



**LATVIJAS**  
**UNIVERSITĀTE**  
ANNO 1919

Specseminārs

# Kiberfizikālās sistēmas, tai skaitā sensori, iegultas iekārtas, to programmēšana un robotika

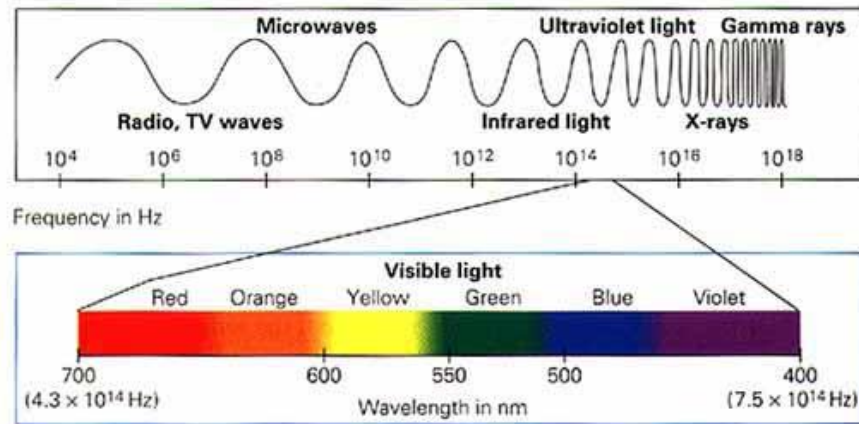
**30.10.2014**

**Artis Mednis**  
**Leo Seļāvo**

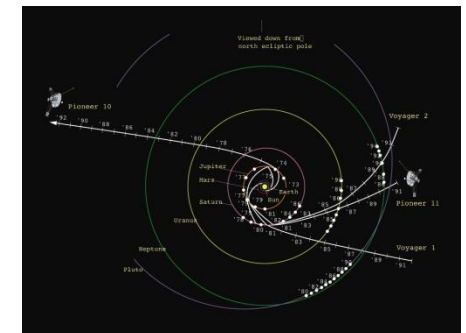
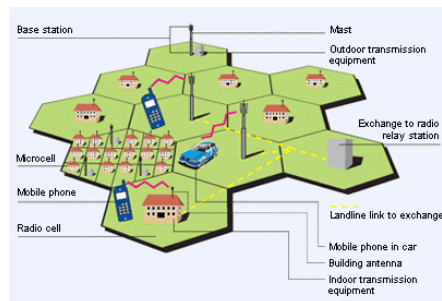
# Bezvadu sakari

- Izmanto dažāda garuma elektromagnētiskos viļņus

The Electromagnetic Spectrum			
Wave	$\lambda$	f	E
AM radio	$10^2$ m	1 MHz	$10^{-9}$ eV
FM, TV	1 m	100 MHz	$10^{-7}$ eV
Radar	0.1 m	1000 MHz	$10^{-6}$ eV
Microwaves	$10^{-2}$ m	$10^{10}$ Hz	$10^{-5}$ eV
Infrared	$10^{-5}$ m	$10^{13}$ Hz	$10^{-2}$ eV
Visible light	$10^{-7}$ m	$10^{15}$ Hz	1 eV
Ultraviolet	$10^{-8}$ m	$10^{16}$ Hz	10 eV
X rays	$10^{-10}$ m	$10^{18}$ Hz	1 keV
Gamma rays	$10^{-13}$ m	$10^{21}$ Hz	1 MeV



