

Bezvadu sakaru sistēmas

Uldis Bojārs

Kurss “Bezvadu sensoru tīkli” [B]

Datorikas fakultāte

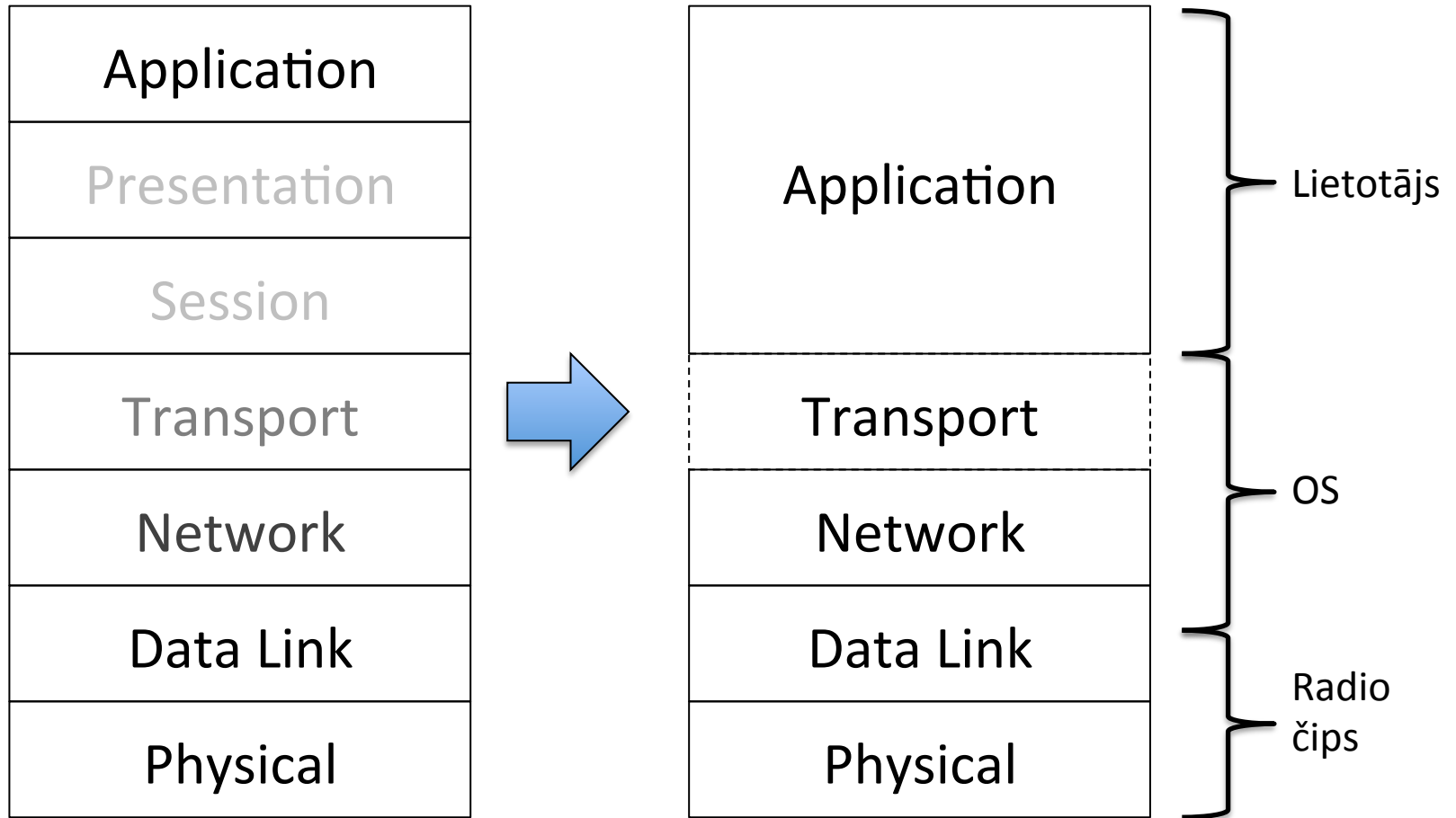
Latvijas Universitāte

18.sep.2013.

ISO OSI līmeņi

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data Link
Physical

ISO OSI līmeņu BST variants



Fiziskais līmenis

- Kas ir fiziskā līmeņa misija?
- Kas ir MAC līmeņa misija

Fiziskais līmenis

- Kas ir fiziskā līmeņa misija?
- Kas ir MAC līmeņa misija
- Fiziskais: nodrošināt bitu pārraidi ar signāliem
- MAC: nodrošināt savienojumu un pakešu kontroli

Radio čipi piedāvā

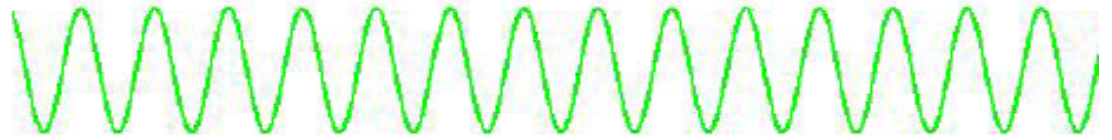
- Pakešu (reizēm bitu) sūtīšanu, saņemšanu
- Papildus MAC līmeņa lietas:
 - Clear channel assesment
 - ACK kontroli
 - Pārsūtīšanu kļūdas gadījumā
 - Šifrēšanu

Nesējfrekvence

- Kā iekodēt informāciju radio signālā?
- Ir centrālā nesējfrekvence
- To modificē ar datu signālu
- Otrā galā detektē modifikāciju

