

mbo

Signaal 3

Wisselspanning

TECHNIEKSTAD



COLOFON

©2019 Kenteq, Hilversum

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand dan wel openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Kenteq
Postbus 81
1200 AB Hilversum

info@techniekstad.nl

Inhoudsopgave

1	Oscilloscoop	5
1.1	Oscilloscoop	6
1.2	Periodetijd	15
1.3	Frequentie	15
1.4	Toongenerator	16
1.5	Samenvatting	21
1.6	Antwoorden	23
2	Digitale oscilloscoop	25
2.1	Basisfunctie oscilloscoop	26
2.2	Typen digitale oscilloscopen	26
2.3	Basis elementen van een digitale scoop	29
2.4	Samenvatting	38
2.5	Antwoorden	38
3	Magnetisme	39
3.1	Magnetisch veld	40
3.2	Magnetisme	43
3.3	Elektromagnetisme	45
3.4	Samenvatting	54
3.5	Antwoorden	57
4	Wisselspanningsgenerator	61
4.1	Inductiespanning	61
4.2	Generatorprincipe - winding in een magnetisch veld	63
4.3	Frequentie en periodetijd	68
4.4	Samenvatting	71
4.5	Antwoorden	73
5	Wisselspanningen	75
5.1	Sinusvormige wisselspanning of -stroom	75
5.2	Momentele waarde	76
5.3	Gemiddelde waarde	76
5.4	Effectieve waarde	78
5.5	Ohmse belasting	84
5.6	Samenvatting	96
5.7	Antwoorden	97
6	Vragen	101
6.1	Vragen Oscilloscoop	101
6.2	Vragen Digitale oscilloscoop	104
6.3	Vragen Wisselspanningsgenerator	105

INZELLE

1 Oscilloscoop

Inleiding

De oscilloscoop is een instrument, waarmee spanningsverloop zichtbaar kan worden gemaakt. In deze leerstof zien we hoe we de oscilloscoop op de juiste manier gebruiken. We bekijken waar alle knoppen voor dienen. De oscilloscoop laat beelden of grafieken zien die in een assenstelsel beschreven zijn. We gaan daarom ook verder met grafieken. De x- en y-as spelen bij de oscilloscoop een belangrijke rol.

In de beroepspraktijk zullen de meeste monteurs dit instrument nooit tegenkomen. Voornamelijk elektronikamonteurs werken ermee. Toch is kennis van de oscilloscoop voor alle monteurs belangrijk. Het maakt een aantal onderwerpen die te maken met wisselspanning, zoals amplitude, frequentie en periodetijd meer inzichtelijk.

Tegenwoordig gebruikt men een digitale oscilloscoop of -scoop. Het voordeel daarvan is dat je beelden kunt opslaan voor verder onderzoek. Het maakt een aantal onderwerpen die te maken met spanningsvariaties zoals amplitude, frequentie en periodetijd meer inzichtelijk.

Leerdoelen

Je kunt:

- aangeven wat een oscilloscoop is en wat je ermee kunt doen
- het verschil aangeven tussen analoge en digitale een enkel- en een meer kanlen oscilloscoop
- aangeven wat de functie van de volgende bedieningsknoppen is:
 - TIME/DIV
 - V/DIV
 - AC/DC

En verder:

- Focus
- Intens
- X-shift, Y-shift

Je kunt de instellingen van een oscilloscoop gebruiken om spanning, frequentie en periodetijd te berekenen.

1.1 Oscilloscoop

We praten over een oscilloscoop korter als gewoon een scoop.

Bij meetinstrumenten wordt de gemeten waarde aangegeven door de uitslag van de wijzer of door een getal op het display. Het beeld van de oscilloscoop laat zien hoe de spanning op het meetpunt in de tijd verloopt.

Een goed alternatief voor het werken op locatie is de scoopmeter.



Oscilloscoop



Een scoopmeter kan spanningvormen zichtbaar maken



Met een scoopmeter op locatie werken



De scoopmeter is compact

Op een oscilloscoop met een elektronenstraalbuis zie je het scherm en een aantal instelknoppen. Het type oscilloscoop dat je hier ziet is een zogenaamde dubbelstraalsoscilloscoop: op het scherm kun je twee spanningen tegelijkertijd zichtbaar maken. Aan de voorkant is zo'n dubbelstraalsoscilloscoop te herkennen aan twee instelknoppen V/DIV. Boven de linker staat Y_A en boven de rechter staat Y_B . Dit in tegenstelling tot een enkelstraalsoscilloscoop. Hierop kan slechts één spanning tegelijk zichtbaar worden gemaakt. Je treft op zo'n soort oscilloscoop één instelknop V/DIV aan.



