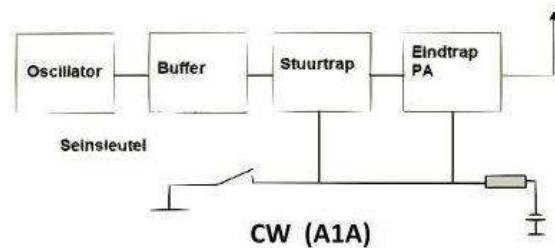


01.08 Gemoduleerde signalen

jj_01_08_001

CW

CW zender(A1A).



De zender wordt ingeschakeld, en een draaggolf wordt uitgezonden op het moment dat er op de seinsleutel wordt gedrukt.

Laten we de seinsleutel los, dan wordt de zender direct uitgeschakeld.

Het totale vermogen van de zender wordt doonus via die contacten van de seinsleutel geschakeld.

Dit geeft vonken over die contacten:

De modulatie bestaat uit 1 toon , vaak minder dan 500Hz.

Voor ontvangst hebben we een BFO - maakt hf-draaggolf in de Rx - nodig

BB CW = toon

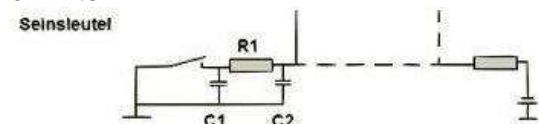
Opm

De BB CW = 4x seinsnelheid en doorgaans 150Hz-200Hz

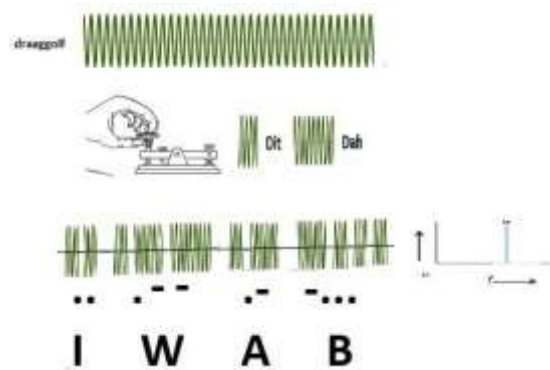
per 100 KHz ruimte is er ruimte voor $100K / 150 = 666$ "kanalen"

VONKENBOER.

cw-filter



Een goede RC filtering achter de CW-sleutel is nodig om het sleutelklikken tegen te gaan.



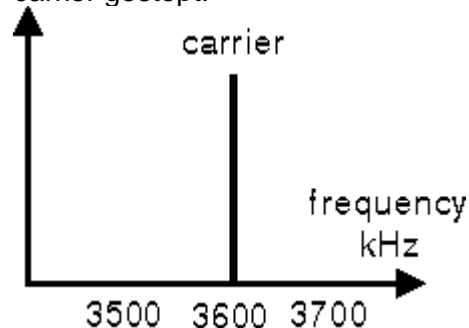
CW (A1A)

CW

Een CW gemoduleerd signaal heeft eigenlijk geen modulatie, maar alleen een aan- of afwezige carrier.

Het signaal is enkele honderden Hz breed, dus heel erg smalbandig.

Alle energie van de zender wordt in de carrier gestopt.



01.08 Gemoduleerde signalen

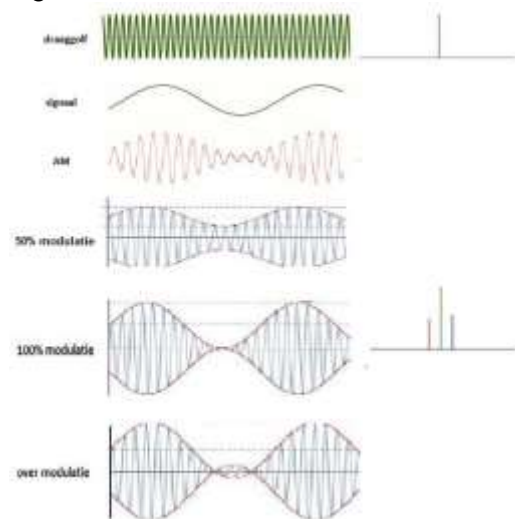
jj_01_08_002

Amplitudemodulatie.

Amplitudemodulatie.

AM genoemd, is een vorm van modulatie waarbij de f_{mod} wordt gevarieerd op de draaggolf van een radiozender waarvan de amplitude in het ritme van het over te brengen geluid gemoduleerd is.

