

Universität der Bundeswehr München Professur für Hochspannungstechnik und Blitzforschung	
Hochspannungstechnisches Praktikum	Messung hoher Gleich- und Wechselspannungen
Versuch 1	

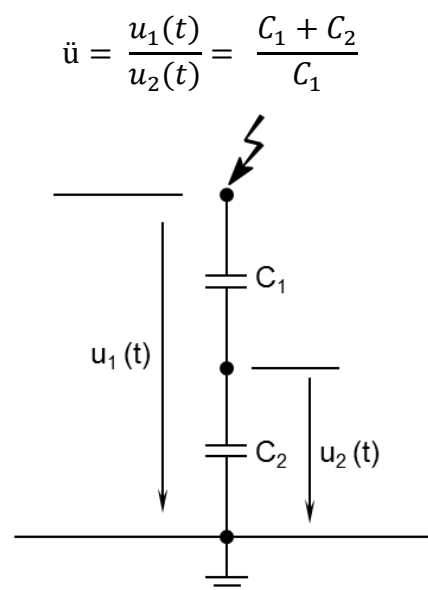
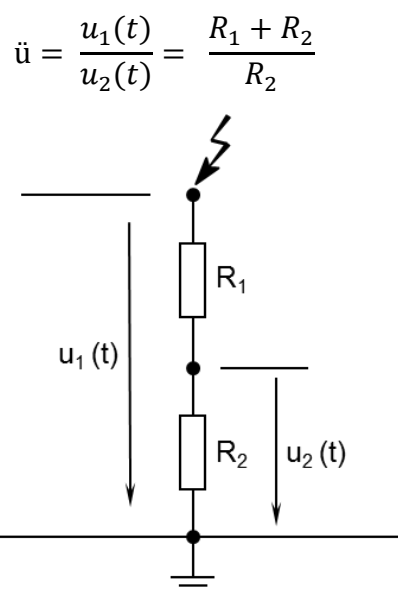
1. Grundlagen

1.1 Messung mit der Kugelfunkenstrecke

Die Spannungsmessung erfolgt entweder bei fest eingestellter Spannung durch Verringern des anfänglich zu groß gewählten Kugelabstandes oder bei fest eingestelltem Kugelabstand durch Steigerung der Spannung bis zum Durchschlag. Die Durchschlagspannungen für Normalbedingungen (20°C und 0,1013 MPa) können aus der Tabelle im Umdruck „Durchschlagspannung Kugelfunkenstrecke und Luftdichtekorrektur“ entnommen werden. Wird der Kugelabstand s im Verhältnis zum Kugeldurchmesser d klein genug gehalten, dann lassen sich die Werte für Gleichspannung bei $s \leq 0,4 \cdot d$ mit $\pm 5\%$ Genauigkeit bestimmen und für Wechselspannung bei $s \leq 0,5 \cdot d$ mit $\pm 3\%$ Genauigkeit. Da sich die Durchschlagspannung angenähert proportional mit der relativen Luftdichte ändert, können die gemessenen Spannungswerte auf Normalbedingungen umgerechnet werden (siehe Umdruck „Durchschlagspannung Kugelfunkenstrecke und Luftdichtekorrektur“).

1.2 Messung mit Spannungsteilern

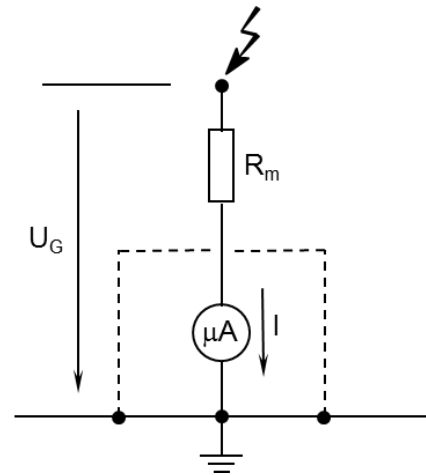
Mit Hilfe von ohmschen oder kapazitiven Spannungsteilern lassen sich die Messwerte mit einem Übersetzungsverhältnis \ddot{u} von der Hochspannungs- auf die Niederspannungsseite übertragen.



