



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN &
AVIÓNICA.**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE
UN ROBOT LEGO MINDSTORMS EV3 MEDIANTE EL SOFTWARE
LIBRE DE LEGO EV3 PARA SU APLICACIÓN EN COMPUTADORES Y
DISPOSITIVOS ANDROID**

**AUTOR: PAREDES CHILUISA, ALEXANDER MIGUEL
DIRECTOR: ING. CHUCHICO ARCOS, CRISTIAN PAÚL**

2020





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

OBJETIVO GENERAL

IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TELECONTROL DE UN ROBOT LEGO MINDSTORMS EV3 MEDIANTE EL SOFTWARE LIBRE DE LEGO EV3 PARA SU APLICACIÓN EN COMPUTADORES Y DISPOSITIVOS ANDROID.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento y aplicaciones del robot LEGO MINDSTORMS EV3, por medio de la recopilación de información de tesis y proyectos hechos en la web para implementar en el sistema de telecontrol mediante dispositivos android y computadores.
- Realizar la programación y ajustes del robot utilizando la interfaz de programación intuitiva de iconos del software libre LEGO MINDSTORMS EDUCATION EV3 para el test de los sensores y motores.
- Ejecutar pruebas de telecontrol utilizando el entorno de desarrollo de software de App Inventor para la creación de una APP que permita manipular los motores y sensores del LEGO MINDSTORM EV3.
- Efectuar pruebas de telecontrol utilizando una Interfaz de programación de aplicación (API) con .NET, mediante el acceso al control de motores y lectura de datos en tiempo real de los sensores para conectarse y controlar vía Wifi el LEGO MINDSTORM EV3.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INTRODUCCIÓN

Este proyecto está basado en el uso de un robot Lego Mindstorms para implementar el sistema de telecontrol y controlar el mismo mediante el uso de dispositivos android y computadores.

LEGO MINDSTORMS EV3 es un set de robótica que tiene varias herramientas para crear y dar órdenes a miles de robots LEGO. Además MINDSTORMS tiene para construir cinco personajes robóticos básicos que se encuentran en el software de programación de EV3



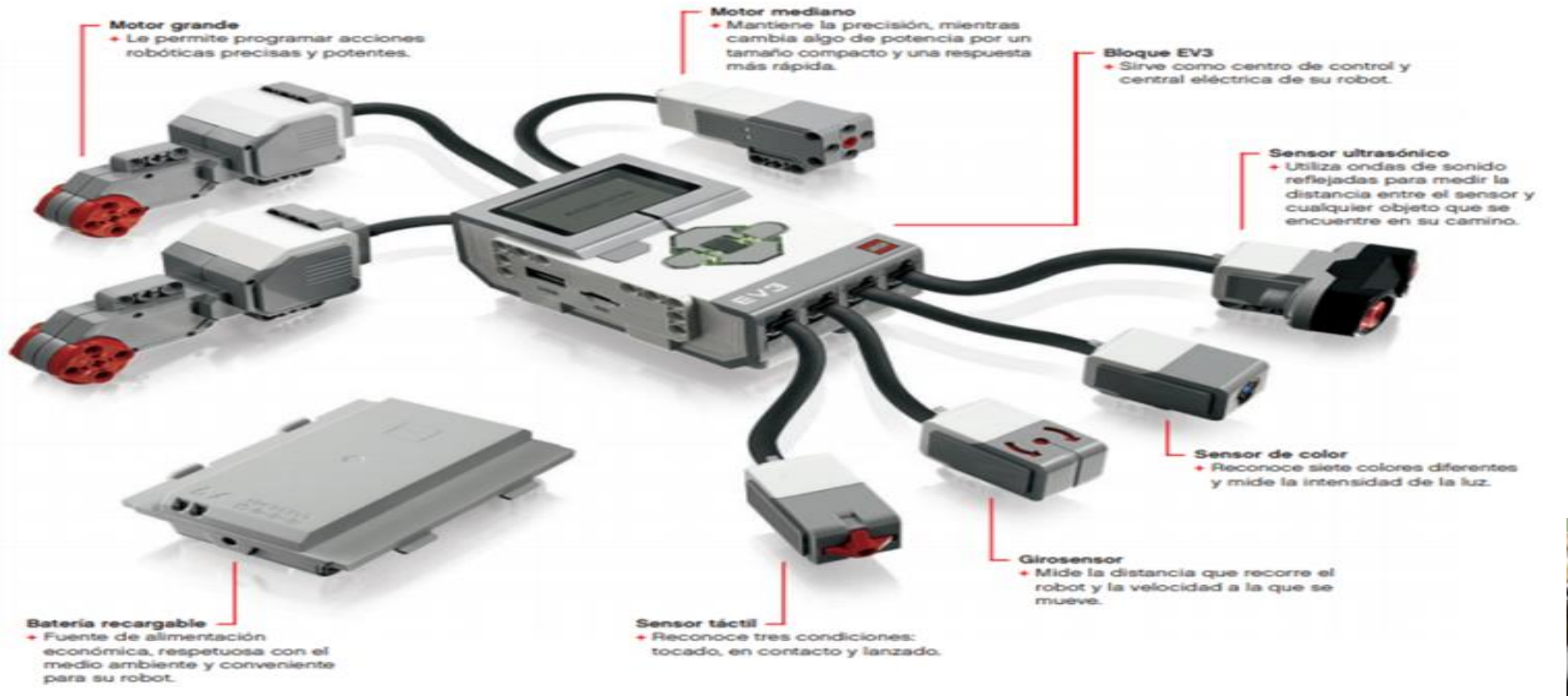


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TECNOLOGÍA EV3

La tecnología EV3 es la solución de robótica educativa para nivel desde secundaria en adelante, que motiva a los estudiantes a diseñar, construir y programar robots, otorgando un mejor entendimiento de cómo funciona la tecnología en problemas de la vida real.





Programación en el software LEGO EV3.

Para realizar la programación de los sensores y motores se necesita tener instalado el software LEGO MINDSTORMS EV3 Home Edition en la PC o MAC.

Para obtener el software e instalarlo se puede trasladar al siguiente link

<https://www.robotix.es/es/descargar-software-lego-mindstorms-education-ev3>

A continuación de detalla los requisitos mínimos de instalación del software LEGO

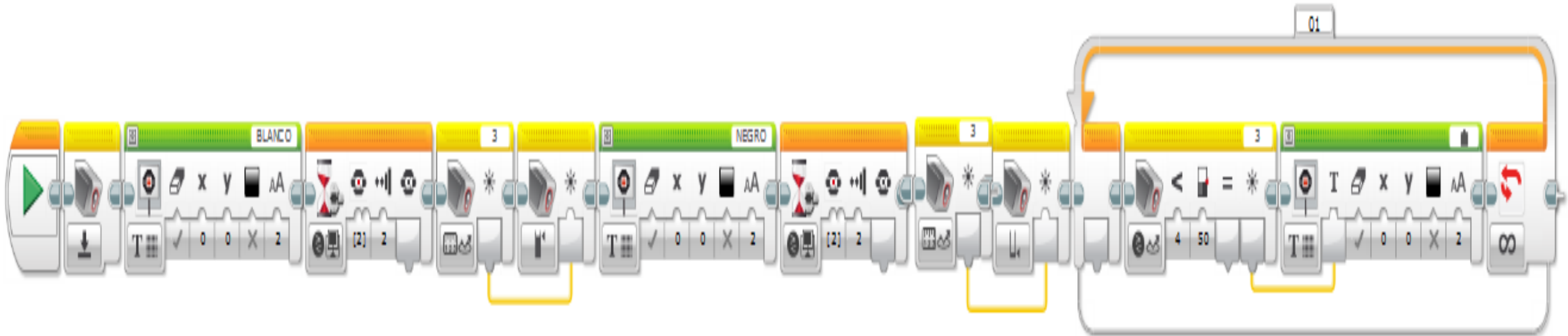
- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Sistema operativo: Windows XP, Vista, Windows 7 y Windows 8 o bien Mac 10.6, 10.7 y 10.8 |
| <ul style="list-style-type: none">• Software instalado: Silverlight 5.0 y Microsoft Dot Net 4.0 |
| <ul style="list-style-type: none">• Hardware: 2 GB de RAM, procesador de 1,5 GHz, 2 GB de espacio libre en disco duro, resolución de pantalla de 1024x600 y puerto USB 2.0 |





