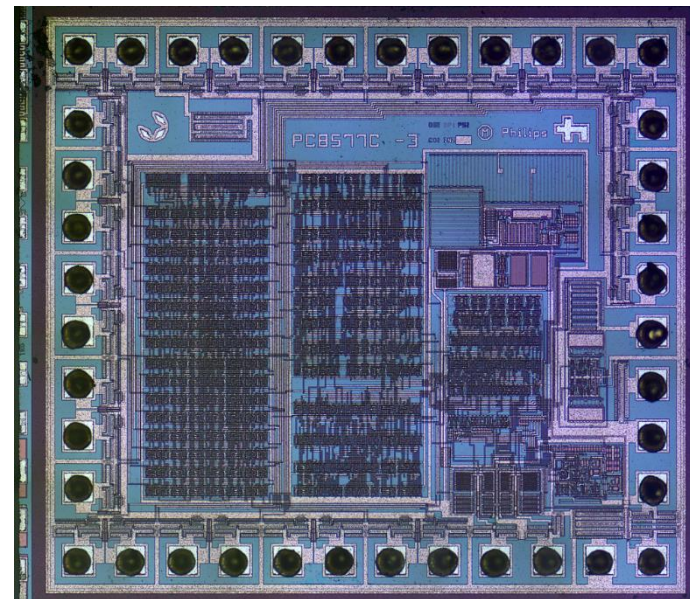
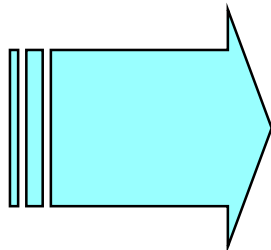


Una molt breu història de l'evolució de l'enginyeria electrònica



Dimarts 14 de novembre 2023

Francesc.J.Robert@upc.edu

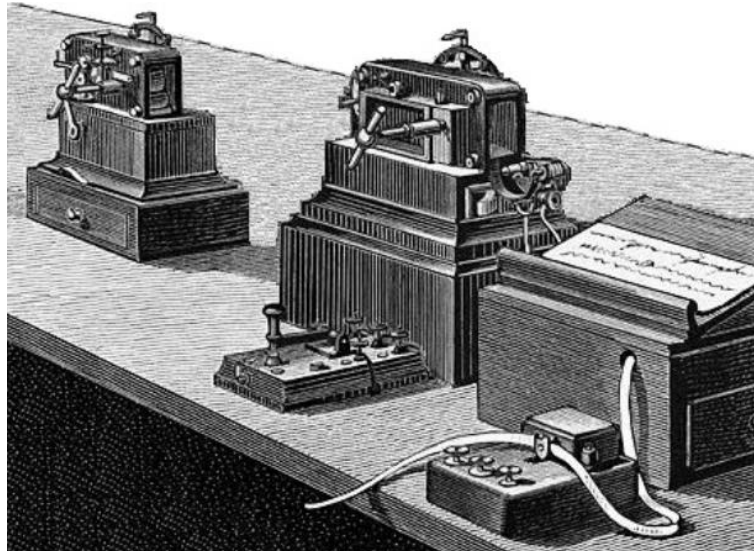
Aula d'Extensió Universitària Sènior UPC Castelldefels

- Els orígens de la vàlvula, les primeres aplicacions
- El transistor, el gran invent
- El circuit integrat (xip): el concepte de miniaturització
- El microprocessador: el component clau de la computació
- Avui en dia: energia, medicina, ciència, fabricació, transport, informació, entreteniment, aplicacions militars i aeroespacials, etc.

Abans de les vàlvules: telègraf

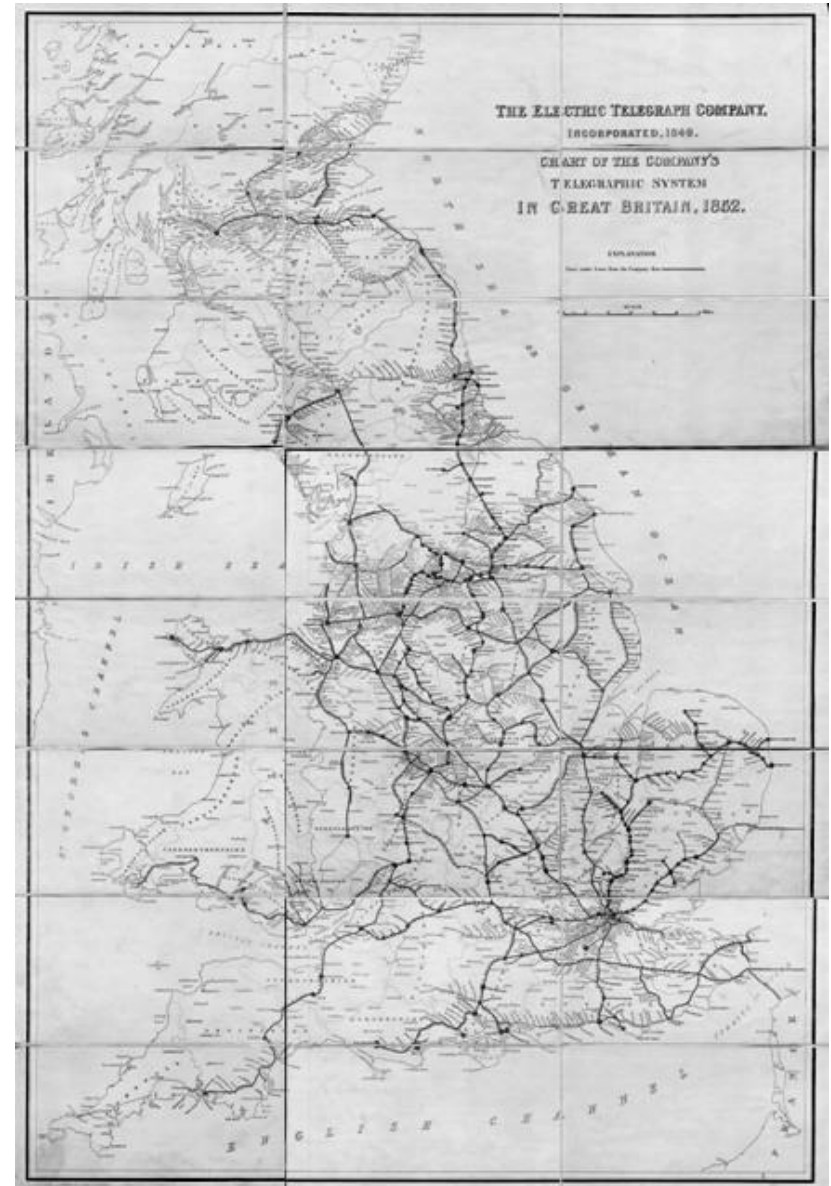
Circuits elèctrics

- El 1837 Cooke i Wheatstone patenten el telègraf elèctric.
- 30 anys més tard, la General Post Office anglesa ja tenia 27000 km de línies telegràfiques i 2155 estacions i més de 5000 treballadors.



Estació de telègraf (1868), 120 paraules per minut entre Londres i Manchester

“The Electric Telegraph Company,
Chart of the Company's Telegraphic System
in Great Britain, 1852”



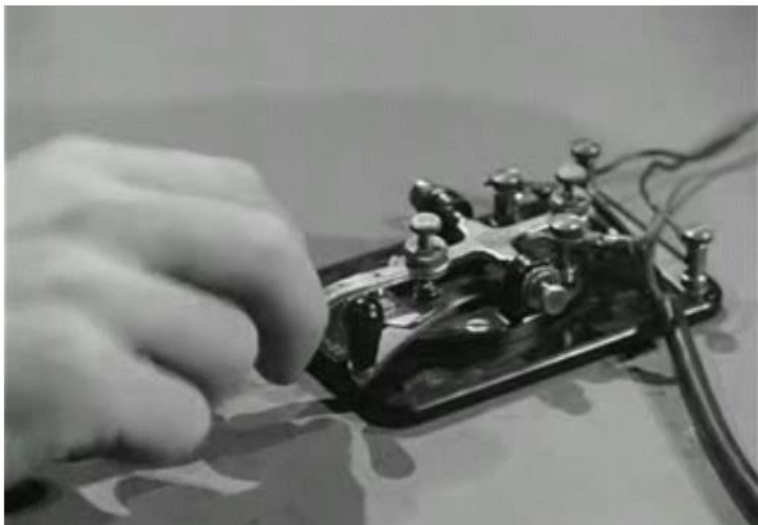
Ref. <https://distantwriting.co.uk/>

Codes of the Electric Telegraph Company

The Single-Needle and Bain codes used in its domestic circuits until 1854
(. Left and – Right)

MORSE

Informació codificada en impulsos elèctrics



	Single Needle	Bain
A	.	.
B	..	.-.
C	...	-..
D-
E	.-	..
F	.--	--
G	.---	.-..
H	..-	----
I	..--	...
J	..---	...-
K	...-	.-..
L-	.-
M-.-
N	-	.-
O	--
P	---	..-.
Q	----	-.-.
R	-.	-
S	--.	-.
T	---.	..-
U	-..
V	---..	--.
W	----..	-.-.
X	-.-.-	-.-.-
Y	---...	-.-.
Z	-....	-....

A	● -	N	- ●
B	- ● ● ●	O	- - -
C	- ● - ●	P	● - - ●
D	- ● ●	Q	- - ● -
E	●	R	● - ●
F	● ● - ●	S	● ● ●
G	- - ●	T	-
H	● ● ● ●	U	● ● -
I	● ●	V	● ● ● -
J	● - - -	W	● - -
K	- ● -	X	- ● ● -
L	● - ● ●	Y	- ● - -
M	- -	Z	- - ● ●

Number	Code
1	*----
2	**---
3	***--
4	****-
5	*****
6	-****
7	--***
8	---**
9	----*
0	-----

Punctuation	Code
Period	*-.*-.
Comma	--**--
Colon	---***
Question Mark	**--**
Apostrophe	*----*
Hyphen	-****-
Fraction Bar	-**.*
Parentheses	-*--*
Quotation Marks	*-****

● - DOT DASH

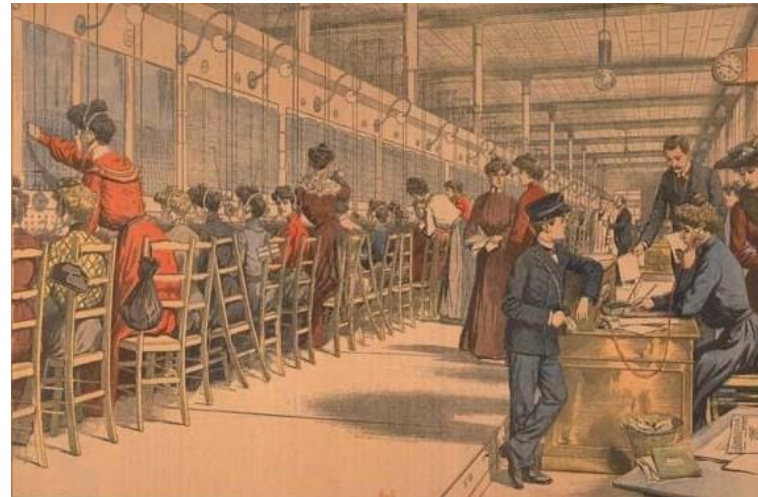
Abans de les vàlvules: Telèfon



El 1876 A. Graham Bell
patenta el telèfon
Conversa entre NY i Chicago el 1890.
(https://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Graham_Bell)



Model 1930



Circuits elèctrics amb micròfons i altaveus amb commutació manual

Fa 100 anys: la vàlvula de buit

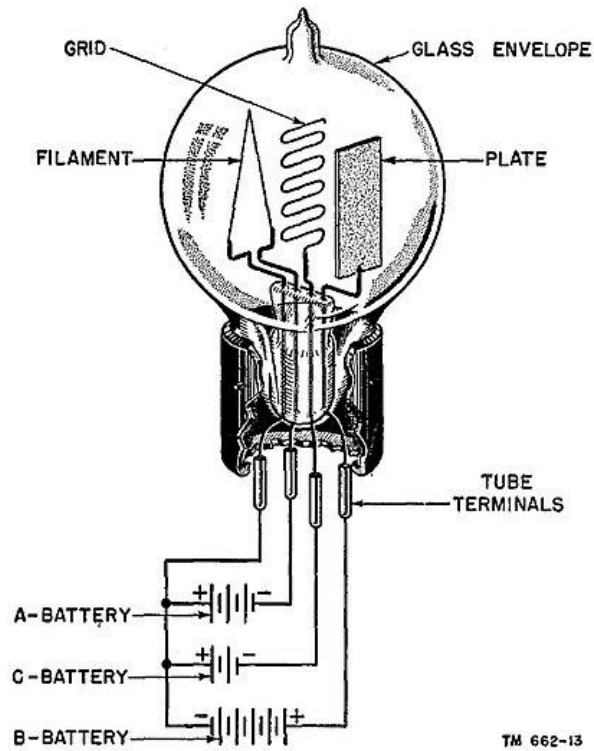
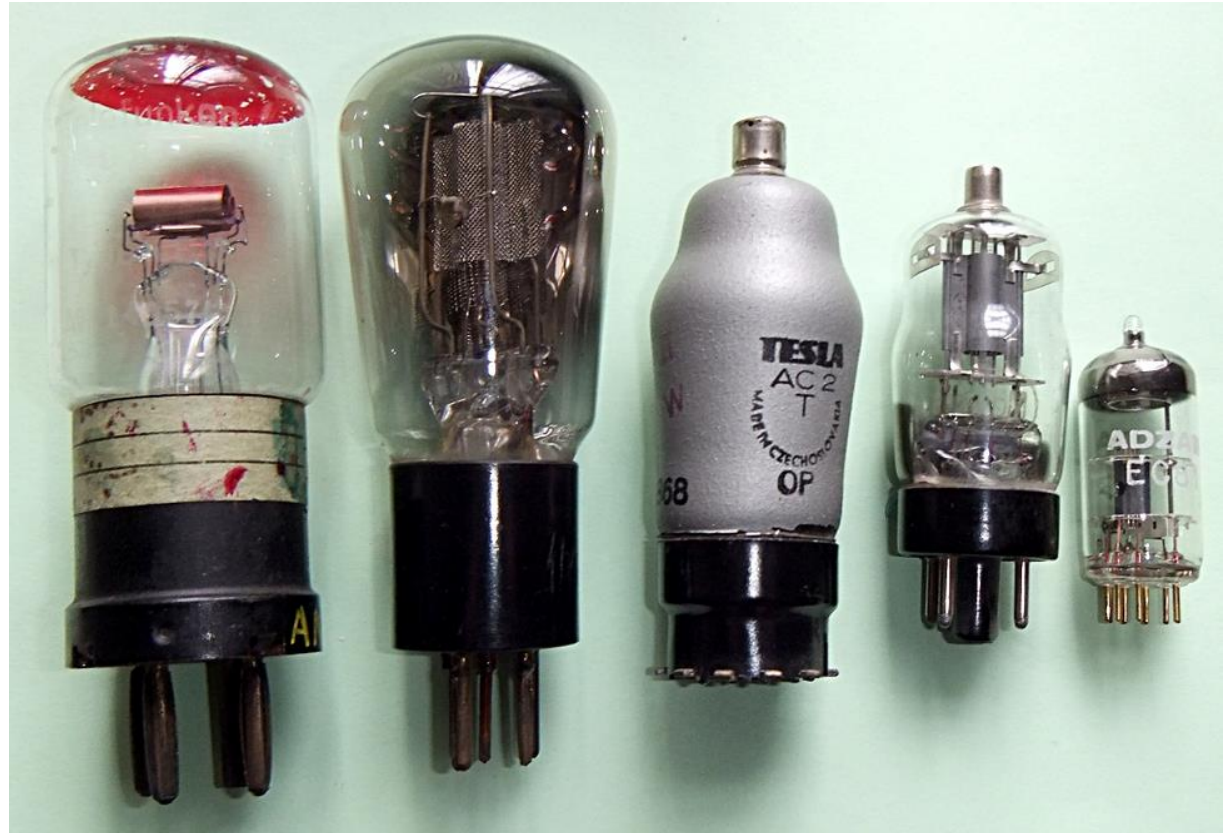


Figure 4. Construction of DeForest's three-element tube, or triode.

