

Leseranfragen

Anschluss eines DS-Käfigläufermotors für 60 Hz an 50-Hz-Netz

? Was passiert mit einem Drehstrommotor, dessen Nennfrequenz 60 Hz beträgt, wenn dieser an ein Netz mit einer Nennfrequenz von 50 Hz angeschlossen wird? Die Netzspannung ist die gleiche, die auf dem Typenschild des Motors angegeben ist.

! Elektrofachkräfte, die mit Elektromotoren zu tun haben, kennen im Allgemeinen die Auswirkungen einer von der Bemessungsspannung abweichenden Anschlussspannung auf das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen gut. Wenn allerdings in Ausnahmefällen an falsche Frequenz (z. B. 50 statt 60 Hz oder umgekehrt) angeschlossen werden soll, kommt Unsicherheit auf. Was passiert z. B., wenn

- ein für 400 V, 50 Hz gewickelter Motor für einen dringenden Exportauftrag nach Nordamerika verwendet und dort an 460 V, 60 Hz angeschlossen werden soll?
- ein für 380 V, 50 Hz gewickelter Motor im Exportland Brasilien an 380 V, 60 Hz unter Belastung betrieben werden soll?
- ein für 380 V, 60 Hz gewickelter Motor mit einer Maschine aus Korea an 380 V, 50 Hz zumindest im Leerlauf oder bei Teillast geprüft werden soll?

Diese drei typischen Fälle werden nachfolgend behandelt.

Anschluss an proportional geänderte Frequenz und Spannung

Wenn sich die tatsächliche Spannung und Frequenz gegenüber den Nenndaten der Wicklungsauslegung proportional ändert – wenn also $U/f = \text{konstant}$ ist – bleibt der magnetische Fluss des Motors gleich stark. Die Höhe des entwickelten Drehmoments ist also unverändert. Die Drehzahl ändert sich proportional mit der Frequenz. Die zur Verfügung stehende Bemessungsleistung ändert sich also etwa mit der Frequenz, während andererseits bei vorwiegend reibungsbehafteten Antrieben auch der Leistungsbedarf proportional mit der Drehzahl – also der Frequenz – geht.

Beispiel: Nenndaten eines Getriebemotors

Leistung: $P = 7,5 \text{ kW}$
 Spannung: $U = 400 \text{ V}$
 Drehzahl: $n_2 = 200 \text{ r/min}$
 Frequenz: $f = 50 \text{ Hz}$
 Drehmoment: $M_2 = 360 \text{ Nm}$

Dieser Motor soll an 460 V, 60 Hz angeschlossen werden. Das Drehmoment ist etwa konstant.

Daher gelten folgende neue Daten:

Leistung: $P = 1,2 \cdot 7,5 = 9 \text{ kW}$
 Spannung: $U = 460 \text{ V}$
 Drehzahl: $n_2 = 1,2 \cdot 200 = 240 \text{ r/min}$
 Frequenz: $f = 60 \text{ Hz}$
 Drehmoment: $M_2 = 360 \text{ Nm}$

Fazit: Anschluss an proportional geänderte Spannung und Frequenz ist zulässig. Die geänderte Bemessungsleistung des Motors entspricht etwa dem veränderten Leistungsbedarf, sofern dieser vorwiegend durch Reibung bestimmt ist.

Anschluss an erhöhte Frequenz bei gleicher Spannung

Der magnetische Fluss vermindert sich im umgekehrten Verhältnis zur Frequenz. Die Höhe des Anzugs- und Kippmoments vermindert sich quadratisch mit dem Magnetfluss. Die Drehzahl erhöht sich linear mit der Frequenz.

Da sich auch die Belüftung verbessert, kann bei den meisten Antrieben ohne thermische Gefährdung die volle Nennleistung zugelassen werden, sofern die verminderte Drehmomentreserve noch ausreicht.

Bei vorwiegend reibungsbehafteten Antrieben ist zu beachten, dass sich der Leistungsbedarf mit der Drehzahl (Frequenz) erhöht, so dass der falsch angeschlossene Motor um den Faktor des umgekehrten Frequenzverhältnisses zu klein ist.

