



Hochschule für Technik,
Wirtschaft und Kultur Leipzig

FAKULTÄT INGENIEURWISSENSCHAFTEN

E469 - AUSGEWÄHLTE THEMEN DER
AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

**9V auf 24V Adapter Fischertechnik
Roboter**

Authoren Paul Wakan, Eric Reinhold
Betreuer Marco Braun

17. September 2023

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Grundlagen Erklärungen | 1 |
| 1.1 Optokoppler | 1 |
| 1.2 SPS | 1 |
| 1.3 DC-DC Wandler | 1 |
| 1.4 Relais | 1 |
| 1.5 Inkrementalgeber | 1 |
| 2 Einleitung und Ziel des Projektes | 2 |
| 3 Planung | 3 |
| 3.1 Platine | 3 |
| 3.2 Gehäuse und Anschluss an Roboter | 3 |
| 4 Durchführung | 4 |
| 4.1 Platinendesign | 4 |
| 4.1.1 Motorensteuerung | 4 |
| 4.1.2 Auswertung der Sensorsignale | 4 |
| 4.1.3 Erstellung des Platinendesigns | 5 |
| 4.2 Entwicklung des Gehäuses | 5 |
| 4.3 Löten der Platine | 6 |
| 4.4 Verlöten der 2mm Bananenbuchsen mit Steckbrettleitungen | 6 |
| 4.5 Zusammenbau des Geräts | 7 |
| 4.6 Inbetriebnahme und Funktionsnachweis | 8 |
| 5 Probleme, Lösungen und Verbesserungsvorschläge | 9 |
| 5.1 Inkompatibilität der Fischer Stecker mit Bananenbuchsen | 9 |
| 5.2 Inkrementalgeber | 9 |
| 5.3 Gehäuse | 10 |
| 5.4 Mit den Steckbrettleitungen verlötete Bananenbuchsen | 10 |
| 6 Anhang | 11 |
| 6.1 Anhang 1: Schaltplan der Motorenadaptierung | 11 |
| 6.2 Anhang 2: Schaltplan der Sensorenadaptierung | 11 |
| 6.3 Anhang 3: Platinenlayout | 11 |
| Abbildungsverzeichnis | 15 |

1 Grundlagen Erklärungen

Vorerst sind einige Begriffe, welche in diesem Beleg zur Verwendung kommen, zu erklären.

1.1 Optokoppler

Ein Optokoppler ist ein Bauelement, welches der Übertragung eines Signals zwischen zwei galvanisch getrennten Stromkreisen dient. Üblicherweise besteht er aus einer Leuchtdiode (optischer Sender) und einer Fotodiode, oder einem Fototransistor (optischer Empfänger). Diese Elemente befinden sich in einem Gehäuse und sind optisch miteinander gekoppelt. (Quelle: *Optokoppler*, Wikipedia 2023)

1.2 SPS

Die Abkürzung SPS steht für „Speicherprogrammierbare Steuerung“ und beschreibt ein Gerät, welches zur Steuerung einer Anlage eingesetzt wird und dabei digital programmierbar ist. (Quelle: *Speicherprogrammierbare Steuerung*, Wikipedia 2023)

1.3 DC-DC Wandler

Ein DC-DC Wandler, oder auch Gleichspannungswandler beschreibt ein Bauelement, welches eine Gleichspannung in eine höhere, niedrigere oder invertierte Gleichspannung wandelt. (Quelle: *Gleichspannungswandler*, Wikipedia 2023)

1.4 Relais

Ein Relais beschreibt einen durch elektrischen Strom betätigten Schalter. (Quelle: *Relais*, Wikipedia 2023)

1.5 Inkrementalgeber

Als Inkrementalgeber bezeichnet man einen Sensor zur Erfassung von Lage- oder Winkeländerungen. Dadurch sind Wegstrecken oder Drehwinkeländerungen auswertbar. (Quelle: *Inkrementalgeber*, Wikipedia 2023)

2 Einleitung und Ziel des Projektes

Ziel des Projekts war es, einen Adapter zu entwickeln, der den Betrieb eines gegebenen Fischer Technik Roboters (siehe Abb. 1) mit einer handelsüblichen SPS, statt mit dem verbauten Fischer Technik Controller, ermöglicht. Da sämtliche Geräte bei Fischertechnik mit 9V betrieben werden, ging es vor allem darum, eine Ein -u. Ausgangsadaption von 9 auf 24V zu realisieren.

