

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00566

(22) Data de depozit: 16/09/2022

(41) Data publicării cererii:
29/03/2024 BOPI nr. 3/2024

(71) Solicitant:
• SIMTECH INTERNATIONAL S.R.L.,
STR.FETEȘTI, NR.52, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• TĂNĂSESCU GABRIEL, STR.FETEȘTI,
NR.52, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;

• MAFTEI ANA MĂDĂLINA,
STR.PANSELELOR, NR.1, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;
• NOTINGHER PETRU, DRUMUL TABEREI,
NR.103, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• MOISE MĂDĂLIN VASILE, BASCOV, AG,
RO

(54) ECHIPAMENT PENTRU MĂSURAREA ON-LINE
A ÎNTREFIERULUI MAȘINILOR ELECTRICE ROTATIVE
DE MEDIE ȘI MARE PUTERE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un echipament pentru măsurarea on-line a întrefierului mașinilor electrice rotative de medie și mare putere. Echipamentul, conform invenției, cuprinde un senzor plasat pe rotor și doi senzori plasați la 180 de grade unul față de celălalt pe statorul mașinii electrice, în care dioda LED în infraroșu și fotodioda utilizate în senzori sunt plasate la un unghi de 8 grade una față de cealaltă, rezultând astfel o intensitate maximă a luminii IR reflectate pe distanța de măsurat, oferind avantajul imunității la câmpurile magnetice existente și permițând realizarea unei hărți detaliate și precise a deformării rotorului mașinii electrice.

Revendicări: 4
Figuri: 8

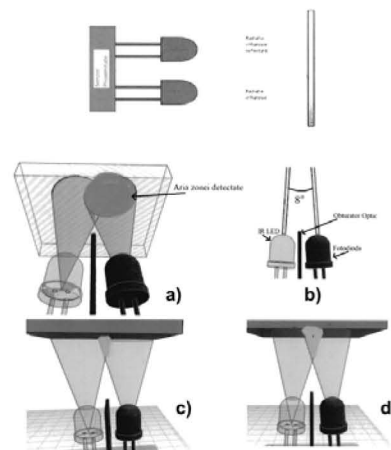


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



36

Echipament pentru măsurarea on-line a întrefierului masinilor electrice rotative de medie și mare putere

Prezenta invenție se referă la un echipament pentru măsurarea on-line, cu o acuratețe ridicată, a întrefierului masinilor electrice rotative de medie și mare putere.

Introducere

Sistemul de măsurare a distanței este alcătuit din două părți principale, circuitul emițător (diodă LED emițătoare de lumină în infraroșu-IR) și circuitul receptor (fotodiodă infraroșu) (fig.1 A). Acest sistem este cunoscut ca optocuplor. O diodă LED emițătoare de lumină infraroșu este un dispozitiv electronic care emite lumină în spectrul de radiații electromagnetice, în domeniul 700 nm - 1 mm [1]. Lumina IR emisă de LED și reflectată de un obiect aflat la o anumită distanță este recepționată de fotodiodă. Rezistența fotodiodei și tensiunea sa de ieșire se modifică proporțional cu intensitatea radiației IR primită.

Un senzor infraroșu este un dispozitiv care detectează radiația infraroșie incidentă pe acesta. Astfel de senzori sunt utilizați în mai multe aplicații, cum ar fi în telefoanele cu ecran tactil, roboții care evită obstacole, senzorii de contrast (utilizați în aplicațiile roboților care urmăresc o linie), senzorii de obstrucție (utilizați pentru contorizarea mărfurilor și alarme antifurt) [2] etc.

Senzorii cu infraroșu (IR) sunt utilizați în mod obișnuit ca senzori de proximitate și pentru a evita obstacolele în robotică. Acesta oferă costuri mai mici și timpi de răspuns mai mici decât senzorii cu ultrasunete [2]. Cu toate acestea, din cauza comportamentului nelinier și dependența senzorului cu infraroșu de gradul de reflexie al obiectelor din jur, măsurătorile intensității luminii IR incidente sunt foarte inexacte în raport cu distanța. La aceeași distanță, dar obiecte cu grad de reflexie diferit, intensitatea radiației IR primită nu este mereu aceeași. Din acest motiv, informațiile despre obstacolele din jur create cu acest tip de senzor sunt de calitate slabă și senzorii IR sunt aproape exclusiv utilizați ca detectoare de proximitate la roboții mobili. Cu toate acestea, unii senzori IR oferă o rezoluție medie pentru măsurarea unor distanțe mari (aprox. 5 cm până la 10 m [4]).

