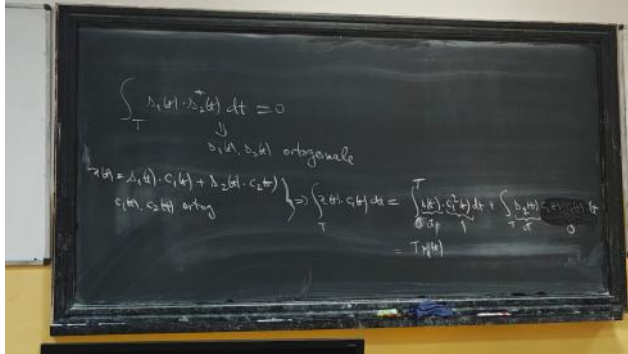


# Curs W3 - CDMA + Mobile Radio Channels

Wednesday, October 15, 2025 8:27 AM

## CDMA

- Semnalul ocupa o banda ft larga
- Se identifica semnalul util din marea de semnale care este receptionata
- Ideea e ca acest cod sa fie ortogonal cu alte coduri?
  - o Matematic vorbind, ortogonalitatea inseamna ca integrala de mai jos este 0
  - o Si se poate scoate s1 si s2 ca in calculul de sub:



FDMA - sunt separate prin filtrare prin banda de spectru ocupata

### TDMA

- se iau datele de la utilizatori diferiti, sunt combinate intr un interval time slot si apoi la reconceptie se culeg inapoi interval de un cadru si daca e mesajul mai lung il separam pe cadre;
- tb o sincronizare buna de tact si de inceput de cadru, inceput de slot

Perioada de simbol a fluxului de date este in general mai mare decat unitatea unui cip (a unui bit din cod)

Valorile codului sunt de obicei 1 si -1

(mai multe explicatii in cartea lui)

Explicatie gpt:

Pe tablă apare chestia asta:

$$\int_T s_1(t) \cdot s_2(t) dt = 0$$

Asta înseamnă:

👉 „semnalele  $s_1(t)$  și  $s_2(t)$  sunt ortogonale”.

Adică **nu se influențează între ele** — dacă le combini, poți oricând să le separi perfect cu o operație matematică (corelare sau integrare).

În CDMA, fiecare utilizator are un **cod propriu**  $c_i(t)$ .

Când trimiți datele tale, le înmulțești cu acel cod:

$$x(t) = s_1(t) \cdot c_1(t) + s_2(t) \cdot c_2(t)$$

Dacă  $c_1(t)$  și  $c_2(t)$  sunt **ortogonale**, atunci când receptorul face:

$$\int_T x(t) \cdot c_1(t) dt$$

se elimină termenul cu  $c_2(t)$ , pentru că:

$$\int_T c_1(t) \cdot c_2(t) dt = 0$$

♦ **Rezultatul:** receptorul extrage doar semnalul care are codul său.

Asta e baza CDMA.

In general se intampla ceva cand se folosesc benzi nelicentiate. Exista o discutie/controversa despre cum e mai eficient sa avem benzi alocate diversilor utilizatori ale unor sisteme de comunicatii, sau sa folosim benzi nelicentiate?

- In cele nelicentiate: fara control dar multe interferente
- In cele licentiate: organism de control care nu lasa sa se intample asa ceva

Unii spun ca e mai eficient cu alea nelicentiate daca se iau masuri potrivite

Printre masurile potrivite se numara utilizarea a astfel de semnale CDM

Standardul ISO95: mai intai era comercial implementat drept CDMA1, apoi CDMA2000, CDMA2000ETO?

Dar era in benzi licentiate oricum, nu se foloseste doar pt nelicentiate

Deci concluzie vrea sa stim cum se poate realiza accesul multiplu in ideea de a avea mai multe emisiuni prin acelasi mediu de comunicatie si sa poti sa separi aceste date

## Mobile Radio Channels

Cand vorbim de sisteme de comunicatii mobile ne referim la aceste benzi de frecventa.

Pt a asigura mobilitatea pt a transmite in miscare e obligatoriu sa folosim tehnologia aceasta radio.

