

Bezvadu Sensoru Tīkli

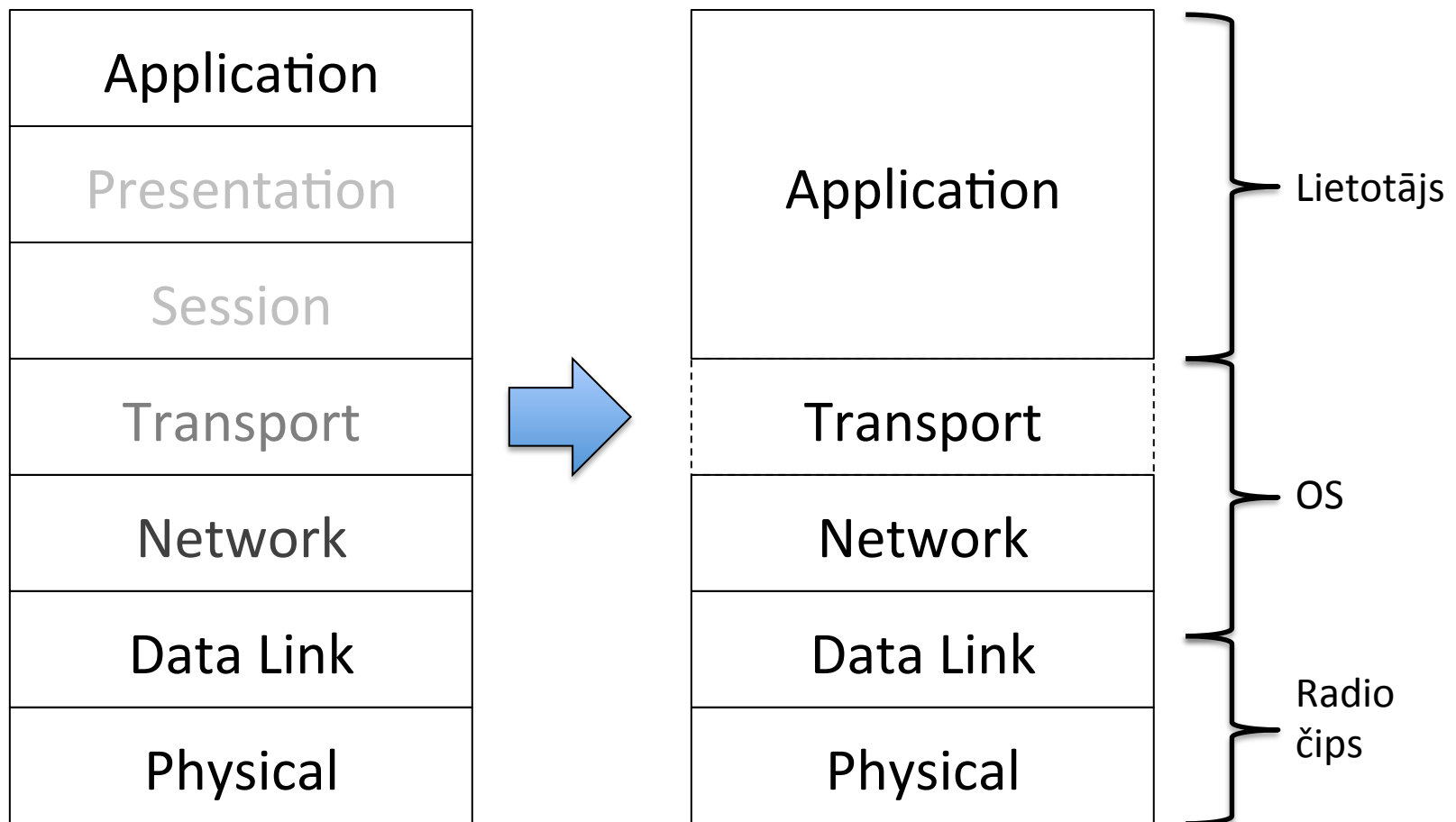
Bezvadu sakaru sistēmas

Reinholds Zviedris
Datorikas fakultāte
Latvijas Universitāte
17.09.2014.

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

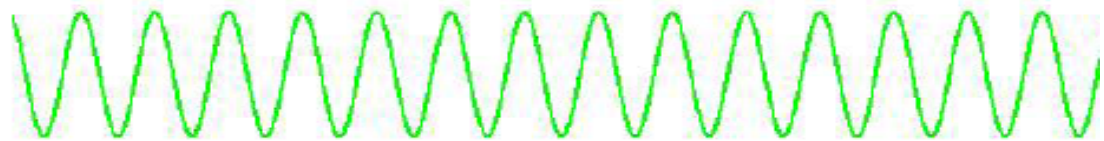
- Pakešu (reizēm bitu) sūtīšanu, saņemšanu
- Papildus MAC līmeņa lietas:
 - Clear channel assesment
 - ACK kontrole
 - Pārsūtīšana kļūdas gadījumā
 - Šifrēšana