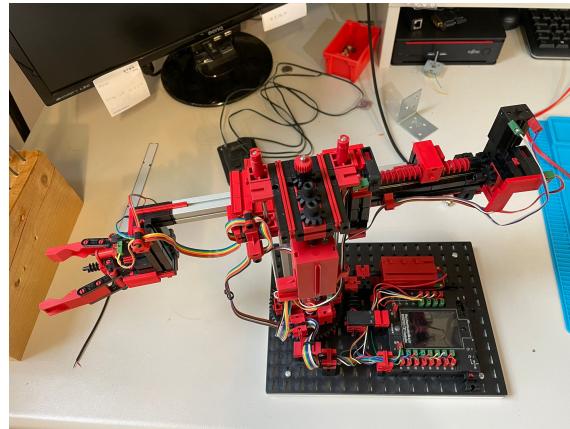


Abbildung 1: Fischer Technik Roboter

3 Planung

3.1 Platine

Bei der Planung der Platine mussten diverse Kriterien berücksichtigt werden. Zum einen waren einige Bauteile durch den betreuenden Laboringenieur bereits vorgegeben.

Diese Bauteile waren:

- DC-DC Wandler vom Typ LM2596S
- Finder Relais vom Typ 40.52 24V
- 2mm Bananenbuchsen für den Anschluss des Roboters und den Adapter

Zum anderen musste für die Platine eine Maximalbreite eingehalten werden, damit das Gehäuse am Ende in die vorgegebenen Halterungen des Fischer Technik Controllers, welcher dann ausgebaut wurde, passt.

3.2 Gehäuse und Anschluss an Roboter

Auch beim Gehäuse mussten bestimmte Kriterien berücksichtigt werden. Wie bei der Platine musste auch dort eine Maximalbreite eingehalten werden. Außerdem waren im Gehäuse an der Seite Aussparungen zum Anschluss der SPS einzubringen. Im Deckel mussten außerdem Löcher für die Schraubbuchsen vorgesehen werden, welche für den Anschluss des Roboters gedacht sind.

4 Durchführung

4.1 Platinendesign

Unter Berücksichtigung der Planungskriterien wurde mit Hilfe der Open Source ECAD Software KiCad zuerst ein Schaltplan entwickelt.

4.1.1 Motorensteuerung

Die Ansteuerung der Motoren wurde mit Hilfe von Relais und DC-DC Wandlern realisiert. Der Roboter besitzt vier Motoren. Pro Motor wurde ein DC-DC Wandler verbaut und zwei Relais. Zwei Relais pro Motor waren notwendig, da eine Drehrichtungsänderung mit dem Originalcontroller durch eine Umpolung der Spannung am Motor realisiert wurde. Die Schaltung wurde so entworfen, dass pro Motor zwei Anschlüsse für SPS Ausgänge existieren. Wird ein Ausgang auf 1 geschaltet, dreht der Motor in die eine Richtung. Schaltet der andere Ausgang auf 1, dreht der Motor in die andere Richtung. Schalten beide Ausgänge ungewollt auf 1, passiert nichts. Es wurde darauf geachtet, dass in diesem Fall kein Kurzschluss auftritt (siehe Anhang 1).

4.1.2 Auswertung der Sensorsignale

Am Roboter sind als Sensoren sechs Taster und zwei Inkrementalgeber verbaut. Die beiden Inkrementalgeber befinden sich dabei fest verbaut im Drehmotor und im Motor für die Auf- und Abwärtsbewegung des Roboterarms. Die Auswertung der Sensorsignale sollte mittels Optokoppler erfolgen. Verwendet wurden Optokoppler vom Typ 4N32. Für die Auswertung der Tastersignale wurde sich für eine nichtinvertierende Schaltung des Optokopplers mittels Pull-Down Widerstand entschieden (Quelle: *Optokoppler, Mikrocontroller.net* 2023). Abbildung 2 zeigt den Anschluss der Taster. Der Anschluss SPS führt in einen digitalen SPS Eingang.

