

Energy harvesting bicycle computer

Katrin Bächli, Manuel König

28. Februar 2016

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Ausgangslage	5
1.2	Aufgabenstellung	5
1.3	Übersicht der Arbeit oder Aufbau der Dokumentation	7
2	Theoretische Grundlagen	9
2.1	Energy Harvesting mit Bewegungsinduktion	9
2.2	Energy Management mit dem EM8500	9
2.2.1	EM8500 Verhalten	9
2.3	Low Power Microcontroller	10
2.4	Bluetooth Low Energy	10
2.5	Android App Entwicklung	10
3	Vorgehen	11
3.1	Inbetriebnahme des Modells der Machbarkeitsstudie	11
3.2	Layout Print	14
3.3	Kommunikation Bluetooth Low Energy	14
3.4	Energieoptimierung	14
3.5	Applikationsentwicklung	14
3.6	Option 1	14
4	Verzeichnisse	15
4.1	Glossar und Abkürzungen	15
4.2	Abbildungsverzeichnis	15
4.3	Tabellenverzeichnis	15
A	Ausschreibung Bachelorarbeit	I
B	Projektplanung	III

Kapitel 1

Einleitung

In der heutigen Zeit gibt es viele interessante Gadgets, die unterschiedlichste Daten liefern. Seien das Pulsmesser, Heizungsregler oder das Multimedia-system zu Hause, diese Technologien lassen sich auch für den Fahrradfahrer nutzen. Es gibt bereits sogenannte Fahrradcomputer, welche die Geschwindigkeit messen und über ein separates Display ausgeben, jedoch werden die meisten mit einer Batterie betrieben, deren Laufzeit begrenzt ist. Mit der Möglichkeit des Energy Harvesting wird die Batterie und deren begrenzte Laufzeit gänzlich ersetzt. Bluetooth Low Energy kann Daten mit sehr wenig Energie übertragen, damit können die Daten, wie Geschwindigkeit oder Höhenmeter, an ein Android-Endgerät übermittelt werden.

1.1 Ausgangslage

Stand der Technik: Geschwindigkeitsanzeige für Velofahrer aktuelle Beispiele beschreiben.

Zwei Nachteile: Batteriewechsel und zusätzliches Display. Ein Handy hat jeder. Deshalb diese zur Anzeige benutzen.

Vorarbeiten auf diesem Gebiet: Roman Scheider und Daniel Studer verfassten 2015 eine Projektarbeit am InES, in der sie die Machbarkeit eines Bicycle computer and sensoric powerd with energy nachwiesen ?. Die Punkte, die sich zu unser Arbeit unterscheiden benennen.

Nennen, was in dieser Arbeit **neu** erarbeitet wird. ...

1.2 Aufgabenstellung

In der Ausschreibung der Arbeit ist der Inhalt der Bachelorarbeit zusammengefasst (siehe A). Das Ziel der Arbeit besteht darin, einen bestehenden

Prototypen eines batterielosen Fahrradcomputers zu verbessern und zu optimieren. Die bestehende Hardware soll optimiert und bestenfalls verkleinert werden. Weiter soll eine App für ein Android-Endgerät entwickelt werden, in der die Messwerte dargestellt werden.

Aus den Themen entstand eine Aufgabenstellung mit folgenden Punkten:

1. Inbetriebnahme des Prototypen, Einlesen in die vorangegangene Projektarbeit und Beschäftigung mit der Materie, sind die Hauptpunkte des ersten Schrittes.
2. Die bestehende Hardware muss verkleinert und überarbeitet werden. Dafür wird ein neues PCB entworfen, welches verschiedene vorhandene Platinen vereint.
3. Initialisierung der Bluetooth-Schnittstelle muss auf dem Android-Endgerät und der Hardware vorgenommen werden. Eine erste Bluetooth-Kommunikation zwischen der Hardware und der Applikationen ist implementiert.
4. Das bestehende Energiemanagement soll auf die Anwendung eines Fahrradcomputers optimiert werden.
5. Die Benutzeroberfläche der Android-Applikation soll benutzerfreundlich und optisch ansprechend gestaltet werden.
6. Die erfassten Messwerte der Geschwindigkeit und der aktuellen Höhe sollen über Bluetooth übermittelt werden.
7. Die erfassten Daten sollen gespeichert und nur dann übertragen werden, wenn die nötige Energie vorhanden ist.
8. Per GPS soll die aktuelle Position ermittelt, sowie die bereits abgefahrte Route erfasst werden. Alles soll auf einer Karte veranschaulicht werden.
9. Die Beschleunigung, Luftfeuchtigkeit und Temperatur sollen ebenfalls erfasst und über Bluetooth übermittelt werden.
10. Das Energiemanagement soll für verschiedene Geschwindigkeiten optimiert werden.

Für diese Bachelorarbeit sind die Punkte a) bis f) als Minimalanforderungen zu verstehen, während sich die Punkte f) bis j) dynamisch und in Abhängigkeit des Projektfortschritts gestalten lassen.

