

# Cuprinsul cursului

- 1. Introducere
- 2. Metode pentru operații de I/E
- 3. Magistrale
- 4. Module de extensie pentru sisteme înglobate
- 5. Afișaje ale calculatoarelor
- 6. Adaptoare grafice
- 7. Discuri optice

# 5. Afișaje ale calculatoarelor

- Afișaje cu cristale lichide
- Afișaje cu diode organice
- Afișaje cu hârtie electronică
- Afișaje cu puncte cuantice

# Afișaje cu cristale lichide

- Cristale lichide
- Tehnologia *Twisted Nematic*
- Tipuri ale luminii de fond
- Tehnici de adresare
- Parametrii afișajelor
- Tehnologia *Vertical Alignment*
- Tehnologia *In-Plane Switching*

# Cristale lichide (1)

- **Cristale lichide**: descoperite în 1888
  - Schimbarea stării substanței numită **benzoat de colesteril** din starea solidă în cea lichidă
- Substanțe care prezintă o **anizotropie** a proprietăților → variabile în funcție de direcția de măsurare
- Starea de echilibru – **mezomorfă**
  - Stare între cea solidă cristalină și lichidă



# Cristale lichide (2)

- Lumina care trece prin cristalele lichide urmează alinierea moleculelor
- Aplicarea unui câmp electric sau magnetic modifică alinierea moleculelor cristalelor lichide
- Trei tipuri de cristale lichide:
  - Termotropice
  - Liotropice
  - Metalotropice

# Cristale lichide (3)

- Cristale lichide **termotropice**
  - Tranzitează în diferite faze odată cu schimbarea temperaturii
- Cristale lichide **liotropice**
  - Prezintă tranziții de fază determinate de concentrația moleculelor într-un solvent
- Cristale lichide **metalotropice**
  - Compuse din molecule organice și anorganice
  - Tranzițiile de fază depind și de raportul de compoziție organic / anorganic

# Cristale lichide (4)

- **Fazele** cristalelor lichide termotropice
  - Temperatură înaltă: faza lichidă (izotropă)
  - Temperatură scăzută: faza solidă (cristalină)
  - Faza **nematică**
  - Faza **smectică**
  - Faza **colesterică**
- Tipuri de ordonare pentru faze:
  - Ordine pozițională a moleculelor
  - Ordine de orientare a moleculelor



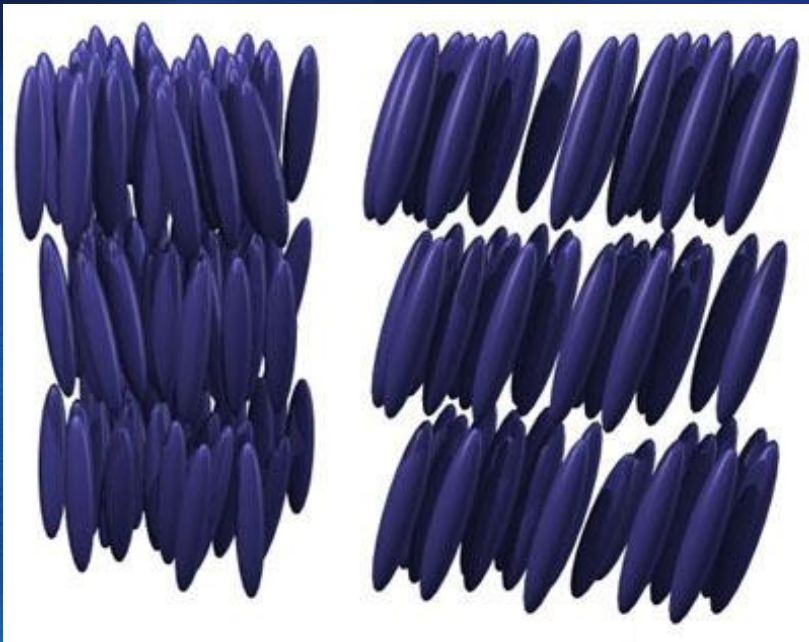
# Cristale lichide (5)



- Faza nematică (N)
  - *Nema* – fir; *nemato* – filiform (lb. greacă)
  - Molecule filiforme
  - Fără ordine pozițională
  - **Ordine de orientare** aprox. paralelă → director
  - Pot fi aliniate ușor cu un câmp electric



# Cristale lichide (6)



- Faza smectică (Sm)
  - Moleculele păstrează ordinea de orientare
  - Se aliniază în straturi
  - Ordine pozițională după o direcție
  - SmA (stânga)
  - SmC (dreapta)
  - Există și alte faze Sm

# Cristale lichide (7)



- Faza colesterică

- Tipică pentru esteri ai colesterolului → colesteric
- Molecule **chirale**: fără plan intern de simetrie
  - **Nematice chirale** ( $N^*$ )
- Structură similară cu o stivă de straturi nematice 2D
  - Directorul din fiecare strat este răsucit
- **Twisted nematic** (TN)

