

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Eléctrica

## Tarea # 3

Jose Pablo Laurent Chaves Carné: B63761

4 de octubre de 2024

# Resumen

La presente tarea pretende realizar el diseño digital de un cajero automático. El cajero es capaz de realizar operaciones de deposito y retiro, en este último caso entrega dinero en caso de tener fondos suficientes en la tarjeta. De manera adicional, se realiza un total de 5 pruebas, denominadas como: deposito, retiro, fondos insuficientes, tres veces pines erróneos y desactivación alarma BLOQUEO y funcionamiento normal. Para que el diseño conductual y estructural funcionaran de manera adecuada se tuvo que activar durante un periodo y medio la señal MONTO\_STB y de esta manera poder leer el MONTO solicitado por el cliente. Por último se concluye que el diseño estructural y el conductual se comportan de igual forma ante las pruebas mencionadas.

## 1. Descripción Arquitectónica

La descripción arquitectónica vista en la imagen de la Figura 1 muestra el funcionamiento del cajero automático con mayor detalle, dicha descripción está compuesta de un total de 7 estados.

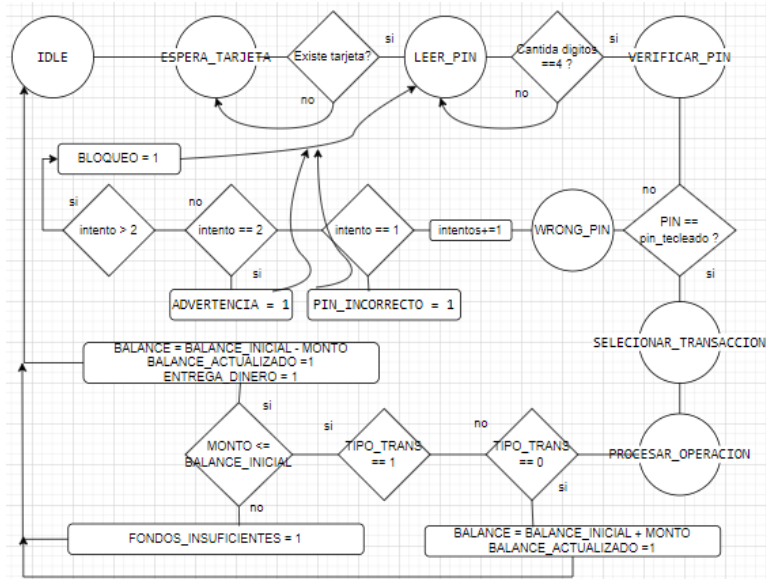


Figura 1: Diagrama de bloques del controlador.

1. IDLE : Estado inicial del cajero automático, se establecen las siguientes señales de salida: BALANCE\_ACTUALIZADO, ENTREGAR\_DINERO, PIN\_INCORRECTO, ADVERTENCIA, BLOQUEO y FONDOS\_INSUFICIENTES en 0, además establece las siguientes variables internas: intentos, BALANCE, pin\_tecleado, digitos\_ingresados en 0. Posteriormente se pasa al estado ESPERA\_TARJETA.
2. ESPERA\_TARJETA: Este estado, verifica si existe una tarjeta, en caso de encontrar una se mueve al estado LEER\_PIN.
3. LEER\_PIN: Este estado se encarga de ir leyendo cada uno de los dígitos y almacenándolos en la variable pin\_tecleado hasta tener un total de 4 dígitos, en caso de tener 4 dígitos que forman un pin se mueve al estado VERIFICAR\_PIN, caso contrario se mantiene en el estado LEER\_PIN.
4. VERIFICAR\_PIN: En caso de que PIN sea igual a pin\_tecleado, se pasa al estado SELECCIONAR\_TRANSACCION, caso contrario se pasa al estado WRONG\_PIN.

5. WRONG\_PIN: En este estado se incrementa en una la variable interna intentos, posteriormente se evalúa su valor en caso de ser 1 se activa la señal PIN\_INCORRECTO, en caso de ser 2 se activa ADVERTENCIA y en caso de ser mayor a 2 se activa BLOQUEO.
6. SELECCIONAR\_TRANSACCION: En este estado se pasa al estado PROCESAR\_OPERACION.
7. PROCESAR\_OPERACION: En este estado se evalúa que este activa la señal MONTO\_STB, luego se evalúa se TIPO\_TRANS es igual a 0 para realizar un deposito donde se actualiza el valor de BALANCE y se activa la señal BALANCE\_ACTUALIZADO, caso contrario se realiza un retiro donde TIPO\_TRANS es igual a 1, en este escenario se evalúa si MONTO es menor igual a BALANCE\_INICIAL, si es sí se realiza un retiro y se activan las señales BALANCE\_ACTUALIZADO y ENTREGAR\_DINERO, caso contrario se activa la señal FONDOS\_INSUFICIENTES.

