

# DIELECTRIC SPECTROSCOPY OF INSULATION COMPOSITE MATERIAL ISONOM NKN

**Michal Volf**

Master Degree Programme (1), FEEC BUT  
E-mail: xvolfm00@feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Frk

E-mail: frkmar@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

The article deals with measurement and evaluation of dielectric properties of the composite insulation material Isonom NKN at the time domain. Influence of thermal ageing and temperature dependences of charge and discharge currents are observed.

## 1. ÚVOD

Při používání elektrického zařízení dochází k postupné degradaci jeho izolačních vlastností. Tento jev se nazývá stárnutí a má významnou roli v životnosti celého elektrického systému. Stárnutí je souhrn fyzikálních a chemických změn, k nimž dochází v závislosti na čase komplexním působením vlivů a podmínek, jimž je izolace vystavena. Mezi vlastnosti materiálu, které se pozorují při stárnutí, patří dielektrická spektroskopie.

## 2. ROZBOR

Mezi metody kvalifikující dielektrickou odezovou analýzu v časové oblasti patří měření nabíjecích, vybíjecích proudů a metoda zotavených napětí. Ve frekvenční oblasti to jsou to metody založené na měření ztrátového čísla a komplexní permitiviti. Přičemž je-li možné zkoumaný materiál popsat jako lineární systém, je možné provést transformační přepočít mezi časovou a frekvenční oblastí. Pro proud protékající zkoumaným materiálem v časové oblasti platí vztah

$$i(t) = C_0 \left[ \frac{\gamma_0}{\varepsilon_0} \cdot u(t) + \varepsilon_r \cdot \frac{du(t)}{dt} + \frac{d}{dt} \int_0^t f(t-\tau)u(\tau)d\tau \right] \quad (1)$$

Tento proud lze pomocí Hamonovy aproximace převést na ztrátové číslo, pro které platí

$$\varepsilon''(f) = \frac{i_{vyb}(t) \left[ \frac{0,1}{f} \right]}{2\pi f C_0 U_c} \quad (2)$$

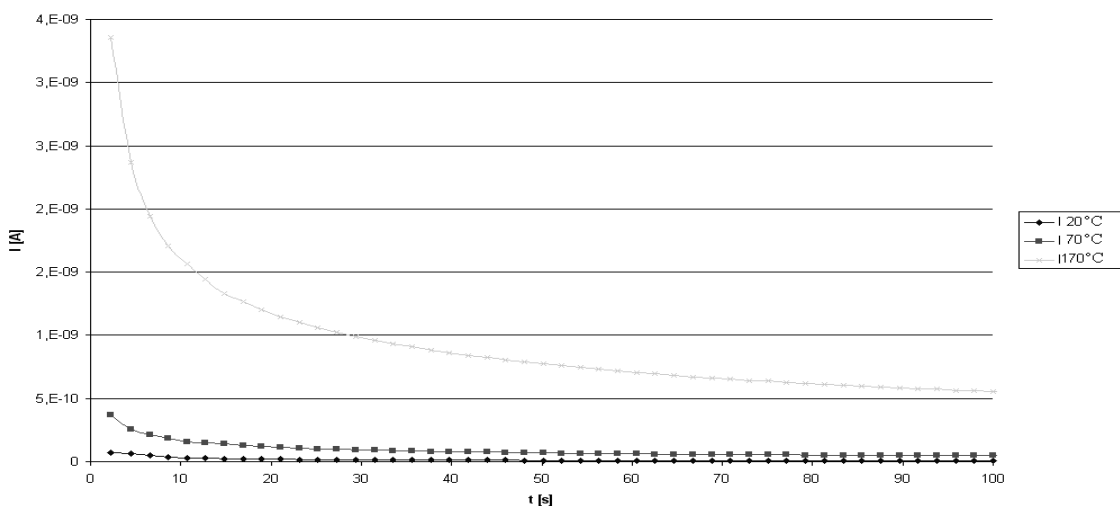
### 3. ZKOUMANÝ VZOREK

Pro experimentální část byl vybrán Isonom NKN 2039, který se skládá z tenké polyimidové vrstvy materiálu Kapton, která je na obou stranách pokryta nehlazeným papírem typu Nomex [3]. Kapton a Nomex jsou registrované ochranné známky fy DU PONT. Isonom NKN 2039 je vysoce ohebný materiál, s tepelným stupněm třídy H (180°C).

