

Tentamen Vermogenselektronica

Schrijf de uitwerking in voldoende stappen op, geeft een numeriek resultaat.

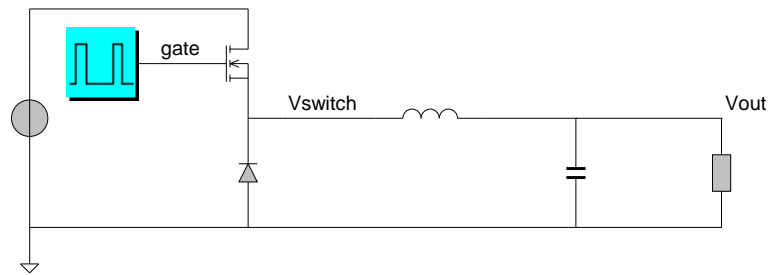
Rekenmachine mag!

Formuleblad en datasheet voor de ETD kern gebruiken!

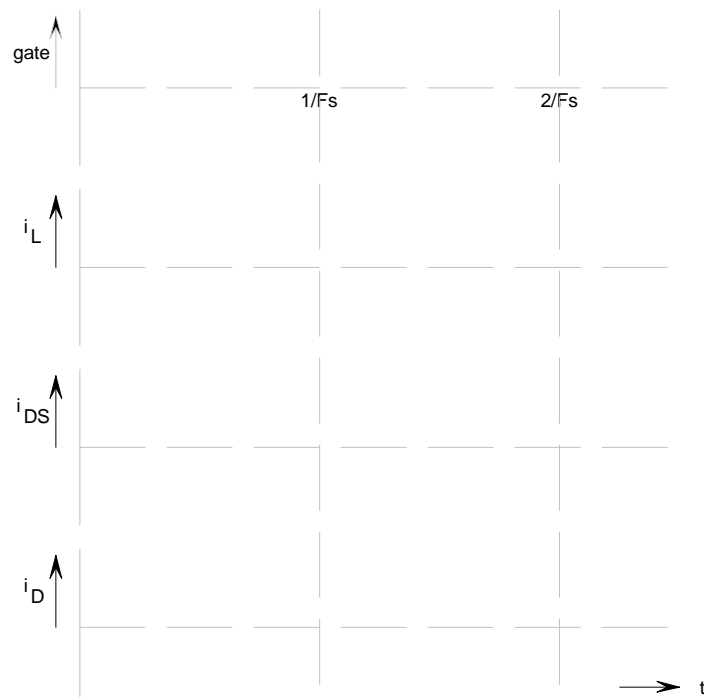
Succes!

Een buck omvormer heeft de volgende data:

$$V_{in} = 12V, V_{uit} = 6V, I_{uit} = 1A, F_s = 100kHz, I_{ripple} = 40\% \text{ van de spoelstroom!}$$



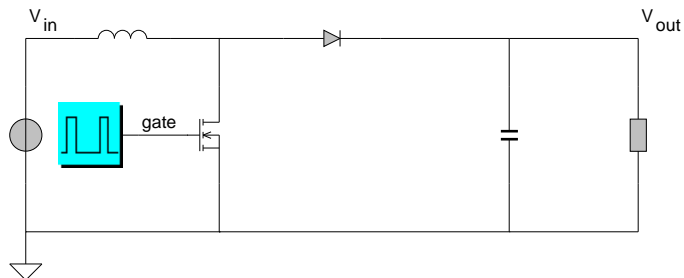
1. Bereken de duty-cycle d
2. Bereken L
3. Teken het Gate signaal, stroom door de spoel, diode en mosfet



