



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
ASUNCION

Plataforma Robótica Móvil de Bajo Costo como Medio de Inclusión Tecnológica en la Sociedad Escolar

Natalia Duarte Alonso

duartealonso.natalia@gmail.com

Víctor Raúl Franco Piñánez

victor.raulfranco@gmail.com

Orientadores:

Prof. Ing. Félix Kanazawa

Ing. MSc. Mario Arzamendia

Lic. Ariel Guerrero

Noviembre 2013



TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Etapas del Trabajo

3. Presupuesto

4. Conclusión

5. Recomendaciones

6. Demostración de la Implementación



Natalia Duarte, Raúl Franco

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Etapas del Trabajo

3. Presupuesto

4. Conclusión

5. Recomendaciones

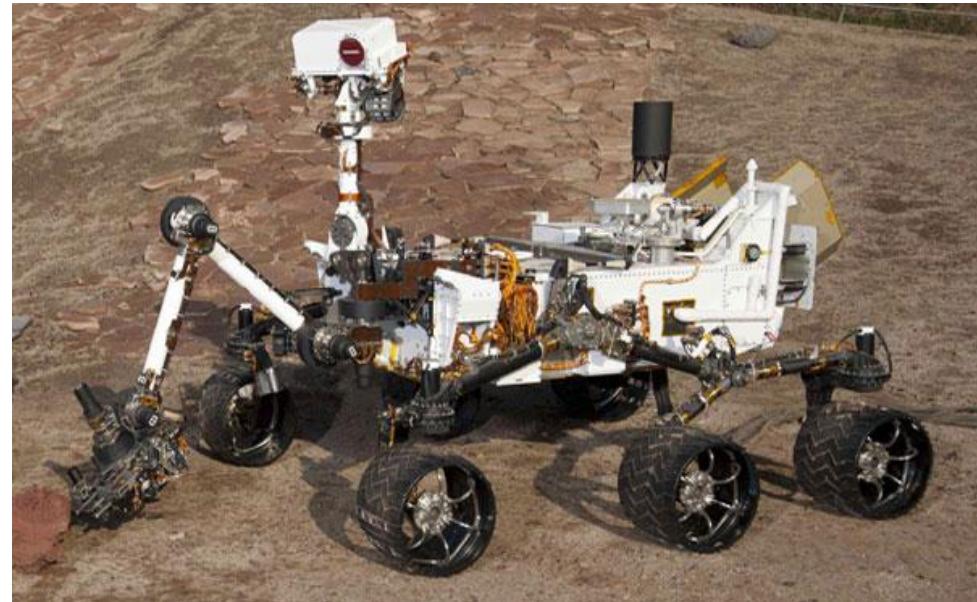
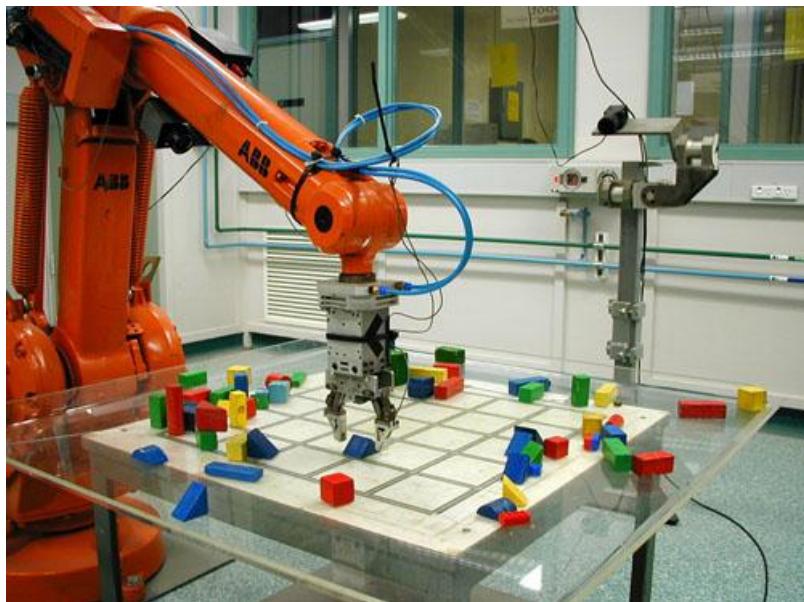
6. Demostración de la Implementación

1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

¿QUÉ ES UN ROBOT?

Dispositivo electromecánico, programable, que realiza una labor automática, con capacidad de tomar decisiones por medio de la extracción de información del medio y un programa, que definen su interacción con el entorno.





1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

EN RESUMEN, UN ROBOT ES:



1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

ROBÓTICA EDUCATIVA:

Es un **medio de aprendizaje**, en el cual participan las personas que tienen motivación por el diseño y construcción.

La **robótica educativa** se centra principalmente en la creación de un **robot** con el único fin de desarrollar de manera más práctica y didáctica las habilidades motoras y cognitivas de quienes lo usan; a diferencia de la **robótica pedagógica**, cuyo objetivo principal es la enseñanza de la robótica.



1. Introducción

FUNDAMENTOS

- Inclusión de TICs (*Tecnologías de Información y Comunicación*) en la Educación.
- Descubrimiento de la vocación.
- “Construcionismo”- Seymour Papert: *Aprender en Acción*.

Natalia Duarte, Raúl Franco



Fuente: <http://one.laptop.org/>

BENEFICIOS DE LA ROBÓTICA EN LA EDUCACIÓN:

- Potencia el desarrollo de capacidades cognitivas.
- Fortalece las habilidades motoras, sociales.
- Promueve el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado.
- Permite la validación de conceptos teóricos.

1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

PLATAFORMAS ROBÓTICAS EDUCATIVAS

Robot Educativo	Precio en USD	Año de aparición	Construcción	Software	Fuente
 Lego Mindstorm	520	1998	No se puede replicar	Software Propietario	mindstorms.lego.com
 Butia	260	2009	Permite su construcción de manera casera	Software libre	www.fing.edu.uy/inco/projects/butia/
 Scribbler II	200	2010	No se puede replicar	Software libre y de código abierto	www.parallax.com/product/28136



1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

PROYECTO BUTIÁ



Computadora XO del Proyecto OLPC –
*(One Laptop Per Child – Una
Computadora por Niño)*



Robot Móvil Butiá



Fuentes: www.fing.edu.uy/inco/grupos/mina/



Network Management Artificial Intelligence
Universidad de la República del Uruguay



