

OMICRON electronics GmbH

Oberes Ried 1
A-6844 Klaus, Austria
Tel.: +43/5523 507-0
Fax: +43/5523 507-999
www.omicron.at
info@omicron.at

INHALT

- 1 Standardisierung von Stromwandlern
- 3 PTS 103 Protokollprüfsystem für IEC 60870-5-103
- 3 Rückblick Anwendertagung
- 4 Fragen & Antworten

Standardisierung von Stromwandlern zur sicheren Erfassung hoher Kurzschlussströme*)

Warum Wandler standardisieren?

Bedingt durch den Zusammenschluss vieler regionaler EVUs und Verbundunternehmen zwischen Nordsee und Alpen in der E.ON Netz GmbH sind technische Konzepte zu prüfen und gegebenenfalls auch zu vereinheitlichen. Bezüglich der Auslegung der Wandler für das 380/220kV- und das 110kV-Netz ergibt sich dadurch die Möglichkeit,

- technische Entwicklungen der Sekundärtechnik zu berücksichtigen
- alte Festlegungen zu überprüfen
- Projektierungen zu vereinfachen
- Lagertypen zu reduzieren

Anforderungen an die Stromwandler

Im Gegensatz zu Spannungswandlern werden Stromwandler im Fehlerfall (Kurzschluss) zum Teil sehr hohen Anforderungen ausgesetzt:

- Sehr hohe Kurzschlussströme (>> Nennstrom)
- Gleichstromglieder
- AWE-Zyklus (bei erfolgloser AWE)
- Zum Teil hohe Bürden im Nullstrompfad

Die Praxis heute: Wandler Klasse TPX

Üblicherweise werden im 110kV-Netz Stromwandler mit einem geschlossenen Eisenkern (TPX) 5P20, 30VA eingesetzt. Damit liegt die Eigenzeitkonstante im Bereich mehrerer Sekunden. Es erfolgt also während des Netzfehlers keine Entmagnetisierung, auch nicht in der AWE-Pause. Der angeschlossene Schutz besitzt eine Bürde von deutlich weniger als 30VA. Die Berechnung der tatsächlichen Überstromziffer n' bei gegebener Nenn-Überstromziffer n , Nennleistung P_n , Schutzbürde P_b und den inneren Wandlerverlusten P_i (häufig unbekannt) erfolgt nach der bekannten Formel:

Überstromziffer:

$$n' = n \times \frac{P_n + P_i}{P_i + P_b}$$

Beispiel: 5P20, 30VA, $P_i = 3VA$
mit 5VA bebürdet : $n' = 80$
Die inneren Verluste sind mitentscheidend!

Damit stellt sich ein scheinbar "überdimensionierter" Wandler wegen der Zunahme der Kurzschlussströme und der Netzzeitkonstanten trotz hoher Nennleistungen als unterdimensioniert heraus. Der Einfluss in der Praxis ist aber deshalb im Allgemeinen gering, weil die Wandler-sättigung nur bei Fehlern an der Stufengrenze von Distanzschutzsystemen Probleme verursachen kann. Die Überstrom- und Differentialschutzsysteme sind wegen ihrer Kennlinien unempfindlicher und werden deshalb hier nicht weiter behandelt.

Linearisierte Wandler, Klasse TPZ

Alternativ kommen linearisierte Wandler (TPZ) in Frage. Ihr Vorteil liegt in der geringen Eigenzeitkonstante und der vernachlässigbaren Remanenz. Im Gegensatz zu den geschlossenen Eisenkernen (TPX) sind linearisierte Wandler mit Luftspalten im Kern versehen. Sie werden über ihre Nennleistung (typischerweise 5W), den Strom- und Winkelfehler und die Nenn-Netzzeitkonstante spezifiziert: 5W, $\pm 1\%$, $+180' \pm 10\%$, 50ms.

