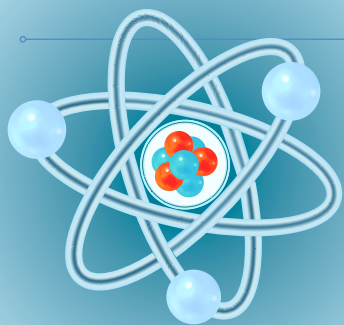




Alle begin...

...hoeft niet zo moeilijk te zijn

Eric Bogers

De laatste keer (in het september/oktober-nummer van uw lijfblad) hebben we onze hersenen gekraakt met de H-schakeling, en hebben we gezien dat we de leidingweerstand in de werkelijke wereld om ons heen beter niet (of niet altijd) kunnen verwaarlozen. Nu wordt het echter tijd dat we ons met wisselspanning gaan bezighouden.

EEN BIJDRAGE VAN

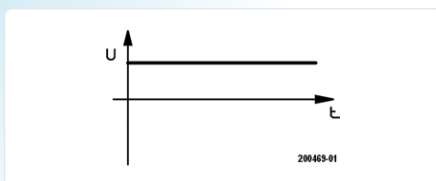
Idee en illustraties: Michel Ebner

Tekst en redactie: Eric Bogers

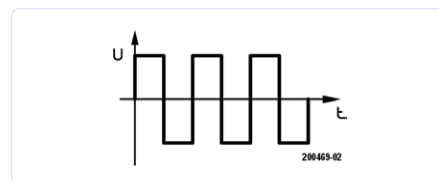
Layout: Elektor Media Productions

In de voorgaande afleveringen van deze artikelreeks hebben we steeds stilzwijgend aangenomen dat alle voorbeelden en berekeningen *gelijkspanning* betroffen. Maar het wordt pas interessant met wisselspanning – een audioversterker bijvoorbeeld versterkt wisselspanningen.

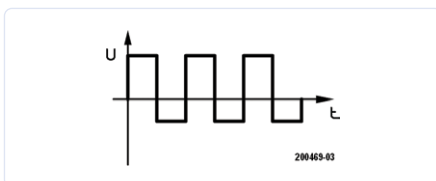
Zoals bekend leveren batterijen een spanning waarvan de polariteit niet verandert – dat is een gelijkspanning. De *hoogte* van die spanning verandert (wordt lager) naarmate de batterij uitgeput raakt, maar de *polariteit* verandert niet. In **figuur 1** hebben we het



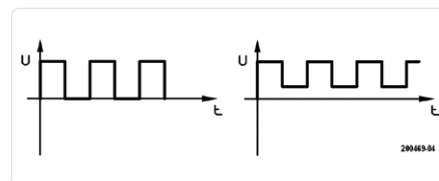
Figuur 1. Gelijkspanning.



Figuur 2. Wisselspanning (hier in de vorm van een blokgolf).



Figuur 3. Een op een gelijkspanning gesuperponeerde wisselspanning.



Figuur 4. Pulserende gelijkspanning.

schoolvoorbeeld van een gelijkspanning geschetst.

Bij een wisselspanning verandert de polariteit daarentegen (min of meer) periodiek. Doorgaans verandert daarbij ook de hoogte van de spanning (zie verderop), maar bij de wisselspanning van **figuur 2** (een blokgolf, en ja, dat is echt een wisselspanning!) verandert de hoogte niet, alleen de polariteit. Het zal duidelijk zijn dat de gemiddelde waarde van de spanning (berekend gedurende langere tijd) van de wisselspanning van **figuur 2** gelijk is aan nul; er is dan sprake van een zuivere wisselspanning.

Het is net zo goed denkbaar dat de gemiddelde waarde van een wisselspanning niet gelijk is aan nul, hoewel de polariteit voortdurend verandert. In dat geval hebben we te maken met een wisselspanning die op een gelijkspanning is gesuperponeerd (dat wil zeggen dat de spanning in kwestie de som is van een zuivere wisselspanning en een gelijkspanning). Dit is geschetst in **figuur 3**.

In **figuur 4** tenslotte hebben we een vergelijkbare situatie geschetst, maar met een belangrijk verschil. We zien daar een spanning waarvan de hoogte periodiek verandert, maar waarvan de polariteit altijd hetzelfde blijft. In zo'n geval spreken we van een pulserende gelijkspanning.

Periode duur en frequentie

De tijdsduur die een *volledige* periode van een wisselspanning in beslag neemt, wordt de periodeduur T van die wisselspanning genoemd. Deze wordt in seconden uitgedrukt. Het omgekeerde van die periodeduur is de frequentie f die in hertz (Hz) wordt uitgedrukt:

$$f = \frac{1}{T}$$

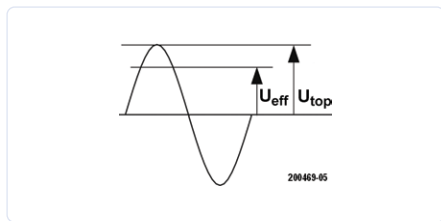
In Europa bedraagt de lichtnetfrequentie 50 Hz (aan de andere kant van de grote plas 60 Hz). De periodeduur van die lichtnetwisselspanning bedraagt dan:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = 0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}$$

Sinusvormige wisselspanning

De wisselspanning waar we het meeste mee te maken hebben, is de sinusvormige wisselspanning zoals geschetst in **figuur 5**. Het verloop in de tijd van deze spanning wordt beschreven door deze uitdrukking:

$$U(t) = U_{\text{top}} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{T}\right) = U_{\text{top}} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) = U_{\text{top}} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$



Figuur 5. Een volledige periode van een sinusvormige wisselspanning.

