

Vraag 1, (3 punten)

Een Buck converter heeft de volgende gegevens:

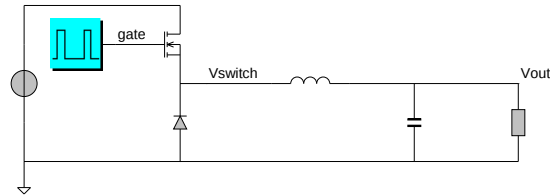
Ingangsspanning: $V_{in} = 12V$

Uitgangsspanning: $V_{out} = 6V$

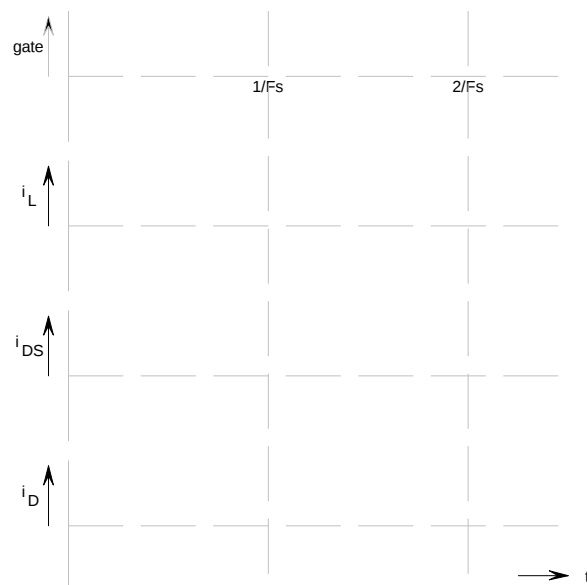
Uitgangsstroom: $I_{out} = 2A$

Schakelfrequentie $F_s = 50kHz$

De stroom door de spoel L is continue met een maximale rimpel van 40%



1. Bereken de waarde van de spoel L
2. Bereken de maximale spanning over de Mosfet
3. Teken in onderstaande grafiek: Gate signaal $gate$, Spoelstroom I_L , Stroom door de Mosfet I_{DS} , Stroom door de diode I_D

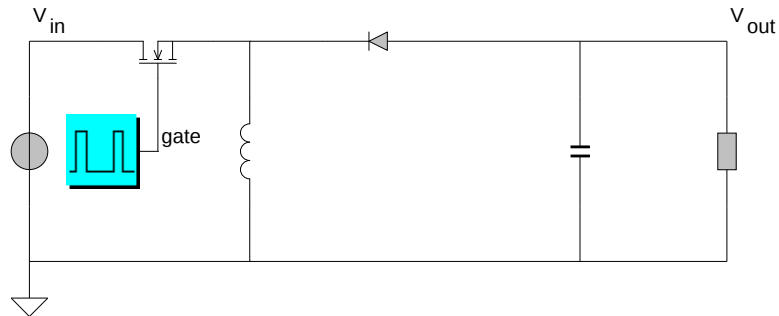


Vraag 2, (2 punten)

Via USB moet een schakeling met $-12v$ gevoed worden. Voor de negatieve spanning wordt een Buck-Boost gekozen.

Als de ingangsspanning maar $4v$ is, moet de schakeling ook nog werken

Ingangsspanning: $V_{in} = 4v$
Uitgangsspanning: $V_{uit} = -12v$
Uitgangsstroom: $I_{uit} = 0.5A$
Schakelfrequentie $F_s = 50kHz$



1. Bereken de duty-cycle d

2. Bereken de maximale spanning die over de diode staat

Vraag 3, (3 punten)

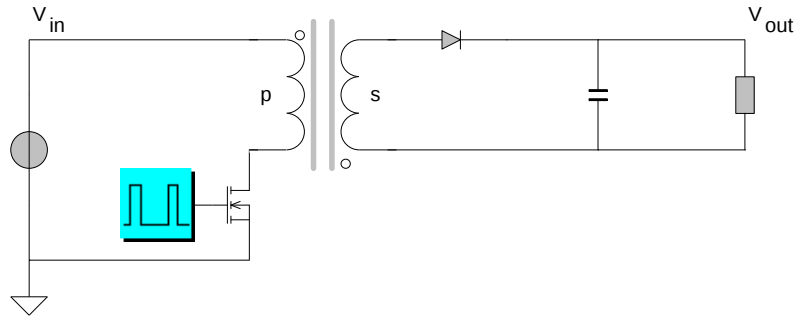
Een Flyback converter werkt op de grens tussen continue en discontinue bedrijf en heeft daarom een dutycycle van 50%, $d = 0.5$