Agencia Nacional de
Investigación e Innovación

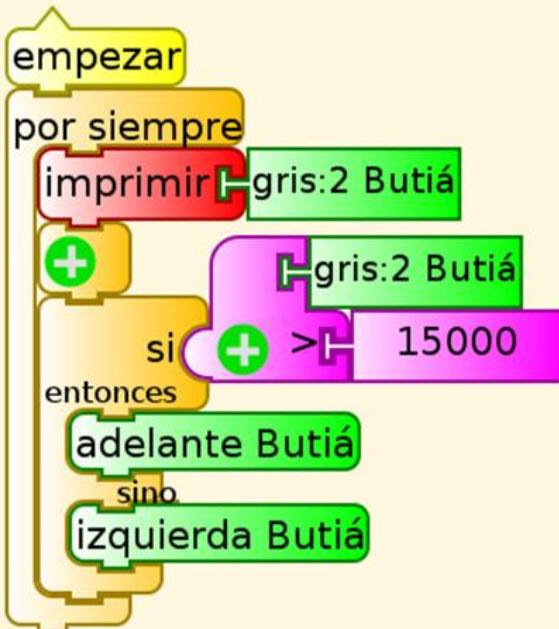




1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

PROGRAMACIÓN DEL BUTIÁ



Programación con TURTLEBOTS

Fuente: wiki.sugarlabs.org/go/Activities/TurtleBots

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 import sys
4 import time
5 sys.path.insert(0, '/home/olpc/Activities/TurtleBots.activity/plugins/
butia')
6
7 from pybot import usb4butia
8
9 print 'Iniciando Butia..'
10 robot = usb4butia.USB4Butia()
11
12 robot.modeHack(3, 1)
13 robot.modeHack(2, 1)
14
15 pasos = 2
```

Programación en Python con Pippy

Fuente: wiki.sugarlabs.org/go/Activities/Pippy



1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

ANÁLISIS DE CAMBIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL PAÍS

Análisis

- **Uruguay: 560 000 Laptops del Proyecto OLPC** distribuidas alrededor de todo el país. [Año 2011]. *Fuente:* http://wiki.laptop.org/go/OLPC_Uruguay
- **Paraguay: 10 057 Laptops del Proyecto OLPC** sólo en la ciudad de Caacupé. [Año 2013]. *Fuente:* <http://www.paraguayeduca.org/es/>

Alternativas

- Adquirir mayor número de Computadoras del Proyecto OLPC
- Implementar el Robot Butiá independiente de la computadora del Proyecto OLPC o UCPN en Paraguay



1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

ANÁLISIS DE CAMBIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL PAÍS

Análisis

- Uruguay: 560 000 Laptops del Proyecto OLPC distribuidas alrededor de todo el país. [Año 2011]. Fuente: http://wiki.laptop.org/go/OLPC_Uruguay
- Paraguay: 10 057 Laptops del Proyecto OLPC sólo en la ciudad de Caacupé. [Año 2013]. Fuente: <http://www.paraguayeduca.org/es/>



Alternativas

- Adquirir mayor número de Computadoras del Proyecto OLPC
- Implementar el Robot Butiá independiente de la computadora del Proyecto OLPC o UCPN en Paraguay



1. Introducción

Natalia Duarte, Raúl Franco

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Objetivo General

- Diseñar e implementar un prototipo de robot educativo de bajo costo que posibilite la inserción de la Robótica Educativa en las aulas de todas las escuelas del Paraguay.

Objetivos Específicos

- Estudiar alternativas más actuales en el desarrollo de robots educativos.
- Proponer un diseño óptimo.
- Construir el prototipo.
- Probar su funcionamiento.



Natalia Duarte, Raúl Franco

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Etapas del Trabajo

3. Presupuesto

4. Conclusión

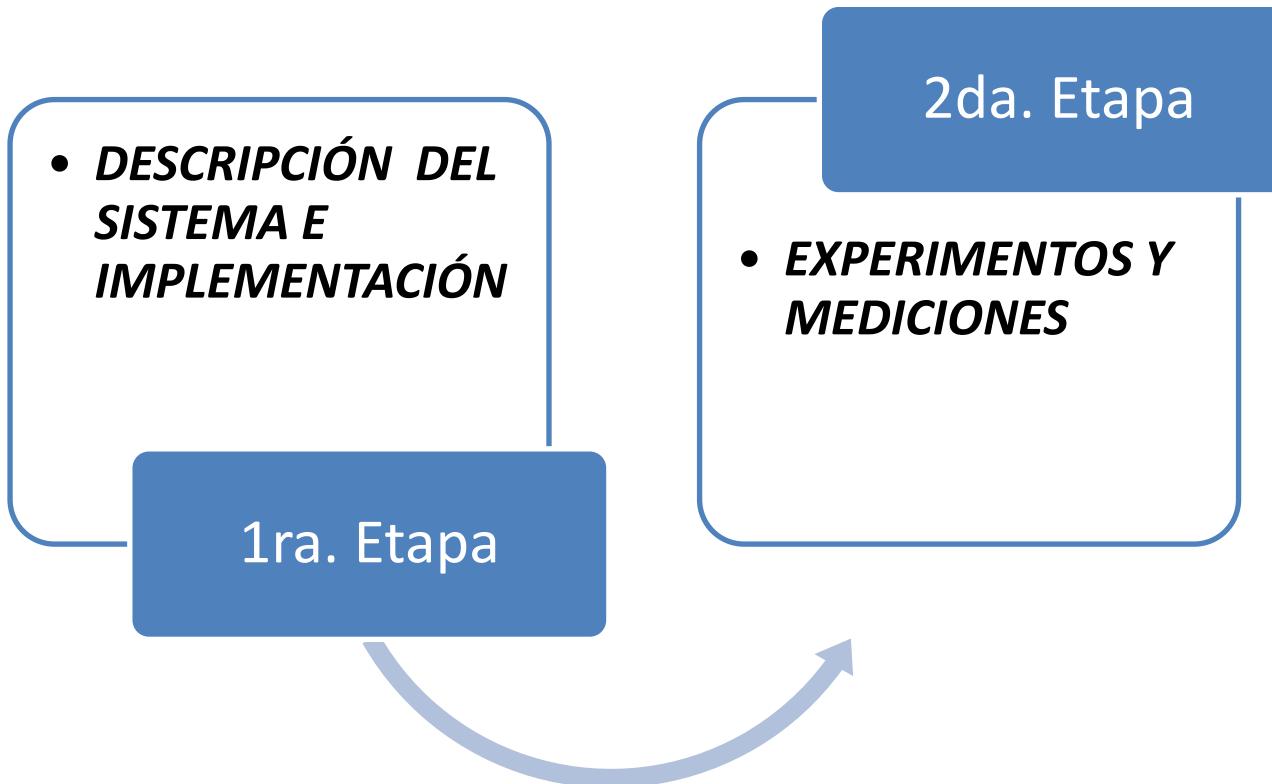
5. Recomendaciones

6. Demostración de la Implementación



2. Etapas del Trabajo

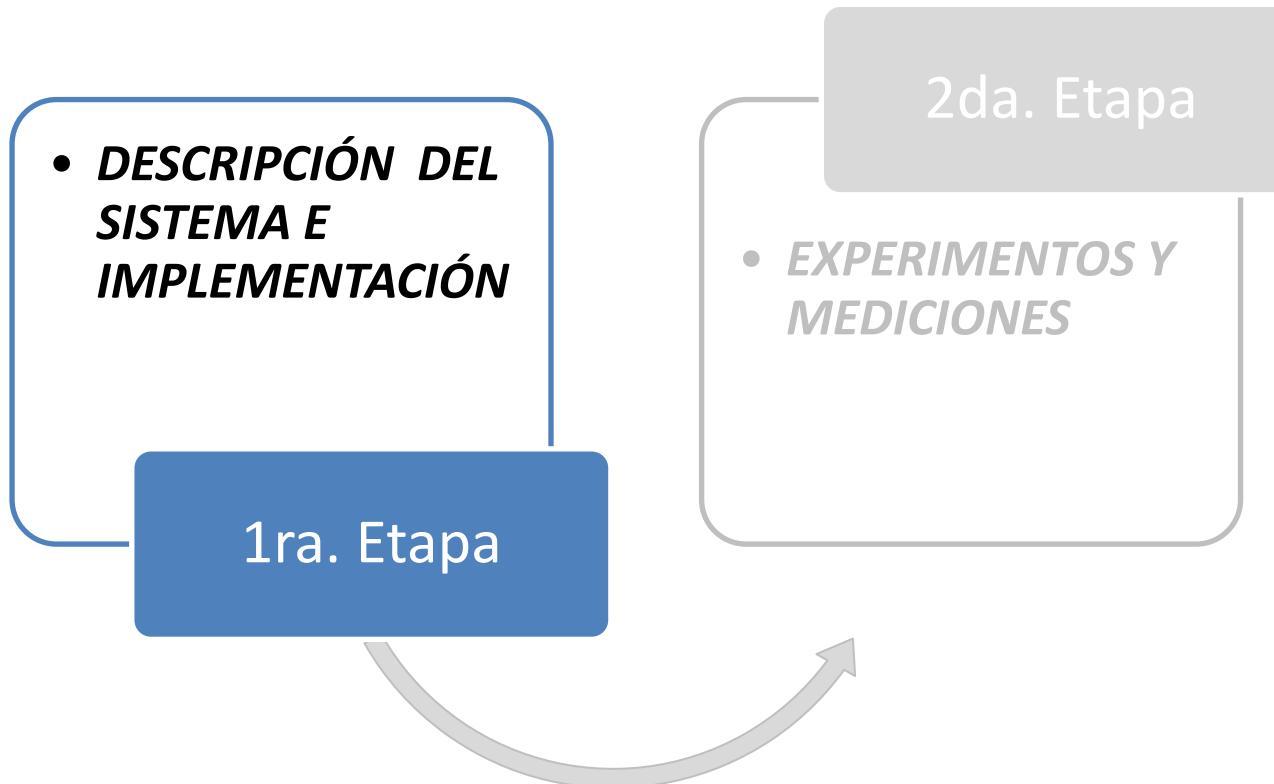
Natalia Duarte, Raúl Franco





2. Etapas del Trabajo

Natalia Duarte, Raúl Franco

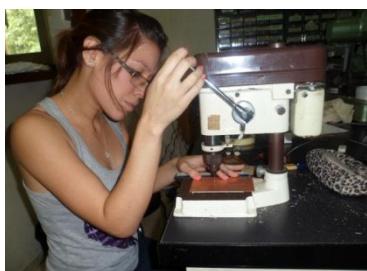
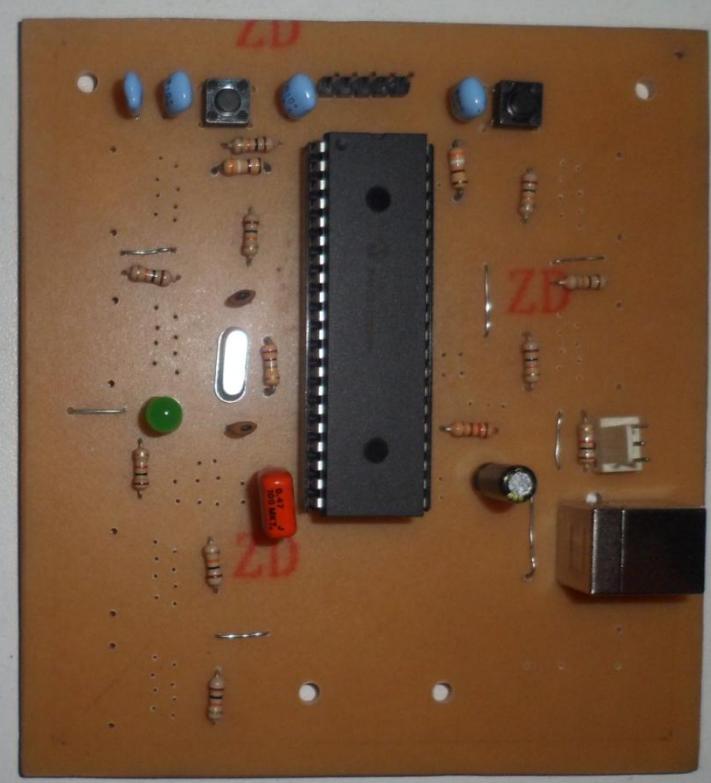


2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

CONSTRUCCIÓN DE LA RÉPLICA DEL ROBOT BUTIÁ

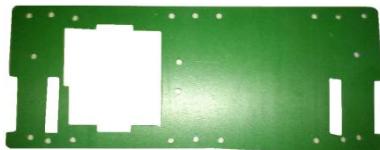
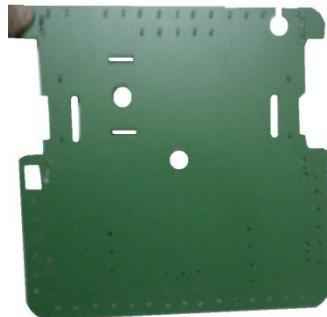


2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

CONSTRUCCIÓN DE LA RÉPLICA DEL ROBOT BUTIÁ



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

CONSTRUCCIÓN DE LA RÉPLICA DEL ROBOT BUTIÁ



Caacupé, 12 de octubre de 2013

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA ÓPTIMA

Cliente VNC

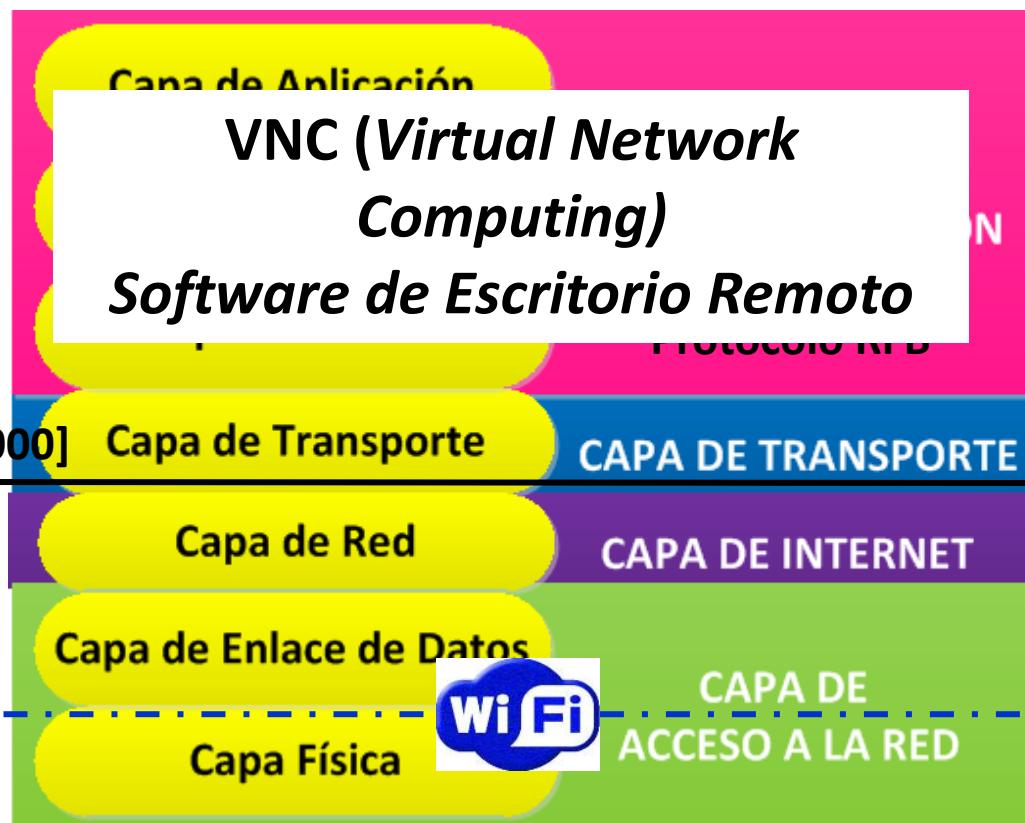


TCP
[5900:6000]

Modelo OSI

TCP/IP

Servidor VNC





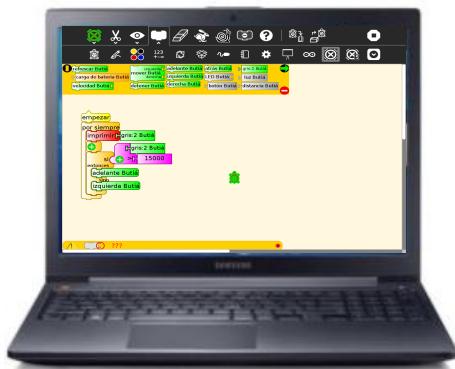
2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA ÓPTIMA

Cliente VNC



Protocolo RFB



Servidor VNC





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA ÓPTIMA

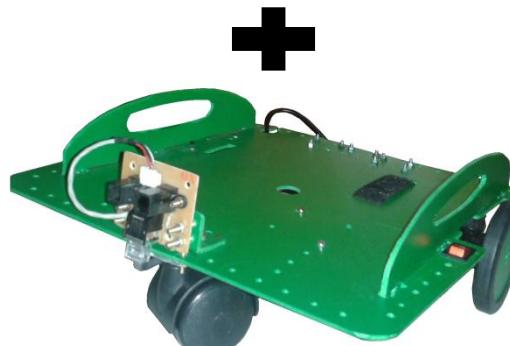
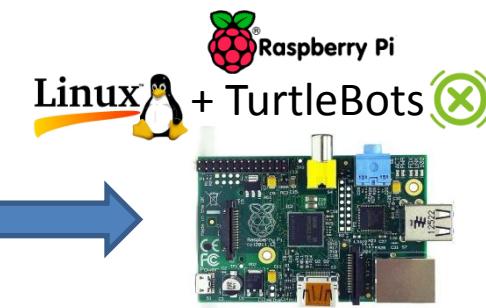
