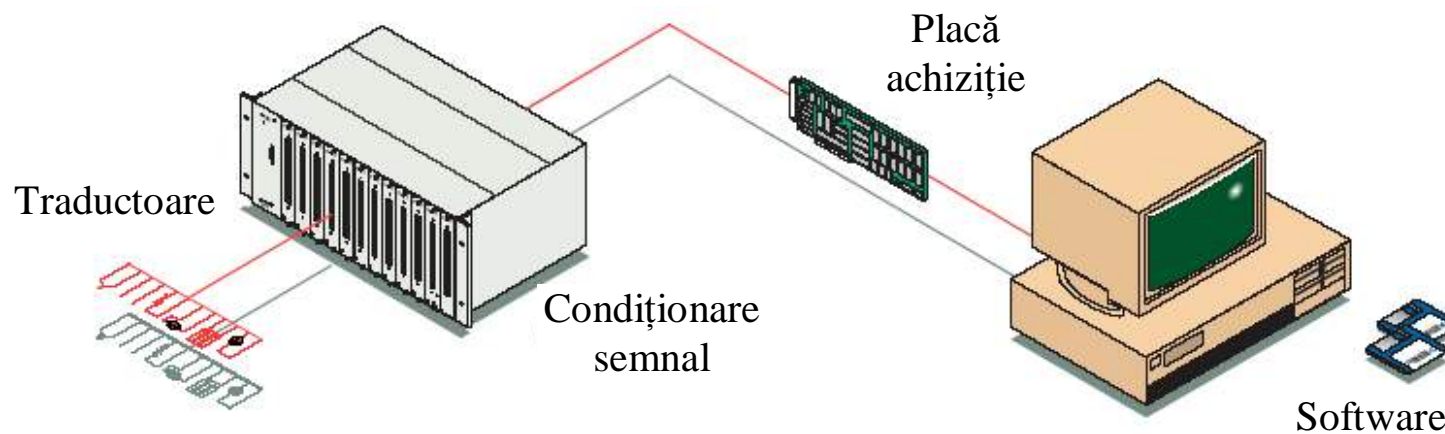
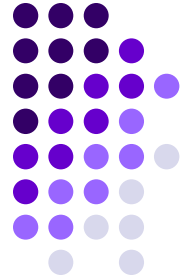


# Senzori inteligenti si achizitii de date

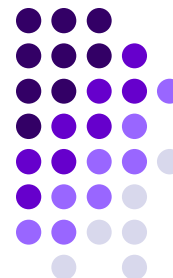


## Cuprins\_3

- Fenomenul acoustic
- Senzori de locatie acustici. Principiul de lucru, triangulare, variante constructive
- Senzor de proximitate acoustic



## Fenomenul acustic



Sunetele - oscilații elastice care se datoresc vibrațiilor mecanice ale particulelor mediului.

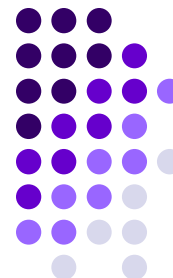
Sunetele se clasifică în :

- *infrasunetele* cu frecvența  $< 16$  Hz;
- *sunetele propriuzise* cu frecvența  $16 < f < 16$  kHz;
- *ultrasunetele* cu frecvența  $f > 16$  kHz

$$c = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T} = \text{viteza de propagare a sunetului}$$

- $\lambda$  – lungimea de undă;
- $f$  este frecvența;
- $T$  perioada undelor sonore.

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad \text{viteza de propagare in medii solide: } E \text{ este modulul de elasticitate al materialului iar } \rho \text{ este densitatea materialului}$$



Absorbția undelor sonore în diferite medii:

$$I = I_0 \cdot e^{-ax}$$

$I_0$  este intensitatea unei incidente,  $x$  este distanța față de sursă,  $a$  este un factor dependent de mediu și frecvența  $f$  având expresia:

a) pentru lichide și gaze :  $a = \alpha f^2$ ;

b) pentru solide :  $a = \alpha f$

Sunetele prin propagare în mediu - suferă *reflexii, refracții, difracții, interferențe și alte fenomene caracteristice pentru mișcarea ondulatorie.*

