



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE INGENIERÍA

Julio Fernando Stalling Sierra

Asesorado por la Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukota

Guatemala, septiembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE INGENIERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JULIO FERNANDO STALLING SIERRA

ASESORADO POR LA INGA. INGRID SALOMÉ RODRÍGUEZ DE LOUKOTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADOR	Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier González López
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE INGENIERÍA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 28 de octubre de 2010.



Julio Fernando Stalling Sierra

Guatemala 27 de marzo del 2012

Ingeniero
Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador del Área de Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

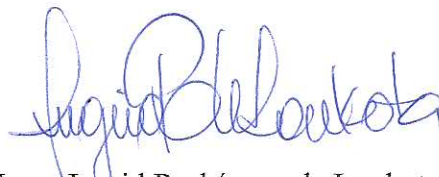
Estimado Ingeniero Guzmán.

Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titulado: **“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE INGENIERÍA”**, del señor **Julio Fernando Stalling Sierra**, por considerar que cumple con los requisitos establecidos.

Por tanto, el autor de este trabajo de graduación y, yo, como su asesora, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente,



Inga. Ingrid Rodríguez de Loukota
Colegiada 5,356
Asesora

Ingrid Rodríguez de Loukota

Ingeniera en Electrónica

Colegiado 5356



FACULTAD DE INGENIERIA

Ref. EIME 26. 2012
Guatemala, 5 de JUNIO 2012.

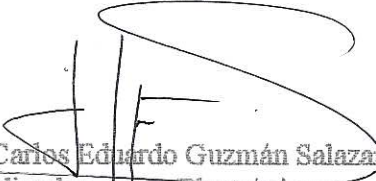
Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
"PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE
INGENIERÍA", del estudiante, Julio Fernando Stalling Sierra,
que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador Área Electrónica



CEGS/sto



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 34. 2012.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Julio Fernando Stalling Sierra titulado: "PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE INGENIERÍA", procede a la autorización del mismo.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



GUATEMALA, 13 DE JUNIO 2012.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE INGENIERÍA**, presentado por el estudiante universitario **Julio Fernando Stalling Sierra**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, Septiembre de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por llenar mi vida de bendiciones.
- Mis padres** Eduardo Stalling y Marta Sierra, por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida. Gracias por guiarme sobre el camino de la educación. Por ser mi inspiración y mi fuente de consejos.
- Mi familia** Con quienes he compartido muchos momentos trascendentales de mi vida.
- Mis abuelos** Roberto Sierra, Josefina González de Sierra, Eloísa Dávila de Stalling y Eduardo Stalling (q.e.p.d.), quienes con sus consejos me forjaron en mi niñez. Con su ejemplo de lucha me han motivado a salir de los momentos difíciles. Por estar a mi lado en todo el camino de mi formación.
- Mis hermanos** Roberto y Marta Stalling Sierra, por su apoyo y cariño que siempre me han acompañado. Sé que cuento con ellos siempre.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Mi casa de estudios en donde pasé los mejores años de mi vida, la cual llevo con orgullo y represento dignamente.

Mi novia

Ana Lucía Torres, por su amor, apoyo y comprensión.

Mis amigos

Apoyo que Dios ha puesto en mi vida. Por su confianza y lealtad.

Mi país

Porque espera lo mejor de mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	1
1.1. Historia de la Facultad de Ingeniería	1
1.1.1. Etapa de modernización	2
1.2. Sede del campus central	3
1.3. Parqueo de la Facultad de Ingeniería.....	6
2. SENSORES	9
2.1. Características de un sensor	10
2.2. Resolución y precisión.....	11
2.3. Sensores inductivos	14
2.4. Detectores de masas metálicas	15
2.4.1. Módulo sensor de espira o lazo magnético.....	17
3. MOTORES ELÉCTRICOS	19
3.1. Motores de corriente directa (DC)	20
3.2. Motores de corriente alterna (AC)	21
3.2.1. El motor sincrónico	21
3.2.2. El motor asincrónico o de inducción	22

4.	BARRERAS AUTOMÁTICAS	23
5.	TECNOLOGÍA RFID	25
5.1.	Funcionamiento básico	25
5.2.	Tipos de etiquetas RFID	27
5.2.1.	Etiquetas pasivas	28
5.2.2.	Etiquetas activas	28
6.	TELEVIGILANCIA.....	31
6.1.	Sistemas analógicos	31
6.2.	Sistema de vídeo digital basado en PC.....	32
6.3.	Sistema digital integral	33
7.	ALGUNOS MODELOS DE PARQUEOS AUTOMÁTICOS ACTUALMENTE UTILIZADOS.....	35
7.1.	Modelos de parqueos automáticos en Guatemala	35
7.1.1.	Sistema de parqueo automático ET y caseta de cobro automático	35
7.1.1.1.	Funcionamiento del sistema	38
7.1.2.	Sistema automático ET y utilización de tarjetas de proximidad (RFID)	39
7.1.2.1.	Funcionamiento del sistema	41
7.1.3.	Sistema de parqueo automático ET con caseta de cobro automático y lector de tarjetas de proximidad RFID.....	42
7.1.3.1.	Funcionamiento del sistema	42
7.1.4.	Sistema de parqueos con sensores de espira.....	43
7.1.4.1.	Funcionamiento del sistema	44
7.2.	Algunos modelos de parqueos automáticos en el mundo	45

7.2.1.	Sistema de vídeo captura	45
7.2.1.1.	Sin reconocimiento de patentes o placas vehiculares	46
7.2.1.2.	Con reconocimiento de patentes o placas vehiculares.....	47
7.2.2.	Parqueo o <i>parking</i> robotizado.....	49
8.	PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE INGENIERÍA.....	53
8.1.	Descripción general de la propuesta	53
8.2.	Seccionamiento físico del parqueo.....	54
8.3.	Sistema de pago del parqueo.....	56
8.4.	Sistema de entrada y salida de los vehículos.....	58
8.4.1.	Entrada del usuario al parqueo.....	60
8.4.2.	Salida del usuario del parqueo.....	62
8.5.	Sistema de monitoreo de disponibilidad de lugares libres en el parqueo.....	64
8.5.1.	Sistema de cámaras de video.....	65
8.5.1.1.	Sección A.....	67
8.5.1.2.	Sección B y D.....	73
8.5.1.3.	Sección C.....	78
8.5.2.	Sistema de control por medio de software.....	83
8.5.3.	Sistema de asignación de la ubicación al usuario.....	86
8.6.	Esquema de la red de equipos	88
8.7.	Recuperación de la inversión	90
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95

APÉNDICE 99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de parqueo actual de Ingeniería.....	7
2.	Señal analógica.....	13
3.	Señal discreta	13
4.	Detector electromagnético monocanal	16
5.	Sensor de espira	18
6.	Barrera automática.....	24
7.	Funcionamiento del sistema RFID	26
8.	Sistema de parqueo ET.....	36
9.	Caseta de cobro automático	37
10.	Tarjeta de proximidad RFID	39
11.	Lector de tarjetas de proximidad	40
12.	Talanquera automática.....	40
13.	Detector de masas metálicas	41
14.	Foto de parqueo por sensores en Guatemala.....	45
15.	Cámaras cerradas herméticamente	46
16.	Cámara para capturar la información de la patente o placa del vehículo.....	48
17.	Software que analiza la imagen digital	49
18.	Entrada al parqueo.....	50
19.	Car Tower de Volkswagen	51
20.	Mapa de ubicación de la Facultad de Ingeniería.....	56
21.	Letrero LED de 5 líneas	59
22.	Diagrama de bloques de entrada al parqueo	62

23.	Diagrama de bloques de salida del parqueo.....	64
24.	Mapa detallado del parqueo de Ingeniería.....	66
25.	Mapa de cámaras de sección A.....	67
26.	Cámara 1 de sección A.....	68
27.	Visión en 3D de cámara 1 de sección A	68
28.	Cámara 2 de sección A.....	69
29.	Visión 3D de cámara 2 de sección A	69
30.	Cámara 3 de sección A.....	70
31.	Visión 3D de cámara 3 de sección A	70
32.	Cámara 4 de sección A.....	71
33.	Visión 3D de cámara 4 de sección A	71
34.	Cámara 5 de sección A.....	72
35.	Visión 3D de cámara 5 de sección A	72
36.	Mapa de cámaras de sección B y D	73
37.	Cámara 1 de sección B y D	74
38.	Visión 3D de cámara 1 de sección B y D.....	74
39.	Cámara 2 de sección B y D	75
40.	Visión 3D de cámara 2 de sección B y D.....	75
41.	Cámara 3 de sección B y D	76
42.	Visión 3D de cámara 3 de sección B y D.....	76
43.	Cámara 4 de sección B y D	77
44.	Visión 3D de cámara 4 de sección B y D.....	77
45.	Mapa de cámaras de sección C.....	78
46.	Cámara 1 de sección C	79
47.	Visión 3D de cámara 1 de sección C.....	79
48.	Cámara 2 de sección C	80
49.	Visión 3D de cámara 2 de sección C.....	80
50.	Cámara 3 de sección C	81
51.	Visión 3D de cámara 3 de sección C.....	81

52.	Diagrama de flujo de sistema de control por medio de software	85
53.	Diagrama de flujo asignación de lugar	87
54.	Diagrama de red de equipos del sistema	89

TABLAS

I.	Características técnicas del detector electromagnético monocanal	17
II.	Características técnicas del sensor de espira	18
III.	Características barreras automáticas	24

GLOSARIO

ET	El cobro electrónico de peajes (ET) (Inglés: Electronic Toll) es un sistema que permite realizar el pago de la tarifa de peaje sin necesidad de una transacción física, sino que mediante tecnología de comunicación remota.
Fototransistor	Es un transistor sensible a la luz, normalmente a los infrarrojos. La luz incide sobre la región de base, generando portadores en ella. Esta carga de base lleva el transistor al estado de conducción. El fototransistor es más sensible que el fotodiodo por el efecto de ganancia propio del transistor.
HID	Un dispositivo de interfaz humana o HID por sus siglas en inglés (Human Interface Device), es un tipo de dispositivo (interfaz de usuario) para computadores que interactúa directamente, que toman entradas de humanos, y pueden entregar una salida a los humanos.
Microcontrolador	Circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales

de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

Microprocesador

Es un circuito integrado constituido por millones de componentes electrónicos. Constituye la unidad central de procesamiento (CPU) de un PC catalogado como microcomputador.

NVR

Dispositivo para grabación de vídeo en red, por sus siglas en inglés (Network Video Recorder), que graba el vídeo en un formato digital a un disco duro u otro dispositivo de almacenamiento.

OCR

Reconocimiento Óptico de Caracteres (ROC), así como el reconocimiento de texto, en general son aplicaciones dirigidas a la digitalización de textos. Identifican automáticamente símbolos o caracteres que pertenecen a un determinado alfabeto, a partir de una imagen, para almacenarla en forma de datos con los que se puede interactuar mediante un programa de edición de texto o similar. Con frecuencia se abrevia en textos escritos en español utilizando el acrónimo OCR a partir del inglés (Optical Character Recognition)

Retrodispersión

En la física, la retrodispersión es la reflexión de las ondas, partículas o señales de vuelta a la dirección de procedencia. Es una reflexión

difusa debido a la dispersión, en oposición a la reflexión especular como un espejo.

RFID

Sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o tags (etiquetas) RFID. (Siglas de Radio Frequency IDentification, en español identificación por radiofrecuencia) El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio.

RTD

Un RTD por sus siglas en inglés (resistance temperature detector) es un detector de temperatura resistivo, es decir, un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

Sensor

Dispositivo que transforma magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

UPS

Un sistema de alimentación ininterrumpida, por sus siglas en inglés (Uninterruptible Power Supply, UPS), es un dispositivo que gracias a sus baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras un apagón, a todos los dispositivos que tenga conectados.

RESUMEN

Continuamente se escucha entre los estudiantes el descontento existente causado por las dificultades que se dan en el parqueo por la falta de información sobre la disponibilidad de espacios requeridos para sus vehículos, lo cual provoca desorden al estacionarse en lugares que obstruyen el paso a otros usuarios, ya que muchas veces no se dispone del tiempo para salir a buscar otros parqueos más distantes pues una vez se ha ingresado en el parqueo se encuentra en una lenta movilización del tráfico ocasionado porque se permite el ingreso de un alto número de vehículos cuando ya el parqueo está saturado, pues los encargados no poseen la información necesaria en el momento preciso.

La simple colocación de talanqueras automáticas no sería una solución viable ya que permitirían de igual manera el acceso estando el parqueo saturado. Por lo tanto es necesario considerar un sistema de monitoreo de espacios disponibles que permita informar anticipadamente al ingreso sobre la situación en que se encuentra el parqueo.

La disponibilidad de tecnología electrónica existente en la actualidad puede permitir la estructuración de un sistema inteligente que contrarreste la serie de problemas que se presentan en el parqueo del edificio T-3, por lo que se busca proponer un proyecto de automatización para el monitoreo de espacio vehicular para el parqueo mencionado.

OBJETIVOS

General

Elaborar el diseño de una talanquera automática para el cobro mediante tarjeta HiD y boletas de pago, además de un sistema automatizado que permita mantener control sobre la disponibilidad de espacios en el parqueo del edificio T-3.

Específicos

1. Proponer un diseño que transfiera a los usuarios la información sobre localidades vehiculares disponibles o les indique previamente la prohibición de ingreso por saturación del parqueo.
2. Proponer un sistema para el monitoreo de la totalidad de los espacios vehiculares existentes en el parqueo del edificio T-3 por medio cámaras y un software de análisis de imagen, con el fin de administrar electrónicamente su disponibilidad.
3. Proponer un diseño en el cual se ubique una pantalla informativa, visible a los usuarios, previo a su ingreso al parqueo, para informar de manera continua sobre la disponibilidad y ubicación de lugares para estacionamiento.

4. Proponer un modelo de talanquera automática comercial que permita ejecutar el ingreso al usuario así como el cobro correspondiente del parqueo y el control de egreso en la salida y evitar el ingreso incorrecto.

JUSTIFICACIÓN

El parqueo del edificio T-3 tiene una elevada demanda de usuarios, especialmente los días hábiles, de los cuales solamente logran ingresar un promedio de dos mil cuatrocientos vehículos y aún así ocasionan un elevado desorden vehicular que aumenta el riesgo de accidentes y eleva los índices de contaminación ambiental ya que muchos usuarios se ven obligados a mantenerse en circulación o moverse continuamente de un lugar a otro esperando un espacio donde ubicarse.

Debido a la misma demanda se hace necesario mantener laborando de manera constante por lo menos cuatro personas en el control del parqueo requiriéndose al menos dos turnos diariamente, lo cual disminuye los ingresos que pueden ser utilizados para mejorar y aumentar los servicios.

El mantener un monitoreo electrónico continuo de la disponibilidad de espacios en el parqueo, trasladar esta información a los usuarios previo a su ingreso y automatizar el cobro y el ingreso, aparte de disminuir los riesgos de accidentes y la contaminación ambiental en el área, se evitaría la pérdida de tiempo y el estrés que ocasiona a los automovilistas ingresar al parqueo y tener que buscar un espacio disponible o salir nuevamente a parqueos más distantes. También permitiría que parte del personal dedicado al control vehicular pueda destinarse a apoyar el monitoreo automático, dar seguridad dentro del parqueo y mantener la señalización y ornamentación necesaria.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación se trata el tema de la automatización del parqueo de la Facultad de Ingeniería para poder brindar un mejor servicio a los usuarios del mismo.

En el capítulo 1 se hace una breve reseña de la historia de Facultad de Ingeniería así como su estado actual. También se especifica cuáles son los edificios que son utilizados por la Facultad y para qué son utilizados. Además se podrá encontrar información de cantidad de vehículos que utilizan el parqueo así como los horarios de uso del mismo.

En el capítulo 2 se encuentra información detallada sobre diferentes dispositivos utilizados en la automatización, dispositivos como sensores y sus características, tipos de sensores que se utilizan en la actualidad para detectar presencia de vehículos y sus características.

En el capítulo 3 se aborda el tema de diferentes tipos de motores eléctricos utilizados en proyectos de electrónica, los cuales se pueden dividir en motores AC y DC.

En el capítulo 4 se encuentra una descripción sobre cómo es el funcionamiento y las características de las barreras automáticas utilizadas en los parqueos para controlar el acceso y salida de vehículos.

Para el acceso de los usuarios y control prepago de los usuarios en el pago del parqueo se describe el uso de las tarjetas de proximidad, las cuales utilizan la tecnología RFID, que se describe en el capítulo 5.

En el capítulo 6 se explica cómo funciona el uso de las cámaras de video y sistemas de grabación para la televigilancia. Luego, para una mejor visión del funcionamiento de los parqueos automáticos en el capítulo 7 se describen distintos tipos de parqueos automatizados que existen actualmente en el mundo.

Al final se describe a detalle la propuesta para la automatización del parqueo de ingeniería, que por medio del uso de cámaras de video y un software de análisis de imagen se asignan lugares a los usuarios que estén ingresando al parqueo. Se describe cómo ubicar detalladamente cada cámara, así como un esquema de la red de equipos.

1. FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

La Facultad de Ingeniería es una de las 10 facultades que conforman la Universidad de San Carlos de Guatemala, fundada en 1880, es la más grande e importante de Guatemala. Según el Departamento de Registro y Estadísticas de la Universidad de San Carlos, la Facultad de Ingeniería atiende a una población estudiantil de más de 10,000 estudiantes de pregrado siendo por ende una de las unidades académicas más pobladas de la USAC.

1.1. Historia de la Facultad de Ingeniería

En 1834, siendo jefe del Estado de Guatemala Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, sucesora de la Universidad de San Carlos, implantándose la enseñanza de Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física.

La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, año en que bajo el gobierno de Rafael Carrera, volvió a transformarse en la Universidad.

La Revolución de 1871 hizo tomar un rumbo distinto a la enseñanza técnica superior. Se fundó la Escuela Politécnica en 1873 para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales militares.

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por Decreto del Gobierno en 1882 se elevó a la

categoría de Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así de la Escuela Politécnica.

El Ing. Cayetano Batres del Castillo fue el primer Decano de la Facultad de Ingeniería, se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose a seis años la carrera de Ingeniería, que era de ocho.

En 1894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, iniciándose un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la Politécnica a la Universidad y viceversa.

La anterior inestabilidad terminó con la supresión de la Escuela Politécnica en 1908. En 1918 la Universidad fue reabierta por Estrada Cabrera y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas. En 1920 la Facultad reinicia sus labores en el edificio que ocupó durante muchos años frente al parque Morazán, ofreciendo únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1930.

En 1930 se reestructuraron los estudios estableciéndose la Carrera de Ingeniero Civil. De este hecho arranca la época moderna de esta Facultad.

