

Toetsstof havo 5 et3 volgens PTA:

Opgaven en uitwerkingen vind je op www.agtijmensen.nl

havo5 h1: Signaalverwerking

havo5 h2: Trillingen en golven

Opgave 1 Elektrische waterkoker

Een waterkoker slaat automatisch af als het water een temperatuur bereikt van $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

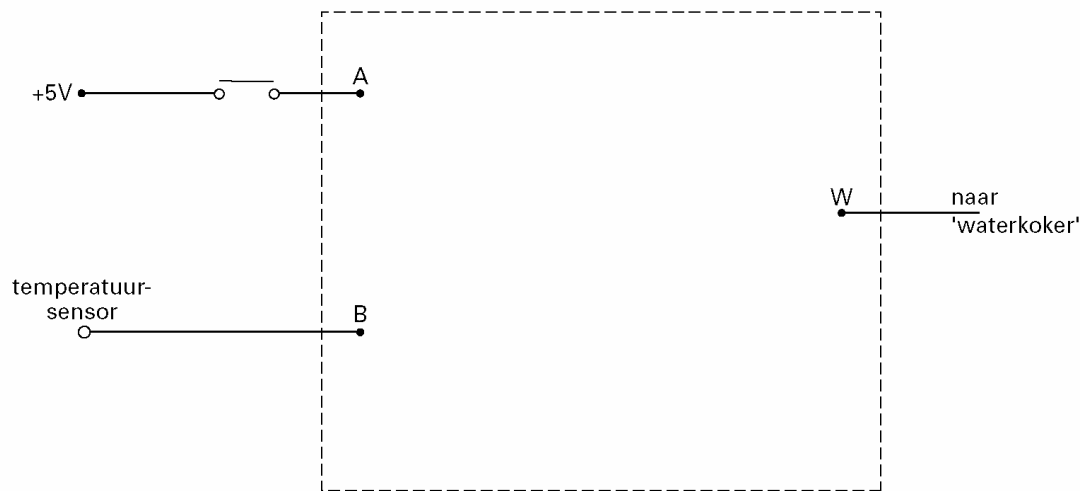
Joop wil het automatisch afslaan van de waterkoker nabootsen op een systeembord.

De schakeling die hij bouwt, moet voldoen aan de volgende twee eisen:

- De 'waterkoker' wordt aangezet door de drukschakelaar even in te drukken. Daardoor wordt het signaal bij A eventjes hoog.
- De 'waterkoker' slaat af als de temperatuursensor een temperatuur van $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ voelt.

In figuur 1 zijn de drukschakelaar en temperatuursensor al getekend. Als de temperatuur stijgt, neemt de uitgangsspanning van de temperatuursensor toe. De 'waterkoker' is aan als het signaal bij punt W hoog is. De 'waterkoker' is uit als het signaal bij W laag is.

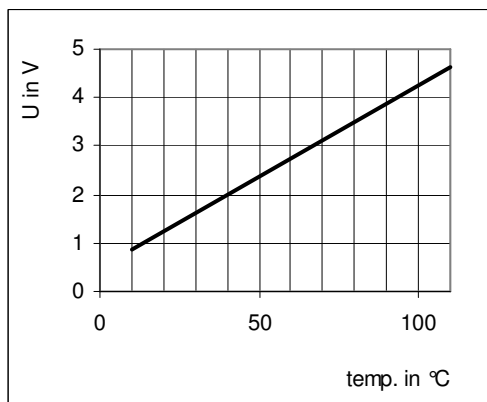
figuur 1



4p 1 Teken in de rechthoek in figuur 1 de ontbrekende componenten en verbindingdraden.

Bij de gebruikte temperatuursensor hoort de ijkgrafiek van figuur 2.

figuur 2



4p 2 Bepaal de gevoeligheid van de sensor.

De temperatuur van de sensor stijgt met 10°C .

4p 3 Bereken de toename van de sensorspanning zo nauwkeurig mogelijk.

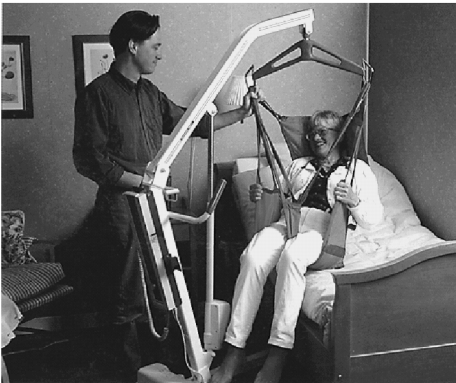
Ankie heeft het verband tussen de temperatuur en de sensorspanning onderzocht. Haar resultaat staat in figuur 2.

