

Magistrale I/O

Magistrala (ang. *bus*) to ścieżka łącząca ze sobą różne komponenty w celu wymiany informacji między nimi. Analizując strukturę komputera klasy PC, możemy zaobserwować wiele typów magistral. Są one zhierarchizowane pod względem szybkości i przeznaczenia. Podczas łączenia magistral wolniejsza zawsze jest podłączana do szybszej, aby nie spowalniać pracy wydajniejszego rozwiązania.

W komputerze klasy PC najważniejsze i zazwyczaj najszybsze są magistrale obsługujące wymianę danych wewnątrz procesora oraz między procesorem a podstawowymi komponentami płyty głównej i pamięcią RAM. Kolejne w hierarchii są **magistrale lokalne** (ang. *local bus*) znajdujące się w pobliżu CPU, co umożliwia zwiększenie szybkości komunikacji z magistralą procesora. Taki układ powoduje, że magistrala wejścia-wyjścia staje się magistralą lokalną w stosunku do magistrali danych.

UWAGA

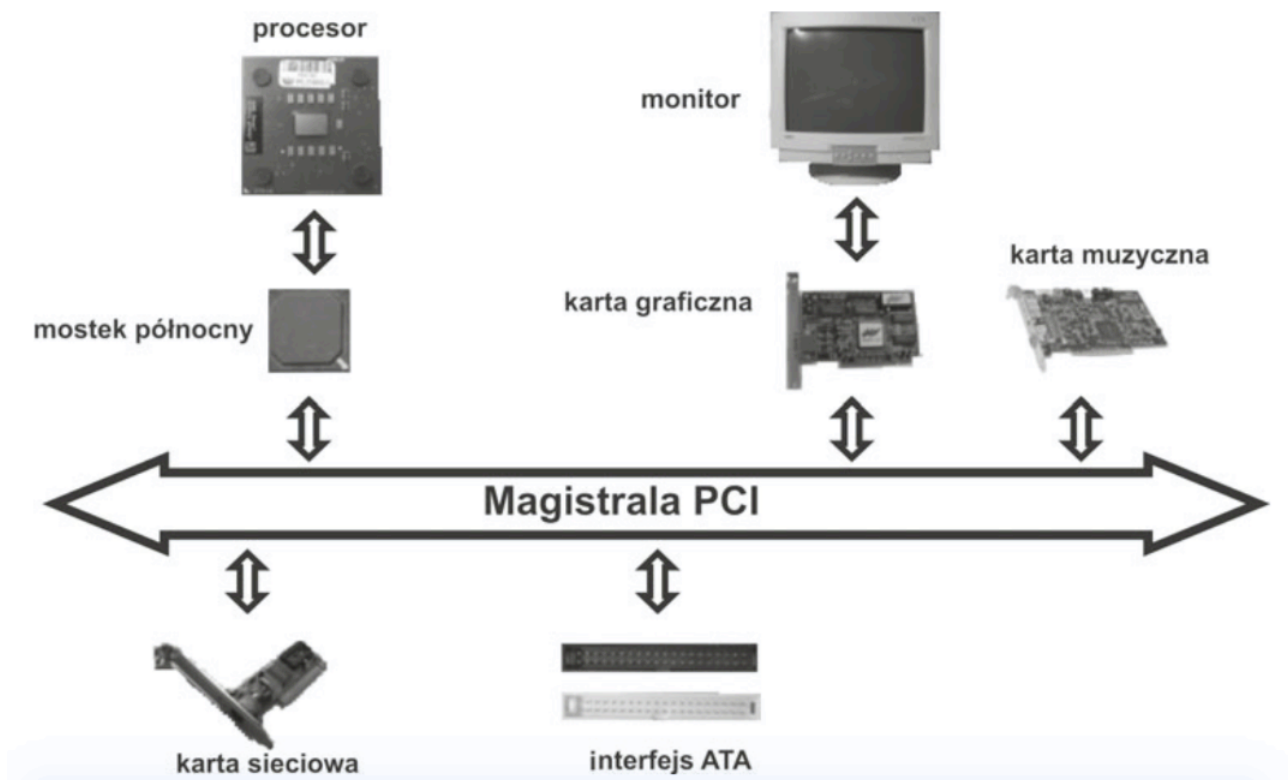
Magistrale lokalne traktujemy jako magistrale wejścia-wyjścia, lecz w ogólnym ujęciu, z racji swojej lokalizacji, stoją one wyżej w hierarchii niż tradycyjne magistrale I/O. Można również zaobserwować degradację niektórych standardów — magistrala PCI, która do niedawna była główną magistralą lokalną, została odsunięta na dalszy plan na rzecz magistrali PCI Express.

