

**Канал спільного використання
КСК\КОП\ІЕЕЕ 488\ GРІВ**

KCK

EEE-488 — специфікація міжнародного стандарту, що описує інтерфейс підключення до шини цифрових вимірювальних приладів.

Інтерфейс був розроблений для вимірювальних систем з обміном цифровими даними, що об'єднують різноманітні вимірювальні прилади, периферійне обладнання й ЕОМ, розрахованих в основному на використання в лабораторній практиці та для виробничих вимірювань.

Історія

1972 р. – подача в Міжнародну електротехнічну комісію (IEC) пропозиції стандарту, що дозволив би порівняно низьких витратах реалізувати сумісне включення вимірювальної системи середньої швидкості і інтерфейсної системи.

Кінець 60-тих – розробка компанією Hewlett-Packard інтерфейсу з паралельною порозрядною двійковою та послідовною побайтною передачею даних зі швидкістю до 1 Мбіт/сек

1965 р. - матеріали проекту MEK стали основою стандарту IEEE 488 (США) або GPIB (General Purpose Interface Bus – інтерфейсна шина загального призначення)

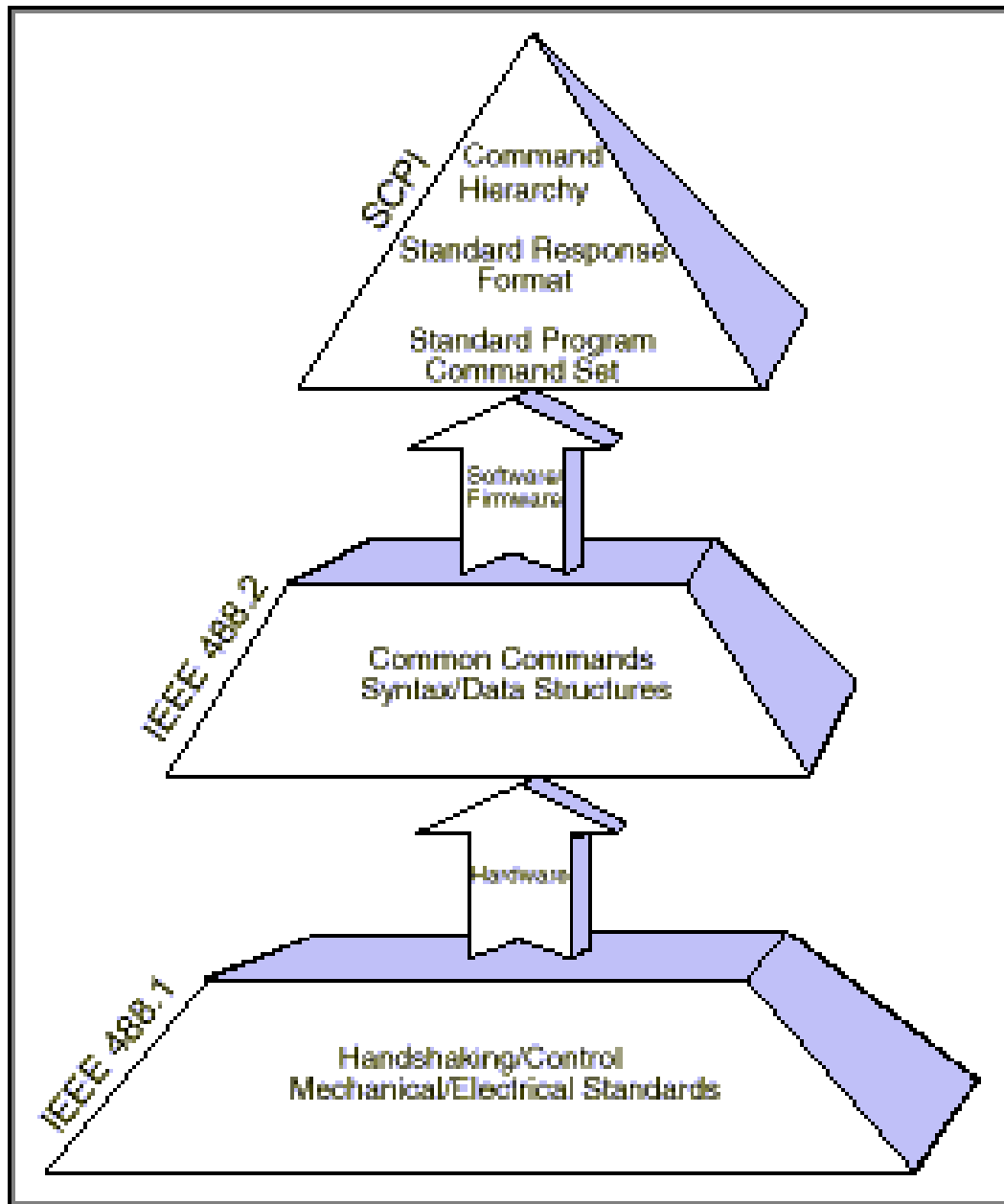
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers (Інститут інженерів з електротехніки та електроніки)

1987 р. – додано опис протоколу передачі

Таким чином новий протокол містить 2 частини

- IEEE-488.1 – опис апаратної частини і низькорівневої взаємодії з шиною
- IEEE-488.2 – алгоритм передачі команд по шині

1992 р. – перегляд стандарту IEEE-488.2

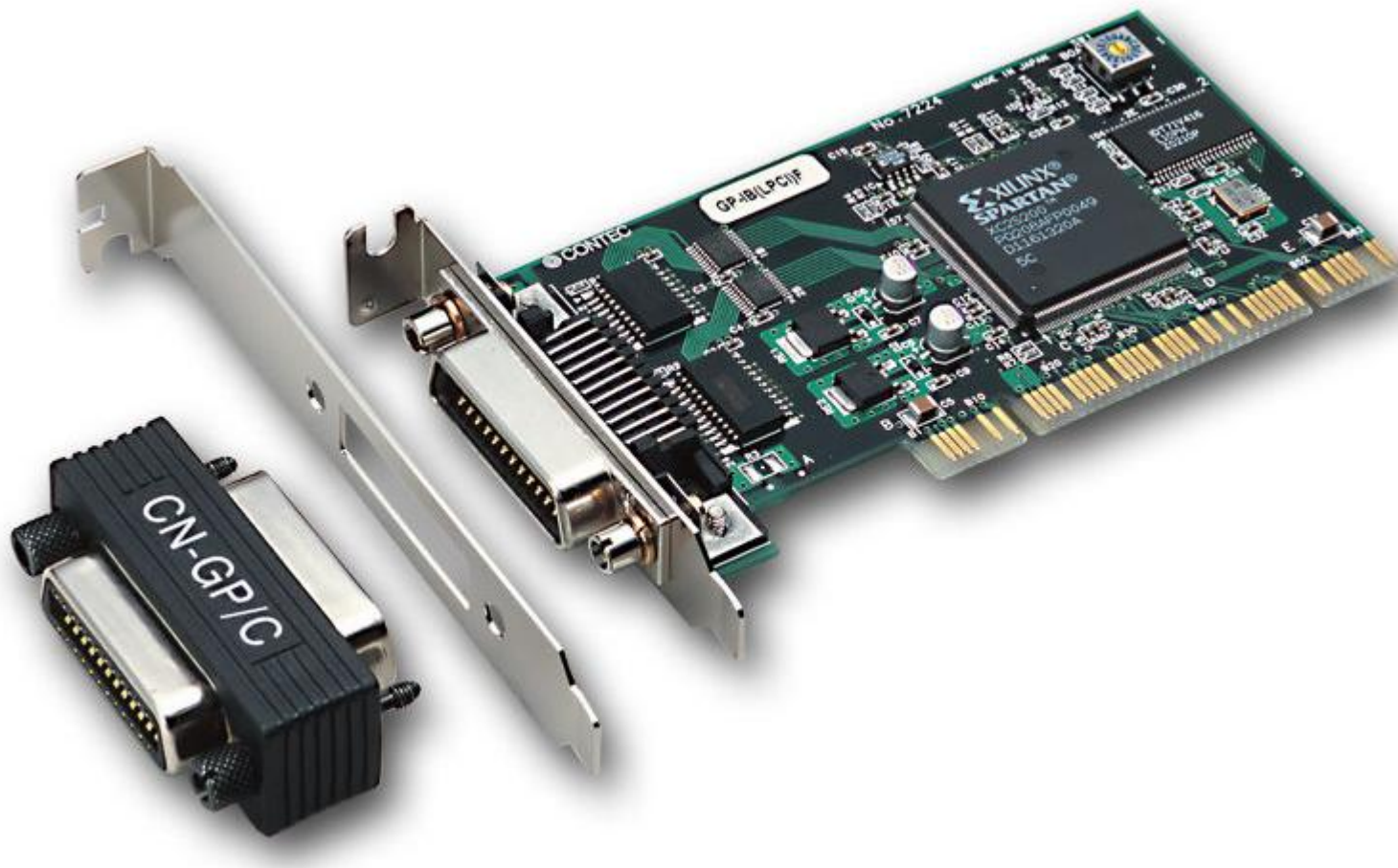


Standard Commands for Programmable Instruments - мова команд для приладів з використанням ASCII

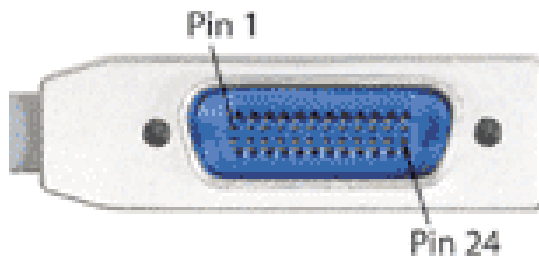
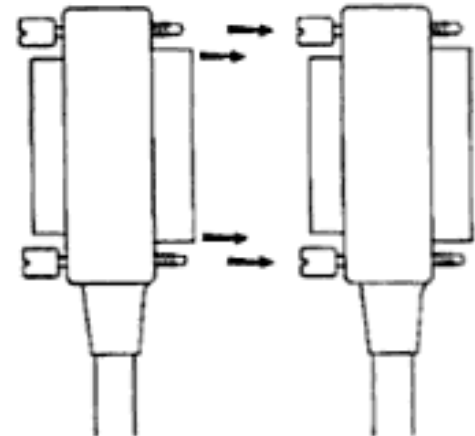
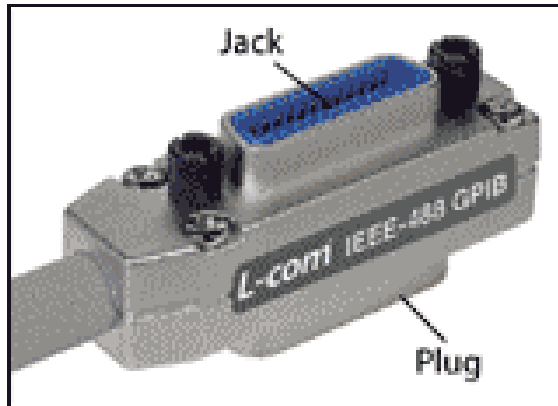
алгоритм передачі команд по шині