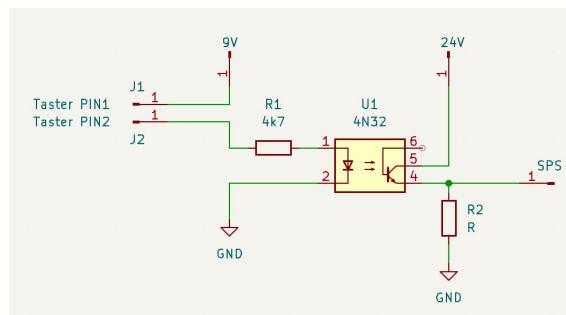


Abbildung 2: Einbindung der Tastersignale

Laut Datenblatt (Quelle: *Datenblatt Fischer Motor inkl. Inkrementalgeber* 2023) besitzen die Inkrementalgeber einen Transistorausgang, verschaltet als Open Collector. Deren Optokoppler wurden auch per Open Collector- Schaltung verschalten (Quelle: *Optokoppler, Mikrocontroller.net* 2023). Die Anschlüsse 9V, ENC und GND der Inkrementalgeber erkennt man in Abbildung 3. Der Anschluss SPS führt auch hier in einen digitalen SPS Eingang.

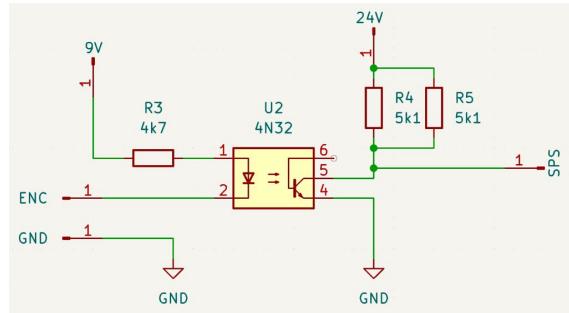


Abbildung 3: Schaltung zur Einbindung der Inkrementalgeber signale

4.1.3 Erstellung des Platinendesigns

Nach dem Einpflegen des Schaltplans in KiCad wurde das Platinendesign unter Beachtung der im Punkt Planung erwähnten Kriterien in KiCad realisiert.

Teilweise mussten dafür neue Footprints (ein Footprint beschreibt den Fußabdruck des jeweiligen Bauelements auf der Platine) angelegt werden. Den DC-DC Wandler gab es in der Form beispielsweise nicht als Footprint in KiCad.

Beim Design wurden bereits einige Voraussetzungen für den späteren Zusammenbau des Adapters geschaffen. Für den Anschluss des Roboters wurden im Design Stiftleisten vorgesehen, auf welche dann Steckbrettleitungen aufgesteckt werden konnten. Diese wurden auf der anderen Seite mit den 2mm Bananenbuchsen verlöten.

Außerdem wurden an den Rändern der Platine die Footprints für Schraubklemmen platziert, mit deren Hilfe am Ende die SPS an den Adapter angeschlossen wurde.

Nach Fertigstellung wurde in KiCad eine Überprüfung der Designregeln durchgeführt und die Platine bestellt.

4.2 Entwicklung des Gehäuses

Als die Platine fertiggestellt wurde, konnte man mit dem Entwerfen des Gehäuses beginnen. Für das Design wurde das CAD Programm Fusion 360 verwendet. Dabei musste besonders darauf geachtet werden, dass die Gehäusebreite exakt der des FischerTechnik Controllers entspricht und die Aussparungen für die SPS Anschlüsse am Ende dort sind, wo sich auf der Platine die Klemmen befinden..

Im Laufe des Desingprozesses ist aufgefallen, dass das Gehäuse aufgrund der Höhe der Relais relativ hoch designt werden muss. Das Gehäuse besitzt eine Länge von 18,00 cm, eine Breite von 9,00 cm und eine Höhe von 5,00 cm.



Abbildung 4: Oberteil des Gehäuses in Fusion 360

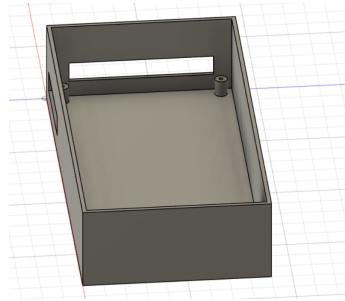


Abbildung 5: Unterteil des Gehäuses in Fusion 360

4.3 Löten der Platine

Nach Ankunft der Platine wurden sämtliche Bauelemente auf der Platine verlötet.

