

Toetsvoorbeeld

Naam Student: _____

Studentnummer: _____

Locatie: **Delft**

Opleiding: Elektrotechniek	Toetsnaam: Klik hier om te typen
Opsteller: Peter van Duijsen Tweede lezer: Paul Witte	Datum: 15-06-22 Tijd: 08:45 - 10:15
Groep: ECK, ECKD Cursuscode: VRMEL2	Aantal bladzijden: inclusief datasheet 6 (inclusief voorblad) Aantal vragen: 5

Bij deze toets worden verstrekt:

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Gelinieerd papier | <input type="checkbox"/> Opgavenbladen met ruimte om de vragen te beantwoorden |
| <input type="checkbox"/> Ruitjes papier | <input type="checkbox"/> Antwoordformulier ABCDE |
| <input checked="" type="checkbox"/> Klappapier | <input type="checkbox"/> Antwoordformulier Ja/Nee |
| <input type="checkbox"/> Omslag voor gemaakt tentamen | <input type="checkbox"/> Antwoordformulier Ja/Nee/Vraagteken |
| <input type="checkbox"/> Overig: _____ | |
| <input type="checkbox"/> Bijlage(0): | |

Toegestane eigen hulpmiddelen bij het maken van deze toets:

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Eenvoudige rekenmachine | <input type="checkbox"/> Eigen aantekeningen: _____ |
| <input checked="" type="checkbox"/> Grafische rekenmachine | <input type="checkbox"/> Boeken/dictaten: _____ |
| <input type="checkbox"/> Computer | |
| <input type="checkbox"/> Formuleblad(en): _____ | |

Opmerkingen:

Cesuur (voorlopig):

Cijfer is aantal punten

In te leveren door student bij surveillant:

- Alle documenten voorzien van naam en studentnummer, per document gesorteerd
- Alle documenten voorzien van naam en studentnummer, per student gesorteerd (in omslag)

Belangrijk:

Voor dit tentamen gelden de regels uit de toetsregeling van het Onderwijs- en Examenreglement. Dit document is aanwezig in het toetslokaal;

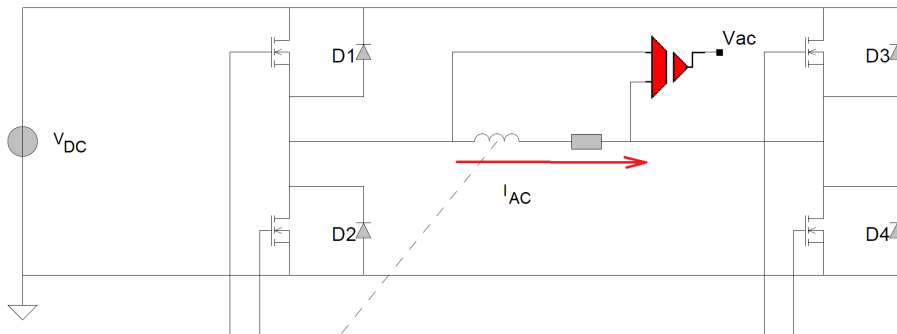
Je dient zelf te controleren of je alle pagina's en vragen van dit tentamen hebt ontvangen;

Dit tentamen is dubbelzijdig geprint;

Schrijf je naam en studentnummer op alle documenten.

Vraag 1, (2 punten)

De stroom door een enkelfase belasting is niet bekend in de onderstaande enkelfasige inverter. Bereken in de onderstaande éénfase inverter de RMS waarde van de sinusvormige stroom.



De uitgangsfrequentie is 50Hz .

De DCLink spanning is gelijk aan 48 volt

De last is een serieschakeling van een weerstand $R = 15\Omega$ en $L = 200\text{mH}$.

De schakelfrequentie is 65kHz en de modulatie index van de bipolaire PWM is gelijk aan $m = 1$.

De doorlaatverliezen van de halfgeleiders mag je verwaarlozen.

Bereken de RMS waarde van de stroom I_{AC}^{RMS} door de spoel L ?

$$V_{dc} = 48\text{volt} \quad R = 15\Omega \quad L = 200\text{mH} \quad F_s = 65\text{kHz} \quad m = 1$$

$$\text{Antwoord: } \hat{V} = V_{dc}$$

$$V_{AC}^{RMS} = \frac{\hat{V}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{AC}^{RMS} = 33.94$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}$$

