

Multifunktionsstest

## Elektrische Sicherheitstests in der Produktion

06.10.16 | Autor / Redakteur: Roland Blaschke und Klaus Diederich \* / [Hendrik Härter](#)



Sicherheitstest: Automatisierte, schlüsselfertige Systemlösung mit OMNIA 2, SC6540 und Stromquelle aus der 7000er Serie von APT. (Bild: LX Instruments)

**Strengere Normen und ein verbesserter Schutz für Anwender elektrisch betriebener Geräte erfordern aufwendigere Sicherheitstests. Wir zeigen, wie getestet wird und welche Messgeräte dabei helfen.**

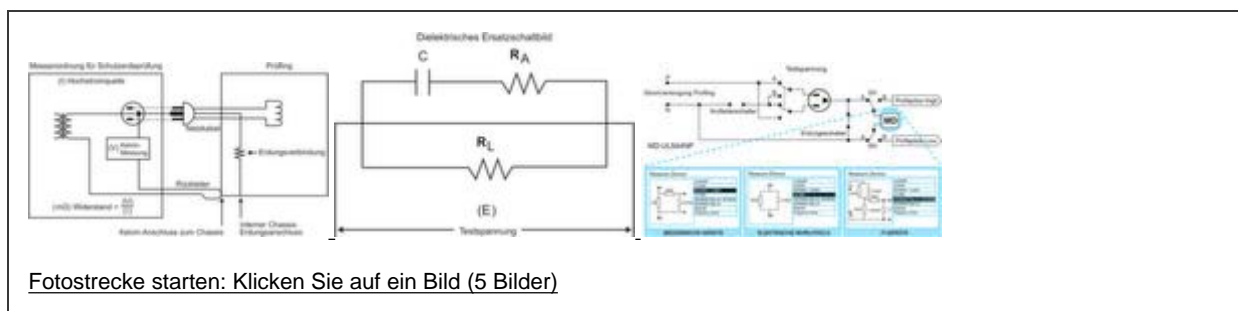
Bedingt durch immer strengere Normen wachsen auch die Anforderungen an elektrische Sicherheitsprüfungen in der Produktion. In der Vergangenheit wurden routinemäßig nur dielektrische Spannungsfestigkeits- und Durchgangsprüfungen zu 100 Prozent in der Produktionslinie ermittelt. Heute stellen Hersteller elektrisch betriebener Geräte bei Risikoanalysen für Produktmontageprozesse immer häufiger fest, dass zur Risikominderung zusätzliche Tests erforderlich sind.

Die Prüfumfänge werden kontinuierlich erweitert. So ähneln neuere Generationen von Testsystemen im industriellen Prüffeld immer mehr dem umfangreichen Gerätepark im Labor. Um dennoch die in der Fertigung gewünschte Testeffizienz zu erreichen, müssen herkömmliche Testverfahren und -abläufe verbessert werden. Zum Einsatz kommen dabei multifunktionale Sicherheitstestgeräte. Früher gehörten zu einem Testaufbau ein Trenntransformator, ein Hochspannungstester, ein Durchgangs- und ein Leckstrom-Messgerät. In neuen Geräten für die Produktion sind alle Funktionen integriert. Das ermöglicht ein automatisiertes Setup, reduziert Bedienerfehler und vereinfacht die Testintegration. Per Software wird der Testablauf programmiert und ausgeführt, die Ergebnisse abgespeichert und weiterverarbeitet.

### Sicherheitsstandards und Risikoanalyse

Für die Hersteller und ihre Produkte gelten Sicherheitsstandards und die Risikoanalyse gewinnt an Bedeutung. In der 3. Ausgabe der Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte (**IEC 61010-1**) wurde bereits 2010 der Abschnitt 17 „Risikoanalyse“ neu ergänzt. Das Normengremium will damit Szenarien abdecken, die in der Basisrichtlinie nicht berücksichtigt waren. Die **IEC 60601-1**, der Standard für medizinische elektrische Geräte, enthält in der 3. Ausgabe die Norm **ISO 14971** als normativen Verweis, die sich mit der Anwendung des Risikomanagements auf Medizinprodukte beschäftigt.

## BILDERGALERIE



Folgendes Szenario: Der Hersteller eines relativ einfachen medizinischen Produkts, beispielsweise eines Blutdruckmessgeräts oder eines Pulsoximeters, muss für seine neue Baureihe eine Risikoanalyse durchführen. Es wird festgestellt, dass bei bestimmten Geräten bei einer Unterbrechung des Nullleiters relativ hohe Leckströme auftreten, die fast den zulässigen Maximalwert von 10 mA erreichen. Um bei allen Geräten einen Wert über 10 mA auszuschließen, entscheidet sich der Hersteller, in der Produktionslinie bei allen Geräten eine Leckstromprüfung einzuführen.

Der zusätzliche Test stellt eine besondere Herausforderung dar. Das zum Einsatz kommende Testsystem muss eine komplexe Testreihe ausführen können, aber das Testen trotzdem einfach und effizient gestaltet sein. Multifunktionale Testinstrumente können eine einfache Lösung für dieses Problem bieten.