4p 4 Geef het antwoord op de onderzoeksvraag.

Opgave 2 Patiëntenlift (Havo ce)

Om patiënten op te tillen, kan een patiëntenlift worden gebruikt. Zie figuur 7.

figuur 7



De lift tilt een patiënt omhoog. In de patiëntenlift zit een elektromotor die op een oplaadbare accu werkt.

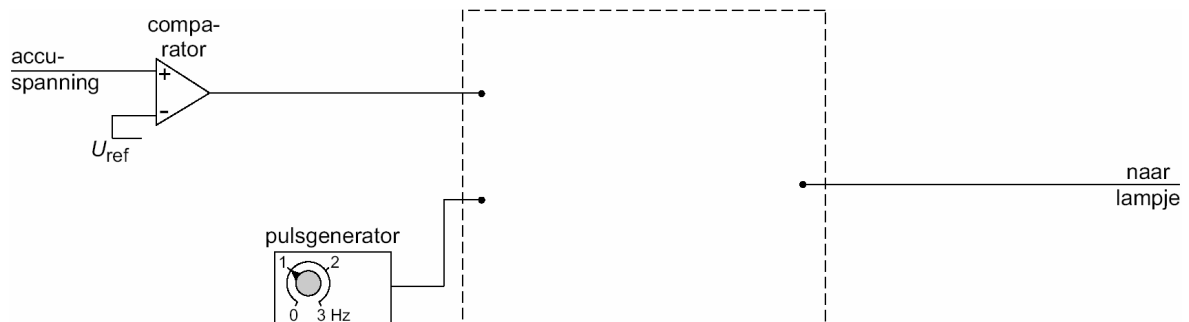
Als de accu leeg raakt, wordt de spanning tussen de polen van de accu kleiner.

Wanneer deze spanning onder een bepaalde waarde komt, moet er automatisch een waarschuwingslampje gaan knipperen.

In figuur 10 is een begin gemaakt met de schakeling die daar voor zorgt.

3p 5 Teken in de rechthoek in de figuur de ontbrekende verwerkers en verbindingen.

figuur 10



Vanaf het moment dat het waarschuwingslampje begint te knipperen, kan de patiëntenlift nog even worden gebruikt om het tillen te voltooien. Daarna stopt de lift.

Om dit automatisch te laten gebeuren, is de schakeling uitgebreid. Zie figuur 11.

Om de lift te laten werken, moet de bedieningsknop steeds zijn ingedrukt.

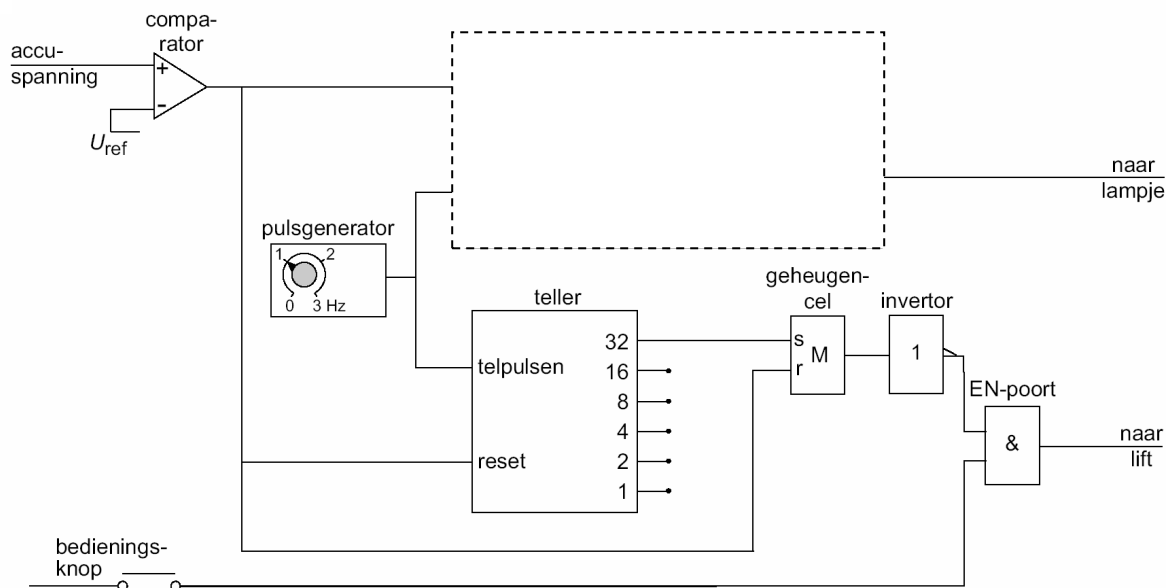
De schakeling is zo ontworpen dat aan de volgende eisen is voldaan:

- Wanneer de accuspanning kleiner wordt dan U_{ref} begint het lampje te knipperen. Daarvoor zorgt het bovenste deel van de schakeling. (Voor het vervolg van deze vraag is het niet van belang of je in de grijze rechthoek de juiste verwerkers hebt aangebracht.)
- Wanneer het lampje begint te knipperen, kan de lift nog 32 seconde doorgaan met tillen.
- Wanneer het lampje 32 seconde heeft geknipperd, stopt de patiëntenlift, zelfs als de bedieningsknop is ingedrukt.
- Wanneer de accu is opgeladen, werkt de lift weer normaal.

5p 6 Leg met behulp van de signalen op de in- en uitgang van de verwerkers buiten de gestippelde rechthoek uit dat:

- de lift stopt wanneer de teller op 32 staat,
- de lift weer normaal werkt wanneer de accu is opgeladen.

figuur 11



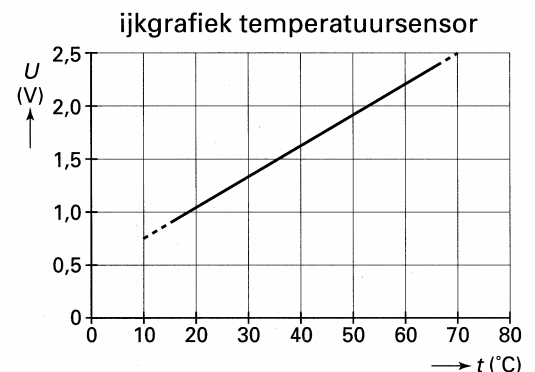
Opgave 3. Elektromotor

Jaap doet onderzoek aan een kleine elektromotor.

Om te voorkomen dat de motor doorbrandt, bouwt Jaap een automatisch systeem. Daartoe plakt hij een temperatuursensor op de motor. In figuur 3 staat de ijkgrafiek van deze sensor.

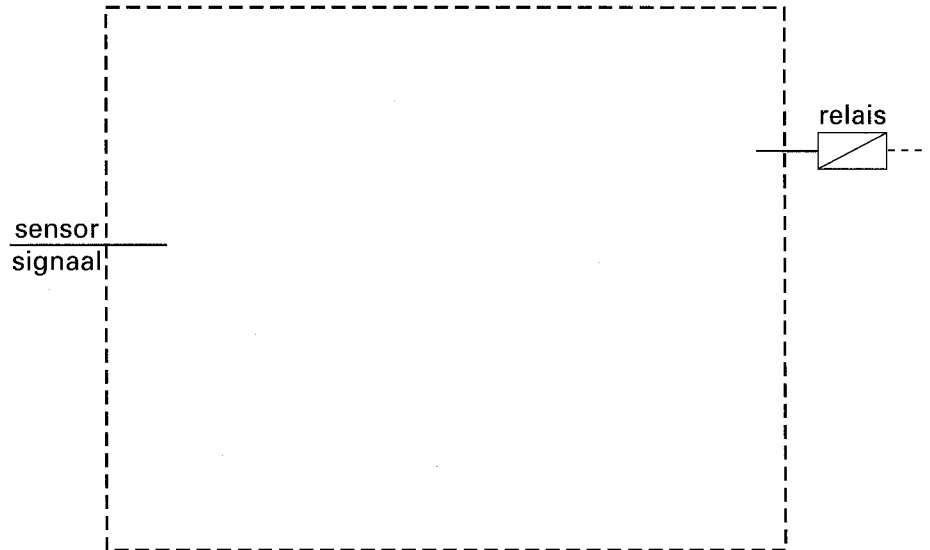
Hij gebruikt verder een relais en een aantal verwerkers. De motor is alleen ingeschakeld als het relais een hoog signaal krijgt. Het systeem zorgt ervoor dat de stroom verbroken wordt als de temperatuur van de motor hoger is dan $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Als de temperatuur gedaald is tot $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ begint de motor weer te lopen.

figuur 3



5p 7 Analyseer het probleem: Geef aan waaruit blijkt dat je een bepaalde verwerker moet gebruiken.

