


<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA IE-0323 - Circuitos Digitales II</p>		
<p style="text-align: center;">PREPARADO POR: Ruiz Sánchez Junior Alfonso - B97026</p>	<p>Tarea 01 Profesor: Enrique Coen Alfaro</p>	<p>Fecha de entrega: 13-04-2024.</p>

1. Instrucciones del controlador

- a. A la entrada del estacionamiento hay un sensor que se activa para detectar la llegada de un vehículo.
- b. Una vez que se activa el sensor del inciso “a”, se le solicita a quien conduce el vehículo una clave binaria de 8 bits.
- c. Si la clave proporcionada es correcta, el controlador debe producir una señal para abrir la compuerta para dejar entrar al vehículo.
- d. Si la clave proporcionada es incorrecta, la compuerta debe permanecer cerrada.
- e. Si se ingresa una clave incorrecta tres veces seguidas, se debe activar una alarma de pin incorrecto.
- f. Cuando se ingresa la clave correcta se debe limpiar el contador de intentos incorrectos.
- g. Existe otro sensor para indicar que el auto ya terminó de entrar y que se debe cerrar la compuerta.
- h. Al activarse el sensor del inciso “g” se debe desactivar la señal para abrir la compuerta y activar otra señal para cerrar la compuerta.
- i. Si en algún momento se encienden al mismo tiempo el sensor del inciso “a” y el sensor del inciso “g”, la compuerta debe bloquearse y encender una alarma de bloqueo.
- j. Si ocurren las condiciones del inciso “i”, se debe permanecer en el estado de bloqueo hasta que se ingrese la clave correcta.
- k. La clave correcta debe corresponder a los últimos dos dígitos de su número de carné representados como un número binario de 8 bits.

1.1. Separando descripción por bloques

Se separará primero en 3 secciones para entender mejor el enunciado 1) lo relacionado al sensor de llegada. 2) lo relacionado al sensor de que indica que el auto terminó de entrar. 3) lo relacionado a ambos sensores.

→ Sensor A - Detecta la llegada del vehículo.

Al activarse se debe:

- Solicitar de clave
 - Clave correcta:
 1. Limpia intentos de ingreso de clave
 2. Abre compuerta
 - Clave incorrecta 3 veces:
 1. Enciende Alarma de pin incorrecto
 2. Compuerta se mantiene cerrada

→ Sensor B - Detecta que el vehículo terminó de entrar

Al activarse se debe:

- Desactiva señal para abrir compuerta
- cierra la compuerta

→ Ambos sensores

Al activarse se debe:

- Bloquear la compuerta
- Encender alarma de bloqueo

De esto podemos observar que este controlador se puede separar en 2 módulos debido a que todas las ordenes son relacionadas a la verificación de credencial, o el control de la compuerta.

Modulo de comprobación de clave correcta:

- j) Standby
- k) El auto llegó, solicitar clave 1° intento
- l) solicitar clave 2° intento
- m) solicitar clave 3° intento
- n) solicitar clave, Encender Alarma de pin incorrecto
- o) Autenticación correcta

Las entradas serán: **Sensor A)** Necesario para detectar un auto en la entrada. **Clave)** Necesario para pasar a estado de clave correcta. **Estado de la compuerta)** Necesario para saber si la compuerta está cerrada y volver a estado de standby.

Las salidas serán: **Autenticado)** Esta salida indica la verificación correcta de la credencial del usuario. **Alarma de pin incorrecto)** Esta salida activará una Alarma que indica que el usuario no autenticó su credencial.

Modulo de control de compuerta:

- p) Compuerta cerrada
- q) Compuerta abierta
- r) Compuerta bloqueada y Alarma

Las entradas serán: **Sensor A)** Necesario para saber si ambos sensores están activos y bloquear la compuerta. **Sensor B)** Necesario para cerrar la compuerta y detectar si ambos sensores están activos y bloquear la compuerta. **Clave correcta)** Necesario para pasar a estado de Compuerta abierta.

