

Meetrapport Vermogenselektronica
Boostconverterpracticum
VRMELA

Daniël Martoredjo, 13024833
Koen van Vliet, 13093053
EQ1.a

10 Januari 2015

Inhoudsopgave

1	Doel van de meting	3
2	Meetopstelling	4
2.1	Schakeling boost converter	4
2.2	Meetopstelling 1	5
2.3	Meetopstelling 2	5
2.4	Meetopstelling 3	5
3	De metingen	6
3.1	Meting 1	6
3.1.1	Meting 1.1	6
3.1.2	Meting 1.2	6
3.1.3	Meting 1.3	7
3.2	Meting 2	9
3.2.1	Meting 2.1	9
3.2.2	Meting 2.1	9
3.3	Meting 3	11
3.3.1	Meting 3.1	11
3.3.2	Meting 3.2	12
3.3.3	Meting 3.3	12
3.4	Inductie van de spoel	13
4	Conclusie en aanbevelingen	14
5	Referenties	15

1 Doel van de meting

Dit meetrapport is onderdeel van het vak Vermogenselektronica van de opleiding Elektrotechniek aan de Haagse Hogeschool. In dit rapport gaat het om metingen aan de Boostconverter ontworpen door de docent. Een boostconverter is een schakeling die een hogere uitgangsspanning maakt van zijn ingangsspanning.

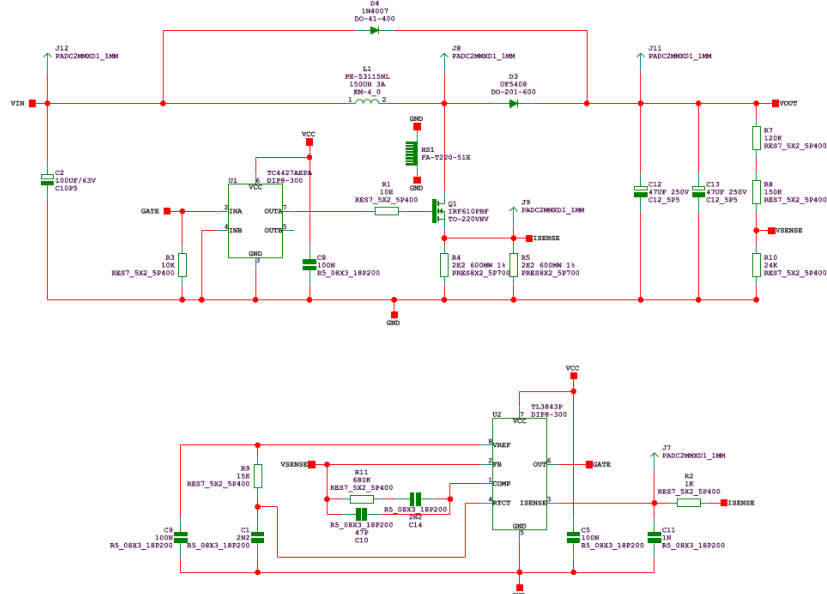
Het doel van de metingen is om het principe van een boostconverter te leren doorgronden, te leren meten aan schakelende voedingen, te begrijpen wat het verschil is tussen continu en discontinu bedrijf van een schakelende voeding en dit te leren herkennen.

2 Meetopstelling

2.1 Schakeling boost converter

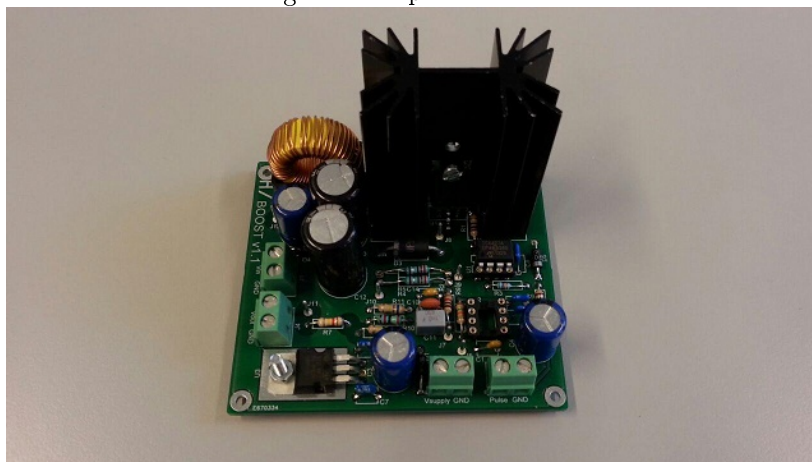
Figuur 1 toont de schakeling van de boost converter die gebruikt is bij de metingen.