## **2. Plan de Pruebas**

Para evaluar el correcto funcionamiento del cajero automático se realiza un total de 5 pruebas, cabe destacar que el diseño conductual y estructural pasaron todas las pruebas.

### **2.1. Prueba #1, deposito**

En esta prueba se pretende realizar un deposito para ello se ingresa un BALANCE\_INICIAL de 10000, se ingresa el PIN 3761, se ingresan los dígitos 3,7,6,1, se realiza un deposito MONTO = 2000, por lo que BALANCE = 12000 y se espera activar la señal BALANCE\_ACTUALIZADO.

### **2.2. Prueba #2, retiro**

En esta prueba se ingresa un BALANCE\_INICIAL de 10000, se ingresa el PIN 3761, se ingresan los dígitos 3,7,6,1, se realiza un retiro MONTO = 2000, por lo que BALANCE = 8000 y se espera activar las señales BALANCE\_ACTUALIZADO y ENTREGAR\_DINERO.

### **2.3. Prueba #3, fondos insuficientes**

En esta prueba se ingresa un BALANCE\_INICIAL de 0, se ingresa el PIN 3761, se ingresan los dígitos 3,7,6,1, se realiza un retiro MONTO = 2000, por lo que se debe activar la señal FONDOS\_INSUFICIENTES.

### **2.4. Prueba #4, tres veces pines erróneos**

En esta prueba se tiene el PIN 3761 se ingresan los dígitos 1111 y se espera activar la alarma PIN\_INCORRECTO, posteriormente se ingresan los dígitos 2222 y se espera activar la alarma ADVERTENCIA, finalmente se ingresan los dígitos 3333 y se espera activar la alarma BLOQUEO.

### **2.5. Prueba #5, desactivación alarma BLOQUEO y funcionamiento normal**

En esta prueba se desactiva la alarma de BLOQUEO y se realiza un intento fallido y otro acertado de un retiro de dinero para el PIN 3761, donde BALANCE\_INICIAL es 10000 y MONTO es 2000.



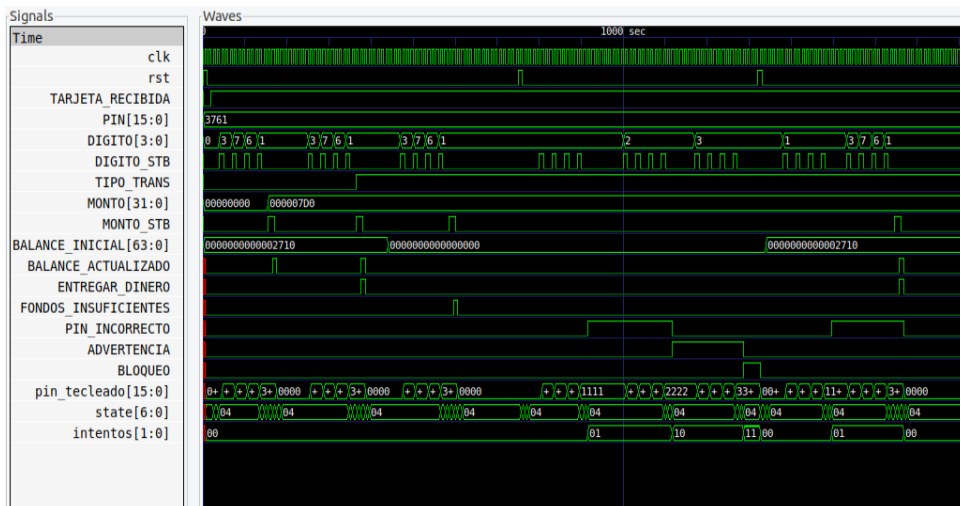


Figura 4: Código sintetizado.

