

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

Anatomia PC. Wydanie XI

Autor: Piotr Metzger
ISBN: 978-83-246-1119-5
oprawa twarda
Zawiera DVD
Zmiany od poprzedniego wydania



Potężne źródło wiedzy o budowie komputerów PC

- Procesory
- Zarządzanie pamięcią
- Magistrale i złącza
- Obsługa urządzeń zewnętrznych

Komputer to skomplikowany organizm, a znajomość anatomii współczesnych pecetów to wiedza niezbędna każdemu serwisantowi, programiście i projektantowi urządzeń współpracujących z komputerami. Informacje te przydają się także zwykłym użytkownikom komputera, którzy próbują samodzielnie dociec przyczyn nieprawidłowego działania sprzętu i sprawnie się z nimi uporać. Niestety, szczegółowe dane o komponentach peceta są nie tylko trudno dostępne, ale przede wszystkim rozproszone w wielu dokumentach, specyfikacjach i schematach.

Książka „Anatomia PC” to kompletne opracowanie zawierające informacje o architekturze komputerów PC i ich komponentów. Jedenaste już wydanie tej klasycznej i cieszącej się ogromną popularnością pozycji jest - podobnie jak poprzednie - prawdziwym kompendium wiedzy o współczesnych pecetach, opisującym zarówno rozwiązania klasyczne, jak i nowości z ostatnich miesięcy. Dzięki tej książce poradzisz sobie ze wszystkimi problemami sprzętowymi, zdiagnozujesz usterki i zaprojektujesz urządzenia poprawnie współpracujące z komputerem.

„Anatomia PC. Wydanie XI” opisuje zagadnienia takie, jak:

- mikroprocesory rodziny x86 wraz z najnowszymi Intel Core 2 oraz AMD Athlon/Opteron/Phenom;
- koprocesory i rozszerzenia, takie jak MMX, 3DNow, SSE, SSE2 i HT;
- procesory dwurdzeniowe;
- architektury komputerów PC XT, AT, 386, 486 i Pentium, systemów jedno- i wieloprocesorowych oraz komputerów przenośnych;
- układy pamięciowe stosowane w komputerach PC (SIMM, DRAM, SDRAM, DDR, DDR2, DDR3) oraz zasady ich obsługi;
- chipsety Intel, VIA, SiS, i865/875, obsługa przerwań, magistrala PCI i kanał DMA, mostkowanie PCI-E - AGP;
- obsługa stacji dyskiety i dysków twardych (organizacja i odczyt danych, praca kontrolera, macierze RAID);
- złącza ATA, SCSI i FireWire;

Ponadto w książce znajdziesz informacje o diagnozowaniu usterek komputera za pomocą Linuksa, opisy mikroprocesorów firm Intel, AMD i Cyrix (w tym także najnowszych jednostek 64-bitowych) oraz adresy witryn internetowych producentów sprzętu i oprogramowania diagnostycznego.

Wydawnictwo Helion
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel. 032 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl



Spis treści

Rozdział 1. Mikroprocesor	19
Przetwarzanie rozkazów	21
RISC i CISC	21
Przetwarzanie potokowe	22
Techniki przyspieszania	25
Dostęp do pamięci	32
Adresowanie	34
Stronicowanie	36
Pamięci podręczne	37
Topologie	38
Organizacja pamięci podręcznej	41
Strategie	43
Pamięć podręczna procesora 80386	43
Obsługa przestrzeni adresowej I/O	47
Procesor 8086	48
Procesory 80386 i 80486	48
Pentium	49
Funkcje kontrolne i sterujące	49
BIST	50
Kontrola TLB	50
Kontrola pamięci podręcznej	50
Przejdźcie w stan wysokiej impedancji	50
JTAG	50
Częstotliwość taktowania	52
Zasilanie	54
Jak rozpoznać typ procesora?	56
Czy procesor jest zgodny z układem 80286 lub lepszym?	56
Procesor 8086/88 czy 80186/88?	58
Procesor 80286	58
Procesor 80386	58
Procesor 486 czy Pentium?	58
Koprocesory	60
Koprocesor 8087	62
Koprocesor 80287	62
Koprocesor 80387	63
Koprocesor i487SX	63
Rozszerzenia	64
MMX	64
3DNow!	76
SSE	77

SSE2	81
SSE3	83
SSSE3	85
Hyper-Threading (HT)	85
Przetwarzanie 64-bitowe	90
Metoda firmy Intel: Itanium	91
Metoda firmy AMD: Opteron	93
Przyszłość przetwarzania 64-bitowego	96
Rozdział 2. Architektury komputerów PC	97
Model PC/XT	97
Procesor 8086	97
Procesor 8088	100
Dostęp do pamięci i przestrzeni wejścia-wyjścia	101
Kontroler 8288	102
Magistrala ISA 8-bitowa	106
Model AT	109
Procesor 80286	112
Magistrala ISA 16-bitowa	113
Komputery z procesorami 386, 486 i Pentium	115
EISA	117
MCA	119
VESA	121
PCI, PCI-X i PCI Express	122
Architektury systemów wieloprocessorowych	124
Architektura MPP	124
Architektura UMA	125
Architektura NUMA	129
Specyfikacja MP (Intel)	130
Zastosowania praktyczne	138
Architektura komputerów przenośnych	146
Złącze PCMCIA	146
Rozdział 3. Układy pamięciowe PC	149
Pamięci dynamiczne	150
Tryb konwencjonalny (Page Mode)	151
FPM (Fast Page Mode)	151
EDO (Extended Data Out)	154
BEDO (Burst EDO)	154
Porównanie	156
SDRAM	156
Moduły pamięciowe	165
Moduły SIMM-30 (SIP)	167
Moduły SIMM PS/2	167
Moduły DIMM 168-stykowe	173
Odświeżanie	186
RAS Only	188
CBR (CAS before RAS)	189
Hidden	190
Wykrywanie błędów i ich korekcja	191
Błędy powtarzalne (HE)	191
Błędy sporadyczne (SE)	192
Kontrola parzystości	192
Kontrola ECC	194

Rozszerzenia standardu magistrali PC-66	195
Parametry modułów	196
Pamięć konfiguracyjna (SPD)	198
Moduły buforowane	201
DDR SDRAM	203
Systemy dwukanałowe	212
DDR2 SDRAM	213
Moduły DIMM DDR2	213
DDR3 SDRAM	219
Moduły DIMM DDR3	220
Moduły FB-DIMM	222
RDRAM	224
VC-SDRAM	230

Rozdział 4. Układy otoczenia procesora 233

Zakres funkcji	233
Magistrala FSB	235
Obsługa pamięci operacyjnej i magistrali pamięciowej	237
Obsługa pamięci podręcznej (Cache)	239
Zakres pokrywany przez pamięć podręczną	241
Pojemność obsługiwanej pamięci operacyjnej i zakres obsługiwany przez MTRR	242
Układy sterujące — platforma Intel IA-32	243
Układy do obsługi procesorów AMD	249
Rodzina K7	249
Rodzina Hammer	254
Wewnętrzne magistrale międzyukładowe	260
PCI	262
Hub-Interface, V-Link i MuTIOL	262
RapidIO	262
HyperTransport (LDT)	267

Rozdział 5. Magistrala PCI 271

Gniazda magistrali PCI	281
Obsługa przerw	283
Przerwania zgłaszane komunikatem	285
Pamięć konfiguracyjna urządzeń PCI	286
Identyfikator producenta (Vendor ID)	286
Identyfikator urządzenia (Device ID)	287
Rejestr poleceń (Command)	287
Rejestr stanu (Status)	288
Numer wersji urządzenia (Revision ID)	289
Kod klasy urządzenia (Class Code)	289
Rozmiar linii pamięci podręcznej (Cache Line Size)	292
Minimalny czas transmisji (Latency Timer)	293
Typ nagłówka (Header Type)	293
BIST (Build-in Self-test)	293
Adres bazowy (Base Address Registers)	294
Wskaźnik CardBus CIS (CardBus CIS Pointer)	295
Dodatkowy identyfikator producenta (Subsystem Vendor ID) i dodatkowy identyfikator urządzenia (Subsystem ID)	296
Adres bazowy rozszerzenia ROM (Expansion ROM Base Address)	296
Wskaźnik do listy możliwości (Capabilities Pointer)	297
Linia IRQ (Interrupt Line)	297
Linia INT (Interrupt Pin)	297
Długość transmisji (Min_Gnt)	297
Częstość (Max_Lat)	297

Mechanizmy dostępu do pamięci konfiguracyjnej	298
Pierwszy mechanizm dostępu do pamięci konfiguracyjnej	298
Drugi mechanizm dostępu do pamięci konfiguracyjnej	299
PCI BIOS	299
Autokonfiguracja urządzeń PCI	300
Rozwój PCI i inne magistrale	300
PCI-32/66 MHz i PCI-64	301
PCI-X	302
PCI Express	305
Rozdział 6. Kanał DMA	315
Układ scalony 8237A	316
Tryby pracy kontrolera DMA	318
Tryb spoczynkowy „I” (Idle)	318
Tryb „S” (Single)	319
Tryb „B” (Block)	319
Tryb „D” (Demand)	319
Tryb „C” (Cascade)	319
Tryb „V” (Verify)	319
Kaskadowe łączenie układów 8237A	320
Programowanie kontrolerów DMA	320
Adresy portów kontrolerów DMA w komputerze IBM PC/XT	321
„Sztuczne” porty komputera PC/XT	322
Adresy portów kontrolerów DMA w komputerze IBM PC/AT	322
„Sztuczne” porty komputera PC/AT	323
Budowa rejestrów wewnętrznych	324
Rejestr żądań (port 009h w PC/XT, 009h i 0D2h w PC/AT)	324
Rejestr stanu (port 008h w PC/XT, 008h i 0D0h w PC/AT)	324
Rejestr rozkazów (port 008h w PC/XT, 008h i 0D0h w PC/AT)	324
Rejestr maski kanału (port 00Ah w PC/XT, 00Ah i 0D4h w PC/AT)	325
Rejestr maskujący (port 00Fh w PC/XT, 00Fh i 0DEh w PC/AT)	326
Rejestr trybu (00Bh w PC/XT, 00Bh i 0D6h w PC/AT):	326
Przebieg transmisji	327
Komputery IBM PC i IBM PC/XT	327
Komputer IBM PC/AT	328
Układ odświeżania pamięci	330
DMA a współczesne magistrale rozszerzające	331
Rozdział 7. System obsługi przerw sprzętowych	333
Układ scalony 8259A (PIC)	334
Cykl przyjęcia zgłoszenia	336
Kaskadowe łączenie kontrolerów przerw	337
Fazy obsługi przerw pochodzących od układu Slave	339
Programowanie kontrolera przerw	339
Inicjowanie pracy układu	340
Polling	344
Przerwanie niemaskowalne (NMI)	344
Obsługa przerw z magistral ISA, PCI i AGP	345
Kontroler APIC	348
Strona sprzętowa	350
Obsługa APIC przez OS	353
Przerwania zgłaszane komunikatem	357

