

CHALLENGE II

“Roger, copy that”

SITUATIE:

Yes, we zijn binnen! Nu is het zaak om zo snel mogelijk te achterhalen waar het virus zich bevindt in de bunker. Hiervoor moet de communicatie tussen de terroristen worden afgeluisterd. Ook kun je waardevolle informatie verkrijgen over waar de bewakers zich bevinden. De computer laat zien dat er een sterk signaal is op meerdere frequenties. De taak aan jullie is om er achter te komen welke frequenties er door de schurken gebruikt worden.

DOEL:

In deze opdracht leer je principes en formules over het zenden en ontvangen van radiogolven toe te passen in de praktijk. Ook word je geïntroduceerd met wat basiskennis over EM-golven.

THEORIE:

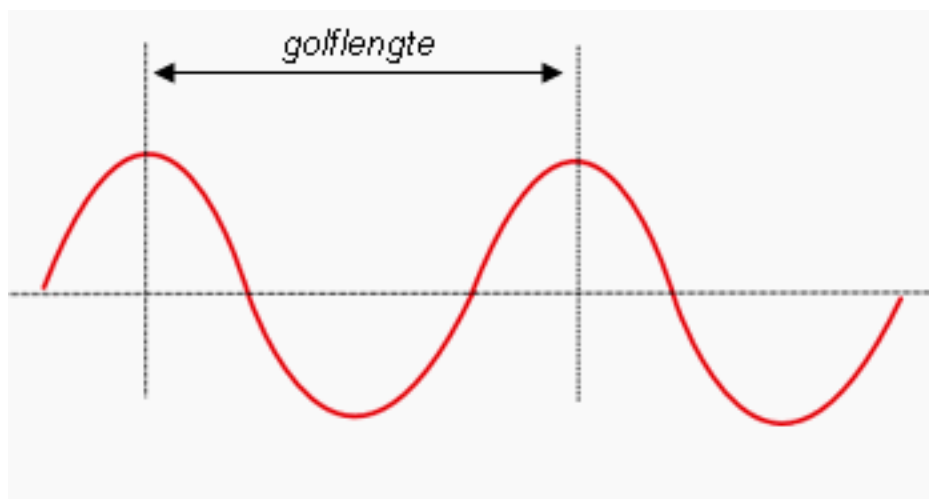
De volgende natuurkundige begrippen en formules kunnen je wellicht een stapje verder helpen. Gebruik internet en de BiNaS om meer te weten te komen over deze grootheden.

Grootheid	Symbol (eenheid)	Formules
frequentie	f (Hz)	$\lambda = c/f$
golflengte	λ (m)	$u(t) = A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$
lichtsnelheid	c (m/s)	$s(t) = u(t) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot d \cdot t)$
soortelijke warmte	c (J kg ⁻¹ K ⁻¹)	$\cos(a) \cdot \cos(b) = \frac{1}{2} \cdot (\cos(a-b) + \cos(a+b))$

Een radiozender zendt elektromagnetische (EM) straling uit. Deze straling, waar onder andere licht en röntgenstraling ook onder vallen, is een golf dat met de lichtsnelheid reist. De lichtsnelheid is een constante die te vinden is in BiNaS.

De trillingstijd T is de tijd die het duurt voordat één periode gepasseerd is. De frequentie van een golf is 1/T, de eenheid hiervan is Hertz (Hz = 1/s)

De golflengte van een golf is hoeveel afstand deze aflegt in één trillingstijd.





CHALLENGE II

De golf reist met de lichtsnelheid, dus de afstand die een golf kan afleggen in één trillingstijd is $c \cdot T = c/f$. Deze golflengte duidt men aan met de letter λ .

