

Name:	Matr.-Nr.:
--------------	-------------------

FH Dortmund

FB Informations- und Elektrotechnik

Angewandte Elektronik AE

Klausur vom 25. 3. 2009

Aufgaben

1. Skizzieren Sie ein NAND- und ein NOR-Gatter mit jeweils zwei Eingängen. Die Gatter sind als Transistorschaltungen (ohne Dioden) aufzubauen.
(8 Punkte)
2. Wir bleiben bei den Gattern von Aufgabe 1. Es geht darum, die Anzahl der Eingänge zu vergrößern. Bei welcher Schaltung (NAND oder NOR) ist ein Problem zu erwarten? Welche Schaltung eignet sich demzufolge besser zur Erweiterung? (Ggf. kurz begründen.)
(6 Punkte)
3. Ein Optokoppler ist mit einer Spannung anzusteuern, die zwischen 20 V und 52 V schwanken kann. Flußspannung der LED: 1,7 V; Durchlaßstrom 15 mA.
 - a) Weshalb wird die Einfachlösung mit Vorwiderstand nicht funktionieren?
 - b) Lassen Sie sich was einfallen – soll heißen: geben Sie eine Schaltung an, die eine sichere Ansteuerung des Optokopplers im angegebenen Spannungsbereich gewährleistet (nur Prinzipschaltung + Funktionserläuterung; keine Dimensionierung).
(15 Punkte)
4. Geben Sie die Schaltung eines einfachen Spitzenwertgleichrichters an. Kann man dieser Schaltung ohne weiteres einen Strom von 20 mA entnehmen? Lassen Sie sich ggf. eine Lösung einfallen, um die 20 mA entnehmen zu können.
(10 Punkte)
5. Wie sieht die Grundschialtung eines astabilen Multivibrators aus? (Skizze. Funktionserklärung nicht erforderlich.)
(6 Punkte)
6. Entwerfen und dimensionieren Sie einen invertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von 5. Der Eingangswiderstand soll näherungsweise 100 k Ω betragen.
(6 Punkte)
7. Der Verstärker von Aufgabe 6 soll eine 3dB-Grenzfrequenz von 5 kHz haben. Welches Verstärkungs-Bandbreiten-Produkt ist hierfür mindestens erforderlich?
(6 Punkte)
8. Geben Sie an, wie ein Operationsverstärker zu beschalten ist, um als subtrahierender Verstärker zu wirken.
(6 Punkte)

9. Abb. 1 zeigt einen Auszug aus dem Datenblatt eines Leistungs-FETs (Quelle: IRF).

- a) Welche Gatespannung V_G ist mindestens erforderlich, um den Transistor voll einzuschalten?
- b) Welcher Gatestrom ist erforderlich, um den FET in 5 μ s einzuschalten?

Deuten Sie ggf. durch Pfeile an, wo Sie die jeweiligen Kennwerte entnommen haben.

(10 Punkte)

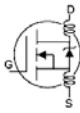
	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	100	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.11	—	V/°C	Reference to 25°C, $I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.009	Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 100A$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	3.0	—	5.0	V	$V_{DS} = 10V, I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	52	—	—	S	$V_{DS} = 50V, I_D = 100A$
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 100V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 80V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ C$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 30V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -30V$
Q_g	Total Gate Charge	—	260	390	nC	$I_D = 100A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	49	74		$V_{DS} = 80V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	160	250		$V_{GS} = 10V$ ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	24	—	ns	$V_{DD} = 50V$
t_r	Rise Time	—	270	—		$I_D = 100A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	45	—		$R_G = 1.03\Omega$
t_f	Fall Time	—	140	—		$V_{GS} = 10V$ ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	5.0	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	13	—		

Abb. 1

10. Abb. 2 zeigt einen FET als Leistungsschalter, der ein Relais ansteuert. Die Betriebsspannung V_{DD} betrage 48 V. Wir betrachten zwei Auslegungen, a) mit einem N-Kanal-Typ und b) mit einem P-Kanal-Typ. Die Kennwerte sollen, von der Polung abgesehen, Abb. 1 entsprechen.

- a) Wie sind die Transistoren anzuschließen? (Tragen Sie hierzu jeweils ein S für den Sourceanschluß und ein D für den Drainanschluß ein.)
- b) Welche Gatespannung V_G ist jeweils erforderlich, um den Transistor voll einzuschalten?

(12 Punkte)

11. Wie schließen Sie in der Schaltung von Abb. 2 eine Freilaufdiode an?

(5 Punkte)

12. Die Anordnung von Abb. 2 ist von einem Mikrocontroller aus anzusteuern, der einen Spannungshub von 1,8 V liefert. Suchen Sie sich die einfachere der beiden Varianten a) und b) aus und geben Sie eine Ansteuerschaltung an (nur Prinzipschaltung + Erläuterung; keine Dimensionierung).

(10 Punkte)

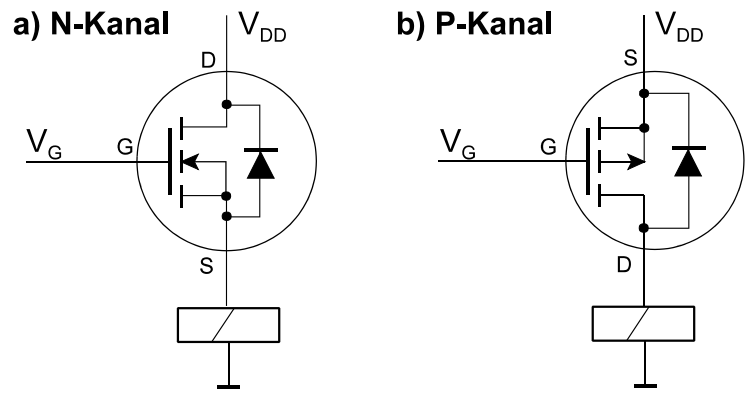


Abb. 2

Name:**Matr.-Nr.:**

FH Dortmund

FB Informations- und Elektrotechnik

Angewandte Elektronik AE

Klausur vom 24. 3. 2010

Aufgaben

Hinweis: Bei den Entwurfsaufgaben nicht nur ein Schaltbild zeichnen, sondern ggf. erläutern, wie die Schaltung funktioniert und wo es Problemstellen gibt. Bauelemente sind nur dann zu dimensionieren, wenn es ausdrücklich gefordert ist.

1. Eine Operationsverstärkerschaltung hat eine 3dB-Grenzfrequenz von 200 kHz. Wie hoch ist die maximale Betriebsfrequenz, wenn der Amplitudenfehler 2% nicht überschreiten darf?
(12 Punkte)
2. Es ist eine Kontrollschaltung zu entwerfen, die die Betriebsspannung einer Batterie überwacht. Wenn die Spannung kleiner ist als 6 V, soll eine LED leuchten. Geben Sie eine Schaltung an, die auf einem Komparator beruht und erläutern Sie kurz deren Funktion. Hierbei soll eine besondere, gleichbleibende Versorgungsspannung VCC verfügbar sein.
(12 Punkte)
3. Die Aufgabenstellung entspricht Aufgabe 2. Geben Sie nun aber eine Schaltungslösung an, die ohne besondere Versorgungsspannung auskommt (also aus der zu überwachenden Spannung mitgespeist wird). Ein Komparator darf eingesetzt werden, muß aber nicht.
(14 Punkte)
4. Geben Sie eine Einzelschaltung an, die ein Digitalsignal mit negativem Spannungshub (z. B. High = 0 V, Low = - 5 V) in eine Signal mit positivem Spannungshub umsetzt. Negative Versorgungsspannung: VSS, positive Versorgungsspannung: VCC.
(10 Punkte)
5. Wir betrachten eine Leistungsstufe, die eine Induktivität (Relais oder Betätigungsmagnet) schaltet. Um die Abschalt-Spannungsspitze zu beseitigen, wird gern eine Freilaufdiode eingesetzt. Welchen (funktionellen) Nachteil (der gelegentlich von Bedeutung sein kann) hat diese Schaltungslösung?
(10 Punkte)
6. Abb. 1 zeigt zwei Schaltstufen, die ein Relais ansteuern. Zeichnen Sie jeweils ein, welche Polarität die Abschaltspannungsspitze hat und wie eine Freilaufdiode angeschlossen werden muß.
(10 Punkte)

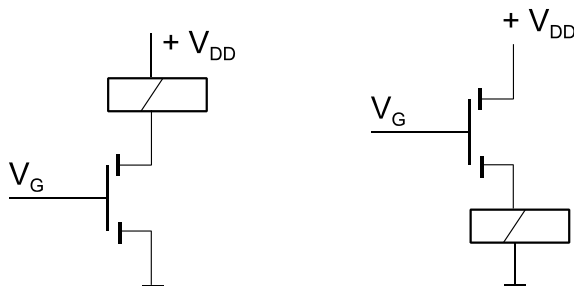


Abb. 1

7. Ist es sinnvoll, Diodengatter zu kaskadieren? Erläutern Sie das Problem an Abb. 2, die eine aus zwei Diodengattern gebildete UND-Verknüpfung zeigt.

(6 Punkte)

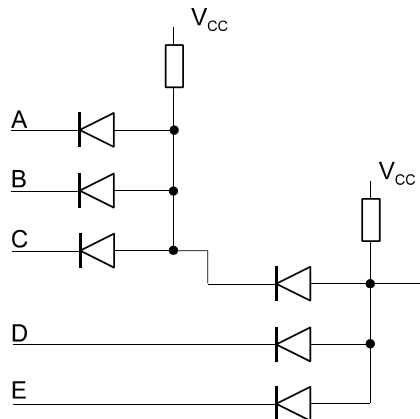


Abb. 2

8. Entwerfen und dimensionieren Sie einen nichtinvertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von 12. Die Widerstandsbelastung darf insgesamt 100 kΩ betragen.

(6 Punkte)

9. Der Verstärker von Aufgabe 8 soll eine 3dB-Grenzfrequenz von 5 kHz haben. Welches Verstärkungs-Bandbreiten-Produkt ist hierfür mindestens erforderlich?

(8 Punkte)

10. Der durch eine Last fließende Strom ist zu überwachen (Abb. 3). Im Beispiel sollen es maximal 2 A sein. Am Meßwiderstand sollen dabei 200 mV abfallen. Dimensionieren Sie R_S und R_G so, daß sich bei 2 A Laststrom eine Ausgangsspannung U_a von 4 V ergibt.

