

Fachbericht

PROJEKT 6 COCKTAILMASCHINE - TEAM SCHENK & AEBI
2. April 2020

Betreuender Dozent:

Prof. Dr. Schleuniger, Pascal

Team:

Schenk, Kim
Aebi, Robin

Studiengang:

Elektro- und Informationstechnik

Semester:

Frühlingssemester 2020

Abstract

In diesem Projekt wurde ein Konzept erstellt, um eine Cocktailmaschine zu bauen. Dies reicht von der Analyse, was für Cocktailmaschinen es bereits gibt, über die Erstellung eines Grob- und eines Detailkonzeptes bis hin zur Evaluation der Komponenten. Der Aufbau wurde so gewählt, dass ein Glas mittels eines Linearantriebes auf einem Schlitten hin- und her gefahren wird und unter dem gewünschten Flüssigkeitsauslass stehen bleibt, wo es dann befüllt wird. Die Bedienung soll über ein Touch-Display geschehen. Die Verarbeitung der Daten wird ein Mikrocontroller übernehmen. Als mechanische Komponente wird pro Zutat eine Pumpe und ein Durchflusssensor verwendet sowie ein einzelner Motor, welcher den Linearantrieb mit dem Schlitten betreibt. Als Motor wurde ein bürstenloser Gleichstrommotor verwendet, da dieser ein sehr gutes Leistungs-/Gewicht-Verhältnis aufweist und in seiner Ansteuerung sehr interessant ist. Ziel des Projekt 5 war es, anhand des Konzeptes die einzelnen Teilsysteme aufzubauen und deren Funktion zu verifizieren und zu dokumentieren. Softwaremässig wurde die Basis für den Mikrocontroller geschrieben. Dies bedeutet, dass die Teilsysteme kontrollierbar sind und im Projekt 6 ausgebaut und zusammengeführt verwendet werden können. Die Software wurde komplett in C geschrieben und ausgiebig dokumentiert. Das Resultat zeigt, dass die Komponenten zusammenpassen und der Cocktailmaschine im Projekt 6 nichts im Weg steht.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Eine gelungene Party auf die Beine zu stellen verlangt einem einiges ab. Vor allem kostet es eine Menge Aufwand und Zeit. Dies gilt besonders, wenn es darum geht mit vielen Freunden zusammen zu feiern. Neben der gelungenen Musikauswahl und den Snacks darf eines auf gar keinen Fall fehlen, die Getränke. Um diese sicherzustellen, gibt es mehrere Möglichkeiten. Einerseits könnte jeder seine eigenen Getränke mitbringen, was jedoch bedeutet, dass es unter Umständen eine riesige Sauerei gibt oder viele Flaschen in der Gegend rumstehen. Andererseits könnte man als Gastgeber selber anbieten Cocktails zu mixen und so den Getränkenachschub zu gewährleisten. Da gibt es jedoch ein grosses Problem. Denn wären wir die Gastgeber, so würden wir nicht den ganzen Abend hinter der Bar stehen wollen, sondern lieber bedenkenlos mitfeiern. Damit genau dies möglich ist haben wir uns in diesem und dem nächsten Projekt (5&6) dazu entschieden eine automatisierte Cocktailmaschine zu entwerfen. Diese soll vollkommen autonom arbeiten und sollte problemlos von jeder beliebigen Person und in fast jedem Zustand bedient werden können.

In den folgenden Kapiteln ist dokumentiert, wie die Cocktailmaschine aussehen soll und aus welchen Teilsystemen diese bestehen wird. Ausserdem werden die einzelnen Teilsysteme genauer unter die Lupe genommen und in einem systemspezifischen Testverfahren evaluiert. Dieses Projekt bietet demnach die Basis des Projekt 6 und soll dieses so gut wie möglich vorbereiten.

2 Ausgangslage

2.1 Blockschaltbild

2.2 Komponentenauswahl

3 Neue Hardware

3.1 USB-C

3.2 Wirelessmodul

3.3 RFID

3.4 Beleuchtung

4 Printaufbau

5 Teilsysteme

Da der Partymixer aus vielen kleineren und grösseren Teilsystemen besteht, werden diese in diesem Kapitel einzeln aufgelistet und im Detail angeschaut. Es wird dabei bei jedem Teilsystem auf drei Punkte eingegangen, die Problemstellung (Was ist der Zweck der Teilschaltung und wesshalb wird sie benötigt?), das Schema und der Funktionsbeschreibung der Schaltung.

