

Apuntes-Tema-1-6-Primer-Parcial.pdf



Juandf03



Fundamentos de Electrónica



1º Grado en Ingeniería Informática



Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Universidad de Málaga



¿Listo para aprobar tus oposiciones?

Academia fernauro, formación a tu medida



¡Elije el curso que mejor se adapte a ti!

[Ver más](#)

Grupos
reducidos

Presencial y
Online

Cursos
Intensivos

Preparación
continua



Tema 1 Conceptos electrónicos

1. Teoría de circuitos

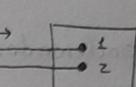
Sistemas eléctricos \Rightarrow dividen \Rightarrow componentes

Carga neta es 0 (salvo los condensadores)

- Variables de un circuito \Rightarrow Intensidad de corriente (I)
Tensión (V)

+ Intensidad \rightarrow Amperio = 1 C/s

+ Tensión \rightarrow Voltio = 1 J/C

- El elemento básico ideal de circuitos \Rightarrow 

- Potencia y energía \Rightarrow potencia $\Rightarrow 1 \text{ Watio} = 1 \text{ J/s}$ $P = V \cdot I$

Si \oplus \rightarrow consume potencia del circuito

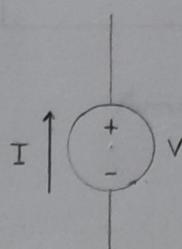
Si \ominus \rightarrow suministra potencia al circuito.

2. Elementos de circuitos !!

- Elementos activos

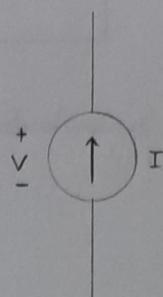
F. independiente
de tensión

\downarrow
voltaje es-
pecífico



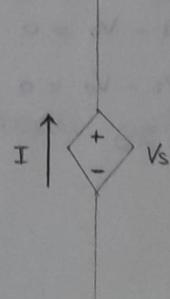
F. independiente
de corriente

\downarrow
corriente es-
pecífica



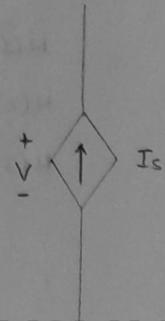
F. dependiente
de tensión

\downarrow



F. dependiente
de corriente

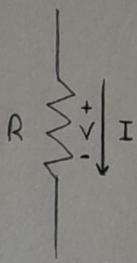
\downarrow



• Resistencia \Rightarrow energía eléctrica a energía térmica

!Ley de Ohm! $\Rightarrow V = I \cdot R$

\downarrow
n (ohmios)



- Propiedades : (1º) Constante, lineal e invariable

(2º) Bilateral

(3º) Elemento concentrado

$$P = V \cdot I = (I \cdot R) \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$$

• Condensador, inductor o bobina

3. Leyes de Kirchoff

+ Nodo \rightarrow punto conexión entre elementos

+ Malla \rightarrow trayectoria cerrada

+ Rama \rightarrow entre dos nodos

• L.K.I (corriente) en nodos

$$N(a) : -I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$N(b) : I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

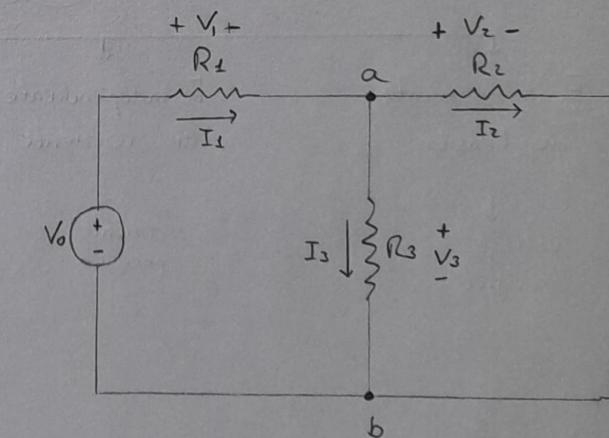
• L.K.V (tensiones)

entra intensidad = positivo \rightarrow

$$K(1) : V_1 + V_3 - V_0 = 0$$

$$K(2) : V_1 + V_2 - V_0 = 0$$

$$K(3) : V_2 - V_3 = 0$$

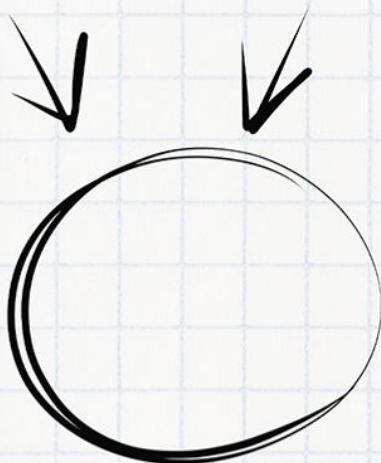


Imagínate aprobando el examen

Necesitas tiempo y concentración

Planes	PLAN TURBO	PLAN PRO	PLAN PRO+
diamond Descargas sin publi al mes	10 🟡	40 🟡	80 🟡
clock Elimina el video entre descargas	✓	✓	✓
folder Descarga carpetas	✗	✓	✓
download Descarga archivos grandes	✗	✓	✓
circle Visualiza apuntes online sin publi	✗	✓	✓
glasses Elimina toda la publi web	✗	✗	✓
€ Precios	Anual <input type="checkbox"/>	0,99 € / mes	3,99 € / mes
			7,99 € / mes

Ahora que puedes conseguirlo,
¿Qué nota vas a sacar?



WUOLAH

Fundamentos de Electrónica



Comparte estos flyers en tu clase y consigue más dinero y recompensas

- 1 Imprime esta hoja
- 2 Recorta por la mitad
- 3 Coloca en un lugar visible para que tus compis puedan escanear y acceder a apuntes
- 4 Llévate dinero por cada descarga de los documentos descargados a través de tu QR



Banco de apuntes de la

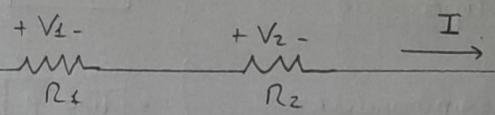
WUOLAH



9. Asociación de elementos

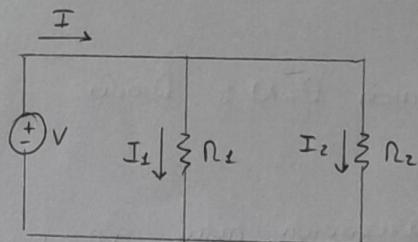
- Resistencias en serie

$$V_T = I (R_1 + R_2 + R_3)$$



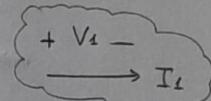
- Resistencias en paralelo

$$I_T = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$



! Cómo resolver un circuito !

- ① Nombrar resistencias, intensidades y voltajes.
- ② Las intensidades salen por el negativo, no en las fuentes.
- ③ Identificar las incógnitas (no más de 4)
- ④ Plantear las ecuaciones : LK_I (nodos) Lk_V (mallas) ! Tantas ecs. como incógs !
- ⑤ Ordenar incógnitas + resolver con calculadora



Tema 28 "Dispositivos electrónicos" (no imp. examen)

1. Semiconductores

Temp. ambiente no conducen $\rightarrow - C^\circ$ aislantes
 $\rightarrow + C^\circ$ \uparrow conductividad

Aumentar la conductividad \implies Añadir impurezas

Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato
→ Planes pro: más coins

pierdo
espacio



Necesito
concentración

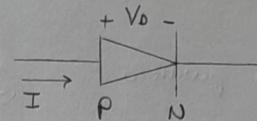
ali ali ooooh
esto con 1 coin me
lo quito yo...

wuolah

Tipos de semiconductores

- **Tipo n** → impurezas que añaden electrones
- **Tipo p** → añaden huecos, quitan electrones

2. Unión P-N & Diodo



+ Polarización nula $V_D = 0$ → $I = 0$

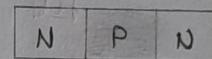
+ Polarización directa $V_D > 0$ → $I \oplus$ Diodo conduce cuando tenemos

+ Polarización inversa $V_D < 0$ → $I \ominus$ + 0.7 V

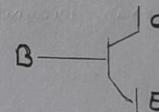
⇒ Diodo Zener (no conduce en un rango → $V_Z < x < V_{DZ}$)

3. Transistor bipolar

Zona central → Base (B)



Extremos → Colector (C)



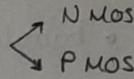
→ Emisor (E)

⇒ Posibilidades diferentes de polarizar al transistor:

- Activa : en electrónica analógica para amplificar señales
- Saturación : en electrónica digital
- Corte
- Activa inversa

4. Transistor Mos (circuitos digitales actuales)

Metal + Óxido + Semiconductor

- T. MOSFET de enriquecimiento \Rightarrow implantar 2 islas 

+ Zona de corte, zona ohmica, zona de saturación.

