

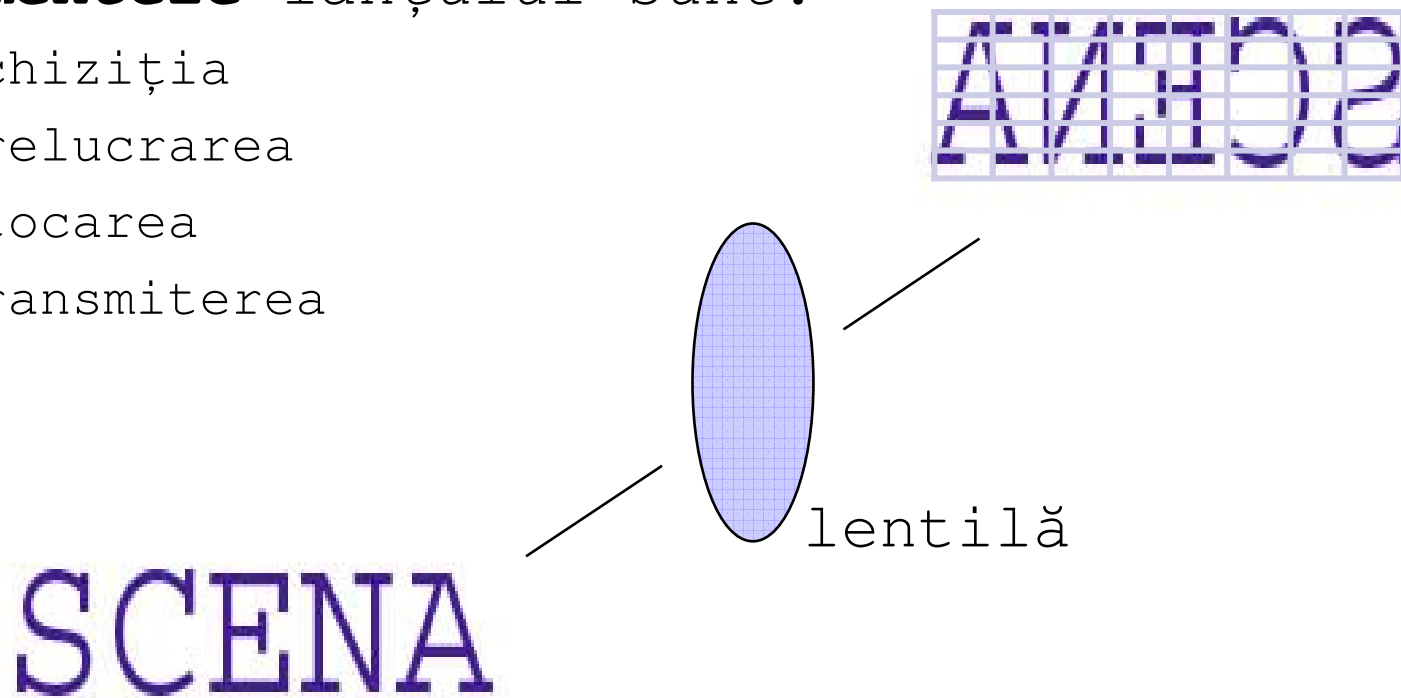


Cap. 3.1

imaginea

Lanțul imaginii (I)

- Lanțul imaginii reprezintă o modalitate de vizualizare a **creării** și **redării** oricărei imagini
- **Elementele** lanțului sunt:
 - ☐ achiziția
 - ☐ prelucrarea
 - ☐ stocarea
 - ☐ transmiterea



