

Aufbau und Dokumentation einer Experimentierplattform für automotive Softwareentwicklung

Bachelorarbeit

Bachelorant: Daniel Noack

Betreuer: Prof. Dr. Olaf Spinczyk

Dr. Michael Engel





Themenüberblick

- **Thema der Bachelorarbeit**
- **Geplanter Aufbau**
- **Analyse & Integration der Komponenten**
 - Lenksäulenmodul
 - Neues CAN-Gateway
 - Pedaleinheit
- **Fazit**



Thema der Bachelorarbeit

- Aufbau eines Fahrzeugnetzes
 - Echte Fahrzeugkomponenten
 - Hard- und Softwarekomponenten der Projektgruppen „AutoLab“ und „CoaCh – Car on a Chip“
- Analyse und Integration bisher nicht verwendeter Komponenten
 - Lenksäulenmodul
 - Pedale
- Ersatz für CAN-Gateway finden
- Dokumentation des Aufbaus



Geplanter Aufbau

- Dachmodul & Gangwahlschalter aus BMW X5
 - Mit Software der Projektgruppe „AutoLab“



- Zwei Scheinwerfer aus Audi A4



- Lenksäulenmodul aus Audi A8
 - Bisher im Aufbau noch nicht verwendet





Geplanter Aufbau

- Pedale von PC-Lenkrad
 - Anpassungen notwendig
- FPGA als Ersatz für CAN-Gateway
- Einsatz von TriBoards
 - Steuerung der Scheinwerfer
 - Auswertung der Pedale
 - Ausführung der Virtual Machine für Programme der IDE
- PC mit zwei USBprog und CAN-SPI-Adapttern
 - Ausführung von Torcs
 - Ausführung der Entwicklungsumgebung

