

Transformarea umidometrului pentru cereale în aparat de măsură a constantei dielectrice

Nikolić Vasilie, Anca Veronica, Băjenaru Diana
Institutul de Chimie Alimentară – București

Rezumat

În lucrare se prezintă transformarea umidometrului tranzistorizat pentru cereale în aparat de măsură a constantei dielectrice, extinderea scalei de măsură pentru constante dielectrice cuprinse între 0 și 81 și etalonarea aparatu-

lui cu ajutorul unui amestec de dioxan-apă bidistilată (eluan) la care, pentru anumite proporții ale componentelor se cunosc valorile constantelor dielectrice.

Introducere

Însemnătatea determinării constantei dielectrice în produsele alimentare rezidă în aceea că prin această metodă se pot obține informații indirecte cu privire la conținutul de apă al acestora, care este un element tehnologic important în aprecierea materiilor prime, semifabricatelor și produselor finite din această ramură industrială. Într-adevăr, dacă majoritatea componentelor produselor alimentare au o constantă dielectrică relativ mică, de ordinul 3-4, cea a apei se ridică la cca. 81. De aceea, prezența apei în produsele din tractul industriei alimentare modifică semnificativ constanta dielectrică a acestora. În multe din cazuri, când nu intervin alte elemente perturbatoare, pe acest principiu se pot construi aparate de determinare rapidă a umidității, oferind totodată posibilitatea unor automatizări referitoare la acest parametru.

În cercetarea întreprinsă pentru investigarea constantelor electrofizice ale produselor alimentare, în speță a constantei dielectrice, ne-am confruntat cu dificultatea majoră că pe piața internă nu există un astfel de aparat iar procurarea lui din surse externe nu a fost posibilă.

În consecință s-a recurs la transformarea umidometrului tip Electronica pentru cereale și alte materiale seminciere, bazat pe variația constantei dielectrice cu umiditatea, într-un aparat care să măsoare chiar constanta dielectrică.

Materiale și metode

Punctul de plecare l-a constituit umidometrul tranzistorizat pentru cereale și produse seminciere a cărui schemă electrică este prezentată în fig. 1. Funcționarea acestui aparat se bazează pe mai multe principii de măsurare, menținând părțile pozitive ale acestora, pentru eliminarea cât mai multora din cauzele care provoacă erori de măsurare. Se folosesc, astfel, o metodă de rezonanță, în varianta jumătate a curbei de rezonanță, prin care se elimină erorile determinate de imposibilitatea stabilirii momentului rezonanței la curbele aplatizate de rezonanță care apar la umidități mari, o metodă diferențială, prin care se elimină erorile datorate nestabilității tensiunilor sau frecvenței sau cele provocate indirect de variația temperaturii precum și o metodă de compensație prin care precizia măsurării depinde numai de condensatorul etalon.