# Afișaje cu cristale lichide

- Cristale lichide
- Tehnologia *Twisted Nematic*
- Tehnici de adresare
- Tipuri ale luminii de fond
- Parametrii afișajelor
- Tehnologia *Vertical Alignment*
- Tehnologia *In-Plane Switching*



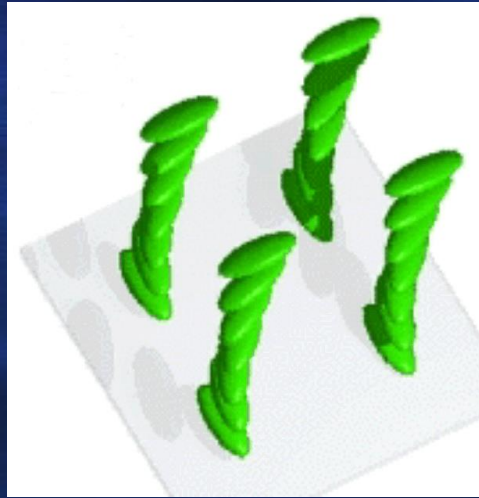
# Tehnologia *Twisted Nematic*

- Tehnologia *Twisted Nematic*
  - Principiul de funcționare
  - Structura afișajului
  - Tehnologia *Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Double Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Film Super-Twisted Nematic*

# Principiul de funcționare (1)

- Afișajele cu cristale lichide sunt **pasive**
- Utilizează o sursă de lumină (de fond) sau o oglindă (reflectă lumina ambientală)
- Funcționarea se bazează pe proprietățile **luminii polarizate**
  - Undele de lumină sunt orientate în paralel cu o anumită direcție specifică
  - Se poate obține cu un **polarizator**

# Principiul de funcționare (2)



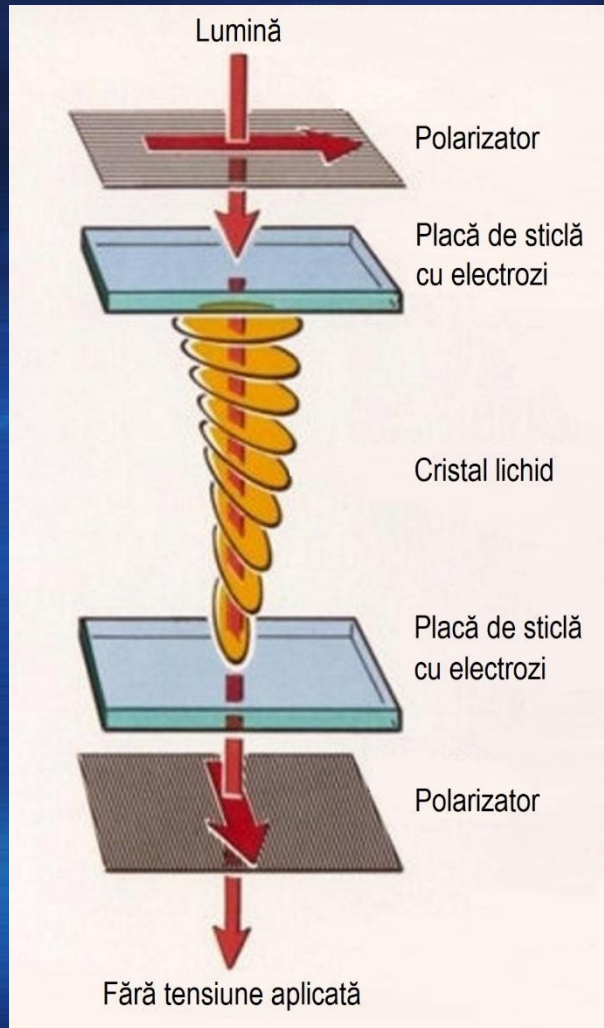
- Lumina polarizată trece printr-un strat de cristale lichide *Twisted Nematic* (TN)
  - Lumina urmează alinierea moleculelor
  - Direcția de polarizare se modifică în funcție de rotirea moleculelor



