

Toetsvoorbeeld

Naam Student: _____

Studentnummer: _____

Locatie: **Delft**

Opleiding: Elektrotechniek	Toetsnaam: Klik hier om te typen
Opsteller: Peter van Duijsen Tweede lezer: Paul Witte	Datum: 29-06-22 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"/> Kladpapier | <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;

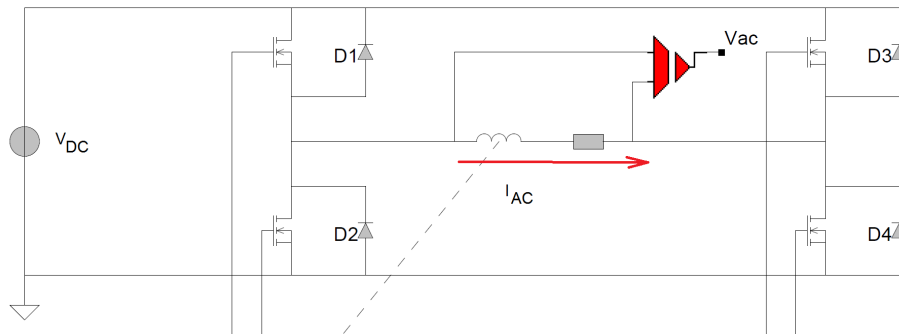
Je dient zelf te controleren of je alle pagina's en vragen van dit tentamen hebt ontvangen;

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 $R = 10\Omega$ en $L = 47\text{mH}$.

De schakelfrequentie is 42kHz 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 ?

$$V_{dc} = 48\text{volt} \quad R = 10\Omega \quad L = 47\text{mH} \quad F_s = 65\text{kHz} \quad m = 1$$

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

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

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

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

$$Z = \sqrt{10^2 + (2\pi \cdot 50 \cdot 0.047)^2}$$

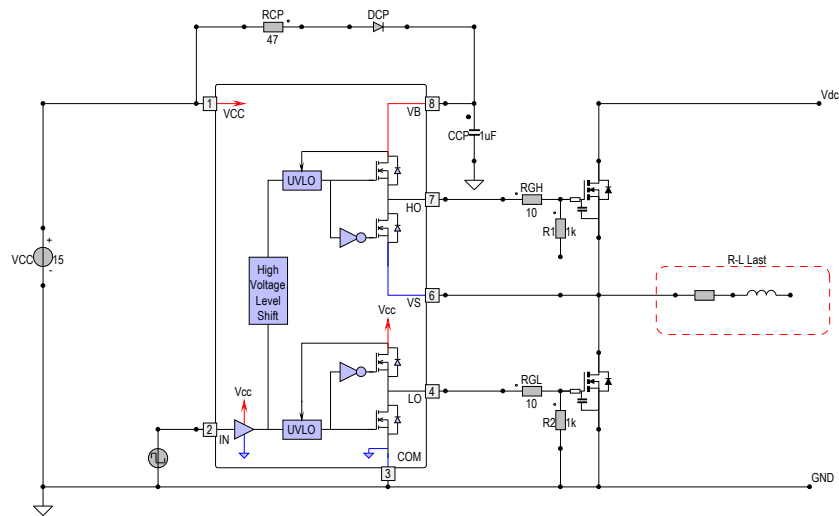
$$Z = \sqrt{100 + (14.77)^2}$$

$$Z = \sqrt{318} = 17.8$$

$$I_{AC}^{RMS} = \frac{V_{AC}^{RMS}}{Z} \quad I_{AC}^{RMS} = \frac{33.95}{17.8} = 1.9\text{A}$$

Vraag 2, (2 punten)

In het onderstaande zit blijkbaar een fout. 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:

De condensator C_{cp} moet aan de pin 6 verbonden worden, zodat hij de spanning kan optillen.

Vraag 3, (2 punten)

Voor een elektrische aandrijving wordt een driefasen inverter met behulp van PWM gemoduleerd. De RMS waarde van de uitgangsstroom is $I_{RMS} = 2$ Ampere voor een sinusvormige stroom met een frequentie van $50Hz$.

