

SICHER UND ZUVERLÄSSIG

Neues Verfahren zur Messung des geerdeten Kontaktwiderstands an Leistungsschaltern von Hochspannungs-GIS

Gasisolierte Schaltanlagen (GIS) werden seit einigen Jahrzehnten aufgrund ihrer kompakten Form und hohen Zuverlässigkeit immer häufiger in Mittel- und Hochspannungsnetzen eingesetzt. Dieser Trend hält an. Sie sind sehr zuverlässig, weil sich alle Komponenten der Schaltanlage in einem Metallgehäuse befinden, welches mit einem Isolationsmedium, normalerweise dem Gas SF₆, gefüllt ist. Diese Umhüllung verhindert, dass die stromführenden Teile durch Umwelteinflüsse in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Der Nachteil dieses Aufbaus besteht darin, dass der stromführende Primärpfad für Messungen zur Zustandsbeurteilung schwer zugänglich ist. Selbst wenn die Konstruktion von GIS-Systemen



»Selbst wenn die Konstruktion von GIS-Systemen sehr zuverlässig ist, **wird die Beurteilung ihres Zustands immer wichtiger**, da sich das Durchschnittsalter der vorhandenen Systeme dem Ende der erwarteten Lebensdauer nähert.«

sehr zuverlässig ist, wird die Beurteilung ihres Zustands immer wichtiger, da sich das Durchschnittsalter der vorhandenen Systeme dem Ende der erwarteten Lebensdauer nähert. Zum Überwinden der erwähnten Schwierigkeiten durch eingeschränkte Zugänglichkeit werden GIS mit isolierenden Erdungsschaltern versehen, die die Wartung vereinfachen.

Kontaktwiderstandsmessung

Eine der häufigsten nicht invasiven Methoden zur Beurteilung des Zustands von Leistungsschaltern ist die Messung des statischen Kontaktwiderstands. Dazu wird in die stromführenden Teile des GIS ein hoher Strom induziert und gleichzeitig der Spannungsabfall gemessen. Diese sogenannte Vierleitermessung ermöglicht

eine hohe Präzision bei der Ermittlung der Widerstandswerte. Aus diesem Wert lässt sich die Alterung des Primärpfads eines GIS ableiten. Der Pfad besteht aus dem Erdungsschalter, dem primären Stromleiter mit seinen Verbindungen und den Leistungsschalterkontakten.

Arbeitsschutz bei Wartungsarbeiten

Aufgrund des kompakten Aufbaus kommt es in GIS-Umgebungen häufig zu induzierten Spannungen. Daher müssen während den Prüfungen alle stromführenden Teile geerdet sein, die für das Prüfpersonal zugänglich sind. Dazu gehören auch die isolierenden Erdungsschalter, die bei nicht invasiven Methoden zur Zustandsbeurteilung der Innenteile eines GIS üblicherweise zum Einsatz kommen.

Messung des Kontaktwiderstands bei GIS

Bei einer Vierleitermessung des Kontaktwiderstands über die Erdungsschalter fließt der Prüfstrom über zwei Pfade: ein Pfad durch die Innenteile des GIS und ein Pfad über das Gehäuse. Wenn nicht exakt bekannt ist, wie viel Strom durch die Innenteile fließt, kann der Innenwiderstand R_{innen} nicht korrekt berechnet werden.

Verfahren zur Messung des Kontaktwiderstands bei beidseitig geerdeter GIS

Zur Lösung dieses Problems bietet PTM 4.60 ein neues Verfahren für CIBANO 500 an. Damit lässt sich der Kontaktwiderstand auch bei beidseitiger Erdung ermitteln, die sogenannte geerdete Kontaktwiderstandsmessung (Grounded Contact Resistance, GCR). Dabei wird der ▶



Widerstand jeweils einmal gemessen, während der Leistungsschalter offen und geschlossen ist, sodass der Innenwiderstand berechnet werden kann.

$$R_{\text{Innen}} = \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{Gesamt}}} - \frac{1}{R_{\text{Erde}}}}$$

Widerstand der Innenteile

Der Widerstand der Innenteile (R_{Innen}) eines GIS setzt sich aus dem Widerstand der Hauptkontakte, der Erdungsschaltkontakte und des Leiters zusammen.

Erdschleifenwiderstand

Der Erdschleifenwiderstand (R_{Erde}) ist im Grunde genommen der Widerstand des Gehäuses des GIS. Er wird mit einer Vierleiter-Mikrohm-Messung an den Erdungsschaltern gemessen, die sich an

beiden Seiten des Leistungsschalters befinden. Der Schalter bleibt während der Messung geöffnet.