1.1.1. Etapa de modernización

En 1944 sobresale el reconocimiento de la autonomía universitaria y la asignación de sus recursos financieros del presupuesto nacional fijados por la Constitución de la República. A partir de entonces, la Facultad de Ingeniería se independiza de las instituciones gubernamentales y se integra al régimen autónomo estrictamente universitario.

En 1947 se cambiaron los planes de estudios al régimen semestral en el que, en lugar de seis años, se establecieron 12 semestres para la carrera.

Así también, en 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, para fomentar y coordinar la investigación científica con participación de varias instituciones públicas y privadas.

En el año de 1971 se inició la ejecución del Plan de Reestructuración de la Facultad de Ingeniería (Planderest), que impulsaba la formación integral de los estudiantes de Ingeniería para una participación cada vez más efectiva de la ingeniería en el desarrollo del país.

1.2. Sede del campus central

La Facultad funciona dentro del Ciudad Universitaria de la USAC, zona 12, de la Ciudad de Guatemala.

El complejo de Ingeniería se ubica en el extremo noroeste del campus junto a la Facultad de Arquitectura, y consiste en varios edificios de denominación T (nomenclatura usada en el campus para edificios de carreras técnicas).

Además cuenta como anexo el edificio S-12 en donde se imparte el área común a estudiantes de primer ingreso y el edificio S-11 donde se encuentra la escuela de estudios de postgrado.

Los edificios que albergan la Facultad de Ingeniería son los siguientes:

- **T-1:** en este edificio funcionan:
 - Departamento de Física, biblioteca de Física, Aula Virtual
 - Departamento de Estadística
 - Oficina de la Escuela de Mecánica Industrial
 - Oficina de la Escuela de Mecánica Eléctrica
 - Oficina de congresos estudiantiles
 - Laboratorio de máquinas eléctricas, relevación industrial y conversión de energía
 - Laboratorio de microcontroladores
 - Laboratorio de neumática
 - Sección de Metrología Industrial
 - Laboratorios de Electrónica
 - Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas
 - Aulas puras

- **T-3:** es el edificio principal de la Facultad, acá se encuentran:
 - Aulas puras
 - Oficina de la Escuela Civil
 - Oficina de la Escuela de Sistemas
 - Unidades de salud y odontológica
 - Oficina de deporte y cultura
 - Laboratorios de cómputo estudiantil
 - Laboratorio de internet y tecnología Korea
 - Laboratorio de Geomática
 - Laboratorios SAE SAP

- Laboratorios tecnológicos ITCoE
 - Aula Virtual
 - Aula de recursos audiovisuales
 - Asociación de Estudiantes de Ingeniería
- **T-4:** edificio sirve principalmente para tareas administrativas:
 - Decanato
 - Biblioteca Ing. Mauricio Castillo Contoux
 - Centro de Cálculo
 - Control Académico
 - Escuela de Ciencias
 - Departamento de Matemática
 - Departamento de Química
 - Oficina de Lingüística
 - Oficina de Idioma Técnico
- **T-5:** este edificio incluye:
 - Oficinas de la Escuela de Química
 - Laboratorios de Ingeniería Química
 - Laboratorio de Físico-Química
 - Laboratorio de Operaciones Unitarias
 - Laboratorio de Microbiología
 - Centro de Investigaciones de Ingeniería
 - Laboratorio de Mecánica de Suelos
 - Laboratorio de Materiales de Construcción
 - Laboratorio de Concreto, Aglomerantes y Morteros
 - Laboratorio de Investigación y Extracción de Vegetales

- **T-6:** en este edificio funciona el auditorium de la Facultad, en honor al Ingeniero Francisco Vela.

- **T-7:** en este edificio se ubican:
 - Oficinas de la Escuela de Mecánica
 - Laboratorios de Máquinas Industriales

1.3. Parqueo de la Facultad de Ingeniería

El parqueo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presenta una elevada demanda vehicular en diferentes horarios, lo que ocasiona que cuando se satura, ingresan vehículos que no encuentran espacio para poderse estacionar y tienen que optar por estacionarse en lugares inapropiados o mantenerse en circulación esperando que se desocupe algún lugar; esto provoca a los usuarios pérdida de tiempo y de combustible pero también afecta a otros pilotos que en el momento de querer egresar encuentran obstáculos que se los impiden.

Generalmente el personal encargado de controlar el ingreso no dispone de un sistema que les permita saber en qué momento el parqueo se ha saturado y es hasta que se comienzan a producir problemas internos que se detiene el ingreso, lo cual también ocasiona colas de espera que afectan el tránsito vehicular en esa área del periférico universitario.

El parqueo de la Facultad de Ingeniería se encuentra en la pista de circunvalación que rodea algunos de los edificios de dicha Facultad que conforman un módulo o conjunto de edificios, que mediante corredores, patios y jardines se comunican entre sí. Los edificios que componen este módulo son T-

3, T-4, T-5 y T-6, pero la pista que los rodea comunica también con la cancha deportiva, el edificio T-7, acceso al Aula Magna de la Universidad y algunos accesos a jardines, patios que rodean al edificio de Recursos Educativos o Biblioteca Central y a la Plaza de los Mártires.

La pista de circunvalación que se usa para movimiento vehicular es la misma que se utiliza para el parqueo, colocando vehículos estacionados en ambos lados de la pista en gran parte de su longitud, existiendo un área casi encerrada entre los edificios T-5 y T-6, que es utilizada para el parqueo de docentes y otra en el extremo poniente del módulo de edificios, con una amplitud de unos 97 metros de largo y ancho, que va de los 32 a los 19 metros y que permite aumentar la capacidad total de parqueo, lográndose una cantidad aproximada de 390 parqueos de automóviles y un área para motocicletas, las cuales actualmente no pagan derecho de parqueo.

Figura 1. **Mapa de parqueo actual de Ingeniería**



Fuente: Registro y Estadística. Documento adjunto.

El área de motos se encuentra enfrente del edificio T-4, como se puede apreciar en el mapa de la figura 1.

Debido a la rotación vehicular ocasionada por las jornadas académicas matutina y vespertina de la Facultad de Ingeniería, se obtiene un ingreso promedio por día de lunes a viernes de 650 vehículos pagando derecho de parqueo, que corresponden aproximadamente al 11% de todos los vehículos que pagaban parqueo en el campus central y CUNORI, además de vehículos de docentes y personal administrativo que no efectúan ningún pago.

Actualmente, durante la jornada matutina laboran cuatro personas: una es encargada de efectuar el cobro al ingreso de vehículos, en horario de 6:00 a 13:00 horas, dos personas para mantener el control de espacios disponibles y dar seguridad con su presencia, con horario de 7:00 a 14:00 horas y la otra persona para revisar el boleto correspondiente de cada vehículo que egresa de parqueo, con horario de 8:00 a 15:00 horas.

Durante la jornada vespertina laboran cinco personas: una se encarga de efectuar el cobro al ingreso de parqueo, en horario 13:00 a 19:00 horas, otras tres para control de espacios disponibles, ordenar el parqueo y dar seguridad, con horario de 14:00 a 20:00 horas; mientras la otra persona revisa los boletos de pago cuando los vehículos egresan del lugar en horario de 15:00 a 21:00 horas.

Las personas que laboran en el parqueo tienen un salario diario de Q.56.00 y una bonificación de Q.500.00 mensuales, hasta el año 2011, estas personas también son encargadas de limpieza, jardinería y señalización en el área de parqueo.

2. SENSORES

Un sensor es un dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar) y una corriente eléctrica (como un fototransistor).

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Hay sensores que no solo sirven para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.

Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Las áreas de aplicación de los sensores pueden ser: la industria automotriz, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, robótica, etc.

2.1. Características de un sensor

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- *Offset* o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el *offset*.
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.

- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (por ejemplo, un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un *display*) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, como por ejemplo un puente de Wheatstone, amplificadores y filtros electrónicos que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de la circuitería.

2.2. Resolución y precisión

La resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida. Sin embargo, la precisión es el máximo error esperado en la medida.

La resolución puede ser de menor valor que la precisión. Por ejemplo, si al medir una distancia la resolución es de 0,01 mm, pero la precisión es de 1 mm, entonces se aprecian variaciones en la distancia medida de 0,01 mm, pero no puede asegurarse que haya un error de medición menor a 1 mm. En la mayoría de los casos este exceso de resolución conlleva a un exceso innecesario en el coste del sistema.

No obstante, en estos sistemas, si el error en la medida sigue una distribución normal o similar, lo cual es frecuente en errores accidentales, es decir, no sistemáticos, la repetitividad podría ser de un valor inferior a la precisión.

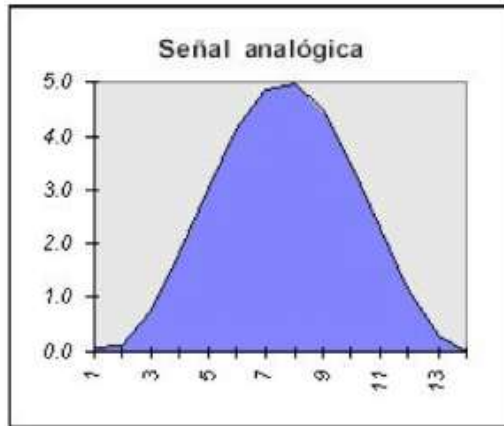
Sin embargo, la precisión no puede ser de un valor inferior a la resolución, pues no puede asegurarse que el error en la medida sea menor a la mínima variación en la magnitud de entrada, que puede observarse en la magnitud de salida.

En general, la mayoría de los sensores pueden ser divididos en dos grandes grupos:

- Sensores analógicos
- Sensores digitales

Un sensor analógico es aquel que puede entregar una salida variable dentro de un determinado rango (ver figura 1). Un sensor analógico, como por ejemplo una fotorresistencia (componente que mide intensidad de luz), puede ser cableado en un circuito que pueda interpretar sus variaciones y entregar una salida variable con valores entre 0 y 5 volts.

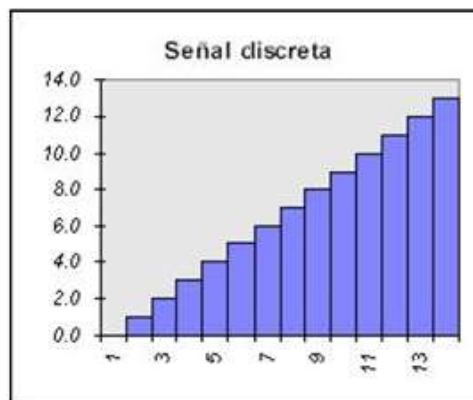
Figura 2. **Señal analógica**



Fuente: elaboración propia.

Un sensor digital es aquel que entrega una salida del tipo discreta (ver figura 2). Es decir, que el sensor posee una salida que cambia dentro de un determinado rango de valores, pero a diferencia de los sensores analógicos, esta señal varía a razón de pequeños pasos preestablecidos.

Figura 3. **Señal discreta**



Fuente: elaboración propia.

Por ejemplo, si se considera un botón pulsador, el cual es uno de los sensores más básicos, este posee una salida discreta de tan solo dos valores, por ejemplo abierto o cerrado. Otros sensores discretos pueden entregar una salida del tipo binario, como es el caso de un conversor analógico/digital, el cual entrega una salida de 8 bits, capaz de subdividir las variaciones de la entrada en hasta 256 escalones.

Los sensores discretos más comúnmente usados en robótica entregan una salida del tipo binario, las cuales poseen dos estados posibles (0 y 1). De aquí en adelante se asumirá que una salida digital es una salida del tipo binaria.

La distinción entre analógico y digital es muy importante a la hora de tomar la decisión para determinar qué sensores se usarán. Esta decisión depende en gran medida de la capacidad y características de la controladora que se usará.

2.3. Sensores inductivos

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo, generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos. El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor de nivel de disparo de la señal y un circuito de salida.

Al aproximarse un objeto "metálico" o no metálico, se inducen corrientes de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido o la posición "ON" y "OFF".

El funcionamiento es similar al capacitivo; la bobina detecta el objeto cuando se produce un cambio en el campo electromagnético y envía la señal al oscilador, luego se activa el disparador y finalmente el circuito de salida hace la transición entre abierto o cerrado.

2.4. Detectores de masas metálicas

El detector de masas metálicas es un sistema constituido por al menos una espira magnética subterránea y por un detector electrónico de señal.

El sistema se basa en la detección de una variación de inductancia provocada por el paso de una masa metálica sobre la espira.

Toda la gama de detectores Prastel controla frecuencias diferentes de trabajo. Los de la versión monocanal (figura 13) disponen de ganancia automática de la sensibilidad (que se activa mediante la función “BOOST”); la versión con lógica de dirección discrimina la apertura del paso automático solo si la espira es atravesada en la dirección configurada (lógica de dirección).

Este sistema es ideal para controlar la apertura y el cierre de un paso automático en caso de tránsito de masas metálicas (vehículos, carros, etc.), discriminándolos del paso de personas.

Generalmente, se utiliza para la activación de barreras automáticas y puertas industriales, y para suministrar los datos necesarios para la automatización de un paso vehicular.

El sistema está compuesto por:

- Amplificador de señal autocalibrado (detector): con ganancia automática de sensibilidad y frecuencias diferentes de trabajo seleccionables.
- Antena subterránea o espira: sistemas de antenas que operan muy efectivamente en el subsuelo, ya sean colocadas en bóvedas, o simplemente enterradas.

Figura 4. **Detector electromagnético monocanal**



Fuente: <http://www.prastel.com/index.php?LCODE=0508010000P>. Consulta: 8 de enero de 2012.

Tabla I. **Características técnicas del detector electromagnético monocanal**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
	MLX24AZ	MLX220AZ
Alimentación:	12-24 Vac/dc	230 Vac
Consumo:	40 mA	40 mA
Espiras conectables:	1	1
N.º de salidas:	2	2
Tipo de detección:	impulsiva y/o presencia	impulsiva y/o presencia
Salida de relé 1:	NO/NC - Impulsiva (100 ms)	NO/NC - Impulsiva (100 ms)
Salida de relé 2:	NO/NC - impulsiva y/o presencia	NO/NC - impulsiva y/o presencia
Capacidad del relé:	0,5 A a 24 V	0,5 A a 24 V
Indicaciones:	1 LEDrojo	1 LEDrojo
Grado de protección:	IP 44	IP 44
Temp. de funcionamiento:	da -20° a +55 °C	da -20° a +55 °C
Dimensiones y peso:	88 x 76 x 38 mm - 85 g	88 x 76 x 38 mm - 100 g

Fuente: <http://www.prastel.com/index.php?LCODE=0508010000P>. Consulta: 8 de enero de 2012.

2.4.1. Módulo sensor de espira o lazo magnético

El detector de presencia de vehículos es un dispositivo basado en microprocesador diseñado específicamente para aplicaciones en estacionamientos, control de accesos, y plazas de peaje.

La función principal del módulo es detectar la presencia de vehículos por medio de un cambio en la inductancia que se origina cuando el automóvil pasa por encima de un lazo inductivo.

El oscilador del detector es multiplexado para así eliminar alguna posible interferencia del tipo *crosstalk* entre los lazos que se conectan al mismo.

El detector de presencia está diseñado para colocarse sobre un riel DIN a través de un conector de 11 pines del tipo 86CP11.

Figura 5. **Sensor de espira**



Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Sensor%20Loops%20Espiras.html>. Consulta: 25 de noviembre de 2008.

Tabla II. **Características técnicas del sensor de espira**

Características Técnicas	
• Sintonizado:	Completamente automático
• Rango de autosintonizado:	20 a 1500 uHy
• Sensibilidad:	Ajustable a través de llaves tipo DIP con cuatro pasos seleccionables
• Frecuencia:	Ajustable a través de llaves tipo DIP con cuatro pasos seleccionables
• Modos:	La salida de los relés pueden operar en los modos "presencia", "pulso" o "dirección lógica"
• Tiempo de presencia:	Seleccionable: presencia limitada presencia permanente
• Duración del pulso de salida	150 / 250 mseg.
• Tiempos de respuesta	100 mseg.
• Compensación por drift	aprox. 1 % AL/L por minuto
• Indicadores	un led rojo de encendido
• Salidas	un relé por canal de 230 VAC @ 5 ^a
• Reset	botón de reset en el panel frontal
• Protección de picos	aislación galvánica, tubos de descarga gaseosa y diodos zéner sobre la entrada del lazo
• Alimentación	230 VAC +- 15 % (48 a 60 Hz) ,5 VA max.
• Temperatura de operación	-40 °C a +85 °C
• Humedad	hasta 95 % de humedad relativa sin condensación.
• Gabinete	ABS blend
• Montaje	riel DIN con conector de 11 pines tipo 86CP11
• Tamaño	76 (alto) x 39 (ancho) x 78 mm (profundidad)

Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Sensor%20Loops%20Espiras.html>. Consulta: 8 de enero de 2012.

3. MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos son máquinas que se utilizan para transformar energía eléctrica en mecánica.

Son usados en la industria pues combinan las ventajas del uso de la energía eléctrica (bajo costo, facilidad de transporte, limpieza y simplicidad de la puesta en marcha, etc.) con una construcción relativamente simple, costo reducido y buena adaptación a los más diversos tipos de carga.

De acuerdo con la fuente de tensión que alimente al motor, existe la siguiente clasificación:

- Motores de corriente directa (DC)
- Motores de corriente alterna (AC)

Los motores de corriente alterna y de corriente directa se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el cual circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, este tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por él mismo, adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente eléctrica por un conductor se produce un campo magnético, además si se le pone dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse, produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha.

3.1. Motores de corriente directa (DC)

Se utilizan en casos en los que es de importancia el poder regular continuamente la velocidad del eje y en aquellos en los que se necesita de un toque de arranque elevado. Además, se utilizan en aquellos casos en los que es imprescindible el uso de corriente continua, como es el caso de trenes y automóviles eléctricos, motores para utilizar en el arranque y en los controles de automóviles, motores accionados a pilas o baterías, etc.

Para funcionar, el motor de corriente continua o directa precisa de dos circuitos eléctricos distintos: el circuito de campo magnético y el de la armadura.

El campo (básicamente un imán o un electroimán) permite la transformación de energía eléctrica recibida por la armadura en energía mecánica entregada a través del eje.

La energía eléctrica que recibe el campo se consume totalmente en la resistencia externa con la cual se regula la corriente del campo magnético. Es decir, ninguna parte de la energía eléctrica recibida por el circuito del campo, es transformada en energía mecánica. El campo magnético actúa como una especie de catalizador que permite la transformación de energía en la armadura.

