

01 Günther Bissle [42] mit Erdungsstange an dem 2,4-MV-Stoßspannungsgenerator, der aus zwölf Stufen mit je 200 kV Ladespannung besteht und von einer Sicherheits-SPS Pluto B20 mit LWL-Konverter überwacht wird

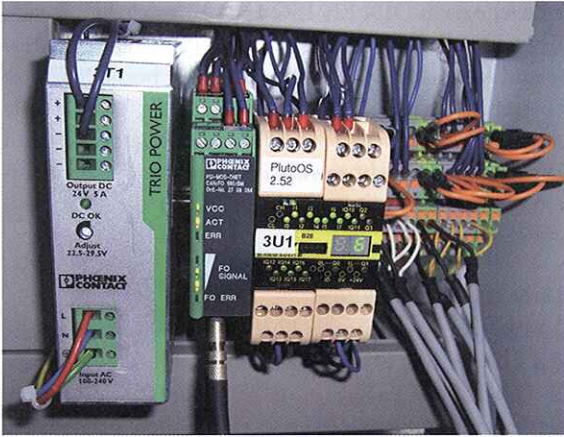
# Abgesicherte Hochspannungsprüfung

Am Lehrstuhl für Hochspannungs- und Anlagentechnik der Technischen Universität München wurden in den letzten Monaten sukzessive alle Hochspannungsversuchsfelder modernisiert. Dabei wurden, soweit möglich und wirtschaftlich sinnvoll, die eigentlichen Hochspannungserzeuger weiterverwendet. Die dazugehörige Mess- und Steuerungstechnik wurde jedoch komplett erneuert und mithilfe von verschiedenen Sicherheitskomponenten in den sicherheitstechnischen Belangen an die aktuellen Anforderungen der Norm DIN EN 50191 (VDE 0104) angepasst.

Text: Thomas Hinterholzer, Günther Bissle

Generatoren zur Erzeugung impulsförmiger Stoßspannungen (Bild 1) bestehen üblicherweise aus mehreren Kondensatorgruppen, die zunächst gemeinsam in Parallelschaltung über eine Ladegruppe (Hochspannungstransformator mit nachgeschalteter Einweggleichrichtung) auf eine vorwählbare maximale Spannung aufgeladen werden. In der 34 m × 23 m × 19 m großen Hochspannungs-Versuchshalle der TU München [1] werden zwölf Kondensatorgruppen auf eine Spannung von jeweils bis zu 200 kV geladen. Die Ladegruppe wird aus dem Niederspannungsnetz (400 V) gespeist und der Ladevorgang mittels eines Thyristorstellers gesteuert.

Nach dem Ladevorgang werden die Kondensatorgruppen durch schnelle „Schalter“ in Reihe geschaltet. Zusammen mit einigen zusätzlichen Widerständen als Beschaltungselemente erhält man so eine impulsförmige Prüfspannung mit doppel-exponentiellem Verlauf und einem Scheitelwert von bis zu 2 400 kV. Bei maximaler Ladespannung ist in den Kondensatoren des Stoßgenerators eine Energie von 120 kJ gespeichert. Vor dem Betreten des Versuchsfelds muss daher unbedingt sichergestellt sein, dass alle Kondensatorgruppen auf ungefährliche Spannungen entladen sind und so ein eventuelles Berühren der Kondensatoranschlüsse keine Gefährdung des



02 Sicherheits-SPS Pluto B20 von ABB und LWL-Konverter PSI-MOS-DNET CAN/FO von Phoenix für die galvanisch getrennte Datenübertragung zwischen dem 2,4-MV-Stoßspannungsgenerator und dem Steuerstand

Prüfenden darstellt. Hierfür stehen entsprechende Entlade- und Kurzschlusseinrichtungen zur Verfügung.

### Hohe sicherheitstechnische Anforderungen

Die Sicherheitsanforderungen an elektrische Prüfanlagen werden in der DIN EN 50191 (VDE 0104) [2] bzw. die BGI 891 unter anderem durch den „Einsatzzweck“ der Prüfanlage bestimmt. Da die Prüfanlagen bei der TU München primär zur Durchführung von Versuchen im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben verwendet werden, gelten sie als Versuchsfeld. Dafür sind verschiedene sicherheitstechnische Anforderungen wie die Notwendigkeit entsprechender Abgrenzungen der Versuchsbereiche, die Kennzeichnung und die Anzeige der Betriebszustände an den Zugangstüren, das Vorhandensein von Not-Aus-Einrichtungen, Rettungswegen sowie Notausgängen der DIN EN 50191 (VDE 0104) zu erfüllen. Darüber hinaus fordert die BGI 891 bei der Konzipierung von Prüfanlagen die allgemeinen Gestaltungsleitsätze zur Sicherheit von Maschinen, bezüglich dem sicherheitsbezogenen Teil der Steuerung des Versuchsfelds bzw. der Spannungserzeuger also die DIN EN ISO 13849-1 [3] anzuwenden. Unter Berücksichtigung aller

