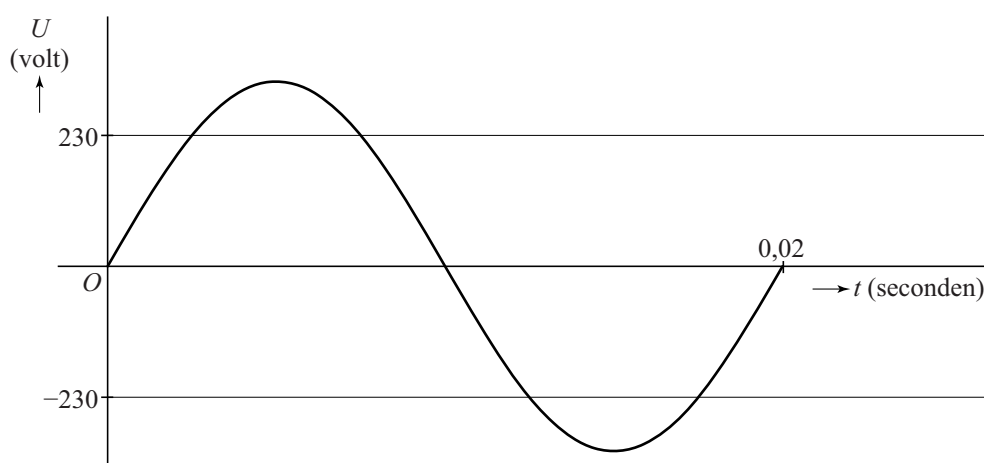


Elektrische spanning

De spanning op elektriciteitsdraden in het Nederlandse spanningsnet is een wisselspanning met formule $U(t) = 325 \sin(100\pi t)$. Hierin is U de spanning in volt en t de tijd in seconden. De grafiek van deze wisselspanning is een sinusoïde met amplitude 325. In de figuur is één periode van de grafiek weergegeven. Ook zijn de lijnen met vergelijking $U = 230$ en $U = -230$ getekend.

De spanning op het stopcontact schommelt tussen -325 volt en $+325$ volt. Toch zegt men in het algemeen dat de spanning op een stopcontact 230 volt is. Dat komt omdat de zogenaamde **effectieve waarde**¹⁾ van de wisselspanning ongeveer 230 volt is.

figuur



- 5p **2** Bereken hoeveel procent van de tijd de spanning meer dan 230 volt van 0 afwijkt.

De effectieve waarde van de wisselspanning geven we aan met U_{eff} . Deze waarde kan worden berekend met de formule:

$$T \cdot U_{\text{eff}}^2 = \int_0^T (U(t))^2 dt$$

Hierin is T de periode van de spanning U .

Uitgaande van de gegeven formules kun je met de grafische rekenmachine berekenen dat U_{eff} ongeveer 230 volt is.

- 3p **3** Bereken U_{eff} in twee decimalen nauwkeurig.

noot 1 De effectieve waarde van een wisselspanning is de waarde van een gelijkspanning die evenveel vermogen levert als de wisselspanning.

Het Nederlandse spanningsnet maakt gebruik van drie elektriciteitsdraden die **fasedraden** worden genoemd: de spanningen U_1 , U_2 en U_3 in deze drie draden hebben namelijk een onderling faseverschil. Voor de spanning in twee van de drie fasedraden geldt:

$$U_1(t) = 325 \sin(100\pi t)$$

$$U_2(t) = 325 \sin\left(100\pi t - \frac{2}{3}\pi\right)$$

Voor woonhuizen wordt doorgaans alleen de eerste fasedraad gebruikt met een bijbehorende effectieve waarde van 230 volt. In fabrieken is voor machines vaak een hogere effectieve waarde dan 230 volt nodig. De stroom die hiervoor nodig is, wordt krachtstroom genoemd. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van twee van de drie fasedraden. De spanning U_{kracht} die een machine dan krijgt, is het spanningsverschil tussen de twee fasedraden, bijvoorbeeld $U_1 - U_2$. Dan geldt:

$$U_{\text{kracht}}(t) = U_1(t) - U_2(t) = 325 \left(\sin(100\pi t) - \sin\left(100\pi t - \frac{2}{3}\pi\right) \right)$$

5p **4** Bereken exact de maximale waarde van U_{kracht} .