Beispiel: Nenndaten eines Getriebemotors

Leistung: $P = 7,5 \text{ kW}$
 Drehzahl: $n_2 = 200 \text{ r/min}$
 Drehmoment: $M_2 = 360 \text{ Nm}$
 Spannung: $U = 380 \text{ V}$
 Frequenz: $f = 50 \text{ Hz}$

Dieser Motor soll an 380 V/60 Hz angeschlossen werden. Daher gelten folgende neuen Daten:

Leistung: $P = 7,5 \text{ kW}$
 Drehzahl: $n_2 = 200 \cdot 60/50 = 240 \text{ r/min}$
 Drehmoment: $M_2 = 300 \text{ Nm}$
 Spannung: $U = 380 \text{ V}$
 Frequenz: $f = 60 \text{ Hz}$
 Leistungsbedarf: $P_{60} = 7,5 \cdot 60/50 = 9 \text{ kW}$

Vorhandene Leistung nur $7,5/9 = 0,85$ -facher Leistungsbedarf, dies ist etwa gleich $50/60 = 0,85$.

Fazit: Anschluss an erhöhte Frequenz bei unveränderter Spannung ist für den Motor ungefährlich, sofern beachtet wird, dass die verminderten Anzugs- und Kippmomente des Motors etwa 70 % der Werte bei 50 Hz und dass die Bemessungsleistung etwa 85 % des veränderten Leistungsbedarfs von Reibungsantrieben beträgt.

Anschluss an verminderte Frequenz bei gleicher Spannung

Der magnetische Fluss erhöht sich im umgekehrten Verhältnis zur Frequenz. Die Übersättigung des Magnetkreises führt zu einem starken Anstieg des Magnetisierungsstroms. Der Motor erwärmt sich aus diesem Grund auch im Leerlauf schnell und stark.

Ein Probetrieb ist nur kurzzeitig bei laufender Temperaturüberwachung zulässig und nach einigen Minuten abzubrechen.

Beispiel: Nenndaten eines Getriebemotors

Spannung: $U = 380 \text{ V}$
 Frequenz: $f = 60 \text{ Hz}$

An einem Netz von 380 V/50 Hz ist nur kurzzeitiger Probetrieb zulässig. Bei Verwendung eines Trafos für ca. 320 V/50 Hz gilt Abschnitt 1, da dann $U/f = \text{konstant}$ ist.

Fazit: Anschluss an verminderte Frequenz bei unveränderter Spannung ist nur kurzzeitig bei laufender Temperaturüberwachung zulässig.

H. Greiner

Einbeziehung eines Antennenträgers in den Blitzschutz

? Ist die Einbeziehung eines aus der Dachhaut, nicht über den Giebel, ragenden Metallrohres für die Befestigung eines Parabolspiegels in den Blitzschutz oder Potentialausgleich erforderlich?

! Der über das Dach ragende metallene Träger einer Antenne muss in den Blitzschutz und in den Potentialausgleich einbezogen werden. Die Art und Weise hängt davon ab, ob das Haus mit einer regelrechten Blitzschutzanlage versehen ist.

Fall 1: Gebäude mit Blitzschutzanlage

Ist das Haus mit einer Blitzschutzanlage versehen, so muss zwischen dieser und dem Antennenträger eine Verbindung herge-

Fragen an ELEKTRO PRAKTIKER

Liebe Elektrotechniker/-innen! Wenn Sie mit technischen Problemen kämpfen, wenn Sie Widersprüche entdecken, Meinungsverschiedenheiten klären wollen oder Informationen brauchen, dann richten Sie Ihre Fragen an: **ep-Leserservice 10400 Berlin** oder **Fax: (030) 42 151-251** oder **e-mail: elster@elektropraktiker.de** oder **Internet: http://www.elektropraktiker.de**. Wir beraten Sie umgehend. Ist die Lösung von allgemeinem Interesse, veröffentlichen wir Frage und Antwort in dieser Rubrik. Beachten Sie bitte: Die Antwort gibt die persönliche Interpretation einer erfahrenen Elektrofachkraft wieder. Für die Umsetzung sind Sie verantwortlich.

Ihre ep-Redaktion

Eine Sammlung von über 300 Fragen und Antworten finden Sie auf unseren Internetseiten.

stellt werden ([1], Abschn. 5.1.1.1; [2], Abschnitt 3.3; [3], Abschn. 2.1 und 3.1.1 sowie Nationaler Anhang NC, Zu 2.1.3 und Zu 3.1.1; [4], Abschn. 10.1.1). Für diese Verbindung wird üblicherweise das gleiche Leitermaterial wie für Auffangeinrichtungen und Ableitungen ([3], Nationaler Anhang NC, Zu 2.5 und Tabelle NC.2) verwendet.

