

Wykaz pytań PTB K2 2023Z

A) Sygnały CDMA - przykładowe pytania:

A1) Proszę krótko scharakteryzować 3 techniki rozpraszania widma. Proszę wskazać w jakich systemach stosowane są dwie z nich. Dlaczego w systemach DS-CDMA możliwe jest rozróżnienie (w odbiorniku) informacji kierowanych do różnych odbiorców mimo, że nadawane są w tym samym pasmie, w tym samym czasie i z tej samej anteny nadawczej?

A2) Od czego (i jak) zależy pojemność (liczba jednoczesnych użytkowników) w jednokomórkowym idealnym systemie CDMA (w wersji najprostszej omawianej na wykładzie) – proszę podać zależność. Proszę skomentować zależność między pojemnością a jakością odbioru. Jakie czynniki powodują, że w warunkach rzeczywistych pojemność może być większa (lub mniejsza) od określonej powyższą zależnością?

A3) Podstawowe właściwości sygnałów łącza radiowego systemu UMTS w wersji pierwotnej (bez HSPA): typ duplexu stosowany w polskich sieciach, przepływność symbolowa w łączu radiowym, rodzaj filtracji (przed modulatorem kwadraturowym), przybliżona szerokość pasma emisji, wykorzystywane współczynniki rozpraszania danych użytkownika.

W systemie UMTS/HSPA+ zastosowano dodatkowo techniki *2x2 MIMO* i *Dual Carrier*. Na czym one polegają i w jakim celu je zastosowano?

B) Sygnały CDMA - przykładowe zadania obliczeniowe:

B1) Na podstawie zadanej przepływności danych użytkownika (po kodowaniu kanałowym) obliczyć dla zadanej modulacji (np. QPSK): przybliżoną szerokość pasma sygnału w łączu radiowym (jeśli znany jest współczynnik rozpraszania) lub - wartość współczynnika rozpraszania (jeśli jest znana szerokość pasma w łączu radiowym). Podać zysk rozpraszania wyrażony w dB. Jak zmieni się zysk rozpraszania (wyrażony w dB) jeśli przepływność danych użytkownika wzrośnie w tych warunkach-krotnie.

B2) Jeśli znane są parametry nadawanego sygnału (np. czas trwania 1 symbolu danych użytkownika, rodzaj modulacji i czas trwania 1 bitu ciągu rozpraszającego) obliczyć wartość E_c/I_0 zapewniającą uzyskanie na wyjściu korelatora w odbiorniku zadanej wartości E_b/I_0 . Jak zmieni się (ile razy lub o ile dB) wartość E_b/I_0 jeśli moc nadawanego sygnału (danych użytkownika) wzrośnie razy. Jak zmieni się (ile razy lub o ile dB) wartość E_b/I_0 jeśli przepływność danych użytkownika zmniejszy się razy (zakładamy, że szerokość pasma sygnału w łączu radiowym nie ulegnie zmianie)?

B3) Obliczyć pojemność (liczbę jednoczesnych użytkowników) w jednokomórkowym systemie CDMA (w wersji najprostszej omawianej na wykładzie) jeśli dane są współczynnik rozpraszania i wymagana wartość E_b/I_0 (na wyjściu korelatora w odbiorniku). Wykonać obliczenia pojemności w przypadku, gdy współczynnik rozpraszania nie jest podany wprost (trzeba wyznaczyć go znając np. szerokość pasma emisji, rodzaj modulacji i przepływność danych użytkownika).

B4) W łączu w dół systemu UMTS (FDD) jest wykorzystywany podany ciąg rozpraszający (np. $\{1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, 1\}$). Wiedząc, że dane użytkownika zostały wcześniej zakodowane z podaną sprawnością (np. $1/2$), podać przepływność danych użytkownika [kb/s]. Proszę przydzielić ciągów rozpraszających (OVSF) umożliwiających jednoczesną transmisję informacji do innych użytkowników z razy większymi (ew. mniejszymi) przepływnościami (przy tej samej sprawności kodowania kanałowego).

