

Meetrapport Vermogenselektronica  
Boostconverterpracticum  
VRMELA

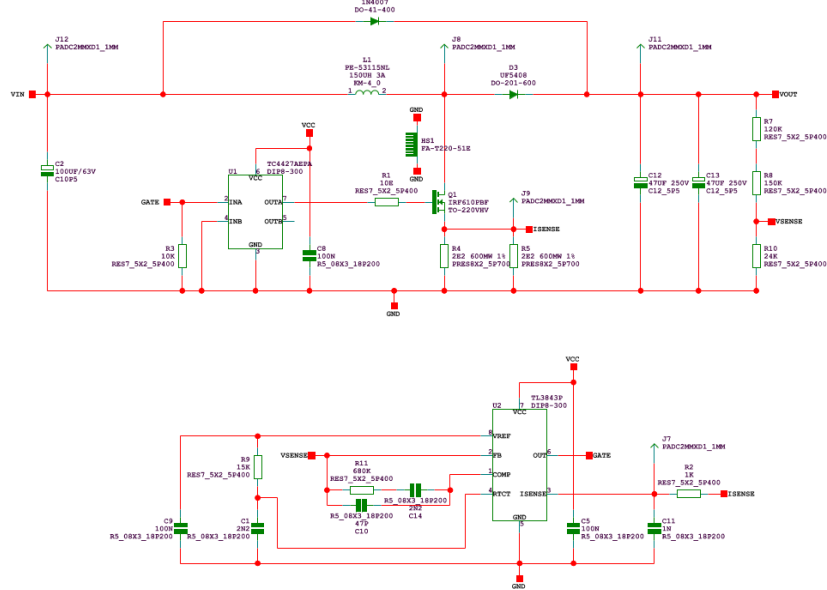
Daniël Martoredjo, 13024833  
Koen van Vliet, 13093053  
EQ1.a

10 Januari 2015

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Doel van de meting</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Meetopstelling</b>	<b>3</b>
2.1	Schakeling boost converter . . . . .	3
2.2	Meetopstelling 1 . . . . .	3
2.3	Meetopstelling 2 . . . . .	4
2.4	Meetopstelling 3 . . . . .	5
<b>3</b>	<b>De metingen</b>	<b>5</b>
3.1	Meting 1 . . . . .	5
3.1.1	Meting 1.1 . . . . .	5
3.1.2	Meting 1.2 . . . . .	6
3.1.3	Meting 1.3 . . . . .	6
3.2	Meting 2 . . . . .	8
3.2.1	Meting 2.1 . . . . .	8
3.2.2	Meting 2.1 . . . . .	8
3.3	Meting 3 . . . . .	10
3.3.1	Meting 3.1 . . . . .	10
3.3.2	Meting 3.2 . . . . .	10
3.3.3	Meting 3.3 . . . . .	11
3.4	Inductie van de spoel . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Referenties</b>	<b>13</b>

Figuur 1: Schema boost converter



## 1 Doel van de meting

Dit meetrapport is onderdeel van het vak Vermogenslektronica 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.

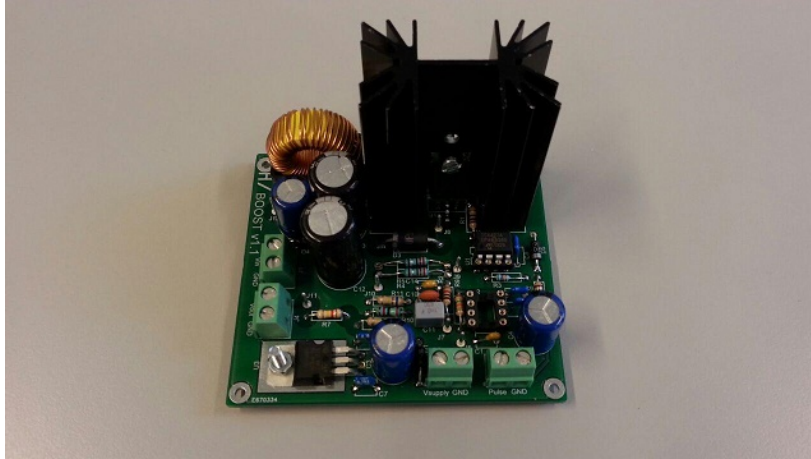
Figuur 2 toont de boost converter die gebruikt is bij de metingen.