5.1 Speisungen

Ohne Speisung funktioniert keine elektronische Schaltung. Sie bildet daher einen essentiellen Bestandteil des Partymixer's. In dem System befinden sich vier verschiedene Speisungen. Die Ausgangsspannung für alle anderen Speisespannungen bildet dabei ein 48V Netzteil. Aus dieser Spannung wird mittels Step-Down Reglern eine 12V und eine 5V Speisung erzeugt. Bei der vierten Spannung handelt es sich um einen einfachen Linearregler, welcher aus den 5V eine 3.3V Speisung realisiert.

5.1.1 48V Speisung

Der Motor wird mit einer Spannung von 48V betrieben. Dies ist zugleich auch die höchste verwendete Speisespannung. Um diese Speisung gewährleisten zu können, wird ein fertiges Netzteil gemäss **Fachbericht 5** eingesetzt.

Es wurde im Projekt 5 entschieden, dass die 48V Speisung extern als fertiges Netzteil eingekauft wird. Somit entfällt das Schema für diesen Speisungsteil. Ein Anschauungsbild des eingesetzten Netzteils kann in Abbildung 5.1 begutachtet werden.

Es musste jedoch unbedingt eine Leistungsabschätzung gemacht werden. Auch diese wurde im Projekt 5 durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Schaltungsteile welche noch im Projekt 6



Abbildung 5.1: Anschauungsbild des 48V Netzteils

ergänzt werden, wurde dieses dann ausgewählt und eingekauft. Die Leistungsabschätzung kann im **Fachbericht 5** eingesehen werden.

5.1.2 12V Speisung

Die Pumpen werden mit 12V betrieben, was zur Folge hat, dass eine 12V Speisung implementiert werden musste. Dazu wird ein Schaltspannungsregler verwendet. Dieser wandelt mittels Step-Down Prinzip die 48V des Netzteils in eine Konstantspannungsquelle von 12V. Es handelt sich hierbei um einen Regler von Monolithic Power Systems. Genauer gesagt um den MP24943DN-LF. Die Auswahl ist auf dieses Bauteil gefallen, da mit 48V eine relativ hohe Eingangsspannung verarbeitet werden muss. Der MP24943DN-LF kann am Eingang mit Spannungen von 4.5-55V arbeiten und dabei eine Ausgangsspannung von 0.8-45V erzeugen. Dies bei einem maximalen Strom von bis zu 3A. Die Realisierung der 12V Speisung kann in Abbildung 5.2 betrachtet werden.

Schema

Das Schema in Abbildung 5.2 kann in fünf Teile unterteilt werden. Da wäre zuerst der Eingangsfilter, welcher mit C32, C34 & C36 realisiert ist. Dieser Eingangsfilter wird gefolgt von einem Spannungsteiler, welcher den Enable auf aktiv setzt. Der eigentliche Regler wird mittels des IC7, D6 & L3 realisiert. Mittels zweier Spannungsteiler, wird die gewünschte Ausgangsspannung, sowie die Övervoltage-Protection eingestellt. Vor dem Ausgang der Schaltung ist dann erneut eine Filterstufe implementiert, welche das Ausgangssignal glättet.