Nesējfrekvence

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

Signāla modulācija

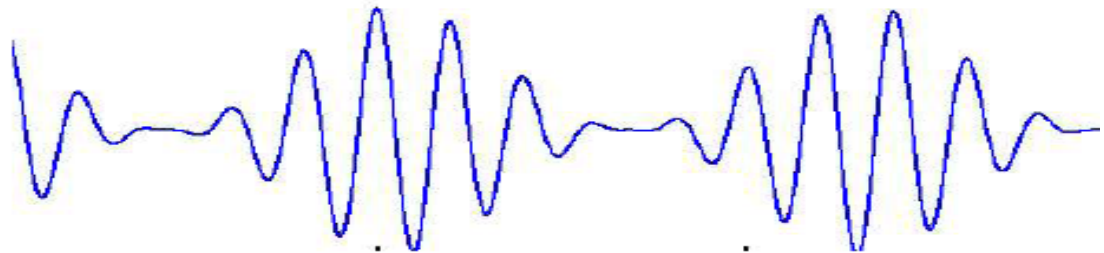
- Nesējs



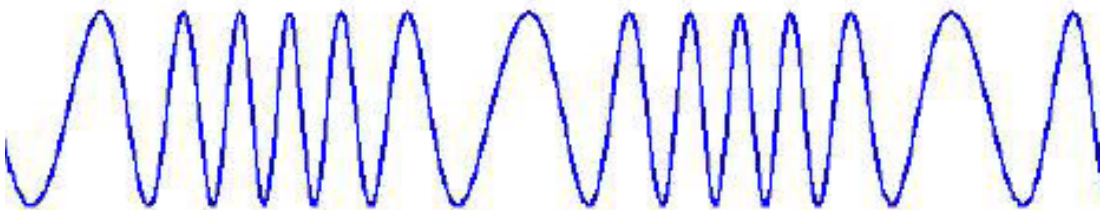
- Informācijas signāls



- Amplitūdas modulācija (AM)

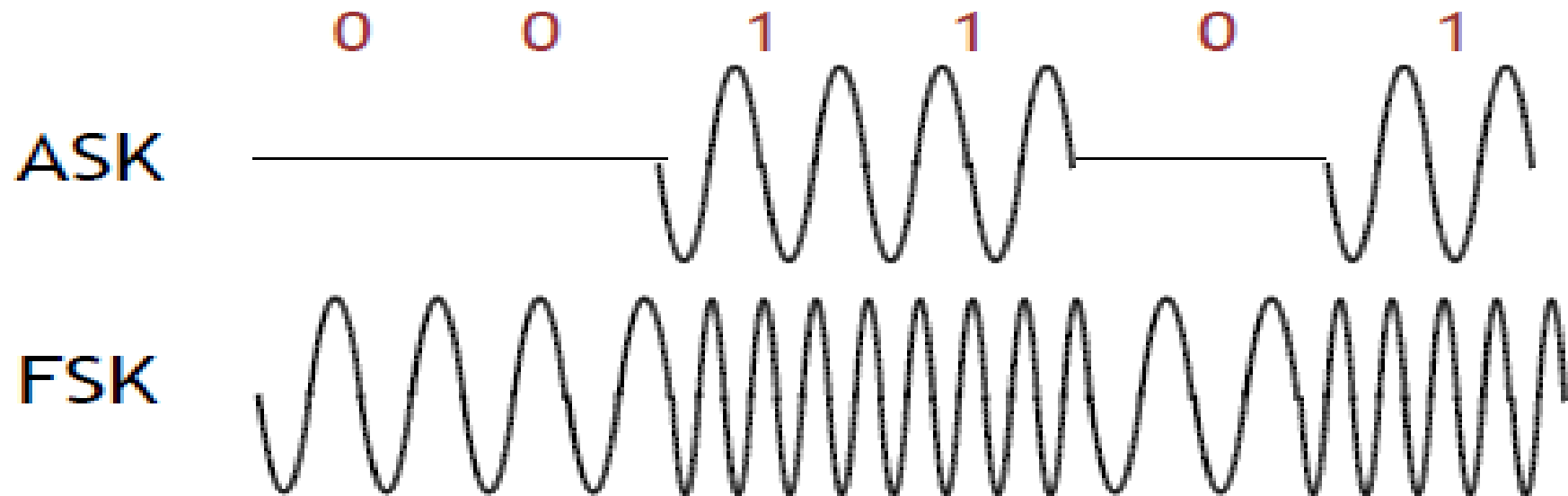


- Frekvences modulācija (FM)



Digitāla signāla modulācija

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



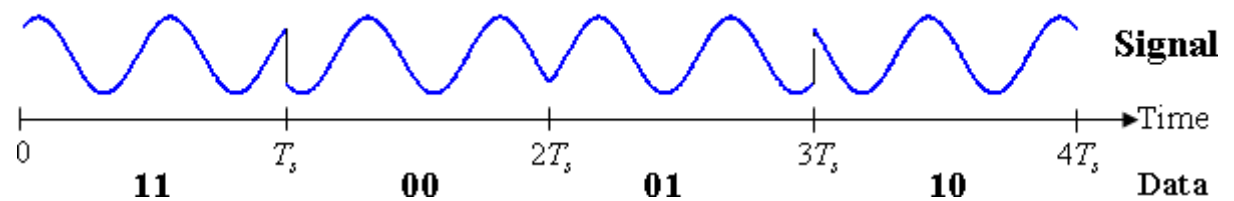
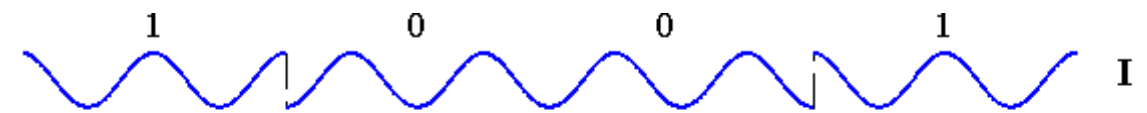
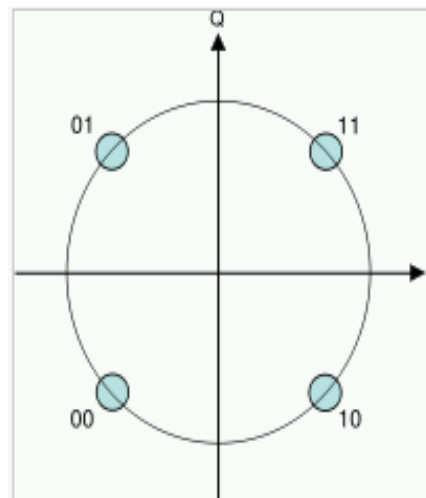
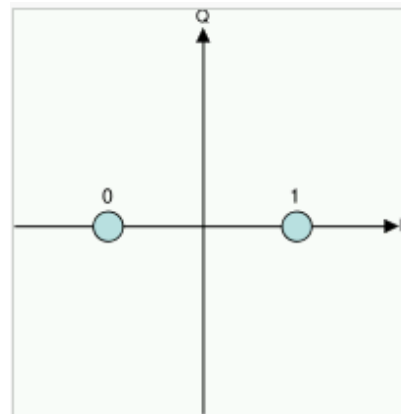
Citi modulācijas veidi