La armadura consiste en un grupo de bobinados alojados en el rotor y en un ingenioso dispositivo denominado colector mediante el cual se recibe corriente continua desde una fuente exterior y se convierte la correspondiente energía eléctrica en energía mecánica que se entrega a través del eje del motor. En la transformación se pierde un pequeño porcentaje de energía en los carbones del colector, en el cobre de los bobinados, en el hierro (por corriente parásita e histéresis), en los rodamientos del eje y la fricción del rotor por el aire.

3.2. Motores de corriente alterna (AC)

Bajo el título de motores de corriente alterna podemos reunir a los siguientes tipos de motor:

- Motor sincrónico
- El motor asincrónico o de inducción

3.2.1. El motor sincrónico

Este motor tiene la característica de que su velocidad de giro es directamente proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. Por ejemplo, si la fuente es de 60Hz y si el motor es de dos polos, gira a 3600 RPM; si es de cuatro polos gira a 1800 RPM y así sucesivamente. Este motor gira a la velocidad constante dada por la fuente, o si la carga es excesiva, se detiene.

El motor sincrónico es utilizado en aquellos casos en que los que se desea velocidad constante. En nuestro medio sus aplicaciones son mínimas y casi

siempre están relacionadas con sistemas de regulación y control, mas no con la transmisión de potencias elevadas.

Como curiosidad, vale la pena mencionar que el motor sincrónico y al igual que el motor de corriente directa, precisa de un campo magnético que posibilite la transformación de energía eléctrica recibida por su correspondiente armadura en energía mecánica entregada a través del eje. A pesar de su uso reducido como motor, la máquina sincrónica es la más utilizada en la generación de energía eléctrica por ejemplo, en las centrales hidroeléctricas y termoeléctricas mediante generadores sincrónicos trifásicos.

3.2.2. El motor asincrónico o de inducción

Si se realizara a nivel industrial una encuesta de consumo de la energía eléctrica utilizada en alimentar motores, se vería que casi la totalidad del consumo estaría dedicado a los motores asincrónicos. Estos motores tienen la peculiaridad de que no precisan de un campo magnético alimentado con corriente continua, como en los casos del motor de corriente directa o del motor sincrónico.

Una fuente de corriente alterna (trifásica o monofásica) alimenta a un estator. La corriente en las bobinas del estator induce corriente alterna en el circuito eléctrico del rotor (de manera algo similar a un transformador) y el rotor es obligado a girar.

4. BARRERAS AUTOMÁTICAS

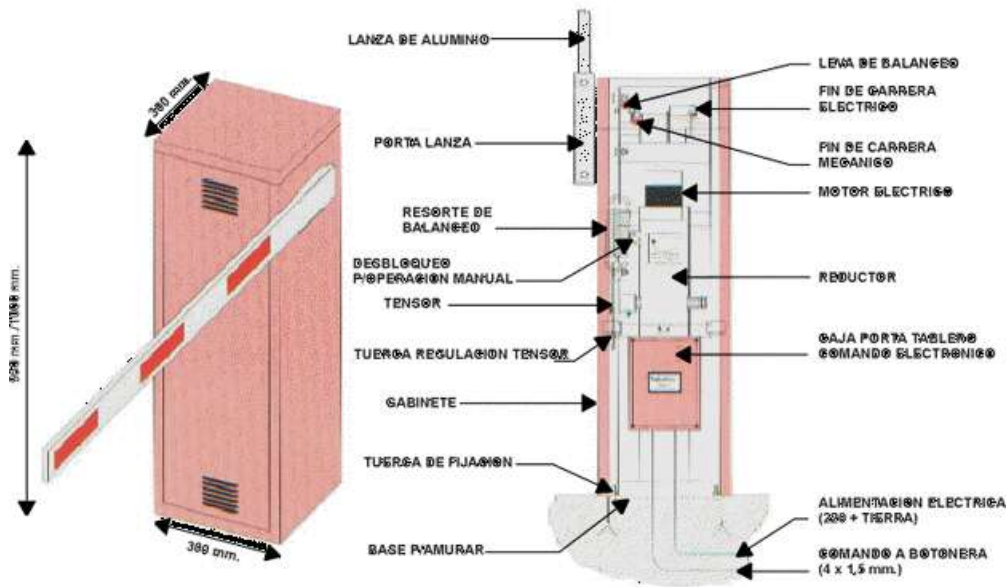
Las barreras vehiculares son el elemento primario del control de acceso para *countries*, estacionamientos y entradas a edificios. Asociadas a los controles de accesos, proveen un manejo ordenado del tránsito vehicular. Su estructura es de hierro y disponen de un sistema de seguridad en su lanza que ante un eventual choque del vehículo, libera la misma, minimizando los daños a la barrera y al móvil. Cuenta la posibilidad de liberar el mecanismo en forma manual para aquellos casos de corte de energía y en los que no se dispone de una UPS de reserva.

Asociado a la barrera y al control de acceso, se instala un detector vehicular que conforma el sistema antiplastamiento, el cual impide la bajada de la lanza mientras un vehículo se encuentre debajo de la misma.

Los elementos que utilizan las barreras automáticas son por lo general:

- Operador electromecánico con desacople para uso manual
- Motor monofásico con protección térmica de bobinado
- Embrague de seguridad que detiene el descenso
- Lanza de aluminio color blanco con reflectivos rojos
- Gabinete de chapa de acero B.W.G. N° 12 (espesor 2,75 mm.)
- Tiempo de subida: 4 segundos (con lanza de 4 metros)
- Tensión de trabajo: 220 VCA 50Hz
- Pintura en polvo horneable (poliéster)

Figura 6. Barrera automática



Fuente: <http://www.apypsh.com.ar/barreras.htm>. Consulta: 5 de enero de 2012.

Tabla III. Características barreras automáticas

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - BARRERAS AUTOMÁTICAS				
	BRL 25	BRL 40	BRL 50	BRL 60
Potencia absorbida	60W	60W	60W	60W
Corriente absorbida	5A	5A	5A	5A
Velocidad motor eléctrico	1400 rpm		1400 rpm	
Tiempo de abertura barrera	2,2 seg.	8,5 seg.	8,5 seg.	8,5 seg.
Voltaje de alimentación	12V	12V	12V	12V

Fuente: <http://www.apypsh.com.ar/barreras.htm>. Consulta: 5 de enero de 2012.

5. TECNOLOGÍA RFID

RFID (siglas de *Radio Frequency IDentification*, en español identificación por radiofrecuencia) es un sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos que usa dispositivos denominados etiquetas, transpondedores o *tags* RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (*automatic identification* o identificación automática).

Las etiquetas RFID son unos dispositivos pequeños, similares a una pegatina, que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, animal o persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor.

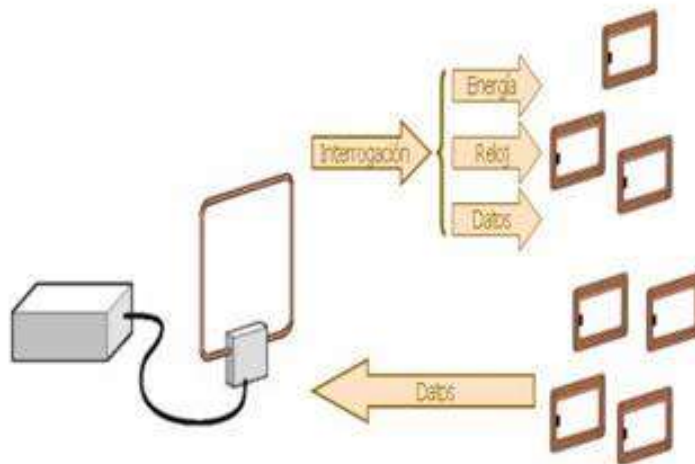
5.1. Funcionamiento básico

Para que la tecnología RFID funcione, son necesarios tres elementos básicos: una etiqueta electrónica o *tag*, un lector de *tags* y una base de datos. Las etiquetas electrónicas llevan un *microchip* incorporado que almacena el código único identificativo del producto al que están adheridas. El lector envía una serie de ondas de radiofrecuencia al *tag*, que este capta a través de una pequeña antena.

Estas ondas activan el *microchip*, que, mediante la microantena y la radiofrecuencia, transmite al lector cuál es el código único del artículo. En definitiva, un equipo lector envía una señal de interrogación a un conjunto de productos y estos responden enviando cada uno su número único de identificación. Por este motivo, se dice que la tecnología RFID es de autoidentificación.

Una vez el lector ha recibido el código único del producto, lo transmite a una base de datos, donde se han almacenado previamente las características del artículo en cuestión: fecha de caducidad, material, peso, dimensiones, localización, etc., dependiendo también a qué se aplique esta tecnología. De este modo se hace posible consultar la identidad de algo o alguien en cualquier momento, ya sea el caso de una aplicación a un producto o a una persona. La siguiente imagen muestra gráficamente lo que hace este sistema RFID.

Figura 7. **Funcionamiento del sistema RFID**



Fuente: <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid2/rc-98/rc-98.htm>.

Consulta: 16 de enero de 2012.

Pueden observarse los pasos siguientes:

- El lector manda una señal de interrogación al RFID;
- El RFID usa la energía de esta señal para funcionar, y su frecuencia como reloj;
- El RFID lee los datos que manda el lector, en caso de que existan;
- El RFID contesta con su propia información;
- Un protocolo anticolisión permite gestionar la respuesta simultánea de múltiples RFID;
- La información recibida se integra con el resto de sistemas de información.

5.2. Tipos de etiquetas RFID

Las etiquetas RFID pueden ser activos, semipasivos (también conocidos como semiactivos o asistidos por batería) o pasivos. Las etiquetas pasivas no requieren ninguna fuente de alimentación interna y son dispositivos puramente pasivos (solo se activan cuando un lector se encuentra cerca para suministrarles la energía necesaria). Los otros dos tipos necesitan alimentación, típicamente una pila pequeña.

A pesar de las ventajas en cuanto al coste de las etiquetas RFID pasivas respecto de las activas, son significativos otros factores incluyendo exactitud, funcionamiento en ciertos ambientes como cerca del agua o metal, y confiabilidad; estos hacen que el uso de etiquetas activas sea muy común hoy en día.

5.2.1. Etiquetas pasivas

Las etiquetas pasivas no poseen alimentación eléctrica. La señal que les llega de los lectores induce una corriente eléctrica pequeña y suficiente para operar el circuito integrado CMOS de la etiqueta, de forma que puede generar y transmitir una respuesta. La mayoría de etiquetas pasivas utiliza la retrodispersión (*backscatter*) sobre la portadora recibida; esto es, la antena ha de estar diseñada para obtener la energía necesaria para funcionar, a la vez que para transmitir la respuesta por retrodispersión. Esta respuesta puede ser cualquier tipo de información, no solo un código identificador. Una etiqueta puede incluir memoria no volátil, posiblemente escribible (por ejemplo EEPROM).

Las etiquetas pasivas suelen tener distancias de uso práctico comprendidas entre los 10 cm (ISO 14443) y llegando hasta unos pocos metros (EPC e ISO 18000-6), según la frecuencia de funcionamiento y el diseño y tamaño de la antena. Por su sencillez conceptual, son obtenibles por medio de un proceso de impresión de las antenas. Como no precisan de alimentación energética, el dispositivo puede resultar muy pequeño: pueden incluirse en una pegatina o insertarse bajo la piel (etiquetas de baja frecuencia).

5.2.2. Etiquetas activas

A diferencia de las etiquetas pasivas, las activas poseen su propia fuente autónoma de energía, que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Estas etiquetas son mucho más fiables (tienen menos errores) que las pasivas, debido a su capacidad de establecer sesiones con el lector.

Gracias a su fuente de energía son capaces de transmitir señales más potentes que las de las etiquetas pasivas, lo que les lleva a ser más eficientes en entornos dificultosos para la radiofrecuencia como el agua (incluyendo humanos y ganado, formados en su mayoría por agua), metal (contenedores, vehículos). También son efectivas a distancias mayores pudiendo generar respuestas claras a partir de recepciones débiles (lo contrario que las etiquetas pasivas). Por el contrario, suelen ser mayores y más caras, y su vida útil es en general mucho más corta.

Muchas etiquetas activas tienen rangos efectivos de cientos de metros y una vida útil de sus baterías de hasta 10 años. Algunos de ellos integran sensores de registro de temperatura y otras variables que pueden usarse para monitorizar entornos de alimentación o productos farmacéuticos. Otros sensores asociados con ARFID incluyen humedad, vibración, luz, radiación, temperatura y componentes atmosféricos como el etileno. Las etiquetas activas, además de mucho más rango (500 m), tienen capacidades de almacenamiento mayores y la habilidad de guardar información adicional enviada por el transceptor.

6. TELEVIGILANCIA

La Televigilancia le permite conectarse a un dispositivo (servidor web de vídeo) provisto de cámaras desde cualquier lugar, solo con disponer de una línea ADSL, para visualizar entornos diversos como empresas, comercios, hogares, etc. proporcionándole además acceso para gestionar el equipo y poder realizar cambios en su configuración, recuperar imágenes grabadas o en tiempo real.

La captura de estas imágenes se realiza mediante servidores web de vídeo o cámaras IP que son los dispositivos encargados de transmitir, a través de ADSL, toda la información de vídeo que estén captando las cámaras en ese momento, o incluso las imágenes almacenadas en el disco duro, si se trata de un servidor web de vídeo con grabador incorporado.

Existen actualmente 3 tipos de tecnologías aplicadas a la televigilancia a saber. Son las siguientes:

- Sistema analógico
- Sistema digital basado en el PC
- Sistema digital integral

6.1. Sistemas analógicos

Un monitor analógico permite ver una señal de vídeo. Es decir, tienen una sola entrada de vídeo. Los hay desde 9 hasta 25 pulgadas, aproximadamente.

Con el sistema de grabación analógica unidos al multiplexor, se puede visualizar 4, 8 o 16 cámaras en la cinta de vídeo, y verlas posteriormente en el monitor.

El multiplexor proporciona la posibilidad de ver múltiples cámaras en el monitor; no tiene la posibilidad de grabación. Para ello necesita el grabador analógico.

El grabador analógico solamente graba una sola señal de vídeo, o bien puede grabar múltiples señales si se conecta a un multiplexor.

6.2. Sistema de vídeo digital basado en PC

Un sistema de vídeograbación basado en PC está compuesto de un ordenador tipo PC, una o varias tarjetas capturadoras y un software específico.

Este sistema proporciona una excelente calidad, comparado con el sistema analógico. Ya que al estar basado en PC, en caso de incidencia, tales como averías, se podrán solucionar en tiempo récord.

Respecto del funcionamiento del sistema, combina la potencia del PC con las posibilidades de programación del software, consiguiendo unas prestaciones inimaginables para un sistema analógico.

La duración de las grabaciones pueden llevar hasta 30 días con 4 cámaras y un disco duro de 80 GB (gigabytes). Si se quiere aumentar la duración de la grabación, simplemente se aumenta la capacidad del disco, o bien se amplía el sistema con otro disco auxiliar.

Todas las grabaciones pueden ser salvadas a un disco duro extraíble, DVD ROM, CD, etc. Asimismo, se puede visualizar todas las cámaras en remoto, pudiéndolas ver a través de internet, VPN, etc. Incluso se pueden enviar las imágenes a un servidor remoto, vía ftp.

6.3. Sistema digital integral

Es el sistema construido específicamente para sistemas de televigilancia. Tienen funciones específicas de grabación, visualización y de conexión remota (conexión con LAN e internet). Opera con un software propio y específico.

Estos sistemas son una mezcla de tecnología tradicional y de integración informática del tipo PC para televigilancia. Usan monitores analógicos y algunos vienen ya con la posibilidad de poderle conectar monitores tipo PC, tales como las pantallas TFT y plasma. Tienen salidas normalizadas, tales como conexiones para domos y cámaras con movimiento, relés de conexión con sistemas de alarmas tales como sirenas, llamadores telefónicos automáticos, etc.

Algunos incorporan un mando a distancia, como si de un vídeo o dvd se tratara, con el que programan el sistema. Suelen ser aparatos cerrados, es decir con una funciones muy definidas, aunque ya los sistemas modernos pueden actualizar sus características de acuerdo con las innovaciones tecnológicas que se van produciendo (*firmware*).

Cuentan asimismo con la ventaja de ser muy estables, y cada vez son más económicos (hay que tener en cuenta de que con estos aparatos no hay que hacer la inversión en la compra del PC).

El diseño suele ser muy atractivo, y sobre todo muy profesional, con lo que se puede ofrecer una solución bastante elegante, combinada con las características que ofrecen.

Están fabricados para operar con 4, 9 y 16 cámaras, en distintas resoluciones y velocidades, tanto de grabación como reproducción. Suelen venir con muchos complementos, tales como conexión con sistemas de alarmas, para que cuando salte la misma active la cámara. Tienen relés de salida para activar sirenas o marcadores telefónicos, salidas para cámaras con movimiento, etc.

Las limitaciones que traen estos sistemas es que no se pueden ampliar como le pasa a los basados en PC. Las averías, caso de que se produjesen, dependen del servicio técnico. El *hardware* no es actualizable, es decir; que respecto de los basados en PC, no se puede sustituir la placa por otra con más prestaciones y rapidez, ni ampliar el número de canales, etc.

7. ALGUNOS MODELOS DE PARQUEOS AUTOMÁTICOS ACTUALMENTE UTILIZADOS

En diferentes partes del mundo se han visto muchos tipos de automatización de parqueos, desde parqueos robóticos hasta el uso simple de talanqueras automáticas. Ha surgido la necesidad de emplear estas tecnologías ya sea por necesidades de espacio o por corto personal, así como la optimización.

7.1. Modelos de parqueos automáticos en Guatemala

En Guatemala existen diferentes modelos de parqueos automáticos desde los más simples el cual es el simple cobro del uso del mismo, hasta el de ayuda para encontrar el lugar adecuado.

7.1.1. Sistema de parqueo automático ET y caseta de cobro automático

Este consiste en que en la entrada se encuentra una talanquera automática y un sistema de entrega de boleto y apertura de dicha talanquera, luego se hace uso de la caseta de cobro automática para cancelar el servicio utilizado y así tener acceso a salir de dicho parqueo.

El sistema de parqueo ET, controla las entradas cruzadas en un método completo, autónomo y seguro, gracias a la gestión completa de las espiras magnéticas y de la barrera.

Los sistemas de parqueo se componen de lo siguiente:

- Botón frontal para la solicitud del boleto, posicionado a 110 cm de tierra, para volver confortables las operaciones, y la ranura de expedición del boleto para la retirada.
- Módulo de abastecimiento de boletos.
- Impresión térmica de alta resolución para codificar sobre el boleto datos como: hora, minuto, número progresivo del boleto y unidad de expedición.
- Ficha electrónica de gestión con detector de dos canales para relación transporte.
- Captador óptico para la indicación del próximo agotamiento del papel de boletos.