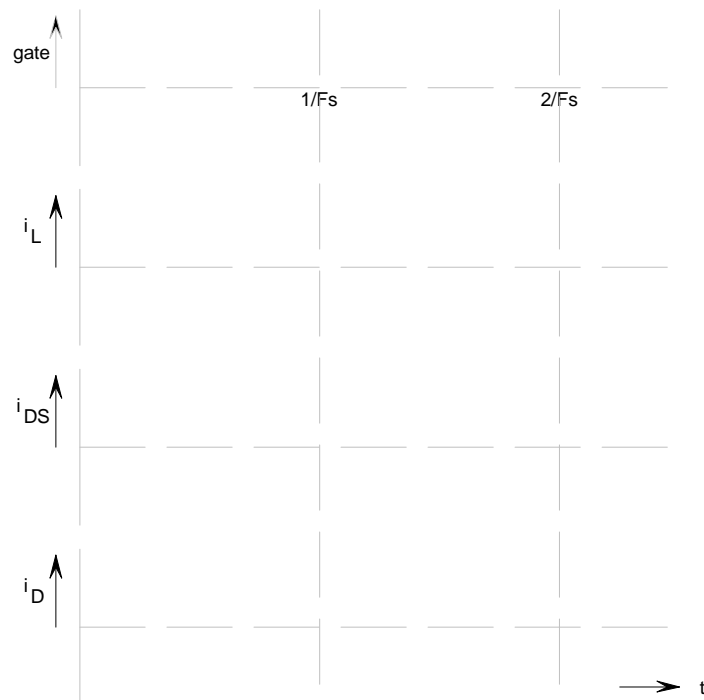
Vraag 2, (3 punten)

Een boost omvormer heeft de volgende data:

$$V_{in} = 30V, V_{uit} = 60V, I_{uit} = 2A, F_s = 100kHz, I_{ripple} = 40\% \text{ van de spoelstroom!}$$



1. Bereken de duty-cycle d
2. Bereken L
3. Teken het Gate signaal, stroom door de spoel, diode en mosfet



Vraag 3, (2 punten)

1. Teken het schema van een Flyback omvormer met 1 uitgangsspanning, geef met 2 duidelijke zwarte cirkels de wikkelrichting in het schema aan.

De Flyback heeft de volgende parameters: $V_{in} = 300V$, $V_{uit} = 30V$,
 $N_p = 100$ wikkelingen, $N_s = 15$ wikkelingen, $Fs = 100kHz$

2. Bereken de aan-tijd van de Mosfet in μs

Vraag 4, (2 punten)

We maken gebruik van een ETD29 kern met en luchtspleet gelijk aan $0.5mm$.
Zie de data sheet voor de parameters.

Hierop gaan we een spoel van $800\mu H$ wikkelen

1. Bereken het aantal wikkelingen (afroonden op gehele wikkelingen)

2. Wat is de maximale stroom door de spoel, onder de voorwaarde dat $B \leq 300mT$?

Antwoord vraag 1:

$$d = 6/12 = 0.5 \quad (1)$$

(2)

$$V_L = L \frac{di}{dt} \quad (3)$$

(4)

Spoelstroom = I_{uit}

$$di = 40\% = 0.4 * I_{uit} = 0.4 * 1 = 0.4 [Ampere] \quad (5)$$

(6)

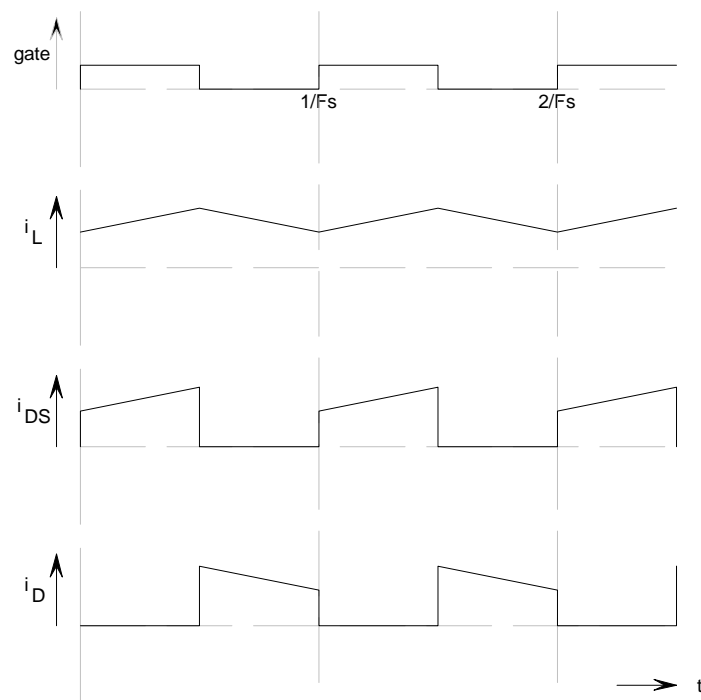
$$dT = 0.5 * (1/Fs) = 0.5 * (1/100k) = 0.5 * 10\mu s = 5\mu s \quad (7)$$

