

Vraag 1, (3 punten)

Voor de voeding van een draagbare cassetterecorder uit de vorige eeuw is een 8 volts voeding nodig. Er is een USB-C spanning van 20 beschikbaar. Een Buck converter moet van deze 20 volt een constante spanning van 8 volt maken om via USB-C de recorder te voeden. De maximale belasting is 16 Watt.

De Buck converter heeft de volgende gegevens:

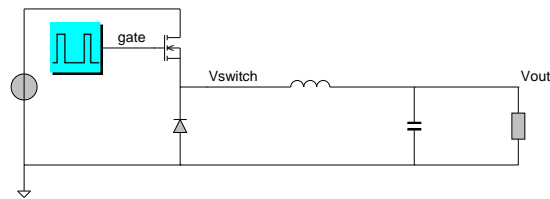
Ingangsspanning: $V_{in} = 20v$

Uitgangsspanning: $V_{uit} = 9v$

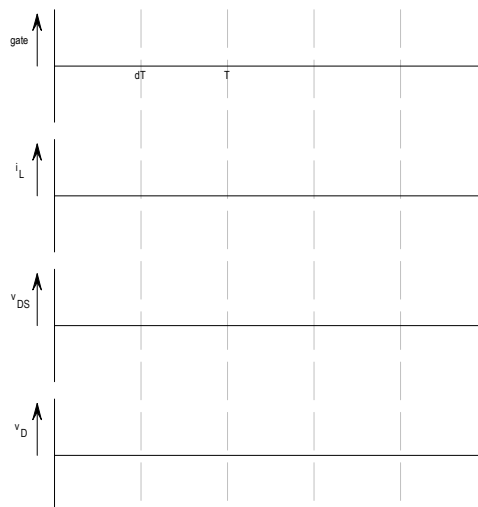
Uitgangsstroom: $I_{uit} = 2A$

Schakelfrequentie $F_s = 200kHz$

De stroom door de spoel L is continue met een maximale rimpel(top-top) van 40% van de gemiddelde spoelstroom.



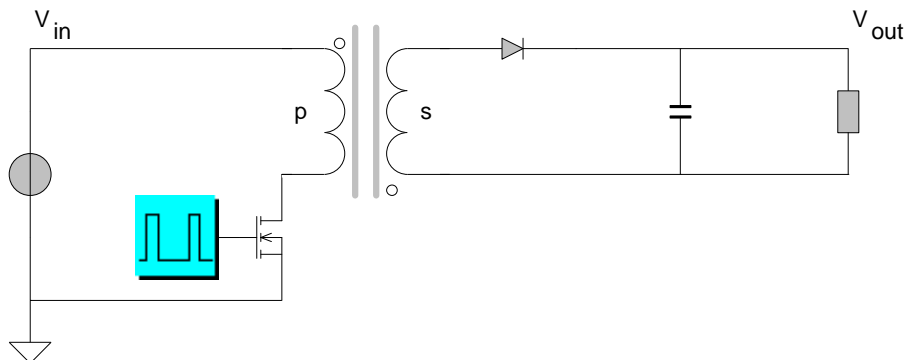
1. Bereken de gemiddelde ingangsstroom als deingangsspanning gelijk is aan $V_{in} = 20volt$.
2. Bereken de waarde van de spoel L zodat de rimpel(top-top) in de spoelstroom gelijk is aan 40% van de spoelstroom.
3. Teken in onderstaande grafiek: Gate signaal $gate$, Spoelstroom I_L , spanning over de Mosfet V_{DS} , Spanning over de diode V_D



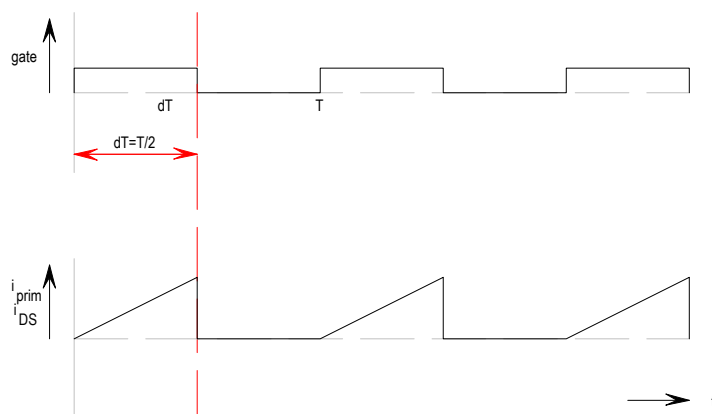
Vraag 2, (2 punten)

In een DC grid willen we een USB-C van 20 volt maken. De spanning in het DC grid kan maximaal 400 volt worden.