5p 8 Teken in de rechthoek hier onder op de bijlage de ontbrekende verwerkers en hun verbindingen. Noteer bij gebruik van een comparator ook de gewenste referentiespanning. bijlage:



3p 9 Maak een waarheidstabel voor alle gebruikte binaire in- en uitgangen als de motor voor het eerst ingeschakeld wordt waarbij de temperatuur $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ is. Je hebt niet perse alle hokjes hieronder nodig. Je kunt ook 0 of 1 in de schakeling zetten.

Opgave 4. Temperatuursensor

Een temperatuursensor heeft drie aansluitingen. Aan elke aansluiting is een aansluitdraad met een andere kleur bevestigd. Zie figuur 2.

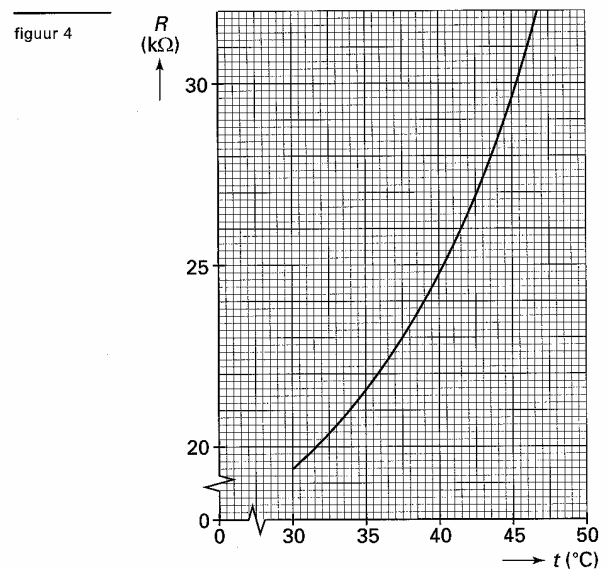
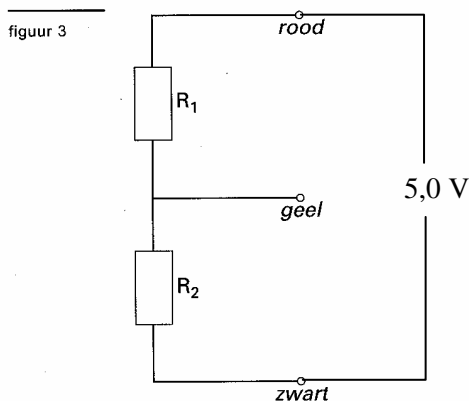
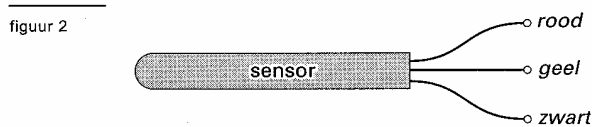
In de sensor bevinden zich een temperatuuronafhankelijke weerstand R_1 .

Zie figuur 3.

De waarden van de weerstanden van de temperatuursensor worden nauwkeurig gemeten. R_1 heeft een waarde van $47,0 \text{ k}\Omega$. Van R_2 is de weerstand als functie van de temperatuur weergegeven in figuur 4.

De rode draad wordt aangesloten op $+5,0 \text{ V}$, de zwarte wordt geaard.

De sensorspanning is de spanning tussen de gele en de zwarte draad.



4p 10 Bepaal de sensorspanning bij een temperatuur van 36 C .

Opgave 5. De stemvork.

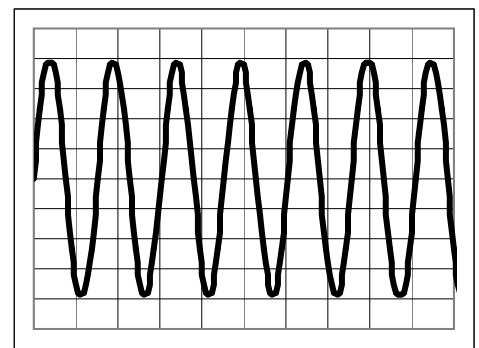
Een benen van een stemvork trillen met 440 Hz . Het geluid is weergegeven op de oscilloscoop. Zie figuur 5.

11 . Leg uit hoe je dat doet.

12 . Bepaal de tijdbasis.

Je wilt voor deze stemvork een klankkast maken. Er treedt resonantie op als de luchtkolom in de klankkast een eigenfrequentie heeft van 440 Hz . De temperatuur is $20 \text{ }^\circ\text{C}$, dat is 293 K .