(8)

$$V_L = V_{in} - V_{uit} = L \frac{0.4}{5\mu} \quad (9)$$

$$L = (12 - 6) \cdot 5\mu / 0.4 = 75\mu H \quad (10)$$

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



Antwoord vraag 2:

$$V_{uit} = V_{in} \frac{1}{1-d} \quad (11)$$

$$60 = 30 \frac{1}{1-d} \Rightarrow 2(1-d) = 1 \Rightarrow 2 - 2d = 1 \Rightarrow 2 - 1 = 2d \quad (12)$$

$$d = 0.5 \quad (13)$$

$$(14)$$

$$V_L = L \frac{di}{dt} \quad (15)$$

$$(16)$$

Spoelstroom = I_{in}

$$di = 40\% = 0.4 * I_{in} = 0.4 * \frac{V_{uit} I_{uit}}{V_{in}} = 1.6 [Ampere] \quad (17)$$

$$(18)$$

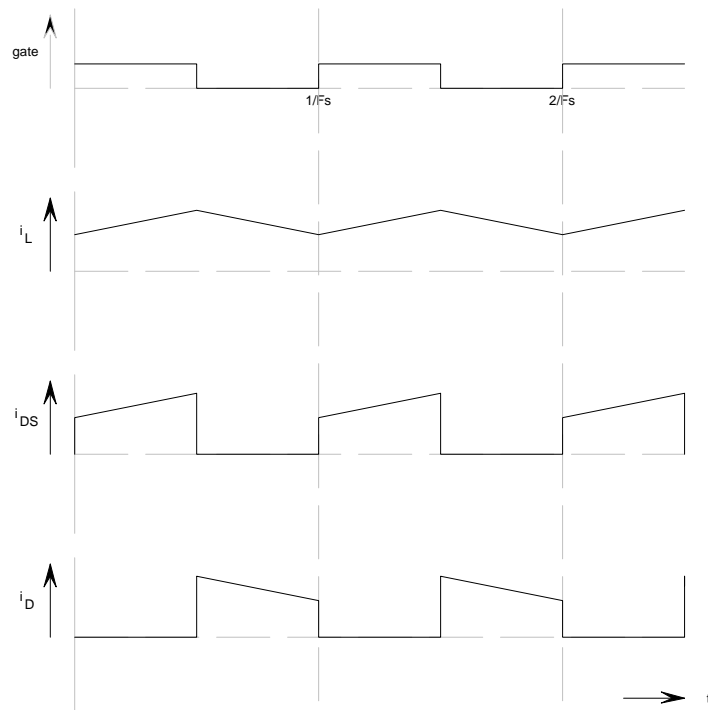
$$dT = 0.5 * (1/Fs) = 0.5 * (1/100k) = 0.5 * 10\mu s = 5\mu s \quad (19)$$

$$(20)$$

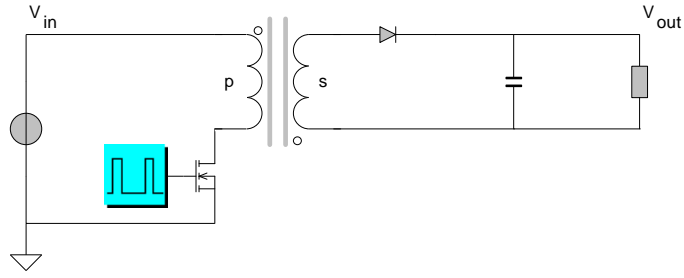
$$V_L = V_{in} = L \frac{1.6}{5\mu} \quad (21)$$