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).

Figuur 2: Top-view boost converter



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  $56\Omega$  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  $V_{puls}$ .

Tabel 1: Resultaat van de bovenstaande instellingen

d\R	0 $\Omega$	56 $\Omega$	560 $\Omega$
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

## 2.4 Meetopstelling 3

1. Sluit de 56 $\Omega$  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, 56 $\Omega$  en 560 $\Omega$

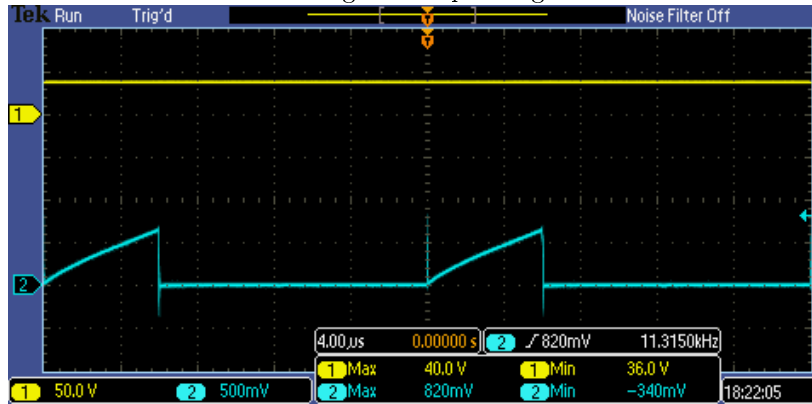
De resultaten zijn te zien in Tabel 1.

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.

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

Figuur 3: Spanning shunt



### 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  $560\Omega$  belasting aan de  $V_{out}$  is aangesloten. Ook wordt het vermogen van deze berekent. In Tabel 2 zijn de resultaten te zien.

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:  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in} + P_{supply}} = 78,31\%$

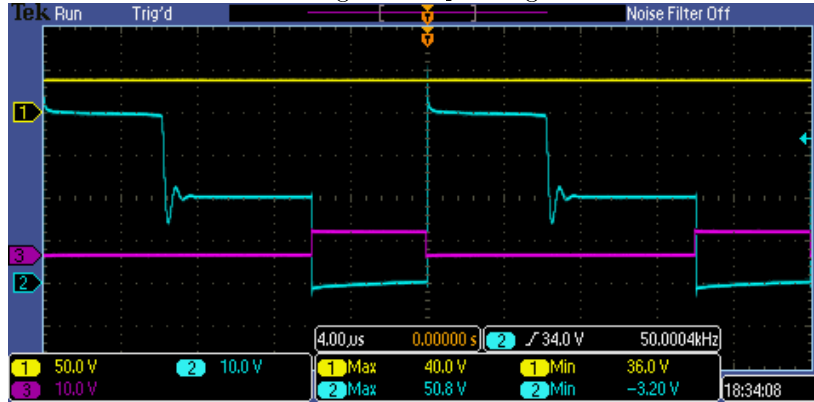
### 3.1.3 Meting 1.3

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

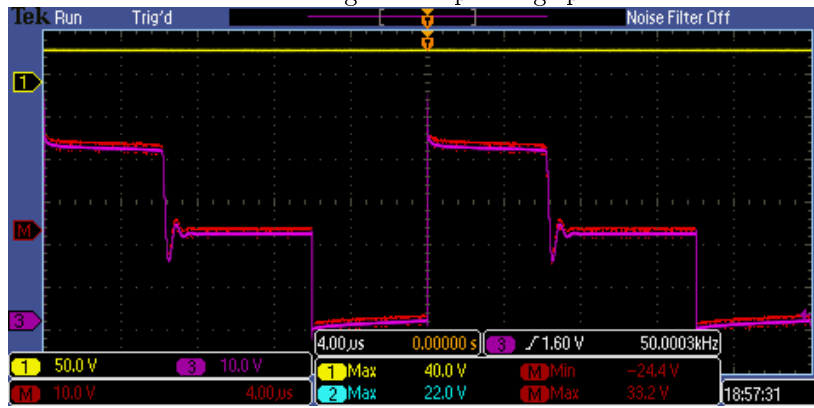
Figuur 3 toont de spanning over de shunt (blauw) en de uitgangsspanning (geel). De spanning over de shunt wordt gemeten tussen de pin J9 en de ground (zie figuur 1).

