

Werkcollege 4: huiswerkopgaven

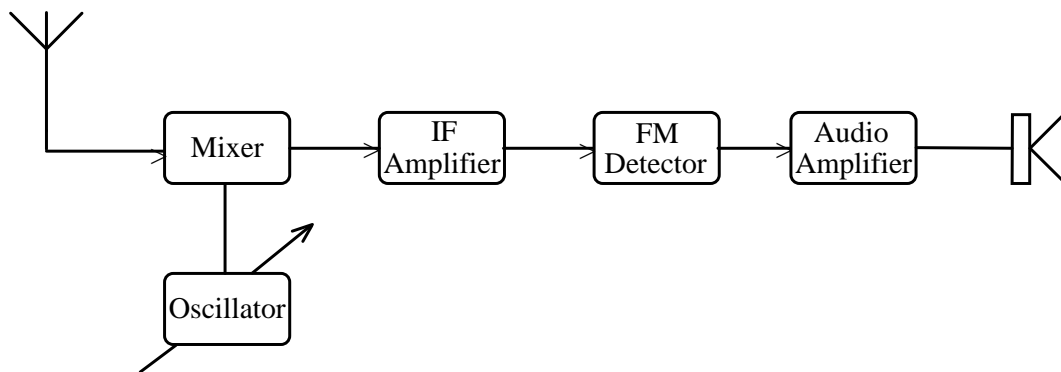
Hieronder volgen de huiswerkopgaven voor het 4e werkcollege Telecommunicatietechniek. Bij het werkcollege wordt verwacht dat je de stof tot dan toe goed hebt bestudeerd en deze opgaven vooraf thuis hebt proberen te maken.

Tijdens het werkcollege kun je verder werken aan de opgaven waar je niet bent uitgekomen. Tijdens de werkcolleges worden de antwoorden van de opgaven gegeven.

Opgave 1.

A super-heterodyne receiver is to be designed according to the following specifications:

- tunable from 100 - 120 MHz,
- oscillator frequency lower than the tuned frequency,
- the IF frequency is 8 MHz.

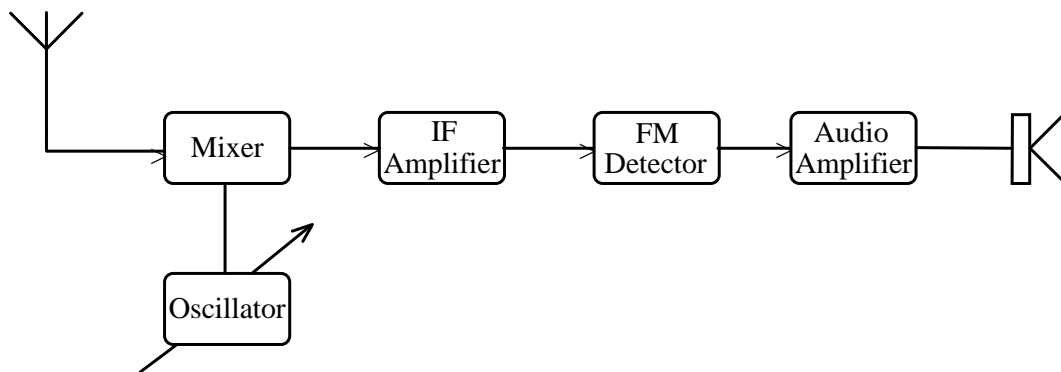


Figuur 1: Blokdiagram van de FM-ontvanger.

- Determine the required frequency range of the oscillator.
- Determine the band of image frequencies.
- What is the minimum IF frequency required in order to prevent any overlap between the tuning band and the image frequency band?
- Which image frequencies are relevant when the receiver is tuned to 114 MHz and the oscillator signal contains also a 2nd harmonic component of the basic frequency?

Opgave 2.