$$L = (30) \cdot 5\mu / 1.6 = 150\mu / 1.6 = 93.75\mu H \quad (22)$$

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



Antwoord vraag 3:



$$\frac{V_{uit}}{V_{in}} = \frac{N_s}{N_p} \frac{d}{1-d} \quad (23)$$

$$(24)$$

$$\frac{30}{300} = \frac{15}{100} \frac{d}{1-d} \quad (25)$$

$$(26)$$

$$\frac{3000}{4500} = \frac{d}{1-d} \quad (27)$$

$$(28)$$

$$4500d = 3000 - 3000d \quad (29)$$

$$7500d = 3000 \Rightarrow d = 0.4 \quad (30)$$

$$T_{on} = d \cdot T_s = d/F_s = 0.4/100kHz = 0.4 \cdot 10\mu s = 4\mu s \quad (31)$$

=====
 Antwoord vraag 4: selecteer de kern met $g = 0.5mm$

$$N = \sqrt{\frac{L}{A_L}} = \sqrt{\frac{800\mu}{201n}} = \sqrt{\frac{800\mu}{0.201\mu}} = \sqrt{\frac{800}{0.201}} = 63 \text{Wikkelingen}$$

$$Li = NBA$$

$$800\mu H \cdot i = 63 \cdot 0.3 \cdot 71 \cdot 10^{-6}$$

$$i = \frac{63 \cdot 0.3 \cdot 71}{800} = 1.7 \text{Ampere}$$

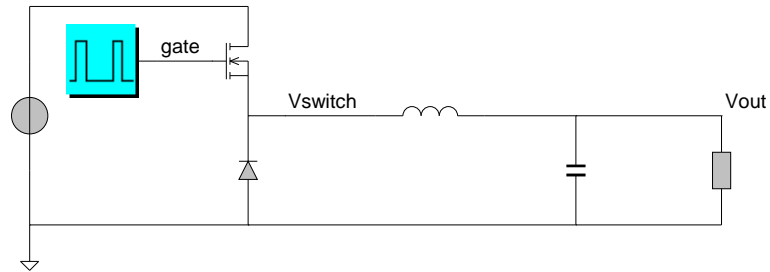
HerTentamen Vermogenselektronica

Schrijf de uitwerking in voldoende stappen op, geeft een numeriek resultaat.
Rekenmachine mag!
Formuleblad en datasheet voor de ETD kern gebruiken!
Succes!

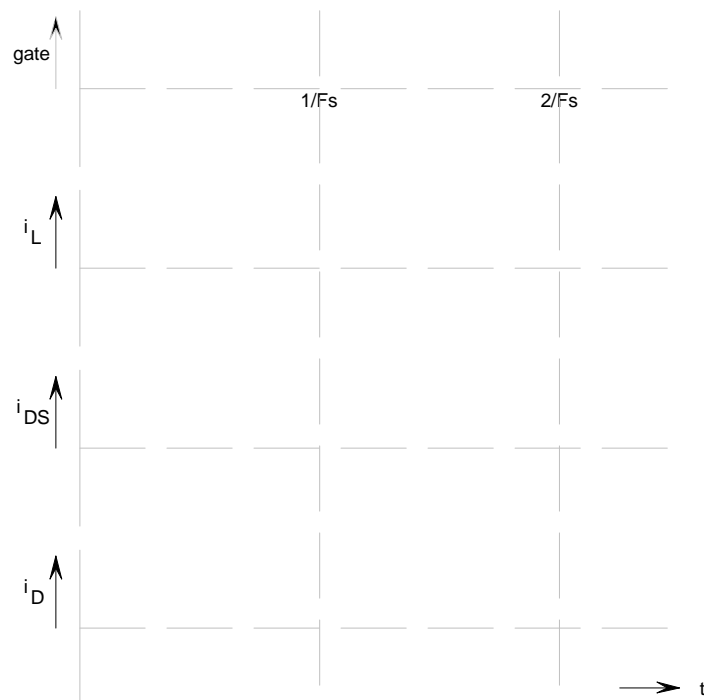
Vraag 1, (3 punten)

