

متحكمات صغيرة ونظم مضمنة

Lecture No. 1

General Introduction

ميكاترونكس- سنة رابعة

Dr. Eng. Essa Alghannam
Ph.D. Degree in Mechatronics
Engineering

2025



%15	اختبار 1 في الأسبوع السادس
%15	اختبار 2 في الأسبوع الثاني عشر
%20	امتحان عملي في الأسبوع الرابع عشر
%50	امتحان نهائي كتابي

تحتاج للتجريب والتدريب والدراسة بشكل ذاتي منزلي وخلال الجلسات.





- قسم المعالجة يقوم بمسح لمتغيرات الدخل و معالجتها و إظهار النتائج على الخرج بناء على استراتيجية معينة أو منطق ربط.
- المداخل أو الحساسات: عبارة عن حساسات رقمية أو تشابهيية و مفاتيح تقوم بتحويل الإشارة الفيزيائية من المحيط إلى إشارة كهربائية مناسبة للقراءة من قبل المعالج الخاص بنظام التحكم
- المدخلات تقدم إشارة رقمية ثنائية أو تشابهيية :
- محول Analog to Digital A-D يقوم المحول التناظري (التشابهي)-الرقمي بتحويل الإشارة التناظرية التي يرسلها الحساس إلى إشارة رقمية.
- المخارج : عبارة عن شاشات إظهار و محركات و مضخات و لمبات و جميعها تأخذ الأمر الكهربائي من المعالج و تحول هذه الإشارة إلى إشارة فيزيائية أخرى.

أداة الخرج	الكمية المنتجة	الخرج
محرك	حركة دورانية	ميكانيكي
مكبس	حركة خطية	ميكانيكي
سخان	حرارة	حراري
حاكمة أو ريليه	فصل / وصل	ميكانيكي

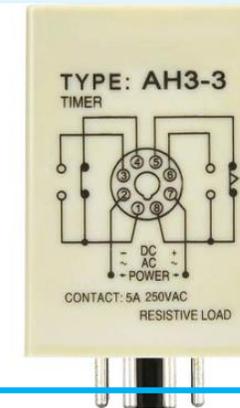
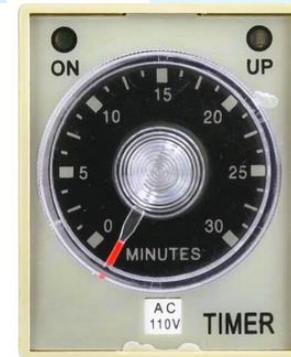
نوع الدخل	الكمية المقاسة	محول الدخل
جهد ثنائي	وضعية	مفتاح switch أو مفتاح نهاية شوط
جهد ثنائي	حرارة	حساس حرارة رقمي
جهد متغير أو مقاومة متغيرة	حرارة	حساس حرارة تشابهي
جهد متغير	ضوء	خلية ضوئية



التحكم القابل للبرمجة	التحكم التقليدي	المعيار
برنامج في الذاكرة	دارة وأسلاك وعناصر	إستراتيجية التحكم
برمجية بواسطة معالج	صلبة تعتمد على الريليهات أو الترانزستورات	المعالجة
سهل/تغيير في البرنامج	صعب / تغيير التوصيلات أو العناصر	تعديل التحكم
صغير	ضخم	المساحة
منخفضة	مرتفعة	التكلفة
مؤقتات برمجية	ريليهات زمنية	الوظائف الزمنية
سهولة تغيير في البرنامج	صعبة وتحتاج إلى وقت	الصيانة
سهل نسخ البرنامج	صعب ومكلف	تكرار نظام التحكم

1. التحكم التقليدي Classic control ذو التوصيلات الصلبة ويكون ذات وظيفة ثابتة كالحاكنات.
2. التحكم القابل للبرمجة ويكون ذات وظيفة متغيرة برمجيا يتم تخزينها بالذاكرة ويمكن تغييرها وإعادة البرمجة كالمعالجات الصغيرة والمتحكمات الصغيرة والمتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة الـ PLC.