(12 Punkte)

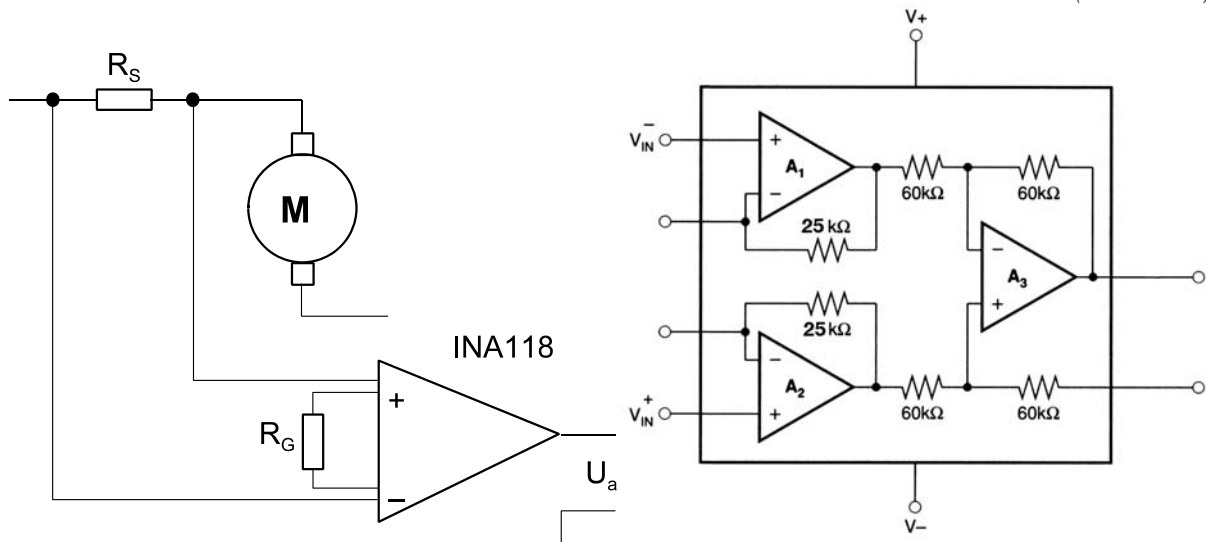


Abb. 3

Name:	Matr.-Nr.:
<i>FH Dortmund</i>	<i>FB Informations- und Elektrotechnik</i>

Angewandte Elektronik AE

Klausur vom 16. 3. 2011

Aufgaben

Hinweis: Bei den Entwurfsaufgaben nicht nur ein Schaltbild zeichnen, sondern ggf. erläutern, wie die Schaltung funktioniert und wo es Problemstellen gibt. Bauelemente sind nur dann zu dimensionieren, wenn es ausdrücklich gefordert ist.

1. Erläutern Sie kurz den Fachbegriff Hysterese. (5 Punkte)

2. Abb. 1 zeigt eine NAND-Verknüpfung. Erläutern Sie kurz, woran es liegt, daß sich so unterschiedliche Ausgangsspannungen ergeben. (Sie sind wirklich gemessen worden. Es sind keine Meßfehler.) Ist diese Schaltung für eine beliebige Erweiterung geeignet? Was geschieht, wenn man drei, vier usw. Transistoren in dieser Weise anordnet? Was ist zu tun, damit sich in den Betriebsfällen b) auch eine so niedrige Ausgangsspannung ergibt wie im Betriebsfall a)? (Nur kurz beschreiben; nichts dimensionieren.) (12 Punkte)

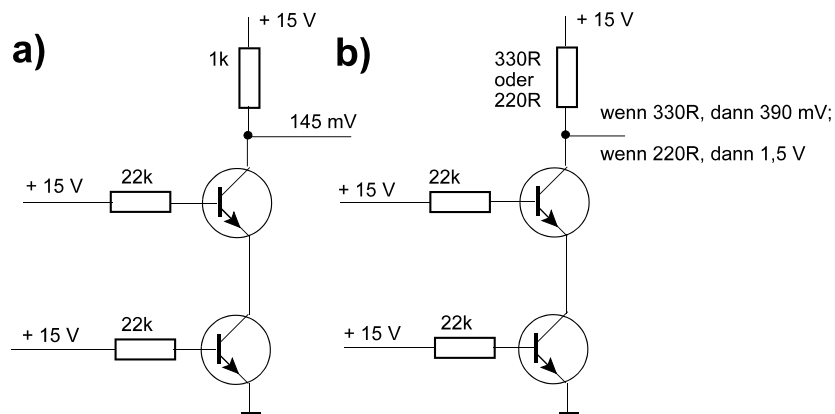


Abb. 1

3. Spezialisten leisten was Besonderes... In einer Steuerschaltung war eine ODER-Verknüpfung von drei auf fünf Eingangssignale zu erweitern. Hierzu wurden zwei Diodenbausteine so hintereinandergeschaltet, wie in Abb. 2 gezeigt. Wird das richtig funktionieren? Erläutern Sie ggf. das Problem und schlagen Sie eine (möglichst einfache) Änderung vor (ggf. in die Abbildung einzeichnen). (8 Punkte)

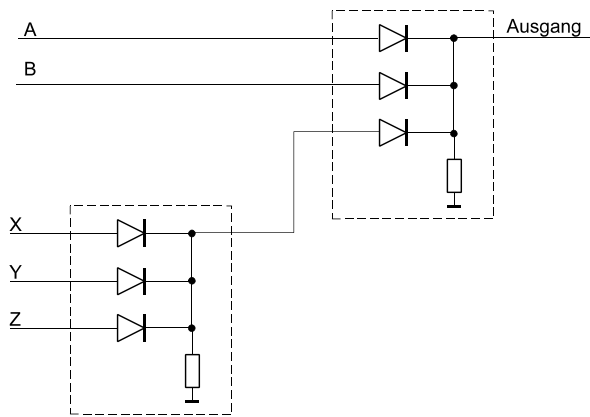


Abb. 2

4. Ein Gerät soll aus einem Steckernetzgerät mit einer Gleichspannung versorgt werden. Es gibt aber keinen wirklichen Standard für die Polung der Steckverbinder. Geben Sie eine Schaltung an, die dafür sorgt, das im Gerät immer eine richtig gepolte Spannung anliegt. (6 Punkte)

5. Abb. 3 zeigt eine Brückenschaltung. Geben Sie an, welche Transistoren für welche Drehrichtung jeweils einzuschalten sind. Worauf ist beim Umschalten der Drehrichtung zu achten? (10 Punkte)

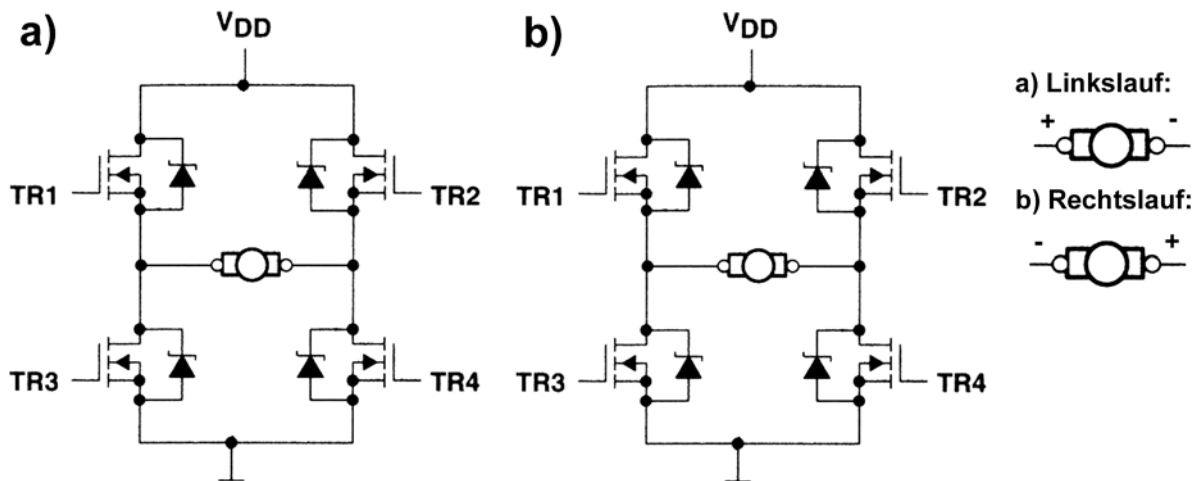


Abb. 3

6. Erläutern Sie kurz den Fachbegriff Speicherzeit. Geben Sie wenigstens zwei Möglichkeiten an, die Speicherzeit zu verringern. (10 Punkte)

7. Eine Operationsverstärkerschaltung hat eine 3dB-Grenzfrequenz von 200 kHz. Wie hoch ist die maximale Betriebsfrequenz, wenn der Amplitudenfehler 1 % nicht überschreiten darf? (10 Punkte)

8. Der durch eine Last fließende Strom ist zu überwachen (Abb. 4). Im Beispiel sollen es maximal 5 A sein. Am Meßwiderstand sollen dabei 200 mV abfallen. Dimensionieren Sie R_s und R_G so, daß sich bei 5 A Laststrom eine Ausgangsspannung U_a von 2 V ergibt. (10 Punkte)

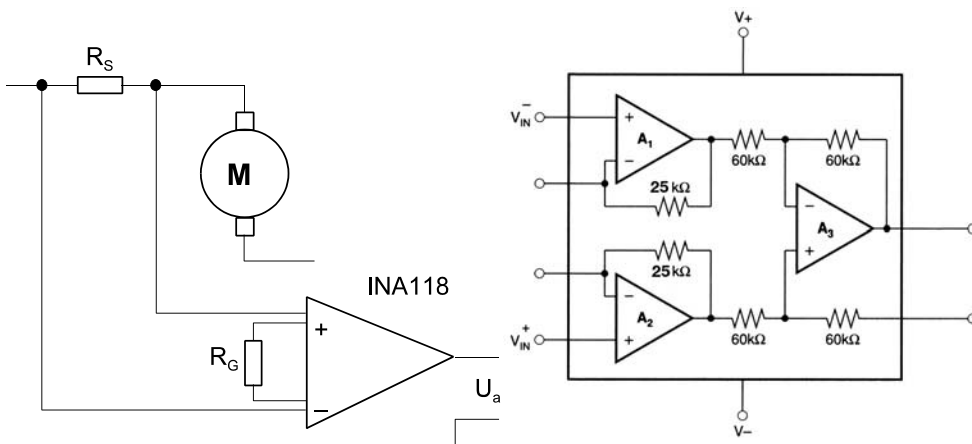


Abb. 4

9. Wir bleiben bei Abb. 4. Wenn die Ausgangsspannung 2,1 V übersteigt, soll ein Relais anziehen (um irgend eine Notmaßnahme zu veranlassen). Entwerfen Sie eine entsprechende Zusatzbeschaltung (nur Prinzipschaltbild und Erläuterung der Wirkungsweise; keine Dimensionierung). Es wird angenommen, daß die jeweils benötigten Versorgungsspannungen bereitgestellt werden können. Tip: teilen Sie sich das Problem auf: 1. Bereitstellung der Bezugsspannung von 2,1 V (möglichst billig, aber irgendwie stabil), 2. Erkennen der Überschreitung, 3. Ansteuern des Relais.
10. Abb.5 zeigt das Bode-Diagramm eines Operationsverstärkers. Kann dieser Verstärker als 1:1-Puffer (Impedanzwandler) betrieben werden? Erläutern Sie kurz (anhand des Diagramms), wie Sie zu Ihrer Aussage gekommen sind.