Rozdział 8. Obsługa stacji dyskietek	359
Fizyczna organizacja danych na dyskietce	361
Programowanie operacji dyskowych	364
Programowanie operacji dyskowych z poziomu systemu MS-DOS	364
Przerwanie 25h	365
Przerwanie 26h	366
Przerwanie 21h	366
Obsługa dysków za pomocą funkcji BIOS-u	367
Bezpośredni dostęp do kontrolera napędu dysków elastycznych	376
Cykl rozkazowy kontrolera	379
Faza przygotowawcza	379
Faza przekazywania rozkazu	379
Budowa przykładowego rozkazu — rozkaz RS (Read Sector)	380
Alternatywne metody transmisji danych	385
Uwzględnianie mechanicznych własności napędu	386
Zabezpieczanie danych — kod CRC	388
Rozdział 9. Obsługa dysku twardego.....	391
Budowa kontrolera	391
Systemy kodowania MFM i RLL.....	392
Fizyczna organizacja danych i formatowanie	394
Formatowanie wysokiego poziomu	395
Formatowanie niskiego poziomu	396
Wykrywanie i korekcja błędów.....	398
Standard AT-BUS	401
Wstęp	402
Złącze fizyczne	404
Dostęp CPU do dysku AT-BUS	406
Cykl programowania kontrolera	413
Rozszerzenia standardu pierwotnego	417
Wzrost pojemności dysków.....	420
Ograniczenia wnoszone przez BIOS.....	421
Ograniczenia wnoszone przez systemy operacyjne	431
Obsługa dużych dysków	434
Podnoszenie pasma przepustowego magistrali	435
Tryb PIO	436
Tryb DMA	438
Tryb Ultra DMA/33	439
Tryb Ultra DMA/66	442
Tryb Ultra ATA/100 i Ultra ATA/133.....	444
Blok informacyjny.....	445
Realizacja rozkazu Identify Device	445
Lista rozkazów	451
Funkcje oszczędnościowe	452
System PM	452
System APM	454
Funkcje akustyczne	455
Dostęp do funkcji AAM.....	455
Wykorzystanie powierzchni dyskowej.....	457
Proces ładowania systemu operacyjnego	457
MBR i PT	458
System danych i FSBR	460
Specyfika wybranych systemów operacyjnych	462
Przypisywanie oznaczeń literowych	466
Programy BM.....	467

Macierze dyskowe	468
Poziomy RAID	469
Kontrolery RAID	473
Rozwiązania programowe z poziomu systemu operacyjnego	473
Tryby macierzowe zestawów układów sterujących firmy Intel	475
S.M.A.R.T.	475
Struktura systemu	476
Aplikacje współpracujące ze S.M.A.R.T.	478
Wielowątkowy dostęp przez Serial ATA	479
Zarządzanie kolejką	479
Rozpędzanie dysku	480
Optymalizacja ruchu głowicy	480
Opóźnienie w ruchu obrotowym	481
Korzyści i wspomaganie Native Command Queuing	481
Jak aplikacje mogą korzystać z kolejkowania	483
Pamięci USB	484
Interfejs	485
Cechy pamięci USB	485
Wydajność	486
Rozdział 10. Magistrala szeregową ATA	489
Specyfikacja	491
Sterowanie	491
Okablowanie	492
Urządzenia	493
Protokół i transmisja	494
Serial ATA 2.0	500
Kolejkowanie rozkazów	500
Powielacze portów	501
Backplane	502
Rozdział 11. Standard SCSI	507
Realizacja magistrali	510
Organizacja protokołu	513
Fazy pracy magistrali	514
Transfer danych w fazach informacyjnych	527
Sytuacje wyjątkowe	534
Rozkazy systemowe	538
Informacja statusowa	542
Komunikaty (Messages)	543
System wskaźników	548
Przykładowa wymiana danych	550
SCSI w komputerach PC	554
Host-Adapter	555
Okablowanie	559
Terminatory	561
Rozszerzenia SCSI	563
Rozdział 12. Złącze 1394 (Fire Wire)	577
Ogólne założenia standardów 1394-1995 i 1394a-2000	578
Tryby i prędkość transmisji	578
Topologia	579
Okablowanie	580
Gwarantowane pasmo transmisyjne	581

Rozszerzenia 1394b	582
Klasy prędkości	582
Okablowanie	582
Protokół	585
Rozdział 13. Karty graficzne	587
Przegląd kart graficznych	587
Omówienie kart graficznych EGA, VGA i SVGA	591
Tryby tekstowe	594
Tryby graficzne	595
Rozdzielczość obrazu	595
Tryby zapisu i odczytu pamięci obrazu	596
Schemat działania karty graficznej	597
Standard VESA	599
Pamięć lokalna akceleratora	599
Frame Buffer	600
Bufor Z/W	601
Pamięć tekstur	603
Rozmiar pamięci i organizacja	604
Rodzaje pamięci kart graficznych	607
RAMDAC	611
Przegląd nowych procesorów graficznych	614
Dopasowanie monitora do karty	618
Parametry karty	619
Jakość monitora	620
Monitory ciekłokrystaliczne	622
Kanał informacyjny VESA DDC	624
Złącza cyfrowe	626
TMDS	626
P&D (EVC)	627
DFP	627
DVI	629
HDMI	630
Rozdział 14. Przetwarzanie obrazów wideo	633
Formaty MPEG	636
MPEG-1	636
MPEG-2	637
MPEG-4	638
Format DivX	639
Rozdzielczość	639
Bitrate w filmach DivX	640
Smart Bitrate Control i Constant Bitrate Control	640
Profile kompresji	641
Następca formatu DivX	641
Rozwiązania programowe na platformie PC	643
Kodery	644
Odtwarzacze	646
Wspomaganie sprzętowe	648
Interfejs programowy	650
Rozdział 15. Grafika 3D	653
Schemat przetwarzania obiektów 3D	654
API	656
Geometry Engine	658
Tłumaczenie opisu środowiska	658

Oświetlenie i tekstura	658
Przekształcenia geometryczne	659
Strefa widoczności	659
Przekazanie parametrów do jednostki rasteryzującej	660
Rendering Engine	660
Teksturowanie	663
Korekcja perspektywy	664
Nakładanie mapy	665
Mieszanie kolorów	670
Efekty specjalne	671
Podział mocy obliczeniowej	672
Rozdział 16. Magistrala AGP	675
Architektura komputera z magistralą AGP	675
Sygnały magistrali AGP	679
Szyna adresów i danych	682
Sygnały PCI	682
Sygnały kontroli przepływu	683
Sygnały obsługi żądań AGP	683
Linie statusowe	683
Sygnały kluczujące	684
Sygnały USB	684
System zarządzania zużyciem energii	684
Sygnały specjalne	685
Linie zasilające	685
AGP w teorii	685
Kolejkowanie	686
Magistrala SBA	688
GART	689
DIME	690
AGP w praktyce	692
Wymagania sprzętowe i programowe	692
Kontrola działania	693
AGP PRO	696
AGP 3.0	699
Pasma przepustowe	699
Poziomy napięcie	699
Nowe sygnały i przeddefiniowania	700
Sygnały zegarowe	700
Transakcje	702
Pobór prądu	702
Zgodność w dół	702
Implementacja w chipsetach	703
Przyszłość standardu AGP	703
Rozdział 17. System odmierzenia czasu	705
Układ 8253/8254	705
Tryb 0	707
Tryb 1	707
Tryb 2	708
Tryb 3	708
Tryb 4	708
Tryb 5	709
Programowanie generatora 8253/8254	709
Zegar systemowy	712

Układ odświeżania pamięci dynamicznej	713
Obsługa głośnika	715
Drugi układ 8254 i jego zastosowanie	717
Odmierzanie czasu z wykorzystaniem licznika cykli procesora	719
Rozdział 18. Pamięć CMOS-RAM	721
Organizacja pamięci CMOS	722
Rejestr A (offset 0Ah)	724
Rejestr B (offset 0Bh)	724
Rejestr C (offset 0Ch)	725
Rejestr D (offset 0Dh)	726
Rejestr E (offset 0Eh) — Diagnostic Status Byte	726
Rejestr F (offset 0Fh) — Shutdown Byte	727
Konfiguracja napędów dyskietek (offset 10h)	728
Konfiguracja dysków twardych (offset 12h)	728
Pamięć (offset 15h)	729
Suma kontrolna	730
Bajt konfiguracji sprzętowej (Equipment Byte)	730
Funkcje BIOS-u obsługujące pamięć konfiguracji	730
Funkcja 00h	731
Funkcja 01h	731
Funkcja 02h	731
Funkcja 03h	732
Funkcja 04h	732
Funkcja 05h	733
Funkcja 06h	733
Funkcja 07h	733
Bezpośredni dostęp do pamięci CMOS	734
Rozdział 19. Obsługa urządzeń wejściowych	735
Klawiatura	735
Mapa klawiatury	737
Organizacja obsługi klawiatury przez BIOS	743
Funkcje przerwania 16h BIOS-u	748
Bezpośrednie programowanie klawiatury	753
Mysz	762
Moduły dostosowujące a podłączanie myszy	765
Funkcja 00h	765
Funkcja 01h	766
Funkcja 02h	766
Funkcja 03h	766
Funkcja 04h	767
Funkcja 05h	767
Funkcja 06h	768
Funkcja 0Bh	768
Manipulator	769
Funkcja 84h	771
Urządzenia bezprzewodowe	771
Transmisja w paśmie podczerwieni	772
Transmisja radiowa	772
Bluetooth	772
Rozdział 20. Łącze szeregowe	775
Asynchroniczna transmisja szeregowa	775
Układ scalony 8250	777