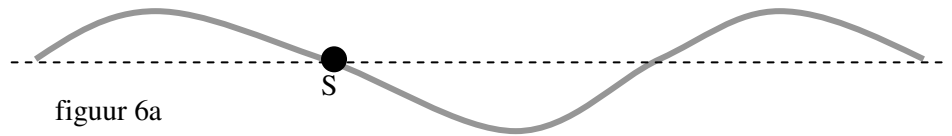
12b . Bereken de lengte van deze klankkast.



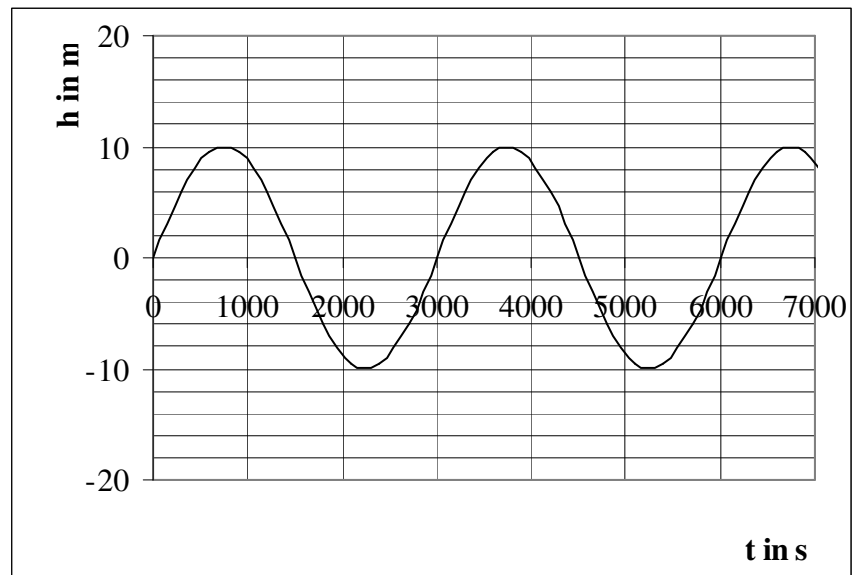
figuur 5

Opgave 6. De Tsunami bij een aardbeving onder zee.

Bij een onderzeese aardbeving ontstaan er op zee enorme golven die voortbewegen met 120 km/h. In figuur 6a is de afstand van top tot top 100 km.



- 13 . Bereken met deze gegevens de periode.
 14 . Waarom merkt een schip helemaal niets van deze golf?
 15 . De golven in figuur 6a bewegen naar rechts. Leg uit welke kant het schip S op beweegt.
 16 . In figuur 6b is vanaf een bepaald tijdstip de verticale positie van het schip weergegeven. Bepaal de grootste snelheid waarmee het schip omhoog gaat.



figuur 6b

- 17 . Door het lichte deinen van het schip gaat een last van 150 kg aan een 10,0 m lange kabel een beetje heen en weer slingeren. Bereken de periode van deze beweging.

Opgave 7. De gitaar.

De a-snaar van een gitaar brengt de grondtoon van 440 Hz voort en is 70,0 cm lang.

18. Bereken de voortplantingssnelheid van de golven in deze snaar.

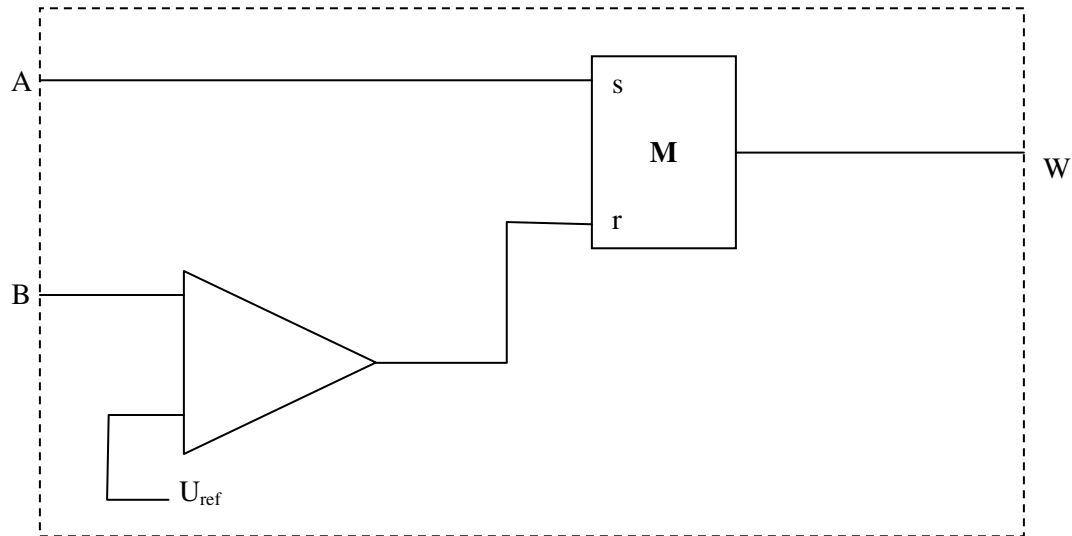
De a-snaar brengt ook boventonen voort.

