



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO**

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN PARA ESQUIVAR  
OBSTÁCULOS CON EL SENSOR DE DISTANCIA DMS 80 EN EL ROBOT BIOLOID GP

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**

Ingeniero Electrónico

**AUTORES:**

MIGUEL GUSTAVO CARDONA OVALLE

CRISTHIAN XAVIER MATA YÉPEZ

**TUTORA:**

ING. MÓNICA MARÍA MIRANDA RAMOS, MSC

Guayaquil – Ecuador

2022

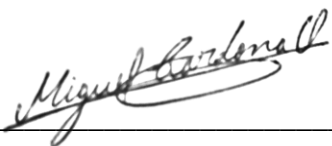
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, **Miguel Gustavo Cardona Ovalle** con documento de identificación N° **1207140755** y **Cristhian Xavier Mata Yépez** con documento de identificación N° **0929632610**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 19 de octubre del año 2022

Atentamente,



Miguel Gustavo Cardona Ovalle

1207140755



Cristhian Xavier Mata Yépez

0929632610

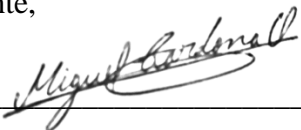
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Miguel Gustavo Cardona Ovalle** con documento de identificación N° **1207140755** y **Cristhian Xavier Mata Yépez** con documento de identificación N° **0929632610**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Proyecto Técnico: “IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN PARA ESQUIVAR OBSTÁCULOS CON EL SENSOR DE DISTANCIA DMS 80 EN EL ROBOT BIOLOID GP”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero Electrónico**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 19 de octubre del año 2022

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
Miguel Gustavo Cardona Ovalle  
1207140755

  
\_\_\_\_\_  
Cristhian Xavier Mata Yépez  
0929632610

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Mónica María Miranda Ramos, Msc**, con documento de identificación N° **0917271785**, docente de la **Universidad Politécnica Salesiana**, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN PARA ESQUIVAR OBSTÁCULOS CON EL SENSOR DE DISTANCIA DMS 80 EN EL ROBOT BIOLOID GP”**, realizado por **Miguel Gustavo Cardona Ovalle** con documento de identificación N° **1207140755** y por **Cristhian Xavier Mata Yépez** con documento de identificación N° **0929632610**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Proyecto Técnico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 19 de octubre del año 2022

Atentamente,



Ing. Mónica María Miranda Ramos, Msc

0917271785

## **DEDICATORIA**

Mi tesis la dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, además de regalarme una familia maravillosa.

A mis padres Miguel y Lorena por su apoyo constante, por llenar mi vida con sus valiosos consejos y estar conmigo en todo momento, hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro, como una meta más conquistada. Orgulloso que estén a mi lado en este momento tan importante.

A mi hermano Piero por estar siempre presente, por ser un gran amigo para mí, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia porque con sus consejos, oraciones y palabras me hicieron una mejor persona y de una forma u otra me acompañaron en todas mis metas y sueños.

**Miguel Gustavo Cardona Ovalle**

Dedico esta tesis principalmente a Dios por permitirme terminar mis estudios con éxito, a mis padres Xavier Mata y Jessica Yépez por darme su apoyo absoluto a lo largo de mis estudios y por estar pendiente en cada paso que doy, a mi pareja Andrea Fuerte y mi hija Danna Mata por ser esa motivación para salir adelante y seguir logrando mis metas.

Gracias a todos por siempre estar presente.

**Cristhian Xavier Mata Yépez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar este trabajo quiero agradecer a Dios por todas sus bendiciones, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida.

A mis Padres por ser mi pilar fundamental quienes con su amor, esfuerzo y dedicación en todos estos años me ayudaron a culminar mi carrera universitaria. Gracias por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A los docentes les debo mis conocimientos donde quiera que vaya. Gracias por su paciencia y dedicación, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable. A la Universidad Politécnica Salesiana, por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años

Finalmente quiero expresar mi más grande agradecimiento a la Ing. Mónica Miranda asesora de tesis quien estuvo guiándome académicamente con su experiencia y profesionalismo.

**Miguel Gustavo Cardona Ovalle**

Agradezco a mi pareja por estar conmigo en todo el proceso de mis estudios, a mi hija por ser ese motor que me inspira a seguir adelante, a mis padres y hermanos por siempre darme ánimo y una palabra de apoyo, agradezco a mis profesores por siempre impartirme el conocimiento que tienen y por ayudar a despejar mis dudas.

Y quiero agradecer especialmente a mi tutora de tesis Ing. Mónica Miranda por haberme guiado y por estar pendiente en todo momento en este proyecto, gracias por brindarnos su sabiduría, conocimiento y sobre todo por su paciencia.

**Cristhian Xavier Mata Yépez**

## RESUMEN

**Tema:** IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN PARA ESQUIVAR OBSTÁCULOS CON EL SENSOR DE DISTANCIA DMS 80 EN EL ROBOT BIOLOID GP

En el presente proyecto se propone implementar un algoritmo de programación para esquivar obstáculos utilizando el sensor de distancia DMS 80 en el robot bioloid GP, el cual nos permitirá detectar paredes y objetos dentro de un cierto rango; este robot permitirá que los estudiantes de la Universidad Técnica Salesiana puedan realizar prácticas y actividades lúdicas con el fin de ser utilizados únicamente para actividades educativas.

Para el desarrollo de la codificación utilizaremos el software R Task+; por otra parte proponemos realizar un manual didáctico para que los estudiantes puedan manejar el robot bioloid GP de una forma más rápida y eficaz.

**Palabras claves:** DMS 80; R Task+; Bioloid GP; Codificación.

## ABSTRACT

**Topic:** IMPLEMENTATION OF A PROGRAMMING ALGORITHM TO AVOID OBSTACLES WITH THE DMS 80 DISTANCE SENSOR IN THE BIOLOID GP ROBOT

In this project, it is proposed to implement a programming algorithm to avoid obstacles using the DMS 80 distance sensor in the bioloid GP robot, which will allow us to detect walls and objects within a certain range; This robot will allow the students of the Salesian Technical University to carry out practices and recreational activities in order to be used solely for educational activities.

For the development of the coding we will use the R Task+ software; On the other hand, we propose to make a didactic manual so that students can handle the bioloid GP robot in a faster and more efficient way.

**Keywords:** DMS 80; RTask+; Bioloid GP; Coding

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
---	----



CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	iii
<b>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>iv</b>
DEDICATORIA.....	v
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
Índice Figuras .....	xiv
Índice de tabla .....	xxi
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>23</b>
1 EL PROBLEMA.....	23
1.1 Descripción del Problema.....	23
1.2 Antecedentes.....	23
1.3 Importancia y Alcances .....	24
1.4 Delimitación .....	24
1.4.1 Delimitación temporal.....	24
1.4.2 Delimitación espacial .....	25
1.4.3 Delimitación académica .....	25

1.5	Objetivos.....	25
1.5.1	Objetivo General .....	25
1.5.2	Objetivos Específicos .....	25
CAPÍTULO II .....		26
2	MARCO TEÓRICO.....	26
2.1	Historia de la robótica.....	26
2.2	Robot humanoide.....	29
2.2.1	Robot Humanoide NAO.....	30
2.2.2	Robot Humanoide Bioloid GP .....	31
2.2.3	Robot Humanoide New Asimo .....	32
2.2.4	Robot Humanoide HRP-4C.....	32
2.2.5	Robot Humanoide Partner Robot .....	33
2.3	Estructura y componentes del Bioloid GP.....	33
2.3.1	Servomotores.....	34
2.3.2	Características del robot Humanoide BIOLOID GP.....	37
2.4	Tipos de Sensores .....	37
2.4.1	Sensor DMS-80.....	37
2.4.2	Sensor Gyro GS-12 .....	38
2.4.3	Sensor de Color CS-10.....	39
2.5	Controlador CM-530 .....	40

2.6	Receptor BT-410 .....	40
2.7	Baterías Lipo.....	41
2.8	Control RC-100B.....	42
2.9	Software RoboPlus .....	43
2.9.1	Lenguaje de Programación.....	44
2.10	AutoCAD .....	46
CAPÍTULO III .....		48
3	MARCO METODOLÓGICO.....	48
3.1	Explicación del Bioloid GP .....	49
3.2	Instalación del Software RoboPlus.....	49
3.3	Ensamblado del robot .....	50
3.4	Software RoboPlus .....	61
3.5	Elaboración de Movimientos.....	65
3.6	Diseño de soporte para la Batería .....	66
CAPÍTULO IV .....		66
4	RESULTADOS.....	66
4.1	Práctica I.....	75
4.1.1	Tema.....	75
4.1.2	Objetivos .....	75
4.1.3	Recursos .....	75

4.1.4	Procedimiento.....	76
4.1.5	Resultados obtenidos.....	91
4.2	Práctica II.....	92
4.2.1	Tema.....	92
4.2.2	Objetivos .....	92
4.2.3	Recursos .....	92
4.2.4	Procedimiento.....	92
4.2.5	Resultados obtenidos.....	97
4.3	Práctica III .....	97
4.3.1	Tema.....	97
4.3.2	Objetivos .....	98
4.3.3	Recursos .....	98
4.3.4	Procedimiento.....	98
4.3.5	Resultados obtenidos.....	109
4.4	Práctica IV .....	110
4.4.1	Tema.....	110
4.4.2	Objetivos .....	110
4.4.3	Recursos .....	110
4.4.4	Procedimiento.....	110
4.4.5	Resultados obtenidos.....	117

4.5	Práctica V .....	117
4.5.1	Tema.....	117
4.5.2	Objetivos .....	118
4.5.3	Recursos .....	118
4.5.4	Procedimiento.....	118
4.5.5	Resultados obtenidos.....	125
4.6	Práctica VI.....	126
4.6.1	Tema.....	126
4.6.2	Objetivos .....	126
4.6.3	Recursos .....	126
4.6.4	Procedimiento.....	126
4.6.5	Resultados obtenidos.....	133
	CONCLUSIONES .....	134
	RECOMENDACIONES .....	135
	Bibliografía.....	136
	Anexos.....	141
	ANEXO1: Costo de Equipos y Materiales.....	141
	ANEXO2: Elaboración y ajuste de los movimientos del robot .....	142
	ANEXO3: Creación del movimiento de agarrar un objeto .....	143
	ANEXO4: Ajuste del movimiento del paso lateral.....	143

ANEXO5: Lista de variables de movimientos .....	144
ANEXO6: Prueba realizada de agarrar un objeto .....	144
ANEXO7: Ejecución del saludo con el Robot Bioloid GP .....	145
ANEXO8: MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....	145
PRÁCTICA # 1 .....	145
PRÁCTICA # 2 .....	10
PRÁCTICA # 3 .....	19
PRÁCTICA # 4 .....	29
PRÁCTICA # 5 .....	40
PRÁCTICA # 6 .....	50

## Índice Figuras

Figura 1. Caballero Mecánico de Leonardo Da Vinci .....	26
Figura 2. Juguete Yumi-hiki doli. ....	27
Figura 3. Robot Gakutensoku.....	27
Figura 4. Robots con el nombre de la "Familia" .....	28
Figura 5. Robot autónomo "UNIMATE" .....	28
Figura 6. Robot Humanoide "Wabot" .....	29
Figura 7. Robot Bioloid GP y sus componentes. ....	34
Figura 8. Servomotor Dynamixel.....	35
Figura 9. Servomotor Dynamixel Ax-18.....	36

Figura 10. Sensor DMS-80.....	38
Figura 11. Sensor Gyros GS-12. ....	38
Figura 12. Sensor de color CS-10. ....	39
Figura 13. Controlador CM-530.....	40
Figura 14. Receptor BT-410.....	41
Figura 15. Baterías Lipo de 1000 y 1500mAh. ....	42
Figura 16: Control RC-100B.....	43
Figura 17. Software RoboPlus. ....	43
Figura 18 Panel de instrucciones - Roboplus Task .....	45
Figura 19. Lenguaje de programación del robot .....	46
Figura 20. AutoCAD imagen principal .....	47
Figura 21. Diagrama de Bloques de la Implementación .....	48
Figura 22. Kit robot Bioloid GP.....	49
Figura 23. Descarga del software Robotis .....	50
Figura 24. Acoplar los tornillos con los marcos metálicos. ....	51
Figura 25. Tuercas ID1 e ID2 del AX-12+. ....	51
Figura 26: Ensamblaje de los servomotores en la estructura metálica.....	52
Figura 27. Conexión del marco metálico al eje del servomotor.....	52
Figura 28. Conexión de los servomotores a los brazos .....	53
Figura 29. La unión ID3 a ID5 e ID4 a ID6 .....	53
Figura 30. Estructura metálica para las manos.....	54
Figura 31. Armado del brazo hacia el pecho.....	54
Figura 32. Instalación del giroscopio .....	55

Figura 33. Ajuste del tornillo FR04-E180.....	55
Figura 34. Esquema para fijar los servos correspondientes a la base .....	56
Figura 35. Técnica para el montaje de los tobillos.....	56
Figura 36. Ensamblaje del tobillo y el armazón.....	57
Figura 37. Empalme de los servos y cable-14.....	57
Figura 38. Acoplando las Bateria y controlador CM-530.....	58
Figura 39. Conexión de los servomotores .....	59
Figura 40. Distribución del cableado para el robot .....	60
Figura 41. Acople de las piezas para la cabeza .....	60
Figura 42. Conexión de la batería .....	61
Figura 43. Pantalla principal del Software RoboPlus .....	62
Figura 44. Selección del controlador CM-530 .....	62
Figura 45. Código por defecto del robot .....	63
Figura 46. Diagrama de Flujo código por defecto .....	63
Figura 47. Pantalla de RoboPlus Motion .....	64
Figura 48. Configuración del controlador .....	64
Figura 49. Movimientos del Robot Bioloid GP .....	65
Figura 50. Elaboración y ajustes de los movimientos del Robot .....	65
Figura 51. Diseño de pieza para impresión 3D .....	66
Figura 52. Ensamblaje de las piernas del Robot .....	67
Figura 53. Ensamblaje de los brazos del Robot Bioloid GP .....	67
Figura 54 Ensamblaje del torso y brazo del Robot Bioloid GP .....	68
Figura 55. Ajuste del controlador CM-530 .....	69



Figura 56. Armado Terminado del Robot Humanoide .....	70
Figura 57. Curvas de valores de salida del Sensor obtenida del manual .....	71
Figura 58. Prueba del sensor DMS-80 a 20cm de distancia.....	71
Figura 59. Valor de Salida del sensor DMS-80 a 20cm de distancia.....	72
Figura 60. Curva de Salida del Sensor con los datos obtenidos en las pruebas .....	73
Figura 61. Elaboración del algoritmo para esquivar obstáculos .....	74
Figura 62 Ajuste y Creación de movimientos para esquivar obstáculos.....	74
Figura 63. Resultado final de la implementación del algoritmo para esquivar obstáculos con el sensor DMS-80.....	75
Figura 64. Manual de Robotis .....	76
Figura 65. Submenú EDUCATIONAL KITS.....	77
Figura 66. Manual Robot Bioloid GP .....	77
Figura 67. Manual Bioloid GP-Capítulo 4: Download .....	77
Figura 68. Descargar Humanoid Task Code .....	78
Figura 69. Descargar Humanoid Basic Motion File .....	78
Figura 70. Programación y Movimientos Descargados .....	78
Figura 71. Ventana Principal Software RoboPlus.....	79
Figura 72. Ventana Principal RoboPlus Motion .....	79
Figura 73. Controlador en Modo PLAY .....	80
Figura 74. Conexión Controlador CM-530 – Computador .....	80
Figura 75. Selección del Puerto de Comunicación RoboPlus Motion .....	80
Figura 76. Conectar RoboPlus Motion con el Controlador.....	81
Figura 77. Controlador en Modo PROGRAM .....	81

Figura 78. Movimientos en RoboPlus Motion .....	81
Figura 79. Abrir archivo de movimientos .....	82
Figura 80. Movimientos por defecto del Robot .....	82
Figura 81. Ventana de Confirmación de Carga.....	83
Figura 82. Envío de datos al Controlador .....	83
Figura 83. Carga de Datos Finalizada .....	84
Figura 84. Desconectar RoboPlus Motion del Controlador .....	84
Figura 85. Ventana de Confirmación de desconexión .....	84
Figura 86. Ventana Principal RoboPlus Task .....	85
Figura 87. Opción abrir archivos en Roboplus Task.....	85
Figura 88. Abrir algoritmo de Programación .....	86
Figura 89. Código inicial del Robot Bioloid GP .....	86
Figura 90. Botón de Selección del controlador .....	86
Figura 91. Opciones de Controladores .....	87
Figura 92. Selección del Controlador CM-530 .....	87
Figura 93. Selección del Puerto de Comunicación RoboPlus Task .....	87
Figura 94. Descarga del código al Controlador CM-530 .....	87
Figura 95. Ventana de descarga al controlador .....	88
Figura 96. Estado del Controlador durante la carga del código .....	88
Figura 97. Botón Start del controlador .....	89
Figura 98. Posición inicial del Robot .....	89
Figura 99. Prueba Realizada en modo Estándar.....	91
Figura 100. Encendido del Control Remoto RC-100B .....	93

Figura 101. Prueba realizada en modo Soccer .....	97
Figura 102. Diagrama de Flujos Caminata con evasión de forma lateral .....	99
Figura 103. Proceso de elaboración y ajuste de movimientos .....	100
Figura 104. Modelo 3D del robot en RoboPlus Motion.....	100
Figura 105. Variables de la práctica III.....	101
Figura 106. Creación del modo 4 del Robot .....	101
Figura 107. Función U - Caminata Frontal .....	102
Figura 108. Función R_5 - Paso Lateral Derecha .....	102
Figura 109. Función L_5 - Paso Lateral Izquierda.....	103
Figura 110. Función R_5_pausa - Paso Lateral Derecha con Pausa.....	103
Figura 111. Función L_5_pausa - Paso Lateral Izquierda con pausa.....	103
Figura 112. Función U_1 - Levantarse de frente .....	104
Figura 113. Función D_1 - Levantarse de espalda.....	104
Figura 114. Función del modo 4 - E_Lateral de la práctica III.....	104
Figura 115. Condiciones iniciales para el inicio del proceso de la práctica III.....	105
Figura 116. Inicio de la secuencia.....	106
Figura 117. Sentencia Condicional con el robot sin detectar un obstáculo.....	106
Figura 118. Detección y evasión del obstáculo.....	107
Figura 119. Pasos laterales de salida.....	107
Figura 120. Levantamiento automático del robot .....	108
Figura 121. Llamado de los modos del robot práctica III. ....	108
Figura 122. Prueba de la detección y evasión del obstáculo .....	109
Figura 123. Diagrama de Flujo de la práctica IV .....	111

Figura 124. Variables de la práctica IV.....	112
Figura 125.Creación del modo 5 del Robot .....	112
Figura 126. Función D - Caminata Retroceso.....	113
Figura 127. Función del modo 5 - M_Distancia de la práctica IV .....	113
Figura 128. Condiciones iniciales para el inicio del proceso de la práctica IV .....	114
Figura 129. Condiciones para la caminata frontal y la caminata en retroceso.....	115
Figura 130. Sentencias con el robot dentro del rango establecido .....	115
Figura 131. Sentencias con el robot fuera del rango establecido .....	116
Figura 132. Llamado de los modos del robot práctica IV .....	116
Figura 133. Diagrama de Flujo Práctica V .....	119
Figura 134. Variables de la práctica V .....	120
Figura 135. Función L - Giro a la Izquierda .....	120
Figura 136. Función R - Giro a la Derecha .....	121
Figura 137. Función del modo 4 - E_Giro de la práctica V .....	121
Figura 138. Condiciones iniciales para el inicio del proceso de la práctica V .....	122
Figura 139. Condiciones para inicio de caminata con evasión en la práctica V .....	123
Figura 140. Detección y evasión del obstáculo con giro de 90°.....	123
Figura 141. Ajuste del giro a 90°.....	124
Figura 142. . Llamado de los modos del robot práctica V .....	124
Figura 143. Diagrama de Flujo Práctica VI .....	127
Figura 144. Variables de la práctica VI.....	128
Figura 145. Función del modo 5 - Aplausos de la práctica VI.....	129
Figura 146. Condiciones iniciales para el inicio del proceso de la práctica VI .....	130

Figura 147. Inicio del proceso con el saludo del robot - Motion 78 .....	130
Figura 148. Saludo realizado por el robot .....	131
Figura 149. Caminata frontal al detectar un aplauso.....	131
Figura 150. Giro a la derecha al detectar dos aplausos .....	132
Figura 151. Giro a la izquierda al detectar tres aplausos .....	132
Figura 152. Agarrar el objeto al detectar cuatro aplausos.....	133
Figura 153. Soltar el objeto al acercarle la mano u objeto al sensor.....	133

### **Índice de tabla**

Tabla 1. Cuadro comparativo de las baterías .....	42
Tabla 2. Valores reales de la salida del sensor .....	72
Tabla 3. Costo de Equipos y Materiales.....	141

## INTRODUCCIÓN

El tema del presente proyecto de titulación es “Implementación de algoritmo de programación para esquivar obstáculos con el sensor de distancia DMS 80 en el robot Bioloid GP”

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo la implementación de algoritmos para que un robot Bioloid Gp pueda esquivar obstáculos, para poder cumplir con este objetivo utilizaremos un sensor de distancia DMS 80, este proyecto servirá para que a futuro los estudiantes de la Universidad Técnica Salesiana puedan realizar prácticas y actividades lúdicas con este tipo de robot.

