

## DATORA LOKĀLO MAĢISTRĀĻU SALĪDZINĀJUMS COMPARISON OF COMPUTER LOCAL BUSES

Autors: **Oskars Čīzevskis**, e-pasts: o.cizevskis@inbox.lv, +37122403109  
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing.,prof.**, e-pasts:peteris.grabusts@rta.lv  
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

---

**Abstract.** *The author in this work provides insight into computer local buses. Themes which are discussed is breakdown by functional significance, data bus, address bus, control bus, description of SATA, PCI Express, HDMI buses, Intel Matrix Storage Technology, Intel Turbo Memory with User Pinning. Also was made the conclusions.*

**Keywords:** *HDMI bus, Intel Matrix Storage Technology, Intel Turbo Memory with User Pinning, PCI Express bus, SATA bus*

---

### Ievads

Maģistrāle ir vadu kopums, kas nodrošina informācijas plūsmu no vienas datora komponentes uz citu. Maģistrāļu galvenie raksturlielumi: maģistrāles platums (norāda datu daudzumu, ko iespējams vienlaikus pārraidīt, 16 bitu plata maģistrāle spēj vienlaicīgi pārraidīt 16 bitus datu), maģistrāles caurlaidspēja (Mhz). Datu maģistrāle pārraida datus, bet adrešu maģistrāle pārraida informāciju par to, uz kuriem nepieciešams pārraidīt datus.

### Īss skaidrojums

Datorā eksistē vairākas līnijas, ar kuru palīdzību sistēmas ietvaros notiek informācijas apmaiņa. Šīs līnijas sauc par maģistrālēm (*Bus*). Galvenais maģistrāli raksturojošais lielums ir tās bitu skaits (maģistrāles platums), kas norāda to, cik biti paralēli pa to var pārvietoties.

### Iedalījums pēc funkcionālās nozīmes

#### Datu maģistrāle

Pa šo maģistrāli notiek datu apmaiņa starp procesoru, slotos ievietotajām papildus kartēm un atmiņu. Īpaša nozīme šeit ir DMA (*Direct Memory Access*) kontrolierim. DMA kontrolieris vada datu transportēšanu, apejot CPU. DMA kontrolieris parasti ir mikroshēmas 82C206 sastāvdaļa, un tas nodrošina datu pārraides ātrumu 2 Mb/s. Datu maģistrāles platums var būt 8, 16, 32 vai 64 biti.

#### Adrešu maģistrāle

Lai dati nokļūtu vajadzīgajā vietā, ir jānorāda arī adrese, kur tos nogādāt. Pārsvārā dati nogādājami atmiņā (RAM). Tā kā katrai RAM šūnai ir nepieciešama sava adrese, tad procesora adresējamo atmiņas apjomu nosaka adrešu maģistrāles platums. 8088 procesora adrešu maģistrāle ir 20 biti un adresējamais atmiņas apjoms - 1 MB. 8026 procesoram tā tika palielināta līdz 24 bitiem, bet 386 un visiem nākamajiem tā ir 32 biti, kas ļauj adresēt 4 GB atmiņas. Taču šobrīd pastāv arī 64 biti, kas tīri teorētiski Windows operētājsistēmai sniedz iespēju adresēt līdz pat 8 Tb operatīvās atmiņas.[1]

#### Vadības maģistrāle

To, kam nosūtītie dati ir domāti un kur tie ir jānosūta, norāda kontroliera maģistrāle, kuru sauc par vadības jeb sistēmas maģistrāli. Sistēmas maģistrāles galā atrodas 5 - 8 papildkaršu pieslēgvietas. Tajās var ievietot videokarti, virknes un paralēlās pieslēgvietas, skaņas karti u.c. Sloti savieno šīs kartes ar sistēmas maģistrāli. Pieslēgvietu ārējais izskats un konstrukcija ir atkarīga no sistēmas maģistrāles.

