

Întrebări din materia predată la cursul de BTDDBR Notă: Subiectele de examen nu vor fi selectate din întrebările de mai jos. Eventualele „suprapuneri” vor fi întâmplătoare

I.

1. Considerați o transmisie OFDM cu $N_u=6800$ subpurt. utile, $f_s=1,5$ kHz, $v=0,25$, $f_p=3$ GHz cu 4 sau 16-QAM.

a) Determinați banda de frecvență a semnalului modulat pe purtătoare, dacă semnalul OFDM-BB este filtrat a.î. să fie limitat la $f_s/2$ deasupra celei mai înalte subpurtătoare a spectrului principal și reprezentați schematic spectrul semnalului modulat pe canal indicând pozițiile subpurtătoarelor în acest spectru. Explicați.

b) Calculați debitele binare asigurate și domeniile valorilor SNR necesare, dacă se impune ca probabilitatea de eroare de bit $BER \leq 0,5 \cdot 10^{-4}$. Se mai știe că $BER(8,5 \text{ dB})_{2\text{-PSK}} \approx 1 \cdot 10^{-4}$ și că purtătorul local este perfect recuperat.

c) Care sunt operațiile de sincronizare ce trebuie efectuate în receptorul OFDM?

d) Care sunt semnalele perturbatoare care afectează nivelele demodulate pe subpurtătoarea k , în cazul recuperării incorecte a purtătorului, cu un defazaj constant $\Theta = 60^\circ$?

2.

Considerați o transmisie OFDM cu frecvența de simbol f_s și $N=1024$ subpurtătoare.

a) Dacă purtătorul local este recuperat cu o deviație de frecvență $|\Delta f| = f_s/1000$, și un defazaj inițial $\phi = 45^\circ$ determinați aproximativ expresia semnalului demodulat pe subpurtătoarea w , în funcție de simbolurile modulate $c_w = a_w + j b_w$ și $c_k = a_k + j b_k$, $k \neq w$, $k = 1, \dots, N-1$. Subpurtătoarea $k = 0$ nu se modulează.

b) Prin ce metodă se poate reduce efectul recuperării incorecte a purtătorului, fără a modifica parametrii circuitului de recuperare a purtătorului, și care ar fi valoarea semnalului interferent după aplicarea metodei propuse.

c) Care este diferența dintre modalitățile de repartizare a simbolurilor pilot utilizate la egalizare, folosite în transmisiile între posturi fixe și cele folosite la transmisiile în care un post este mobil?

3.

a) Indicați parametrii IFFT, (nr. de puncte, frecvență de eșantionare), care implementează o transmisie DMT pe $N_u = 1000$ tonuri utile (21-1020), având $f_s = 4.3125$ kHz și valorile coordonatelor (x_k, y_k) care sunt modulate pe toate tonurile, în funcție de cordonatele care trebuie modulate pe tonurile utile

b) Transmisia de la a) cu N_u are loc pe un cablu ce are atenuarea liniară dată de $a(20+n) = 8 \text{ dB} + 0.03 \text{ dB} \cdot n$, iar puterea zgomotului la intrarea receptorului este de -53 dBm pentru fiecare ton. Parametrii transmisiei sunt: puterea emisă = 0 dBm/ton , intervalul de gardă $v = T_s/16$, iar după fiecare 68 de simboluri DMT utile se transmite unul de sincronizare; tonurile se împart în 5 grupe egale, în fiecare grupă fiind utilizată aceeași constelație QAM.

Determinați constelațiile care trebuie utilizate în fiecare grup pentru a obține un debit binar maxim și $BER \leq 0,5 \cdot 10^{-7}$ pentru întreaga transmisie și calculați acest debit binar maxim. $BER(10,5 \text{ dB})_{2\text{-PSK}} \approx 1 \cdot 10^{-6}$

c) Explicați efectul existenței unui defazaj constant între semnalul de eșantionare de la emisie și cel de la recepție asupra nivelelor demodulate pe tonul k . Cum poate fi acest efect compensat?

