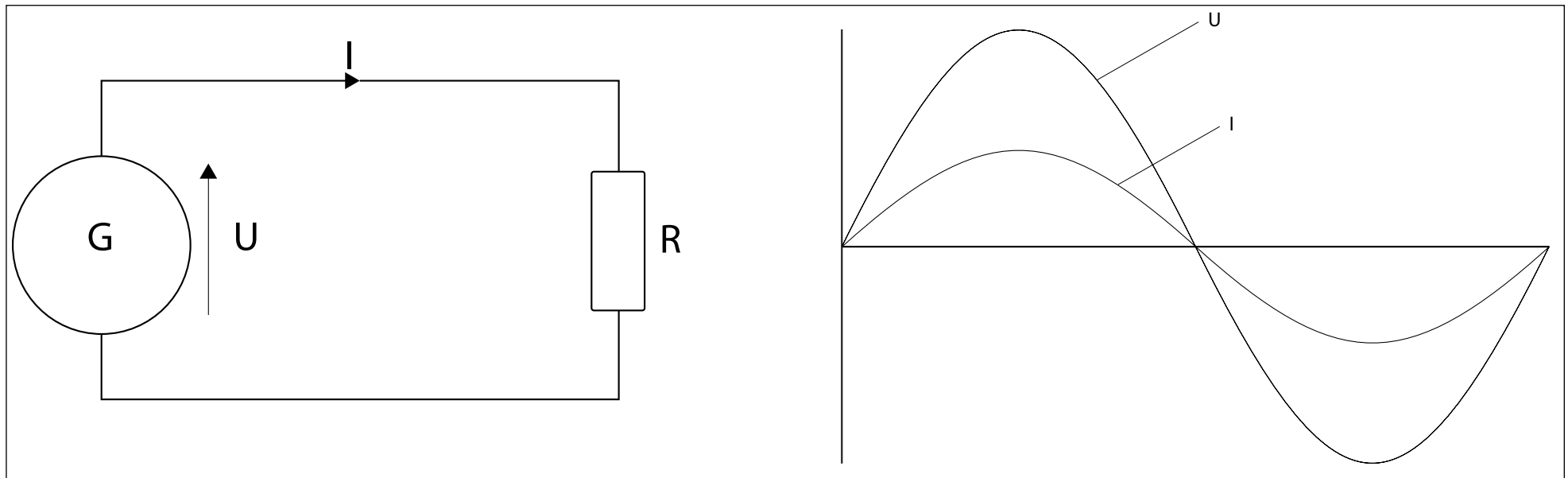


Wisselspanningen

Maximale en effectieve waarde

We gaan de wisselspanning aansluiten op een weerstand.

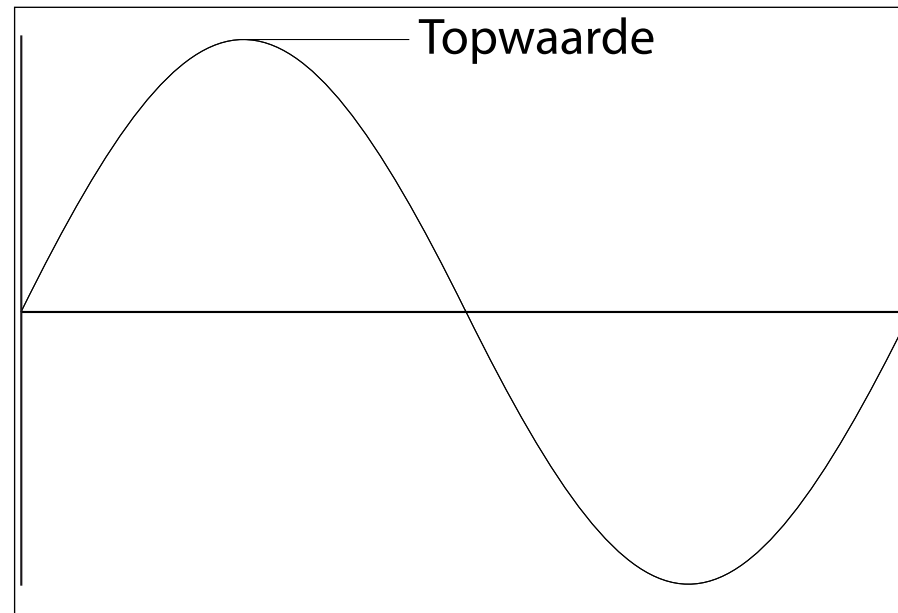


In deze situatie geldt de wet van Ohm: $I = \frac{U}{R}$

We zien een mooie sinusvormige wisselspanning. De hoogste waarde wordt ook wel topwaarde, maximale waarde of amplitude genoemd. Je kunt van elk willekeurig moment de waarde van de spanning bepalen. Wat is bijvoorbeeld de spanning bij 45 graden? Of bij 60 graden? De waarden die we vinden noemen we de momentele waarden. Zo kun je in een tekening de momentele waarde bij 45 graden bepalen.

