Prof. Dr. K. Wüst
FH Gießen–Friedberg, FB MNI

WS2010/11
Studiengang Informatik

Klausur zu Naturwissenschaftliche und technische Grundlagen

7.2.2011

Nachname:	
Vorname:	
Matrikelnummer:	Kennung:

- Bitte alle Ergebisse unterstreichen!
- Auf alle Lösungsblätter leserlich Namen und Matrikelnummer schreiben!
- Ergebnisse auf 3 bis 4 signifikante Stellen berechnen!

Punkteverteilung

Aufgabe	Punkte	erreicht
1	13	
2	13	
3	17	
4	17	
5	17	
6	13	
Summe	90	

Lösungen in *Kursivdruck* eingefügt.

Aufg.1)
Ein Mikrochip besteht aus 16 Millionen Feldeffekttransistoren mit je 0.15 fF und 15000 Leiterbahnen zu je 0.25 pF im Inneren des Chips. Die Leitungen und die FETs sind parallel geschaltet. Der Kühler kann 30 W Verlustwärme ableiten (Thermal Design Power). Mit welcher Frequenz darf der Chip getaktet werden, wenn die Betriebsspannung 1.5V ist?

Die Gesamtkapazität des Chips setzt sich aus der Kapazität der Leitungen und der FETs zusammen, die einfach addiert werden können, weil sie parallel liegen: Für die dynamische Verlustleistung gilt:

$$C_{ges} = C_L + C_{FETS} = 16 \cdot 10^6 \cdot 0.15 \cdot 10^{-15} F + 15000 \cdot 0.25 \cdot 10^{-12} F = 6.15 \cdot 10^{-9} F$$

(6 Punkte)

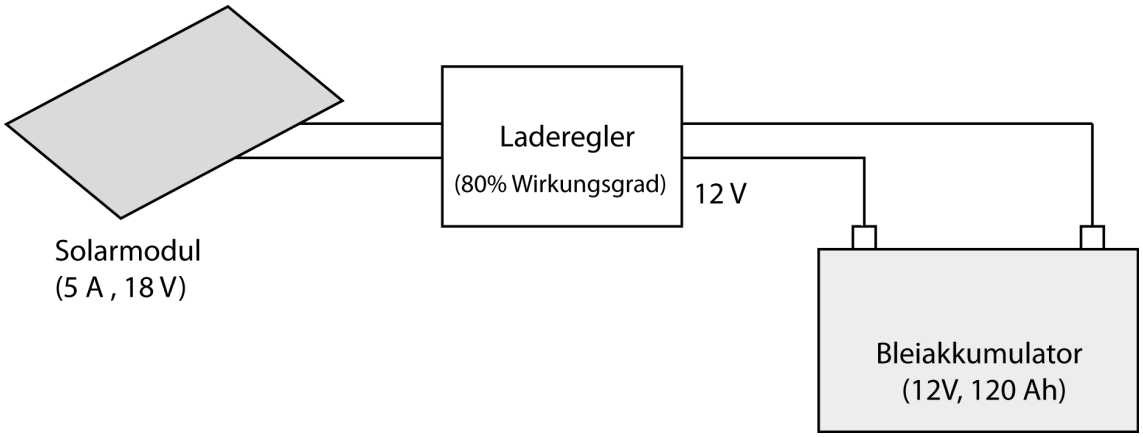
$$P = f C_{ges} U^2$$

also

$$f = \frac{P}{C_{ges} U^2} = \frac{30W}{6.15\,10^{-9} F \cdot (1.5V)^2} = 2.168 \cdot 10^{12} Hz = \underline{2.168\,GHz}$$

(weitere 7 Punkte)

Aufg.2)
In einem Wohnmobil lädt ein Solarmodul über einen Laderegler einen Bleiakkumulator auf. Das Solarmodul liefert 5 A Strom bei 18 V Spannung an den Laderegler. Der Laderegler liefert 12 V an den Bleiakkumulator und hat einen Wirkungsgrad von 80%. (Das heißt der Laderegler liefert an die Batterie nur 80% der Leistung, die er selbst an seinem Eingang erhält.) Wie lange dauert es, bis ein halbvoller Bleiakkumulator (Kapazität 120 Ah) ganz voll geladen ist?



Die Leistung des Solarmoduls ist

$$P_S = UI = 18V5A = 90\,W$$

Von dieser Leistung wird 80% vom Laderegler an die Batterie weiter gegeben:

$$P_L = 0.8 \cdot 90W = 72\,W$$

Dann fließt in die Batterie ein Ladestrom von

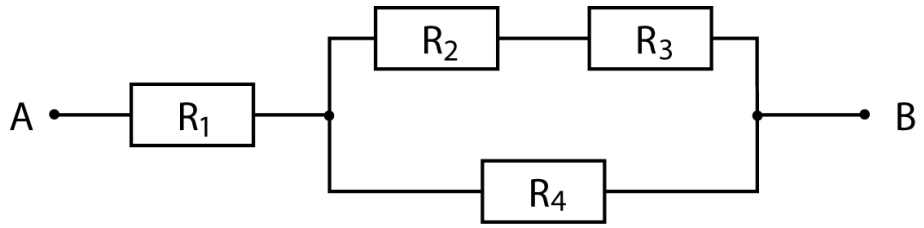
$$I = P/U = 72W/12V = 6\,A$$

(7 Punkte)
Da die Batterie halb voll ist muss nur eine Ladungsmenge von $60\,Ah$ *nachgeladen werden. Dazu ist folgende Zeit nötig:*

$$t = Q/I = 60Ah/6A = \underline{10h}$$

also 10 Stunden. (weitere 6 Punkte)

