

„EUROELEKTRA”
Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej
Rok szkolny 2012/2013

Zadania dla grupy teleinformatycznej na zawody II stopnia

Lp.	Zadanie																				
1.	<p>Zestawiono mikrofalowe radioliniowe łącze troposferyczne LoS o długości 20 km, pracujące w częstotliwościowym paśmie 20 GHz (tłumienność gazów troposferycznych 0.1 dB/km). W sekcjach systemów antenowych po obydwu stronach (nadawczej i odbiorczej) zastosowano 15 metrowe fidery o tłumienności 20 dB/100m oraz złączki o tłumieniu 0.5 dB każda. Nadawcze urządzenie RF wyposażono w kartę wysyłającą sygnał z poziomem mocy -10dBm (minus), zaś urządzenie odbiorcze wyposażono w kartę o czułości -85 dBm (minus). Zastosowane dwie takie same anteny (strona nadawcza i odbiorcza) z reflektorami parabolicznymi cechują się współczynnikiem wykorzystania apertury 0.85. Łącze pracuje w bardzo dobrych warunkach pogodowych.</p> <p>Jaką minimalną średnicę powinien mieć reflektor w każdej z anten, aby łącze poprawnie funkcjonowało?</p> <p>Dane:</p> <table> <tr> <td>Długość łącza</td><td>$L = 20 \text{ km}$</td></tr> <tr> <td>Częstotliwość pracy</td><td>$f = 20 \text{ GHz}$</td></tr> <tr> <td>Tłumienność gazów</td><td>$A_g = 0.1 \text{ dB/km}$</td></tr> <tr> <td>Łączna długość fiderów</td><td>$L_F = 30 \text{ m}$</td></tr> <tr> <td>Tłumienność fiderów</td><td>$A_F = 20 \text{ dB/100m}$</td></tr> <tr> <td>Liczba złązek</td><td>4</td></tr> <tr> <td>Tłumienie złączki</td><td>$T_z = 0.5 \text{ dB}$</td></tr> <tr> <td>Poziom mocy nadawanej</td><td>$P_T = -10 \text{ dBm}$</td></tr> <tr> <td>Czułość odbiornika</td><td>$P_R = -85 \text{ dBm}$</td></tr> <tr> <td>Współczynnik wykorzystania apertury</td><td>$\nu = 0.85$</td></tr> </table> <p>Obliczenia:</p> <p>Tłumienie wolnej przestrzeni FSL:</p> $FSL = 92.44 + 20 \log L_{[\text{km}]} + 20 \log f_{[\text{GHz}]} = 144.48 \text{ dB}$ <p>Łączne tłumienie toru bezprzewodowego:</p> $T_{LR} = FSL + L \cdot A_g = 144.48 \text{ dB} + 2 \text{ dB} = 146.48 \text{ dB}$ <p>Łączne tłumienie fiderów i złązek:</p> $T_{LT} = 4 \cdot T_z + \frac{L_F}{100} \cdot A_F = 2 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 8 \text{ dB}$ <p>Równanie bilansu mocy:</p> $P_R = P_T - T_{LT} - T_{LR} + G_T + G_R = P_T - T_{LT} - T_{LR} + 2G$ <p>gdzie G_T oraz G_R są to odpowiednio zyski anten nadawczej i odbiorczej.</p> <p>Zysk anteny z reflektorem parabolicznym:</p> $G_T = G_R = G = 20 \log f_{[\text{MHz}]} + 20 \log D_{[\text{m}]} + 10 \log \nu - 39.6 \quad (1)$ <p>gdzie D jest to średnica reflektora parabolicznego wyrażona w metrach.</p> <p>Minimalny wymagany kierunkowy zysk każdej z anten:</p> $G = \frac{P_R - P_T + T_{LT} + T_{LR}}{2} = 39.74 \text{ dBi}$ <p>Przekształcamy wzór (1) w celu wyprowadzenia wzoru na zysk anteny z reflektorem parabolicznym:</p> $D = 10^{\frac{G - 20 \log f_{[\text{MHz}]} - 10 \log \nu + 39.6}{20}} \cong 0.5 \text{ m}$	Długość łącza	$L = 20 \text{ km}$	Częstotliwość pracy	$f = 20 \text{ GHz}$	Tłumienność gazów	$A_g = 0.1 \text{ dB/km}$	Łączna długość fiderów	$L_F = 30 \text{ m}$	Tłumienność fiderów	$A_F = 20 \text{ dB/100m}$	Liczba złązek	4	Tłumienie złączki	$T_z = 0.5 \text{ dB}$	Poziom mocy nadawanej	$P_T = -10 \text{ dBm}$	Czułość odbiornika	$P_R = -85 \text{ dBm}$	Współczynnik wykorzystania apertury	$\nu = 0.85$
Długość łącza	$L = 20 \text{ km}$																				
Częstotliwość pracy	$f = 20 \text{ GHz}$																				
Tłumienność gazów	$A_g = 0.1 \text{ dB/km}$																				
Łączna długość fiderów	$L_F = 30 \text{ m}$																				
Tłumienność fiderów	$A_F = 20 \text{ dB/100m}$																				
Liczba złązek	4																				
Tłumienie złączki	$T_z = 0.5 \text{ dB}$																				
Poziom mocy nadawanej	$P_T = -10 \text{ dBm}$																				
Czułość odbiornika	$P_R = -85 \text{ dBm}$																				
Współczynnik wykorzystania apertury	$\nu = 0.85$																				

