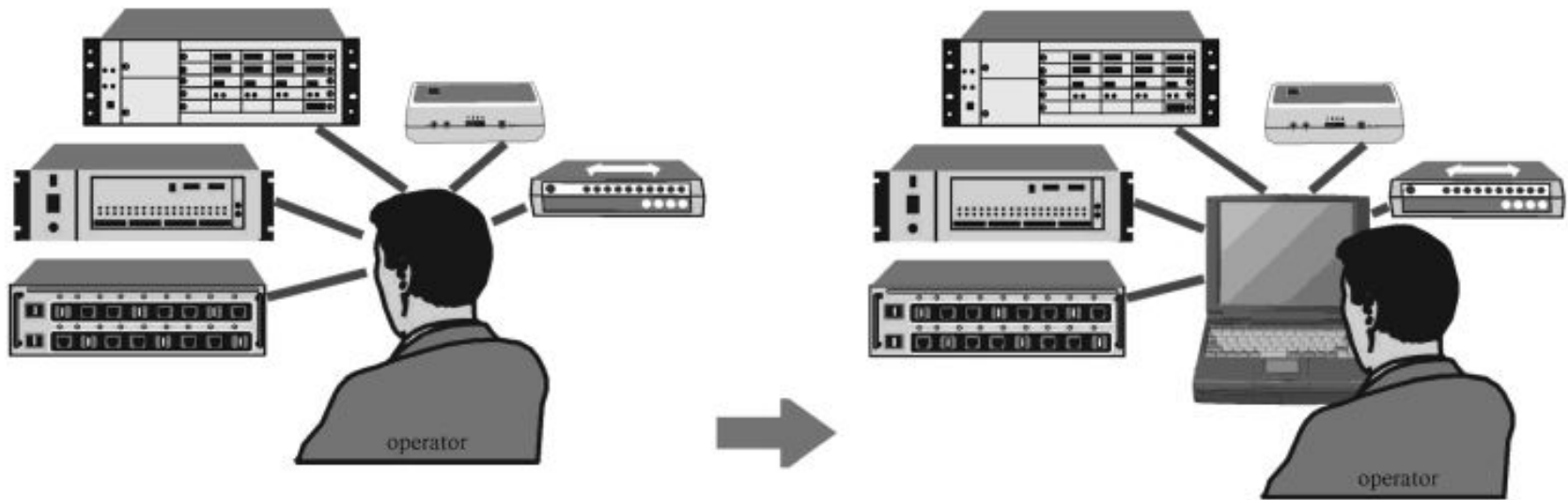
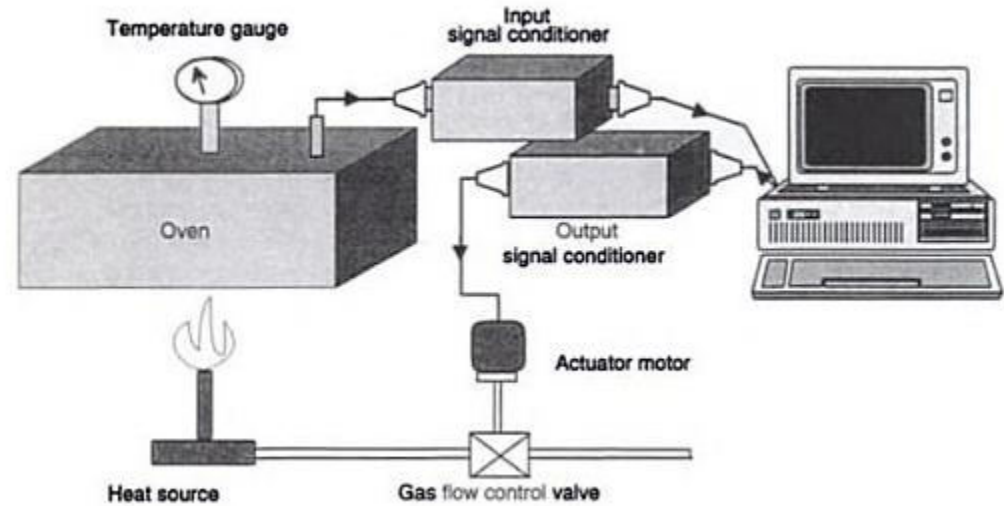
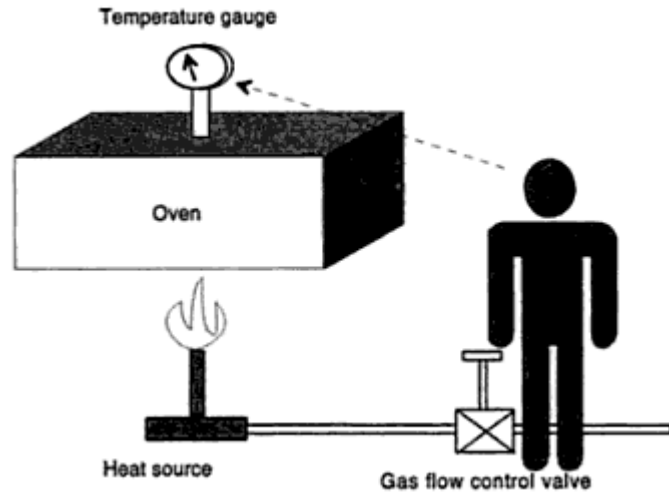


# Комп'ютерний експеримент

# Еволюція вимірювальних систем



# Приклад автоматизованої вимірювальної установки 1



# Приклад автоматизованої вимірювальної установки 2

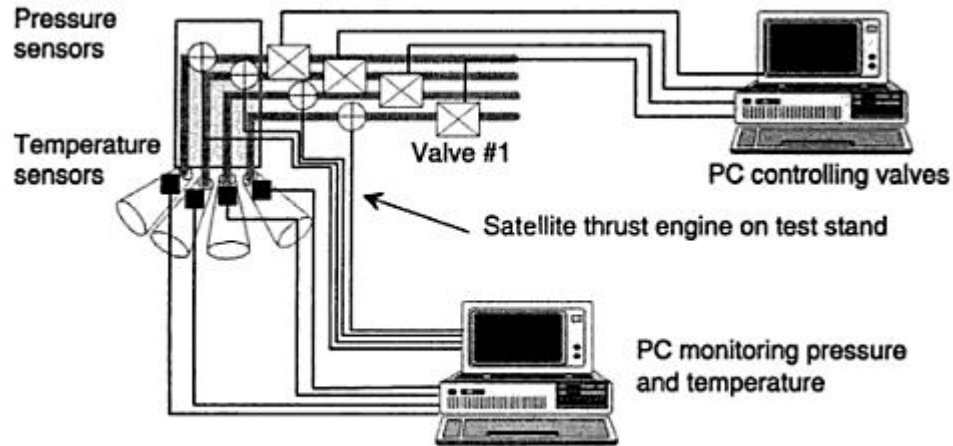
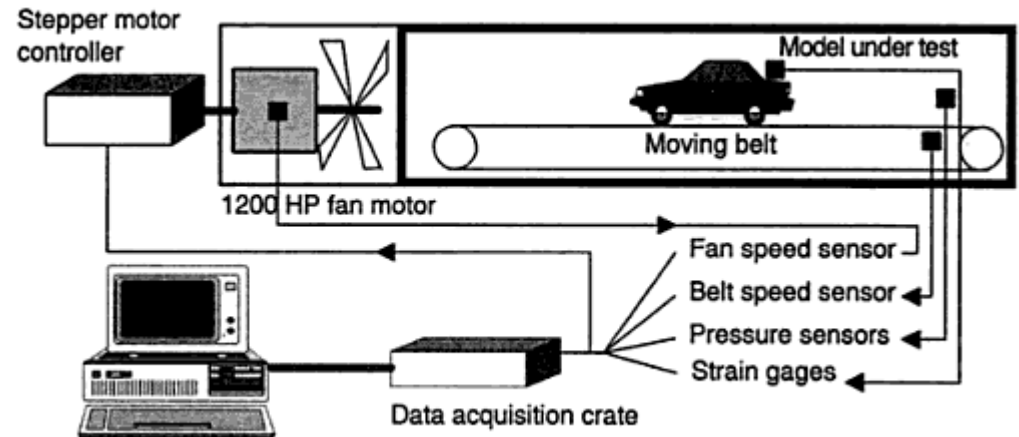


Figure 1.7 Testing and monitoring satellite thrust engine using PC's.



# Приклад автоматизованої вимірювальної установки 3

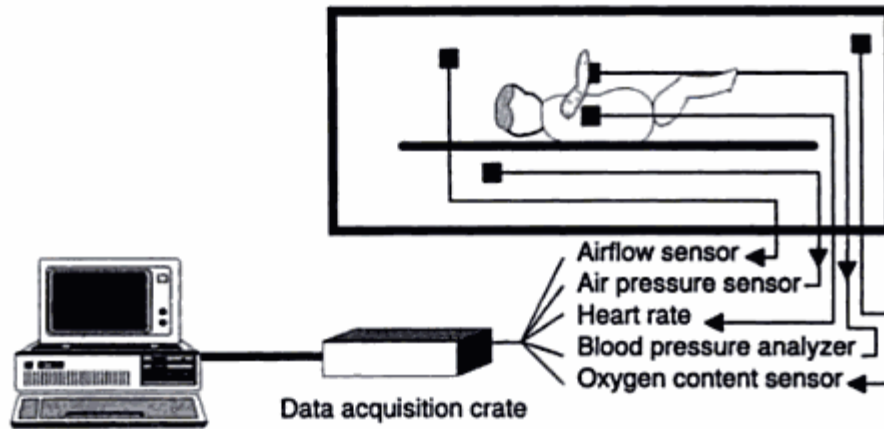
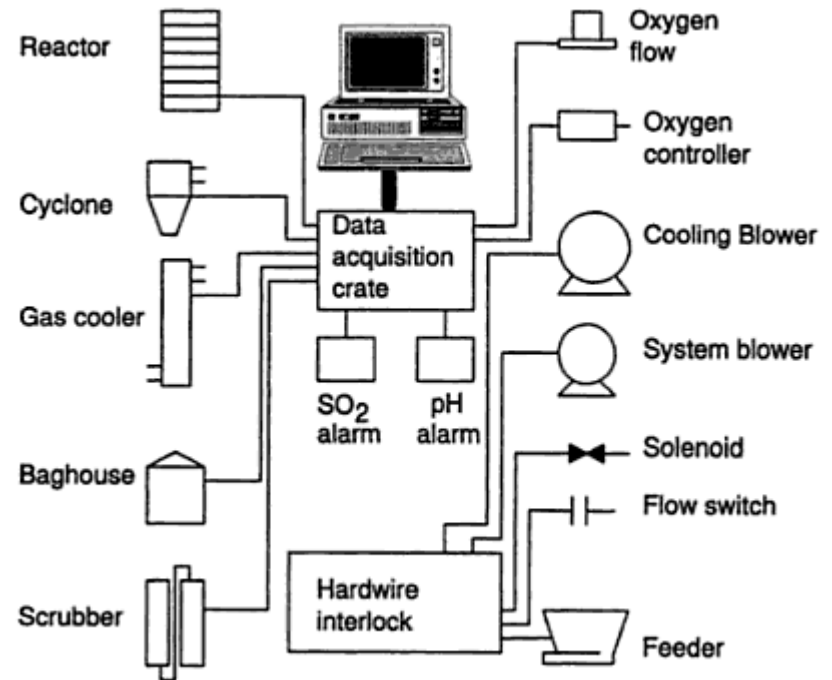
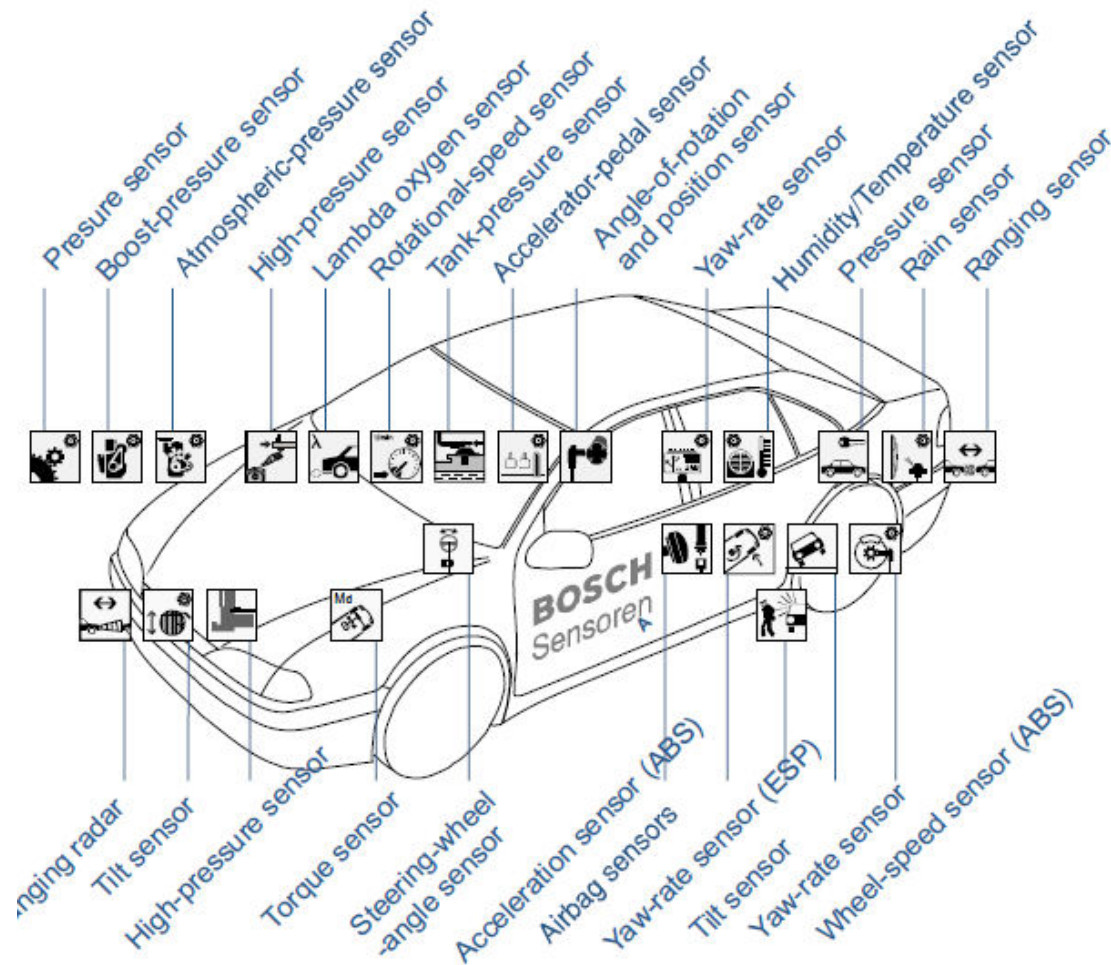


Figure 1.9 Pulmonary function test setup.