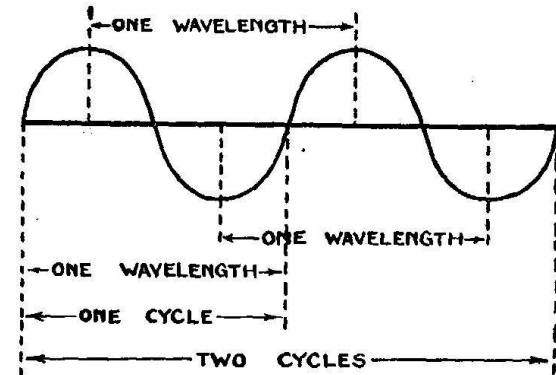
- Nodrošina sakarus dažādos attālumos



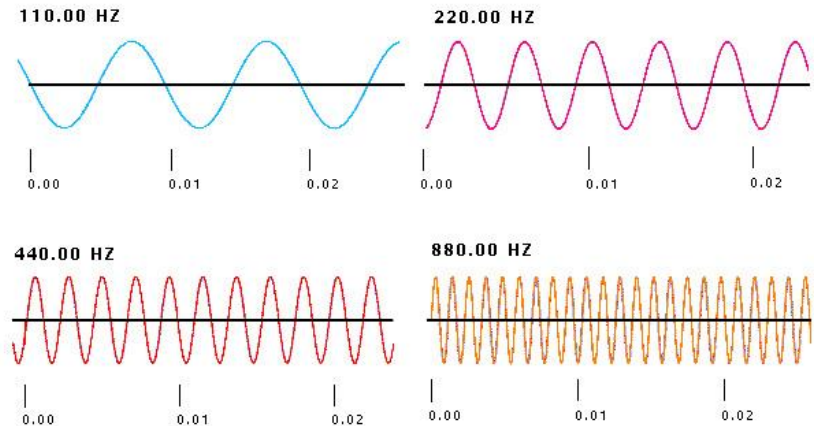
<http://www.youtube.com/watch?v=ZEKw-TITTU8>

# Viļņa garums un frekvence

- Viļņa garums – distance starp 2 pilniem periodiem
- Frekvence – svārstību (periodu) skaits vienā sekundē

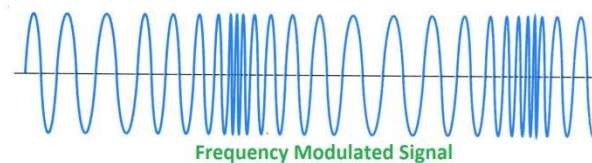
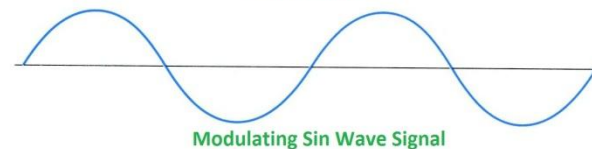
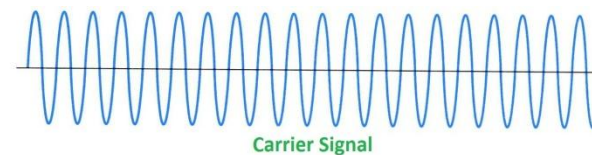
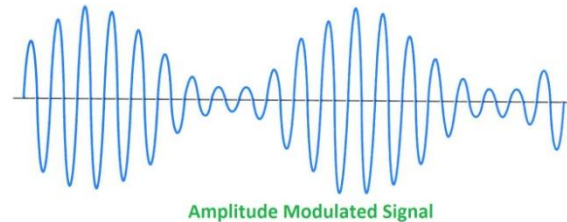
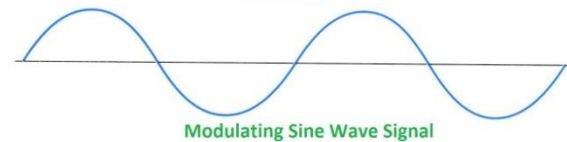
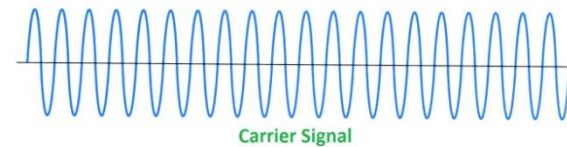


