



# MERCURY



**Universidad  
de Ibagué**

**DOCUMENTO TÉCNICO  
MERCURY CHALLENGE 2019**

**INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ  
LIDER: CRISTIAN F RUBIO  
PILOTO: HAROLD F MURCIA  
MANIPULADOR: EDWIN G CASTRO**

Contacto: [cristianrubioa@gmail.com](mailto:cristianrubioa@gmail.com)

## CONTENIDO

<b>COMPONENTES FUNDAMENTALES .....</b>	<b>3</b>
<b>SISTEMA DE COMUNICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>CONTROLADOR DEL ROBOT.....</b>	<b>5</b>
<b>DISPOSITIVOS DE RED A UTILIZAR.....</b>	<b>6</b>
<b>INTERFAZ DEL CONTROLADOR DEL ROBOT .....</b>	<b>6</b>
<b>MECÁNICA DEL ROBOT.....</b>	<b>7</b>
<b>SENSORES Y OTROS SUB-SISTEMAS UTILIZADOS EN EL ROBOT .....</b>	<b>8</b>
<b>SUB-SISTEMA DE POTENCIA .....</b>	<b>9</b>

### *TABLA DE FIGURAS*

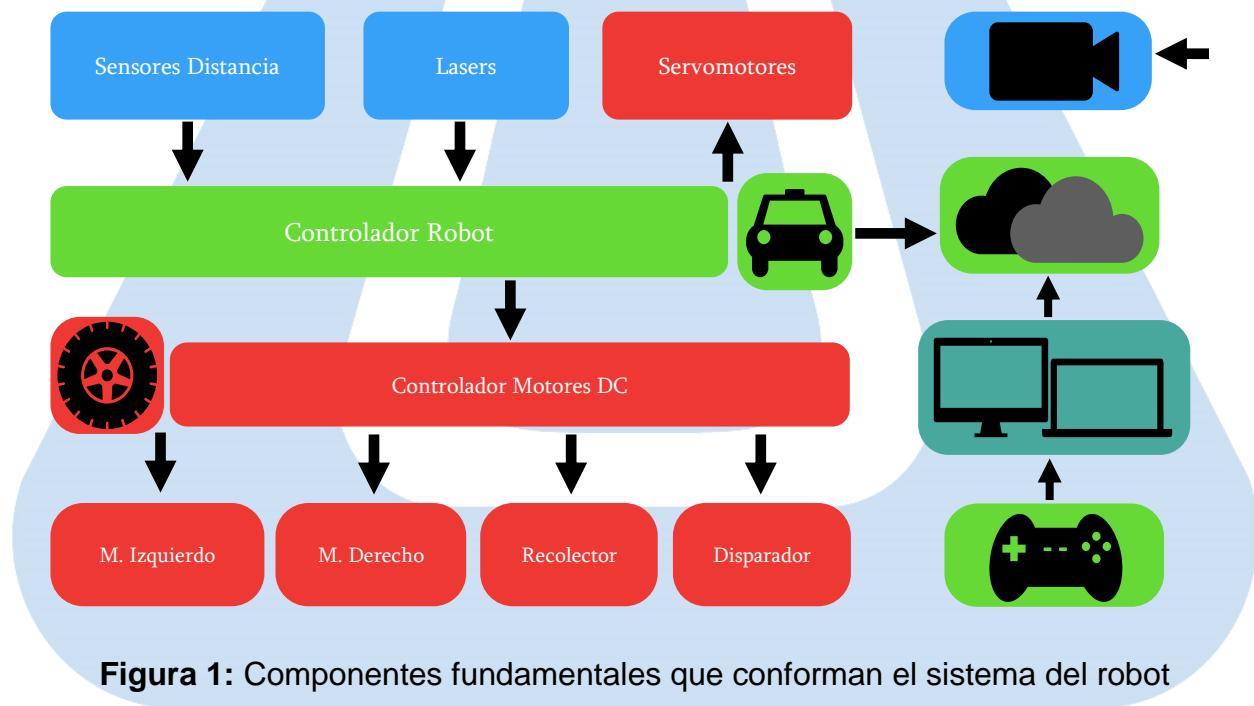
<b>Figura 1:</b> Componentes fundamentales que conforman el sistema del robot.....	3
<b>Figura 2:</b> Modelo cliente-servidor .....	4
<b>Figura 3:</b> Programación de socket Python (demo cliente-servidor).....	4
<b>Figura 4:</b> Diagrama de bloques y estructura del sistema de control del robot.....	5
<b>Figura 5:</b> Dispositivos de red a utilizar, ubicación y direcciones Mac de dispositivos .....	6
<b>Figura 6:</b> Gamepad de Play Station a emplear para el control del robot.....	6
<b>Figura 7:</b> Elementos básicos de la estructura del robot.....	7
<b>Figura 8:</b> Sensores y sub-sistemas utilizados. a) ultrasonido, b) laser, c) cámara .....	8
<b>Figura 9:</b> Interfaz de video ejecutándose a través de un servidor web.....	8
<b>Figura 10:</b> Elementos de potencia utilizados en el robot.....	9

