

Diss. ETH Nr. 8148

**Zur Isolierfestigkeit von Schwefelhexafluorid (SF₆)
bei Wechsellspannung variabler Frequenz
(30 bis 200 Hz)**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Technischen Wissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
MATTHIAS ZWICKY
dipl. El.-Ing. ETH
geboren am 21. Mai 1956
von Mollis GL

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. W. Zaengl, Referent
Prof. Dr. F. Held, Korreferent

*Genehmigt
W. Zaengl
22.1.1987*

Huber Druck AG, Entlebuch
1986

UEBERBLICK

Eine Vor-Ort-Prüfung von SF₆-druckgasisolierten Schaltanlagen mit Stoss- und Wechselfrequenz wird allgemein als notwendig erachtet. Mit der Konstruktion von Serie-Resonanzkreisen, deren Resonanzanpassung über die Frequenz erfolgt, wurden besonders einfache und leichte Wechselspannungsprüfquellen geschaffen. Mehrere Jahre Erfahrung mit solchen Spannungsquellen haben zu einer weitgehenden Anerkennung der Methode geführt. Um die induktiven Spannungswandler mitzuprüfen, wurde die Frequenz bei allen Prüfungen höher als die Nennfrequenz gewählt. Es wurde eine Vielzahl von Fehlern entdeckt und damit die Richtigkeit der Prüfmethode bestätigt.

Weil trotzdem gegenüber der Wahl einer höheren Prüffrequenz ein gewisses Misstrauen besteht, war es Ziel der vorliegenden Dissertation abzuklären, inwiefern die Auswirkungen von Fehlerstellen in SF₆-Isolierungen von der Frequenz abhängen.

Um ortsfeste Störungen des elektrischen Feldes nachzubilden, wurden Stab-Platte Anordnungen mit Stabdurchmessern von 1 bis 5 mm und Schlagweiten von 20 bis 270 mm gewählt. Als bewegliche Störteilchen wurden Drahtstückchen aus Stahl und Aluminium von 5 mm Länge und 0.5 mm Durchmesser eingesetzt.

Bei Druck- und Schlagweitewerten, die typisch für Hochspannungsanlagen sind (Druck ca. 4 bar Schlagweiten grösser als einige cm), konnte sowohl mit Stab-Platte Anordnungen als auch mit beweglichen Teilchen höchstens eine schwache Abhängigkeit der Durchschlagsspannung in dem Sinne gefunden werden, dass die Werte mit zunehmender Frequenz tendenziell tiefer lagen. Bei Druckwerten um 1 bar dagegen nahmen die Durchschlagsspannungen mit beweglichen Teilchen bei steigender Frequenz zu und verdoppelten sich teilweise bei Stab-Platte- Anordnungen kleiner Schlagweite (20 mm).

Auf Grund der Untersuchung lässt sich schliessen, dass Wechselspannungsprüfungen von gasisolierten Hochspannungsanlagen mit erhöhter Frequenz die gleichen Ergebnisse zeigen wie Prüfungen mit Nennfrequenz. Vor-Ort-Prüfungen von SF₆-isolierten Mittelspannungsanlagen (Nenndruck ca. 1 bar) mit höherer Frequenz als der Nennfrequenz können nicht empfohlen werden.

ABSTRACT

On-site-tests of GIS with impulse and also alternating voltages are generally regarded as necessary. With the construction of a series-resonance-circuit with variable frequency a lightweight, powerful voltage source for AC-tests became available. Several years of practice with such test voltage sources have led to widespread acknowledgement of the test method. For all these tests the frequency was chosen higher than nominal in order to include potential transformers in the tests. All kinds of insulation failures have been detected during tests, which justifies the method.

There are still some objections to the method so in this dissertation extensive investigations in the laboratory were made to determine whether the influence of mechanical defects on the insulating properties of SF₆ is frequency dependent.

To simulate stationary defects in a GIS which lead to strong inhomogeneities in the electric field, rod-plane gaps with rod diameters of 1 to 5 mm and gap widths of 20 to 270 mm were used. Moving particles were modelled by pieces of aluminum or steel wire, 5 mm long and 0.5 mm in diameter.

The experiments with moving particles and the experiments with rod-plane-gaps at pressures of about 4 bar, which is typical for high-voltage-GIS, showed only a weak dependence of the breakdown voltage on the frequency in a sense that breakdown occurs at lower voltages with higher frequency. At pressures around 1 bar, breakdown voltages with contaminating particles increased with the frequency and were as much as doubled in some rod-plane-gaps.

The conclusion is drawn that on-site-tests of high-voltage GIS with a nominal pressure of about 4 bar, at higher frequency, are as useful or even more effective than those with the nominal frequency in checking the installation. Tests of medium-high-voltage-GIS with a nominal pressure around 1 bar using higher frequencies however, cannot be recommended.