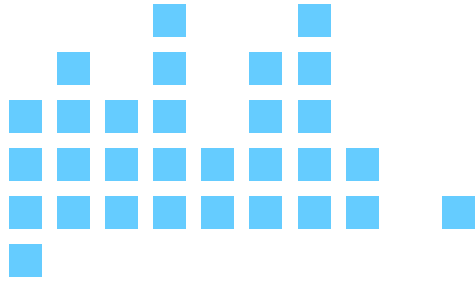
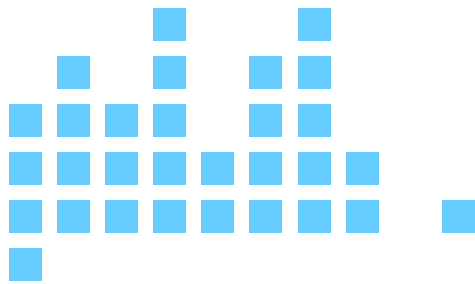


Glenn Willems



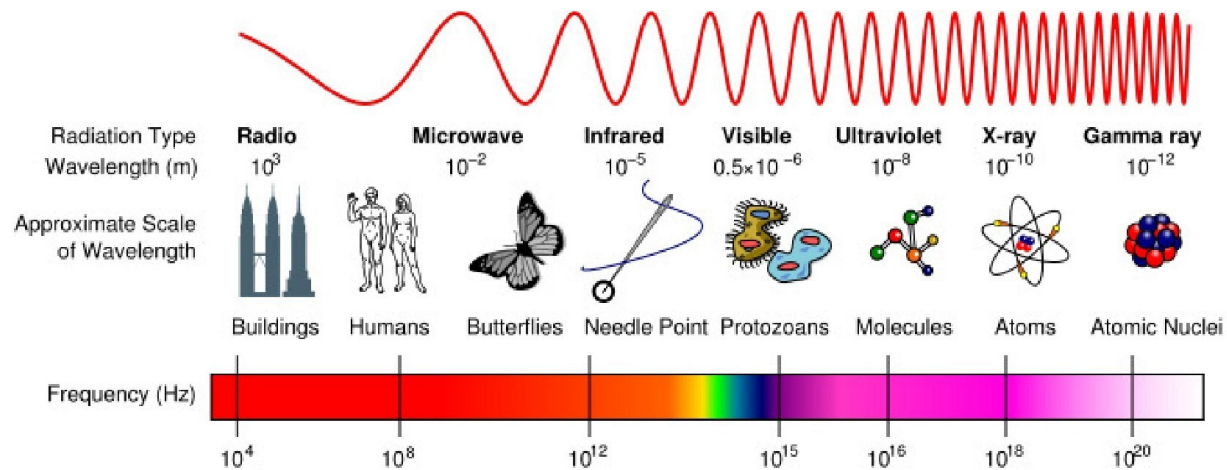
Menu

- Wat is radio?
- Hoe ontstaan radiogolven en hoe gedragen ze zich?
- Hoe kunnen we draadloos informatie van punt A naar punt B transporteren?
- Welke zijn de belangrijkste elementen in een radiosysteem?
- Welke fenomenen kunnen problemen veroorzaken bij gebruik?
- Enkele praktische voorbeelden van radiosystemen



Wat is radio?

- Radio is een techniek om met radiogolven draadloos boodschappen over te brengen van zender naar ontvanger

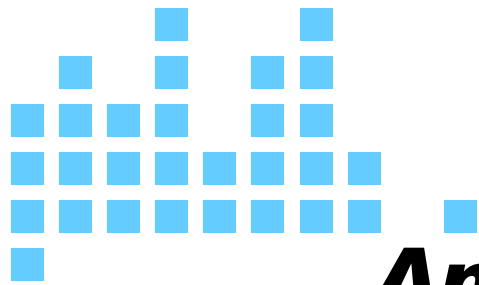


- Radio maakt deel uit van het elektromagnetische spectrum, net als licht



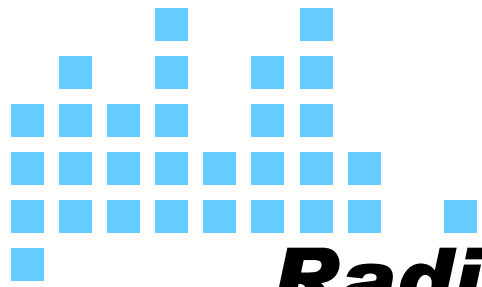
Analogie: golven op het water

- We gooien een steen in het water...
- Er ontstaan golven
- Ze verspeiden zich met een bepaalde snelheid
- Golfhoogte vermindert naarmate de golf verder gaat
- Obstakels veroorzaken nieuwe golven, reflecties
- De golven gaan elkaar onderling beïnvloeden
- Versterking of uitdoving is mogelijk
- Het water is het transmissiemedium voor de golf



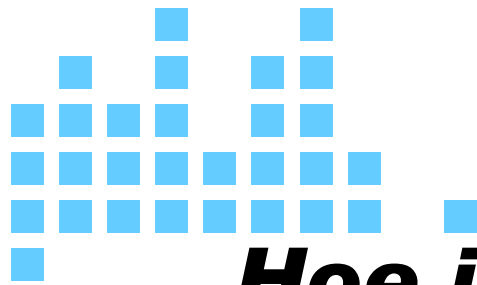
Analogie: zichtbaar licht

- Zichtbaar licht = elektromagnetische energie
- Voortplantingssnelheid afhankelijk van medium
- Geen fysiek medium nodig voor voortplanting
- Reflecties veroorzaken interferentiepatroon
- Demping bij voortplanting door de ruimte
- Hoe korter de golflengte, hoe rechtlijniger de voortplanting en hoe makkelijker te bundelen
- Hoe korter de golflengte, hoe hoger de energie-inhoud
- Polarisation