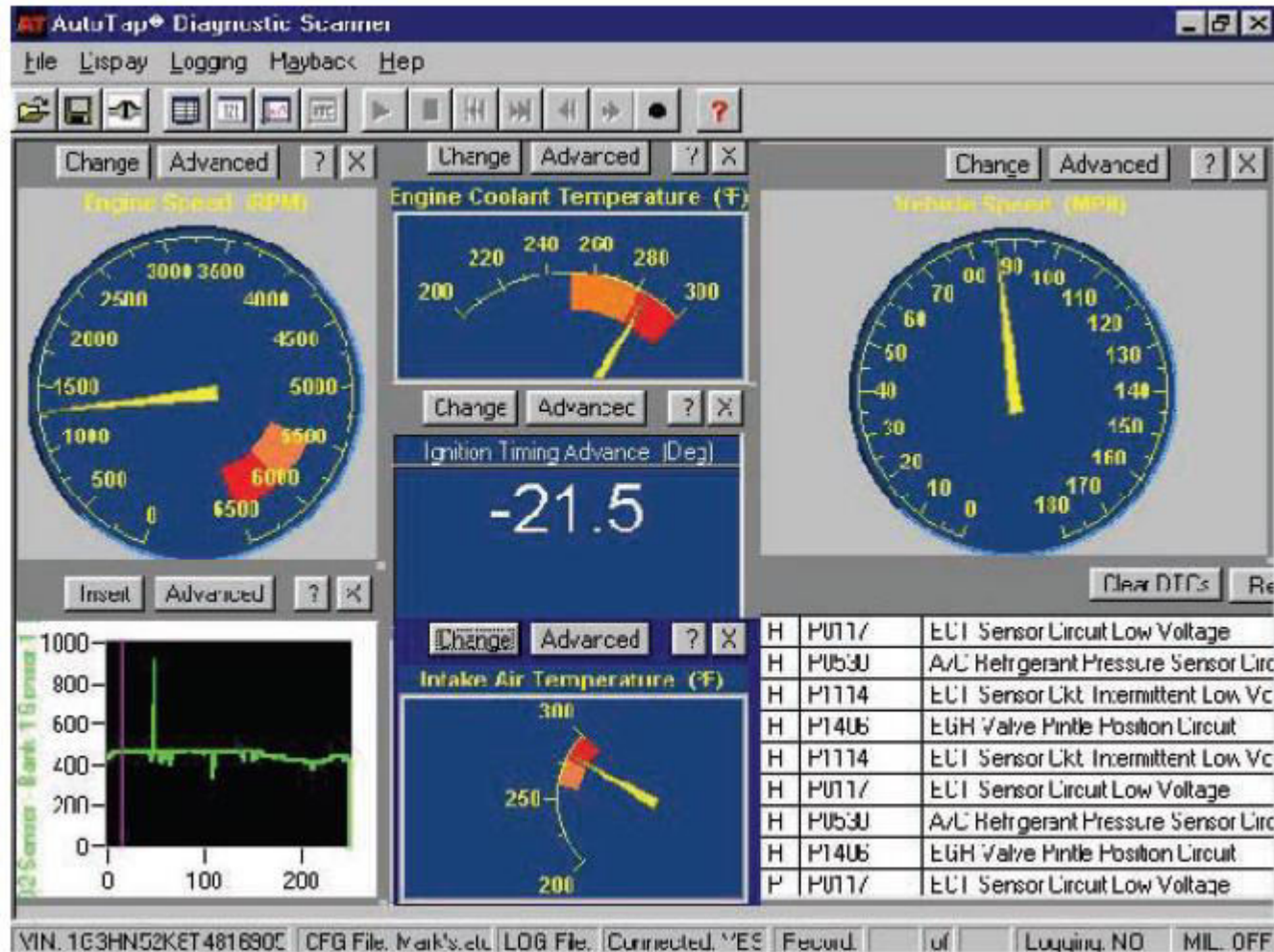
# Приклади використання автоматичних вимірювальних систем



Сенсори і датчики мають спеціальний інтерфейс CAN (*Controller Area Network*) для під'єднання до блоку обробки даних

Сучасні smart-сенсори (розумні сенсори) мають інтерфейси GPIB, LAN, RS-232 для безпосереднього під'єднання до мережі обробки

# OBDII - *On Board Diagnostics* system





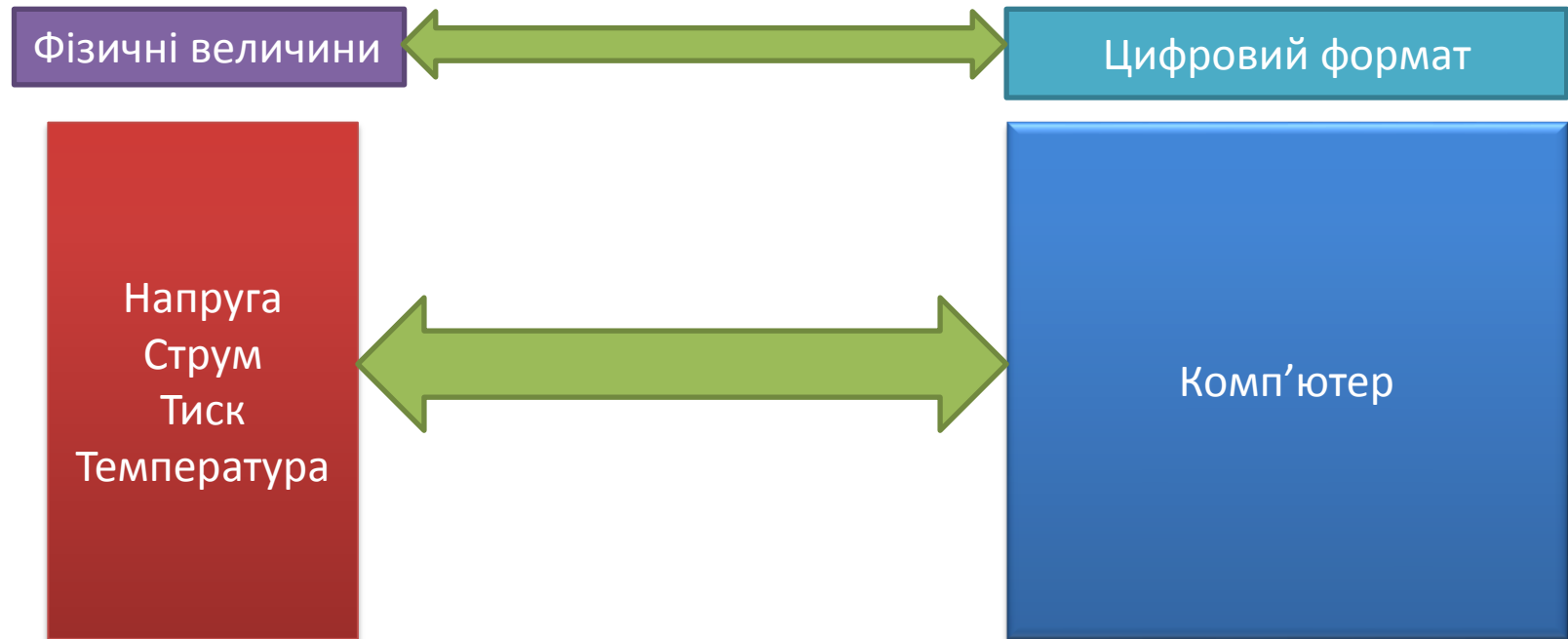
# Традиційна вимірювальна система



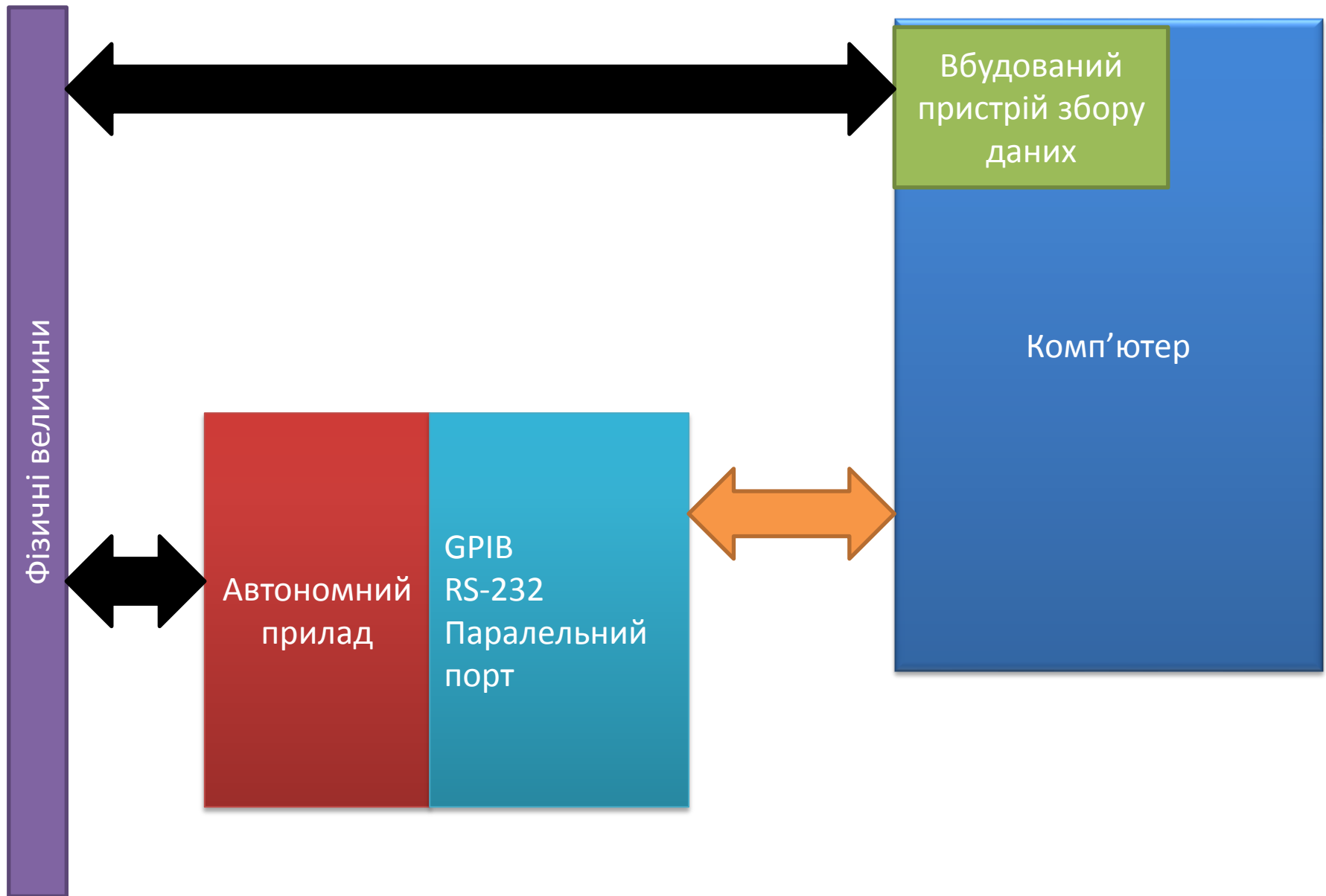


# Вимірювальні системи

Основним завданням всіх вимірювальних систем є вимірювання та / або генерація реальних фізичних сигналів. Вимірювальні прилади допомагають отримувати, аналізувати і представляти результати вимірювань.



# Системи збору даних



# Етапи отримання даних

Вихідні дані

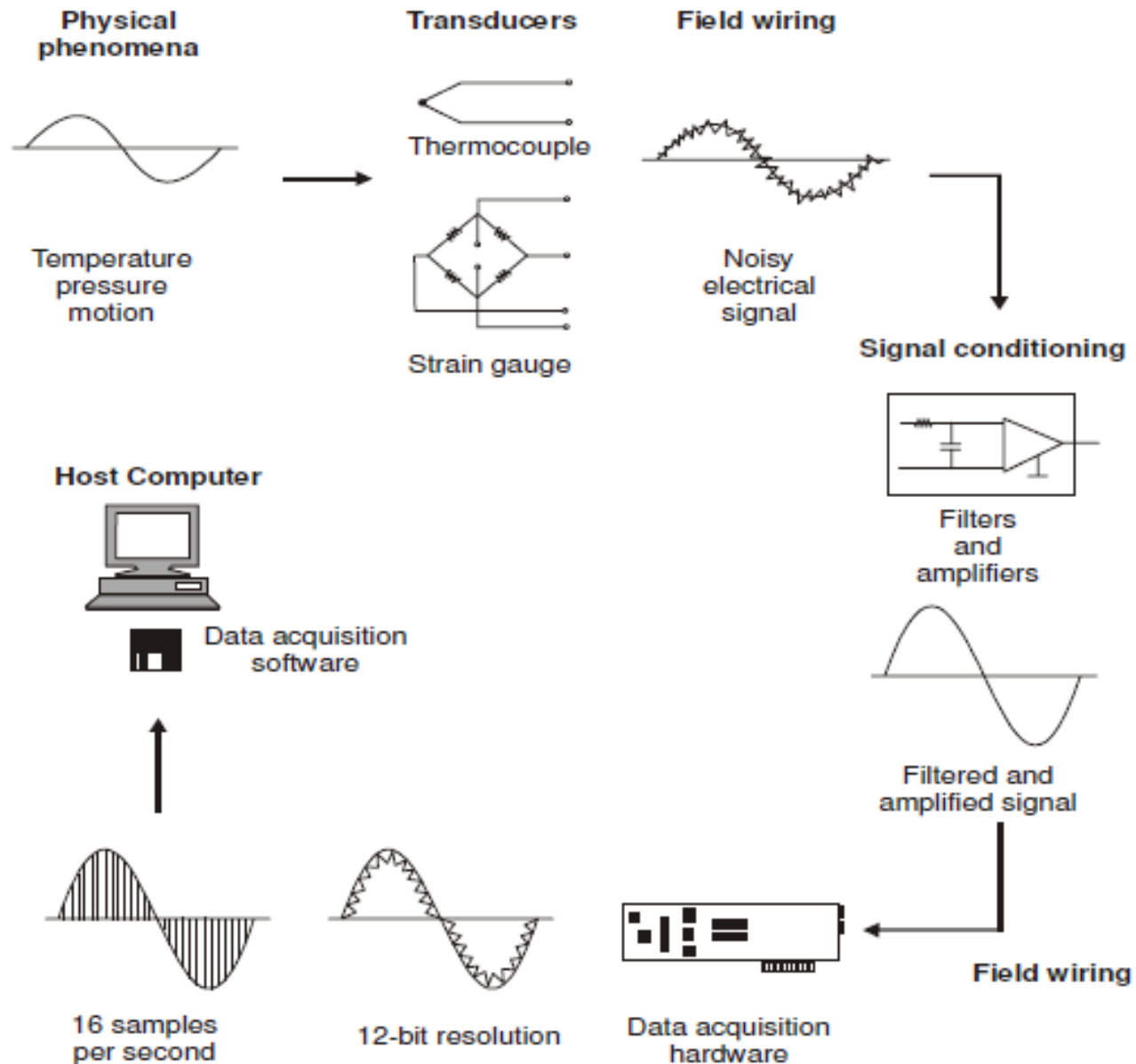
апроксимація  
статистичний аналіз  
частотні  
характеристики  
математична  
обробка...