De vraag is nu: is het effect van een wisselspanning net zo groot als het effect van een gelijkspanning?

Stel dat we eerst een gelijkspanning hebben van 230 V. Een weerstand wordt warm van het vermogen in die weerstand. Met welke wisselspanning hebben we nu hetzelfde effect? Want als je zo het plaatje van de sinus ziet, dan kun je eigenlijk alleen maar de topwaarde duidelijk afmeten.



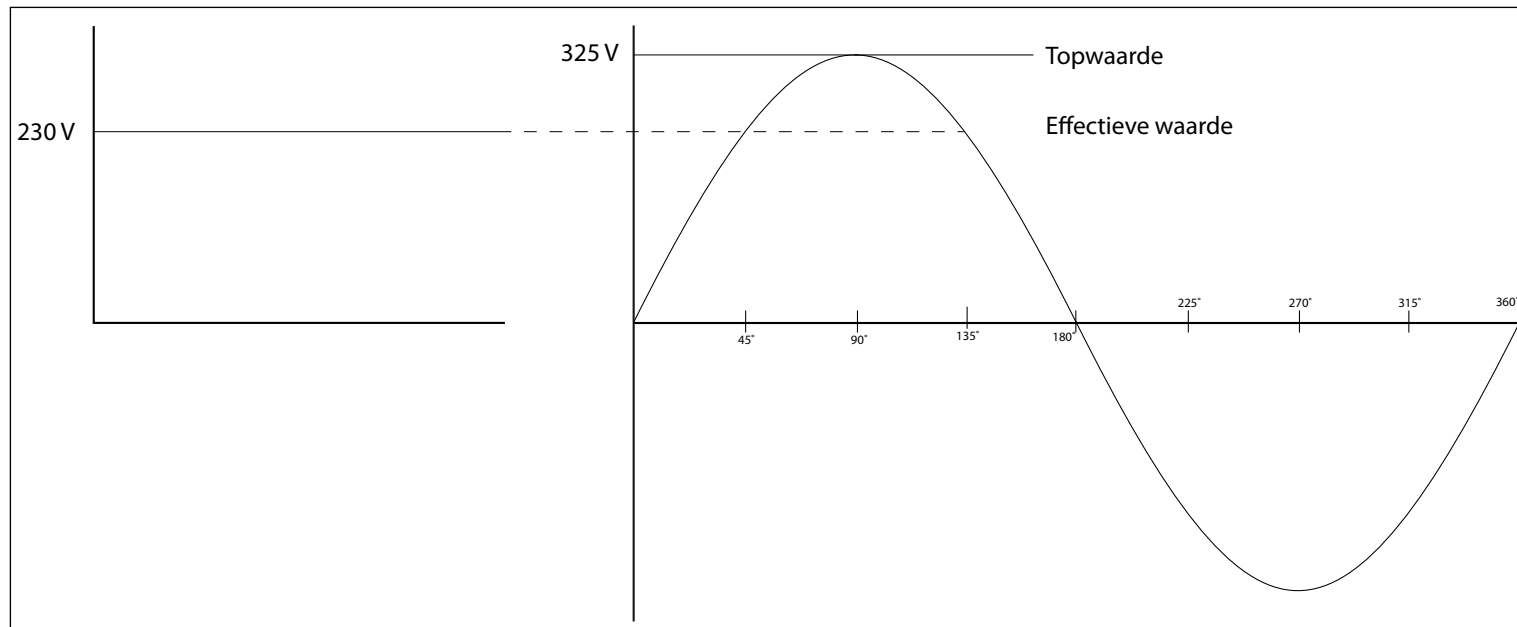
Met welke wisselspanning is een gelijkspanning van 230 V vergelijkbaar? Na onderzoek (al heel lang geleden) is gebleken dat een gelijkspanning van 230 V hetzelfde effect heeft als een wisselspanning met een topwaarde van 325 V. De topwaarde is 325 V en de effectieve waarde van deze wisselspanning is 230 V. Als we thuis een wisselspanning van 230 V hebben, dan praten we over de effectieve waarde. De topwaarde is een stuk hoger. Er zit bij een sinusvormige spanning een vaste verhouding tussen de topwaarde en de effectieve waarde. Dat is altijd precies $\sqrt{2} = 1,41$.

