

Spartransformator zur Netzspannungsanpassung – Zusatzanfrage

Normen der Reihe VDE 0100 und VDE 0113 Teil 1

FRAGESTELLUNG

(Zusatzanfrage zum Beitrag »Spartransformator zur Netzspannungsanpassung« in »de« 08/2002, S. 13.)

Unsere Firma stellt Spartransformatoren für verschiedene Hersteller von Maschinen her, die gemäß VDE 0570 prüfen. Diese Spartransformatoren ermöglichen den grundsätzlichen Einsatz der für 400-V-Betrieb gefertigten Maschinen auch an Netzen abweichender Spannungen. Dabei werden Eingangsspannungen bis 600 V auf 400 V heruntertransformiert. Somit liegt eine für 400 V gebaute Einrichtung an der Eingangsspannung von 600 V.

Müssten dann die Geräte der 400-V-Maschine für eine Betriebsspannung von 600 V bemessen sein?

Ist somit bei dieser Einrichtung die Hochspannungsprüfung für eine Betriebsspannung von 600 V oder 400 V durchzuführen?

H.-O. H., Baden-Württemberg

ANTWORT

Die hier gestellte Frage ist ohne Kenntnis von Anlagendetails kaum umfassend zu beantworten. Allerdings ist die Anpassung einer höheren Netzspannung an die niedrigere Betriebsspannung einer Standardmaschine mittels eines Transformators aus mehreren Gründen nicht ganz unproblematisch und bedarf einiger Überlegungen. Dies gilt nicht nur für die Transformator-, sondern mehr noch für die Maschinenseite.

Verhalten der Maschine mit Spartransformator im Störfall

Zur Vereinfachung der folgenden Betrachtungen treffe ich diese Annahmen:

- Auf der Netzseite handelt es sich um ein geerdetes TN-System.
- Die Standardmaschine ist konzipiert für den Anschluss an ein 400-V-TN-System, welches dem Standard industrieller Netze in Deutschland entspricht.
- Bei den in der Anfrage genannten Spannungen handelt es sich um die verketteten Spannungen, d.h. die Lei-

terspannungen gegen Erde betragen 230 V bzw. 345 V.

- Der Spartransformator ist im Stern geschaltet, mit geerdetem Sternpunkt geerdet oder mit dem Schutzleiter bzw. mindestens mit dem Neutralleiter des speisenden Netzes verbunden.

Im Normalfall arbeitet die Maschine ordnungsgemäß, auch die Spannungsbelastung der Isolationen gegen Erde in der Maschine liegt im bestimmungsgemäßen Bereich bei 230 V. Dies ändert sich allerdings bei einem Fehler im Transformator. Kommt es in diesem zu einem Windungschluss vor dem Abgriff oder zu einer Wicklungsunterbrechung nach dem Abgriff, so kann die Spannung am zugeordneten Maschinenanschluss bis auf die Netzspannung von 600 V bzw. 345 V gegen Erde ansteigen.

In einem solchen Moment werden die betroffenen Isolationen, Kriech- und Luftstrecken in der Maschine auf jeden Fall spannungsmäßig höher belastet.

Inwieweit dies zu Folgeschäden oder zu Fehlfunktionen durch die extreme Unsymmetrie der Betriebsspannung führen kann, kann nur der Hersteller der Maschine beurteilen.

Noch schlimmer werden die Verhältnisse, wenn z. B. ein Fehler im Transformator den Sternpunkt öffnet oder bei einem einphasigen System der Neutralleiter unterbrochen wird. Jetzt steigt die Betriebsspannung an allen Maschinenanschlüssen auf den Wert der Netzspannung, lediglich etwas gedämpft durch die Impedanz der Trafowicklungen vor dem Abgriff. Diese Dämpfungen sind vermutlich aber vernachlässigbar. Ein solcher Fehler führt sehr wahrscheinlich zu Zerstörungen durch zu hohe Betriebsströme an einzelnen Betriebsmitteln der Maschine.

Maßnahmen gegen überhöhte Spannung

Es gibt geeignete Maßnahmen, um die Maschine vor Zerstörungen zu schützen. So könnten Sie z. B.