# Principiul de funcționare (3)

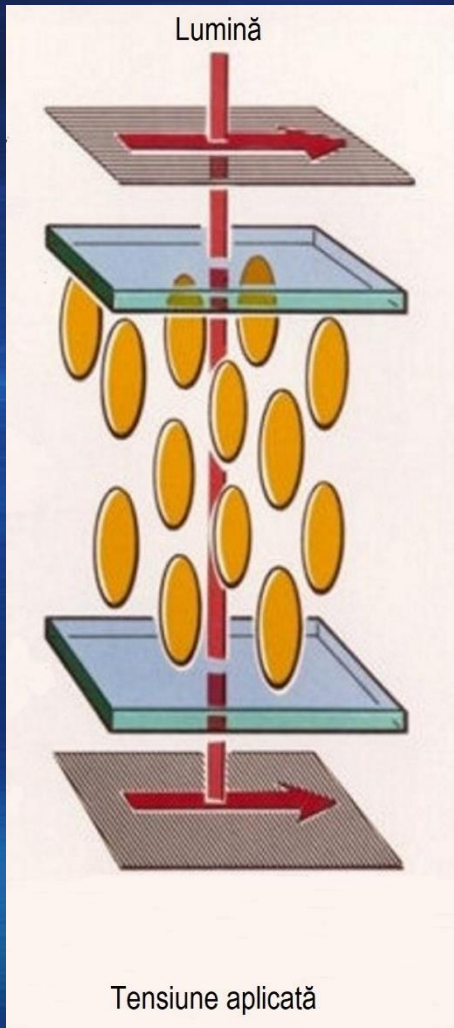
- Un pixel: cristale lichide TN introduse între doi electrozi transparenți
  - Electrozii sunt prevăzuți cu **straturi de aliniere** pentru a controla alinierea moleculelor → **caneluri**
  - Canelurile de pe cei doi electrozi sunt perpendiculare între ele
  - Rezultă o **răsucire cu  $90^\circ$**  a axelor **longitudinale ale moleculelor** de pe cei doi electrozi

# Principiul de funcționare (4)



- Două polarizatoare
- Două plăci de sticlă
- Doi electrozi transparenți
- Strat de cristale lichide TN
- Fără tensiune aplicată:
  - Lumina este polarizată de primul filtru
  - Direcția de polarizare este rotită cu  $90^\circ$
  - Lumina va trece și prin al doilea filtru

# Principiul de funcționare (5)



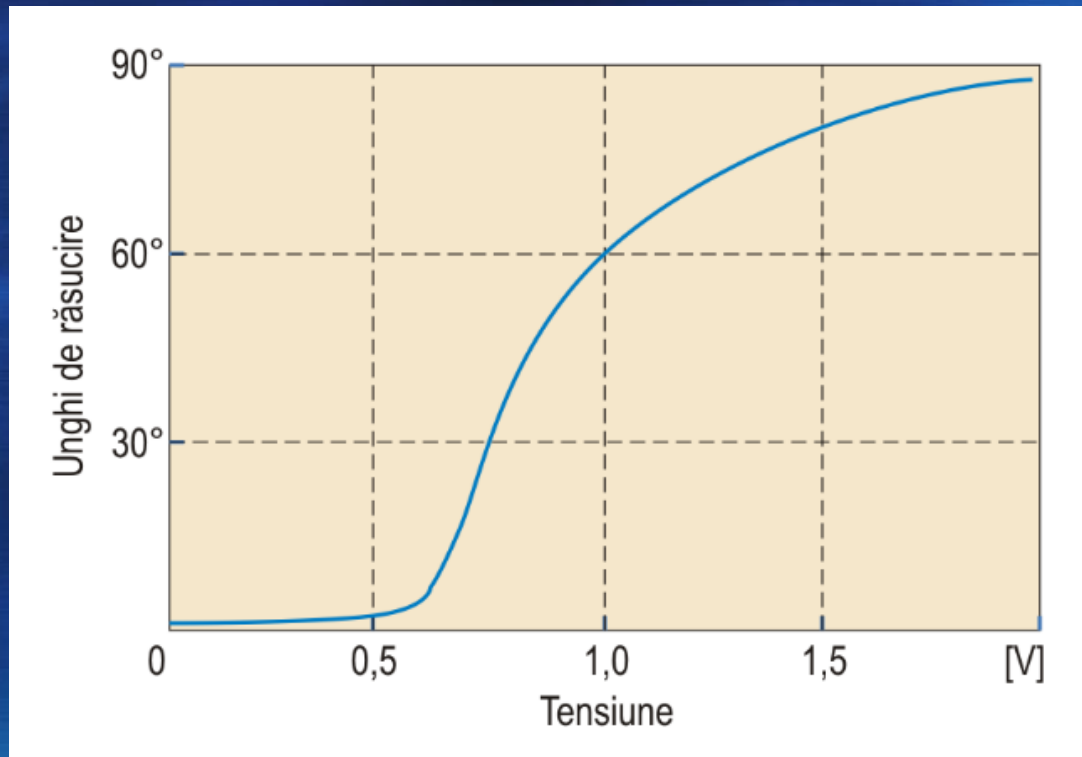
- Cu tensiune aplicată:
  - Moleculele se realiniază
  - Direcția axelor longitudinale tinde să se alinieze în paralel cu direcția câmpului
  - Undele de lumină nu sunt rotite → sunt blocate de al doilea polarizator
  - Prin controlul tensiunii, se pot obține diferite nivele de gri