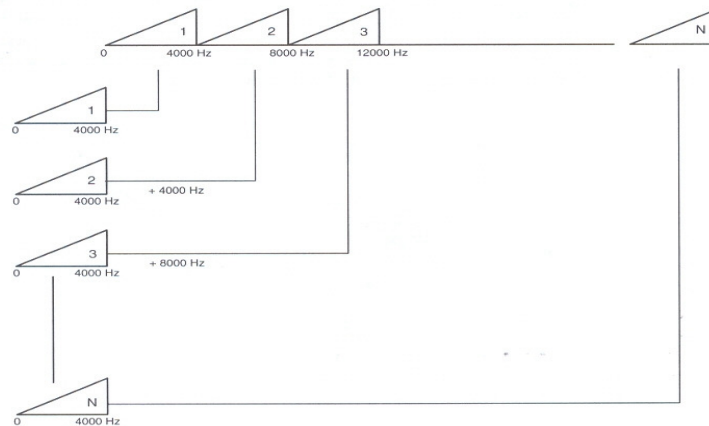
Radiogolven: eigenschappen

- Frequentie – golflengte
- Manier van voortplanting hangt af van golflengte
- Verstrooiing en afbuiging is mogelijk
- Voortplantingssnelheid hangt af van medium
- Verzwakking bij voortplanting
- Reflectie -> interactie invallende – gereflecteerde golf
- Polarisatie

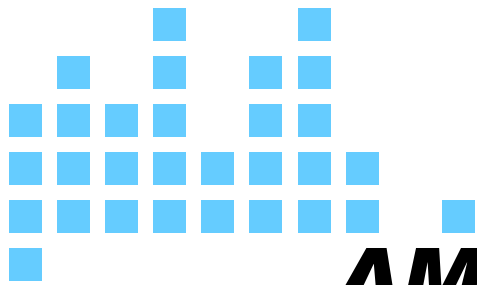


Hoe informatie transporteren?

- Modulatie = informatie laten « dragen » door radiogolf
- Oorsprong: telefoontechniek

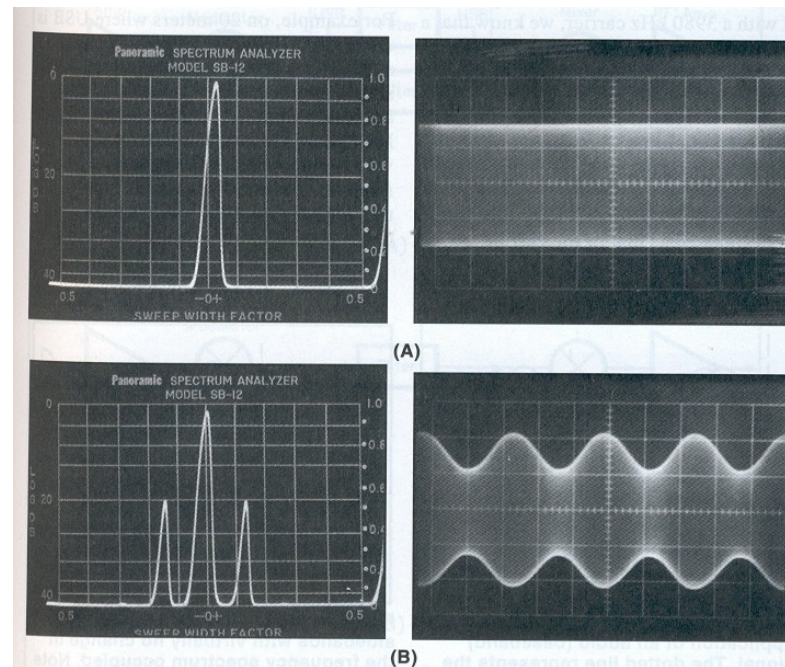


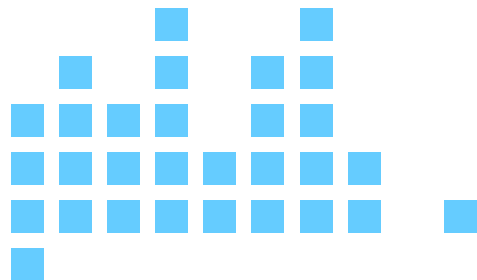
- Elk signaal wordt op een draaggolf (« carrier ») met een verschillende frequentie geplaatst -> één medium kan meerdere signalen tegelijkertijd transporteren