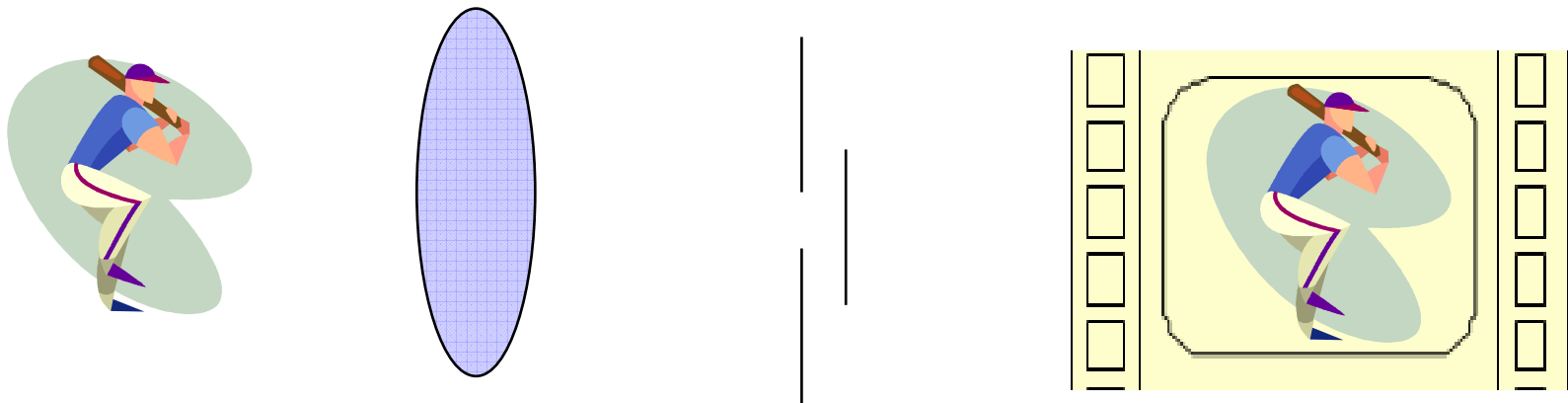


Lanțul imaginii (II)

- Orice aplicație **poate omite** anumite componente ale lanțului imaginii sau le poate utiliza într-o ordine diferită
- La achiziție, **rezoluția** imaginii este limitată de numărul fotodiodelor matricii CCD (*Charge Coupled Device* – dispozitiv cu cuplaj prin sarcină)
- Acest fapt determină **frecvența de eșantionare** a CAN-ului pentru imaginea digitală

Achiziția imaginii fotografice (I)

- 1826 - **Niepce** a realizat prima înregistrare (chimică) a unei imagini
- 1838 - Niepce și **Daguerre** au creat prima cameră foto (**daguerreotype**)
- 1895 - frații Lumiere au obținut patentul pentru **cinematograf** (16 cadre/secundă)



scenă

obiectiv

obturator

film



Achiziția imaginii fotografice (II)

- Achiziția **convențională** a imaginii necesită următoarele componente principale:
 - obiectiv
 - pentru a **focaliza lumina** dintr-o scenă pe un film fotosensibil (argint)
 - diafragmă
 - pentru a controla **cantitatea de lumină** care impresionează filmul
 - obturator
 - pentru a controla **timpul** de expunere la lumină a filmului



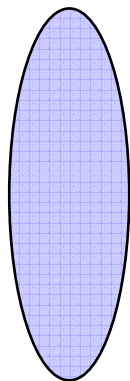
Achiziția imaginii electronice (I)

- Imaginea **electronică** este obținută utilizând:
 - elemente tradiționale: obiectiv, diafragmă, obturator
 - componente suplimentare:
 - **CCD**
 - explorarea imaginii și conversia **foto-electrică**
 - **CAN**
 - obținerea **formatului digital** al imaginii
 - **mediu de stocare**
 - memoria electronică, suport **magnetic**

Achiziția imaginii electronice (II)