Signāla modulācija

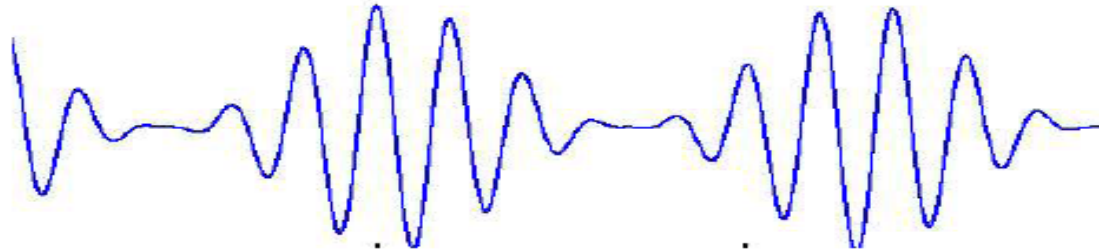
- Nesējs



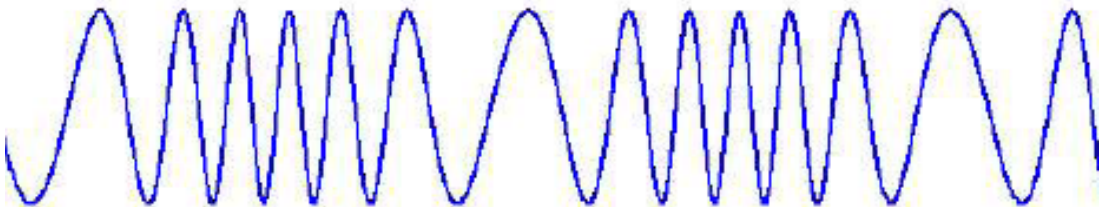
- Informācijas signāls



- Amplitūdas modulācija (AM)

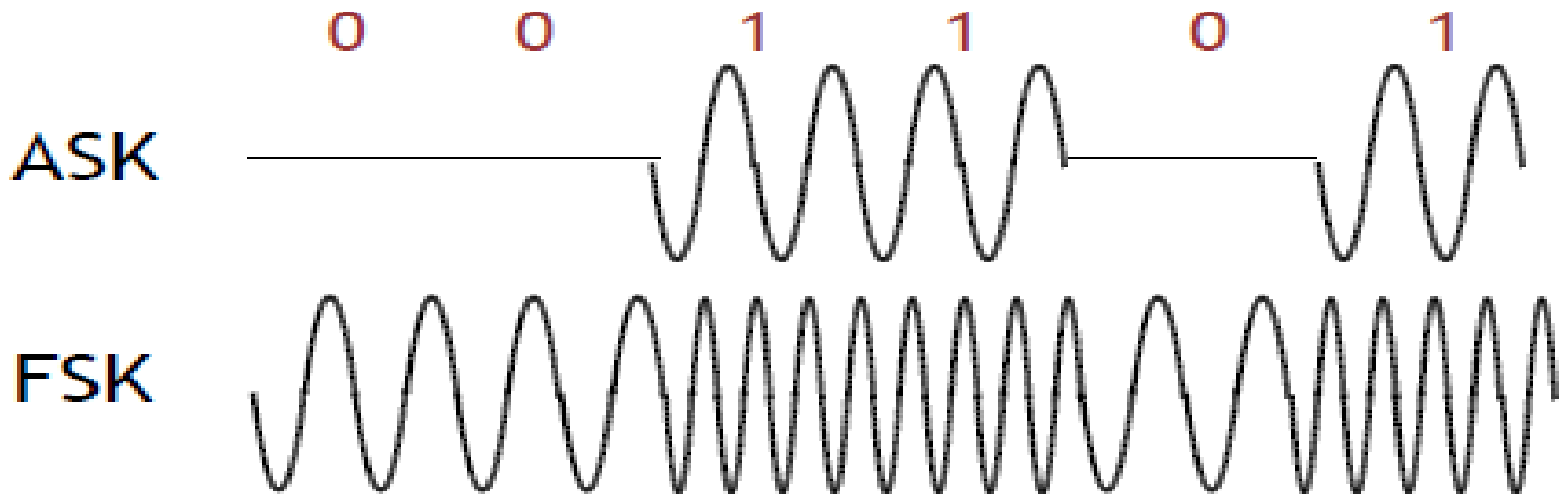


- Frekvences modulācija (FM)



Digitāla signāla modulācija

- Amplitūdas nobīdes iekodēšana (ASK)
- Frekvences nobīdes iekodēšana (FSK)