Figuur 1: Schema boost converter



Figuur 2 toont de boost converter die gebruikt is bij de metingen.

Figuur 2: Top-view boost converter



Er wordt gebruik gemaakt van een functiegenerator, oscilloscoop en twee labvoedingen.

2.2 Meetopstelling 1

De volgende meetopstelling hoort bij meting 1 (zie hoofdstuk 2.1).

Het opzetten van deze meetopstelling gaat als volgt:

1. Indien al geplaatst, haal de 3843 controller, U2 (zie Figuur 2), uit zijn IC-voetje.
2. Stel de functiegenerator in op pulsbreedte modulatie met een frequentie van 50kHz en een Amplitude van 5V met een 50% offset. Sluit deze nog niet aan
3. Sluit de eerste labvoeding aan op de V_{supply} en stel deze in op 18-20V.
4. Sluit de tweede labvoeding aan op de V_{in} en stel deze in op 20V.
5. Ten slotte wordt de functiegenerator aangesloten op de V_{puls} .

2.3 Meetopstelling 2

De volgende meetopstelling hoort bij meting 2 (zie hoofdstuk 2.2).

Het opzetten van deze meetopstelling gaat als volgt:

1. Sluit de 56Ω belasting aan op de V_{out} .
2. Indien al geplaatst, haal de 3843 controller, U2 (zie Figuur 2), uit zijn IC-voetje.
3. Stel de functiegenerator in op pulsbreedte modulatie met een frequentie van 50kHz en 30% dutycycle, en een Amplitude van 5V met een 50% offset. Sluit deze nog niet aan
4. Sluit de eerste labvoeding aan op de V_{supply} en stel deze in op 18-20V.
5. Sluit de tweede labvoeding aan op de V_{in} en stel deze in op 20V.
6. Ten slotte wordt de functiegenerator aangesloten op de V_{puls} .

2.4 Meetopstelling 3

1. Sluit de 56Ω belasting aan op de V_{out} .
2. Indien nog niet geplaatst, plaats de 3843 controller, U2 (zie Figuur 2), in zijn IC-voetje.
3. Sluit de eerste labvoeding aan op de V_{supply} en stel deze in op 18-20V.
4. Ten slotte wordt de tweede labvoeding aangesloten op de V_{in} en ingesteld in op 20V.

3 De metingen

In dit hoofdstuk worden de metingen en resultaten van deze behandeld.

3.1 Meting 1

De opstelling van deze meting is te vinden in hoofdstuk 2.2.

3.1.1 Meting 1.1

Hier wordt er gekeken naar de uitgangsspanning van de boostconverter bij de volgende instellingen:

- dutycycle: 10, 15, 25, 50 en 75%
- belasting: onbelast, 56Ω en 560Ω

De resultaten zijn te zien in Tabel 1.

Tabel 1: Resultaat van de bovenstaande instellingen

d\R	0Ω	56Ω	560Ω
10%	118V	23V	24,8V
15%	166V	24V	28V
18%	190V	24,6V	30V
25%	-	26,6V	34,4V
50%	-	31,2V	51,6V
75%	-	16,4V	76,8V

Er valt op te merken dat bij de onbelaste metingen er tot maximaal 18% dutycycle is gemeten. Dit is gedaan, omdat de uitgangsspanning hier heel hoog wordt, wat gevaren met zich mee brengt.

3.1.2 Meting 1.2

Hier wordt er gekeken naar de in -en uitgangsspanningen en stroomen, wanneer de dutycycle op 30% is ingesteld en de 560Ω belasting aan de V_{out} is aangesloten. Ook wordt het vermogen van deze berekent. In Tabel 2 zijn de resultaten te zien.