Senzorii IR, care folosesc intensitatea luminii reflectate pentru a estima distanța până la un obiect, nu sunt folosiți în mod obișnuit din cauza dependenței intensității radiației IR de gradul de reflexie al obiectelor din jur și doar un număr mic de aplicații a fost raportat în bibliografie [3,5-7]. Trebuie remarcat însă că răspunsul lor rapid este

foarte atractiv pentru a îmbunătăți răspunsul în timp real al unui robot mobil sau pentru a detecta distanța față de un obiect în timp ce robotul este în mișcare.

35

Prin urmare, dezvoltarea de noi senzori IR cu costuri reduse, capabili să măsoare cu precizie distanțe cu timpi de răspuns mai rapizi, pare demnă de explorat.

În literatura sunt prezentați unii senzori IR realizați cu costuri reduse bazați pe analiza intensității luminii reflectate. Senzorul descris în [3,7] are însă o rezoluție slabă, poate fi utilizat numai pentru distanțe scurte (mai puțin de 25 cm) și utilizează și alți senzori adiacenți, cum ar fi senzori ultrasonici conectați în paralel.

În [8] este prezentat un senzor de distanță IR, dar acesta are un consum mare, de 100 mA. În [10] este descris un senzor care oferă o precizie de 0,5 cm, dar funcționează doar la distanțe scurte și folosește reflectoare pasive cunoscute a priori ca referințe de poziție.

Noutatea echipamentului realizat pentru măsurarea on-line a întrefierului masinilor electrice rotative de medie și mare putere

Echipamentul realizat pentru măsurarea on-line a întrefierului masinilor electrice rotative de medie și mare putere este compus din trei senzori : unul plasat pe rotor și alți 2 pe stator.

Noutatea sistemului propus pentru brevetare constă în modul de dispunere a LED-ului IR și a fotodiodei în carcasa senzorului, respectiv la un unghi de 8 grade unul față de celălalt, rezultând, astfel o intensitate maximă a luminii IR reflectate pe o distanță de măsurat de până la 10-12 cm și cu un consum maxim de 22 mA.

Folosirea acestui tip de senzor în măsurarea distanței dintre rotorul și statorul hidrogenatorului oferă avantajul imunității la câmpurile magnetice existente (lumina nefiind afectată de câmpul magnetic) și permite realizarea unei "harti" detaliate și precise a mișcării/deformării rotorului, față de senzorii utilizați în mod normal în măsurarea întrefierului. Acest lucru este posibil deoarece se utilizează 3 senzori (unul plasat pe rotor și alți 2 pe stator), configurație care ajută la sincronizare. Deoarece citirea senzorului de pe rotor se face din grad în grad, sincronizarea va oferi feedback asupra punctelor de 0 și 180 grade (senzorii de pe stator sunt plasați la 180 grade unul față de celălalt).

În momentul în care 2 senzori (unul de pe rotor și unul de pe stator) se vor suprapune în urma mișcării rotorului, intensitatea radiației incidente pe fotodiode va fi maximă, ceea ce va determina și un nivel de tensiune de ieșire maxim, semnalizând astfel intersecția cu celălalt senzor, adică unul din punctele de sincronizare (0 sau 180 grade). Știind viteza de rotație a rotorului și punctele de plasare a celor 2 senzori de pe

stator, având o măsurare inițială (etalon) realizată în momentul punerii în funcțiune, se poate determina în timp real deformarea modificarea geometriei rotorului hidrogenatorului.