Odpowiedź:

Aby zadane łącze poprawnie funkcjonowało, każda z anten powinna być wyposażona w reflektor paraboliczny o minimalnej średnicy 0.5 m.

2. W bezprzewodowym łączu WiFi opartym na standardzie IEEE 802.11ac zestawiono połączenie w paśmie 5.2 GHz z wykorzystaniem kanału częstotliwościowego o szerokości 160 MHz. W kanale tym, według założeń systemowych, zostało ustawionych 468 ortogonalnych podnośnych, które utworzyły wspólny kanał OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Każda z podnośnych została zmodulowana przy użyciu wielowartościowej modulacji N-QAM. W celu umożliwienia wykrywania i korekcji błędów wprowadzono kodowanie kanałowe LDPC (*Low-Density Parity-Check*), w którym łączna długość słowa kodowego wynosi 30 bitów, gdzie 5 bitów stanowią bity kontroli parzystości. W kanale OFDM ustalono standardowy (jak w IEEE 802.11a/n) odstęp między podnośnymi wynoszący 312.5 kHz, zaś czas trwania odstępu ochronnego w symbolu OFDM stanowi 1/8 czasu, w którym pracuje IFFT (układ odwrotnej szybkiej transformacji Fouriera) przetwarzając symbol OFDM. Dodatkowo wprowadzono system przestrzennego zwielokrotnienia MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), poprzez zastosowanie 4-elementowych modułów antenowych zarówno po stronie nadajnika jak i odbiornika. Jaką należy zastosować wartościowość modulacji N-QAM, aby osiągnąć przepływność brutto (maksymalna fizyczna przepływność) wynoszącą 3466.7 milionów bitów na sekundę ? Proszę przedstawić obliczenia, które na to wskażą.

Dane:

Liczba podnośnych OFDM:	$L_{OFDM} = 468$
Długość słowa kodowego:	$S_C = 30$
Liczba bitów kontroli parzystości w słowie kodowym:	$S_P = 5$
Częstotliwościowy odstęp między podnośnymi OFDM:	$\Delta f_{FFT} = 312.5 \text{ kHz}$
Proporcja dla czasu trwania odstępu ochronnego:	$p_{GP} = \frac{1}{8}$
Liczba modułów antenowych MIMO:	$L_{MIMO} = 4$
Wynikowa fizyczna bitowa przepływność brutto:	$R = 3466.7 \cdot 10^6 \text{ b/s}$