Die äußeren Leiter der Koaxial-Antennenleitungen müssen über einen Potentialausgleichsleiter von mindestens 4 mm² Kupfer mit dem Antennenträger verbunden werden ([4], Abschn. 10.1.1 und Bild 8).

Die Blitzschutzanlage ihrerseits muss im Zuge des Blitzschutz-Potentialausgleichs mit der Potentialausgleichsschiene der Elektroanlage verbunden sein ([1], Abschn. 6.1; [3], Abschnitte 3.1.1, 3.1.3 und 3.1.5, Nationaler Anhang NC, Zu 3.1.5). Die Leiter für den Blitzschutz-Potentialausgleich müssen folgende Mindestquerschnitte haben ([3], Nationaler Anhang NC, Zu 2.5 und Tabelle NC.4): 16 mm² Kupfer, 25 mm² Aluminium oder 50 mm² Stahl, siehe auch Abschn. 5 von [5].

Fall 2: Gebäude ohne Blitzschutzanlage

Der das Dach überragende Antennenträger und die äußeren Leiter der Koaxial-Antennenleitungen müssen zum Zwecke des Blitzschutzes geerdet werden ([4], Abschn. 10.1.2). Sie sind auf möglichst kurzem und geradlinigem Weg mit der Erdungsanlage zu verbinden ([4], Abschn. 10.2.1). Die Anordnung des Erdungsleiters auf der Außenseite der Außenwand ist nicht gefordert, hat jedoch gegenüber der Führung im Inneren des Hauses den Vorteil, dass Bewohner, Geräte und Anlagen weniger dem Magnetfeld des Blitzes ausgesetzt werden.

Der Erdungsleiter muss einen Mindestquerschnitt 16 mm² Kupfer, 25 mm² Aluminium oder 50 mm² Stahl haben ([4], Abschnitt 10.2.3). Dafür wird vorzugsweise Mantelleitung NYM 1 x 16 mm² oder (besser) Kabel NYY 1 x 16 mm² verwendet. Metallene Bestandteile des Baukörpers oder Gebäudeausrüstungen dürfen anstelle eines Erdungsleiters verwendet werden, wenn sie die gleichen Anforderungen erfüllen ([4], Abschn. 10.2.3).

Ist kein Fundamenterder vorhanden, so muss die Erdungsanlage aus wenigstens zwei horizontalen Erdern von je 5 m Mindestlänge oder aus einem vertikalen Erder mit einer Mindestlänge von 2,5 m bestehen. Sofern nicht ein Staberder vom Kellerfußboden aus eingebracht wird, soll der Abstand vom Fundament 1 m betragen. Es zählt nur der Teil des Erders, der sich mindestens 0,5 m unter der Geländeoberfläche befindet. Der Mindestquerschnitt des Erders beträgt 50 mm² bei Kupfer und 80 mm² bei Stahl ([4], Abschn. 10.2.2). Am Anschluss müssen die Metall-

teile mit Korrosionsschutzbinde umwickelt werden.

Zwischen dem Erder (oder Erdungsleiter) und der Potentialausgleichsschiene muss eine Verbindung hergestellt werden ([4], Abschn. 10.2.2; [6], Abschn. 413.1.2.1). Diese ist für den Elektroschutz (Hauptpotentialausgleich) und zur Vermeidung eines gefährlichen Überschlages des Blitzes auf die Elektroanlagen (Blitzschutz-Potentialausgleich) erforderlich. Sie muss einen Mindestquerschnitt von 16 mm² Kupfer haben ([3], Nationaler Anhang NC, Zu 2.5 und Tabelle NC.4). Dafür verwendet man zweckmäßigerweise einadriges Kabel NYY.

Wird das TN-System (früher „Nullung“ genannt) angewendet, so fließt ein Teil des Blitzstroms über den PEN-Leiter des Hausanschlusses und des Versorgungsnetzes zu fernen Erdern. Diese tragen dadurch zur Erdung des Antennenträgers bei. Es ist jedoch unzulässig, auf den Erder zu verzichten und die fernen Erder als Ersatz für ihn zu benutzen ([4], Abschn. 10.2.3). Bei Anwendung des TT-Systems wird der Erder auch als Schutzerder für diese Schutzmaßnahme benötigt. Er muss dann auch die dafür geltenden Forderungen ([6], Abschn. 413.1.4; [7], Abschn. 4.2) erfüllen, siehe auch [8].

