

Voltampere oder Watt

AC-Grundlagen

Bilder: hpf

Auf einer Etikette einer Drehstrommaschine steht als Leistungsangabe 500 VA. Mit Grundlagenwissen der Elektrotechnik liegt es nahe, dass dies einer Leistung von 500 W gleichgestellt werden könnte, weil die Faktoren Ampere und Volt das Produkt Watt ergeben. Doch so einfach ist es nicht. Es sind zwei unterschiedliche Leistungen damit gemeint, die voneinander abweichen. Es herrscht also oft Verwirrung darüber, was genau der Unterschied zwischen diesen beiden Masseinheiten ist und wann sie verwendet werden sollten.

Leistung in Watt

Beginnen wir mit unserem ersten elektrotechnischen Gedanken. Watt (W) ist die Masseinheit für die tatsächliche oder aktive Leistung (Formelzeichen P) in einem elektrischen System. Es misst die effektive Leistung, die von einem Gerät für die Durchführung von Arbeit genutzt oder abgegeben wird. Watt berücksichtigt die wirkliche Arbeit, die ein Gerät verrichtet, und wird vor allem bei Ohm'schen Lasten verwendet. Dabei ist der elektrische Widerstand im Gleichstromkreis genauso gross wie im Wechselstromkreis. Zum Beispiel sind dies Glühlampen oder Heizungen, bei denen an einer sinusförmigen Spannung der Strom in Phase liegt (siehe Beitrag: AC-Grundlagen, Leistung beim sinusförmigen Wechselstrom). Gemessen wird die Leistung P entweder mit einem sogenannten Watt-Meter oder durch gleichzeitige Messung der angelegten Spannung und der Stromstärke. Die Messwerte müssen in der Folge noch multipliziert werden ($P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$). Der Effektivwert einer Wechselspannung ist so gross wie eine Gleichspannung mit derselben Wärmewirkung an einem bestimmten Widerstand.

Die Leistungskurve der sinusförmigen Wechselgrössen ist ebenfalls sinusförmig

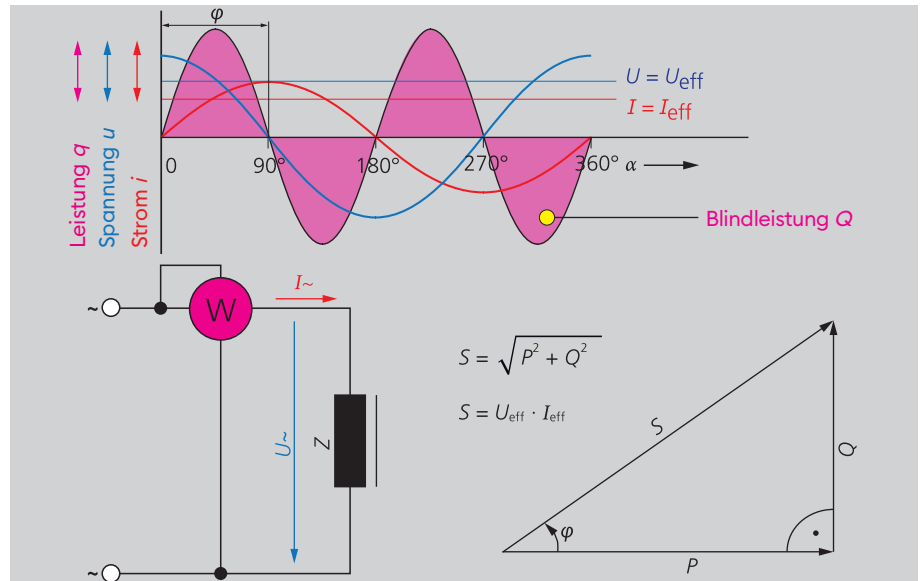


Bild 2: Induktive Lasten (Spulen) verursachen eine Phasenverschiebung φ und Blindleistung Q , die für die Scheinleistung S verantwortlich sind.

und hat die doppelte Frequenz. Zudem verläuft die Leistungskurve nur im positiven Bereich, da bei der Multiplikation negativer Zahlenwerte das Ergebnis immer positiv ist (Bild 1).

Phasenverschiebung

Stromkreise mit Spulen und Kondensatoren benötigen sowohl für den Feldaufbau als auch den Feldabbau eine gewisse Zeit. Dabei verschieben sich Stromfluss und Spannungsverlauf zeitlich gegeneinander. Bei induktiven Lasten eilt der Strom der Spannung nach, bei kapazitiven Lasten eilt die Spannung dem Strom nach. Diese Phasenverschiebungen φ bewirken, dass der Durchschnittswert der Wirkleistung gegenüber Stromkreisen, die in Phase sind, sinkt.