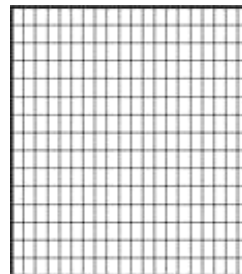
scenă



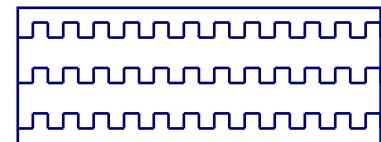
obiectiv



obturator



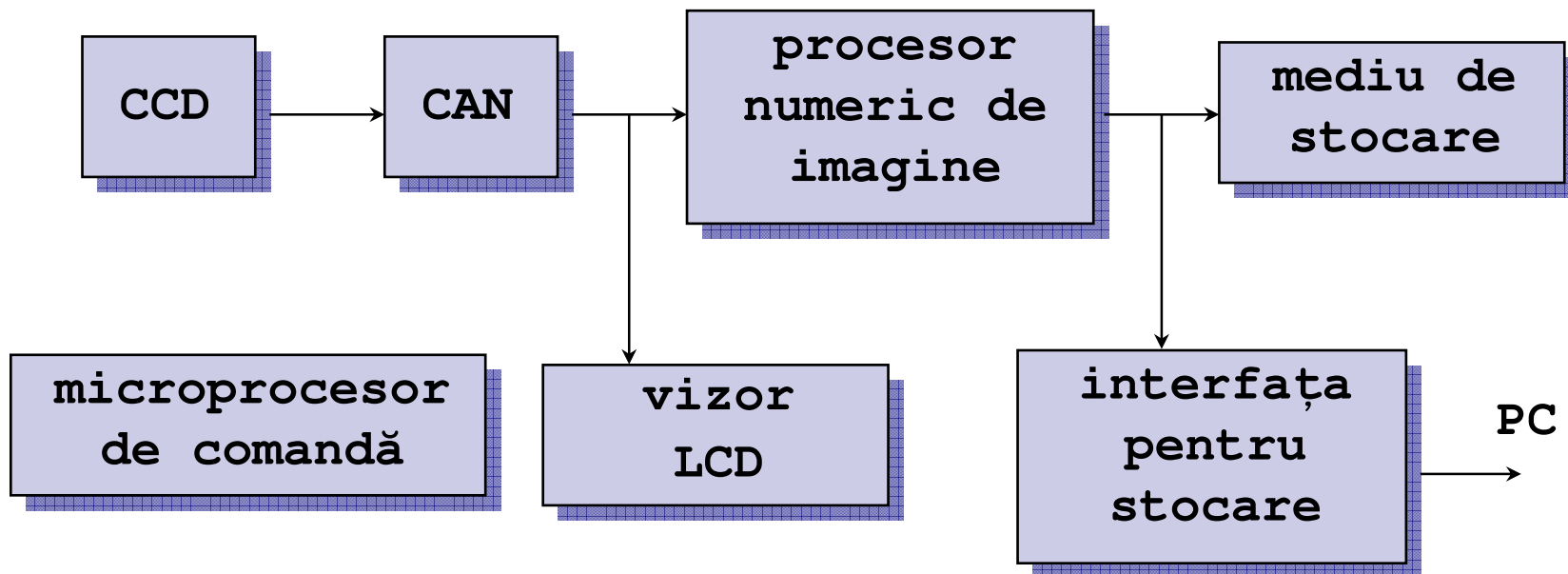
matrice
CCD



stocare
digitală

Camera foto digitală (I)

- O cameră digitală portabilă, pentru achiziția imaginilor statice, are următoarele **componente electronice**:





Camera foto digitală (II)

■ **CCD**

- pentru achiziția imaginii (conversie opto-electronică și explorare)

■ **CAN**

- pentru cuantizarea imaginii

■ **procesor numeric de imagine**

- pentru compresia imaginii și conversia formatului

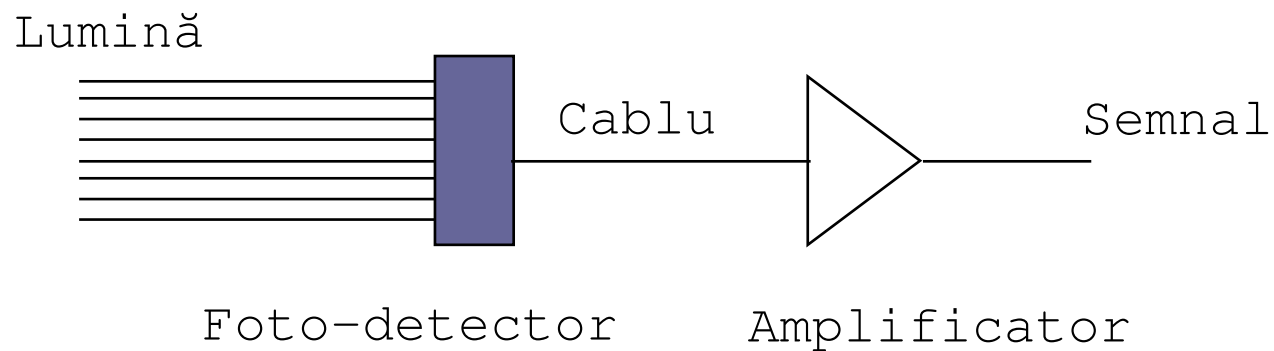
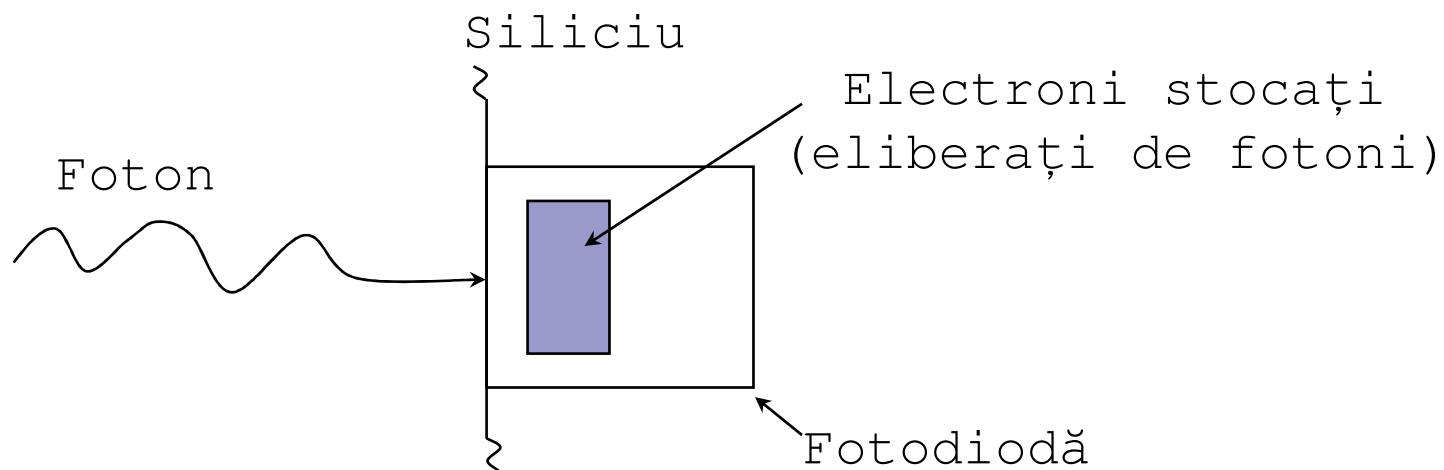
■ **sub-sistem de stocare** (digitală)