Cliente VNC



Protocolo RFB



Servidor VNC



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA ÓPTIMA

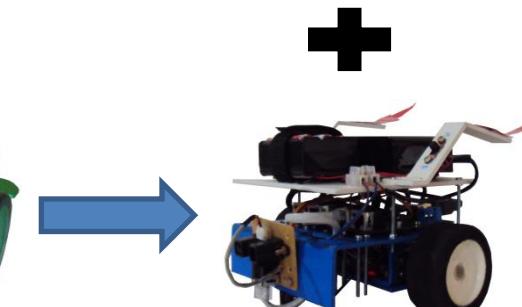
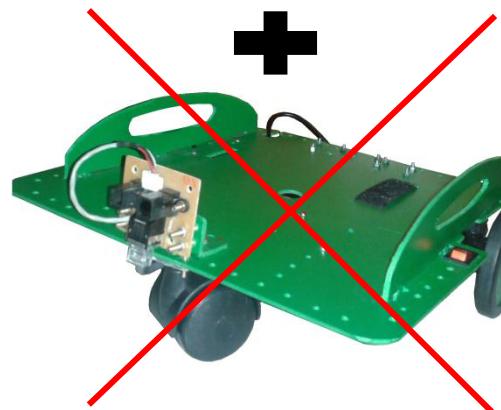
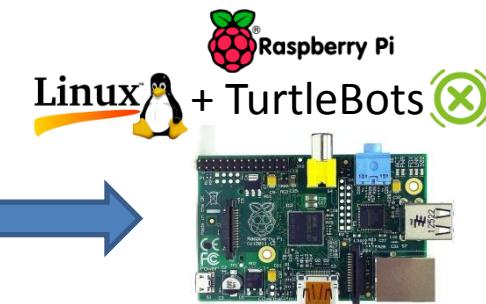
Cliente VNC



Protocolo RFB



Servidor VNC



SBC: Single Board Computer





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

Cambios a nivel Hardware

Cambios a nivel Software



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

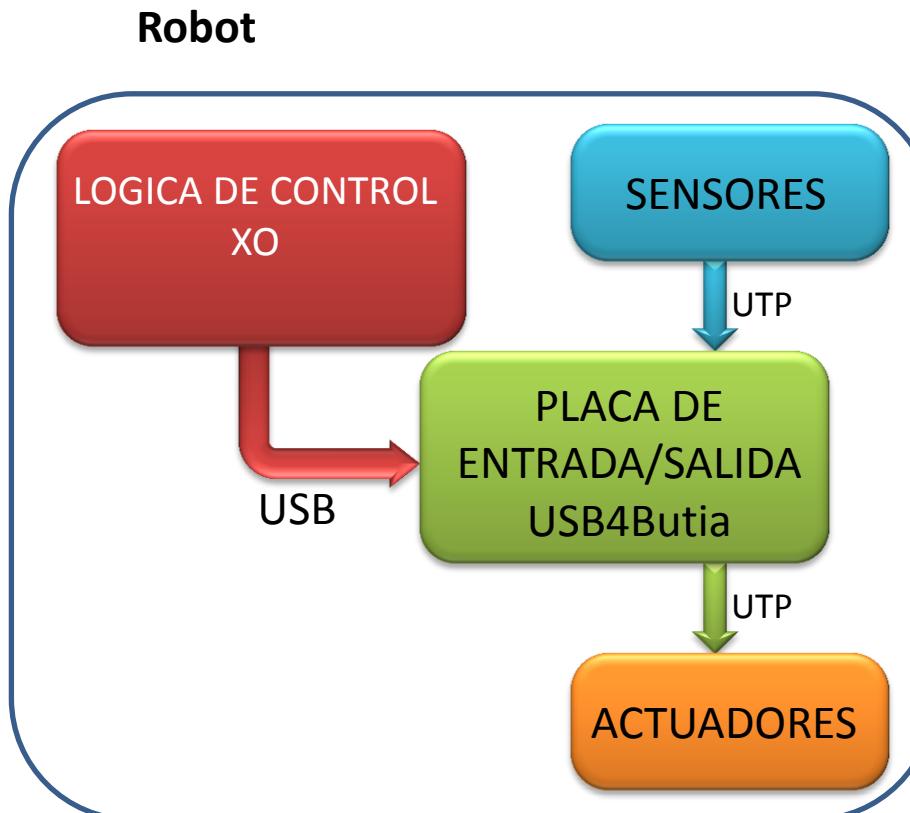
Cambios a nivel Hardware

Cambios a nivel Software

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

ARQUITECTURA DE HARDWARE DEL ROBOT BUTIÁ

USB: Universal Serial Bus –
Bus Universal en Serie

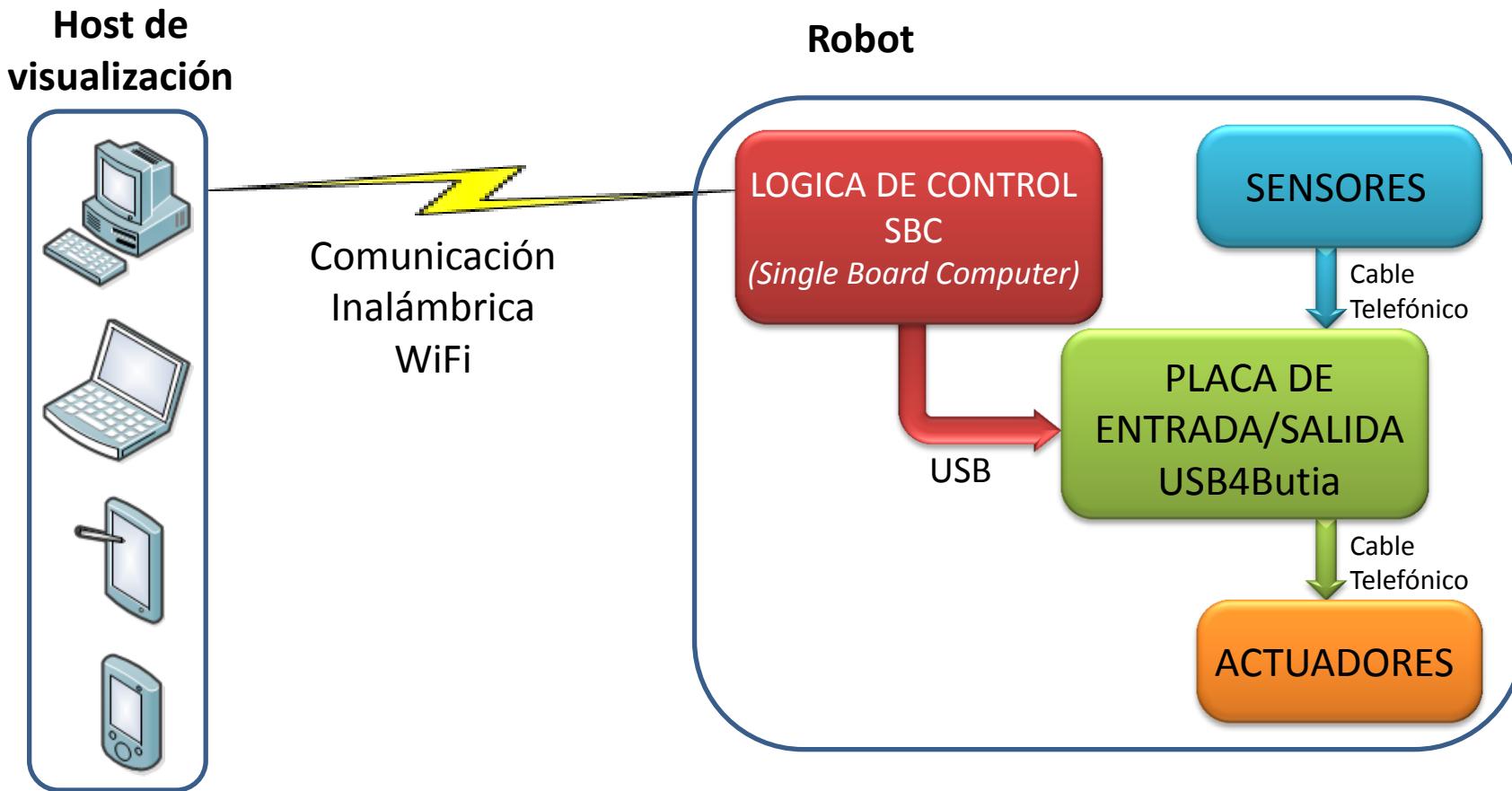
UTP: Unshielded Twisted Pair –
Cable de Par Trenzado

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

ARQUITECTURA DE HARDWARE DEL ROBOT *ButiaPi/ButiaBone*



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

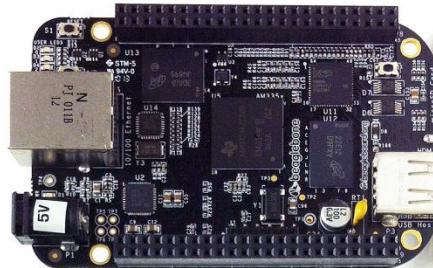
ARQUITECTURA DE HARDWARE DEL ROBOT *ButiaPi/ButiaBone*Host de
visualizaciónComunicación
Inalámbrica
WiFi

Raspberry Pi

Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)

BeagleBone Black



SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

ACTUADORES



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

ARQUITECTURA DE HARDWARE DEL ROBOT ButiaPi/ButiaBone

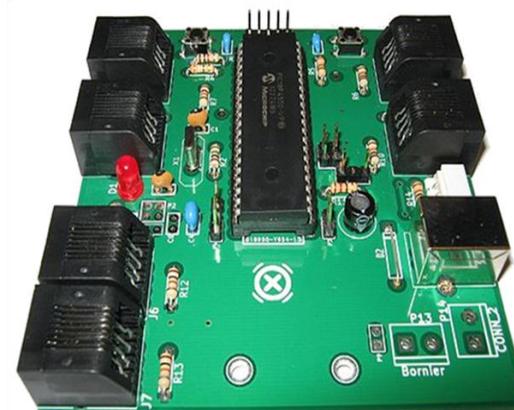
Host de visualización



Comunicación
Inalámbrica
WiFi

Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)



SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

ACTUADORES

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

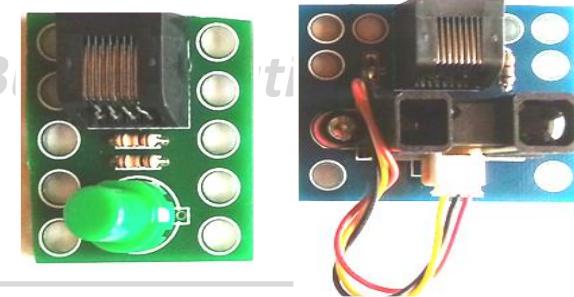
ARQUITECTURA DE HARDWARE DEL ROBOT BUTIA

Host de visualización



Comunicación
Inalámbrica
WiFi

Robot



LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)

SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

ACTUADORES

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

ARQUITECTURA DE HARDWARE DEL ROBOT ButiaPi/ButiaBone

Host de visualización



Comunicación
Inalámbrica
WiFi



Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)



SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

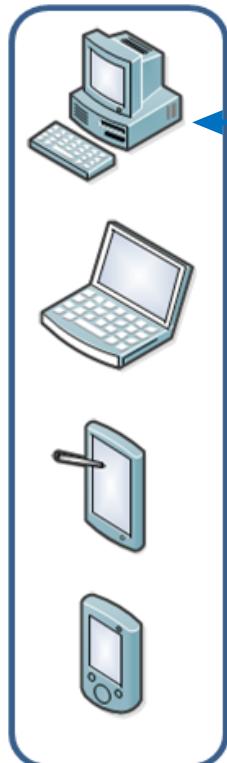


ACTUADORES

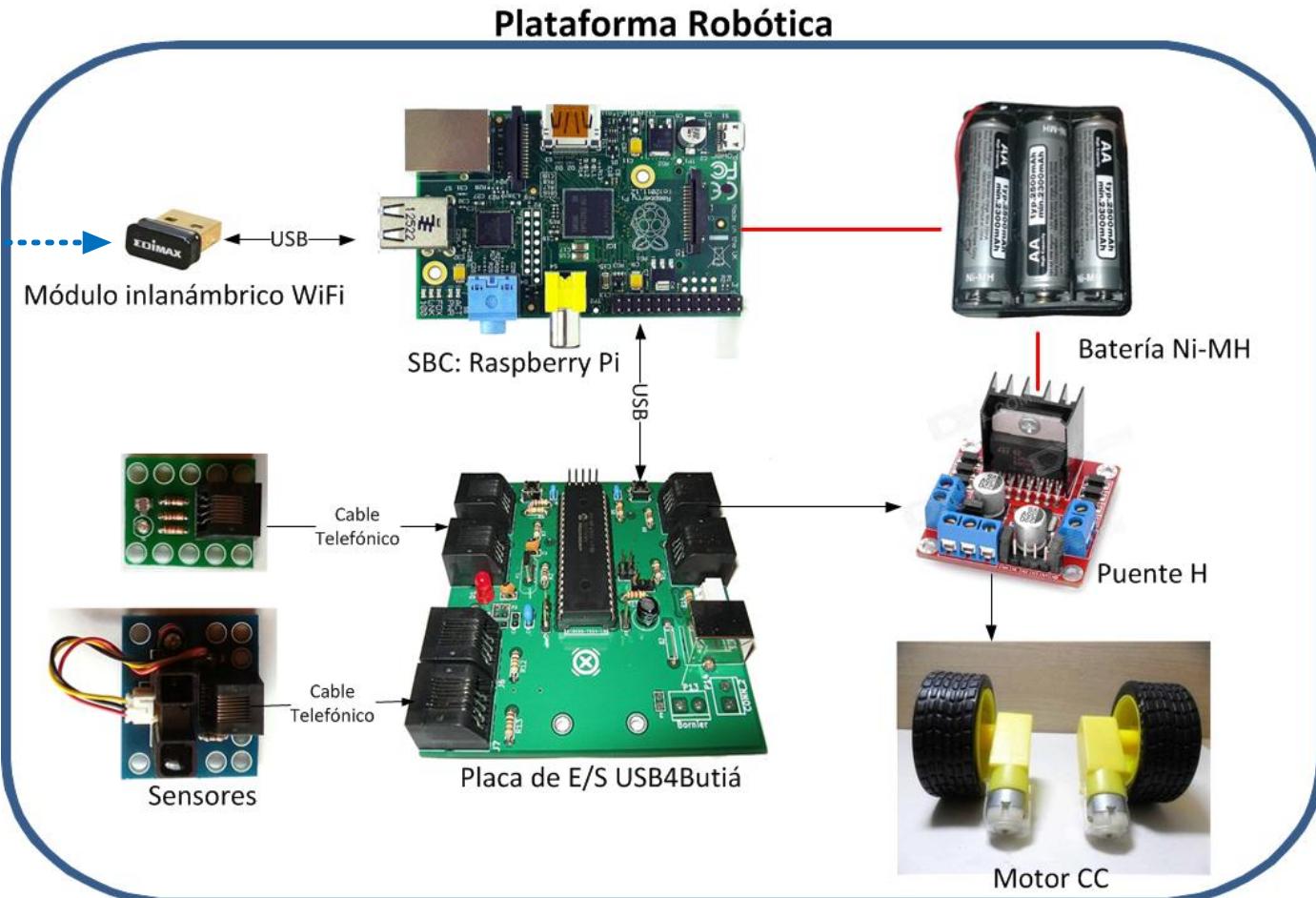
2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL SISTEMA**Host de
visualización**

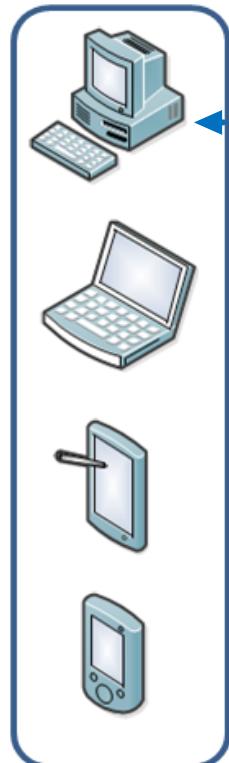
WiFi



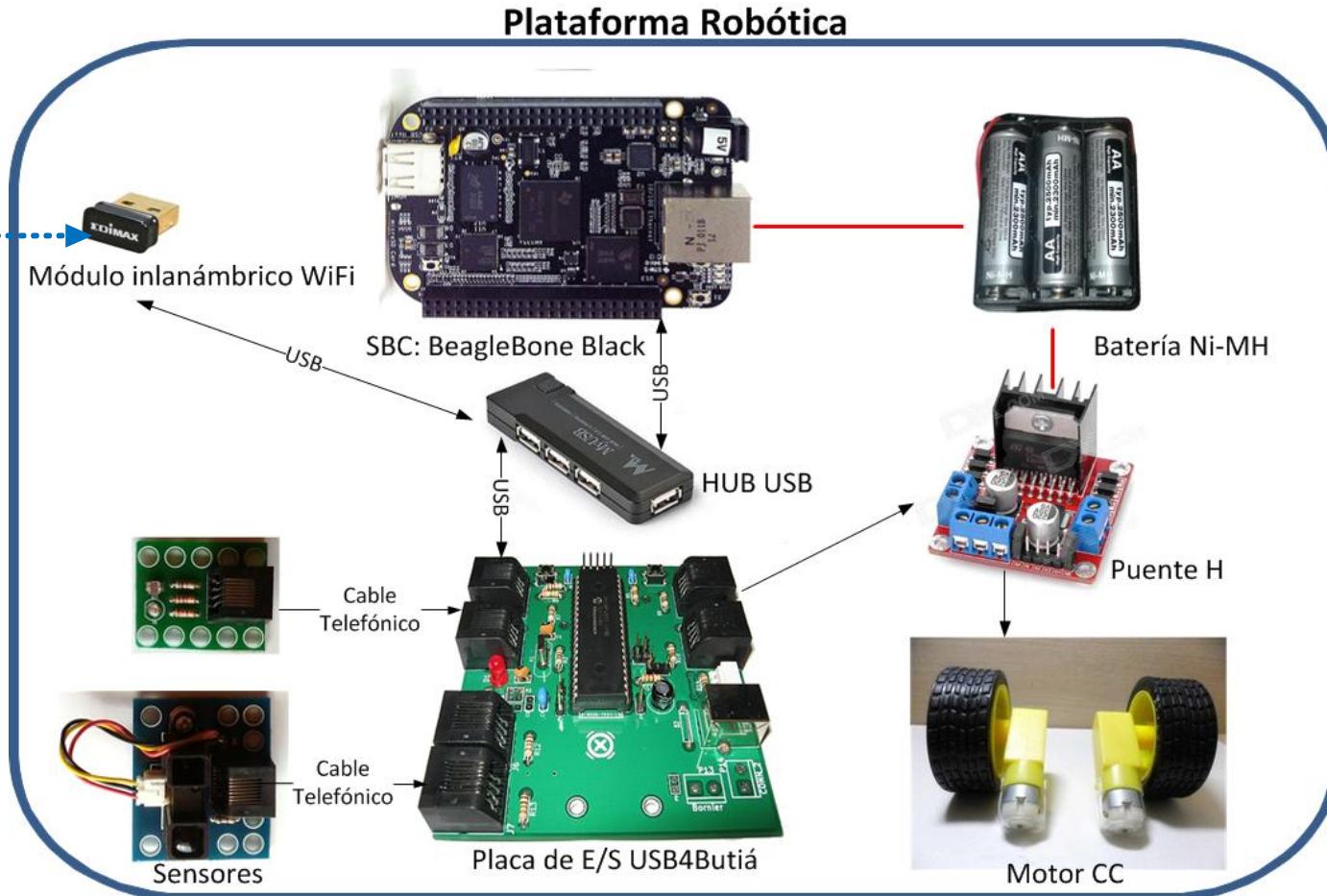
2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL SISTEMA**Host de
visualización**

WiFi





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

SISTEMA DE VISUALIZACIÓN

**Host de
visualización**



Comunicación
Inalámbrica
WiFi

Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)

SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

ACTUADORES

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

SISTEMA DE VISUALIZACIÓN

Para el sistema, la visualización se realiza mediante una variedad de dispositivos, como pueden ser:



PC de Escritorio



Laptops



Tablets



Smartphone

Los mismos, deben contar con los siguientes requisitos:

- Tarjeta de Red inalámbrica Wi-Fi





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

SISTEMA DE VISUALIZACIÓN

- Pueden correr distintos sistemas operativos, como:



Cualquier Distribución
de Linux



Sistemas con arquitecturas de 32 y 64 bits



Sólo configurando la SBC
como *Punto de Acceso*

- Un programa cliente **VNC** compatible con dicho Sistema Operativo.
- Espacio en Disco aproximado de 8MB como cliente dependiendo del programa VNC que se utilice. *Fuente: https://www.realvnc.com/products/vnc/tech-specs/*