## Componentes Fundamentales

El diagrama mostrado en la Figura 1, presenta los componentes básicos y/o fundamentales implementados en el sistema del robot SIRUBOT para participar en la competencia *Mercury Remote Challenge 2019*.

Dentro del sistema tenemos el piloto, el cual se conectará de manera remota mediante la conexión de red wifi a la capa del controlador del robot donde se encuentra el sistema principal o maestro (que contiene un sistema operativo basado en Linux) y los sistemas esclavos (microcontroladores adicionales) para la gestión de acciones de manipulación directa de actuadores como los motores DC, el recolector y disparador de la pelota o carga útil, (conectados al controlador de motor DC) y de sensores como de distancia o apuntadores laser. El piloto cuenta con un control de Play Station para la manipulación de los actuadores en general definidos a criterio por parte del grupo que conforma el robot que representará a la Universidad de Ibagué.

En simultáneo tenemos una cámara de video enlazada al controlador del robot (conectada directamente al sistema principal), la cuál le brinda al piloto un sistema de retroalimentación que le permite visualizar el entorno de navegación e inclinaciones del sistema de disparo de la carga útil.





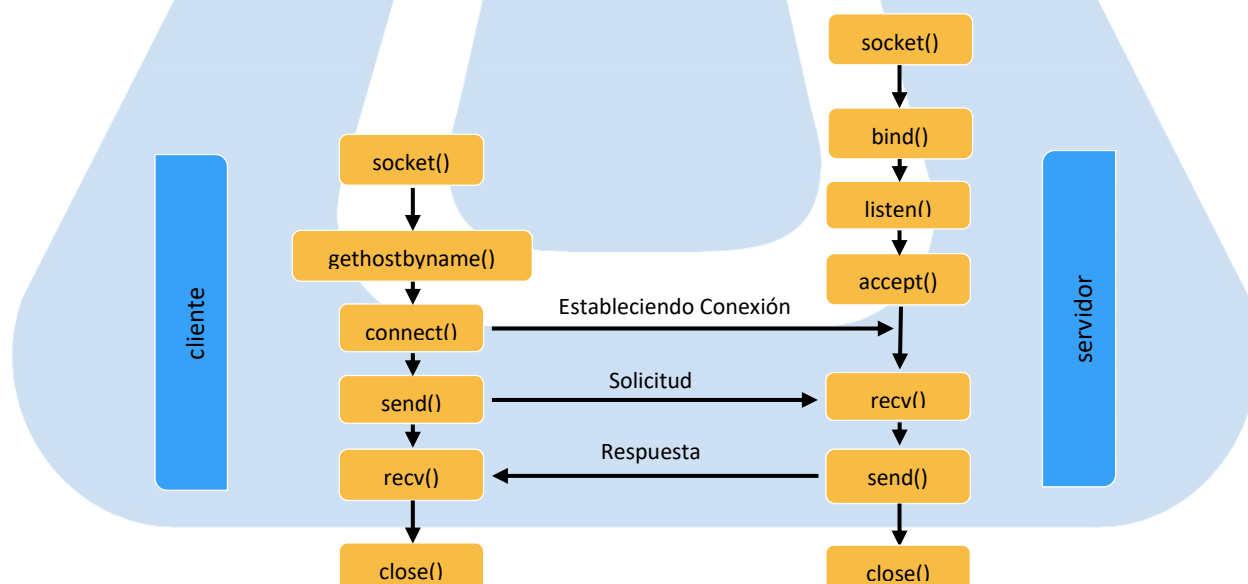
El modelo implementado es el **modelo cliente-servidor**, presentado en la Figura 2. El cliente envía una solicitud al servidor para acceder a los recursos, el servidor recibe la solicitud y genera una respuesta al respecto que envía de vuelta al cliente.