Дані, що можна  
інтерпретувати

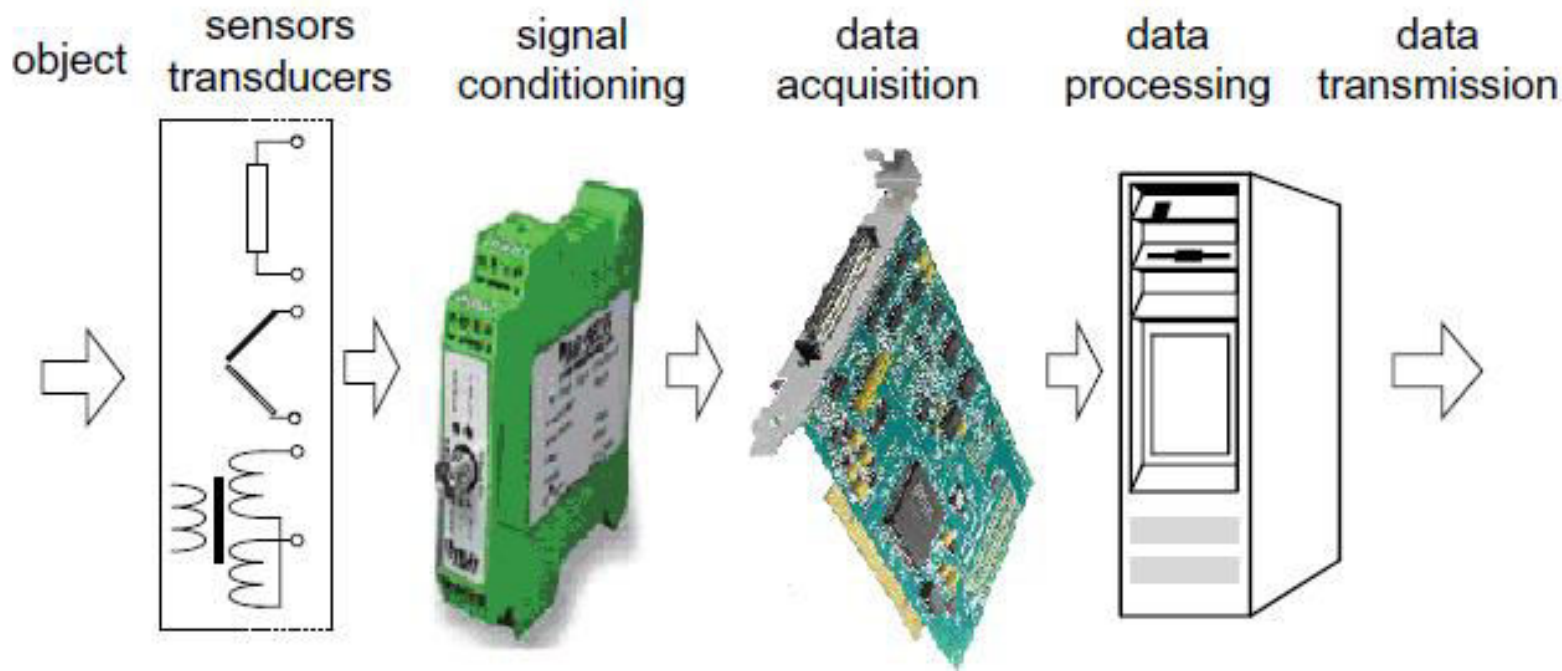
Представлення даних:  
Візуалізація – графіки  
Таблична форма

## Типова послідовність операцій під час вимірювального експерименту:

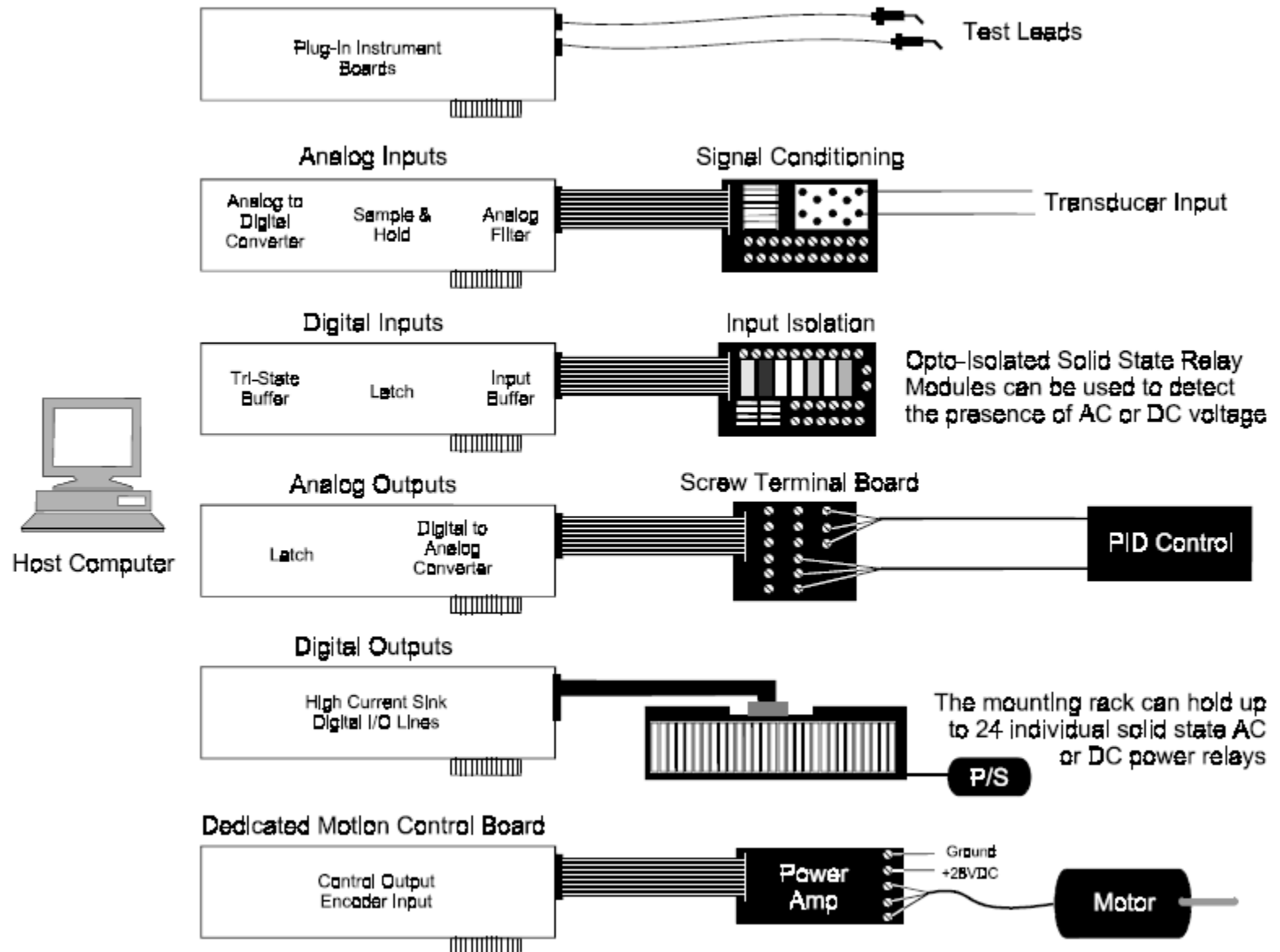
- пропозиція фізичної чи математичної моделі факту чи об'єкту, що спостерігався
- перетворення виміряних значень в електричні сигнали
- перетворення сигналів до потрібного стандарту (лінеаризація, посилення, фільтрація і т.д.),
- збирання даних (мультиплексування, перетворення в цифрову форму),
- обробка сигналів даних
- візуалізація результатів або передача даних через мережу



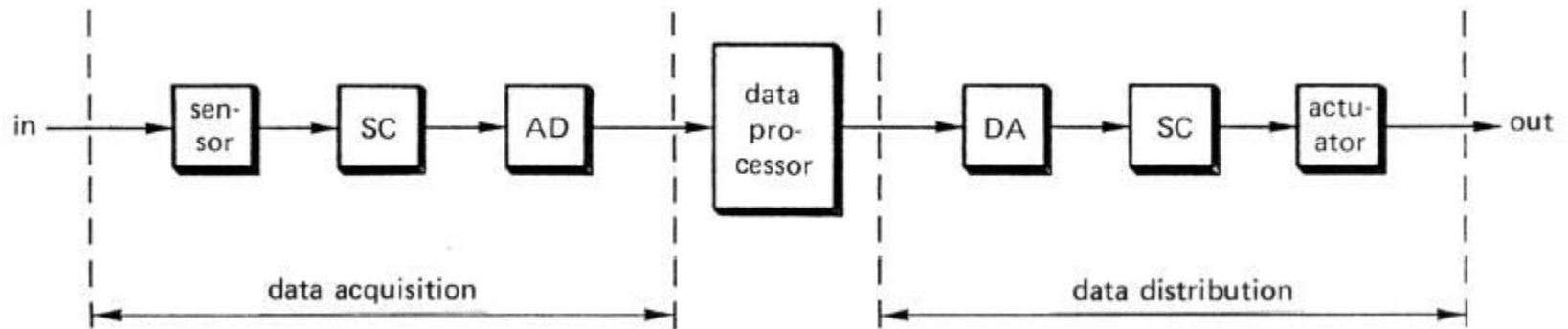
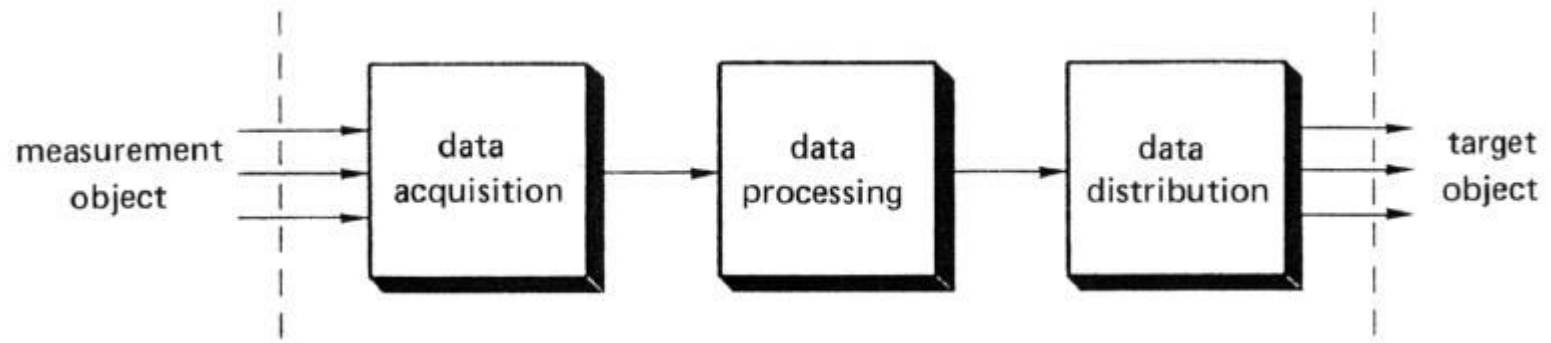
# Приклад комп'ютерної вимірювальної системи



Нормалізація сигналу. Наприклад:  $0 - 5\text{ V}$  чи  $0 - 20\text{ mA}$   
 $R, Z, T, L, P \dots \rightarrow U$  чи  $I$

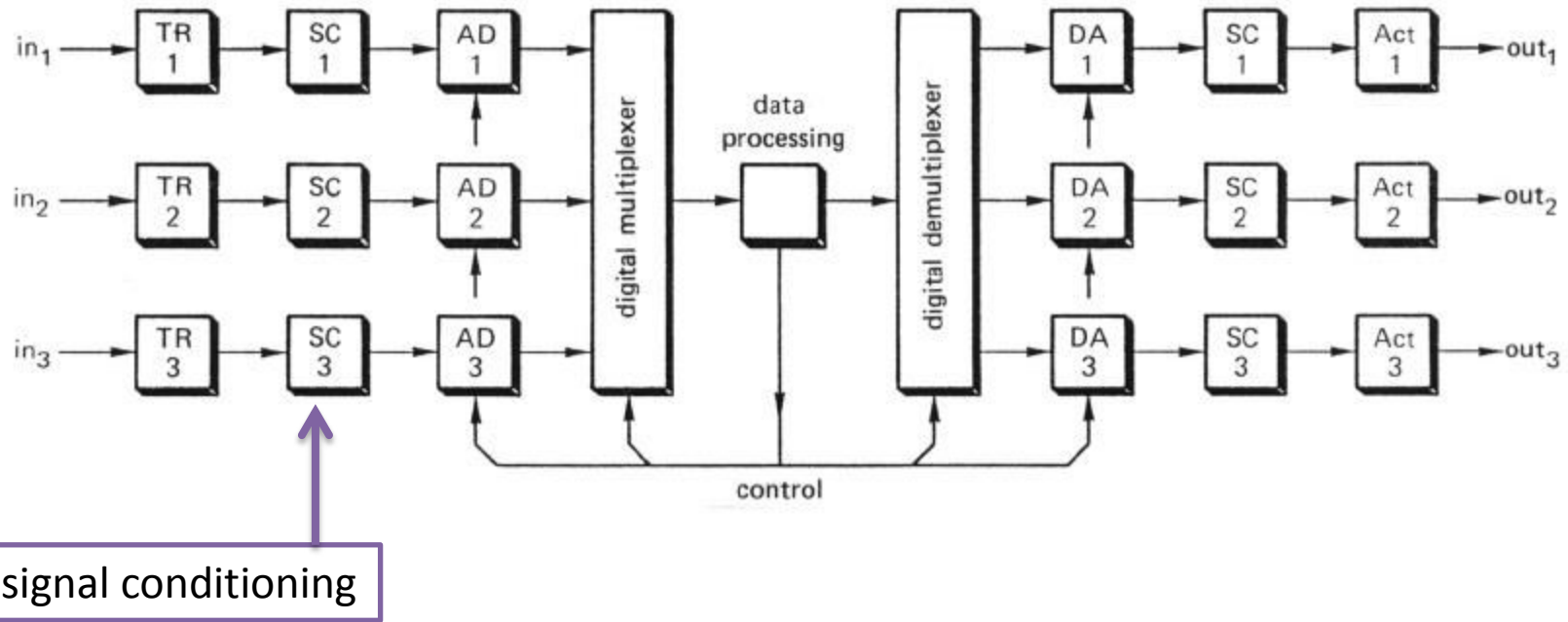


# Основні компоненти вимірювальної системи



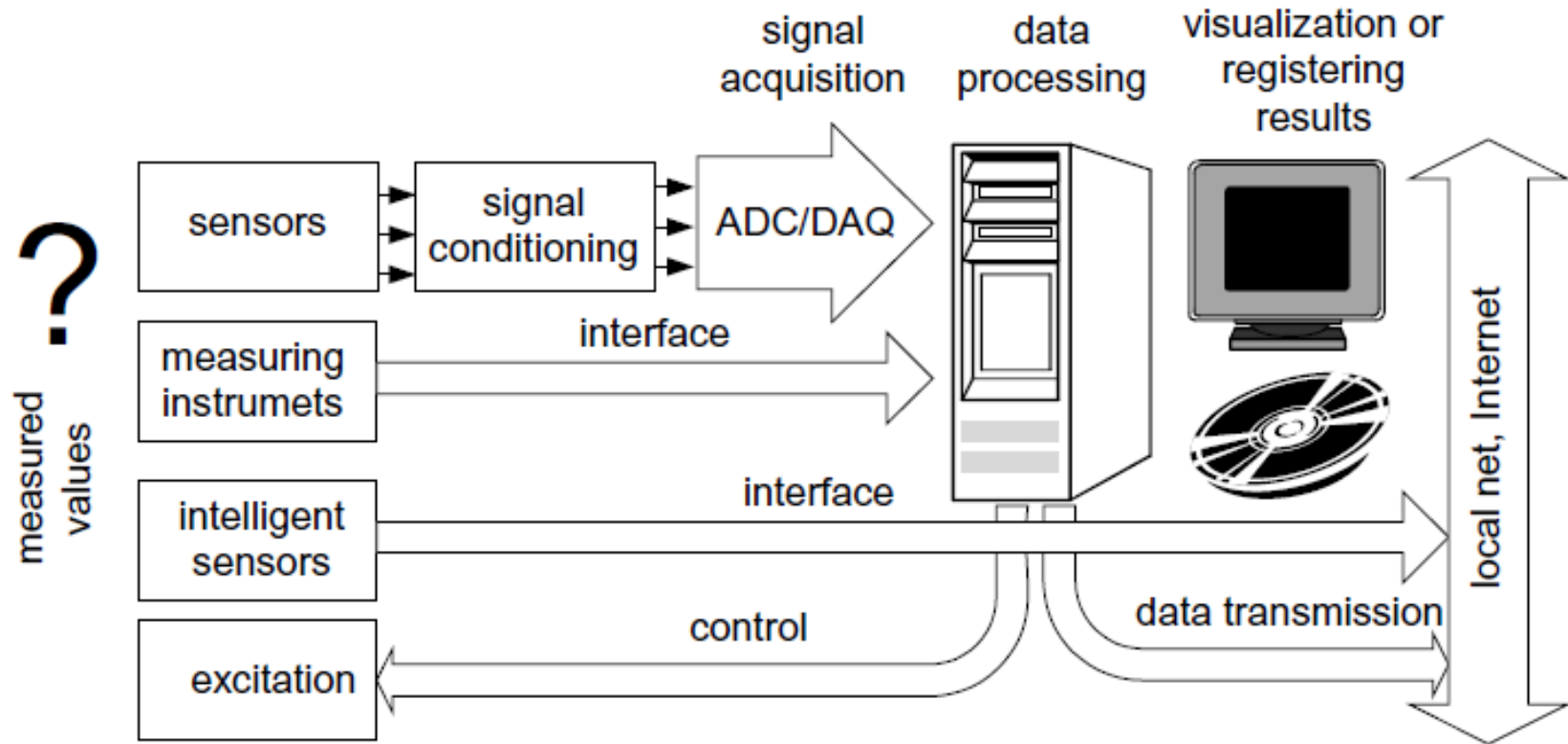


# Мультиплексорна багатоканальна вимірювальна система



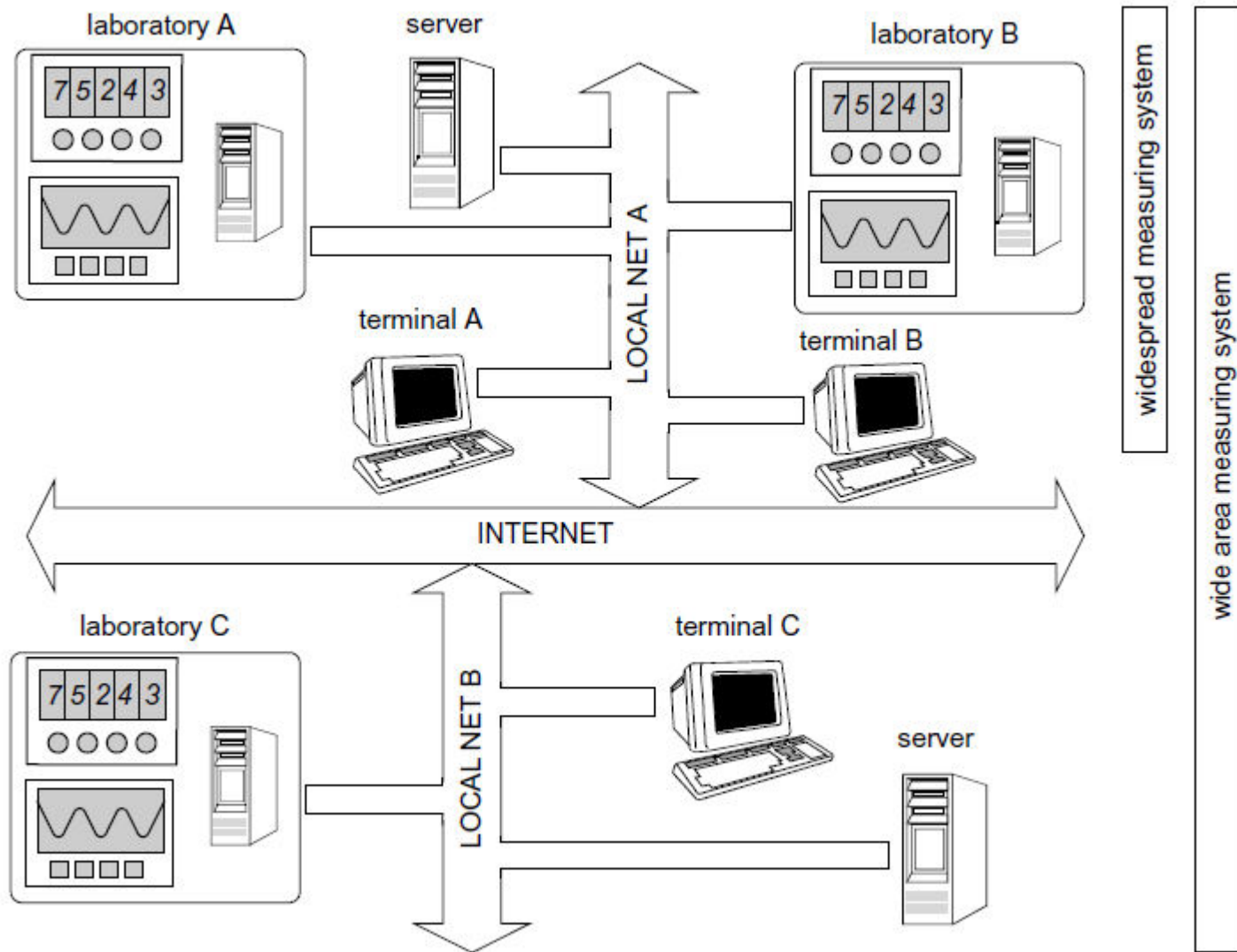
В певний момент часу до блоку обробки даних під'єднується заданий вимірювальний канал – відбувається сканування

# Комп'ютеризована вимірювальна система

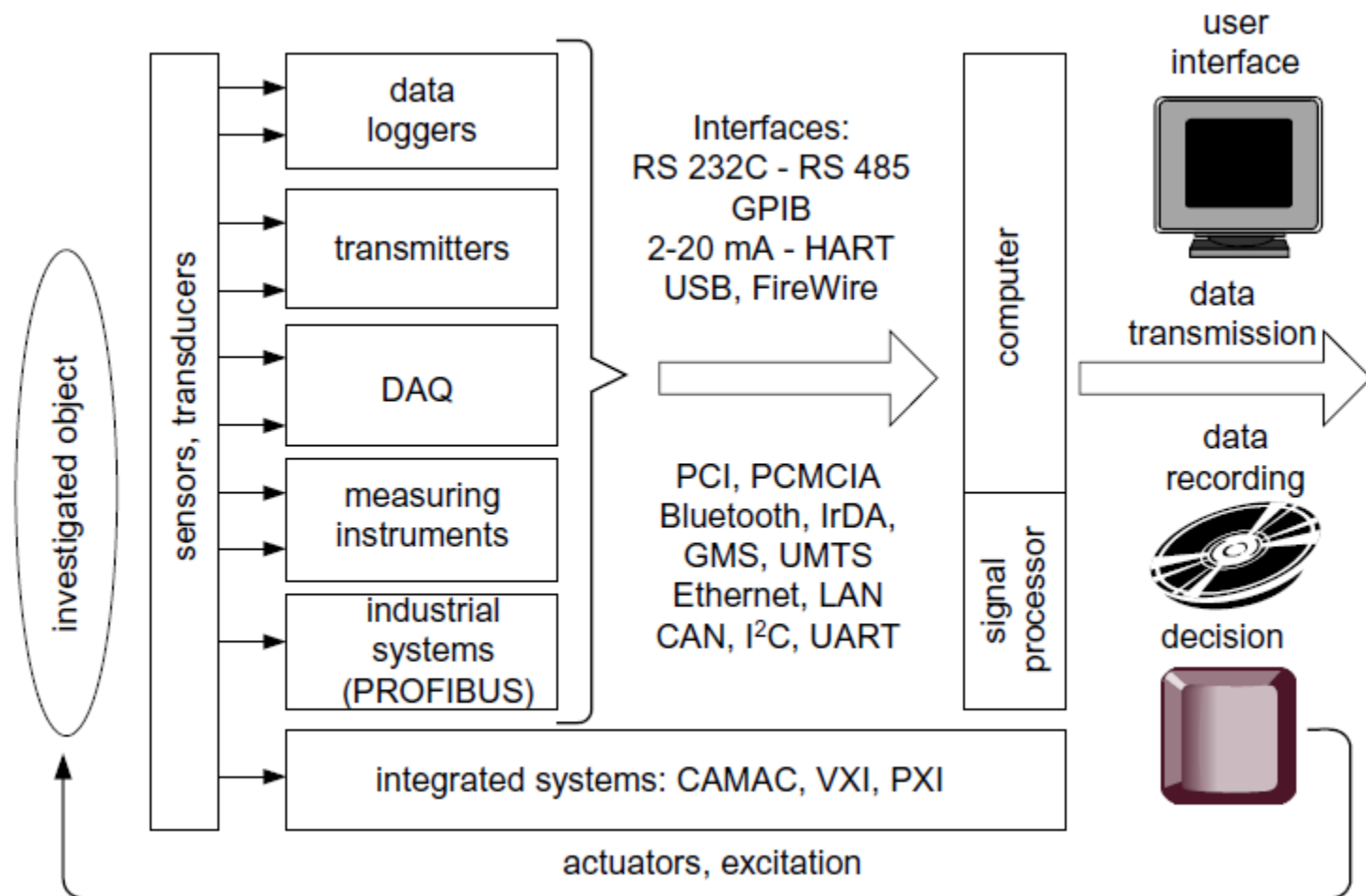


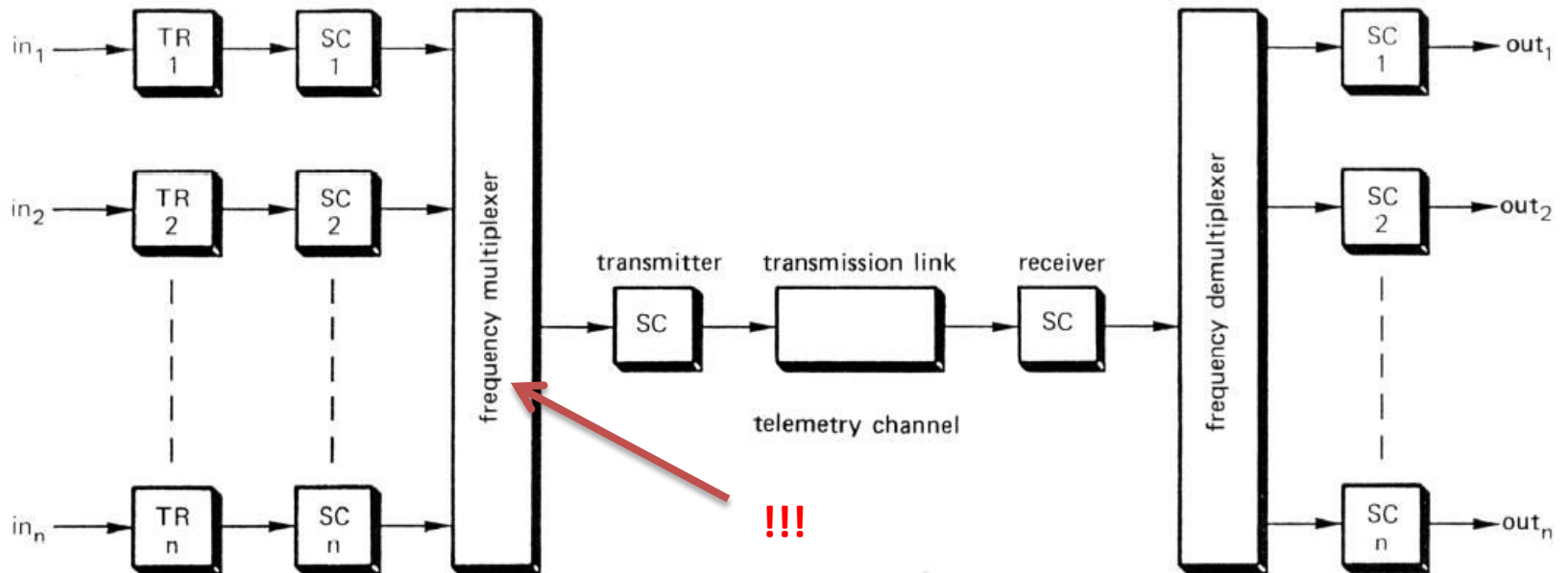
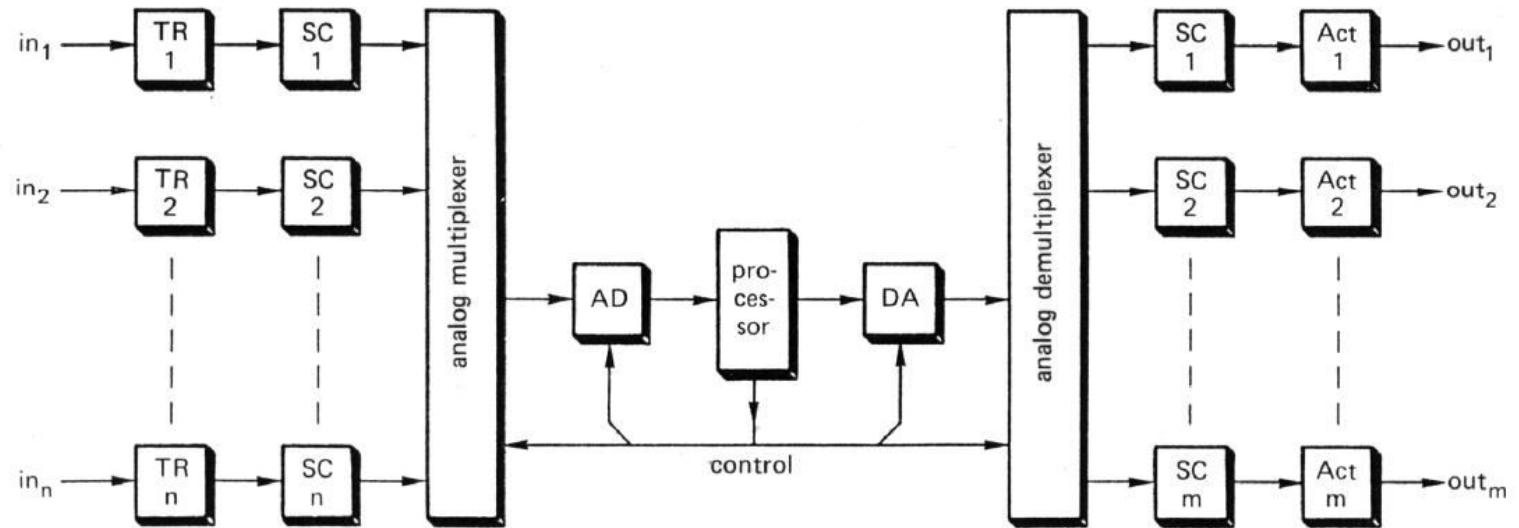
Комп'ютерна вимірювальна система - зазвичай мають на увазі сукупність інструментів, методів і операцій (програмного забезпечення та апаратного забезпечення) призначеного для здійснення операцій, необхідних для виконання вимірювань: налаштування збуджень (контрольних операцій), збір даних вимірювань, обробки даних, передачі даних.

# Розподілена вимірювальна система



# Основні компоненти вимірювальної системи





# Пристрої контролю процесом автоматизації

Персональний комп'ютер (процесор)

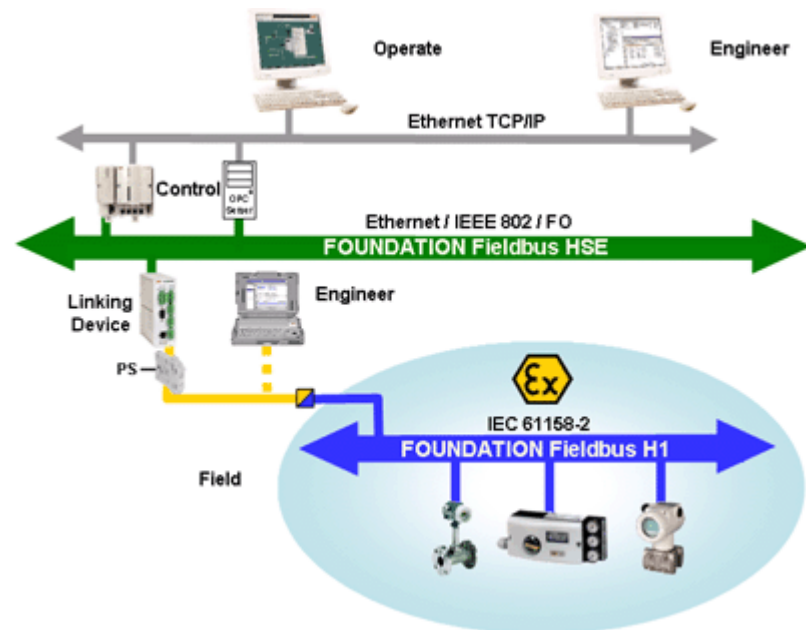
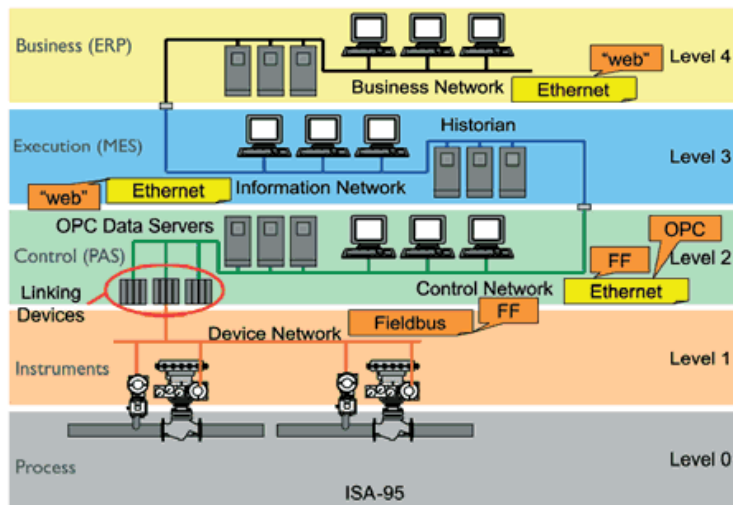
Мікроконтролер чи цифровий сигнальний процесор (спеціалізований мікроконтролер)

Системи реального часу – спеціальне апаратне забезпечення і операційні системи (QNX, iRMX)

Вимірювальні / контрольні системи для контролю виробничих технологічних процесів

*Fieldbus systems*

*Profibus system (Європа)*



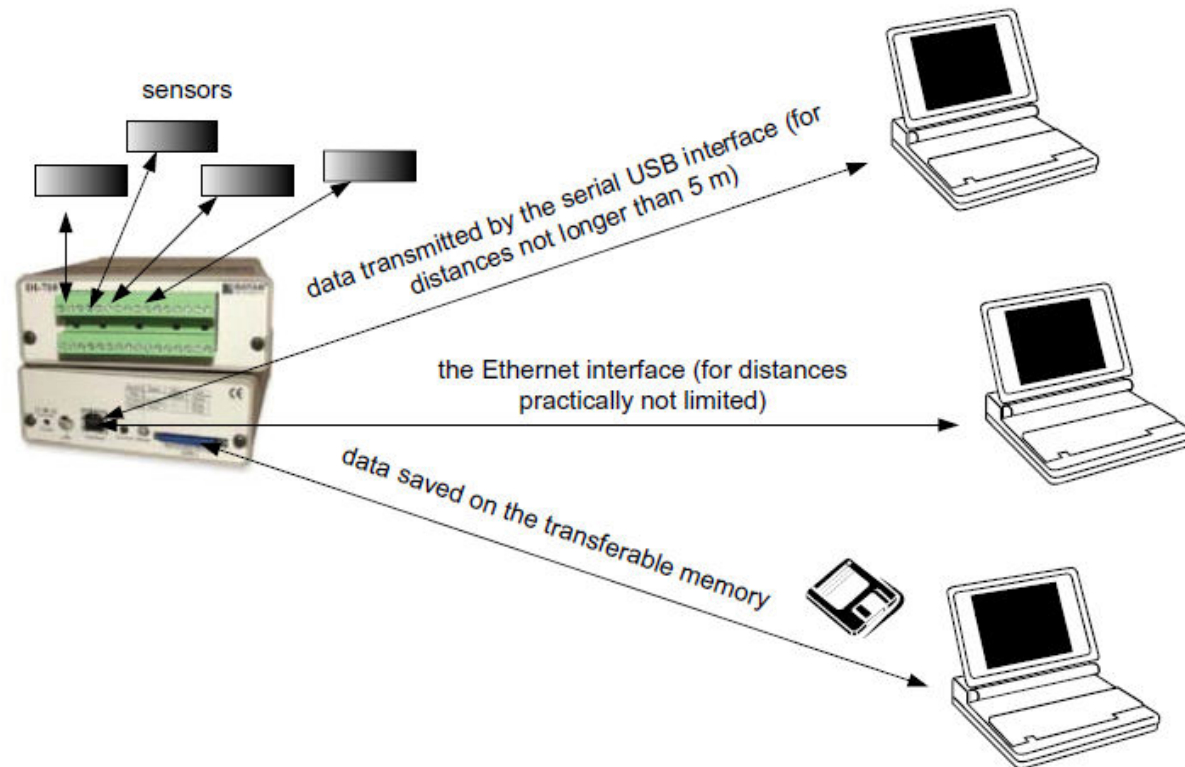
# Три стратегії сенсорів

Смарт-сенсори

Двоконтактні трансмітери (вихід постійний струм)

Цифровий трансмітер

Вимірювальні системи зі збереженням даних (*data loggers*)





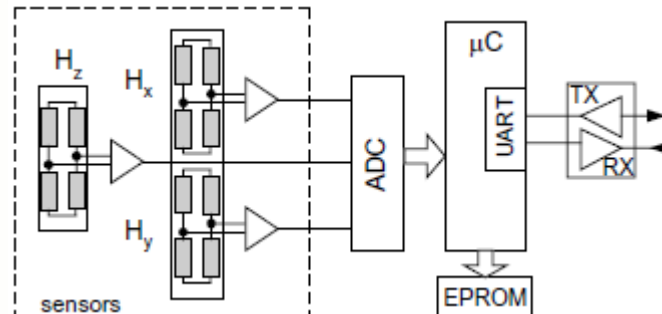
Смарт-сенсор – сенсор з вбудованим інтерфейсом.

Розвиток мікротехніки і мікроелектроніки дозволяє ввести електронні схеми до сенсорів. Такі сенсори часто називають сенсори або інтелектуальні датчики. Такі сенсори можуть містити схеми нормалізації сигналу, лінеаризаційні системи, системи корекції помилок, послідовний інтерфейс або навіть мережевий інтерфейс. Для забезпечення цієї функціональності часто містять мікроконтролери.



Температурний смарт-сенсор:

T → 8 бітний цифровий сигнал  
(збереження даних у внутрішній пам'яті  
чи передача по RS-232)

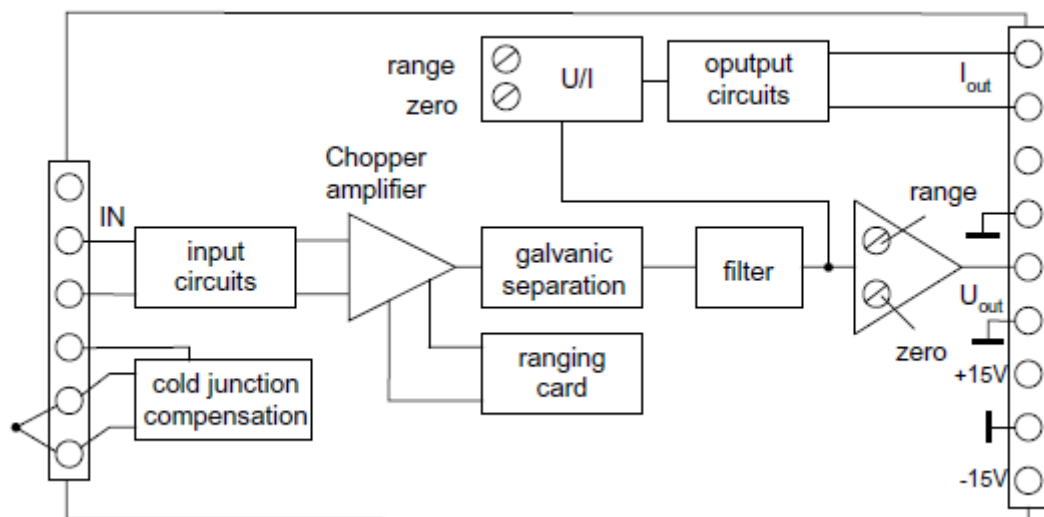


3-осьовий смарт-сенсор  
магнітного поля – за допомогою  
вбудованого контролера  
реалізує функції цифрового  
компаса

# Трансмітери

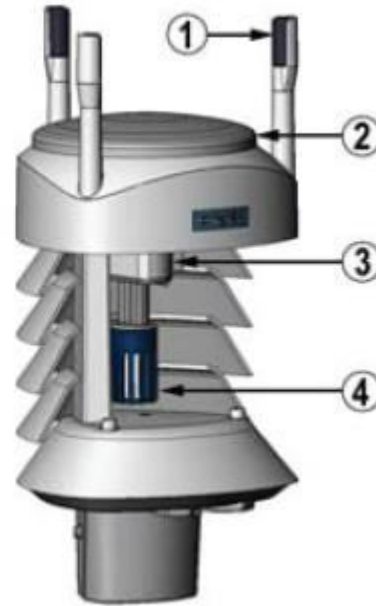
## Ідея !

Сенсор має бути дешевим і простим => потрібно спроектувати універсальний проміжний обробник даних - **трансмiтер**, що потім передає дані далі (RS-232, USB, LAN, струмова петля)



У випадку струмової петлі трансмітер називається дводротовим трансмітером.

# Трансмітер. Приклад - метеостанція



- 1 – вимір параметрів вітру
- 2 – вимір опадів
- 3 – вимір тиску
- 3 – вимір тиску і температури

Передача даних по RS-232, RS-485,  
RS-422, SDI-12

# Дата-логери

## Ідея !

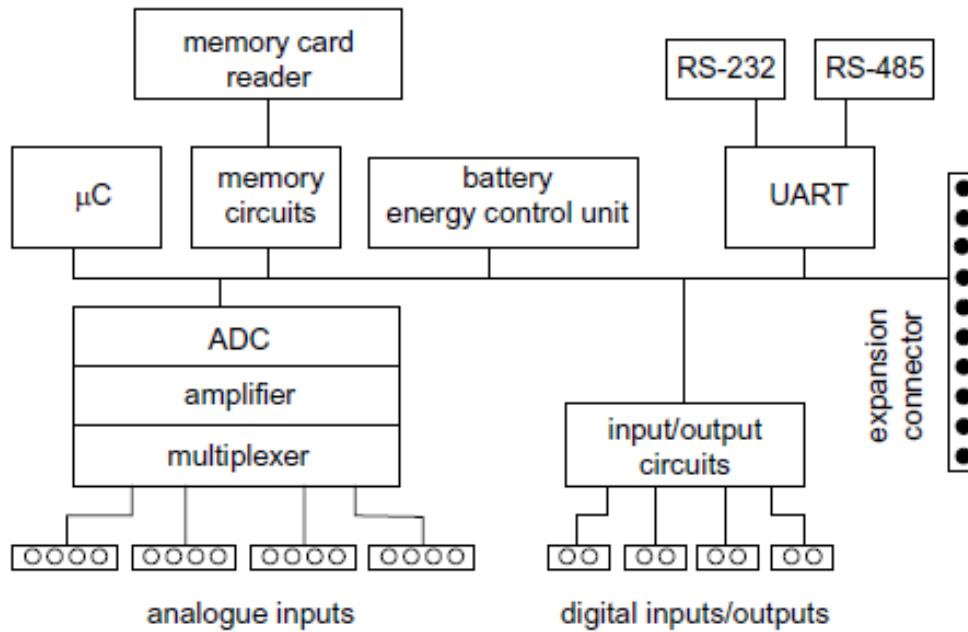
Дані зберігаються в пристрої (можливо обробляються) і періодично зчитуються зовнішнім пристроєм чи передаються на комп'ютер.