### Eine Kurzübersicht elektrischer Sicherheitsprüfungen

Um ihre Sicherheit zu gewährleisten, durchlaufen elektrische Geräte in der Fertigung rigorose Testreihen. Darunter fallen die Schutzerde- oder PE-Prüfung, die Spannungsfestigkeits- oder Hochspannungsprüfung (auch Hipot-Test genannt) sowie die Leckstromprüfung. Alle Prüfungen haben bestimmte Parameter, um unterschiedliche Probleme bei Geräten zu erkennen. In der Tabelle (Bildergalerie) sind allgemeine Einstellungen für die Hochspannungsprüfung aufgeführt, die von unterschiedlichen Sicherheitsnormen gefordert werden.

Die Schutzerde- bzw. PE-Prüfung soll die Integrität des Schutzleiters bei elektrischen Geräten überprüfen. Der Schutzleiter muss alle Leckströme ableiten können, denen er eventuell durch einen Produkt- oder Isolierungsdefekt ausgesetzt wird. Existiert ein Pfad mit niedriger Impedanz gegen Masse, können beispielsweise Sicherungen oder Schutzschalter eingesetzt werden, die im Fehlerstromfalle zu einer Trennung führen. Damit dieses Schutzsystem sicher arbeitet, muss ein Durchgang zwischen leitenden Bauteilen und dem Erdungsanschluss des Produkts vorhanden sein. Das Bild 1 zeigt ein Ersatzschaltbild für eine Schutzerdeprüfung. Zunächst wird Strom am Erdungsanschluss des Produkts eingespeist. Definierte Prüfpunkte des Chassis und andere berührbare metallische Bauteile werden kontaktiert, um zu prüfen, ob die Verbindung zwischen Schutzerde und berührbarem Bauteil die zu erwartenden Ströme ableiten kann.

### Prüfung auf Spannungsfestigkeit und höhere Belastung

Gleichzeitig muss das Messgerät den Spannungsabfall über diese Erdungsverbindung erfassen, damit die Impedanz des Schaltkreises berechnet werden kann. Normalerweise liegen die Testparameter für die Schutzerdeprüfung zwischen 10 bis 40 A beim Strom, bei einer maximalen Impedanz von 100 bis 200 mOhm und einem Spannungsabfall, der nicht höher als 6 bis 12 V sein darf. Die Spannungsfestigkeitsprüfung (Hochspannungsprüfung, Hipot-Test) setzt voraus, dass isolierte Geräte höheren Belastungen ausgesetzt sind als im normalen Betrieb auftreten.

Es wird eine Hochspannung an den stromführenden Leitern angelegt, wobei die Rückleitung über ein leitfähiges Chassis erfolgt. Man misst den auftretenden Leckstrom, der durch die Isolierung fließt. Die zulässigen Spannungen unterscheiden sich je nach Norm. Eine häufig eingesetzte Formel verwendet die doppelte Nennspannung  $U_n$  des Geräts addiert mit 1000 V:  $2 * U_n + 1000 \text{ V} =$  Hochspannungsprüfspannung.

Dem Test liegt die Annahme zugrunde, dass ein Gerät bei Nennspannung keine Gefahr für den Benutzer in Form elektrischer Schläge darstellt, wenn es für kurze Zeit Hochspannung verkraftet. Der Hipot-Test spürt Schwachpunkte bei der Isolierung auf, misst übermäßige Leckströme, findet Herstellungsfehler wie punktförmige Löcher und Kratzer sowie fehlerhafte Abstände zur Bezugsmasse und erkennt Degenerationserscheinungen infolge Umweltbedingungen oder Verschmutzungen. Sicherheitsagenturen verlangen im Allgemeinen, dass die Spannungsfestigkeitsprüfung zu 100 Prozent in der Produktionslinie durchgeführt wird. Der Schaltkreis der Hochspannungsprüfung lässt sich als Ersatzschaltbild darstellen: Kapazität (C) des Geräts, Isolierungswiderstand ( $R_L$ ) und einem minimalen Kontaktwiderstand ( $R_A$ ).

### **Unerwünschte Leckströme messen**

Die Leckstromprüfung wird eingesetzt, um unerwünschte Leckströme zu messen, die bei normalem Betrieb über die Isolierung eines Geräts fließen. Mit der Prüfung wird sichergestellt, dass beim Gerät nur minimale Leckströme auftreten, die keine Gefahr eines elektrischen Schocks darstellen. Die Messung bei der Leckstromprüfung ist abhängig von der Isolierung im Gerät. Die Leckströme werden bei unterschiedlichen Fehlerbedingungen geprüft. Der Leckstrom wird mit einer Messeinrichtung (Measuring Device, MD) erfasst, welche die Impedanz des menschlichen Körpers simuliert. Das Bild 3 zeigt eine Schaltung für die Leckstrommessung und unterschiedliche Messeinrichtungen.