Para el tipo de datos a transferir, es decir, datos que necesitan confiabilidad, transmisión de secuencias e integridad de datos, el protocolo de transporte correcto a utilizar es el **Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet (TCP/IP)**.



**Figura 2:** Modelo cliente-servidor

Para enviar mensajes entre los dos nodos (cliente-servidor) a través de la red, utilizamos la programación de socket en ambos extremos. La Figura 3 describe la secuencia de llamada de métodos de un socket implementado.



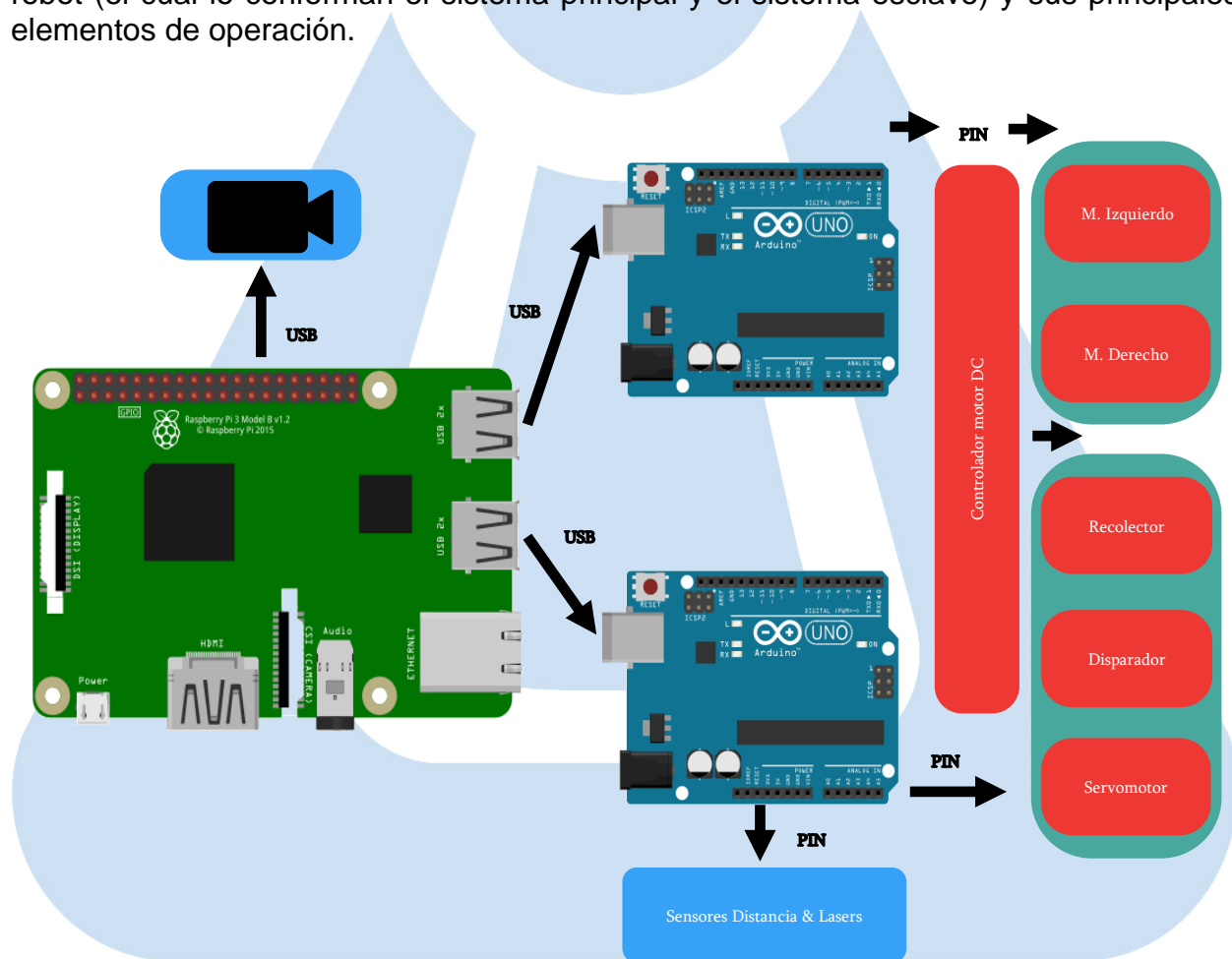
**Figura 3:** Programación de socket Python (demo cliente-servidor)