Ingangsspanning: $V_{in} = 300V$

Uitgangsspanning: $V_{uit} = 12V$

Uitgangsstroom: $I_{uit} = 2A$

Schakelfrequentie $F_s = 50kHz$



1. Bereken de waarde van de wikkerverhouding $\frac{N_P}{N_S}$ (Let Op! maar 1 getal uitrekenen)

2. Bereken de piekwaarde van de ingangsstroom

3. Bereken de waarde van de primaire spoel L_P

Vraag 4, (2 punten)

We moeten kiezen tussen twee ETD29 kernen die we tegen elkaar aan drukken.

Als luchtspleet kiezen we $0.2mm$ of $0.5mm$.

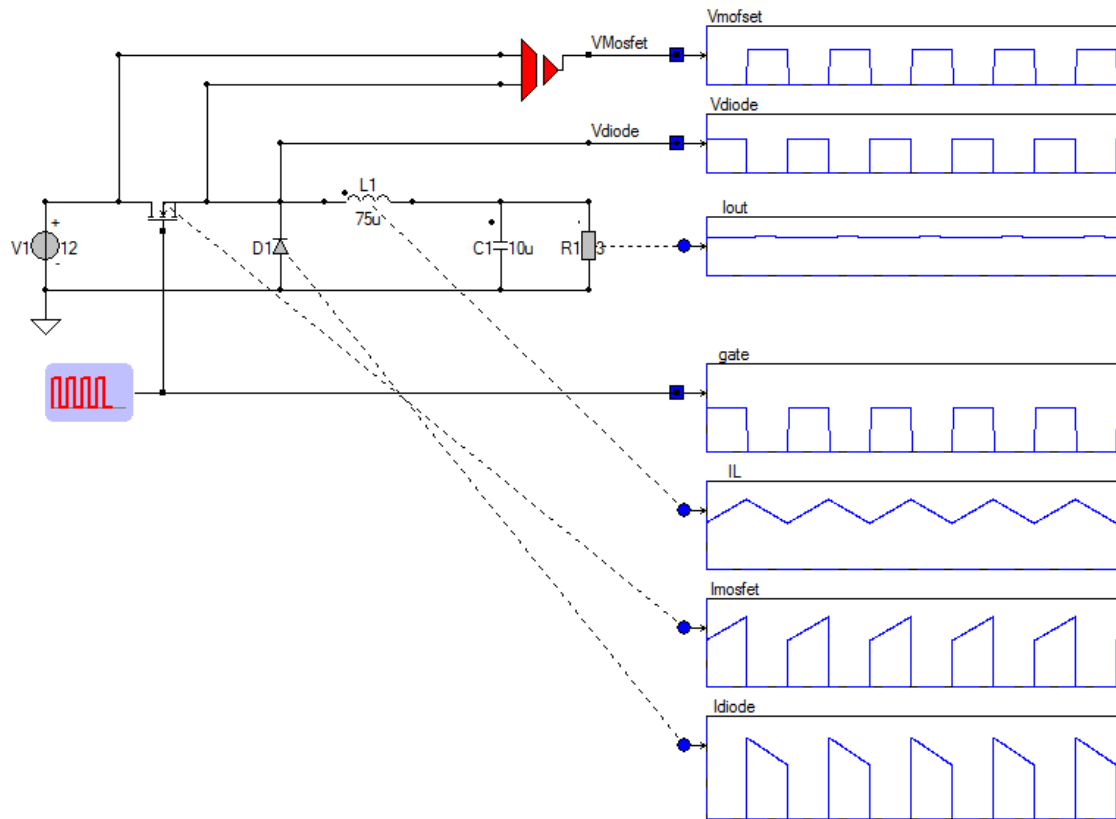
Zie de data sheet voor de parameters.

