



Inhoudsopgave

6	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk N-6.....	6-2
6.1	Waarvoor dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?	6-2
6.2	Enkele opmerkingen.....	6-3
6.3	Formularium.....	6-3
6.3.1	Windingen en wikkelingen, primair en secundair.....	6-3
6.3.2	Wikkelverhouding.....	6-3
6.3.3	Transformatieverhouding voor spanning.....	6-4
6.3.4	Transformatieverhouding voor stroom	6-4
6.3.5	Transformatieverhouding voor impedanties.....	6-4
6.3.6	Ideale en 'echte' transformatoren	6-5
6.3.7	Tot slot.....	6-5
6.4	Opgaven	6-6
6.4.1	Opgave 6-1	6-7
6.4.2	Opgave 6-2	6-8
6.4.3	Opgave 6-3	6-9
6.4.4	Opgave 6-4	6-10
6.4.5	Opgave 6-5	6-11
6.4.6	Opgave 6-6	6-12
6.4.7	Opgave 6-7	6-13
6.4.8	Opgave 6-8	6-14
6.5	Uitwerkingen.....	6-15
6.5.1	Uitwerking van Opgave 6-1.....	6-16
6.5.2	Uitwerking van Opgave 6-2.....	6-17
6.5.3	Uitwerking van Opgave 6-3.....	6-18
6.5.4	Uitwerking van Opgave 6-4.....	6-19
6.5.5	Uitwerking van Opgave 6-5.....	6-20
6.5.6	Uitwerking van Opgave 6-6.....	6-21
6.5.7	Uitwerking van Opgave 6-7.....	6-22
6.5.8	Uitwerking van Opgave 6-8.....	6-23

6 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk N-6

6.1 Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?


De voornaamste functie van deze bundel is dat je de kennis die je in hoofdstuk 6 van de N-cursus hebt opgedaan, kunt toetsen aan enkele examenvragen. Het is daarom een vorm van examentraining.

De schrijvers verwachten dat de opgedane kennis door het bestuderen en maken van de vragen scherper in je hoofd wordt geprent dan zonder examentraining. Want training is het natuurlijk wel.

We moeten hierbij opmerken dat na 1 juli 2020 de examenopgaven niet langer na afloop van het examen door examenkandidaten mochten worden meegenomen, omdat de toenmalige verantwoordelijke instantie, Agentschap Telecom, zich niet in staat achtte, in voldoende mate nieuwe examenopgaven te produceren. Verwacht dus geen aanvulling op deze bundel; mogelijk wel een langzame veroudering.

Advies: maak eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna het hoofdstuk nog een keer door om te zien of alles bekend is en begin daarna aan de examenvragen in deze bundel.


De opgaven zitten in twee paragrafen. De eerste geeft alleen de opgaven. Zo kun je die maken zonder ongewild het antwoord toch te zien. Een gele pijl in een blauw veld aan het eind van elke opgave brengt je naar de uitwerking van de opgave waarmee je bezig bent. Deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


De uitwerking begint met de opgave en het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het is niet ongewoon dat je via een andere weg ook tot een goed antwoord komt. Leg in zo'n geval beide antwoorden naast elkaar en vergelijk.

Soms begint de uitwerking met een korte analyse. Tenslotte is de eerste vraag die een examenkandidaat zich bij elke examenvraag moet stellen er één van "hoe zit dit precies in elkaar?". Kort gezegd: begrijp wat je doet.

Aan het eind van een uitwerking kun je via een rode pijl in een blauw veld terug naar de opgave. Dat is deze:

 Terug naar de opgave

Via eenzelfde pijl, maar dan groen, kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om iets anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe.

6.2 Enkele opmerkingen

Bij elke opgave is vermeld, hoe vaak de opgave van 2000 tot midden 2020 is voorgekomen en wanneer de opgave in die periode voor het laatst in een examen zat.

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en plotseling, bijvoorbeeld na 10 jaar of nog meer, weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nu niet meer zal voorkomen. Maar een opgave die veel voorkomt, zal een grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die maar één of twee keer is voorgekomen. Daarom staat onder elke opgave het aantal keren dat deze is gevraagd en wanneer voor het laatst.

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is in alle hoofdstukken met een bijbehorende bundel met examenvraagstukken in deze cursus een overzicht van vergelijkingen (“formules”) en begrippen met sterk samengevatte uitleg. We raden aan, dit eerst door te nemen.