Tabel 2: Resultaat van de bovenstaande instellingen

	Input	Supply	Output
U [V]	20	19	38,4
I [mA]	160	6,49	69
P [W]	3,2	0,12	2,6

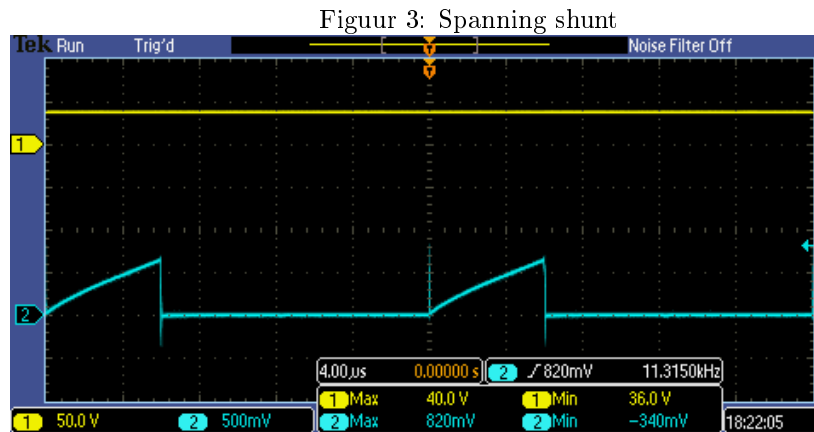
Met de verkregen resultaten in Tabel 2 worden de volgende rendementen berekend:

- Het rendement zonder eigen verbruik, oftewel zonder de V_{supply} : $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = 81,25\%$.
- Het rendement mét eigen verbruik: $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in} + P_{supply}} = 78,31\%$

3.1.3 Meting 1.3

Hier worden met de oscilloscoop de spanningen over de shunt, mosfet en spoel gemeten.

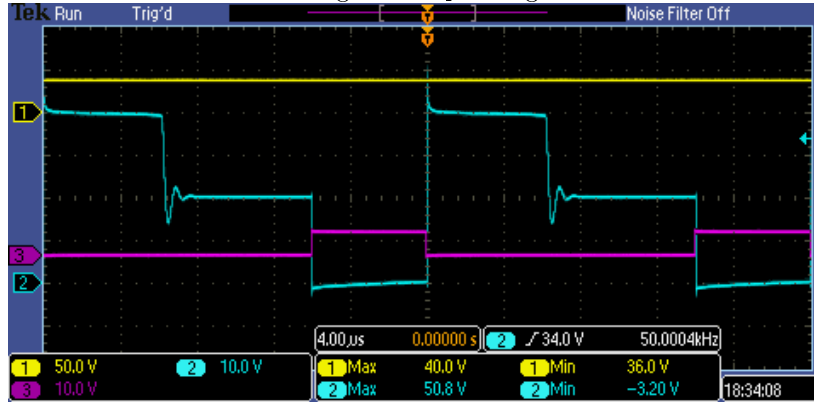
Figuur 3 toont de spanning over de shunt (blauw) en de uitgangsspanning (geel). De spanning over de shunt wordt gemeten tussen de pin J9 en de ground (zie figuur 1).



Er valt op te merken dat er 2 snelle pieken zijn waar te nemen. Deze pieken ontstaan, doordat de diode tijd nodig heeft om om te schakelen.

Figuur 4 toont de spanning over de mosfet (blauwe lijn), de uitgangsspanning (geel) en spanning van de puls (paars). De spanning over de shunt wordt gemeten tussen de pin J8 en de ground (zie figuur 1).

Figuur 4: Spanning mosfet

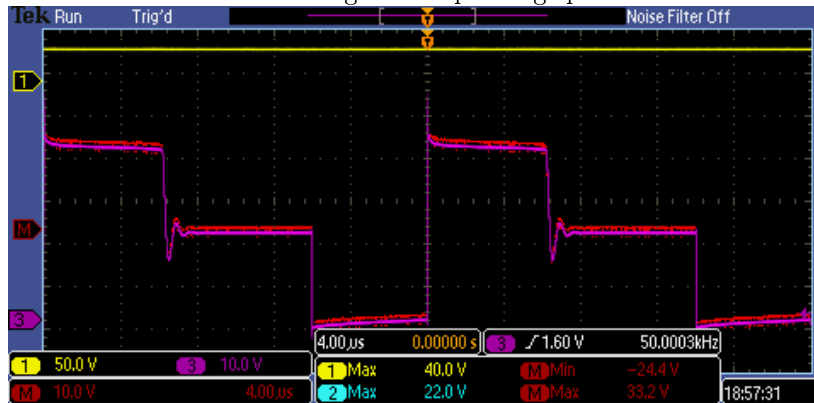


De eerste drie spanningsniveaus van de mosfet is als volgt te verklaren:

- Het eerste spanningsniveau is gelijk aan $V_{spoel} + V_{in}$
- Het tweede spanningsniveau is gelijk aan V_{in}
- Het derde spanningsniveau is gelijk aan $0V$

Figuur 5 toont de spanning over de spoel (rood-paars) en de uitgangsspanning (geel). De spanning over de spoel wordt gemeten tussen pin J8 en pin J12. Deze spanning is geïnverteerd.

