

Aufgabenstellung zur Ausarbeitung

Sommersemester 2021

Wichtige Hinweise zur Bearbeitung:

- Die Bearbeitungszeit beginnt mit der Veröffentlichung der Aufgabenstellung am 2. August 2021 auf der EuS Homepage.
- Die Bearbeitungsdauer beträgt vier Wochen und endet am 30. August um 00:00 Uhr Mitternacht. Später eingegangene Ausarbeitungen werden nicht bewertet.
- Zur Anfertigung Ihrer Ausarbeitung lösen Sie bitte die Aufgabenstellungen auf den nachfolgenden Seiten und dokumentieren Sie die Lösung wie nachfolgend beschrieben.
- Jede Ausarbeitung ist selbständig von der zu prüfenden Person zu erstellen. Gegenseitige inhaltliche Hilfestellungen sind in soweit möglich, wie sie die selbständige Erstellung der Ausarbeitung nicht betreffen. Sollten Sie Beiträge von anderen Studierenden oder anderen Quellen in Ihre Arbeit einfließen lassen, so sind diese Beiträge als Zitate entsprechend zu kennzeichnen um dem Anschein eines Plagiats oder eines Betrugsversuch entgegenzuwirken.
- Basis der Bewertung ist die Vollständigkeit, Richtigkeit, Nachvollziehbarkeit und Verständlichkeit Ihrer Darstellung der der Lösung. Wie in einer realen Wettbewerbssituation wird Ihre eigene Leistung höher bewertet, wenn sich Ihre Lösungen von denen der anderen Studierenden durch eigenständige und im Vergleich überdurchschnittlich gute und verständliche Beiträge auszeichnen.
- Der maximale Umfang der Ausarbeitung beträgt vier DIN-A4 Seiten (einseitig) mit einer Schriftgröße von minimal 12pt Times Roman. Deckblatt und Anhänge (z.B. Literaturverzeichnis, Datenblätter etc.) sowie Ausarbeitungsinhalte, die über den maximalen Umfang hinausgehen, werden nicht in die Bewertung einbezogen.
- Die Ausarbeitung ist im PDF-Format einzureichen. Für die Gliederung der Ausarbeitung ist die Gliederung der Aufgabenstellung zwingend zu übernehmen. Ausarbeitungen ohne diese Gliederung werden nicht bewertet.
- Es wird ausschließlich die erste eingereichte Version einer Ausarbeitung gewertet. Nachgereichte Zusätze oder verbesserte Versionen werden nicht bewertet.

1 Aufgabenstellung

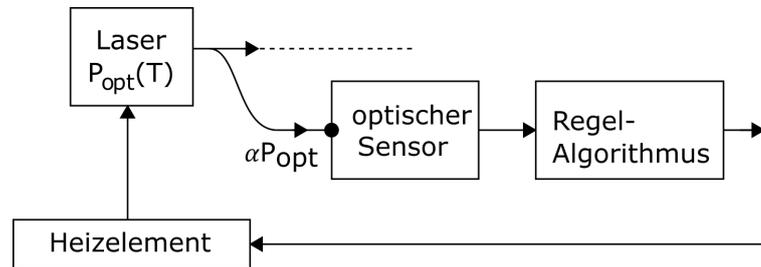


Abbildung 1: Blockschaltbild des Systems, vom Kunden skizziert.

Ein potenzieller Auftraggeber wünscht sich eine Lösung für folgende, in Abb. 1 skizzierte Aufgabe. Die optische Leistung P_{opt} seines Halbleiterlasers fällt mit steigender Temperatur T des Halbleiters. Der Halbleiter-Laser ist in der Anwendung einer schwankenden Umgebungstemperatur in einem Bereich von $0^{\circ}\text{C} \dots 40^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt. Zur Stabilisierung der Temperatur des Lasers soll ein aus dem Strahlengang ausgekoppelter Anteil $\alpha P_{opt}(T)$ mittels eines Sensors ermittelt werden. Ein schon beim Kunden vorhandener Microcontroller mit einem bereits existierenden Regel-Algorithmus soll basierend auf diesem Messwert (Istwert) mittels eines Heizelements die Temperatur des Lasers auf einer konstanten Temperatur von $50^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ halten. Die ausgekoppelte optische Leistung beträgt in diesem Fall $\alpha P_{opt} \approx 0,1 \text{ mW}$.

