

VORTRAGSREIHE

EMBEDDED SYSTEM SOFTWARE

INDUKTIVER SENSOR

TIB6

Wintersemester 2014

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>I Induktive Sensoren</b> .....	<b>3</b>
-----------------------------------	----------

## Teil I

# Induktive Sensoren

Ulf Schmelzer (ulscit01@hs-esslingen.de)  
Antonio Parrotta (anpait00@hs-esslingen.de)

26. Oktober 2015

## Einführung

Induktive Sensoren werden in der Industrie eingesetzt, um ferromagnetische Materialien zu detektieren. Dieser Bericht befasst sich mit dessen Entstehung, Funktionsweise, dem Einsatzgebiet und dessen Eigenschaften.

## Geschichte

Die Firma BASF beauftragte im Jahre 1958 das Unternehmen »Pepperl und Fuchs« in Mannheim, eine Alternative zu den bisher eingesetzten mechanischen Schaltern in der Automatisierung zu entwickeln. Die Vorgabe war, dass die Neuentwicklung mehrere tausende Schaltvorgänge im chemischen Umfeld überstehen muss, im Gegensatz zu den mechanischen Schaltern, die durch die Gase und Mittel schnell verschlissen.

Zu Beginn der Entwicklung wurden Bipolar-Transistoren verwendet, welche eine einfache Auswertung von Schwingkreisen und Umwandlung in Schaltsignale ermöglicht haben. Durch den schnellen Wachstum im Maschinenbau konnte parallel auch der induktive Sensor weiterentwickelt werden. Im Jahre 1968 entstand eine induktive Ausführung des Rollenhebel-Endschalters nach DIN 43 694. Dieser hatte fünf verschiedene Seiten für die Sensorfläche, damit alle möglichen Anfahrrichtungen des mechanischen Pendant nachempfunden werden konnten. Mittlerweile haben die induktiven Näherungsschalter größtenteils die mechanischen Schalter abgelöst.[1]

## Funktionsweise

Mit Hilfe eines LC-Schwingkreises wird eine elektromagnetisches Wechselfeld mit einer Frequenz zwischen 100kHz und 1MHz erzeugt. Durch den Einsatz eines hoch permeables Ferritmaterial kann dem entstehenden Magnetfeld in der Spule eine Vorzugsrichtung gegeben werden. Mit Hilfe eines Ferritkern kann das Feld auf den zu überwachenden Bereich des Sensors abgestimmt werden.

Wird nun in das erzeugte und gerichtete Magnetfeld das so genannte »Target« (das zu erkennende Ziel) eingebracht, wird

nach dem Induktionsgesetz wie bei einem Transformator dem Schwingkreis Energie entzogen. Siehe Abbildung 1. Dabei kann die Spule des LC-Schwingkreises als Primärwicklung und das Target als Sekundärwicklung mit Widerstand als Verbraucher dargestellt werden.

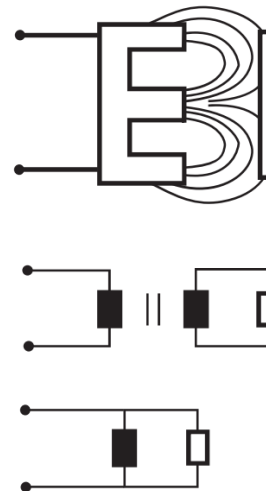


Abbildung 1: Ersatzschaltbild eines Targets im Magnetfeld[2]

Die nun auftretenden Wirbelstromverluste sind von mehreren Faktoren abhängig.[2]

- Abstand und der Lage des Gegenstandes vor dem Näherungsschalter
- Abmessungen des Gegenstandes und seiner äußeren Form
- elektrische Leitfähigkeit und seiner Permeabilität.

