

# Informe final: Sistema de alquiler automático de bicicletas

Carlos Cifuentes Rodríguez (cod. 1070332296) <sup>1</sup>, Nicolás Rubiano Méndez (cod. 25451871) <sup>2</sup>,

{<sup>1</sup> cfcifuentesr , <sup>2</sup> narubianom}@unal.edu.co,

<sup>1,2</sup> Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica  
Electrónica Digital I

**Resumen—** El presente informe realiza una descripción del problema a solucionar, seguido de la formulación del proyecto final. De esta manera, se presentan los objetivos y la bitácora del trabajo llevado a cabo en el laboratorio; dando una visión detallada de la implementación de los módulos, y la metodología que seguimos para cumplir a cabalidad los objetivos.

**Palabras clave—**Bici-parqueaderos, automatizar, eficiencia, seguridad, módulo.



Figura 1: Viu Bicing - Barcelona

## I. INTRODUCCIÓN

El sistema de alquiler de bicicletas BicirrUN ofrece su servicio en el campus de la Universidad Nacional, en busca de facilitar la rápida movilización de los estudiantes. Sin embargo, el tiempo requerido para solicitar una bicicleta no es satisfactorio para los estudiantes y suele provocar extensas filas. Esto se debe a que la eficiencia del sistema depende de la rapidez de búsqueda de las personas encargadas, así como la velocidad del internet en el punto de préstamo. Además, el sistema presenta algunas irregularidades en la seguridad de los bienes. Por esta razón, a continuación presentamos un proyecto a escala automatizado que podría reemplazar el sistema actual, ofreciendo préstamos en tiempo récord, y garantizando la debida identificación de los estudiantes.

Viu Bicing es un sistema de alquiler de bicicletas que ofrece su servicio a todo aquel que posea su tarjeta de préstamo, en la ciudad de Barcelona. Este funciona a través de una anualidad de 47 euros, que le permite a los usuarios solicitar bicicletas entre puntos de préstamo. La idea del sistema, consiste en hacer uso de las bicicletas en un periodo no mayor a 30 minutos, de lo contrario, su tarjeta será cargada con su respectiva sanción [2].

## II. MARCO TEÓRICO

### II-1. Contexto global

Una de las motivaciones principales del proyecto, fue que el sistema de alquiler automatizado es una realidad en distintos países europeos. El mejor ejemplo de ellos se encuentra en Barcelona, España.

### II-2. Teoría de la implementación

Para llevar a cabo la implementación del proyecto, usamos cuatro módulos principales: la pantalla LCD, el teclado matricial, el servomotor, y un sensor infrarrojo CNY70.



*Figura 2: Pantalla LCD*



*Figura 3: Teclado matricial 4x4*



*Figura 5: Sensor infrarrojo CNY70*

Así pues, para implementar cada uno de los módulos, fue necesario revisar los datasheets. Esto en busca de comprender su funcionamiento y limitaciones. En la bibliografía consultada, se encontrará el datasheet correspondiente a cada uno de los módulos.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DEL PROYECTO

En busca de incorporar nuevas herramientas tecnológicas al campus de la Universidad Nacional, decidimos implementar un proyecto a escala destinado al sistema de préstamo de bicicletas, también conocido como 'Bicirrun'. Nuestra idea se enfoca en atender la falta de eficiencia en el proceso de solicitud y devolución de las bicicletas, así como la necesidad de ahorrar tiempo y recursos para distribuir o recoger las mismas en los horarios correspondientes. Considerando además, cierta irregularidad en la seguridad de las bicicletas y los usuarios.



*Figura 4: Servomotor*



*Figura 6: Sistema BiciRRUN*

En un principio, conocemos de antemano que el sistema actual cuenta con una base de datos donde se encuentran registrados los usuarios, por lo cual haremos uso de esta vinculando la información a cada carnet universitario como una identidad propia e intransferible. De esta manera, crearemos una llave de acceso que permita la identificación del estudiante mediante un lector de tres bits. Este le otorgará al usuario la potestad sobre la elección de la bicicleta que desea solicitar o entregar, en cuestión de segundos.

El lector identificará 6 usuarios distintos, quienes deberán ingresar una contraseña de 4 números en el teclado matricial. Posteriormente, la pantalla LCD le indicará al usuario el momento de ingresar el serial correspondiente a la bicicleta que desea, para proceder a liberarla. Además indicará su disponibilidad mediante un led de color verde o rojo. Ahora bien, debido a que esta tecnología es la misma que se usa en las bibliotecas de la universidad, consideramos que este sistema autoservicio será de fácil implementación, ofreciendo mayor eficacia a los estudiantes que usan el servicio para desplazarse rápidamente por el campus.

