



AUFGABENSTELLUNG LEITERPLATTENENTWURF FÜR DIE ÜBUNG RECHNERGESTÜTZTER ENTWURF

Vorlesung Rechnergestützter Entwurf • Sommersemester 2024

Impressum:

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik • Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design
01062 Dresden (Postadresse) • 01069 Dresden • Mommsenstraße 18 (Besucheradresse)

Aufgabenstellung für die Übung „Rechnergestützter Entwurf“

Begleitend zur Vorlesung „Rechnergestützter Entwurf“ gehalten von
Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig im Sommersemester 2024

Im Internet: www.ifte.de/lehre/rechn_entwurf/index.html

Autor:

Dr.-Ing. Frank Reifegerste • Raum BAR II/32 • Tel. 36296

Dokumentversion: 1.1

Änderungsdatum: 8.5.2024

Alle Rechte an der Verwendung des Dokuments, an dessen Bestandteilen und Inhalten vorbehalten.

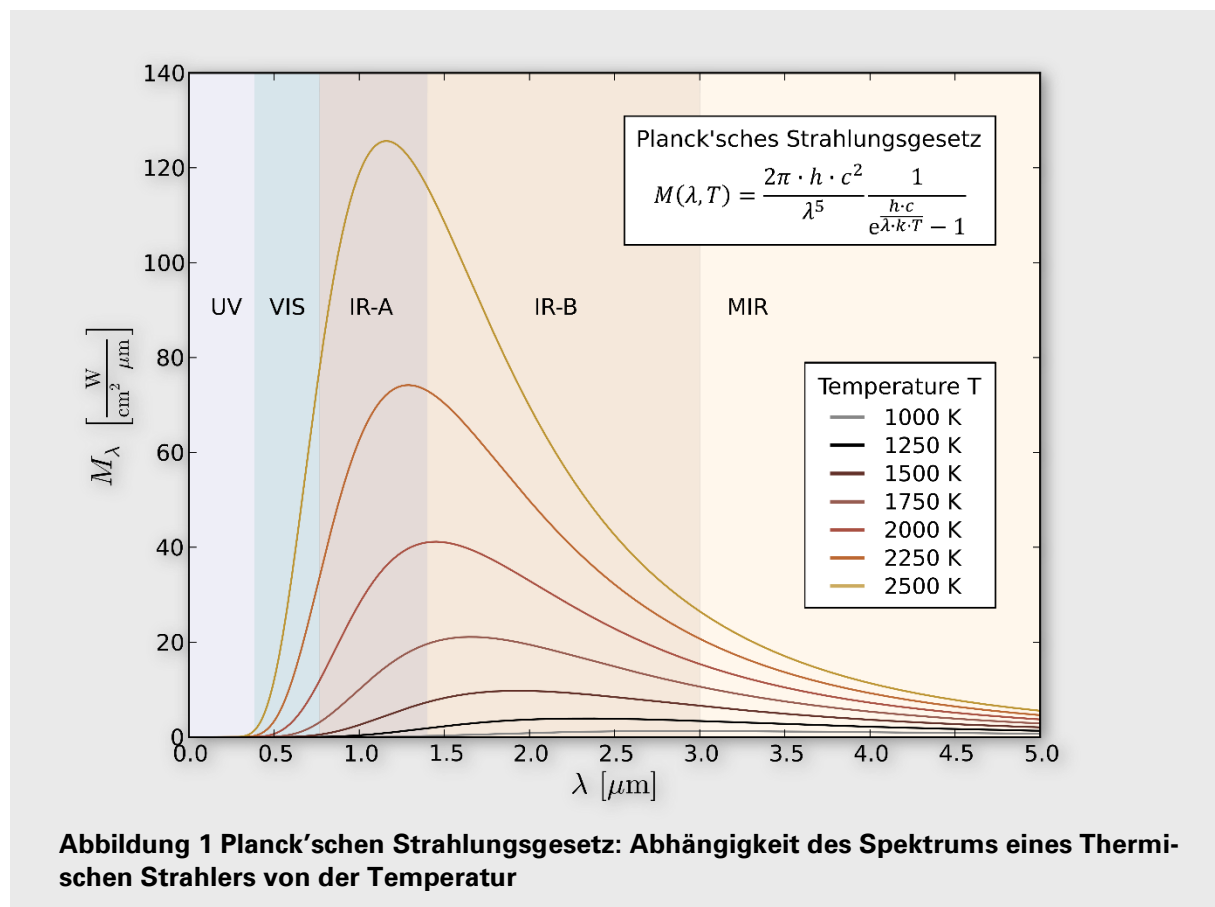
AUFGABENSTELLUNG ÜBUNG RECHNERGESTÜTZTER ENTWURF

Ziel der Übung zur Vorlesung „Rechnergestützter Entwurf“ ist es, beim Verdrahtungsträger-Entwurf auftretende Teilaufgaben zu trainieren und so eine Übersicht über die dabei ablaufenden Schritte zu erhalten. Anhand kommerzieller Entwurfssysteme