

Elektronische Schaltungen SS 2020

1. Tutoriumsblatt

Kirchhoffsche Gleichungen, Dioden

– Abgabe –

Aufgabe 1 (Spannungsteiler)

Gegeben ist die Schaltung nach Abbildung 1 mit einer Gleichspannungsquelle von $U_0 = 10\text{ V}$ und den Widerständen $R_1 = 20\ \Omega$ und $R_2 = 100\ \Omega$.

- a) Die Schaltung wird im Leerlauf betrieben. Welche Spannung U_2 stellt sich ein?
- b) Parallel zu R_2 wird der Widerstand $R_L = 50\ \Omega$ angeschlossen. Welche Spannung U_2 stellt sich ein?
- c) Parallel zu R_2 wird nun die Spule $L = 1\ \mu\text{H}$ angeschlossen. Berechnen Sie den Betrag der Spannung U_2 .
- d) Die Gleichspannungsquelle wird nun mit einer Wechselspannungsquelle von $u_0 = 10\text{ V} + 2\text{ V} \sin(\omega t)$ ersetzt, siehe Abbildung 2. Berechnen Sie den Betrag der Spannung u_2 für die Frequenzen $f_1 = 1\text{ MHz}$, $f_2 = 10\text{ MHz}$, $f_3 = 100\text{ MHz}$.
- e) Wodurch kann die Spule für $f = 0\text{ Hz}$ und $f = 100\text{ MHz}$ ersetzt werden?

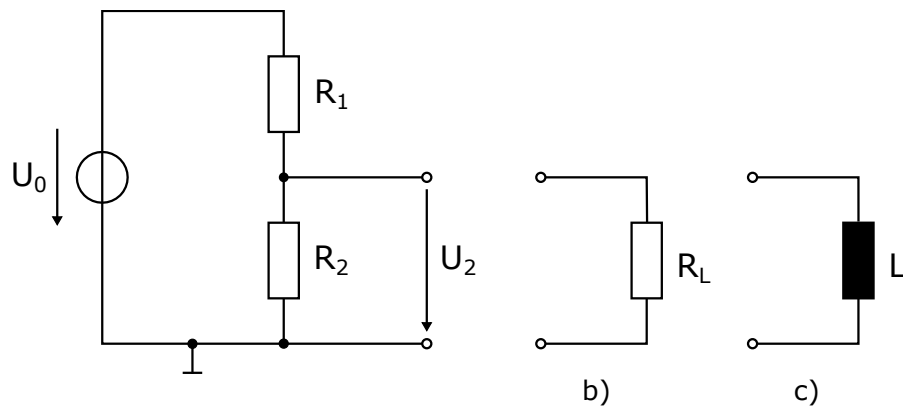


Abbildung 1: Spannungsteiler mit Gleichspannungsquelle.

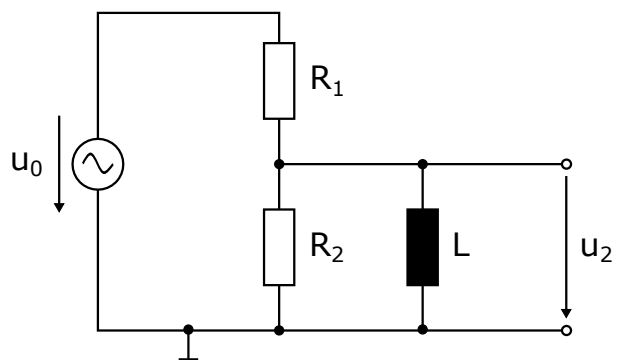


Abbildung 2: Spannungsteiler mit Wechselspannungsquelle.

Aufgabe 2 (Lichtschranke)

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 in Abbildung 3 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.

- a) Entwerfen Sie einen einfachen Schaltplan, der folgenden Betrieb ermöglicht: Die Diode soll an einer 12 V Quelle betrieben werden und konstant eine optische Leistung von 2 mW abgeben. Orientieren Sie sich zur Arbeitspunktbestimmung an Abbildung 3.

- b) 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 Gleichspannungs-Arbeitspunkt aus a) befindet, optisch zwischen „An“ und „Aus“ variiert. Die Diode soll nicht unterhalb des Schwellstroms betrieben werden. Wie groß ist die optische Leistung dann im Maximum?