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: Spanning mosfet



Figuur 5: Spanning spoel



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).

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.

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

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

- 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  $56\Omega$  belasting aan de  $V_{out}$  is aangesloten. Ook wordt het vermogen van deze berekent. In Tabel 3 zijn de resultaten te zien.

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 rendment 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.

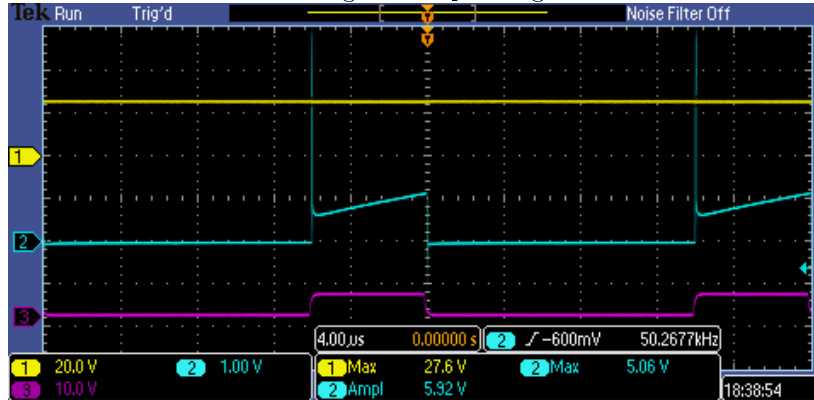
Figuur 6 toont de spanning over de shunt (blauw), de uitgangsspanning (geel) en de spanning van de puls (paars). De spanning over de shunt wordt gemeten tussen de pin J9 en de ground (zie figuur 1).

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.

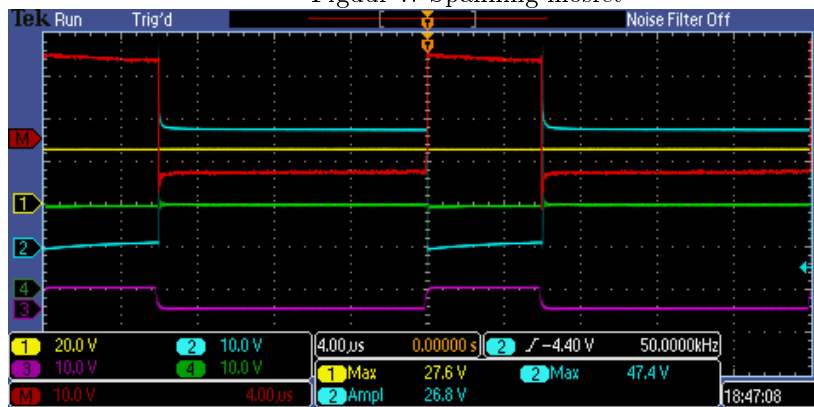
Figuur 7 toont de spanning over de mosfet (blauwe lijn), de spanning van de puls (paars) en nog een aantal spanningen die hier niet van belang zijn. De



Figuur 6: Spanning shunt



Figuur 7: Spanning mosfet



spanning over de shunt wordt gemeten tussen de pin J8 en de ground (zie figuur 1).

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

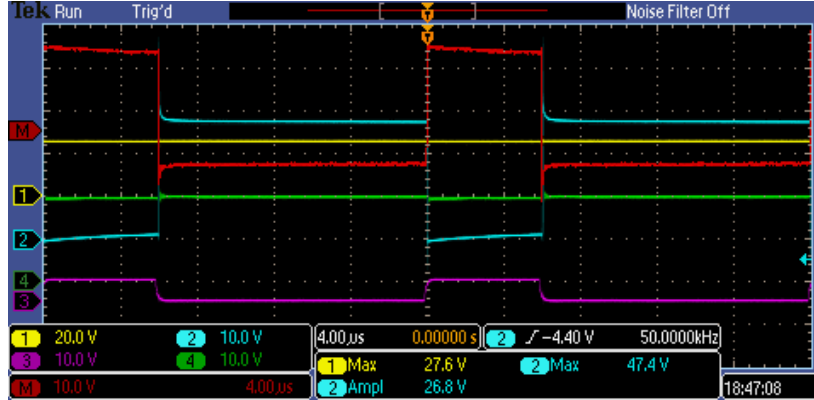
- Het eerste spanningsniveau is gelijk aan  $0V$ . De spoel laadt hier op, dus is te zien dat dit niveau langzaam stijgt.
- Het tweede spanningsniveau is gelijk aan  $V_{in}$ .