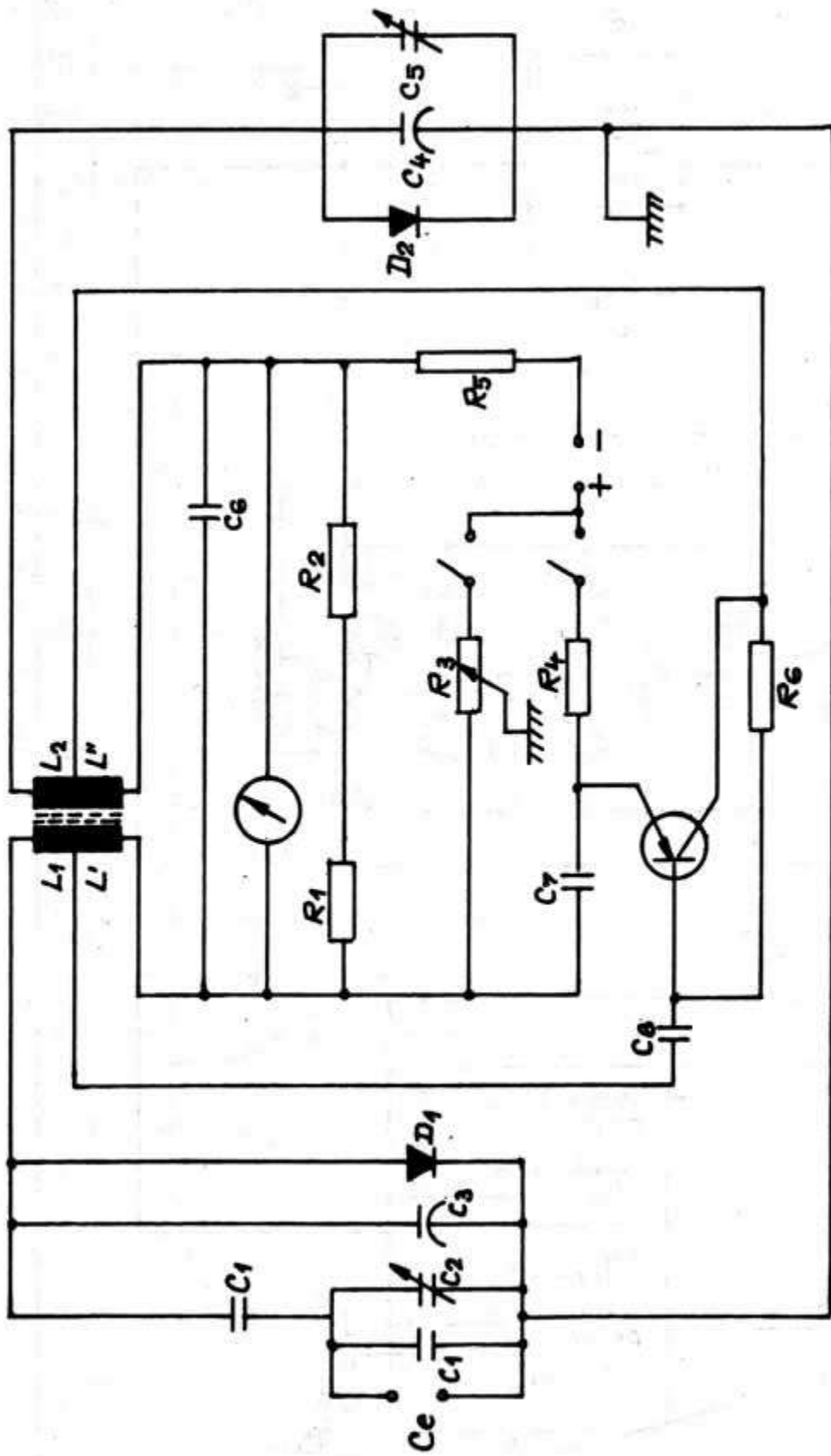
O primă transformare a acestui aparat a constat în schimbarea sistemului de alimentare de la două baterii de 4,5 V fiecare (înseriate) printr-un sistem de alimentare stabilizat, de la rețea. S-a modificat apoi celula de măsură, care la aparatul inițial era special concepută pentru materiale pulverulente și care era improprie scopului urmărit de noi. Pentru măsurarea constantei dielectrice s-a realizat o cuvă paralelipipedică din sticlă, prevăzută cu un tasator pentru tasarea probei la un nivel prestabilit și cu un piston de evacuarea a probei din cuvă după efectuarea măsurătorii.