## SATA, PCI Express, HDMI maģistrāļu apraksts

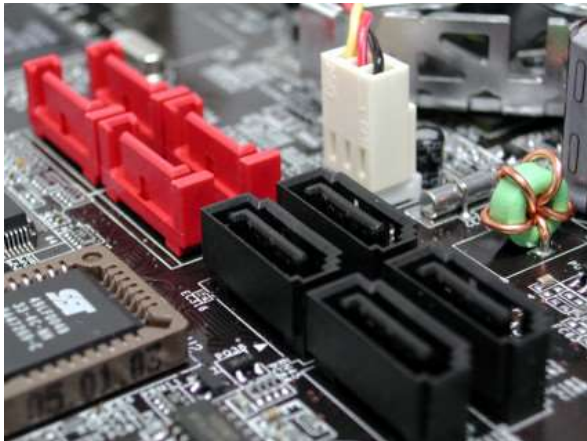
### SATA maģistrāle

Serial ATA (SATA) maģistrāle ir attīstījusies no Parallel ATA (IDE) fiziskās glabātavas saskarnes no paralēlās kopnes uz seriālās kopnes arhitektūru. Seriālā arhitektūra pārvar elektriskos ierobežojumus, kas ierobežoja veiktspējas, ātruma uzlabojumus ATA maģistrālei. Kā arī SATA nodrošināja labi definētu ceļu uz augstāka līmeņa veiktspēju.

SATA (skatīt 1.attēlu) ir primārais atmiņas iekārtu starpsavienotājs galda un mobilajiem datoriem, kas nodrošina savienojumu starp iekārtu un datu nesējiem vai datu nesējus nolasošajām iekārtām, piemēram, HDD, SSD, optiskie diskdziņi, noņemamās magnētiskās multivides iekārtas. Tāpat Serial ATA datu nesējiem ir liela nozīme korporatīvajos risinājumos, kas ļauj integrēt lielāku ietilpību un ir ekonomiski efektīvs risinājums datu glabāšanai. Tāpat arī SATA SSD datu nesēji paver jaunas iespējas veiktspējā.[2]

Uz šo dienu SATA maģistrāle atbalsta 3 maksimālos datu pārraides ātrumus. SATA līdz 1.5 Gb/s, SATA II līdz 3 Gb/s un SATA III līdz 6 Gb/s (salīdzinājumu skatīt 2.tabulā). Viena no papildiespējām ir Hot Plug, kas ļauj fiziski pieslēgt un atslēgt datu nesējus, kad dators darbojas, netraumējot ne iekārtas, ne datu nesējus. Tāpat pastāv arī eSATA (external Serial ATA), kas dod iespēju pievienot iekārtas ar kabeli (skatīt 2.attēlu), kam garums ir līdz 2 metri nemazinot datu integritāti un veiktspēju.[3]

### PCI Express maģistrāle



1.att. : SATA saskarne uz pamatplates



2.att.SATA saskarnes savienotājsvadi

PCI Express maģistrāle (Peripheral Component Interconnect Express, vēl minēts kā PCI-E vai 3GIO - "Third Generation I/O"), ir savienojamības maģistrāle, kas paredzēta paplašināšanas karšu pievienošanai. Maģistrāle tika izstrādāta 2002. Gada jūlijā. Atšķirībā no PCI maģistrāles, kas darbojas ar paralēlo saskarni, PCI Express kopne darbojas izmantojot seriālo saskarni, kas ļauj sasniegt daudz lielāku datu caurlaidspēju nekā PCI maģistrālei.

### PCI Express maģistrāles raksturojums

PCI-E kopne tika izstrādāta dažādās versijās (1X, 2X, 4X, 8X, 12X, 16X un 32X), kas nodrošina datu caurlaidspēju sākot ar 250 Mb/s līdz 8 Gb/s (salīdzinājumu skatīt 2.tabulā). Ja salīdzina PCI-E un AGP kopnes, tad izstrādes izmaksas ir aptuveni vienādas, taču AGP maģistrāles maksimālā caurlaidspēja ir 2.11 Gb/s.

