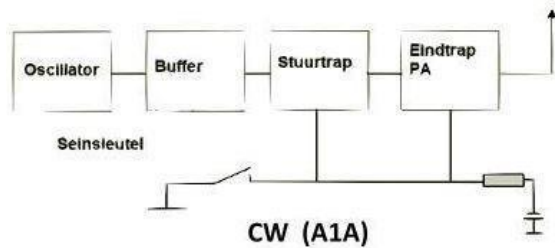


1_08 Gemoduleerde signalen

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 de toon nu dus 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

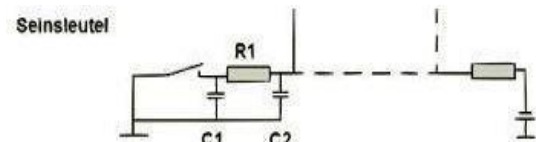
Opm

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

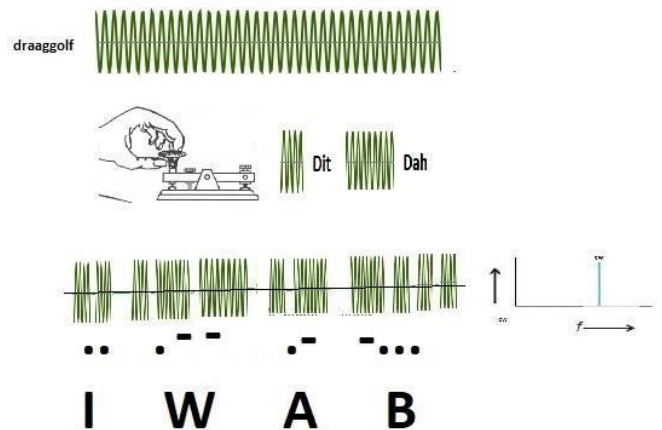
per 100 KHz ruimte is er ruimte voor $100K / 150 = 666$ "kanalen"

VONKENBOER.

cw-filter



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



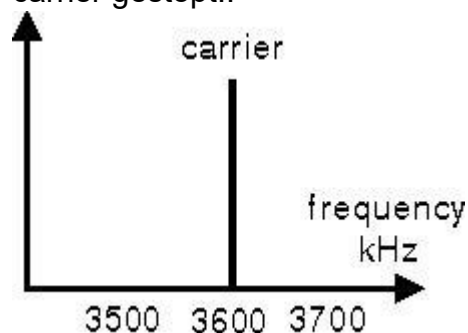
CW (A1A)

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..



1_08 Gemoduleerde signalen

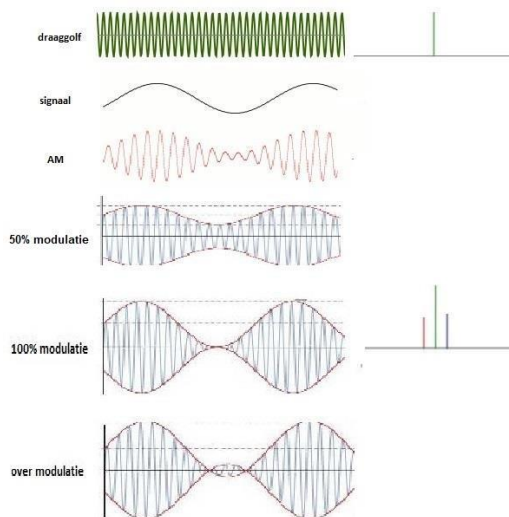
jj_01_08_002

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

$$2 \times 3000 = 6000 \text{ Hz} = 6 \text{ KHz.} \quad [6\text{Kc}]$$

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

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

jj_01_08_003

Enkelzijbandmodulatie.

