

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Sede San Carlos

Escuela de Ingeniería en Electrónica

**Diseño e implementación de sistemas empujados para  
solución de problemas prácticos.  
Cobro automático de peajes y estacionamientos**

EL-4313 Lab. Estructura de Microprocesadores

Profesor: Ing. Ernesto Rivera Alvarado

Estudiantes:

Randall Durán Solano 2013027110  
Francisco Elizondo Rodriguez 2013097310  
Freddy Salazar Acosta 2013116449  
José Eduardo Zúñiga Ramírez 2013099951

## Índice

<b>1. Descripción del diseño de software realizado en el proyecto</b>	<b>1</b>
1.1. Bloque toma y análisis de imagen . . . . .	1
1.2. Bloque de notificación . . . . .	1
1.3. Bloque servomotor . . . . .	1
<b>2. ¿Cuáles fueron los principales retos a resolver y cómo se resolvieron?</b>	<b>1</b>
<b>3. ¿Cuáles mejoras se sugieren para el programa y cómo se harían?</b>	<b>2</b>
<b>4. ¿Cuáles son las conclusiones a las que llega el grupo de trabajo?</b>	<b>2</b>
<b>5. Referencias bibliográficas</b>	<b>2</b>

## **1. Descripción del diseño de software realizado en el proyecto**

El software que se realizó en este proyecto consta de un prototipo de cobro de peaje automatizado. En este se hace uso de una cámara para tomar la fotografía de la placa del automóvil y posteriormente analizarla; de un Raspberry pi 3, un servomotor y conexión a internet.

Este proyecto se puede ver de manera modular, donde existen bloques funcionales que al conectarse dan forma al proyecto.

### **1.1. Bloque toma y análisis de imagen**

Este bloque consta del uso de una cámara de Raspberry pi 3, donde esta tomará una foto si es accionado un botón que se encuentra en carretera, el cual informa que está pasando un automóvil. Al tomarse la foto, el programa ejecuta un programa externo llamado ALPR (Automatic License Plate Recognition), este programa es encargado de eliminar la información no necesaria de la imagen, dejando solo la información de la placa y con esta información se compara con una base de datos, la cual se encuentra en un archivo aparte, para proceder al cobro, avisando al usuario del mismo y se da la activación del servomotor para el paso del automóvil. En el caso en que el usuario no esté registrado, la aguja del peaje no se abrirá.

### **1.2. Bloque de notificación**

La notificación del cobro al usuario se hace mediante correo electrónico, para esto es fundamental que el usuario esté registrado correctamente en la base de datos. Para crear la base de datos se utiliza un archivo de texto externo en el cual se encuentran los datos de todos los usuarios registrados, en la programación principal se toman estos datos y se asignan a la clase usuario la cual a su vez se agrupa en una lista para poder ser analizada cuando sea necesario. Es necesario instalar la librería smtplib para poder utilizar el código preestablecido para enviar el correo correctamente. Dicho correo menciona: Nombre del dueño del vehículo, tipo de vehículo (liviano, pesado o carga), la placa y el monto del cobro.

### **1.3. Bloque servomotor**

Para poder controlar el servomotor se utilizó la librería RPI.GPIO, El servomotor se utiliza para subir y bajar la aguja del peaje, este se activa en el momento que se hace el cobro del peaje al usuario.

## **2. ¿Cuáles fueron los principales retos a resolver y cómo se resolvieron?**

Se inició con el reconocimiento de objetos con una cámara, para esto se instaló la herramienta OPENCV en la Raspberry pi 3, sin embargo luego de algunas pruebas e investigación se encontró otro programa que realiza el reconocimiento de letras y números, lo que es más sencillo adaptarlo al reconocimiento de una placa. Efectivamente el programa ALPR nos ayudó a reconocer correctamente los caracteres de la placa. Para colocar la cámara en la maqueta en ciertos ángulos de posición de la cámara, el programa ALPR no reconoce los caracteres de la imagen tomada, por lo que se decidió colocar la cámara en el centro del reductor de velocidad para tener un mejor enfoque de la placa.

Los servos usan la modulación por ancho de pulsos (PWM) para controlar la posición del motor eléctrico. Para escontrolarlo se envían pulsos de 10% para subir la aguja en el momento que se hace el cobro del peaje, para bajar se invierte el ciclo luego de que el vehículo haya pasado por la aguja.

### **3. ¿Cuáles mejoras se sugieren para el programa y cómo se harían?**

Se podría implementar un reconocimiento general de placas del país, es decir, que se logre reconocer la placa de todo tipo de vehículo como taxis, buses, carros del Estado entre otros. Para esto se debería mejorar la librería de ALPR y se reconozca el tamaño de letras para identificar el tipo de placa.

Se debe tener una buena conexión a internet debido a que el envío de la notificación sucede antes que el levantamiento de la aguja, por este motivo si el internet es ineficiente el usuario podría verse afectado al tener que detener su vehículo. Para evitar esto se recomienda tener una buena conexión y utilizar un cable de red en lugar de wifi, esto último con el fin de evitar interferencias.

### **4. ¿Cuáles son las conclusiones a las que llega el grupo de trabajo?**

El aprovechamiento de las herramientas de software que brinda la web son útiles al momento de reducir el tiempo de trabajo. Un sistema dedicado a una tarea, como un empotrado, muestra un rendimiento deseado, donde el procesamiento de las señales es suficientemente rápido como para ejecutar tareas precisas. Un dispositivo empotrado como una Raspberry Pi 3, brinda mecanismos sencillos al momento de integrarlo a circuitos de aplicación específica por la construcción de los mismos.

### **5. Referencias bibliográficas**

<http://fpaez.com/controlar-un-servomotor-con-raspberry-pi>.  
[https://github.com/openalpr/openalpr/wiki/Compilation-instructions-\(Ubuntu-Linux\)](https://github.com/openalpr/openalpr/wiki/Compilation-instructions-(Ubuntu-Linux)).  
<https://robologs.net/2014/04/12/tutorial-de-raspberry-pi-gpio-y-python-i/>.  
<http://fpaez.com/raspberry-pi-control-de-la-camara-con-python/>.