

# Aufgaben zum Tutorium 1

## "Elektronische Schaltungen"

### SS 2019

## Aufgabe 1

Gegeben sei eine Schaltung nach Bild 1.1.

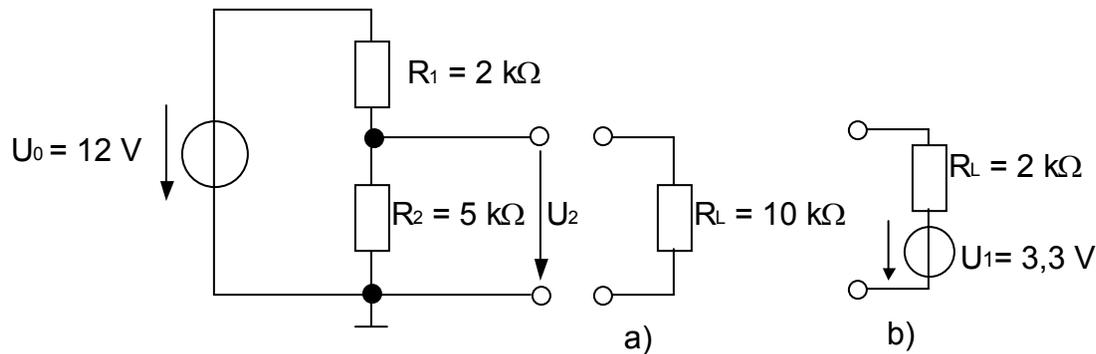


Bild 1.1

- 1.1 Die Schaltung wird im Leerlauf betrieben.  
Welche Spannung  $U_2$  stellt sich ein?
- 1.2 Parallel zu  $R_2$  wird der Widerstand  $R_L = 10\text{ k}\Omega$  (Fall a) angeschlossen.  
Welche Spannung  $U_2$  stellt sich jetzt ein?
- 1.3 Parallel zu  $R_2$  wird die Serienschaltung aus dem Widerstand  $R_L = 2\text{ k}\Omega$  und einer Spannungsquelle mit  $U_1 = 3,3\text{ V}$  (Fall b) angeschlossen.  
Welche Spannung  $U_2$  stellt sich jetzt ein?

## Aufgabe 2

Eine Siliziumdiode wird bei einer Temperatur von  $0^\circ\text{ C}$  betrieben.  
( $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}\text{ Ws / K}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ As}$ )

- 2.1 Berechnen Sie die Temperaturspannung  $U_T$  der Diode !
- 2.2 Der Sättigungsstrom der Diode sei  $I_S = 10\text{ nA}$ .  
Bestimmen Sie den Widerstand  $R_D$  und den differentiellen Widerstand  $r_D = dU / dI$  der Diode für die Fälle:  
a)  $U = U_T$       b)  $U = 15 U_T$
- 2.3 **Skizzieren Sie die Strom-Spannungskennlinien der beiden Schaltungen in Bild 2.3a und 2.3b im Durchlass- und im Sperrbereich!**  
(Die eingezeichneten Pfeile geben die positive Zählrichtung an. Die beiden Dioden sind Si-Dioden und die beiden Z-Dioden sind vom Typ ZD 3,3)