Vooraanzicht van een oscilloscoop

De functie van de belangrijkste instelknoppen zie je hierna:

- Intens: helderheid van de grafiek
- Focus: de scherpte van de grafiek
- X-position: beeld naar links of rechts verschuiven (horizontale verschuiving)
- Y-position: beeld omhoog of omlaag verschuiven (verticale verschuiving)
- TIME/DIV: geeft aan hoeveel tijd ieder vakje (division) duurt
- V/DIV: geeft aan met hoeveel volt ieder vakje (division) overeenkomt
- AC/DC: blokkeert de gelijkspanning of gelijkspanningscomponent (in de stand AC) of laat zowel gelijk- als wisselspanning door (in de stand DC).

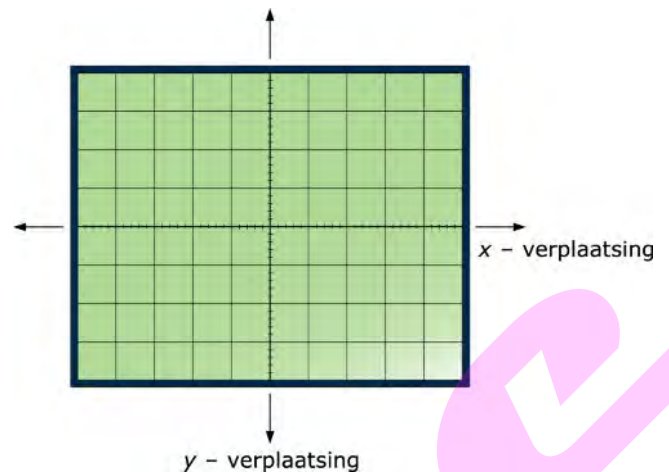
Schermraster

Voor het scherm van een oscilloscoop bevindt zich een raster. Zo'n raster doet sterk denken aan een grafiek of het assenstelsel.

Bij grafieken zijn we gewend de grootheden uit te zetten langs de horizontale en de verticale as. De horizontale as geven we ook vaak aan als de x-as en de verticale as geven we dan aan als de y-as.

Ook bij een oscilloscoop geven we de horizontale verplaatsing aan met X en de verticale verplaatsing met Y.

Om de plaats van de lichtstip op het scherm te wijzigen zijn op elke oscilloscoop twee knoppen aanwezig. De naam van deze knoppen wil nogal eens verschillen. Zo vinden we bijvoorbeeld 'X-SHIFT' en 'Y-SHIFT' of ook wel 'X-POSITION' en 'Y-POSITION', of ook wel 'X-OFF' en 'Y-OFF'. 'OFF' komt van offset (Engels voor het met een vaste waarde verschuiven of compenseren).



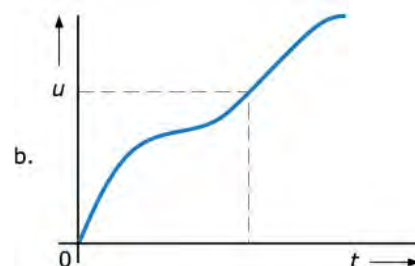
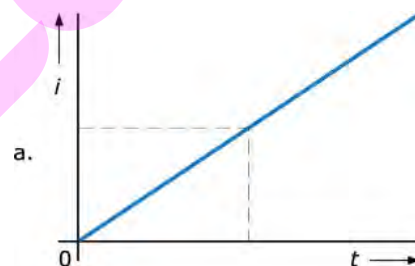
Schermraster van een oscilloscoop

Oscilloscoop als grafiekschrijver

We weten nu:

- Hoe we een scherpe lichtstip op het scherm kunnen krijgen.
- Hoe we die lichtstip in de X-richting en in de Y-richting over het scherm kunnen bewegen.

Dit geeft ons de mogelijkheid grafieken op het scherm te laten verschijnen. We zetten immers in een grafiek een grootte verticaal en de andere grootte horizontaal uit.



Grootheden verticaal en horizontaal in grafieken uitgezet

In de elektronica zijn we geïnteresseerd in het verloop van een spanning van moment tot moment. Dit verloop wordt dan vaak getekend in een grafiek die het verband tussen spanning en tijd weergeeft.

Bij het tekenen van grafieken voor natuurkundige verschijnselen is het gebruikelijk om langs de horizontale x-as de tijd uit te zetten.