Lee de Forest, 1906
vacuum tube



1918

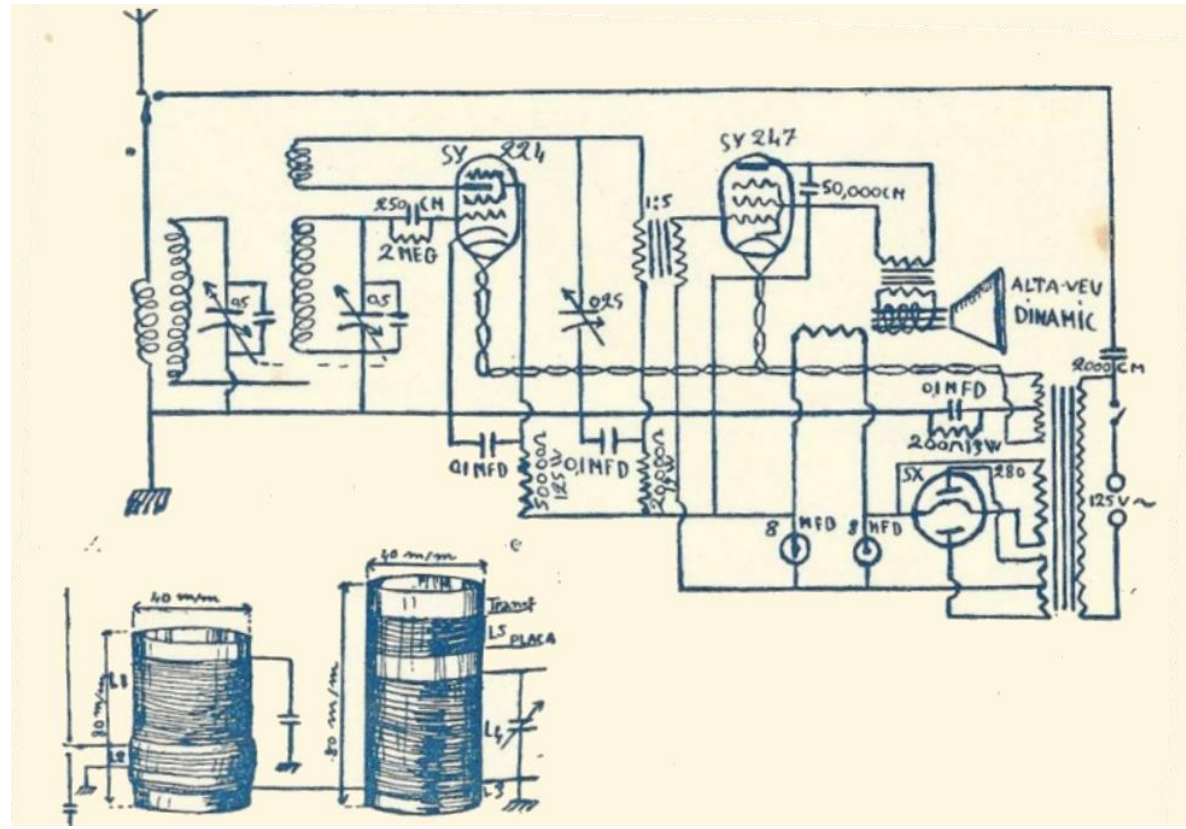
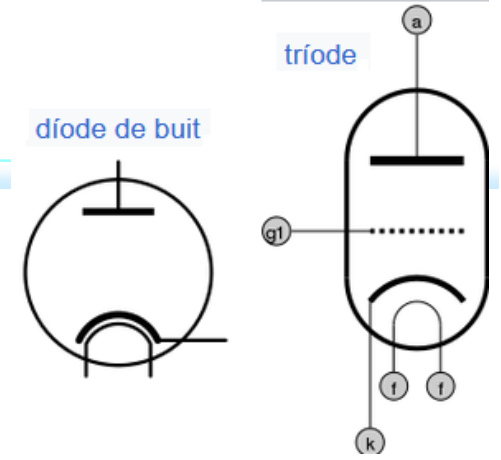
1960

Ref. https://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_tube

Ref. https://ca.wikipedia.org/wiki/Tub_termoi%C3%B2nic

Fa 100 anys, la radio

Esquemes de circuits electrònics a vàlvules



Ref. <https://www.radiocoleccion.es/esquemas/>

Ref. <https://hancockhistoricalmuseum.org/i-love-the-1920s/1920s-radio/>



Avui en dia encara s'usen tubs de buit en aplicacions que requereixen molta potència a alta freqüència (magnetrons, tríodes, tètodes, klystrons, thyratrons, klystrodes, tubs de raig x):

- Forns de microones
- Radars
- Transmissors de radio
- Transmissors de TV
- Enllaços de satèl·lit
- Escalfadors i equips de soldadura a RF
- Equips mèdics d'imatges amb raig x i ressonància magnètica (MRI)
- Generadors de RF a la recerca en fusió nuclear i acceleradors de partícules

A més a més **d'amplificadors d'àudio** per afeccionats i professionals

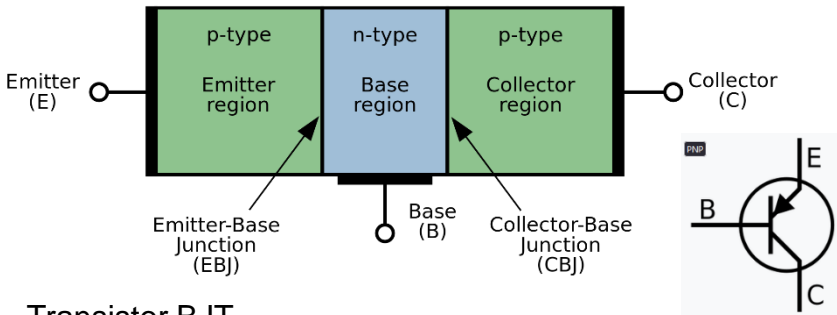


\$1,449³⁸

Willson R8 KT88/EL34 x4 Tube Amplifier (Amazon), 14

Ref. <https://vintagevoltageengineering.com//>

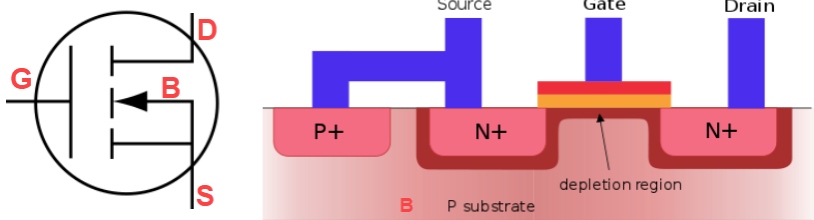
El gran invent del segle XX: el transistor



Transistor BJT



Els inventors del transistor: John Bardeen, William Shockley i Walter Brattain, 1948



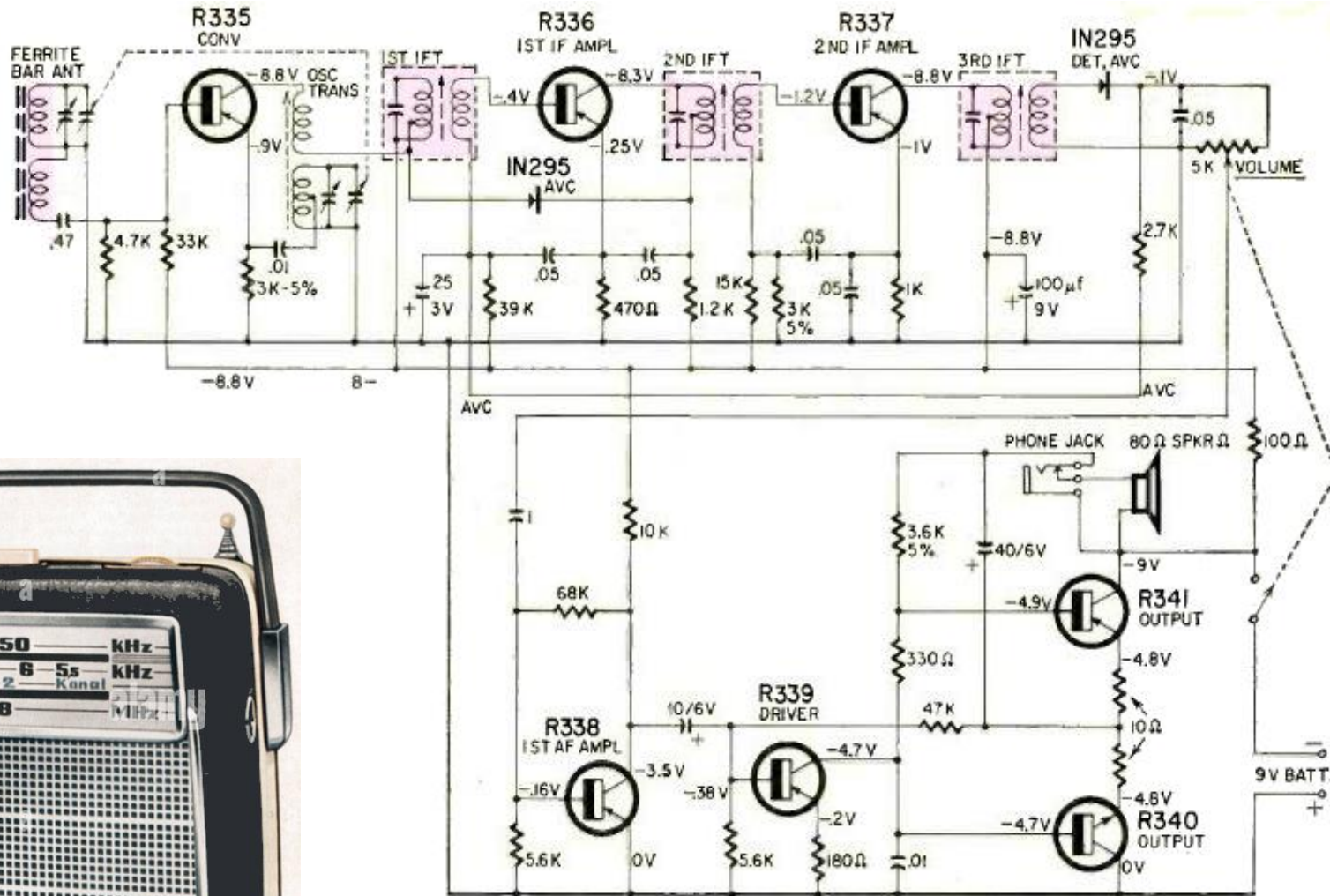
Uns anys després es va inventar el transistor MOSFET

A partir dels 60: la radio AM a transistors

Esquemes electrònics amb etapes similars, treballant a piles i molt més petits i eficients

Ona llarga (LW), ona mitja (MW), ona curta (SW), i més tard la freqüència modulada (FM) que encara és un ús.

La radio comercial en FM és un invent tant sensacional que ha resistit el pas del temps!

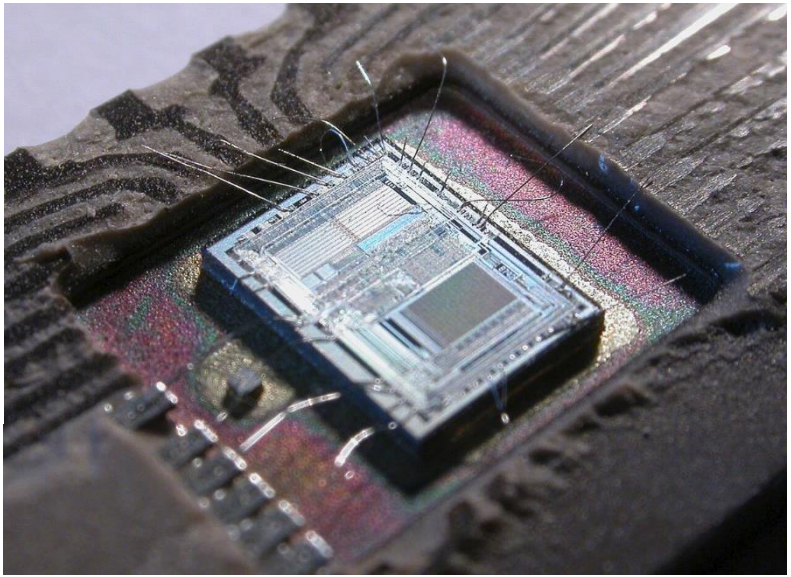
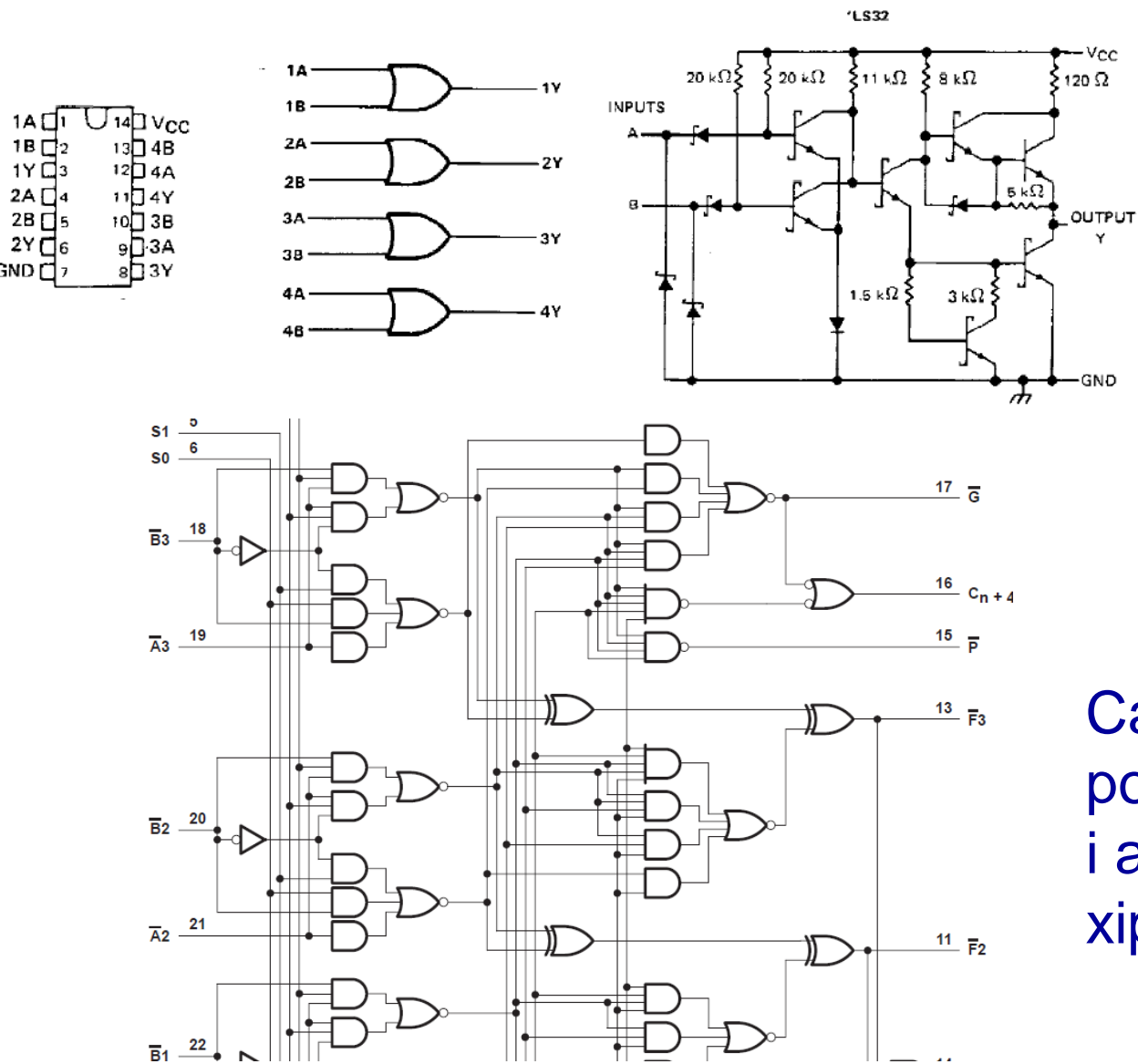