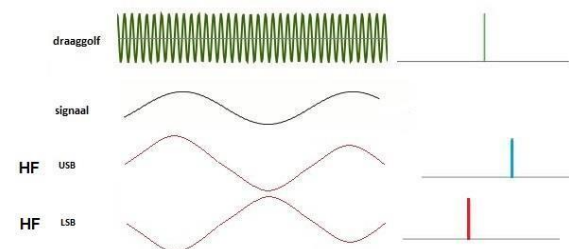
Enkelzijbandmodulatie (EZB)

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.

$$\text{BB SSB} = f_{mod}$$

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

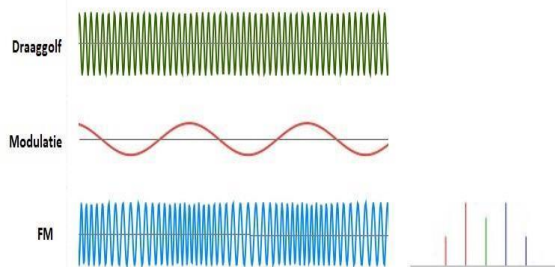
1_08 Gemoduleerde signalen

jj_01_08_004

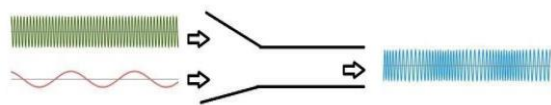
Fase- en frequentiemodulatie.

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

$$\text{BB FM} = 2 \times f^{\text{mod}} + 2 \times \Delta f$$

$\Delta f = 3 \text{ KHz}$, door de fabrikant ingesteld

$$\text{BB FM} = 2 \times f^{\text{mod}} + 2 \times \Delta f =$$

$$2 \times 3 + 2 \times 3 = 12 \text{ KHz}$$

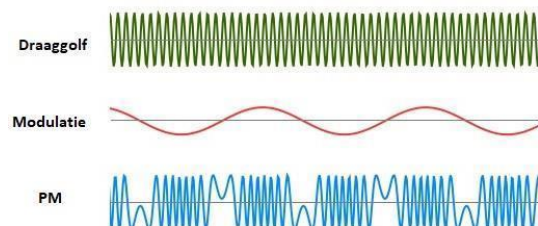
Per 100 KHz zijn er $100 / 12 =$

8 "kanalen"

Fasemodulatie:

Lijkt op FM...>>>

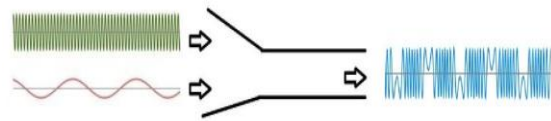
Qua bandbreedte is fasemodulatie gelijk aan frequentiemodulatie.



PM (G3E)

Amplitude -> constant

Frequentie -> varieert



1_08 Gemoduleerde signalen

jj_01_08_005

Frequentiezwaai en modulatie index.

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 , vastgesteld op 3 KHz max.=zwaai.

Modulatie-index: β

β

Hoeveel % doen we moduleren ?

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

$$\Delta f = \beta * f_{mod}$$

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

β = modulatie-index

Δf =zwaai.

f_{mod} = modulatie frequentie

Voorbeeld

$$\beta = \Delta f / f^{mod}$$

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

$$\beta = \Delta f / f^{mod}$$

$$\beta = 3000 / 3000 = 1$$

Voorbeeld

$$\beta = \Delta f / f^{mod}$$

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

$$\beta = \Delta f / f^{mod}$$

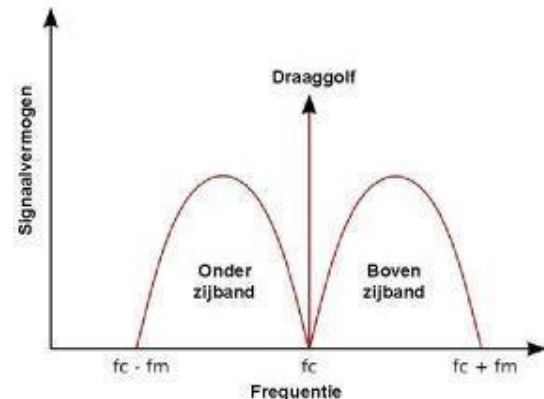
$$\beta = 3000 / 1000 = 3$$

jj_01_08_006

Draaggolf, zijbanden en bandbreedte.

