


Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel Fakultät Elektrotechnik Institut für Elektrische Anlagen und Automatisierungstechnik Labor für Elektrische Festigkeit Laborleiter: Prof Dr.-Ing. Martin Könemund Versuchsbetreuung: Dipl.-Ing. Gerald Hiller	
Versuch-Nr. 3: Untersuchung einer koaxialen Zylinderanordnung mit Wechselspannung	Testat:
Versuchsdatum: _____ Abgabedatum: _____	
Ausgearbeitet von: _____	
Mitarbeiter: _____	

Aufgabenstellung

Es sollen die Durchschlagsspannungen einer koaxialen Zylinderanordnung ermittelt werden, wobei der Außenleiterradius konstant bleibt und der Innenleiterradius variiert wird. Die Messwerte sind mit den berechneten Werten zu vergleichen.

Beschreibung der Anlage

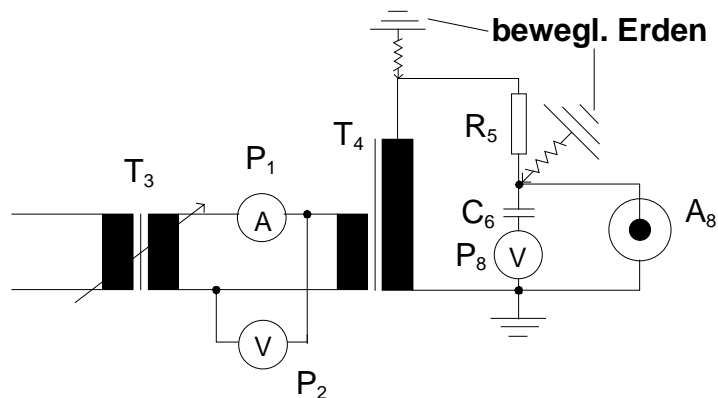


Bild 1: Schaltbild zum Versuch mit der Wechselspannungsanlage in Raum L 018

Der Hochspannungstransformator wird, wie in Bild 1 gezeigt, unterspannungsseitig durch einen an das 230 V-Wechselspannungsnetz angeschlossenen Stelltransformator erregt. Der Kondensator C_6 wird über den Widerstand R_5 aufgeladen bis die Durchschlagsspannung erreicht ist und der Durchschlag erfolgt.

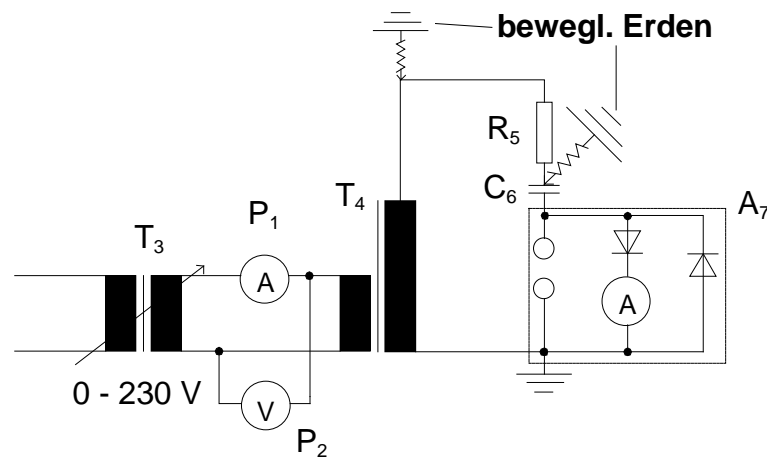
Kalibrieren der Anlage

Bild 2: Schaltbild zum Kalibrieren der Wechselspannungsanlage in Raum L 018

Diese Anlage wird nach dem Verfahren von Chubb-Fortescue kalibriert. Die Schaltung ist in Bild 2 zu sehen. Danach lässt sich aus dem kapazitiven Ladestrom unmittelbar der Scheitelwert einer Wechselspannung ermitteln. Der mit einem der Gleichrichter in Reihe liegende Strommesser mit Drehspulmesswerk misst den linearen Mittelwert (Gleichrichtwert) der positiven Anteile des kapazitiven Ladestroms.