- memorie electronică, magnetică sau interfață PC

■ **microprocesor de comandă**

- pentru coordonarea procesului de achiziție (vizor LCD și reglarea automată a focalizării, a diafragmei, a timpului de expunere etc.)

Efectul foto-electric (I)





Efectul foto-electric (II)

- Fotonii sunt elemente de imagine
- **Fotonii incidenți** pe suprafața foto-detectoare cedează o cantitate de energie
- Electronii utilizează energia pentru ruperea legăturilor de valență, devenind **electroni liberi**
- Electronii liberi formează un **curent electric**, baza **semnalului generat**
- Semnalul de ieșire poate fi utilizat doar după **amplificare**
- Un foto-detector pe bază de siliciu este **sensibil** la același interval luminos ca **ochiul uman**

Dispozitiv cu cuplaj prin sarcină

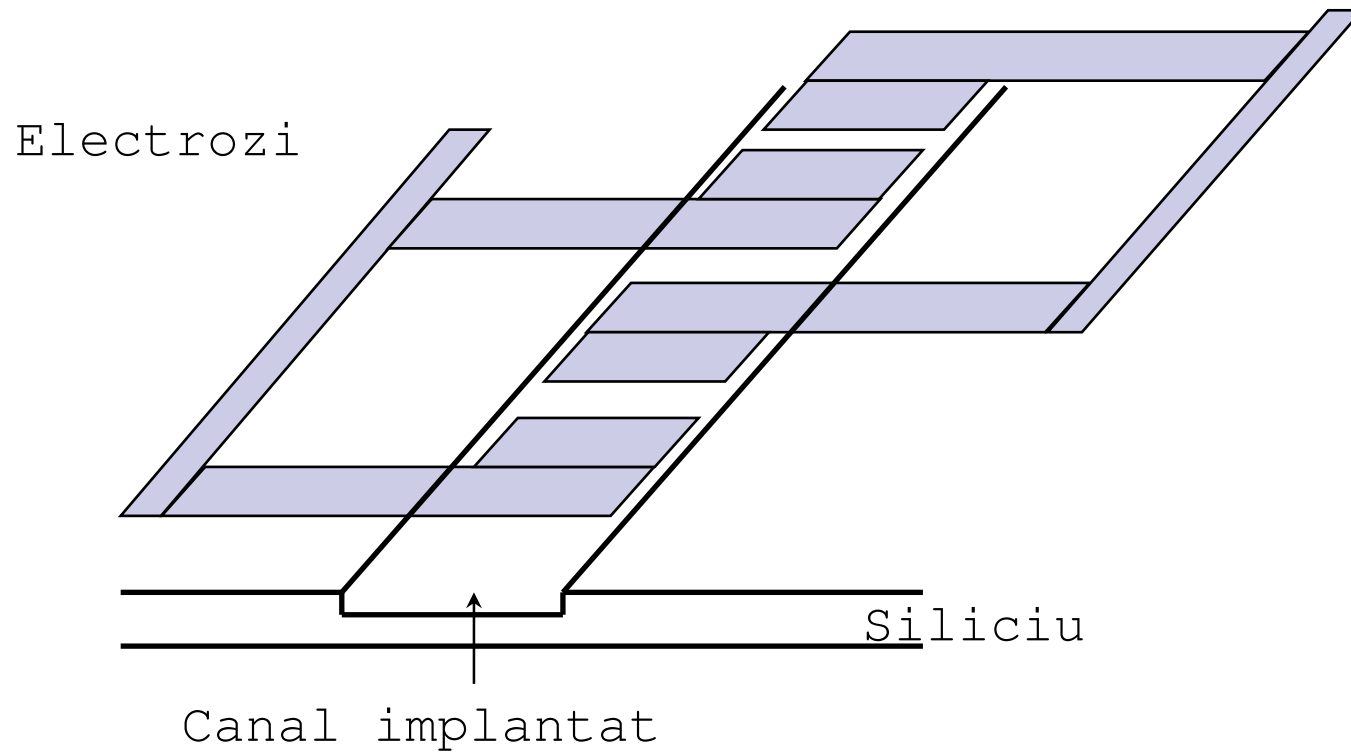
(I)

