

PRÁCTICA 2: SISTEMAS SECUENCIALES

OBJETIVOS

- ✓ Iniciar y familiarizar al alumno con el manejo de sistemas secuenciales sencillos y su diseño, partiendo del análisis de los distintos biestables y concluyendo con el diseño e implementación de contadores, registros de desplazamiento y otros sistemas secuenciales sencillos.
 - Analizando el funcionamiento: determinando las características y limitaciones, de los biestables (ya sean construidos con puertas lógicas o de C.I.) más representativos.
 - Implementando sistemas secuenciales, conectando C.I. digitales de la forma más ordenada posible y comprobando su correcto funcionamiento práctico.
 - Depurando errores funcionales en los circuitos utilizando la instrumentación disponible en el laboratorio.
 - Diseñando contadores y registros de desplazamiento en base a C.I. comerciales fabricados en MSI.
 - Diseñando y/o buscando la solución más idónea, mediante pequeños sistemas secuenciales, para dar respuesta a las cuestiones propuestas.

CONCEPTOS PREVIOS

El alumno debe conocer los conceptos estudiados en la parte teórica de la asignatura sobre biestables, contadores síncronos y asíncronos, registros de desplazamiento, C.I. LM555 y su funcionamiento como astable, así como la realización de los cálculos que son pertinentes para ajustar la salida a una frecuencia y un ciclo de trabajo determinado, etc. además de la instrumentación necesaria, los principios básicos para el montaje de circuitos en una placa de inserción y la utilización de las hojas de datos necesarias.

RECURSOS

INSTRUMENTACIÓN

- Fuente de alimentación.
- Multímetro digital.

MATERIAL NECESARIO

- Común a todas las prácticas:
 - Placa de inserción.
 - Alicates de punta plana.
 - Pelacables o tijeras de electricista.
 - Destornillador pequeño.
 - Carrete de hilo rígido del grosor adecuado para la placa de inserción.
- En esta práctica:
 - C.I. 555 (Temporizador)
 - C.I. 74LS00, 4 puertas NAND de 2 entradas.
 - C.I. 74LS02, 4 puertas NOR de 2 entradas.
 - C.I. 74LS08, 4 puertas AND de 2 entradas.
 - C.I. 74LS27, 3 puertas NOR de 3 entradas.
 - 2 C.I. 74LS112, 2 flip-flop JK.
 - 2 C.I. 74LS90, contador de décadas.
 - 2 C.I. 74LS74, 2 flip-flop D.
 - C.I. 74LS164, registro de desplazamiento.
 - 2 C.I. 74LS47, decodificador BCD 7 segmentos.
 - Displays de ánodo común.
 - Diodos led.
 - Microinterruptores de 8 Microswitch.
 - 4 Pulsadores para la placa de inserción.
 - Resistencias de distintos valores según diseños.
 - Condensador electrolítico 2,2 microfaradios.
- Siempre presente
 - Hojas de características: buscar en www.datasheetcatalog.com

DESARROLLO

Parte 1: Trabajando con biestables.