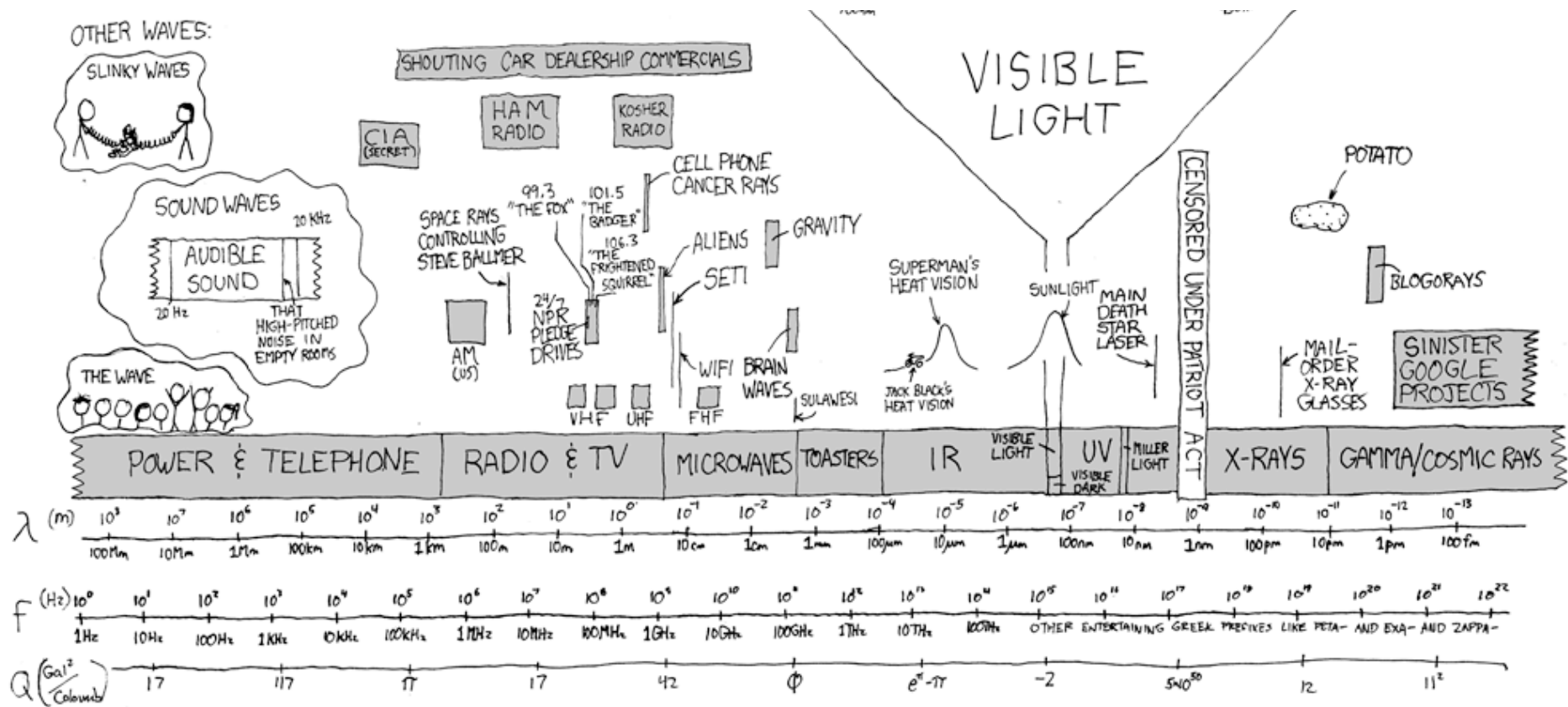
- GFSK = FSK, kur 0 ir negatīva frekvences nobīde (lieto Bluetooth)
- PSK: Informāciju iekodē fāzes nobīdē
- QAM = AM + PSK



