

AUFGABENSTELLUNG LEITERPLATTENENTWURF FÜR DIE ÜBUNG RECHNERGESTÜTZTER ENTWURF

Vorlesung Rechnergestützter Entwurf • Sommersemester 2025

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 2025

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: 27.3.2025

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

Thermografiekameras haben sich als vielfältig einsetzbare Messinstrumente etabliert. Anwendungen sind beispielsweise das Untersuchen von Wärmepfaden bei der Gebäudeisolation, die Untersuchung elektronischer Schaltungen (Abb. 1) oder mechanischer Anordnungen. Kommerzielle Wärmebildsensoren, die eine orts aufgelöste Wärmebild messen, sind mittlerweile preiswert verfügbar, so dass mit verhältnismäßig geringem Aufwand eine Wärmebildkamera aufgebaut werden kann. Bei bekanntem Emissionskoeffizienten der Oberfläche des Messobjektes lässt sich so eine Messunsicherheit von unter $\pm 0,5$ K erreichen. Für die im Anhang gegebene Schaltung einer Thermografiekamera soll im diesjährigen Praktikum eine Leiterplatte entworfen werden.



Überblick über die Schaltung

Gegeben ist die Schaltung einer Thermografiekamera nach Anhang 2. Das Funktionsschaltbild in Abb. 2 verdeutlicht deren Funktion.

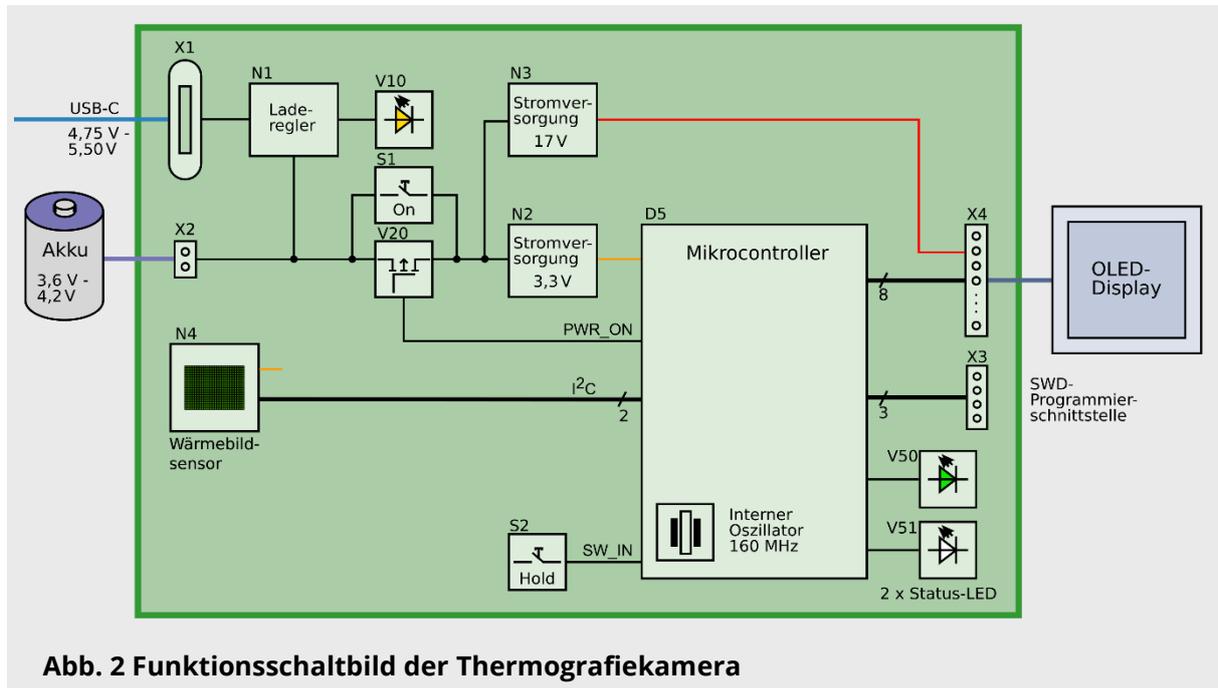


Abb. 2 Funktionsschaltbild der Thermografiekamera

Der Wärmebildsensor N4 gibt die Messdaten über den I²C-Bus an den Mikrocontroller D5 weiter. Der Mikrocontroller verarbeitet die Sensordaten und überträgt sie zur Darstellung an das an Steckverbinder X4 angeschlossene OLED-Display. Die Arbeitsfrequenz von 160 MHz wird durch Taktvervielfachung aus dem internen Taktgenerator erzeugt.