### PCI Express spraudņi

PCI-E spraudņi nav savienojami ar vecajām PCI pieslēgvietām. Tām ir gan atšķirīgs izmērs, gan samazināta strāvas padeve.

PCI Express 1X spraudnim ir 36 kontakti un tas ir paredzēts augstas caurlaidspējas ievada/izvada procesiem.

PCI Express 4X spraudnim ir 64 kontakti, un tas paredzēts izmantošanai serveros.

PCI Express 8X spraudnim ir 98 kontakti un tas paredzēts izmantošanai serveros.

PCI Express 16X spraudnim ir 164 kontakti, tas ir 89 mm garš un paredzēts grafisko adapteru lietošanai.

Tāpat PCI Express standarts tika izstrādāts, lai arī aizvietotu PC Card tehnoloģiju (PCMCIA) ar PCI Express Mini Card konektoriem. Kā arī, atšķirībā no PCI maģistrāles, kas var tikt izmantota tikai iekšējo savienojumu veidošanai, PCI Express var savienot arī ar ārējām ierīcēm, izmantojot tam paredzētus vadus.[4]

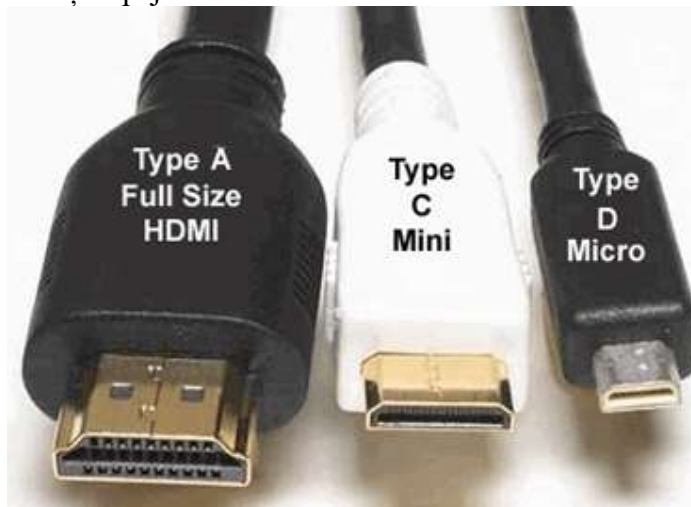
### HDMI maģistrāle

HDMI (High-Definition Multimedia Interface) ir audio un video digitālā saskarne, kas nodrošina viena kabeļa risinājumu mājās kino zālēm un patērētāju elektroniskajam nodrošinājumam, piemēram, TV, Blu-ray/DVD atskaņotāji u.c. Saskarne izstrādāta 2002. gadā, viens HDMI kabelis aizstāja deviņus analogos audio un video kabeļus (HDMI kopnes versiju salīdzinājumu skatīt 1.tabulā).

HDMI atbalsta nesaspiestu 192 kHz, 8 kanālu un 24 bitu audiosignālu un, kā arī video izšķirtspēju līdz 4096x2160. Tas arī nodrošina kopēšanas aizsardzību, A/V aparatūras kontroli, strāva 5v, savienojams ar DVI un DisplayPort saskarnēm.

Izplatītākie 19 kontaktu savienotāji:

A tips izmantojas TV un mājas kino zāļu aprīkojumā, C un D tips (skatīt 3.attēlu) izmantojas videokamerās un mobilajos telefonos. Drošāks tips E izmantojas automašīnās. Tips B atbalsta divkanālu DVI izšķirtspēju.