34

Determinarea distanței folosind senzori în infraroșu

Diodele LED în infraroșu (IR) utilizate în acest senzor emit radiații cu lungimea de undă 900-1000 nm, iar fotodiodele au filtru optic pentru radiații cu lungimea de undă de 500-1100 nm cu eficiență de 90% la un câmp vizual de 60°. LED-ul IR și fotodiodele sunt plasate la un unghi de 8 grade, una față de cealaltă, pentru a avea intensitate a luminii IR incidente ridicată, astfel încât să poată detecta ușor distanța până la ~12 cm (fig.2.a), diferența se poate observa în fig.2.B unde intersecția (semnalizată cu verde) este mai mare la plasarea emitorului IR și a fotodiodei în unghi de 8 grade (c)) față de plasarea acestora în paralel (d)).

Pentru a determina aria zonei detectate A (suprafața de pe care se poate reflecta lumina IR pe senzor (fig.2.B a)) și a diametrului cercului câmpului vizual (d), s-a determinat raza cercului zonei câmp vizual (coloana 4 din fig.3) știind că unghiul de vizualizare total al fotodiodei este de 60° (unghi la care intensitatea relativă este ridicată, peste 50%, Fig 2) se poate calcula aria totală a suprafeței măsurate la o anumită distanță față de senzor (fig.2.b). Cu cât aria suprafeței de pe care se reflecta lumina IR este mai mare cu atât cantitatea de lumina recepționată de fotodiodă este mai mică.

Marimi luate în calcul la determinarea zonei detectate

Senzorul poate fi utilizat în mod continuu sau în regim pulsatoriu. În ultimul caz trebuie să se ia în calcul întârzierea necesară pentru dezactivarea completă a LED-urilor IR (în jur de 2-2,5 ms) plus întârzierea necesară pentru a le activa (aproximativ 1-1.5 ms).

Determinarea distanței cu ajutorul LED-urilor IR și fotodiodelor receptoare în infraroșu se face prin procesarea informațiilor citite la un ADC (convertor analog-digital) conectat în la catodul fotodiodei. În figura 4 se poate observa schema senzorului care cuprinde LED-ul IR (LED0), fotodiodele (Photo Sen), cele 2 rezistoare (R2 și R3) și conexiunea ADC. În figura 5 sunt prezentate valori ale tensiunii măsurate pe pin-ul ADC, în funcție de distanța dintre senzor și un obiect. Se observă că se pot măsura distanțe până la 200 mm, comparabile cu valorile întrefierurilor mașinilor electrice de medie și mare putere.

In figura 6 se prezinta tipul de carcasa utilizata pentru senzori si dimensiunile acesteia, rezultand ca acestea permit montarea in intrefierul masinii electrice rotative de medie sau mare putere.

In figura 7 se prezinta senzorul realizat. Acesta are forma paralelipedica cu dimensiunile 20x15x13 cm. Se utilizeaza trei senzori: 2 montati pe statorul si unul montat pe rotorul masinii electrice de medie sau mare putere (fig.8).

Problema tehnica pe care o rezolvă invenția constă în aceea ca noul senzor permite creșterea acurateții măsurării intrefierului unei masini electrice (fata de senzorii capacitivi si inductivi).

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

1. cresterea acuratetei masurarii intrefierului masinilor electrice de medie si mare putere.

2. obtinerea unei "harti" mai detaliata a întrefierului masinilor electrice de medie si mare putere, prin utilizarea mai multor senzori.

3. eliminarea senzorului de sincronizare (se vor utiliza 3 senzori (unul plasat pe rotor si alți 2 pe stator), ce vor asigura nu doar detecția dar si sincronizarea in momentul in care 2 senzori se vor suprapune)

4. masurarea intrefierului masinilor electrice de medie si mare putere la fiecare grad in funcție de intervalul de măsurare a tensiuni pe pin-ul fotodiodei.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1, 8, care reprezintă:

Fig.1. A Principiul de funcționare senzor proximitate

Fig.1. B Informatii senzor proximitate

Fig.2. Parametrii fotodiodei utilizate

Fig.3. Aria zonei detectate in funcție de înălțime

Fig.4. Schema electrica a senzorului

Fig.5. Valori ale tensiuni măsurate pe pin-ul ADC in funcție de distanta pana la obstacol

Fig.6. Dimensiuni carcasa senzor

Fig.7. Poza senzor

Fig.8. Mod poziționare senzori

Bibliografie:

- [1] <https://electronicsforu.com/resources/learn-electronics/ir-led-infrared-sensor-basics>
- [2] <https://forelectronics.wordpress.com/2013/05/17/ir-photo-diode-sensor/>
- [3] V. Colla, A.M. Sabatini, A composite proximity sensor for target location and color estimation, in: Proceedings of the IMEKO Sixth International Symposium on Measurement and Control in Robotics, Brussels, 1996, pp. 134–139.
- [4] H.R. Everett, Sensors for Mobile Robots, AK Peters, Ltd., Wellesley, MA, 1995.
- [5] L. Korba, S. Elgazzar, T. Welch, Active infrared sensors for mobile robots, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 2 (43) (1994) 283–287.
- [6] P.M. Novotny, N.J. Ferrier, Using infrared sensors and the Phong illumination model to measure distances, in: Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation, Vol. 2, Detroit, MI, April 1999, pp. 1644–1649.

REVEDICARI

S-a realizat un echipament pentru masurarea on-line, cu o acuratete ridicata, a intrefierului masinilor electrice rotative de medie si mare putere.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

1. cresterea acuratetei masurarii intrefierului masinilor electrice de medie si mare putere.
2. obtinerea unei "harti" mai detaliata a întrefierului masinilor electrice de medie si mare putere, prin utilizarea mai multor senzori.
3. eliminarea senzorului de sincronizare (se vor utiliza 3 senzori (unul plasat pe rotor si alți 2 pe stator), ce vor asigura nu doar detecția dar si sincronizarea acestora in momentul in care 2 senzori se vor suprapune)
4. masurare intrefierului masinilor electrice de medie si mare putere la fiecare grad funcție de intervalul de măsurare a tensiuni pe pin-ul fotodiodei.

