STROMMESSUNG
Grundbegriffe

CHAUVIN ARNOUX

Zangenstromwandler:
Das moderne Verfahren
zur Messung von Strömen

Einleitung

Mit Zangenstromwandlern lassen sich die Messmöglichkeiten von Multimetern, Leistungsmessern, Oszilloskopen, Messwertschreibern, Erfassungszentralen usw... sinnvoll steigern. Bei einem Zangenstromwandler wird der vom zu messenden Strom durchflossene Leiter einfach mit den Zangenbacken umschlossen, d.h. der Stromkreis wird nicht unterbrochen oder sonstwie beeinflusst. Der Zangenstromwandler gibt dann ein dem zu messenden Strom direkt proportionales Strom- oder Spannungssignal ab. Dieses ungefährliche Schwachstromsignal lässt sich nun auf einem «normalen» Messgerät für geringe Eingangsgrößen unter Berücksichtigung des Wandlerverhältnisses anzeigen.
Da der gemessene Stromkreis vom Sekundärkreis des Zangenstromwandlers elektrisch völlig isoliert ist, können die Eingänge des Messgeräts sowohl schwimmend, als auch auf Erde bezogen sein.
Während dieser berührungslosen Strommessung läuft der zu messende Stromkreis für das Gerät, die Maschine oder die komplette elektrische Anlage völlig normal weiter, d.h. die Messung bewirkt keine Zeitverluste und zeigt die tatsächlichen Werte im Betrieb.
Mit den meisten Chauvin Arnoux Zangenstromwandlern sind innerhalb des spezifizierten Frequenzbereiches und bei Anschluss an ein entsprechendes Multimeter Messungen in Echteffektivwerten (TRUE RMS) möglich. In den meisten Fällen sind die Effektivwertmessungen dabei nicht durch die Messzange, sondern durch die Fähigkeiten des Multimeters begrenzt. Die besten Ergebnisse bei stark verzerrten Signalformen erzielt man mit Zangenstromwandlern hoher Genauigkeit, breitem Frequenzbereich und geringer Phasenverschiebung.
Chauvin Arnoux bietet weltweit die größte Auswahl an Zangenstromwandlern, sowohl für Wechsel- als auch für Gleichströme.
Die Messtechnik und/oder das einzigartige Design mehrerer Chauvin Arnoux Messzangenmodelle sind durch Patente geschützt.

Messprinzipien

■ *Messen von Wechselströmen*

- Mit Zangenstromwandlern -

Für das Messen von Wechselströmen verwendet man das Prinzip des Stromwandlers oder des Transformators. Ein Stromwandler besteht aus zwei getrennten Wicklungen, der Primärwicklung B_1 mit N_1 Windungen und der Sekundärwicklung B_2 mit N_2 Windungen auf einem gemeinsamen Eisenkern (Abb. 1).

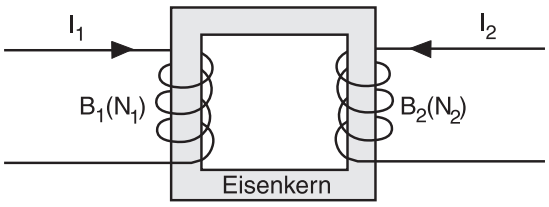


Abb. 1

Fließt durch die Wicklung B_1 ein Strom I_1 , erzeugt dessen zeitliche Veränderung in der Wicklung B_2 einen Strom I_2 , dessen Eigenschaften unter anderem vom Windungsverhältnis N_1 zu N_2 und der magnetischen Leitfähigkeit des Eisenkerns abhängen.