A super-heterodyne receiver for short-wave (HF) radio signals can be tuned in the frequency band from 0.5 - 30 MHz. The intermediate frequency (IF) is 40 MHz. The frequency of the local oscillator is chosen higher than the IF. Figure 1 shows a block diagram of the receiver.



Figuur 1: Block diagram of the HF-receiver.

- a. Determine the frequency range of the local oscillator such that the receiver can be tuned to every frequency in the band of 0.5 - 30 MHz.
- b. While tuning the receiver, quite unexpectedly, a station is received which actually is transmitting at 81.2 MHz.
 1. Indicate to which nominal frequency the HF-receiver is tuned.
 2. Explain the mechanism causing this phenomenon.
 3. How can this problem be solved?

- c. When we look at the frequency spectrum of the local oscillator, it appears that besides the basic frequency also a strong 3rd harmonic component is present. Determine the range of image frequencies of the receiver.
- d. Which measures (note: plural!) can be implemented to prevent the reception of signals on image frequencies as mentioned under c.?

Opgave 3

Een AM-zender wordt gemoduleerd met het signaal $m(t) = \mu x(t)$, met modulatie-index $\mu = 0.14$, en

$$x(t) = A \cos(2\pi \cdot 1000t) + B \cos(2\pi \cdot 3000t)$$

met $A = 1$ en $B = 2$.

- a. Bereken het percentage AM-modulatie.
- b. De amplitude van de ongemoduleerde draaggolf ($x(t) = 0$) bedraagt 300 V en de stralingsweerstand van de zendantenne is 50Ω .
Bereken het gemiddeld uitgezonden vermogen P_{gem} .
- c. Bereken het PEP (Peak Envelope Power) voor het uitgezonden signaal.
- d. Bereken de modulatie-efficiëntie $E = \frac{P_{zijbanden}}{P_{totaal}} \cdot 100\%$.
- e. Schets het vermogensdichtheidsspectrum van het uitgezonden signaal voor het frequentiegebied $f_c \pm 5$ kHz, zoals dit er op een **gecalibreerde** spectrumanalyser eruit zou zien, met de eenheid op de verticale as in [dBW].

Opgave 4

Een SSB-AM zender wordt gemoduleerd met:

$$m(t) = A_m [\cos(2\pi \cdot f_m t) + \cos(6\pi \cdot f_m t)]$$

waarbij $A_m = 2$. De draaggolfamplitude is $A_c = 150$ V, de zendfrequentie is f_c en het signaal wordt afgegeven aan een belastingsweerstand van 50Ω .

- a. Geef de volledige uitdrukking voor het uitgezonden signaal $s(t)$ indien USSB modulatie wordt toegepast.
- b. Bepaal de RMS (Root Mean Square) waarde van de amplitude van het SSB signaal $s(t)$.
- c. Bepaal de piekwaarde van de amplitude van het SSB signaal $s(t)$.
- d. Bereken het gemiddelde vermogen P_{gem} , en het piek-omhullende vermogen (PEP) in van het SSB signaal $s(t)$ dat aan de belastingsweerstand wordt afgegeven, in dBW.

Opgave 5

U hebt de volgende vijf lineaire modulatie technieken tot uw beschikking:

1. Amplitudemodulatie (AM)
2. Dubbelzijbandmodulatie met onderdrukte draaggolf (DSB-SC)
3. Enkelzijbandmodulatie (SSB)
4. Frequentiemodulatie (FM)
5. Fasemodulatie (PM)

Welke modulatie techniek(en) is/zijn de beste keuze indien aan een communicatiesysteem de volgende eisen wordengesteld:

- a. De beschikbare bandbreedte en vermogen zijn beperkt.
- b. Bandbreedte en vermogen zijn geen probleem, echter het ligt in de verwachting dat er veel ontvangers verkocht zullen worden.
- c. In de zender wordt een niet-lineaire klasse-C vermogensversterker toegepast.
- d. In dezelfde bandbreedte als nodig voor het AM-signaal wil men een veel betere vermogensefficiëntie halen.