- Exista si varianta optica (optical wireless) care ar permite dar acopera o distanta ft mica
- In anumite cazuri putem folosi campuri acustice (sunete) de ex in transmisiunile subacvatice
  - o Banda disponibila pt asemenea sisteme e ft mica
  - o De ex: filmările subacvatice ale frumoase de inalta definitie nu au nicio sansa sa fie transmise asa pt cca ele necesita o banda ft larga
- Mai sunt si comunicatii cablate
- Comunicatii radio fixe
- Dar in ultima vreme mai toate sistemele permit si mobilitate
- Pe baza unei experiente practice, s a desc ca domeniul de interes pt aceste comunicatii sunt aceste frecvente Very High Frequency VHF si UHF (cred ca ultra high)
  - o VHF au valori de la 30MHz la 300MHz
  - o UHF de la 300MHz la 3GHz
  - o SHF (super high) de la 3GHz la 30 GHz
  - o In principiu pana la 10 GHz sunt comunicatiile mobile clasice

In acest domeniu de frecvente inalte propagarea e in linie dreapta. Putem avea fenomene de propagare date de obstacole ca reflectii refracii difracii

Pe masura ce frecventa creste, incep sa apara dispersii, absorbtii (gazele din atmosfera pot sa absoarba unda radio). Mai pot fi fel de fel de particule fum praf picaturi de apa etc in atmosfera care sunt obstacole in functie de dimensiunea lungimii de unda radio Viteza luminii in vid = 300k km/s

Lungimea de unda = viteza luminii/ frecventa

- Deci prima banda VHF are lungime de unda intre 1m si 10m
- UHF intre 10cm si 1m
- SHF are 1cm - 10cm

Pana la frecventa aceea de 30MHz, propagarea in proximitatea solului se putea realiza si altfel: exista o tendinta a undei de a urmari o suprafata de separatie intre 2 medii

- Suprafata solului si atmosfera => la frecvente mici e o tendinta ca unda sa se propage urmarind curbura pamantului
- Pe masura ce frecventa creste, capacitatea de a urmari curbura scade
- In banda de la 3MHz la 30MHz sunt undele scurte in care capacitatea de a urmari suprafata pamantului dispare
  - o In schimb, apar fenomene de reflexie pe anumite zone din ionosfera

- In ionosfera sunt straturi ionizate care sunt un fel de oglinzi pentru undele radio de aceasta frecventa
- Si apare asa un fel de propagare in unda indirecta, asa au fost facute primele comunicatii transoceanice

Propagarea in spatiul liber = propagarea departe de pamant, departe de orice obstacol

Intr-un punct avem antena de emisie si in altul avem antena de receptie

- Le consideram punctiforme, mici relativ la distanta dintre ele
- O antena emite de jur imprejur daca mediul nostru are aceleasi proprietati in toate directiile in 3d
  - Este un mediu izotrop
  - O antena care emite egal in toate directiile = **antena izotropica**
  - Daca nu e izotropica, poate sa aiba un castig
    - Castig = raport dintre densitatea de putere transmisa in directia preferentiala si densitatea de putere a unei antene izotrope care are aceeasi putere
    - Daca antena ar fi izotropica, densitatea de putere pe toata suprafata ar fi constanta, iar pe masura ce timpul trece, frontul de unda se departeaza de antena sursa, sfera are o raza din ce in ce mai mare, iar densitatea scade
      - Puterea fiind aceeaasi, densitatea este puterea raportata la suprafata sferei care e  $4\pi r^2$ , deci scade cu patratul distantei

- Antena de receptie:
  - Antena care are puterea de a **capta** ce trimite prima antena
  - Ca o plasa de fluturi, cat e suprafata plasei de fluturi atata prinde antena de receptie din toata suprafata de unda
  - $G$  = castigul antenei de receptie (slide 3 cred)
    - Acest castig poate fi luat in considerare daca antenele sunt orientate una catre cealalta, adica directia aceea de propagare e cea pe care o folosesc
  - Puterea receptionata = puterea transmisa \* densitatea de transmisie si apoi se ajunge la legea lui Frijs (Slide 4)
    - Ce vedem sunt piererile de propagare din spatiul liber
    - Cat din ceea ce se transmite ajunge sa fie receptionat? Raportul  $P_r/P_t$ 
      - Lumea s a obisnuit sa le numeasca pierderi desi in general cand zici pierderi iei raportul invers
    - Acest raport e invers proportional cu oatratul odistanței si patratul frecventei
      - Cu cat creste distanta, acest raport scade
      - Cu cat creste frecventa, acest raport scade

Decibelul e definit in putere relativa fata de ceva. Decibel vine de la graham bell

- Faptul ca avem 10 logaritmi decimali e asociat cu acel "deci" din fata
- Putem sa scriem raportul ala al lui frijs si in decibeli
- Cand avem decibeli raportati la antena izotropica folosim db
- Daca ne uitam in prima lucrare de laborator avem niste inrebari in care tb sa aplicam formula asta a lui frijs, ori o aplicamin valori absolute ori mergem in decibeli

In slide ul 4 avem un grafic cu niste parametri dati de castig iar L ul pe care il obtinem e mereu negativ pt ca e o valoare subunitara in db Lumea zice de ex "am o pierdere de 80 db"