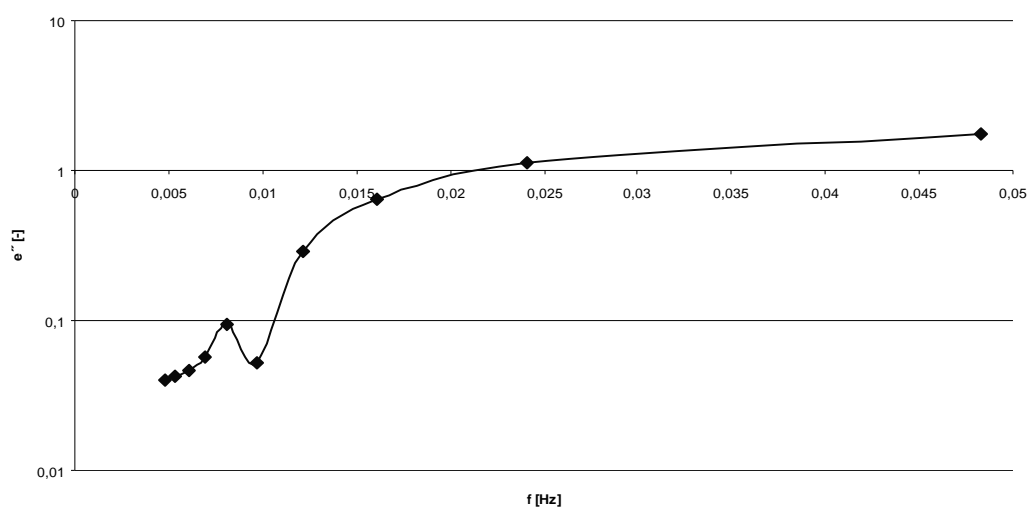
### 4. METODIKA ZKOUMÁNÍ

Při měření absorpčních charakteristik se využívala voltamperová metoda, která spočívá v měření proudu procházejícího vzorkem dielektrika mezi měřicí a napěťovou elektrodou při známém přiloženém napětí. Jako zdroj stejnosměrného napětí byl použit PS350 s přesností 0,01 % v celém rozsahu. Pro měření stejnosměrného proudu se využíval elektroměr Keithley 617, s přesností pro používané rozlišení 0,25.

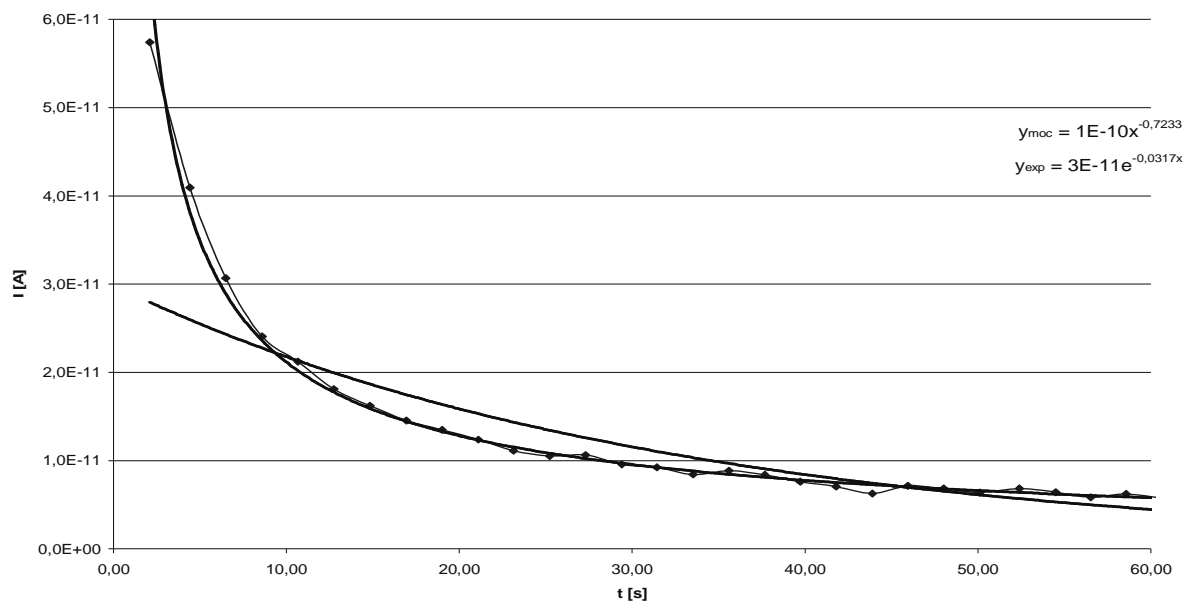
### 5. EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY



Obrázek 1: Časový průběh nabíjecího proudu s teplotou měření jako parametrem



Obrázek 2: Závislost ztrátového čísla na frekvenci Hamonovou aproximací



**Obrázek 3:** Časový průběh nabíjecího proudu s použitím náhradních matematických funkcí; teplota měření 170°C

## 6. ZÁVĚR

Sledovaný materiál Isonom NKN 2039 vykazoval v experimentálním měření typické vlastnosti, které jsou charakteristické pro dielektrika relaxačního typu. Prokazují to především časové průběhy nabíjecích a vybíjecích proudů. Změny dielektrických vlastností zkoumaného materiálu s dobou stárnutí se projevují postupným poklesem vodivostních proudů a zvýšenou strmostí absorpčních charakteristik. K aproximaci naměřených průběhů nabíjecích a vybíjecích proudů se jako výhodnější jeví Curie - von Schweidlerovou funkce, která má mocninný charakter. To svědčí o tom, že v látce se projevuje rozptyl relaxačních dob. Při zkoumání absorpčních proudů s teplotou měření jako parametrem se prokázal vliv teploty především na velikost nabíjecích proudů. S teplotou měření velikosti nabíjecích proudů nabývají vyšších hodnot. Největší nárůst proudu se projevuje při nejvyšší teplotě měření 170 °C. Pro převod naměřených hodnot z časové do frekvenční oblasti byla použita Hamonova aproximace. Vypočítané hodnoty ztrátového čísla nelze podložit měřením, protože námi používané přístroje pro měření veličin ve frekvenční oblasti nejsou schopny změřit takto nízké frekvence.

## LITERATURA

- [1] Farahani, M.: Dielectric Spectroscopy in Time and Frequency Domain, University of Hannover, International Conference on Solid Dielectrics Toulouse 2004
- [2] Borsi, H.: Calculation and Measurement of Dielectric Responce Function, University of Hannover, Hannover 2005
- [3] Materiálový list Isonomu NKN 2039
- [4] Šavel, J.: Elektrotechnologie, materiály a technologie v elektrotechnice a elektronice
- [5] Liedermann, K.: Materiály v elektrotechnice, část Dielektrické a izolační materiály