Was versteht man unter…

Sternschaltung

Grundschaltung der Elektrotechnik, bei der in einem Dreiphasen-Wechselstromsystem (Drehstromsystem) jeweils drei Wicklungen (Spulen), Widerstände, Kondensatoren oder andere elektrische Bauelemente an einem gemeinsamen Punkt sternförmig zusammengeschlossen sind. Dieser Punkt heißt **Sternpunkt** (Neutralpunkt, engl. neutral point), Beispiel s. Bild ❶.

Allgemeines

Die Sternschaltung (⅄-Schaltung, engl. star connection) wird als Wicklungsschaltung vorzugsweise bei Drehstromtransformatoren, -generatoren und -motoren angewendet. Hierbei teilt sich die Leiterspannung (Strangspannung) mit dem Faktor $1/\sqrt{3}$ auf die einzelnen Wicklungsstränge auf. Das führt zu günstigen Isolationsbedingungen. $\sqrt{3}$ ist der **Verkettungsfaktor**.

Gleichrichterschaltungen werden mitunter als **Doppelsternschaltung** (✳-Schaltung, engl. double star connection) ausgeführt. In diesem Fall sind zwei Sternschaltungen – meist über eine Saugdrossel (Saugdrosselschaltung) – zur Erzeugung einer sechspulsigen Gleichspannung parallel geschaltet.

Zickzackschaltung

Die Zickzackschaltung (⅄-Schaltung, engl. zigzag connection) ist eine modifizierte Sternschaltung. In diesem Fall wird jeder Wicklungsstrang der Sternschaltung in zwei Teilstränge mit gleicher Windungszahl aufgeteilt. Das Ende eines jeden Wicklungsstrangs ist an einem gemeinsamen Punkt – dem Sternpunkt – zusammengeschaltet, s. Bild ❷.

Die Zickzackschaltung wird insbesondere bei Drehstromtransformatoren auf der Sekundärseite (Unterspannungswicklung) angewendet, z. B. wegen

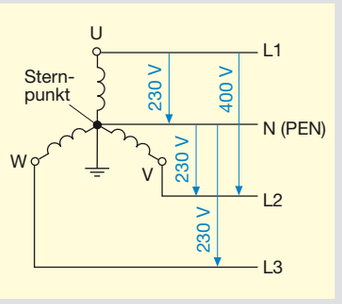
- der vollen einphasigen Belastbarkeit der Transformatoren, auch bei deren oberspannungsseitiger Sternschaltung (Schaltgruppe Yz …), und
- des vergleichsweise geringen Isolationsaufwands.

Dreieckschaltung

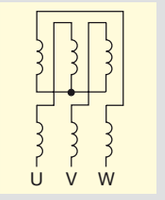
Grundschaltung der Elektrotechnik, bei der in einem Dreiphasen-Wechselstromsystem (Drehstromsystem) jeweils drei Wicklungen (Spulen), Widerstände, Kondensatoren oder andere elektrische Bauelemente ringförmig (im Dreieck) hintereinander geschaltet sind, s. Bild ❸.

Die Dreieckschaltung (△-Schaltung, engl. delta connection) wird als Wicklungsschaltung vorzugsweise bei Drehstromtransformatoren, -generatoren und -motoren angewendet. Hierbei teilen sich die Leiterströme (Strangströme) mit dem Faktor $1/\sqrt{3}$ auf die einzelnen Wicklungsstränge auf. Die Dreieckschaltung bietet somit Vorteile bei hohen Strömen und kleinen Spannungen. Kraftwerksgeneratoren sind folglich im Dreieck geschaltet. Das Gleiche gilt für die Oberspannungswicklung von Drehstromtransformatoren, wenn die Unterspannungswicklung im Stern geschaltet ist (Schaltgruppe Dy …) und auf der Niederspannungsseite eine einphasige (unsymmetrische) Belastung auftreten kann. Nachteilig bei der Dreieckschaltung gegenüber der Sternschaltung ist der vergleichsweise hohe Isolationsaufwand.

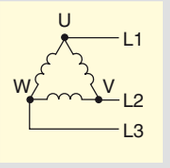
Der Anschluss elektrischer Verbrauchsmittel erfolgt bei der Dreieckschaltung zwischen den Außenleitern. Einen Neutralleiter – wie bei der Sternschaltung – gibt es bei der Dreieckschaltung in Ermangelung eines Sternpunkts (Neutralpunkt) mithin nicht.