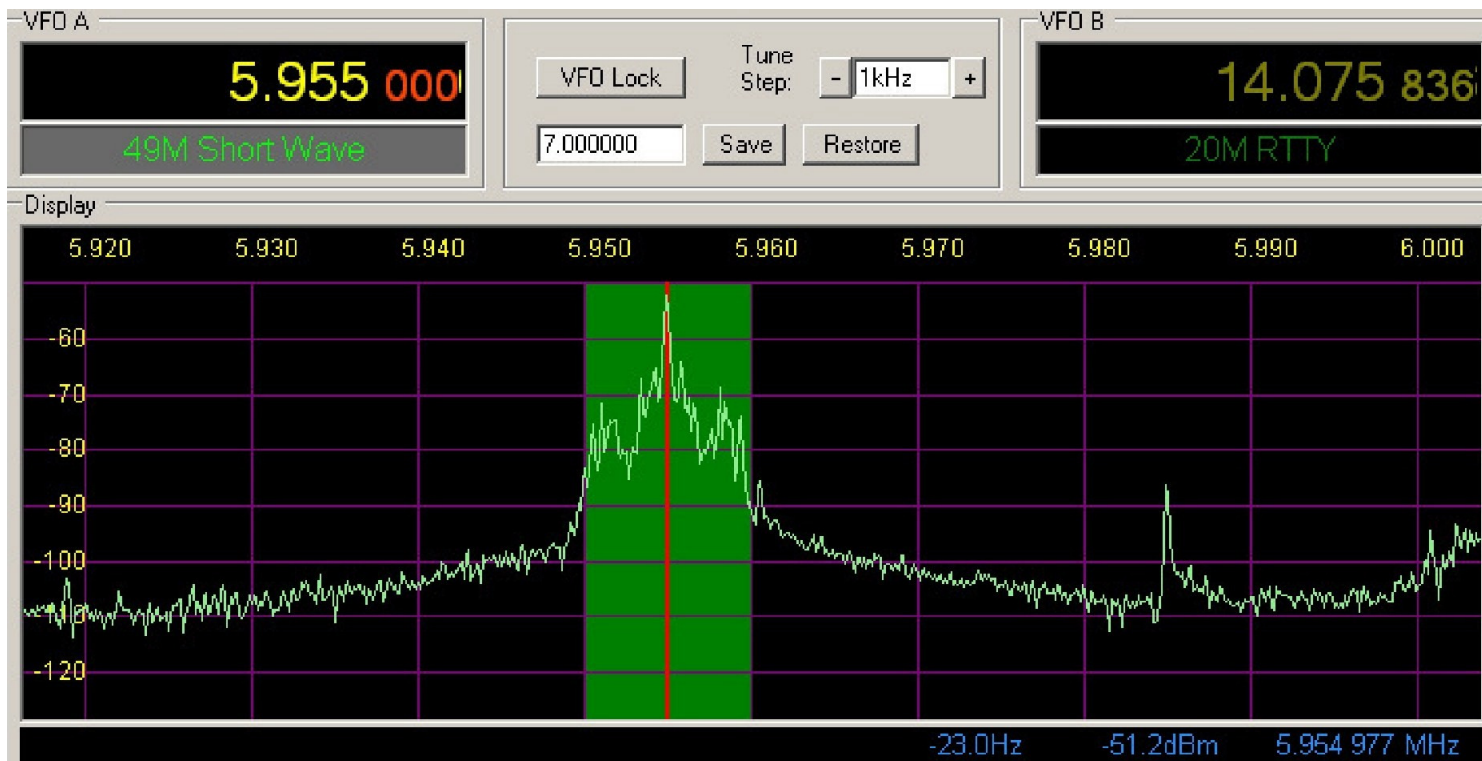
AM – Amplitude Modulation

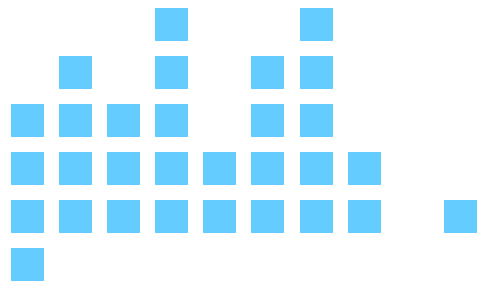
- De amplitude van de draaggolf varieert in functie van het signaal
- De frequentie van de draaggolf wordt constant gehouden