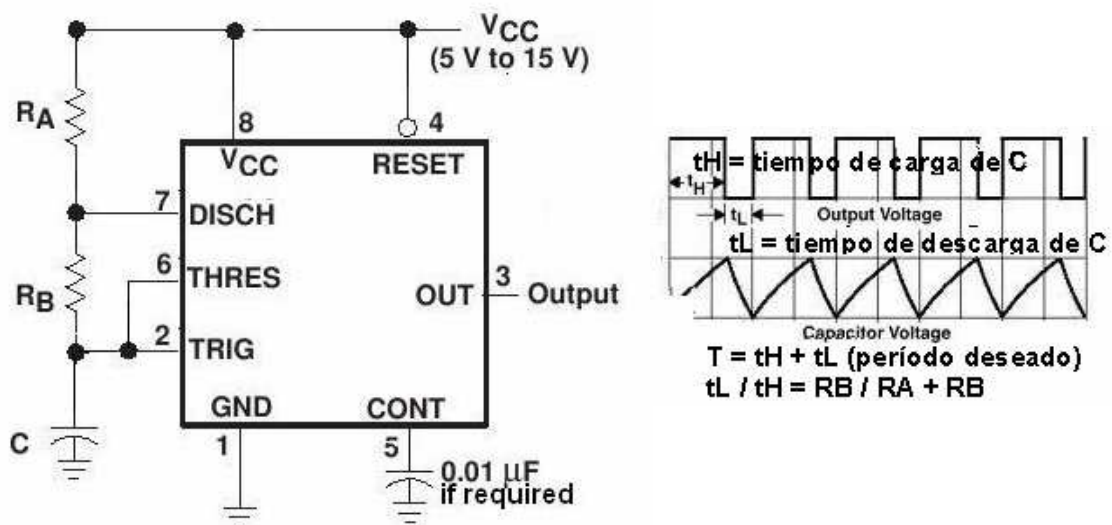
1) Para trabajar con circuitos secuenciales, vamos a necesitar suministrarles una señal de reloj de una determinada frecuencia. Como primer paso de esta práctica vamos a construir un circuito que genere una señal de frecuencia 1 Hz. que después utilizaremos como reloj del resto de circuitos que se implementen, si así es necesario. Realizaremos este reloj mediante el CI LM555 funcionando como astable.

Para realizar el montaje, tienes que apoyarte en las hojas de características del CI LM555, en su configuración como astable, con los valores para el condensador y las resistencias que proporcionen una salida de frecuencia 1 Hz. Para ello utiliza la documentación del LM555 en configuración de operación ASTABLE (hoja de características del 555 y Floyd p. 448).

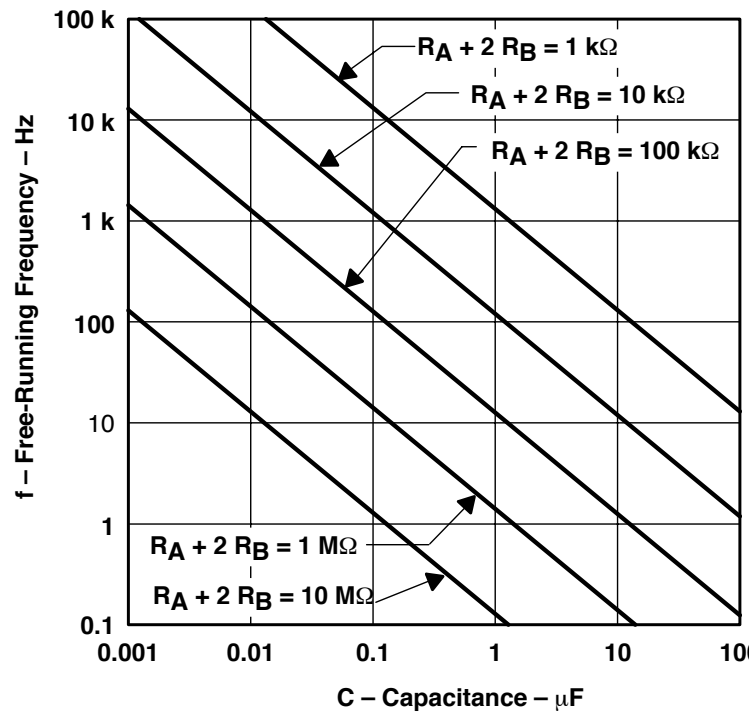
Dispones de las características en

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/nationalsemiconductor/DS007851.PDF>

El esquema del LM 555 con función de astable es el mostrado en la siguiente figura. Fijando un valor de $2,2 \mu F$ para C y un ratio $t_L/t_H = 4/5$, determina en base a la gráfica mostrada los valores necesarios de RA y RB



FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES LABORATORIO



Dibuja el circuito resultante con especial atención en señalar los valores obtenidos. Implementa dicho circuito, comprueba que funciona adecuadamente y preserva el montaje para posteriores usos.

FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES LABORATORIO

2) En este primer punto vamos a analizar un biestable R-S construido con puertas NOR, fijándonos en su condición de indeterminación.

Un biestable RS cumple la tabla de próximo estado, mostrada en la figura 1.