C) Sygnały OFDM - przykładowe pytania:

C1) W pewnym systemie z modulacją OFDM wytworzono sygnał, którego widmo składa się z ... (np. 500) podnośnych. W jaki sposób to uzyskano korzystając tylko z 1 nadajnika? Proszę narysować i krótko omówić etapy przetwarzania sygnału danych użytkownika w nadajniku.

Od lipca 2022 r. niektóre starsze odbiorniki telewizji cyfrowej przestały odbierać programy wielu nadawców. Dlaczego tak się stało? Na czym polegały podstawowe zmiany w emisji?

C2) Proszę krótko omówić podstawowe zalety transmisji z wykorzystaniem sygnału OFDM (w porównaniu z emisjami w systemie CDMA przy podobnej przepływności danych użytkownika). Co to jest współczynnik PAPR, czy z punktu widzenia konstruktora nadajnika OFDM korzystne są małe czy duże wartości PAPR? Dlaczego?

W sieci telewizji cyfrowej (DVB-T lub DVB-T2) kilka nadajników rozmieszczonych w sąsiednich powiatach może nadawać ten sam multipleks programów w tym samym kanale radiowym; jednoczesny odbiór z dwóch (kilku) nadajników pracujących w tym samym kanale jest możliwy pod warunkiem spełnienia dwóch istotnych wymagań:

C3) Co to jest przedrostek cykliczny, dlaczego jest wykorzystywany, jak dobierany jest czas trwania przedrostka?

W pewnym systemie, w którym stosuje się technikę OFDM, jest wykorzystywane 512-punktowe odwrotne przekształcenie Fouriera. Załóżmy, że bez zmiany pasma emisji, rodzaju modulacji i łącznej przepływności bitowej zdecydowano się wykorzystać przekształcenie 2048-punktowe. Jakie będą tego konsekwencje?

D) Sygnały OFDM - przykładowe zadania obliczeniowe:

D1) W pewnym sygnale OFDM czas trwania 1 symbolu wynosi [μs], z czego 20% (lub 10%, lub 12,5%, lub 25%) stanowi odstęp ochronny. Odstęp między najbliższymi podnośnymi wynosi: [kHz], a przepływność symbolowa (brutto) w przeliczeniu na jedną podnośną [ksymb/s]. Aby łączna przepływność symbolowa (na wszystkich podnośnych) wynosiła [Msymb/s] podnośnych powinno być co najmniej, szerokość pasma sygnału wynosiłaby wtedy ok.[MHz].

D2) W pewnym systemie wykorzystującym sygnały OFDM łączna przepływność danych użytkownika powinna wynieść (np. 2 [Mb/s]). W systemie tym istnieje propagacja wielodrogowa, w której maksymalna różnica dróg propagacji wynosi (np. 200 m). Proszę tak dobrać podstawowe parametry emisji (czas T_{ort} , odstęp modulacji T_{OFDM} , odstęp między podnośnymi Δf , liczbę podnośnych N i rodzaj modulacji, by uzyskać zakładaną przepływność danych użytkownika i by współczynnik odstępu ochronnego był nie mniejszy od $1/8$ i nie większy od $1/4$. Proszę podać przybliżoną szerokość pasma emisji

D3) W nadajniku systemu OFDM wykorzystano 1024-punktowe odwrotne przekształcenie Fouriera. Odstęp między podnośnymi wynosi (np. 5 kHz) i nie wykorzystuje się skrajnych podnośnych. Każdą z pozostałych podnośnych zmodulowano wykorzystując modulację (np. 16 QAM). Gdyby zrezygnowano z odstępu ochronnego przepływność bitową przypadającą na 1 podnośną można byłoby oszacować na [kb/s] a całkowite pasmo emisji na [MHz]. Gdyby jednak wprowadzono odstęp ochronny (przedrostek cykliczny) „1/4” przepływność całkowita (dla wszystkich podnośnych) wyniosłaby ok.[kb/s]

D4) Załóżmy, że w łączu systemu LTE pracującego w pasmie o szerokości [MHz] zastosowano modulację (np. QPSK, 16QAM...) i normalne odstępy ochronne. Łączna przepływność transmisji (brutto) wynosi ok.[Mb/s]. Ilu użytkowników można obsłużyć w czasie 0,2 s (proszę podać wartość maksymalną zakładając w uproszczeniu, że nie są przesyłane sygnały pomocnicze)