Figuur 5: Spanning spoel



De eerste drie spanningsniveaus van de spoel is als volgt te verklaren:

- Het eerste spanningsniveau is gelijk aan $V_{in} - V_{out}$
- Het tweede spanningsniveau is gelijk aan V_{in}

- Het derde spanningsniveau is gelijk aan $0V$, de mosfet is hier dicht.

Aan de hand van deze resultaten is te concluderen dat de boost converter in discontinu mode werkt.

3.2 Meting 2

De opstelling van deze meting is te vinden in hoofdstuk 2.3.

3.2.1 Meting 2.1

Hier wordt er gekeken naar de in -en uitgangsspanningen en stroomen, wanneer de dutycycle op 30% is ingesteld en de 56Ω belasting aan de V_{out} is aangesloten. Ook wordt het vermogen van deze berekent. In Tabel 3 zijn de resultaten te zien.

Tabel 3: Resultaat van de bovenstaande instellingen

	Input	Supply	Output
U [V]	19,9	18,9	27,2
I [mA]	720	0,1	486
P [W]	14,33	1,89	13,22

Met de verkregen resultaten in Tabel 3 worden de volgende rendementen berekend:

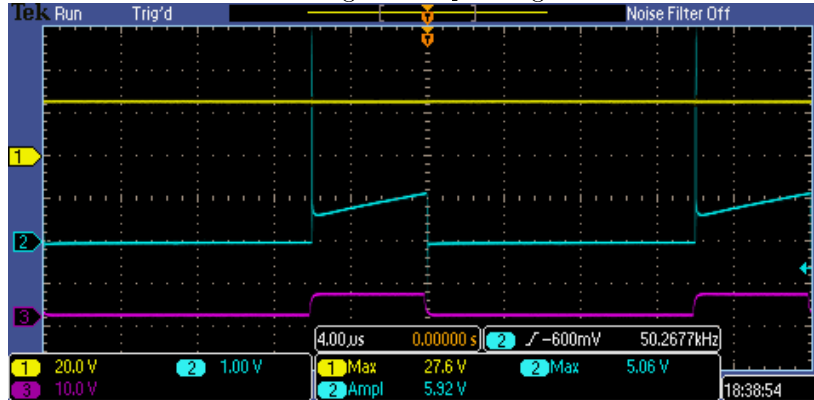
- Het rendement zonder eigen verbruik, oftewel zonder de V_{supply} : $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = 92,25\%$.
- Het rendement mét eigen verbruik: $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in} + P_{supply}} = 81,50\%$

3.2.2 Meting 2.1

Hier worden met de oscilloscoop de spanningen over de shunt, mosfet en spoel gemeten.

Figuur 6 toont de spanning over de shunt (blauw), de uitgangsspanning (geel) en de spanning van de puls (paars). De spanning over de shunt wordt gemeten tussen de pin J9 en de ground (zie figuur 1).

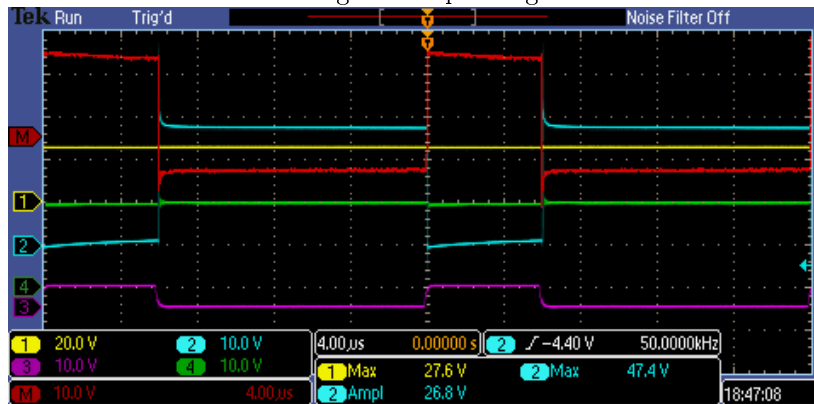
Figuur 6: Spanning shunt



Er valt op te merken dat er 2 snelle pieken zijn waar te nemen. Deze pieken ontstaan, doordat de diode tijd nodig heeft om om te schakelen.