sicherheitsrelevanten Aspekte ergab sich aus der Risikobeurteilung ein erforderlicher Performance-Level von d ( $PL_r=d$ ) für einige wenige Sicherheitsfunktionen.

Um diese Anforderungen umsetzen zu können, wurde jedes Hochspannungsversuchsfeld mit einem Sicherheitszaun Quick-Guard zur Abtrennung des Steuerbereichs vom Prüfbereich und mit einer Sicherheits-SPS Pluto (Bild 2) ausgestattet, welche die Abfrage sämtlicher sicherheitsrelevanten Sensoren (Not-Aus-Taster, Türsensoren, Überwachung von Erdungseinrichtungen) sowie die Ansteuerung der Warnlampen und Türzuhaltungen des entsprechenden Hochspannungsversuchsfeldes übernimmt. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf ein durchgängiges und kompatibles System aus Sicherheitszaun, Sicherheitssteuerungen und Sensoren gelegt, welches zum einen den in einem Hochspannungsversuchsfeld vorherrschenden elektromagnetischen Umgebungsbedingungen widerstehen kann und zudem die Möglichkeit einer einfachen und strukturierten Verkabelung bietet.

### Sicherheitskomponenten aus einer Hand

Im Idealfall wird auch bei der Kaskadierung von Sicherheitsensoren noch ein hoher Performance-Level erreicht. Diese Kriterien erfüllen die Sicherheitssteuerungen der Pluto-Familie von ABB Stotz-Kontakt [4] zusammen mit den Sicherheitssensoren des Typs Eden (Bild 3) und den Not-Aus-Tastern der Serie Inca (Bild 4). Zusätzlich bieten die Geräte der Pluto-Familie noch die Möglichkeit, mehrere Sicherheitssteuerungen miteinander zu vernetzen und diese in ein gemeinsames Projekt zu integrieren. Dadurch konnte man im vorliegenden Anwendungsfall beispielsweise den Leistungsteil der Prüfspannungsquelle, in dem sich die redundanten Schaltgeräte zur sicheren Energietrennung nebst deren Spiegelkontakten und eventuell einigen Erdungseinrichtungen befinden, von der eigentlichen Laborsicherheitssteuerung absetzen.

Die Sicherheits-SPS Pluto B20 hat ebenso, wie ihr großer Bruder B46 einen Busanschluss. Von den insgesamt 46 E/A des B46 sind sechs unabhängige Sicherheitsausgänge. Da die Programmierung über die intuitive Pluto Manager Software im Kontaktplan erfolgt, eignet sich die Sicherheits-SPS auch zur Steuerung kleinerer Maschinen. Sie vereinfacht den Entwurf von Sicherheitssystemen und unterstützt den Perfor-

## SAFEMASTER W

### Kabelloser Zustimmtaster - Mit Sicherheit alles im Griff

Der vom TÜV zugelassene 3-stufige **Funk-Zustimmtaster SAFEMASTER W** sorgt im Einrichtbetrieb für die erforderliche Sicherheit. Er ermöglicht eine sichere Bedienung und Abschaltung von Anlagen in gefahrbringenden Situationen und sorgt für maximale Mobilität. Ihre Vorteile:

- ▶ **Höchste Sicherheit:**  
PI e/Kat 4 bzw. SIL CL 3, TÜV zertifiziert
- ▶ **Maximale Flexibilität:**  
Individuell konfigurierbare Bedientasten für bis zu 20 Steuerfunktionen
- ▶ **Hoher Komfort:**  
Ergonomischer Zustimmtaster für ermüdungsfreies Arbeiten
- ▶ **Maximale Bewegungsfreiheit:**  
Keine durch Kabel bedingten Einschränkungen



Mit dem Funk Not-Halt-System bietet DOLD weitere Funklösungen

**sps ipc drives**

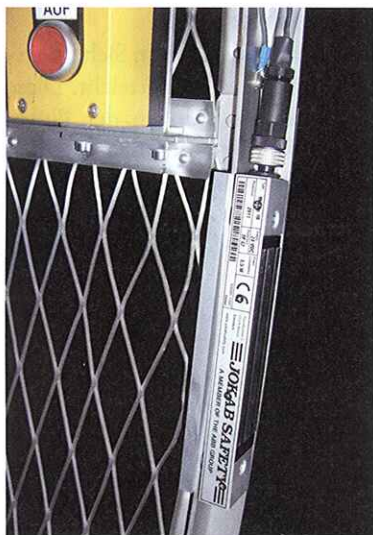
26.-28.11.2013, Nürnberg  
Halle 9, Stand 331

**DOLD**

Unsere Erfahrung. Ihre Sicherheit.



