

Laboratorio 2

Máquina de estados Simulador de un controlador para un cajero automático del Banco de Costa Rica.

Diseñar una máquina de estados para un controlador de cajero automático y reproducir los tres casos que se mencionan más adelante.



Figura #1: Controlador para cajero automático

La salidas, entradas y registros internos del controlador son las siguientes (Recuerde que usted si necesita puede agregar más registros internos, pero con lo que se le presenta, debe bastar):

Interfaces del controlador:

- CLK (no se muestra en la figura)** - Es una entrada que llega al controlador desde el CPU con una frecuencia determinada. El flanco activo de CLK es el flanco creciente.

- b) **RESET (no se muestra en la figura)** - Entrada de reinicio del controlador. Si $RESET=1$ el generador funciona normalmente. En caso contrario, el generador vuelve a su estado inicial y todas las salidas toman el valor de cero.
- c) **TARJETA_RECIBIDA** - Señal de entrada binaria que indica que se ha introducido una tarjeta válida.
- d) **TIPO_DE_TARJETA** - Señal que determina si la tarjeta ingresada es del Banco de Costa Rica, en caso de no ser debe descontarse un monto. (Casos de la vida real, uno no puede sacar plata de un cajero que no es del propio banco, de otro modo se descuenta una comisión.) Si es una tarjeta del BCR esta debe estar en 0, de otro modo esta señal debe ponerse en 1.
- e) **PIN** - Entrada de 16 bits donde cada grupo de 4 bits representa un dígito del PIN de la tarjeta que se recibió. El PIN debe coincidir con los últimos cuatro números de su carné.
- f) **DIGITO** - Entrada de 4 bits que representa el último dígito tecleado por el usuario. Mantiene su valor anterior hasta que se presiona la siguiente tecla.
- g) **DIGITO_STB** - Señal de entrada que se pone en 1 durante un solo ciclo de reloj (STB) cuando se presiona un botón en el teclado. La lectura del PIN debe compararse con los valores de la entrada DIGITO cuando $DIGITO_STB=1$.
- h) **TIPO_TRANS** - Entrada binaria que indica el tipo de transacción. Cuando $TIPO_TRANS=0$ se trata de un depósito, cuando $TIPO_TRANS=1$ se trata de un retiro.
- i) **MONTO** - Entrada de 32 bits que representa el monto de la transacción expresado en binario.
- j) **MONTO_STB** - Señal de entrada que se pone en 1 **durante un solo ciclo de reloj** (STB) cuando se ha actualizado el valor del MONTO a través del teclado.
- k) **BALANCE - Registro interno** de 64 bits que representa el balance existente en la cuenta del usuario.
- l) **BALANCE_ACTUALIZADO** - Salida de un bit para indicar que una transacción fue exitosa y que se actualizó el balance en la cuenta, tanto para depósitos como para retiros.
- m) **ENTREGAR_DINERO** - Salida de un bit para indicarle al cajero que entregue el MONTO durante una transacción de retiro.
- n) **FONDOS_INSUFICIENTES** - Señal de alerta cuando, durante un retiro, el valor de BALANCE es menor que el valor de MONTO.
- o) **PIN_INCORRECTO** - Señal que indica que el valor del PIN recibido a través del teclado (la entrada DIGITO) es distinto del PIN de la tarjeta especificado en la entrada PIN.
- p) **ADVERTENCIA** - Salida binaria que se enciende cuando el usuario ha introducido el PIN de forma incorrecta dos veces. Esta permanece encendida, si en el tercer intento ingresa el PIN incorrecto nuevamente, esta señal debe bajar, y la de BLOQUEO debe subir. Si en el tercer intento acierta el PIN debe bajar la señal.

- q) **BLOQUEO** – Salida binaria que se enciende cuando el usuario ha introducido el pin de forma incorrecta 3 veces. Esto hace que se provoque un RESET además.

Casos de uso:

Caso #1 (PIN ACERTADO + DEPÓSITO):

El usuario introduce una tarjeta de un banco privado, el cajero automático da por entrada a TIPO_DE_TARJETA = 1, al mismo tiempo la señal TARJETA_RECIBIDA toma el valor de 1. Y se ingresa el valor de la entrada PIN. Debido a que los dígitos de PIN no son ingresados todos al mismo tiempo, si no uno por uno. Cada vez que el usuario presiona un dígito, la señal de DIGITO_STB debe ponerse en 1, durante un ciclo del reloj y el valor de DIGITO se actualiza.

