

TRABAJO PRÁCTICO INTEGRADOR



Alumnos: Gareis Nahuel.
Pighin Nael.
Voegeli Walter.

Docentes: Leonardo Giovanini
Eugenio Juan Padula

Diseño de un sistema digital para automatizar
la operación de un lavarropas.

Introducción

El siguiente trabajo propone a través del lenguaje de descripción de circuitos electrónicos VHDL, realizar un circuito digital con sus variables y lógica que permita automatizar la operación de un lavarropas simple. Se proporciona un circuito capaz de ejecutar 8 programas distintos haciendo uso de diferentes combinaciones de estados de lavado, enjuague y centrifugado (FIG 1).

Código	Programa
000	---
001	Lavado
011	Lavado y enjuague
101	Lavado y centrifugado
111	Lavado, enjuague y centrifugado
010	Enjuague
110	Enjuague y centrifugado
100	Centrifugado

FIG 1: modos de ejecución con su código correspondiente.

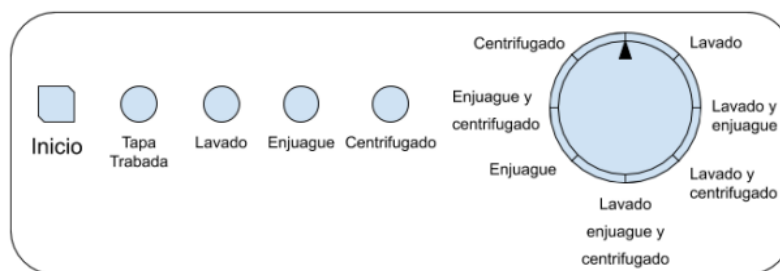


FIG 2: interfaz de usuario con el selector de modos, leds de indicación de estado y un botón de inicio.

Para el diseño del circuito, se siguió el siguiente esquema que representa la mecánica interna del lavarropas (FIG 3).

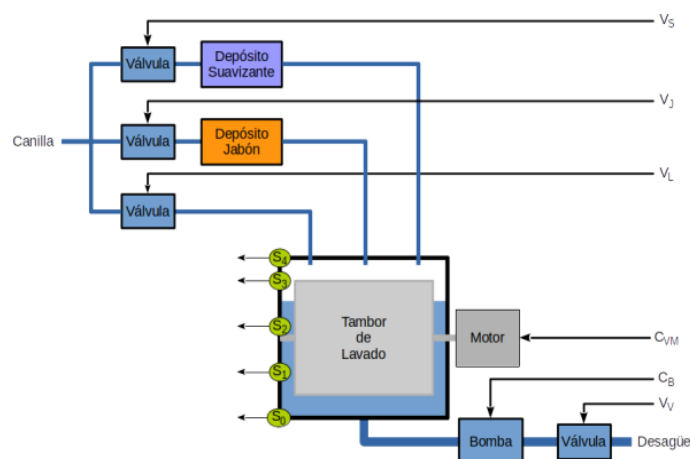


FIG 3: Representación esquemática del lavarropas.

Análisis y diseño

Definición de posibles estados

Para la resolución de este trabajo el primer paso fue determinar cuáles serían los posibles estados del sistema donde lógicamente surgieron, “Lavado”, “Enjuague” y “Centrifugado” por ser estos los estados que se observan a simple vista según las funciones que debe cumplir el lavarropas. Luego se agregó el estado “IDLE” teniendo en cuenta que mismo no se encuentra funcionando realizando estas actividades constantemente sino que requiere un estado para determinar cuáles serán los procesos a realizar.

Posteriormente se consideró que tanto “Lavado” como “Enjuague” contaban con una serie de acciones comunes consistentes en llenar el tambor hasta cierto punto. De esto surgió la necesidad de un nuevo estado “Llenado” para cargar el depósito ya sea con agua, jabón o suavizante diluido

De la misma manera, pero ahora para los tres procesos, se consideró que debía existir un estado “Desagote” para drenar toda el agua del lavarropas entre las distintas etapas. Esto con el objetivo de no mezclar agua ya utilizada para otros procesos y para que el usuario retire la ropa sin derramar líquido fuera del lavarropas.

