

Indusbol1 .com

Apuntes de 3°GITI

Cartagena99

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Si alguna vez estos
apuntes te sirvieron
de ayuda, piensa que
tus apuntes pueden
ayudar a muchas
otras personas.
Comparte tus apuntes
En indusbol.com o
simplyjarod.com

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The text is set against a light blue, starburst-like background that tapers to the right. Below the text, there is a horizontal orange bar with a slight gradient and a drop shadow effect.

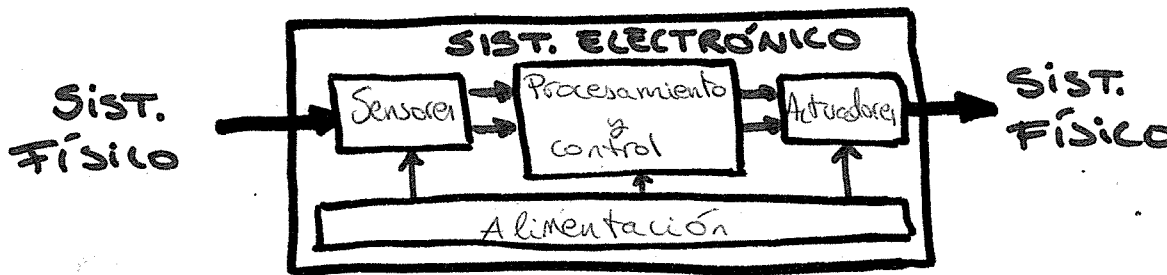
**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

INTRO: SISTEMAS ELECTRONICOS.

1 Definición

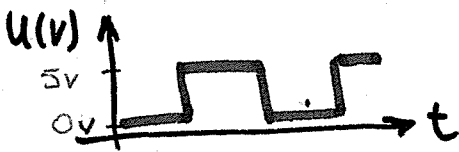
Un sistema electrónico toma información de una magnitud externa de un sistema físico, la transforma en una señal eléctrica (sensores), la procesa y genera otra señal, de la que corresponde, que actúa sobre el sistema físico.



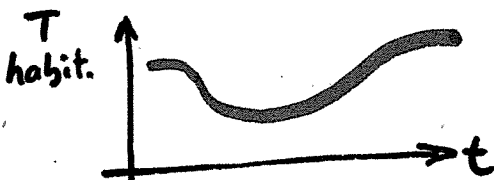
2 Tipos

Analogico y digital

- Una señal digital puede tomar un valor entre un n° finito de valores.



- Una señal analógica puede tomar un n° infinito de valores.



El mundo real es analógico
¿Por qué usar sistemas digitales?

Capacidad para manejar gran cantidad de información

- Fácil de almacenar y transmitir
- Inmune al ruido

Gran desarrollo de la tecnología:
Circuitos integrados con millones de transistores

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, bold, green font. The "99" is significantly larger than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue background that has a white, arrow-like shape pointing to the right, which is partially obscured by the text.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



BINARIO

1 Sistemas de numeración

$b=10$; SISTEMA DECIMAL

Dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Podemos repre
dígito, \rightarrow 10

$251 = 2 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$ \rightarrow Dígito menos significativo \rightarrow D

$b=2$; SISTEMA BINARIO

Dígitos: 0, 1 BIT ; Con n bits podemos representar

$1011 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$ \rightarrow Bit menos significant / least significant bit \rightarrow L

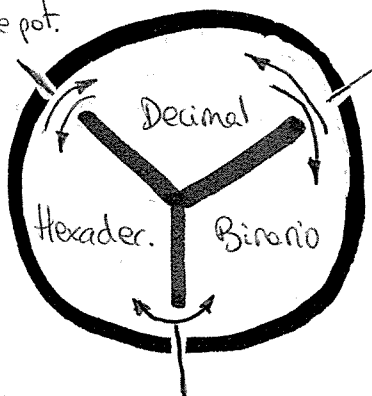
$b=16$; SISTEMA HEXADECIMAL

Dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D

$b=8$ SISTEMA OCTAL

Dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

CAMBIO DE BASE



Suma de pot. \rightarrow Suma de potencias: $1011 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1$

\rightarrow Divisiones sucesivas entre 2:

$35 = 100011$

35 $\begin{matrix} / 2 \\ 17 \\ / 2 \\ 8 \\ / 2 \\ 4 \\ / 2 \\ 2 \\ / 2 \\ 1 \end{matrix}$

Inmediato: $345 = \underbrace{1100}_C \underbrace{0011}_3 \underbrace{1010}_A \underbrace{010}_5$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Si la información contenida en el presente documento en virtud al Art. 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

2 Binario

Para los números positivos usaremos el código binario pero, para los negativos, estudiaremos dos sistemas de codificación:

- Signo magnitud
- Complemento a 2

Signo magnitud

El primer bit es denominado bit de signo → Signo positivo
 → Signo negativo

Ej.: +27 $\boxed{0}$ $\boxed{11011}$
 -27 $\boxed{1}$ $\boxed{11011}$

Complemento a 2

Tomando el n° positivo, para hallar su negativo se intercambian los '0' por '1' y viceversa y se suma 1 y añade 1 al p.

Ej.: -27 } $27 = \begin{array}{r} 11011 \\ 00100 \\ + \quad \quad 1 \\ \hline \boxed{1}00101 \end{array}$ $\boxed{1}00101$ rep.
 $-1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0$

Usando Complemento a 2 las restas son sumas:

$30 - 27$ $\left\{ \begin{array}{l} 30 \equiv 011110 \\ -27 \equiv \begin{cases} 27 = 11011 \\ 00100 \\ + \quad \quad 1 \\ \hline 100101 \equiv -27 \end{cases} \end{array} \right. \rightarrow \begin{array}{r} 011110 \\ + 100101 \\ \hline 000011 \end{array}$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99





Ejercicio: Expresar la resta 27-30 en C.A2:

$$\begin{array}{r}
 27 \rightarrow \boxed{0} 11011 \\
 -30 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 30 \boxed{1} 11110 \\ \phantom{\boxed{1}} 00001 \\ \phantom{\boxed{1}} + 1 \\ \hline \phantom{\boxed{1}} \boxed{1} 00010 \end{array} \right. \Rightarrow \begin{array}{r} \boxed{0} 11011 \\ + \boxed{1} 00010 \\ \hline \boxed{1} 11101 \end{array}
 \end{array}$$

Podríamos deber el cambio de signo $\boxed{0} 0001$

$$\begin{array}{r}
 0001 \\
 + \\
 \hline
 000
 \end{array}$$

NOTA!! Otro código que se nos puede presentar en alguna a el BCD \equiv Binary Code Decimal

Representa los números decimales codificados en binario dígito. Ej.: 923 \equiv $\frac{1001}{9}$ $\frac{0010}{2}$ $\frac{0011}{3}$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, green, serif font. The text is set against a light blue background that has a subtle, larger-scale version of the "Cartagena99" text behind it. A thin orange horizontal line runs through the middle of the "99" part of the logo.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



ÁLGEBRA DE BOOLE

1 Variables, operaciones y funciones lógicas

Variables lógicas: A {0, 1}

Operaciones lógicas:

SUMA → OR

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

PRODUCTO → AND

A	B	A·B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NEGACIÓN o COMPLEMENTO

A	\bar{A}
0	1
1	0

Funciones lógicas: $f(A, B, C, \dots) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot C \dots$

2 Teoremas

Teorema del cierre: El resultado de aplicar cualquier función a variables booleanas tiene como resultado un booleano.

Teorema de idempotencia: $A+A=A$; $A \cdot A=A$

Teorema de involución: $\overline{\bar{A}}=A$

Propiedad conmutativa: $A+B=B+A$; $AB=BA$

Propiedad asociativa: $(A+B)+C=A+(B+C)$; $(A \cdot B) \cdot C=A \cdot (B \cdot C)$

Propiedad distributiva: $A \cdot (B+C)=AB+AC$; $A+B \cdot C=A+(B \cdot C)$

parece raro

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Teorema de absorción $A + A \cdot B = A$; $A \cdot (A + B) = A$

A	B	$A \cdot B$	$A + B$	$A + A \cdot B$
0	0	0	0	0
0	1	0	1	0
1	0	0	1	1
1	1	1	1	1

Ley de Morgan

$$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

Generalizando: Expresión lógica = Cada una de las subexpresiones cambiando $\cdot \iff +$

NOTA // Otras propiedades $A \cdot 1 = A$; $A \cdot \emptyset = \emptyset$
 $A + 1 = 1$; $A + \emptyset = A$

● Demo Leyes de Morgan con tablas de verdad

$$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

A	B	$A + B$	$\overline{A + B}$	\bar{A}	\bar{B}	$\bar{A} \cdot \bar{B}$
0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0

$$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

A	B	$A \cdot B$	$\overline{A \cdot B}$	\bar{A}	\bar{B}
0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0

NOTA // 1ª forma canónica de una función: Suma de productos
 2ª forma canónica de una función: Productos de sumas

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

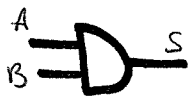
3 Puertas lógicas

INVERSOR



A	S = \bar{A}
0	1
1	0

AND



A	B	S = $A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR



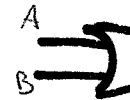
A	B	S = $A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NAND



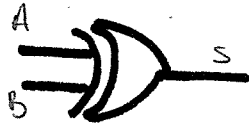
A	B	S = $\overline{A \cdot B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR



A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

XOR



A	B	S = $A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

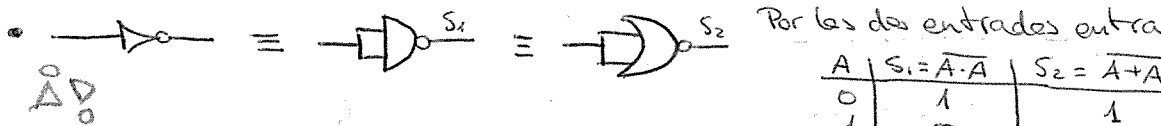
XNOR



A	B	S = $\overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Equivalencia entre puertas:

- Como en lógica, las puertas NAND y NOR pueden conseguirse con + inversor u OR + inversor?

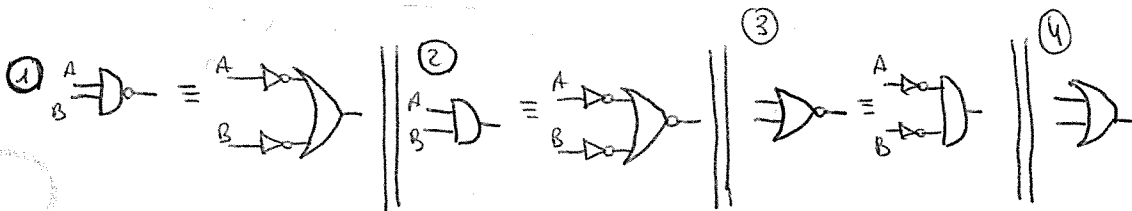


Por las dos entradas entra

A	S ₁ = $\overline{A \cdot A}$	S ₂ = $\overline{A + A}$
0	1	1
1	0	0

• Leyes de Morgan

$$\begin{cases} \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B} & (1) \\ \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B} & (2) \\ \overline{\overline{A + B}} = A + B & (3) \\ \overline{\overline{A \cdot B}} = A \cdot B & (4) \end{cases}$$



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

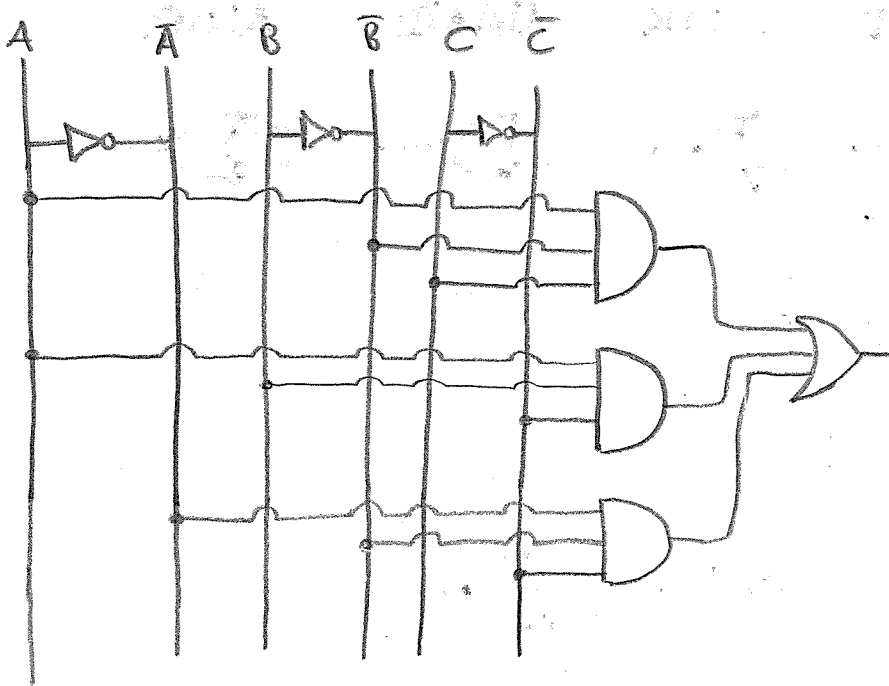
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



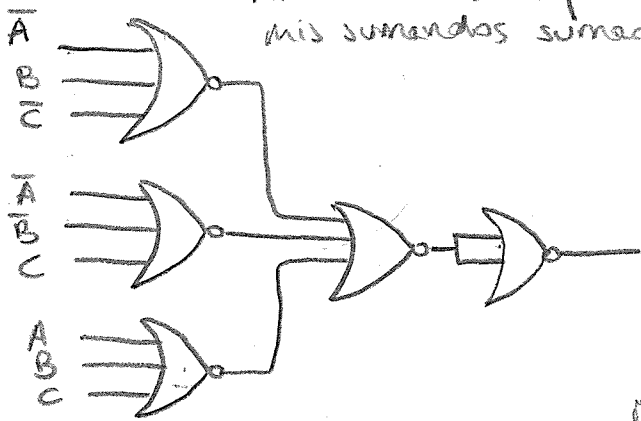
Ejemplo: Representar la función $f = \bar{A}BC + A\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}C$ me
puertas NOR

Primero representamos la función como tal:



PUE
A
B
A+B
A-bar*B*C
A*B-bar*C
A-bar*B-bar*C
Creo p
DE CA

Al unir todas las puertas NOR con otra NOR me
mis sumandos sumados y negados → Tengo
otra u
la ne



Puerta
NOR
Cortour-
unidade
≡ Uso in-
valent

negan a cada sumando

Tenemos inicialmente $\bar{A}BC + A\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}C = (\bar{A} + B + \bar{C}) + (\bar{A} + \bar{B} + C) + (A + B + C)$

Hemos obtenido $\left[(\bar{A} + B + \bar{C}) + (\bar{A} + \bar{B} + C) + (A + B + C) \right] =$ es equi

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

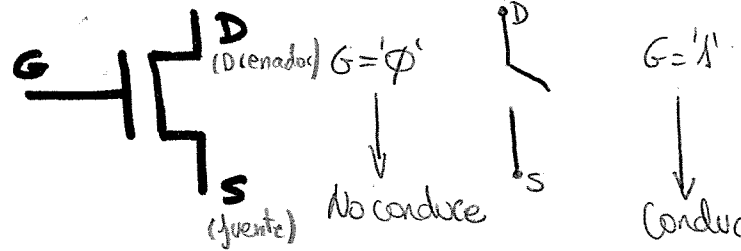


4 La lógica del transistor CMOS

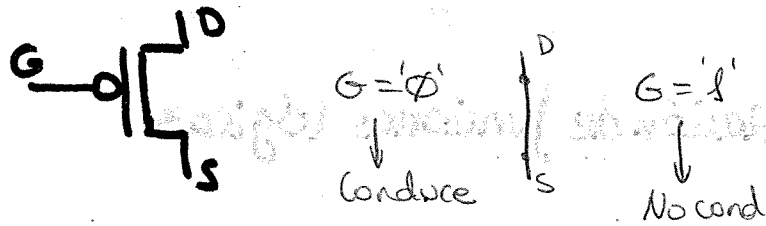
Complementary Metal Oxide Semiconductor

Nos interesa el modo de funcionamiento de los transistores criptores controlados para crear puertas lógicas.

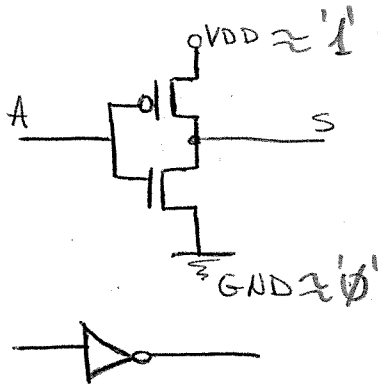
Tipos: • NMOS



• PMOS



➔ INVERSOR CON TRANSISTORES = pMOS + nMOS en serie !!

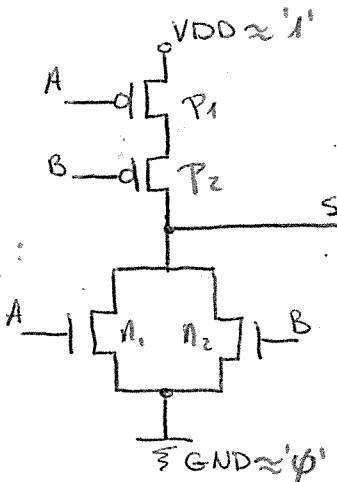


Demo

A	PMOS	NMOS	S
0	Conduce	No cond.	VDD = 1
1	No cond.	Conduce	GND = 0

➔ PUERTA NOR CON TRANSISTORES = 2 pMOS en serie + 2 nMOS

Todo ello en serie con S entre media



Demo

A	B	P1	P2	n1	n2	S
0	0	Si	Si	No	No	VDD = 1
0	1	Si	No	No	Si	GND = 0
1	0	No	Si	Si	No	GND = 0
1	1	No	No	Si	Si	GND = 0

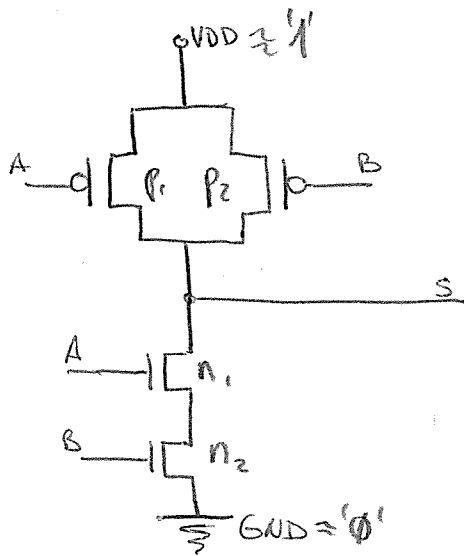
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

➔ PUERTA NAND CON TRANSISTORES = 2 pMOS en paralelo + 2 nMOS

Todo ello en serie con S
mediay



Demo

A	B	P ₁	P ₂	n ₁	n ₂	S
0	0	Si	Si	No	No	VDD
0	1	Si	No	No	Si	VDD
1	0	No	Si	Si	No	VDD
1	1	No	No	Si	Si	GN

5 Minimización de Junciones lógicas

Usaremos el método de minimización por mapa de Karnaugh se cumple cuando tengamos más de 4 variables pero no sea en este caso. Vamos a estudiarlo con el ejemplo dado:

$$f = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + ABC\bar{D} +$$

A	B	C	D	f
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Solo cambia entre ve

AB \ CD	00	01	11
00	1	1	0
01	0	0	0
11	0	1	1
10	0	0	1

Tenemos que hacer cuadrados lo mas grandes posible wjos todo potencia de 2 incluyendo todos los Pueden estar varios '1s' en 2 cuadros

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99





La función simplificada queda:

$$\overline{\overline{A}}\overline{\overline{C}}\overline{\overline{D}} + \overline{\overline{A}}C + \overline{\overline{A}}BCD = S$$

Las variables que no cambian en el cuadro verde oscuro

Idem en verde claro

Idem en cuadro morado

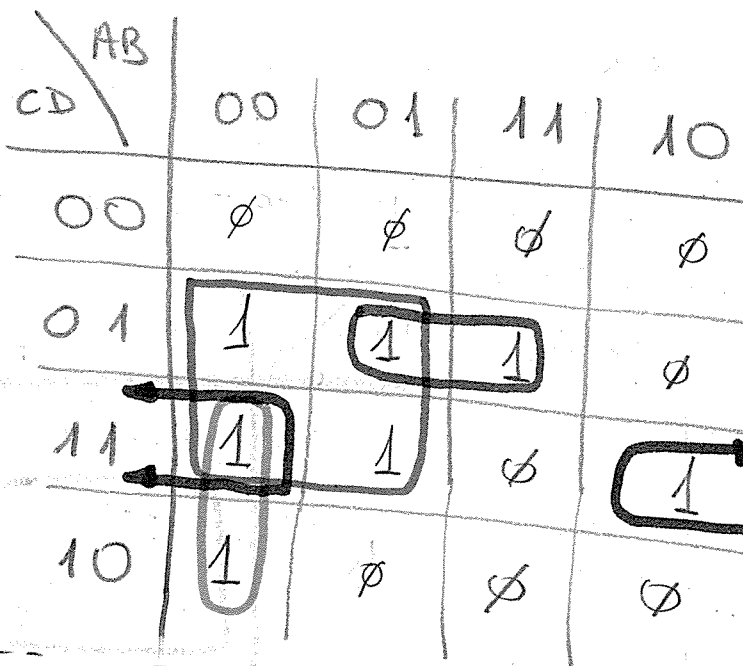
Ejercicio: Diseñar un circuito digital que nos devuelva un 1 cuando la entrada de 4 bits sea un n° primo

A	B	C	D	S
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

1ª forma canónica

$$S = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}BCD + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D + A\overline{B}C\overline{D} + A\overline{B}CD + AB\overline{C}\overline{D} + AB\overline{C}D + ABC\overline{D} + ABCD$$

Mapa de Karnaugh



$$S = \overline{A}D + \overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C + \overline{B}CD$$

EXTRA: Transformar la función S a funciones de tipo NAND

NAND ≡ Productos negados → Aplico leyes de Morgan

$$S = (\overline{A}D) \cdot (\overline{B}\overline{C}D) \cdot (\overline{A}\overline{B}C) \cdot (\overline{B}CD) \leftarrow \text{Ya son funciones NAND}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

NOTA!! Las XOR no se deducen aunque suelen aparecer

Por ejemplo: Sea el mapa de Karnaugh

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	0	1	0
11	0	1	0	0
10	1	0	0	1

$$f = \bar{B}\bar{D} + ABC\bar{D}$$

$$f = \bar{B}\bar{D} + BD(A \oplus C)$$

A	C	A ⊕ C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Podría ser una XOR!!

$$f = \bar{B}\bar{D} + BD(A \oplus C)$$

Ejercicio: Diseñar un circuito que determine si el mes del año, en 6 entrada en binario natural 4 bits, tiene 31 de a valor 1) o menos (salida a 0)

E3	E2	E1	E0	S
0	0	0	0	X
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

E3 E2 \ E1 E0	00	01	11
00	X	0	1
01	1	1	X
11	1	1	1
10	0	0	X

Termos indiferentes → Pueden estar dentro o fuera del mapa si nos ayudan o más grandes

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



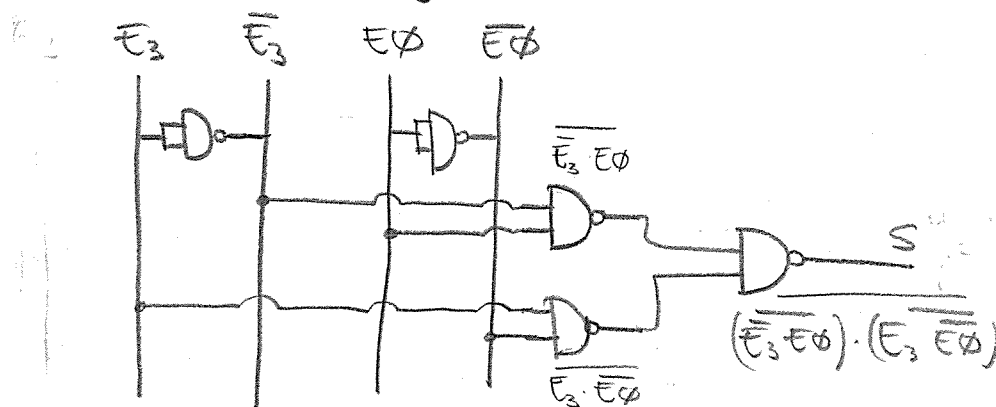
$$S = \bar{E}_3 E\phi + E_3 \bar{E}\phi = E_3 \oplus E\phi$$

El circuito podría simplificarse a:



Realizar este circuito sólo con puertas NAND → Productos

$$S = \bar{E}_3 E\phi + E_3 \bar{E}\phi \stackrel{\text{Morgan}}{=} (\bar{E}_3 E\phi) \cdot (\bar{E}_3 \bar{E}\phi)$$



NOTA!! Si tuvieramos que elaborar mapas de Karnaugh con 5 variables haríamos → Dejo 2 var fijas, por ejemplo, A y elaboro mapas de Karnaugh, uno para $A=0 \rightarrow f_1$ y otro para $A=1 \rightarrow f_2$. La función final sería:

$$f = \bar{A}f_1 + Af_2 //$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

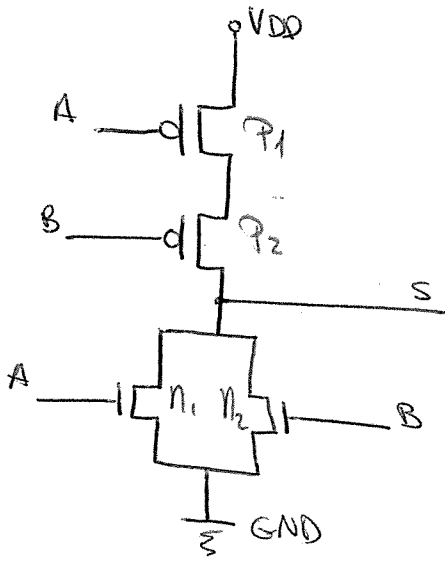
The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, bold, green font. The "99" is significantly larger and more prominent than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue background that has a subtle, larger-scale pattern. A thin orange horizontal line runs through the middle of the "99".

**CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

PUERTA NOR

4 TRANSISTORES

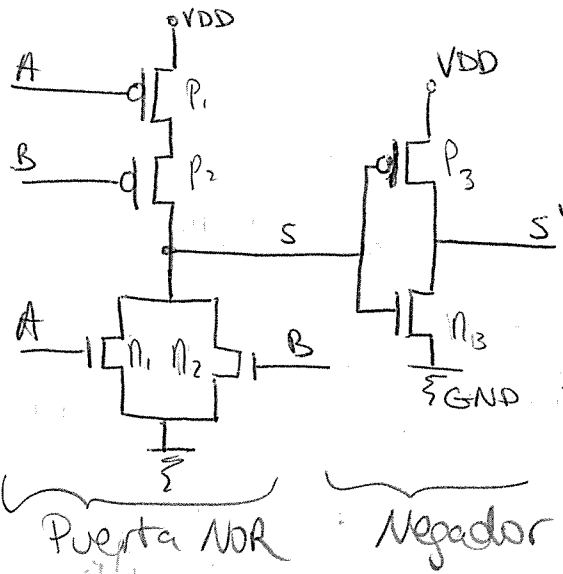


A	B	P ₁	P ₂	N ₁	N ₂	S
0	0	SI	SI	NO	NO	1
0	1	SI	NO	NO	SI	0
1	0	NO	SI	SI	NO	0
1	1	NO	NO	SI	SI	0

} → $\overline{A+B}$

PUERTA OR

6 TRANSISTORES



A	B	P ₁	P ₂	N ₁	N ₂	S	P ₃	N ₃
0	0	SI	SI	NO	NO	1	NO	SI
0	1	SI	NO	NO	SI	0	SI	NO
1	0	NO	SI	SI	NO	0	SI	NO
1	1	SI	SI	NO	NO	0	SI	NO

puerta NOR

Negador

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

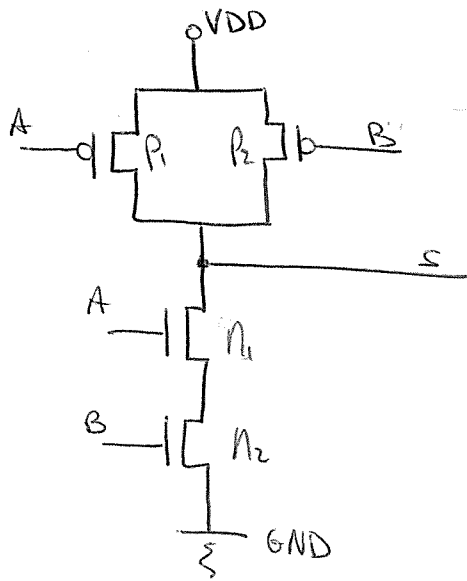
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



PUERTA NAND

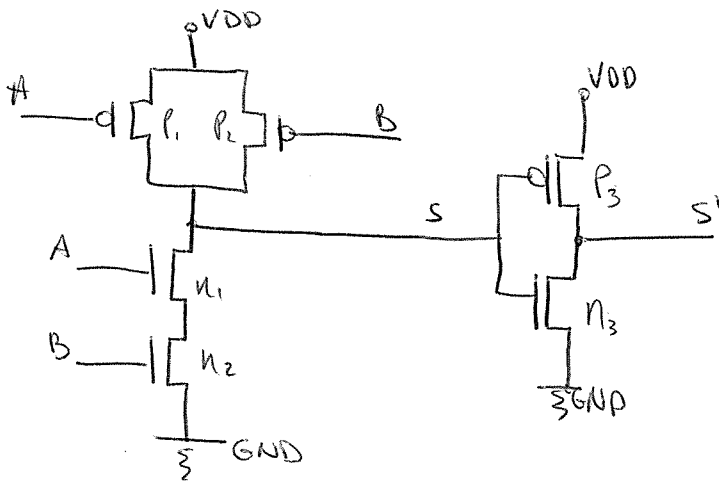
4 TRANSISTORES



AB	P ₁	P ₂	N ₁	N ₂	S
00	SI	SI	NO	NO	1
01	SI	NO	NO	SI	1
10	NO	SI	SI	NO	1
11	NO	NO	SI	SI	0

PUERTA AND

6 TRANSISTORES



AB	P ₁	P ₂	N ₁	N ₂	S
00	SI	SI	NO	NO	1
01	SI	NO	NO	SI	1
10	NO	SI	SI	NO	1
11	NO	NO	SI	SI	0

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

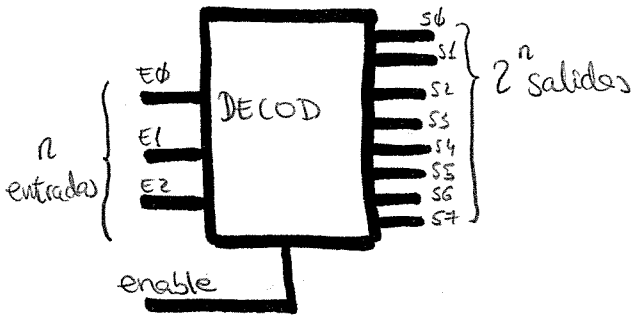
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



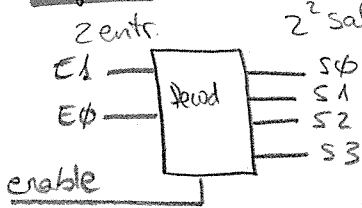
CIRC. COMBINACIONAL

1 Decodificadores



- Cuando el enable está a '0' El decodificador no funciona, todas las salidas son 0.
- Cuando el enable está a '1' Todas las salidas excepto la salida cuyo número es la entrada. Por ejemplo: E_2, E_1, E_0
 $\Rightarrow S_0, S_1, \dots, S_5, S_7 = 0$
 $S_6 = 1$

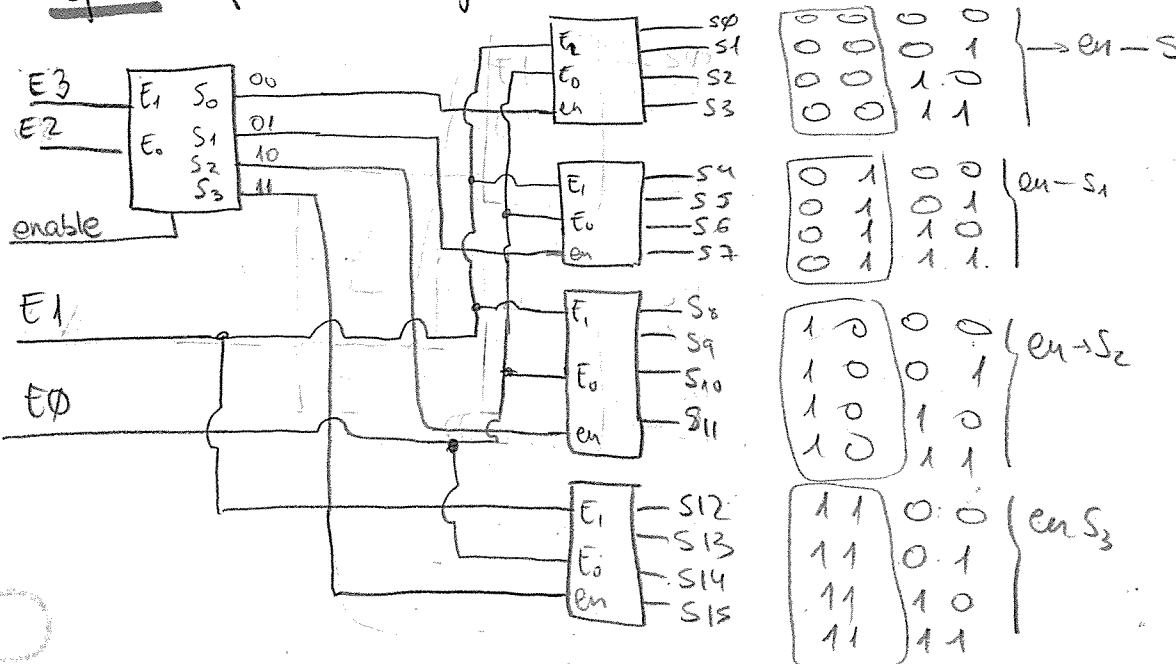
Ejemplo decod. de 2 entradas:



en	E_1	E_0	S_0	S_1	S_2
0	X	X	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	0	0

$S_0 = en \cdot \bar{E}_1 \bar{E}_0$; $S_1 = en \cdot \bar{E}_1 E_0$; $S_2 = en \cdot E_1 \bar{E}_0$; $S_3 = en \cdot E_1 E_0$

Ejercicio: A partir de decodificadores de 2 entradas, construir uno de 4:

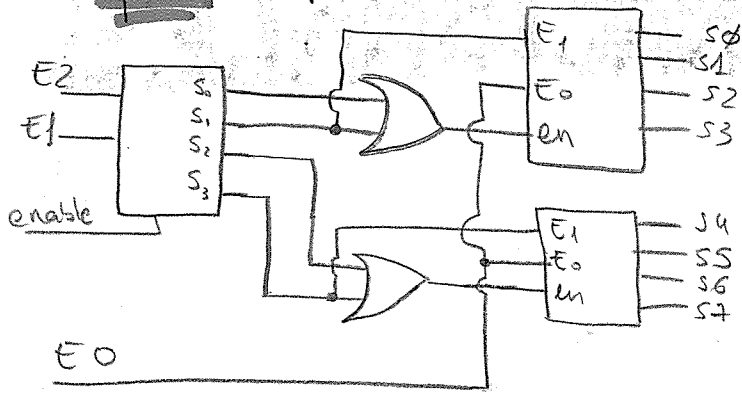


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

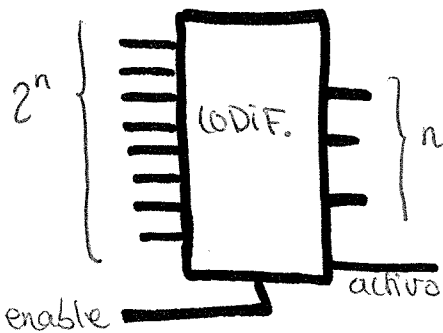
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Ejercicio: A partir de un decodificador de 2 entradas construye



2 Codificador



Codifica en binario sobre la salida el número de entrada que esté activa

¿Qué pasa si hay más de una entrada activa?

Si se trata de un codificador prioritario se dará prioridad a la entrada más alta.

enable activo = Si no hay ninguna entrada a 1

Ejemplo codificador 4 entradas / 2 salidas

e_n	e_0	e_1	e_2	e_3	s_1	s_0	Act
0	x	x	x	x	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	x	x	x	1	1	1	1
1	x	x	1	0	1	0	1
1	x	1	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	1

0 = Deshabilitado
 1 = Inactivo
 1 = Activo

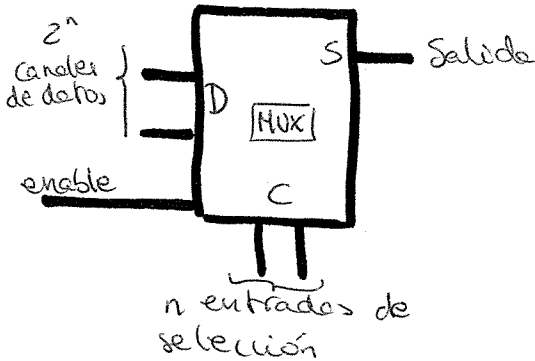
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

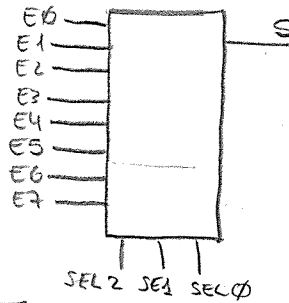
3 Multiplexores y Demultiplexores

MULTIPLEXOR \equiv MUX



La salida sigue a la entrada n° indicio la selección

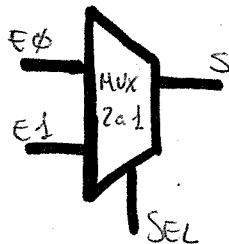
Ejemplo: $n=3$



$SEL(2:0) = 1$
 $S = E_1$

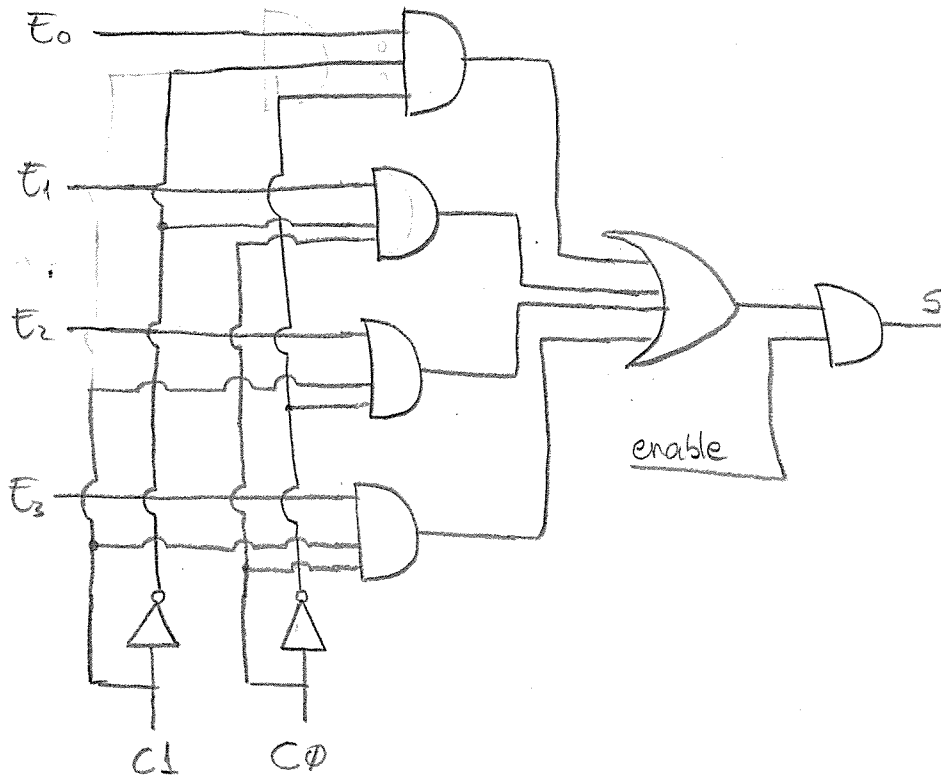
Tienen un símbolo propio

Ejemplo de Mux especial llamado MUX 2 a 1



$S = \overline{SEL} \cdot E_0 + SEL \cdot E_1$

Ejercicio: Mux con puertas lógicas



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

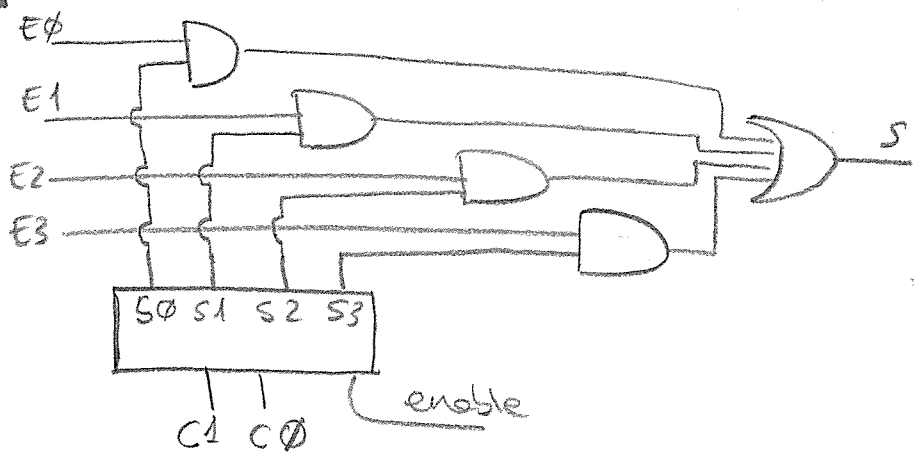
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99





Ejercicio: Mux con decodificador + puertas



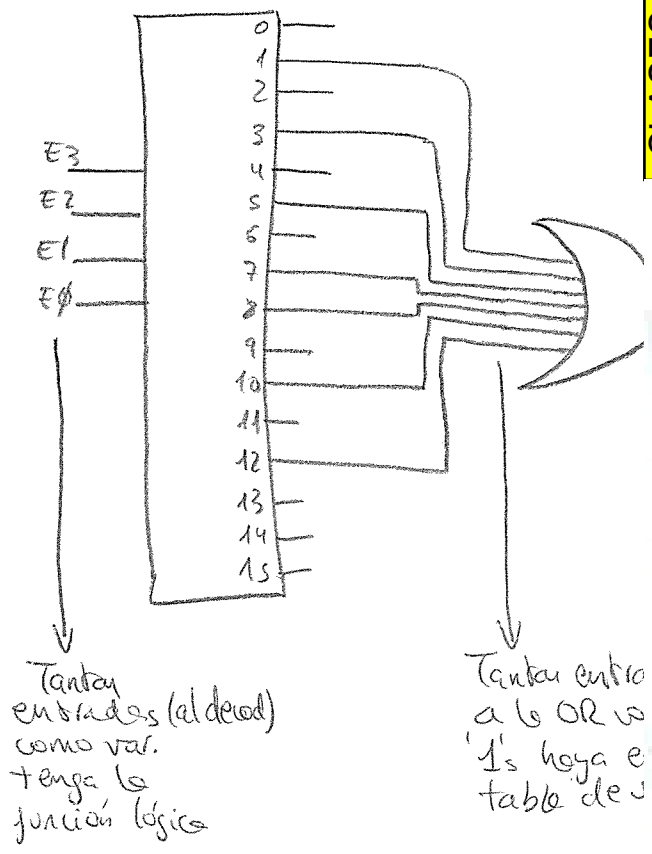
DEMULTIPLIXORES: Hacen lo contrario a los MUX, sacan la en
a quella salida correspondiente al n° co
en las señales de control

Ejercicio: Diseñar un circuito que tenga como entrada
mes del año codificado en binario y como salida
un '1' si el mes es de 31 días y un '0' en el caso co

- a) Mediante un decodificador y una puerta OR
- b) Mediante un mux e inversores
- c) Mediante MUXs 2 a 1 e inversores

E3	E2	E1	E0	S
0	0	0	0	X
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

a) Decod + OR



Tanto en
entradas (al decod)
como var.
tenga la
función lógica

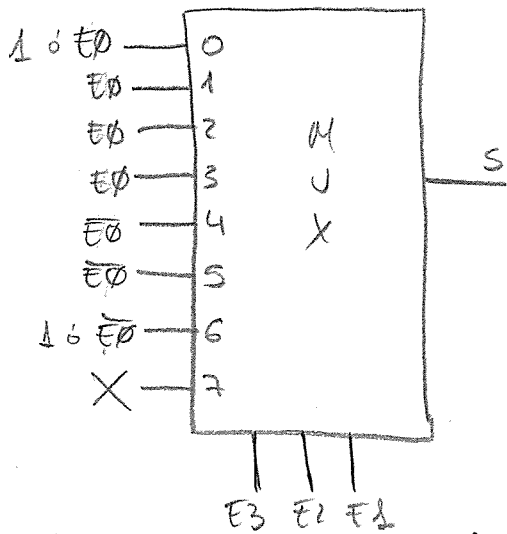
Tanto en lo
a lo OR es
'1's haya e
tabla de

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



b) MUX + INVERSORES

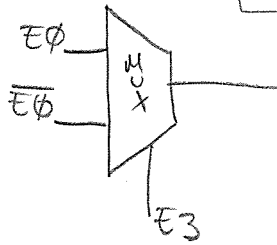


Nº entradas de selección del MUX
= nº entradas función - 1

c) Mux '2 a 1'

Por Karnaugh se sabe que

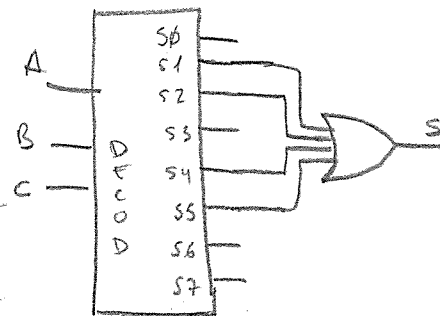
$$S = \bar{E}_3 E \bar{\phi} + E_3 \bar{E} \bar{\phi}$$



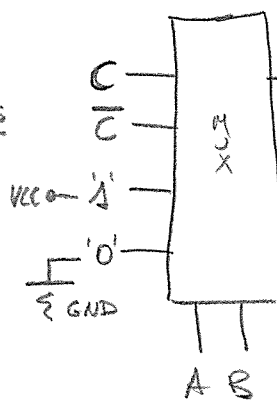
Ejercicio: Dado la tabla de verdad, representarla con 3 diseños

A	B	C	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

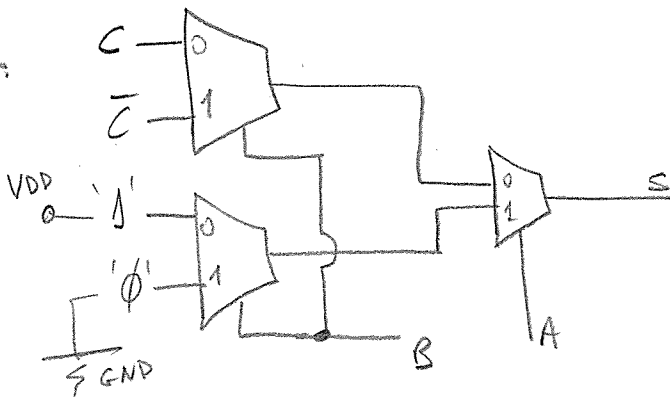
Diseño 1



Diseño 2



Diseño 3:



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, bold, green font. The text is set against a light blue background that has a white, arrow-like shape pointing to the right, which is partially obscured by the text. The number "99" is slightly larger and more prominent than the word "Cartagena".

Cartagena99

**CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

- - -

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

CIRC. SECUENCIALES

1 Definición y tipos

Un circuito secuencial es aquel en el que las salidas en un de tiempo dependen de los entradas en ese instante de y en instantes anteriores.

La evolución pasada está almacenada en unos elementos con capacidad de memorizar el estado interno. Cada bit de información pasado se guarda en un biestable.

Circuitos Asíncronos: Cambio de estado y de salida frente a un cambio de las entradas adecuado.

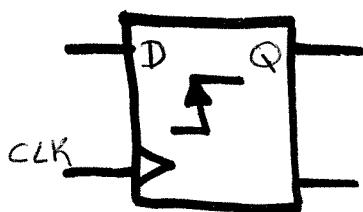
Circuitos Sincronos: Cambio de estado cuando se produce un evento de una señal especial que entra a los biestables y se denomina señal de reloj. Los cambios se producen en los flancos del reloj.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

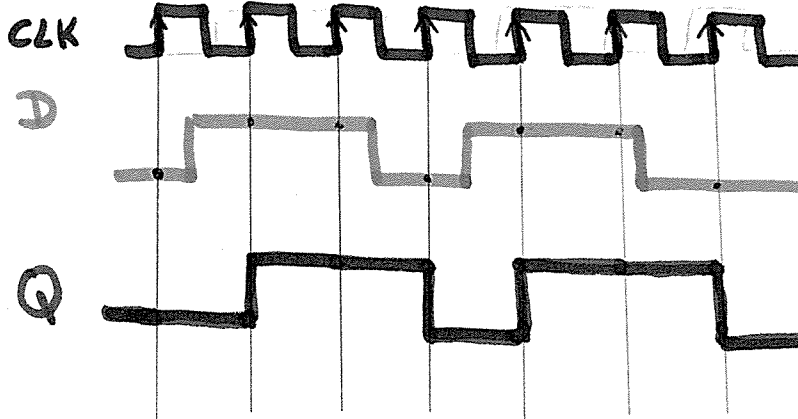
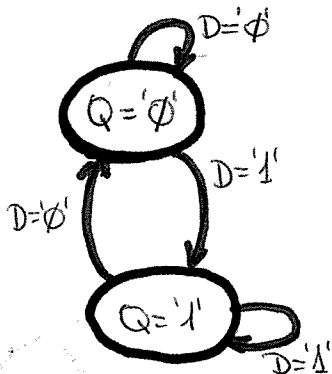
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

2 Biestables síncronos

BIESTABLE D (data)

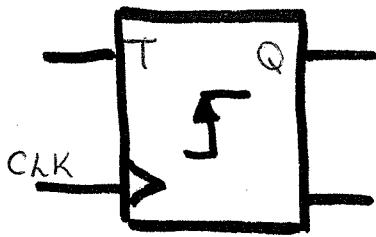


Cuando se produce el flanco activo de la señal CLK (\uparrow) Q se actualiza por D.