De hoogste waarde die een wisselspanning bereikt, wordt de topwaarde genoemd – dat zal u niet verbazen. En het zal u evenmin verbazen dat een wisselspanning die slechts periodiek een topwaarde bereikt, minder 'effectief' is (lees: minder vermogen kan ontwikkelen) dan een gelijkspanning ter grootte van die topwaarde. Om gelijk- en wisselspanningen desondanks met elkaar te kunnen vergelijken, is het begrip 'effectieve waarde' geïntroduceerd:

'De effectieve waarde van een wisselspanning is de waarde van een gelijkspanning die in een ohmse weerstand (lees: een huis-, tuin- en keukenweerstand) evenveel warmte ontwikkelt als de betreffende wisselspanning.'

Een gloeilampje brandt bijvoorbeeld precies even helder op een gelijkspanning van 12 V als op een wisselspanning van 12 V_{eff}. Let op: wanneer de waarde van een wisselspanning wordt opgegeven, dan is dat altijd de effectieve waarde, tenzij uitdrukkelijk anders wordt vermeld.

Nu zouden we u op dit punt met een heleboel 'hogere' wiskunde kunnen plagen (en/of vervelen), maar dat valt buiten het kader van deze artikelreeks. U zult ons op ons woord

moeten geloven dat tussen de topwaarde en de effectieve waarde van een sinusvormige wisselspanning de volgende relatie bestaat:

$$U_{\text{top}} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$$

En daarmee kunnen we iets uitrekenen wat u waarschijnlijk al lang wilde weten: een stopcontact levert (in Europa) een wisselspanning van 230 V. We weten inmiddels dat dit de effectieve waarde is; maar hoe groot is dan de topwaarde van die wisselspanning?

$$U_{\text{top}} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} = 230 \text{ V} \cdot 1,41 = 324,3 \text{ V}$$

Crestfactor

Nog een laatste begrip voordat we de theorie (voorlopig) achter ons laten en ons meer op de elektronicapraktijk gaan richten. De verhouding van de topwaarde tot de effectieve waarde van een wisselspanning wordt vaak de **crestfactor** (ook wel amplitudefactor of piekfactor) genoemd:

$$CF = \frac{U_{\text{top}}}{U_{\text{eff}}}$$

Voor een blokgolf (figuur 2) bedraagt de crestfactor 1, bij een sinus is dat $\sqrt{2}$ zoals we hierboven hebben gezien, en bij een driehoek is de crestfactor gelijk aan $\sqrt{3}$. Een aardig weetje is misschien nog dat de crestfactor bij een ruissignaal naar oneindig gaat (hoe 'toevalliger' de ruis, des te hoger de crestfactor). Het is niet echt waarschijnlijk dat u die kennis ooit nodig zult hebben, maar je weet maar nooit...

Tussen theorie en praktijk...

...staan schema's en lijsten! U bouwt geen elektronische schakeling door een bak vol onderdelen op uw werktafel te zetten en die op goed geluk met elkaar te verbinden. Integendeel: u denkt na over wat u wilt, en schetst dan op papier een schema van wat u denkt dat de uiteindelijke schakeling zal gaan worden. Die probeert u eerst uit op breadboard of zo, en na de nodige verbeteringen resulteert dit in het definitieve schema. Aan de hand van dat schema ontwerpt u een print plus een plattegrond die toont waar de betreffende onderdelen gemonteerd gaan worden (de componentenopstelling). Of u bouwt de schakeling op gaatjesprint op; in

dat geval volstaat meestal een simpele schets van de bedrading.

Een onderdelenlijst komt meestal ook van pas – al was het alleen maar als boodschappenlijstje voor het aanschaffen van alle benodigde onderdelen.

Op al deze aspecten van het elektronica-'vak' gaan we hier niet nader in; als u dit nummer van Elektor (of enig ander nummer) doorbladerd, ziet u legio voorbeelden van schema's, printen, onderdelenlijsten en wat dies meer zij. Wanneer u een goede indruk wilt krijgen van wat het realiseren van een (commercieel) elektronica-product inhoudt, verwijzen we naar de uitstekende artikelreeks 'Van idee naar product' van de hand van Clemens Valens, waarvan de eerste aflevering in het september/oktober-nummer 2019 van Elektor is verschenen.

De volgende keer gaan we het over de onderdelen hebben waar u in de praktijk mee te maken krijgt – de 'tastbare' componenten zeggend. ◀

200469-01

De artikelreeks "Alle begin..." is gebaseerd op het boek "Basiscursus elektronica" van Michael Ebner, dat bij Elektor is verschenen.

Vragen of opmerkingen?

Hebt u vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de auteur of de redactie van Elektor, via redactie@elektor.com.



GERELATEERDE PRODUCTEN

- **Boek: Basiscursus elektronica**
www.elektor.nl/13950
- **E-boek: Basiscursus elektronica**
www.elektor.nl/18232