

# FACHBERICHT

## FS18 - PRO4E - TEAM 5

25. April 2018

AUFTRAGGEBER:

H. GYSIN

J. KALBERMATTER

BETREUER:

M. MEIER

A. GERTISER

R. DUBACH

B. DOMENGHINO

P. SCHLEUNIGER

PROJEKTLEITUNG:

SIMON ZOLLER

TEAMMITGLIEDER:

SEVERIN HUNZIKER

MISCHA KNUPFER

LUKAS LOOSLI

JOSHA GIAMBONINI

ELIAS VON DÄNIKEN

GIANLUCA PICCIOLA

STUDIENGANG:

ELEKTRO- UND INFORMATIONSTECHNIK

## Inhaltsverzeichnis

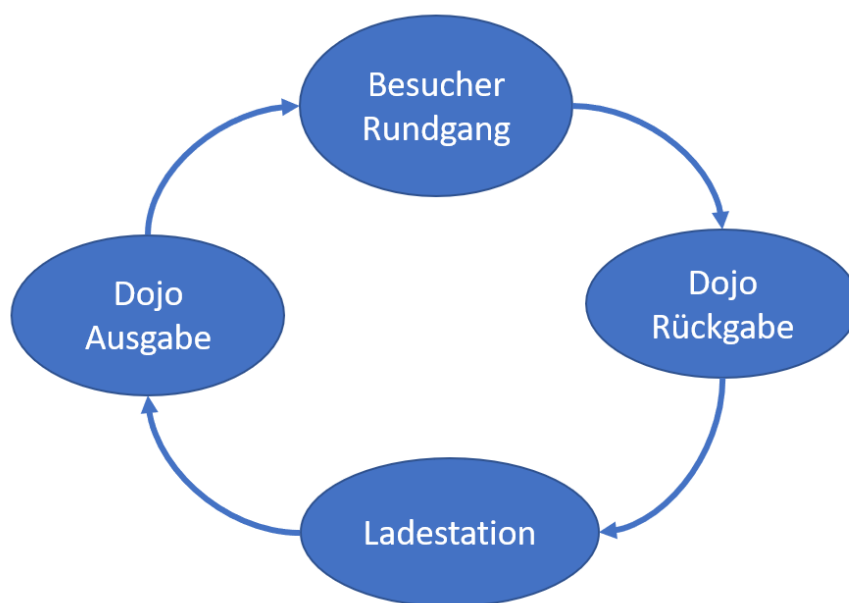
<b>1</b>	<b>Gesamtkonzept</b>	<b>3</b>
1.1	Funktionsweise . . . . .	3
1.2	Ladeablauf . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Hardware</b>	<b>3</b>
2.1	Energieübertragung . . . . .	3
2.2	Energiespeicher . . . . .	3
2.3	Weitere Komponenten . . . . .	5
2.4	Testkonzept Hardware . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Software</b>	<b>6</b>
3.1	State Machine . . . . .	6
3.2	Microcontroller . . . . .	6
3.3	Bluetooth . . . . .	6
3.4	SD-Karte . . . . .	6
3.5	Audio, PWM . . . . .	6
3.6	Testkonzept Software . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Ehrlichkeitserklärung</b>	<b>6</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>8</b>
A.1	Messresultate . . . . .	8

# 1 Gesamtkonzept

## 1.1 Funktionsweise

## 1.2 Ladeablauf

.....Die Betriebszeit des Dojos ermöglicht eine Betriebszeit von fünf Stunden, wobei durch Ladezyklen zwischen den Besuchen eine ganztägiger Betrieb ermöglicht wird. Darum wurde im Ziel 5.1 ein Arbeitstag genannt. Um dies zu veranschaulichen, gibt nachfolgende Abbildung 1 einen Einblick ins Konzept.