Dispozitiv foto-sensibil **bi-dimensional** $\Leftrightarrow 10^4 \div 10^6$ celule. Tehnici posibile:

- fiecare foto-diodă are un conector și un amplificator propriu (foarte complex)
- fiecare foto-diodă are un comutator pentru a o conecta la un amplificator (idem)
- CCD inventat de Bell Labs în anii '70

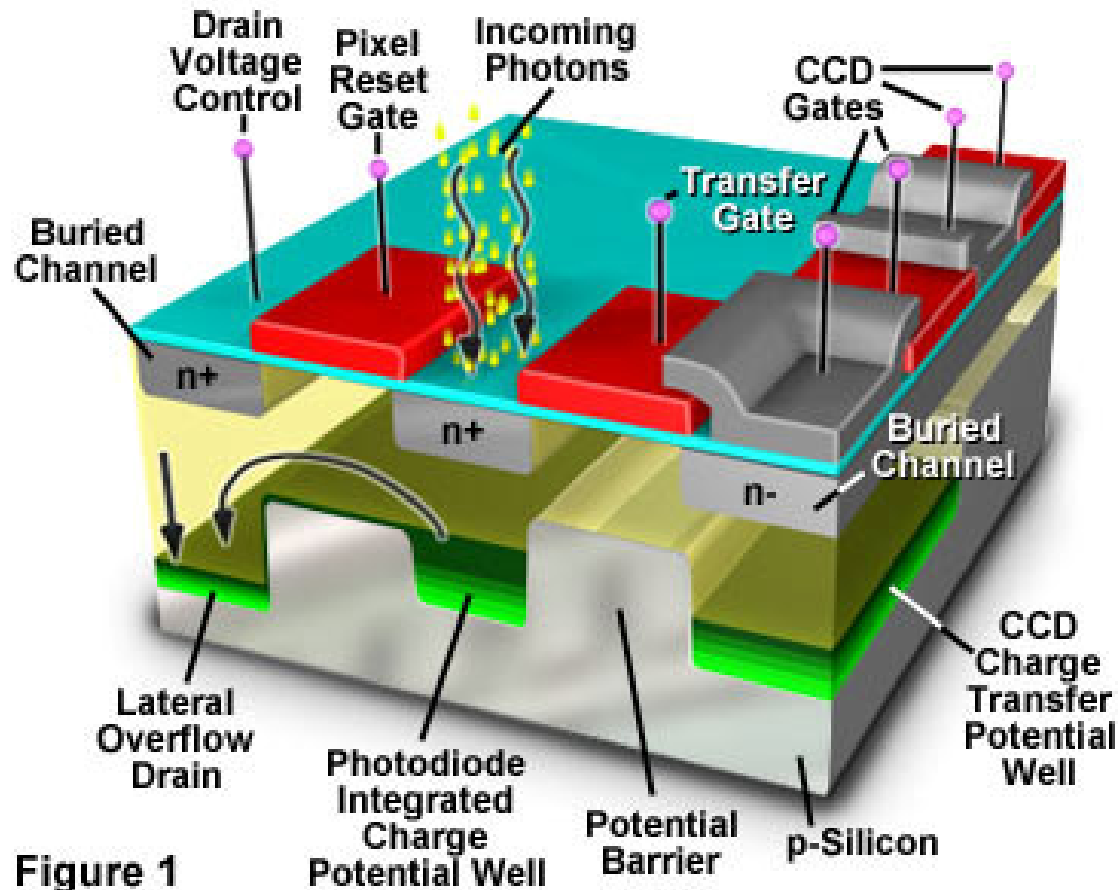
- CCD rezolvă **problema cablării**
- introduce ideea de canal
- pot trece **pachete de electroni**
- mișcarea pachetelor pe canal este controlată prin **schimbarea tensiunii** electrozilor canalului
- structura canalului ține **separate pachetele de sarcină**