R	S	Q^t	$Q^{t+\Delta t}$
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	X
1	1	1	X

Figura 1: Tabla de próximo estado de un biestable RS.

La ecuación de próximo estado obtenida después de simplificar la misma es:
 $Q^{t+\Delta t} = S + \bar{R}Q^t$. La figura 2 muestra este biestable construido con puertas NOR.

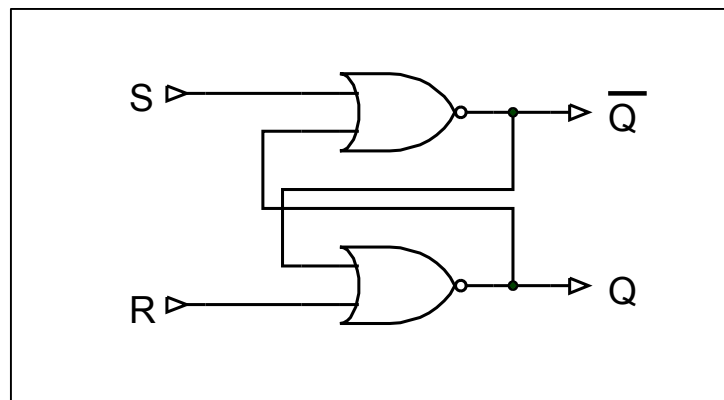


Figura 2: Biestable RS con puertas NOR.

FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES LABORATORIO

Implementa el circuito de la figura 2 y comprueba la tabla de próximo estado de la figura 3, para lo cuál se usarán dos microswitch, o dos pulsadores, y dos diodos led cualesquiera. Es importante tener en cuenta que la salida actual del biestable forma parte de la ecuación de salida para el próximo estado.

R	S	Q^t	$Q^{t+\Delta t}$
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Figura 3: Tabla.

FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES LABORATORIO

3) En los puntos anteriores se expuso la tabla y la ecuación de próximo estado para el biestable RS, ésta ha de ser válida, se implemente el biestable con un tipo de puerta o con otro y por lo tanto válida para el biestable representado en la figura 4. La figura 4 muestra al biestable con una entrada más, la entrada de reloj, esta entrada hace que R y S actúen sobre la salida del biestable solamente en el semiperiodo positivo de dicho reloj.

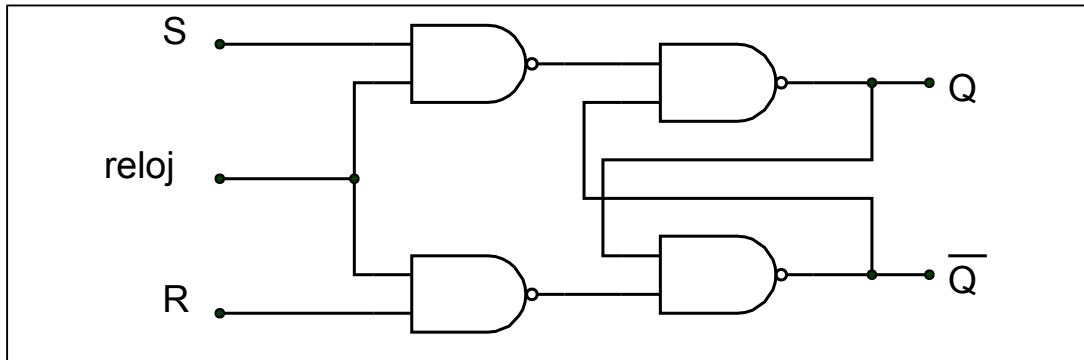


Figura 4: Biestable RS implementado con puertas NAND.

Implementa el circuito de la figura 4. Rellena la tabla mostrada en la siguiente figura.

RELOJ	R	S	Q^t	$Q^{t+\Delta t}$
0	X	X	0	
0	X	X	1	
RELOJ	R	S	Q^t	$Q^{t+\Delta t}$
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES

LABORATORIO

4) En este punto vamos a trabajar con biestables de CI, concretamente con el CI 74LS112. El CI 74LS112 tiene 2 biestables JK, comprueba de manera práctica, la tabla de transición de dicho biestable y anota los resultados obtenidos.