Microcontroller



Classic control



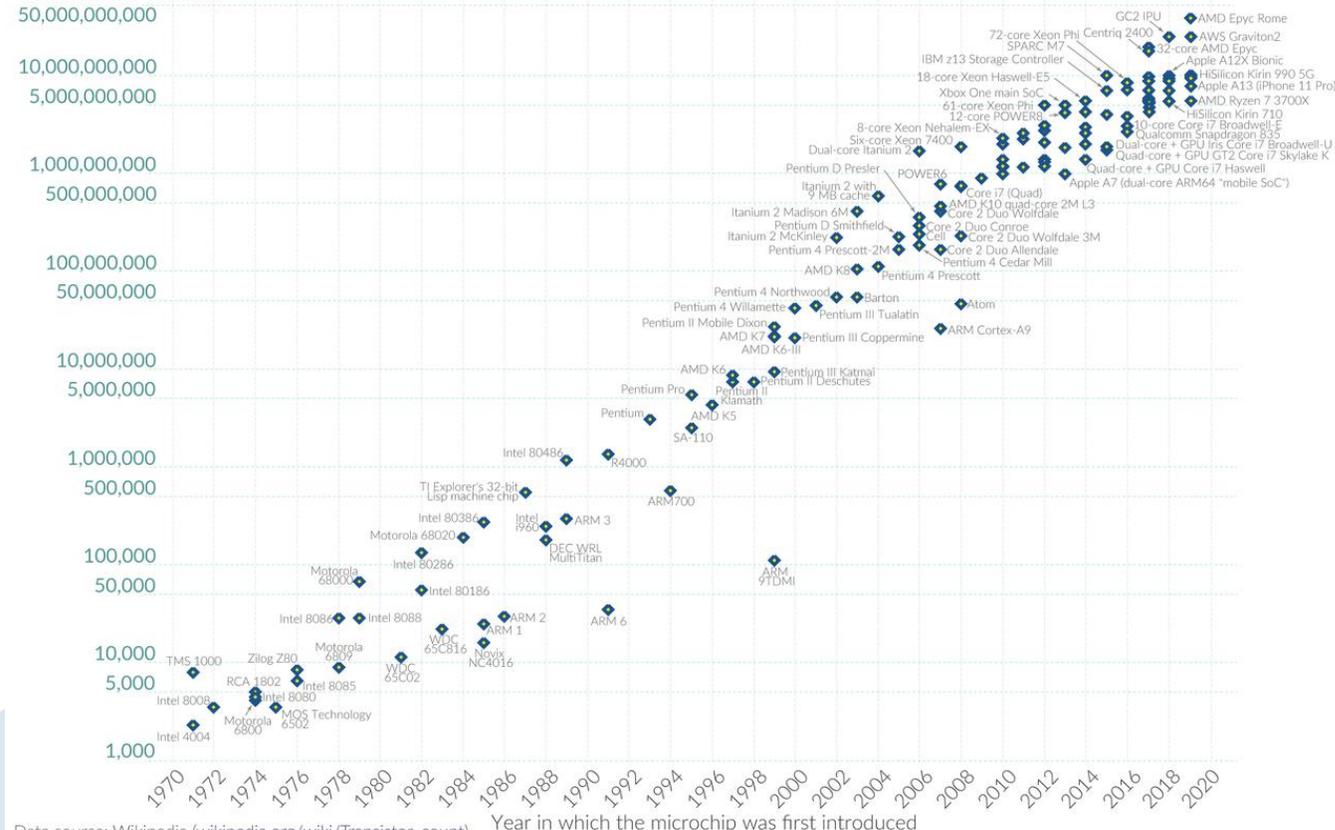
- الحاسوب يحوي مليارات الترانزستورات التي تقوم بعمل مشابه. يزداد هذا العدد مع التقدم

Moore's Law: The number of transistors on microchips doubles every two years

Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistors on integrated circuits doubles approximately every two years. This advancement is important for other aspects of technological progress in computing – such as processing speed or the price of computers.