Programación para la calibración del sensor de color o luminosidad

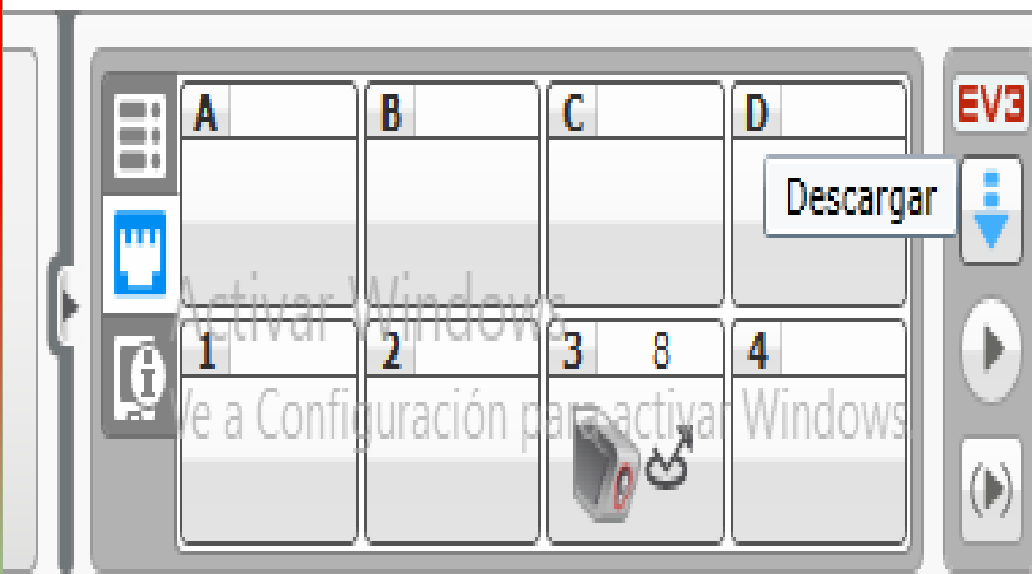
Ingresar a un nuevo proyecto y se da inicio a la programación para la calibración del sensor.





Programación para la calibración del sensor de color o luminosidad




Terminado la programación se descarga hacia el Bloque físico EV3. Se visualiza en la Pantalla del Bloque y en el panel del hardware los valores de medida tanto para el color de superficie blanca y negra.

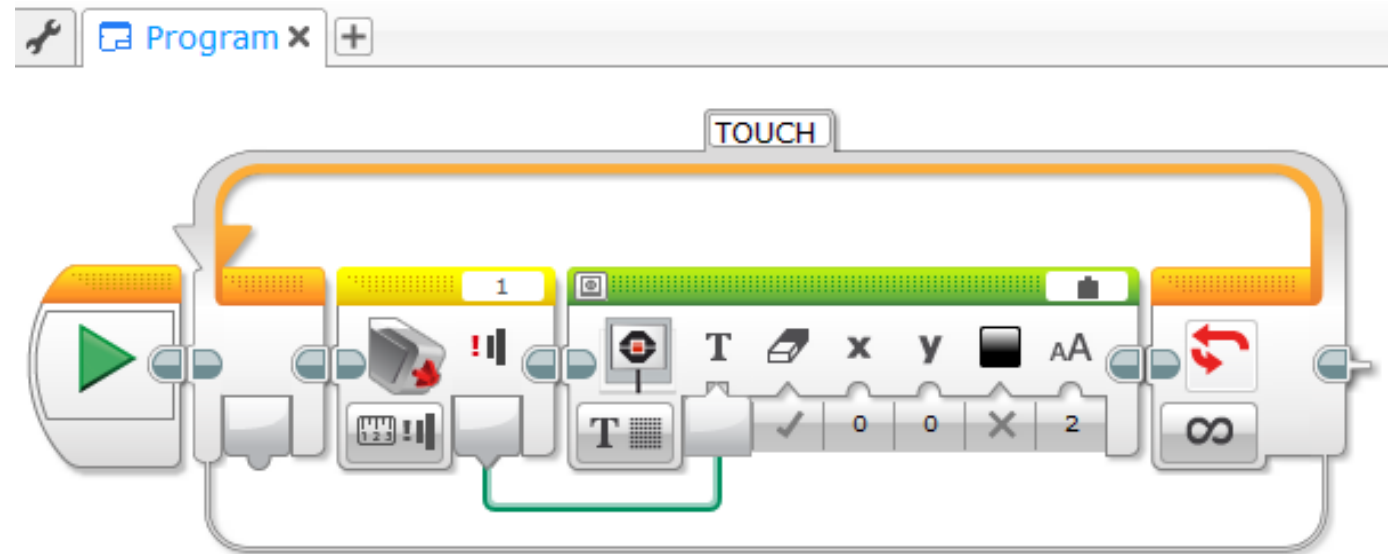




Programación del Sensor Táctil a través del software EV3

Ingresa a un nuevo proyecto e inicia la programación del sensor. Hay que recalcar que el sensor táctil no posee la opción calibrar en el software, ya que son más utilizados tres estados de medida para su buen funcionamiento.

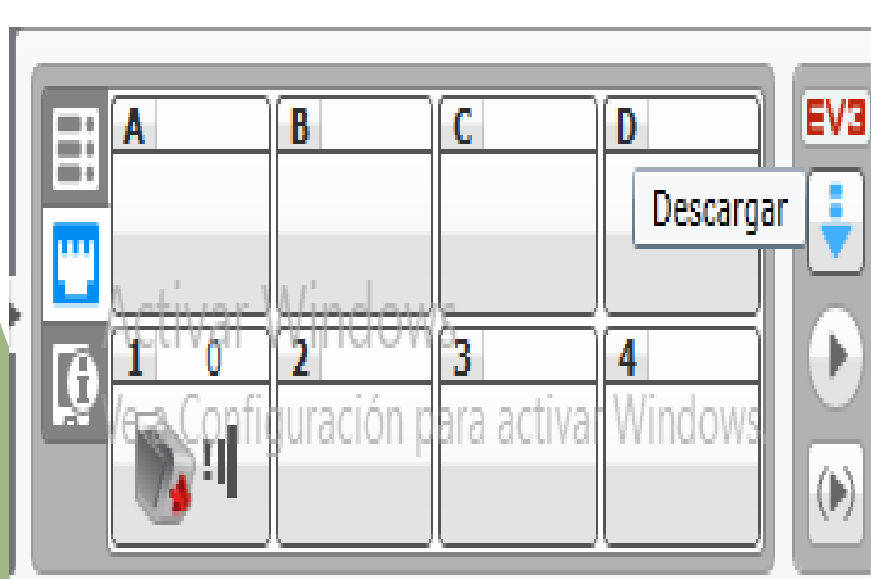
 0 = No está presionado
 1 = Presionado
 2 = En contacto





Programación del Sensor Táctil a través del software EV3

Terminado la programación se descarga hacia el Bloque físico EV3. Se visualiza en la Pantalla del Bloque y en el panel del hardware los valores de medida tanto para sensor presionado y no presionado



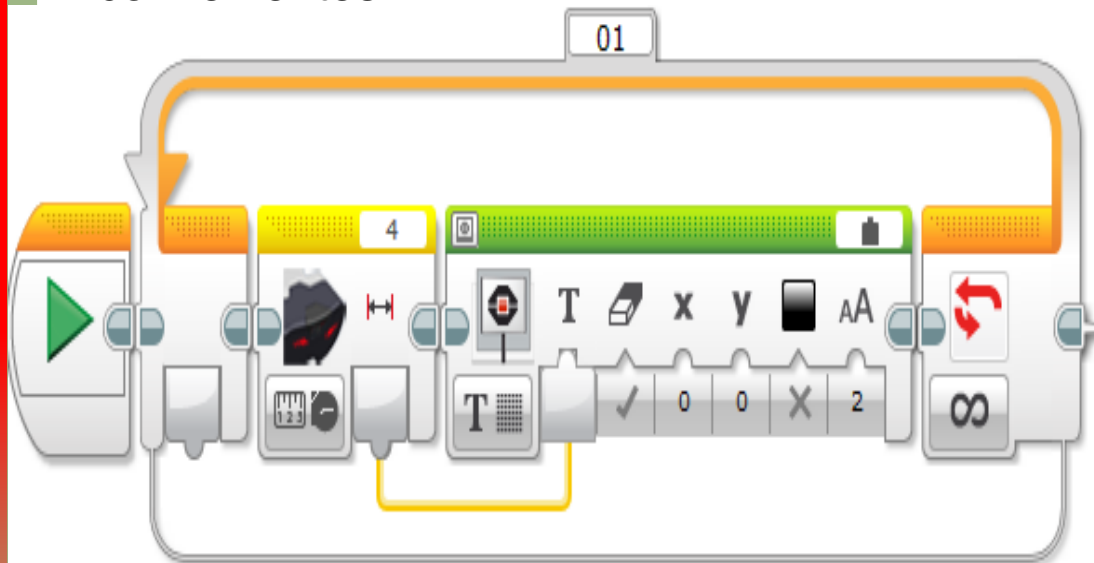


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Programación del sensor Infrarrojo

Ingresar a un nuevo proyecto e iniciar la programación del sensor Infrarrojo. Hay que recalcar que las opciones de medida (modo de estado) del sensor tiene tres tipos de selección, estos están registrados en un menú de opciones. Cada uno de estos se debe definir según la aplicación y valores de estado convenientes.



