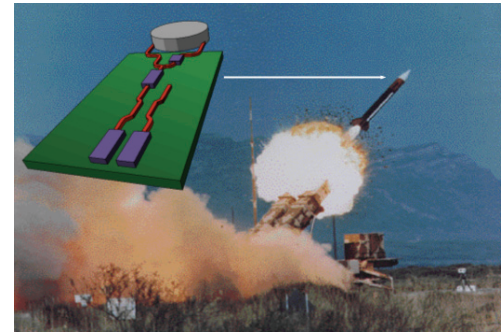


OPTOELECTRONICĂ APLICATĂ

Giroscopul optic, bazat pe o observație a lui Georges Sagnac din 1913 este un dispozitiv optoelectronic esențial pentru navele spațiale, sateliți, avioane și pentru multe alte aplicații civile sau militare. El permite determinarea, cu o foarte mare precizie, a vitezei unghiulare de rotație a platformei pe care este montat.



I. GIROSCOPUL CU FIBRĂ OPTICĂ

Principiul de funcționare a giroscopului optic se bazează pe efectul Sagnac. Acesta constă în apariția unei diferențe de fază între două fascicule coerente de lumină ce se propagă în sensuri opuse printr-un inel din fibră optică, aflat în rotație.

Diagrama din figura 1 evidențiază schema unui giroscop cu fibră optică. Un fascicul de lumină monocromatică pătrunde prin fanta P, într-o fibră optică de forma unui inel circular cu raza R , situată pe o platformă ce se rotește cu viteza unghiulară constantă Ω , în sensul acelor de ceasornic. În P, fasciculul de lumină este divizat în două fascicule ce se propagă în sensuri opuse. Consideră că lungimea de undă a radiației luminoase utilizate este λ , că indicele de refracție al materialului din care este confecționat miezul fibrei optice este n și presupune că în interiorul acesteia traiectoria luminii are forma unui cerc de rază R .

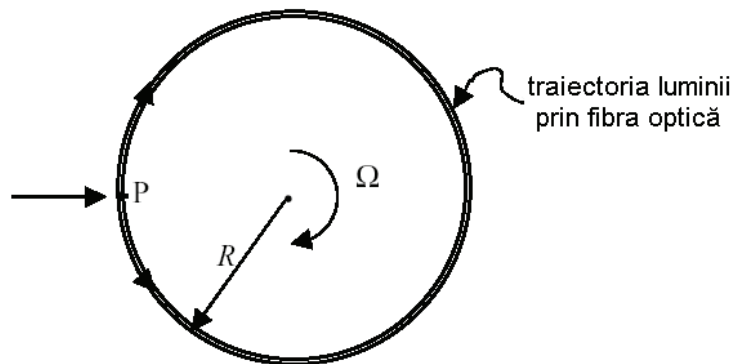


Figura 1

a. Ține cont că viteza tangențială a fibrei optice este mult mai mică decât viteza c a luminii în vid și prin urmare $(R\Omega)^2 \ll c^2$. Notează cu t^+ (respectiv cu t^-) durata după care fasciculul ce se propagă prin fibră optică, în sensul acelor de ceasornic (respectiv în sens invers acelor de ceasornic) revine prima dată în P. Determină expresia intervalului de timp $\Delta t = t^+ - t^-$ și exprimă răspunsul în funcție de viteza de propagare a luminii prin fibră optică, de viteza unghiulară Ω și de aria delimitată de acest inel .

(2 puncte)

b. Determină expresia diferenței de drum optic (ΔL) dintre cele două fascicule care se propagă în sensuri opuse prin fibră optică, în condițiile precizate la punctul a. Calculează valoarea numerică maximă a diferenței de drum optic pentru o fibră circulară cu raza $R = 1\text{ m}$ și indice de refracție $n = 1,5$, situată pe suprafața Pământului.

