

Sistema inteligente de gestión y organización de un parqueadero en FPGA

Andres Alba Vergel, Diana Maldonado
(aalbav, dnmaldonador)@unal.edu.co

Resumen—Con el crecimiento exponencial de la industria automotriz, la demanda de espacios de estacionamiento libres ha ido creciendo de la misma forma, por lo tanto, se hace indispensable utilizar la tecnología disponible para reducir los problemas que enfrentan los propietarios de vehículos diariamente. El diseño de un sistema de guía para estacionamiento usando VHDL permite guiar al conductor al lote vacío en poco tiempo. Con los espacios libres siendo mostrados en la puerta de entrada, el conductor puede saber si hay un espacio vacío en el estacionamiento y en caso afirmativo el sistema accionara la entrada al lugar. Este sistema de guía de estacionamiento contiene un sistema de contador, un sistema de sensado, un sistema de accionamiento y un sistema de visualización de los espacios

Index Terms—Finite State Machines (FSM), VHDL, H Bridge, semaphore, traffic lights, counters, pulse width modulation.

I. INTRODUCCIÓN

EL laboratorio de Electrónica Digital ha brindado diferentes herramientas para el manejo y procesamiento de la información, muchas soluciones existen para un mismo problema, pero el objetivo principal de un ingeniero es escoger una solución optima ante una problemática determinada. Para poner en practica los diferentes conceptos estudiados durante el curso se utilizó el aprendizaje basado en problemas o PBL, que es un método que consiste en el aprendizaje por medio de la búsqueda, comprensión y empleo de los conocimientos para solucionar un problema, donde los estudiantes son los responsables de su propio aprendizaje y el profesor es un guía.

Siguiendo esta idea es necesario formular un problema en el cual sea necesario utilizar algunos de los conceptos adquiridos durante la clase como:

1. Sumadores
2. Decodificadores
3. Multiplexores
4. Contadores, comparadores
5. Maquinas de Estado Finitas

Por lo cual se decidió implementar un sistema de control de entrada, salida y lotes de un parqueadero, ya que en este proyecto se implementan algunas de las temáticas trabajadas en la clase de laboratorio.

II. OBJETIVOS

1. Implementar el método de aprendizaje basado en problemas en la formulación, desarrollo y solución del proyecto.
2. Evaluar los conocimientos adquiridos en el laboratorio.
3. Mejorar las habilidades de ingeniería esenciales para la solución de problemas.

III. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

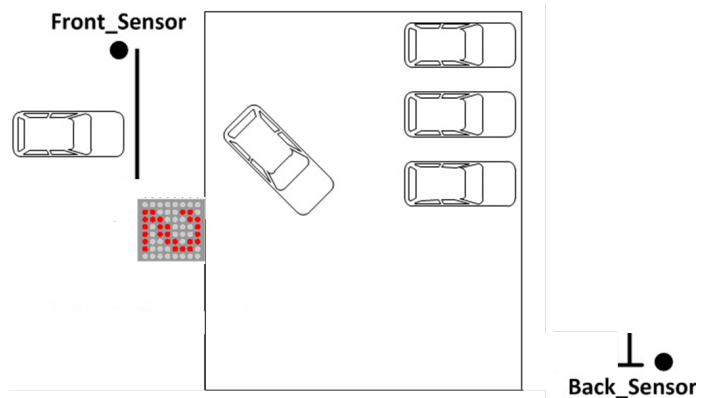


Figura 1. Sistema de estacionamiento propuesto

La automatización de las actividades urbanas ha hecho que los seres humanos lleven una vida más cómoda pero a medida que se dan los avances, así mismo la vida cotidiana se vuelve más problemática. Es un hecho que el número de personas que poseen y usan automóviles ha aumentado de forma exponencial en los últimos años y una de las actividades que se ha vuelto especialmente problemática es las grandes ciudades como Bogotá, es el estacionamiento.

La congestión debida al tráfico vehicular es una problemática mundial y los sistemas de estacionamiento o parqueaderos pueden jugar un papel fundamental para mejorar la facilidad y la conveniencia de estacionar de una forma automatizada aprovechando la tecnología digital. Las urbes necesitan un sistema de estacionamiento que pueda funcionar de manera eficiente e integrarse con las otras actividades urbanas.