Gleichspannungsmessung

Im Praktikum Hochspannungstechnik wird für die *Gleichspannungsmessung* als vereinfachte Variante eine Strommessung mit einem μA -Meter durchgeführt, mit dem der Strom durch einen $140\text{ M}\Omega$ Messwiderstand (R_m) gemessen wird. Die zu messende Gleichspannung ergibt sich zu:

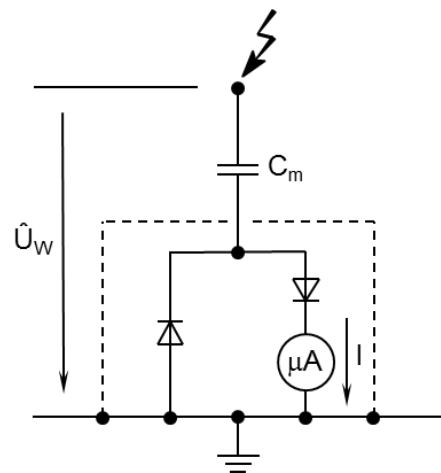
$$U_G = I \cdot R_m.$$



Wechselspannungsmessung

Die *Wechselspannungsmessung* erfolgt mit der Methode nach Chubb/Fortescue. Hierbei liegt ein μA -Meter in einem Zweig einer Antiparallelschaltung zweier Dioden, die an einen 100 pF -Kondensator (C_m) angeschlossen ist. Diese Messmethode setzt voraus, dass beide Halbwellen der Wechselspannung die gleiche Amplitude besitzen und der Spannungsverlauf keine Einsattelungen aufweist. Der *Scheitelwert der Wechselspannung* ergibt sich zu:

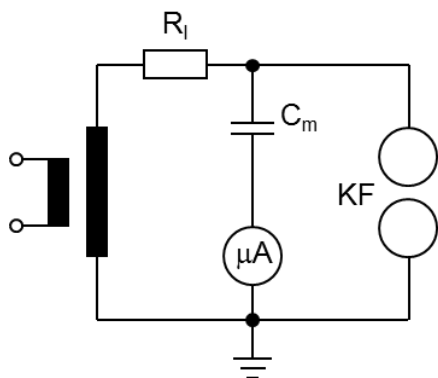
$$\hat{U}_w = I / (2 \cdot f \cdot C_m)$$



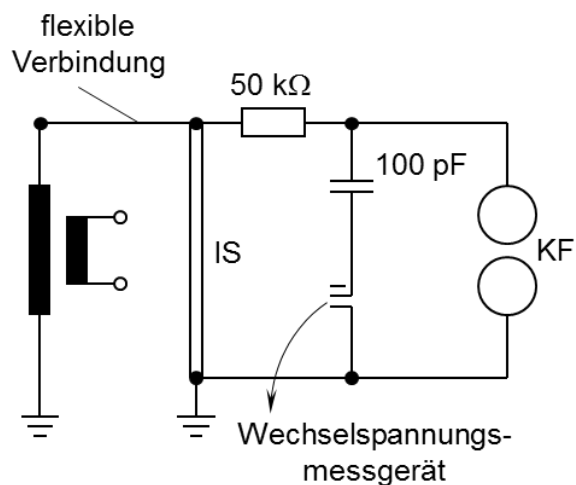
2. Schaltungen

2.1 Schaltung bei Wechselspannung

Schaltung:

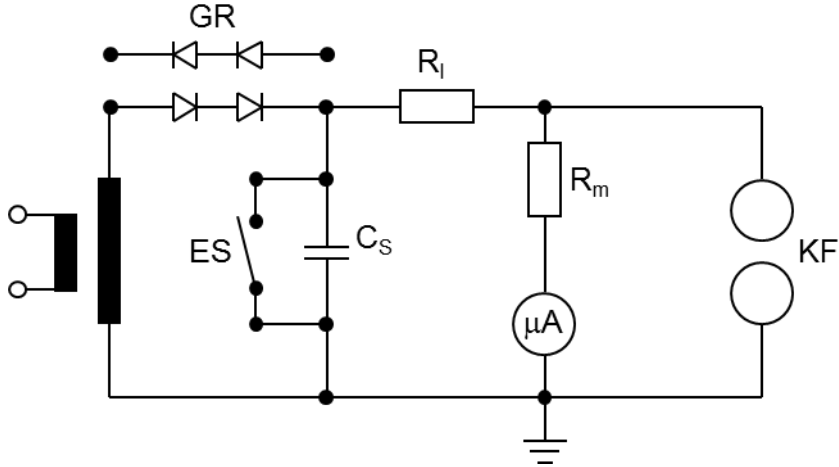


Aufbau:

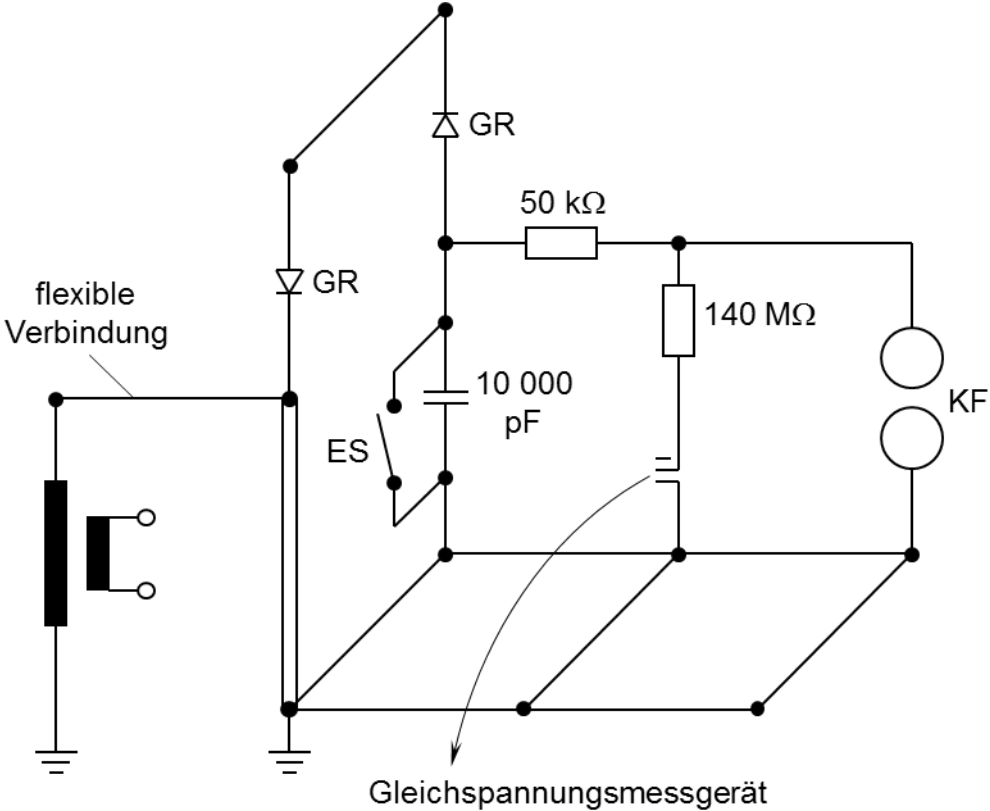


2.2 Schaltung bei Gleichspannung

Schaltung:



Aufbau:



3. Versuchsdurchführung

Prüfling 1: Kugelfunkenstrecke (KF) mit Kugeldurchmesser $d = 100$ mm

Prüfling 2: Kugelfunkenstrecke (KF) mit Kugeldurchmesser $d = 50$ mm

Für die Umrechnung der Messwerte auf Normalbedingungen müssen Luftdruck und Temperatur gemessen werden. Mit dem Endmaß (10 x 20 x 50 mm) wird die Kugelfunkenstrecke (KF) jeweils für den Kugelabstand $s = 10$ mm geeicht.