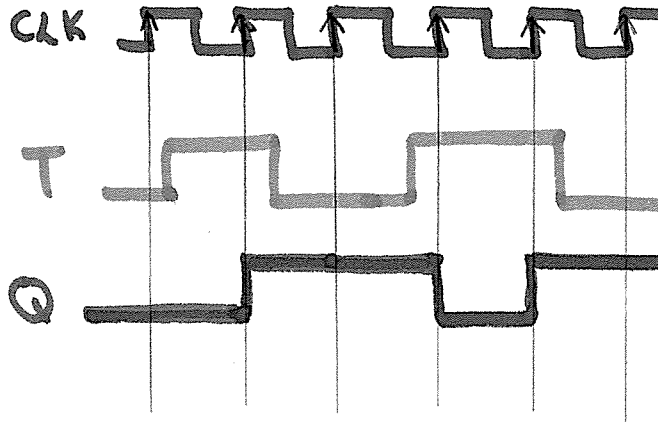
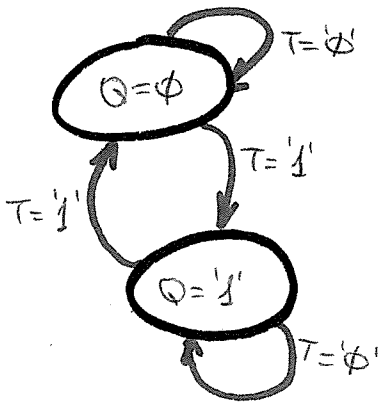


Cartagena99

BIESTABLE T (toggle)

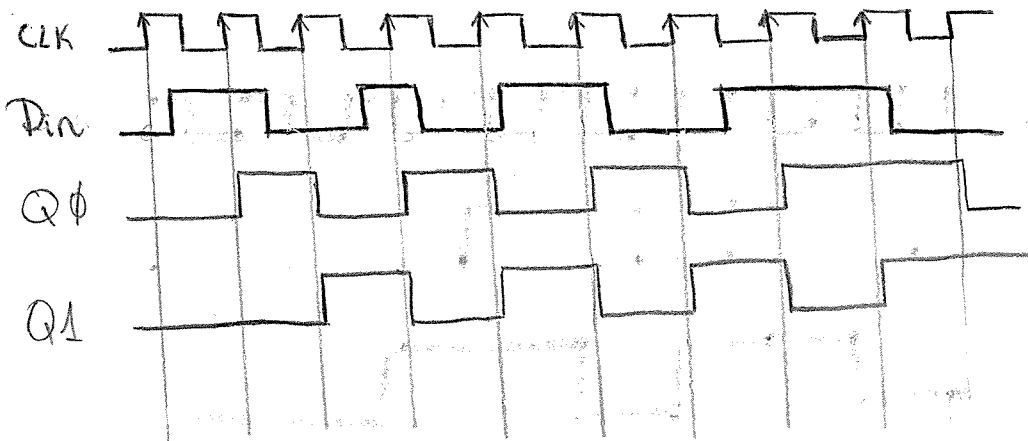
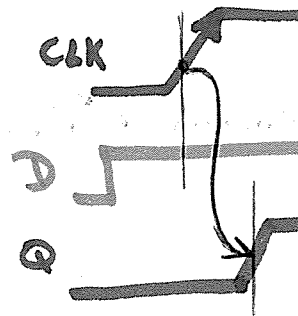
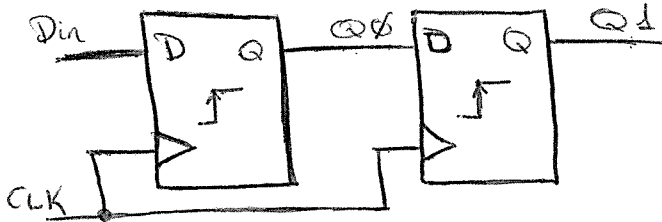


Cuando llega el flanco activo de CLK (\uparrow) si $T=1 \rightarrow Q$ cambia
 si $T=0 \rightarrow Q$ se mantiene



NOTA!! Retardo en señal \rightarrow Hay que tener muy presente 1° se produce lo subido o bajado del flanco del reloj y después en Q

Ejercicio = Representar Q_0 y Q_1



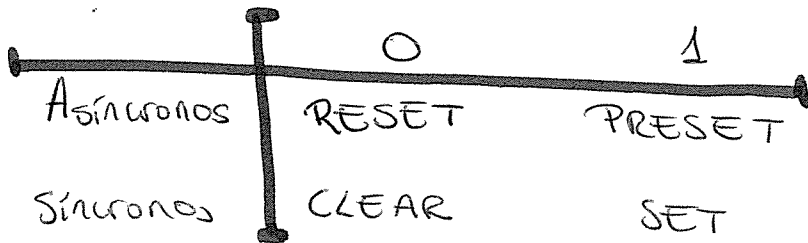
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

3 Otras señales de los biestables

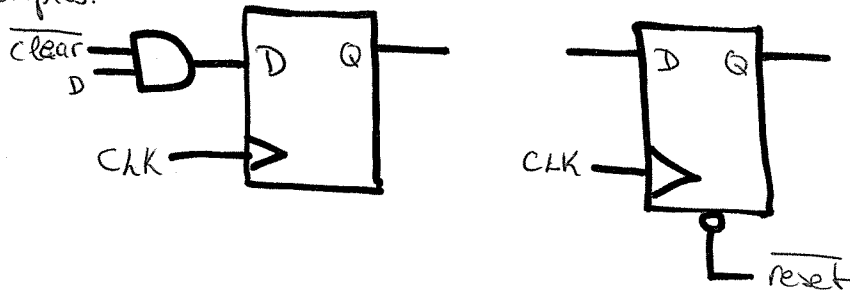
INICIALIZACIÓN DE BIESTABLES



La inicialización espera al primer activo del que la asintótica.

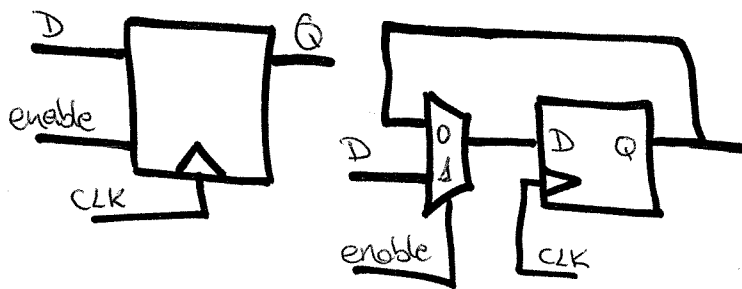
Las señales de inicialización suelen ser activas por nivel bajo

Ejemplos:



Pre-act clear

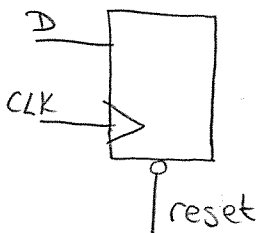
SEÑAL ENABLE EN BIESTABLES D



No confundir con el combinacion

E	D	$Q_{t+\Delta t}$
0	X	Q_t
1	D	D

Ejercicio: A partir de un biestable D construir una T con clear, carga. Orden: reset → clear → carga → T



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, bold, green font. The "99" is significantly larger and more prominent than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue background that has a subtle, larger-scale pattern. A thin orange horizontal line runs through the middle of the "99".

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



APLICACIONES

-CIRCUITOS

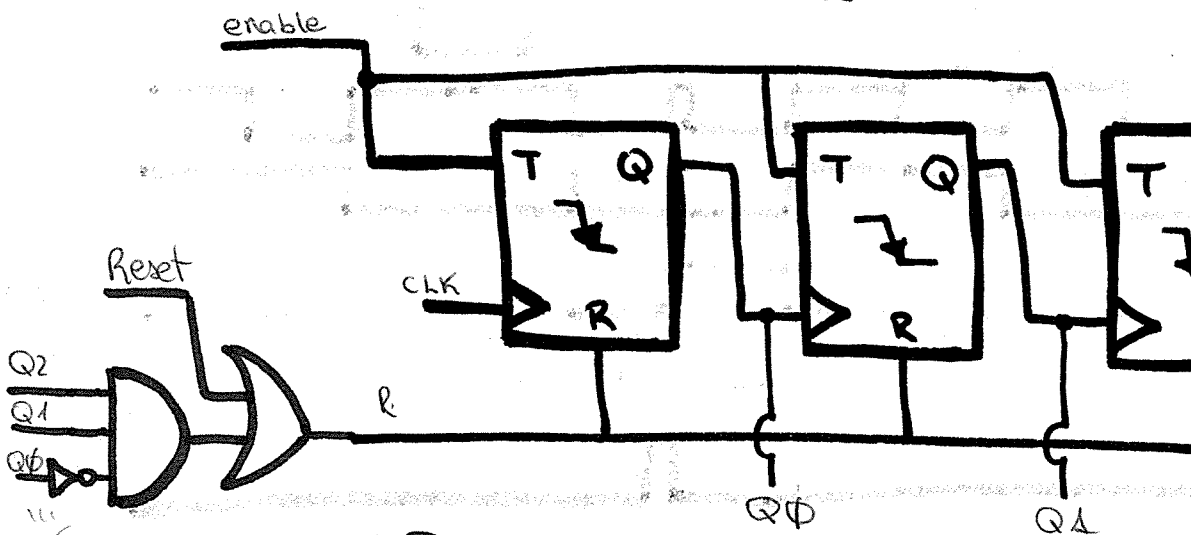
TEM
Dig



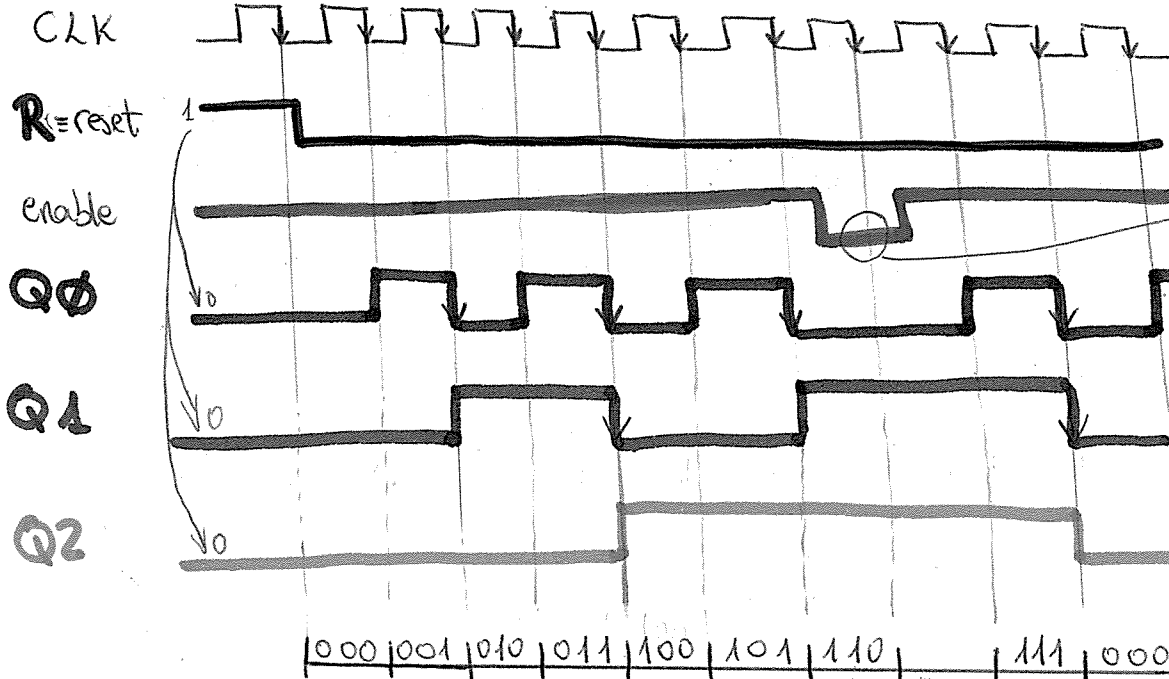
ALÉS

1 Contadores

Contadores asíncronos: Aunque los biestables son síncronos el reloj común a todos ellos



SIN PARTE ROJA



000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | 110 | 111 | 000

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

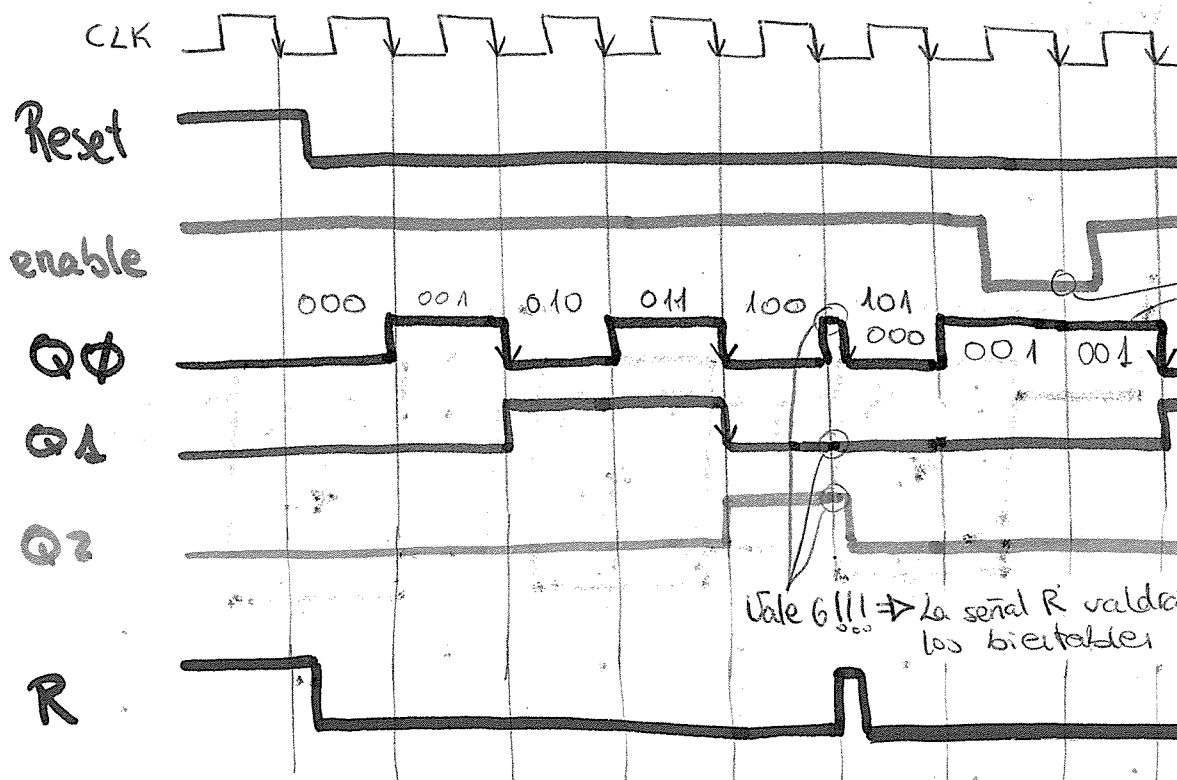




CON PARTE ROJA

Añadiendo esta parte al contador podremos controlar el valor de la señal R de forma que el contador se inicialice en el valor que queramos. En este caso, el 6 '110'

$Q_2 Q_1 Q_0$



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

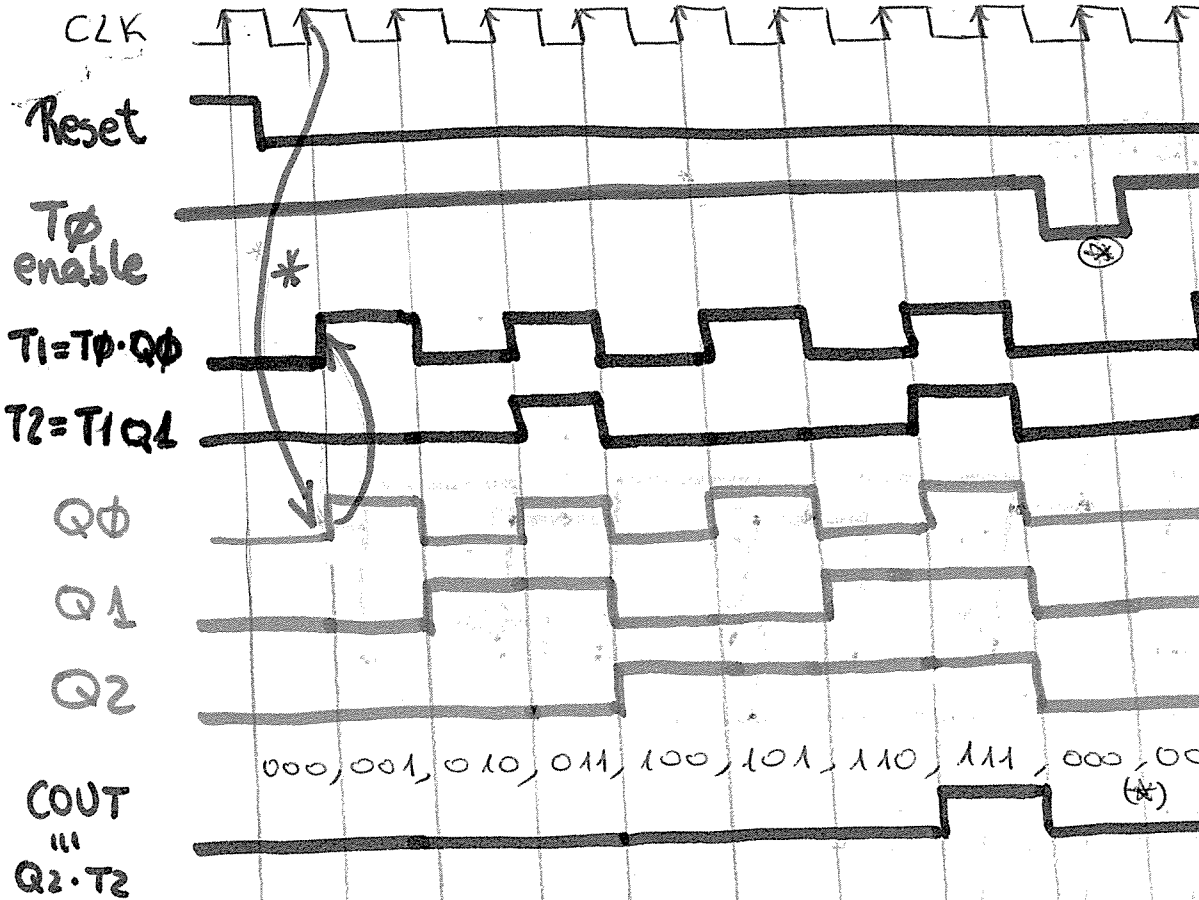
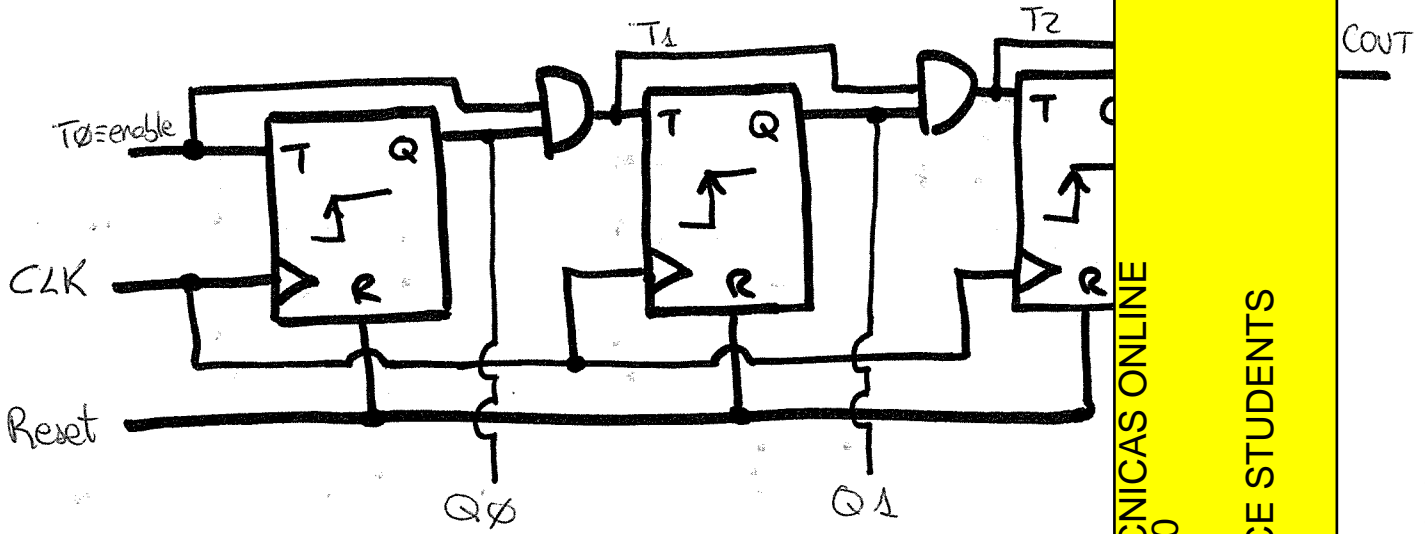
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

• Se debe codificar en la puerta AND el siguiente valor en que queramos que pare.
Por eso para de contar en el 5, pues hemos codificado

- El hecho de que la señal R cambie de valor instantáneamente puede generar problemas
- Si montamos un contador asíncrono con biestables T activos de subida del reloj, el contador cuenta hacia atrás.



Contadores síncronos



(*) Es importante considerar el orden de los sucesos:

1º sube el CLK \uparrow ; esto hace subir a Q_0 ; que hace subir a T_1

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

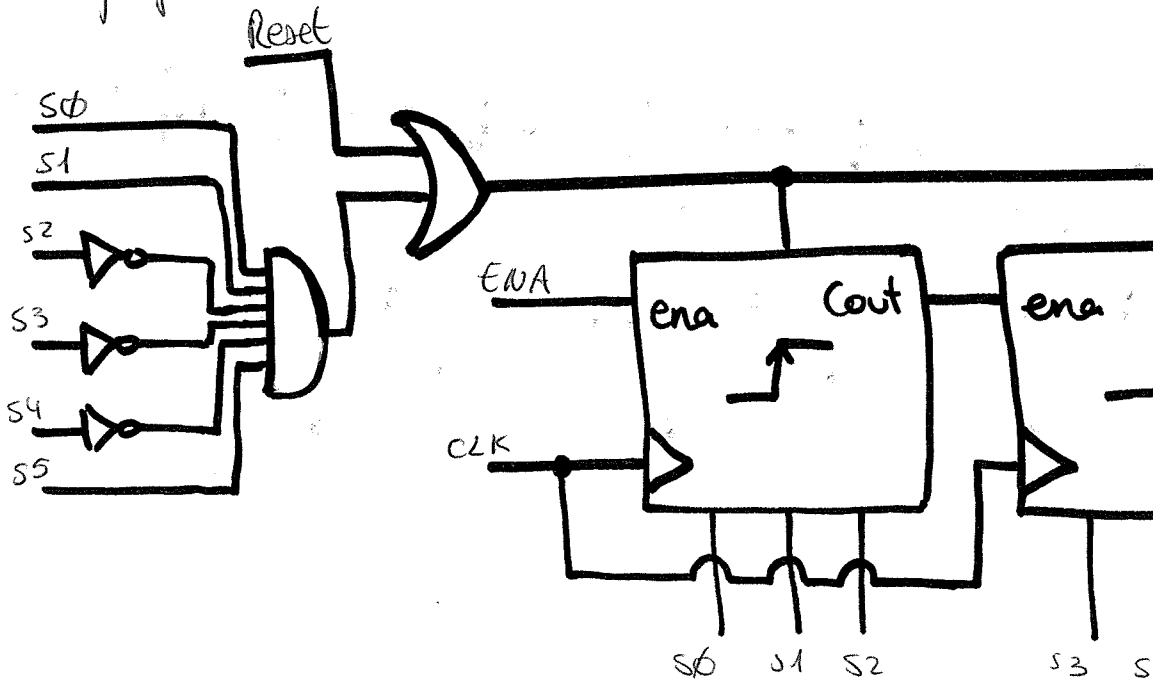
Cartagena99



COUT

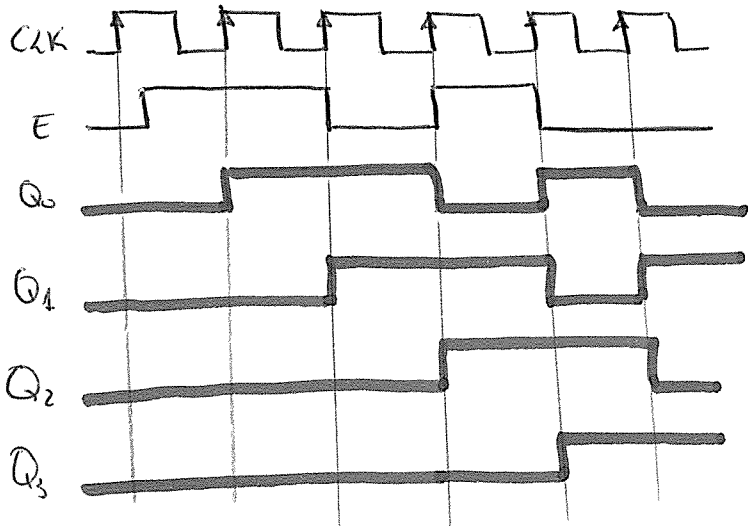
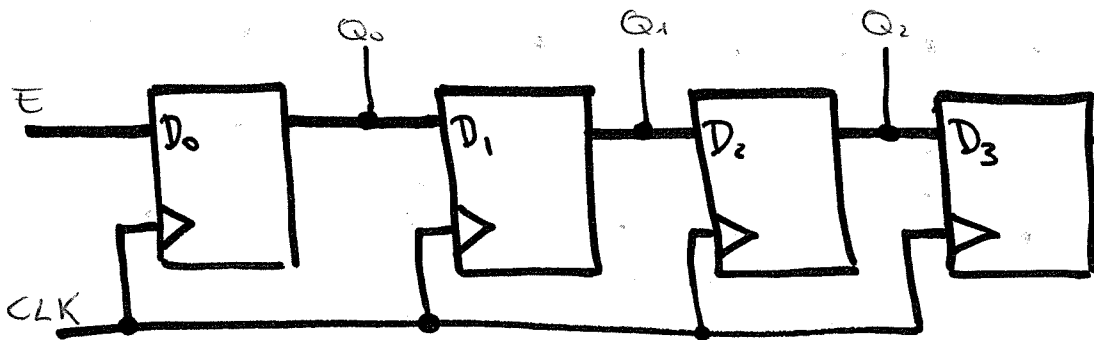
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Ejemplo contador síncrono de 6 bits que cuenta hasta 3



2 Registros

REGISTROS DE DESPLAZAMIENTO



Interpretación señales:

Por E entra lo que almacenar.

La entrada se d en el tiempo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Tipos de registros

Ver diapositivas ☺

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, green, sans-serif font. The "99" is significantly larger and more prominent than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue background that has a subtle, larger-scale version of the "Cartagena99" logo pattern. A thin orange horizontal line runs through the middle of the "99".

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, green, serif font. The text is set against a light blue background that has a white, arrow-like shape pointing to the right, which is partially obscured by the text. The number "99" is slightly larger and more prominent than the word "Cartagena".

**CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

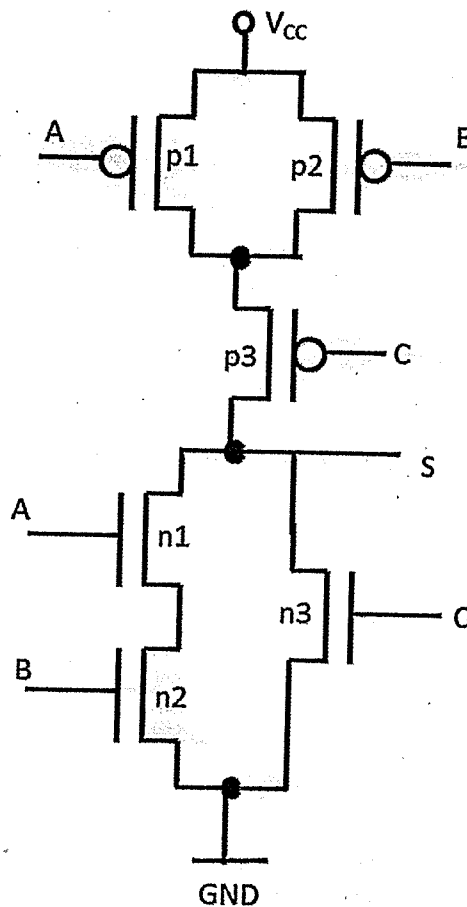


Asignatura: Fundamentos de Electrónica (55000025)
1ª prueba de evaluación continua (Electrónica Digital)

Fecha:

PROBLEMA 1.

Para el circuito de la figura, indica el estado de los transistores n1, n2, n3 y p1, p2 y p3 (se indicará como "ON" cuando el transistor conduzca y "OFF" cuando no lo haga), posibles combinaciones de las entradas A, B y C, así como el valor de la salida S. Indica la lógica de la salida S.



PROBLEMA 2.

Para la siguiente función lógica

$$F = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{D} + A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$$

se pide:

- Obtener la tabla de verdad
- Obtener la expresión mínima de la función
- Implementar la función F:
 - Minimizada, usando puertas NAND
 - Con multiplexores (e inversores, si hicieran falta)
 - Con un decodificador y una puerta OR

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

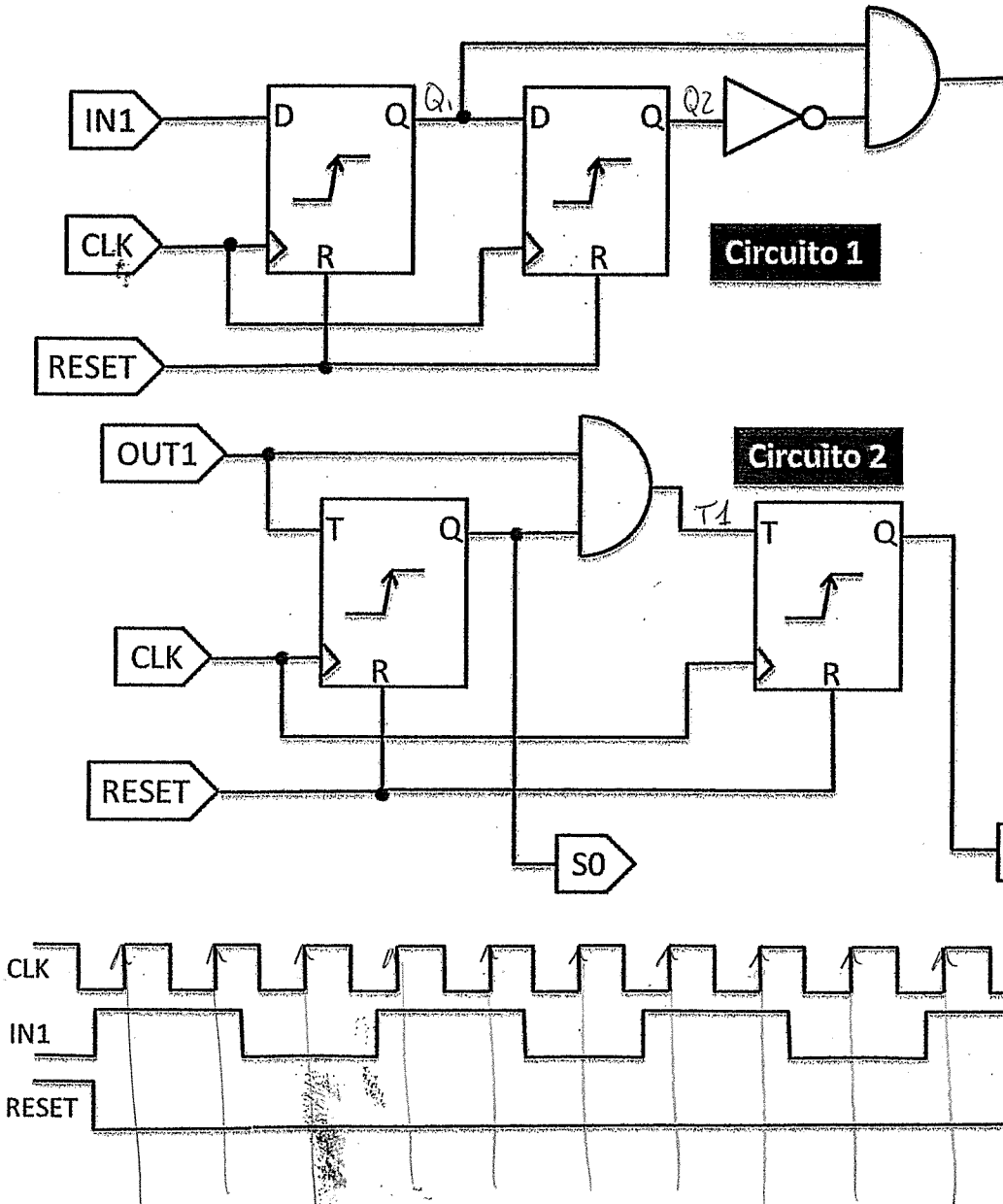
Cartagena99

PROBLEMA 3.

Para el circuito siguiente dibuja la evolución de las señales OUT1 y S1 y S0, para los entrada mostrados en la figura. ¿Qué función tiene el "circuito 2"?

Nótese que:

- Las señales CLK y RESET son comunes a ambos "circuito 1" y "circuito 2"
- La señal de salida del "circuito 1" OUT1 es la entrada del "circuito 2"
- La señal RESET es una señal de inicialización asíncrona de los biestables que estado del biestable cuando la señal de RESET vale '1', de manera asíncrona



Cada problema se entregará en hoja(s) se
Indica en todas las hojas entregadas: nombre, número de
grupo y tipo de exam
Las calificaciones provisionales se publicarán el 29 de octubre

Tiempo total de la prueba: 90 minutos

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

PROBLEMAS

ELECTR
DIGITA



Examen Julio 2012 → Ejercicio 3

Se dispone de dos n° de 2 bits ("A1, A0" y "B1, B0"). Se q
un circuito que dé un '1' si $A \geq B$ y un '0' en caso contr
indiferente que $A=B$. Se pide

a) Tabla de verdad de la salida S: b) Primera forma

A1	A0	B1	B0	S
0	0	0	0	X
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1 ←
0	1	0	1	X
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1 ↑
1	0	0	1	1 ↑
1	0	1	0	X
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1 ↑
1	1	0	1	1 ↑
1	1	1	0	1 ↑
1	1	1	1	X

$$S = \bar{A}1 \cdot \bar{A}0 \cdot \bar{B}1 \cdot \bar{B}0 + A1 \cdot \bar{A}0 \cdot \bar{B}1 \cdot \bar{B}0 + A1 \cdot \bar{A}0 \cdot \bar{B}1 \cdot B0 + A1 \cdot \bar{A}0 \cdot B1 \cdot \bar{B}0 + A1 \cdot \bar{A}0 \cdot B1 \cdot B0 + A1 \cdot A0 \cdot \bar{B}1 \cdot \bar{B}0 + A1 \cdot A0 \cdot \bar{B}1 \cdot B0 + A1 \cdot A0 \cdot B1 \cdot \bar{B}0 + A1 \cdot A0 \cdot B1 \cdot B0$$

c) Dibujar el circuito minimizado

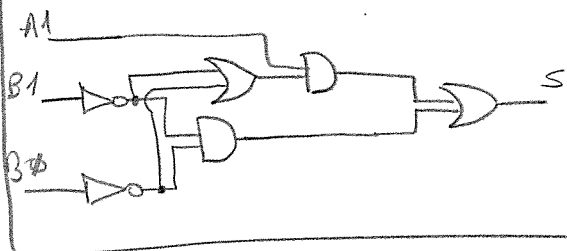
- Puertas NAND
- Puertas NOR
- Cualquier tipo de puerta
- Multiplexores (e inversores)
- Decodificadores y puertas

Minimización por Karnaugh

A1A0	B1B0	00	01	11
00	00	X	1	1
01	01	0	X	1
11	11	0	0	X
10	10	0	0	1

$$S = \bar{B}1 \bar{B}0 + A1 \bar{B}1 + A1 \bar{B}0 = \bar{B}1 \bar{B}0 + A1 (\bar{B}1 + \bar{B}0)$$

*Con cualquier tipo de puerta:



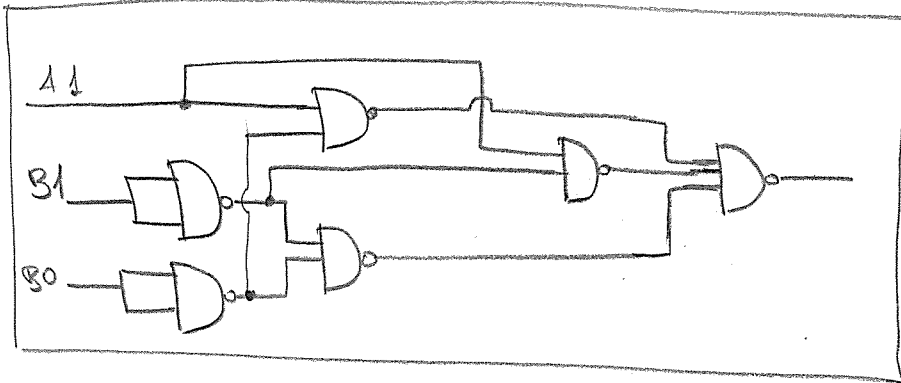
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

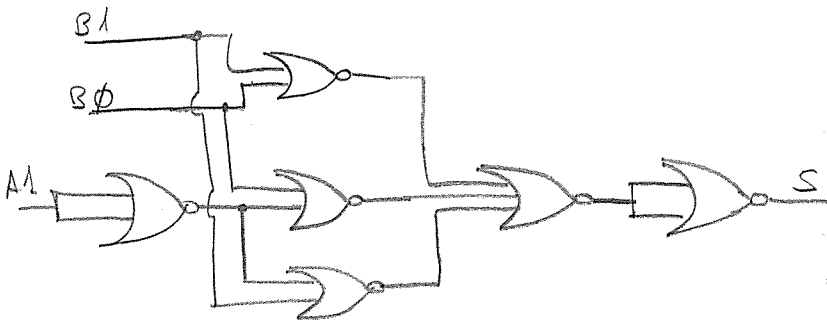
* Con puertas NAND (productos negados)

$$S = \overline{B_1} \overline{B_0} + A_1 \overline{B_0} + A_1 \overline{B_1} = \overline{B_1} \overline{B_0} \cdot A_1 \overline{B_0} \cdot A_1 \overline{B_1}$$



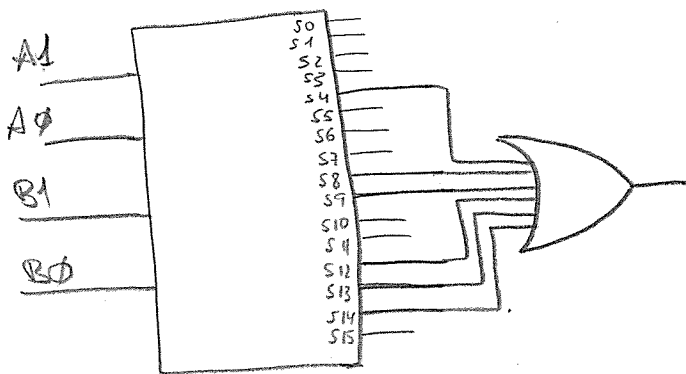
* Con puertas NOR (sumas negadas)

$$S = \overline{(B_1 + B_0)} + \overline{(A_1 + B_0)} + \overline{(A_1 + B_1)}$$

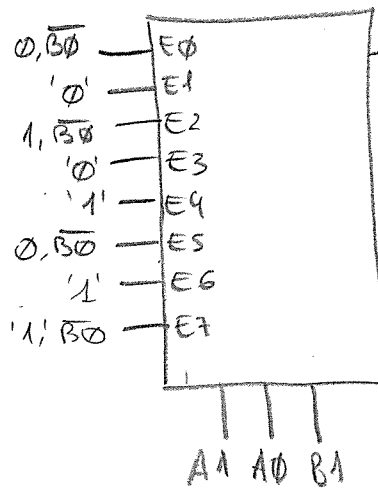


Diferente de la solución propia

* Decod. y puerta OR



* Multiplexores e



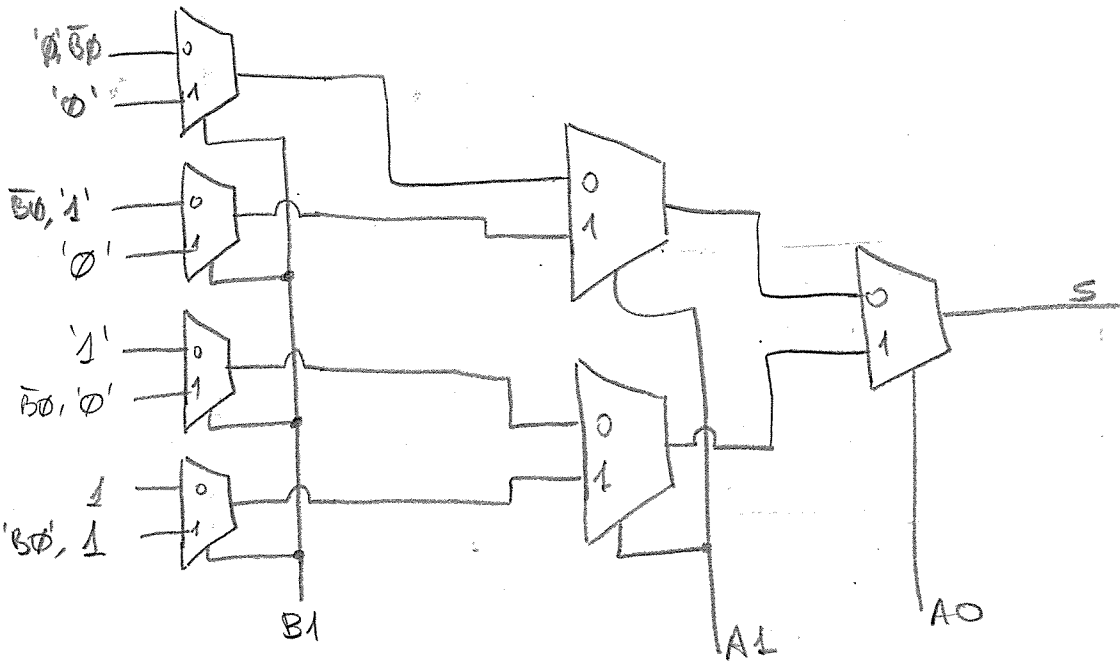
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

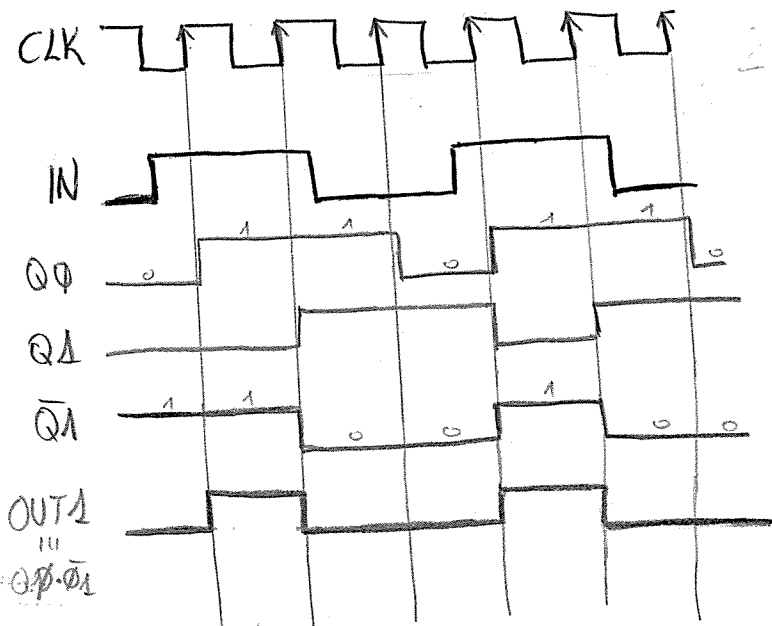
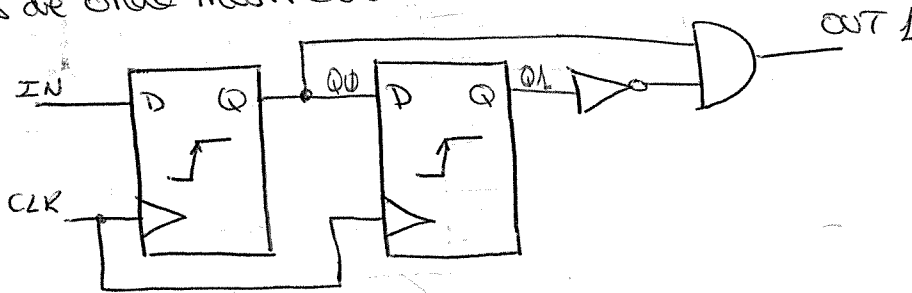
Cartagena99



* MUX '2a1'



d) Para el circuito de la figura, dibujar la evolución de la señal en formas de onda muestreadas



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



EXAMEN JUNIO 2010 → Ejercicio 3 (solo parte A)

3.A) Para la tabla de verdad dada

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

- a) Expresar la función F según la 1ª forma canónica
- b) " " " F " " 2ª " "
- c) Función mínima como producto de sumas
- d) Implementación de función mínima con NAND
- e) " " " " " " Decodo
- f) " " " " " " con Mux.

a) 1ª forma canónica (suma de productos)

$$F = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + ABC\bar{D}$$

b) 2ª forma canónica (producto de sumas)

$$F = (A+B+\bar{C}+\bar{D})(A+\bar{B}+C+\bar{D})(A+\bar{B}+\bar{C}+D)(A+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D})(\bar{A}+B+C+\bar{D})(\bar{A}+\bar{B}+C+D)(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D})$$

NOTA!! Cómo formular la primera y la 2ª forma canónica

1ª FORMA: Cogemos los '1' de la tabla de verdad

Escribimos (A·B·C·D) y negamos los que no

2ª FORMA: Cogemos los '0' de la tabla de verdad

Escribimos (A+B+C+D) y negamos los que

c) Función mínima como producto de sumas ⇒ Cogemos los cer

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	0	0	1
11	0	0	0	1
10	1	0	0	1

$$F = (\bar{C} + \bar{D})(\bar{B} + \bar{D})/\bar{B}$$

Como producto de sumas

$$F = \bar{C}\bar{D} + \bar{B}\bar{C} + \bar{B}\bar{D} = (\bar{C} + \bar{D})(\bar{B} + \bar{C})(\bar{B} + \bar{D})$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

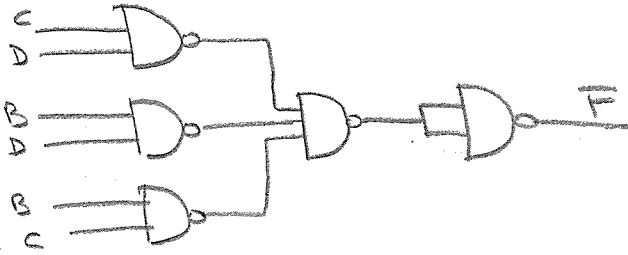
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



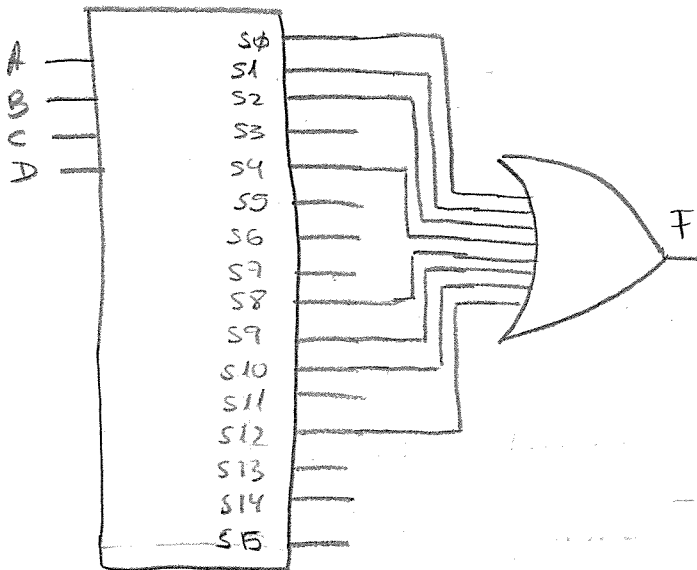
d) Implementación NAND = Productos Negados

$$\bar{C} + \bar{D} = \overline{CD}, \quad \bar{B} + \bar{D} = \overline{BD}, \quad \bar{B} + \bar{C} = \overline{BC} \Rightarrow \text{Por}$$

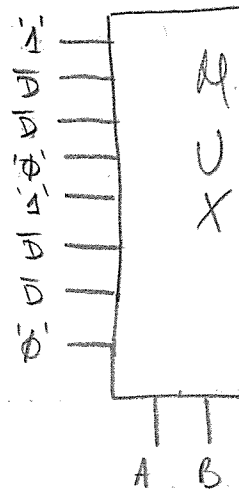
$$F = (\bar{C} + \bar{D})(\bar{B} + \bar{D})(\bar{B} + \bar{C}) = \overline{CD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BC} = \overline{CD \cdot BD \cdot BC}$$



e) Con decodificador



f) Con MUX



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

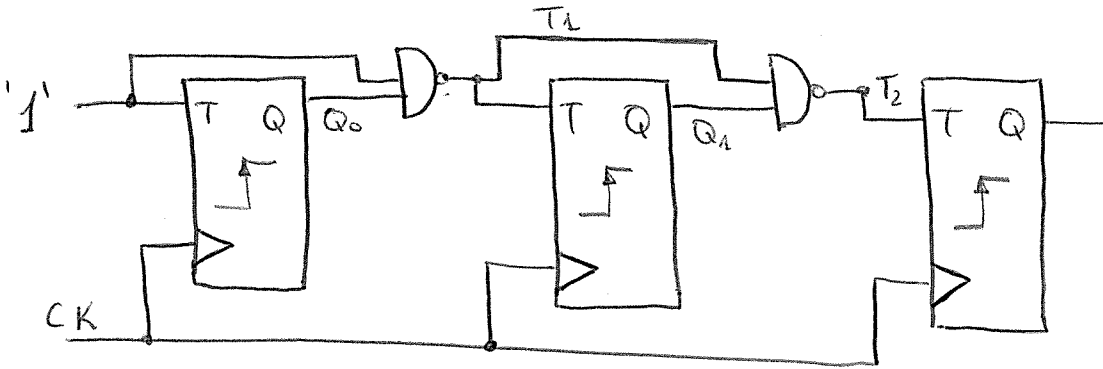
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

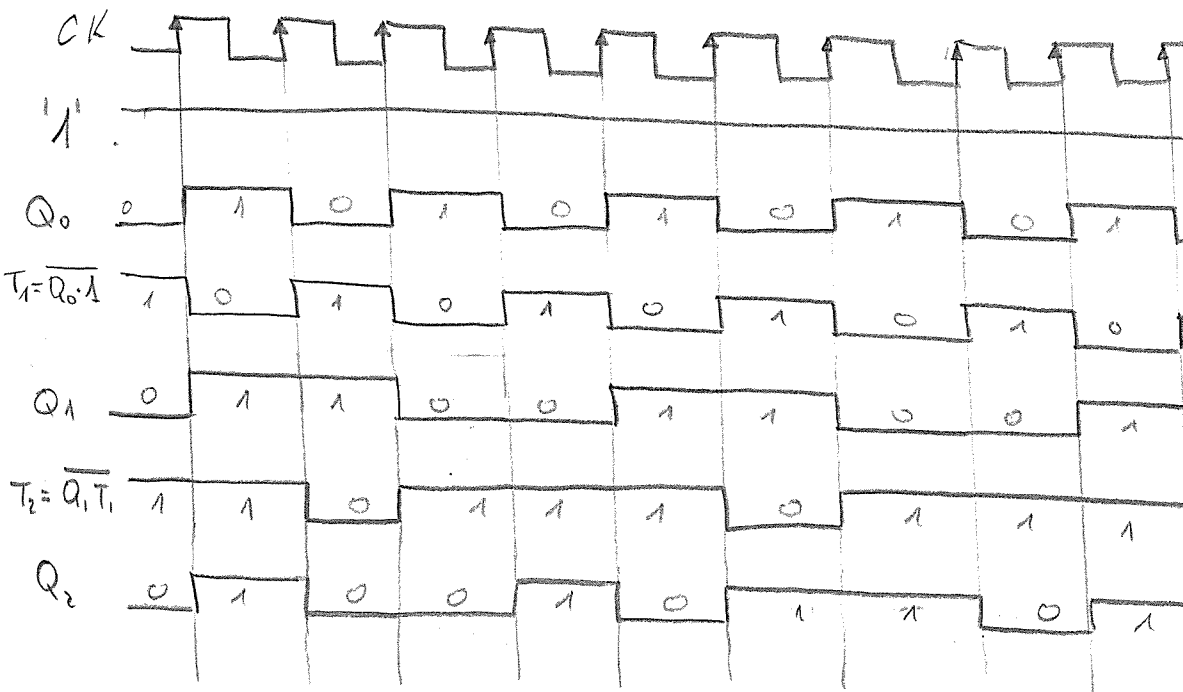


EXAMEN JUNIO 2004 : Problema 3

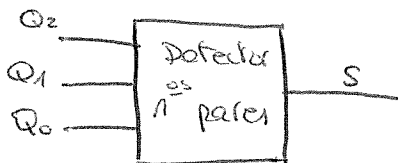
a) Dado el circuito de la figura y suponiendo que todos se inicializan a '0', se pide dibujar la evolución de T_1 , Q_1 , T_2 y Q_2 durante 10 ciclos del reloj



Suponemos que los bits se activan por flanco de subida



b) Q_0 , Q_1 , Q_2 del circuito anterior se consideran entradas de un nuevo circuito combinatorial a diseñar. Interpretando las señales como un n° de 3 bits (Q_2 MSB, Q_0 LSB), su función detectar los n° pares poniendo a '1' la salida S para n° par a '0' para los impares. Se pide la tabla de verdad de dicho su 1º forma canónica y la función minimizada.