3. att. HDMI kopnes savienotāji

1.tabula

### HDMI kopnes versijas[5]

Versija	Izlaiduma datums	Apraksts
HDMI 1.0	2002. gada 27. decembris	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maksimālā datu caurlaidspēja 4,9 Gbit /s. Videokanāla maksimālā caurlaidspēja 165 Mpix/s (1080p @ 60 Hz vai UXGA) un 8 kanālu audio (192 kHz/24 biti).</li> </ul>
HDMI 1.1	2004. gada 26. maijs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizēta audio aizsardzības funkcija, kas nepieciešama DVD-Audio atskaņošanai.</li> </ul>

Versija	Izlaiduma datums	Apraksts
HDMI 1.2	2005. gada 17. augusts	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izstrādāts HDMI A tipa savienotājvads, kas pilnībā atbalsta visus formātus displejiem un PC avotiem.</li> <li>Pievienota iespēja PC izmantot standarta krāsu telpu RGB, taču saglabājot YCbCr CE krāsu telpas atbalstu.</li> <li>Ieviesta prasība displejiem ar HDMI 1.2 un jaunākām versijām jāatbalsta mazvoltāžas avoti, piemēram, uz PCI Express ievada/izvada bāzes.</li> </ul>
HDMI 1.2a	2005. gada 19. decembris	<ul style="list-style-type: none"> <li>Papildināts ar CEC (Consumer Electronic Control) tālvadības protokola īpatnību un komandu kopas pilnīgu atbalstu.</li> </ul>
HDMI 1.3	2006. gada 22. jūnijs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paaugstināta sinhronizācijas frekvence no 165 līdz 340 MHz, kas dod iespēju paaugstināt caurlaidspēju no 4.95 Gbit/s līdz 10.2 Gbit/s;</li> <li>Papildināts ar Deep Color atbalstu (30, 36, 48 bitu. 10, 12 vai 16 biti uz katru RGB komponentu);</li> <li>Automātiskā video un audiosignāla sinhronizācija;</li> <li>Ciparu audiosignāla D1by HD un DTS-HD jaunu formātu atbalsts;</li> <li>Izstrādāts jauns mini-savienotājs, kas paredzēts portatīvajām iekārtām, piemēram, kamerām;</li> <li>Versija 1.3b – iespēja pārvaldīt sadzīves tehniku;</li> </ul>
HDMI 1.4	2009. gada 22. maijs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzlabots izšķirtspējas atbalsts (4K x 2K (3840×2160 ar 24/25/30 Hz un 4096×2160 ar 24 Hz))</li> <li>Realizēta iespēja Fast-Ethernet savienojumam( 100 Mbit/s) izmantojot HDMI Ethernet Channel, HEC;</li> <li>Papildināts ar Reversīvā audiokanāla tehnoloģiju (ARC);</li> <li>Izstrādāts jauna saskarne miniatūrām iekārtām – microHDMI;</li> <li>3D attēlu atbalsts;</li> </ul>
HDMI 1.4a	2010. gada 4. marts	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzlabots 3D attēlu atbalsts. Jauni obligātie režīmi Side-by-Syde un Top-and-Bottom apraides saturam papildus obligātajiem formātiem 1.4 versijā.</li> <li>Izmantojot šos abus obligātos režīmus, 1.4a nodrošina iekārtu savienojamības līmeni, kas paredzēts 3D satura datu pārraidei izmantojot HDMI savienojumu.</li> <li>Filmām (Blu-ray) - Frame Packing - 1080p @ 23.98/24 Hz</li> <li>Datorspēlēm - Frame Packing - 720p @ 50 or 59.94/60 Hz</li> <li>Televīzijai - Side-by-Side Horizontal - 1080i @ 50 or 59.94/60 Hz -</li> <li>Top-and-Bottom 720p @ 50 or 59.94/60 Hz - 1080p @ 23.97/24 Hz</li> </ul> <p><b>3D-formātu izmantošana:</b>  <b>Displejiem – jāatbalsta visi obligātie formāti;</b>  <b>Komutatoriem, habiem – jāatbalsta visus obligātos formātus, jāspēj tos pareizi apstrādāt;</b>  <b>Avoti (Blu-ray atskaņotāji, spēļu konsoles, TV dekoderi) – jāatbalsta vismaz viens obligātais formāts;</b></p>

## Arhitektūras maģistrāļu darbības uzlabošanai Intel Matrix Storage Technology

Intel Matrix Storage Technology ir datora datu nesēju tehnoloģija, kuru izstrādāja Intel.