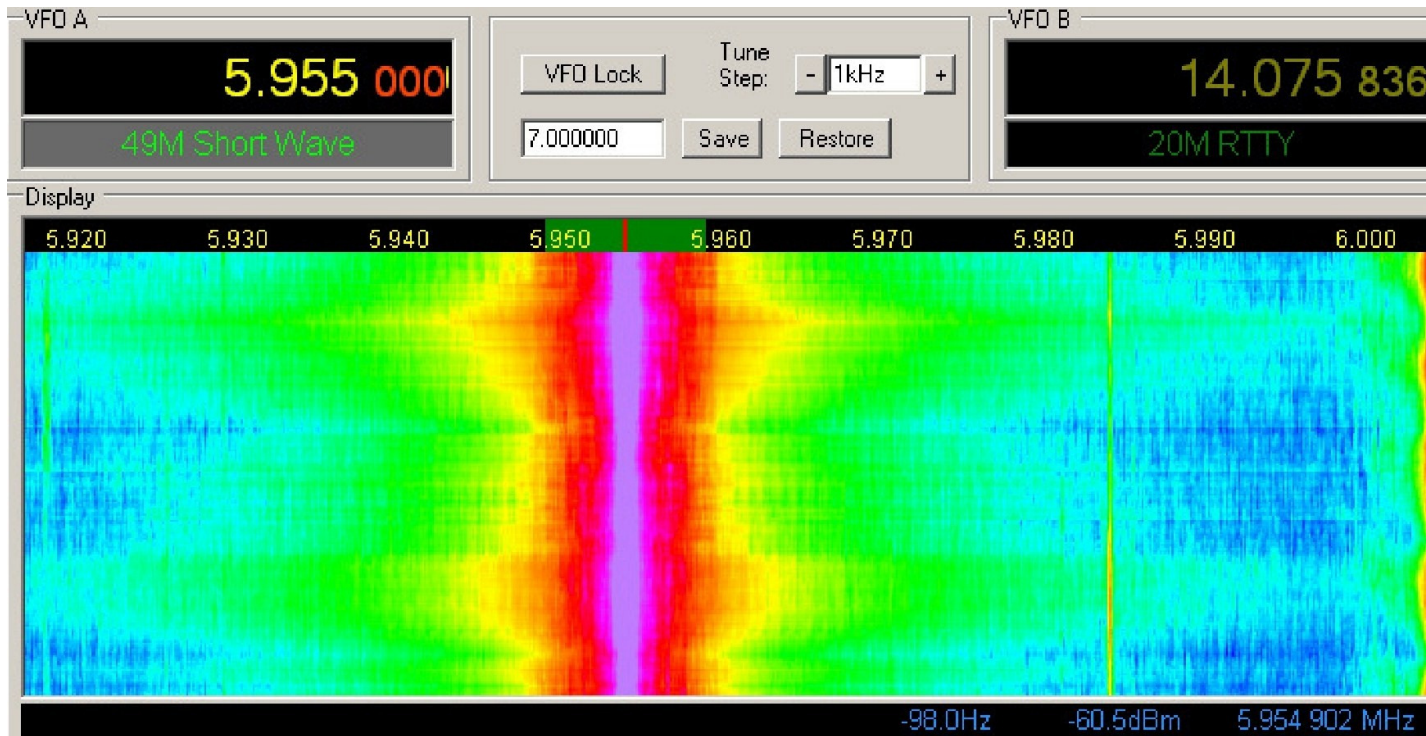


- De informatie zit in de beide zijbanden en is dubbel aanwezig





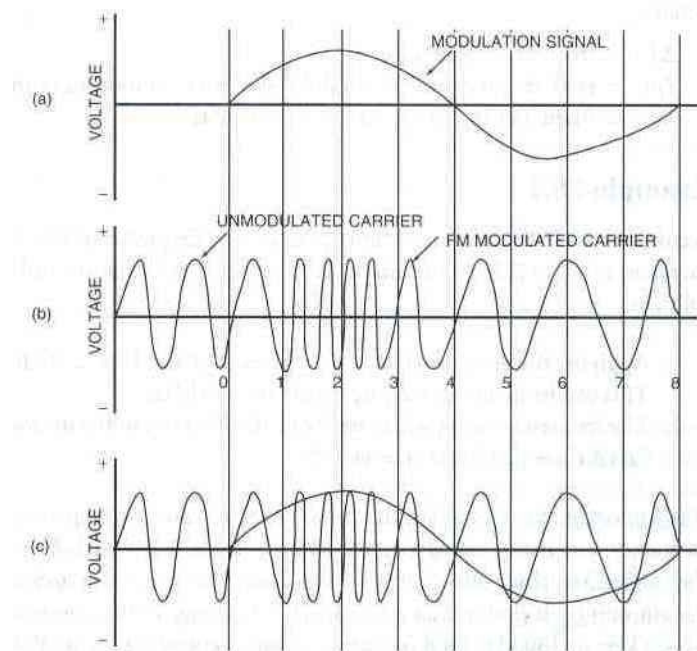
- De draaggolf is ALTIJD aanwezig maar bevat geen informatie

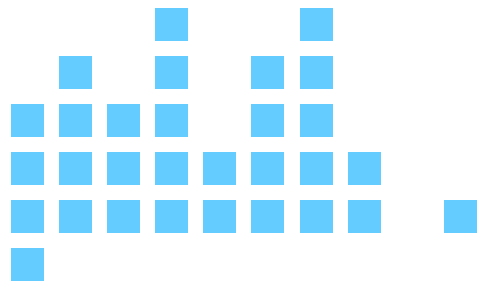




FM – Frequentie Modulatie

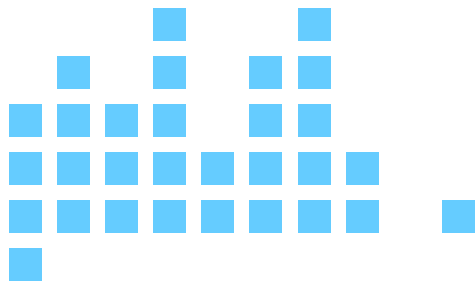
- De frequentie van de draaggolf varieert in functie van het signaal
- De amplitude van de draaggolf wordt constant gehouden





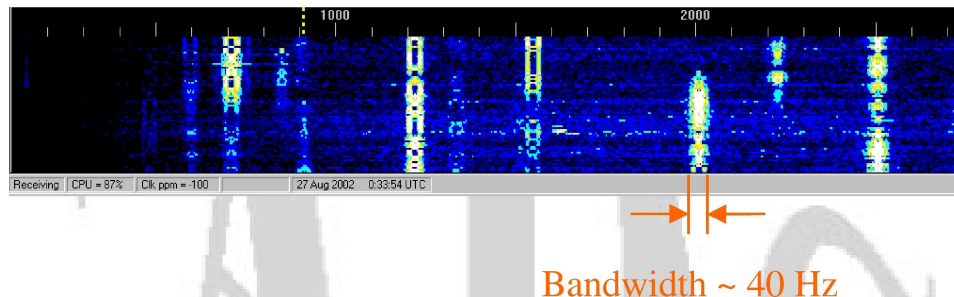
Vergelijking AM-FM

- Voordeel AM: gemakkelijk te moduleren & demoduleren
- Nadelen AM: storingsgevoelig & inefficiënt (batterijen)
- Voordeel FM: relatief ongevoelig voor storingen
- Voordeel FM: alleen sterkste signaal is hoorbaar
- Voordeel FM: aanzienlijk efficiënter dan AM
- Nadeel FM: complexer te moduleren & demoduleren
- Conclusie: FM biedt heel wat praktische voordelen tegenover AM en wordt in de praktijk verkozen voor hoge-kwaliteits overdracht van spraak en muziek.

