

Probeklausur

Elektrotechnik und Nachrichtentechnik für Studierende der Informatik

*Institut für Energiesysteme, Energieeffizienz
und Energiewirtschaft*

Name:

Vorname:

Matrikelnummer:

Studienrichtung:

Unterschrift:

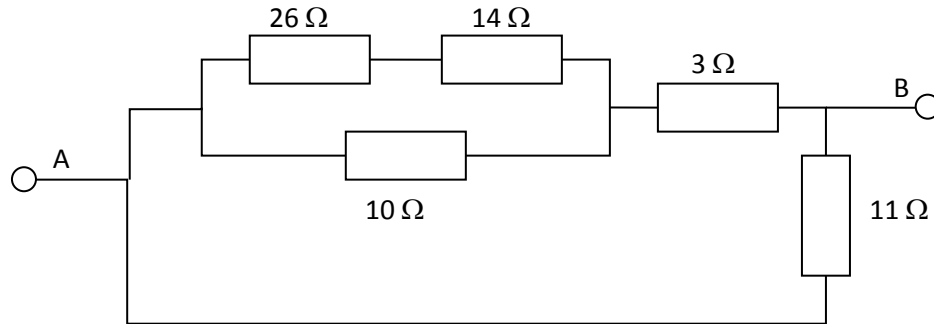
Beachten Sie bitte Folgendes:

- Füllen Sie zunächst dieses Deckblatt aus und tragen Sie Ihren Namen in den dafür vorgesehenen Freiraum auf jedem Blatt rechts oben ein.
- Durch Bearbeiten der Aufgaben wird die Prüfungsfähigkeit erklärt.
- Die Klausur besteht aus 11 Seiten. Prüfen Sie die Aufgabensammlung auf Vollständigkeit.
- Die Lösungen der Aufgaben werden in diese Aufgabensammlung eingetragen. Kennzeichnen Sie, zu welchen Aufgaben Ihre Lösungen gehören. Es werden auch Punkte für korrekte Rechenwege und Teillösungen vergeben. Sollte der Platz auf den Aufgabenblättern nicht ausreichen, benutzen Sie bitte die Rückseiten. Wenn dieses auch nicht ausreicht, melden Sie sich bitte bei der Aufsicht in Ihrem Hörsaal.
- Die Klausur darf nicht mit Bleistift oder roter Farbe ausgefüllt werden.
- Mehrdeutige oder undeutliche Lösungen werden nicht gewertet.
- Einzige zugelassene Hilfsmittel sind Schreib- und Zeichenwerkzeug, ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner und ein einseitig handbeschriebenes A4-Papier.
- Bei Zahlenwerten sind einheitlich 2 Nachkommastellen mit mathematischer Rundung anzugeben. Dieses Deckblatt ist zusammen mit den Lösungen abzugeben!

Bitte geben Sie, wenn möglich, immer die passende Formel, den Rechenweg und das Ergebnis an.

Aufgabe 1: Widerstandsnetzwerk (9 Punkte)

Gegeben ist die folgende Schaltung. Zwischen den Klemmen A und B liegt eine Spannung von 11 V an.



- a) Geben Sie den Widerstand zwischen den Klemmen A und B an. (4 Punkte)

$R_{12} = R_x + R_y = 26\Omega + 14\Omega = 40\Omega$	(1P)
$R_{123} = \frac{R_{12} \cdot R_z}{R_{12} + R_z} = \frac{40\Omega \cdot 10\Omega}{40\Omega + 10\Omega} = 8\Omega$	(1P)
$R_{1234} = R_{123} + R_w = 8\Omega + 3\Omega = 11\Omega$	(1P)
$R_{ges} = \frac{R_{1234} \cdot R_Q}{R_{1234} + R_Q} = \frac{11\Omega \cdot 11\Omega}{11\Omega + 11\Omega} = 5,5\Omega$	(1P)