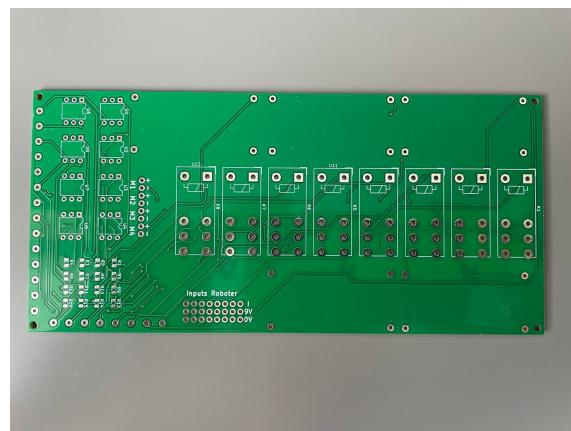


Abbildung 6: Platine unbestückt

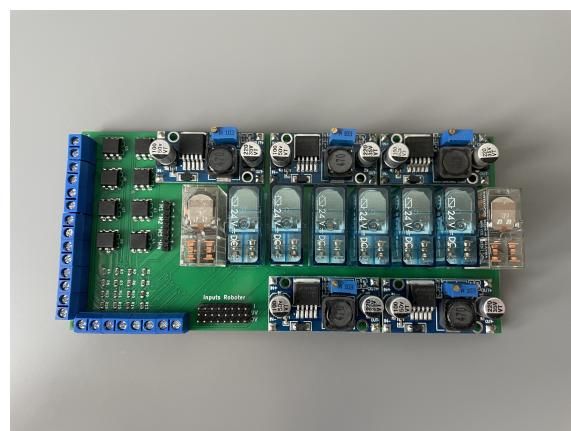


Abbildung 7: Platine bestückt

4.4 Verlöten der 2mm Bananenbuchsen mit Steckbrettleitungen

Vor dem finalen Zusammenbau des Geräts mussten sämtliche Bananenbuchsen mit den Steckbrettleitungen verlötet werden.



Abbildung 8: Seckbrettleitungen mit Bananenbuchsen

4.5 Zusammenbau des Geräts

Die bestückte Platine wurde in das Gehäuse eingesetzt und mit zwei M2 Schrauben am Unter teil des Gehäuses fixiert. Die 2mm Bananenbuchsen mit Steckbrettleitungen wurden in die dafür vorgesehenen Löcher im Deckel geschraubt. Die Laborleitungen wurden auf ihre entsprechenden Stifte auf der Platine gesteckt. Danach wurde das Gehäuse verschlossen und der Deckel mit zwei weiteren M2 Schrauben fixiert.



Abbildung 9: Fertiger Adapter

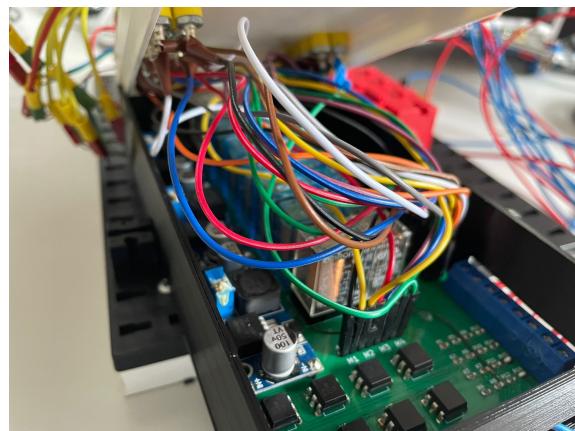


Abbildung 10: Adapter aufgeklappt

4.6 Inbetriebnahme und Funktionsnachweis

Nach dem Gerätezusammenbau wurde der Adapter mit SPS und Roboter verbunden. Es wurde in TIA ein Testprogramm geschrieben, um alle Ein- und Ausgänge auf ihre Funktionstüchtigkeit zu prüfen. Lediglich bei den Inkrementalgebern gab es dabei Probleme (siehe Punkt 5.2).

