

# Curso de Sistemas Digitales.

**Instructor:** Dr.Ing. Sergio A. Abreo C.

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Universidad Industrial de Santander

Semana: 6



# Agenda

- 1 Sesión 6
  - Circuitos Secuenciales Asíncronos
  - Circuitos Secuenciales Síncronos
  - Formas de Onda
  - Enable and Reset
- 2 Consulta
- 3 Agradecimientos
- 4 Referencias

# Introducción

## Discusión

- ¿Qué es un circuito secuencial?
- Un circuito cuya salida depende de las entradas y su estado actual.
- Tiene memoria y puede ser
- Asíncrono: Cambia su estado de forma inmediata como resultado de variaciones en las entradas.
- Síncrono: Cambia su estado en instantes de tiempo discretos bajo el control de una señal de reloj.

# Introducción

## Discusión

- ¿Qué es un circuito secuencial?
- Un circuito cuya salida depende de las entradas y su estado actual.
- Tiene memoria y puede ser
- Asíncrono: Cambia su estado de forma inmediata como resultado de variaciones en las entradas.
- Síncrono: Cambia su estado en instantes de tiempo discretos bajo el control de una señal de reloj.

# Introducción

## Discusión

- ¿Qué es un circuito secuencial?
- Un circuito cuya salida depende de las entradas y su estado actual.
- Tiene memoria y puede ser
  - Asíncrono: Cambia su estado de forma inmediata como resultado de variaciones en las entradas.
  - Síncrono: Cambia su estado en instantes de tiempo discretos bajo el control de una señal de reloj.

# Introducción

## Discusión

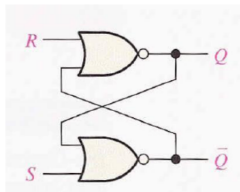
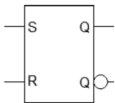
- ¿Qué es un circuito secuencial?
- Un circuito cuya salida depende de las entradas y su estado actual.
- Tiene memoria y puede ser
- Asíncrono: Cambia su estado de forma inmediata como resultado de variaciones en las entradas.
- Síncrono: Cambia su estado en instantes de tiempo discretos bajo el control de una señal de reloj.

# Introducción

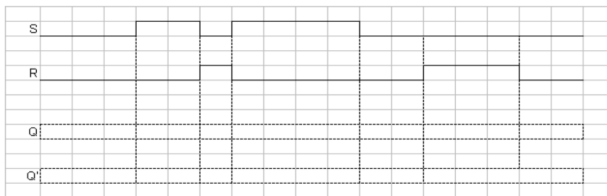
## Discusión

- ¿Qué es un circuito secuencial?
- Un circuito cuya salida depende de las entradas y su estado actual.
- Tiene memoria y puede ser
- Asíncrono: Cambia su estado de forma inmediata como resultado de variaciones en las entradas.
- Síncrono: Cambia su estado en instantes de tiempo discretos bajo el control de una señal de reloj.

## Latch SR

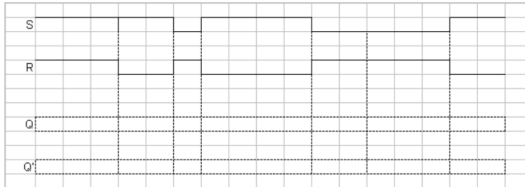


Game 1			
R	S	Q	Q'
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		



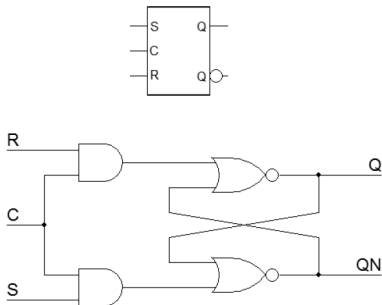


## Latch SR Activo bajo



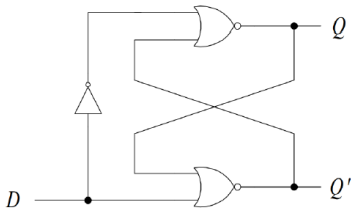
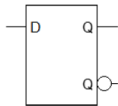
# Circuitos Secuenciales Asíncronos