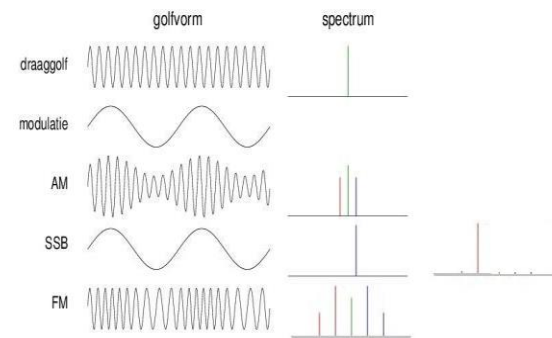
Draaggolf.

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.

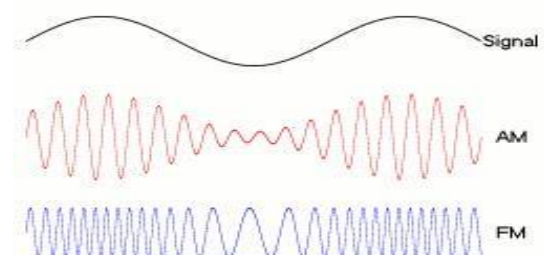


Zijbanden en bandbreedtes.

Zijbanden	Bandbreedte
CW geen	200 Hz = smal
AM 2	6 KHz
EZB	3 KHz
FM 2x2	12 KHz



Nog een afbeelding van de modulatie soorten en de bandbreedtes.



1_08 Gemoduleerde signalen

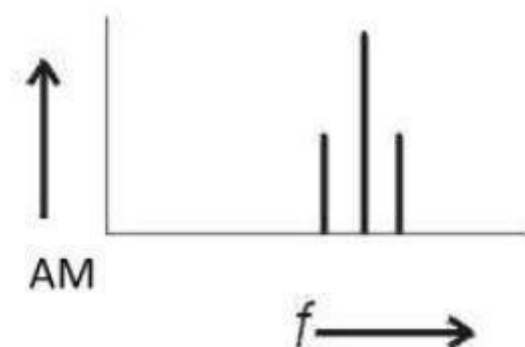
jj_01_08_007

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 (fc)
- bovenzijband
- onderzijband



De zijbanden van een AM-sigitaal:

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-sigitaal is dan ook gelijk aan tweemaal de hoogst voorkomende frequentie in het informatiesigitaal (f^{mod}).

Bandbreedte AM

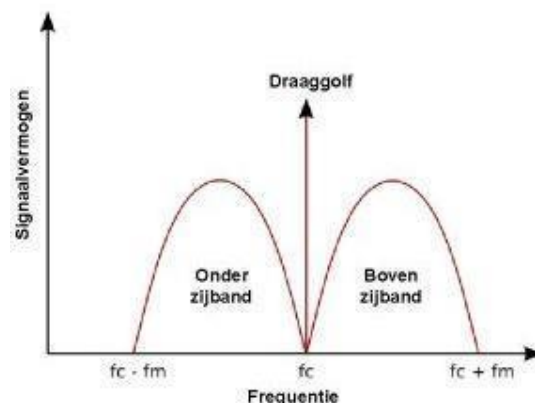
BB AM = 2 x f^{mod}

Stel we hebben een toon van 1750Hz voor de repeater, en zenden die alleen uit>>

$BB=2 \times 1750=3500\text{Hz}$

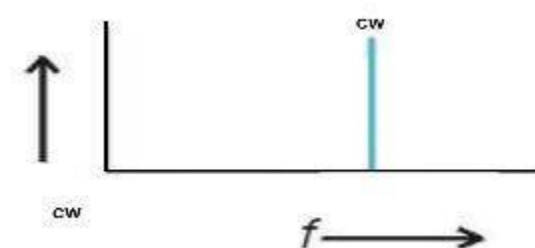
Als we 3KHz toon geven=moduleren ?

BB AM = 2 * x 3^{exp3} = 6KHz



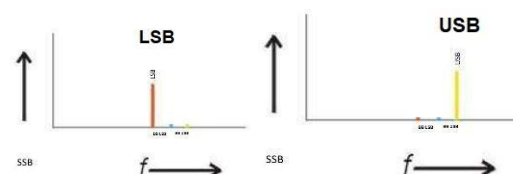
CW is zeer smalbandig.