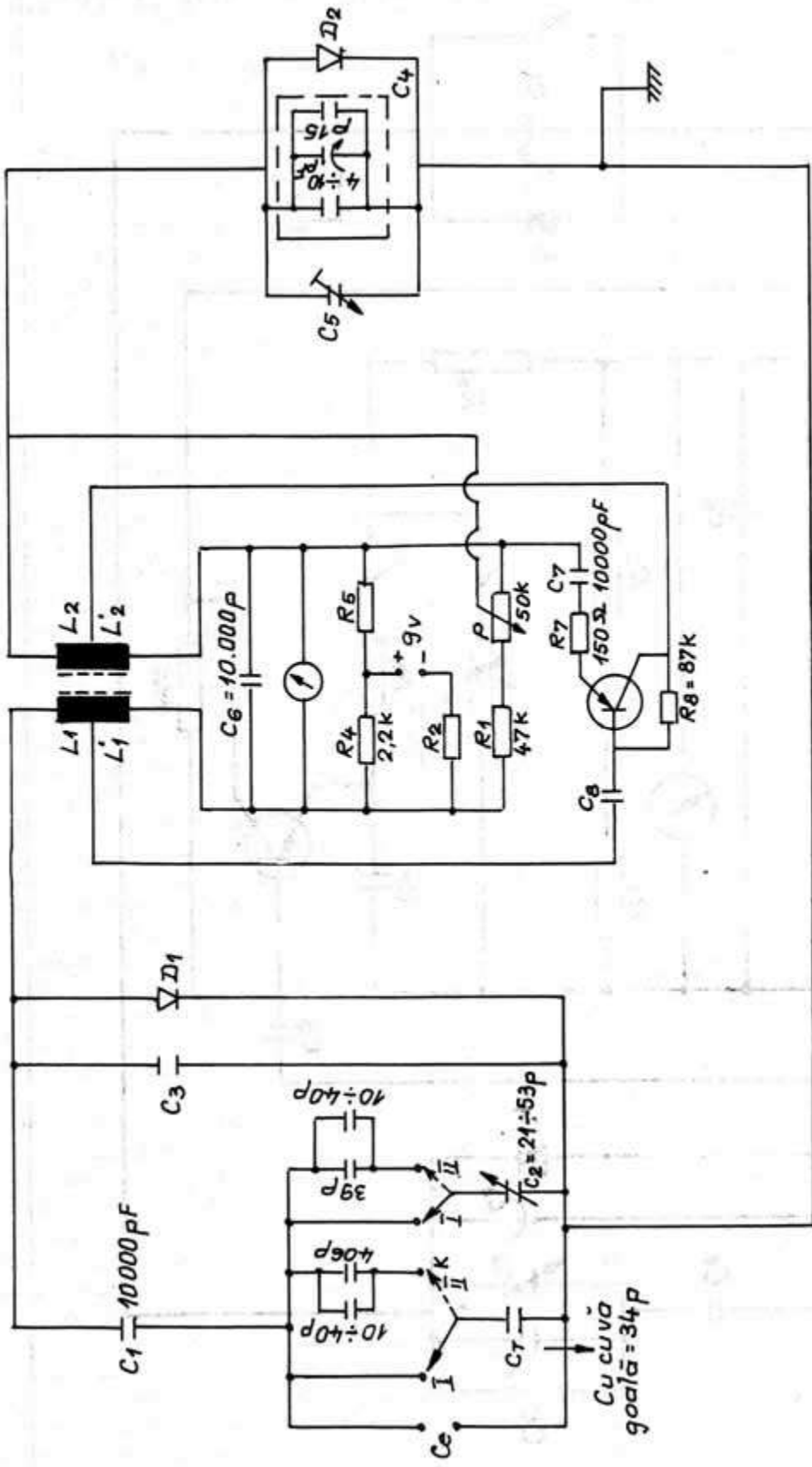
Din primele încercări de determinare a constantei dielectrice s-a observat că aparatul, așa cum era el conceput inițial, nu putea acoperi, în condițiile experimentale realizate, decât un domeniu restrâns, mergând până la $\epsilon = 11,5$.

Pentru măsurarea unui domeniu mai larg de constante dielectrice, s-a recurs la extinderea scalei de măsurare a aparatului, prin modificarea circuitelor de măsurare și de compensație, cu posibilitatea comutării circuitelor pe două domenii de măsură (modificarea este vizibilă în fig. 2). Astfel, s-a obținut o extindere a scalei de măsurare de la 150 diviziuni, cât avea inițial aparatul, la 282 diviziuni, putându-se măsura valori ale constantei dielectrice mergând până la $\epsilon = 81$. Etalonarea noii scale s-a făcut utilizând amestecul de apă bidistilată-dioxan, cunoscut în literatura de specialitate sub denumirea de eluan și considerat pur din punct de vedere dielectric. Valorile constantei dielectrice ale eluanului sunt bine stabilite (la temperatura de 20°C) pentru anumite proporții de dioxan-apă, prezentate în tabelul nr. 1.

Ridicarea curbei de etalonare a aparatului s-a făcut prin următorul procedeu: în cuva de măsură a aparatului s-a introdus amestecul de dioxan-apă bidistilată, în volum constant, pentru fiecare dintre proporțiile prevăzute în tabelul nr. 1. S-a notat, de fiecare dată, diviziunea la care s-a realizat echilibrul sistemului diferențial al aparatului.

