

Kapazitäts- und Verlustfaktormessung

Die Kapazitäts- und Verlustfaktormessung ist eine beliebte und bewährte Prüfung zur Bestimmung der Verluste in der Isolierung einer rotierenden Maschine.

Eine ideale Isolierung mit vernachlässigbaren Verlusten kann als Kondensator modelliert werden, der einen in Bezug auf die angelegte Spannung 90° voreilenden Strom zieht. Allerdings gibt es bei einer realen Isolierungsverluste aufgrund von Polarisierung, Teilentladungen, Volums- und Oberflächenströmen. Die Isolierung einer rotierenden elektrischen Maschine kann deshalb durch eine verlustfreie Kapazität mit einem parallelen ohmschen Widerstand, der die Verluste in der Isolierung vereinfacht dargestellt werden (Abbildung 1).

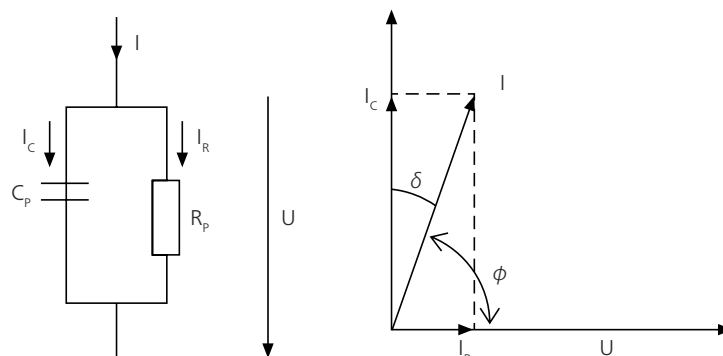


Abbildung 1: Vereinfachtes Ersatzschaltbild der Isolierung einer rotierenden Maschine mit Parallel-Ersatzschaltbild und Vektordiagramm.

Oder anders ausgedrückt: Je höher der resistive Strom (*Anm. der Red.: resistiv = ohne Blindanteile*), umso größer sind die Verluste. Diese reduzieren den Phasenwinkel zwischen dem resultierenden Strom und der angelegten Spannung. So kann der $\tan(\delta)$, d. h. das Verhältnis zwischen resistivem Strom und kapazitivem Strom, Aufschluss über den Gesamtzustand der Isolierung einer elektrischen rotierenden Maschine geben:

$$\tan(\delta) = \frac{I_R}{I_C} \quad \text{Verlustfaktor (VF oder Tan Delta)}$$

Die Verlustfaktormessung ist eine Wechselspannungsprüfung. Der Wert wird durch den Vergleich des Prüfobjekts mit einem bekannten Referenzkondensator (C) gemessen. Die Prüfspannung und -frequenz sowie die Kapazität der Hauptisolierung bestimmen den erforderlichen Prüfstrom.

$$I_{\text{Test}} = 2 \times \pi \times f \times U_{\text{Test}} \times C_{\text{Test}}$$

Die Hauptisolierung von Motoren und Generatoren repräsentiert üblicherweise eine große Prüflingskapazität. Dies bedeutet, dass das Prüfobjekt (dargestellt durch C_{Test}) eine hohe Scheinleistung benötigt, um die für die Messung notwendige Hochspannung zu treiben. Um trotzdem ein kompaktes, portables System mit minimalem Bedarf an Leistung realisieren zu können, setzt OMICRON auf den Einsatz von parallelen Induktivitäten, welche die kapazitive Last des Prüflings kompensieren.

Da die Größe und Anzahl dieser von der Kapazität des Prüfobjekts abhängen, sollte die Kapazität der Maschine bekannt sein. Prüfungen aus der Vergangenheit, wie z. B. Werkabnahmeprüfungen oder Messungen während früherer Instandhaltungsmaßnahmen können dafür herangezogen werden. Ist dies nicht möglich, kann die Kapazität vor Ort zunächst mit einem TD-Gerät durchgeführt werden, ohne zusätzliche Zeit für den Prüfaufbau zu verlieren.

In Abbildung 2 wird das Prinzip der Kompensation erklärt. Ohne Parallelresonatoren muss die gesamte scheinbare Ladung von der Quelle geliefert werden. In diesem Fall wäre eine sehr leistungsstarke und entsprechend schwere und unhandliche Quelle notwendig. Auf der rechten Seite wurde parallel dazu eine Kompensation mit einer Induktivität durchgeführt. Dadurch reduziert sich die Scheinleistung auf ein Minimum und die gesamte Lösung passt in wenige tragbare Koffer.