Der Kunde wünscht sich, dass für Sensor, Microcontroller und Heizelement die bereits bei ihm verwendeten Komponenten SO1, $\mu\text{C}1$ und H1 verwendet werden. Falls nötig kann ein ebenfalls vorhandener Operationsverstärker vom Typ OP1 eingesetzt werden. Die Datenblätter dieser Komponenten sind im Anhang dargestellt. Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten sind in beliebigen Ausführungen ebenfalls vorhanden. Falls notwendig kann eine weitere elektronische Komponente zugekauft werden.

Ihre Aufgabe ist es, ein geeignetes Konzept für ein elektronisches System zu entwickeln, das die Aufgabenstellung des Kunden erfüllt. Ihr Konzept soll dem Kunden im Form einer Ausarbeitung vorgestellt werden und ihn von Ihrem Ansatz und Ihrer Kompetenz überzeugen. Als Grundlage und Rahmen Ihrer Ausarbeitung dienen die im Folgenden aufgeführten Aufgaben, die in Ihrer Ausarbeitung bearbeitet werden sollen. Als Ausarbeitung genügt es, die Lösungen der Aufgaben in geeigneter Weise darzustellen. Für die Gliederung der Ausarbeitung ist daher die Gliederung der nachfolgenden Aufgabenstellung zwingend zu übernehmen. Ausarbeitungen ohne diese Gliederung werden nicht bewertet. Falls Ihnen zur Bearbeitung Informationen fehlen, treffen Sie geeignete Annahmen z.B. anhand vergleichbarer existierender Lösungen.

Tipp: Versuchen Sie, wann immer möglich, zur Erläuterung und Darstellung von Sachverhalten aussagekräftige Abbildungen einzufügen (ein Bild sagt mehr als 1000 Worte). Das reduziert den Umfang des Textes und hilft dem Kunden bei der Vorstellung.

2 Zu behandelnde Aufgaben

2.1 Partitionierung, Spezifikation, Blockschaltbild

1. Überlegen Sie sich ein Konzept für ein geeignetes elektronisches System, das die Aufgabenstellung aus Abschnitt 1 erfüllt. Berücksichtigen Sie dabei als Randbedingung die vom Kunden gewünschten Komponenten. Stellen Sie das Ergebnis Ihrer Überlegung anhand eines Blockschaltbildes aus den Komponenten eines kanonischen Blockes dar. Benennen Sie darin die jeweils relevante Ereignisgröße (Spannung, Strom, Licht, ...) an den Ein- und Ausgängen der Komponenten.
2. Spezifizieren Sie die Blöcke Ihres Konzeptes, für die noch keine Spezifikation vorliegt, in der Art, dass die Randbedingungen und die Leistungsfähigkeit der umgebenden Komponenten im Idealfall bestmöglich erfüllt werden. Falls Sie eine Komponente zukaufen müssen, spezifizieren Sie diese mit den für Ihr Konzept relevanten Parametern. Orientieren Sie sich dabei an den Inhalten der Spezifikationen aus der Aufgabenstellung.
3. Formulieren Sie, falls notwendig, Rückmeldungen an den Kunden: welche Informationen benötigen Sie von ihm um Ihr Konzept als eigenständiges abgeschlossenes System betrachten zu können? Ist die Leistungsfähigkeit der von ihm vorgeschlagenen Komponenten nicht ausreichend oder für die Anwendung überdimensioniert?

2.2 Dimensionierung, Übertragungskennlinien

1. Geben Sie für die von Ihnen spezifizierten Komponenten, die **nicht** zugekauft werden, eine Schaltung mit Dimensionierung an mittels der die idealisierte Spezifikation aus 2.1.2 möglichst gut erfüllt werden soll. Falls zur Funktion der anderen Komponenten eine Beschaltung notwendig ist, geben Sie diese ebenfalls an.
2. Zeichnen Sie die Übertragungskennlinien aller Komponenten Ihres Blockschaltbildes im Bereich von kleinster bis größter möglicher Aussteuerung in der Art, dass die jeweiligen Grenzen bzw. Asymptoten der Aussteuerbereiche erkennbar sind. Für die Kennlinie des μC1 nehmen Sie zur Vereinfachung an, dass die CPU ohne Programmcode die Eingangsdaten unverändert als Ausgangsdaten ausgibt.
3. Markieren Sie auf den Kennlinien die jeweiligen Grenzen des Aussteuerbereichs (Wertebereich) in der Anwendung des Kunden. Berücksichtigen Sie dabei auch den Einschalt-Augenblick.