Datele obținute experimental au fost prelucrate pe calculator și s-a





$C_1 = 10000 \text{ pF}$

C_3

$10 \div 40 \text{ pF}$

39 pF

406 pF

$10 \div 40 \text{ pF}$

$C_2 = 21 \div 53 \text{ pF}$

C_7

Cu cūva
goală = 34 pF

$C_6 = 10.000 \text{ pF}$

$R_4 = 2,2 \text{ k}$

R_5

$R_1 = 4,7 \text{ k}$

R_2

$P = 50 \text{ k}$

C_8

$R_7 = 150 \Omega$ 10000 pF

$R_8 = 87 \text{ k}$

C_5

D_2

C_4

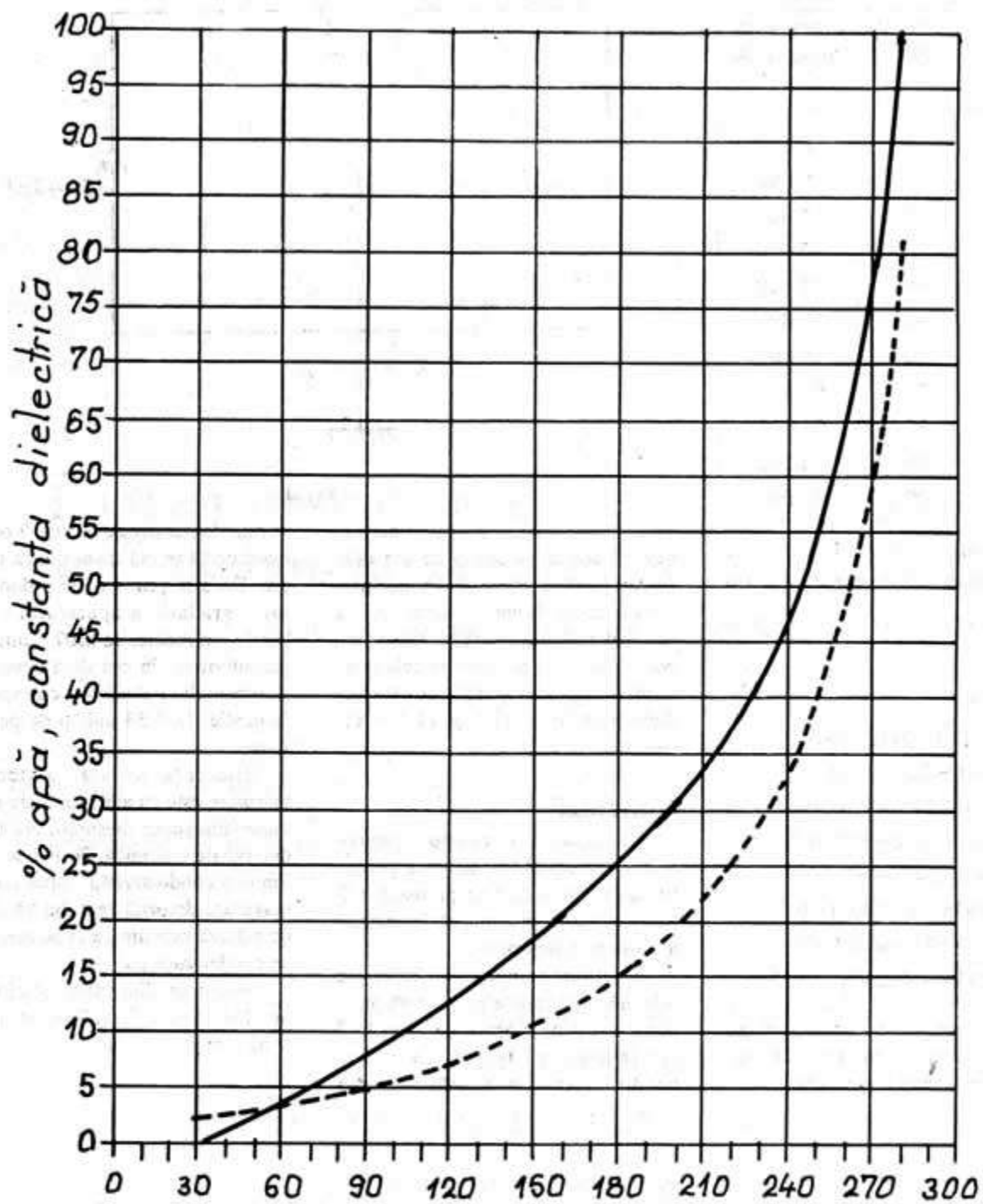
L_2

L_2'

L_1

L_1'

Fig. 1. (Preliminary design of a circuit for measuring the capacitance of a capacitor)