(10 Punkte)

(10 Punkte)

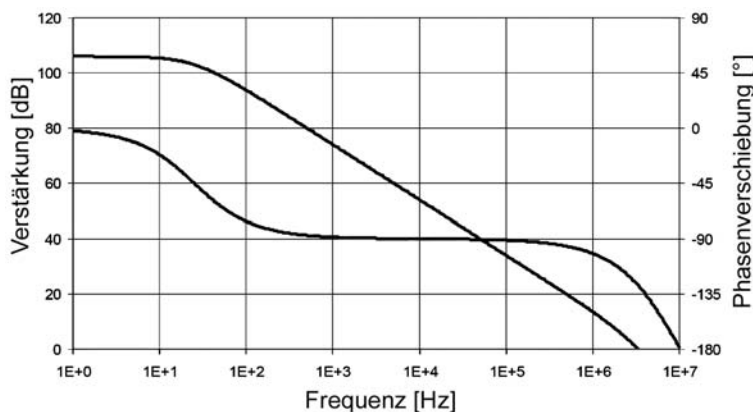


Abb. 5

11. Abb. 6 zeigt FETs als Leistungsschalter, die jeweils ein Relais ansteuern Die Betriebsspannung V_{DD} betrage 48 V. Wir betrachten zwei Auslegungen, a) mit einem N-Kanal-Typ und b) mit einem P-Kanal-Typ. Die Kennwerte sollen, von der Polung abgesehen, Abb. 6 entsprechen (Datenblattauszug auf Seite 4). Deuten Sie ggf. durch Pfeile an, wo Sie die jeweiligen Kennwerte entnommen haben.

- a) Welche – auf Masse bezogene – Gatespannung V_G ist jeweils erforderlich, um den Transistor voll einzuschalten?
- b) Welcher Gatestrom ist erforderlich, um den FET in 10 μ s einzuschalten?

c) Geben Sie für beide Teilschaltungen an, wie eine Freilaufdiode anzuschließen ist. (9 Punkte)

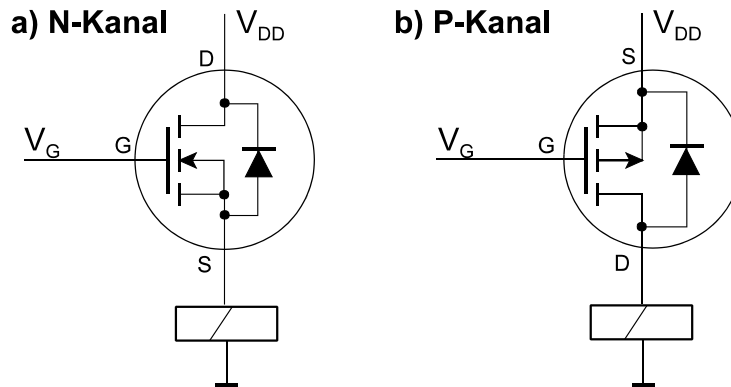


Abb. 6

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	100	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.11	—	V/°C	Reference to 25°C, $I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.009	Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 100A$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	3.0	—	5.0	V	$V_{DS} = 10V, I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	52	—	—	S	$V_{DS} = 50V, I_D = 100A$
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 100V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 80V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ C$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 30V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -30V$
Q_g	Total Gate Charge	—	260	390	nC	$I_D = 100A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	49	74		$V_{DS} = 80V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	160	250		$V_{GS} = 10V$ ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	24	—	ns	$V_{DD} = 50V$
t_r	Rise Time	—	270	—		$I_D = 100A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	45	—		$R_G = 1.03\Omega$
t_f	Fall Time	—	140	—		$V_{GS} = 10V$ ④

Abb. 6

Viel Erfolg!

Name:	Matr.-Nr.:
FH Dortmund	FB Informations- und Elektrotechnik

Angewandte Elektronik AE

Klausur vom 23. 9. 2011

Aufgaben

Hinweise: Bei den Entwurfsaufgaben nicht nur ein Schaltbild zeichnen, sondern ggf. erläutern, wie die Schaltung funktioniert und wo es Problemstellen gibt. Bauelemente sind nur dann zu dimensionieren, wenn es ausdrücklich gefordert ist. Zusatzaufgaben stehen am Ende der Aufgabenblätter HE.

1. Mehrere Signale sind mit einer gemeinsamen Referenzspannung U_{ref} zu vergleichen. Es liegt nahe, hierzu Komparatoren einzusetzen (Abb. 1).
 - a) Welches Problem ist bei dieser Einfachlösung zu erwarten?
 - b) Wie heißt der Fachbegriff, der den prinzipiellen Ausweg bezeichnet?
 - c) Abb. 2 zeigt zwei Schaltungen, in denen dieser Ausweg verwirklicht ist. Welche der beiden Schaltungen a), b) ist für den Einsatzfall von Abb. 1 besser geeignet? Weshalb?

(15 Punkte)

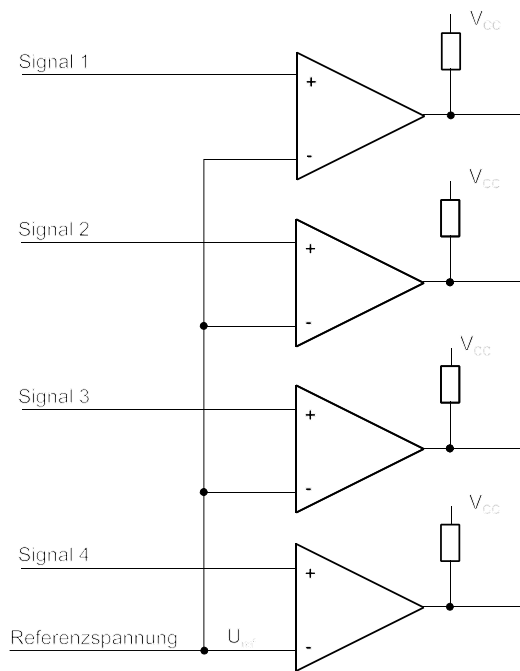


Abb. 1

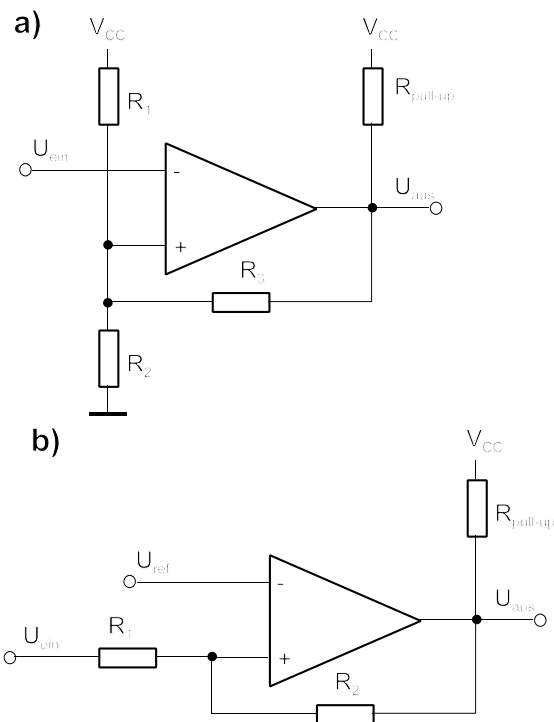


Abb. 2

2. Entwerfen und dimensionieren Sie einen invertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von 22. Er soll einen Eingangswiderstand von 150 kOhm haben

(5 Punkte)
3. Der Amplitudenfehler einer Operationsverstärkerschaltung soll 2 % nicht übersteigen. Die maximale Signalfrequenz beträgt 15 kHz. Welche 3dB-Grenzfrequenz muß der Verstärker mindestens aufweisen?

(10 Punkte)

4. Ein Tiefpaß hat eine 3dB-Grenzfrequenz von 100 kHz. Am Eingang sollen Rechteckimpulse mit einer Anstiegszeit von 1 ns anliegen. Welche Anstiegszeit ist näherungsweise am Ausgang zu erwarten?
(5 Punkte)

5. Geben Sie die Schaltung eines einfachen Spitzenwertgleichrichters an.
(5 Punkte)

6. Wir bleiben bei Aufgabe 5. Kann man dieser Schaltung ohne weiteres einen Strom von 20 mA entnehmen? Lassen Sie sich ggf. eine Lösung einfallen, um die 20 mA entnehmen zu können.
(10 Punkte)

7. Wie sieht die Grundschiung eines astabilen Multivibrators aus? (Skizze. Funktionserklärung nicht erforderlich.)
(5 Punkte)

8. Abb. 3 veranschaulicht eine Leistungsstufe. Der Laststrom ist zu überwachen. Es sind zwei Fehlersignale abzugeben: 1. OVERCURRENT, wenn ein bestimmter Maximalstrom überschritten wird, 2. WEAK_CURRENT, wenn der Strom einen bestimmten Mindestwert unterschreitet (Hilfestellung: Sie müssen den Stromfluß irgendwie messen und mit Sollwerten vergleichen...)
(10 Punkte)

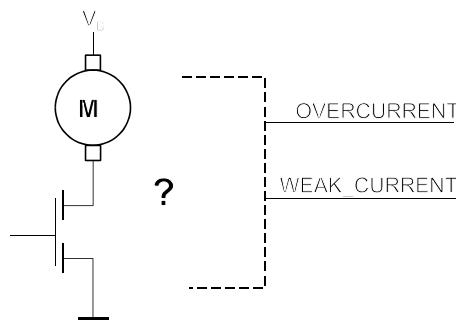


Abb. 3

9. Ein Gleichstrommotor ist anzusteuern (Abb. 4). Die Betriebsspannung ist positiv. Als Leistungsbauelement soll ein Bipolartransistor eingesetzt werden.
 - a) Wie sieht die Leistungsstufe aus (Skizze), wenn der Motor mit einem NPN-Transistor nach dem Prinzip "Low Side Drive" angesteuert werden soll?
 - b) Wie sieht die Leistungsstufe aus (Skizze), wenn der Motor mit einem NPN-Transistor nach dem Prinzip "High Side Drive" angesteuert werden soll?
 - c) Wie sieht die Leistungsstufe aus (Skizze), wenn der Motor mit einem PNP-Transistor nach dem Prinzip "High Side Drive" angesteuert werden soll?
 - d) Welcher Leitfähigkeitstyp ist beim Prinzip "High Side Drive" einfacher anzusteuern? (Weshalb?)

(10 Punkte)

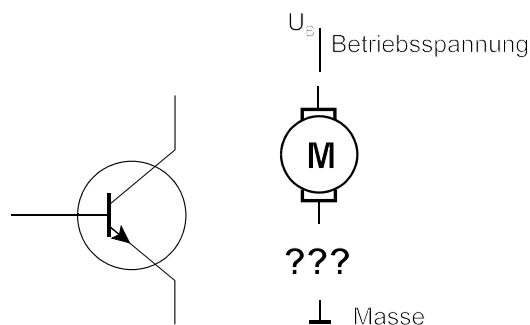


Abb. 4

10. Abb. 5 zeigt das Bode-Diagramm eines Operationsverstärkers. Kann dieser Verstärker als 1:1-Puffer (Impedanzwandler) betrieben werden? Erläutern Sie kurz (anhand des Diagramms), wie Sie zu Ihrer Aussage gekommen sind.