Literatur

- [1] DIN 57 185 Teil 1/VDE 0185 Teil 1:1982-11 Blitzschutzanlage; Allgemeines für das Errichten.
- [2] DIN VDE 0185-103/VDE 0185 Teil 103:1997-09 Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls; Teil 1: Allgemeine Grundsätze (IEC 1312-1: 1995, modifiziert).
- [3] Vornorm DIN V ENV 61 024-1/VDE V 0185 Teil 100:1996-08 Blitzschutz baulicher Anlagen; Teil 1: Allgemeine Grundsätze (IEC 1024-1: 1990, modifiziert).
- [4] DIN EN 50 083 Teil 1/VDE 0855 Teil 1:1994-03 Kabelverteilsysteme für Ton- und Fernrundfunksignale; Teil 1: Sicherheitsanforderungen.
- [5] Hering, E.: Blitzschutz-Potentialausgleich, Trennfunktenstrecken und Blitzstromableiter. Elektropraktiker, Berlin 53(1999)2, S. 122-126.
- [6] DIN VDE 0100-410/VDE 0100 Teil 410:1997-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag.
- [7] DIN VDE 0100 Teil 540:1991-11 –; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter.
- [8] Hering, E.: Schutzerder für die Schutzmaßnahme TT-System. Elektropraktiker, Berlin 53 (2000)3, S. 207-212.

E. Hering

Potentialausgleich über Wasserleitung

? Bei der Wiederholungsprüfung in einem Zweifamilienhaus stellte ich fest, dass die Wasserleitungen ab Keller gegen Kunststoffrohre ausgetauscht worden waren. Damit war die vorher vorhandene direkte und

sehr gute Verbindung zwischen dem örtlichen Potentialausgleich der Badezimmer und dem direkt darunter im Keller liegenden zentralen Potentialausgleich nicht mehr gegeben. Eine eindeutige Verschlechterung des bei der Errichtung vorhandenen Zustands. Ist dies als Mangel zu bezeichnen und im Ergebnis der Wiederholungsprüfung zu beanstanden?

! Ihrer Frage ist leider nicht eindeutig zu entnehmen, ob mit den Wasserleitungen bisher die nach DIN VDE 0100 Teil 701 (05/84), Punkt 4.2.3, erforderliche Verbindung des örtlichen (zusätzlichen) Potentialausgleichs mit dem Schutzleiter hergestellt wurde oder ob sie „lediglich“ parallel zu einer solchen Verbindung (z. B. vom örtlichen PA zur PE-Schiene im Wohnungsverteiler) für eine weitere, wie Sie schreiben sehr gute Verbindung zum zentralen PA gesorgt hat.

Die Beantwortung Ihrer Frage ergibt sich aus dem Ziel der ja nach DIN VDE 0105 Teil 100 (10.97) durchzuführenden Wiederholungsprüfung. Sie haben festzustellen, ob die zu prüfende „... elektrische Anlage den Errichtungsnormen und Sicherheitsvorschriften entspricht“. Wenn die nach DIN VDE 0701 geforderte Verbindung trotz des Entfernens der leitenden Wasserleitung weiterhin normengerecht (DIN VDE 0100) gegeben ist, so besteht keine Veranlassung zu einer Beanstandung. Diese Veränderung gegenüber dem Originalzustand bringt zwar eine gewisse „Verschlechterung“ der Zuverlässigkeit des vorhandenen Potentialausgleichs von „besser als nötig“ auf „immer noch gut genug“, belässt die Anlage aber immer noch in einem Zustand, der sowohl den zum Zeitpunkt des Errichtens als auch den zum Zeitpunkt Ihrer Prüfung geltenden Normen genügt.

K. Bödeker

Tischleuchte ohne Schutzmaßnahme

? Ich erhielt eine Tischleuchte zur Reparatur, die vollständig aus Metall besteht, auch die Fassung (Messing). Es war eigentlich nur die Fassung locker. Um die Fassung zu befestigen, musste ich die Drähte abklemmen und hinterher wieder anschließen. Die Anschlussleitung ist 2-adrig, also kein Schutzleiter.

Ich habe die Fassung elektrisch abgeklemmt und wieder angeschlossen. Also muss ich die Lampe entsprechend den VDE-Bestimmungen prüfen. Aber die Lampe entspricht keiner der drei Schutzklassen. Müsste ich jetzt eine Schutzklasse herstellen, in diesem Fall Schutzklasse I (Schutzleiterschutzes), oder besitzt sie eine Art „Bestandschutz“?