Construcción del diagrama de estados

El diagrama de estados representa los estados seleccionados y transiciones entre cada uno de ellos. Para esto se tuvieron en cuenta ciertas consideraciones como el tiempo que tomaría cada proceso, los posibles casos de error que pudieran surgir y qué se debería cumplir para pasar de un estado a otro, entre otras cosas.

Las condiciones transiciones representadas en el diagrama podrían resumirse en tres casos:

- La transición de estado se realiza hacia el mismo estado (siempre que el proceso no haya terminado)
- Termina el tiempo de un proceso (por ejemplo se cumplen los 30 minutos de lavado)
- Se da un caso de error (por ejemplo el lavarropas rebalsa)

De esta manera, cuando el reloj está en un flanco ascendente se comprueban los estados de las variables pertinentes para determinar cuál es el siguiente estado. Por ejemplo, observando la figura 4, partiendo desde el estado “llenado”, se comprobarán los sensores (para el caso en que ocurra un error) y el contador, de manera tal que siempre que no haya superado los cinco minutos su próximo estado sea sí mismo y, en caso de que hubiere llegado a ese tiempo, cambiara de estado a “lavado” o “enjuague” según el proceso seleccionado.

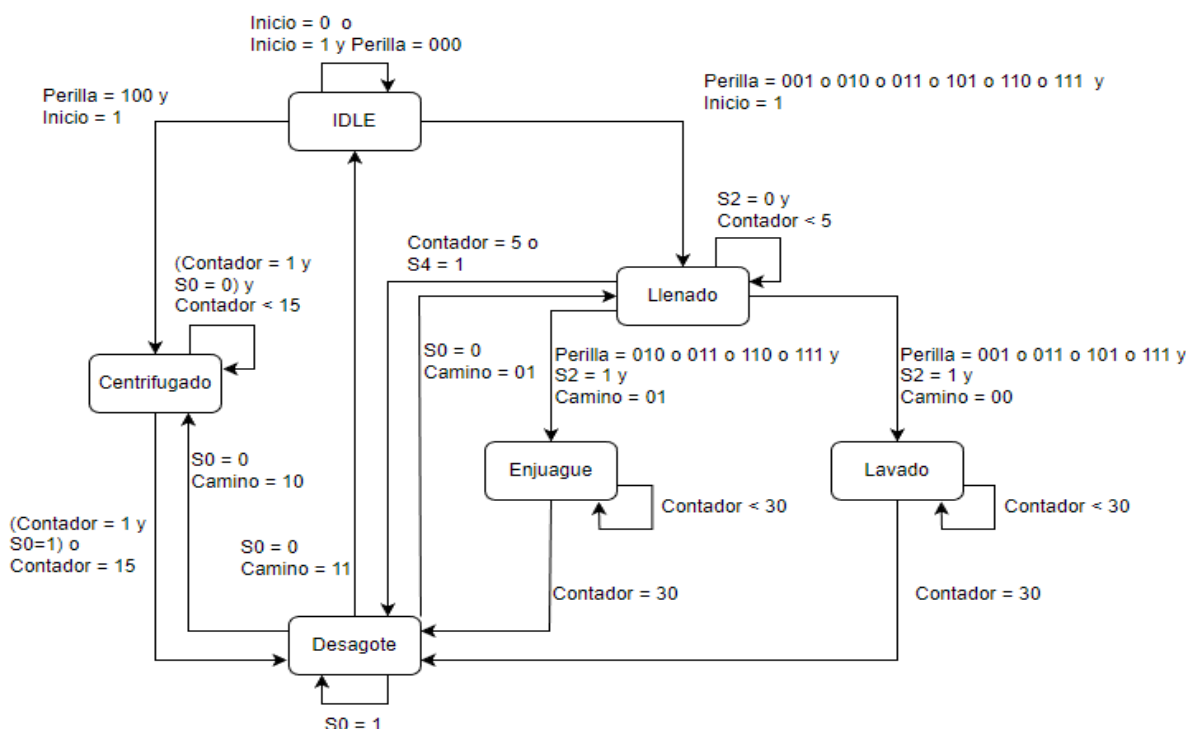


FIG 4: Diagrama de estados del circuito a codificar.