6.3 Formulierium

6.3.1 Windingen en wikkelingen, primair en secundair

Wikkelingen van een transformator bestaan uit **windingen**. Een winding is één (1) rondje om de kern.

De **primaire** wikkeling is de wikkeling die de aangevoerde wisselstroom of -spanning ontvangt. De **secundaire** wikkeling is de wikkeling die de getransformeerde stroom en spanning afgeeft.

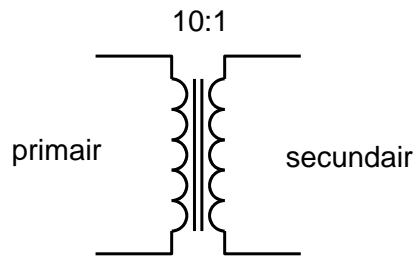
Het woord *wikkeling* wordt meestal weggelaten. Men spreekt dan kortweg over de **primaire** en de **secundaire**.

6.3.2 Wikkilverhouding

De *wikkilverhouding* m die ook wel *transformatieverhouding* heet, is de verhouding tussen het aantal windingen N_1 van de primaire en dat van de secundaire (N_2):

$$m = \frac{N_2}{N_1}$$

In schema's wordt de wikkelverhouding meestal aangegeven zoals in onderstaande figuur.



In de figuur heeft de primaire 10x zoveel windingen als de secundaire. De oplettende lezer heeft zich mogelijk al gerealiseerd dat bij deze trafo $m = 0,1$ en niet 10, zoals je bij oppervlakkig bekijken misschien zou denken.

6.3.3 Transformatieverhouding voor spanning

De transformatieverhouding voor spanning is gelijk aan m . Een voorbeeld:

Zetten we over de primaire van de afbeelding hierboven een wisselspanning van 100 V, dan staat over de secundaire een spanning van $m * 100 \text{ V} = 10 \text{ V}$.

6.3.4 Transformatieverhouding voor stroom

Het vermogen dat de transformator ingaat, moet er ook weer uitkomen. Vermogen $P = I * R$. Spanning delen door 10 betekent daarom stroom vermenigvuldigen met 10. De transformatieverhouding voor stroom is dus omgekeerd ten opzichte van die voor spanning.

Stel dat er door de primaire 1 A loopt en $m=0,1$, zoals in het plaatje. De secundaire stroom is dan 10x zo groot, 10 A dus, terwijl de spanning 10x zo klein is als over de primaire.

De berekening kan ook met de grootte Aw (ampèrewindingen). Dat is stroomsterkte maal aantal windingen.

In het voorbeeld liep er 1 A door de primaire. Stel dat die 1000 windingen heeft. Dan heeft de secundaire er $1000 * m = 100$. 1000 windingen maal 1 A is 1000 Aw. Die worden via het magnetische veld in de trafokern overgebracht naar de secundaire. Daar zijn 100 windingen. Dan moet er 10 A lopen om $100 * 10 = 1000$ Aw te krijgen. Zelfde uitkomst. De wikkelverhouding kennen is genoeg.

6.3.5 Transformatieverhouding voor impedanties

Tot impedanties rekenen we in dit geval ook weerstand en reactantie, want de transformatie verandert daaraan niets.

De verhouding van de primaire en de secundaire spanning is gelijk aan de wikkelverhouding:

$$m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

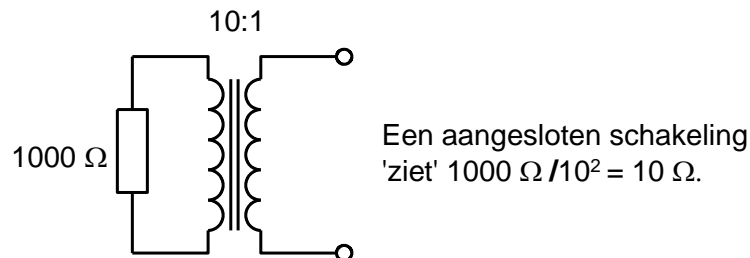
Voor de verhouding van primaire en secundaire stroom geldt het omgekeerde:

$$m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

De primaire stroom komt in de vergelijking op de plek van de secundaire spanning en omgekeerd. Dus: spanning drie keer zo groot, stroom drie keer zo klein, om voor de verandering een voorbeeld met $m = 3$ te nemen. Uit een drie keer zo kleine stroom bij een drie keer zo grote spanning volgt volgens Ohm een $3 * 3 = 9$ keer zo grote impedantie. Dus:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = m^2$$