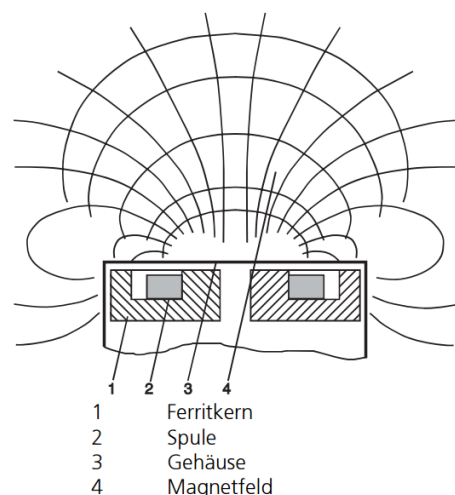


Abbildung 2: Magnetfeld eines induktiven Sensors[2]

Das nun entstehende gedämpfte Signal kann mit Hilfe eines Operationsverstärkers ausgewertet werden um ein Binäres Signal zu erzeugen. In der Realität wird das Signal meistens noch

weiter ausgewertet um z.B. flattern, wenn sich ein Gegenstand sehr langsam nähert, oder ein fehlerhaftes schalten beim anlegen der Betriebsspannung und während des ein schwingen des LC-Schwingkreises zu verhindern. Abbildung 3 veranschaulicht die Prozesskette des induktiven Sensors als Blockschaltbild.

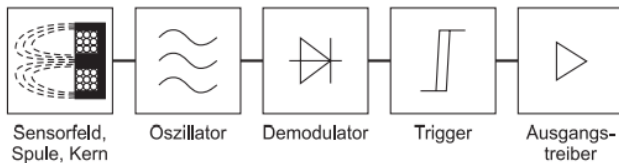


Abbildung 3: Prozesskette eines induktiven Sensors[2]

## Analog Sensor

Bei Analogen Sensoren wird das entstehende Signal ausgewertet und z. B. mit Hilfe eines Micocontrollers vorverarbeitet oder als Analogwert im Bereich von 4-20mA zurückgeliefert. Dieses Signal kann z. B. zur Abstandsmessung genutzt werden. Dabei muss allerdings darauf geachtet werden das sich das nähernde Objekt immer auf der selben bahn und Winkel befindet und auch das Material immer das selbe ist da diese Parameter alle in die Wirbelstromverluste einfließen da es sonst zu stark variierenden Messergebnissen kommen kann. Aufgrund dieser Problematik werden Induktivsensoren eher selten zur Abstandsmessung eingesetzt.

## Berechnungen

$$L = \frac{N^2}{R_m} \quad (1)$$

- $L$  = Induktivität
- $R_m$  = Widerstand des magnetischen Kreises
- $N$  = Windungszahl

Der magnetische Widerstand  $R_m$  errechnet sich wie folgt:

$$R_m = \frac{l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A} \quad (2)$$

- $\mu_0$  = Feldkonstante  $1,257 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$
- $\mu_r$  = Permeabilitätszahl

## Ausblick

Obwohl es induktive Sensoren eine ganze Weile gibt, ist das Potenzial ihrer Weiterentwicklung noch nicht erreicht. Es besteht ein Trend in Richtung miniaturisierter, leistungsfähiger Sensorik, sowie in die I/O-Link Technik. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, induktive Sensoren von der Steuerung aus zu parametrieren. Mit dieser Eigenschaft ist es möglich, neue Wege der Diagnosefunktionen zu nutzen. Trotz es noch viel Spielraum für Weiterentwicklungen gibt, dürfen einige Aspekte nicht vernachlässigt werden[3]:

- Temperaturabhängigkeit
- Performance
- Schaltabstand
- Schalfrequenz
- Kosten

## Literatur

- [1] Process.Vogel: "Vergangenheit und Zukunft des induktiven Näherungsschalters", [http://www.process.vogel.de/automatisierung\\_prozessleittechnik/articles/145538/](http://www.process.vogel.de/automatisierung_prozessleittechnik/articles/145538/), Aufrufdatum: 30.09.2015
- [2] IFM: "Schulungsunterlagen Induktive Sensoren", <http://www.ifm.com/obj/S100d.pdf>, Aufrufdatum: 30.09.2015
- [3] A&D24: "Unterschätzt: INDUKTIVE SENSOREN", <http://www.aud24.net/pi/index.php?StoryID=189&articleID=188851>, Aufrufdatum: 07.08.2015