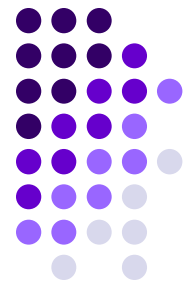
Coeficientul de reflexie la limita de separație între două medii:

$$R = \frac{\rho_1 c_1 - \rho_2 c_2}{\rho_1 c_1 + \rho_2 c_2}$$

$\rho_1, \rho_2$  - densitățile celor două medii;

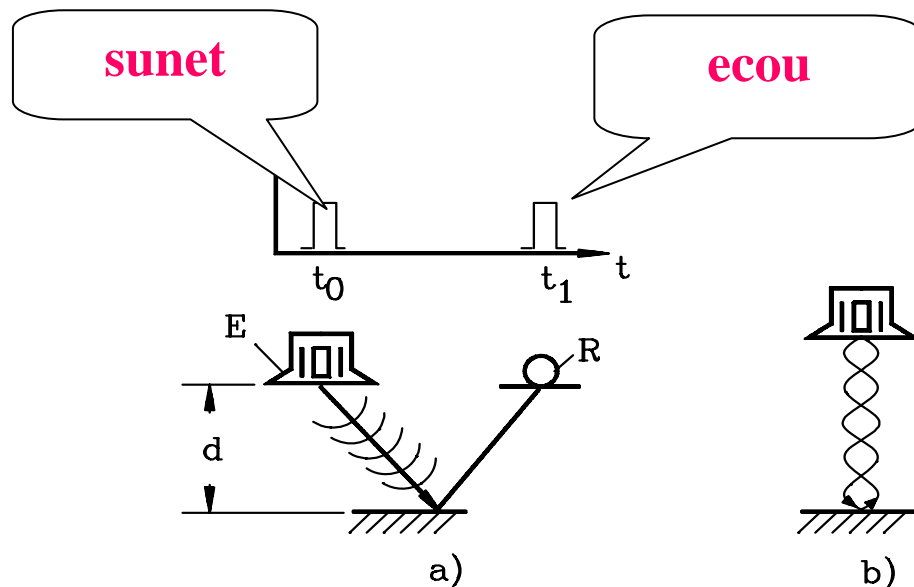
$c_1, c_2$  - vitezele de propagare a sunetelor în aceste medii

## Principiul de lucru al senzorului de locație



Intensitatea unei reflectate, în cazul incidenței la limita de separație a două medii:

$$I = I_0 \cdot \left( \frac{\rho_1 c_1 - \rho_2 c_2}{\rho_1 c_1 + \rho_2 c_2} \right)^2$$



**Varianțe principale de senzori acustici**  
**a) varianta cu emițător și receptor separați**  
**b) varianta cu emițător și receptor unic**

## Senzori de locație acustici

- distanțe: 2 - 2000 mm în aer; 0.5 - 10000 mm în apă; eroare 2 % ;
- viteză de deplasare: 2 mm/s în aer; 10 mm/s în apă; eroare 2 %

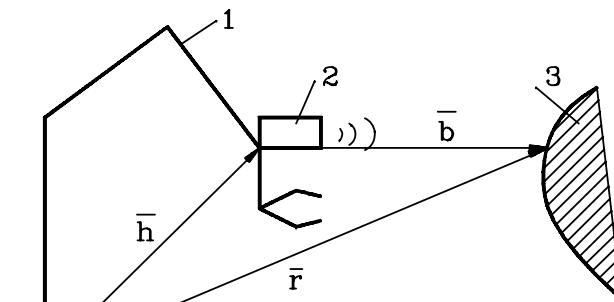
$$L = \frac{C \cdot T}{2}$$

T – timpul scurs între emiterea semnalului sonor și recepționarea ecoului

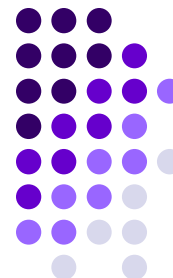
"C" este viteza sunetului în aer, și dependența de temperatură  $t[^\circ\text{C}]$  prin relația:

$$C = 331.5 + 0.61 \cdot t \quad [m / s]$$

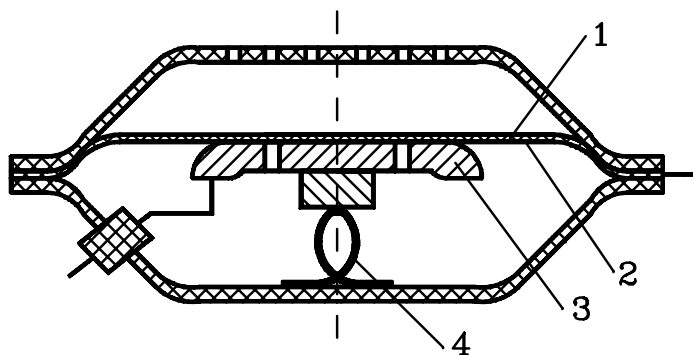
$$\bar{r} = \bar{h}(q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6) + \bar{b}(\phi_x, \phi_y, \phi_z, l)$$