Interfejs RS-232C	780
Tryb simpleksowy	782
Tryb półdupleksowy	783
Tryb dupleksowy	783
Dostęp do łącza szeregowego z poziomu systemu MS-DOS	785
Funkcja 03h	785
Funkcja 04h	786
Funkcja 3Fh	786
Funkcja 40h	787
Funkcje BIOS-u obsługujące łącze szeregowe	787
Funkcja 00h	789
Funkcja 01h	791
Funkcja 02h	791
Funkcja 03h	791
Bezpośrednie programowanie rejestrów UART	792
Przerwania generowane przez łącze szeregowe	794
Prędkość transmisji	796
Sygnały sterujące	797
Układ UART 16450	799
Rozdział 21. Łącze równoległe	801
Terminologia programu konfiguracyjnego BIOS-u	803
Tryby podstawowe	804
Tryb standardowy	804
Tryb półbajtowy	810
Tryb bajtowy (PS/2)	811
Tryb EPP	811
Tryb ECP	814
Realizacja portu równoległego w ramach architektury PC	819
Dostęp do łącza równoległego poprzez funkcje BIOS-u	820
Funkcja 00h	820
Funkcja 01h	822
Funkcja 02h	822
Dostęp do łącza równoległego z poziomu systemu MS-DOS	824
Funkcja 05h	824
Funkcja 40h	824
Ogólne zastosowanie łącza równoległego	825
Rozdział 22. Złącze USB	831
Specyfikacja	831
Topologia	832
Okablowanie	834
Protokół	836
Pakiety	837
Sterowanie w trybach LS/FS (USB 1.1)	839
Sterowanie w trybie HS (USB 2.0)	840
USB w praktyce	843
Windows 95	845
Windows 98/98SE	845
Windows NT	846
Windows 2000/XP/2003/Vista	846
USB 2.0	846
Urządzenia USB	847
Klawiatury	847
Myszy	847

Kontrolery gier	848
Dyski twarde	848
Moduły pamięci Flash EEPROM	849
Napędy optyczne	849
Czytniki kart pamięci i aparaty cyfrowe	849
Skanery	850
Drukarki	850
Sieci komputerowe	850
Rozdział 23. Złącze bezprzewodowe wykorzystujące fale podczerwieni (IrDA)	851
Protokoły komunikacyjne IrDA	851
Standard IrDA-CONTROL	852
Standard IrDA-DATA	853
IrDA w praktyce	855
Windows 95	857
Windows 98	858
Windows ME	858
Windows NT	858
Windows 2000	858
Windows XP, 2003, Vista	859
Przyszłość standardu IrDA	859
Rozdział 24. System ograniczania zużycia energii (ACPI)	861
Model warstwowy ACPI	862
Przegląd stanów energetycznych	865
Wskazówki praktyczne	867
Windows 98	867
Windows 2000	869
Windows XP, 2003 i Vista	871
Kontrola sterowników	871
Rozdział 25. Nośniki optyczne	873
Organizacja fizyczna danych	874
Przetwarzanie danych audio	874
Przetwarzanie danych cyfrowych	877
Informacja subkanałowa	878
Subkanał Q i TOC	880
Sesja i ścieżka	882
Formaty	883
Specyfikacje	887
Płyta CD-R	888
Płyta CD-RW	891
Technologia DVD	892
Kodowanie	893
Korekcja błędów	893
Formaty	894
DVD-R	894
DVD-RW	895
DVD+R/+RW	896
Płyty dwuwarstwowe — Dual Layer	897
DVD-RAM	898
Płyta DVD	900
HD DVD	902

Czytniki i nagrywarki	906
OPC	908
BURN-Proof i pochodne	908
MultiRead	909
Mount Rainier	909
Audio Master	910
Urządzenia kombinowane z DVD	910
Badanie formatu nośnika	914
Standard Blu-ray Disc	916
Osiągnięcie większej gęstości zapisu	917
Wytwarzanie płyt Blu-ray Disc	921
Kompatybilność ze starszymi formatami	923
Zabezpieczenie przed kopiowaniem	923
Kasety na dyski Blu-ray	924
Samodzielna diagnostyka	925
Technologia LightScribe	926
Rozdział 26. Nowoczesne magistrale szerokopasmowe	929
Fibre Channel	930
Topologie	931
Sterowanie	931
Protokół	933
Systemy złączy i okablowanie FC	933
Dyski ze złączem FC	935
Infini Band	937
Architektura	938
Sterowanie linii	938
Protokół	939
Okablowanie IBA	940
Rozdział 27. Karta dźwiękowa	943
Synteza FM	944
Synteza WaveTable	949
Digitalizacja i obróbka cyfrowa (DSP)	952
Przetworniki ADC i DAC	953
Standard MIDI	955
Protokół MIDI	956
MIDI od strony sprzętowej	957
Modelowanie przestrzenne	959
Wyprowadzenia zewnętrzne	964
Sygnały analogowe i mikser	964
Sygnały cyfrowe	965
Wykorzystanie zasobów systemowych	968
„Sound on Board” według specyfikacji AC’97	969
Schemat blokowy systemu AC’97	970
Układ scalony Codec AC’97	972
Rozdział 28. Modemy	975
Implementacje modemów analogowych	975
Modulacja sygnału	978
AM i QAM	978
FSK	979
PM i PSK	979
PCM	979
TCM	979

Standardy	980
Standardy Bell	981
V.21/V.22/V.22bis/V.23	981
V.32/V.32bis/V.32turbo	981
V.34 (V.Fast, V.34+, V.FC)	981
V.42 (MNP)/V.42bis	981
V.90	982
V.92	984
Dalsze perspektywy	984
Polecenia AT	985
Łącuchy inicjalizujące	986
Zestaw układów sterujących modemem	987
Konfiguracja i diagnostyka modemów	988
Środki własne OS	988
Programy dodatkowe	989
Modemy cyfrowe ISDN	992
Protokół ISDN	994
Warstwa fizyczna	995
Warstwa łącza danych	995
Warstwa sieci	996
Rozszerzenia funkcjonalności	999
Modemy xDSL	999
Technologia transmisji	1000
Modemy HiS	1002
Rozdział 29. PC w sieci lokalnej	1005
Model OSI	1006
Warstwa fizyczna (L1)	1006
Łącze (L2)	1007
Sieć (L3)	1007
Transport (L4)	1008
Sesja (L5)	1008
Warstwa prezentacji (L6)	1008
Warstwa użytkowa (L7)	1008
Ethernet i TCP/IP	1008
Kapsułkowanie do ramki Ethernet	1009
Protokół TCP/IP	1011
Karta sieciowa	1013
Komunikacja z pamięcią i buforowanie	1014
Formowanie ramki	1015
Konwersja szeregowo-równoległa	1016
Kodowanie i dekodowanie	1016
Dostęp do medium i wykorzystanie pasma	1017
Chipset karty	1017
Wyposażenie, diagnostyka, konfiguracja	1018
Realizacje sieci Ethernet	1019
Okablowanie	1022
Konstrukcja kabli	1022
Kategorie i klasy	1024
Połączenia PC i proste sieci	1027
Wybór karty sieciowej i okablowania	1028
System operacyjny i sterowniki protokołów	1030
Przesyłanie danych	1033
Netio Benchmark	1035
Monitorowanie ruchu sieciowego na poziomie pakietów	1035
Nadzorowanie aktywnych połączeń	1037

Sieci bezprzewodowe	1037
Specyfikacje	1038
Topologie	1042
Ramka	1043
Uwierzytelnienie	1043
Bezpieczeństwo	1044
Rozdział 30. Bluetooth	1047
Założenia ogólne i specyfikacje	1048
Protokoły	1048
Warstwa fizyczna	1050
Sieć	1051
Pakiety	1053
Bezpieczeństwo	1055
Wykrywanie błędów	1057
Korekcja błędów	1058
Przykłady zastosowań	1058
Rozwój Bluetooth	1060
Bluetooth 1.2	1060
Bluetooth 2.0	1060
Przyszłość Bluetooth	1060
Rozdział 31. Zasilacz	1063
Zasilacz standardu ATX	1065
Specyfikacja ATX/ATX12V	1068
Złącze zasilające PCI Express	1070
Dobór zasilacza	1071
Przykładowe rozwiązania	1072
Zasilacze dużej mocy	1075
ATXGES (AMD)	1075
EPS12V (Intel)	1075
Rozdział 32. Zasilacze awaryjne	1079
Źródła zakłóceń	1080
Chwilowe zaniki napięcia	1080
Spadki o średniej długości	1080
Długotrwałe spadki napięcia	1081
Przepięcia	1081
Pakiety	1081
Wysokie harmoniczne	1081
Całkowity zanik napięcia	1081
Zasilacz PC jako odbiornik prądu zmiennego w sieci	1082
Budowa układów UPS	1084
Baterie	1085
Elementy kontrolne i regulacyjne	1086
Czas buforowania	1087
Topologie	1088
Kształt napięcia wyjściowego zasilacza awaryjnego	1091
Zakres napięć wejściowych	1091
Programy obsługujące urządzenia UPS	1092
Środki systemu operacyjnego	1092
Programy własne producentów UPS	1092

Rozdział 33. BIOS i jego program konfiguracyjny	1095
Organizacja systemu bezpieczeństwa	1096
Możliwości omijania systemu bezpieczeństwa	1098
System ochrony przed wirusami atakującymi MBR	1102
System ładowania wartości predefiniowanych	1102
Mechanizm opuszczania programu konfiguracyjnego	1103
Ogólna konstrukcja blokowa	1103
Programy pseudo-BIOS-SETUP	1104
Aktualizacja BIOS-u	1104
Wstęp	1104
Niebezpieczeństwo	1104
Aktualizacja	1105
W razie niepowodzenia — reanimacja	1106
Nowe możliwości — aktualizacja w środowisku Windows	1107
Nowe trendy w programach BIOS	1107
Obrazki w BIOS-ie	1107
Podwójny BIOS	1108
POST on Board	1108
Voice Diagnostic	1109
Auto-Overclocking	1109
Soft Menu	1109
Bibliografia	1151
Literatura polskojęzyczna.....	1151
Literatura anglojęzyczna	1156
Wydawnictwa.....	1157
Skorowidz	1159
Dodatek A Przegląd architektury mikroprocesorów	DVD-ROM
Dodatek B Systemy oznaczeń scalonych układów pamięciowych	DVD-ROM
Dodatek C Baza adresów internetowych	DVD-ROM
Dodatek D Przykład współpracy z magistralą ISA	DVD-ROM
Dodatek E Rejestry sterowników EGA/VGA	DVD-ROM
Dodatek F Funkcje BIOS-u obsługujące karty graficzne	DVD-ROM
Dodatek G Linux w zastosowaniach	DVD-ROM

Dodatek E

Rejestry sterowników EGA/VGA

Zapisu i odczytu rejestrów sterowników graficznych dokonuje się za pomocą instrukcji `out` i `in`. Większość dostępnych rejestrów zgrupowana jest w pary, przy czym pierwszy rejestr jest rejestrem indeksowym, a drugi — indeksem informacyjnym.

