

Gesteigerte Produktivität und verbesserte
Qualität bei industriellen Prozessen

Höhere Qualität und Zeitgewinn durch Strommessung

Anwendungen

- **Geregelte Gleichstromversorgungen für die Elektrolyse**

Regelung des stationären Gleichstroms

- **Gepulste Gleichrichter mit und ohne Stromumkehr für die Leiterplattenfertigung**

Regelung von Amplitude, Polarität, Pulsbreite und -dauer, Einschaltdauer und Tastverhältnis des Stroms

Eigenschaften

- **Bipolare Messung von Gleich- und Wechselströmen mit Nennwerten von 100 A bis 2000 A**
- **Mehrere Montagemöglichkeiten (Primärleiter parallel oder normal zur Montagefläche)**
- **Kompakte Bauform**
- **Typische Messabweichung $\pm 0.3\%$ bei $+ 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ und Nennstrom**
- **Versorgung mit ± 12 bis 24 V (Gleichspannung, bipolar)**
- **Antwortzeit (auf 90% des stationären Wertes, bei Nennstrom) $< 1\text{ }\mu\text{s}$**
- **Strom-Ausgangssignal**
- **Galvanische Trennung vom zu messenden Strom**
- **Erfüllt die EN 50178**
- **CE-Kennzeichen**
- **5 Jahre Gewährleistung**

Bei der Leiterplattenherstellung wird Kupfer in einem elektrochemischen Prozess aufgebracht. Um die Prozesssicherheit zu gewährleisten bzw. zu erhöhen, ist eine Strommessung mit Hilfe modularer Stromsensoren notwendig.

Die nicht nur in der Leistungselektronik allgegenwärtigen Leiterplatten werden mit Hilfe galvanischer Prozesse hergestellt. Die Messung des Stromes spielt in diesem Prozess eine wichtige Rolle und gewährleistet Qualitätsparameter wie Dicke und Oberflächenbeschaffenheit der Leiterbahnen, aber sie reduziert auch die Zeit für die Produktion. Bei diesen Stromversorgungen bzw. diesen Gleichrichtern, die in der Galvanik eingesetzt werden, handelt es sich meist um anwendungsspezifische Spezialausführungen, um eine gewisse Flexibilität bezüglich des für den galvanischen Prozess erforderlichen Stromverlaufs zu gewährleisten.

Daher ist der Einsatz standardisierter Baugruppen wünschenswert. Tatsächlich erleichtert die Schaffung einiger weniger Standardleistungsmodule die Bereitstellung von Leistungsteilen mit einer Vielfalt von Ausgangsleistungen, indem einfach

mehrere dieser Standardleistungsmodule parallelgeschaltet werden. Zum Beispiel werden 6 Leistungsmodule mit jeweils 500 A miteinander verbunden, um einen Gleichrichter mit 3000 A herzustellen.

So werden dann verschiedene Standardleistungsmodule konstruiert. Aus praktischen Gründen wird man versuchen, dass jedes Modul jeder Leistungsklasse die selben Abmessungen beibehält.

Der zur Verfügung stehende Einbauraum ist eine der wichtigsten Beschränkungen, hier werden die Vorteile deutlich, welche eine Ausführung mit mehreren Montagemöglichkeiten bietet.

Die LF-Baureihe bietet diese Flexibilität bei der Montage, alle Modelle können auf ein Ebene parallel oder normal zum Primärleiter montiert werden. Die LF-Typen decken Nennbereiche (Stromeffektivwert) von 100, 200, 300, 500, 1000 und 2000 A ab, alle mit einer ähnlichen Form, in verschiedenen Größen, angepasst an ihren jeweiligen Nennwert.

Im Angebot dieser Baureihe sind Typen mit Industriestandardsteckverbindungen (Molex, JST) enthalten, es steht aber auch eine Ausführung mit einem mechanisch besser verriegelten Anschluss (Molex Minifit 5566) zur Verfügung. Darüber hinaus sind einige spezielle Typen (LF 205-P, LF 306-S/SP10) für die Leiterplattenmontage verfügbar, um möglichst alle Anforderungen an die Montage abzudecken.



COMPACT AC/DC CURRENT TRANSDUCERS : **LF Series**

LEM

www.lem.com

Anwendungsbeispiele

Prozeßsteuerung bei Galvanik und Elektrolyse Leiterplattenherstellung

Foto freundlicherweise zur Verfügung gestellt von DRPP



Bei der Herstellung von Leiterplatten werden galvanische Prozesse eingesetzt.

Unter Galvanisierung versteht man den elektrochemischen Prozess der Abscheidung eines metallischen Überzuges an der Oberfläche eines (leitfähigen) Gegenstandes. Der Gegenstand wird in ein Galvanikbad eingetaucht und mit Hilfe eines elektrischen Stromes werden bei einer kleinen Spannung Metallionen von der Oberfläche des zu beschichteten Teils angezogen und setzen sich dort fest. Dabei unterscheidet man verschiedene Verfahren:

1. Das althergebrachte arbeitet mit einem **konstanten Gleichstrom**. Hier eine kurze Zusammenfassung des Prinzips: der zu beschichtende Gegenstand bildet die Kathode, die mit dem Minus-Pol einer Stromversorgung verbunden ist. Das

abzuscheidende Metall bildet die Anode und ist mit dem Plus-Pol verbunden. Kathode und Anode werden in eine Lösung eingetaucht, die ein Salz des abzuscheidenden Metalls enthält. Von der Stromquelle fließen Elektronen zur Kathode, die dadurch negativ geladen wird und die positiv geladenen Metallionen anzieht. Durch die Aufnahme von Elektronen werden die Ionen zu Metall, das sich an der Kathode ablagert und so die Beschichtung aufbaut. Der andere, negativ geladene Teil des Salzes wandert in der Gegenrichtung zur positiven Anode, wo er Elektronen abgeben kann und dabei neues Metall in Lösung bringt (**Graphik n°1**).

