

# E-Bike Controller Reverse Engineering

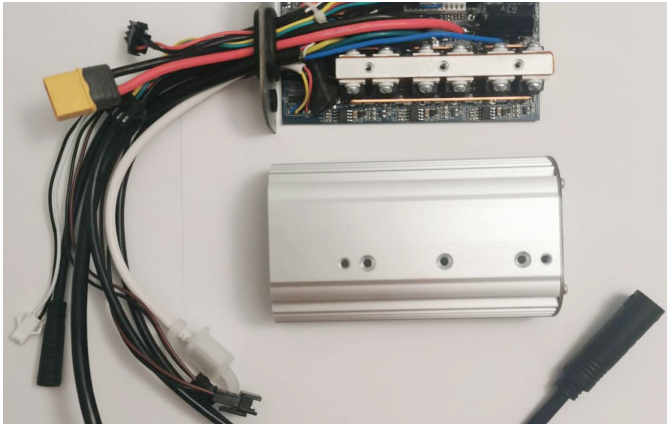


Abb. 1: Zeigt den kompletten E-Bike Controller mit allen Komponenten, Kabeln und Gehäuse vor dem Reverse Engineering.

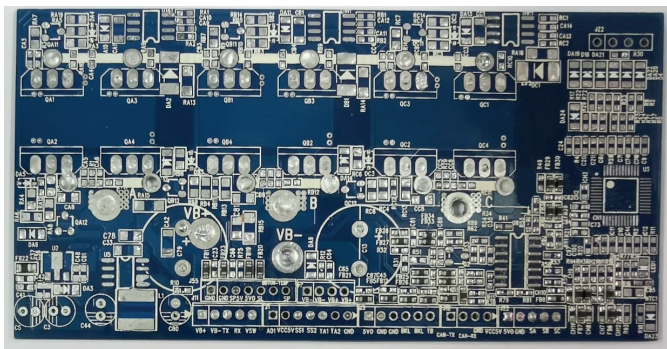


Abb. 2: Zeigt den Top-Layer des PCBs (Printed Circuit Board), wo alle Komponenten entfernt wurden.

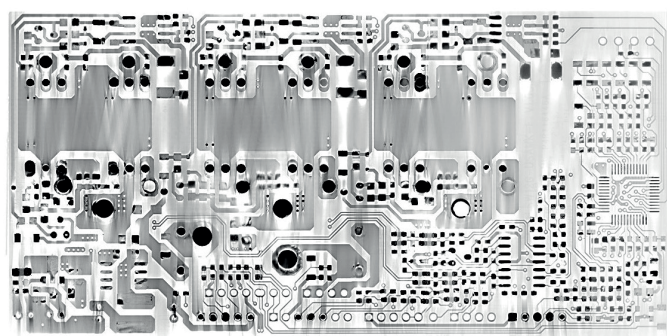


Abb. 3: Zeigt den Top-Layer des PCBs, das mit dem Computertomographen geröntgt wurde.

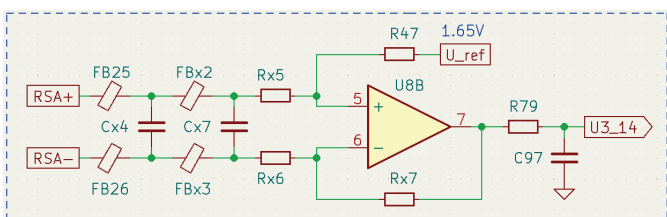


Abb. 4: Ausschnitt aus dem kompletten Schema. Es zeigt eine bidirektionale Motorstrommessung mittels Shunt einer Phase.

## Problemstellung

Die Funktionsweise eines E-Bike Controllers soll untersucht werden. Der Controller beinhaltet mehrere Schaltgruppen, die verschiedene Funktionen haben. Die exakten Schaltgruppen und deren Funktionen sind jedoch unbekannt. Das Ziel der Untersuchung ist es, die verschiedenen Schaltgruppen und ihre Komponenten zu identifizieren und gut zu verstehen. Mit den gewonnenen Kenntnissen soll der E-Bike Controller als Schema in der ECAD Software KiCad gezeichnet werden. In einem zweiten Schritt sollen die verschiedenen Schaltgruppen genau erklärt werden. Mit dem erlangten Schaltverständnis werden die Schaltungen auf mögliche Verbesserungen untersucht.

## Lösungskonzept

Für die Analyse des E-Bike Controllers wird das Vorgehen des Reverse Engineering eingesetzt. Reverse Engineering ist der Prozess, bei dem man ein ausreichendes Verständnis für ein Produkt auf Designebene erlangt, um dessen Wartung, Verbesserung oder Ersatz zu unterstützen. In dieser Arbeit liegt der Fokus des Reverse Engineering bei der Hardware. Es muss ein PCB (Printed Circuit Board) analysiert werden.

## Realisierung

Die Komponenten wurden mit verschiedenen Messmitteln wie: «BODE 100 und U1732A Handheld LCR Meter» gemessen und identifiziert. Die 4 Layer des PCBs konnten mit einem Computertomographie Scan (CT-Scan) geröntgt und als digitale Schnittbilder dargestellt werden. Aus den CT-Scans konnten die einzelnen Leiterbahnen nachverfolgt werden. Mit den nun bekannten Komponenten und Leiterbahnen, konnte die komplette Schaltung als Schema im «KiCad» gezeichnet werden.

## Ergebnisse

Die Schaltgruppen und ihre Komponenten konnten klar definiert werden. Die Schaltgruppen können in fünf Hauptfunktionen unterteilt werden: Ein- und Ausgänge (Klemmen), Spannungslevel, Steuerteil, Leistungsstufe und Strommessung. Zusätzlich konnte das komplette Schema in der ECAD Software KiCad gezeichnet werden. Die jeweiligen Funktionen der Schaltgruppen konnten genau erklärt werden. An einigen Stellen der Schaltung wurden Verbesserungen und Modifikationen vorgenommen. Das angewendete Vorgehen des Reverse Engineering hat sich als sehr effektiv herausgestellt. Alle Ziele wurden erfüllt. Die Resultate des Reverse Engineering helfen den E-Bike Controller gut zu verstehen.



**Diplomand**  
Garofalo Marco

**Dozent**  
Prof. Dr. M. Thalmann

**Themengebiet**  
Energiesysteme & Antriebstechnik,  
Automation, Mechatronik

**Projektpartner**  
Hochschule Luzern, Technik & Architektur,  
IET