I la TV a vàlvules ha durat unes quantes dècades



El tub de raig catòdics (CRT) també com a monitor d'ordinador fins els 2000

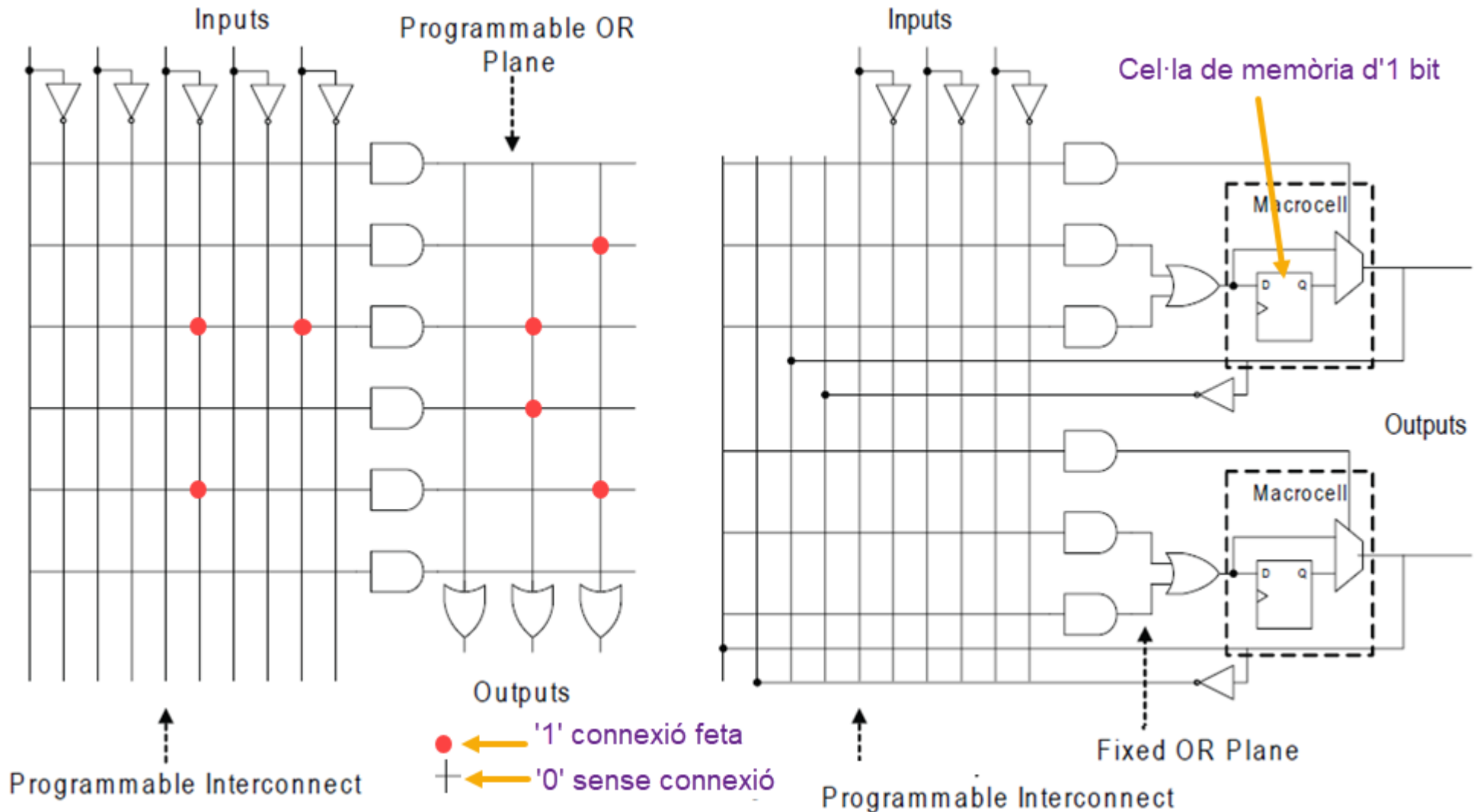




Cada vegada més i més portes lògiques, amplificadors i altres components en un sol xip

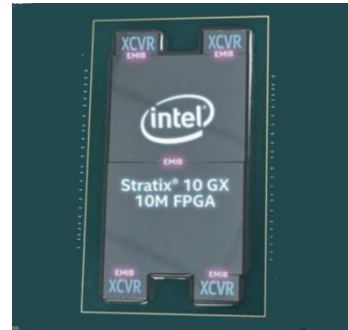
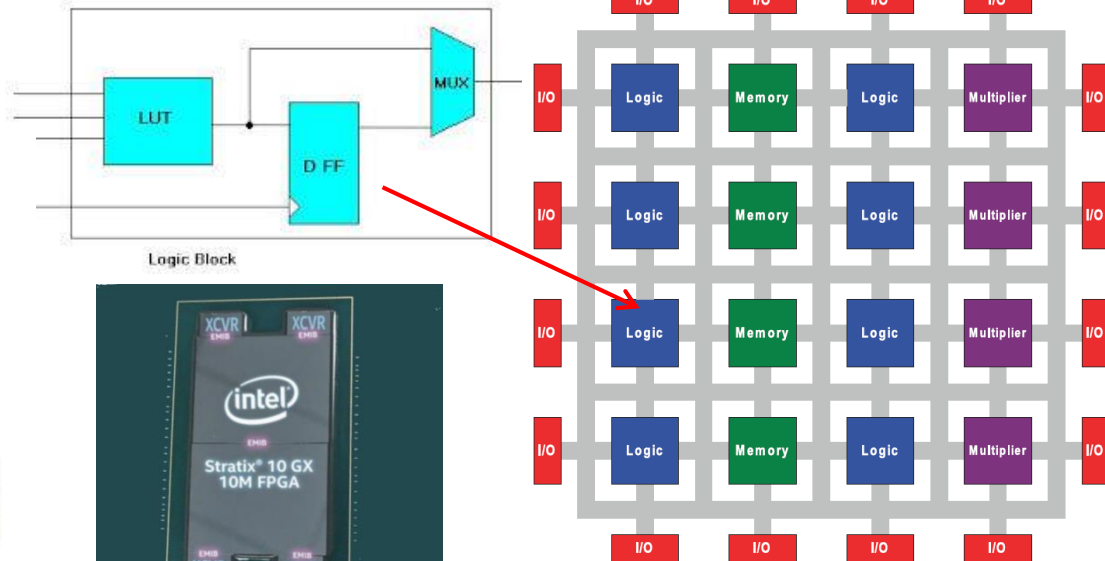
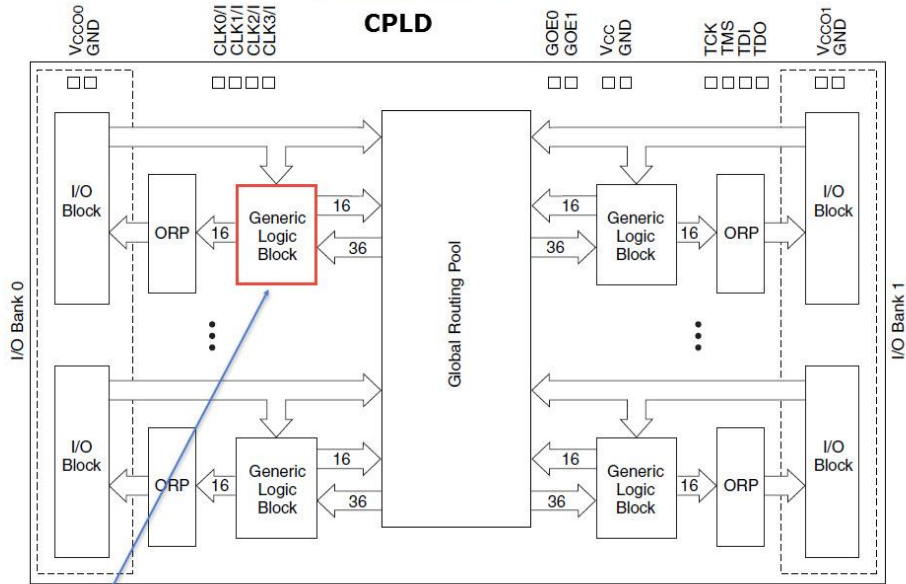
Els circuit integrats programables

El mateix xip (hardware) és reutilitzable en moltes i diverses aplicacions



sPLD (~ 500 portes lògiques, ~10 bits de memòria)

Functional Block Diagram **ispMACH 4000V**, Lattice Semiconductor

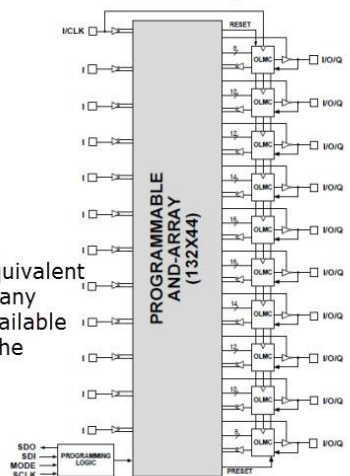


INTEL® STRATIX® 10 GX 10M FPGA

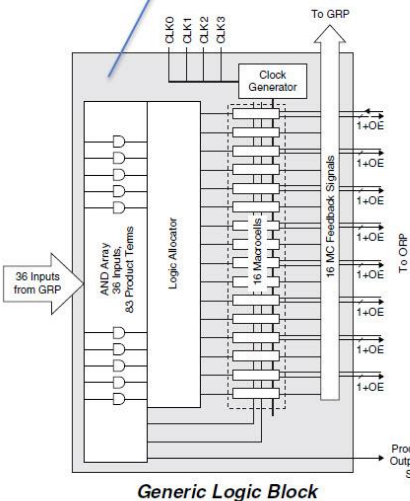
Features	Capability
Logic Elements	10.2M
Data Interface Bus via EMIB	Up to 25,920 connections
Memory	308Mbits
DSP - 18x19 Multipliers	6,912
User I/O pins	2,304
LVDS	1,152 @ 1.4Gbps
Transceivers	48 @ 17.4Gbps
Package	70 mm x 74 mm

43.300.000.000
43.3B Transistors
 Up to 3.7X More Compute
 2X More I/O,
 40% Less Power

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM **ispGAL22V10**



A SPLD like the GAL22V10 is equivalent to one of the many Logic Blocks available in a CPLD like the ispMach4000



CPLD (~ 50k portes logiques)

FPGA (millions de portes logiques) 14

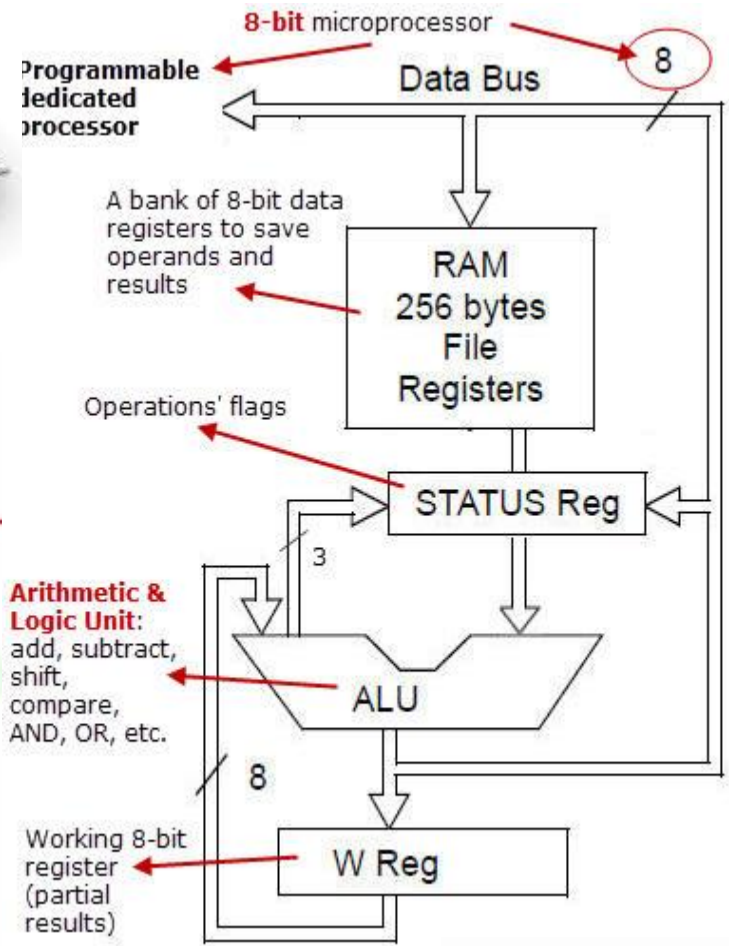
L'ordinador personal (IBM-PC) per a tothom



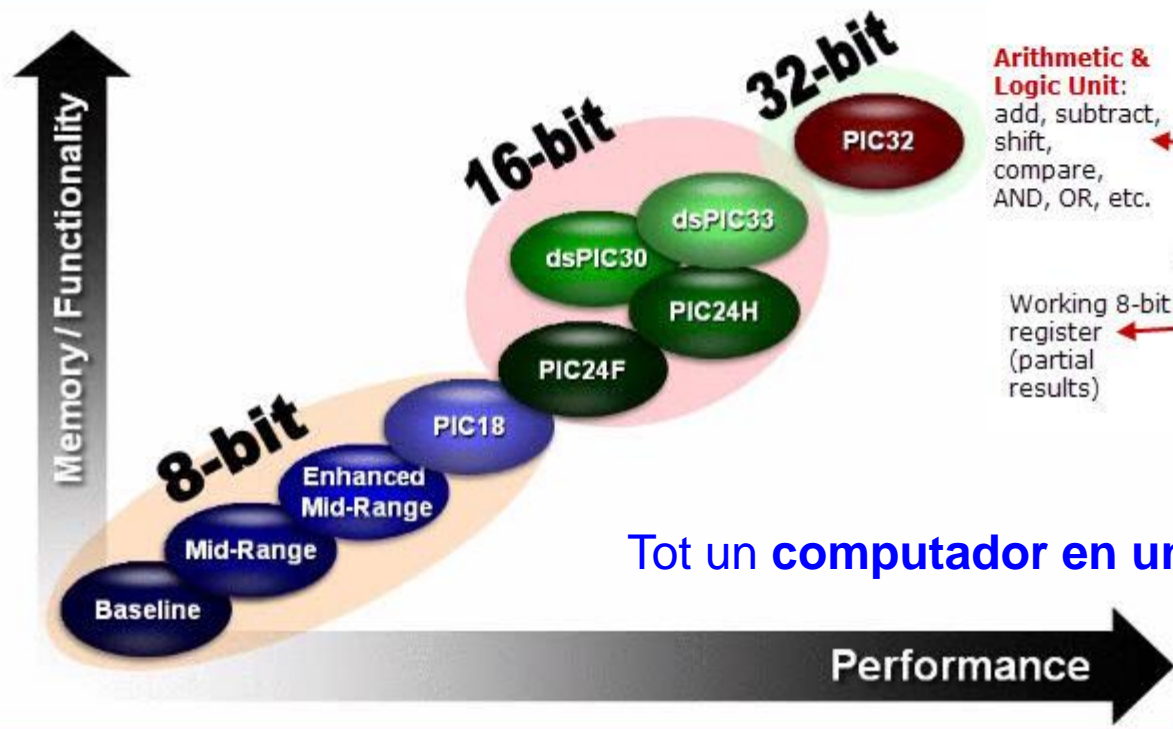
IBM PC-XT

L'equip perfecte: **memòria massiva + processador + entrada/sortida + programació**
maquinari