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.

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.

Figuur 8: Spanning spoel



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

- 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 berekent. In Tabel 4 zijn de resultaten te zien.

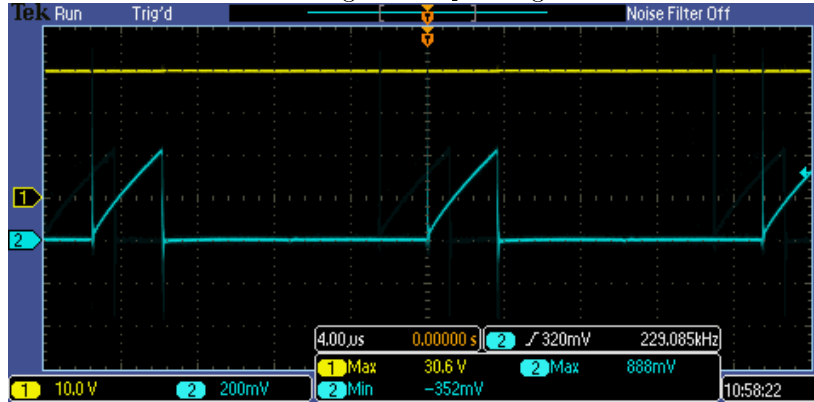
Met de verkregen resultaten in Tabel 4 wordt de volgende rendement berekend:  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = 94,41\%$ .

#### 3.3.2 Meting 3.2

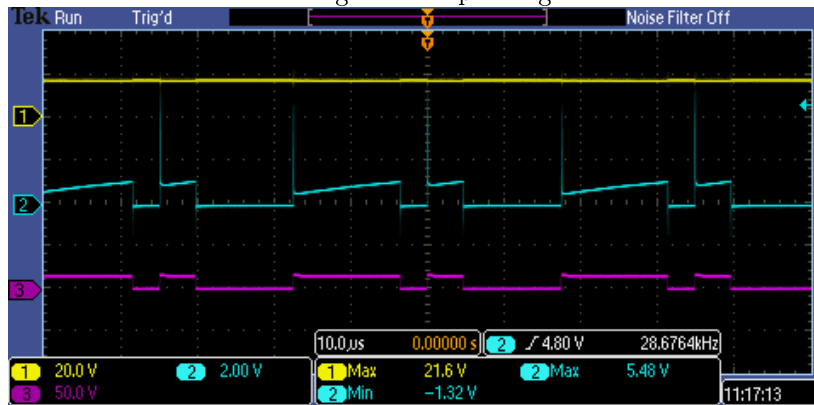
Hier worden met de oscilloscoop de spanning over de shunt gemeten.

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).

Figuur 9: Spanning shunt



Figuur 10: Spanning shunt



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

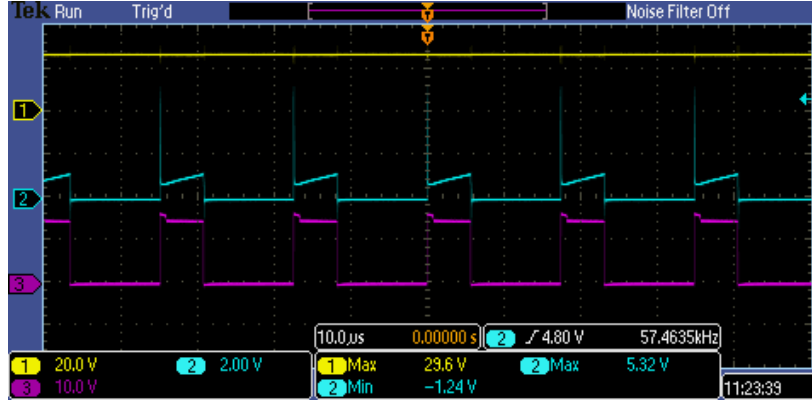
### 3.3.3 Meting 3.3

Hier wordt de  $56\Omega$  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 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.

Figuur 11: Spanning shunt



### 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