Our World
in Data

Transistor count



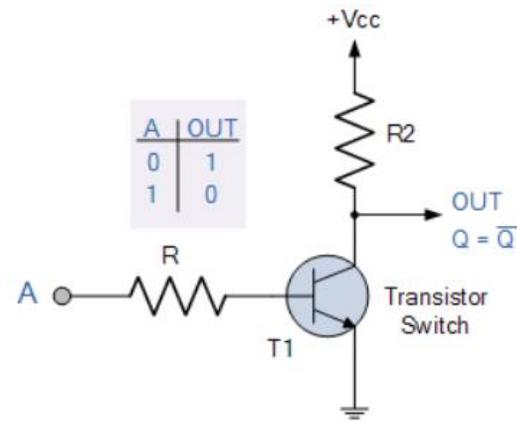
Logic families' Technologies

تذكر تكنولوجيا
العوائل المنطقية

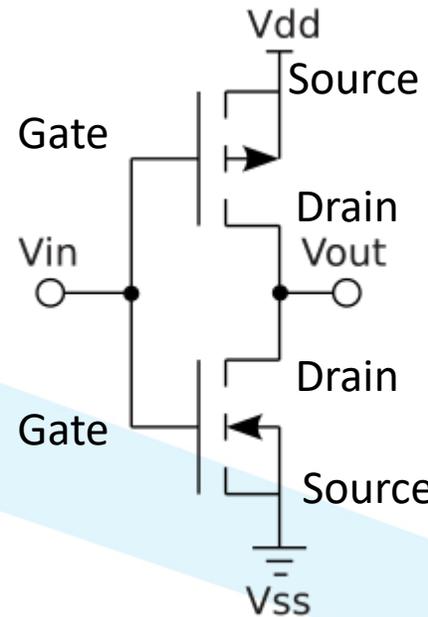
- Resistor–transistor logic (RTL)
- Diode–transistor logic (DTL)
- Transistor–transistor logic (TTL) built from bipolar junction transistors. The 74 series
- Metal–oxide–semiconductor logic (MOS) and **Complementary metal–oxide–semiconductor (CMOS)**



TTL	CMOS
TTL stands for Transistor-Transistor Logic . The name is derived from the use of two Bipolar Junction Transistors or BJTs in the design of each logic gate. TTL is a classification of integrated circuits that use of two Bipolar Junction Transistors or BJTs	CMOS stands for Complementary Metal Oxide Semiconductor . It is a type of metal-oxide-semiconductor field-effect transistor (MOSFET) fabrication process that uses complementary and symmetrical pairs of p-type and n-type MOSFETs for logic functions. CMOS is another classification of ICs that uses field effect transistors in the design.
The density of logic gates is less in TTL as compared to CMOS.	The primary advantage of CMOS chips to TTL chips is in the greater density of logic gates within the same material.
A single gate on a TTL chip can consume around 10mW of power .	An equivalent single gate in a CMOS chip can consume around 10nW .
TTL chips do not have CMOS logic.	There are CMOS chips that have TTL logic
A logic gate in a TTL chip can consist of a substantial number of parts as extra components like resistors are needed.	A single logic gate in a CMOS chip can consist of as little as two Field Effect Transistors .



MOSFET: P-channel



MOSFET: N-channel



Embedded System Definition

- An embedded system is a microprocessor- or microcontroller-based system of hardware and software designed to perform dedicated functions in Realtime within a larger mechanical or electrical system.
- The complexity of an embedded system varies significantly depending on the task for which it is designed.
- Complexities range from a single microcontroller to a suite of processors with connected peripherals and networks;
- from no user interface to complex graphical user interfaces.



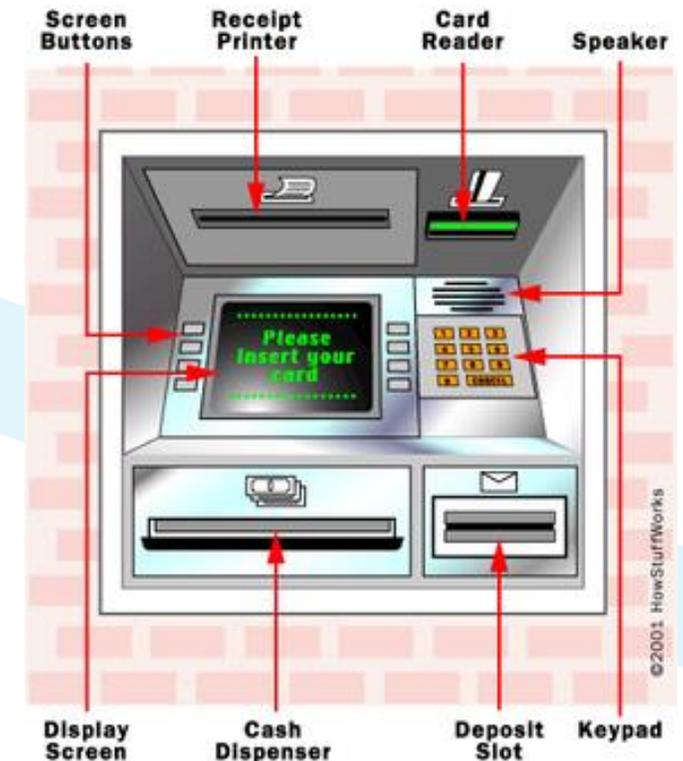
Realtime systems
Time management
Juggling