Modo Proximidad:	En Modo Proximidad, el Sensor Infrarrojo utiliza las ondas de luz reflejadas por un objeto para calcular la distancia entre el sensor y el objeto mencionado. Informa la distancia mediante valores entre 0 (muy cerca) y 100 (muy lejos), no como un número específico en centímetros o pulgadas. El sensor puede detectar objetos que se encuentran a una distancia de hasta 70 cm, según el tamaño y la forma del objeto.
Modo Baliza:	Elija uno de los cuatro canales de la Baliza Infrarroja Remota con el Selector de canal color rojo. El Sensor Infrarrojo detectará una señal de la baliza que coincida con el canal que ha especificado en el programa hasta una distancia aproximada de 200 cm en la dirección a la que está orientado. Una vez realizada la detección, el sensor puede calcular la dirección general (orientación) de la baliza y su distancia (proximidad).
Modo Remoto:	En Modo Remoto, el Sensor Infrarrojo puede detectar qué botón (o combinación de botones) se ha presionado en la Baliza Infrarroja Remota.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Programación del sensor Infrarrojo

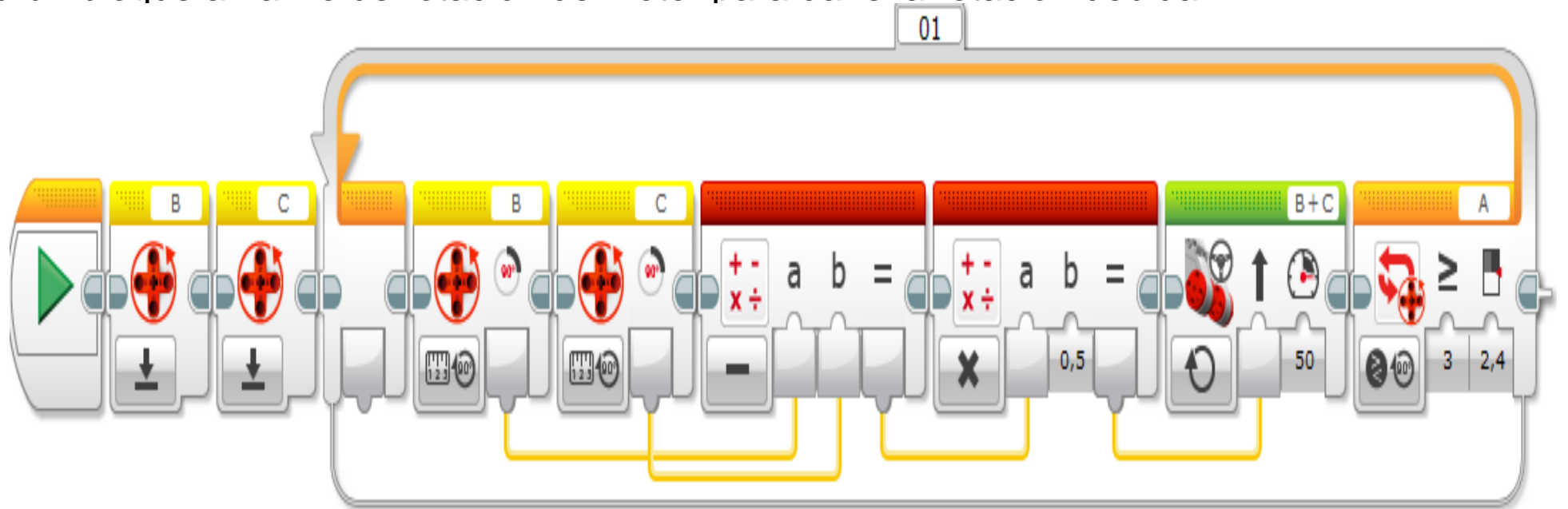
Terminado la programación se descarga hacia el Bloque físico EV3. Se visualiza en la Pantalla del Bloque y en el panel del hardware los valores de medida de estado (Proximidad) del sensor infrarrojo





Programación para uso en línea recta de los motores grandes.

Para iniciar la programación respectiva para el uso adecuado de los dos motores grandes. Hay que recalcar que el bloque del motor grande está en el icono de paleta color verde del software además se utilizará un bloque amarillo de rotación de motor para darle la rotación debida.



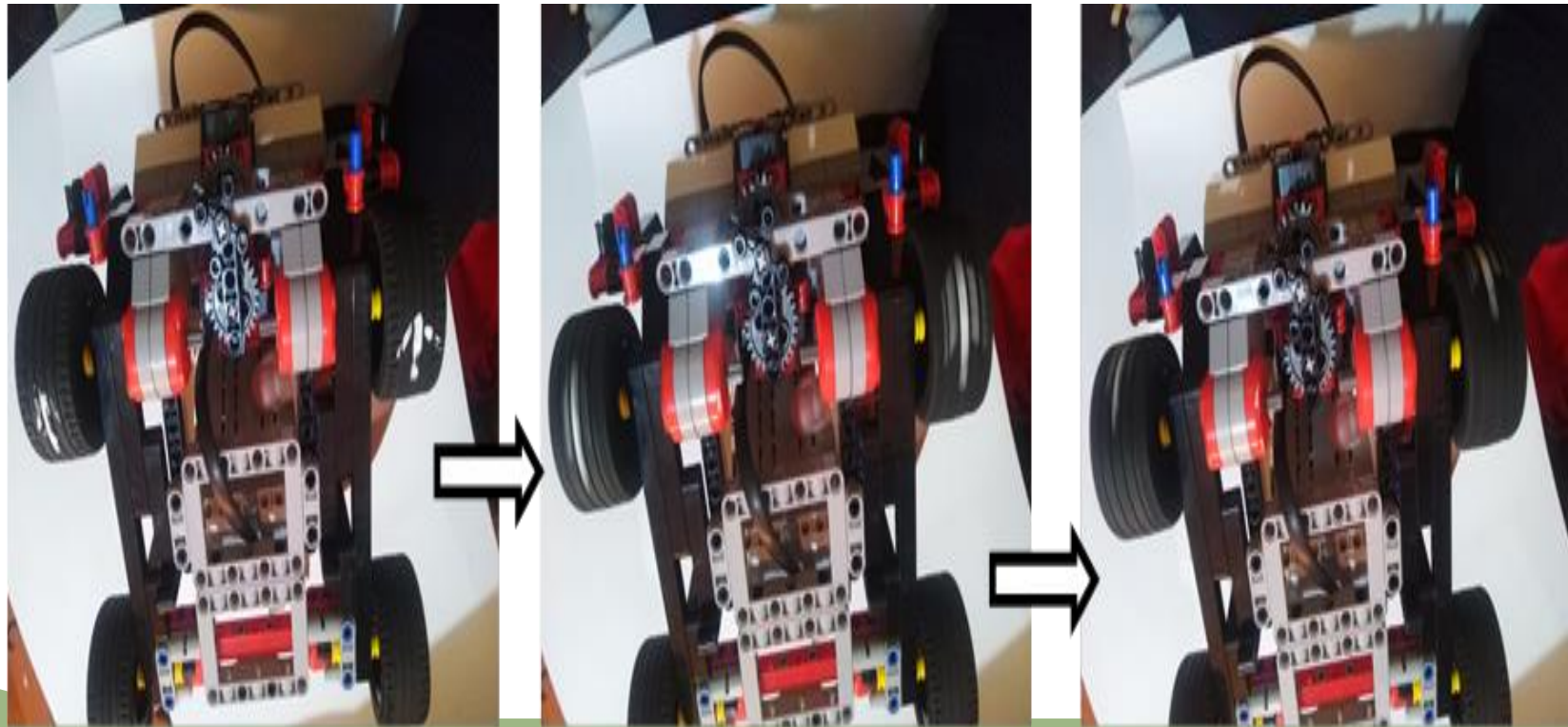


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Programación para uso en línea recta de los motores grandes.