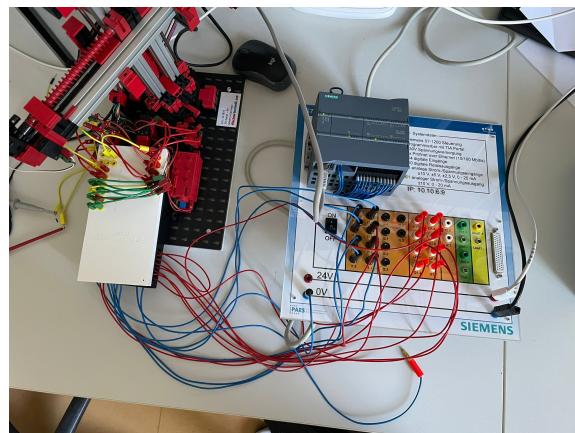


Abbildung 11: Roboter an SPS angeschlossen

5 Probleme, Lösungen und Verbesserungsvorschläge

Während der Entwicklung des Adapters gab es diverse Probleme und Hindernisse. Im Folgenden wird auf diese näher eingegangen und deren Lösungen aufgezeigt, bzw. Verbesserungsvorschläge für nachfolgende Gruppen gemacht.

5.1 Inkompatibilität der Fischer Stecker mit Bananenbuchsen

Erst beim Anschließen des Geräts wurde festgestellt, dass die Stecker des Roboters mit einem Durchmesser von 2,6mm nicht in die Bananenbuchsen mit 2mm Durchmesser passen. Es wurden 2,6mm Schraubbuchsen bestellt, welche dann an ein Ende einer Laborleitung mit 2mm Bananenstecker geschraubt wurden. Das andere Ende der Laborleitungen musste dafür abgeschnitten und abisoliert werden. Durch diese Adapterleitungen war dann ein Anschluss der Adapterleitungen an den Roboter möglich.

In Zukunft könnte diese Anbindung noch verbessert werden. Beispielsweise könnte man direkt 2,6mm Buchsen nutzen.

5.2 Inkrementalgeber

Die zwei Inkrementalgeber stellten das größte Problem des Projekts dar. Beim Platinendesign wurde nicht beachtet, dass die Inkrementalgeber anders als die normalen Taster an dem Roboter zu betreiben waren. Es wurde ein neuer Schaltplan zur Auswertung der Geber entworfen (siehe Abb. 3).

Dabei musste vor allem auf den richtigen Pull Up Widerstand geachtet werden, damit die SPS einen sicheren HIGH (mindestens 15V) und LOW (mindestens 5V) Pegel erreichen konnte (Quelle: *Datenblatt Siemens SIMATIC S7 1200 2023*). Die Platine wurde entsprechend umgelötet (siehe Abb. 12).

Das Platinendesign wurde in KiCad angepasst, sodass ein Umlöten bei einem Bau weiterer Adapter nicht mehr nötig ist.