Er wordt gebruik gemaakt van een Flyback met een dutycycle van 50%.



1. De primaire stroom is hieronder weergegeven en heeft een maximale waarde van 1 Ampere bij een aantijd van $5\mu s$. Bereken de waarde van de primaire spoel in Henry.



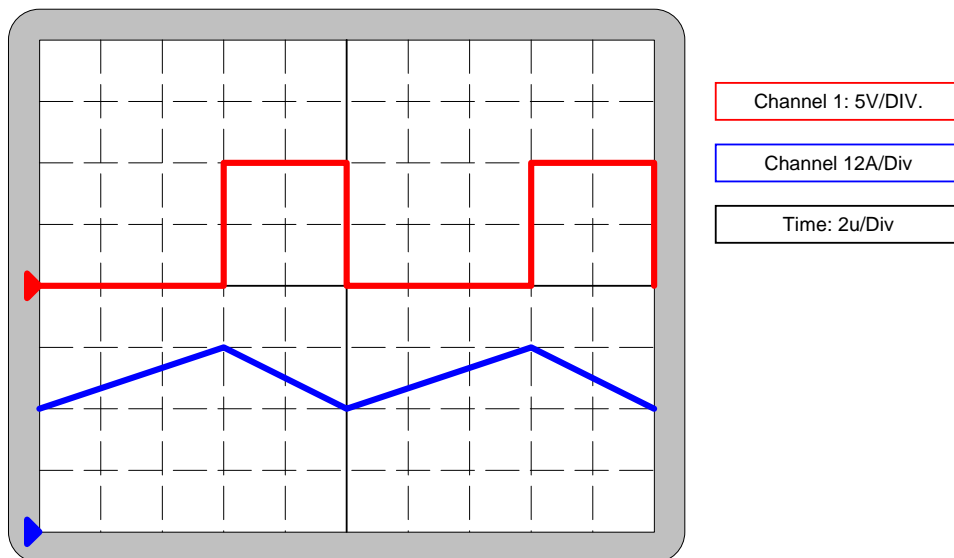
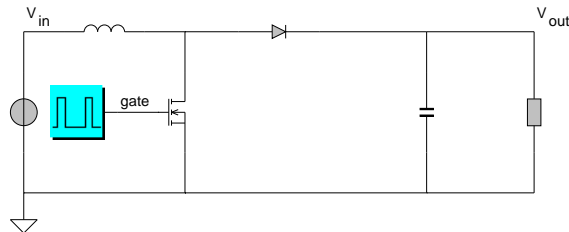
2. Bereken het vermogen dat deze flyback converter kan leveren bij de primaire stroomvorm uit de vorige vraag.

Vraag 3, (3 punten)

Tijdens een praktikum zijn met de scope spanning en stroom van een boost converter gemeten. Helaas heeft de student niet beschreven welk signaal de stroom en welke de spanning is.

$$5V/div, 12A/div, 2\mu/div$$

Voor de berekeningen MOET je uitgangsspanning constant veronderstellen.



1. Bereken de ingangsspanning V_{in} die aan de ingang van de converter gemeten is, zodat dit scope beeld klopt.
2. Wat is de gemiddelde waarde van de stroom I_{Mosfet} door de Mosfet (gemiddelde waarde!)
3. Bepaal de maximale waarde van de diodestroom I_{diode} door de diode (Niet de gemiddelde waarde, maar de top-waarde!)

Vraag 4, (2 punten)

Voor Buckboost converter moeten we een spoel zelf wikkelen.

Twee ETD29 kernen worden gekozen die we tegen elkaar aan drukken.

Voor de luchtspleet kiezen we $g = 1mm$

Zie de data sheet voor de parameters.

ETD29, $g=1mm$

Hierop gaan we een spoel wikkelen met 20 wikkelingen

1. Bereken voor deze kern de zelfinductantie voor 20 wikkelingen
Bereken L voor ($N = 20$)

2. We willen weten of de kern in verzadiging gaat. Dit is het geval als $B > 300mT$. Wat is de maximale stroom die door de spoel mag vloeien?

