

Elementos básicos de la lógica secuencial

Fundamentos de Computadores

Escuela Politécnica Superior, U.A.M

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

UPM

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 hágalo saber y será retirada.

Escuela
Politécnica
Superior

Índice de la Unidad 3

U3. Elementos básicos de la lógica secuencial.

U3.1. Circuitos secuenciales.

U3.2. Cerrojos. Tipos de cerrojos.

U3.3. Flip-Flops. Tipos de Flip-Flops.

U3.4. Circuitos con Flip-Flops. Cronogramas de temporales.

U3.5. Registros. Registros de desplazamiento.

Cartagena99

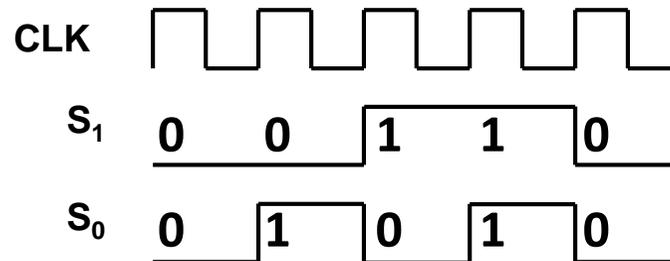
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Circuitos secuenciales

Motivación:

Se quiere construir un circuito que cuente las transiciones que sucedan en una única señal de entrada denominada CLK



Para las funciones S_1 y S_0 , un circuito combinacional no sirve porque para una misma entrada siempre se alcanza una misma salida.

Solución:

Se necesita un nuevo tipo de circuitos en los que las "nuevas" salidas

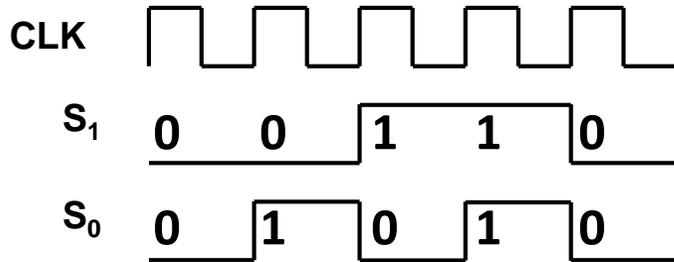
Cartagena99

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

Circuitos secuenciales

COMBINACIONAL



CLK	S ₁	S ₀
0	0	0
1	0	1
0	0	0
1	0	1

SECUENCIAL

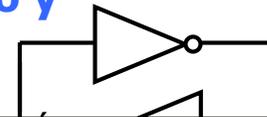
S ₁	S ₀	CLK	S' ₁	S' ₀
0	0	f	0	1
0	1	f	1	0
1	0	f	1	1
1	1	f	0	0

Solución:

Un circuito secuencial se fundamenta en sistemas realimentados (la señal de salida es a su vez una entrada) y estables.

**Elemento lógico
realimentado e
inestable**

**Elemento lógico
realimentado y
estable**



Cartagena99

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

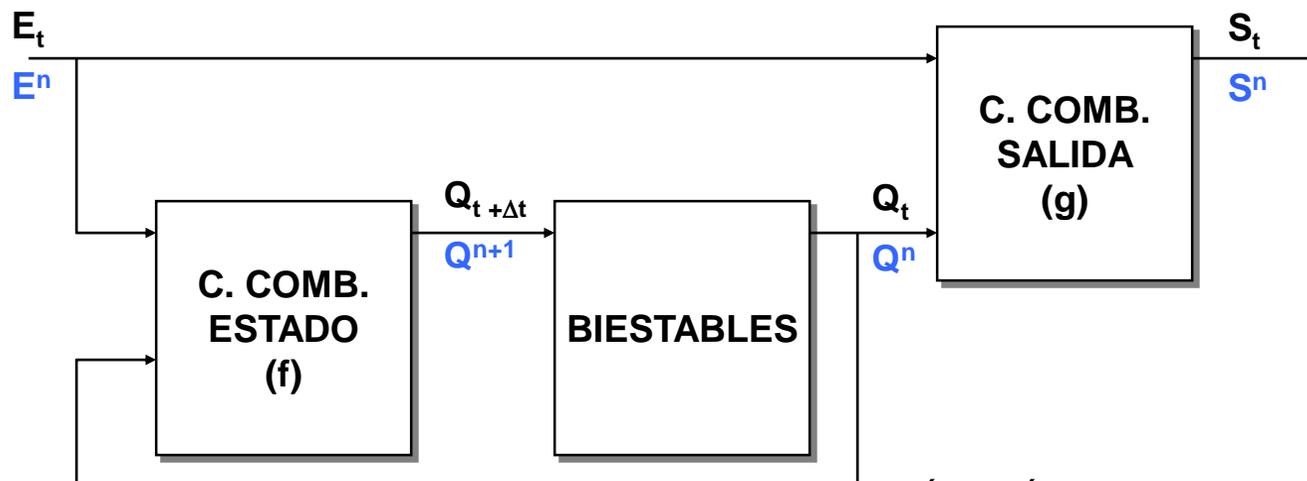
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Circuitos secuenciales