II

1. Se consideră un cod LDPC având parametrii $k=6$ și $j=3$.

a) care este numărul de ecuații de control în care intră un bit x_i și care este numărul de biți x_j , $i \neq j$, care intră în aceste ecuații de control, alături de bitul x_i ?

b) dacă se consideră un cod de tip „array” cu $p=29$, determinați lungimea cuvântului de cod și numărul biților de control care trebuie calculați. Determinați dimensiunile matricii H

c) Care este dezavantajul rezolvării sistemului $H \cdot v^t = [0]$ pentru calculul biților de control?. Justificați prin determinarea numărului de determinanți care trebuie calculați și raportarea la intervalul de timp în care această operație trebuie executată.

d) Determinați dimensiunile matricii F și indicați dimensiunea vectorilor care trebuie procesați și numărul de adunări efectuate pentru determinarea biților de control. Raportați calitativ la intervalul de timp disponibil pentru efectuarea acestei operații.

e) Cum poate fi micșorată rata acestui cod la $R_c \approx 0.425$? Cum se obține matricea F' a codului prescurtat din matricea F a codului „părinte”? Justificați prin demonstrație.

f) Câte noduri de control va avea graful Tanner asociat acestui cod și câți biți sunt utilizați pentru calculul informației specifice fiecărui nod de control?

g) Câte noduri de control intră în calculul făcut pentru „actualizarea” unui nod de bit?

h) Ce înțelegeți prin girth? Cum afectează valoarea și frecvența sa de apariție capacitatea de corecție a codului?

i) Care este metrica prin care se evaluează capacitatea de corecție a unui cod LDPC?

j) Cum afectează valorile lui j și k capacitatea de corecție a unui cod? Considerați cazul în care raportul $(k-j)/k$ rămâne \approx ct. și cazul în care acest raport își schimbă semnificativ valoarea. Lungimea cuvântului de cod \approx ct.

k) Se consideră două coduri LDPC; unul cu $N_1 = 1200$ și $C_1 = 480$, iar al doilea cu $N_2 = 240$ și $C_2 = 96$, care au matricile de control de același tip. Care dintre ele va asigura un câștig al codării mai mare?

2.

a) Ce tip de convoluțional este preferabil pentru valori mici ale SNR și de ce?

b) De ce trebuie adus în zero trellisul unui cod convoluțional și când se execută această operație? Câte metode de aducerea a trellisului în zero cunoașteți?

- c) Ce dimensiuni și câți biți de „0” trebuie să aibă o mască de puncturare a unui cod „părinte” cu $R_m=1/3$ la rata $R_p=17/18$?
- d) De câte ori trebuie parcurs setul de LLR-uri al mesajului codat recepționat de către algoritmul MAP și de ce?
- e) Care este deosebirea dintre algoritmul MAP și cel Max-Log-MAP? Ce avantaj/dezavantaj prezintă cel din urmă?
- f) Dacă se consideră un *turbocod* cu $R_m=1/3$ și lungimea blocului codat $N=1500$ biți, care e numărul LLR-urilor care intră în fiecare decodor MAP component? Ce set de valori cuantifică „aportul” fiecăruia dintre decodare după fiecare iterație? Cum se compun LLR-urile intrate în fiecare decodor (considerați de la a doua iterație)?
- g) Explicați rolurile blocurilor de „întreșere-deîntreșere” din decodorul turbo. Care sunt principalele dezavantaje ale utilizării acestora?
- h) Cum este afectat câștigul codării de scăderea lungimii blocului codat, dacă rata turbocodului este menținută constantă?
- i) Care este condiția ce trebuie îndeplinită pe un Exit Chart pentru a estima că decodorul va reuși să decodeze blocul codat recepționat?
- j) Care dintre următoarele tipuri de coduri, convoluțional, LDPC sau turbocod este preferabil pentru decodarea unui bloc codat (cuvânt de cod) cu lungimea $N_1=80$ biți? Justificați. Dar pentru decodarea unui cu cu $N_2=16000$ biți?

III.

1.