Abhängig von der Produktsicherheitsnorm werden verschiedene Messeinrichtungen eingesetzt. Mögliche Worst-Case-Szenarien sollen simuliert werden, die im Betrieb der Geräte auftreten könnten. Sind die gemessenen Leckströme so niedrig und es besteht kein Risiko eines elektrischen Schlags, stellt das Produkt keine Elektroschockgefahr dar. Der Nulleiterschalter simuliert eine Unterbrechung des Nullleiters, Schalter S2 simuliert eine Polaritätsumkehr und der Erdungsschalter eine Unterbrechung der Masseleitung. Wird das elektrische Gerät unter Fehlerbedingungen getestet, lässt sich simulieren, wie hoch der Leckstrom maximal wird, dem eine Person ausgesetzt sein würde.

### **Automatisierte Multifunktionsgeräte für Produktsicherheit**

Die Vorgaben für die Netzspannung sind je nach Sicherheitsnorm unterschiedlich. Leckstromprüfungen nach Norm 60601-1, 3. Ausgabe, für medizinische Geräte müssen beispielsweise mit 110 Prozent Netzspannung ermittelt werden. Dabei muss die Messeinrichtung 60601-1 verwendet werden, und das Produkt muss unter den oben beschriebenen Fehlerbedingungen getestet werden. Zulässige Leckstromwerte liegen zwischen 10  $\mu\text{A}$  und 10 mA.

Der amerikanische Hersteller Associated Research hat verschiedene Multifunktions tester entwickelt, die Schutzerde-, Hipot- und Leckstrommessungen in einem gemeinsamen Testaufbau vereinen. Im Bild 4 sind das Messgerät OMNIA 8207, eine 1-kVA-Stromquelle aus der 7000er-Serie und die Autoware 3-Instrumentensteuerungssoftware dargestellt. Mit der Hardware lassen sich prüfen: AC Hipot mit einer Spannung von 5000  $V_{AC}$  bei einem Strom von 40 mA, DC Hipot bei 6000  $V_{DC}$  und 20 mA, Isolationswiderstand bei 6000  $V_{DC}$  bei 50 GOhm, Schutzerde bei 40  $A_{AC}$ , Erdschluss 0,1 bis 1  $A_{DC}$  und 0 bis 10 kOhm, Funktionstest 0 bis 277  $V_{AC}$ , integrierte 500-VA-Stromversorgung und Leckstromprüfung von 0 bis 277  $V_{AC}$ , Leckstrom bis zu 20 mA. Über die

Steuerungssoftware lassen sich die Geräte komplett fernsteuern, einschließlich Programmierung der Testparameter, Speicherung und Ausdruck der Daten.

### **Automatisierte Prüfung an mehreren Punkten**

Der Hersteller hat auch verschiedene Hochspannungsmatrizen und Hochstrom-Multiplexern entwickelt, die in die Prüfstände integriert werden können. Damit wird eine automatisierte Prüfung an mehreren Punkten möglich. Mit den Scannern der Serie SC6540 lassen sich Hipot-, Schutzerde- und Leckstromprüfungen durchführen. Automatisierte, multifunktionale Lösungen für die Prüfung der Sicherheitsstandards werden oft mit Sicherheitstestkabinen kombiniert, um die Sicherheit des Bedieners zu gewährleisten.

Zusammen mit der Automatisierungssoftware lassen sich die Testergebnisse dokumentieren. Über eine Ethernet-basierte Programmierschnittstelle hat der Anwender Zugriff für Programmierung und Wartung. Der Markt für automatisierte Multifunktionstestgeräte wächst, da die Anforderungen an die Produktsicherheit von elektrisch betriebenen Geräten wachsen und die Normen der Standardisierungsbehörden strenger werden.

### **Lesestoff: Mess-Bus LXI und PXI sowie Leistungshalbleiter**



**Ströme und Spannungen messen**

#### **Das Charakterisieren von Leistungshalbleitern wird anspruchsvoller**

**02.09.16** - Für den Test und die Charakterisierung von Bauelementen kommen neben klassischen Messgeräten noch Nischenprodukte hinzu. Wir zeigen, worauf

Sie künftig achten sollten. [lesen](#)



**Bussysteme in der Messtechnik**

#### **So wählen Sie einen geeigneten Mess-Bus für ein Mess- und Testsystem**

**14.04.16** - Die Busse LXI und PXI bieten kombiniert für Mess- und Testsysteme einige Vorteile. Wir stellen diese und weitere Bussysteme für die Messtechnik vor

und zeigen entsprechende Anwendungen. [lesen](#)

\* Roland Blaschke ist Geschäftsführer LXinstruments, einem mittelständischen Hersteller für automatisierte Funktionstestsysteme und Spezialisten für Testgeräte des elektrischen Sicherheitstests. Klaus Diederich leitet den Vertrieb bei LXinstruments und ist auf elektrische Sicherheitstest spezialisiert.

Copyright © 2016 - Vogel Business Media