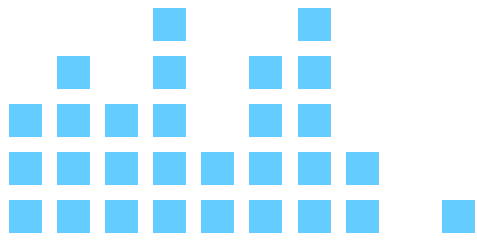


Digitale modulatie

- Digitale modulatie = vorm van digitaal-analoog conversie
- Smalband transmissietechnieken – traag

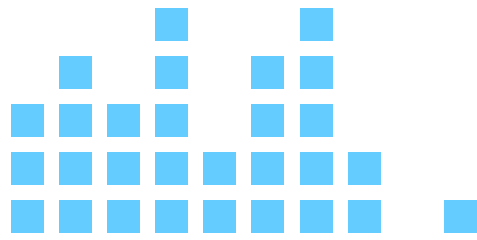


- Breedband transmissietechnieken
 - Multi-carrier techniek: DVB-T: 6048 draaggolven binnen 8MHz
 - Spread spectrum techniek: bijvoorbeeld WiFi: 54MBit/s in 22MHz



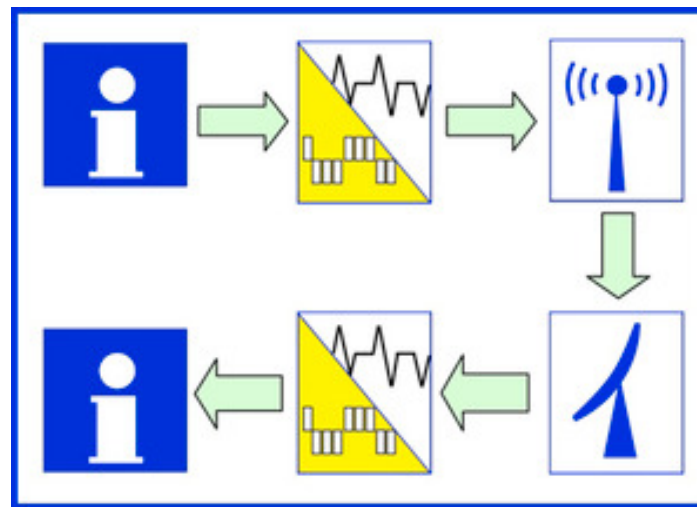
Digitale modulatie: voor- en nadelen

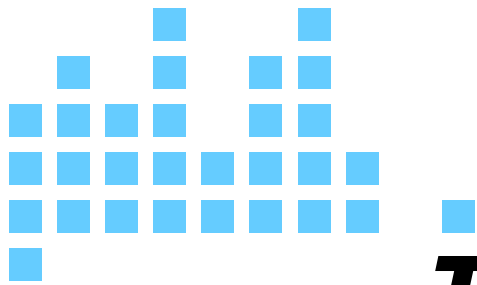
- Relatief ongevoelig voor externe storingsbronnen
- Grote bandbreedte en hoge transfersnelheid mogelijk
- Signaalcorrectie en datacompressie is mogelijk
- Groot nadeel: vertraging tussen input en output



Elementen van een radiosysteem

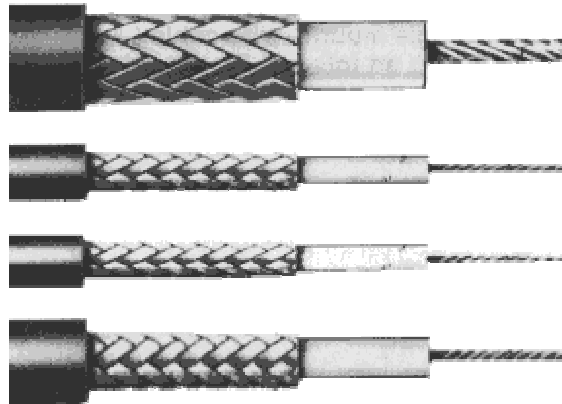
- Zender - Ontvanger
- Transmissielijn
- Antenne



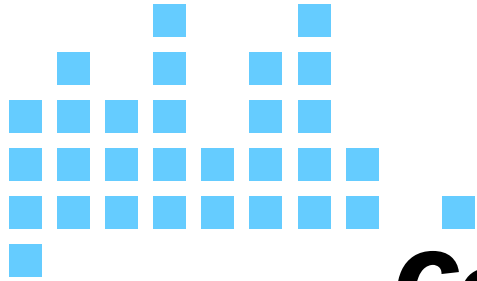


Transmissielijn - coax

- verbinding tussen zender/ontvanger en antenne

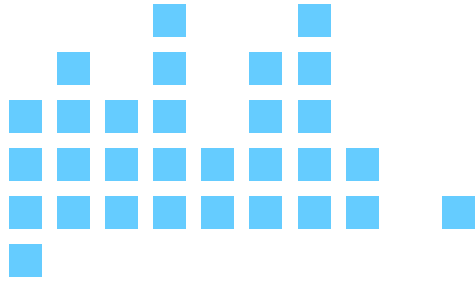


- Binnengeleider – diëlectricum – buitengeleider – mantel
- Voortplantingsnelheid wordt bepaald door het diëlectricum
- Verzwakking wordt grotendeels bepaald door het diëlectricum