Zur Versorgung der Thermografiekamera dient der an Anschluss X2 angeschlossener Akkumulator. Der Laderegler N1 gestattet das Aufladen des Akkumulators, wenn am USB-C Anschluss X1 eine Spannung anliegt. Aus der Akkumulatorspannung (3,6 V bis 4,2 V) wird mit dem Längsregler N2 die 3,3 V Betriebsspannung für Sensor, Mikrocontroller und Anzeige erzeugt. Der Aufwärtswandler N3 erzeugt die Betriebsspannung der Anzeige von 17 V. Die hierbei entstehende Verlustwärme ist, wenn notwendig, konstruktiv im Layout zu berücksichtigen.

Die Kamera wird durch den Taster S1 eingeschaltet. Dieser überbrückt kurzzeitig den MOSFET V20. Damit kann der Mikrocontroller D5 starten und über den Anschluss PWR_ON den MOSFET anschalten. Der Taster S2 gestattet das Festhalten eines Bildes im Display. Über die SWD-Schnittstelle an X3 wird der Mikrocontroller programmiert. Die LED V50 und V51 zeigen Betriebszustände, die LED V10 den Ladevorgang an. 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 50 °C. Weiterhin sind EMV-Aspekte, thermische Aspekte (Verlustleistungen, Leiterbahnbreiten), mechanische Randbedingungen (Befestigungsmöglichkeiten, Lage der Bauelemente und Steckverbinder) und technologische Parameter (Leiterbahnbreiten, Via-Durchmesser, Mindestabstände) und die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Konstruktionsvarianten (Layeranzahl, Kupferdicke, Preis) zu berücksichtigen. Da die Thermografiekamera als kompaktes Handgerät aufgebaut werden soll, ist auf eine geringe Fläche der Leiterplatte zu achten. Da es sich um einen Musteraufbau handelt, ist für Kostenabschätzungen von einer Stückzahl von zehn Stück 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_SS25_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

Footprint	...	alle Elemente, die für die elektrische Kontaktierung, mechanische Befestigung und Beschriftung eines Bauteils auf einer Leiterplatte erforderlich sind
I ² C	...	I nter I ntegrated C ircuit – bidirektionaler serieller Datenbus
LED	...	L ight E mitting D iode – Leuchtdiode
Routen	...	Festlegen der Größe und Position von Leiterbahnen
Schematic	...	Schaltplan
SMD	...	S urface M ounted D evice – oberflächenmontiertes Bauelement
SWD	...	S erial W ire D ebug – Programmier- und Debugging-Schnittstelle
USB	...	U niversal S erial B us – serieller Bus

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

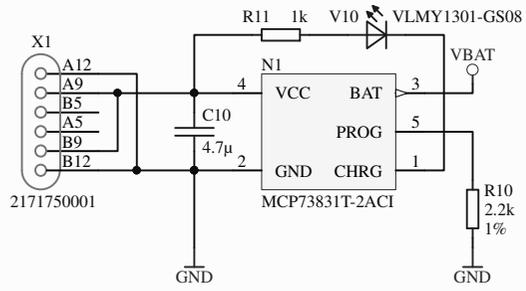
Analog Devices	www.analog.com (14.3.2025)
Diodes	www.diodes.com (12.3.2025)
Melexis	www.melexis.com (14.3.2025)
Microchip	www.microchip.com (14.3.2025)
Molex Connectors	www.molex.com (14.3.2025)
Nexperia	www.nexperia.com (12.3.2025)
Onsemi	www.onsemi.com (14.3.2025)
Panasonic	na.industrial.panasonic.com (14.3.2025)
Samsung Electro-Mechanics	samsungsem.com (14.3.2025)
ST Microelectronics	www.st.com (14.3.2025)
Texas Instruments	www.ti.com (14.3.2025)
Vishay Intertechnology	www.vishay.com (14.3.2025)
Würth Elektronik	www.we-online.com (14.3.2025)