TIME/DIV schakelaar

Ook op het scherm van de oscilloscoop wordt de horizontale as gebruikt als tijdas. In de oscilloscoop zit een tijdbasisschakeling die ervoor zorgt dat de stip met een constante snelheid van links naar rechts over het scherm loopt.

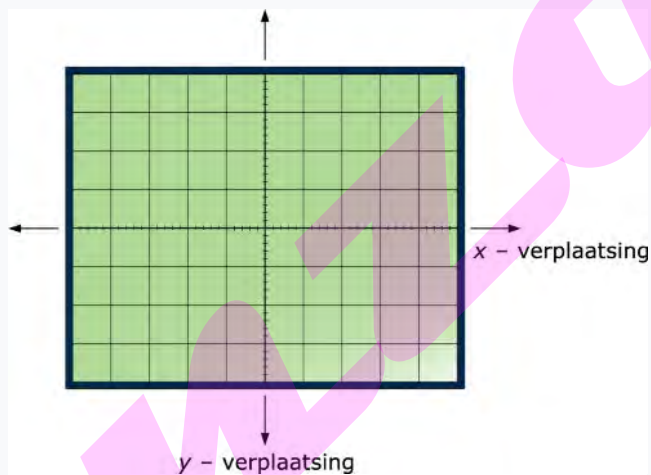
De snelheid van het verplaatsen van de stip kun je regelen met de knop TIME/DIV. Je kunt de stip zo snel laten lopen dat het lijkt alsof er een rechte lijn ontstaat. In werkelijkheid loopt de stip in hoog tempo van links naar rechts, telkens opnieuw.

Voorbeeld

Als de TIME/DIV is ingesteld op '1' dan betekent dat dat de lichtstip één division (1 division = 1 divisie = 1 vakje) in 1 s doorloopt. Van links naar rechts moet de stip tien vakjes over het scherm doorlopen. Dat betekent dus dat er $10 \times 1 = 10$ s voor nodig is om het gehele scherm te doorlopen.



1. Gegeven is het schermraster van een oscilloscoop.

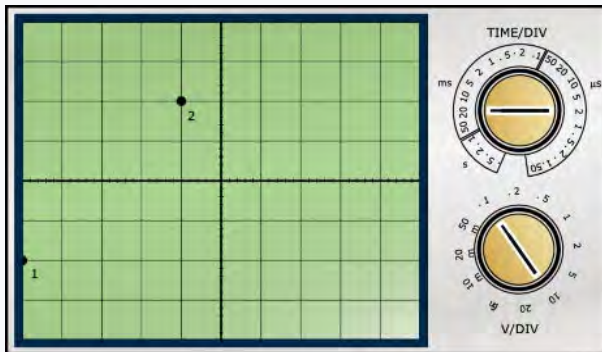


Schermraster van een oscilloscoop

De TIME/DIV is ingesteld op 0,5 ms.
Hoe lang doet de lichtstip erover om zich over het volledige scherm te verplaatsen?



2. Op deze oscilloscoop zie je twee lichtstippen.



Twee lichtstippen op het schermraster van een oscilloscoop

Hoeveel tijd zit er tussen de punten 1 en 2?

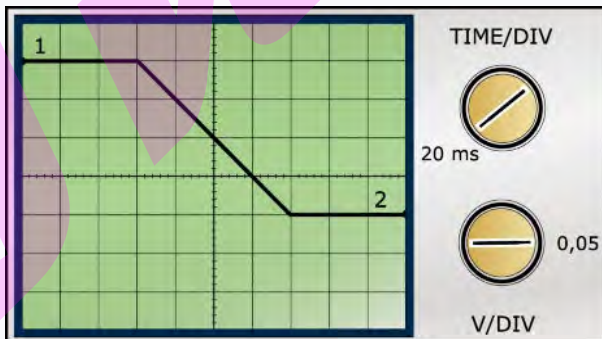


3. Bereken hoeveel tijd de lichtstip nodig heeft om zich over tien vakjes te verplaatsen in de volgende standen van de TIME/DIV keuzeschakelaar:

- a. 0,5 ms/DIV.
- b. 0,2 ms/DIV.
- c. 0,1 s/DIV.
- d. 0,02 ms/DIV.
- e. 0,05 s/DIV.
- f. 0,2 s/DIV.



