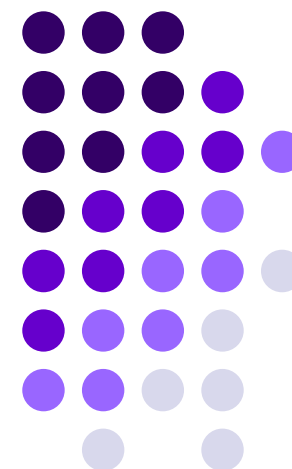
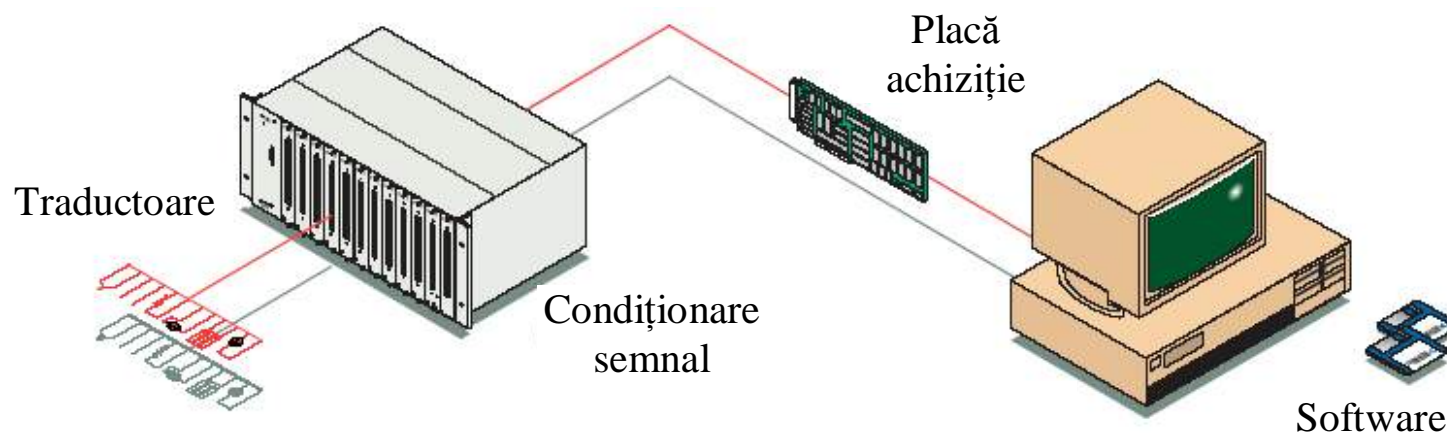
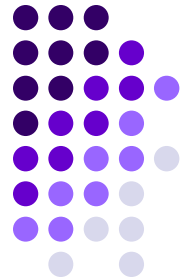


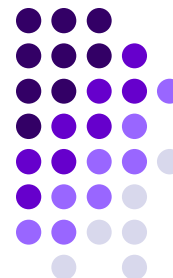
Senzori inteligenti si achizitii de date



Cuprins_5

- Introducere
- Senzor video - robot
- Principii de realizare a senzorului video
- Prelucrarea informației optice

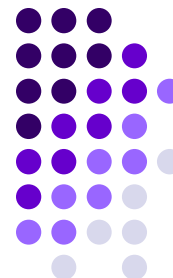




- control și inspecție: stări de suprafețe, culori, aspect, forme, contur, dimensiuni (liniare, plane sau spațiale);
- verificarea: prezenței sau absenței unui subiect, simboluri, caracter, semnătură;
- identificări și localizări de obiecte: în plan (2D) sau spațiu (3D);
- lectură (cu sau fără recunoaștere): caractere alfanumerice, valori numerice;
- urmărirea unui contur: cordon de sudură etc.

În fabricația flexibilă - 3 clase mari de utilizare a senzorilor vizuali (această împărțire nu este unică:

- a) inspecția
- b) identificarea obiectelor
- c) controlul și comanda RI.