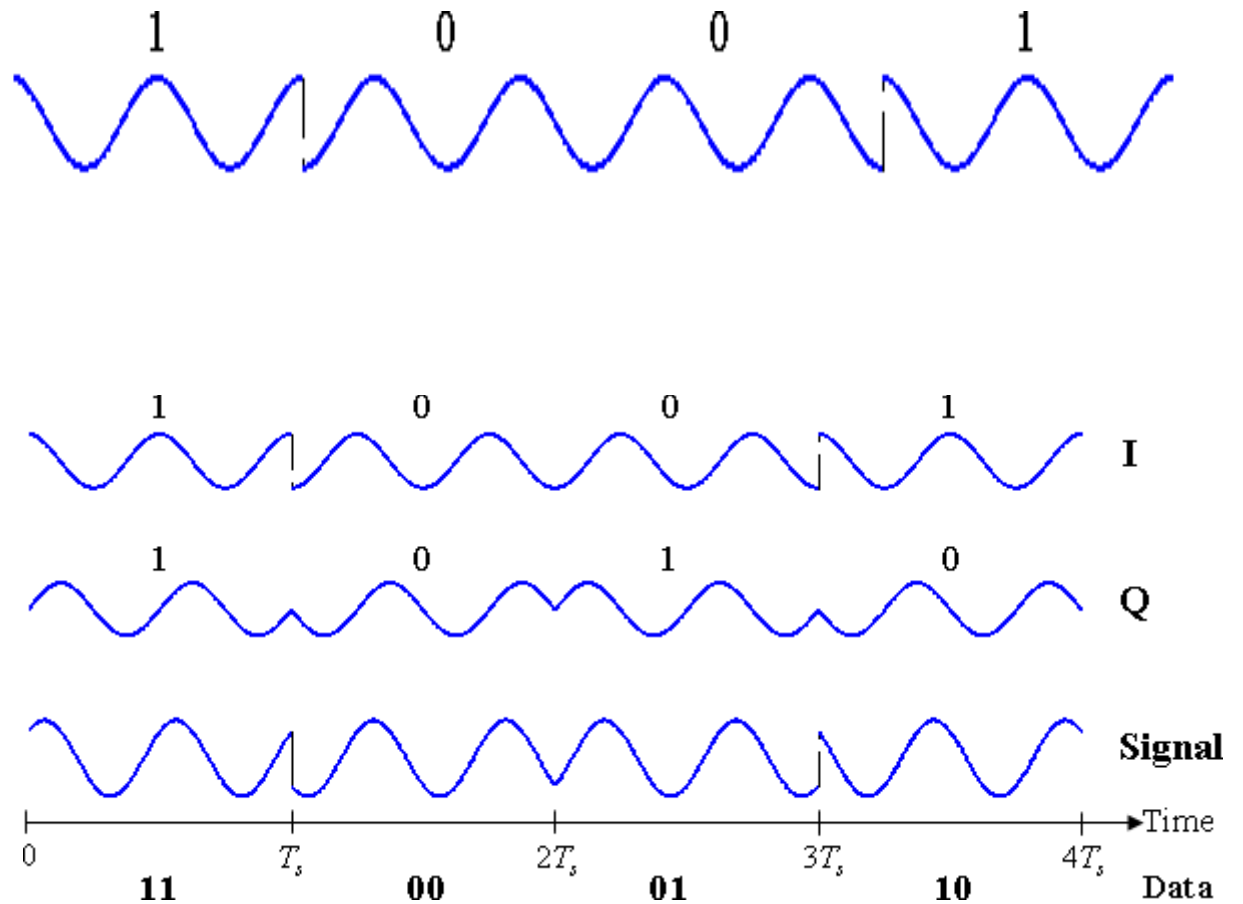
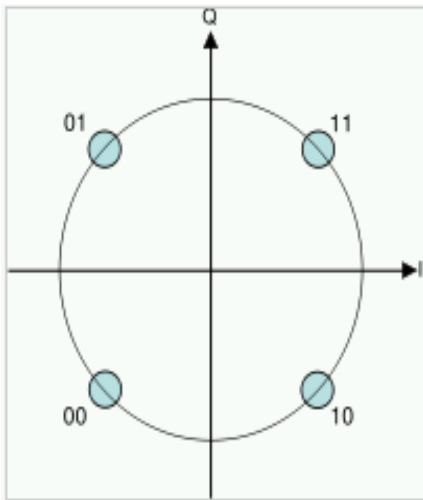
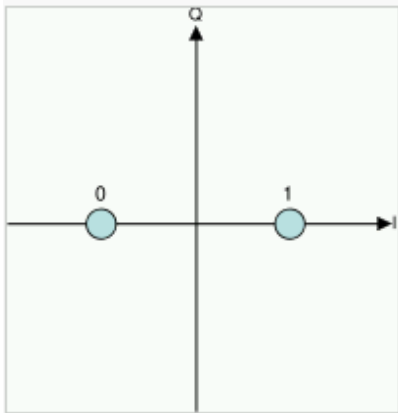
Citi modulācijas veidi

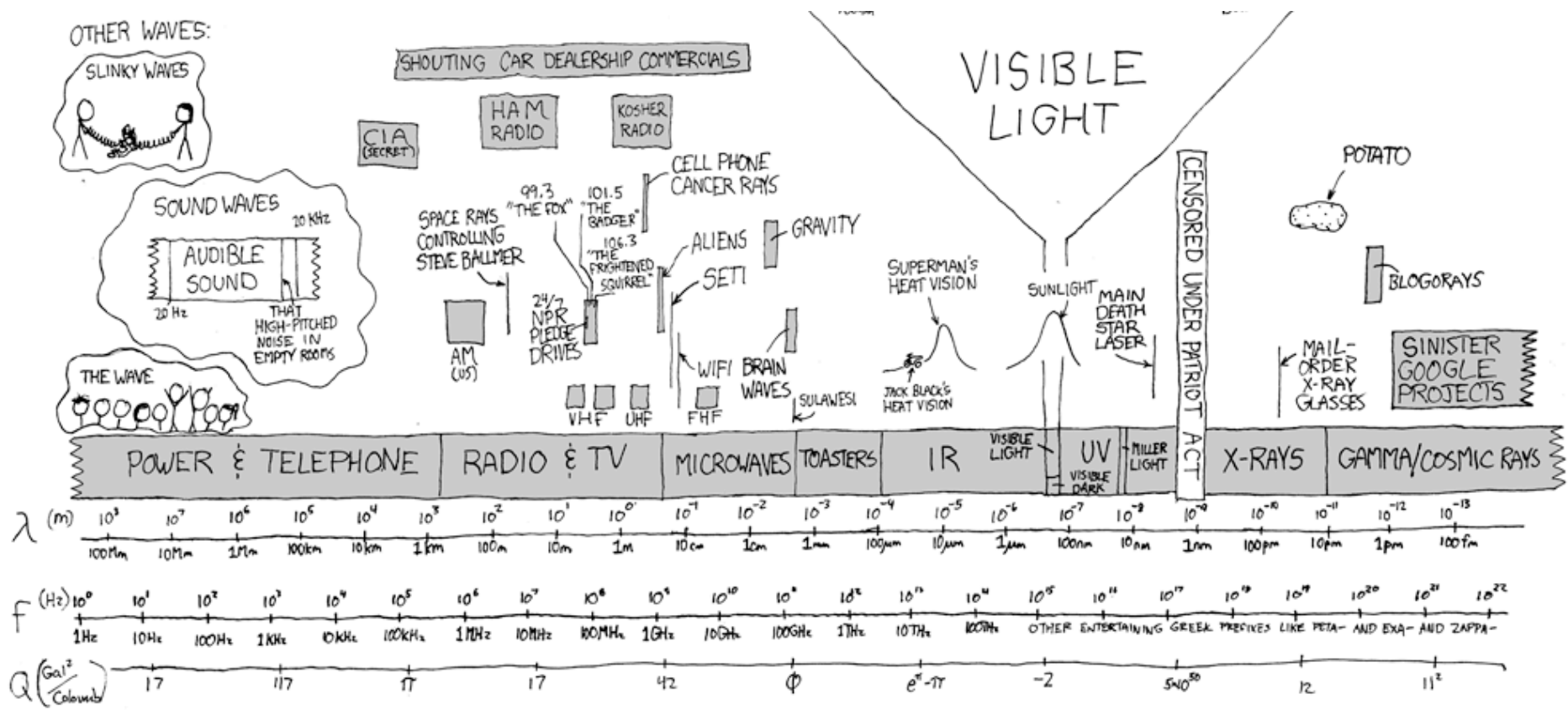
- GFSK = FSK, kur 0 ir negatīva frekvences nobīde (lieto Bluetooth)
- PSK: Informāciju iekodē fāzes nobīdē
- QAM = AM + PSK