In de vorm van hetzelfde transformatorschema als we eerder zagen:



6.3.6 Ideale en 'echte' transformatoren

Een ideale transformator levert via de secundaire evenveel vermogen als hij via de primaire opneemt. Een goede 'echte' transformator kan daar dichtbij komen, maar het niet voor 100% bereiken. Een trafo in werking wordt altijd minstens een beetje warm. Dat vermogen gaat de atmosfeer in. Er ontstaan wervelstromen in de ijzeren kern die tot warmteontwikkeling leiden. *Ijzerverliezen* heet dat. Koperdraad heeft altijd een kleine weerstand, zodat elke stroom een beetje warmte produceert. Dat noemt men *koperverliezen*.

In examenopgaven zul je altijd ideale transformatoren tegenkomen.

6.3.7 Tot slot

Je zult in deze kleine bundel geen opgaven over hoogfrequent trafo's tegenkomen. In het cursushoofdstuk zijn ze wel kort besproken, maar de eigenlijke toepassingen komen pas later in de cursus. In feite gedragen ze zich net als transformatoren voor lage frequenties, maar er zit geen ijzer in de kern (soms is er niet eens een kern, maar lucht) en de aantallen windingen zijn (veel) kleiner.



6.4 Opgaven



6.4.1 Opgave 6-1

Een van deze toepassingen van een transformator is niet juist:

- A. wijzigen van wisselspanning
- B. versterken van vermogen
- C. aanpassen van antenne aan kabel

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 21 keer gevraagd; voor het laatst september 2019.



6.4.2 Opgave 6-2

In een voedingsapparaat wordt de aangeboden netspanning omgezet naar een andere wisselspanning door:

- A. de transformator
- B. de gelijkrichter
- C. het filter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst januari 2020.



6.4.3 Opgave 6-3

De secundaire spanning van een transformator:

- A. kan hoger of lager zijn dan de primaire spanning
- B. is altijd hoger dan de primaire spanning
- C. is altijd lager dan de primaire spanning

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Tussen 2000 en midden 2020 14 keer gevraagd, voor het laatst in maart 2019.



6.4.4 Opgave 6-4

Een transformator heeft primair 2000 windingen en secundair 1000 windingen. Indien de primaire spanning 220 volt bedraagt, is de secundaire spanning:

- A. 55 V
- B. 110 V
- C. 440 V

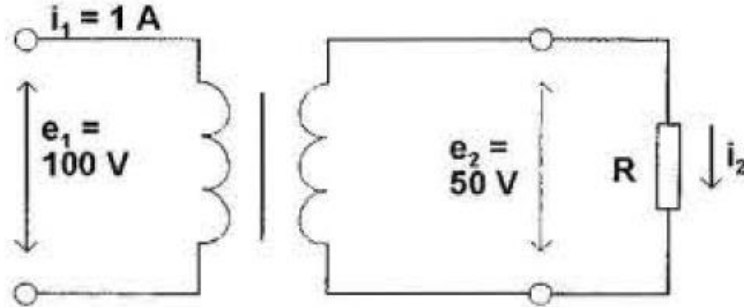
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Aantal keren gevraagd: onbekend.

6.4.5 Opgave 6-5

Een ideale transformator is belast zoals is aangegeven. De stroom I_2 is:

- A. 0,5A
- B. 1 A
- C. 2 A



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Aantal keren gevraagd: onbekend.



6.4.6 Opgave 6-6

Een voeding kan 12 volt leveren bij 5 ampère. De voedingstransformator moet ontworpen zijn voor ten minste:

- A. 5 W
- B. 17 W
- C. 60 W

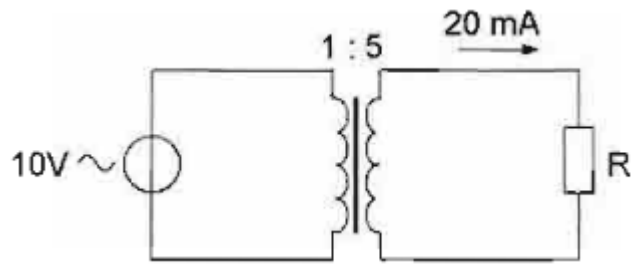
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 1 keer gevraagd op het najaarsexamen van 2003.