- Formula un kalkulators:  
<http://www.wavelengthcalculator.com/>



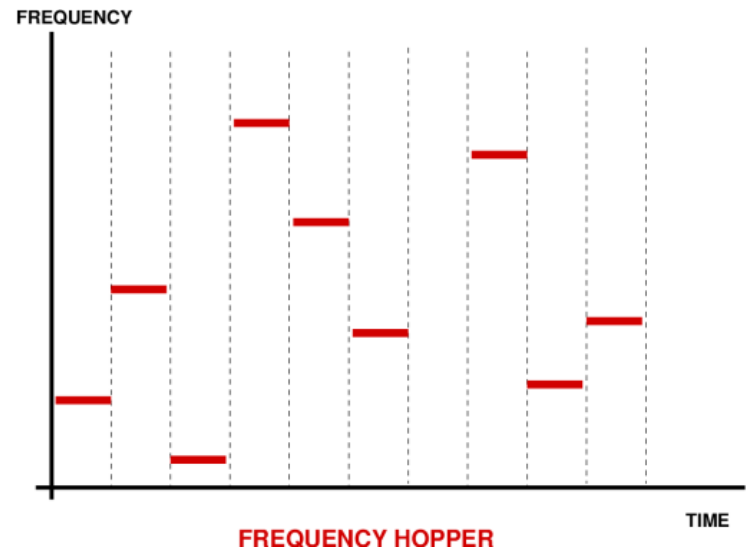
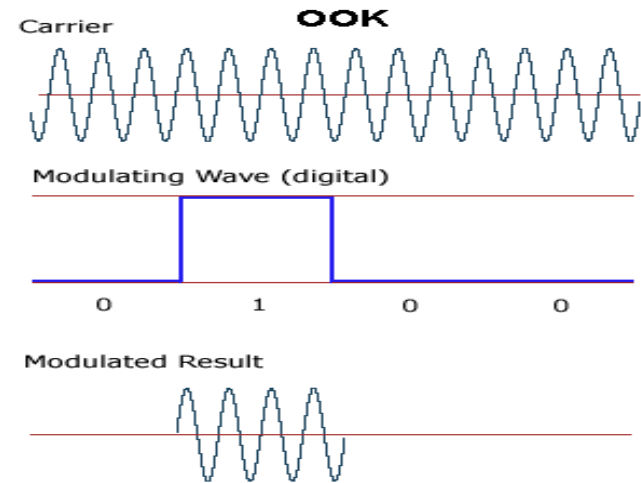
# Modulācija I

- Derīgā signāla (*modulating signal*) “uzkraušana” nesējsignālam (*carrier signal*)
- Analogā modulācija
  - Amplitūdas modulācija (AM)
  - Frekvences modulācija (FM)
- Vēl var mainīt
  - Fāzi (PM)
  - Kvadrāturo amplitūdu (QAM)
  - Vienu joslu (SSB)
  - U.c.
- Kādi varētu būt AM trūkumi?



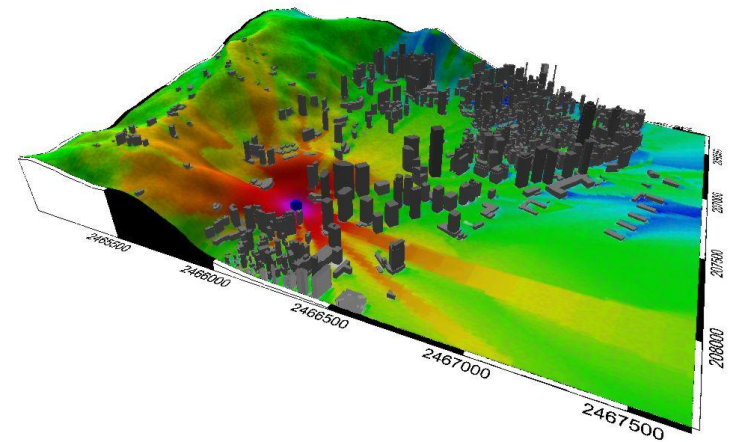
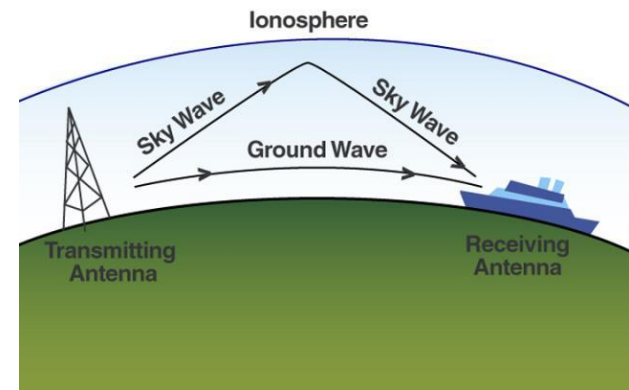
# Modulācija II