Lieto 802.11

PSK un QPSK





http://imgs.xkcd.com/comics/electromagnetic_spectrum.png

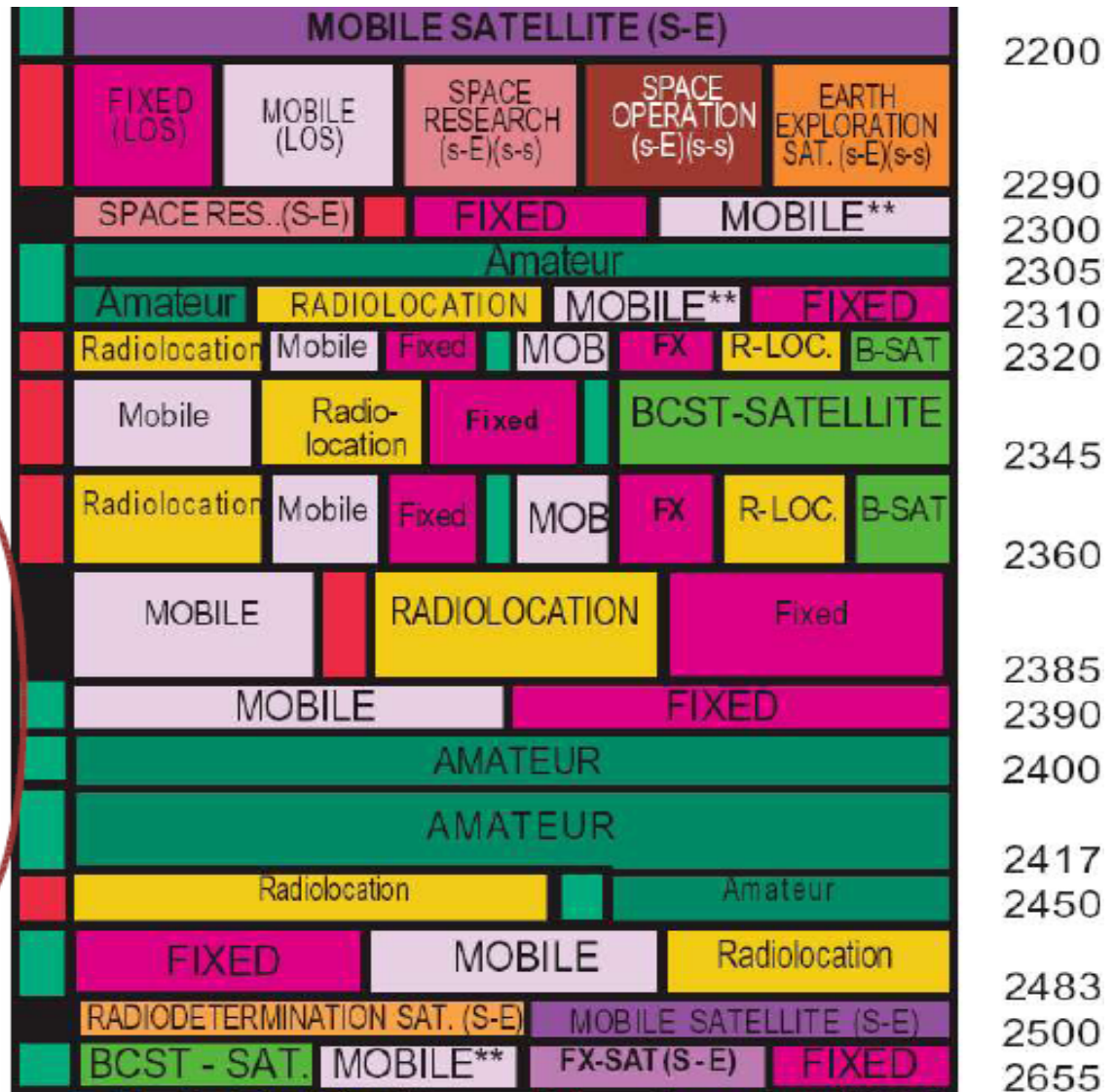
Radio spektra noslodze



2.4GHz - brīvā josla

ISM:
Industrial,
Scientific,
and Medical

ISM - 2450.0 ± 50 MHz