Is een vorm van analoge modulatie waarbij het analoge ingangssignaal op een draaggolf wordt gezet waardoor het HF signaal varieert.



AM (A3E)

Als we moduleren [3000Hz] dan zal dus de draaggolf 3000Hz vervormd worden, zowel aan de boven- als de onderkant. Dat geeft dus een breedte van $2 \cdot 3000 = 6000 \text{ Hz} = 6 \text{ Khz}$. [6Kc]

BB AM = 2*f-mod

Per 100 KHz zijn er $100 / 6 = 16$ "kanalen"

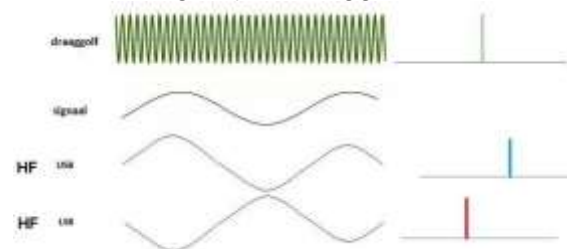
jj_01_08_003

Enkelzijbandmodulatie.

Enkelzijbandmodulatie (EZB)

Single Side Band-modulatie (SSB)

Modulatie waarbij van het oorspronkelijk amplitudegemoduleerde signaal alleen 1 zijband wordt uitgezonden zonder de eigenlijke draaggolf.



SSB (J3E)

Er is geen draaggolf.

Alleen maar modulatie = spraak.

En alleen de bovenkant USB, of alleen de onderkant LSB.

Als we moduleren [3000Hz] dan zal dus de breedte ook niet meer zijn dan 3000Hz [3 Kc].

We hebben de draaggolf en 1 zijband verwijderd, er is maar één zijband aanwezig.

BB SSB = f^{mod}

Per 100 KHz zijn er $100 / 3 = 33$ "kanalen"

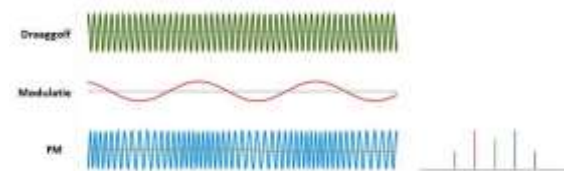
01.08 Gemoduleerde signalen

jj_01_08_004

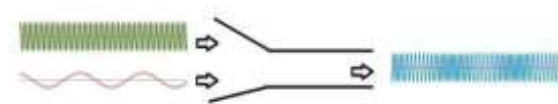
Fase- en frequentiemodulatie

Frequentiemodulatie:

FM genoemd, is een vorm van analoge modulatie waarbij het analoge signaal IN een draaggolf wordt gezet waardoor het HF signaal varieert in het ritme van de spraak.



FM (F3E)



Amplitude -> constant
Frequentie -> varieert

$$\text{BB FM} = 2 \cdot f_{\text{mod}} + 2 \cdot \Delta f$$

$\Delta f = 3 \text{ Khz}$ (door de fabriek ingesteld)

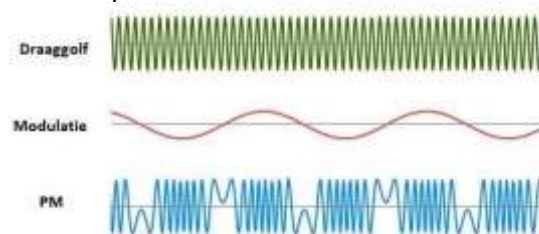
$$\text{BB FM} = 2 \cdot f_{\text{mod}} + 2 \cdot \Delta f = 2 \cdot 3 + 2 \cdot 3 = 12 \text{ Khz}$$

Per 100 KHz zijn er $100 / 12 = 8$ "kanalen"

Fasemodulatie:

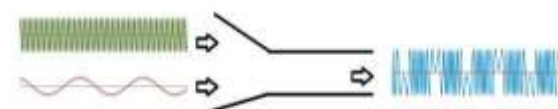
Lijkt op FM...>>>

Qua bandbreedte is fasemodulatie gelijk aan frequentiemodulatie



PM (G3E)

Amplitude -> constant
Frequentie -> varieert



jj_01_08_005

Frequentiezwaai en modulatieindex

De frequentie-zwaai

Bij FM modulatie spreken we over de zwaai.

De zwaai is de mate waarin de frequentie varieert ten opzichte van de draaggolf-frequentie, immers, bij FM is er sprake van frequentieverandering.

Symbol: Δf

Δf , vastgesteld op 3 KHz max.=zwaai.