Lieto 802.11

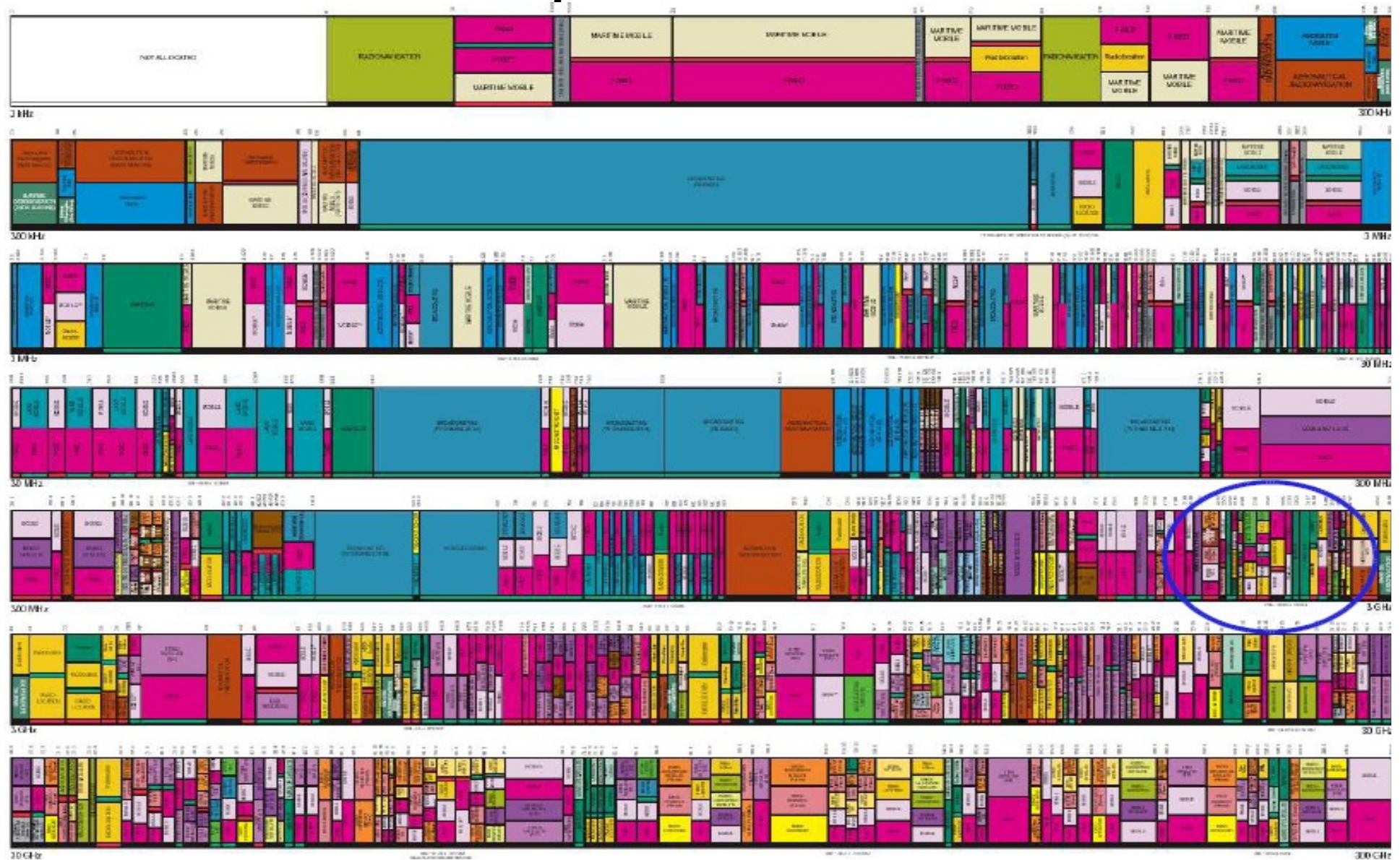
PSK un QPSK





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

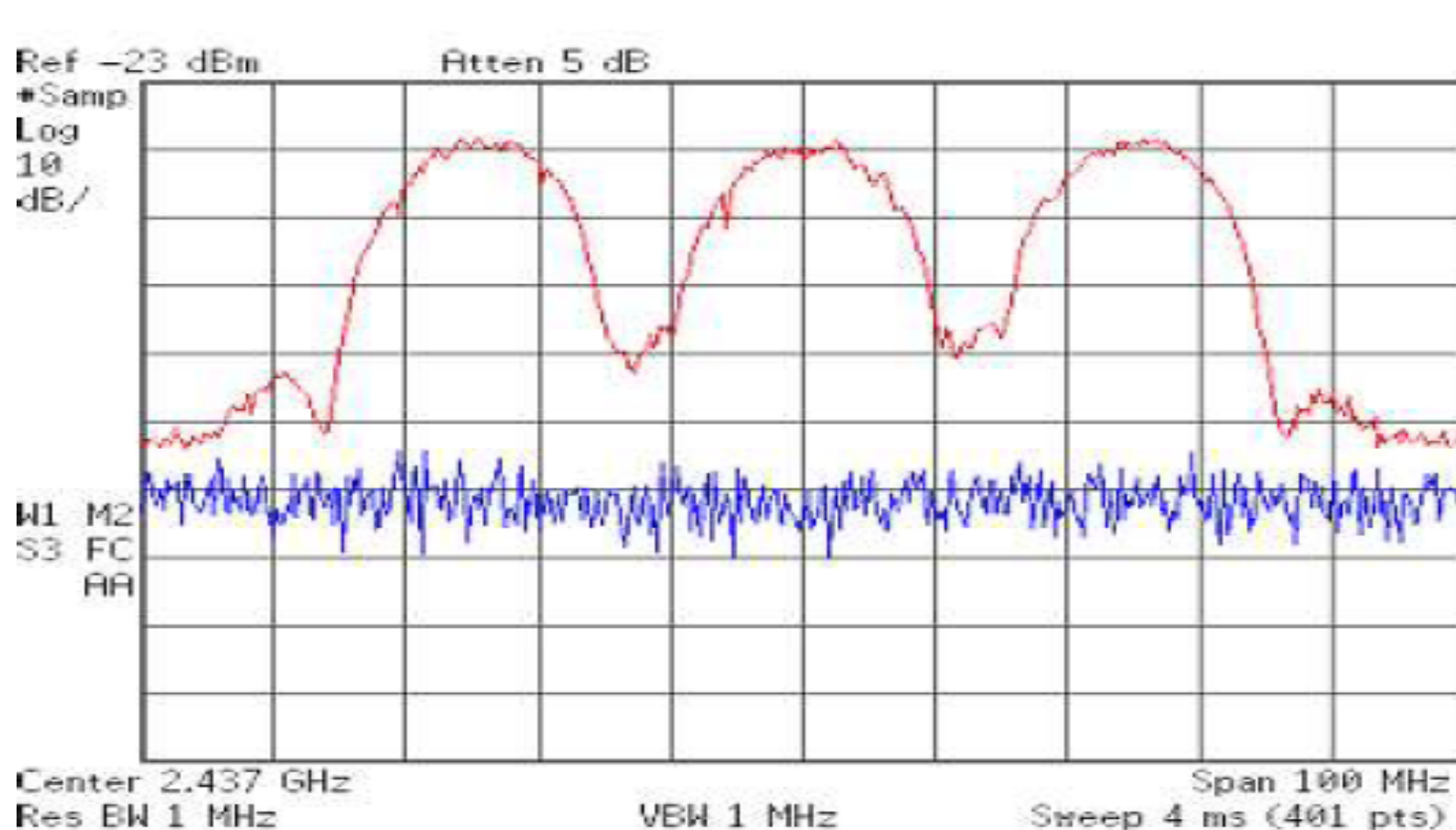
	MOBILE SATELLITE (S-E)						2200
	FIXED (LOS)	MOBILE (LOS)	SPACE RESEARCH (s-E)(s-s)	SPACE OPERATION (s-E)(s-s)	EARTH EXPLORATION SAT. (s-E)(s-s)		2290
	SPACE RES..(S-E)		FIXED	MOBILE**			2300
	Amateur						2305
	Amateur	RADIOLOCATION		MOBILE**	FIXED		2310
	Radiolocation	Mobile	Fixed	MOB	FX	R-LOC. B-SAT	2320
	Mobile	Radio-location	Fixed	BCST-SATELLITE			2345