(Fortsetzung auf Seite 2)

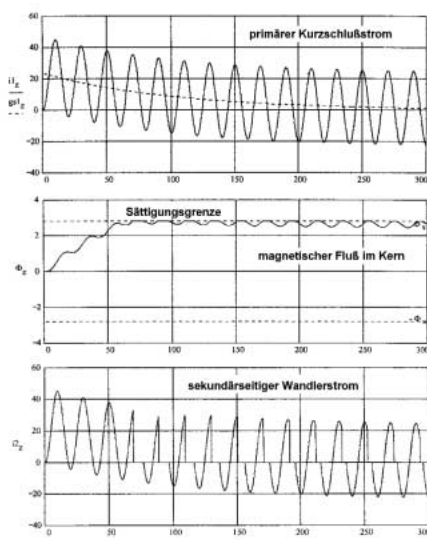


Bild 1: Kurzschlussstrom und magnetischer Fluss

Der primäre Kurzschlussstrom verursacht - siehe Bild 1 - einen Anstieg des magnetischen Flusses, unter Umständen bis zur Sättigungsgrenze. Mit Erreichen dieser Grenze entstehen dann die bekannten Verzerrungen im Sekundärstrom des Wandlers. Deshalb muss wegen des Gleichstromgliedes auch der transiente Faktor k_{TF} berücksichtigt werden. Das Sättigungsverhalten eines Wandlers wird im Wesentlichen bestimmt durch

- den Kurzschlussstrom inklusive Gleichstromanteil
- die angeschlossene externe Bürde
- die innere Bürde (ohmscher Anteil)
- den maximalen Fluss des Kernes

*) Der Artikel entspricht inhaltlich dem Vortrag von Dipl.-Ing. Stefan Steger / E.ON Netz GmbH, gehalten auf der OMICRON-Anwendertagung 2003 in Friedrichshafen

Stromwandler für den Distanzschutz¹⁾

Hier ergeben sich die "härtesten" Anforderungen an die Wandler. Der Distanzschutz bestimmt aus dem komplex gerechneten Quotienten $Z = U / I$ die Richtung und die genaue Entfernung des Fehlerortes. Jeder Stromwandlerfehler in Betrag oder Winkel macht sich direkt bei der Entfernungsbestimmung bemerkbar!

Als entscheidend für die Wandlerauslegung hat sich der Kurzschluss am Ende der ersten Distanzstufe herausgestellt: Der Wandler hat hier noch einen relativ hohen Kurzschlussstrom fehlerfrei zu verarbeiten, damit der überlagerte (Reserve-) Distanzschutz in Stufe 2 nicht schneller auslöst!

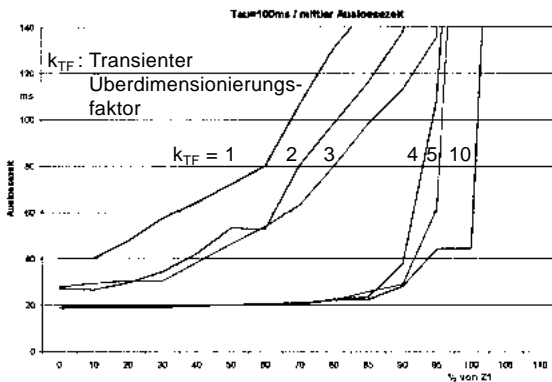


Bild 2: Wandlerauslegung und Auslösezeiten

Bild 2 zeigt, dass sich für $k_{TF}=1$ (Dimensionierung ohne Gleichstromkomponente) immer Auslöseverzögerungen insbesondere an der Stufengrenze ergeben. Für $k_{TF}=5$ bis 10 ist das Schutzverhalten bis an die Stufengrenze der Zone 1 sehr gut! Daraus folgt, dass für den Distanzschutz eine transiente "Überdimensionierung" von mindestens 10 erforderlich ist.

Die Einbauorte im 110kV-Netz

Nachdem die Anforderungen an die Stromwandler festgelegt sind, wird an Hand typischer 110kV-Einbauorte festgelegt, welche tatsächlichen KS-Ströme und Zeitkonstanten auftreten. Diese Einbauorte sind:

- Netzkupplereinspeisung bis 380MVA (1994A)
- 110kV-Kupplung (2400A)
- 110kV-Leitung (bis 1000A)
- Netztrafo bis 80MVA (420A)
- Maschinentrafo bis 400MVA (2099A)

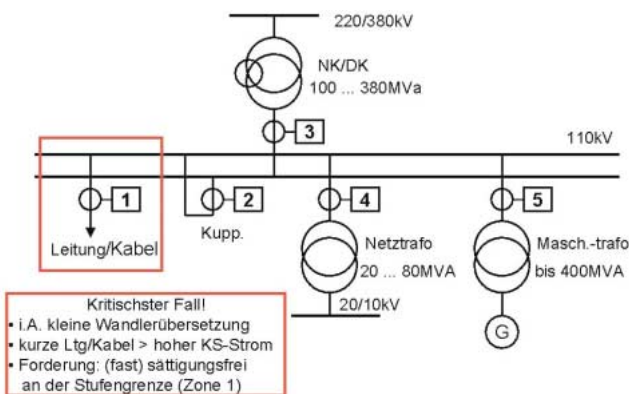


Bild 3: Typische Einbauorte für 110kV-Stromwandler

Als maximal zu übertragender unverlagerter Kurzschlussstrom wurden nach den Herstellerangaben für digitale Schutzrelais 15kA ermittelt. Bei einigen Einbauorten treten höhere und verlagerte KS-Ströme auf, die jedoch auf die Schutzfunktionen keinen negativen Einfluss haben.