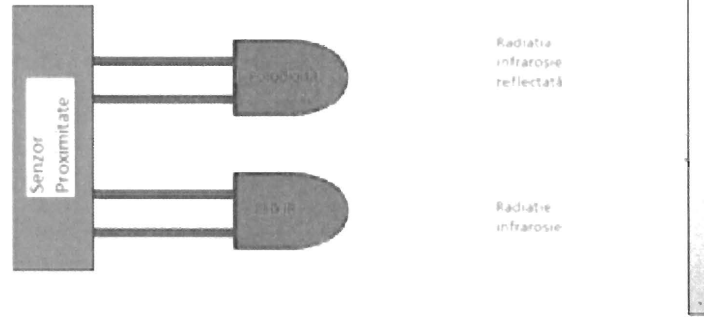


Fig.1 A

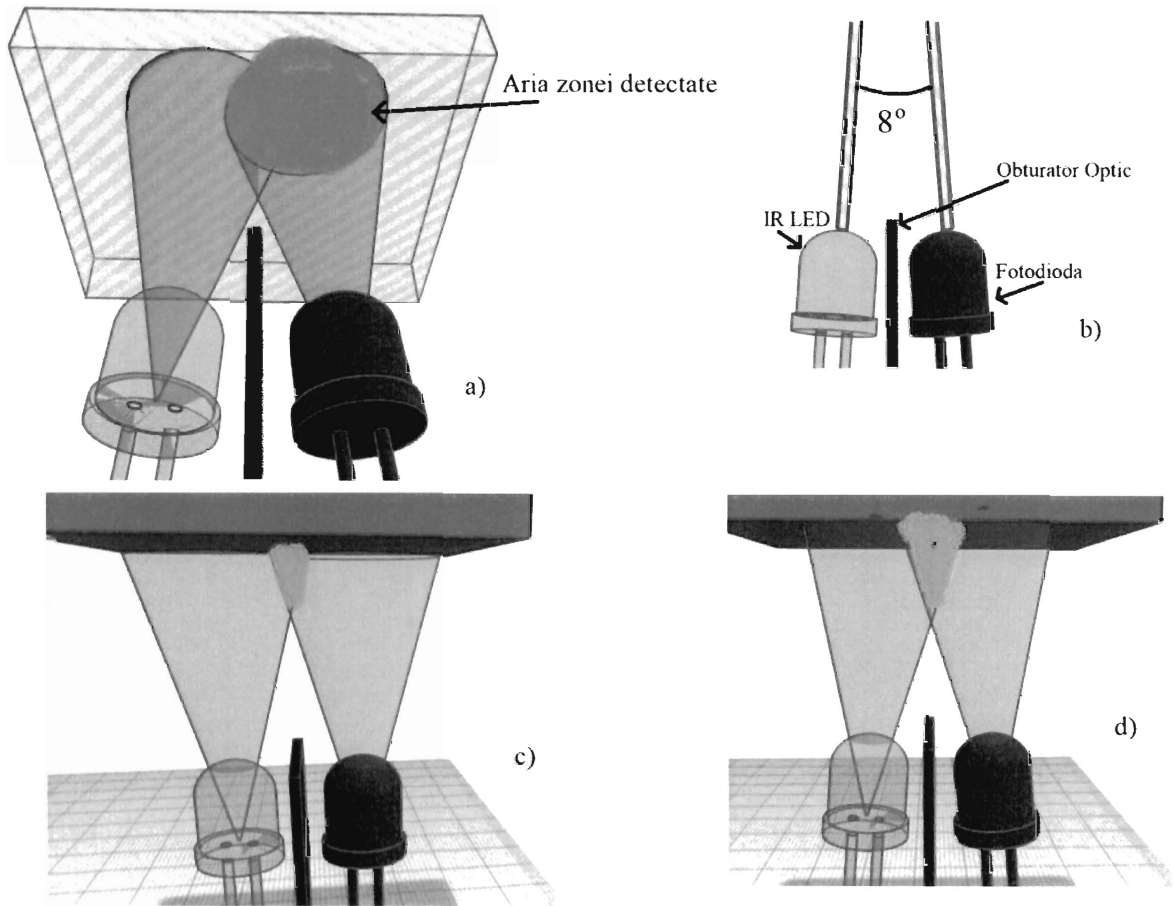


Fig.1 B

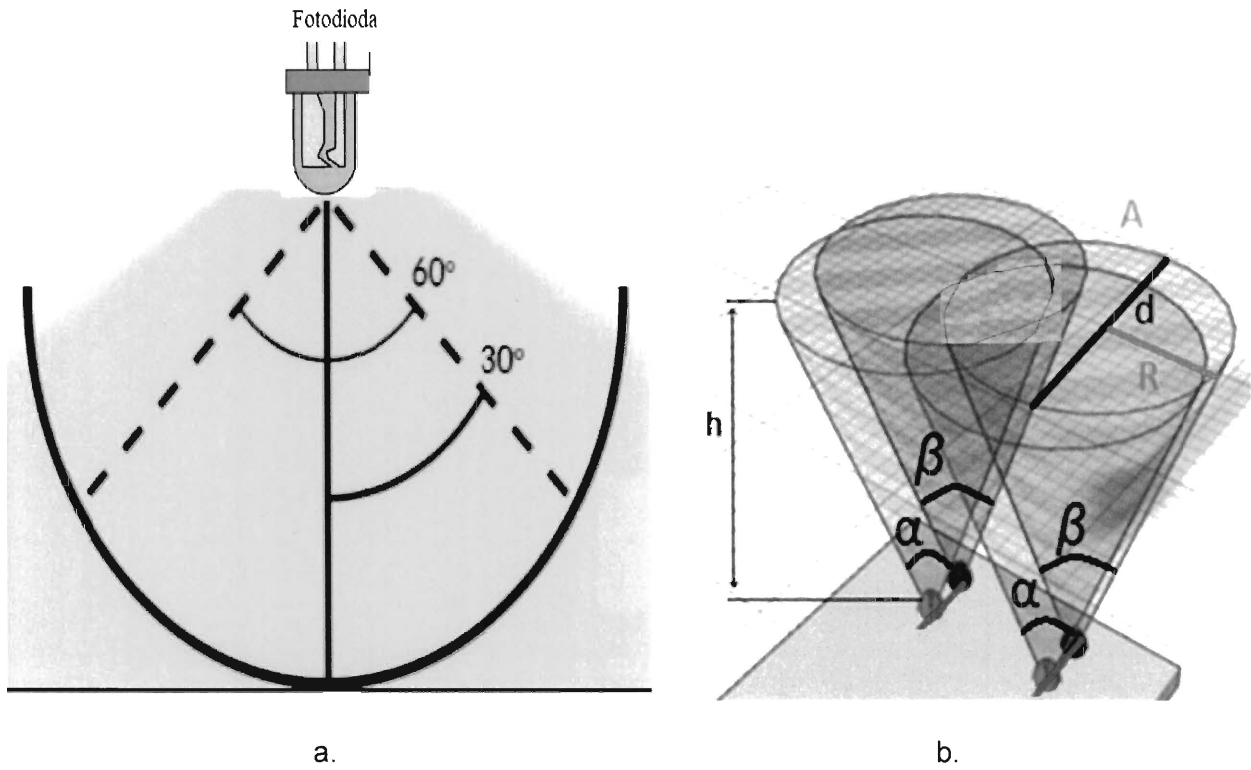


Fig. 2

Inaltime [H] (cm)	Tangenta ($\beta/2$) $\beta=60$ grade	π	Raza cecului zonei camp vizual [R] $TG(\beta/2)*H$ (cm)	Diametrul [d] (cm)	Aria cercului campului vizual [A] $A= \pi * R^2$ (cm)
2,3	1.732	3.142	1.732	3.464	9.425
3,3	1.732	3.142	3.464	6.928	37.699
4,3	1.732	3.142	5.196	10.392	84.823
5,3	1.732	3.142	6.928	13.856	150.796
6,3	1.732	3.142	8.660	17.321	235.619
7,3	1.732	3.142	10.392	20.785	339.292
8,3	1.732	3.142	12.124	24.249	461.814
9,3	1.732	3.142	13.856	27.713	603.186
10,3	1.732	3.142	15.588	31.177	763.407
11,3	1.732	3.142	17.321	34.641	942.478
13,3	1.732	3.142	20.785	41.569	1.357.168