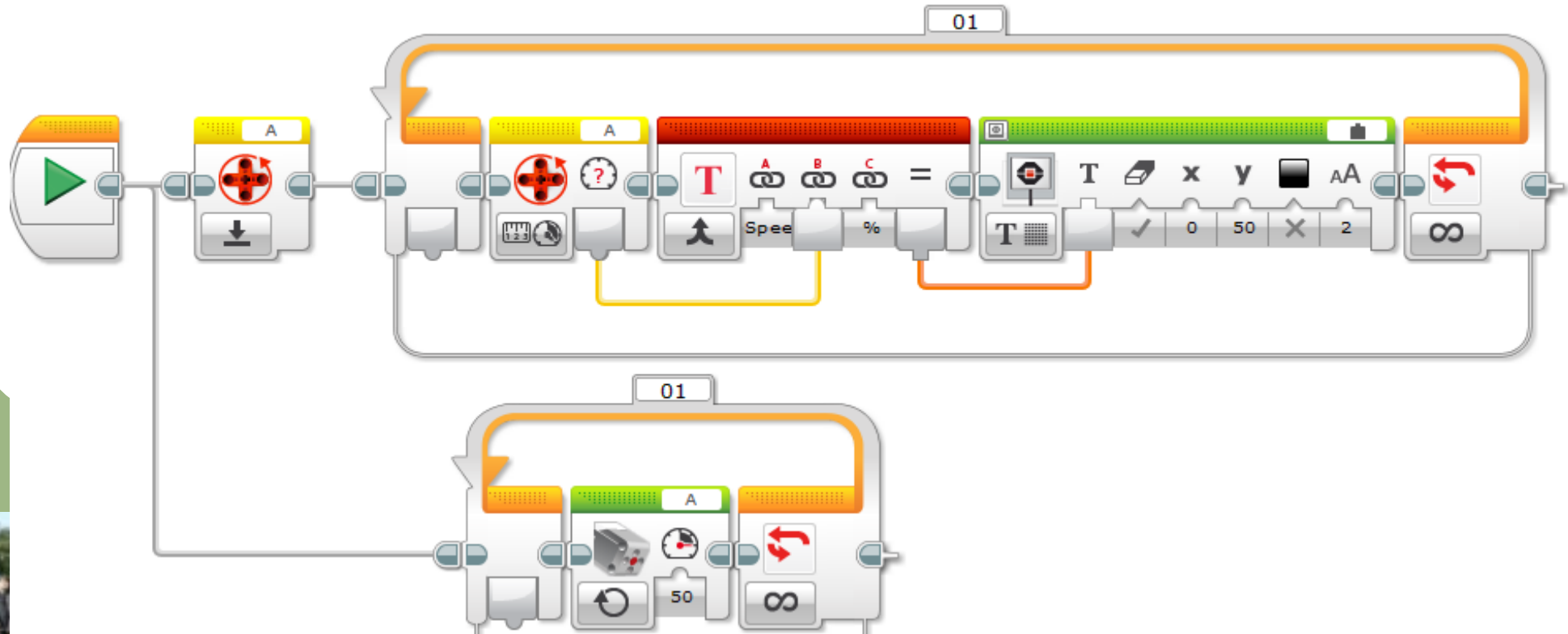
Descargar el programa hacia el Bloque EV3 físico. En la imagen se aprecia el funcionamiento óptimo de los motores grandes en forma general ambos tendrán la velocidad igual y el lado de rotación similar para los dos motores.





Programación para control de velocidad del motor mediano

Para iniciar la programación respectiva para el motor mediano. Hay que señalar que incluye un Sensor de rotación incorporado (con resolución de 1 grado), pero es más pequeño y más liviano que el Motor grande, esto significa que puede responder más rápidamente que el Motor grande. Además puede programarse para encenderse o apagarse, controlar su nivel de energía o para funcionar durante una cantidad de tiempo o de rotaciones especificada.





Programación para control de velocidad del motor mediano

Descargar el programa hacia el Bloque EV3 físico. En la imagen se aprecia el funcionamiento óptimo del motor mediano con dos cantidades de velocidad, en forma general, la más ideal y óptima es dejarle en una potencia de velocidad intermedia es decir en un 50%.





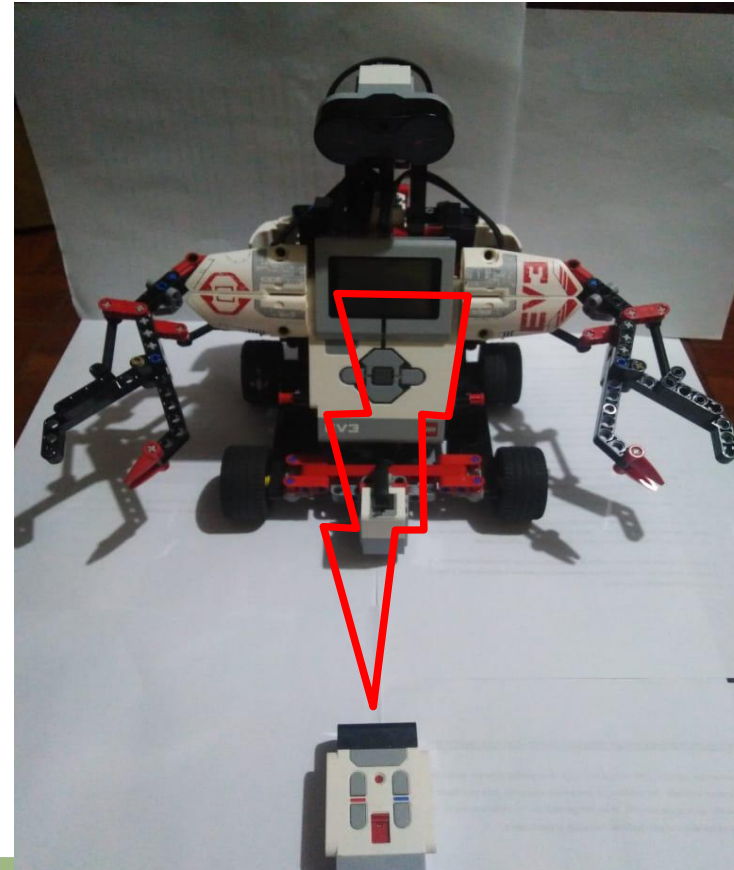
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Telecontrol del Robot Lego Mindstorms EV3

Telecontrol mediante la Baliza Infrarroja Remota del robot móvil EV3MEG.

El control IR remoto funciona de la misma manera que los controles de televisión, básicamente consiste en pulsos emitidos por luz infrarroja que no es visible para el ojo humano. Por ello se necesita primordialmente configurar el ladrillo o bloque EV3 manualmente para que los pulsos emitidos por el control IR sean recibidos mediante un efecto fotoeléctrico hacia el mismo.





Telecontrol mediante la Baliza Infrarroja Remota del robot móvil EV3MEG.

Usando los botones arriba, abajo, derecha e izquierda de la parte delantera del bloque, se configura el IR control; pulsar en el botón central del brick en la tercera opción del menú de la pantalla del robot y se debería seleccionar sí bien el canal uno, dos, tres o cuatro de acuerdo a la preferencia de trabajo.





Telecontrol mediante la Baliza Infrarroja Remota del robot móvil EV3MEG.