2.3 Ereignis-Konditionierung

Erläutern Sie die Wahl Ihres Konzepts für die Konditionierung des Sensor-Signals indem Sie folgende Fragen beantworten.

1. Wie erzeugen und gewährleisten Sie den Betrieb im geforderten Spannungsbereich des Sensors?
2. Verwenden Sie die Ausgangsspannung oder den Ausgangsstrom des Sensors als das zu verarbeitende Ereignis und warum?
3. Welchen Einfluss hat in Ihrem Konzept eine Betriebsspannungsschwankung auf das ADC Eingangssignal des μC1 ? Welche Möglichkeiten sehen Sie zur Verbesserung?

2.4 Belegung des Frequenzbereichs, Störgrößen

1. Schätzen Sie anhand plausibler Überlegungen ab, welche Frequenzen bzw. welchen Frequenzbereich die Ereignisse an den Ein- und Ausgängen der Komponenten in Ihrem Konzept belegen. Welche Frequenzen erwarten Sie an den Betriebsspannungs-Anschlüssen der Komponenten?
2. Welche Komponente schätzen Sie als besonders empfindlich bezüglich der Einkopplung von Störsignalen ein? Welche Komponente schätzen Sie als die größte Ursache für das Erzeugen von Störsignalen ein? Begründen Sie Ihre Einschätzungen.
3. Welche Art von Störungen (kapazitiv/induktiv eingekoppelt, Störung von Signal- oder Betriebsspannungsleitern, ...) erwarten Sie in Ihrem Konzept und mit welchen Maßnahmen minimieren Sie deren Einfluss?

2.5 Betriebsspannungskonzept

Stellen Sie Ihr Betriebsspannungskonzept vor und erläutern Sie es anhand der folgenden Fragen.

1. Wieviele Betriebsspannungen mit welchen Spannungs-Werten benötigen Sie? Schätzen Sie mit begründeten Annahmen ab, wie hoch die Ströme aus den Betriebsspannungsquellen sein werden.
2. Skizzieren Sie (Blick von oben auf die Leiterplatte) eine geeignete Anordnung sämtlicher Komponenten Ihres Konzepts zusammen mit den zugehörigen Betriebsspannungsquellen und von Ihnen gegebenenfalls eingesetzten Abblock-Kondensatoren. Skizzieren Sie darin einen geeigneten Verlauf der Betriebsspannungs-Verdrahtung für geringe Störungen. Für eine realistische Einschätzung der Abstände beachten Sie bitte die Abmessungen der Komponenten. Für Betriebsspannungsquellen nehmen Sie zur Vereinfachung jeweils die gleichen Abmessungen und Anschlüsse wie für die H1 Komponente an.
3. Schätzen Sie anhand des Layouts die maximal zu erwartende Induktivität eines Betriebsspannungsleiters anhand der größten zu erwartenden Verdrahtungslänge ab. Verwenden Sie dazu als Näherung die Annahme, dass die Induktivität mit 1nH/mm proportional zur Verdrahtungslänge ist.

Ermitteln und skizzieren Sie mit den Methoden der Vorlesung den erwarteten qualitativen Verlauf (keine Werte notwendig) der Impedanz des Betriebsspannungsnetzwerks an der Stelle des μC1 . Wählen Sie dazu das Modell eines idealisierten Reaktanznetzwerks worin die Impedanz der elektronischen Komponenten und der Leiterwiderstand vernachlässigt wird. Zeigen Sie in dem Reaktanzverlauf in welchem Frequenzbereich die Abblockung näherungsweise dem gewünschten Idealfall entspricht.

3 Anhang, Datenblätter

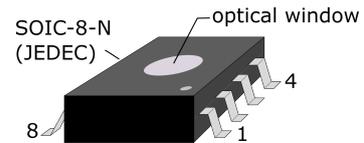
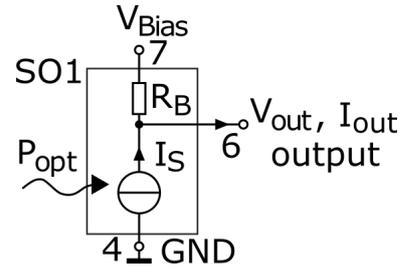
Data Sheet Sensor SO1

Application

Detection of the optical power.

