

Trabajo práctico Arquitectura de Computadoras

Año 2016

Comisión B

Grupo número 29

Integrantes:

- Gill Desia, Christian Gabriel**
- Rios, Leandro**
- Zonta, Esteban**

Descripción

Diseñar un sistema secuencial que permita automatizar la interacción entre un semáforo de vehículos y un semáforo de peatones. El sistema deberá lograr que el funcionamiento de los ambos semáforos sea el siguiente:

- A. Cuando se active el botón de inicialización del sistema todas las luces de ambos semáforos deberán encender y así se mantendrán mientras el botón se encuentre pulsado.
- B. Seguido a la etapa de inicialización el semáforo de vehículos se pondrá en verde y en rojo el semáforo de peatones.
- C. Cuando algún peatón pulse el botón solicitando paso para cruzar la calle, se esperarán 15 segundos para poner el semáforo de vehículos en amarillo y así se mantendrá durante 5 segundos y luego pasará a rojo. Por cuestión de seguridad recién pasados 5 segundos de que el semáforo de vehículos está en rojo, el semáforo de peatones se pondrá en verde.
- D. El semáforo de peatones se mantendrá en verde 10 segundos, finalizados estos 10 segundos la luz parpadeará en verde 10 segundos más y pasará a rojo acción que pondrá en verde el semáforo de vehículos. Apenas se pone en verde en un visor se mostrará cuántos segundos restan para el estado verde.
- E. Y así una nueva pulsación del botón solicitando paso para cruzar la calle repetirá el ciclo explicitado. Considerar que si dicha pulsación ocurre cuando el semáforo de vehículos no está en verde será ignorada.

Referencia

- SP: Semáforo Peatones.
- SA: Semáforo Autos (Vehículos).
- Ctrl: controlador. Circuito encargado de una funcionalidad particular.
- D: dígito/s perteneciente/s al visor numérico.

Resolución

Para la resolución del problema planteado lo fuimos abordando en distintas instancias. Primero mirando al circuito como un todo se decidió separarlo en circuitos menores que puedan encargarse de las diferentes partes del sistema. Se pensó entonces tener:

- Ctrl SA.
- Ctrl SP.
- Ctrl Ds.
- "Filtro": encargado de aceptar interacciones del botón de peatones sólo cuando el circuito esté en espera (semáforo peatones en verde)

Esta posible solución requería tener contadores en cada uno de los controladores. Se llegó a la conclusión que era más sencillo trabajar con un contador que se encargue de todos los controladores.

En este punto analizamos que el sistema tendría tres estados:

- **Espera:** SP en verde y SA en rojo. El sistema se encuentra estático.
- **En Proceso:** el sistema se encuentra en proceso debido a que un peatón presionó el botón. Posee diferentes sub estados, que van cambiando automáticamente en función al tiempo y el estado del contador.
- **Reset:** el sistema está en "cero" o estado inicial, mientras se mantenga presionado el botón de inicialización (reset).

Los cambios de estados serían los siguientes:

- **Paso a Reset:** se da en cualquier momento, cuando el botón reset es presionado.
- **Paso a Espera:** luego de presionar el botón de reset, o bien al finalizar el proceso.
- **Paso a Proceso:** al presionar el botón de peatones, y sólo cuando el sistema está en espera.

Debido a que la duración del proceso es de 45 segundos (ciclos), se pensó utilizar un contador de 6 bits. Esto permitiría representar todos los sub estados del proceso ciclo a ciclo.

La desventaja de utilizar un contador de 6 bits sería sólo la complejidad de las fórmulas que representarían los diferentes estados.

Viendo que todos los cambios de estados del proceso se dan cada 5 segundos, decidimos utilizar un contador de 4 bits. Esto resultó en que los sub procesos estén en función de ciclos de 5 segundos.

El contador se desarrolló utilizando biestables JK en modo asincrónico. Utilizando la salida negada Q' para avanzar el reloj y la salida normal Q para el contador.

Se pasaron entonces los estados necesarios de cada uno de los LEDs de ambos semáforos a la siguiente tabla:

Cada incremento del contador corresponde a ciclos de 5 segundos.

| Contador | | | | S. Auto | | | S. Peaton | | Tiempo |
|----------|---|---|---|---------|----------|------|-----------|------|--------|
| A | B | C | D | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Rojo | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | - | - | - | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 5 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | - | - | - | 1 | 10 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | 1 | 15 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | - | - | 1 | - | 1 | 20 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | - | - | 1 | 1 | - | 25 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | - | - | 1 | 1 | - | 30 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | - | - | 1 | 1 | - | 35 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | - | - | 1 | 1 | - | 40 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 45 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | - | - | - | 1 | |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - | - | 1 | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | - | - | 1 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | |

De la tabla se obtuvieron las siguientes fórmulas, que corresponden a los estados de cada uno de los LEDs de los semáforos:

Verde Auto

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 1 | - | 1 |
| 01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 0 | x | x | x |

$$VA = A'B'C' + A'B'D'$$

Amarillo Auto

No se muestra tabla por la simpleza de la fórmula.

$$AA = A'B'CD$$

Rojo Auto

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | x | x | x |

$$RA = A + B$$

Rojo Peaton

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 | 1 | - | - | - |
| 11 | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - |

$$RP = A' B' + A' C' D'$$

Verde Peaton = (Rojo Peaton)'

Se considera el Verde de SP como toda la duración de este en verde, resultó más simple entonces negar la ecuación del LED rojo.