## Controlador del robot

El sistema principal lo conforma una tarjeta Raspberry Pi 3 Modelo B+, la cual cuenta con un procesador Quad-Core de la compañía Broadcom a 1.4 GHz y una memoria RAM de 1GB. Incorpora conectividad Wi-Fi y Bluetooth 4.2/BLE sin necesidad de adaptadores adicionales.

El sistema esclavo lo conforma dos microcontroladores basados en ATmega328P, para este caso dos Arduino UNO, el cual cuenta con 10-bit de ADC, 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 son salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16MHz, y conexión USB (canal para poder enlazar con el sistema principal y comunicar por serial). La Figura 4, ilustra una representación gráfica del sistema del controlador del robot (el cual lo conforman el sistema principal y el sistema esclavo) y sus principales elementos de operación.



**Figura 4:** Diagrama de bloques y estructura del sistema de control del robot



## Dispositivos de red a utilizar

Dispositivo	A bordo del Robot	Ubicación	Mac Address	
			Wifi	Ethernet
PC Piloto		Ibagué	b8:f6:b1:1c:1c:db	
CPU Robot	x	Bogotá	b8:27:eb:4a:2a:de	b8:27:eb:1f:7f:8b
Celular Robot	x	Bogotá	f4:1b:a1:5f:ce:80	
PC Líder		Bogotá	10:94:bb:ef:31:be	

**Figura 5:** Dispositivos de red a utilizar, ubicación y direcciones Mac de dispositivos



## Interfaz del controlador del robot

La interfaz del controlador del robot comprende toda su parte en el manejo del entorno pygame (de Python 2.7/3.7) para la interacción con el menú de configuración de acceso a variables de salida del robot como el movimiento de motores o giros de los servos. para la interacción con un gamepad de play station 2/3/4 o Xbox one/360, es decir, dos formas de entrada para que el usuario o piloto ejerza acción de control sobre el robot, y que bien pueden ser dos nodos individuales elegidos a medida, o un solo conjunto que formaría parte de un todo.



**Figura 6:** Gamepad de Play Station a emplear para el control del robot



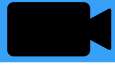
## Mecánica del Robot

La mecánica del robot se basa en dos partes importantes una fija y una móvil. La parte fija consta de un chasis en aluminio y un body o carrocería en MDF los cuales soportan cuatro motorreductores DC ubicados para obtener un mecanismo de conducción de dirección por desplazamiento o Skid Steering. La parte móvil es la encargada de la recolección, control y lanzamiento de la carga útil, esta principalmente construida en MDF y accesorios de PVC que soportan un servomotor (Esto puede estar sujeto a cambios), dos motorreductores DC, un ventilador DC y un motor brushless, encargados de ejercer la fuerza de succión y expulsión de la carga útil. La Figura 7, ilustra los principales elementos de desarrollo mecánico del robot.