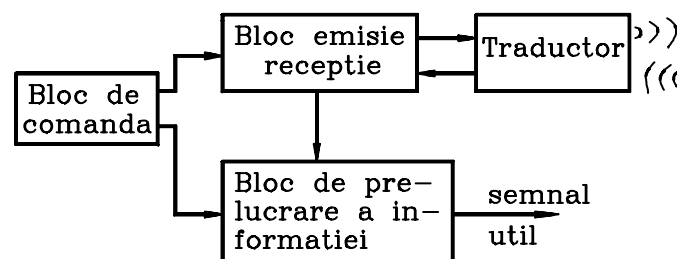
Principiul de măsurare acustică a distanței:  
1- RI; 2- senzor; 3-obiect;



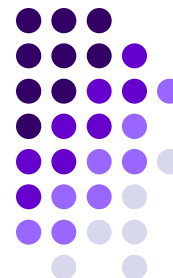
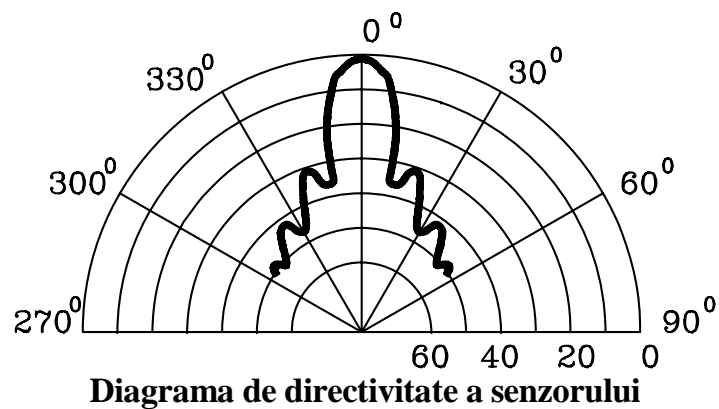
- diametrul senzorului -38.1 mm;
- element de bază (armatura mobilă a unui condensator) o folie de material plastic (1) placată cu aur - grosimea de 0.07 mm lipită pe o placă de aluminiu;
- folia - elastică, plană, ușoară și foarte subțire.



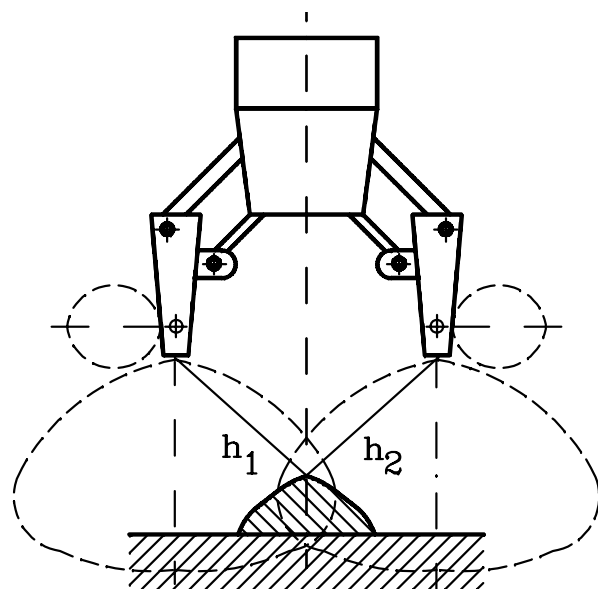
Elementele componente ale unui senzor acustic:  
 1-armătura mobilă; 2-armătura fixă;  
 3-folie izolanță elastică; 4-arc