- T. MOSFET de empobrecimiento \Rightarrow canal implantado entre las islas

Tema 3 : "Electrónica de conmutación. Familias lógicas"

1. Introducción

Puerta lógica \Rightarrow circuito electrónico, con puentes de entrada y puentes de salida, proporcionan señales digitales

Familia lógica \Rightarrow conjunto de circuitos, cada uno función booleana

2. Caracterización de las Familias lógicas

- Transferencia: comparar \rightarrow elegir al inversor
- Entrada - salida : Fan-in \rightarrow nº entradas \uparrow mejor
Fan-out \rightarrow nº salidas
- Inmunidad al ruido : $NM_H = V_{OH} - V_{IH}$
 $NM_L = V_{IL} - V_{OL}$
- Consumo de potencia : potencia estática y dinámica
- Velocidad de operación : tiempo de subida (t_z) y de bajada (t_f)
- Flexibilidad lógica : + puertas con funciones booleanas diferentes
- Capacidad de integración : escalas de integración

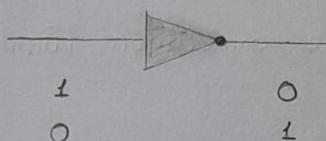
3. Familia lógica ideal (todo perfecto - ideal)

4. Familias lógicas bipolares

- Familia RTL → resistencias + transistores puesta NOR
- Familia DTL → diodos + tran. bipolares puesta NAND
- Familia TTL → evolución de la DTL

5. Familias lógicas MOS

Inversor



$$\begin{cases} 1 = 5 \text{ V} \\ 0 = 0 \text{ V} \end{cases}$$

- Comportamiento transistor NMOS cuando $V_i = '0'$

NMOS acumulación
depresión

M_1 (transistor de acumulación) → siempre en corte

M_2 (transistor de carga o depresión) → ¿saturación o ohmica?

$$M_1 : V_I = V_{GS1} = 0 < V_T \implies \boxed{\text{Corte}} \quad I_{D1} = I_{D2} = 0$$

$$M_2 : V_{GS2} = 0 \quad (\text{conectados entre sí})$$

① ¿Saturación?

$$I_{D2} = \frac{k_N z}{2} (V_{GS2} - V_p)^2 = 0 \implies (V_{GS2} - V_p) = 0$$

Como $V_{GS2} > V_p \implies$ la anterior igualdad es imposible

② ¿Ohmica?

$$I_{D2} = k_N z \left(V_{GS2} - V_p - \frac{V_{DS2}}{z} \right) V_{DS2} = 0$$

$$\begin{array}{l} \downarrow \\ \square = 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \downarrow \\ \square = 0 \end{array}$$

¿Listo para aprobar tus oposiciones?

Academia fernauro, formación a tu medida



¡Elije el curso que mejor se adapte a ti!

[Ver más](#)

Grupos reducidos

Presencial y Online

Cursos Intensivos

Preparación continua



$$1) \left(V_{DS2} - V_p - \frac{V_{DS2}}{2} \right) = 0 \rightarrow V_{DS2} = -2V_p$$

En Óhmica hay q tener en cuenta $V_{DS2} \leq V_{GS2} - V_p = -V_p$

Ahora, $-2V_p < -V_p$, $2V_p > V_p$

Como $V_p < 0 \rightarrow$ Es imposible

$$2) V_{DS2} = 0 \leq -V_p \rightarrow \text{Siempre } \boxed{\text{Óhmica}}$$

Entonces, $\begin{cases} V_{DS2} = 0 \\ V_o = V_{DD} - V_{DS2} = V_{DD} = 'z' \end{cases}$

! no hay consumo de p. !

- Comportamiento transistor NMOS cuando $V_i = V_{DD} = 'z'$

M₁ en conducción $\rightarrow V_i = V_{GS1} = V_{DD} > V_T$

Suponemos que M₁ está en Óhmica y que M₂ está en Saturación

M₁: $V_{DS1} \leq V_{GS1} - V_T \rightarrow V_o \leq V_{DD} - V_T$

M₂: $V_{DS2} \geq V_{GS2} - V_p \rightarrow V_{DD} - V_o \geq -V_p \rightarrow V_o \leq V_{DD} - V_p$

! Si se consume potencia !

Familia CMOS \rightarrow transistor de carga PMOS ambos acumulación
 \rightarrow transistor de entrada NMOS

- CMOS cuando $V_i = '0'$ $\boxed{M_n} \rightarrow$ corte $\boxed{M_p} \rightarrow$ óhmica

M_N: $V_i = V_{GS} = 0 < V_T \rightarrow I_D = I_S = 0 \rightarrow \boxed{NN \text{ en corte}}$

M_P: $V_{GS} = V_{DD} - V_i = V_{DD} > V_{TP} \rightarrow M_p \text{ va a conducir}$

$I_D = 0$; $\boxed{M_p \text{ en óhmica}} \Rightarrow$

WUOLAH

$$1) \left(V_{DD} - V_{TP} - \frac{V_{SD}}{2} \right) = 0 ; \quad V_{SD} = 2(V_{DD} - V_{TP}) \leq V_{DD} - V_{TP} \quad (\text{No})$$

$$2) V_{SD} = 0 \leq V_{DD} - V_{TP} \rightarrow V_{DD} \geq V_{TP}$$

$$V_{SD} = 0 ; \quad V_o = V_{DD} - V_{SD} = V_{DD} = '1' \quad (\text{Si})$$

! no se consume potencia !

- Chos cuando $V_I = V_{DD} = '1'$

$$M_P : \quad V_I = V_{DD} ; \quad V_{SA} = V_{DD} - V_I = 0 < V_{TP} \rightarrow \boxed{M_P \text{ corto}} \quad I_D = I_S = 0$$

$$M_N : \quad V_{AS} = V_I = V_{DD} > V_T \rightarrow \underline{M_N \text{ conduce}}$$

$$I_D = 0 \rightarrow \boxed{M_N \text{ está en ohmica}}$$

! no hay consumo de potencia !

Tema 4: Introducción a los Sistemas Digitales

1 Sistema

- Estructura y comportamiento

Resolución sistemas digitales \Rightarrow {

- Nivel de arquitectura
- Nivel lógico
- Nivel físico

- Señal analógica y digital

↓	↓
cualquier valor dentro del rango definido para la señal, en t de terminados	conjunto de valores discretos en t determinados

- Señal binaria \Rightarrow representar información mediante 0, 1
- Sistema combinacional : la salida en un instante de tiempo t sólo depende del valor de la entrada en dicho instante t .
- Sistema secuencial : la salida en un instante de tiempo t depende del valor de la entrada en dicho instante t y de las entradas previas.