Coaxkabel - vuistregels

- Hoe dikker de kabel, hoe lager de verzwakking per meter
- Hoe meer lucht het diëlectricum bevat, hoe lager de verzwakking per meter
- Hoe hoger de frequentie, hoe hoger de verzwakking voor een gegeven kabeltype
 - Voorbeeld: RG213 (10mm diameter)
 - 14,25 dB/100m op 400 MHz
 - 41,99 dB/100m op 2400MHz
 - Voorbeeld: RG58 (5mm diameter)
 - 21,11 dB/100m op 400MHz
 - 58,53 dB/100m op 2400 MHz
- Belangrijk: kabels zo kort en zo dik mogelijk kiezen!



De antenne

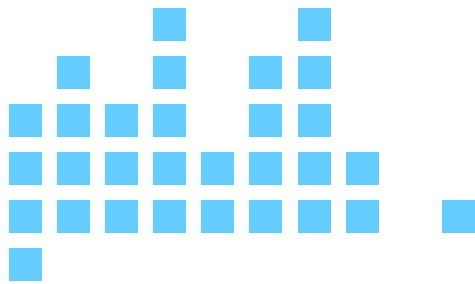
- Een antenne is een omvormer die een elektromagnetisch veld omzet in een wisselstroom of omgekeerd
- Een zendantenne is vergelijkbaar met een gloeilamp
- Een ontvangstantenne is vergelijkbaar met een fotocel
- De grootte van een antenne wordt bepaald door de golflengte of frequentie van het gewenste signaal



Omnidirectionele antenne

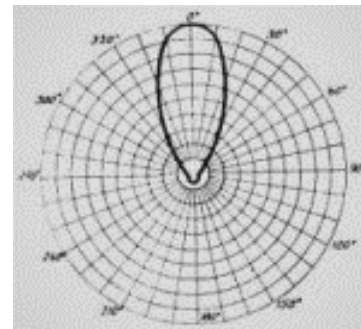
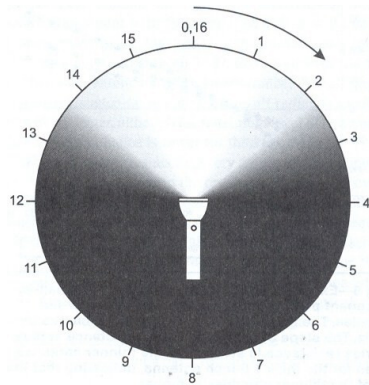
- Simpelste antennevorm: dipoolantenne (2 stukken draad in elkaars verlengde), dikwijls uitgevoerd als een « spriet »
- Stralingspatroon: gelijkmatig, 360° rond de antenne
- Te vergelijken met een vrij opgestelde gloeilamp

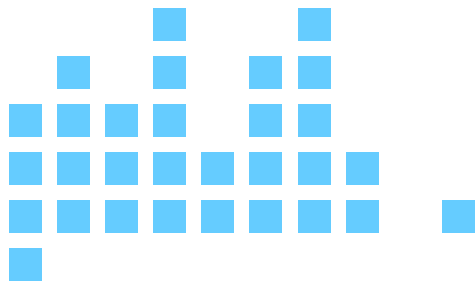




Richtantennes

- Licht kan worden gebundeld met behulp van spiegels en lenzen
- Radiogolven kunnen ook worden gebundeld.
 - Reflector = spiegel
 - Director(en) = lens (hoe meer directoren, hoe meer bundeling)
- Gevolg: het lijkt of in een bepaalde richting het signaal veel sterker is





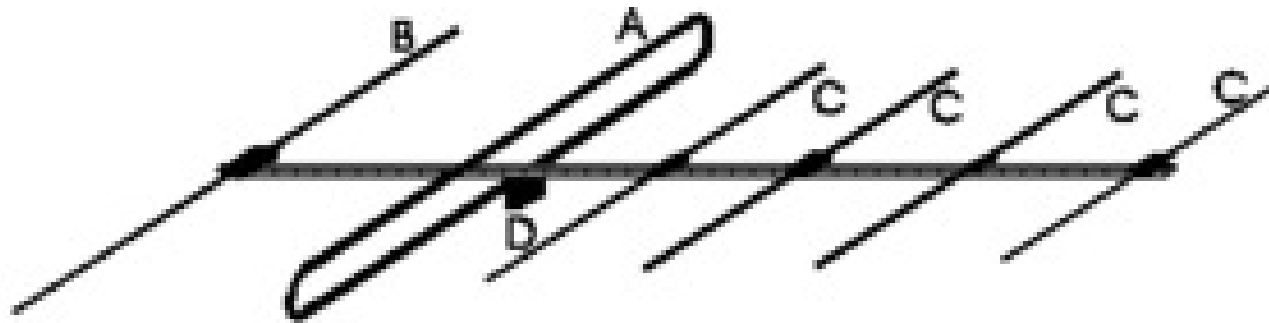
- Bundeling bij zendantenne: te vergelijken met zaklamp
- Bundeling bij ontvangstantenne: te vergelijken met verrekijker
- Mooi voorbeeld van bundeling : omroepsatelliet « belicht » een gedeelte van de aarde (« footprint »)