Modulatie-index: β

Hoeveel % doen we moduleren?

Symbol: β

$$\beta = \Delta f / f_{\text{mod}}$$

$$\Delta f = \beta \cdot f_{\text{mod}}$$

$$f_{\text{mod}} = \Delta f / \beta$$

β = modulatie-index

Δf =zwaai.

f_{mod} = modulatie frequentie

Voorbeeld

$$\beta = \Delta f / f_{\text{mod}}$$

Bij FM met een Δf van 3 Khz en gemoduleerd met spraak van 3000 Hz

$$\beta = \Delta f / f_{\text{mod}}$$

Voorbeeld 1

$$\beta = \Delta f / f_{\text{mod}}$$

Bij FM met een Δf van 3 Khz en gemoduleerd met een toon van 1000 Hz

$$\beta = \Delta f / f_{\text{mod}}$$

$$\beta = 3000 / 1000 = 3$$

01.08 Gemoduleerde signalen

Voorbeeld 2

$$\beta = \Delta f / f_{\text{mod}}$$

Bij FM met een Δf van 2 KHz en gemoduleerd met een toon van 1000 Hz

$$\beta = \Delta f / f_{\text{mod}}$$

$$\beta = 2000 / 1000 = 2$$

Voorbeeld 3

$$\text{BB FM} = 2 \cdot f_{\text{mod}} + 2 \cdot \Delta f$$

Bij FM met een Δf van 3 KHz en gemoduleerd met een toon van 1000 Hz

$$\text{BB FM} = 2 \cdot f_{\text{mod}} + 2 \cdot \Delta f$$

$$2 \cdot 1000 + 2 \cdot 3000 = 8000 \text{ Hz}$$

Voorbeeld 4

$$\text{BB FM} = 2 \cdot f_{\text{mod}} + 2 \cdot \Delta f$$

Bij FM met een Δf van 3 KHz en gemoduleerd met een toon van 3000 Hz

$$\text{BB FM} = 2 \cdot f_{\text{mod}} + 2 \cdot \Delta f$$

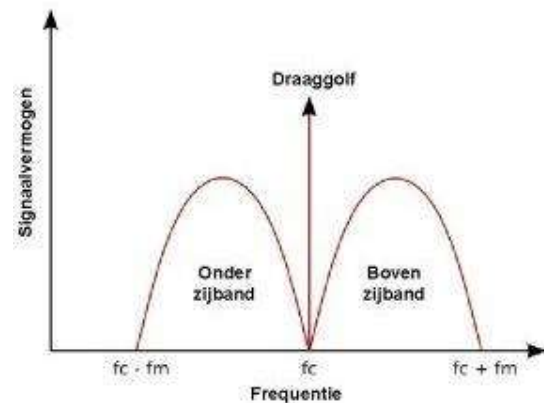
$$2 \cdot 3000 + 2 \cdot 3000 = 12000 \text{ Hz}$$

jj_01_08_006

Draaggolf, zijbanden en bandbreedte.

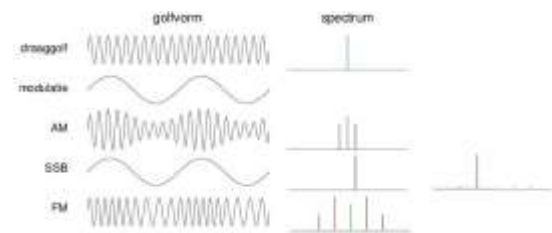
Draaggolf.

Een draaggolf is een **hoogfrequent** signaal, dat gebruikt wordt door een **zender** om informatie (meestal in de vorm van een relatief laagfrequent signaal) over te brengen naar een ontvanger.

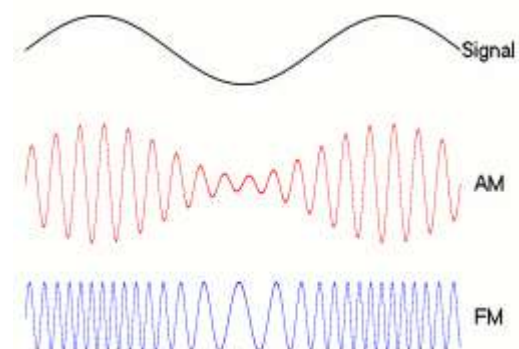


Zijbanden en bandbreedtes.

Zijbanden	Bandbreedte
CW geen	smal
AM 2	6KHz
EZB 1	3KHz
FM 2*2	12KHz



Nog een afbeelding van de modulatie soorten en de bandbreedtes.