Fig. 1 Typical Power Output vs Forward Current

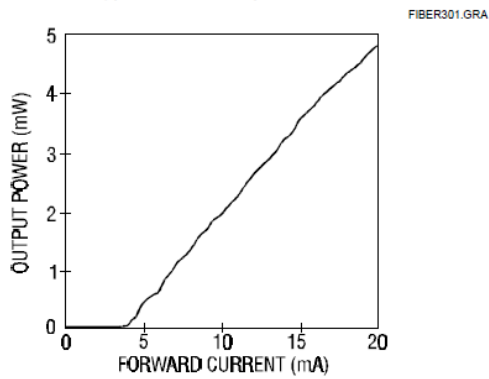


Fig. 2 Typical Threshold Current vs Temperature

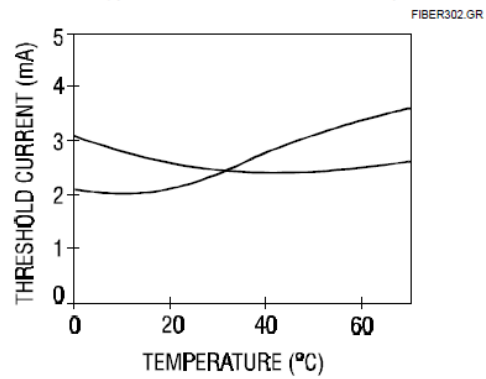


Fig. 3 Typical Spectral Output vs Wavelength

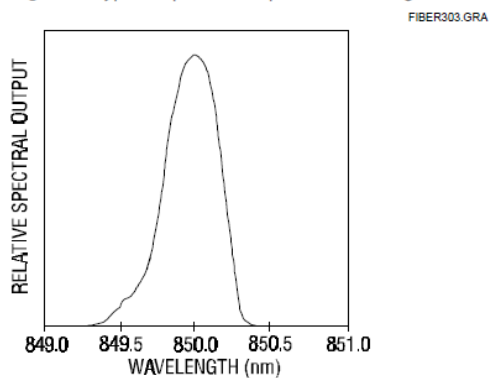
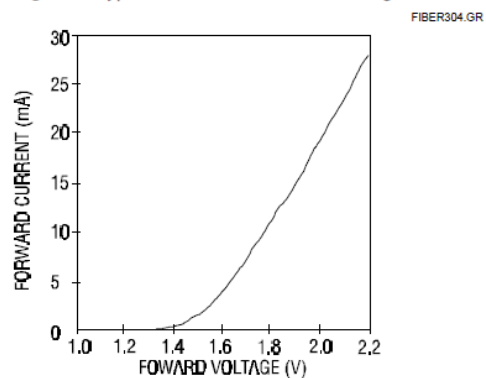


Fig. 4 Typical Current vs Forward Voltage



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 _o	400	1800	2000	μW	I _f = 10 mA
		-4.0	+2.6	+3.0	dBm	
HFE4080-322/XBA	P _o	800	1900	2200	μW	I _f = 10 mA
		-1.0	+2.8	+3.4	dBm	
Threshold current	I _{TH}		3.5	6	mA	
Slope Efficiency	η		0.3		mW/mA	I _f = 10 mA
Forward Voltage	V _F		1.40	1.60	V	I _f = 10 mA
Reverse Breakdown Voltage	BVR	5.0	10.0		V	I _R = 10 μA
Peak Wavelength	λ _p	820	850	860	nm	I _f = 10 mA DC
Spectral Bandwidth	Δλ		0.5		nm	I _f = 10 mA DC
Rise and fall time	t _r , t _f		100	400	ps	Prebias above threshold, T = 25°C, 10-90%
Analog bandwidth						I _f = 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 _{TH} Temperature Coefficient	ΔI _{TH} /ΔT	-.042	0	.042	mA/°C	I _f = 10 mA
η Temperature Coefficient	Δη/ΔT		-0.001		mW/mA/°C	I _f = 10 mA
P _o Temperature Coefficient	ΔP _o /ΔT		0		dB/°C	I _f = 10 mA
λ _p Temperature Coefficient	Δλ _p /ΔT		0.06		nm/°C	I _f = 10 mA
V _F Temperature Coefficient	ΔV _F /ΔT		-0.2		mV/°C	I _f = 10 mA
Series Resistance	r _s		30.0		Ω	DC
Thermal Resistance	θ _{JA}		900		°C/W	

Abbildung 3: Auszug aus dem Datenblatt einer VCSEL Laserdiode.