Las salidas serán: **Alarma de compuerta bloqueada)** Esta salida activará una alarma que indica el bloqueo de la compuerta activo **Estado de la compuerta)** Esta salida en bajo significa que la compuerta está cerrada, en alto abierta. Además en su flanco creciente abre la compuerta, y en el decreciente la cierra.

2. Diagramas

2.1. Diagrama de bloques

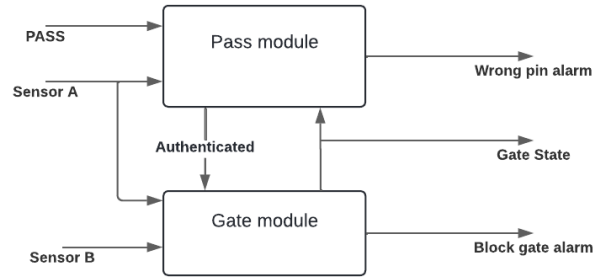


Figura 1: Diagrama de bloques del controlador de estacionamiento

2.2. Diagramas de estados

Las entradas para el diagrama de estado del modulo de autentificación estarán en el siguiente orden (Sensor A)(Estado de la compuerta)(Clave).

Además la clave se representa como 1 solo bit para mayor entendimiento de los diagramas. En donde esta bit en alto indica la clave correcta.

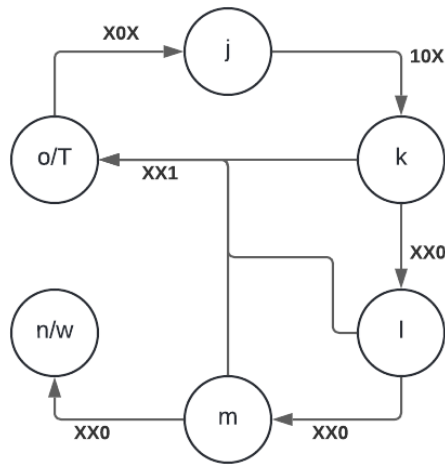


Figura 2: Diagrama de estados de modulo de autentificación

La salida "T" en el estado "o" corresponde a "Autenticado", y la salida "w" en el estado "n" corresponde a "wrong password".

Las entradas en el diagrama de estado del modulo de control de compuerta estarán en el siguiente orden de procedencia (Sensor A)(Sensor B)(Autenticado)

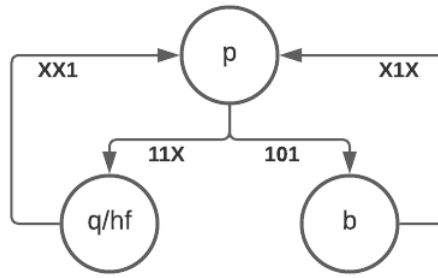


Figura 3: Diagrama de estados de modulo control de compuerta

Las salidas “h f” corresponden a la alarma de bloqueo y la señal de bloqueo, esta señal será una señal interna que mantendrá con un “and” el estado de la compuerta en cero.

3. Plan de Pruebas

Para este plan de pruebas se usará esta escala de tiempo

```
`timescale 100 ms / 10 ms // time-unit = 1 s , precision = 10 p
```

y el ciclo de reloj será de 200ms

- Prueba #1, funcionamiento normal básico. Llegada de un vehículo, ingreso del pin correcto y apertura de puerta, sensor de fin de entrada y cierre de compuerta.

El auto debe llegar, permanecer ahí al menos 5 segundos por lo que este sensor se debe activar, para que suceda durante este tiempo, después también se debe agregar la clave en el tester cuando llega además el sensor B debe estar en bajo también ya que no hay un auto dentro de la zona de parqueo.