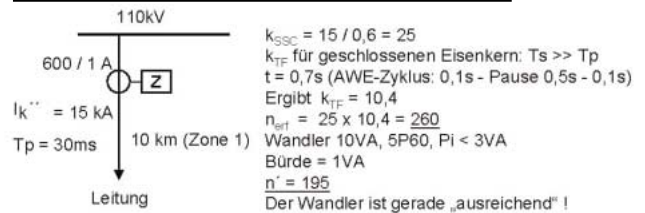
Berechnungsbeispiel

Die erforderliche Überstromziffer für das unten angeführte Beispiel kann mit den nachstehenden Formeln berechnet werden.

$$n_{\text{erf}} = k_{\text{SSC}} \cdot k_{\text{TF}} \cdot I_{\text{PSC}} / I_{\text{PN}}$$

$$k_{\text{TF}} = 1 + 2\pi f \cdot T_p \quad \text{für } T_s \gg T_p \quad k_{\text{SSC}} = \frac{I_{\text{PSC}}}{I_{\text{PN}}}$$

n_{erf} : Erforderliche Überstromziffer
 k_{SSC} : Stationärer Überdimensionierungsfaktor
 k_{TF} : Transienter Überdimensionierungsfaktor
 I_{PSC} : Stationärer primärer Kurzschlussstrom
 I_{PN} : Primärer Wandlernennstrom
 T_p : Primäre Netzzeitkonstante
 T_s : Sekundäre Wandlerzeitkonstante



! Unser Prinzip: Hohe Nenn-Überstromziffer und geringe Nenn-Bürde !

Bild 4: Berechnungsbeispiel 110kV-Wandler

Kriterien für die Wandlerfestlegung

- Hohe Wandlerübersetzung und damit geringer Abstand zum Kurzschlussstrom $I_{\text{KSC}} = 15\text{kA}$!
- Hohe Übersetzungen sind für Schutzzwecke unkritisch. Nur bei Zählkernen, die auch bei geringen Strömen die Klassengenauigkeit halten müssen, ist Vorsicht geboten!
- Für TPX: Hohe Nenn-Überstromziffer und geringe Nennleistung (5P60)
- Sättigung wird zugelassen; Störschrieb und Fehlerortung können deshalb in Grenzfällen ungenau werden!

Daraus ergeben sich zwei Übersetzungsverhältnisse:

- 2 x 200/1A (Großbereich) für die Netztrafos $k_{\text{SSC}} = 37,5$ (15kA) bezogen auf 400A
- 2 x 600/1A (Großbereich) für den "Rest" $k_{\text{SSC}} = 25$ (15kA) bezogen auf 600A

Zusammenfassung der Ergebnisse

	Messung	Schutz 1	Schutz 2a	Schutz 2b
110kV			TPX	alt. TPZ
2x200/1A	10VA	10VA	10VA	5W
200%	0,5FS5	5P60	5P60	TPZ,50ms
2x600/1A	10VA	10VA	10VA	5W
200%	0,5FS5	5P60	5P60	TPZ,50ms
220kV			TPX	alt. TPZ
2x600/1A	10VA	10VA	10VA	5W
200%	0,5FS5	5P60	5P60	TPZ,100ms
380kV			TPX	alt. TPZ
2x600/1A	10VA	10VA	10VA	5W
200%	0,5FS5	5P60	5P60	TPZ,120ms

1) Die dem Artikel zugrunde liegenden Untersuchungen betreffen ausschließlich digitale Schutzsysteme.

NEU!

PTS 103 Protokollprüfsystem für IEC 60870-5-103

Das neu von OMICRON angebotene Protokollprüfsystem PTS 103 für das "Schutzprotokoll" IEC 60870-5-103 (auch VDEW Protokoll genannt) ist ein unentbehrliches Werkzeug für den Schutztechniker, um das richtige Zusammenwirken zwischen den Schutzfunktionen und den Meldungen zur Leittechnik zu überprüfen.

