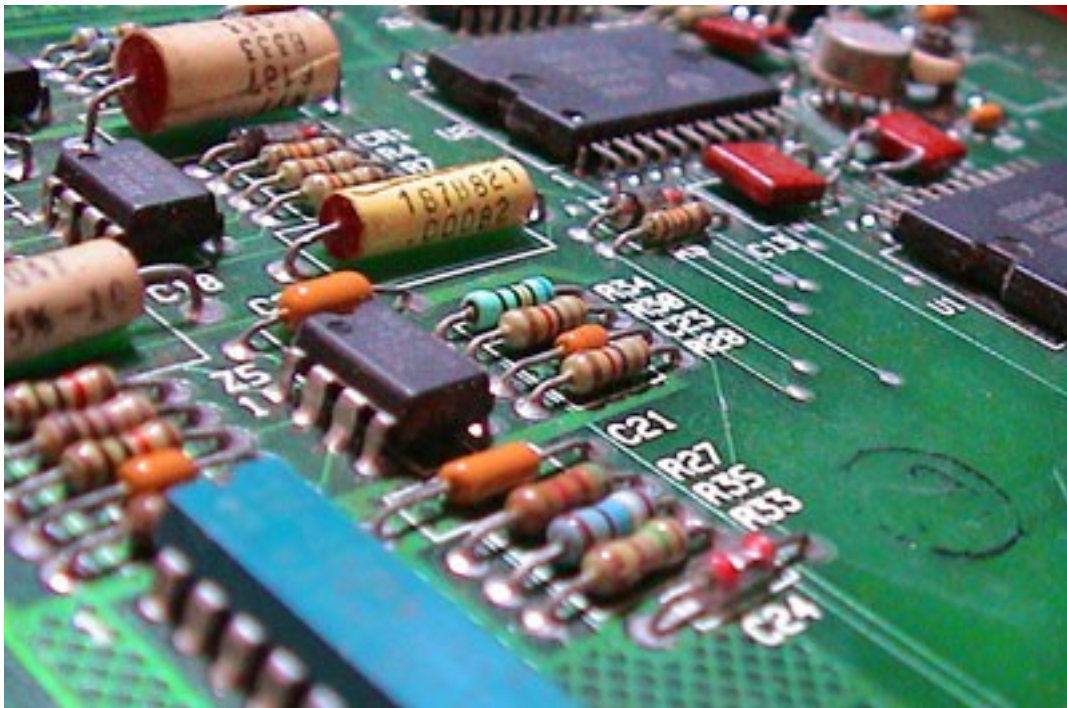


M09 ELECTRÒNICA

1' CFGS EMC



UF02 ELECTRÒNICA DIGITAL

Introducció a l'electrònica digital



NF01 QUÈ ÉS L'ELECTRÒNICA DIGITAL?

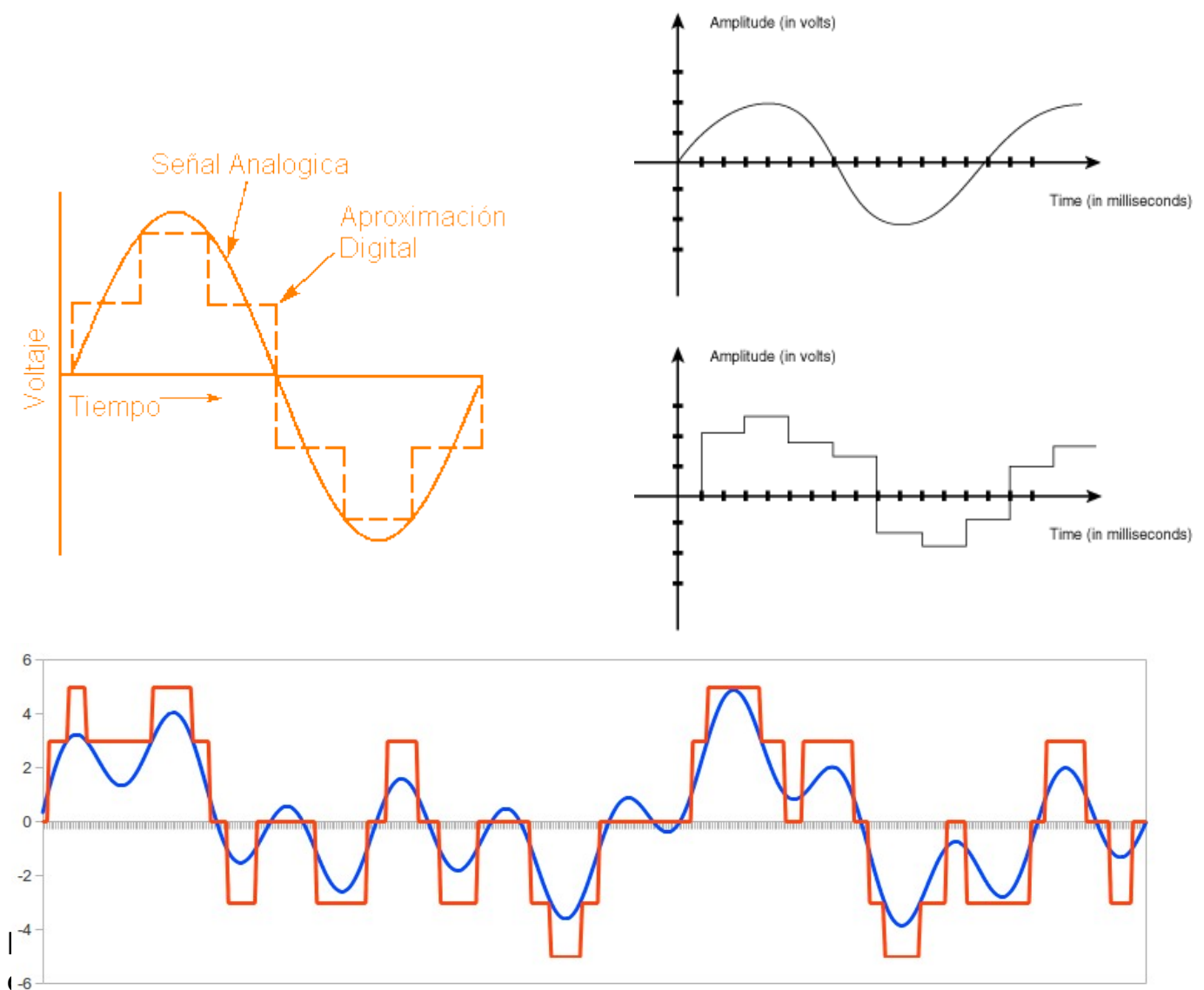
2h

Primer que tot caldria entendre la diferència entre electrotècnia i electrònica:

- ELECTROTÈCNIA O ELECTRICITAT: Treballa amb **CONDUCTORS** i manipula voltatges i corrents grans
- ELECTRÒNICA: Treballa amb **SEMICONDUCTORS** i manipula voltatges i corrents petits

L'electrònica es pot dividir alhora en ELECTRÒNICA **DIGITAL** i ELECTRÒNICA **ANALÒGICA**.

La primera manipula magnituds digitals i la segona magnituds analògiques.



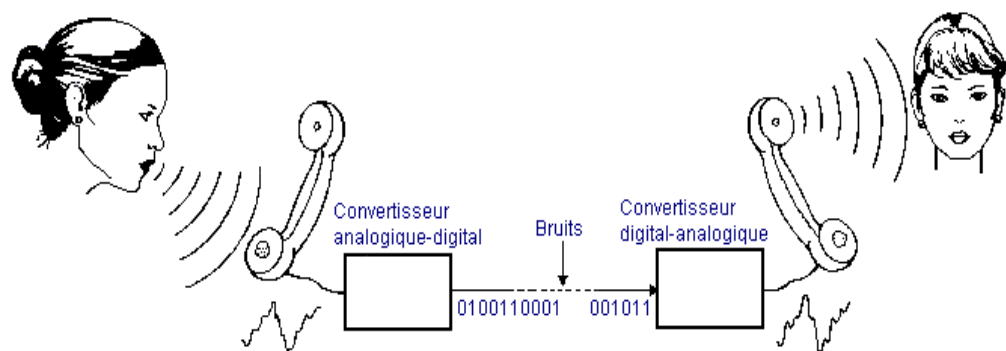
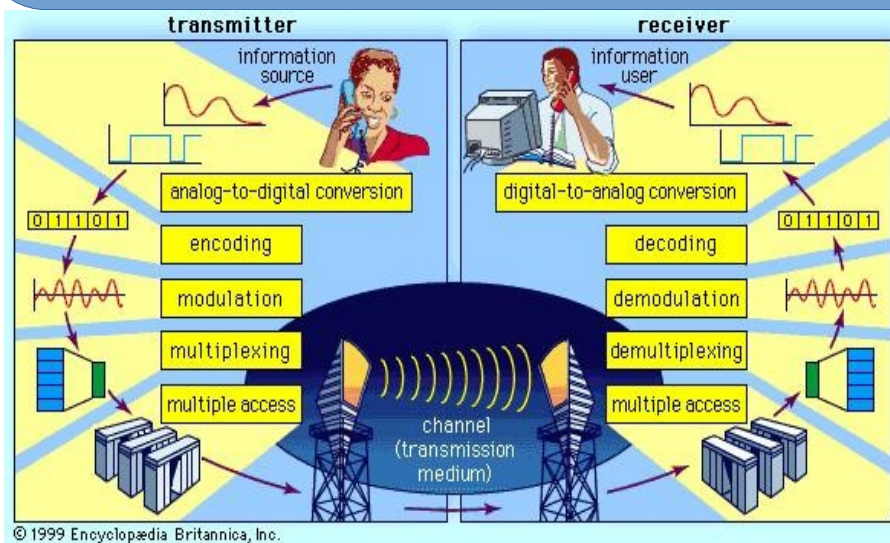
etc. **SENYAL CONTÍNUA**.