Figura 8. **Sistema de parqueo ET**



Fuente: <http://www.overheaddoor.com.mx/controldeestacionamientos.pdf>. Consulta: 18 de enero de 2012.

El sistema de caseta de cobro automático es la automatización total de las operaciones de pago de boletos. Coordina la operación de las estaciones periféricas con las cuales está conectado a la red. Es suficiente introducir el boleto en una distancia sin ninguna pauta particular para comenzar el procedimiento de cálculo de la tarifa, dirigido y apoyado por mensajes vocales y textuales. El pago puede suceder con las monedas y/o los billetes de banco, o bien así con tarjetas de crédito o débito, así proveerá el cambio y el recibo subsiguiente.

La caseta de cobro se compone de:

- Explorador óptico para la lectura del boleto (el cual puede servir para las tarjetas de crédito o débito)
- Monitor de color gráfico
- Ranuras para monedas y billetes
- Intercomunicador
- Ranura para el retiro de pago del recibo
- El espacio para el retiro del cambio

Figura 9. **Caseta de cobro automático**



Fuente: <http://www.overheaddoor.com.mx/controldeestacionamientos.pdf>. Consulta: 8 de enero de 2012.

7.1.1.1. Funcionamiento del sistema

- **Ingreso**
 - El vehículo se posiciona enfrente de la máquina que proporciona los boletos;
 - El usuario presiona el botón de ingreso, la máquina imprime térmicamente el boleto con un código de barras con información de la hora a la que ingreso el vehículo;
 - Al retirar el boleto se abre la talanquera automática, el sensor de vehículos o masas metálicas detecta el vehículo y deja el brazo de la talanquera arriba hasta que ya no detecte la presencia del vehículo.

- **Salida**
 - Antes de salir el usuario hace uso de la caseta de cobro automática;
 - Introduce el boleto en la ranura especial para ello, un lector *laser* lee el código de barras;
 - Sale en pantalla el monto a cancelar, el usuario paga con la moneda local o tarjeta de crédito;
 - Se le entrega otro boleto de salida o el mismo, con otra impresión térmica;
 - El usuario llega con su vehículo al punto de salida donde hay otro lector de boletos;

- Se introduce el boleto y si todo está en orden se abre la talanquera.

7.1.2. Sistema automático ET y utilización de tarjetas de proximidad (RFID)

Existe también el sistema donde en la entrada se encuentra un lector de tarjetas de proximidad el cual lee la tarjeta y da la orden a la talanquera de abrirse.

A la salida también está este mismo lector que da también paso a la salida del vehículo.

Figura 10. **Tarjeta de proximidad RFID**



Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Parking.html>. Consulta: 16 de enero de 2012.

El sistema de pago de este sistema es en forma periódica, ya sea semanal, mensual o anual. Cuando el usuario realiza su pago esto se actualiza en la base de datos para el correcto funcionamiento del sistema.

Para el funcionamiento de este sistema se tiene los siguientes elementos:

- Sistema lector de tarjetas de proximidad

Figura 11. **Lector de tarjetas de proximidad**



Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Parking.html>. Consulta: 16 de enero de 2012.

- Talanquera automática

Figura 12. **Talanquera automática**



Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Parking.html>. Consulta: 18 de enero de 2012.

- Computador con la base de datos de los usuarios registrados
- Detectores de masas metálicas

Figura 13. **Detector de masas metálicas**



Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Sensor%20Loops%20Espiras.html>. Consulta: 25 de noviembre de 2008.

7.1.2.1. **Funcionamiento del sistema**

- Primero el vehículo se acerca y se coloca delante del lector de tarjetas de proximidad;
- El detector de masas metálicas detecta el vehículo y activa el lector de tarjetas por lo que empieza a enviar ondas electromagnéticas;
- La tarjeta RFID se activa con las ondas electromagnéticas respondiéndole al lector y proveyéndole información del usuario, como el ID del mismo;
- El computador verifica que el usuario exista y esté al día con sus pagos, si es así, da una señal a la talanquera automática;

- La talanquera automática da paso al vehículo y con un segundo detector de masas metálicas espera hasta que el vehículo haya pasado por completo para bajar de nuevo la barra o brazo metálico;
- Para la salida del vehículo, se sigue el mismo proceso.

7.1.3. Sistema de parqueo automático ET con caseta de cobro automático y lector de tarjetas de proximidad RFID

Existe también el sistema que es la combinación de los dos anteriores, el cual utiliza en combinación todos los elementos de los dos sistemas anteriores para poder proveer un mejor servicio y más amplio para diferente tipo de usuarios, ya sea para clientes de uso frecuente del parqueo como para usuarios que no utilizan seguido ese servicio.

7.1.3.1. Funcionamiento del sistema

Existen dos opciones para este sistema:

- En el caso de que existan dos accesos, uno para los usuarios exclusivos que utilizan las tarjetas de proximidad RFID y otro para los usuarios que utilizan la boleta de impresión térmica.
- También está la posibilidad de que la máquina de ingreso tenga la capacidad de hacer ambas tareas, ya sea leer las tarjetas RFID o también hacer la entrega de las boletas impresas térmicamente, para esta opción es necesaria solo una entrada.

Respecto del funcionamiento del sistema, se utiliza el mismo procedimiento que en los dos casos anteriores, teniendo ahora en cuanto el servicio y forma de pago a utilizar.

7.1.4. Sistema de parqueos con sensores de espira

Actualmente en Guatemala se ha realizado un proyecto o un modelo de sistema de parqueos donde por medio de sensores de espira se detecta la presencia o ausencia de vehículo en cierto espacio.

El sensor de espira o detector de presencia de vehículos es un dispositivo basado en microprocesador, diseñado específicamente para aplicaciones en estacionamientos, control de accesos, y plazas de peaje.

La función principal del módulo es detectar la presencia de vehículos por medio de un cambio en la inductancia que se origina cuando el móvil pasa por encima de un lazo inductivo.

Estos sensores son conectados a unos LED's o indicadores por luz de cuándo un parqueo está disponible o no por medio de colores, ya sea verde o rojo.

Además de la utilización de este tipo de sensores se tiene dividido por secciones el parqueo y estos sensores se tienen conectados a otro procesador el cual lleva la cuenta de cuántos parqueos hay disponibles en determinada sección o la sección a la cual tiene a su cargo y este a su vez despliega esa información en pantallas que indican al usuario cuántos lugares hay disponibles, en esa sección para parquear.

7.1.4.1. Funcionamiento del sistema

El funcionamiento consiste de la siguiente manera:

- Se ingresa al parqueo; existe una talanquera automática que bloquea el paso hasta retirar la boleta de cobro, la cual es impresa térmicamente con la información de hora de entrada al lugar y un código de barras;
- Luego de ingresar se pueden divisar diferentes pantallas indicando la disponibilidad de parqueos en las diferentes secciones;
- Al llegar a la sección deseada escogida por el usuario, este se puede guiar de una manera más sencilla al verificar que los focos o LEDs de cada parqueo estén en verde o rojo, disponible u ocupado, respectivamente;
- Al encontrar el lugar deseado y parquarse, el sensor detecta la presencia del vehículo y coloca su LED o foco en color rojo, al igual que reporta que hay un parqueo menos, por lo que la pantalla muestra el cambio en número de parqueos disponibles en esa sección;
- Para el pago del parqueo se hace uso de las casetas de cobro automáticas con la boleta que se le entregó al entrar al parqueo;
- Al retirar el vehículo del parqueo, el sensor detecta la ausencia de vehículo y lo reporta colocando de nuevo el LED o foco en verde y avisando de la disponibilidad de un lugar más para que sea desplegando en la pantalla de esa sección.

Figura 14. Foto de parqueo por sensores en Guatemala



Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=72640611>. Consulta: 17 de abril de 2011.

7.2. Algunos modelos de parques automáticos en el mundo

Aunque a nivel mundial, también son muy utilizados los sistemas anteriores, también existen otros sistemas implementados algunos en países de Latinoamérica y otros más avanzados en occidente y recientemente en Norte América y Europa.

7.2.1. Sistema de vídeo captura

Un modelo muy utilizado a nivel de Latinoamérica es el de vídeo captura que consiste en tener cámaras en la entrada y salida de vehículos. Existen dos tipos de modelos utilizando esta tecnología.

7.2.1.1. Sin reconocimiento de patentes o placas vehiculares

El sistema de vídeo captura, permite a través de una o varias cámaras de vídeo color o B&N, tomar imágenes del vehículo en la vía de entrada / salida y relacionarlo con el *ticket* generado.

Este novedoso servicio le permitirá al cajero solucionar casos de pérdida de ticket, o inclusive corroborar los reclamos por daños del vehículo dentro del parqueo. Para el caso de contar con una caja de cobro en la salida, se puede visualizar la correspondencia entre el *ticket* del vehículo al que se le está efectuando el cobro y la imagen almacenada del mismo en la entrada.

Con ello también puede evitarse algún tipo de situación ilícita (vehículo saliendo con un ticket que no corresponde) o utilizar una tarifa acorde al tamaño de vehículo; si es el caso en que se cobre según el tipo de vehículo que hizo ingreso.

Al igual que el archivo histórico de *tickets* generados, las fotos son almacenadas y guardadas para una posterior búsqueda o auditoría.

Figura 15. **Cámaras cerradas herméticamente**



Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Parking.html>. Consulta: 15 de enero de 2012.

7.2.1.2. Con reconocimiento de patentes o placas vehiculares

El Sistema de Reconocimiento de Patentes OCR está desarrollado para registrar el ingreso y/o egreso de vehículos, almacenando digitalmente la imagen y la información referida a la patente.

El sistema se basa en el procesamiento digital de una imagen del frente de un vehículo y un algoritmo de reconocimiento que identifica dentro de la imagen las letras y números que componen la patente (según el estándar de cada país).

El equipo está compuesto por:

- PC de vídeo que corrió el software de reconocimiento en tiempo real (< 1 seg).
- *Kit* de captura de imágenes compuesto por un gabinete hermético para exterior.
- Cámara de video blanco y negro, iluminadores de luz infrarroja y una serie de filtros especiales, que permiten contar con una imagen nítida aún bajo alteraciones del entorno (por ejemplo: anochecer, luz directa a la cámara, encandilamiento, baja nivel de luz, sol directo, reflejos y brillos, etc.).

Figura 16. **Cámara para capturar la información de la patente o placa del vehículo**



Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Parking.html>. Consulta: 15 de enero de 2012.

La información de la patente, asociada al *ticket*, impide las situaciones de robo, ya el sistema compara si la imagen de la patente registrada en la entrada asociada al *ticket* coincide con la imagen de salida.

En caso de no coincidencia, se presenta al operador del sistema una pantalla para que pueda tomar la determinación de proceder o no a la apertura de la salida.

En la pantalla le aparecerán las imágenes capturadas en el ingreso del vehículo y la del vehículo posicionado en la salida, para una toma de decisión correcta.

Figura 17. **Software que analiza la imagen digital**



Fuente: <http://www.sictranscore.com.ar/Parking.html>. Consulta: 15 de enero de 2012.

7.2.2. Parqueo o parking robotizado

A nivel mundial se ha encontrado el problema de la automatización de parqueos, tanto para que sea más fácil al usuario como a los administradores el uso del mismo; pero a la vez, con el crecimiento exponencial de automóviles en los últimos años, también se ha lidiado con el problema de espacio para parquear la mayor cantidad de automóviles en el área más reducida posible. Para tratar de solucionar este problema se ha recurrido a la robótica en la utilización de parqueos.

La idea resulta atractiva: al entrar a un *parking* y sin necesidad de avanzar demasiado ni perder tiempo buscando un lugar disponible, se coloca el auto sobre una plataforma. Se baja y se dirige a una máquina, toma el ticket y puede retirarse. Al sistema le toma alrededor de un minuto y medio mover la plataforma donde se dejó el auto y depositarlo a salvo en algún lugar donde jamás un humano hubiese podido estacionar.

Figura 18. **Entrada al parqueo**



Fuente: <http://motor.terra.es/ultimas-noticias-actualidad/articulo/parking-ideas-revolucionarias-54431.htm>. Consulta: 15 de mayo de 2011.

El *parking* robotizado más famoso hasta ahora es el “Car Tower” de Volkswagen. Aunque la marca alemana lo usa de forma privada para almacenar los modelos que salen de fábrica. Esta maravilla de la arquitectura, construida con acero y cristal, tiene capacidad para 800 vehículos. No tiene calles, ni rampas: solo plazas de estacionamiento. Los vehículos son colocados en ellas gracias a un robot elevador tecnológicamente avanzado.

El Car Tower, The TurmFahrt en alemán, está ubicado en la sede de Volkswagen (Wolfsburg, Alemania) y supone una de las mayores atracciones para los visitantes.

En Dubai, está proyectada la construcción de aparcamientos automatizados similares al de Volkswagen para las zonas empresariales. La idea es la misma, se eliminan las rampas y calles y queda solo espacio para las plazas de garaje. Aunque de menores dimensiones que el “Car Tower”, solo dan cabida a 67 vehículos.

Smart cuenta con una torre que almacena 64 Smart For Two como si de coches de juguete se tratase. Actualmente, utilizan este sistema como expositor, pero la marca ha presentado una solución similar para los *parkings* públicos de centros comerciales. No obstante, esta idea no ha visto la luz aún.

En varias ciudades de la geografía mundial los *parkings* robotizados ya son una opción para el público. En New York ya existe uno. Por el momento, el reto más difícil parece ser el volumen, pues estos parqueos inteligentes no consiguen guardar más de alrededor de 70 autos.

Figura 19. **Car Tower de Volkswagen**



Fuente: <http://motor.terra.es/ultimas-noticias-actualidad/articulo/parking-ideas-revolucionarias-54431.htm>. Consulta: 15 de mayo de 2011.

8. PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PARQUEO DE INGENIERÍA

8.1. Descripción general de la propuesta

La propuesta consiste en que por medio de equipos tecnológicos, dar una solución a la problemática encontrada a la hora de la utilización del parqueo de Ingeniería en el edificio T-3, ya que con esta se tendrá un acceso más rápido, óptimo y directo a la utilización del parqueo.

Desde un inicio, antes de ingresar a las instalaciones del parqueo se informará al usuario del estado del parqueo, en la entrada, en una posición alta visible para el usuario desde una posición lejana, se colocará un letrero electrónico LED, que informará sobre la disponibilidad de espacios para parquear. El letrero dará información de disponibilidad total del parqueo así como por áreas o secciones del mismo.

Al llegar a la entrada, el usuario se encontrará con una talanquera electrónica, una máquina expendedora de boletas y una pantalla más pequeña que la anterior en una posición y altura adecuadas para que el piloto la puede visualizar sin ningún problema. En esta pantalla se encontrará un gráfico con el mapa del parqueo. Al presionar el botón en la máquina expendedora de boletas, esta imprimirá una boleta con un código de barras y un código, que consiste de un número y una letra, el cual identifica la posición a la cual se le ha asignado al usuario para que estacione su automóvil.

En la pantalla de la entrada, a la vez, se resaltará esa posición que le es asignada y se le indicará cómo accedería de forma más rápida, abriéndose la talanquera y dándole así paso al vehículo.

Las máquinas expendedoras de boletas también tendrán un sistema lector de tarjetas RFID, para los usuarios que decidan hacer el pago del parqueo de forma mensual o tengan derechos especiales respecto del uso del parqueo.

La forma en que se monitoreará la disponibilidad de parqueos es por medio de la utilización de cámaras de vídeo IP, ubicadas estratégicamente en todo el parqueo y por medio de la utilización de un software analizador de imágenes en el que se tendrá un dato sobre qué parqueos estarán disponibles.

Para salir del parqueo se hará uso de la tarjetas RFID o de la boletas de ingreso ya debidamente marcadas y aprobadas, las cuales confirman que se ha realizado el pago correspondiente por el uso del parqueo.

8.2. Seccionamiento físico del parqueo

Para un mejor manejo de la asignación de parqueos y accesibilidad del mismo se dividirá el parqueo en cuatro secciones, estas estarán identificadas por las letras: A, B, C y D.

Cada sección tendrá cierto número de parqueos (n cantidad de parqueos), por lo que cada espacio disponible estará identificado por la letra de la sección correspondiente seguida del número que corresponda; los números irán del 1 al n por cada sección, es decir que se reinicia la cuenta numérica por cada sección. Por lo que cada lugar de parqueo tendrá identificación de la siguiente manera:

- A-1 al A-n
- B-1 al B-n
- C-1 al C-n
- D-1 al D-n

Viendo la posición del ingreso del parqueo y el sentido de la vía, que es en sentido del reloj, la numeración de cada lugar será de la siguiente manera: los números impares del lado izquierdo y los números pares del lado derecho. Cada lugar deberá de estar debidamente identificado y delimitado por líneas amarillas y en el centro del lugar el código que lo identifica, así como delante de cada lugar un pequeño rótulo con su identificación para una visualización rápida.

Ya que el parqueo es un rectángulo que rodea el edificio T-3, las cuatro secciones se dispondrán de la siguiente manera:

- La sección A será el lado del parqueo que está entre el edificio del T-5, parte del T-3 y el boulevard principal de la universidad (la sección de entrada y salida).
- La sección B será el lado del parqueo que está entre la sección del salón Francisco Vela, edificio T-6 y el edificio T-7.
- La sección C será el lado del parqueo que está entre el edificio T-4, Biblioteca de Ingeniería y la cancha de futbol, sala de Ingeniería.
- La sección D estará en el lado del parqueo que divide el edificio T-3 con el T-1 y T-2.

Figura 20. **Mapa de ubicación de la Facultad Ingeniería**



Fuente: elaboración propia.

8.3. Sistema de pago del parqueo

El uso del parqueo tendrá un cobro para el mantenimiento del mismo y la viabilidad del proyecto.

En la entrada al parqueo se le estará entregando al usuario una boleta impresa con un código de barras con información de la fecha y la hora.

Como el horario del parqueo está establecido de las 6:00 a las 22:00 horas, lo que da un total de 16 horas de servicio al día, el cobro por el uso del mismo se sugiere que se haga de la siguiente manera:

- Por 8 horas o menos; Q5.00
- De 8 a 16 horas; Q10.00
- De 16 a 24 horas (por día); Q30.00

Como también se tendrá la opción de usar tarjetas RFID o de proximidad para el uso de usuarios que decidan hacer el pago del parqueo en forma mensual; se tendrá una base de datos que se debe de actualizar mensualmente para verificación de usuarios solventes en el pago del parqueo. Para ello el usuario debe de realizar un pago único por el derecho de adquirir la tarjeta, más el pago del parqueo mensual, por lo que se sugiere que el cobro se haga de la siguiente manera:

- Tarjeta de proximidad; US\$4.00 o su equivalente en quetzales en el momento de adquisición, que es el precio por unidad de cada tarjeta.
- Pago mensual del parqueo; Q130.00; este monto se calculó de la siguiente manera, se contaron los días hábiles (lunes a sábado) de cada mes del año, y como un año tiene 52 semanas, dio un total de 312 días que dividido los 12 meses del año da un valor de 26 días y que en promedio se utilizan 8 horas al día del parqueo (Q.5.00 diarios) se obtiene un total de Q130.00 mensuales.