Przykładowy zapis wartości do rejestru może wyglądać następująco:

```
mov dx,adres_rejestru
mov al,index_rejestru
out dx,al
mov al,wartość
inc dx
out dx,al
```

Przykładowy odczyt zawartości rejestru:

```
mov dx,adres_rejestru
mov al,index_rejestru
out dx,al
inc dx
in al,dx ; rejestr AL zawiera odczytaną wartość.
```

Rejestry sterownika EGA służą tylko do zapisu, niemożliwe jest odczytanie ich zawartości. Jeżeli chcemy zachować wpisane wartości, musimy w pamięci RAM zachować ich kopie. Przed modyfikowaniem zawartości rejestrów należy zablokować przyjmowanie przerw rozkazem `cli`, a po zapisie do rejestru odblokować je rozkazem `sti`. Do dobrego tonu programowania należy odtworzenie wartości wszystkich modyfikowanych rejestrów przed wyjściem z programu.

Tabela E.1. Tryby graficzne i tekstowe wprowadzone w standardzie VESA

Wersja BIOS-u	Numer trybu	Rodzaj trybu	Rozdzielczość	Liczba kolorów
1.0	100h	Graficzny	640×400	256
1.0	101h	Graficzny	640×480	256
1.0	102h	Graficzny	800×600	16
1.0	103h	Graficzny	800×600	256
1.0	104h	Graficzny	1024×768	16
1.0	105h	Graficzny	1024×768	256
1.0	106h	Graficzny	1280×1024	16
1.0	107h	Graficzny	1280×1024	256
1.1	108h	Tekstowy	80×60	16
1.1	109h	Tekstowy	132×25	16
1.1	10Ah	Tekstowy	132×43	16
1.1	10Bh	Tekstowy	132×50	16
1.1	10Ch	Tekstowy	132×60	16
1.2	10Dh	Graficzny	320×200	32 768
1.2	10Eh	Graficzny	320×200	65 536
1.2	10Fh	Graficzny	320×200	16 777 216
1.2	110h	Graficzny	640×480	32 768
1.2	111h	Graficzny	640×480	65 536
1.2	112h	Graficzny	640×480	16 777 216
1.2	113h	Graficzny	800×600	32 768
1.2	114h	Graficzny	800×600	65 536
1.2	115h	Graficzny	800×600	16 777 216
1.2	116h	Graficzny	1024×768	32 768
1.2	117h	Graficzny	1024×768	65 536
1.2	118h	Graficzny	1024×768	16 777 216
1.2	119h	Graficzny	1280×1024	32 768
1.2	11Ah	Graficzny	1280×1024	65 536
1.2	11Bh	Graficzny	1280×1024	16 777 216

Rejestry zewnętrzne (External/General registers)

Pomocniczy rejestr wyjściowy MOR (Miscellaneous Output Register) — adres 3C2h/3CCh

Opisuje podstawowe parametry pracy sterownika.

bit 7	bit 6	bit 5	x	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 6 Rozdzielczość pionowa:

- 01 — 350 linii,
- 10 — 400 linii,
- 11 — 480 linii.

bit 5 Selekcja połowki pamięci obrazu przy adresowaniu przemianym:

- 0 — pierwsze 64 KB,
- 1 — drugie 64 KB.

bity 3 – 2 Częstotliwość taktowania przy wyświetlaniu punktów:

- 00 — częstotliwość 25,175 MHz,
- 01 — częstotliwość 28,322 MHz,
- 10 — zegar zewnętrzny podłączony przez złącze krawędziowe.

bit 1 Udostępnienie pamięci obrazu procesorowi:

- 0 — pamięć niedostępna,
- 1 — pamięć udostępniona (standardowy tryb pracy).

bit 0 Wybór adresów I/O dla rejestru urządzeń zewnętrznych, rejestru stanu i rejestrów sterowania wyświetlaczem:

- 0 — adresy 3B4h, 3B5h, 3BAh,
- 1 — adresy 3D4h, 3D5h, 3DAh.

Zapis do rejestru odbywa się przez podanie adresu 3C2h, a odczyt przez podanie adresu 3CCh.

Rejestr urządzeń zewnętrznych FCR (Feature Control Register) — adres 3DAh/3CAh

Zarezerwowane	bit 3	Zarezerwowane
---------------	-------	---------------

bity 7 – 4 Zarezerwowane.

bit 3 Musi mieć wartość zero.

bity 2 – 0 Zarezerwowane.

Zerowy rejestr stanu ISRZ (Input Status Register Zero) — adres 3C2h

Informacja o wygenerowaniu przerwania przy powrocie pionowym.

bit 7	Zarezerwowane
-------	---------------

bit 7 Informacja o wygenerowaniu przerwania IRQ2:

- 0 — przerwanie IRQ2 nie zostało wygenerowane lub zostało wygenerowane przez inne urządzenie,
- 1 — przerwanie IRQ2 zostało wygenerowane po powrocie pionowym.

Procedura obsługi przerwania musi wyzerować ten bit, modyfikując zawartość rejestru końca powrotu pionowego w układzie sterowania wyświetlaczem.

bity 6 – 0 Zarezerwowane.

Pierwszy rejestr stanu ISRO (Input Status register one) — adres 3BAh (3DAh)

Rejestr przechowuje różne informacje o sterowniku.

Nie używ.	bit 5	bit 4	bit 3	Zarezerw.	bit 0
-----------	-------	-------	-------	-----------	-------

bity 7 – 6 Zarezerwowane.

bity 5 – 4 Bity diagnostyczne układu określenia atrybutu.

bit 3 Powrót pionowy:
 0 — poza powrotem pionowym,
 1 — następuje powrót pionowy lub inne urządzenie wygenerowało przerwanie IRQ2.

bity 2 – 1 Zarezerwowane.

bit 0 Faza wyświetlania obrazu:
 0 — powrót poziomy lub pionowy,
 1 — odczyt pamięci obrazu (wyświetlanie informacji).

Rejestr odłączenia sterownika VSER (Video Subsystem Enable Register) — adres 3C3h

Modyfikacja zawartości tego rejestru umożliwia programowe odłączenie i dołączenie sterownika.

Zarezerwowane	bit 0
---------------	-------

bity 7 – 1 Zarezerwowane.

bit 0 Dołączenie lub odłączenie sterownika:
 0 — odłączenie sterownika,
 1 — dołączenie sterownika.

Układ sekwencyjny

Układ sekwencyjny (*Sequencer*) odpowiada za generowanie sygnału zegarowego, przesyłanie danych pomiędzy pamięcią obrazu, układem graficznym i układem określania atrybutu oraz lokalizację wyświetlanego zbioru znaków.

Rejestr adresowy układu sekwencyjnego SAR (Sequencer Address Register) — adres 3C4h

Wpisanie wartości do rejestru adresowego określa rejestr wewnętrzny, do którego chcemy się odwołać.

Rejestr informacyjny układu sekwencyjnego — adres 3C5h

Poprzez rejestr informacyjny następuje zapis (odczyt) informacji do (z) rejestru wskazanego przez rejestr adresowy.

Rejestr zerowania RR (Reset Register) — indeks 00h

Rejestr zerowania umożliwia zatrzymanie działania układu sekwencyjnego oraz ustawienie jego wyjść w stan wysokiej impedancji.

Zarezerwowane	bit 1	bit 0
---------------	-------	-------

bity 7 – 2 Zarezerwowane.

bit 1 Zerowanie synchroniczne:
0 — zatrzymanie układu sekwencyjnego,
1 — standardowa praca układu.

bit 0 Zerowanie asynchroniczne:
0 — natychmiastowe zatrzymanie pracy układu sekwencyjnego
(dane zostają utracone),
1 — standardowa praca układu.

Rejestr trybu taktowania CMR (Clocking Mode Register) — indeks 01h

Rejestr trybu taktowania określa większość parametrów zegara sterownika.

Nieużywane	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	Nie używany	bit 0
------------	-------	-------	-------	-------	-------------	-------

bity 7 – 6 Nieużywane.

bit 5 Wygaszenie ekranu:
0 — standardowe wyświetlanie obrazu,
1 — odłączenie monitora przy dalszej pracy sterownika.

bit 4 Tryb ładowania rejestrów przesuujących:
0 — bajty pobierane są z czterech płatów pamięci,
1 — bajty ze wszystkich płatów pamięci są łączone w grupy po cztery,
co powoduje zmniejszenie do 1/4 liczby kolorów, ale umożliwia wykorzystanie przestrzeni adresowej o poczwórnym rozmiarze.

- bit 3 Częstotliwość wyświetlania punktów:
 0 — standardowa częstotliwość wyświetlania punktów,
 1 — częstotliwość wyświetlania podzielona przez 2
 (dla trybów 320×200 i 40 kolumn).
- bit 2 Tryb ładowania rejestrów przesuwanych:
 0 — bajty pobierane są z czterech płatów pamięci,
 1 — bajty z dwóch płatów pamięci są łączone w pary, co powoduje
 zmniejszenie liczby kolorów, ale umożliwia wykorzystanie
 podwojonej przestrzeni adresowej.
- bit 1 Nieużywany.
- bit 0 Szerokość znaków:
 0 — znaki o szerokości 9 punktów (w tekstowych trybach pracy
 bez CGA i EGA),
 1 — znaki o szerokości 8 punktów.