19. Teken de snaar als deze uitsluitend zijn tweede boventoon zou voortbrengen.
 20. Bereken de frequentie van deze boventoon.
 21. Leg uit dat twee trillingsbronnen in één punt stilte kunnen voortbrengen. Bij je uitleg moet ook aangegeven worden waar dat punt moet liggen ten opzichte van beide trillingsbronnen.

----- **Einde opgaven** -----

Uitwerkingenopgave 1

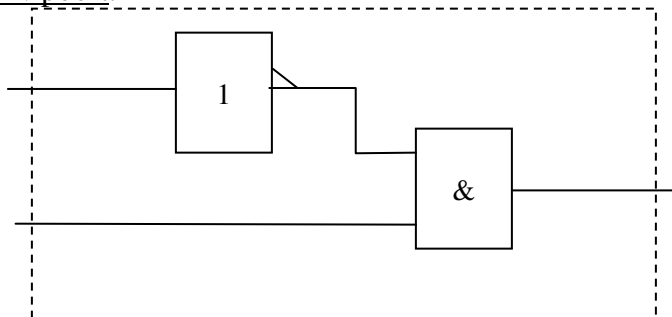
- Als je op de schakelaar drukt moet de waterketel aanblijven dus een geheugencel setten.
Achter een sensor moet eerst een comparator.
Als het te heet wordt moet de ketel uit dus M resetten.



- Gevoeligheid = $rc = \Delta U / \Delta \text{temp} = (4,7 - 1,0) \text{V} / (110 - 10)^\circ\text{C} = \mathbf{0,037 \text{ V}/^\circ\text{C}}$
- De spanning stijgt 0,037 V per graad.
Bij 10°C stijging neemt de sensorspanning dus toe met $10 \cdot 0,037 = 0,37 \text{ V}$
- Het verband tussen de sensorspanning en de temperatuur is lineair.

Opgave 2

- Analyse: Als de accu (bijna) leeg is heb je een laag signaal en bij actie is een hoog signaal nodig dus een inverter.
Het lampje moet branden als de pulsgenerator een signaal geeft EN als de inverter hoog is dus een EN-poort.



- Als de teller op 32 staat wordt de geheugencel geset (uitgang) en geeft de inverter een laag signaal.
De &-poort geeft dus een laag signaal. De lift stopt
- Als de accu weer is opgeladen geeft de comparator een hoog signaal waardoor teller en geheugencel gereset worden. De inverter geeft een hoog signaal.

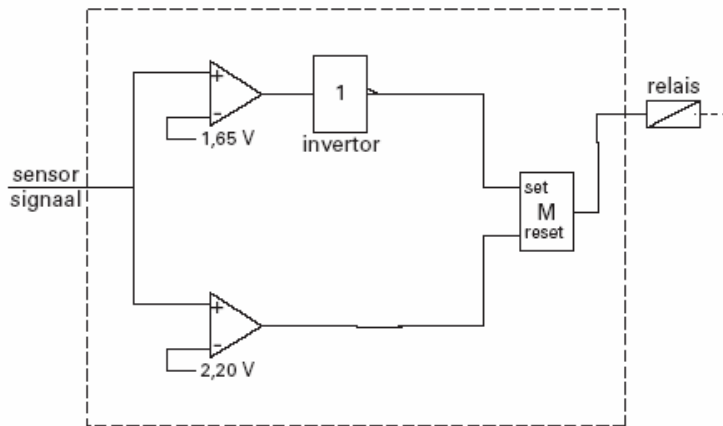
Als je nu op de bedieningsknop drukt geeft de &-poort een hoog signaal dus de lift werkt weer.

