

## **PARQUEADERO INTELIGENTE**

(Proyecto final - Sistema en Red)

Vanessa Alexandra Araujo Pabon , Joiner Alfonso Perez Rivera y Mateo Maestre Garcia

### **Introducción**

La Universidad Nacional de Colombia, Sede La Paz, ha tenido un crecimiento significativo en su comunidad académica, lo que ha incrementado la demanda de espacios de estacionamiento y la necesidad de gestionar de manera eficiente el acceso vehicular. Actualmente, los sistemas tradicionales de parqueo presentan limitaciones relacionadas con la disponibilidad de espacios, tiempos de búsqueda prolongados y ausencia de herramientas que permitan un control centralizado y en tiempo real.

Teniendo en cuenta estas necesidades, este proyecto propone el diseño de un **parqueadero inteligente** utilizando Cisco Packet Tracer, aplicando tecnologías IoT y conceptos de redes para simular un sistema que permita monitorear la ocupación, administrar el ingreso y salida de vehículos y enviar información en tiempo real a un servidor o panel de control. Esta solución busca optimizar el uso del espacio, reducir la congestión interna y mejorar la experiencia de estudiantes, docentes y personal administrativo.

### **Objetivo General**

Diseñar y simular en Cisco Packet Tracer un sistema de parqueadero inteligente para la Universidad Nacional de Colombia – Sede La Paz, que permita la gestión automatizada de la disponibilidad de espacios y el control del ingreso y salida de vehículos mediante tecnologías IoT.

### **Objetivos Específicos**

- Implementar sensores que detecten la ocupación de los espacios de estacionamiento.
- Configurar un sistema de control de acceso automatizado para el ingreso y salida de vehículos.
- Establecer comunicación entre los dispositivos IoT y un servidor local.

- Diseñar el direccionamiento IP y la arquitectura de red necesaria para la comunicación del sistema.
- Evaluar el funcionamiento del sistema a través de pruebas de simulación en Cisco Packet Tracer.

## **Metodología**

La metodología desarrollada para este proyecto se basa en un enfoque práctico y progresivo que permite construir el sistema de parqueadero inteligente desde su conceptualización hasta su simulación final:

### **1. Análisis del contexto y requerimientos**

Se identificaron las necesidades actuales de la Universidad Nacional Sede La Paz en torno a la gestión vehicular, definiendo los requisitos funcionales del parqueadero inteligente, como control de acceso, monitoreo de ocupación y comunicación en tiempo real.

### **2. Diseño de la arquitectura del sistema**

Se elaboró un esquema de red donde se integran sensores IoT, microcontroladores, actuadores, routers y un servidor de monitoreo. Se definió el direccionamiento IP, los protocolos de comunicación y la estructura jerárquica necesaria para la operación del sistema.

### **3. Configuración de dispositivos en Cisco Packet Tracer**

Se seleccionaron y configuraron los dispositivos IoT: sensores de presencia, barreras automatizadas, microcontroladores y un servidor local. Se programaron comportamientos básicos como detección, apertura de barrera y envío de datos.

### **4. Integración IoT y conexión a la nube o servidor interno**

Los dispositivos se conectaron mediante protocolos adecuados hacia un panel de control o dashboard dentro de Packet Tracer, permitiendo visualizar disponibilidad, eventos y estados del sistema.

