

Vraag 1, (3 punten)

Een Buck converter in een USB-autolader moet van 12 volt een constante spanning van 5 volt maken om via usb een smartphone op te laden. De maximale belasting is 10 Watt. De ingangsspanning kan bij een volle accu gelijk zijn aan 14 volt.

De Buck converter heeft de volgende gegevens:

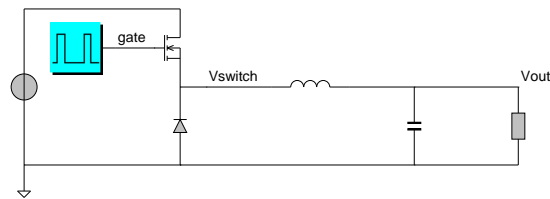
Ingangsspanning: $V_{in} = 12v$

Uitgangsspanning: $V_{uit} = 5v$

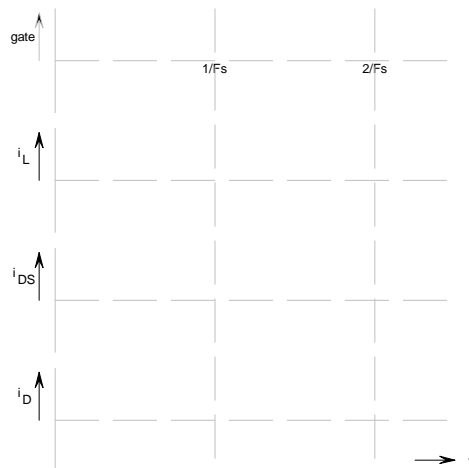
Uitgangsstroom: $I_{uit} = 2A$

Schakelfrequentie $F_s = 100kHz$

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



1. Bereken de waarde van de spoel L zodat de rimpel(top-top) in de spoelstroom gelijk is aan 40%, bij een ingangsspanning gelijk aan $V_{in}=12$ volt.
2. Bereken de gemiddelde ingangsstroom als de ingangsspanning gelijk is aan $V_{in} = 14$ volt. De uitgangsspanning en vermogen blijven hetzelfde.
3. Teken in onderstaande grafiek: Gate signaal $gate$, Spoelstroom I_L , Stroom door de Mosfet I_{DS} , Stroom door de diode I_D



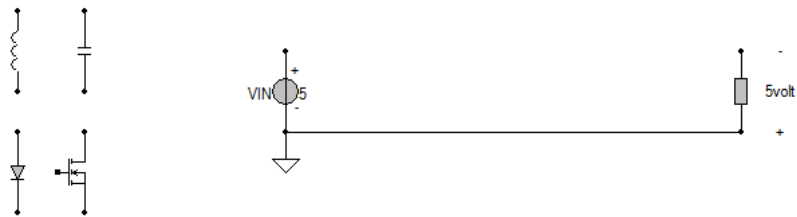
Vraag 2, (3 punten)

In een meet applicatie worden opamps gebruikt om een sinusvormig signaal te versterken. Hiervoor moeten de opamps met een bipolaire spanning gevoed worden. Er is een positieve spanning van 5 volt aanwezig. Met behulp van een Buck-Boost converter wordt hieruit -5 volt gemaakt.

De ingangsspanning is 5 volt en de uitgangsspanning is -5 volt.

De spoelstroom is continue

1. Teken de buck-boost converter door de componenten L C Mosfet en Diode op de juiste manier in het schema in te tekenen



2. Bereken de duty cycle van de converter.

3. Bereken de maximale spanning die over de diode kan komen te staan.

Vraag 3, (2 punten)

In een datacenter moet uit een gelijkspanningsnet van 400 volt een spanning van 20 volt gemaakt worden. Dit doen we met een Flyback.

De Flyback converter werkt op de grens tussen continue en discontinue bedrijf en heeft daarom een dutycycle van 50%, $d = 0.5$

Ingangsspanning: $V_{in} = 400v$

Uitgangsspanning: $V_{uit} = 20v$

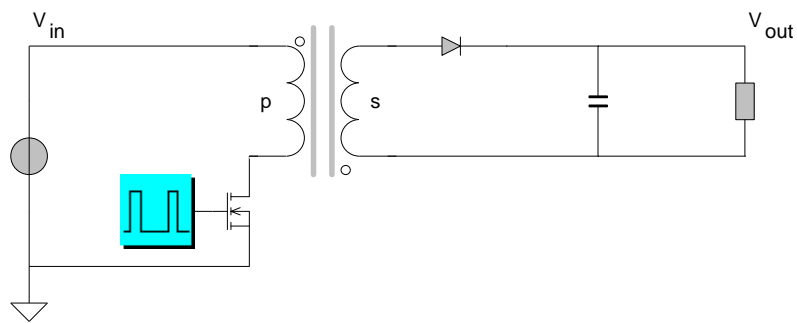
Schakelfrequentie $F_s = 100kHz$

Dutycycle $d = 0.5$

Aantal wikkelingen primair $N_p = 100$

Aantal wikkelingen secundair $N_s = 5$

Inductiviteit primaire wikkelingen $L_p = 2mH$



1. Bereken de piekwaarde van de stroom door de Mosfet.

2. Bereken de gemiddelde uitgangsstroom?

Vraag 4, (2 punten)

Voor boost converter gaan we een kern berekenen.

We kiezen voor twee ETD34 kernen die we tegen elkaar aan drukken.

Als luchtspleet kiezen we $1mm$

Zie de data sheet voor de parameters.

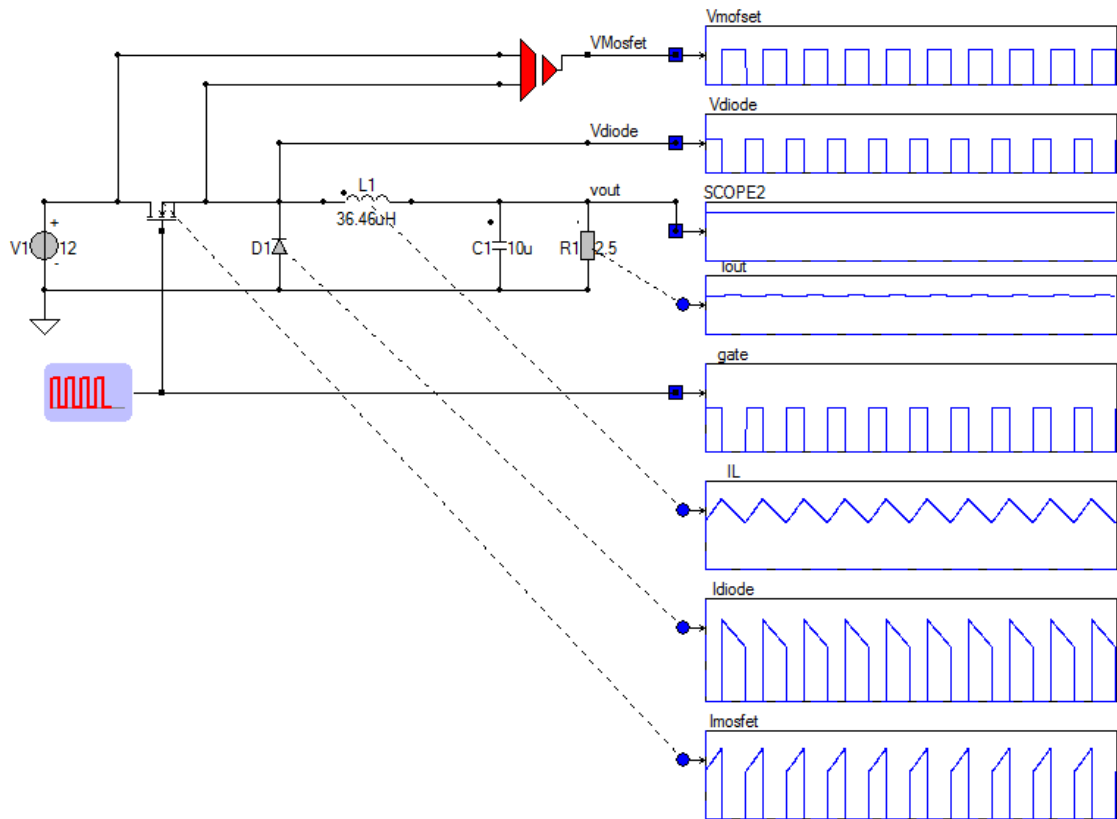
ETD34, $g=1mm$

Hierop gaan we een spoel wikkelen met 100 wikkelingen

1. Bereken voor deze kern de zelfinductantie voor 100 wikkelingen
Bereken L voor ($N = 100$)

2. In verband met verzadiging en verliezen willen we dat $B \leq 300mT$ moet blijven. De maximale stroom door de spoel is gelijk aan 3 Ampere. Is deze stroom te groot voor deze kern?
Bereken B_{max} voor ($I = 3A$)

Antwoord vraag 1



Bij $V_{in} = 12$ volt

$$d = 5/12 = 0.417 \tag{1}$$

$$V_L = L \frac{di}{dt} \tag{2}$$

Spoelstroom = I_{uit}

$$di = 40\% = 0.4 * I_{uit} = 0.4 * 2 = 0.8 [Ampere] \tag{3}$$

$$dT = 0.417 * (1/Fs) = 0.417 * (1/100k) = 0.417 * 10\mu s = 4.17\mu s \tag{4}$$

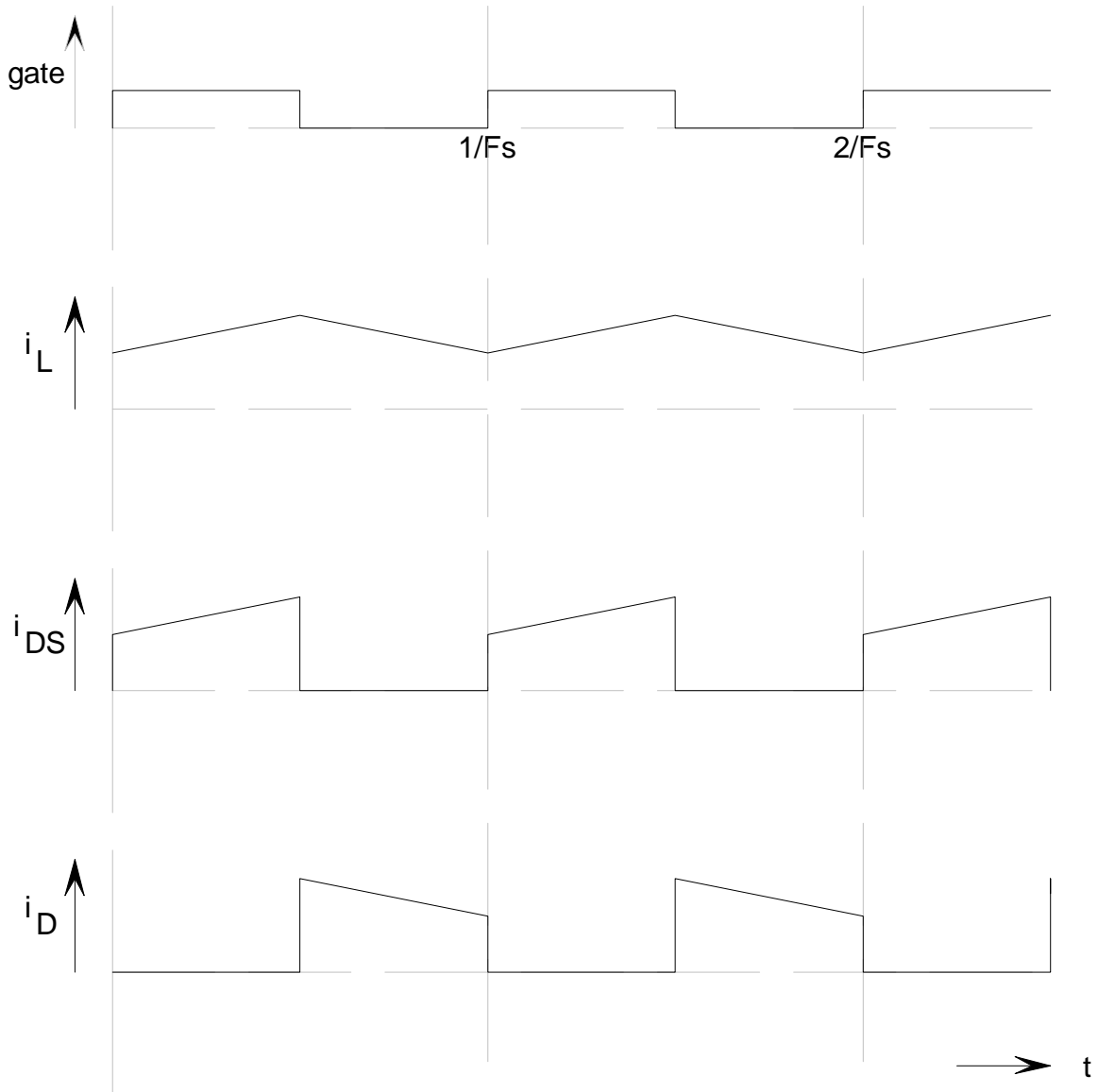
$$V_L = V_{in} - V_{uit} = L \frac{0.8}{4.17\mu} \tag{5}$$