Логери реального часу

Логери, що працюють самостійно

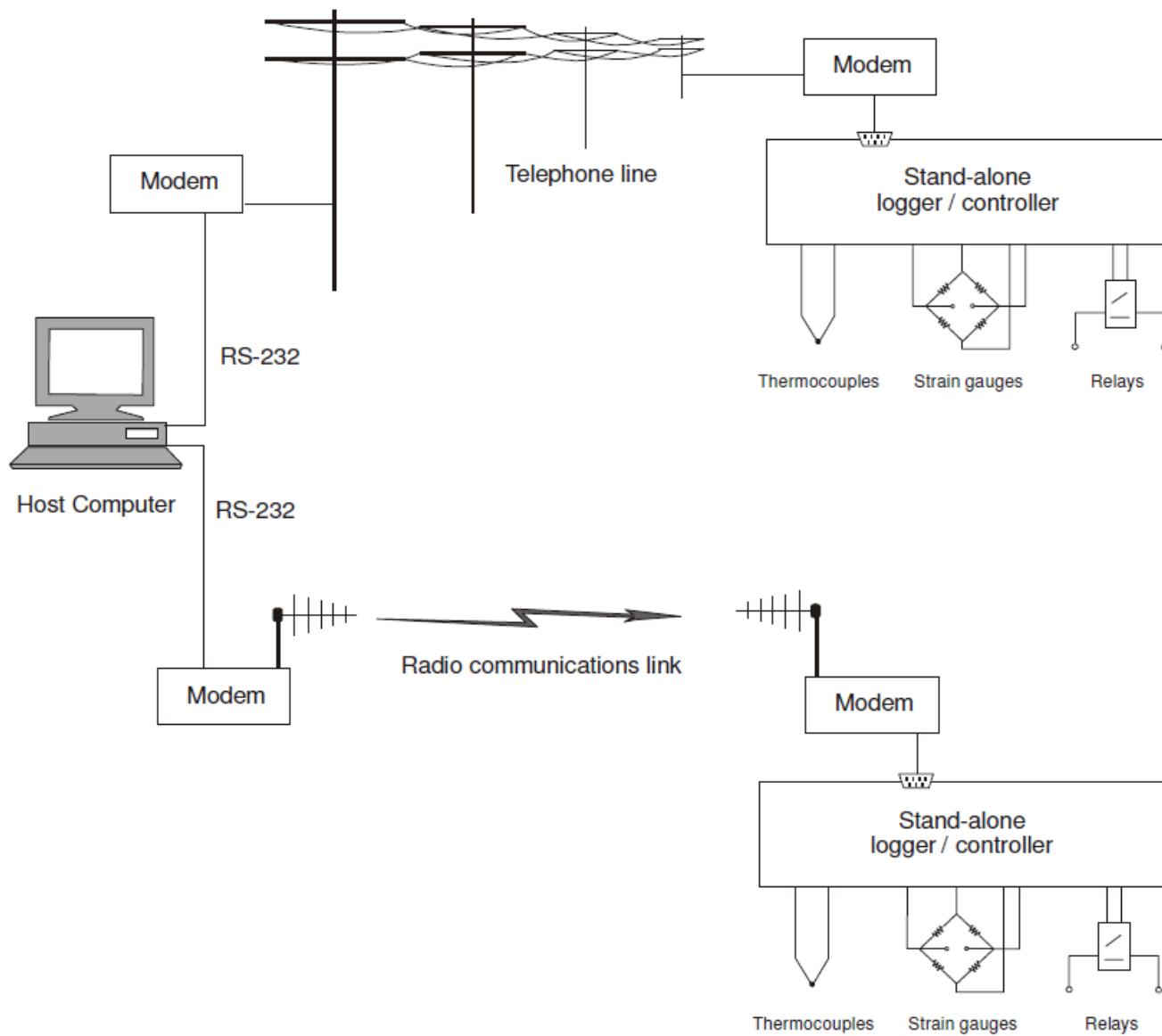


# Дата-логери

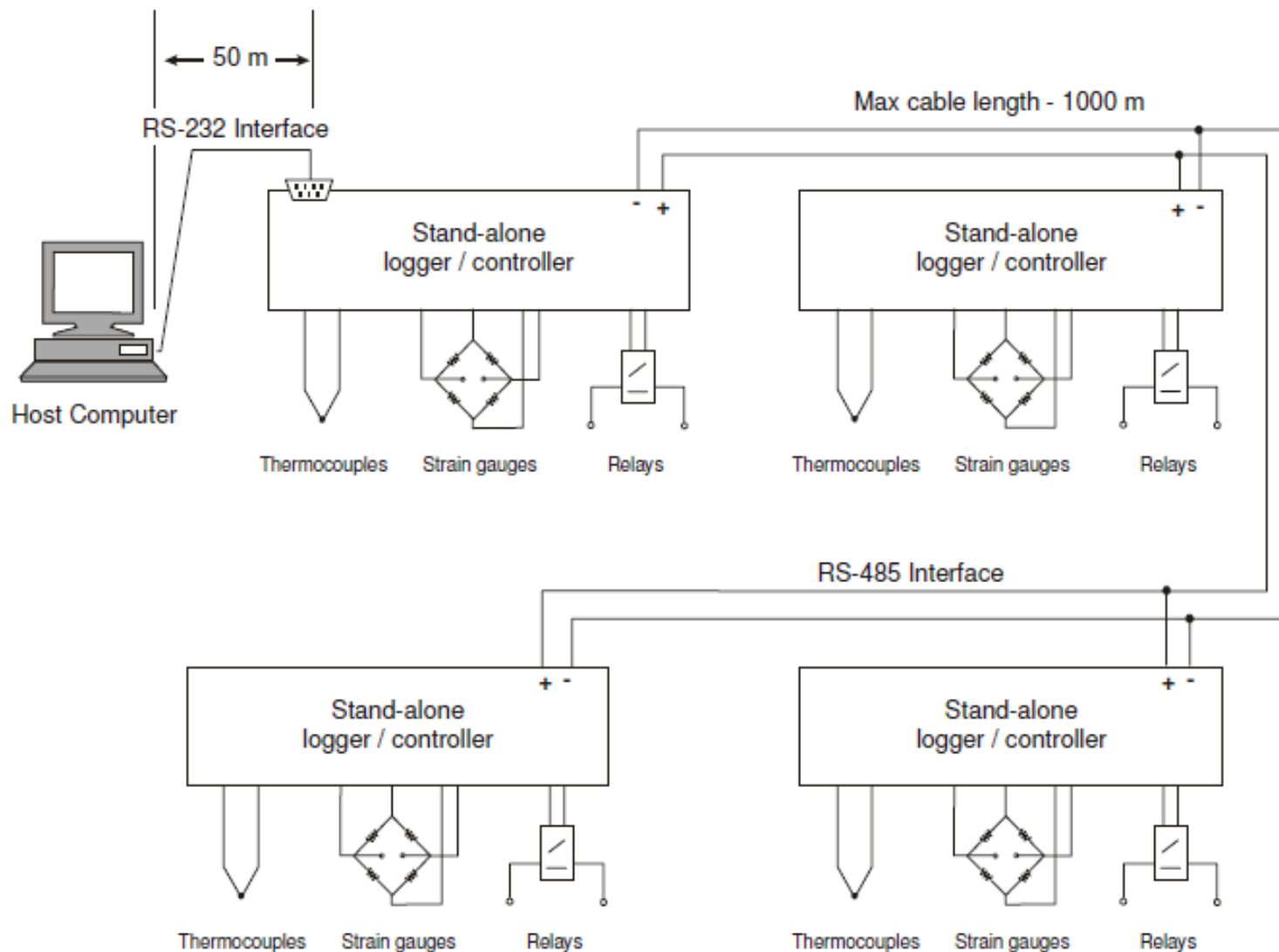


Дата-логер з модулем розширення для передачі даних по GSM



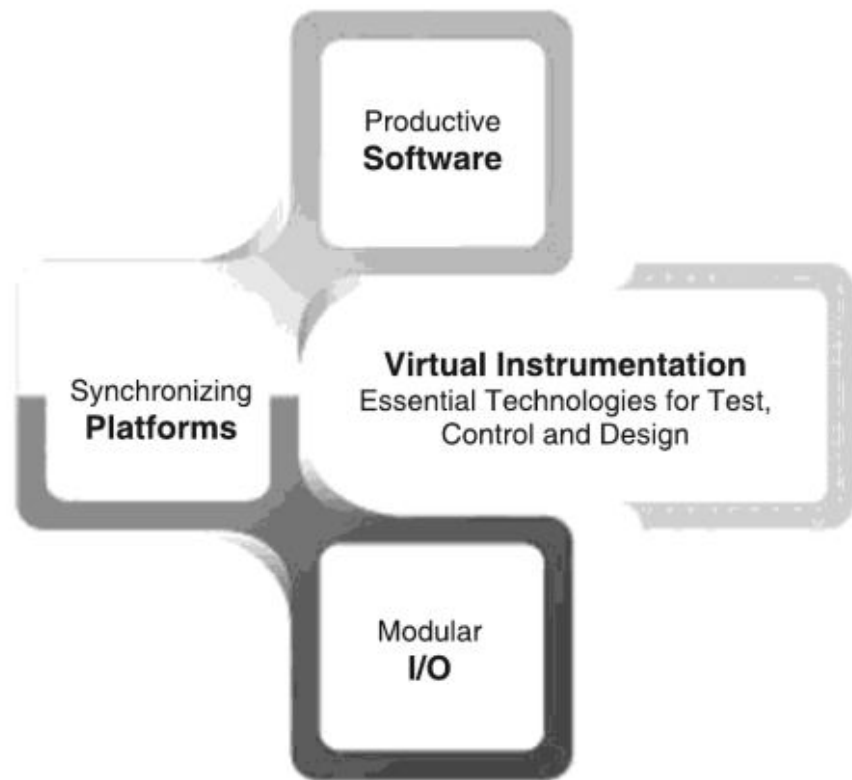


# Розподілена мережа дата-логерів





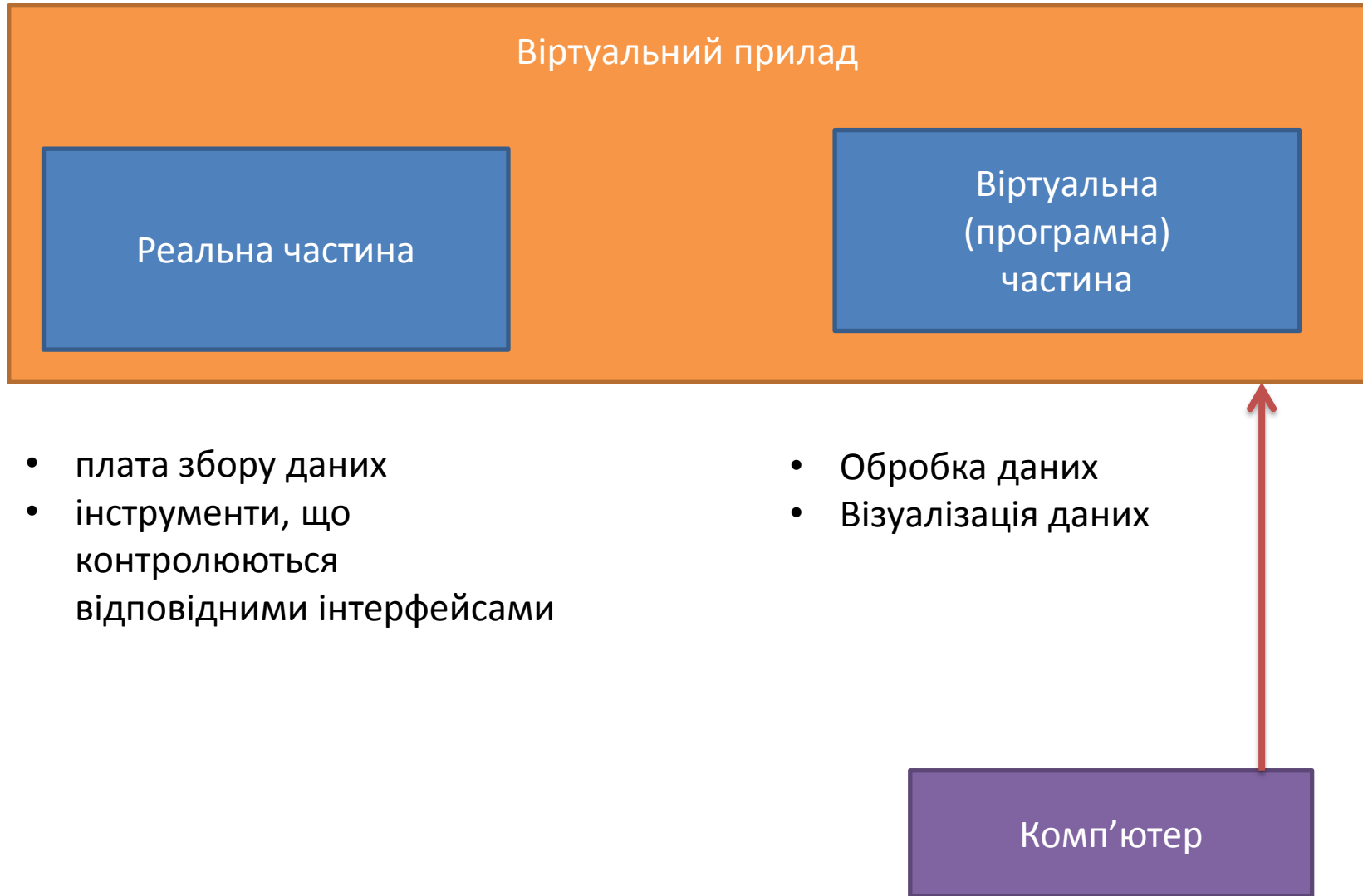
# Віртуальні інструменти



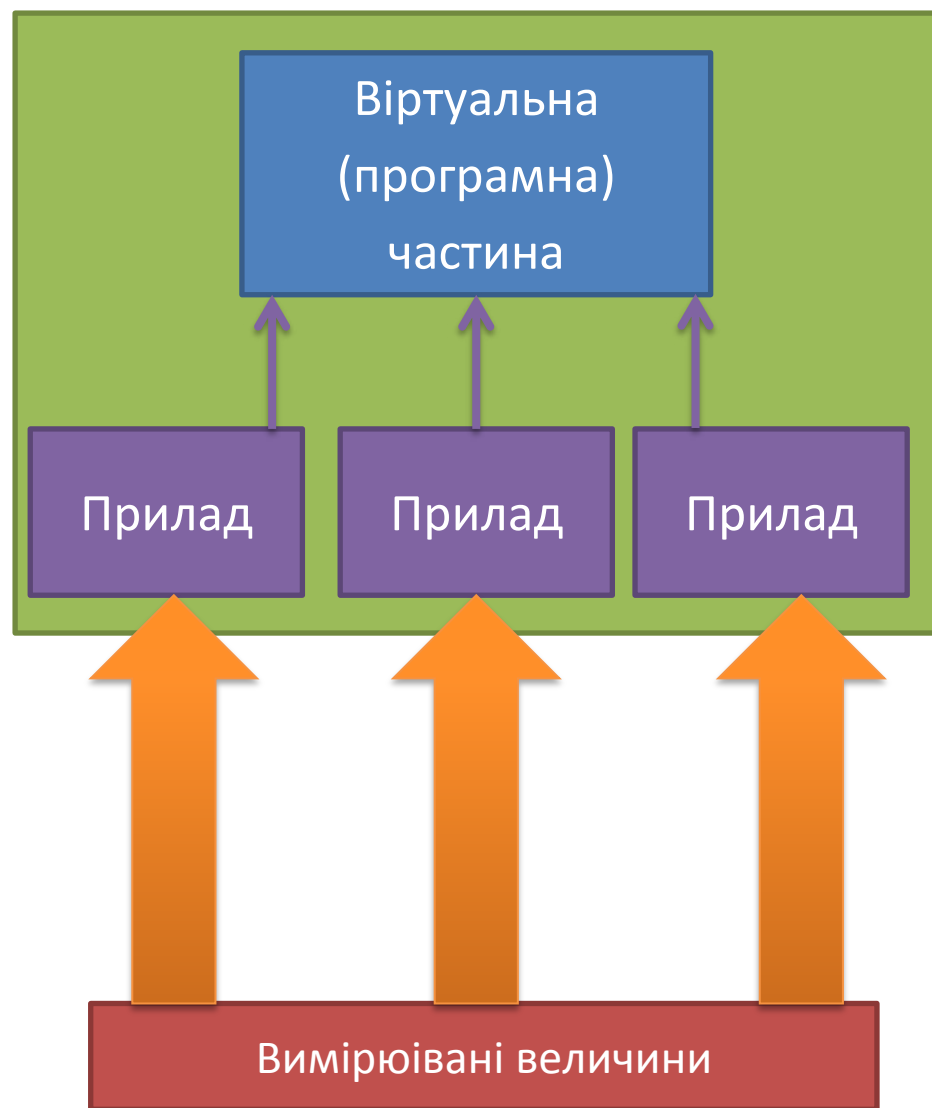
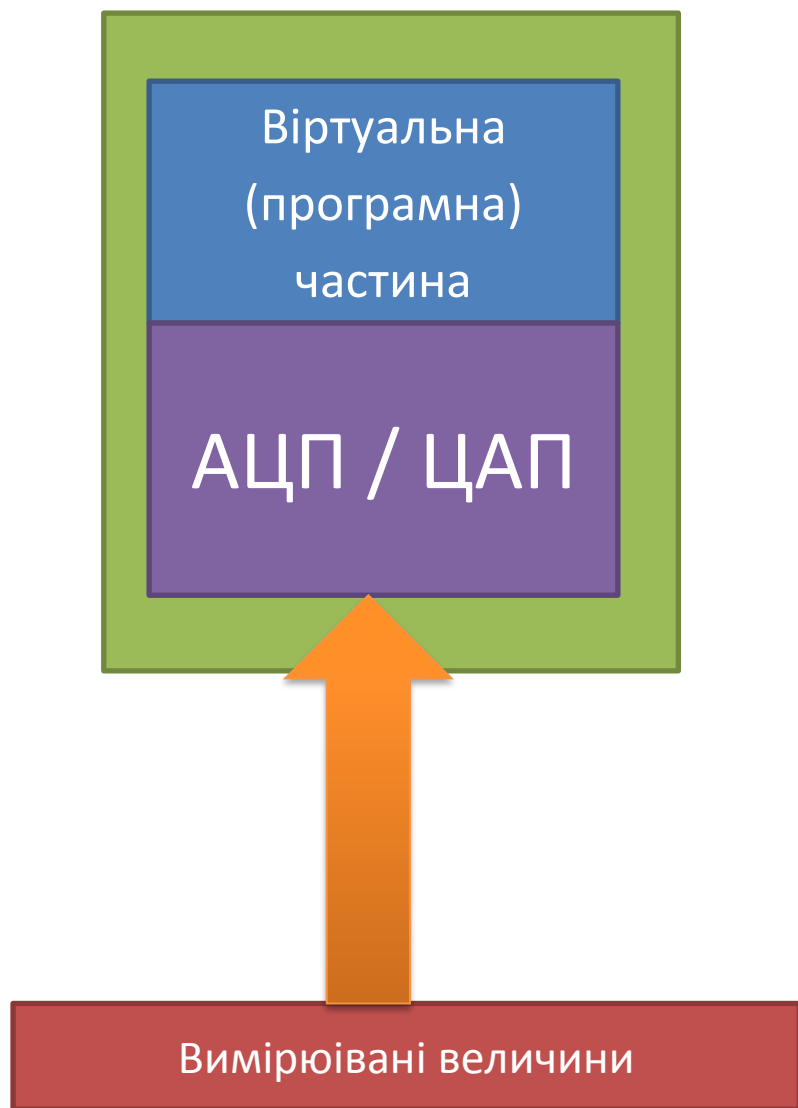
Віртуальний інструмент (VI) – це комп'ютер, що відповідає галузевим стандартам, оснащений зручним для користувача програмним забезпеченням, економічно ефективним апаратним забезпеченням, необхідними драйверами, що дозволяє цьому комплексу ефективно виконувати функції традиційних інструментів. Імітовані фізичні прилади називаються віртуальними інструментами (Vis).

Віртуальне програмне забезпечення дозволяє забезпечити гнучкість, скоротити час розробки і дизайну продукції, досягнути більш високої якості, і знизити свої витрати на проектування.

