DISTRIBUCIÓN DE MATERIA PRIMA PARA DIFERENTES PUNTOS DE TRABAJO POR MEDIO DE UN ROBOT MÓVIL USANDO COMUNICACIÓN WIFI

DISTRIBUTION OF MATERIAL FOR DIFFERENT WORK POINTS THROUGH A MOBILE ROBOT USING WIFI COMMUNICATION

Jeison Nariño Orjuela[1]
Christopher Nieto Martinez[2]
Wilson Infante Moreno[3]

Resumen.

En este artículo se presenta la planeación, desarrollo y elaboración de una plataforma robótica móvil conectada vía wifi, capaz de ser dirigida a diferentes puntos de trabajo en un ambiente determinado. Este robot móvil interactúa junto a un servidor (PC), el cual será el encargado de direccionar la plataforma a los puntos de llegada (diferentes clientes-PC).

La solución planteada se desarrolló bajo un dispositivo Arduino MEGA que es el encargado de controlar las diferentes partes del robot como lo son, el módulo de comunicación, sensores de proximidad, ubicación y de reconocimiento de colores;

[1] Estudiante Tecnología Electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Colombia. E-mail:.jnnarinoo@correo.udistrital.edu.co
[2] Estudiante Tecnología Electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Colombia. E-mail:.canietom@correo.udistrital.edu.co
[3] Director de proyecto Tecnología Electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Ingeniería y Tecnológica, Colombia. E-mail: winfantem@udistrital.edu.co

que permiten la conexión con el servidor y éste con los demás clientes para su direccionamiento a las diferentes posiciones previamente establecidas en una pista con 5 estaciones demarcadas.

Este sistema brinda a la industria una solución inteligente para el transporte de materia prima y de productos desarrollados dentro de las instalaciones.

Palabras Claves: Arduino, Plataforma Móvil, Robot, Wifi, AGV.

Abstract:

This article presents the planning, development and elaboration of a mobile robotic platform connected via wifi, able to be directed to different work points in a given environment. This mobile robot interacts next to a server (PC), which will be in charge of directing the platform to the arrival points (different PC-clients).

The solution was developed under an Arduino MEGA device that is in charge of controlling the different parts of the robot, as they are, the communication module, proximity sensors, location and color recognition that allow the connection to the server and this With the other clients for their address to the different positions previously established in a track with 5 demarcated stations.

This system provides the industry with an intelligent solution for the transport of raw material and products developed within the facilities.

Key Words: Arduino, Movil, Platform, Robot, Wifi, AGV.

1. Introducción.

Las empresas buscan aumentar su producción con la reducción de los tiempos de fabricación de diferentes productos al coordinar esfuerzos de talento humano e innovación tecnológica; siendo el traslado de varios tipos de elementos (materia prima) uno de los focos principales del uso de este tiempo de trabajo, como por ejemplo una empresa dedicada al ensamble de tarjetas electrónicas requiere que sus empleados al agotarse un insumo necesario para su proceso de fabricación deban ir hasta el almacén para solicitar nuevas unidades o simplemente el hecho de trasladar sus productos hasta el siguiente paso en la cadena de ensamblaje.

Para ello, se diseñó un sistema de control para un Robot Móvil que es capaz de dirigirlo a distintos puntos de trabajo dentro de un ambiente conocido. Conectado por medio de Wifi a un computador que le permitirá direccionar el punto de llegada del robot. Además el computador está en conexión con los puntos de trabajo (Computadores personales), por medio de un chat privado. Con el fin de generar una solución en el desplazamiento de los productos o de materia prima dentro de entornos de fabricación y/o ensamblaje.

Dentro de la investigación previa hecha para el documento Colciencias, nos pudimos dar cuenta que en este proyecto intervienen dos grandes temas, importantes en la planeación del mismo, estos son la definición y descripción de los **Robots Guiados (AGV)** y los diferentes métodos de **Comunicación** que se pudo haber usado para la conección entre el Robot y el Software, en este caso (por sus beneficios y facilidad en la implementación) decidimos usar **Vía Wifi**.

Comunicación Inalámbrica.

Gracias a los descubrimientos dados a luz por el científico Alemán Heinrich Hertz, pionero en las investigaciones sobre el comportamiento y propiedades de las ondas electromagnéticas, fue posible demostrar que este tipo de ondas podrían ser utilizadas para la transmisión de información a gran distancia lo cual supone el principio del funcionamiento de las comunicaciones inalámbricas, por lo cual se otorga como nombre “las unidades de Hertz” a las frecuencias del espectro de una señal en honor a su aporte con la física.[1] A pesar de que ya hacía mucho tiempo existían investigaciones respecto al comportamiento de las ondas electromagnéticas -se habían llevado a cabo a manos del sobresaliente científico James Clerk Maxwell- no fue sino hasta la implementación de la telegrafía inalámbrica que comenzó el uso de las ondas electromagnéticas para la transmisión de información.