Para asegurar el funcionamiento del robot propuesto realizaremos pruebas rápidas de fijación y estabilidad del robot las cuales nos permitan constatar que el robot mantiene un buen equilibrio y no se desplome.

En el primer capítulo se describe el problema principal, el alcance y las delimitaciones que conlleva este proyecto, encontraremos también el beneficio de este proyecto para la Universidad Técnica Salesiana y desarrollaremos los objetivos generales y específicos.

# CAPÍTULO I

## 1 EL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del Problema

En la actualidad la carrera de ingeniería electrónica de la universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil no cuenta con la adecuada capacidad de robots humanoides, esto incide en que no todos los estudiantes puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos en su proceso de estudio con respecto a la robótica, uso, programación y manipulación del robot

Además, es muy importante en las universidades abordar temas de investigación en el aula que permiten proponer actividades prácticas con robots que sean educativos, poniendo a prueba las habilidades, competencias y conceptualizaciones que se imparten en las diferentes materias y hasta que abordan problemas cotidianos relacionados con el adecuado uso de la tecnología.

### 1.2 Antecedentes

Basándonos en el estudio realizado por Juan Carlos Brenes torres 2016, titulado *MÁSTER UNIVERSITARIO EN AUTOMÁTICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL*, en el cual se abordó el tema INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES PARA LOCOMOCIÓN DE ROBOT HUMANOIDE BIOLOID, determinamos como usar el robot BIOLOID y como realizar las ecuaciones para la respectiva codificación.

#### Conclusiones del investigador

Primeramente, en el Capítulo 2 se hizo una revisión del estado del arte en lo que respecta a robots humanoides. Se empezó por los sistemas más complejos y famosos, desarrollados por empresas o entidades gubernamentales. Luego se explicaron los esfuerzos de robots

humanoides desarrollados por universidades alrededor del mundo y se pasó a los robots utilizados en competencias. Dentro de la gama de robots de pequeño tamaño se revisaron publicaciones que han ahondado en la resolución del problema de la cinemática inversa, y se pasó a revisar otras publicaciones que han tratado la generación de secuencias de caminado para estos robots.

La formulación en el trabajo de las ecuaciones que resuelven la cinemática inversa para los brazos y piernas del robot se dio de manera exitosa y permitió generar movimientos a puntos específicos del espacio; esto se pudo observar mediante las simulaciones realizadas y la implementación hecha en el robot.

### **1.3 Importancia y Alcances**

En la actualidad la tecnología se a desarrollo de una manera increíble, el robot está siendo utilizado en muchos campos tantos laborales como educativos; por lo cual nos parece realmente necesario que nuestra Universidad Politécnica Salesiana cuente con este tipo de robot para que los futuros estudiantes tengan la posibilidad de realizar prácticas con estos mismos y así se vayan familiarizando con este tipo de tecnología y realizamos también un manual de uso para los estudiantes, de esta forma ellos podrán utilizar este robot de una manera fácil.

### **1.4 Delimitación**

#### **1.4.1 Delimitación temporal**

El tiempo estimado para el diseño, implementación y pruebas de funcionamiento del robot es de 6 meses.



## **1.4.2 Delimitación espacial**

El proyecto se lo llevará a cabo en la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil ubicada en Gral. Francisco Robles 107 y Chambers.

## **1.4.3 Delimitación académica**

El proyecto propuesto se cumplirá según las medidas solicitadas por la Universidad Politécnica Salesiana basado en su grado investigativo y modelo de presentación para proyectos de titulación, además se aplicarán los conocimientos adquiridos durante todo el proceso académico en materias como: Circuitos Eléctricos, Programación I & II, Robótica, Electiva, Electrónica Analógica, las cuales nos ayudarán en el desarrollo del proyecto.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Ensamblar el robot humanoide Bioloid GP y desarrollar un algoritmo de programación para esquivar obstáculos mediante el sensor de distancia DMS-80.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Ensamblar la estructura de un robot humanoide Bioloid GP.
- Planificar un manual de 6 prácticas.
- Realizar el algoritmo de programación de la rutina de esquivar obstáculos mediante el sensor DMS-80 utilizando el software R+ Task3.0.
- Verificar la ejecución del algoritmo para esquivar los obstáculos en el robot Bioloid GP.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Historia de la robótica

Los experimentos con autómatas se remontan al siglo I d.C., cuando los inventó el matemático e ingeniero Herón. En el siglo XII, un inventor llamado Al Jazari creó en Mesopotamia los primeros autómatas que se parecían a los humanos. Este grupo de inventores "robóticos" utilizó el agua para impulsar un mecanismo y tocar cuatro instrumentos musicales diferentes (Duran & Thill, 2012).

Otras personas que tienen diseñadas y construidas máquinas que se parecen a los humanos son;

- A finales del siglo XV, Leonardo da Vinci diseñó un caballero mecánico. Esta máquina podía sentarse, mover los brazos, la cabeza y la barbilla.



Figura 1. Caballero Mecánico de Leonardo Da Vinci

Fuente: (Cabás & Balaguer, 2009)

- El artesano japonés del siglo XIX Hisashige Tanaka creó muchos productos muy importantes. Varios juguetes extremadamente complejos que pueden servir como el té (Briones & Munoz, 2017).



Figura 2. Juguete Yumi-hiki doli.  
Fuente: (Mejia Caballero, 2013)

- En 1929, el biólogo japonés Makoto Nishimura diseñó un robot llamado Gakutensoku, como se muestra en la figura 3. Este robot con movimientos mentales puede mover la cabeza y cambiar la cara, expresiones y mueve la cabeza, los brazos y también es capaz de escribir (Cabrera, 2016).



Figura 3. Robot Gakutensoku  
Fuente: (Dam, 2013)

- El creador Pierre Jaquet Droz inventó varias muñecas, pero estamos todavía puede identificar la creación más importante: la familia. Esta muñeca aún se encuentra en el Museo de Arte e Historia de Neuchâtel, Suiza (Briones & Munoz, 2017).



Figura 4. Robots con el nombre de la "Familia"

Fuente: (Salazar, 2012)

- En la segunda mitad del siglo XX se desarrollaron cada vez más robots totalmente autónomos. A la revolución industrial le siguieron los primeros robots programables (autónomos). La figura 5 muestra "Unimate", para levantar y apilar metales calientes para el moldeo por inyección y la soldadura por puntos en las fábricas de General Motors. Después de desarrollo varios robots de un solo brazo para satisfacer necesidades de producción más amplias. Ahora son capaces de satisfacer necesidades de producción mayores (Duran & Thill, 2012).



Figura 5. Robot autónomo "UNIMATE"

Fuente: (Mejia Caballero, 2013).

- Los robots humanoides se convirtieron en objeto oficial de investigación en los años 70. En Japón, Ichiro Kato participó en el desarrollo del Wabot en la Universidad de Waseda en la década de 1970. Como se puede ver en la figura 2.6, la Universidad de Waseda fue donde varios japoneses Desde entonces se han desarrollado proyectos en todo el mundo (Briones & Munoz, 2017).

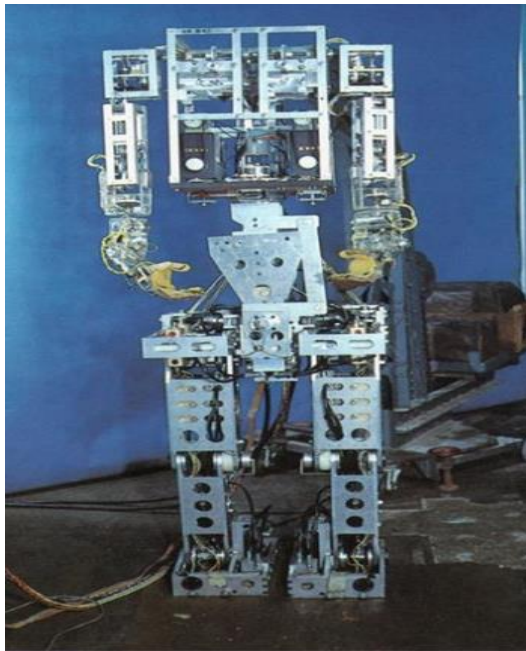


Figura 6. Robot Humanoide "Wabot"

Fuente: (Constantin, 2015)

## 2.2 Robot humanoide

Según la Real Academia Española define al termino humanoide como “Que tiene forma o características del ser humano” Basándonos en la (PROGRAMACION DE TAREAS DE UN ROBOT HUMANOIDE)-Según (Constantin, 2015).

La robótica está en el centro de la ingeniería moderna y está vinculada a varias disciplinas como la informática, las matemáticas, la ingeniería mecánica, la ingeniería eléctrica y la

electrónica. Este interés ha tenido un impacto directo en nuevas áreas de investigación teórica y desarrollo de productos (Kucuk, 2012).

Un humanoide es una especie de robot que tiene apariencia y funciones como las de un ser humano. Independientemente de la finalidad para la que el humanoide fue creado ocurre problemas comunes tratados en robótica como ser: la percepción, el procesamiento de la información y la capacidad de tomar decisiones con la información adquirida. Se espera que en el futuro el robot humanoide sirvan como acompañantes, asistentes personales en la vida cotidiana y como reemplazo de personal en tareas que sería peligroso para el ser humano.

A lo largo del tiempo se han desarrollado una variedad de robots humanoides entre los cuales podemos encontrar:

- Robot humanoide NAO
- Robot Humanoide New Asimo
- Robot Humanoide HRP-4C
- Robot Humanoide Parnert Robot
- Robot Humanoide Bioloid GP

### **2.2.1 Robot Humanoide NAO**

El robot humanoide Nao fue desarrollo por la empresa francesa Aldebarán Robotics, la última versión de este robot fue presentada en marzo del 2008, en la cual fue llamado NAO ROBOCUP EDITION (Silva, 2020)

Incluye Choregraphe, un software de programación gráfica para Windows Linux Mac considerando que lo pueden utilizar los usuarios con un nivel de lenguaje

programación básica, se dispone también de software para desarrollar programas en diferentes lenguajes como C++, Python, JAVA, .NET y MATLAB (Aldebaran, 2017).

El robot muestra los avances que se han desarrollado en los robots humanoides ya que no solo se enfoca en hacer tareas repetitivas, sino que también puede realizar diferentes tareas dependiendo del entorno donde se encuentre (Fierro, Pamenes, & Santibañez, 2016). Las cualidades principales del Robot Humanoide Nao son:

- Reconocimiento de voz y de ordenes
- Detectar formas de objetos, rostros y seguir sus movimientos
- Es sensible al tacto en muchas partes de su cuerpo
- Tiene la conectividad WI-FI el cual le permite comunicarse con otros robots de su misma

### **2.2.2 Robot Humanoide Bioloid GP**

Bioloid GP es un robot humanoide diseñado para la enseñanza de la robótica. Contiene motores de alta calidad, sensores, un controlador y un marco estructural de aluminio. La principal ventaja del Bioloid GP respecto a un robot humanoide programable es que es fácilmente controlable, aunque se utilice su controlador CM 530. Sus brazos de agarre también le permiten manipular objetos. El robot también dispone de varios sensores, como un sensor de distancia por infrarrojos para evitar las paredes y un sensor giroscópico para mantener el equilibrio. Está equipado con un mando a distancia inalámbrico por infrarrojos para responder a sus órdenes dentro de una determinada distancia (Pambudi, 2018).

### **2.2.3 Robot Humanoide New Asimo**

El robot humanoide New Asimo, creado por Honda es uno de los robots más famosos ya que fue el primer prototipo en caminar y hasta la actualidad se lo conoce como uno de los mejores (Masato & Ogawa, 2017), este robot cuenta con cinco capacidades y son las siguientes:

- Reconoce objetos cuando están en movimientos, incluye también la capacidad de seguir los movimientos de las personas con su cámara
- Reconoce las posturas y gestos
- Reconocimiento del medio ambiente
- Distingue los sonidos
- Reconocimiento de rostro, tiene la capacidad de distinguir aproximadamente 10 caras diferentes

### **2.2.4 Robot Humanoide HRP-4C**

HRP-C4 es un robot humanoide con apariencia femenina, es uno de los últimos robots considerado como ginoide, el 06 de marzo del 2009 fue presentado al público por el AIST de Tokio, este robot fue diseñado específicamente para el entretenimiento, especialmente en el campo de la moda (Shuuji, 2011).

Tiene una altura de 1.58 metros y su peso es de 43 kg, incluyendo la batería cuenta con 42 motores en total los cuales sirven para realizar movimientos de elegancia y coqueteo con el fin de imitar a una modelo; para poder realizar gestos y expresiones su cara cuenta con 8 motores (Almeida & Ochoa, 2013).



A su vez posee también inteligencia artificial, el cual le permite el reconocimiento del habla, esto quiere decir que el robot percibe cuando una persona le está hablando y puede entender varias órdenes sencillas (Mejia Caballero, 2013).

### **2.2.5 Robot Humanoide Partner Robot**

Este robot fue creado por Toyota tiene como objetivo el cuidado y la asistencia de ancianos, tiene una altura de 120cm y pesa 35 kg, entre sus principales capacidades podemos destacar que puede utilizar sus manos para realizar distintas tareas, corre aproximadamente a 7 km/h y puede mantenerse en pie si es empujado (Martinez & Al-Kaff, 2013).

## **2.3 Estructura y componentes del Bioloid GP**

Es un robot humanoide está diseñado para la enseñanza de la robótica. Consta con motores de alta calidad. Viene junto con 18 servos de pines dinámicos, sensores, controlador, batería de iones de litio y chasis de aluminio. Puede ser controlado a distancia por un dispositivo ZigBee que responda a sus órdenes según describen (Ayala, Hilberto; FU Yujian, 2015).

La principal ventaja de Bioloid GP como robot humanoide programable es que no requiere órdenes complejas del controlador CM-530. También es posible manipular objetos con pinzas. Está equipado con varios sensores, entre ellos un sensor de distancia por infrarrojos para evitar las paredes y un sensor giroscópico para el equilibrio (Yumbla & Quiñones, 2020).

La programación se realiza con el software RoboPlus, se incluye con el robot. Este software permite la automatización fácil e intuitiva de los movimientos mediante su grabación. Dicho programa se ejecuta en el controlador CM-530 y permite que el robot funcione de forma autónoma.



Figura 7. Robot Bioloid GP y sus componentes.

Fuente: (HONDA, 2018)

### 2.3.1 Servomotores

Los servomotores son pequeños dispositivos electrónicos que controlan los actuadores. Enviando una señal codificada, pueden desplazarse a una posición angular precisa. Se requiere una señal codificada en la línea de entrada para mantener la posición angular del actuador. Cualquier cambio en la señal codificada provoca un cambio en la posición angular de la marcha (Danúbia & Luiz, 2017).

#### a. Servomotor Dynamixel Ax-12A

El servomotor Dynamixel Ax-12A es el nuevo actuador de robot del sistema Bioloid de ROBOTIS, que sustituye al antiguo Dynamixel Ax12+, que tiene las mismas características, pero un diseño externo mejorado. Cada actuador tiene un identificador único que permite reconocerlo en el controlador. Las dos ranuras Dynamixel están conectadas por contactos para que el AX-12-A pueda funcionar con un solo conector (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022) .



[AX-12A]

Figura 8. Servomotor Dynamixel.

Fuente: (HONDA, 2018)

- Características del servomotor Dynamixel AX-12-A (Ayala, Hilberto; FU Yujian, 2015):
  - Peso: 54.6 gr
  - Dimensión: 32 mm x 50 mm x 40 mm
  - Resolución: 0.29°
  - Ratio de reducción: 254: 1
  - Par motor: 1.52 N.m (a 12.0 V, 1.5 A)
  - Velocidad sin carga: 59 rpm (a 12 V)
  - Grados de giro: 0° ~ 300°
  - Rotación continua
  - Temperatura de trabajo: -5°C ~ +70°C
  - Tensión de operación: 9 ~ 12 V (tensión de operación recomendada 11.1 V)
  - Señal de comandos: paquete digital
  - Tipo de protocolo: comunicación serie asíncrona half duplex (8 bit,1 stop, no parity)
  - Conexión física: TTL Level Multi Drop (conector tipo daisy chain)
  - ID: 254 ID (0~253)

- Velocidad de comunicación: 7343 bps ~ 1 Mbps
- Feedback: posición, temperatura, carga, tensión de entrada, etc.
- Material: plástico

**b. Servomotor Dynamixel Ax-18**

El Dynamixel AX-18A es un servomotor avanzado para robots. En comparación con el Dynamixel AX-12A, tiene un par ligeramente superior pero el doble de velocidad, a pesar de que también es 100% compatible con el Dynamixel AX-12A. El Dynamixel AX-18A está hecho de plástico de alta calidad (Yumbla & Quiñones, 2020).



Figura 9. Servomotor Dynamixel Ax-18  
Fuente: (Bioid GP, 2022).

- Características del servomotor Dynamixel AX-18 según nos indica (Robotics, 2020):
  - par de parada (Nm): 2,2 a 12 V
  - velocidad sin carga (RPM): 97
  - relación de transmisión: 254:1
  - tipo de motor: con núcleo
  - tensión de funcionamiento: 9 V a 12 V
  - corriente de bloqueo: 2,2 A

- función de realimentación: posición, temperatura, carga, tensión de entrada, etc...

### **2.3.2 Características del robot Humanoide BIOLOID GP**

El Robot Humanoide Bioloid GP contiene las siguientes características según indica (Cabrera, 2016):

- Equipado con soportes de alta calidad.
- Marco de aluminio robusto y ligero.
- Gran flexibilidad para girar y caminar rápidamente.
- Permite movimientos humanoides básicos.
- Función de corrección del auto posicionamiento basada en un sensor giroscópico.
- Mando a distancia inalámbrico incluido.
- Equipado con la última versión del software RoboPlus.

## **2.4 Tipos de Sensores**

### **2.4.1 Sensor DMS-80**

El sensor DMS-80, también denominado sensor de distancia nos ayuda a detectar objetos o paredes dentro de una distancia fija, así evitaremos que el robot colisione con algún obstáculo y evitando que el prototipo tenga daños, por lo que este sensor no le afecta el color como lo sensores infrarrojos, nos ayuda a medir la distancia con precisión (Dam, 2013).