sollen eigene Erfahrungen auf dem Gebiet des Layoutentwurfs gesammelt werden. Dabei sind die elektrischen, mechanischen, wirtschaftlichen und technologischen Randbedingungen zu beachten.

LEITERPLATTENENTWURF EINER MIT SMD-BAUELEMENTEN BESTÜCKTEN PLATINE

Motivation zur Aufgabenstellung

Viele Anwendungen, bei denen infrarote Strahlung verwendet wird, benötigen für ihre Funktion eine künstliche Strahlungsquelle. Häufig nutzt man hierfür die von einem Körper mit einer bestimmten Temperatur abgegebene Strahlung. Solche, sogenannten thermischen Strahler emittieren ein Spektrum, dass durch das Planck'sche Gesetz beschrieben werden kann (**Abbildung 1**). Indem man die Temperatur des Strahlers festlegt, kann so ein definiertes Infrarotspektrum erzeugt werden. Zum Einstellen der Temperatur wird eine Konstantleistungsquelle eingesetzt. Für die im Anhang gegebenen Schaltung einer solchen Quelle soll im diesjährigen Praktikum eine Leiterplatte entworfen werden.



Überblick über die Schaltung

Gegeben ist die Schaltung einer Konstantleistungsquelle in Anhang 2. Das Funktionsschaltbild in **Abbildung 2** gibt einen Überblick über die Wirkungsweise.