La PC que estará en el lugar donde se haga el pago de la mensualidad, debe de tener una base de datos que lleve el registro de usuarios y su estatus

de pago, esta base de datos estará sincronizada con la base de datos donde se consulta la solvencia por usuario a la hora de hacer el ingreso al parqueo.

Se propone también de que existan al menos cuatro puestos de cobro o casetas de cobro automáticas, para un ágil pago del servicio de parqueo. Dichas casetas de cobro automático deben de estar distribuidas en un lugar alrededor del edificio T-3 y cercanas a las salidas de cada sección del parqueo.

Si el usuario hace uso de la boleta impresa en la entrada al parqueo, este debe de pagar utilizando las casetas de cobro automáticas.

Al ingresar la tarjeta a la caseta, aquí se lee en el código de barras la hora y fecha de ingreso del usuario al parqueo, luego se calcula la tarifa utilizando las políticas descritas anteriormente y se le muestra cuánto es el monto a pagar; el usuario realiza el pago y la caseta realiza otra impresión en la boleta, indicando que esta está solvente y la fecha y hora que se realiza el pago, por lo que se le da al usuario veinte minutos para poder retirar el vehículo del estacionamiento.

8.4. Sistema de entrada y salida de los vehículos

Como se ha mencionado anteriormente en la entrada al parqueo se colocará un letrero LED electrónico programable con la información de disponibilidad de cada sección del mismo; así como en su totalidad, para que el usuario tenga un mejor conocimiento de cuantos lugares hay libres.

El letrero debe ser de al menos 5 líneas para poder mostrar en cada una la información de cada sección como de su totalidad:

- Sección A: w libres
- Sección B: x libres
- Sección C: y libres
- Sección D: z libres
- Total: n libres

Siendo w, x, y & z la cantidad de parqueos libres por sección y n la suma de todos los lugares libres por sección.

Figura 21. **Letrero LED de 5 líneas**



Fuente: <http://www.rotuloselectronicos.net/proyecto-de-Pantalla-multilinea-de-leds-103x83-5-lineas-p175-c44.html>. Consulta: 3 de junio de 2011.

El letrero debe de estar a una altura de al menos 4 metros y tener una medida de 103x83 centímetros, colocado en la entrada al parqueo, con vista hacia donde se hace la fila de automóviles a entrar al parqueo.

8.4.1. Entrada del usuario al parqueo

En la entrada se encontrará una máquina expendedora de boletas que imprime térmicamente la hora y fecha de entrada; esta máquina estará a una altura aproximada de 110 centímetros; este mismo dispositivo tendrá la capacidad de hacer la lectura de las tarjetas de proximidad por RFID. A la par de esta máquina expendedora de boletas, estará un pantalla de 17 a 21 pulgadas, a la misma altura de 110 centímetros, en la cual se mostrará un mapa virtual del parqueo.

También se dispondrá de un CPU que será el encargado de llevar el control de la base de datos de usuarios solventes, de qué parqueos son los que están libres, así como de la asignación del mismo al usuario; además de enviar la señal para poder dar paso al vehículo.

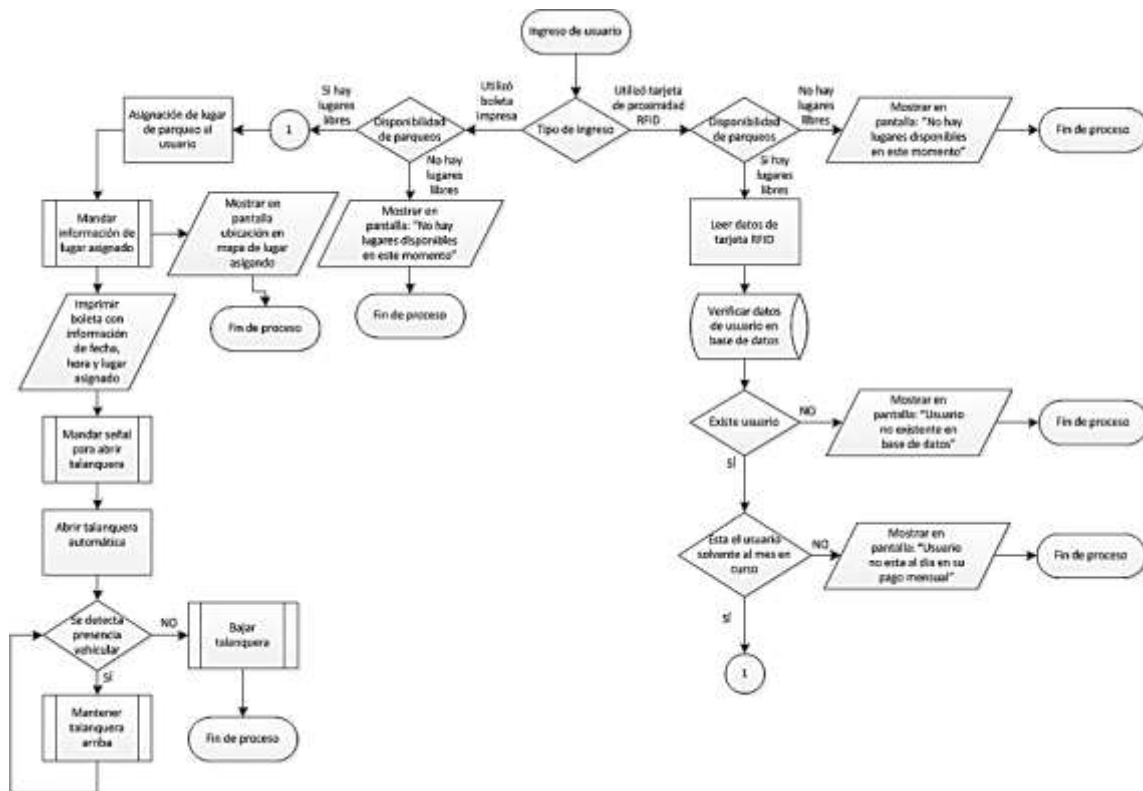
Para el ingreso del vehículo al parqueo existen dos opciones para el usuario:

- Si el usuario presiona el botón de ingreso, la máquina expendedora de boletas manda una señal al CPU de control; este analiza la disponibilidad de parqueo por secciones y le asigna uno al usuario que intenta ingresar en ese momento; la máquina imprime la fecha, hora de ingreso y el lugar asignado; a la vez el CPU muestra en la pantalla número de lugar asignado, así como dónde está ubicado en el mapa virtual del parqueo y le da paso al vehículo mandando una señal a la talanquera electrónica la

cual se levanta y se mantienen así hasta detectar por medio de un sensor de presencia de vehículos, que el vehículo ya haya terminado de pasar.

- Si el usuario tiene una tarjeta de proximidad RFID, este la debe de pasar enfrente del lector de tarjetas; este manda el código del usuario al CPU, el cual analiza en su base de datos la existencia del usuario, solvencia en el pago mensual del mes correspondiente. Luego de esto, se analiza la disponibilidad de parqueo por secciones y le asigna un parqueo al usuario que intenta ingresar en ese momento, el CPU muestra en la pantalla el número del lugar asignado, así como dónde está ubicado en el mapa virtual del parqueo y le da paso al vehículo, mandando una señal a la talanquera electrónica la cual se levanta y se mantiene así hasta detectar por medio de un sensor de presencia de vehículos, que el vehículo ya haya terminado de pasar.

Figura 22. Diagrama de bloques de entrada al parqueo



Fuente: elaboración propia.

8.4.2. Salida del usuario del parqueo

Al momento de salir, el usuario se encuentra con una talanquera automática y una máquina lectora de boletas y tarjetas RFID. Al igual que en el caso de la entrada existen dos posibilidades para el usuario las cuales se describen a continuación:

Si el usuario hace uso de la boleta impresa, después de haber realizado el pago debe de depositar dicha boleta en la máquina lectora; esta revisa la nueva impresión hecha por la caseta automática de cobro, para verificar que ya se

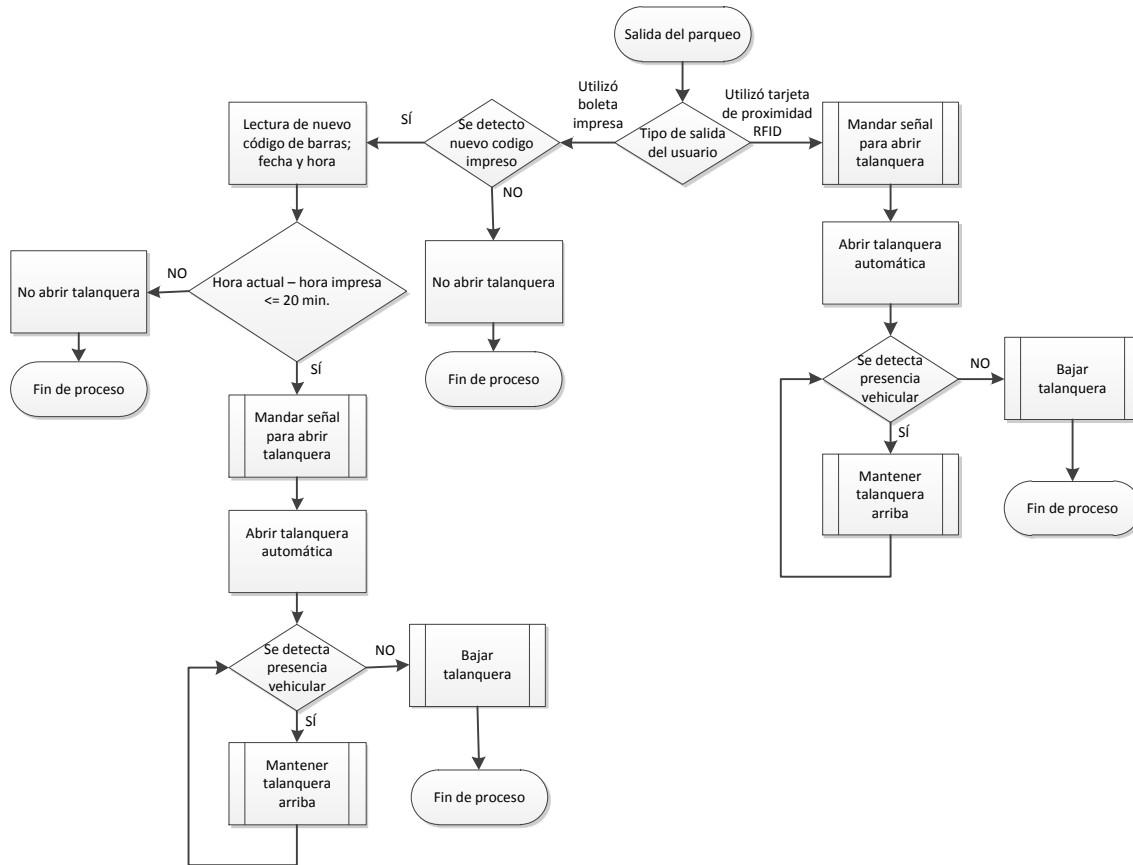
haya realizado el pago y también la fecha y hora en que se realizó el pago, que no debe ser mayor a veinte minutos atrás de la hora actual; luego de verificar esto se le manda la señal a la talanquera para que dé paso al vehículo y por medio de un detector de presencia vehicular, esta se queda arriba hasta que el vehículo haya pasado por completo.

Si el usuario después de pagar en la caseta automática de cobro no sale en menos de 20 minutos, la talanquera no se abrirá, por lo que debe de revalidar la boleta; para ello debe de regresar a cualquier caseta automática de cobro e ingresar de nuevo la boleta, y hacer de nuevo el pago de los cinco quetzales, la caseta automática de cobro procederá a realizar la revalidación con lo que el usuario podrá salir con el mismo proceso anterior.

Se puede programar la caseta para que se le dé un tiempo de gracia al usuario, es decir que cuando este haya ido a revalidar su boleta y solo han pasado 10 minutos después de los 20 minutos estipulados, no se le cobren los cinco quetzales extra y se le revalide la boleta sin volver a realizar el pago y así poder salir del parqueo.

Si el usuario hace uso de tarjetas de proximidad RFID, solamente se recibe la señal de la tarjeta y se manda dicha señal a la talanquera para dar paso al vehículo; que al igual que en el otro caso por medio de sensor de presencia vehicular se queda arriba hasta que haya terminado de pasar el vehículo; esta se manda sin verificar nada porque en la entrada ya se comprobó que el usuario exista y que esté solvente en el pago.

Figura 23. Diagrama de bloques de salida del parqueo



Fuente: elaboración propia.

8.5. Sistema de monitoreo de disponibilidad de lugares libres en el parqueo

Este sistema que se utilizará para monitorear en busca de lugares de parqueo libres para nuevos usuarios, estará conformado por varios elementos, los cuales son: cámaras IP (las cuales estarán conectadas a una misma red de datos), un software de control que es el que hará toda la lógica de las

operaciones por medio de programaciones y análisis de imágenes, además de esto también hará la asignación del lugar que va a utilizar el nuevo usuario.

Este software estará instalado en el CPU principal que es el que se encuentra en la entrada del estacionamiento, del cual se había mencionado anteriormente.

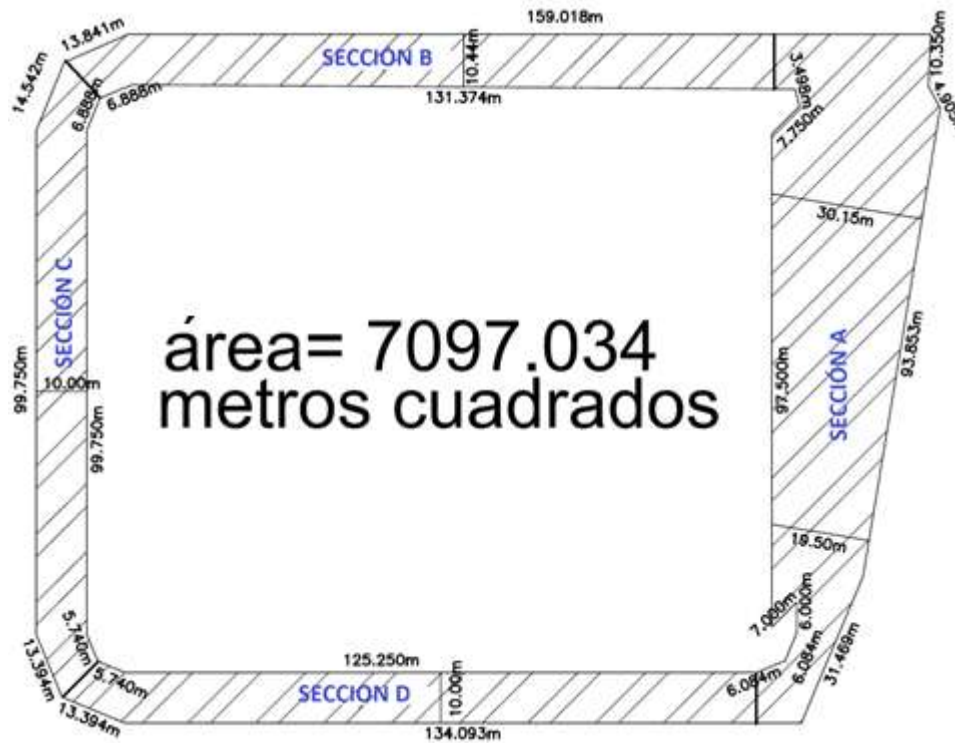
8.5.1. Sistema de cámaras de vídeo

La red de cámaras estará dividida en cuatro secciones, al igual que las divisiones físicas del parqueo por lo que para cubrir bien todas las secciones y lugares disponibles, se tiene que distribuir de la siguiente manera la cantidad de cámaras a utilizar:

- Sección A: 5 cámaras
- Sección B: 4 cámaras
- Sección C: 3 cámaras
- Sección D: 4 cámaras

Utilizando un mapa con las medidas detalladas de las cuatro secciones del parqueo de Ingeniería, se pudo calcular la cantidad de cámaras de video por sección, así como su ubicación, altura y ángulo en el que hay que ubicar dichas cámaras. El software utilizado es el "IP Video System Design Tool".

Figura 24. Mapa detallado del parqueo de Ingeniería



Fuente: Registro y Estadística. Documento adjunto.

Dado este software mencionado anteriormente, se logró determinar cuáles son las características de las cámaras:

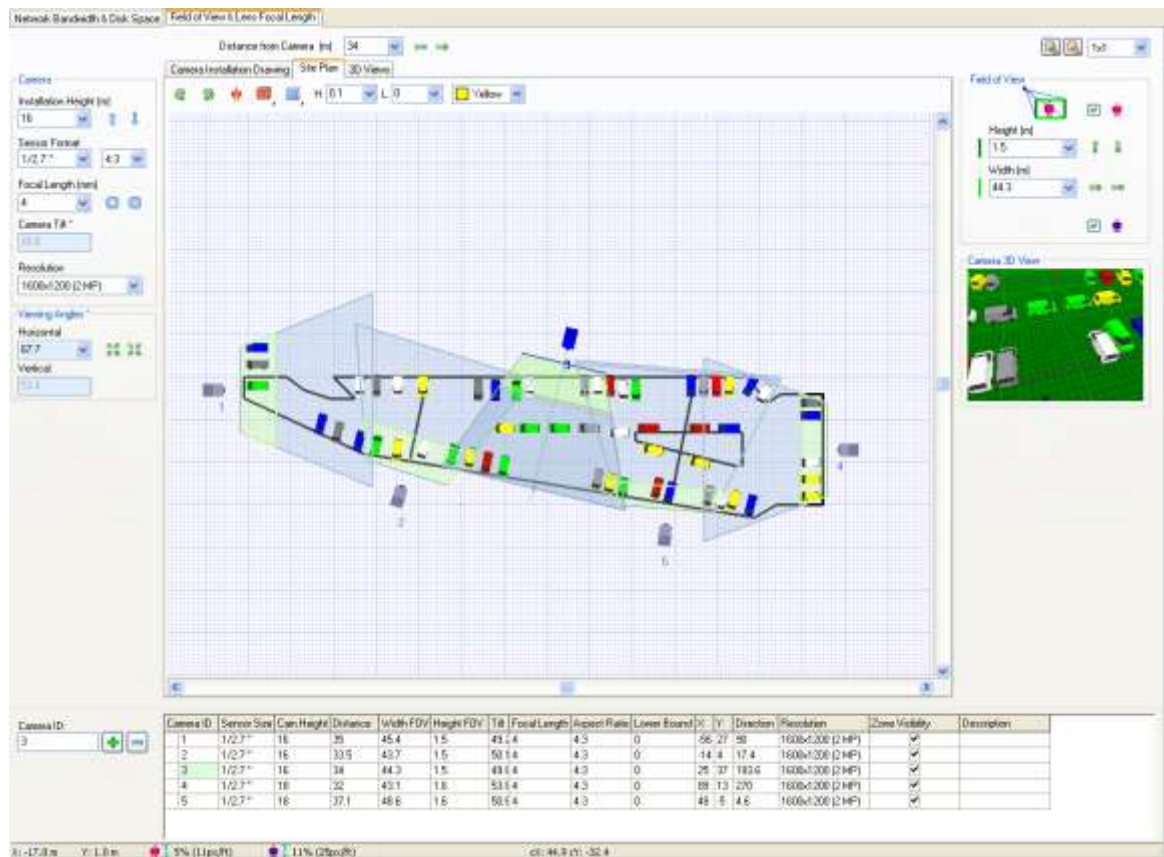
- Sensor de Imagen 1/2.7" 4:3
- Sensibilidad: 0.2 Lux @ F1.2
- Longitud focal: 4mm
- Resolución: 1600x1200 (2MP)

La colocación de las cámaras por sección se propone de la manera que se describe a continuación, para una óptima utilización de las mismas.