Examples of embedded systems include

•Automotive- Consumer Electronics -Industrial Control –Medical- Networking - Office Automation

- Central heating systems.
- Engine management systems in vehicles.
- Washing machines and dishwashers, TVs and digital phones.
- Digital watches.
- Electronic calculators.
- GPS systems.
- Fitness trackers or Smart watches
- Electronic parking meters and parking pay stations.
- Robotic vacuum cleaners ('robovacs')
- Home security systems.
- Air-conditioners.
- Automated Teller Machine (ATM) OR cash deposit machine CDM: An ATM is an embedded system which utilizes a crowded computer to set up a network between a bank computer and an ATM itself. It also has a microcontroller to bear both input and output operations.



How an Embedded System Works?

- Embedded systems are managed by a brain> The CPU is the brain of a computer :
 - 1- Microcontrollers OR Microprocessor.
 - 2- field-programmable gate arrays (FPGA).
 - 3- PLC.
 - 4- GPU Graphics processing unit OR digital signal processors (DSP).

- Lenovo ideapad Y700 PROCESSOR: Intel(R) Core(TM) i5-6300HQ CPU @ 2.30GHz
- FPGA 1 GHz
- PIC 20MHz
- Arduino Uno ATmega328P 16 MHz



Three basic types of Instruction computing in microprocessors



• CISC (Complex Instruction Set Computing)

- the instructions are in a complex form.
- a single instruction can contain many low-level instructions.
- For example loading data from memory, storing data to the memory, performing basic operations, etc.
- a single instruction has multiple addressing modes.
- تستخدم في المعالجات التي تنفذ عمليات حسابية معقدة جدا و تحتاج لدقة عالية و وقت أطول حيث تحتاج إلى حوالي 10 دورات ساعة لتنجز التعليمات المعقدة الواحدة و كذلك فإن التعليمات ليست بطول واحد.

• RISC (Reduced Instruction Set Computing)

- Examples of CISC are Intel 386, Intel 486, Pentium, Pentium Pro, Pentium II, etc.
- instructions are quite simple
- execute quickly. Moreover, the instructions get complete in one clock cycle
- also use a few addressing modes only.
- Besides, it makes use of multiple registers so that interaction with memory is less.
- Examples are IBM RS6000, DEC Alpha 21064, DEC Alpha 21164, etc.

• EPIC (Explicitly Parallel Instruction Computing)

- allows the instructions to compute parallelly by making use of compilers.
- Moreover, the complex instructions also process in fewer clock frequencies.
- Furthermore, it encodes the instructions in 128-bit bundles. Where each bundle contains three instructions encoded in 41 bits each and a 5-bit template. This 5-bit template contains information about the type of instructions and that which instructions can be executed in parallel.