A partir de las imágenes de las Figuras 3 y 4 se observa el comportamiento del código conductual y el código sintetizado de manera respectiva ante las pruebas mencionadas.

#### 4.1. Prueba #1, deposito

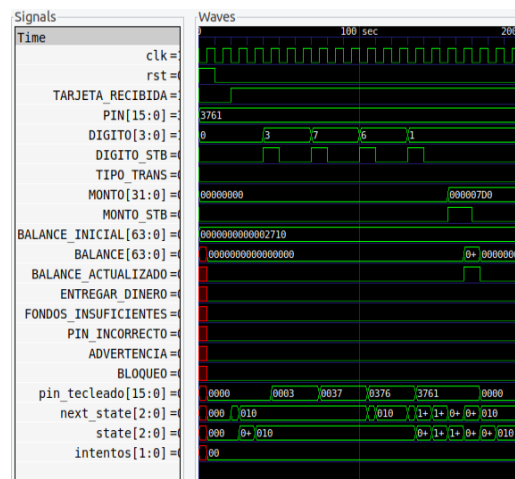


Figura 5: Código conductual prueba #1.

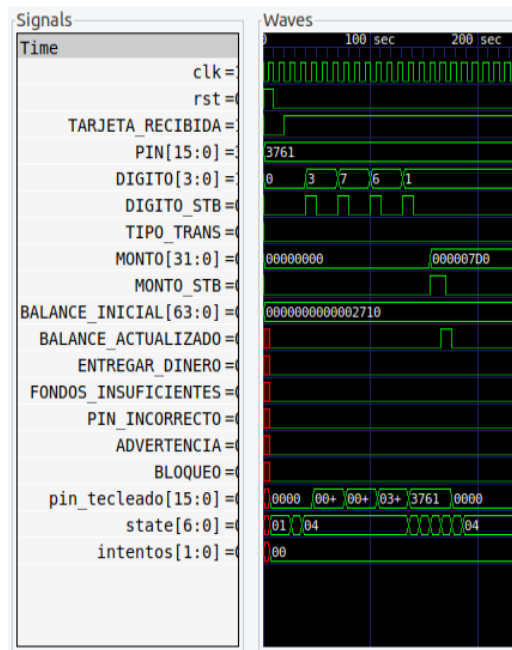


Figura 6: Código sintetizado prueba #1.

De las imágenes de las Figuras 5 y 6, se observa que cuando se detecta una tarjeta, el usuario ingresa correcta el pin y realiza un deposito de 2000, donde el balance inicial es de 10000 se activa la señal de BALANCE\_ACTUALIZADO,

## 4.2. Prueba #2, retiro

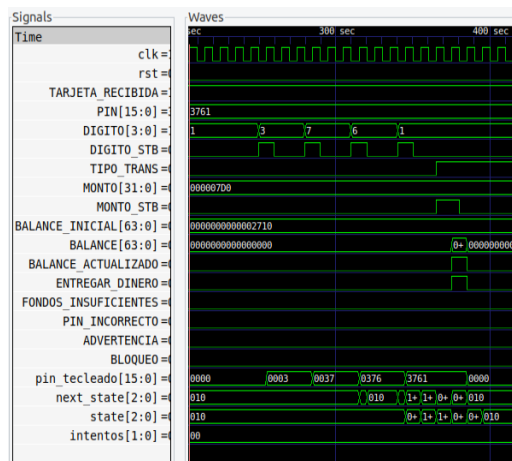


Figura 7: Código conductual prueba #2.

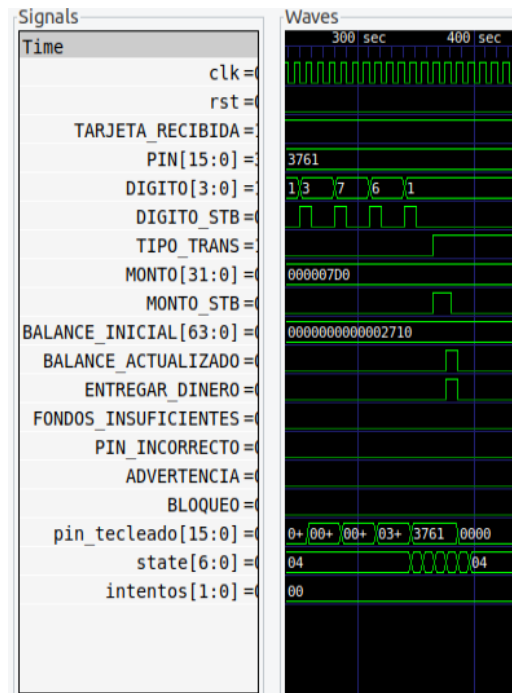


Figura 8: Código sintetizado prueba #2.