8.5.1.1. Sección A

La sección A está detallada en la figura 25, según especificaciones y longitudes del mapa del parqueo se distribuyeron las cinco cámaras de la siguiente manera:

Figura 25. Mapa de cámaras de sección A

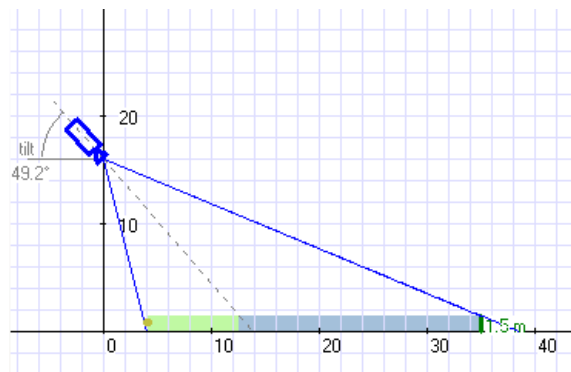


Fuente: elaboración propia.

Cámara 1: a una altura de 16 metros, con un ángulo de 49 grados respecto de la horizontal, a 4 metros de la zona de visión de la cámara 1.

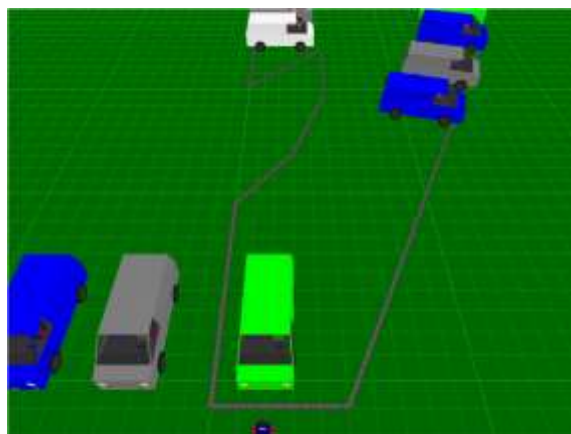
También en la figura de visión en 3D de la cámara 1, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición según se describió anteriormente.

Figura 26. **Cámara 1 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

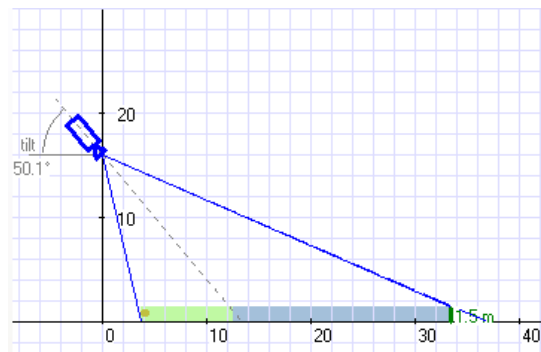
Figura 27. **Visión en 3D de cámara 1 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

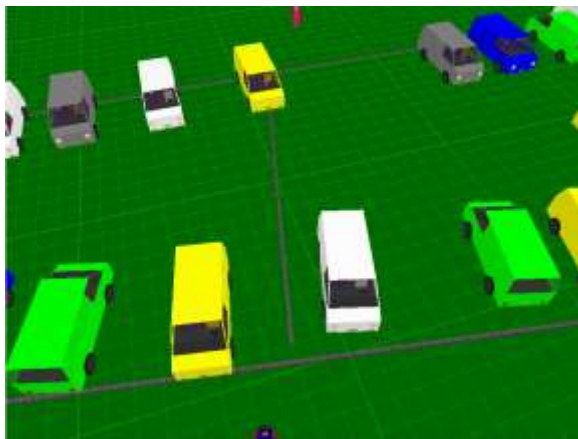
Cámara 2: a una altura de 16 metros, con un ángulo de 50 grados respecto de la horizontal, a 3 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 2. También en la figura de visión en 3D de la cámara 2, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 28. **Cámara 2 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

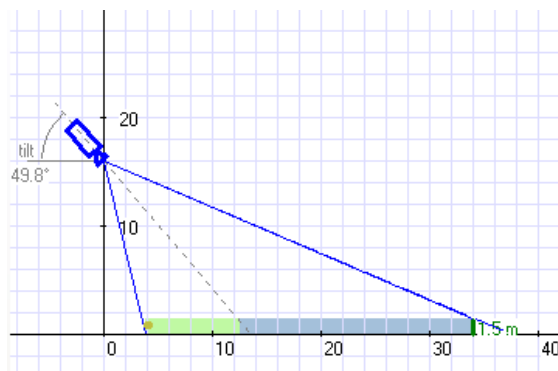
Figura 29. **Visión 3D de cámara 2 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

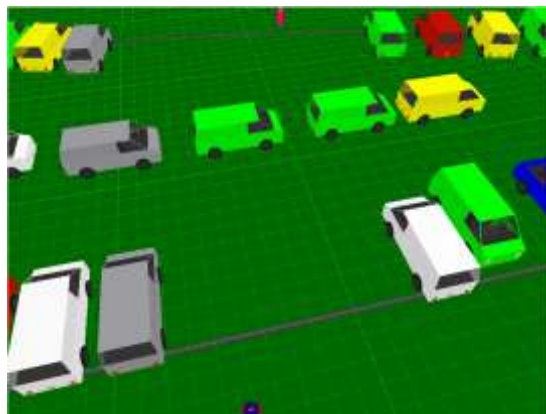
Cámara 3: a una altura de 16 metros, con un ángulo de 50 grados respecto de la horizontal, a 3 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 3. También en la figura de visión en 3D de la cámara 3, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 30. **Cámara 3 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

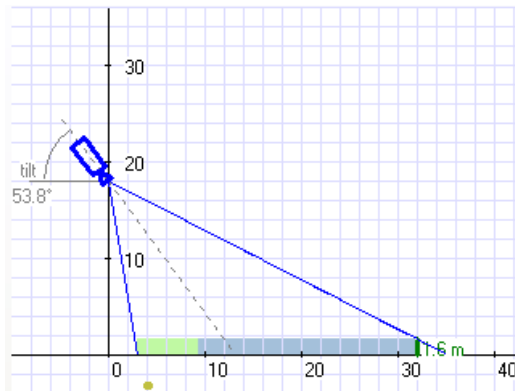
Figura 31. **Visión 3D de cámara 3 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

Cámara 4: se colocará a una altura de 18 metros, con un ángulo de 54 grados respecto de la horizontal, a 1.5 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 4. También en la figura de visión en 3D de la cámara 4, se puede apreciar cual será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 32. **Cámara 4 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

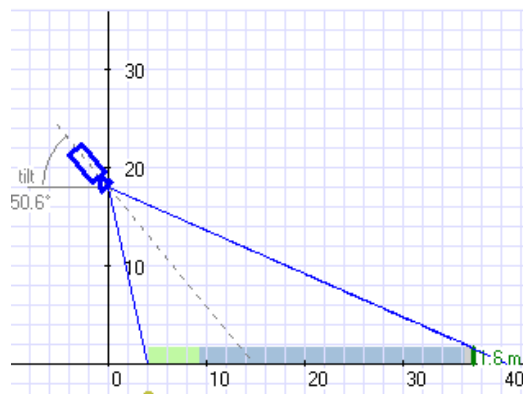
Figura 33. **Visión 3D de cámara 4 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

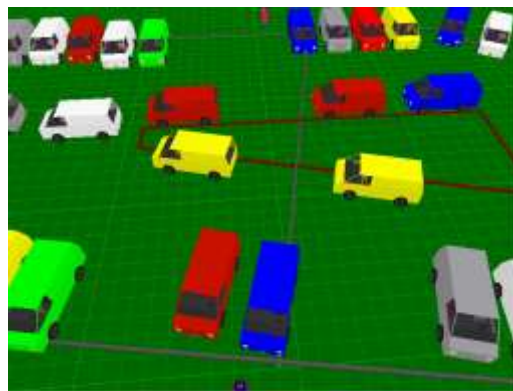
Cámara 5: se ubicará a una altura de 18 metros, con un ángulo de 51 grados respecto de la horizontal, a 3 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 5. También en la figura de visión en 3D de la cámara 5, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 34. **Cámara 5 de sección A**



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Visión 3D de cámara 5 de sección A**

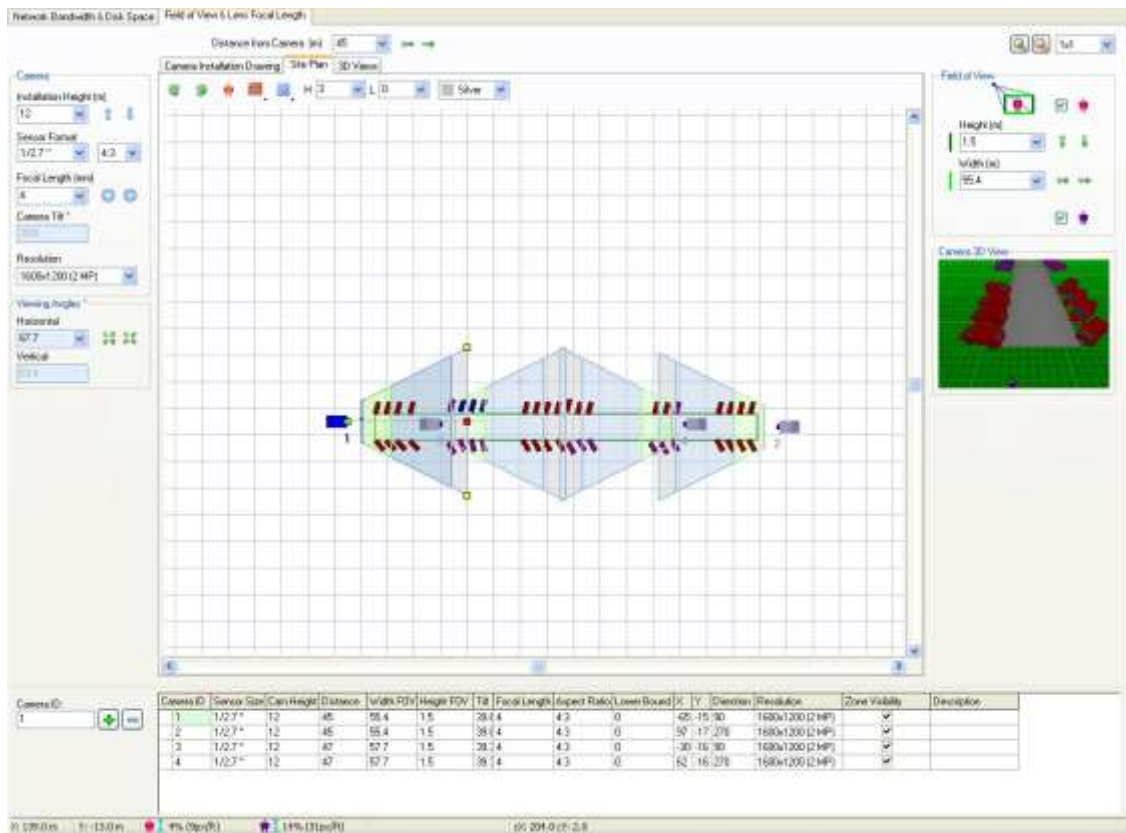


Fuente: elaboración propia.

8.5.1.2. Sección B y D

Las secciones B y D están configuradas de la misma manera, ya que tienen distancias muy equivalentes y están detalladas en la siguiente figura; según especificaciones y longitudes del mapa del parqueo se distribuyeron las cinco cámaras de la siguiente manera:

Figura 36. Mapa de cámaras de sección B y D

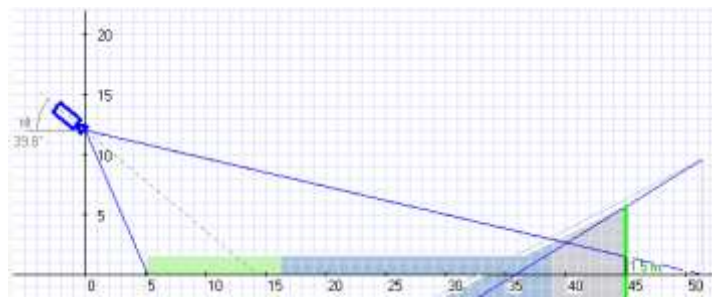


Fuente: elaboración propia.

Cámara 1: estará ubicada a una altura de 12 metros, con un ángulo de 40 grados respecto de la horizontal, a 4 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 1.

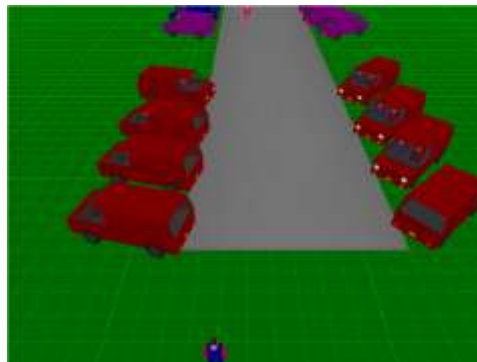
También en la figura de visión en 3D de la cámara 1, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 37. **Cámara 1 de sección B y D**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Visión 3D de cámara 1 de sección B y D**

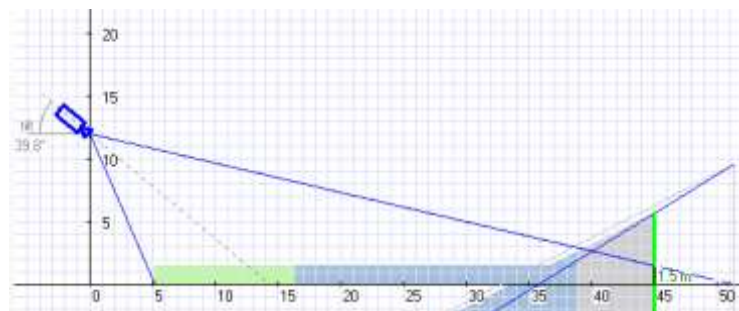


Fuente: elaboración propia.

Cámara 2: se ubicará a una altura de 12 metros, con un ángulo de 40 grados respecto de la horizontal, a 4 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 2.

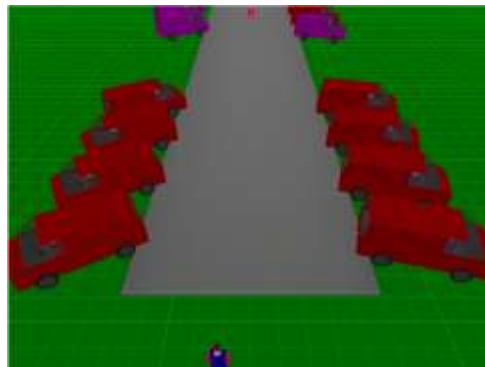
También en la figura de visión en 3D de la cámara 2, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 39. **Cámara 2 de sección B y D**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Visión 3D de cámara 2 de sección B y D**



Fuente: elaboración propia.

Cámara 3: estará ubicada a una altura de 12 metros, con un ángulo de 39 grados respecto de la horizontal, a 4 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 3.

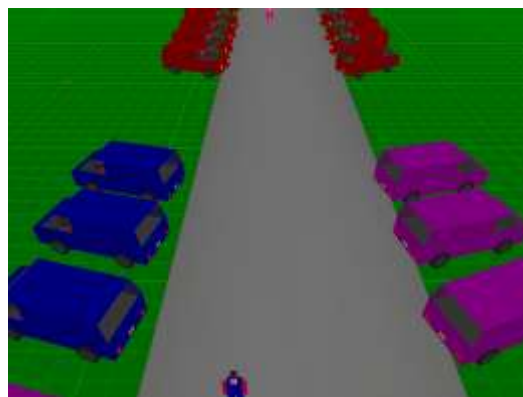
También en la figura de visión en 3D de la cámara 3, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 41. **Cámara 3 de sección B y D**



Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Visión 3D de cámara 3 de sección B y D**



Fuente: elaboración propia.

Cámara 4: se ubicará a una altura de 12 metros, con un ángulo de 39 grados respecto de la horizontal, a 4 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 4.