A partir de las innovaciones en el ámbito de las comunicaciones producidas por el

estudio de ondas electromagnéticas, fue posible producir la propagación de información a través de las ondas de radio entre otras tantas tecnologías que se fueron desarrollando con los años.

Beneficios de la Comunicación Inalámbrica.

Los grandes beneficios que proveen la comunicación inalámbrica en comparación con las redes cableadas son las siguientes: la capacidad para un gran número de suscriptores-usuarios, uso eficiente del espectro electromagnético debido a la utilización repetida de frecuencias, compatibilidad a nivel nacional e internacional, la posibilidad de que los usuarios móviles puedan utilizar sus mismos equipos en otros países o áreas y prestación de servicios para aplicaciones de datos, voz y video, entre otras[1]. Dados los grandes beneficios que traen los medios inalámbricos se implementó en gran escala y para uso libre la radio, reconocido por ser el primer medio masivo de difusión de información mediante el uso de ondas, no obstante existen otros protocolos de comunicación inalámbrica y que corresponden a un carácter más tecnológico e innovador, entre los cuales se encuentran: la comunicación bluetooth, por infrarrojo y Wifi.

Comunicación WIFI.

Las tecnologías actualmente más utilizadas haciendo uso de la transmisión de datos a partir de ondas electromagnéticas es la comunicación WIFI. También se le

conoce como WLAN (Wireless LAN), nombre que se estipulo al protocolo de comunicaciones con fines comerciales. Su alcance refiere una distancia de entre los 100 y 150 m, lo cual lo hace una tecnología eficiente en la implementación de internet inalámbrico[2].

Ventajas de la Comunicación Wifi

Las grandes ventajas de utilizar comunicación vía WIFI son el acceso a lugares remotos y donde medios cableados no tendrían fácil acceso, además del bajo costo de los chips para WIFI, la compatibilidad de sistemas en el mercado y la gran influencia de la tecnología llegando a operar en más de 220000 puntos de acceso públicos y millones de hogares, empresas y universidades en todo el mundo.

Robots Guiados (Vehículo de Guiado Automático).

En la investigación previa al desarrollo del proyecto se encontró que existen varias clases de robots guiados usando distintos tipos de sistemas para ser dirigido automáticamente o manualmente, a esta clase se robots se les conoce con el nombre de **Vehículos de Guiado Automático o AGV** por sus siglas en inglés, Automatic Guided Vehicle, Son un grupo de vehículos con capacidades de programación de destino, selección de trayectoria y posicionamiento, diseñados para transportar variedad de productos o materiales dentro de un establecimiento,

conectando diferentes máquinas dentro de un área dedicada al almacenaje o ensamblaje con lo cual se ahorra tiempo, dinero y espacio en la logística empresarial[3].

De caracterizan por ser altamente flexibles, inteligentes y versátiles a la hora de su instalación en la industria, existen diversos sistemas de guiado para el AGV que se pueden utilizar, el uso de estos depende del ambiente que se va a manejar, su aplicación, necesidades y costos de inversión, algunos de ellos son: Guiados por cables (Sigue la trayectoria por medio de cable energizado perforado en el suelo, estas señales son detectadas por medio de una antena), Guía Óptica (Los vehículos tienen fotosensores que leen la trayectoria demarcada en el suelo), Guía Inercial (Por medio de un procesador y con la ayuda de sensores como acelerómetros o giroscopios se programan para seguir una ruta establecida), Guía Infrarroja (Reconoce mediante visión artificial una tira de espejo catadióptrico)[4].

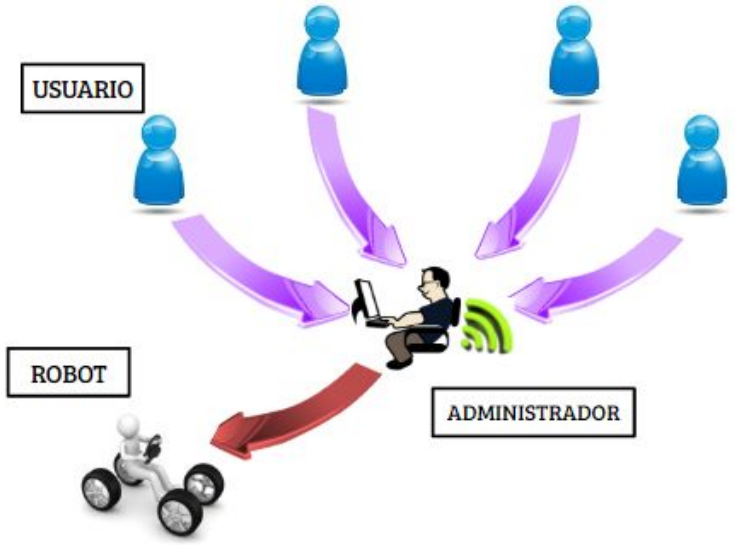
2. Desarrollo y Componentes.