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

**Host de
visualización**



Comunicación
Inalámbrica
WiFi

Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)

SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

ACTUADORES



2. Etapas del Trabajo

Natalia Duarte, Raúl Franco

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

REQUERIMIENTOS	Wi-Fi	Bluetooth		802.15.4	
Rango de Cobertura de al menos 5 metros	Interior 38m (b/g), 70m(n)	10 m (<i>Clase 2</i>)		30 m	
Tasa de Datos mínimo de 1.5 Mbps	11 Mbps(b), 54 Mbps (g), 300 Mbps (n),	3 Mbps (<i>V2.0+ EDR</i>)		250 Kbps	
Capacidad de establecer conexiones ad-hoc	Sí	Sí		Sí	
Bajo Consumo	No 280mA (11Mbps)	40 mA Trasmitiendo	0,2mA Reposo	30 mA Trasmitiendo	3uA Reposo
Especificación Estandarizada	IEEE 802.11b/g/n	IEEE 802.15.1		IEEE 802.15.4	
Fácil integración con otros productos	Sí	Sí		Sí	
Operación en la Banda de 2.4 GHz	Sí	Sí		Sí	
Alta Inmunidad a Interferencias	DSSS, OFDM	FHSS		DSSS	

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

SBC (Computadora de Placa Reducida)**Host de
visualización**

Comunicación
Inalámbrica
WiFi

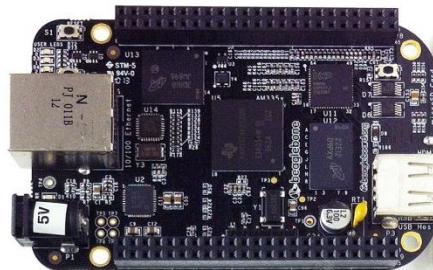


Raspberry Pi

Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)

BeagleBone Black



SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

ACTUADORES



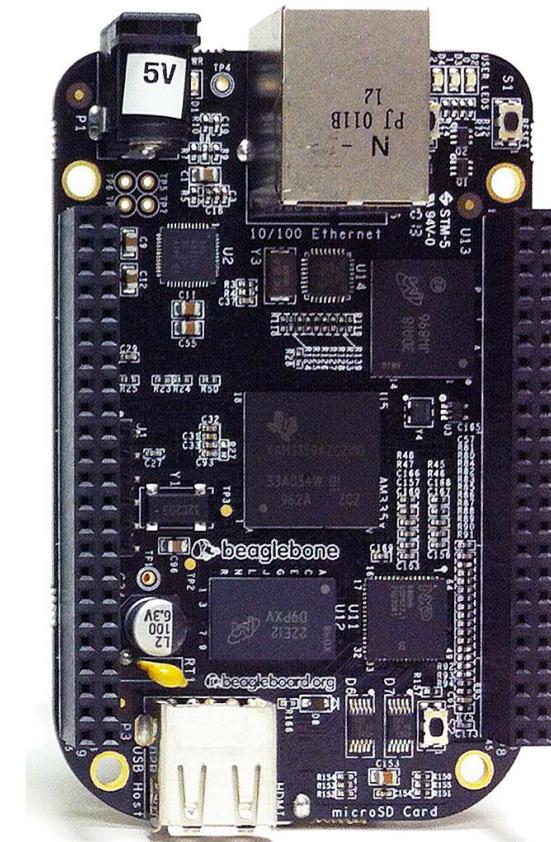
2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

BEAGLEBONE BLACK

Precio Base	\$ 45
Procesador	TISitara AM3359, ARM Cortex A8 1 GHz
RAM	512 MB DDR3L @ 400 MHz
Almacenamiento	2 GB interno, MicroSD
Sistema Operativo Soportado	Angstrom (por defecto), Xubuntu (<i>instalado</i>), Lubuntu, Android, Arch, Debian Wheezy.
GPIO (E/S de propósito general)	65 Pines
Consumo de Energía	210-460 mA @ 5V bajo condiciones variables
Periféricos	1 USB Host, 1 Mini-USB Cliente, 1 10/100Mbps Ethernet



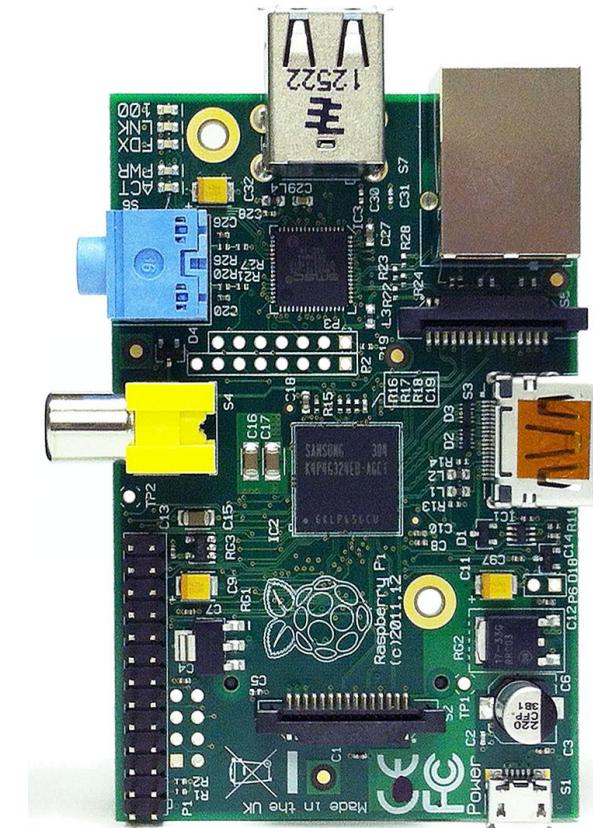
2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

RASPBERRY PI

Precio Base	\$ 35
Procesador	BCM2835, ARM 1176-JZFS 700 MHz
RAM	512 MB SDRAM @ 400 MHz
Almacenamiento	SD
Sistema Operativo Soportado	Raspbian (por defecto e instalado), Android, Ubuntu, Pidora, Arch.
GPIO (E/S de propósito general)	8 Pines
Consumo de Energía	150 -350 mA @ 5V bajo condiciones variables
Periféricos	2 USB Host, 1 Micro-USB Power, 1 10/100Mbps Ethernet





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

PLACA DE CONTROL DE E/S

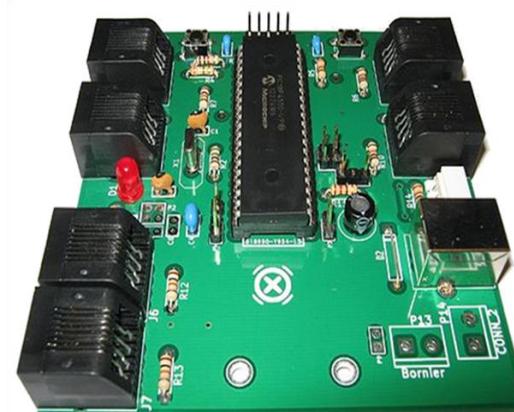
Host de
visualización



Comunicación
Inalámbrica
WiFi

Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)



SENSORES

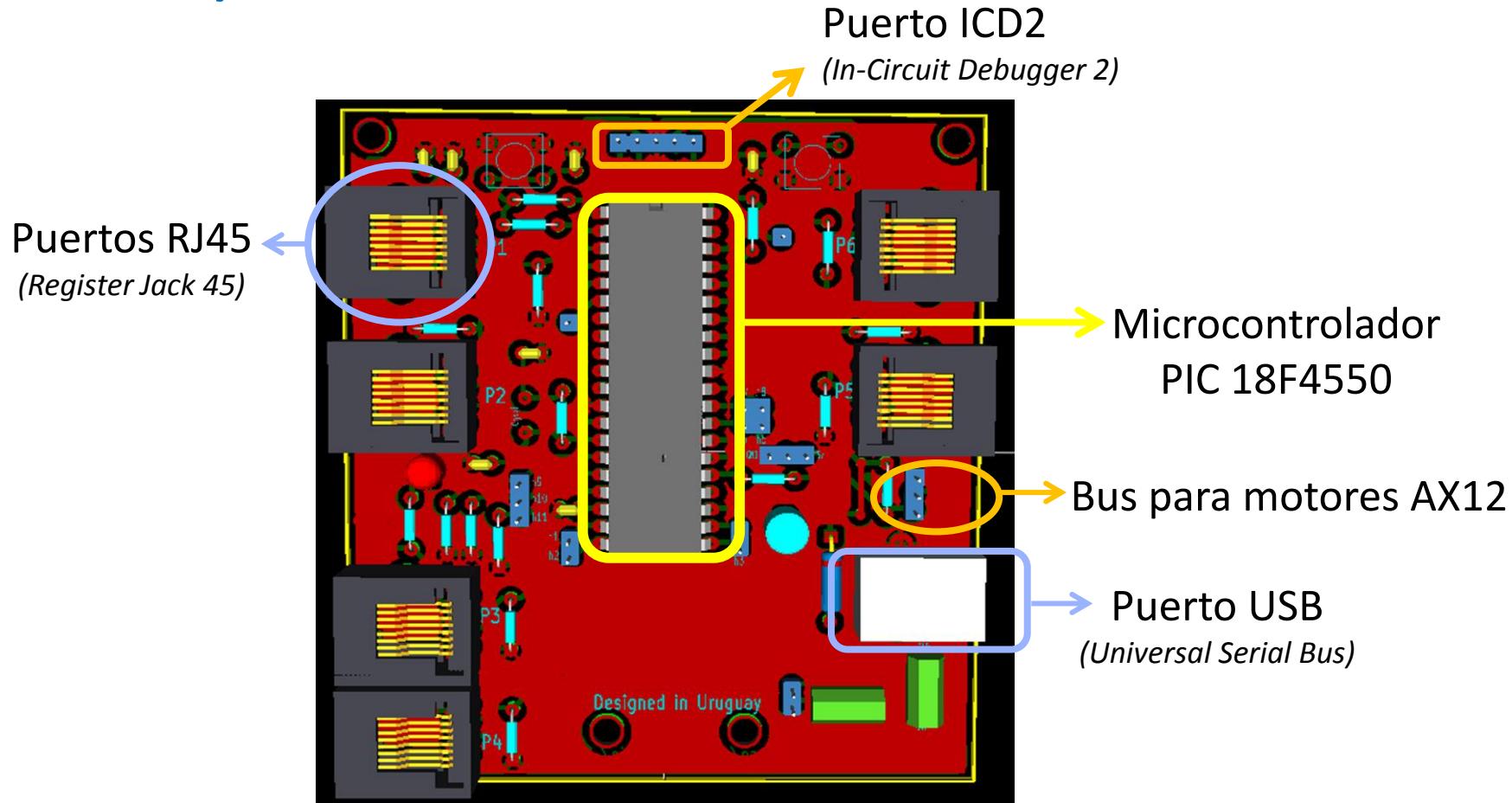
PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

ACTUADORES

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

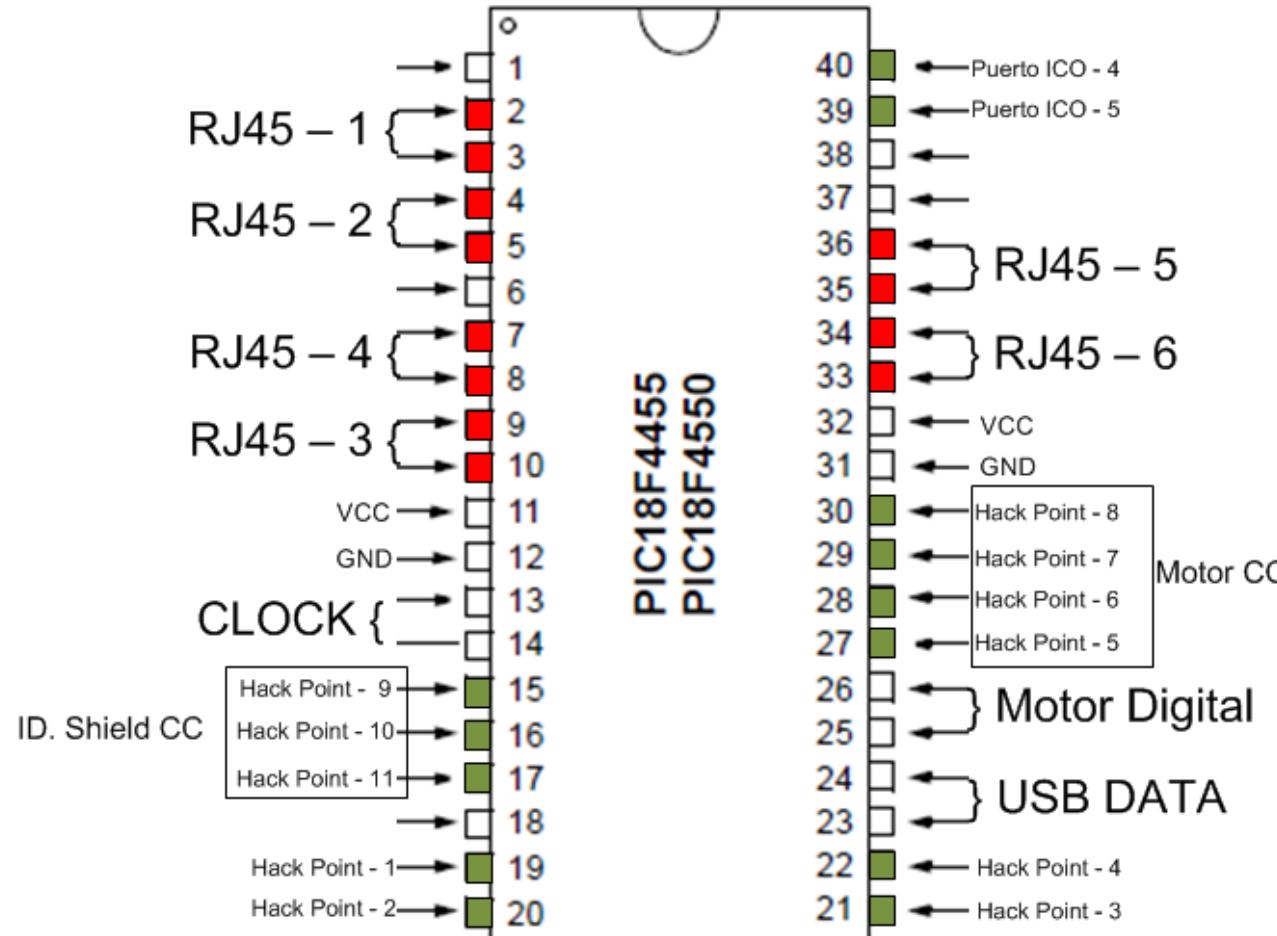
Natalia Duarte, Raúl Franco

PLACA DE E/S USB4Butia

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL PIC18F4550



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

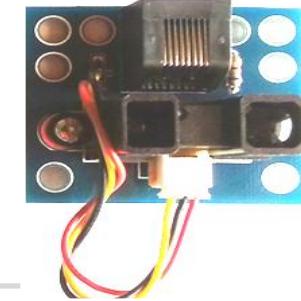
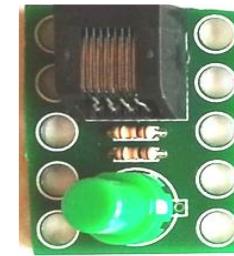
SENSORES

Host de visualización



Comunicación
Inalámbrica
WiFi

Robot

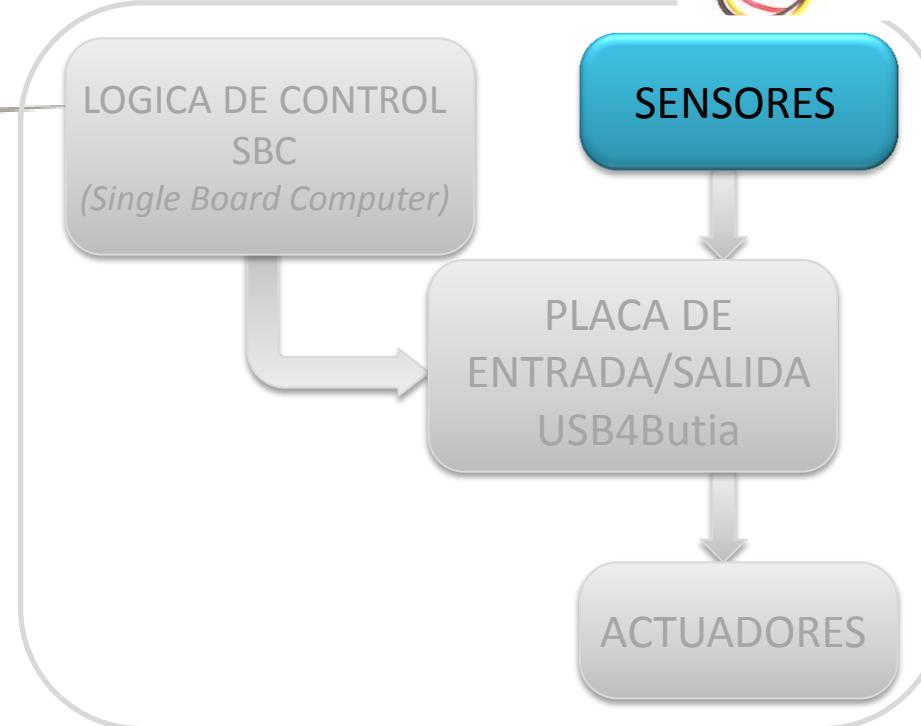


LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)

SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

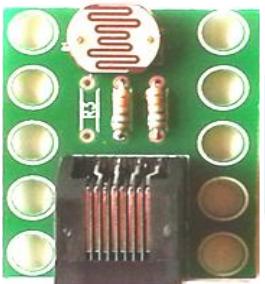
ACTUADORES



2. Etapas del Trabajo

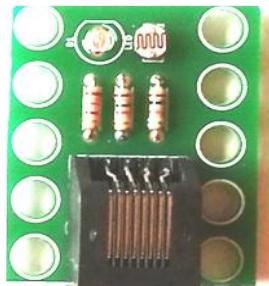
1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

SENsoRES



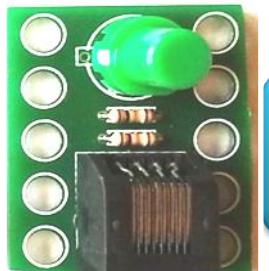
Sensor de Luz

Resistor Dependiente de la Luz (LDR)



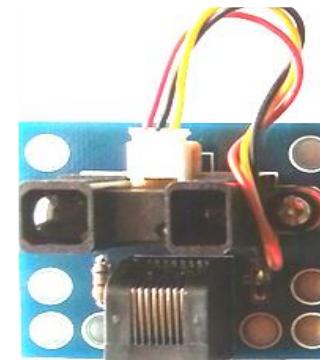
Sensor de Grises

*Resistor Dependiente de la Luz (LDR)
Diodo Emisor de Luz (LED)*



