

# Signalų integravimo metodika matuojant poliarizaciją daugiasluoksnėse popierius-dielektrikas dangose

## A signal integration technique for measuring polarization in multilayer paper-dielectric coatings

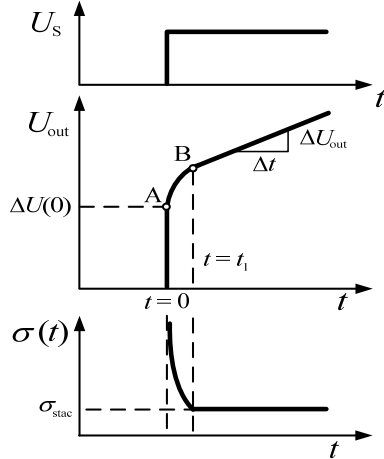
Robertas Maldžius, Stasys Kuskevičius  
Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius  
robertas.maldzius@ff.vu.lt

Poliarizacijos procesai daugiasluoksnėse popierius-dielektrikas dangose anksčiau tyrinėti naudojant dozuoto įelektrinimo-išelektrinimo metodiką, kurioje tiriamasis objektas mechaniškai, 5 Hz dažniu keičiant padėtį, pakaitomis įelektrinamas vainikinio išlydžio jonų porcija ir išmatuojama paviršinis potencialas bei nusodinto krūvio dydis [1]. Tai savotiškas tiesiškai kintančios įtampos metodo analogas, tik dėl tokio žemo dažnio neleidžiantis tyrinėti sparčių poliarizacijos bei jonų pernašos procesų ypač pradinėje jų dalyje ( $t \approx 0$ ).

Pasinaudodami šiuolaikine elektronika, sugrįžome ir patobulinome metodiką, leidžiančią tirti sparčios poliarizacijos kinetikas, kuomet prie tiriamosios struktūros sluoksnio prijungiamas laiptuko formos aukštos įtampos šaltinis  $U_s$ , o atsako signalas matuojamas elektroniniu integratoriumi. Įėjimo srovė  $j$  ir integratoriaus išėjimo įtampa  $U_{out}$  yra susijusios taip

$$j = -\frac{1}{S} C_{int} \frac{dU_{out}}{dt}, \quad (1)$$

o signalo formos schema parodyta 1-ame pav.



1 pav. Elektrinio signalo kinetikos schema

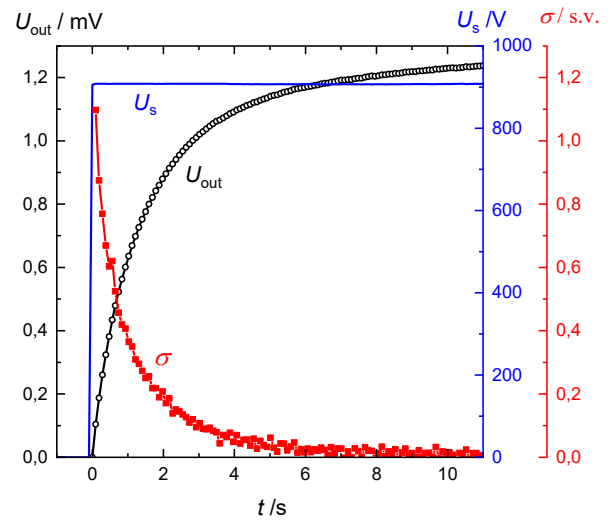
Pagal eksperimentu nustatomo pradinio įtampos šuolio dydį  $\Delta U_{out}(0)$  apskaičiuojame tiriamojo objekto dielektrinę skvarbą

$$\varepsilon = \frac{l}{\varepsilon_0 S} C_{int} \frac{\Delta U_{out}(0)}{U_s}, \quad (2)$$

o elektrinis laidumas apskaičiuojamas pagal įtampos kitimo greitį (1 pav., kai  $t > t_1$ ):

$$\sigma = \frac{l}{S} C_{int} \frac{\Delta U_{out}/\Delta t}{U_s}. \quad (3)$$

Laiko intervale iki  $t_1$  ties dielektriku kaupiasi jonai, t. y. vyksta poliarizacija, o jos kinetiką  $U_{out}(t)$  išmatuojame pačioje pradinėje jos srityje, ties  $t \approx 0$  (2 pav.). Pagal (2) formulę skaičiuojame laidumo kinetiką  $\sigma(t)$  ir atsižvelgus į tiriamos dangos sandarą – dreifuojančių jonų tankį bei jų judrį.



2 pav. Potencialo ir laidumo kinetikos iš eksperimento popierius-dielektrikas struktūroje, naudojant signalo integravimo metodiką (kinetikos dalis tarp taškų A ir B 1-ame pav.)

Mūsų naudojamu metodu negauname signalo „iš begalybės“, taip kaip būna diferencijuojančių grandinių atvejais jungiant laiptuko formos šaltinio įtampą. Taip pat išvengiame aukštos įtampos šaltinio keliamų trikdžių, jeigu naudojame tiesiškai kylančios įtampos metodiką ir taikome įtampos keitiklį [2].

*Reikšminiai žodžiai: signalo integratorius, poliarizacijos kinetika, popierius-dielektrikas.*

### Literatūra

- [1] R. Maldžius, T. Lozovski, J. Sidaravičius, K. Backfolk, I. Heiskanen. Influence of environmental relative humidity on the polarization behaviour of paper and paper-dielectric structures, *Cellulose* 27, 10303-10312 (2020), <https://doi.org/10.1007/s10570-020-03457-3>.
- [2] R. Maldžius, J. Sidaravičius, T. Lozovski. Apie poliarizaciją ir jonų judrį popieriuje // 41-oji Lietuvos nacionalinė fizikos konferencija, 2015.06.17-19, Vilnius, 390 psl., ISBN 978-609-95511-2-8.