ANHANG

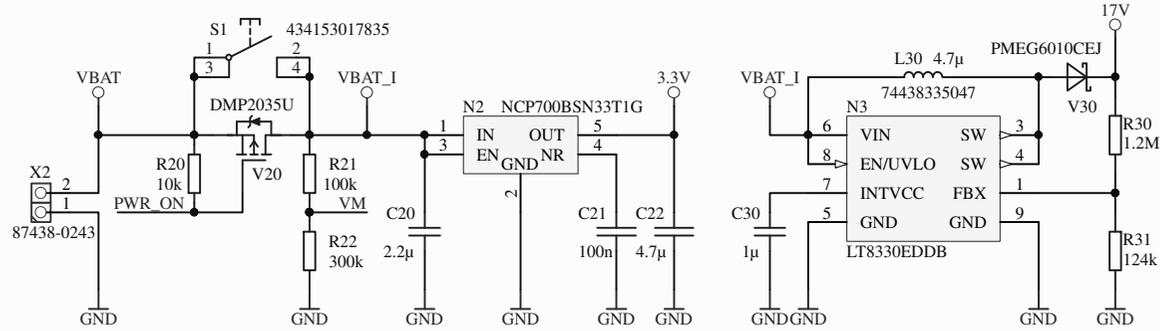
Stückzahl	Bezeichner	Wert bzw. Bezeichnung	Funktion	Hersteller	Schlüsselnummer lt. Hersteller	Bauform / Gehäuse
1	R60	47 Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF47R0V	0603
2	R50, R51	620 Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF6200V	0603
1	R11	1 k Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF1001V	0603
1	R10	2,2 k Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF2201V	0603
2	R40, R41	4,7 k Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF4701V	0603
1	R20	10 k Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF1002V	0603
1	R21	100 k Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF1003V	0603
1	R31	124 k Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF1243V	0603
1	R22	300 k Ω	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-3EKF3003V	0603
2	R30, R61	1,2 M Ω	SMD-Widerstand	Vishay	CRCW06031M20FKEAC	0603
6	C21, C40, C51, C52, C62, C64	100 nF, 50 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL10B104KB8NNNC	0603
3	C30, C63, C65	1 μ F, 25 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL10B105KA8NNNC	0603
3	C20, C50, C53	2,2 μ F, 10 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL10B225KP8NNWC	0603
4	C10, C22, C60, C61	4,7 μ F, 25 V, X5R	SMD-Kondensator	Samsung	CL10A475MA8NQNC	0603
1	L30	4,7 μ H	SMD-Speicherdrossel	Würth Elektronik	74438335047	siehe Datenblatt
1	N1	MCP73831T-2ACI	Laderegler Li-Ion Akku	Microchip	MCP73831T-2ACI	SOT23-5
1	N2	NCP700BSN33T1G	Längsregler	Onsemi	NCP700BSN33T1G	TSOP5
1	N3	LT8330EDDB	Aufwärtswandler	Analog Devices	LT8330EDDB	DFN8
1	N4	MLX90640ESF-BAB	Wärmebildsensor	Melexis	MLX90640ESF-BAB	siehe Datenblatt
1	D5	STM32G491KCU6	Mikrocontroller	ST Microelectronics	STM32G491KCU6	UFQFPN32
1	V10	VLMY1301-GS08	SMD-LED, gelb	Vishay	VLMY1301-GS08	0603
1	V50	VLMTG1401-GS08	SMD-LED, grün	Vishay	VLMTG1401-GS08	0603
1	V51	VLMW1301-GS08	SMD-LED, weiß	Vishay	VLMW1301-GS08	0603
1	V20	DMP2035U	P-Kanal-MOSFET	Diodes Incorporated	DMP2035U	SOT23
1	V30	PMEG6010CEJ	Schottkydiode	Nexperia	PMEG6010CEJ	SOD323F
2	V60, V61	1N4148W-7-F	Diode	Diodes Incorporated	1N4148W-7-F	SOD123
1	X1	2171750001	USB-C Buchse	Molex	2171750001	siehe Datenblatt
1	X2	87438-0243	Anschlussklemme	Molex	87438-0243	siehe Datenblatt
1	X3	87438-0443	Anschlussklemme	Molex	87438-0443	siehe Datenblatt
1	X4	541043096	Flexprint-Klemme	Molex	541043096	siehe Datenblatt
2	S1, S2	434153017835	SMD-Taster	Würth Elektronik	434153017835	siehe Datenblatt