(5 Punkte)

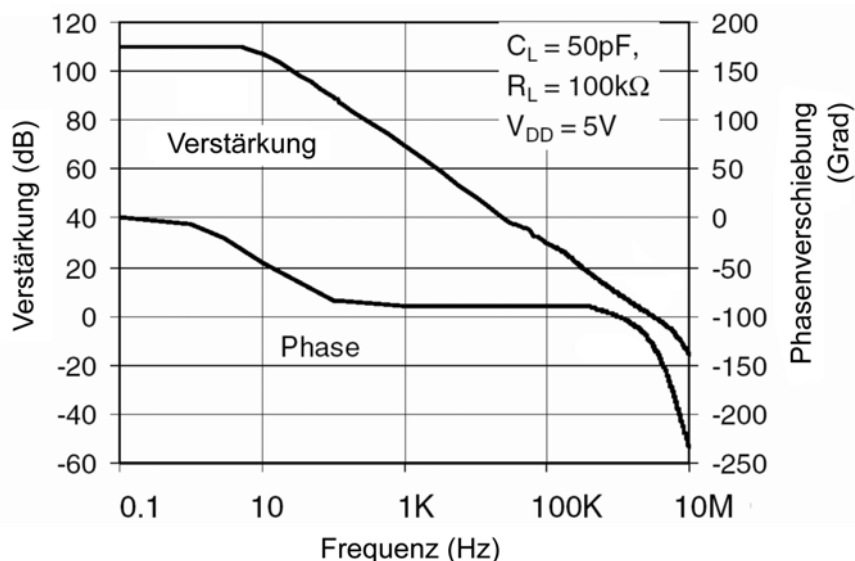


Abb. 5

11. Der durch eine Last fließende Strom ist zu überwachen (Abb. 6). Im Beispiel sollen es maximal 4 A sein. Am Meßwiderstand sollen dabei 200 mV abfallen. Dimensionieren Sie R_S und R_G so, daß sich bei 4 A Laststrom eine Ausgangsspannung U_a von 4 V ergibt.

(10 Punkte)

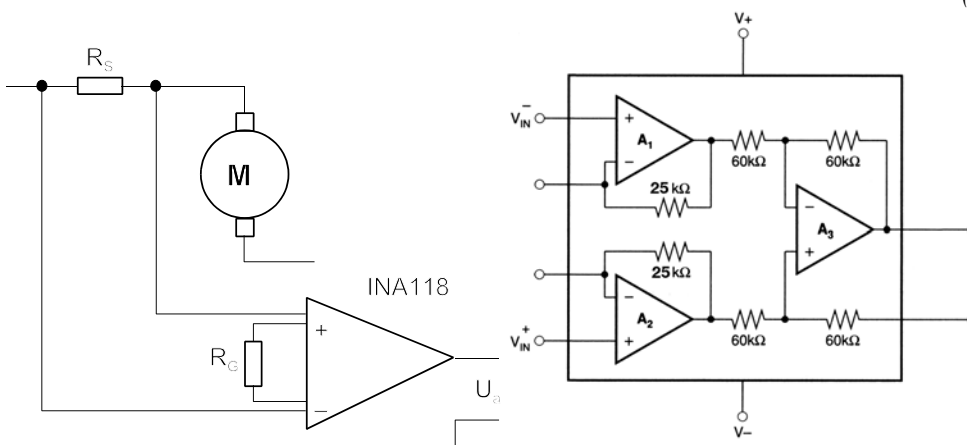


Abb. 6

12. Wir bleiben bei Abb. 6. Wenn die Ausgangsspannung 2,1 V übersteigt, soll ein Relais anziehen (um irgend eine Notmaßnahme zu veranlassen). Entwerfen Sie eine entsprechende Zusatzbeschaltung (nur Prinzipschaltbild und Erläuterung der Wirkungsweise; keine Dimensionierung). Es wird angenommen, daß die jeweils benötigten Versorgungsspannungen bereitgestellt werden können. Tip: teilen Sie sich das Problem auf: 1. Bereitstellung der Bezugsspannung von 2,1 V (möglichst billig, aber irgendwie stabil), 2. Erkennen der Überschreitung, 3. Ansteuern des Relais.

(10 Punkte)

Viel Erfolg!

Name:	Matr.-Nr.:
<i>FH Dortmund</i>	<i>FB Informations- und Elektrotechnik</i>

Angewandte Elektronik AE

Klausur vom 21. 3. 2012

Aufgaben

Hinweise: Bei den Entwurfsaufgaben nicht nur ein Schaltbild zeichnen, sondern ggf. erläutern, wie die Schaltung funktioniert und wo es Problemstellen gibt. Bauelemente sind nur dann zu dimensionieren, wenn es ausdrücklich gefordert ist.

- Abb. 1 zeigt einen Komparator. Am Ausgang soll der Low-Pegel bei 0 V liegen (Massepotential), der High-Pegel bei + 5 V. Die + 5 V stehen als Betriebsspannung zur Verfügung. Geben Sie eine Schaltungslösung an, die die gewünschten Ausgangspegel erzeugt (nur Prinzipschaltung, keine Dimensionierung).

(10 Punkte)

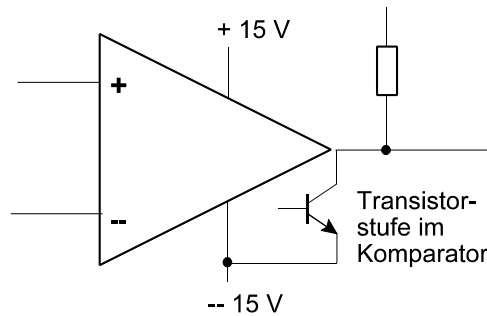


Abb. 1

- Abb. 2 zeigt den Ausgang eines Logikschaltkreises. Der Low-Pegel kann maximal 0,7 V betragen. Wie kann man eine Transistorschaltstufe an diesen Ausgang anschließen? (Erläuterung des Problems und Prinzipschaltung).

(10 Punkte)

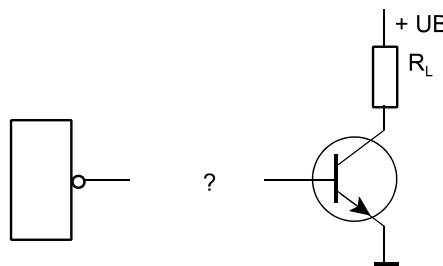
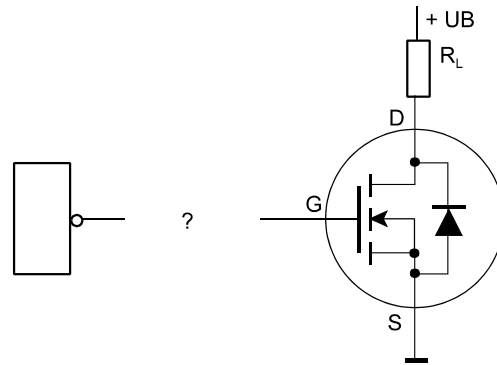


Abb. 2

- Wir bleiben bei Abb. 2. Nun soll aber ein N-Kanal-FET nachgeschaltet werden (Abb. 3).
 - Ist der Transistor verwendbar, wenn der High-Pegel bei 1,8 V liegt?
 - Ist der Transistor verwendbar, wenn der High-Pegel bei 3,3 V liegt?
 - Wie muß das Gate angesteuert werden? Geben Sie eine einfache Lösung an.
 - Welcher Gatestrom ist erforderlich, um den FET in 3 µs einzuschalten?

Bitte kurz erläutern, worauf es jeweils ankommt, und die betreffenden Kennwerte im Datenblattauszug kennzeichnen (z. B. mit Pfeilen).

(16 Punkte)



Static @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
BV_{DSS}	Drain-to-Source Breakdown Voltage	30	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta BV_{DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.023	—	$V/^\circ C$	Reference to $25^\circ C, I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	48	63	$m\Omega$	$V_{GS} = 4.5V, I_D = 3.4A \text{ (1)}$
		—	61	82		$V_{GS} = 2.5V, I_D = 3.4A \text{ (2)}$
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	0.5	0.8	1.1	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 10\mu A$
$\Delta V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage Coefficient	—	-3.6	—	$mV/^\circ C$	
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	1.0	μA	$V_{DS} = 24V, V_{GS} = 0V$
		—	—	150		$V_{DS} = 24V, V_{GS} = 0V, T_J = 125^\circ C$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 12V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -12V$
g_{fs}	Forward Transconductance	8.8	—	—	S	$V_{DS} = 10V, I_D = 3.4A \text{ (3)}$
Q_g	Total Gate Charge (4)	—	2.8	—	nC	$V_{DS} = 15V$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge (4)	—	0.13	—		$V_{GS} = 4.5V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain Charge (4)	—	1.1	—		$I_D = 3.4A \text{ (3)}$ (See Fig.17 & 18)
R_G	Gate Resistance	—	4.6	—	Ω	
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	4.4	—	ns	$V_{DD} = 10V, V_{GS} = 4.5V$
t_r	Rise Time	—	11	—		$I_D = 3.4A \text{ (3)}$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	11	—		$R_G = 1.8\Omega$
t_f	Fall Time	—	9.4	—		See Fig.15
C_{iss}	Input Capacitance	—	270	—	pF	$V_{GS} = 0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	32	—		$V_{DS} = 25V$
C_{riss}	Reverse Transfer Capacitance	—	20	—		$f = 1.0MHz$

Abb. 3

4. Wir beziehen uns auf Abb. 4. 1 ist ein Operationsverstärker, 2 ein Komparator.

- a) Erläutern Sie kurz, wozu der Operationsverstärker 1 dient.
- b) Erläutern Sie kurz, wozu der Widerstand R3 dient.

(10 Punkte)

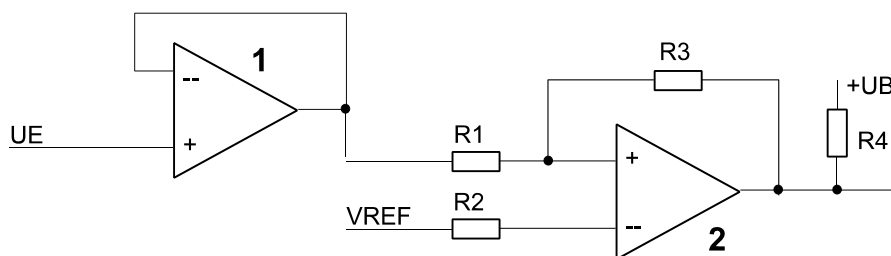


Abb. 4

5. Abb. 5 zeigt einen Operationsverstärker und ein Widerstandsnetzwerk. Der einzelne Widerstand hat einen Wert von 33 kOhm. Bauen Sie damit einen invertierenden Verstärker mit einem Eingangswiderstand von 66 kOhm und einer Verstärkung von 3.

(10 Punkte)

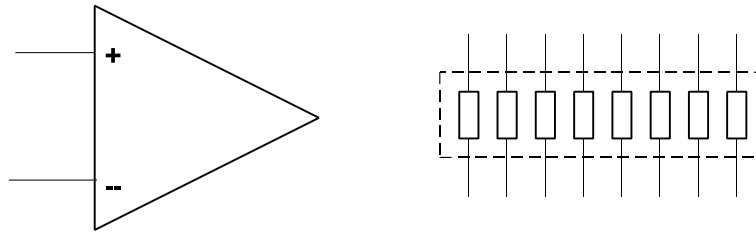


Abb. 5

6. Abb. 6 zeigt eine Transistorstufe, die ein Reedrelais ansteuert. Der Spulenwiderstand beträgt 2150 Ohm, der High-Pegel am Ausgang des Logikschaltkreises 3,3 V, die Basis-Emitter-Sättigungsspannung 0,7 V und die Stromverstärkung 100.

- a) Dimensionieren Sie den Basisvorwiderstand.
- b) Zeichnen Sie eine Freilaufdiode ein.
- c) Erläutern Sie kurz, wozu die Freilaufdiode gut ist und welchen Nachteil sie hat.