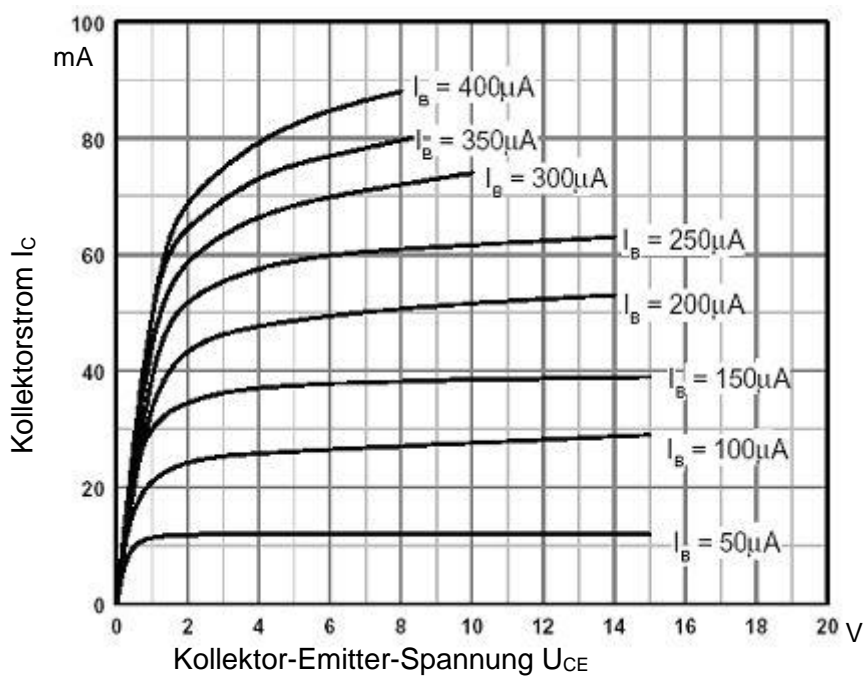
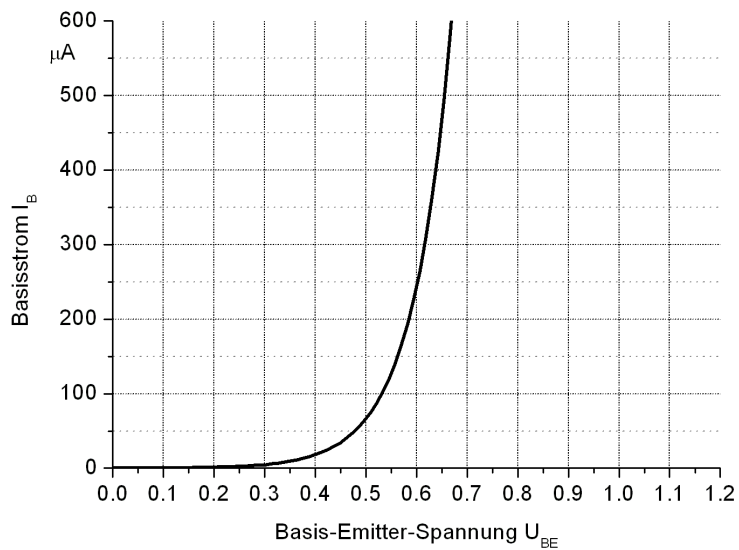
- b) Wie groß ist der Strom, der an Klemme A in die Schaltung fließt? (2 Punkte)

$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{11V}{5,5\Omega} = 2A$	(2P)
--	------

- c) Wie groß ist der Strom in mA, der durch den Widerstand mit dem Wert 3 Ω fließt? (3 Punkte)