(1 punct)

c. Diferența de drum optic exprimată la punctul b poate dobândi o valoare mai mare, dacă, în locul unei singure spire se utilizează un cadru circular de rază R , cu N spire, confecționat din fibră optică (figura 1). Consideră că lumina ce pătrunde în cadru circular prin fanta P, se divizează în două fascicule și că acest cadru se rotește uniform în sensul acelor de ceasornic cu viteza unghiulară Ω , în jurul unui ax perpendicular pe planul spirelor, în centrul acestora. Stabilește expresia diferenței fazelor $\Delta\varphi$ a celor două fascicule de lumină, apărută din momentul intrării luminii prin fanta P, până la revenirea acestor fascicule prima dată în P. **(1 punct)**

II. GIROSCOPUL CU FASCICUL LASER

Giroscopul cu fascicul laser (figura 2) poate fi realizat prin includerea unei cavități active laser în conturul sub formă de triunghi echilateral. Sursa laser va genera două fascicule coerente, ce se vor propaga în sensuri opuse prin conturul triunghiular $O_1 O_2 O_3$ cu perimetrul L . Dacă sistemul se rotește cu viteza unghiulară constantă Ω , în jurul unui ax perpendicular pe planul triunghiului, în centrul acestuia, atunci apare o diferență de fază între cele două fascicule ce se propagă în sensuri opuse . Pentru ca oscilațiile laser să se mențină în conturul triunghiular, trebuie ca perimetrul conturului să fie un multiplu întreg de lungimi de undă ale radiației utilizate. Sistemul laser-oglinzi $O_1 O_2 O_3$ formează o cavitate rezonantă, în care tehnic se permite (prin intermediul dispozitivului notat „Etalon” în figura 2) apariția undelor staționare.

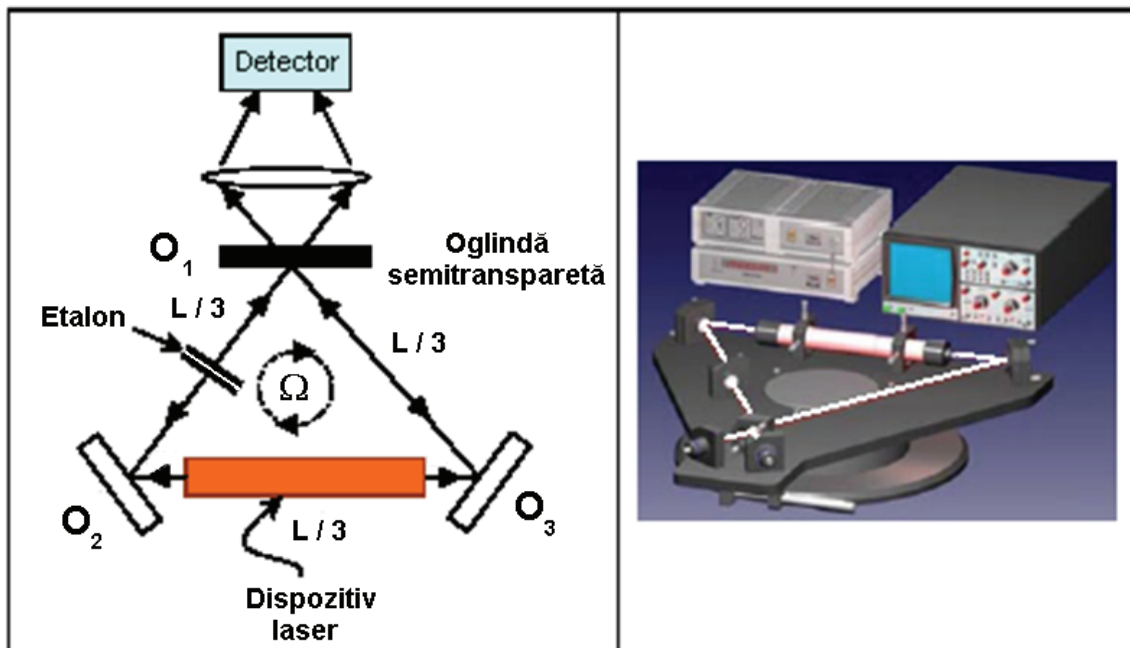


Figura 2

d. Utilizând același tip de notații ca la punctul a, determină intervalul de timp $\Delta t = t^+ - t^-$, pentru cazul conturului triunghiular prezentat în figura 2. Indică răspunsul în funcție de viteza de propagare a radiației laser, de viteza unghiulară Ω și de aria delimitată de acest contur. **(3 puncte)**

e. Stabilește expresia pentru frecvența bătăilor generate de cele două fascicule laser ce se propagă în sensuri opuse prin giroscop (formula lui Sagnac pentru rezonatori activi). Exprimă rezultatul în funcție de perimetrul L al conturului, de viteza unghiulară Ω și de lungimea de undă λ a radiației laser. **(3 puncte)**

Subiect propus de:

Prof. Delia DAVIDESCU – inspector - Serviciul Național de Evaluare și Examinare București

Prof. Dr. Ștefan ANTOHE – Facultatea de Fizică - Universitatea București