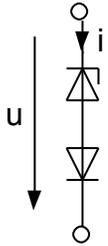


Bild 2.3a

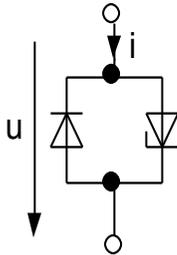
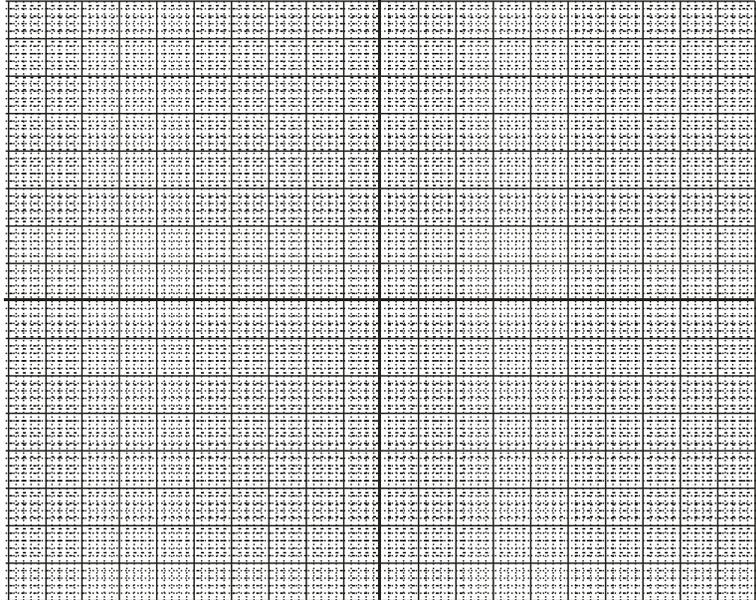
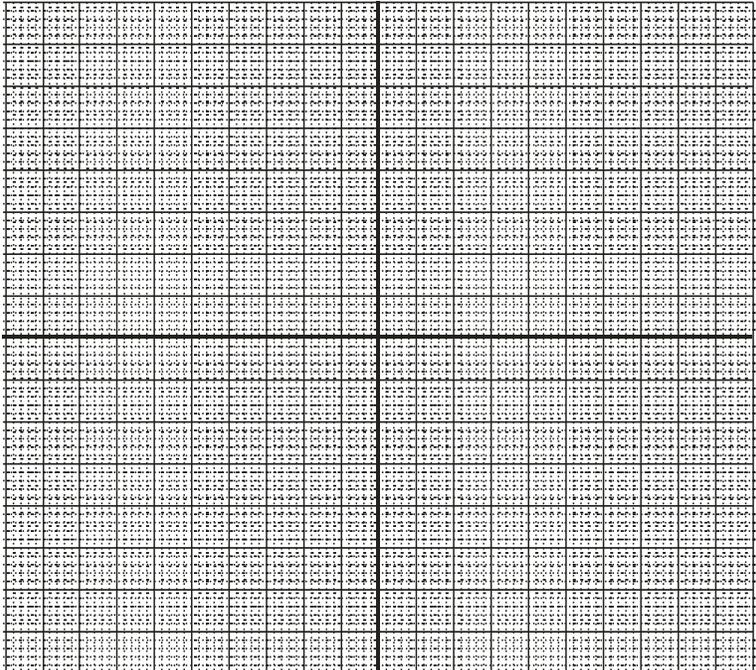


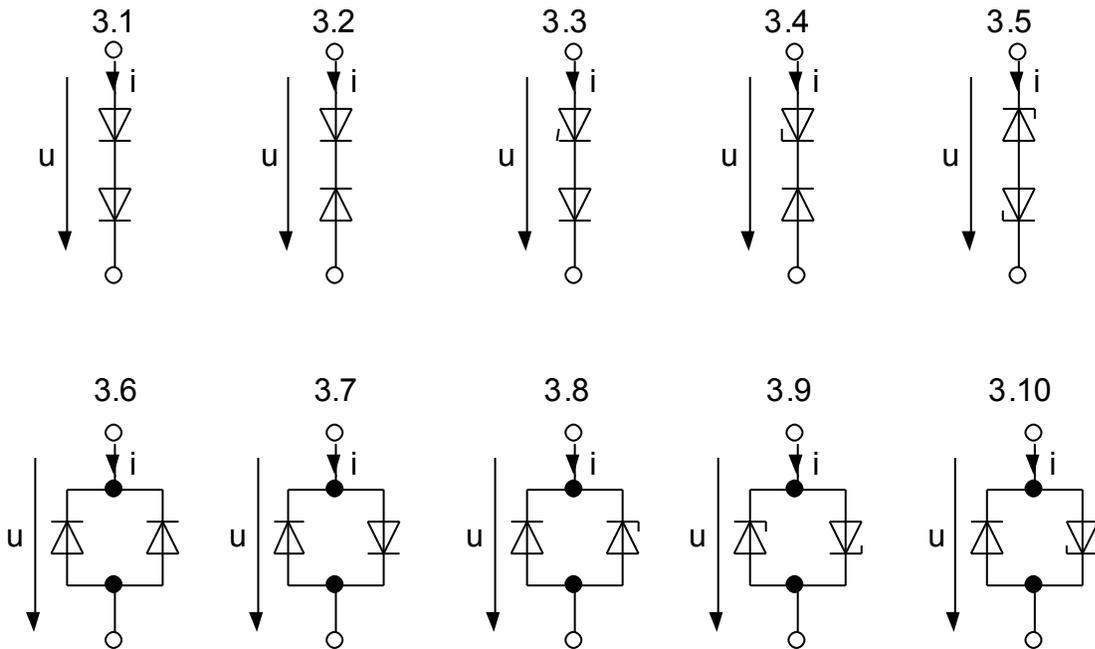
Bild 2.3b



### Aufgabe 3

Skizzieren Sie die idealisierten Strom-Spannungskennlinien der Diodenschaltungen 3.1 bis 3.10 im Durchlass und im Sperrbereich! Geben Sie die Werte der auftretenden Knickspannungen an! Die eingezeichneten Pfeile geben die positive Zählrichtung an.