2. **Galvanisierung mit gepulsten Gleichströmen**: das Prinzip bleibt das selbe wie oben beschrieben, allerdings wird der Stromfluss periodisch unterbrochen. Eine periodische Kurvenform mit konstanter Amplitude und einem bestimmten Tastverhältnis (Verhältnis von Einschaltdauer zu Periode) kann die galvanische Abscheidung erleichtern bzw. verbessern.

Der Betrieb einer Galvanikanlage mit Impulsströmen erlaubt höhere Strommittelwerte, was zu einer höheren benötigten Spannung, aber auch zu einer schnelleren Abscheidung und einer verbesserten Schichtqualität führt (**Graphik n°2**) (**Diagramm 1**).

Platinlösung Vorteile	Gepulsten Gleichströmen	Überlagerten Wechselstrom
Dichte, feinkörnige Schichten	X	XX Verbesserte Haftung Geringere Porosität
Gleichmäßigere Schichtdicke	X	XX Eine höhere Bruchdehnung der Schicht (geringere Eigenspannung) Erhöhte Leitfähigkeit

Diagramm 1

3. **Galvanisierung mit überlagertem Wechselstrom** („Reverse Pulse Plating“): Dieses Verfahren stellt eine Erweiterung des Verfahrens mit Impulsströmen dar, wobei zu gewissen Zeiten die Stromflussrichtung umgekehrt wird und sich auch die Amplituden und Tastverhältnisse der positiven und negativen Impulse unterscheiden. Typische Werte für die Ströme sind 200, 400, 600, 1200 A, wobei die negativen Impulse dreimal so hoch sein können wie die positiven (**Graphik n°3**).

Dieses Verfahren führt bei der Leiterplattenherstellung zu schnelleren Produktionsabläufen mit einer höheren Qualität (**Diagramm 1**). Wenn im Verhältnis zu den Durchkontaktierungen breite Leiterbahnen eingesetzt werden, wird es schwierig, eine effiziente und gleichmäßige Kupferabscheidung sicherzustellen. Die Kupferionen werden vorzugsweise an Regionen mit hoher Stromdichte angezogen, wie zum Beispiel von den Kanten von Durchkontaktierungen. Umgekehrt vermeiden sie das Innere tiefer Bohrungen, wo die Stromdichte gering ist. Die Anwendung geringerer Stromdichten stellt eine Lösung dar, führt allerdings zu längeren Prozesszeiten. Außerdem kann ein kleiner Strom ein grobkörniges Kupfer in den Bohrungen abscheiden, was zu Brüchen führen kann. Die Galvanik mit überlagertem Wechselstrom, kombiniert mit geeigneten Elektrolyten ist die Antwort: ein negativer Stromimpuls erzeugt eine Art „Schirm“ über den gefährdeten Bereichen wie Ecken oder Kanten von Bohrungen. Während der positiven Stromflussdauer bildet sich der „Schirm“ über den geschützten Bereichen allmählich zurück, während die Abscheidung an den nicht abgeschirmten Bereichen beginnt. Das führt zu einer geringeren Abscheidung in diesen gefährdeten Bereichen als an denen mit geringerer Stromdichte. Dadurch wird eine Kupferschicht mit einer gleichmäßigen Dicke über die Tiefe der Durchkontaktierungen und über ihre Kanten sichergestellt.

Um diese unterschiedlichen Stromformen bereitzustellen, wurden spezielle Gleichrichter entwickelt.

Die externe Verkabelung und die Badlösung mit ihren Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten beeinflussen direkt die Kenngrößen der Impulse und führen zu Über- bzw. Unterschwingen, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Um den bestmöglichen Galvanikprozess mit der höchsten Qualität sicherzustellen, sollte die gepulste Stromkurvenform unverändert bleiben und möglichst der ursprünglich eingestellten entsprechen, auch wenn die Last sich ändert. Über- und Unterschwingen müssen vermieden bzw. kompensiert werden.

Auch die Anstiegs- und Abfallzeiten der positiven und negativen Stromimpulse sind für die Qualität der Beschichtung ausschlaggebend. Mit Hilfe einer Regelschleife können die Stromimpulse dauernd überwacht und nachgestellt werden – mit Hilfe von Stromsensoren wie solchen der LF-Baureihe.

Die Typen der LF-Baureihe sind stromkompensierende Hall-Effekt-Stromsensoren, sie bieten eine kurze Antwortzeit (weniger als 1 µs auf 90% des Nennstroms) und ermöglichen dadurch die Echtzeitüberwachung der Anstiegs- und Abfallzeiten der Stromimpulse von Galvanikgleichrichtern.

Publication CH 25102 D (05.05 - 1.5 - CDH)