(12 Punkte)

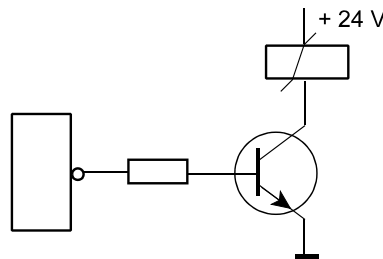


Abb. 6

7. Kann ein stromgegekoppelter Operationsverstärker (CFA) als Impedanzwandler (1:1-Puffer) eingesetzt werden oder nicht? (Kurze Erläuterung.)

(4 Punkte)

8. In einer industriellen Steuerung wird eine Schaltung gemäß Abb. 7 eingesetzt. Ist sie in Ordnung oder nicht? Geben Sie ggf. Änderungen an, um den oder die Fehler zu beseitigen.

(12 Punkte)

9. Erläutern Sie kurz den Fachbegriff Speicherzeit. Geben Sie wenigstens zwei Möglichkeiten an, die Speicherzeit zu verringern.

(8 Punkte)

10. An einer Transistorstufe werden die Spannungen gemäß Abb. 8 gemessen. Am Ausgang wollen wir aber etwa 0,2..0,3 V sehen (Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung). Der Transistor ist o.k. Weshalb funktioniert das nicht? Wo könnte man ändern? (Die + 15 V müssen aber bleiben.)

(8 Punkte)

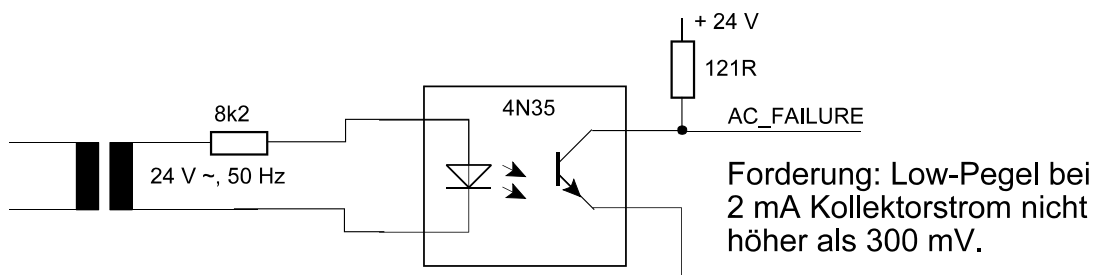


Abb. 7

Ein Auszug aus dem Datenblatt des Optokopplers:

Absolute Maximum Ratings

Average Forward Current, I_F	60 mA
Reverse Input Voltage, V_R	6 V
Input Power Dissipation, P_I	100 mW
Collector Current, I_C	100 mA
Collector-Emitter Voltage, V_{CE0}	30 V

Electrical Specifications ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
Forward Voltage	V_F	-	1.2	1.5	V	$I_F = 10\text{ mA}$
Collector Current	I_C	10	-	-	mA	$I_F = 10\text{ mA}$
*Current Transfer Ratio	CTR	100	-	-	%	$V_{CE} = 10\text{ V}$
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	-	-	0.3	V	$I_F = 50\text{ mA}, I_C = 2\text{ mA}$

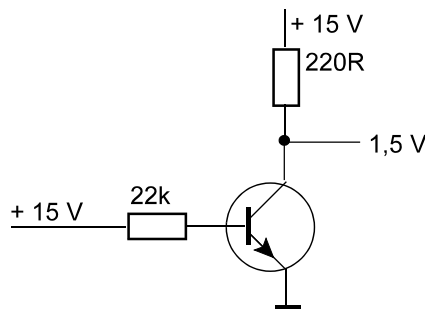


Abb. 8

Zusatzaufgaben

Z1. Abbildung Z1 zeigt einen weiteren Operationsverstärker mit Widerstandsnetzwerk. Der einzelne Widerstand hat einen Wert von 220 kOhm. Bauen Sie damit einen nichtinvertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von 5.

(10 Punkte)

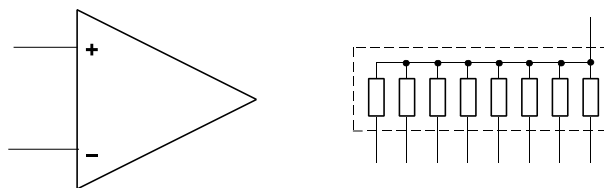


Abb. Z1

Z2. Geben Sie an, wie ein Operationsverstärker zu beschalten ist, um als subtrahierender Verstärker zu wirken. Worauf kommt es bei dieser Schaltung besonders an, wenn eine hohe Genauigkeit gefordert ist?

(10 Punkte)

Viel Erfolg!

Name:	Matr.-Nr.:
--------------	-------------------

FH Dortmund

FB Informations- und Elektrotechnik

Angewandte Elektronik AE

Klausur vom 21. 9. 2012

Aufgaben

Hinweise: Bei den Entwurfsaufgaben nicht nur ein Schaltbild zeichnen, sondern ggf. erläutern, wie die Schaltung funktioniert und wo es Problemstellen gibt. Bauelemente sind nur dann zu dimensionieren, wenn es ausdrücklich gefordert ist.

1. Geben Sie an, wie ein Operationsverstärker zu beschalten ist, um als subtrahierender Verstärker zu wirken.
(10 Punkte)
2. Wenn man eine Spannungsdifferenz ($\Delta U = U_1 - U_2$) messen möchte, liegt es nahe, einen subtrahierenden Verstärker gemäß Aufgabe 1 einzusetzen. Diese Lösung kostet nicht viel, arbeitet aber auch nicht allzu genau. Erläutern Sie kurz, weshalb. Geben Sie die Prinzipschaltung für einen wirklich präzisen Differenzmeßverstärker an (nur Schaltbild, keine Dimensionierung).
(10 Punkte)
3. Erläutern Sie kurz den Fachbegriff "Rail-to-Rail".
(8 Punkte)
4. Abb. 1 zeigt das Bode-Diagramm eines Operationsverstärkers. Kann dieser Verstärker als 1:1-Puffer (Impedanzwandler) betrieben werden? Erläutern Sie kurz (anhand des Diagramms), wie Sie zu Ihrer Aussage gekommen sind.
(10 Punkte)

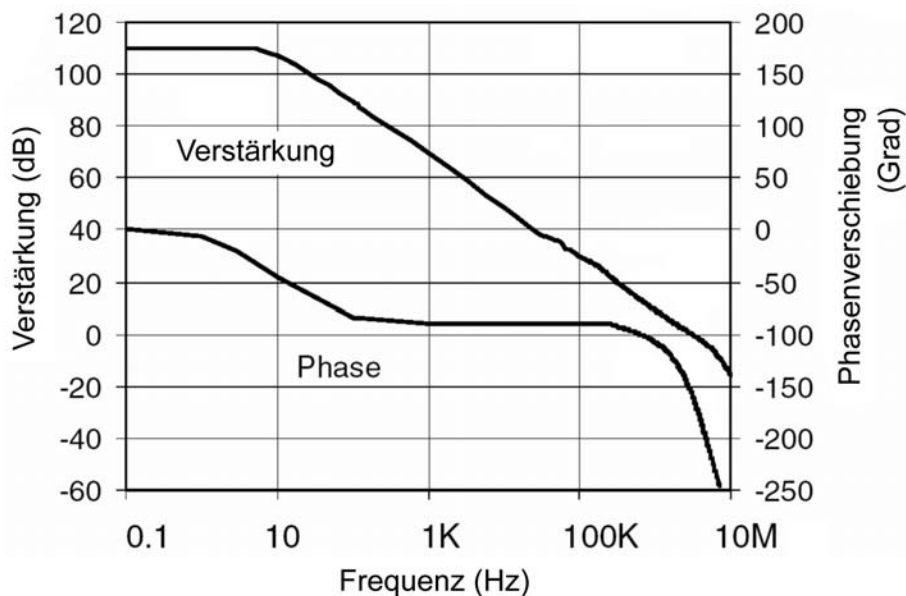


Abb. 1 Bode-Diagramm eines Operationsverstärkers (nach Microchip)

5. Abb. 2 zeigt zwei Diodenkennlinien. Welche betrifft eine Siliziumdiode, welche eine Germaniumdiode? (Kurze Erläuterung.)
(6 Punkte)

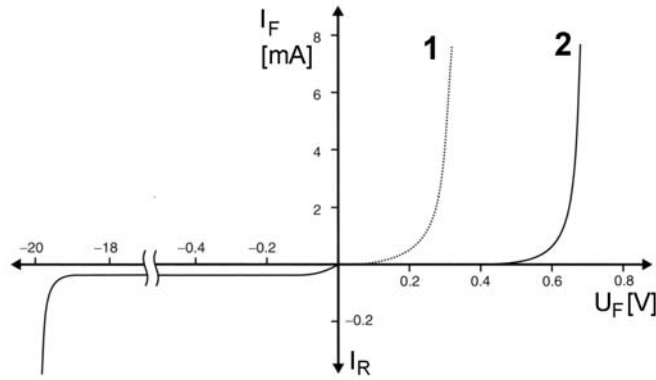


Abb. 2

6. Ein Leistungs-FET hat eine Gateladung Q_G von 220 nC. Welcher Gatestrom ist erforderlich, um den FET in 15 μ s einzuschalten?

(5 Punkte)

7. Abb. 3 zeigt einen Datenblattausschnitt. Welche Gatespannung müssen Sie an den FET anlegen, damit er sicher im Schaltbetrieb arbeitet?

(5 Punkte)

ON (*)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	$V_{DS} = V_{GS}$ $I_D = 1$ mA	2.1	3	4	V
$R_{DS(on)}$	Static Drain-source On Resistance	$V_{GS} = 10$ V $I_D = 14$ A		0.06	0.07	Ω

Abb. 3

8. Infrarotes Licht kann man nicht sehen.

- a) Wie prüfen Sie, ob eine IR-LED funktioniert oder nicht?
- b) Einer IR-LED ist eine gewöhnliche (beispielsweise grüne) LED so beizuordnen, daß sie immer dann leuchtet, wenn die IR-LED aktiv ist (Abb. 4). Geben Sie eine geeignete Schaltung an. Sie dürfen beliebige Bauelemente einsetzen. Es sollte aber nicht allzu viel kosten...

(15 Punkte)

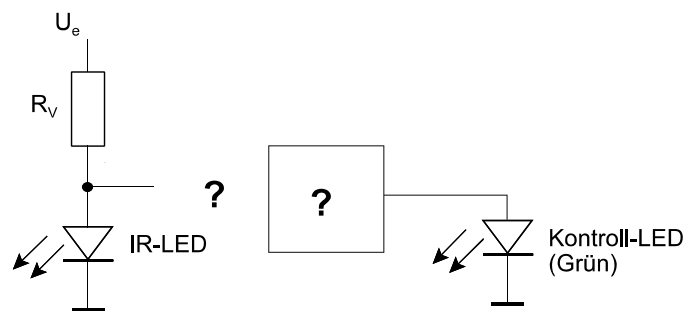


Abb. 4

9. Abb. 5 zeigt die Grundsaltung der Spannungsstabilisierung mit einer Zenerdiode. Die Ausgangsspannung bleibt nur dann wirklich konstant, wenn man keine Last anschließt. Wie kann man aber eine konstante Ausgangsspannung = Zenerspannung auch dann bereitstellen, wenn eine Last angeschlossen ist (Abb. 6)? Es sind zwei Lösungen gesucht:

- a) eine Billiglösung,
- b) eine Präzisionslösung (wobei die Kosten keine Rolle spielen).