Funktionsbeschreibung der Schaltung

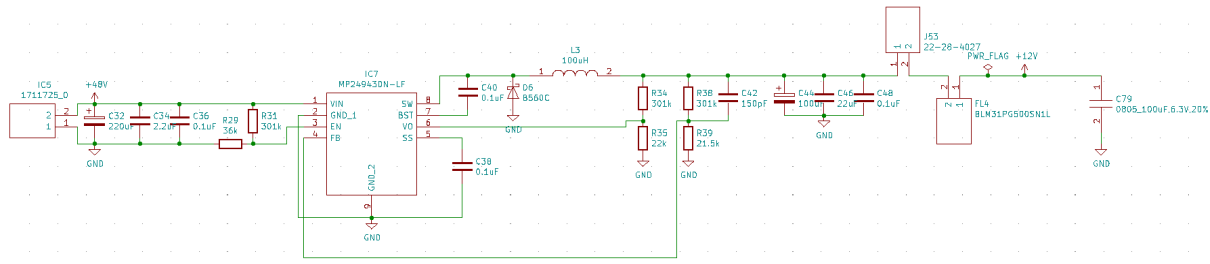


Abbildung 5.2: Schema der 12V Speisung

Um den MP24943DN-LF auf aktiv zu setzen, wird eine minimale Spannung von 1.8V vorausgesetzt. Fällt diese unter 0.4V, so wird dieser auf inaktiv gesetzt. Damit der Spannungsregler immer eingeschaltet ist, wird mittels zweier Widerstände R29 & R31 ein Spannungsteiler realisiert, welcher den Enable (EN) Pin auf 5V und somit auf aktiv setzt. Dieser Spannungsteiler musste implementiert werden, da alle Eingangspins ausser dem V_{in} einen maximale Eingangspegel von 6.5V verkraften können.

Die gewünschte Ausgangsspannung wird mittels Spannungsteiler R38 & R39 eingestellt, welche auf den Feedback Eingang (FB) rückgekoppelt werden. Diese berechnet sich laut Datenblatt gemäss Formel 5.1.

$$R39 = \frac{R38}{\frac{V_{out}}{0.8} - 1} \quad (5.1)$$

Bei einem Widerstandsverhältnis von $R38=301k\Omega$ & $R39=21.5k\Omega$ entspricht dies einer Ausgangsspannung von 12V.

Um einer Überspannung vorbeugen zu können, wird am Eingang Voltage-Overshoot (VO) ein Spannungsteiler implementiert. Diese wird am VO-Eingang mit einer Referenzspannung von 0.9V verglichen. Übersteigt die Spannung an VO die Referenzspannung von 0.9V, so wird der Regler ausgeschaltet, bis die Spannung wieder unter 0.9V fällt. Als maximale Ausgangsspannung wurde hierbei eine Spannung von 13V gewählt. Diese Wahl wurde getroffen, da die 12V ausschliesslich für die Ansteuerung der Pumpen verwendet wird und diese eine Spannung von 13V verkraften können ohne Schaden zu nehmen. Der Spannungsteiler wird gemäss Datenblatt mit der Formel 5.2 berechnet.

$$R35 = \frac{R34}{\frac{V_{ovp}}{V_{ovref}} - 1} \quad (5.2)$$

Bei einem Widerstandsverhältnis von $R34=301k\Omega$ & $R35=22k\Omega$ entspricht dies einer Überspannungsschutzschwelle von 13.21V.

Der Rippel des Spulenstroms lässt sich gemäss Formel 5.3 berechnen. Dieser sollte gemäss Datenblatt ca. 30% des maximalen Ausgangsstroms von 3A betragen.

$$L3 = \frac{V_{out} * (V_{in} - V_{out})}{V_{in} * \Delta IL * f_{osc}} \quad (5.3)$$

Der interne Oszillator läuft dabei bei einer Frequenz von 100kHz. Bei der ausgewählten Spule von $100\mu\text{H}$ erhalten wir ein ΔI_L von 0.9A. Ausserdem wird im Datenblatt darauf hingewiesen, dass die gewählte Spule auf mindestens 125% des maximalen Ausgangsstroms von 3A ausgelegt werden soll. Auch der Gleichstromwiderstand der Spule sollte $\leq 200\text{m}\Omega$ sein.

Mit den Kondensatoren C44, C46 & C48 wird die Ausgangsspannung zum Abschluss noch geglättet. Bei den Eingangskondensatoren, sowie den Ausgangskondensatoren sollte es sich um low ESR Typen handeln. Um die restlichen hochfrequenten Störungen herauszufiltern, ist zum Abschluss ein Ferrit implementiert worden.

5.1.3 5V Speisung

Der Mikrocontroller, sowie die Durchflussmessgeräte und das Display werden mit 5V betrieben. Aus diesem Grund wurde eine 5V Speisung implementiert. Dazu wird der selbe Schaltspannungsregler wie bei der 12V Speisung in Kapitel 5.1.2 verwendet. Die Realisierung der 5V Speisung kann in Abbildung 5.3 betrachtet werden.