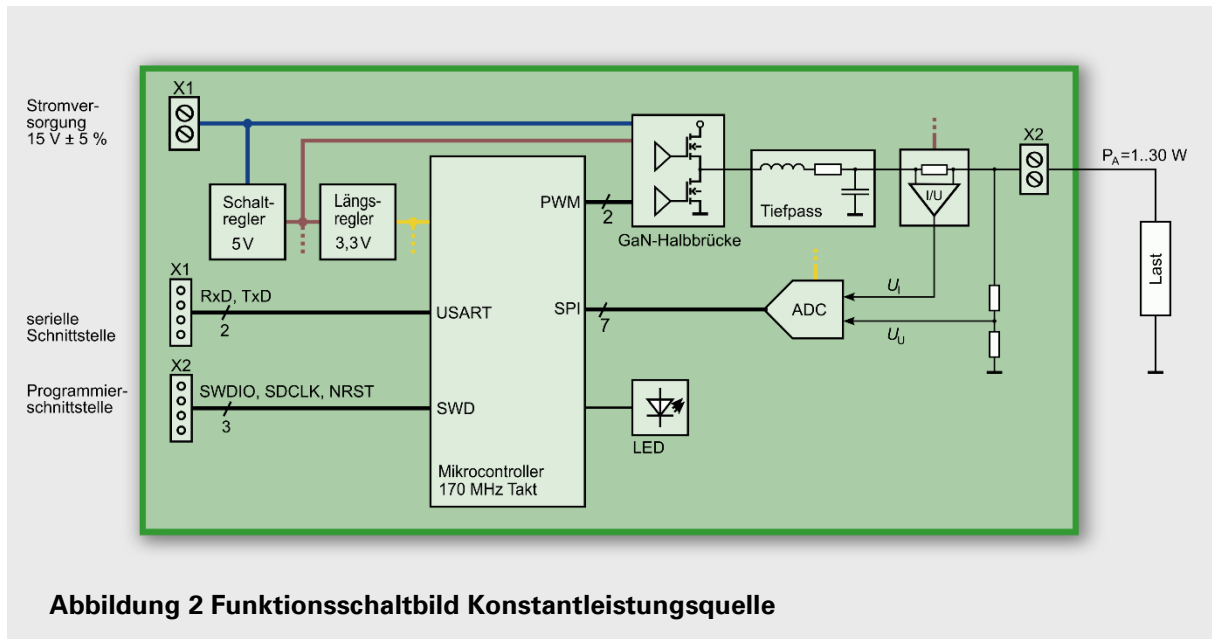


Abbildung 2 Funktionsschaltbild Konstantleistungsquelle

Die Schaltung der Konstantleistungsquelle ist als Schaltnetzteil ausgeführt. Als Leistungshalbleiter zum Schalten der Last kommt die integrierte GaN-Halbbrücke N3 zum Einsatz. Diese wird durch pulsweitenmodulierte Signale vom Mikrocontroller D6 angesteuert. Das geschaltete Ausgangssignal von N3 wird anschließend gefiltert, um die Last mit Gleichstrom bzw. Gleichspannung zu versorgen. Um die Ausgangsleistung zu regeln, müssen Ausgangsstrom und Ausgangsspannung gemessen werden. Hierzu dient der zweikanalige Analog-Digital-Wandler (ADC) N5. Der Instrumentenverstärker N4 arbeitet als Strom-Spannungs-Umsetzer und erzeugt eine zum Ausgangsstrom proportionale Spannung.

Zur Stromversorgung der Schaltung dient der Schaltregler N1. Dieser erzeugt aus der Eingangsspannung von $15\text{ V} \pm 5\%$ die Betriebsspannung von 5 V. Aus dieser wird mit dem Längsregler N2 eine weitere Betriebsspannung von 3,3 V abgeleitet. Die Kommunikation mit der Schaltung zur Vorgabe von Sollwerten erfolgt über die serielle Schnittstelle an Steckverbinder X3. Der Mikrocontroller wird über die Programmierschnittstelle X4 programmiert. Mit Hilfe der LED V60 lassen sich interne Schaltungszustände visualisieren. Die Programmierung des Mikrocontrollers ist nicht Inhalt dieses Praktikums.

Ziel

Ziel des Leiterplattenentwurfs ist es, die vorgegebene Schaltung in ein funktionsfähiges und herstellbares Layout umzusetzen. Die maximale Umgebungstemperatur (Lufttemperatur) beträgt $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Weiterhin sind EMV-Aspekte, thermische Aspekte (Anordnung der Bauelemente, Verlustleistungen, Leiterbahnbreiten), mechanische Randbedingungen (Befestigungsmöglichkeiten, Lage der Bauelemente und Steckverbinder), technologische Parameter (Leiterbahnbreiten, Via-Durchmesser, Mindestabstände) und die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Konstruktionsvarianten (Layeranzahl, Kupferdicke, Preis) zu berücksichtigen. Um Kosten und Ressourcen zu sparen, ist auf eine geringe Fläche der Leiterplatte zu achten. Es ist von einer Stückzahl von zehn zu fertigenden Platinen auszugehen.

ABLAUF DER ÜBUNG

Neben den technischen Aufgaben soll die Projektarbeit trainiert werden. Es wird in Gruppen zu zwei Personen gearbeitet.

Zuerst wird ein Terminplan erstellt. In diesem Terminplan werden die zur Lösung notwendigen Teilaufgaben (z. B. Problem-, Schaltungs-, Anforderungsanalyse, Recherche, Berechnung, Layout, Dokumentation) jeweils mit einem Datum, dem abgeschätzten Arbeitsaufwand und dem Bearbeiter eingetragen. Anhand dieses Plans kann bei der Aufgabenbearbeitung der aktuelle Projektstand kontrolliert werden. Für dabei entstehende Fragen stehen Konsultationstermine zur Verfügung.