## Latch SR con Enable



T. Característica				
C	S	R	Q	Q'
0	x	x	NC	NC
1	0	0	NC	NC
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0

## Latch D

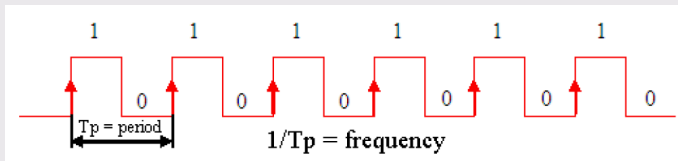


T. Característica		
D	Q	Q'
0	0	1
1	1	0

# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Características

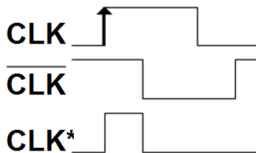
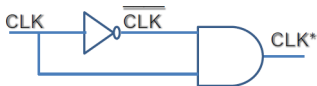
- Los cambios ocurren “al mismo tiempo”.
- Su funcionamiento está dirigido o sincronizado por una señal de reloj.



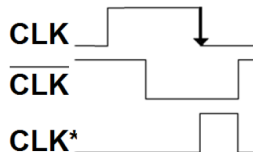
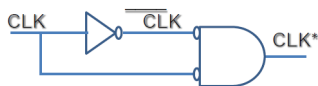
# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Detector de Flanco

Flanco Positivo o de  
Subida ( $0 \rightarrow 1$ )



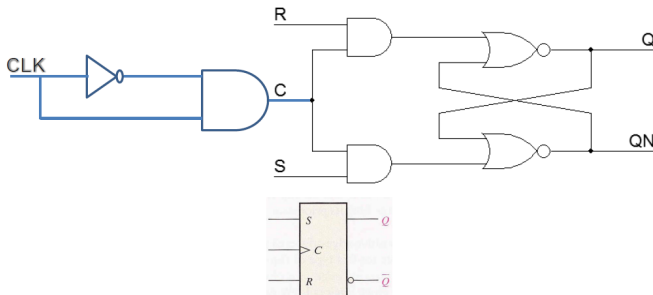
Flanco Negativo o de  
Bajada ( $1 \rightarrow 0$ )



# Circuitos Secuenciales Síncronos

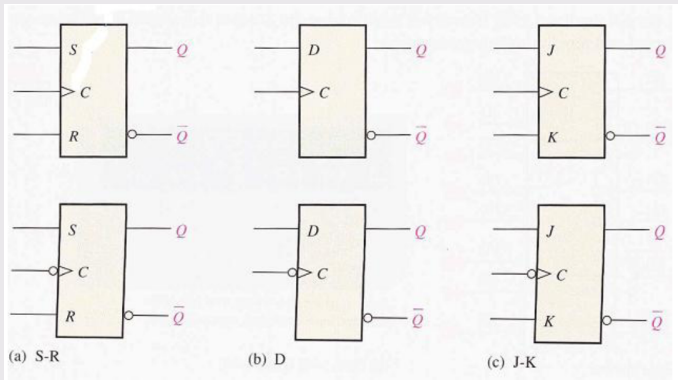
## Flip-Flop

- Un flip – flop es un latche con habilitación y detector de flanco.



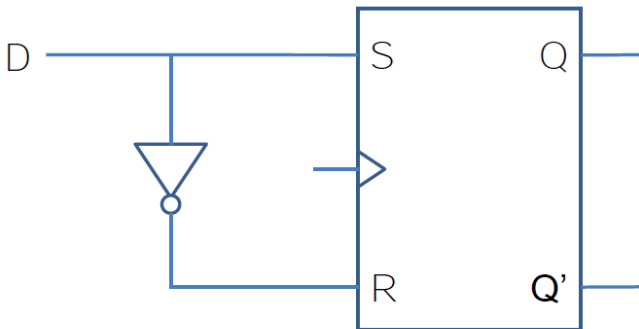
# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Tipos de Flip-Flops