Uitwerking Opgave 3. Elektromotor

- 7 Als $t < 40^\circ$ (vergelijken) comparator 1 ($U_{ref} = 1,65 \text{ V}$ afgelezen in ijkgrafiek)
 Als $t > 60^\circ$ (vergelijken) comparator 2 ($U_{ref} = 2,20 \text{ V}$ afgelezen in ijkgrafiek)
 Onthouden dat $t > 60^\circ \text{ C}$ is geweest dus een geheugencel.
 Actie (motor aan) dus hoog signaal nodig maar als $t < 40^\circ \text{ C}$ is sensorsignaal laag dus inverter.

Maximumscore 5

- 8 voorbeeld van een antwoord:



- aansluiten van de temperatuursensor op twee comparators 1
- bepalen van de referentiespanningen op 1,65 V en 2,20 V (met een marge van 0,05 V) 1
- gebruik van een inverter na de comparator die bij 40 °C hoort 1
- inzicht dat een geheugencel gebruikt moet worden 1
- completeren van de schakeling 1

Opmerking

Als door extra verbindingen of verwerkers een niet-werkende schakeling is getekend: maximaal 3 punten mits de referentiespanningen juist zijn.

- 9 De bovenste comparator hierboven is C_1 , de onderste C_2 .
 $t = 20^\circ$ dus $U_{sensor} = 1,05 \text{ V}$

C_1 uit	inverter uit	C_2 uit	M-set	M-reset	M_{uit}
0	1	0	1	0	1

Uitwerking Opgave 4.**Maximumscore 4**

- 10 uitkomst: De sensorspanning is 1,6 V.

voorbeeld van een bepaling:

Bij 36 °C geldt $R_2 = 22,1 \text{ k}\Omega$. Dus $R = R_1 + R_2 = 47,0 + 22,1 = 69,1 \text{ k}\Omega$.

Dan is $I = \frac{5,0}{69,1 \cdot 10^3} = 7,24 \cdot 10^{-5} \text{ A}$. Dus $U_2 = 7,24 \cdot 10^{-5} \cdot 22,1 \cdot 10^3 = 1,6 \text{ V}$.

- | | |
|---|----------|
| • aflezen van R_2 bij 36 °C (met een marge van 0,1 k Ω) | <u>1</u> |
| • berekenen van $R_1 + R_2$ | <u>1</u> |
| • berekenen van I | <u>1</u> |
| • completeren van de bepaling | <u>1</u> |

Opgave 5. De stemvork.

11. Sluit een microfoon aan op de oscilloscoop. Sla de stemvork aan en houd de microfoon er bij. Stel de tijdbasis zo in dat er een geschikt aantal perioden te zien is.

12. Periode $T = 1/f = 1/440 = 0,0002273 \text{ s}$.

Lees af op het scherm: 6 periodes duren 9,1 hokjes (divisions).

$6 \cdot 0,0002273 \text{ s} = 9,1 \text{ div} \rightarrow$

$1 \text{ div} = 0,0014985 \text{ s} = 1,50 \text{ ms}$.

De tijdbasis is 1,50 ms/div

12b. $f = 440 \text{ Hz}$ en $v = 343 \text{ m/s}$ (geluidssnelheid, zie BINAS).

Voor een luchtkolom, aan één kant afgesloten, geldt: $l = (2n-1) \cdot 1/4\lambda$

Opl.: $v = f \cdot \lambda$ dus $\lambda = v/f = 343/440 = \underline{0,7795 \text{ m}}$

Bij de grondtoon is $n=1$ dus $l = (2 \cdot 1 - 1) \cdot 1/4 \cdot 0,7795 = \underline{0,195 \text{ m}}$

Opgave 6. De Tsunami bij een aardbeving onder zee.**13.**Geg.: $v = 120 \text{ km/h} = 33,3 \text{ m/s}$, golflengte λ (top tot top) = $100 \text{ km} = 100 \cdot 10^3 \text{ m}$.

Gevr.: T

Opl/: $\lambda = v \cdot T \rightarrow 100 \cdot 10^3 = 33,3 \cdot T \rightarrow \underline{T = 3,0 \cdot 10^3 \text{ s}}$ **14.**

Het schip stijgt en daalt in 3000 s, dat is 50 minuten. Je merkt niet dat je in 50 minuten bijvoorbeeld 15 m daalt of stijgt.