Les magnituds digitals representen variacions a intervals, de forma brusca. De fet reproduïx el fenomen d'una forma menys precisa. Per evitar que això

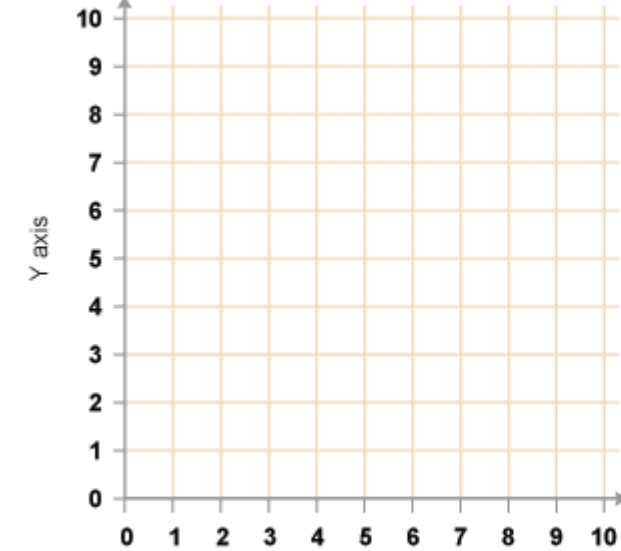
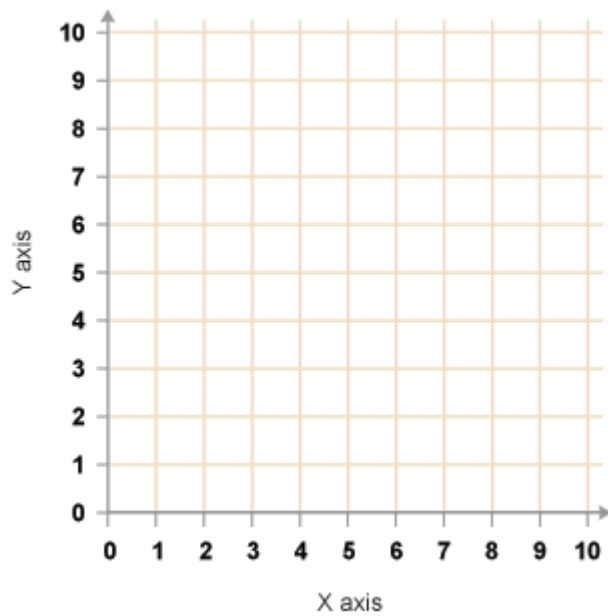
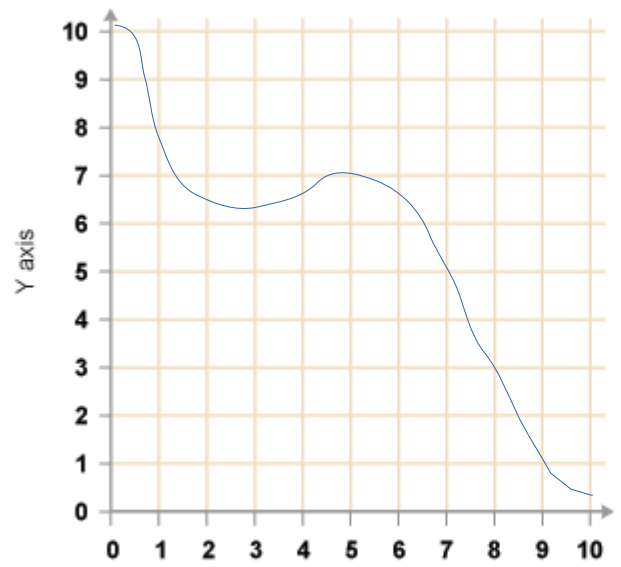
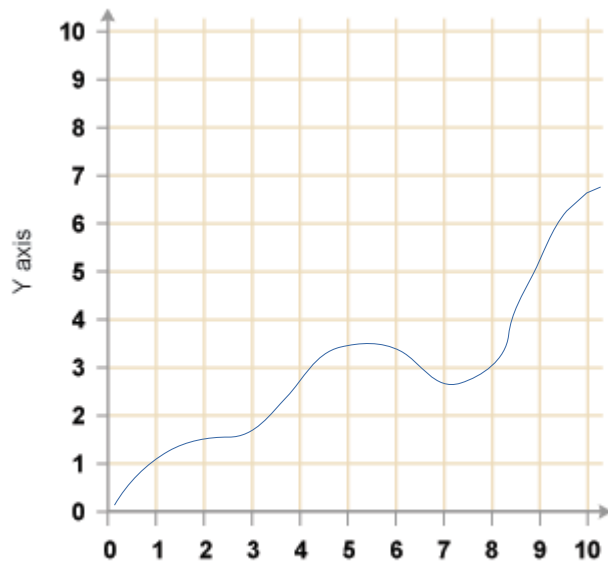
sigui greu cal fer els intervals més petits augmentant el que anomenem la freqüència de mostreig. **SENYAL DISCRETA.**

L'ELECTRÒNICA DIGITAL ÉS LA QUE S'OCUPA DE MANIPULAR AQUEST TIPUS DE MAGNITUDS, ES A DIR, MESURAR-LES, PROCESSAR-LES I TRANSMETRE-LES.

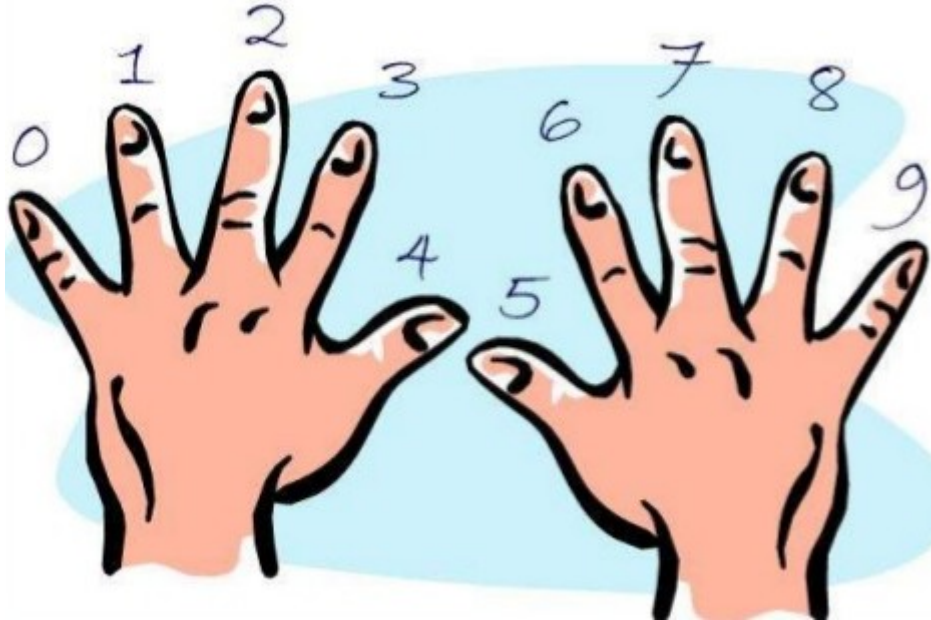
L'ELECTRÒNICA DIGITAL TAMBÉ ES MOLT ÚTIL PER MANIPULAR SISTEMES QUE ANOMENEM BINARIS, QUE SON AQUELLS EN ELS QUE TENIM ELEMENTS QUE ADOPTEN DOS ESTATS POSSIBLES COM ON-OFF, ENCÈS-APAGAT, 0-1.



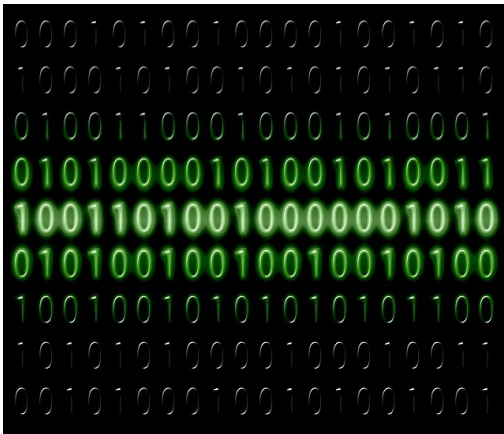
EXERCICI: Digitalitza aquests senyals analògics.



Des de petits estem acostumats a numerar el món amb l'anomenat **SISTEMA DECIMAL** i l'entenem de forma molt intuïtiva.



Els circuits digitals utilitzen el SISTEMA BINARI de numeració. Per tant és l'hora d'aprendre a comptar en binari.



Començarem amb una taula en la qual podem veure l'equivalència entre els dos sistemes.

Decimal	Binari
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001

El primer que veiem és que el Sistema Binari utilitza tan sols dos nombres (0 i 1) per representar una quantitat. El Decimal en fa servir del 0 al 9.

L'altra cosa interessant és que per representar per exemple el número 9, en decimal necessitem 1 sol dígit i en binari 4, tot i representar el mateix.

En el món de l'electrònica digital diem que per representar el número 9 necessitem 4 BITS.

Però què és un bit? UN BIT ÉS LA UNITAT BÀSICA D'INFORMACIÓ. Sí-No, On-Off, Funciona-No Funciona.



En aquestes taules podem veure la història de les videoconsoles des del punt de vista dels bits.

Ara veurem com **convertir un número decimal a binari.**

8

Información TOMÁS MOSQUEIRA | Infografía JUAN PABLO BRAVO | EL MERCURIO

2012

Wii U

Sega anunció el control del Wii U Game Pad, similar a una tablet, con una pantalla táctil en su centro y botones. La gracia de este accesorio es que reconoce movimientos y se puede utilizar como un videojuego. En el caso de que la televisión esté apagada.

2013

Playstation 4

Aunados el 20 de febrero y con fecha de

Entiendo
una suerte en el
os de cartas en
la producción
na de modelos.

**7ª generación
2005-2011**

2006
Playstation 3

Este "super computador" tiene siete procesadores que permiten trabajar a altas velocidades fue la primera consola en soportar discos Blu-ray, que amenazan más datos.