También en la figura de visión en 3D de la cámara 4, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 43. **Cámara 4 de sección B y D**



Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Visión 3D de cámara 4 de sección B y D**

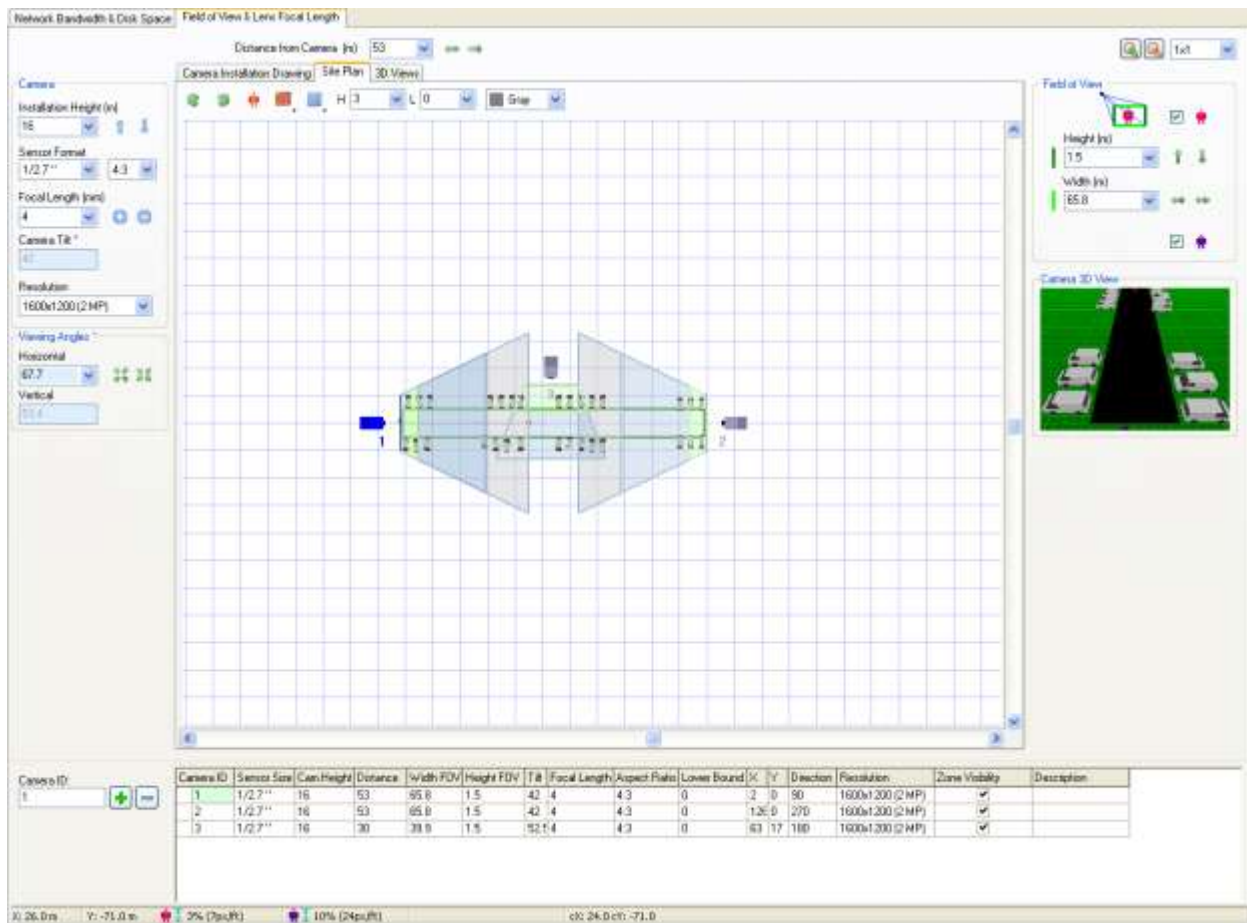


Fuente: elaboración propia.

8.5.1.3. Sección C

La sección C está detallada en la figura que se presenta a continuación; según especificaciones y longitudes del mapa del parqueo, se distribuyeron las cinco cámaras de la siguiente manera:

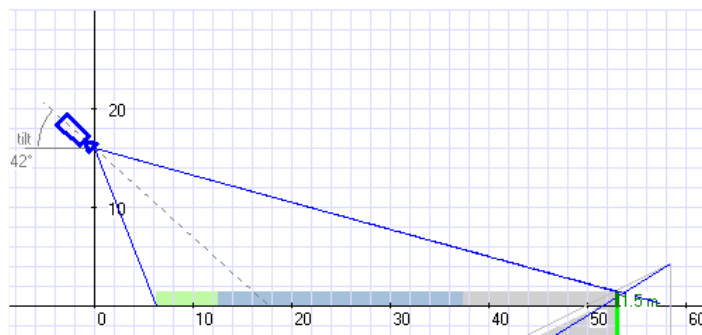
Figura 45. Mapa de cámaras sección C



Fuente: elaboración propia.

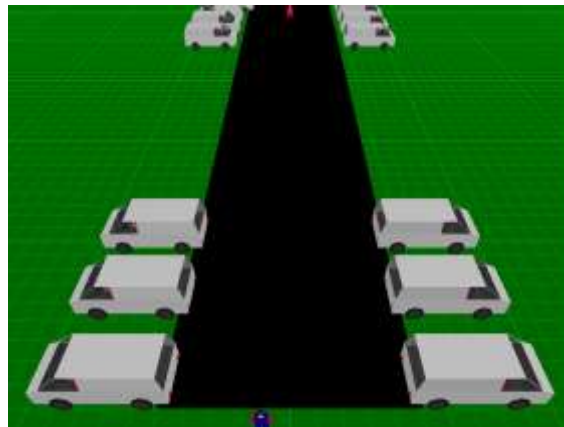
Cámara 2: estará ubicada a una altura de 16 metros, con un ángulo de 42 grados respecto de la horizontal, a 4 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 2. También en la figura de visión en 3D de la cámara 2, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 48. **Cámara 2 de sección C**



Fuente: elaboración propia.

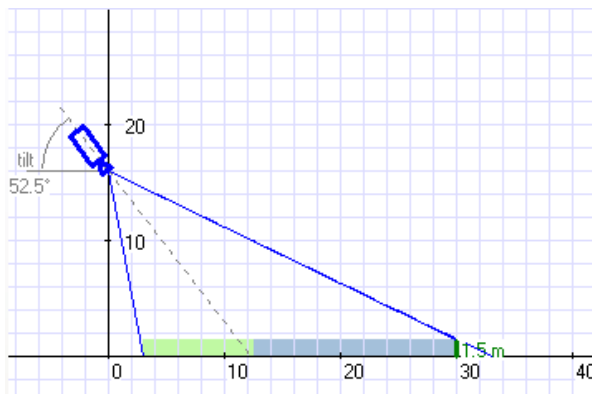
Figura 49. **Visión 3D de cámara 2 de sección C**



Fuente: elaboración propia.

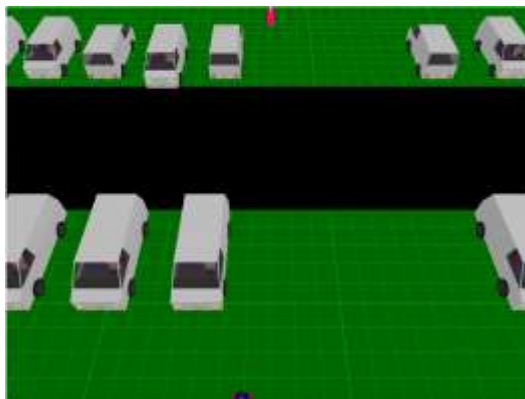
Cámara 3: estará ubicada a una altura de 16 metros, con un ángulo de 52 grados respecto de la horizontal, a 2 metros de la zona de visión de la cámara, como se describe en la figura de la cámara 3. También en la figura de visión en 3D de la cámara 3, se puede apreciar cuál será el campo de visión de la cámara dada su posición, según se describió anteriormente.

Figura 50. **Cámara 3 de sección C**



Fuente: elaboración personal.

Figura 51. **Visión 3D de cámara 3 de sección C**



Fuente: elaboración personal.

Todas las cámaras se interconectarán por medio de un *switch* de capa 2, si este *switch* es colocado en lugar céntrico al área de Ingeniería; se tienen distancias menores de 100 metros hacia todas las cámaras; por lo que se pueden conectar por medio de cable UTP. Además de esto, se mantendrá la topología a nivel de capa dos, es decir todas las cámaras y equipos en el mismo segmento de red de IP.

Del lado del *switch* central se propone un *switch* de capa 2, de 24 puertos Ethernet de Fast Ethernet y 4 puertos Gigabit Ethernet y marca Planet y modelo SGSW-2840.

Para poder conectar la red de cámaras se utilizarán las direcciones IP:

- Todas las cámaras con dirección IP de gateway: 192.168.1.1 /24 máscara de red: 255.255.255.0
- Sección A: cámaras 1 a 5 – direcciones IP de 192.168.1.11 /24 a 192.168.1.15 /24
- Sección B: cámaras 1 a 4 – direcciones IP de 192.168.1.21 /24 a 192.168.1.24 /24
- Sección C: cámaras 1 a 3 – direcciones IP de 192.168.1.31 /24 a 192.168.1.33 /24
- Sección D: cámaras 1 a 4 – direcciones IP de 192.168.1.41 /24 a 192.168.1.44 /24

8.5.2. Sistema de control por medio de software

El sistema de control encargado de verificar la disponibilidad de lugares en el parqueo, se basará en un software que analizará imágenes por medio de diferentes regiones; este comparará dos imágenes para poder analizar la situación.

Dado que las cámaras de vídeo estarán un lugar fijo (es decir no se van a mover) y cada cámara tendrá una dirección IP que la distinga, además de que como ya se conoce el lugar donde está ubicada la cámara y dada una dirección IP, se podrá saber exactamente qué cámara está y en qué ubicación y sección se encuentra.

Debido a lo anterior, se puede hacer el diseño del software que se utilizará. Primero, ya con las cámaras debidamente ubicadas, se va proceder a realizar una base de datos con fotos de cada cámara con el parqueo totalmente vacío y bien señalado, luego se debe de programar el software para que regionalice las imágenes por medio de los pixeles de las mismas, es decir, a cada parqueo para un carro es una región, y teniendo el cuidado de escoger la cámara con la mejor vista y que no se repitan las regiones; se debe tener un número de regiones por sección e identificar todo en una base de datos.

Ya con esto se puede proceder al análisis de verificación de lugares disponibles, entonces de forma cíclica se estarán analizando todas las cámaras una a la vez para ver disponibilidad; por ejemplo se selecciona la cámara 1 de la sección A, se toma una foto en el instante, luego se regionaliza la foto, se compara la región 1 de la foto actual o instantánea con la foto y la región en la base de datos.

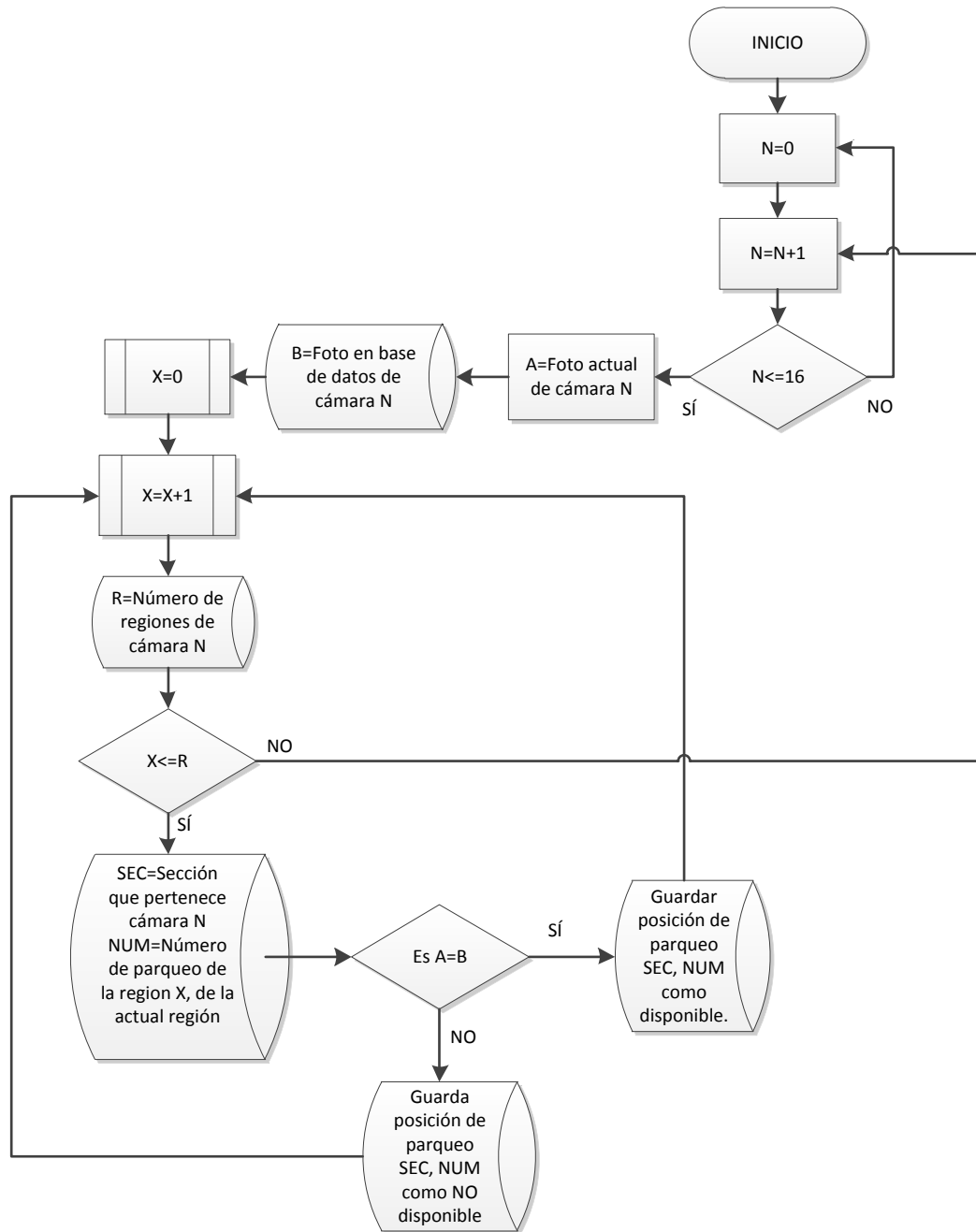
Si el software al comparar ambas regiones las analiza como iguales se llega a la conclusión que ese lugar está disponible, pero si por el contrario detecta que esa región no es igual a la de la base de datos se puede decir que ese lugar está ocupado.

Con estos datos se guarda la disponibilidad de ese lugar del parqueo en otra base de datos y se pasa de región en región con el mismo procedimiento hasta llegar al límite de regiones de esa cámara y luego se pasa a la siguiente cámara, repitiendo el mismo proceso. De esta forma se analiza de cámara en cámara en todas las secciones y al finalizar se empieza de nuevo, así de una forma cíclica siempre se tendrá conocimiento de qué lugares estén libres y cuáles no, aun cuando el usuario no se estacione en la ubicación asignada por el sistema, lo cual se analiza en la sección siguiente.

Hay que tener en cuenta que para que este análisis se realice de una forma ágil y rápida, la computadora que sea la encargada de esto debe de ser una con un buen procesador y bastante memoria RAM, ya que se están analizando imágenes.

A continuación se describe este procedimiento por medio de un diagrama de flujo:

Figura 52. Diagrama de flujo de sistema de control por medio de software



Fuente: elaboración propia.

8.5.3. Sistema de asignación de la ubicación al usuario

Para la asignación del lugar en que va a estacionarse el usuario, se hará uso de la base de datos creada en la sección anterior cuando se analizó la disponibilidad de parqueo, donde se guarda según sección A a la D, (1 a 4) y número de lugar si está “Disponible” o “No disponible”.

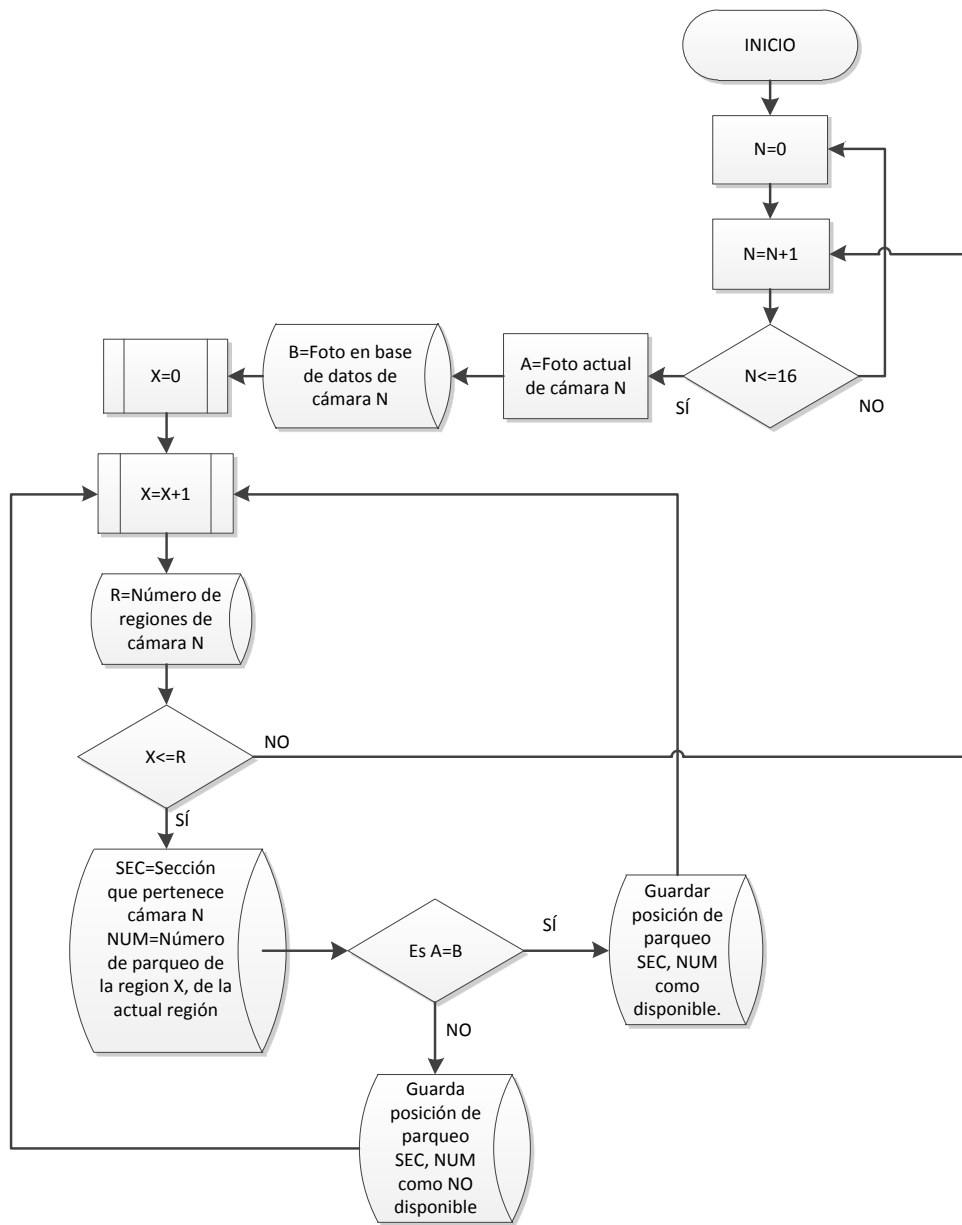
Cuando el usuario llegue al puesto de entrada, ya sea que presione el botón para que se le entregue la boleta de parqueo o que el usuario tenga una tarjeta de proximidad y este está al día en su pago, según sección 6.4.1, entonces se empezará un análisis de la base datos de disponibilidad.