Cuando se detecta un objeto o un cuerpo, la tensión de salida varía de forma no lineal de 10 a 80 cm. La salida del sensor se conecta a la entrada de un convertidor analógico-digital,

convierte la distancia en un valor numérico que puede ser reconocido por el microprocesador. El dispositivo funciona ahora con una sola línea de salida, pero se comunica con la CPU de esta manera (Figueroa, 2011).



Figura 10. Sensor DMS-80.

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022).

## 2.4.2 Sensor Gyro GS-12

El sensor giroscópico GS-12 mide la velocidad angular, por lo que puede utilizarse para prototipos de equilibrio y otras aplicaciones de movimiento. También puede calcular hacia qué lado se inclina el robot o recibe más energía (Duran & Thill, 2012).

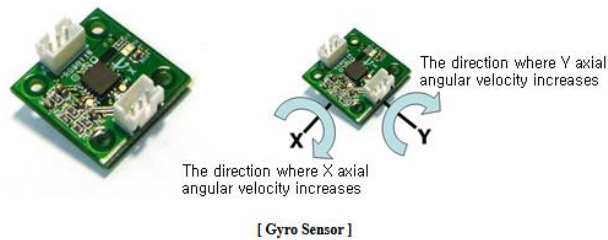


Figura 11. Sensor Gyros GS-12.

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

Los sensores giroscópicos se utilizan para medir, ajustar y cambiar la orientación del instrumento. Sensores giroscópicos (gs-12) son más pequeños, consumen menos energía y son más sensibles. Esto se debe a que son dispositivos puramente electrónicos, sin partes móviles. La siguiente imagen muestra un giroscopio (Quintanilla, 2012).

Según (Cabrera, 2016), la salida del robot está conectada a un microcontrolador que puede leer la salida del giroscopio. Esta salida se conecta a un microcontrolador que puede leer la relajación de impulsos del giroscopio y determinar que se ha producido la rotación. Estos sensores desempeñan un papel muy importante en los robots y sistemas de precisión.

El sensor giroscópico GS-12 tiene las siguientes características como nos indica (Quiñonez & Llinares, 2014):

- Weight: 2.8 g.
- Size: 23 mm x 23 mm x 10 mm.
- Working temperature:  $-40^{\circ} \sim 85^{\circ}$ .
- Angular velocity measuring range:  $300^{\circ}/s \sim 300^{\circ}/s$ .
- Recommended voltage: 4.5 ~ 5.5V.

### 2.4.3 Sensor de Color CS-10

El CS-10 es un sensor de color que puede detectar hasta seis colores: rojo, azul, verde, amarillo, azul, verde, blanco y negro. Se puede integrar fácilmente en los robots. Si el sujeto está demasiado cerca (menos de 6 mm) o demasiado lejos (más de 18 mm), el sensor de color no puede detectar correctamente los valores (HONDA, 2018).



Figura 12. Sensor de color CS-10.

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022).

## 2.5 Controlador CM-530

El robot humanoide Bioloid GP está controlado por el controlador CM-530 mostrado en la Figura 12, que contiene un microcontrolador ARM Cortex STM32F103RE. Este microcontrolador tiene 64 pines y controla partes del robot, como las entradas y salidas del mismo y el nivel de tensión aplicado. Una parte del robot, como la entrada/salida del robot o el nivel de tensión aplicado. Cada pin tiene un collar, un nombre de pin y un nombre de red que el usuario debe conocer para programarlo (Almeida & Ochoa, 2013).

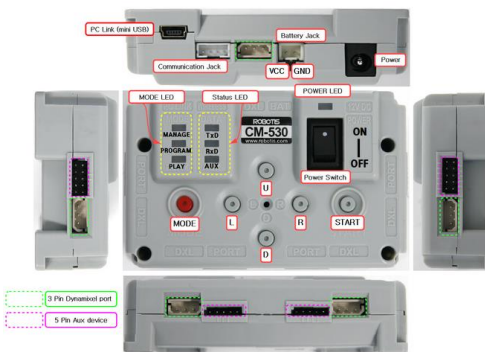


Figura 13. Controlador CM-530.

Fuente: (Zellhöfer, 2014)

El ROBOTIS Bioloid Controller CM-530 es un controlador con procesador, placa de comunicación TTL, LED de estado, botones de entrada y puerto GPIO, que pesa unos 54 g. Es compatible con los servomotores de las series AX y MX de Dynamixel y admite la comunicación Bluetooth y ZigBee (Quiñonez & Llinares, 2014).

## 2.6 Receptor BT-410

El receptor BT-410, que soporta la comunicación Bluetooth 4.0, es compatible con el controlador Rc-100B y permite el control remoto de los dispositivos del prototipo. Proporciona comunicación en serie a través de Bluetooth (UART) y puede instalarse en dispositivos robóticos



que pueden controlarse a través de smartphones, tabletas y ordenadores portátiles (Ayala, Hilberto; FU Yujian, 2015).



Figura 14. Receptor BT-410.

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022).

## 2.7 Baterías Lipo

En las baterías de iones de litio son baterías recargables con tecnología de iones de litio. El electrodo positivo está formado por óxidos metálicos a base de litio y el negativo por carbono poroso. El electrolito es el medio conductor entre el ánodo y el cátodo. Durante la descarga, el ánodo se oxida y los iones fluyen a través del electrolito desde el ánodo hasta el cátodo. Durante la carga, este movimiento se invierte y los iones fluyen a través del electrolito (Jacome, 2016).

Se realizó un cambio de la batería lipo 3S de 1000mAh - 11,1V Robotis del kit del Robot Bioloid GP, por una Batería Champion GOLDBAT 1500mAh - 11,1V, la cual ofrece una mayor duración de trabajo del robot.



Figura 15. Baterías Lipo de 1000 y 1500mAh.

Fuente: (Cabrera, 2016).

Tabla 1. Cuadro comparativo de las baterías

Características	Batería lipo	Batería Champion GOLDBAT
Capacidad	1000mAh	1500mAh
Voltaje	3S1P/3 celdas/ 11.1V	3celdas/11.1V
Descarga	25C Constante/ 50C Burst	120C
Peso	79g	130g
Dimensiones	75x35x17mm	2.83x1x1.38mm
Balance de Enchufes	JST-XH	JST-XH
Enchufe de descarga	XT60	XT60

Nota: Características de las baterías. Fuente: (Almeida & Ochoa, 2013)

## 2.8 Control RC-100B

El mando a distancia RC-100B es un mando inalámbrico a distancia específicamente diseñado para controlar a distancia todo el kit del robot Bioloid. Eso quiere decir que el robot Bioloid es programable debe estar equipado también con un módulo receptor inalámbrico. Hay tres protocolos de comunicación disponibles para convertir el RC-100B como un control remoto ZigBee, un robot por infrarrojos o por Bluetooth (Thai, 2017).



Figura 16: Control RC-100B

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

## 2.9 Software RoboPlus

Un software ofrecido por Bioid Comprehensive Kit contiene los siguientes tres programas como son RoboPlus Task, Manager y Motion. Con el uso adecuado de estos programas, el usuario puede operar fácilmente el robot incluso si el usuario es un principiante entonces los movimientos del robot son programados en el software RoboPlus Motion, pero si el usuario quiere realizar estos movimientos tiene que escribir un programa en RoboPlus Task asimismo el robot reaccionará a las instrucciones hechas por el usuario (Pérez, 2017) .

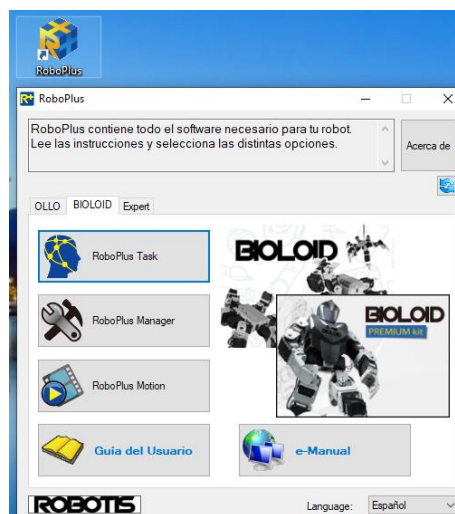


Figura 17. Software RoboPlus.

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022).

RoboPlus Manager es un paquete de software diseñado para realizar todas las funciones de un robot. El software gestiona de forma independiente todos los componentes conectados y ayuda a cambiar los parámetros de cada servomotor en tiempo real. De este modo la figura siguiente muestra la interfaz de usuario de RoboPlus Manager (Quiñonez & Llinares, 2014).

El software RoboPlus Task establece una tarea esto quiere decir que es un conjunto de movimientos para realizar determinadas acciones. RoboPlus denomina "código de tarea" al código fuente que especifica las tareas que debe ejecutar el robot así es como se mueve de acuerdo con los códigos de tarea del usuario por ello RoboPlus Task es un software que facilita la escritura de estos códigos de tarea (Zavala & Cacique, 2019).

El software RoboPlus Motion permite programar los movimientos del robot y las mediciones de los sensores en un lenguaje muy sencillo e intuitivo. Aunque la herramienta visual está diseñada para principiantes, utiliza la semántica de lenguajes de programación estructurados como C y Java (Yumbla & Quiñones, 2020).

### **2.9.1 Lenguaje de Programación**

Mediante el Software RoboPlus Task podemos programar los movimientos del robot y las lecturas de sus sensores mediante un lenguaje muy sencillo e intuitivo. Aunque esta es una herramienta, visual, diseñado para ser accesible a principiantes, utiliza la semántica de un lenguaje de programación estructurado como **C** o **Java**. (Quiñonez & Llinares, 2014).

En la Figura 18 podemos ver el panel de las distintas instrucciones que nos ofrece el software Roboplus ya sea para utilizar sentencias, bucles, condicionales, variables, ejecutar acciones o realizar funciones según se requiera, esto nos facilita el trabajo al momento de

programar ya que se puede seleccionar directamente la instrucción necesaria según la acción que se desea realizar.

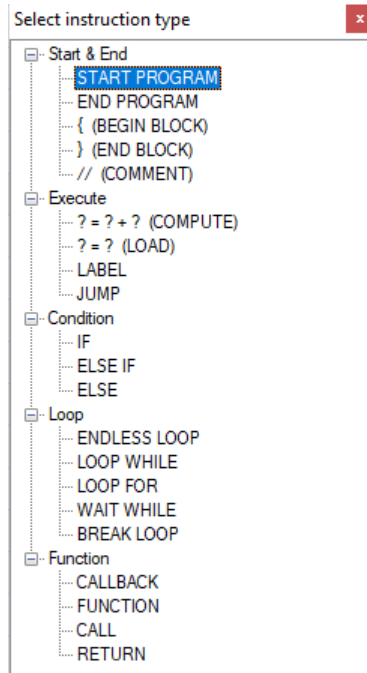


Figura 18 Panel de instrucciones - RoboPlus Task

Fuente: Propia del autor

Adicionalmente nos permite el desarrollo de comportamientos autónomos de los robots, podemos utilizar funciones simples como **LOOP**, **IF** o **FUNCTION** que nos permiten programar rápidamente las conductas complejas sin tener que pasar a través de una larga fase de aprendizaje.

Por otro lado, RoboPlus Task incluye una función única nombrada **CALLBACK**, lo que permite el ajuste en tiempo real de las tareas que requieren precisión, como caminar y correcciones específicas basadas en la retroalimentación de los sensores incluidos.

En la Figura 19 podemos visualizar una imagen del programa. Se puede apreciar que tiene una estética más vistosa al usar varios colores según la codificación y un buen sangrado de las funciones, lo que facilita la comprensión de los códigos de programación.

```
1 // Bioloid GP Soccer, Combat, & Performance Mode Example
2 START PROGRAM
3 {
4     Initial = TRUE
5     Motion Index Number = 1
6
7     ENDLESS LOOP
8     {
9         // Mode 1 = Soccer, Mode 2 = Combat, Mode 3 = Performance
10        IF ( Button == U )
11        {
12            Mode = 1
13            BREAK LOOP
14        }
15        ELSE IF ( Button == D )
16        {
```

=== Line Check(bio\_gp\_humanoid\_en) ===  
Number of variables: 18/50 (36.0%)  
Memory size of Callback: 390/512 byte (76.2%)  
Memory size of the program: 3786/15994 byte (23.7%)  
=== Total Error: 0 ===

Figura 19. Lenguaje de programación del robot

Fuente: Propia del autor

## 2.10 AutoCAD

El software AutoCAD es una de las muchas aplicaciones que se pueden utilizar como medios de comunicación de aprendizaje. Diseño automático asistido por ordenador, adicionalmente es un paquete de software que funciona como un operador, de modo que el ordenador es útil para las herramientas de diseño que ayudan a los seres humanos a utilizarlo (Pendidikan & Fakultas, 2020).

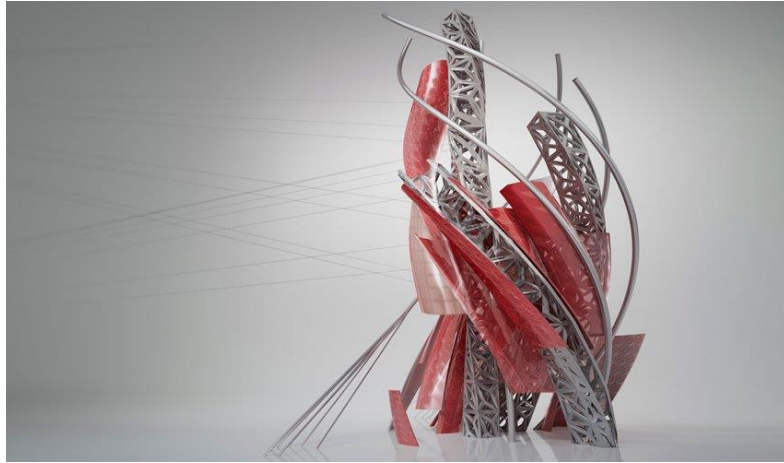


Figura 20. AutoCAD imagen principal

Fuente: (Zellhöfer, 2014)

# CAPÍTULO III

## 3 MARCO METODOLÓGICO

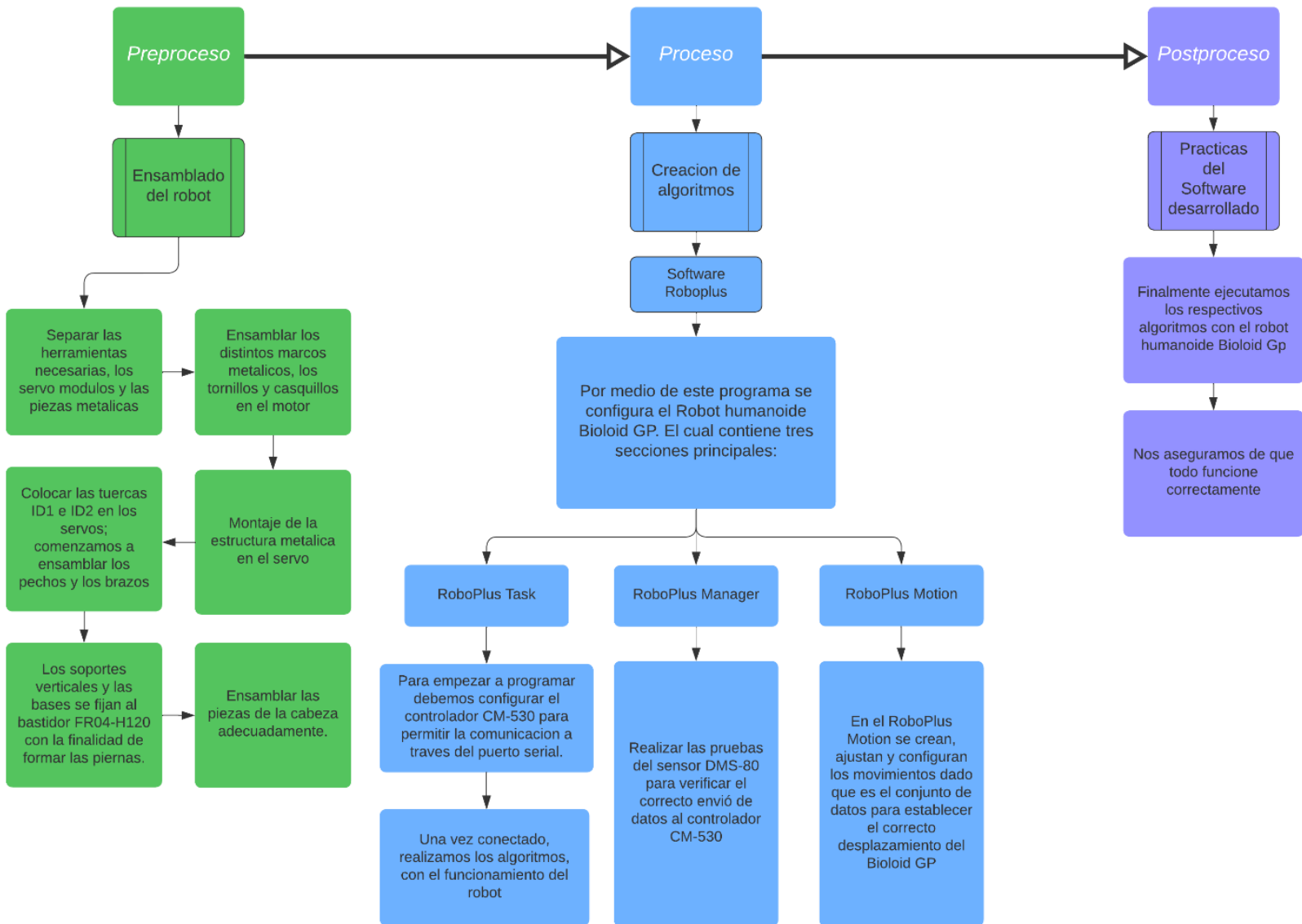


Figura 21. Diagrama de Bloques de la Implementación

Fuente: Propia de los autores



### 3.1 Explicación del Bioloid GP

El robot consta de una parte mecánica con un servomotor Dynamixel y su estructura metálica, así como de una etapa de control con sensores, un controlador CM-530, un transmisor, un receptor de RF y, por último, una batería de iones de litio de tres celdas de 1000mAh.



Figura 22. Kit robot Bioloid GP.

Fuente: Propia del autor

### 3.2 Instalación del Software RoboPlus

RoboPlus 1.1.3 está disponible para su descarga gratuita en la biblioteca de software. Este programa gratuito fue desarrollado originalmente por ROBOTIS. La última versión de RoboPlus es compatible con Windows XP/Vista/7/8/10/11 versión de 32 bits.

El archivo de instalación que se está descargando requiere 561,1 MB de espacio libre en el disco. Las versiones más descargadas son la 1.1 y la 1.0. Esta descarga ha sido escaneada con un software antivirus y ha resultado ser segura de la página oficial de Robotis. Tal cual se muestra en la siguiente figura.