Tā ir programmaparatūra (programmas, kas ir ierakstītas skaitļošanas ierīces lasāmatmiņā (ROM-Read Only Memory), kā arī tās tiek pievienotas ražošanas procesā, lai lietotājs varētu to izmantot iekārtā), nevis aparatūra vai programmatūra), tehnoloģija darbojas ar RAID masīviem.

### Intel Turbo Memory with User Pinning

Intel Turbo Memory with User Pinning pirmo reizi tika prezentēta 2005. gadā. Tehnoloģijas mērķis – maksimāli saīsināt laiku no strāvas padošanas datoram, līdz tas ir gatavs darbam, jeb maksimāli ieslēgt datoru līdz tam brīdim, kad tas ir gatavs darbam. Darbības princips – bieži izmantotos failus pārnes uz flash atmiņu, kas tādā veidā samazina pieprasījumu daudzumu cietajam diskam, tāpat arī flash atmiņai ir mazāks pieejas laiks un enerģijas patēriņš.

Opcija User Pinning dod iespēju pašam lietotājam izvēlēties, kādi faili tiks saglabāti šajā flash atmiņā. Piedāvājumā ir 2 Gb un 4 Gb iekārtas. Tehniski nodrošina ar 2 Intel NAND Flash Memory mikročipiem ar kapacitāti 1 Gb vai 2 mikročipiem ar kapacitāti 2 Gb.[6]

2.tabula

**Maģistrāļu salīdzinājums**

Maģistrāle	Izlaiduma gads	Maģistrāles platums (Bus width)	Frekvence (Frequency)	Datu caurlaidspēja	Maksimālais datu pārraides ātrums	Savienojamība ar iepriekšējām versijām
SATA I	2001.gads	1 bits	1500 MHz	1.5 Gbit/s	150 MB/s	-
SATA II	2004.gads	1 bits	3000 MHz	3.0 Gbit/s	300 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar SATA I
SATA III	2007.gads	1 bits	6000 MHz	6.0 Gbit/s	600 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar SATA II un SATA I
PCI Express 1X	2004.gads	1 bits	2500 MHz	2.5 Gbit/s	250 MB/s	PCI E 1X iekārtas iespējams izmantot ar PCI E 4X, 8X, 12X, 16X un 32X kopnēm
PCI Express 4X	2004.gads	4 biti	1000 MHz	2.5 Gbit/s	1000 MB/s	PCI E 4X iekārtas iespējams izmantot ar PCI E 8X, 12X, 16X un 32X kopnēm
PCI Express 8X	2004.gads	8 biti	2000 MHz	2.5 Gbit/s	2000 MB/s	PCI E 8X iekārtas iespējams izmantot ar PCI

Maģistrāle	Izlaiduma gads	Maģistrāles platums (Bus width)	Frekvence (Frequency)	Datu caurlaidspēja	Maksimālais datu pārraides ātrums	Savienojamība ar iepriekšējām versijām
						E 8X, 12X, 16X un 32X kopnēm
PCI Express 16X	2004.gads	16 biti	4000 MHz	2.5 Gbit/s	4000 MB/s	PCI E 16X iekārtas iespējams izmantot ar PCI E 16X un 32X kopnēm
HDMI 1.0	2002.gads	24 biti	165 MHz	4.9 Gbit/s	1600 MB/s	-
HDMI 1.3	2006.gads	24 biti	340 MHz	10.2 Gbit/s	3400 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar vecākām versijām
HDMI 1.4	2009.gads	24 biti	340 MHz	10.2 Gbit/s	3400 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar vecākām versijām
HDMI 1.4a	2010.gads	24 biti	340 MHz	10.2 Gbit/s	3400 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar vecākām versijām