Convencionalmente, los sistemas de estacionamiento de automóviles no tienen monitoreo inteligente. Los estacionamientos son monitoreados por seres humanos. Entonces, los vehículos ingresan al estacionamiento y pierden el tiempo buscando espacios de estacionamiento lo que puede causar bloqueos. Por lo tanto, la implementación de un sistema automatizado para la supervisión del estacionamiento del automóvil reducirá los esfuerzos humanos. En respuesta a lo mencionado anteriormente, en el presente informe se propone un diseño de un sistema de estacionamiento inteligente, donde los conductores pueden fácilmente saber si un estacionamiento tiene espacios libres.

El proyecto se implementará en una FPGA ya que una FPGA reconfigurable es un método eficiente para implementar un diseño.

IV. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este proyecto busca consolidar los conocimientos adquiridos en la asignatura Electrónica Digital, poniendo en practica cada uno de los temas vistos y evaluando cual es la mejor solución posible, por eso se hace un planteamiento de un problema real, en el que se hagan evidente la utilidad y el alcance de la materia. En este caso se busca desarrollar el sistema de control de entrada y salida de un parqueadero, haciendo de este un proceso totalmente automatizado e intuitivo para el usuario, lo cual ahorraria tiempo para los usuarios. La implementacion del proyecto se hará mediante el lenguaje de programación VHDL y se hará uso de diferentes periféricos como servomotores, sensores de proximidad y matrices de LEDs.

V. DIAGRAMA DE BLOQUES

1. El sistema debe detectar si un automóvil se sitúa frente a la puerta del estacionamiento.
2. El sistema debe determinar si el estacionamiento tiene plazas libres, en caso afirmativo, debe accionar la puerta para que el usuario pueda ingresar al lugar; si no hay plazas libres, el sistema debe informárselo al usuario y no abrir la puerta.
3. El sistema tiene que incrementarse cada vez que un auto ingrese al estacionamiento.
4. Cuando un automóvil se va, el sistema tiene que disminuir en 1 a partir del recuento total (el límite de lotes de estacionamiento es de 4).