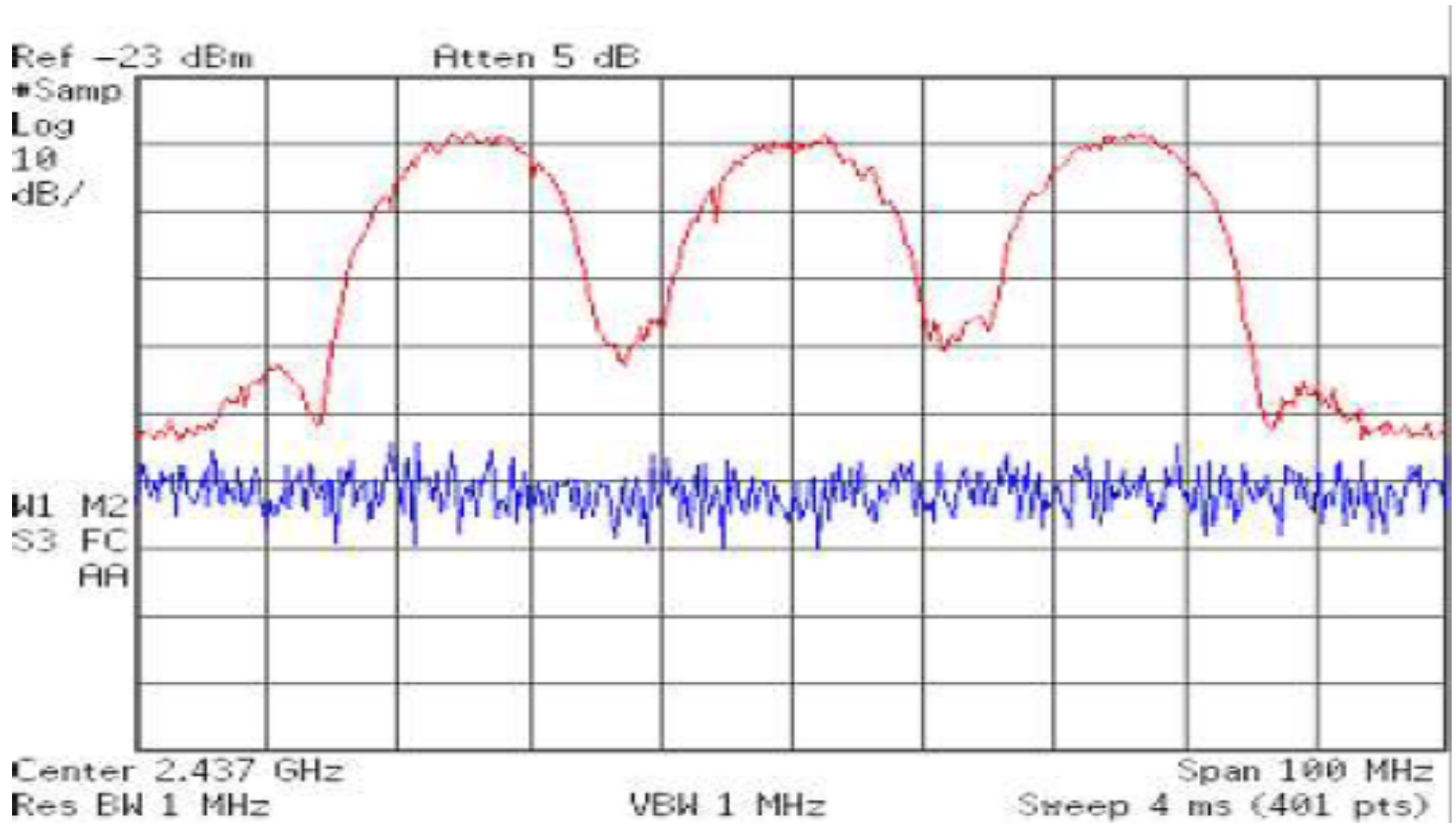
Bezmaksas frekvenču diapazoni

- Pasaulē: 2.4000 – 2.4835 GHz
- Eiropā: 433MHz un 868MHz
- ASV: 902-928MHz

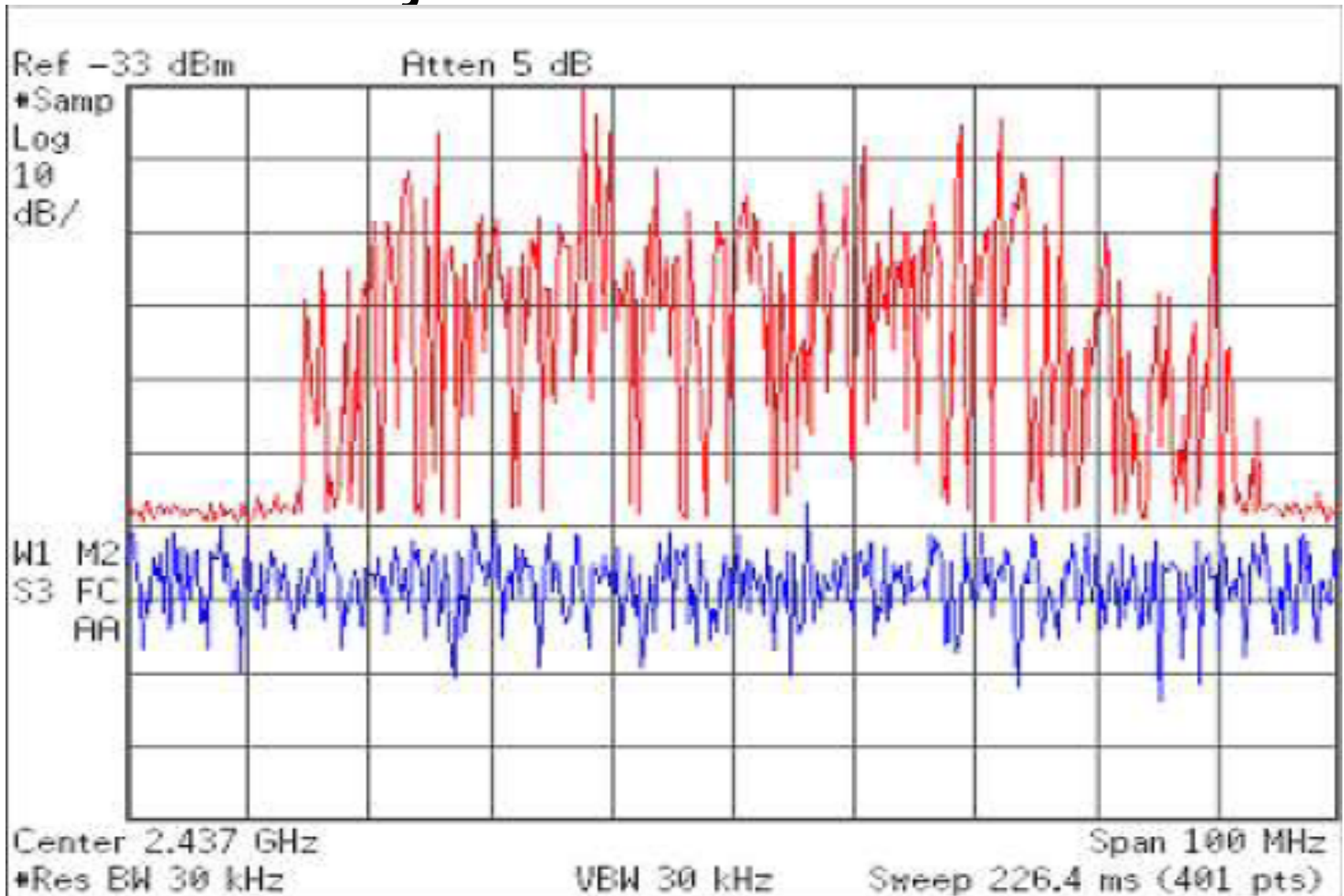
- 5.7 - 5.9GHz: atšķirīgi noteikumi Eiropā, ASV, Āzijā