Als we de topwaarde weten, dan kunnen we dus de effectieve waarde uitrekenen:

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{top}}}{1,41} = \frac{325}{1,41} = 230 \text{ V}$$

En omgekeerd, als we de effectieve waarde weten, kunnen we de topwaarde berekenen:

$$U_{\text{top}} = U_{\text{eff}} \times 1,41 = 230 \times 1,41 = 325 \text{ V}$$



Vermogen

Het vermogen is wat we merken van een apparaat. Dus: hoeveel licht geeft een lamp, hoeveel warmte geeft een kachel en hoe sterk zuigt een stofzuiger. Het vermogen wordt aangegeven met de letter P van Power en uitgedrukt in Watt (W). Een lamp van 60 W kan op 230 V werken, maar ook op 12 V. Uiteraard is de stroom bij 12 V veel hoger dan bij 230 V. Willen we het vermogen berekenen in een weerstand, dan geldt daarvoor de formule:

$$P = U \times I$$

Stel een lamp heeft een spanning van 230 V en een stroom van 0,5 A. Wat is dan het vermogen?
Invullen in de formule:

$$P = U \times I = 230 \times 0,5 = 115 \text{ W}$$

Een kachel heeft een spanning van 230 V en een stroom van 8,7 A. Wat is dan het vermogen?
Invullen in de formule:

$$P = U \times I = 230 \times 8,7 = 2000 \text{ W}$$

Of omgekeerd: een kachel heeft een vermogen van 1500 W. De spanning is 230 V. Wat is de stroom?

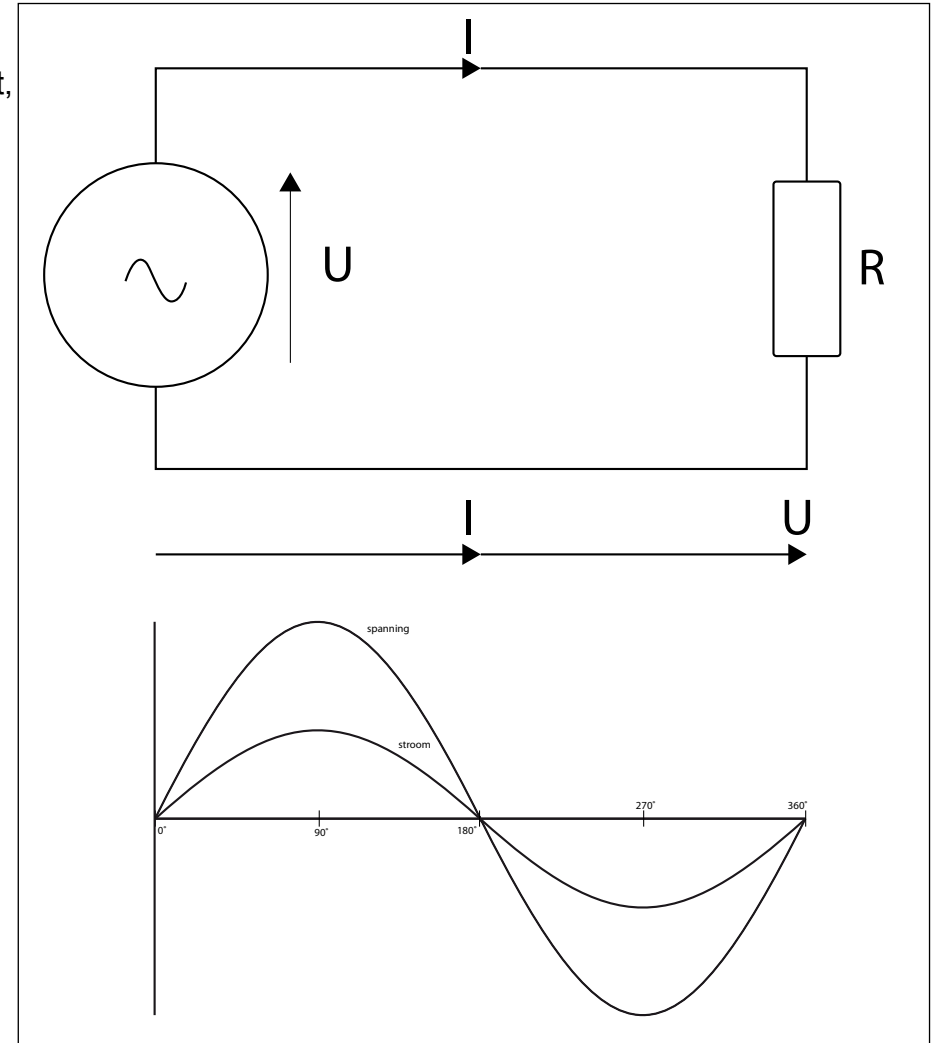
$$P = U \times I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{1500}{230} = 6,5 \text{ A}$$