Els microordinadors o microcontroladors



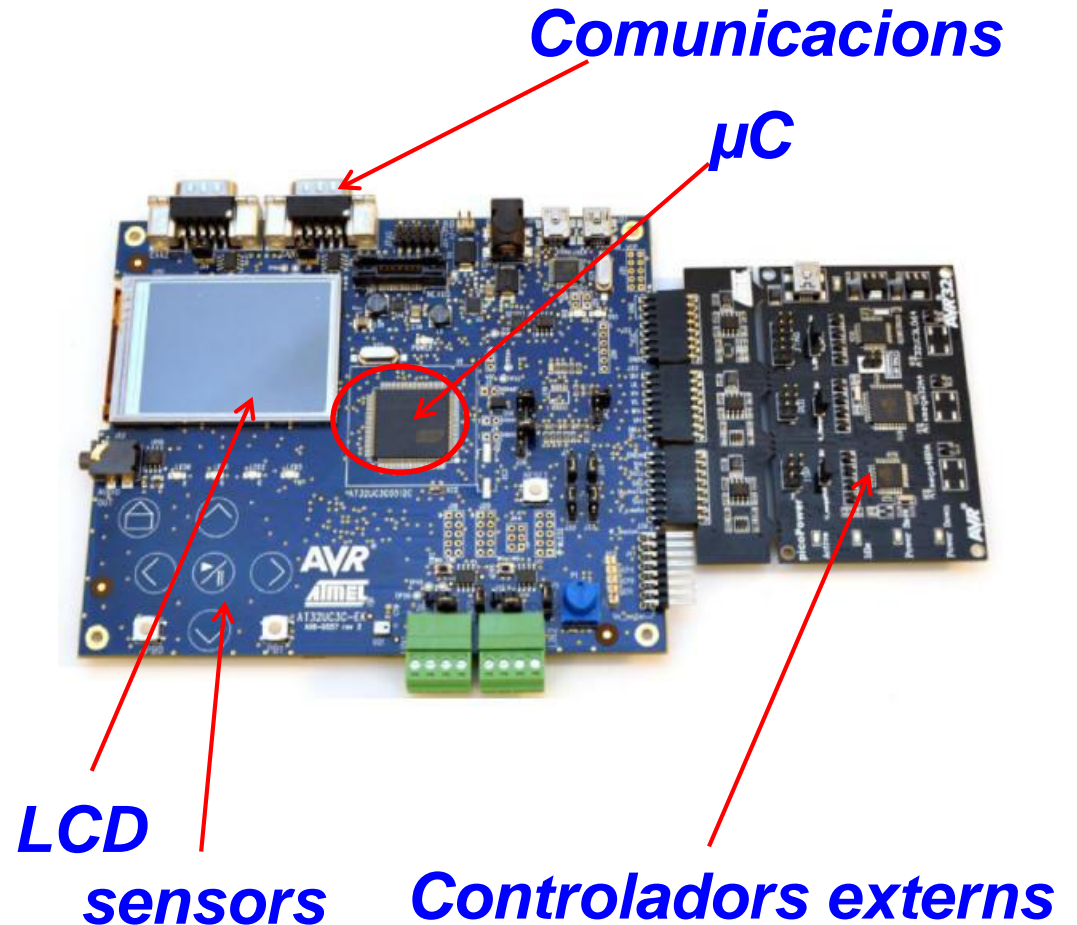
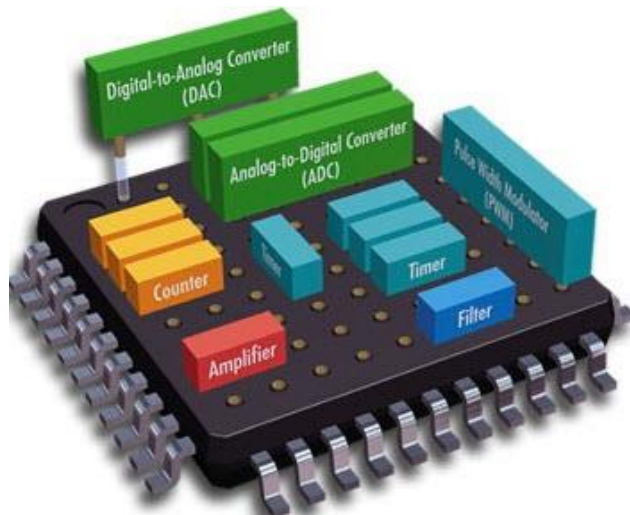
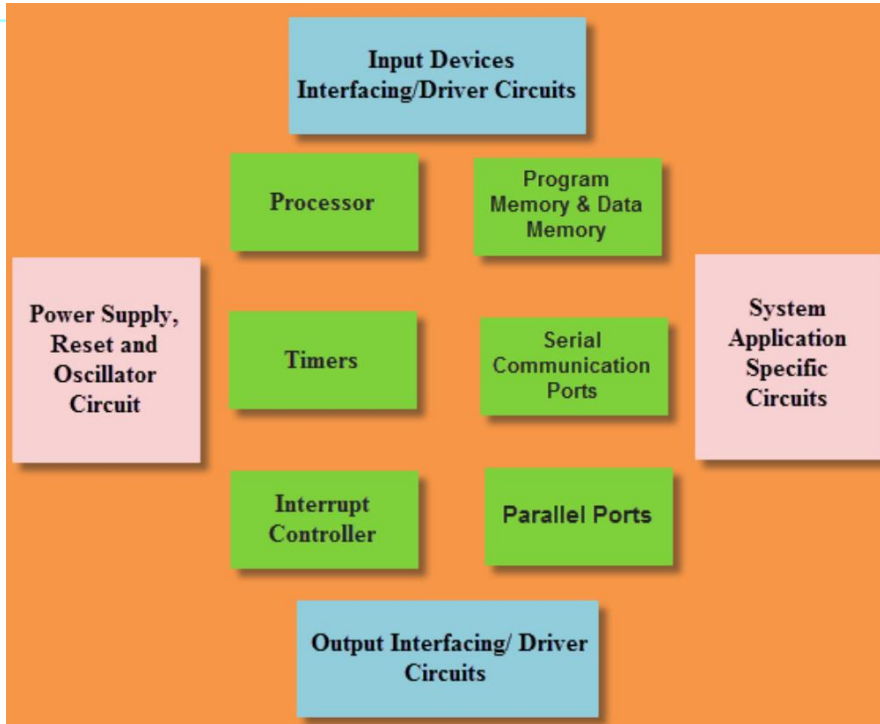
PIC[®] MCU and dsPIC[®] Family Roadmap



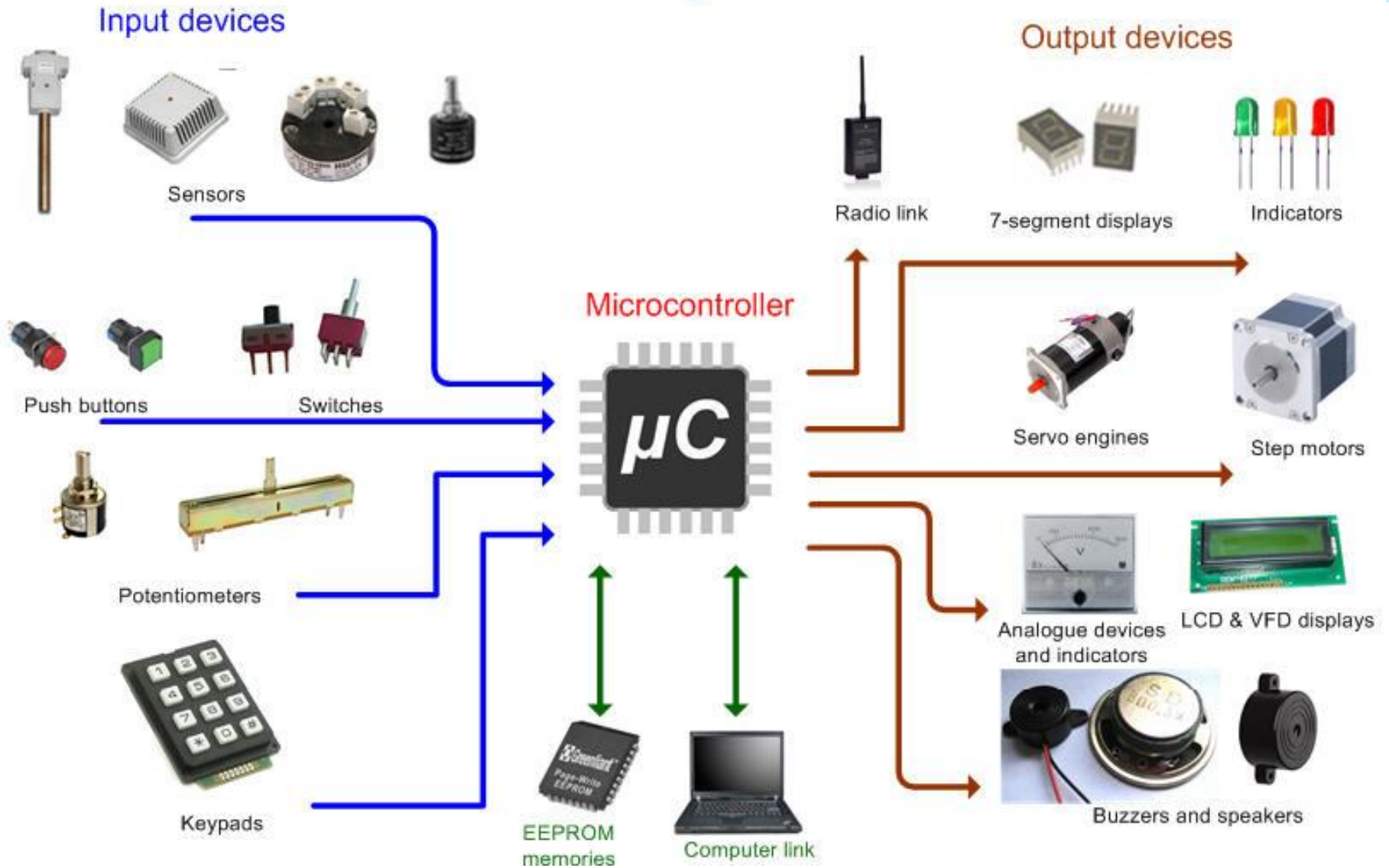
Tot un computador en un sol xip



Disseny i concepció modular



La idea del microordinador/microcontrolador



Components

Esquemes

Programes

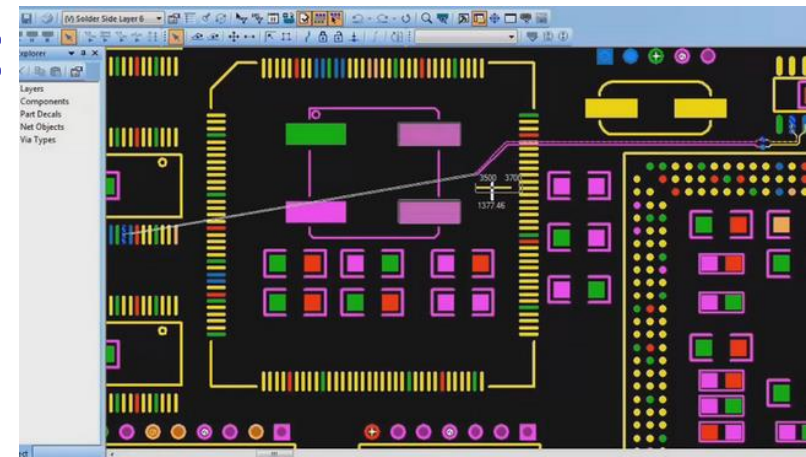
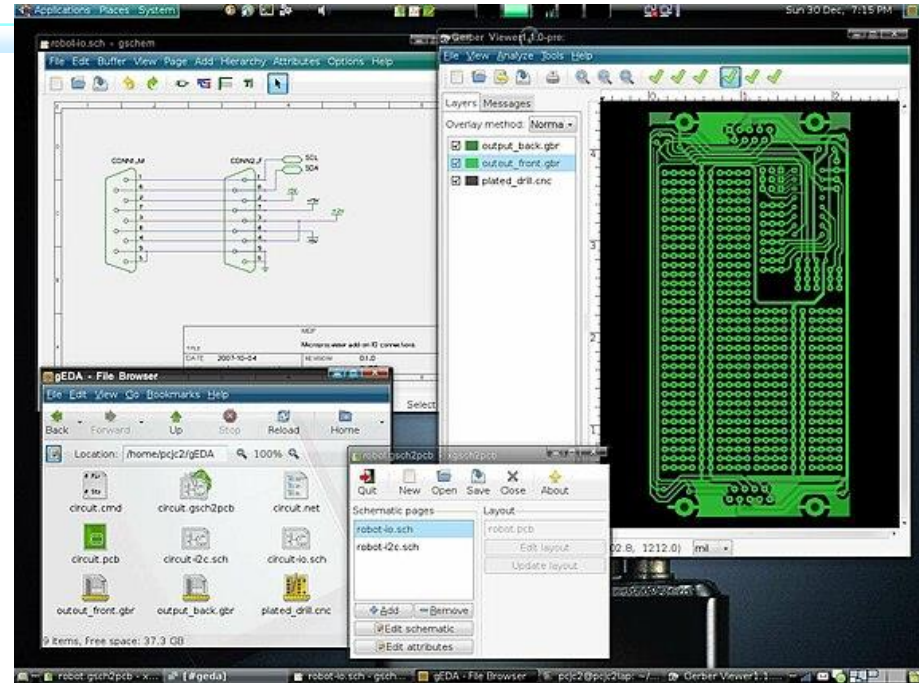
Simuladors