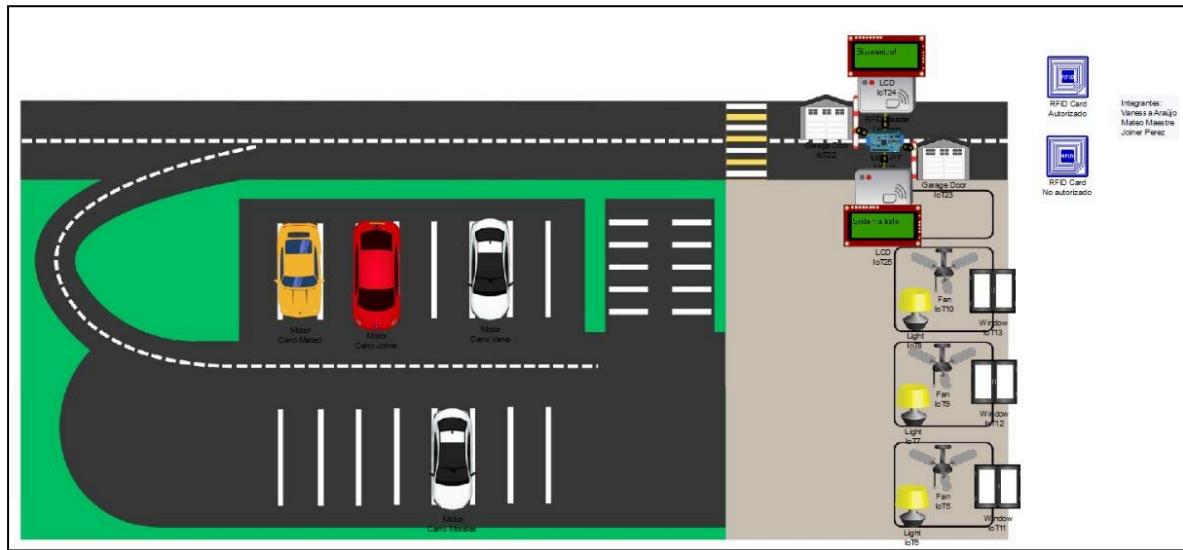
### **5. Pruebas y verificación**

Se realizaron simulaciones para evaluar el correcto funcionamiento del parqueadero, comprobando la comunicación entre dispositivos, la actualización de estados y la respuesta de los actuadores.

### **6. Documentación del proyecto**

Finalmente, se registró el proceso de diseño, configuración y pruebas, generando un informe completo que describe la solución propuesta para la sede.

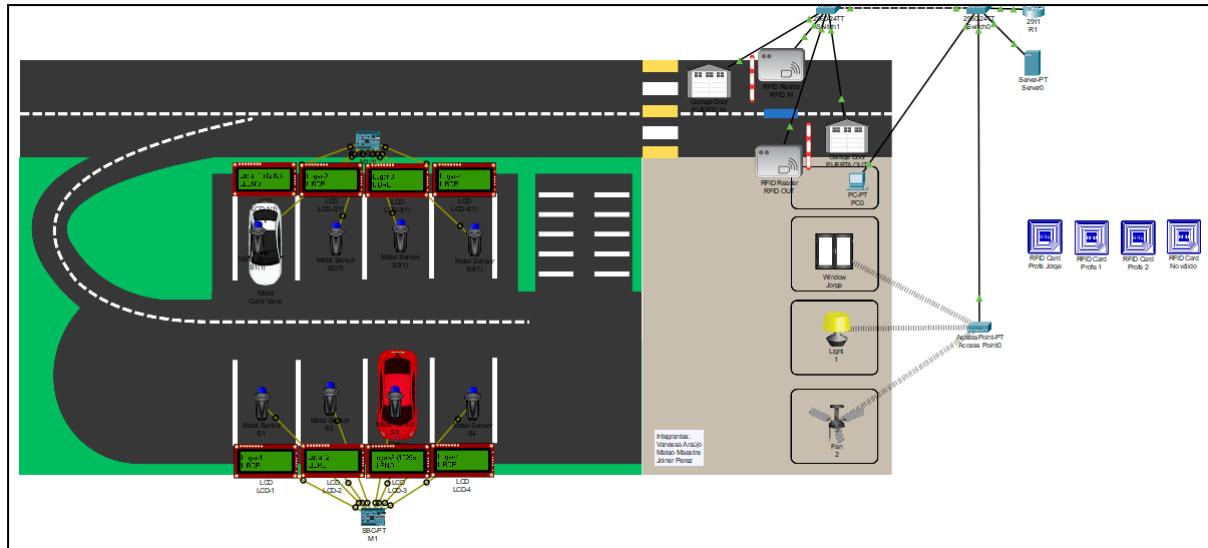
## Avance de la primera entrega.



**Figura 1.** Primera versión del parqueadero.

Se desarrolló un esquema funcional inicial del parqueadero inteligente, donde se implementa la lógica de control para el ingreso y salida de vehículos utilizando un sistema de lectura de tarjetas RFID simuladas. Mediante el código programado, se estableció una base de datos de identificadores válidos, así como un mecanismo que permite restringir el acceso a aquellos vehículos previamente registrados, gestionando su estado de entrada o salida en tiempo real. Esta programación controla la apertura de barreras, la actualización del estado de cada vehículo y la visualización de mensajes informativos en pantallas LCD tanto en la entrada como en la salida. Este avance representa la estructura fundamental sobre la cual se construirá el sistema completo, permitiendo validar el funcionamiento del control de acceso automatizado y asegurando que en versiones posteriores se integren más sensores, mayor conectividad y la comunicación con el servidor central del parqueadero de la Universidad Nacional de Colombia – Sede La Paz.

## Desarrollo del proyecto.



**Figura 2.** Parqueadero inteligente

Durante el desarrollo del proyecto se presentaron inconvenientes relacionados con la programación de los lectores RFID utilizando el MCU. Aunque el sistema reconocía correctamente las tarjetas cuyos ID habíamos definido en el código, surgieron problemas al gestionar múltiples usuarios válidos. Por ejemplo, cuando ingresaba el usuario 1, el sistema mostraba correctamente su acceso; sin embargo, si posteriormente intentaba ingresar el usuario 2, este era detectado como si fuera el mismo usuario anterior. Esto generaba un error crítico, ya que el objetivo era registrar de manera independiente cada tarjeta y almacenar el ingreso de distintos usuarios, no que todas las ID fueran interpretadas como una sola.