Aus diesen Anforderungen entstand der im Anhang B abgelegte Projektplan.

1.3 Übersicht der Arbeit oder Aufbau der Dokumentation

Graphisch (mit Kasten) darstellen ?

Am Anfang steht die Inbetriebnahme des Vorab-Exemplars. Dann: Energie-Verwendung optimieren. Daraus ergeben sich ... Dann der Print. Dann die Kommunikation ..

Kapitel 2

Theoretische Grundlagen

2.1 Energy Harvesting mit Bewegungsinduktion

2.2 Energy Management mit dem EM8500

Energy Management, abgekürzt mit EM, bezeichnet das Überwachen von Energiezuständen in Speichern und das intelligente Verbrauchen von Energie, das von den aktuellen Speicherzuständen abhängt.

Die Firma EM Microelectronic SA produziert für low power energy systems den Chip EM8500. The EM8500 is an autonomous power management system able to manage power domains, power sources and storage elements ?, p. 11

2.2.1 EM8500 Verhalten

Mit Hilfe des EM8500-Chips werden Verhaltensweisen gespeichert, die danach autonom ablaufen:

At start-up the device enters a boot sequence. It controls the state of both energy storage elements, and sets the default configuration parameters of the device by retrieving the corresponding values from the on-chip E2PROM. Upon completion of the boot sequence the system enters the supervising and harvester controller state (“normal mode”). It is now possible to modify configuration parameters through the serial interface to change the behavior of the device. When updating the device configuration through the serial interface it is recommended to write the complete set of EM8500 configuration parameters in a single transaction (see §6). EM8500 is able to

operate autonomously by using default configuration values from the on-chip E2PROM.?, p.11

Speicherkonzept

Implementiert ist ein Super Cap als Speicher. Erweiterbar mit zwei Speichern: einem Long Term Storage (LTS) und einem Short Term Storage (STS). Der erste Dient dem Sammeln von Energie für den ersten Moment, damit das System (das Energy Management Board) starten kann. Der Zweite Speicher dient einer längeren Betreibung mehrere Aktionen.

Status Informationen der Speicher

Sobald genügend Startenergie bereit steht, wacht der EM8500-Chips auf. Neben dem Setzen der Konfigurationen aus dem EPROM kontrolliert der Chip als erstes den aktuellen Speicherzustand der angeschlossenen Speicher.

Die Engeriequelle wie auch die angeschlossenen Speicher haben eigene Pins, die ihren Zustand übermitteln?, p.11.

Frage:

Ist der Chip EM8500 von EM Microelectronic ?

2.3 Low Power Microcontroller

2.4 Bluetooth Low Energy

2.5 Android App Entwicklung

Kapitel 3

Vorgehen

Model der Machbarkeitsstudie ausmessen und Entwicklungspunkte definieren.

3.1 Inbetriebnahme des Modells der Machbarkeitsstudie

Mit der in der Projektarbeit entwickelten Harvesterschaltung kann per Bluetooth Smart auf dem Android-Endgerät die Geschwindigkeit ausgegeben werden. Bei der Inbetriebnahme zeigten sich folgende Grenzen im gegebenen Modell:

1. Zu hoher Kondensator vor Energiemanagementschaltung gefährdet deren Stabilität
2. Konfiguration auf Energiemanagementboard sind nicht auf EnergieHarvesterSchaltung angepasst
3. ???

Kapazität für Harvesting-Schaltung verbessern

In der Machbarkeitsstudie ist nach dem Gleichrichter ein Kondensator von 470 μF nachgeschaltet. Dieser glättet die Spannungspulse nach dem Gleichrichter zu einer DC-ähnlichen Spannung mit Rippeln.

Mit einem Kondensator von 470 μF wird die Ausgangsspannung der Harvesterspannung fast rippelfrei. Die Rippelspannung beträgt 3.2 mV (siehe Abbildung 3.1).