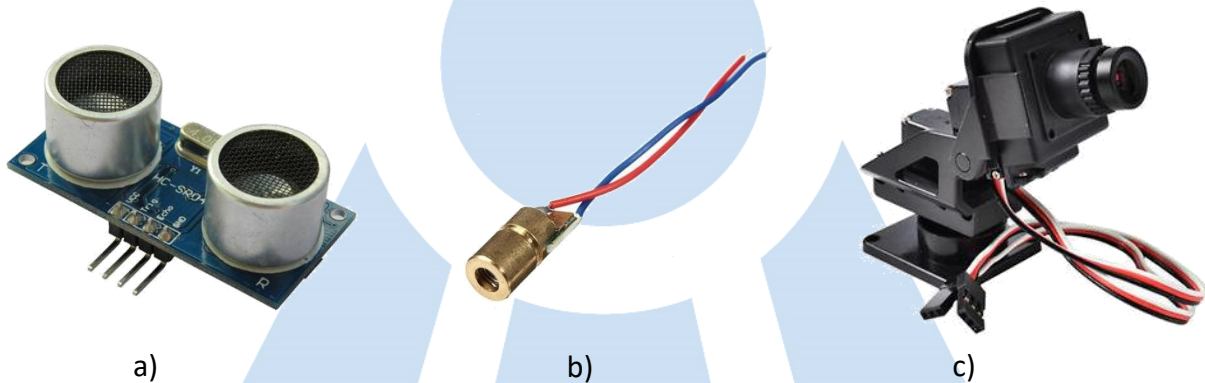
**Figura 7:** Elementos básicos de la estructura del robot





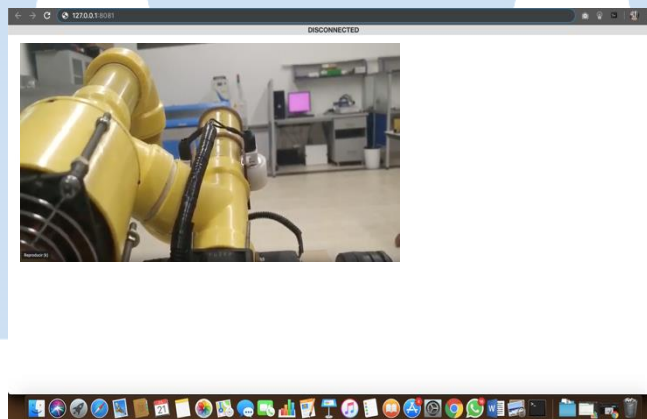
## Sensores y otros sub-sistemas utilizados en el robot

Los sensores utilizados comprenden: sensores de distancia para brindar un ambiente de seguridad al robot respecto a su entorno de navegación o zona de desarrollo del pilotaje y lasers para fijar el punto objetivo de disparo de la pelota o carga útil, además de una/dos cámaras de video para enlazar todo el sistema a una interfaz de retroalimentación del entorno ubicada en otro punto geográfico. La Figura 8, presenta los elementos o dispositivos adicionales utilizados en el sistema del robot.



**Figura 8:** Sensores y sub-sistemas utilizados. a) ultrasonido, b) laser, c) cámara

La(s) cámara(s) de video se conecta mediante el puerto USB como cualquier periférico tradicional y se configura en el controlador principal. Hablamos de configurar, a características como texto, formato, tamaño, contraste a través de flask (Python 2.7/3.7) y el paquete motion. La Figura 9, ilustra la interfaz de la cámara de video.