Die Dioden sind alle Si-Dioden und die Z-Dioden sind alle vom Typ ZD 3,3



## Aufgabe 4

Gegeben ist eine Schaltung zur Spannungsstabilisierung nach Bild 4.1. Die Strom-Spannungs-Kennlinie der Z-Diode für die eingezeichnete Stromrichtung ist in Bild 4.2 dargestellt.

4.1 Bestimmen Sie graphisch den Arbeitspunkt der Z-Diode für den Fall:  $U_0 = 12\text{ V}$ ,

$$R_V = 2\text{ k}\Omega, R_L = \infty !$$

4.2 Welche Werte müssen  $R_V$  und  $R_L$  annehmen, wenn  $U_0 = 12\text{ V}$  und  $I_L = 12\text{ mA}$  sind und der Arbeitspunkt aus 4.1 erhalten bleiben soll?

Welchen Widerstandswert aus der E24-Reihe wählen Sie?

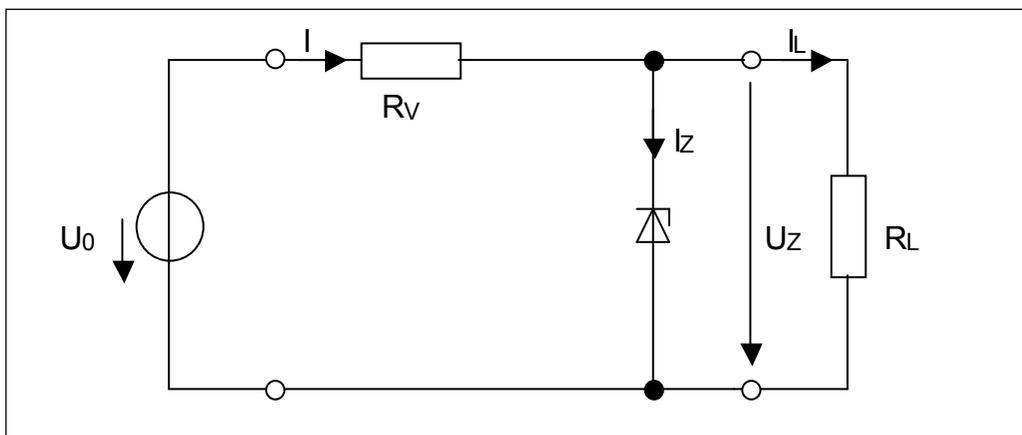
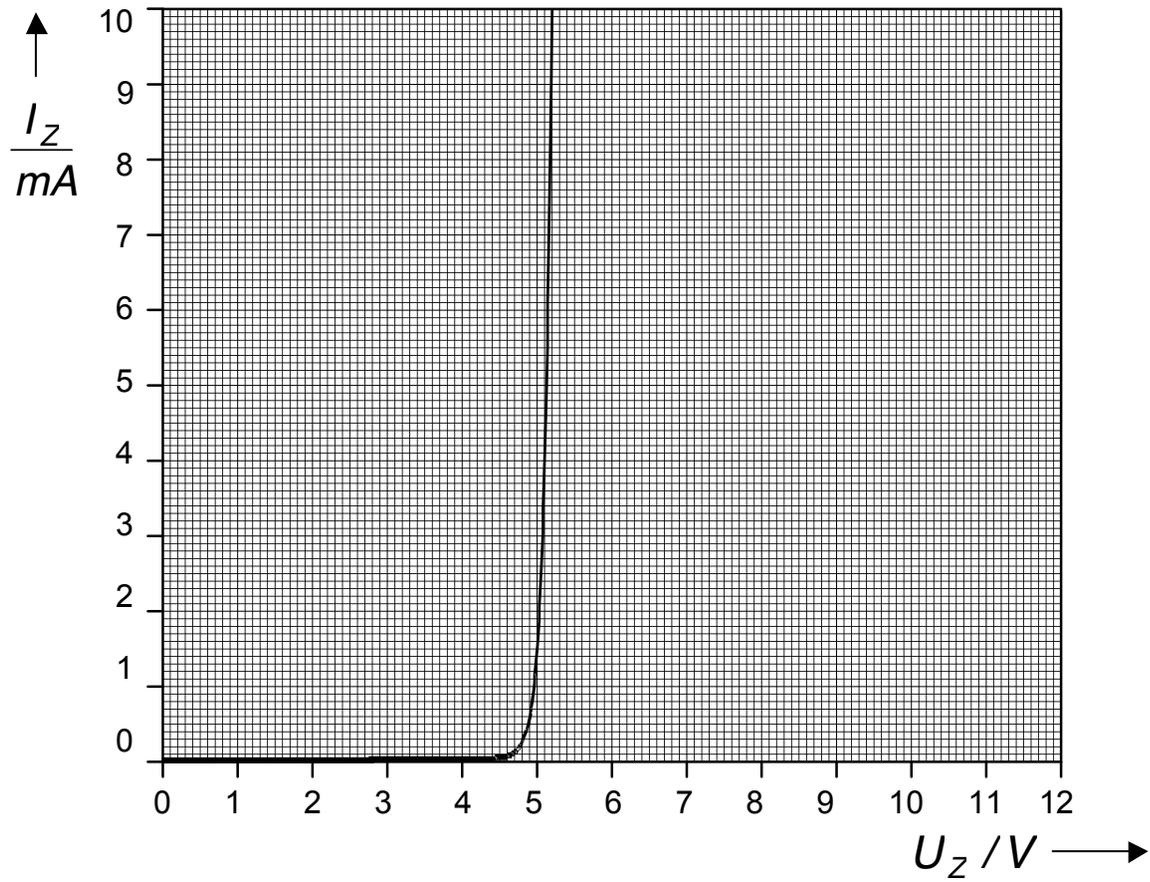