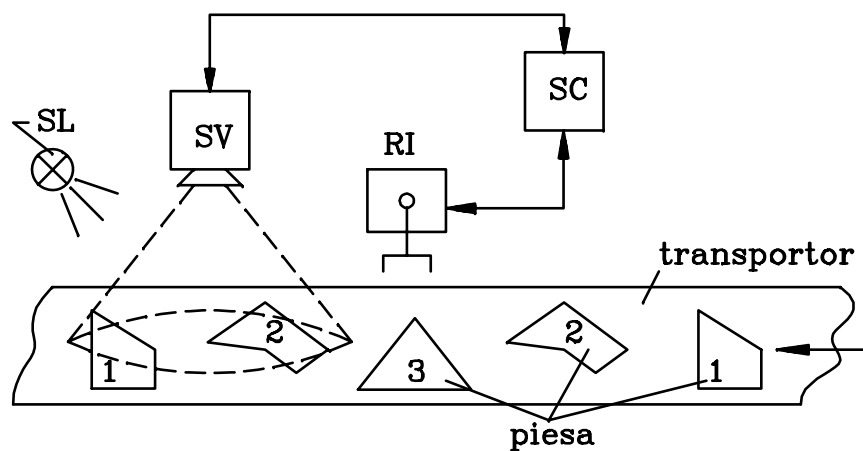


a) **Inspecția** : 70 % din aplicații

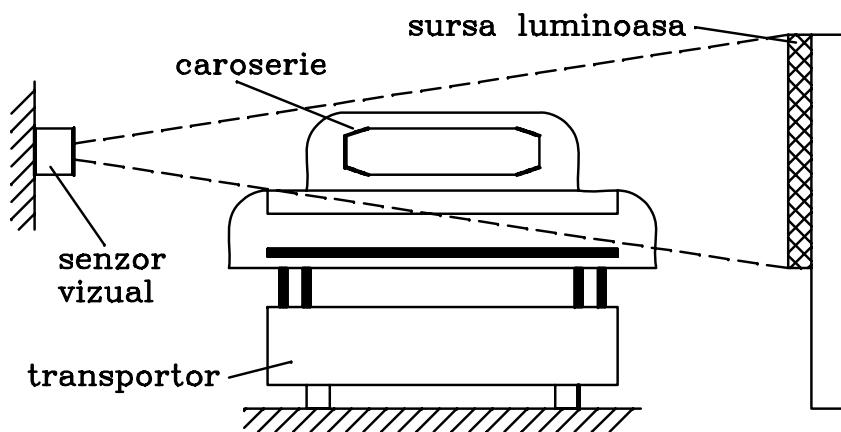
- ❖ măsurări tridimensionale;
- ❖ verificarea prezenței sau absenței componentelor în scena observată;
- ❖ controlul de calitate.
- ❖ Un exemplu edificator: inspecția măștilor fotografice pentru circuitele integrate:
 - O inspecție clasică (de ex. manuală) necesită 10 - 15 ore de muncă / mască;
 - varianta automatizată necesită 10 - 15 minute.

b) **Identificarea** : Într-o serie de aplicații industriale este necesară identificarea pieselor pentru a se lua o decizie și a se realiza un clasament

c) **Controlul și comanda RI**: pe baza informației obținute de la senzorul vizual se pot estima pozițiile de situare a unor piese, coordonatele de prehensare, se pot determina distanțe, prezența unor obstacole etc.

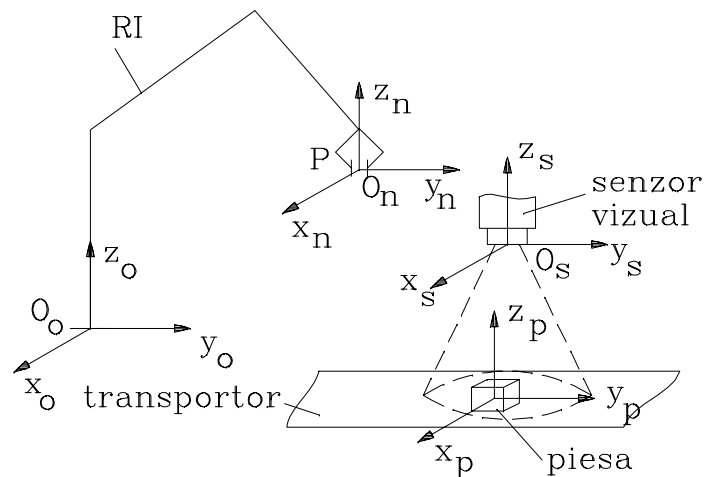


Identificarea unor piese



Recunoașterea unei caroserii

Senzor video - robot



Legatura senzor vizual-robot industrial

$$A_i^{(i-1)} = \begin{bmatrix} R_{3 \times 3} & T_{1 \times 3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