Dalej znajdują się **magistrale wejścia-wyjścia** (ang. *input/output bus*) służące do podłączania kart rozszerzeń, które wzbogacają możliwości komputera PC. Z racji swojej specyfiki magistrale tego typu często są nazywane **peryferyjnymi** (ang. *peripheral bus*). Na końcu mamy **magistrale zewnętrzne** (ang. *external bus*) służące do przyłączania urządzeń zewnętrznych, takich jak modemy, drukarki, skanery, kamery internetowe, klawiatury, myszy itp.

Magistrala PCI

Pracę nad standardem **PCI Local Bus** (ang. *Peripheral Component Interconnect Local Bus*) zapoczątkowała w 1992 roku firma Intel, tworząc organizację **PCI-SIG** (ang. *PCI Special Interest Group*). Celem było stworzenie magistrali lokalnej, która byłaby niezależna od procesora oraz umożliwiała podłączenie różnych kart rozszerzeń (nie tylko graficznych).

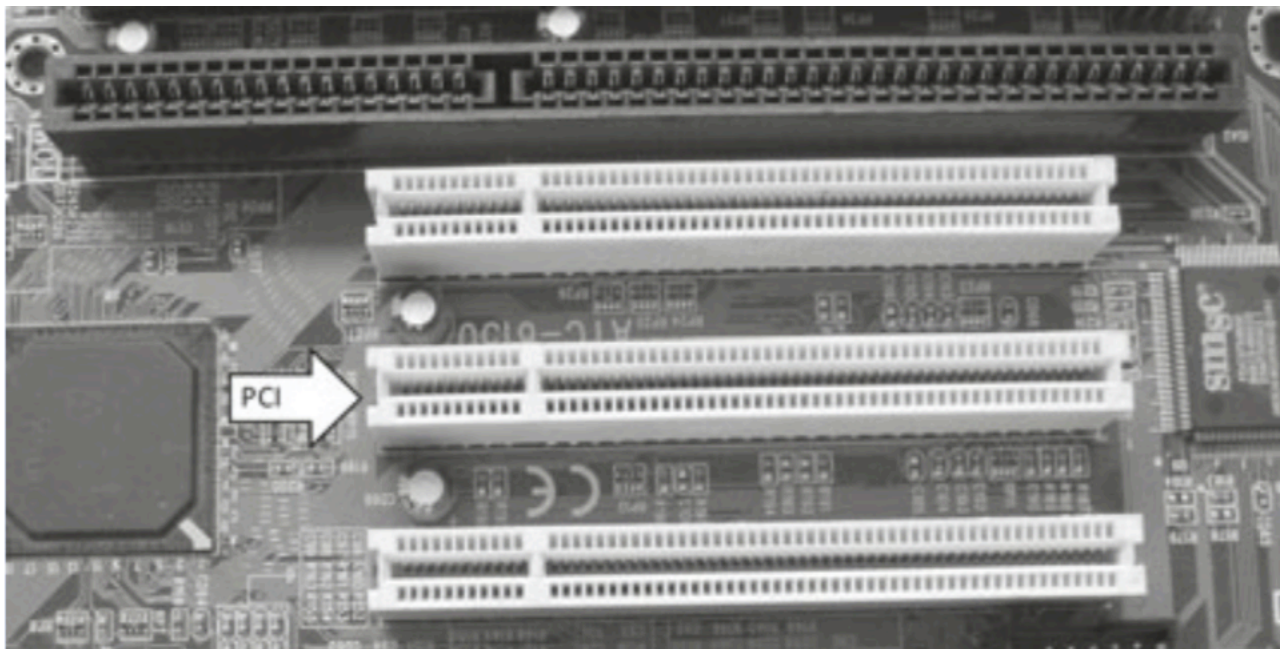
W systemie komputerowym magistrala PCI była umiejscawiana zaraz za magistralą procesora za pośrednictwem mostu PCI.