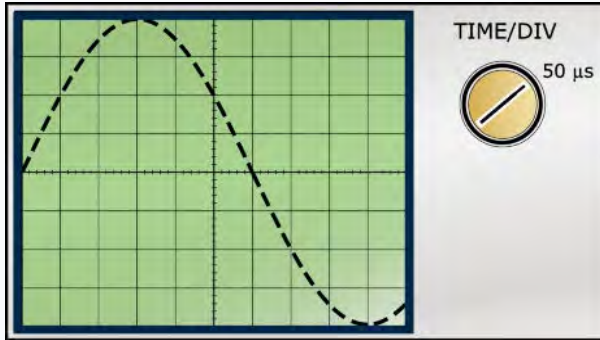
4. Hoeveel tijd heeft de stip nodig om van 1 in 2 te komen?



Spanningsvorm op een scoopscherm



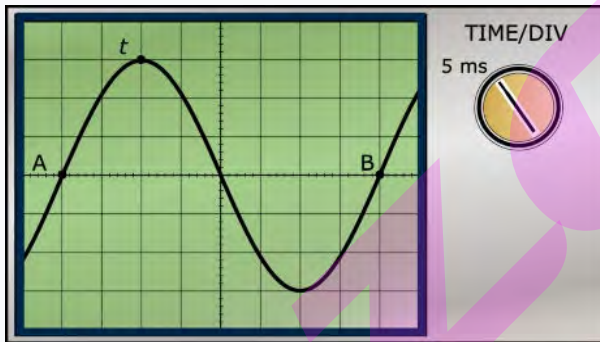
5. De tijd tussen twee nuldoorgangen bedraagt



Spanningsvorm op een scoopscherm



6. Op het scherm staat een periode van een wisselspanning afgebeeld.



Spanningsvorm op een scoopscherm

De periodetijd (van A naar B) bedraagt

AC/DC en V/DIV knoppen

In stand 'AC' worden alleen wisselspanningen doorgelaten. Een eventuele gelijkspanningscomponent wordt geblokkeerd.

In stand 'DC' worden alle spanningen doorgelaten, dus zuivere gelijk- en wisselspanning zowel als combinaties van gelijk- en wisselspanningen.



Voorraanzicht van een oscilloscoop

Verticale as

Om grotere of kleinere spanningen zichtbaar te maken gebruik je de V/DIV knop. In het volgende voorbeeld wordt getoont hoe je de spanningen kunt berekenen.

Voorbeeld

Eén van de standen van de schakelaar is '10 V/DIV'. In deze stand stelt elk vakje (division) in verticale richting 10 V voor. Als het raster acht divisions groot is, kan in deze stand dus $8 \times 10 = 80 \text{ V}$ zichtbaar worden gemaakt.

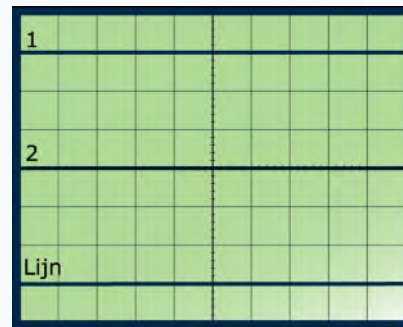


7. Waar komt de lijn op het scherm?

De stand van de schakelaar:

- V/DIV \rightarrow 0,05.
- AC/DC \rightarrow DC.

De aangelegde gelijkspanning is 3 V.



Spanningsvorm op een scoopscherm



8. De stand van de schakelaar V/DIV \rightarrow 5.
 De stand van de schakelaar AC/DC \rightarrow AC.
 Een gelijkspanning van -15 V wordt aangesloten.
 Hoeveel divisions verschuift de lijn op het scherm?

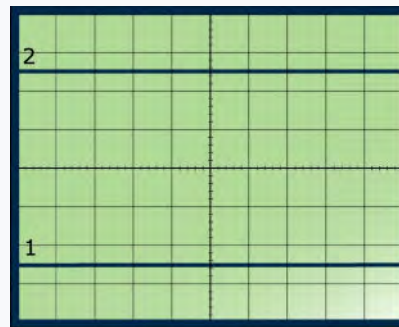


9. De stand van de schakelaar V/DIV \rightarrow 2.
 De stand van de schakelaar AC/DC \rightarrow DC.
 Hoeveel DIV. verschuift de lijn als er een gelijkspanning van -7 V wordt aangesloten?