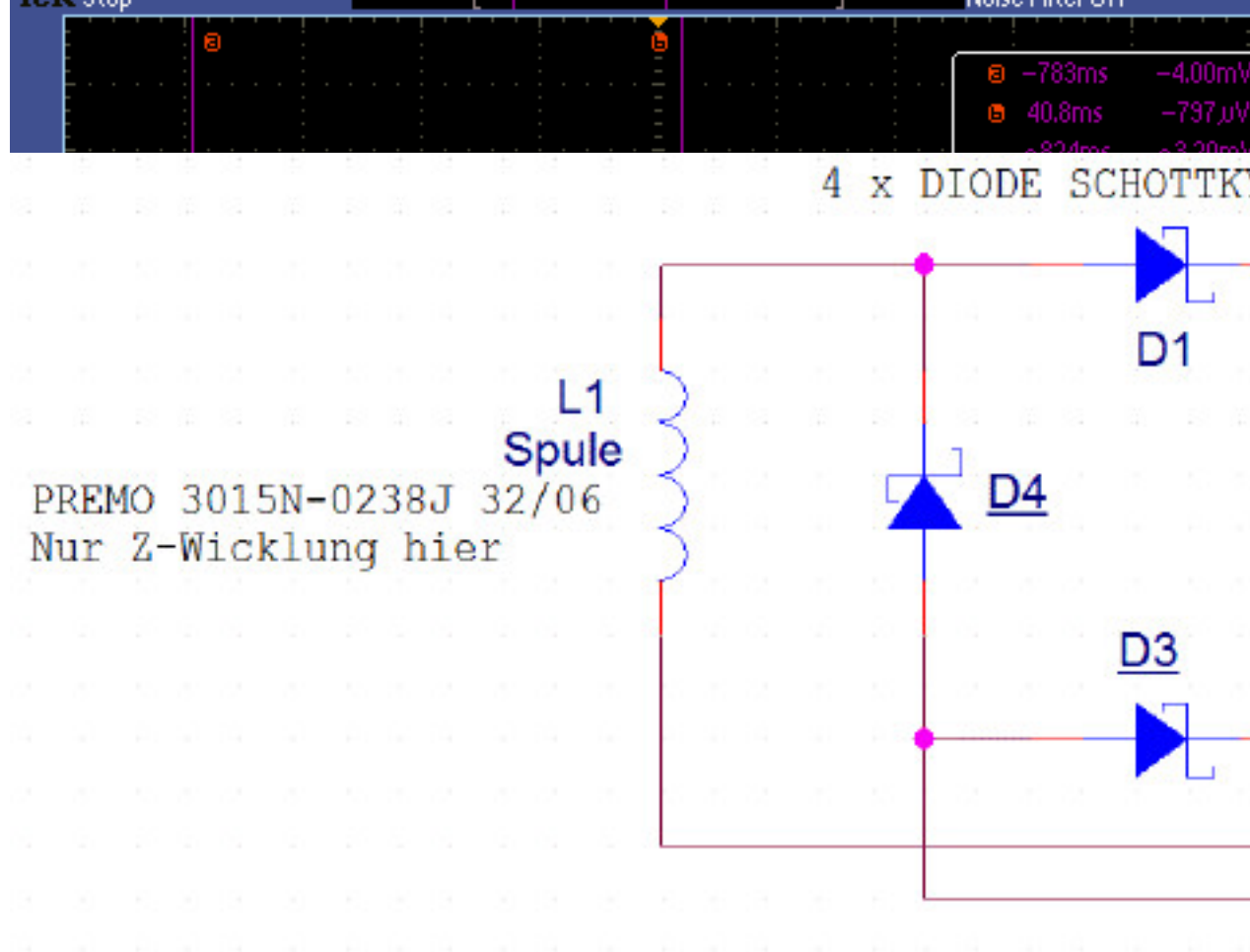


Abbildung 3.2: Messschaltung

Gemäss Ives **XXXXXX** von EMMicroelectronics sollten Kondensatoren der Harvesterschaltung im Bereich von 47 μF liegen, sodass die Energiemanagementschaltung ordnungsgemäss funktioniert.

Aus diesem Grund wird die Rippelspannung am Ausgangs der Harvesterschaltung mit kleineren Kondensatoren gemessen. Das Messprotokoll befindet sich im Anhang.

Messaufbau

In der gegebenen Harvesterschaltung wird am Kondensator die Spannung mit einem Kathodenstrahloszilloskop (KO) gemessen. Ausgehend vom bestehenden Kondensator (470 μF), werden danach Elektrolytkondensatoren (Elko) mit den Werten 100 μF , 47 μF und 10 μF gemessen.

Resultat

Die Rippelspannung erhöht sich wie erwartet. V_{pp} beträgt bei 100 μF **xx** mV, bei 47 μF 28.8 mV (siehe Abbildung 3.4) und bei 10 μF 320 mV (Abbildung 3.3).



Abbildung 3.5: Rippelspannung mit 47 uFKondensator

Messungen Energy Management Board

Es zeigt sich, dass der LTS nicht geladen wird . Und es zeigt sich, dass das EM-Board nicht zu regulieren beginnt.

Messungen Sensortag

Ziel: Energieverbrauch kennen.

Unterschied zwischen dem Programmierten Sensortag des Prototypen und dem neuen Sensortag.

3.2 Layout Print

3.3 Kommunikation Bluetooth Low Energy

3.4 Energieoptimierung

3.5 Applikationsentwicklung

3.6 Option 1

Kapitel 4

Verzeichnisse

4.1 Glossar und Abkürzungen

Clock Domain

Ein Bereich der Hardware, der mit demselben Takt läuft.

4.2 Abbildungsverzeichnis

4.3 Tabellenverzeichnis

Anhang A

Ausschreibung Bachelorarbeit

Anhang B

Projektplanung