опис апаратної частини і низькорівневої взаємодії з шиною

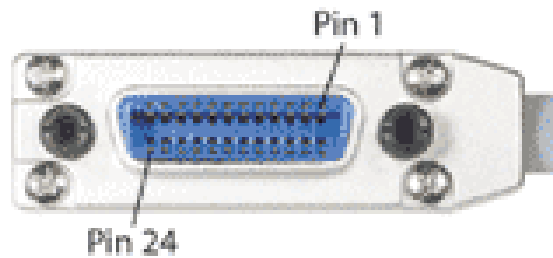
Плата GPIB



Роз'єм GPIB



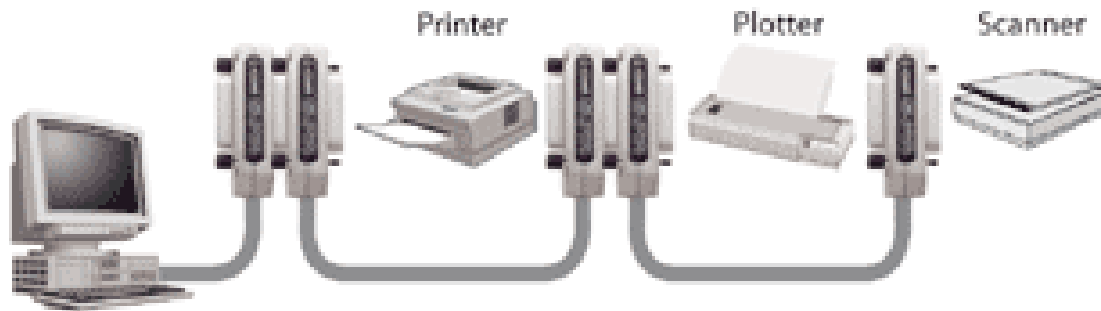
PLUG (male)



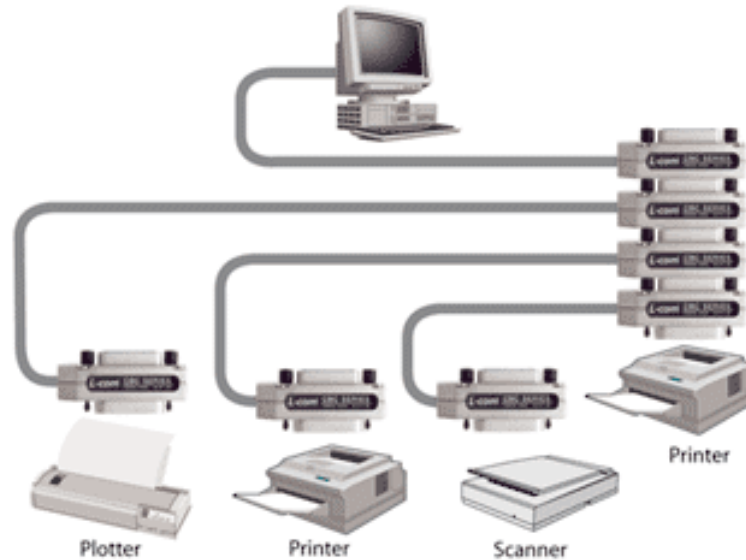
JACK (female)

Топологія GPIB

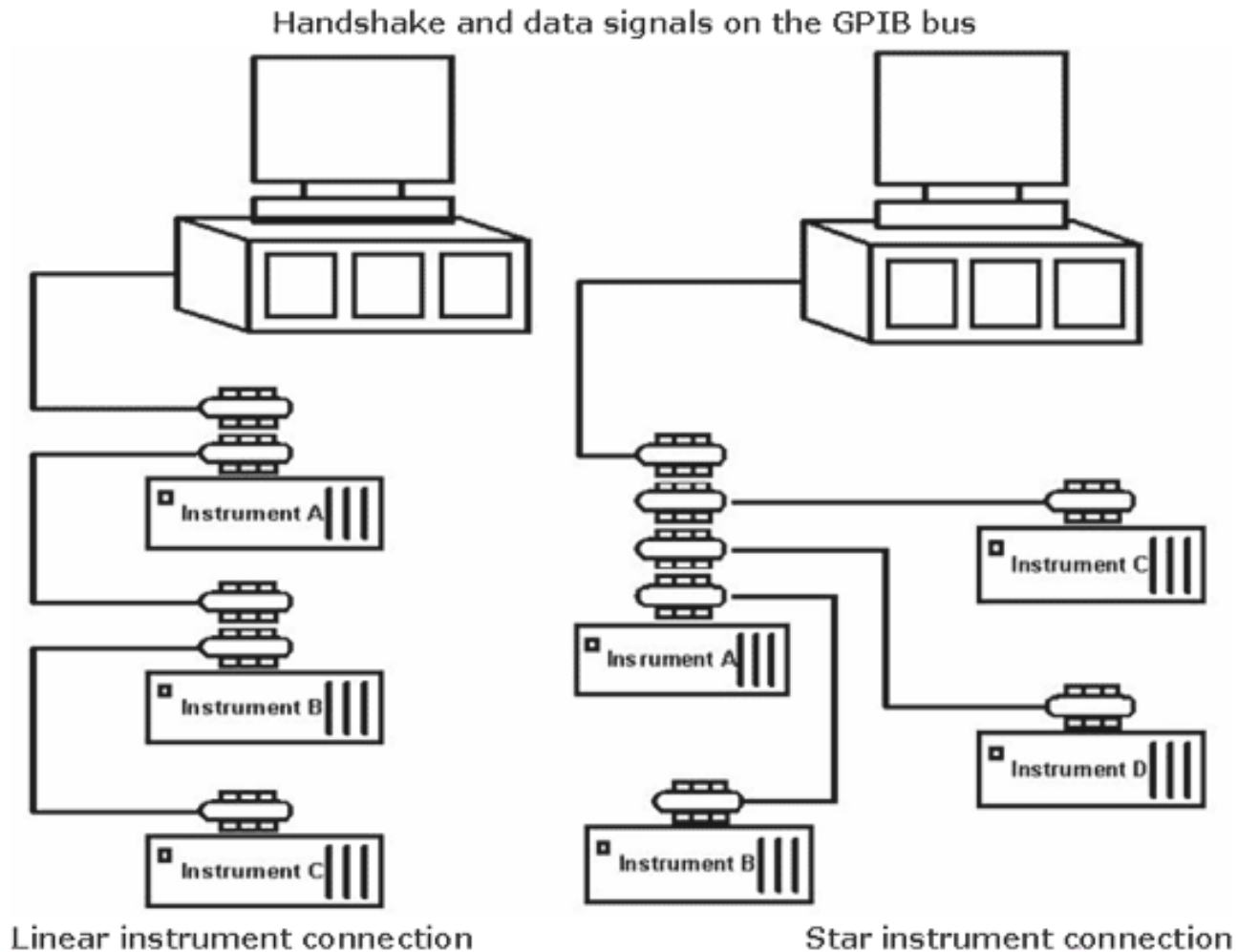
In-Line / Linear Configuration



Physical / Star Configuration



Топологія GPIB



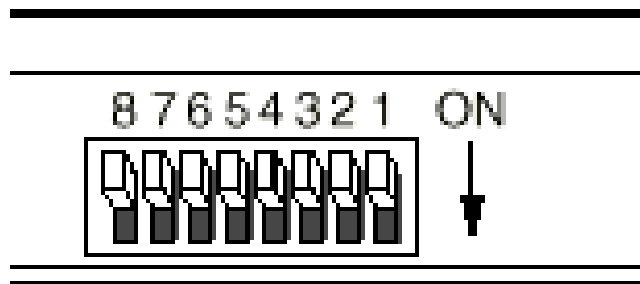
IEEE 488 / GPIB FEATURES SUMMARY

PARAMETER	DETAILS
Max length of bus	20 metres
Max individual distance between instruments	2 metres average 4 metres maximum in any instance.
Maximum number of instruments	14 plus controller, i.e. 15 instruments total with at least two-thirds of the devices powered on.
Data bus width	8 lines.
Handshake lines	3
Bus management lines	5
Connector	24-pin
Max data rate	~ 1 Mbyte / sec (HS-488 allows up to ~8Mbyte / sec).

Адреси пристроїв

Адреси пристроїв призначаються або апаратними перемикачами на приладі (в двійковій системі) або засобами інтерфейсу приладу.

Адреса може бути в діапазоні від 0 до 30



Select the GPIB address.

ADDR	05
------	----

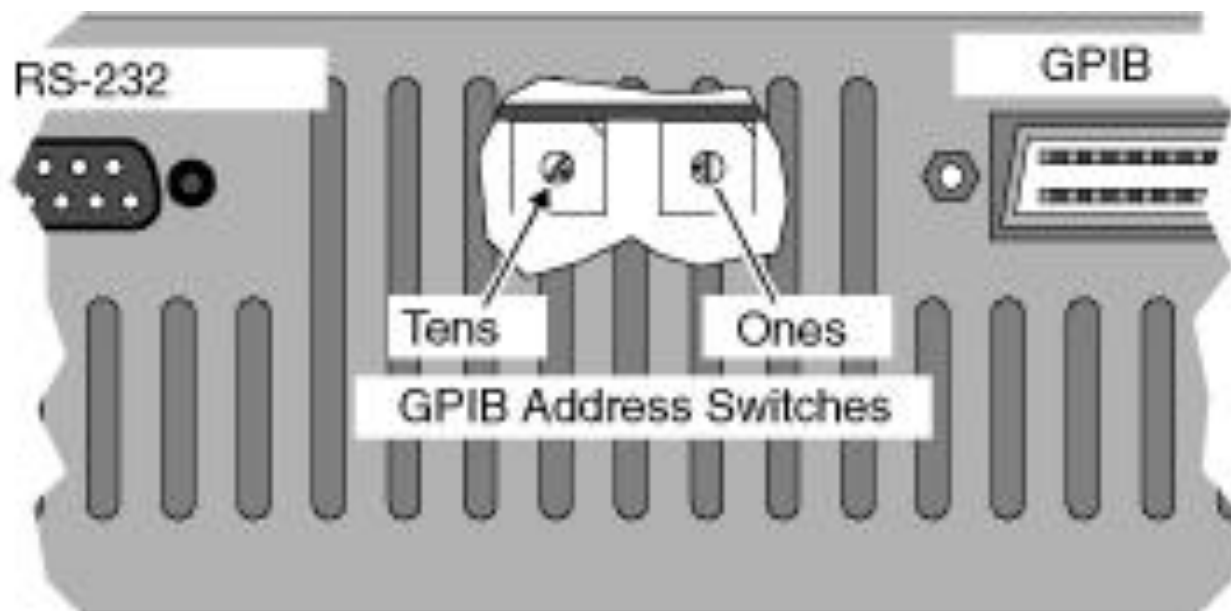
Select the GPIB address.

ADDR	05
------	----

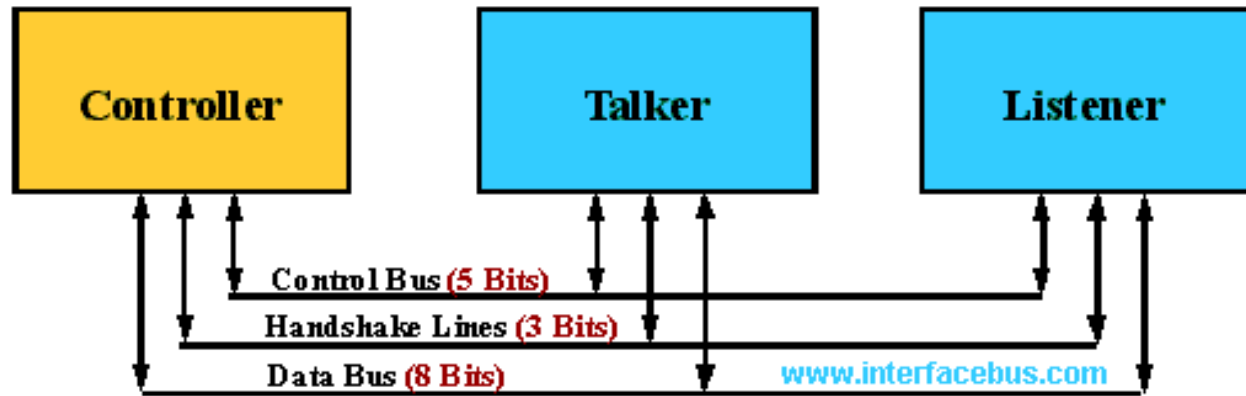
Save the change and turn off the I/O configuration mode.