Sensor Botón

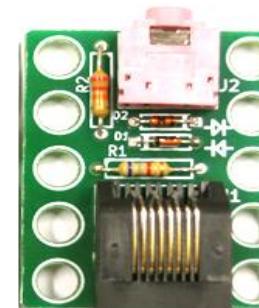
Pulsador



Sensor Distancia

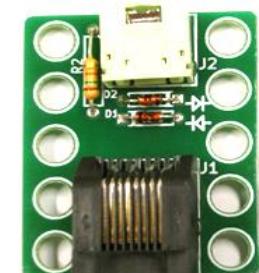
Sensor Infrarrojo de Proximidad Sharp

SHARP GP2Y0A21YK



Sensor Voltaje

Divisor de Tensión



Sensor Resistencia

Divisor de Tensión

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

IDENTIFICACIÓN DE SENSORES

Host de visualización



Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)

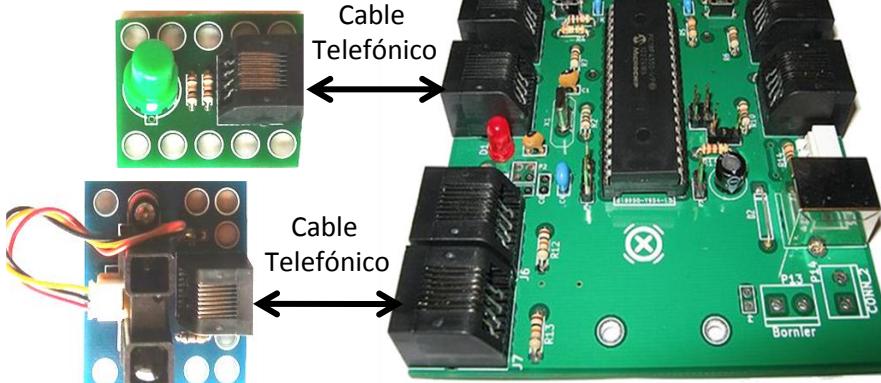
SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia

ACTUADORES

Comunicación
Inalámbrica
WiFi

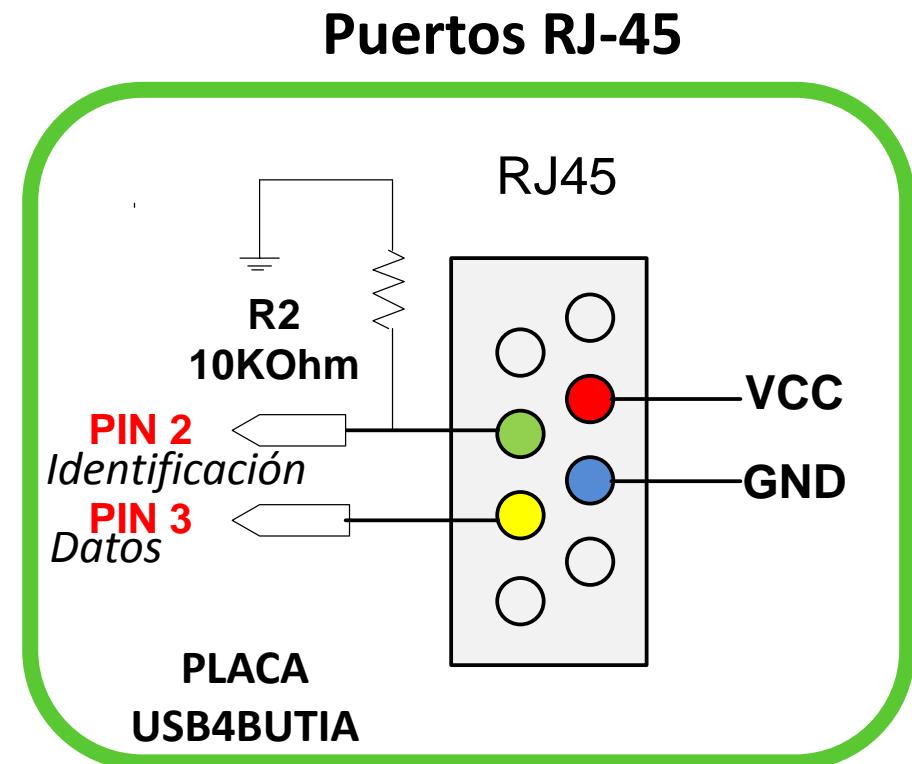
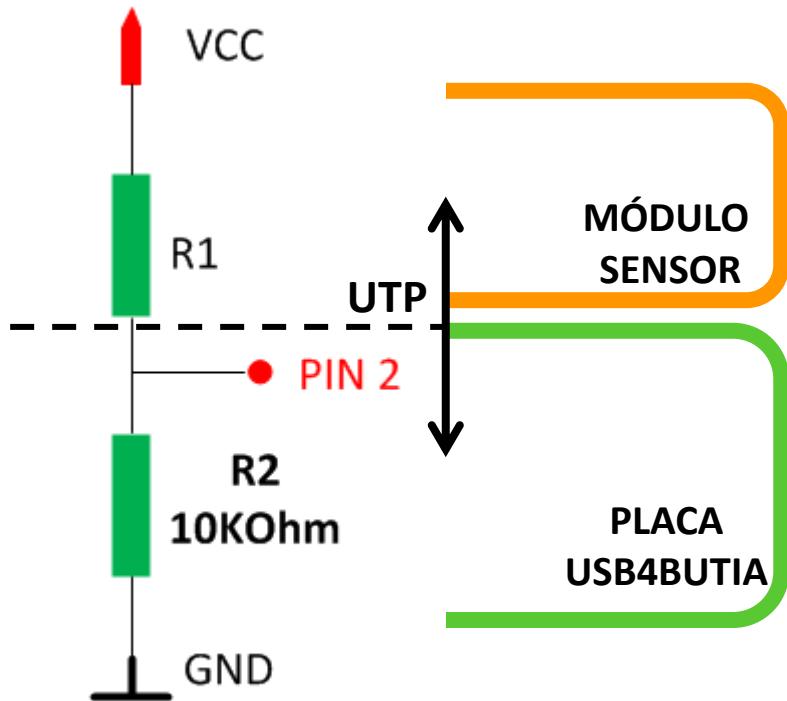
Cable
Telefónico



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

MECANISMO DE IDENTIFICACIÓN DE DISPOSITIVOS CONECTADOS

Mecanismo de Identificación

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

ACTUADORES

Host de visualización



Comunicación
Inalámbrica
WiFi



Robot

LOGICA DE CONTROL
SBC
(Single Board Computer)



SENSORES

PLACA DE
ENTRADA/SALIDA
USB4Butia



ACTUADORES

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

ACTUADORES

Requisitos

Velocidad > 58 RPM

Par > 2 Kg/cm



Motor de Corriente Continua

Bajo costo. Puede ser reciclado de juguetes.



Servomotor Digital

Alto Costo. No se consigue fácilmente reciclando.
Utiliza un solo bus para comunicar ambos motores.



Servomotor

Bajo costo. No se consigue fácilmente reciclando.
Necesita electrónica extra.



Motor paso a paso

Bajo costo. Puede ser reciclado de impresora o scanners.

Necesita electrónica extra.



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

Cambios a nivel Hardware

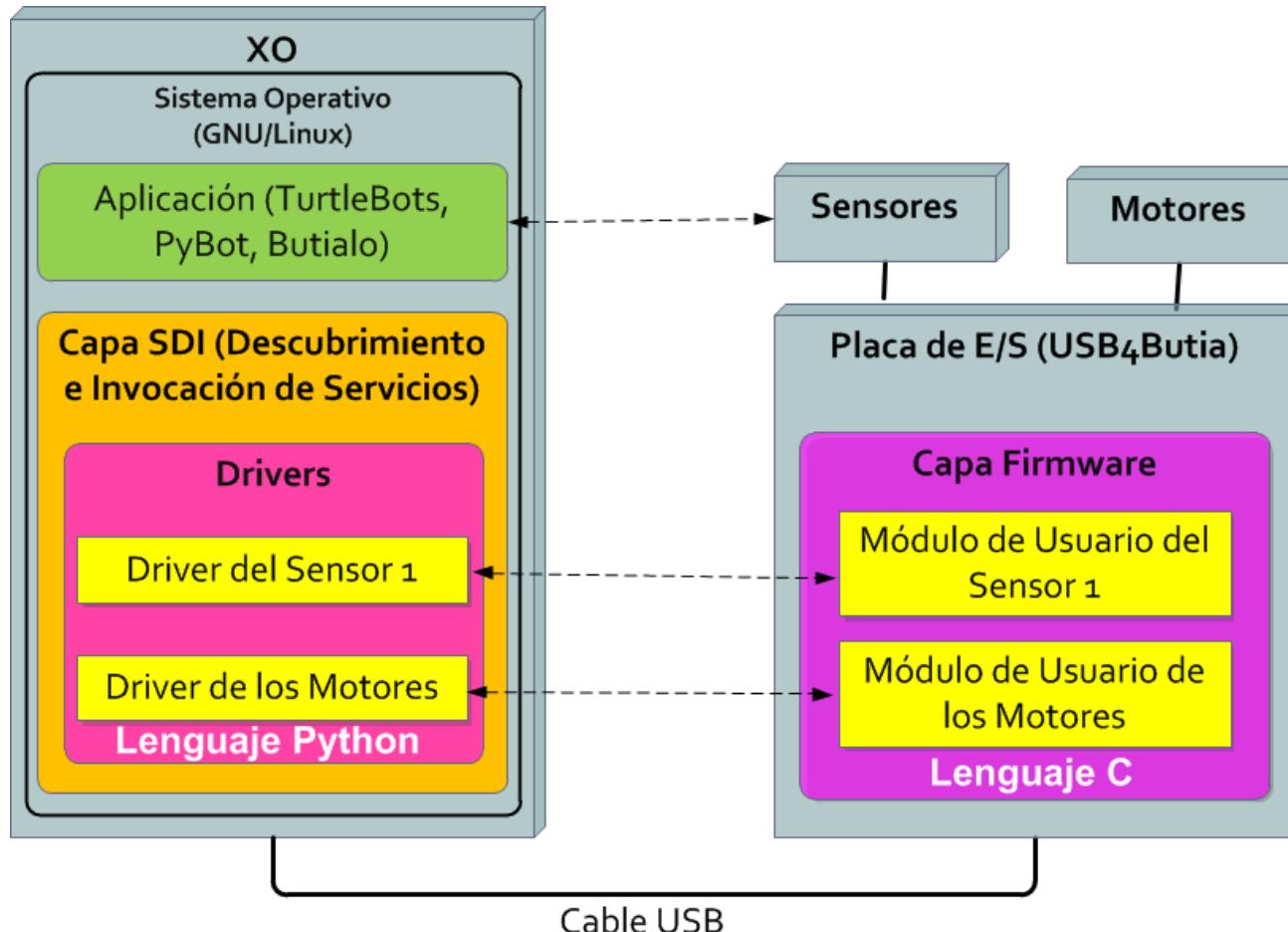
Cambios a nivel Software

2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

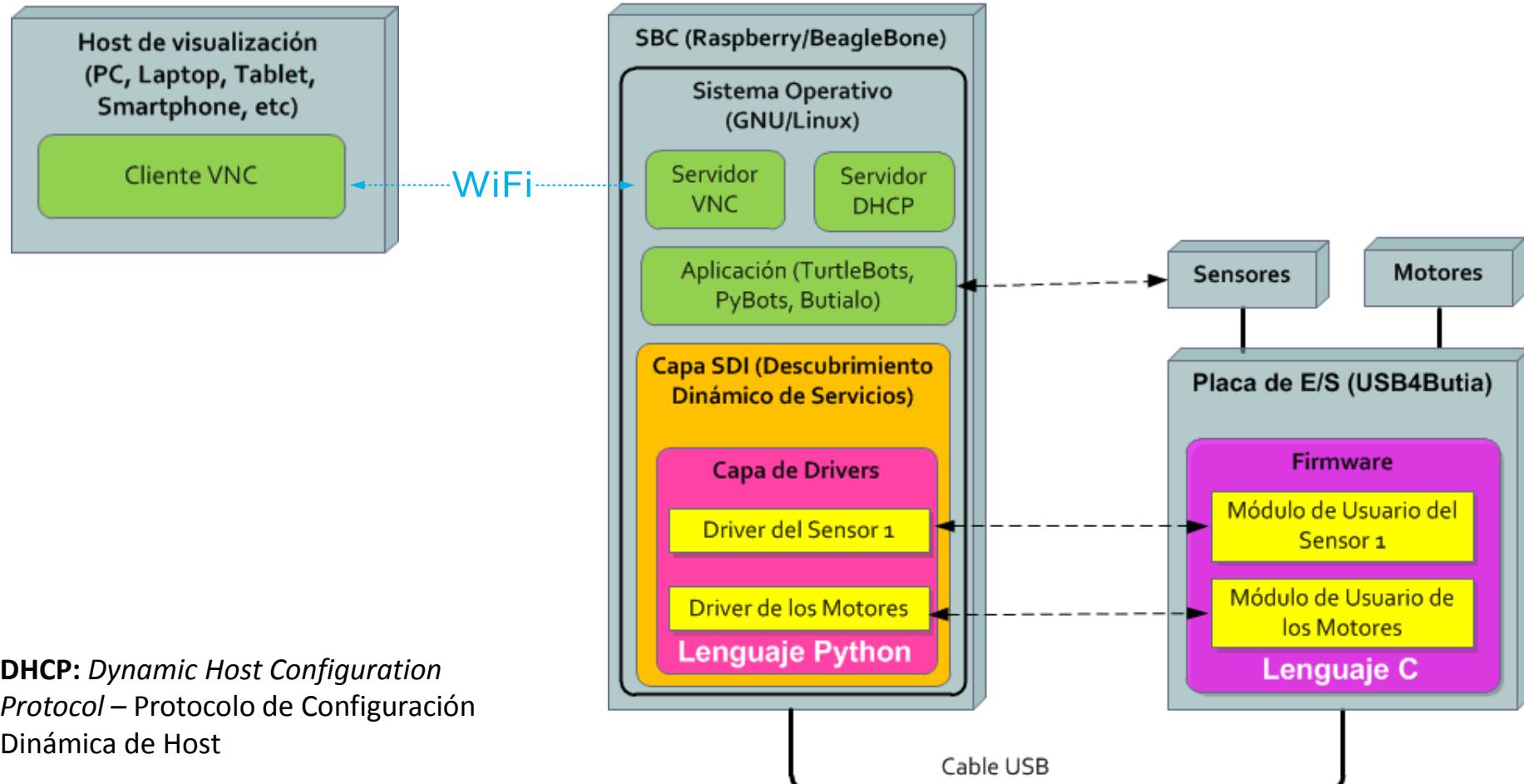
ARQUITECTURA DE SOFTWARE DEL ROBOT BUTIA



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

ARQUITECTURA DE SOFTWARE DEL ROBOT ButiaPi/ButiaBone



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Hardware

Software



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Hardware

Software

2. Etapas del Trabajo

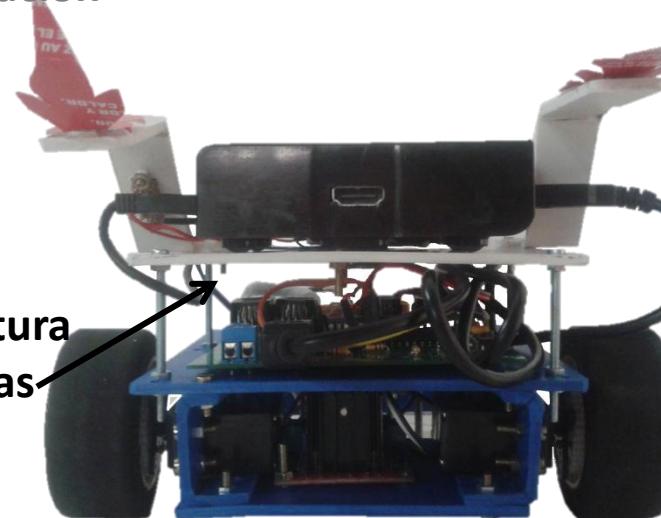
1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

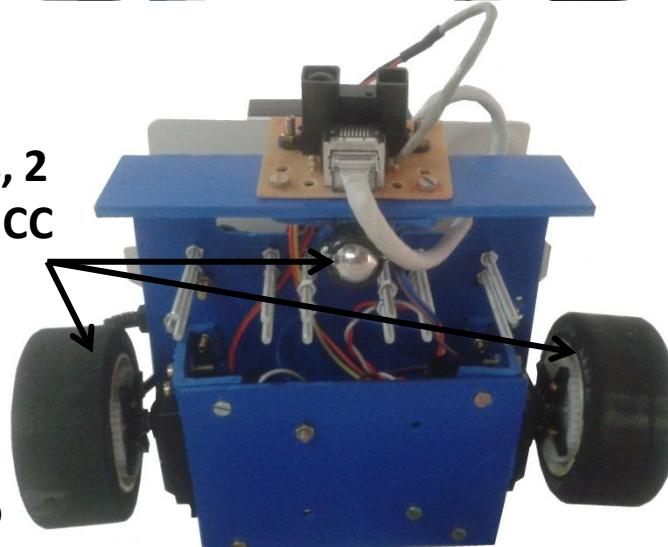
1) REDISEÑO DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA



Arquitectura
en Capas



3 ruedas, 2
motores CC



Fácil de
construir



Compacto



Económico





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

2) SELECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES OPTIMIZANDO COSTO Y CALIDAD

Material del Chasis: PVC

Ventajas

- Es posible reciclar
- Es flexible y maleable

Desventajas

- Contaminación

Batería: Baterías Recargables de NiMH

Ventajas

- Seguridad en la manipulación
- Duración de aprox. 3 años

Desventajas

- Recarga lenta

Ruedas

Ventajas

- Es posible reciclar de juguetes

Cables de conexión de Dispositivos

- UTP Categoría 1 Multifilar
- Cable Telefónico de 4 hilos
- Conectores macho RJ11

Ventajas

- Flexibles y maleables
- Menor tamaño
- Compatibilidad con conectores RJ45



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Hardware

Software

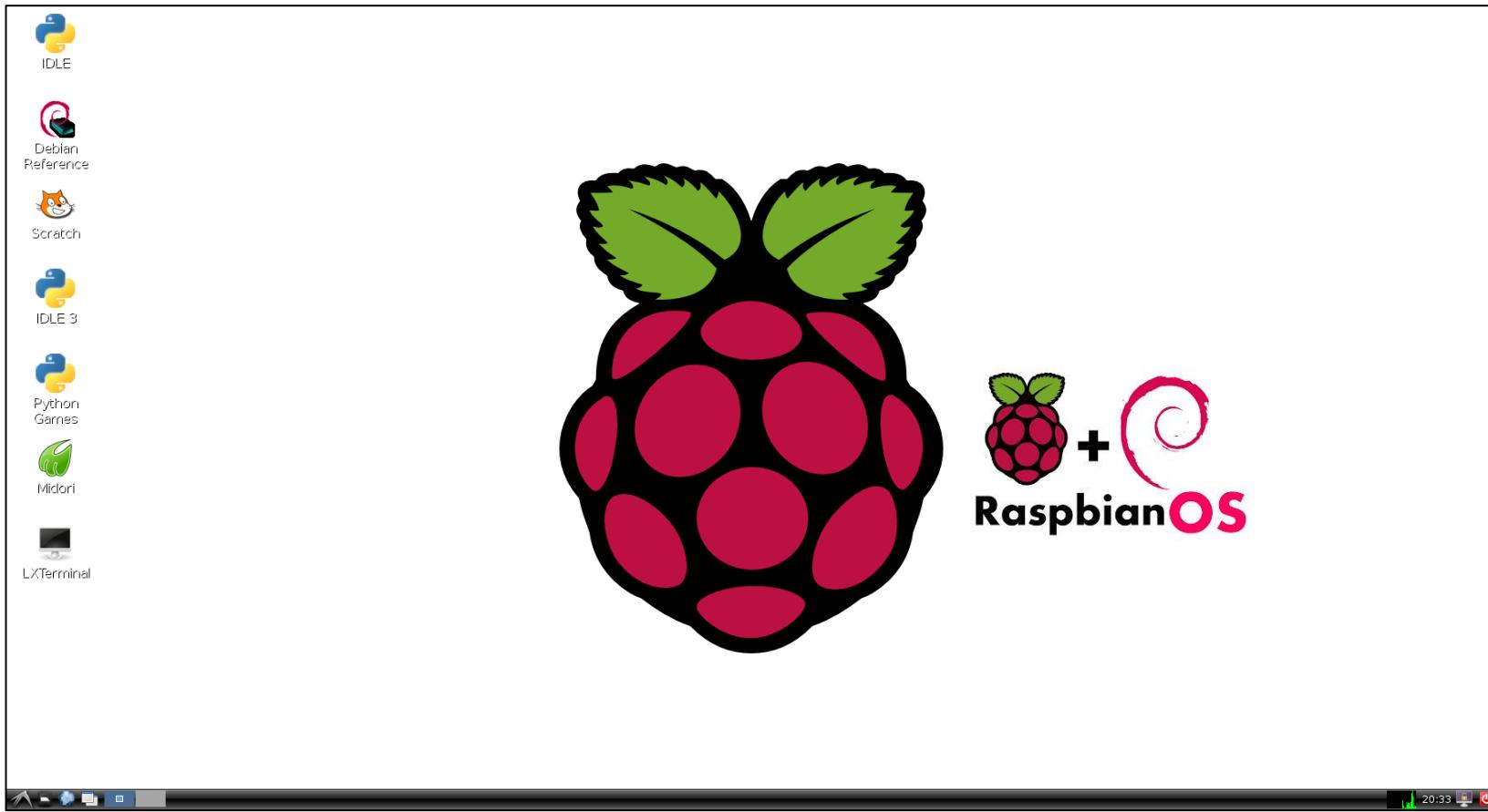


2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

1. INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO LINUX (Raspbian para el Raspberry)





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

1. INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO LINUX (Xubuntu para el BeagleBone)





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

2. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR VNC EN LA SBC

2.1 Instalación del servidor VNC.



