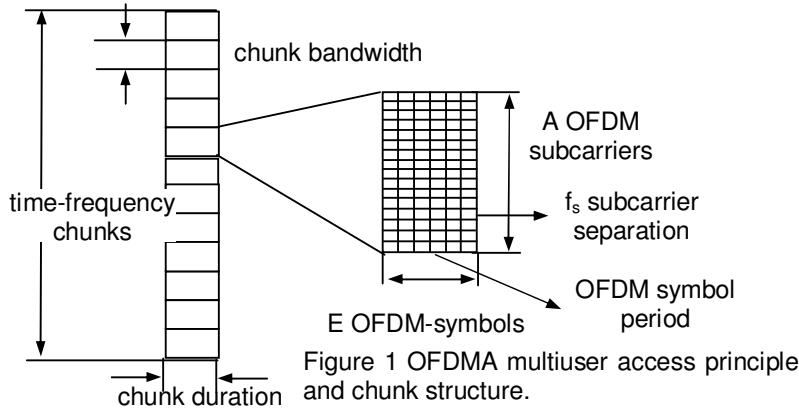


Calculul throughputului mediu asigurat de utilizarea adaptivă a unui set de configurații codate

Structura de transmisie

- studiul se face pentru un sistem OFDM în care fiecărui utilizator i se atribuie un chunk



Avem:

- $A \cdot E$ simboluri – Q simboluri de “serviciu”
 $= U$ simboluri utile

- $f_s \ll B_c$, $A \cdot f_s$ cât mai apropiat de B_c

- $T_s' \ll T_c$, $E \cdot T_s'$ cât mai apropiat de T_c

- o configurație i folosește o constelație cu n_i bți/simbol QAM, un cod cu rata R_{ci}

- maparea: n_{ci} bți de cod și n_{ni} bți necodați
 cu $n_{ci} + n_{ni} = n_i$

- rata configurației se calculează în medie cu relația:

$$R_{c\text{fgi}} = \frac{n_{ci} \cdot R_c + n_{ni}}{n_i} \quad (1.1)$$

- dacă se folosește un cuvânt de cod pe chunk atunci rata configurației poate fi calculată alternativ cu (1.2), unde N_{ci} este numărul de bți de control ai cuvântului de cod utilizat de configurația i

$$R_{c\text{fgi}} = 1 - \frac{N_{ci}}{U \cdot n_i} \quad (1.2)$$

- pentru configurațiile necodate se va considera $n_{ci} = 0$, sau $N_{ci} = 0$

- debitul binar nominal asigurat de o configurație este dată de (1.3) unde C_R este debitul de chunk-uri, G este procentul ce indică durata intervalului de gardă, iar K o constantă care depinde de arametrii sistemului

$$D_{ci} = C_R \cdot U \cdot n_i \cdot R_{c\text{fgi}} = \frac{f_s}{E(1+G)} U \cdot n_i \cdot R_{c\text{fgi}} = K \cdot n_i \cdot R_{c\text{fgi}} \quad (1.3)$$

- debitul binar efectiv (throughput) se obține cu (1.4), unde CER_i este probabilitatea de eroare de chunk, iar n_{infi} este numărul mediu de bți informaționali mapați pe simbolul QAM într-un chunk

$$\Theta_{ci} = D_{ni} (1 - CER_i(\text{SNR})); \quad CER_i \leq 1 - (1 - BER_i(\text{SNR}))^{n_{\text{infi}} \cdot U} \quad (1.4)$$

iar eficiența spectrală efectivă cu (1.5), unde BW_{ch} este lărgimea de bandă alocată unui chunk:

$$\eta_{ci} = \frac{\Theta_{ci}}{BW_{\text{ch}}} = \frac{f_s \cdot U \cdot R_{c\text{fgi}} \cdot n_i}{E \cdot (1+G) \cdot f_s \cdot A} (1 - CER_i(\text{SNR})) = K_1 \cdot R_{c\text{fgi}} \cdot n_i \cdot (1 - CER_i(\text{SNR})) \quad (1.5)$$

Seturi de configurații utilizate

- configurație necodată

- dezavantaje: domeniu de SNR redus (lipsa

codurilor corectoare), variații mari ale debitului și eficienței spectrale între configurațiile învecinate