	Radiolocation	Mobile	Fixed	MOB	FX	R-LOC. B-SAT	2360
	MOBILE		RADIOLOCATION		Fixed		2385
	MOBILE			FIXED			2390
	AMATEUR						2400
	AMATEUR						2417
	Radiolocation				Amateur		2450
	FIXED		MOBILE		Radiolocation		2483
	RADIODETERMINATION SAT. (S-E)			MOBILE SATELLITE (S-E)			2500
	BCST - SAT.	MOBILE**	FX-SAT(S-E)		FIXED		2655

Bezmaksas frekvenču diapazoni

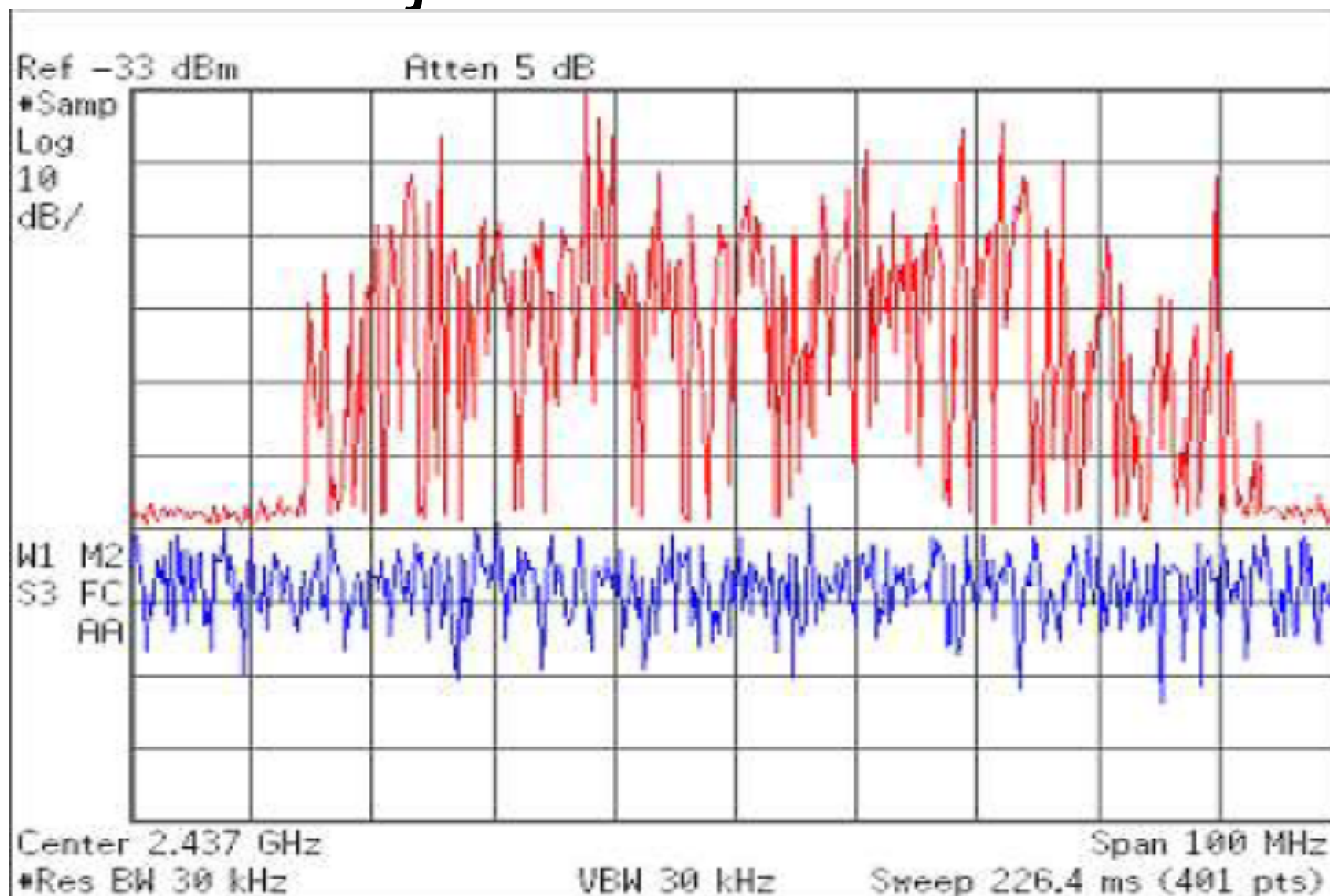
- Pasaulē: 2.4000 – 2.4835 GHz
- Eiropā: 433MHz un 868MHz
- ASV: 902-928MHz
- 5.7 - 5.9GHz: atšķirīgi noteikumi Eiropā, ASV, Āzijā