Figuur 7 toont de spanning over de mosfet (blauwe lijn), de spanning van de puls (paars) en nog een aantal spanningen die hier niet van belang zijn. De spanning over de shunt wordt gemeten tussen de pin J8 en de ground (zie figuur 1).

Figuur 7: Spanning mosfet



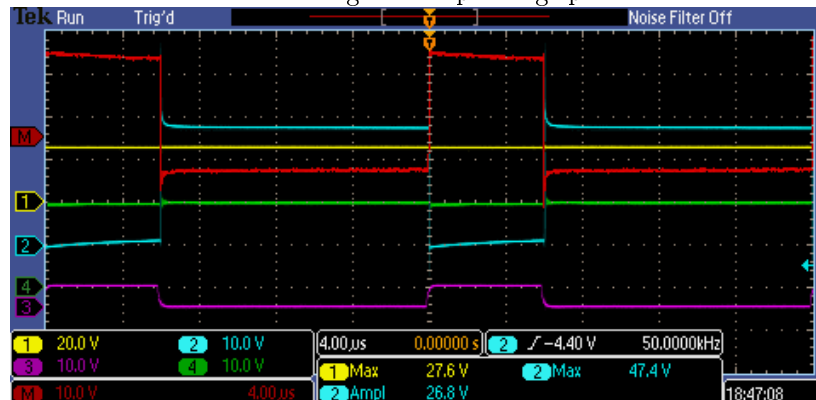
De eerste twee spanningsniveaus van de mosfet is als volgt te verklaren:

- Het eerste spanningsniveau is gelijk aan 0V. De spoel laadt hier op, dus is te zien dat dit niveau langzaam stijgt.
- Het tweede spanningsniveau is gelijk aan V_{in} .

Figuur 8 toont de spanning over de spoel (rood), de spanning van de puls (paars)

en nog een aantal spanningen die hier niet van belang zijn. De spanning over de spoel wordt gemeten tussen pin J8 en pin J12.

Figuur 8: Spanning spoel



De eerste twee spanningsniveaus van de spoel is als volgt te verklaren:

- Het eerste spanningsniveau is gelijk aan V_{in} . De spoel ontlad hier langzaam.
- Het tweede spanningsniveau is gelijk aan $V_{in} - V_{out}$.

Aan de hand van deze resultaten is te concluderen dat de boost converter in continu mode werkt.

3.3 Meting 3

De opstelling van deze meting is te vinden in hoofdstuk 2.4.

3.3.1 Meting 3.1

Hier wordt er gekeken naar de in- en uitgangsspanningen en stromen. Ook wordt het vermogen van deze berekend. In Tabel 4 zijn de resultaten te zien.

Tabel 4: Resultaat van de bovenstaande instellingen

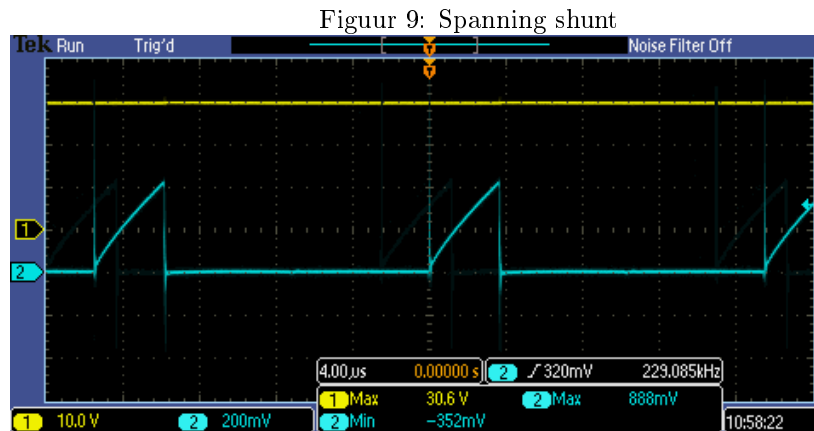
	Input	Output
U [V]	19,9	30,8
I [mA]	90	55
P [W]	1,79	1,69

Met de verkregen resultaten in Tabel 4 wordt de volgende rendement berekend:
 $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = 94,41\%$.

3.3.2 Meting 3.2

Hier worden met de oscilloscoop de spanning over de shunt gemeten.