E) Technika MIMO:

- E1) Na przykładzie kodu Alamoutiego proszę wyjaśnić ideę techniki STBC (*Space Time Block Codes*). Jakie zalety wynikają z jej wykorzystania? Co stanowi wadę tego rozwiązania? Czym różni się to rozwiązanie od techniki SFBC (*Space Frequency Block Coding*)
- E2) Proszę wymienić wersje techniki MIMO. Wyjaśnić ideę transmisji z multipleksacją przestrzenną (spatial multiplexing). Jak może być zastosowanie tego typu transmisji, dlaczego jest to rozwiązanie atrakcyjne. Czy jest możliwa obsługa za pomocą tej techniki kilku odbiorników? Proszę uzasadnić odpowiedź.
- E3) Proszę przedstawić klasyfikację systemów ze względu na liczbę użytych anten. Proszę zdefiniować pojęcie odbioru zbiorczego, wymienić i zdefiniować techniki odbioru zbiorczego. W jaki sposób może być łączony sygnał z wielu anten?
- E4) W jaki sposób można opisać kanał propagacyjny w systemie OFDM MIMO? Jak można wykorzystać tę informację do realizacji transmisji z multipleksacją przestrzenną? W jaki sposób odbiornik zdobywa tę informację? Jakie problemy może spowodować błędne określenie kanału? W jakich warunkach propagacyjnych jest opłacalne wykorzystanie multipleksacji przestrzennej?
- E5) Jaka jest zasada działania odbiornika typu Zero Forcing? Jaką informację musi posiadać odbiornik aby wykorzystać tę technikę. W jaki sposób ta informacja jest pozyskiwana w systemie OFDM? Jakie są wady takiego odbiornika?
- E6) Na czym polega technika MU-MIMO? Jakie zalety ma to rozwiązanie? Jakie problemy są związane z realizacją tej techniki?

F) Systemy komórkowe:

- F1) Proszę omówić funkcje pełnione przez kartę SIM i terminal. Jaki rodzaj numeru jest przypisywany terminalowi? Jak ten numer jest wykorzystywany w sieci komórkowej?
- F2) Proszę narysować architekturę sieci radiowej w systemach 2G i 4G. Podać funkcje pełnione przez elementy wchodzące w skład tych architektur. Co jest powodem zmian w architekturze tych systemów?
- F3) Proszę przedstawić koncepcję realizacji usług w sieci komórkowej. Proszę zdefiniować i scharakteryzować usługi przenoszenia.
- F4) Jaką rolę pełni sieć szkieletowa w sieci komórkowej? Jakie domeny w niej występują? Jakie bazy danych są wykorzystywane w sieci szkieletowej? Jakie pełnią rolę? Podać przykładowe dane w nich przechowywane.
- F5) Proszę narysować podstawową architekturę sieci szkieletowej systemu LTE. Jakie role pełnią urządzenia wchodzące w jej skład?
- F6) Abonent sieci komórkowej wysiada z samolotu na zagranicznym lotnisku i wyłącza w swoim telefonie tryb samolotowy. Jakie procesy będą realizowane przez stację ruchomą w takim przypadku?

- F7) Jakie są cele transmisji informacji systemowych w sieciach komórkowych. Podać przykład takich informacji. W jaki sposób jest zorganizowana ta transmisja?
- F8) Jaki jest cel procedury przywołania stosowanej w sieciach komórkowych? Przedstawić jej działanie na przykładzie w sieci LTE. Na jakim obszarze sieci jest wykonywane przywołanie?
- F9) Jakie są cele realizowanej w sieciach komórkowych procedury dostępu? Jak ona przebiega w sieci LTE? Jakie mechanizmy ograniczają skutki ewentualnych kolizji żądań dostępu.
- F10) Na czym polega realizowana w sieciach komórkowych procedura transmisji HARQ? Jaki jest cel jej stosowania? Jaka jest idea jej realizacji w trybie IR (Incremental Redundancy)?