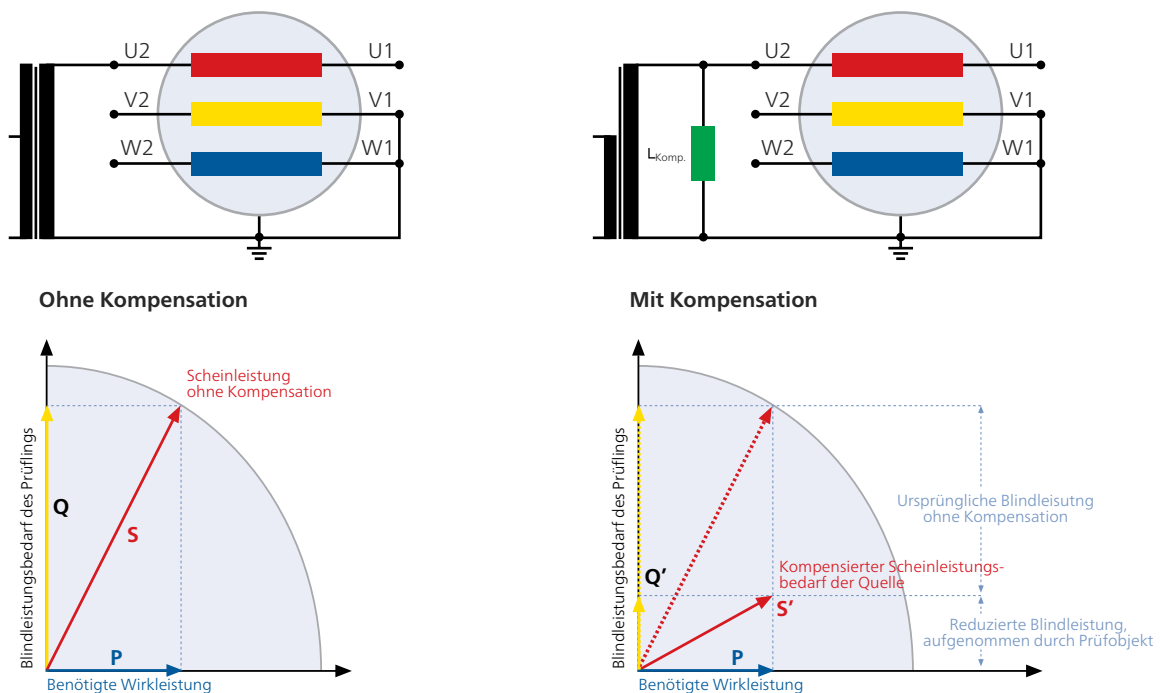


Abbildung 2: Vereinfachtes Schaubild der Kompensation mit Drossel

Der Kompensationsbedarf wird entweder über die Frontplatte des CPC 100 oder mit der Primary Test Manager™ Software (PTM) automatisch berechnet. Der einfache Prüfaufbau durch die Daisychain Verbindung der CR600 und die Verbindung durch ein einzelnes geschirmtes Hochspannungskabel von den Geräten zum Prüfling optimieren den Arbeitsablauf. Im folgenden Anschlussplan wird die Prüfanordnung mit zwei CP CR600 gezeigt.

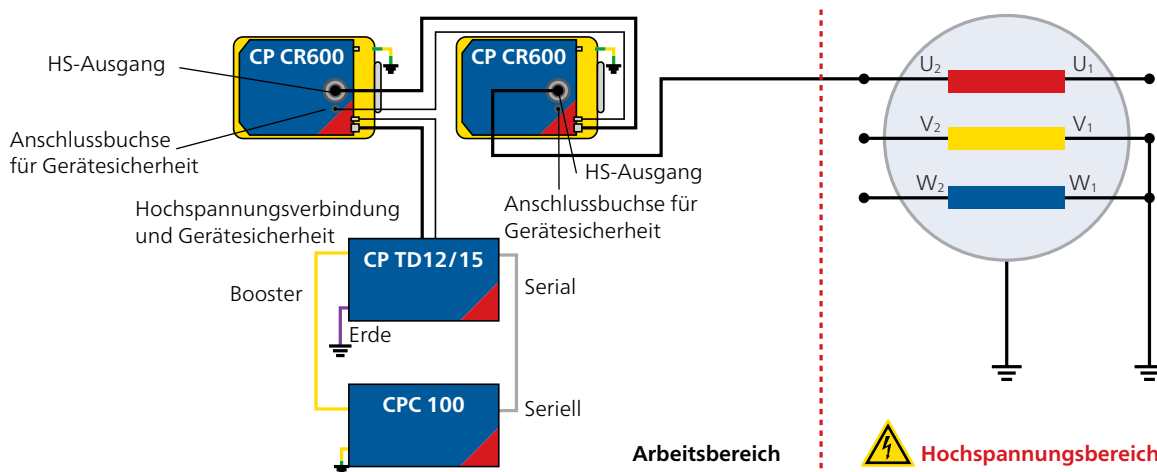


Abbildung 3: Prüfanordnung für die Kapazitäts- und Verlustfaktormessung mit der Kompensation zweier CP CR600