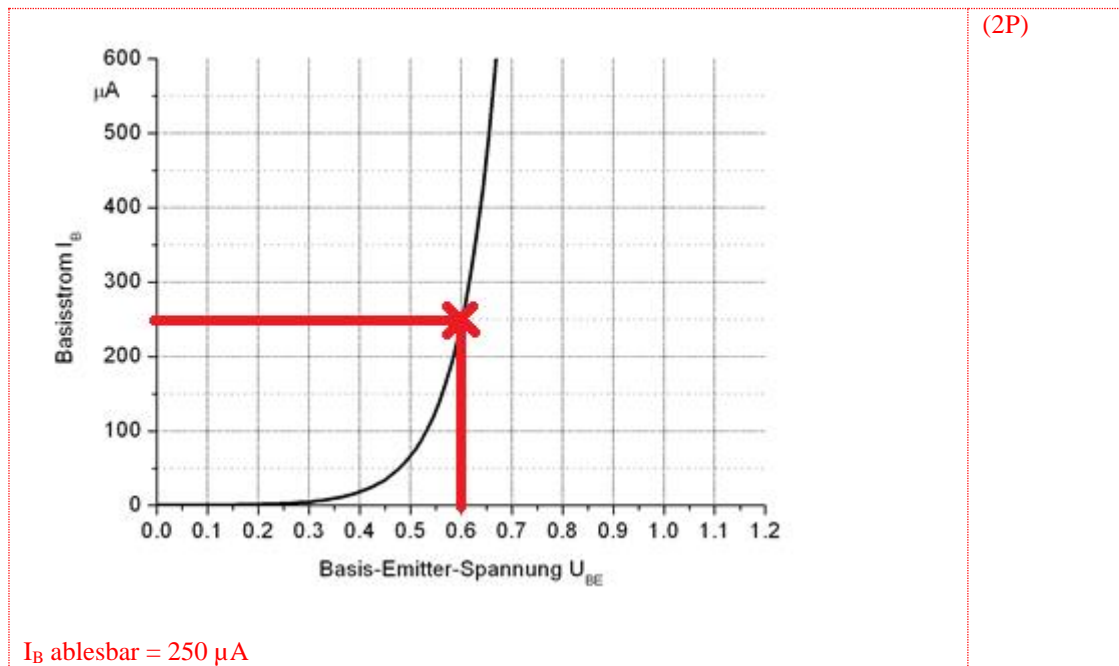
$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_{1234}} = \frac{11V}{11\Omega} = 1A$	(3P)
--	------

Aufgabe 2: Transistor (4 Punkte)