2.2 Ejecutar el servidor VNC, configurando una contraseña.

2.3 Configuración del servidor VNC para su inicio automático mediante un script de inicio. Archivo: /etc/init.d/vncserver



2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

3. CONFIGURACIÓN DE UNA RED AD-HOC

Archivo: */etc/network/interfaces*

3.1 Configuración de una dirección IP estática al robot.

3.2 Asignación de un nombre a la red creada.

3.3 Asignación del modo ad-hoc a la red inalámbrica creada.

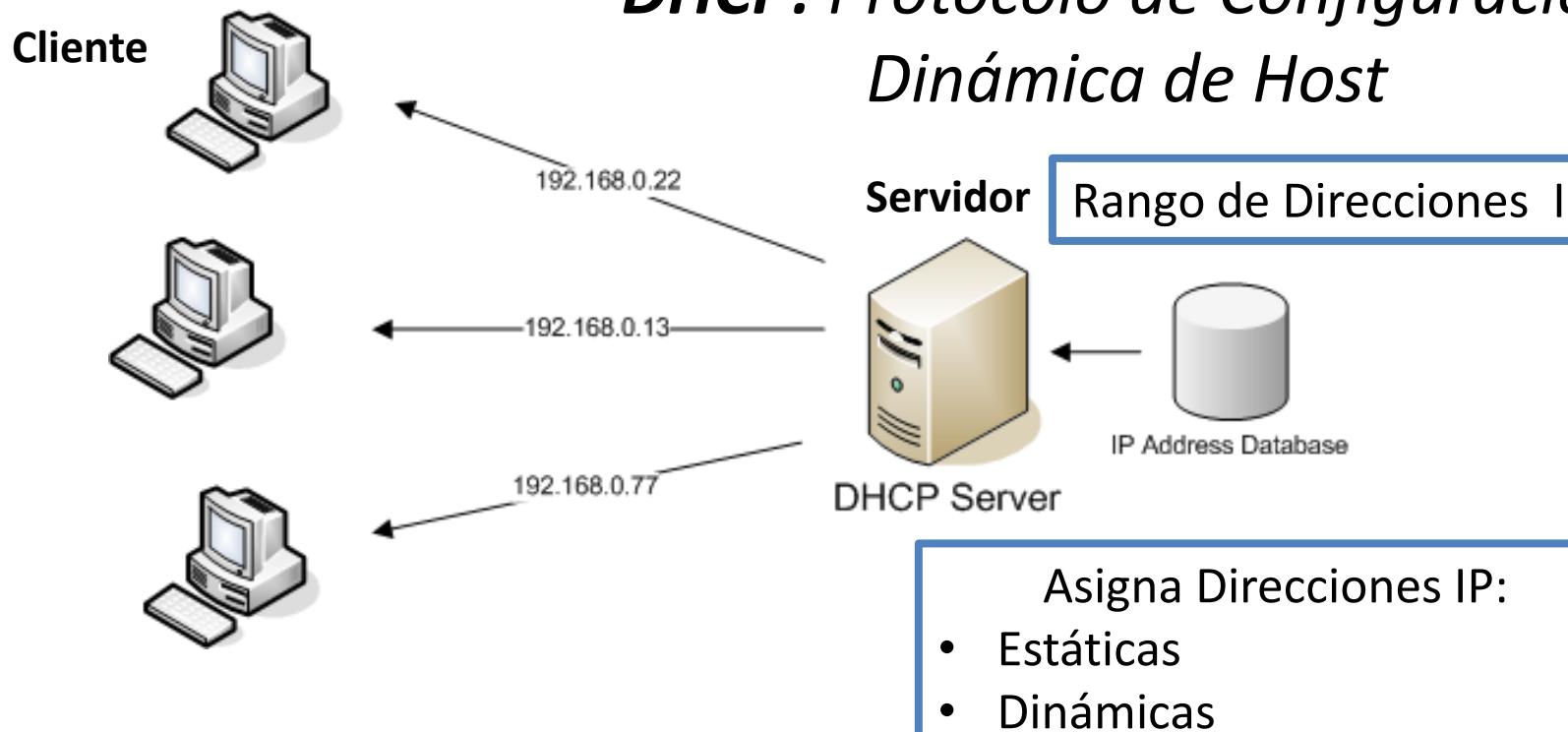
2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

4. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DHCP

DHCP: Protocolo de Configuración Dinámica de Host





2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

4. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DHCP

4.1 Configuración del servidor DHCP, asignando el rango de direcciones IP que puede asignar el robot al host que se conecta. *Archivo: /etc/dhcp/dhcpd.conf*

- Evita la configuración de parámetros de red manual.

4.2 Configuración de interfaz sobre las que el servidor DHCP actúa.
Archivo: /etc/default/isc-dhcp-server

2. Etapas del Trabajo

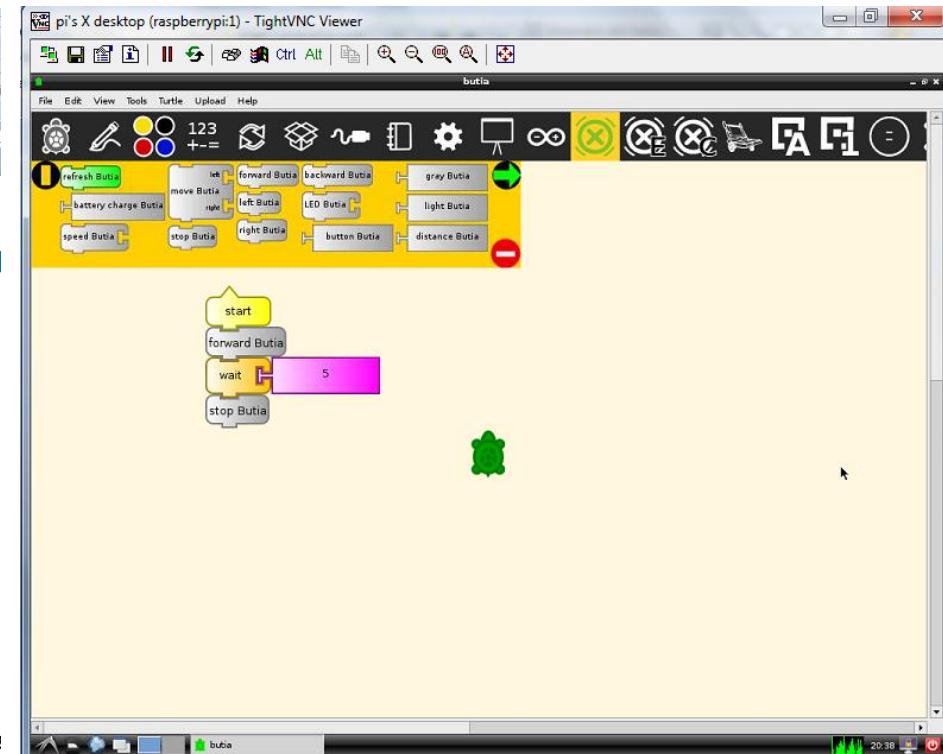
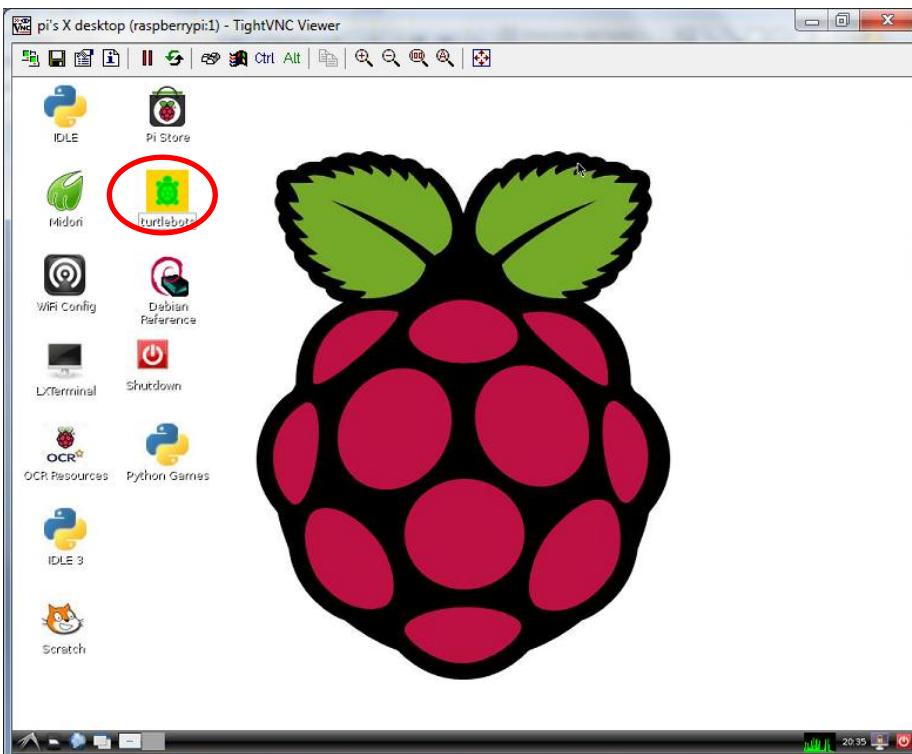
1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

5. INSTALACIÓN DE TURTLEBOTS

Archivos: /home/pi/Desktop/turtlebots.desktop

/usr/share/TurtleBot/TurtleBots.activity/turtlebots.py



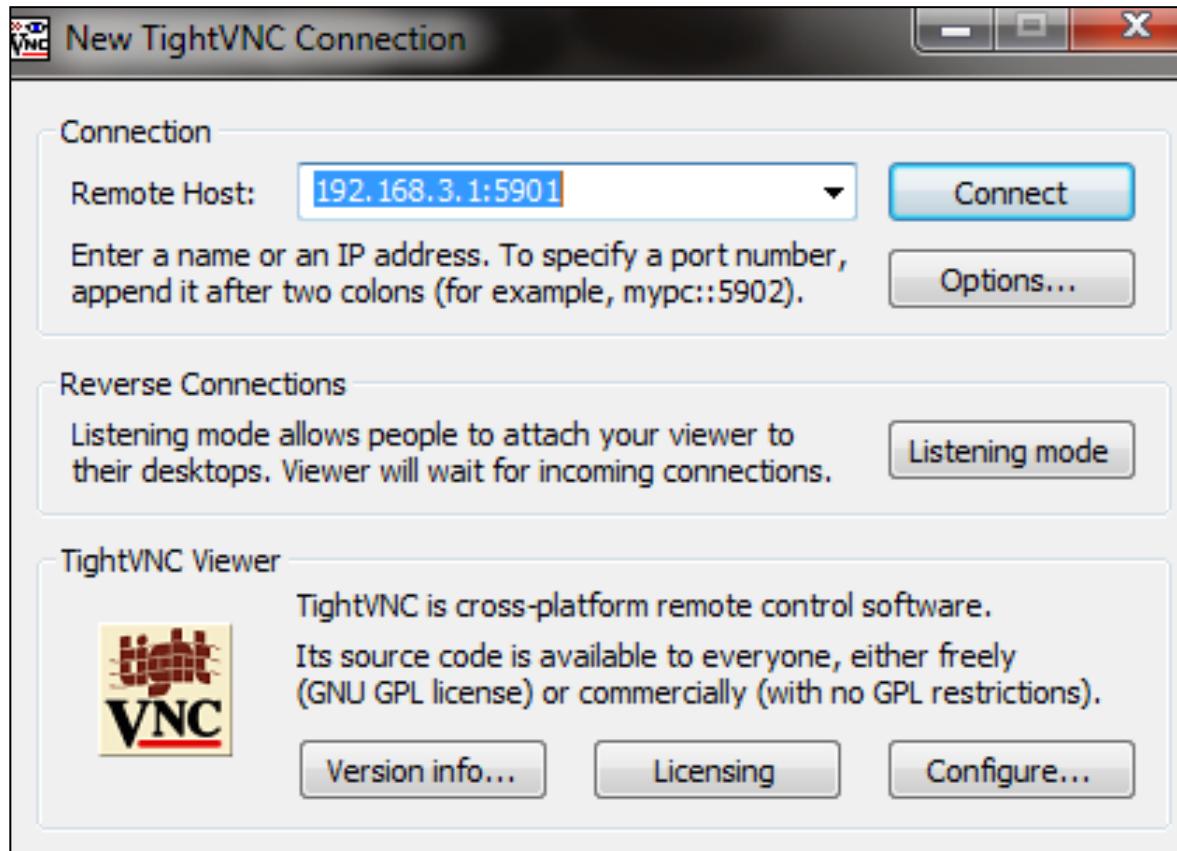


2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

6. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL CLIENTE VNC EN EL HOST DE VISUALIZACIÓN

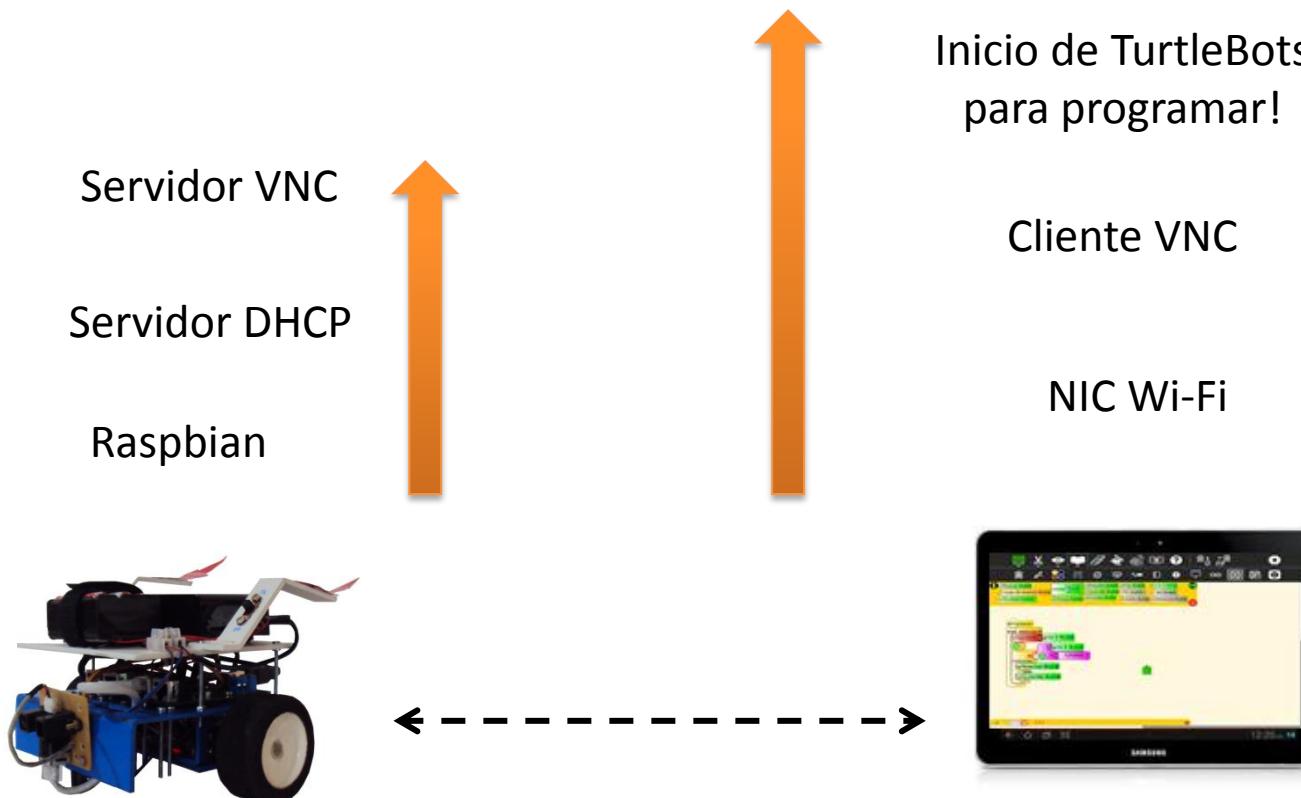


2. Etapas del Trabajo

1ra Etapa. Descripción del Sistema e Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

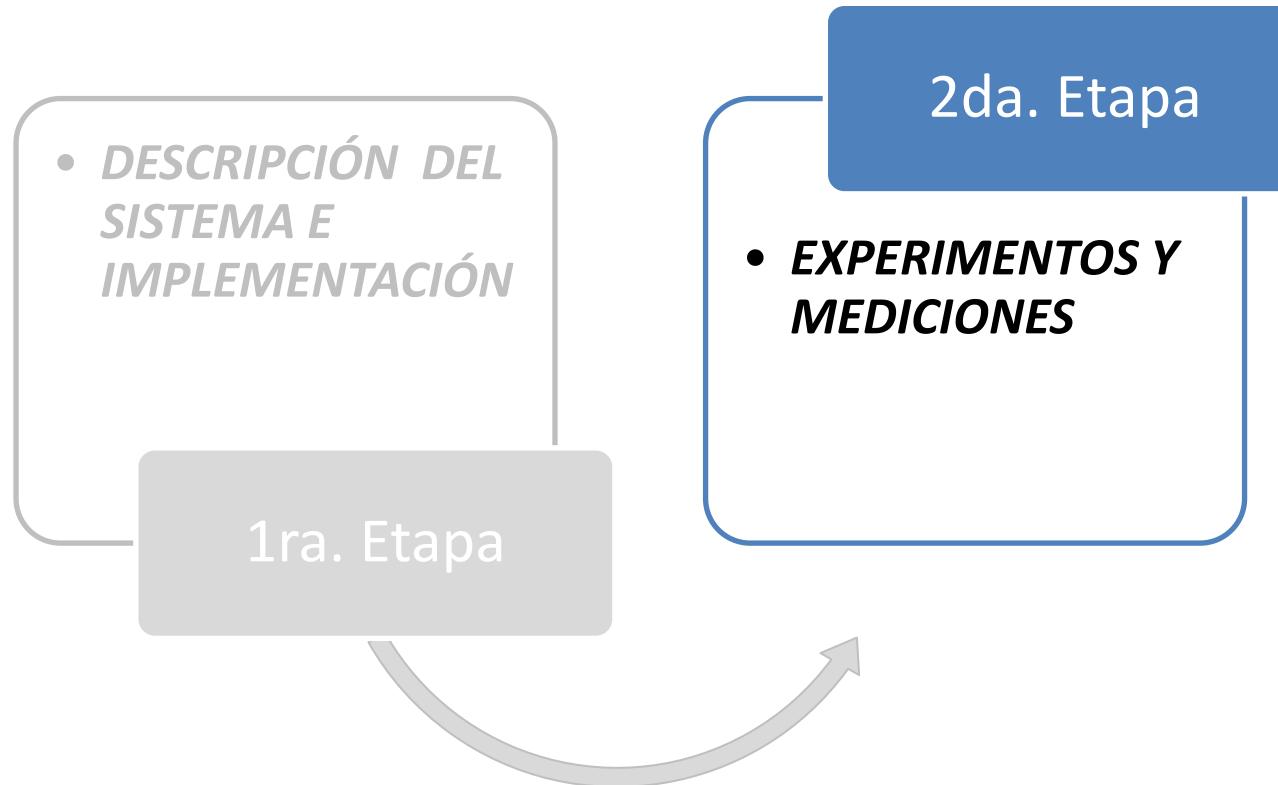
RESUMEN





2. Etapas del Trabajo

Natalia Duarte, Raúl Franco





2. Etapas del Trabajo

2da Etapa. Experimentos y Mediciones

Natalia Duarte, Raúl Franco

MEDICIONES

CONSUMO TOTAL DEL SISTEMA: 700 mA

(Sin carga y fricción)

AUTONOMÍA

Descripción	Tiempo	Tiempo de Carga
Batería Recargable Li-Ion 1000 mAh, 5V	1h 30 min	6hs
Pilas Recargables Ni-MH 2500 mAh, 7,2V	3hs	15hs

COBERTURA WI-FI AD-HOC: 25 metros

(Espacio abierto)

ANCHO DE BANDA: 1,5 Mbps

(Conexión con VNC)

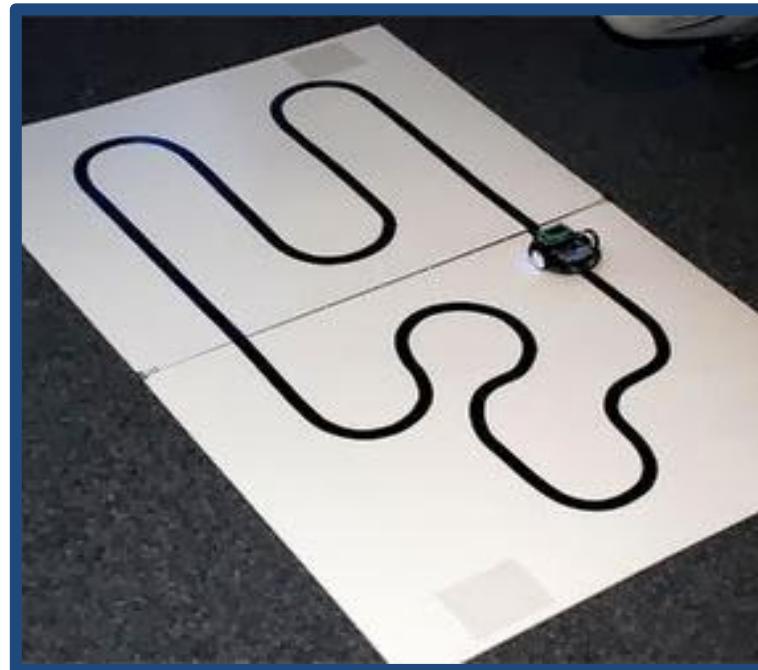
2. Etapas del Trabajo

2da Etapa. Experimentos y Mediciones

Natalia Duarte, Raúl Franco

ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEAS

MISIÓN: seguir una línea marcada en el suelo normalmente de color negro sobre un tablero blanco.



2. Etapas del Trabajo

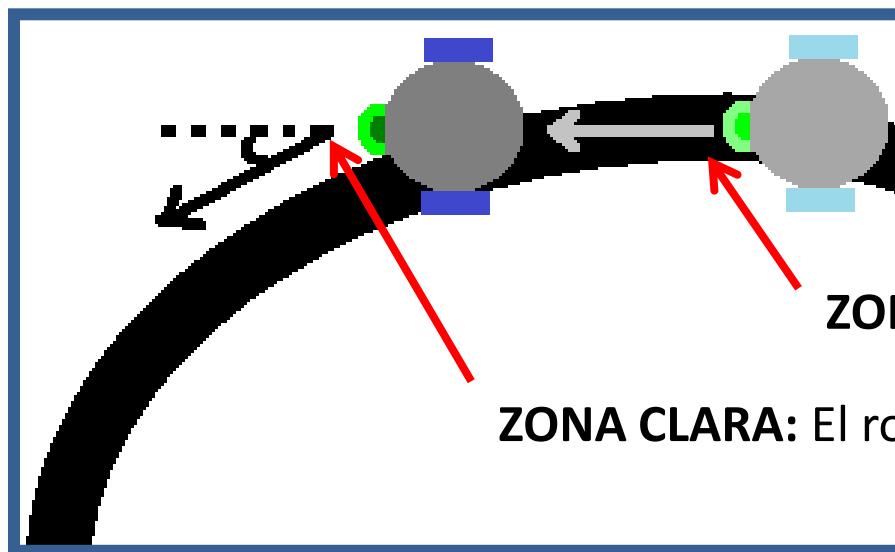
2da Etapa. Experimentos y Mediciones

Natalia Duarte, Raúl Franco

ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEAS SENCILLO

El programa debe realizar lo siguiente:

1. Avanzar mientras el robot se encuentre sobre una zona oscura.
2. Girar en caso de salirse de la zona oscura.

**PISTA CIRCULAR**

ZONA OSCURA: El robot seguirá recto

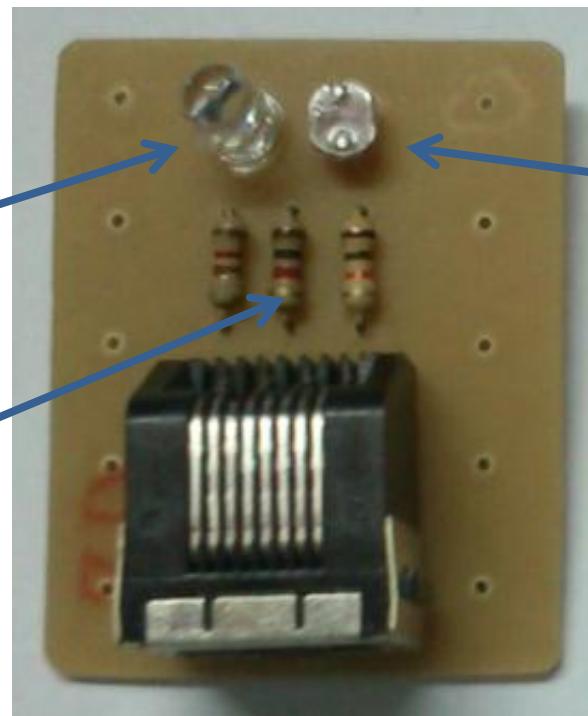
ZONA CLARA: El robot girará a la Izquierda.

2. Etapas del Trabajo

2da Etapa. Experimentos y Mediciones

Natalia Duarte, Raúl Franco

SENSOR DE GRISES. DESCRIPCIÓN



LED (Light-Emitting Diode) o Diodo Emisor de Luz.

LDR (Light-Dependent Resistor) o resistor dependiente de la luz.

Resistencia de identificación

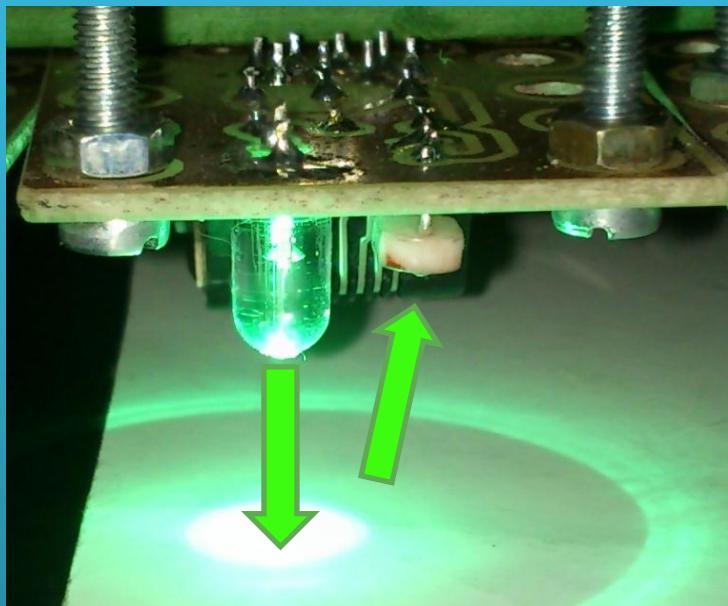
Sensor de Escala de Grises
"grisbutia".

2. Etapas del Trabajo

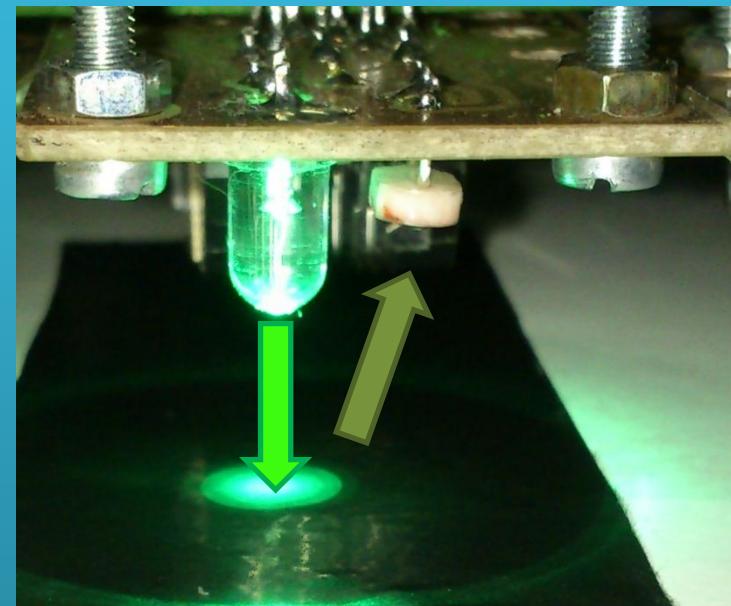
2da Etapa. Experimentos y Mediciones

Natalia Duarte, Raúl Franco

SENSOR DE GRISES. FUNCIONAMIENTO



Reflexión de Luz en zona Blanca



Reflexión de Luz en zona Negra

123
+-=