Anwendungen

- Schutzprüfung mit simultaner Aufzeichnung des Protokolls
- Fehlersuche an IEC 60870-5-103 Verbindungen
- Inbetriebnahme von Verbindungen
- Auslesen von Störschrieben aus Schutzrelais.

Eigenschaften

- Betriebsarten für Mithören und Simulation von Master (primär) oder Slave (sekundär) Stationen,
- Konfigurierbare Filter für übersichtliche Aufzeichnung und gezielte Überwachung,
- Benutzerdefinierte Klartextmeldungen, auch für Meldungen aus dem privaten Bereich; Speichern / Laden von CSV-Dateien,
- Automatisches Lesen von Messwerten,
- Speichern von aufgezeichneten Meldungen zur Dokumentation oder späteren Auswertung.

Besondere Vorteile für den Anwender

- Auslesen von Störschrieben aus Schutzrelais ohne spezielle Relaissoftware
- Import von Aufzeichnungen in OMICRON Control Center Prüfpläne zur umfassenden Dokumentation
- Zusätzliche Prüffunktionalität für IEC 60870-5-101.

Mithören

Das PTS 103 zeichnet im Mithörbetrieb Meldungen zwischen einer primären und einer sekundären Station auf. Mit einer zweiten seriellen Schnittstelle können die Meldungen in beiden Richtungen (Master->Slave und Slave->Master) gleichzeitig aufgezeichnet werden.

Simulation

Im Simulationsbetrieb übernimmt das PTS 103 die aktive Rolle einer primären oder sekundären Station. Dies ist von unschätzbarem Vorteil bei der Inbetriebnahme von Datenverbindungen, oder für Prüfung nur mit dem Schutzrelais. Die für die jeweilige Betriebsart (primär / sekundär) wichtigen Meldungen können entweder automatisch erzeugt oder frei definiert werden.



Der Schnittstellenadapter PTS DP1 ermöglicht den einfachen Anschluss an die optische Übertragungsstrecke - das ideale Zubehör zum PTS 103, welches dem Schutztechniker viel Kopfzerbrechen erspart.

Rückblick OMICRON Anwendertagung 2003 –

10-jähriges Jubiläum

Mit einer **neuen Höchstzahl** an Teilnehmern fand die diesjährige OMICRON Anwendertagung statt, die Anfang Juni in Friedrichshafen am Bodensee das 10-jährige Jubiläum feierte. **190 Fachleute** aus verschiedenen Bereichen der elektrischen Energieversorgung nutzten die Möglichkeit, bei diesem **einzigen jährlich stattfindenden Schutztechnikforum** dabei zu sein.



Das Programm der zweitägigen Veranstaltung bot dem anwesenden Fachpublikum ein **breites Spektrum an Fachvorträgen und Präsentationen**. Besonderen Anklang fanden die erstmalig parallel laufenden **Diskussionsforen**, welche zukünftig noch stärkere Gewichtung erhalten. Ebenfalls gut angenommen wurde die zunehmende Einbeziehung von Themen aus der Primärtechnik.



Neben vielen Anwendungsberichten von erfahrenen Benutzern der OMICRON-Prüftechnik bereicherten **anerkannte Experten aus Forschung, Entwicklung und Consulting** das Programm. In tiefgehenden Beiträgen informierten sie ausführlich über **aktuelle Entwicklungen und Trends** in ihren Spezialgebieten. Die Pausen und Abendveranstaltungen boten weitere Möglichkeiten zu einem **intensiven Erfahrungsaustausch** zwischen Fachkollegen.

Die OMICRON-Anwendertagung hat sich während der letzten Jahre zu einem **wertvollen Forum in der Fachwelt** etabliert. Das Organisationsteam bei OMICRON ist bereits mit großem Optimismus in die entsprechenden Vorbereitungen für 2004 eingestiegen.



Fragen & Antworten mit COMICRON

Antworten auf häufig gestellte Fragen von OMICRON´s allseits bekanntem Prüfguru...

VERANSTALTUNGEN

Messen/Ausstellungen

Ineltec

Basel, Schweiz
02. – 05. September 2003

Elektrotechnik

Dortmund
08. – 11. Oktober 2003

OMICRON-Roadshow 2003

Oktober bis Dezember 2003



Bitte kontaktieren Sie uns zwecks Terminvereinbarung!