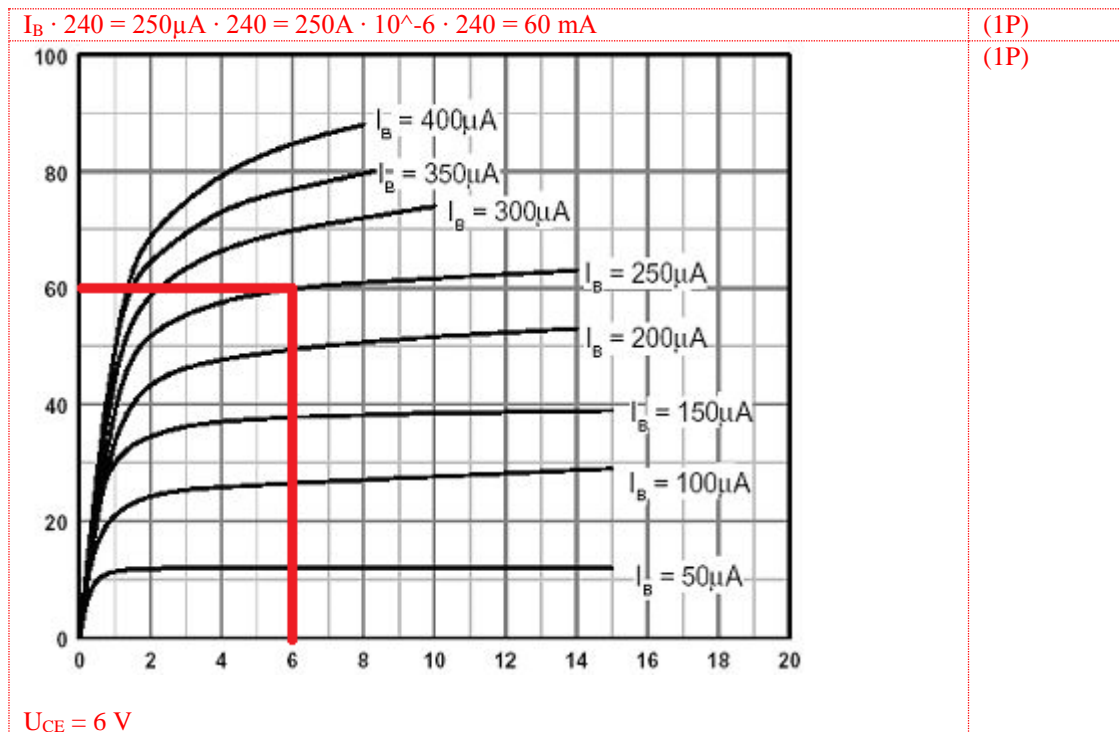


Betrachten Sie einen Transistor mit den dargestellten Kennlinien. Der Arbeitspunkt wird so eingestellt, dass über Basis und Emitter eine Spannung von 0,6 V abfällt.

a) Wie groß ist der Basisstrom I_B ?



- b) Der Transistor verstärkt den Basisstrom um den Faktor 240. Wie groß ist in etwa die Kollektor-Emitter-Spannung U_{CE} ?



Aufgabe 3: Logische Schaltung (6,5 Punkte)

Die in Abbildung 4.1 dargestellte logische Schaltung ist eine Treiberstufe für Gatterschaltungen. Eine logische „1“ entspricht einer Spannung von 5 V. Eine logische „0“ entspricht 0 V.

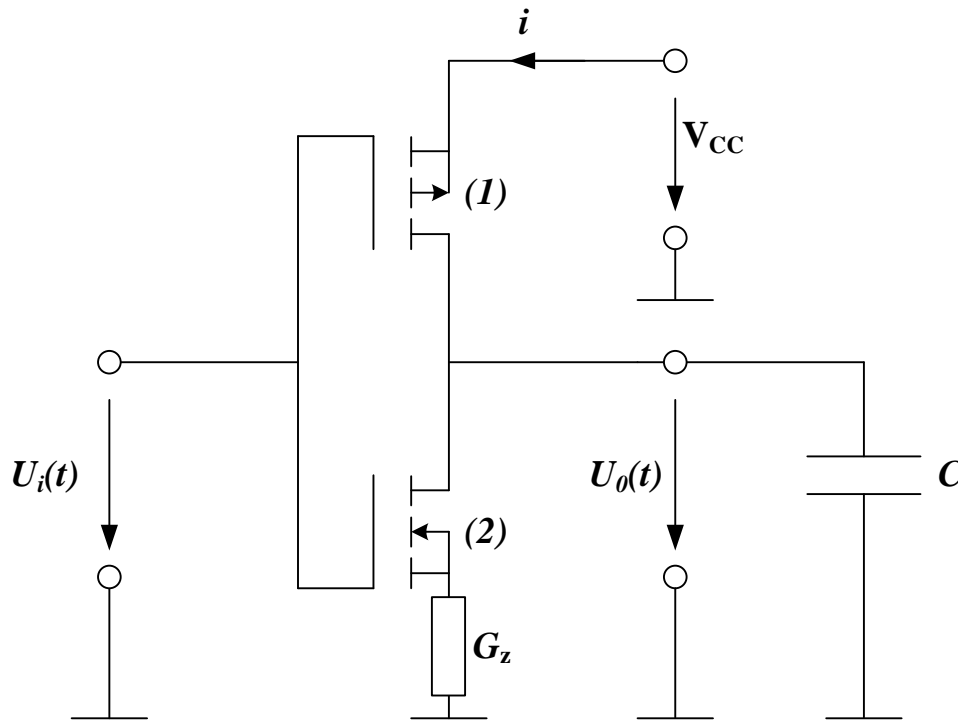


Abbildung 4.1

- a) Um was für Bauteile handelt es sich bei den Schaltungselementen (1) und (2)? **(1P)**

(1): p-Kanal MOSFET (2): n-Kanal MOSFET (je 0,5P)	(1P)
---	------

- b) Worin unterscheiden sich uni- bzw. bipolare Transistoren in Hinsicht auf die Stromleitung? Handelt es sich bei den abgebildeten Schaltungselementen (1) und (2) um uni- oder bipolare Transistoren? **(2P)**

