

culorilor acestor afișaje nu sunt la fel de bune ca cele ale afișajelor cu tranzistoare.

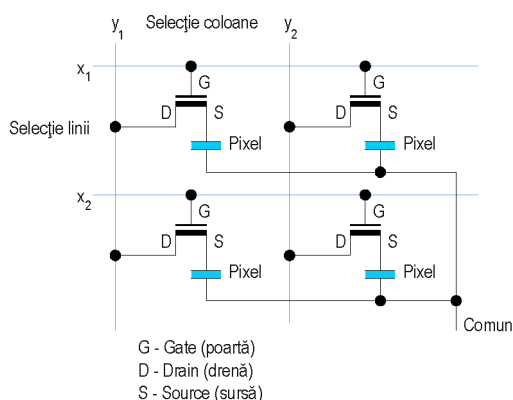


Figura 4.5. Afișaj cu matrice activă.

Avantajele afișajelor cu cristale lichide sunt dimensiunile reduse, greutatea mică și faptul că, exceptând lumina de fond, consumul de putere este redus.

4.5. Adaptoare video pentru sistemele IBM PC

4.5.1. Adaptoare video obișnuite

Adaptoarele video se află în general pe plăci separate de extensie, care se conectează la magistrala de extensie a calculatorului, dar unele sisteme au funcțiile adaptoarelor video integrate pe placa de bază. Primele adaptoare video erau conectate la magistralele ISA. Odată cu creșterea rezoluției imaginilor afișate și a numărului de culori, a crescut rata de transfer necesară pentru reîmprospătarea imaginilor pe ecran. Adaptoarele actuale sunt proiectate pentru conectarea la magistrala VL Bus sau PCI.

În Figura 4.6 se prezintă schema unui adaptor video obișnuit.

Componentele principale sunt: circuitul video, BIOS-ul video, memoria RAM video, convertorul digital-analogic al memoriei video RAMDAC (RAM *Digital-Analog Converter*), un circuit pentru generarea semnalelor de ceas și o interfață cu un conector pentru facilități video VFC (*Video Feature Connector*).

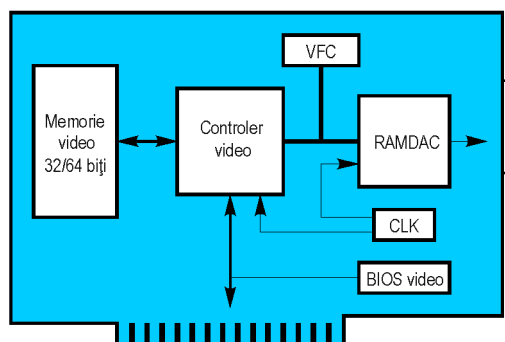


Figura 4.6. Schema bloc a unui adaptor video obișnuit.

Circuitul video controlează adaptorului video, realizând următoarele operații: generarea semnalelor de sincronizare pe orizontală și verticală, controlul accesului la memoria video pentru actualizarea imaginilor și, eventual, executarea unor funcții grafice, ca desenarea unor linii, umplerea unor suprafețe sau transferul unor blocuri de date. Funcțiile grafice sunt implementate de obicei de acceleratoarele video, circuitul video fiind numit și *coprocessor video*.

BIOS-ul video pune la dispoziție funcții video care pot fi utilizate de programe pentru accesul la adaptorul video, realizând interfața cu circuitul video. Deoarece BIOS-urile diferitelor adaptoare sunt diferite, programarea a devenit dificilă datorită proliferării adaptoarelor. Organizația VESA a elaborat un standard pentru funcțiile BIOS în modurile cu înaltă rezoluție, numit VESA BIOS Extensions (VBE).

Memoria video păstrează imaginea video, această memorie fiind numită și *buffer de cadre*. Dimensiunea, timpul de acces și organizarea memoriei video reprezintă factori importanți care influențează performanțele adaptorului.

La primele calculatoare PC, datele video erau păstrate în memoria principală, într-o zonă a memoriei superioare (peste 640 KB). Procesorul realiza operațiile necesare pentru actualizarea acestei zone, iar adaptorul actualiza imaginile de pe ecran, citind conținutul acestei zone.

Pe măsură ce dimensiunile necesare pentru memoria video au crescut, aceasta a fost plasată pe placa adaptorului video. Avantajul plasării memoriei video în cadrul adaptorului video este creșterea eficienței și posibilitatea de a crește performanțele memoriei video pe măsură ce devin disponibile noi tehnologii pentru memoriile video.

La unele sisteme, circuitul video este integrat pe placa de bază, iar ca memorie video se utilizează o parte a memoriei RAM. Această soluție se numește *arhitectură cu memorie unificată* [14]. Prețul acestor sisteme este mai redus, dar performanțele video sunt de asemenea mai reduse. Pentru a se utiliza rezoluții mari și rate de reîmprospătare ridicate, performanțele memoriei video trebuie să fie mai ridicate decât cele ale memoriei RAM obișnuite. O soluție combinată este utilizată la noile interfețe grafice numite AGP (*Accelerated Graphics Port*), care permit procesorului video accesul la memoria principală pentru efectuarea diferitelor calcule necesare operațiilor grafice, dar dispun de o memorie video dedicată. Astfel se permite utilizarea mai flexibilă a memoriei fără reducerea performanțelor.