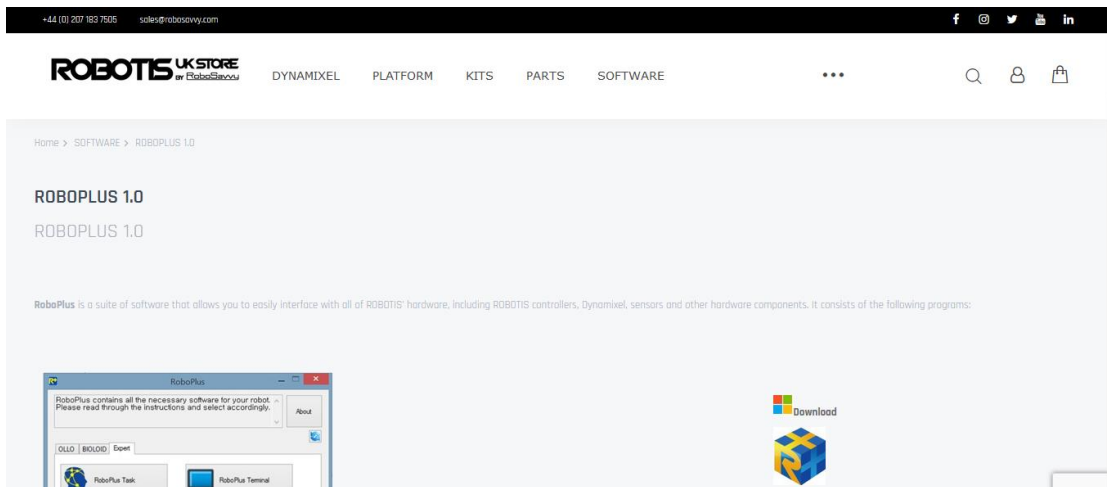


Figura 23. Descarga del software Robotis  
Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

### 3.3 Ensamblado del robot

Las instrucciones para la construcción del robot Bioloid GP se incluyen en el manual de usuario. A continuación, se describe paso a paso cómo ensamblado.

Al desembalar el robot, hay que separar las herramientas necesarias, los servo módulos y las piezas metálicas. La figura 21 muestra un ejemplo de cómo se ensamblan los distintos marcos metálicos y los correspondientes tornillos y casquillos en el motor.

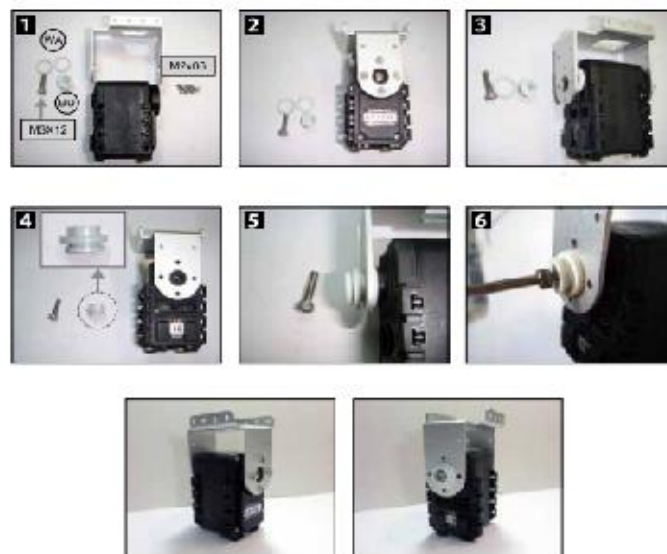


Figura 24. Acoplar los tornillos con los marcos metálicos.

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

Instrucciones sobre el montaje de la estructura metálica en el servo, equipo según nos indica (Bioloid GP, 2022):

1. Preparar las piezas
2. Apretar los tornillos con la bocina
3. Insertar el WA entre el marco y el motor
4. Insertar el WA en el BU
5. Fijar en la parte trasera del motor
6. Apretar el tornillo (WB M3X12)
7. El Dynamixel (serie AX) se fija ahora con el marco de la bisagra

Coloque las tuercas ID1 e ID2 en los servos y comience a ensamblar el pecho y los brazos como se muestra en la figura 22. Esto permitirá que los brazos se muevan dentro del pecho.



Figura 25. Tuercas ID1 e ID2 del AX-12+.

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Los servomotores ID1 e ID2 estaban conectados por el cable 10, que estaba colocado dentro de la estructura metálica correspondiente en el pecho, como se muestra en la figura 23. Al momento de conectar el ID1 y el ID2 con el cable-10, luego fíjelos al marco del pecho (FR04-E120).

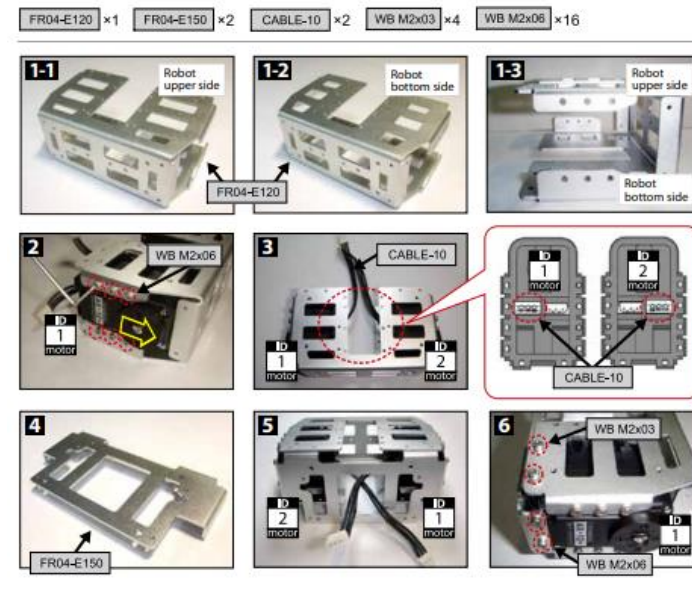


Figura 26: Ensamblaje de los servomotores en la estructura metálica.

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Una vez montado el pecho del robot, hay que colocar la estructura metálica del hombro para montar los servomotores de los brazos. La figura 24 muestra el procedimiento de colocación de estos bastidores en el disco de movilización del servomotor en la caja montada.

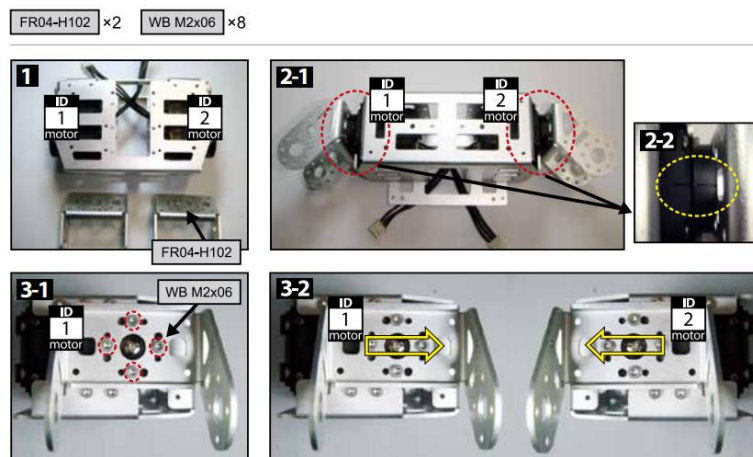


Figura 27. Conexión del marco metálico al eje del servomotor

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

En la figura 25 se explica cómo preparar un servomotor que formará parte del brazo. Se coloca el servomotor AX-12A con las tuercas ID3 e ID4 y fijar la estructura FR04-SC101.

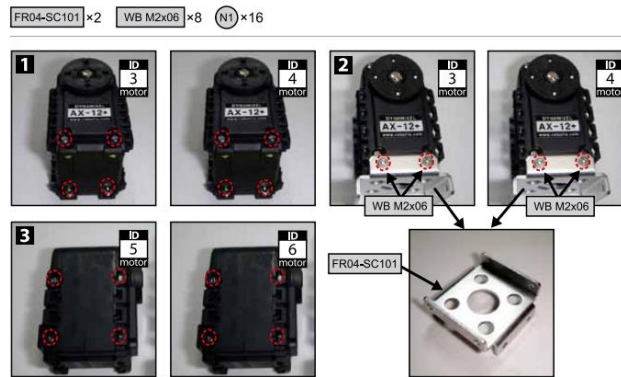


Figura 28. Conexión de los servomotores a los brazos

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Cuando los servomotores están listos, se colocan los dos brazos en el marco mencionado como se muestra en la figura, y se realiza la conexión.

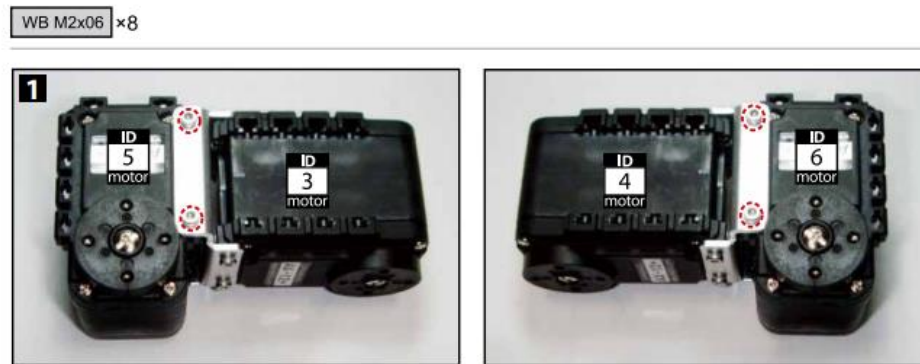


Figura 29. La unión ID3 a ID5 e ID4 a ID6

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Para montar la pieza que se ajusta al brazo del robot, se debe insertar los tornillos y desenroscar la estructura (FR04-E180), conectando al componente FR04-H102. La figura 23 ilustra este procedimiento. Cabe destacar que se utilizan dos servomotores adicionales para las piezas que componen el robot. Estas forman las piezas de agarre y se fabrican como se ha descrito anteriormente.

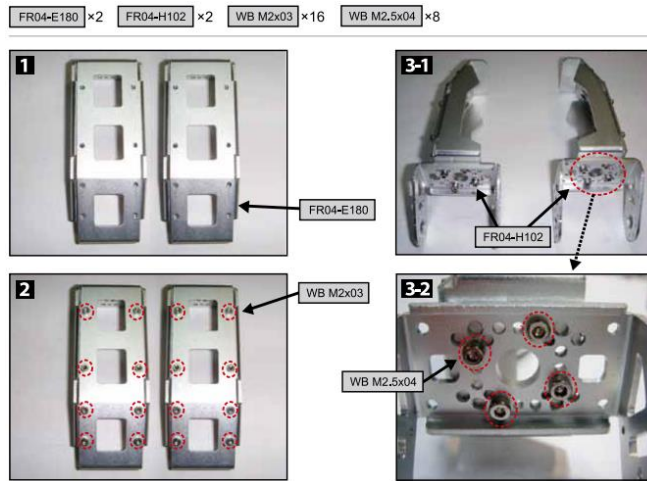


Figura 30. Estructura metálica para las manos

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

A continuación, al momento de unir la mano al brazo se debe conectar a la estructura al cuerpo.

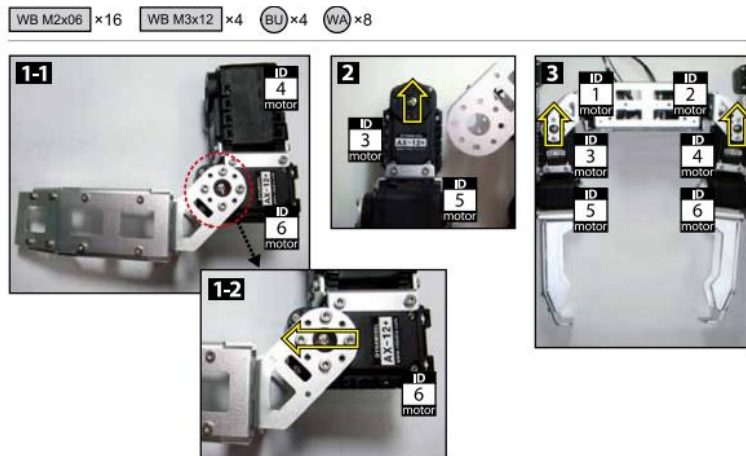


Figura 31. Armado del brazo hacia el pecho

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

A continuación, figura 29, instalamos el giroscopio al soporte que viene por defecto para este dispositivo, FR04-E191, y luego colocamos todo esto a la estructura del tórax del robot humanoide FR04-E131.

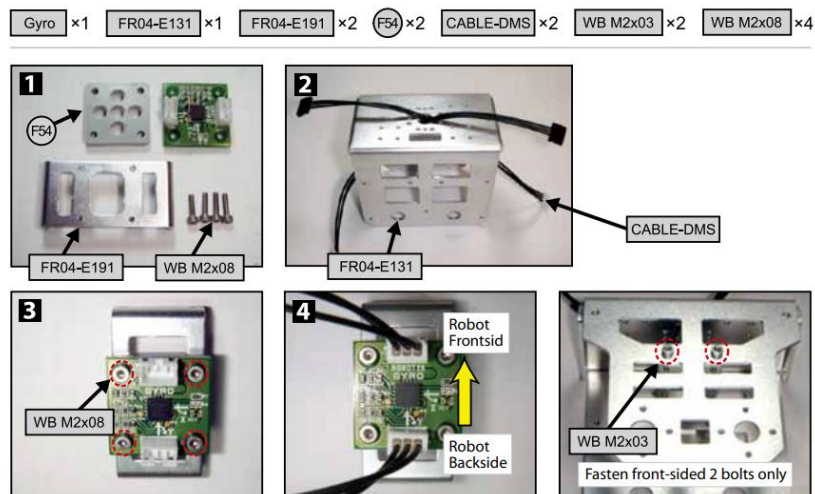


Figura 32. Instalación del giroscopio

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Las piezas deben estar separadas para que se identifique correctamente el punto de montaje de cada una de ellas tal cual como se muestra en la figura 30 que indica el ensamblaje de la armadura metálica correspondiente al soporte del robot.

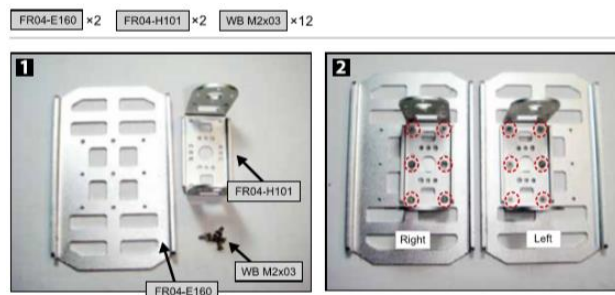


Figura 33. Ajuste del tornillo FR04-E180

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Al momento de acoplar el bastidor del piso con el FR04-H101 de manera similar se inserta las tuercas en ID15 e ID16 del AX-18F. Seguidamente, conectar el F7 a DYNAMIXEL tal cual se muestra en la figura 31.

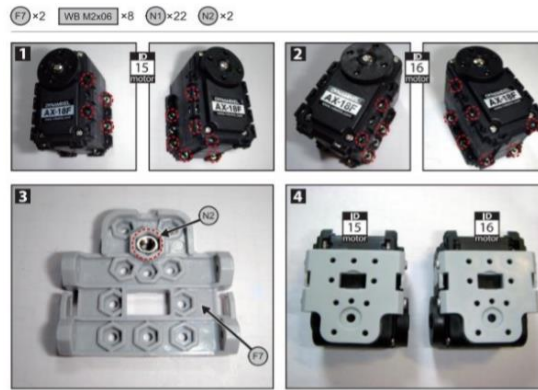


Figura 34. Esquema para fijar los servos correspondientes a la base  
Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Tal cual se representa en la siguiente figura 32, en primer lugar, se coloca las tuercas en el ID 17 y en segundo el ID18 del AX-18F, por último, unirlo al marco transversal FR04-X10.

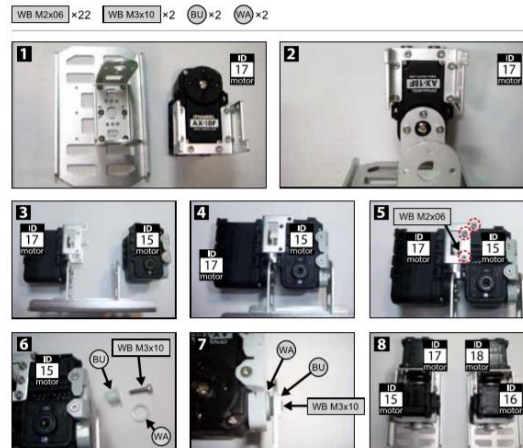


Figura 35. Técnica para el montaje de los tobillos  
Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Los soportes verticales y las bases se fijan al bastidor FR04-H120 con la finalidad de formar las piernas como ilustra en la siguiente figura 33.



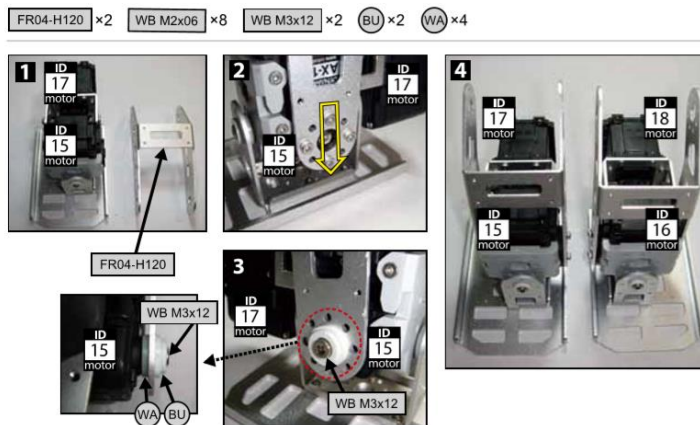


Figura 36. Ensamblaje del tobillo y el armazón.

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

En la representación de la siguiente figura 34, se conecta los servos ID11 e Id12 con el marco FR04-HC110 y luego se ensambla en la base habitualmente se conecta el ID9 y el ID10 con el CABLE-14 como se muestra a continuación.

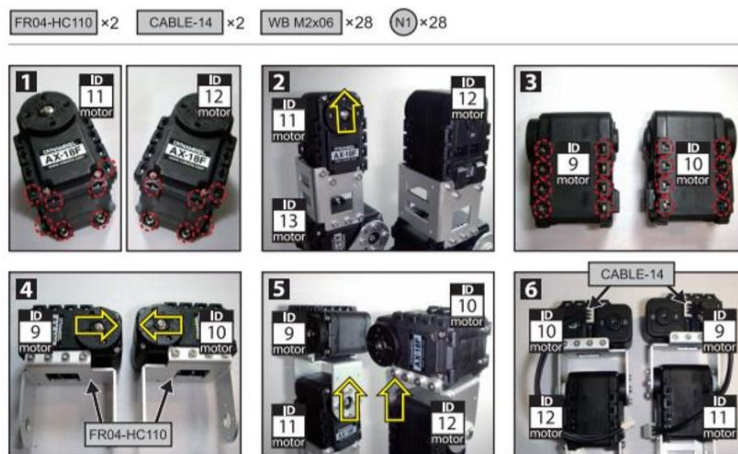


Figura 37. Empalme de los servos y cable-14

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Al momento de conectar los tornillos a la base de Lipo, de modo similar realizar la conexión con el CM-510 al FR04-E150 ya para terminar se acopla el sensor giroscópico con el cable 5P al controlador.

