

Flexiblere Impulsfolgenerzeugung und Signalauswertung für ein Fließgeschwindigkeitsmessgerät

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems
Betreuer*innen: Prof. Dr. Torsten Mähne, Thomas Schott
Experte: Daniel Kühni (Inetronic AG)
Industriepartner: Kern Elektronik AG, Interlaken

Um Hochwasserschäden zu vermeiden, sind zuverlässige Fließgeschwindigkeitsmessdaten von Gewässern unerlässlich. Ein dafür geeignetes Messverfahren basiert auf der Laufzeitmessung von Ultraschall-Impulsfolgen. Je flexibler diese Impulsfolgen, desto breiter die Einsatzmöglichkeiten des Messgerätes. Mit einer solchen Flexibilisierung leistete diese Bachelor-Thesis einen Beitrag zur Modernisierung eines Messgerätes – und damit zu einem wirksamen Hochwasserschutz.

Ausgangslage

Das AFFRA DeltaFlex ist ein Fließgeschwindigkeitsmessgerät der Kern Elektronik AG (Kern). Das Messprinzip beruht auf der Laufzeitdifferenz von Ultraschall-Impulsfolgen. Diese werden von zwei Sendeempfängern diagonal flussauf- und flussabwärts zum jeweils gegenüberliegenden Ufer gesendet und dort empfangen. Durch das fließende Gewässer entsteht eine Laufzeitdifferenz, anhand welcher die Fließgeschwindigkeit berechnet werden kann. Das Messgerät wurde bereits in mehreren Projekten an der BFH modernisiert. Zu Beginn des aktuellen Modernisierungsschrittes basierte die Hardware auf einem ZYNQ System-on-Chip von Xilinx. Als Betriebssystem war ein PetaLinux im Einsatz. Das Gerät kann zwei Arten von Impulsfolgen ausgeben. Eine davon, der Chirp-Code, bestand aus einer fixen Folge von neun Impulsen. Beim anderen, dem Barker-Code, war die Anzahl der Impulse bereits einstellbar. Die Frequenz der Impulse betrug bei beiden Codes 200 kHz. Sowohl die starre Frequenz wie auch die limitierte Parametrisierbarkeit der Impulsfolgen beschränkten die Einsatzmöglichkeiten des Messgerätes.

Ziele

Gemäss der Anforderungen des Industriepartners sollten unter anderem folgende Schritte umgesetzt werden: Das bestehende Betriebssystem sollte durch eine FreeRTOS-basierte Anwendung ersetzt werden, da Kern dieses Betriebssystem nutzt. Zudem sollten sowohl beide Arten von Impulsfolgen wie auch die Frequenz der einzelnen Impulse parametrisierbar sein. Weiter sollte das empfangene Signal mit einer einstellbaren Frequenz abgetastet werden. Mit diesen drei Massnahmen wird das Gerät flexibler.

Umsetzung

Abbildung 1 zeigt das angepasste System. Die FreeRTOS-basierte Anwendung wurde entwickelt und die bestehende Software direkt integriert. Um die Impulsfolgenerzeugung zu flexibilisieren,

musste das bestehende Logik-Design überarbeitet werden. Dazu wurden die bestehenden Komponenten Wave Generator, Code Recorder und ADC Reader angepasst. Die Ablaufsteuerung wurde mit der neuen Komponente Cycle Selector modularisiert, um weitere Anwendungsfälle künftig einfach integrieren zu können. Zudem wurden zusätzliche Register für neue Parameter eingebunden. Die Konfiguration der Impulsfolgen wird dem Messgerät im JSON-Format via UART-Schnittstelle übermittelt. Die chip-interne AXI-Schnittstelle wird verwendet, um die Einstellungen von der Software (violett) in die programmierbare Logik (blau) zu übertragen.

Resultate

Das Gesamtsystem wurde durch eine Messkampagne im Mülibach (Burgdorf) verifiziert. Die Generierung der einzelnen Impulse sowie der Impulsfolgen erfolgen gemäss der übermittelten Konfiguration. Die Signalverarbeitung berücksichtigt die verwendete Impulsfolge und die restlichen Parameter. Messungen mit dem Barker-Code erzielen korrekte Ergebnisse. Bei Messungen mit dem Chirp-Code tritt derzeit noch eine konstante Abweichung bei den Ergebnissen auf, deren Ursache eingegrenzt werden konnte. Aufgrund der flexiblen Impulsfolgenerzeugung ist es nun möglich, geeignete Konfigurationen für unterschiedlichste Fließgewässer zu definieren.



Marc Simon Balmer

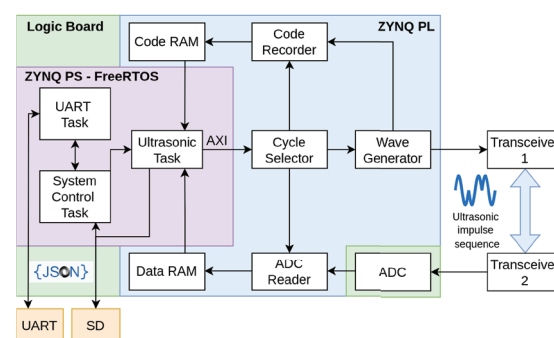


Abbildung 1: Blockdiagramm des Systems mit Schnittstellen (orange), Software (violett), RTL-Design (blau) und Transceiver