**Abbildung 1:** Ladezyklus Dojo

Wie bereits oben beschrieben, beträgt die Betriebszeit eines durchschnittlichen Rundganges rund drei bis vier Stunden. Sobald die Rückgabe erfolgt ist, wird das Dojo in die Ladebuchse gesteckt wobei immer diese Dojos rausgegeben werden, welche sich am längsten in der Ladestation befinden. Bei einer Stückzahl welche grösser ist als die Besucherzahl, erlaubt dies einen lückenlosen Betrieb. [1] 3.3

# 2 Hardware

## 2.1 Energieübertragung

## 2.2 Energiespeicher

Die gesamte Energiespeicherung erfolgt durch einen Lithium-Ionen-Akkumulator des Typs Emmerich LI14500. Dieser weist eine Kapazität von 800mAh bei einer Nominalspannung von 3.7V auf. Die errechnete Betriebszeit des Dojos lässt sich mit einem maximalen Verbrauch von 0.63W, der Nominalspannung der Kapazität berechnen. Die maximale Leistung des Dojos lässt sich durch Leistung des Knochenschallgebers und des Microcontrollers beschreiben. Alle anderen Komponenten können durch ihren geringen Betriebsstrom vernachlässigt werden. Der Knochenschallgeber weist gemäss eigenen Messungen eine maximale RMS Leistung von 214.5mW auf.

Die Rechnung erfolgt mit einem Sicherheitswert von rund 0.35W und einer Betriebszeit von rund 80%. Die Microcontrollerleistung lässt sich durch den Radio Strom (7.5mA) und einigen Mikroampere Systemstrom (gesamthaft ca. 100  $\mu$  A) multipliziert mit der Systemspannung von 3.6V bestimmen. Zur Berechnung wird noch ein Sicherheitsfaktor von 0.1W dazu addiert, damit die erforderliche Laufzeit auch wirklich erreicht wird. Die Microcontrollerleistung wird durch die Nominalspannung multipliziert mit dem maximalen Microcontrollerstrom von 7.6mA berechnet. Nachfolgend wird die Berechnung der maximalen Leistung (Berechnung 2.1) veranschaulicht.

$$P_{max} = (0.8 \cdot P_{Kn}) + P_{MC} + P_{zus} = (0.8 \cdot 0.5W) + (3.7V \cdot 7.6mA) + 0.1W = 0.528W \quad (2.1)$$

Die darauffolgende minimale Zeit t kann gemäss nachfolgender Berechnung 2.2 berechnet werden.

$$t_{max} = \frac{W \cdot U}{P_{tot}} = \frac{800mAh \cdot 3.7V}{0.528W} = 5.6h \approx 5h 30min \quad (2.2)$$

### 2.2.1 Schutz

Um den verwendeten Akkumulator zu schützen, sind diverse Schutzeinrichtung notwendig. Zum einen muss der Ladevorgang überwacht werden, so dass der maximale Ladestrom wie auch die Ladespannung nicht überschritten werden. Für die Laderegulation wurde ein Lade-IC von Microchip des Typs MCP73831 verwendet. Dieser übernimmt die gesamte Spannungs- und Stromregelung beim Ladevorgang und steuert zu dem während dem Ladevorgang eine LED zur Ladesignalisation an. Der Ladevorgang für den oben erwähnten Li-Ion Akku ist in untenstehender Abbildung 2 ersichtlich. Hierbei wurde der Akku im Schnelllademodus mit einem maximalen Strom von 400mA geladen. Dieser Strom ergibt sich aus dem Datenblatt der Batterie, wobei sowohl der Entladestrom, als auch der Ladestrom 0.5C beträgt. Das C entspricht der Kapazität der Batterie, wodurch sich der Strom I<sub>max</sub> gemäss der nachfolgenden Formel 2.3 berechnen lässt.

$$I_{load} = \frac{0.5}{h} \cdot C = \frac{0.5}{h} \cdot 800mAh = 0.4A \hat{=} 400mA \quad (2.3)$$

Betrachtet man die Abbildung 2 wird ersichtlich, dass die Spannung rund 2.5h geregelt wird bis 4.2V Grenze erreicht wird. Sobald der Spannungswert 4.2V erreicht hat, beginnt der Lade-IC mit der Stromregelung. Für diesen Prozess wurden beim Versuch noch einmal rund 30 Minuten benötigt, wodurch die letzten rund 20% der Batteriekapazität geladen werden konnten.