802.11b spektrogramma

- Skaidri redzami trīs kanāli: 1, 6 un 11

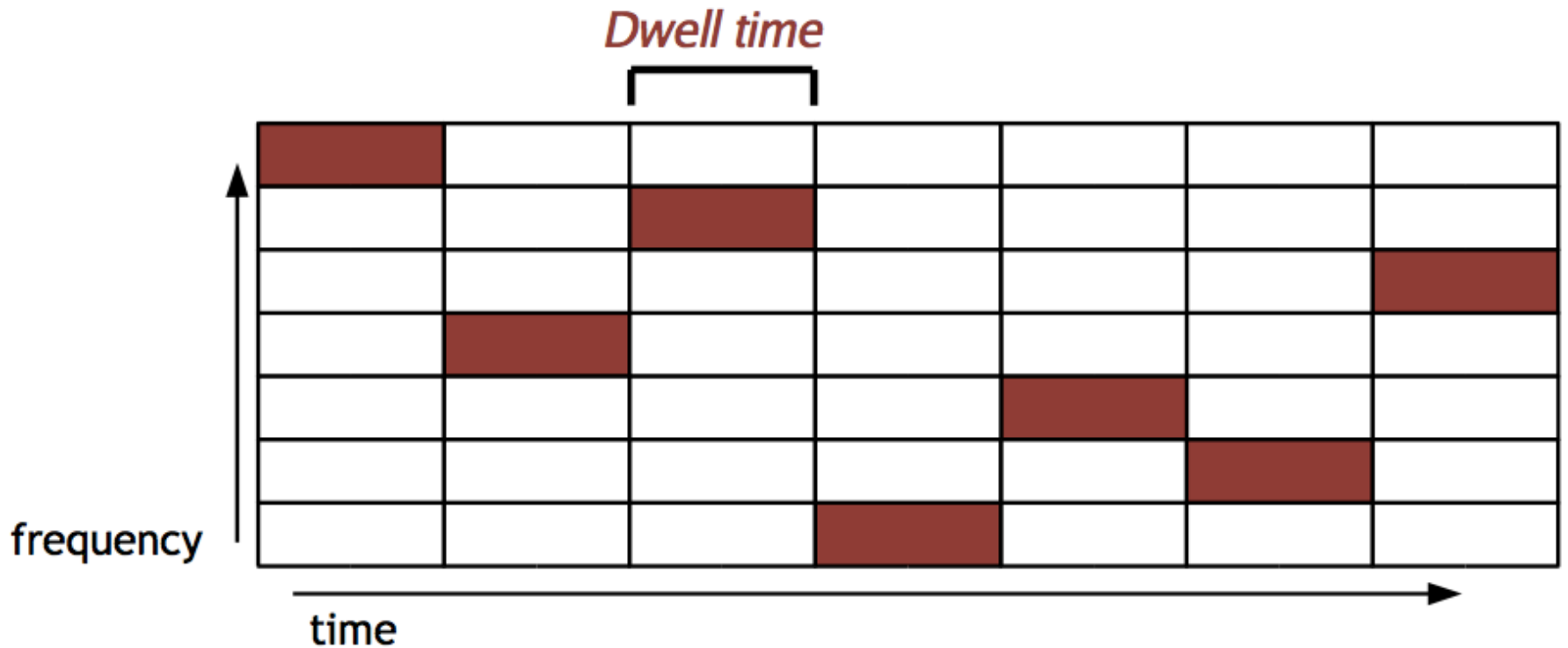


Izmantojot frekvenču lēkāšanu



Frekvenču lēkāšanas darbība

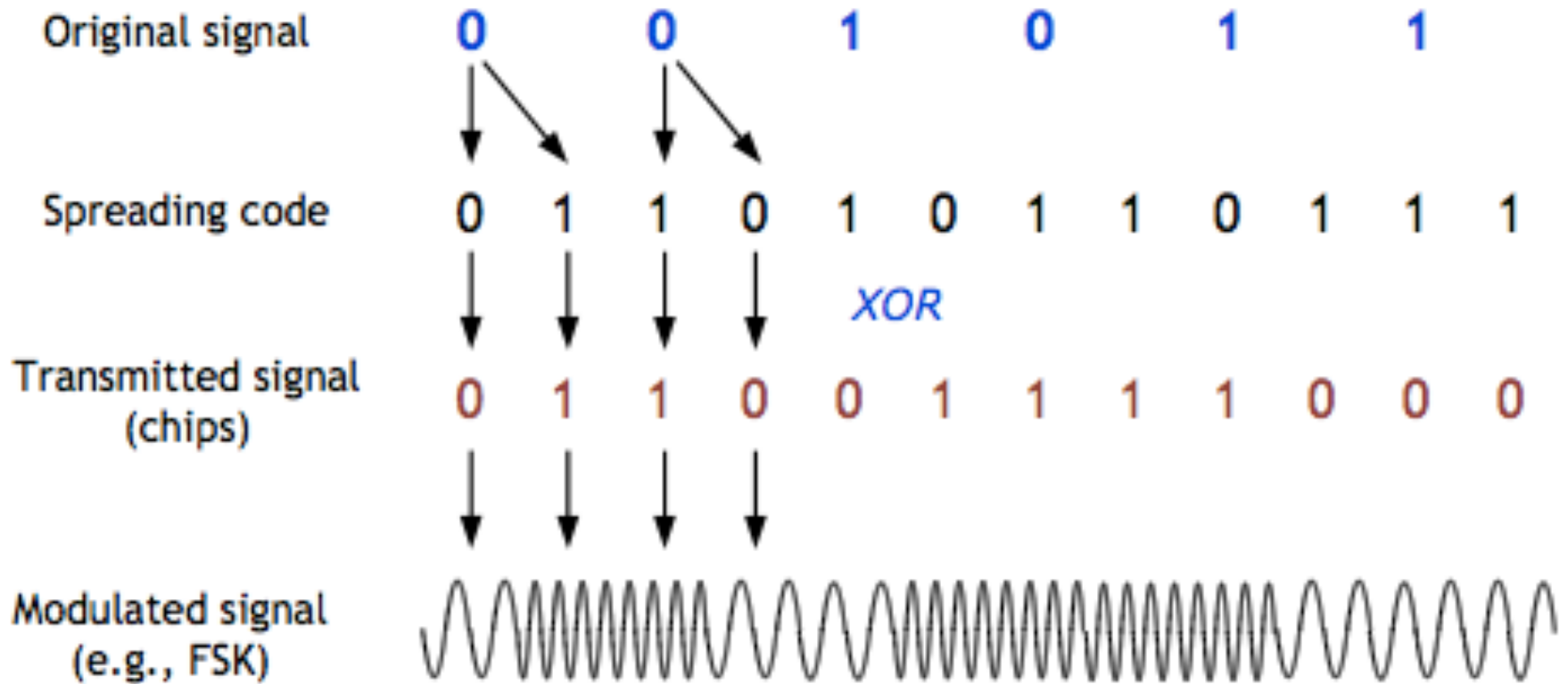
- Partneri vienojas par kanālu secību