2 Sistemas de numeración

- S. binario $B = [0, 1]$ $|B| = 2$
 - S. Octal $B = [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]$ $|B| = 8$
 - S. Hexadecimal $B = [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F]$ $|B| = 16$
- ↓
 0110001
 bit + significativo bit - significativo

\Rightarrow De decimal a binario

$$\begin{array}{r}
 147 \\
 \underline{\quad} \quad | 2 \\
 \underline{73} \quad | 2 \\
 \underline{\quad} \quad | 2 \\
 \underline{38} \quad | 2 \\
 \underline{\quad} \quad | 2 \\
 \underline{18} \quad | 2 \\
 \underline{\quad} \quad | 2 \\
 \underline{9} \quad | 2 \\
 \underline{\quad} \quad | 2 \\
 \underline{4} \quad | 2 \\
 \underline{\quad} \quad | 2 \\
 \underline{2} \quad | 2 \\
 \underline{\quad} \quad | 2 \\
 \underline{1} \quad | 2
 \end{array}$$

$$147 = 10010011_b$$

\Rightarrow De binario a decimal

$$10010011_b = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 \dots = 147$$

\Rightarrow De decimal a hexadecimal

$$\begin{array}{r}
 147 \\
 \underline{\quad} \quad | 16 \\
 \underline{9} \quad | 9
 \end{array}
 \quad \boxed{147 = 93_h}$$

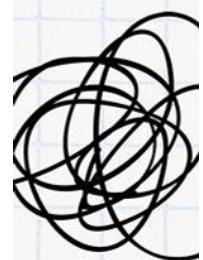
Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato

→ Planes pro: más coins

pierdo
espacio



Necesito
concentración

ali ali ooooh
esto con 1 coin me
lo quito yo...

wuolah

⇒ De hexadecimal a decimal

$$93 \text{ h} = 9 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 147$$

⇒ De hexadecimal a binario

$$93 \text{ h} = \underline{\underline{1001,0011}} \quad | 4 \text{ bits!}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ \underline{4} \end{array} \begin{array}{r} 2 \\ \underline{0} \end{array} \begin{array}{r} 2 \\ \underline{2} \end{array} \begin{array}{r} 2 \\ \underline{0} \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ \underline{1} \end{array} \begin{array}{r} 2 \\ \underline{1} \end{array}$$

⇒ De binario a hexadecimal

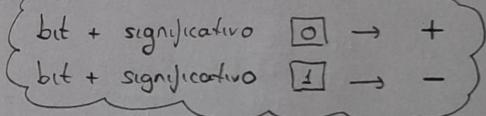
$$\underline{\underline{1001,0011}} \text{ b} = 93 \text{ h}$$

$$\bullet 1001 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 2^0 = 9$$

$$\bullet 0011 = 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 2^0 = 3$$

3 Representación números enteros

- Representación signo - magnitud



$$101 \rightarrow 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4 + 1 = 5 \Rightarrow 5$$

$$\underline{101} \rightarrow 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0 = -1$$

- Representación complemento-a-dos

$\overset{011}{\leftarrow}$ A partir del primer 1 que nos encontramos invertimos

$$\downarrow \quad 101 = \boxed{-3} \quad 011 = 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 3$$

Ejs + operaciones

3 → 011 (positivo)

-3? ⇒ complemento a-dos ⇒ $-3 = 101$

$$\left\{ \begin{array}{l} 175 \rightarrow 10101111_b ? \Rightarrow 0|10101111 \\ 40 \rightarrow 101000_b ? \Rightarrow 0|101000 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{r} 175 = 0|1010|1111 \\ + 40 = 0|0010|1000 \\ \hline 215 = 0|1101|0111 \end{array}$$

		Suma %		
x	y	suma	acarreo	
0	0	0	-	
0	1	1	-	
1	0	1	-	
1	1	0	1	

$$\begin{array}{r} -175 = 1|0101|0001 \\ + 40 = 0|0010|1000 \\ \hline -135 = 1|0111|1001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 175 = 0|1010|1111 \\ - 40 = 1|1101|1000 \\ \hline + 135 = 0|1000|0111 \end{array}$$

		Resta %		
x	y	resta	acarreo negativo	
0	0	0	-	
0	1	1	1	
1	0	1	-	
1	1	0	-	

4. Codificación

Código BCD

$$175 = [0001] [0111] [0101]$$

cadenas de 4 bits ↵

$$1 = 1b$$

$$7 = 111b$$

$$5 = 101b$$

• Código exceso 3

¡Súmale 3 a cada dígito!

$$175 = \underline{4} \underline{1} \underline{0} \underline{8} = \boxed{0100} \boxed{1010} \boxed{1000}$$

• Código Gray

$$\begin{array}{r} 0 \\ 1 \\ \hline \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 0|0 \\ 0|1 \\ \hline 1|1 \\ 1|0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 00 \\ 01 \\ \hline 11 \\ 10 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 0\ 0\ 0 \\ 0\ 0\ 1 \\ 0\ 1\ 1 \\ 0\ 1\ 0 \\ \hline 1\ 1\ 0 \\ 1\ 1\ 1 \\ 1\ 0\ 1 \\ 1\ 0\ 0 \end{array}$$

• Códigos de caracteres : Código ASCII

Código EBCDIC

5 Algebra de Boole

N (elemento nulo)

U (elemento universal)

Axiomas

Propiedades

- Operaciones *, +, - cerradas

- Operaciones con N, U

$$x * 0 = 0$$

$$x + 0 = x$$

$$x * 1 = x$$

$$x + 1 = 1$$

- Commutatividad

$$x * y = y * x, \quad y + x = x + y$$

- Distributiva

$$x * (y + z) = (x * y) + (x * z)$$

$$x + (y * z) = (x + y) * (x + z)$$

- Complementatividad

$$x * \bar{x} = 0$$

$$x + \bar{x} = 1$$

- Idempotencia

$$x * x = x$$

$$x + x = x$$

- Asociativa

$$x * (y * z) = (x * y) * z$$

$$x + (y + z) = (x + y) + z$$

- Absorción

$$x + (x * y) = x$$

$$x * (x + y) = x$$

- Ley del consenso

$$x + (x * y) = x + y$$

$$x * (\bar{x} + y) = x * y$$

- Ley de involución

$$(\bar{\bar{x}}) = x$$

¿Listo para aprobar tus oposiciones?

Academia fernauro, formación a tu medida



¡Elije el curso que mejor se adapte a ti!

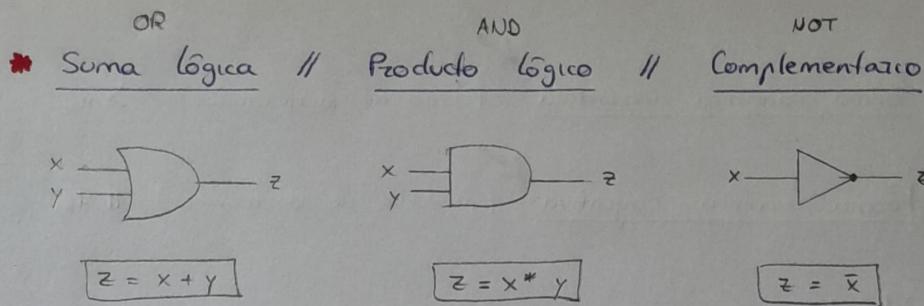
[Ver más](#)

Grupos
reducidos

Presencial y
Online

Cursos
Intensivos

Preparación
continua



6 Variables y funciones booleanas

• Definiciones

⇒ Término producto : (literal o producto de literales, cada variable como máximo una vez).

$$[x_1, x_2, x_3] \implies \bar{x}_1 x_2 x_3, \quad x_1 \bar{x}_3, \quad x_1 x_2$$

⇒ Mintermio : (término producto de una variable, todas las variables una vez).

$$x_1 \bar{x}_2 x_3$$

⇒ Forma normal disyuntiva : (sólo término producto o suma de varios de ellos)

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \bar{x}_1 + x_1 x_2 x_3 + \bar{x}_2 x_3$$