Verde Peatón intermitente

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | x | x | x |

$$VPP = A B' C' D' + A' B C D$$

Para lograr el intermitente del SP verde combinó el verde estable con el verde intermitente y un biestable JK utilizando un reloj independiente de ciclos de 1 segundo.

Reset de circuito a espera

$$Rcae = AB'C'D$$

Esto se da cuando el proceso fue completado, llegando al segundo 45. Lo que lleva a pasar al estado Espera. Esto se logró enviando una señal de reset a los biestables.

Además de los circuitos de los semáforos se agregó un circuito de control para restringir el botón de peatones, permitiendo que solamente se inicialice el estado de procesos de semáforos cuando se está en estado de espera.

Esto se logró utilizando un biestable D a modo de memoria. Enviando una señal positiva de reset al contador siempre que se esté en los modos espera o reset y una señal negativa durante el modo de proceso. Lo que evita que el peatón pueda reinicializar el proceso a mitad de su desarrollo.

Los dígitos del visor se trabajaron independientes, estando el dígito de la decena en función directa del contador principal del sistema.

D1: S6 y S0

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | x | x | x |

$$D1S6S0 = A + A'BD + A'BC = A + A'B(D + C)$$

D1: S5-S4-S2-S1

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | x | x | x |

$$D1S5S4S2S1 = A + BCD$$

Para el dígito de la unidad se utilizó un contador (contador D) en función del reloj secundario (utilizado también para el intermitente del SP).

Las funciones de cada uno de los pines del del LED de 7 segmentos fueron basadas en la siguiente tabla:

| A | B | C | D | S6 | S5 | S4 | S3 | S2 | S1 | S0 |
|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | 1 | 1 | - | - | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | - |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 0 | 0 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 0 | 1 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 1 | 0 | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x |

Con las correspondientes ecuaciones de cada salida

S6

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 | - | - | 1 | 1 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | 1 | x | x |

$$S6 = B' + C$$

S5

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 | 1 | 1 | 1 | - |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | - | x | x |

$$S5 = BC' + C'D' + CD + A'B'$$

S4

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 | 1 | 1 | - | 1 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | - | - | x | x |

$$S4 = A'B' + BC' + CD'$$

S3

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | - | 1 | - | 1 |
| 01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | - | x | x |

$$S3 = B + AD' + CD' + A'C'D$$

S2

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | - | - | 1 |
| 01 | 1 | - | - | - |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | - | x | x |

$$S2 = C'D' + B'CD'$$

S1

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 1 | - | 1 |
| 01 | 1 | 1 | 1 | - |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | 1 | - | x | x |

$$S1 = C'D' + A'C' + BD + B'CD'$$

S0

| AB / CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | x | x | x | x |
| 10 | - | 1 | x | x |

$$S0 = A' + D$$

Reset de ciclo visor D2

El segundo dígito fue pensado con dos ciclos de 10 segundos (de 0 a 9). Para reinicializarlo se utilizó la salida del contador D:

$$\text{ResetD2} = AB'C'D$$

Conclusión

Como conclusión del trabajo, conseguimos un circuito de un semáforo totalmente automatizado para una calle de una sola mano, teniendo acceso a controlarlo cualquier peatón desde un botón que tendrá a su alcance, en el momento que se disponga a cruzar.

En este informe detallamos, por medio de tablas y fórmulas, el funcionamiento del sistema diseñado, para que, junto con el propuesto para visualizarlo, lograr una mejor comprensión del trabajo propuesto.

Mediante un sólo contador que nos brinde un fácil control de la lógica, y dos clocks (con distinta frecuencia) que nos proporcione el seguimiento del tiempo, logramos que el semáforo lleve a cabo lo pautado por la consigna, cambiando su estado, una vez presionado el botón, y comenzando así la interacción entre ambos semáforos. Además, cuenta con dos visores que brindan al peatón conocimiento del tiempo que dispone para cruzar, esto lo manipulamos desde el mismo circuito por un contador adicional, finalizando una vez pasado los 20 segundos y reiniciando el sistema para ser utilizado nuevamente cuando se necesite.