Schema

Das Schema in Abbildung 5.3 kann wie bei der 12V Speisung gemäss Kapitel 5.1.2 in fünf Teile unterteilt werden. Da wäre zuerst der Eingangsfilter, welcher mit C31, C33 & C35 realisiert ist. Dieser Eingangsfilter wird wiederum gefolgt von einem Spannungsteiler, welcher den Enable auf aktiv setzt. Der eigentliche Regler wird auch hier mittels des IC6, D5 & L4 realisiert. Mittels zweier Spannungsteiler, wird die gewünschte Ausgangsspannung, sowie die Övervoltage-Protection eingestellt. Vor dem Ausgang der Schaltung ist dann erneut eine Filterstufe implementiert, welche das Ausgangssignal glättet.

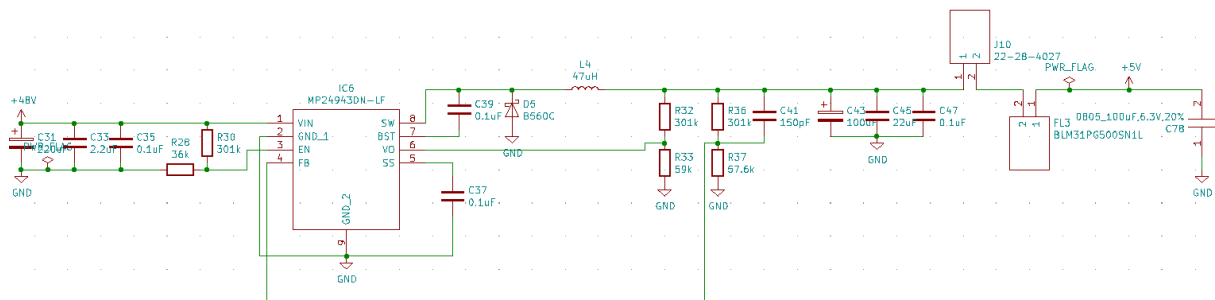


Abbildung 5.3: Schema der 5V Speisung

Funktionsbeschreibung der Schaltung

Auch bei der 5V Speisung wurde mittels R29 & R31 ein Spannungsteiler realisiert, welcher das IC gemäss Kapitel 5.1.2 auf aktiv setzt.

Das Widerstandsverhältnis von R36 & R37, welches die Ausgangsspannung definiert, wurde gemäss Formel 5.1 berechnet. Somit ergeben sich für R36=301k Ω und für R37=57.6k Ω , Was einer Ausgangsspannung von 4.98V entspricht.

Beim Überspannungsschutz musste darauf geachtet werden, dass der Mikrokontroller AtMega2560-16AU nur in einem Spannungsbereich von 4.5V-5.5V betrieben werden darf. Die maximal verträgliche Eingangsspannung liegt laut Datenblatt bei 6V. Somit muss der Überspannungsschutz so gestaltet werden, dass die Schwelle von 6V nicht überschritten werden kann. Um dies erreichen zu können, wurde für $R32=301k\Omega$ und $R33=53k\Omega$ gewählt. Gemäss Formel 5.2 erhält man so eine Überspannungsschutzschwelle von 6V.

Der interne Oszillator läuft wiederum bei einer Frequenz von 100kHz. Bei der ausgewählten Spule von $47\mu H$ erhält man mittels Formel 5.3 ein ΔI_L von 0.953A. Auch hier gilt gemäss Datenblatt, dass die gewählte Spule auf mindestens 125% des maximalen Ausgangsstroms von 3A ausgelegt werden soll. Auch der Gleichstromwiderstand der Spule sollte $\leq 200m\Omega$ sein.

Mit den Kondensatoren C43, C45 & C47 wird die Ausgangsspannung zum Abschluss auch noch geglättet. Bei den Eingangskondensatoren, sowie den Ausgangskondensatoren sollte es sich um low ESR Typen handeln. Auch hier wurde noch zum Abschluss ein Ferrit implementiert, welcher allfällige hochfrequente Störungen herausfiltern soll.