Prototips, targetes d'entrenament

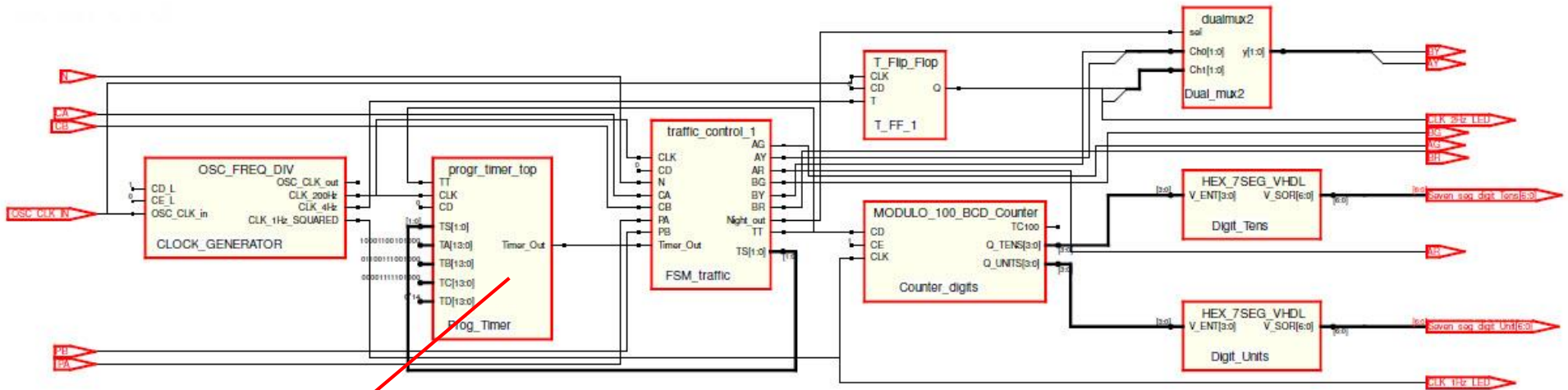
Estructura jeràrquica modular

Targetes de circuit imprès

Test, verificació, fabricació, muntatge



“Escriure” esquemes en lloc de dibuixar-los



```

--Programmable timer (CSD, 10-11, Q1, EX4, Phase III)

LIBRARY IEEE;
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

ENTITY progr_timer_top IS
    PORT(
        TT, CLK, CD : IN    std_logic;
        TS      : IN    std_logic_vector (1 downto 0);
        Timer_Out : OUT   std_logic;
        TA, TB, TC, TD : IN    std_logic_vector (13 downto 0)
    );
END progr_timer_top;

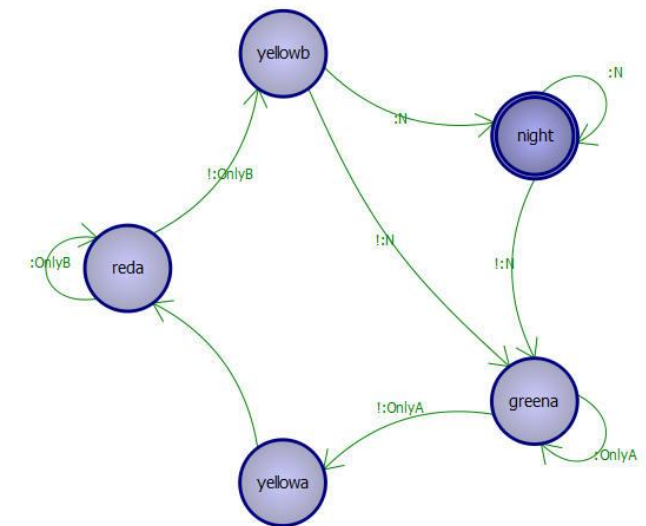
ARCHITECTURE schematic OF progr_timer_top IS
-- Components

    COMPONENT fourteenmux4 IS
        port(
            sel      : in STD_LOGIC_VECTOR(1 downto 0);
            ch0, ch1, ch2, ch3 : in STD_LOGIC_VECTOR(13 downto 0);
            y        : out STD_LOGIC_VECTOR(13 downto 0)
        );
    END COMPONENT;

    COMPONENT down_counter IS
        Port (
            CLK      : IN    STD_LOGIC;
            CD       : IN    STD_LOGIC;
            LD       : IN    STD_LOGIC;
            CE       : IN    STD_LOGIC;
            Din      : IN    STD_LOGIC_VECTOR(13 DOWNTO 0);
            Q[0:9]   : OUT   STD_LOGIC_VECTOR(13 DOWNTO 0);
            T[0:9]   : OUT   STD_LOGIC_VECTOR(13 DOWNTO 0);
        );
    END COMPONENT;

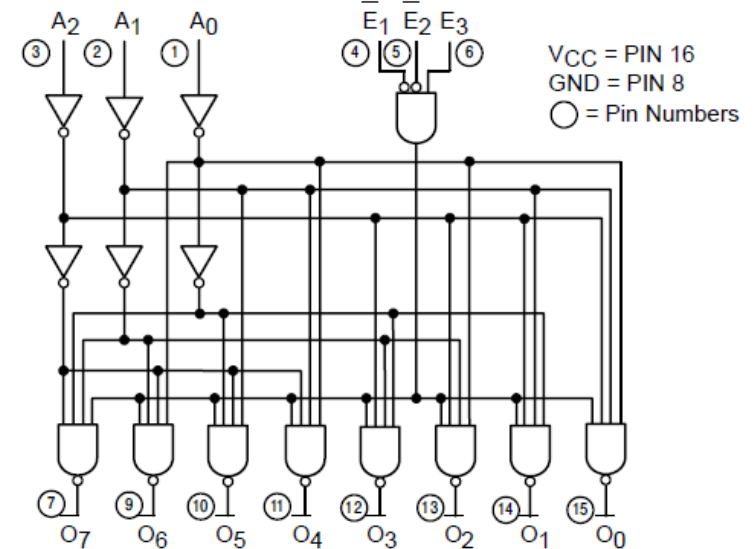
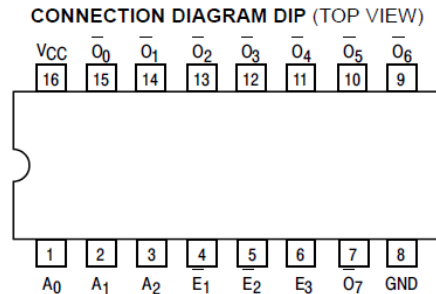
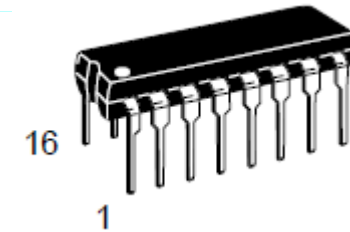
```

- traffic_fsm.vhd VHD File
- traffic_controller_top_3.vhd VHD File
- timer_fsm.vhd VHD File
- TFF_FSM.vhd VHD File
- progr_timer_top.vhd VHD File
- freq_divider_top.vhd VHD File
- freq_div_125875.vhd VHD File
- freq_div_50.vhd VHD File
- freq_div_2.vhd VHD File
- fourteenmux4.vhd VHD File
- dualmux2.vhd VHD File
- down_counter.vhd VHD File



Per exemple: descodificador de 3 a 8

SN74LS138



```

library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

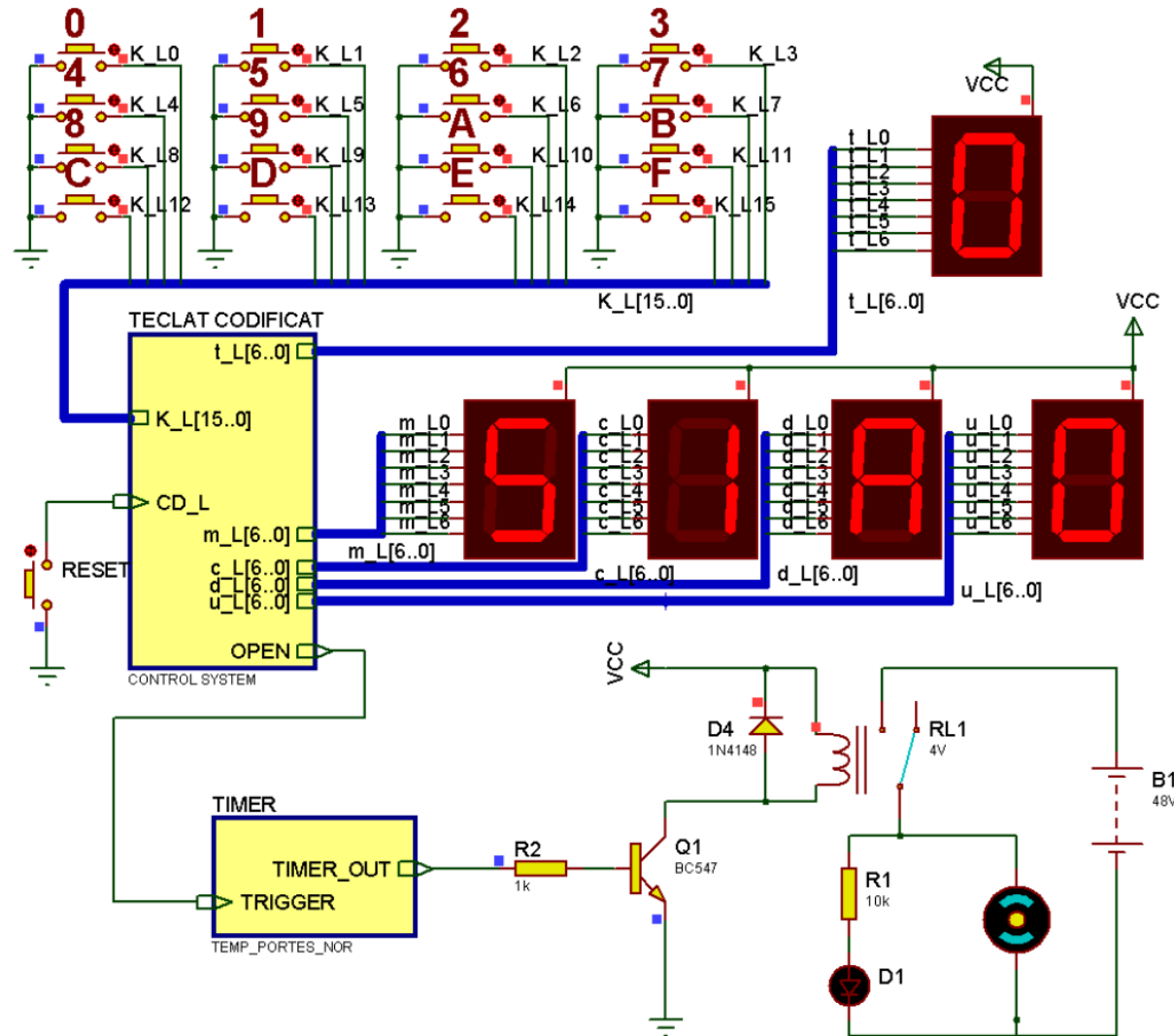
entity texas74LS138 is
    port(
        a,b,c: in std_logic;
        G1, G2A, G2B : in std_logic;
        y: out std_logic_vector(7 downto 0)
    );
end texas74LS138;

architecture decoder of texas74LS138 is

    signal sel : std_logic_vector(2 downto 0);
    signal ytemp : std_logic_vector(7 downto 0);
begin
    sel <= a&b&c;
    with sel select
        ytemp <= "01111111"    when "000",
        "10111111"    when "001",
        "11011111"    when "010",
        "11101111"    when "011",
        "11110111"    when "100",
        "11111011"    when "101",
        "11111101"    when "110",
        "11111110"    when "111",
        "11111111"    when others;

    y <= ytemp when ((G1 and (not G2A) and (not G2B)) = '1') else "11111111";
end decoder;
    
```


Amb aquestes eines el procés de disseny i fabricació s'escurça, s'estalvien costos i es guanya fiabilitat

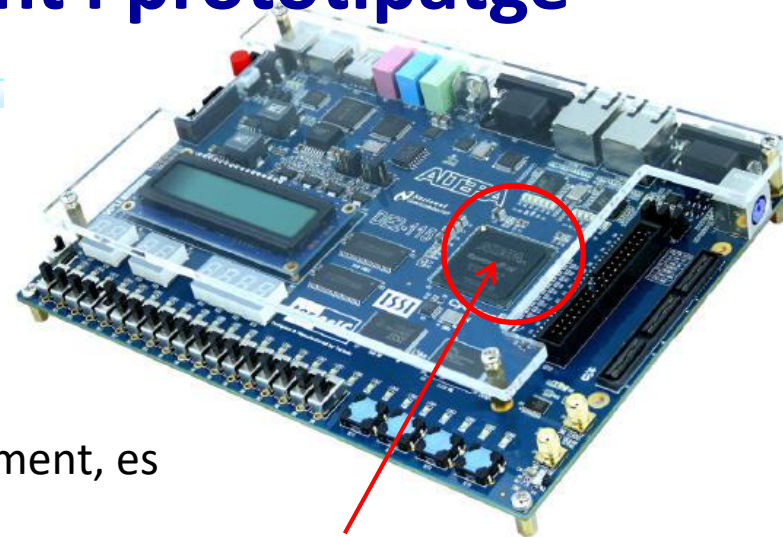


Els circuits es dissenyen i se simulen en ordinadors.

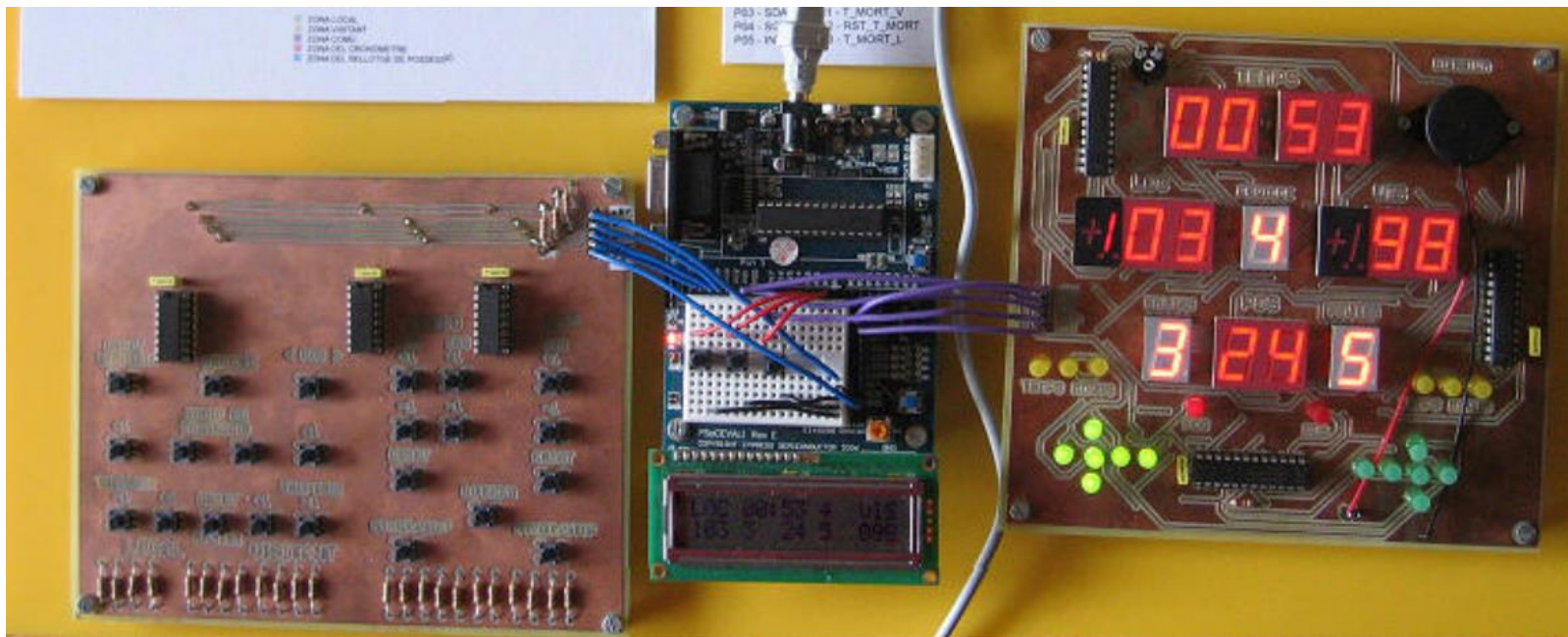
No es fabrica fins que es depuren tots els errors

Targetes d'entrenament per microprocessadors i altres xips programables (FPGA)

Per escoles, universitats i centres de recerca i desenvolupament, es facilita l'adopció de la tecnologia