Przykład systemu komputerowego z magistralą lokalną PCI.

Początkowo PCI-SIG założyła, że będzie to 32-bitowa synchroniczna magistrala równoległa taktowana ze-garem 33 MHz. Przewidziano także możliwość jej rozszerzenia do 64 bitów oraz zwiększenia częstotliwości do 66 MHz. Zaimplementowano w pełni funkcjonalny system konfiguracji automatycznej (ang. *Plug & Play, PnP*). Po włożeniu nowej karty do gniazda rozszerzeń (ang. *slot*) parametry takie jak numery przerwań, adresy I/O itd. są przydzielane automatycznie. Dzięki PnP karty są pozbawione zworek i mikroprzełączników, a konfiguracji dokonuje oprogramowanie.

W tradycyjnych komputerach klasy PC jedyną dostępną wersją jest 32-bitowa magistrala PCI taktowana niezależnie od procesora zegarem 33 MHz o przepustowości 132 MB/s



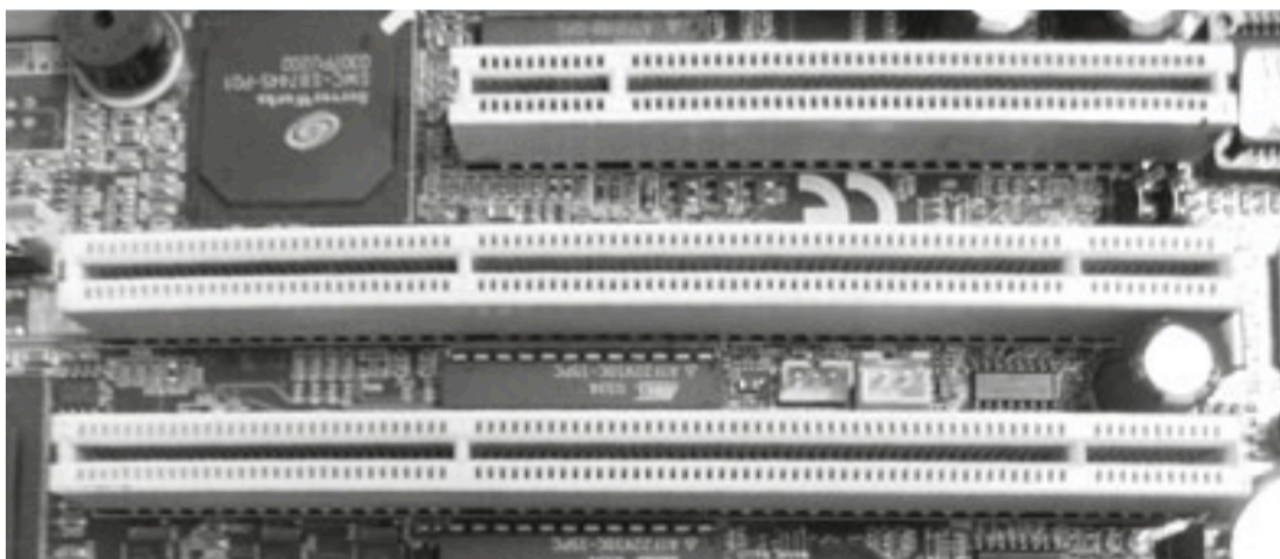
Złącza magistrali PCI 32-bitowej.

UWAGA

$33 \text{ MHz} \times 4 \text{ bajty (32 bity)} = 132 \text{ MB/s}$

Wersje 64-bitowe PCI-X powstały w celu przystosowania magistrali do współpracy z serwerami, których magistrale danych mają szerokość 64 bitów (rysunek 2.113). Najczęściej na bazie PCI-X budowane są karty dla *Gigabit Ethernet*, *Fibre Channel* oraz *SCSI Ultra3*, czyli urządzenia wymagające dużej przepustowości.