Schema bloc funcțională a senzorului ultrasonic

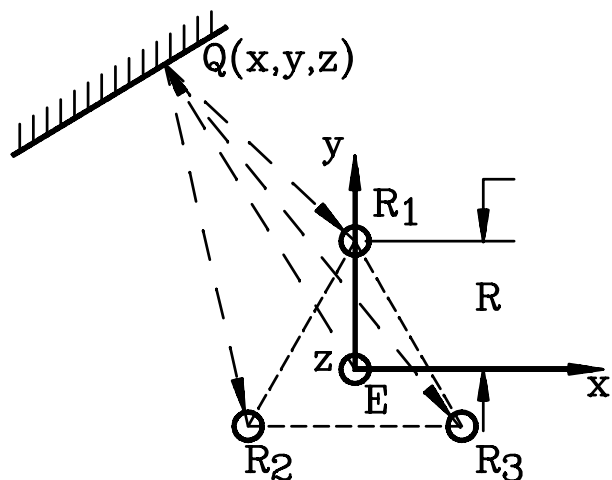


*Directivitatea emisiunii* în general pentru o sursă sonoră este cu atât mai bună cu cât raportul  $d/\lambda$  ( $d$ -dimensiunea sursei;  $\lambda$ -lungimea de undă) este mai mare.



Utilizarea senzorilor acustici la efectorul unui robot industrial





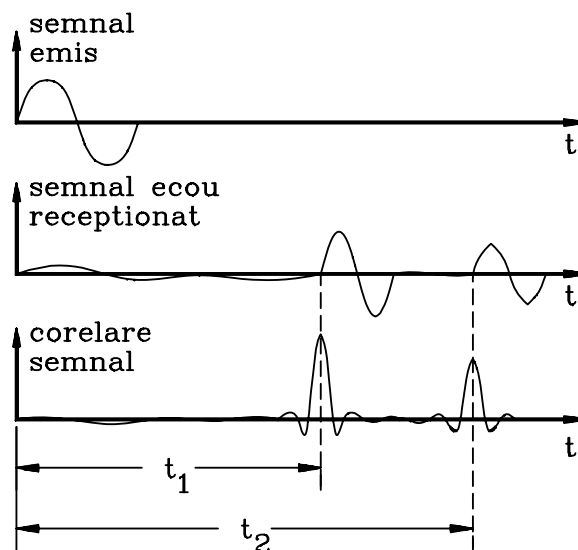
Structura unui sistem senzorial acustic:  
E-emitor; R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>-receptor

$$x = \frac{d_3^2 - d_1^2}{2\sqrt{3} R}$$

$$y = \frac{d_1^2 + d_3^2}{6R} - \frac{d_2^2}{3R}$$

$$z = \sqrt{d_2^2 - x^2 - (y - R)^2}$$

## Triangulație

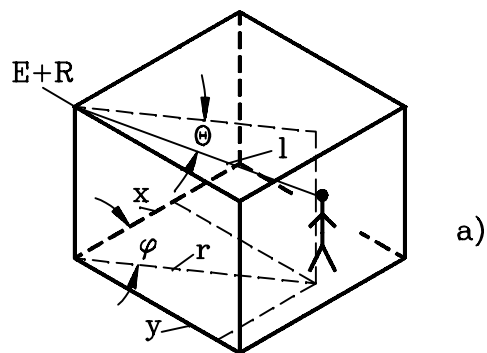
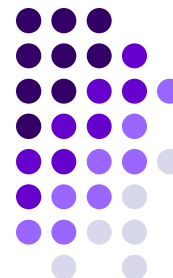


Corelarea semnal acustic emis - ecou recepționat

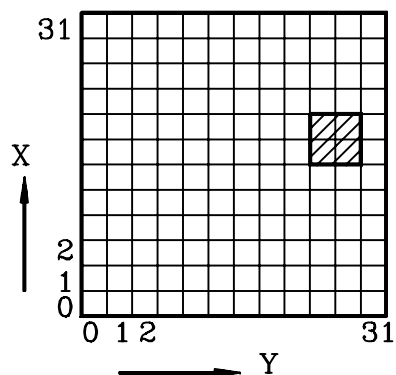
$$d_i = (d + d_i) - d \quad (i = 1, 2, 3)$$

$$d = \frac{\Sigma(d + d_i)^2 - 3R^2}{2 \cdot \Sigma(d + d_i)}$$

## Alta metoda



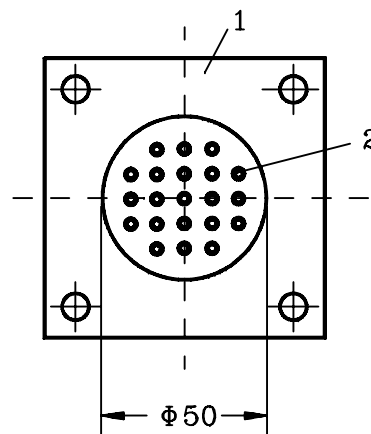
a)



b)