Nota: considerese el 0 como 0 de salida (no importa con par o impar)

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

b) *Tabla de verdad del circuito:

Q_2	Q_1	Q_0	S
0	0	0	X
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

* 1ª forma canónica

$$S = \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + Q_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + Q_2 Q_1 Q_0$$

Mapa de Karnaugh

$Q_2 Q_1$ \ Q_0	00	01	11	10
0	X	1	1	1
1	∅	∅	∅	∅

Función minimizada

$$S = \bar{Q}_0$$

EXAMEN SEPT. 2004: Problema 3 (sólo ap. A)

A) Dado A, A_0 y B, B_0 dos n binarios, se quiere obtener la nacional que pone a '1' la salida 'Y' cuando los dos n -ésimos

se pide: A.1 Representar 'Y' en la 1ª forma canónica

A.2 Obtener la mínima expresión de 'Y' como suma y como producto de sumas

A, A_0	B, B_0	Y
00	00	1
00	01	0
00	10	0
00	11	0
01	00	0
01	01	1
01	10	0
01	11	0
10	00	0
10	01	0
10	10	1
10	11	0
11	00	0
11	01	0
11	10	0
11	11	1

* 1ª forma canónica:

$$Y = \bar{A} \bar{A}_0 \bar{B} \bar{B}_0 + \bar{A} A_0 \bar{B} B_0 + A \bar{A}_0 \bar{B} \bar{B}_0 + A A_0 B B_0$$

* Mapa Karnaugh:

A, A_0 \ B, B_0	00	01	11	10
00	1	∅	∅	∅
01	∅	1	∅	∅
11	∅	∅	1	∅
10	∅	∅	∅	1

* Y como suma

$$Y = \bar{A} \bar{A}_0 \bar{B} \bar{B}_0 + A A_0 B B_0$$

* Y como producto

$$Y = (\bar{A} + B_1) (A_1 + \bar{B}_0)$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

EXAMEN Febrero 2006: Prob. 3 (solo ap. a) b)

a) Diseñar un circuito mínimo con puertas NAND que, a 4 bits que representan los dígitos del '0' al '9', genere aquellos combinaciones de entrada que deberán el display de 7 segmentos

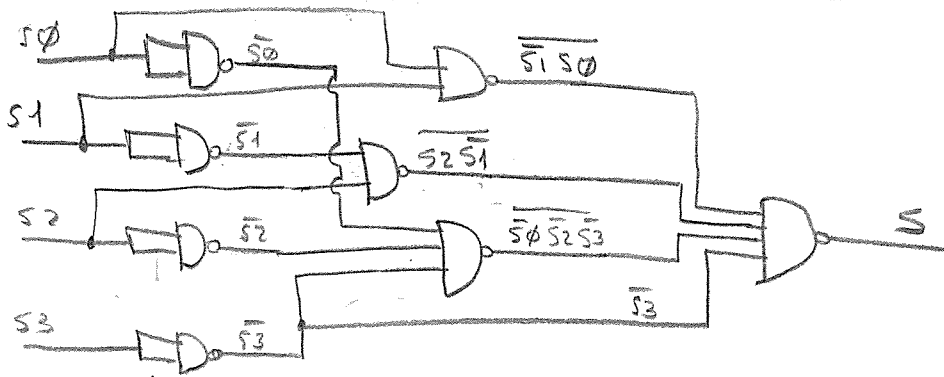
S3	S2	S1	S0	S
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	X
1	0	1	1	X
1	1	0	0	X
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

S3 S2	S1 S0	00	01	11
00	00	0	1	X
00	01	0	1	X
00	10	1	0	X
00	11	1	1	X
01	00	1	0	X
01	01	1	1	X
01	10	0	1	X
01	11	0	0	X
10	00	1	0	X
10	01	1	1	X
10	10	0	1	X
10	11	0	0	X
11	00	1	0	X
11	01	1	1	X
11	10	0	1	X
11	11	0	0	X

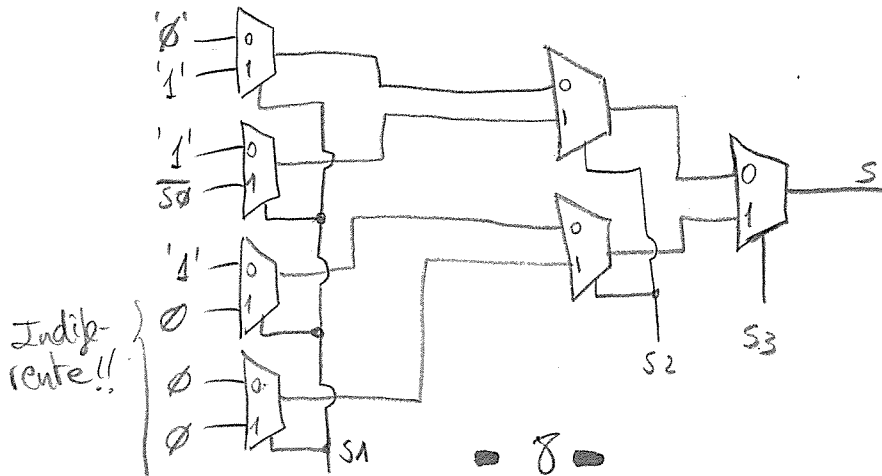
$$S = \overline{S_3} + \overline{S_2} \overline{S_1} + \overline{S_1} \overline{S_0} + \overline{S_3} \overline{S_2} \overline{S_0}$$

Puertas NAND = productos negados

$$S = A + B + C + D = \overline{\overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{D}} = \overline{S_3}$$



b) Realizar lo mismo función con MUX '2 a 1'



Indip-
rente!!

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70





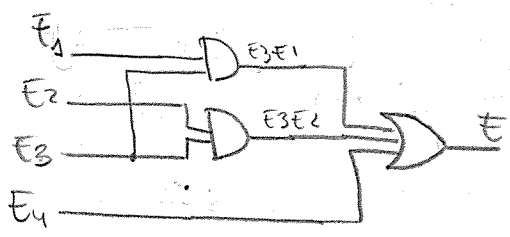
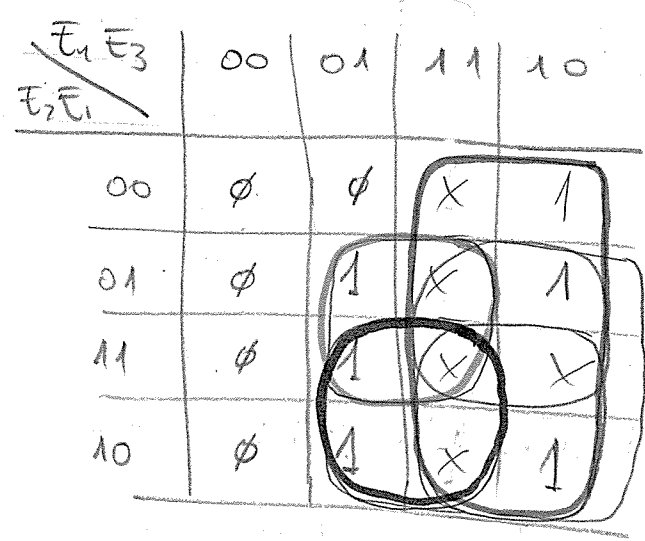
EXAMEN JUNIO 2006

Prob. 3 (excepto ap. d)

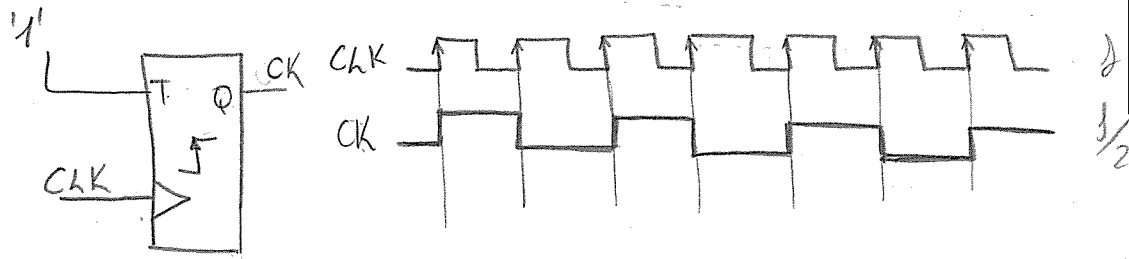
Sistema electrónico de 5 señales E_1, E_2, E_3, E_4 . Las señales E codifican la ubicación de (0-10 sin decimales). La señal CLK es de 1 MHz de freq. Realizar un sistema electrónico:

a) Genere una señal indicando si se ha apretado (>5)

E_4	E_3	E_2	E_1	E
0	0	0	0	∅
0	0	0	1	∅
0	0	1	0	∅
0	0	1	1	∅
0	1	0	0	∅
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	X
1	1	0	0	X
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X



b) A partir de la señal del reloj, se quiere obtener otra con

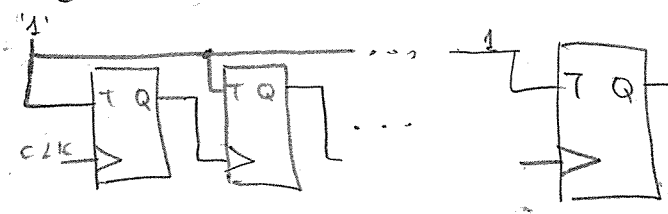


Si $f_{CLK} = 16 \text{ Hz}$

$f = 500 \text{ KHz} = \frac{1000000}{2^n} \rightarrow 2^n = 2000$
 $n \log 2 = k$

$\Rightarrow f = 488 \approx 500 \text{ KHz}$

Habría que montar un circuito de 11 biestables en serie

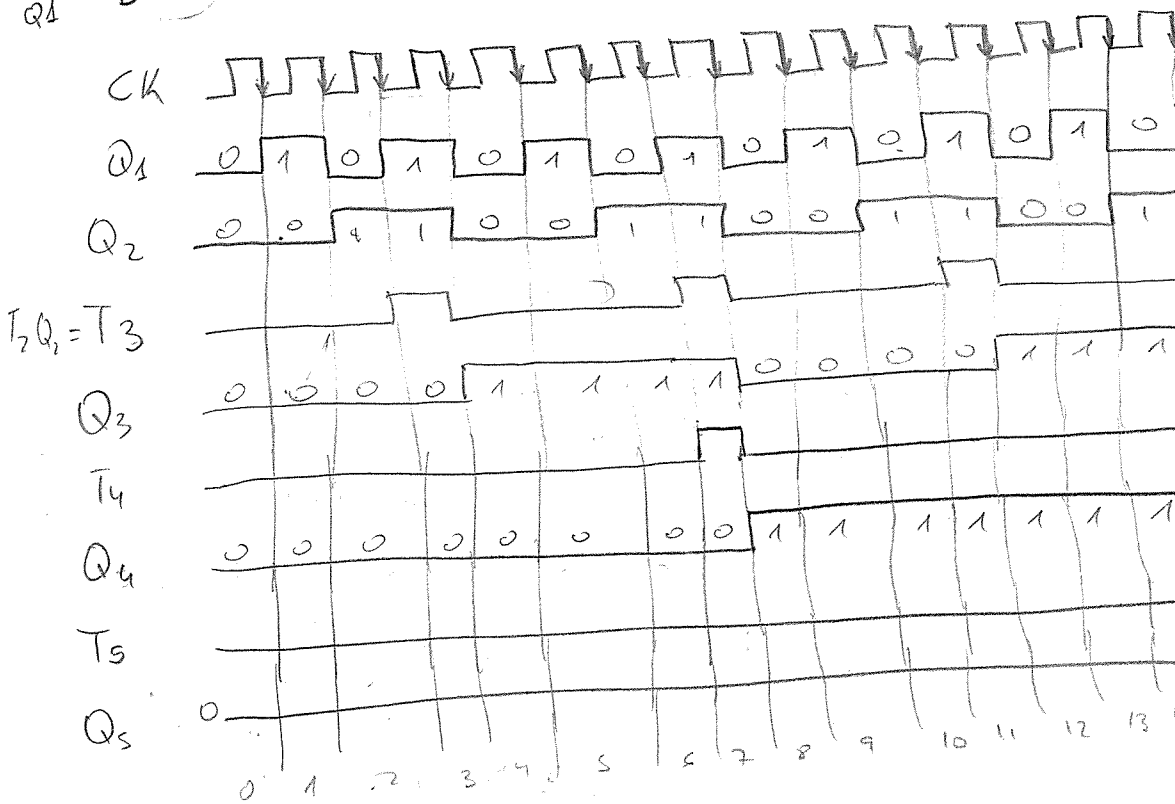
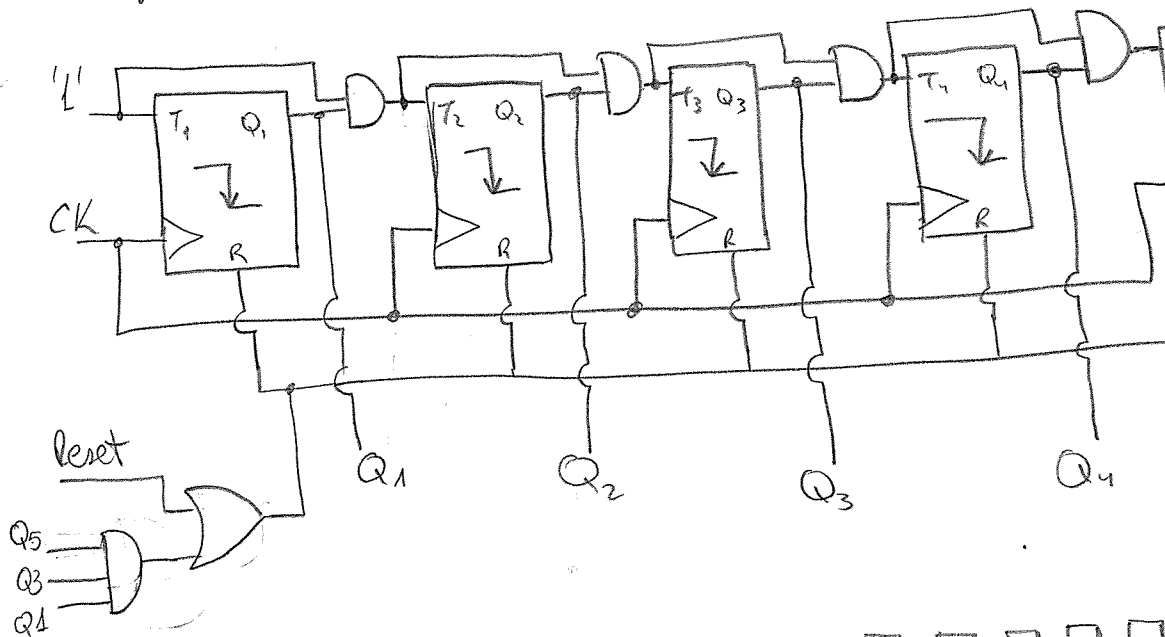


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

c) A continuación se quiere contar de forma síncrona ascenso y bajada de 6 señal generada de 500kHz



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

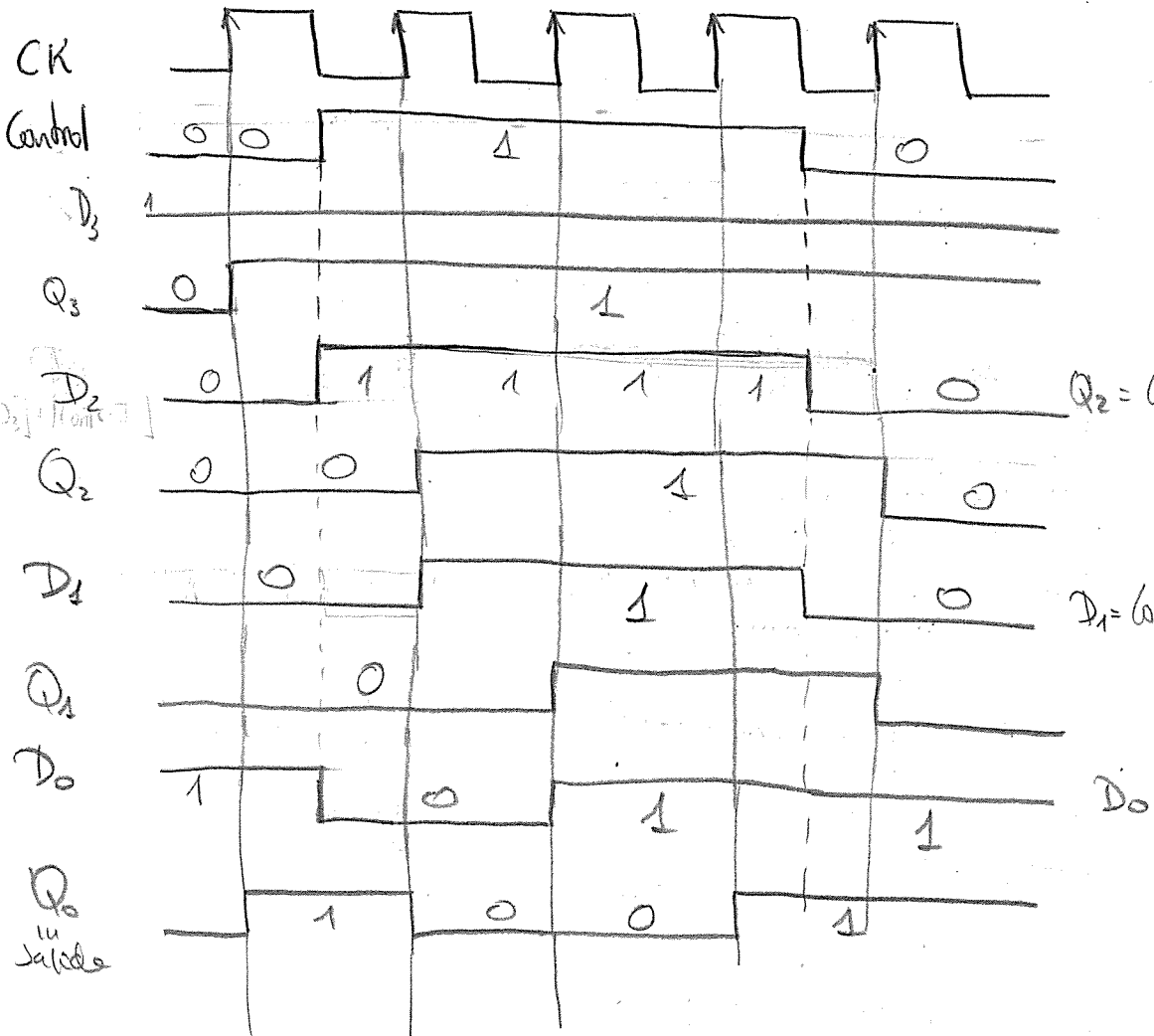
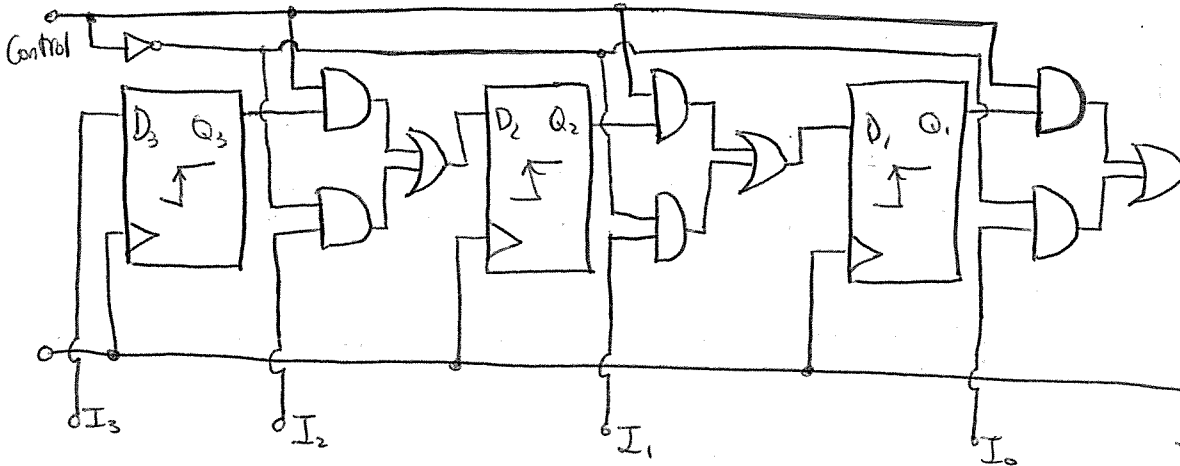
El circuito está formado por un conjunto de 5 biestables
un contador de hasta 2^5 (32 dígitos)
Como sólo queremos contar hasta 20 ordenamos mediante
AND y OR que los biestables se reseteen al llegar
Recordamos que este método puede generar problemas



www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico de 1 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero en su momento se retirará.

Examen SEPT. 2006 → Ejercicio 2

Para el circuito de la figura y para las señales CK y control, cronograma de $D_0, Q_0, D_1, Q_1, D_2, Q_2, D_3, Q_3$, sabiendo el instante inicial, cuando se produce el flanco activo de los valores son: $I_0=1, I_1=0, I_2=0, I_3=1$



Es un circuito que convierte un dato que se introduce en una salida serial (entrada paralelo - salida serie)

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Examen SEPT. 2007 Ejercicio 3

Se desea diseñar un circuito que tiene como entradas dos números de dos bits cada uno. La salida valdrá 1 cuando dichos números sean iguales y 0 en caso contrario.

a) Tabla de verdad y 1ª forma canónica Números A, A₀,

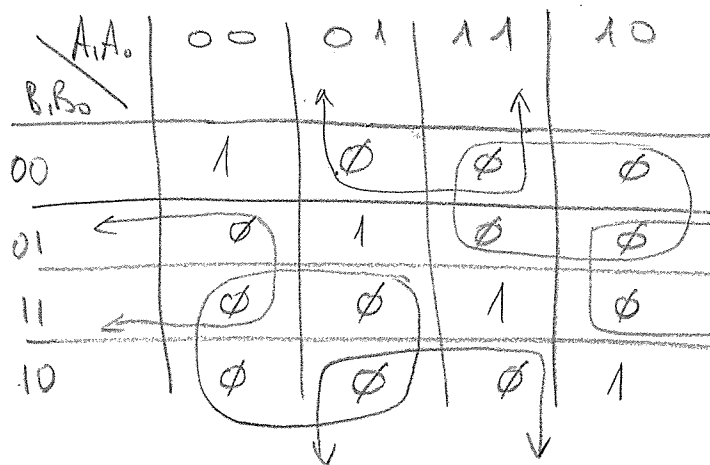
A ₁	A ₀	B ₁	B ₀	S
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

1ª forma canónica

$$S = \bar{A}_1 \bar{A}_0 \bar{B}_1 \bar{B}_0 + \bar{A}_1 A_0 \bar{B}_1 B_0 + A_1 \bar{A}_0 B_1 \bar{B}_0 + A_1 A_0 B_1 B_0$$

b) Función lógica minimizada como suma de productos

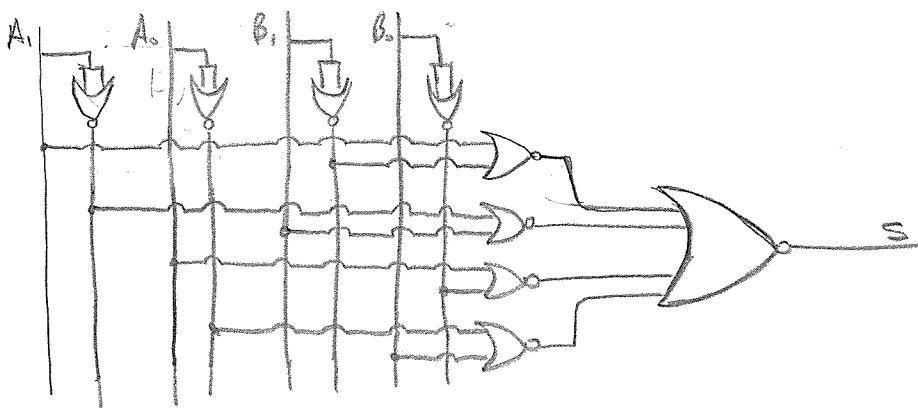
Mapa de Karnaugh



$$S = (\bar{A}_0 + B_0)(\bar{A}_1 + B_1)(A_0 + \bar{B}_0)(A_1 + \bar{B}_1)$$

c) Expresar la función lógica minimizada resultante de únicamente usando puertas NOR → Sumas negadas

$$S = (\bar{A}_0 + B_0)(A_0 + \bar{B}_0)(\bar{A}_1 + B_1)(A_1 + \bar{B}_1) = \overline{\overline{(\bar{A}_0 + B_0)} + \overline{(A_0 + \bar{B}_0)} + \overline{(\bar{A}_1 + B_1)} + \overline{(A_1 + \bar{B}_1)}}$$



d) Dibujar el circuito

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

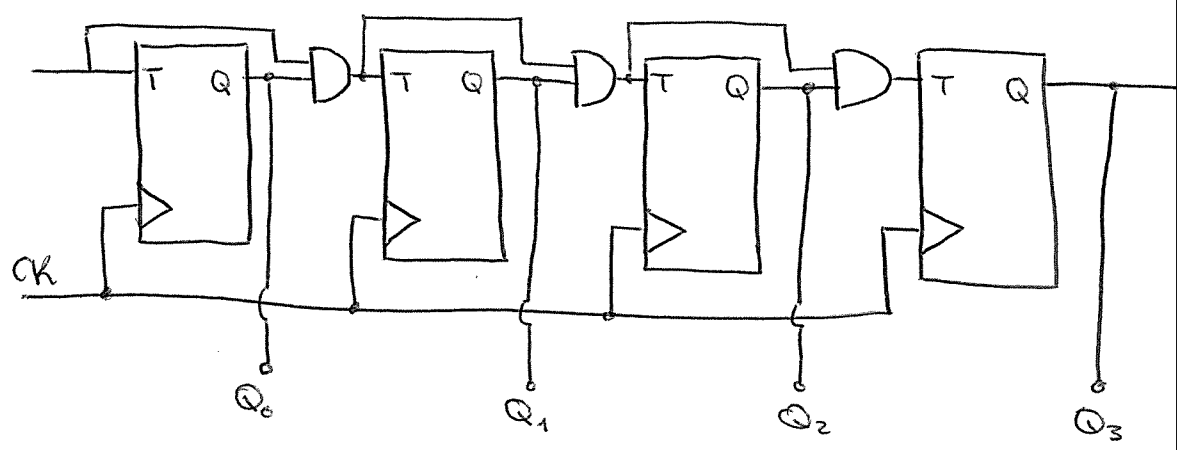
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



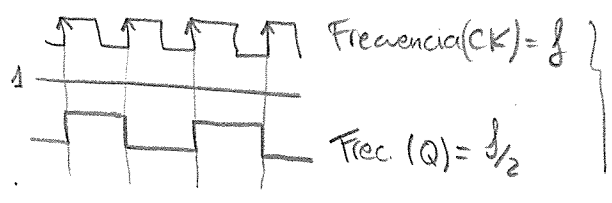
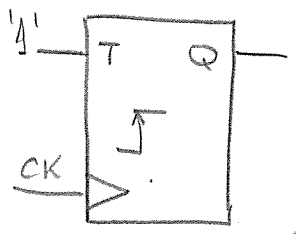


Examen SEPT 2007 Ejercicio 4

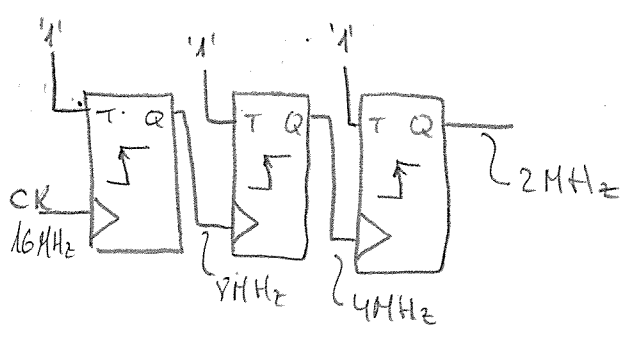
a) Diseñar un circuito binario ^{síncrono} capaz de contar de 0 a 15



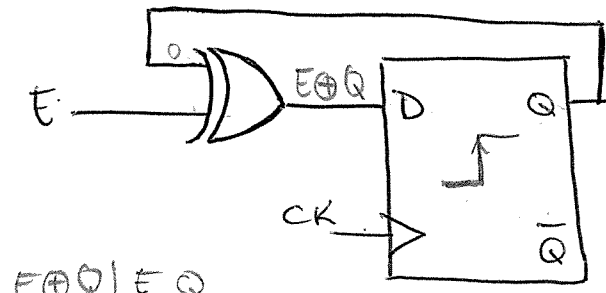
b) Diseñar un circuito con entrada del reloj 16 MHz, que dé una señal de 2 MHz



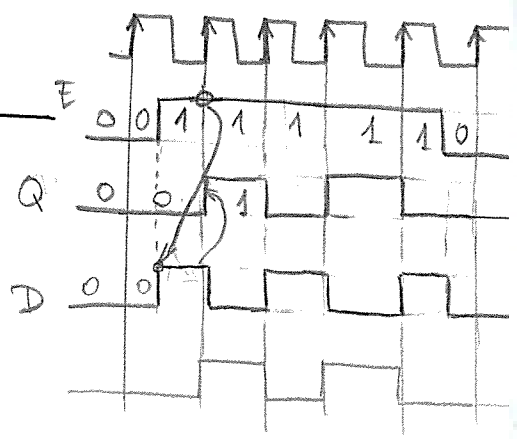
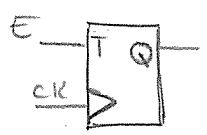
Como vemos, T divide la del reloj entre 2, esto es, como queremos entre 8, esto es, vamos a necesitar 3 bits, todos según...



c) Explicar a qué circuito es equivalente el siguiente esquema. La respuesta



$E \oplus Q$	E	Q
0	0	0
1	0	1
1	1	0
0	1	1



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

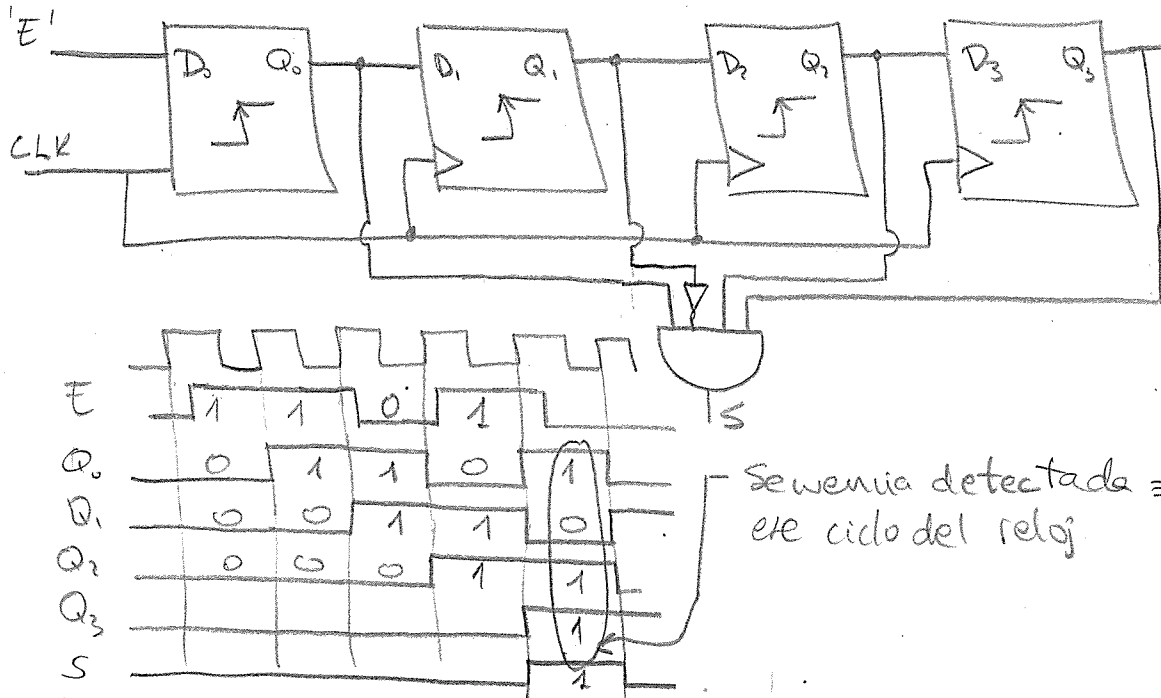
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Examen FEB 2008 Problema 4

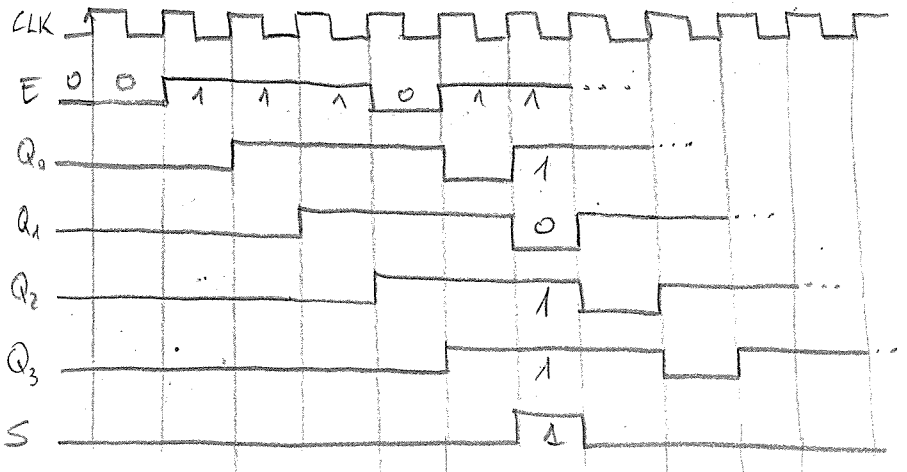
a) Diseñar un circuito que tenga como entrada una señal y una línea de bits serie 'E', y que dé como salida 's' un pulso del reloj de duración al reconocer la secuencia de bits.

Lo más sencillo es un registro de desplazamiento tipo shift register. No obligan a que la entrada sea seriada por tanto elegimos SERIAL INPUT, PARALLEL OUTPUT o "SIPO".



b) Dibujar un cronograma para el circuito del apartado a) con una secuencia de entrada 00111011 donde se observen las señales 'E', las señales internas que se consideren significativas.

Dibujaremos las señales E, s, CLK además Q0, Q1, Q2, Q3



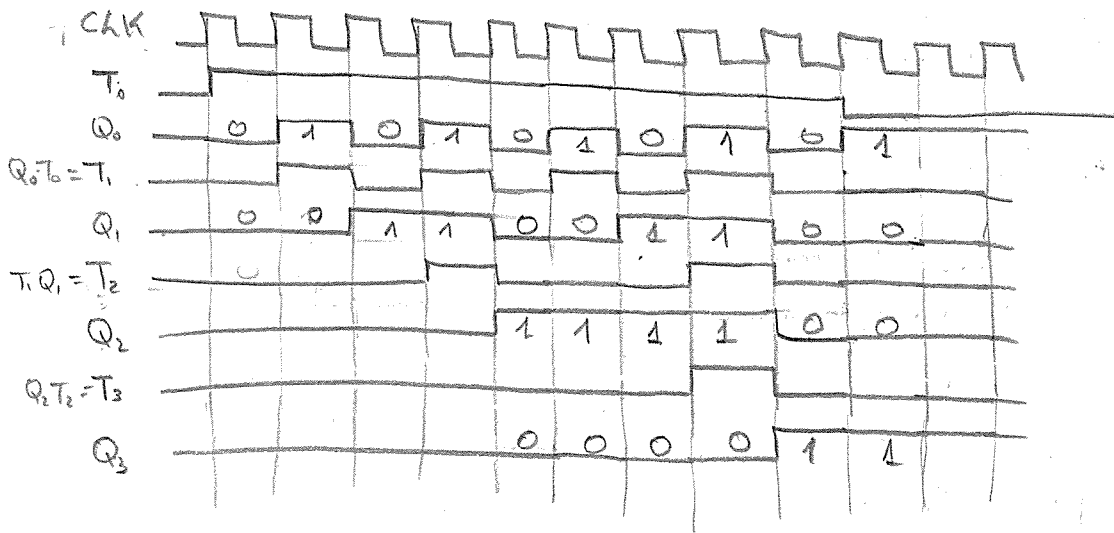
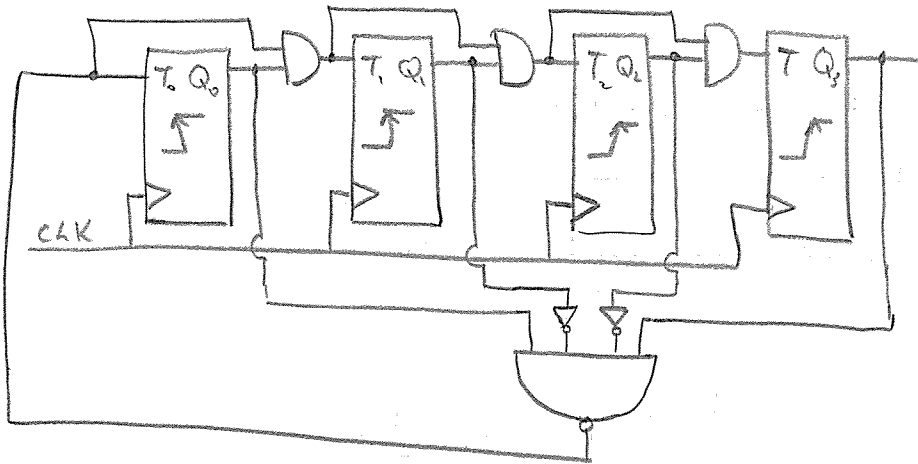
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Examen FEB. 2008 - Ejercicio 5

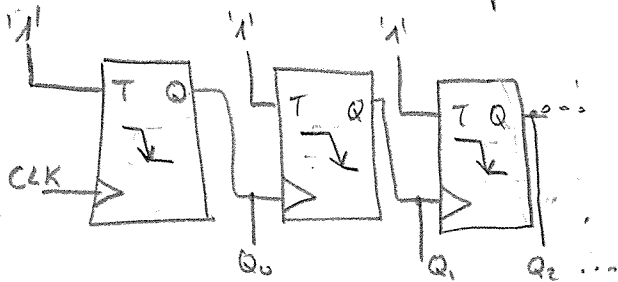
a) Diseñar un circuito síncrono que cuente de 0 a 9 y al llegar pare

9 =



b) Explicar la diferencia entre un contador síncrono y uno asíncrono

En un contador síncrono el reloj es común a todos los bits. Sin embargo, en uno asíncrono la señal del reloj sólo entra en el primer bit, de la forma que se indica.



Ha de ser activo por bajos, porque sino, contará hacia

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

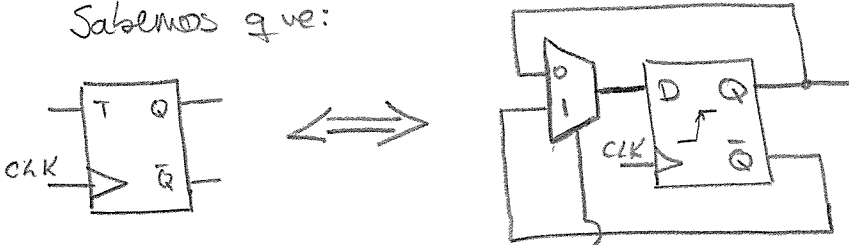
Cartagena99



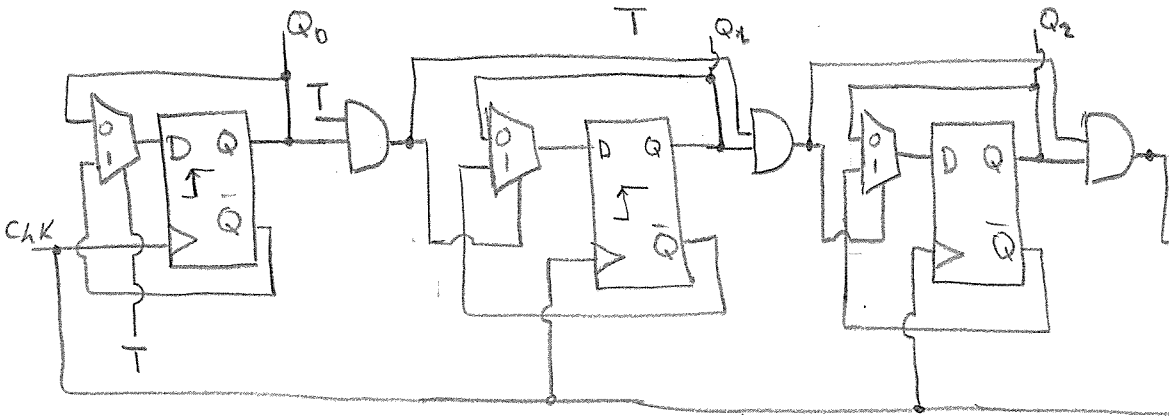
Examen FEB 2009 Cuestión 3

a) Construir un contador ascendente síncrono de 4 bits, usando como elemento básico

Sabemos que:



Por tanto el contador de 4 bits con flip-flops quedaría:



b) Las salidas del circuito del apartado a) se conectan de un nuevo circuito digital que tiene 2 salidas S1 y S2.

- La salida S1 valdrá '1' cuando el i° binario representado sea impar y primo, y '0' en caso contrario.
- La salida S2 valdrá 1 cuando la entrada valga 0, 1, 2, 8, 16 en el caso contrario.

Se pide: b.1) Función lógica minimizada para S1 y S2

b.2) Implementar S1 usando un MUX

b.3) Implementar S2 con puertas lógicas y dec

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	S1	S2
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	1

b.1) Mapa de Karnaugh para S1

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	0	0	0	0
01	1	1	1	0
11	1	1	0	1
10	0	0	0	0

$S1 = \overline{Q_3} Q_1$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

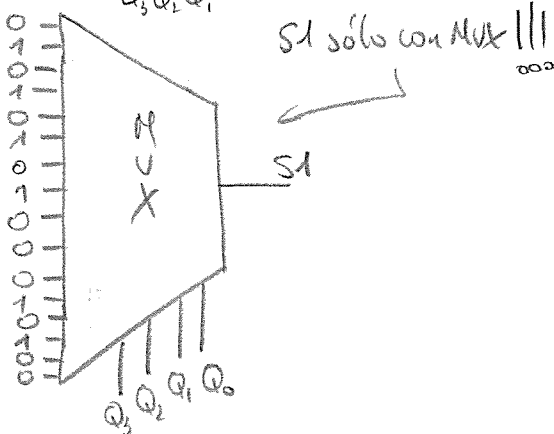
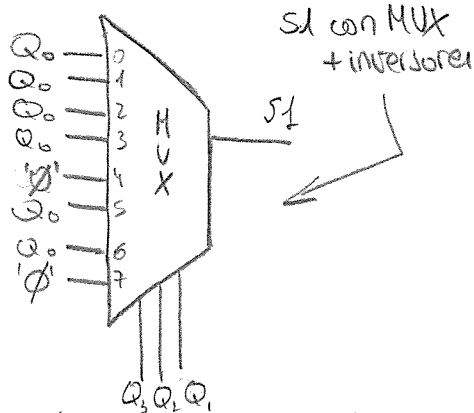


Mapa de Karnaugh para S2

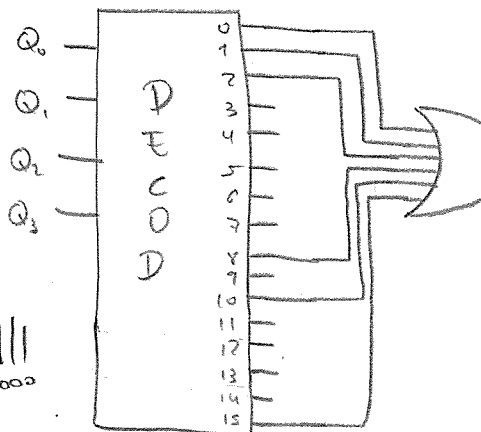
$Q_3 Q_2$ \ $Q_1 Q_0$	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	1	0	0	0
11	0	0	1	0
10	1	0	0	1

$$S2 = \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 + \bar{Q}_2 \bar{Q}_0 + Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$$

b.2)

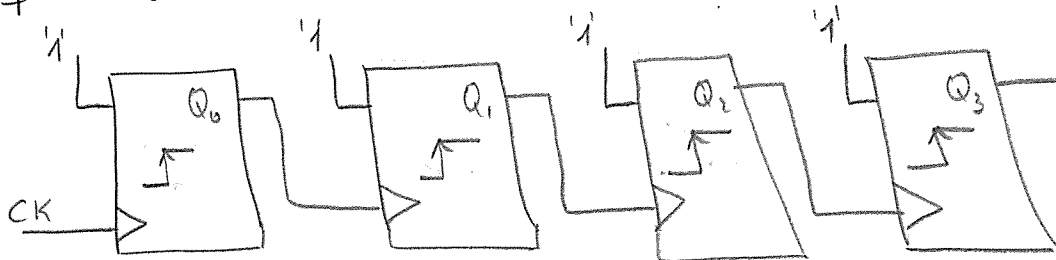


b.3) S2 con decod. y



Examen JUN. 2008 Ejercicio 3

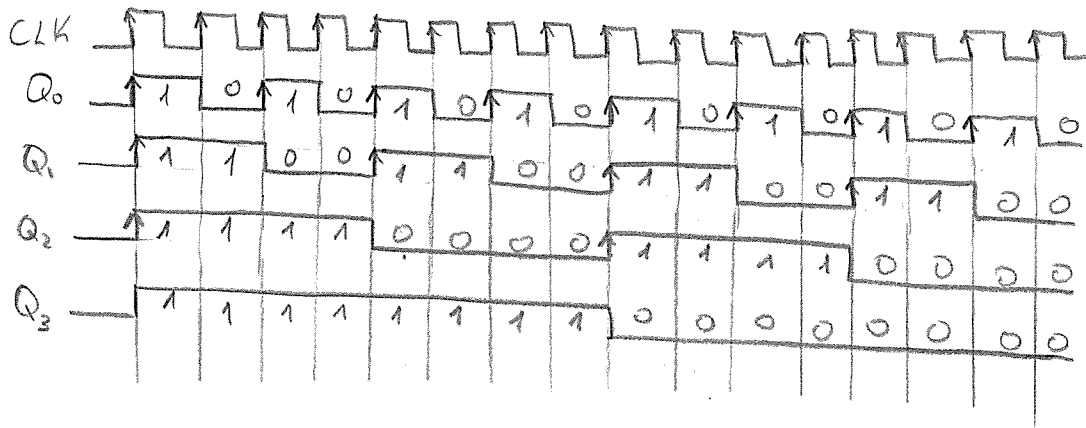
a) Dibujar el cronograma de las señales Q_3, Q_2, Q_1, Q_0 mostrados en el figura para 16 ciclos del reloj, suponiendo que inicialmente los todos los flip-flops están a '0'. ¿Qué función desempeña este circuito y qué nombre lo denominarías?