CHANGE SAVED

Перемикач по колу адрес GPIB



Функції пристроїв на шині GPIB

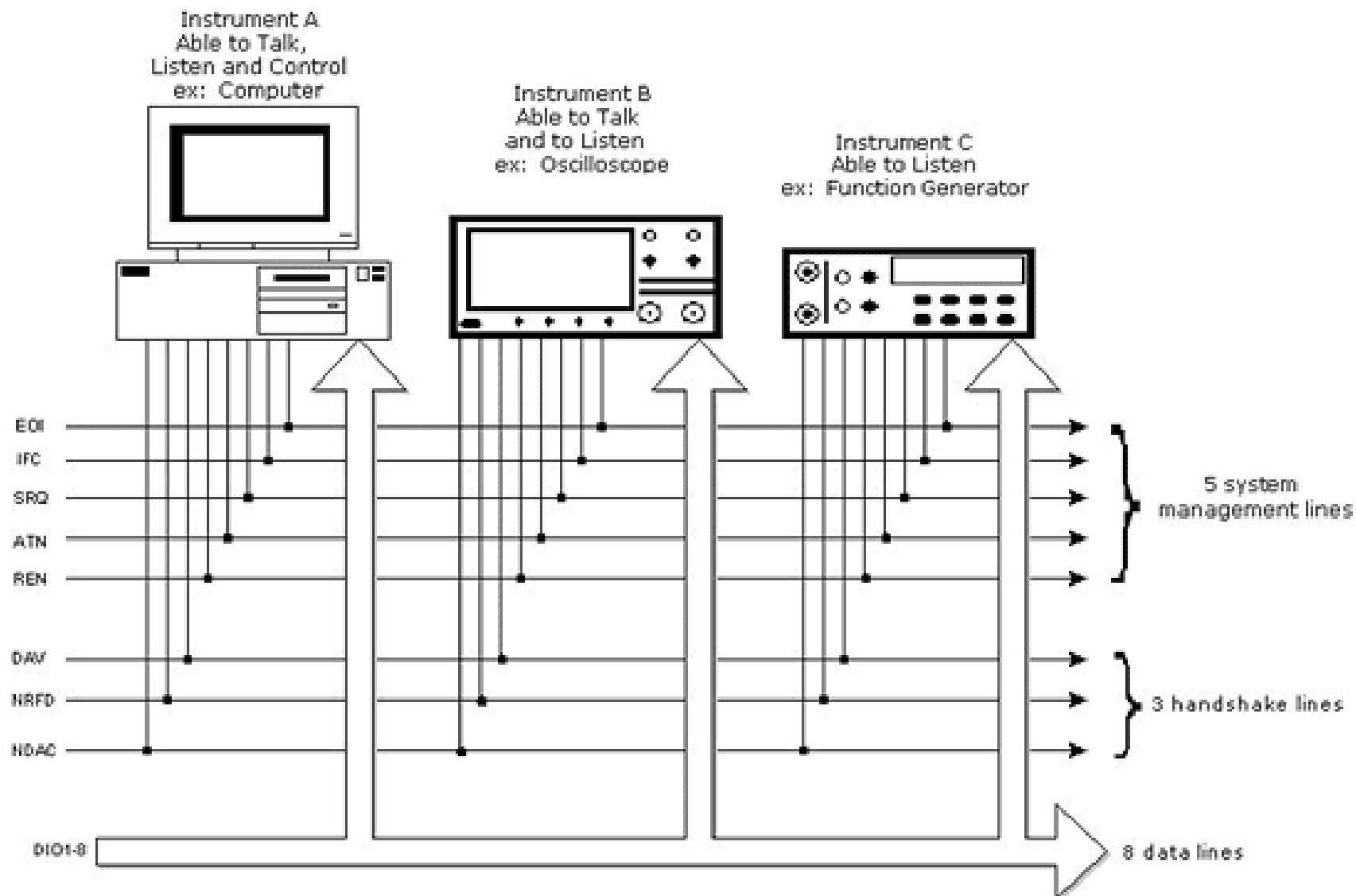


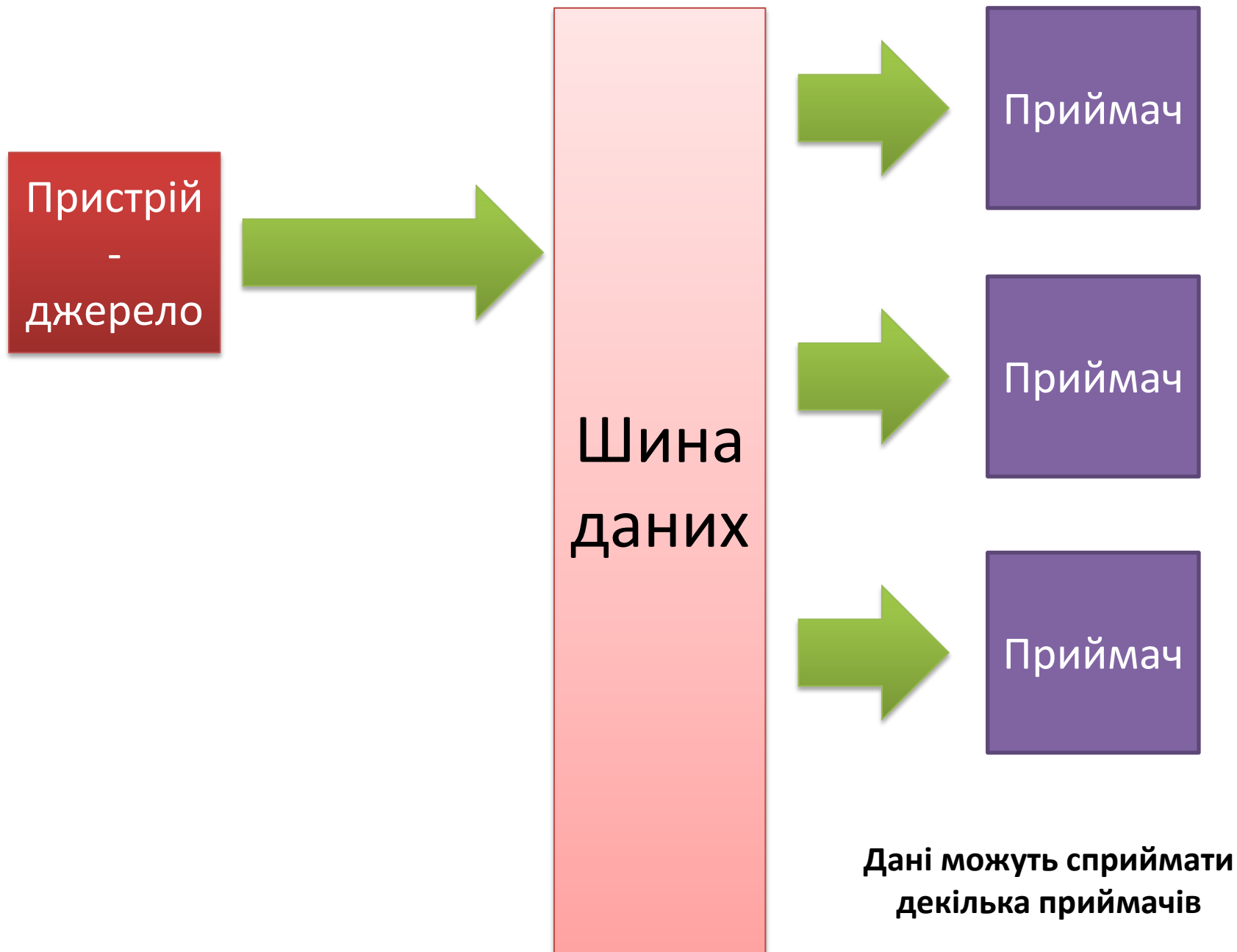
- Джерело / "мовець" / Talker
- Приймач / "слухач" / Listener
- Контролер / Controller (може бути декілька..в один момент може бути активний тільки 1)
- Не приймати участі у процесі обміну даними

Пристрій в стані "**слухач**" зчитує повідомлення з шини; пристрій в стані "**мовець**" посилає повідомлення на шину.

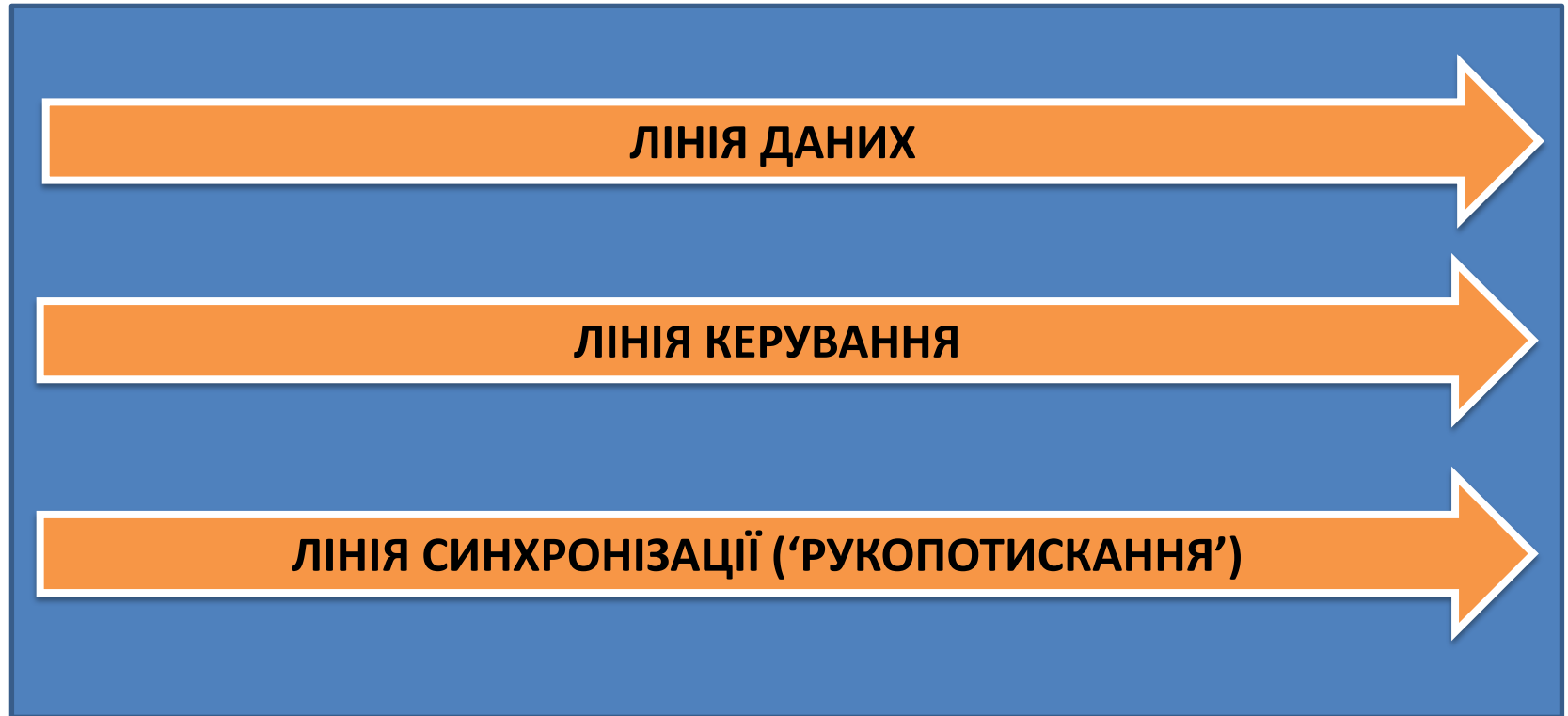
У кожен конкретно момент часу в стані "**мовець**" може бути тільки один пристрій, у той час як у стані "**слухач**" може бути довільна кількість пристроїв.

Контролер виконує функції арбітра і визначає, які з пристроїв в даний момент знаходяться в стані "**мовець**" і "**слухач**".