De las imágenes de las Figuras 7 y 8, se observa que cuando se detecta una tarjeta, el usuario ingresa correcta el pin y realiza un retiro de 2000, donde el balance inicial es de 10000, se activan las señales **BALANCE\_ACTUALIZADO** y **ENTREGA\_DINERO**, ya que la cantidad retirada es menor al balance inicial,

### 4.3. Prueba #3, fondos insuficientes

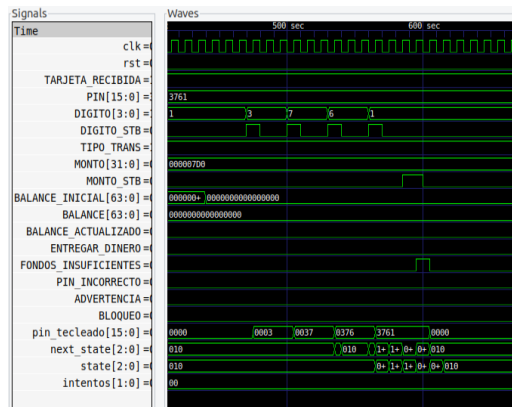


Figura 9: Código conductual prueba #3.

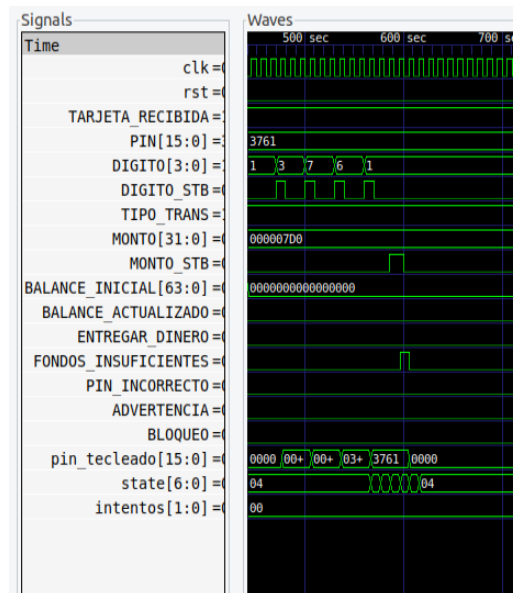


Figura 10: Código sintetizado prueba #3.

De las imágenes de las Figuras 9 y 10, se observa que cuando se detecta una tarjeta, el usuario ingresa correcta el pin y realiza un retiro de 2000, donde el balance inicial es de 0, se activa la señal FONDOS\_INSUFICIENTES, ya que la cantidad retirada es mayor al balance inicial.

#### 4.4. Prueba #4, tres veces pines erróneos

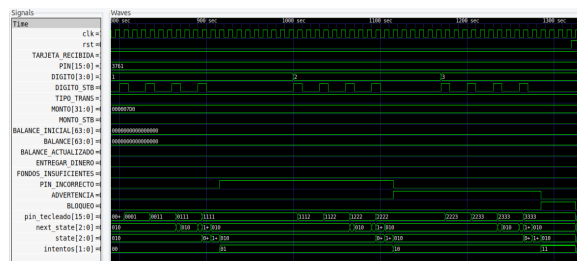


Figura 11: Código conductual prueba #4.

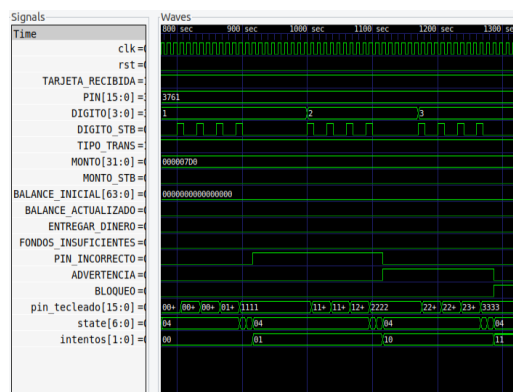


Figura 12: Código sintetizado prueba #4.