⇒ Término suma : (literal o suma lógica de literales, cada variable solo una vez)

$$x_1 + \bar{x}_2 + x_3, \quad x_1 + \bar{x}_3$$

⇒ Maxtermo : (término suma con todas las variables, solo pueden aparecer una vez)

$$x_1 + \bar{x}_2 + x_3$$

⇒ Forma normal conjuntiva (función de un solo término suma o del producto de varios de ellos)

$$f(x_1, x_2, x_3) = (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2 + x_3)$$

WUOLAH

→ Forma canónica disyuntiva (suma de minterminos) Σm_k

→ Forma canónica conjuntiva (producto de maxterminos) $\prod M_k$

OJO! $f(x_1, x_2, x_3)$

Minterminos

$$\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \rightarrow 000 \rightarrow m_0$$

$$\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \rightarrow 001 \rightarrow m_1$$

"-" = 0

$$\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \rightarrow 010 \rightarrow m_2$$

" " = 1

$$\bar{x}_1 x_2 x_3 \rightarrow 011 \rightarrow m_3$$

$$x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \rightarrow 100 \rightarrow m_4$$

$$x_1 \bar{x}_2 x_3 \rightarrow 101 \rightarrow m_5$$

$$x_1 x_2 \bar{x}_3 \rightarrow 110 \rightarrow m_6$$

$$x_1 x_2 x_3 \rightarrow 111 \rightarrow m_7$$

Maxterminos

$$x_1 x_2 x_3 \rightarrow 000 \rightarrow M_0$$

$$x_1 x_2 \bar{x}_3 \rightarrow 001 \rightarrow M_1$$

$$x_1 \bar{x}_2 x_3 \rightarrow 010 \rightarrow M_2$$

$$x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \rightarrow 011 \rightarrow M_3$$

"-" = 1

$$\bar{x}_1 x_2 x_3 \rightarrow 100 \rightarrow M_4$$

" " = 0

$$\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \rightarrow 101 \rightarrow M_5$$

$$\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \rightarrow 110 \rightarrow M_6$$

$$\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \rightarrow 111 \rightarrow M_7$$

• Propiedades

+ Teorema de dualidad \Rightarrow cambiaz el +, *, 0, 1

+ Teorema de Morgan \Rightarrow "el complementario de la suma es igual al producto de los complementarios" y viceversa

+ Teorema de Shannon = T. de Morgan $\rightarrow +, *, 0, 1$

+ Teorema de los minterminos $\Rightarrow \sum m_k (x_1, x_2, x_3 \dots) = 1$

+ Teorema de los maxterminos $\Rightarrow \prod M_k (x_1, x_2, x_3 \dots) = 0$

+ Teorema del desarrollo de Shannon para minterminos :

!OJO!

$$f(x_1, x_2, x_3) = \overbrace{(x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3)}^0 f(000) + \overbrace{(\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3)}^0 f(001) + \overbrace{(\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3)}^0 f(010) + \\ (\bar{x}_1 x_2 x_3) f(011) + (x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3) f(100) + \overbrace{(x_1 \bar{x}_2 x_3)}^0 f(101) + \\ (x_1 x_2 \bar{x}_3) f(110) + \overbrace{(x_1 x_2 x_3)}^0 f(111)$$

+ Teorema del desarrollo de Shannon para maxterminos

$$f(x_1, x_2, x_3) = [(x_1, x_2, x_3) + f(000)] \cdot [(\bar{x}_1, x_2, \bar{x}_3) + f(001)] \cdot [(\bar{x}_1, \bar{x}_2, x_3) + f(010)] \cdot \\ [(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3) + f(011)] \cdot [(\bar{x}_1, x_2, x_3) + f(100)] \cdot [(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3) + f(101)] \cdot \\ [(\bar{x}_1, \bar{x}_2, x_3) + f(110)] \cdot [(\bar{x}_1, x_2, \bar{x}_3) + f(111)]$$

x_1	x_2	x_3	$f(x_1, x_2, x_3)$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

$$\begin{aligned} X \cdot 0 &= 0 \\ X + \perp &= \perp \end{aligned}$$

ejemplo
avalguera

$$f(x_1, x_2, x_3) = m_2 + m_3 + m_4 + m_6$$

$$\Sigma m = (2, 3, 4, 6)$$

$$f(x_1, x_2, x_3) = M_0 \cdot M_1 \cdot M_5 \cdot M_7$$

$$\overline{\Sigma m} = (0, 1, 5, 7)$$

$$! \bar{f}(x_1, x_2, x_3) = m_0 + m_1 + m_5 + m_7 ! \quad ! \bar{f}(x_1, x_2, x_3) = M_2 \cdot M_3 \cdot M_4 \cdot M_6 !$$

• Formas de representación

- Esquemas de circuitos
- Diagrama de puertas lógicas
- Expresión algebraica
- Métodos de enumeración
 - Tabla de verdad
 - Vector de valores
 - Mintérminos
 - Maxterminos
- Mapas de Karnaugh

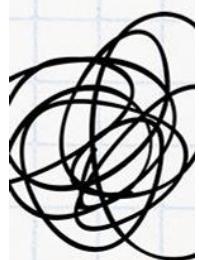
Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato

→ Planes pro: más coins

pierdo
espacio



Necesito
concentración

ali ali ooooh
esto con 1 coin me
lo quito yo...

wuolah

¡Ojo! Expresión algebraica (4 formas)

$$J(x_1x_2x_3) = x_1(\bar{x}_2 + \bar{x}_3) + \bar{x}_1x_2 =$$

Propiedad distributiva
↓

$$= x_1\bar{x}_2 + x_1\bar{x}_3 + \bar{x}_1x_2 =$$

Forma normal disyuntiva

$$= x_1\bar{x}_2(x_3 + \bar{x}_3) + x_1\bar{x}_3(x_2 + \bar{x}_2) + \bar{x}_1x_2(x_3 + \bar{x}_3) =$$

$$x + \bar{x} = 1$$

$$= x_1\bar{x}_2x_3 + x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 + x_1x_2\bar{x}_3 + x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 + \bar{x}_1x_2x_3 + \bar{x}_1x_2\bar{x}_3 =$$

$$= m_5 + m_4 + m_6 + m_4 + m_3 + m_2 =$$

Tablita

$$= \sum m (2, 3, 4, 5, 6)$$

Forma canónica disyuntiva

$$J(x_1x_2x_3) = x_1(\bar{x}_2 + \bar{x}_3) + \bar{x}_1x_2 =$$

Propiedad distributiva con
respecto a la suma

$$= [x_1(\bar{x}_2 + \bar{x}_3) + \bar{x}_1] \cdot [x_1(\bar{x}_2 + \bar{x}_3) + x_2] =$$

$$= (\cancel{x_1 + \bar{x}_1})^1 \cdot (\bar{x}_2 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3) \cdot (x_1 + x_2) (\cancel{\bar{x}_2 + x_2 + \bar{x}_3})^1 =$$

$$\begin{aligned} x + \bar{x} &= 1 \\ x + 1 &= 1 \end{aligned}$$

$$= (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3) \cdot (x_1 + x_2) =$$

Forma normal conjuntiva

$$= (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3) \cdot [(x_1 + x_2) + (\cancel{x_3 \cdot \bar{x}_3})^0] =$$

$$\bar{x} \cdot \bar{x} = 0$$

$$= (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3) \cdot [(x_1 + x_2 + x_3) \cdot (x_1 + x_2 + \bar{x}_3)] =$$

$$= M_7 \cdot M_0 \cdot M_1 =$$

$$= \prod M (0, 1, 7)$$

Forma canónica conjuntiva

Tema 5 : Análisis y diseño basado en puertas

1. Análisis

Determinar cuál será el comportamiento para todos los posibles entradas ó determinar función lógica.

• Procedimiento de análisis lógico !!