6.4.7 Opgave 6-7

De weerstand R is:

- A. 100Ω
- B. 200Ω
- C. 2.500Ω



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 22 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



6.4.8 Opgave 6-8

Een transformator met een secundaire spanning van 25 volt levert een vermogen van 100 watt aan een weerstand.

De stroom door de weerstand is:

- A. 0,25A
- B. 2 A
- C. 4 A

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Tussen 2000 en midden 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen 2002.



6.5 Uitwerkingen

6.5.1 Uitwerking van Opgave 6-1

Een van deze toepassingen van een transformator is niet juist:

- A. wijzigen van wisselspanning
- B. versterken van vermogen**
- C. aanpassen van antenne aan kabel

Uitwerking

Let op het woordje *niet* in de vraag!

Een transformator zet wisselspanningen om naar een ander spanning. Aanpassen van een antenne aan de antennekabel kan ook. Dat laatste hebben we weliswaar nog niet gehad, maar het onjuiste antwoord (B) dat een transformator vermogen versterkt, is zó duidelijk fout, dat we deze examenvraag wel bij hoofdstuk 6 kunnen behandelen.

Antwoord B is namelijk in strijd met één van de fundamenteën van de natuurkunde: vermogen ontstaat niet uit het niets en verdwijnt niet in het niets. Vermogen dat een transformator ingaat, komt er ook weer uit, al is het met een klein verlies dat vooral opgaat aan warmte.

Vermogen kun je alleen versterken door er vermogen uit een andere bron aan toe te voegen. Hoe dat gaat, komt verderop in deze cursus aan de orde. In een transformator gebeurt het niet.

Antwoord B.

Opmerking

Er zijn 4 toepassingen voor een transformator:

1. Spanningen verhogen en/of verlagen.
2. Impedanties aanpassen.
3. Galvanische scheiding. Netspanning wordt 'getransformeerd' naar een meestal even grote spanning, waardoor er geen geleidende verbinding met het lichtnet is. Dit is bedoeld als veiligheidsmaatregel.
4. Fase-omkering: spanningen op de uiteinden van een wikkeling zijn ten opzichte van elkaar in tegenfase.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





6.5.2 Uitwerking van Opgave 6-2

In een voedingsapparaat wordt de aangeboden netspanning omgezet naar een andere wisselspanning door:

- A. de transformator
- B. de gelijkrichter
- C. het filter

Uitwerking

De enige van deze drie die een netspanning naar een andere spanning omzet, is de transformator.

Antwoord A.

Opmerkingen

Netspanning is wisselspanning. Een gelijkrichter maakt van een wisselspanning gelijkspanning. (antwoord B).

Filters laten frequenties door, onderdrukken andere, maar zetten geen wisselspanningen om naar een andere spanning. (antwoord C).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





6.5.3 Uitwerking van Opgave 6-3

De secundaire spanning van een transformator:

- A. kan hoger of lager zijn dan de primaire spanning
- B. is altijd hoger dan de primaire spanning
- C. is altijd lager dan de primaire spanning

Uitwerking

De secundaire spanning van een transformator kan zowel hoger als lager zijn dan de primaire. Dat hangt af van de wikkerverhouding (zie formularium). Is die verhouding primair : secundair bijvoorbeeld 2:1, dan zal de secundaire spanning de helft zijn van de primaire. Is hij 1:2, dan is de secundaire spanning 2 maal de primaire.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





6.5.4 Uitwerking van Opgave 6-4

Een transformator heeft primair 2000 windingen en secundair 1000 windingen. Indien de primaire spanning 220 volt bedraagt is de secundaire spanning:

- A. 55 V
- B. 110 V**
- C. 440 V

Uitwerking

De spanning over de secundaire winding is $1000/2000 = 1/2$ maal die over de primaire. Dat is 220 V maal $1/2$ is 110 V.