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



Observamos que el circuito cuenta hacia atrás.
Es un contador asíncrono descendiente

b) La salida del circuito del ap. a) se conecta a la entrada de un circuito digital que tiene 2 salidas S1 y S2.

- La salida S1 valdrá 1 cuando el n° binario $Q_3Q_2Q_1Q_0$ sea múltiplo (considerar 0 como múltiplo) y 0 en caso contrario

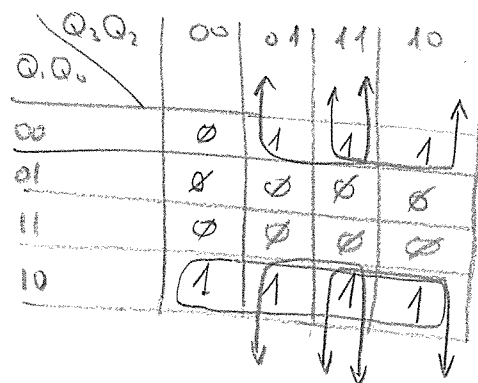
- La salida S2 valdrá 1 cuando la entrada valga 0, 1, 2, 8 y 10.

Se pide: b.1) Función lógica minimizada para S1 S2

b.2) Implementar S1 y S2 de 3 formas distintas

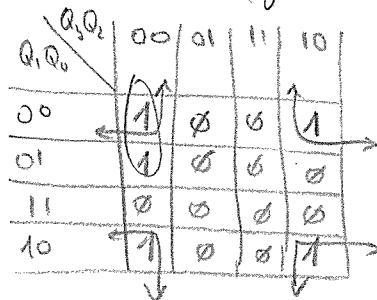
$Q_3Q_2Q_1Q_0$	S1	S2
1111	0	0
1110	1	0
1101	0	0
1100	1	0
1011	0	0
1010	1	1
1001	0	0
1000	1	1
0111	0	0
0110	1	0
0101	0	0
0100	1	0
0011	0	0
0010	1	1
0001	0	1
0000	0	1

b.1) Mapa Karnaugh S1



$S1 = Q_1$
 $S1 = Q_3$

Mapa Karnaugh S2



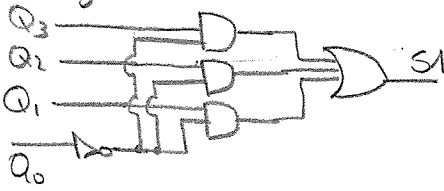
$S2 = \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1 + Q_0$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

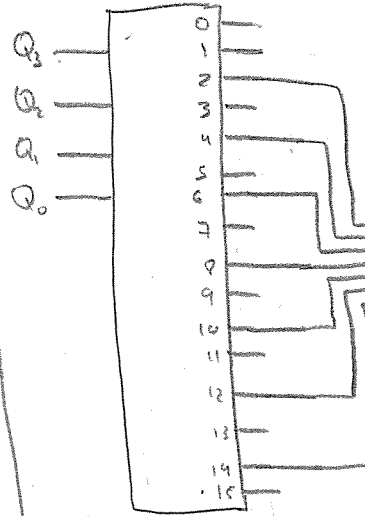
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

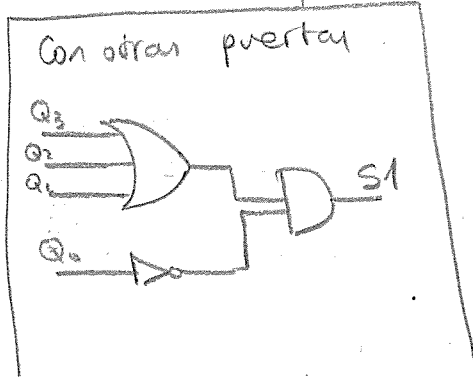
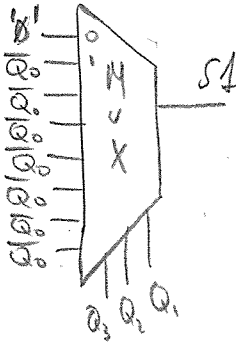
Implementación SI con puertas lógicas e inversores



Implementación SI con decodificador y puertas lógicas

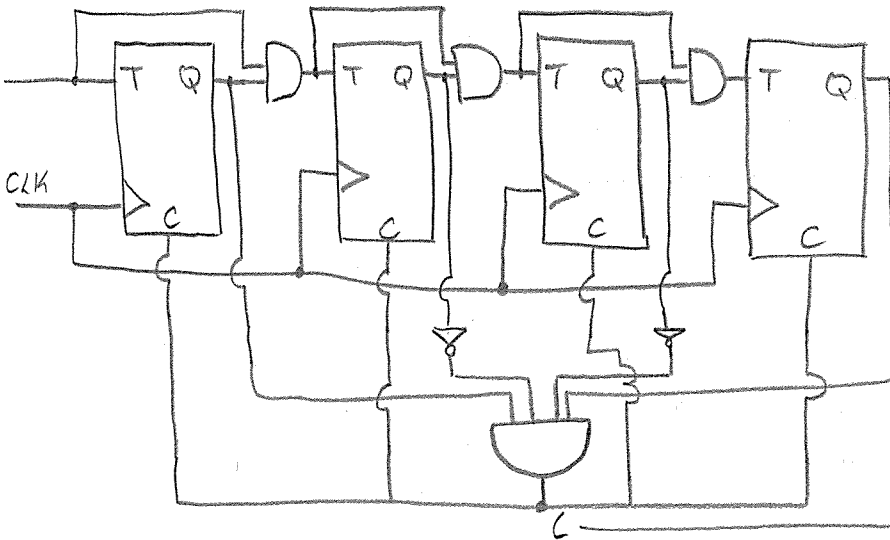


Implementación SI con MUX e inversores



Examen SEPT. 2009 Problema 3 (ap. @ NO ENTRA)

b) Diseña un contador síncrono ascendente que wente de 0 a 9 vuelva a empezar la wenta en 0 (suponer que los bie me señal de entrada de inicialización, clear, que borra el el siguiente flero activo del reloj tran ser activado)



Esta señal wando Q₃ y borra los

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

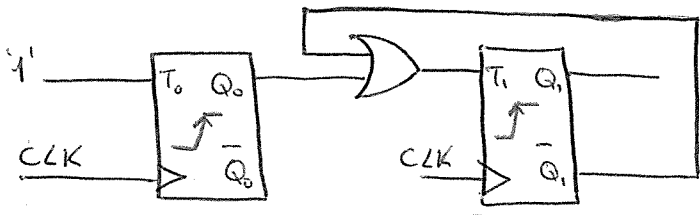
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

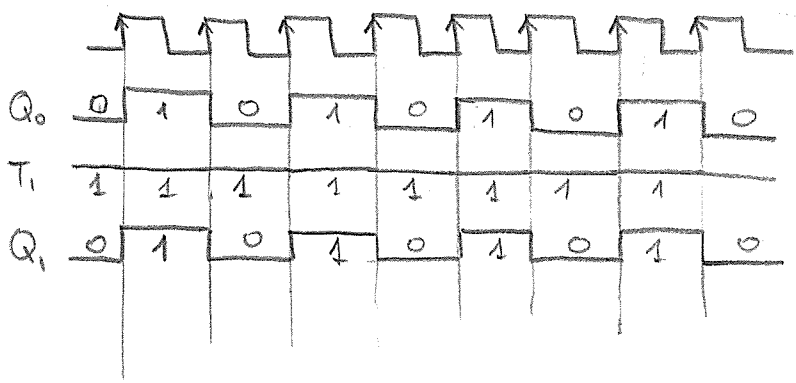




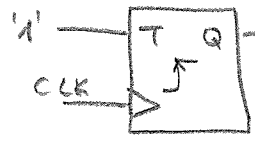
c) Dibujar el cronograma para el siguiente circuito durante 8 reloj suponiendo que inicialmente Q_0 y Q_1 valen '0'



Simplificar anterior + el cronograma

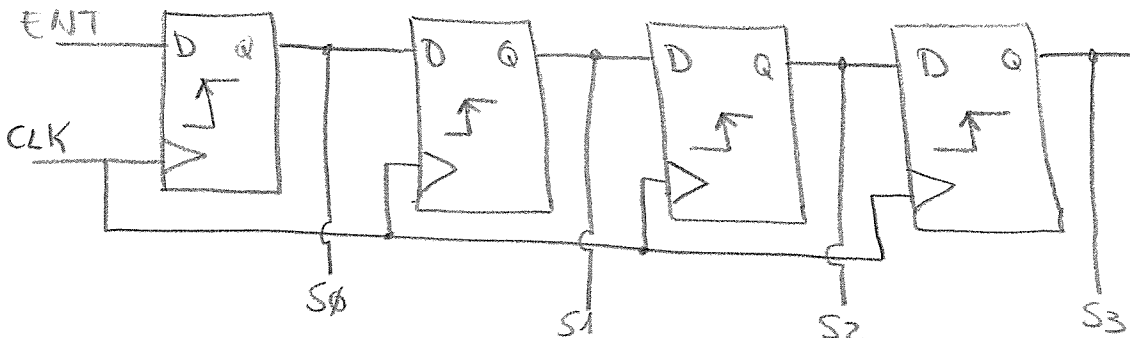


Como vemos Q_1 por lo que poder parte del circuito quedaria:

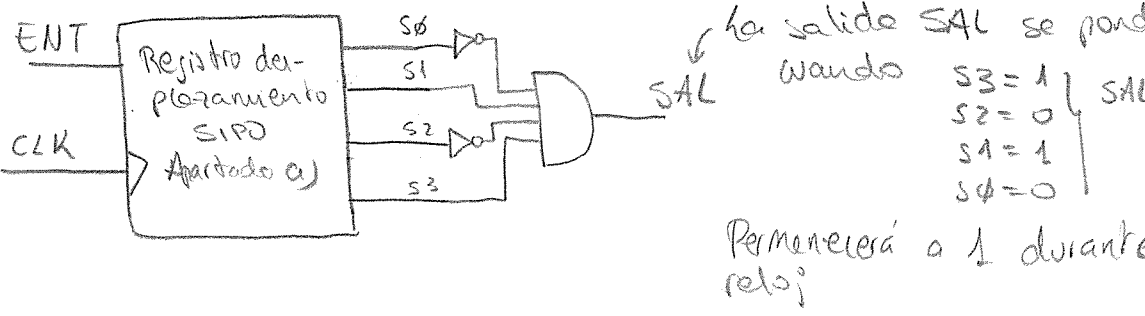


Examen SEPT. 2010 3 Cuestion 4

a) Dibujar un esquema interno de un registro de desplazamiento 4 bits de salida $S_3 S_2 S_1 S_0$ y una señal de entrada ENT, sincrono con la señal de reloj CLK



b) A partir de este registro de desplazamiento, realizar un detector de frecuencia "1010" añadiendo la lógica combinatorial necesaria y su funcionamiento. El detector de frecuencia deberá poner a de salida SAL cuando detecte la frecuencia '1010' por 6

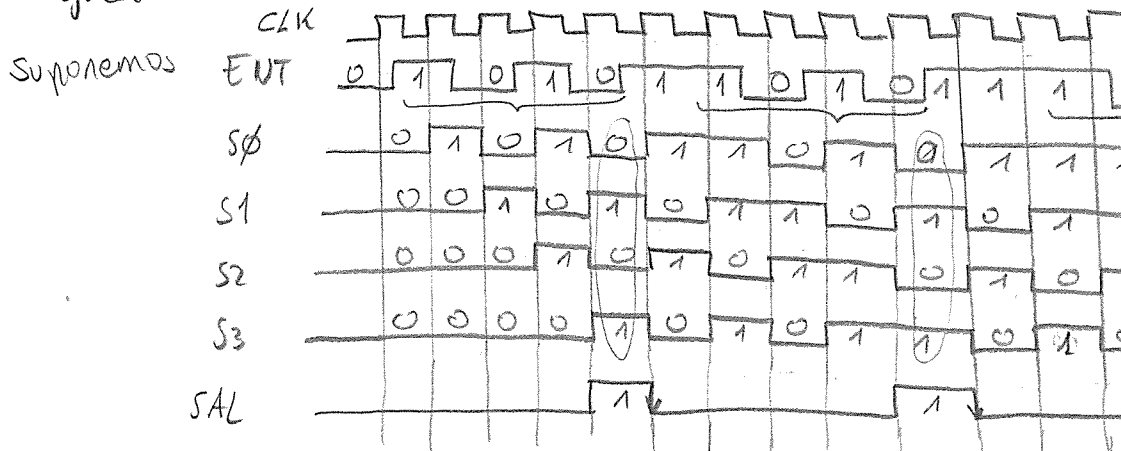


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

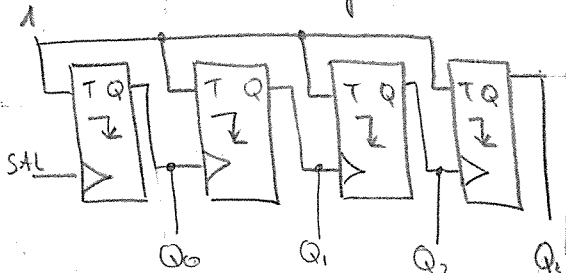
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

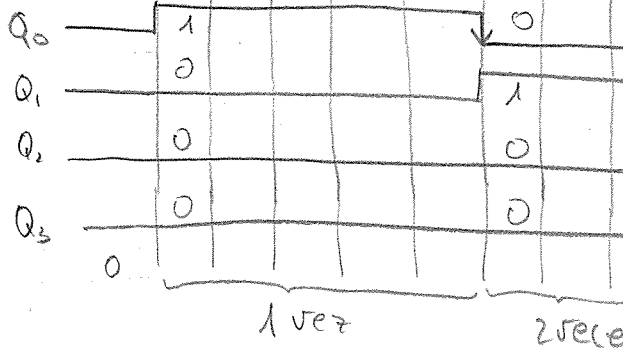
c) Se quiere contar cuántas veces se detectan dichas frecuencias cada 16 ciclos del reloj. Diseñar un circuito que realice medidas



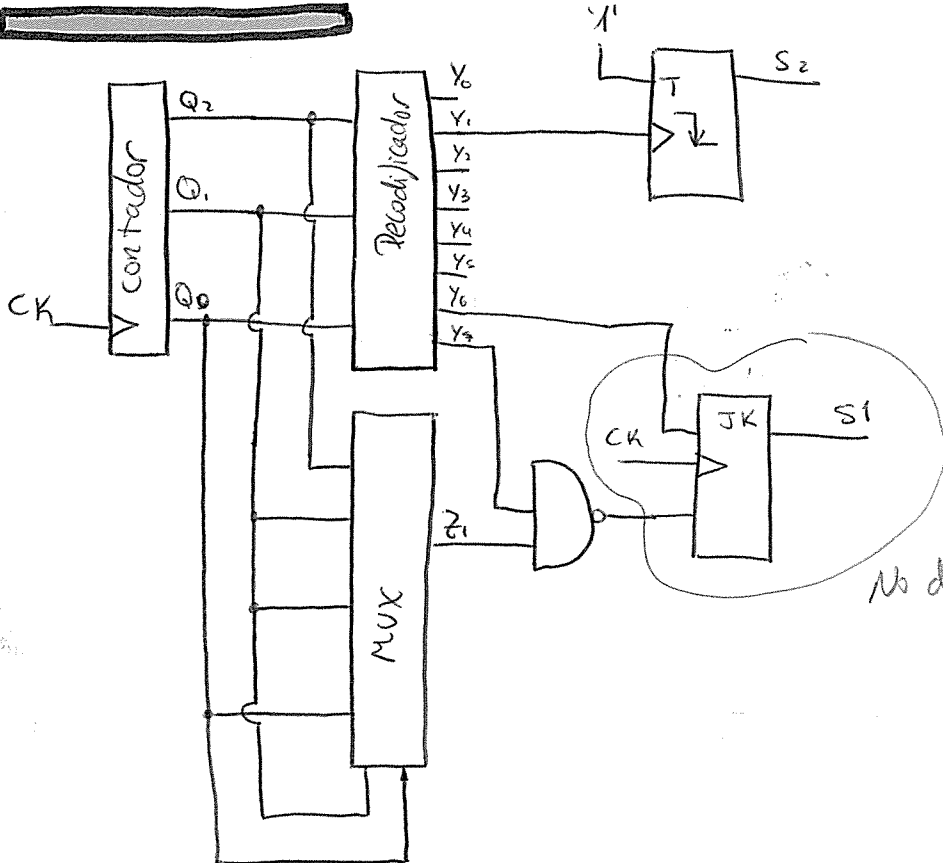
El circuito pedido será



Contador asíncrono 4bits



Examen Enero 2011 Problema 3



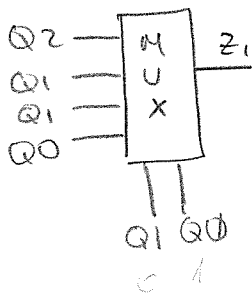
No dudo NO ENTI

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

a) Calcular la tabla de verdad de Z_1 en función de Q_2, Q_1, Q_0

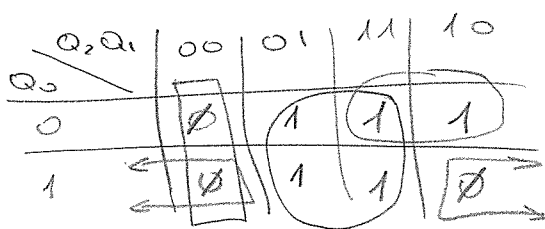


Q_2	Q_1	Q_0	Z_1
0	0	0	$Q_2 = 0$
0	0	1	$Q_1 = 0$
0	1	0	$Q_1 = 1$
0	1	1	$Q_0 = 1$
1	0	0	$Q_2 = 1$
1	0	1	$Q_1 = 0$
1	1	0	$Q_1 = 1$
1	1	1	$Q_0 = 1$

b) Expresar Z_1 según la 2ª forma canónica

$$Z_1 = (Q_2 + Q_1 + Q_0)(Q_2 + Q_1 + \bar{Q}_0)(\bar{Q}_2 + Q_1 + \bar{Q}_0)$$

c) Simplificar Z_1 mediante Karnaugh



Como prod. sumas

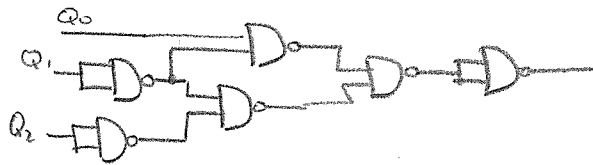
$$Z_1 = (Q_1 + Q_2)(Q_1 + \bar{Q}_0)$$

Como suma de prod.

$$Z_1 = Q_1 + Q_2 \bar{Q}_0$$

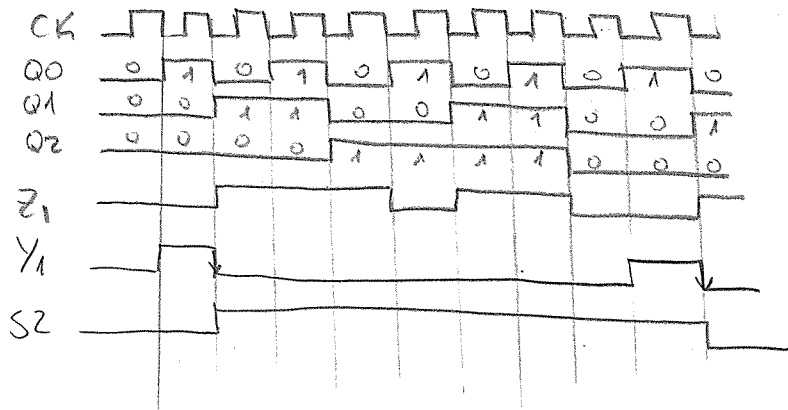
d) Implementar Z_1 mediante NAND → productos negados

$$Z_1 = (\bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2) (\bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_0)$$



$$Z_1 = (\bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2) \cdot (\bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_0)$$

e) Representar la evolución de Z_1, Y_1, S_2 para los 10 primeros ciclos.
 Nota: Inicialmente bitables a cero



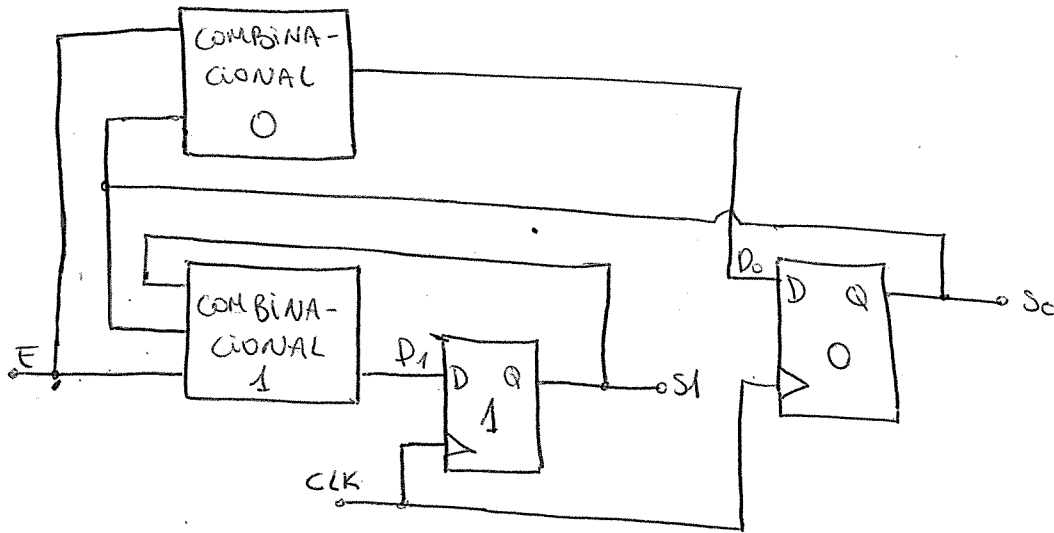
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

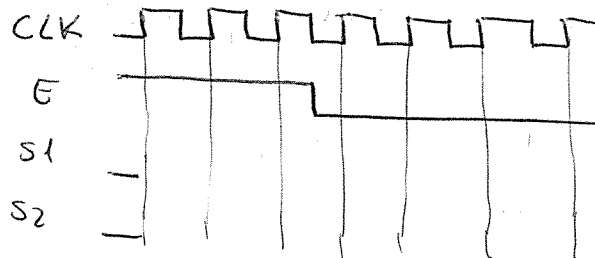


Examen Junio 2011: Problema 3. El circuito de la figura es por dos flip-flops y dos circuitos combi



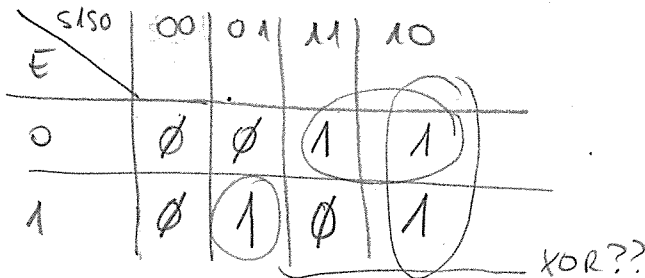
El comportamiento de los bloques combinatoriales viene dado siguiente tabla de verdad

S1	S0	E	D1	D0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0



Se pide: a) Diseñar ambos circuitos combinatoriales n° de puertas lógicas

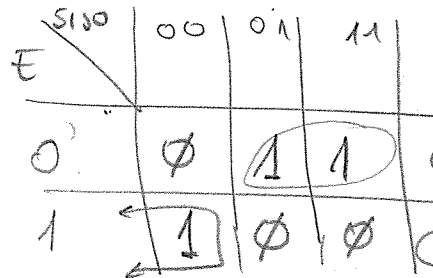
Mapa de Karnaugh para D1:



$$D1 = S1\bar{E} + \bar{S1}S0E + S1S0 = S1(\bar{E} + S0) + \bar{S1}S0E = S1S0\bar{E} + \bar{S1}S0E$$

$$D1 = S1 \oplus (S0 \cdot E)$$

Mapa de Karnaugh para D0:



$$D0 = S0\bar{E} + S1S0E$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

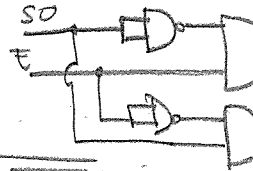
Cartagena99



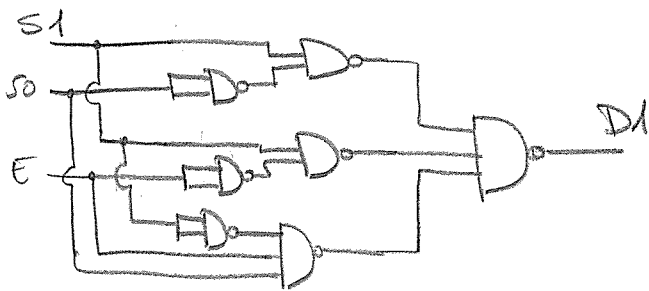


b) Obtener circuitos equivalentes usando sólo NAND

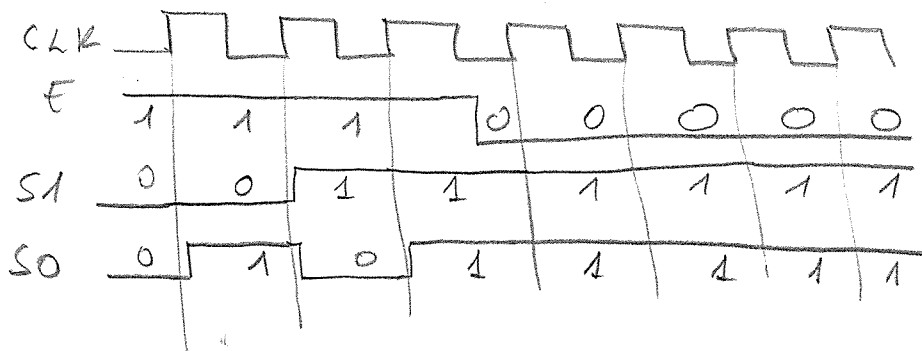
$$D_0 = \underbrace{S_0 \bar{E}}_A + \underbrace{\bar{S}_0 E}_B = \bar{A} \bar{B} = \overline{S_0 \bar{E} S_0 E}$$



$$D_1 = S_1 \bar{E} + \bar{S}_1 S_0 E + S_1 S_0 = S_1 \bar{E} \cdot \bar{S}_1 S_0 E \cdot S_1 S_0$$

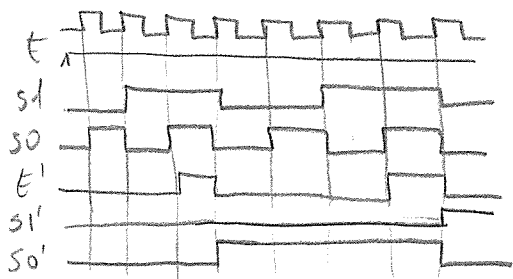
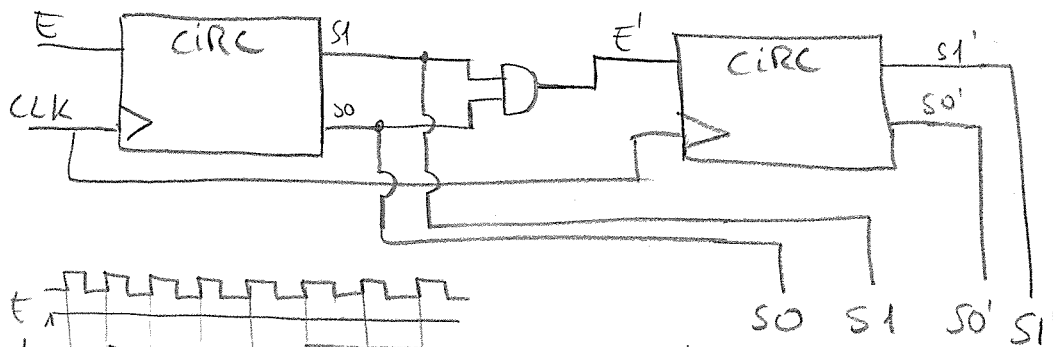
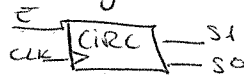


c) Completar el cronograma y decir qué función realiza



Es un binario de 2 enable el contador está a

d) Usando el n° de puertas lógicas que necesite y el circuit diseñar un contador binario de 4 bits.



Contador binario ascendente con enable

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE

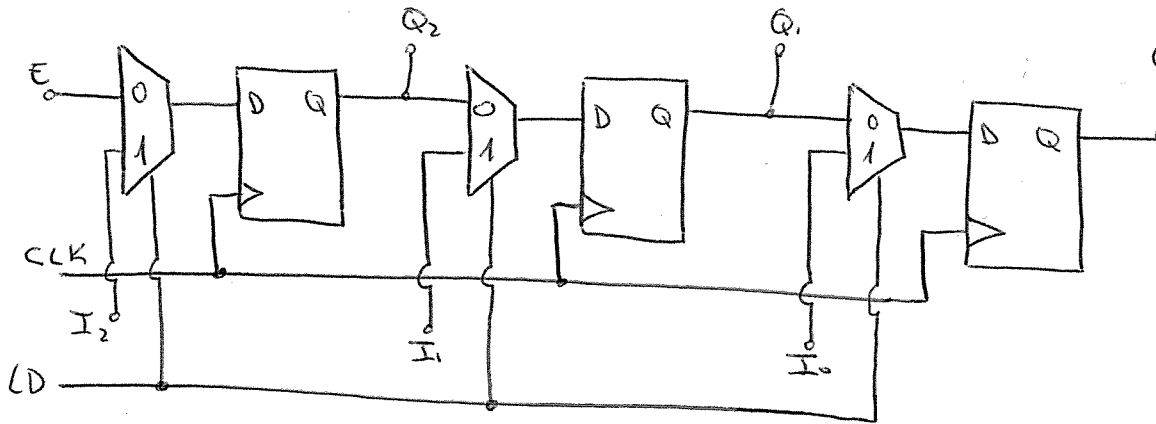
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS

CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Examen Julio 2014 : Problema 3: En el circuito síncrono de la figura

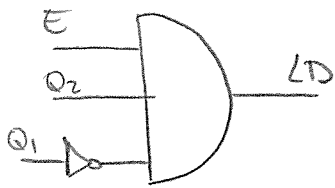


a) Explorar brevemente su funcionamiento cuando la señal LD está a '1' y cuando está a '0'.

Cuando $LD = 1$ se realiza una carga en paralelo de los flip-flops, coincidiendo con el flanco activo del reloj, las salidas de los flip-flops se cargan de forma que $Q_2 = I_2, Q_1 = I_1, Q_0 = I_0$.

Cuando $LD = 0$ el circuito se comporta como un registro de desplazamiento, ya que el MUX selecciona la entrada de los flip-flops correspondiente a las salidas Q_2 y Q_1 de sus MUX correspondientes.

b) Se desea diseñar un circuito combinatorio que detecte la combinación de entradas las señales E, Q_2, Q_1, Q_0 y que impida que se cargue en los flip-flops el dato 110, anticipándose a ello, poniendo su única salida LD a 1.



Se trata de detectar e impedir que se cargue en los flip-flops el dato $Q_2, Q_1, Q_0 = 110$.

Para ello, cuando $LD = 0$, se ha de detectar el valor en $E, Q_2, Q_1 = 110$, con ello se anticipa la combinación pedida en el enunciado.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

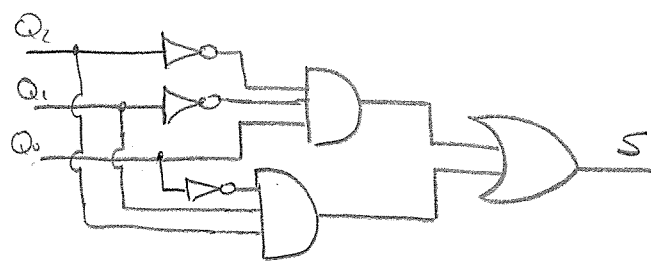


c) También se ha de diseñar un circuito con el menor número de puertas que proporcione un '1' cuando los flip-flops almacenados en 001, o bien, un 110; y un 0 en cualquier otro caso

Q_2	Q_1	Q_0	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

$Q_2 \backslash Q_1$	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	1	0	0	0

$$S = Q_2 Q_1 \bar{Q}_0 + Q_2 \bar{Q}_1 Q_0 + Q_1 \bar{Q}_2 Q_0$$

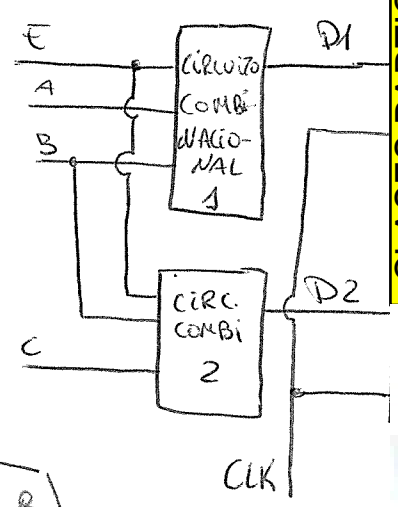


Examen ENERO 2012 Ejercicio 3. En el circuito de la figura

a) Obtener la ecuación lógica simplificada por Karnaugh el circuito correspondiente para D1, D2 teniendo cuenta las tablas de verdad siguientes

E	A	B	D1
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

E	B	C	D2
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0



Mapa Karnaugh D1:

EA \ B	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	1	1	1	0

$$D1 = \bar{E}A + \bar{E}B + AB$$

Mapa Karnaugh D2

EB \ C	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0

$$D2 = \bar{C}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

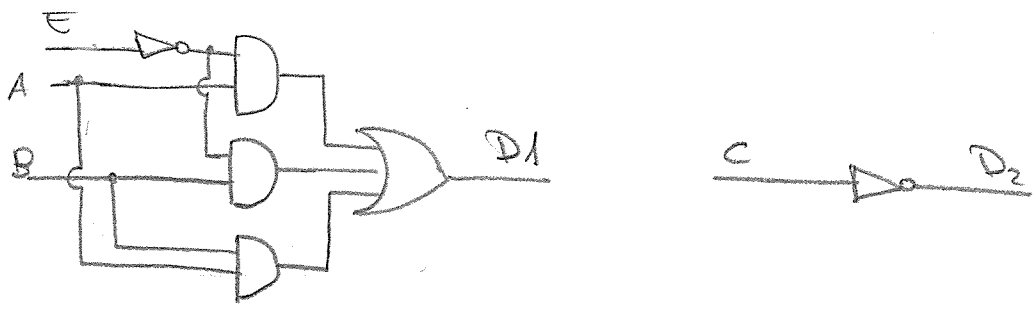
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

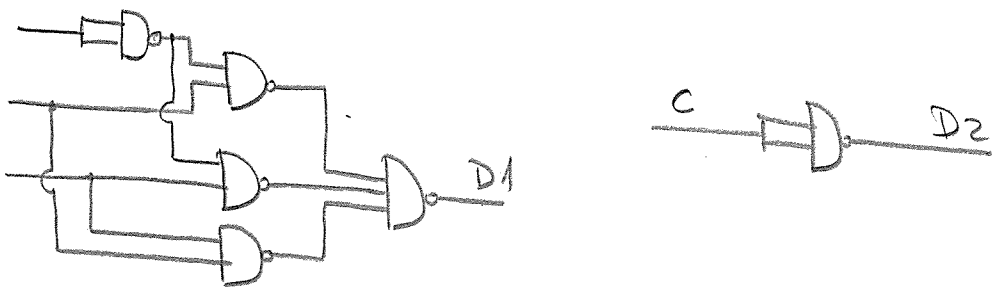
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

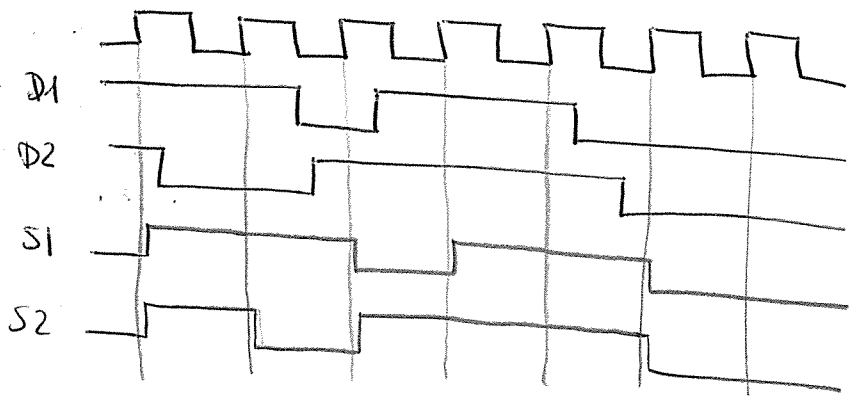


b) Dibujar los circuitos combinatoriales 1 y 2 utilizando puertas NAND.

$$D1 = \bar{E}A + \bar{E}B + AB = \overline{\overline{\bar{E}A} \cdot \overline{\bar{E}B} \cdot \overline{AB}}$$

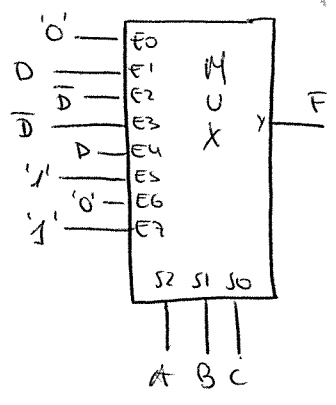


c) Complete el cronograma siguiente



Examen Julio 2012

Ejercicio 3. El circuito de la figura implementa la función lógica $F = f(A, B, C, D)$ mediante un multiplexor de 8 de datos.



Para este circuito se pide:

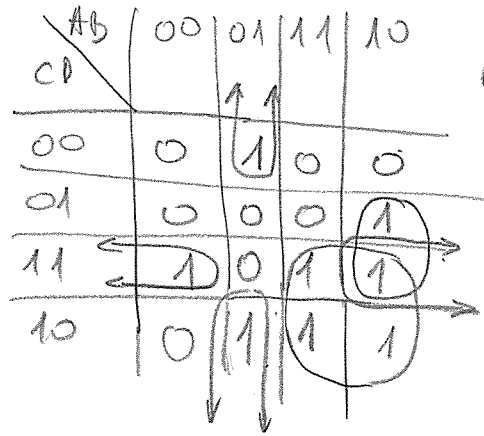
- Tabla de verdad de $F = f(A, B, C, D)$
- Función minimizada de F
- Dibujar un circuito mínimo para implementar F utilizando solamente puertas NAND

a) Tabla de verdad

A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

b) Función minimizada

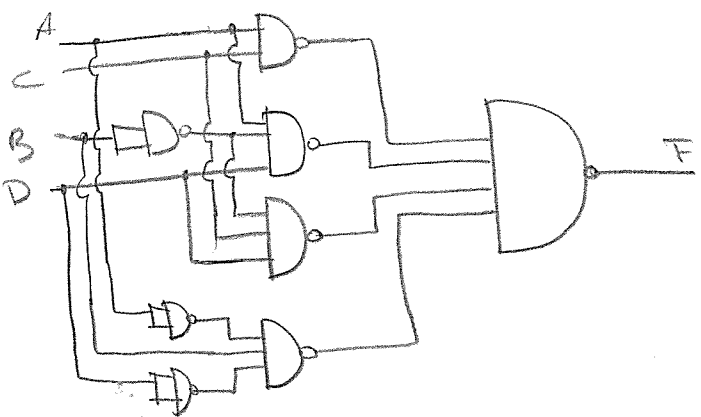
Mapa de Karnaugh



$$F = AC + \dots$$

$$+ \overline{BCD}$$

c) F con NAND $\rightarrow F = \overline{AC} \cdot \overline{A\overline{B}D} \cdot \overline{A\overline{B}D} \cdot \overline{BCD}$

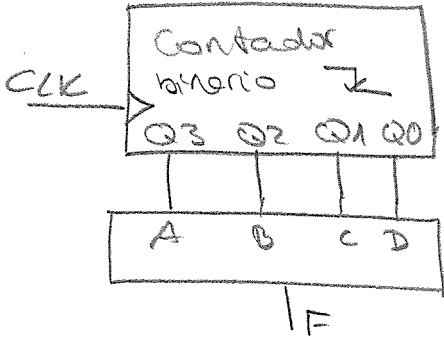


d) El circuito anterior se conecta a un contador binario de 4 bits por flanco de bajada de la entrada del reloj de manera que las salidas Q_3, Q_2, Q_1, Q_0 del contador están respectivamente con ABCD. Dibuje el cronograma de la señal F después de 9 ciclos de la señal CLK. Considere el contador está a "0000" en el instante inicial.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



Q0=D	0	1	0	1	0	1
Q1=C	0	0	1	1	0	0
Q2=B	0	0	0	0	1	1
Q3=A	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	1	1	0

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70





CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



INTRO

Microprocesador

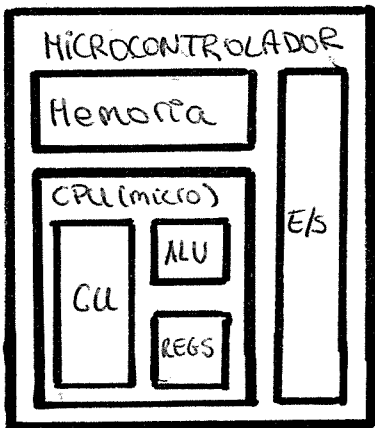
1 MICROPROCESADOR (μP) VS MICROCONTROLADOR

- Microprocesador (se verá más detenidamente): Posee
 - Unidad de Control (UC)
 - Unidad Aritmético Lógica (ALU)
 - Barridos de registros

} CPU
Central
Process
Unit

- Memoria: Para programa y datos (chips adicionales)
- Lógica de interfaz con los dispositivos entrada/salida

Diferencia principal: El micro puede estar él solo en un chip, la memoria y la interfaz E/S en otros. Sin embargo, en un ejemplo en un ordenador. Sin embargo, de un microcontrolador nos referimos a un chip integrado (todo el sistema en un chip) puede programarse via software y que se usa generalmente para aplicaciones de baja potencia y mucho más pequeñas que un ordenador.



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

PRESTACIONES

- Game Baja: 4, 8, 16 bits. Dedicados a tareas de control (electrónica algunos periféricos de ordenador, ---) Gen. μC
- Game media: 16, 32 bits. Tareas de control con cierto grado de automatismo (control en automóviles, móviles, ---) Gen. μC o μP + periféricos integrados, y mem.
- Game alta: 32, 64, 128 bits. Fundamentalmente procesadores (ordenadores). Casi en su totalidad μP + circuitos + memoria

TECNOLOGÍA

Alimentación: 5V, 3.3V, 2.5V, 1.8V
Consumo: μ W - decenas W
Frecuencia: KHz - GHz

PRECIO

μ C sencillos: 0.5 - 20 €
 μ P gama alta: 100 - 1000 €

2 SISTEMAS EMBEBIDOS

Se trata de una combinación de hardware y software
funcionalidad fija, esto es, para una tarea específica
puede ser reprogramable
Su ventaja principal es que cubre los requisitos mínimos.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



SIST. MÍNIMO MICROPROCESADOR

1 DEFINICIÓN

Sistema mínimo: Lo mínimo que necesita un μP para realizar una tarea partiendo de que el μP es un circuito digital de propósito general que realiza una tarea en función de los programas en él.

Necesita:

- Memoria, elemento donde almacenar programas y datos

- Volátil: Para hacer operaciones, su información se pierde al apagar el sistema.

- No volátil: ya que, al menos, una parte del programa debe estar accesible al encendido.

- Elemento que realice cálculos, tome decisiones y controle el sistema, es la CPU, en ella se hacen las operaciones de datos, interactúa con la memoria y los E/S y es el núcleo del sistema mínimo.

- Entradas y salidas

- Entradas: Señales que el sistema recibe y reacciona en función de su valor.

- Salidas: Señales que controlan dispositivos de programa y a las entradas.

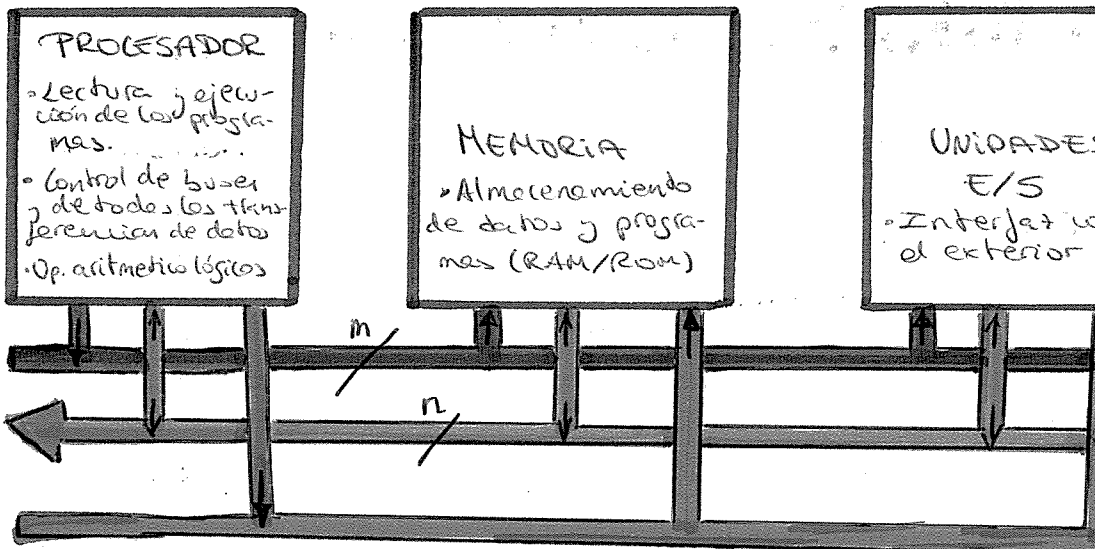
- Unidades E/S: Circuitaria digital que interfiere entre el μP y las señales E/S.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99





- m bits de direcciones $\Rightarrow 2^m$ posiciones o direcciones de memoria
- n bits de datos $\Rightarrow n$ bits en paralelo (cada una n datos)
- \Rightarrow Capacidad: $2^m \cdot n$
- Varias señales de control

BUSES

- Direcciones: Selección dirección origen o destino
- Datos: Realiza la transferencia del dato
- Control: Reloj, reset, read/write, interrupción, ...

Transferencias de datos

Escritura UP \rightarrow MEMORIA

- Bus de control: señal write a memoria
- Bus de direcciones: Escoge una memoria
- Bus de datos: Escribe el dato de memoria

Lectura MEMORIA \rightarrow UP

- Bus de control: señal read a memoria
- Bus de direcciones: Escoge una memoria
- Bus de datos: Lee el dato de memoria y se (memoria \rightarrow UP)

Entrada E/S \rightarrow UP

Salida UP \rightarrow E/S

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

ARQ. INTERNA

TEMA



1

LENGUAJE ENSAMBLADOR Y CÓDIGO MÁQUINA

Para transmitir instrucciones dentro de un micro se utiliza el lenguaje ensamblador que se codifica en un código máquina. Según el micro, esta codificación podría hacerse en una o varias palabras por instrucción.

Para realizar la codificación, se usa un programa ensamblador que se encarga de traducir el lenguaje ensamblador a código máquina. Normalmente se utiliza una codificación por palabra.

Ejemplos:

$R0 \leftarrow M(1000)$	\leftrightarrow	LD R0, 1000	En el registro R0 carga la dirección de memoria 1000
$R0 \leftarrow 5$	\leftrightarrow	LDI R0, 5	En el registro R0 carga la constante 5
$R0 \leftarrow R0 + R3$	\leftrightarrow	ADD R0, R3	Sumamos el contenido del registro R3 y lo guardamos en R0
$R4 \leftarrow \bar{R4}$	\leftrightarrow	NOT, R4	Negamos R4 y lo guardamos en R4
$M(F00) \leftarrow R3$	\leftrightarrow	STR R3, F00	Guardamos el contenido del registro R3 en la dirección de memoria F00
$R4 \leftarrow R5$	\leftrightarrow	MOV R5, R4	Guardamos el contenido de un registro en la memoria de otro registro R5

Para instrucciones puede:

Ejecutar una instrucción detrás de otra

Saltar a una instrucción determinada y continuar la ejecución ahí JMP 2000 (incondicional)

Salta un n° de instrucciones más adelante si el resultado de la última operación con la ALU fue 0 (por ejemplo) BPL

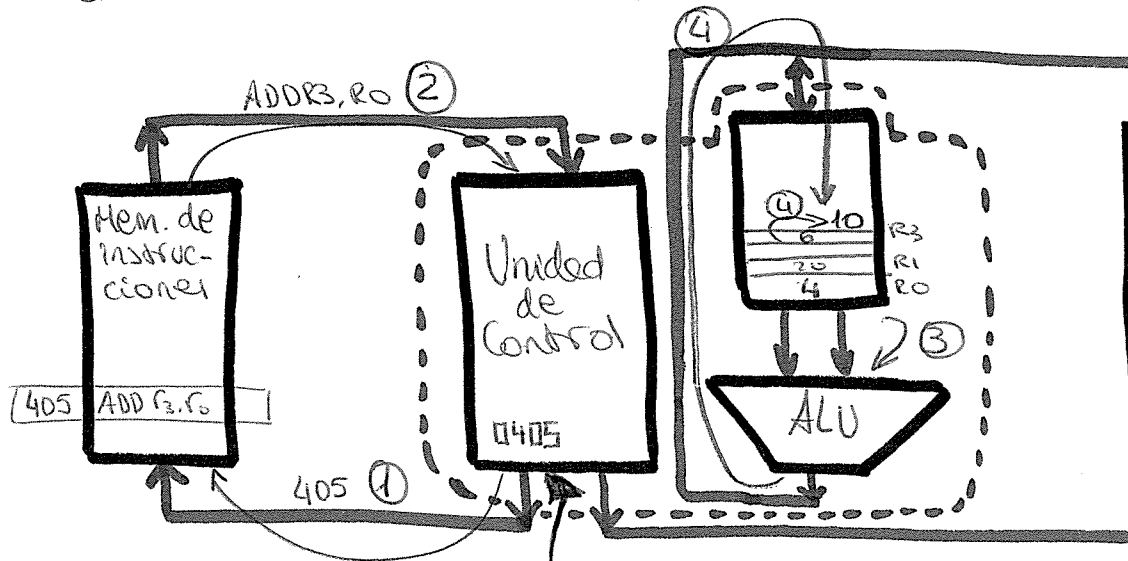
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

2 CICLO BÁSICO DE EJECUCIÓN DE UNA INSTRUCCIÓN

La CPU va leyendo sucesivamente instrucciones de la memoria de programa, las interpreta y la unidad de control genera las señales de control correspondientes para ejecutarlas.