16 Punkte)

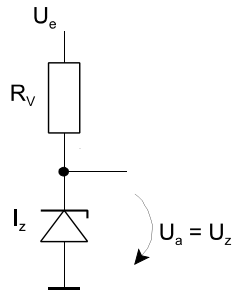


Abb. 5

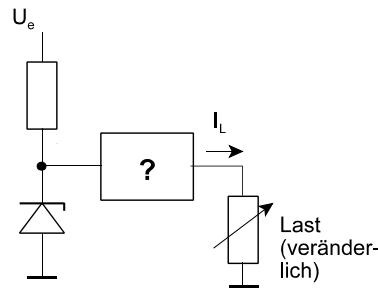


Abb. 6

10. Was soll die Schaltung von Abb. 7 eigentlich leisten? (5 Punkte)
11. Wird die Schaltung von Abb. 7 wirklich zuverlässig arbeiten? Erläutern Sie ggf. kurz das Problem und schlagen Sie eine Lösung vor. (10 Punkte)

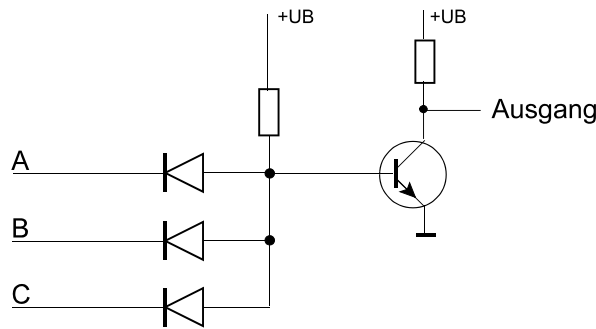


Abb. 7

Zusatzaufgaben

- Z1. Eine Operationsverstärkerschaltung hat eine 3dB-Grenzfrequenz von 300 kHz. Wie hoch ist die maximale Betriebsfrequenz, wenn der Amplitudenfehler 2 % nicht überschreiten darf? (10 Punkte)
- Z2. Entwerfen und dimensionieren Sie einen nichtinvertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von 12. Bei einem Spannungshub von 4 V darf ein Strom von maximal 5 mA entnommen werden. (10 Punkte)
- Z3. Welche Ausgangsspannungen ergeben sich an den Komparatoren gemäß Abb. 8? (3 Punkte)

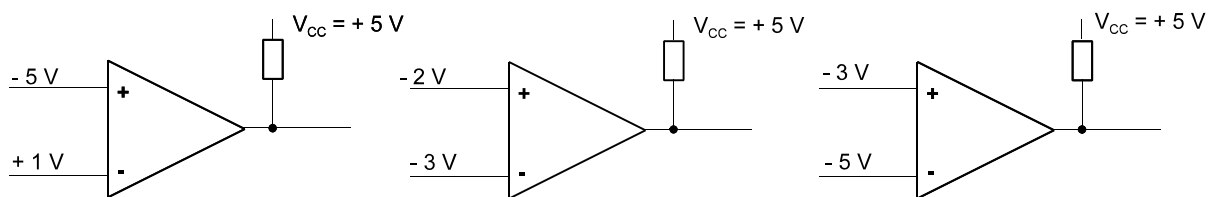


Abb. 8

Viel Erfolg!

Name:	Matr.-Nr.:
<i>FH Dortmund</i>	<i>FB Informations- und Elektrotechnik</i>

Angewandte Elektronik AE

Klausur vom 20. 3. 2013

Aufgaben

Hinweise: Bei den Entwurfsaufgaben nicht nur ein Schaltbild zeichnen, sondern ggf. erläutern, wie die Schaltung funktioniert und wo es Problemstellen gibt. Bauelemente sind nur dann zu dimensionieren, wenn es ausdrücklich gefordert ist.

1. Abb. 1 zeigt eine Kollektorschaltung. Der Transistor ist ein Kleinleistungstyp, wie er auch im Praktikum eingesetzt wurde. Welche Ausgangsspannung ergibt sich näherungsweise in beiden Betriebsfällen a), b)? (Bitte kurz begründen.)

(10 Punkte)

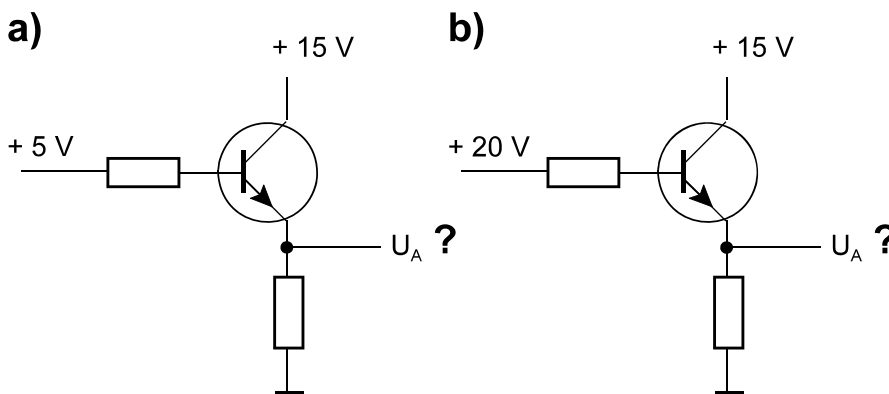


Abb. 1

2. Wir bleiben bei Abb. 1. In welchem der beiden Betriebsfälle a), b) sind – bei Ansteuerung mit entsprechenden Impulsen – die Schaltverzögerungszeiten länger? (Bitte kurz begründen.)

(6 Punkte)

3. Die Schaltung von Abb. 2 soll eine NAND-Gatter sein. Wird sie aber wirklich zuverlässig arbeiten? Erläutern Sie kurz die grundsätzlichen Probleme und schlagen Sie eine Lösung vor. Tip: Beide Schaltzustände (Aus und Ein) untersuchen...

(10 Punkte)

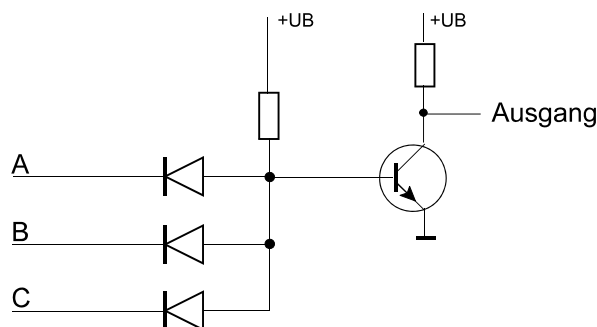


Abb. 2

4. Abb. 3 zeigt eine Leistungsstufe mit einem N-Kanal-FET.

- a) Wie nennt man diese Prinzipschaltung?
- b) Wenn die Last ein Relais oder Betätigungsmagnet ist – wie müßte dann eine Freilaufdiode angeschlossen werden? (Einzeichnen.)
- c) Abb. 4 zeigt einen Datenblattauszug (Quelle: IRF). Welche Gatespannung V_{GS} ist erforderlich, um den FET sicher einzuschalten? (Zeichnen Sie bitte ein (Pfeil), an welcher Stelle Sie diesen Wert entnommen haben.)
- d) Welchen Wert muß die Steuerspannung U_{GS} in Abb. 3a mindestens haben, wenn die Betriebsspannung V_{DD} 24 V beträgt?
- e) Geben Sie eine Schaltungslösung an, um eine entsprechende Steuerspannung U_{GS} aus der Betriebsspannung V_{DD} zu erzeugen. Hierzu soll eine Impulsquelle zur Verfügung stehen (Abb. 3b), die Impulse mit einer Amplitude von 3,3 V liefert (z. B. ein Zeitgeberausgang eines Mikrocontrollers). Nur Prinzipschaltung, keine Dimensionierung.

(20 Punkte)

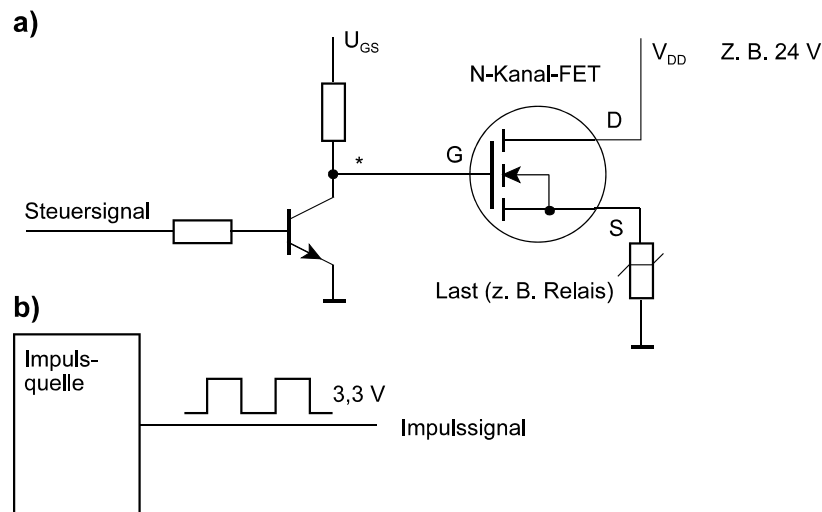


Abb. 3

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	100	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.11	—	V/°C	Reference to 25°C, $I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.009	Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 100A$ Ⓞ
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	3.0	—	5.0	V	$V_{DS} = 10V, I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	52	—	—	S	$V_{DS} = 50V, I_D = 100A$
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 100V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 80V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ C$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 30V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -30V$
Q_g	Total Gate Charge	—	260	390	nC	$I_D = 100A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	49	74		$V_{DS} = 80V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	160	250		$V_{GS} = 10V$ Ⓞ

Abb. 4

5. Die Schaltstufe von Abb. 5 ist an einen Mikrocontroller angeschlossen. Der High-Pegel soll ausreichen, der Low-Pegel beträgt praktisch 0 V. Wozu sind dann die Widerstände R1 und R2 gut? (Bitte kurz erläutern.)