```
refrescar Butiá
carga de batería Butiá
velocidad Butiá
mover Butiá
izquierda derecha
adelante Butiá
izquierda Butiá
atrás Butiá
LED Butiá
botón Butiá
luz Butiá
detener Butiá
derecha Butiá
distancia:4 Butiá
```

```
empezar
por siempre
imprimir gris:2 Butiá
```





17152



8256

x

123
+ - =

refrescar Butiá
carga de batería Butiá
velocidad Butiá

mover Butiá
izquierda
derecha

adelante Butiá
izquierda Butiá
derecha Butiá

atrás Butiá
LED Butiá
botón Butiá

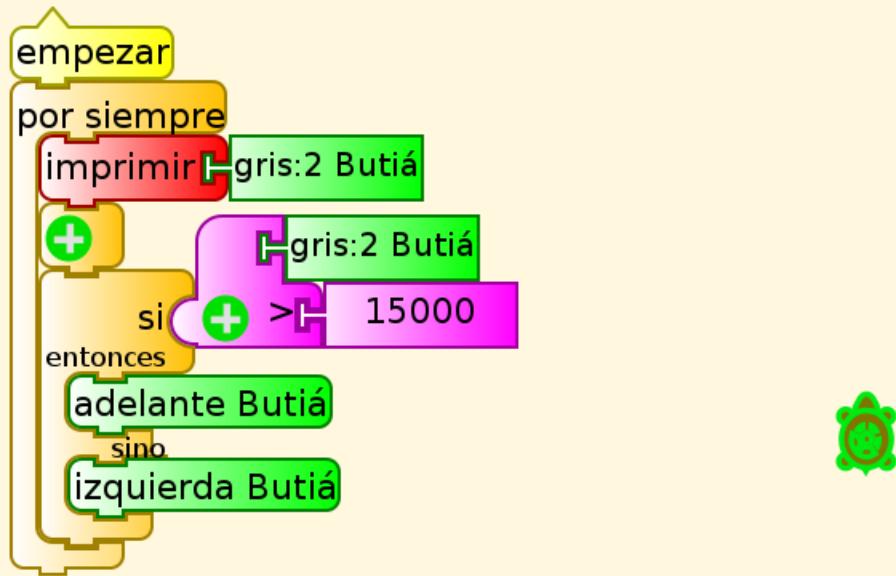
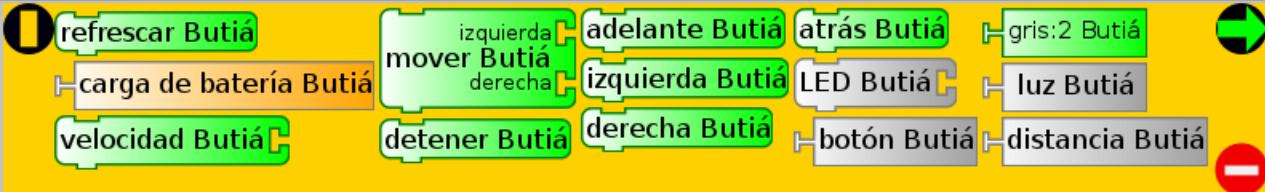
gris:2 Butiá
luz Butiá
distancia:4 Butiá

→
-

empezar
por siempre
imprimir gris:2 Butiá



>15000 Zona Negra
<15000 Zona Blanca





Natalia Duarte, Raúl Franco

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Etapas del Trabajo

3. Presupuesto

4. Conclusión

5. Recomendaciones

6. Demostración de la Implementación



3. Presupuesto

Natalia Duarte, Raúl Franco

Concepto	Precio en USS
Kit de sensores <i>[Sensor Botón, de Grises, de Luz, Voltaje, Resistencia, Distancia y cables de conexión]</i>	23
Motores <i>[2 Motores de CC, circuito Puente H]</i>	22
Placa Controladora de E/S USB4Butia	34
Placa SBC	40
Módulo para comunicación inalámbrica por WiFi	11
Estructura mecánica	34
Total USS	164



Natalia Duarte, Raúl Franco

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Etapas del Trabajo

3. Presupuesto

4. Conclusión

5. Recomendaciones

6. Demostración de la Implementación

4. Conclusión

Natalia Duarte, Raúl Franco

RESULTADOS 1/6

- Se obtiene una plataforma robótica móvil de bajo costo considerando los beneficios que se suman con un precio de USD 164, mostrándose relativamente económica en comparación con otras alternativas comercializadas.



LEGO
MINDSTORM
• Precio: USD
520



SCRIBBLE 2
• Precio: USD
200



ROBOT
BUTIA
• Precio: USD
260



PROTOTIPO
• Precio: USD
164



4. Conclusión

Natalia Duarte, Raúl Franco

RESULTADOS 2/6

- El costo total puede ser reducido con una producción masiva del robot.
- Puede ser construida de materiales y componentes reciclables, inclusive pudiendo ser de tamaño y peso reducido, lo que influye directamente en el consumo de energía.



Acrílico



PVC



Madera



4. Conclusión

Natalia Duarte, Raúl Franco

RESULTADOS 3/6

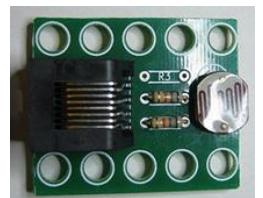
- Fácil de programar.
- No requiere ninguna configuración tediosa previamente a su uso.
- Es independiente a las computadoras del Proyecto UCPN (*Una Computadora por Niño*), por lo que puede ser implementado en lugares donde éste proyecto no tiene alcance.
- El robot puede ser controlado desde varias computadoras.

4. Conclusión

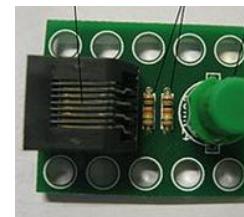
Natalia Duarte, Raúl Franco

RESULTADOS 4/6

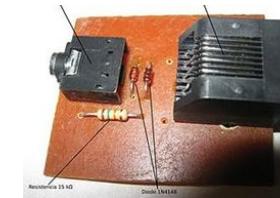
- Mantiene la fácil extensión *sensorial* del Butiá.



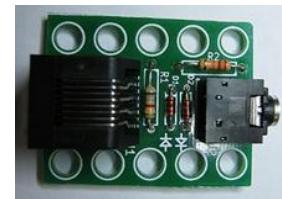
Sensor de Luz



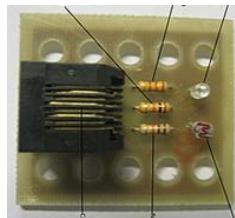
Sensor Botón



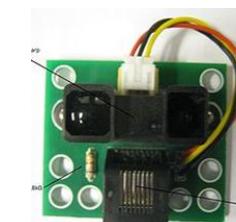
Sensor Voltaje



Sensor Resistencia



Sensor de Grises



Sensor Distancia

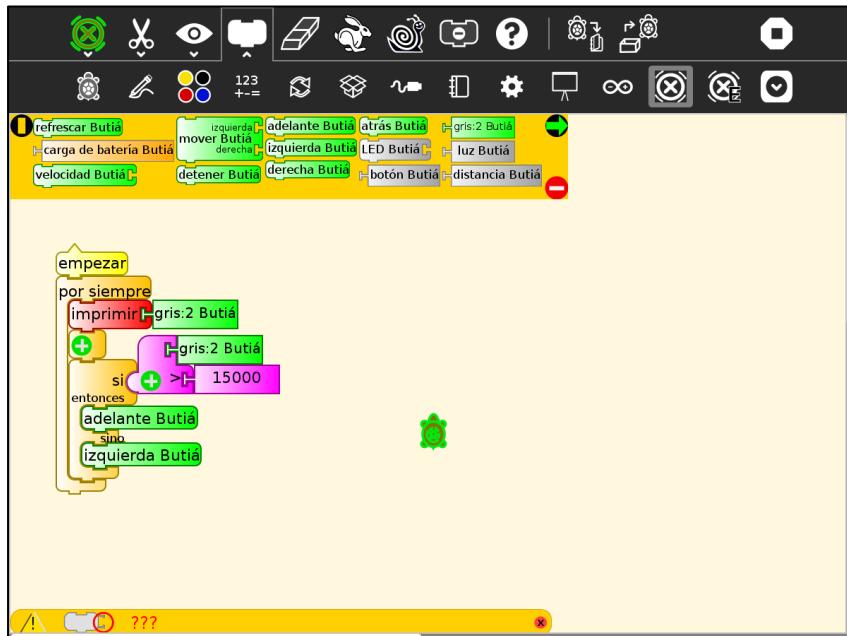


4. Conclusión

Natalia Duarte, Raúl Franco

RESULTADOS 5/6

- Permite la *programación en bloques* y la *programación en lenguajes por código*.



Programación en bloques

The Scratch interface shows a Python script for a robot. The script starts with a '# -*- coding: utf-8 -*-' comment, followed by imports for sys, time, and pybot. It then prints 'Iniciando Butiá..', initializes a robot object, and performs two mode hacks (modeHack(3, 1) and modeHack(2, 1)). Finally, it sets pasos to 2. The script is located in the 'Ejemplos' (Examples) category under the 'Python' section.

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import sys
import time
sys.path.insert(0, '/home/olpc/Activities/TurtleBots.activity/plugins/butia')
from pybot import usb4butia
print 'Iniciando Butiá..'
robot = usb4butia.USB4Butia()
robot.modeHack(3, 1)
robot.modeHack(2, 1)
pasos = 2
```