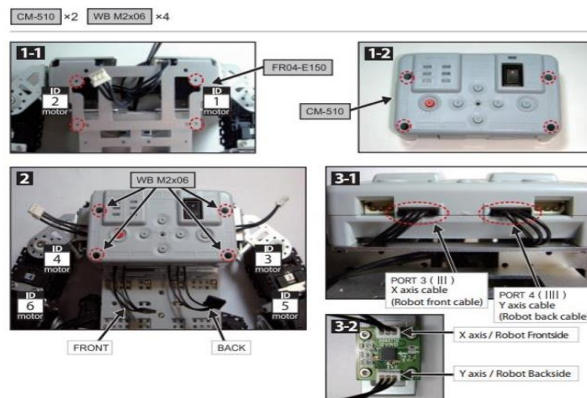


Figura 38. Acoplando las Bateria y controlador CM-530

Fuente: (Bioid GP, 2022)

Durante el montaje posterior del robot, cada cable se conecta con los servomotores, como se detalla a continuación:

- Conexión de los servos ID4 e ID6; ID3 e ID5 con el cable -10.
- Conexión de los servos ID2 e ID4; ID1 e ID3 con el cable -18
- Conectamos de los servos ID9 e ID10 al CM-530 con el cable-10.
- Conectamos de los servos ID9 e ID11; ID10 e ID12 con el cable-14.
- Conectamos de los servos ID11 e ID13; ID12 e ID14 con el cable-14.
- Conectamos de los servos ID13 e ID15; ID14 e ID16 con el cable-18.
- Conectamos de los servos ID15 e ID17; ID16 e ID18 con el cable-14

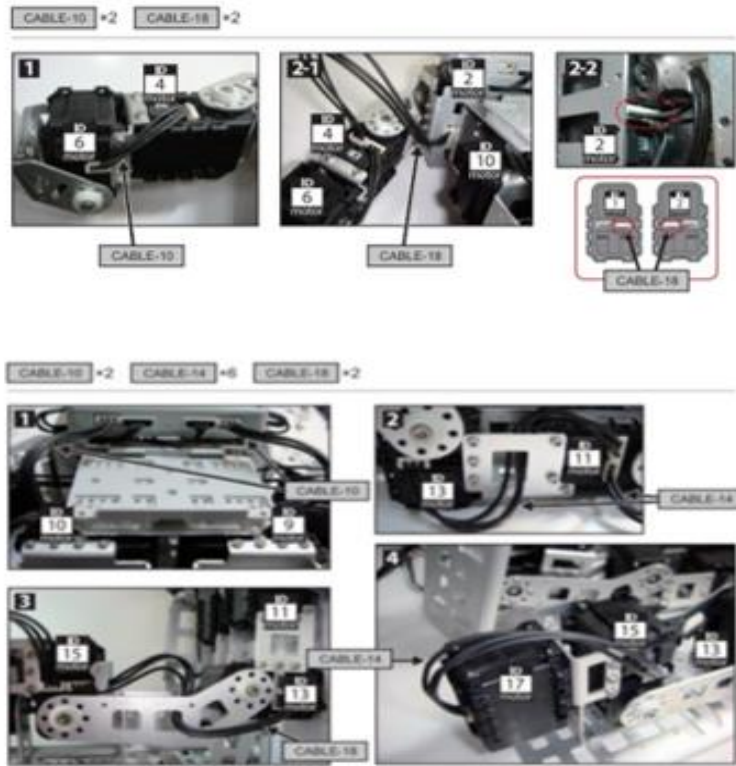


Figura 39. Conexión de los servomotores  
 Fuente: (Bioid GP, 2022)

Una observación lo cual hay que tener en cuenta son los cables debido a los movimientos continuos del Bioid pueden desgastarse a largo plazo como consiguiente se puede interrumpir la continuidad de la comunicación entre los servomotores.

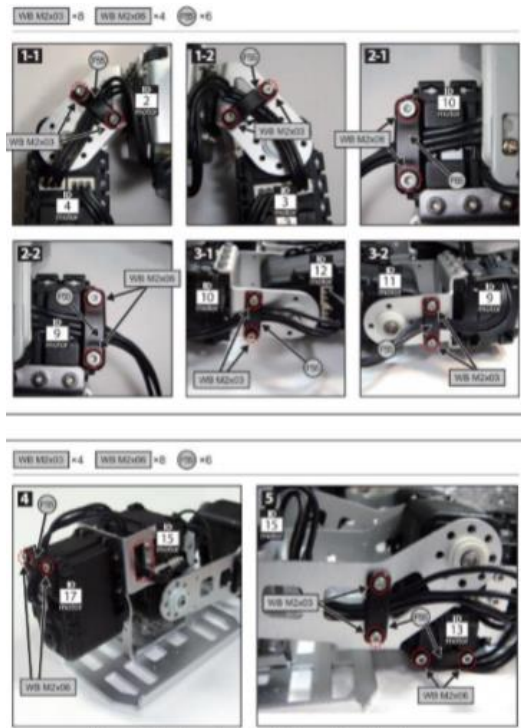


Figura 40. Distribución del cableado para el robot  
 Fuente: (Bioloid GP, 2022)

En este momento puede ensamblar todas las piezas de la cabeza de acuerdo con las instrucciones publicadas anteriormente. Posteriormente, hay que fijar el cabezal de la estructura metálica con los Leds incorporados a la carcasa tal cual se presenta en la siguiente figura 38.

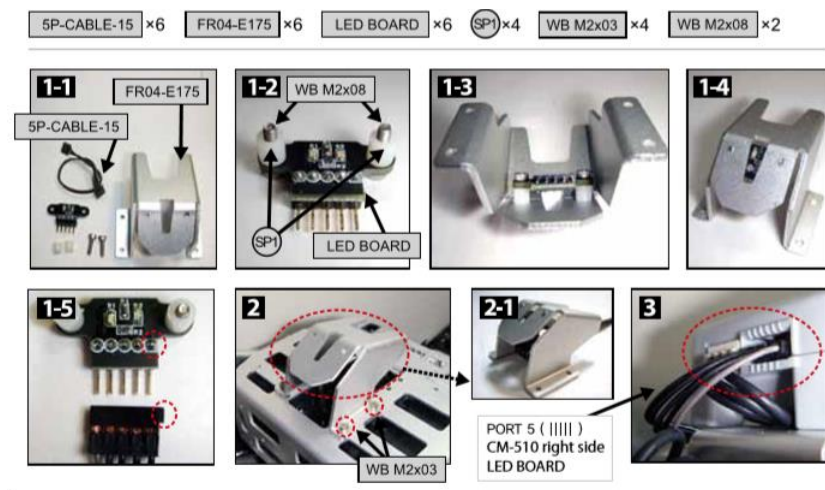


Figura 41. Acople de las piezas para la cabeza  
 Fuente: (Bioloid GP, 2022)

Después de instalar los componentes, es necesario conectar el cable a la unidad de control CM-530, que puede utilizarse como dispositivo de visualización o para programar códigos para controlar el parpadeo.

Para finalizar la parte de construir el robot humanoide, ahora era necesario conectar la batería de litio (Figura 39) incluida en el kit al robot para probar su funcionalidad. Este servo se activa inmediatamente después de encenderlo.

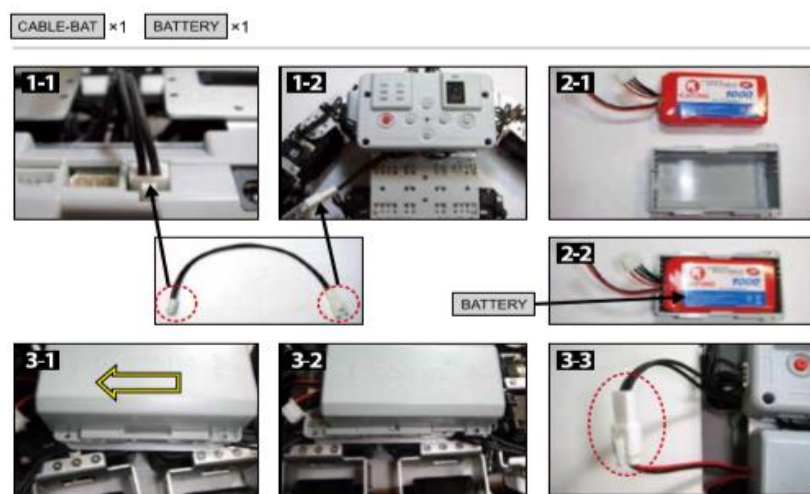


Figura 42. Conexión de la batería

Fuente: (Bioloid GP, 2022)

### 3.4 Software RoboPlus

Robotis proporciona un software para la ejecución de los programas desarrollados en el Bioloid Premium Kit con el nombre de RoboPlus. Es necesario recalcar que por medio de este programa se configura el Bioloid como un humanoide y varias programaciones.

Como se muestra en la siguiente figura la pantalla principal del software RoboPlus contiene dos secciones principales que se trataremos a lo largo del manual. La primera sección consiste en configurar los desplazamientos del Bioloid y las mediciones de los sensores mediante el sencillo e

intuitivo software RoboPlus Task y RoboPlus Motion, que permite al usuario controlar todos los movimientos del servo de forma instintivo y simple.

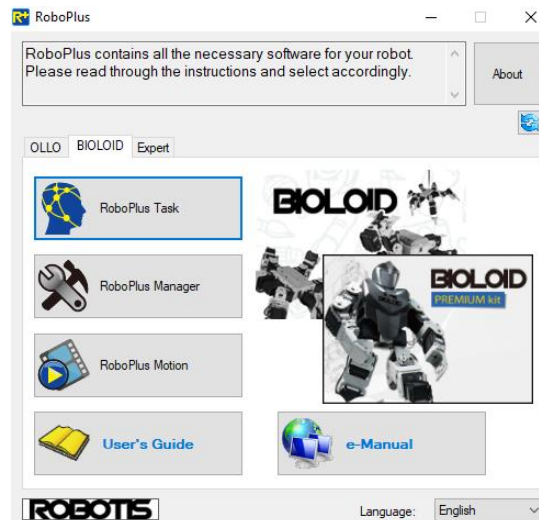


Figura 43. Pantalla principal del Software RoboPlus

Fuente: Propia de los autores

Para empezar a programar en la ventana de RoboPlus Task se debe configurar el controlador denominado CM-530 con la finalidad de permitir la comunicación a través del puerto serial COM9 para terminar se selecciona el código de programación del robot tal cual se muestra en la Figura 41 y figura 42.

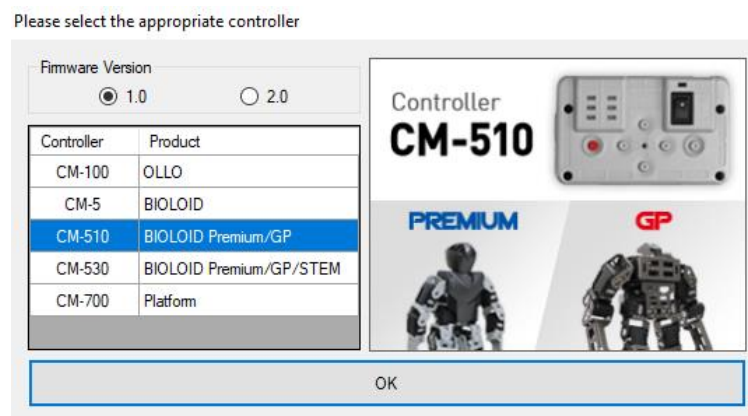


Figura 44. Selección del controlador CM-530

Fuente: Propia del autor

```
RoboPlus Task - bio_gp_humenoid_en*
File(F) Edit(E) Program(P) Tool(T) Help(H)
Controller: CM-510 (1.0) | Port: COM1
// Bioloid GP Soccer, Combat, & Performance Mode Example
START PROGRAM
{
  Initial = TRUE
  Motion Index Number = 1

  ENDLESS LOOP
  {
    // Mode 1 = Soccer, Mode 2 = Combat, Mode 3 = Performance
    IF ( Button == U )
    {
      Mode = 1
      BREAK LOOP
    }
    ELSE IF ( Button == D )
    {
      Mode = 2
      BREAK LOOP
    }
  }
}
```

Figura 45. Código por defecto del robot

Fuente: Propia de los autores

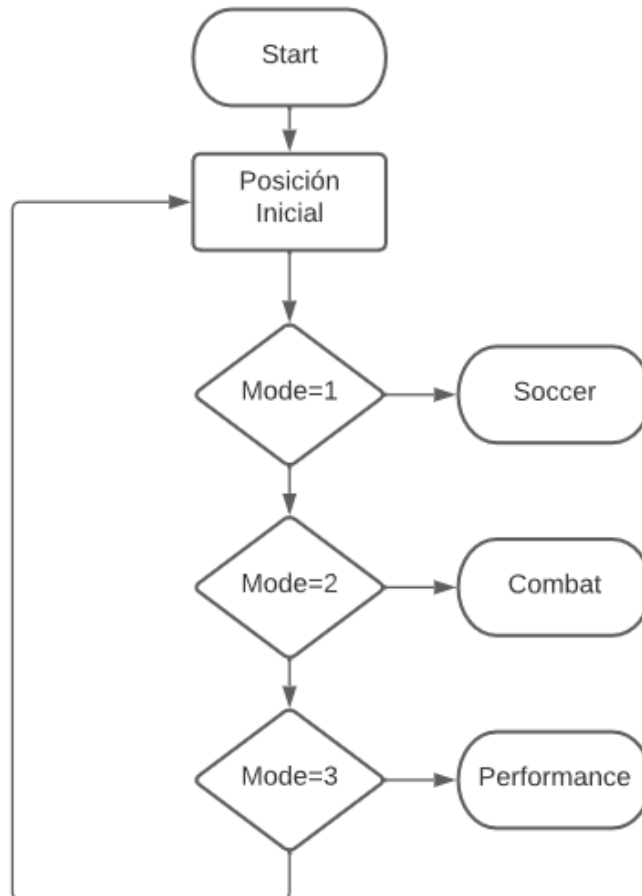


Figura 46. Diagrama de Flujo código por defecto

Fuente: Propia de los autores

Por medio de RoboPlus Motion se configura el movimiento dado que es el conjunto de datos necesarios para establecer el desplazamiento del Bioloid GP. Enseguida se configura los puertos necesarios para encender el interruptor conecte el cable mini-USB al PV como se ilustra en las siguientes figuras.

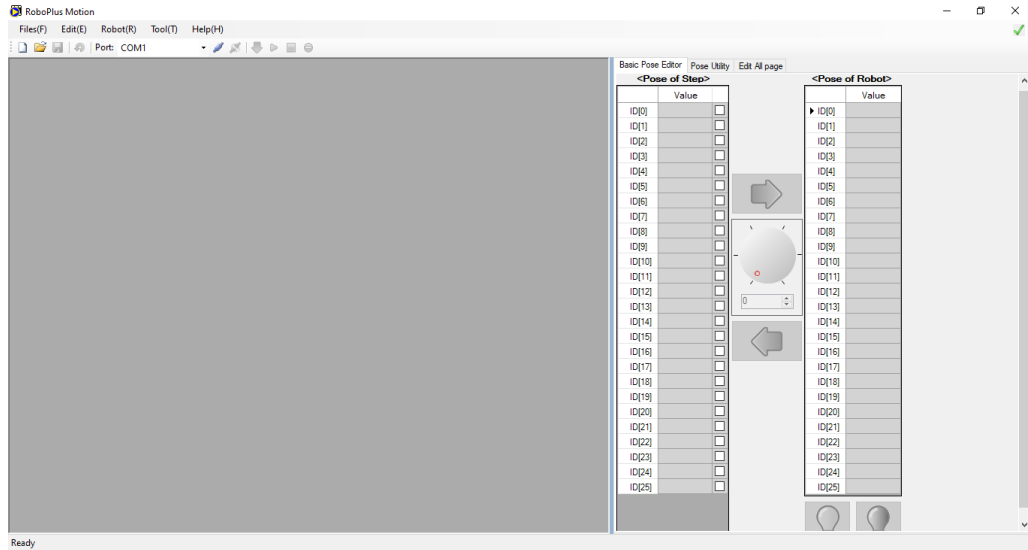


Figura 47. Pantalla de RoboPlus Motion

Fuente: Propia de los autores

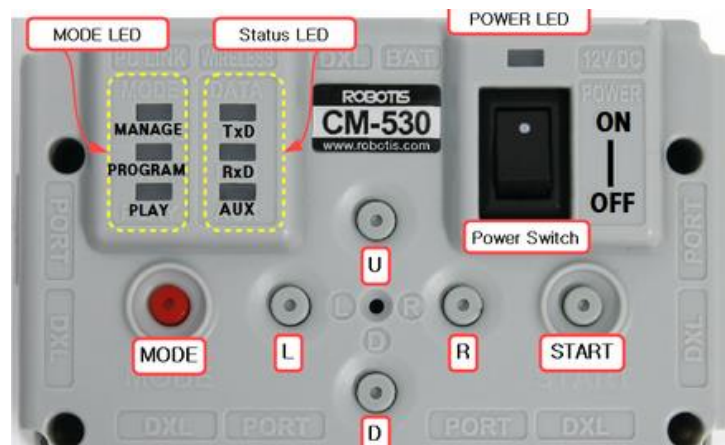


Figura 48. Configuración del controlador

Fuente: Propia de los autores



### 3.5 Elaboración de Movimientos

Para la implementación de los algoritmos es necesario previamente realizar la creación de los movimientos del Robot Bioloid Gp, lo cual se usará el software RoboPlus Motion.

En la figura 45, se muestran varios de los movimientos que fueron desarrollados para lograr esquivar los objetos detectados por el sensor Dms-80 y realizar el agarre de objetos con las garras del Robot.

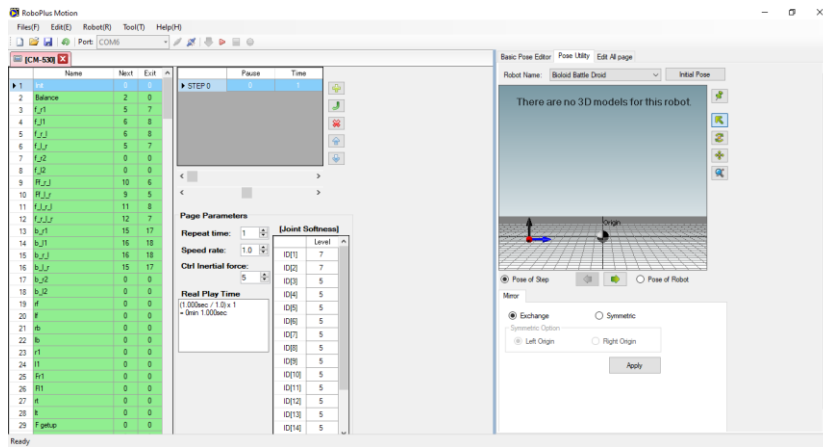


Figura 49. Movimientos del Robot Bioloid GP

Fuente: Propia de los autores



Figura 50. Elaboración y ajustes de los movimientos del Robot

Fuente: Propia de los autores

### 3.6 Diseño de soporte para la Batería

Para la elaboración de un soporte para adaptar la batería junto al controlador CM-530 se utilizó el Software AutoCAD para realizar el diseño de la pieza con las dimensiones adecuadas para la Batería Champion GOLDBAT, la cual posteriormente ya con el diseño finalizado, fue llevada para que sea impresa en 3D y adaptarla al robot.

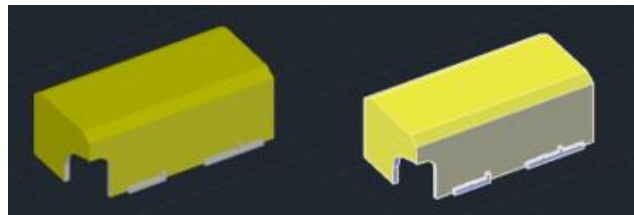


Figura 51. Diseño de pieza para impresión 3D

Fuente: Propia de los autores

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de la implementación del Algoritmo de programación para esquivar obstáculos Con el sensor de distancia DMS-80 en el Robot Bioloid Gp. Para esto se iniciamos con el ensamblaje de la estructura del robot. En las figuras 51 y 52 se puedo observar el proceso del armado de las piernas y brazos para la construcción del robot, con cada uno de sus respectivos servomotores.



Figura 52. Ensamblaje de las piernas del Robot  
Fuente: Propia de los autores



Figura 53. Ensamblaje de los brazos del Robot Bioloid GP  
Fuente: Propia de los autores

Posteriormente se continuó con el armado del torso para y se fueron añadiendo las demás partes del humanoide como lo son los brazos, como se muestra en la Figura 53.



Figura 54 Ensamblaje del torso y brazo del Robot Bioloid GP

Fuente: Propia de los autores

Una vez culminada la estructura del robot humanoide se procedió a colocar el controlador CM-530 en la parte posterior del robot, como se muestra en la Figura 54.