Dispozitiv cu cuplaj prin sarcină (II)



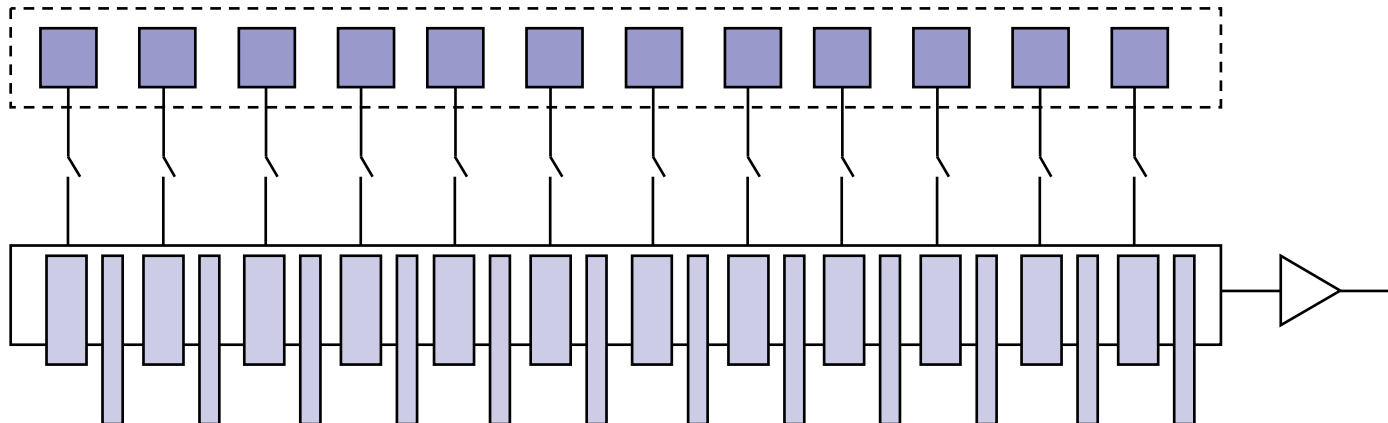
Dispozitiv cu cuplaj prin sarcină (II)

Anatomy of a Charge Coupled Device (CCD)



CCD liniare (I)

- CCD liniar este o **linie de fotodiode**
- fotodiodele crează o **imagine electronică** a scenei capturate
- CCD-ul este un **dispozitiv ce transportă** electroni (**informație de lumină**) de la fiecare fotodiodă, la amplificatorul de ieșire





CCD liniare (II)

Cum lucrează CCD liniar:

1. fotodiodele sunt drenate de electroni liberi
2. se expun fotodiodele scenei, electronii sunt generați în interiorul fotodiodelor, **proporțional cu lumina**
3. se **obturează lumina** (se închide obturatorul)
4. se închid porțile (comutatoarele) de transfer
5. electronii sunt transferați **în CCD**
6. **pachetele de electroni** sunt gata de transferat de-a lungul canalului, în timpul unei noi expuneri la scenă
7. se comută **tensiunea electrozilor** pentru a **muta** pachetele de electroni **un pas** la dreapta, spre amplificatorul de ieșire

Pasul 7 se repetă pentru **toate** fotodiodele din linie



CCD bidimensional (I)