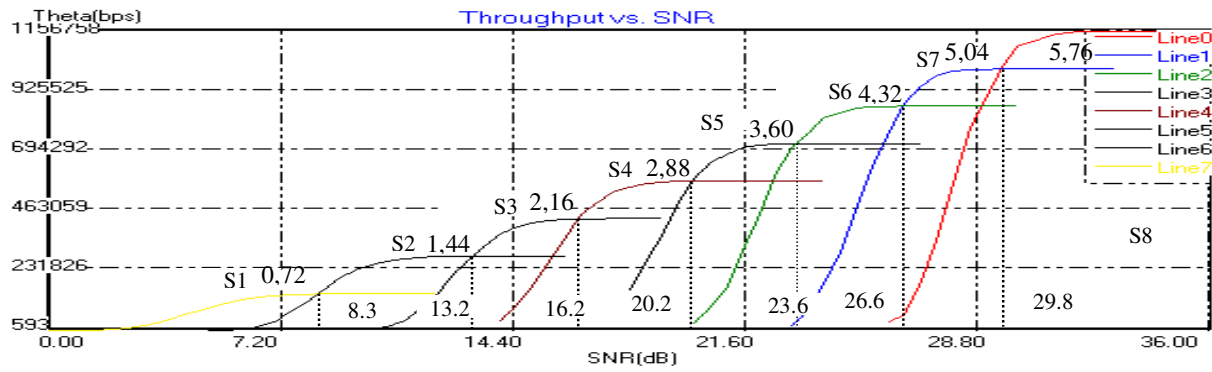
- configurație codată

n_i bit/sb	1	2	3	4	5	6	7	8
T_i [dB]	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8
SNR <	8.3	13.2	16.2	20.2	23.6	26.6	29.8	∞
η_i bit/s/Hz	0.72	1.44	2.16	2.88	3.6	4.32	5.04	5.76

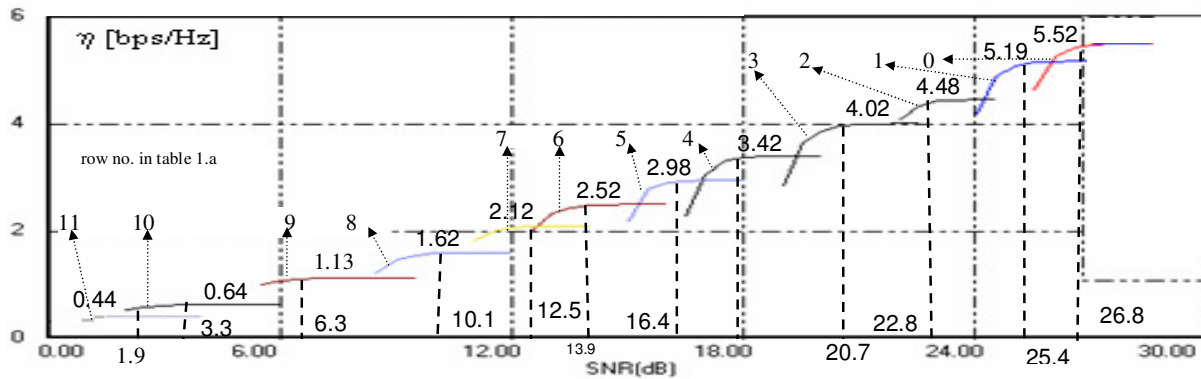
	n_i	n_{ci}	n_{ni}	R_{ci}	$R_{c\text{fgi}}$	η_{ci} [bps/Hz]	$T_{i\text{CER-2}}$ [dB]	$T_{i\text{CI}}$ [dB]	C_G [dB]
0	8	2	6	0.70	0.92	5.52	26.8	26.1	4.5 vs. 256Q
1	8	4	4	0.80	0.865	5.19	25.4	24.3	5.5 “
2	8	4	4	0.50	0.74	4.48	22.8	22.0	8.0 “
3	6	2	4	0.70	0.89	4.02	20.7	19.8	4.0 vs 64 Q
4	6	4	2	0.66	0.76	3.42	17.9	17.0	7.0 “
5	6	6	0	0.66	0.66	2.98	16.4	15.5	7.5 “
6	4	2	2	0.70	0.84	2.52	13.9	12.7	5.0 vs 16 Q
7	4	2	2	0.44	0.70	2.12	12.5	10.9	6.5 “
8	4	4	0	0.636	0.55	1.62	10.1	8.4	9.0 “
9	2	2	0	0.77	0.76	1.13	6.3	4.7	4.5 vs 4-Q
10	2	2	0	0.5	0.43	0.64	3.3	2.0	7.5 “
1*	1	1	0	0.625	0.59	0.44	$-\infty$ (2.2)	$-\infty$ (1.0)	4.5 vs 2-PSK