El auto deja la zona del sensor A, por lo que tanto el sensor A se debe poner en bajo, la contraseña se pondrá en cero y el sensor B seguirá estando en bajo. Supongamos que para llegar desde la zona del sensor A, hasta activar el sensor B, ya que el carro ingresó, le toma 10 segundos

Y después de eso simplemente debe pasar un tiempo para verificar que no hayan errores adicionales.

por lo que el plan de pruebas para el tester es:

```

begin
    clk = 0; // Valor inicial del clock
    $dumpfile("ondas.vcd");
    $dumpvars;
    #0.001 // Los valores anteriores se mantienen
           // Por 1 ms

    sensorA = 1'b1; // llega el vehiculo, sensor A en alto
    sensorB = 1'b0; // No hay vehiculo dentro, sensor B en bajo
    pass = 8'b00100110; // Clave correcta

```

```

#50                                // Estos valores se mantienen por 5000 ms
                                // Es decir por 5 segundos que también
                                // equivalen a 25 ciclos de reloj

    sensorA = 1'b0;                // el auto se va, sensor A en bajo
    sensorB = 1'b0;                // no hay auto dentro, sensor B en alto
    pass = 0;                      // La contraseña pasa a cero
#100                              // Esto se mantiene por 10 segundos

    sensorB = 1'b1;                // El auto termina de entrar, sensor b en
                                // en alto
    sensorA = 1'b0;                // El auto no está en la entrada, sensor A
                                // En bajo
#100                              // Esto se mantiene por 10 segundos de reloj

    $finish;
end

```

- Prueba #2, ingreso de pin incorrecto menos de 3 veces. Llegada de un vehículo, ingreso de pin incorrecto (una o dos veces), puerta permanece cerrada. Ingreso de pin correcto, funcionamiento normal básico. Revisión de contador de intentos incorrectos.

Para esto el auto debe llegar, encender el sensor A, digitar dos veces la clave incorrecta y después la clave correcta. Y después repetir los pasos de la prueba anterior

```

begin
clk = 0;                          // Valor inicial del clock
$dumpfile("ondas.vcd");
$dumpvars;
#0.001                            // Los valores anteriores se mantienen
                                // Por 1 ms

    sensorA = 1'b1;                // llega el vehiculo, sensor A en alto
#2                                // Se debe agregar esto para pasar
                                // Al siguiente estado

    sensorA = 1'b1;                // llega el vehiculo, sensor A en alto
    sensorB = 1'b0;                // No hay vehiculo dentro, sensor B en bajo
    pass = 8'b11111111;           // Clave incorrecta
#2                                // Estos valores se mantienen por 200 ms
                                // equivalen a 2 ciclos de reloj

    sensorA = 1'b1;                // Sensor A sigue en alto
    sensorB = 1'b0;                // Sensor B sigue en bajo
    pass = 8'b00111110;           // Clave incorrecta
#2                                // Estos valores se mantienen por 200 ms
                                // equivalen a 2 ciclos de reloj

    sensorA = 1'b1;                // Sensor A sigue en alto

```

```

        sensorB = 1'b0;           // Sensor B sigue en bajo
        pass = 8'b00100110;      // Clave correcta
#50                                // Estos valores se mantienen por 5000 ms
                                   // Es decir por 5 segundos que también
                                   // equivalen a 25 ciclos de reloj

        sensorA = 1'b0;           // el auto se va, sensor A en bajo
        sensorB = 1'b0;           // no hay auto dentro, sensor B en alto
        pass = 0;                 // La contraseña pasa a cero
#100                              // Esto se mantiene por 10 segundos

        sensorB = 1'b1;           // El auto termina de entrar, sensor b en
                                   // en alto
        sensorA = 1'b0;           // El auto no está en la entrada, sensor A
                                   // En bajo
#100                              // Esto se mantiene por 10 segundos de reloj

        $finish;
end

```

- Prueba #3, ingreso de pin incorrecto 3 o más veces. Revisión de alarma de pin incorrecto. Revisión de contador de intentos incorrectos. Ingreso de pin correcto, funcionamiento normal básico. Revisión de limpieza de contadores y alarmas.

