

**T****5**

# Spoel of condensator in serie met een weerstand

## Wat ga je doen?

Je gaat eerst een weerstand in serie schakelen met een spoel. Daarna ga je een weerstand in serie schakelen met een condensator.

## Waar kom je dit in de beroepspraktijk tegen?

Een gewone spoel of condensator gebruik je zelden alleen. Meestal zijn beide opgenomen in een volledige schakeling. Vooral in de elektronica worden deze componenten veel gebruikt.

## Aan het einde van deze les kun je:

- verklaren wat er gebeurt als je een spoel en een weerstand in serie schakelt;
- verklaren dat een niet-ideale spoel eigenlijk bestaat uit een ideale spoel en een ohmse weerstand;
- verklaren wat er gebeurt als je een condensator en een weerstand in serie schakelt;
- verklaren wat de impedantie van een spoel is;
- het vectordiagram van een spoel of condensator met een weerstand tekenen.

## 1

# Spoel in serie met weerstand

In hoofdstuk T4 Ideale spoel en ideale condensator heb je gezien hoe een ideale spoel werkt. In **figuur 1** zie je het vectordiagram van een ideale spoel aangesloten op wisselspanning.

In **figuur 2** zie je het vectordiagram van een weerstand aangesloten op een wisselspanning.

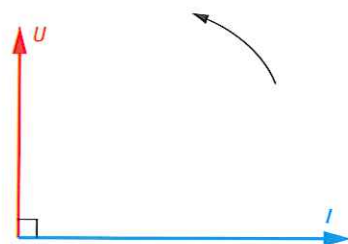


Fig. 1 Vectordiagram ideale spoel aangesloten op wisselspanning

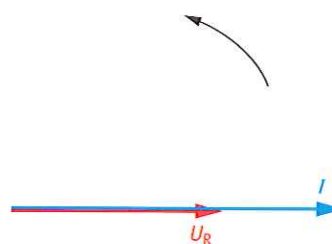


Fig. 2 Vectordiagram weerstand aangesloten op wisselspanning

Als je een weerstand en een ideale spoel in serie schakelt, dan krijg je maar één stroom. Die stroom is door beide onderdelen (spoel en weerstand) dezelfde.

Je kunt nu de twee vectordiagrammen over elkaar heen schuiven. Je krijgt dan **figuur 3**. Spanning  $U_L$  is de spanning over de spoel en spanning  $U_R$  is de spanning over de weerstand.

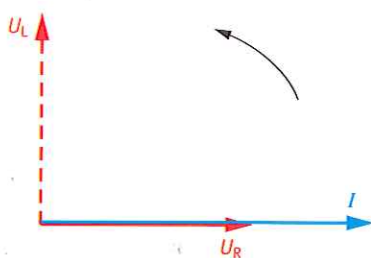


Fig. 3 Vectordiagrammen weerstand en ideale spoel over elkaar geschoven

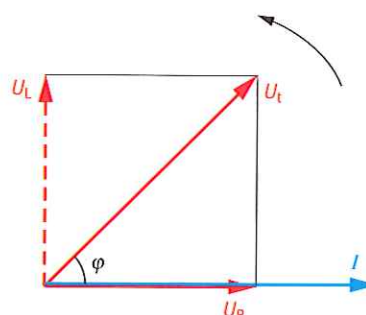


Fig. 4 Vectorisch optellen van  $U_L$  en  $U_R$  geeft de aangesloten spanning  $U_t$

Deze twee spanningen in **figuur 3** mag je niet zomaar optellen. In **figuur 4** zijn ze *vectorisch* opgeteld.

Dat wil zeggen: de vectoren  $U_L$  en  $U_R$  worden met een speciale constructie samengevoegd. Die speciale constructie is niets anders dan een rechthoek zoals in **figuur 4**. Hierbij is de diagonaal (de schuine lijn) de aangesloten totaalspanning  $U_t$ .

Je schrijft nu *niet*:  $U_t = U_L + U_R$

Je moet *wel* schrijven:  $\bar{U}_t = \bar{U}_L + \bar{U}_R$

De streepjes boven de letters wil zeggen *vectorisch optellen*. De hoek tussen de stroom en de aangesloten spanning is nu minder dan  $90^\circ$  en meer dan  $0^\circ$ .

De cosinus is nu dus geen nul meer, maar de cosinus is ook geen 1. Het vermogen is nu meer dan 0 watt. De spoelweerstand wordt dus warm.

Je kunt een weerstand berekenen door de spanning te delen door de stroom.

Als je nu alle spanningen in de formule deelt door dezelfde stroom  $I$ , dan krijg je:

$$\frac{U_t}{I} = \frac{U_L}{I} + \frac{U_R}{I}$$

Dit wordt dan:  $R_t = R_L + R_R$

Je weet dat:

- $X_L$  de weerstandswaarde van de spoel is;
- $R$  de weerstandswaarde van een weerstand is.