# Principiul de funcționare (6)

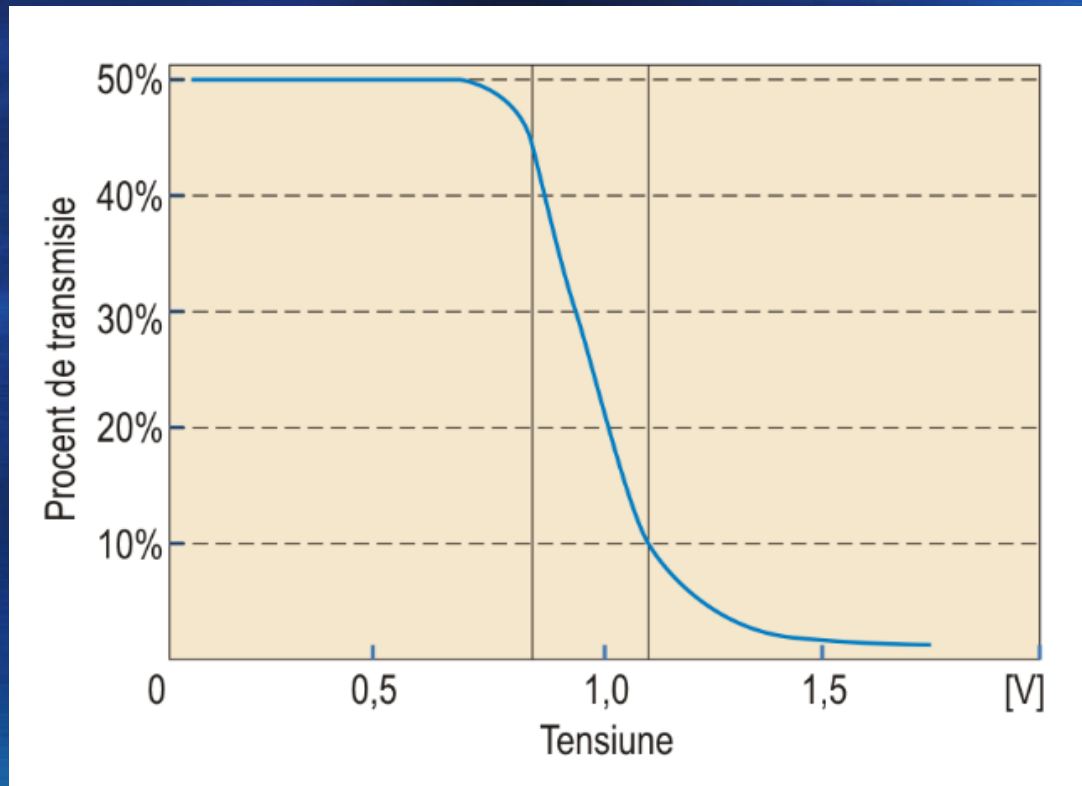
- Afișaje la care lumina este blocată în zonele asupra cărora nu se aplică o tensiune
  - Direcțiile de polarizare sunt paralele
  - Efectul optic este mai dependent de grosimea afișajului atunci când nu se aplică o tensiune
  - Ochiul este mai sensibil la variații ale luminozității în starea întunecată → imagine pătată
  - Această variantă poate crește și energia consumată