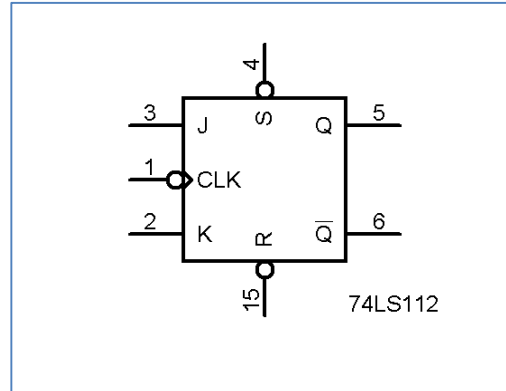


Figura 5: Biestable JK 74LS112.

J	K	Q ^t	ck	Q ^{t+Δt}
0	0	0	↓	
0	0	1	↓	
0	1	0	↓	
0	1	1	↓	
1	0	0	↓	
1	0	1	↓	
1	1	0	↓	
1	1	1	↓	

Biestado T realizado con biestado JK

La tabla del próximo estado de un JK para la condición de entrada $J=K=1$ (punto 3) indica que el biestado se comporta como un T. Teniendo esto en cuenta construir un T sobre la base de este biestado JK se lograría mediante las conexiones que indica la figura 6. Comprueba la veracidad de esta afirmación implementando el circuito de la figura 6 y completando la tabla siguiente.

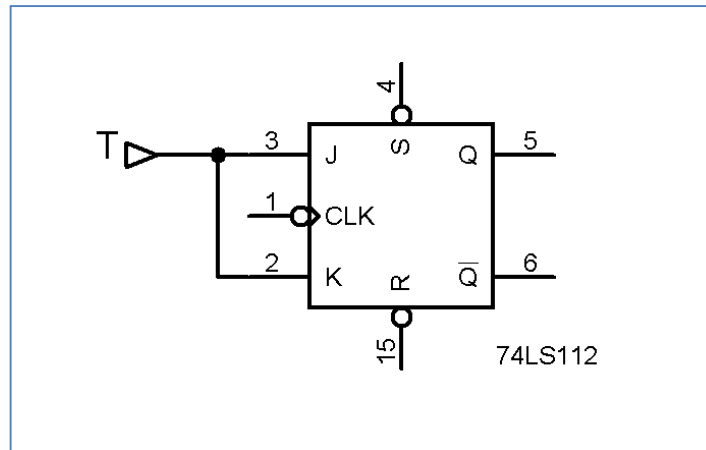


Figura 6: Biestado T realizado con biestado JK.

T	Q^t	ck	$Q^{t+\Delta t}$
0	0	↓	
0	1	↓	
1	0	↓	
1	1	↓	

Biestado D realizado con biestado JK

La tabla del próximo estado de un JK para las condiciones de entrada $J = \bar{K}$ indica que el biestado se comporta como un D, teniendo esto en cuenta construir un D sobre la base de este biestado JK, se lograría mediante las conexiones que indica la figura 7. Comprueba de nuevo dicha afirmación completando la tabla.