Se desarrolló el robot móvil sobre dos bases acrilicas de 22 cm de largo, 17 cm de ancho y 10 cm de altura, cuenta con 2 llantas en la parte trasera y una esfera sobre un eje en la parte delantera, las llantas están conectadas a dos motores controladas por un módulo L2298N (encargado de controlar la potencia y la

dirección de las llantas), el programa central del robot es controlado por un Arduino referencia MEGA al cual están acoplados todos los módulos y sensores. Se usaron los módulos HCM5883L (Brújula Digital y Magnetómetro), ESP8266 (Comunicación WiFi), L298N (Control Motores), QTR-8A (Sensor que reconoce la línea demarcada en la pista), CNY70 (Sensor que reconoce las estaciones demarcadas en la pista), HY-SRF05 (Sensor que detecta objetos que puedan obstruir la trayectoria del robot).

Diagrama de Bloques

El proyecto está dividido principalmente en 3 bloques, Bloque Usuario, Bloque Administrador, Bloque Robot, en los cuales se encuentran los módulos y procesos que se deben llevar a cabo dentro del sistema; explicados a continuación.



Bloque Usuario (Cliente): Se desarrolló una aplicación para ejecutar en computadores bajo sistema operativo Windows el cual permitirá a cada uno de los usuarios que contengan esta aplicación y conozcan la dirección del servidor, comunicarse por medio de un chat para poder solicitar el servicio del robot.

Bloque Administrador (PC): El bloque administrador se divide en dos secciones así:

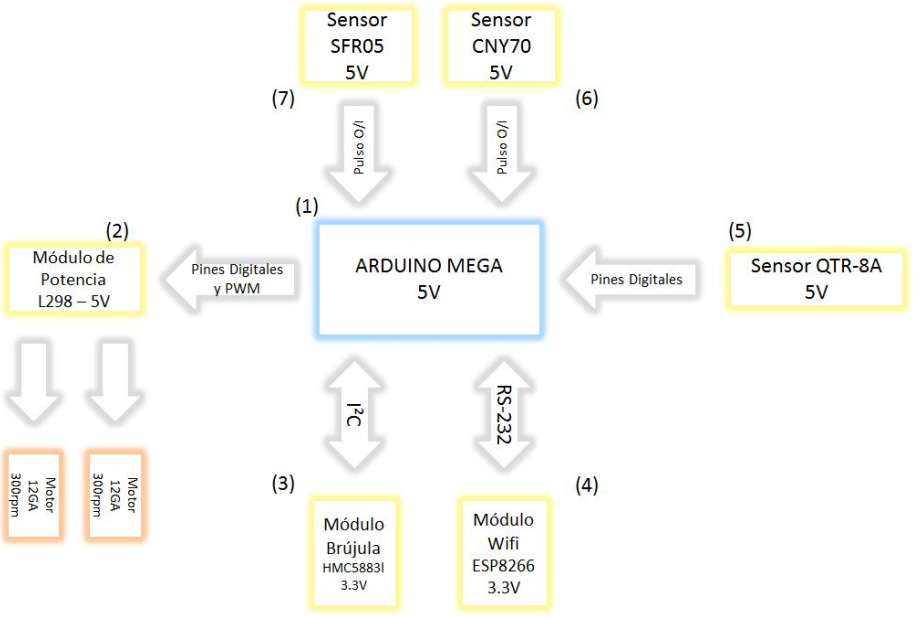
- Interfaz del Chat: El programa cuenta con un entorno necesario para soportar el chat con los usuarios del sistema por medio del wifi.
- Interfaz para el recorrido: El programa se encarga de direccionar el recorrido del robot según el punto de llegada que haya determinado el administrador previamente, esta información es transmitida vía wifi al robot y controlada por un usuario.

Bloque Robot (Robot Móvil):

- Arduino: Es el encargado de recibir y ejecutar los comandos enviados por el administración vía wifi gracia al módulo ESP8266. Además verifica la señales enviadas por los sensores en cuanto al ambiente (recorrido, dirección y obstáculos) y toma las medidas correspondientes.
- Módulo de potencia: Es el módulo encargado de proporcionar el voltaje, corriente y controlar el funcionamiento de los motores.

- Sensores: Se encuentran los diferentes sensores usados para la ubicación, posicionamiento, guia y detección de obstáculos.