Bild 4.1



**Bild 4.2**

## Aufgabe 5

Mit einer Schaltung nach Bild 5.1 soll eine Eingangsspannung  $u_0 = 9\text{ V} + 2\text{ V} \sin \omega t$  stabilisiert werden. Die Z-Diode habe eine Kennlinie nach Bild 5.2 und  $R_V = 620\ \Omega$ .

- 5.1 Ermitteln Sie zeichnerisch die "Restwelligkeit" der Spannung  $U_Z$ . Ermitteln Sie dazu die Min-Max Spannungswerte und den Arbeitspunkt ohne überlagerte Sinusschwingung.

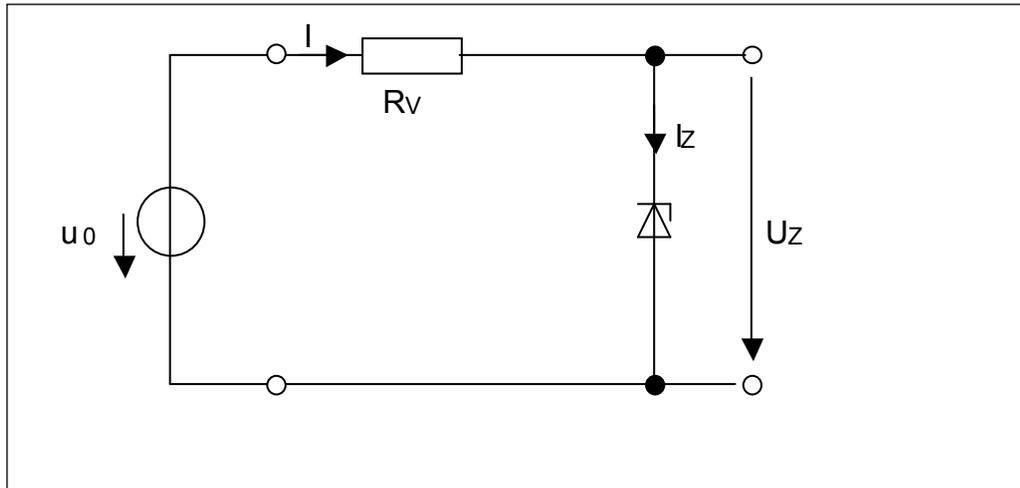


Bild 5.1

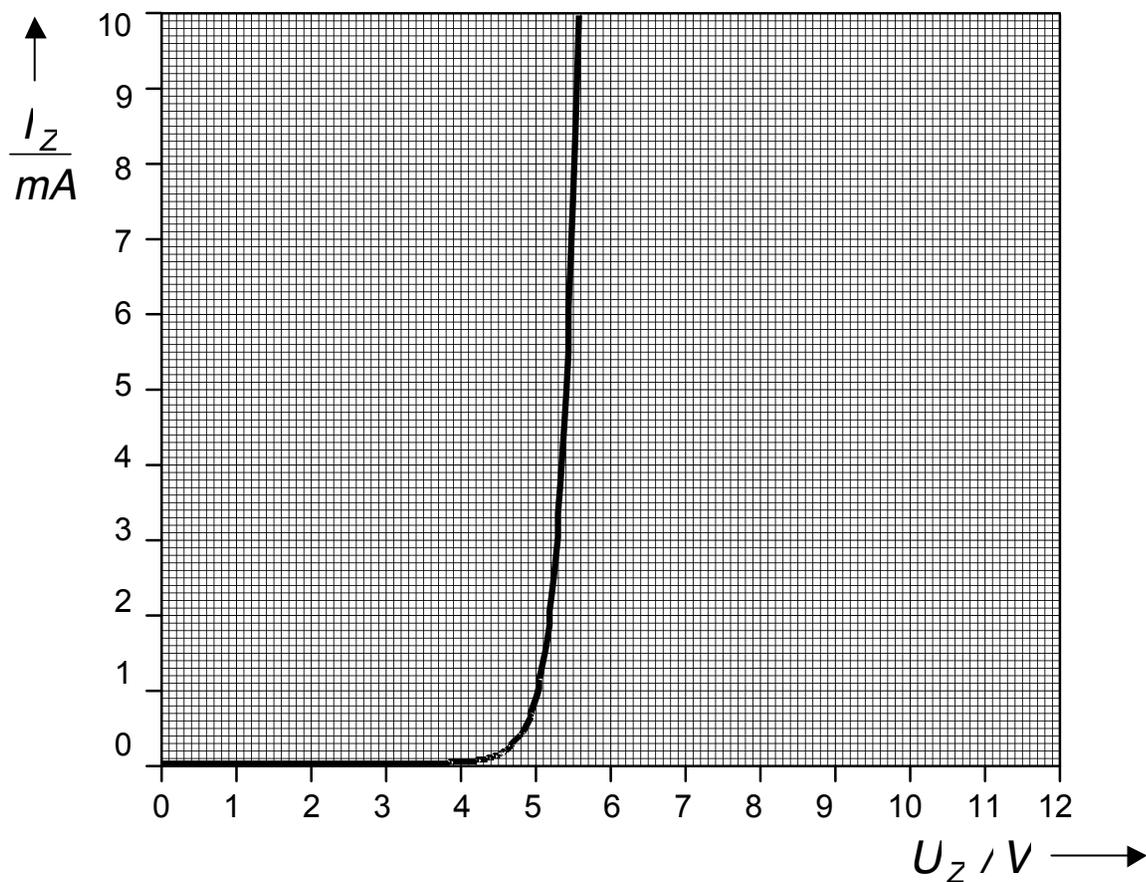


Bild 5.2

## Aufgabe 6

Ihre Aufgabe in einem Unternehmen ist es, eine Lichtschranke mit Hilfe eines infraroten Laserstrahls zu realisieren. Zu diesem Zweck soll eine infrarot Laserdiode mit einer bestimmten Signalfolge an und ausgeschaltet werden. Als Laserquelle wird eine sogenannte VCSEL Laserdiode verwendet, die die unten angegebenen Parameter besitzt.

Laserdioden benötigen einen Schwellstrom. Das bedeutet, dass unterhalb dieses Stroms die Diode kein Laserlicht abgibt. Die optische Leistung ist ab dem Schwellstrom linear proportional zum Diodenstrom.

- 6.1 Entwerfen Sie einen einfachen Schaltplan, der folgenden Betrieb ermöglicht:  
Die Diode soll an einer 10V Quelle betrieben werden und konstant eine optische Leistung von 2 mW abgeben. Orientieren Sie sich zur Arbeitspunktbestimmung an den unten abgebildeten Grafen.
  
- 6.2 Sie prägen der Diode eine zusätzliche, symmetrische Rechteckspannung auf (direkt über die Diode). Wie groß muss die Spannungsamplitude sein, damit die Diode, die sich im DC-Arbeitspunkt aus a befindet optisch zwischen „An“ und „Aus“ variiert. Die Diode soll nicht unterhalb des Schwellstromes betrieben werden. Wie groß ist die optische Leistung dann im Maximum?