$$Z = \sqrt{15^2 + (2\pi \cdot 50 \cdot 0.2)^2}$$

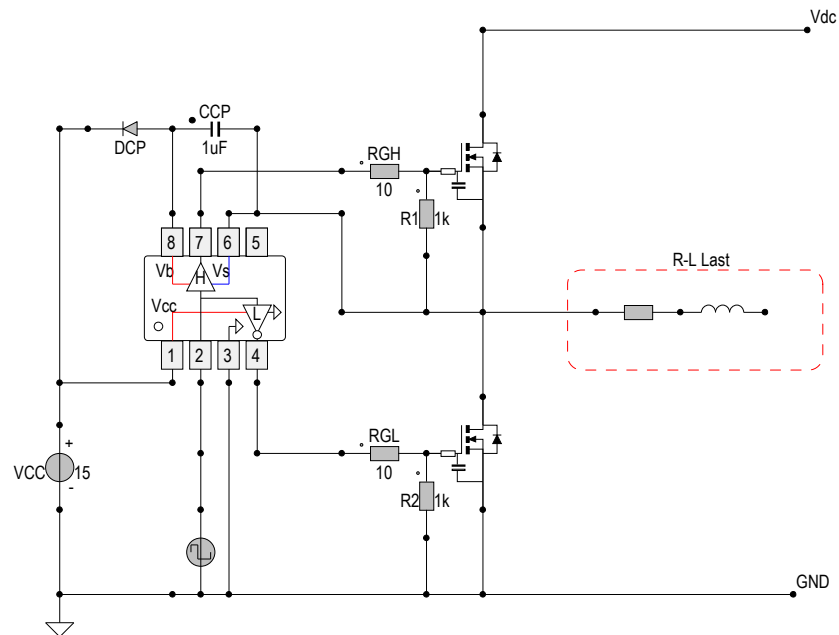
$$Z = \sqrt{225 + (62.8)^2}$$

$$Z = \sqrt{4.172,8} = 64.6$$

$$I_{AC}^{RMS} = \frac{V_{AC}^{RMS}}{Z} \quad I_{AC}^{RMS} = \frac{33.95}{64.6} = 0.53\text{A}$$

Vraag 2, (2 punten)

De student heeft in de onderstaande schakeling een driver IC gebruikt die snel kan schakelen. Maar de high side mosfet wil niet aanschakelen. Wat is er niet goed aan onderstaande schakeling.



Wat is er niet goed aan het schema, waarom doet hij het niet?

Antwoord:

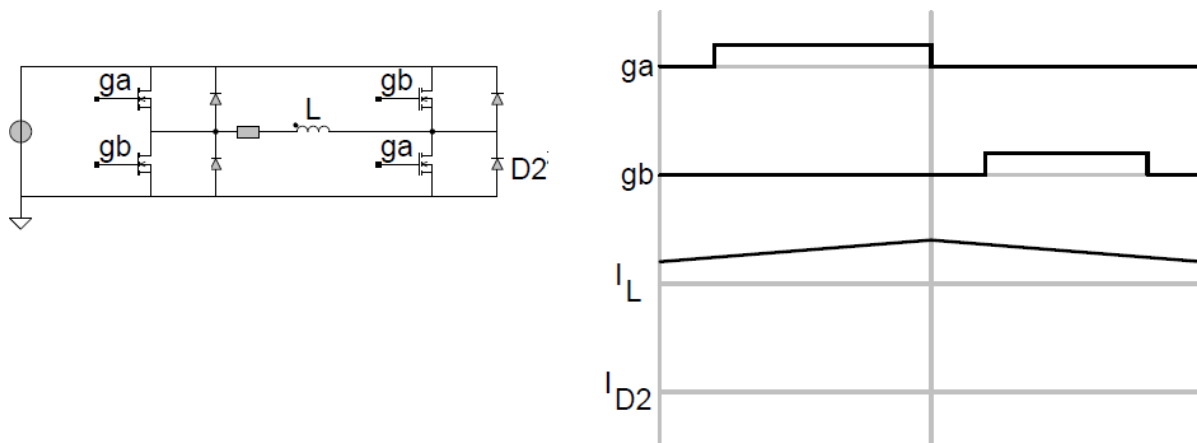
Diode zit achterstevoren en kan de condensator Ccp niet laden.

Vraag 3, (2 punten)

Gegeven zijn de gate signalen ga en gb en de stroom I_L door de spoel.

In het schema loopt de positieve spoelstroom van links naar rechts, dus bij de dot de spoel in!

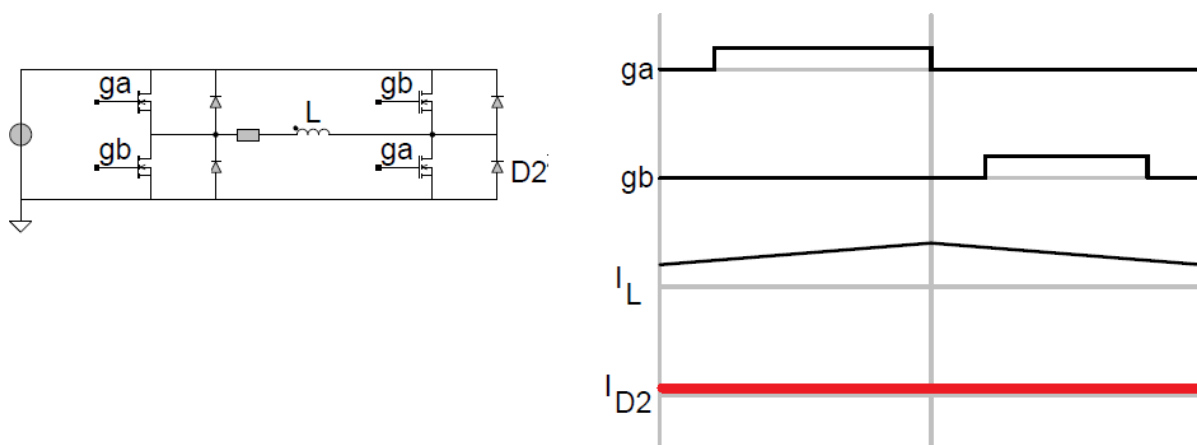
Teken in de grafiek de eventuele stroom I_{D2} door de vrijloop diode D2?