Definición

Circuito secuencial es aquel en el que las salidas dependen de las entradas y de su estado anterior.

- ✓ El valor del estado anterior se almacena en unos elementos con capacidad de memorización.
- ✓ Cada bit de información del estado se guarda en un **biestable**.



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

Ecuaciones de SALIDA

$$S_t = g(E_t, Q_t)$$

Secuenciales asíncronos y síncronos

ASÍNCRONOS

Cambia de estado y de salida frente a un cambio de las entradas adecuado

SÍNCRONOS

Cambia de estado cuando se produce un evento de una señal especial que entra a los biestables y se denomina señal de reloj

Puede haber cambio de estado sin cambio de entradas

Clases

Nivel
(latch)

Alto 

Bajo 

Flanco

Subida 

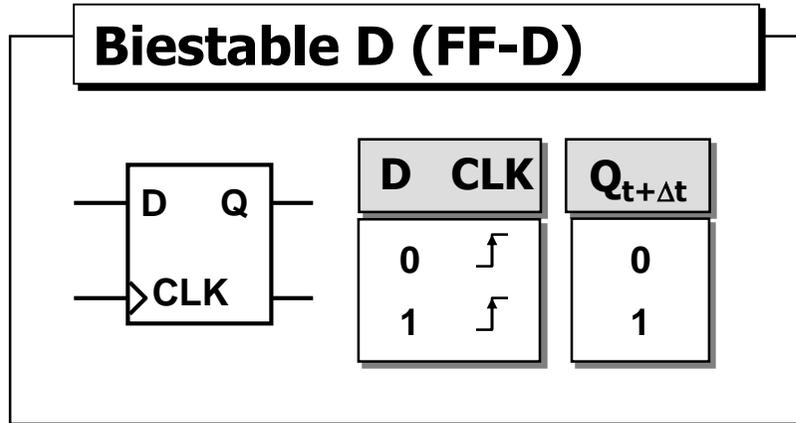
Los más habituales

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

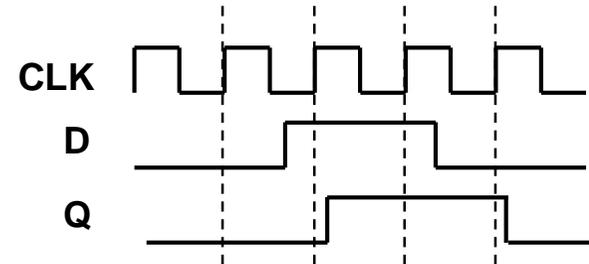
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

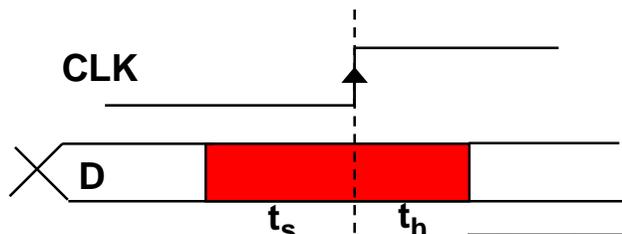
Biestable D (flip flop D)



Cronograma del funcionamiento de un biestable D:



Tiempos de inserción de las señales de dato: t_{setup} , t_{hold} y t_{delay}



Frecuencia máxima operación



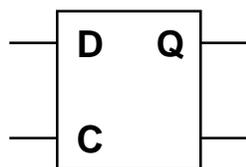
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Otros biestables