Wisselspanning met weerstand

We sluiten een wisselspanning aan op een weerstand. Zodra de weerstand spanning 'voelt', zal er ook een stroom gaan lopen. Als de wisselspanning maximaal is, is ook de stroom maximaal en als de wisselspanning door nul gaat, is ook de stroom door de weerstand heel even nul.

De spanning en stroom worden dus tegelijk maximaal en tegelijk nul. We zeggen dan: spanning en stroom zijn in fase. Als je de spanning en stroom als vectoren voorstelt, liggen de pijlen op elkaar.

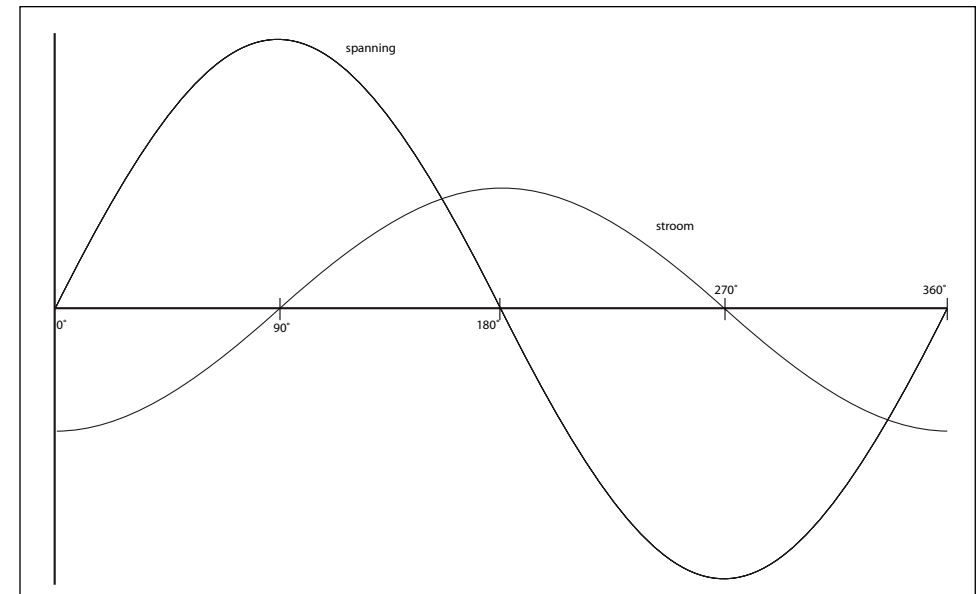


Wisselspanning met spoel

Een spoel is een draad die om een kokertje gewikkeld is. Het kokertje wordt er daarna uitgehaald en de draad blijft in de ronde vorm staan. Als een draad één keer om het kokertje gedraaid is, noemen we dat: 1 wikkeling of winding. Draaien we de draad er 10 keer omheen, dan is dat een spoel met 10 wikkelingen of windingen. Een draad hoeft overigens niet rondgedraaid te zijn. Een lange rechte draad gedraagt zich ook als spoel.

We gaan er vanuit dat de draad geen weerstand heeft. Als we deze draad op een gelijkspanning aansluiten, dan vormt de spoel een kortsluiting. Op een wisselspanning vormt de spoel geen kortsluiting. Hoe komt dat?