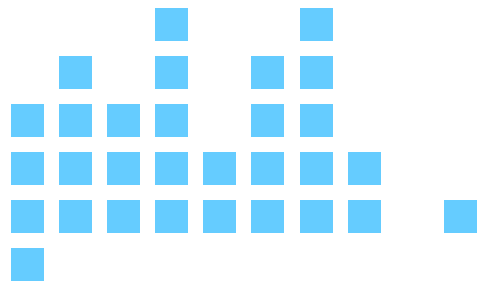




Richtantennes: voorbeelden

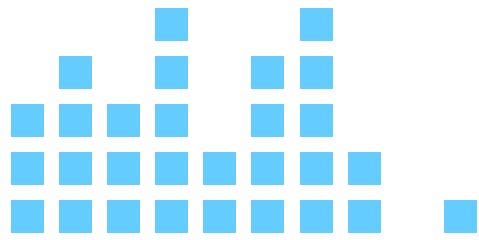
- Yagi- antenne





- Log-periodische antennes





- Parabolantenne

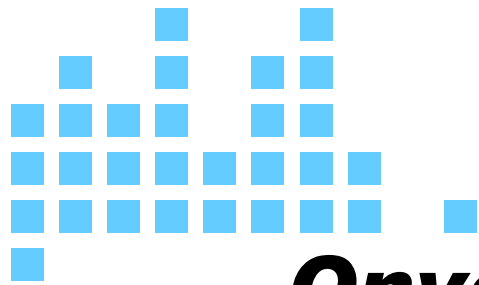


- Meest gebruikt antennetype in theater: log-periodische antenne
 - grote bandbreedte
 - goede onderdrukking van ongewenste signalen die langs achter invallen op de antenne



Storingen – mogelijke oorzaken





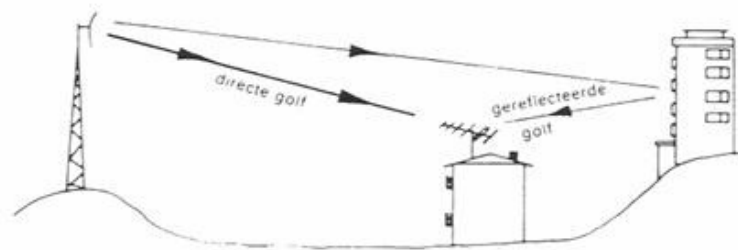
Onvoldoende signaalsterkte

- Symptomen: ruis of « dropouts »
- Radioverbindingen zijn « line of sight » verbindingen
- Zender en ontvanger moeten elkaar « zien »
- Obstakels tussen zender en ontvanger proberen te vermijden
- Richtantennes en antenneversterkers kunnen oplossing bieden
- Coaxkabels zo kort en zo dik als praktisch mogelijk kiezen
- Zendvermogen opdrijven <> wettelijke limieten!

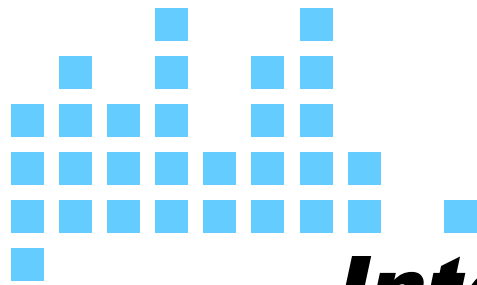


Multipad fading / vervorming

- Signaal komt aan de ontvangstantenne langs meerdere wegen

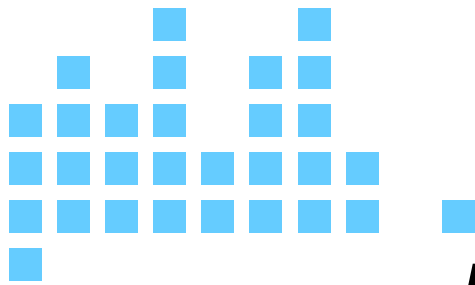


- De signalen kunnen elkaar onderling versterken maar ook verzwakken en zelfs totaal uitdoven
- Richtantennes gebruiken waar mogelijk en / of nodig
- Diversity ontvangstsystemen



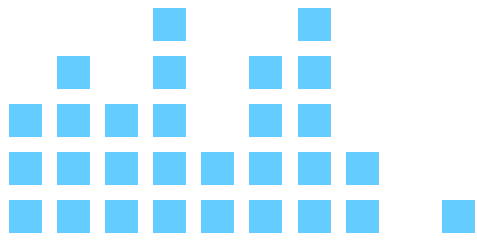
Intermodulatievorming

- Principe: 2 of meer sterke signalen doen ongewenste bijproducten ontstaan (intermodulatieproducten)
- Vooral de zogenaamde « 3e orde intermodulatieproducten » zijn oorzaken van problemen
- Voorbeeld: 2 draadloze microfoons op 802 MHz en 803 MHz
 - intermodulatieproduct 1: $(2 \cdot 802) - 803 = 801$ MHz
 - intermodulatieproduct 2: $(2 \cdot 803) - 801 = 804$ MHz
- Gevolg: 2 bijkomende frequenties die niet meer bruikbaar zijn
- Goede frequentieplanning is noodzakelijk (hiervoor bestaat software)
- Opgelet: intermodulatieproducten ontstaan niet alleen in ontvangers!