Dentro del bloque físico del proyecto (Bloque Robot) se encuentran diferentes dispositivos y elementos como sensores, prototipos programables como Arduino, modulos para el mismo e integrados descritos a continuación:



(1) Arduino Mega - Microcontrolador Atmel ATMEGA2560

Plataforma de prototipos electrónicos de código abierto, flexible y fácil de usar gracias a la gran cantidad de librerías creadas para el control de sus módulos. El Arduino Mega es el “cerebro” del robot, a este se encuentran acoplados los diferentes módulos, principalmente se encarga de controlar y procesar (enviar y

recibir) la información obtenida de cada una de los sensores conectados; este Arduino dispone de entradas y salidas tanto de señales análogas como de señales digitales, podemos decir que la característica principal de este tipo de plataformas es la posibilidad de adicionar de forma fácil a sus puertos variedad de dispositivos para complementar su uso, elementos como sensores, módulos de comunicación, módulos de almacenamiento, entre otros[4].

(2) Módulo L298

Se usó este módulo para el control velocidad, fuerza y dirección de los motores (de corriente continua), principalmente sentido de giro y velocidad, esta placa contiene, un integrado LM7805 que regula el voltaje de entrada a la parte lógica en 5V, diodos de protección, cuenta con 2 salidas (que van conectadas a cada motor), 2 pines de alimentación por motor y 2 pines de control para habilitar o inhabilitar el funcionamiento de cada motor; el voltaje que se usó fue de 5V DC[5].

(3) Brújula Digital y Magnetómetro HCM5883L

Esta brújula Digital o Magnetómetro de 3 ejes y permite sensar de donde proviene una gran fuerza magnética, se usa generalmente para encontrar la orientación física de un punto respecto al Norte Magnético, en este caso se usó para conocer la ubicación respecto a X y Y del robot y conocer la dirección a la cual se está dirigiendo el Robot[6].

(4) Módulo Wifi de Arduino ESP8266

El módulo Wifi es el encargado de generar la comunicación que permite conectar el robot y el resto del sistema, este módulo genera una señal Wifi que se conecta a un Router (Acces Point) al cual se conectan los clientes y el administrador de la red.

El router al establecer la comunicación con cada uno de los dispositivos asigna una dirección IP única, con la cual se puede diferenciar cada uno de los dispositivos y así poder determinar la dirección del robot, conociendo esta IP se generó una conexión privada entre el robot y el servidor que permite enviar y recibir datos desde las 2 partes, el robot recibe la señal de sentido de giro y velocidad para los motores, y el administrador recibe las señales captadas por los sensores de proximidad, y de detección de la pista y sus puntos de trabajo[7].

(5) Sensor QTR-8A

Este sensor es el encargado de mantener al robot en línea con la marca de la pista, la placa consta de 8 LED/Fototransistores ubicados uno tras otro formando una línea recta, está ubicado en la parte inferior del robot y apunta hacia la pista a una distancia muy corta para que entre en el rango de trabajo y sensado, este módulo posee una característica diseñada para seguir la línea, esta función devuelve una posición estimada de la línea sensada, La estimación se realiza utilizando un promedio ponderado de los índices de sensores (donde 0 es el valor

mínimo, que son los tonos claros -blanco- y 1000 es el valor máximo, que son los tonos oscuros -negros-), multiplicado por 1000, de manera que un valor de retorno de 0 indica que la línea está directamente debajo del sensor 0 (o fue visto por última vez por el sensor 0 antes de ser perdido), un valor de retorno de 1000 Indica que la línea está directamente debajo del sensor 1, 2000 indica que está por debajo del sensor 2, etc. Los valores intermedios indican que la línea está entre dos sensores.

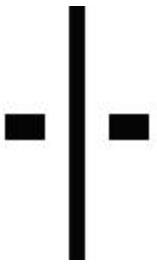
Este método recuerda dónde vio por última vez la línea, por lo que si alguna vez pierde la línea a la izquierda o a la derecha, la posición de la línea seguirá indicando la dirección que necesita para volver a adquirir la línea. Por ejemplo, si el sensor 8 es el sensor más a la derecha y termina completamente fuera de la línea hacia la derecha, esta función continuará devolviendo 8000[8].

La fórmula para hallar este índice es dada por:

$$\frac{0*ValorSenor0+1000*ValorSensor1+2000*ValorSensor2+.....}{ValorSensor0+ValorSensor1+ValorSensor2+...}$$