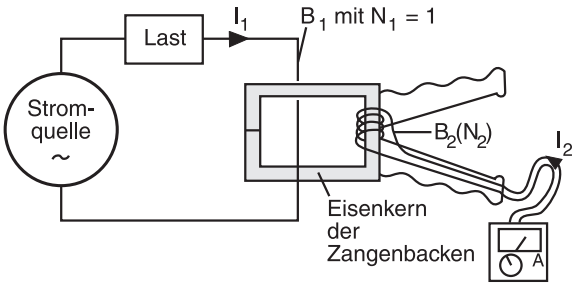


Abb. 2

Mathematisch wird dieses Stromwandlerprinzip wie folgt ausgedrückt: $I_1N_1 = I_2N_2$.
In der Praxis besteht die Primärwicklung B_1 nur aus einer Windung des Kabels, durch das der zu messende Strom fließt, d.h. $N_1 = 1$ (siehe Abb. 2). Die mathematische Formel vereinfacht sich daher wie folgt:
$I_1 = I_2N_2$ oder $I_1 = 1/N_2 \times I_1$
Hinweis: Das Übersetzungsverhältnis wird ausgedrückt als das Verhältnis zwischen dem zu messenden Strom und dem Signal am Ausgang des Zangenstromwandlers. Hat die Zange z.B. 1000 Windungen, d.h. $N_2 = 1000$, dann gilt nach der Formel $I_1/I_2 = N_2/1$ oder 1000/1. Der Zangenstromwandler hat also ein Übersetzungsverhältnis von 1000:1.

- Mit flexiblen Stromwandlern -

Der flexible Stromwandler Amp*FLEX* beruht auf dem Prinzip der Rogowski-Spule. Der Leiter, durch den der zu messende Strom fließt, bildet die Primärwicklung, während die Sekundärwicklung aus einer flexiblen, auftrennbaren Schleife besteht, die um den Leiter gelegt wird. Die Messschleife ist über ein geschirmtes Kabel mit einem Gehäuse verbunden, in dem sich die Auswerteelektronik und die Batterie befinden. In der Amp*FLEX*-Strommessschleife wird eine Spannung erzeugt, die proportional zur Ableitung des Stroms ist:

$$u = \frac{\mu_o \, Sn}{2\pi \, r} \times \frac{di}{dt}$$

wobei: S = Fläche der Wicklung
n = Anzahl Windungen
r = Radius des Torus

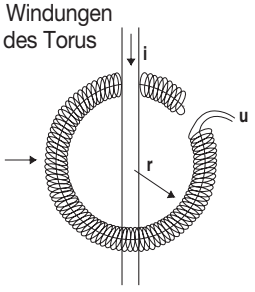


Abb. 3

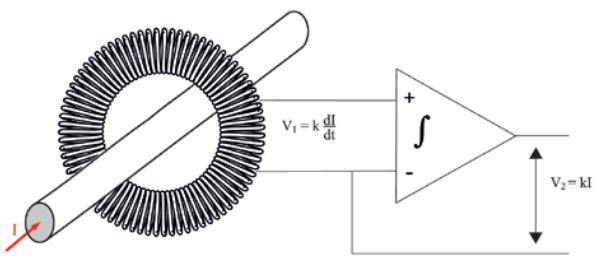


Abb. 4

Die flexiblen Stromwandler Amp*FLEX* und Mini*FLEX* sind in verschiedenen Längen erhältlich und ermöglichen Wechselstrommessungen im Bereich von 0,5 A bis 10 kA bei industrieüblichen Frequenzen.

Chauvin Arnoux Ges.m.b.H., Gastgebgasse 27, A-1230 Wien, Tel.: +43 (0)1 6161961-0, vie-office@chauvin-arnoux.at, www.chauvin-arnoux.at

■ *Messen von Gleichströmen*

Für die „berührungslose“ Messung von Gleichströmen benutzt man den sog. Hall-Effekt. Ein in einem Leiter fließender Strom erzeugt bekanntlich ein Magnetfeld $\vec{B}$. Durchsetzt dieses Magnetfeld $\vec{B}$ senkrecht eine sog. Hall-Sonde, so entsteht an deren Seitenflächen eine zum Magnetfeld proportionale Hall-Spannung (siehe Abb. 5)

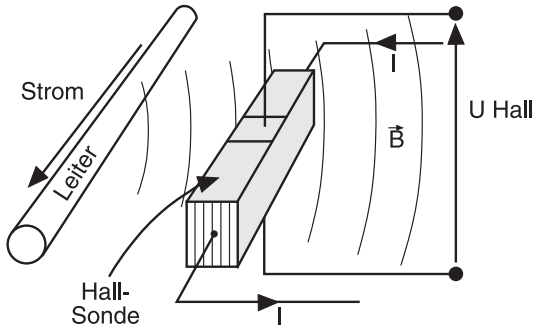


Abb. 5

Abb. 6 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Messzange mit Hall-Sonde. Je nach Bauart der Messzange können dabei eine oder zwei Hall-Sonden benutzt werden.