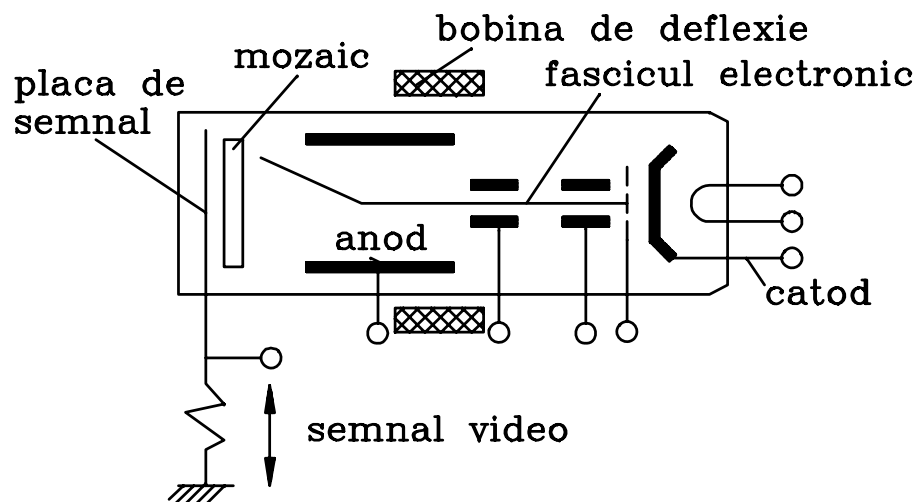
$$A_p^0 = A_s^0 \cdot A_p^s$$

$$M_{1 \times 3} = [x_p \quad y_p \quad z_p \quad 1]^T$$

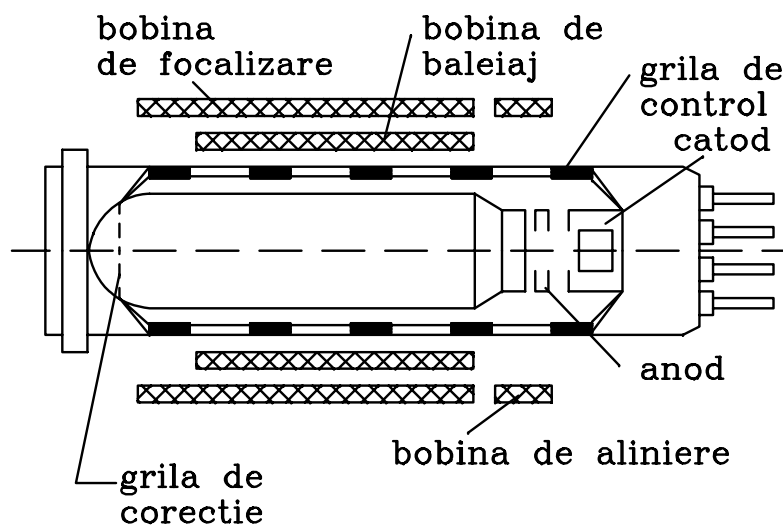
$$\begin{bmatrix} x_p^0 & y_p^0 & z_p^0 & 1 \end{bmatrix}^T = A_p^0 \cdot \begin{bmatrix} x_p & y_p & z_p & 1 \end{bmatrix}^T$$

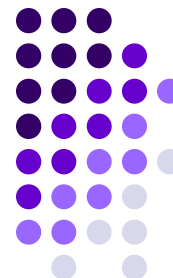
Principii de realizare a senzorilor video

Tubul orticon



Tubul vidicon

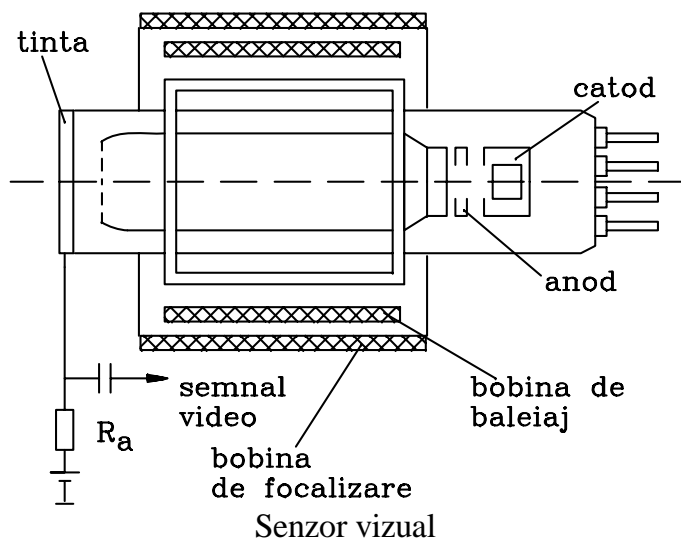
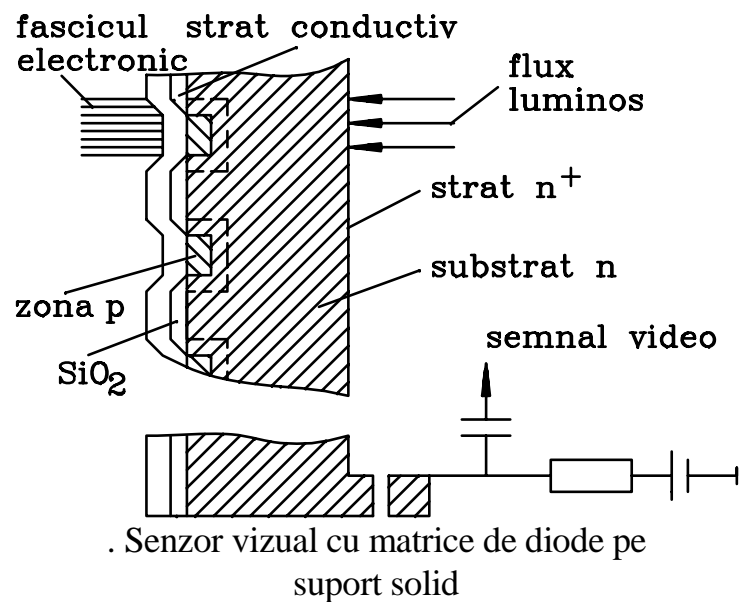