Rejestr blokowania pamięci MMR (Map Mask Register) — indeks 02h

Rejestr blokowania pamięci umożliwia zezwolenie na modyfikację poszczególnych pła-
 tów pamięci.

Nieużywane	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
------------	-------	-------	-------	-------

- bity 7 – 4 Nieużywane.
- bit 3 Trzeci płat pamięci — analogicznie do płatu 0.
- bit 2 Drugi płat pamięci — analogicznie do płatu 0.
- bit 1 Pierwszy płat pamięci — analogicznie do płatu 0.
- bit 0 Zerowy płat pamięci:
 0 — brak zezwolenia na modyfikację,
 1 — zezwolenie na modyfikację.

Rejestr zbioru znaków CMR (Character Map Register) — indeks 03h

Rejestr służy do określenia numeru zbioru znaków wyświetlanych w trybie tekstowym.

Nieużywane	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- bity 7 – 6 Nieużywane.
- bity 5, 3, 2 Numer drugiego zestawu znaków.
- bity 4, 1, 0 Numer pierwszego zestawu znaków.

Rejestr trybu dostępu do pamięci MMR (Memory Mode Register) — indeks 04h

Rejestr trybu dostępu do pamięci służy do informowania układu sekwencyjnego o strukturze pamięci obrazu.

Nie używane	bit 3	bit 2	1	0
-------------	-------	-------	---	---

bity 7 – 4 Nie używane.

bit 3 Adresowanie modulo 4:
 0 — standardowy dostęp do pamięci obrazu,
 1 — komórki płyty zerowego mają adresy podzielne przez 4. Komórki płyty pierwszego mają adresy podzielne przez 4 z resztą 1 itd. W ten sposób czterokrotnie wzrasta rozmiar dostępnej przestrzeni adresowej.

bit 2 Adresowanie przemienne:
 0 — parzyste komórki na parzystych płytach pamięci obrazu mają adresy parzyste, komórki nieparzyste na płytach nieparzystych mają adresy nieparzyste,
 1 — standardowy dostęp do pamięci obrazu.

bit 1 Musi być równy 1.

bit 0 Musi być równy 0.

Układ graficzny

Układ graficzny (*Graphics Controller*) odpowiada za przekazywanie danych pomiędzy pamięcią obrazu a procesorem oraz układem określania atrybutu.

Rejestr adresowy układu graficznego GAR (Graphics 1 and 2 Address Register) — adres 3CEh

Rejestr adresowy układu graficznego wiąże rejestr informacyjny z rejestrami wewnętrznymi układu.

Rejestr informacyjny układu graficznego — adres 3CFh

Poprzez rejestr informacyjny następuje zapis (odczyt) informacji do (z) rejestru wskazanego przez rejestr adresowy.

Rejestr ustawiania-zerowania SRR (Set/Reset Register) — indeks 00h

Rejestr ustawiania-zerowania służy do określenia bitów, które będą ustawiane lub zerowane i poddawane operacjom logicznym — za jego pomocą ustawia się więc kolor, który zostanie nadany punktom podczas zapisu do pamięci. Wykonywana operacja logiczna wybierana jest przez zapis do rejestru przesunięcia i wyboru funkcji.

Nie używane	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 4 Zarezerwowane.

bit 3 Trzeci płat pamięci — analogicznie do płatu 0.

bit 2 Drugi płat pamięci — analogicznie do płatu 0.

bit 1 Pierwszy płat pamięci — analogicznie do płatu 0.

bit 0 Tryb modyfikacji zerowego płatu pamięci:
0 — zerowanie (lub operacja logiczna z 0),
1 — ustawianie (lub operacja logiczna z 1).

Rejestr zezwolenia na ustawianie-zerowanie ESRR (Enable Set/Reset Register) — indeks 01h

Rejestr służy do zezwolenia na modyfikację płatów pamięci zgodnie z zawartością rejestru ustawiania-zerowania.

Nie używane	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 4 Zarezerwowane.

bit 3 Trzeci płat pamięci — analogicznie do płatu 0.

bit 2 Drugi płat pamięci — analogicznie do płatu 0.

bit 1 Pierwszy płat pamięci — analogicznie do płatu 0.

bit 0 Modyfikacja zerowego płatu zgodnie z zawartością rejestru ustawiania-zerowania:
0 — brak zezwolenia na modyfikację,
1 — zezwolenie na modyfikację.

Zawartość tego rejestru jest uwzględniana tylko w zerowym trybie zapisu.

Rejestr porównania kolorów CCR (Colour Compare Register) — indeks 02h

Rejestr służy do określenia numeru koloru, z którym porównywane są punkty podczas odczytu pamięci obrazu.

Nie używane	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 4 Nie używane.

bity 3 – 0 Numer porównywanego koloru.

Zawartość rejestru brana jest pod uwagę tylko w pierwszym trybie odczytu. Jeśli numer koloru punktu jest zgodny z numerem zapisanym w rejestrze, wartości bitów odczytanych z pamięci obrazu będą równe 1, w przeciwnym razie — 0.

Rejestr przesunięcia i wyboru funkcji DRFSR (Data Rotate-Function Select Register) — indeks 03h

Rejestr przesunięcia i wyboru funkcji służy do określenia działań wykonywanych na danych zapisywanych do pamięci obrazu. Określa, o ile bitów ma zostać przesunięty bajt przesyłany do pamięci obrazu i czy na tym bajcie będzie wykonywana operacja logiczna z zawartością rejestru zatraskowego.

Nie używane	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 5 Nie używane.

bity 4 – 3 Wykonywana funkcja logiczna:
 00 — zapis bez wykonywania operacji logicznej,
 01 — operacja logiczna AND,
 10 — operacja logiczna OR,
 11 — operacja logiczna XOR.

bity 2 – 0 Wielkość przesunięcia w prawo (przesunięcie jest przesunięciem cyklicznym).

Przesunięcie bajtu ma priorytet wyższy od funkcji logicznej i dlatego przeprowadzane jest jako pierwsze. Przesunięcie wykonywane jest tylko w zerowym i trzecim trybie zapisu. Przesunięcie wykonywane jest wyłącznie na bajtach zapisywanych przez procesor.

Rejestr wyboru płatu do odczytu RMSR (Read Map Select Register) — indeks 04h

Rejestr wyboru płatu do odczytu służy do określenia numeru płatu pamięci, z którego zostanie odczytany następny bajt.

Nie używane	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------

bity 7 – 2 Nie używane.

bity 1 – 0 Numer płatu pamięci przeznaczonego do odczytu.

Zawartość tego rejestru jest brana pod uwagę tylko w zerowym trybie odczytu.

Rejestr trybu dostępu do pamięci MOR (Mode Register) — indeks 05h

Rejestr trybu dostępu do pamięci określa sposób zapisywania i odczytywania informacji z pamięci obrazu. Razem z rejestrem dodatkowym służy do określenia trybu adresowania pamięci przez układ graficzny.

Nie użyt.	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	Nie użyt.	bit 1	bit 0
-----------	-------	-------	-------	-------	-----------	-------	-------

- bit 7 Nie używany.
- bit 6 Dotyczy trybu 256-kolorowego:
0 — bity z pamięci obrazu są przepisywane do rejestrów przesuwających,
1 — podczas zapisu do pamięci obrazu bajt jest zamieniany na cztery dwubitowe wartości wysyłane do rejestru sterowania atrybutem.
- bit 5 Sposób ładowania rejestrów przesuwających:
0 — bity z pamięci obrazu są przepisywane do rejestrów przesuwających,
1 — Nieparzyste bity każdego bajtu pamięci obrazu umieszczane są w rejestrach przesuwających nieparzystych płatów pamięci. Bity parzyste bajtów pamięci obrazu są umieszczane w rejestrach przesuwających parzystych płatów pamięci. Umożliwia to emulację trybu czterokolorowego karty CGA.
- bit 4 Adresowanie przemienne:
0 — standardowy sposób adresowania,
1 — komórki o parzystych adresach położone na parzystych płatach pamięci mają adresy parzyste; komórki nieparzyste na nieparzystych płatach mają adresy nieparzyste. Umożliwia to podwojenie rozmiaru przestrzeni adresowej.
- bit 3 Numer trybu odczytu:
0 — zerowy tryb odczytu,
1 — pierwszy tryb odczytu.
- bit 2 Nie używany.
- bity 1 – 0 Tryb zapisu:
00 — zerowy tryb zapisu,
01 — pierwszy tryb zapisu,
10 — drugi tryb zapisu,
11 — trzeci tryb zapisu.

Rejestr dodatkowy MIR (Miscellaneous Register) — indeks 06h

Rejestr dodatkowy układu graficznego służy do określenia trybu pracy sterownika i początku pamięci obrazu. Razem z rejestrem trybu dostępu do pamięci służy do określenia trybu adresowania pamięci przez układ graficzny.

Nie używane	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 4 Nie używane.

bity 3 – 2 Adres początku pamięci obrazu oraz jej rozmiar:

00 — początek: A000:0000, rozmiar 128 KB,

01 — początek: A000:0000, rozmiar 64 KB,

10 — początek: B000:0000, rozmiar 32 KB,

11 — początek: B800:0000, rozmiar 32 KB.

bit 1 Tryb adresowania:

0 — adresowanie standardowe,

1 — podczas zapisu lub odczytu bajtu zerowany jest najmłodszy bit adresu, przez co nie są dostępne bajty o nieparzystych adresach.

bit 0 Tryb pracy:

0 — tryb tekstowy,

1 — tryb graficzny.

Jeśli pamięć obrazu rozpoczyna się od adresu A000:0000 i ma rozmiar 128 KB, występuje konflikt adresów pomiędzy sterownikami zainstalowanymi w systemie.

Rejestr pominięcia koloru CDCR (Colour don't Care Register) — indeks 07h

Rejestr pominięcia koloru służy do określenia płątów pamięci obrazu pomijanych podczas porównywania z zawartością rejestru porównywania kolorów.

Nie używane	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 4 Nie używane.

bit 3 Pominięcie trzeciego płątu pamięci — analogicznie jak dla zerowego.

bit 2 Pominięcie drugiego płątu pamięci — analogicznie jak dla zerowego.

bit 1 Pominięcie pierwszego płątu pamięci — analogicznie jak dla zerowego.

bit 0 Pominięcie zerowego płątu pamięci:

0 — wartość bitu odczytanego z zerowego płątu pamięci jest zgodna z wartością bitu w rejestrze porównywania kolorów,

1 — wartość bitu odczytanego z zerowego bitu pamięci jest zgodna z wartością bitu w rejestrze porównywania kolorów wtedy, gdy oba bity są takie same.