# Principiul de funcționare (7)



Răspunsul unei celule **TN** la o tensiune aplicată

# Principiul de funcționare (8)



Procentul de transmisie a luminii la o celulă **TN**



# Principiul de funcționare (9)

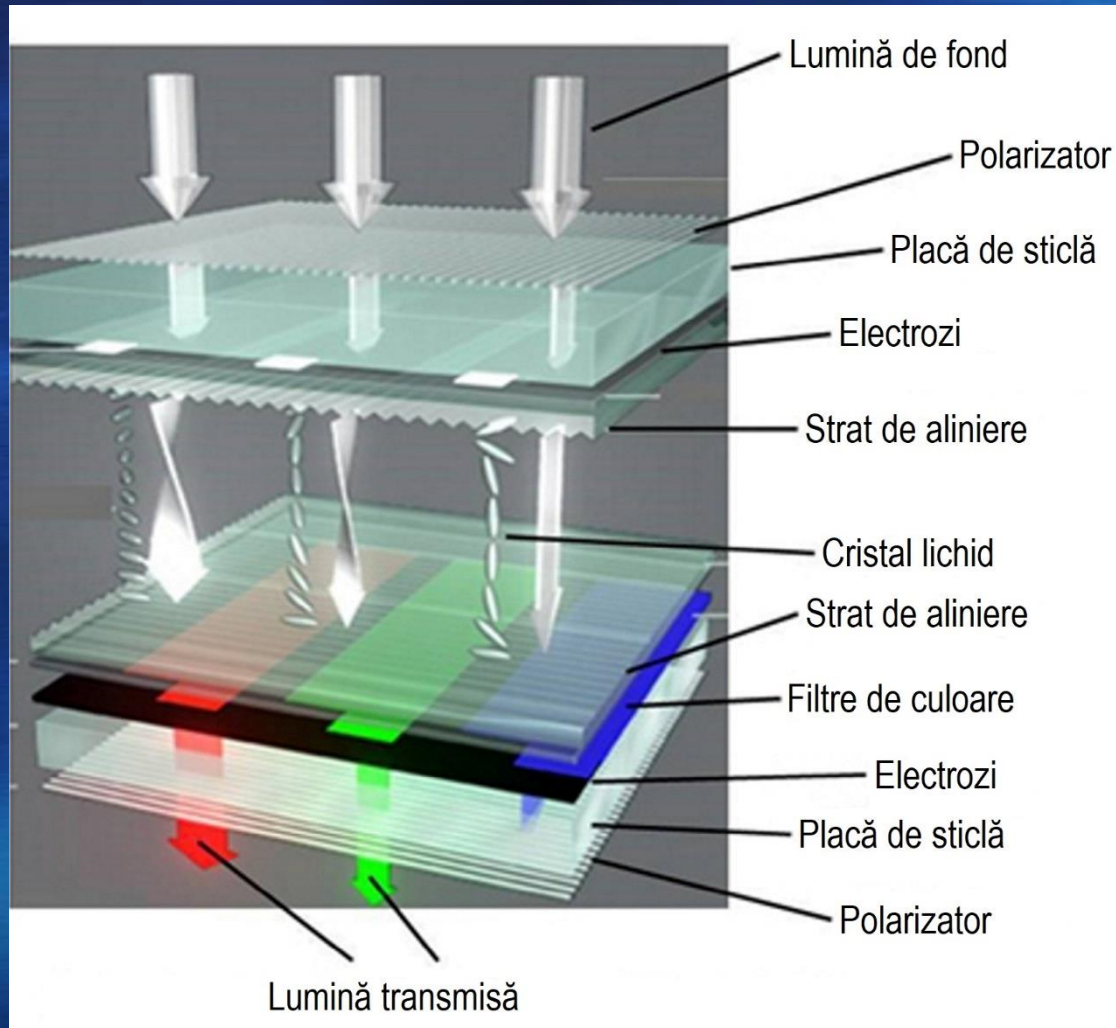
## ● Afișaje color

- Sunt necesare **nivele intermediare de luminozitate**
- **Modificarea tensiunii** aplicate celulelor
- Lumina de fond de culoare albă conține toate lungimile de undă
- Componentele de culoare se obțin prin **filtrarea culorii albe**
- Fiecare pixel este compus din **trei sub-pixeli** pentru culorile primare R, G și B → sinteză aditivă

# Tehnologia *Twisted Nematic*

- Tehnologia *Twisted Nematic*
  - Principiul de funcționare
  - Structura afișajului
  - Tehnologia *Super Twisted-Nematic*
  - Tehnologia *Double Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Film Super-Twisted Nematic*