10. Een spanning van 10 V verplaatst de lijn van 1 naar 2.

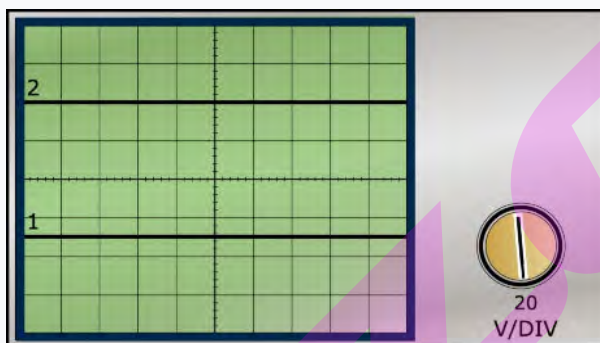
Waarop is de stand van de schakelaar V/DIV ingesteld?



Spanningsvorm op een scoopscherm



11. Een aangelegde spanning verplaatst de lijn van 1 naar 2.



Spanningsvorm op een scoopscherm

Hoe groot is de spanning?

Op het scherm van de oscilloscoop wordt het verloop van een spanning in de tijd gezien zichtbaar gemaakt. Het tijdstip waarop we kijken, bepaalt de momentele waarde van de spanning. De tijd is onafhankelijk veranderlijk en de spanning afhankelijk veranderlijk. Dat wil zeggen dat de momentele waarde van de spanning afhankelijk van de tijd is.

Horizontaal op het scherm de tijdas (TIME/DIV).

Verticaal op het scherm de waarde van de spanning (V/DIV).

1.2 Periode

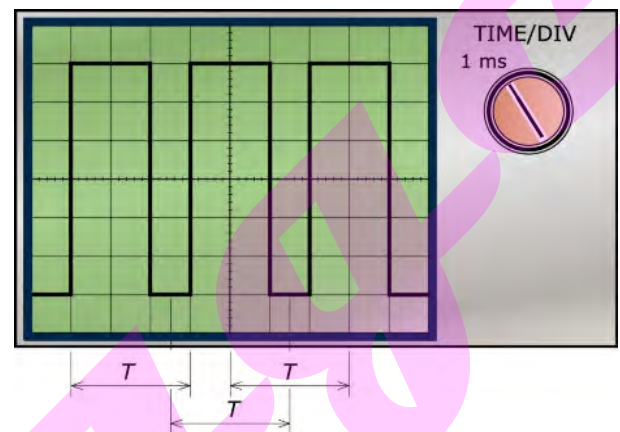
Op de scope kunnen we een spanningsverloop of signaalvorm zichtbaar maken. We zien vaak dat één herkenbaar deel zich steeds herhaalt. Dit deel noemen we een *periode*. Onder de periode verstaan we de tijd waarin het deel zich herhaalt, dus de tijdsduur van één periode. De periode geef je aan met de letter T . De periode is een tijdsduur. We geven deze dus aan in seconden (s).

De start en het einde van de periode T kunnen we willekeurig kiezen.

Voorbeeld

Gegeven

In de afbeelding zien we de periode aangegeven.



Meerdere perioden van een spanningsvorm op een scoopscherm

Gevraagd

Hoelang is de periode?

Oplossing

De periode T beslaat op het scherm 3 divisies.
De schakelaar TIME/DIV. staat op 1 ms.

Voor de periode T geldt dus:

$$T = 3 \times 1 = 3 \text{ ms.}$$

1.3 Frequentie

In de wisselstroomtechniek komen we vaak het begrip frequentie tegen. We duiden de frequentie aan met de letter f . De frequentie wordt uitgedrukt in hertz (Hz). We kunnen dus bijvoorbeeld schrijven $f = 50 \text{ Hz}$. Dat wil zeggen dat er in één seconde vijftig periodes voorkomen.

Onder de frequentie verstaan we het aantal periodes per seconde.

Voorbeeld*Gegeven*

We schrijven $T = 0,02$ s, wat betekent dat één periode een tijdsduur heeft van 0,02 s.

Gevraagd

Hoe groot is de frequentie?

Oplossing

Per seconde zullen vijftig periodes optreden, want $\frac{1}{0,02} = 50$.

De frequentie is dus 50 Hz.

In formule:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{of:} \quad T = \frac{1}{f}$$

T = de tijdsduur van één periode in seconde (s)
 f = frequentie in hertz (Hz)

Uit beide formules blijkt dat de frequentie en de periodetijd zich omgekeerd evenredig verhouden. Dus een hoge frequentie betekent een korte periodetijd en een grotere periodetijd houdt een lage frequentie in.