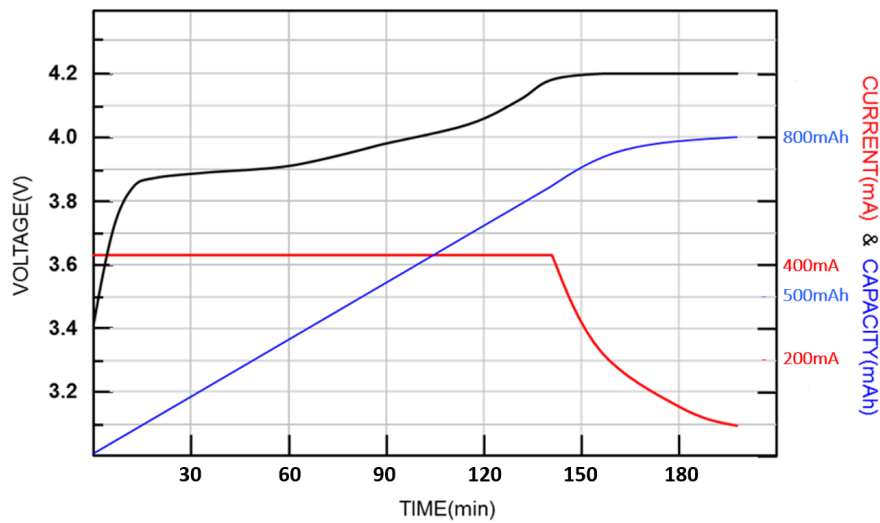


Abbildung 2: Blockschaltbild Energiespeicherung

Für einen weiteren Schutz, hat die Emmerich LI14500 eine integrierte Schutzbeschaltung namens PCM (Protection Circuit Module). Dieser Schutz garantiert einerseits einen Überladeschutz von  $4.25V \pm 0.025V$ , aber auch einen Tiefentladungsschutz von  $2.5V \pm 0.063V$ . Weiter ist der Akku gegen Überströme ab einer Höhe von 4.8A geschützt und weist zudem einen Schutzschaltungswiderstand von  $\leq 75m\Omega$  auf.

## 2.3 Weitere Komponenten

## 2.4 Testkonzept Hardware

Damit ein reibungsloser Betrieb möglich ist, müssen die einzelnen Hardware Komponenten auf Herz und Nieren geprüft werden. Nachfolgend werden die Testverfahren genauer beschrieben und die Testergebnisse aufgelistet.

### 2.4.1 Batterie

Die Batterie weist einige Schutzmechanismen auf, welche alle getestet werden müssen. Als erstes wurde der Tiefentladungsschutz geprüft. Um dies zu testen wurde ein Widerstand der Dimension  $9\Omega$  angeschlossen, wobei gemäss Berechnung 2.4 ein Entladestrom von rund 400mA resultierte.

$$I_{entlade} = \frac{U}{R} = \frac{3.7V}{9\Omega} = 411mA \quad (2.4)$$

Während dem Entladevorgang wurde stets die Spannung überwacht, wobei die Spannung von 3.7V auf bis 2.5V absank. Nach dem die 2.5V Schwellenspannung unterschritten wurde, brach der integrierte Batterieschutz die Spannungsversorgung ab. Die Widerstände wurden abgehängt und der gesamte Vorgang wurde mit Erfolg wiederholt.

Als nächstes wurde ein Kurzschluss test durchgeführt, wobei hier der Schwellenstrom gemäss Datenblatt bei 4.8 liegt. Gemäss dem  $U=R \cdot I$  Gesetz, wurde ein Widerstand der Grösse von  $700m\Omega$  verwendet damit der Grenzwert überschritten wird. Auch bei diesem Versuch, regelte das PCM den hohen Entladungsstrom ab und schaltete die Versorgungsspannung ab.

### 3 Software

#### 3.1 State Machine

#### 3.2 Microcontroller

#### 3.3 Bluetooth

#### 3.4 SD-Karte

#### 3.5 Audio, PWM

#### 3.6 Testkonzept Software

### 4 Ehrlichkeitserklärung

Ich bestätige mit der Unterschrift, dass der Bericht selbst verfasst und alle Quellen sauber und korrekt deklariert wurden.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

**Literatur**

- [1] Wikipedia, “Planksches Wirkungsquantum,” Website, 2017, online erhältlich unter [https://de.wikipedia.org/wiki/Plancksches\\_Wirkungsquantum](https://de.wikipedia.org/wiki/Plancksches_Wirkungsquantum); abgerufen am 10. März 2017.

## Abbildungsverzeichnis

1	Ladezyklus Dojo . . . . .	3
2	Blockschaltbild Energiespeicherung . . . . .	5

## A Anhang

### A.1 Messresultate

bcsjdbcsjbvsjvbs