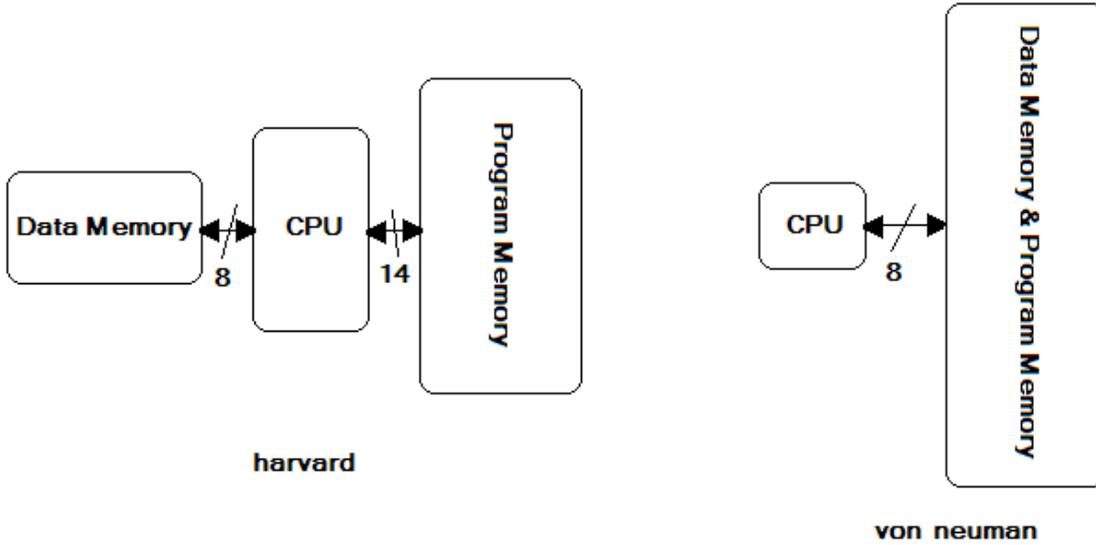


CISC processors

- The **Intel 8086** is a **16-bit microprocessor** chip designed by Intel between early 1976 and June 8, 1978, when it was released.
- The **Intel 8088**, released July 1, 1979, is a slightly modified chip with an external **8-bit data bus**, and is notable as the processor used in the original IBM PC design.
- The **Intel 386**, originally released as 80386 and later renamed i386, is a **32-bit microprocessor introduced in 1985**.



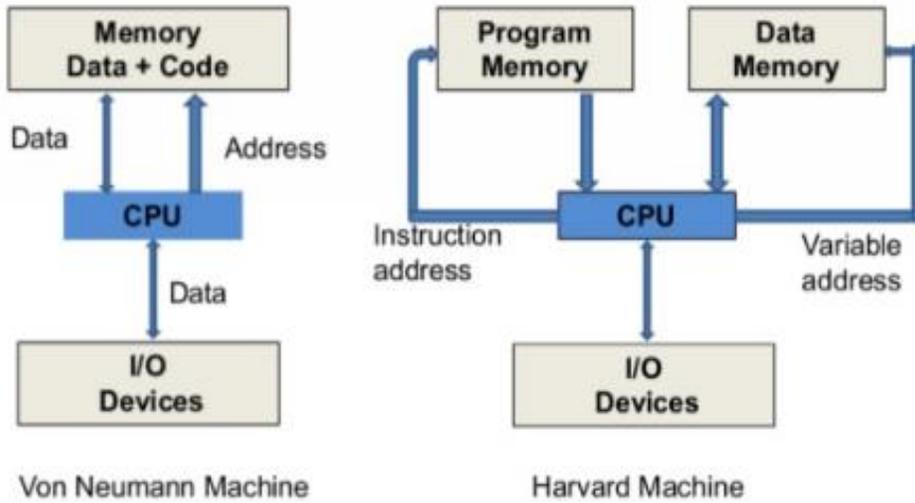
تقنية RISC و بنية هارفارد



• و تتمتع تقنية RISC بما يلي :

❖ **بنية هارفارد المتوازية:** تكون ذاكرة البرنامج فيها مفصولة عن ذاكرة المعطيات و يتم الوصول إليهما عبر ممرين منفصلين كل منهما عرض مختلف ،

❖ أما في **بنية نيومان** فيتم الوصول إلى ذاكرتي المعطيات و البرنامج اللتين تقعان معا في نفس الموقع الذاكري من خلال نفس الممر مما يعني تأخيرا زمنيا.



General introduction- AVR



AVR is a family of microcontrollers developed since 1996 by Atmel, acquired by Microchip Technology in 2016.

AVR[®]

Atmel 8-bit AVR microcontroller (ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280, or ATmega2560)

These are modified Harvard architecture 8-bit RISC single-chip microcontrollers.

The AVR architecture was conceived by two students at the Norwegian Institute of Technology (NTH), Alf-Egil Bogen and Vegard Wollan.

Atmel Corporation was a creator and manufacturer of semiconductors before being subsumed by Microchip Technology in 2016. Founded 1984 , USA

Arduino uno: ATmega328P



Atmel (Arduino)

Arduino mega: ATmega2560



General introduction- PIC



<https://www.microchip.com/>

Founded 1989 , USA

Microchip Technology Inc. is a publicly-listed American corporation that manufactures microcontroller, mixed-signal, analog and Flash-IP integrated circuits. Its products include microcontrollers (PIC, dsPIC, AVR and SAM), Serial EEPROM devices, Serial SRAM devices, embedded security devices, radio frequency (RF) devices, thermal, power and battery management analog devices, as well as linear, interface and wireless products.