Lenguaje por código



4. Conclusión

Natalia Duarte, Raúl Franco

RESULTADOS 6/6

- Ofrece la oportunidad de programar por medio de una conexión virtual, sin importar el sistema operativo que se tenga instalado.
 - Pueden ser utilizados recursos informáticos que ya se encuentran a disposición en varios colegios.





4. Conclusión

Natalia Duarte, Raúl Franco

CONCLUSIÓN GENERAL

- Se logra un robot adaptado a nuestro entorno, que conserva los beneficios del Butiá, sin embargo, es independiente de la Computadora XO y ofrece otras ventajas.



Natalia Duarte, Raúl Franco

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Etapas del Trabajo

3. Presupuesto

4. Conclusión

5. Recomendaciones

6. Demostración de la Implementación



5. Recomendaciones

Natalia Duarte, Raúl Franco

LÍNEAS FUTURAS

- **Remplazar la placa USB4Butia** por la SBC, utilizando los *puertos GPIO* (E/S de Propósito General).
- **Remplazar la SBC** introduciendo un *intérprete* del programa en alto nivel al microcontrolador de la placa de control utilizada.
- Crear una *interfaz gráfica web* que permita el control del robot enviando únicamente los comandos, reduciendo la tasa de transmisión de datos.
- Utilizar el protocolo *6LoWPAN* para la comunicación inalámbrica con soporte IPv6, de manera a aumentar la autonomía del robot, y poder introducirse en los conceptos de *Internet de las Cosas (IoT)* y en la *Robótica Cooperativa*.



Natalia Duarte, Raúl Franco

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Etapas del Trabajo

3. Presupuesto

4. Conclusión

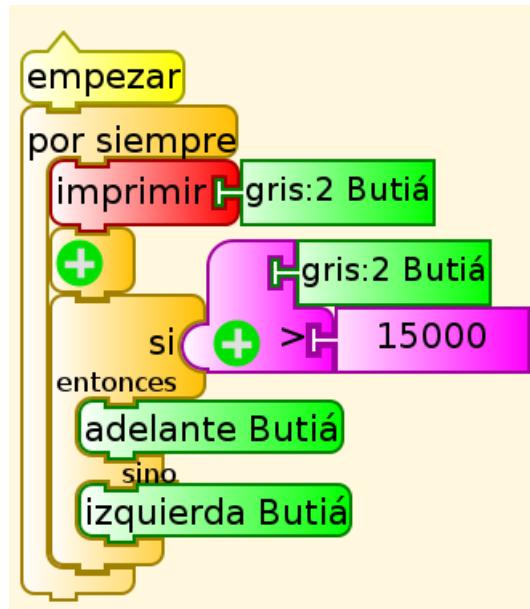
5. Recomendaciones

6. Demostración de la Implementación

6. Demostración de la Implementación

Natalia Duarte, Raúl Franco

ROBOT ButiaPi





FACULTAD DE
INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCION

INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TRABAJO FINAL DE GRADO

Natalia Duarte, Raúl Franco

¿PREGUNTAS?



Natalia Duarte, Raúl Franco

AGRADECIMIENTOS:

FIUNA

**Prof. Ing. Francisco Delgado Marquéz, Prof. Ing. DEng. Miki Saito,
Prof. Ing. Félix Kanazawa, Ing. MSc. Mario Arzamendia,
Est. Francisco González**

CIAC-PTI

**Lic. Ariel Guerrero, Ing. Jorge Duré
Ing. Jorge Arrua, Ing. Enrique Flecha**

CdR - FPUNA
Ing. Gary Servín

SugarLabs - JukyParaguay
Ing. MSc. Martín Abente

Proyecto Butiá - Uruguay
Ing. Andres Aguirre, Ing. Alan Aguiar



FACULTAD DE
INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCION

INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TRABAJO FINAL DE GRADO

Natalia Duarte, Raúl Franco

MUCHAS GRACIAS

Natalia Duarte Alonso
duartealonso.natalia@gmail.com

Víctor Raúl Franco Piñánez
victor.raulfranco@gmail.com