Description

The optical power P_{opt} of the light at the sensor's optical window input will be converted into an electrical output current I_S . The Responsivity $r := I_S/P_{opt}$ characterizes the conversion gain from the sensor input to the output. For proper operation the sensor needs to be biased by a minimum voltage V_{out} at the sensor output. Sensor biasing application examples are given in the respective section.



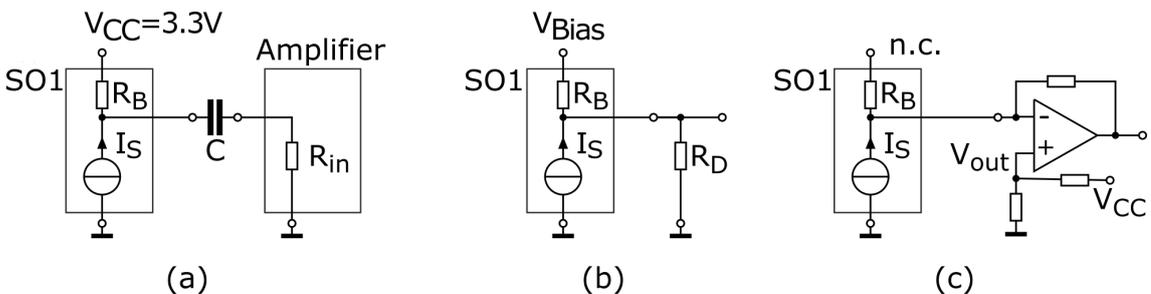
Absolute Maximum Rating: maximum voltage at sensor output $V_{out}=5\text{ V}$.

Electrical characteristics

at 25°C junction temperature

PARAMETER	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
r Responsivity	$V_{out}=2\text{V}$		1		A/W
V_{out} Output Voltage		1			V
R_B Internal bias resistor			10		k Ω

Sensor Biasing Application Examples



Biasing variant (a) provides a pure a.c output signal with a high-pass cut-off frequency $1/(2C(R_B + R_{in}))$. Variant (b) creates a simple voltage divider by an external resistor R_D , which can e.g. be used to bias the sensor from arbitrarily high bias voltages V_{Bias} available in the system. Variant (c) advantageously utilizes the virtual ground at an operational amplifier input to bias the sensor at V_{out} .

Biasing Recommendations

For proper operation, the bias voltage must be properly decoupled. For decoupling the bias line, a 0.1- μF capacitor is recommended and should be placed as close as possible to the SO1 bias pin.

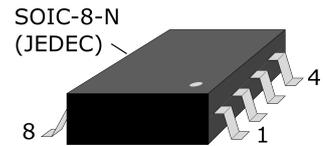
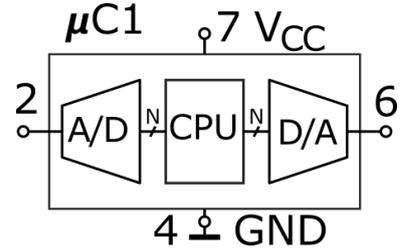
Data Sheet $\mu C1$

Application

Analog signal control by digital program code.

Description

The $\mu C1$ is intended for low power applications. It converts an analog voltage at the analog-to-digital converter (ADC) input into digital domain data. This data is processed by the CPU depending on the program code. The resulting output is converted back into the analog domain by a digital-to-analog converter (DAC) at the controller output. The DAC is realized by pulse-width-modulation (PWM) as described in the related section.



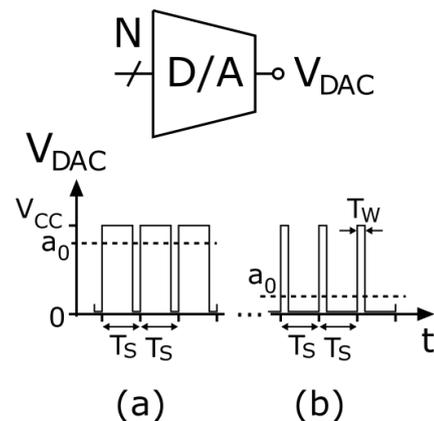
Electrical characteristics

at $V_{CC} = +5V \pm 10\%$ and $25^\circ C$ junction temperature (unless otherwise noted).