Bei einem bipolaren Transistor sind sowohl Löcher als auch Elektronen am Stromfluss beteiligt, bei unipolaren Transistoren nur Löcher oder Elektronen.	(1P)
Unipolar-Transistor	(1P)

- c) Wodurch unterscheiden sich die Ansteuereigenschaften von bipolaren und Feldeffekttransistoren? **(2P)**

<u>Bipolar Transistoren</u> Ein kleiner Strom in die sehr dünne Basis-Schicht steuert einen hohen Strom zwischen Emitter und Kollektor „stromgesteuert“	(1P)
<u>Feldeffekttransistoren</u> Eine Spannung, die an einem isolierten Anschluss (Gate) angelegt wird, steuert Strom zwischen Source und Drain „spannungsgesteuert“	(1P)

- d) Stellen Sie eine logische Tabelle für das Eingangssignal $U_i(t)$ und das Ausgangssignal $U_o(t)$ aus Abbildung 4.1 auf. Welche logische Verknüpfung ergibt sich für die Ausgangsgröße $U_o(t)$? **(1,5P)**

<table border="1"> <thead> <tr> <th>$U_i(t)$</th><th>$U_o(t)$</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	$U_i(t)$	$U_o(t)$	0	1	1	0	(1P)
$U_i(t)$	$U_o(t)$						
0	1						
1	0						
(CMOS-) Inverter	(0,5P)						

Aufgabe 4: Gatter (8 Punkte)

Gegeben ist folgende Gatterschaltung:

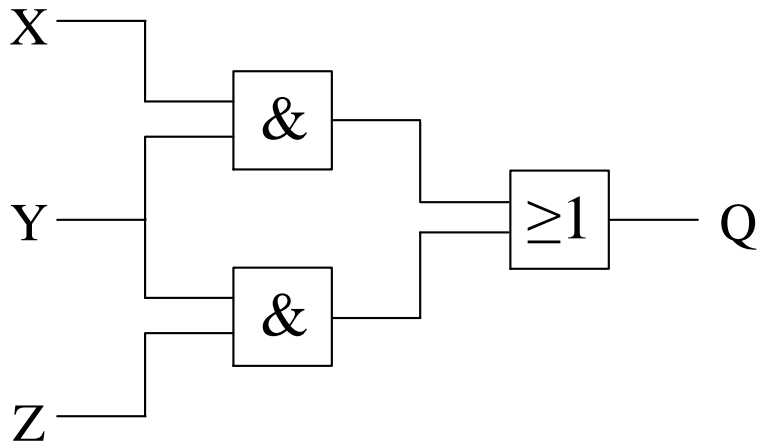


Abbildung 5.1

- a) Aus welchen Gatter-Grundsaltungen ist die Schaltung aus der Abbildung 5.1 aufgebaut? **(2P)**

UND Gatter	(1P)
ODER Gatter	(1P)

- b) Vervollständigen Sie die folgende Wahrheitstabelle anhand der obigen Schaltung. **(1,5P)**

Tabelle 5.1				
X	Y	Z	Q (Aufgabenteil b)	Konjunktion (Aufgabenteil c)
0	0	0		
1	0	0		
0	0	1		
1	0	1		
0	1	0		
1	1	0		
0	1	1		
1	1	1		

X	Y	Z	Q	Punkte für Aufgabe b)	Konjunktion (Aufgabe c)	Punkte für c)
0	0	0	0	Insgesamt 1,5P. Für jede falsche Antwort 0,25P Punktabzug. Minimal 0P möglich!		
1	0	0	0			
0	0	1	0			
1	0	1	0			
0	1	0	0			
1	1	0	1		$X \wedge Y \wedge \bar{Z}$	(0,5P)
0	1	1	1		$\bar{X} \wedge Y \wedge Z$	(0,5P)
1	1	1	1		$X \wedge Y \wedge Z$	(0,5P)