Asta inseamna ca rezultatul acestui calcul este -80db

Nu spunem ca am castig de -80, zicem pierdere de 80

Putem exprima densitatea de putere pe suprafata de unda nu doar asa cum am vz mai devreme, ci putem si in functie de intensitatea campului electric sau a campului magnetic

Aici avem intensitatea campului electric impartit la impedanta spatiului liber (Slide 6)

Si deci putem si cu H magnetic dar lumea s a obisnuit cu ala magnetic mai mult

Impedanta spatiului liber este  $120\pi$  Ohmi, se poate calcula

- Rezulta ca intensitatea campului electric al undeii la o distanta d fata de antena de emisie cu puterea aceea R si castig  $G_r$  este ceea ce vedem (slide 6)
  - $30 = 120\pi/4\pi$

Doua formule utile a fi retinute sunt una din relatiile lui Frijs, ar trebui sa putem trece de la una la alta usor

A doua apare in curand ;)

Dar a zis sa retinem si ce e in slide 6

Ideea e ca in proximitatea scoartei terestre tb sa tinem cont ca pamantul este un elipsoid aproape sferic, cu raza la ecuator mai mare decat la poli

Măsurătoare	Simbol	Valoare aproximativă	Explicație
Rază la ecuator	$R_e$	6 378,137 km	Punctele de pe ecuator (latitudine 0°)
Rază la poli	$R_p$	6 356,752 km	Punctele de la poli (latitudine 90°)
♦ Diferență:			
$R_e - R_p \approx 21,385 \text{ km}$			
Deci Pământul e cu vreo 21 km mai „umflat” la ecuator decât la poli.			

- Presupunem antena la o anumita distanta de suprafata terestra, punctiform (slide 7)
- Receptorul la o inaltime hr
- Constatam ca fara niciun obstacol, avem cel putin 2 unde care converg de la punctul de receptie la punctul de emisie
  - Cand mai avem si obstacole avem si mai multe unde
- E unda de propagare directa si cea care se reflecta pe suprafata solului
- Fenomenul caracteristic aici e ca avem o interferenta a acelor 2 unde, adica vectorii practic se sumeaza vectorial, iar noi asta vedem la receptie
- Intrebarea este cum sunt acesti vectori? In faza? Sau nu?
- O distanta de lungime de unda ne da o diferenta de unda de  $2\pi$
- Deci acel delta fi e  $2\pi/\lambda$  \* delta l
- Celalalte unde respecta unda lui frijs, dar ce apare aici in plus e aceasta interferenta
- Daca ne uitam la intensitatea acestei insumari, e ce e pe slide-ul 8, apare un coeficient de reflexie
- Daca distanta e mare comparativ cu inaltimea, unghiul psi e ft mic si se poate arata ca ro este 1 si theta este pi
  - Deci practic cel ro are valoare aprox egal cu -1 (ultima ec din slide 8)

In final, aplicand legea lui frijs pe unda directa, vedem ec din pag 9

- 1 corespunde undeii directe
- Celalta parte corespunde undeii reflectate pe supraf solului

Polarizare: (slide 10)

- Daca avem unde care au orientarea campului electric cumva e ceva
- Daca zicem ca propagarea e paralela cu suprafata solului
  - o Daca campul electric e sus jos zicem ca e polarizare verticala
  - o Daca e oriz zicem polarizare oriz?
- Ce ne a zis mai sus cu  $\rho = -1$  e valabil pt polarizare verticala
- Mai e si caz cu polarizari circulare stanga dreapta etc

Sa presupunem ca avem destante mici (zeci de km cel mult)

- Curbura pamantului e neglijabila
- Inaltimele antenelor sunt mici fata de distanta dintre antene deci putem lua  $\rho = -1$
- Si avem situatia din slide 12
- De aici putem scoate cat e delta l blabla obtinem ce e in slide 14
  - o Presupunand ca  $h_1, h_2$  sunt mici fata de  $d$ , atunci putem sa scriem sinusul ca argumentul sau  $\sin(x) \approx x$
  - o Se simplifica niste chestii si ramanem cu formula aia de jos  $P_r/P_t$ 
    - **Ecuatia de propagare deasupra suprafetelor netede si plane**
    - **Asta e a doua ecuatie ce tb retinuta**
    - **Pagina 14, jos**
    - Fata de ec lui firj e cu  $d^4$  in loc de  $d^2$
    - Pag 16 e aceeaasi relatie schimbata in db
  - o Prima parte a graficului aia dubioasa e acolo unde nu mai e valabila aproximarea aceea  $\sin(x) \approx x$
  - o Apoi cand e valabila devine frumos