Por ejemplo, se empieza en la sección A, lugar 1 si según la base de datos este lugar está marcado como “no disponible”, se seguirá con el lugar 2 de la sección A, hasta llegar al número máximo de lugares en la sección A; si ya se llegó a este número y no se ha encontrado un lugar disponible, se pasa a la sección B y con el mismo procedimiento hasta encontrar el lugar que esté marcado como “Disponible”. Si se llegara al último lugar de la sección D y no se encontró ningún lugar como disponible, se mostrará el mensaje de “Parqueo lleno” y no se le entregará ninguna boleta al usuario.

Si por el contrario se encuentra un lugar disponible, se imprime la boleta con la hora de ingreso, el código de barras y el lugar asignado, además de esto, en pantalla se mostrará el mapa y el lugar asignado resaltado en otro color. Este lugar disponible se marcará como “no disponible” en la base de datos para que no se le sea asignado al usuario que está detrás en la cola. Si el usuario hace caso omiso al lugar asignado y se estaciona en otro lugar, este quedará como ocupado hasta que el análisis por medio de cámaras se percate que el lugar está disponible y el lugar donde se estacionó dicho usuario está como no

disponible. El diagrama de flujo para dicho procedimiento se muestra en la figura 53:

Figura 53. Diagrama de flujo asignación de lugar



Fuente: elaboración personal.

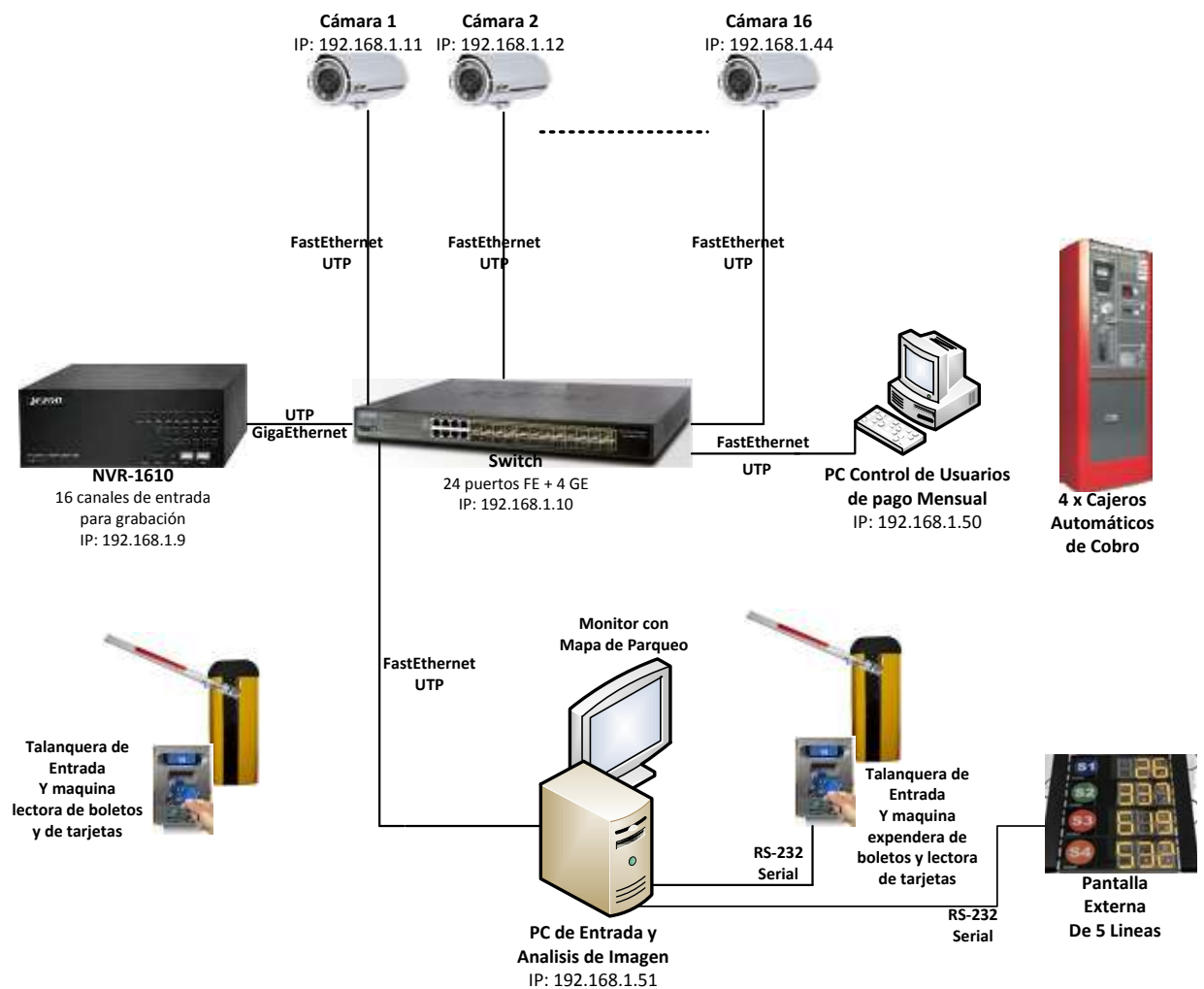
8.6. Esquema de la red de equipos

La red de equipos del sistema completo estará integrada por los siguientes elementos:

- 16 x cámara de video; para el control de disponibilidad de parqueo y seguridad del mismo.
- 1 x NVR que es el encargado de guardar el vídeo de todas las cámaras por un periodo de tiempo, ya que son 16 cámaras de vídeo grabando se propone dos discos duros de capacidad de dos terabytes para un total de cuatro terabytes, para que en grabación continua dure aproximadamente tres semanas de grabación, teniendo en cuenta que si se graba con detección de movimiento puede tardar más tiempo.
- 1 x *switch* de 24 puertos Fast Ethernet y 4 Gigabit Ethernet, Marca Planet modelo SGSW-2840 para unir la red de equipos.
- 2 x PC, una PC que se tendrá en donde se llevará el control de las personas que hagan el pago mensual y utilicen la tarjeta de proximidad y ver cuáles están al día con su pago; la otra PC de alta capacidad, que será la encargada del análisis de imágenes y llevar el control de lugares disponibles (tener en cuenta que allí ya se tendrá el monitor de 17 a 21 pulgadas para la entrada).
- 1 x letrero LED de cinco líneas con un tamaño de aproximadamente 103x83 centímetros, para mostrar parqueos disponibles por sección y total.
- 2 x talanqueras para control de entrada y salida de vehículos.

- 2 x máquinas expendedoras de boletas y lectoras de tarjetas de proximidad.
- 4 x máquinas o cassetas de cobro, para un ágil pago del parqueo para el usuario.

Figura 54. Diagrama de red de equipos del sistema



Fuente: elaboración propia.

8.7. Recuperación de la inversión

El presupuesto del proyecto se puede encontrar en el apéndice, donde se verá de forma detallada un estimado del monto total para poder llevar a cabo el proyecto.

Como se explicó en el capítulo 1, se tiene un ingreso promedio de 650 vehículos diarios de lunes a viernes y de 200 el fin de semana, lo que hace un promedio de 3,450 vehículos semanales y 13,800 vehículos al mes.

Por lo que si hace un cobro de cinco quetzales por ingreso al parqueo, se tiene un promedio de Q.69,000.00 mensuales.

Como se mencionó también en el capítulo 1, se encuentran trabajando nueve personas en el área del parqueo, cuatro en el horario matutino y cinco en el vespertino, ganando un salario de Q.56.00 diarios más Q.500.00 de bonificación. Para un mes contable de 30 días, se tiene un salario de Q.1,680.00 más Q.500.00 de bonificación, lo que da un total de Q.2,180.00 por persona; ya que se tienen nueve personas laborando en el área esto implica un total de Q.19,620.00 en sueldos mensualmente.

Si se le agrega el costo del mantenimiento del equipo y del parqueo, entiéndase como demarcación de parqueos, jardinería, limpieza, etc., el monto del mantenimiento se podría fijar en Q.5,000.00 mensuales.

Con esto se tiene un gasto fijo de Q.24,620.00 y una ganancia mensual de aproximadamente Q.44,380.00, por lo que para una inversión inicial de Q.142,885.00, se calcula que se puede recuperar en un plazo de 3 a 4 meses.

CONCLUSIONES

1. Se ha logrado a través del tiempo organizar la ubicación de los vehículos en el parqueo de Ingeniería, para lograr obtener la mayor capacidad posible. Pero en horas pico, se continúan produciendo largas colas de los automóviles que ingresar al parqueo.
2. Existe en el mercado alguna variedad de sistemas de monitoreo para estacionamientos, algunos de los cuales pueden ser de uso apropiado a las condiciones especiales del parqueo de la Facultad de Ingeniería.
3. Al utilizar un sistema de cámaras para el análisis de disponibilidad de lugares en el parqueo se tiene el beneficio de que también estas mismas se usan para mantener un control de seguridad en las instalaciones de Ingeniería.
4. En Guatemala existen parqueos con tecnologías similares para control de lugares libres, solo que estos usan sensores de masas metálicas para el control de disponibilidad y además solo muestran la cantidad de lugares disponibles, no le asignan un lugar directo al usuario; en la propuesta se hace el uso de cámaras de video para además proporcionar cierta seguridad al tener un sistema de vigilancia y poder asignar al usuario un lugar por medio de un *software* analizador de imágenes.
5. Ya que las motos tienen un área destinada específica y estas no pagan el uso del parqueo, el sistema de monitoreo de disponibilidad de lugares no monitoreará la disponibilidad para las motocicletas.

6. En países más avanzados tecnológica y económicamente se ha encontrado que para optimizar el espacio que ocupa un parqueo y poder acomodar más vehículos, la mejor forma de hacerlo es en parqueos robóticos que acomodan los vehículos en forma de pila, en edificios de varios niveles, pero su costo y requerimientos estructurales no se ajustan a las condiciones del área de parqueo de la Facultad de Ingeniería.

7. Aunque el pago por el uso del parqueo aumentará en su precio de Q.3.00 a Q5.00, el estudiante tendrá el beneficio de que al ingresar al parqueo contará con un lugar disponible seguro y no tendrá que dar varias vueltas para encontrar un lugar, además de su vehículo estará seguro por la vigilancia de las cámaras.

RECOMENDACIONES

1. Asegurar mediante acuerdos administrativos que la organización de los vehículos existente al momento de colocar el sistema de cámaras y control del estacionamiento, no se modifique, ya que esto obligaría a la modificación de todo el sistema colocado.
2. Implementar el sistema de cámaras de video para el sistema de control del estacionamiento en el parqueo de Ingeniería.
3. Las cámaras deben de ser de alta resolución, pues las de menor resolución, aunque disminuiría el costo del proyecto, no mostrarán una imagen ideal para analizar la disponibilidad de lugar, además de que una cámara con menor resolución no podría cubrir las mismas zonas que las propuestas en el proyecto.
4. Si se desea tener en el sistema de grabación de videos NVR, dos semanas o más de historial de grabación, se deben de usar dos discos duros de 2 terabytes, esto debido a la cantidad de cámaras que se están proponiendo en el diseño.
5. En el diseño se proponen 4 casetas de cobro automático, pero es conveniente efectuar un estudio previo, que permita prever la cantidad de usuarios, que harán uso de las tarjetas de proximidad HID, o sea, pago mensual, ya que al contar con alto porcentaje de este tipo de usuarios, permitiría reducir el número de estas casetas y así bajar el costo del proyecto.

6. Por cualquier problema por falta de energía en la Facultad de Ingeniería o ciudad universitaria, es imprescindible tener un sistema de respaldo de energía para que el sistema de control de parqueos esté siempre disponible.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANGULO MARTÍNEZ, Ignacio; ROMERO YESA Susana; ANGULO USATEGUI, José María. *Microcontroladores PIC. Diseño práctico de aplicaciones*. 2a ed. España: McGraw-Hill, 2006. 365 p. ISBN: 8448146271 ISBN-13.
2. *ELEKTOR. Revista internacional de electrónica y ordenadores*. No. 301. - 2005. 5a ed. España: Editorial Grupo V, 2005. 58 p. ISSN: 0211-397X.
3. FUNDACIÓN WIKIMEDIA. Enciclopedia Libre. Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. [en línea]. <[http://es.wikipedia.org/wiki/Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala](http://es.wikipedia.org/wiki/Facultad_de_Ingeniería_de_la_Universidad_de_San_Carlos_de_Guatemala)>. [Consulta: 15 de marzo de 2012].
4. GRUPO ISSE. *Barreras automáticas*. [en línea]. <<http://www.apypsh.com.ar/barreras.htm>>. [Consulta: 5 de enero de 2012].
5. GRUPO TELEPEAJE. *Sensor de Espiras / Loops Mageneticas*. [en línea]. <<http://www.sictranscore.com.ar/Sensor%20Loops%20Espiras.html>>. [Consulta: 15 de enero de 2012].
6. _____. *Sistemas de cobro y gestión de estacionamientos / Parking*. [en línea]. <<http://www.sictranscore.com.ar/Parking.html>>. [Consulta: 25 de enero de 2012].

7. NORBERTO LIGONIO. *Tecnología RFID (RC-98)*. [en línea]. <<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid2/rc-98/rc-98.htm>>. [Consulta: 16 de enero de 2012].
8. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Cómo elaborar e interpretar referencias bibliográficas*. ISO 690. [en línea]. <<http://biblioteca.unirioja.es/bdg/bdgcitas.pdf>>. [Consulta: 3 de octubre de 2009].
9. OVERHEAD DOOR. *Control de estacionamientos*. [en línea]. <[http://www.overheaddoor.com.mx/control de estacionamientos.pdf](http://www.overheaddoor.com.mx/control%20de%20estacionamientos.pdf)>. [Consulta: 18 de enero de 2012].
10. PRASTEL FRANCE. *Detectores de masas metálicas para mando y/o control de pasos vehiculares*. [en línea] 2008. <<http://www.prastel.com>>. [Consulta: 25 de noviembre de 2008].
11. _____. *Sistemas MLX220AZ - MLX24AZ*. [en línea]. <[http://www.prastel.com/index.php?LCODE = 0508010000P](http://www.prastel.com/index.php?LCODE=0508010000P)>. [Consulta: 8 de enero de 2012]
12. RUEDA, Luis. Ero-Pic. *Sensores*. [en línea]. wikipedia.org. 2005. <http://perso.wanadoo.es/luis_ju/index.html>. [Consulta: 30 de noviembre de 2008] .
13. SYC TRANSCORE LATINOAMÉRICA. *Detector de presencia*. [en línea]. <<http://www.sictranscore.com.ar/>>. [Consulta: 29 de noviembre de 2008].

14. TODOROBOT. *Sensores en Robótica*. [en línea].
<<http://www.todorobot.com.ar/documentos/sensores.pdf>>. [Consulta:
17 de noviembre de 2008].

15. VALDEZ PEREZ, Fernando; PALLAS ARENY, Ramón.
Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC. 2a ed.
España: Marcombo, 2007. 530 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Presupuesto general

El presupuesto se calculó con la tasa de cambio de \$1 a Q.7.75, según el Banco de Guatemala, a la fecha 22 de marzo de 2012.

Obra civil:

Descripción	Cantidad	Precio unitario Quetzales	Precio unitario Dólares	Total Quetzales	Total Dólares
Estructura para colocar pantallas	1	Q1 500,00	\$193,55	Q1 500,00	\$193,55
Bases tubulares para las cámaras	16	Q200,00	\$25,81	Q3 200,00	\$412,90
Pintura para demarcación de espacios (cubeta)	2	Q250,00	\$32,26	Q500,00	\$64,52
Puestas a tierra	2	Q500,00	\$64,52	Q1 000,00	\$129,03
TOTAL				Q6 200,00	\$800,00

Equipo electrónico:

Descripción	Cantidad	Precio unitario Quetzales	Precio unitario Dólares	Total Quetzales	Total Dólares
Cámaras IP Planet ICA-HM136	16	Q3 600,00	\$464,52	Q57 600,00	\$7 432,26
NVR-1610 Planet	1	Q7 300,00	\$941,94	Q7 300,00	\$941,94
HDD SATA 2 terabytes	2	Q1 250,00	\$161,29	Q2 500,00	\$322,58
Switch 24 FE + 4 GE Planet SGSW-2840	1	Q3 890,00	\$501,94	Q3 890,00	\$501,94
Letrero LED de 5 líneas 103 x 83 cm	1	Q2 000,00	\$258,06	Q2 000,00	\$258,06
Talanquera electrónica	2	Q10 000,00	\$1 290,32	Q20 000,00	\$2 580,65
Maquina expendedora de boletas y lectora de tarjetas HID	1	Q2 500,00	\$322,58	Q2 500,00	\$322,58
Maquina lectora de boletas y de tarjetas HID	1	Q2 000,00	\$258,06	Q2 000,00	\$258,06
Casetas de cobro automático	4	Q3 000,00	\$387,10	Q12 000,00	\$1 548,39
Programador de tarjetas HID	1	Q1 580,00	\$203,87	Q1 580,00	\$203,87
Tarjetas HID	100	Q30,00	\$3,87	Q3 000,00	\$387,10

Continuación de apéndice 1.

PC de control de pago de usuarios	1	Q2 500,00	\$322,58	Q2 500,00	\$322,58
PC principal, Core i5, 4GB de RAM y 500 GB HDD, pantalla LCD de 22"	1	Q7 440,00	\$960,00	Q7 440,00	\$960,00
Cable UTP Cat. 5e (Precio por Caja de 305 metros)	7	Q825,00	\$106,45	Q5 775,00	\$745,16
TOTAL				Q130 085,00	\$16 785,16

Mano de obra civil:

Descripción	Total Quetzales	Total Dólares
Trabajo de albañilería	Q1 300,00	\$167,74
Total	Q1 300,00	\$167,74

Mano de obra electrónica:

Descripción	Total Quetzales	Total Dólares
Ingeniero electrónico a cargo del proyecto	Q3 000,00	\$387,10
Técnico electrónico para instalación del sistema	Q800,00	\$103,23

Continuación de apéndice 1.

Programador desarrollador de Software	Q1 500,00	\$193,55
Total	Q5 300,00	\$683,87

Total del proyecto:

Descripción	Total Quetzales	Total Dólares
Obra civil	Q6 200,00	\$800,00
Equipo electrónico	Q130 085,00	\$16 785,16
Mano de obra civil	Q1 300,00	\$167,74
Mano de obra electrónica	Q5 300,00	\$683,87
TOTAL	Q142 885,00	\$18 436,77