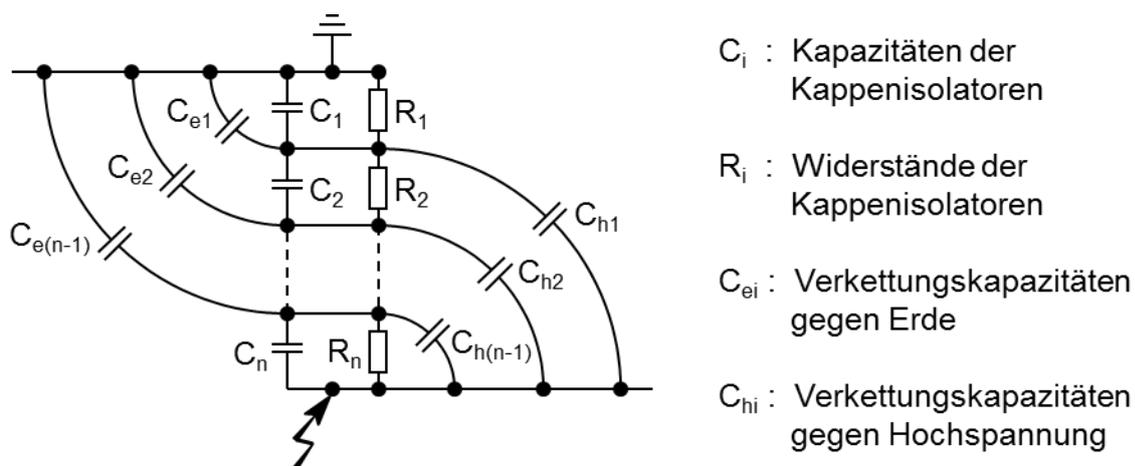


Universität der Bundeswehr München Professur für Hochspannungstechnik und Blitzforschung	
Hochspannungstechnisches Praktikum	Prüfung von Isolatoren bei Wechselspannung
Versuch 5	

1. Grundlagen

Bei Hochspannungsfreileitungen werden Kappenisolatoren eingesetzt, die hintereinander gereiht werden und so eine Isolatorenkette bilden. Jeder Kappenisolator weist hierbei eine hohe mechanische Belastbarkeit, einen hohen spezifischen Widerstand sowie eine hohe Durchschlagsfestigkeit auf. Die Spannungsverteilung längs einer Isolatorenkette wird bestimmt durch die kapazitiven und ohmschen Widerstände des Isoliermaterials und der Fremdschicht.

Ersatzschaltbild einer Isolatorenkette aus n Kappenisolatoren:



Solange die kapazitiven Widerstände wesentlich kleiner sind als die ohmschen, stellt sich die Spannungsverteilung gemäß den Kapazitäten ein. Dies ist bei technischen Wechselspannungen und nicht verschmutzten Isolatoren der Fall. Bei verschmutzten Isolatoren haben auch ohmsche Widerstände einen Einfluss auf die Spannungsverteilung. Bei Gleichspannung sind nur die ohmschen Widerstände für die Spannungsverteilung maßgebend.

Eine Aneinanderreihung von nicht verschmutzten Kappenisolatoren zu einer Isolatorenkette stellt eine Serienschaltung der Kapazitäten C_i dar. Bei gleicher Kapazität der einzelnen Kappenisolatoren müsste an jedem die gleiche Teilspannung anliegen (isodynamische Spannungsverteilung). Durch die Verkettungskapazitäten zu geerdeten (C_{ei}) und spannungsführenden Teilen (C_{hi}) weicht jedoch die Spannungsverteilung von der isodynamischen Verteilung ab.

Soll die Spannungsverteilung längs einer Isolatorenkette experimentell ermittelt werden, so kann man eine Messfunkenstrecke mit konstantem Elektrodenabstand verwenden, die nacheinander zu den einzelnen Kappen parallelgeschaltet wird. Aus der konstanten Durchschlagspannung der Messfunkenstrecke \hat{U}_{dM} und der jeweils im Durchschlag Augenblick an der gesamten Isolatorenkette anliegenden Spannung \hat{U}_{dv} lässt sich die Teilspannung an einer Kappe v bestimmen.

Da die Kapazität der zu messenden Kappe v durch die Kapazität der parallelgeschalteten Messfunkenstrecke vergrößert wird, ist folgender Korrekturfaktor zu berücksichtigen:

$$k = \sum_{v=1}^n \frac{\hat{U}_{dM}}{\hat{U}_{dv}}$$

Der prozentuale Wert der (Teil-)Spannung an der v -ten Kappe ergibt sich zu:

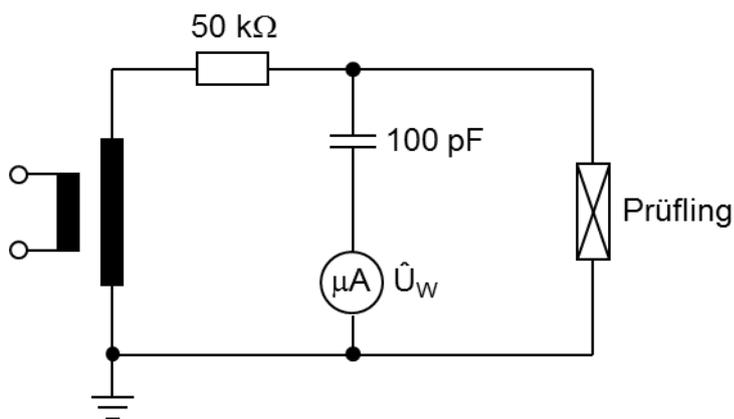
$$t_v = \frac{\hat{U}_{dM}}{\hat{U}_{dv}} \cdot \frac{1}{k} \cdot 100 \%$$

Durch Aufsummieren der an den einzelnen Kappen anliegenden Teilspannungen erhält man die Spannungsverteilung entlang der Isolatorenkette, die sogenannte Summenspannung. Bis zur v -ten Kappe ergibt sich die prozentuale Summenspannung zu:

$$s_v = t_1 + \dots + t_v$$

2. Schaltung

Die Wechselspannungsmessung erfolgt mit der Methode nach Chubb/Fortescue (Versuch 1). Dazu wird der Strom am Wechselspannungsmessgerät (μA -Meter) gemessen.