2006
Wii

mercado con esta oferta de bajo costo, gráficos simples y una jugabilidad que incluya el movimiento de los jugadores. Ha vendido casi 100 millones de unidades y un estudio demostró que hay más Wii en los hogares que gatos como mascotas en los Estados Unidos.

as

sses 200, Magna
navox Odyssey 3

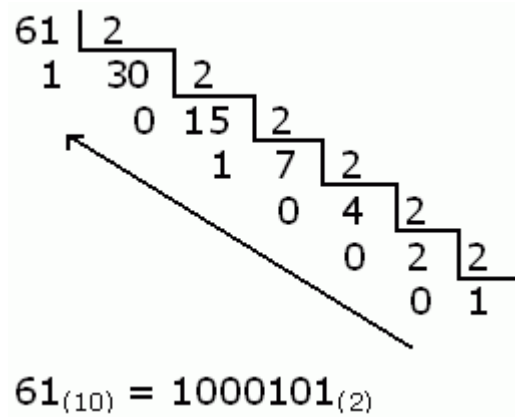
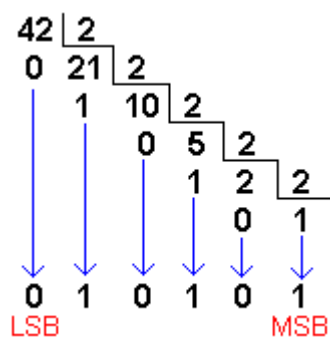
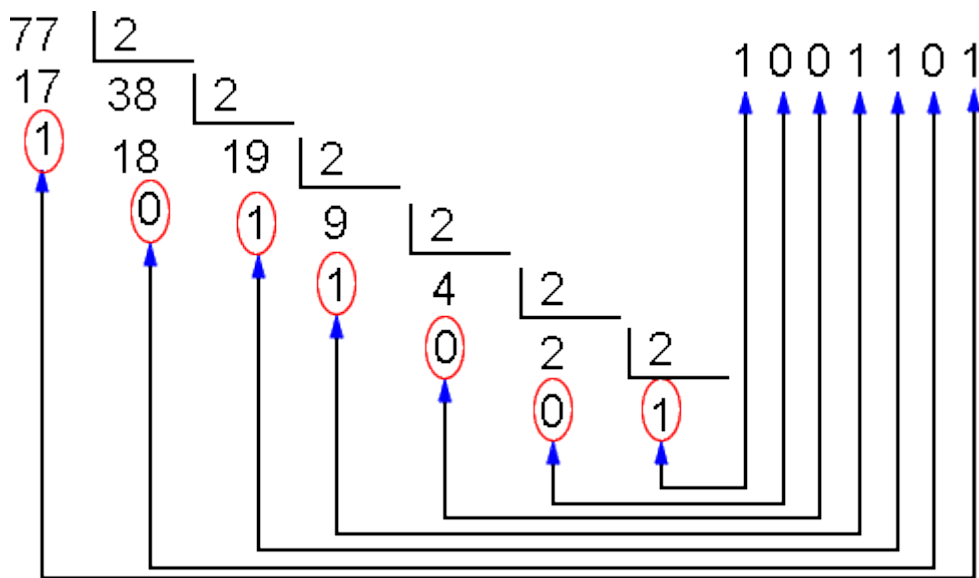
ision, Atari 5200,

stem, PV-1000, E

System, TurboGra

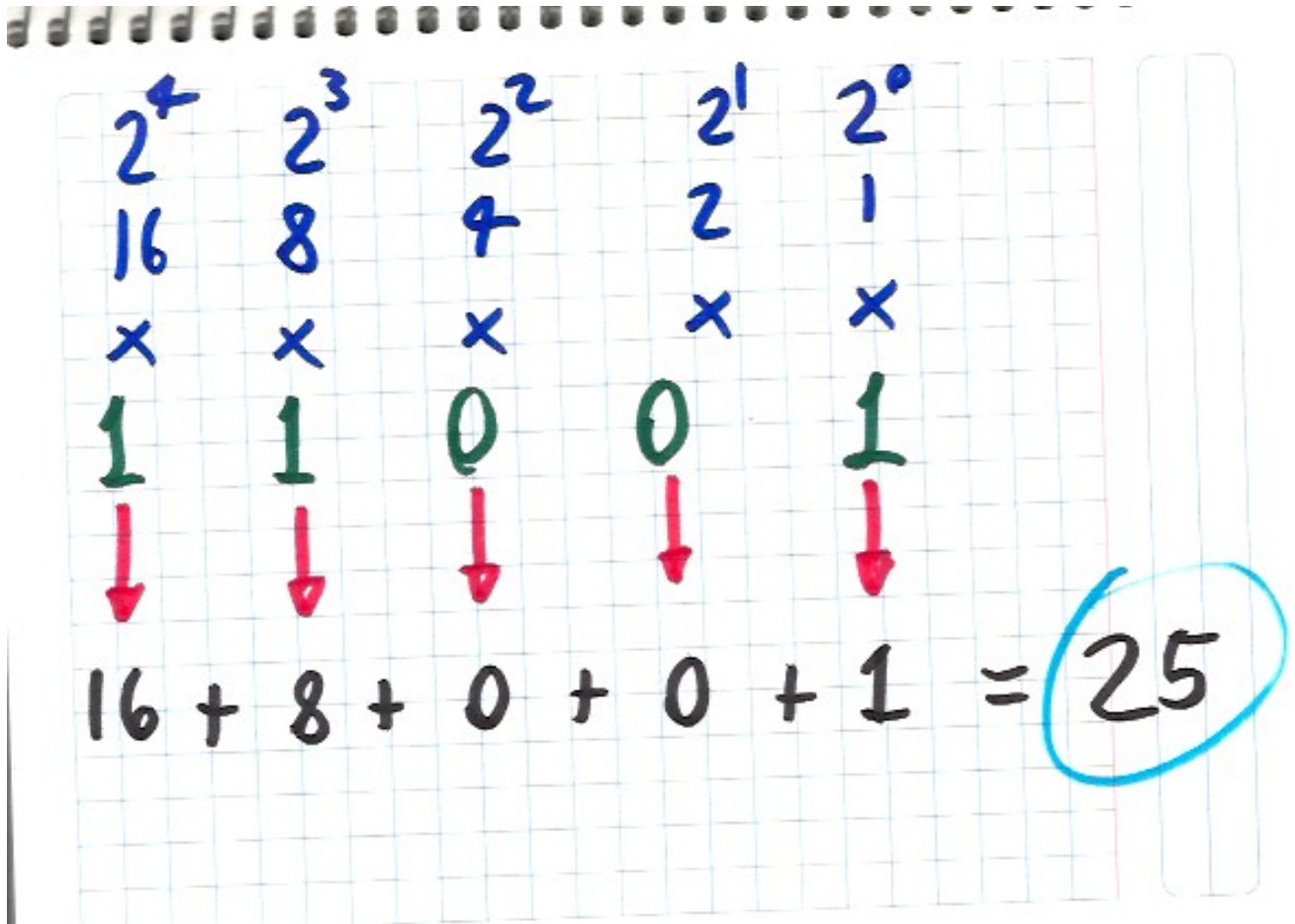
PlayStation, Nintendo

Primera generación	(1972-1977)	2 bits	Magnavox Odyssey, Magnavox Odyssey 100, Magnavox Odyssey 200, Magnavox Odyssey 300, Magnavox Odyssey 400, Magnavox Odyssey 500, Magnavox Odyssey 2000, Magnavox Odyssey 3000, Magnavox Odyssey 4000, Atari Pong, Coleco Telstar
Segunda generación	(1978-1984)	4 bits	Fairchild Channel F, Atari 2600, Magnavox Odyssey ² , Intellivision, Atari 5200, Vectrex, Arcadia 2001, ColecoVision, TV-Game 6, Sega SG-1000
Tercera generación	(1985-1992)	8 bits	Atari 7800, Nintendo Entertainment System, Sega Master System, PV-1000, Epoch Cassette Vision, Supergame VG 3000
Cuarta generación	(1993-1998)	16 bits	Sega Mega Drive, Neo-Geo, Super Nintendo Entertainment System, TurboGrafx-16/PC Engine, CD-TV, CD-i
Quinta generación	(1995-2000) ⁴	32 bits y 64 bits	3DO, AmigaCD32, Atari Jaguar, Sega Saturn, Virtual Boy, PlayStation, Nintendo 64, Apple Pippin, Casio Loopy, Neo Geo CD, PC-FX, Playdia, FM Towns Marty
Sexta generación	(2000-2005)	128 bits	Sega Dreamcast, PlayStation 2, Xbox y Nintendo GameCube
Séptima generación	(2005-actualidad)	256 bits	Xbox 360, PlayStation 3, Wii, Zeebo, RetroN 3
Octava generación	(2012-actualidad) ⁵	512 bits	Wii U, Ouya, PlayStation 4, Xbox One, RetroN 5



MSB: Most Significant Bit LSB: Least Significant Bit

Ara a l'inrevés **convertim de binari a decimal.**



110101_2
 $1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
 $32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 53$
 $110101_2 = 53_{10}$