Aufg.3)
Der Gesamtwiderstand zwischen den Punkten A und B in der abgebildeten Schaltung ist $100\,\Omega$. Wie groß ist der Widerstand R_3, wenn $R_1 = 50\,\Omega$, $R_2 = 70\,\Omega$, $R_4 = 100\,\Omega$, ist?



Aus der Schaltung ergibt sich:

$$R_G = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2+R_3} + \frac{1}{R_4}} = R_1 + \frac{(R_2+R_3)R_4}{R_2+R_3+R_4}$$

(8 Punkte)

Daraus ergibt sich

$$(R_G - R_1)(R_2 + R_3 + R_4) = (R_2 + R_3)R_4$$

Nun wird ausmultipliziert und dann werden alle Terme die R_3 enthalten nach links gestellt, die anderen nach rechts:

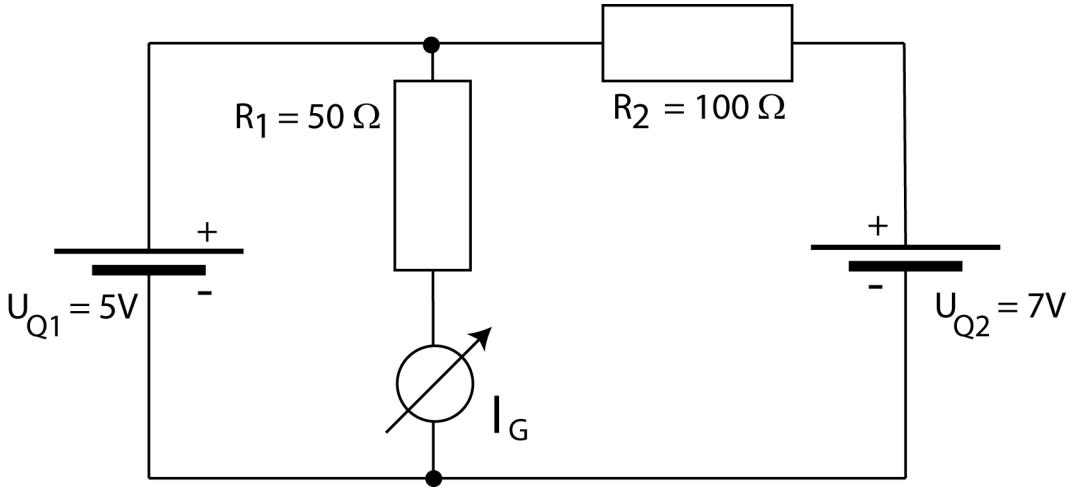
$$R_3(R_G - R_1 - R_4) = R_2R_4 - (R_G - R_1)(R_2 + R_4)$$

dann wird durch die Klammer auf der linken Seite dividiert:

$$R_3 = \frac{R_2R_4 - (R_G - R_1)((R_2 + R_4))}{(R_G - R_1 - R_4)} = \frac{70\Omega \cdot 100\Omega - (50\Omega \cdot 170\Omega)}{100\Omega - 50\Omega - 100\Omega} = \underline{30\Omega}$$

(weitere 9 Punkte))

Aufg.4)
Berechnen Sie für den unten gezeichneten Stromkreis die von dem Amperemeter angezeigte Stromstärke I_G ?



Diese Aufgabe kann sehr einfach gelöst werden, wenn man von der richtigen Masche ausgeht. Das ist die linke Masche mit U_{Q1} und R_1. (Das Messgerät stört nicht)) Daraus ergibt sich:

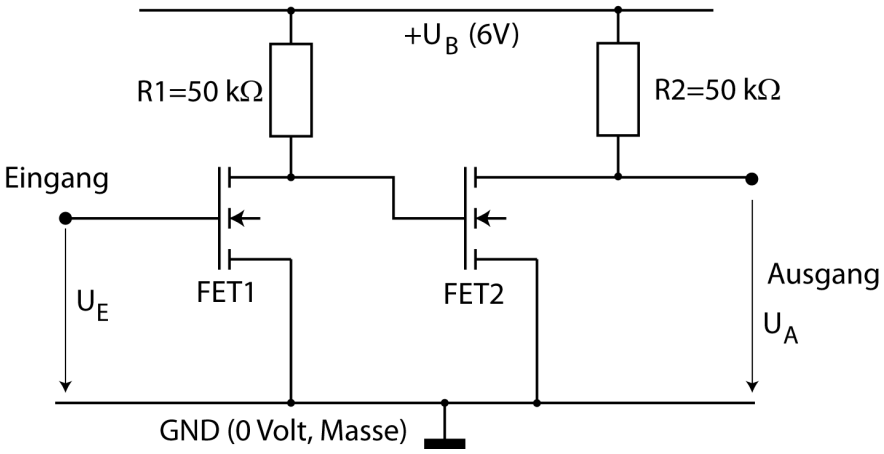
$$U_{Q1} = I_G \cdot R_1$$

Weitere Maschen oder Knoten braucht man nicht auszuwerten, denn man erhält sofort:

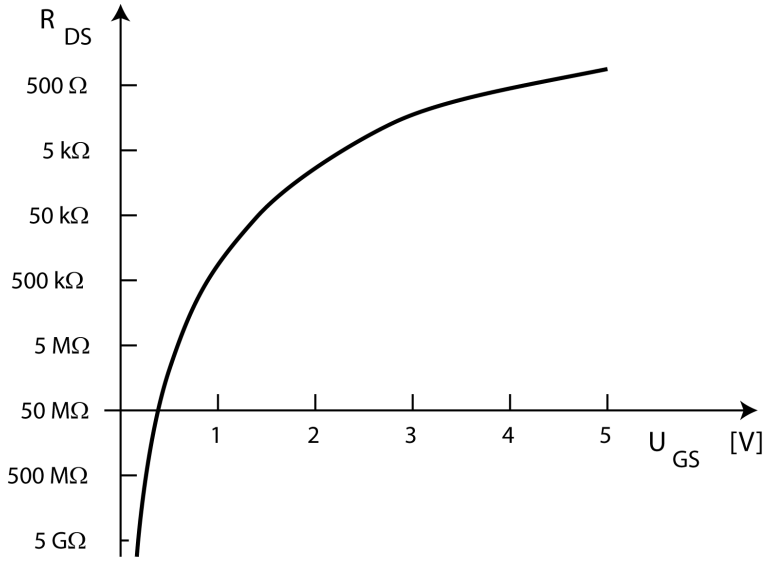
$$I_G = \frac{U_{Q1}}{R_1} = \frac{5V}{50\Omega} = \underline{0.1\,A}$$

(17 Punkte)

Aufg.5) Die Feldeffekttransistoren in der oben abgebildeten Schaltung haben die folgende



Kennlinie, die bei dieser Aufgabe benutzt werden soll.



a) Wie groß ist die Ausgangsspannung U_A, wenn die Eingangsspannung $U_E = 1.5V$ ist?
b) Wie groß ist die Ausgangsspannung U_A, wenn die Eingangsspannung $U_E = 1.0V$ ist?

Bei dieser Aufgabe werden kleinere Ungenauigkeiten, die durch die Ablesung aus dem Diagramm entstehen, nicht als Fehler gewertet.

Beide Feldeffekttransistoren sind Teil eines Spannungsteilers. Es gilt:

$$\frac{U_{GS2}}{U_B} = \frac{R_{FET1}}{R_{FET1} + R1}$$

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{R_{FET2}}{R_{FET2} + R2}$$

Die fehlenden Werte für R_{FET1} und R_{FET2} müssen näherungsweise aus dem Diagramm abgelesen werden. Man erhält
a) $R_{FET1} = 50k\Omega, U_{GS2} \approx 3V, R_{FET2} = 2k\Omega, U_A \approx \underline{0.25V}$ *(11 Punkte)*
b) $R_{FET1} = 500k\Omega, U_{GS2} \approx 5V, R_{FET2} = 500\Omega, U_A \approx \underline{6\,mV}$ *(weitere 6 Punkte)*

Aufg.6)
Eine Leuchtdiode (LED) strahlt rotes Licht ab, das im Vakuum eine Wellenlänge von 660 nm hat.

a) Wie groß ist die Frequenz dieses Lichtes?
b) Wie groß ist die Wellenlänge dieses Lichtes, wenn es sich in Kronglas ausbreitet? (Kronglas: $\epsilon = 1.5$, $\mu = 1.0$) Zur Erinnerung: Die Lichtgeschwindigkeit in Materie ist $c = 1/\sqrt{\epsilon\epsilon_0\mu\mu_0}$

a) Für die Frequenz einer elektromagnetischen Welle gilt im Vakuum und näherungsweise in Luft:

$$f = \frac{c_0}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 m/s}{660 \cdot 10^{-9} m} = 4.545 \cdot 10^{14} 1/s = \underline{454.5\,THz}$$

(5 Punkte)

b) Die Lichtgeschwindigkeit c ist in Materie um den Faktor $\frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$ kleiner als die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum c_0, wie man aus der angegebenen Formel erkennt:

$$c = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon\mu}} = 2.449 \cdot 10^8 m/s$$

Wenn Licht in Materie eindringt, ändert sich die Wellenlänge, aber nicht die Frequenz:

$$\lambda = c/f = 539\,nm$$

(weitere 8 Punkte)