– Im Tutorium –

Aufgabe 3 (Dioden)

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

- a) Berechnen Sie die Temperaturspannung U_T der Diode.
- b) Die Diode hat einen Sättigungsstrom $I_S = 10 \text{ nA}$. Bestimmen Sie den Großsignal-Widerstand R_D und den differentiellen Widerstand $r_D = \partial U / \partial I$ der Diode für die Fälle: (1) $U = U_T$ und (2) $U = 15U_T$.
- c) Beschreiben Sie kurz den Unterschied zwischen R_D und r_D .

Nun werden verschiedene Dioden-Schaltungen analysiert.

- c) Skizzieren Sie die idealisierten Strom- und Spannungskennlinien der Diodenschaltungen in Abbildung 4 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.

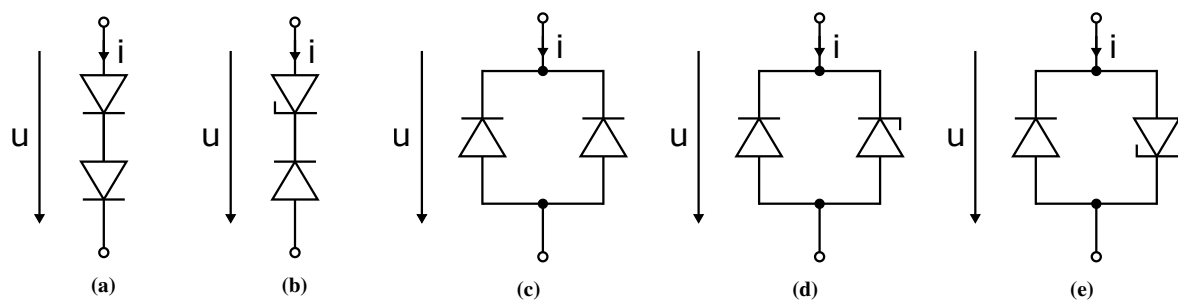


Abbildung 4: Verschiedene Diodenschaltungen.

Aufgabe 4 (Spannungsstabilisierung)

Gegeben ist eine Schaltung zur Spannungsstabilisierung nach Abbildung 5. Im Vergleich zur Übung soll nun anstatt der Ausgangsimpedanz eine Eingangsspannung von $u_0 = 9\text{ V} + 2\text{ V} \sin(\omega t)$ stabilisiert werden. Die Z-Diode habe eine Kennlinie nach Abbildung 6 und $R_1 = 620\ \Omega$.

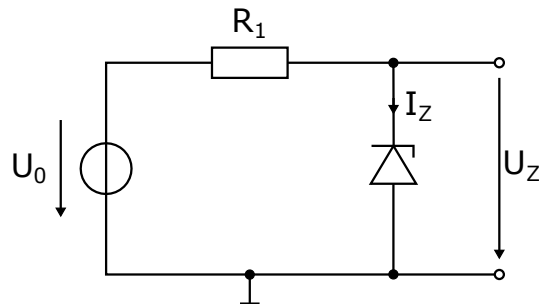


Abbildung 5: Schaltung zur Spannungsstabilisierung.

- Bestimmen Sie graphisch den Arbeitspunkt der Z-Diode ohne überlagerte Sinusschwingung.
- Ermitteln Sie zeichnerisch die „Restwelligkeit“ der Spannung U_Z . Ermitteln Sie hierfür den minimalen und maximalen Spannungswert um die zugehörigen Lastgeraden einzutragen.
- Wie müsste die ideale Kennlinie einer Z-Diode aussehen, damit ΔU infinitesimal wird?