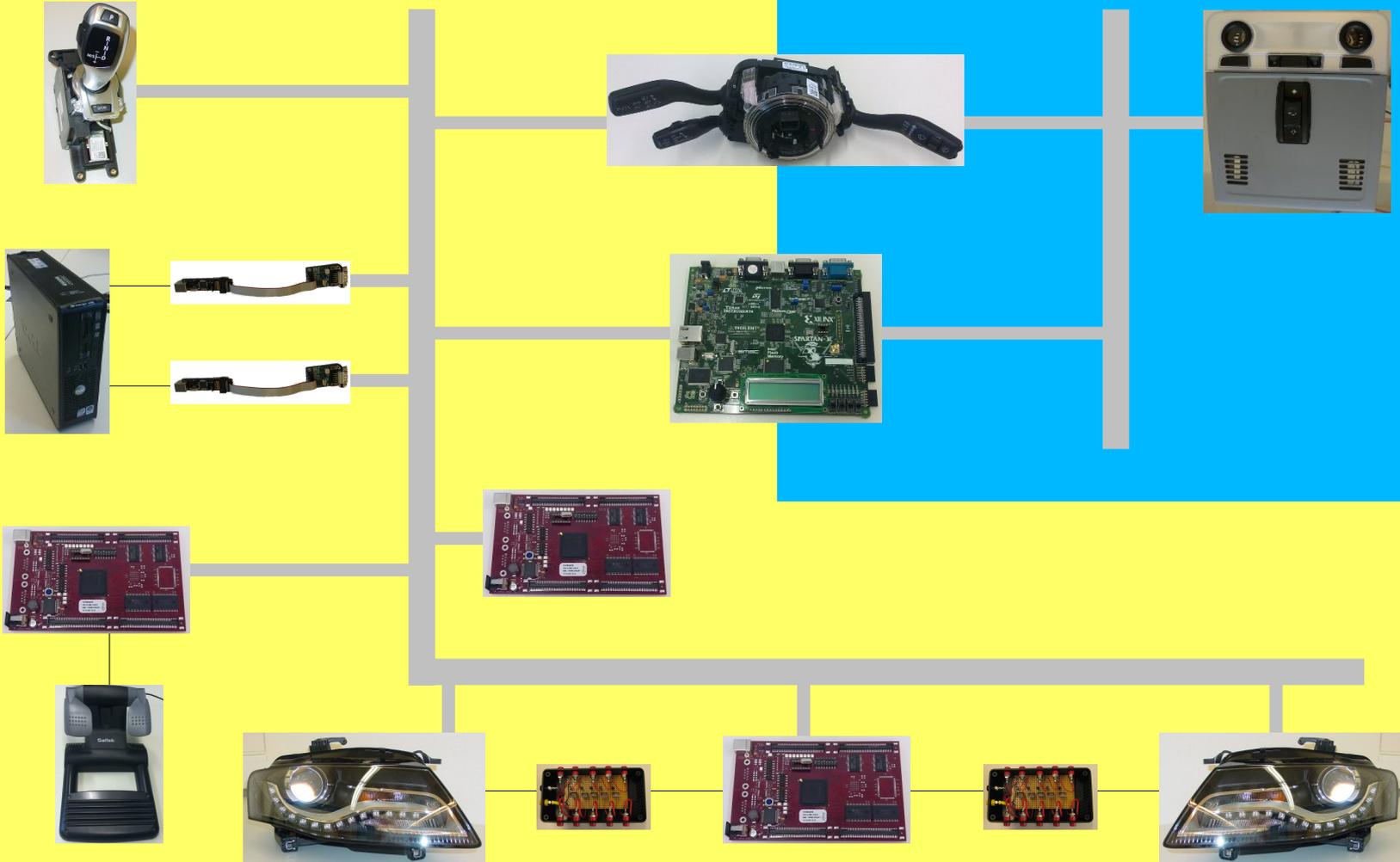




Geplanter Aufbau

Antriebs-CAN (High-Speed-CAN)

Komfort-CAN (Low-Speed-CAN)

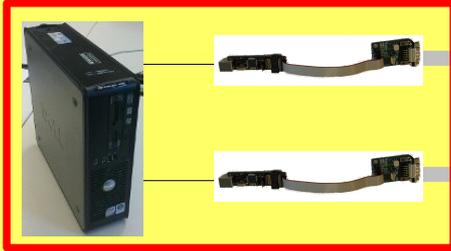




Geplanter Aufbau

Antriebs-CAN (High-Speed-CAN)

Komfort-CAN (Low-Speed-CAN)





Geplanter Aufbau

- Modularisierung des Aufbaus bietet Vorteile
 - Einfache Verkabelung
 - Flexiblere Gestaltung der Experimentierplattform
 - Arbeit in mehreren Gruppen an verschiedenen Komponenten

- Einschränkungen durch Low-Speed-CAN
 - Lenksäulenmodul und Dachmodul problematisch
 - Lösung: Low-Speed-CAN-Interface für CANoe



Analyse & Integration der Komponenten

- Ausführlich
 - Lenksäulenmodul
 - Neues CAN-Gateway
 - Pedaleinheit
- Allgemein
 - Sonstige Komponenten