Fig. 3

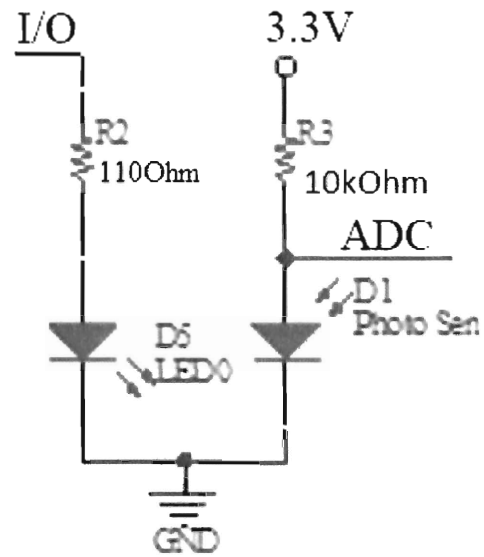


Fig. 4

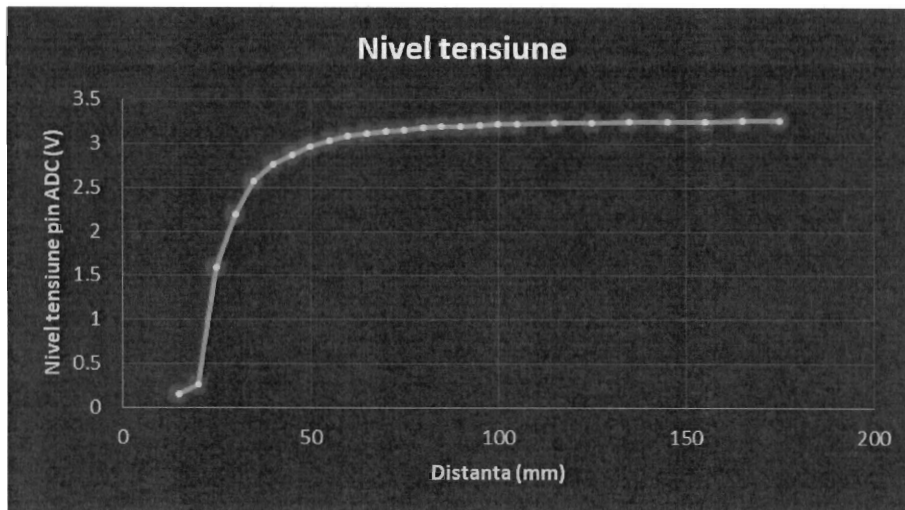


Fig.5

27

