

Lock-In Verstärker

zur Messung kleinster Amplituden und Phasenunterschiede

Student



Philippe Frey

Einleitung: Dort wo Signale im Grundrauschen unterzugehen drohen, findet der Lock-In Verstärker sein Einsatzgebiet. Bei Lichtmessungen, in der Audiotechnik, bei thermisch sensiblen Messobjekten oder für die Bestimmung kapazitiver oder induktiver Eigenschaften von Messobjekten. Der Lock-In Verstärker ist im Stande, kleinste Signale anhand ihrer Frequenz zu detektieren, zu verstärken, von Störsignalen zu trennen und Informationen über die komplexen Eigenschaften von Messsignalen zu liefern.

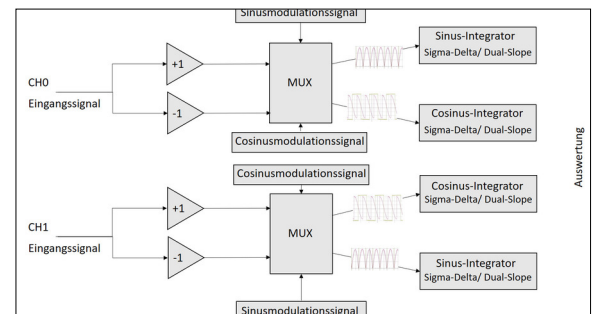
Wird das Messsignal bei einem zweikanaligen Lock-In Verstärker synchrongleichgerichtet, kann es mit digital generierten oder aus dem Messsignal gezielt modulierten gleichfrequenten sinus- oder auch rechteckigen Referenzsignalen moduliert werden. Dabei sollen die Referenzsignale je einmal in Phase und einmal um 90° zum Messsignal versetzt sein. Mit einer Tiefpassfilterung oder Integration dieser modulierten Signale ist es möglich, den Real- so wie auch den Imaginäranteil einer komplexen Spannung zu bestimmen. Werden die Ausgangssignale des Lock-In Verstärkers digitalisiert, können mit einer mathematischen Analyse der Signale Aussagen über den Betrag und die Phasenlage des Messsignals geliefert werden.

Aufgabenstellung: Es soll ein Lock-In Verstärker entwickelt werden, welcher als Demonstrator in den Sensorikpraktika zur Veranschaulichung und dem Erlernen des Lock-In Messverfahrens dienen soll. Die Aufgabe beinhaltet einen physischen Aufbau des Verstärkers und eine digitale Ansteuerung zur Verarbeitung, Steuerung und Auswertung der Signale. Die Generierung und Verarbeitung der Signale, welche für diese Aufgabe digital realisiert werden müssen, werden mit VHDL über das Zybo z7 beschrieben. Ein Projekt, welches die gleichen Ziele verfolgte wie diese Studienarbeit, soll mit Empfehlung des Betreuers als Vorlage verwendet werden.

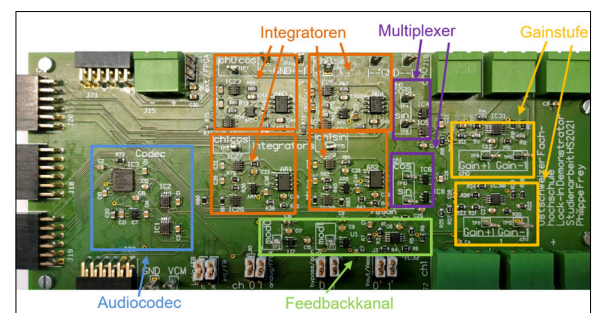
Vorgehen: Durch das Einlesen in die Thematik soll ein Überblick über den detaillierten Aufbau und die Funktionsweise des Lock-In Verstärkers verschafft werden. Die Unterlagen des Projekts, welches als Fundament dieser Arbeit dient, werden analysiert. Die Analyse enthält eine Diskussion des bereits vorhandenen Materials sowie die Auseinandersetzung mit relevanten Fragestellungen, welche die drei folgenden Schwerpunkte umfassen: Welche Optimierungen sind notwendig? Wie kann das Projekt ergänzt werden? Welche Funktionen und Arbeitsschritte sind fehlerhaft oder fehlen noch gänzlich?

Der Lock-In Demonstrator wird ausgearbeitet. Umsetzungsmöglichkeiten werden evaluiert und bei Bedarf neu realisiert. Mit dem erarbeiteten Wissen wird die programmierbare Logik, welche zur Ansteuerung und Auswertung der einzelnen Prozesse dient, in VHDL implementiert.

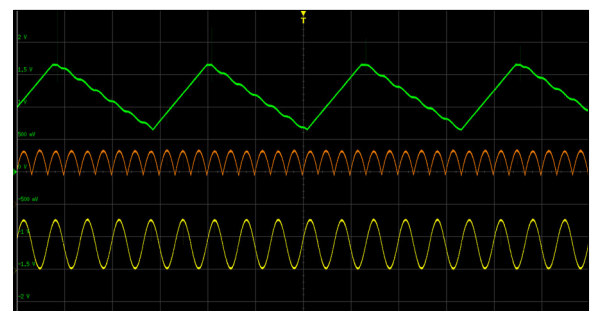
Blockschaltbild Lock-In Verstärker Eigene Darstellung



Lock-In Demonstrator Eigene Darstellung



Dual-Slope Integration mit Synchrongleichrichtung und Eingangssignal Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Guido Keel

Themengebiet
Sensorik

Projektpartner
IMES Institut für
Mikroelektronik und
Embedded Systems,
Rapperswil, SG