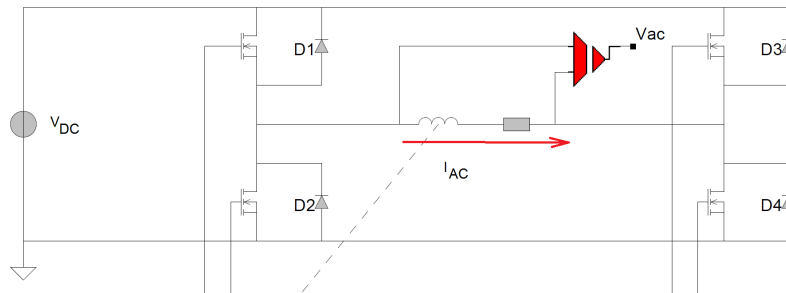


Vraag 1, (2 punten)

In een éénfase inverter moet een sinusvormige stroom met een RMS waarde van 1 Ampere door de AC last gaan.



De uitgangsfrequentie is 50Hz .

De last is een serieschakeling van een weerstand $R = 20\Omega$ en $L = 100\text{mH}$.

De schakelfrequentie is 35kHz en de modulatie index van de bipolaire PWM is gelijk aan $m = 1$.

Je mag de doorlaatverliezen en schakelverliezen van de halfgeleiders verwaarlozen.

Bereken de minimale DC spanning die voor een stroom van 2 ampere RMS nodig is?

$$R = 20\Omega \quad L = 100\text{mH} \quad I_{AC} = \hat{I} \cdot \sin(1\pi \cdot 50) \quad Fs = 35\text{kHz} \quad m = 1 \quad I_{RMS} = 2\text{A}$$

$$\text{Antwoord: } Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2} = \sqrt{400 + 31.4^2} = \sqrt{1385.95} = 37.2$$

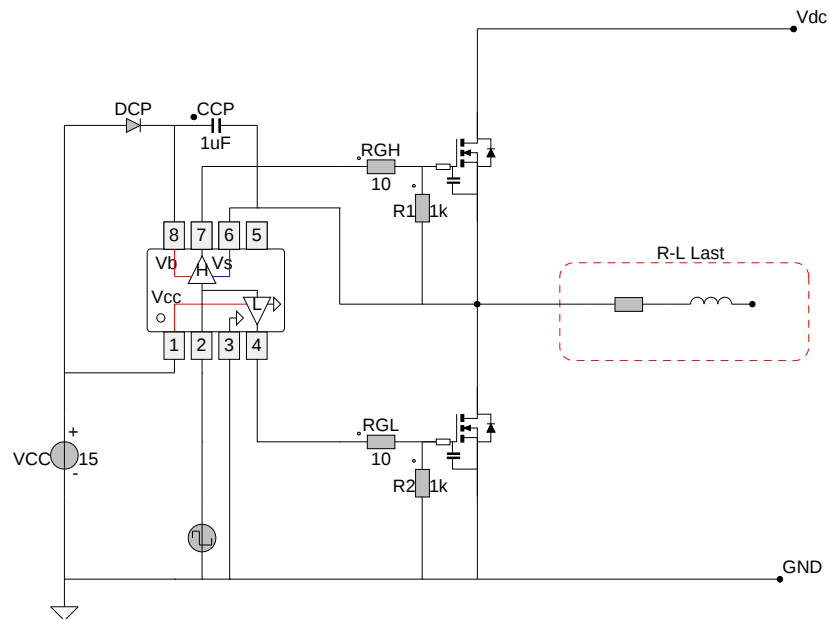
$$V_{rms} = Z \cdot I_{rms} = 37.2 \cdot 2 = 74.4$$

$$\hat{V} = V_{rms} \cdot \sqrt{2} = 105.34$$

$$V_{dc} = \hat{V} = 105.34\text{V}$$

Vraag 2, (2 punten)

In onderstaande schakeling wordt een driver IC gebruikt die snel kan schakelen. Tijdens de EMC meting worden te hoge emissie waarden vastgesteld.



De PCB is al besteld, dus er moet een oplossing komen in de bestaande schakeling, zonder componenten toe te voegen of weg te halen. Je kan natuurlijk andere componenten selecteren die een andere waarde hebben.

Wat stel je voor om te wijzigen?

Antwoord:

R_{GH} en R_{GL} verhogen zodat hij langzamer gaat schakelen en daardoor de flanken van de spanningspieken minder stijl worden.