De spoel maakt een magnetisch veld. Dat magnetisch veld moet heel snel opgebouwd worden. De elektrische energie die je in de spoel stopt, wordt daar opgeslagen als magnetische energie. Dat duurt 5 ms. Daarna draait de stroomrichting weer om. De spoel maakt van de magnetische energie weer elektrische energie en geeft die weer terug aan het elektriciteitsnet. Ook dat duurt weer 5 ms. En dan begint het weer van voor af aan. Steeds neemt de spoel 5 ms elektrische energie op en daarna geeft de spoel weer 5 ms elektrische energie terug. Dat kun je ook 'zien' aan de stroom. Die loopt iets anders dan bij een weerstand. De stroom komt steeds 5 ms later dan de spanning. Maak je de spanning en stroom zichtbaar met een oscilloscoop, dan is de verschuiving van de stroom goed te zien.



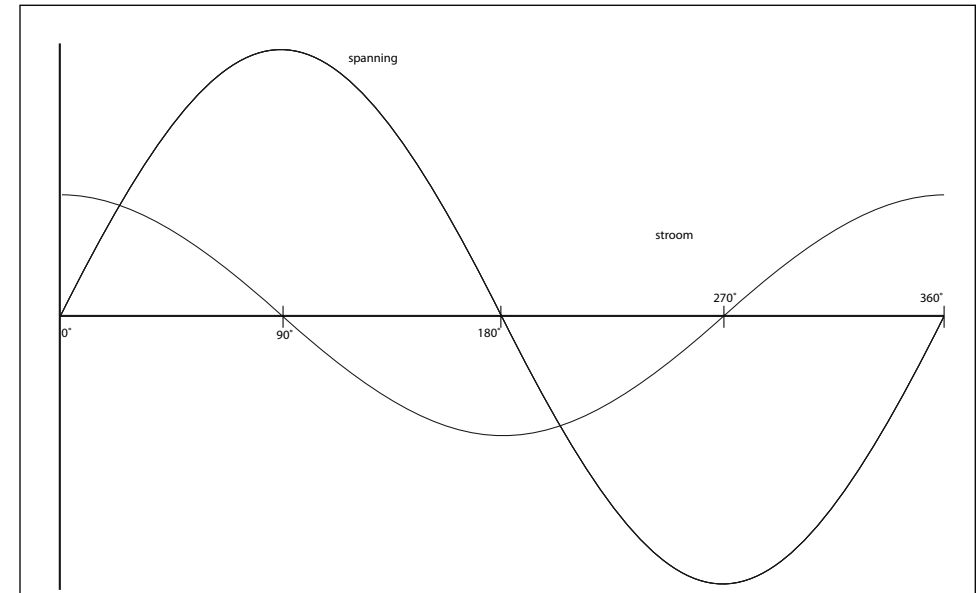
Op het tijdstip 0 begint de sinusvorm van de spanning. Precies 5 ms later begint de sinusvorm van de stroom. In graden uitgedrukt begint de spanningsvorm bij 0° en de stroomvorm bij 90° . Je kunt het vectordiagram voorstellen als hele grote pijlen die ronddraaien in de aangegeven richting. Als je er dan naast gaat staan op punt A, dan zie je eerst de pijl van de spanning langskomen en 90° later de pijl van de stroom. Het later komen van de stroom noemen we 'nailen'. De stroom ijlt na op de spanning.

Wisselspanning met condensator

Een condensator bestaat uit twee geleiders waartussen een isolatielaag zit. We kennen een condensator misschien als een klein onderdeelje op een printplaatje. Dat zijn condensatoren die in een fabriek worden gemaakt. Een kabel bevat ook geleiders met daartussen isolatiemateriaal. Ook een kabel is dus een beetje een condensator. Dat is bij heel lange kabels wel merkbaar.