Para emplear el telecontrol físico por medio de la baliza infrarroja remota asegurarse que el interruptor de mando a distancia está cambiado al canal apropiado. Por último verificar que no se tenga ningún obstáculo para la recepción de la luz infrarroja visualizar el funcionamiento del control del robot móvil mediante el modo infrarrojo baliza





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

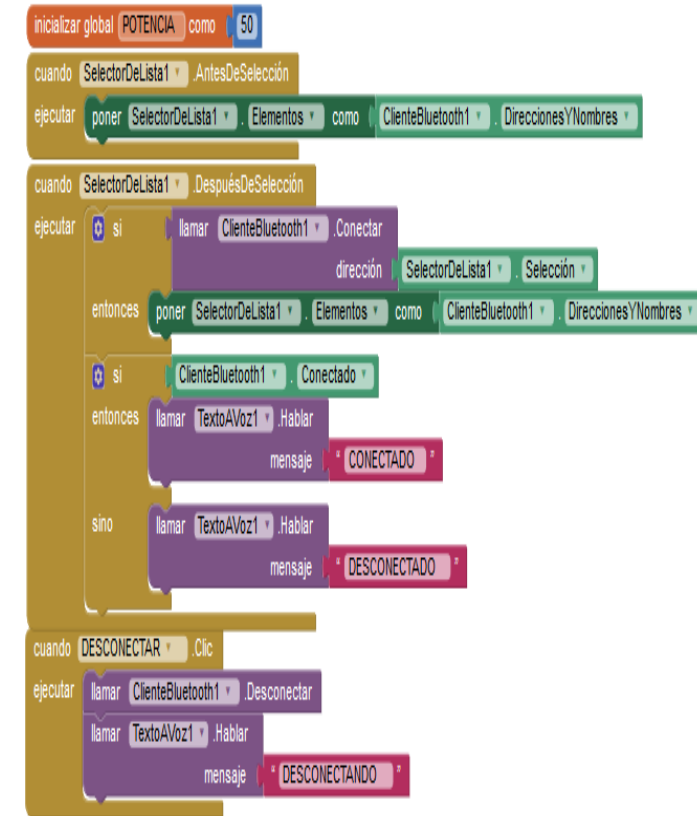
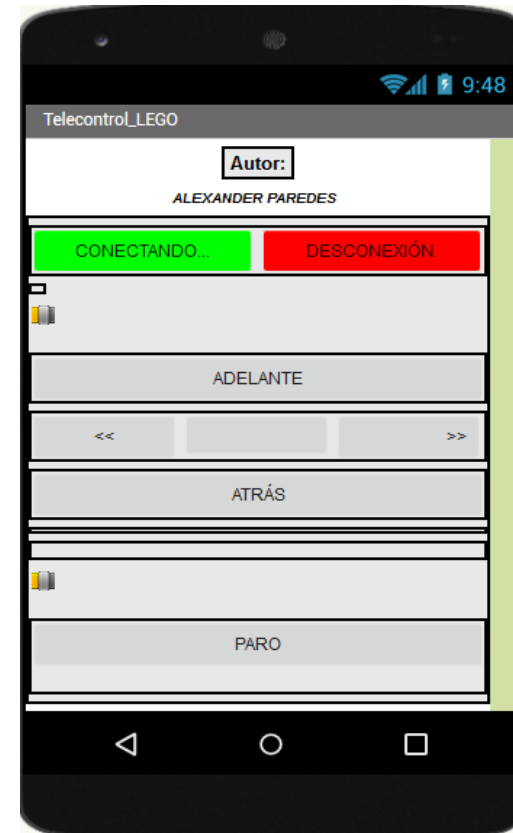
Telecontrol del Robot Lego Mindstorms EV3

Telecontrol del robot móvil EV3MEG mediante la creación de una aplicación en APP Inventor 2

En la creación de la aplicación hay que tener en claro cuál es el objetivo y el diseño ah alcanzar con esta implementación del telecontrol del robot móvil mediante Bluetooth, para conseguir esto el App inventor divide el desarrollo de la aplicación en dos partes:

Diseñador. La ventana Diseñador permite hacer realidad el diseño en mente.

Bloques. La opción Bloques está designada a la parte de programación de los eventos que ocurran al interactuar con la APP.



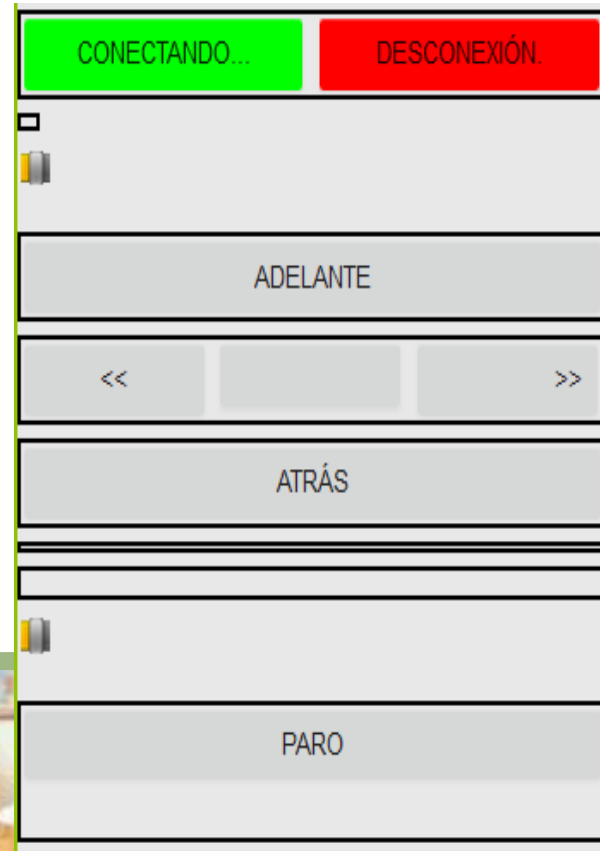


Telecontrol del robot móvil EV3MEG mediante la creación de una aplicación en APP Inventor 2

Diseño del Entorno de Pantalla.

Usar una plantilla para el Diseño de los botones de control del robot donde se colocará una disposición vertical para añadir dentro de la misma diferentes componentes que ayudarán al control general del robot.

VerticalArrangement1





ESPE

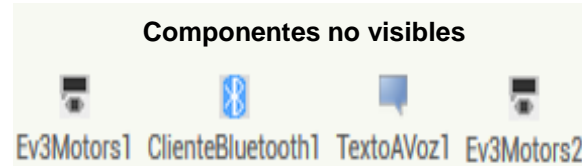
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Telecontrol del Robot Lego Mindstorms EV3

Telecontrol del robot móvil EV3MEG mediante la creación de una aplicación en APP Inventor 2

Diseño del Entorno de Pantalla.

Existe además componentes no visibles que no se pueden apreciar en el entorno de pantalla pero que son de vital importancia para realizar la conectividad por medio de comunicación Bluetooth de la aplicación.



Ev3Motors. Es un bloque que proporciona dos interfaces de alto y de bajo nivel para robots LEGO MINDSTORMS. Para el uso de los motores del Kit hay que especificar cada uno, hay excepción cuando se tiene que incluir a todos en uno solo.

Cliente Bluetooth. Este componente sirve para establecer comunicación y la conexión con los robots tanto EV3 como NXT.

Texto A Voz. Es un elemento que nos ayudará a proporcionar voz al texto que se ponga en este caso para indicar si el robot va para arriba, abajo derecha e izquierda.





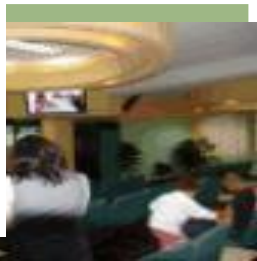
Telecontrol del robot móvil EV3MEG mediante la creación de una aplicación en APP Inventor 2

Programación en bloques.

La programación en bloques se realiza de una forma didáctica, esta permite una mejor comprensión de los elementos propios utilizados en el visor de pantalla que es una programación en forma de Scratch. A continuación se detallara los pasos realizados para la programación en bloques:

A. Inicializar

```
inicializar global POTENCIA como 50
cuando SelectorDeLista1 .AntesDeSelección
ejecutar poner SelectorDeLista1 . Elementos como ClienteBluetooth1 . DireccionesYNombres
cuando SelectorDeLista1 .DespuésDeSelección
ejecutar si llamar ClienteBluetooth1 .Conectar dirección SelectorDeLista1 . Selección
entonces poner SelectorDeLista1 . Elementos como ClienteBluetooth1 . DireccionesYNombres
si ClienteBluetooth1 . Conectado
entonces llamar TextoAVoz1 .Hablar mensaje " CONECTADO "
sino llamar TextoAVoz1 .Hablar mensaje " DESCONECTADO "
cuando DESCONECTAR .Clic
ejecutar llamar ClienteBluetooth1 .Desconectar
llamar TextoAVoz1 .Hablar mensaje " DESCONECTANDO "
```





Telecontrol del robot móvil EV3MEG mediante la creación de una aplicación en APP Inventor 2

Programación en bloques.