Componenta RAMDAC preia imaginea sub formă de date numerice și o convertește în semnale analogice RGB, care pot fi afișate de monitor. Tipul și viteza circuitului RAMDAC are o influență directă asupra calității imaginii, a ratei de reîmprospătare, a rezoluției maxime și a numărului de culori care pot fi afișate pe ecran.

Posibilitatea de a obține anumite frecvențe de reîmprospătare depinde de mai mulți factori:

- *Calitatea adaptorului video*: Anumite adaptoare nu sunt proiectate pentru a depăși anumite frecvențe de reîmprospătare, indiferent de alți factori.
- *Rezoluția ecranului*: Rezoluțiile mai mari implică un număr mai mare de pixeli care trebuie transmiși de circuitul RAMDAC pentru a menține o anumită frecvență de reîmprospătare.
- *Rata de transfer a memoriei video*: Ratele de reîmprospătare mai mari implică rate mai mari de transfer necesare pentru citirea memoriei video.

Tabelul 4.1 prezintă frecvența circuitului RAMDAC în funcție de rezoluția ecranului și rata de reîmprospătare. Frecvența este indicată în MHz, valorile reprezentând numărul de pixeli (exprimat în milioane de pixeli) care trebuie generate în fiecare secundă de circuitul RAMDAC.

S-a utilizat un factor de conversie de 1,32 pentru a ține cont de duratele curselor inverse, în care fasciculele nu sunt vizibile pe ecran. Pentru rezoluții mari și un număr mare de culori, rata de transfer a memoriei video poate deveni un factor de limitare, viteza circuitului RAMDAC nefiind relevantă dacă memoria nu poate furniza datele suficient de rapid.

Tabelul 4.1. Frecvența circuitului RAMDAC în funcție de rezoluția ecranului și frecvența de reîmprospătare.

Rezoluție	87 Hz întrețesut	60 Hz	72 Hz	85 Hz	100 Hz
800 x 600	27,6	38,0	45,6	53,9	63,4
1024 x 768	45,2	62,3	74,7	88,2	103,8
1280 x 1024	75,3	103,8	124,6	147,1	173,0
1600 x 1200	110,2	152,1	182,5	215,4	253,4

Generatorul de semnale de ceas este utilizat pentru a converti frecvența de 14,318 MHz în frecvențele necesare pentru controlul memoriei video și afișarea pixelilor pe ecran. Unele adaptoare video au încorporat un generator de semnal ceas și un circuit RAMDAC într-un singur circuit specializat.

Interfața VFC permite ca imaginile video preluate din alte surse să fie mixate sau incluse în imaginile afișate pe ecran. Această interfață este utilizată de exemplu pentru afișarea pe ecran a imaginilor TV simultan cu cele generate de calculator. Există trei versiuni ale acestei interfețe: VFC, AVFC (*Advanced VFC*) și VMC (*VESA Media Channel*). Diferențele dintre acestea se referă la numărul de culori ale imaginilor, ratele de transfer și locul în care sunt incluse imaginile pe ecran.

4.5.2. Factori de performanță pentru memoria video

Dimensiunea memoriei video determină rezoluția posibilă a ecranului și numărul de culori care pot fi afișate. Dimensiunea memoriei necesare pentru afișarea unei imagini se calculează în funcție de numărul de culori disponibile pentru un pixel. Se poate utiliza următoarea formulă:

$$\text{Dimensiune memorie} = (\text{Rezoluție}_X * \text{Rezoluție}_Y * \text{Biți_pe_pixel}) / 8$$

Dimensiunea rezultă în octeți. Dimensiunea memoriei necesare este de obicei mai mare decât cea rezultată în urma calculului de sus. Din cauza organizării memoriei și a modului de acces, adaptoarele sunt disponibile de obicei cu memorii de 1, 2, 4 sau 6 MB, o parte a memoriei fiind neutilizată. De exemplu, unele combinații uzuale de rezoluții și numere de culori necesită o memorie cu puțin peste 2 MB. Cu tipurile convenționale de memorii, este necesar un adaptor cu o memorie de 4 MB, din care aproape jumătate este neutilizată. O tehnologie mai nouă de memorie, numită MDRAM (*Multibank DRAM*), permite utilizarea unor bancuri de memorie de dimensiune mai mică, astfel încât se pot realiza adaptoare cu diferite dimensiuni a memoriei video.

Un alt motiv pentru care este necesară o memorie video mai mare este că, anumite adaptoare video, mai ales acceleratoarele 3D, utilizează o zonă de memorie pentru diferite funcții grafice, pe lângă zona utilizată pentru păstrarea imaginilor. Adaptoarele utilizează metode diferite pentru alocarea memoriei necesare acestor funcții. Unele utilizează zona rămasă liberă după alocarea bufferului de cadre, în timp ce altele alocă în prealabil memoria pentru calcule și apoi limitează dimensiunea bufferului de cadre în mod corespunzător.