Zona de locatie: a - spatiul obiect b - proiectia discretizata a spatiului obiect

$$\begin{cases}
 l = \frac{c \cdot t}{2} \\
 r = l \cdot \cos \theta \\
 x = r \cdot \cos \Phi \\
 y = r \cdot \sin \Phi
 \end{cases}$$

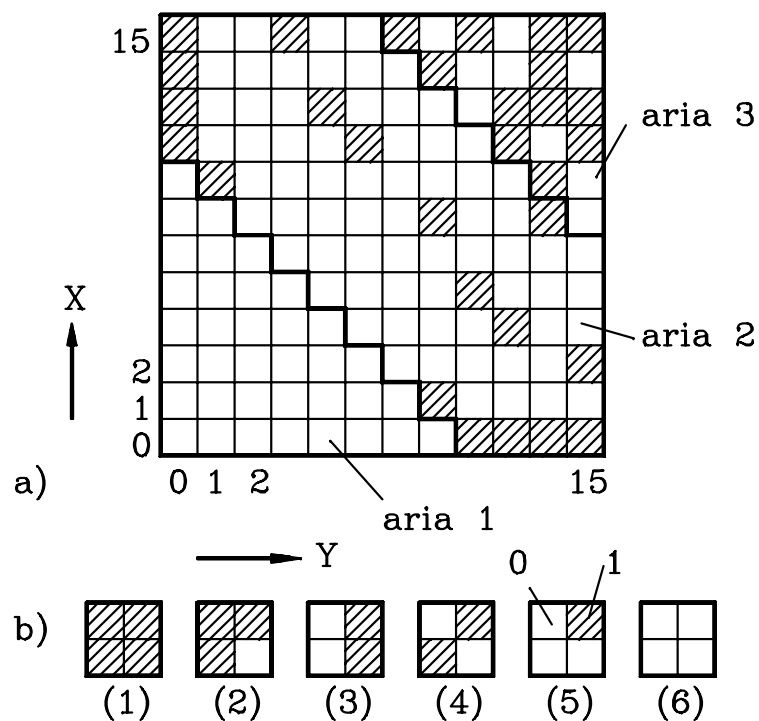
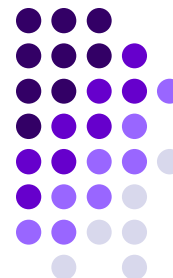


Matrice senzoriala emitoare:  
1- carcasa; 2-senzor

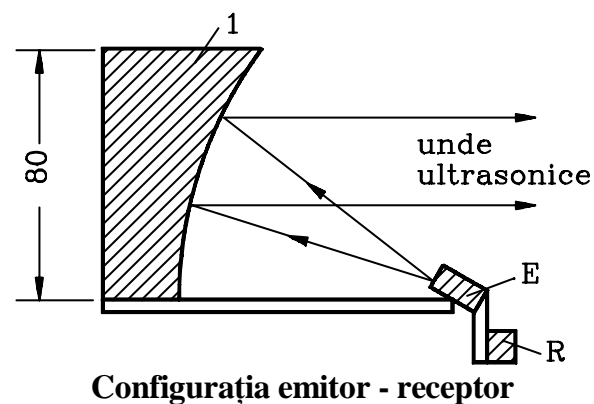
- ecoul individual de localizare - un pixel într-o proiectie binară a imaginii ("imaginea ecou") de 32 x 32 pixels;
- coordonata fiecărui pixel în imaginea ecou = centrul fiecărei secțiuni