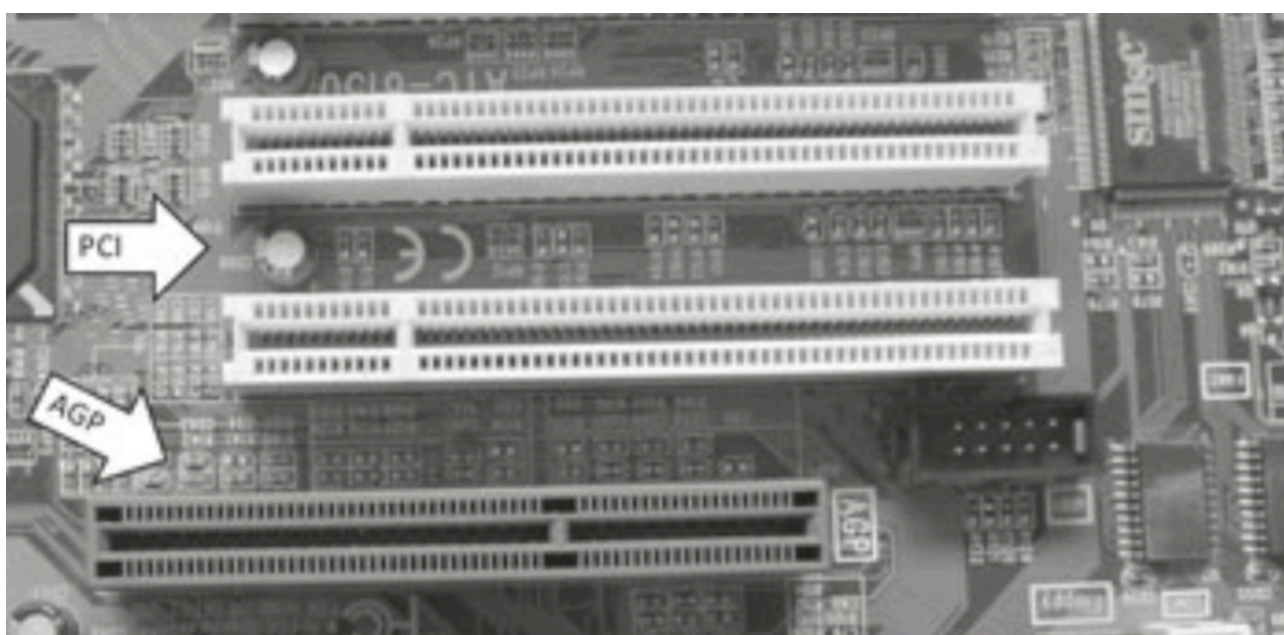
Obecnie odchodzi się od równoległej magistrali PCI — jej poszczególne zastosowania przejmuje nowa magistrala szeregowo PCI Express.



Dwa złącza 64-bitowej magistrali PCI-X (jeden slot PCI na górze).

Magistrala AGP

Magistrala AGP (ang. *Accelerated Graphics Port*) to produkt firmy Intel. Punktem odniesienia dla jej twórców była magistrala PCI, jednakże Intel opracował rozwiązanie całkowicie niezależne. AGP to 32-bitowa magistrala równoległa taktowana zegarem 66 MHz (dwa razy szybciej niż magistrala PCI), zoptymalizowana pod kątem współpracy z kartami graficznymi. Magistrala ta jest wyposażona w jedno gniazdo rozszerzeń (dla karty graficznej) przesunięte w prawo (patrząc od strony płyty) w stosunku do slotów magistrali PCI (rysunek 2.114). Technologia AGP pozwala na dość wydajną wymianę danych między pamięcią operacyjną komputera a kartą graficzną.



Lokalizacja złącza AGP w stosunku do slotów PCI

Tryb magistrali	Częstotliwość (MHz)	Liczba operacji na jeden cykl zegarowy	Przepustowość (MB/s)
x1	66	1	264
x2	66	2	528
x4	66	4	1056 (1 GB/s)
x8	66	8	2133 (2,1 GB/s)