EXERCICI: Converteix a binari els següents números decimals,

a)15 b)23 c)127 d)128 e)255 f)256

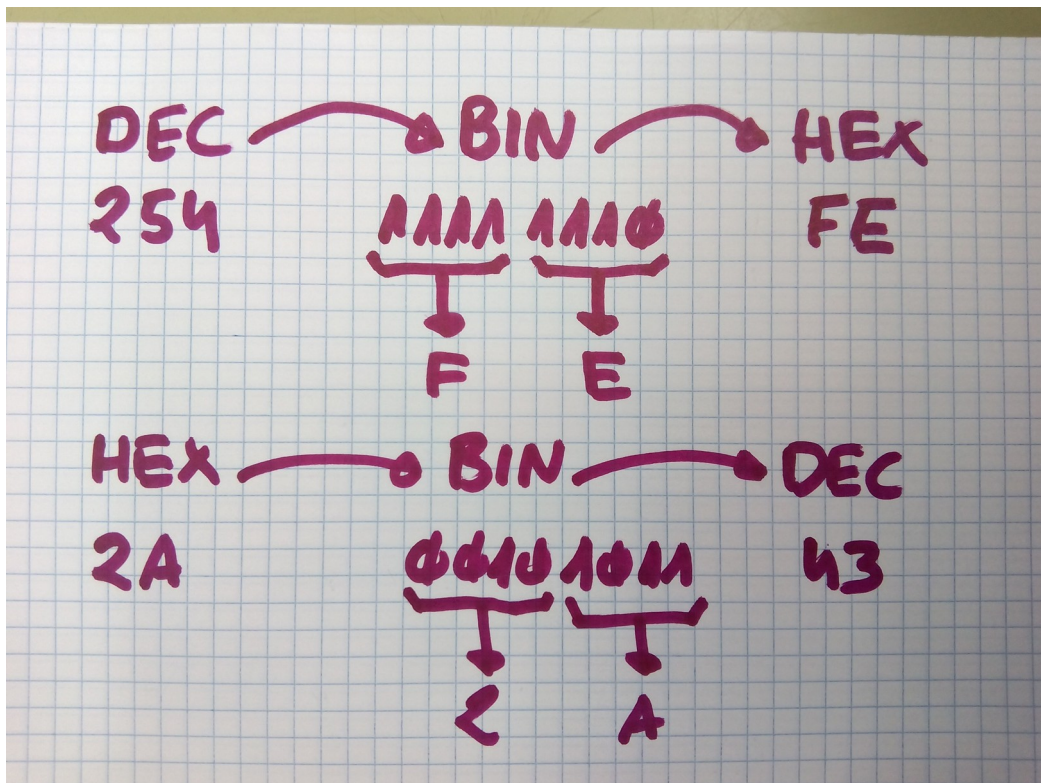
EXERCICI: Converteix a decimal els següents números binaris,

a)101 b)111 c)1010 d)110011

En el món informàtic i de la programació d'ordinadors, hi ha un altre sistema de numeració molt utilitzat, és el SISTEMA HEXADECIMAL. La següent taula ens ensenya l'equivalència,

Decimal	Binari	Hexadecimal
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Normalment la representació hexadecimal serveix per representar números binaris de 4 bits, amb un sol dígit d'una manera més llegible pels humans, per exemple la conversió del número 254_{10} o del $2A_{\text{hex}}$ quedarien així:



EXERCICI: Converteix a hex els següents números decimals,

a)10 b)101 c)201 d)256

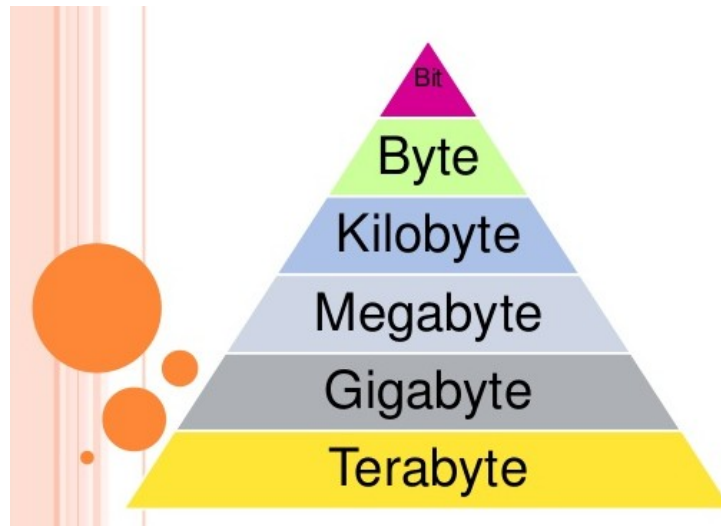
EXERCICI: Converteix a decimals els següents números hex,

a)AA b)BF c)CD d)DE

Hem dit que un bit era la unitat mínima d'informació però n'hi ha d'altres,

bit	nibble	byte	word	double word
1 bit	4 bits	8 bytes	16 bytes	32 bytes

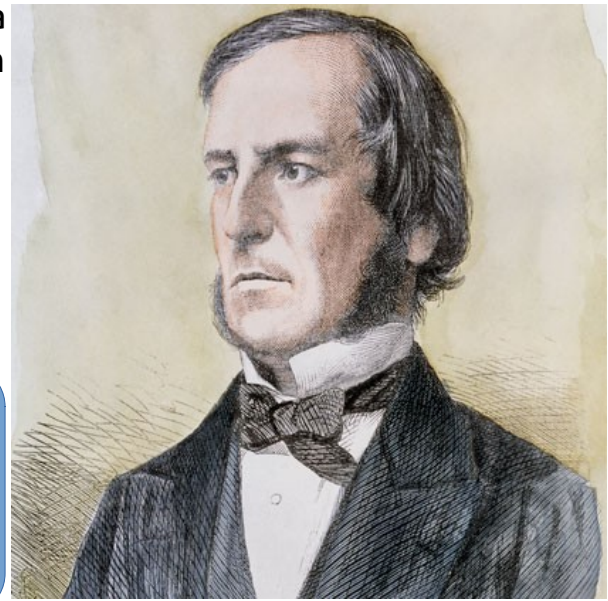
La més utilitzada però és el byte, especialment per mesurar la capacitat d'emmagatzemament. També és molt important els multlipes del byte.



EXERCICI: Esbrina la capacitat d'emmagatzematge de la targeta de memòria del teu mòbil.

Ara cal que aprenem la base matemàtica dels sistemes binaris que està basada en l'anomenada **Àlgebra de Boole**.

El matemàtic anglès George Boole (1815-1864) va descriure els seus principis.



ELS SISTEMES BINARIS SÓN AQUELLS EN QUÈ TOTES LES QUANTITATS ESTAN LIMITADES A 2 POSSIBLES VALORS, 0 O 1, VERITAT O FALS, ON-OFF.

Molts circuits elèctrics disposen d'elements que tan sols poden tenir dos estats, encès-apagat, polsat-no polsat, marxa-aturada. Per tan l'Àlgebra de Boole és l'eina per resoldre aquestes situacions.

OPERACIONS BINÀRIES

SUMA	$R=A+B$	$0+0=0;$	$0+1=1;$	$1+0=1;$	$1+1=1$
PRODUCTE	$R=A \cdot B$	$0 \cdot 0=0;$	$0 \cdot 1=0;$	$1 \cdot 0=0;$	$1 \cdot 1=1$
NEGACIÓ INVERSIÓ COMPLEMENT	$R=\bar{A};$	$\bar{0}=1;$	$\bar{1}=0$		

R, A i B són VARIABLES BINÀRIES.

R és el resultat (sortida) que depèn de A i B (entrades)

Hi ha algunes operacions a tenir en compte, derivades de les anteriors,

$$\begin{array}{llll}
 A+A=A; & A+0=A; & A+1=A; & A+\overline{A}=1 \\
 A\cdot A=A; & A\cdot 0=0; & A\cdot 1=A; & A\cdot \overline{A}=0 \\
 \overline{\overline{A}}=A & & & \\
 A+A\cdot B=A & & & \\
 A+\overline{A}\cdot B=A+B & & & \\
 (A+B)\cdot (A+C)=A+B\cdot C & & &
 \end{array}$$

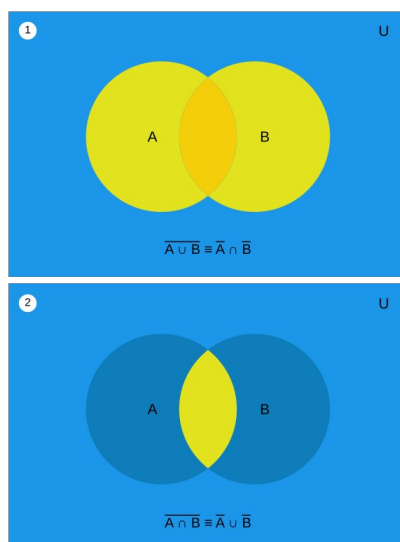
PROPIETATS DE L'ÀLGEBRA DE BOOLE

Prop. Commutativa	$A+B=B+A$; $A\cdot B=B\cdot A$
Prop. Associativa	$A+(B+C)=(A+B)+C$; $A\cdot (B\cdot C)=(A\cdot B)\cdot C$
Prop. Distributiva	$A+(B\cdot C)=(A+B)\cdot (A+C)$; $A\cdot (B+C)=(A\cdot B)+(A\cdot C)$

TEOREMES DE «De Morgan»

El matemàtic anglès August De Morgan (1806-1871) va enunciar els següents principis de gran utilitat per simplificar i transformar les operacions.

1 ^r Teorema	$\overline{A+B}=\overline{A}\cdot\overline{B}$
2 ⁿ Teorema	$\overline{A\cdot B}=\overline{A}+\overline{B}$



FUNCIONS LÒGIQUES

Les FUNCIONS LÒGIQUES són expressions algebraiques formades per VARIABLES BINÀRIES, que es relacionen mitjançant les operacions bàsiques de l'Àlgebra de Boole.

És a dir, podem imaginar la Funció Lògica com una capsa amb entrades i sortida. La funció defineix el comportament del sistema.

Per un mateix nombre de entrades/sortides, el sistema es comporta diferent segons la seva funció lògica característica.



EXERCICI: Simplifica aquestes funcions lògiques

a) $R = (A \cdot 1) \cdot (B \cdot B) \cdot (A \cdot 1) + (A \cdot 0) \cdot (B \cdot 1)$

b) $R = (\overline{A+B}) \cdot (A+B)$

c) $R = (A \cdot B) + A \cdot (B \cdot 0) \cdot (B \cdot 0)$

d) $R = (A \cdot \overline{A}) + (A \cdot B)$

e) $R = (\overline{A \cdot B}) \cdot (A+B)$

f) $R = \overline{(A+B) \cdot (C+D)}$

g) $R = \overline{(A \cdot B) \cdot (A+C)}$

NF04 TAULES DE LA VERITAT D'UNA FUNCIÓ LÒGICA.

4h

La Taula de la Veritat (TV) d'una funció lògica és una taula que representa totes les condicions possibles de la mateixa.