5.1.4 3.3V Speisung

Um die Treiber der Motorenansteuerung, das Wirelessmodul und die RFID-Schaltung betreiben zu können, wird zusätzlich eine 3,3V Speisung verbaut. Da es sich dabei nicht um enorm Leistungstreibende Elemente handelt, wurde entschieden einen einfachen Linearregler einzusetzen, welcher von der 5V Speisung aus betrieben wird.

Schema

Bei dem Linearregler handelt es sich konkret um den LF33CDT-TRY von STMicroelectronics. Dieser hat eine fixe Ausgangsspannung von 3.3V, bei einem maximalen Strom von 1A. Das dazugehörige Schema kann in Abbildung 5.4 begutachtet werden.

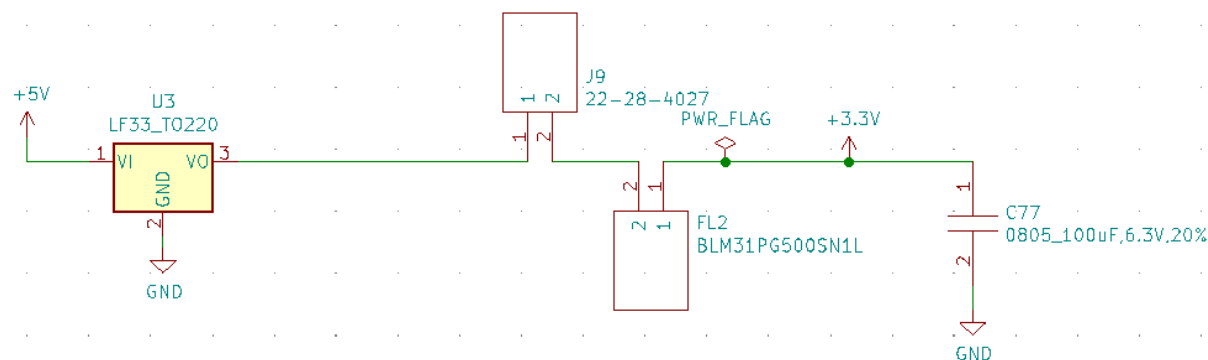


Abbildung 5.4: Schema der 3.3V Speisung

Funktionsbeschreibung der Schaltung

Der Linearregler benötigt keine Spezielle Beschaltung. Er wird lediglich an die 5V Speisung angeschlossen. Am Eingang und am Ausgang ist ein Filterkondensator implementiert.

5.2 Motor

5.2.1 BLDC und H-Brücke

5.2.2 ABN-Encoder

5.2.3 Treiber

5.3 Flüssigkeitsbeförderung

5.3.1 Pumpen

5.3.2 Durchflussmessgeräte

5.4 Benutzerschnittstellen

5.4.1 Display

5.4.2 ESP

5.4.3 USB-C

5.4.4 RFID

5.5 Beleuchtung

5.6 Mikrocontroller

6 Inbetriebnahme

6.1 Speisungen

6.1.1 12V Speisung

6.1.2 5V Speisung

6.1.3 3.3V Speisung

6.2 Motor

6.2.1 BLDC und H-Brücke

6.2.2 ABN-Encoder

6.2.3 Treiber

6.3 Flüssigkeitsbeförderung

6.3.1 Pumpen

6.3.2 Durchflussmessgeräte

6.4 Benutzerschnittstellen

6.4.1 Touch-Display

6.4.2 ESP

6.4.3 USB-C

6.4.4 RFID

6.5 Beleuchtung

7 Software

7.1 Strukturplan**7.2 Programmflussdiagramm****8 Evaluation****9 Fazit****9.1 Zielerreichung****9.2 Kosten****10 Schlusswort****11 Ehrlichkeitserklärung**

Mit der Unterschrift bestätigt der Unterzeichnende Projektleiter, dass die vorliegende Projektdokumentation selbstständig im Team und ohne Verwendung anderer, als der angegebenen Hilfsmittel verfasst wurde, sämtliche verwendeten Quellen erwähnt und die gängigen Zitierregeln eingehalten wurden. Eine Überprüfung der Arbeit auf Plagiate mithilfe elektronischer Hilfsmittel darf vorgenommen werden.

Unterschrift:

Ort, Datum:
