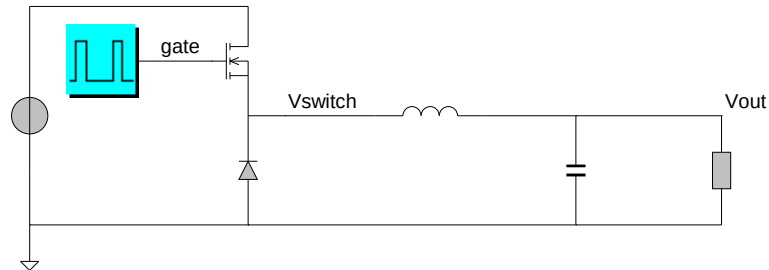


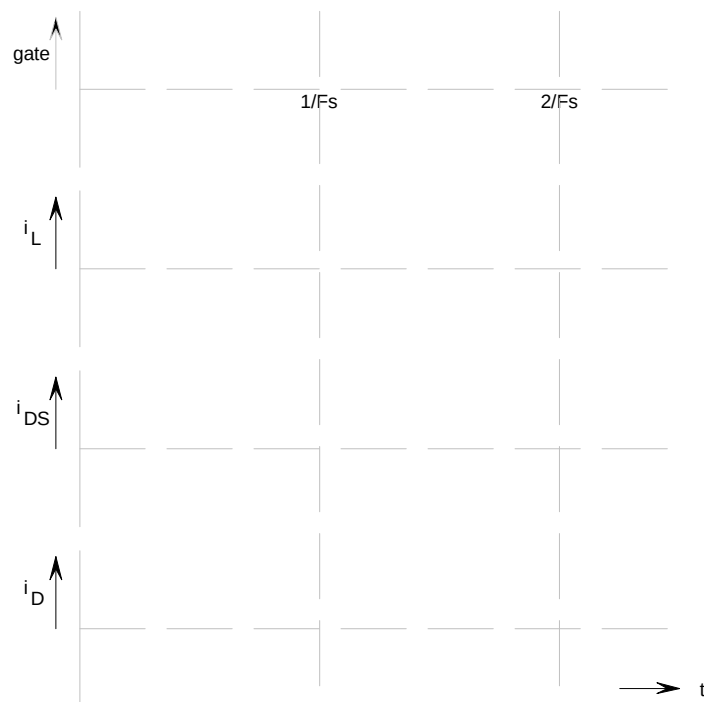
Vraag 1, (3 punten)

Een buck omvormer heeft een duty cycle van 0.5 en moet aan de uitgang 5 volt leveren:

$$V_{uit} = 5V, I_{uit} = 1A, F_s = 100kHz, I_{ripple} = 40\% \text{ van de spoelstroom!}$$



1. Bereken de ingangsspanning.
2. Bereken de waarde van de spoel L die hiervoor nodig is. Let op dat de top-top waarde van de rimpelstroom door de spoel ongeveer 40% van de uitgangsstroom is.
3. Teken in de onderstaande grafiek het Gate signaal, stroom door de spoel, stroom door de diode en de stroom door de mosfet



Vraag 2, (2 punten)

1. Teken het schema van een Flyback omvormer met 1 uitgangsspanning
Geef met 2 duidelijke zwarte punten de wikkelrichting van de primaire spoel ten opzichte van de secundaire spoel in het schema aan.

De Flyback heeft de volgende parameters: $V_{in} = 300V$, $V_{uit} = 24V$,
 $N_p = 100$ wikkelingen, $N_s = 10$ wikkelingen, $Fs = 100kHz$

De duty-cycle d is in dit geval niet gelijk aan vijftig procent, i.e. $d \neq 50\%$.

De Flyback werkt in continue mode.

