

## STAND PENTRU DETERMINAREA INDICELUI DE REFRACTIE AL FLUIDELOR UTILIZÂND TEHNICI DE INTERFEROMETRIE LASER ÎN TIMP REAL

Alina CĂRĂBAN, Gabriela BADEA, Georgeta GAVRIȘ

Universitatea din Oradea, e-mail: [acaraban@uoradea.ro](mailto:acaraban@uoradea.ro)

Cuvinte cheie: Interferometru Michelson, franje de interferență, indice de refracție.

Abstract. The paper presents a method for the determination of refractive index changes in fluids using a laser interferometer. The fringes of interference modification in time are acquired in real time by a C.C.D. camera. The image processing and analyzed and also the drawing of the graphics are realized using a computer program made by the authors.

### 1. Principiul metodei

Autorii au conceput și realizat un stand de determinare a variației indicelui de refracție a unui fluid în timp real, utilizând un interferometru cu laser.

El poate fi aplicat cu succes în cazul fluidelor a căror indice de refracție variază proporțional cu concentrația unei soluții, viteza lui de modificare în timp reprezentând practic viteza de reacție.

### 2. Aparatură utilizată

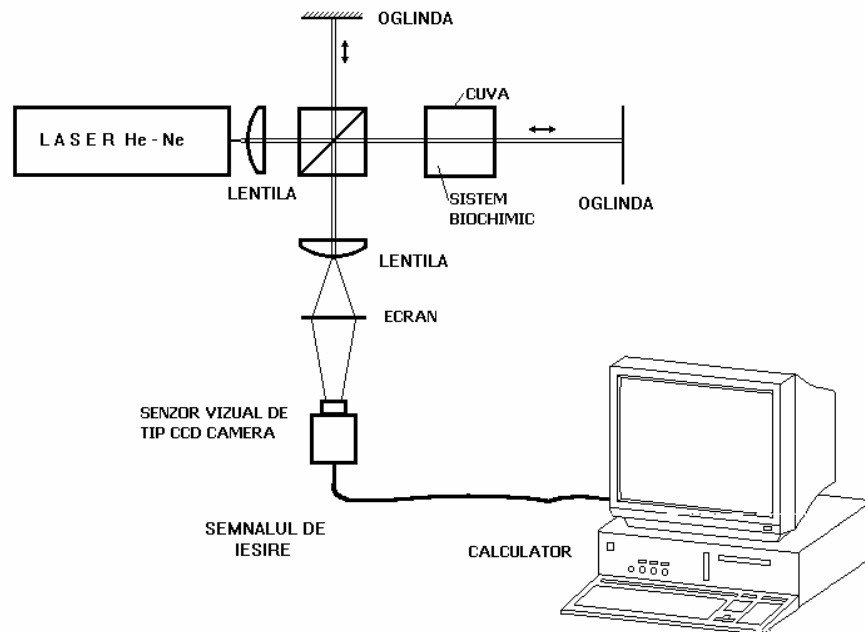
Sistemul realizat este unul complet integrat. Astfel, utilizând un interferometru Michelson se determină modificarea în timp a franjelor de interferență datorată variației indicelui de refracție a soluției de amidon - amilază, modificare care este sesizată, achiziționată și prelucrată în timp real de către un calculator la care i s-a atașat un senzor vizual matriceal de tip CCD.

Schema de principiu a sistemului conceput și realizat se prezintă în figura 1.

O vedere de ansamblu a sistemului se poate vedea în figura 2.

Elementele componente ale sistemului prezentat în figurile 1 și 2 sunt:

- laserul He- Ne cu lungimea de undă de 632,8 nm, putere de 1 mW (figura 3);
- lentilă convergentă;
- elementul divizor (o lamă divizoare);
- cuvă cu sistemul biochimic (figura 4);
- oglinzi;
- lentilă divergentă;
- ecran pe care se formează franjele de interferență;
- senzor vizual de tip CCD camera (figura 5);
- calculator care are integrat și o placă de achiziție a imaginii.