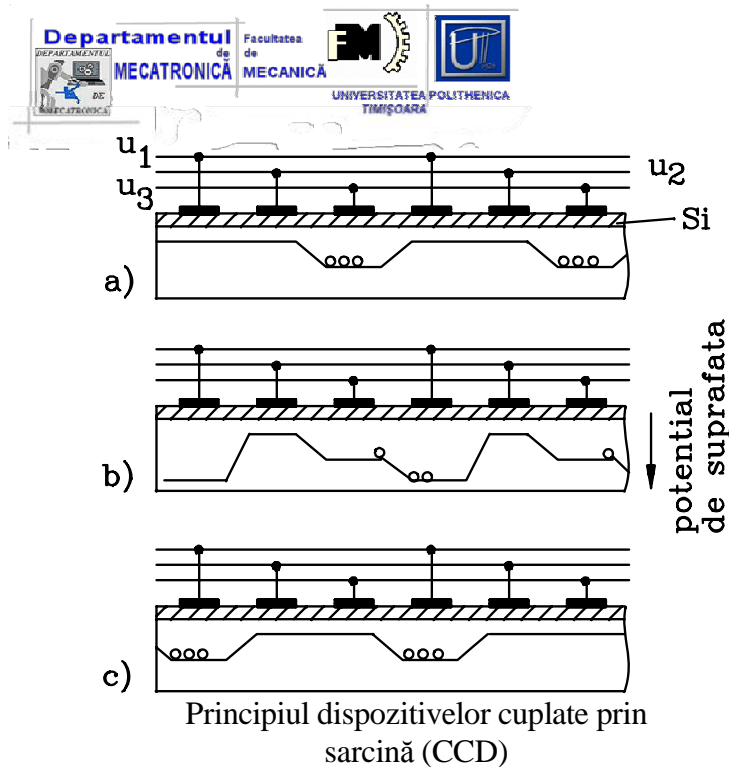


Performanțele caracteristice cerute unui tub :

- a) **sensibilitatea și caracteristica de transfer**. Tuburile vidicon posedă o fotosensibilitate ridicată. Orice precizare privind sensibilitatea trebuie să includă o referință la nivelul de iluminare și la tensiunea și curentul de obscuritate la care au fost măsurate.
- b) **răspunsul în timp sau remanența**. Remanența este consecința a doua cauze: remanența inerentă în procesul de descărcare al fasciculului electronic și inerția procesului fotoconductiv. Remanența descrește cu creșterea iluminării.
- c) **rezoluția imaginii**. Tubul vidicon posedă o rezoluție liniară înaltă (până la 700 linii de explorare). Rezoluția este limitată în principal de dimensiunea finită a fasciculului de baleiaj focalizat.
- d) **geometria imaginii**. Distorsiunea imaginii este stabilită de optica electronică a tubului ca și de acțiunea câmpurilor de baleiaj și de focalizare ale fasciculului electronic. O îmbunătățire considerabilă a geometriei se poate obține prin creșterea diametrului bobinelor de deflexie.
- e) **răspusul spectral** (dependența sensibilității de lungimea de undă)

Matrice de fotodiode pe corp solid (sidiconul)





- Conceptul transferului de sarcină a fost descris de Boyle și Smith de la Bell Telephone în 1970;

- Tehnologia dispozitivelor cu transfer de sarcină (CTD - Charge transfer device);

- Alte variante:

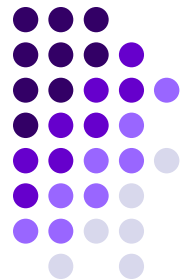
- ❖ dispozitive cu acumulare de sarcină BBD (bucket brigade devices);

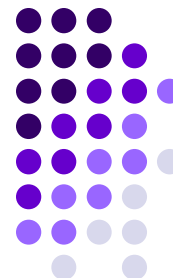
- ❖ dispozitive cu injectare de sarcini CID (charge injection devices).