# Circuitos Secuenciales Síncronos

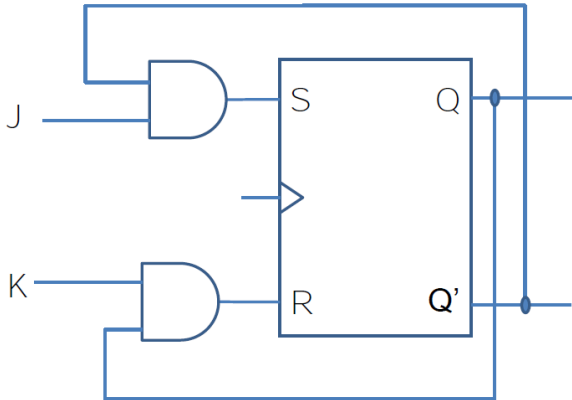
## Flip-Flop D





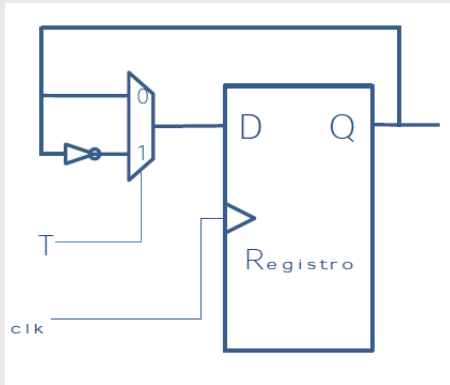
# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Flip-Flop J-K



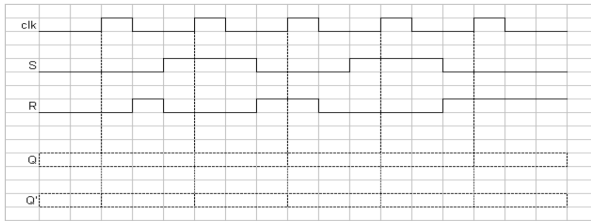
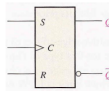
# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Flip-Flop T



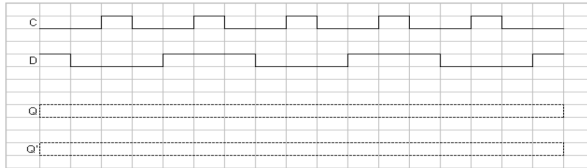
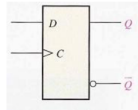
# Circuitos Secuenciales Síncronos

Determine las salidas



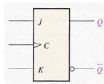
# Circuitos Secuenciales Síncronos

Determine las salidas

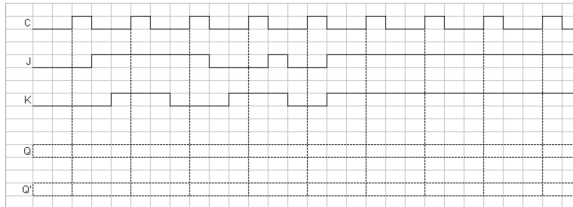


# Circuitos Secuenciales Síncronos

Determine las salidas

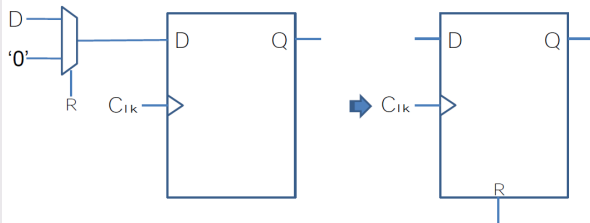


INPUTS			OUTPUTS		COMMENTS
J	K	CLK	Q	$\bar{Q}$	
0	0	$\uparrow$	$Q_0$	$\bar{Q}_0$	No change
0	1	$\uparrow$	0	1	RESET
1	0	$\uparrow$	1	0	SET
1	1	$\uparrow$	$\bar{Q}_0$	$Q_0$	Toggle