- 1 -> Búsqueda de la instrucción
- 2 -> Decodificación de la instrucción
- 3 -> Operación / ejecución

- 4 -> Carga / Almacenamiento en registros / memoria
- 5 -> Incremento del programa

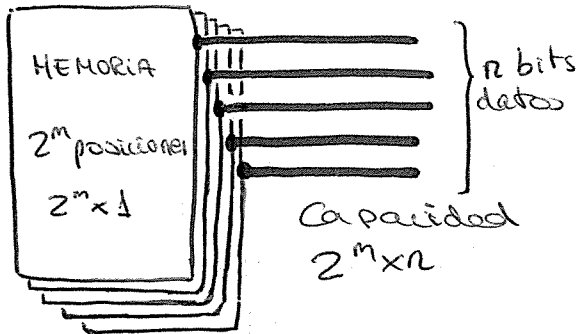
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

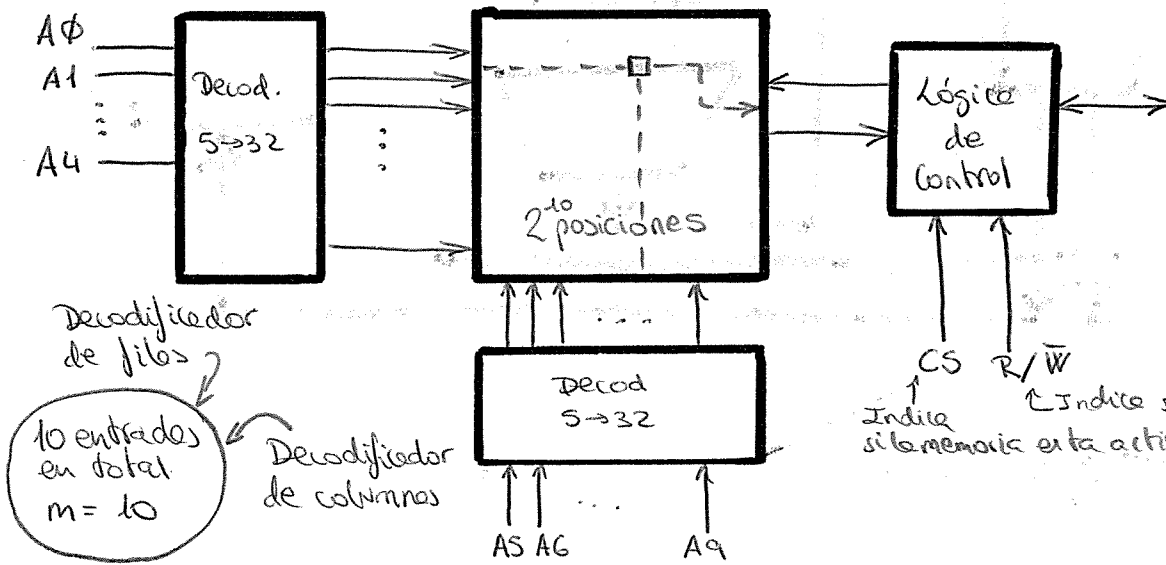


2 MEMORIAS



Se estructuran normalmente en 2^m (m = ancho del bus de direcciones) posiciones de memoria de n (n = ancho del bus de datos) bits cada una

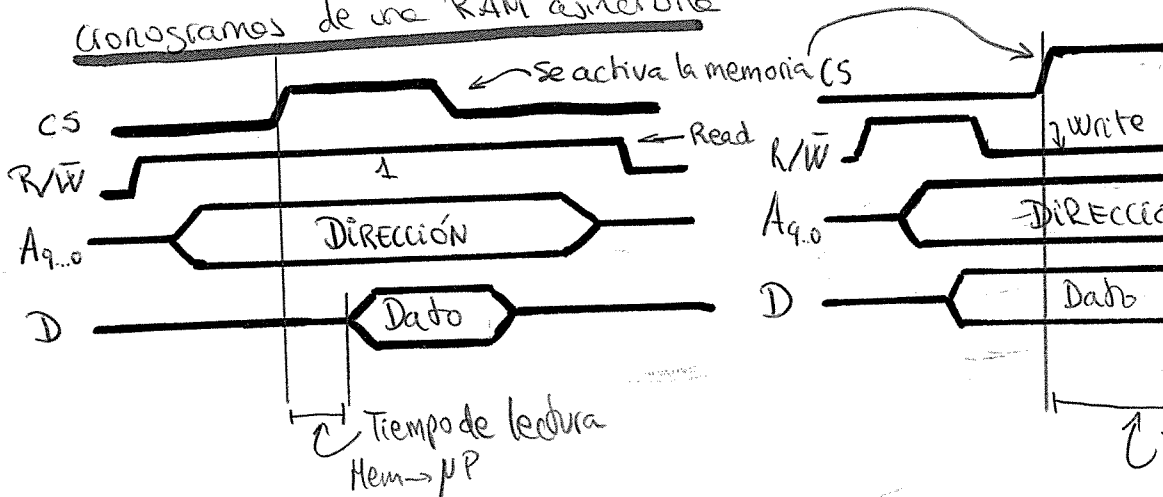
El diseño interno se optimiza para almacenar muchos a bajo coste, por eso son bastante más lentos comparados a otros circuitos digitales. La estructura interna de cada celda de memoria depende del tipo de memoria y de su tecnología de fabricación.



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cronogramas de una RAM asincrónica



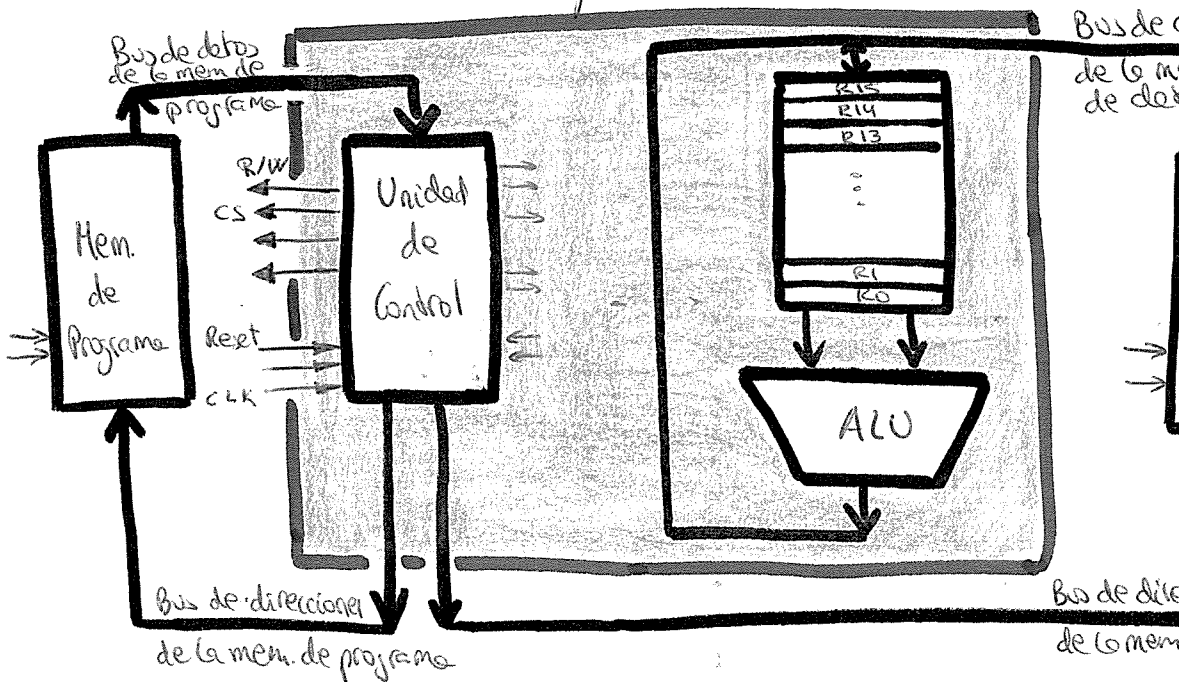
Cartagena99



3 UNIDAD CENTRAL DE PROCESOS (CPU)

Encargada de la secuenciación de todas las operaciones y de datos. Típicamente se divide en:

- Banco de registros: almacena datos y resultados de operaciones a la ALU
- Unidad Aritmético Lógica (ALU): Realiza operaciones entre
- Unidad de Control: Secuencia las acciones en función de a ejecutar



4 DISPOSITIVOS E/S

Algunos ejemplos típicos:

E/S paralelos para control y comunicaciones

E/S serie para comunicaciones

Temporizadores y contadores

Perro guardián (watchdogs) que controla la ejecución corre

Convertidores A/D o D/A

Controladores específicos como discos duros, disquetes

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

E/S

Dispositivos

1 PUERTOS Y REGISTROS E/S

Puerto E/S: Es un conjunto de señales externas con una pines común y circuitería que permite leerlas y escribir.
Existen diferentes tipos: E/S paralelo, E/S analógica y, según se configuren pueden tener diferentes funcionalidades.

Registros E/S: Cada puerto E/S puede tener asociados uno o varios registros E/S, o un registro puede afectar a varios puertos.
Existen registros asociados a los datos (los de escritura y al control (el de lectura).

Los registros de E/S se acceden mediante operaciones de lectura/escritura de forma análoga a cómo se accede a los posiciones de memoria.

2 PUERTOS E/S PARALELO EN Atmega16

Los puertos E/S paralelo controlan varias señales externas al mismo tiempo y son los más comunes.

Registros asociados

- De datos: conectado a los señales de E/S
 - De dirección de los datos: fija la dirección de los señales.
- Habitualmente '0' indica entrada
'1' indica salida

En Atmega16

- Puerto B → Genera señales PWM
- Puerto C → Conversidor A/D
- Puerto D → E/S paralelo + puerto serie
señales PWM

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



REGISTRO PINx Lectura de un puerto

- Un bit se lee como un '1' si hay un '1' (Vcc) en su pin
- Un bit " " " " " '0' " " " " '0' (Gnd) " " " "

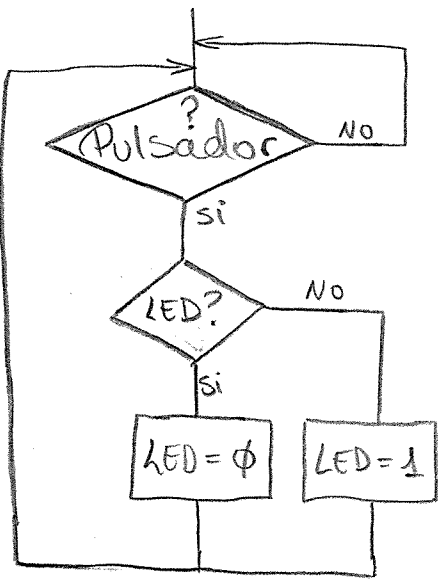
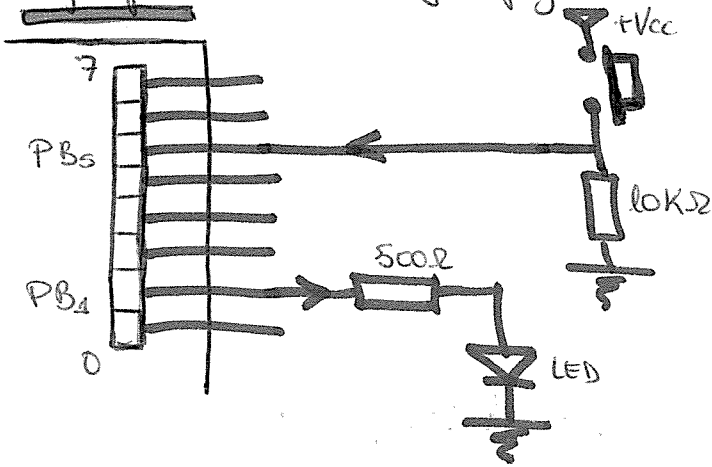
REGISTRO DDRx Data Direction Register

- Configura el sentido de cada bit del puerto
- '0' entradas y '1' salidas

REGISTRO PORTx Si un pin está configurado como salida

- Al escribir un '1' en un bit se pone un '1' (Vcc) en su pin
- " " " " " '0' " " " " " '0' (Gnd) " " " "

Ejemplo: Encender y apagar un LED con un pulsador



```

int boton;
int led = 0;

int main() {
    DDRB = 000001;
    while (true) {
        boton = PINB & 000001;
        // * cuando pulsamos el
        // PB5 se pone a 1
        if (boton != 0) {
            if (led == 0) {
                PORTB = PORTB | 000001;
                // Mandamos Vcc por PB4
                // el led // led = 1
            } else {
                PORTB = PORTB & 111110;
                // Mandamos GND por
                // el led // led = 0
            }
        }
    }
}
    
```

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



ENCENDIDO DE LED CON ARDUINO

```

void setup() {
  pinMode(15, OUTPUT);
  pinMode(19, INPUT);
}

void loop() {

```

En Arduino

PB5 (entrada por botón)

PB4 (salida al led)

```

  int led = 0;
  digitalWrite(15, LOW);

```

Dejamos variable que guarda el estado del led

Apagamos el led

También podríamos haber usado

```

  int boton = digitalRead(19);

```

int led = digitalRead(19);

```

  if (boton != 0) {
    delay(100);

```

PROBLEMA

Mientras pulsamos el botón el led

```

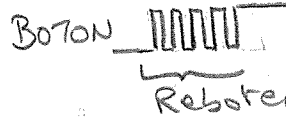
    if (led == 0) {
      led = 1;
      digitalWrite(15, HIGH);
    }

```

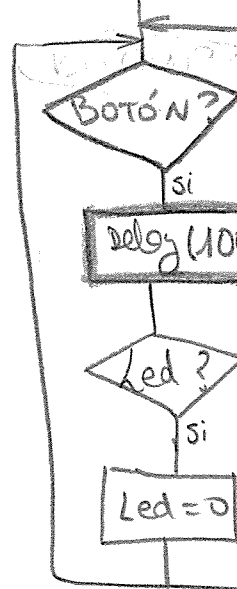
```

  else {
    led = 0;
    digitalWrite(15, LOW);
  }
}

```



SOLUCIÓN



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



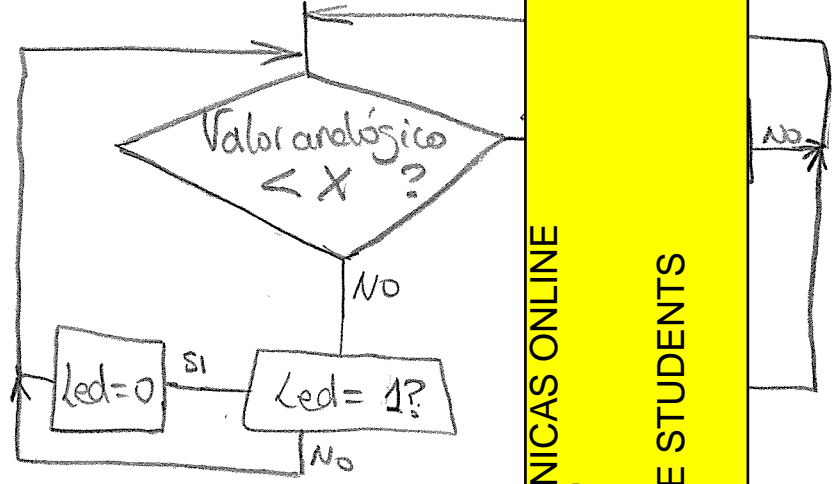
CONTROLAR LED CON LUZ AMBIENTE

```

int main() {
    int Analog Val;
    int led = 0;

    DDRB = 00000001;
    // Configuramos ADC para leer el valor analógico de LDR por PC0 //

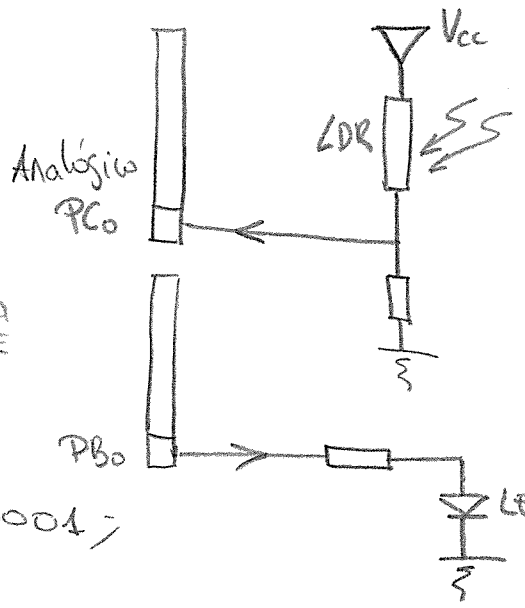
```



```

while (true) {
    analog Val = valor devuelto por el ADC del PC0 (0-1023)

```



```

if (analog Val < 100) {
    // Valor cuando no hay luz: NOCHE
    if (led == 0) {
        led = 1;
        PORTB = PORTB | 00000001;
    }
} else {
    // Valor cuando hay luz: DIA
    if (led == 1) {
        led = 0;
        PORTB = PORTB | 11111110;
    }
}

```

```

} // cierre while (true)
} // cierre int main()

```

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagen99

Y con Arduino?

```
void setup() {
```

```
  pinMode(8, OUTPUT);
```

```
  pinMode(A0, INPUT);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  int analogVal = analogRead(A0);
```

```
  int led = 0;
```

```
  if (analogVal < 100) {
```

```
    if (led == 0) {
```

```
      digitalWrite(8, HIGH);
```

```
      led = 1;
```

```
    } else {
```

```
      if (led == 1) {
```

```
        digitalWrite(8, LOW);
```

```
        led = 0;
```

```
      }
```

```
    }
```

```
}
```

Pinet:

Analogico A

Digital Pin

Guardemos el valor LDR

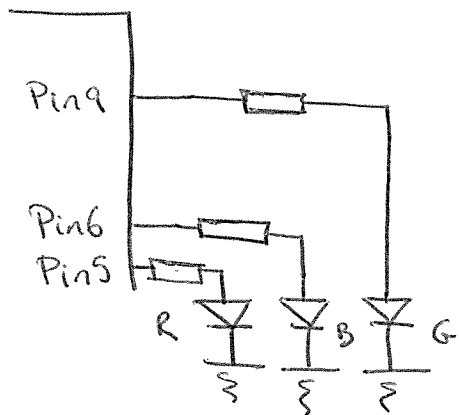
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



Controlar intensidad de un led rojo para variar el color



```
void setup(19
```

```
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
```

```
void setColor(int r, int b
```

```
  analogWrite(5, r);
  analogWrite(6, b);
  analogWrite(9, g);
```

Ponemos el rojo a cero



```
int r=0;
int inc=1;
void loop() {
  setColor(r, 200, 100);
```

Incrementamos en 1 la intensidad del rojo

```
  r = r + inc;
  if (r == 255) { inc = -1; }
  if (r == 0) { inc = 1; }
  delay(10);
```

Esperamos 10ms y volvemos

Si rojo llega a valer 255 empezamos a disminuir hasta que vuelve a llegar a cero

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

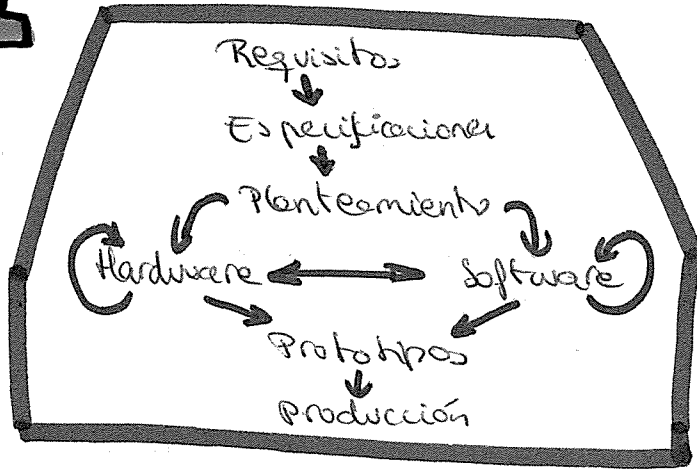
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagen99

DESARROLLO

PROG
HERR

1 ETAPAS PROCESO DE DISEÑO



Planteamiento

Elección del modo de arquitectura, la hardware y el software de esta fase

Software

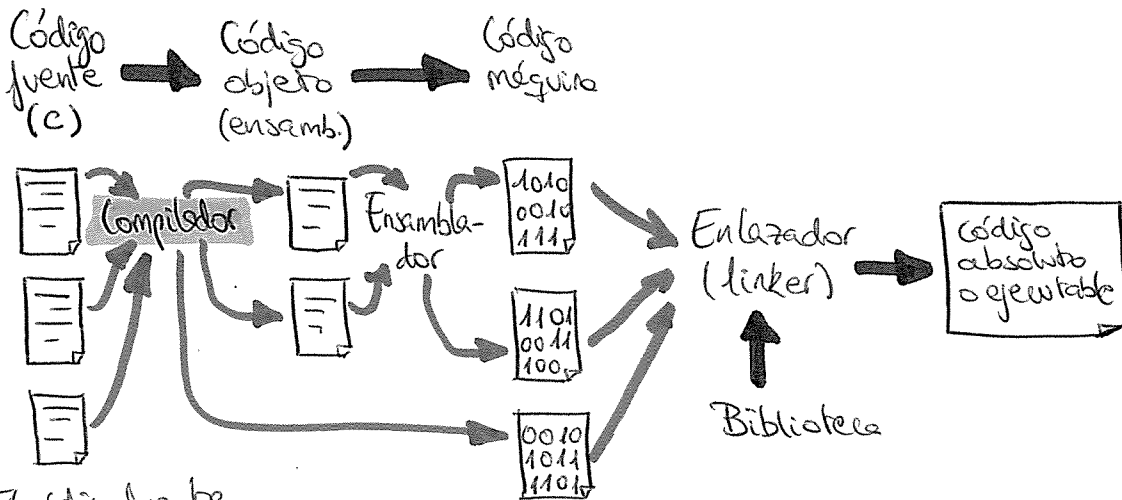
Desarrollo en lenguaje de alto nivel y ensamblador. Las modificaciones son más baratas.

Hardware

Debe desarrollarse un hardware suficientemente flexible como para permitir correcciones por software.

2 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

- Proceso de generación y carga de un programa en el micro



El código fuente puede ser ensamblado y compilarse directamente a código máquina.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Las herramientas de computador y legador (y asociadas), y el programa. Son necesarias, además, herramientas para probarlo (probarlo y corregirlo).

Simulador

Simula el funcionamiento del micro (μP o μC) respondiendo funcionalmente igual pero no es realista (más lento, no incluye E/S, ...)

Depurador/Programador

Sistema electrónico que se usa para programar el $\mu P/\mu C$ además dispone de capacidades de depuración

Kit de desarrollo

Sistema electrónico de bajo costo que permite interactuar con la aplicación pero con capacidades de depuración reducidas

3 SIST. Y PROCESO DE DESARROLLO CON

- Desarrollo del software (edición/compilación)
- Simulación en el pc/depuración (verificación funcional)
- Emulación/depuración (verificación preliminar con el hardware)
- Grabación
- Pruebas de campo
- Desarrollo del hardware
- Fabricación

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

E/S

MÉTODOS

1 PROCEDIMIENTOS E/S

Son la forma en que hacemos que nuestro sistema
túe con las señales E/S

- BLOQUEO DE PROCESO:

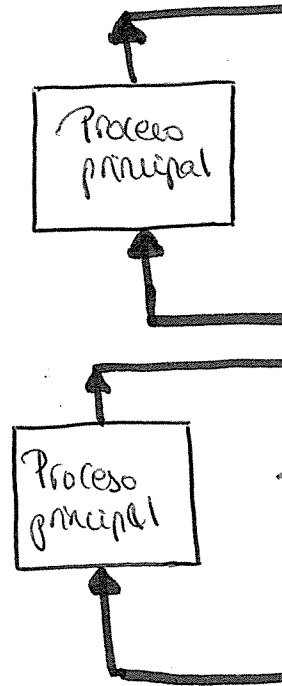
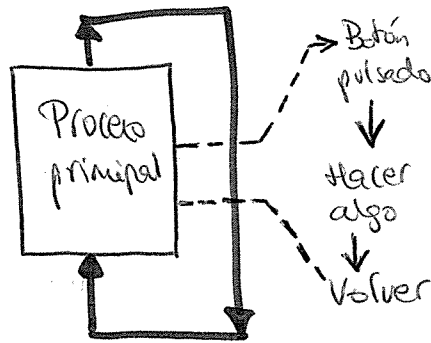
El μP espera a que el periférico
le responda

- CONSULTA PERIÓDICA (polling)

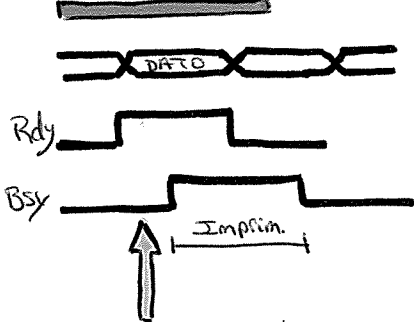
El μP consulta de forma periódica
el estado del periférico

- POR INTERRUPTIÓN

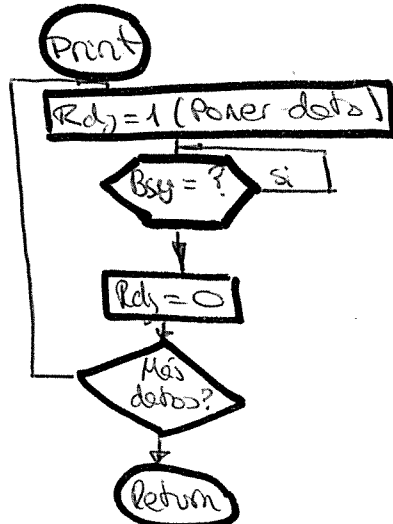
El μP responde
al periférico
cuando éste le
interrumpe
(se verá)



IMPRESORA (por bloques de proceso)



No funciona, la impresora
recibe el dato y tarda
en ponerse a imprimir.
NO IMPRIMIRIA!!



Problemas de de proceso

- 😊 Fácil de impl
- 😞 Bloquea el
respuesta. se
datos y peri
- 😞 Problemas de
diferente ve

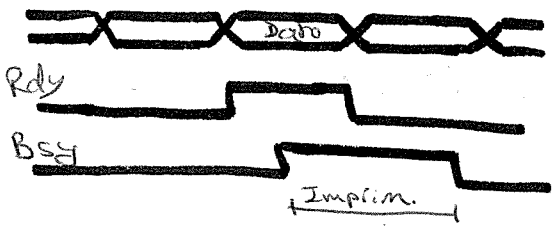
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

3. AMST

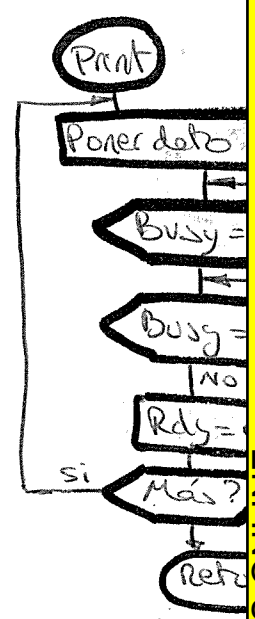
Solución a problema imprecisa lenta



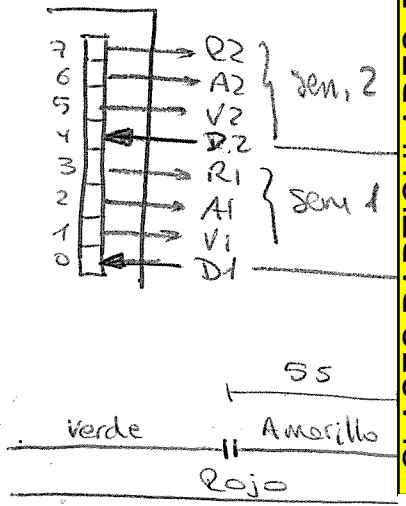
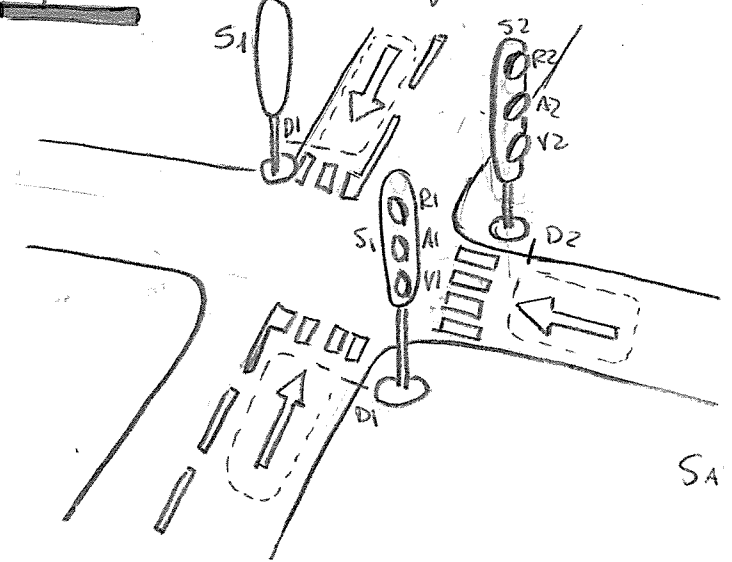
~~Ventajas y desventajas consulta periódica~~

- ⊕ No detiene la ejecución del resto de la aplic.
- ⊖ Más complicado especialmente si hay muchos periféricos

Al usar consulta periódica, los estados que se generaban en bloqueo del proceso deben sustituirse por variables que muestren el estado en el que está el sistema.



Ejercicio: Control de semáforos en un cruce

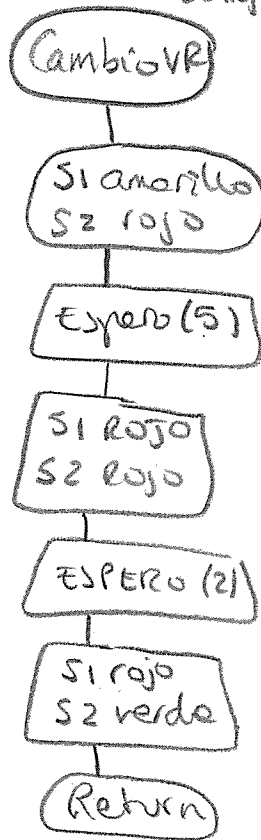
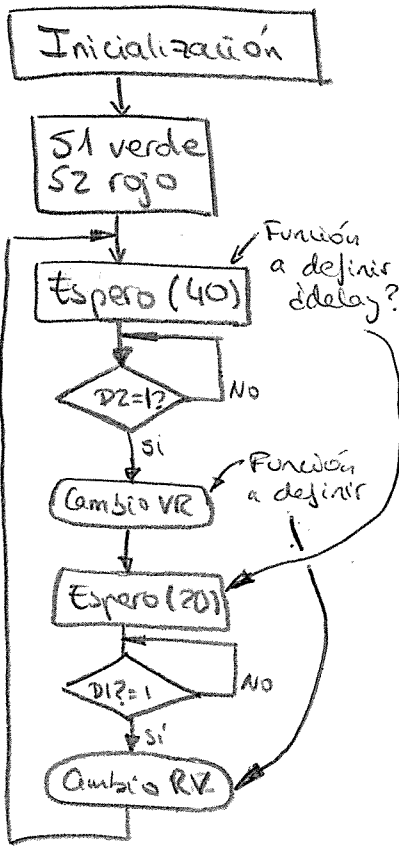


- La vía 1 es la principal que está normalmente abierta
- Cuando llega un coche a 2 (D2 → 1) se abre la vía 2 y se cierra la 1, o, sino hubiese coches en 1, hasta que aparcen un coche en esta vía (D1 → 1)
- Cuando se vuelve a abrir la vía 1, al menos hay que parar de volver a abrir 2 (si fuese necesario)
- El paso de verde a rojo en cualquiera de los sem. debe indicarse

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

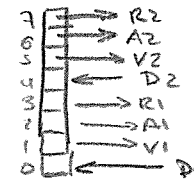
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



S1 Verde → S1 Rojo
S2 Rojo → S2 Verde

① Inicialización
↑
verdes



② Inicializo
S1 verde
S2 rojo

③ Función
④ Void loop

void setup() {

DDRB = 11101110; // EIS

PORTB = 10000010; // S1 verde, S2 rojo

void cambioVR() {

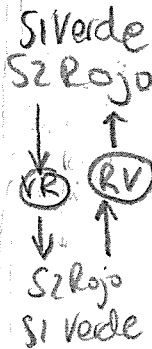
PORTB = 10000010;

delay(5000);

PORTB = 10001000;

delay(2000);

PORTB = 00101000;



void cambioRV()

PORTB = 010

delay(5000);

PORTB = 100

delay(2000);

PORTB = 100

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

```
void loop() {
```

```
  delay (40000);
```

```
  int D2;
```

```
  D2 = PINB & 00010000;
```

D2
↓

Quando lees en PIN
posición, la del ser
4

```
  while (D2 == 0) {
```

```
    D2 = PINB & 00010000;
```

```
  }
```

// Se ejecutará este
que D2 sea 1
BLOQUE PRO

```
  Cambio VR (1);
```

```
  delay (20000);
```

```
  int D1;
```

```
  D1 = PINB & 00000001;
```

```
  while (D1 == 0) {
```

```
    D1 = PINB & 00000001;
```

```
  }
```

// Se ejecutará
PROCESO los
valgo 1

```
  Cambio RV (1);
```

7

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



4^a
aldrá



cei@upm.es

7 - Interrupciones

- Conceptos generales
- Interrupciones externas
- Interrupciones temporales
- Ejemplos

©UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



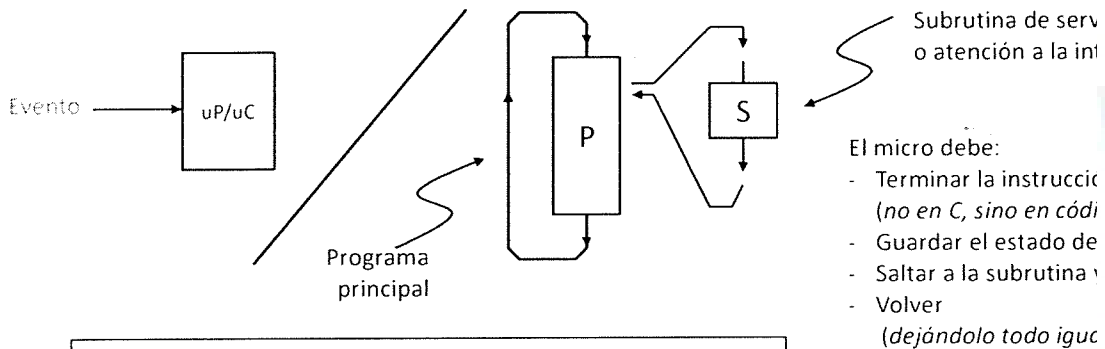
Tipos
 RESET: Es lo más prioritario
 ENMASC. INT Priorad.
 NoENMASC. NMI Priorad.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Interrupciones: Conceptos generales (I)

¿Qué es una interrupción?

- Es el desvío de la ejecución normal de un programa a petición de un periférico
- El origen de la petición es un evento externo al uP, y por tanto, asíncrono respecto al programa (no podemos predecir en qué parte del programa, ni cuándo, ocurrirá)
- Si el micro la acepta, ejecutará una función asociada para atender al periférico



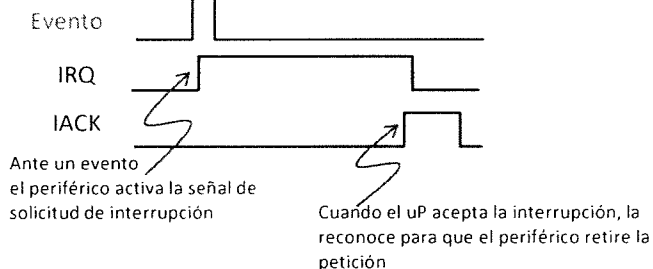
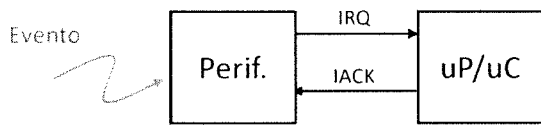
La importancia de las interrupciones en el control

- El control se simplifica, ya que se atiende a los periféricos cuando éstos lo requieren, y no es necesario hacer *polling* o bloqueo
- En ocasiones, un programa de control está formado por un bucle de espera, en que no se hace nada, y sólo se atienden las interrupciones que van llegando

Cartagena99

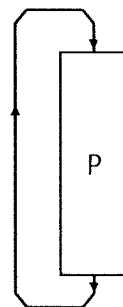
Interrupciones: Conceptos generales (II)

¿Cómo se produce una interrupción?



Enmascaramiento

- El uP dispone de mecanismos (máscaras) para habilitar y deshabilitar la llegada de interrupciones
- Existen máscaras a nivel global (deshabilitan todas las ints.) y máscaras locales a cada periférico (para deshabilitar o habilitar las interrupciones provenientes del mismo)
- Cuando se atiende una interrupción, lo normal es que las interrupciones se deshabiliten automáticamente, volviéndose a habilitar al retornar al programa principal



La interrupción puede ocurrir en cualquier instante, pero la Unidad de Control consulta la señal de interrupción para buscar la siguiente instrucción.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Interrupciones externas o físicos

Casi todos los uC disponen de señales externas que pueden producir interrupciones en determinadas condiciones (flanco de subida o bajada, nivel...)

En el caso del Atmega168, todos los pines de E/S permiten producir interrupciones externas, pero sólo dos del puerto D son configurables (por flanco de subida, bajada, ambos...). Sólo trataremos estos.

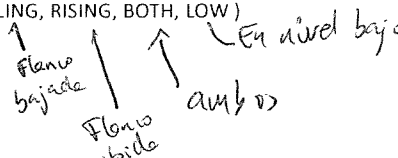
.PCINT14 (RESET) PD6	1	28	PC5 (ADC5)
.PCINT16 (RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4)
.PCINT17 (TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3)
.PCINT18 (INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2)
.PCINT19 (OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1)
.PCINT20 (XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
.PCINT6 (XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
.PCINT7 (XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PE5 (SSC1)
.PCINT21 (OC6B/T1) PD5	11	18	PE4 (MISO)
.PCINT22 (OC6A/AIN0) PD6	12	17	PE3 (MOSI)
.PCINT23 (AIN1) PD7	13	16	PE2 (SSC0)
.PCINT6 (CLK/ICF1) PB0	14	15	PE1 (OC1A)

Funciones de la API de Arduino para trabajar con las interrupciones externas:

Los pines 2 y 3 de la placa de Arduino están conectados a PD2 y PD3, y por lo tanto tienen la posibilidad de interrupciones externas. $PD2 \equiv INT0 \rightarrow pin 2$ En el otro ejemplo se pone $pin 3$
 $PD3 \equiv INT1 \rightarrow pin 3$

- `attachInterrupt(int_num, isr_name, condition);` // Asocia una rutina a una interrupción bajo una determinada condición.
`int_num`: 0 para el pin 2, 1 para el pin 3
`isr_name`: nombre de la rutina de servicio (función que no debe tener parámetros)
`condition`: condición que produce la interrupción (FALLING, RISING, BOTH, LOW)

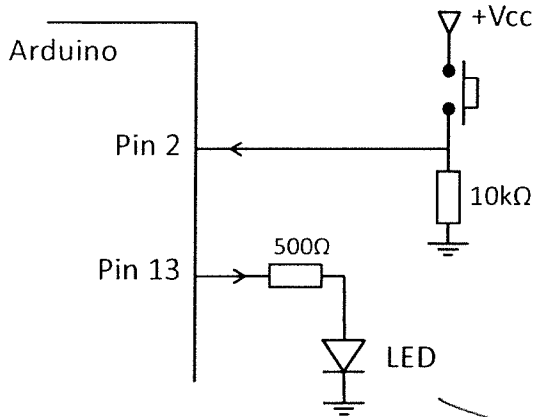
- `detachInterrupt(int_num);` // Desactiva la interrupción



Cartagena99

Ejemplo: Controlar un LED con interrupciones

Utilizando la API de Arduino ¿Qué habría que hacer para conmutar el LED que se pulsa el botón?

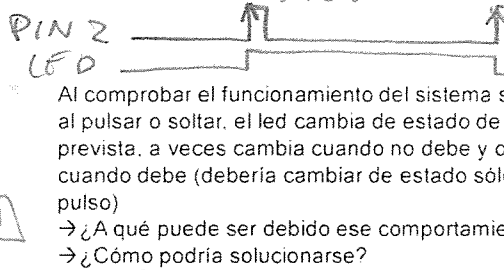
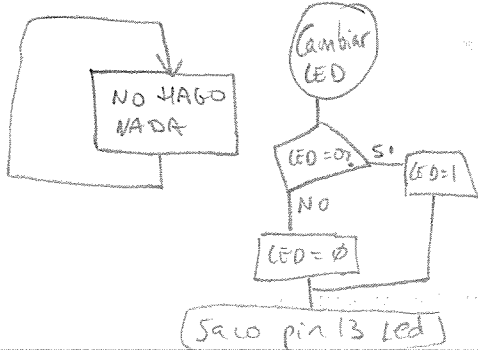


```
#define LED 13

void setup() {
  pinMode( LED , OUTPUT );
  // Asocio la función toggleLed a la interrupción
  attachInterrupt( 0, toggleLed, RISING );
}

// Función que se llamará en la interrupción
// No debe tener parámetros
void toggleLed() {
  int ledVal = digitalRead( LED );
  digitalWrite( LED, !ledVal );
}

void loop() {
  // Aquí no hay por qué hacer nada
}
```



Al comprobar el funcionamiento del sistema se al pulsar o soltar, el led cambia de estado de prevista, a veces cambia cuando no debe y cuando debe (debería cambiar de estado sólo pulso)
 → ¿A qué puede ser debido ese comportamiento?
 → ¿Cómo podría solucionarse?

Ver res siguiente

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Interrupciones temporales y periódicas

Los uC disponen de contadores programables que permiten producir interrupciones de forma periódica o pasado un cierto tiempo

En el caso del AtMega168, dispone de 3 contadores que permiten generar interrupciones periódicas y temporales de diversas formas con periodos de pocos μ seg hasta 32 segs. Sólo vamos a tratar con uno de ellas.

Funciones de la API de para trabajar con las interrupciones periódicas y temporales:

- `attachPeriodicInterrupt(isr_name, period_in_ms);` // Asocia una rutina a una interrupción periódica
isr_name: nombre de la rutina de servicio (función que no debe tener parámetros)
period_in_ms: periodo en milisegundos. Debe ser un entero
- `detachPeriodicInterrupt(isr_name);` // Elimina la asociación
- `attachTimedInterrupt(isr_name, time_in_ms);` // Asocia una rutina para que se ejecute
 // una sola vez pasado el tiempo especificado
- `detachTimedInterrupt(isr_name);` // Elimina la asociación

Otras funciones asociadas con las interrupciones:

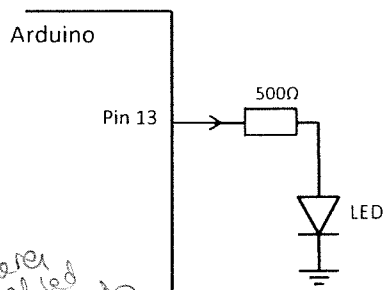
- `interrupts();` // Habilita las interrupciones a nivel global
- `noInterrupts();` // Deshabilita las interrupciones a nivel global

Cartagena99

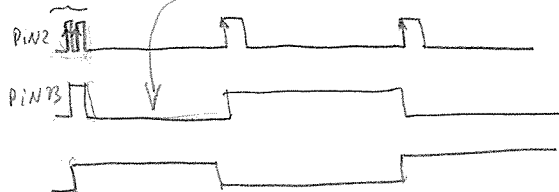


Ejemplo: Parpadear un LED con interrupciones

Utilizando la API de Arduino ¿Qué habría que hacer para conmutar el LED segs?



*Rebotes para
dejar el led
apagado
Rebote!!*



```
#define LED 13

void setup() {
  pinMode( LED , OUTPUT );

  // Asocio la función toggleLed a la interrupción
  // que ocurre cada cada 500 milisegundos
  attachPeriodicInterrupt( toggleLed, 500 );
}

// Función que se llamará en la interrupción
// No debe tener parámetros
void toggleLed() {
  int ledVal = digitalRead( LED );
  digitalWrite( LED, !ledVal );
}

void loop() {
  // Aquí se podrían hacer otras cosas, sin que
  // nos interfiera lo que se hace en la interrupción
  ...
}
```



*Introducción en comando para deshabilitar INT
Espero Xms (delay -) vuelvo a habilitar interrup.*

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Ejemplo: Comparando soluciones

Utilizado la API de Arduino ¿Cómo resultaría el control del LED mediante los distintos procedimientos de entrada salida que conocemos (bloqueo, consulta periódica e interrupciones)?

```
// Solución por
//-----
// BLOQUEO DEL PROCESO
//-----

#define LED 13

void setup() {
  pinMode( LED , OUTPUT );
}

void toggleLed() {
  int ledVal = digitalRead( LED );
  digitalWrite( LED, !ledVal );
}

void loop() {

  // la función sleep espera
  // N ms, de forma bloqueante
  sleep(100);
  digitalWrite(LED);

  // El código que hay aquí
  // solo se ejecutará cada
  // 0,5 segs
  ...
}
```

```
// Solución por
//-----
// CONSULTA PERIÓDICA
//-----

#define LED 13

void setup() {
  pinMode( LED , OUTPUT );
}

void toggleLed() {
  int ledVal = digitalRead( LED );
  digitalWrite( LED, !ledVal );
}

unsigned long lastTime = 0;

void loop() {

  // la función millis() devuelve
  // los ms pasados desde el reset
  // de la tarjeta electrónica
  // (tiempo desde el inicio)
  // (tiempo desde el inicio)
  ...

  // Aquí se podrían hacer
  // otras cosas, siempre que no
  // tarden demasiado
  ...
}
```

```
// Solución mediante
//-----
// INTERRUPTIONES
//-----

#define LED 13

void setup() {
  pinMode( LED , OUTPUT );
  attachInterrupt( PIN2, toggleLed, RISING );
}

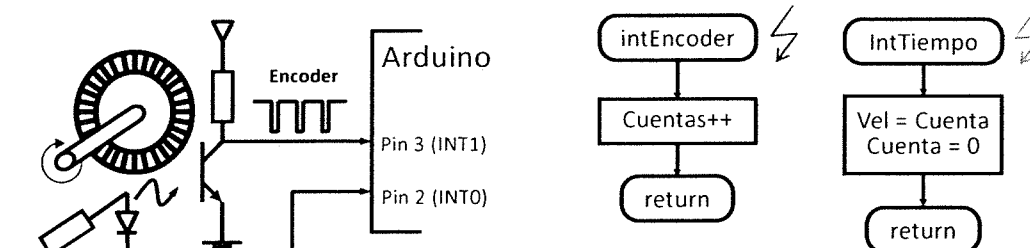
void toggleLed() {
  int ledVal = digitalRead( LED );
  digitalWrite( LED, !ledVal );
}

void loop() {
  // Aquí se podrían hacer
  // otras cosas, siempre que no
  // tarden demasiado
  ...
}
```

Cartagena99

Ejemplos con interrupciones: Tacómetro (I)

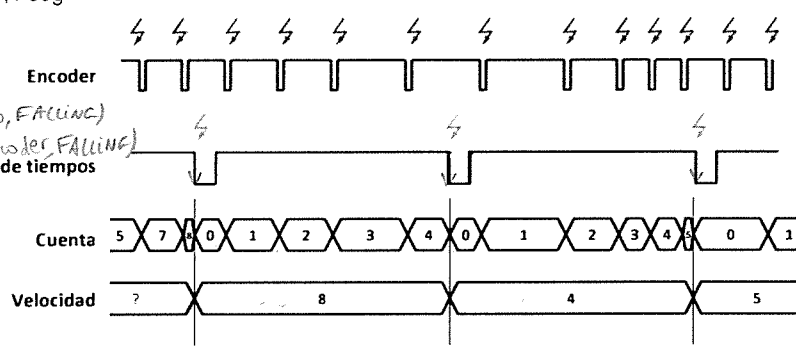
Utilizando la API y la placa de Arduino, medir la velocidad de giro (en pulsos cada 0.1 seg)



Tengo que contar pulsos entre intervalos en 0,1s que me marca P/N 2

```
void setup() {
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(2, INPUT);
  attachInterrupt(0, intTiempo, FALLING);
  attachInterrupt(1, intEncoder, FALLING);
  int cuentas; int vel;
  cuentas = 0;
  vel = 0;
}

void intEncoder() {
  cuentas++;
}
```



```
void intTiempo() {
  vel = cuentas;
  cuentas = 0;
}
```

Ejemplos interrupciones: Tacómetro (II)

ver elaboración a mbell

```
Inicialización
void setup() {
  // Encoder
  attachInterrupt( 1, isrEncoder, FALLING );

  // Base de tiempos
  attachInterrupt( 0, isrTimeBase, FALLING );

  // También podríamos utilizar una interrupción
  // periódica y ahorrarnos la circuitería que
  // genera la base de tiempos.
  // En ese caso pondríamos...
  // attachPeriodicInterrupt( isrTimeBase, 100 );
}

ISR de atención a la base de tiempos
// ISR (Interrupt Service Routine)
// de atención a la base de tiempos

void isrTimeBase() {
  velocidad = cuentas;
  cuentas = 0;
}

ISR de atención al codificador
void isrEncoder() {
  cuentas = cuentas + 1;
}
```

```
Programa principal
volatile int cuentas;
volatile int velocidad;

void loop() {
  // Aquí, por ejemplo, haríamos algo
  // función de la velocidad

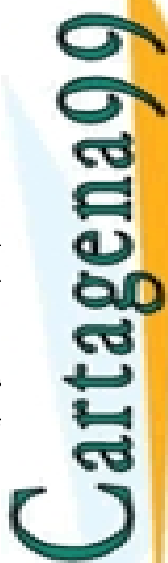
  if( velocidad > VALOR_LIMITE ) {
    acciones en este caso...
  } else {
    acciones en caso contrario...
  }

  // o podríamos mostrar el valor por
  display(velocidad);
  ...
}

main
// Esto lo incluye automáticamente el
// de Arduino

int main() {
  setup(); // esto solo se hará una vez
  for(;;) { // el resto en un bucle infinito
    loop();
  }
}
```

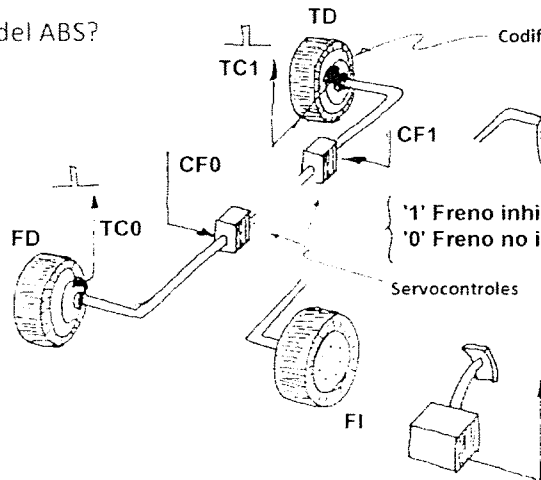
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Ejemplos interrupciones: Control ABS (simplificado)

- Se pretende realizar un sistema antibloqueo de frenada en un vehículo. Para ello, se mide la velocidad de giro de las ruedas (sólo dos en el ejemplo) y, en caso de que (gire más despacio que las otras), inhibir el frenado en dicha rueda.
- Se dispone de:
 - Dos encoders (TC0 y TC1) en las ruedas que dan 1 pulso cada 10 ms por cada kilómetro por hora del vehículo.
 - Un detector de pedal de freno pisado
 - Dos servocontrolés (CF0 y CF1) que pueden inhibir la frenada en su rueda correspondiente
- ¿Cómo podríamos realizar el control del ABS?