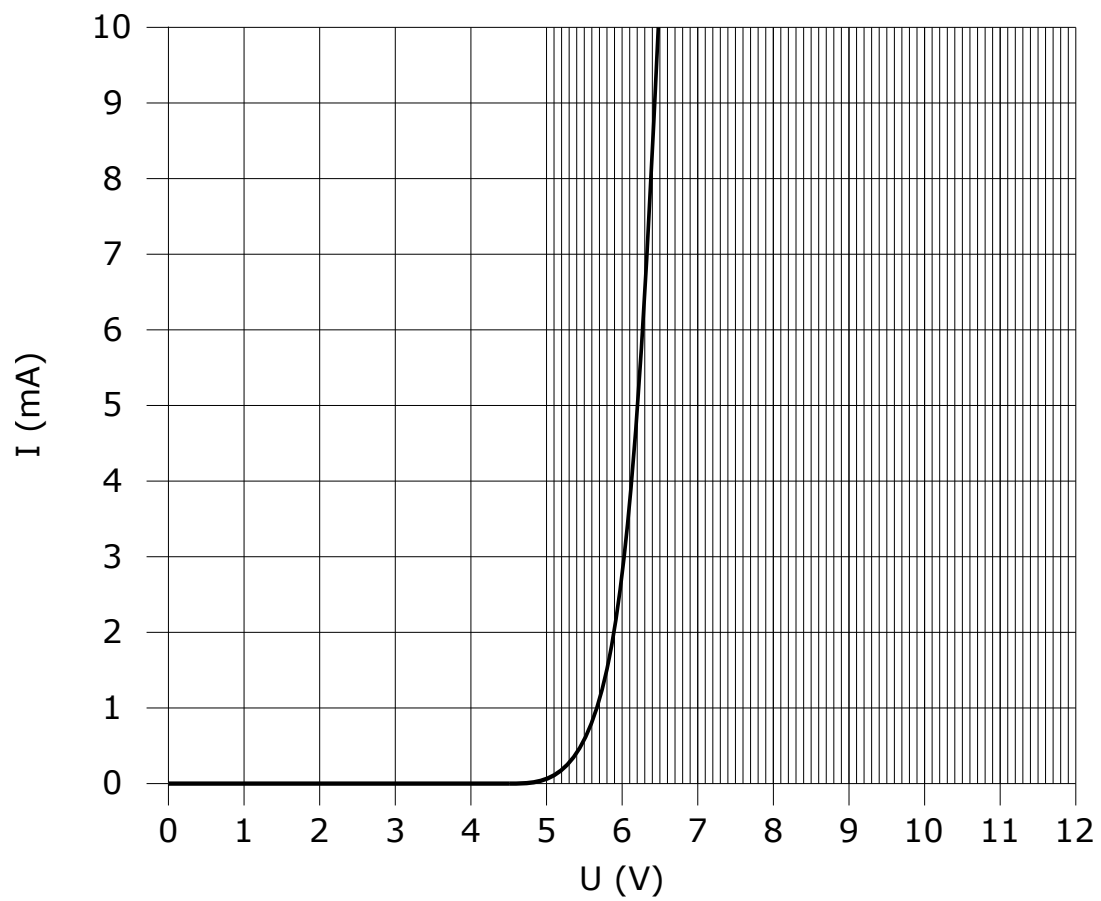


Abbildung 6: Kennlinie der verwendeten Z-Diode.

Aufgabe 5 (Leuchtdioden)

Sie haben drei weiße Leuchtdioden, einen Taster, Widerstände aus der E24 Reihe und ein Steckernetzteil mit einer Ausgangs-Gleichspannung von $U_A = 12\text{ V}$. Die Leuchtdioden haben einen optimalen Arbeitspunkt bei einem Durchlassstrom von 20 mA . Im Datenblatt ist die I/U-Kennlinie für die Dioden nach Abbildung 7 angegeben.

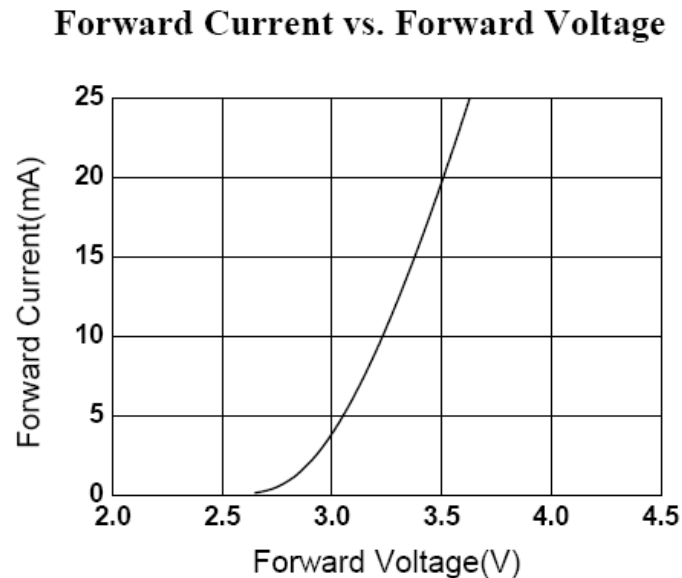


Abbildung 7: I/U Kennlinie einer Diode.

Entwerfen Sie eine Schaltung, mit der die Leuchtdioden während des Drückens des Tasters eingeschaltet werden. Die Leistungsaufnahme der Schaltung soll dabei den kleinsten möglichen Wert haben. Überlegen Sie sich hierfür verschiedene Schaltungstopologien und machen Sie vor der exakten Berechnung eine Abschätzung welche Schaltung die geringste Leistungsaufnahme hat.