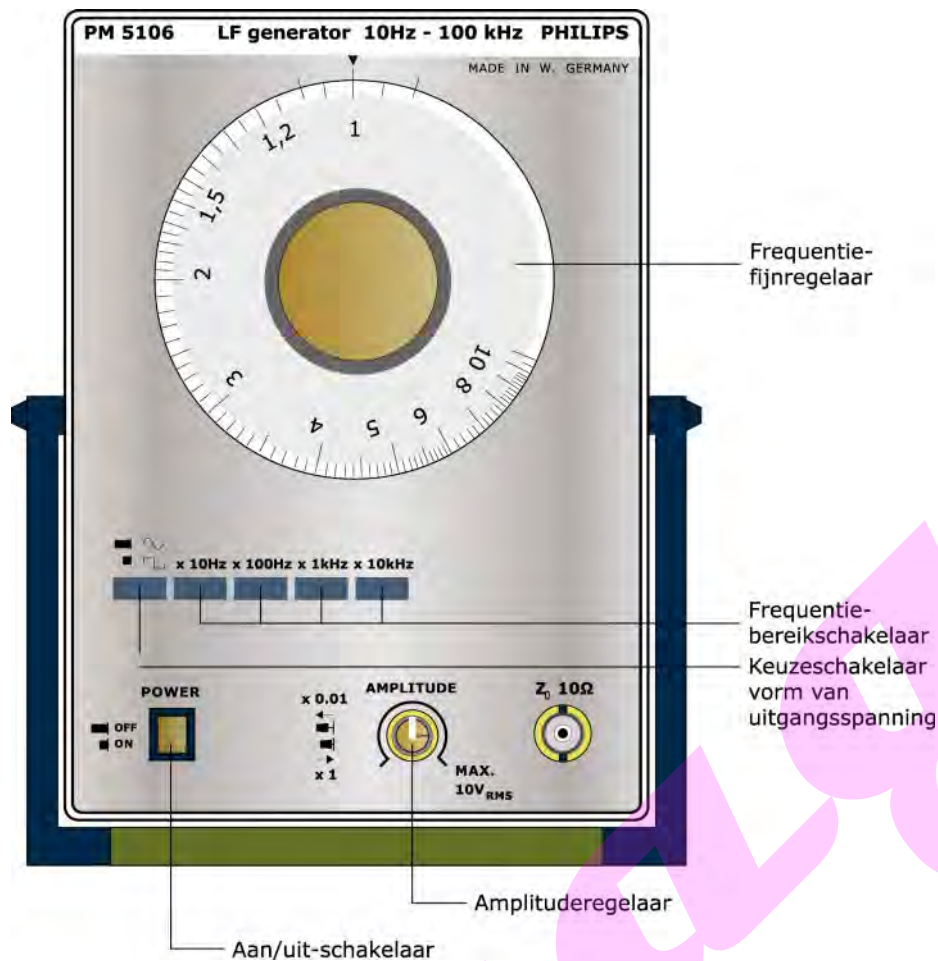
1.4 Toongenerator

Om te kunnen meten is de wisselspanning van een op het elektriciteitsnet aangesloten wandcontactdoos niet geschikt. Bovendien is de spanning van een wandcontactdoos voor metingen en proeven gevaarlijk (230 V). Een apparaat dat een wisselspanning afgeeft die in grootte en frequentie regelbaar is wordt een generator of oscillator genoemd.

Omdat van een oscillator de frequentie en de grootte van de afgegeven spanning regelbaar zijn, is deze goed geschikt voor meetdoeleinden. Als de afgegeven frequentie hoorbaar is (in het gehoorspectrum ligt), dan wordt de oscillator ook wel toongenerator of LF-oscillator (LF = laagfrequent) genoemd.

Op een toongenerator zitten minder instelmogelijkheden dan op een oscilloscoop:

- Aan/uit-schakelaar:
- Amplituderegelaar:
Hiermee wordt de grootte van het signaal aan de uitgang geregeld
- Frequentiebereikschakelaar:
Hiermee wordt het frequentiegebied in stappen van een factor 10 geregeld.



Voorraanzicht van een toongenerator

Voorbeeld

Gegeven

Een functiegenerator is een toongenerator met veel mogelijkheden. De golfvorm kan ook gekozen worden. Bij deze functiegenerator is de frequentiebereikschakelaar ingesteld op keer tien ($\times 10$).

De fijnregelaar is ingesteld op stand vijftig.

Gevraagd

Op welke frequentie, dan wel periodetijd is de functiegenerator ingesteld?