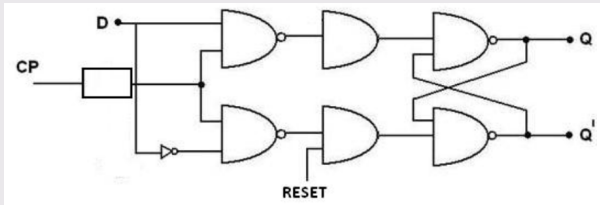
# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Reset Síncrono



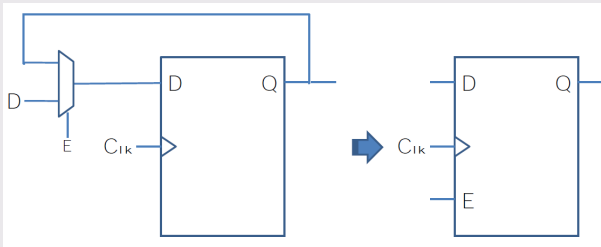
# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Reset Asíncrono



# Circuitos Secuenciales Síncronos

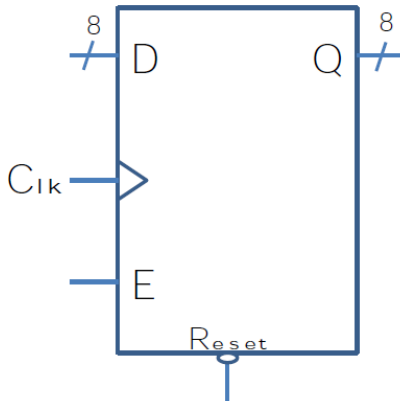
## Enable Síncrono





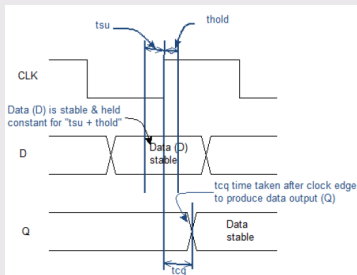
# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Registro: Flip-Flop de varios bits



# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Tiempos Importantes



– Retardos de propagación

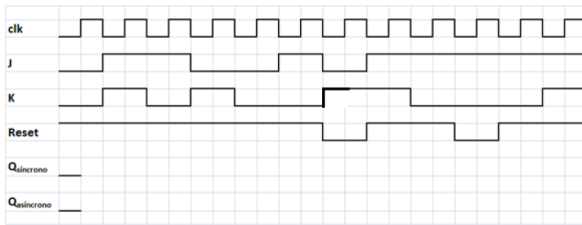
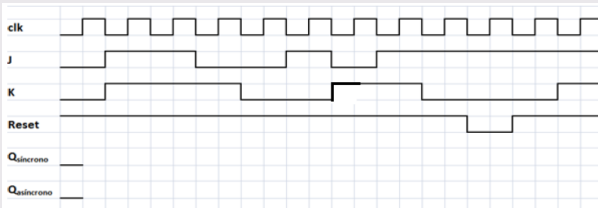
– Tiempos de establecimiento:

–Tiempo de establecimiento, setup time,  $t_s$

–Tiempo de mantenimiento, hold time,  $t_h$

# Circuitos Secuenciales Síncronos

## Formas de Onda



# ¿Donde Puedo Aprender Más?

## Textos de Referencia.

- [Tocci and Widmer, 2003].
- [Harris and Harris, 2010].

# Agradecimientos

## Grupo CPS: Línea Sistemas Digitales.

La información presentada en estas diapositivas intenta recopilar los elementos pedagógicos desarrollados por los profesores Carlos Fajardo y Carlos Angulo en sus cursos de Sistemas Digitales I durante los últimos años de trabajo en esta línea.

# Referencias I



Harris, D. and Harris, S. (2010).  
*Digital design and computer architecture*.  
Morgan Kaufmann.



Tocci, R. J. and Widmer, N. S. (2003).  
*Sistemas digitales: principios y aplicaciones*.  
Pearson Educación.