De las imágenes de las Figuras 11 y 12, que cuando se ingresa el primer pin erróneo se activa únicamente la señal PIN\_INCORRECTO, luego cuando se obtienen dos pines incorrectos



se activa únicamente la señal ADVERTENCIA y finalmente cuando se obtienen tres intentos fallidos se activa únicamente la señal de BLOQUEO.

#### 4.5. Prueba #5, desactivación alarma BLOQUEO y funcionamiento normal

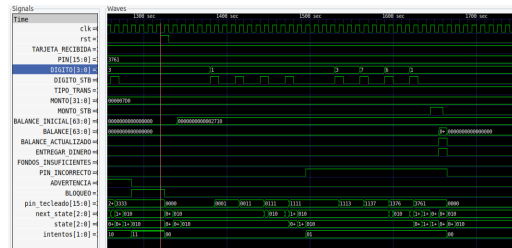


Figura 13: Código conductual prueba #5.

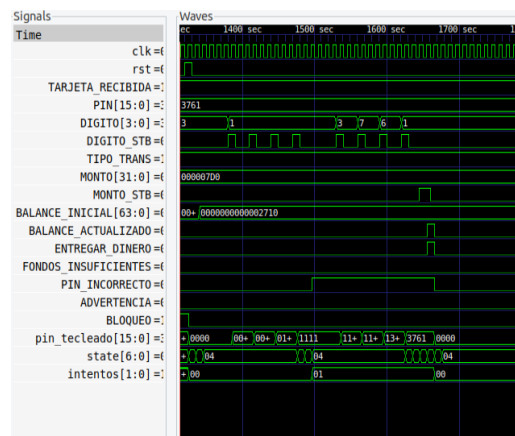


Figura 14: Código sintetizado prueba #5.

De las imágenes de las Figuras 13 y 14, se observa que luego de que la señal BLOQUEO está activa se activa la señal de rst para reiniciar el cajero, posteriormente se ingresa un pin erróneo y se activa la señal PIN\_INCORRECTO, posteriormente se ingresa el pin correcto 3761, se realiza un retiro de dinero y se activan las señales BALANCE\_ACTUALIZADO y ENTREGA\_DINERO.

## 5. Cantidad NAND, NOR, NOT y FFs

```
create mapping for $ DFF N from mapping for $ DFF P .
final dff cell mappings:
DFF DFF N (.C(~C), .D( D), .Q( Q));
DFF DFF P (.C( C), .D( D), .Q( Q));
unmapped dff cell: $ DFF NN0
unmapped dff cell: $ DFF NN1
unmapped dff cell: $ DFF NP0
unmapped dff cell: $ DFF NP1
unmapped dff cell: $ DFF PN0
unmapped dff cell: $ DFF PN1
unmapped dff cell: $ DFF PP0
unmapped dff cell: $ DFF PP1
unmapped dff cell: $ DFFSR NNN
unmapped dff cell: $ DFFSR NNP
unmapped dff cell: $ DFFSR NPN
unmapped dff cell: $ DFFSR NPP
unmapped dff cell: $ DFFSR PNN
unmapped dff cell: $ DFFSR PNP
unmapped dff cell: $ DFFSR PPN
unmapped dff cell: $ DFFSR PPP
Mapping DFF cells in module `cajero automatico':
mapped 33 $ DFF P cells to \DFF cells.
```

Figura 15: Cantidad de Flip Flops.

```
12.1.2. Re-integrating ABC results.
ABC RESULTS:      NAND cells:      224
ABC RESULTS:      NOR cells:       218
ABC RESULTS:      NOT cells:       123
ABC RESULTS:      internal signals: 422
ABC RESULTS:      input signals:    154
ABC RESULTS:      output signals:   33
Removing temp directory.
```

Figura 16: Cantidad de compuertas.

De las imágenes de las figuras 15 y 16, se obtiene un total de 33 Flip Flops, 224 NAND, 218 NOR y 123 NOT.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

Se concluye que es posible realizar una síntesis de un código conductual, a partir de los archivos `cmos_cell.lib` y `cmos_cell.v` y obtener un comportamiento igual al código conductual. Finalmente se recomienda para que el programa funcione adecuadamente se debe activar la señal de entrada `MONTO_STB` durante 1 ciclo y medio de reloj para que el programa pueda capturar de manera adecuada el `MONTO` ingresado por el usuario.