Este comportamiento podría deberse a dos razones:

1. limitaciones del software que hacían inviable la gestión adecuada de múltiples ID con el método inicial, o
2. problemas en el código al almacenar y diferenciar las variables correspondientes a cada tarjeta.

La solución fue conectar el sistema a un servidor y establecer condiciones específicas para cada elemento vinculado. De esta manera, definimos distintos estados para las tarjetas: ID autorizados (ingreso válido), ID no autorizados (ingreso inválido) y un estado de espera. Con ello se resolvió la problemática de que diferentes tarjetas fueran detectadas como un mismo usuario. Asimismo, se implementaron condiciones adicionales, por ejemplo, para que cuando el usuario 1 ingresara, la lámpara se encendiera mientras este se estacionaba y llegaba a su oficina.

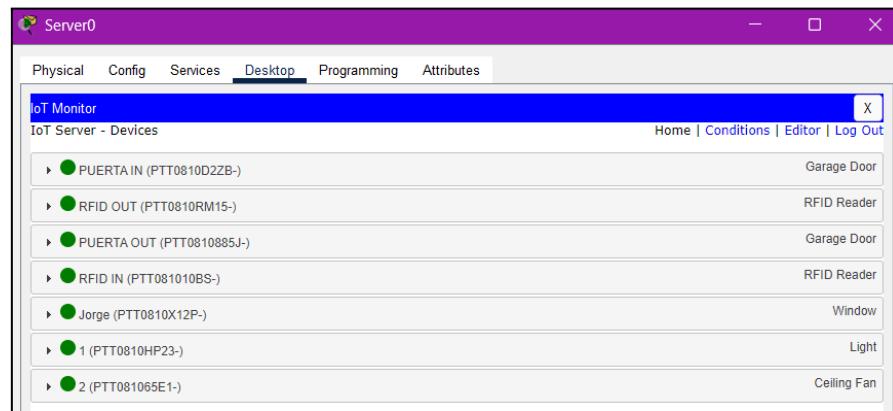
En Cisco Packet Tracer, para conectar los dispositivos al servidor fue necesario habilitar la opción Gateway/DNS IPv4 en modo DHCP, lo cual permitió que las direcciones de red se asignaran automáticamente. Después de activar esta configuración, seleccionamos el IoT Server y procedimos a registrar cada dispositivo, ingresando su dirección IP, el

nombre del dispositivo y la clave de autenticación correspondiente. De esta manera, logramos establecer la comunicación correcta entre los dispositivos IoT y el servidor.

En este caso:

- IP: 192.168.1.50
- User name: admin
- Password: admin

A continuación se presentan los dispositivos conectados al servidor, así como las condiciones que hicieron que el funcionamiento del sistema de ingreso al parqueadero fuesen las esperadas:



**Figura 3.** Dispositivos conectados al servidor

The screenshot shows the 'IoT Monitor' window with the 'Conditions' tab selected. It displays a table of device conditions:

Actions		Enabled	Name	Condition	Actions
Edit	Remove	Yes	Valido OUT	RFID OUT Card ID is between 1000 and 2000	Set RFID OUT Status to Valid
Edit	Remove	Yes	Invalido OUT	• RFID OUT Card ID != 0 • Match any: ◦ RFID OUT Card ID < 1000 ◦ RFID OUT Card ID > 2000	Set RFID OUT Status to Invalid
Edit	Remove	Yes	Waiting OUT	RFID OUT Card ID = 0	Set PTT0810KWK1- Status to 2 Set PUERTA OUT On to false
Edit	Remove	Yes	PUERTA OUT OPEN	RFID OUT Status is Valid	Set PUERTA OUT On to true
Edit	Remove	Yes	valido in	RFID IN Card ID is between 1000 and 2000	Set RFID IN Status to Valid
Edit	Remove	Yes	invalido in	Match all: • RFID IN Card ID != 0 • RFID IN Card ID < 1000 • RFID IN Card ID > 2000	Set RFID IN Status to Invalid
Edit	Remove	Yes	waiting in	RFID IN Card ID = 0	Set RFID IN Status to Waiting Set PUERTA IN On to false
Edit	Remove	Yes	puerta in	RFID IN Status is Valid	Set PUERTA IN On to true
Edit	Remove	Yes	window	RFID IN Card ID = 1001	Set Jorge On to true
Edit	Remove	Yes	wondow off	RFID OUT Card ID = 1001	Set Jorge On to false
Edit	Remove	Yes	Lamp on	RFID IN Card ID = 1003	Set 1 Status to Dim
Edit	Remove	Yes	Lamp off	RFID OUT Card ID = 1003	Set 1 Status to Off
Edit	Remove	Yes	Ventilador on	RFID IN Card ID = 1016	Set 2 Status to High
Edit	Remove	Yes	Ventilador off	RFID OUT Card ID = 1016	Set 2 Status to Off

**Figura 4.** Condiciones de dispositivos

Por otro lado, uno de los objetivos principales del proyecto fue gestionar de forma automatizada los espacios disponibles y ocupados dentro del parqueadero. Para ello, se

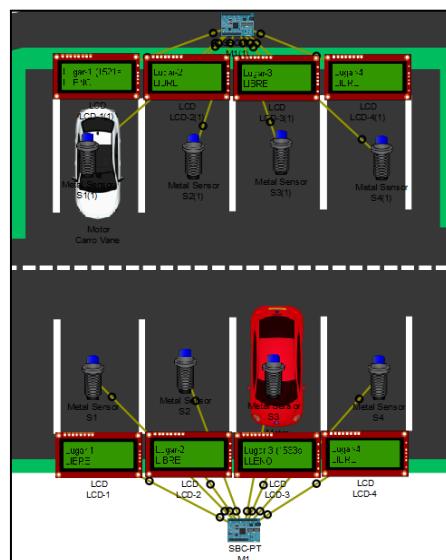
asignó a cada puesto un sensor metálico (Metal Sensor) encargado de detectar la presencia de un vehículo. Cuando el sensor identifica metal, envía una señal al microcontrolador indicando que el espacio está ocupado; si no detecta nada, el sistema interpreta que el puesto está libre.

Cada sensor fue conectado a un SBC Microcontroller, donde se programó la lógica de lectura utilizando los pines analógicos correspondientes. El microcontrolador procesa continuamente las señales y administra un contador de tiempo que inicia cuando un vehículo ocupa el lugar. Toda esta información es enviada a su respectiva pantalla LCD, también conectada al mismo microcontrolador, mediante pines configurados como salida.

Para cada ciclo de ejecución, el sistema realiza tres acciones fundamentales:

1. Lectura del sensor: determina si el puesto está ocupado (detección de metal) o libre.
2. Gestión del tiempo: si un vehículo está presente, calcula y actualiza el tiempo que lleva estacionado; si el vehículo sale, muestra temporalmente el tiempo total de permanencia.
3. Actualización visual: según el estado del sensor, la pantalla LCD muestra "LIBRE" o "LLENO", junto con el tiempo transcurrido en caso de ocupación.

Adicionalmente, se implementó un mecanismo para evitar que las pantallas cambiaron abruptamente al momento en que un vehículo se retiraba, mostrando durante varios ciclos el último tiempo registrado antes de reiniciar el contador. Gracias a esta programación se logró que cada puesto del parqueadero reportara su estado en tiempo real, de manera independiente, confiable y totalmente automatizada.



**Figura 5.** Disponibilidad del estacionamiento

Una problemática que tuvimos en común en todos los procesos fue la interferencia por la cercanía de los dispositivos, tanto como para los sensores de los vehículos, como para los lectores rfid que, aunque estén bien configurados si el espacio o el área en la que se encuentran es muy cerca de cualquier dispositivo se generaban interferencias que hacían que no sensaran correctamente.

Para evitar este tipo de interferencias y garantizar un funcionamiento adecuado del sistema, se optó por modificar la imagen utilizada como background, ajustando el diseño de modo que cada dispositivo contara con distancias físicas prudentes. Esto permitió mejorar la disposición espacial y visual del entorno, eliminando las perturbaciones y optimizando el desempeño general del sistema.

El desarrollo del parqueadero inteligente en Cisco Packet Tracer permitió integrar conceptos de redes, dispositivos IoT y control automatizado para construir un sistema funcional capaz de gestionar el acceso vehicular y monitorear la ocupación de los espacios en tiempo real. A lo largo del proyecto se identificaron desafíos técnicos, especialmente relacionados con la programación de múltiples tarjetas RFID y la interferencia entre sensores, los cuales fueron resueltos mediante la incorporación de un servidor central y el rediseño espacial del entorno. La implementación final logró establecer comunicación confiable entre los dispositivos, automatizar procesos clave como la detección de vehículos y la apertura de barreras, y ofrecer visualización dinámica del estado del parqueadero. Esta experiencia fortaleció la comprensión de la arquitectura IoT y la administración de redes, demostrando que soluciones inteligentes pueden mejorar significativamente la eficiencia operativa de estos sistemas.