Fig. 1 Typical Power Output vs Forward Current

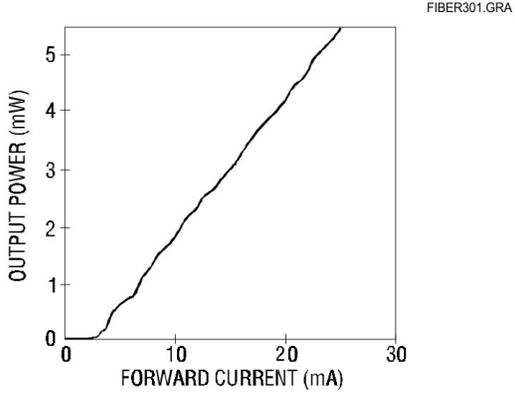


Fig. 2 Typical Threshold Current vs Temperature

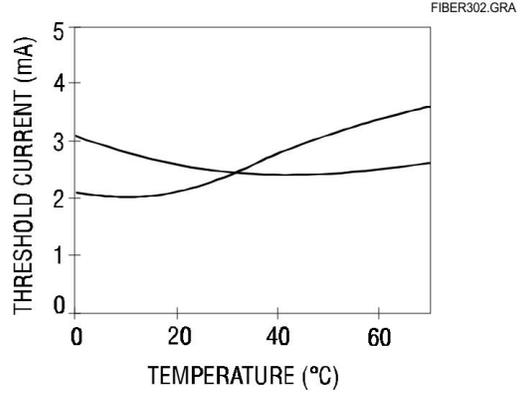


Fig. 3 Typical Spectral Output vs Wavelength

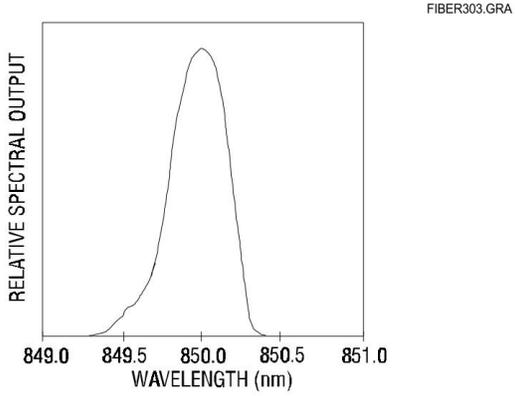
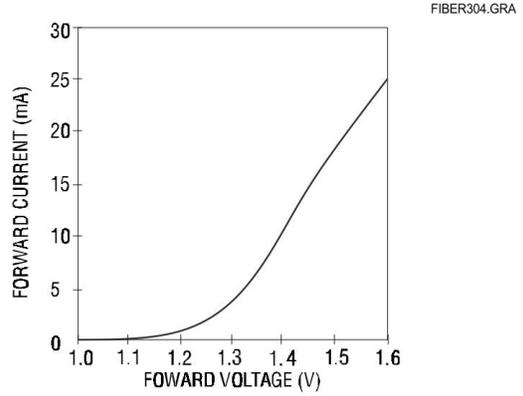


Fig. 4 Typical Current vs Forward Voltage



## High Speed Fiber Optic VCSEL

### ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS (0°C<T<70°C unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
Output power						
HFE4080-321/XBA	P <sub>o</sub>	400	1800	2000	μW	I <sub>F</sub> = 10 mA
		-4.0	+2.6	+3.0	dBm	
HFE4080-322/XBA	P <sub>o</sub>	800	1900	2200	μW	I <sub>F</sub> = 10 mA
		-1.0	+2.8	+3.4	dBm	
Threshold current	I <sub>TH</sub>		3.5	6	mA	
Slope Efficiency	η		0.3		mW/mA	I <sub>F</sub> = 10 mA
Forward Voltage	V <sub>F</sub>		1.40	1.60	V	I <sub>F</sub> = 10 mA
Reverse Breakdown Voltage	BVR	5.0	10.0		V	I <sub>R</sub> = 10 μA
Peak Wavelength	λ <sub>p</sub>	820	850	860	nm	I <sub>F</sub> = 10 mA DC
Spectral Bandwidth	Δλ		0.5		nm	I <sub>F</sub> = 10 mA DC
Rise and fall time	t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub>		100	400	ps	Prebias above threshold, T = 25°C, 10-90%
Analog bandwidth						I <sub>F</sub> = 10 mA DC
Analog bandwidth	BW		6		GHz	Small signal sinusoidal modulation
Relative Intensity Noise	RIN		-125	-116	dB/Hz	Measured into 1 GHz noise bandwidth
I <sub>TH</sub> Temperature Coefficient	ΔI <sub>TH</sub> /ΔT	-0.042	0	.042	mA/°C	I <sub>F</sub> = 10 mA
η Temperature Coefficient	Δη/ΔT		-0.001		mW/mA/°C	I <sub>F</sub> = 10 mA
P <sub>o</sub> Temperature Coefficient	ΔP <sub>o</sub> /ΔT		0		dB/°C	I <sub>F</sub> = 10 mA
λ <sub>p</sub> Temperature Coefficient	Δλ <sub>p</sub> /ΔT		0.06		nm/°C	I <sub>F</sub> = 10 mA
V <sub>F</sub> Temperature Coefficient	ΔV <sub>F</sub> /ΔT		-0.2		mV/°C	I <sub>F</sub> = 10 mA
Series Resistance	r <sub>s</sub>		30.0		Ω	DC
Thermal Resistance	θ <sub>a</sub>		900		°C/W	