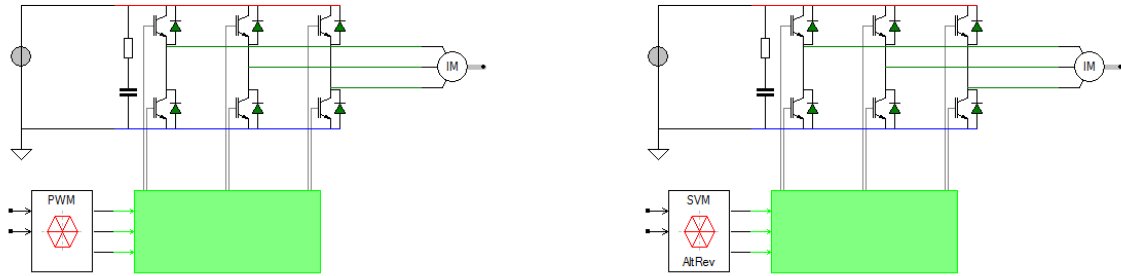
Vraag 3, (2 punten)

De uitgangsstroom van een driefasen inverter wordt 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.



In plaats van PWM wordt nu Space Vector Modulatie SVM toegepast, hoe groot wordt nu het uitgangsvermogen bij svm in verhouding tot het uitgangsvermogen bij pwm?

Hoe groot is P_{SVM}/P_{PWM} ?

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

Antwoord:

Spanning wordt nu 15procent hoger

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

$$1.15 \cdot 2 = 2.3 Arms$$

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

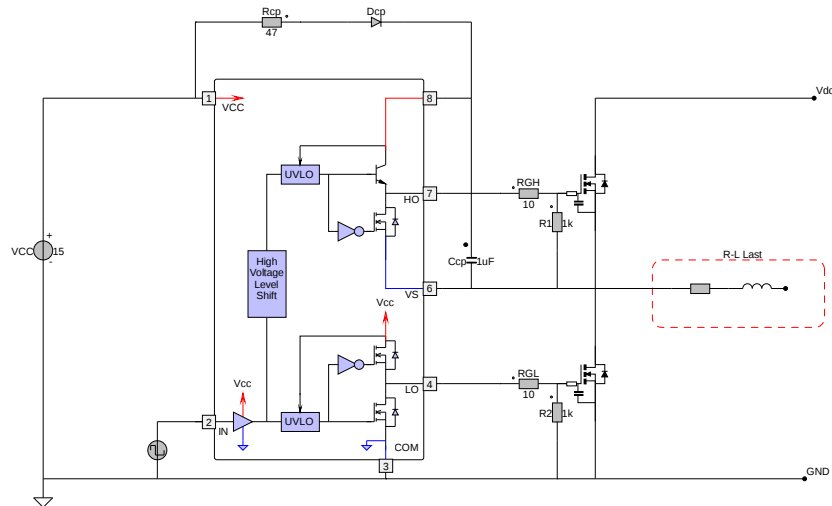
$$P = 1.15 \cdot 1.15 = 1.3225 \text{ keer groter}$$

oftewel je hebt iets meer dan 32.5 percent meer vermogen bij dezelfde DC link spanning

Vraag 4, (2 punten)

In onderstaande schakeling zit een condensator C_{cp} , verbonden met de uitgang van de inverter. Ook is hij verbonden met pin [6] en met pin [8] van de gatedriver. De High-side Mosfet en de low-side Mosfet worden met een schakelfrequentie van $20kHz$ met een dutycycle van 50% geschakeld.

Wat is de maximale spanning die OVER de condensator C_{cp} staat?



Antwoord:

$$V(C_{cp}) = V_{cc} = 15v$$

Vraag 5, (2 punten)



Voor de IGBT's in een driefasen inverter zijn de verliezen per IGBT gemeten als $25Watt$.
 De totale thermische weerstand van de IGBT is volgens de datasheet $R_{JC}^{th} = 0.2K/W$.
 De thermische weerstand van de isolatie en koelpasta tussen de IGBT en het koellichaam is $R_{iso}^{th} = 0.05K/W$.
 De constante temperatuur van de luchtstroom om te koelen is $55^{\circ}C$
 De IGBT mag niet heter worden dan $105^{\circ}C$.

Bereken de maximale thermische weerstand van het toe te passen koellichaam?

$$P_{verlies} = 25Watt \quad R_{JC}^{th} = 0.2K/W \quad R_{iso}^{th} = 0.05K/W$$

$$T_{luchtstroom} = 55^{\circ}C \quad T_{IGBT} \leq 105^{\circ}C$$

Antwoord: Alle vermogen door de heatsink = $6 * 25Watt = 150Watt$
 Vermogen per IGBT (= $25Watt$) door thermische weerstand IGBT en koelpasta ($=0.2+0.05=0.25$)
 Maximum temperatuur IGBT (= $105^{\circ}C$)
 Temperatuurverschil over IGBT en koelpasta $25 * 0.25 = 6.25^{\circ}C$
 Maximum temperatuur op koellichaam = $105 - 6.25 - 55 = 43.75^{\circ}C$
 Maximale thermisch weerstand = $43.75/150 = 0.29166666^{\circ}C$