1. Identificar entradas, salidas y variables intermedias.

2. Identificar las niveles de puertas :

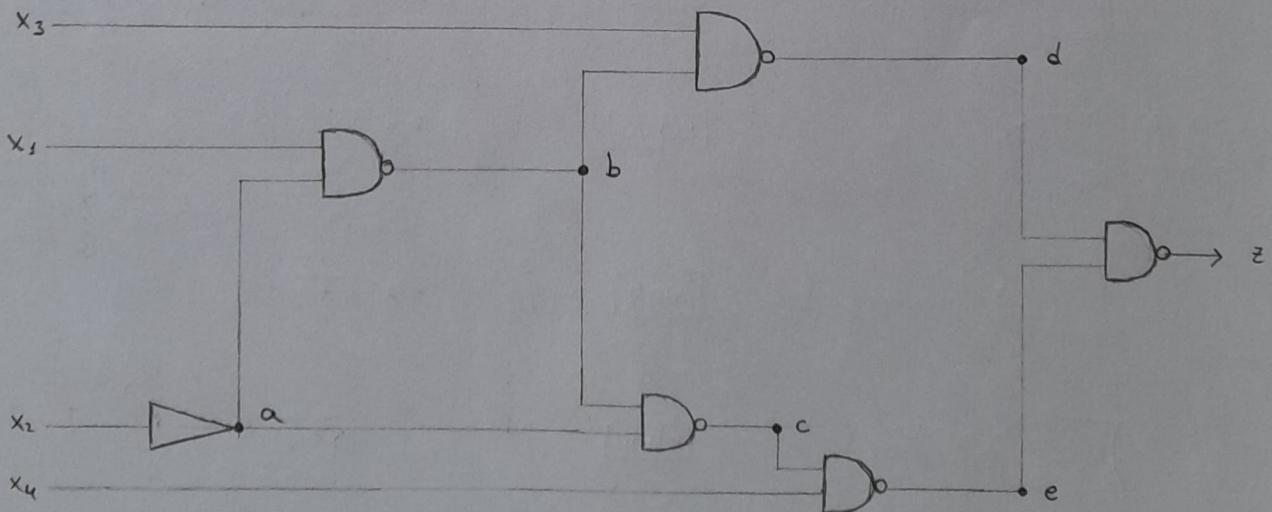
* Nivel 1 \Rightarrow puertas cuyos terminales de entrada estén conectados a las entradas del circuito.

* Nivel n+1 \Rightarrow puertas al menos uno terminal de entrada conectado a salidas nivel n , resto \rightarrow entradas
 \rightarrow salidas de niveles precedentes

3. Expressar las salidas de cada nivel en función de sus entradas.

! Comenzar por el nivel $n=1$!

¡GO!



¡OJO! Mapas de Karnaugh

3 variables $2^n \rightarrow 2^3 = 8$

x_1	x_2	00	01	11	10
0	0	0	2	6	4
1	1	3	7	5	1

4 variables $2^n \rightarrow 2^4 = 16$

x_1	x_2	x_3	x_4	00	01	11	10	
00	0	4	12	8	1	5	13	9
01	3	7	15	11	2	6	14	10

5 variables

6 variables

• Funciones booleanas y circuitos combinacionales



$$z_1(x_1, x_2, x_3) = \dots$$

$$z_2(x_1, x_2, x_3) = \dots$$

Funciones → Salidas

Variables → Entradas

7 Puertas lógicas

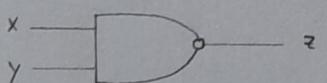
+ Puertas lógicas fundamentales \Rightarrow NOT, AND, OR

+ Puertas lógicas derivadas :



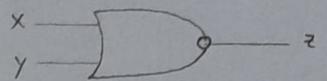
XOR

$$z = x \oplus y = \overline{x}y + x\overline{y}$$



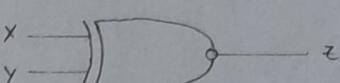
NAND

$$z = \overline{xy}$$



NOR

$$z = \overline{x+y}$$



XNOR

$$\overline{z} = \overline{x \oplus y} =$$

¿Listo para aprobar tus oposiciones?

Academia fernauro, formación a tu medida



¡Elije el curso que mejor se adapte a ti!

[Ver más](#)

Grupos reducidos

Presencial y Online

Cursos Intensivos

Preparación continua



Objetivo \Rightarrow 1 función dependiente de 4 variables

1) Entradas $\Leftrightarrow x_1, x_2, x_3, x_4$; Salidas $\Leftrightarrow z$
Variables intermedias $\Leftrightarrow a, b, c, d, e$

Puerta \Rightarrow NAND $z = \overline{x_1 \cdot x_2}$

Inversor $z = \overline{x}$

2)

$$n_1 \Rightarrow a = \overline{x_2}$$

$$n_2 \Rightarrow b = \overline{x_1 \cdot a} = \overline{x_1 \cdot \overline{x_2}}$$

$$n_3 \Rightarrow c = \overline{a \cdot b} = \overline{\overline{x_2} \cdot \overline{x_1 \cdot \overline{x_2}}}$$

$$d = \overline{x_3 \cdot b} = \overline{x_3 \cdot \overline{x_1 \cdot \overline{x_2}}}$$

$$n_4 \Rightarrow e = \overline{x_4 \cdot c} = \overline{x_4 \cdot \overline{x_2 \cdot \overline{x_1 \cdot \overline{x_2}}}}$$

$$n_5 \Rightarrow z = \overline{d \cdot e} = \overline{\overline{x_3 \cdot \overline{x_1 \cdot \overline{x_2}}} \cdot \overline{x_4 \cdot \overline{x_2 \cdot \overline{x_1 \cdot \overline{x_2}}}} =$$

$$= \overline{x_3 \cdot \overline{x_1 \cdot \overline{x_2}}} + \overline{x_4 \cdot \overline{x_2 \cdot \overline{x_1 \cdot \overline{x_2}}}} =$$

$$= x_3(x_1 + \overline{x_2}) + x_4(x_2 + x_1)\overline{x_2}$$

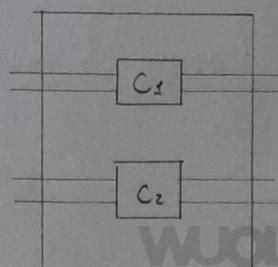
$$\begin{aligned}\overline{a \cdot b} &= \\ \overline{\overline{a} + \overline{b}} &= \\ a + b &\end{aligned}$$

2 Sintaxis. Conceptos

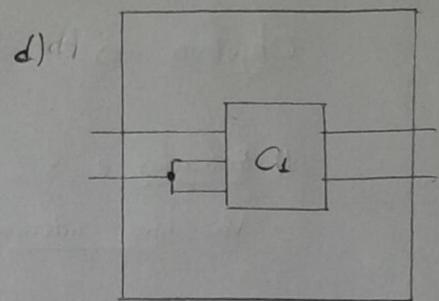
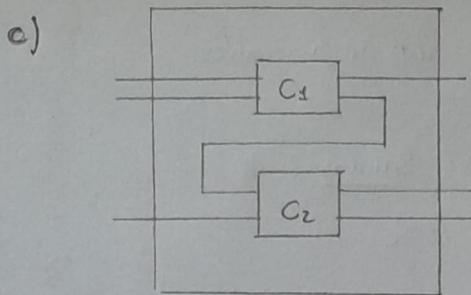
- Circuitos combinacionales bien construidos

a) Un solo cable o puerta lógica

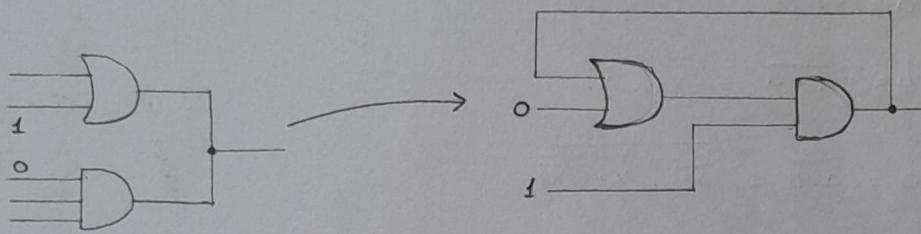
b) Yuxtaposición de 2 circuitos disjuntos



WUOLAH



- Circuitos combinacionales mal constituidos



- Criterios de optimización \Rightarrow minimizar
 - nº puertas
 - nº de conexiones
 - nº de niveles

- Definiciones y propiedades para síntesis mínima

\Rightarrow Implicante: términos producidos obtenidos a partir de un grupo [1's].