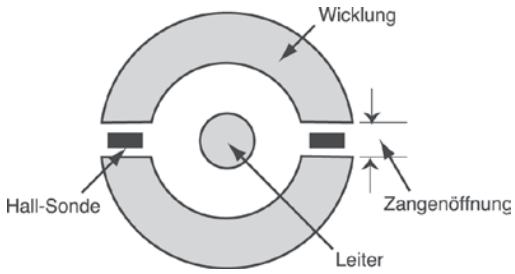


Abb. 6

■ *Messen von schwachen Strömen, Leckströmen und Prozessschleifen*

Unter den Chauvin Arnoux Zangenstromwandlern finden Sie einige Modelle mit denen schwache Ströme gemessen werden können, z.B. die Modelle K1 und K2. Sie zeichnen sich durch eine sehr hohe Stromempfindlichkeit aus und sind besonders für die Messung von 4-20 mA Stromschleifen in der Prozess- und Regeltechnik ausgelegt.

Wenn der zu messende Strom für die Messzangen zu schwach ist oder wenn eine höhere Messgenauigkeit gewünscht wird, kann man den Leiter auch mehrmals durch die Zangen führen (siehe Abb. 7 unten). In diesem Fall ist der abgelesene Stromwert einfach durch die Anzahl Windungen zu teilen.

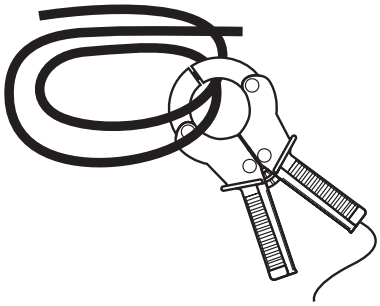


Abb. 7

Von der Theorie zur Praxis

Als Erfinder des Zangenstromwandlers beherrscht Chauvin Arnoux seit langem die oben beschriebenen Verfahren zur berührungslosen Strommessung.
Da sich Chauvin Arnoux stets an den Bedürfnissen seiner Kunden orientiert, können wir eine vollständige Palette von Zangenstromwandlern anbieten, die für alle erdenklichen Anwendungsfälle konzipiert sind: mehr als 30 Standardmodelle für Multimeter, Messwertschreiber, Oszilloskope usw.. stehen zur Auswahl (siehe S. 46, 47). Außerdem entwickeln wir Sondermodelle für spezielle Kundenwünsche.

■ *Strom messen mit Zangenstromwandlern, das heißt sich für Sicherheit zu entscheiden*

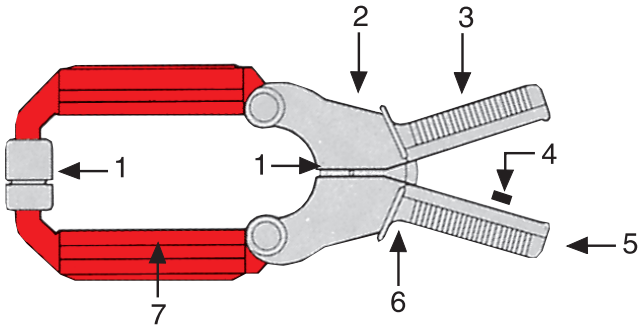
1 - Kabelklemmschutz

2 - Pfeil zur Ausrichtung der Zange für fehlerfreie Leistungsmessungen: Stromquelle zu Stromverbraucher

3 - Typenschild mit Angabe der Sicherheitsnormen für den Benutzer

4 - Bereichsumschalter (je nach Modell)

5 - Anschluss mit Ø 4 mm-Buchsen, mit Kabeln und Ø 4 mm-Steckern oder mit BNC-Steckern, je nach Modell

6 - Schutzring

7 - Die rote Farbe kennzeichnet aktive Bauteile
...und weitere Innovationen: automatischer Nullabgleich für DC-Messungen, Zangenbacken mit progressiver Öffnung usw...