Hierop gaan we een spoel van $345\mu H$ wikkelen

1. Bereken voor deze beide kernen en zelfinductantie van $345\mu H$ het aantal wikkelingen voor beide keuzes (afroonden op gehele wikkelingen)
Bereken N voor ($g = 0.2$) en bereken N voor ($g = 0.5$)

2. Als $B \leq 300mT$ moet blijven, wat is dan de maximale stroom door de spoel voor beide kernen?
Bereken I voor ($g = 0.2$) en bereken I voor ($g = 0.5$)

Antwoord vraag 1



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

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

Spoelstroom = I_{uit}

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

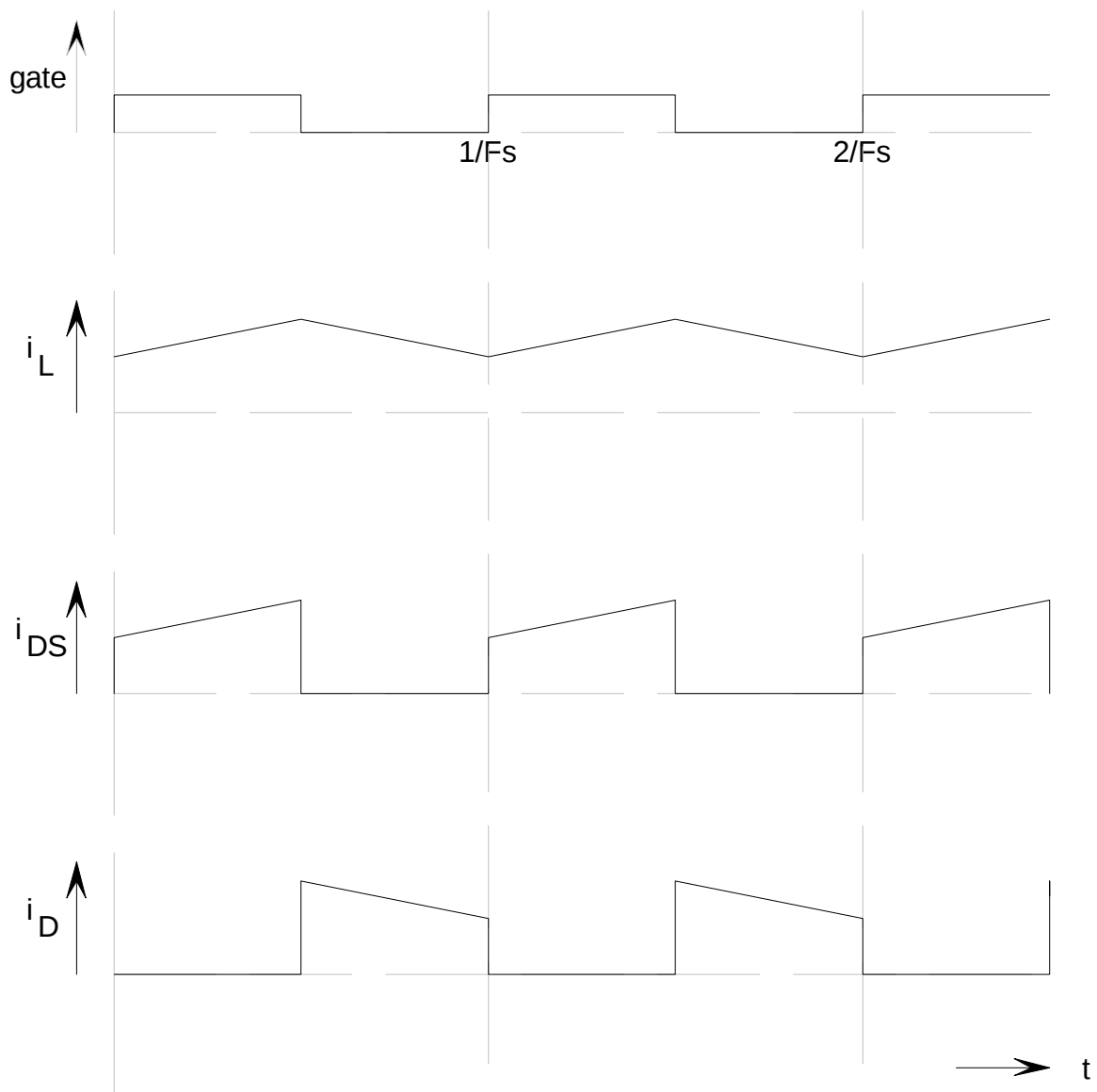
$$dT = 0.5 * (1/Fs) = 0.5 * (1/50k) = 0.5 * 20\mu s = 10\mu s \quad (4)$$