- senzorul CCD = matrice de elemente fotosensibile executate pe cristal semiconductor prin metoda microfotolitografiei

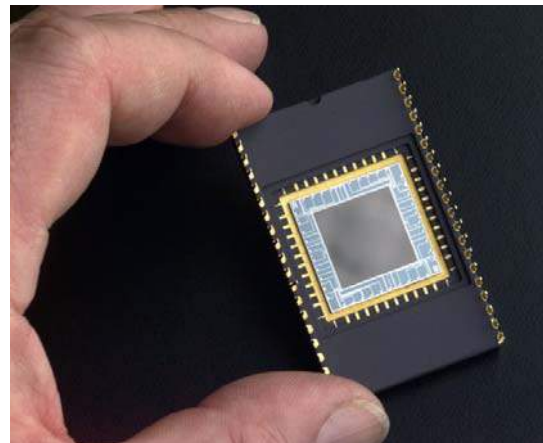
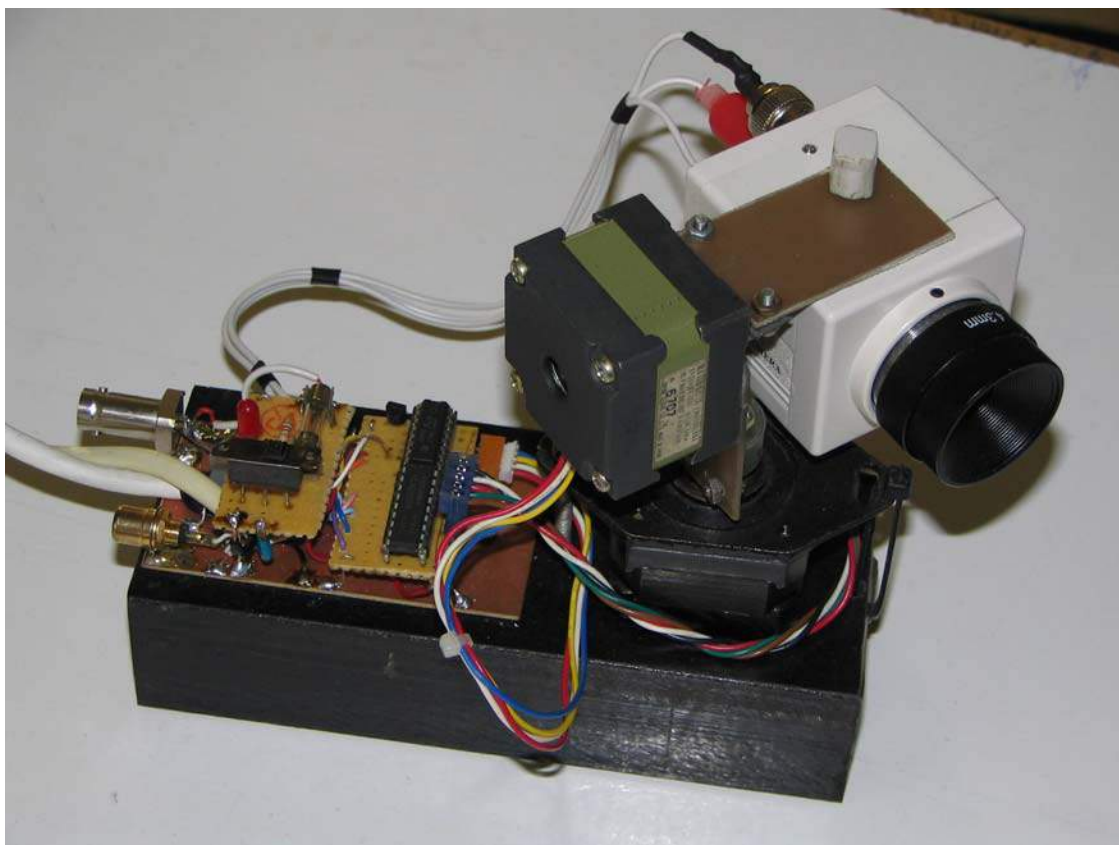
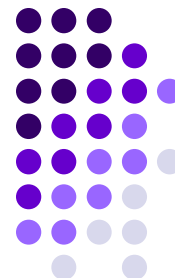
- dacă pe suprafața acestui sistem se proiectează un relief luminos în fiecare element se formează o sarcină localizată de purtători de sarcină minoritară și de mărime proporțională cu mărimea fluxului luminos pe elementul dat și cu timpul de acumulare;