Figura 55. Ajuste del controlador CM-530

Fuente: Propia de los autores

Una vez ubicado el controlador y la batería podemos observar en la Figura 55 el resultado del armado del robot humanoide, listo para realizar la implementación de los algoritmos de programación.



Figura 56. Armado Terminado del Robot Humanoide

Fuente: Propia de los autores

Posteriormente se realizaron las pruebas del sensor DMS-80 para verificar los datos de la curva de salida del sensor, como se observa en la Figura 56.

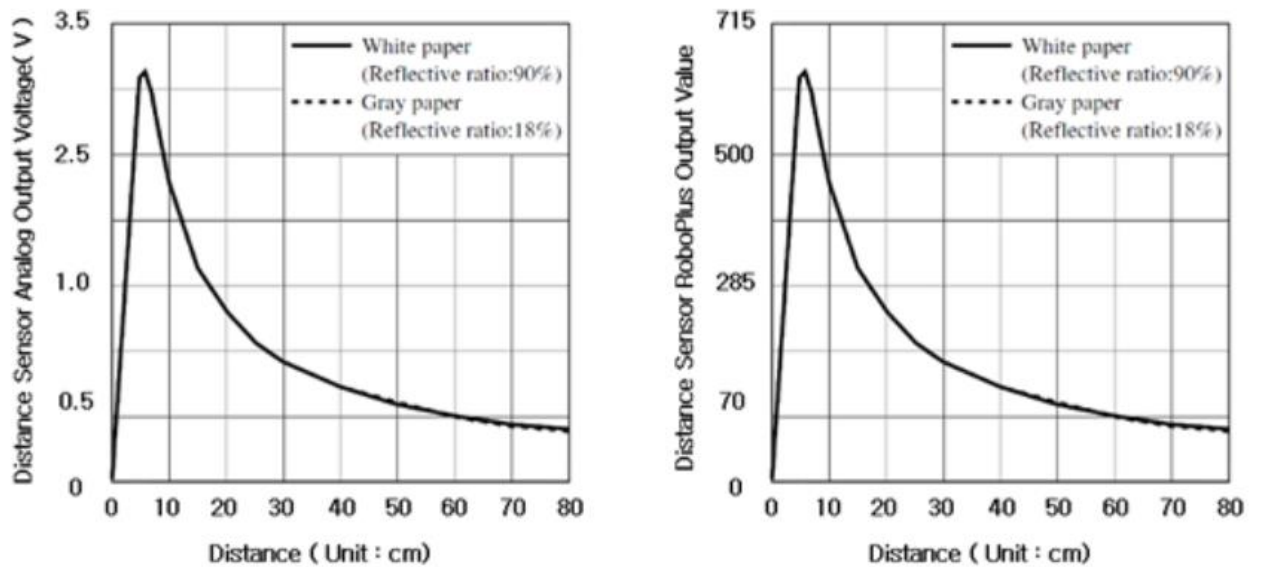


Figura 57. Curvas de valores de salida del Sensor obtenida del manual

Fuente: Propia de los autores

Para las pruebas del sensor se hizo uso del Software RoboPlus Manager, seleccionando el sensor DMS-80 conectado en el Port 1 para visualizar los datos que se obtienen. Y se ubicó el robot humanoide con el sensor a distintos valores de distancia como se observa en la Figura 57 a una distancia de 20cm, en la Figura 58 podemos visualizar que el valor de salida del sensor es de 269.



Figura 58. Prueba del sensor DMS-80 a 20cm de distancia

Fuente: Propia de los autores

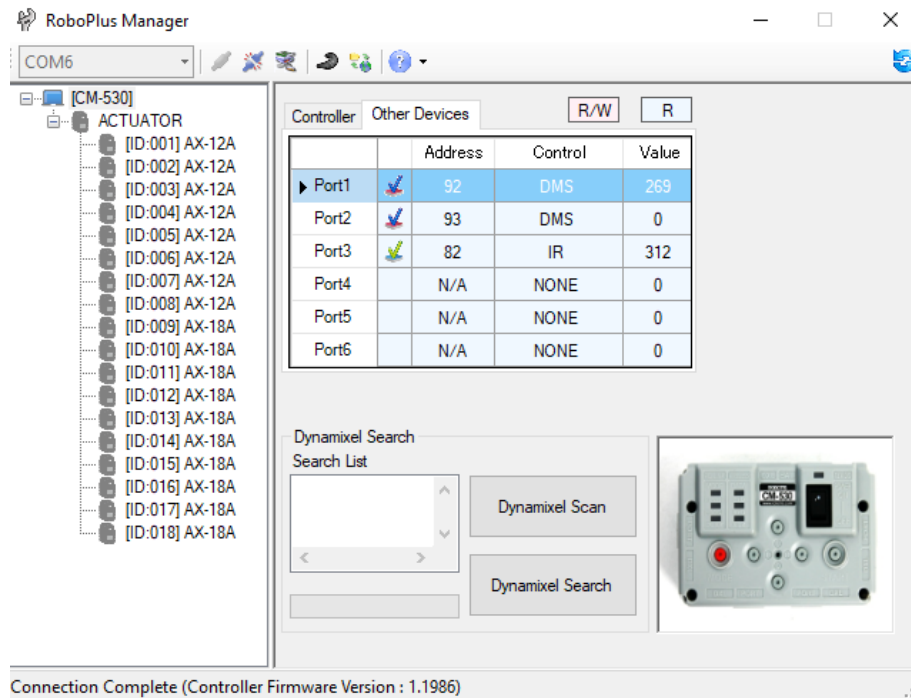


Figura 59. Valor de Salida del sensor DMS-80 a 20cm de distancia

Fuente: Propia de los autores

De igual manera se hicieron las pruebas a distintos valores de distancia obteniendo los siguientes valores como se muestran en la Tabla 2 y obteniendo como resultado la curva que podemos apreciar en la Figura 59 con los valores reales obtenidos del sensor DMS-80.

Tabla 2. Valores reales de la salida del sensor

Distancia(cm)	Salida del Sensor
0	0
4	655
12	421
15	331
20	269
60	97

Fuente: Propia de los autores



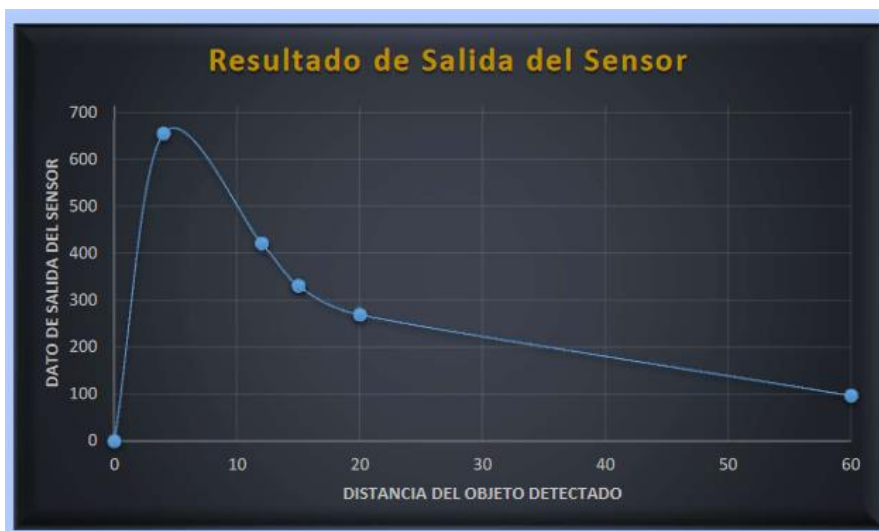


Figura 60. Curva de Salida del Sensor con los datos obtenidos en las pruebas

Fuente: Propia de los autores

Según los resultados obtenidos en las pruebas del sensor vemos que los datos obtenidos son similares a los que tenemos en la curva del sensor que visualizamos anteriormente en la Figura 56 estas pequeñas variaciones que se tienen en los valores de salida del sensor se deben al color del objeto detectado lo cual puede disminuir el porcentaje de reflexión, sin embargo esas variaciones no son significativas.

Una vez confirmado el correcto armado del robot humanoide Bioloid Gp y el funcionamiento del sensor DMS-80, se realizaron los algoritmos de programación y ajustes de los movimientos requeridos para las prácticas como se muestra en la Figura 60 y Figura 61 respectivamente.

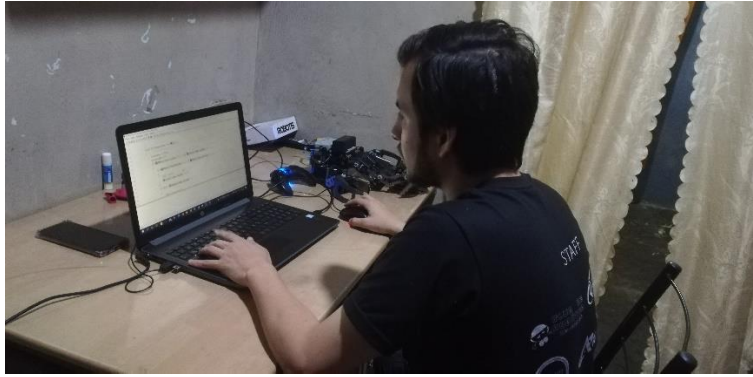


Figura 61. Elaboración del algoritmo para esquivar obstáculos  
Fuente: Propia de los autores



Figura 62 Ajuste y Creación de movimientos para esquivar obstáculos.  
Fuente: Propia de los autores

Finalmente, se presenta el resultado obtenido luego de cargar el código de programación y los movimientos creados, comprobando la correcta implementación del algoritmo para esquivar obstáculos con el sensor DMS-80.



Figura 63. Resultado final de la implementación del algoritmo para esquivar obstáculos con el sensor DMS-80

Fuente: Propia de los autores

## 4.1 Práctica I

### 4.1.1 Tema

Operación del Robot Bioloid Gp con control remoto en Modo Estándar

### 4.1.2 Objetivos

- Analizar y comprender los movimientos básicos del robot haciendo uso del Control Remoto.
- Cargar el código por defecto del robot para comprobar su correcto funcionamiento.
- Realizar una secuencia de pasos desde el Control Remoto.
- Verificar el funcionamiento y estado del robot humanoide.

### 4.1.3 Recursos

- Computadora
- Robot Bioloid GP
- Software RoboPlus

- Batería Lipo 3S – 1500 mAh
- Módulo BT 4.10 (Bluetooth)
- Control Remoto RC-100B

#### 4.1.4 Procedimiento

1. Realizar la descarga del código de programación original del Robot Bioloid GP, desde el sitio Web de Robotis.
2. Ingresar a la página Web de los manuales de Robotis: <https://emanual.robotis.com/>

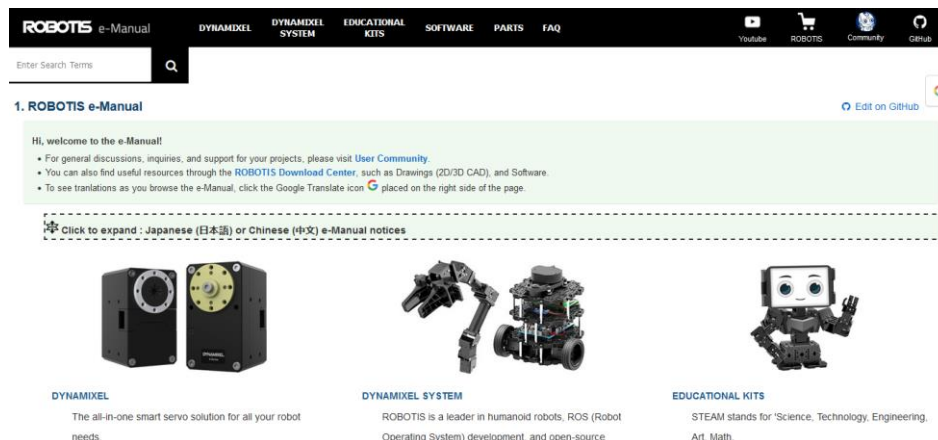


Figura 64. Manual de Robotis

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

3. Una vez en el sitio seleccionar del menú la opción **EDUCATIONAL KITS** y se abrirá un submenú.
4. Seleccionar la opción **Robot Bioloid** y posteriormente **Robotis GP**.

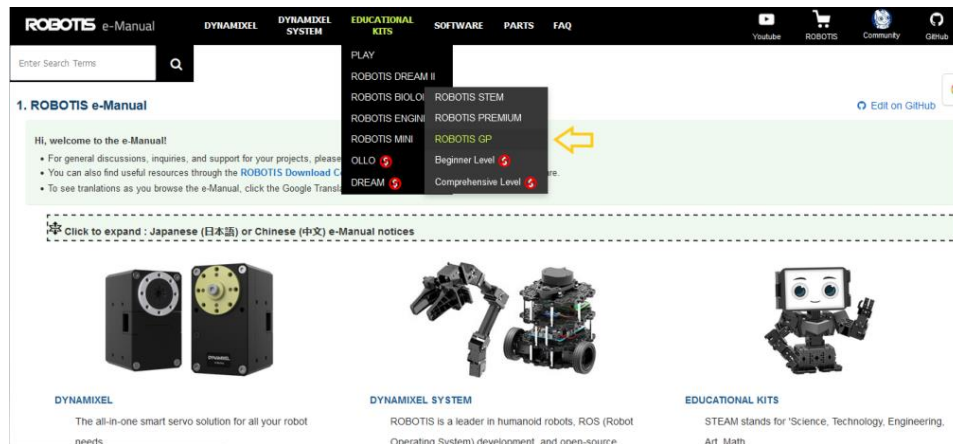


Figura 65. Submenú EDUCATIONAL KITS

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

## 5. Aparecerá el manual del Robot Bioloid GP.

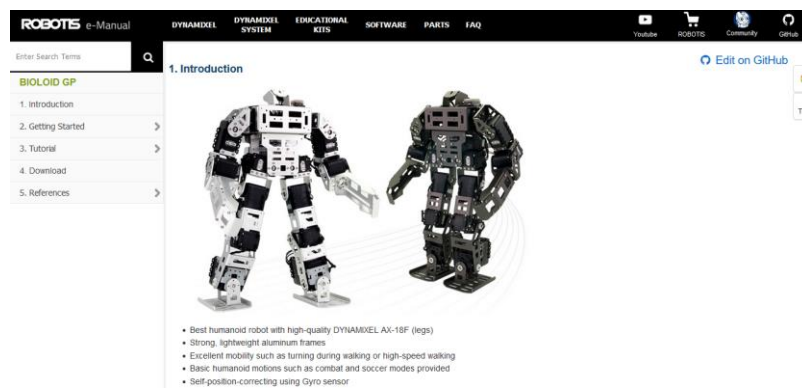


Figura 66. Manual Robot Bioloid GP

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

## 6. Seleccionamos la opción del Capítulo 4 “Download”

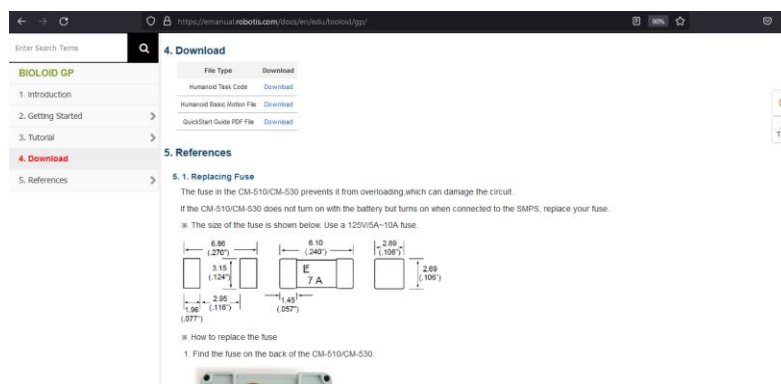


Figura 67. Manual Bioloid GP-Capítulo 4: Download

Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

7. Se selecciona **Download**, en la opción **Humanoid Task Code**. Para proceder a la descarga del código de programación.

#### 4. Download

File Type	Download
Humanoid Task Code	<a href="#">Download</a>
Humanoid Basic Motion File	<a href="#">Download</a>
QuickStart Guide PDF File	<a href="#">Download</a>

Figura 68. Descargar Humanoid Task Code  
Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

8. También seleccionamos **Download**, en la opción **Humanoid Basic Motion File**. Para realizar la descarga de los movimientos iniciales del robot.

#### 4. Download

File Type	Download
Humanoid Task Code	<a href="#">Download</a>
Humanoid Basic Motion File	<a href="#">Download</a>
QuickStart Guide PDF File	<a href="#">Download</a>

Figura 69. Descargar Humanoid Basic Motion File  
Fuente: (GitHub oficial de ROBOTIS, 2022)

9. Nos aparecerán en la carpeta de descarga los archivos:
- bio\_gp\_humanoid\_en.tsk
  - bio\_gp\_humanoid\_kr.mtm

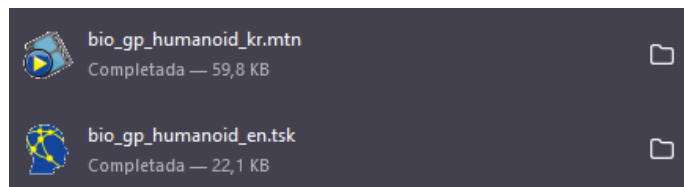


Figura 70. Programación y Movimientos Descargados  
Fuente: Propia de los autores

10. Posteriormente debemos abrir el software RoboPlus para realizar las pruebas con el robot Bioloid GP.

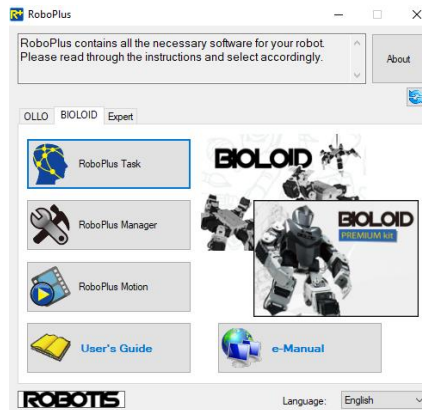


Figura 71. Ventana Principal Software RoboPlus

Fuente: Propia de los autores

11. Seleccionamos la opción **RoboPlus Motion**

12. Nos aparecerá la ventana de trabajo del software **RoboPlus Motion**

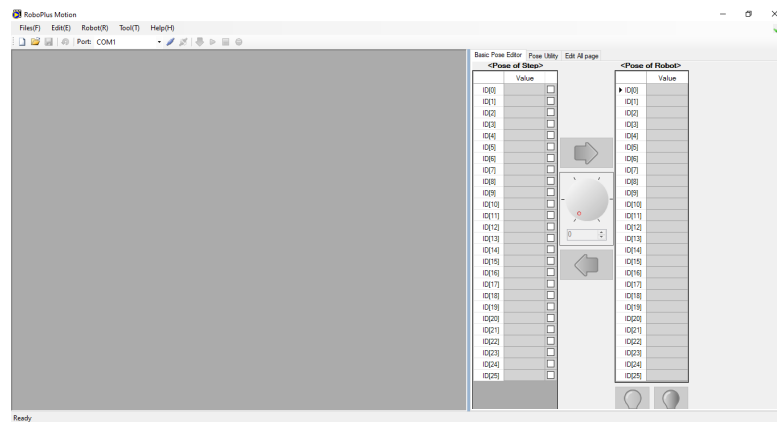


Figura 72. Ventana Principal RoboPlus Motion

Fuente: Propia de los autores

13. Realizamos el encendido del Robot Bioloid.

14. Una vez con el robot encendido podemos visualizar en el controlador, los indicadores Leds de estados. Nos aparece inicialmente encendido en modo **PLAY**.