SEMINARE

Trainingscenter Röttenbach

Grundlagen der Schutztechnik

08. – 10. September 2003

Vertiefungsseminar Schutztechnik

14. – 16. Oktober 2003

Einführung in das CMC Prüfsystem

23. September 2003 (Dortmund)
17. November 2003

Prüftechnologie Distanzschutz

24. September 2003 (Dortmund)
18. November 2003

Prüftechnologie Elektromechanischer Schutz

19. November 2003

Prüftechnologie Transformator-differentialschutz

25. September 2003 (Dortmund)
20. November 2003

Prüftechnologie Generatorschutz

26. September 2003 (Dortmund)
21. November 2003

Trainingscenter Österreich

Kompaktkurs CMC-Prüfsystem / Test Universe Software 1.6

25. – 27./28. November 2003

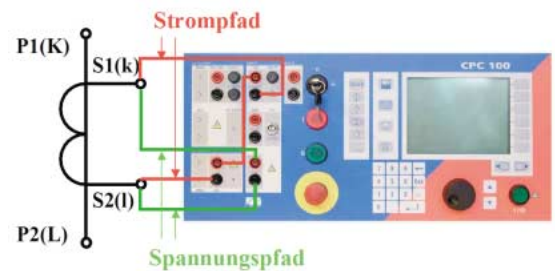
F: Wie ermittle ich die innere Bürde eines Stromwandlers mit dem CPC 100?

A: Unter der inneren Bürde versteht man die Impedanz der Sekundärseite. Sie besteht aus dem sekundärseitigen Wicklungswiderstand und der sekundärseitigen Streuinduktivität. Bei Stromwandlern mit Ringkernen kann die sekundäre Streuinduktivität vernachlässigt werden. Damit ist die innere Bürde gleich dem sekundärseitigem Wick-

lungswiderstand, ausgedrückt in VA beim Bemessungsstrom (1A oder 5A):

$$P_i = R_s \cdot I_N^2 \text{ [in VA] Innere Bürde}$$

Dieser Widerstand muss bei kleinen Werten in Vierleiter-Technik gemessen werden, um den Einfluss der Messleitungen zu eliminieren:

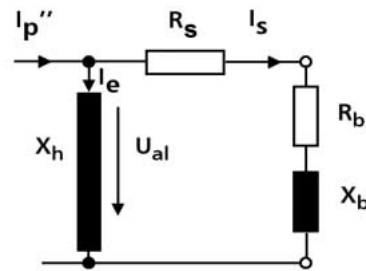


F: Wie ermittle ich den Genauigkeitsgrenzfaktor K_x (Überstromziffer n) mit dem CPC 100?

A: Der Genauigkeitsgrenzfaktor ergibt sich aus folgender Formel:

$$(1) \quad K_x = (U_{al} / \sqrt{(R_s + R_b)^2 + X_b^2}) / I_{sn}$$

$$(2) \quad K_x \approx \frac{U_{Knie} \cdot 1,3}{[R_s + \frac{P_b}{I_{SN}^2}] \cdot I_{SN}}$$



mit:

- I_p'' : auf Sekundärseite bezogener Primärstrom
- I_e : Magnetisierungsstrom
- X_h : Hauptinduktivität
- U_{al} : Genauigkeitsgrenzspannung (bei Ringkernen \approx Kniepunktspannung x 1,3)
- R_s : sekundärer Wicklungswiderstand
- $R_b + jX_b$: Impedanz der angeschlossenen Bürde
- P_b : Betrag der angeschlossenen Bürde (in VA)
- I_{sn} : Sekundärer Bemessungsstrom (1A oder 5A)

Die Kniepunktspannung U_{Knie} kann mit der Prüfkarte "Magnetisierungskurve" ermittelt werden, die angeschlossene Bürde P_b mit der Prüfkarte "Bürde". Ist als Bürde ein digitaler Schutz angeschlossen, kann das X_b in Gleichung (1) vernachlässigt werden und es ergibt sich die vereinfachte Beziehung (2).

Deutschland

Region West

Manfred Dohmann
Tel +49-2224-9198-100
Fax +49-2224-9198-103
manfred.dohmann@omicron.at

Region Nord-Ost

Helmut Boxberger
Tel +49-30-9831-2862
Fax +49-30-9831-2864
helmut.boxberger@omicron.at

Region Süd-Ost

Anton Ruppert
Tel +49-9195-9475-25
Fax +49-9195-9475-39
anton.ruppert@omicron.at

Österreich / Schweiz

Andreas Schröcker
Tel +43-5523-507-335
Fax +43-5523-507-7335
andreas.schroecker@omicron.at

Mehr Infos bei Ihrem Ansprechpartner in ...