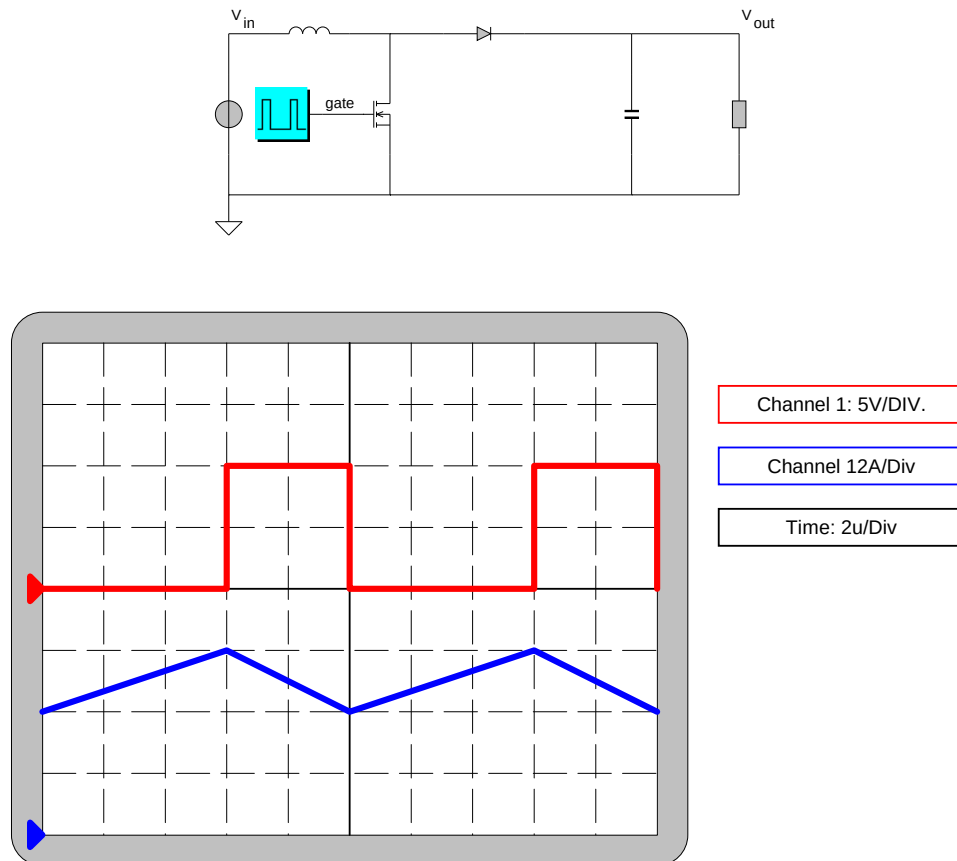
2. Bereken de duty-cycle d en de aan-tijd van de Mosfet in μs

Vraag 3, (3 punten)

Van een boost converter is het volgende scope-beeld opgenomen, waarbij de spanning over de mosfet en de stroom door de spoel gemeten is:

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

De uitgangsspanning MOET je constant veronderstellen.



1. Bereken de spanning V_{in} die aan de ingang moet staan, zodat dit scope beeld klopt.
2. Bereken de gemiddelde waarde van de stroom I_{Mosfet} door de Mosfet(gemiddelde waarde!)
3. Bereken de maximale waarde van de stroom I_{diode} door de diode(Niet de gemiddelde waarde, maar de top-waarde!)

Vraag 4, (2 punten)

We maken gebruik van twee ETD29 kernen die we tegen elkaar aan drukken. Als luchtspleet kiezen we $0.2mm$.

Zie de data sheet voor de parameters.

Hierop gaan we een spoel van $600\mu H$ wikkelen

1. Bereken voor deze kern en zelfinductantie van $600\mu H$ het aantal wikkelingen (afroonden op gehele wikkelingen)
2. Als $B \leq 250mT$ moet blijven, wat is dan de maximale stroom door de spoel?

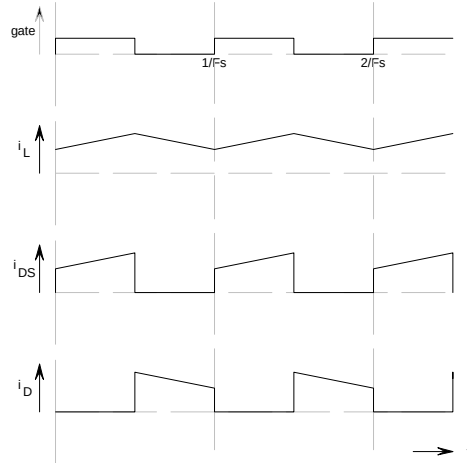
=====

Antwoord vraag 1:

$V_{out} = d V_{in}$

$V_{in} = V_{out}/d = 5 / 0.5 = 10$

Rimpelstroom = 40%, omvormer is continue, dus die stromen raken nooit de nullijn



$$d = 5/10 = 0.5 \quad (1)$$

$$V_L = L \frac{di}{dt} \quad (2)$$

Spoelstroom = I_{uit}

$$di = 40\% = 0.4 * I_{uit} = 0.4 * 1 = 0.4 [Ampere] \quad (3)$$

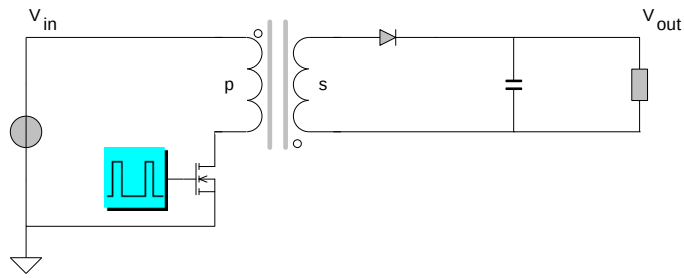
$$dT = 0.5 * (1/Fs) = 0.5 * (1/100k) = 0.5 * 10\mu s = 5\mu s \quad (4)$$

$$V_L = V_{in} - V_{uit} = L \frac{0.4}{5\mu} \quad (5)$$

$$L = (10 - 5) \cdot 5\mu / 0.4 = 62.5\mu H \quad L = (25\mu) / 0.4 = 25\mu \cdot \frac{10}{4} = 250\mu / 4 = 125\mu / 262.5\mu H \quad (6)$$