Biestable latch D



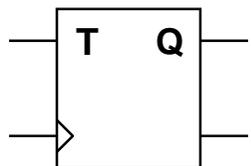
D	C	Q^{n+1}
X	0	Q^n
0	1	0
1	1	1

Cerrado

Modo transparente

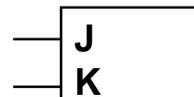
Síncrono por nivel

Biestable FF-T



T	CLK	Q^{n+1}
0	↗	Q^n
1	↗	$/Q^n$

Biestable FF-JK



J	K	CLK	Q^{n+1}
0	0	↗	Q^n
0	1	↗	0

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

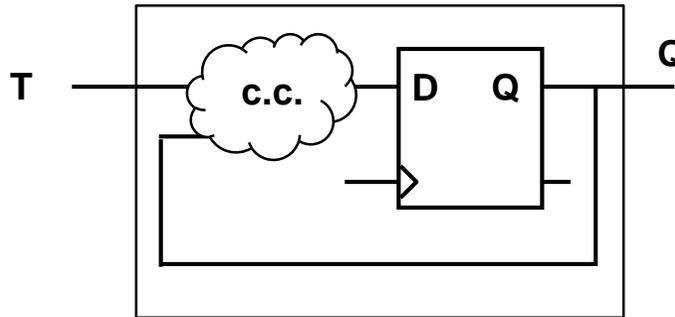
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

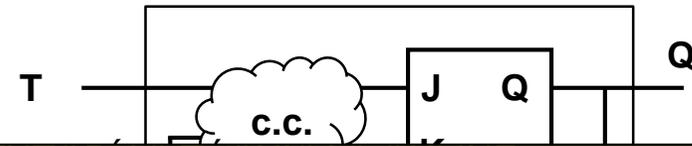
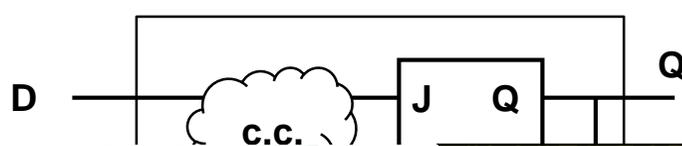
Conversión entre biestables

Ejemplo: A partir de un biestable D, construir un biestable T

T	Q^n	Q^{n+1}	D
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0



Ejemplos: A partir de un biestable JK, construir **a)** un biestable D y **b)** un biestable T

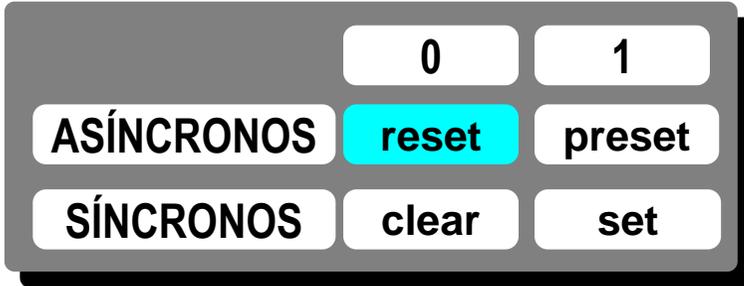


Cartagena99

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

Inicialización en un biestable



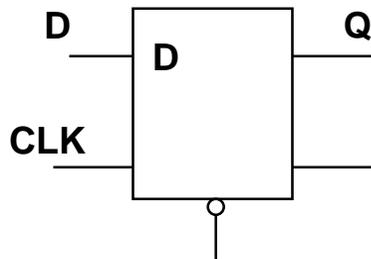
El valor inicial puede ser '0' ó '1'

La inicialización asíncrona es inmediata

La inicialización síncrona espera al primer flanco activo de reloj

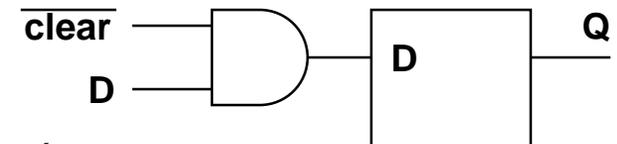
Las señales de inicialización suelen ser activas por nivel bajo