	PARAMETER	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
f_S	Sampling rate	of ADC and DAC		1		MS/s
N	Resolution	of ADC and DAC		8		bit
FSR_{AD}	ADC input voltage range	full scale resolution			V_{CC}	V
FSR_{DA}	DAC output voltage range	full scale resolution			V_{CC}	V
f_{CLK}	CPU clock frequency	internal clock		10		MHz
R_{in}	ADC input resistance			10		M Ω
$I_{o,max}$	Maximum DAC output current	at resistive load			10	mA
V_{CC}	Supply voltage		2.7		5.5	V
I_{CC}	Supply current	all I/Os open		1	1.8	mA

D/A converter of PWM type

The DAC of the $\mu C1$ is of the PWM type. The actual analog output signal is represented by the mean value a_0 of the DAC output signal voltage V_{DAC} . Figures (a) and (b) show the pulse train of the PWM output signal voltage for a high and a low DAC output voltage a_0 , respectively. The pulse period is constant at $T_S = 1/f_S$ given by the sampling rate f_S . The pulse width and thereby a_0 is controlled by digital N -bit word at the DAC input.



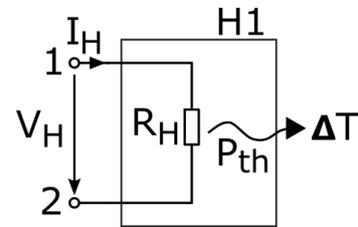
Data Sheet H1¹

Application

Thermal heating of semiconductor lasers and coffeepots.

Description

The H1 is an electrical heater with a high thermal time constant to create a well defined constant temperature at a thermally attached semiconductor laser. The heat is created by thermal dissipation of the electrical power consumed by the resistor R_H . A voltage V_H or a current I_H applied to the heater terminals leads to a power of $P_H = V_H^2/R_H = I_H^2 R_H$. The heater temperature $T = \Delta T + T_{amb}$ will thereby be raised by $\Delta T = \alpha P$ over the ambient temperature T_{amb} .



Absolute Maximum Rating: Maximum average resistor power $P_H=20W$

Electrical characteristics

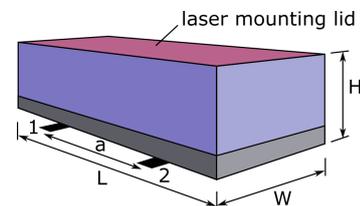
Characteristics are valid in a temperature range of $T = 0 \dots 90^\circ$.

PARAMETER	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
P_H Resistor power		0	10	30	W
R_H Resistance	$R := V_H/I_H$	9	10	11	Ω
α Thermal conductivity	$\alpha := \Delta T/P$		2.5		$^\circ C/W$
τ_T Thermal time constant	see ¹		60		s

Notes: ¹Time to reach 63.2% of the settled final temperature for a sudden change in resistor power P_H .

Package Outline

Dimensions (inch) L/W/H = 4/2/1. Electrical contacts at the bottom level are suitable for reflow soldering. Contact pitch $a=2$ inch, centered along the L dimension.



¹IMPORTANT NOTE: THIS PRODUCT IS NOT AUTHORIZED FOR USE IN WEAPONS. NOR IS THIS PRODUCT DESIGNED OR AUTHORIZED FOR USE IN: (A) SAFETY CRITICAL APPLICATIONS SUCH AS LIFE SUPPORTING, ACTIVE IMPLANTED DEVICES OR SYSTEMS WITH PRODUCT FUNCTIONAL SAFETY REQUIREMENTS; (B) AERONAUTIC APPLICATIONS; (C) AUTOMOTIVE APPLICATIONS OR ENVIRONMENTS, AND/OR (D) AEROSPACE APPLICATIONS OR ENVIRONMENTS. WHERE THIS PRODUCT IS NOT DESIGNED FOR SUCH USE, THE PURCHASER SHALL USE THIS PRODUCT AT PURCHASER'S SOLE RISK.

Data Sheet OP1

OP1 is a low cost variant of the standard 741-type operational amplifier. For a specification refer to the latest version of the Texas Instruments μ A741 data sheet.