Casos de error

El sistema hace uso de sensores físicos S0, S1, S2, S3 y S4 de los cuales se decidió utilizar únicamente S0, S2, S4 para detectar el nivel del agua dentro del depósito de lavado y, como se mencionó anteriormente, poder con estos determinar casos inusuales. En base a esto se considera:

- Si durante el llenado el sensor S4 pasa a valer 1 significa que el lavarropas superó el nivel de agua requerido y por tanto se está rebalsando.
- Si al momento de centrifugar el sensor S0 se encuentra en 1 significa que hay agua en el tambor y por tanto el centrifugado no se efectuaría correctamente
- Si en el momento del llenado pasan más de cinco minutos y S2 no se volvió 1 significa que no hay agua suficiente en el tambor como para realizar el lavado o enjuague.

Bandera camino

Se introdujo la bandera camino ya que, en el planteo de los estados posibles, se observó que en ocasiones, luego de desagotar o llenar, el estado siguiente no era trivial en los casos en los que las instrucciones que se desean desarrollar sean lavar, centrifugar y enjuagar. Por ello se utilizó un registro de dos bits con el objetivo de distinguir los caminos a tomar luego de desagote o llenado.

Por ejemplo, si la perilla es “111” luego del primer llenado y posterior lavado, a la hora de desagotar, no es posible determinar solo con la perilla si el estado siguiente es idle o enjuague por ello se utiliza la bandera de camino para saber qué sigue.

Diagrama de flujos

Se realizaron dos diagramas de flujo de los estados que cuentan con mayor complejidad. esto con fines de modelado, planeamiento y registro.