Ejemplo:
Biestable D con reset



La inicialización síncrona se puede considerar como parte de la funcionalidad

Ejemplo:
Biestable D con clear



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

Cartagena99

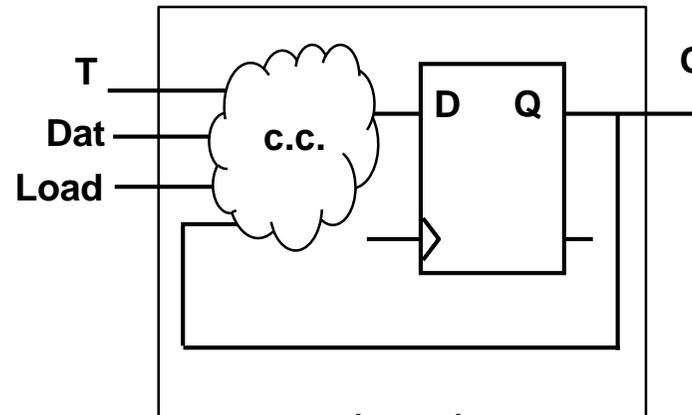
Escuela

Aplicación: Carga de un biestable

En los biestables síncronos, existe la posibilidad de cargar a '0' ó a '1' por medio de una entrada especial denominada entrada de carga "L" (Load). Similar al *enable* en los circuitos combinacionales.

Ejemplo: A partir de un biestable D, construir un biestable T con entrada de carga

L	Dat	T	Q^{n+1}
1	0	X	0
1	1	X	1
0	X	0	Q^n
0	X	1	$/Q^n$



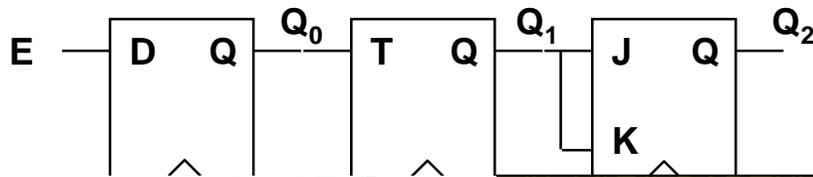
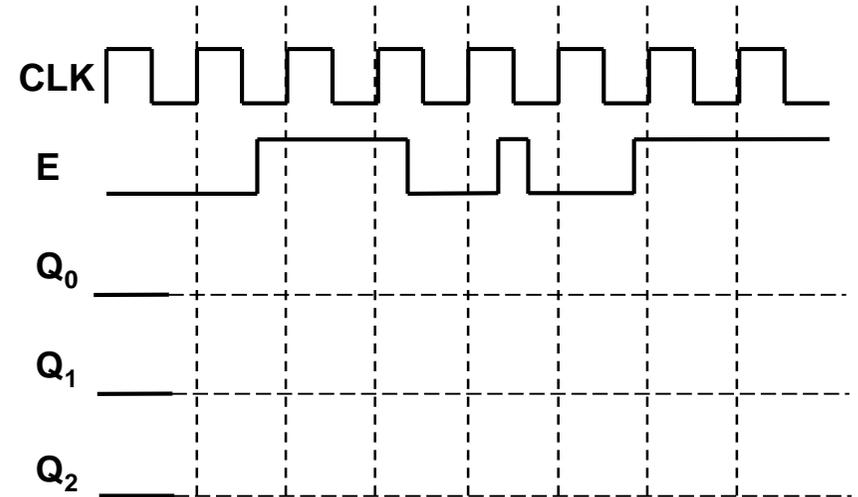
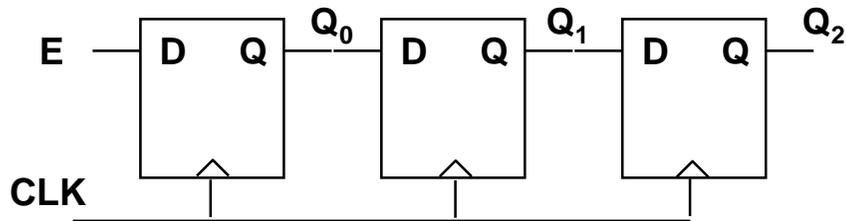
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Cronograma temporal con Flip-Flops

Ejemplo: Completar el cronograma de la figura para cada uno de los dos ejemplos propuestos.