Funció: $R=A \cdot B$

TV:

A	B	R
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Funció: $R=A+B$

TV:

A	B	R
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Funció: $R=\overline{A}$

TV:

A	R
0	1
1	0

EXERCICIS: Dibuixa la TV de les següents funcions lògiques.

a) $R=A \cdot B \cdot C$

b) $R=A+B+C$

c) $R=(A \cdot B \cdot C)+D$

$$d) R = \overline{(A+B)} \cdot (A+B)$$

$$e) R = (C \cdot B \cdot A) + (\overline{C} \cdot \overline{B} \cdot A) + (\overline{C} \cdot B \cdot A)$$

Altres vegades tenim una TV donada, de la qual volem obtenir la funció lògica. Podem fer-ho de dues maneres:

Agrupant **MINTERMS**,

A	B	C	R
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

$$R = (\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}) + (\overline{A} \cdot B \cdot C) + (A \cdot \overline{B} \cdot C)$$

Això també es pot expressar de la següent manera,

$$R = \sum_{ABC} (0, 3, 5)$$

En aquest curs farem servir aquest tipus d'agrupació.

Ara veiem com s'agrupen **MAXTERMS**,

A	B	C	R
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

$$R = (\bar{A} + \bar{B} + C) \cdot (\bar{A} + B + \bar{C}) \cdot (A + \bar{B} + \bar{C}) \cdot (A + B + \bar{C}) \cdot (A + B + C)$$

Això també es pot expressar de la següent manera,

$$R = \prod_{ABC} (1, 2, 4, 6, 7)$$

Σ significa sumatori
 Π significa producte

EXERCICIS: Obté la funció lògica en forma de Minterms de les següents taules de la veritat,

a) $R = \sum_{ABC} (0, 2, 4, 6)$

b) $R = \sum_{ABC} (1, 3, 5)$

c) $R = \sum_{ABCD} (1, 2, 3, 7, 11, 15)$

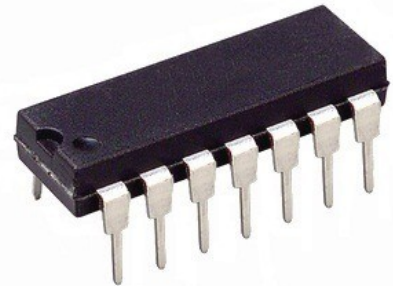
NF05 PORTES LÒGIQUES, CIRCUITS LÒGICS I LADDER.

8h

Les portes lògiques són petits circuits digitals integrats, els quals ens permet aplicar de forma pràctica al món real l'Àlgebra de Boole.

Les portes lògiques són una manera més a part de les Funcions Lògiques i la Taula de la Veritat de descriure el funcionament d'una màquina o instal·lació.

També podem fer servir un circuit amb contactors (relés), habitual en els automatismes clàssics o bé un diagrama LADDER, habitual de la programació dels PLC (Programmable Logic Controller).

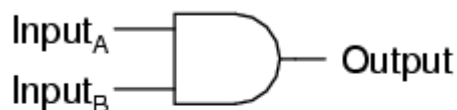


TIPUS BÀSICS DE PORTES LÒGIQUES

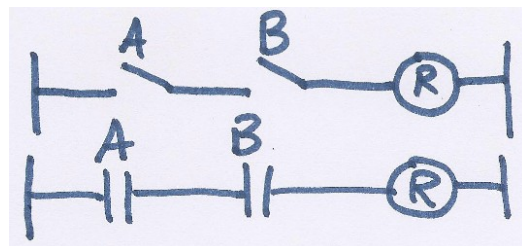
PORTA AND

$$R=A \cdot B$$

AND gate

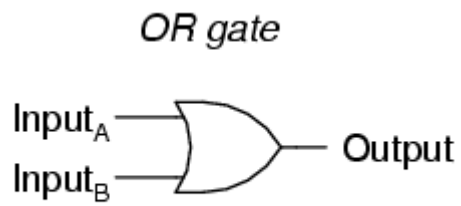


A	B	Output
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

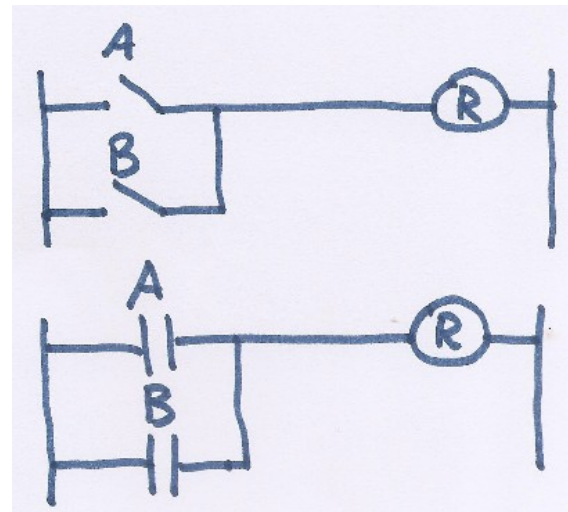


PORTA OR

$$R=A+B$$

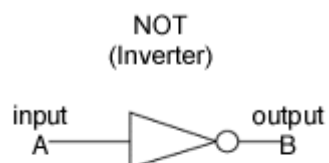


A	B	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

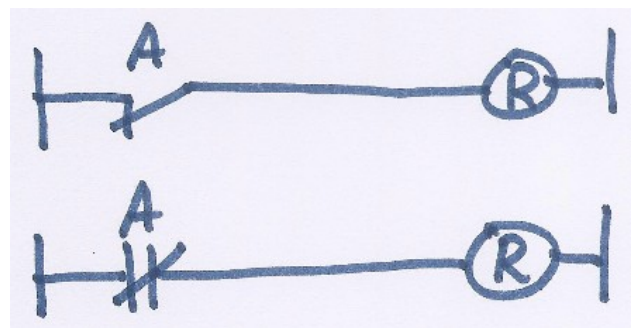


PORTA NOT

$$R=\bar{A}$$



A	B
0	1
1	0

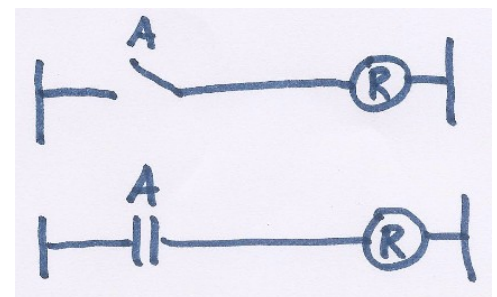


PORTA BUFFER

$$R=A$$



Input	Output
0	0
1	1



ALTRES TIPUS DE PORTES LÒGIQUES

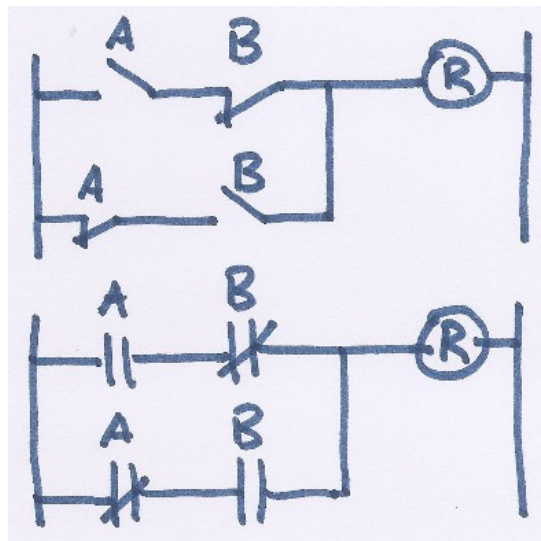
PORTA XOR (OR EXCLUSIVA) detector de diferències

$$R = A \oplus B$$

Exclusive-OR gate



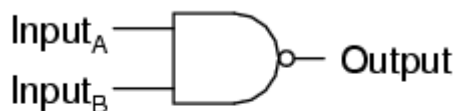
A	B	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