# Structura afișajului





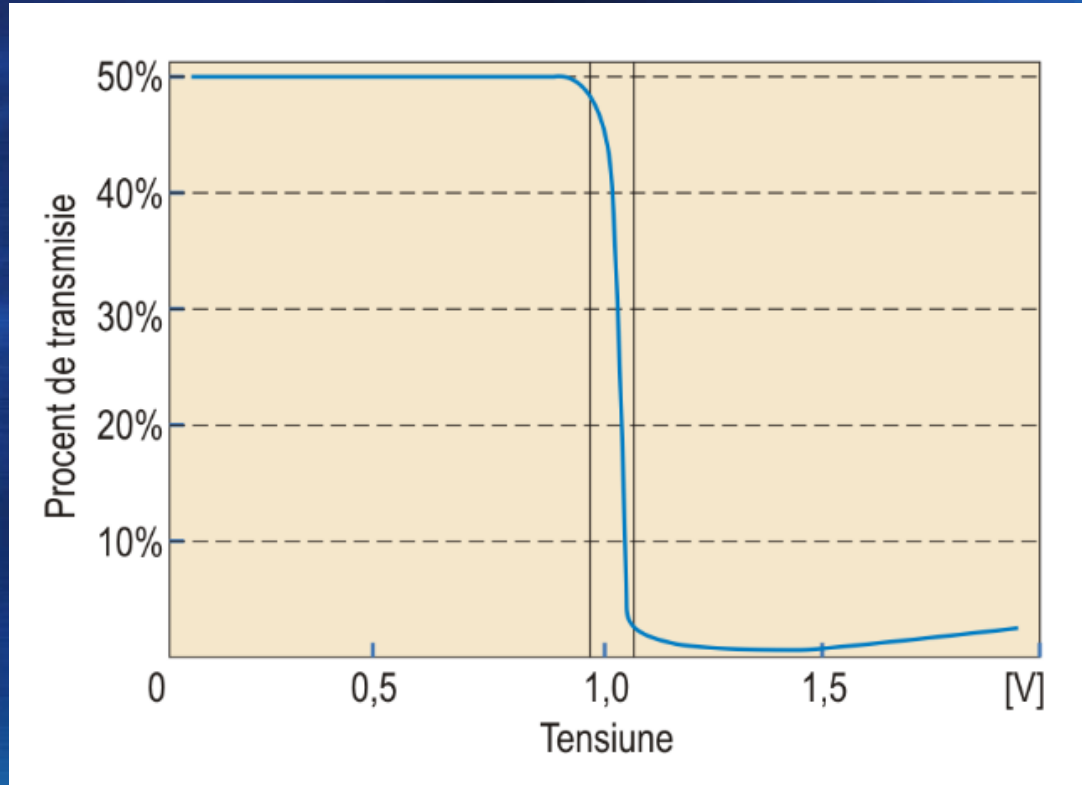
# Tehnologia *Twisted Nematic*

- Tehnologia *Twisted Nematic*
  - Principiul de funcționare
  - Structura afișajului
  - Tehnologia *Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Double Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Film Super-Twisted Nematic*

# Tehnologia *Super-Twisted Nematic* (1)

- **STN** – *Super-Twisted Nematic*
- Diferența dintre tensiunile pentru care o celulă este activă/inactivă trebuie să fie foarte redusă
- Tehnologia **TN** nu este practică pentru dimensiuni mari cu adresarea convențională
- Tehnologia **STN**: direcția luminii polarizate este rotită cu un unghi de  $180^\circ$  ..  $270^\circ$
- Diagrama indicând transmisia luminii devine mai abruptă

# Tehnologia *Super-Twisted Nematic* (2)



Procentul de transmisie a luminii pentru o celulă **STN** cu un unghi de rotire de  $270^\circ$



# Tehnologia *Super-Twisted Nematic* (3)

- **Avantaje** ale tehnologiei **STN** comparativ cu tehnologia **TN**:
  - Contrast mai ridicat
  - Unghi de vizualizare mai mare
  - Control mai simplu al procentului de transmisie a luminii prin celulele de cristale lichide
  - Permite creșterea numărului de linii care pot fi afișate simultan

# Tehnologia *Super-Twisted Nematic* (4)

- Dezavantaje ale tehnologiei STN:
  - Timp de răspuns mai mare comparativ cu tehnologia TN
  - Nivel de strălucire mai redus
  - Costuri de producție mai ridicate
  - Primele afișaje STN prezentau o colorare nedorită → spectru de transmisie deplasat
    - În starea activă: culoare galbenă
    - În starea inactivă: culoare albastruie

# Tehnologia *Twisted Nematic*

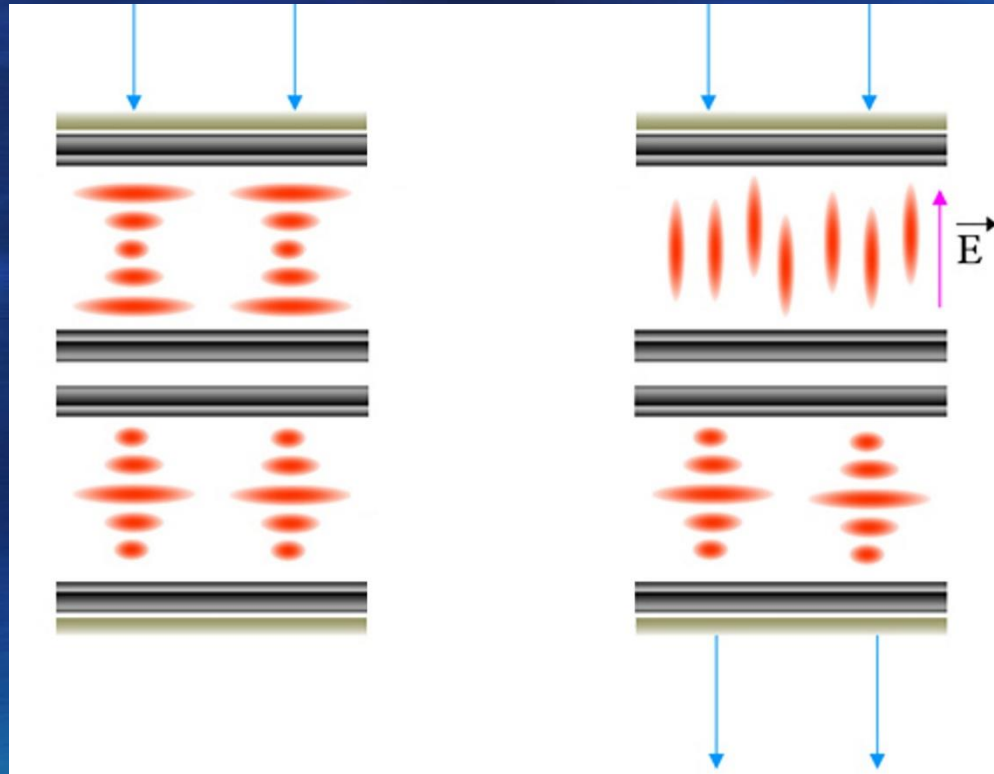
- Tehnologia *Twisted Nematic*
  - Principiul de funcționare
  - Structura afișajului
  - Tehnologia *Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Double Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Film Super-Twisted Nematic*