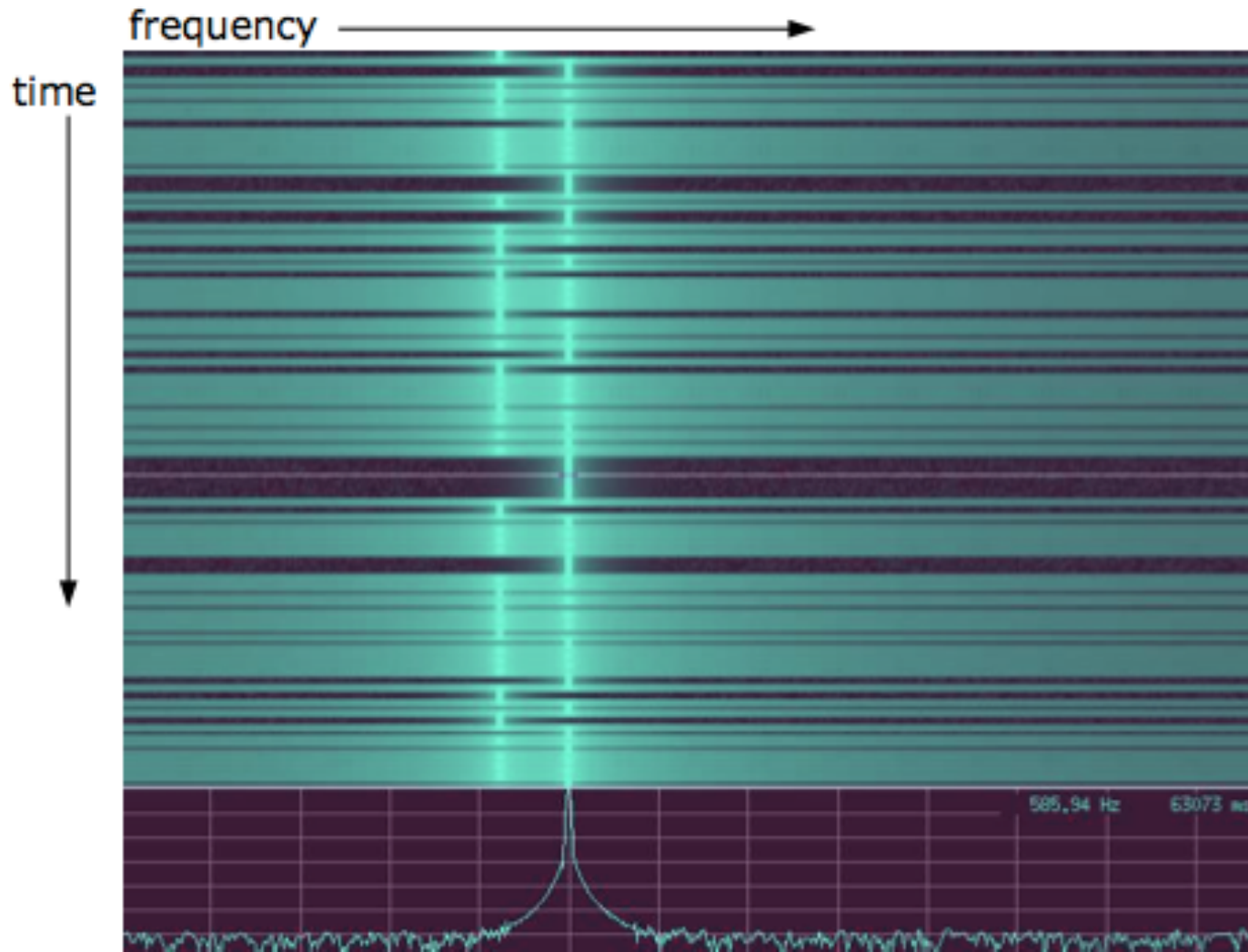
Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

- Katru bitu kodē ar vairāku bitu virkni
- Izmanto čipkodu, taisa XOR ar datu bitu
- Barkera čipkods: 10110111000
 - 11 bitu
 - matemātiski piemeklēts