Para este caso el auto llega, ingresa 3 veces la clave mal, por lo que la alarma suena después de 10 segundos ingresa la clave correcta, pasa a standby y con la clave abre

```

begin
    clk = 0;                       // Valor inicial del clock
    $dumpfile("ondas.vcd");
    $dumpvars;
#0.001                            // Los valores anteriores se mantienen
                                   // Por 1 ms

        sensorA = 1'b1;           // llega el vehiculo, sensor A en alto
#2                                // Se debe agregar esto para pasar
                                   // Al siguiente estado

        sensorA = 1'b1;           // Sensor A sigue en alto
        sensorB = 1'b0;           // Sensor B sigue en bajo
        pass = 8'b10100110;      // Clave incorrecta
#100                              // Estos valores se mantienen por 10000 ms
                                   // Es decir por 10 segundos que también
                                   // equivalen a 50 ciclos de reloj

```

```

        sensorA = 1'b1;           // el auto se va, sensor A en bajo
        sensorB = 1'b0;           // no hay auto dentro, sensor B en alto
        pass = 8'b00100110;       // La contraseña ahora es correcta
#100                               // Esto se mantiene por 10 segundos

        sensorB = 1'b1;           // El auto termina de entrar, sensor b en
                                   // en alto
        sensorA = 1'b0;           // El auto no está en la entrada, sensor A
                                   // En bajo
#100                               // Esto se mantiene por 10 segundos de reloj

        $finish;
end

```

- Prueba #4, alarma de bloqueo. Ambos sensores encienden al mismo tiempo, encendido de alarma de bloqueo, ingreso de clave incorrecta, bloqueo permanece. Ingreso de clave correcta, desbloqueo. Funcionamiento normal básico.

Ya hay un vehiculo adentro, llega otro, por lo que suena la alarma y se va el auto estuvo ahí 5 segundos pero no llega el usuario a digitar la contraseña hasta 10 segundos después de eso

```

begin
    clk = 0;                       // Valor inicial del clock
    $dumpfile("ondas.vcd");
    $dumpvars;
#0.001                             // Los valores anteriores se mantienen
                                   // Por 1 ms

        sensorA = 1'b1;           // llega el vehiculo, sensor A en alto
        sensorB = 1'b1;           // hay otro adentro, sensor B en alto
#50                                 // Se debe agregar esto para pasar
                                   // Al siguiente estado

        sensorA = 1'b0;           // no hay nada, sensor A en bajo
        sensorB = 1'b1;           // hay otro adentro, sensor B en alto
        pass = 8'b00100110;       // La contraseña ahora es correcta
#20                                 // Esto se mantiene por 10 segundos

        sensorA = 1'b0;           // no hay nada, sensor A en bajo
        sensorB = 1'b1;           // hay otro adentro, sensor B en alto
        pass = 0;                 // quita la contraseña
#80                                 // Esto se mantiene por 10 segundos

#10
        $finish;
end

```

Todas las pruebas pasaron.

3.1. Instrucciones de simulación

Dentro de la carpeta que contiene los archivos de la tarea01.
Ejecutar en terminal los siguientes comandos:

- `make plan1` # Para correr la simulación del plan 1
- `make plan2` # Para correr la simulación del plan 2
- `make plan3` # Para correr la simulación del plan 3
- `make plan4` # Para correr la simulación del plan 4