BB CW = toon



BB SSB = f^{mod}

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



De bandbreedte(FM):

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

Eens zien:

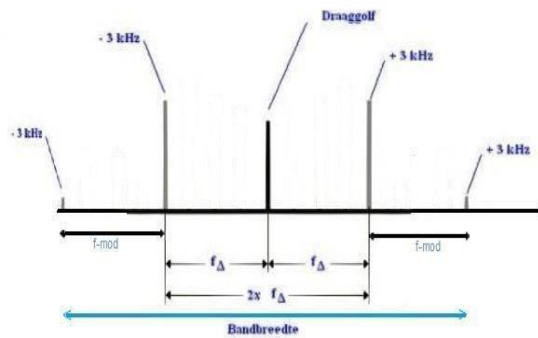
De ZWAAI $\Delta f = 3\text{KHz}$

Modulatie $f^{mod} = 3\text{KHz}$

BB FM = 2 x f^{mod} + 2 x Δf

BB FM is hier = 12KHz

1_08 Gemoduleerde signalen



De bandbreedte(FM):

In formule:

$$BB FM = 2 \times f^{mod} + 2 \times \Delta f$$

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

jj_01_08_008

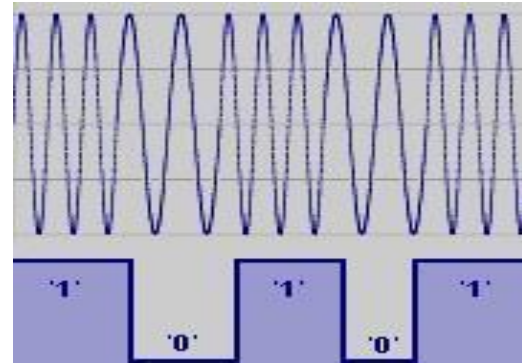
Digitale modulatievormen: FSK, 2PSK, en QAM.

FSK

= Frequency shift keying

= Frequentieverschuivingsmodulatie

Lijkt op FM modulatie



De draaggolffrequentie van een FSK-signaal wordt groter of kleiner door de beïnvloeding van data bits 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

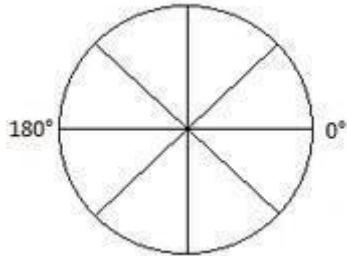
staat voor Phase Shift Keying.

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

1_08 Gemoduleerde signalen

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

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

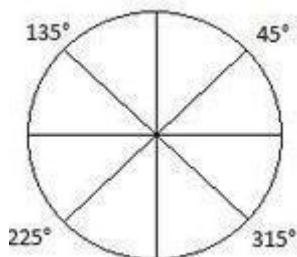


Door meerdere bits per klokcyclus te versturen, blijft de baud-rate hetzelfde maar verhoogt de bit-rate. Bijvoorbeeld bij 4-FSK = vier mogelijk toestanden per klokcyclus. (ERMES-protocol). De snelheid verdubbeld bij dezelfde baud-rate ten opzicht van 2-FSK (Flex, Pocsag).

4-PSK

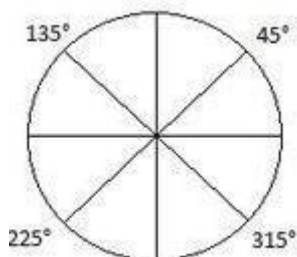
Kwadratuur PSK (QPSK) is gebaseerd op BPSK, hier gebruikt men 4 fasen: 45graden, 135graden, 225graden, 315graden.

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

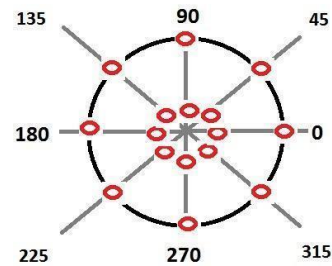


QAM

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