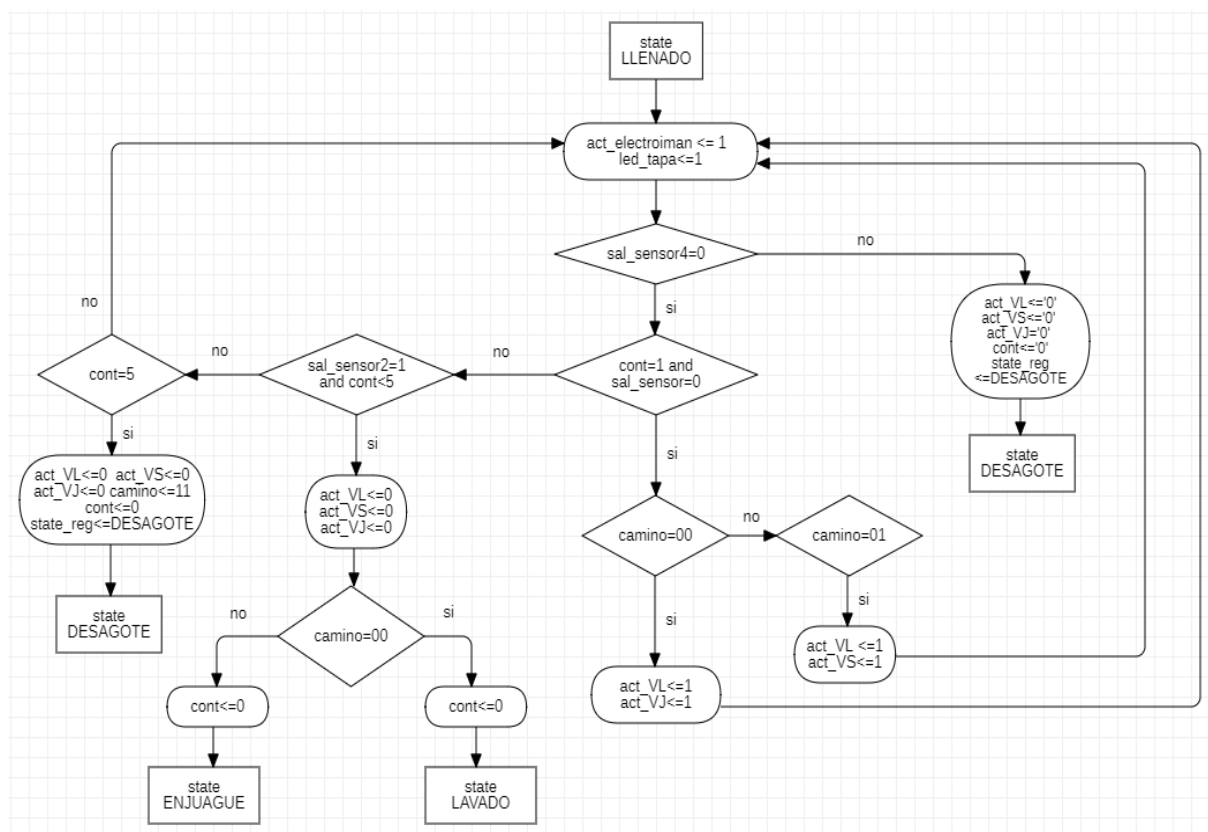


FIG 5: Diagrama de flujo del estado “LLENADO”