$$V_L = V_{in} - V_{uit} = L \frac{0.8}{10\mu} \quad (5)$$

$$L = (12 - 6) \cdot 10\mu / 0.8 = 75\mu H \quad (6)$$

Maximale spanning over de Mosfet is als deze uit staat en de vrijloop diode in geleiding is. Dan staat de ingangsspanning van 12volt over de mosfet

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



Antwoord vraag 2

$$V_{out} = -\frac{d}{(1-d)} V_{in} \quad (7)$$

$$-12 = -\frac{d}{(1-d)} 4 \quad (8)$$

$$12 = \frac{d}{(1-d)} 4 \quad (9)$$

$$(1-d)12 = 4d \quad (10)$$

$$12 - 12d = 4d \quad (11)$$

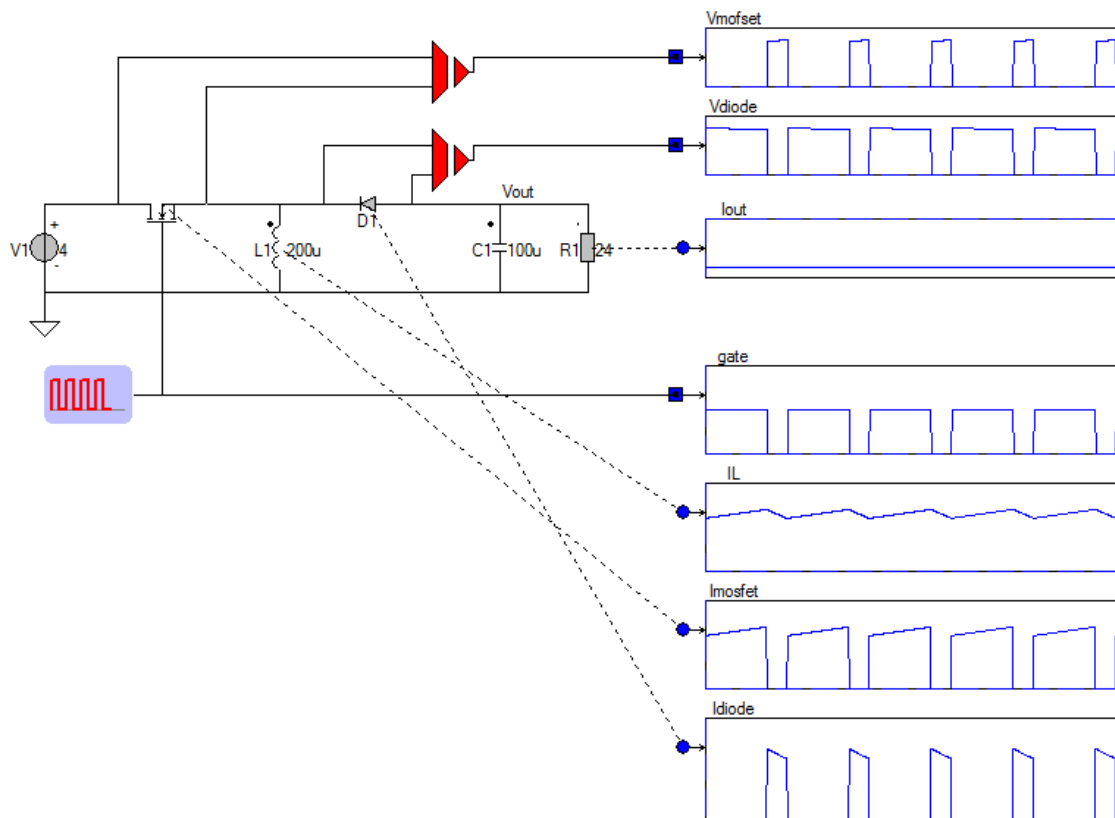
$$12 = 4d + 12d \quad (12)$$

$$12 = 16d \quad (13)$$

$$d = 12/16 = 3/4 = 0.75 \quad (14)$$

De maximale spanning staat over de diode als deze spert en is dan gelijk aan de ingangsspanning minus de uitgangsspanning

$$V_{diode} = V_{in} - V_{out} = 4 - (-12) = 16 \text{ volt} \quad (15)$$



Antwoord vraag 3

Onderstaande formule mag je alleen gebruiken als $d = 0.5$ of als de stroom continue is.

$$V_{secundair} = V_{primair} \frac{N_s}{N_p} \cdot \frac{d}{1-d} \quad (16)$$

$$12 = 300 \frac{N_s}{N_p} \cdot \frac{0.5}{1-0.5} \quad (17)$$

$$12 = 300 \frac{N_s}{N_p} \quad (18)$$

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{12}{300} \quad (19)$$

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{300}{12} \quad (20)$$

$$\frac{N_p}{N_s} = 25 \quad (21)$$

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

$$V_{in} = L \frac{di}{dt} \quad (22)$$

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

$$dt = 0.5 \cdot (1/F_s) \quad (23)$$

$$dt = 0.5 \cdot 20\mu \quad (24)$$

$$dt = 10\mu \quad (25)$$

Gemiddelde ingangsspanning is uit de vermogensbalans te halen:

$$V_{in} \cdot I_{in} = V_{out} \cdot I_{out} \quad (26)$$

$$300 \cdot I_{in} = 12 \cdot 2 \quad (27)$$

$$I_{in} = 12 \cdot 2 / 300 = 0.08 \quad (28)$$

De piekwaarde is nu 4 keer de gemiddelde waarde,

$$di = 4 \cdot I_{in} \quad (29)$$

$$di = 4 \cdot 0.08 = 0.32 \quad (30)$$

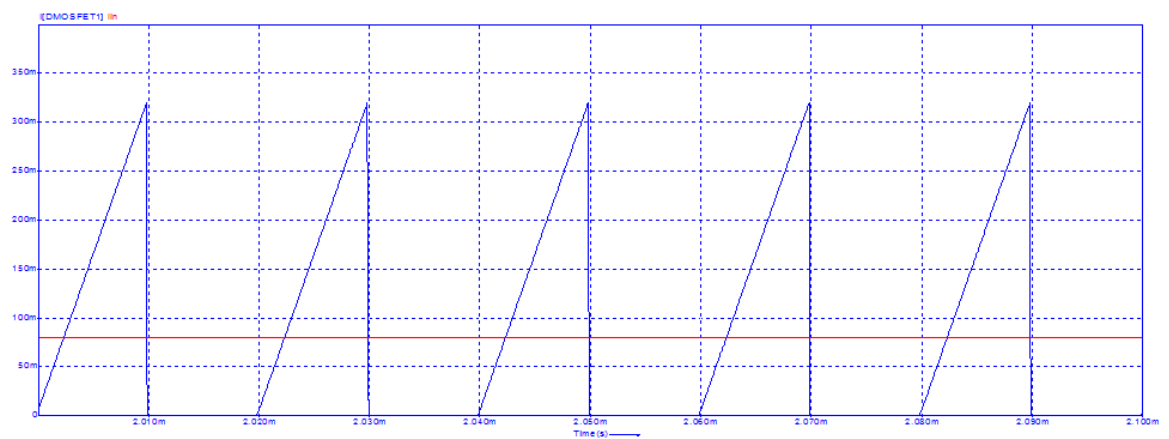
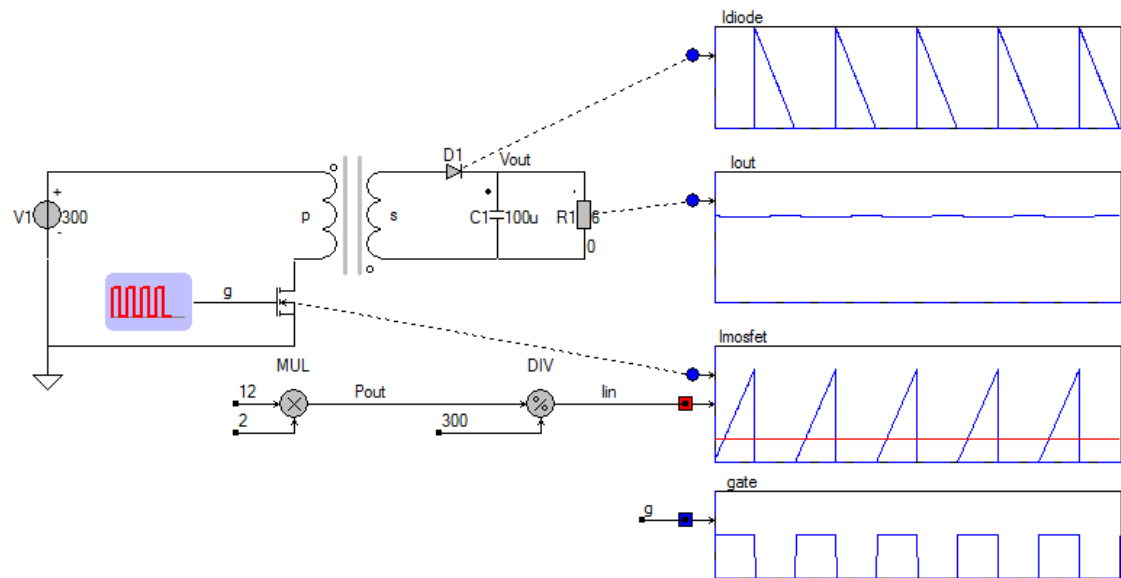
De spanning over de primaire spoel is constant en is de ingangsspanning $V_{in} = 300$
Invullen en L berekenen

$$V_{in} = L \frac{di}{dt} \quad (31)$$

$$300 = L \frac{0.32}{10\mu} \quad (32)$$

$$L = 300 \frac{10\mu}{0.32} \quad (33)$$

$$L = 9.3mH \quad (34)$$



Antwoord vraag 4

Selecteer de kern met $g = 0.5mm$. Uit de datasheet lees je nu $AL = 201nH$

$$N = \sqrt{\frac{L}{A_L}} N = \sqrt{\frac{345\mu}{201n}} N = \sqrt{\frac{345\mu}{0.201\mu}} N = \sqrt{\frac{345}{0.201}} N = 41 \text{Wikkelingen}$$