$$L = (12 - 5) \cdot 4.17\mu / 0.8 = 36.5\mu H \tag{6}$$

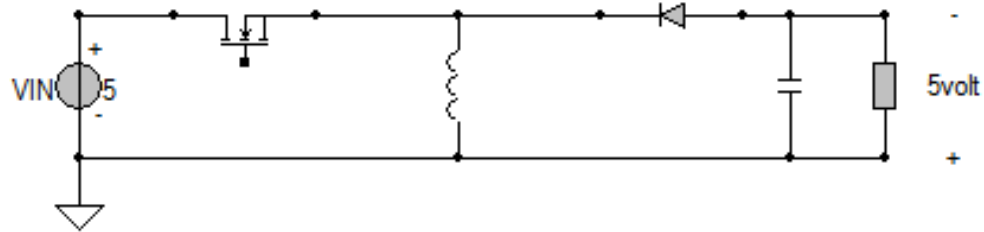
Bij $V_{in} = 14$ volt, blijft de uitgangsspanning gelijk aan 5 volt. De dutycycle wordt dus anders maar er blijft 5 volt en 10 watt aan de uitgang.

$$P_{in} = P_{uit} = 5 * 2 = 10Watt \quad (7)$$

$$I_{in(gemiddeld)} = P_{in}/V_{in} = 10/14 = 0.71Ampere \quad (8)$$



Antwoord vraag 2



- $$U_{uit} = -5v = -\frac{d}{(1-d)}U_{in} = -\frac{d}{(1-d)}5v$$
$$-\frac{d}{1-d} = \frac{-5}{5} = -1$$
$$\frac{d}{1-d} = \frac{5}{5} = 1$$
$$d = 1 - d$$
$$2d = 1$$
$$d = 0.5$$

- Maximale spanning over de Diode is als deze uit staat en de Mosfet in doorlaat is. Dan staat er bijna geen spanning over de Mosfet en is de spanning over de Diode gelijk aan de ingangsspanning van 5volt minus de uitgangsspanning van -5 volt. De maximale spanning is dan dus $5 - -5 = 10$ volt.

Antwoord vraag 3

De converter is op de grens tussen continue en discontinue bedrijf, dus de spoelstroom begint altijd bij nul.

$$V_{in} = L \frac{di}{dt} \tag{9}$$

De stijgtijd van de spoelstroom is dus alleen tijdens de eerste helft van de periode $d=0.5$