Wpisanie do rejestru wartości 00h spowoduje zgodność wszystkich kolorów z numerem koloru zapisanym w rejestrze porównywania kolorów.

Rejestr modyfikacji bitów BMR (Bit Mask Register) — indeks 08h

Rejestr modyfikacji bitów służy do określenia bitów, które nie będą modyfikowane podczas zapisu do pamięci obrazu. W zerowym trybie zapisu zawartość rejestru nie jest uwzględniana.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 1 Analogicznie dla bitów 7 – 1 komórki pamięci obrazu.

bit 0 Modyfikacja zerowego bitu pamięci obrazu:
0 — bit nie będzie modyfikowany,
1 — podczas zapisu bit zostanie zmodyfikowany.

Układ sterowania atrybutem

Układ sterowania atrybutem (*Attribute Controller*) służy do zamiany kolorów zapisanych w pamięci obrazu na indeksy kolorów zdefiniowanych w rejestrach wzorców kolorów. Układ sterowania atrybutem odpowiada także za kolor krawędzi ekranu.

Rejestr adresowy układu sterowania atrybutem G1&2AR (Graphics 1 and 2 Address Register) — adres 3C0h

Rejestr adresowy układu sterowania atrybutem wiąże rejestr informacyjny z rejestrami wewnętrznymi układu. Jest także rejestrem informacyjnym tego układu. Zawartość rejestrów wewnętrznych układu może być także odczytana pod adresem wejścia-wyjścia 3C1h.

Nie używane	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 6 Nie używane.

bit 5 Dostęp do rejestrów palety:
0 — zabronienie dostępu do rejestrów palety,
1 — udostępnienie rejestrów palety.

bity 4 – 0 Indeks wewnętrznego rejestru układu sterowania atrybutem.

Powiązanie adresu informacyjnego z rejestrem wewnętrznym musi być poprzedzone odczytaniem zawartości pierwszego rejestru stanu o adresie 3BAh (3DAh).

Przykład

```
cli      ;zablokowanie przerw
mov dx,3dah
in  al,dx      ; skojarzenie rej.
           ; indeksowego z adresem 3C0h
mov al,indeks_rej_wewnetrz
```

```

mov dx,3C0h
out dx,a1      ; wybór rejestru wewn.
nop           ; zwłoka na zmianę stanu
nop           ; sterownika
mov a1,wartosc
out dx,a1     ; zapis wartości do rejestru
              ; wewnętrznego
    
```

Rejestr informacyjny układu sterowania atrybutem — adres 3C0h/3C1h

Poprzez rejestr informacyjny następuje zapis (odczyt) informacji do (z) rejestru wskazanego przez rejestr adresowy. Z powodu wspólnego adresu z rejestrem indeksowym, przed dostępem do wewnętrznych rejestrów należy dokonać odczytu zawartości pierwszego rejestru stanu o adresie 3BAh (3DAh).

Zmiana zawartości rejestrów układu sterowania atrybutem powinna być dokonywana podczas powrotu pionowego; w przeciwnym razie na ekranie można zaobserwować efekt „śnieżenia”.

Rejestry palety PR (Palette Registers) — indeksy 00h – 0Fh

Rejestry palety służą do przyporządkowania numerom koloru odpowiednich wzorców kolorów, przechowywanych w rejestrach wzorców kolorów przetwornika cyfrowo-analogowego.

Nie używane	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 6 Nie używane.

bity 5 – 0 Numer rejestru wzorca koloru zawierającego 18-bitowy wzorec koloru.

W trybach 256-kolorowych nie są uwzględniane rejestry palety. Indeks rejestrów wzorca koloru staje się wtedy 8-bitowa wartość zapisana w pamięci obrazu.

Rejestr sterowania trybem pracy MCR (Mode Control Register) — indeks 10h

Rejestr sterowania trybem pracy służy do określenia trybu działania układu sterowania atrybutem.

bit 7	bit 6	bit 5	Nie używ.	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-----------	-------	-------	-------	-------

bit 7 Tryb podziału wzorców kolorów na bloki:
 0 — cztery bloki po 64 wzorce kolorów,
 1 — szesnaście bloków po 16 wzorców kolorów.

- bit 6 Liczba bitów opisujących kolor punktu:
0 — cztery bity na punkt (tryb 16-kolorowy),
1 — osiem bitów na punkt (tryb 256-kolorowy).
- bit 5 Ograniczenie przesunięcia poziomego w trybie *Split Screen*:
0 — jednoczesne przesunięcie obu obszarów,
1 — przesunięcie tylko górnego obszaru.
- Bit 4 Nieużywany.
- bit 3 Tryb interpretacji bajtu atrybutu:
0 — bity 4 – 7 atrybutu określają kolor tła znaku,
1 — bity 4 – 6 atrybutu określają kolor tła znaku;
bit 7 równy 1 oznacza migotanie znaku.
- bit 2 Tryb wyświetlania znaków o szerokości 9 punktów:
0 — dziewiąty punkt znaku przybiera kolor tła poprzedniego znaku,
1 — dla znaków o kodach C0h – DFh dziewiąty punkt ma taki sam kolor jak punkt ósmy; dla pozostałych znaków dziewiąty punkt ma kolor tła.
- bit 1 Rodzaj monitora:
0 — monitor kolorowy,
1 — monitor monochromatyczny.
- bit 0 Tryb pracy sterownika:
0 — tryb tekstowy,
1 — tryb graficzny.

Rejestr krawędzi ekranu OR (Overscan Register) — indeks 11h

Rejestr krawędzi ekranu służy do określenia koloru (numeru wzorca koloru) brzegu ekranu.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Numer wzorca koloru krawędzi ekranu

Standardowym kolorem krawędzi ekranu we wszystkich trybach pracy jest kolor o numerze 0 (zwykle czarny). Dla niektórych sterowników nie jest możliwe określenie innego koloru brzegu ekranu.

Rejestr uwzględnianych płatów pamięci CPER (Colour Plane Enable Register) — indeks 12h

Rejestr uwzględnianych płatów pamięci służy do określenia płatów pamięci, które będą brały pod uwagę podczas wyświetlania punktów. Pominięte płaty są traktowane tak, jakby były wypełnione zerami.

Nieużywane	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 6 Nieużywane.

- bity 5 – 4 Wybór bitów diagnostycznych układu sterowania atrybutem, które mogą być odczytane z bitów 4. i 5. pierwszego rejestru stanu o adresie 3DAh (3BAh):
 00 — bity 2 i 0,
 01 — bity 5 i 4,
 10 — bity 3 i 1,
 11 — bity 7 i 6.
- bit 3 Uwzględnienie trzeciego płatu pamięci podczas wyświetlania:
 0 — trzeci płat pamięci nie jest uwzględniany,
 1 — trzeci płat pamięci jest uwzględniany.
- bit 2 Analogicznie dla drugiego płatu.
- bit 1 Analogicznie dla pierwszego płatu.
- bit 0 Analogicznie dla zerowego płatu.

Rejestr przesunięcia poziomego HPPR (Horizontal Pel Panning Register) — indeks 13h

Rejestr przesunięcia poziomego służy do określenia przesunięcia obrazu w lewo.

Nieużywane	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
------------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 4 Nieużywane.

bity 3 – 0 Wielkość przesunięcia poziomego w punktach:

	Tryby tekstowe	Tryby graficzne	
		256-kolorowe	16-kolorowe
0000	1	0	0
0001	2	–	1
0010	3	1	2
0011	4	–	3
0100	5	2	4
0101	6	–	5
0110	7	3	6
0111	8	–	7
1000	0	–	–

Zawartość rejestru jest uwzględniana w tekstowych i graficznych trybach pracy.

Rejestr wyboru koloru CSR (Colour Select Register) — indeks 14h

Rejestr wyboru koloru służy do wybrania bloku wzorców kolorów (grupy rejestrów przetwornika cyfrowo-analogowego).

Nieżywane	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-----------	-------	-------	-------	-------

Dla siódmego bitu rejestru sterowania trybem równego 1:

bity 7 – 4 Nieżywane.

bity 3 – 0 Numer jednego z szesnastu bloków wzorców kolorów.

Dla siódmego bitu rejestru sterowania trybem równego 0:

bity 7 – 4 Nieżywane.

bity 3 – 2 Numer jednego z czterech bloków wzorców kolorów.

bity 1 – 0 Nieżywane.

Zawartość rejestru nie ma znaczenia w 256-kolorowych trybach pracy.

Przetwornik cyfrowo-analogowy

Rolą przetwornika cyfrowo-analogowego DAC (*Digital to Analog Converter*) jest zamiana sygnałów cyfrowych pobranych z pamięci wzorców na sygnał analogowy wysyłany do monitora. Wzorce kolorów zapisane są w 256 18-bitowych rejestrach. Wartość 18-bitowa dopuszcza zdefiniowanie 262 144 odcieni, ale sterownik VGA umożliwia jednocześnie wyświetlenie tylko 256 kolorów. Sterowniki SVGA umożliwiają uzyskanie większej ilości odcieni (nawet ponad 16 milionów) i jednocześnie wyświetlenie większej liczby kolorów na ekranie.

Dla zachowania zgodności pierwsze 16 kolorów sterownika VGA odpowiada szesnastu kolorom sterownika EGA. Kolejnym numerom odpowiadają następujące kolory:

Numer rejestru	Kolor	Numer rejestru	Kolor
0	Czarny (<i>Black</i>)	8	Szary (<i>Gray</i>)
1	Niebieski (<i>Blue</i>)	9	Jasnoniebieski (<i>Light Blue</i>)
2	Zielony (<i>Green</i>)	10	Jasnozielony (<i>Light Green</i>)
3	Siny (<i>Cyan</i>)	11	Jasnosiny (<i>Light Cyan</i>)
4	Czerwony (<i>Red</i>)	12	Jasnoczerwony (<i>Light Red</i>)
5	Fioletowy (<i>Magenta</i>)	13	Różowy (<i>Pink</i>)
6	Brazowy (<i>Brown</i>)	14	Żółty (<i>Yellow</i>)
7	Jasnoszary (<i>Light Gray</i>)	15	Biały (<i>White</i>)

Kolejne 16 kolorów odpowiada odcieniom szarości tych kolorów.