# Tehnologia *Double Super-Twisted Nematic* (1)

- **DSTN** – *Double Super-Twisted Nematic*
- A rezolvat problema de colorare a tehnologiei **STN** prin adăugarea unui **al doilea strat STN**
  - Fără electrozi și polarizatoare
  - **Sensul de rotire a luminii polarizate este opus** față de cel al primului strat
- În starea inactivă, deplasarea fazei datorată primului strat este compensată de stratul al doilea → pixel negru

# Tehnologia *Double Super-Twisted Nematic* (2)



Celulă **DSTN** în starea inactivă (stânga) și starea activă (dreapta)

# Tehnologia *Double Super-Twisted Nematic* (3)

- Starea activă a pixelului nu este afectată de al doilea strat **STN** → pixel alb
- Ambele straturi constau din același tip de cristal lichid → caracteristicile sunt constante
- **Dezavantaje:**
  - Este necesară o lumină de fond mai puternică
  - Costul mai ridicat
  - Grosimea și greutatea mai mare



# Tehnologia *Twisted Nematic*

- Tehnologia *Twisted Nematic*
  - Principiul de funcționare
  - Structura afișajului
  - Tehnologia *Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Double Super-Twisted Nematic*
  - Tehnologia *Film Super-Twisted Nematic*

# Tehnologia *Film Super-Twisted Nematic*

- **FSTN** – *Film Super-Twisted Nematic*
- Compensarea culorilor se obține cu un **film subțire de polimer** în locul stratului de sticlă
- **Avantaje** comparativ cu tehnologia **DSTN**:
  - Costul mai redus
  - Grosimea și greutatea mai mică
  - Sursă de lumină cu o putere mai redusă
- **Dezavantaj**:
  - Contrast mai redus

# Afișaje cu cristale lichide

- Cristale lichide
- Tehnologia *Twisted Nematic*
- Tipuri ale luminii de fond
- Tehnici de adresare
- Parametrii afișajelor
- Tehnologia *Vertical Alignment*
- Tehnologia *In-Plane Switching*



# Tipuri ale luminii de fond (1)

- Cu lămpi fluorescente

- CCFL – *Cold Cathode Fluorescent Lamp*
- Amplasate la marginile afişajului
- Pentru distribuţia uniformă a luminii: ghid de lumină şi panou difuzor
- Dezavantaj: eficienţă energetică redusă
- Pentru echipamente portabile, este necesară conversia tensiunii la o valoare ridicată
- Nu se pot realiza afişaje cu grosimi reduse

# Tipuri ale luminii de fond (2)



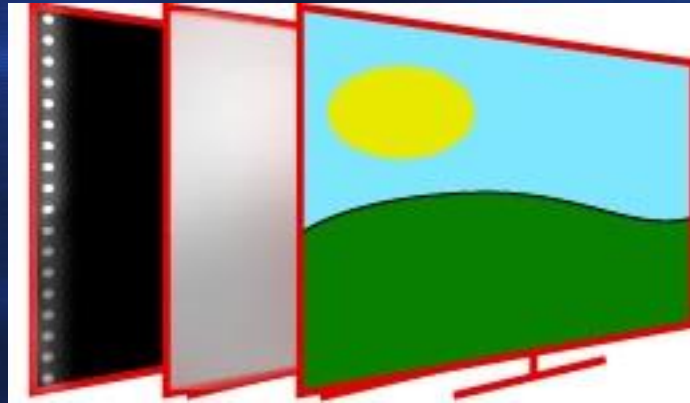
- Cu diode electroluminiscente (LED)
  - Cel mai utilizat tip de lumină de fond
  - Afișajele și aparatele TV cu acest tip de lumină (**LED TV**) utilizează o tehnologie cu cristale lichide → denumire improprie
  - **Avantaje** comparativ cu lămpi fluorescente:
    - **Consum de energie** redus (35..40 %)
    - Durata de viață mai lungă a diodelor
    - Se pot realiza afișaje cu **grosime redusă** (< 1 cm)
    - **Contrast și luminozitate** mai ridicate

# Tipuri ale luminii de fond (3)

- Dezavantaje:
  - Este mai dificil să se mențină **uniformitatea luminozității** pe termen lung → zone mai luminoase sau mai întunecate
  - **Gama de culori** este puțin mai redusă față de cea a afișajelor iluminate cu lămpi fluorescente
- **Cu șiruri de diode LED albe**
  - **EL-WLED** (*Edge-Lit White LED*)
  - Șiruri de diode **LED** albe amplasate la margini
  - Variante cu diodele amplasate pe patru margini, două margini, sau o margine