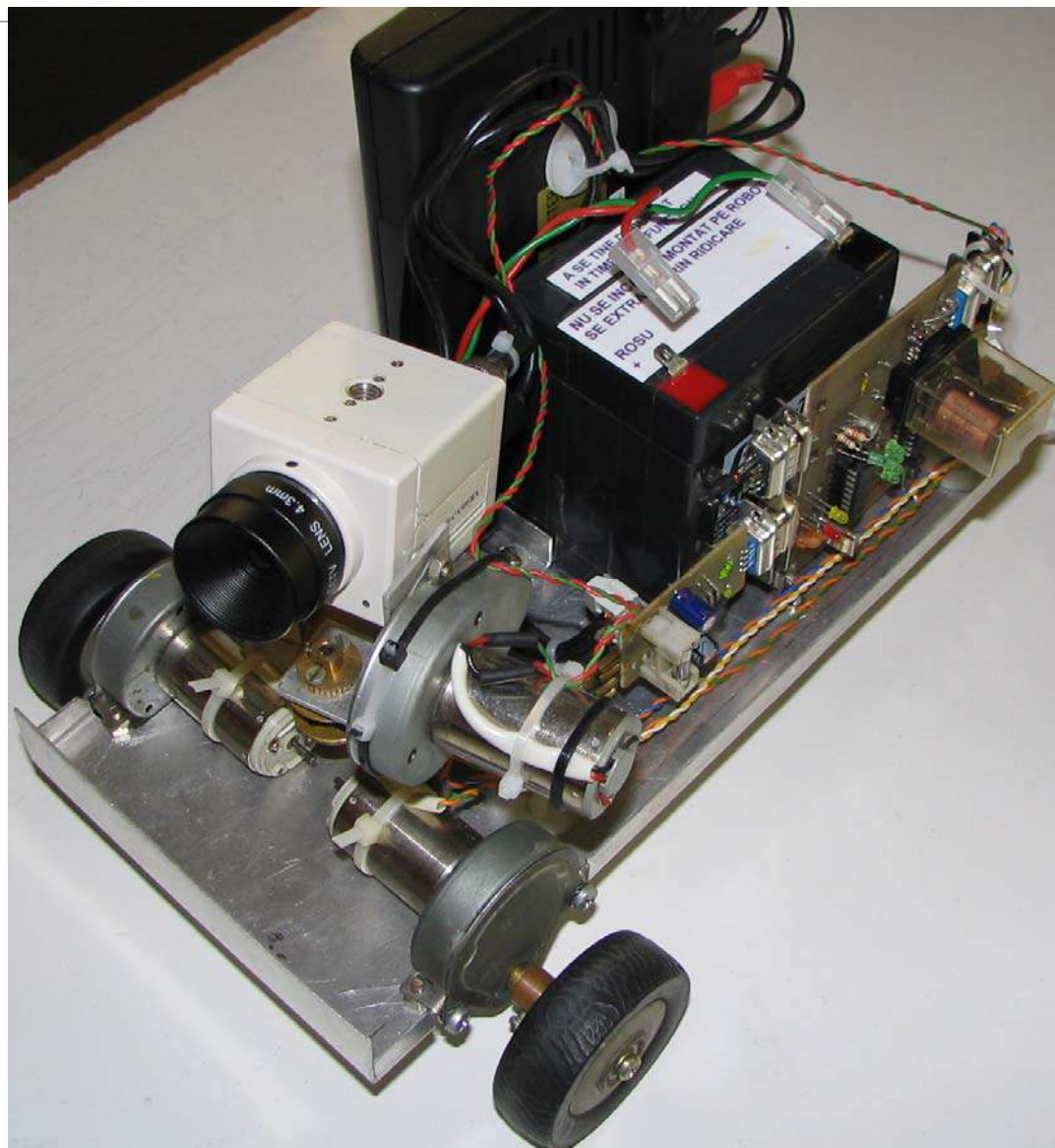
- Distribuția mărimilor sarcinilor acumulate repetă relieful luminos vizualizat.



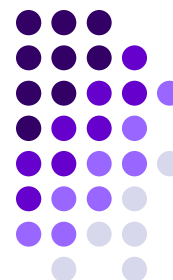


- După experirarea timpului de acumulare (de obicei este fix) sarcinile sunt deplasate succesiv pe linii și cadre și îndepărtate din structura senzorului prin dispozitivul de ieșire (registru);
- Semnalul astfel obținut formează *semnalul video*
- ***Dintre parametrii principali ai acestor senzori:***
 - ❖ ***domeniul spectral 0.2(0.4)...1,1 nm;***
 - ❖ ***fotosensibilitate integrală 500 $\mu\text{A/lx}$;***
 - ❖ ***rezoluție liniară 40...60 linii/mm;***
 - ❖ ***neomogenitate a fotosensibilității până la 10 %***