3.1 Messung bei Wechselspannung

3.1.1 Prüfling 1: Kugelfunkenstrecke (KF) mit Kugeldurchmesser $d = 100$ mm

Nach Schaltung unter 2.1 wird bei $s = 10, 20, 30$ und 40 mm die Spannung langsam bis zum Durchschlag an KF gesteigert. 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.

3.1.2 Prüfling 2: Kugelfunkenstrecke (KF) mit Kugeldurchmesser $d = 50$ mm

Nach Schaltung unter 2.1 wird bei $s = 8, 16$ und 24 mm die Spannung langsam bis zum Durchschlag an KF gesteigert. 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.

3.2 Messung bei Gleichspannung

3.2.1 Prüfling 1: Kugelfunkenstrecke (KF) mit Kugeldurchmesser $d = 100$ mm

Nach Schaltung unter 2.2 wird bei $s = 10, 20, 30$ und 40 mm die Spannung langsam bis zum Durchschlag an KF gesteigert. Am Gleichspannungsmessgerät (μA -Meter) ist jeweils der Strom I_d im Durchschlag-Augenblick abzulesen. Die Messungen sind für positive und negative Gleichspannung (beide Gleichrichter GR umdrehen) durchzuführen.

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

3.2.2 Prüfling 2: Kugelfunkenstrecke (KF) mit Kugeldurchmesser $d = 50$ mm

Nach Schaltung unter 2.2 wird bei $s = 8, 16$ und 24 mm die Spannung langsam bis zum Durchschlag an KF gesteigert. Am Gleichspannungsmessgerät (μA -Meter) ist jeweils der Strom I_d im Durchschlag-Augenblick abzulesen. Die Messungen sind für positive und negative Gleichspannung (beide Gleichrichter GR umdrehen) durchzuführen.

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

4. Auswertung:

Alle Mittelwerte der gemessenen Ströme sind auf Spannungen umzurechnen. Sämtliche Mittelwerte der Spannungen sind auf Normalbedingungen zu beziehen (siehe Umdruck „Durchschlagspannung Kugelfunkenstrecke und Luftdichtekorrektur“)

- 4.1 Sämtliche Mittelwerte der Spannungen sind (auf Normalbedingungen bezogen) in Tabellen für die Wechselspannung, für die positive und negative Gleichspannung zusammenzustellen.
- 4.2 In je einem Diagramm für die Wechselspannung, für die positive Gleichspannung und für die negative Gleichspannung sind die (auf Normalbedingungen umgerechneten) Durchschlagspannungen aus der Instrumentenmessung als Funktion des Kugelabstandes ($\hat{U}_{\delta=l} = f(s)$) aufzutragen. In dasselbe Diagramm sind die entsprechenden Werte der Durchschlagspannung gemäß Umdruck „Durchschlagspannung Kugelfunkenstrecke und Luftdichtekorrektur“ einzutragen. Die jeweils für die Kugelfunkenstrecken mit den Durchmessern von 50 mm und 100 mm geltenden Werte sind in den Diagrammen kenntlich zu machen.
- 4.3 Die prozentualen Abweichungen der Durchschlagspannungen ($F^* = f(s)$) aus der Instrumentenmessung (auf Normalbedingungen bezogen) und nach Umdruck „Durchschlagspannung Kugelfunkenstrecke und Luftdichtekorrektur“ sind zu bilden. Die prozentualen Abweichungen ($F^* = f(s)$) sind als Funktion des Kugelabstandes (s) in je einem Diagramm für die Wechselspannung und für die positive und negative Gleichspannung aufzutragen. Die jeweils für die Kugelfunkenstrecken mit den Durchmessern von 50 mm und 100 mm geltenden Werte sind in den Diagrammen kenntlich zu machen.