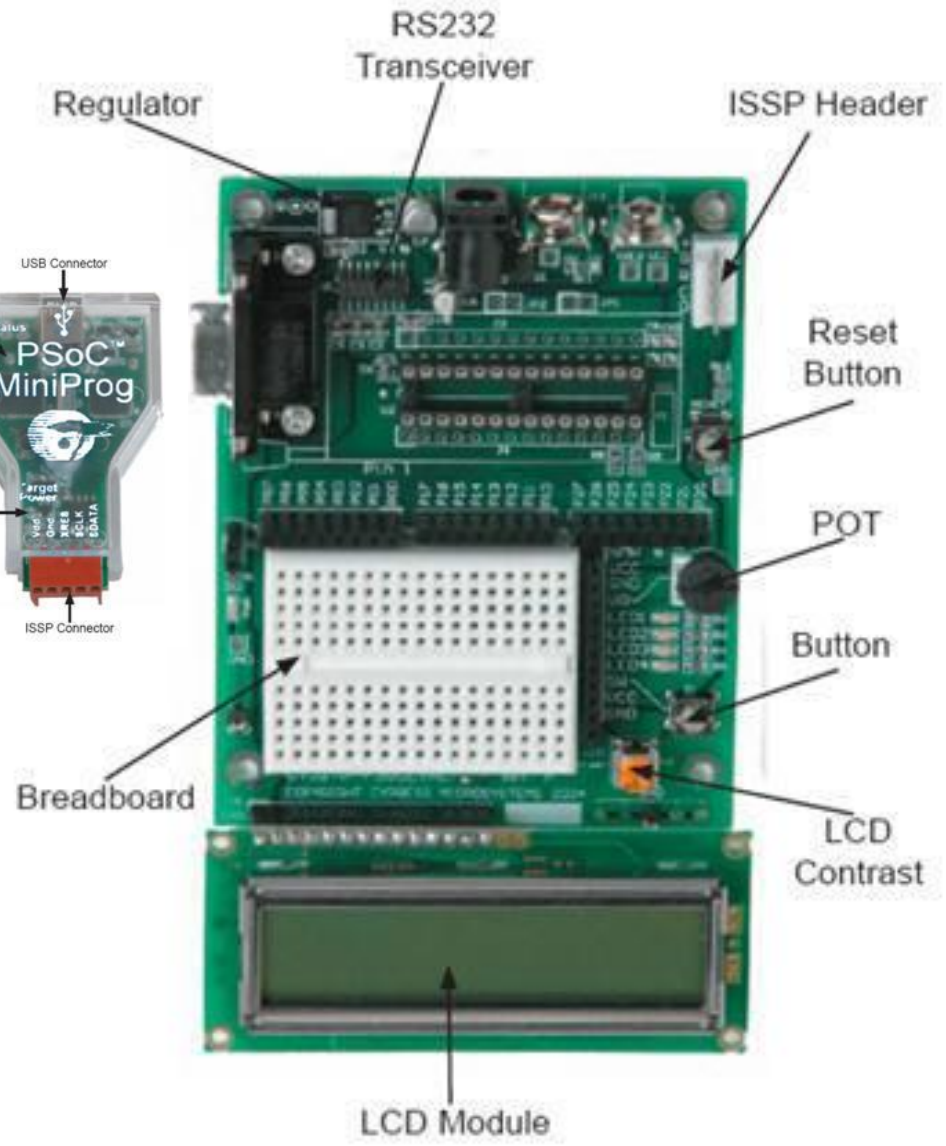
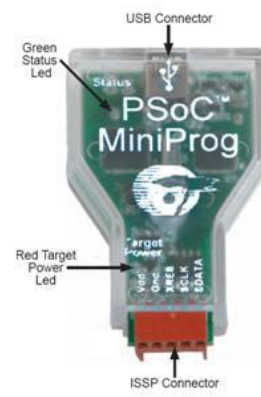


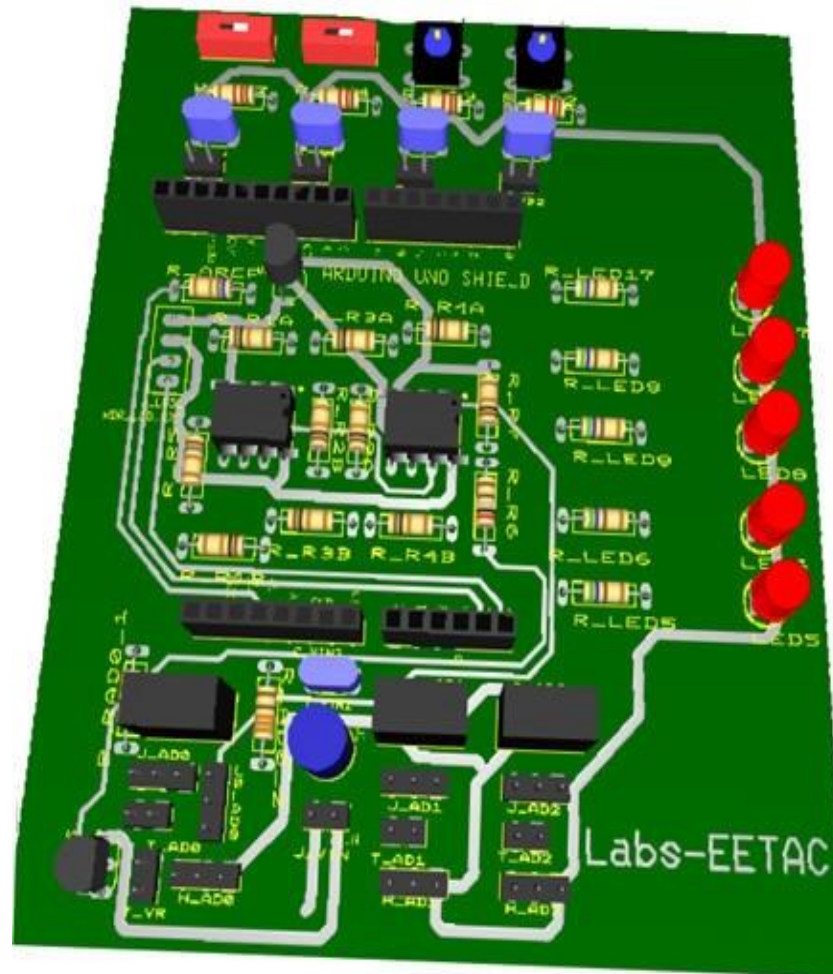
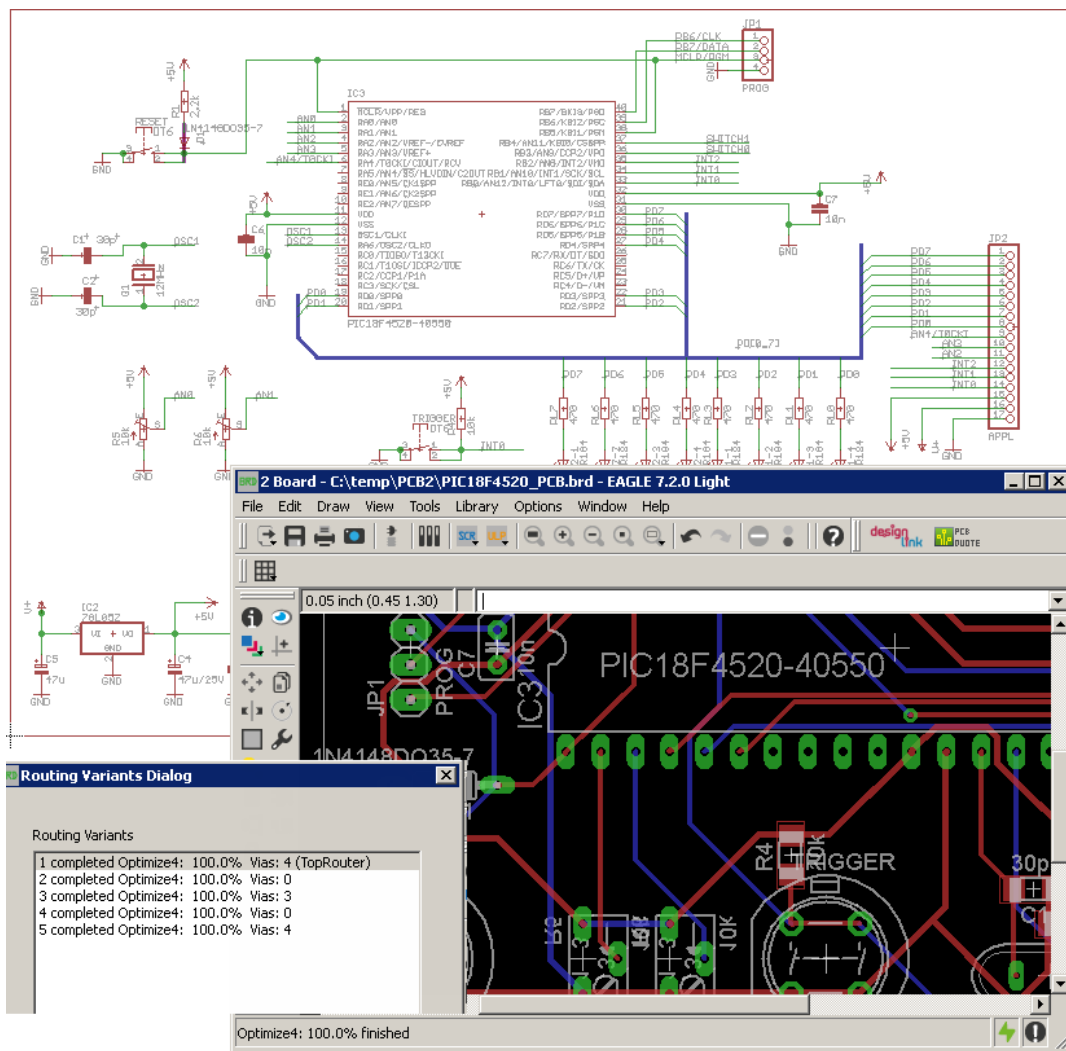
Altera Cyclone II EP2C35F672C6



Prototipatge i mesures al laboratori

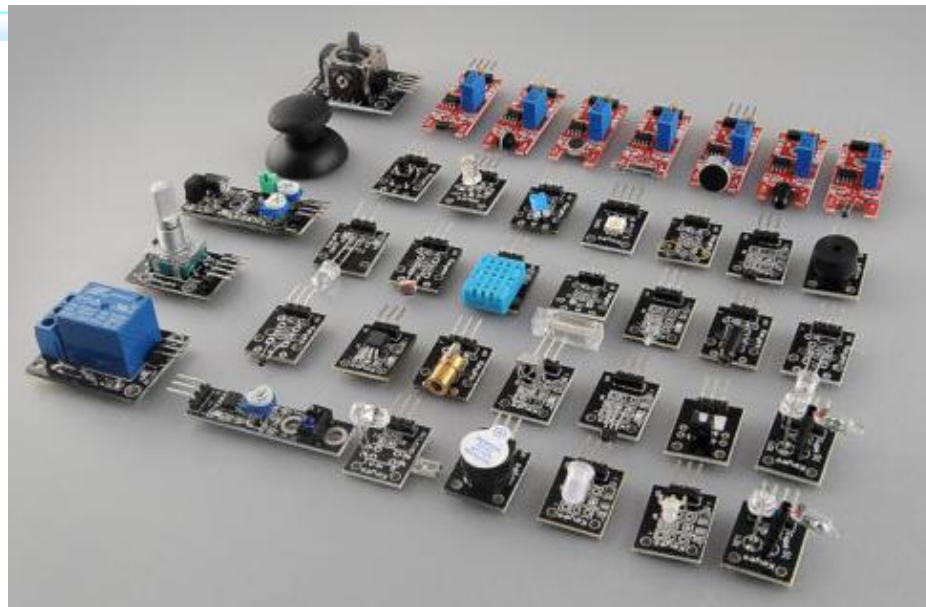
Targetes d'entrenament





Amb les eines de disseny actual la fabricació i el prototipatge de circuit impresos queda a l'abans de tothom. Hi ha programari lliure.

