

Stroboskop mit besonderen Anforderungen



Abb. 1: Erzeugung eines Lichtblitzes gemäss dem PWM-Puls (6µs, rot). Der blaue Verlauf entspricht der optischen Intensität der LEDs.

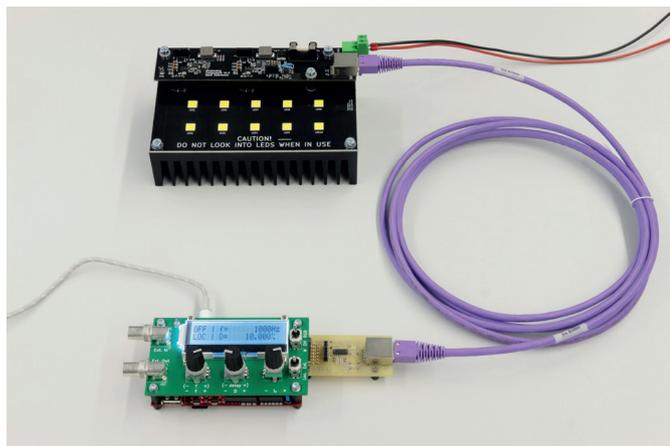


Abb. 2: Verkabelung des Stroboskop-Systems mit Leistungsstufe (schwarz, mit Kühlkörper) und Bedieneinheit unten.



Abb. 3: Langzeitbelichtung (1s) eines angeregten Lautsprechers (100Hz) in einem abgedunkelten Raum. Mit Blitzfrequenz 200Hz und justierter Phase wird die Membran nur an den Extremlpositionen beleuchtet.

Problemstellung

Die Arbeit befasst sich mit der Entwicklung eines Stroboskops, welches höhere Blitzraten erreicht als kommerzielle Standardprodukte. Es soll das veraltete Exemplar der Physik-Vorlesung ersetzen und zur Betrachtung von schnellen Bewegungen in Forschungsprojekten der Hochschule Luzern dienen. Das Stroboskop soll eine Synchronisation mit externen Takten wie auch das flexible Einstellen der Blitzwiederholraten und -pulsbreiten ermöglichen.

Lösungskonzept

Power-LEDs mit kurzer Reaktionszeit werden von einer schnellen analogen Leistungsstufe angesteuert, sodass hohe Blitzfrequenzen erreicht werden können. Die Eingabe von Parametern wie Wiederholrate oder Intensität erfolgt über eine Bedieneinheit. Ein SoC-FPGA steuert das System. Die Software interpretiert die Benutzer-Einstellungen und evaluiert die gültigen Parameter, während die digitale Hardware taktgenaue Signale zur Ansteuerung der Leistungsstufe generiert.

Realisierung

Die Bedieneinheit ist als Leiterplatte mit Schaltern, Drehreglern und Display ausgeführt und wird direkt auf das SoC-Board aufgesteckt. Die Verarbeitung der User-Einstellungen erfolgt auf dem Mikrocontroller des Zynq 7000S SoCs. Dort werden Parameter wie Periodendauer und Pulsbreite evaluiert und in der digitalen Logik auf ein PWM-Signal abgebildet. Dieses wird via Ethernet-Kabel differentiell auf die Leistungsstufe übertragen, wo zehn weisse Power-LEDs von Treiber-ICs gemäss dem PWM-Takt ein- und ausgeschaltet werden.

Ergebnisse

Testversuche zeigen, dass das Stroboskop Lichtblitze mit minimaler Dauer von 1µs und Frequenzen bis zu 500kHz erzeugen kann. Die Validierung belegt, dass periodische Vorgänge visualisieren werden können, die von blossen Auge nicht sichtbar sind. Dank der Synchronisations-Funktionalität kann der Stroboskop-Takt mit externen Geräten abgestimmt werden.

Ausblick

Eine potenzielle Erweiterung stellt die Entwicklung einer Leistungsstufe esteuert werden. Eine Kamera nimmt dabei ein Bild über alle drei Farbsekanzen auf. In der Nachbearbeitung können die RGB-Kanäle wieder separiert werden, wodurch aus einer Aufnahme im Endeffekt drei resultieren. Dadurch erhofft man sich eine bessere zeitliche Auflösung. Die Implementation in Software und FPGA unterstützt aktuell bereits den RGB-Modus. Allerdings wäre eine neue Leistungsstufe mit RGB-LEDs nötig.



Diplomand
Estermann Basil

Dozent
Dr. S. Köster

Themengebiet
Technische Informatik (Embedded Systems)

Projektpartner
Hochschule Luzern