(10 Punkte)

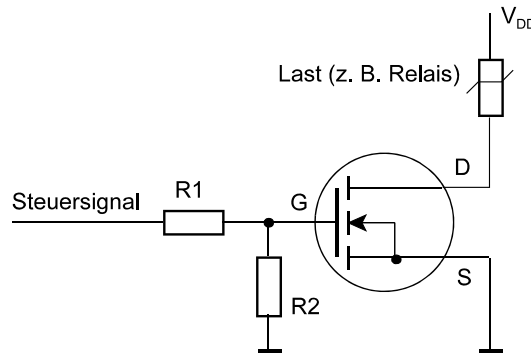


Abb. 5

6. Erläutern Sie kurz den Fachbegriff "Rail-to-Rail". (6 Punkte)

7. Eine Operationsverstärkerschaltung hat eine 3dB-Grenzfrequenz von 60 kHz. Wie hoch ist die maximale Betriebsfrequenz, wenn der Amplitudenfehler 2 % nicht überschreiten darf? (4 Punkte)

8. Aus einer einfachen Transistorschaltstufe (Abb. 6a) ist eine Pegelwandlerstufe Negativ – Positiv zu entwickeln. Abb. 6b zeigt, wie die Stufe schaltet, wenn der Eingangspegel zwischen -15 V und einem positiveren Pegel wechselt. Wandeln Sie die Schaltung so ab (mit zusätzlichen Bauelementen), daß sich ein Schaltverhalten gemäß Abb. 6c ergibt (aus negativen Impulsen am Eingang werden positive Impulse am Ausgang). (10 Punkte)

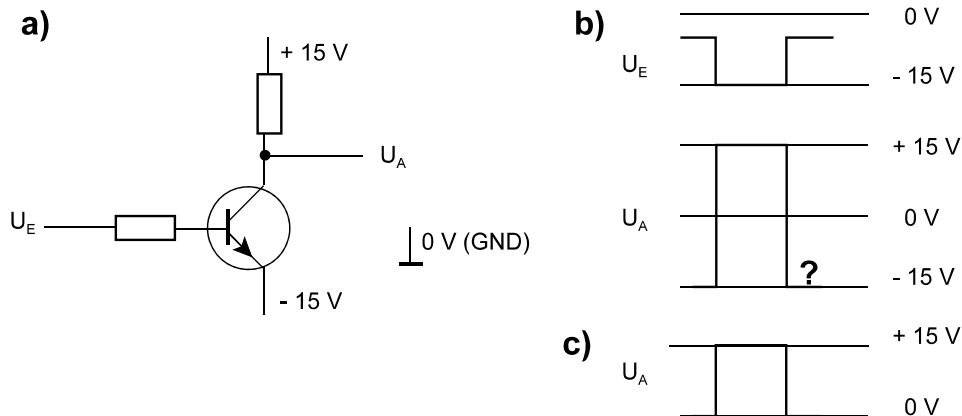


Abb. 6

9. Es geht um die Überwachung eines Laststroms (Abb. 7).
 - a) Ein Spannungsabfall von 200 mV ist in eine Meßspannung von 5 V umzusetzen. Dimensionieren Sie die Widerstände R_S und R_G gemäß den Werten aus der Abbildung.
 - b) Wenn die gemäß Abb. 7 gelieferte Meßspannung U_{MESS} einen bestimmten Wert übersteigt (als Beispiel seien 4 V genannt), soll ein Relais anziehen. Entwerfen Sie eine entsprechende Schaltung. Sie sollte den betreffenden Pegel einigermaßen genau erkennen. (Keine Dimensionierung. Es sollte aber auch kein wesentliches Bauelement vergessen werden.) Eine hinreichend hohe Betriebsspannung VCC steht bereit. (14 Punkte)

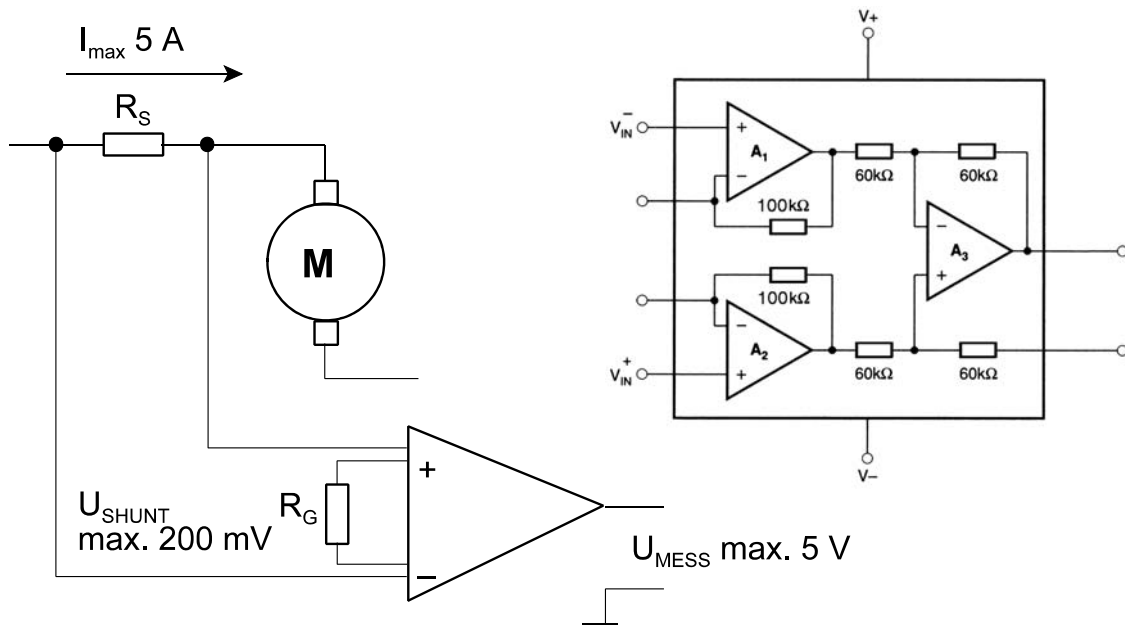


Abb. 7.

10. Es geht um Netzgleichrichter. Skizzieren Sie die Grundschaltungen eines Zweiweggleichrichters und eines Graetzgleichrichters. Welche grundsätzlichen Nachteile haben diese Schaltungen? (Nur kurz aufzählen.)

(10 Punkte)

Zusatzaufgaben

- Z1. Ein Leistungs-FET hat eine Gateladung Q_G von 390 nC (vgl. auch Abb. 4). Welcher Gatestrom ist erforderlich, um den FET in 10 μ s einzuschalten?
- Z2. Entwerfen und dimensionieren Sie einen invertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von 12. Der Eingangswiderstand soll etwa 100 kOhm betragen.
- Z3. Erläutern Sie kurz, wie sich astabile, monostabile und bistabile Multivibratoren verhalten (mit anderen Worten, welche Art von Signalen sie abgeben bzw. wozu sie gut sind) und worin sie sich grundsätzlich unterscheiden. Wie sieht die Grundschaltung eines monostabilen Multivibrators aus? (Skizze.)
- Z4. Wir betrachten nochmals Abb. 5. In welcher Größenordnung (ganz roh) liegen die Widerstandswerte?

(5 Punkte)

(6 Punkte)

(12 Punkte)

(10 Punkte)

Viel Erfolg!

Name:	Matr.-Nr.:
<i>FH Dortmund</i>	<i>FB Informations- und Elektrotechnik</i>

Angewandte Elektronik AE

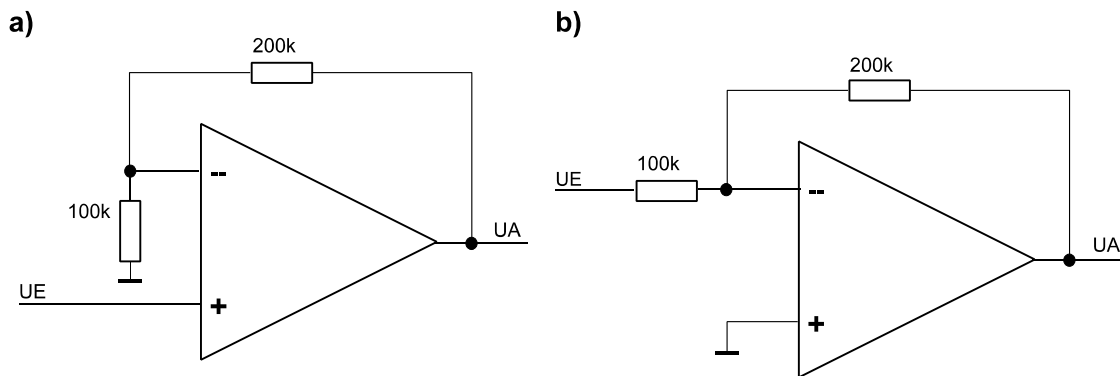
Klausur vom 20. 9. 2013

Aufgaben

Hinweise: Bei den Entwurfsaufgaben nicht nur ein Schaltbild zeichnen, sondern ggf. erläutern, wie die Schaltung funktioniert und wo es Problemstellen gibt. Bauelemente sind nur dann zu dimensionieren, wenn es ausdrücklich gefordert ist.

1. Abb. 1 zeigt zwei Operationsverstärkerschaltungen. Beantworten Sie hierzu die Fragen in der nachstehenden Tabelle.

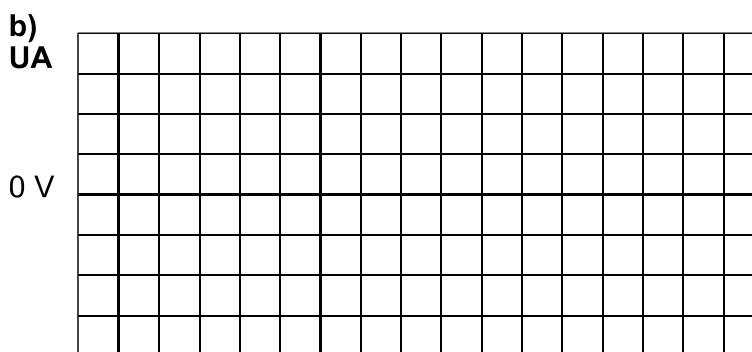
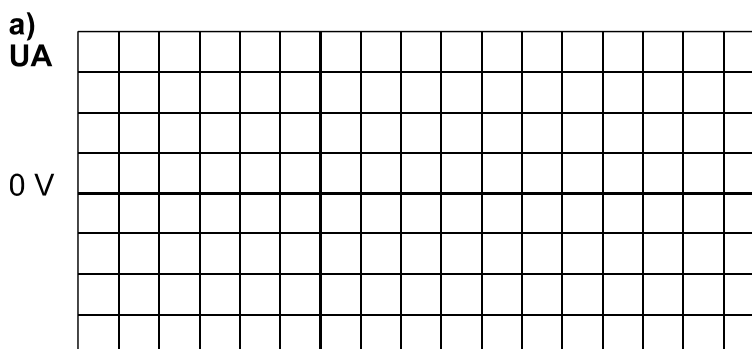
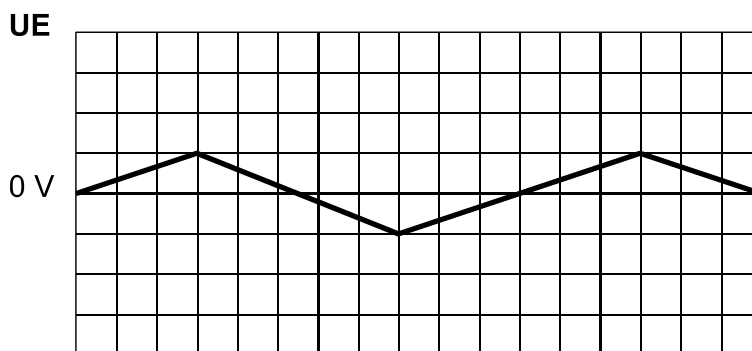
(12 Punkte)



Um welche Schaltung handelt es sich? (Bezeichnung)	
Welche Verstärkung hat die Schaltung?	
Welchen Eingangswiderstand hat die Schaltung? (Näherungsweise angeben oder kurz beschreiben.)	

2. Wir bleiben bei Abb. 1. Die Schaltungen werden mit Dreiecksignalen gespeist, deren Spitzenwerte bei +1 V und -1 V liegen. Zeichnen Sie die Ausgangsspannungsverläufe (UE) ein (muß nicht schön aussehen, es sollte aber erkennbar sein, was gemeint ist).