Rejestr ograniczenia koloru PELMR (PEL Mask Register) — adres 3C6h

Rejestr ograniczenia koloru służy do ograniczenia liczby wzorców kolorów używanych podczas wyświetlania punktów na ekranie. Wartość wysyłana przez układ sterowania atrybutem oraz zawartość rejestru ograniczającego są argumentami funkcji AND, która jako wynik zwraca numer wzorca koloru.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Po każdej zmianie trybu pracy do rejestru ograniczającego jest wpisywana wartość FFh.

Rejestr stanu przetwornika DACSR (DAC Status Register) — adres 3C7h

Rejestr stanu przetwornika cyfrowo-analogowego jest używany do odczytania stanu wzorców kolorów.

Nie używane	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------

bity 7 – 2 Nie używane.

bity 1 – 0 Stan rejestrów wzorców kolorów:
 00 — rejestry wzorców kolorów są aktualnie odczytywane,
 11 — rejestry wzorców kolorów są aktualnie zapisywane.

Rejestr jest przeznaczony wyłącznie do odczytu.

Rejestr adresowy odczytu przetwornika PELARMR (PEL Address Read Mode Register) — adres 3C7h

Rejestr adresowy odczytu przetwornika służy do rozpoczęcia cyklu odczytu zawartości rejestrów wzorców kolorów.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Numer pierwszego rejestru wzorca koloru przeznaczonego do odczytu.

Po wpisaniu wartości do rejestru powinien nastąpić cykl odczytów zawartości rejestrów wzorców kolorów. Cykl odczytu wzorca koloru polega na pobraniu trzech 6-bitowych wartości odpowiadających kolejno składowej czerwonej, zielonej i niebieskiej wzorca koloru. Jeden cykl odczytu wzorca wymaga trzech odczytów rejestru formacyjnego przetwornika o adresie 3C9h. Po każdym cyklu odczytu zawartość rejestru adresowego jest automatycznie zwiększana o jeden i może zostać rozpoczęty kolejny cykl odczytu wzorca koloru.

Pomiędzy dwoma odczytami rejestru informacyjnego powinno upłynąć co najmniej 240 ns. Rejestr ten przeznaczony jest wyłącznie do zapisu.

Rejestr adresowy zapisu przetwornika PELAWMR (PEL Address Write Mode Register) — adres 3C8h

Rejestr adresowy zapisu przetwornika służy do rozpoczęcia cyklu zapisu do rejestrów wzorców kolorów.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Numer pierwszego rejestru wzorca koloru przeznaczonego do zapisu.

Po wpisaniu wartości do rejestru powinien nastąpić cykl zapisów do rejestrów wzorców kolorów. Cykl zapisu wzorca koloru polega na wpisaniu trzech 6-bitowych wartości odpowiadających kolejno składowej czerwonej, zielonej i niebieskiej wzorca koloru. Jeden cykl zapisu wzorca wymaga trzech zapisów rejestru informacyjnego przetwornika o adresie 3C9h. Po każdym cyklu zapisu zawartość rejestru adresowego jest automatycznie zwiększana o jeden i może zostać rozpoczęty kolejny cykl zapisu wzorca koloru.

Pomiędzy dwoma zapisami rejestru informacyjnego powinno upłynąć co najmniej 240 ns. Rejestr ten przeznaczony jest wyłącznie do zapisu.

Rejestr informacyjny przetwornika PELDR (PEL Data Register) — adres 3C9h

Rejestr informacyjny przetwornika służy do zapisu i odczytu informacji o wzorcach kolorów.

Nie używany	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 6 Nie używane.

bity 5 – 0 Wartość jednej z trzech składowych wzorca koloru.

Każdy cykl zapisu (odczytu) wzorca koloru składa się z trzech operacji zapisu (odczytu) 6-bitowych wartości odpowiadających kolejno składowej czerwonej, zielonej i niebieskiej wzorca koloru.

Pierwszy cykl zapisu musi być poprzedzony wpisaniem do rejestru PELAWMR numeru pierwszego modyfikowanego wzorca koloru. Pierwszy cykl odczytu musi być poprzedzony wpisaniem do rejestru PELARMR, przetwornika numeru pierwszego odczytywanego wzorca koloru. Pomiędzy dwoma operacjami zapisu (odczytu) powinno upłynąć co najmniej 240 ns.

Układ sterowania wyświetlaczem (CRT Controller)

Układ sterowania wyświetlaczem odpowiada za zachowanie zależności czasowych przy wyświetlaniu obrazu. Rejestry układu sterowania określają także kształt kursora i jego położenie, wysokość podkreślenia, wysokość znaków, poziomy podział obrazu oraz położenie wyświetlanej strony w pamięci obrazu.

Rejestr indeksowy układu sterowania wyświetlaczem CRTCAR (CRTC Address Register) — adres 3B4h (3D4h)

Rejestr adresowy układu graficznego wiąże rejestr informacyjny z rejestrami wewnętrznymi układu.

Rejestr informacyjny układu sterowania wyświetlaczem — adres 3B5h (3D5h)

Poprzez rejestr informacyjny następuje zapis (odczyt) informacji do (z) rejestru wskazanego przez rejestr indeksowy.

Rejestr całkowitego czasu wyświetlania linii HTR (Horizontal Total Register) — indeks 00h

Rejestr całkowitego czasu wyświetlania linii służy do określenia czasu trwania cyklu wyświetlania poziomej linii obrazu.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Całkowity czas wyświetlania linii.

Na czas wyświetlania linii składa się czas wyświetlania punktów obrazu, czas wyświetlenia prawej krawędzi obrazu, czas powrotu pionowego i czas wyświetlania lewej krawędzi obrazu.

Rejestr końca wyświetlania poziomego HDER (Horizontal Display End Register) — indeks 01h

Wartość zawarta w rejestrze końca wyświetlania poziomego określa moment zakończenia wyświetlania linii obrazu.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Szerokość obrazu w znakach.

Wyświetlanie poziome kończy się w momencie osiągnięcia przez licznik znaków wartości zawartej w rejestrze +1.

Rejestr początku wygaszania poziomego SHBR (Start Horizontal Blanking Register) — indeks 02h

Wartość zawarta w rejestrze początku wygaszania poziomego określa moment rozpoczęcia wyświetlania prawego brzegu ekranu i wygaszenie plamki.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Wartość licznika znaków, przy której następuje wygaszenie plamki.

Rejestr końca wygaszania poziomego EHBR (End Horizontal Blanking Register) — indeks 03h

Wartość zawarta w rejestrze końca wyświetlania poziomego określa moment zakończenia wygaszania poziomego.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bit 7 Zawsze równy jeden.

bity 6 – 5 Opóźnienie rozpoczęcia następnego cyklu:
00 — bez opóźnienia,
01 — jeden znak opóźnienia,
10 — dwa znaki opóźnienia,
11 — trzy znaki opóźnienia.

bity 4 – 0 Mniej znaczące bity wartości określającej koniec wygaszania poziomego.

W rejestrze znajduje się pięć najmniej znaczących bitów wartości określającej koniec wygaszania poziomego. Bit 5 znajduje się w rejestrze końca powrotu poziomego, a bity 7 – 6 są równe dwóm najbardziej znaczącym bitom rejestru początku wygaszania poziomego.

Rejestr początku powrotu poziomego SHRR (Start Horizontal Retrace Register) — indeks 04h

Wartość zawarta w rejestrze początku powrotu poziomego określa moment rozpoczęcia powrotu poziomego.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Wartość określająca początek powrotu poziomego.

Rejestr końca powrotu poziomego EHRR (End Horizontal Retrace Register) — indeks 05h

Wartość zawarta w rejestrze końca powrotu poziomego określa moment zakończenia powrotu poziomego.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bit 7 Bit piąty wartości określającej koniec wygaszania poziomego.

bity 6 – 5 Opóźnienie początku powrotu poziomego:

- 00 — bez opóźnienia,
- 01 — jeden znak opóźnienia,
- 10 — dwa znaki opóźnienia,
- 11 — trzy znaki opóźnienia.

bity 4 – 0 Mniej znaczące bity wartości określającej koniec powrotu poziomego.

Rejestr zawiera pięć mniej znaczących bitów wartości określającej koniec powrotu poziomego. Bity bardziej znaczące są równe najstarszym bitom rejestru początku powrotu poziomego.

Rejestr całkowitego czasu wyświetlania obrazu VTR (Vertical Total Register) — indeks 06h

Wartość zawarta w rejestrze całkowitego czasu wyświetlania obrazu odpowiada ośmiu najmniej znaczącym bitom wartości, określającej całkowity czas wyświetlania obrazu. Bity ósmy i dziewiąty znajdują się w rejestrze przepełnień układu sterowania wyświetlaczem.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Najmniej znaczące bity wartości określającej całkowity czas wyświetlania obrazu.

Jednostką czasu jest czas wyświetlania pojedynczej linii. Cykl wyświetlania obrazu rozpoczyna się od wyświetlenia pamięci obrazu, następnie wyświetlany jest dolny brzeg ekranu, następuje powrót pionowy, po czym wyświetlany jest górny brzeg obrazu.

Rejestr przepełnień układu sterowania wyświetlaczem OVRFLR (Overflow Register) — indeks 07h

Rejestr przepełnień zawiera bardziej znaczące bity wartości zawartych w innych rejestrach.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bit 7 Dziewiąty bit wartości określającej początek powrotu pionowego.

bit 6 Dziewiąty bit wartości określającej koniec wyświetlania pionowego.

- bit 5 Dziewiąty bit wartości określającej całkowity czas wyświetlania obrazu.
- bit 4 Ósmy bit rejestru porównania linii.
- bit 3 Ósmy bit wartości określającej początek wygaszania pionowego.
- bit 2 Ósmy bit wartości określającej początek powrotu pionowego.
- bit 1 Ósmy bit wartości określającej koniec wyświetlania pionowego.
- bit 0 Ósmy bit wartości określającej całkowity czas wyświetlania obrazu.

Rejestr położenia pierwszej linii PSLR (Preset Scan Line Register) — indeks 08h

Rejestr położenia pierwszej linii zawiera numer linii, od której wyświetlana jest pierwsza linia znaków.