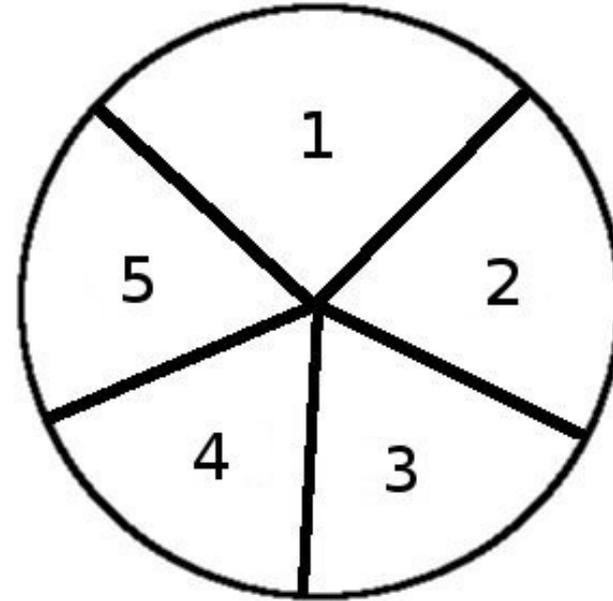


Lenksäulenmodul

- Zwei verschiedene CAN-Busse
 - High-Speed-CAN (500kbps) für Lenkwinkel
 - Low-Speed-CAN (100kbps) für Lenkstockhebel
- Betrieb des High-Speed-Seite
 - Dauerplus & Zündung CAN an 13,8V
 - Zwei CAN-Nachrichten auf High-Speed-CAN
 - CAN-Botschaften identisch mit altem Lenksäulenmoduls
 - Funktion einer Nachricht weiterhin unbekannt
 - Weitere Informationen der zweiten Nachricht entschlüsselt



Lenksäulenmodul



- Nach Einschalten Initialisierung bei erster Drehung
 - Stellung beim Einschalten wird Mittelstellung
 - Initialwert abhängig von Stellung der Markierung



Lenksäulenmodul

- Betrieb der Low-Speed-Seite
 - Lenkstockhebel senden ohne weiteres keinen Status
- Ausnahme: Lichthupe
 - Weckt Steuergerät
 - Signalisiert mit CAN-Nachricht seinen Status
 - Comming-Home-Funktion
- Steuergerät legt sich nach einiger Zeit schlafen
 - Netzwerkmanagement-Nachricht hält Modul wach
- Vermutung: Zündung-Ein Botschaft fehlt
 - Vermutung hat sich bestätigt
 - FPGA übernimmt Signalisieren der eingeschalteten Zündung



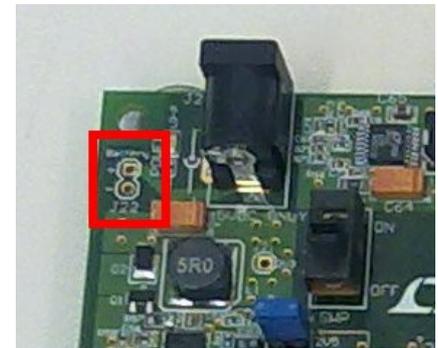
Lenksäulenmodul

- Mit Zündungs-Signal senden Lenkstockhebel Nachrichten
- Nachricht besitzt neue ID und anderen Aufbau
 - Nicht kompatibel mit anderen Komponenten
 - Komponenten anpassen
 - Nachricht anpassen ← Mittel der Wahl
- Bedienhebel für Geschwindigkeitsregelanlage funktioniert nicht
 - Vermutung: zugehöriges Steuergerät fehlt
 - Bedienhebel vom Lenksäulenmodul entfernt
 - Nachrichten würden von keiner Komponente ausgewertet



Neues CAN-Gateway

- Bisher verwendetes Gateway nur auf Demoboard
- Ersatz durch FPGA vom Typ Spartan-3E-S500
 - Plasma MIPS von Opencores.org als Prozessor
 - Zwei CAN-Controller der Projektgruppe „CoaCh“
 - UART als Debug-Schnittstelle
 - Timer für zeitgesteuerte Interrupts
- Peripherie
 - Externer High-Speed-Transceiver MAX 3051
 - Externer Low-Speed-Transceiver MAX 3055
 - MAX 3055 benötigt 5V Versorgungsspannung