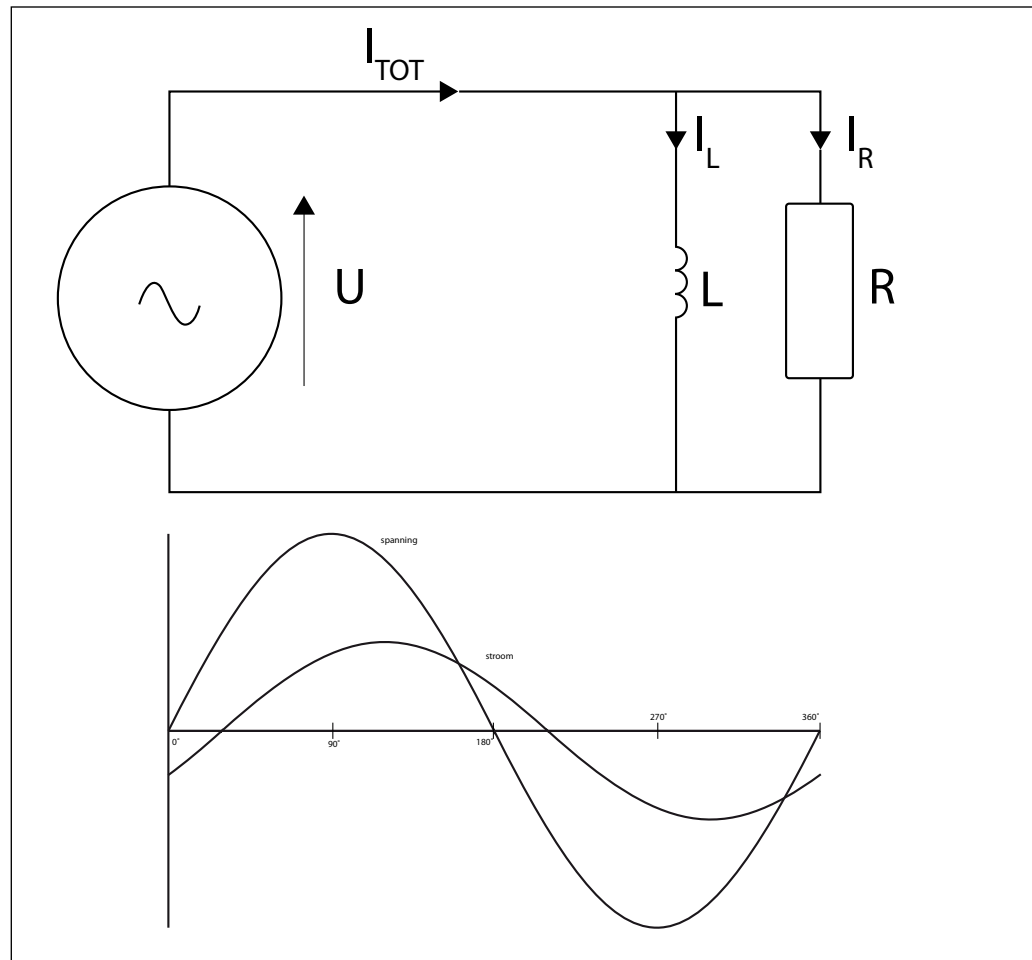
We gaan er vanuit dat het isolatiemateriaal in de condensator een oneindig hoge weerstand heeft. Als we een condensator op een gelijkspanning aansluiten, dan gaat er geen stroom lopen. Op een wisselspanning gaat er wel een stroom lopen. Hoe komt dat?

In het isolatiemateriaal van de condensator wordt een elektrisch veld gemaakt. Steeds 5 ms lang wordt er energie in het elektrische veld gestopt en daarna levert het elektrische veld weer 5 ms lang elektriciteit terug. Maak je de spanning en stroom zichtbaar met een oscilloscoop, dan is de verschuiving van de stroom goed te zien. Maar nu is het effect toch anders dan bij de spoel. Bij de spoel komt eerst de spanning en dan de stroom. Bij de condensator is dat omgekeerd en komt eerst de stroom en dan de spanning. Het eerder komen van de stroom noemen we 'voorijlen'. De stroom ijlt voor op de spanning.



Parallelschakelingen

Hebben we een parallelschakeling van een spoel en een weerstand, dan loopt er door de weerstand een stroom die in fase is met de spanning en door de spoel een stroom die 90° najlt. De totale stroom is een optelling van de twee stromen. Het leuke van het optellen van twee sinusvormige stromen is dat er opnieuw een sinusvormige stroom ontstaat. Deze totale stroom ijlt minder dan 90° na op de spanning. Hoeveel graden de totale stroom (I_{TOT}) najlt op de spanning hangt af van de verhouding tussen de stromen I_R en I_L .



Hebben we een parallelschakeling van een condensator en een weerstand, dan loopt er door de weerstand een stroom die in fase is met de spanning en door de condensator een stroom die 90° voorijlt. De totale stroom is een optelling van de twee stromen. Deze totale stroom ijlt minder dan 90° voor op de spanning. Hoeveel graden de totale stroom (I_{TOT}) voorijlt op de spanning hangt af van de verhouding tussen de stromen I_R en I_C .