Figura 73. Controlador en Modo PLAY

Fuente: Propia de los autores

15. Realizamos la conexión del cable de comunicación entre el Robot Bioloid GP y el computador.

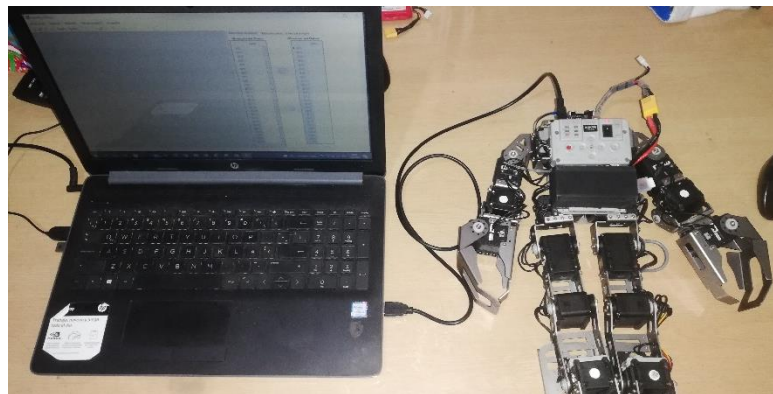


Figura 74. Conexión Controlador CM-530 – Computador

Fuente: Propia de los autores

16. Dar clic en la opción **Port**, del RoboPlus Motion.

17. Seleccionar el puerto de comunicación al que se encuentra conectado el Robot.

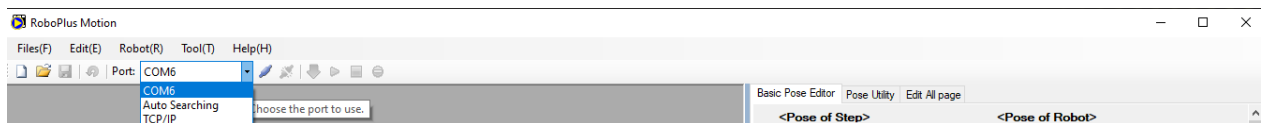


Figura 75. Selección del Puerto de Comunicación RoboPlus Motion

Fuente: Propia de los autores

18. Seleccionamos la opción **Connect to Robot**, para iniciar la comunicación entre el Robot y el ordenador.



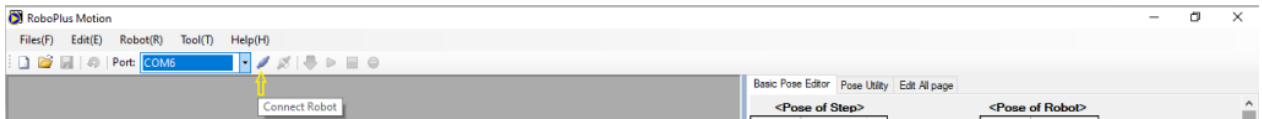


Figura 76. Conectar RoboPlus Motion con el Controlador

Fuente: Propia de los autores

19. Al momento de realizar la conexión del robot. Podemos visualizar en los indicadores led del controlador cambia a modo **PROGRAM**.



Figura 77. Controlador en Modo PROGRAM

Fuente: Propia de los autores

20. Una vez finalizada la conexión nos aparecerá la ventana de trabajo del software RoboPlus Motion con los datos de nuestro Controlador **CM-530**.

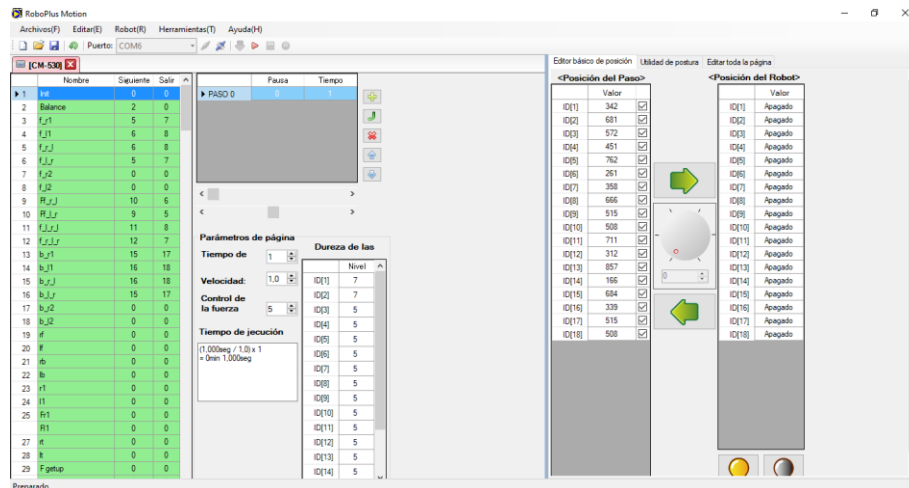


Figura 78. Movimientos en RoboPlus Motion

Fuente: Propia de los autores

21. Dar clic en la opción **Open**.

22. Seleccionar el archivo previamente descargado **bio\_gp\_humanoid\_kr.mtm** y dar clic en abrir.

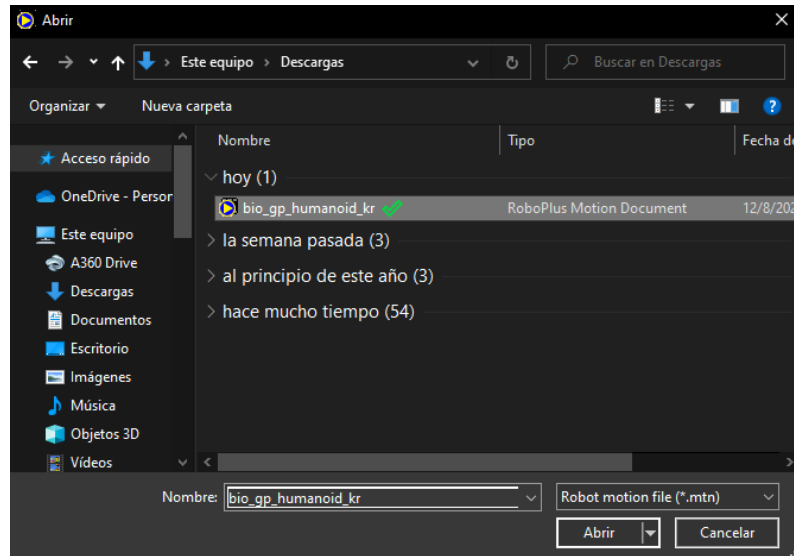


Figura 79. Abrir archivo de movimientos

Fuente: Propia de los autores

23. Nos aparecerá el archivo con los movimientos por defecto del Robot Bioloid GP.

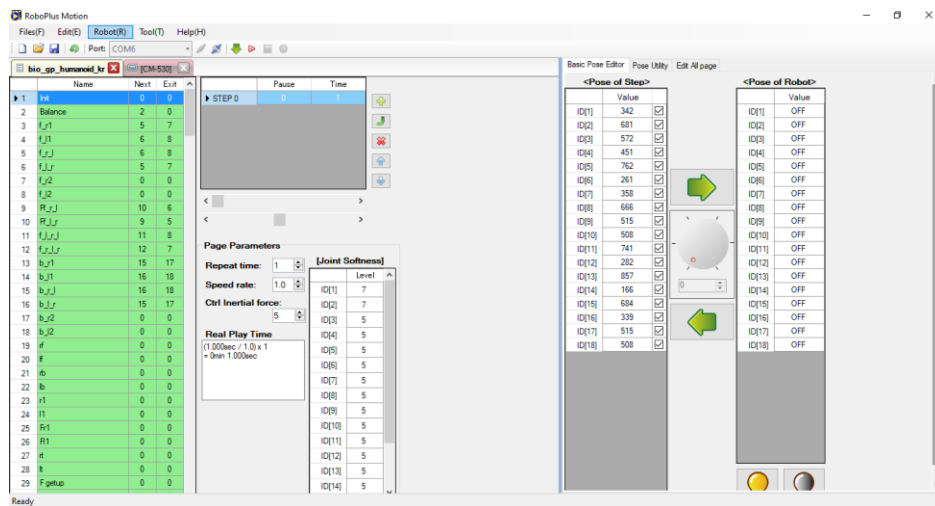


Figura 80. Movimientos por defecto del Robot

Fuente: Propia de los autores

24. Dar clic en la opción **Download to Motion** para cargar los datos por defectos a nuestro controlador

25. Nos aparecerá una ventana emergente, solicitando la confirmación para cargar el archivo, dar clic en Aceptar.

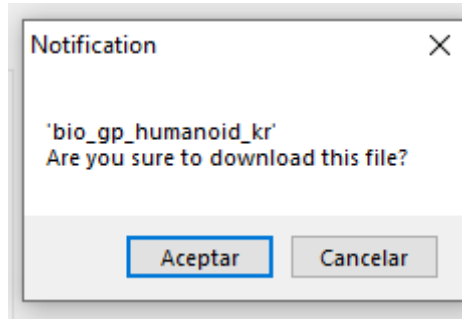


Figura 81. Ventana de Confirmación de Carga

Fuente: Propia de los autores

26. Durante la carga del archivo, podemos visualizar en los indicadores de estado del controlador se mantiene en modo **PROGRAM** y se activa el led **RxD** mientras el controlador recibe los datos.



Figura 82. Envío de datos al Controlador

Fuente: Propia de los autores

27. Una vez culminado el envío de los datos, aparecerá una ventana indicando que la carga de los datos se realizó con éxito.

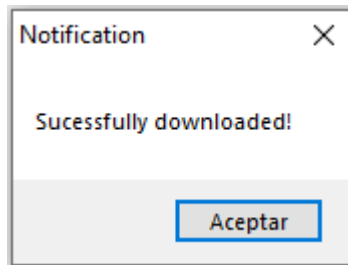


Figura 83. Carga de Datos Finalizada

Fuente: Propia de los autores

28. Damos clic en **Aceptar**.

29. Una vez culminada la carga de los movimientos por defecto del Robot Bioloid Gp.

Procedemos a desconectar la comunicación en el Software RoboPlus Motion, para lo cual damos clic en **Disconnect Robot**.

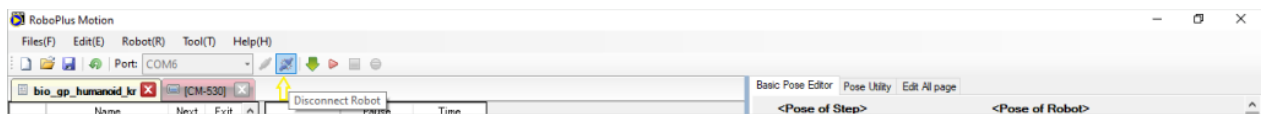


Figura 84. Desconectar RoboPlus Motion del Controlador

Fuente: Propia de los autores

30. Nos aparecerá una ventana emergente solicitando la confirmación para desconectar el Dispositivo.

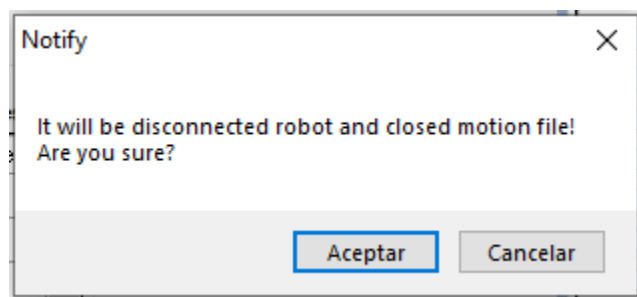


Figura 85. Ventana de Confirmación de desconexión

Fuente: Propia de los autores

31. Damos clic en **Aceptar**.

32. Una vez culminado el proceso de carga del Motion en el Robot Bioloid Gp, volvemos al menú principal del Software RoboPlus.

33. Seleccionamos la opción **RoboPlus Task**.

34. Nos aparecerá la ventana de trabajo del software **RoboPlus Task**.

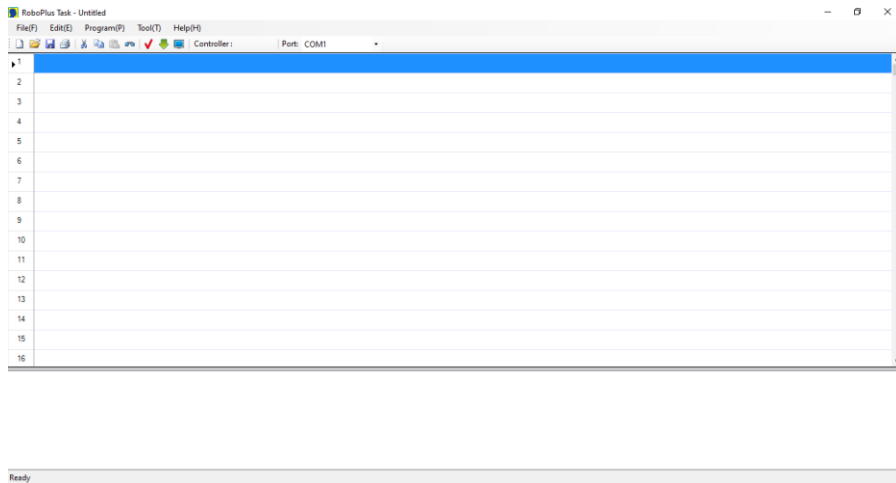


Figura 86. Ventana Principal RoboPlus Task

Fuente: Propia de los autores

35. Una vez aquí, vamos a seleccionar la opción **Open**, para abrir el código de programación por defecto del robot.

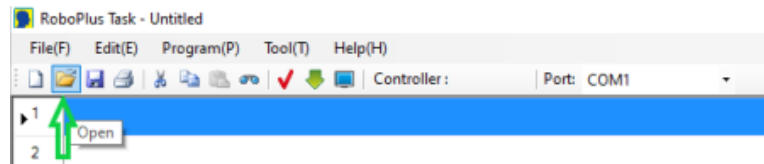


Figura 87. Opción abrir archivos en Roboplus Task

Fuente: Propia de los autores

36. Seleccionamos el documento **bio\_gp\_humanoid\_en.tsk** previamente descargado, del sitio Web de Robotis y damos clic en abrir

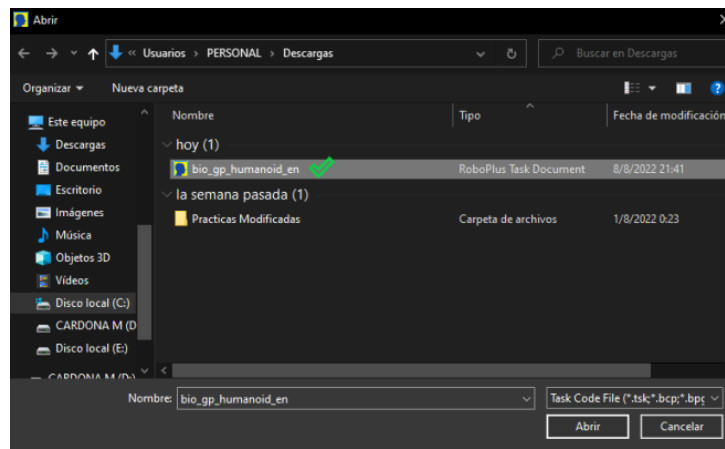
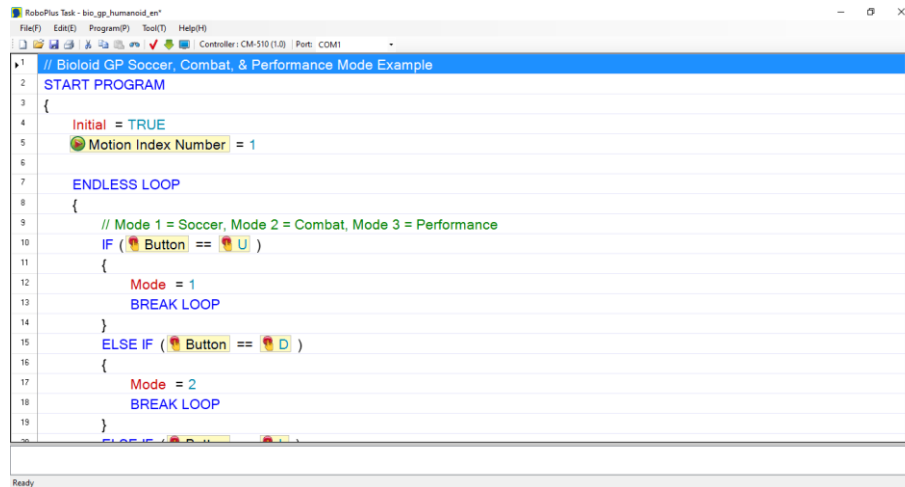


Figura 88. Abrir algoritmo de Programación

Fuente: Propia de los autores

37. Nos aparecerá el código por defecto del Robot, con sus modos Soccer, Combate, Estándar y sus respectivos movimientos.



```
// Bioid GP Soccer, Combat, & Performance Mode Example
START PROGRAM
{
  Initial = TRUE
  Motion Index Number = 1
  ENDLESS LOOP
  {
    // Mode 1 = Soccer, Mode 2 = Combat, Mode 3 = Performance
    IF ( Button == U )
    {
      Mode = 1
      BREAK LOOP
    }
    ELSE IF ( Button == D )
    {
      Mode = 2
      BREAK LOOP
    }
  }
}
```