$$dt = 0.5 \cdot (1/F_s) \tag{10}$$

$$dt = 0.5 \cdot 10\mu \tag{11}$$

$$dt = 5\mu \tag{12}$$

De ingangsspanning is $V_{in} = 400$ volt en de spoel is gelijk aan $2mH$

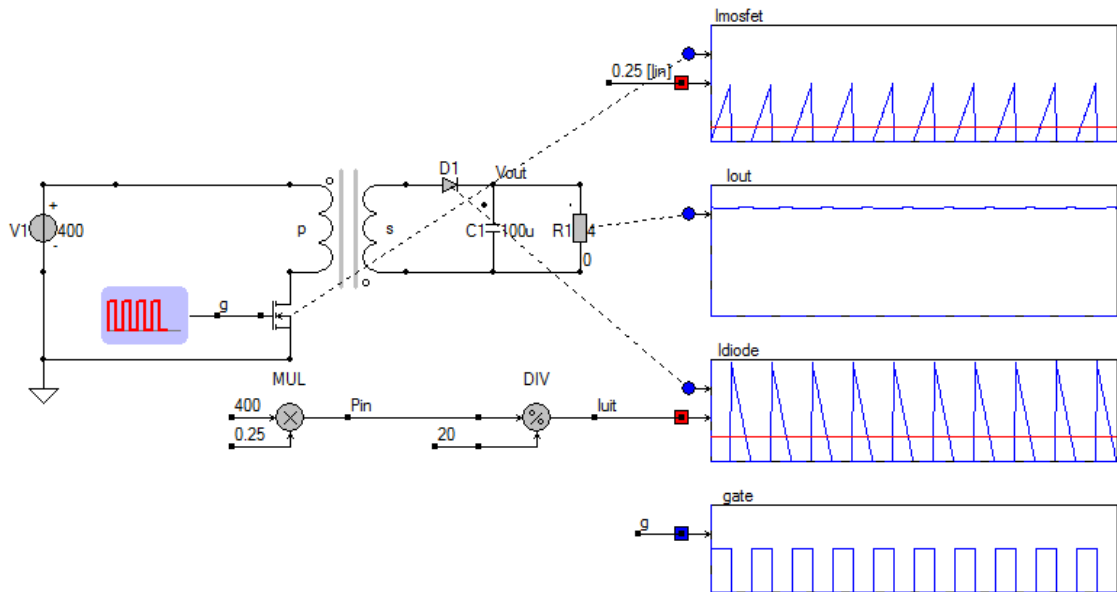
$$V_{in} = L \frac{di}{dt} \tag{13}$$

$$di = \frac{V_{in}}{L} \cdot dt \tag{14}$$

$$di = \frac{400}{2000\mu H} \cdot 5\mu s \tag{15}$$

$$di = \frac{400}{2000} \cdot 5 \tag{16}$$

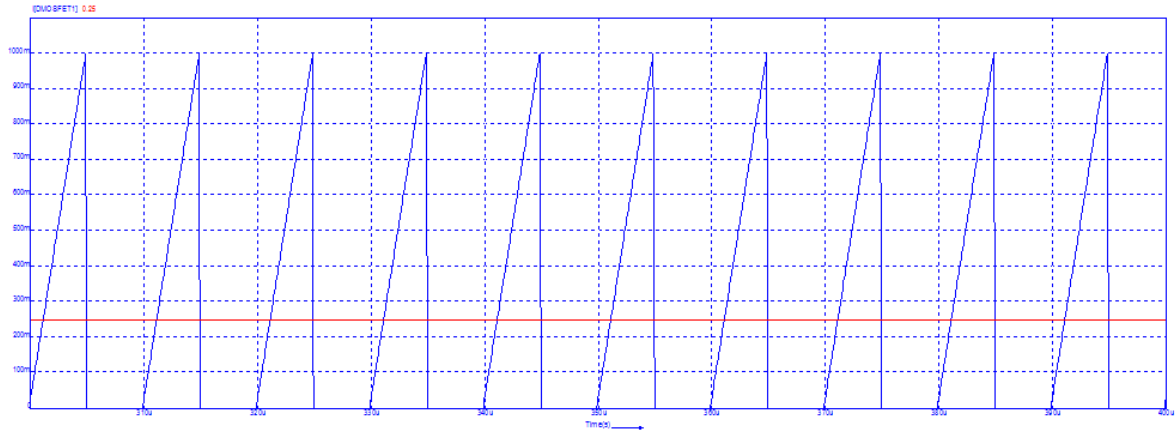
$$id = 1 \text{ Ampere} \tag{17}$$



$$P_{in} = P_{uit} \tag{18}$$

$$I_{in} = I_{gemiddeld} = I_{Piek}/4 = 1/4 = 0.25 \text{ Ampere} \tag{19}$$

$$I_{uit} = U_{in} * I_{in}/U_{uit} = 400 * 0.25/20 = 100/20 = 5 \text{ Ampere} \tag{20}$$



Antwoord vraag 4

Selecteer de kern ETD34/17/11 met $g = 1mm$. Uit de datasheet lees je nu $AL = 153nH$

$$L = A_L \cdot N^2 \quad (21)$$

$$L = 153nH \cdot 100^2 \quad (22)$$

$$L = 0.153\mu H \cdot 100^2 \quad (23)$$

$$L = 1530\mu H \quad (24)$$

$$(25)$$

$$L_i = NBA$$

Uit de datasheet lees je nu $A_{min} = 91.6mm^2 = 91.6mm \cdot mm = 91.6 \cdot 10^{-3}m \cdot 10^{-3} = 91.6 \cdot 10^{-6}m^2$
 B_{max} moet onder de $300mT$ blijven dus die kies je als grenswaarde $B = 0.3$

Blijft $B = 0.3$ bij $I = 3$ ampere?

De kern met $g = 1mm$ heeft $N = 100$ wikkelingen

$$L \cdot i = N \cdot B \cdot A \quad (26)$$

$$1530\mu H \cdot 3 = 100 \cdot B \cdot 91.6 \cdot 10^{-6} \quad (27)$$

$$1530H \cdot 3 = 100 \cdot B \cdot 91.6 \quad (28)$$

$$B = \frac{1530\mu \cdot 3}{100 \cdot 91.6 \cdot 10^{-6}} = 0.5Tesla \quad (29)$$

$$B = \frac{1530 \cdot 3}{100 \cdot 91.6} = 0.5Tesla \quad (30)$$

$500mT > 300mT$, dus de B_{max} blijft niet onder zijn maximum waarde van $300mT$