- c) Stellen Sie die disjunktive Normalform für diese Schaltung auf. Tragen Sie dafür auch die entsprechenden Konjunktionen in die Tabelle aus Aufgabenteil b) ein. **(2P)**

DNF: $Q = (X \wedge Y \wedge \bar{Z}) \vee (\bar{X} \wedge Y \wedge Z) \vee (X \wedge Y \wedge Z)$	(0,5P)
---	---------------

- d) Vereinfachen Sie die disjunktive Normalform mit Hilfe des KV-Diagramms! Füllen Sie das KV-Diagramm aus und fassen Sie dieses zur der vereinfachten disjunktiven Normalform zusammen. **(2,5P)**

	\bar{Z}	Z	Z	\bar{Z}
\bar{Y}				
Y				
	\bar{X}	\bar{X}	X	X

Abbildung 5.1: KV-Diagramm

	\bar{Z}	Z	Z	\bar{Z}	(1,5P)
\bar{Y}					
Y		1	1	1	
	\bar{X}	\bar{X}	X	X	
(je 0,5P)					
vereinfachte DNF: $Q = (Z \wedge Y) \vee (X \wedge Y)$					(1P)

Aufgabe 5: Modulation (7 Punkte)

Ein moduliertes Signal $u(t)$ hat den folgenden Zeitverlauf (siehe Abbildung 6.1). Für die Zuordnung der Symbole gilt Tabelle 6.1.