802.11b spektrogramma

- Skaidri redzami trīs kanāli: 1, 6 un 11

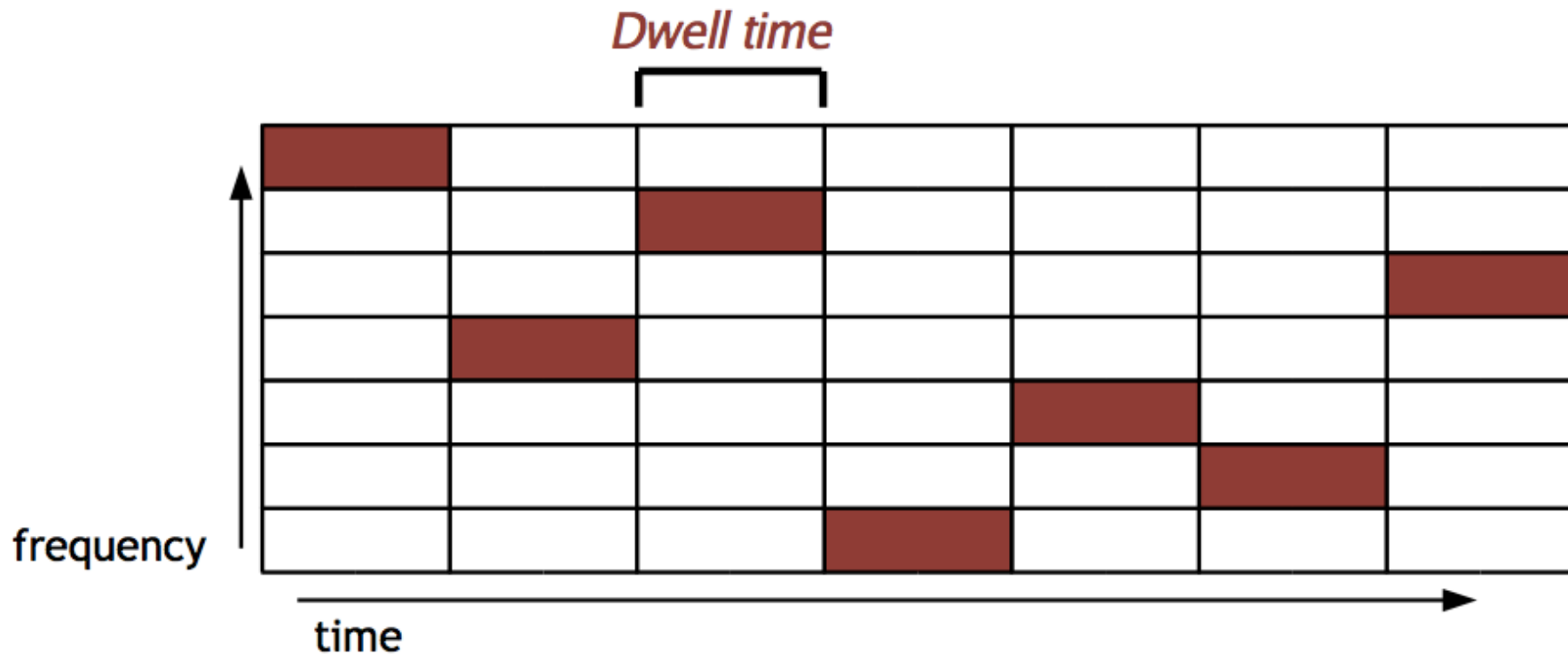


Izmantojot frekvenču lēkāšanu



Frekvenču lēkāšanas darbība