— % apă

- - - - - const. dielectrică

Tabelul nr. 1

Dioxan (%)	Apă (%)	Constanta dielectrică a eluanului
100	0	2,235
90	10	5,830
80	20	11,500
70	30	18,600
60	40	27,000
50	50	35,600
40	60	44,600
30	70	53,000
20	80	61,000
10	90	70,500
0	100	81,000

obținut astfel curba neliniară: $\epsilon = f(\text{div})$ având forma $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7$

pentru care:

$$a_0 = -2,17063752412796 \cdot 10^1$$

$$a_1 = 1,764654226601124$$

$$a_2 = -5,000542194466107 \cdot 10^{-2}$$

$$a_3 = 7,32445511403057 \cdot 10^{-4}$$

$$a_4 = -5,969470464606275 \cdot 10^{-6}$$

$$a_5 = 2,759359725434951 \cdot 10^{-8}$$

$$a_6 = -6,754967380806845 \cdot 10^{-11}$$

$$a_7 = 6,821306460828781 \cdot 10^{-14}$$

Cu ajutorul acestei curbe se poate citi orice valoare a constantei dielectrice cuprinsă între 0 și 81 (fig. 3).

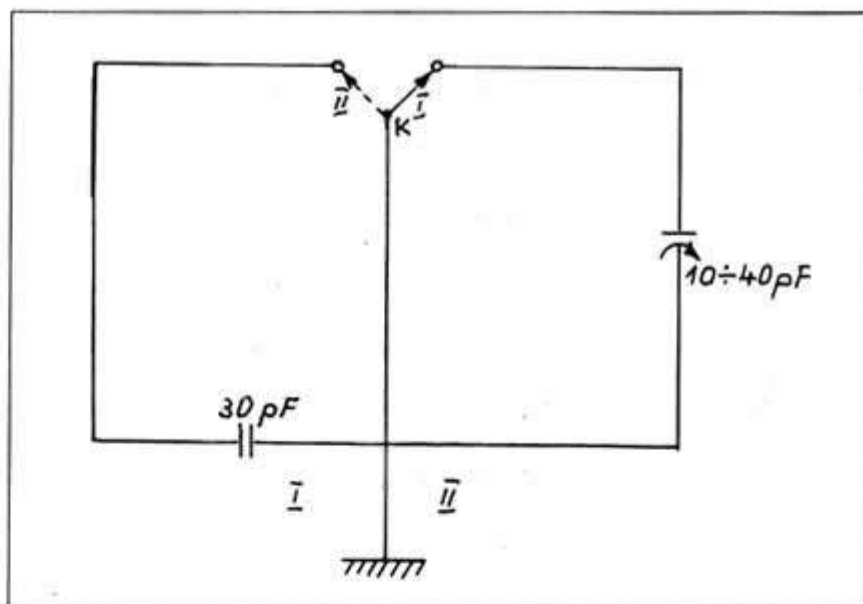


Fig. 4

Pentru a asigura controlul permanent al condensatorului de măsură, singurul element de care depinde precizia la acest sistem de măsurare, s-a realizat un condensator etalon, cu posibilitate de comutare pe cele două domenii de măsurare a constantei dielectrice (0 + 11,5 și 11,5 + 81) (fig. 4).

Concluzii

Un aparat conceput pentru măsurarea umidității bazat pe permitivitatea dielectrică se pretează a fi transformat în instrument de măsură a constantei dielectrice.

Efectuarea unor modificări ale schemei electronice permite lărgirea domeniului de măsură de până la 7 ori față de cel inițial. În aceste condiții, precizia de măsurare din

primul domeniu este de cca. 7 ori mai mare decât în cel de-al doilea domeniu. Dacă în prima parte a domeniului o gradație a aparatului corespunde, în medie, la 0,077 unități de permitivitate, în cea de-a doua parte a domeniului o diviziune corespunde, în medie, la 0,53 unități de permitivitate.

Eficiența acestui sistem de măsurare este cu atât mai mare cu cât materialul supus măsurării are o conductivitate mai mică. Peste o anumită limită a conductivității, apar erori de măsurare datorită faptului că celula de măsură este din ce în ce mai puțin un condensator pur.

Pentru un dielectric suficient de pur instrumentul realizat asigură o bună reproductibilitate a rezultatelor.

Bibliografie

1. Bănățeanu I., Călușaru A., Siabu Z., *Metode fizico-chimice de analiză*, Editura Tehnică, București, 1961.
2. Nicolau Th., s.a., *Măsurări electronice în industrie*, Editura Tehnică, București, 1964.
3. Nicolau Th., Apostol I., *Umidometre electronice*, Editura Tehnică, București, 1973.