Stückliste für Leiterplattenentwurf

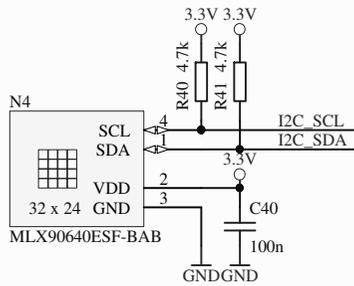
USB-C Buchse



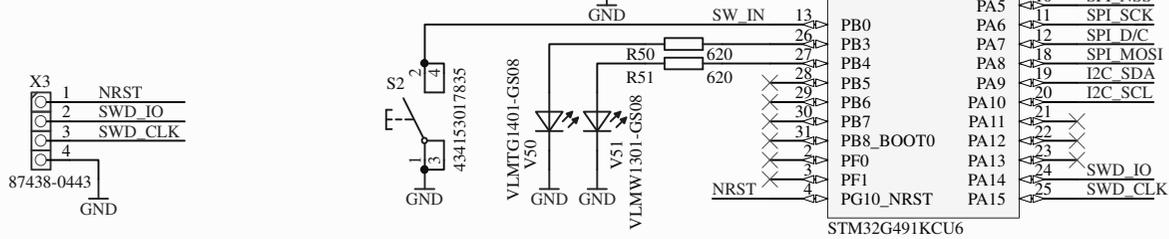
Akku (3,6 .. 4,2 V)



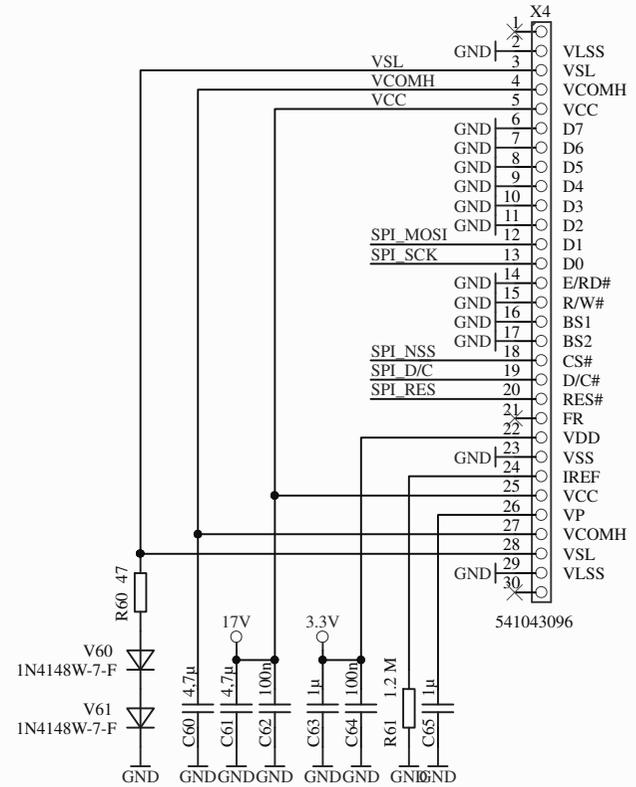
Wärmebildsensor



SWD (Programmierung)



Display NHD-1.91-176176B



Title		
Thermografiekamera		
Size	Number	Revision
A4		V1.0
Date:	27.03.2025	Sheet 1 of 1
File:	D:\eigen.dat\Thermografiekamera.SchDoc Drawn By: IFTE	