Im Einzelnen sind folgende Aufgaben zu bearbeiten:

- Schaltungsanalyse, Einarbeiten in die Funktionsweise,
- Recherche der Datenblätter der Bauelemente,
- Recherche eines potentiellen Leiterplattenfertigers, ermitteln der fertigungstechnischen Vorgaben (Leiterzugsbreiten, Mindestabstände, Viadurchmesser, Ebenenaufbau, Preise) dieses Herstellers,
- Vorüberlegungen zur Platzierung der Bauelemente und zum Leiterplattenaufbau,
- Ergänzen der Schaltsymbol- und Footprintbibliothek, Zeichnen des Schaltplanes, Entwickeln des Layouts, Erzeugen der Ergebnisdaten,
- Anfertigen des Belegs, Diskussion des Ergebnisses.

Termine

Die Termine entnehmen Sie bitte dem Dokument www.ifte.de/lehre/rechn_entwurf/ablauf_SS24_GMM.pdf.

ERGEBNISSE

Alle Lösungswege sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Die Dateien müssen zugeordnet werden können. Dazu ist gegebenenfalls eine Beschreibung anzufügen.

Einzureichende Unterlagen

Die Projektdokumentation sollte folgende Unterlagen in ausgedruckter Form umfassen:

- Titelblatt mit Namen der Personen,
- Gliederung der Arbeit,
- Terminplan,
- Dokumentation Leiterplattenentwurf:
 - Dokumentation des Lösungswegs, eigener Überlegungen und Berechnungen,
 - Abbildungen des eigenen Schaltplans, der Layoutebenen, des Bestückungsplans und der mechanischen Maßzeichnung der Leiterplatte (Außenabmessungen, Positionen der Befestigungsbohrungen),
 - im Anhang: sonstige bei der Problemlösung verwendete Informationen (kein Ausdruck von IC-Datenblättern),
- Quellenverzeichnis.
- Zusätzlich sind folgende Ergebnisse (Programmversion wie in Übung) abzugeben:
 - Altium Designer Projektdateien des Leiterplattenentwurfs,
 - Ergebnisdateien für die Leiterplattenproduktion (Gerber-Dateien, Bohrdatei).

Bitte legen Sie Ihre Ergebnisse (Projektdateien) als ZIP-Archiv auf den Austauschserver der TU Dresden: www.ifte.de/lehre/rechn_entwurf/uebung/upload-pcb.html .

PRÜFUNG

Zum Zeitpunkt der Prüfung erfolgt die mündliche Verteidigung des Projekts. Diskussionsgrundlage bilden die eingereichten Unterlagen.

Konkret gliedert sich die Prüfung in die Teile:

- Vorstellung der Ergebnisse der Aufgabe in einem fünfminütigen Kurzvortrag,
- Beantwortung von Fragen zum Projekt,
- Prüfungsfragen zur Vorlesung „Rechnergestützter Entwurf“.

Die Abschlussnote setzt sich aus der Bewertung des Belegs und der mündlichen Prüfung zusammen.

GLOSSAR

ADC	...	A nalog- D igital- C onverter
Footprint	...	Gesamtheit der für die elektrische Kontaktierung, Beschriftung und mechanische Befestigung eines Bauelements notwendigen Elemente auf einer Leiterplatte
GaN	...	G allium n itrid (-Transistor), moderne Halbleitertechnologie
LED	...	L ight E mitting D iode – Leuchtdiode
PWM	...	P uls w eiten m odulation
Routen	...	Festlegen der Größe und Position von Leiterbahnen
Schematic	...	Schaltplan
SMD	...	S urface M ounted D evice – oberflächenmontiertes Bauelement
SPI	...	S erial P eripheral I nterface – synchrone serielle Schnittstelle
SWD	...	S erial W ire D ebg – Programmier- und Debugging-Schnittstelle
USART	...	U niversal S ynchronous/ A synchronous R eceiver T ransmitter – serielle Schnittstelle

QUELLEN- UND LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Händschke, Jürgen: Leiterplattendesign: Ein Handbuch nicht nur für Praktiker, Verlag Eugen Leuze, 2006.
- [2] Zickert, Gerald: Leiterplatten: Stromlaufplan, Layout und Fertigung – Ein Lehrbuch für Einsteiger, Carl Hanser Verlag München, 2018.