- a) Ce înțelegeți prin mapare dublu Gray și care este rolul acesteia?. Explicați.
- b) Explicați de ce în urma mapării dublu Gray biți informați necodați au probabilitate de eroare cel mult egală cu a biților informaționali codați?
- c) Care sunt cauzele care produc eronarea biților informaționali necodați?
- d) Care sunt efectele stabilirii pragurilor ce separă domeniile SNR de utilizare a unei configurații în cadrul setului, după criteriul $CER=10^{-2}$ asupra throughputului?
- e) De ce metoda de estimare a stării curente a canalului bazată pe contorizarea numărului de cuvinte de cod eroante nu este aplicabilă pe canale radio mobile?
- f) Explicați de ce alocarea BFP asigură o eficiență spectrală medie-utilizator mai mare transmisiilor pe canale radio mobile. Tineți cont de elemente spațiale, de caracteristici de frecvență și de evoluția în timp.

2.

Se consideră o transmisie OFDMA cu $N=256$, $f_c=3.24\text{GHz}$ și $f_s=10\text{kHz}$ pentru utilizatori cu viteza maximă $v_M=120\text{km/h}$, care folosește doar modulații QAM pătrate, codate cu un cod cu $R_c=2/3$ și $C_G=5\text{dB}$. Canalul are dispersia întârzierilor egală cu $\sigma_\tau=2.5\mu\text{s}$ (factor de corelație 0.5) și întârzierea maximă de $\tau_M=12.5\mu\text{s}$. Se impune $p_e < 10^{-5}$.

- a) Determinați dimensiunile chunkului alocat unui utilizator a.î. să se asigure un fading lent variabil și plat și determinați numărul utilizatorilor care pot accesa simultan purtătorul de canal.
- b) Dacă SNR-ul unui utilizator la recepție ia în timp valorile $\text{SNR}_i=9\text{dB}, 15\text{dB}, 21\text{dB}, 27\text{dB}$, cu probabilitățile $w_i=0.1, 0.2, 0.3, 0.4$, asigurate de o alocare BFP, determinați valoarea throughputului mediu/pachet, considerând un pachet format dintr-un chunk OFDM. Indicați modalitatea de utilizare a modulațiilor codate.
- c) Calculați valoarea throughputului mediu/pachet dacă subbenzile iau valorile de SNR de la b) cu probabilități egale și sunt alocate unui utilizator după metoda metoda de alocare este de tip FH

IV.

1.

- a) Care este diferența esențială dintre „m-sequences” și secvențele Walsh-Hadamard (WH) în ceea ce privește utilizarea acestora pentru asigurarea accesului multiplu în sisteme DS-SS?
- b) De ce nu se folosesc secvențele WH în UL pentru separarea utilizatorilor?
- c) Ce înțelegeți prin efectul „near-far” și cum poate fi acesta contracarat?
- d) Care este efectul metodei de contracarare de la c) asupra debitului binar al tuturor utilizatorilor din celulă?
- e) Presupuneți ca din K utilizatori conectați, $K-2$ au o putere recepționată la BS egală cu $P_r\text{dB}$, iar ceilalți 2 au o putere recepționată 10dB mai mică. Cum poate fi mărit debitul comun al celor $K-2$ utilizatori, de ce și de câte ori?
- f) Care este efectul tehnicii DS-SS, cu un factor de împrăștiere N , asupra raportului semnal util-interferență, dacă interferența este de bandă îngustă? Se manifestă acest efect și asupra zgomotului gaussian care interferează cu semnalul recepționat? Justificați.
- g) Explicați efectul de „error-floor” ce apare la variația BLER vs. SINR a transmisiilor DS-SS în UL. care sunt parametrii sistemului care dictează valoarea acestui prag?
- h) Cum se poate crește debitul binar al unui utilizator, fără a afecta debitul binar comun al celorlalți utilizatori? Care este efectul asupra numărului de utilizatori care pot fi conectați și asupra valorii maxime a sumei debitelor binare ale utilizatorilor ce pot fi conectați, considerând că utilizatorul cu cel mai îndepărtat rămâne conectat și se aplică metoda uzuală de compensarea efectului „near-far”

2. Se consideră o transmisie „asynchronous” CDMA pe uplink. Explicați principial cum este realizată împrăștierea cu factorul N , câte nivele de ortogonalizare sunt necesare și cum sunt acestea realizate.