Nota: El sistema propuesto está muy simplificado respecto a la realidad (en la realidad se usan más sensores, como acelerómetros, giróscopos, se controlan todas las ruedas, etc...). En esta versión simplificada ¿qué problemas de funcionamiento son predecibles?



DIC

Ejemplos: Control ABS (usando API de Arduino)

Inicialización

```
// Pines de E/S
#define CF1 6
#define CF0 5
#define PF 4
#define TC1 3
#define TC0 2

// Variables utilizadas
volatile int cuentasFD;
volatile int cuentasTD;
volatile int velFD;
volatile int velTD;

void setup() {
  // E/S
  pinMode(CF0, OUTPUT);
  pinMode(CF1, OUTPUT);

  // Encoders
  attachInterrupt( 0, IsrTC0, RISING);
  attachInterrupt( 1, IsrTC1, RISING);

  // Base de tiempos.
  attachPeriodicInterrupt( isrTimeBase, 10 );
}
```

ISRs de atención a los codificadores

```
void IsrTC0() {
  cuentasFD = cuentasFD + 1;
}

void IsrTC1() {
  cuentasTD = cuentasTD + 1;
}
```

Programa principal

```
void loop() {
  if ( digitalRead(PF) != 0 ) { // si se pisa el pedal de freno
    if ( velFD != velTD ) { // ¿Algunas ruedas patinan?
      if ( velFD > velTD ) { // ¿Patina la delantera?
        digitalWrite(CF1, HIGH); // inhibir frenada
      } else { // si no, es la delantera la que patina
        digitalWrite(CF0, HIGH); // inhibir frenada
      }
    } else { // no patinan
      digitalWrite(CF0, LOW); // desinhibir frenada
      digitalWrite(CF1, LOW); // desinhibir frenada
    }
  } else {
    // si no frena, por si acaso desinhibir frenada
    digitalWrite(CF0, LOW);
    digitalWrite(CF1, LOW);
  }
}
```

ISR de atención a la base de tiempos

```
// ISR (Interrupt Service Routine)
// de atención a la base de tiempos

void isrTimeBase() {
  velFD = cuentasFD;
  velTD = cuentasTD;
  cuentasFD = 0;
  cuentasTD = 0;
}
```

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



MICRO

● Diferencia entre μP y μC

- Un μP es un circuito de computación integrado en un chip. Con ALU, el banco de registros y la unidad de control
- Mientras que un μC es un circuito digital integrado - Todo el en un chip - que incluye un μP , memoria y dispositivos periféricos programable vía software y se utiliza generalmente para aplicaciones de bajas prestaciones, más pequeñas que por ejemplo un ordenador para el que se emplea un μP .

● ¿Cantidad de memoria tiene típicamente un μC ?

Entre 512 bytes y 8 Kbytes

● Qué se vende más ¿ μC de 8 o 32 bits?

55% son de 8 bits y menos del 10% tienen 32 o más.

● ¿Cuál/es son sist. empotrados? Lavadora, PDA, ordenadores, móviles, teléfono móvil.

Un sistema empotrado es aquel que integra un $\mu P/\mu C$ dedicado a una tarea específica → lavadora, máq. tabaco, telf. móvil (an)

● En un μC de 8 bits ¿cuál es el tamaño del bus de datos?

Obviamente, 8 bits. Es el tamaño de la palabra del μP

● Señales típicas de un bus de control de un μP .

Reset, R/W (read/write), clock o reloj, interrupciones, ...

● En un μP de 16 bits ¿cuántos bits son necesarios para 32 KB de memoria?

$$\text{Capacidad de } \mu P = 2^M \cdot N \quad \left. \begin{array}{l} N = 16 \text{ (tamaño del bus de datos)} \\ G_p = 32 \text{ KB } \text{ ó } \text{ Kbytes } \text{ ó } \text{ Kbits} \end{array} \right\}$$

$$\textcircled{A} G_p = 32 \text{ Kbytes} = 32000 \cdot 8 \text{ bits} = 2^M \cdot 16 \rightarrow \boxed{M = 14 \text{ bits}}$$

$$\textcircled{B} G_p = 32 \text{ Kbits} = 32000 \text{ bits} = 2^M \cdot 16 \rightarrow \boxed{M = 11 \text{ bit}}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99





● ¿Cuál suele ser el ancho de banda de un μP ?

El bus de datos ya que todas las transf. de info han de pasar por ahí. La cantidad de info viene limitada al ancho de banda o tamaño del bus (palabra con la que habla el μP)

● ¿Cuál de los buses de un μP son bidireccionales?

El bus de datos lo es siempre.

El bus de control puede tener algunos bits bidireccionales.

El bus de direcciones sólo es bidireccional en sistemas de procesador.

● ¿Qué elementos componen un sistema mínimo μP ?

Un microprocesador, memoria, unidades E/S, bus de direcciones y control.

● Tipos de dispositivos típicos en un μC .

Temporizadores y contadores.

E/S paralelo

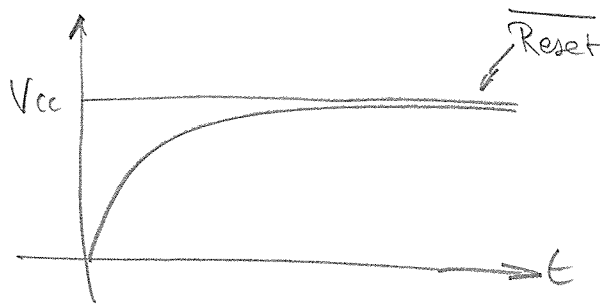
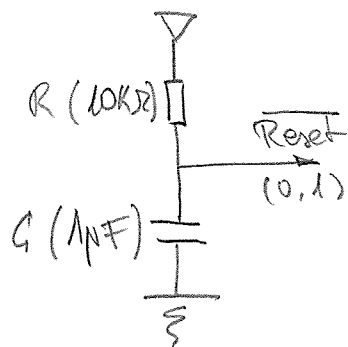
E/S serie

Perro guardián

Convertidores A/D

Controladores espe...

● Esquema power-on reset



● En un puerto E/S paralelo, si una entrada no se utiliza, ¿dejarla al aire? ¿por qué?

No pueden dejarse al aire. Hay que conectarlas mediante resistencia a un valor alto (pull-up) o bajo (pulldown) para que la entrada a un determinado valor lógico.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

● Consumo de un PC de gama baja?
≈ milivatios (68HC11, PIC o similares)

● ¿Y uno tipo Pentium, AMD o similar?
≈ vatios

● Elementos de un NP

Unidad Aritmética Lógica ALU,
Banco de registros

Unidad de control
Desodificador de

● Pasos típicos en la ejecución de una instrucción en un NP
Búsqueda de instrucción → Desodificación → Operación con la ALU
Transferencia de registros → Incremento de contador de

● Diferencia entre compilador y ensamblador

El compilador crea código a partir de lenguaje de alto nivel (C, C++, ...) mientras que el ensamblador parte de código mnemónico. En ocasiones el código de salida del compilador pasa al ensamblador para después poder ser ejecutado por la máquina (código máquina)

● Principales procedimientos E/S

Bloqueo de proceso // Consulta periódica (polling) // Por interrupción

● Dentro del ciclo de gestión de una instrucción ¿en qué momento se determina si existe alguna interrupción pendiente?

Cada vez que se termina una instrucción se comprueba si hay alguna interrupción pendiente

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, bold, green font. The "99" is significantly larger than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue background that tapers to a point on the right, resembling a stylized arrow or a drop. A thin orange line runs horizontally across the bottom of the blue background.

**CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

- - -

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

DISPOSITIVOS Y SEÑALES

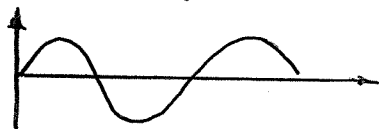
1 SEÑALES DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS

● INTRO:

En un sistema electrónico la información la llevan señales eléctricas
 forma de: - Amplitud (niveles de tensión o corriente)
 - Frecuencia

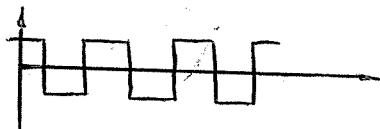
SEÑALES Continuas o Analóg.

- Varían de forma ininterrumpida
- Pueden tomar un nº infinito de valores



SEÑALES Discretas o digit.

- Pueden tomar sólo un nº discreto de valores
- Binarias: El nº de valores posible es 2.

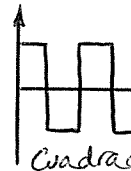
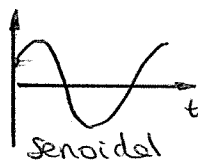


- La magnitud en los senes proporcionalmente de la señal o corriente en frecuencia
 - las magnitudes varían de f a veces inter las ya que las son más y a la dis

PERIÓDICAS

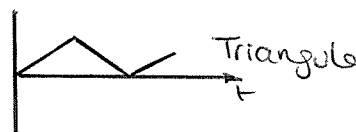
Se repiten en el tiempo, siendo su periodo el tiempo que transcurre entre dos instantes en los que la señal pasa por el mismo punto

Ejemplos:

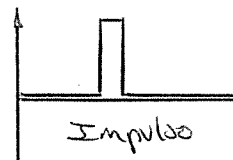
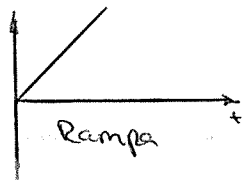
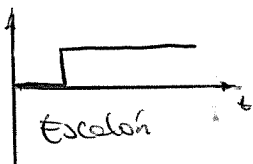


APERIÓDICAS

No tienen repetitividad.



Ejemplos:



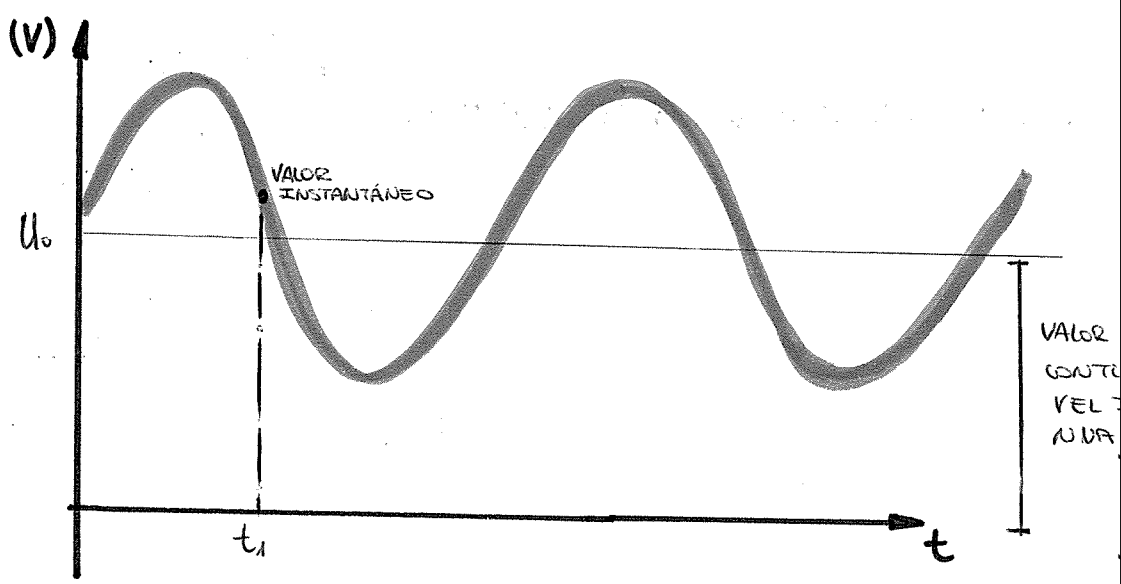
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

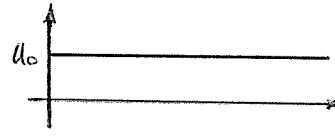


● PARÁMETROS TÍPICOS DE LAS SEÑALES.

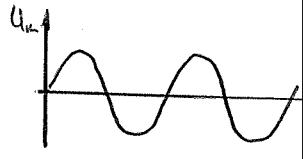


Valor instantáneo: Valor que toma la señal en cada instante

Componente continua: Valor medio de la señal



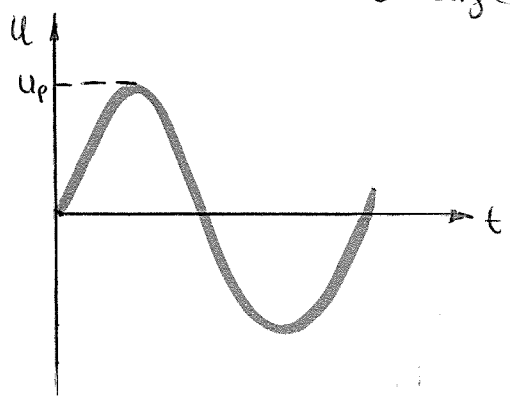
Componente alterna: Lo que queda de la señal al quitar la componente continua.



Cualquier señal periódica podrá descomponerse en: Parte continua + parte alterna

$$f_j: \boxed{u(t) = u_0 + u_m \sin(\omega t)}; \quad \omega = 2\pi f, \quad f = \frac{1}{T}$$

Valor eficaz: Valor de tensión continua que haría disipar la misma potencia sobre una carga resistiva, que la onda estudiada.



$$\boxed{U_{ef} = \frac{U_p}{\sqrt{2}}}$$

$$P = \frac{U_{ef}^2}{R} = \frac{U_p^2}{2R}$$

Se calcula como

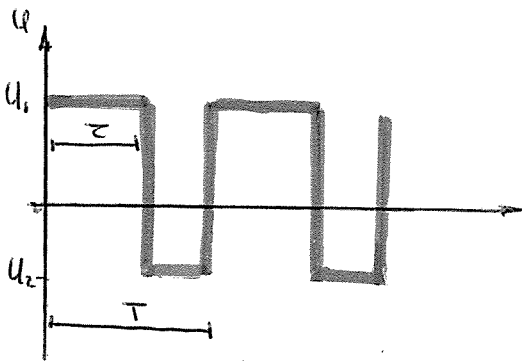
$$\boxed{U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Ejemplo: Calcular el valor medio y el eficaz



$$u(t) = \begin{cases} u_1 & t < z \\ u_2 & z < t < T \end{cases}$$

$$U_{\text{medio}} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{T} \left[\int_0^z u_1 dt + \int_z^T u_2 dt \right]$$

$$= \frac{1}{T} (u_1 z + u_2 (T-z))$$

$$U_{\text{medio}} = u_1 \frac{z}{T} + u_2 \frac{T-z}{T}$$

$$U_{\text{ef}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^z u_1^2 dt + \frac{1}{T} \int_z^T u_2^2 dt = \frac{1}{T} u_1^2 z + \frac{1}{T} u_2^2 (T-z)$$

$$U_{\text{ef}} = \sqrt{\dots}$$

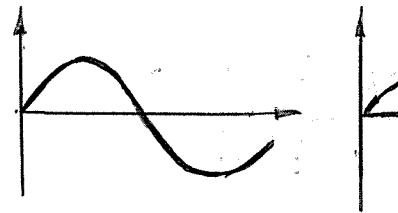
NOTA TEÓRICA!! Espectro de Frecuencias: Análisis de Fourier

Una forma de onda periódica podemos descomponerla siempre en una continua y otra alterna con → componente fundamental: misma frecuencia
 ↳ Componentes armónicos: señales cuya frecuencia es múltiplo de la fundamental

● Ruido y Distorsión

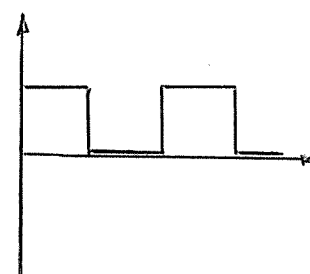
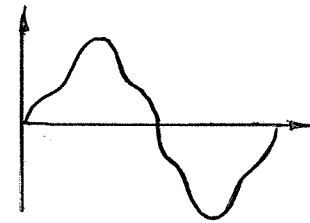
Los sistemas electrónicos tienen limitaciones respecto de las amplitudes que pueden pasar a través de ellos.

Como consecuencia las señales presentan distorsiones alterando la amplitud, la frecuencia o la fase de una señal.



El ruido también puede afectar a las señales. Es una fluctuación aleatoria de una señal que se produce por variaciones dentro del sistema o por efectos externos del medio.

Las señales discretas son más inmunes al ruido. Sólo hay que discriminar entre los niveles altos y bajos que, aunque exista ruido, no se solapan.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

2

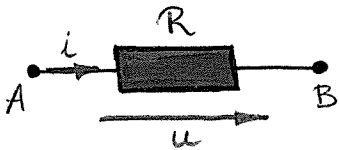
COMPONENTES DE LOS SISTEMAS ELECTRÓN

Componentes pasivos: No son exactamente componentes electrónicos (no pertenecen a la electrónica). Ejemplos: Resistencias, bobinas,

Componentes electrónicos: son componentes basados en semiconductores

- Discretos: Integran un dispositivo (diodos, transistores, tiristores, etc.)
- Circuitos integrados: Integran gran cantidad de transistores (procesadores, memorias, ...)

● COMPONENTES PASIVOS - Resistencias



Ley de OHM

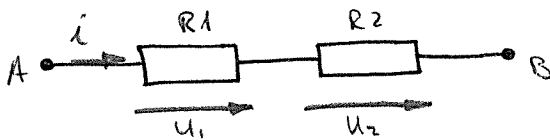
$$U = R \cdot i$$

Potencia

$$P = U \cdot i$$

$$[R] = \Omega \quad \frac{\text{Ohm}}{\text{Amperios}} \quad \text{Volts} \cdot \text{Amperios} \quad (\text{mW})$$

Divisor de tensión ~ Asociación en serie

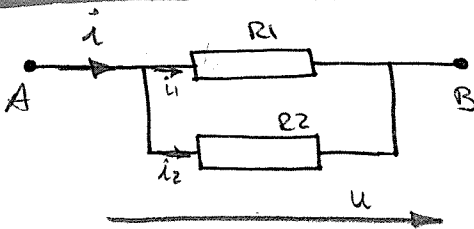


$$R_{AB} = R_1 + R_2$$

$$U_1 = U_{AB} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_2 = U_{AB} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Divisor de corriente ~ Asociación en paralelo



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$i_1 = i \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

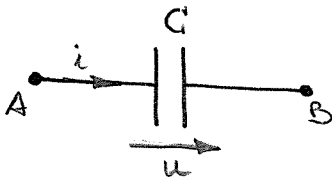
$$i_2 = i \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

● COMPONENTES PASIVOS - **Condensadores**



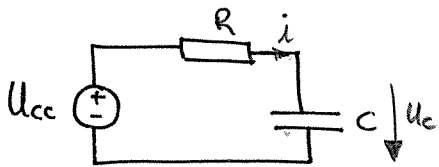
$q = C \cdot u$ Derivando $\frac{dq}{dt} = i(t) = C \frac{du}{dt}$

$u(t) = u_0(t) + \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt$; $E = \frac{1}{2} C u^2$
Energía a

[C] = Faradios

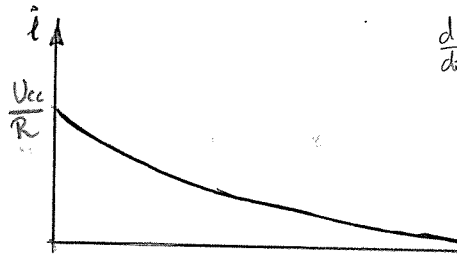
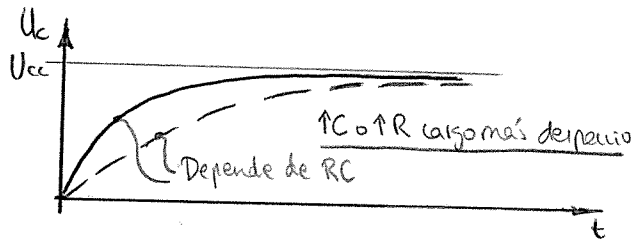
Típicamente pF - nF

Análisis circuito R-C



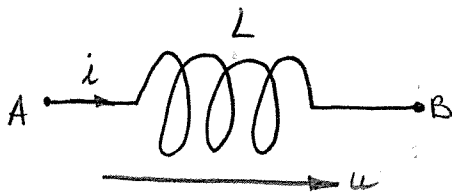
$u_c(t) = u_c(0) + (U_{cc} - u_c(0)) (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

$\tau = RC$ constante de tiempo



- En régimen permanente los condensadores se comportan como abiertos
- En el instante inicial el condensador es un corto circuito.

● COMPONENTES PASIVOS - **Bobinas**



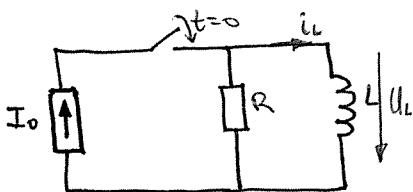
$u(t) = N \frac{d\phi}{dt}$ $u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$

$i(t) = i(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt$; $E = \frac{1}{2} L i^2$
Energía

[L] = Henrys

Típicamente nH - mH

Análisis circuito R-L



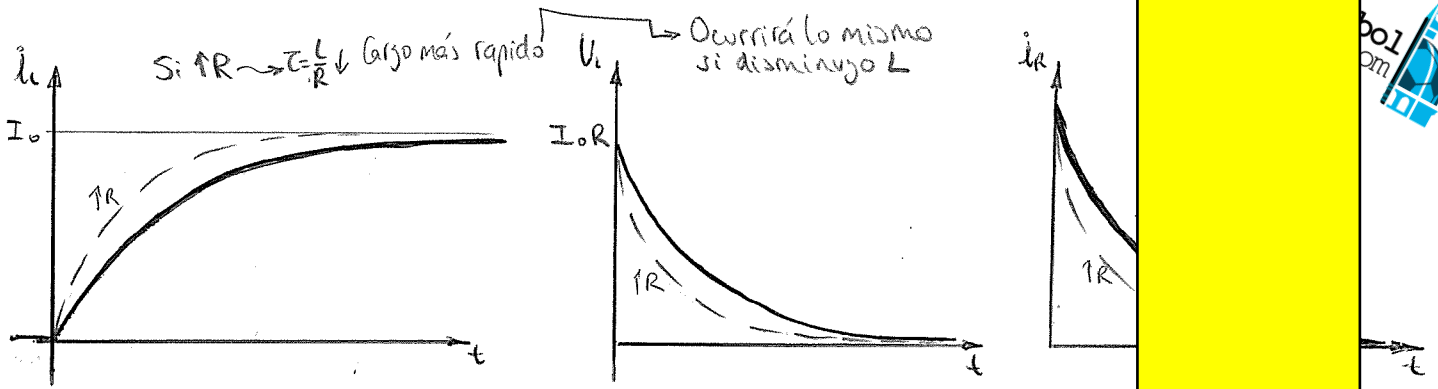
$i_L(t) = i_L(0) + (I_0 - i_L(0)) (1 - e^{-\frac{t}{L/R}})$

$\tau = \frac{L}{R}$ Constante de tiempo

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

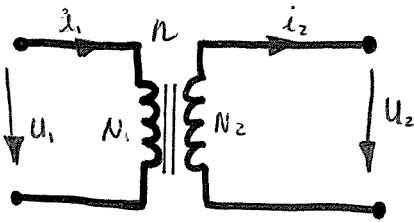
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



- En $t \rightarrow \infty$ la bobina se comporta como un cortocircuito (régimen)
- En el instante inicial la bobina es un circuito abierto

TRANSFORMADORES



$$n = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\vec{i}_1 N_1 = \vec{i}_2 N_2$$

$$U_1 = n U_2$$

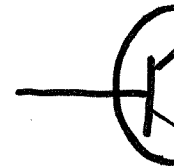
$$P_1 = P_2 \text{ (sin pérdidas)}$$

COMPONENTES DISCRETOS

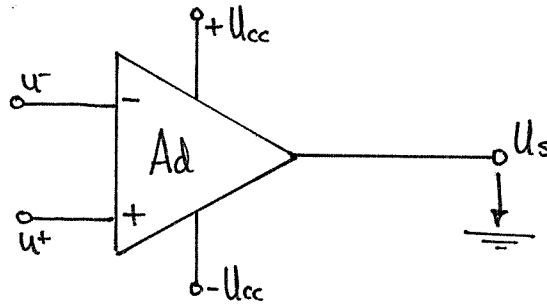
Diodos



Transistores



Amplificador Operacional



CIRCUITOS INTEGRADOS

Existe una gran variedad de chips en el mercado, ya que el coste final es fabricarlos en serie

Las ventajas de integrar incluyen, además del coste: Reducción de peso, Aumento de precisión, Reducción de consumo, Confidencialidad

Cabe destacar los microprocesadores programables mediante software, tanto en ordenadores como en sistemas embebidos (monitores, lavadoras)

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

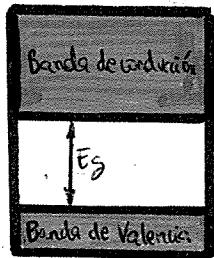
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

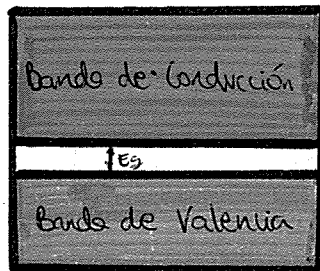
3 DIODOS DE SEMICONDUCTOR

● INTRO: Semiconductores

Aislante (SiO_2)
 $E_g = 9\text{eV}$



Semiconductor (Si)
 $E_g = 1.1\text{eV}$



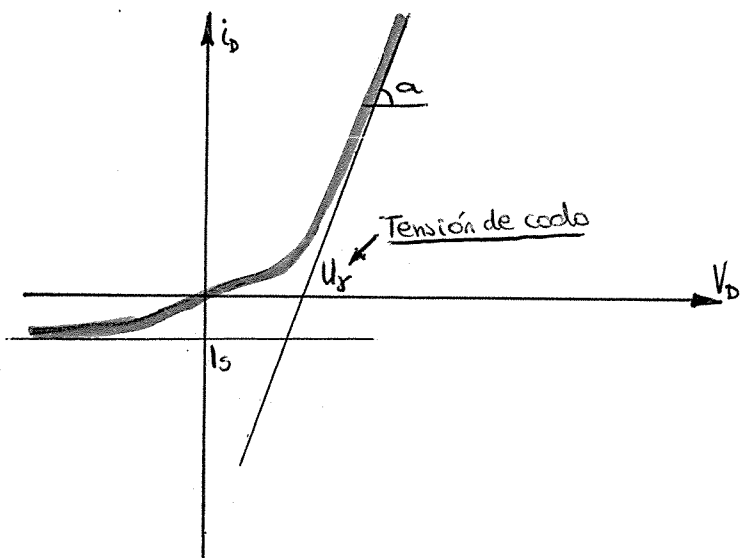
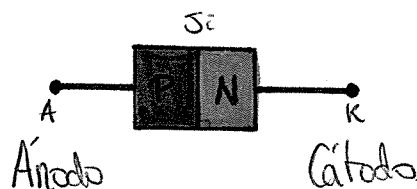
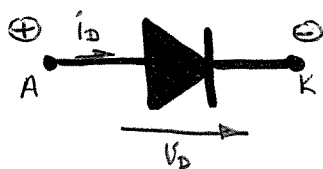
Nivel de energía de un e^- libre: Banda de conducción

Nivel de energía de un e^- en enlace covalente: Banda de valencia

Por tanto, los semiconductores pueden comportarse como aislantes o como conductores.

Son elementos del grupo 4, principalmente silicio.

● SÍMBOLO, FUNCIONAMIENTO Y CURVA CARACTERÍSTICA



• Cuando $V_D > U_D$
 Circula corriente ánodo cátodo (directa)

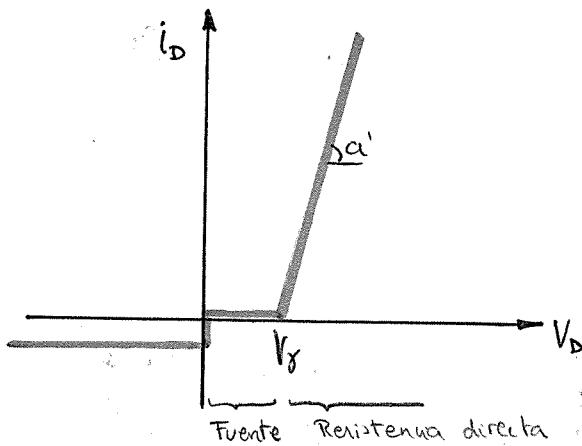
• Cuando $V_D < 0$:
 Corriente inversa, ya que el diodo funciona unidireccionalmente

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

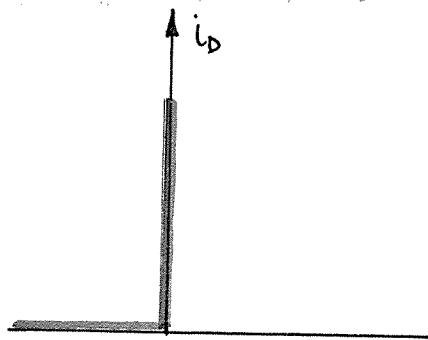
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

CARACTERÍSTICA LINEALIZADA



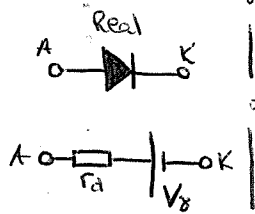
CARACTERÍSTICA IDEAL



$$V_D > V_g \rightarrow V_D = V_g + r_D \cdot i_D$$

$$0 < V_D < V_g \rightarrow i_D = 0$$

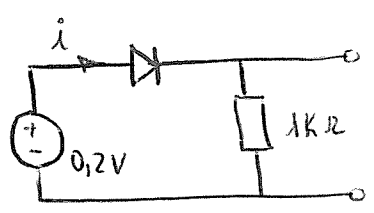
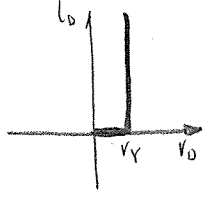
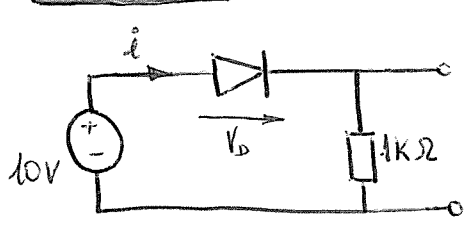
$$V_D < 0 \rightarrow i_D = i_s (< 0)$$



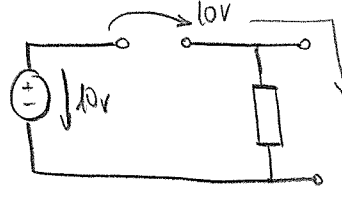
$$V_D > 0 \rightarrow i_D > 0$$

$$V_D < 0 \rightarrow i_D = 0$$

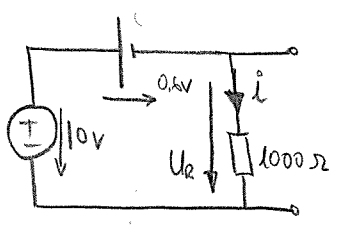
Ejemplo: Calcular la intensidad para cada uno de los circuitos



Supongo que el diodo no conduce



circuito abierto
 Con 10V el diodo conduce
 ↓
 Lo sustituimos por una fuente de tensión de valor $V_g = 0,6V$

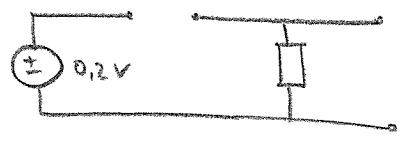


$$U_R = 10 - 0,6 = i \cdot 1000$$

$$i = 9,4 \cdot 10^{-3} = 9,4 \text{ mA}$$

Con 0,2V el diodo no

pues $V_D < V_g$ $0,2 < 0,6$
 El diodo es por tanto abierto



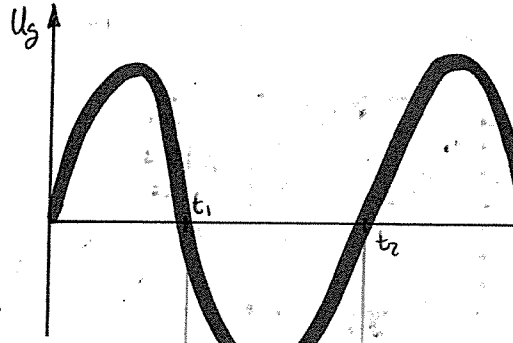
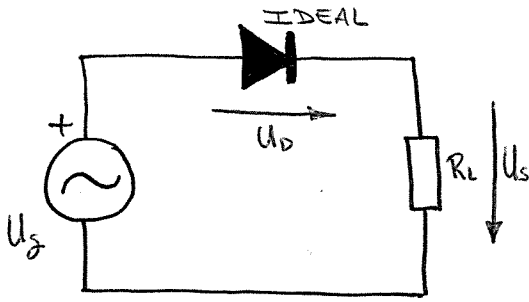
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

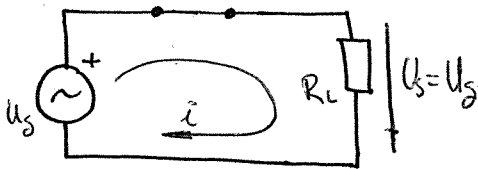
Cartagena99

● CIRCUITOS CON DIODOS :

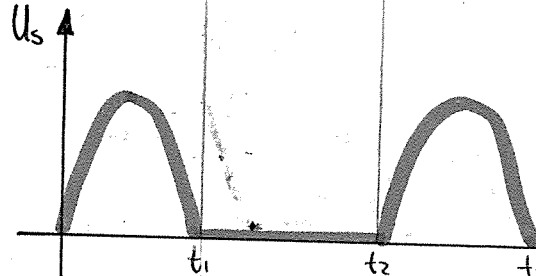
Rectificador de media Onda



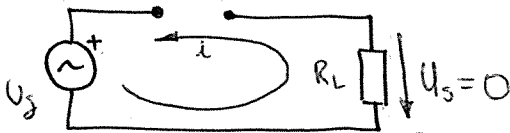
SEMICICLO POSITIVO (Intensidad en sentido horario \rightarrow D conduce)



$0 < t < t_1 \rightarrow U_s > 0 ; U_D \geq 0$



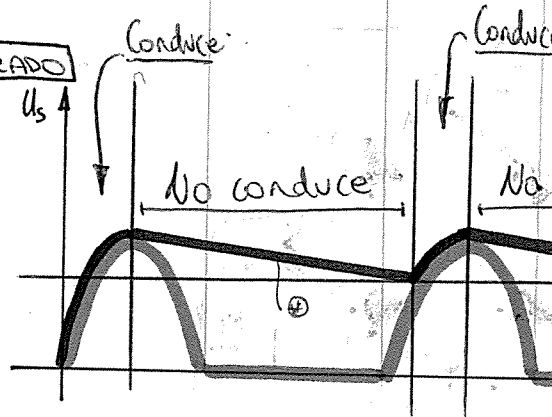
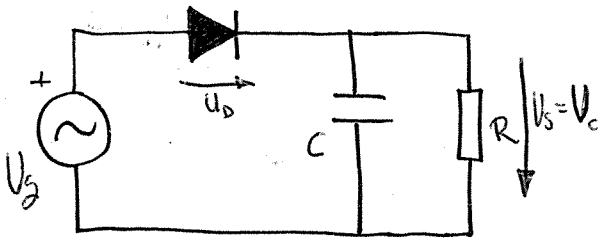
SEMICICLO NEGATIVO (Intensidad en sentido antihorario \rightarrow D NO conduce)



$t_1 < t < t_2 ; U_s < 0 ; U_D < 0$

ANADIMOS UN CONDENSADOR

RIZADO



El diodo conduce mientras $U_s > U_c$

⊕ En realidad son ex de descarga del con

Consigo en la carga una tensión casi continua excepto en el ciclo

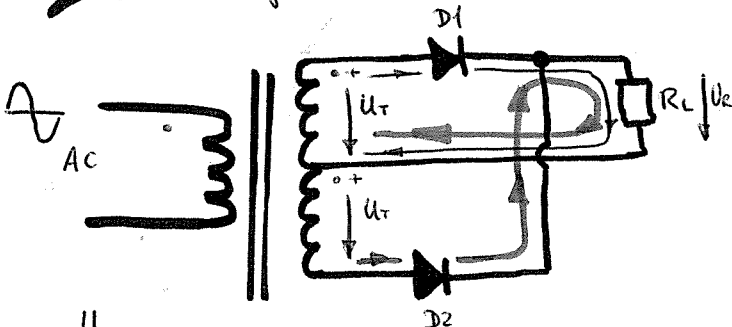
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

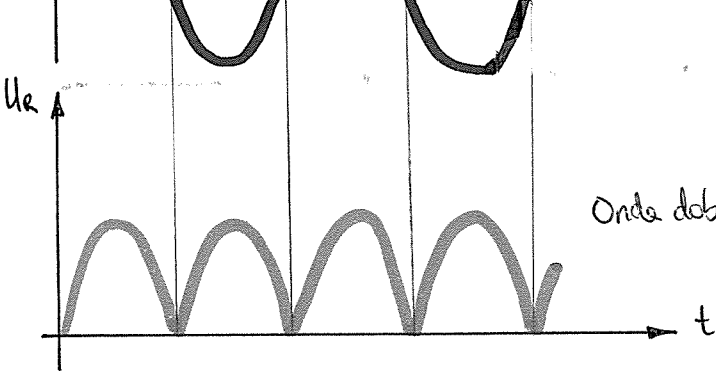
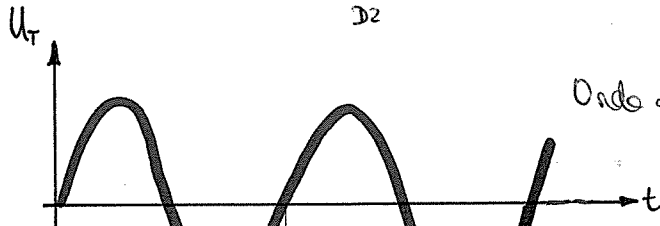
Cartagena99

● Circuitos con diodos: **Rectificador de doble onda**

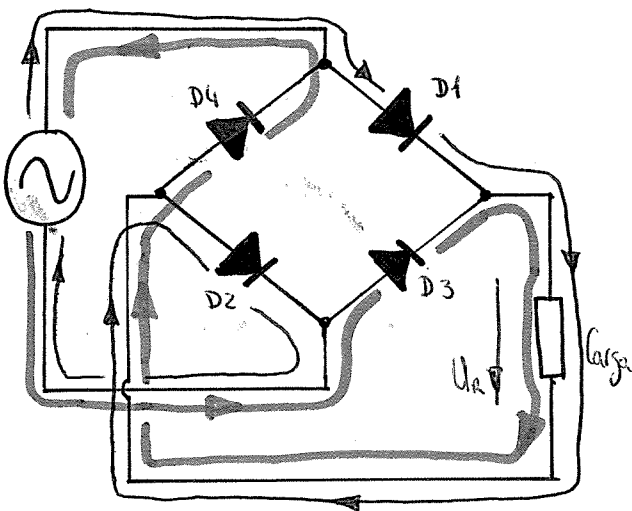
I Con transformador de toma media



- Semiciclo positivo
Conduce D1, D2 no cond
- Semiciclo negativo
Conduce D2, D1 no con



II Usando 4 diodos



- Semiciclo positivo:
Conducen D1 y D2
D3 y D4 bloqueados
- Semiciclo negativo
Conducen D3 y D4
D1 y D2 bloqueados

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

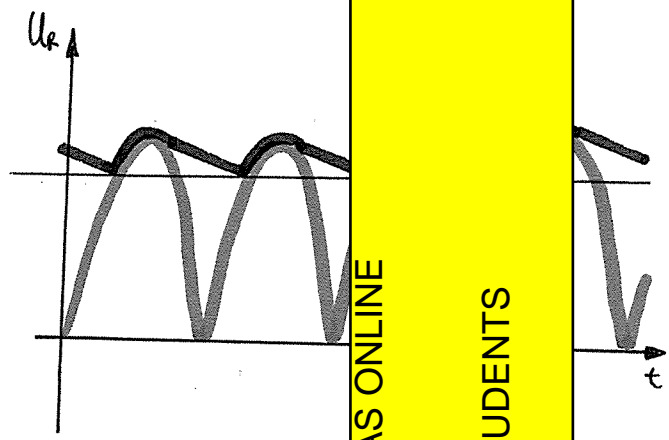
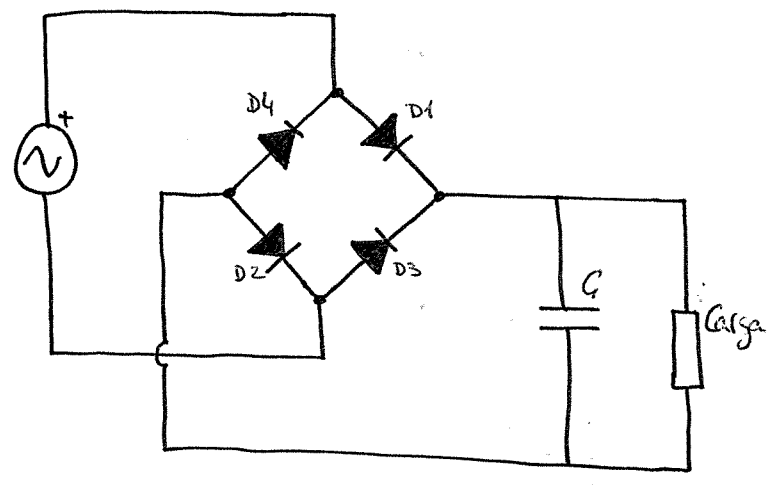
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



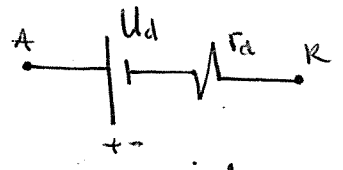
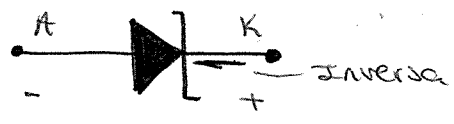
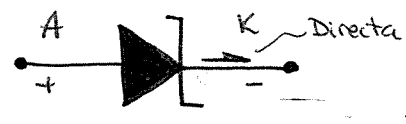


ANADIMOS UN CONDENSADOR → **Rizado**

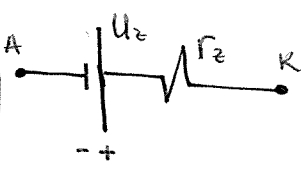


Ahora sí, la tensión es prácticamente const

● DIODOS ZENER

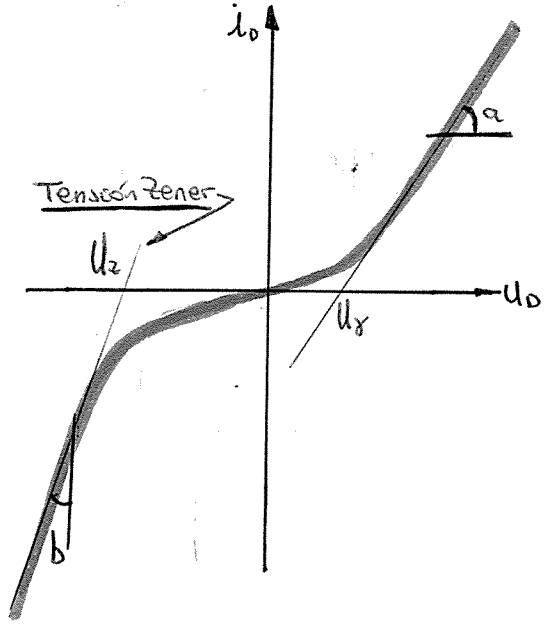


CIRCUITOS EQUIVALENTES



Se trata que cuando en directa en inversa

Se usa para tensiones.