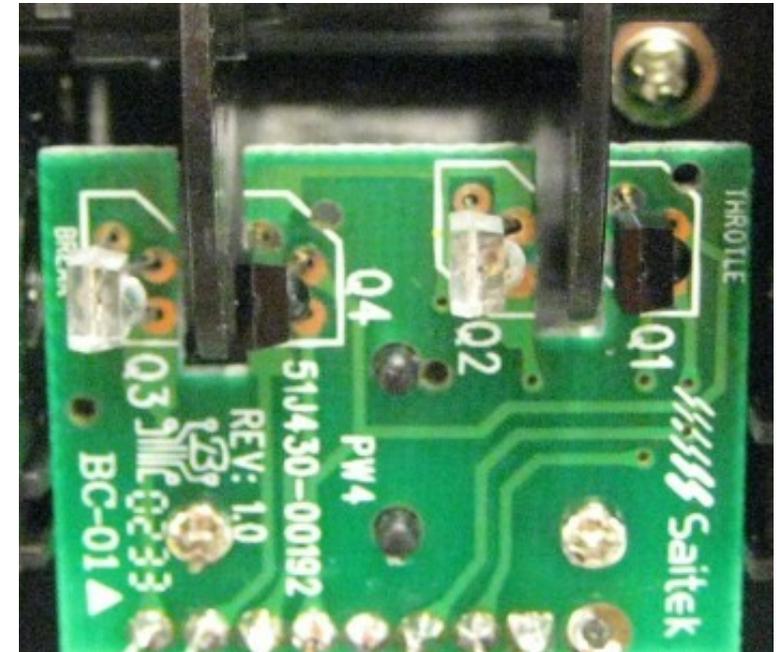
Neues CAN-Gateway

- Software regelt Weiterleitung der CAN-Nachrichten
 - Komfort-CAN → Antriebs-CAN: alle Nachrichten
 - Antriebs-CAN → Komfort-CAN: Nachrichten für Dachmodul & Lenksäulenmodul
- Software erzeugt Nachrichten auf Low-Speed-CAN
 - Netzwerkmanagement-Nachricht
 - Nachricht für eingeschaltete Zündung
- Aufgetretene Probleme
 - Empfang von „Geisternachrichten“ auf High-Speed-CAN
 - Ursache war unterschiedliche Masse von FPGA und Transceiver
 - Versenden von vermischten CAN-Nachrichten
 - Ursache waren deaktivierte Puffer im CAN-Controller



Pedaleinheit

- Pedaleinheit von Saitek R440 Force Feedback Wheel
- Arbeitet mit Inkrementalgeber
 - Infrarotdiode
 - Lochscheibe
 - Fototransistor mit zwei Sensoren