B. Botones de Control (Avance y Retroceso)

```
cuando ADELANTE .Clic
ejecutar
  llamar Ev3Motors1 .RotateIndefinitely
  potencia tomar global POTENCIA
  llamar TextoAVoz1 .Hablar
  mensaje "Adelante"

cuando ATRAS .Clic
ejecutar
  llamar Ev3Motors1 .RotateIndefinitely
  potencia -50
  llamar TextoAVoz1 .Hablar
  mensaje "Atrás"
```

C. Gire a la Izquierda / Derecha y Paro

```
cuando IZQUIERDA .Clic
ejecutar
  llamar Ev3Motors1 .RotateSyncIndefinitely
  potencia tomar global POTENCIA
  ratioDeGiro 90
  llamar TextoAVoz1 .Hablar
  mensaje "Izquierda"

cuando DERECHA .Clic
ejecutar
  llamar procedure
  como procedure
  ejecutar
    llamar Ev3Motors1 .RotateSyncIndefinitely
    potencia tomar global POTENCIA
    ratioDeGiro -90
  llamar TextoAVoz1 .Hablar
  mensaje "Derecha"

cuando PARO .Clic
ejecutar
  llamar Ev3Motors1 .Detener
  useBrake cierto
  llamar TextoAVoz1 .Hablar
  mensaje "Paro"
```





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Telecontrol del Robot Lego Mindstorms EV3

Telecontrol del robot móvil EV3MEG mediante la creación de una aplicación en APP Inventor 2

Programación en bloques.

D. Control deslizante para controlar la velocidad del motor.

```
cuando Deslizador1 .PosiciónCambiada
  posiciónDelPulgar
  ejecutar
    poner global POTENCIA a tomar posiciónDelPulgar
    poner Etiqueta1 .Texto como tomar posiciónDelPulgar
    llamar Ev3Motors1 .RotateIndefinitely
      potencia tomar global POTENCIA
```

E. Control deslizante para controlar la velocidad del motor mediano.

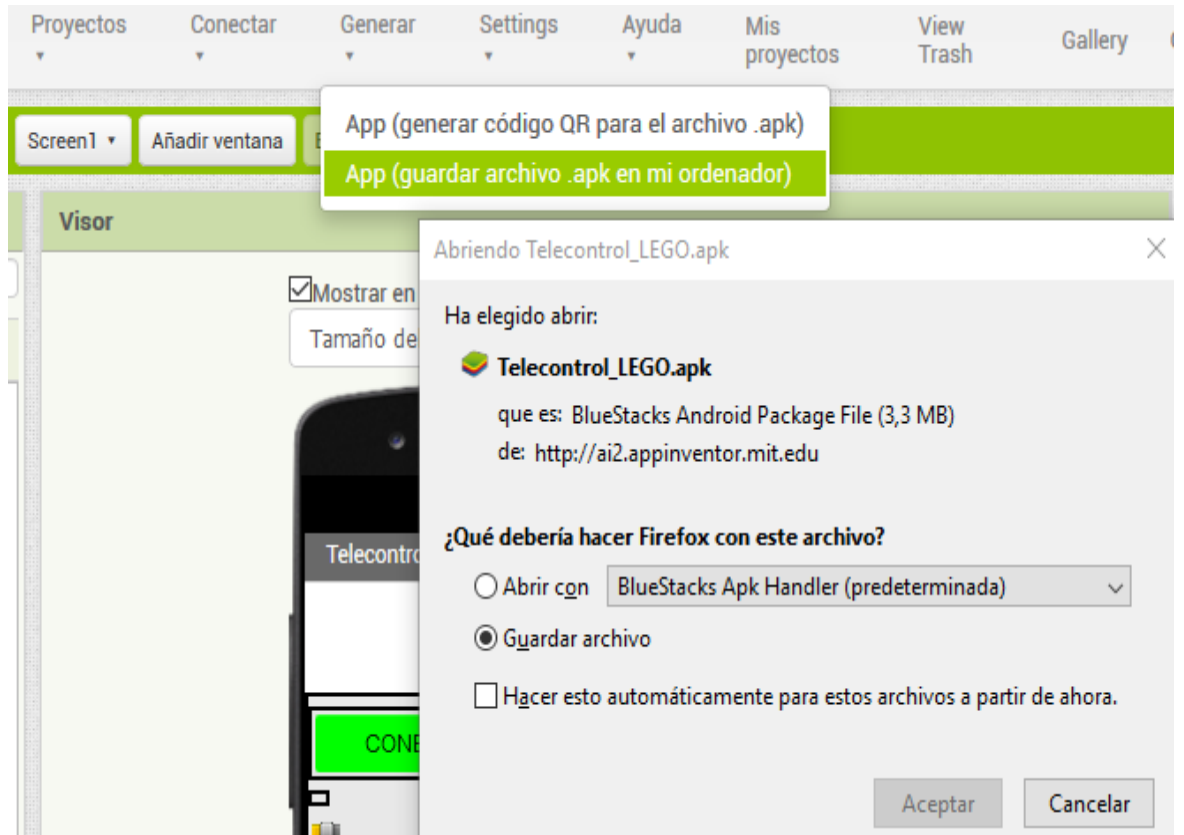
```
cuando Deslizador2 .PosiciónCambiada
  posiciónDelPulgar
  ejecutar
    poner posiciónDelPulgar a entero aleatorio entre -180 y 16
    poner Etiqueta5 .Texto como tomar posiciónDelPulgar
    poner Etiqueta6 .Texto como "Motor mediano"
    llamar Ev3Motors2 .RotateIndefinitely
      potencia tomar posiciónDelPulgar
```





Telecontrol del robot móvil EV3MEG mediante la creación de una aplicación en APP Inventor 2

Generamos el APK en el ordenador desde el MIT APP Inventor (http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5121542631063552) para después descargarlo al teléfono android de su preferencia además cabe recalcar que se puede generar un código QR procedente del entorno de desarrollo de software, en su mayoría es más fácil utilizar el APK generado que el código QR.