$U_0 > U_f$: Se comporta como un normal

$U_2 < U_0 < 0$: Conduce en inversa

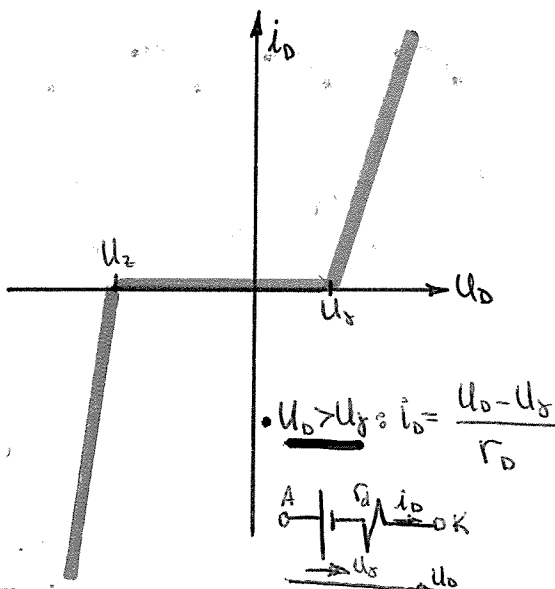
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

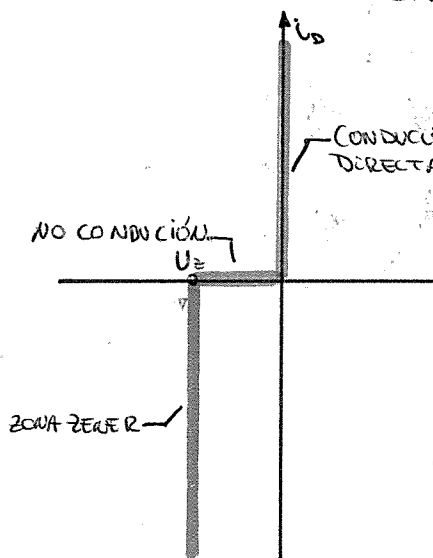
Cartagena99

● CURVA CARACTERÍSTICA ZENER

CARACTERÍSTICA CUALIFICADA

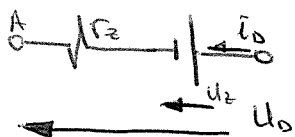


CARACTERÍSTICA IDEAL

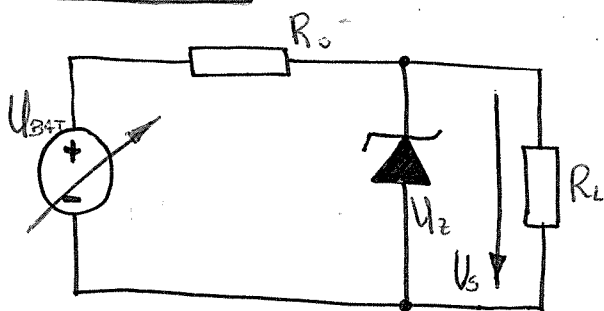


$U_Z < |U_D|$
 $i_D = \frac{|U_D| - U_Z}{r_Z}$

$U_Z < U_D < U_Z: \text{No conduce}$
 $i_D = 0$



Ejercicio: Estabilizador de tensión



DATOS:

- $U_{BAT} = 10 \div 12 \text{ V}$
- $R_0 = 100 \Omega$
- $R_L = 1 \text{ K}\Omega$
- Zener ideal, $U_Z = 7 \text{ V}$

a) U_S si no hubiera Zener

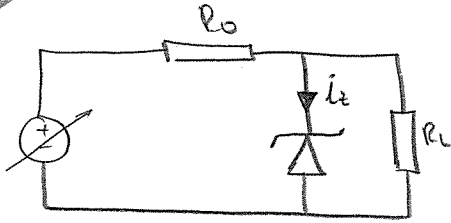
$U_S = U_{BAT} \cdot \frac{R_L}{R_0 + R_L}$; $U_S = U_{BAT} \cdot \frac{10}{11} = 9,1 \div 10,9 \text{ V}$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

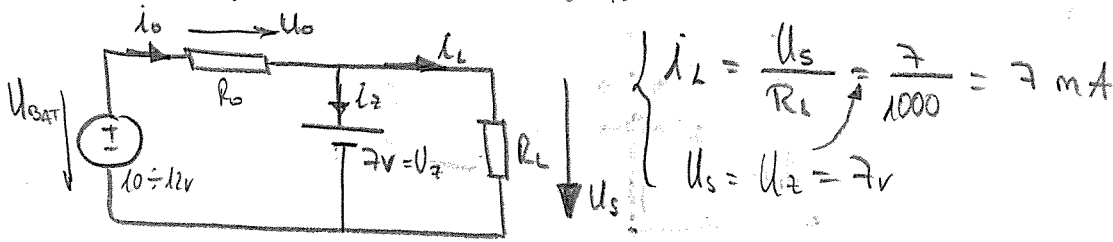
Cartagenap99

b) Conectando el Zener, calcular la intensidad que circula



Suponemos que Zener conduce
Zener \rightarrow condición: $i_z > 0$ e
sentido de la figura

\Downarrow ~ Zener ideal $\equiv U_z = 7V$



$$i_z = \frac{U_s}{R_L} = \frac{7}{1000} = 7 \text{ mA}$$

$$U_s = U_z = 7V$$

$$i_0 = \frac{U_0}{R_0} = \frac{1}{R_0} (U_{BAT} - U_z)$$

$$i_z = i_0 - i_L$$

$$\left. \begin{aligned} i_{0 \text{ mín}} &= \frac{10-7}{100} = 30 \text{ mA} \rightarrow i_{z \text{ mín}} \\ i_{0 \text{ máx}} &= \frac{12-7}{100} = 50 \text{ mA} \rightarrow i_{z \text{ máx}} \end{aligned} \right\}$$

El Zener conduce siempre en zona Zener \rightarrow correcta la sup

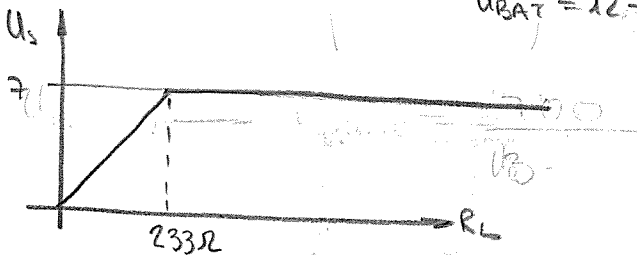
NOTA!! El Zener lo conseguimos que la tensión en carga no varíe
tenga en un valor de 7V. \Rightarrow Estabilizador de tensión

c) Hasta que valor R_L estabiliza la tensión de este circuito

Este valor corresponderá con aquel que haga que la intensidad
la rama del diodo circule en sentido contrario polarizado
diodo en directa

El valor límite corresponderá al que haga $i_z = 0$

$$i_z = 0 \rightarrow i_0 = i_z: \begin{aligned} U_{BAT} = 10 &\rightarrow i_0 = 30 \text{ mA} = \frac{7}{R_L} \rightarrow R_{L \text{ límite}} = \\ U_{BAT} = 12 &\rightarrow i_0 = 30 \text{ mA} = \frac{7}{R_L} \rightarrow R_{L \text{ límite}} = \end{aligned}$$



$$R_{L \text{ límite}} = 233 \Omega$$

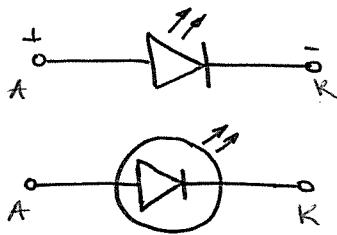
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

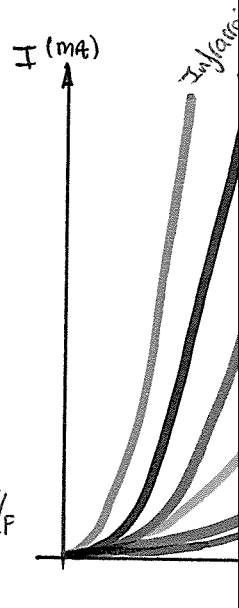
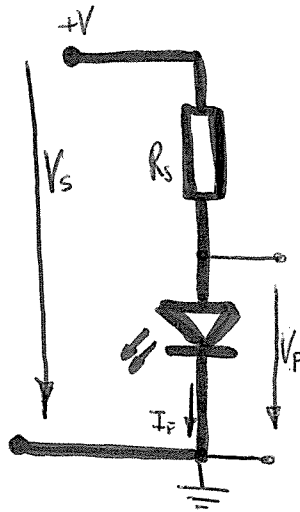
Cartagena99

● LED: Light Emitting Diode

Símbolos

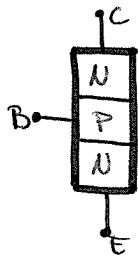
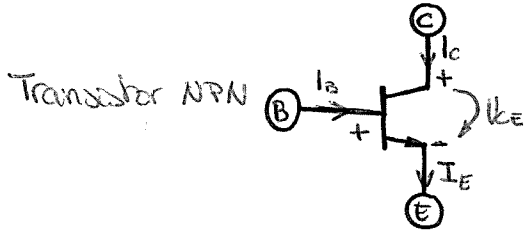


$$R_s = \frac{V_s - V_F}{I_F}$$



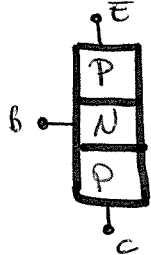
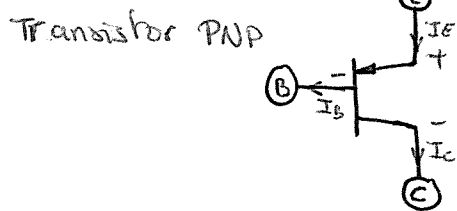
4 EL TRANSISTOR BIPOLAR

● SÍMBOLO FUNCIONAMIENTO Y CURVA CARACTERÍSTICA



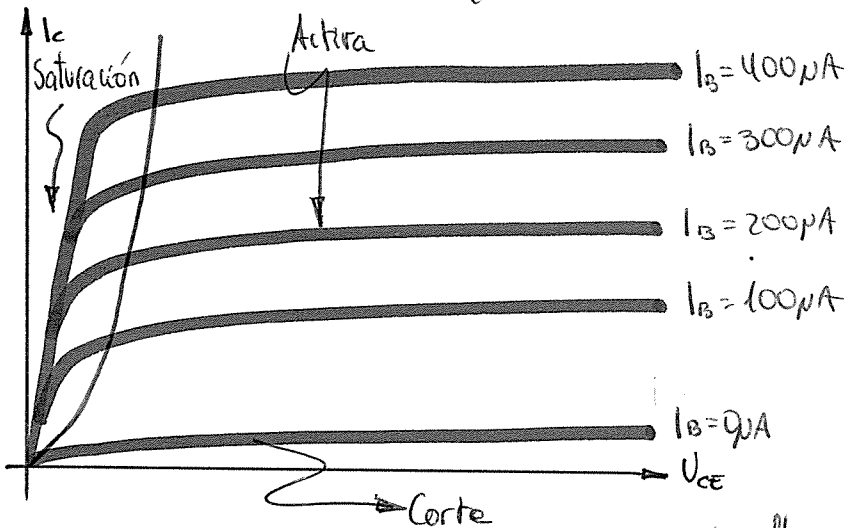
C = Colector
B = Base
E = Emisor

$$I_E = I_B + I_C$$



$$I_C = I_E - I_B$$

CURVA CARACTERÍSTICA REAL (NPN)



$$I_C = \beta I_B$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Zonas de funcionamiento

- Zona de corte
 $I_B = 0; I_C = 0$



- Lineal o activa

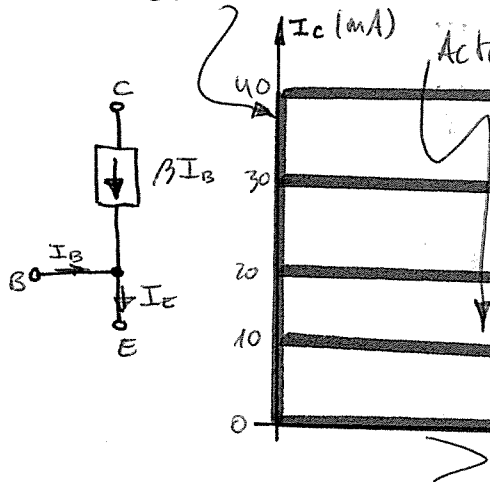
$$I_C = \beta I_B$$

- Saturación



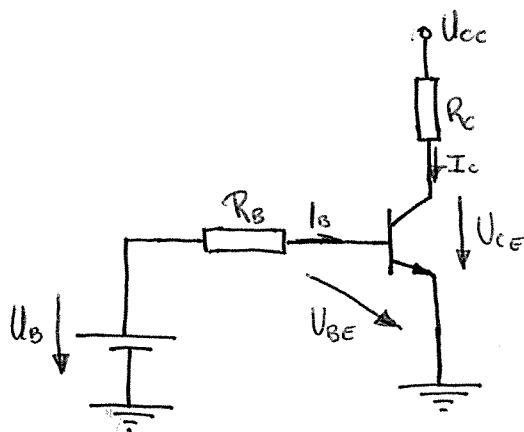
$$U_{CE} = \phi v$$

CURVA CARACTERÍSTICA

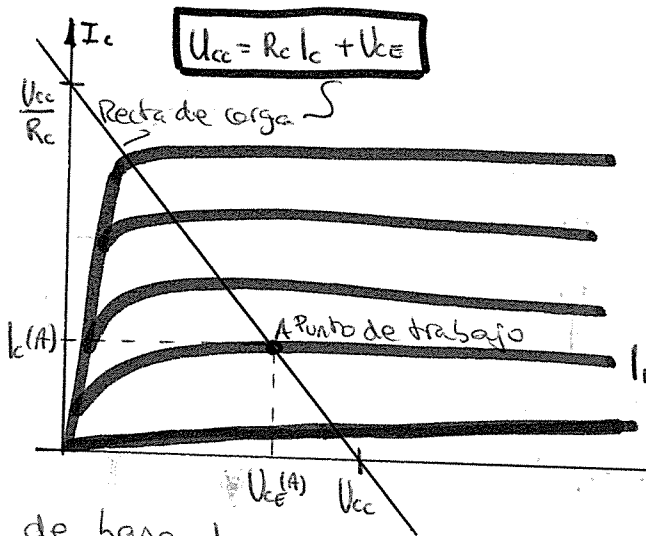


● POLARIZACIÓN Y RECTA DE CARGA

Polarizar un transistor consiste en proporcionarle alimentación en un punto de trabajo



Tomamos recta de carga al conjunto de puntos (U_{CE}, I_C) donde el transistor va a trabajar y que viene determinada por el circuito externo.



$A(U_{CE}(A), I_C(A)) \equiv$ PUNTO DE TRABAJO

Viene dado por el corte de la recta de carga y la curva característica para la corriente de base I_B

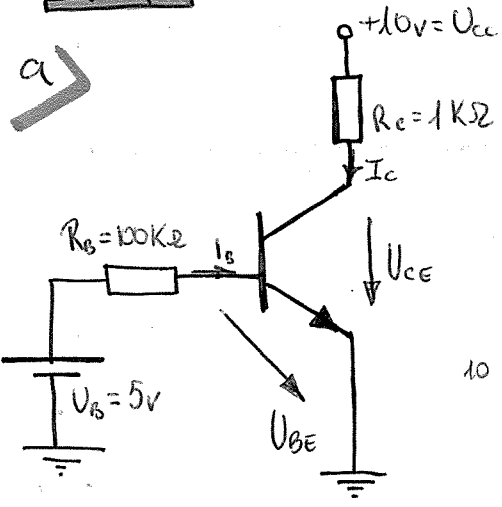
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

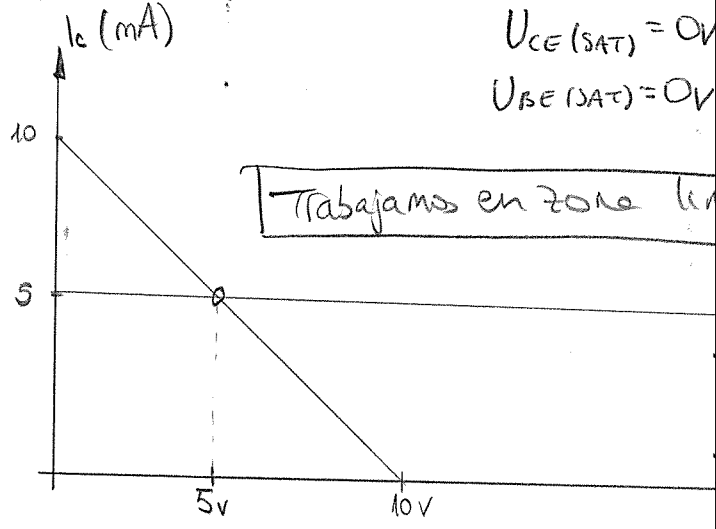
Cartagena99



Ejemplo: Calcular el punto de trabajo



DATOS: Transistor ideal
 Zona activa $\beta = 100$
 $V_{BE} = 0V$
 Zona saturación

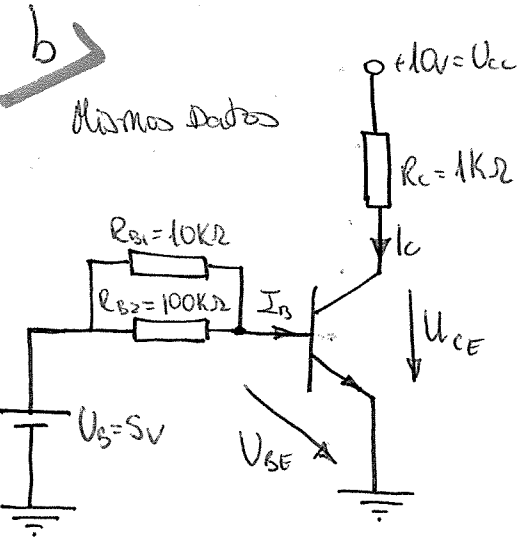


$$\begin{cases} V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} \\ 10 = 1000 I_C + V_{CE} \\ I_C = (10 - V_{CE}) \text{ mA} \end{cases}$$

Recta de carga

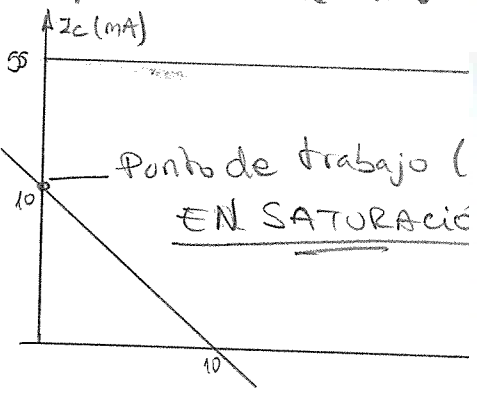
$$V_B = R_B I_B + V_{BE}; \quad I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B} = \frac{5}{10^5} \text{ A} = 50 \mu\text{A} \rightarrow I_C$$

Saturación $\rightarrow V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = 10 \text{ mA}$; Punto de funcionamiento $\left. \begin{matrix} I_C = 5 \text{ mA} \\ V_{CE} = 5 \text{ V} \end{matrix} \right\}$



Mismos Datos

Recta de carga: $V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}; \quad I_C$
 En saturación $\left\{ \begin{matrix} V_{CE}(\text{SAT}) = 0 \rightarrow I_C \\ \text{En corte } I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = 10V \end{matrix} \right.$



$$R_B = R_{B1} // R_{B2} = \frac{R_{B1} R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{10^3}{110} = 9,09 \text{ K}\Omega$$

$$V_B = I_B R_B + V_{BE}; \quad I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B} = \frac{5}{9,09} = 550 \mu\text{A} \rightarrow I_C = 55 \text{ mA}$$

No puec en 701

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagen99

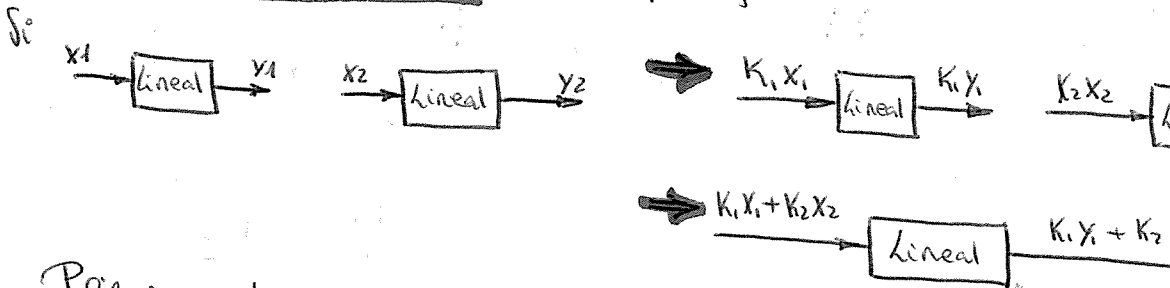
AMPLIFICACIÓN

TEMA A

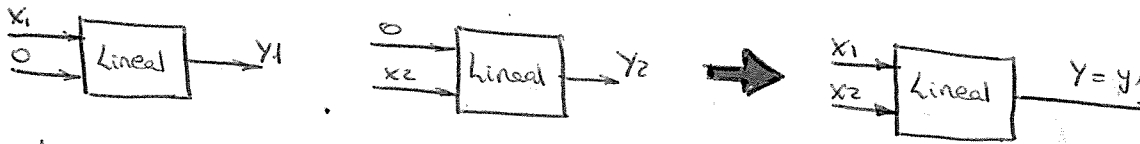


1 LINEALIDAD Y SUPERPOSICIÓN

En un sistema lineal se cumple que:



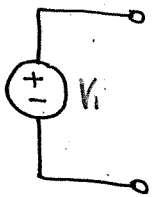
Principio de superposición:



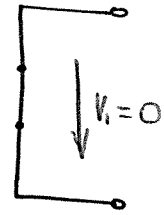
- Analizamos la respuesta del circuito ante cada entrada, a el resto
- Sumando todas las respuestas individuales se obtiene la "y" global

NOTA!! Fuentes, como anularlas

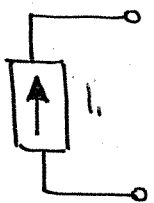
Fuente de tensión (pueden ser dependientes o independientes)



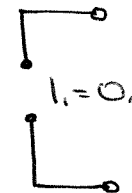
Para anular una fuente de tensión
 $\rightarrow V_1 = 0 \rightarrow$ Cortocircuito



Fuente de intensidad (pueden ser dependientes o independientes)



Para anular una fuente de intensidad
 $\rightarrow I_1 = 0 \rightarrow$ Circuito abierto



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

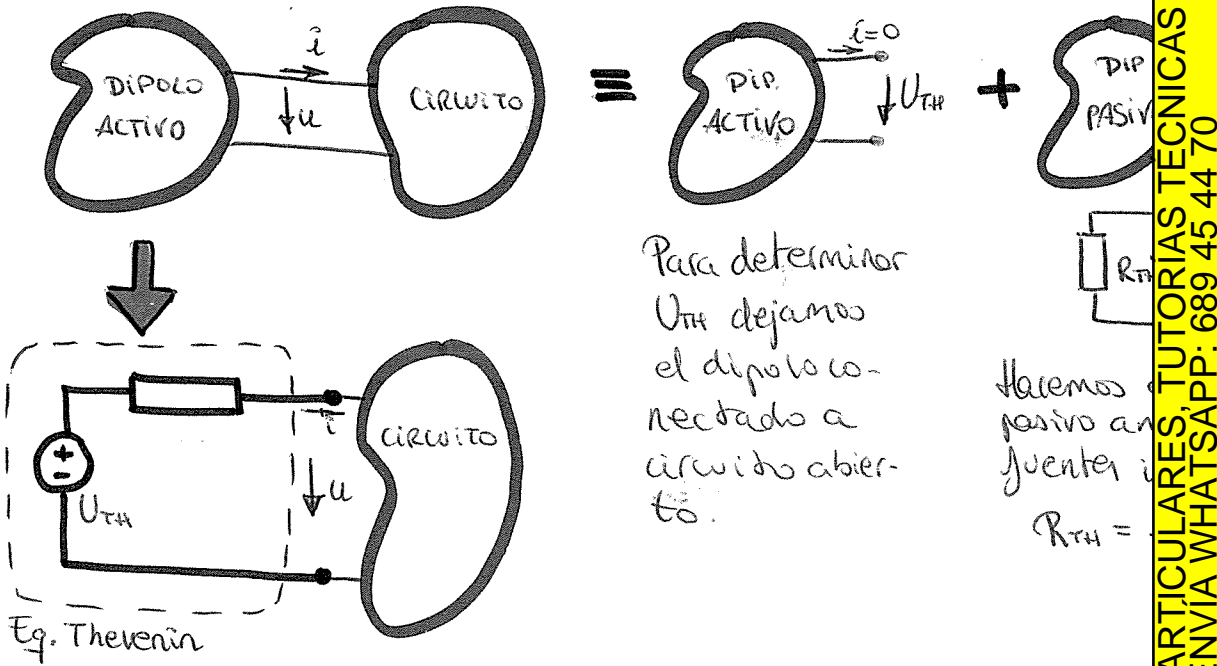
Cartagena99



2 EQUIVALENTES THEVENIN Y NORTON. IMPEDANCIA DE ENTRADA Y SALIDA

● EQUIVALENTE THEVENIN

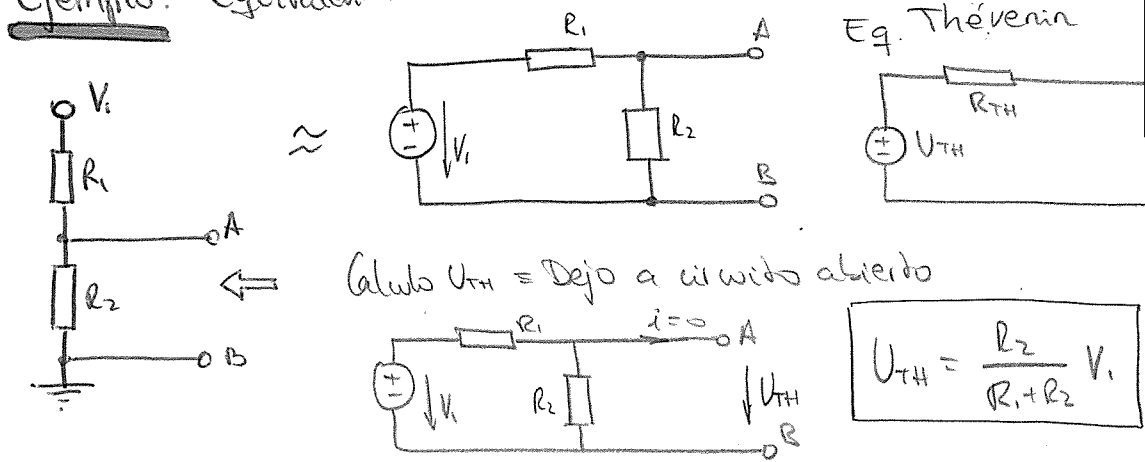
"Dado un dipolo activo es posible encontrar una fuente real de tensión equivalente al dipolo"



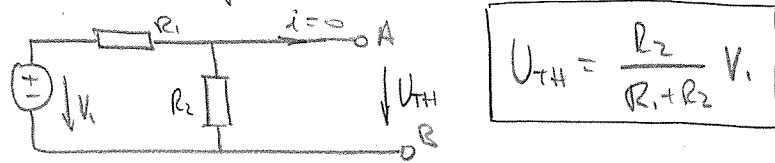
Para determinar U_{TH} dejamos el dipolo conectado a circuito abierto.

Hacemos pasivo a la fuente $i=0$
 $R_{TH} =$

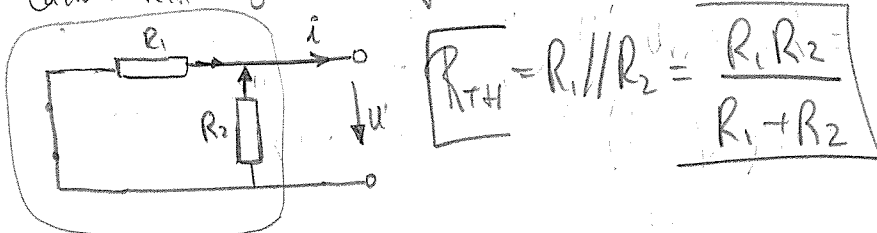
Ejemplo: Equivalente Thevenin del circuito dado



Calculo U_{TH} = Dejo a circuito abierto



Calculo R_{TH} : Hago circuito pasivo



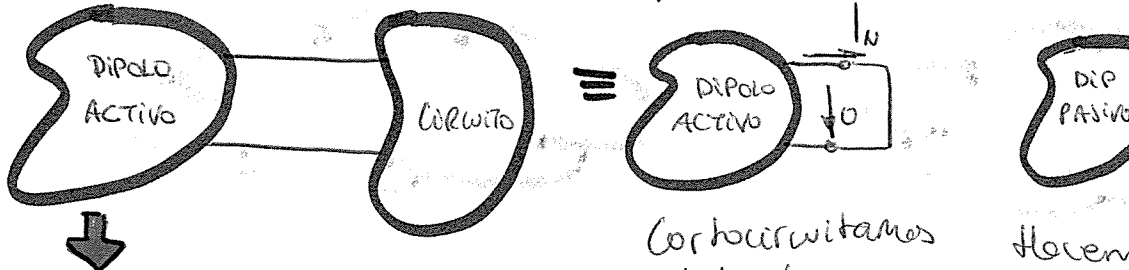
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

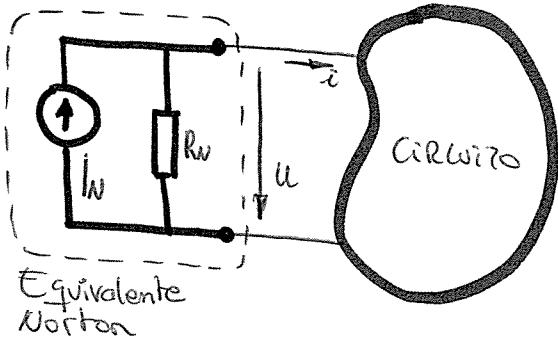
● EQUIVALENTE NORTON

"Dado un dipolo activo el por traer una fuente de intensidad al dipolo".

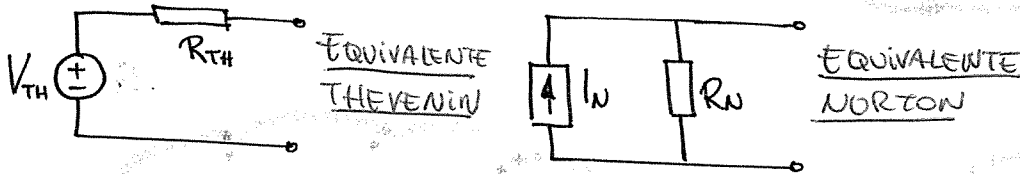


Cortocircuitamos el dipolo para determinar I_N

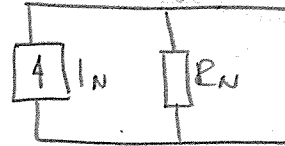
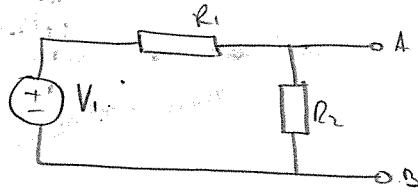
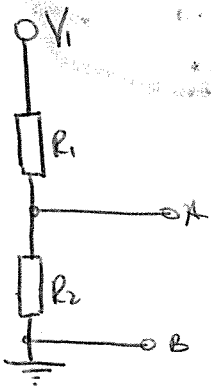
Hacemos pasivo el fuente



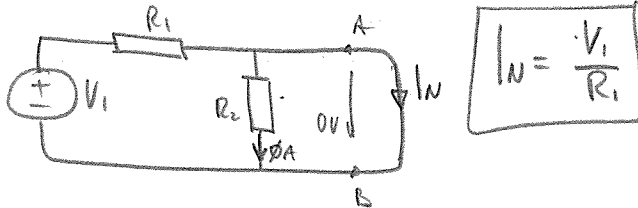
● Equivalencia Thevenin/Norton



Ejemplo: Calcular equivalente Norton del ejemplo anterior



Calculo I_N : Cortocircuito



Calculo R_N : Hago circuito pasivo $\rightarrow R_N = R_{TH}$

Se comprueba que
$$U_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1 = I_N R_N = \frac{V_1}{R_1} \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1}$$

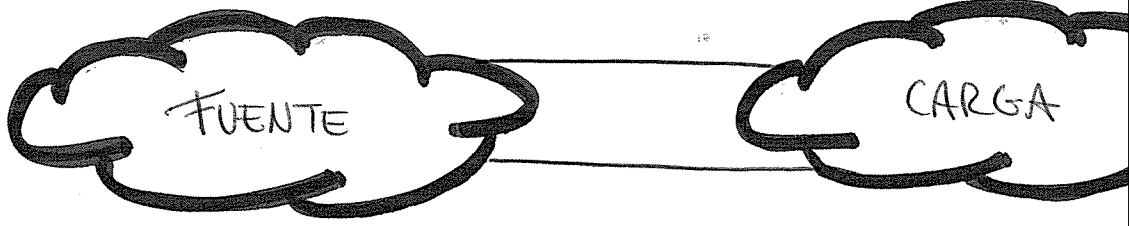
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

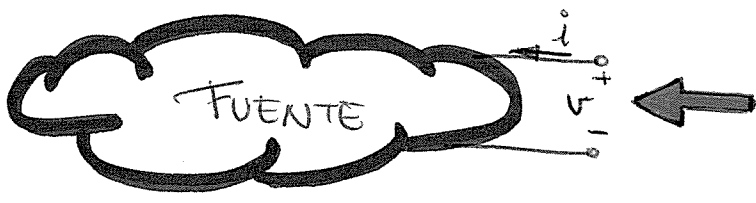
Cartagena99



● IMPEDANCIA DE ENTRADA Y DE SALIDA

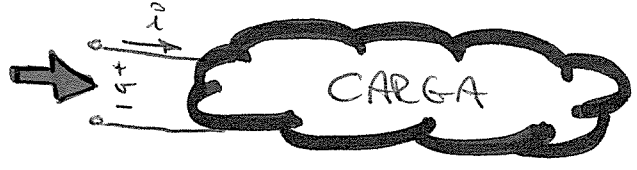


Impedancia de salida

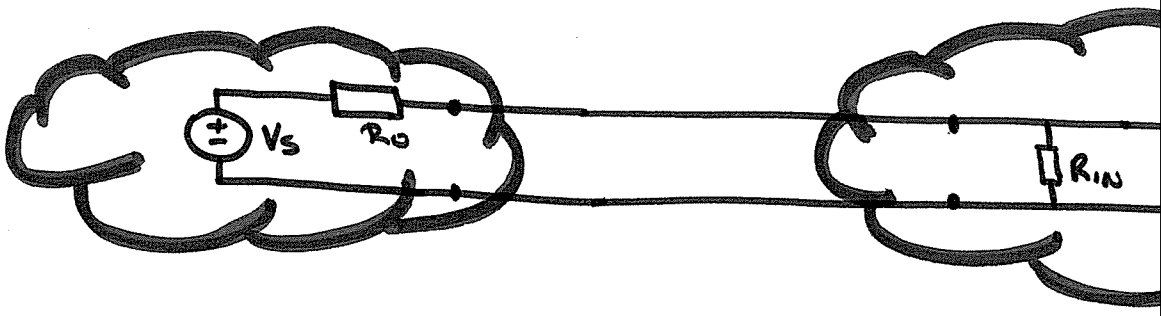


Impedancia de la fuente
 todos los fuentes independientes
 son nulos
 Es igual a la R_{TH} o R_w
 desde los terminales.

Impedancia entrada



Impedancia de la carga
 todas las fuentes independientes
 son cero.
 Es igual a la R_{TH} o R_w
 los terminales.



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

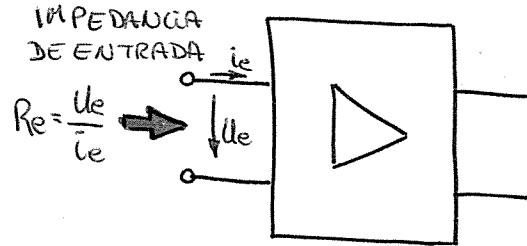
3 AMPLIFICACIÓN DE SEÑALES: TIPOS DE AMPLIFIC

● DEFINICIÓN

Un amplificador es un dispositivo que mejora una señal

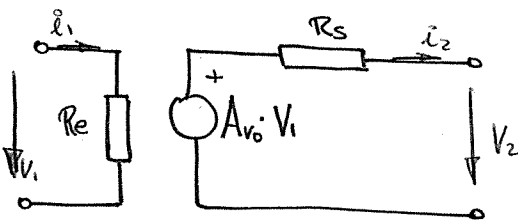
La potencia de salida puede ser mejor que la de la entrada, (implica la existencia de una fuente de energía adicional. Por lo tanto un transformador no es un amplificador)

Se define ganancia como la relación entre la magnitud de salida y la de la entrada.



● CIRCUITO EQUIVALENTE

Amplificador de tensión



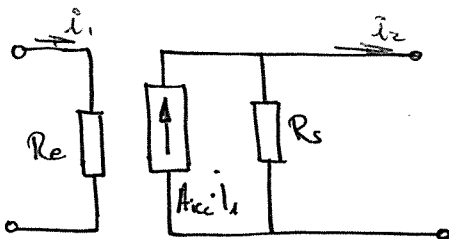
$A_{v0} \equiv$ Ganancia de tensión en circuito abierto

$R_e \equiv$ Resistencia de entrada

$R_s \equiv$ Resistencia de salida

Deseable $R_e \uparrow, R_s \downarrow$

Amplificador de corriente



$A_{i0} \equiv$ Ganancia de intensidad en circuito abierto

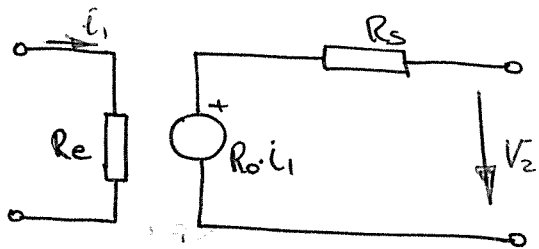
Deseable $R_e \downarrow, R_s \uparrow$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

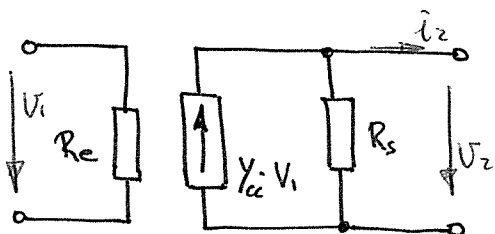
Cartagena99

Amplificador de transresistencia



Deseable $R_e \downarrow, R_s \downarrow$

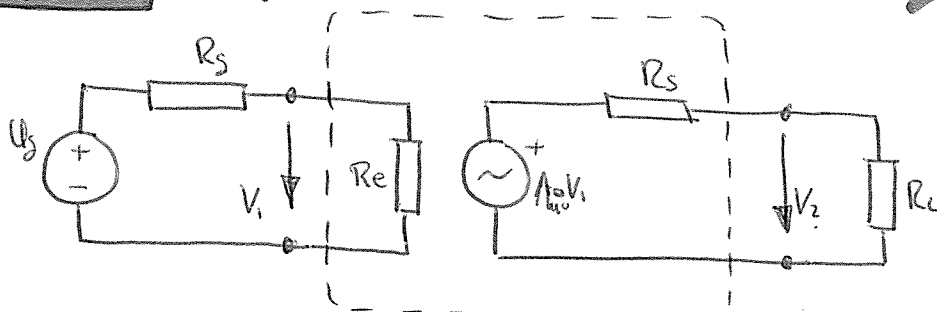
Amplificador de transconductancia



Deseable $R_e \uparrow, R_s \uparrow$

Ejemplo: amplificador de tensión

a) Calcular v



$$V_1 = \frac{R_e}{R_e + R_s} U_G = \frac{1000}{1100} 2 \sin(\omega t) = 1,82 \sin(\omega t) \text{ V}$$

$$V_2 = A_{vo} V_1 \frac{R_L}{R_s + R_L} = 18,2 \sin(\omega t) \frac{50}{60} = 15,15 \sin(\omega t) \text{ V}$$

Dato
 $A_{vo} =$
 $R_e =$
 $R_s =$
 $U_G =$
 $R_L =$

b) Ganancia en carga

$$A_{vc} = \frac{V_2}{U_G} = \frac{A_{vo} V_1 \frac{R_L}{R_s + R_L}}{U_G} = \frac{A_{vo} \frac{R_e}{R_e + R_s} U_G \frac{R_L}{R_s + R_L}}{U_G} = 10 \cdot \frac{10}{11}$$

c) Potencia de entrada, salida y pérdidas

$$P_s = \frac{V_2^2}{R_L} = \frac{(15,15)^2}{\sqrt{2} \cdot 50} = 2,3 \text{ W}$$

$$P_e = \frac{V_1^2}{R_e} = \frac{(1,82)^2}{\sqrt{2} \cdot 1000} = 1,6 \text{ mW}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$$P_{\text{perd}} = \overset{E_1 R_s}{I_2^2 \cdot R_s} = \left(\frac{A_{u0} V_1}{R_s + R_L} \right)^2 \cdot R_s = \left(\frac{10 \cdot \frac{1,82}{\sqrt{2}}}{10 + 50} \right)^2 \cdot 10 = 0,4$$

Comprobamos que $P_1 < P_2 + P_{\text{perd}}$

● POTENCIA TRANSFERIDA

Vamos a analizar la expresión de la potencia a lo del circuito anterior

$$P_2 = \frac{V_2^2}{R_L}; \quad V_2 = \frac{A_{u0} V_1}{R_s + R_L} R_L \rightarrow P_2 = A_{u0}^2 V_1^2 \frac{R_L}{(R_s + R_L)^2}$$

$$\frac{dP_2}{dR_L} = 0 \rightarrow R_L = R_s \text{ (Máxima potencia transferida)} \quad \text{PERO } P_{2 \text{ max}} \neq \eta_{\text{max}}$$

- Adoptando impedancias para máxima potencia ($R_L = R_s$)

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{R_s}} = 50\%$$

- Transferencia eficiente, sin adoptar impedancias

$$R_L > R_s \text{ Me interesa } R_s \text{ lo más pequeña posible} \rightarrow \eta > 50\%$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

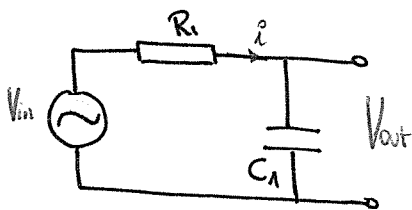
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



4 RESPUESTA EN FRECUENCIA: DIAGRAMAS DE BODE

● CONCEPTOS BÁSICOS



$\omega \equiv$ Pulsación de excitación; $\omega = 2\pi f$
 $f \equiv$ Frecuencia de excitación;
 $T \equiv$ Periodo de excitación; $T = \frac{1}{f}$

Función de Transferencia

Variable s (de Laplace) $s = j\omega \Rightarrow$

$$G(s) = \frac{1}{1 + T_p s}$$
$$G(s) = \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}}$$

$T_p \equiv$ cte de tiempo del polo

$\omega_p \equiv$ Pulsación del polo

$$T_p = \frac{1}{\omega_p}$$

En el ejemplo

$$G(s) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 + R_i C_i s}$$

$$V_{out} = \frac{1}{C_i s} i \rightarrow i = V_{out} \cdot C_i s$$

$$V_{in} = V_{out} + R_i i$$

$$T_p = RC$$

Análisis:

● Respuesta en frecuencia

Vamos a ir variando la frecuencia de excitación ω para

$RC = 1ms$ (cte. tiempo)

$$\omega_1 = \frac{0,1}{RC} = 100 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \frac{1}{RC} = 1000 \text{ rad/s}$$

$$\omega_3 = \frac{10}{RC} = 10000 \text{ rad/s}$$

$$\omega_4 = \frac{100}{RC} = 10^5 \text{ rad/s}$$

$$G(s) = \frac{1}{1 + RCs} = \frac{1}{1 + RC\omega j}$$

$$G(j\omega_1) = \frac{1}{1 + RC \frac{0,1}{RC} j} = \frac{1}{1 + 0,1j}$$

$$G(j\omega_2) = \frac{1}{1 + j} = 0,707 \angle -45^\circ$$

$$G(j\omega_3) = \frac{1}{1 + 10j} = 0,0995 \angle -84,3^\circ$$

$$G(j\omega_4) = \frac{1}{1 + 100j} = 0,00999 \angle -89,4^\circ$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

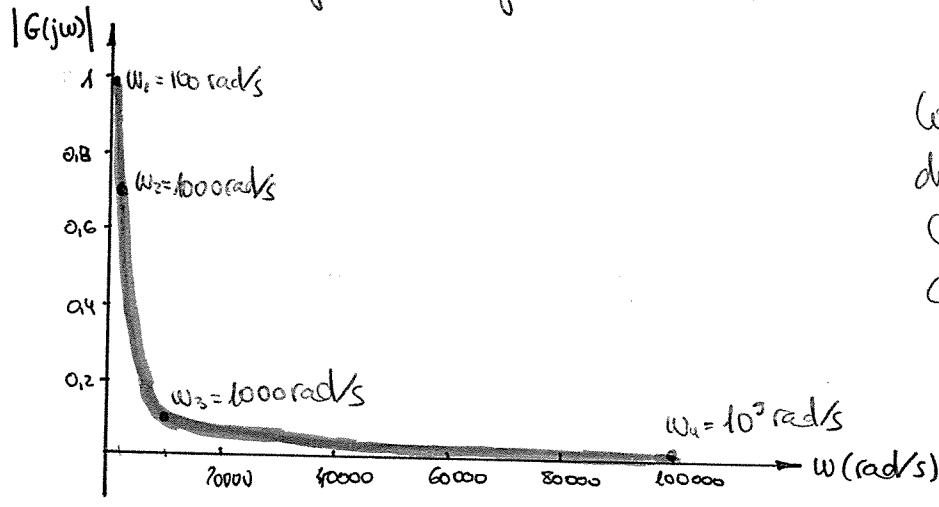
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



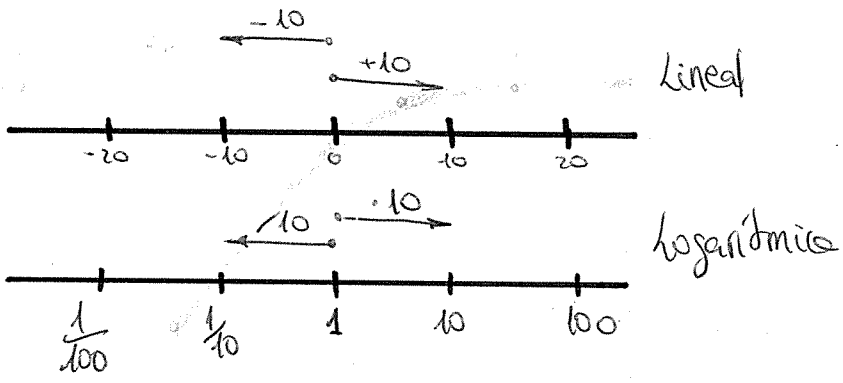
Por tanto, la respuesta en frecuencia en escala lineal será:



Como vemos en digital visualizar la respuesta en escala lineal

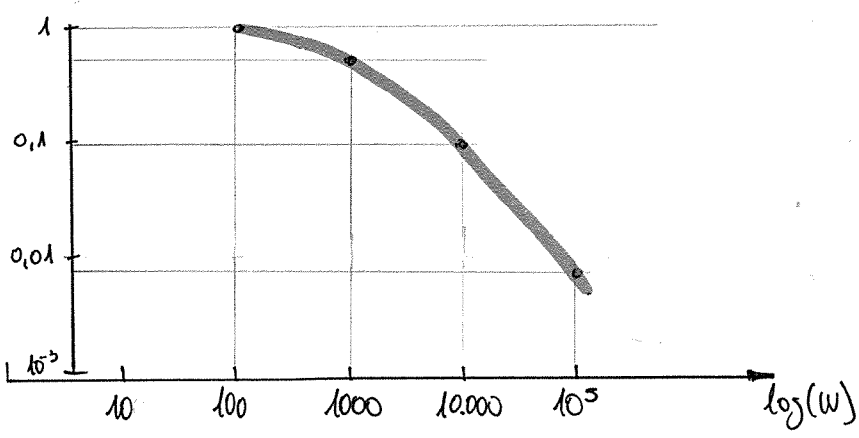
● ESCALA LOGARÍTMICA

Son estas útiles cuando las variables cambian varios órdenes



- Si queremos depl. un factor de 100: $\log(100) = 2$ unidades
- Si queremos depl. un factor de 0.1: $\log(0.1) = -1$ unidades

La representación anterior en escala logarítmica queda:



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



● GANANCIAS EN dB

Las ganancias podemos medirlas en dB

$$A_v(\text{dB}) = 20 \log_{10} \frac{V_2}{V_1}, \quad A_i(\text{dB}) = 20 \log_{10} \frac{I_2}{I_1}, \quad A_p(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

Década: Es un cambio por un factor de 10
 N décadas es un cambio por un factor de 10^N

Ejemplo: Calcular décadas entre:

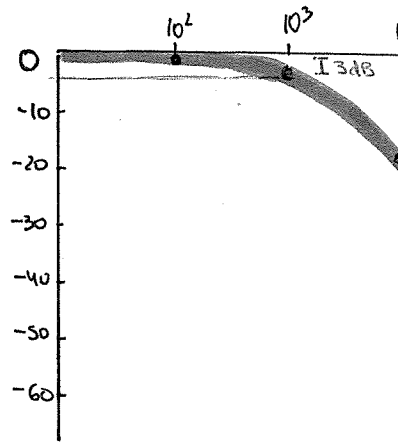
- 1 kHz está una década por encima de 100 Hz
- 100 kHz está 3 décadas por encima de 100 Hz

$$N = \log \left(\frac{f_2}{f_1} \right)$$

$$\frac{f_2}{f_1} = 10^N$$

La representación anterior con las ganancias en dB queda

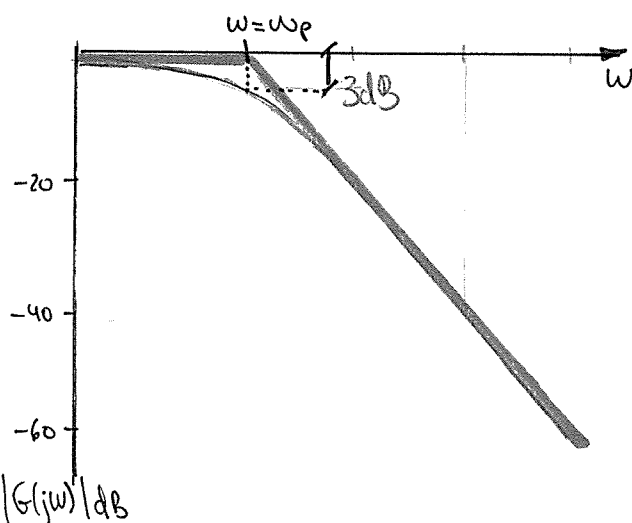
ω	$ G(j\omega) $	$ G(j\omega) $ en dB	$20 \log(G(j\omega))$
100	0,995	-0,043 dB	
1000	0,7	-3 dB	
10000	0,1	-20 dB	
100000	0,01	-40 dB	



● DIAGRAMAS DE BODE

Consisten en aproximar por rectas las gráficas $(\omega, |G(j\omega)|)$
 $(\omega, \angle G(j\omega))$

Diagrama de Bode asintótico p.d.o:



$$G(s) = \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}}; \quad |G(j\omega)| = \left| \frac{1}{1 + j} \right|$$

$$\begin{cases} \omega \ll \omega_p \rightarrow |G(j\omega)| \approx 1 \text{ dB} \\ \omega \gg \omega_p \rightarrow |G(j\omega)| \approx \frac{\omega_p}{\omega} \text{ dB} \end{cases}$$

$$\boxed{\omega = \omega_p} \quad |G(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{-3 \text{ dB}}$$

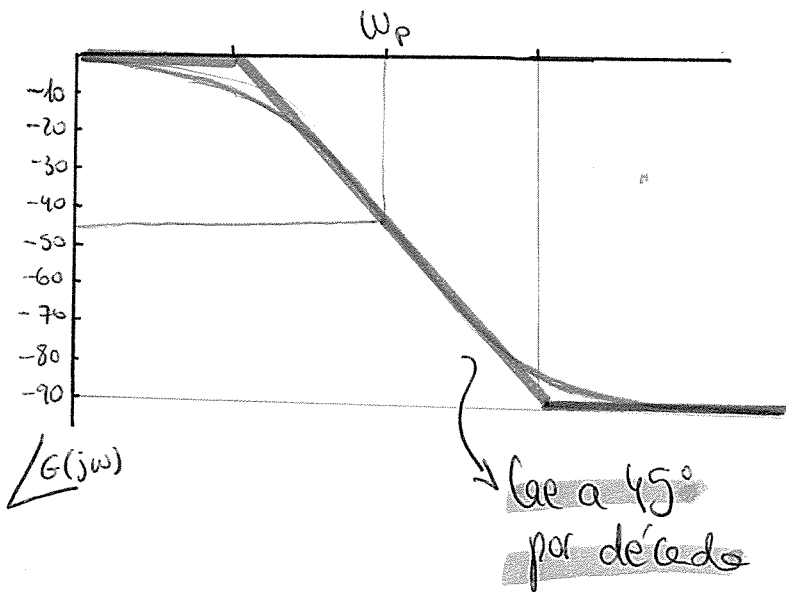
- Empieza, para ω pequeños
- cae a 20 dB por déca

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

También podemos representar la fase:



• 1^ª hallamos

$$\angle G(\omega = \omega_p) = -45^\circ$$

• Empezamos a caer una década antes

$$\angle G(\omega = \frac{\omega_p}{10}) = -13.5^\circ$$

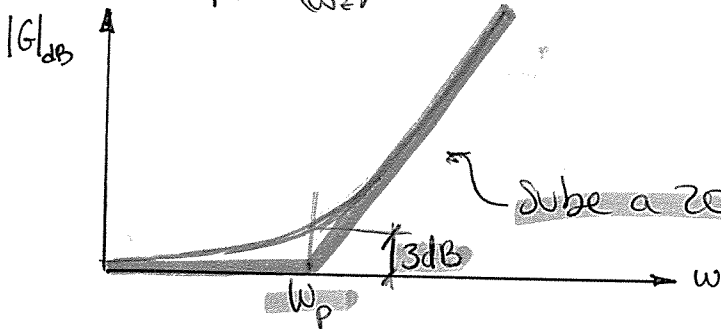
• Dejamos de caer una década después

$$\angle G(\omega = 10\omega_p) = -86.5^\circ$$

Diagrama Bode asintótico (magnitud):

$$G(s) = 1 + \frac{s}{\omega_z} = 1 + \frac{\omega}{\omega_z}$$

$$|G(s)| = \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_z}\right)^2}$$



$$\omega \ll \omega_z \rightarrow |G(s)| = 1$$

$$\omega \gg \omega_z \rightarrow |G(s)| = \frac{\omega}{\omega_z}$$

$$\xrightarrow{\text{dB}} -20 \log(\omega)$$

Sube a 20 dB por década

$$|G(\omega = \omega_z)| = \sqrt{2}$$

Y para la fase:

• 1^ª hallamos $\angle G(\omega = \omega_z)$

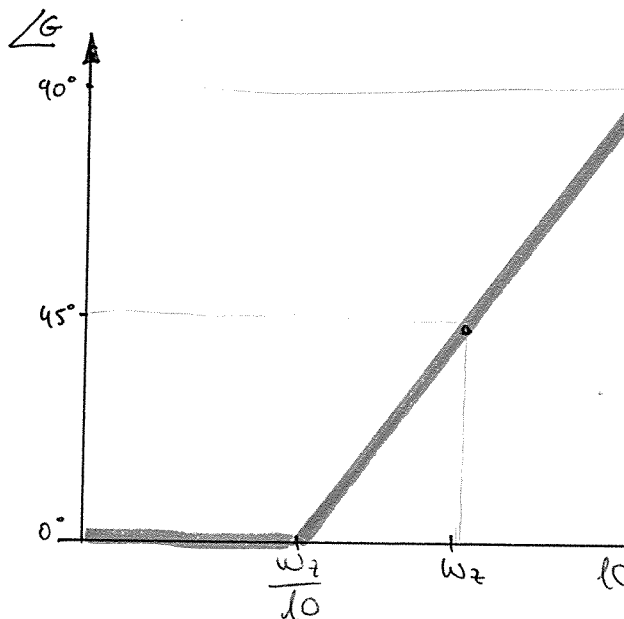
$$\angle G(\omega = \omega_z) = 45^\circ$$

• Empezamos a subir una década antes

$$\angle G(\omega = \frac{\omega_z}{10}) \approx 0^\circ$$

• Acabamos de subir una década después

$$\angle G(\omega = 10\omega_z) \approx 90^\circ$$



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99





Diagrama asintótico polos múltiples

Suponemos un polo múltiple de orden n .