Oplossing

De ingestelde frequentie berekenen we met:

$$\text{Frequentie} = \text{Stand bereikschakelaar} \times \text{Stand fijnregelaar} = 10 \times 50 = 500 \text{ Hz}$$

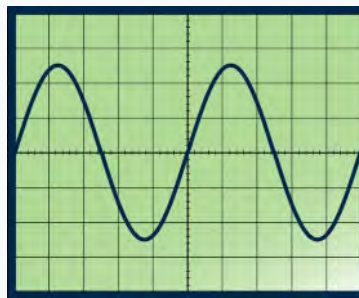
We rekenen de periodetijd uit:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{500} = 0,002 \text{ s} = 2 \text{ ms}$$



12. Bereken aan de hand van het scoopbeeld de periodetijd T en de frequentie f .

De instelling van de knop TIME/
DIV = 0,5 ms/DIV.



Spanningsvorm op een scoopscherm



13. Een wisselspanning heeft een frequentie van 200 Hz.
Bereken de tijdsduur van een periode.



14. Van een wisselspanning duurt de periode 0,08 s.
Bereken de frequentie.



15. De frequentie van een wisselspanning is 4 kHz.
Hoeveel periodes passeren er in 0,6 s?



16. De frequentie van een spanning bedraagt 0,5 MHz.
Hoe groot is de periodetijd T ?



17. De tijdsduur van één periode van een blokspanning is 20 ms.
Hoe groot is de frequentie?

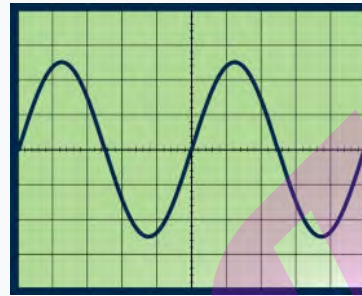


18. Instelling:

- knop TIME/DIV → 5 ms/DIV
- knop V/DIV → 10 V/DIV.

Hoe groot is in de afbeelding de:

- periodetijd T
- frequentie f
- amplitude van de spanning?



Spanningsvorm op een scoopscherm



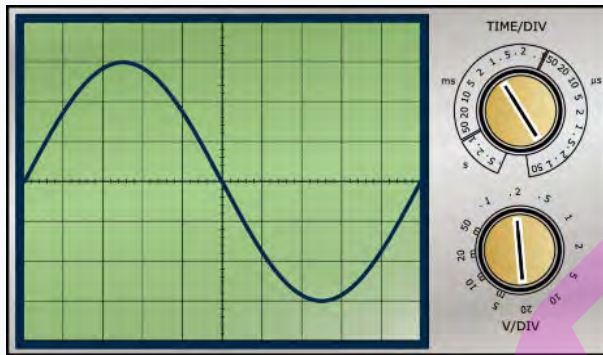
19. Mobiele telefoontoestellen zijn niet meer weg te denken uit onze maatschappij. Deze draadloze telefoons werken onder andere in de netwerken 2G, 3G en 4G. Een 4G netwerk kan met een frequentie van 800 MHz werken. Bereken van dit netwerk de periodetijd van het signaal.



20. Teken de belangrijkste signaaltvormen die standaard met een functiegenerator opgewekt kunnen worden.



21. Een oscilloscoop is rechtstreeks aangesloten op een functiegenerator.



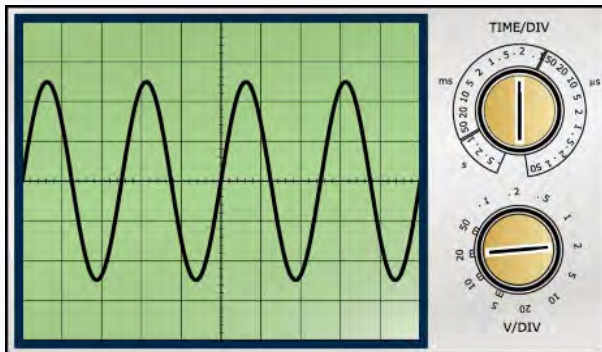
Spanningsvorm op een scoopscherm

a. Hoe groot is de maximale waarde van de wisselspanning?

b. Hoe groot is de frequentie van de wisselspanning?