$$X = \left[ \frac{x}{12.5} \right] \quad Y = \left[ \frac{y}{12.5} \right]$$

## Algoritmul de lucru



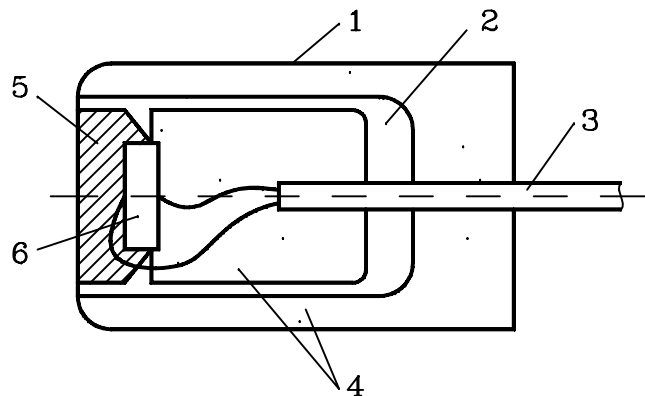
Algoritmul de recunoaștere a unui obiect punctual:  
 a - imagine ecou; b - fereastră 2 x 2 pixel



## Senzor de proximitate acustic

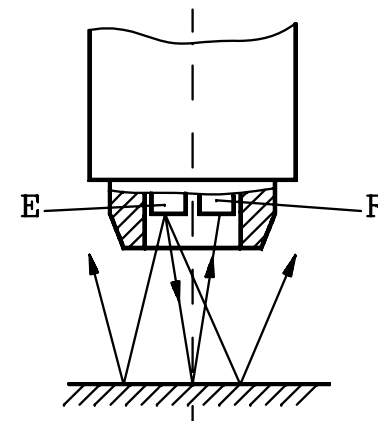
Trei zone "interzise" determină nivelul de securitate în jurul RI:

- zona de securitate** - interdicția de pătrundere în această zonă este realizată prin baraje materiale sau nemateriale.
- spațiul operațional** delimitat de limita evoluției potențiale a robotului industrial. Detectarea unui "obstacol" (operator, piese, echipamente periferice etc.) - prin senzori de proximitate: ultrasonici, optici, capacitivi, magnetici, cu efect Hall etc.
- spațiul de lucru** corespunzător aplicației robotizate. Detectarea prezenței unui "obstacol" contact.



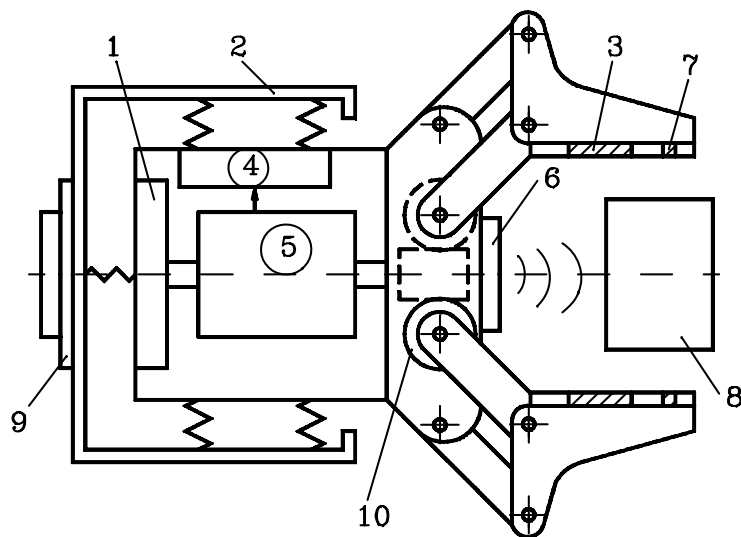
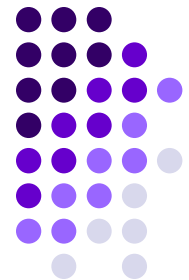
Senzor de proximitate

- 1- carcasa senzorului; 2- element metalic; 3- cablu;  
 4- material absorbant; 5- rășină naturală;  
 6-traductor piezoceramic



Senzor de proximitate  
(E - emitor; R-receptor)

## Utilizare senzori de proximitate



Efector final și senzorii aferenți

1- traductor incremental de deplasare cuplat cu arborele motorului de acționare "5";

2- senzor de forță / moment;

3- senzor ultrasonic de proximitate;

4- senzor de forță (determină forța de prehensare);

5- motor de acționare.

6- senzor ultrasonic de proximitate

7- senzori optici

8- obiect

9- flanșă pentru fixarea efectorului față de dispozitivul de ghidare

10- traductor potențiometric de deplasare.