

Sicheres Prüfen von Leistungsschutzschaltern

Mike Hoyer,
Applications Engineer
HBM Test and Measurement



Leistungsschutzschalter werden überall dort eingesetzt, wo Stromkreise gegen durch Überlast oder Kurzschluss verursachten Überstrom geschützt werden müssen. Ihre Größe und Nennleistung reicht von fingernagelgroßen, für den Schutz von Halbleitern eingesetzten Ausführungen bis hin zu Vorrichtungen von der Größe eines Lkw zum Schutz der Hochspannungsstromkreise, die Städte mit Strom versorgen.

Leistungsschutzschalter – Grundlagen

Die Aufgabe eines Leistungsschutzschalters ist es, ein System, in dem ein Fehler aufgetreten ist, selbsttätig abzuschalten, um es vor Beschädigungen durch Überstrom zu schützen. Wenn Strom regulär durch den Leistungsschutzschalter fließt, dürfen sich dessen Schaltkontakte durch den Laststrom nicht übermäßig erwärmen. Tritt ein Fehler auf, muss der Leistungsschutzschalter auslösen, um den Stromfluss zu unterbrechen. Wird ein hoher Strom/eine hohe Spannung unterbrochen, entsteht ein Lichtbogen. Auch der durch den Lichtbogen produzierten Erwärmung müssen Leistungsschutzschalter widerstehen.

In Anbetracht der bei Leistungsschutzschaltern auftretenden hohen Spannungen und Ströme, bergen damit verbundene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten extreme Gefahren; da sie in diesem Stadium noch nicht genau charakterisiert sind, können überlastete Leistungsschutzschalter explodieren oder in Brand geraten. Zur Begrenzung möglicher Schäden werden Prüfungen üblicherweise in Prü fzellen mit dicken Wänden und kugelsicherem Glas durchgeführt; häufig ist der Ort der Prüfung getrennt und in ausreichender Entfernung von den Prüfgeräten gelegen, um Bediener und Ausrüstung vor umherfliegenden Trümmern und Rauch zu schützen.

Prüfung von Leistungsschutzschaltern bei Sensata

Sensata Technologies ist der weltweit führende Anbieter von Sensoren und Steuerungen und bedient viele unterschiedliche Märkte und Anwendungen. Gene Dobbs, Engineering Test Manager für die Produktlinie von Sicherungsautomaten und Leistungsschutzschaltern AIRPAX® von Sensata Technologies mit Sitz in Cambridge, Maryland, USA, weiß, wie anspruchsvoll das Prüfen von Leistungsschutzschaltern sein kann. Bis vor relativ kurzer Zeit hatten er und sein Team sich auf einige auf Oszilloskopen basierende Prüfsysteme verlassen, die seit mehr als zwei Jahrzehnten im Einsatz waren; Dobbs selbst hatte die Steuerungssoftware für das System entwickelt. Mit dem Altern der Systemkomponenten und erforderlichen Reparaturen wurde es für das Team von Prüfengeieuren immer schwieriger, Unterstützung durch den ursprünglichen Hersteller zu erhalten. Als eines der beiden Systeme komplett ausfiel und nicht länger vom OEM unterstützt wurde, kamen sie zu dem Schluss, dass es höchste Zeit war, in neue Systeme für ihre Anwendungen zu investieren, zu denen Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten im Bereich hydraulisch-magnetischer Leistungsschutzschalter/Sicherungsautomaten sowie Produktions- und UL-Prüfungen gehören.

Nachdem die Entscheidung gefallen war, begannen Dobbs und sein Team, eine Checkliste mit den Wünschen und Anforderungen an die neue Lösung für ihre Prüfungen zu erstellen:

- In Anbetracht des Einsatzes ihrer Produkte in Anwendungen mit hohen Spannungen und Strömen, musste das System Ströme von bis zu mehreren hundert Kiloampere unterbrechen können, während gleichzeitig Spannungen von einigen Kilovolt anliegen, was starke elektromagnetische Felder erzeugt.
- Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Prüfergebnisse waren ebenso unverzichtbar wie die Möglichkeit, Schutzschalter auf die Einhaltung internationaler Normen wie der UL (Underwriters Labs)-Prüfprotokolle und IEC-Standards zu prüfen.
- Das System musste unterschiedlichsten Anforderungen hinsichtlich der Hardware gerecht werden wie beispielsweise Isolation, Verstärkerdrift, Rauschen, elektromagnetische Störfestigkeit und Batteriebetrieb. Es musste beispielsweise Isolation gegen hohe Spannungen bieten, um die Sicherheit von Benutzer und Geräten zu gewährleisten und Erdschleifen auszuschließen.
- Zu den Herausforderungen bei Hardware und zugehöriger Software gehörte die Notwendigkeit, hohe Datengenauigkeit (besser als 0,1 %), Wiederholpräzision und Leistungsfähigkeit zu gewährleisten.
- Unverzichtbar war ein flexibles Skalieren der Kanalzahl. Das System musste genügend Kanäle bieten, um der Überwachung von Spannung und Strom auch bei Drehstromanwendungen sowie einer ursprünglichen Bezugsspannung und des Generatorstroms Rechnung zu tragen.
- Das Ziel der Charakterisierung von Leistungsschutzschaltern im Rahmen der Prüfungen in Forschung und Entwicklung war es, die optimale Bauform für die Anwendung zu bestimmen, was häufig eine Beanspruchung des Bauteils weit über dessen Auslegungsparameter hinaus erfordert. Manchmal kann dies dazu führen, dass ein Prototypenteil explodiert, was bedeutete, dass alle in der Prü fzelle untergebrachten Gerätekomponenten der Explosion eines Leistungsschutzschalters widerstehen können mussten.
- Dobbs und sein Team bestanden darauf, dass das System über Analysemöglichkeiten verfügen musste, um in der Lage zu sein, in Übereinstimmung mit Industriestandards, insbesondere der Festlegung der STL (Short-Circuit Testing Liaison, eine Kooperation zwischen Testlaboren für Hochspannungs- und Energieübertragungstechnik), stehende berechnete Ergebnisse zu erhalten und Antworten zu liefern.
- Der Testaufbau und die Steuerungsanwendung mussten einfach zu bedienen und intuitiv genug sein, um auch Anwendern, die nicht Ingenieure sind, ein produktives Arbeiten zu ermöglichen.
- Sie benötigten kompetenten technischen Support für das Erstellen der Benutzeroberfläche der Software, da sie weder über ausreichend Zeit noch Ressourcen verfügten, um ihr eigenes schlüsselfertiges System zu entwickeln.

- Sie wussten, dass sie sowohl für Ingenieure als auch Bediener hausinterne Systemschulungen benötigen würden.

Dobbs beauftragte Jerry Hochmuth, Berater für Elektrotechnik bei Experis, einen Lieferanten von Datenerfassungssystemen zu finden, der diese lange Anforderungsliste erfüllen konnte. Nach der Entscheidung, sich auf ein Ersatzsystem für das zentrale Kurzschluss-Prüflabor von Sensata zu konzentrieren, stellte Hochmuth schon bald fest, dass der einzige Anbieter von Lösungen für die Datenerfassung, der für solche Anwendungen optimierte Geräte und Software anbietet, HBM Test and Measurement (HBM) war.

Vor dem ersten Treffen der Mitarbeiter des Sensata-Prüflabors in Cambridge mit dem Team von HBM, erstellten diese ein Handyvideo, um zu veranschaulichen, was die neue Lösung für ihre Prüfungen können musste. HBM untersuchte die Herausforderungen und erstellte ein ergänzendes Video, das zeigte, wie die vorgeschlagene Lösung zu den Anforderungen von Sensata passen würde.

Die Lösung für Leistungsschutzschalter bei Sensata

Das von HBM für das Kurzschluss-Prüflabor von Sensata konfigurierte System umfasst drei Hauptkomponenten. Die erste ist ein Datenrekorder GEN3i der Serie Genesis HighSpeed von HBM mit drei Steckplätzen, der im Kontrollraum des Labors aufgestellt wird. Zwei der drei Steckplätze werden mit zwei faseroptisch-isolierten Empfangseinheiten



Datenrekorder GEN3i

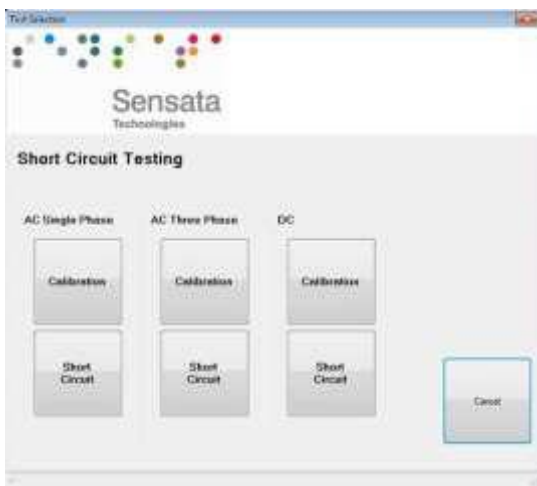
des Typs GN401 belegt und über Glasfaserkabel mit acht externen Digitalisierern/Sendeeinheiten verbunden. Eine intuitive Touchscreen-

Benutzeroberfläche ermöglicht dem Bediener das einfache Steuern des eingebauten PCs. Das System verfügt über bis zu 96 konfigurierbare Eingangskanäle und kann mit anderen Geräten im Labor, die PTP-Zeitsynchronisation verwenden, synchronisiert werden. Der Datenrekorder unterstützt sowohl kontinuierliche Datenübertragung auf Festplatte mit bis zu 200 MB/s als auch schnelle Transientenerfassung. Alle Prüfergebnisse werden bei Netzausfällen automatisch gesichert, um sicherzustellen, dass keine kritischen Daten verloren gehen.