\Rightarrow Implicantes primos: implicantes que no pueden ser incluidos en otro grupo permitido de [1's] mayor.

"subconjuntos más grandes que pueden hacerse"

\Rightarrow Implicantes primos esenciales: implicantes primos que son imprescindibles para cubrir por completo todo los [1's] de la función.

"aquellos que contienen al menos un mintermino no incluido dentro cuadrado"

3. Síntesis. Herramientas.

- Mapa de Karnaugh para determinación de implicantes primos.

- * Casillas adyacentes (sólo se diferencian en una variable)

- * Grupo permitido (cuadrado o rectángulo, con 2^n casillas, cada casilla es adyacente con otra n casillas)

\bar{x} (valor 0)

x (valor 1)

!OJO!

$\begin{matrix} x_1 \\ x_3 \\ \diagup \\ x_2 \\ \diagdown \\ x_4 \end{matrix}$	00	01	11	10
00	$\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	$\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	$x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	$x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$
01	$\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4$	$\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4$	$x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4$	$x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4$
11	$\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4$	$\bar{x}_1 x_2 x_3 x_4$	$x_1 x_2 x_3 x_4$	$x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4$
10	$\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4$	$\bar{x}_1 x_2 x_3 \bar{x}_4$	$x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4$	$x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4$

	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	1*	1	1	0
11	1	1	0	0
10	1	*	0	0

Implicantes: $\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4^*$, $\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4$, ..., $\bar{x}_1 x_3 \bar{x}_4^*$

Implicantes primos: $x_2 \bar{x}_3$, $\bar{x}_1 x_4$, $\bar{x}_1 x_3$ ($\bar{x}_1 x_2$) → no esencial

Implicantes primos esenciales: $x_2 \bar{x}_3$, $\bar{x}_1 x_4$, $\bar{x}_1 x_3$

• Mapas de Karnaugh para obtención de la suma mínima

① Generar mapa de Karnaugh.

② Identificar los implicantes primos.

③ Seleccionar los implicantes primos esenciales

④ Encontrar la cobertura mínima.

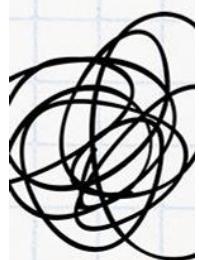
⑤ Escribir la forma normalizada o suma mínima

Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato
→ Planes pro: más coins

pierdo
espacio



Necesito
concentración

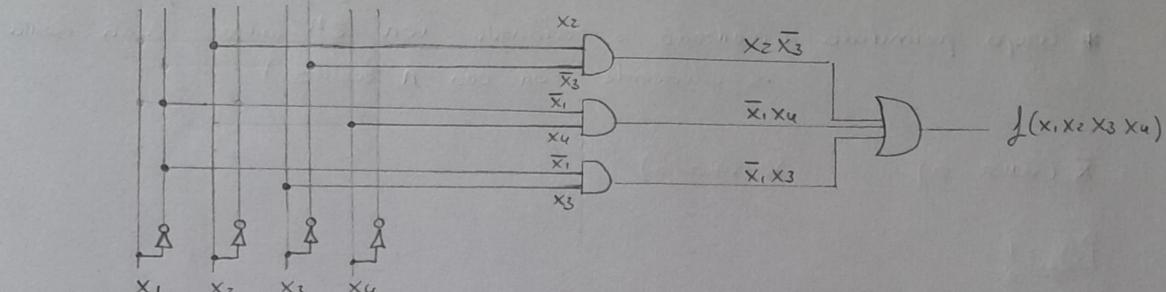
ali ali 0000
esto con 1 coin me
lo quito yo...

wuolah

¡jgo!

Implicantes primos esenciales $\Rightarrow x_2 \bar{x}_3, \bar{x}_1 x_4, \bar{x}_1 x_3$

Suma mínima $\rightarrow f(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 x_4 + \bar{x}_1 x_3$



- 3 pueras (AND) con 2 entradas, 1 puerla (OR) con 3 entradas

4 Concepto de indeterminación

No queda claro el valor de la salida para una combinación concreta de entradas.

Resolverlas $\Rightarrow 0 \text{ ó } 1 \Rightarrow$ ¡cicuito mínimo! hay que elegir bien

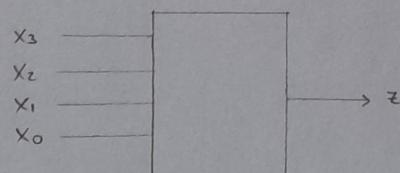
¡jgo!

Diseñar un circuito que tiene como entrada un número en BCD de un dígito y coloca un "1" en su salida si el número es potencia de 3 y "0" en caso contrario.

número 8 en BCD \Rightarrow 4 bits

$$\begin{array}{cccc} 8 & 1 & 2 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{array}$$

$$8 = \underbrace{1000}_{4 \text{ bits}}$$



el circuito tiene 4 entradas porque tenemos cuatro bits

1) Construimos la tabla de verdad : $2^4 = 16$

n	x_3	x_2	x_1	x_0	z
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	x
11	1	0	1	1	x
12	1	1	0	0	x
13	1	1	0	1	x
14	1	1	1	0	x
15	1	1	1	1	x

2) Construimos el Mapa de Karnaugh

x_3	x_2	00	01	11	10	
x_1	x_0	00	0	0	x	0
		01	1	0	x	1
		11	1	0	x	x
		10	0	0	x	x

le damos el valor que queramos

Indeterminación

3) Obtenemos los implicantes y los implicantes primos : $\bar{x}_2 x_0$

4) Suma mínima : $f(x_3 x_2 x_1 x_0) = \bar{x}_2 x_0$

5) Resultado del circuito : 1 puerta (AND) con 2 entradas

* Trabajas con el 1 y el 0

x_3	x_2	00	01	11	10	
x_1	x_0	00	0	1	1	0
		01	1	1	1	0
		11	1	1	0	0
		10	1	1	0	0

① Trabajamos con los 1

$$f(x_1 x_2 x_3 x_4) = x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 x_4 + \bar{x}_1 x_3$$

puestas AND, OR

$$\textcircled{2} \quad \overline{f(x_1 x_2 x_3 x_4)} = \overline{x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 x_4 + \bar{x}_1 x_3} =$$

$$= \overline{x_2 \bar{x}_3} \cdot \overline{\bar{x}_1 x_4} \cdot \overline{\bar{x}_1 x_3}$$

puestas NAND, NAND (más rápidas)