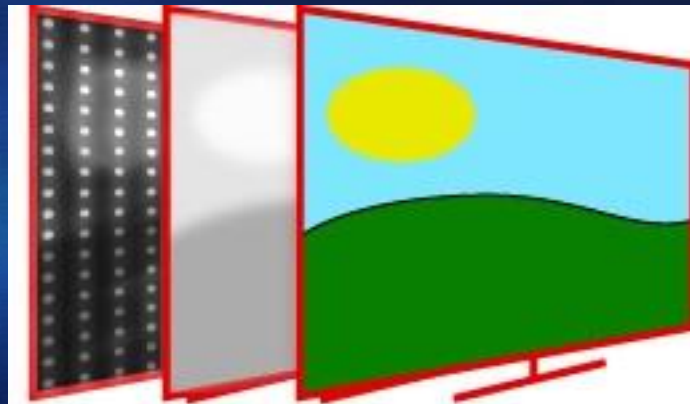
# Tipuri ale luminii de fond (4)



- Modificarea intensității luminoase în mod diferit în diferite zone (“*Local Dimming*”)
- Divizarea șirurilor de diode în zone și controlul intensității în mod independent
- Se îmbunătățește contrastul aparent

# Tipuri ale luminii de fond (5)

- Cu matrice de diode LED albe
  - Matrice de diode LED albe distribuite în mod uniform în spatele panoului de afișare
  - Setarea intensității luminoase în mod diferit în diferite zone de pe ecran (*“Full-Array Local Dimming” – FALD*)



# Tipuri ale luminii de fond (6)

- Tehnica **FALD** permite un control mai eficient al intensității decât tehnica “*local dimming*”
  - Se poate obține un **contrast dinamic** mai ridicat
  - Utilizată mai ales la aparatele TV
  - Puține monitoare cu tehnica **FALD**: 384 zone (27 inch), 512 zone (35 inch)
- **Cu matrice de mini-diode LED**
  - Dimensiunea unei mini-diode LED: 100..200  $\mu\text{m}$
  - Permite creșterea numărului de zone utilizate de tehnica **FALD**



# Tipuri ale luminii de fond (7)

- Primele monitoare cu mini-diode LED: ASUS ProArt PA32UCX (32 inch, >1000 zone), ASUS ProArt PA27UCX (27 inch, 576 zone)



Monitor **ASUS ProArt PA32UCX** (© ASUSTeK Computer Inc.)

# Tipuri ale luminii de fond (8)

- Cu matrice de diode LED RGB
  - Similar cu o matrice de diode LED albe, dar utilizează triade de diode LED RGB
  - Se poate obține o gamă extinsă de culori
  - Culori pure și saturate
  - Se utilizează la monitoarele profesionale pentru editare grafică, fotografie, post-producție video/film, efecte vizuale, animație
  - Cost ridicat

# Tipuri ale luminii de fond (9)

- Exemplu de monitor profesional: **HP DreamColor Z31x Studio Display**
- Colorimetru integrat: execută în mod automat procesul de calibrare a culorii



© HP Development Company, L.P.



# Rezumat (1)

- **Cristalele lichide** au proprietăți ale materiei lichide și ale materiei solide cristaline
- Tipuri de cristale lichide: **termotropice**, **liotropice**, **metalotropice**
- Cristalele lichide termotropice prezintă mai multe **faze** în funcție de temperatură
- ***Twisted Nematic* (TN)** a fost prima tehnologie utilizată pentru afișajele cu cristale lichide
  - Se bazează pe proprietățile luminii polarizate, care urmează alinierea moleculelor

# Rezumat (2)

- Îmbunătățiri ale tehnologiei TN: Super TN (STN), Double STN (DSTN), Film STN (FSTN)
- Metode pentru generarea luminii de fond
  - Cu lămpi fluorescente
  - Cu diode electroluminiscente (LED)
  - Cu șiruri de diode LED albe
  - Cu matrice de diode LED albe
  - Cu matrice de mini-diode LED
  - Cu matrice de diode LED RGB

# Noțiuni, cunoștințe (1)

- Tipuri de cristale lichide
- Fazele cristalelor lichide termotropice
- Faza nematică
- Faza smectică
- Faza colesterică
- Principiul de funcționare al afișajelor cu cristale lichide *Twisted Nematic* (TN)
- Tehnologia *Super TN* (STN)



# Noțiuni, cunoștințe (2)

- Tehnologia *Double STN* (DSTN)
- Tehnologia *Film STN* (FSTN)
- Lumina de fond cu lămpi fluorescente
- Avantaje/dezavantaje ale luminii de fond cu diode LED
- Lumina de fond cu șiruri de diode LED albe
- Lumina de fond cu matrice de diode LED albe
- Lumina de fond cu matrice de diode LED RGB