(6) Sensor CNY70

Este módulo es el encargado de encontrar las paradas determinadas en la pista,

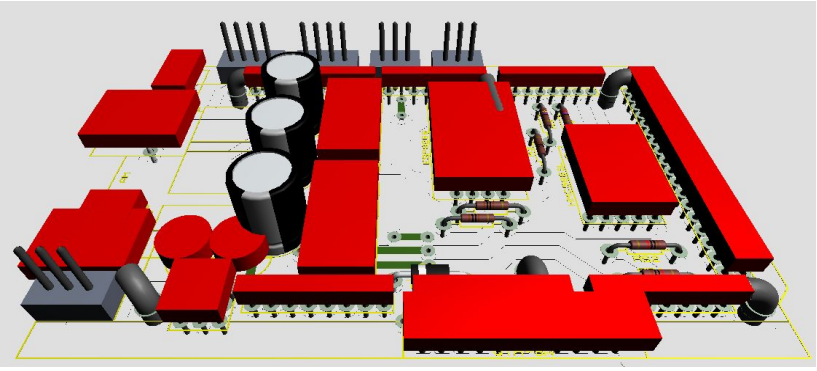


en nuestro proyecto el sensor es ubicado a un costado del robot apuntando hacía el suelo a una distancia no mayor a 4cm -para su óptimo trabajo-, su funcionamiento se basa en dos componentes apuntando a la misma dirección, uno

emisor (diodo emisor) y otro receptor (fototransistor), este diodo emite un haz de luz infrarroja que reflecta sobre el objeto o la superficie a sensar, y el fototransistor recibe la luz y una señal constante de “0” cuando la superficie es blanca y una señal que tiende a “1” si el color de la superficie es distinto, en este caso negro[9].

Circuito Impreso (PCB) Para ensamblar módulos y demás etapas del sistema.

Con ayuda de Proteus 8 (Software para simular circuitos digitales y análogos) se diseñó el circuito impreso (PCB) donde irán algunos de los módulos, reguladores y etapas del sistema; adicionalmente en la parte superior está integrada una pantalla táctil LCD donde se muestran los comandos recibidos desde el pc y la información en tiempo real del vehículo. Sobre el circuito impreso están ubicados los reguladores de voltaje, el módulo wifi y la brújula, además de regletas para el montaje de los demás módulos del sistema (Módulo L398, sensores QTR-8A, Motores, CNY70, HY-SRF05 y alimentación). La PCB está diseñada para poder ser integrada sobre el Arduino Mega y sobre ella la pantalla LCD.



Aplicaciones -Server y Cliente- para el control y comunicación.

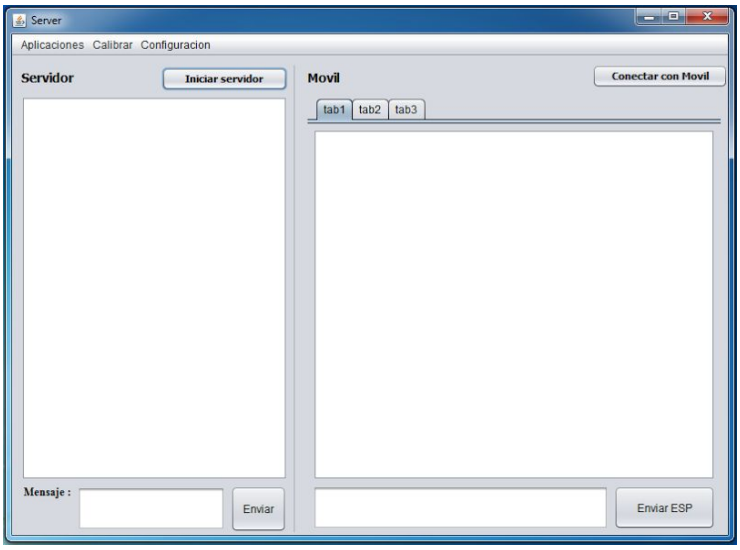


Figura A: Interfaz Servidor

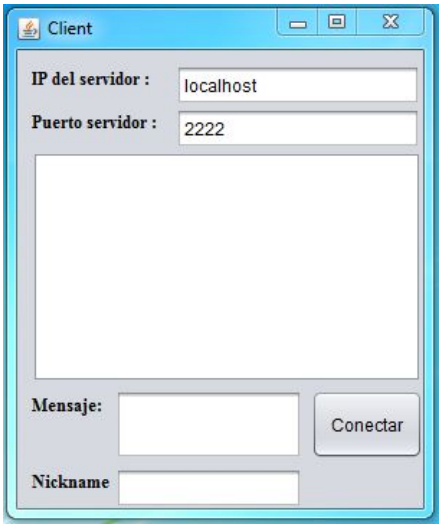


Figura B: Interfaz Usuario

Las aplicaciones creadas para la comunicación y control del robot están programadas bajo lenguaje **Java**, en el Entorno de Desarrollo **NetBeans IDE**. Se crearon 2 programas separados pero que tienen que trabajar conjuntamente, uno es el encargado de permitir la conexión de los clientes y de controlar el robot, y el otro es el cliente (que puede ser usado una o más veces); dentro de la programación hay un aspecto importante que fue necesario implementar para el desarrollo de los programas, Los “hilos” o “threads”, estos básicamente, permiten ejecutar varios procesos simultáneamente en nuestros programas en Java, en este caso, necesitamos crear hilos que simultáneamente permitan al programa enviar y recibir mensajes con los demás conectados a la red, pero por

otro lado el programa del servidor debe estar en la capacidad de permitir a nuevos clientes conectarse.