Antwoord 1

1

Er zijn hier twee antwoorden goed, voor 9 volt en voor 8 volt uitgangspanning!

$$V_{in} = 20\text{volt} \quad (1)$$

$$V_{out} = 8\text{volt} \quad (2)$$

$$I_{out} = 2A \quad (3)$$

$$I_{in} = V_{out} * I_{out} / V_{in} = 8 * 2 / 20 = 0.8\text{Ampere} \quad (4)$$

$$I_{in} = V_{out} * I_{out} / V_{in} = 9 * 2 / 20 = 0.9\text{Ampere} \quad (5)$$

$$(6)$$

$$(7)$$

2

Er zijn hier twee antwoorden goed, voor 9 volt en voor 8 volt uitgangspanning!

$$I_{out} = 2 \text{ Ampere}$$

$$I_{ripple} = 0.4 * I_{out} = 0.4 * 2 = 0.8 \text{ Ampere}$$

$$\text{duty cycle} = d = 8 / 20 = 4 / 10 = 0.4$$

$$\text{duty cycle} = d = 9 / 20 = 4.5 / 10 = 0.45$$

$$F_s = 200\text{kHz}$$

$$T_s = 1 / F_s = 5\mu s$$

$$T_{on} = d \cdot T_s = 0.4 * 5\mu s = 2\mu s$$

$$T_{on} = d \cdot T_s = 0.45 * 5\mu s = 2.25\mu s$$

$$U_L = V_{in} - V_{out} = 20 - 8 = 12\text{volt}$$

$$U_L = V_{in} - V_{out} = 20 - 9 = 11\text{volt}$$

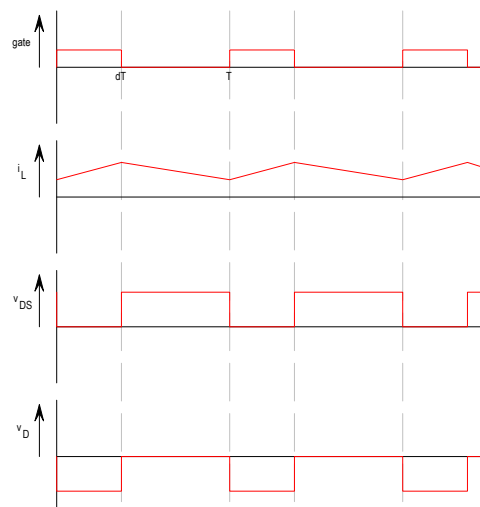
$$U_L = L \frac{di}{dt}$$

$$L = U_L \frac{dt}{di}$$

$$L = 12 \frac{2\mu}{0.8} = 30\mu H$$

$$L = 11 \frac{2.25\mu}{0.8} = 30,94\mu = 31\mu H$$

3



Antwoord 2

1

$$ul = L di/dt \Rightarrow 400 = L1/5u \Rightarrow L = 400 * 5u = 2mH$$

2

$I_{max}=1$ Ampere volgens de tekening uit de opgave. De gemiddelde ingangsstroom is dus $1/4$ * de ingangsstroom en is 0.25 Ampere. Het vermogen is dan 400volt * 0.25 Ampere is 100 Watt.

Antwoord 3

1

De rode lijn is met 5volt/div de spanningsweergave. Omdat deze gelijk aan nul is als de stroom toeneemt, dan moet in dat geval de mosfet in geleiding zijn. Als de mosfet uit geleiding is, als de stroom weer afneemt, is de diode in geleiding en zal de spanning over de mosfet gelijk zijn aan de uitgangsspanning. De uitgangsspanning is dus 10 volt

De dutycycle is in dit geval gelijk aan $3/5$ is dus 0.6

Hiermee kan de ingangsspanning uitgerekend worden volgens:

$$V_{out} = \frac{1}{1-d} V_{in}$$

$$10 = \frac{1}{1-0.6} V_{in}$$

$$V_{in} = 10 * 0.4 = 4volt$$

2

De gemiddelde spoelstroom is uit de scope af te lezen als zijnde 30 ampere = $(24 + 36)/2$

De gemiddelde mosfet stroom is uit de spoelstroom af te leiden voor de tijd dat de mosfet in geleiding is. Dan loopt de stroom van 24 naar 36 ampere gedurende 3 div*2A/div = $6\mu s$.

Je moet de stroom dus ook nog uitmiddelen over de gehele periode. Dus $I_{mosfet} = \frac{3}{5} 30Ampere = 18Ampere$

3

De maximale waarde van de stroom is als de diode net in geleiding komt en de spoelstroom van dem osfet overneemt. Deze heeft dan een waarde van 36 Ampere bereikt en is dus de topwaarde van de spoelstroom.

Antwoord 4

1

$$L = AL * N^2$$

$$Al = 124$$

$$L = 124nH * 20 * 20 = 124 * 400 = 49.6uH$$

2

Let op dat je Amin afleest en niet Ae

$$LI = NBA$$

$$I = NBA/L$$

$$I = 20 * 0.3 * 71e - 6/49.6e - 6 =$$

$$20 * 0.3 * 71/49.6 =$$

$$6 * 71/49.6 =$$

$$426/49.6 =$$

$$I = 8.6Ampere$$