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

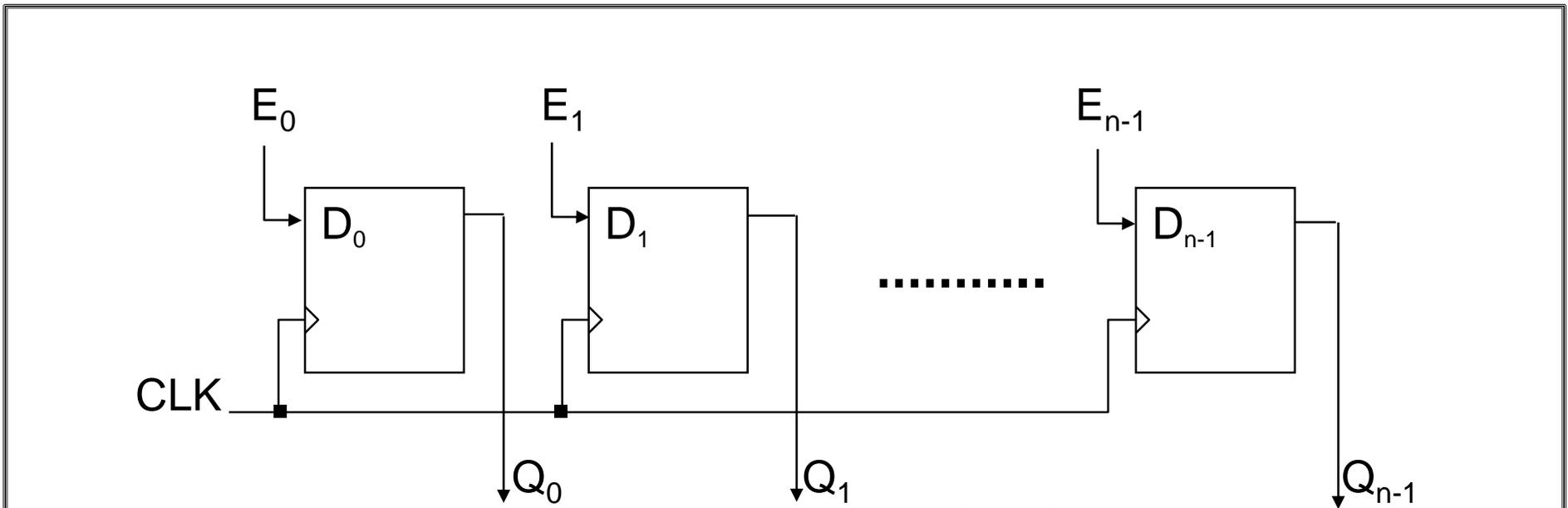
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Registros

Registro:

- ✓ Sistema secuencial formado por un conjunto de biestables del mismo tipo que comparten la misma señal de reloj.