01.08 Gemoduleerde signalen

jj_01_08_007

Golfvormen van CW, AM, EZB[SSB] en FM signalen

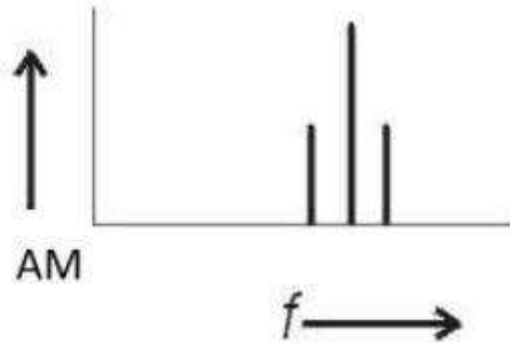
Spectra van CW, AM, EZB[SSB] en FM signalen

Bij AM bestaat het uiteindelijke signaal uit:

draaggolf (f_c)

bovenzijband

onderzijband



De zijbanden van een AM-signaal:

Een relatief groot deel van het zendvermogen gaat bij AM zitten in het versturen van de draaggolf (waar geen informatie in zit) en de informatie wordt dubbel verstuurd.

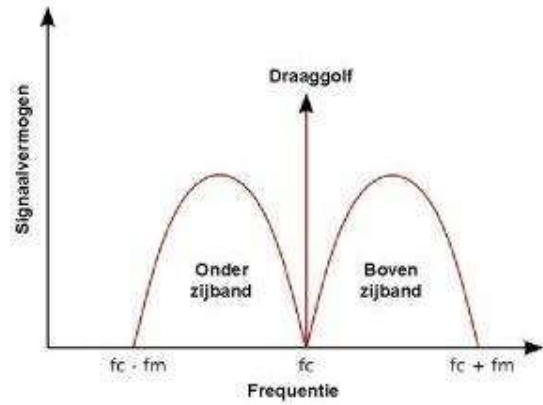
De bandbreedte van een AM-signaal is dan ook gelijk aan tweemaal de hoogst voorkomende frequentie in het informatiesignaal (f_{mod}).

Bandbreedte AM

$$BB \text{ AM} = 2 * f_{mod}$$

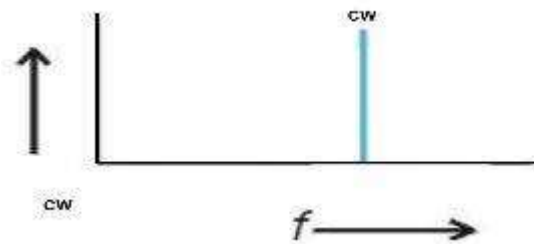
Stel we hebben een toon van 1750Hz voor de repeater, en zenden die alleen uit->
 $BB = 2 * 1750 = 3500\text{Hz}$

Als we 3KHz toon geven=moduleren ?
 $BB \text{ AM} = 2 * 3\text{KHz} = 6\text{KHz}$



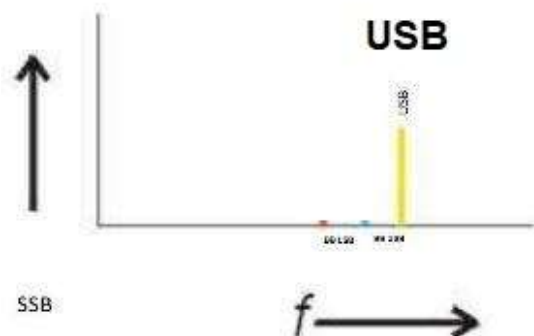
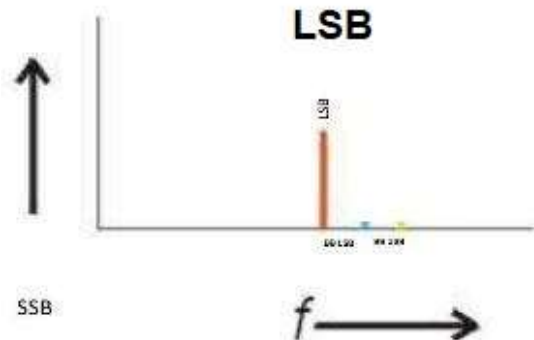
CW is zeer smalbandig.

BB CW = toon



Je hebt alleen de LSB [rood]
 of alleen USB [geel]

BB SSB = f_{mod}



01.08 Gemoduleerde signalen

De bandbreedte(FM):

Is de BB FM bij 3KHz 2* zo breed als BB AM?

