

Anfängerpraktikum V303

## **Lock-In-Verstärker**

Helena Nawrath  
helena.nawrath@tu-dortmund.de

Carl Arne Thomann  
arnethomann@me.com

Durchführung: 2. Dezember 2014      Abgabe: 9. Dezember 2014

TU Dortmund – Fakultät Physik

# 1 Zielsetzung

Versuchsziel ist es, sich mit der Funktionsweise des Lock-In-Verstärkers vertraut zu machen.

# 2 Theorie

Lock-In-Verstärker werden eingesetzt, um Signale mit hohem Rauschen zu messen. Dafür wird das Messsignal mit einer Referenzfrequenz  $\omega_0$  moduliert.

Das zu messende Eingangssignal  $U_{\text{sig}}$  durchläuft im Gerät verschiedene Bauelemente.

Nach Eingang des Signals durchläuft dieses zunächst einen Bandpassfilter, der das Rauschen minimiert. Alle Frequenzen  $\omega$ , die nicht der Referenzfrequenz  $\omega_0$  entsprechen werden herausgefiltert. Ein Detektor erzeugt die Referenzspannung  $U_{\text{ref}}$  der Frequenz  $\omega_0$ , welche über den Phasenschieber an die Phase des Eingangssignals angepasst wird. Dieser Vorgang nennt sich Synchronisation. Im Mischer treffen beide Signale aufeinander und werden multipliziert und anschließend an den Tiefpass weitergeleitet. Der Tiefpass funktioniert als Integrierer im Gegensatz zum Hochpass, einem Differenzierer. Die Modulationsfrequenz  $\omega_0$  wird über mehrere Perioden integriert um zurückgebliebene Rauschanteile auszuschließen. Zurück bleiben nur die Anteile der Signalsspannung  $U_{\text{sig}}$ , die mit der Referenzspannung synchronisiert werden konnten.

Um eine möglichst große Bandbreite  $\Delta\nu = \frac{1}{\pi RC}$  zu erhalten, sollte die Zeitkonstante  $\tau = RC$  ausreichend hoch gewählt werden. Damit wird eine hohe Gütezahl erzielt.

Die Ausgangsspannung  $U_{\text{out}}$  ist proportional zur Eingangsspannung. Je größer die Phasendifferenz zwischen Signal- und Referenzspannung ist, desto geringer ist die Ausgangsspannung.  $U_{\text{out}}$  wird also maximal, wenn die Phasendifferenz  $\Delta\Phi = 0$  beträgt.

# 3 Durchführung

# 4 Auswertung

# 5 Diskussion

# Literatur

- [1] John D. Hunter. „Matplotlib: A 2D Graphics Environment“. In: *Computing in Science and Engineering* 9.3 (2007), S. 90–95. URL: <http://link.aip.org/link/?CSX/9/90/1>. Version 1.3.1.

- [2] Eric Jones, Travis Oliphant, Pearu Peterson u. a. *SciPy: Open source scientific tools for Python*. 2001. URL: <http://www.scipy.org/>. Version 0.14.0.
- [3] Eric O. Lebigot. *Uncertainties: a Python package for calculations with uncertainties*. URL: <http://pythonhosted.org/uncertainties/>. Version 2.4.5.
- [4] Travis E. Oliphant. „Python for Scientific Computing“. In: *Computing in Science and Engineering* 9.3 (2007), S. 10–20. URL: <http://link.aip.org/link/?CSX/9/10/1>. Version 1.8.1.
- [5] The GIMP Team. *GIMP: GNU Image Manipulation Program*. URL: <http://www.gimp.org/>. Version 2.8.10.

Die verwendeten Plots wurden mit *matplotlib*[1] und die Grafiken mit *GIMP*[5] erstellt sowie die Berechnungen mit *Python-Python-Numpy*, [4], *Python-Scipy*[2] und *Python-uncertainties*[3] durchgeführt.