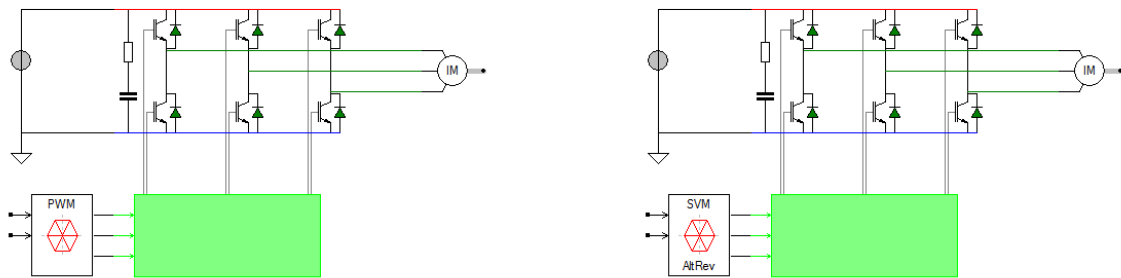
De belasting bestaande uit een serieschakeling van $R = 20\Omega$ en $L = 40mH$ is in ster geschakeld.

De DC link spanning blijft constant.

De modulatie index is al maximaal.

De doorlaatverliezen worden bij PWM gemeten als $P_{loss} = 1Watt$ In plaats van PWM wordt nu Space Vector Modulatie SVM toegepast.

Hoe groot worden nu de doorlaatverliezen?



Let op, het gaat alleen om de doorlaatverliezen, niet om de schakelverliezen

Wat zijn de doorlaatverliezen bij SVM?

$$R = 20\Omega \quad L = 40mH \quad PWM \rightarrow SVM \quad I_{AC} = \sqrt{2} \cdot 2 \cdot \sin(2\pi \cdot f) \quad m = 1$$

Antwoord:

De doorlaatverliezen bij PWM zijn $1Watt = I^2 \cdot R_{loss} = 2^2 \cdot R_{loss} = 4 \cdot 0.25$

$$R_{loss} = 0.25\Omega$$

Spanning wordt nu 15procent hoger

dus ook de stroom wordt $I = V/Z$ daardoor 15 percent hoger

$$1.15 \cdot 2 = 2.3 Arms$$

De doorlaatverliezen bij SVM zijn nu $I^2 \cdot R_{loss} = 2.3^2 \cdot 0.25 = 5.29 \cdot 0.25 = 1.32Watt$

Je kan ook veronderstellen dat het vermogen $1.15 * 1.15$ keer groter wordt, dus ook voor de verliezen

Het vermogen neemt dus met 15percent * 15 percent extra toe

$$P = 1.15 * 1.15 = 1.3225 \text{ keer groter}$$

oftewel je hebt iets meer dan 32.5 percent meer verliesvermogen als je van PWM overgaat naar SVM.

Vraag 4, (2 punten)

In een driefasen inverter zitten 6 IGBT's. De schakelverliezen per IGBT zijn in de datasheet gegeven als $E_{on} = 4.5mWs$ en $E_{off} = 5.5mWs$ voor een stroom van 100Ampere. De schakelfrequentie is $F_s = 15kHz$, de IGBT's schakelen allemaal 1 keer per periode aan en uit.

De doorlaatverliezen gaan we nu niet berekenen.

Bereken het schakelverlies van één IGBT als er 50 Ampere door de IGBT gaat?

Per IGBT: $E_{on} = 4.5mWs$ $E_{off} = 5.5mWs$ $F_s = 15kHz$ $P_{doorlaat} = 0$

Antwoord:

Voor een stroom van 100 Ampere $P_{sw} = F_s(E_{on} + E_{off}) = 15k(4.5m + 5.5m) = 150Watt$

Maar nu moet je E_{on} en E_{off} schalen met $\frac{50}{100}$

Voor een stroom van 50 Ampere $P_{sw} = F_s(\frac{50}{100}E_{on} + \frac{50}{100}E_{off}) = 15k\frac{50}{100}(4.5m + 5.5m) = 75Watt$

Vraag 5, (2 punten)

In een driefasen inverter worden snelle Mosfet's gebruikt.

De mosfet's hebben een ingangscapaciteit van $500pF$.

De totale gate-weerstand is 10Ω .

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

In de datasheet van het driver-IC staat $T_{on} = 450ns$ en $T_{off} = 150ns$

Waarom is er een verschil tussen T_{on} en T_{off} ?

$$R_{Gate}^{totaal} = 10\Omega \quad C_{iss} = 500pF \quad T_{on} = 450ns \text{ en } T_{off} = 150ns$$

Antwoord:

De schakeltijden $T_{off} < T_{on}$ zodat de driver de mosfet sneller uit kan schakelen dan inschakelen. Dit is zodat als de ene mosfet uitgezet moet worden en de andere aan, dat eerst de ene uit gaat en dan pas de andere aan gaat. Als dit andersom zou zijn, dan zouden beide gelijktijdig aan kunnen staan.