Een buck omvormer heeft de volgende data:

$$V_{in} = 10V, V_{uit} = 4V, I_{uit} = 5A, F_s = 100kHz, I_{ripple} = 40\% \text{ van de spoelstroom!}$$



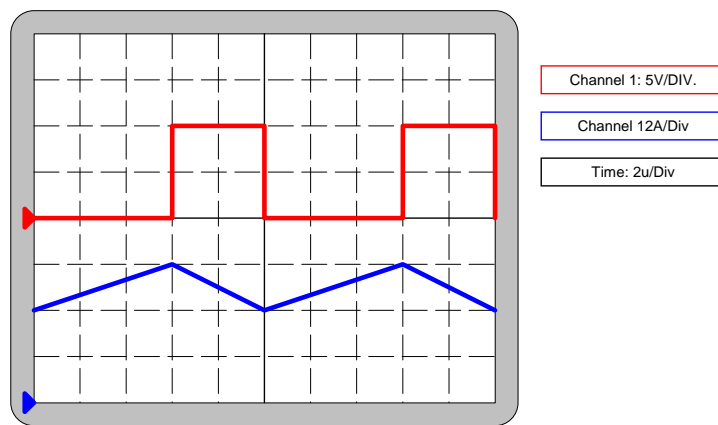
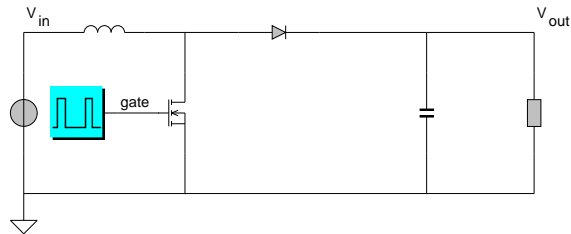
1. Bereken de duty-cycle d
2. Bereken L
3. Teken het Gate signaal, stroom door de spoel, diode en mosfet



Vraag 2, (3 punten)

Een boost omvormer geeft het volgende scope-beeld:

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



1. Bereken de ingangsspanning V_{in}
2. Bereken de uitgangsspanning V_{uit}
3. Bereken de uitgangsstroom I_{uit} (gemiddelde waarde)
De uitgangsspanning mag je constant veronderstellen

Vraag 3, (2 punten)

De Buck-Boost heeft de volgende parameters: $V_{in} = 4V$, $V_{uit} = 12V$, $F_s = 100kHz$

1. Teken het schema van een Buck-Boost omvormer.

2. Bereken de aan-tijd van de Mosfet in μs

Vraag 4, (2 punten)

We maken gebruik van een ETD29 kern met en luchtspleet gelijk aan 0.2mm .
Zie de data sheet voor de parameters.

Hierop gaan we een spoel van $960\mu\text{H}$ wikkelen

1. Bereken het aantal wikkelingen (afroonden op gehele wikkelingen)

2. Wat is de maximale stroom door de spoel, onder de voorwaarde dat $B \leq 300\text{mT}$?

Antwoord vraag her1:

$$d = 4/10 = 0.4 \quad (32)$$

(33)

$$V_L = L \frac{di}{dt} \quad (34)$$

(35)