Gemessener Gesamtwiderstand

An einem beidseitig geerdeten GIS ist der gemessene Gesamtwiderstand (R_{Gesamt}) eine Parallelschaltung des Erdschleifenwiderstands (R_{Erde}) und des Widerstands der Innenteile (R_{Innen}). Der Widerstand wird mit einer Vierleiter-Mikrohm-Messung an den Erdungsschaltern gemessen, die sich an beiden Seiten des Leistungsschalters befinden. Während dieser Messung bleibt der Schalter geschlossen.

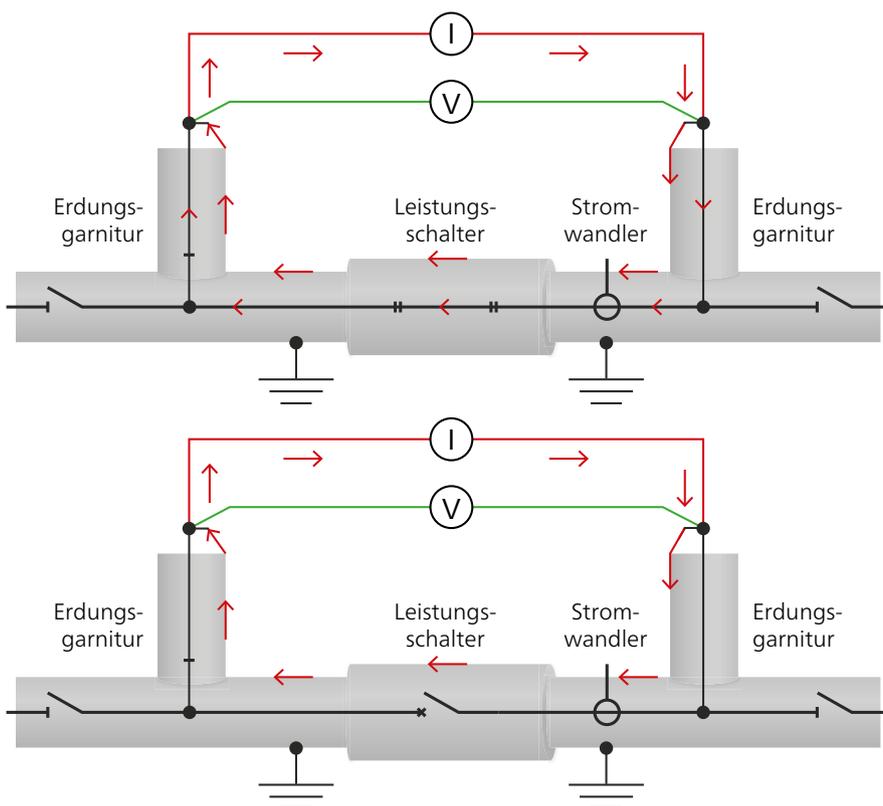
Wie zuverlässig sind die Ergebnisse?

Zum Nachweis der Empfindlichkeit und Genauigkeit des neuen Mess-Verfahrens

des geerdeten Kontaktwiderstands von CIBANO 500 führte man Simulationen und Tests an echten Umspannanlagen im Feld durch. Diese zeigen, dass es bei GIS, bei denen sich jede Phase in einem eigenen Gehäuse befindet, möglich ist, abweichende Widerstandswerte fehlerhafter Phasen zu erkennen. Bei GIS-Systemen, bei denen sich alle drei Phasen in einem gemeinsamen Gehäuse befinden, ist die Identifizierung fehlerhafter Kontakte in einer der drei Phasen nicht möglich.

Beim Verifizieren des Verfahrens hat sich außerdem gezeigt, dass die Anwesenheit von CTs im Hauptmesspfad zu einem Absinken der Genauigkeit führt. Zur Lösung dieses Problems ist es erforderlich, den DC-Prüfstrom für einen Zeitraum von einigen Sekunden bis zu einigen Minuten anzulegen. Dadurch befinden sich die CTs in einem Stadium der Sättigung, sodass sie sich nicht mehr auf die Messergebnisse auswirken. Nach jeder Messung des geerdeten Kontaktwiderstands empfiehlt sich, die CTs durch Anwenden eines Entmagnetisierungs-Algorithmus zu „reinigen“. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich etwaiger Restmagnetismus in den CTs nicht auf den weiteren Betrieb des GIS-Schutzsystems auswirkt. CIBANO 500 bietet eine Funktion zur Entmagnetisierung der CTs über den Primärpfad. CT Analyzer entmagnetisiert die CTs über den sekundären Pfad.

Durch diese neue Funktion und das bewährte CSM-Verfahren für Timing-Messungen an beidseitig geerdeten GIS-Systemen können Anwender erstmalig mit hoher Genauigkeit, unter Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften das Timing und den Kontaktwiderstand messen. ■



Messung des Kontaktwiderstands bei geschlossenem Schalter (oben) und bei geöffnetem Schalter (unten)