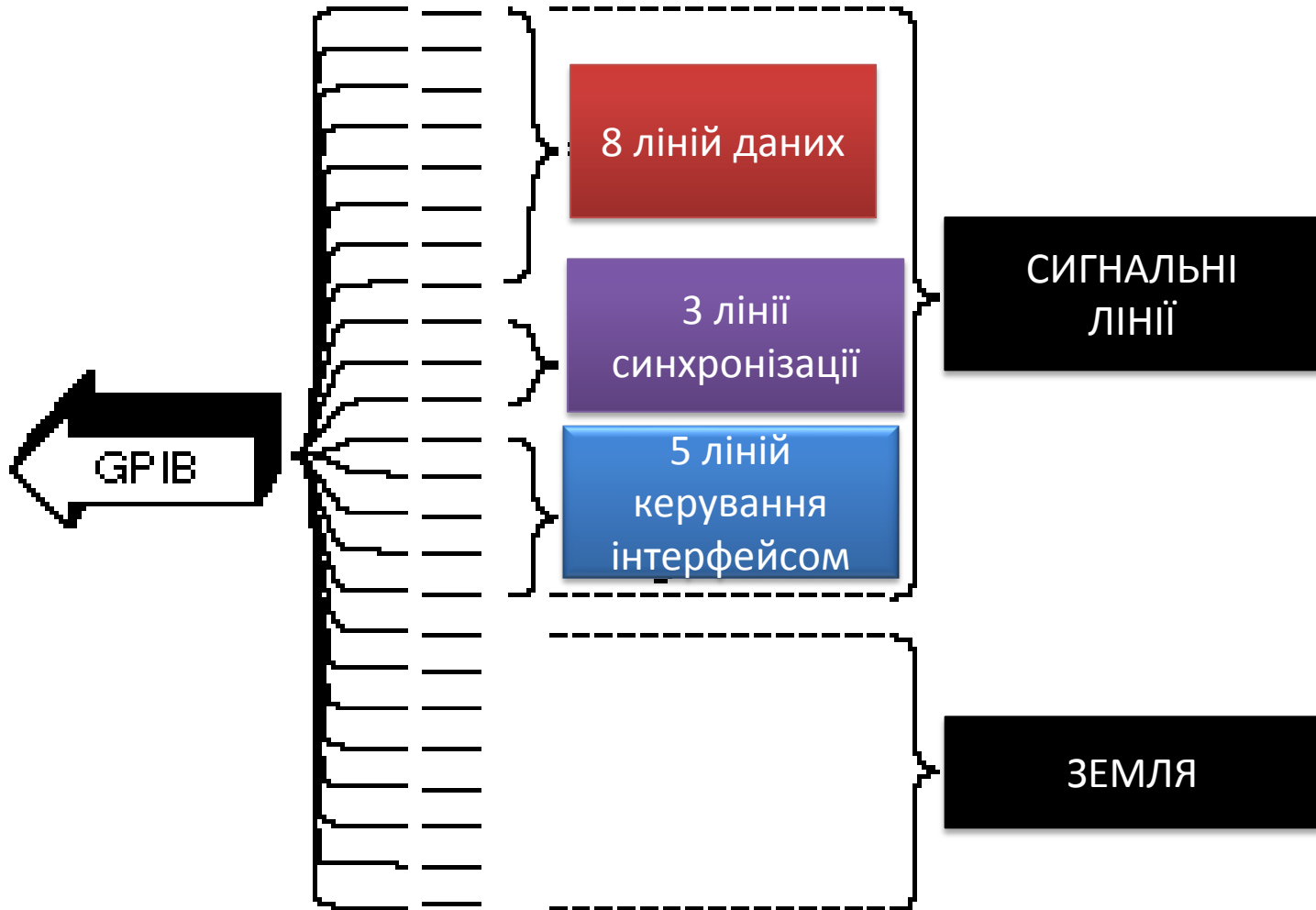




Магістраль КСК



Структура шини GPIB



Типи сигналів на магістралі КСК

- Інформація пов'язана з виконанням пристроями приладних функцій
- сигнали запиту зв'язку й керування передачею даних, що виробляються джерелами та приймачами
- команди спряження, що виробляються контролером та необхідні для виконання іншими приладами їх інтерфейсних функцій.

До складу команд спряження входять:

- а) багатопровідні адресні команди, по яким **вибираються** джерела та приймачі інформації;
- б) універсальні команди спряження (одно- й багатопровідні), що **впливають на всі прилади** й примушують їх виконувати певні інтерфейсні операції;
- в) адресовані багатопровідні команди спряження, що поступають тільки на вибрані адресою пристрої (після того, як визначено які функції вони будуть виконувати);
- г) вторинні багатопровідні команди, що слідують за основною (первинною) та утворюють її подовжений варіант.

GPIB Data / Дані

Є два типи даних, які можуть бути передані по GPIB:

- Дані пристрою (Instrument data)
- Повідомлення інтерфейсу (Interface messages)

Дані пристрою - дані пристрої складається з команд конкретного виробника які налаштовують пристрій, повертають результати вимірів ітд. Список цих команд надає виробник в документації.

Повідомлення інтерфейсу - визначаються стандартом GPIB і складаються з команд, які звільняють шину GPIB, адресують пристрої, повертають результати самоперевірки ітд.

Передача даних складається з одного байта (8 бітів), що передається паралельно.

Швидкість передачі даних через інтерфейс обмежується 1 мегабайт в секунду. Однак ця швидкість передачі даних зазвичай не досягається на практиці і обмежена найповільнішим пристроєм на шині.

Лінії синхронізації шини КСК

IEEE / GPIB назва	ГОСТ назва	Назначение
DAV (Data Valid)	СД (Синхронізація даних)	використовується пристроєм типу «джерело» для сповіщення пристроїв типу “приймач” про те, що інформація, що підготовлена “джерелом” виставлена на лініях даних і достовірна.
NRFD (Not Ready For Data)	ГП (Готовність до прийому)	використовується “приймачами” для того, щоб повідомити пристроям типу “джерело” про те, що вони не готові до прийому даних. У цьому випадку пристрій типу «джерело» припиняє обмін інформацією до того моменту, коли всі пристрої типу «приймач» будуть готові до продовження діалогу. Шина реалізована за принципом "монтажне АБО", що дозволяє кожному взятому окремо пристрою типу «приймач» призупинити всю шину.
NDAC (Not Data Accepted)	ДП (Дані прийняті)	використовується пристроями типу “приймач” і повідомляє пристрою типу “джерело” , що дані прийняті всіма адресатами. Коли цей сигнал не активний, «джерело» може бути впевнене, що всі клієнти успішно прочитали дані з шини і можна передавати наступний байт даних. Шина також організована за принципом "монтажне АБО".

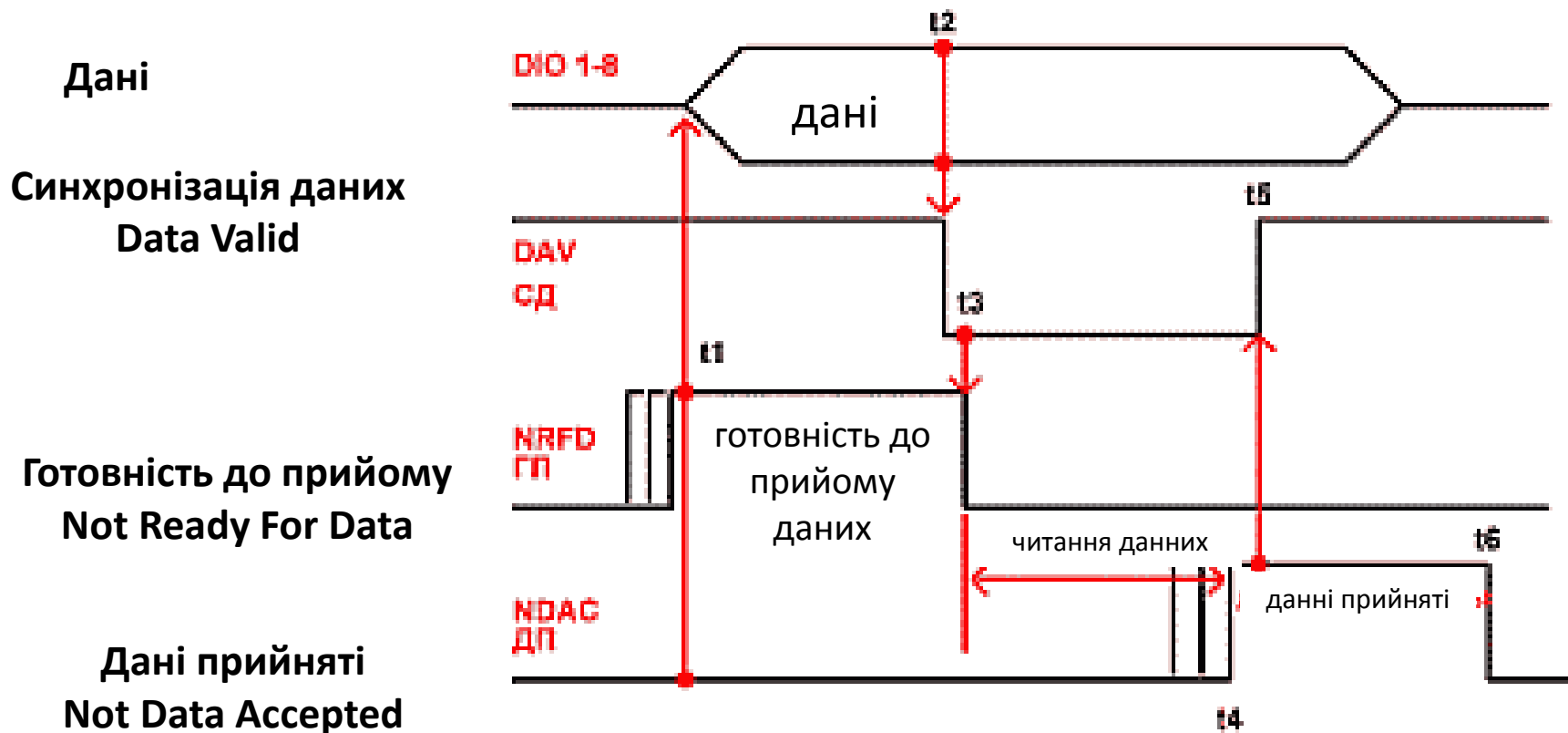
Керування роботою магістралі здійснюється за допомогою сигналів шини керування

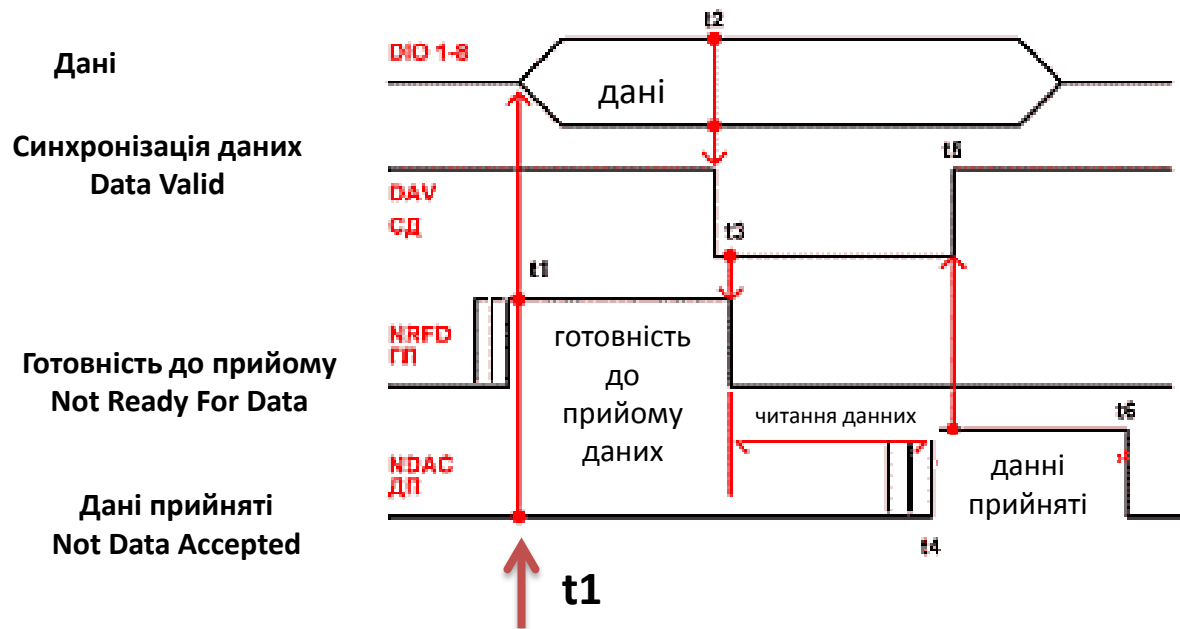
УП (керування) - виробляється контролером і вказує на те, як потрібно сприймати дані, які поступають по лініях ЛД0-ЛД7 (DIO0-DIO7), - як **інтерфейсну команду** (адресу приймача, адресу джерела чи інш. команду) або як повідомлення.