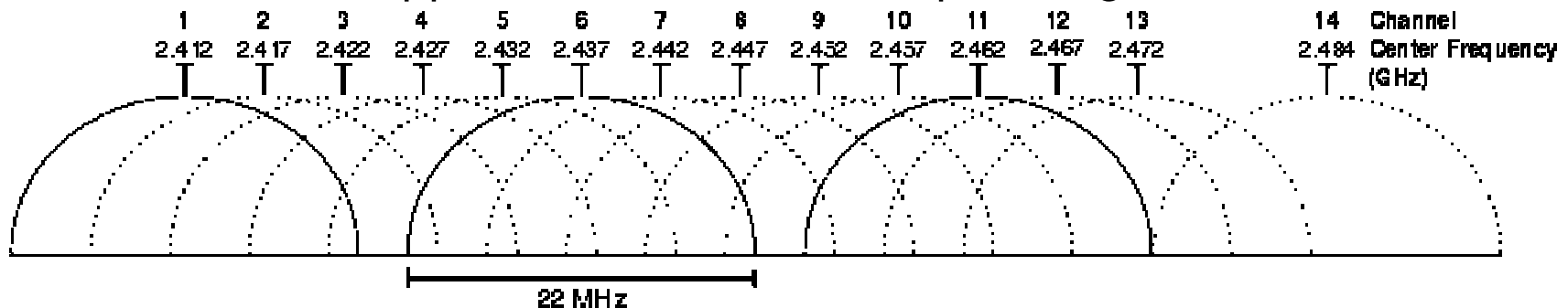
Desensing / blocking

- Een sterk signaal nabij de ontvangsfrequentie zorgt ervoor dat de ontvanger wordt « dichtgedrukt »
- Het gewenste signaal wordt verzwakt of verdwijnt volledig
- Oorzaak: een tweede zender bevindt zich vlakbij de ontvangstantenne
- Steeds proberen te voorkomen dat één zender te dicht bij de ontvangstantenne(s) komt



Co-channel & adjacent channel interference

- UHF-band: vele gebruikers waarbij ook zeer sterke signalen (bv TV-zenders). Beschikbare ruimte is schaars.
- Storing van gebruikers op dezelfde of een naburige frequentie is niet denkbeeldig
- Goede planning en voorbereiding is noodzakelijk maar geen garantie op afwezigheid van storingen
- Soms « overlappen » kanalen elkaar: opletten geblazen!

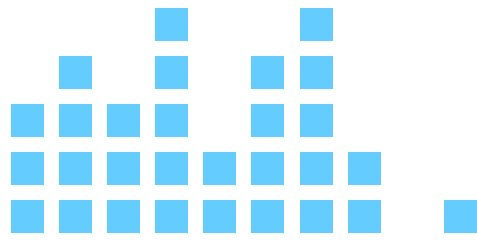




Praktijkvoorbeelden: simplex

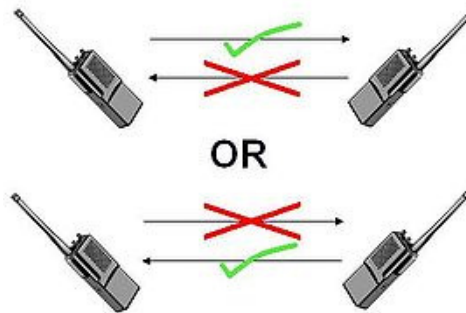
- Simplex = éénwegsverkeer
- 1 zender, één of meerdere ontvangers
- Voorbeelden:
 - radio- en TV-omroep via de ether
 - draadloze microfoons
 - draadloze in-ear systemen



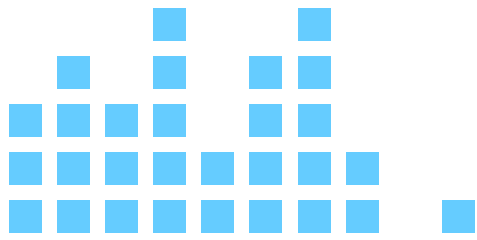


Praktijkvoorbeelden: half-duplex

- Er is tweewegs verkeer mogelijk, maar beurtelings



- « Push To Talk »
- Voorbeelden:
 - portofoons
 - sommige modellen draadloze intercoms

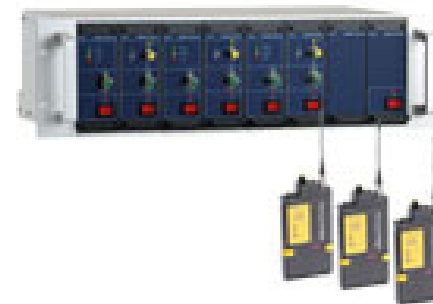


Praktijkvoorbeelden: full duplex

- Beide partijen kunnen tegelijkertijd spreken en luisteren



- Voorbeelden:
 - draadloze telefoonsystemen (NMT, DECT, GSM, 3G)
 - draadloze reportage toestellen
 - draadloze intercomsystemen

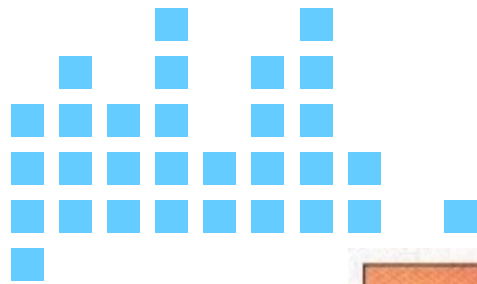




Praktijkvoorbeelden: spread spectrum

- Voor hoge bandbreedte toepassingen
- Laat bidirectionele verbindingen toe
- Voorbeelden:
 - diverse wireless LAN-toepassingen
 - wireless DMX
 - draadloze intercomsystemen





« The visible part of the electromagnetic spectrum can be just as captivating as RF »