

Miniature Angle Encoder

Miniaturisierung und Schaltungsoptimierung eines bestehenden Winkelencoders

Student



Fabian Bertschinger

Einleitung: Winkelencoder werden häufig in Theodoliten, Laserscannern, Lasertrackern oder tragbaren Messarmen eingesetzt, um genaue Winkelinformationen der erfassten Messpunkte zu liefern. Um höchste Genauigkeit zu erreichen, wird in der Regel ein optisches Messprinzip verwendet. Ein solcher Winkelencoder besteht aus einer Elektronikplatine mit Lichtquellen in Form von LEDs, Zeilensensoren und einem Mikrocontroller oder FPGA zur Datenauswertung, einer Glasscheibe mit einem absoluten Code und einem Spiegel zur Reflexion und Projektion des Codes auf die Zeilensensoren. Der Code auf der Glasscheibe wird häufig lithographisch hergestellt und besteht aus radial ausgerichteten Strichen, die absolut und kontinuierlich sind. Der Code wird über sogenannte Zeilensensoren erfasst und vom Mikrocontroller in einen Winkel umgerechnet.

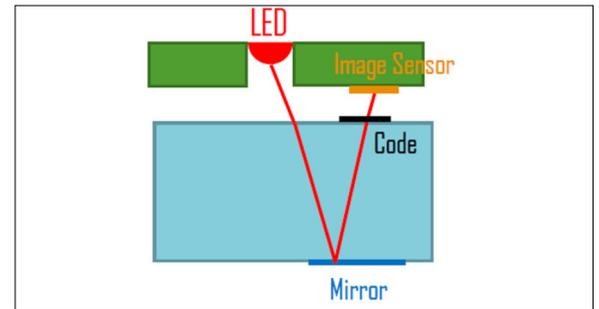
Die Verwendung mehrerer Zeilensensoren hat den Vorteil, dass harmonische Fehler eliminiert werden und die Leistung des Codierers verbessert wird. Zwei gegenüberliegende Zeilensensoren reichen aus, um Exzentrizitätsfehler zu eliminieren, während vier Zeilensensoren die Korrektur von Pi-periodischen Fehlern ermöglichen. Diese Fehler entstehen z.B. durch Taumeln um die Drehachse. Da die Geräte wie Theodoliten, Laserscanner, Lasertracker und portablen Messarmen bei gleichbleibender Systemgenauigkeit immer kleiner werden, gilt dies auch für die darin verwendeten Winkelencoder. So soll der vorhandene Winkelencoder im Aussendurchmesser um einen Faktor von 40% verkleinert werden.

Vorgehen: Zu Beginn wurden verschiedene Möglichkeiten der Schaltungsreduzierung erarbeitet, um die Leiterplatte des Winkelencoders zu verkleinern. Am erfolgsversprechendsten waren Modifikationen an den LED-Treibern sowie den LEDs selbst und die Verwendung eines Mikrocontrollers mit kleinerem Gehäuse. Anschliessend wurde das Konzept des Winkelencoders v.a dem LED-Treiber nachvollzogen und Messungen auf dem bestehenden PCB durchgeführt, um den zeitlichen Ablauf der LED-Treiber Signale zu verstehen. Anhand dieser gesammelten Daten wurde ein Simulationmodell des LED-Treibers erstellt um diesen für das neue PCB anzupassen. Damit wurden verschiedene Möglichkeiten der Schaltungsreduzierung erarbeitet.

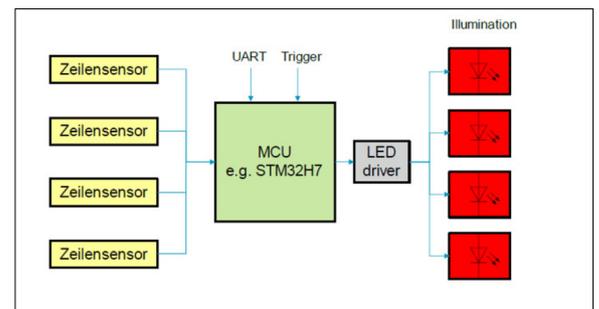
Im zweiten Schritt galt es, einen kleineren Mikrocontroller ausfindig zu machen, welcher trotzdem alle benötigten Funktionen beinhaltet, um die Sensordaten auszuwerten und die LED-Treiber anzusteuern. Die Vereinfachungen erlaubten auch, den Power-Teil der Schaltung zu reduzieren, da nun eine Speisespannung weniger benötigt wird. Im Anschluss wurde das Schema überarbeitet und das Layout gezeichnet. Die Platzierung der Bauteile wurde so platzsparend wie möglich gehalten.

Fazit: Mit den genannten Schaltungsreduktionen konnte die Leiterplatte des Winkelencoders auf einen Aussendurchmesser von 28mm verkleinert werden. Dies entspricht einer Verkleinerung von rund 30%. Das gewünschte Ziel konnte somit nicht vollständig erreicht werden. Weitere Reduktionen sind denkbar, wenn für den Mikrocontroller ein BGA Gehäuse eingesetzt würde, was aber passende Fertigungstechnik voraussetzt.

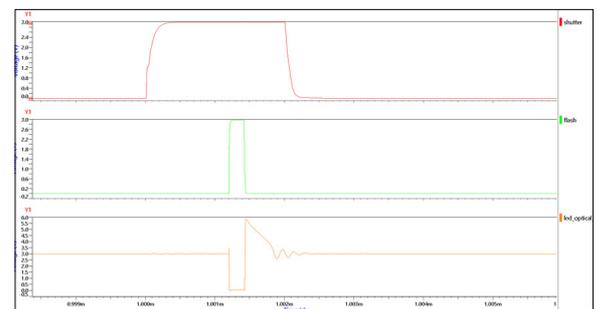
Funktionsprinzip: Zeilensensor, welcher den Code auf der Scheibe einliest
Hexagon



Konzept mit MCU, LED-Treiber und Zeilensensor
Hexagon



Signalverlauf des LED-Treibers
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Guido Keel

Themengebiet
Sensorik

Projektpartner
Hexagon Technology
Center GmbH,
Heerbrugg, SG