ОІ (очистити інтерфейс) – подається контролером для того, щоб встановити прилади у заданий (вихідний) стан

ЗО (запит на обслуговування) - виробляється приладом й вказує контролеру на необхідність організації з ним зв'язку для обміну інформацією (застосовується в системі, де обмін інформацією проходить не тільки з ініціативи контролеру, але й приладу)

Процедура обміну даними



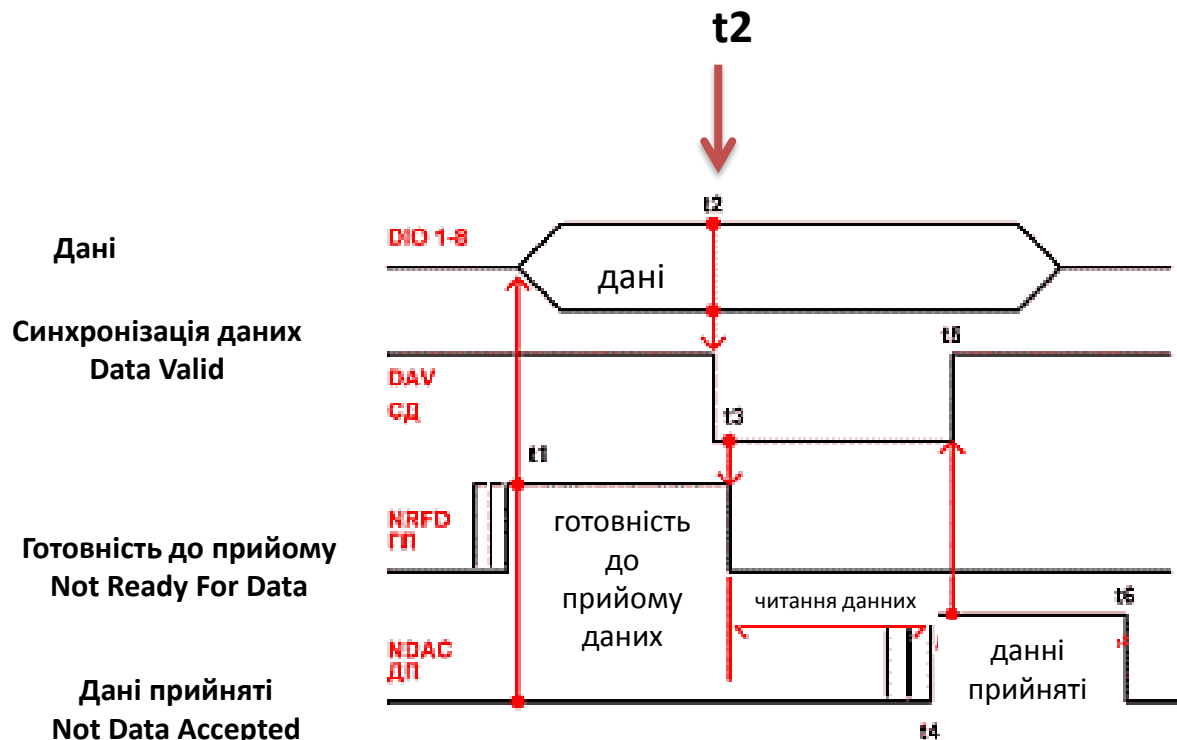


У початковому стані "джерело-мовець" очікує готовності "слухачів" до прийому наступного байта повідомлення.

"Джерело" при цьому підтримує високий рівень на шині СД (DAV).

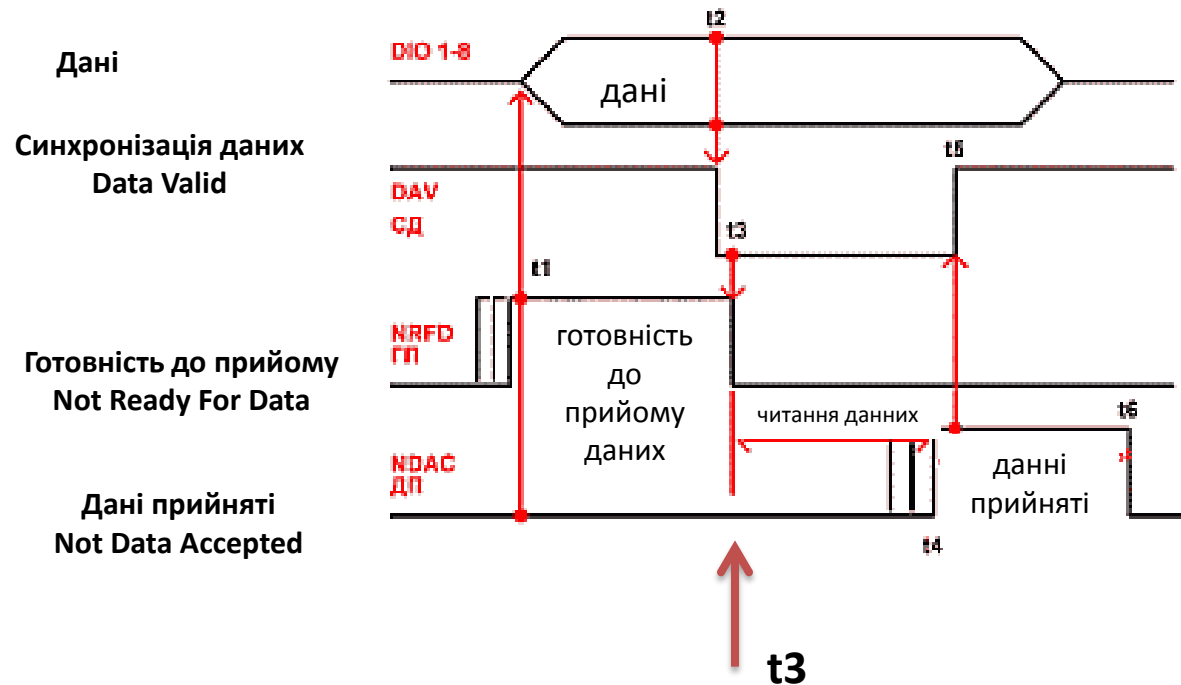
"Слухачі" при готовності до прийому піднімають рівень сигналу ГП (NRFD) при низькому рівні сигналу ДП (NDAC).

За рахунок включення за схемою "монтажне АБО" високий рівень сигналу ГП (NRFD) визначається самим повільним з "слухачів".

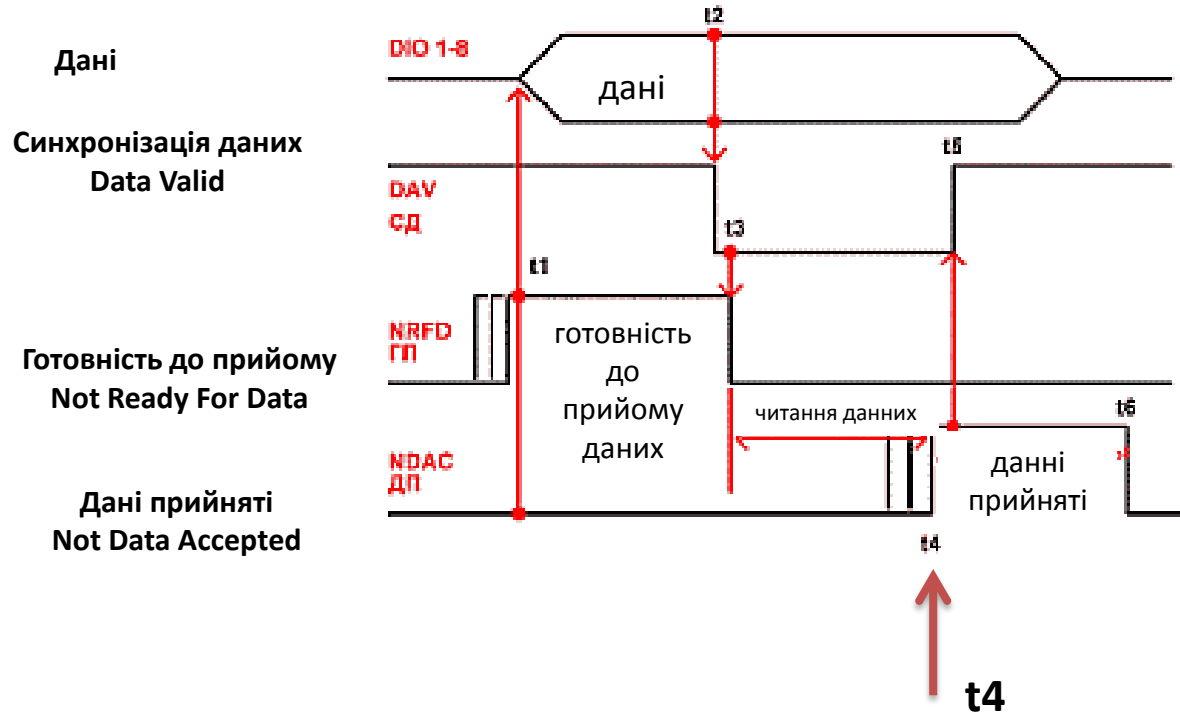


“Джерело” фіксує високий рівень шини ГП (NRFD) при низькому рівні шини ДП (NDAC) як готовність "слухачів" до обміну і виставляє на шину даних наступний байт даних.

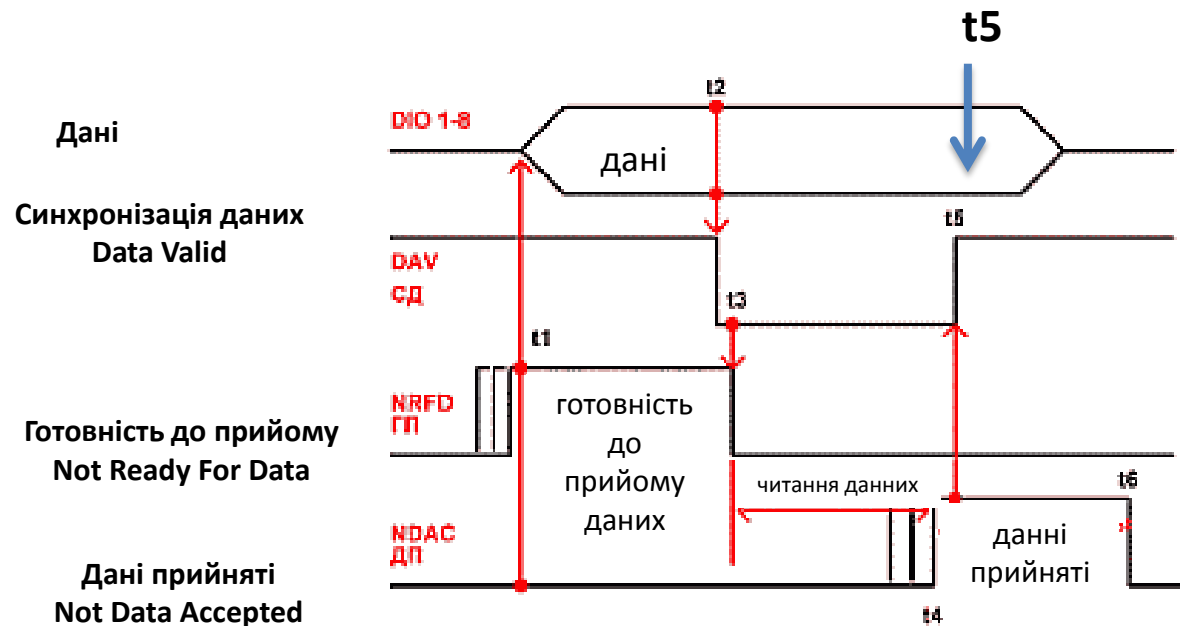
“Джерело” фіксує коректність інформації на шині даних і опускає рівень сигналу на шині СД (DAV).