Im Liniendiagramm kann die Leistungskurve durch Multiplikation der

Momentanwerte von Strom i und Spannung u zeichnerisch erstellt werden. Das Ergebnis ist eine ebenfalls sinusförmige Leistungskurve mit der doppelten Frequenz, die nunmehr zur Nulllinie symmetrisch ist (Bild 2). Daraus folgt, dass der Mittelwert der Leistung den Wert null hat. In jeder Halbperiode erhält die Spannungsquelle die zuvor an die Spule oder den Kondensator abgegebene Leistung zurück. Diese im Stromkreis hin und her pendelnde Leistung wird Blindleistung Q genannt.

Leistung in Voltampere

Bei einer idealen, verlustfreien Spule im Wechselstromkreis entsteht eine Phasenverschiebung von 90° . Somit kann mithilfe des Lehrsatzes von Pythagoras aus der Blind- und Wirkleistung die Scheinleistung S abgeleitet werden. Es ist ebenfalls das Produkt aus Spannung und Stromstärke in einem Wechselstromkreis. Allerdings ist die Einheit der Scheinleistung VA (Voltampere). Bei Geräten mit induktiven oder kapazitiven Lasten (Spulen oder Kondensatoren, die eine Phasenverschiebung erzeugen) ist die Scheinleistung (VA) grösser als die tatsächliche Leistung (W). Einfach zu sehen im rechtwinkligen Dreieck, weil die An- und Gegenkathete (Wirk- und Blindleistung) kürzer sind als die Hypotenuse (Scheinleistung).

Warum wird bei Drehstrommaschinen nicht konsequenterweise Watt- oder Voltampere verwendet? Die Angabe der Wirkleistung (W) ist entscheidend, um die tatsächliche Leistung zu quantifizieren, was den Motor antreibt und für die eigentliche Arbeit genutzt wird. Die Scheinleistung liefert bei Phasenverschiebung zusätzliche Informationen über die Leistung (VA) im gesamten elektrischen System, einschliesslich der Aspekte, die nicht für die Arbeit genutzt werden. Zu beachten ist dies bei der Dimensionierung von Leitungen.

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Harry Pfister

DERENDINGER

Sponsoren:

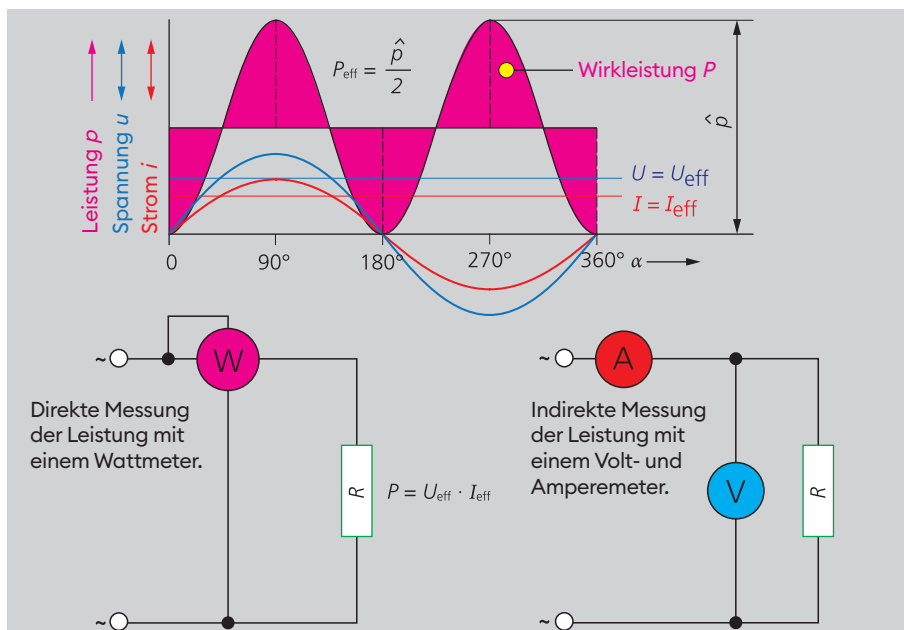


Bild 1: An einer Ohm'schen Last verlaufen Strom und Spannung in Phase.