Anumite adaptoare video pot realiza adresarea memoriei numai pe 8, 16 sau 32 de biți. Acestea nu permit adresarea pe 24 de biți necesară pentru modul "true color", ceea ce înseamnă că pentru acest mod sunt necesari 32 de biți, 8 biți nefiind utilizați.

Tabelul 4.2 prezintă dimensiunea în MB a memoriei video necesare pentru unele combinații de rezoluții și număr de culori. În paranteze se indică configurația standard de memorie necesară pentru combinația respectivă, pentru tehnologia convențională de memorie video (nu și pentru MDRAM).

Tabelul 4.2. Dimensiunea memoriei video în funcție de rezoluția ecranului și numărul de biți rezervați pentru culoarea unui pixel.

Rezoluție	8 biți	16 biți	24 biți	32 biți
800 x 600	0,46 (512 KB)	0,92 (1 MB)	1,37 (2 MB)	1,83 (2 MB)
1024 x 768	0,75 (1 MB)	1,50 (2 MB)	2,25 (4 MB)	3,00 (4 MB)
1280 x 1024	1,25 (2 MB)	2,50 (4 MB)	3,75 (4 MB)	5,00 (6 MB)
1600 x 1200	1,83 (2 MB)	3,66 (4 MB)	5,49 (6 MB)	7,32 (8 MB)

Pe lângă dimensiunea memoriei video, este importantă și *rata de transfer* a memoriei. Această rată este influențată de tehnologia memoriei video și de timpul de acces al memoriei. Rata de transfer determină performanțele globale ale adaptorului și este unul din factorii care determină posibilitatea utilizării unor rezoluții înalte și a unui număr mare de culori la rate de reîmprospătare acceptabile.

Tabelul 4.3. Rata de transfer minimă necesară pentru memoria video în funcție de rezoluția ecranului și frecvența de reîmprospătare (modul "true color").

Rezoluție	87 Hz întreșesut	60 Hz	72 Hz	85 Hz	100 Hz
800 x 600	62,6	86,4	103,7	122,4	144,0
1024 x 768	102,6	141,6	169,9	200,5	235,9
1280 x 1024	171,0	235,9	283,1	334,2	393,2
1600 x 1200	250,6	345,6	414,7	489,6	576,0

Tabelul 4.3 indică, în MB/s, rata de transfer minimă necesară pentru memoria video pentru diferite combinații de rezoluții și rate de reîmprospătare. Valorile corespund modului "true color".

Memoriile video DRAM de 32 de biți au o rată de transfer de 150-200 MB/s. Pe lângă circuitele de reîmprospătare, memoria trebuie să fie accesată și de UCP, ca și controlerul video. Pentru a satisface cerințele ratelor de transfer, adaptoarele video actuale au memorii DRAM de 64 de biți, care sunt accesate pe 64 de biți, și asigură o rată de transfer de 300-400 MB/s. Chiar cu asemenea memorii, nu se asigură rezoluții mari și un număr mare de culori la frecvențe de reîmprospătare mai mari de 70 Hz.

Multe adaptoare video de 64 biți utilizează bancuri de memorie de 32 de biți. Dacă adaptorul conține, de exemplu 1 MB de memorie DRAM, aceasta este organizată ca $256\text{ K} \times 32$. Deci, cu doar 1 MB de memorie, adaptorul video de 64 biți poate accesa memoria numai pe 32 de biți, ceea ce reduce rata de transfer. Dacă se extinde memoria la 2 MB, ea va fi organizată ca $256\text{ K} \times 64$, crescându-se rata de transfer.

4.5.3. Acceleratoare video

Adaptoarele care sunt dotate cu circuite de accelerare pentru aplicațiile grafice în medii cum este *Windows* sunt cunoscute sub numele de adaptoare AVGA (*Accelerated VGA*) [14]. Circuitele de accelerare AVGA nu trebuie să fie neapărat compatibile între echipamente, legătura cu sistemul *Windows* și cu utilizatorul realizându-se cu un driver *Windows*. Acest driver transferă comenzile grafice către circuitele de accelerare.

În Figura 4.7 se prezintă schema bloc a unui adaptor AVGA.

Componentele principale ale circuitului AVGA sunt interfața cu magistrala, controlerul VGA, acceleratorul grafic, interfața cu memoria video, memoria pentru tabela de selecție a paletelor de culori CLUT (*Color Look-Up Table*), circuitul DAC și generatorul semnalului de ceas pentru memorie.

4.5.3.1. Interfața cu magistrala

Viteza interfeței este un element important, deoarece multe operații grafice implică copierea imaginilor sau a blocurilor de date din memoria sistemului în cea a adaptorului video. Adaptoarele AVGA pot fi conectate la magistralele VL Bus sau PCI de 32 de biți. Prin utilizarea interfețelor cu magistralele locale se obțin rate de transfer care depășesc 100 MB/s.

O interfață performantă cu magistrala trebuie să aibă două caracteristici importante. În primul rând, trebuie să admită *modul de transfer pe blocuri (burst)*, prin specificarea adresei de început a blocului și a lungimii. În al doilea