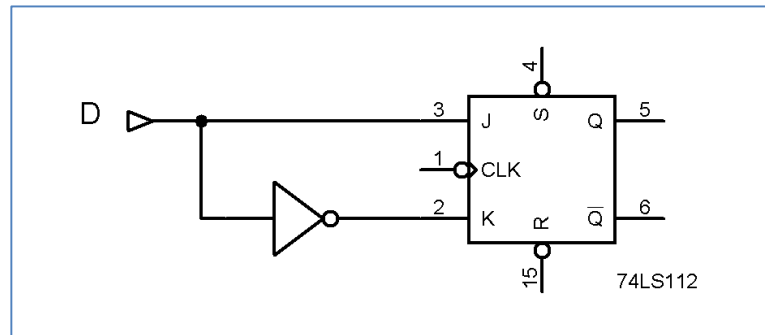


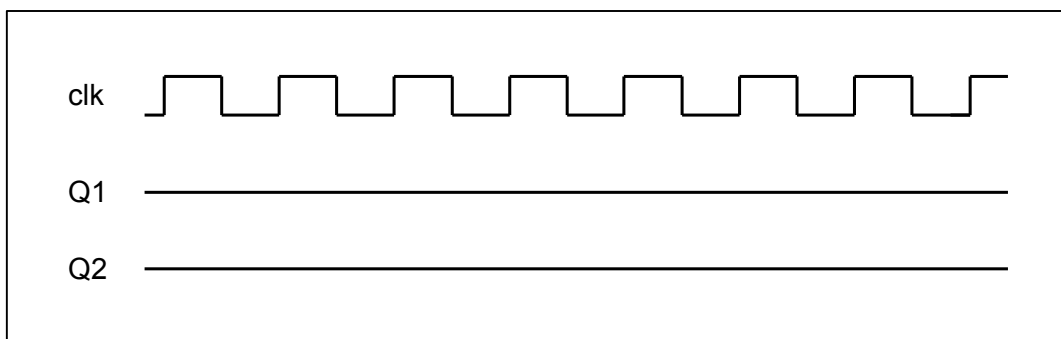
Figura 7: Biestado D realizado con biestado JK.

D	Q^t	ck	$Q^{t+\Delta t}$
0	0	↓	
0	1	↓	
1	0	↓	
1	1	↓	

Divisor de frecuencia por 4

5) El último paso del diseño consiste en unir dos biestables T. Si pensamos que la señal que se obtiene a la salida Q de un biestable T tiene una frecuencia de $1/2$ de f_{clock} y unimos este punto con la entrada de reloj del otro biestable T, a su salida tendremos $f_{clock} / 4$ con lo que el diseño estará completo.

Dibuja en el espacio reservado a tal efecto sobre estas líneas el circuito final resultante de la unión de ambos biestables. Implementa el circuito, conecta la base de tiempos realizada con el LM555 a la entrada de reloj del diseño y las salidas Q de los biestables a dos diodos led, observa su correcto funcionamiento. Completa, recordando dónde conmuta un biestable JK, el siguiente dibujo.



Parte 2: Trabajando con contadores y registros

1) Diseña e implementa con biestables JK un contador síncrono ascendente de módulo 8, visualiza las salidas sobre diodos led y utiliza como reloj la señal de salida obtenida con la base de tiempos construida en la parte 1 de esta práctica. Observa la combinación de encendido y apagado de los diodos y comprueba su correcto funcionamiento.

2) Diseña e implementa con biestables JK un contador asíncrono ascendente que siga la secuencia de estados: 011, 100, 101, 110, 111. Visualiza las salidas sobre diodos led y utiliza como reloj la señal de salida obtenida con la base de tiempos construida en la parte 1 de esta práctica. Observa la combinación de encendido y apagado de los diodos y comprueba su correcto funcionamiento.

FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES LABORATORIO

3) Vamos en este punto a analizar un circuito comercial, CI 74LS90, como contador de décadas. En el circuito que se propone se han conectado 2 CI 74LS90, como contadores de décadas (módulo 10), en cascada para formar un contador módulo 100. La siguiente figura muestra esta conexión.