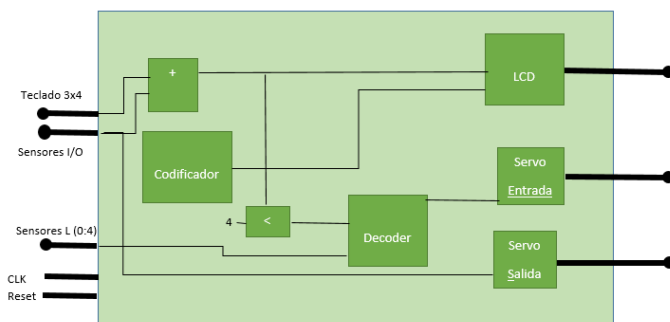


Figura 2. Diagrama de bloques

VI. DIAGRAMAS RTL

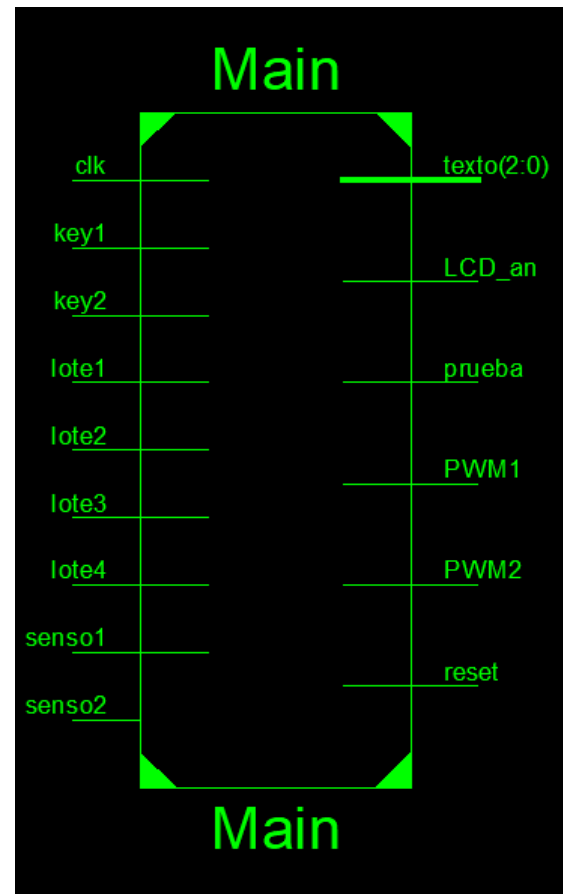


Figura 3. RTL Proyecto

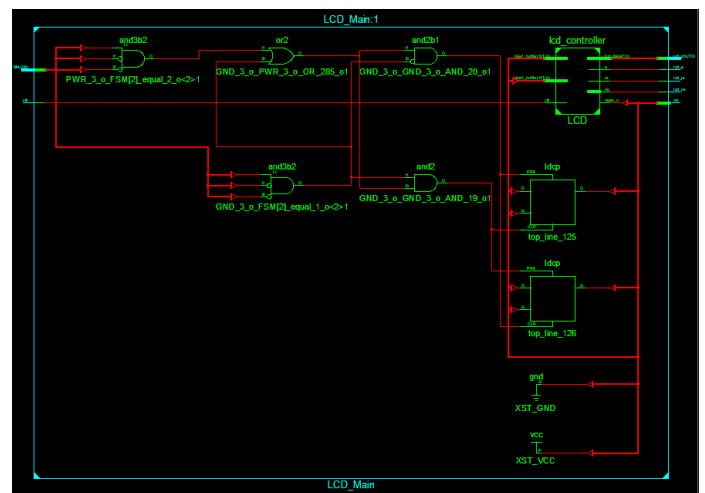


Figura 4. RTL LCD

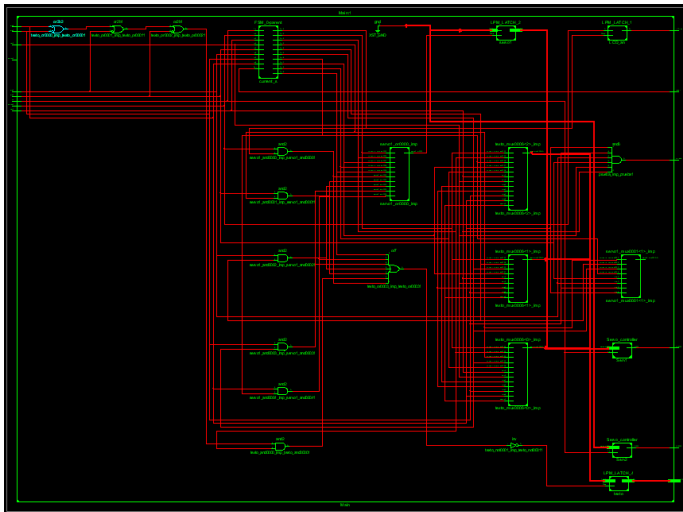


Figura 5. RTL Proyecto Detallado

VII. METODOLOGIA

Como plan a seguir, se decidió desarrollar, en un principio, cada uno de los periféricos por separado, y una vez teniendo todos funcionando se pudiera desarrollar una máquina de estados, uniendo todos los periféricos que funcionaban inicialmente. Después la implementación y las pruebas del hardware y funcionamiento correcto, para poder terminar con el montaje de un modelo a escala, que mostrara el funcionamiento del proyecto.

VIII. MODIFICACIONES

- En un principio se pretendía implementar una matriz LED con comunicación SPI pero su implementación presentó bastantes inconvenientes, como la implementación del reloj del protocolo SPI, por lo que se decidió cambiar este periférico por otro display; la matriz LCD.
- Adicionalmente se pretendía ubicar un sensor en cada lote del parqueadero, pero se decidió dejar de lado esta idea para agilizar el desarrollo del proyecto.
- Se adicionó el teclado como periférico que representa la comunicación del usuario con el sistema, sin embargo este no presentó las entradas de la forma que se esperaba, por lo tanto se utiliza como un enable en el sistema.

IX. LINEA DE TIEMPO



Figura 6. Línea de tiempo del proyecto

X. DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto consta de los siguientes periféricos, que se implementaron en las fechas correspondientes a la línea de tiempo anteriormente presentada:

1. LCD (Liquid crystal display) como el display que se comunicará con el usuario o cliente del parqueadero.
2. 2 servomotores que corresponden a las talanqueras de entrada y salida del parqueadero, respectivamente
3. Sensores infrarrojos a la entrada y salida del parqueadero. El sensor de la entrada inicializa la

LCD al detectar un carro. El sensor de salida acciona el servomotor que representa la talanquera de salida y descuenta cada salida al contador de lotes libres del parqueadero.