Abbildung 12: Platine während des Umlötens

5.3 Gehäuse

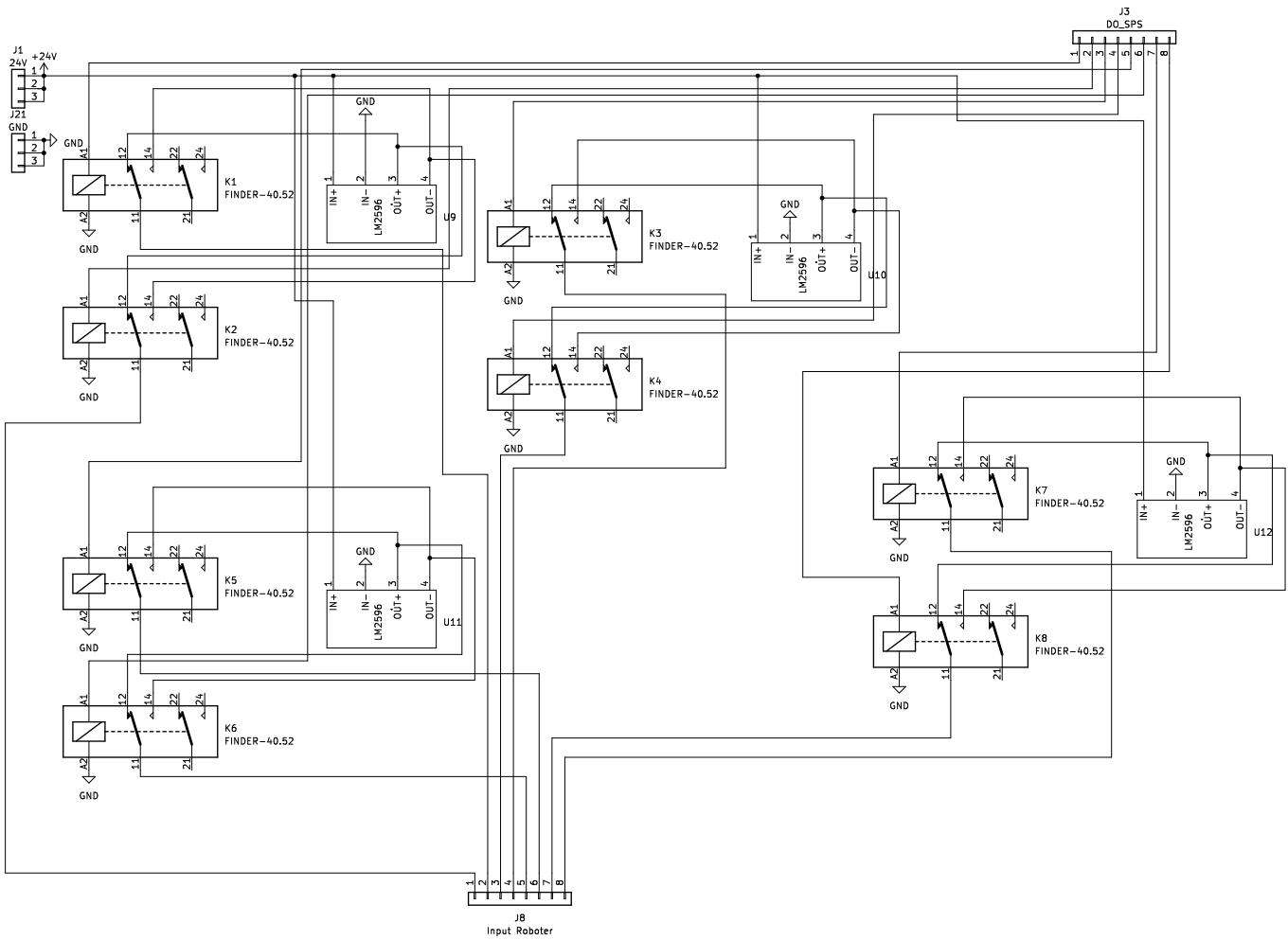
Im Nachhinein stellte sich das Gehäusedesign als durchaus verbesserungswürdig heraus, beispielsweise könnte eine neue Version des Designs so aussehen, dass die Schrauben der Klemmen auch bei zugeklapptem Gehäuse erreichbar sind. Dies wäre ein Anreiz für weitere Projekte in diesem Zusammenhang.

