000 \\ 1001000 \\ \hline 11111... \end{array}</math></p> <p>Wyjście 3= <math>\begin{array}{r} 1001000 \\ 1001000 \\ \hline 10110... \end{array}</math></p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> </div> <p><b>Add.2</b> (1 punkt)      sprawność kodera = <b>1/3</b> (1 bit informacji, 2 bity nadmiarowe)</p>
4.	<p>Do toru światłowodowego o długości 250km zbudowanego na bazie włókien typu (+D) NZDSF w standardzie ITU-T G.655C, wprowadzono jednokanałowy optyczny sygnał ze strumieniem 10Gb/s NRZ na nośną 1565nm. Odbiornik podłączony na końcu toru, przy odbiorze tego bitowego strumienia, cechuje się graniczną wartością łącznej dyspersji sygnału wynoszącą 1000 ps/nm. Do dyspozycji mamy moduły DCM z włóknem DCF o współczynniku dyspersji -50 ps/nm*km. Każdy moduł DCM zawiera 10km światłowodu. Ile minimalnie należy podłączyć takich modułów w torze światłowodowym, aby strumień bitów był poprawnie odbierany? Podanie wyniku musi być poprzedzone obliczeniami.</p>

Odpowiedź	<p><b><u>Dane:</u></b></p> <p>Współczynnik dyspersji chromatycznej G.655C dla 1565nm <math>CD_C = 10 \frac{\text{ps}}{\text{nm} \times \text{km}}</math></p> <p>Długość toru światłowodowego przed kompensacją <math>L_1 = 250 \text{ km}</math></p> <p>Współczynnik dyspersji chromatycznej włókna DCF</p> $CD_{C\_DCF} = -50 \frac{\text{ps}}{\text{nm} \times \text{km}}$ <p>Długość włókna DCF na moduł <math>L_2 = 10 \text{ km}</math></p> <p>Czułość odbiornika na wzrost dyspersji odbieranego sygnału <math>CD_{odb} = +1000 \frac{\text{ps}}{\text{nm}}</math></p> <p><b><u>Obliczenia:</u></b></p> <p>Warunek poprawnej pracy foto-odbiornika z bezpośrednią detekcją strumienia bitów:</p> $CD_{odb} \geq CD_{G.655} + CD_{DCF}$ <p>Przekształcamy warunek:</p> $-CD_{DCF} \geq CD_{G.655} - CD_{odb}$ <p>Podstawiamy dane do nierówności:</p> $-CD_{C\_DCF} \cdot L_2 \cdot n_{DCM} \geq CD_C \cdot L_1 - CD_{odb}$ $50 \left[ \frac{\text{ps}}{\text{nm} \times \text{km}} \right] \cdot 10 [\text{km}] \cdot n_{DCM} \geq 10 \left[ \frac{\text{ps}}{\text{nm} \times \text{km}} \right] \cdot 250 [\text{km}] - 1000 \left[ \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \right],$ $500 \left[ \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \right] \cdot n_{DCM} \geq 2500 \left[ \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \right] - 1000 \left[ \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \right],$ $500 \left[ \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \right] \cdot n_{DCM} \geq 1500 \left[ \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \right],$ $n_{DCM} \geq 3.$ <p><b><u>Odpowiedź:</u></b></p> <p>Aby komunikacja była możliwa, w torze należy dodatkowo zamontować co najmniej 3 moduły DCM, których łączna dyspersja będzie wynosiła -1500 ps/nm.</p>
	<p><b>5.</b> W bezprzewodowym łączu z interfejsem pracującym w standardzie LTE-FDD zastosowano technikę MIMO 2x2 oraz terminal pracujący co najmniej w klasie 5. W dostępnym kanale częstotliwościowym o szerokości 15 MHz podczas transmisji „do dołu” (DL) zastosowano symbol OFDM o podstawowym przedrostku cyklicznym oraz standardowym odstępem między podnośnymi OFDM wynoszącym 15kHz. W systemowym łączu LTE zakładamy 25% narzut dotyczący nagłówków, kodowania nadmiarowego, sterowania oraz kanałów pomocniczych.</p> <p>Jaką maksymalną bitową przepływność danych użytkownika (netto) uzyskamy w bezprzewodowym łączu LTE (DL) przy zachowaniu podanych warunków? Podanie wyniku musi być poprzedzone stosownymi obliczeniami.</p> <p>(Uwaga: rozwiązanie zadania wymaga znajomości podstawowych systemowych parametrów bezprzewodowego interfejsu LTE-FDD).</p>

<b>Odpowiedź</b>	<b><u>Dane:</u></b>	
	Określona szerokość kanału częstotliwościowego	$f_{LTE} = 15 \text{ MHz}$
	Liczba podstawowych bloków PRB na kanał 15MHz	$L_b = 75$
	Liczba podnośnych OFDM na blok PRB	$L_{OFDM} = 12$
	Maksymalna wartościowość modulacji	$N = 64 \text{ (64-QAM)}$
	Procentowy narzut w kanale LTE	$p = 25\%$
	Maksymalna liczba symboli OFDM na szczelinę	$k_s = 7$
	Liczba szczelin na podramkę	$k_p = 2$
	Czas trwania podramki	$t_{pr} = 1 \text{ ms}$
	Zastosowany przestrzenny współczynnik MIMO	$m = 2$
	<b><u>Obliczenia:</u></b>	
	Łączna liczba podnośnych OFDM w kanale o szerokości $f_{LTE}$ :	
		$L_{LTE} = L_{OFDM} \cdot L_b = 12 \cdot 75 = 900$
	Wyznaczamy liczbę bitów przypadających na symbol OFDM dla założonego $N$ :	
		$n = \log_2 N = \log_2 64 = 6$
	Wyznaczamy przepływność symboli OFDM na częstotliwościową podnośną:	
		$B_{OFDM} = \frac{k_s \cdot k_p}{t_{pr}} = \frac{7 \cdot 2}{1 \text{ ms}} = 14000 \text{ symbol/s}$
	Liczmy bitową przepływność brutto w interfejsie LTE-FDD (DL):	
		$B_b = L_{LTE} \cdot B_{OFDM} \cdot n \cdot m = 900 \cdot 14000 \cdot 6 \cdot 2 = 151\,200\,000 \text{ b/s}$
	Liczmy bitową przepływność danych użytkownika (netto) w interfejsie LTE-FDD (DL):	
		$B_n = B_b \cdot \left(1 - \frac{p}{100\%}\right) = 151\,200\,000 \cdot (1 - 0,25) = 113\,400\,000 \text{ b/s} \approx 113,4 \text{ Mb/s}$
	<b><u>Odpowiedź:</u></b>	
	W łączu LTE-FDD (DL) pracującym w kanale częstotliwościowym o szerokości 15MHz uzyskamy maksymalną przepływność netto wynoszącą około 113,4 Mb/s.	

<b><u>Opracowali:</u></b> dr inż. Zbigniew Zakrzewski mgr inż. Jan Kołodziej dr inż. Jacek Majewski	<b><u>Sprawdził:</u></b> dr inż. Jacek Majewski	<b><u>Zatwierdził:</u></b> Przewodniczący Rady Naukowej Olimpiady dr hab. inż. Sławomir Cieślak
--	--	---