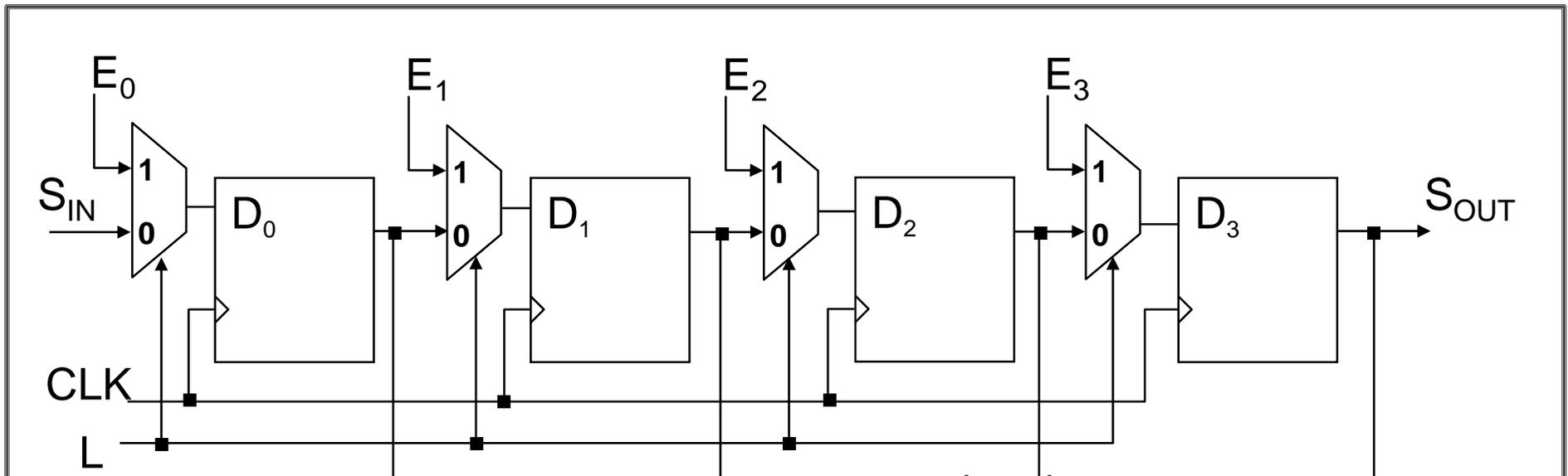
Cartagena99

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

Registros

- ✓ **Registro de desplazamiento:** La salida de un biestable se conecta a la entrada del biestable de orden superior.
- ✓ **Registro con entrada de carga:** Una señal de carga, L (load) permite cargar síncronamente en el registro cualquier valor deseado.



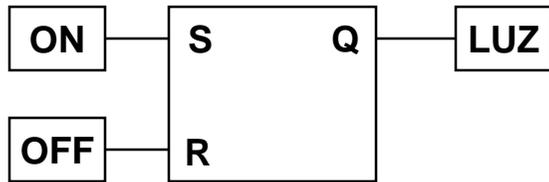
Cartagena99

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

ANEXO

Biastable RS asíncrono



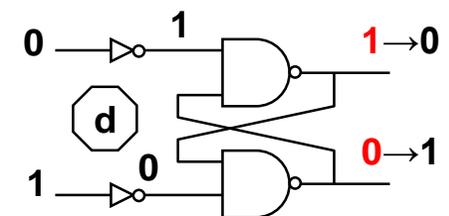
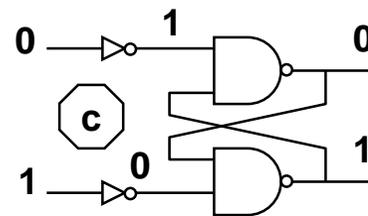
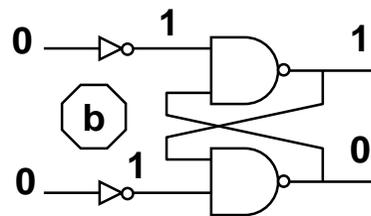
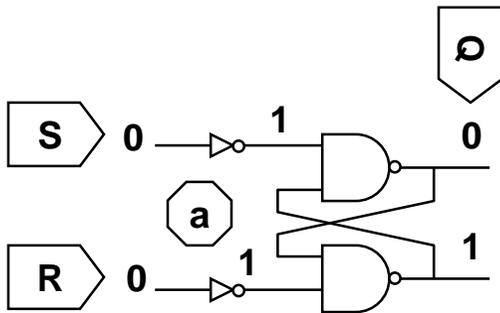
S	R	Q_t	$Q_{t+\Delta t}$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

a, b) Mantener estado

c, d) Apagar (Reset)

e, f) Encender (Set)