22. Een oscilloscoop is rechtstreeks aangesloten op een functiegenerator.



Spanningsvorm op een scoopscherm

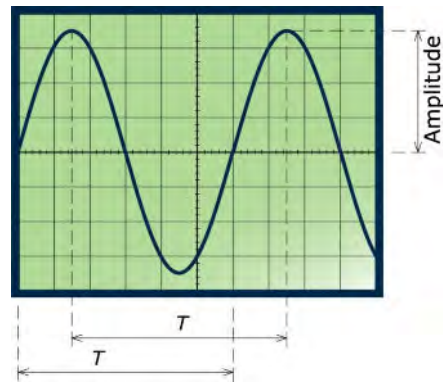
- Hoe groot is de maximale waarde van de wisselspanning?
- Hoeveel complete periodes zijn er zichtbaar op het scherm?
- Hoe groot is de periodetijd van de wisselspanning?
- Hoe groot is de frequentie van de wisselspanning?

1.5 Samenvatting

- Een periode is het zich voortdurend herhalende deel van een wisselspannings- of wisselstroomsignaal.
De periodetijd T is de tijdsduur van één periode.
- Onder de frequentie verstaan we het aantal periodes per seconde.
- Frequentie en periodetijd rekenen we om met de formule:

$f = \frac{1}{T} \quad \text{of:} \quad T = \frac{1}{f}$ <p>T = de tijdsduur van één periode in seconden (s) f = frequentie in hertz (Hz)</p>
--

- In het beeld van de oscilloscoop is:
 - de periodetijd: $T (= TIME/DIV \cdot DIV)$.
 - de amplitude: $U (= V/DIV \cdot DIV)$.



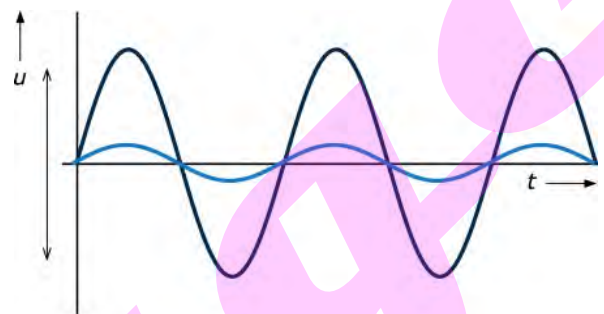
Beeld van een oscilloscoop

- Een toongenerator is een voedingsbron waarmee een spanning kan worden afgegeven die zowel in grootte (amplitude) als in frequentie (f) geregeld kan worden. Frequentieregeling alleen heeft geen invloed op de grootte van de spanning.

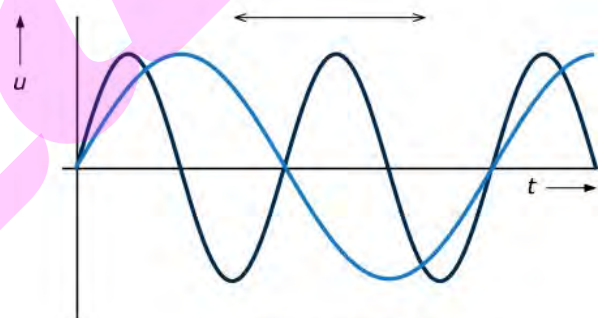
$$\text{Frequentie} = \text{Stand schakelaar frequentiebereik} \times \text{Stand fijnregeling}$$

Amplituderegeling alleen heeft geen invloed op de frequentie van de spanning.

- De oscilloscoop is een veelzijdig meetinstrument. Het laat op een scherm zien wat de vorm is van de gemeten spanning.
- INTENS is een instelknop waarmee de helderheid van het beeld op het scherm geregeld wordt.
- FOCUS is een instelknop waarmee de scherpte van het beeld op het scherm geregeld wordt.



Amplituderegeling



Frequentieregeling

Amplituderegeling en frequentieregeling

- Met TIME/DIV regelen we de snelheid van de lichtstip op het scherm.
- Met X-position (shift) verplaatsen we de lichtstip of lijn horizontaal over het scherm. Met Y-position (shift) verplaatsen we de lichtstip of lijn verticaal over het scherm.
- AC/DC is een schakelaar die de oscilloscoop geschikt maakt voor het zichtbaar maken van:
 - alleen de wisselspanning (AC)
 - zowel gelijk- als wisselspanning (DC).
- V/DIV is een schakelaar waarmee de grootte van het beeld kan worden ingesteld.

$$\text{Waarde spanning} = \text{Aantal DIV.} \times V/DIV.$$

- TIME/DIV de tijdbasisschakelaar geeft de tijd die de stip nodig heeft om zich horizontaal één divisie te verplaatsen.

$$\text{Tijdsduur signaal} = \text{Aantal DIV.} \times TIME/DIV.$$