En un primer plano se encuentra el “hilo principal”, este hilo es el que trabaja las vistas, es decir, con la interfaz gráfica que ve el usuario: botones, ventanas emergentes, campos editables, etc; tal como sucede en este caso, son los campos de texto, el campo de visualización y el botón para enviar el mensaje, por otro lado, en segundo plano se encuentran el “resto de hilos”, que funcionan a la par del hilo principal, pero son los procesos que el usuario no ve en su vista principal, en este caso, usamos la ejecución en segundo plano del programa encargado de recibir nuevos clientes dentro del servidor; mientras que los usuarios y administrador manejan el programa en primer plano -enviar y recibir mensajes-, en segundo plano se ejecuta paralelamente el programa para permite la conección en tiempo real con los demas clientes y que además permite agregar nuevos.

Interfaz Gráfica

La Interfaz gráfica **Server**, cuenta con 2 partes principales, sobre el lado izquierdo se encuentra el espacio de la comunicación interna entre los clientes -usuarios- conectados y el servidor del sistema, se conforma de 2 campos (uno para escribir los mensajes y el otro para visualizar los mensajes enviados y los recibidos), el botón **“Iniciar Servidor”** genera la red para que los clientes

puedan conectarse, **Sin iniciar el servidor, es imposible que lo clientes puedan unirse**. Al costado derecho se encuentran los controles para direccionar el robot a las distintas paradas.

La Interfaz gráfica **Cliente** es el programa instalado en cada uno de los computadores (Sistema Operativo Windows) de los Usuarios que estarán en interactuando con el servidor (máximo 5 + el servidor, dadas las 6 paradas pre-establecidas en la pista), esta interfaz es más simple que la del Servidor, en primer instante consta de 4 cuadros de texto, 2 de los cuales (Espacio para agregar la dirección IP del servidor y del nickname del usuario) se eliminarán luego de enviar el primer mensaje, para luego dejar solo campos para escribir los mensajes y un espacio que visualiza los mensajes enviados y los recibidos desde los otros clientes y del servidor.

La conexión vía Wifi entre servidor-clientes-robot se realiza con la ayuda de un



Router Inalámbrico Marca ZTE MF20, este Router genera una señal Wifi pública, a la cual pueden acceder los dispositivos sólo completando los datos de Usuario (SSID) y Contraseña configurados.

La conexión del Robot y del Servidor a la red son las más importantes ya que

necesitamos determinar cuál es la IP del servidor (para conectar los clientes) y la dirección del Robot para configurar a cual dispositivo se enviarán los comandos de dirección.

Para conocer la dirección IP del servidor es necesario (luego de conectarse a la red del Wifi) acceder a la Consola de Comandos (MS-DOS) de Windows y digitar “IPConfig” y como resultado, nos mostrará en detalle la información de direcciones y puertos del equipo, como se muestra a continuación

```
C:\Users\Christo>ipconfig

Configuración IP de Windows


Adaptador de Ethernet Conexión de red Bluetooth:

   Estado de los medios. . . . . . . . . . . : medios desconectados
   Sufijo DNS específico para la conexión. . :

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de área local* 2:

   Estado de los medios. . . . . . . . . . . : medios desconectados
   Sufijo DNS específico para la conexión. . :

Adaptador de LAN inalámbrica Wi-Fi:

   Sufijo DNS específico para la conexión. . :
   Dirección IPv6 . . . . . . . . . . . . . . : fdcc:a223:29d8:a000:dd33:3444:6e51:b24a
   Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . . . : fe80::dd33:3444:6e51:b24a%13
   Dirección IPv4. . . . . . . . . . . . . . . : 192.168.1.8
   Máscara de subred . . . . . . . . . . . . . : 255.255.255.0
   Puerta de enlace predeterminada . . . . . . : 192.168.1.254
```

Para nuestro proyecto, necesitamos solo la Dirección IPv4, que en este caso es la 192.168.1.8, esta Dirección junto con el puesto designado por el administrador del servidor, es la que se usa para la conexión de los usuarios, de lo contrario no se podrá conectar con el server y los mensajes no podrán ser enviados y recibidos.