③ Trabajamos con los 0

$$f(x_1x_2x_3x_4) = x_1\bar{x}_2 + x_1x_3 + \bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4$$

$$\overline{f(x_1x_2x_3x_4)} = \overline{x_1\bar{x}_2 + x_1x_3 + \bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4} = \overline{x_1\bar{x}_2} \cdot \overline{x_1x_3} \cdot \overline{\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4} = \\ = (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_3) \cdot (x_2 + x_3 + x_4)$$

puertas OR, AND

$$\textcircled{4} \quad \overline{f(x_1x_2x_3x_4)} = \overline{(\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_3) \cdot (x_2 + x_3 + x_4)} = \\ = \overline{(\bar{x}_1 + x_2)} + \overline{(\bar{x}_1 + \bar{x}_3)} + \overline{(x_2 + x_3 + x_4)}$$

puertas NOR, NOR

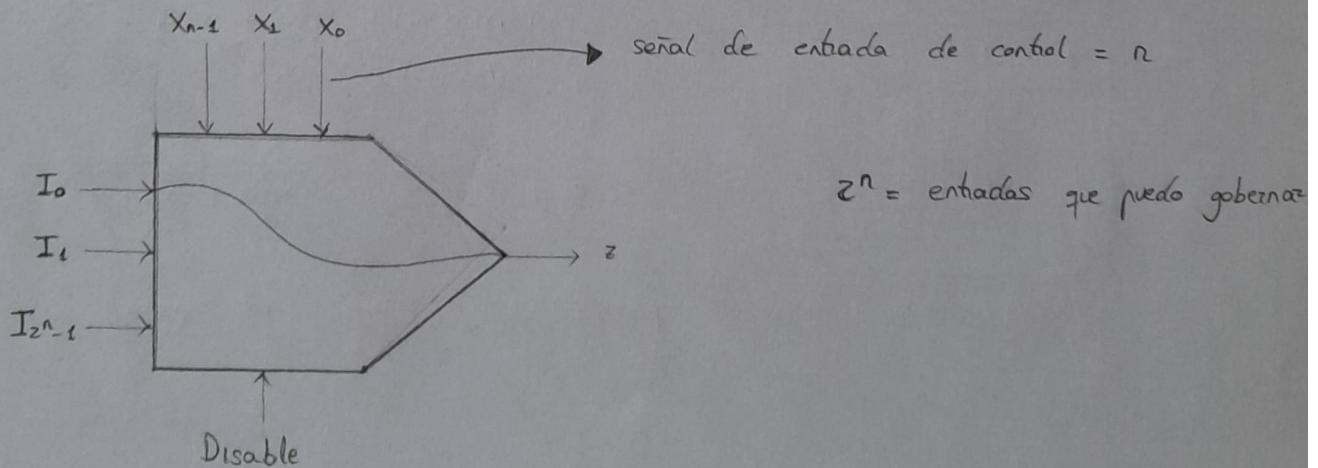
Si nos piden la suma mínima // coste mínimo \Rightarrow hacemos una trabajando con el 1, otra trabajando con el 0 y elegimos.

\downarrow
puede salir la misma solución

Tema 6 "Bloques funcionales combinacionales"

1 Bloques para el encaminamiento y/o transferencia de datos.

- Multiplexor : conecta a una única señal de salida, una de las diversos señales de entrada.



¿Listo para aprobar tus oposiciones?

Academia fernauro, formación a tu medida



¡Elije el curso que mejor se adapte a ti!

[Ver más](#)

Grupos reducidos

Presencial y Online

Cursos Intensivos

Preparación continua

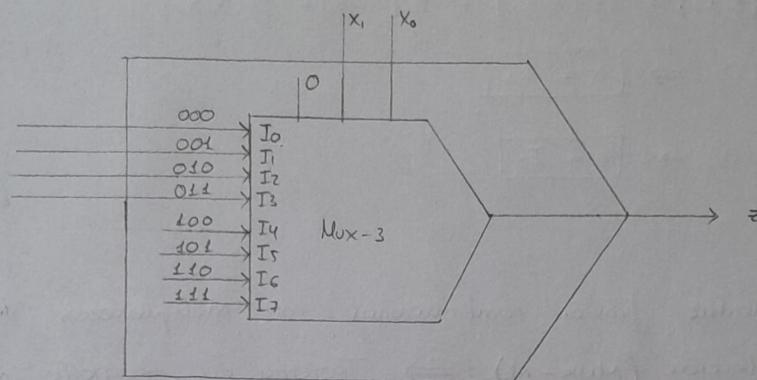


+ Si yo elijo el multiplexor $\Rightarrow \boxed{\text{Mux - } (n-1)}$

+ Si no elegimos el multiplexor \Rightarrow repeta proceso :

!OJO! ejercicio anterior :

- Nos queda con respecto a las variables $\text{Mux-3} \Rightarrow \text{Mux-2}$



!OJO! Dada esta función de 4 variables, implementala utilizando Mux-2

c d	a b	00	01	11	10
00		1	1		
01		1	1		
11		1	1	1	1
10					

• Desarrollamos c, d :

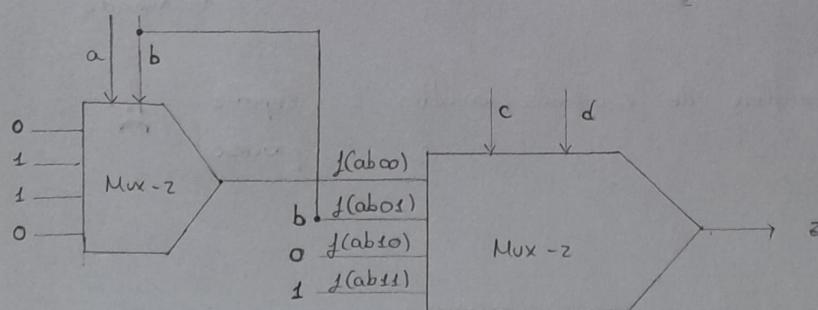
$$f(a,b,c,d) = (\bar{c}\bar{d}) \cdot f(ab00) + (\bar{c}d) \cdot f(ab01) + \\ ab + \bar{ab} \\ (\bar{c}\bar{d}) \cdot f(ab10) + (cd) \cdot f(ab11)$$

Tenemos que desarrollar $f(ab00) = (\bar{a}\bar{b}) f(0000) + (\bar{a}b) f(0100) +$

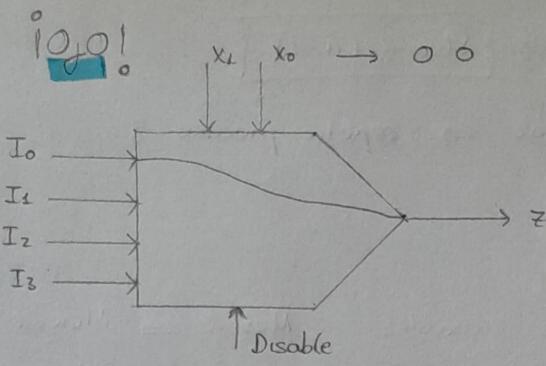
$$\uparrow \text{Volvemos ab} \quad \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}$$

$$(ab) f(1000) + (ab) f(1100)$$

$$\downarrow \quad \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}$$



WUOLAH



$Z^2 = 4$ señales que puedo
gobernar

$$Z = I_0 (\bar{X}_1 \bar{X}_0) + I_1 (\bar{X}_1 X_0) + I_2 (X_1 \bar{X}_0) + I_3 (X_1 X_0)$$

$$X_1 X_0 = 00 \Rightarrow Z = I_0$$

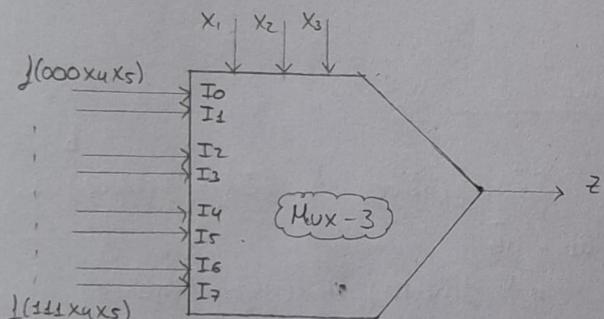
$$X_1 X_0 = 10 \Rightarrow Z = I_2$$

$$\begin{aligned} 1 \cdot 1 &= 1 \\ 1 \cdot 0 &= 0 \\ 0 \cdot 0 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \bar{1} = 0 \\ \bar{0} = 1 \end{cases}$$

+ Implementar función combinacional con multiplexores de N señales de selección (**Mux-N**) \Rightarrow Teorema del desarrollo para N variables