Teken het antwoord, het verloop van de stroom, in de figuur rechtsboven:

De stroom door de spoel is altijd positief, dus er loopt nooit een vrijloopstroom door D2

Dus als je alleen een streep op de X as tekent is het goed



Vraag 4, (2 punten)

Op een koellichaam P16/200 worden een IGBT module gemonteerd.

De verliezen per IGBT is gelijk aan $25Watt$.

De totale verliezen van alle IGBT's in de module tezamen is dus gelijk aan $150Watt$.

De totale thermische weerstand van de module is volgens de datasheet $R_{JC}^{th} = 0.45K/W$.

De thermische weerstand van de isolatie en koelpasta tussen de module en het koellichaam is $R_{iso}^{th} = 0.004K/W$.

Door het koellichaam is een luchtstroom met een constante temperatuur van $65^{\circ}C$

De module mag niet heter worden dan $125^{\circ}C$.

P 16					
Standard lengths	n	b / d Ø mm	R_{thha}	R_{thha} with fan SKF 16B-230-01	w
			K/W	K/W	kg
P 16/170	3	20		0,05	4
P 16/200	3	20		0,046	4,7
	6	20		0,039	
	3	34		0,038	
	2	50		0,04	
	3	50		0,033	
P 16/300	6	34		0,036	7
	6	50		0,024	

Bereken de temperatuur van de behuizing T_{case} van de module?

$$P_{IGBT} = 25Watt \quad P_{totaal} = 150Watt \quad R_{JC}^{th} = 0.45K/W \quad R_{iso}^{th} = 0.004K/W$$

$$T_{luchtstroom} = 65^{\circ}C \quad T_{IGBT} < 125^{\circ}C$$

Antwoord:

Temperatuur op de heatsink is het totale verlies door het koellichaam en de isolatie en koelpasta bovenop de temperatuur van de luchtstroom.

Gevraagd wordt de temperatuur van de case, niet van de junction!

Alle vermogen $150Watt$ gaat door de heatsink

$$T_{heatsink} = 150 * (0.046) + 65 = 71,9^{\circ}C$$

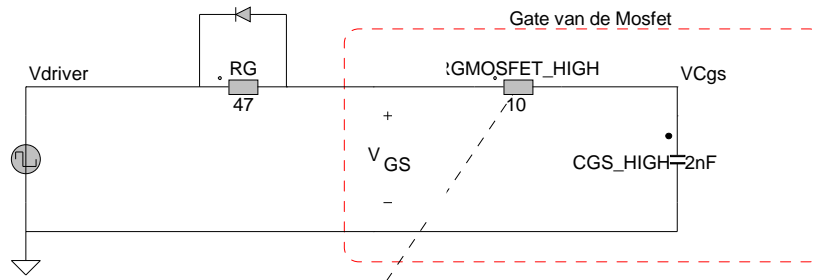
en alle vermogen moet door de isolatie en koelpasta heen

$$\text{juiste antwoord: } T_{modulecase} = 150 * (0.004) + 71,9 = 72,5^{\circ}C$$

$$T_{IGBTjunction} = 25 * (0.45) + 72,5 = 83,75^{\circ}C$$

Vraag 5, (2 punten)

In een éénfase inverter worden goedkope Mosfet's gebruikt.



De mosfet's hebben een ingangscapaciteit van $CGSHIGH = 2nF$ en een interne gate weerstand van $RGMOSFETHIGH = 10\Omega$.

De externe gate-weerstand is $RG = 47\Omega$ met een antiparallelle diode.

Er wordt een driver-IC gebruikt die met één sturingang beide Mosfets High en Low aanstuurt.

De Mosfet schakelt sneller uit, dan dat hij in kan schakelen.

Wat is de verhouding $\frac{T_{on}}{T_{off}}$ tussen de inschakeltijd en de uitschakeltijd van de Mosfet.

$$RG = 47\Omega \text{ met antiparallelle diode} \quad RG_{mosfethigh} = 10\Omega \quad C_{GS} = 2nF$$

Antwoord:

$$T_{on} = 2nF \cdot (10 + 47) = 114ns$$

$$T_{off} = 2nF \cdot 10 = 20ns$$

$$T_{on}/T_{off} = \frac{114}{20} = 5.7$$