### Summary

Breakdown by functional significance: Data bus – bus for transferring data, Address bus – bus for transferring addresses of data. ISA bus (Industrial Standard Architecture) is the oldest bus what was introduced by IBM. This type has 8 or 16-bit bus and about 8-10 MHz clock frequency.

SATA bus is general interconnection between storage devices and desktop and mobile computers. SATA provide connection between storage devices, optical drives and others. Also Serial ATA storage media plays an important role in corporate solution that allows you to integrate larger capacity and is an economically efficient solution for data storage.

PCI Express bus is connection bus, what is used to connect extension cards. Bus was introduced in July of 2002. Unlike the PCI bus, PCI Express bus works with serial interface. It was introduced for extension cards and video adapters.

HDMI (High-Definition Multimedia Interface) is a digital audio and video interface that provides a single cable solution for home cinema product and consumer electronic systems, such as TV, Blu-ray / DVD players, etc. The interface developed in 2002, one HDMI cable replaced nine analog audio and video cables.

HDMI supports uncompressed 192 kHz, 8-channel and 24-bit audio and the video resolution of up to 4096x2160. It also provides copy protection, the A / V hardware control current 5V compatible with DVI and DisplayPort interfaces.

Intel Matrix Storage Technology computers storage devices technology, what was introduced by Intel.

It's firmware what is installed in read-only memory (ROM) and It is added during the manufacturing process, so that the user can use It in machine), the technology works with RAID arrays.

Intel Turbo Memory with User Pinning was first presented in 2005. Technology goal - maximum shorten the time of handing power to the computer until it is ready for use, or the maximum turn on your computer and the time when it is ready for use. Operating principle - frequently used files transferred to the flash memory, in this way was reduced a requests count to hard drive, as well as flash memory has less access time and power consumption.

### Secinājumi

Veicot apkopotās informācijas apkopšanu un analīzi, var secināt:

1. Lai iegūtu maksimālo veiktspēju, veicot uzlabojumus kādām no sistēmas sastāvdaļām, jāveic arī citām, kas ir tieši saistītas;
2. Katra maģistrāle izstrādāta dažādām vajadzībām: SATA – datu nesēju, optisko diskdziņu iekārtu pieslēgšanai, HDMI – video un audio signālu pārnesei, PCI Express – grafisko adapteru pieslēgšanai, izmantošanai serveros, paplašinošo karšu pieslēgšanai;
3. Lielākai ātrdarbībai un veiktspējai ir iespējams ne tikai mainīt komponentes uz citām, bet arī izmantot funkcijas, kuras izstrādātājs ir ieviesis izmantojot programmaparatūru;
4. Ātrdarbību nosaka ne tikai maģistrāles, bet arī iekārtas, ar kurām tās darbojas, piemēram, SATA maģistrālei pieslēdzot HDD (Hard Disk Drive), veiktspēja un ātrdarbība būs krietni zemāka, ja HDD vietā tiktu izmantots SSD (Solid State Drive) ;

### Bibliography

1. <http://hpc.rtu.lv/lv/node/393>
2. <http://www.overclock.net/t/1489684/ssd-interface-comparison-pci-express-vs-sata>
3. <http://www.sierra-cables.com/cables/Copper/SATA.aspx>
4. <http://ccm.net/contents/402-pci-express-bus-pci-e>
5. [http://www.proximasp.ru/high-definition\\_multimedia\\_interface.html](http://www.proximasp.ru/high-definition_multimedia_interface.html)
6. <http://www.mypay-computers-credit.com/computer-hardware/intel-turbo-memory-with-user-pinning/>