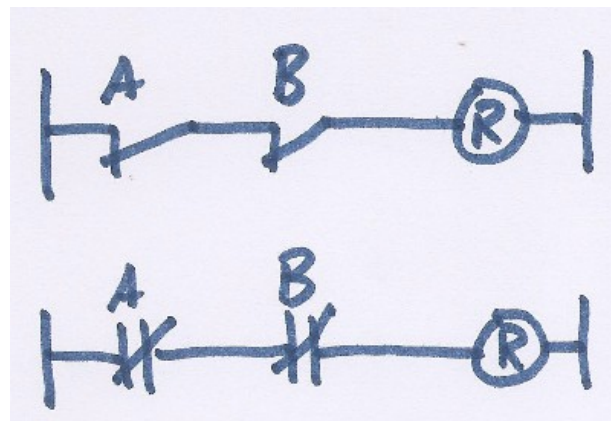
PORTA NAND

$$R = \overline{A \cdot B}$$

NAND gate

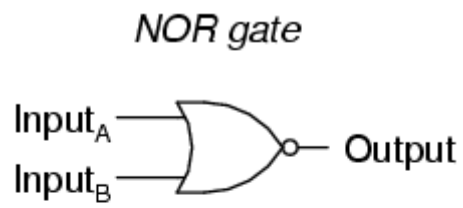


A	B	Output
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

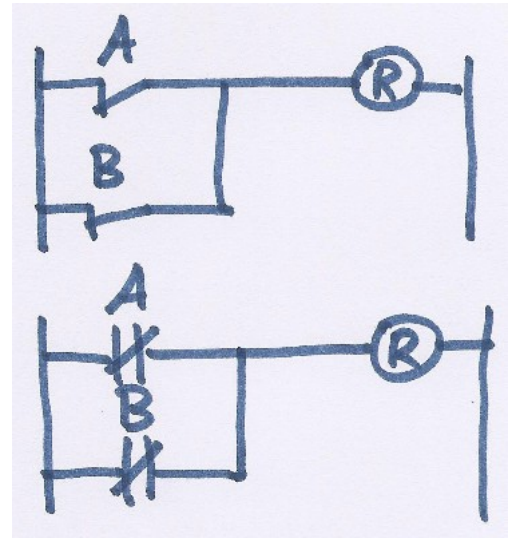


PORTA NOR

$$R = \overline{A+B}$$

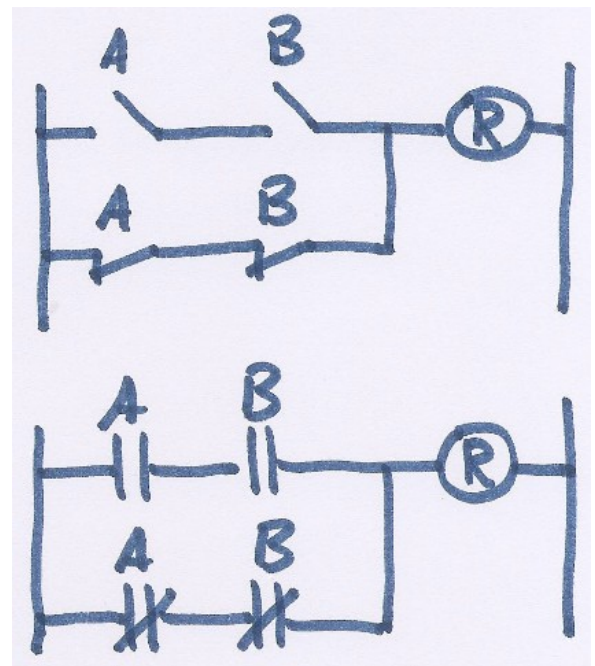
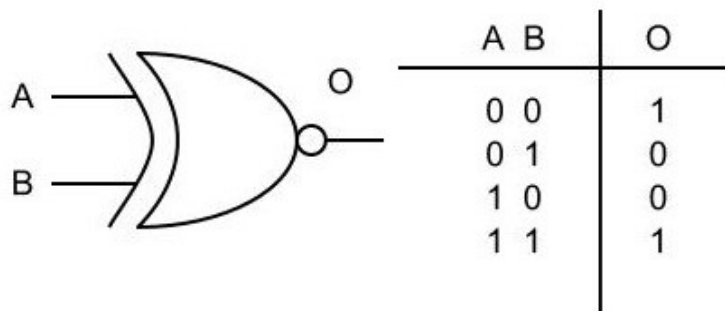


A	B	Output
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



PORTA X-NOR

$$R = A \oplus B$$

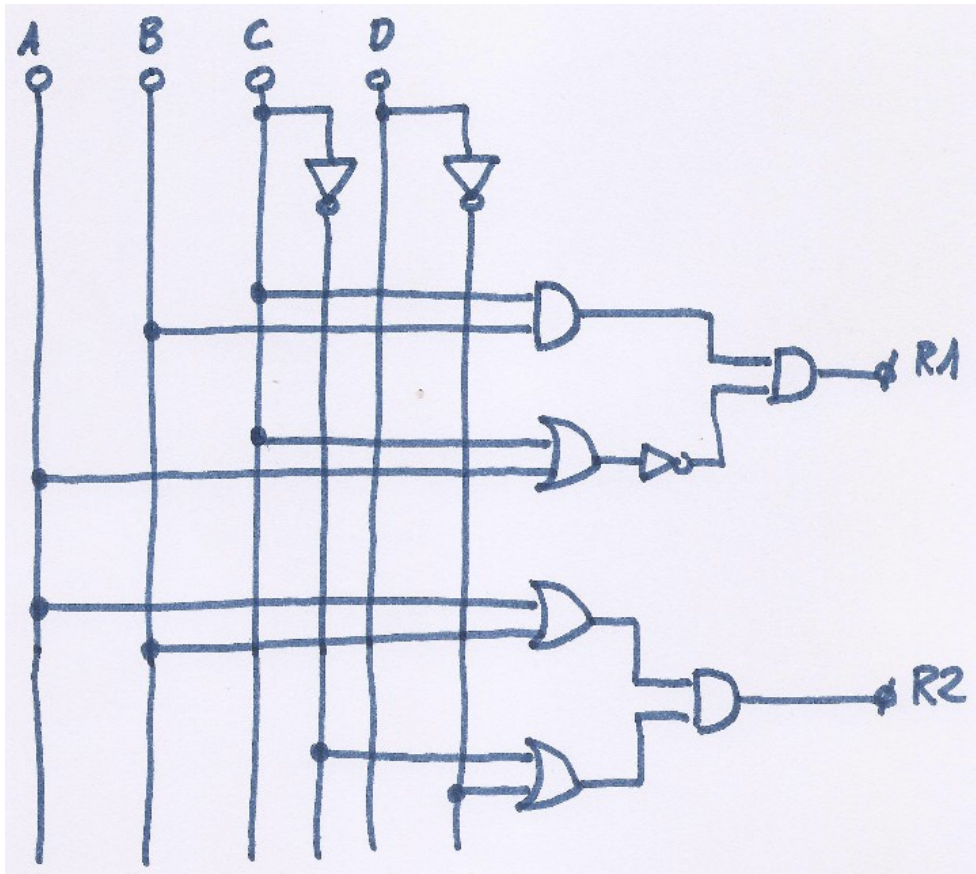


La combinació de diferents portes lògiques forma el que s'anomena **CIRCUIT LÒGIC**, que correspon a una equació lògica.

Per exemple, anem a dibuixar el Circuit Lògic d'aquesta equació,

$$R_1 = (C \cdot B) \cdot (\overline{C+A})$$

$$R_2 = (A+B) \cdot (\overline{C+D})$$



EXERCICI: Dibuixa el circuit lògic, l'elèctric i el ladder de les següents funcions lògiques:

$$R_1 = \overline{(A \cdot B) + (C \cdot D)}$$

$$R_2 = \overline{(A+B)} \cdot (C \cdot D)$$

$$R_3 = (A \cdot C \cdot D) + (B \cdot C \cdot D)$$

$$R_4 = (A+B+C) \cdot \overline{(B+C+D)}$$

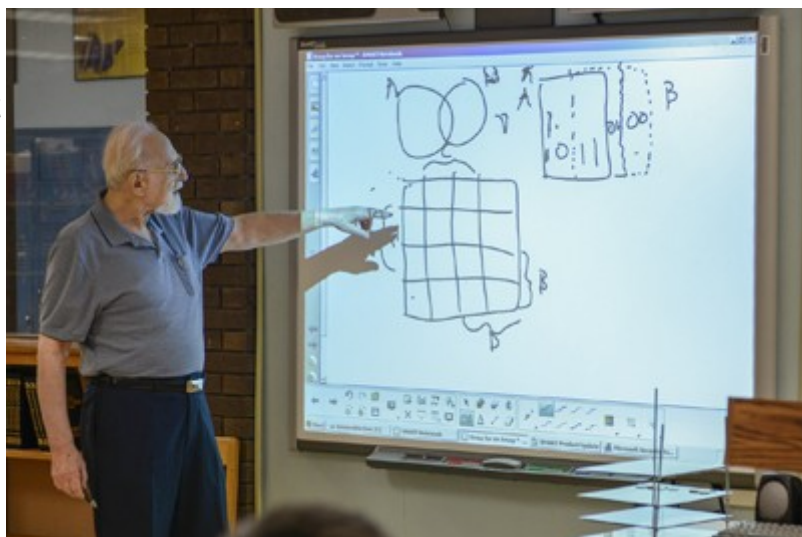
NF06 MAPES DE KARNAUGH (MAPA-K) .

4h

Per simplificar les funcions lògiques fem servir el sistema gràfic dels **MAPES DE KARNAUGH**.

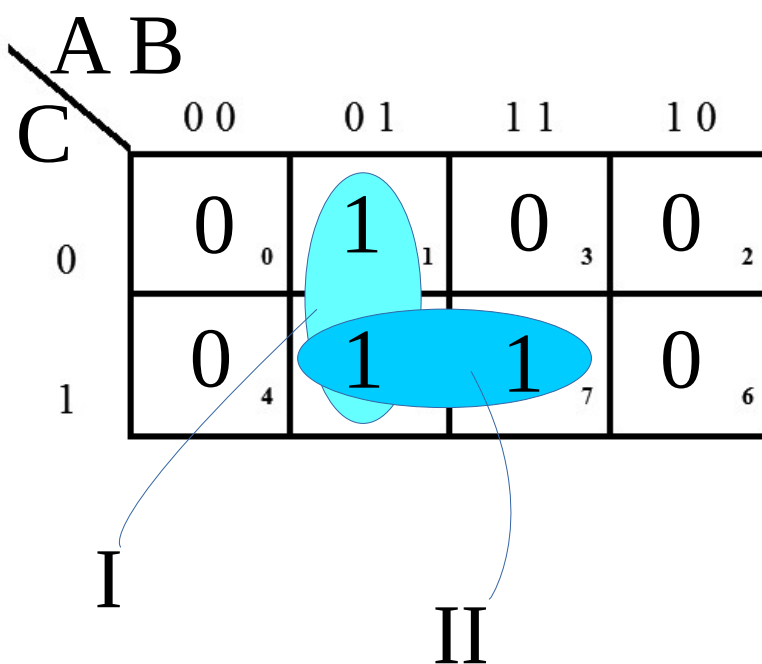
Deuen el seu nom al matemàtic i físic nord-americà Maurice Karnaugh (1924), que les va desenvolupar l'any 1954 treballant als Laboratoris Bell.

El millor és veure la seva aplicació amb un exemple. Per tant anem a reduir la següent funció lògica:



$$R = \sum_{A,B,C} (2,3,7) \quad \text{o bé} \quad R = (\bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}) + (\bar{A} \cdot B \cdot C) + (A \cdot B \cdot C)$$

A	B	C	R
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

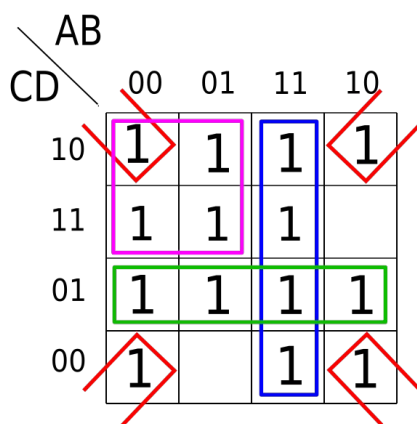


L'agrupació d'1's es fa en grups de 2, 4, 8, 16,.....