Por otra parte, para conocer la IP del Robot, es necesario acceder al dashboard del ZTE MF20 en la opción de Clientes, podremos identificar el robot y así

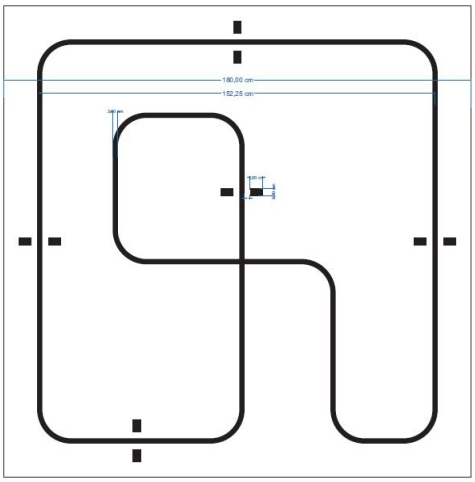
conocer su IP, esta dirección servirá para configurar dentro del servidor, a cual dispositivo es el que se le enviaran los comandos de instrucciones.



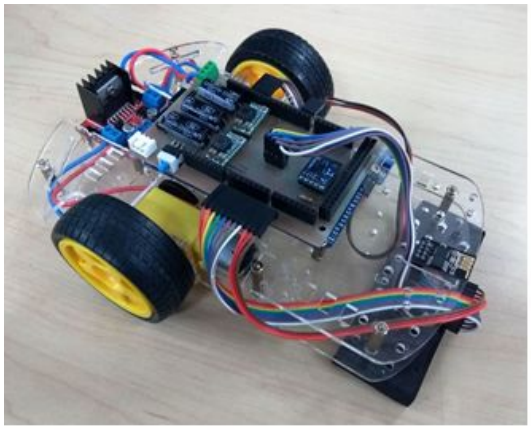
Tal como muestra la imagen, sólo tenemos un dispositivo conectado a la red, en este caso la dirección IP es 192.168.169.100, en el caso del robot, tomamos la dirección dada por el módulo Wifi conectado al Arduino, y esta dirección es la que se debe ingresar en el servidor para generar la conexión al Robot y así poder enviar los comandos de dirección y velocidad y recibir las señales de os sensores.

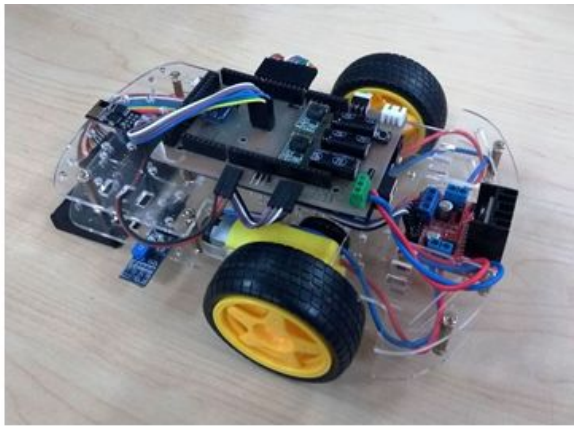
3. Resultados.

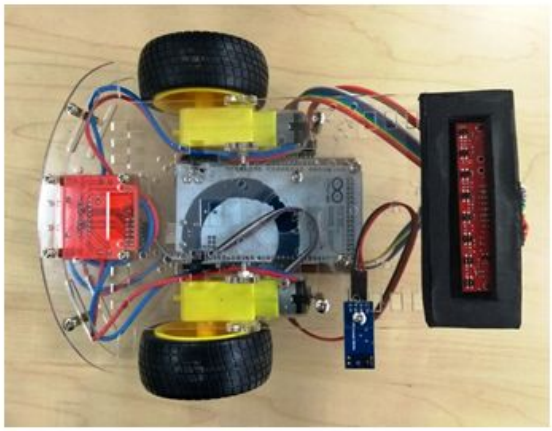
El robot fue probado sobre una pista pre-diseñada impresa sobre plotter -fondo blanco, pista negra- donde se encuentran marcadas 5 paradas que representan los 4 clientes y el administrador del sistema. Plotter de medidas 180 cm de largo x 180 cm de ancho y pista de 150,25 cm de ancho por 150,25 cm de alto, con curvas y cruces en su interior, la pista tiene un grosor de 2 cm de ancho, y las paradas están señaladas por rectángulos de 5 cm de largo x 3 cm de ancho ubicadas en los extremos e interior de la misma.

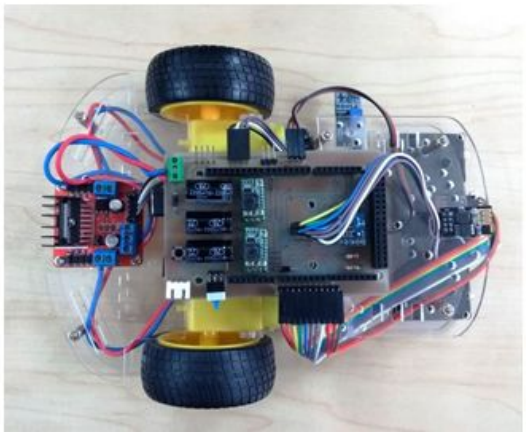


El Robot descrito anteriormente integra todos los módulos y partes del sistema, adicionalmente cuenta con 3 baterías de 3.4V ion-litio que permite su funcionamiento sin necesidad de estar conectada a alguna alimentación externa.