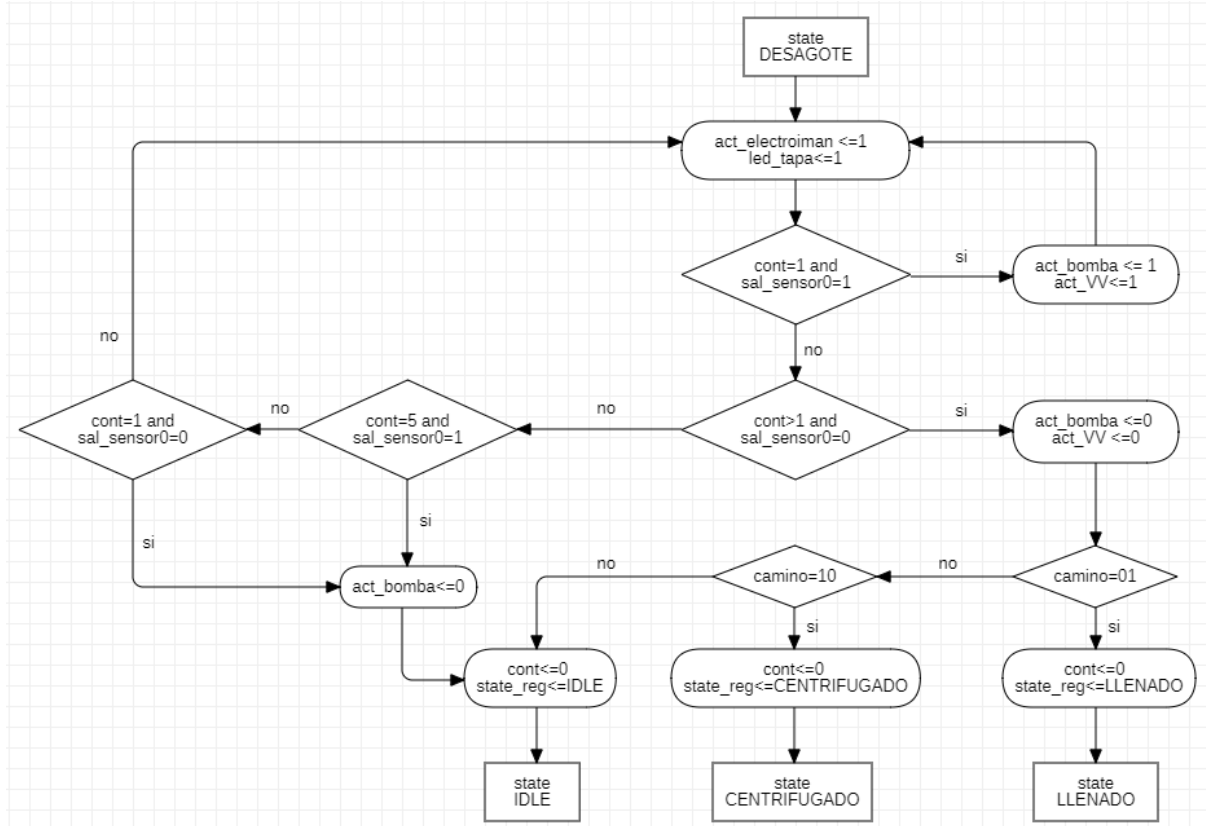


FIG 6: Diagrama de flujo del estado “DESAGOTE”

Test Bench

Se utilizó Visual Studio Code para escribir el código en VHDL tanto del Test Bench como el código de la lógica del lavarropas. En el caso del Test Bench donde se prueba el componente diseñado, declaramos un pulso de reloj de un 1 nano segundo y se optó por probar todas las posiciones de perilla posibles (la imagen del gtkwave corresponde al ciclo que se realiza cuando la perilla se encuentra en “111”).

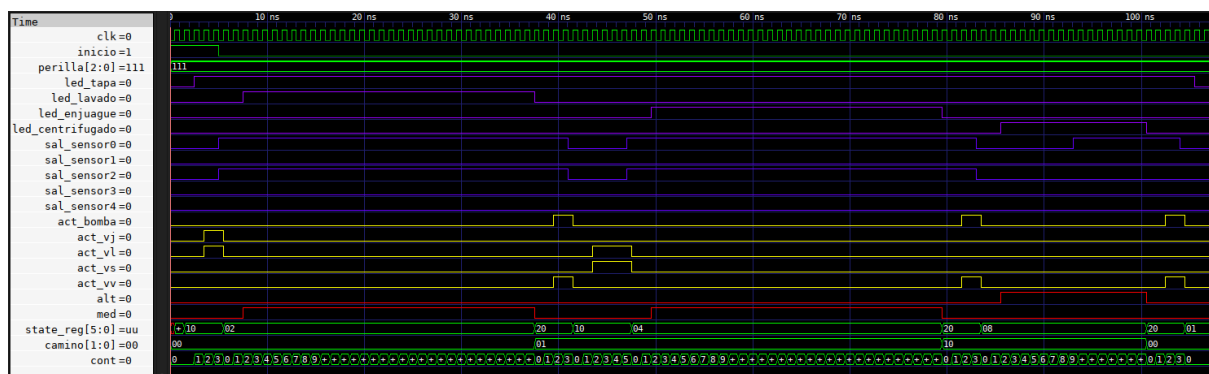


FIG 7: Simulación de la ejecución del circuito testbench.

Se utilizó la herramienta GHDL para sintetizar el código escrito en el editor y el GTKWave para visualizar los resultados de la prueba.

Conclusiones

El presente trabajo nos dió noción sobre la implicancia de los conceptos y teoría aprendidos en la materia, se pudo lograr diseñar el circuito de un lavarropas completamente funcional y automático el cual se puede impactar en una FPGA para su posterior uso.

Realizar el trabajo no fué tarea sencilla, hay muchas consideraciones a tener en cuenta que permiten un óptimo y correcto funcionamiento del sistema, fue necesario deliberar sobre la transición entre estados y las causas que lo originan, como así también los posibles errores que pueden surgir y cómo actuar ante ellos.

Finalmente se logró un circuito funcional, considerando las tareas solicitadas y contemplando también los inconvenientes que pueden surgir.

A continuación se adjunta el link de Google drive que contiene los videos de la defensa de cada integrante del grupo, con el objetivo de enriquecer el desarrollo de nuestro trabajo práctico..

[Videos T.P. Integrador E.D.](#)