*Figura 1. Schema de principiu a sistemului conceput și realizat*



*Figura 2. Imaginea sistemului conceput și realizat*



*Figura 3. Laser He-Ne*



*Figura 4. Cuva cu proba de analizat amplasată în interferometrul Michelson*

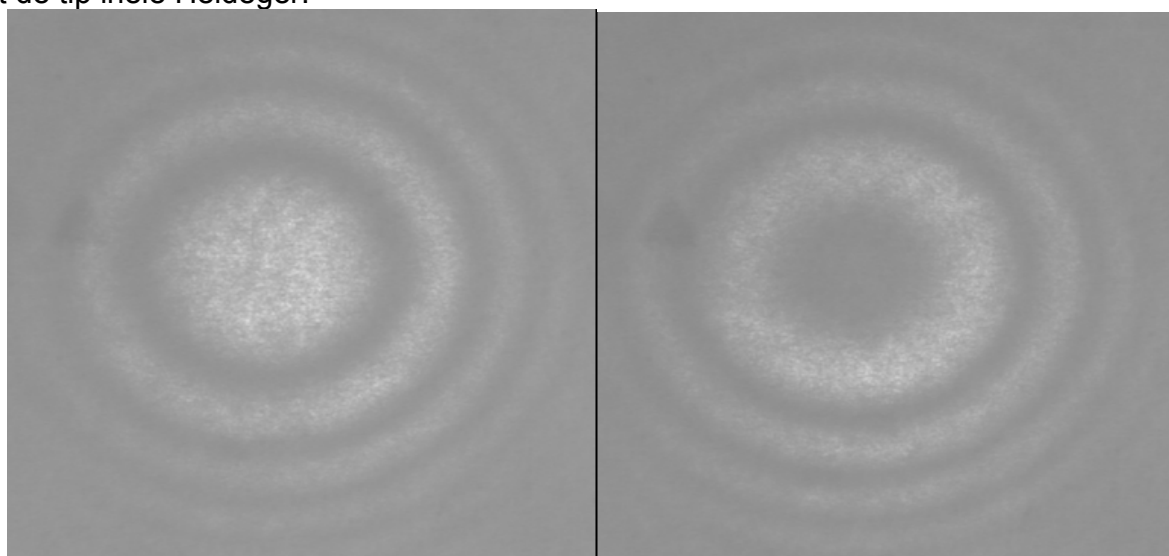


*Figura 5. Senzorul vizual de tip CCD camera*

Inteferometrul Michelson utilizat, generează franje de interferență care se formează pe ecranul materializat printr-o coală albă de hârtie, astfel încât senzorul vizual amplasat pe fața opusă a ecranului achiziționează imaginea în condiții optime.

Interpunerea ecranului a fost necesară pentru a nu suprailumina elementele fotosensibile ale senzorului vizual.

Imaginea cu franjele de interferență ce apar pe ecranul de proiecție se prezintă în figura 6. În figura 6.a se prezintă imaginea achiziționată la momentul în care pe ecran a apărut un maxim de interferență, iar în figura 6.b se prezintă imaginea achiziționată la momentul în care pe ecran a apărut un minim de interferență. Se observă că franjele obținute sunt de tip inele Heideger.



a) maxime de interferență;

b) minime de interferență

**Figura 6. Imaginea cu inelele Heideger achiziționate de senzorul vizual**

Indicele de refracție a soluției se schimbă în timp în funcție de modul în care evoluează în timp reacția de hidroliză (scade concentrația substratului și crește concentrația produșilor de hidroliză) și prin urmare se modifică și drumul optic străbătut de către fascicolul semnal al interferometrului. Ca atare, pe ecranul pe care se formează imaginea cu franjele de interferență se vor observa apariții de noi maxime de interferență., corespunzătoare etapelor de hidroliză.

Imaginea formată pe ecran este receptată de către senzorul matriceal CCD și transmisă prin intermediul unei interfețe plăcii de achiziție IP- 8. Senzorul CCD utilizat prezintă o densitate de 10.000 de receptori/mm<sup>2</sup> distribuiți uniform, iar numărul total de receptori este de 640 x 480.

Programul realizat și prezentat în anexă, elaborat în limbajul C++, oferă posibilitatea achiziționării și prelucrării imaginii (prelucrare ce constă în binarizarea ei, astfel obținându-se imaginea prezentată în figura 7), în determinarea trecerii de la maxime de interferență la minime și invers (în zona centrală) și în contorizarea numărului de treceri de la maxime la minime și invers.

Viteza de trecere de la maxime de interferență la minime de interferență evidențiază în fapt viteza de reacție a sistemului studiat.



a) maxime de interferență;

b) minime de interferență

**Figura 7. Imaginea achiziționată de senzorul vizual după binarizare**

Schema logică a programului este prezentată în figura 8.

În prima etapă a programului se inițializează parametri de bază ai plăcii de achiziție (parametrii plăcii de achiziție Matrox IP8). Această etapă este urmată de un test de achiziție de imagine. În cazul în care imaginea achiziționată nu corespunde din punct de vedere al focalizării, contrastului, al centrării franjelor de interferență pe planul imagine, se corectează aceste aspecte, după care se reface testul de achiziție.

După inițializarea variabilelor și constantelor din program cu valorile prestabilite – cu observația că unele variabile (ex. intensitatea luminoasă, pragul de binarizare) se pot ajusta și în timpul derulării programului – se trece la bucla principală a programului.

Se comandă achiziția unei imagini, după care se trece la procesarea imaginii, care constă în binarizarea acesteia (tuturor locațiilor cu intensitatea luminoasă peste pragul de binarizare li se atribuie culoarea albă, iar celor care au intensitatea luminoasă sub pragul de binarizare li se atribuie culoarea neagră), căutarea centrului maximului sau minimului de interferență și respectiv notificarea trecerii dintr-o stare de maxim într-una de minim.