El diagrama será idéntico al del polo simple exce

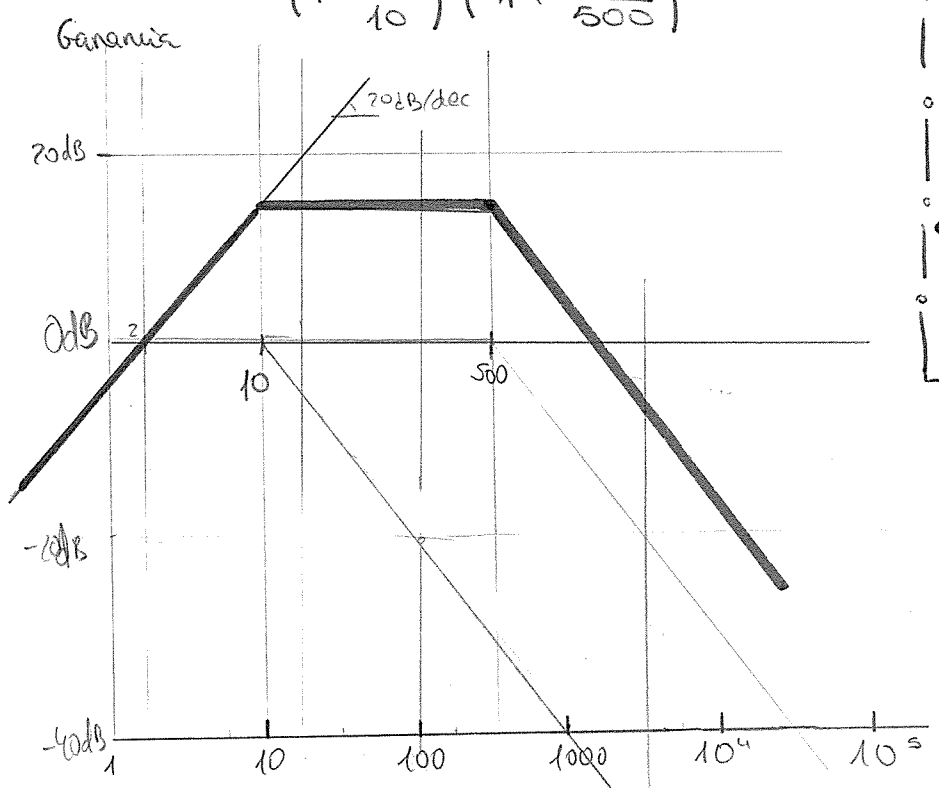
$$G(s) = \frac{1}{\left(1 + \frac{s}{\omega_p}\right)^n} \quad |G(\omega = \omega_p)| = \left(\sqrt{1+1^2}\right)^{-n} = \frac{1}{(\sqrt{2})^n} \xrightarrow{\text{dB}} -20 \cdot n$$

Puntoben el que $-3 \cdot n$
Empieza a caer

La pendiente serán $-n \cdot 20 \text{ dB/dec}$

Ejemplo: Diagrama de Bode, fase y ganancia de

$$G(s) = \frac{s/2}{\left(1 + \frac{s}{10}\right) \left(1 + \frac{s}{500}\right)}$$



Polo @ Derde 10 :
Caer a 20dB/decada

CEROS Y POLOS
ORIGEN

- Cero: $G(s) = \frac{s}{2}$
Fase: 90°
Crece a 20 dB/dec
- Polo $G(s) = \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}}$
Fase: -90°
Caer a -20 dB/dec

- Cero en el
- Polo @ ω
- Polo @ ω

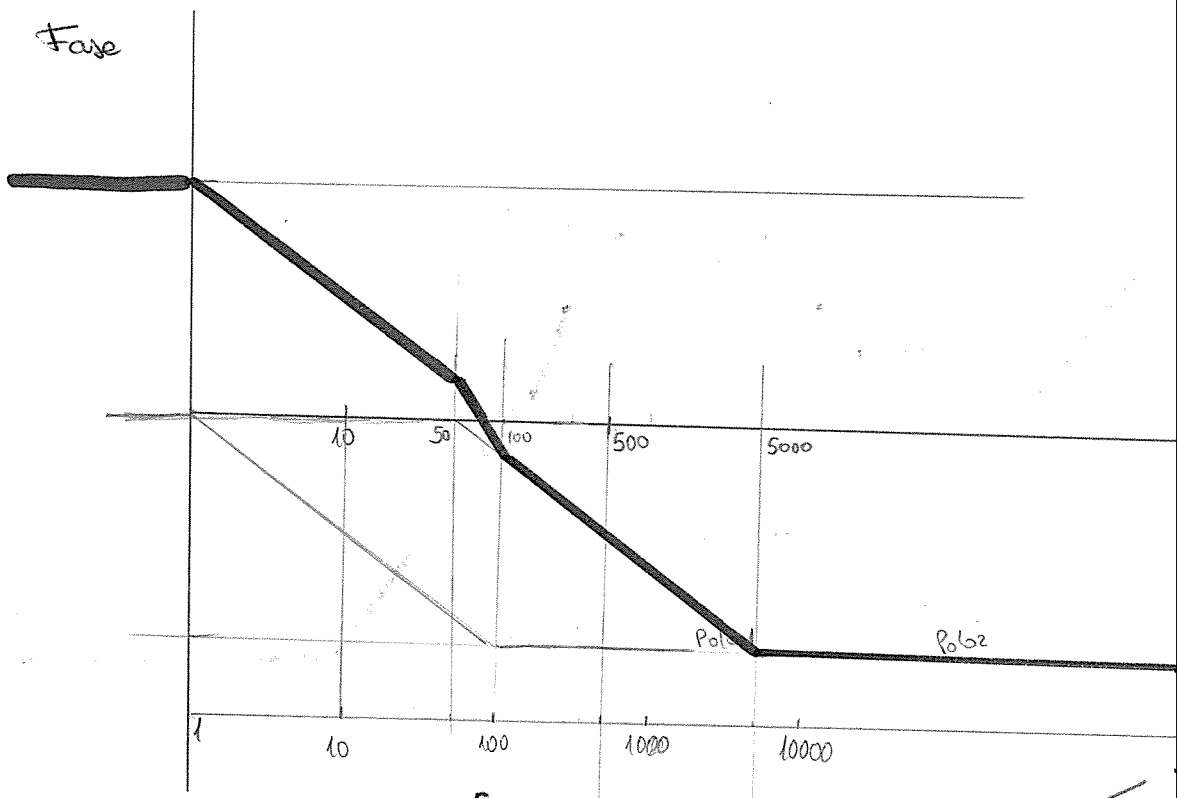
$$\left\{ \begin{array}{l} G(s) = \frac{s}{2} \\ |G(s)| = \frac{1}{2} \omega \\ \xrightarrow{\text{dB}} 20 \text{ dB} \end{array} \right.$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

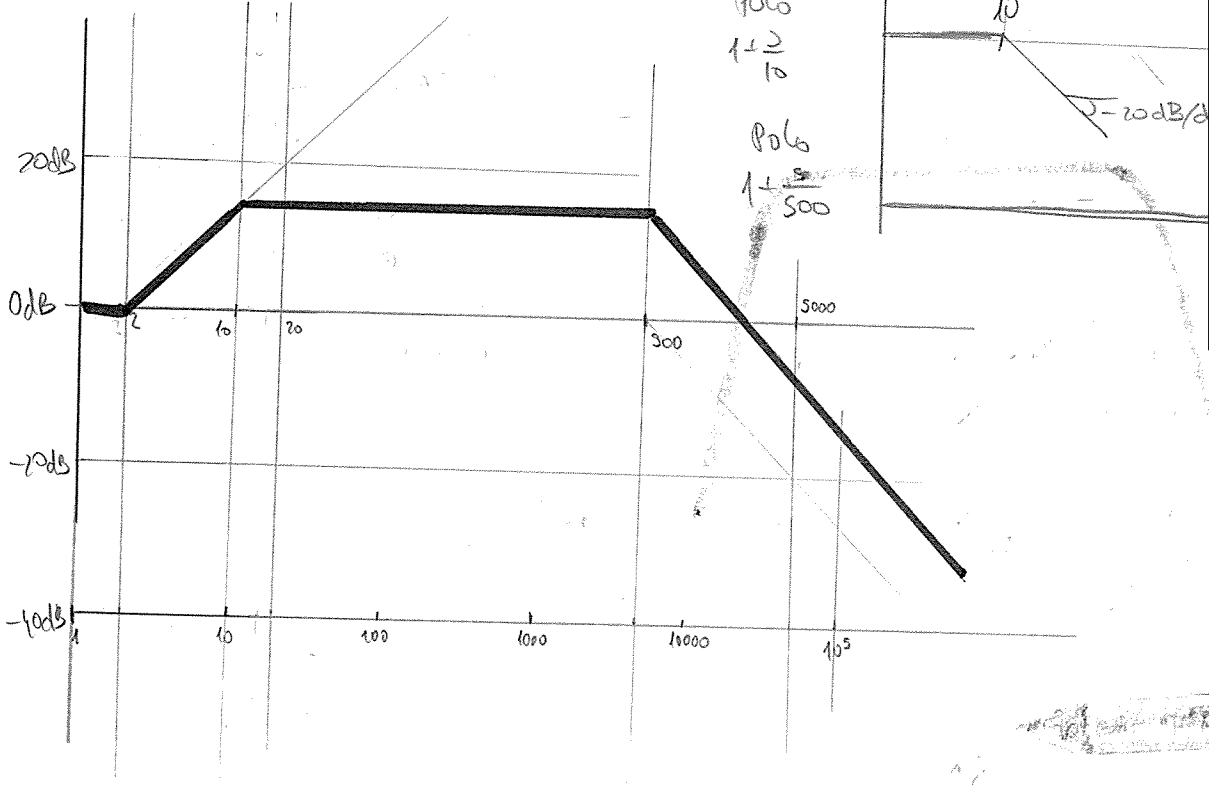
bol
om
en r
5°/dec
o
a en
clabe
o



Ejemplo: $G(s) = \frac{1 + \frac{s}{2}}{(1 + \frac{s}{10})(1 + \frac{s}{500})}$

Cero $1 + \frac{s}{2}$
 $\omega_z = 2$
 Polo $1 + \frac{s}{10}$
 Polo $1 + \frac{s}{500}$

Caroncia

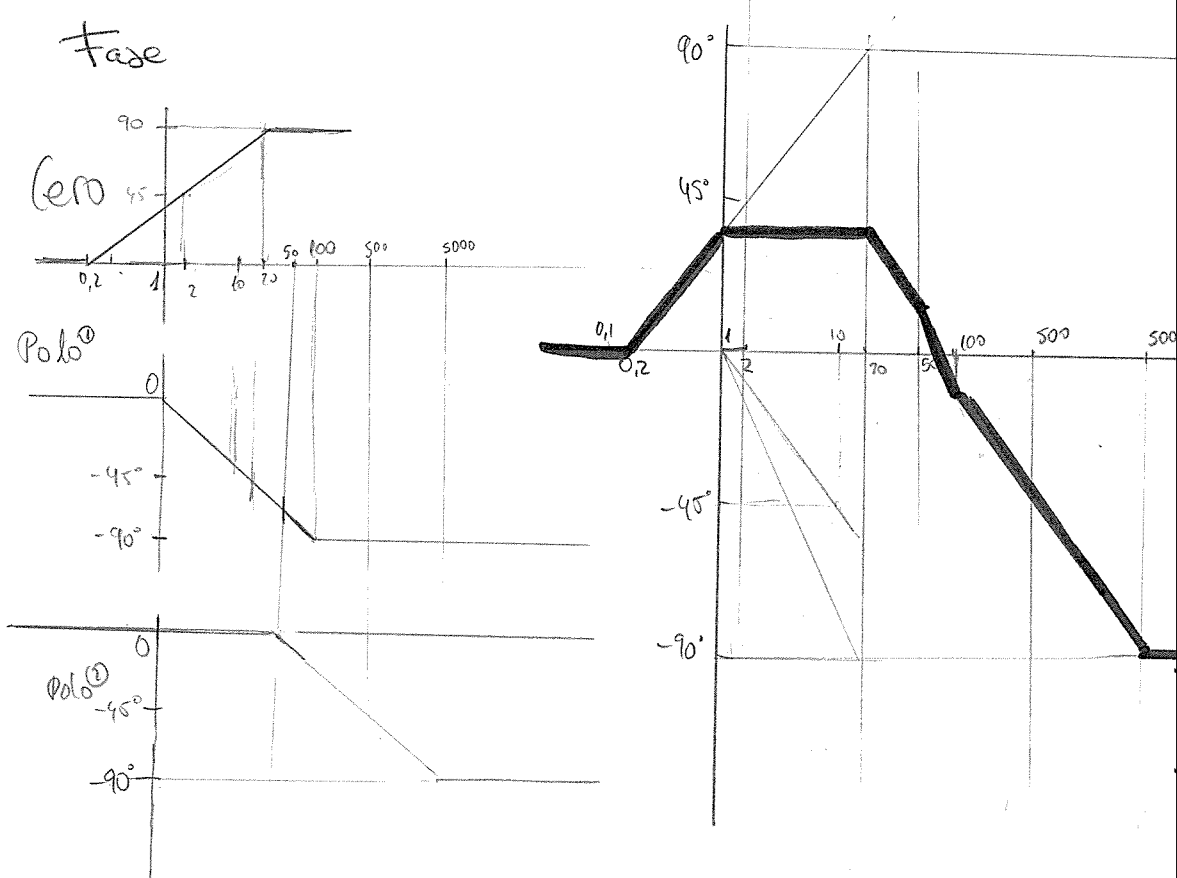


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

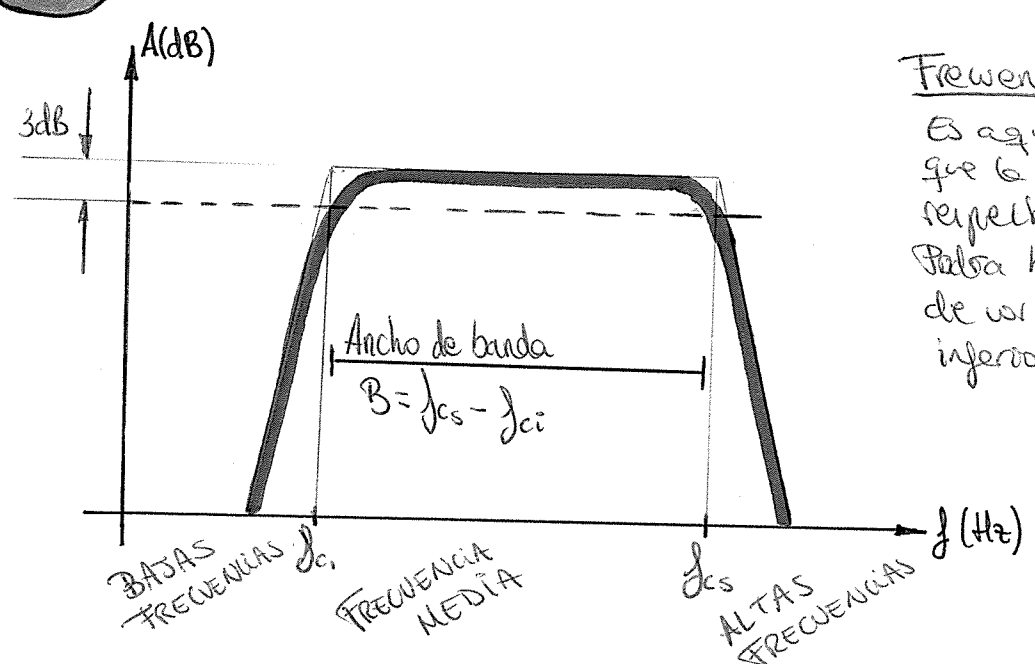
Cartagena99

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



5

RESPUESTA EN FRECUENCIA DE AMP



Frecuencia de
Es aquella fre
que la ganancia
respecto de
Para haber
de write su
inferiores.

Cond. en serie con amplificador

Tienen efecto a bajas frecuencias: deben
A altas frecuencias → cortocircuitos

Cond. en paralelo con amplif. c.

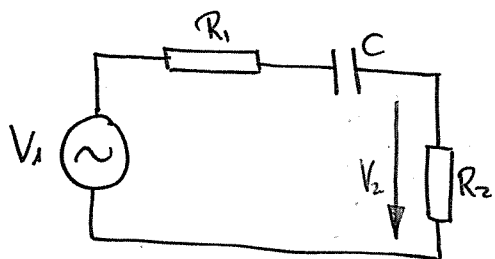
Tienen efecto a altas frecuencias: Met
A bajas frecuencias → circuitos abiertos

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



● EFECTO CONDENSADORES EN SERIE



$$A(s) = \frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + \frac{1}{Cs}} = \frac{R_2 Cs}{(R_1 + R_2) + Cs}$$

$$A(s) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{C(R_1 + R_2)s}{1 + C(R_1 + R_2)s}$$

A frecuencias medias/altas $\rightarrow A_m = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ (cortocircuito)

Para que $|A(\omega_c)| = \frac{A_m}{\sqrt{2}}$, esto es, caiga 3dB respecto de la ganancia media, se tiene que cumplir que:

$$\left| \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{C(R_1 + R_2)s}{1 + C(R_1 + R_2)s} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left| \frac{1}{1 + \frac{1}{(R_1 + R_2)Cs}} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{(R_1 + R_2)C\omega_c}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{(R_1 + R_2)C\omega_c} = 1}$$

Por tanto, f_{ci} debido a

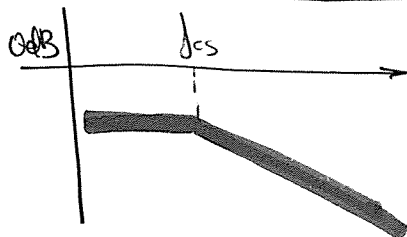
$$\boxed{f_{ci} = \frac{1}{2\pi C(R_1 + R_2)}}$$

● EFECTO CONDENSADORES EN PARALELO

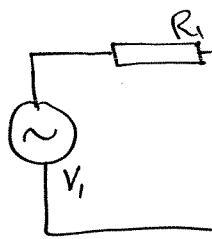
Análisis similar al anterior en circuito

f_{cs} debido a C

$$\boxed{f_{cs} = \frac{1}{2\pi C_p \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}}$$



A freq. bajas son circuitos abiertos



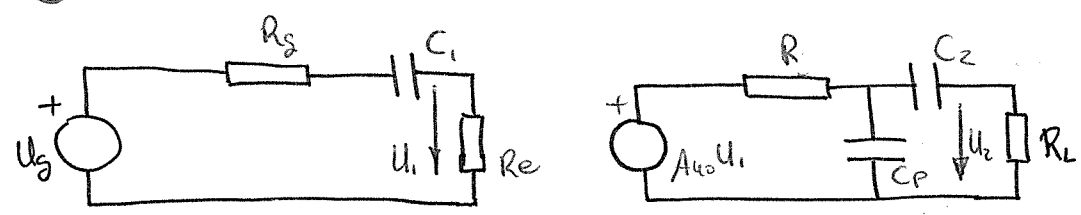
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

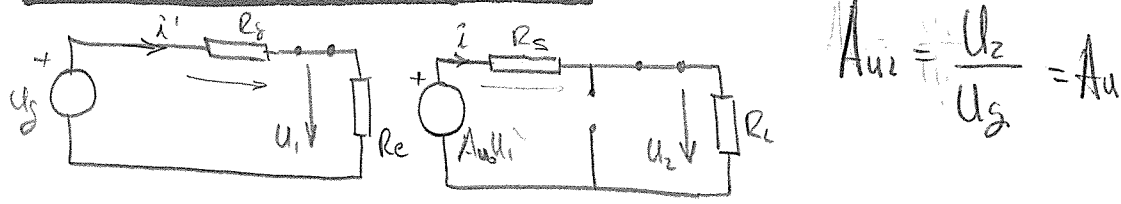
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Cartagena99

● APLICACIÓN AL AMPLIFICADOR



Ganancia a frecuencias medias

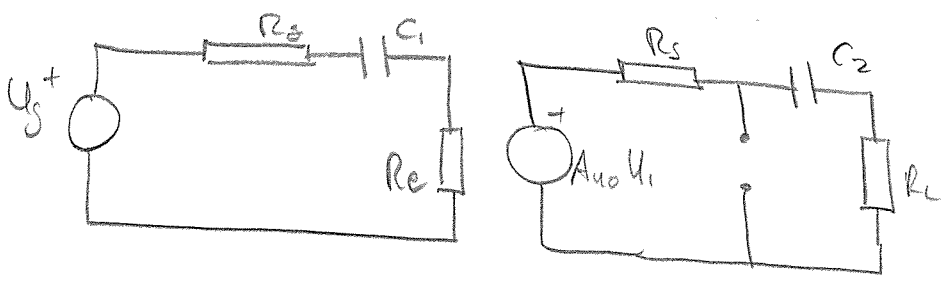


$$A_{u2} = \frac{U_2}{U_g} = A_{u0}$$

$$U_2 = \frac{R_L}{R_s + R_L} A_{u0} U_1 = \frac{R_e}{R_s + R_e} \cdot \frac{R_L}{R_s + R_L} \cdot U_g A_{u0}$$

$$U_1 = \frac{R_e}{R_s + R_e} U_g$$

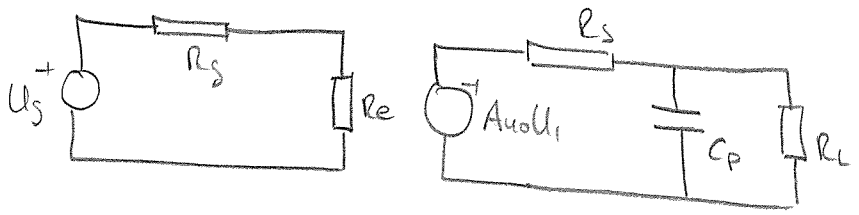
A baja frecuencia → C paralelo ≡ Circ. abierto



$$f_{c1} = \frac{1}{2\pi(C_1)(R_s + R_e)} \quad ; \quad f_{c2} = \frac{1}{2\pi(C_2)(R_s + R_L)}$$

Condensado desacoplado

A alta frecuencia → C serie ≡ Cortocircuitos



$$f_{cs} = \frac{1}{2\pi(C_p) \frac{R_s R_L}{R_s + R_L}}$$

Capacidades parásitas

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

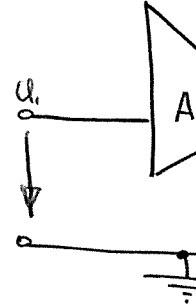
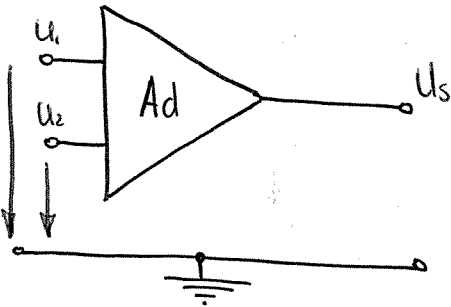


A. OPERACIONAL

AOs

1 AMPLIFICADORES DIFERENCIALES

Los amplificadores, analizados en la lección anterior, tienen como entrada una sola tensión de referencia (masa)



Los AMPLIFICADORES DIFERENCIALES dos entradas y dan una salida proporcional a la diferencia de las tensiones en la entrada.

● TENSION EN MODO DIFERENCIAL

$$U_d = U_1 - U_2$$

AOs REALES

● TENSION EN MODO COMÚN

$$U_{mc} = \frac{U_1 + U_2}{2}$$

$$U_s = A_{ic} U_{mc}$$

● GANANCIAS $\left\{ \begin{array}{l} \text{Modo común } A_{mc} \\ \text{Diferencial } A_d \end{array} \right. \quad A_{mc} \ll A_d$

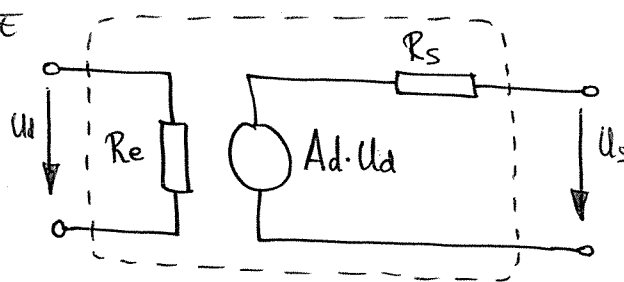
AOs IDEALES

$$U_s = A_d U_d$$

Me interesa que A_{mc} sea lo más pequeña posible. Alimentando simétricamente nuestro AO conseguimos $U_{mc} = 0$

⇒ Razón de rec. común RRMC

● CIRCUITO EQUIVALENTE



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

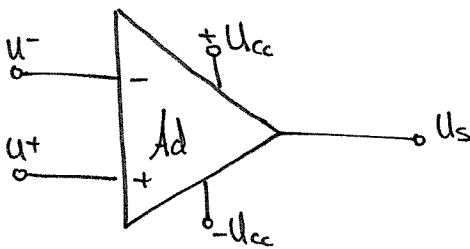
Cartagena99

2 AMPLIFICADOR OPERACIONAL. EL AO

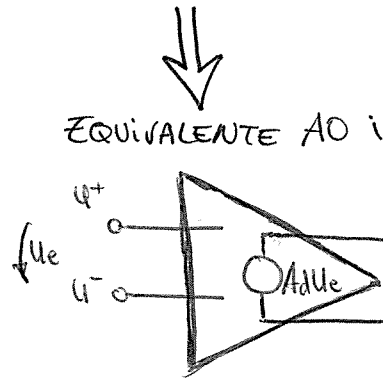
Los AOs son amplificadores diferenciales que se integran los circuitos, caracterizados por tener:

- Ganancia de tensión muy alta \rightarrow IDEAL $A_d = \infty$
- Alta impedancia de entrada \rightarrow IDEAL $R_e = \infty$
- Baja impedancia de salida \rightarrow IDEAL $R_s = 0$
- Amplificación de tensión y potencia

SÍMBOLO



EQUIVALENTE AO IDEAL



3 APLICACIONES LINEALES DE LOS AOs

- Se tienen aplicaciones lineales cuando se realimenta negativo el amplificador
- Consideraremos características ideales ($i = 0$)
- Con realimentación negativa $\rightarrow u^+ = u^-$

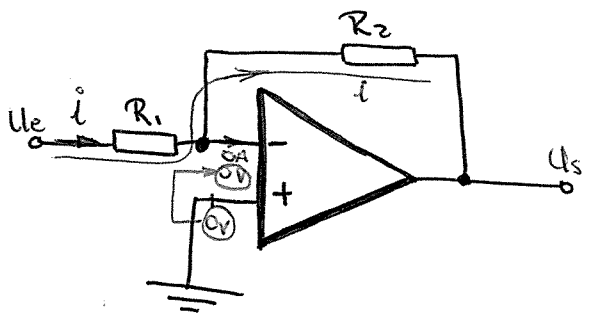
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

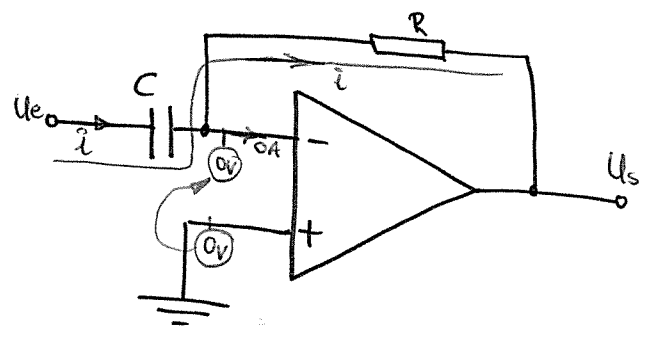


● AMPLIFICADOR INVERSOR



$$\left. \begin{aligned} i &= \frac{U_e - 0}{R_1} \\ i &= \frac{0 - U_s}{R_2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \frac{U_e}{R_1} &= \frac{-U_s}{R_2} \\ U_s &= -\frac{R_2}{R_1} U_e \end{aligned}$$

● AMPLIFICADOR DERIVADOR



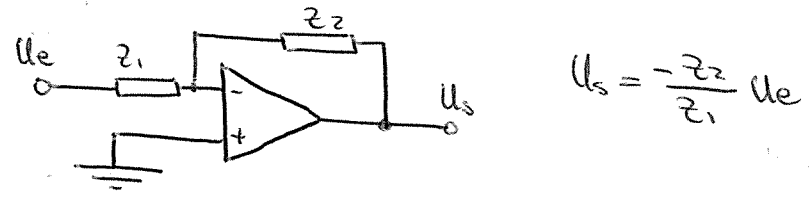
Análisis temporal

$$\left. \begin{aligned} i_c &= C \frac{dU_e}{dt} = C \frac{dU_e}{dt} \\ i_r &= \frac{0 - U_s}{R} = \frac{-U_s}{R} \end{aligned} \right\} U_s =$$

Usando análisis frecuencial, por paralelismo con inversor

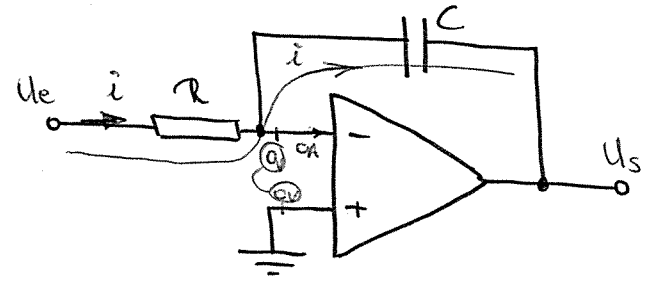
Un cero en el origen es un derivador

NOTA!! Generalizando, cualquier estructura del tipo inversor con



$$U_s = -\frac{Z_2}{Z_1} U_e$$

● AMPLIFICADOR INTEGRADOR



Análisis temporal

$$\left. \begin{aligned} i &= \frac{U_e}{R} \\ i &= C \frac{d(-U_s)}{dt} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \frac{U_e}{R} &= -C \frac{dU_s}{dt} \\ U_s &= -\frac{1}{RC} \int U_e dt \end{aligned}$$

Usando análisis frecuencial, por paralelismo con estructura inversora

$$U_s = -\frac{1}{RCs} U_e ; \quad U_s = -\frac{1}{RCs} U_e$$

Un polo en el origen es un

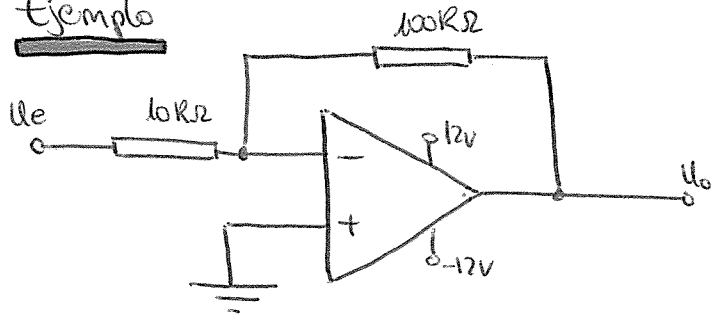
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

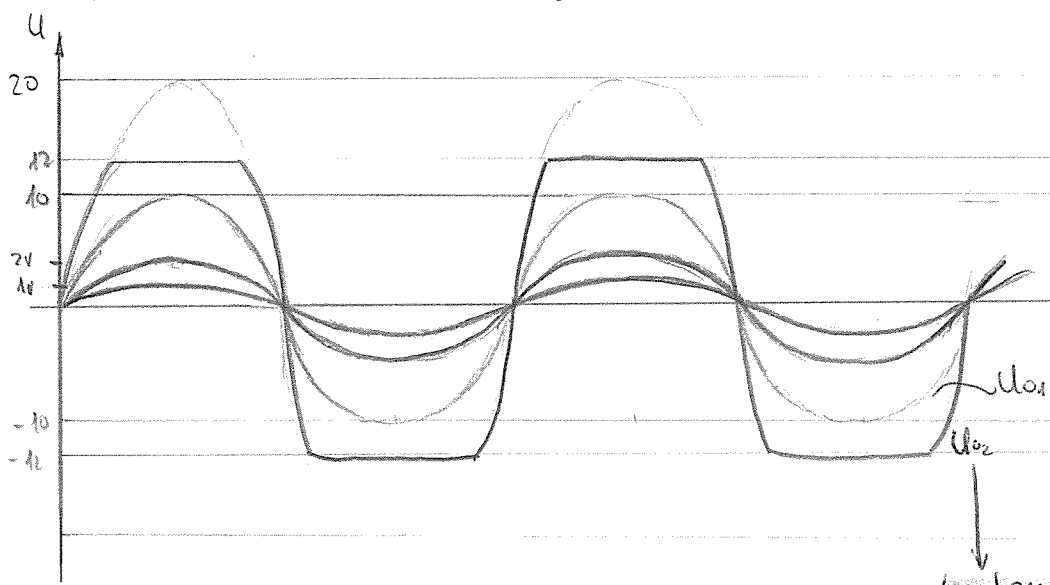


Ejemplo



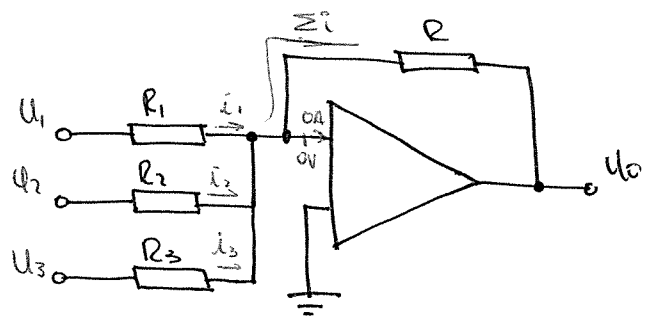
$$\boxed{\frac{U_o}{U_e} = \frac{-100}{10} = -10}$$

● Dibujar salida si $U_{e1} = 1V$ y $U_{e2} = 2V$



La tensión no puede ser de 12V de lo contrario...

● SUMADOR INVERSOR



$$\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3} = -\frac{U_o}{R}$$

$$\boxed{U_o = -\left(\frac{R}{R_1} U_1 + \frac{R}{R_2} U_2 + \frac{R}{R_3} U_3\right)}$$

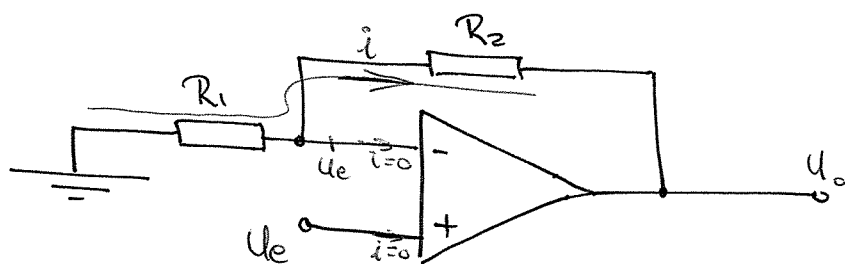
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



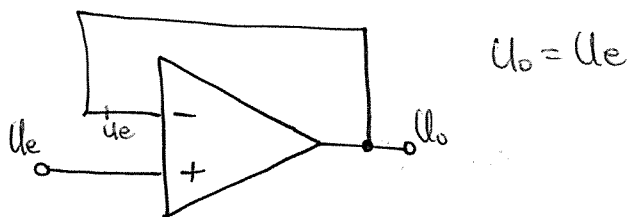
● AMPLIFICADOR DE GANANCIA POSITIVA



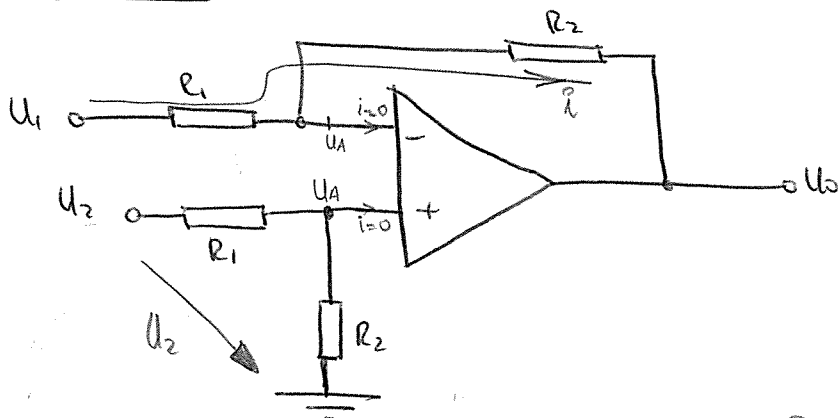
Ourre wa
almento p
la paba ⊕

$$\frac{0 - U_e}{R_1} = \frac{U_e - U_o}{R_2} ; \frac{U_e}{R_1} = \frac{U_o - U_e}{R_2} ; \left[U_o = \frac{R_2}{R_1} U_e + U_e = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) U_e \right]$$

● SEGUIDOR DE EMISOR



Ejercicio: Amplif diferencial. se pide Uo



$$U_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_2$$

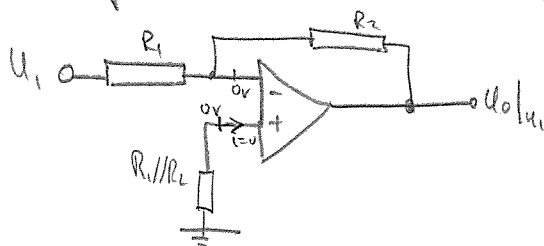
$$i = \frac{U_1 - U_A}{R_1}$$

$$i = \frac{U_A - U_o}{R_2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} U_1 - \frac{R_2}{R_1} U_A - U_A + U_o = 0 ; \left[U_o = U_A \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) - \frac{R_2}{R_1} U_1 = \frac{R_2}{R_1} \right]$$

Aplicando superposición, podríamos haber hecho:

$U_o|_{U_2 = \phi} ; U_1 = \phi :$



$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{-U_o|_{U_1}}{R_2} ;$$

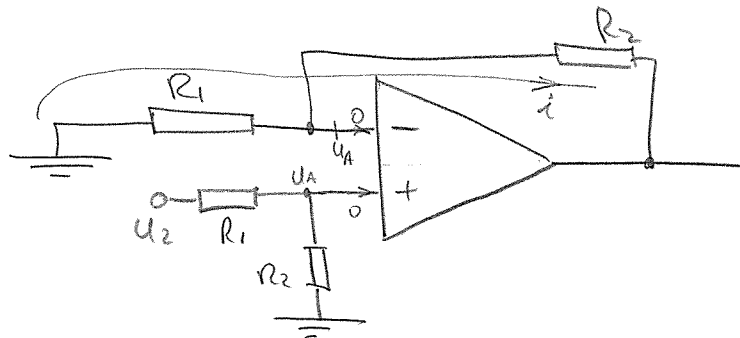
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

$$U_0|_{U_2} ; U_1 = \phi$$



$$U_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_2 ; \quad \frac{0 - U_A}{R_1} = \frac{U_A - U_0|_{U_2}}{R_2} ; \quad \frac{U_A}{R_2} + \frac{U_A}{R_1} = \frac{U_0|_{U_2}}{R_2}$$

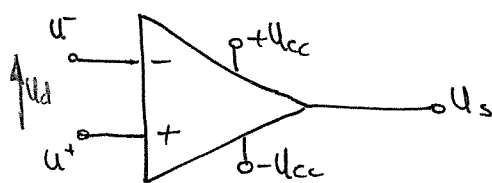
$$U_0|_{U_2} = U_A + \frac{R_2}{R_1} U_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = \frac{R_2}{R_1} U_2$$

$$U_0 = U_0|_{U_1} + U_0|_{U_2} = \frac{R_2}{R_1} (U_2 - U_1)$$

4 APLICACIONES NO LINEALES DE LOS AOs

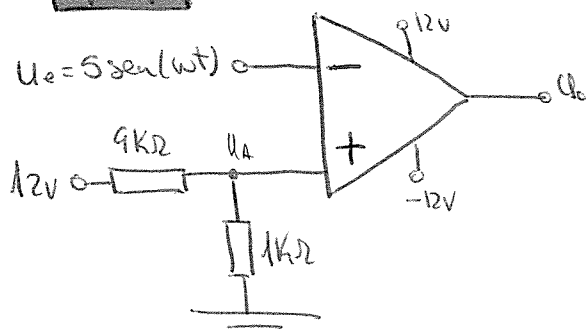
- Implican lazo abierto o realimentación positiva
- La salida solo puede valer $+U_{cc}$ o $-U_{cc}$

● LAZO ABIERTO. COMPARADOR

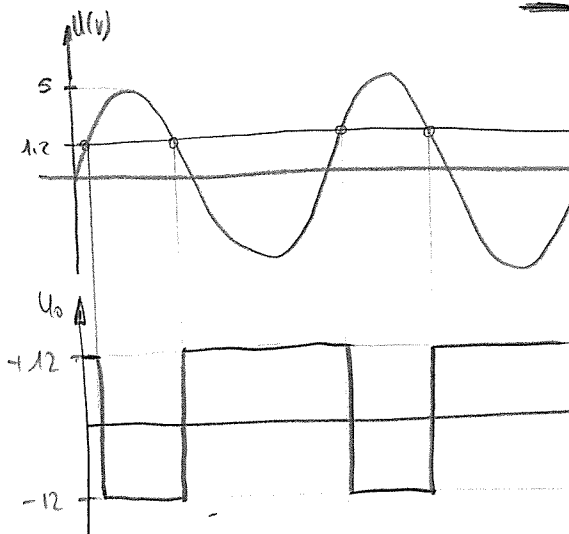


Si $U- > U+ \rightarrow U_o = -U_{cc}$
 Si $U+ > U- \rightarrow U_o = +U_{cc}$

Ejemplo



$$U_A = \frac{1}{9+1} \cdot 12 = 1.2$$



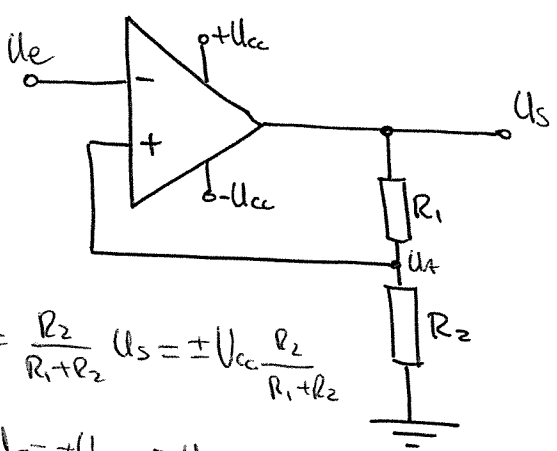
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

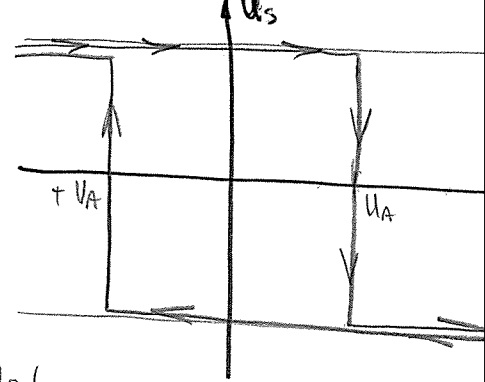
Cartagena99



● COMPARADOR CON HISTÉRESIS

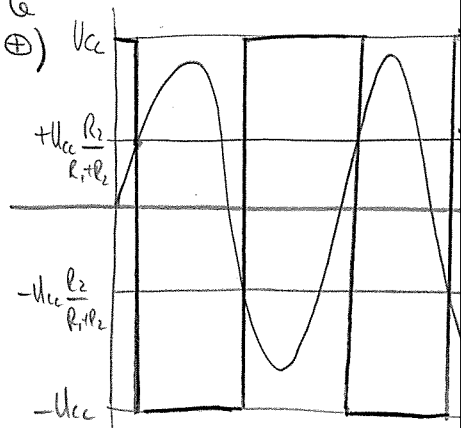


Conviene dibujar 1º la variación respecto a U_s



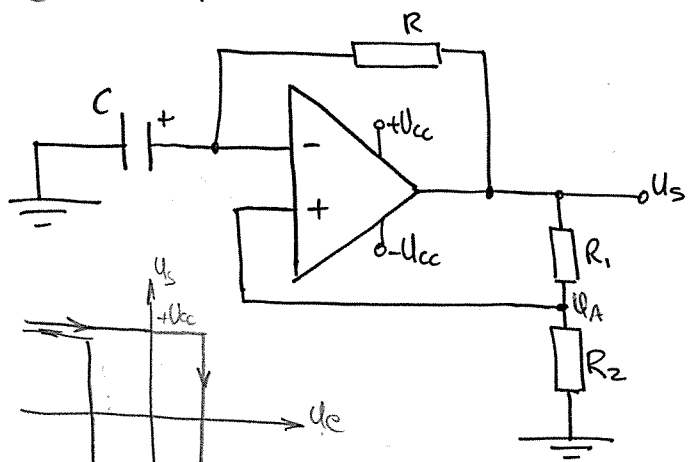
$$U_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_s = \pm U_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Si $U_s = +U_{cc} \rightarrow U_{comp} = U_A = +U_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ (la de la pata ⊕)
 Si $U_s = -U_{cc} \rightarrow U_{comp} = U_A = -U_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

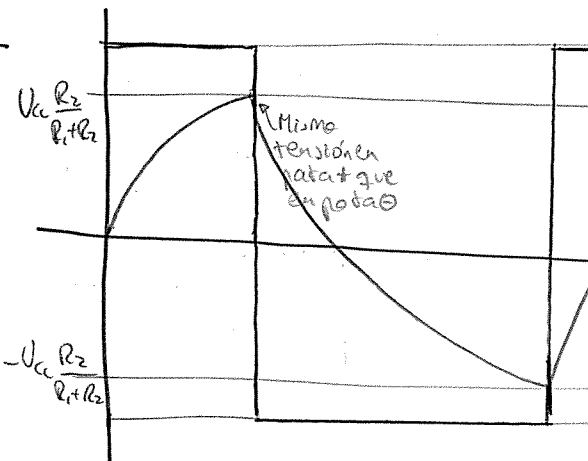


Cuando U_s es en $-U_{cc}$ comparo con $-U_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

● OSCILADOR A ESTABLE



Cuando $U_s = +U_{cc}$ el condensador se carga
 Cuando $U_s = -U_{cc}$ el condensador se descarga



De nuevo $U_A = \pm U_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
 • Si $U_s = +U_{cc} \rightarrow U_{comp} = U_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
 • Si $U_s = -U_{cc} \rightarrow U_{comp} = -U_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, bold, green font. The "99" is significantly larger than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue background that tapers to a point on the right. A thin orange line runs horizontally across the bottom of the blue background, passing behind the "99".

Cartagena99

**CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

- - -

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