**03** Der Steuerstand ist mit einem Schutzzaun Quick-Guard, einem Sensorpaar Eden, einem Not-Aus-Taster Smile und einer magnetischen Zuhaltung Magne geschützt



**04** Die elektromagnetische Zuhaltung Magne übernimmt in Verbindung mit Sicherheitssensoren Eden und dem Not-Aus-Taster Inca in der Faradaykugel wichtige Sicherheitsfunktionen



**05** Die Faradaykugel mit 2,5 m Durchmesser ist mit Sicherheitssensoren, Not-Aus-Taster und magnetischer Zuhaltung ausgerüstet

mance Level e nach DIN EN ISO 13849-1 sowie SIL 3 nach DIN EN 62061 (VDE 0113-50) [5]. Alle Plutos sind Master-Geräte und können somit Entscheidungen bezüglich ihrer eigenen unmittelbaren Sicherheitsumgebung treffen. Die kostenfreie Programmiersoftware Pluto Manager basiert auf Windows und ermöglicht sowohl die Nutzung TÜV-zertifizierter Sicherheitsfunktionsblöcke als auch die freie Programmierung.

### Abgesicherte Faradaykugel

Da die Sicherheitssteuerungen über eine CAN-Schnittstelle verfügen, konnte hier durch Einsatz von LWL-Signalumsetzern des Typs PSI-MOS-Dnet-CAN/FO (Bild 2) von Phoenix Contact [6] mit einfachen Mitteln eine sichere galvanische Trennung und damit eine deutliche Reduzierung der EMV-Problematik der einzelnen Teilbereiche der Sicherheitsanlagen erreicht werden.

Die Möglichkeit der Vernetzung mehrerer Sicherheitssteuerungen innerhalb eines Projekts erlaubt auch die Realisierung von Sonderlösungen, wie die Integration einer fahrbaren Faradaykugel (Bild 5). Diese wird für Vorführungen im Rahmen von Experimentalvorlesungen benutzt und muss zu diesem Zweck mit einer Person besetzt werden. Da sich die Faradaykugel im Prüfbereich und damit innerhalb der Verbotszone nach DIN EN 50191 (VDE 0104) befindet, musste man auch diese mit Sicherheitseinrichtungen, wie Türsensoren, Not-Aus-Taster und einer Türzuhaltung, ausrüsten. Zur Ansteuerung dieser Komponenten wurde eine Pluto-Sicherheitssteuerung in die Faradaykugel integriert, welche über LWL mit der übergeordneten Laborsicherheitssteuerung vernetzt ist.

### Geschützter Zugang

Die Schutzumhausung Quick-Guard (Bild 4) besteht aus einem Minimum an verschiedenen Komponenten, wie Aluminiumprofilen, patentierten Montagebeschlägen, Gitterverriegelungen, Punktschweißgittern, Polycarbonat- oder Schallabsorptionsplatten. Dank des patentierten Schraubverriegelungssystems werden alle Beschläge vormontiert mit Befestigungsschrauben und Nutensteinen geliefert. Man braucht keine Löcher in die Profile zu bohren, und alle Schnitte sind gerade. Die zugehörige Software Safecad erstellt automatisch 3D-Zeichnungen sowie Komponenten- und Schnittlisten, die auch als Grundlage für das Zusammenbauen und Errichten dienen.

An jedem Zugang zu den Versuchsfeldern ist ein berührungsloses Paar der Sicherheitssensoren Eden angebracht. Das besteht aus dem aktiven, elektrisch verdrahteten Teil Adam und dem passiven, als Betätiger wirkenden Teil Eva. Der wartungs- und verschleißfreie Sensor hat einen Schaltabstand von 0 mm bis 15 mm und lässt sich unter einem Winkel von 0° bis 360° betätigen.