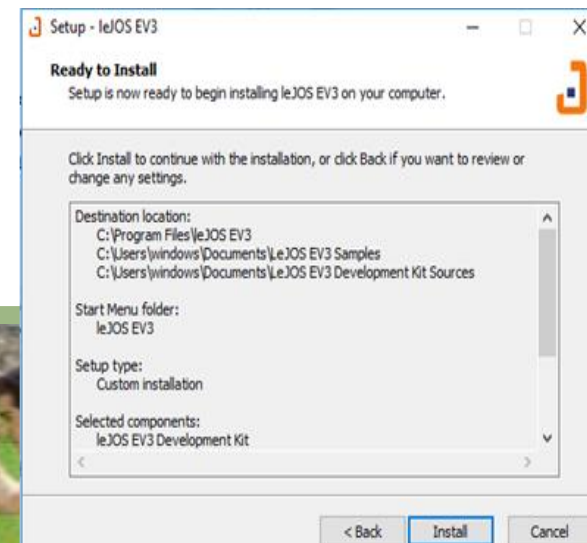
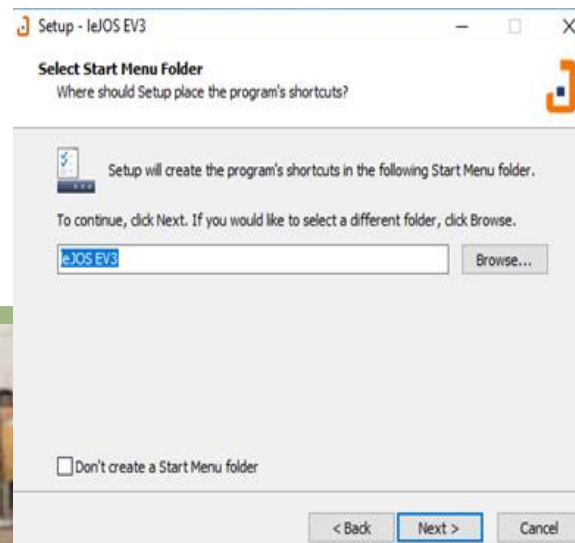
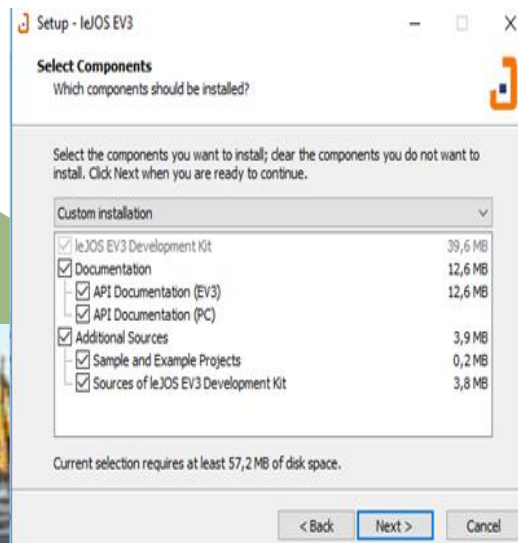
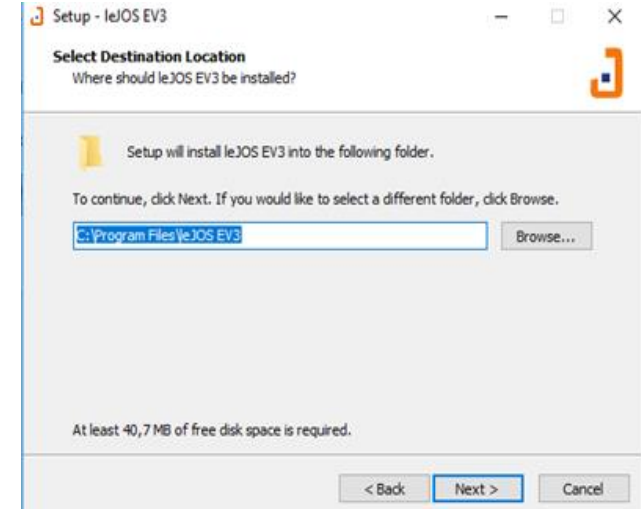
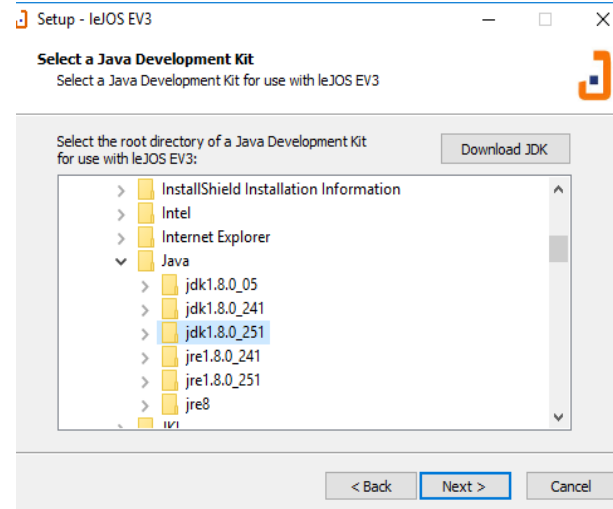
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Telecontrol del Robot Lego Mindstorms EV3

Telecontrol WIFI del robot móvil EV3MEG mediante leJOS JAVA for LEGO MINDSTORMS instalado en la PC.

Instalación de leJOS en Windows





Telecontrol WIFI del robot móvil EV3MEG mediante leJOS JAVA for LEGO MINDSTORMS instalado en la PC.

Creación del programa de Telecontrol Wifi del robot móvil EV3MEG.

1. Crear Nuevo Proyecto.

The screenshot shows the Eclipse IDE interface. The 'File' menu is open, and the 'New' option is selected. The 'New' submenu is visible, showing 'Java Project' and 'LeJOS EV3 Project' (highlighted). The 'New LeJOS EV3 Project' dialog box is open, showing the project name field, location, JRE selection (JavaSE-13), and project layout options.

2. Creación de 2 New Java Class en Eclipse.

The screenshot shows the Eclipse IDE interface with the 'New Java Class' dialog box open. The 'Package Explorer' shows the 'controlwifi' project structure. The 'New Java Class' dialog box is open, showing the class name 'RobotWiFiServidor' and 'RobotWiFiCliente', the source folder 'controlwifi/src', and the package 'controlwifi'. The 'Which method stubs would you like to create?' section is checked for 'public static void main(String[] args)' and 'Inherited abstract methods'.



Telecontrol WIFI del robot móvil EV3MEG mediante leJOS JAVA for LEGO MINDSTORMS instalado en la PC.

Programación de la Clase Nueva llamada Wifi Servidor.

```
eclipse-workspace - controlwifi/src/RobotWiFiServidor.java - Eclipse IDE
File Edit Source Refactor Navigate Search Project leJOS EV3 Run Window Help
Package Explorer
controlwifi
├── LeJOS EV3 EV3 Runtime
├── JRE System Library [JavaSE-1.7]
├── src
│   ├── RobotWiFiCliente.jar
│   └── RobotWiFiServidor.jar
RobotWiFiCliente.java RobotWiFiServidor.java
1
2 import java.io.DataInputStream;
3 import java.io.IOException;
4 import java.net.ServerSocket;
5 import java.net.Socket;
6 import lejos.hardware.*;
7
8 import lejos.hardware.motor.EV3LargeRegulatedMotor;
9 import lejos.hardware.port.MotorPort;
10
11 public class RobotWiFiServidor extends Thread {
12     private static EV3LargeRegulatedMotor motorB = new EV3LargeRegulatedMotor(MotorPort.B);
13     private static EV3LargeRegulatedMotor motorC = new EV3LargeRegulatedMotor(MotorPort.C);
14
15
16     public static final int PUERTO = 2259;
17     private static boolean bandera = true;
18     private static ServerSocket servidor;
19     private Socket cliente;
20
21 public RobotWiFiServidor(Socket cliente) {
22     this.cliente = cliente;
23     Button.ESCAPE.addListener(new EscapeListener());
24 }
```




Telecontrol WIFI del robot móvil EV3MEG mediante leJOS JAVA for LEGO MINDSTORMS instalado en la PC.

Programación de la Clase Nueva llamada Wifi Servidor.

```
RobotWIFICliente.java RobotWIFIServidor.java x
27 public static void main(String[] args) throws IOException {
28     servidor = new ServerSocket(PUERTO);
29     while(bandera) {
30         System.out.println("Escuchando..");
31         new RobotWIFIServidor(servidor.accept()).start();
32     }
33 }
34
35
36 public void run() {
37     System.out.println("Cliente conectado");
38     try {
39         DataInputStream entradaDatos = new DataInputStream(cliente.getInputStream());
40         while(cliente != null) {
41             int comando = entradaDatos.readInt();
42             System.out.println("Tecla presionada:" + comando);
43             if(comando == RobotWIFICliente.CERRAR) {
44                 cliente.close();
45                 cliente = null;
46             } else {
47                 controlador(comando);
48             }
49         }
50         catch (IOException e) {
51             e.printStackTrace();
52         }
53 }
```

```
RobotWIFICliente.java RobotWIFIServidor.java x
55 public void controlador(int comando) {
56     switch(comando) {
57         case RobotWIFICliente.ATRAS:
58             motorB.rotate(360, true);
59             motorC.rotate(360);
60             break;
61         case RobotWIFICliente.ADELANTE:
62             motorB.rotate(-360, true);
63             motorC.rotate(-360);
64             break;
65         case RobotWIFICliente.DERECHA:
66             motorC.rotate(315);
67             break;
68         case RobotWIFICliente.IZQUIERDA:
69             motorB.rotate(315);
70             break;
71     }
72 }
73
74
75 private class EscapeListener implements KeyListener {
76     public void keyPressed(Key k) {
77         bandera = false;
78         System.exit(0);
79     }
80     public void keyReleased(Key k) {}
81 }
```



Telecontrol WIFI del robot móvil EV3MEG mediante leJOS JAVA for LEGO MINDSTORMS instalado en la PC.

Programación de la Clase Nueva llamada Wifi Cliente.

eclipse-workspace - controlwifi/src/RobotWIFICliente.java - Eclipse IDE
File Edit Source Refactor Navigate Search Project leJOS EV3 Run Window Help

```
2 import java.io.DataOutputStream;
3 import java.io.IOException;
4 import java.net.Socket;
5 import java.awt.*;
6 import java.awt.event.*;
7 import javax.swing.*;
8
9 public class RobotWIFICliente extends JFrame implements ActionListener, KeyListener{
10     /**
11     *
12     */
13     private static final long serialVersionUID = 2L;
14     public static final int PUERTO = RobotWIFIServidor.PUERTO;
15     public static final int CERRAR = 0;
16     public static final int ADELANTE = 38, // ^ = Adelante
17         IZQUIERDA = 37, // < = Izquierda
18         ATRAS = 40, // v = Atrás
19         DERECHA = 39; // > = Derecha
20
21     private Socket socket;
22     private DataOutputStream salidaDatos;
23     boolean conectado=false;
24     JLabel lblinstrucciones=new JLabel("^,v Avanzar y Retroceder | <, > Izquierda y Derecha");
25     JTextField txtIPAddress =new JTextField();
26     JButton btnconectar=new JButton("Conectar");
27     JButton btnsalir=new JButton("Salir");
28     JLabel lblestado=new JLabel("Estado: Espera.");
```



Telecontrol WIFI del robot móvil EV3MEG mediante leJOS JAVA for LEGO MINDSTORMS instalado en la PC.