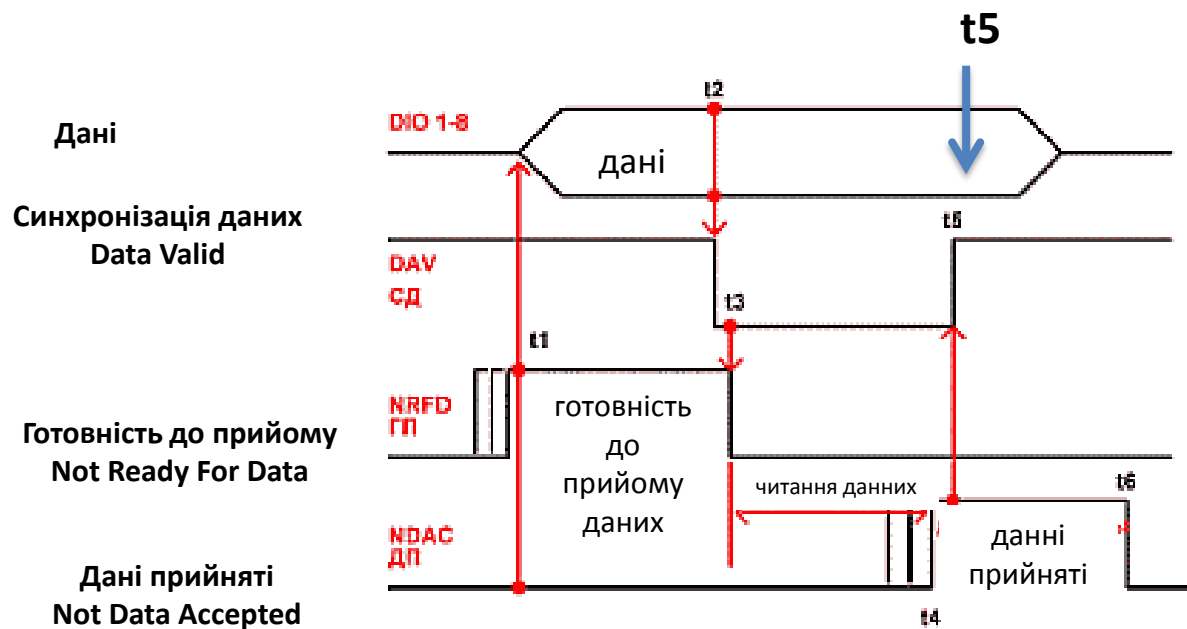
"Слухач" фіксує низький рівень шини СД (DAV) і починає прийом інформації з шини даних опускаючи уросень сигналу на шині ГП (NRFD).



“Слухач” фіксує інформацію на шині даних (і шині керування) для правильної ідентифікації отриманих даних. Після цього ідентифікує фіксацію прийнятих даних піднімаючи рівень сигналу на шині ДП (NDAC). За рахунок включення за схемою" монтажне АБО "високий рівень сигналу ДП (NDAC) визначається самим повільним з "слухачів".



“Джерело” у відповідь на високий рівень шини ДП (NDAC) піднімає рівень сигналу на шині СД (DAV). Високий рівень сигналу на шині СД (DAV) дозволяє “джерелу” зняти інформаційний байт із шини даних (перевести шину даних в пасивне сосотояние).



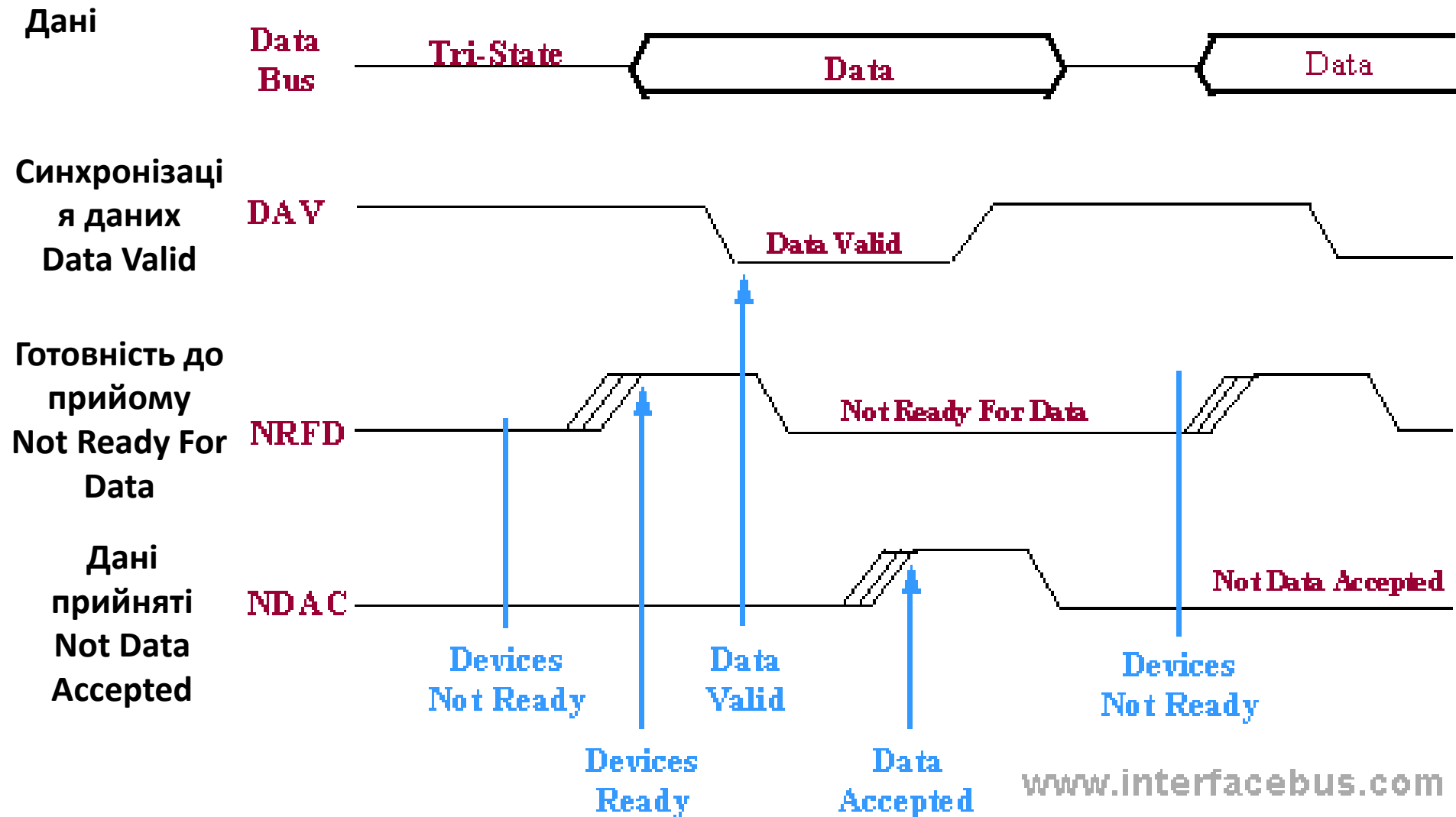
"Слухач" у відповідь на високий рівень шини CD (DAV) опускає рівень сигналу на шині ДП (NDAC) і переходить до дешифрування отриманих даних і виконання отриманих команд.

Після завершення інтерпретації отриманих даних, у міру готовності "слухачів" до відновлення обміну по шині КОП, "слухачі" піднімають рівень сигналу на шині ГП (NRFD), сигналізуючи про готовність до прийому наступного інформаційного байта

пристрій типу "джерело" виставляє нові дані на шину тільки тоді, коли всі пристрої типу "слухач" готові до прийому !!!

процедура синхронізації гарантує, що швидкість передачі даних по шині не перевищує швидкість їх обробки найповільнішим з клієнтів

Алгоритм обміну даними (повний цикл)



Лінії управління шини КОП

IEEE / GPIB name	ГОСТ/ДЕСТ найменування	Призначення
ATN (ATteNtion)	УП (Управління)	Контролер шини використовує лінію для повідомлення клієнтам про те, що по шині будуть передаватись команди, а не дані.
SRQ (Service ReQuest)	ЗО (Запит обслуговування)	Сигнал доступний будь-якому клієнту шини. Виробляється приладом при необхідності передати контролеру інформацію про зміни в роботі (стані) приладу і необхідності передати ці дані контролеру для прийняття рішення про зміни у функціонуванні системи в цілому. За цим сигналом контролер переводить, по можливості, пристрій (що згенерував сигнал) у стан "мовець" і передає йому функції передачі даних.
IFC (InterFace Clear)	OI (Очищення Інтерфейсу)	Сигнал використовується для ініціалізації або реініціалізації шини і приведення інтерфейсу в початковий стан.
REN (Remote ENable)	ДУ (Дистанційне Управління)	Переводить пристрій, підключений до шини, в режим виконання команд з шини (а не з контрольною панелі) і назад. Виробляється контролером для активізації роботи підключених до шини приладів по командам, що надходять від контролера.
EOI (End Of Identify)	КП (Кінець Передачі)	використовується "говорить" для ідентифікації кінця повідомлення. Контролер виставляє цей сигнал для ініціації паралельного опитування підключених до шини пристроїв.

Регістри GPIB

GPIB забезпечує систему визначення статусу пристроїв та інформації про події. За допомогою цієї системи можна визначити чи прилад має дані для видачі, чи відбулася помилка при виконанні команди ітд.

Для багатьох інструментів, система повідомлення про статус складається з **чотирьох 8-бітних реєстрів і двох черг (вихід і події)**. Чотири реєстра згруповані в дві функціональні категорії:

Status Registers — **The Status Byte Register** (SBR) і **Standard Event Status Register** (SESR): містять інформацію про стан приладу.

Enable Registers — **The Event Status Enable Register** (ESER) і **Service Request Enable Register** (SRER) дозволяють визначити події якого типу трапились в реєстрах статусу і в черзі подій.