3. Versuchsdurchführung

Für die Umrechnung der Messwerte auf Normalbedingungen müssen Luftdruck und Temperatur gemessen werden.

3.1 Überschlagsspannung eines Kappenisolators

Prüfling: Kappenisolator

Am Wechselspannungsmessgerät (μA -Meter) ist jeweils der Strom I_d im Augenblick des Überschlags abzulesen.

Es sind 3 Messwerte aufzunehmen, aus denen der arithmetische Mittelwert zu bilden ist.

3.2 Durchschlagspannung der Messfunkenstrecke

Prüfling: Messfunkenstrecke ($d = 12 \text{ mm}$, $s = 3 \text{ mm}$)

Am Wechselspannungsmessgerät (μA -Meter) ist jeweils der Strom I_d im Durchschlag-Augenblick abzulesen.

Es sind 5 Messwerte aufzunehmen, aus denen der arithmetische Mittelwert zu bilden ist.

3.3 Spannungsverteilung an Isolatorenketten

Prüfling 1: Isolatorenkette, bestehend aus 2 Kappenisolatoren und Seilklemme.

Prüfling 2: Isolatorenkette, bestehend aus 4 Kappenisolatoren und Seilklemme.

Prüfling 3: Isolatorenkette, bestehend aus 6 Kappenisolatoren und Seilklemme.

Nach der Vorgehensweise unter Abschnitt 1 ist die Messfunkenstrecke parallel zu den einzelnen Kappenisolatoren zu schalten. Die (Gesamt-) Spannung wird solange gesteigert, bis an der Messfunkenstrecke ein Durchschlag erfolgt.

Am Wechselspannungsmessgerät (μA -Meter) ist jeweils der Strom I_d im Durchschlag-Augenblick abzulesen.

Es sind jeweils 3 Messwerte aufzunehmen, aus denen der arithmetische Mittelwert zu bilden ist.

4. Auswertung

- 4.1 Aus den Messungen gemäß Abschnitt 3.1 ist die auf Normalbedingungen bezogene Überschlag-Wechselspannung \hat{U}_{dK} eines Kappenisolators anzugeben.
- 4.2 Aus den Messungen gemäß Abschnitt 3.2 ist die Durchschlagspannung \hat{U}_{dM} der Messfunkenstrecke zu bestimmen.
- 4.3 Aus den Messungen gemäß Abschnitt 3.3 sind die an den Prüflingen anliegenden (Gesamt-) Spannungen \hat{U}_{dv} (jeweils beim Durchschlag der Messfunkenstrecke am v -ten Kappenisolator) zu ermitteln und tabellarisch zusammenzustellen.
- 4.4 Der Korrekturfaktor k ist für die jeweiligen Prüflinge (Isolatorenketten) zu ermitteln.
- 4.5 Für Prüfling 1 (2 Kappenisolatoren) sind (aus den Messungen) die prozentualen Werte der Teilspannung und der Summenspannung (an jeder Isolator-kappe) in einer Tabelle anzugeben. In diese Tabelle sind ebenfalls die prozentualen Werte für die Teilspannung und Summenspannung unter Zugrundelegung einer isodynamischen Spannungsverteilung einzutragen. Weiterhin sind in diese Tabelle die prozentualen Abweichungen der gemessenen Teilspannungen und Summenspannungen von den Werten bei isodynamischer Spannungsverteilung einzutragen.
- 4.6 Für Prüfling 2 (4 Kappenisolatoren) sind (aus den Messungen) die prozentualen Werte der Teilspannung und der Summenspannung (an jeder Isolator-kappe) in einer Tabelle anzugeben. In diese Tabelle sind ebenfalls die prozentualen Werte für die Teilspannung und Summenspannung unter Zugrundelegung einer isodynamischen Spannungsverteilung einzutragen. Weiterhin sind in diese Tabelle die prozentualen Abweichungen der gemessenen Teilspannungen und Summenspannungen von den Werten bei isodynamischer Spannungsverteilung einzutragen.
- 4.7 Für Prüfling 3 (6 Kappenisolatoren) sind (aus den Messungen) die prozentualen Werte der Teilspannung und der Summenspannung (an jeder Isolator-kappe) in einer Tabelle anzugeben. In diese Tabelle sind ebenfalls die prozentualen Werte für die Teilspannung und Summenspannung unter Zugrundelegung einer isodynamischen Spannungsverteilung einzutragen. Weiterhin sind in diese Tabelle die prozentualen Abweichungen der gemessenen Teilspannungen und Summenspannungen von den Werten bei isodynamischer Spannungsverteilung einzutragen.
- 4.8 Für Prüfling 3 (6 Kappenisolatoren) sind die prozentualen Werte der Summenspannung in Abhängigkeit von der Kappenzahl in einem gemeinsamen Diagramm für die Messungen und bei isodynamischer Spannungsverteilung aufzutragen.