



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2012

## **DETERMINAREA SENSIBILITĂȚII UNUI NOU SENZOR MINIATURAL DE PRESIUNE CU FIBRA OPTICĂ, PENTRU APLICAȚII MEDICALE, O OPORTUNITATE PENTRU TERAPIA ÎMPOTRIVA PULSAȚIILOR INTRA- AORTICE (IABP = INTRA-AORTIC BALLOON POMPE)**

Iuliu ARON

### **DETERMINATION OF SENSITIVITY OF A NEW MINIATURE FIBER OPTIC PRESSURE SENSOR FOR MEDICAL APPLICATIONS, AN OPPORTUNITY FOR THERAPY AGAINST INTRA-AORTIC PULSATION**

The paper presents a miniature fiber optic pressure sensor for medical applications, based on Fabry-Perrault White Light Interferometry and a method for determining the sensitivity of a new sensor.

Cuvinte cheie: sensor, sensibilitate, fibră optică  
Keywords: sensor, sensitivity, fiber optics

#### **1. Considerații generale**

Acest senzor (figura 1) pentru monitorizarea presiunii sanguine, în cazul unor operații pe cord deschis, se bazează pe interferometria Fabry-Perrault în lumină albă, adică pe modificarea lungimii de undă a luminii reflectate printr-o fibră optică de tip monomodal.

Schema de funcționare a acestui senzor de presiune este prezentată în figura 2, iar figura 3 prezintă modul de folosire/utilizare medical.

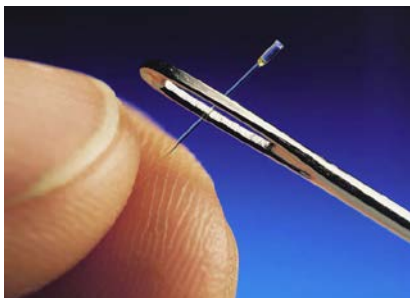


Fig. 1

Senzor pentru monitorizarea presiunii sanguine

### Interférométrie FP en lumière blanche

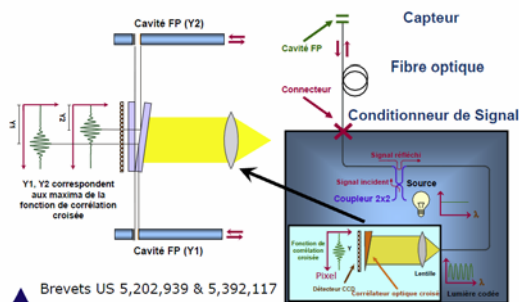


Fig. 2

Schema de funcționare a senzorului pentru monitorizarea presiunii sanguine

### Transduction de pression fluide

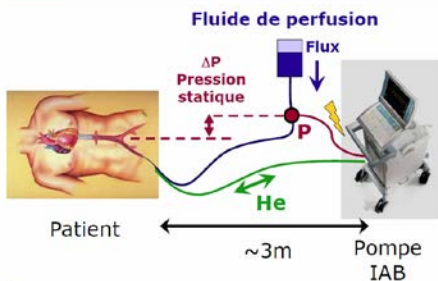


Fig. 3

Modul de folosire/utilizare a senzorului pentru monitorizarea presiunii sanguine

## 2. Obiectiv

Actualul senzor de presiune are următoarele caracteristici:

- diametrul cavității: 380  $\mu\text{m}$ ;
- diametrul exterior: 500  $\mu\text{m}$ ;
- sensibilitate: 102 nm/psi.

Ne propunem să determinăm sensibilitatea unui nou senzor, identic cu cel de referință în privința materialelor utilizate, dar ale cărui dimensiuni sunt:

- diametrul cavității: 190 μm;
- diametrul exterior: 250 μm.

### 3. Considerații teoretice

Diafragma sub presiune a senzorului poate fi considerată ca o placă circulară supusă la o încărcare uniform distribuită, așa cum se arată în schema de mai jos (figura 4).

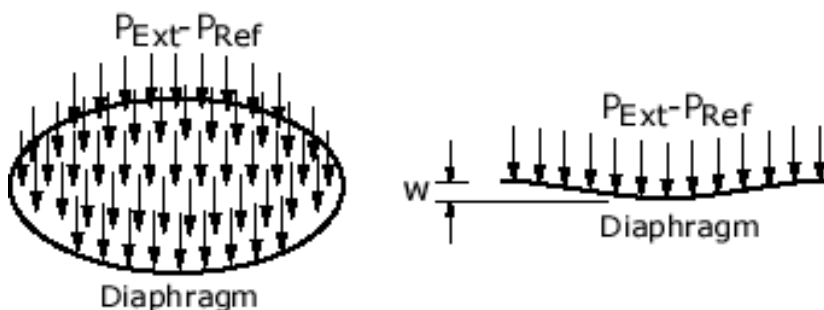


Fig. 4 Schema de calcul a diaframei sub presiune a senzorului

|   |   |
|---|---|
| <p>Clamped circular plate with uniformly distributed load</p> | $w(r) = \frac{Pa^4}{64D} \left[ 1 - \left( \frac{r}{a} \right)^2 \right]^2$ $w_{\max} = w(0) = \frac{Pa^4}{64D}$ $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$ <p>where <math>\frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}</math> is the bending rigidity of the plate, and <math>h</math> and <math>\nu</math> are the thickness and Poisson's ratio of the plate material, respectively.</p> |
|---|---|

Deformarea diaframei depinde de proprietățile sale fizice și geometrice, de condițiile de frontieră, precum și de amplitudinea solicitării. Un model de calcul poate fi găsit în numeroase lucrări

privitoare la teoria membranelor, cum ar fi *Roark's Formulas for Stress și Strain* by Young și *Roark and Formulas for Stress, Strain, and Structural Matrices* by Pilkey.

#### 4. Calcule

Deoarece materialele sunt identice,  $\frac{P}{64D}$  este o constantă și sensibilitatea senzorului va depinde numai de diametrul cavității. Se obține:

$$w_{\max\text{-ancien}} = w(0) = \frac{Pa^4}{64D}$$
$$w_{\max\text{-nouveau}} = w(0) = \frac{P\left(\frac{a}{2}\right)^4}{64D} = \frac{1}{16} * \frac{Pa^4}{64D} = \frac{w_{\max\text{-ancien}}}{16}$$

#### 5. Concluzii

Noul senzor va avea deci o sensibilitate redusă de 16 ori față de vechiul senzor, adică **6,38 μm/psi**.

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] \* \* \* *Roark's Formulas for Stress and Strain* by Young and Roark 6th ed., 2001. Published by The McGraw-Hill Companies. ISBN 007072542X.  
[2] \* \* \* *Formulas for Stress, Strain, and Structural Matrices*, by Walter D. Pilkey, 2 edition (November 11, 2004). Published by Wiley. ISBN 0471032212.

Ing., Ph.D. Iuliu ARON  
Professeur en génie mécanique, Université du Québec en Abitibi-  
Témiscamingue, Unité d'enseignement et de recherche en sciences  
appliquées, Rouyn-Noranda, Québec, CANADA