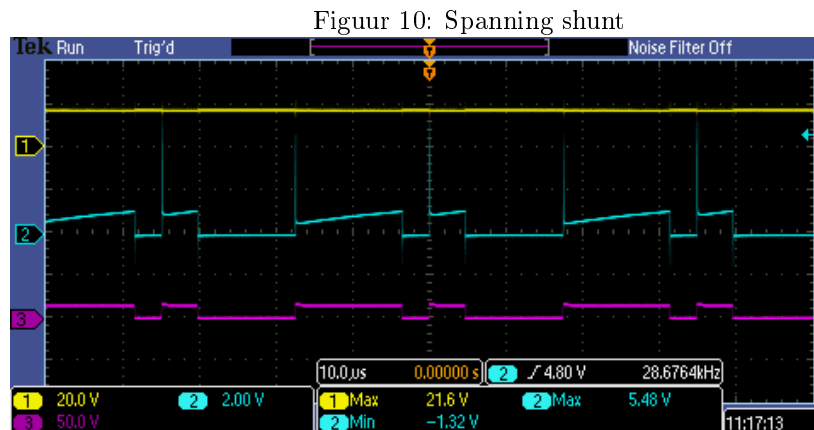
Figuur 9 toont de spanning over de shunt (blauw), de uitgangsspanning (geel). De spanning over de shunt wordt gemeten tussen de pin J9 en de ground (zie figuur 1).



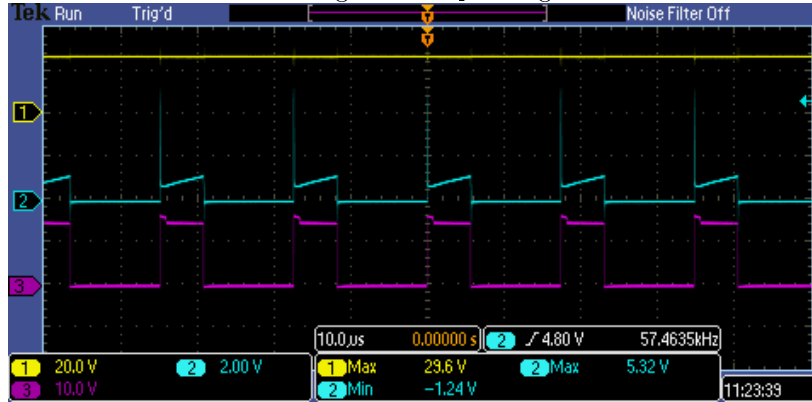
Aan de hand van Figuur 9 is te concluderen dat de boost converter in continu mode werkt.

3.3.3 Meting 3.3

Hier wordt de 56Ω belasting aangesloten en de ingangsspanning langzaam omhoog gedraait vanaf 10V. Figuur 10 en 11 toont de spanning over de shunt (blauw) ter gevolge van deze actie.



Figuur 11: Spanning shunt



Figuur 10 toont aan dat de converter op de stroombegrenzing staat. De ingangsspanning is te laag om de gewenste uitgangsspanning te behalen. Figuur 11 toont aan dat de ingangsspanning hoog genoeg is om met de geleverde stroom de gewenste uitgangsspanning te behalen.

3.4 Inductie van de spoel

Aan de hand van de vorige metingen kan de inductie van de spoel bepaald worden. Dit gaat als volgt:

$$V_{in} = 19,8V$$

$$dT = 3,72\mu s$$

$$I_{shunt} = 1A, I_{out} = 546mA$$

$$\Delta i_L = 2 * (I_{shunt} - I_{out}) = 0,94A$$

$$L = \frac{1}{\Delta i_L} * V_{in} * dT = 126\mu H$$

4 Conclusie en aanbevelingen

Bij meting 1 is te concluderen dat de boost converter discontinu werkt. Pieken in de spanning van de shunt worden veroorzaakt door de diode die tijd nodig heeft om om te schakelen.

Bij meting 2 is te concluderen dat de boost converter continu werkt.

Bij meting 3 is te concluderen dat bij een te lage ingangsspanning er een stroombegrenzing ontstaat en de converter discontinu werkt. Als de ingangsspanning hoog genoeg is werkt de converter continu.

Aan de hand van de metingen is te concluderen dat de spoel inductie $L = 126\mu H$.

Zorg ervoor dat de uitgangsspanning niet hoger wordt dan 200V. De mosfet, diodes en condensatoren zijn hier niet zo zeer voor bestemd. Controleer altijd voordat de ingangsspanningen en de functiegenerator aangesloten worden, of er geen kortsluitingen gemaakt worden aan de meet punten. Er wordt hier gewerkt met aardig hoge spanningen en stromen.

5 Referenties

Het schema van de boost converter (Figuur 1) is gemaakt door: L.M.Ensing,
Direct Current bv