4. Teclado como el periférico que permitirá que el usuario se comunique con el parqueadero, en este caso, solicitando una contraseña en caso de que el usuario sea cliente frecuente del parqueadero.

Finalmente se cuenta con una fase de montaje físico del proyecto a escala (maqueta) con 4 lotes de parqueadero y la unión de los códigos de los periféricos en una sola máquina de estados que describa todo el sistema.

XI. SIMULACIONES DE DOS PERIFÉRICOS

1. Servomotor

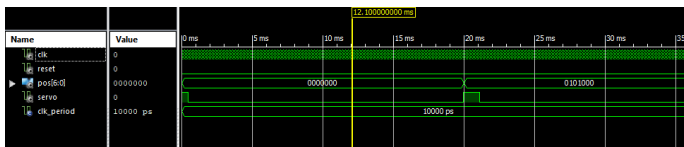


Figura 7. Simulación 1

2. LCD

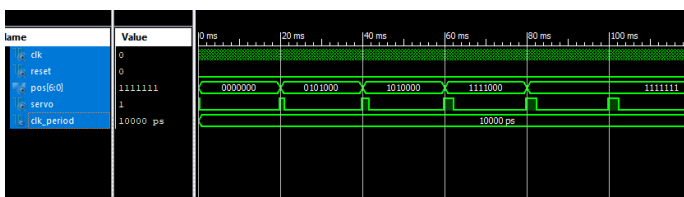


Figura 8. Simulación 2

XII. DIAGRAMA MAQUINA DE ESTADOS

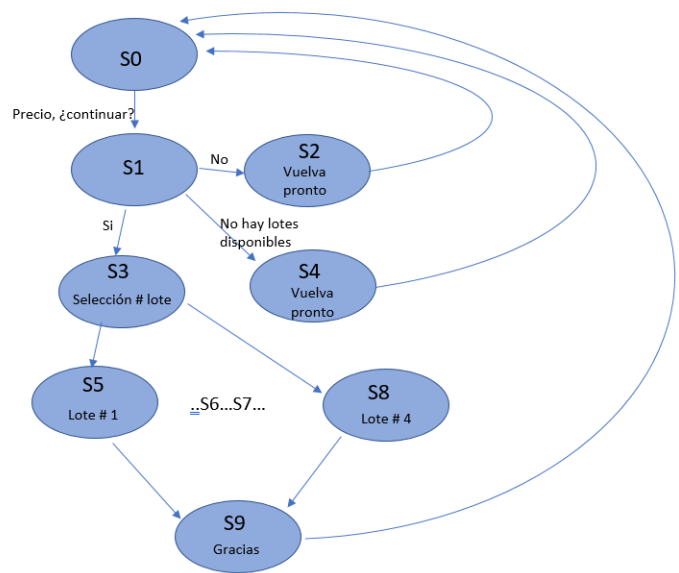


Figura 9. Máquina de estados del parqueadero

En este diagrama se pueden apreciar los pasos de la máquina de estados, inicialmente pregunta por un precio (S1) si el usuario acepta o no la entrada al parqueadero, en caso afirmativo lo envía a un lote vacío, siendo estos los estados del S5 al S8, en caso de que no haya lugares disponibles lo envía al estado S4, y en el caso de que el usuario no acepte la tarifa lo envía al estado S2, en los dos últimos casos, el sistema se despierta y regresa al estado S0, donde todos los dispositivos están apagados, y volverán a ser activados cuando llegue un nuevo usuario y sea detectado por el sensor 1.

XIII. CONCLUSIONES

- El lenguaje permite, de ser necesario, verificar cada componente del sistema por separado.
- VHDL permite diseñar, modelar y verificar un sistema, permite la descripción del hardware de un sistema digital.
- Todos los resultados pueden ser simulados antes de ser implementados físicamente, lo cual es muy útil antes de adquirir hardware.
- Los componentes descritos con VHDL para pueden reutilizarse en otros diseños e incluso en el mismo.

REFERENCIAS

- [1] [www.fpga4student.com](https://www.fpga4student.com/2017/08/car-parking-system-in-vhdl-using-FSM.html). (2018). *Car Parking System*. [online] Available at: <https://www.fpga4student.com/2017/08/car-parking-system-in-vhdl-using-FSM.html> [Accessed 25 Sep. 2018].
- [2] Wakerly. "Diseño digital", 2001 Melbourne: P.Ed Custom Books., 2001