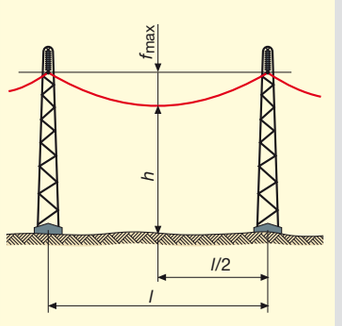
❶ Sternschaltung (Drehstrom-Vierleitersystem)



❷ Zickzackschaltung



❸ Dreieckschaltung (Drehstrom-Dreileitersystem)



❹ Durchhang eines Freileitungsseils

Durchhang

Senkrechter Abstand zwischen einem frei gespannten Leiter- oder Tragseil – auch einer selbsttragenden elektrischen Leitung mit integriertem Tragseil oder einem Luftkabel – und der geradlinigen (kürzesten) Verbindung zwischen den jeweiligen Aufhängepunkten.

Allgemeines

Aufgehängte Leiter- oder Tragseile bewegen sich bei relativ großer Spannweite unter dem Einfluss von Wind und Wetter ständig hin und her. Außerdem ziehen sich die Seile und Spanndrähte bei tiefen Temperaturen erheblich zusammen. Die dabei auftretenden Zugkräfte und anderen mechanischen Beanspruchungen – im Winter unter Berücksichtigung zusätzlicher Eislast – sind bei der Festlegung des Durchhangs und der Bodenfreiheit, z. B. der Durchfahrtshöhe, mit zu berücksichtigen.

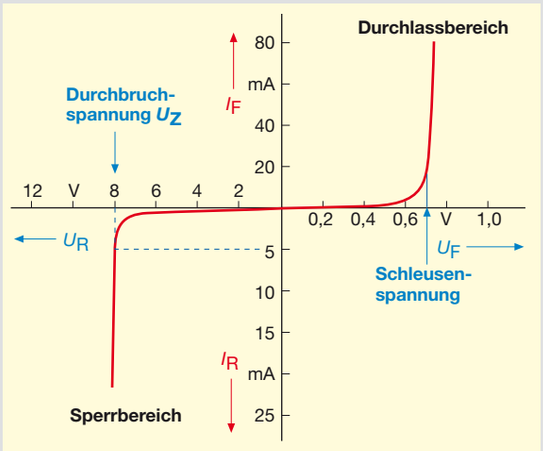
Alle elektrischen Leiterseile in einem Spannfeld, auch die Erdseile (Blitzschutzseile) an den Mastspitzen, sollen durchhangsgleich sein.

Größter Durchhang

Der größte Durchhang f_{max} stellt sich im ebenen (waagerechten) Gelände in der Spannweitenmitte ein, Beispiel s. Bild ❹. Dieser Durchhang (engl. hang down) ist in Anlagen mit frei gespannten elektrischen Leiterseilen (Freileitungen) so festzulegen, dass bei einer Temperatur

- von –5 °C und Eislast oder von –20 °C ohne Eislast die höchstzulässige Zugspannung der Leiterseile nicht überschritten sowie bei einer Temperatur
- von –5 °C und Eislast oder von ≥ 40 °C der geforderte Mindestabstand zwischen den Leiterseilen und dem Erdboden (Bodenfreiheit) nicht unterschritten wird.

Der Mehraufwand an Seillänge beträgt wegen des Durchhangs etwa 1 … 4 %.



❺ Kennlinie einer Z-Diode (Beispiel)

U_F Durchlass-spannung
I_F Durchlassstrom
U_R Sperrspannung
I_R Sperrstrom



a) e-Blitz (alt); **b)** e-Marke (neu)

❻ Verbandszeichen des ZVEH

Wirkungsgrad

Quotient aus der
- Nutzleistung P_N (Ausgangsleistung) und der
- gesamten aufgenommenen Wirkleistung P (Eingangsleistung).

Berechnung

In Systemen zur Energie- oder Leistungsübertragung erfolgt die Berechnung des Wirkungsgrads η (griech. Eta) nach der Formel:

$$\eta = \frac{P_N}{P} = \frac{P_N}{P_N + P_V}$$

Dabei kann die Eingangsleistung P eine aus dem allgemeinen Stromversorgungsnetz entnommene elektrische Wirkleistung und die Nutzleistung P_N eine an der Antriebswelle eines Elektromotors abgegebene mechanische Leistung sein.
Bei Generatoren ist der Leistungsumsatz naturgemäß andersrum. In diesem Fall ist die um die Verlustleistung P_V verminderte Nutzleistung auf der Ausgangsseite immer eine elektrische und die aufgewandte (zugeführte) Leistung auf der Eingangsseite eine nichtelektrische, z. B. Wärme, Wasser oder Wind.
Mitunter wird bei drehenden elektrischen Maschinen der Wirkungsgrad (engl. efficiency) zur Quantifizierung des technisch-ökonomischen Nutzeffekts nicht rechnerisch, sondern nach DIN EN 60 034-2 (VDE 0530-2) aus Prüfungen ermittelt.