Por otro lado, el sistema solo permitirá el préstamo de una sola bicicleta por carnet universitario y registrará el tiempo de préstamo, así como la identificación del prestatario; lo cual evitará incongruencias en el alquiler y limitará automáticamente cualquier usuario irresponsable para futuros préstamos de cualquier índole.

A gran escala, proponemos que el sistema tenga varios bici-parqueaderos alrededor del campus que aseguren las bicicletas mediante una cerradura electrónica común, que responde únicamente a la identificación del estudiante y el serial de la bicicleta deseada. Un proceso automatizado que garantizará la

seguridad de los bienes y el menor uso del espacio.

#### IV. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La motivación principal del proyecto consiste en evaluar la posibilidad de implementar una herramienta tecnológica real que aporte al bienestar de la comunidad universitaria, a partir de los conocimientos adquiridos en las prácticas de laboratorio.

De esta manera, buscamos atender las necesidades del usuario de forma eficaz y segura, permitiendo ahorrar tiempo en los procesos de alquiler, devolución e identificación. Lo cual representará una alternativa moderna en el campus.

Por otro lado, teniendo en cuenta que este sistema ya ha sido implementado principalmente en países europeos, y que Colombia se caracteriza por un alto índice en el uso de la bicicleta; creemos firmemente que este puede ser un proyecto piloto que permita generar conciencia sobre los bienes comunes, y logre ser implementado a nivel local (Bogotá) en mediano plazo, y posteriormente a nivel nacional.

#### V. OBJETIVOS

##### V-A. Objetivos generales

- Implementar el método de aprendizaje basado en la formulación de un problema (PBL), para su desarrollo y solución a partir de un proyecto.
- Evaluar el conocimiento construido en el laboratorio.
- Fortalecer las habilidades esenciales de la ingeniería para la solución de problemas.

##### V-B. Objetivos específicos

- Implementar un modelo a escala de un sistema de alquiler automático de bicicletas eficiente para la Universidad Nacional.
- Reducir el tiempo requerido por el proceso de préstamo de bicicletas al interior del campus.
- Implementar un sistema de identificación confiable para los estudiantes que usen el servicio.

#### VI. TRABAJO DESARROLLADO

##### VI-A. Diagrama de bloques

A continuación presentamos el diagrama de bloques que integra todos los módulos del proyecto:

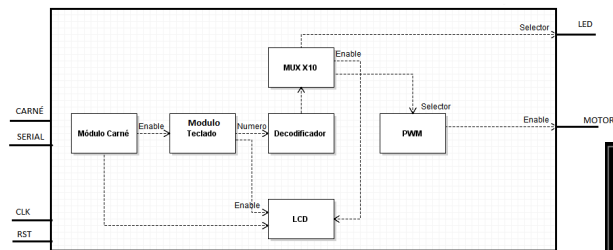


Figura 7: Diagrama de bloques

### VI-B. Diagramas RTL

Los siguientes son los diagramas RTL del código implementado para los respectivos módulos.