- avantaje: domeniu de SNR mai extins, variații mai mici ale eficienței spectrale între configurații învecinate

- configurațiile trebuie utilizate în domeniile SNR în care asigură eficiența spectrală maximă → praguri poziționate la intersecția curbelor de eficiență spectrală învecinate, T_{ICI}



Eficiențele configurațiilor din setul NC, tabelul 1. Constanta $K=0.72$, $R_{cfr}=1$, $BW_{ch}=200,826$ kHz



Eficiențele configurațiilor din setul C, tabelul 2, $K = 0.72$, $BW_{ch}=200,826$ kHz

- dacă se impune și condiția ca $CER \leq CER_{Th}$ (impus de cerințele aplicației) → pragurile T_{ICER}
- domeniile SNR în care fiecare configurație e optimă se numesc stări ale canalului
- probabilitățile canalului de a se afla în fiecare dintre stări, w_k , $k = 1, \dots, W$, depind de modelul de progare, de configurațiile folosite și modalitatea de alocare a subbenzii de frecvență (A subpurtătoare) pe care se transmite chunk-ul utilizatorului respectiv.
- comparați valorile eficiențelor spectrale pentru diverse zone ale SNR-urilor

Calculul debitului binar și al eficienței spectrale medii asigurate de utilizarea adaptivă a unui set de configurații

- considerăm probabilitățile de stare w_k , $k = 1, \dots, W$
- probabilitatea medie de decodare corectă a unui chunk este:

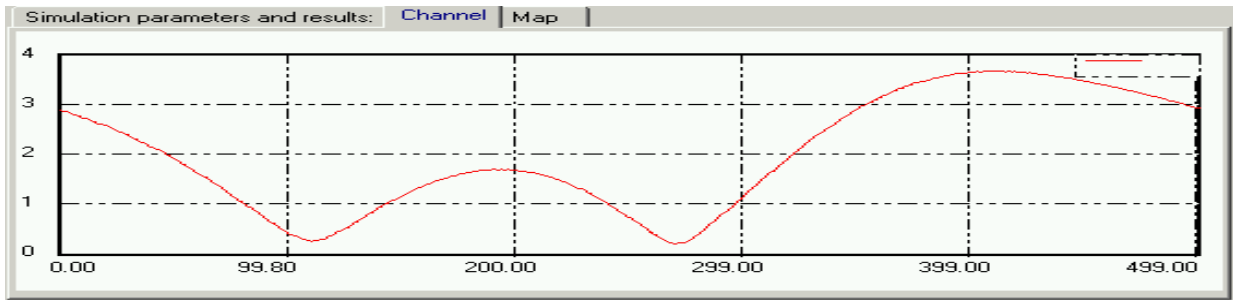
$$P_{cch}^{av} = \sum_{k=1}^W w_k \cdot P_{cchk}(SNR); \quad \sum_{k=1}^W w_k = 1; \quad (1.6)$$

- pentru cazul în care se impune $CERE < CER_t$ suficient de mic, $P_{cchk} > 0.98$, air valoarea medie poate fi considerată egală cu valoarea CER_t .
- debitul binar nominal mediu, throughputul mediu și eficeința spectrală medie sunt exprimate de relațiile:

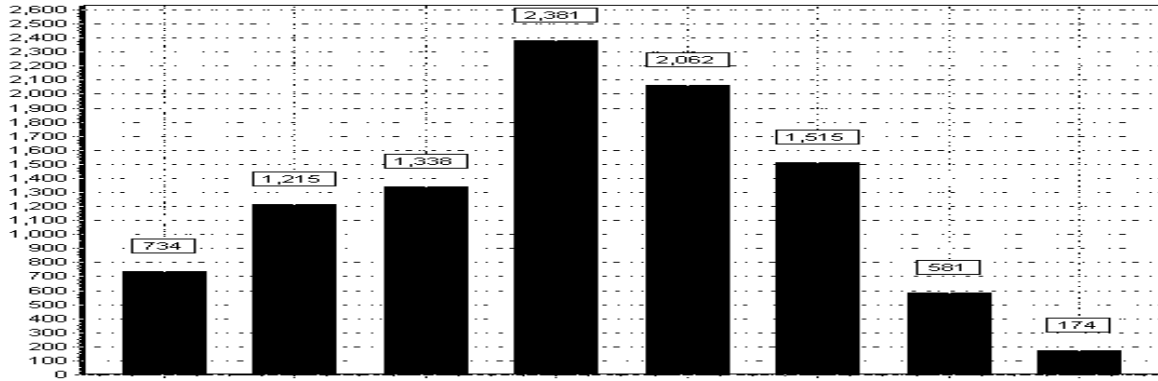
$$D_n^{av} = C_R \cdot U \cdot \sum_{k=1}^W w_k \cdot R_{cfrk} \cdot n_k; \quad a. \quad \Theta^{av} = D_n^{av} \cdot P_{cp}^{av}; \quad b. \quad \eta^{av} = \frac{\Theta^{av}}{BW_{ch}} = \frac{D_n^{av}}{BW_{ch}} \cdot P_{cp}^{av}; \quad c. \quad (1.7)$$