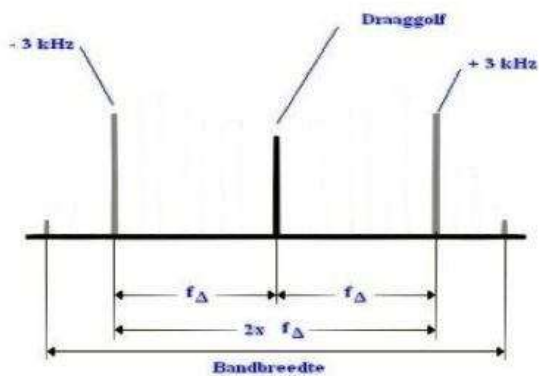
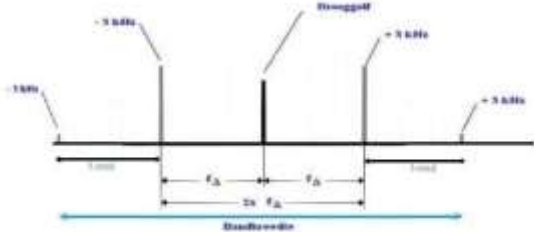
Eens zien:

De ZWAAI $\Delta f = 3\text{KHz}$

Modulatie $f_{\text{mod}} = 3\text{KHz}$

BB FM = $2 * f_{\text{mod}} + 2 * \Delta f$

BB FM is hier = 12KHz



De bandbreedte(FM):

In formule:

BB FM = $2 * f_{\text{mod}} + 2 * \Delta f$

OPM: Hier is f_{mod} dus 1,5KHz ???

jj_01_08_008

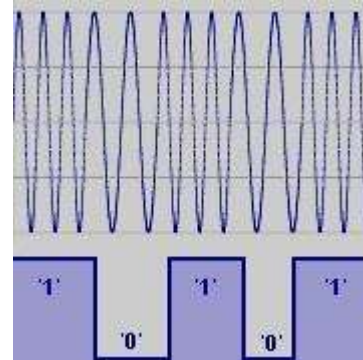
Digitale modulatievormen: FSK, 2PSK, en QAM.

FSK

= Frequency shift keying

= Frequentieverschuivingsmodulatie

Lijkt op FM modulatie



De draaggolffrequentie van een FSK-sigitaal wordt groter of kleiner door de beïnvloeding van databits die worden aangeboden.

Deze data is binaire data en heeft 2 mogelijke toestanden, een logische '0' resulteert in een lagere frequentie, een logische '1' geeft een frequentie die hoger is dan de oorspronkelijke draaggolffrequentie.

Op deze manier kunnen de logische '0'- en '1'- herkend worden.

Aan zender en ontvanger moet de Baud-rate op voorhand vastgelegd worden om te weten hoe snel de bits moeten worden binnen geklokt aan ontvangerszijde.

De Baud-rate is niet precies hetzelfde als bit-rate. .

Bij FSK: maximaal 2400 baud

PSK

staat voor Phase Shift Keying.

Hierbij blijft de zendfrequentie gelijk, maar verandert de fase van het sinusvormige signaal.

Bij 2-PSK zijn er twee fasemogelijkheden (0 en 180 graden),

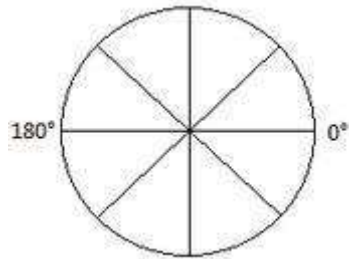
bij 4-PSK zijn het er 4 (0, 90, 180 en 270 graden).

2-PSK 2bits

De eenvoudigste methode maakt gebruik van twee fasen: 0graden en 180graden.

01.08 Gemoduleerde signalen

Het digitaal signaal wordt opgedeeld volgens de tijd in individuele bits (binair).
Deze methode wordt ook wel binaire PSK genoemd (BPSK).

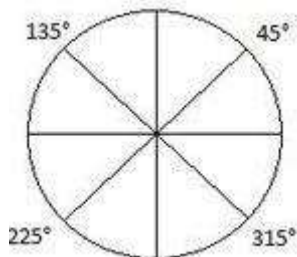


Door meerdere bits per klokcyclus te versturen, blijft de baud-rate hetzelfde maar verhoogt de bit-rate. Bijvoorbeeld bij 4-FSK = vier mogelijk toestanden per klokcyclus. (ERMES-protocol).
De snelheid verdubbeld bij dezelfde baud-rate ten opzicht van 2-FSK (Flex, Pocsag).