**Figura 9:** Interfaz de video ejecutándose a través de un servidor web



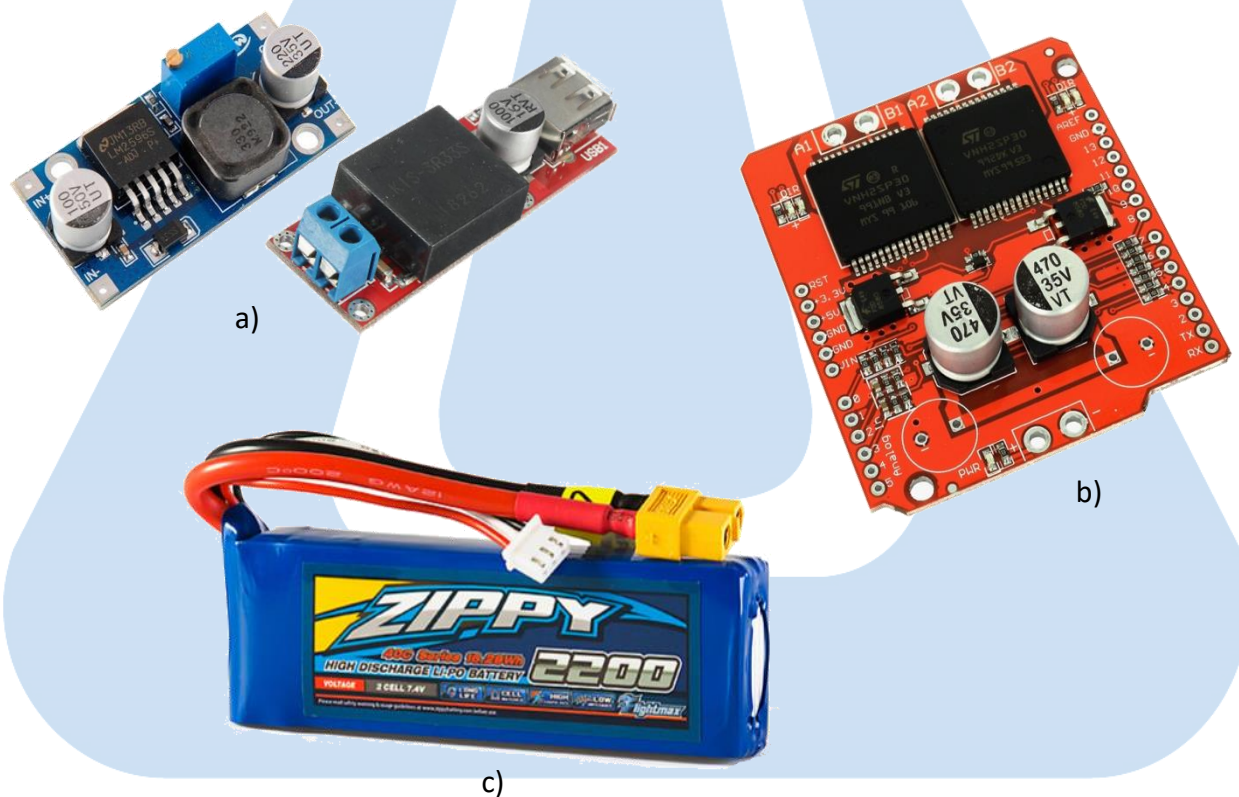


## Sub-sistema de potencia

El sistema de potencia consta de dos fuentes de alimentación (3S Li-Po, batería de polímero de litio) para cerrar el circuito del robot SIRUBOT y poner en marcha el controlador principal, esclavo y demás sistema en general como actuadores y sensores del mismo. No obstante, no todos los dispositivos electrónicos operan con los mismos niveles de corriente y/o voltaje, lo que hace necesario incluir elementos que garanticen tales niveles según las especificaciones de cada dispositivo o elemento.

Cada fuente de alimentación está dividida en dos partes: Potencia y Lógica. Potencia comprende los niveles de corriente y/o voltaje inyectados sobre los actuadores como los motores DC y motor brushless generalmente, en tanto lógica corresponde a los 5 VDC que alimentan sensores y tarjeas de control.

Una fuente de alimentación es utilizada principalmente para alimentar el controlador del robot, motores DC, interfaz de carga, indicador de estado de red. Mientras la otra fuente de alimentación es utilizada para alimentar el sistema del recolector y disparador además de la orientación posicional del pan/tilt de la cámara de video.



**Figura 10:** Elementos de potencia utilizados en el robot.

a) DC-DC boost & buck, b) Controlador motores DC, c) Fuente de alimentación