Een zender werkt op twee golven, de ene golf is het signaal (uit de microfoon) en kan wiskundig beschreven worden als:

$$u(t) = A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_u \cdot t)$$

waarin A de amplitude (sterkte) van het signaal is, f de frequentie en t de tijd in seconden. Dit is de informatie die je wilt versturen. Dit is een lage frequentie (20-20000 Hz)

Het tweede signaal is de zogeheten **draaggolf** en dit is een hoge frequentie (tussen de 10^5 en 10^{10} Hz). Dit is het "kanaal" waarop de informatie wordt weggezonden.

$$d(t) = \cos(2 \cdot \pi \cdot f_d \cdot t)$$

Het uiteindelijke signaal is een vermenigvuldiging van de twee eerder genoemde signalen

$$s(t) = u(t) \cdot d(t) = A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_u \cdot t) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_d \cdot t)$$

Gebruik makend van de regel $\cos(a) \cdot \cos(b) = \frac{1}{2} \cdot (\cos(a-b) + \cos(a+b))$ kun je zien dat dit resulteert in twee golven die bij elkaar opgeteld zijn

$$s(t) = A/2 \cdot (\cos(2 \cdot \pi \cdot (f_u - f_d) \cdot t) + \cos(2 \cdot \pi \cdot (f_u + f_d) \cdot t))$$

OPDRACHT:

De vijf zendfrequenties (draaggolven) die sterk aanwezig zijn rondom de basis zijn

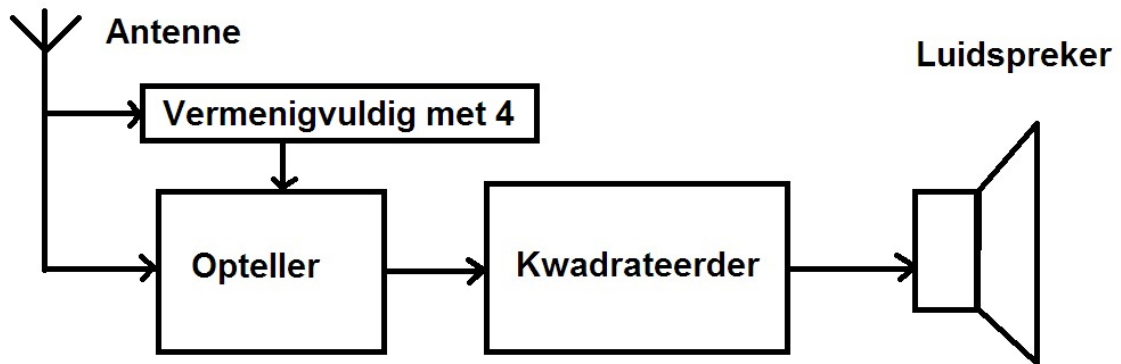
- 283 kHz
- 92,6 MHz
- 383 MHz
- 1,12 GHz
- 3,42 GHz

Te zien aan de walkie-talkies van de bewakers is de antenne tussen de 25 en 30 cm. Zoek uit op welke frequentie de bewakers communiceren!

Ontwerp ook een ontvanger om de bewakers af te luisteren. Dit ontwerp is een blokschema dat er misschien uitziet zoals de onderstaande afbeelding. Het blokschema bevat sowieso een antenne en een luidspreker. Daarnaast zijn verschillende andere blokken mogelijk, zoals bijvoorbeeld een mixer (vermenigvuldiger van twee signalen), versterker (vermenigvuldiging met een factor), filter (blokkeer sommige frequenties), opteller (telt twee signalen op). Direct delen door de draaggolf is niet mogelijk, aangezien de draaggolf op verschillende tijdstippen nul is en delen door nul is niet mogelijk. Uiteindelijk moet op de luidspreker het originele signaal ($A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_u \cdot t)$) weer te horen zijn. (de onderstaande afbeelding is niet een werkende ontvanger, maar laat meer zien hoe een blokschema werkt.)

Maak gebruik van het internet of andere bronnen, zoals boeken uit de bibliotheek (hobby-boeken over radio's kunnen van pas komen)

CHALLENGE II



PRESENTATIE:

Tijdens de volgende les presenteer je je ontwerp en leg je aan je klasgenoten uit op welke theorieën en formules jouw opstelling is gebaseerd. Houd hierbij rekening met de kennis van de rest van de klas; zij weten hierover misschien niet zo veel als jullie. Toon hierbij je blokschema en licht de individuele componenten toe.