Una vez ingresado, este debe compararse con la entrada PIN de la tarjeta. Se realiza un caso de depósito (el TIPO_TRANS debe permanecer en 0), por lo que se le suma el valor del MONTO al valor de BALANCE y cuando se completa la acción se enciende la señal de BALANCE_ACTUALIZADO. Una vez finalizado este proceso debe aplicar un RESET, para que el siguiente cliente pueda utilizarlo.

Caso #2 (PIN ACERTADO + RETIRO):

Exactamente el mismo caso anterior, a diferencia que, en vez de un depósito, se trata de un retiro, el TIPO_TRANS debe permanecer en 1. Por tanto, luego de ingresar el PIN de la tarjeta, se debe verificar que el MONTO sea menor que el BALANCE si no es así debe encenderse la señal de un bit que se denomina FONDOS_INSUFICIENTES. De otra manera se actualiza el balance y se enciende la indicación de BALANCE_ACTUALIZADO y la de ENTREGAR_DINERO. Una vez finalizado este proceso debe aplicar un RESET, para que el siguiente cliente pueda utilizarlo.

Caso #3 (PIN INCORRECTO):

El usuario introduce una tarjeta en el cajero automático. En ese momento la señal TARJETA_RECIBIDA toma el valor de 1 y se actualiza el valor de la entrada PIN. Posteriormente, el usuario introduce, uno por uno, los cuatro dígitos de su número de PIN.

Cada vez que el usuario presiona un dígito, la señal DIGITO_STB se pone en 1 durante un ciclo de reloj y se actualiza el valor de la entrada DIGITO. Una vez introducidos los 4 dígitos del número de PIN, el resultado se compara con el de la entrada PIN. Si el PIN es incorrecto, se enciende la señal de PIN_INCORRECTO y se incrementa el contador de intentos fallidos. Si el usuario introduce un pin incorrecto dos veces seguidas se enciende la señal de ADVERTENCIA. Si introduce un pin incorrecto tres veces seguidas, se enciende la señal de BLOQUEO. Una vez que se alcanza el estado de bloqueo, se debe aplicar un RESET, para que el siguiente cliente pueda utilizarlo.

Instrucciones:

1. Escribir una descripción conductual del controlador de cajero automático usando Verilog. Esta descripción servirá como una especificación detallada y formal del funcionamiento del dispositivo diseñado, debe realizar las tres pruebas descritas anteriormente.

2. Debe crear un diagrama que indique el comportamiento de la máquina de estados, este debe adjuntarse al reporte.
3. Deberá tener un tester y un testbench con cual probar el controlador.
4. Se deben cubrir todos los tres casos, estos deben ir también en el reporte.

Entregables:

1. Debe entregar todos los archivos compilables, dentro de este debe estar incluido el MAKEFILE. **Si no tiene un MAKEFILE su Laboratorio no se le revisará.** Estos deben ser entregados en un solo archivo comprimido, y debe ir con el número de carnet por ejemplo B87382.zip
2. Debe entregar también el reporte en formato pdf, el reporte debe contener lo siguiente:
 - 2.1 Portada
 - 2.2 Resumen
 - 2.3 Diagrama realizado
 - 2.4 Ejecución del programa (¿Cómo se corre?)
 - 2.5 Análisis **(debe ser poco extenso, esfuércese, demuestre que sabe e hizo las cosas)** e imágenes de los resultados obtenidos. Debe haber un análisis para los tres casos por separado y debe ser de mínimo una página.
 - 2.6 Conclusiones.

Nota: Si no le queda claro algo, pregunte, ¡no hay nada de malo en preguntar!

Cuadro de Calificación

Instrucción	Puntaje
Reporte	15 puntos
Lograr Caso #1	25 puntos

Realizar correctamente el PIN ACERTADO 12 puntos	
Realizar correctamente el DEPÓSITO 13 puntos	
Lograr Caso #2	25 puntos
Realizar correctamente el PIN ACERTADO 12 puntos	
Realizar correctamente el RETIRO 13 puntos	
Lograr Caso #3	25 puntos
Realizar correctamente el caso de PIN INCORRECTO 25 puntos	
Realizar el Makefile	10 puntos
	Puntaje Total: 100

IE-0523 Circuitos Digitales II
I Ciclo 2024
Prof. Ana Eugenia Sánchez Villalobos

Fecha.