Influența metodelor de alocare a subbenzii de frecvență pentru chunkul unui utilizator

- alocare fixă - dacă chunkul unui utilizator este menținut în aceeași sub-bandă de frecvență atunci utilizatorii statici pot fi dezavantajați
- alocare de tip Frequency Hopping – FH. Chunkul unui utilizator este plasat în fiecare perioadă de chunk în altă subbandă, în conformitate cu o SPA. Nu apare coliziune între diverși utilizatori, vezi curs 14 TD
- asigură o mediere a SNR în timp, pe canale selective în frecvență
- stările canalului care au valori de SNR în jurul valorii medii a canalului au probabilități mai mari de utilizare
- folosește diversitatea în frecvență a canalului



Exemplu de canal selectiv în frecvență

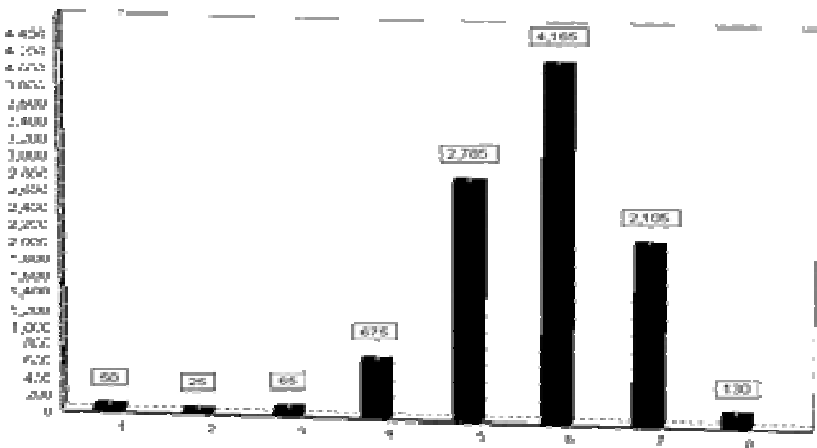


probabilitățile de utilizare a configurațiilor necodate definite mai sus, în primul tabel și a doua figură, pentru un canal cu SNR mediu de circa 19-20 dB

– se observă că sunt mai utilizate configurațiile care necesită SNR-uri medii (8, 16, 32, 64-QAM), și mai puțin utilizate cele care necesită valori foarte mici, 2+PSK, QPSK, sau foarte mari 128, 256-QAM)

Alocare Best Frequency Position –BFP

- fiecărui utilizator i se atribuie subbanda în care SNR mediu este cel mai mare, pentru caracteristica de canal care este specifică poziției sale + se folosește diversitatea în frecvență și ideea “ride the peaks”
- utilizatori diferiți au caracteristici diferite ale canalelor, datorită pozițiilor diferite – diversitatea multiutilizator → cu o probabilitate mare ei vor avea SNR maxim în sub-benzi diferite
- de aceea fiecare utilizator va utiliza subbenzi care au un SNR mai mare (cu 6-8 dB, și foarte rar și cu 10 dB) decât media caracteristicii canalului său



probabilitățile de utilizare a configurațiilor necodate definite mai sus, în primul tabel și a doua figură, pentru un canal cu SNR mediu de circa 19-20 dB

- vor fi utilizate mai des constelații mai mari (32, 64, 128) și mai rar 16, 8 sau 4-QAM și BPSK.
- constelația 256-QAM este utilizată foarte rar, pentru că datorită valorii SNR-ului mediu, pragul de circa 30 dB este depășit foarte rar
- se asigură un debit binar mai mare, dar implică un volum de procesare mult mai ridicat în MS și un volum de date de semnalizare mult mai mare, care trebuie transmis pe legătura de Uplink.