## Lösungen zum Tutorium 1 in Elektronische Schaltungen

Name: Himmeler Vorname: Julien Matr.Nr.: .....

Gruppe: 13

Lösung Aufgabe 1

Lösung Aufgabe 6

Gegeben sei eine Schaltung nach Bild 1.1.

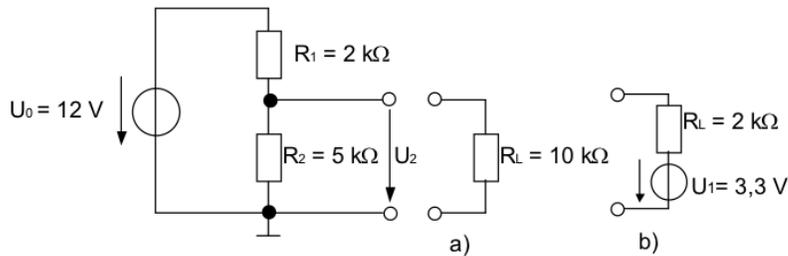


Bild 1.1

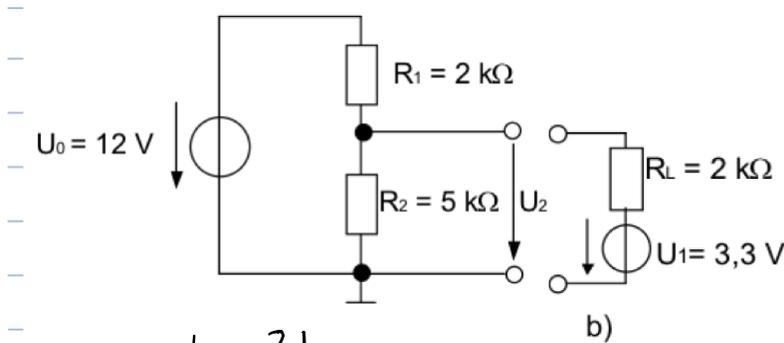
- 1.1 Die Schaltung wird im Leerlauf betrieben. Welche Spannung  $U_2$  stellt sich ein?
- 1.2 Parallel zu  $R_2$  wird der Widerstand  $R_L = 10\text{ k}\Omega$  (Fall a) angeschlossen. Welche Spannung  $U_2$  stellt sich jetzt ein?
- 1.3 Parallel zu  $R_2$  wird die Serienschaltung aus dem Widerstand  $R_L = 2\text{ k}\Omega$  und einer Spannungsquelle mit  $U_1 = 3,3\text{ V}$  (Fall b) angeschlossen. Welche Spannung  $U_2$  stellt sich jetzt ein?

1.1 | geg:  $R_1 = 2\text{ k}\Omega$  ges:  $U_2$   $U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_0 = \frac{5\text{ k}\Omega}{2\text{ k}\Omega + 5\text{ k}\Omega} \cdot 12\text{ V} = 8,57\text{ V}$   
 $R_2 = 5\text{ k}\Omega$   
 $U_0 = 12\text{ V}$

1.2 | geg:  $R_1 = 2\text{ k}\Omega$  ges:  $U_2$   $U_2 = \frac{R_2 \parallel R_L}{R_1 + R_2 \parallel R_L} \cdot U_0$   
 $R_2 = 5\text{ k}\Omega$   
 $R_L = 10\text{ k}\Omega$

$$= \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L} \cdot U_0 = \frac{5 \cdot 10}{5 + 10} \cdot 12 = 7,5\text{ V}$$