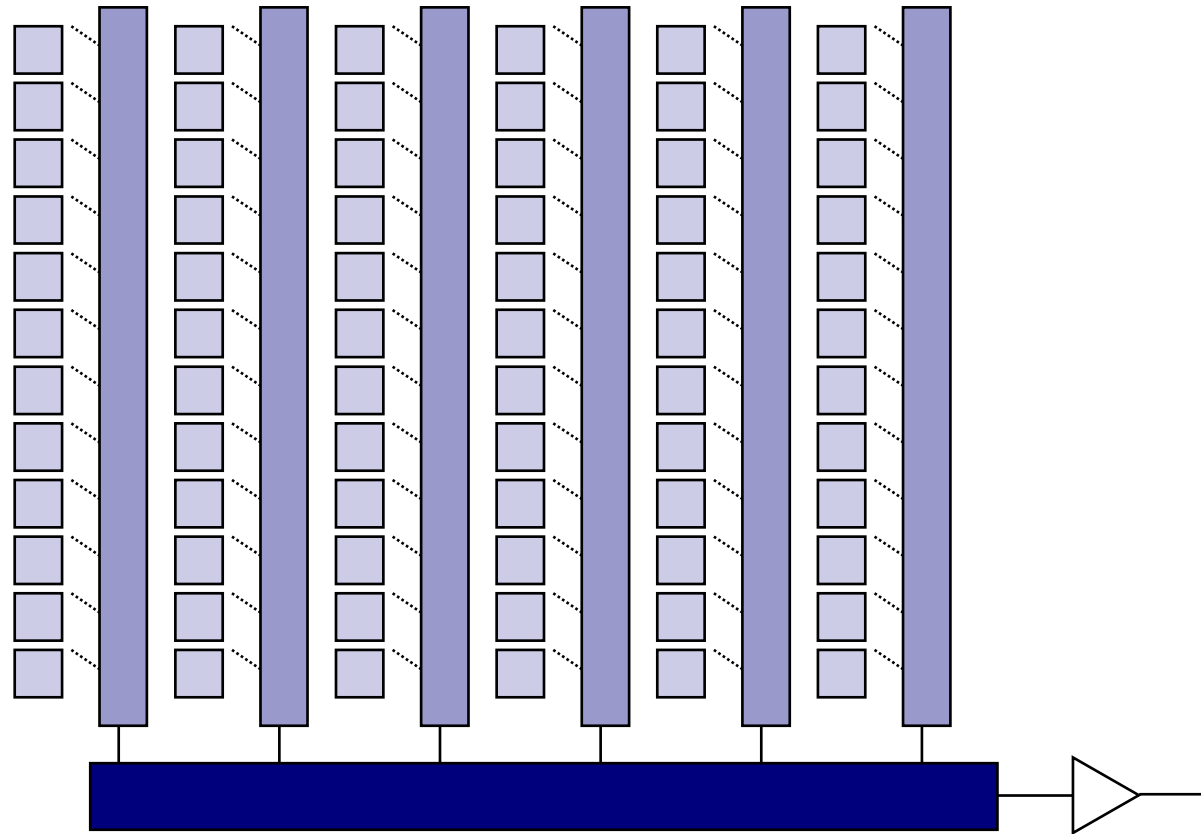
Sunt utilizate două structuri pentru CCD bidimensional

1. CCD CU TRANSFER PE LINII

- În CCD cu transfer pe linii fiecare **coloană** a foto-elementelor este conectată la canalul sau propriu
- **Avantaje:**
 - nu este nevoie de obturator
 - poate capta o nouă imagine în timp ce citește cadrul precedent
 - poate fi folosit la aplicații statice sau în mișcare
- **Dezavantaje:**
 - dificil de fabricat (litografie complexă)

CCD cu transfer interliniar (I)

- Fiecare coloană de foto-elemente (zona activă) este conectat la canalul său propriu (zona protejată, insensibilă la lumină)





CCD cu transfer interliniar (II)

Funcționarea CCD cu transfer pe linii:

1. se descarcă toate sarcinile
 2. se expun foto-elementele
 3. se închid porțile de transfer și se transferă electronii în partea protejată a rețelei
 4. se deplasează canalele cu o celulă în jos, astfel încât să fie un rând de sarcini în CCD
 5. se deplasează totul la dreapta
 6. se transferă în amplificator
-
- se repetă pasul 5 pentru o linie
 - se repetă pașii 4 și 5 pentru toate liniile