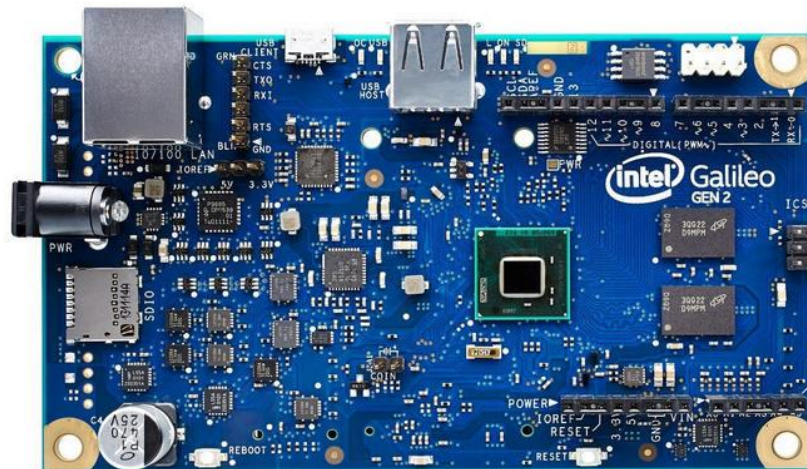
Arduino



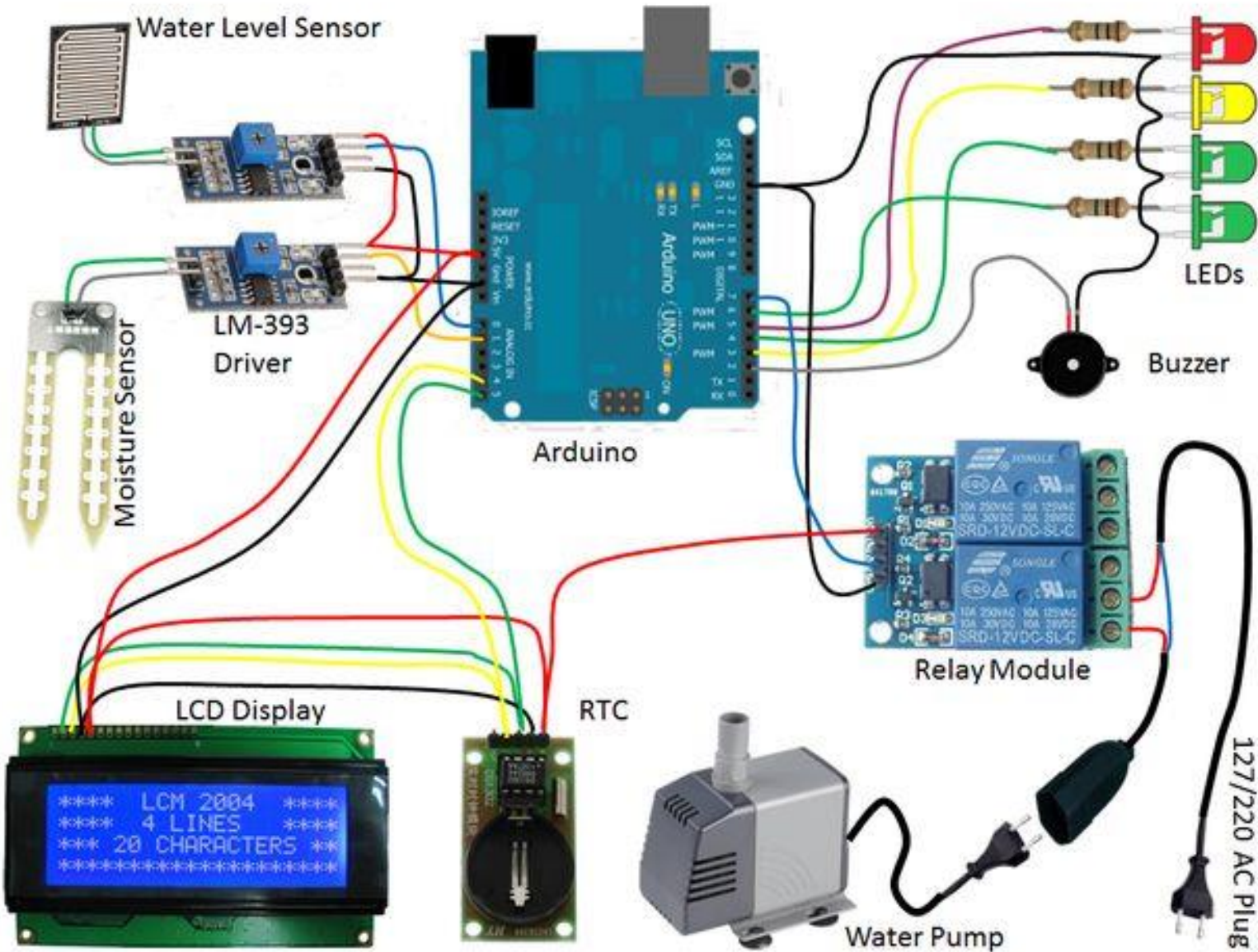
Raspberry Pi



Mòduls de sensors/actuadors



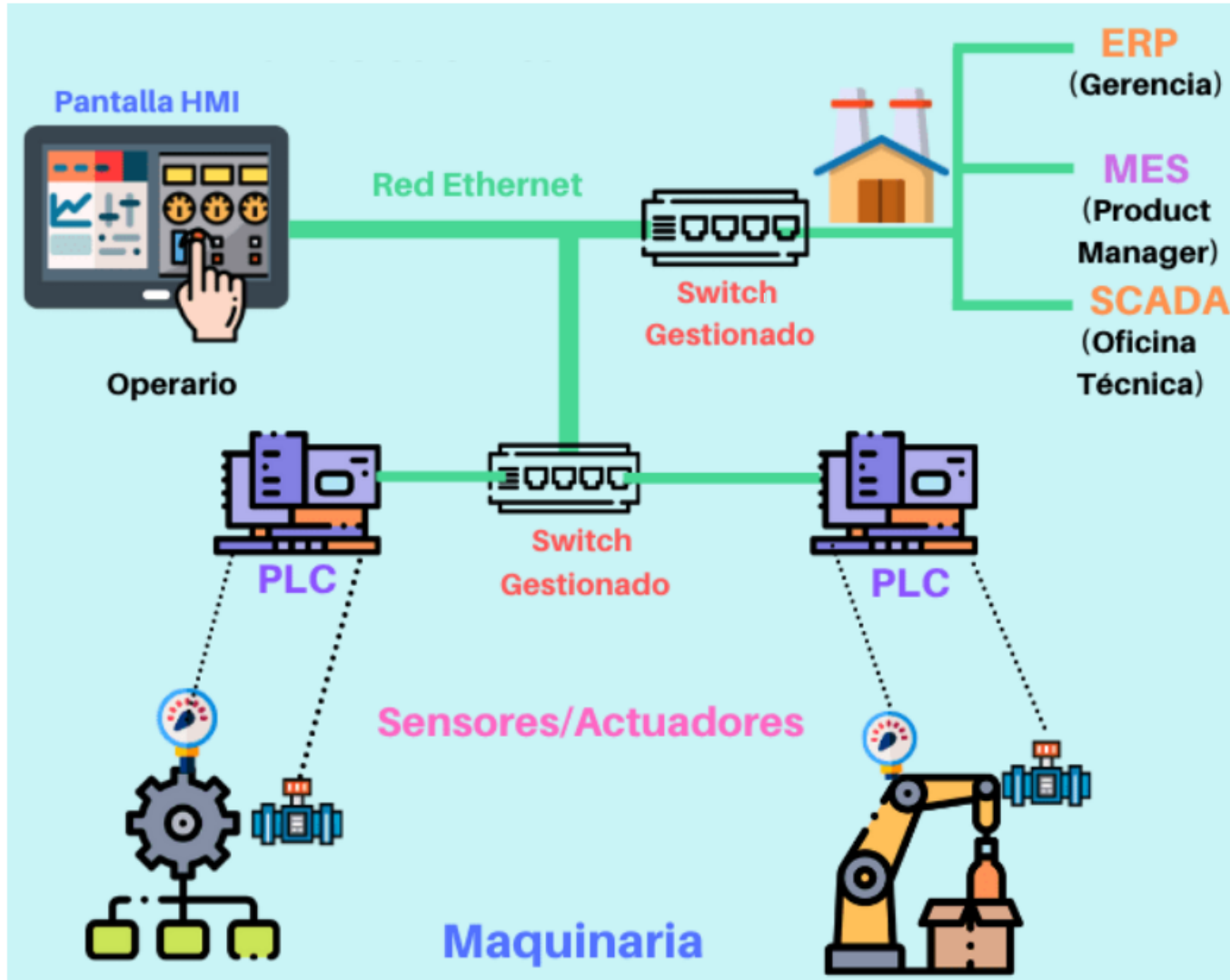
Exemple: sistema de reg automàtic



L'altre gran revolució (~1995): **Internet** i xarxes d'ordinadors per a tothom

- PC's, tauletes, portàtils i telèfons mòbils
- Infraestructura: encaminador (*router*) i commutadors (*switch*)
- Xarxes sense fils (WiFi)
- Servidor de webs i serveis d'internet
- Emmagatzemament massiu, les nostres dades al núvol
- Els programes al núvol en lloc del nostre PC

Sistemes de fabricació automàtica



L' automatització industrial que ha afectat
 tots els dominis de l'enginyeria



Cada vegada menys operaris, més robots i control centralitzat de tot el procés de fabricació

Instrumentació: a piles, versàtil, robusta, per al gran públic

AM-4822

DIGITAL ANEMOMETER



- 4 digits LCD display
- Low friction ball-bearing and carefully balanced vane results in accurate velocity measurement
- 4 display mode: m/s, km/h, ft/min, knots
- Built-in temperature °C / °F measurement
- Data hold for easy reading
- Ideal for use in checking air conditioning & heating systems, measuring air velocity, wind speed, temperature, etc.

Technical specifications

Air velocity: 0.4~30.0 m/s, $\pm 2\%+1d$

1.4~108.0 km/h, $\pm 2\%+3d$

80~5910 ft/min, $\pm 2\%+2d$

0.8~58.3 knots, $\pm 2\%+2d$

Resolution: 0.1m/s, km/h, knots or 1 ft/min

Temp.: 0~60°C, $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,

32~140°F, $\pm 0.9^{\circ}\text{F}$

Resolution: 0.1°C/0.1°F

Battery: 1.5Vx4, AA size

Dimensions: 69X150X32mm

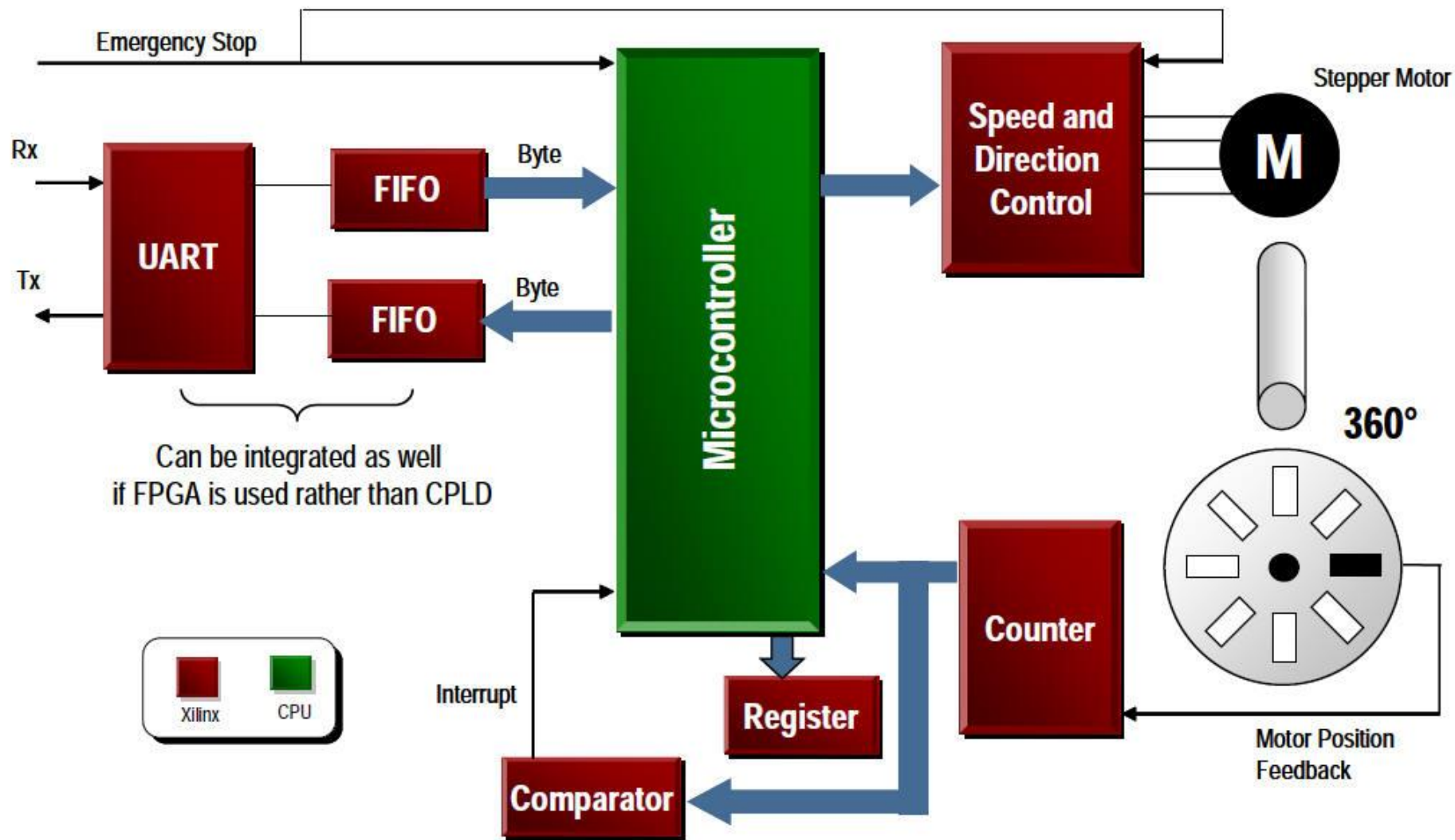


Data logger de temperatura i humitat



Monitorització del voltatge de bateries

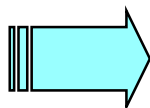
Electrònica de potència: cap al 90% d'eficiència energètica



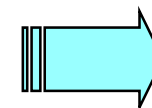
Automoció: ordinadors amb rodes



Energia

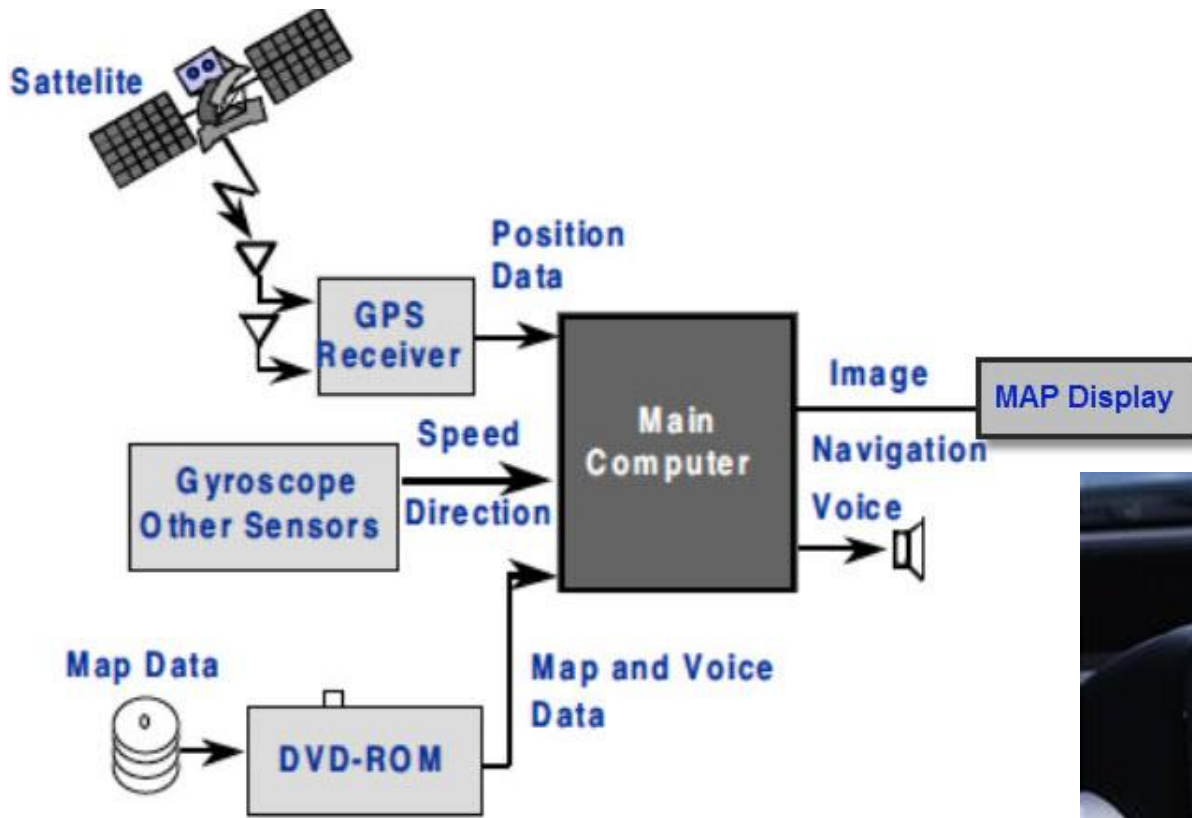


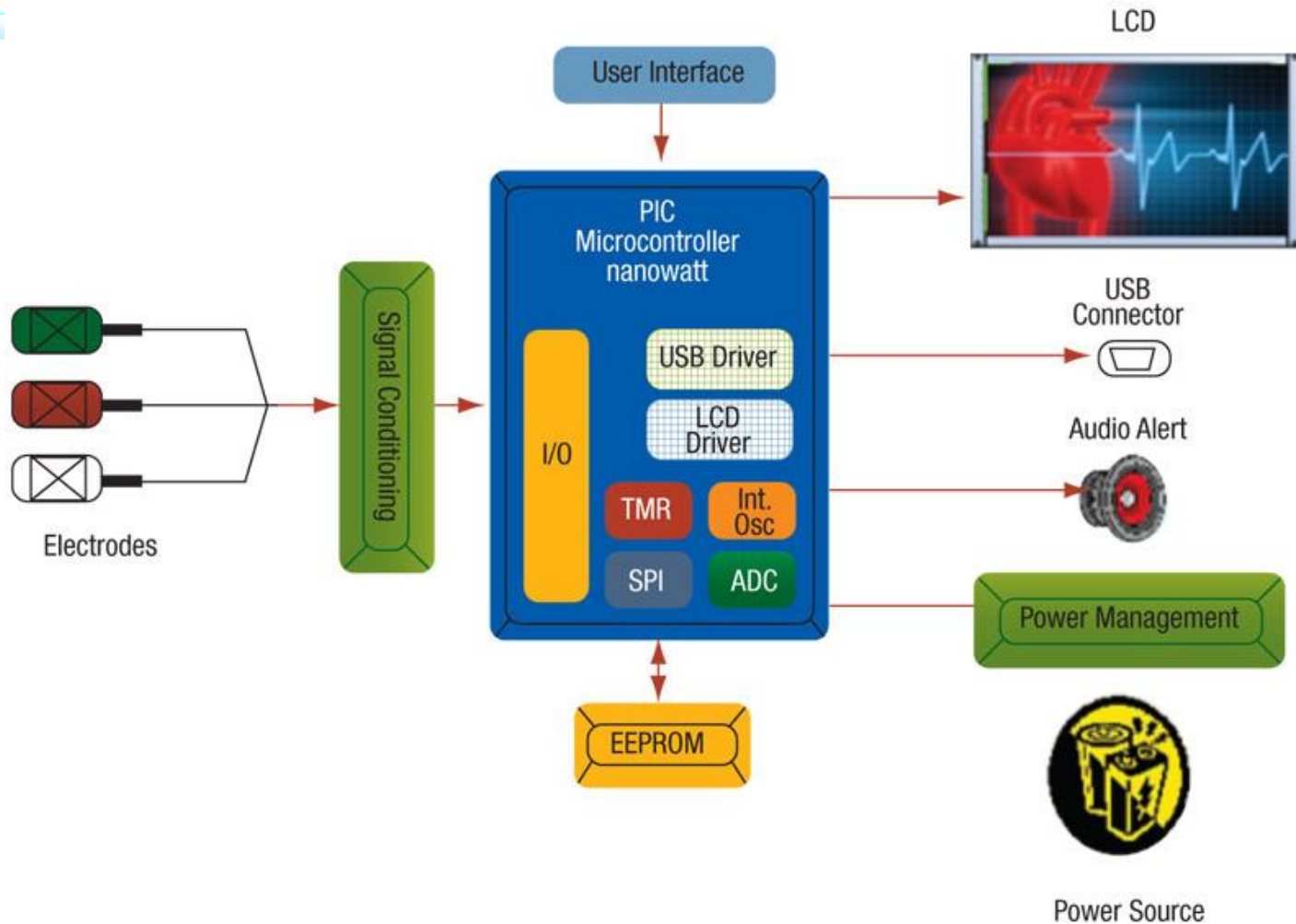
De la xarxa elèctrica → al cotxe
del cotxe → a la casa i a la xarxa