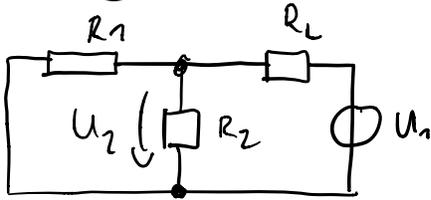
1.3 |



Überlagerungsverfahren

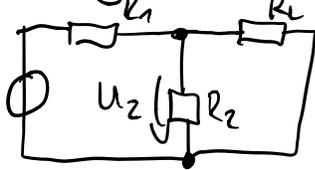
geg:  $R_1 = 2\text{ k}\Omega$  ges:  $U_2$   
 $R_2 = 5\text{ k}\Omega$   
 $R_L = 2\text{ k}\Omega$   
 $U_0 = 12\text{ V}$   
 $U_1 = 3,3\text{ V}$

$U_0$  kurzgeschlossen:



$$U_{21} = \frac{R_2 \parallel R_L}{R_1 + R_2 \parallel R_L} \cdot U_1$$

$U_1$  kurzgeschlossen:



$$U_{22} = \frac{R_2 \parallel R_L}{R_1 + R_2 \parallel R_L} \cdot U_0$$

$$U_2 = U_{21} + U_{22} = \frac{R_2 \parallel R_L}{R_1 + R_2 \parallel R_L} \cdot U_1 + \frac{R_2 \parallel R_L}{R_1 + R_2 \parallel R_L} \cdot U_0 = \underline{\underline{6,375V}}$$

### Aufgabe 6

Ihre Aufgabe in einem Unternehmen ist es, eine Lichtschranke mit Hilfe eines infraroten Laserstrahls zu realisieren. Zu diesem Zweck soll eine infrarot Laserdiode mit einer bestimmten Signalfolge an und ausgeschaltet werden. Als Laserquelle wird eine sogenannte VCSEL Laserdiode verwendet, die die unten angegebenen Parameter besitzt. Laserdioden benötigen einen Schwellstrom. Das bedeutet, dass unterhalb dieses Stroms die Diode kein Laserlicht abgibt. Die optische Leistung ist ab dem Schwellstrom linear proportional zum Diodenstrom.

- 6.1 Entwerfen Sie einen einfachen Schaltplan, der folgenden Betrieb ermöglicht:  
Die Diode soll an einer 10V Quelle betrieben werden und konstant eine optische Leistung von 2 mW abgeben. Orientieren Sie sich zur Arbeitspunktbestimmung an den unten abgebildeten Grafen.
- 6.2 Sie prägen der Diode eine zusätzliche, symmetrische Rechteckspannung auf (direkt über die Diode). Wie groß muss die Spannungsamplitude sein, damit die Diode, die sich im DC-Arbeitspunkt aus a befindet optisch zwischen „An“ und „Aus“ variiert. Die Diode soll nicht unterhalb des Schwellstromes betrieben werden. Wie groß ist die optische Leistung dann im Maximum?

Fig. 1 Typical Power Output vs Forward Current

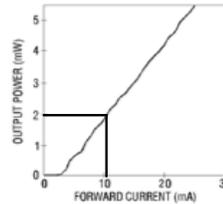
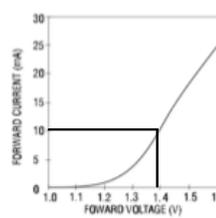
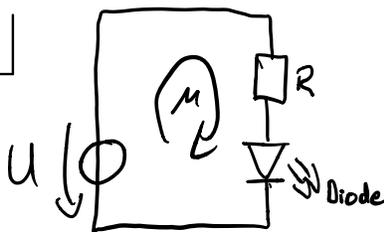


Fig. 4 Typical Current vs Forward Voltage



6.1



geg:  $U_0 = 10V$   
 $P_{Diode} = 2mW$

Abgelesen Fig. 1:  $2mW \hat{=} 10mA$   
Fig. 4:  $10mA \hat{=} 1,4V$

$$U = U_R + U_{Diode}$$

$$U_R = U - U_{Diode} = 10V - 1,4V = 8,6V$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{8,6V}{10mA} = \underline{\underline{860\Omega}}$$

E24:  $820\Omega$   
oder  $2 \times 430\Omega$

6.2

Da die Diode ab ca. 3mA anfängt zu leuchten und dabei eine Spannung von ca. 1,3V abfällt, sollte die Rechteckspannung ca. 0,2V betragen, damit die Diode von 1,4V auf 1,2V abfällt und die Diode an und aus geht. Dabei muss außer auch der Widerstand vergrößert werden sodass an ihm 8,8V abfallen.