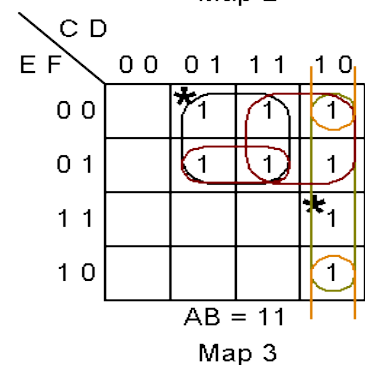
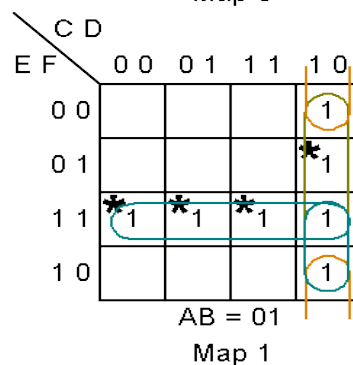
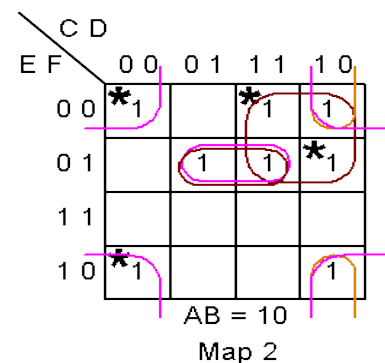
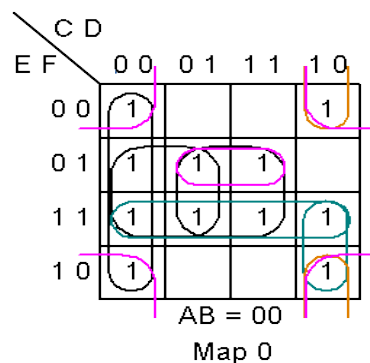
Grup I	A	B	C
	0	1	0
	0	1	0
	$\overline{A}$	B	/

$$R = (\overline{A} \cdot B) + (B \cdot C)$$

Grup II	A	B	C
	0	1	1
	1	1	1
	/	B	C



Aquí tenim exemples d'agrupacions.



EXERCICI: Simplifica les següents funcions lògiques i dibuixa l'esquema lògic, de contactes i ladder.

a) $R = \sum_{A,B,C} (1,3,5,7)$

b) $R = \sum_{A,B,C} (0,1,4,7)$

c) Ara, utilitza l'aplicació d'android **FLXkarnaugh** per simplificar aquesta

$$R = \sum_{A,B,C,D} (0,1,2,4,6,7,10,12,13)$$

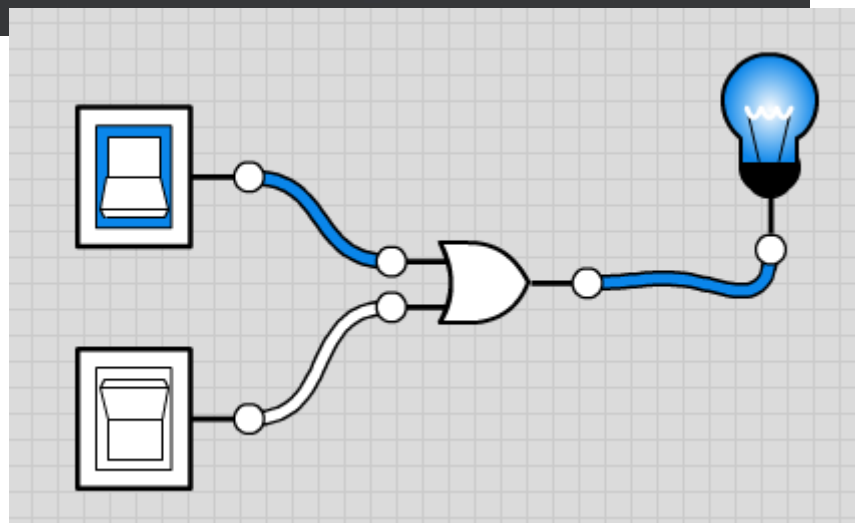
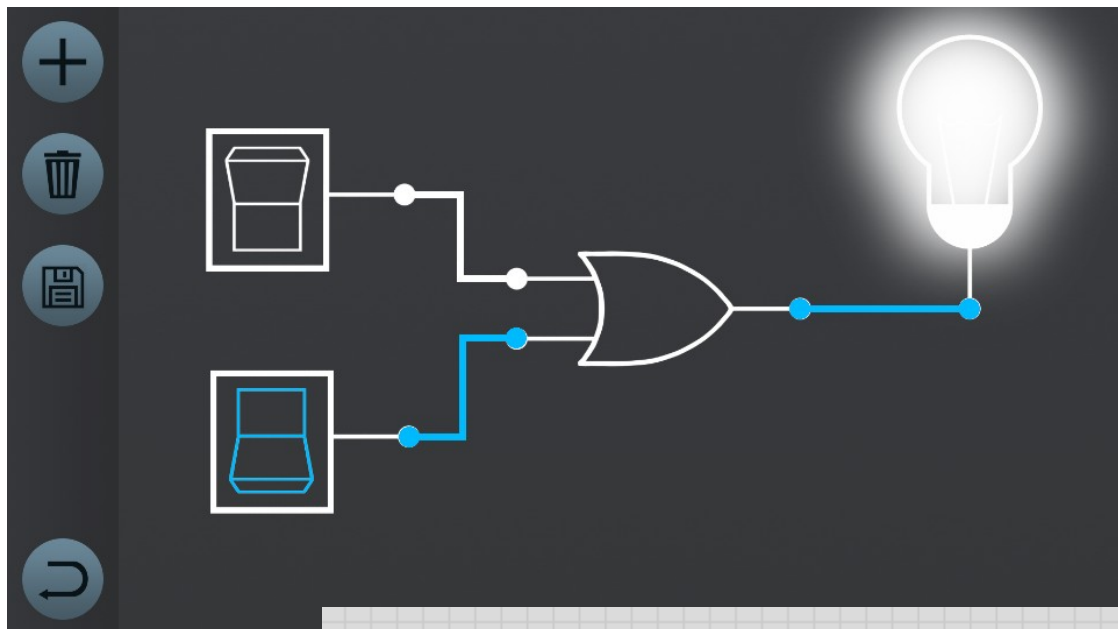
NF07 RESOLUCIÓ D'AUTOMATISMES AMB PORTES LÒGIQUES.

12h

Un cop tenim clara la teoria, veiem com podem passar a la pràctica. Per això utilitzarem el simulador d'android **Logic Simulator Pro** o el simulador en línia **logic.ly/demo**.

Per exemple, volem encendre una bombeta H1 si polsem un polsador S1 o bé si polsem S2.

- 1^r Dibuixem l'esquema de contactes.
- 2ⁿ Dibuixem el ladder.
- 3^r Obtenim l'equació lògica.
- 4^t Dibuixem l'esquema lògic.
- 5^è Simulem el funcionament.



Ara has de resoldre les següents instal·lacions **COMBINACIONALS**,

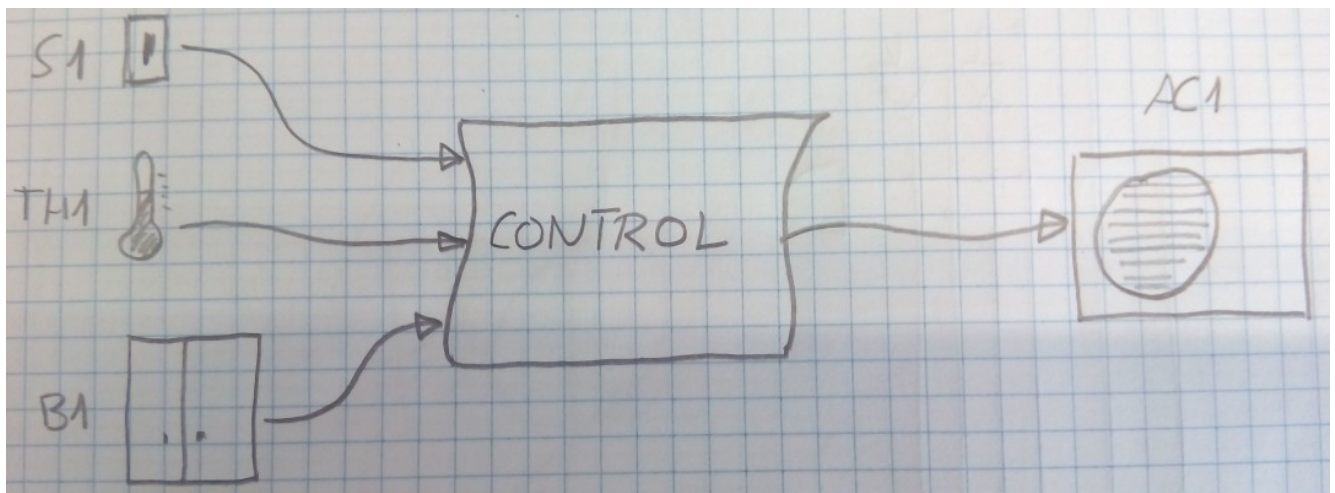
EXERCICI: Dibuixa l'esquema de contactes o bé l'esquema ladder, el circuit lògic, l'equació lògica i simula el funcionament de,

- a) Encesa d'una bombeta H1 si polsem S1 i no polsem S2.
- b) Encesa d'una bombeta H1 si polsem S1 i o bé polsem S2 o S3.
- c) Encesa d'una bombeta H1 si polsem S1 i no polsem S2, o bé polsem S3 i S4.
- d) Un sistema d'aire condicionat AC1 es pot engegar mitjançant un interruptor S1 manual.