- Digitālā modulācija
  - ASK, APSK, CPM, FSK, MFSK, MSK, OOK, PPM, PSK, QAM, SC-FDE, TCM
  - Kā piemērs – OOK (*on-off keying*)
  - Kādi varētu būt OOK trūkumi?
- Spektra modulācija
  - CSS, DSSS, FHSS, THSS
  - Kā piemērs – FHSS (*frequency-hopping spread spectrum*)
  - Kādi varētu būt FHSS trūkumi?



# Dažādu garumu viļņu izplatīšanās reālos apstākļos

- Būtiskie faktori
  - **frekvence** – jo augstāka frekvence un mazāks viļņa garums, jo izplatīšanās līdzīgāka gaismas stariem
  - **izstarotā jauda** – jo lielāka jauda, jo tālāks izplatīšanās attālums
  - **atstarošanās** – atkarīga gan no frekvences, gan no atstarojošā objekta:
    - Zeme
    - dažādi atmosfēras slāņi
  - **slāpēšana** – atkarīga no slāpējošā objekta īpašībām



Simulators RadioWORKS: <http://radioworks.soft32.com/>

# KFS izmantotie frekvenču diapazoni

- ISM (*industrial, science and medical*)
- **2,4 GHz** – WiFi, Bluetooth, ZigBee...
  - salīdzinoši mazas antenas (daži cm)
  - salīdzinoši slikta izplatīšanās -> mazs darbības attālums
- **868 MHz** – specifiska aparatūra
  - vidēji lielas antenas (padsmit cm)
  - vidēja izplatīšanās -> vidējs darbības attālums
- **433 MHz** – auto tālvadības pultis, bezvadu durvju pogas...
  - salīdzinoši lielas antenas (daždesmit cm)
  - salīdzinoši laba izplatīšanās arī šķēršļotā vidē
- Kādi diapazoni un kādiem pielietojumiem vēl ir dzirdēti? Kā bez vadiem sarunājas Arduino utml. iekārtas?

# Antenas, kabeļi, konektori

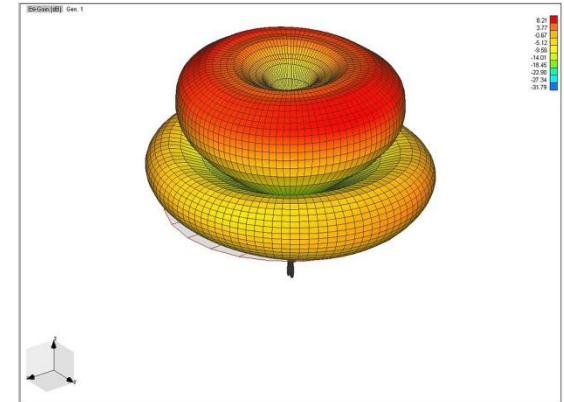
- **Antenas** domātas gan signālu pārraidei, gan uztveršanai, gan abām šīm aktivitātēm
- Lielā daļā gadījumu izmēri samērojami ar attiecīgās frekvences viļņa garumu
- Būtiski parametri – viļņu pretestība, frekvenču josla, pastiprinājuma koeficients, virziendarbības diagramma
- **Kabeļi** domāti augstas frekvences signāla pārvadei ar minimāliem zudumiem
- Būtiski parametri – viļņu pretestība, vājinājums noteiktām frekvenču joslām
- Cantenna:  
<http://www.wikihow.com/Make-a-Cantenna>