Utilizatorul este informat cu o cadență de cinci cadre pe secundă despre următoarele informații:

- stare curentă (maxim – minim de interferență);
- număr de treceri prin maxime de interferență de la lansarea programului;
- timpul scurs de la lansarea acestuia.

Pentru a opri programul utilizatorul are următoarele opțiuni:

- terminarea după un timp prestabilit;
- terminarea programului după un număr de treceri prin maxime/minime de interferență prestabilit;
- terminare la comanda operatorului.

Blocul de „Afișare rezultate finale” informează utilizatorul asupra rezultatelor finale ale analizei și anume timpul scurs și numărul de treceri prin maxime/minime de interferență, oferind informații despre corespondența numărul de treceri prin maxime/minime de interferență/ timp scurs prin fișierul de date Rezultate.dat.

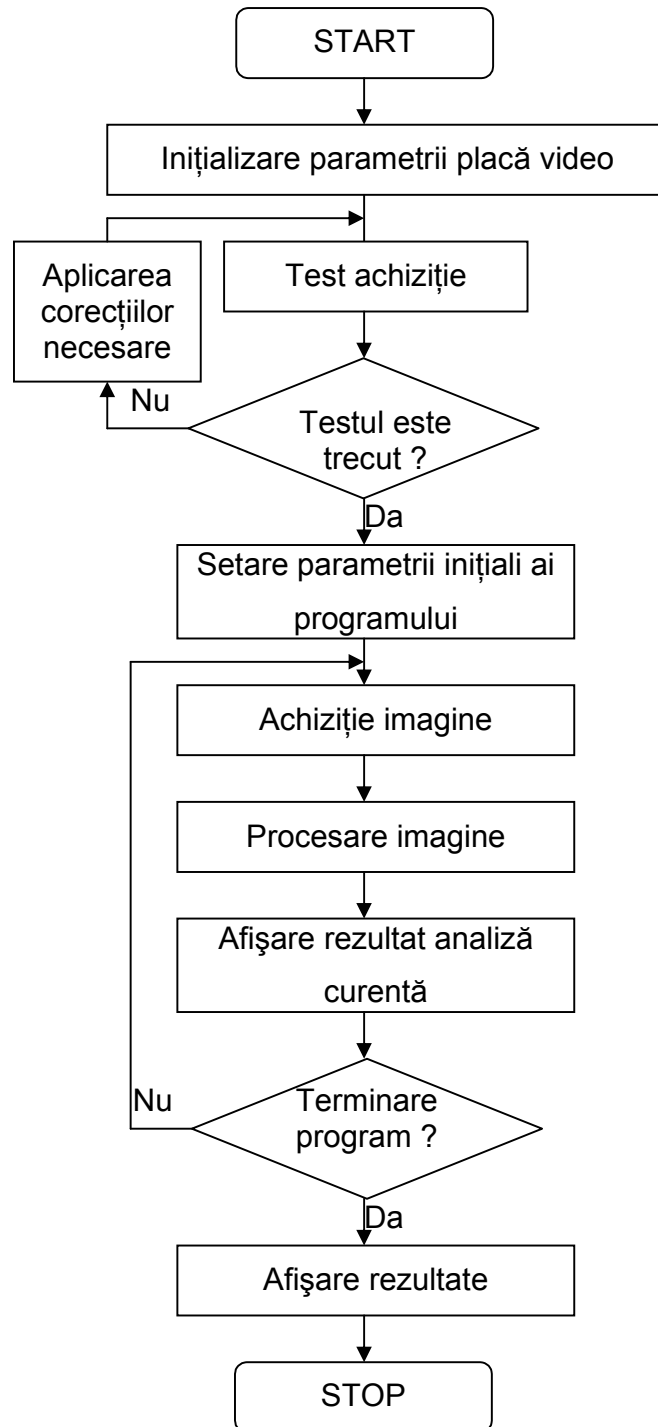


Figura 8. Schema logică a programului

### 3. CONCLUZII

Sistemul de determinare a indicelui de refracție bazat pe interferometrie laser cu funcționare în timp real are aplicații multiple în studiul fluidelor care își modifică indicele de

refracție în timp. Practic metoda a fost utilizată pentru determinarea vitezei unei reacții de hidroliză, însă aplicabilitatea ei este generală și comodă.

### **Bibliografie**

1. Pomeranz Y., Wheat Chemistry and Technology. – Minnesota. - 1971. - P. 358.
2. Tarca A., Tarca R., Tarca I., Merca V. // Studies about the influence of  $\text{Ca}^{2+}$  ions over the starch hydrolysis with alpha-amylase isolated from wheat using laser interferometry techniques. – 57<sup>th</sup> International Congress of Bioinorganic Chemistry, Greece, Book of Abstracts. -1999. - P.157.
3. Vernon D., Machine Vision. - New York, London, Toronto, Tokyo, Singapore: Prentice Hall, 1992. - P. 278.
4. Țarcă R, Țarcă I, Vesseleny T.// Tehno '9., The 7-th International Conference In IMT, Timisoara – 1995. –P.45-49.