Nie używany	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- bit 7 Nie używany;
- bity 6 – 5 Dodatkowe bity rejestru przesunięcia poziomego;
- bity 4 – 0 Numer pierwszej wyświetlanej linii obrazu.

W trybach graficznych przesuwanie obrazu wykonywane jest za pomocą zmiany zawartości rejestru adresowego (indeks 0Ch i 0Dh).

Rejestr ostatniej linii znaku MSLR (Max Scan Line Register) — indeks 09h

Rejestr ostatniej linii znaku służy do określenia wysokości wyświetlanych znaków w punktach.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- bit 7 Jakość obrazu przy rozdzielczości pionowej 200 linii:
0 — pojedyncze wyświetlanie linii,
1 — podwójne wyświetlanie linii.
- bit 6 Dziewiąty bit rejestru porównania linii.
- bit 5 Dziewiąty bit wartości określającej początek wygaszania pionowego.
- bity 4 – 0 Wysokość znaku pomniejszona o jeden.

Rejestr pierwszej linii kursora CSR (Cursor Start Register) — indeks 0Ah

Rejestr pierwszej linii kursora określa odległość górnej linii kursora od górnej krawędzi znaku.

Nieużywane	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 6 Nieużywane.

bit 5 Schowanie kursora:
 0 — kursor widoczny,
 1 — kursor schowany.

bity 4 – 0 Numer górnej linii kursora pomniejszony o 1. Pierwsza linia od góry ma numer 0.

Rejestr ostatniej linii kursora CER (Cursor End Register) — indeks 0Bh

Rejestr ostatniej linii kursora określa odległość dolnej linii kursora od górnej krawędzi znaku.

Nieużywany	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bit 7 Nieużywany.

bity 6 – 5 Opóźnienie wyświetlania kursora:
 00 — brak opóźnienia,
 01 — jeden znak opóźnienia,
 10 — dwa znaki opóźnienia,
 11 — trzy znaki opóźnienia.

bity 4 – 0 Numer dolnej linii kursora pomniejszony o 1. Pierwsza linia od góry ma numer 0.

Rejestry adresowe SAHR, SALR (Start Address High Register, Start Address Low Register) — indeksy 0Ch i 0Dh

Rejestry adresowe zawierają adres pierwszego wyświetlanego znaku (w trybach tekstowych) lub punktu (w trybach graficznych).

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0

bity 7 – 0 Bardziej i mniej znacząca część adresu pierwszego wyświetlanego punktu lub znaku.

Bardziej znacząca część adresu znajduje się w rejestrze o indeksie 0Ch, mniej znacząca — w rejestrze o indeksie 0Dh. Zmiana zawartości tych rejestrów powoduje przesunięcie początku wyświetlanego okna.

Rejestry pozycji kursora CLHR, CLLR (Cursor Location High Register, Cursor Location Low Register) — indeksy 0Eh i 0Fh

Rejestry pozycji kursora mają adres znaku zawierającego kursor (w trybach tekstowych).

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0

bity 7 – 0 Bardziej i mniej znacząca część adresu znaku zawierającego kursor.

Bardziej znacząca część adresu zawarta jest w rejestrze o indeksie 0Eh, mniej znacząca — w rejestrze o indeksie 0Fh.

Rejestr początku powrotu pionowego VRS (Vertical Retrace Start) — indeks 10h

W rejestrze początku powrotu pionowego znajduje się osiem mniej znaczących bitów wartości określającej moment początku powrotu pionowego. Bity ósmy i dziewiąty wartości określającej rozpoczęcie powrotu pionowego znajdują się w rejestrze przepelnień.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Mniej znaczące bity wartości określającej rozpoczęcie powrotu pionowego.

Rejestr końca powrotu pionowego VRE (Vertical Retrace End) — indeks 11h

Rejestr końca powrotu pionowego zawiera cztery mniej znaczące bity wartości określającej moment zakończenia powrotu pionowego.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bit 7 Zabezpieczenie przed zapisem rejestrów o indeksach 00h – 07h:
0 — zezwolenie na modyfikację,
1 — brak zezwolenia na modyfikację.

bit 6 Liczba cykli odświeżania pamięci RAM sterownika:
0 — trzy cykle odświeżania na jedną linię,
1 — pięć cykli odświeżania na jedną linię.

bit 5 Zezwolenie na przerwanie powrotu pionowego:
0 — zezwolenie na generowanie przerwania,
1 — brak zezwolenia na generowanie przerwania.

bit 4 Potwierdzenie przyjęcia przerwania powrotu pionowego:
0 — przyjęcie żądania obsługi przerwania,
1 — zakończenie obsługi przerwania.

bity 3 – 0 Mniej znaczące bity wartości określającej moment końca powrotu pionowego.

Wystąpienie przerwania powrotu pionowego jest sygnalizowane zmianą stanu linii IRQ 2. Standardowy sterownik VGA nie generuje przerwania powrotu pionowego.

Rejestr końca wyświetlania pionowego VDER (Vertical Display End Register) — indeks 12h

Rejestr końca wyświetlania pionowego zawiera osiem mniej znaczących bitów wartości określającej moment końca wyświetlania zawartości pamięci obrazu.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Mniej znaczące bity wartości określającej moment końca wyświetlania pionowego pomniejszony o 1.

Bity ósmy i dziewiąty wartości określającej moment końca wyświetlania pionowego znajdują się w rejestrze przepelnień.

Rejestr długości linii OR (Offset Register) — indeks 13h

Rejestr długości linii zawiera wartość określającą długość jednej linii wyświetlanego obrazu w bajtach, słowach lub podwójnych słowach w zależności od zawartości rejestru trybu adresowania.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Rozmiar jednej linii wyświetlanego obrazu.

Rejestr pozycji podkreślenia ULR (Underline Location Register) — indeks 14h

Rejestr pozycji podkreślenia zawiera numer linii, w której będzie wyświetlane podkreślenie.

Nie używany	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bit 7 Nie używany.

bit 6 Tryb adresowania pamięci obrazu:
0 — tryb jest określany przez szósty bit rejestru trybu adresowania,
1 — tryb podwójnych słów (tryb 256-kolorowy — interpretowana jest co czwarta komórka pamięci obrazu).

bit 5 Dzielnik licznika znaków:
0 — przejście do następnej komórki pamięci po zwiększeniu licznika o 1,
1 — przejście do następnej komórki pamięci po zwiększeniu licznika o 4.

bity 4 – 0 Numer linii, w której będzie wyświetlane podkreślenie.

Rejestr pozycji podkreślenia zawiera także informację uzupełniającą o trybach adresowania stosowanych przez sterownik.

Rejestr początku wygaszania pionowego SVBR (Start Vertical Blanking Register) — indeks 15h

Rejestr początku wygaszania pionowego zawiera osiem mniej znaczących bitów wartości określającej moment rozpoczęcia wygaszania pionowego.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Mniej znaczące bity wartości określającej moment początku wygaszania pionowego.

Ósmy bit wartości początku wygaszania pionowego znajduje się w rejestrze przepełnień, a bit dziewiąty znajduje się w rejestrze wysokości znaku.

Rejestr końca wygaszania pionowego EVBR (End Vertical Blanking Register) — indeks 16h

W rejestrze końca wygaszania pionowego znajduje się osiem mniej znaczących bitów wartości określającej moment zakończenia wygaszania pionowego.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Mniej znaczące bity wartości określającej moment końca wygaszania pionowego.

Bity ósmy i dziewiąty wartości określającej koniec wygaszania pionowego są takie same jak bity ósmy i dziewiąty wartości początku wygaszania pionowego.

Rejestr trybu adresowania MCR (Mode Control Register) — indeks 17h

Rejestr trybu adresowania razem z rejestrze pozycji podkreślenia określa sposób adresowania pamięci obrazu.

bit 7	bit 6	bit 5	Nie używany	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------------	-------	-------	-------	-------

- bit 7 Zerowanie układu:
0 — brak zezwolenia na wykonanie powrotu pionowego i poziomego,
1 — standardowa praca.
- bit 6 Tryb adresowania pamięci obrazu:
0 — tryb bajtów (interpretowana jest każda komórka pamięci),
1 — tryb słów (interpretowana jest co druga komórka pamięci).
- bit 5 Bit używany, jeśli wyzerowany bit szósty:
0 — podczas interpretowania pamięci obrazu zerowy bit adresu
jest zastępowany bitem trzynastym,

- 1 — podczas interpretowania pamięci obrazu zerowy bit adresu jest zastępowany bitem piętnastym.
- bit 4 Nieużywany.
- bit 3 Dzielnik licznika znaków:
 0 — przejście do następnego adresu, gdy licznik znaków zwiększa się o 1,
 1 — przejście do następnego adresu, gdy licznik znaków zwiększa się o 2.
- bit 2 Sposób zwiększania licznika linii:
 0 — licznik linii jest zwiększany po każdym powrocie poziomym,
 1 — licznik linii jest zwiększany co drugi powrót poziomy.
- bit 1 Przesunięcie o 16 KB:
 0 — pamięć obrazu podzielona jest na część zawierającą linie o numerach, których reszta z dzielenia przez 4 wynosi 0 lub 1, (16 KB) i na część zawierającą linie o numerach, których reszta z dzielenia przez 4 wynosi 2 lub 3 (16 KB);
 1 — linie parzyste i nieparzyste występują na przemian.
- bit 0 Zgodność z CGA:
 0 — pamięć obrazu podzielona jest na część zawierającą linie parzyste (8 KB) i część zawierającą linie nieparzyste (8 KB);
 1 — linie parzyste i nieparzyste występują na przemian.

Rejestr porównania linii LCR (Line Compare Register) — indeks 18h

Rejestr porównania linii umożliwia poziome podzielenie ekranu na dwa w dużym stopniu niezależne obszary.

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

bity 7 – 0 Numer linii podziału ekranu.

Rejestr porównania linii zawiera osiem mniej znaczących bitów numeru linii dzielącej obraz. Bit ósmy znajduje się w rejestrze przepelnień, a bit dziewiąty znajduje się w rejestrze wysokości znaku. Adres pierwszego wyświetlanego znaku dla górnego obszaru wynika z zawartości rejestrów adresowych, a adres początku dolnego obszaru zawsze wynosi zero.