- PIC is a family of microcontrollers made by Microchip Technology, derived from the PIC1650 originally developed by General Instrument's Microelectronics Division. The name PIC initially referred to Peripheral Interface Controller, and is currently expanded as Programmable Intelligent Computer.
- dsPIC is a high-performance 16-bit RISC microcontroller with the high computation speed of a fully implemented digital signal processor (DSP). while the PIC is 8-bit microcontroller.
- <https://www.microchip.com/en-us/parametric-search.html/717>



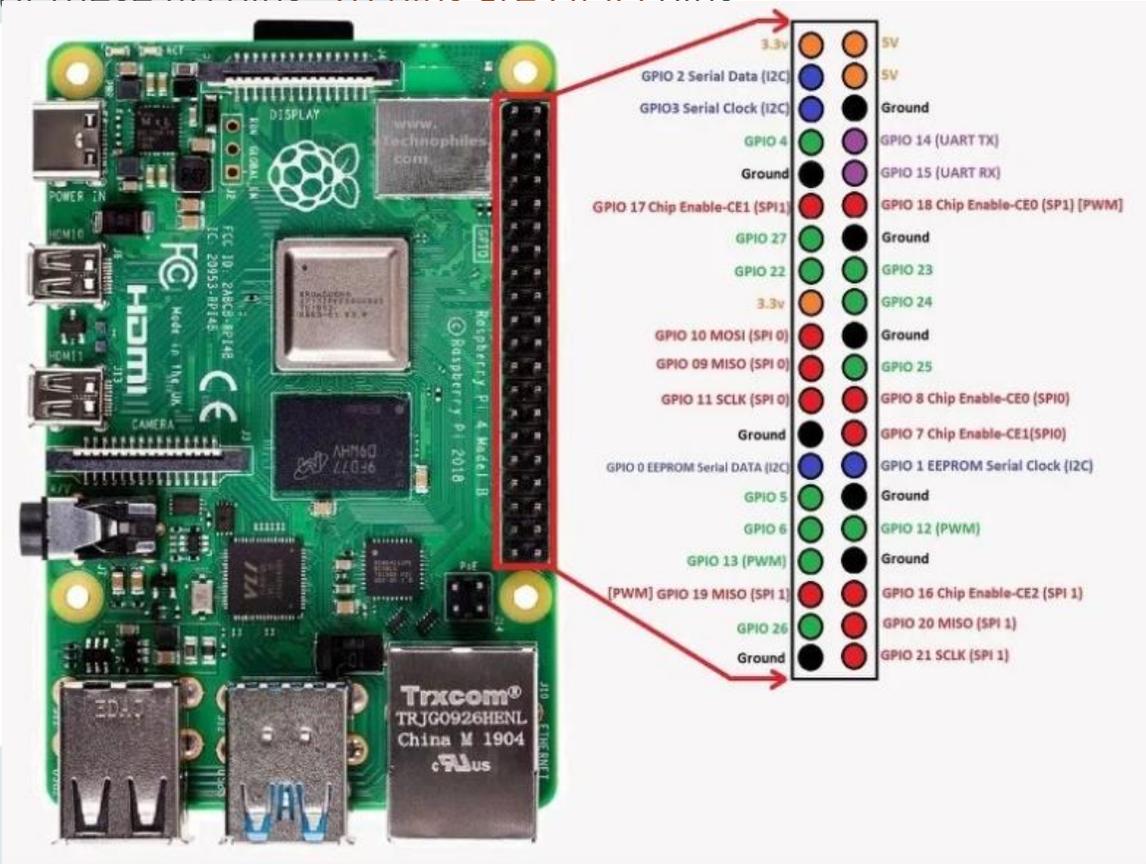
General Instrument (GI) was an American electronics manufacturer based in Horsham, USA.

Founded 1939 / Defunct 1979 Split/Acquired



Raspberry Pi GPIO stands for **General Purpose Input Output pins**. These pins are used to connect the Raspberry pi board to external input/output peripheral devices.

This model B consists of a **40-pin GPIO header**. Out of these 40 pins, **26 pins are GPIO pins**.