De formule wordt nu:  $R_t = X_L + R$

Voor  $R_t$  gebruik je de letter  $Z$ . Je krijgt dan dus de formule:

$$Z = X_L + R$$

Ook hier mag je  $X_L$  en  $R$  alleen vectorisch optellen.

Een voorbeeld: Als  $X_L = 40 \Omega$  en  $R = 30 \Omega$ , is  $Z$  geen  $70 \Omega$  maar slechts  $50 \Omega$ .

Hoe je dat moet berekenen, komt later.



**Nu moet je onthouden:**

- $Z$  noem je de wisselstroomweerstand of de impedantie;
- $R$  noem je de ohmse weerstand;
- $X_L$  noem je de inductieve weerstand;
- $Z$  is altijd de grootste weerstand;
- $Z$  is altijd kleiner dan  $X_L$  en  $R$  samen.

Je weet dat een ideale spoel niet bestaat. Een spoel mag je daarom zien als een ideale spoel met een weerstand in serie.

Wat je dus hier geleerd hebt is hoe een gewone spoel zich gedraagt op een wisselspanning. Onthoud wel dat het doel van een spoel het opwekken van een inductiespanning is. Deze is er niet voor om warmte te geven. Als een spoel warmte opwekt, is dat verloren energie.

## 2

## Condensator in serie met weerstand

Als je een condensator in serie schakelt met een weerstand, dan gebeurt er bijna hetzelfde als bij een spoel in serie met een weerstand.

In **figuur 5** zie je het vectordiagram van een condensator. In **figuur 6** zie je het vectordiagram van een weerstand.

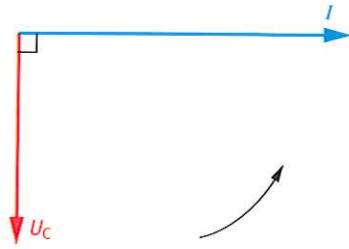


Fig. 5 Vectordiagram ideale condensator aangesloten op wisselspanning

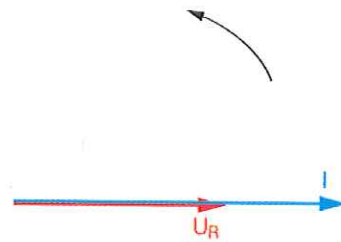


Fig. 6 Vectordiagram weerstand aangesloten op wisselspanning

Als je een condensator in serie schakelt met een weerstand, krijg je maar één stroom. Ook deze vectordiagrammen mag je weer over elkaar heen schuiven. Zie **figuur 7**.

Het verschil met de spoel is dat nu de spanning naar beneden staat getekend. Ook nu wordt de hoek tussen  $U$  en  $I$  minder dan  $90^\circ$  en meer dan  $0^\circ$ .

Deze schakeling neemt dus meer vermogen op dan 0 watt. De  $\cos \varphi$  is namelijk meer dan 0 en minder dan 1.

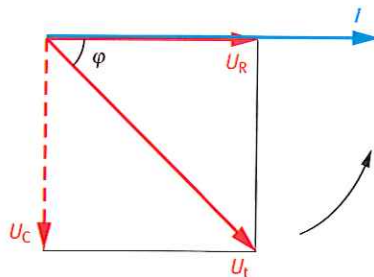


Fig. 7 Vectorisch optellen van  $U_C$  en  $U_R$  geeft de aangesloten spanning  $U_t$

Er is nog een groot verschil met de spoel.

De niet-ideale condensator kun je *niet* vergelijken met deze schakeling. Een condensator heeft namelijk een opgenomen vermogen van bijna 0 W en een  $\cos \varphi$  van bijna 0. Jij hoeft met deze kleine afwijkingen nog geen rekening te houden.

Ook bij deze schakeling geldt:  $U_t = U_C + U_R$

Hier geldt dus ook:  $Z = X_C + R$

En ook hier geldt weer dat je die getallen vectorisch moet optellen.

## Samenvatting T5

Je moet nu weten:

- dat een spoel en een weerstand in serie samen een gewone spoel (niet-ideale spoel) vormen;
- dat bij een spoel in serie met een weerstand de  $\cos \varphi$  groter is dan 0 maar kleiner dan 1;
- dat bij een spoel in serie met een weerstand het opgenomen vermogen groter dan 0 is.
- dat de ohmse weerstand  $R$  en de weerstand  $X_L$  van een ideale spoel samen de wisselstroomweerstand  $Z$  vormen;
- dat de spanning  $U_L$  over de ideale spoel en  $U_R$  over de weerstand vectorisch de totaalspanning  $U_t$  vormen. Dus  $\vec{U}_t = \vec{U}_L + \vec{U}_R$ .
- dat bij een condensator in serie met een weerstand de  $\cos \varphi$  groter is dan 0 en kleiner dan 1;
- dat het opgenomen vermogen van een condensator in serie met een weerstand groter is dan 0.