Antwoord B



Terug naar de opgave

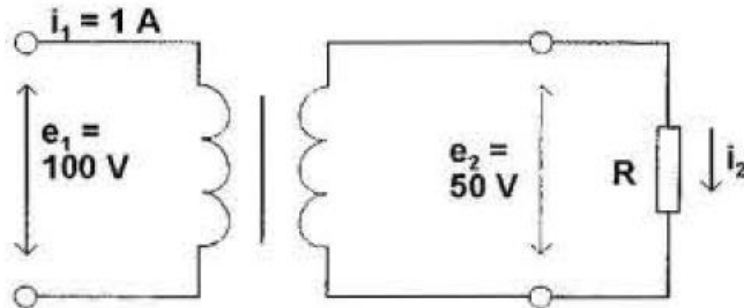
Naar de volgende opgave



6.5.5 Uitwerking van Opgave 6-5

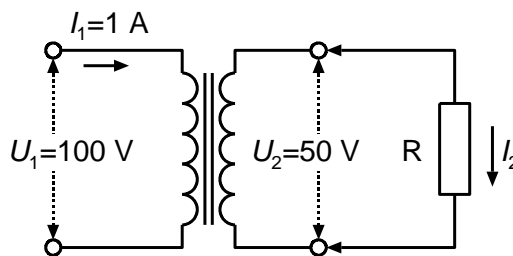
Een ideale transformator is belast zoals is aangegeven. De stroom I_2 is:

- A. 0,5A
- B. 1 A
- C. 2 A



Opmerking

Voor de verandering komt eerst de opmerking. Dit moet een stokoud plaatje zijn, want de spanningen zijn met de letter e aangegeven. Tegenwoordig gebruiken we U of soms u als wisselspanning bedoeld wordt. Maar de soort opgave zou je op het examen kunnen verwachten. Een wat meer eigentijdser 'omtaling' staat hieronder.



Uitwerking

Uit de spanningsverhouding blijkt de wikkilverhouding: de secundaire heeft half zoveel windingen als de primaire, want de spanning erover is de helft van die over de primaire. Dan moet de secundaire stroom 2x zo groot zijn als de primaire, want de primaire en secundaire vermogens moeten gelijk zijn. Dat betekent 2 A.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





6.5.6 Uitwerking van Opgave 6-6

Een voeding kan 12 volt leveren bij 5 ampère. De voedingstransformator moet ontworpen zijn voor ten minste:

- A. 5 W
- B. 17 W
- C. 60 W

Uitwerking

12 V bij 5 A is $12 * 5W = 60 W$. Dat is het vermogen dat de voedingstrafo moet kunnen leveren.

Antwoord C

Opmerking

Gebruik in een voorkomend geval een trafo voor een iets hoger vermogen, bijvoorbeeld 75 W. Een beetje extra zekerheid maakt een schakeling op termijn betrouwbaarder.



Terug naar de opgave

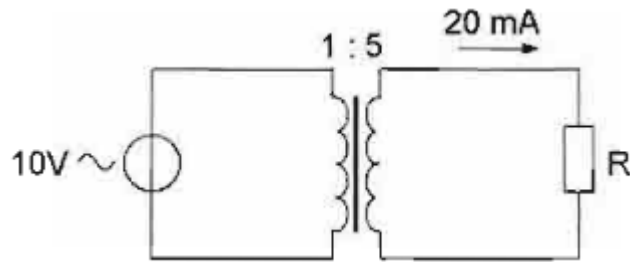
Naar de volgende opgave



6.5.7 Uitwerking van Opgave 6-7

De weerstand R is:

- A. 100 Ω
- B. 200 Ω
- C. 2.500 Ω



Uitwerking

Om de weerstand te berekenen, hebben we behalve de stroom van 20 mA ook de spanning over de weerstand nodig. Die volgt uit de wikkerverhouding en de primaire spanning van 10 V. De secundaire heeft 5x zoveel windingen als de primaire en daarom is de spanning over de secundaire ook 5x zo groot als de 10 V over de primaire. Dat komt neer op 50 V.

Als er 50 V over de weerstand staat, loopt er 20 mA doorheen (gegeven). Volgens Ohm is

$$R = \frac{U}{I} = \frac{50}{20} \text{ k}\Omega = 2,5 \text{ k}\Omega = 2\,500 \Omega$$

Antwoord C.

Opmerking

We hebben hier (weer) de rekentruc toegepast van mA in, k Ω uit. Gevolg: geen gedoe met komma's.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





6.5.8 Uitwerking van Opgave 6-8

Een transformator met een secundaire spanning van 25 volt levert een vermogen van 100 watt aan een weerstand.

De stroom door de weerstand is:

- A. 0,25A
- B. 2 A
- C. 4 A

Uitwerking

De vraag komt neer op: hoeveel stroom heb ik nodig om bij 25 V een vermogen van 100 W te maken? De transformator is bijzaak. De weerstand ook.

Voor vermogen P geldt:

$$P = U * I. \text{ Daaruit volgt: } I = \frac{P}{U} = \frac{100}{25} \text{ A} = 4 \text{ A}$$

Antwoord C.



Terug naar de opgave