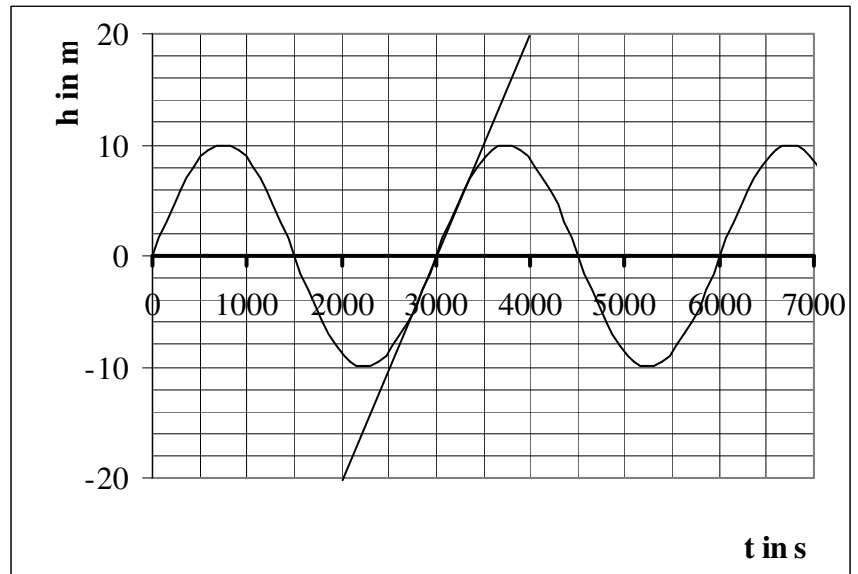
15.

Er komt een berg van links dus het schip gaat omhoog.

16.

Uit de afstand-tijd grafiek bepaal je de snelheid met de r.c. van de raaklijn.

- Teken de raaklijn in het steilste punt

- $v = rc = (20 - (-20))\text{m}/(4000 - 2000)\text{s} = \underline{0,020 \text{ m/s}}$ 

figuur 6b

17.Geg.: $l = 10,0 \text{ m}$ en $m = 100 \text{ kg}$

Gevr.: T

Opl.: BINAS slinger: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ Alles invullen: $T = 2\pi\sqrt{\frac{10,0}{9,81}} = 6,34 \text{ s}$

N.B.: De massa komt in de formule niet voor dus die doet er niet toe.

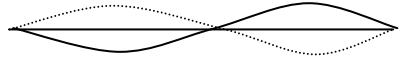
Opgave 7. De gitaar.**18.**Geg.: $f = 440 \text{ Hz}$, $l = 70,0 \text{ cm} = 0,700 \text{ m}$ en $n=1$ (grondtoon)Gebr.: v Opl.: BINAS snaar/koord: $l = n \cdot \frac{1}{2} \cdot \lambda$ In de grondtoestand is $n = 1$ dus $l = 1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \lambda$ Zie tekening:

$$\rightarrow 0,70 = 1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \lambda \rightarrow \lambda = 1,40 \text{ m}$$

$$\text{BINAS: } v = f \cdot \lambda = 440 \cdot 1,40 = \underline{616 \text{ m/s}}$$

**19.**Hiernaast zijn de trillingsvormen geschets bij de grondtoon ($n=1$), de eerste boventoon ($n=2$) en de tweede boventoon ($n=3$):

De onderste figuur is de gevraagde.

**20.**Geg.: $v = 616 \text{ m/s}$, $l = 70,0 \text{ cm} = 0,700 \text{ m}$ en $n=3$ (tweede boventoon)Gebr.: f Opl.: BINAS snaar/koord: $l = n \cdot \frac{1}{2} \cdot \lambda$ $n = 3$ dus $l = 3 \cdot \frac{1}{2} \cdot \lambda$ Zie tekening:

$$\rightarrow 0,70 = 3 \cdot \frac{1}{2} \cdot \lambda \rightarrow \lambda = 0,4667 \text{ m}$$

$$\text{BINAS: } v = f \cdot \lambda \rightarrow 616 = f \cdot 0,4667 \rightarrow f = 1320 = 1,32 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

**21.** Als in één punt (P) twee golven (uit punt T_1 en T_2) aankomen en er in P een dal uit T_1 aankomt en een berg uit T_2 (of omgekeerd . . .) dan zal P niet gaan trillen.Dat doet zich voor als PT_1 een halve golflengte ($\frac{1}{2}\lambda$) langer (of korter) is dan PT_2 . Of $1\frac{1}{2}\lambda$, $2\frac{1}{2}\lambda$ enz.Korter gezeg: Als het wegverschil $PT_1 - PT_2 = \frac{1}{2}\lambda$, $1\frac{1}{2}\lambda$, $2\frac{1}{2}\lambda$ enz.----- **Einde uitwerking opgaven** -----