Obliczenia:

Sprawność kodu kanałowego:

$$K_C = \frac{S_C - S_P}{S_C} = \frac{30 - 5}{30} = \frac{5}{6} = 0.833$$

Czas trwania symbolu OFDM:

$$T_{OFDM} = \frac{1}{\Delta f_{FFT}} + \frac{1}{\Delta f_{FFT}} \cdot \frac{1}{8} = \frac{1}{\Delta f_{FFT}} \left(1 + \frac{1}{8} \right) = \frac{9}{8} \cdot \frac{1}{\Delta f_{FFT}} = 3.6 \mu\text{s}$$

Zależność na łączną przepływność w kanale OFDM:

$$R = \frac{L_{OFDM} \cdot n \cdot K_C \cdot L_{MIMO}}{T_{OFDM}} \quad (1)$$

gdzie n jest to liczba bitów przypadających na jeden modulacyjny symbol N-QAM

$$n = \log_2 N$$

zaś N jest szukaną wartościowością modulacji N-QAM.

Przekształcamy formułę (1) w celu uzyskania wartościowości modulacji pasmowej:

$$R = \frac{L_{OFDM} \cdot \log_2 N \cdot K_C \cdot L_{MIMO}}{T_{OFDM}}$$

$$\log_2 N = \frac{R \cdot T_{OFDM}}{L_{OFDM} \cdot K_C \cdot L_{MIMO}}$$

$$N = 2^{\frac{R \cdot T_{OFDM}}{L_{OFDM} \cdot K_C \cdot L_{MIMO}}} = 2^{\frac{3466.7 \cdot 10^6 \cdot 3.6 \cdot 10^{-6}}{468 \cdot \frac{5}{6} \cdot 4}} = 256$$

Odpowiedź:

W celu osiągnięcia fizycznej przepływności bitowej $3466.7 \cdot 10^6$ b/s w zadanym kanale OFDM IEEE 802.11ac, należy zastosować pasmową modulację 256-QAM.

3. Proszę napisać program, który pozwoli znaleźć liczbę sposobów rozmienienia banknotu 100.000 USD przy pomocy banknotów o nominałach 2.000, 5.000 oraz 10.000 USD. Ile jest takich możliwości? Program może być napisany w języku C lub tzw. pseudojęzyku (uproszczony system oznaczeń, umożliwiający zapis algorytmu w postaci programu).

Odpowiedź:

```
#include<stdio.h>
main () {
    int lsp;           /* liczba sposobów */
    int l10;           /* liczba banknotów 10000 USD */
    int l5;            /* liczba banknotów 5000 USD */
    int l2             /* liczba banknotów 2000 USD */

    lsp = 0;
    for (l10=0; l10 <= 10; l10++) {
        for (l5=0; l5 <= 20; l5++) {
            for (l2=0; l2 <= 50; l2++) {
                if (2*l2 + 5*l5 + 10*l10 == 100) {
                    lsp++;
                    printf("100.000 USD = ");
                    if (l2) printf("%2d x 2.000 USD ", l2);
                    if (l5) printf("%2d x 5.000 USD ", l5);
                    if (l10) printf("%2d x 10.000 USD ", l10);
                    printf("\n");
                }
            }
        }
    }
    printf("\n\nRazem jest %d sposobów.", lsp);
}
```

Sposobów jest 66.