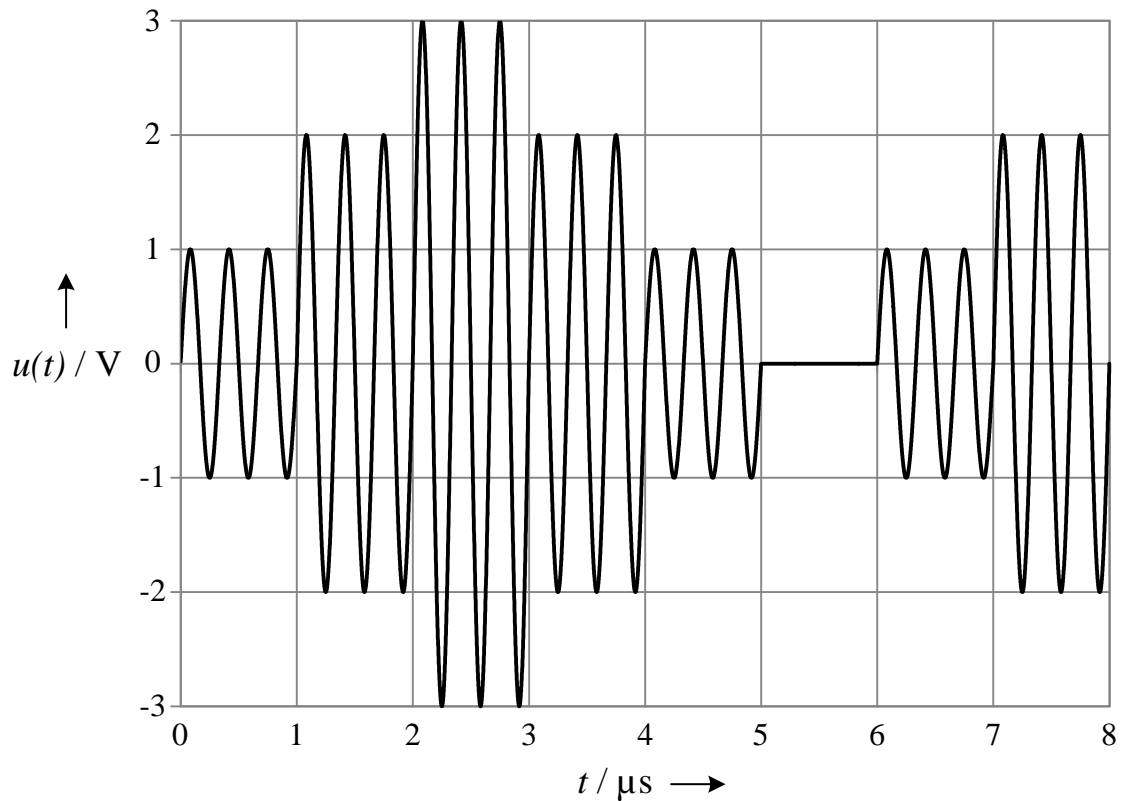


Abbildung 6.1: Signalverlauf

Tabelle 6.1: Zuordnung der Symbole

logisch	Pegel
00	0 V
01	1 V
10	2 V
11	3 V

- a) Was versteht man unter Modulation im Rahmen der Nachrichtenübertragung? Aus welchem Grund ist diese notwendig? (2P)

Modulation: Die Modulation ist ein Vorgang, bei dem ein oder mehrere Merkmale einer <u>Trägerschwingung (Sinusschwingung)</u> entsprechend dem Signal einer zu <u>modulierenden Schwingung (Nachricht)</u> verändert werden.	(1P)
Basisbandsignale eignen sich nicht direkt für eine drahtlose Übertragung.	(0,5P)
Bei leitungsgebundener Übertragung wird eine Modulation verwendet um eine <u>Mehrfachnutzung</u> zu ermöglichen.	(0,5P)

b) Mit welcher Modulation wurde das gegebene Signal moduliert? **(1P)**

Amplitudenmodulation	(1P)
----------------------	------

c) Welche weiteren Modulationsverfahren in Abhängigkeit der Parameterwahl kennen Sie noch aus der Vorlesung? **(1P)**

Frequenzmodulation, Phasenmodulation	(1P)
--------------------------------------	------

d) Wie groß ist die Frequenz des Trägersignals? **(1,5P)**

Drei Schwingungen in einer μs :	(1P)
Periodendauer $T = \frac{1}{3} \mu s = \frac{1}{3} \cdot 10^{-6} s$	
Frequenz $f = \frac{1}{T} = 3 \cdot 10^6 \frac{1}{s}$	
Frequenz $f = 3 MHz$	(0,5P)

e) Es werde in jeder Mikrosekunde μs ein Symbol übertragen. Geben Sie die Folge der Symbole an, die mit dem oben dargestellten Signal (Abbildung 6.1) übertragen werden. **(1,5P)**

01 10 11 10 01 00 01 10	(1,5P)
-------------------------	--------

Aufgabe 6: Freie Wellenausbreitung (6 Punkte)

Mit Hilfe einer einfachen Dipolantenne soll eine simple Funkstrecke zur Datenübertragung aufgebaut werden. Die Kanalfrequenz soll $f = 86,535$ MHz und die Bandbreite des Kanals $B = 10$ kHz betragen.

$$c_0 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

- a) Wie groß ist die Wellenlänge für den angegebenen Kanal? **(1,5P)**

$\lambda = \frac{c}{f}$	(1P)
$\lambda = 3,47 \text{ m}$	(0,5P)

- b) Welche Antennenlänge müsste für einen optimalen Empfang gewählt werden? **(1,5P)**

Resonanzbedingung: $l = \frac{\lambda}{2} = \frac{3,47 \text{ m}}{2}$	(1P)
$l = 1,73 \text{ m}$	(0,5P)

- c) Welche Datenrate kann bei rein binärer Übertragung theoretisch erreicht werden? **(1,5P)**

Binäre Übertragung $N=2$ $DR = 2 \cdot B \cdot \log_2 N$	(1P)
$DR = 2 \cdot B \cdot \frac{\log_2 2}{\log_2 2}$	
$DR = 2 \cdot 10 \text{ kHz} \cdot 1 = 20 \text{ kbit/s}$	(0,5P)

- d) Die Sendeleistung des Nutzsymbols beträgt 10 W. Wie groß ist das Signal-zu-Störverhältnis (SNR), wenn die Rauschleistung 10 mW beträgt? **(1,5P)**

$SNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right)$	(1P)
$SNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{10 \text{ W}}{10 \text{ mW}} \right) = 30 \text{ dB}$	(0,5P)