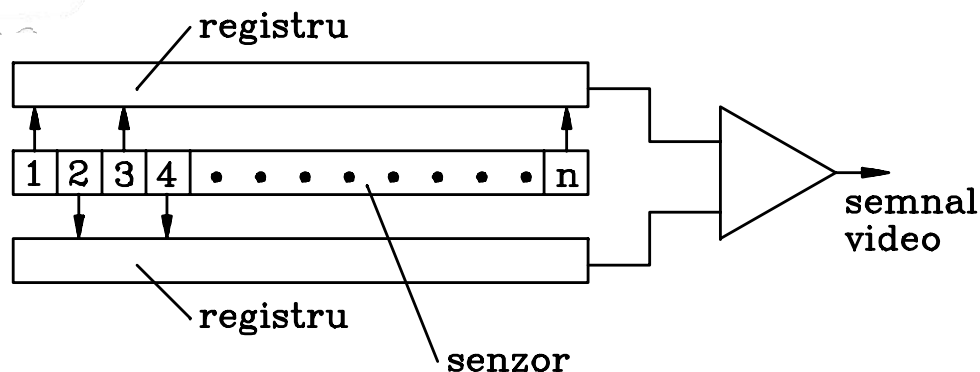




Prof. dr. ing. Valer DOLGA

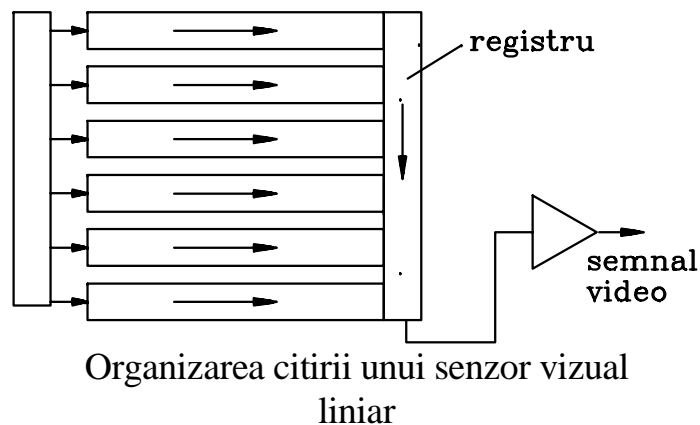


Senzori vizuali liniari

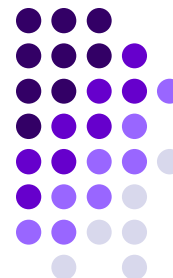


- punct sensibil = imagine elementară = **pixel**
- numărul maxim de pixeli - determinat de lungimea dispozitivului și dimensiunea fiecărui punct sensibil

Senzori vizuali bidimensionali

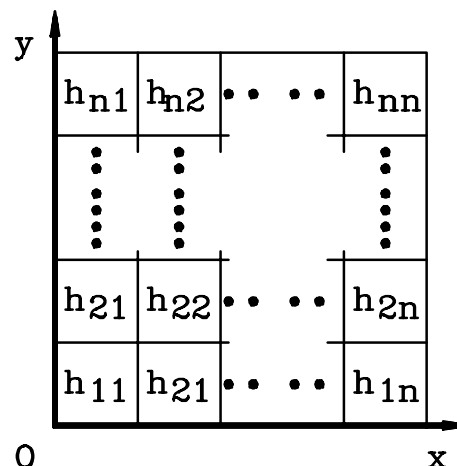


Prelucrarea informației senzorului vizual

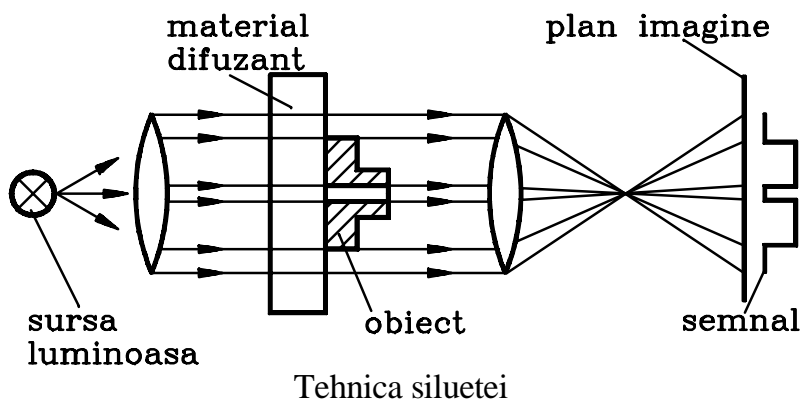


A. tratarea imaginii

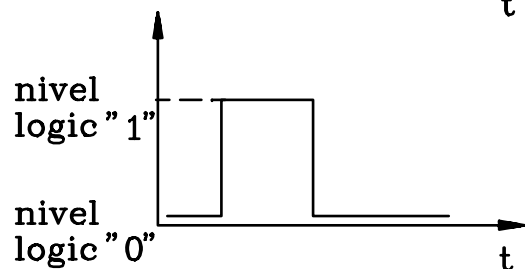
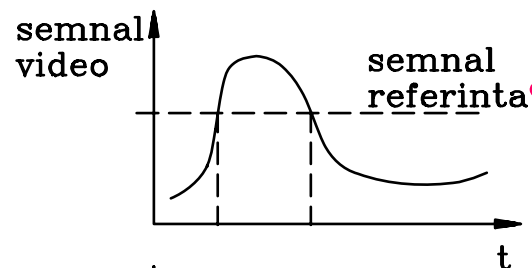
1. Metoda imaginii binare