Raspberry Pi 4 GPIO Pinout



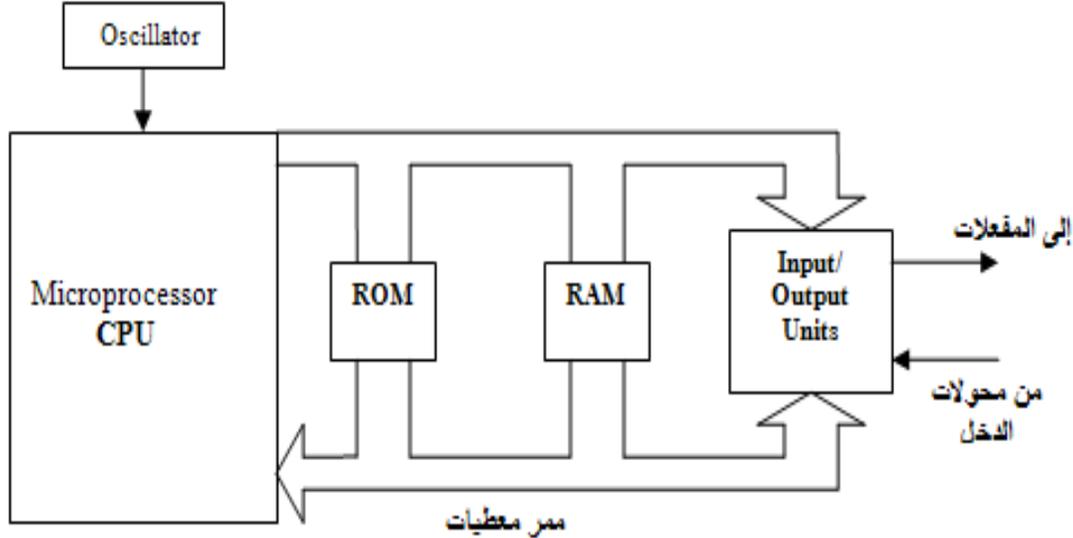
Alternate Function					Alternate Function
	3.3V PWR	1		2	5V PWR
I2C1 SDA	GPIO 2	3		4	5V PWR
I2C1 SCL	GPIO 3	5		6	GND
	GPIO 4	7		8	UART0 TX
	GND	9		10	UART0 RX
	GPIO 17	11		12	GPIO 18
	GPIO 27	13		14	GND
	GPIO 22	15		16	GPIO 23
	3.3V PWR	17		18	GPIO 24
SPIO MOSI	GPIO 10	19		20	GND
SPIO MISO	GPIO 9	21		22	GPIO 25
SPIO SCLK	GPIO 11	23		24	GPIO 8
	GND	25		26	GPIO 7
	Reserved	27		28	Reserved
	GPIO 5	29		30	GND
	GPIO 6	31		32	GPIO 12
	GPIO 13	33		34	GND
SPI1 MISO	GPIO 19	35		36	GPIO 16
	GPIO 26	37		38	GPIO 20
	GND	39		40	GPIO 21
					SPIO CS0
					SPIO CS1
					SPI1 CS0
					SPI1 MOSI
					SPI1 SCLK



MCU, MPU and PLC

- A microcontroller unit MCU contains one or more CPUs (processor cores) along with memory and programmable input/output peripherals.
- **Microprocessor** only have CPU **in the** chip like most of the Intel Processors but **Microcontroller** also have RAM, ROM and other peripherals along with the CPU or processor.
- **single metal-oxide-semiconductor (MOS) integrated circuit (IC) chip .**

Microcontroller UNIT = Microprocessor UNIT + some Peripherals



- برنامج التحكم الذي يحوي أوامر التحكم و التعليمات يخزن في ذاكرة القراءة فقط Rom على شكل أرقام ثنائية , المعالج يقوم بمسح المداخل و المعطيات المخزنة في ذاكرة الوصول العشوائي Ram و إرسال أوامر التحكم إلى الخرج.
- لابد من ضبط عمل المعالج و فق قاعدة زمنية بواسطة نبضات ساعة يؤمنها هزاز.
- يتصل المعالج مع النواقد و الذواكر أو ما يسمى بالمحيطيات بممرى عناوين و معطيات.