**Treball +
pèrdues**







Els dispositius electrònics estan duent a terme una revolució en els sistemes de salut



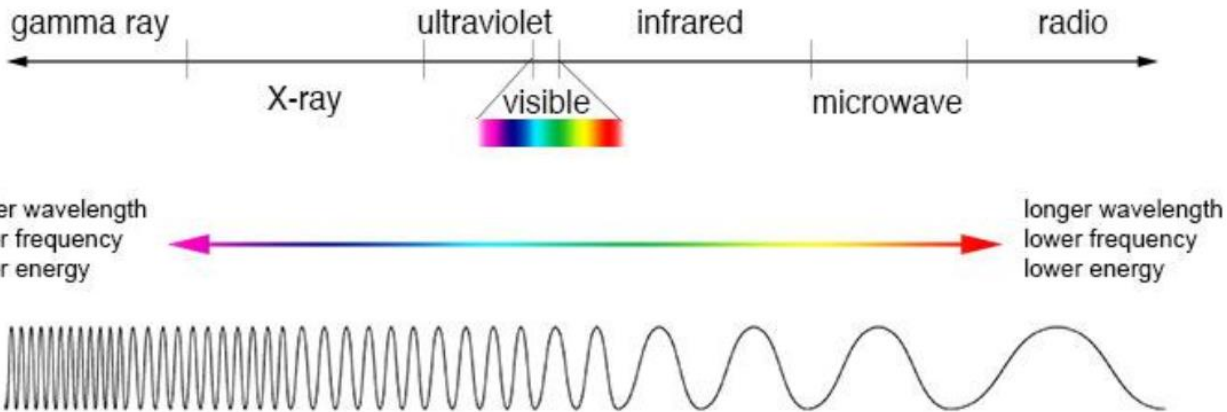
Sistema electrònic d'alerta



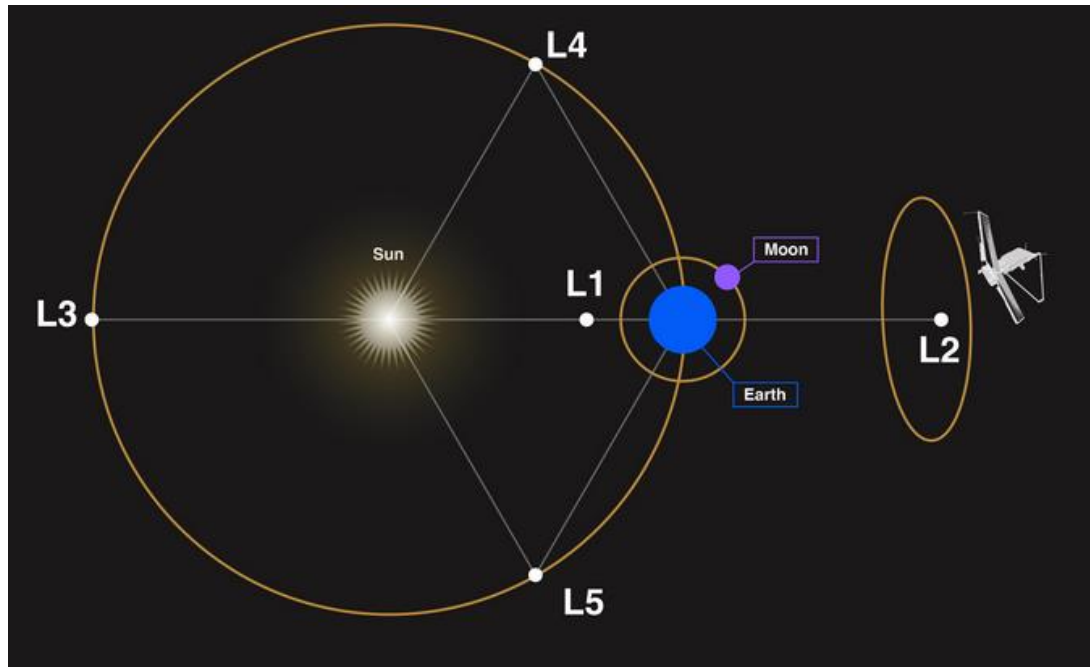
Radiologia



Monitorització remota de pacients



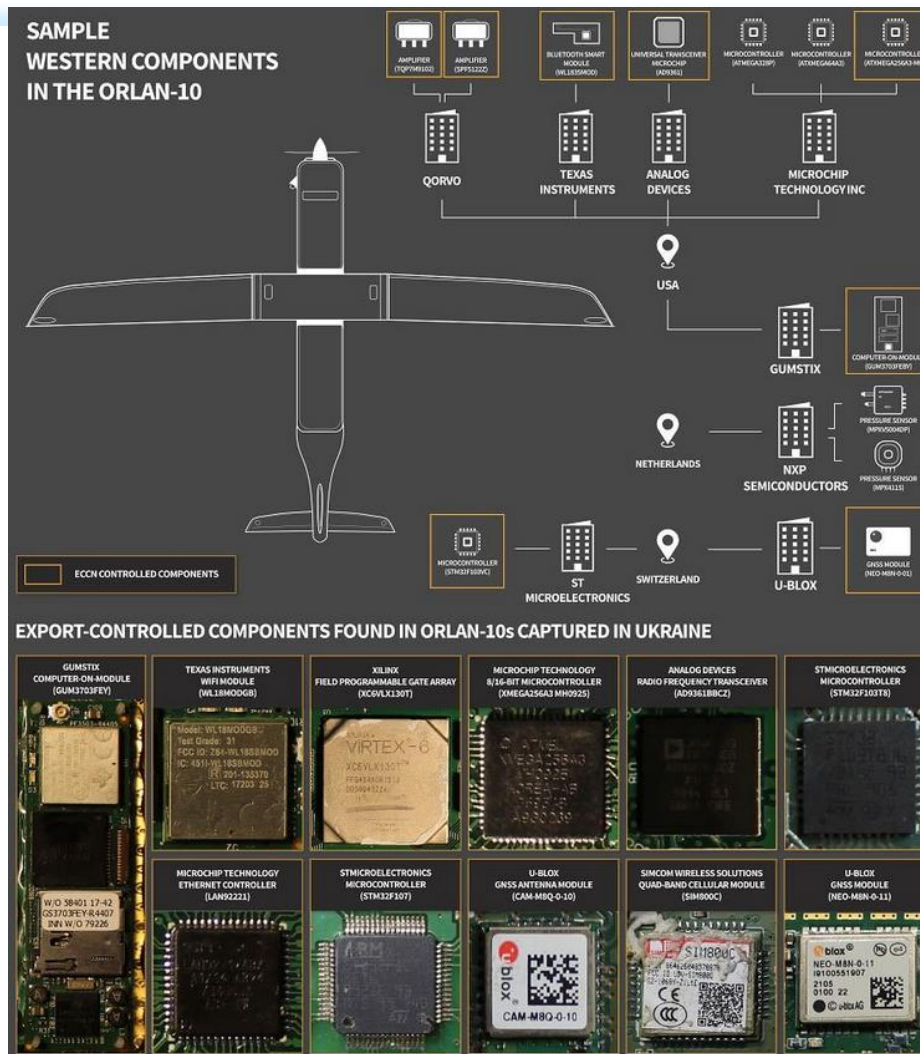
El JWST es troba orbitant el Sol a 1.5 milions de km de la Terra al punt L2 Lagrangià. Els seus sensors són a la banda d'infrarojos



<https://jwst-docs.stsci.edu/jwst-observatory-characteristics/jwst-orbit>

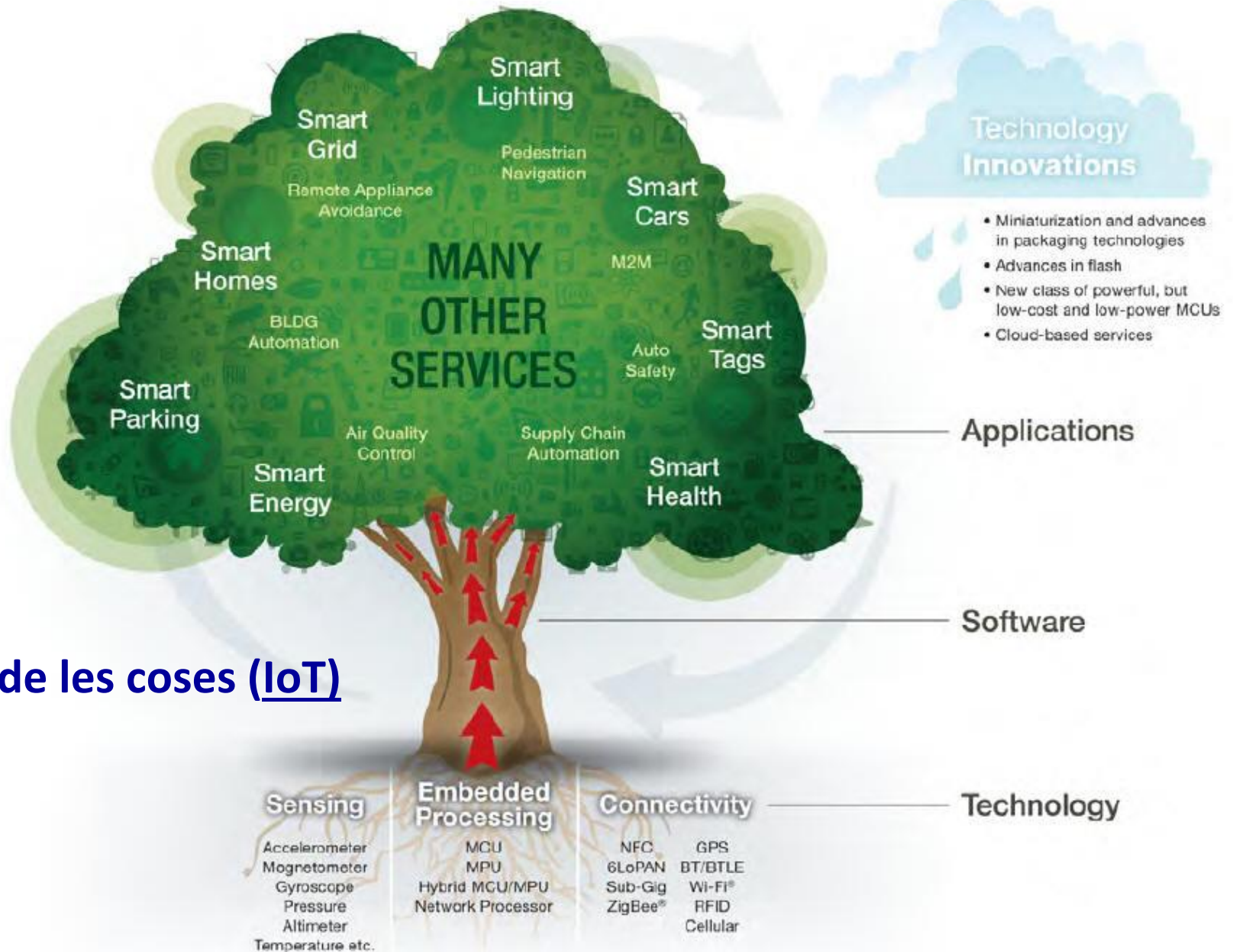


Telescopi James Webb (JWST), el més car i el més avançat mai construït: l'enginy perfecte !



- Com Rússia aconsegueix esquivar les sancions per aconseguir microxips per al míssils I drons
- I la carrera a tots els nivells amb la Xina per fabricar les xips més ràpids i potents

Ciutats intel·ligents, *smart cities*



La internet de les coses (IoT)

I encara més i més aplicacions

- Home Appliances: Washing machines, microwave appliances, security systems, dishwashers, DVD, HV and AC systems, etc.
- Automobile: Airbag systems, GPS, anti-locking brake system, fuel injection controller devices, etc.
- Office Automation: Copy Machine, Fax, modem, smart phone system, printer, and scanners.
- Entertainment: Video games, mp3, mind storm, smart toy, etc.
- Security: Building security system, face recognition, airport security system, eye recognition system, alarm system, finger recognition systems, etc.
- Industrial Automation: Voltage, temperature, current, and hazard detecting systems, data collection systems, assembly line, monitoring systems on pressure.
- Aerospace: Flight attitude controllers, space robotics, automatic landing systems, navigational systems, space explorer, etc.
- Medical: Medical diagnostic devices: ECG, EMG, MRI, EEG, CT scanner, BP Monitor, Glucose monitor.
- Banking and Finance: Share market, cash register, smart vendor machine, ATM
- Telecommunication: Cellular phone, web camera, hub, router, IP Phone
- Personal: Data organizer, iPhone, PDA, palmtop.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

La UPC i...

els semiconductors

European Chips Act



The European Chips Act will bolster Europe's competitiveness and resilience in semiconductor technologies and applications, and help achieve both the digital and green transition. It will do this by strengthening Europe's technological leadership in the field. Following the approval by the Parliament and the Council, the regulation entered into force on 21 September 2023.

PAGE CONTENTS

[The need for EU action](#)

[Strengthening Europe's technological leadership](#)

[Investments to support the Chips Act](#)

[Short video introducing the European Chips Act](#)

The need for EU action

Chips are strategic assets for key industrial value chains. With the digital transformation, new markets for the chip industry are emerging such as highly automated cars, cloud, Internet of Things, connectivity, space, defence and supercomputers.

1 trillion

microchips were
manufactured around the
world in 2020

10%

EU's share of the global
microchips market

- Intel·ligència artificial
- Computació quàntica, etc.

**I COM CONTINUARÀ AFECTANT LA TECNOLOGIA
ELECTRÒNICA A LA HUMANITAT I AL PLANETA?**

**Quina és la petjada del carboni d'aquesta
indústria? I la petjada hídrica?**