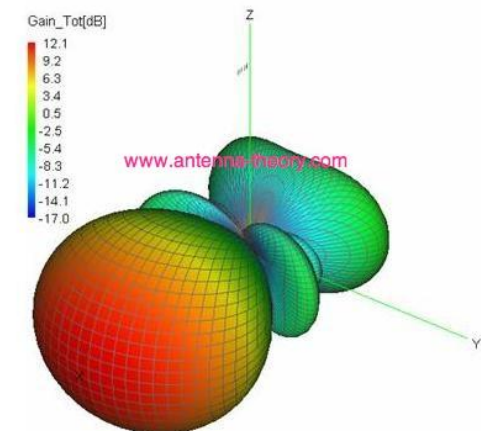
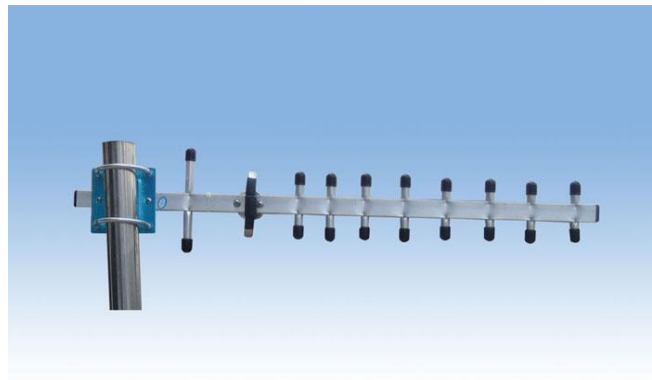


# Antenu virziendarbība

- Bez izteikta darbības virziena

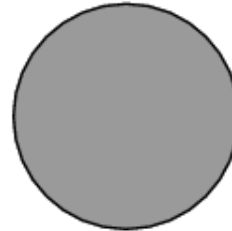


- Ar izteiktu darbības virzienu



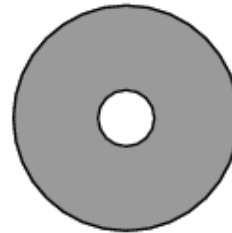
# Skinefekts

- Maiņstrāvas izplatība vadītājā ar izteiktu koncentrāciju tuvāk tā virsmai
- Risinājumi:
  - virsmas pārklāšana ar labāku vadītāju (zelts, sudrabs)
  - vairāku paralēlu vadītāju izmantošana (palielinās virsma)



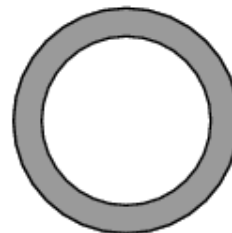
Cross-sectional area of a round conductor available for conducting DC current

"DC resistance"



Cross-sectional area of the same conductor available for conducting low-frequency AC

"AC resistance"



Cross-sectional area of the same conductor available for conducting high-frequency AC

"AC resistance"

# Praktiskais darbs

- Dots:

- 2x LINX RF MODULE (konfigurēti: 1 TX un 1 RX režīmā)
- austiņas ar 3.5mm *jack* spraudni
- barošanas elementi (4x AA baterijas)
- 2 antenas (1 *monopole*, 1 *folded dipole*)
- materiāli un instrumenti *monopole* antenu maketu izgatavošanai



- Uzdevumi:

- atrast un iepazīties ar iekārtu tehnisko dokumentāciju
- pārlicināties par iekārtu darbību TX un RX režīmos
- veikt eksperimentus ar pieejamajām antenām, nosakot to relatīvo ietekmi uz reālo sakaru attālumu
- vadoties no nominālās iekārtu darba frekvences, izgatavot savu *monopole* antenas maketu un pārbaudīt tā darbību

Basic Antenna - Whip