- Überspannungsüberwachungen einsetzen, die diese Störungsfälle rechtzeitig erkennen und die Maschine vom Netz trennen, oder

- Transformatoren mit galvanisch getrennten Primär- und Sekundärwicklungen verwenden.

Letztere müssen nicht so genannte Sicherheits-Trenntrafos sein. Allerdings sollte die Isolierung zwischen Primär- und Sekundärwicklung so aufgebaut sein, dass ein Spannungsüberschlag eher unwahrscheinlich ist.

Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen

Das nächste Problem ist allerdings unabhängig davon, ob Spartransformatoren oder solche mit getrennten Wicklungen verwendet werden.

In eine Maschinensteuerung müssen bestimmte Schutzmaßnahmen integriert sein, u. a. ein Schutz gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall an einem elektrischen Betriebsmittel (Schutz bei indirektem Berühren) und ein Kurzschlusschutz für die installierten Kabel und Leitungen.

Für Maschinen, die für den standardmäßigen Anschluss an TN-Netze konzipiert sind, wird als Schutz bei indirektem Berühren in der Regel »Schutz durch automatische Abschaltung« vorgesehen. Sowohl Letzterer als auch der Kurzschlusschutz basieren darauf, dass im Fehlerfall ein ausreichend großer Fehlerstrom fließt. Dieser sorgt dafür, dass das vorgeschaltete Schutzorgan, z. B. Sicherung oder Leistungsschalter, in der erforderlichen Zeit – je nach Situation zwischen 0,2 s und 5 s – anspricht und den fehlerbehafteten Stromkreis von der Spannung trennt.

Die Höhe des Kurzschlussstroms ist wiederum von der Impedanz der gesamten Fehlerschleife abhängig. Hierzu gehört einerseits die Verkabelung auf der Maschine nach dem jeweiligen Schutzorgan (Leiterquerschnitte, Kabellängen), andererseits aber auch die Impedanz der gesamten Verkabelung vor dem Schutzorgan einschließlich der Impedanz des speisenden Netzes. Sicherergestellt werden muss dies durch eine entsprechende Kurzschlussberechnung oder eine Schleifenimpedanzmessung auf der Anlage (siehe hierzu VDE 0100 Teile 410 und 610).

Diesem Punkt widmen Errichter und Betreiber häufig bei so genannten normalen Einsatzfällen zu wenig Beachtung. Dieser Umstand gilt insbesondere dann, wenn Standardmaschinen (dies möglicherweise sogar ohne Wissen des Herstellers)

- am Ende einer langen Stickleitung betrieben oder
- in Länder vertrieben werden, in denen die Versorgungsnetze nicht unserem Standard entsprechen.

Nähere Informationen und Hintergründe zu dieser Problematik gibt das Beiblatt 5 zur VDE 0100 sowie das Buch »Brandschutz in elektrischen Anlagen« von H. Schmolke, Hüthig & Pflaum Verlag.

Kleine Maschinen weniger kritisch

Die praktische Erfahrung zeigt allerdings auch, dass bei kleineren Maschinen diesbezüglich keine Probleme entstehen, wenn diese

- nach VDE 0113 Teil 1 gebaut und geprüft sind (Kabellängen bis 30 m) oder
- an Industrienetze mit ausreichender Kurzschlussleistung angeschlossen werden ($I_k \geq 10 \text{ kA}$).

Die Netzimpedanz kann sich aber drastisch verändern, wenn zwecks Spannungsanpassung der Maschine Transformatoren vorgeschaltet werden, deren Größe nur auf den Leistungsbedarf der Maschine angepasst ist. Zumindest muss

durch eine erneute Kurzschlussberechnung oder Schleifenimpedanzmessung sehr sorgfältig geprüft werden, ob die standardmäßig vorgesehenen Schutzmaßnahmen bei diesem Einsatzfall noch wirksam sind. Sonst entsteht u.U. ein erhebliches Sicherheitsrisiko für das Maschinenpersonal und/oder Brandrisiko im Fehlerfall. Mögliche Abhilfemaßnahmen können sein:

- der Einsatz eines größeren Transformators mit geringem Einfluss auf die Netzimpedanz oder
- die Anwendung anderer Schutzmaßnahmen, z.B. gemäß VDE 0100 und VDE 0113 Teil 1.