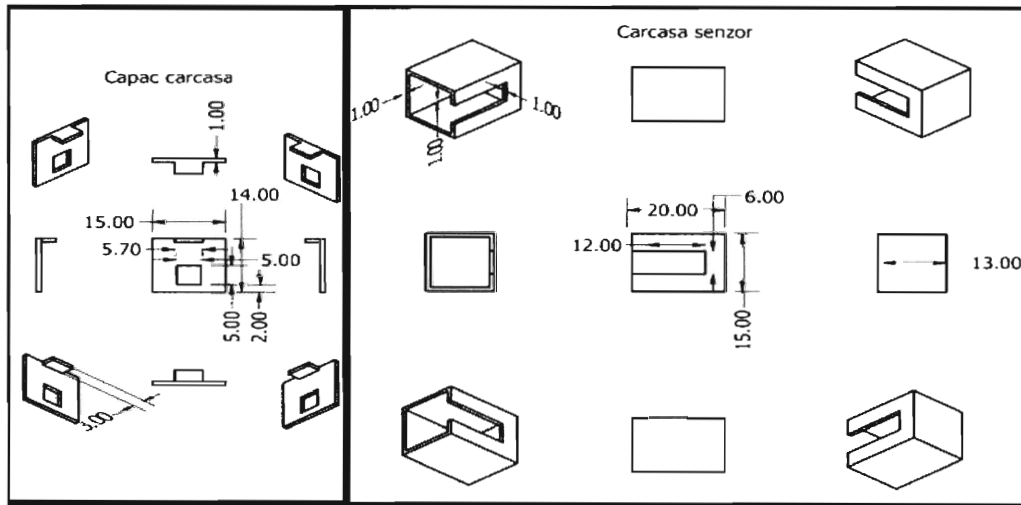


Fig.6

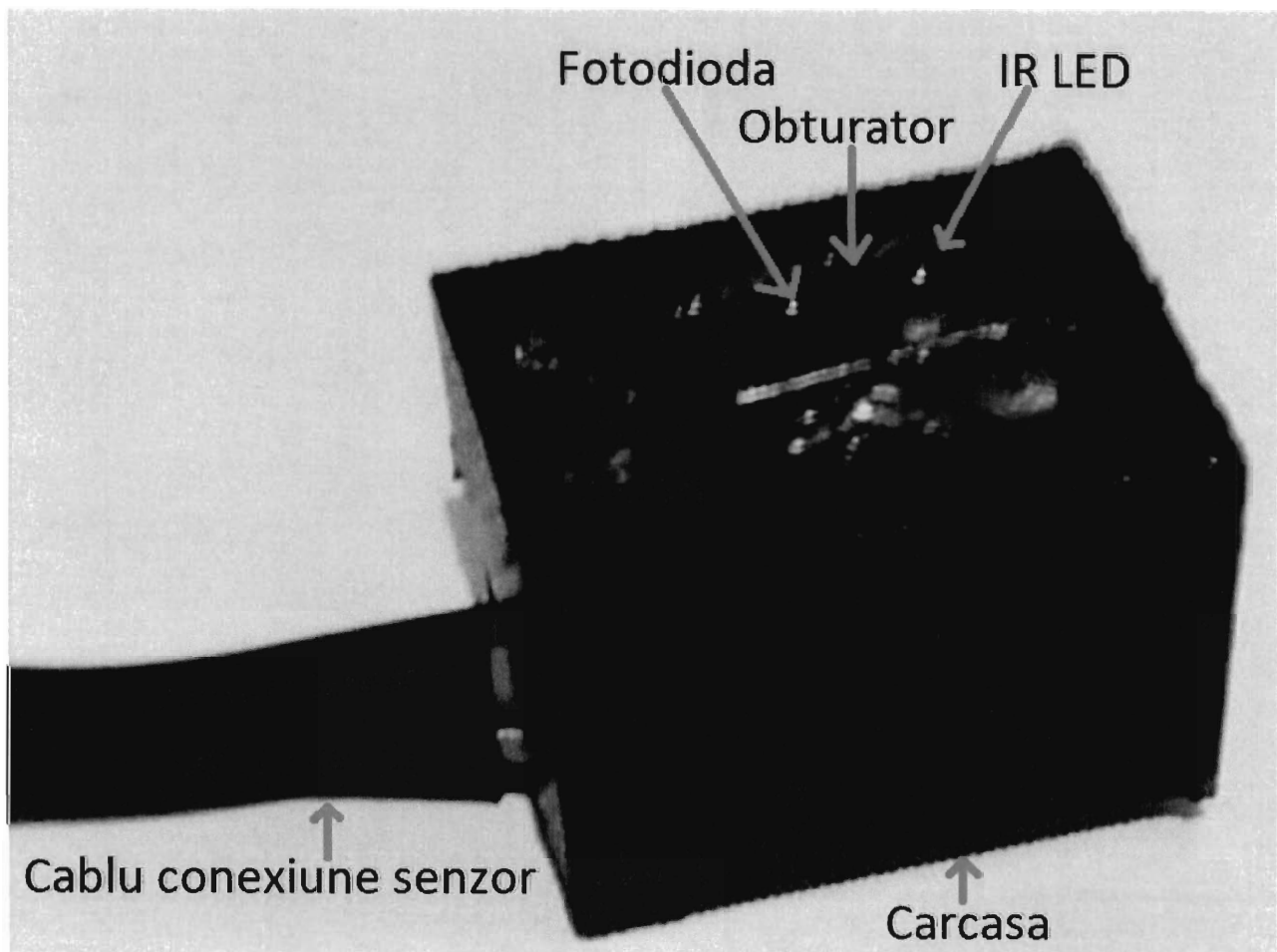


Fig.7

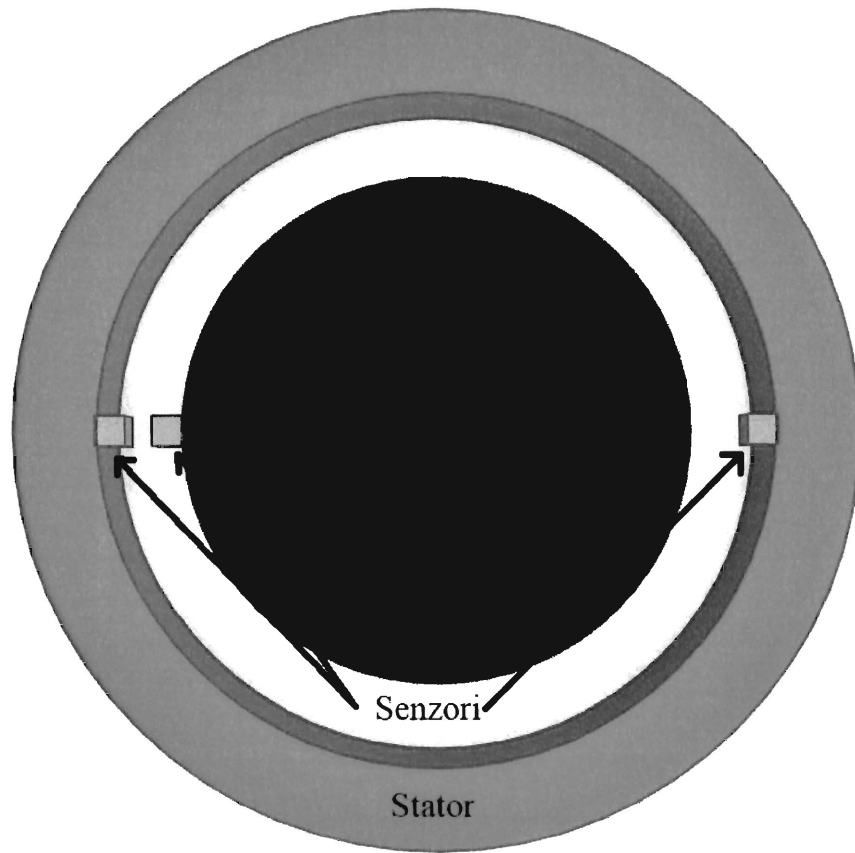


Fig.8.