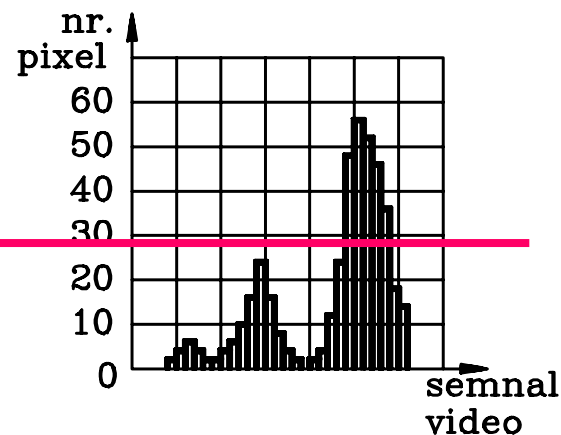
Sistemul de coordonate atașat matricii H



**Cresterea
contrastelor**



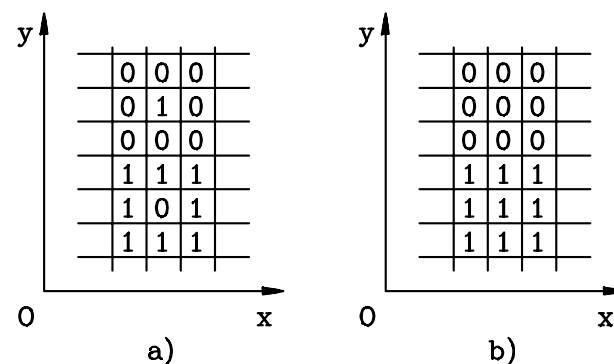
Principiul obținerii imaginii binare



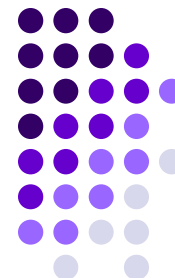
fie o imagine definită prin:

- ❖ "L" nivele de gri;
- ❖ "N" numărul total de pixeli
- ❖ "n(i)" numărul de pixeli de semnal "i"

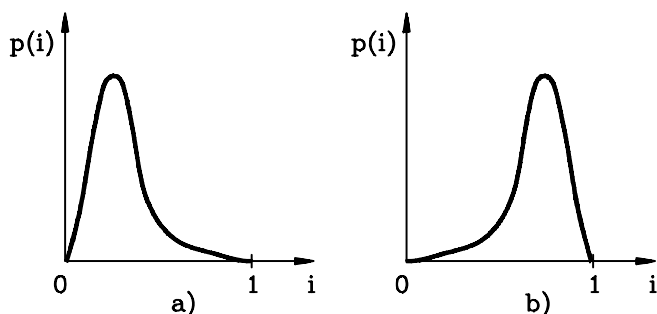
$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L [i \cdot n(i)] \\ u(j) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^j [i \cdot n(i)] \\ v(j) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^j n(i) \\ \sigma^2 = \frac{[S \cdot v(j) - u(j)]^2}{v(j) \cdot [1 - v(j)]} \end{array} \right. \rightarrow \text{max}$$



Alterarea imaginii (a) și soluționarea problemei (b)



2. Metoda nivelului de gri



Histograma în gri:

a) imagine întunecată; b) imagine luminoasă

Intensitatea atașată unui pixel este "netezită" la valoarea:

$$i(x, y) = \frac{1}{S} \cdot \sum_{n=y-q}^{y+q} \sum_{m=x-p}^{x+p} i(n, m)$$

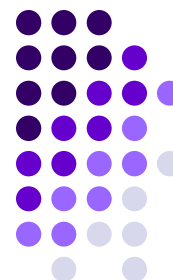
- "S" este o suprafață centrată pe pixelul vizat având coordonatele x și y;
- $S = (2p + 1)(2q + 1)$;
- $2p + 1$ este numărul de pixeli după axa x atașați suprafeței;
- $2q + 1$ este numărul de pixeli după axa y atașați suprafeței

Metoda gradientului = înlocuirea intensității fiecărui pixel printr-o valoare dependentă de punctele vecine

Suma gradientilor ponderați pe linie ("G_x") sau pe coloană ("G_y") este descrisă de operatorul matricial:

p ₁₁	p ₁₂	p ₁₃
p ₂₁	p ₂₂	p ₂₃
p ₃₁	p ₃₂	p ₃₃

Matricea 3 x 3



$$G = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 p_{ij} \cdot c_{ij}$$

- "p_{ij}" - elementele matricii nivelelor de gri din jurul punctului analizat
- "c_{ij}" sunt elementele matricii de pondere

$$C_x = \begin{pmatrix} -a_1 & 0 & a_1 \\ -a_2 & 0 & a_2 \\ -a_3 & 0 & a_3 \end{pmatrix}$$

$$C_y = \begin{pmatrix} b_1 & b_2 & b_3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -b_1 & -b_2 & -b_3 \end{pmatrix}$$

Matricea Sobel

$$C_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$C_y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

Matricea Prewitt

$$C_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$C_y = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

Amplitudinea nivelului de gri:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Orientarea nivelului de gri:

$$\theta = \arctg\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

Metoda transformatei Fourier