Zestawienie poszczególnych trybów pracy 32-bitowej magistrali AGP

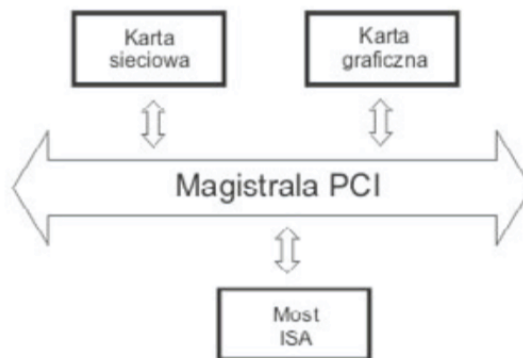
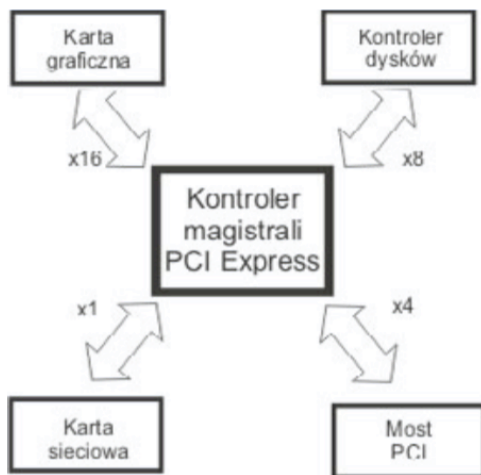
Istnieje również specjalna odmiana złącza AGP oznaczona jako AGP Pro (ang. *Accelerated Graphics Port Professional*), przeznaczona dla wydajnych kart ze zwiększonym poborem mocy.

Kilkuletnie królowanie magistrali AGP jako jedyne interfejsu wydajnych kart graficznych zakończyło się po wprowadzeniu na rynek w 2004 roku magistrali PCI Express x16.

Magistrala PCI Express

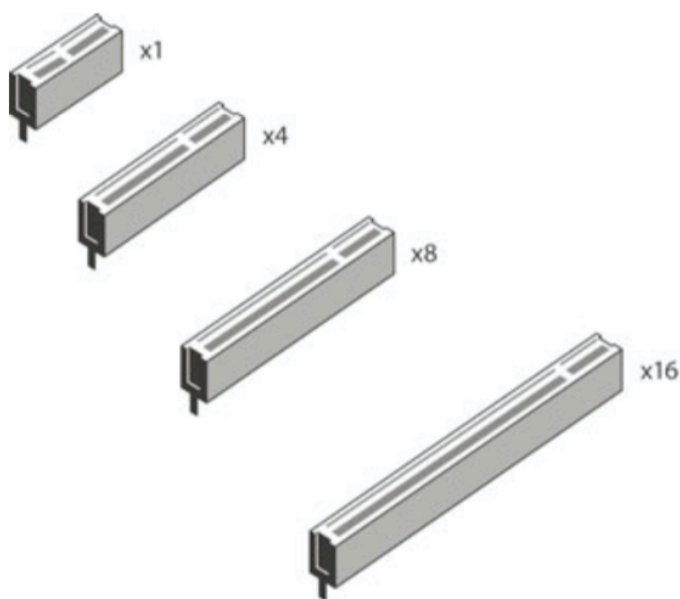
Szeregowa magistrala **PCI Express** (*PCI-E*, *PCIe*) zastąpiła starsze równoległe standardy PCI i AGP. W pierwszej fazie rozwoju projekt funkcjonował pod nazwą **3GIO** (ang. *3rd Generation I/O*), jednak w 2001 roku prace nad nim przejęła organizacja PCI-SIG i ostatecznie zmieniono nazwę na PCI Express.

PCI-E jest szeregową magistralą lokalną działającą w trybie *point to point* (punkt-punkt — połączenie dwóch punktów), co wyklucza ją z grona typowych magistral. W klasycznym podejściu (np. PCI) wszystkie urządzenia współdzielą pasmo przenoszenia danych — im więcej komponentów podłączonych do szyny, tym bardziej spada ogólna prędkość transmisji. W technologii *point to point* każde urządzenie podłącza się bezpośrednio do kontrolera magistrali, co eliminuje potrzebę współdzielenia pasma.