=====

Antwoord vraag 2: Continue mode, dan is de formule geldig



$$\frac{V_{uit}}{V_{in}} = \frac{N_s}{N_p} \frac{d}{1-d} \quad (7)$$

(8)

$$\frac{24}{300} = \frac{10}{100} \frac{d}{1-d} \quad (9)$$

(10)

$$\frac{240}{300} = \frac{d}{1-d} \quad (11)$$

(12)

$$300d = 240 - 240d \quad (13)$$

$$540d = 240 \Rightarrow d = \frac{24}{54} = 0.44 \quad (14)$$

$$T_{on} = d \cdot T_s = d/F_s = 0.44/100kHz = 0.44 \cdot 10\mu s = 4.4\mu s \quad (15)$$

=====

Antwoord vraag 3:

Als de Mosfet geleidend is neemt de stroom toe en is de spanning over de Mosfet gelijk aan 0 volt
Daarom is de rechthoekige trace in het scope beeld de spanning V_{ds} over de Mosfet

Als de Mosfet uit geleiding is, is de spanning over de Mosfet V_{ds} gelijk aan de uitgangsspanning v_{out}

$V_{ds} = V_{out}$ als de schakelaar openstaat

$V_{out} = 2div * 5V/div = 10volt$

$d = 3 * 2\mu s/div = 6\mu s$

Fs=100kHz $\Rightarrow$ Ts=10 us

Gebruik de berekende duty cycle om de ingangsspanning uit de uitgangsspanning af te leiden

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{1}{1-d} \Rightarrow 10 = V_{in} \frac{1}{1-0.6} \quad (16)$$

$$V_{in} = V_{out} \cdot \frac{1-0.6}{1} = 10 * 0.4 = 4volt \quad (17)$$

De ingangsstroom is af te lezen uit het scope beeld als de schuine trace. Als de schakelaar in geleiding is, dan is de stroom door de mosfet gedurende de eerste $3 * 2\mu s$ gelijk aan de stroom in de trace. Deze heeft dus een maximale waarde van 3 divisies en is daarom dus $3 * 12Ampere = 36 Ampere$.

De stroom loopt alleen gedurende de aan tijd van de Mosfet, dus gedurende $6\mu s$ door de Mosfet.

De begin waarde van de stroom is 2 divisies = 24A en de eind waarde is 3 divisies = 36A De gemiddelde waarde is daarom

$$I_{Mosfet}^{gemiddeld} = \frac{24 + 36}{2} \cdot \frac{6\mu s}{6\mu s + 4\mu s} = 30 \cdot 0.6 = 18A \quad (18)$$

De gemiddelde uitgangsstroom kan op de dezelfde wijze berekend worden en is gelijk aan

$$I_{out}^{gemiddeld} = \frac{24 + 36}{2} \cdot \frac{4\mu s}{6\mu s + 4\mu s} = 30 \cdot 0.4 = 12A \quad (19)$$

De gemiddelde ingangsstroom kan uit de scope afgelezen worden en is

$$I_{in}^{gemiddeld} = \frac{24 + 36}{2} = 30A \quad (20)$$

De vermogensbalans moet kloppen

$$P_{in} = P_{out} = 4 \cdot 30 = 10 \cdot 12 \quad (21)$$

$$120Watt = 120Watt \quad (22)$$

Het gaat sneller via de vermogensbalans

$I_{in} = 24 + 12/2 = 30 ampere$

$I_{out} = V_{in} * I_{in} / V_{out} = 4 * 30 / 10 = 12 Ampere$

Alleen de diode stroom:

$0..6\mu s I_{diode} = 0$

$6\mu s .. 10\mu s I_{diode} = (36+24)/2 = 30Ampere$

$I_{uit} = (6\mu s * 0 + 4\mu s * 30) / 10\mu s = 12Ampere$

De piekstroom door de diode is af te lezen uit de scope op het moment dat de Mosfet uit geleiding gaat en de diode aan gaat en is gelijk aan 36A

=====

Antwoord vraag 4: selecteer de kern met $g = 0.2mm$

$$N = \sqrt{\frac{L}{A_L}} = \sqrt{\frac{600\mu}{383n}} = \sqrt{\frac{600\mu}{0.383\mu}} = \sqrt{\frac{600}{0.383}} = 40Wikkelingen$$

$$Li = NBA$$

$$600\mu H \cdot i = 40 \cdot 0.250 \cdot 71 \cdot 10^{-6}$$

$$i = \frac{40 \cdot 0.25 \cdot 71}{600} = 1.18Ampere$$