#### VI-B1. Pantalla LCD

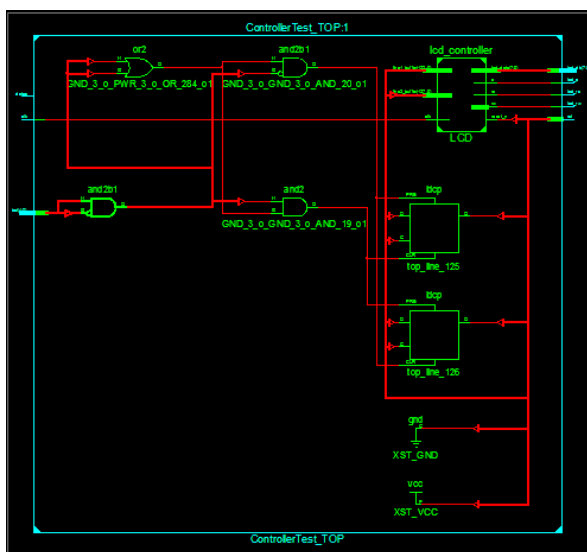


Figura 8: RTL LCD

#### VI-B2. Teclado matricial

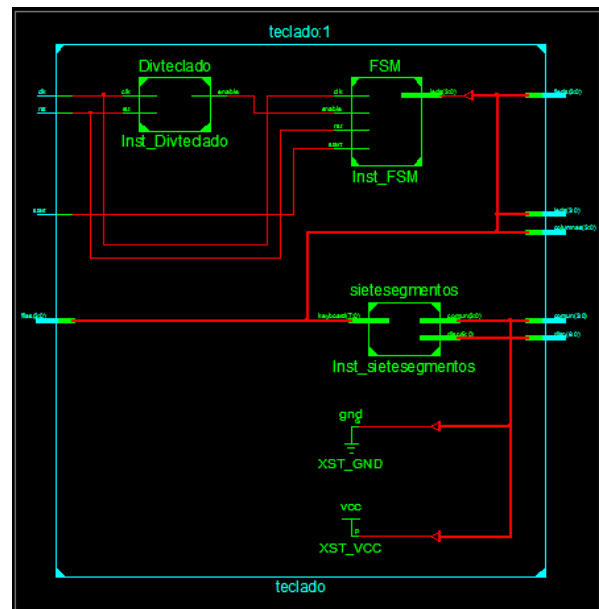


Figura 9: RTL Teclado matricial

#### VI-B3. Servomotor

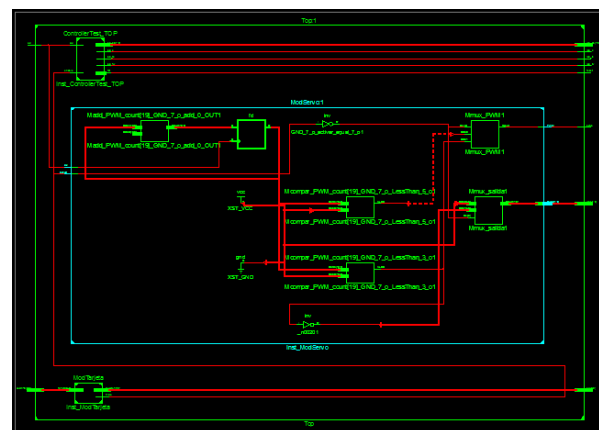


Figura 10: RTL Servomotor

#### VI-B4. Sensor infrarrojo

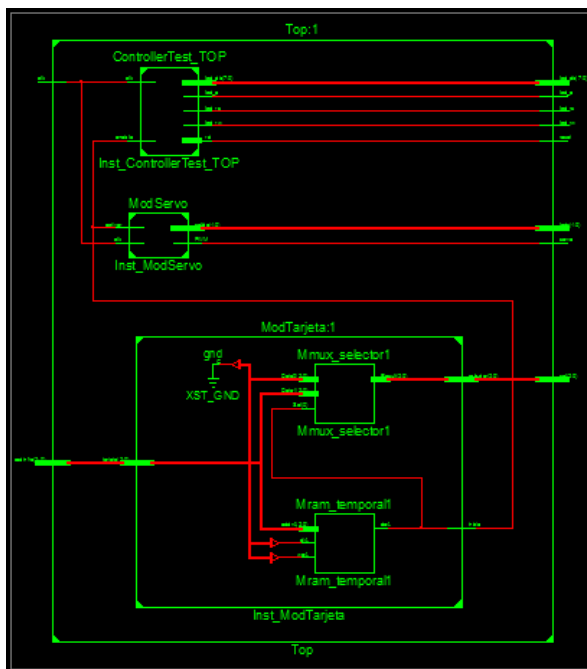


Figura 11: RTL Sensor infrarrojo

#### VI-C. Simulaciones

A continuación, presentamos las imágenes de simulación para cada uno de los módulos implementados:

##### VI-C1. Pantalla LCD

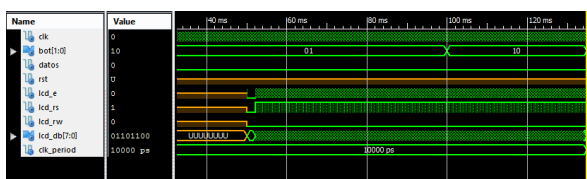


Figura 12: Simulación LCD

##### VI-C2. Teclado matricial

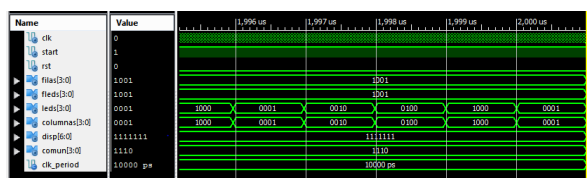


Figura 13: Simulación Teclado

#### VI-C3. Servomotor

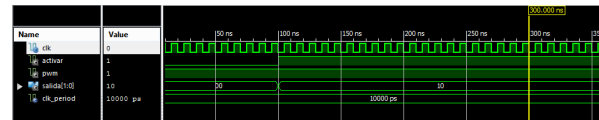


Figura 14: Simulación Servomotor

#### VI-D. RTL TOP

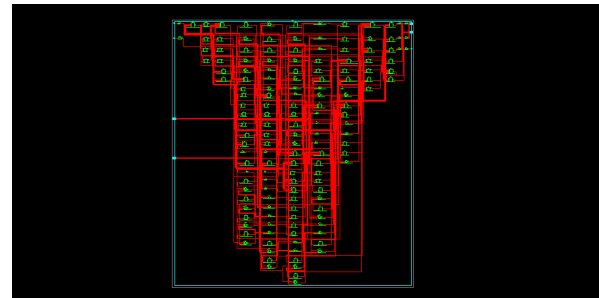


Figura 15: RTL TOP

### VII. METODOLOGÍA

Una vez implementados todos los módulos que hacen parte del proyecto, procedimos a realizar el acople final. Este se hizo mediante señales de enable que habilitaban los módulos de la siguiente manera:

En primera instancia, la pantalla LCD ilustrará un mensaje de bienvenida para el usuario y le solicitará acercar la TIUN al lector infrarrojo. Una vez se lleve a cabo este paso, el lector infrarrojo identificará uno de los seis usuarios de tres bits, y enviará una señal de enable a la LCD y el teclado paralelamente.



Figura 16: Bienvenida

En este momento, la LCD le solicitará al usuario digitar su clave de cuatro dígitos en el teclado matricial (la cual ha sido previamente asignada para cada uno de los usuarios). Una vez el usuario



digite la clave, se realizará una comparación de la entrada con las claves asignadas a partir de registros de desplazamiento. Estos determinarán si la clave es correcta o incorrecta, y enviarán el mensaje correspondiente a la pantalla LCD.

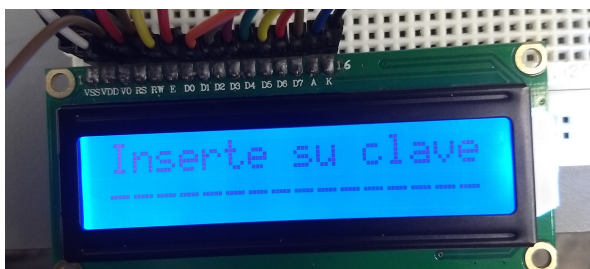


Figura 17: Solicitud de clave

Finalmente, si la clave es correcta, una señal de enable será enviada al servomotor. Este deberá rotar y liberar la bicicleta. No obstante, si la clave es incorrecta, la LCD invitará al usuario a intentar de nuevo el proceso. Así pues, hemos logrado concatenar los módulos a partir de las posibilidades y consecuencias de cada instante.



Figura 18: Elección de bicicleta

## VIII. LÍNEA DE TIEMPO

En la siguiente tabla consignamos la línea de tiempo del proyecto. Esta fue modificada con respecto al primer informe, a causa de paro estudiantil.

Fecha	Actividad
23 de enero	Configurar módulo teclado
29 de enero	Configurar módulo LCD y servomotor
6 de febrero	Configurar módulo RFID
10 de febrero	Iniciar acople de módulos
20-22 de febrero	Entrega parcial
27 de febrero	Ultimar detalles y correcciones
11-20 de marzo	Presentación final

## IX. DISCUSIÓN

A la fecha, el proyecto aún necesita tiempo de trabajo para lograr el acople correcto de los módulos. Si bien cada uno de los módulos trabajan

individualmente, el acople entre ellos sigue siendo parcial.

Por ende, el sistema de identificación aun debe experimentar mejoras con respecto a la cantidad de préstamos que puede registrar un usuario, y el periodo de préstamo controlado que ofrecen alternativas como Viu Bicing.

## X. CONCLUSIONES

- Es necesario aislar los sensores infrarrojos para lograr una identificación confiable de los usuarios.
- Es preciso tener en cuenta la tensión de salida que provee la Nexys, debido a que esta puede ser insuficiente para algunos módulos.
- El acople de los módulos es parcial, y aun no cumple con los objetivos propuestos.

## XI. REFERENCIAS

- 1 Biking in Barcelona: How to use Viu Bicing (2015) [online] <https://www.velabas.com/writing/places/biking-in-barcelona-how-to-use-viu-bicing/>
- 2 Datasheet CNY70. [online] [http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Datasheet%20cny70&gclid=EAIaIQobChMIIsKaL3v\\_K4AIVAIYMCh3PVgxREAAYASAAEgKK5vD\\_BwE](http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Datasheet%20cny70&gclid=EAIaIQobChMIIsKaL3v_K4AIVAIYMCh3PVgxREAAYASAAEgKK5vD_BwE)
- 3 Servomotores. [online] [http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr\\_0204/ctrl\\_rob/robotica/sistema/motores\\_servo.htm](http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/motores_servo.htm)
- 4 Teclado matricial. [online] <http://www.circuitoselectronicos.org/2011/03/teclado-matricial-4x4.html>
- 5 Pantalla LCD [online] <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/pantalla-lcd-16x2-con-arduino/>