Die elektromagnetische Zuhaltung Magne 1B (Bild 4) kann eine Tür oder Klappe mit einer Zuhaltkraft von bis zu 1500 N geschlossen halten. Dabei überwacht der zusätzlich angebrachte Sensor Eden, dass die Tür oder Klappe sicher geschlossen ist. Unterschiedliche Zuhaltkräfte (maximal 1500 N) erhält man, durch die Veränderung der Spannung am Elektromagnet zwischen 0 V und 30 V. Als Zubehör

gibt es einen Montagesatz, einen Kunststoffhandgriff sowie ein Handgriffprofil für die Befestigung an herkömmlichen Türen mit dem Zaunsystem Quick-Guard und einem Türspalt von 5 mm bis 15 mm.

Der Not-Halt-Taster Inca für den Einbau in Schaltschränke und Bedienfelder lässt sich einfach über abnehmbare Klemmen anschließen. Funktion und Optik sind dieselben wie beim Not-Halt-Taster Smile. Sowohl Inca als auch Smile, die es für dynamische oder für statische Schaltkreise gibt, haben eine LED, die den aktuellen Zustand des Tasters anzeigt. Leuchtet die LED grün, ist der Not-Halt-Taster nicht aktiviert. Ein rotes Licht weist dahingegen darauf hin, dass der Taster betätigt wurde. Blinkt die LED rot/grün, wurde einer der vorgeschalteten Not-Halt-Taster aktiviert. So lässt sich schnell feststellen, welcher Not-Halt-Taster aktiviert wurde.

#### Zufriedene Anwender

Die Sicherheitskomplettlösung aus einer Hand von ABB Stotz-Kontakt überzeugt die Anwender am Lehrstuhl für Hochspannungs- und Anlagentechnik der TU München. Neben der leicht verständlichen Produktdokumentation, der problemlosen Montage, der hohen EMV-Verträglichkeit sowie der einfachen und intuitiven Bedienung der eingesetzten Sicherheitsprodukte sprach auch die kompetente Beratung und das Angebot von gut aufeinander abgestimmten Kundens Schulungen zum Thema Maschinensicherheit für das Unternehmen mit Sitz in Heidelberg. (no)

#### Literatur

- [1] TU München, München: [www.hsa.ei.tum.de](http://www.hsa.ei.tum.de)
- [2] DIN EN 50191 (VDE 0104):2011-10 Errichten und Betreiben elektrischer Prüfanlagen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [3] DIN EN ISO 13849-1:2008-12 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze. Berlin: Beuth
- [4] ABB Stotz-Kontakt, Heidelberg: [www.abb.de/stotzkontakt](http://www.abb.de/stotzkontakt)
- [5] DIN EN 62061 (VDE 0113-50):2013-09 Sicherheit von Maschinen, Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [6] Phoenix Contact Deutschland GmbH, Blomberg: [www.phoenixcontact.de](http://www.phoenixcontact.de)

#### Autoren



Dr.-Ing. Thomas Hinterholzer ist als Akademischer Oberrat am Lehrstuhl für Hochspannungs- und Anlagentechnik der TU München mit der Betreuung der Hochspannungs-Versuchsstände betraut.

[thomas.hinterholzer@tum.de](mailto:thomas.hinterholzer@tum.de)



Günther Bissle ist Key Account Manager bei der ABB Stotz-Kontakt GmbH in Spaichingen. [buero.spaichingen@de.abb.com](mailto:buero.spaichingen@de.abb.com)



# More Performance. Simplified.

## u-remote.



**Sie möchten Automatisierung produktiver und einfacher gestalten  
u-remote maximiert Ihre Performance**

Let's connect.

**Maßgeschneidert planen, schneller installieren, sicherer in Betrieb nehmen, Stillstand vermeiden: Wenn das Ihr Anspruch an eine produktivere Maschinen-Automatisierung ist, wird unsere innovative I/O-Lösung u-remote Sie begeistern.**

Profitieren Sie von diesen und weiteren Nutzen des IP-20-Systems:

- Kleinere Schaltschränke durch seine schmale Modulbauweise und niedrigen Bedarf an Einspeisemodulen
- Beschleunigte Inbetriebnahme durch werkzeuglose Montage, modulare Bauweise und integrierten Web-Server
- Schnellerer Service durch Status-LEDs direkt am Kanal und an jedem u-remote-Modul

Unsere Kurzformel für all das: More Performance. Simplified. u-remote.

Entdecken Sie das gesamte Potenzial: [www.u-remote.net](http://www.u-remote.net). Let's connect.



**sps ipc drives**

Nürnberg, 26.-28.11.2013  
Halle 9 · Stand 9-351