4. Resultados

4.1. Plan 1

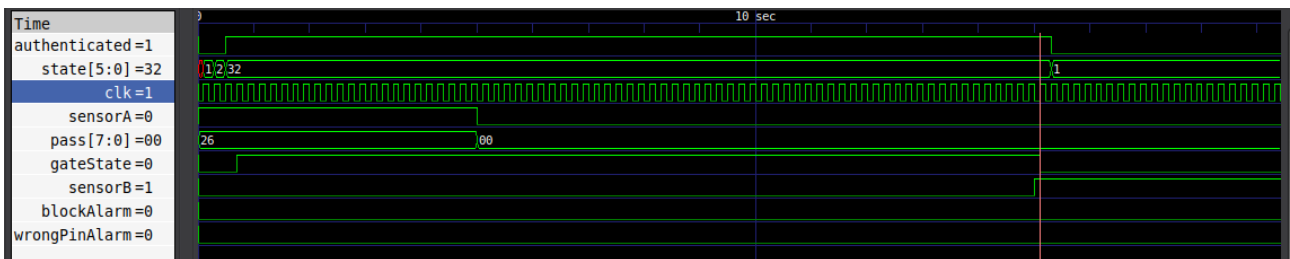


Figura 4: Resultados plan 1

Se puede observar el correcto funcionamiento del controlador puesto que inicia en el estado 1 que corresponde a standby, sigue al estado 2 que corresponde a la llegada del vehiculo e ingreso de clave, la clave es correcta y cae al estado 32 por lo que se abre la compuerta cuando el sensor B se pone en alto, la compuerta se cierra.

4.2. Plan 2

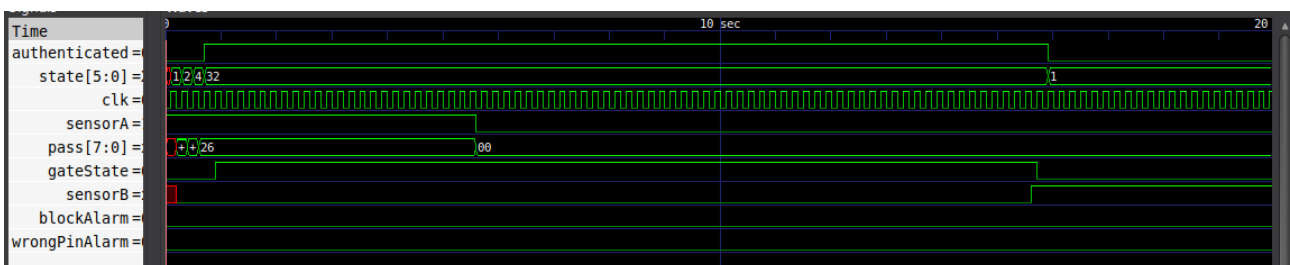


Figura 5: Resultados plan 2

Ocurre lo mismo que en el plan 1 pero con diferencia que la clave correcta se ingresa hasta el estado 4 que corresponde al segundo intento.

4.3. Plan 3

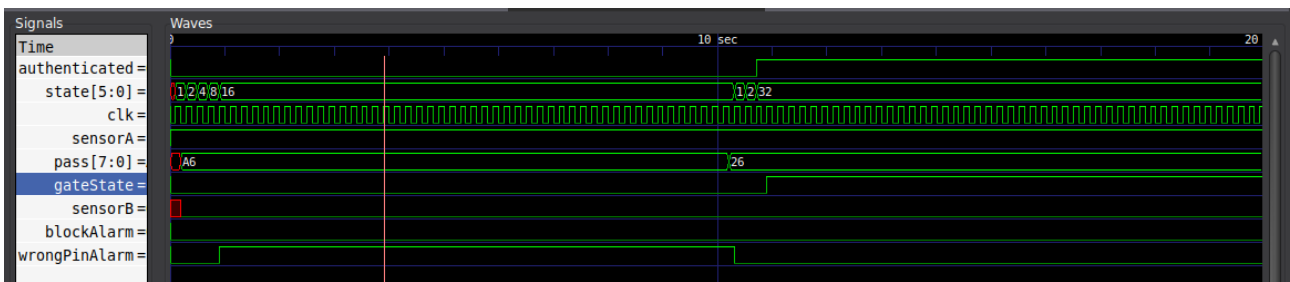


Figura 6: Resultados plan 3.1

Para la figura 6 el se puede notar que al fallar los intentos el modulo gestor de contraseñas cae en el estado 16 que corresponde a el estado de alarma de pin incorrecto, por lo que esta se enciende, además cuando se ingresa la clave correcta la alarma se apaga y pasa al estado 1 y después ya que está la misma clave pasa al estado 32 que es la de validación de credenciales correcta. Esto se puede observar mejor en la figura 7