Event Status Enable Register
ESER

ДОЗВОЛЯЄ

Standard Event Status Register
SESR

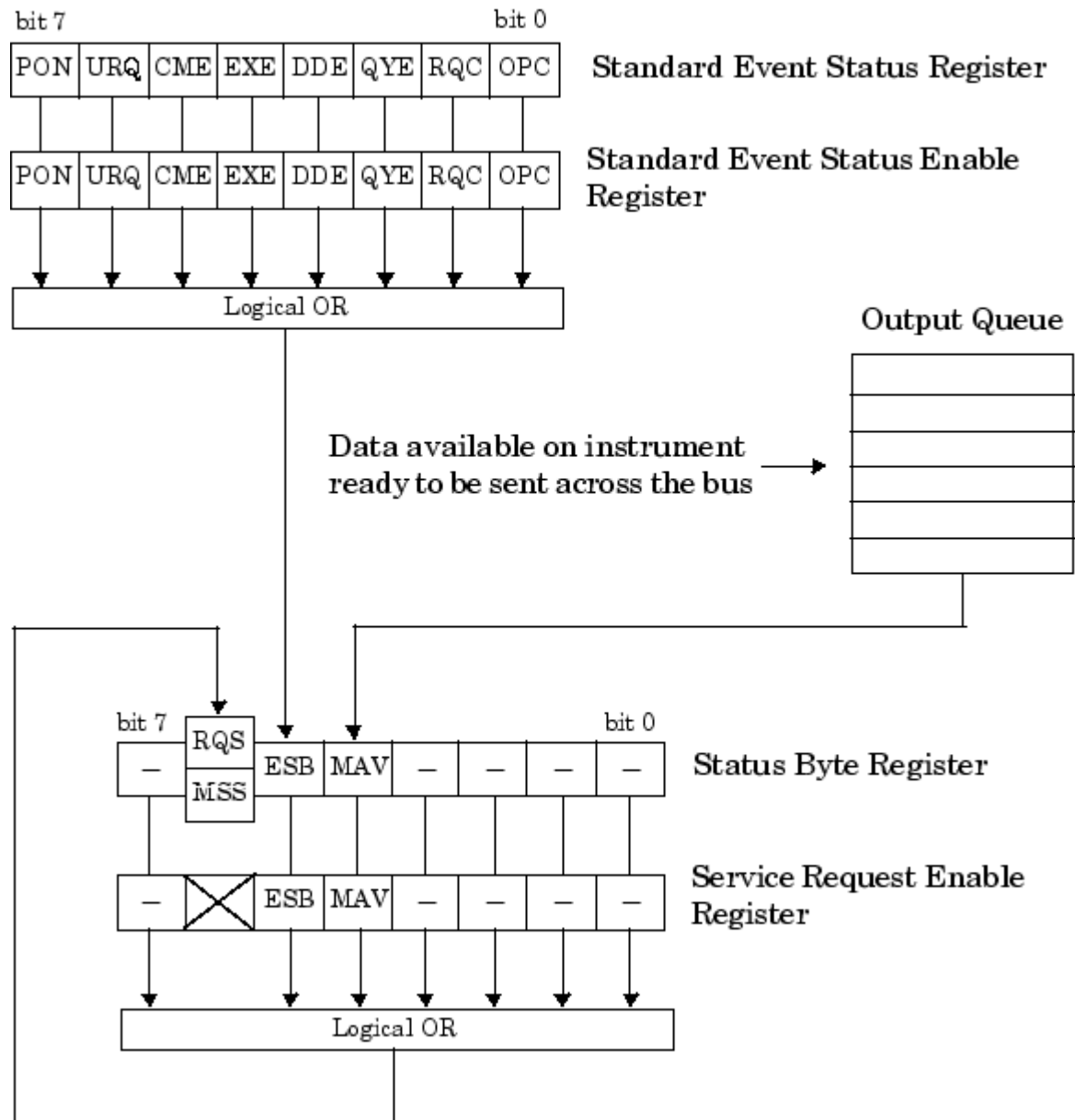
Service Request Enable Register
SRER

ДОЗВОЛЯЄ

Status Byte Register
SBR

ESER дозволяє SESR, а SRER дозволяє SBR.

Standard Event



GPIB кабель

GPIB кабель:

GPIB кабель - 24 скручених пар мідного дроту, використовується male/female роз'єм стилю Centronics 24.

Використання GPIB кабеля:

GPIB кабелі використовуються для створення шинної (bus) або зіркової (star) топології де роз'єми з'єднуються один з одним для підключення контрольно-вимірювального обладнання до ПК та інших пристроїв.

GPIB кабелі зазвичай використовуються у випробувальних і вимірювальних установках і також використовуються в DAQ (системах збору даних).

Кожен біт в байт регістру статусу (SBR) пов'язаний з певним типом події. Коли подія відбувається, прилад встановлює відповідний біт в 1. Можна включити або відключити біти SBR за допомогою Service Request Enable Register (SRER). Можна визначити які події відбулися, читаючи SBR біти.

Status Byte Register

Біт	Абр-ра	Опис
0-3	-	Сумарні повідомлення конкретного приладу
4	MAV	Message Available - Біт доступності повідомлення вказує чи дані доступні в Output Queue/Вихідній черзі. MAV = 1, якщо вихідна черга містить дані. MAV = 0, якщо вихідна черга порожня.
5	ESB	Event Status Bit - Біт стану подія визначає чи трапилась одна або декілька подій. ESB = 1, якщо відбулася дозволена подія. ESB = 0, якщо не виникла дозволена подія. Через Standard Event Status Enable Register можна дозволити події
6	MSS	Master Summary Status - додає біти ESB і MAV. MSS = 1, якщо або MAV=1 або ESB=1. MSS = 0, якщо і MAV=0 і ESB=0.
	RQS	Request Service Bit - Біт Запиту Сервісу показує, що інструмент просить обслуговування від контролера GPIB. Цей біт зчитується при послідовному опитуванні.
7	-	Сумарні повідомлення конкретного приладу

Кожен біт в Standard Event Status Register (SESR) пов'язаний з певним станом інструменту. При зміні стану, прилад встановлює відповідні біти в 1. Можна включити або відключити SESR біти за допомогою Standard Event Status Enable Register (ESER). Можна визначити стан приладу, читаючи SESR біти.

Біт	Абр-ра	Опис
0	OPC	OPeration Complete вказує, що всі команди завершені/виконані
1	RQC	Request Control Bit - Біт Запиту управління не використовується більшістю інструментів.
2	QYE	Query Error - Помилка Запиту показує, що інструмент, зробив спробу зчитати порожній вихідний буфер, або, що дані у вихідному буфері були втрачені.
3	DDE	Device Dependent Error - вказує, що сталася помилка пристрою (наприклад, помилка самотестування).
4	EXE	Execution Error - біт вказує, що сталася помилка, коли пристрій виконував команду або запит.
5	CME	Command Error - біт вказує, що сталася помилка синтаксу команди
6	URQ	User Request - не використовується більшістю інструментів.
7	PON	Power On - біт вказує, що пристрій ввімкнено

Приклад: якщо користувач хоче знати (відслідковувати) коли виникає помилка виконання він має встановити біт 4 з ESER.

Далі зчитуємо ESB біт регістру SBR.

Загальні команди GPIB для зчитування і запису інформаційних регістрів стану і черг

Регістр	Операція	Команда	Опис
SESR	Читати	*ESR?	Повертає десяткове значення, яке відповідає зваженій сумі всіх бітів в регістрі SESR.
	Запис	N / A	запис в регістр SESR неможливий
ESER	Читати	*ESE?	Повертає десяткове значення, яке відповідає зваженій сумі всіх бітів дозволених командою *ESE.
	Запис	*ESE	Записує десяткове значення, що відповідає зваженій сумі всіх бітів, які необхідно записати до регістру SESR.
SBR	Читати	*STB?	Повернутися десяткову значення, яке відповідає зваженої суми всіх бітів в регістрі SBR. Ця команда повертає той же результат, як серійний опитування винятком того, що трохи MSS не очищує.
	Запис	N / A	запис в регістр SBR неможливий
SRER	Читати	*SRE?	Повертає десяткове значення, яке відповідає зваженій сумі всіх бітів дозволених командою *SRE.
	Запис	*SRE	Записує десяткове значення, що відповідає зваженій сумі всіх бітів, які необхідно записати до регістру SBR.

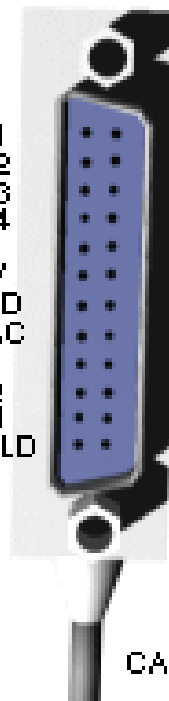
Роз'єм GPIB



DATA INPUT OUTPUT 1
 DATA INPUT OUTPUT 2
 DATA INPUT OUTPUT 3
 DATA INPUT OUTPUT 4
 END OF IDENTITY
 DATA VALID
 NOT READY FOR DATA
 NOT DATA ACCEPTED
 INTERFACE CLEAR
 SERVICE REQUEST
 ATTENTION

D101
 D102
 D103
 D104
 EOI
 DAV
 NRFD
 NDAC
 IFC
 SRQ
 ATN
 SHIELD

VIEW INTO FEMALE END OF SOCKET
 WHICH IS SIMILAR TO THE SOCKET ON
 AN INSTRUMENT'S REAR PANEL



DATA INPUT OUTPUT 5
 DATA INPUT OUTPUT 6
 DATA INPUT OUTPUT 7
 DATA INPUT OUTPUT 8
 REMOTE ENABLE

GND6
 GND7
 GND8
 GND9
 GND10
 GND11
 Logic GND

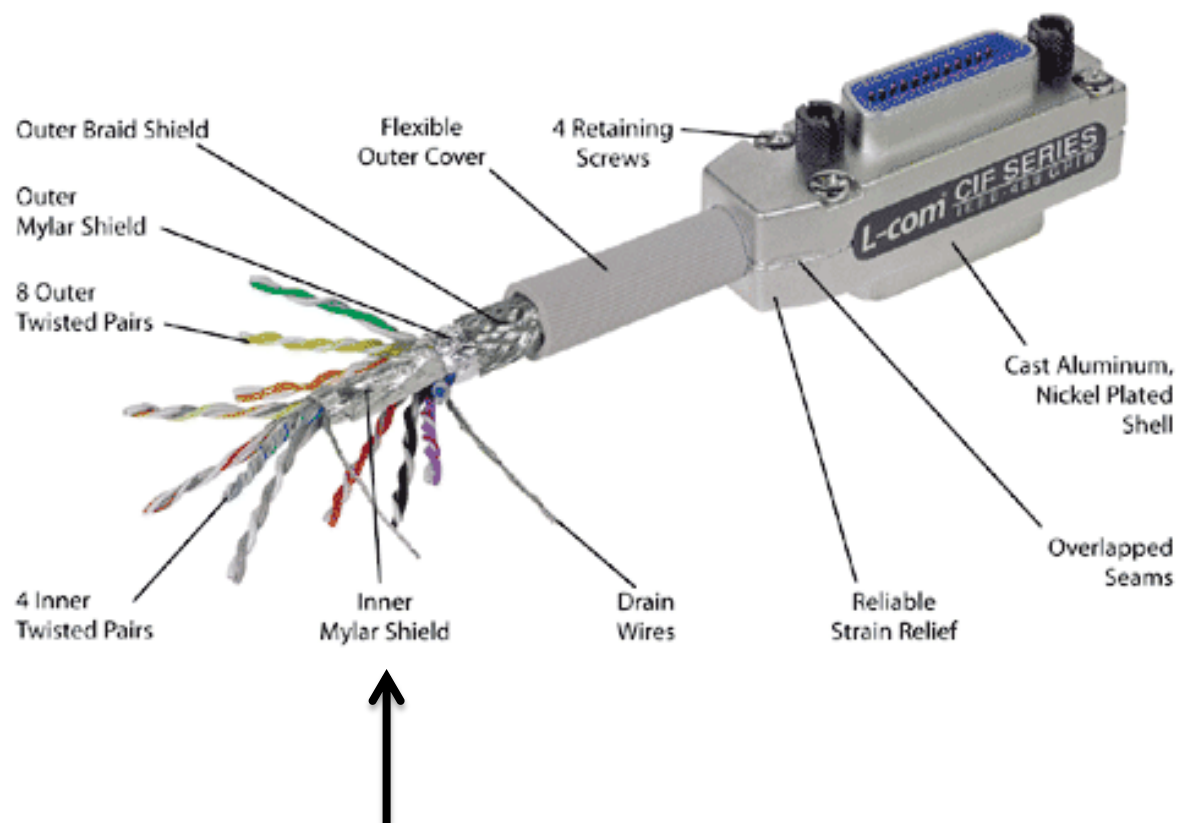
GROUND RETURNS
 FOR PINS 6 - 11

CABLE CONNECTOR

Кольорове кодування ліній

PIN OUT:

P1	P2	P3	P4
1		1 (BROWN)	
13		13 (BROWN/WHITE)	
2		2 (WHITE)	
14		14 (ORANGE/BLACK)	
3		3 (BLUE)	
15		15 (BLUE/WHITE)	
4		4 (RED)	
16		16 (RED/WHITE)	
5		5 (ORANGE)	
17		17 (ORANGE/WHITE)	
6		6 (PINK)	
18		18 (RED/BLACK)	
7		7 (YELLOW)	
19		19 (YELLOW/BLACK)	
8		8 (GREEN)	
20		20 (GREEN/WHITE)	
9		9 (PURPLE)	
21		21 (PURPLE/WHITE)	
10		10 (GREY)	
22		22 (GREY/BLACK)	
11		11 (LIGHT GREEN)	
23		23 (GREEN/BLACK)	
SHELL+12		12+SHELL (BLACK+SHELL)	
24		24 (BLACK/WHITE)	



Мylar – лавсан – плівка на основі синтетичного поліефірного волокна

Маркування контактів

Pin #	Signal Names	Signal Description	Pin #	Signal Names	Signal Description
1	DIO1	Data Input/Output Bit 1	13	DIO5	Data Input/Output Bit 5
2	DIO2	Data Input/Output Bit 2	14	DIO6	Data Input/Output Bit 6
3	DIO3	Data Input/Output Bit 3	15	DIO7	Data Input/Output Bit 7
4	DIO4	Data Input/Output Bit 4	16	DIO8	Data Input/Output Bit 8
5	EIO	End-Or-Identify	17	REN	Remote Enable
6	DAV	Data Valid	18	Shield	Ground (DAV)
7	NRFD	Not Ready For Data	19	Shield	Ground (NRFD)
8	NDAC	Not Data Accepted	20	Shield	Ground (NDAC)
9	IFC	Interface Clear	21	Shield	Ground (IFC)
10	SRQ	Service Request	22	Shield	Ground (SRQ)
11	ATN	Attention	23	Shield	Ground (ATN)
12	Shield	Chassis Ground	24	Single GND	Single Ground

Маркування контактів

Pin #	Signal Names	Signal Description	Pin #	Signal Names	Signal Description
1	DIO1	Data Input/Output Bit 1	13	DIO5	Data Input/Output Bit 5
2	DIO2	Data Input/Output Bit 2	14	DIO6	Data Input/Output Bit 6
3	DIO3	Data Input/Output Bit 3	15	DIO7	Data Input/Output Bit 7
4	DIO4	Data Input/Output Bit 4	16	DIO8	Data Input/Output Bit 8
5	EIO	End-Or-Identify	17	REN	Remote Enable
6	DAV	Data Valid	18	Shield	Ground (DAV)
7	NRFD	Not Ready For Data	19	Shield	Ground (NRFD)
8	NDAC	Not Data Accepted	20	Shield	Ground (NDAC)
9	IFC	Interface Clear	21	Shield	Ground (IFC)
10	SRQ	Service Request	22	Shield	Ground (SRQ)
11	ATN	Attention	23	Shield	Ground (ATN)
12	Shield	Chassis Ground	24	Single GND	Single Ground

USB↔GPIB

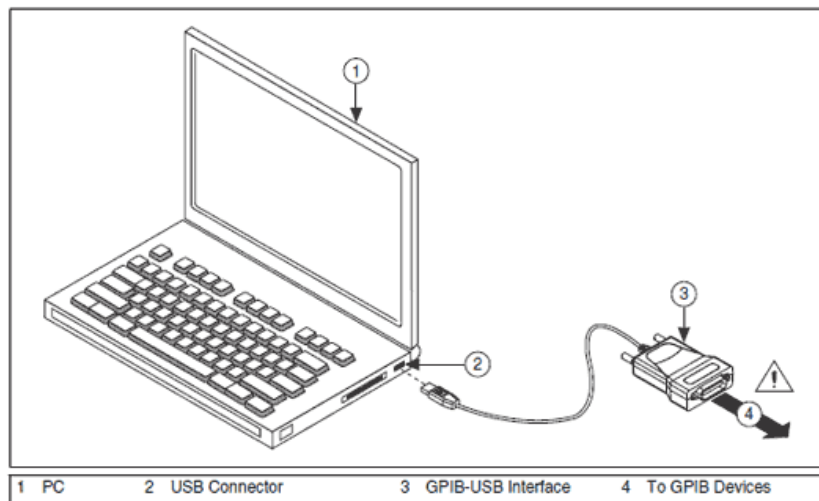


IEEE 488.1 transfer rates up to 1.8 MB/s (standard) and 7.7 MB/s (HS488)

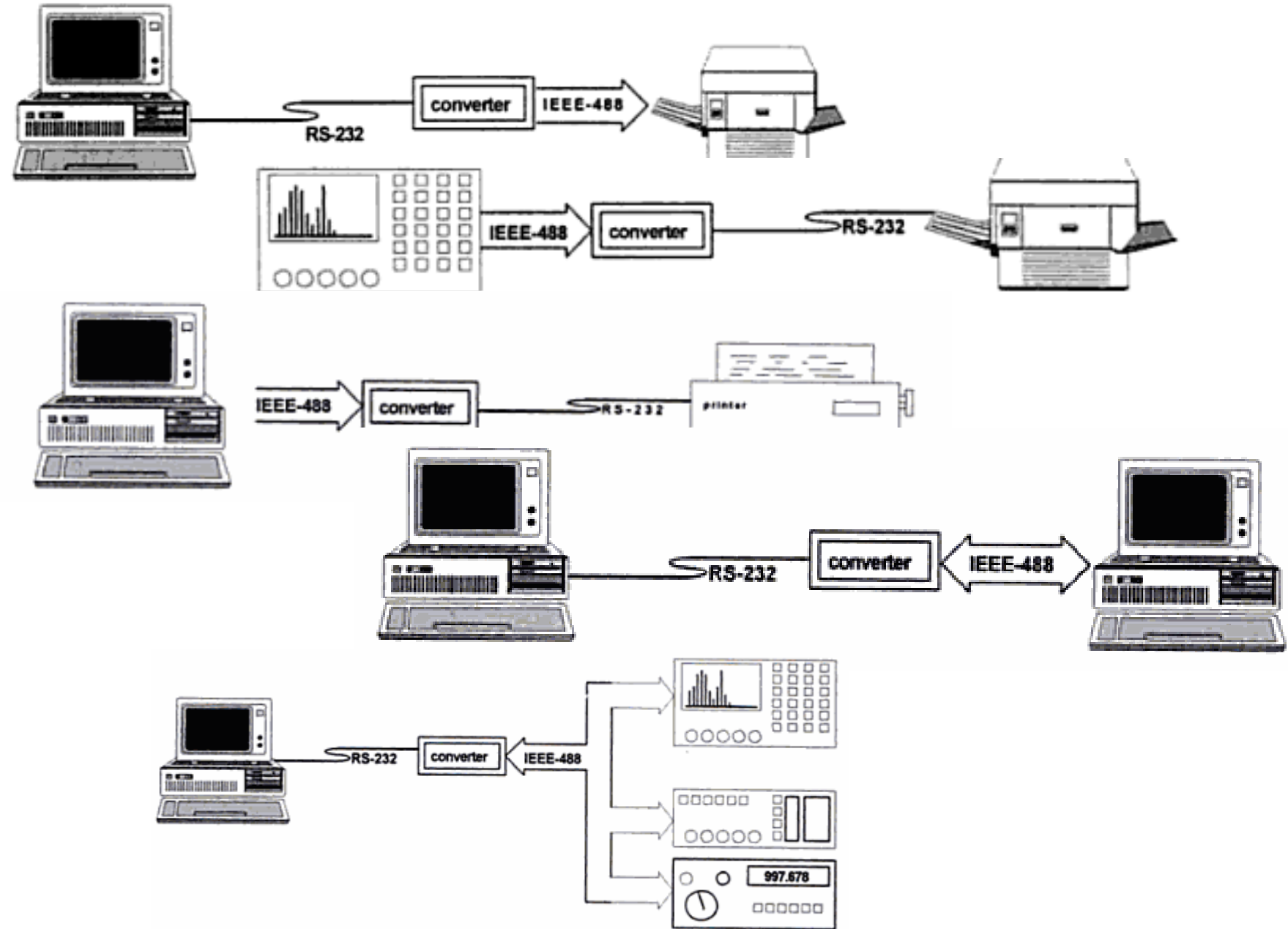
Hi-Speed USB compliance; compatibility with USB 1.x full-speed ports

No GPIB cable requirement for instrument connection; plug-and-play installation and configuration

NI-488.2 for Windows, Mac OS X, and Linux (2.6-24)



Конвертори



Високошвидкісний протокол HS- 488

Високошвидкісний протокол GPIB (HS - 488) , запропонований фірмою National Instruments в 1996 році , дозволяє збільшити пропускну здатність шини до 8 мбайт / сек, використовуючи стандартні кабелі і апаратну базу.

HS- 488 покращує продуктивність шини шляхом усунення затримок, пов'язаних з необхідністю чекати підтвердження в трехсигнальній схемою IEEE - 488.1 (DAV / NRFD / NDAC), де максимальна пропускна здатність не перевищує 1-1,5 мбайт/сек.

За одну операцію " talker " посилає стільки байт даних , скільки " listener " в змозі прийняти , виходячи з наявності вільних буферів .

Протокол HS- 488 повністю сумісний з існуючими системами , заснованими на IEEE - 488.1 , тому пристрої обох типів можуть співіснувати на одній шині.

"Talker" ініціює передачу даних по протоколу HS- 488 тільки в тому випадку , якщо "listener" в змозі прийняти ці дані.

Команди GPIB завжди передаються з використанням класичного протоколу IEEE - 488.1 .

Firmware (компонент 1)

Компонент №1:

Прилади, що задовольняють стандарту IEEE - 488.2 , використовують текстові команди , що складаються з 7 - бітних символів (як і модеми).

Стандарт визначає мінімальний набір можливостей , якими повинен володіти кожен прилад:

- приймати і передавати дані,
- надсилати запит на обслуговування
- реагувати на сигнал "Очистити Інтерфейс"

Стандарт задає формат команд, що посилаються інструментам , і формат і кодування відгуків. Команди , як правило, є аббревіатурами відповідних слів англійської мови.

Команди- запити закінчуються на кінці знаком питання . Всі обов'язкові команди префіксуються - *

Firmware (компонент 2)

Компонент №2:

Другим компонентом системи команд GPIB є Стандартні Команди Програмованих Інструментів (Standard Commands for Programming Instruments , SCPI), прийнятий в 1990 році.

SCPI визначає стандартні правила скорочення ключових слів, що використовуються як команди. Ключові слова можуть бути використані як в довгій (**MEASure** - виміряти), або в короткій формі (**MEAS**).

Команди в форматі SCPI префіксуються двокрапкою.

Аргументи команд розділяються комою.

Стандарт SCPI оперує з моделлю програмованого інструменту.

Функціональні компоненти моделі включають:

систему вимірювань (підсистеми "вхід" , " датчик " і " калькулятор ")

систему генерації сигналів (підсистеми " калькулятор " , " джерело " і " вихід")

підсистеми "формат" , " показ" , " пам'ять "і" тригер " .

У деяких інструментів відсутні деякі системи або підсистеми .

Наприклад, осцилограф не має системи генерації сигналів , а програмований генератор цифрових послідовностей - системи вимірювань.

ПРиклад

: MEASure: VOLTage: AC? 20,0.001

Двокрапка - початок нової команди.

Ключові слова MEASure: VOLTage: AC повідомляють мультиметру, що потрібно провести вимірювання змінної напруги.

Знак питання повідомляє мультиметру, що результат вимірювання має бути повернений комп'ютера або контролеру.