4. Załóżmy, że dane mamy następujące deklaracje:

```
int n=5, p=9;
int q;
float x;
```

Jaką wartość otrzyma każda ze zmiennych w poniższych podstawieniach:

- a) $q = n < p$;
- b) $q = p \% n + p > n$;
- c) $x = p / n$;
- d) $x = (\text{float}) p / n$;
- e) $x = (p + 0.5) / n$;
- f) $x = (\text{int}) (p + 0.5) / n$;
- g) $q = n * (p > n ? n : p)$;
- h) $q = n * (p < n ? n : p)$;

	<p><u>Odpowiedź:</u></p> <p>a) 1</p> <p>b) 5 ($p \% n$ wynosi 4, a $p > n$ wynosi 1)</p> <p>c) 1 (najpierw obliczane jest jako typ int, co daje wynik 1, następnie, przed podstawieniem do x - jest przekształcane do float)</p> <p>d) 1,8 (p jest przekształcane do float i następnie dzielone przez n, która także jest typu float)</p> <p>e) 1,9 (przed dodaniem do niej 0,5 zmienna p jest przekształcana do typu float; wynik jest dzielony przez przekształconą do float zmienną n)</p> <p>f) 1 (przed dodaniem do niej 0,5 zmienna p jest przekształcana do typu float; wynik jest konwertowany do int i dzielony przez n)</p> <p>g) 25</p> <p>h) 45</p>
5.	<p>W bazie danych mamy dwie tabele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • film (w niej pola: id, tytuł, rok, id_reżyser, producent) • reżyser (w niej pola: id, imię, nazwisko, rok_urodzenia, narodowosc) <p>Proszę napisać zapytanie SQL, które wyświetli wszystkie filmy (tytuł i rok produkcji), które powstały w innych latach niż 1984 i 2011, oraz których reżyserzy urodzili się pomiędzy rokiem 1949 i 1951. Lista filmów ma być posortowana malejąco według pola tytuł.</p> <p><u>Odpowiedź:</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <pre>SELECT tytuł, rok FROM film WHERE rok <> 1984 AND rok <> 2011 AND (id_reżyser = (SELECT id FROM reżyser WHERE rok_urodzenia >= 1949 AND rok_urodzenia <= 1951)) ORDER BY tytuł DESC</pre> </div>
6.	<p>Do odbioru sygnału telewizyjnego stosujemy antenę zewnętrzną, kabel koncentryczny i wzmacniacz. Jaka powinna być kolejność połączenia wzmacniacza i kabla aby wypadkowy współczynnik szumów przyjął wartość najlepszą z punktu widzenia odstępów sygnał- szum.</p> <p><u>Odpowiedź uzasadnić korzystając z następujących danych:</u></p> <p>Tłumienie kabla $L = 10 \text{ dB}$; Wzmocnienie wzmacniacza $G = 20 \text{ dB}$ Współczynnik szumów kabla $F_{kabel} = 2$ Współczynnik szumów wzmacniacza $F_{wzm} = 1,5$</p> <p><u>Odpowiedź:</u></p> <p>Tłumienie kabla w mierze liniowej:</p> $L = 10^{\frac{10}{10}} = 10;$ <p>Wzmocnienie wzmacniacza:</p> $G = 10^{20/10} = 100;$ $L = 1/G;$ <p><u>Przypadek 1</u></p> <p>Połączenie wzmacniacz – kabel.</p> $F_{wyp} = F_{wzm} + \frac{F_{kabel} - 1}{G} = 1,5 + \frac{2 - 1}{100} = 1,5 + 0,01 = 1,51$

Przypadek 2

Połączenie kabel - wzmacniacz .

$$F_{wyp} = F_{kabela} + \frac{F_{wzm} - 1}{1/L} = 2,0 + \frac{1,5 - 1}{1/10} = 2,0 + (0,5 \times 10) = 7,0$$

Wniosek:

Ze względu że wypadkowy współczynnik szumów dla połączenia wzmacniacz – kabel przyjmuje wartość mniejszą to korzystniejsze jest połączenie wzmacniacz – kabel.

Opracowali:

dr inż. Zbigniew Zakrzewski
dr inż. Andrzej Sobólski
mgr inż. Jan Kołodziej
mgr inż. Mariusz Aleksiewicz

Sprawdził:

dr inż. Jacek Majewski

Zatwierdził:

Przewodniczący Rady Naukowej Olimpiady
dr inż. Sławomir Cieślik