$$di = 40\% = 0.4 * I_{uit} = 0.4 * 5 = 2[Ampere] \quad (36)$$

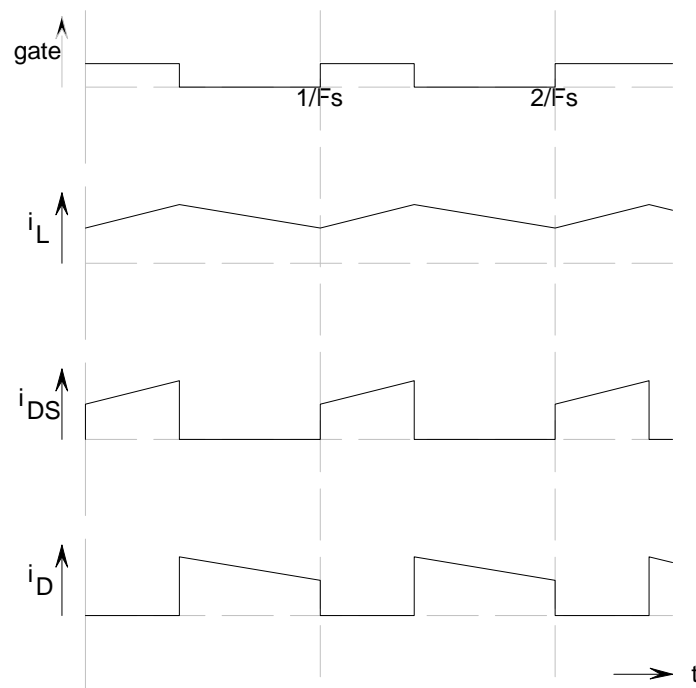
(37)

$$dT = 0.4 * (1/Fs) = 0.4 * (1/100k) = 0.4 * 10\mu s = 4\mu s \quad (38)$$

(39)

$$V_L = V_{in} - V_{uit} = L \frac{0.4 \cdot 5}{4\mu} \quad (40)$$

$$L = (10 - 4) \cdot 4\mu/2 = 12\mu H \quad (41)$$



=====
 Antwoord vraag her2:

Vout als de schakelaar openstaat

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

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

$$F_s = 100\text{kHz} \Rightarrow T_s = 10 \mu s$$

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{1}{1-d} \Rightarrow 10 = V_{in} \frac{1}{1-0.6} \quad (42)$$

$$V_{in} = V_{out} \cdot \frac{1-0.6}{1} = 10 * 0.4 = 4 \text{ volt} \quad (43)$$

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

$$I_{out} = V_{in} \cdot I_{in} / V_{out} = 4 \cdot 30 / 10 = 12 \text{ Ampere}$$

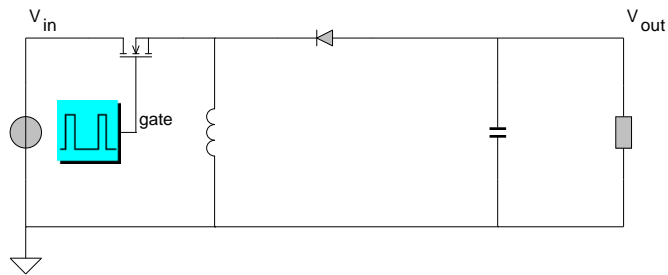
Alleen de diode stroom:

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

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

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

Antwoord vraag her3:



$$V_{uit} = V_{in} \cdot \frac{d}{1-d} \quad (44)$$

$$12 = 4 \cdot \frac{d}{1-d} \quad (45)$$

$$12 - 12d = 4d \quad (46)$$

$$12 = 16d \quad (47)$$

$$d = \frac{12}{16} = 0.75 \quad (48)$$

$$T_{on} = d/Fs = 0.75 \cdot 10\mu = 7.5\mu s \quad (49)$$

Antwoord vraag 4:

$$N = \sqrt{\frac{960\mu}{0.383}} = 50 \text{ Wikkelingen}$$

$$L_i = NBA$$

$$960\mu H \cdot i = 50 \cdot 0.3 \cdot 71 \cdot 10^{-6}$$

$$i = \frac{50 \cdot 0.3 \cdot 71}{960} = 1.1 \text{ Ampere}$$