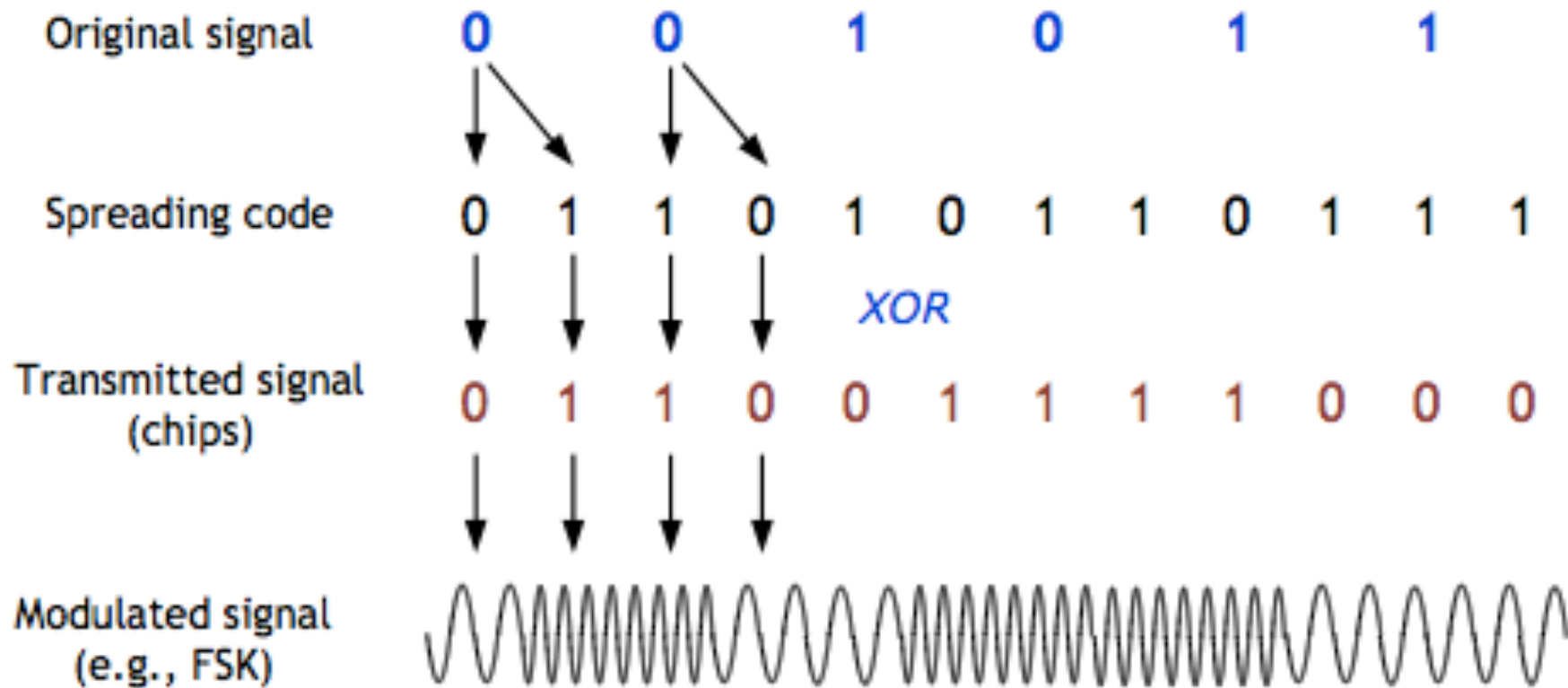
- Partneri vienojas par kanālu secību



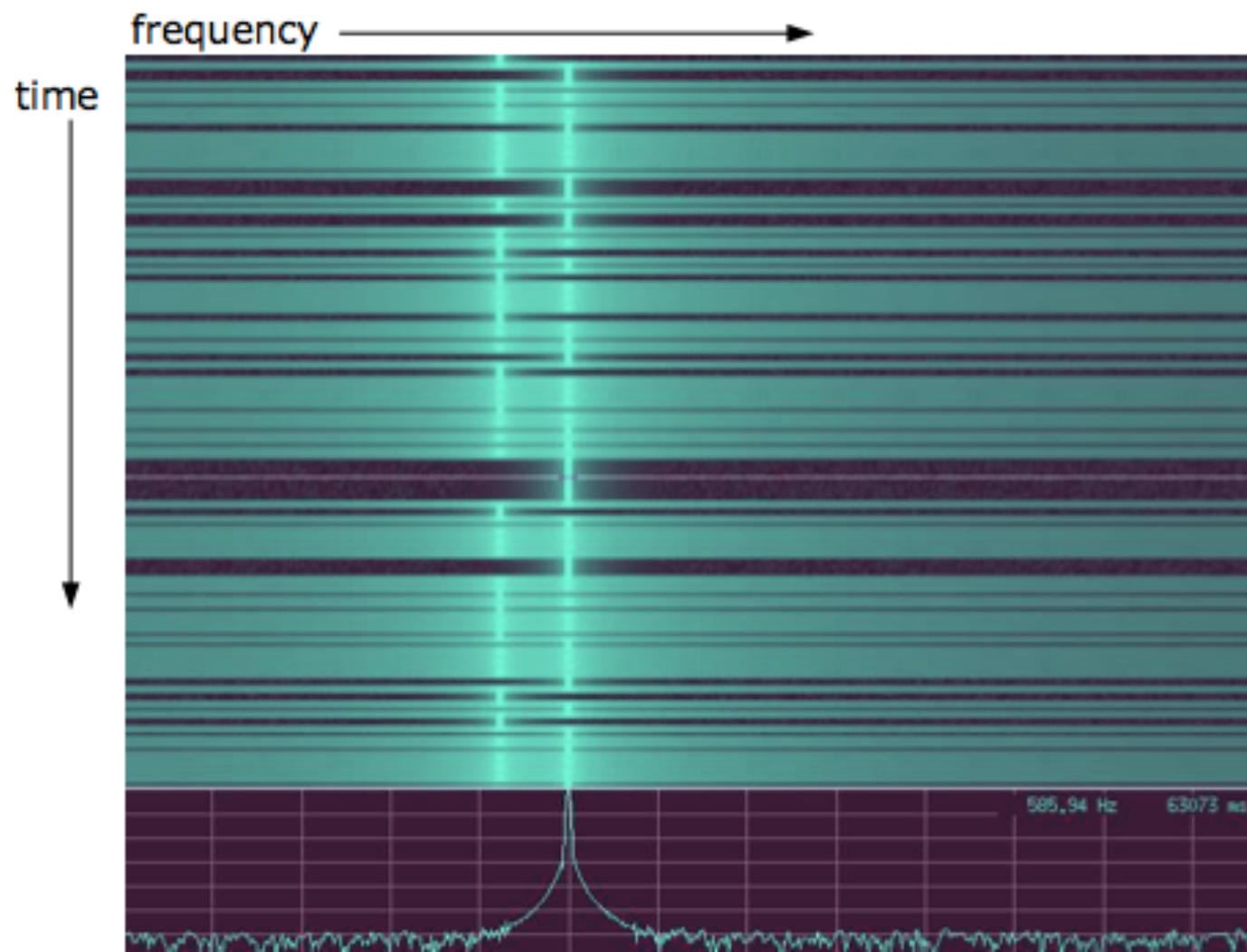
Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