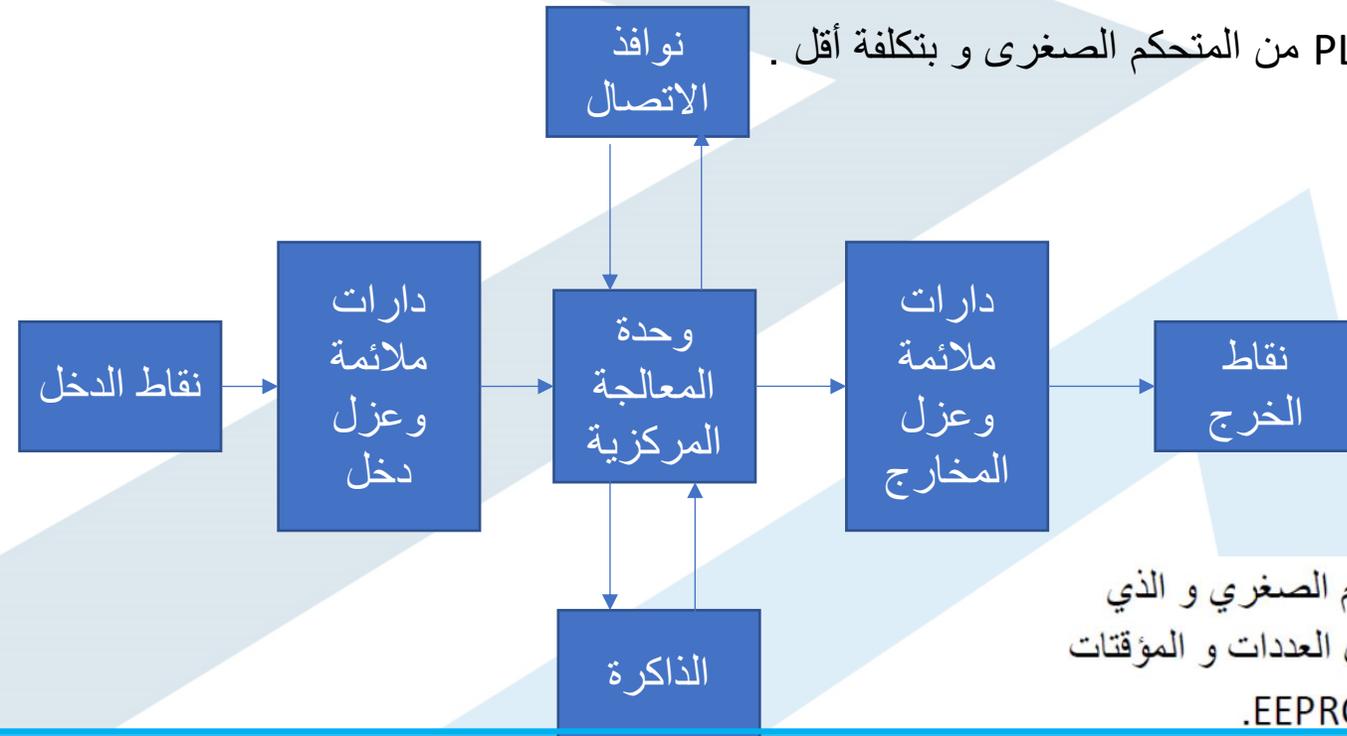
المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (Programmable Logic) PLC (Controller)



وهي عبارة عن متحكمات صغيرة زودت بتطويرات صلبة و برمجية جعلتها مناسبة للعمل في البيئة الصناعية.

PLC = Microcontroller + Supporting units one chip

- و أهم الوحدات الداعمة هي وحدات العزل و ملائمة الدخل و الخرج و التي تؤمن العزل الضوئي للجهاز عن الوسط المحيط , و كذلك وحدة التغذية و التي تؤمن مدى كبير من الجهود و الدقة الكبيرة , وكذلك الدعم البرمجي و التي تتمثل بلغات برمجة سهلة منها المنطق السلمي .
- وتجدر الإشارة أنه يمكن للمصمم الخبير أن يحصل على جهاز PLC من المتحكم الصغرى و بتكلفة أقل .



إن دمج المحيطيات مع المعالج على شريحة واحدة ينتج المتحكم الصغرى و الذي يحوي على محيطيات أخرى متعددة كلها في شريحة واحدة مثل العدادات و المؤقتات و المحولات التشابهيية الرقمية و أنظمة الاتصال و الذاكرة EEPROM.



مقارنة

الأردوينو	ESP32	الراسبيري باي	STM32
<p>LCD Sensors Password Simple projects مبتدئ مصادر كثيرة ومكتبات على الانترنت لذلك يوفر وقت وجهد I2c-UART-spi C language</p>	<p>IOT Smart Home WIFI allows you to connect with smart phones. Arduino ide C language Same libraries of Arduino but less resources esp32 with camera but without image processing</p>	<p>الرؤية الحاسوبية معالجة الصور تحتاج معالج قوي كمبيوتر صغير نظام تشغيل لينكس أو راسبيان بايثون أو لغة سي Gpio Usb hdmi</p>	<p>متحكمات أقوى مشاريع أعقد STM32F0-F7 CubeID more advanced and details in programming Industrial applications More RAM. Can be programmed by Arduino ide and c language</p>





انتهت المحاضرة