(8 Punkte)



3. Es ist ein NOR-Gatter mit drei Eingängen zu entwerfen (positive Logik, positive Betriebsspannung).
Gesucht sind zwei Schaltungslösungen:

- a) Mit drei Transistoren.
- b) Mit Dioden-ODER

(10 Punkte)

4. Ob eine Infrarot-LED Strahlung emittiert oder nicht, kann man nicht sehen. Deshalb soll die Flußspannung U_F überwacht werden (Abb. 2).

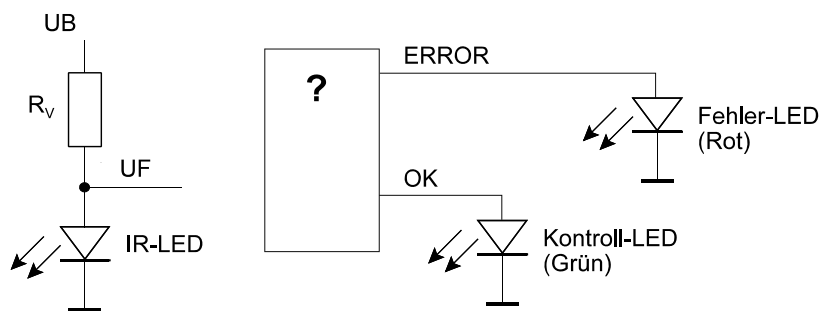


Abb. 2

Geben Sie eine Prinzipschaltung (ohne Dimensionierung) an, die folgendes leistet:

- a) Wenn $U_F > 1,4 \text{ V}$, soll die Kontroll-LED leuchten.
- b) Wenn $U_F > 2,1 \text{ V}$, soll die Fehler-LED leuchten.

Logische Verknüpfungen sind nicht erforderlich; die Kontroll-LED muß nicht ausgehen, wenn die Fehler-LED aktiv wird. Tip: Überlegen Sie, wie man die genannten Spannungswerte darstellen kann, wenn es nicht viel kosten darf...

(12 Punkte)

5. Abb. 3 zeigt einen Mikrocontroller, der einen N-Kanal-FET ansteuern soll.

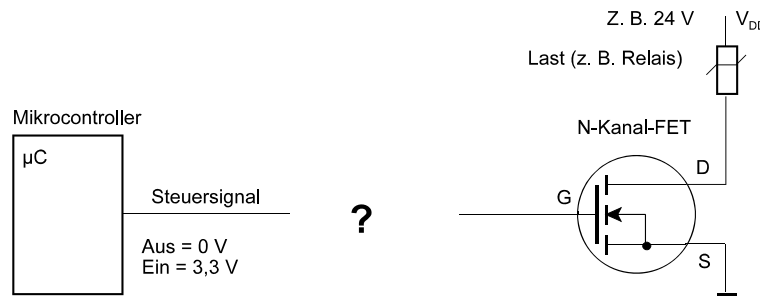


Abb. 3

Es stehen zwei FET-Typen zur Auswahl. Siehe die nachfolgenden Datenblattauszüge. Die Ansteuerschaltung soll möglichst einfach sein. Welchen Typ – a) oder b) – wählen Sie? Weshalb? Skizzieren Sie eine entsprechende Ansteuerschaltung.

(12 Punkte)

a)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
BV_{DSS}	Drain-to-Source Breakdown Voltage	30	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta BV_{DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.023	—	$V/^\circ C$	Reference to $25^\circ C, I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	48	63	$m\Omega$	$V_{GS} = 4.5V, I_D = 3.4A \text{ (}\textcircled{2}\text{)}$
		—	61	82		$V_{GS} = 2.5V, I_D = 3.4A \text{ (}\textcircled{2}\text{)}$
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	0.5	0.8	1.1	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 10\mu A$
$\Delta V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage Coefficient	—	-3.6	—	$mV/^\circ C$	
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	1.0	μA	$V_{DS} = 24V, V_{GS} = 0V$
		—	—	150		$V_{DS} = 24V, V_{GS} = 0V, T_J = 125^\circ C$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 12V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -12V$
g_{fs}	Forward Transconductance	8.8	—	—	S	$V_{DS} = 10V, I_D = 3.4A \text{ (}\textcircled{2}\text{)}$
Q_g	Total Gate Charge $\text{ (}\textcircled{5}\text{)}$	—	2.8	—	nC	$V_{DS} = 15V$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge $\text{ (}\textcircled{5}\text{)}$	—	0.13	—		$V_{GS} = 4.5V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain Charge $\text{ (}\textcircled{5}\text{)}$	—	1.1	—		$I_D = 3.4A \text{ (}\textcircled{2}\text{)}$ (See Fig.17 & 18)

b)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	100	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.11	—	$V/^\circ C$	Reference to $25^\circ C, I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	0.009	—	Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 100A \text{ (}\textcircled{5}\text{)}$
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	3.0	—	5.0	V	$V_{DS} = 10V, I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	52	—	—	S	$V_{DS} = 50V, I_D = 100A$
		—	—	25		$V_{DS} = 100V, V_{GS} = 0V$
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	250	μA	$V_{DS} = 80V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ C$
		—	—	100		$V_{GS} = 30V$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	-100	nA	$V_{GS} = -30V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	100		
Q_g	Total Gate Charge	—	260	390	nC	$I_D = 100A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	49	74		$V_{DS} = 80V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	160	250		$V_{GS} = 10V \text{ (}\textcircled{5}\text{)}$

(Quelle: IRF)

6. Zeichnen Sie in Abb. 3 eine Freilaufdiode für das Relais ein.

(4 Punkte)

7. Abb. 4 zeigt eine weitere Leistungsschaltung mit N-Kanal-FET. Wozu ist die Zenerdiode gut? (Kurze Erläuterung.)

(8 Punkte)

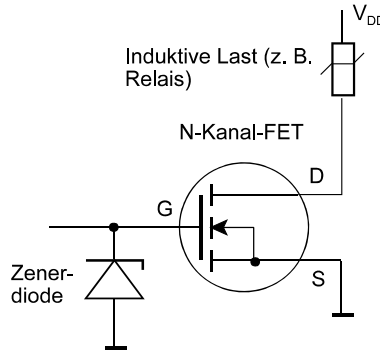


Abb. 4

8. Entwerfen und dimensionieren Sie einen nichtinvertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von 4. Bei einem Spannungshub von 4 V darf ein Strom von maximal 2 mA entnommen werden.

(4 Punkte)

9. Welche 3dB-Grenzfrequenz hat der Verstärker gemäß Aufgabe 8, wenn das Verstärkungs-Bandbreiten-Produkt 250 kHz beträgt?

(6 Punkte)

10. Abb. 5 zeigt die Grundschtung der Spannungsstabilisierung mit einer Zenerdiode. Die Ausgangsspannung bleibt aber nur dann wirklich konstant, wenn man keine Last anschließt. Wie kann man eine konstante Ausgangsspannung = Zenerspannung auch dann bereitstellen, wenn eine Last angeschlossen ist? Skizzieren Sie eine Billiglösung, die mit einem Transistor auskommt.

(10 Punkte)

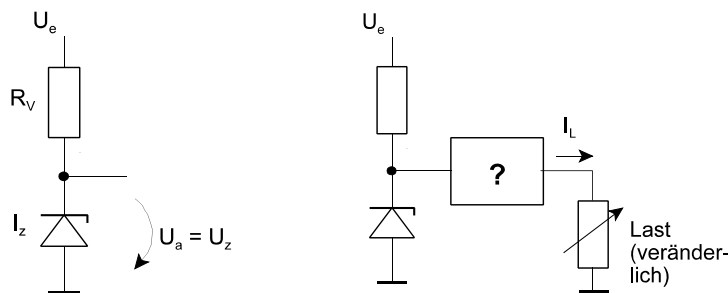


Abb. 5

11. Ein Leistungs-FET hat eine Gateladung Q_G von 240 nC. Welcher Gatestrom ist erforderlich, um den FET in 10 μ s einzuschalten?

(4 Punkte)

12. Geben Sie an, wie ein Operationsverstärker zu beschalten ist, um als subtrahierender Verstärker zu wirken.

(10 Punkte)

Zusatzaufgaben

Z1. Wir gehen zurück zu Abb. 3. Jetzt soll der Mikrocontroller einen Signalpegel von nur 1,8 V liefern (wie beispielsweise in Mobiltelefonen üblich). Skizzieren Sie eine Ansteuerschaltung, die auch damit zurechtkommt.

(10 Punkte)

Z2. Wie beschalten Sie den in Abb. 6 gezeigten Differenzmeßverstärker, damit aus 30 mV Differenzspannungshub 4 V Ausgangsspannungshub werden?

(6 Punkte)

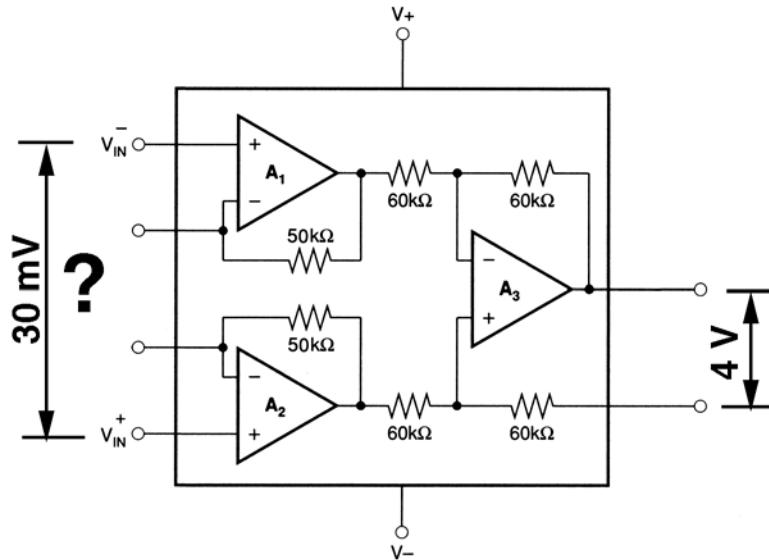


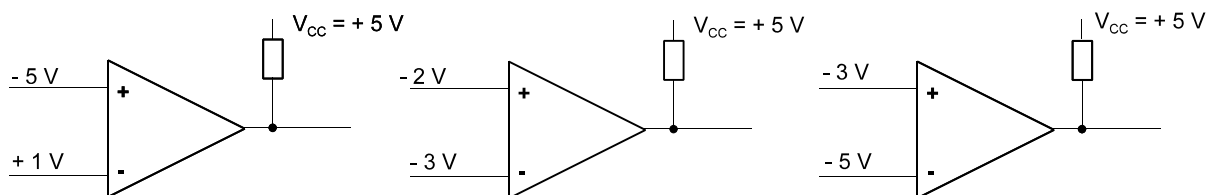
Abb. 6

Z3. Eine Operationsverstärkerschaltung hat eine 3dB-Grenzfrequenz von 200 kHz. Wie hoch ist die maximale Betriebsfrequenz, wenn der Amplitudenfehler 1% nicht überschreiten darf?

(6 Punkte)

Z4. Welche Ausgangspegel (Low oder High) ergeben sich an den Komparatoren?

(3 Punkte)



Viel Erfolg!