LINKS ZU DEN HERSTELLERN DER VERWENDETEN BAUELEMENTE

Coilcraft	www.coilcraft.com (3.4.2024)
Isabellenhütte	www.isabellenhuette.de (3.4.2024)
Molex Connectors	www.molex.com (3.4.2024)
Panasonic	na.industrial.panasonic.com (3.4.2024)
Phoenix Contact	www.phoenixcontact.com (3.4.2024)
Samsung Electro-Mechanics	samsungsem.com (3.4.2024)
ST Microelectronics	www.st.com (3.4.2024)
Texas Instruments	www.ti.com (3.4.2024)
Vishay Intertechnology	www.vishay.com (3.4.2024)
Würth Elektronik	www.we-online.com (3.4.2024)

ANHANG

Stückzahl	Bezeichner	Wert bzw. Bezeichnung	Funktion	Hersteller	Schlüsselnummer lt. Hersteller	Bauform / Gehäuse
1	R40	10 m Ω , 2 W	SMD-Widerstand	Isabellenhütte	VMP-R010-1.0	0642 → 2010
1	R30	0,1 Ω , 1 W	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-B2CFR10V	2040 → 0612
6	R50-R53, R60, R61	1 k Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF1001V	0603
1	R42	1,6 k Ω , 0,1 %	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-PB3B1601V	0603
1	R11	22,1 k Ω , 0,5 %	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3RBD2212V	0603
1	R41	33 k Ω , 0,1 %	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-PB3B3302V	0603
1	R10	115 k Ω , 0,5 %	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3RED1153V	0603
2	C53, C54	10 nF, 50 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL10B103KB8NNNC	0603
10	C11, C21, C30-C32, C40, C60, C63-C65	100 nF, 50 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL10B104KB8NNNC	0603
1	C52	220 nF, 50 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL10B224KB8NNNC	0603
5	C22, C50, C51, C60, C62	1 μ F, 25 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL10B105KA8NNNC	0603
4	C10, C20, C33, C34	10 μ F, 50 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL31B106KBHNNNE	1206
1	C35	680 μ F, 35 V	SMD-Polymer-Elko	Panasonic	EEHVS1V681UP	siehe Datenblatt
1	L10	18 μ H	SMD-Speicherdrossel	Coilcraft Inc.	LPS6235-183MRC	siehe Datenblatt
1	L30	33 μ H	SMD-Speicherdrossel	Würth Elektronik	7447707330	siehe Datenblatt
1	N1	LMR54406FDBV	Schaltregler	Texas Instruments	LMR54406FDBV	SOT23-6
1	N2	TLV70433DBV	Längsregler	Texas Instruments	TLV70433DBV	SOT23-5
1	N3	LMG5200MOV	GaN-Halbbrücke	Texas Instruments	LMG5200MOV	siehe Datenblatt
1	N4	INA241A3IDDFR	Instrumentenverstärker	Texas Instruments	INA241A3IDDFR	SOT23-8
1	N5	ADS131M02IPW	Zweikanal-ADC	Texas Instruments	ADS131M02IPW	TSSOP20
1	D6	STM32G474CBT6	Mikrocontroller	ST Microelectronics	STM32G474CBT6	LQFP48
1	V60	VLMW1300-GS08	LED, weiß	Vishay	VLMW1300-GS08	0603
2	X1, X2	MKDSN 1,5/ 2-5,08	Schraubklemme	Phoenix-Kontakt	1729128	siehe Datenblatt
2	X3, X4	87438-0443	Anschlussklemme	Molex	87438-0443	siehe Datenblatt

Stückliste für Leiterplattenentwurf