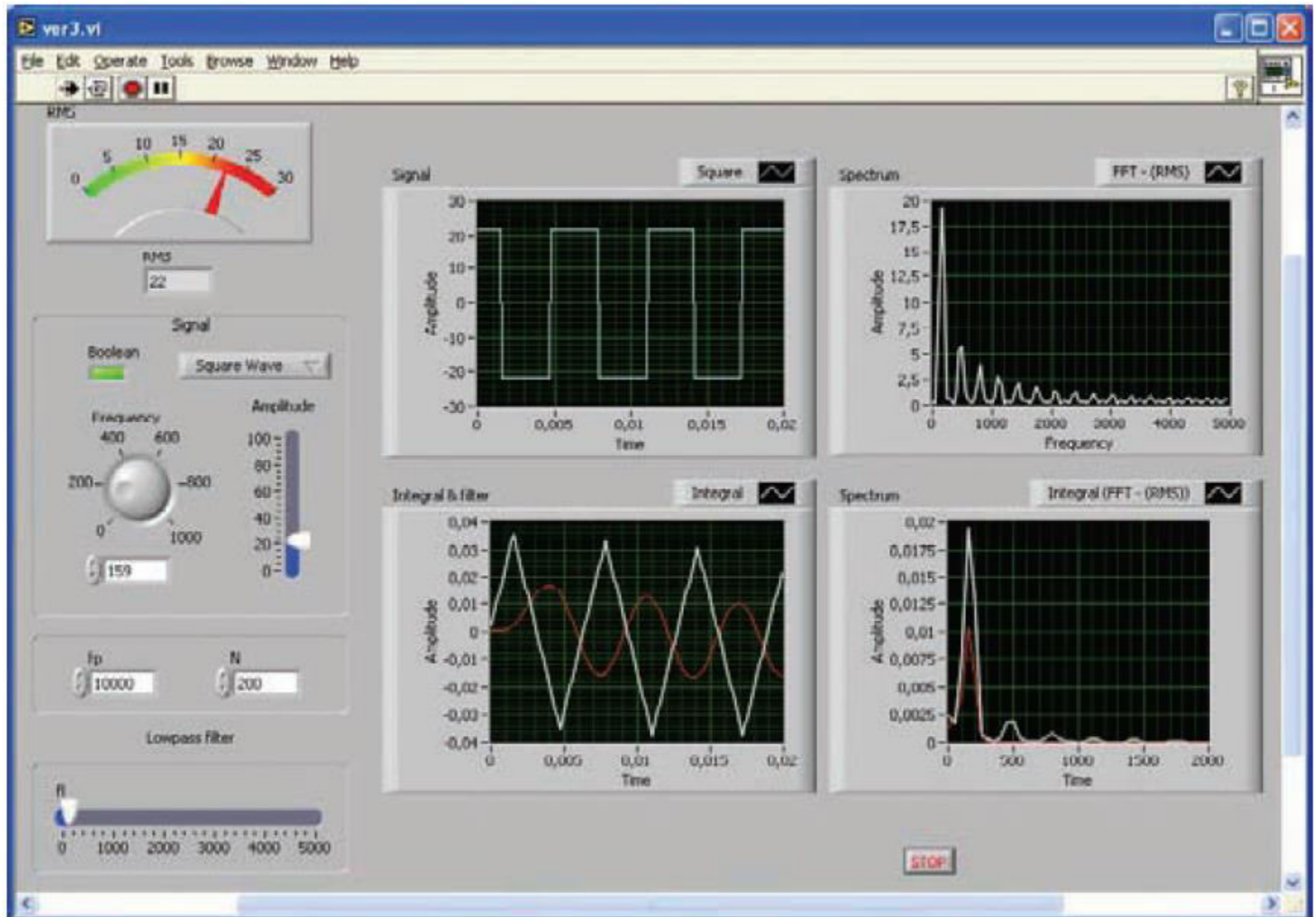
# Віртуальний прилад



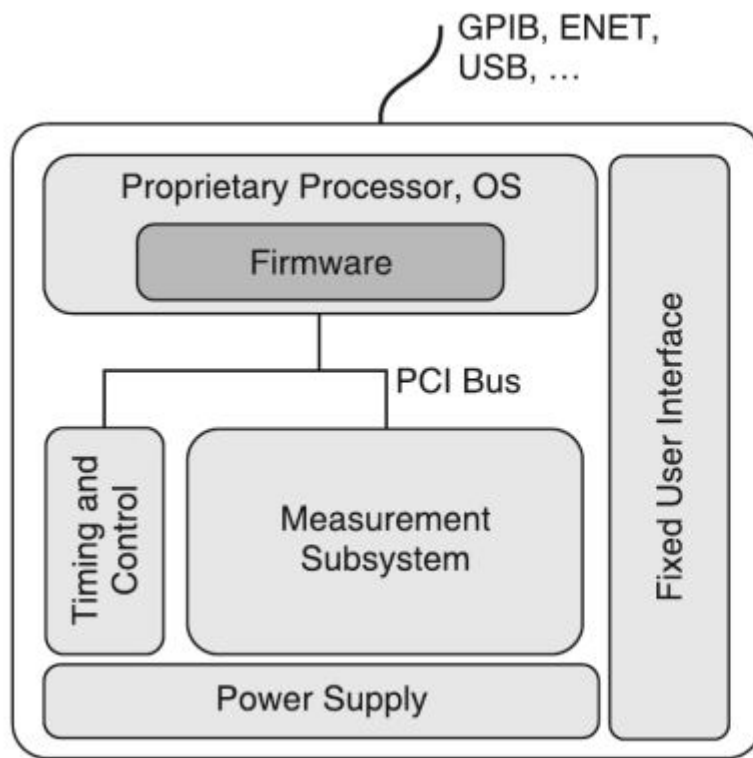
# Типи віртуальних приладів



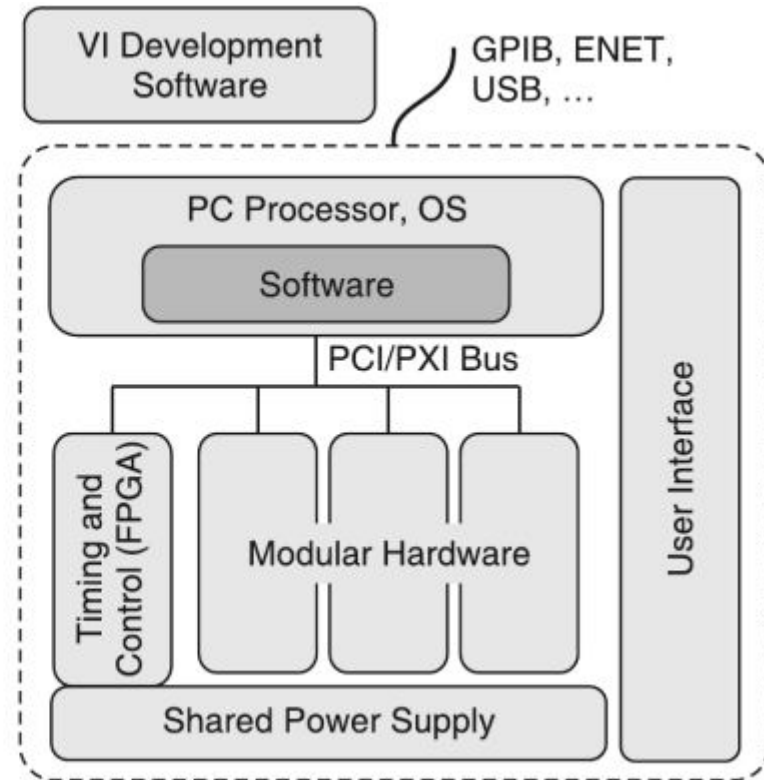
# Зразок віртуального приладу



# Вимірювальні системи

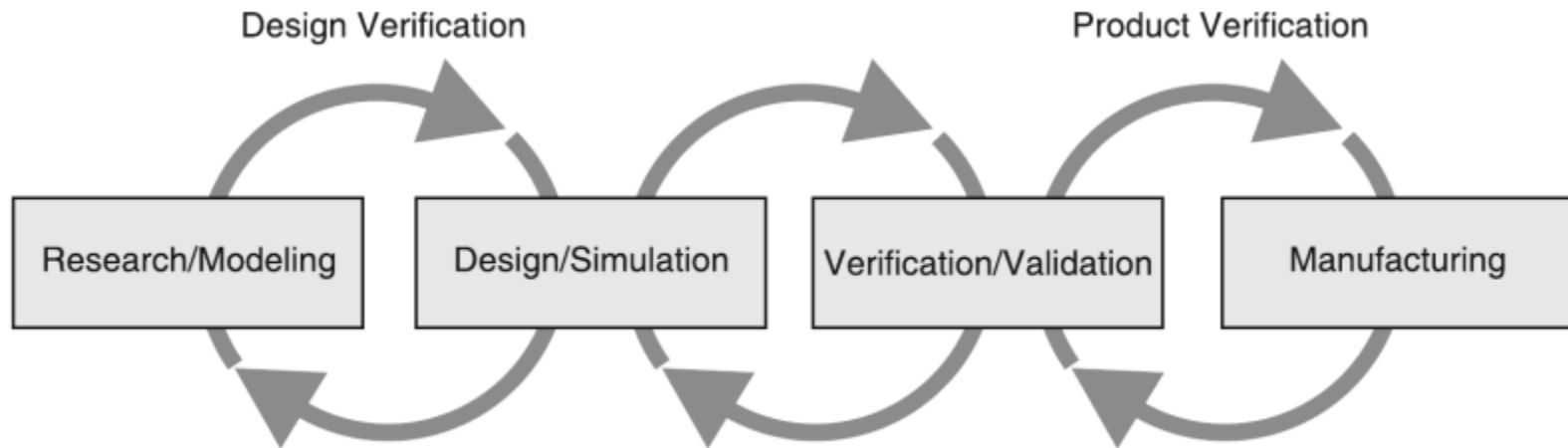


Вимірювальна система на основі традиційних приладів



Вимірювальна система на основі віртуальних приладів

# Етапи розробки віртуального приладу



**Figure 1.14** Simulation test plays a critical role in the design and manufacture.

# Драйвери

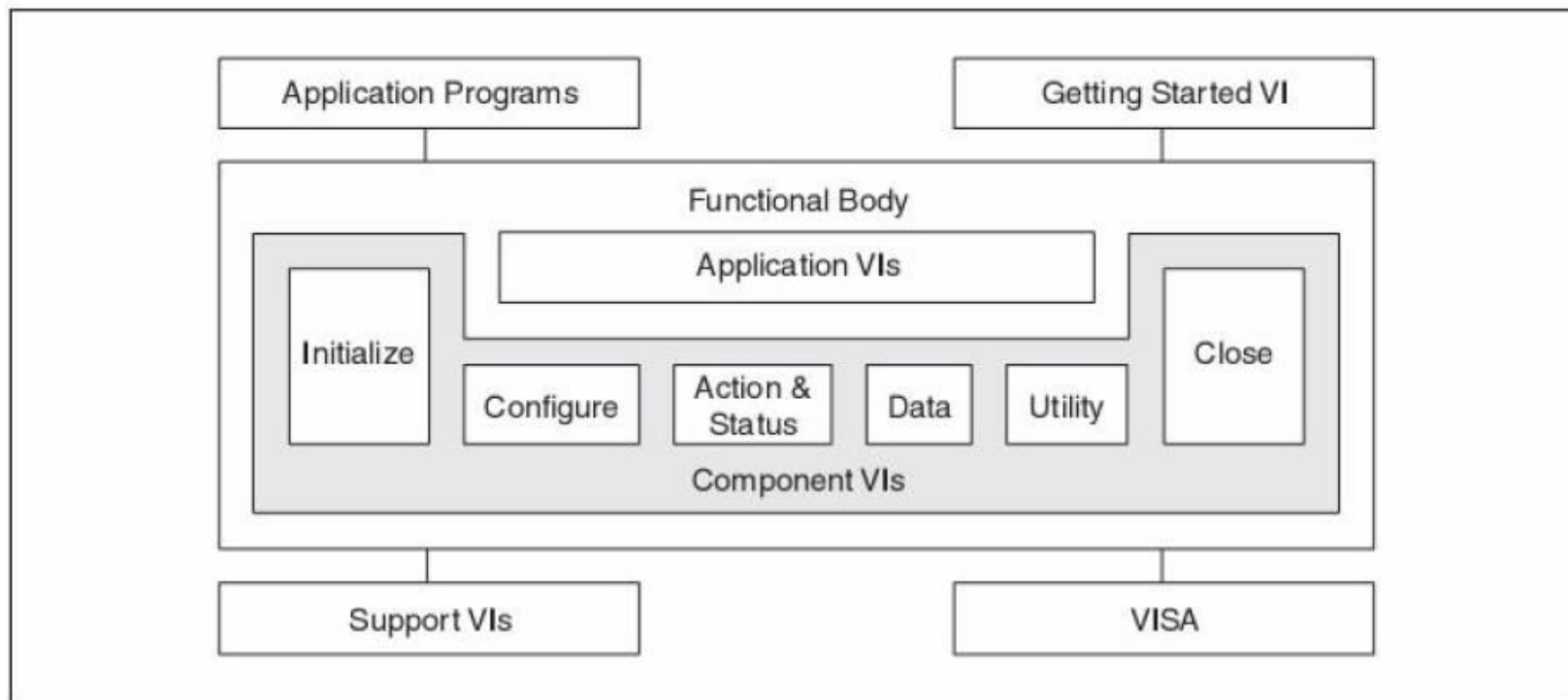
Драйвер приладу являє собою набір підпрограм, які управляють програмованим приладом. Кожна підпрограма виконує певну операцію, наприклад, конфігурування приладу, зчитування з приладу або запис в прилад, запуск приладу.

Драйвери спрощують управління приладом і скорочують час розробки програм випробувань, не вимагаючи при цьому вивчення програмного протоколу для кожного приладу





# Модель драйвера автономного приладу (на прикладі Labview)



**Application Programs** - прикладні програми;

**Getting Started VI** - VI для початкового запуску;

**Functional Body** - функціональне ядро;

**Application VIs** - VI додатка;

**Initialize** - ініціалізація;

**Configure** - конфігурування;

**Action & Status** - робота і стан;

**Data** - дані;

**Utility** - утиліти;

**Close** - закриття;

**Component VIs** - VI компонентів;

**Support VIs** - VI підтримки;

**VISA** - Virtual Instrument Software Architecture - архітектура програмного забезпечення віртуальних вимірювальних приладів

# Опис типових функцій драйверу Ч1

**VI Application** — високорівневі приклади компонування функцій низького рівня для виконання типових операцій програмування приладів.

**VI Application** можуть містити VI для управління конфігураціями, що найбільш часто використовуються приладами чи задають певні режими і служать прикладами виконання таких стандартних операцій як конфігурація і запуск приладів, виконання вимірювань.

**VI Initialize** – викликається першим, встановлює зв'язок з приладом, крім того, він може виконувати деякі необхідні дії з установки приладу в початковий стан при включенні живлення приладу або в інший спеціальний стан. У загальному випадку **VI Initialize** необхідно викликати тільки один раз на початку роботи програми.

**VI Configuration** – набір підпрограм конфігурування приладів для виконання необхідної операції. Залежно від типу приладу може існувати кілька **VI Configuration**. Після виклику цих VI прилад готовий до вимірів або формуванню стимулюючих впливів на систему.

**VI Action** – запускають або завершують такі операції, як управління запуском і генерація стимулюючого впливу. **VI Action** – відрізняються від **VI Configuration** тим, що вони не змінюють налаштування приладу, а дають команду на виконання дії, передбаченої поточною конфігурацією.

**VI Status** – читають поточний стан приладу або виконуваних операцій.

# Опис типових функцій драйверу Ч2

**VI Data** передають дані в прилад або з приладу:

- зчитування вимірюної величини з вимірювального приладу
- масиву значень сигналу з вимірювального приладу
- завантаження сигналів або цифрових послідовностей в прилад

**VI Utility** виконують різноманітні допоміжні операції:

- скидання
- самоконтроль
- модифікація
- черга помилок і повідомлення про помилку.
- користувальницькі VI:
  - калібрування
  - збереження
  - відновлення налаштувань.

**VI Close** розриває програмне з'єднання з приладом і звільняє системні ресурси.

Звичайно **Close VI** викликається тільки один раз в кінці програми або при завершенні зв'язку з приладом .

# Типи приладів

Автоматизована вимірювальна система на базі персонального комп'ютера може використовувати найрізноманітніші типи вимірювальних приладів: модульних, приладів з послідовним і паралельним інтерфейсом, приладів з інтерфейсами GPIB і PXI, Ethernet, CAMAC, CAN, FieldBus і інші.

Необхідна інформація:

- Тип роз'єму (коннектора) і призначення висновків
- Тип кабелю (нуль-модемний, використовуване число контактів, тип контактів - вилка / розетка)
- Відповідні електричні властивості (рівні сигналу, заземлення, обмеження на довжину кабелю)
- Використовувані протоколи зв'язку (ASCII команди, двійкові команди, формат даних)
- Доступні версії програмних драйверів

# Інтерфейси, шини

## Типові операції між приладами:

- Надсилання даних
- Отримання даних
- Надчилання команд, інструкцій
- Синхронізація

**Інтерфейс** - стандартизоване обладнання та програми, призначені для зв'язку між двома (або більше) незалежними комп'ютерними пристроями.

Інтерфейс складається з апаратних засобів (кабелі , вилки , розетки) та програмного забезпечення (мови і коди ), що інколи називають протоколом.

**Протокол** - загальний набір правил , що регулюють обмін даними між передавачем і приймачем в мережі зв'язку.

Елементи системи з'єднані за допомогою кабелів.

**Інтерфейсна шина** - підсистема підключення , яка передає дані між комп'ютерними компонентами. Шина складається з дотів. Це може бути навіть один провід.

Дані , представлені в цифровому вигляді можуть передаватись послідовно або паралельно.

# Класифікація інтерфейсів Ч.1

## Послідовні інтерфейси:

- RS-232C

- RS-485

- USB

- FireWire

## Паралельні інтерфейси

- LPT (Line Print Terminal) IEEE 1284

- GPIO interface (IEEE-488/IEC-625)

## Бездротовий інтерфейс

- IrDA (Infrared Data Association),

- Bluetooth

- WUSB (Wireless Universal Serial Bus)

# Класифікація інтерфейсів 4.2

Мобільні телефонні системи

GSM and UMTS

Радіосистеми

ISM bands (Industrial, Scientific and Medical)

Комп'ютерні системи з використанням LAN і Інтернет

Спеціалізовані інтерфейси:

CAN

I<sup>2</sup>C

MicroLAN

SDI-12

Аналогові і гібридні інтерфейси

Постійний струм 4 – 20 mA

Гібридний HART (Highway Addressable Remote Transducer)

# Класифікація інтерфейсів 4.3

## Промислові інтерфейси

Fieldbus

Profibus,

SCADA

## Модульні системи

CAMAC system (Computer Aided Measurement and Control)

VXI (VME Extension for Instrumentation) (VMEbus - VersaModule Eurocard bus)

PXI (PCI Extension for Instrumentation).

Стандартні команди для вимірювань - Standard Commands for Measuring Devices  
- SCPI