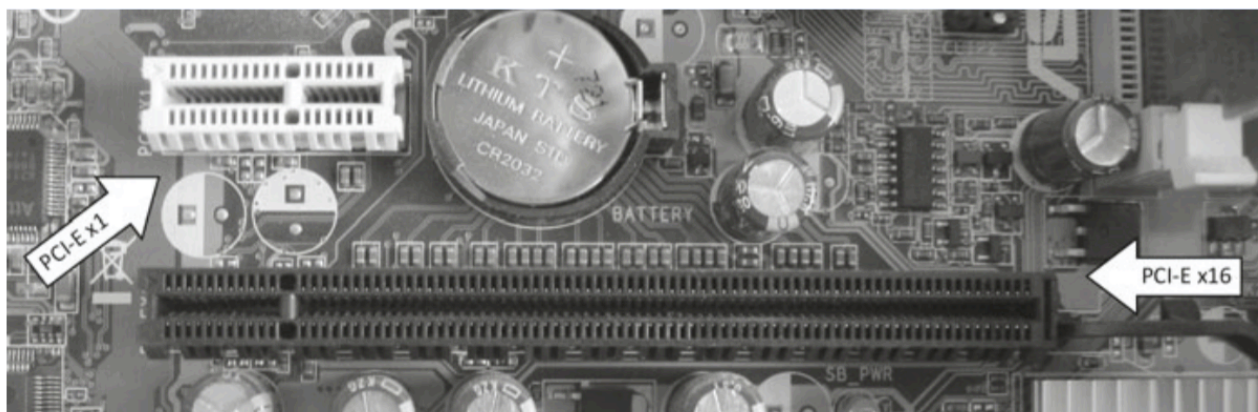
Porównanie magistrali PCI-E i PCI

Magistrala PCI-E wykorzystuje do przesyłania informacji dwie linie sygnałowe (zwa- ne torami) pracujące w trybie pełnego duplexu (ang. *full-duplex*). Jeden tor umożliwia transfer danych z prędkością do 250 MB/s (w jedną stronę), a w wersji PCI-E 2.0 — do 500 MB/s. Tory są łą- czone w grupy po 4, 8, 16, 32. W zależności od za- stosowanego wariantu zmienia się rozmiar złącza. Specyficzna budowa slotu umożliwia np. montaż kart x1 w złączu x4, x8 lub x16, co pozwala na poprawną pracę urządzenia, które wykorzystuje tylko 18 pinów (z obydwu stron) każdej z wersji gniazda PCIe. Karta x4 może zostać zainstalowana w złączu x8, x16 itd.



Warianty złącza PCI Express

Najczęściej spotykanymi wersjami złącza PCI Express są sloty x1 i x16, rzadziej x4 i x8. Złącze x16 jest montowane w miejscu slotu AGP i przeznaczone do kart graficznych, natomiast złącze x1 jest ulokowane w pobliżu wyprowadzeń magistrali PCI i docelowo ma ją zastąpić. Gniazdo x4 najczęściej wykorzystują wydajne gigabitowe karty sieciowe o przeznaczeniu serwerowym. Istnieją płyty główne wyposażone w dwa złącza x16 służące do pracy współbieżnej (*SLI, CrossFire*) — dwie karty graficzne działają wtedy jak jedna wydajna karta.



Zestawienie złączy PCI-E x1 oraz x16 na płycie głównej

Wariant	Przepustowość (MB/s)	Wariant	Przepustowość (MB/s)
x1	250	x8	2000
x2	500	x16	4000
x4	1000		

Parametry poszczególnych wariantów magistrali PCI-E 1.0

W 2007 roku PCI-SIG wprowadziła nowy standard PCI Express w wersji 2.0, w którym zwiększono częstotliwość pracy magistrali, dodano możliwość obsługi kart graficznych z poborem energii do 300 W oraz zaimplementowano wspomaganie wirtualizacji. Przepustowość w trybie x1 zwiększyła się do 500 MB/s, a w trybie x16 — do 16 GB/s. Obecnie trwają prace nad standardem 3.0, w którym m.in. planuje się zwiększenie częstotliwości do 4 GHz. Podsumowanie poszczególnych wersji PCI-E.

Architektura PCI-E	Przepustowość trybu x1 (MB/s)	Przepustowość trybu x16 (GB/s)
PCI-E 1.0	250	4
PCI-E 1.1	250	8
PCI-E 2.0	500	16
PCI-E 3.0	1000	32

Pytania i polecenia kontrolne:

1. Wykonaj notatkę i odpowiedź na pytanie do zeszytu korzystając z powyższej prezentacji.
2. Co oznacza pojęcie magistrali lokalnej?
3. Czym się różni transmisja szeregową od równoległej?
4. Porównaj równoległą magistralę PCI z szeregową magistralą PCI Express.
5. Odszukaj informacje w internecie i przygotuj prezentację o innych magistralach.