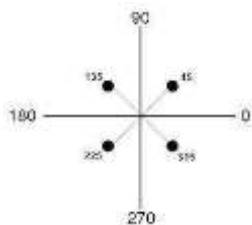
4-PSK

Kwadratuur PSK (QPSK) is gebaseerd op BPSK, hier gebruikt men 4 fasen: 45graden, 135graden, 225graden, 315graden.

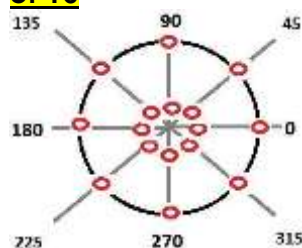
Elke fase stelt bij QPSK twee bits voor (00, 01, 10 of 11).



QAM met 8



of 16



QAM

Een combinatie van amplitude-en fasemodulatie .

QAM is een vorm van Multi level codering waarbij meerdere bits tegelijkertijd getransporteerd kunnen worden.

De individuele bits worden in groepjes samen gebracht, en deze bitgroep vormt een unieke combinatie van amplitude en fase, van een frequentie.

Zo kan men QAM64 en zelfs QAM 256 gaan.

BPSK - 1 bit per symbol
QPSK - 2 bits per symbol
QAM16 - 4 bits per symbol
QAM64 - 6 bits per symbol

01.08 Gemoduleerde signalen

jj_01_08_009

Digitale modulatie:

Baud- De bitrate of bitsnelheid.

Het aantal bits die per tijdseenheid over een lijn worden verzonden.

Men drukt de bitrate uit in bits per seconde (b/s ofwel bit/s).

Een bit is de kleinste hoeveelheid informatie.

Hoe hoger de bitrate, hoe meer informatie er per tijdseenheid verzonden en ontvangen kan worden.

De bitsnelheid geeft aan hoeveel bits er per seconde worden overgestuurd.

De baudrate of symboolsnelheid geeft aan hoeveel symbolen (karakters) er per seconde worden verstuurd.

Duurt een symbool bij telex 150ms, dan is de baudrate $1/150\text{ms} = 6,66$ Baud.

Foutdetectie en –correctie: CRC

Als een digitaal signaal wordt overgebracht kunnen er fouten ontstaan door externe invloeden.

Om deze fouten te herkennen worden checksums oftewel Cyclic Redundancy Checks (CRC) gebruikt.

Hierbij wordt voor (een deel van) een boodschap een getal berekend wat ook verzonden wordt.

Klopt de CRC met de boodschap, dan is alles correct ontvangen.

Zo niet, dan was er sprake van verstoring en kan om herhaling worden gevraagd.

Packet radio, ARQ en FEC (AMTOR)

Bij Packet Radio wordt gewerkt met een CRC per stukje data (data frame), de Frame Check Sequence (FCS).

Na ontvangst en bevestiging dat de FCS klopt wordt een ACK (bevestiging) teruggestuurd en kan het volgende data frame worden verzonden.

Klopt de FCS niet, dan wordt een NACK (ontkenning) gestuurd en wordt het dataframe herhaald.

AMTOR

Werkt met twee methoden: ARQ en FEC.

Bij ARQ (mode A) wordt een dataframe alleen herhaald als het ontvangende station daarom vraagt (ACK/NACK).

Bij FEC (mode B) wordt ieder karakter 2x uitgezonden, omdat er geen mogelijkheid is voor ARQ (bijvoorbeeld bij alleen ontvangers).

Packet-radio.

Is een vorm van datacommunicatie waarbij bundeling van informatie in groepen gemaakt wordt.

Baudrate.

Is de communicatie-snelheid.

Een GPS van 9600 bps kan 9600 bits per seconde ontvangen.

Een byte is opgebouwd uit 8 bits.

[$9600/8 = 1200$ bytes per seconde]

De GSM van 4800 baud kan maar $(4800 / 8) = 600$ bytes per seconde aan.

Baud is gerelateerd aan de bruto bitsnelheid, die kan worden uitgedrukt in bits per seconde

Extra info:

ASCII

Er worden 7-bits gebruikt voor het teken en 1 voor de foutcorrectie/als controlegetal

ASCII= American Standard Code for Information Interchange = de standaard-tekenset van de computer
Transmissiesnelheid = aantal bits per seconde (b/s)

Symboolsnelheid = aantal karakters/symbolen per seconde (baud/s)