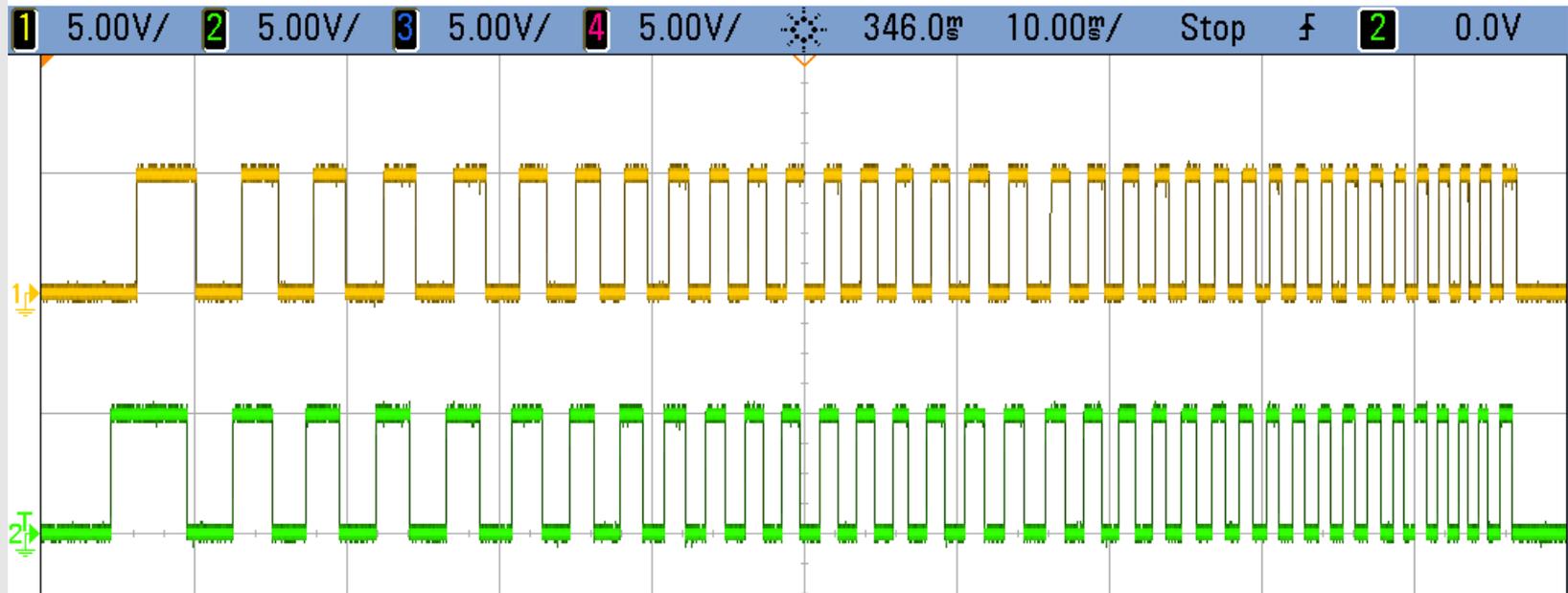
Pedaleinheit

- Auswertung mit Oszilloskop



Agilent Technologies

THU MAY 06 14:13:35 2010



- Bestimmung der Drehrichtung
 - Reagieren auf steigende Flanke von erstem Signal
 - Auswerten des zweiten Signals



Pedaleinheit

- Anpassungen notwendig
 - Ursprünglich 5V Versorgungsspannung → TC1796 nur 3,3V
 - Andere Vorwiderstände für Infrarotleds
 - Widerstände zur Strombegrenzung in Signalleitungen
- Anschluss an TriBoard
 - Geeignete Portpins für Interrupts benutzen
 - Spannungsversorgung über Portpins auf Erweiterungsplatine
 - D-Sub-Stecker und -Buchse als Schnittstelle



Pedaleinheit

- Problem
 - Mechanik nicht sehr präzise
 - Pedal geht nicht immer zu 100% in Nullstellung
 - Versuch Problem in Software zu mildern
- Verwendete Software
 - Auswertung per Interrupt
 - „Zählen“ der Schritte
 - Reduzierung der Auflösung auf 25 Schritte
 - Pedalstellungen zu einem Wert kombinieren



Sonstige Komponenten

- Scheinwerferboard
 - Wartezeit vor dem Senden von Initialisierungsnachrichten
 - Rest unverändert
- AVM-Board, Dachmodul und Gangwahlschalter
 - Keine Anpassungen
 - Software der PG „AutoLab“
- PC
 - Ubuntu 10.04 64-Bit als Betriebssystem
 - Kleine Anpassungen an TORCS und AutoLabIDE notwendig



Fazit

- Fehlende Komponenten ersetzt
 - CAN-Gateway
 - Pedaleinheit
- Neue Komponenten integriert
 - Lenksäulenmodul
- Neue Experimentierplattform aufgebaut
 - Modularer Aufbau
 - Notwendige Anpassungen vorgenommen
- Aufbau und Anpassungen dokumentiert



- → Demonstration des Aufbaus im ESS-Labor



Quellen

- Endbericht der Projektgruppe AutoLab
<http://ess.cs.tu-dortmund.de/Teaching/PGs/autolab/AutoLab-Endbericht.pdf>
- AutoLab-Wiki
<https://ess.cs.tu-dortmund.de/autolab-wiki/>
- Endbericht der Projektgruppe CoaCh – Car on a Chip
<http://ess.cs.tu-dortmund.de/Teaching/PGs/coach/CoaCh-Abschlussbericht.pdf>
- Datenblatt MAX 3051 & MAX 3055
<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX3051.pdf>
<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX3054-MAX3056.pdf>



Quellen

- TriBoard TC1796 Data Sheet & User's Manual System and Peripheral Units V2.0
- Spartan-3E FPGA Starter Kit Board User Guide
http://www.xilinx.com/support/documentation/boards_and_kits/ug230.pdf
- Informationen von Kostal
- Interne Quellen