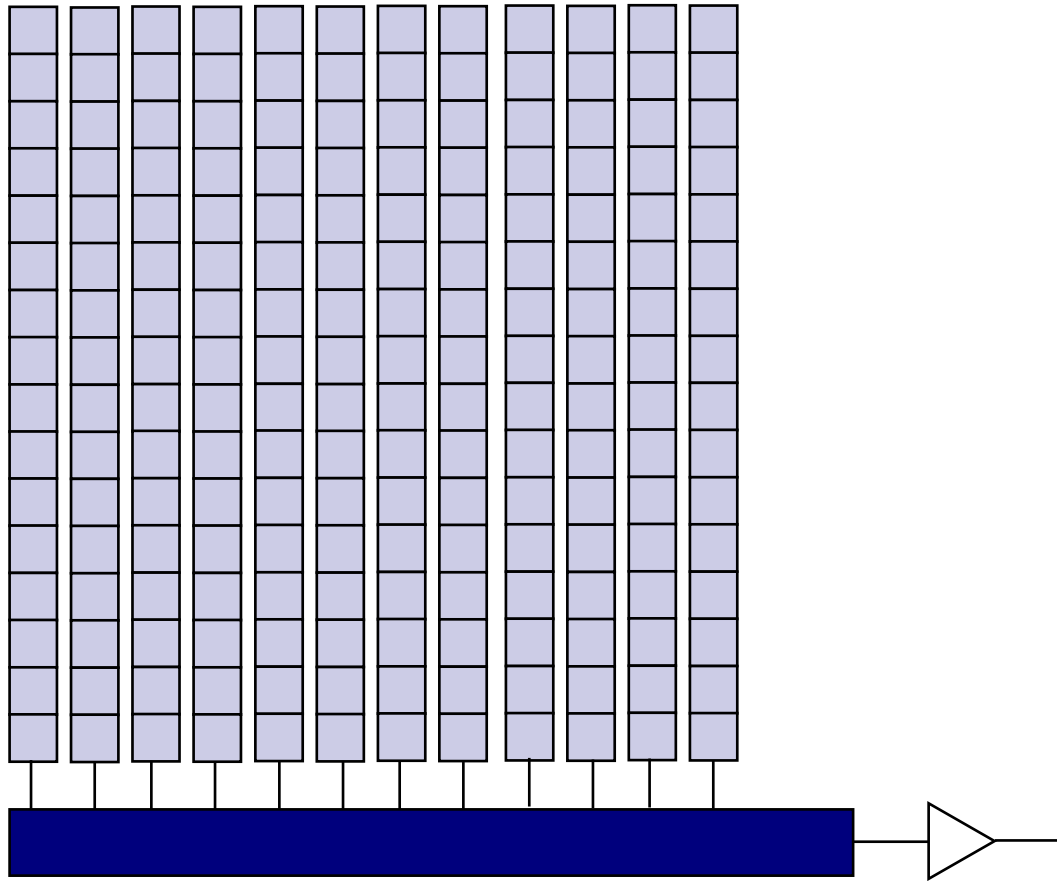
CCD bidimensional (II)

2. CCD CU TRANSFER PE CADRE

- CCD cu transfer pe cadre are toate liniile foto-elementelor conectate la un **singur** canal
- **Avantaje:**
 - simplu de fabricat
 - întreaga suprafață este fotosensibilă
 - pixelii sunt mai apropiați unul de celălalt
- **Dezavantaje:**
 - necesită obturarea luminii în timpul transferului cadrului

CCD cu transfer de cadre (I)

- Toate liniile foto-elementelor sunt conectate la un singur canal





CCD cu transfer de cadre (II)

Funcționarea CCD cu transfer pe cadre:

1. se descarcă întreg cadrul
 2. se expun foto-elementele
 3. se obturează lumina (obturatorul trebuie să se închidă, altfel imaginea ar fi afectată de modificarea scenei)
 4. se deplasează un întreg rand jos în canal
 5. se deplasează la dreapta în amplificator
-
- se repetă pasul 5 pentru o linie
 - se repetă pașii 4 și 5 pentru toate liniile



CCD color (I)

- Rețeaua CCD este sensibilă la toate culorile luminii din spectrul vizibil
- Ochiul uman are o **sensibilitate selectivă** la culoare:
 - **$Y = 0,3 R + 0,59 G + 0,11 B$**
- Un CCD color trebuie să proceseze lumina cu toate componentele sale

Tehnici posibile:

1. pixelii individuali devin sensibili la lumină doar la o anumită bandă îngustă de lungimi de undă, folosind filtre de culoare roșu, verde și albastru



CCD color (II)

2. cele trei componente de culoare a oricărei imagini sunt obținute prin trei **expuneri consecutive**, lentilele fiind acoperite succesiv cu filtre de culoare roșu, verde și albastru; această tehnică nu este recomandată scenelor în mișcare
3. camerele video utilizează o structură **GCMY**, cu o bună performanță la **lumina slabă**, utilizând patru filtre:
 - a. **G (Green)** : verde
 - b. **C (Cyan)** : turcoaz = verde + albastru
 - c. **M (Magenta)** : purpuriu = roșu + albastru
 - d. **Y (Yellow)** : galben = roșu + verde