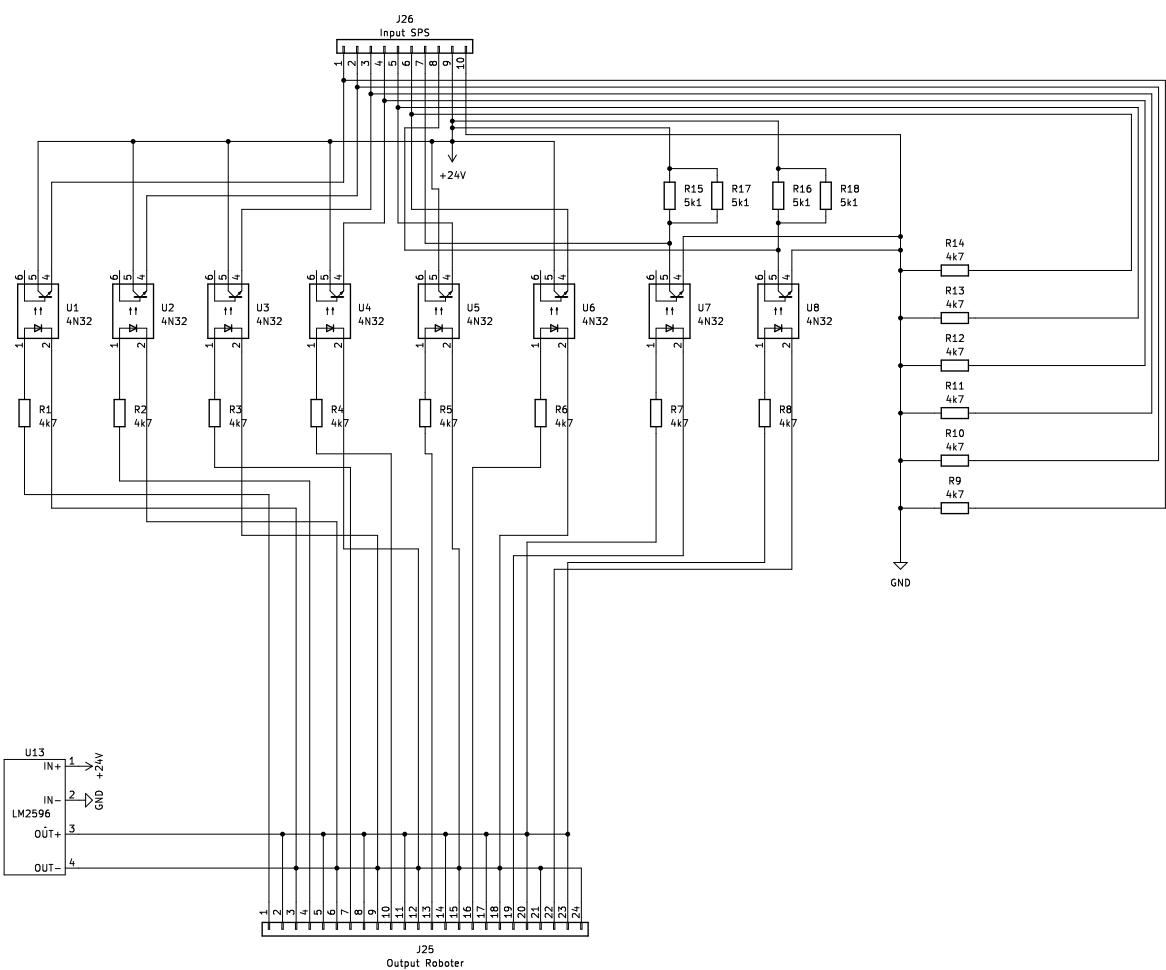
5.4 Mit den Steckbrettleitungen verlötete Bananenbuchsen

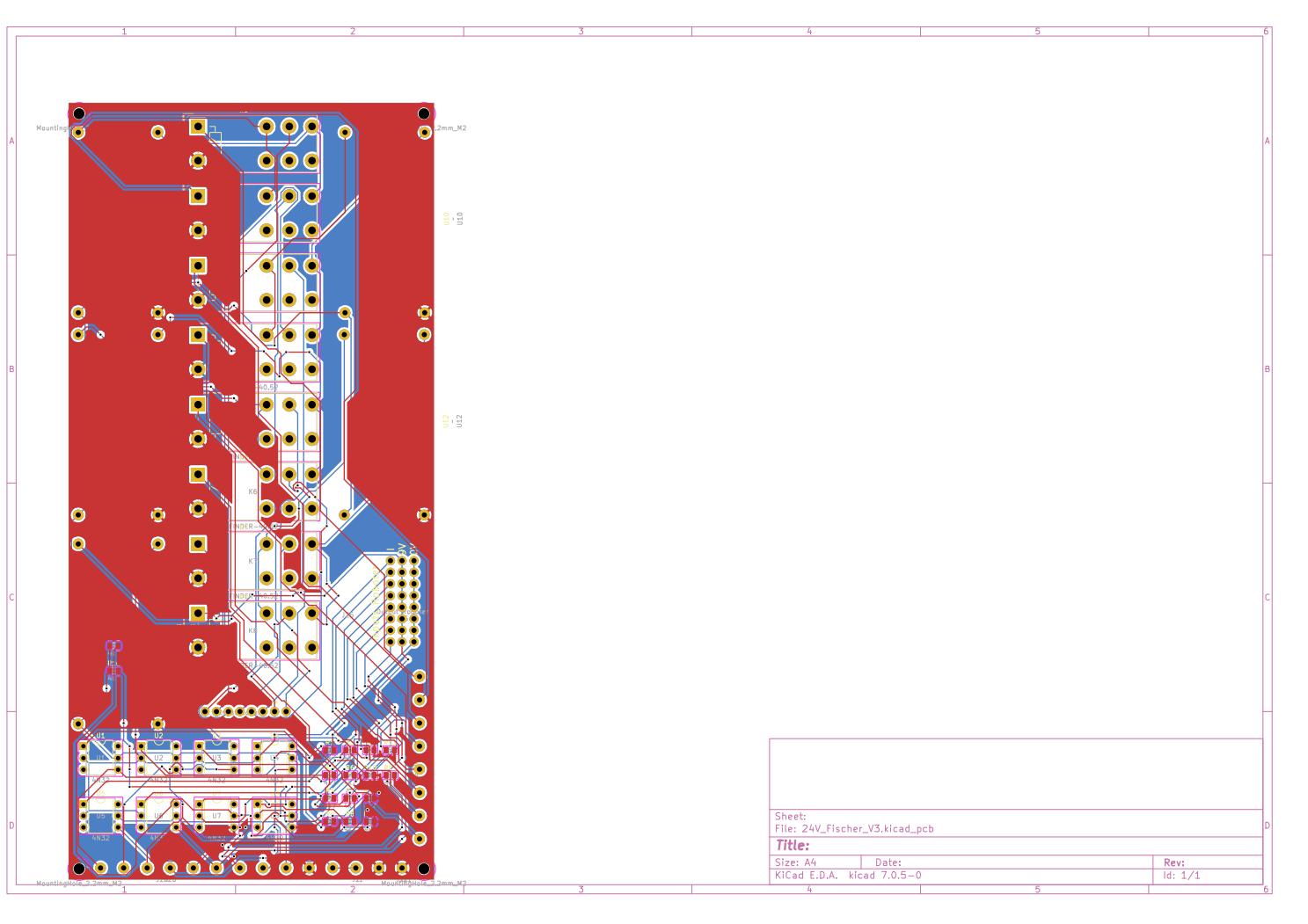
Auch die Lösung der Verlötzung der Steckbrettleitungen mit den Bananenbuchsen stellte sich im Nachhinein als nicht ideal heraus, da die Leitungen unkomfortabel zu löten waren und oft von den Buchsen abrissen. In einem weiteren Projekt könnte man sich auch hier eine andere Lösung überlegen.