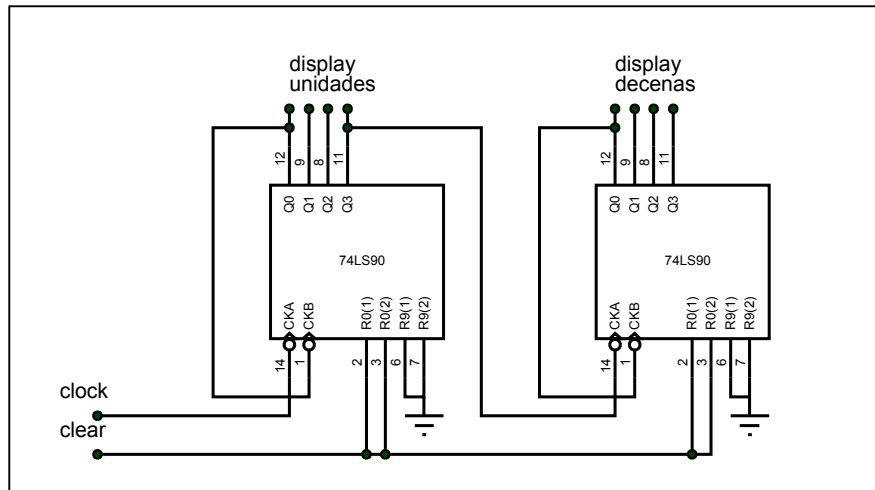


Figura 8: Contador módulo 100 en base al CI 74LS90

Implementa dicho circuito, visualizando las salidas sobre sendos displays, (ten en cuenta el peso de los bits) y utilizando como reloj nuevamente la base de tiempos construida en puntos anteriores de esta práctica. Observa su correcto funcionamiento.

FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES LABORATORIO

4) En este apartado y siguientes se analizarán circuitos registro de desplazamiento y algunas de sus múltiples aplicaciones. El circuito de la figura 9 es un registro de desplazamiento con entrada serie (sw1) y salida paralelo (S0, S1, S2 y S3).

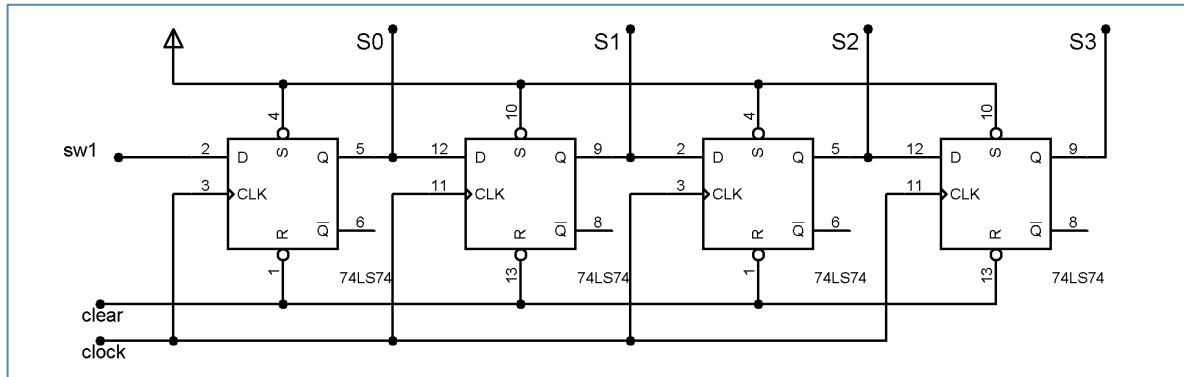


Figura 9: Registro de desplazamiento.

Implementa el circuito y comprueba su correcto funcionamiento.

FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES LABORATORIO

5) Conecta 4 biestables como muestra la figura 10, por medio de las entradas asíncronas R y S sitúa el primero de la cadena a "1" lógico y el resto a "0", y suministrando al conjunto sucesivos pulsos de reloj completa el cronograma facilitado a continuación.