Bewertung

In einem geschlossenen System ist die abgegebene Leistung (Nutzleistung) wegen der Verluste i. Allg. kleiner als die aufgenommene; bestenfalls sind beide Leistungen in ihrer Wertigkeit gleich. Ein Wirkungsgrad von beispielsweise 0,75 bedeutet, dass nur drei Viertel der aufgenommenen Leistung als Nutzleistung abgegeben wird; den Rest von 25 % vertilgt die Verlustleistung.
Der Wirkungsgrad η beträgt max. 1,0 oder 100 %, meistens jedoch merklich weniger. Einen Wirkungsgrad von über 1,0 bzw. über 100 %, quasi ein Perpetuum mobile, gibt es nur in der Fantasie, sonst nicht.

Zenerdiode

Halbleiterdiode mit pn-Übergang, die im Sperrbereich einen scharf ausgeprägten Spannungsdurchbruch bei einer definierten Durchbruchspannung besitzt. Schaltzeichen: 
Zenerdioden (Z-Dioden) verfügen über eine sehr kleine Raumladungszone. Deshalb entstehen in der Sperrschicht schon bei relativ niedrigen Sperrspannungen von nur wenigen Volt sehr hohe Feldstärken (etwa 200 kV/cm), die die Elektronen aus ihren Bindungen reißen. Infolge der nun vorhandenen vielen freien Ladungsträger nimmt die elektrische Leitfähigkeit der Z-Diode in Sperrrichtung zu. Oberhalb einer bestimmten Sperrspannung – der Durchbruchspannung U_Z (Zener- oder Abknickspannung) – erfolgt schließlich der Durchbruch. Dabei steigt der Sperrstrom I_R (engl. inhibit current) – auch Zenerstrom I_Z genannt – lawinenartig an, Beispiel s. Bild ❺. Der Zenerstrom ist zum Schutz der Diode vor Überlastung und Zerstörung durch einen äußeren Widerstand zu begrenzen.

Zenerdioden (engl. Zener diodes) werden vorzugsweise zur Spannungsstabilisierung und -begrenzung in elektronischen Schaltungen verwendet. Ihren Namen erhielten diese Dioden von dem amerikanischen Physiker *Clarence Melvin Zener* (1905 – 1993). Er entdeckte im Jahre 1934 als Erster den charakteristischen Effekt des Übergangs von Elektronen eines Halbleiters aus dem Valenzband in das Leitungsband aufgrund eines starken elektrischen Felds.

Verbandszeichen des ZVEH

Geschütztes Zeichen des Zentralverbands der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH), s. Bild ❻.

Zweck

Das einheitliche Verbandszeichen des ZVEH steht als Markenzeichen (Logo) für fachgerechte, qualitativ hochwertige Dienstleistungen durch die Unternehmen der elektro- und informationstechnischen Handwerke in Deutschland. Es signalisiert dem Kunden, dass er es in diesem Fall mit einem kompetenten Fachbetrieb zu tun hat, der durch gleich bleibend hohe Qualität und Leistung, individuelle Beratung und umfassenden Service überzeugt.

e-Blitz

Der e-Blitz nach Bild ❻a) ist das ursprüngliche Verbandszeichen des ZVEH. Es wurde am 9.1.1980 beim Deutschen Patentamt in die Zeichenrolle eingetragen und ist seitdem gegen unberechtigte Nachahmung (Missbrauch) rechtlich geschützt. Sichtbarer Ausdruck dieses Schutzes im Sinne des Warenzeichengesetzes ist das ® in der rechten, oberen Ecke des genannten Verbandszeichens. Die mit dem e-Blitz gekennzeichneten Schriftstücke, z. B. Prüfprotokolle, auch Arbeitskleidung, Dienstwagen u. dgl., dürfen jedoch nur von den Elektrohandwerksbetrieben verwendet werden, die Mitglied einer zum Führen des Zeichens berechtigten Innung sind.

e-Marke

Seit dem 1.1.2008 wird der vertraute e-Blitz nach und nach durch ein neues Verbandszeichen des ZVEH abgelöst, nämlich durch die e-Marke nach Bild ❻b). Das neue, moderne Logo des ZVEH dürfen allerdings nur jene Unternehmen der elektro- und informationstechnischen Handwerke führen, die sich kraft eines Markenvertrags ihrer zuständigen Innung ausdrücklich zur Einhaltung definierter Markenkriterien und Qualitätsstandards verpflichten.

R. Müller