Selecteer de kern met $g = 0.2mm$. Uit de datasheet lees je nu $AL = 383nH$

$$N = \sqrt{\frac{L}{A_L}} N = \sqrt{\frac{345\mu}{383n}} N = \sqrt{\frac{345\mu}{0.383\mu}} N = \sqrt{\frac{345}{0.383}} N = 30 \text{Wikkelingen}$$

$$Li = NBA$$

Uit de datasheet lees je nu $A = 71mm^2 = 71mm \cdot mm = 71 \cdot 10^{-3}m \cdot 10^{-3} = 71 \cdot 10^{-6}m^2$

Bmax moet onder de 300mT blijven dus die kies je als $B = 0.3$

Selecteer de kern met $g = 0.5mm$, dus 41 wikkelingen

$$345\mu H \cdot i = 41 \cdot 0.3 \cdot 71 \cdot 10^{-6}$$

$$i = \frac{41 \cdot 0.3 \cdot 71}{345} = 2.53 \text{Ampere}$$

Selecteer de kern met $g = 0.2mm$, dus 30 wikkelingen

$$345\mu H \cdot i = 30 \cdot 0.3 \cdot 71 \cdot 10^{-6}$$

$$i = \frac{30 \cdot 0.3 \cdot 71}{345} = 1.85 \text{Ampere}$$