6 Anhang

- 6.1 Anhang 1: Schaltplan der Motorenadaptierung**
- 6.2 Anhang 2: Schaltplan der Sensorenadaptierung**
- 6.3 Anhang 3: Platinenlayout**







Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----|---|---|
| 1 | Fischer Technik Roboter | 2 |
| 2 | Einbindung der Tastersignale | 4 |
| 3 | Schaltung zur Einbindung der Inkrementalgeber signale | 5 |
| 4 | Oberteil des Gehäuses in Fusion 360 | 5 |
| 5 | Unterteil des Gehäuses in Fusion 360 | 6 |
| 6 | Platine unbestückt | 6 |
| 7 | Platine bestückt | 6 |
| 8 | Seckbrettleitungen mit Bananenbuchsen | 7 |
| 9 | Fertiger Adapter | 7 |
| 10 | Adapter aufgeklappt | 8 |
| 11 | Roboter an SPS angeschlossen | 8 |
| 12 | Platine während des Umlötens | 9 |

Literatur

Datenblatt Fischer Motor inkl. Inkrementalgeber (2023). URL: https://fiproductmedia.azureedge.net/media/Certification%20Documents/Technical%20Datasheets/fischertechnik/TDB_153422-ENCODERMOTOR9V.pdf (besucht am 21. Aug. 2023).

Datenblatt Siemens SIMATIC S7 1200 (2023). URL: <https://media.automation24.com/datasheet/de/6ES72121BE400XB0.de.pdf> (besucht am 14. Sep. 2023).

Gleichspannungswandler, Wikipedia (2023). URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gleichspannungswandler> (besucht am 12. Sep. 2023).

Inkrementalgeber, Wikipedia (2023). URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Inkrementalgeber> (besucht am 12. Sep. 2023).

Optokoppler, Mikrocontroller.net (2023). URL: <https://www.mikrocontroller.net/articles/Optokoppler> (besucht am 21. Aug. 2023).

Optokoppler, Wikipedia (2023). URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Optokoppler> (besucht am 12. Sep. 2023).

Relais, Wikipedia (2023). URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Relais> (besucht am 12. Sep. 2023).

Speicherprogrammierbare Steuerung, Wikipedia (2023). URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Speicherprogrammierbare_Steuerung (besucht am 12. Sep. 2023).