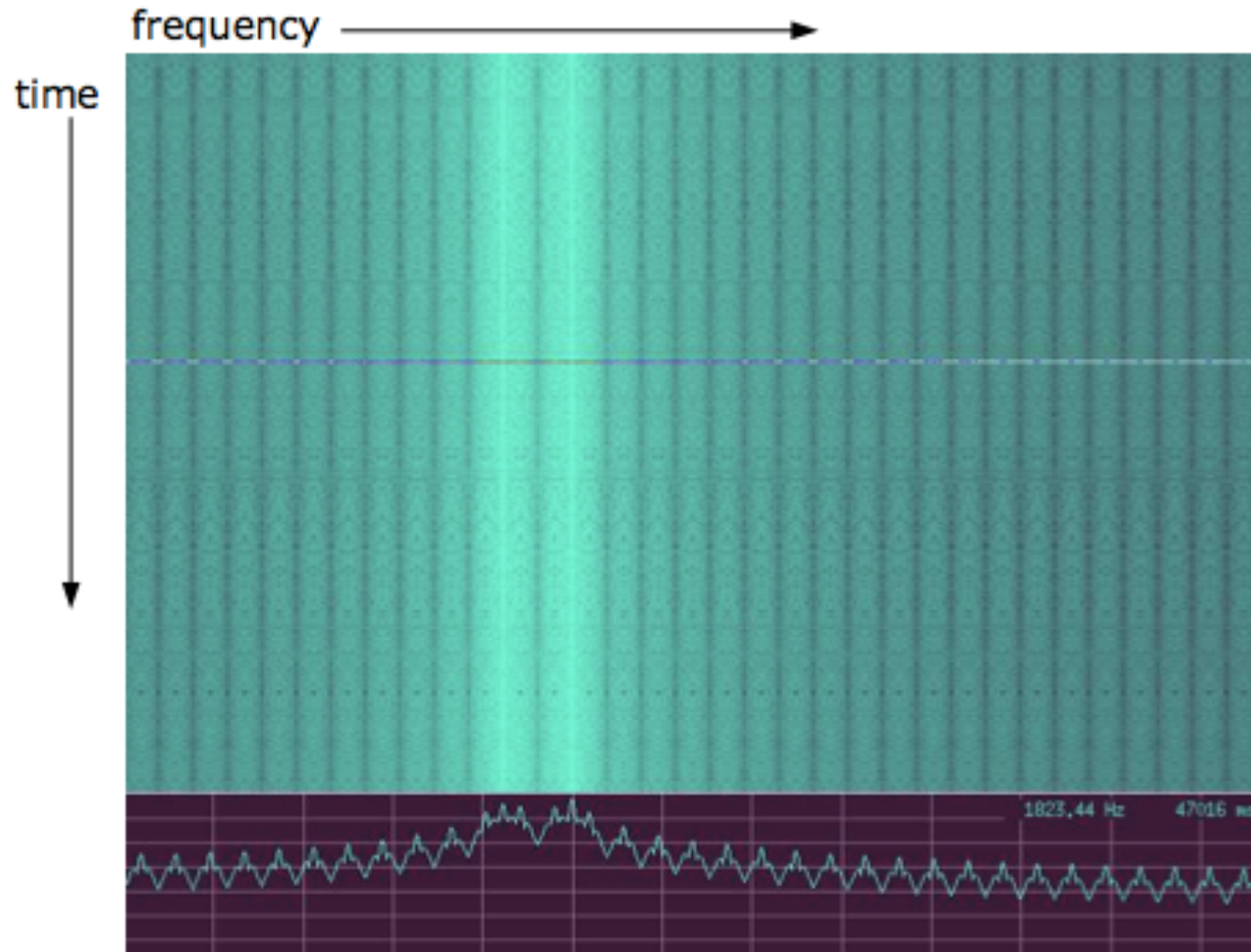
DSSS piemērs



Originālais FSK signāls



DSSS-kodēts FSK signāls



DSSS ieguvums

- Parastie uztvērējiem redz kā troksni
- Noturīgs pret kropļojumiem
- Izvēloties dažādus čipkodus, vairāki var raidīt vienlaikus (skatīt CDMA)

Datu pārraides ātrums

- Piemērs: 433MHz un 2.4GHz nesējfrekvences, abām josla 10MHz.
- Jautājums: kurā gadījumā datus var sūtīt ātrāk?

(Pārsteidzošs) fakts: vienādi

- Maksimālais datu pārraides ātrums atkarīgs no joslas platuma (bandwidth), nevis nesējfrekvences
- Uzzīmēt uz tāfeles!

Nīkvista formula (1924.g)

- $C \leq 2B \log_2 V$ (bit/s)
- C – max pārraides ātrums
- B – joslas platums (bandwidth)
- V – dažādo signāla līmeņu skaits

- Parasti $V = 2$ (signāls 0 vai 1), tādā gadījumā $C = 2B$

Nīkvista formulas piemērs

- Joslas platums $B = 10\text{MHz}$
- 2 dažādi signāli: 0 un 1
- Cik Mbit/s varam raidīt?
- Un cik Mbit/s varētu raidīt, ja spētu iekodēt 8 dažādus signālus (0, 1, ..., 7)

Šenona formula kanālam ar troksni (1948.g.)

- $C \leq B \log_2(1 + S/N)$
- C - max datu pārraides ātrums
- B - joslas platums (bandwidth)
- S/N – signal-to-noise ratio (arī SNR)

Šenona formulu piemēri

- Joslas platums $B = 10\text{MHz}$
- $\text{SNR} = 1023$ (troksnis $1023\times$ vājāks)
- Kāds ir maksimālais pārraides ātrums?

Un otrā virzienā

- Joslas platums $B = 20\text{MHz}$
- Gribam raidīt 10 Mbit/s
- Kādu minimālo SNR vajag?

- $\text{SNR} = 2^{C/B} - 1$

Secinājums

- Maksimālais ātrums atkarīgs no:
 - Joslas platuma
 - Signal-to-Noise Ratio
- Ultra Wide Band (UWB) ideja: izstiepjam joslu ļoti platu, tad troksnis maz traucē