Die zweite Komponente ist der gegen hohe Spannungen/hohe Leistungen isolierte Digitalisierer/Sender HV6600, ein fernsteuerbares, in der Prü fzelle aufgestelltes LWL-Frontend für den Transientenrekorder GEN3i. Der Digitalisierer ist für den Einsatz in rauen Umgebungen, also beispielsweise bei starken

elektrischen und magnetischen Feldern, konzipiert. Eine LWL-Verbindung zwischen GEN3i und HV6600 verhindert Erdschleifen und gewährleistet eine sichere Trennung des Messobjekts in der Testzelle vom Kontrollraum. Jeder Digitalisierer/Sendeeinheiten-Kanal kann über den Datenrekorder GEN3i im Kontrollraum aus der Ferne programmiert werden. Das System ermöglicht die Nutzung eines LWL-Kabels von bis zu 800 Metern Länge, sodass Prüfwelle und Kontrollraum aus Sicherheitsgründen weit voneinander entfernt sein können. Verschiedene Kabellängen für mehrere Signalpunkte sind ebenfalls möglich, da das System über eine automatische Kabellängenkompensation verfügt, um höchste Zeitgenauigkeit zwischen den Kanälen zu gewährleisten. Die erhöhte Abschirmung des Digitalisierer/Sendeeinheiten-Frontends erlaubt den Einsatz in explosionsgefährdeten Anwendungen wie F&E. Durch zwei im laufenden Betrieb austauschbare Akkus kann auf eine externe Stromversorgung verzichtet werden, was eine vollständige Isolation ermöglicht.

Die dritte und letzte Komponente ist die menügesteuerte Benutzeroberfläche, die das Programmiererteam von HBM auf die spezielle Sensata-Anwendung für das Prüfen von Leistungsschutzschaltern zugeschnitten hat (Abb. 1). Die Steuerungssoftware basiert auf dem anwenderfreundlichen Softwarepaket Perception von HBM, wodurch keine Notwendigkeit bestand, eine kundenspezifische Anwendung zu entwickeln und Sensata Zeit und Programmierressourcen einsparen konnte. Perception erledigt eine Reihe von Prüffunktionen wie beispielsweise Sensorparametrierung und Messgerätsteuerung, Echtzeitanzeige von Messwerten, Datensicherung und -wiedergabe sowie Datenauswertung und Reportgenerierung. Der Bediener kann jede Art von voreingestellten Prüfungen sofort automatisch einstellen und durchführen. Alle Auswertungen erfolgen automatisch gemäß den zu jedem Teil gehörigen Standards (Abb. 2).