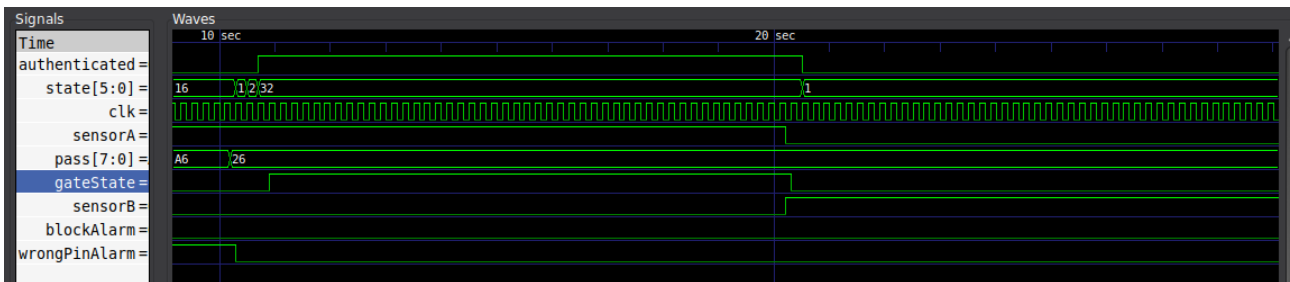


Figura 7: Resultados plan 3.2

4.4. Plan 4

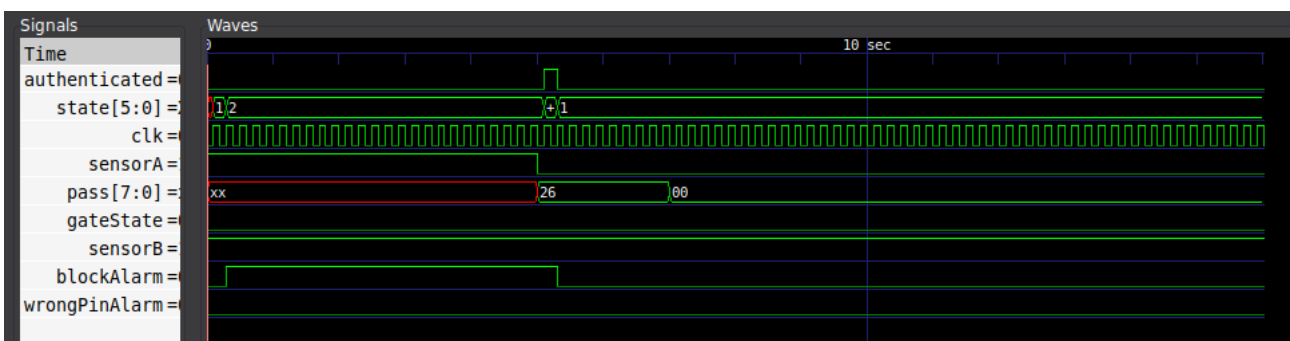


Figura 8: Resultados plan 4

Se puede observar que en cuanto los sensores A y B se activan se activa la alarma de bloqueo y dicha alarma se desactiva cuando se ingresa la clave correcta.

5. Conclusiones y recomendaciones.

Se comprendió lo relacionado a las conecciones de los modulos también comprendió lo relacionado a la descripcion del comportamiento de los modulos.

Se reconocen varios errores, por ejemplo la falta de creación de una entrada de reset, hizo necesario crear varios archivos de testeo, por lo qué el makefile debió tener más de un comando. No se implementó debido a que no se entendía que era físicamente, se debe implementar puesto que puede ser un botón de emergencia dentro del circuito que ayuda a volver al estado de standby en caso de surgir un problema.

Otro error fue no usar un contador para los intentos de las claves, puesto que esto hace que se tenga que jugar con los ciclos de reloj para realizar las pruebas y probar dos claves cada una con diferencia de 200ms es algo inhumanamente posible.

Se dejan los errores para así aprender de ellos.