Programación de la Clase Nueva llamada Wifi Cliente.

```
*RobotWIFICliente.java RobotWIFIServidor.java
30 public RobotWIFICliente(String ip) {
31     this.setBounds(0,0,400,200);
32     this.setResizable(false);
33     btnconectar.setFont(new java.awt.Font("Arial", 0, 15));
34     lblinstrucciones.setBounds(20,60,400,20);
35     lblestado.setBounds(20,80,200,20);
36     txtIPAddress.setBounds(180,20,200,20);
37     btnsalir.setBounds(150,130,100,20);
38     btnconectar.setBounds(20,20,140,20); //X,Y,Largo,Ancho
39     txtIPAddress.setText(ip);
40     btnsalir.setForeground(Color.red);
41     setLayout(null);
42     this.add(lblinstrucciones);
43     this.add(txtIPAddress);
44     this.add(btnconectar);
45     this.add(btnsalir);
46     this.add(lblestado);
47     this.setVisible(true);
48     btnconectar.addActionListener(this);
49     btnsalir.addActionListener(this);
50 }
51
52 public static void main(String args[]) {
53     String ip = "192.168.100.42";
54     if(args.length > 0) ip = args[0];
55     new RobotWIFICliente(ip);
56 }
```

```
*RobotWIFICliente.java RobotWIFIServidor.java
59 public void conectar(){
60     try {
61         conectado=true;
62         btnconectar.setText("Desconectar");
63         socket = new Socket(txtIPAddress.getText(), PUERTO);
64         salidaDatos = new DataOutputStream(socket.getOutputStream());
65         lblestado.setText("Estado: Conexión exitosa.");
66         btnconectar.setText("Desconectar");
67         btnconectar.addKeyListener(this);
68     } catch (Exception exc) {
69         lblestado.setText("Estado: Conexión fallida.");
70         System.out.println("Error: " + exc);
71     }
72 }
73
74
75 private void enviarComando(int comando){
76     lblestado.setText("Estado: Enviando comando.");
77     try {
78         salidaDatos.writeInt(comando);
79     } catch (IOException io) {
80         lblestado.setText("Estado: Fallo al enviar el comando.");
81     }
82     lblestado.setText("Estado: Comando enviado exitosamente.");
83 }
```




Telecontrol WIFI del robot móvil EV3MEG mediante leJOS JAVA for LEGO MINDSTORMS instalado en la PC.

Programación de la Clase Nueva llamada Wifi Cliente.

```
*RobotWIFICliente.java RobotWIFIServidor.java
84 public void desconectar(){
85     try{
86         enviarComando(CERRAR);
87         socket.close();
88         btnconectar.setText("Conectar");
89         lblestado.setText("Estado: Desconexión exitosa.");
90         conectado=false;
91         btnconectar.setText("Conectar");
92         btnconectar.removeKeyListener(this);
93     } catch (Exception exc){
94         lblestado.setText("Estado: Fallo en la desconexión.");
95         System.out.println("Error: " + exc);
96     }
97 }
98
99 public void actionPerformed(ActionEvent evt){
100     Object presionado=evt.getSource();
101     if(presionado==btnsalir){
102         System.exit(0);
103     }
104     if(presionado==btnconectar){
105         if(conectado==false){
106             conectar();
107         }
108         else if(conectado=true){
109             desconectar();
110     } }
```

```
112 public void keyPressed(KeyEvent e) {
113     enviarComando(e.getKeyCode());
114 }
115 public void keyReleased(KeyEvent e) {}
116 public void keyTyped(KeyEvent arg0) {}
117
118 }
```

Problems @ Javadoc Declaration Console Properties Error Log

0 errors, 2 warnings, 0 others

Description	Resource	Path	Location	Type
> Warnings (2 items)				





Telecontrol WIFI del robot móvil EV3MEG mediante leJOS JAVA for LEGO MINDSTORMS instalado en la PC.

Ejecución de los Programas.

Ejecución del programa "Servidor".

eclipse-workspace - controlwifi/src/RobotWiFiServidor.java - Eclipse IDE

File Edit Source Refactor Navigate Search Project leJOS EV3 Run Window Help

Package Explorer

- 1 RobotWiFiCliente (1)
- 2 RobotWiFiCliente
- 3 RobotWiFiServidor
- 4 RobotWiFiCliente
- 5 RobotWiFiServidor
- 6 RobotWiFiServidor (1)

Run As

- 1 Java Application Alt+Shift+X, J
- 2 LeJOS EV3 Program

Clic en la flecha

```
import java.io.DataInputStream;  
import java.io.IOException;  
import java.net.ServerSocket;  
import java.net.Socket;  
import lejos.hardware.*
```

Ejecución del programa "Cliente".

eclipse-workspace - controlwifi/src/RobotWiFiCliente.java - Eclipse IDE

File Edit Source Refactor Navigate Search Project leJOS EV3 Run Window Help

Package Explorer

- 1 RobotWiFiCliente (1)
- 2 RobotWiFiCliente
- 3 RobotWiFiServidor
- 4 RobotWiFiCliente
- 5 RobotWiFiServidor
- 6 RobotWiFiServidor (1)

Run As

- 1 Java Application Alt+Shift+X, J
- 2 LeJOS EV3 Program

Clic en la flecha

```
import java.io.DataOutput  
import java.io.IOException  
import java.net.Socket;  
import java.awt.*;  
import java.awt.event.*
```

Conectar 192.168.100.42

Estado: Espera.

Salir



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONCLUSIONES

- Se logró implementar el sistema de telecontrol mediante dispositivos android y computadores tras haber recopilado información de libros, trabajos de titulación, sitios web entre otros del funcionamiento y las aplicaciones que se pueden realizar en el robot LEGO MINDSTORMS EV3.
- Utilicé el Software LEGO MINDSTORMS EV3 Home Edition que tiene un lenguaje de programación basado en LabVIEW además de un sistema de adquisición de datos que permitió realizar la programación intuitiva del robot usando la interfaz de programación del software para programar y ajustar los sensores (táctil ,infrarrojo, de color o luminosidad) además de los motores del robot.
- Se desarrolló una aplicación usando el entorno de desarrollo de software de App Inventor que permite mover los motores del robot hacia adelante, atrás, izquierda y derecha.
- Se ejecutaron diferentes tipos de pruebas de telecontrol usando el entorno de desarrollo de software de App Inventor hasta crear una aplicación que permitió manipular y controlar los motores del robot.
- Se realizó una interfaz de programación de aplicación (API) mediante el software leJOS EV3 mediante el acceso al control Wifi del robot tanto para la lectura y manipulación de sus motores.
- Se desarrollaron pruebas de conexión inalámbrica que permitieron comprobar el acceso remoto Wifi del robot para el control de movimiento de sus motores.





RECOMENDACIONES

- Instalar el software propio de LEGO en computadoras y dispositivos android ya que al momento de la instalación existen dos versiones de software (Home-Education), el más factible es el Education porque posee de muchas más herramientas que ayudan al desarrollo de programas más complejos.
- Con la ayuda del brick USB del bloque EV3 es posible aumentar los recursos de procesamiento con un mejor MICRO, se recomendaría que este tenga mayor cantidad de memoria, la cual ayudará mucho para aumentar la cantidad de órdenes de trabajo que deba realizar el robot sin ninguna dificultad en actividades complejas.
- Las pruebas que se realizaron estuvieron fructíferas puesto que se obtuvo el kit del robot en su versión doméstica #31313, y los estudiantes pueden realizar programas y controles más complejos ya sea bien por vía inalámbrica o alámbrica..
- En vista de que se utilizan motores y sensores que demandan gran cantidad de corriente se recomienda realizar las pruebas con las baterías recargadas al 100%.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Gracias



Por su Gentil Atención