La prueba se desarrolló usando equipos portátiles (PC) bajo sistema operativo Windows donde se simularon el administrador del sistema y los diferentes clientes que representan cada una de las paradas pre-escogidas, las aplicaciones a usar fueron programadas bajo lenguaje Java; consta de 2

programas, el primero es el administrador (*figura a*), que integra comunicación con la plataforma y con los diferentes clientes simultáneamente y en tiempo real, el segundo programa es el cliente (*figura b*), el cual se comunica con el administrador y con los demás clientes que estén conectados en el momento.

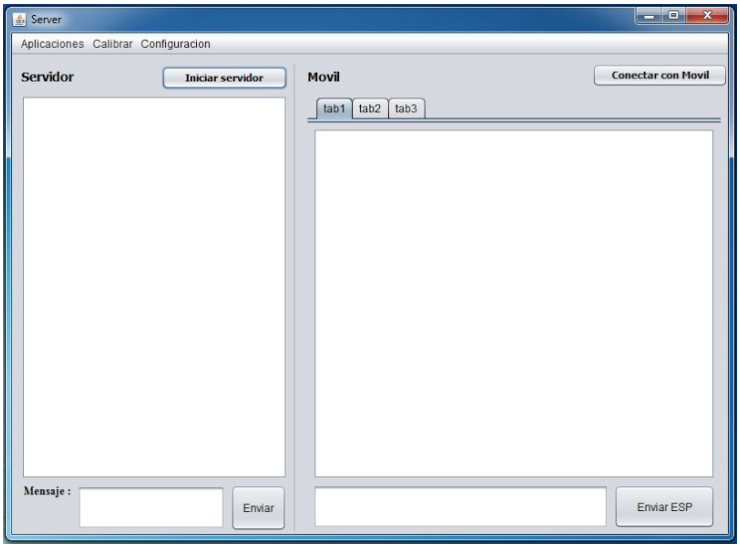


Figura A: Interfaz Servidor

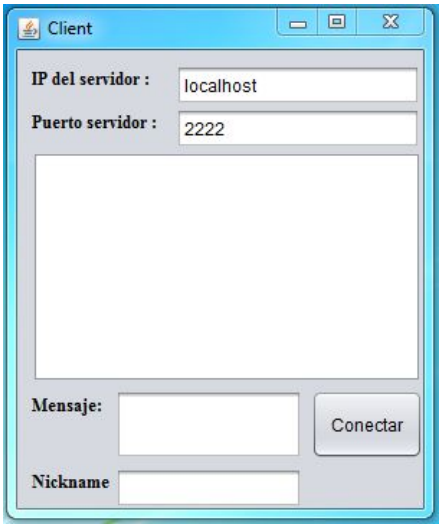


Figura B: Interfaz Usuario

4. Conclusiones.

- Si aumenta la velocidad de respuesta del sistema, el sistema tiene a desestabilizarse sobre los 115200 baudios por procesamiento del microcontrolador.
- Dentro de la plataforma se puede lograr una mayor velocidad en el recorrido pero se tiende a desestabilizar el reconocimiento de la línea.
- La comunicación Wifi es una opción adecuada para comunicar robot-servidor-clientes en este tipo de sistemas, pero se debe usar un dispositivo (Access Point) de mas alcance al implementado en este proyecto, la comunicación puede fallar (evitando que lleguen los paquetes de datos completos o se demore su comunicación).

5. Referencia.

[1] E. Martínez (2002). TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA. Revista RED.
Disponible en:
http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php

[2] Aula Clic, España (2005). WIFI. LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.
Disponible en:
http://www.aulaclic.es/articulos/wifi.html

[3] Vehículo De Guiado Automático
Disponible en:
http://www.system-agv.com/spa/veicoli-a-guida-automatica.php

[4] Arduino Mega 2560
Disponible en:
http://arduino.cl/arduino-mega-2560/

[5] Tutorial de Uso del Módulo L298N
Disponible en:
http://www.naylampmechatronics.com/blog/11_Tutorial-de-Uso-del-M%C3%B3dulo-L298N.html

[6] Tutorial Magnetómetro HMC5883L
Disponible en:
http://www.naylampmechatronics.com/blog/49_tutorial-magnetometro-hmc5883l.html

[7] Arduino Conectado a Internet
Disponible en:
https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/21/arduino-conectado-a-internet/

[8] Arduino Library for the Pololu QTR Reflectance Sensors
Disponible en:
https://www.pololu.com/docs/0J19/all#1

[9] Uso del sensor infrarrojo CNY70 con Arduino
Disponible en:
http://www.minitronica.com/blog/uso-del-sensor-cny70-con-arduino/