$$|\bar{i}| = \frac{1}{T} \cdot \int_{t_2}^{t_1} i \cdot dt \quad (1)$$

Mit der Frequenz f ist die Periodendauer $T = 1/f$. Wird für die elementare Ladung $dQ = i \cdot dt = C \cdot du$ eingeführt, so ergibt sich für den Gleichrichtwert des Stromes:

$$|\bar{i}| = f \cdot C \cdot \int_{-\hat{u}}^{+\hat{u}} du = f \cdot C \cdot 2 \cdot \hat{u} \quad (2)$$

Hieraus folgt für den Scheitelwert der Spannung:

$$\hat{u} = \frac{|\bar{i}|}{2 \cdot f \cdot C} \quad (3)$$

Der Scheitelwert einer Wechselspannung \hat{u} kann also unmittelbar über den Gleichrichtwert $|\bar{i}|$ des Ladestroms gemessen werden. Gleichung (3) ist nicht nur für sinusförmige Spannungen erfüllt. Voraussetzung ist lediglich, dass eine sich

periodisch ändernde Spannung mit gleichen negativen und positiven Scheitelwerten \hat{u} vorliegt und dass der Spannungsverlauf keine Einsattelungen aufweist.

In dem vorliegenden Versuch gelten folgende Werte:

Frequenz: $f = 50 \text{ Hz}$

Kapazität: $C = 106,08 \text{ pF}$

Die so ermittelten Scheitelwerte sollen mit einem Scheitelspannungsmessgerät überprüft werden.

Die gefundenen Messwerte sind in eine gemeinsame Grafik einzuzeichnen, wodurch man wieder eine Abhängigkeit zwischen Unter- und Oberspannung erhält. In den folgenden Versuchsteilen braucht man dann nur noch die Unterspannung aufzunehmen, da man die Oberspannung durch Multiplikation der Unterspannung mit der Steigung der Kalibriergeraden erhält.

Schaltungsaufbau

Diodenanordnung am Messkondensator anbringen. Messkabel am Messkondensator entfernen und durch Kabelverbindung zwischen Messkondensator und Diodenanordnung ersetzen. BNC-Anschluss am Absperrgitter über Adapter BNC/Banane zum externen μA -Meter führen. Voltmeter MA 4-S an die Messbuchsen (Pult) anschließen.

Unterspannungsseitig für ca. 10 Messpunkte die Spannungen einstellen, die Ströme ermitteln und daraus die Durchschlagsspannung berechnen. Anschließend mit dem Peak-Voltmeter (Pult) für die selben Messpunkte die Durchschlagsspannungen sowie den Kalibrierungsfaktor ermitteln und grafisch darstellen.

Durchführung des Versuchs

Es sind die Durchschlagsspannungen bei verschiedenen Innenleiterradien (0,5 mm bis 50 mm) zu ermitteln, während der Außenleiterradius konstant (74 mm) bleibt. Zur Erhöhung der Messgenauigkeit erfolgen bei jedem Innenleiter drei aufeinander folgende Durchschläge, deren Werte anschließend zu mitteln sind. In einer grafischen Darstellung ist das Radienverhältnis r_i / r_a aufzutragen und daraus das Optimum, d.h. den Bereich der höchsten Durchschlagsspannung zu bestimmen. Bei kleinen Innenleiterradien ist außerdem die Ein- und Aussetzspannung zu messen, da ein stark inhomogenes Feld vorliegt, in dem die Einsetzspannung weit unter der Durchschlagsspannung liegt. Diese Spannung ist mit Hilfe eines Oszilloskopes zu messen, wobei unbedingt darauf zu achten ist, dass es zu keinem Durchschlag kommt, weil dadurch die Messapparatur beschädigt werden würde. Wenn auf dem Bild des Oszilloskopes die Entladungsspitzen zu sehen sind, ist die Einsetzspannung erreicht. Bei der Durchführung sind wiederum drei Messwerte der Unterspannung aufzunehmen und anschließend zu mitteln. Die entsprechenden Werte der Oberspannung sind der Kalibriergeraden zu entnehmen. Es ist außerdem darauf zu achten, dass die Spannung nicht zu schnell erhöht wird, da dies aufgrund der Trägheit des Messwerkes zu fehlerhaften Ergebnissen führen würde.