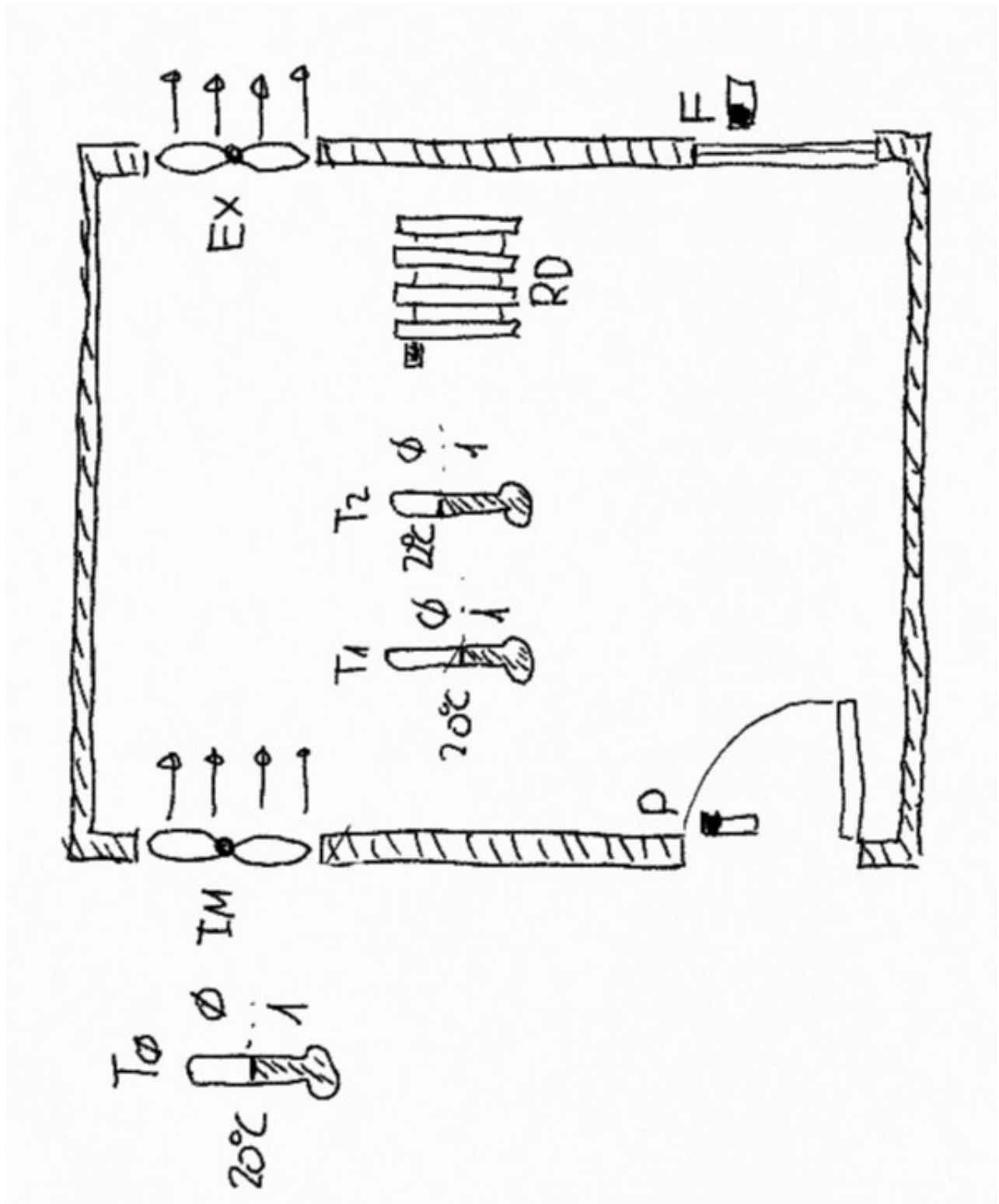
S'encendrà de forma automàtica, encara que l'interruptor estigui apagat, quan un termòstat (TH1) detecti que la temperatura exterior pansa de 30 °C.

Existeix també un detector B1 que desconnecta el sistema, fins i tot estant l'interruptor encès, quan la finestra està oberta.

Dissenya el sistema electrònic que permet el control de l'aire condicionat.



Exercicis extra:



INPUTS

T1 (I2)



ϕ 20°C

T2 (I8)



ϕ 18°C

H1 (IA1)



ϕ 80%

H2 (IA2)



ϕ 70%

OUTPUTS

ESC1 (Q4)



ESCALFADOR

ESC2 (Q43)



ESCALFADOR

HUM (Q7)

888 888

HUMIFICADOR

ALARMA (Q3)



T1	T2	H1	H2	ESC1	ESC2	HUM	ALR
0	0	0	0				
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1				
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

T1	T2	H1	H2	ESC	REF	HUM	ALR
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0

INPUTS

T1 (I2)

$\frac{\phi}{1} 20^{\circ}\text{C}$

T2 (I8)

$\frac{\phi}{1} 1^{\circ}\text{C}$

H1 (I11)

$\frac{\phi}{1} 80\%$

H2 (I12)

$\frac{\phi}{1} 70\%$

OUTPUTS

REF (Q9)



REFRIGERADOR

ESC (Q43)



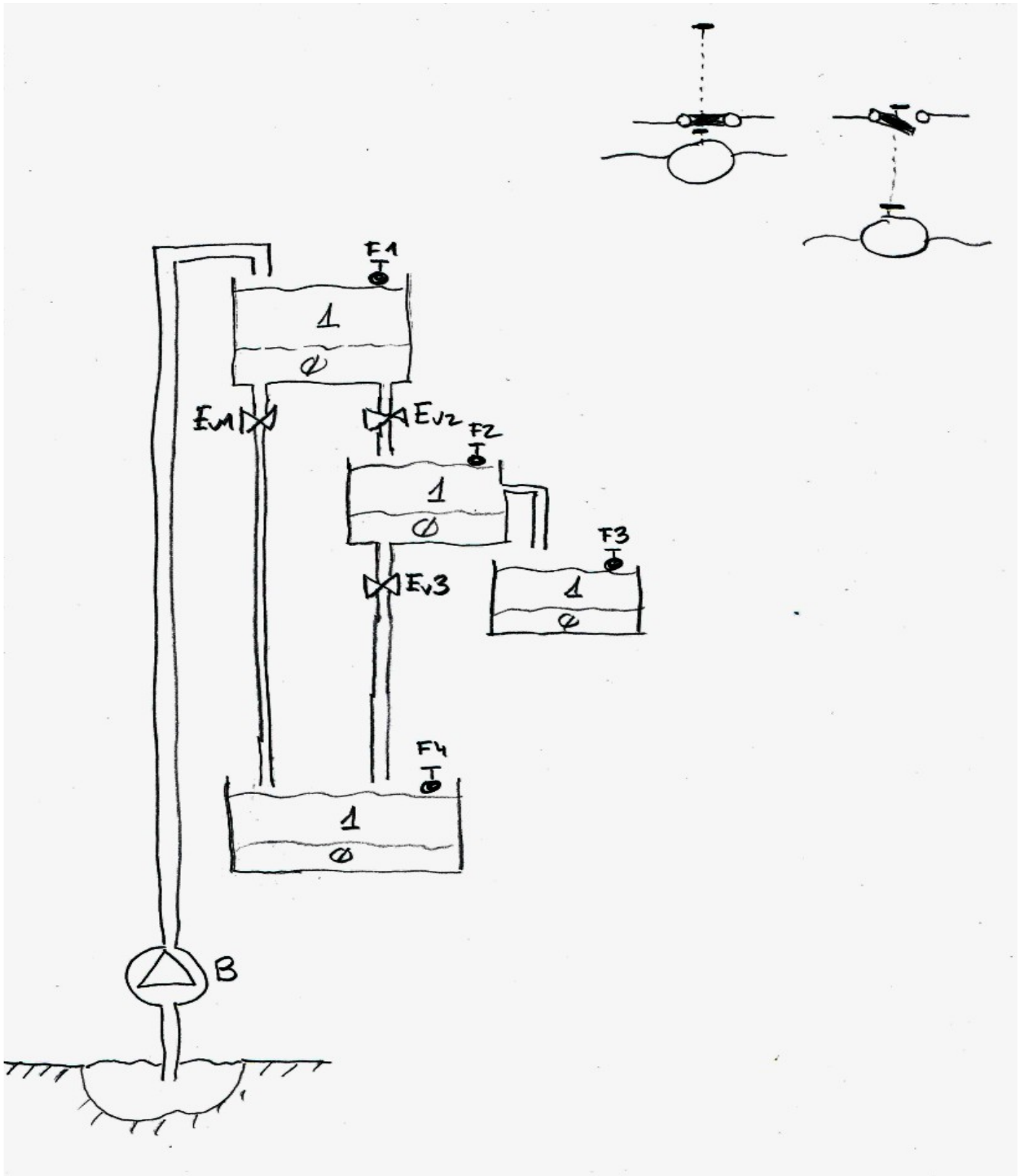
ESCALFADOR

HUM (Q7)

888 HUMIFICADOR

ALARMA (Q23)





Ara resoldrem instal·lacions **SEQÜENCIALS**.

- e) Control amb botonera d'aturada-marxa (S1-S2) d'una bombeta H1.
- f) Encesa d'una bombeta des de 2 punts i apagada des d'un.
- g) Encesa d'una bombeta des d'un punt i apagada des de dos.
- h) Comandament d'un receptor mitjançant "Engegada de seguretat", es a dir, dos polsadors de marxa (polsats a la vegada) i un d'aturada.
- i) Control de dos receptors independents mitjançant botonera aturada-marxa per cadascun.
- j) Comandament de 3 receptors mitjançant tres polsadors de marxa i un d'aturada, segons les següents condicions "RECEPTORS EN CASCADA": **S1 posa en marxa H1; S2 posa en marxa H2 tan sols si H1 ja està encesa; S3 posa en marxa H3 tan sols si H2 ja està encesa; S4 és un polsador d'aturada general.**
- k) Comandament de 2 receptors "ENCLAVATS", és a dir, amb les següents condicions: **S1 i S2 són polsadors d'aturada-marxa pel primer receptor; S3 i S4 són polsadors d'aturada-marxa pel segon receptor; Tant sol pot estar actiu un receptor. Si un ja està encès, l'altre no pot entrar i viceversa.**

TREBALL FINAL:

Proposa un exemple de control amb electrònica digital, exponent la situació i documentant la solució.