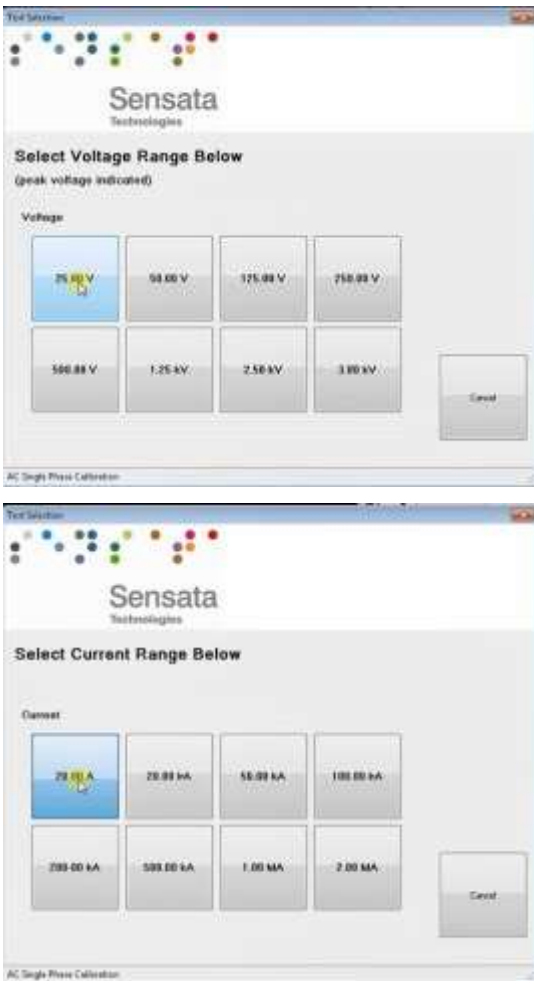


Abbildung 1: Im ersten Schritt wird eine der Optionen für „Short Circuit Testing“ [Kurzschlussprüfung] ausgewählt, z.B. „AC Single Phase Calibration“ [Einphasiger Wechselstrom Kalibrierung] (a), dann der gewünschte Pegel für Spannung (b) und Strom (c). Hier ruft die Softwareapplikation automatisch die entsprechende Konfigurationsdatei auf und stellt die passenden Pegel für das Erfassen von Spannungen und Strömen sowie die Triggerpegel ein, erstellt alle entsprechenden Anzeigen, ruft alle Gleichungen für die Auswertung und eine kundenspezifische Vorlage für das Reporting auf und steht bereit für die Datenerfassung, sobald diese im Laufe der Prüfung gestartet wird.

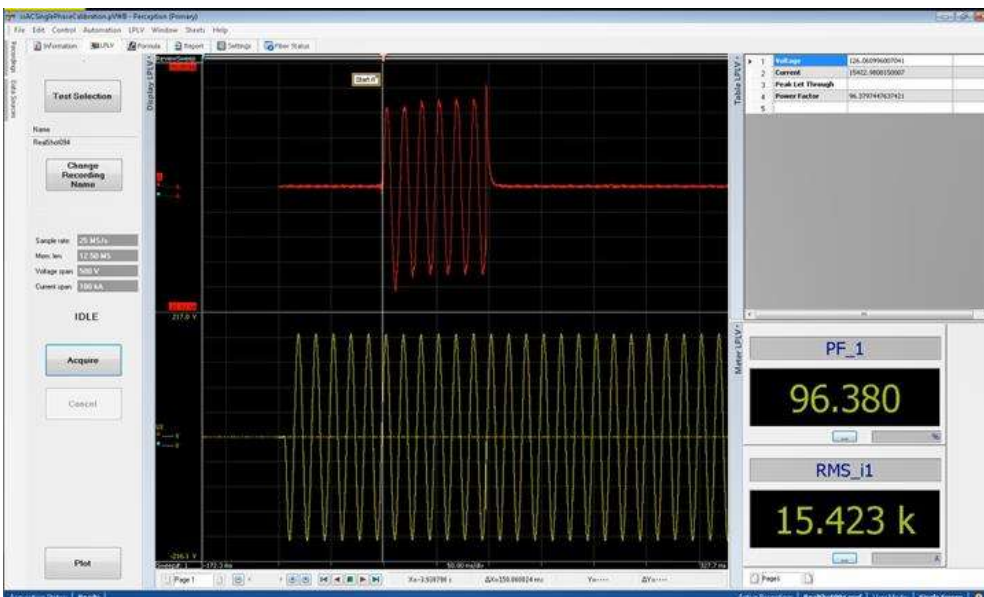


Abbildung 2: Einmal gestartet, erfasst das System automatisch die Daten, speichert sie auf Festplatte, zeigt sie auf dem Bildschirm an, führt alle gewünschten Berechnungen durch und zeigt die Ergebnisse wie in diesem Beispiel aufgeführt an. Um sofort eine weitere Prüfung durchzuführen, klickt der Bediener einfach auf die Schaltfläche „Acquire“ [Erfassen]. Durch Klicken auf die Schaltfläche „Plot“ [Grafisch darstellen] wird ein kundenspezifischer Report im ausgewählten voreingestellten Format gedruckt.

Zusätzliche Systemimplementierungen

Seit der ersten Installation eines GEN3i bei Sensata, hat HBM zwei weitere Kurzschluss-Prüflabors am Standort Cambridge in ähnlicher Weise mit einigen anwendungsbezogenen Modifikationen gegenüber dem ersten System ausgestattet. Die Komponenten der Systeme jedes Labors sind austauschbar und können bei Bedarf kurzfristig als Backup verwendet werden. Dank der neuen Systeme kann das Prüfsingenieur-Team von Sensata sicherstellen, dass die Leistung eines Teils mit den vom Unternehmen veröffentlichten Spezifikationen übereinstimmt, belegen, dass nationale und internationale Normen erfüllt werden und Prototypenteile schnell, sicher und genau charakterisieren.

Reguläre Prüfungen erfordern keine Ingenieure mehr, die das System bedienen, sondern können einfach von einem Techniker durchgeführt werden, der von HBM geschult wurde. Und, vielleicht am wichtigsten von allem, sie haben keine Probleme mehr, Technischen Support durch den Lieferanten zu erhalten, da dieser jederzeit ganz einfach über Telefon, E-Mail oder WebEx zur Verfügung steht.