!Ojo! Desarrollar respecto a 3 variables

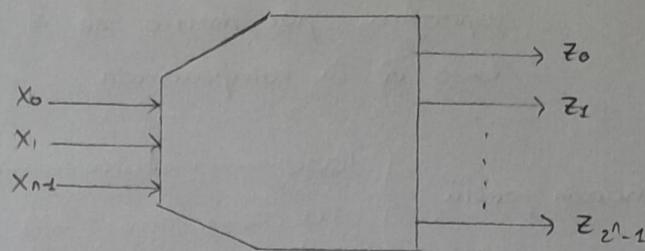


$$\begin{aligned} f(x_1 x_2 x_3) &= (\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3) \cdot f(000 x_4 x_5) + \\ &(\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3) \cdot f(001 x_4 x_5) + \\ &(\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3) \cdot f(010 x_4 x_5) + \\ &(\bar{x}_1 x_2 x_3) \cdot f(011 x_4 x_5) + \\ &(x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3) \cdot f(100 x_4 x_5) + \\ &(x_1 \bar{x}_2 x_3) \cdot f(101 x_4 x_5) + \\ &(x_1 x_2 \bar{x}_3) \cdot f(110 x_4 x_5) + \\ &(x_1 x_2 x_3) \cdot f(111 x_4 x_5) \end{aligned}$$

a) Residuos \Rightarrow constantes o dependen de un variable \Rightarrow hemos terminado

b) Residuos \Rightarrow dependen de z o más variables \Rightarrow repetir proceso

- Decodificador es n entradas y 2^n salidas, activa una de estas salidas en función de los valores de entrada.



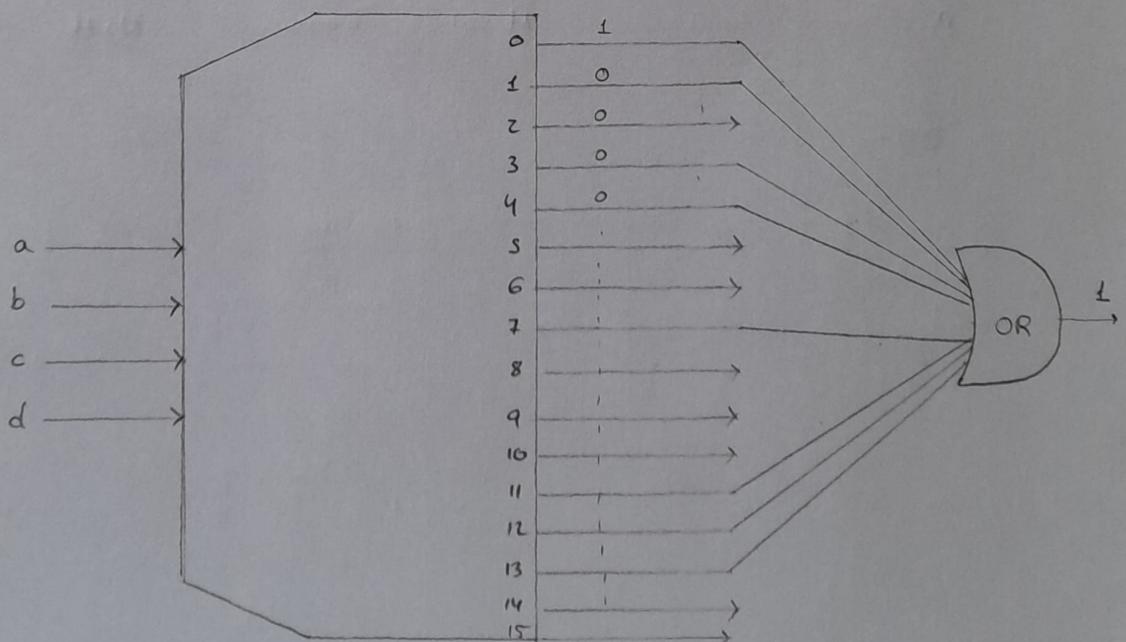
! Ojo !

$$f(abcd) = \sum m(0, 1, 3, 4, 7, 11, 12, 13) + d(8, 10, 15) = m_0 + m_1 + m_3 + m_4 + m_7 + m_{11} + m_{12} + m_{13} = \\ = \prod_M (z_5, z_6, z_9, z_{14}) + d(8, 10, 15) \rightarrow \underline{\text{indeterminaciones}} !$$

a c d	b	00	01	11	10
00		1 ⁰	1 ⁴	1 ¹²	X ⁸
01		1 ¹	0 ⁵	1 ¹³	0 ⁹
11		1 ³	1 ⁷	X ¹⁵	1 ¹¹
10		0 ²	0 ⁶	0 ¹⁴	X ¹⁰

- tenemos tantas entradas como variables
- a las indeterminaciones le damos el valor que nos de lo gana $\Rightarrow \boxed{0}$

Ej. abcd 0000 $\rightarrow \boxed{1}$

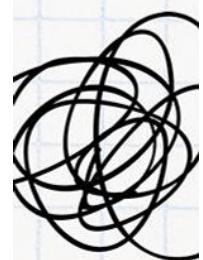


Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato
→ Planes pro: más coins

pierdo
espacio



Necesito
concentración

ali ali ooooh
esto con 1 coin me
lo quito yo...

wuolah

2. Bloques para el procesamiento de datos

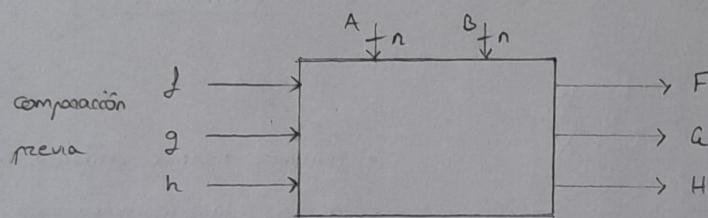
- Comparador: dispositivo combinacional que compara 2 n^o y especifica por medio de 3 señales binarias el resultado de la comparación.

→ Comparación previa

$$\begin{cases} 100 \rightarrow A \text{ mayor} \rightarrow F_1 Q_0 H_0 \\ 010 \rightarrow \text{igual} \rightarrow \boxed{\text{comparaz}} \\ 001 \rightarrow A \text{ es menor} \rightarrow F_0 Q_0 H_1 \end{cases}$$

→ Comparación

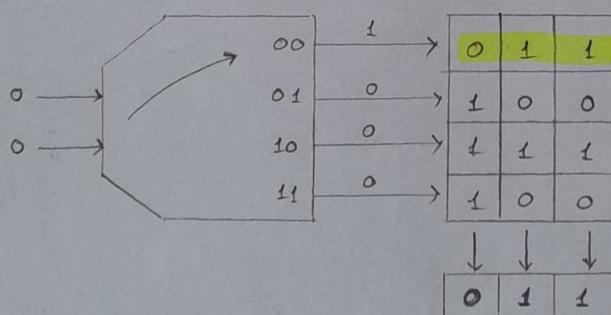
$$\begin{cases} A > B \Rightarrow F_1 Q_0 H_0 \\ A = B \Rightarrow F_0 Q_1 H_0 \\ A < B \Rightarrow F_0 Q_0 H_1 \end{cases}$$



3. Bloques para la generación de funciones booleanas

- ROM: estructura lógica organizada en N^{2^n} palabras de M bits
- | | | |
|---------------------|--------------------|-----------------------------------|
| n entradas binarias | M salidas binarias | $N \times M$ elementos de memoria |
|---------------------|--------------------|-----------------------------------|

¡jojo!



$$n = 2$$

$$N = 2^2 = 4$$

$$M = 3 \text{ (nº columnas)}$$

¡OJO! Implementar con la ROM adecuada estas dos funciones combinacionales.

$$f_1(x_1x_2x_3) = \sum m (0, 5, 7) \quad 3 \text{ entradas}, \quad 2 \text{ salidas}$$

$$f_2(x_1x_2x_3) = \sum m (0, 1, 6, 7) \quad z^n = z^3 = 8$$