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

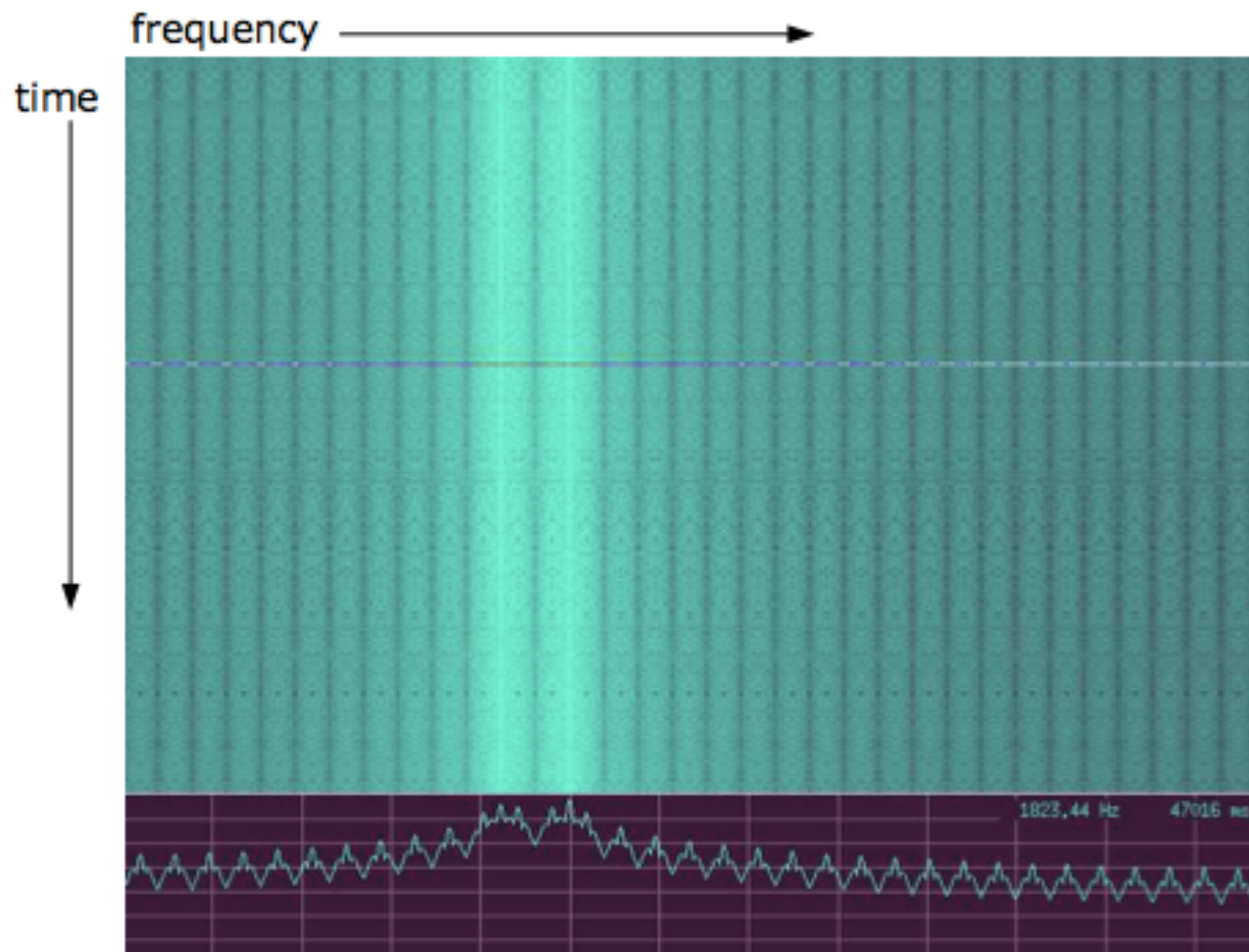
DSSS piemērs



Orīginālais 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 1023x 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