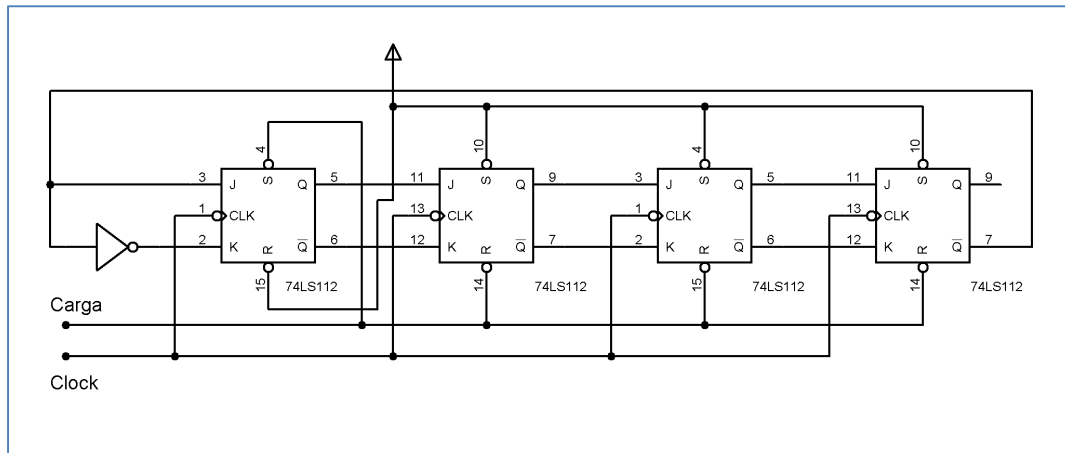
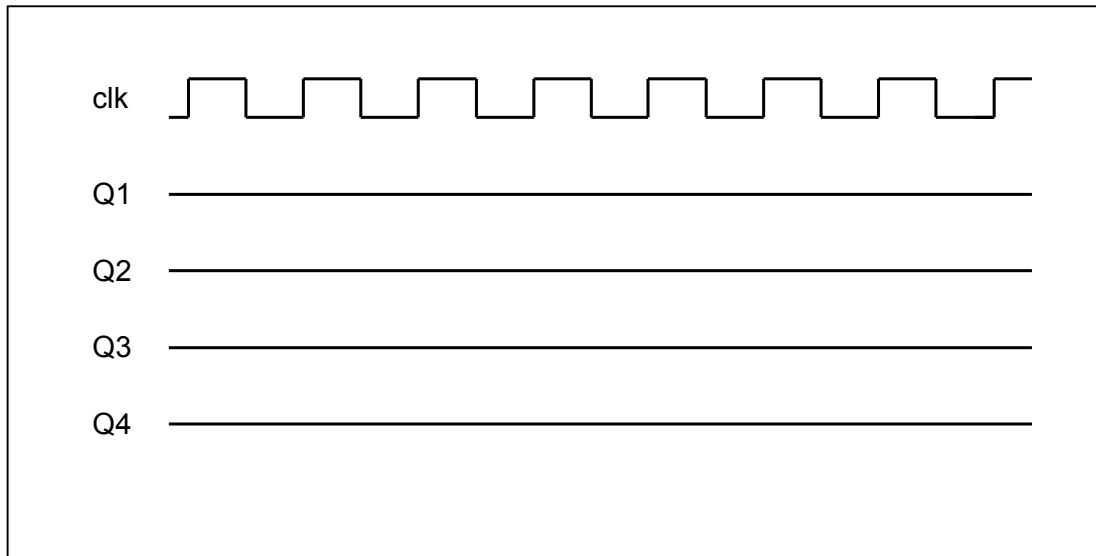


Figura 10: Circuitos construido mediante biestables comerciales.



FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES LABORATORIO

6) Vamos en este punto a analizar un circuito comercial, CI 74LS164. En el circuito conecta interruptores y diodos como se indica en la figura siguiente.

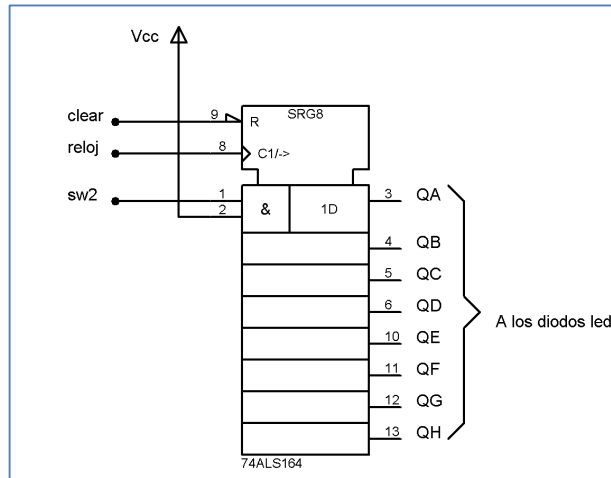


Figura 11: Registro de desplazamiento comercial.

Desde el análisis del funcionamiento, completa el siguiente cronograma.