g) Inscripción prioritaria



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

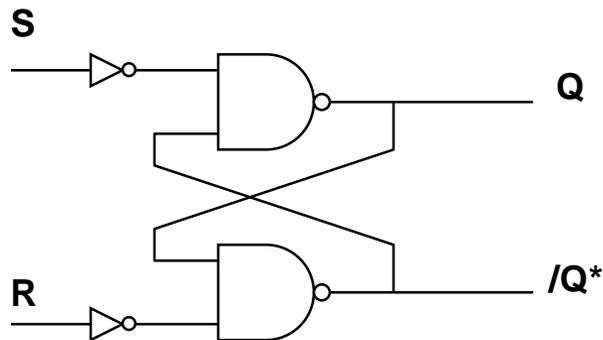
Cartagena99

ANEXO

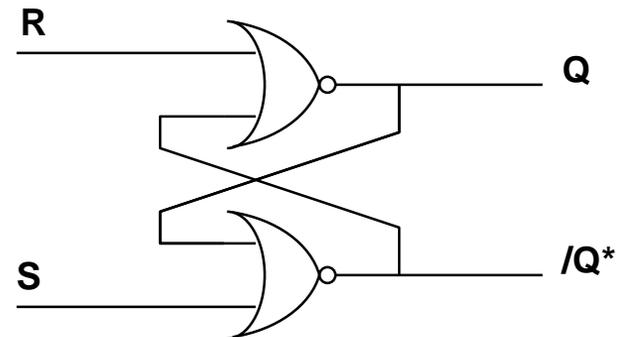
Biastable RS asíncrono

Con $R=S=1$, las salidas no son complementarias y dependen del diseño interno del biastable.

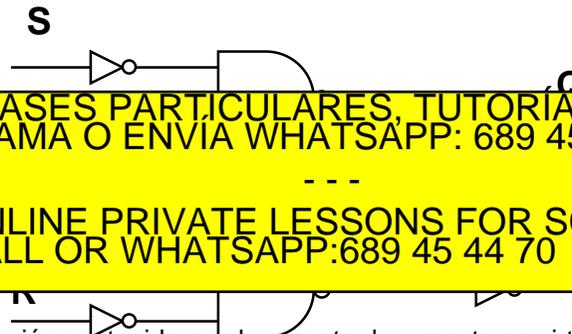
Inscripción prioritaria



Borrado prioritario



¿Cómo hacer que $/Q^*$ sea $/Q$ siempre?



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

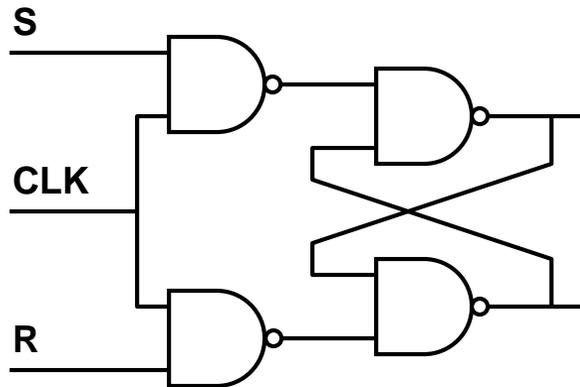
Cartagena99

Escuela

ANEXO

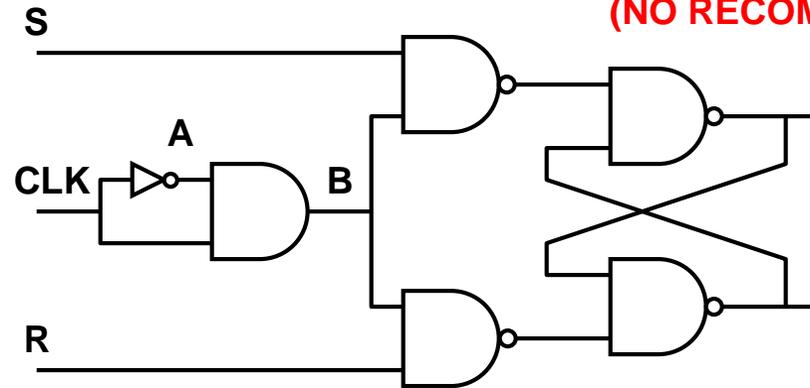
Biestables RS síncronos

Activo por nivel

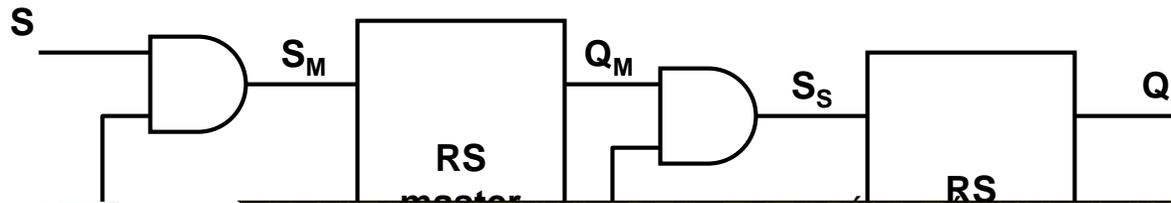


Activo por flanco (edge-triggered)

(NO RECOMENDADO)



Activo por flanco (master-slave)



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

Cartagena99