Figura 89. Código inicial del Robot Bioid GP

Fuente: Propia de los autores

38. En la parte superior del software, seleccionar la opción **Controller**.

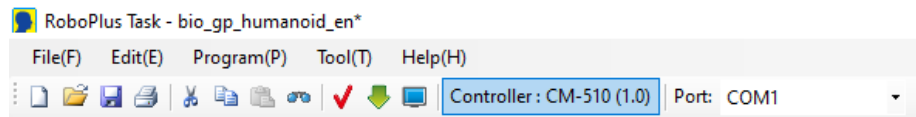


Figura 90. Botón de Selección del controlador

Fuente: Propia de los autores

39. Aparecerán varios de los controladores empleados por la marca Robotis.

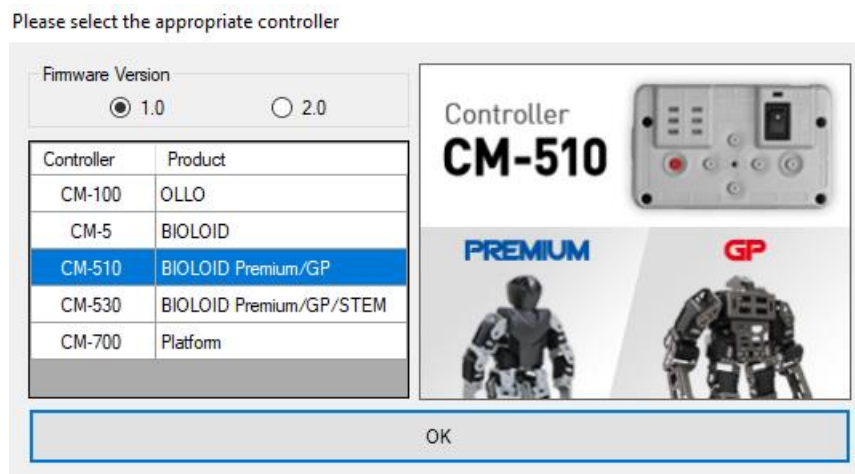


Figura 91. Opciones de Controladores

Fuente: Propia de los autores

40. Seleccionar el CM-530, correspondiente al Robot Bioloid GP.

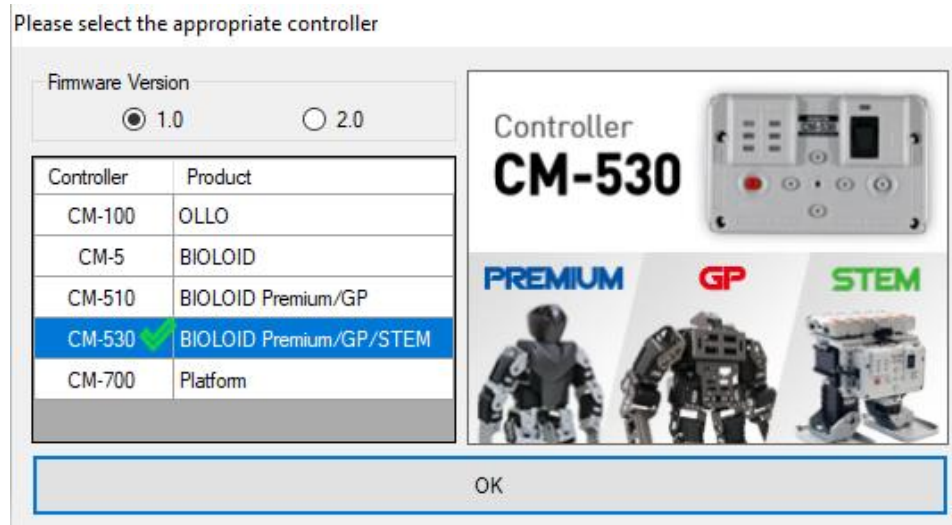


Figura 92. Selección del Controlador CM-530

Fuente: Propia de los autores

41. Posteriormente se debe seleccionar la opción **Port** y damos clic el Puerto de Comunicación correspondiente.

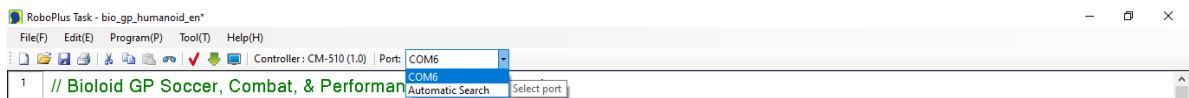


Figura 93. Selección del Puerto de Comunicación RoboPlus Task

Fuente: Propia de los autores

42. Una vez seleccionado el Controlador y Puerto del Robot Bioloid Gp, procedemos a cargar el código en el Robot.

43. Seleccionar la opción **Download to device** para cargar la programación en el controlador **CM-530**.

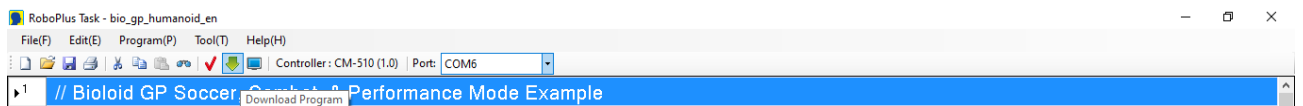


Figura 94. Descarga del código al Controlador CM-530

Fuente: Propia de los autores

44. Nos aparecerá una ventana emergente, mientras se envía el código al robot.

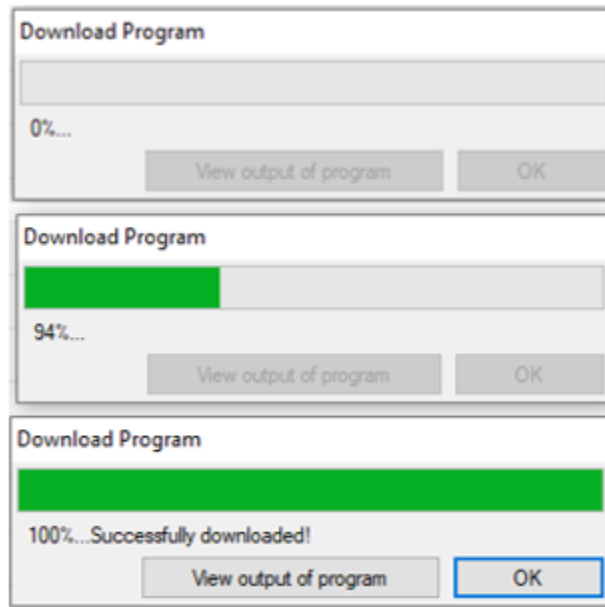


Figura 95. Ventana de descarga al controlador  
Fuente: Propia de los autores

45. En el controlador podremos ver que cambió el indicador Led de estado y se activa el Led del controlador en modo **MANAGE** y hacen un parpadeo los Leds **TxD** y **RxD** durante el envío y transmisión de datos entre el computador y el controlador **CM-530**.



Figura 96. Estado del Controlador durante la carga del código  
Fuente: Propia de los autores

46. Cuando se haya finalizado con la carga de la programación, procedemos a desconectar el cable de comunicación del robot.

47. Cambiamos el estado del controlador a modo **PLAY**, para ello presionamos el botón **MODE** de nuestro controlador.



48. Y procedemos a realizar las pruebas de los movimientos del **Robot Bioloid GP**.

49. Presionamos el botón **START** del Controlador.

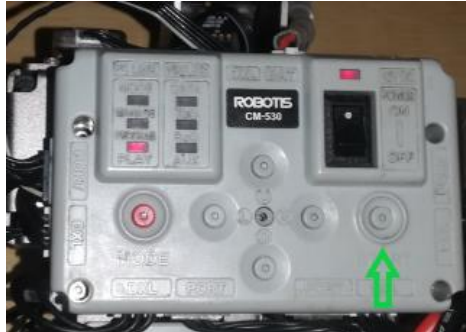


Figura 97. Botón Start del controlador

Fuente: Propia de los autores

50. El robot se ubica en Posición inicial.

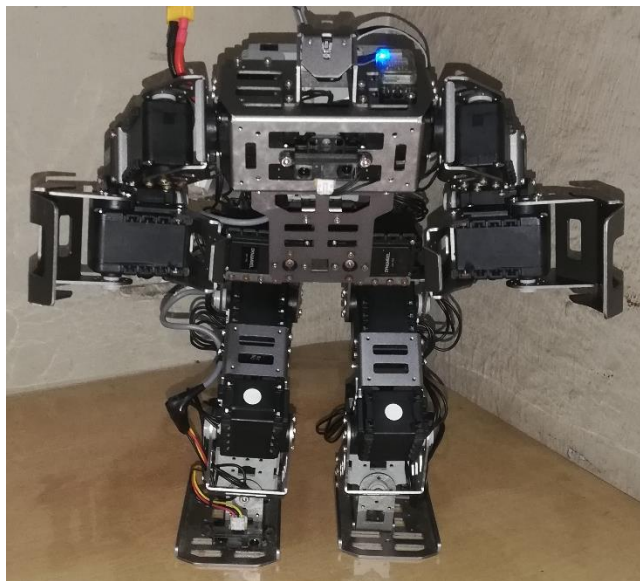








Figura 98. Posición inicial del Robot

Fuente: Propia de los autores

51. Para seleccionar el modo estándar en nuestro robot. Pulsamos el **botón L** de nuestro controlador CM-530.

52. Realizamos el encendido del Control Remoto RC-100B.

53. Posteriormente se procede a la prueba de los siguientes movimientos del modo Estándar:

Button	Motion	Control
U	Caminata Frontal	
D	Caminata Retroceso	
L	Paso lateral izquierda	
R	Paso Lateral Derecha	
U+1	Levantarse Adelante	
D+1	Levantarse Atrás	

54. Una vez probados los movimientos y verificar su correcto funcionamiento.



Figura 99. Prueba Realizada en modo Estándar

Fuente: Propia de los autores

55. Se procede al Apagado del **Robot Bioloid GP**.

#### 4.1.5 Resultados obtenidos

- Se obtuvo la correcta ejecución de los movimientos del robot en el modo Estándar.
- Sincronización entre el control remoto RC-100B y el controlador CM-530 del robot.

## 4.2 Práctica II

### 4.2.1 Tema

Operación del robot Bioloid Gp con control remoto en modo Soccer

### 4.2.2 Objetivos

- Analizar y comprender los movimientos básicos del modo Soccer robot haciendo uso del Control Remoto.
- Cargar el código por defecto del robot para comprobar su correcto funcionamiento.
- Realizar una secuencia de pasos desde el Control Remoto.
- Verificar el funcionamiento y estado del robot humanoide.

### 4.2.3 Recursos

- Computadora
- Robot Bioloid GP
- Software RoboPlus
- Batería Lipo 3S – 1500 mAh
- Módulo BT 4.10 (Bluetooth)
- Control Remoto RC-100B

### 4.2.4 Procedimiento

1. Para esta práctica repetiremos los pasos del 1 al 50 realizados en la práctica anterior.
2. Una vez finalizada la secuencia anterior tendremos al robot en posición inicial
3. Para seleccionar el modo soccer en nuestro robot. Pulsamos el **botón U** de nuestro controlador CM-530.
4. Realizamos el encendido del Control Remoto RC-100B.








Figura 100. Encendido del Control Remoto RC-100B




Fuente: Propia de los autores


5. Posteriormente se procede a la prueba de los siguientes movimientos del modo Soccer:

Button	Motion	Control
U+2	Patada Izquierda	
D+2	De taco Izquierda	
L+2	Patada Lateral Izquierda	

R+2	Patada Rápida Izquierda	
U+3	Preparado para Atajar	
D+3	Preparado para Atajar	
L+3	Brazo Izquierdo	
R+3	Brazo Derecha	

3	Posición de Arquero	
---	---------------------	--

Button	Motion	Control
U+4	Patada Derecha	
D+4	De taco Derecha	
L+4	Patada Lateral Derecha	

R+4	Patada Rápida Derecha	
-----	-----------------------	--

6. Una vez probados los movimientos y verificar su correcto funcionamiento.



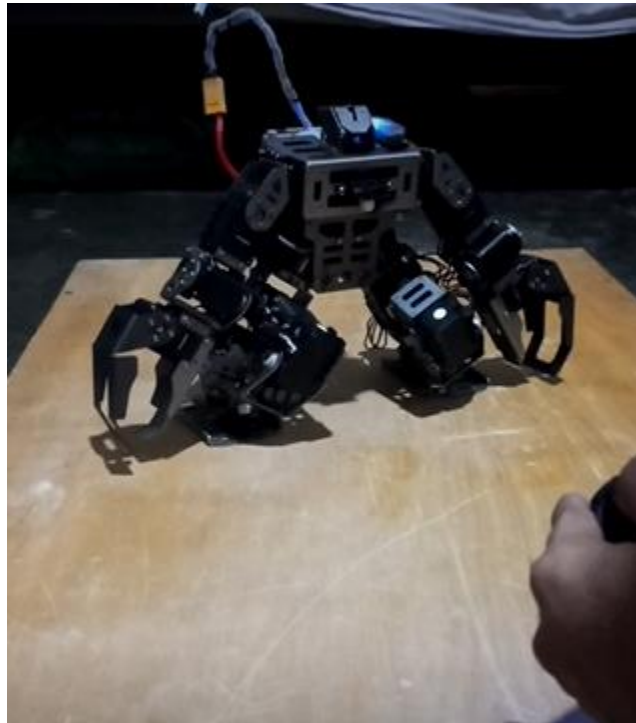


Figura 101. Prueba realizada en modo Soccer  
Fuente: Propia de los autores

7. Se procede al apagado del Robot Bioid GP.

#### **4.2.5 Resultados obtenidos**

- Se obtuvo la correcta ejecución de los movimientos del robot en el modo Soccer.
- Sincronización entre el control remoto RC-100B y el controlador CM-530 del robot.

### **4.3 Práctica III**

#### **4.3.1 Tema**

Caminata con evasión de obstáculos de forma lateral.

### **4.3.2 Objetivos**

- Programar el robot humanoide Bioloid GP para que realice la trayectoria de esquivar obstáculo realizando un movimiento lateral.
- Conocer los comandos que tiene el software RoboPlus para los movimientos del robot.
- Aprender a crear determinados movimientos para el robot humanoide.
- Realizar una lógica secuencial para realizar la tarea con efectividad.
- Verificar el funcionamiento y la realización de la secuencia conforme la práctica.

### **4.3.3 Recursos**

- Computadora
- Robot Bioloid GP
- Software RoboPlus
- Batería Lipo 3S – 1500 mAh
- Módulo BT 4.10 (Bluetooth)
- Control Remoto RC-100B

### **4.3.4 Procedimiento**

1. Plantear soluciones al problema planteado.
2. Realizar el diagrama de flujos de nuestro algoritmo.

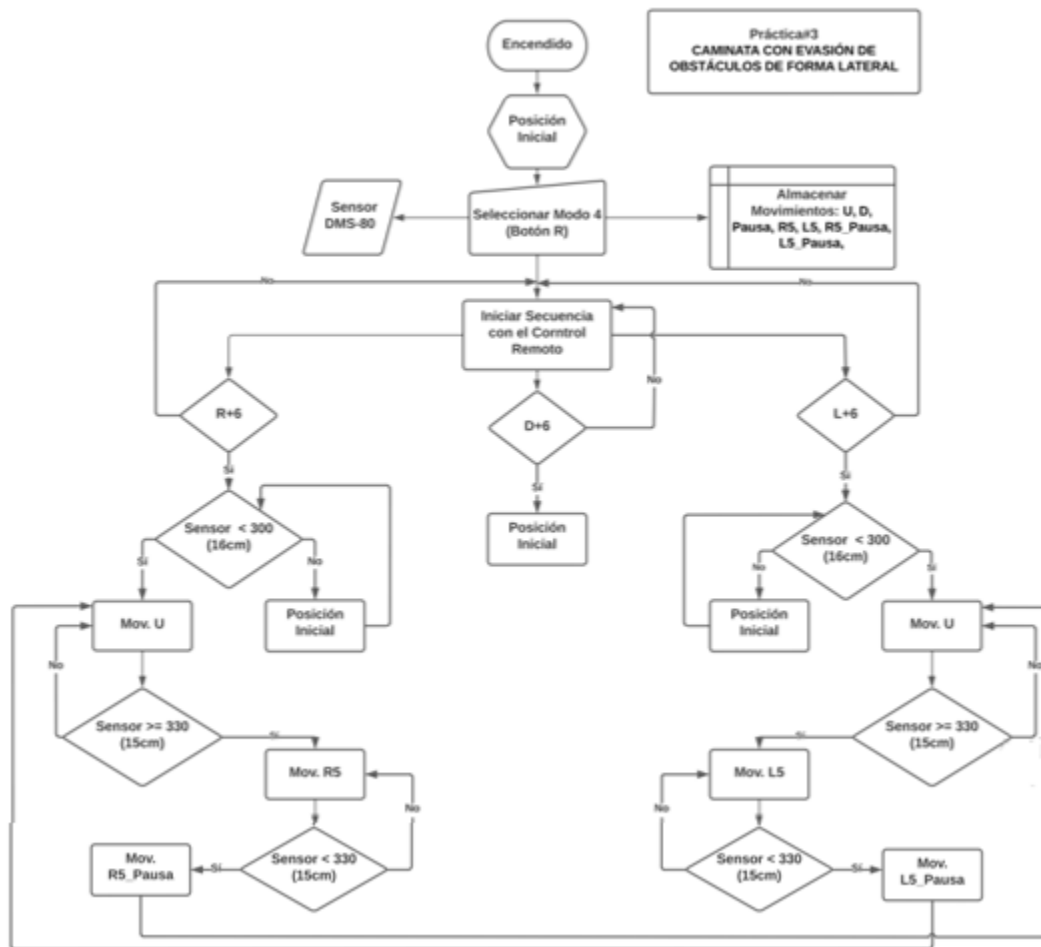


Figura 102. Diagrama de Flujos Caminata con evasión de forma lateral

Fuente: Propia de los autores

3. Una vez definido el proceso y pasos que se llevarán a cabo en la práctica, definimos los movimientos a utilizar:

- Caminata Frontal - **U**
- Paso lateral derecha - **R\_5**
- Paso lateral izquierda - **L\_5**
- Paso lateral derecha con pausa - **R\_5\_pausa**
- Paso lateral izquierda con pausa - **L\_5\_pausa**
- Levantarse de frente - **U\_1**

- Levantarse de espalda - **D\_1**

4. Realizamos la elaboración y ajuste de los movimientos del robot en el Software RoboPlus Motion.

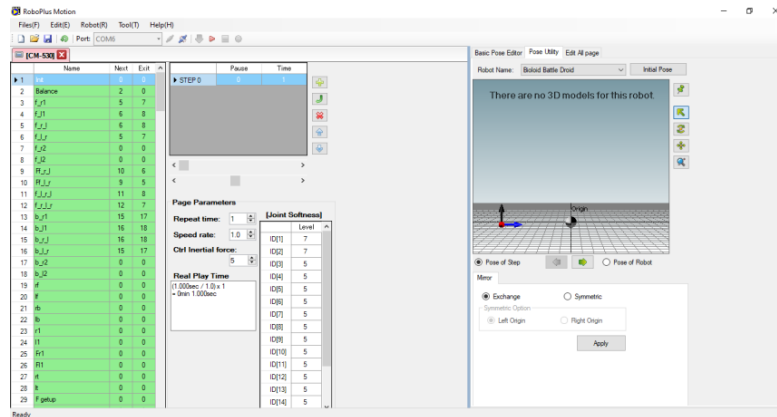


Figura 103. Proceso de elaboración y ajuste de movimientos

Fuente: Propia de los autores

5. En la parte superior derecha del Software podremos visualizar el modelo en 3D del robot, con los ID de los servomotores en tiempo real, para el ajuste de los movimientos.

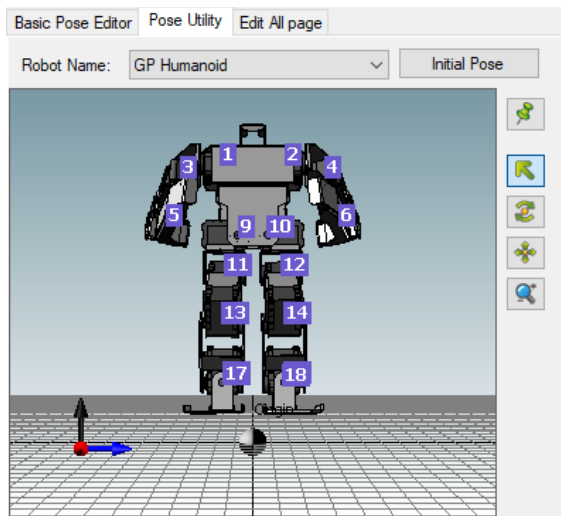


Figura 104. Modelo 3D del robot en RoboPlus Motion

Fuente: Propia de los autores

6. Finalizada la creación de los movimientos desconectamos el robot del RoboPlus Motion y nos dirigimos a RoboPlus Task para la elaboración del código de programación.

7. Utilizaremos como base el código por defecto del robot Bioloid GP.

8. Definimos las variables y condiciones iniciales de nuestro programa.

```
Initial = TRUE
Motion Index Number = 1
// Direccion de la evasión, 1 = derecha, -1= Izquierda
Dir_Eva = 1
Pared_Frontal = FALSE
Encendido_Evasion = FALSE
Caminada_fronal = FALSE
Caminada_retroceso = FALSE
// Bucle inicial necesario para evitar fallas
Bucle1 = FALSE
```

Figura 105. Variables de la práctica III

Fuente: Propia de los autores

9. Debemos tener en cuenta que el código por defecto del robot, tiene 3 modos: Soccer, Combat y Performance.

10. Crear un nuevo modo “4”, que se active con el **botón R** del controlador

```
18: IF ( Button == U )
19: {
20:     Mode = 1
21:     BREAK LOOP
22: }
23: ELSE IF ( Button == D )
24: {
25:     Mode = 2
26:     BREAK LOOP
27: }
28: ELSE IF ( Button == L )
29: {
30:     Mode = 3
31:     BREAK LOOP
32: }
33: ELSE IF ( Button == R )
34: {
35:     Mode = 4
36:     BREAK LOOP
37: }
```

Figura 106. Creación del modo 4 del Robot

Fuente: Propia de los autores

11. Crear una función del movimiento de la caminata frontal, le asignamos el nombre U.

```

777 FUNCTION U
778 {
779     GyroMode = TRUE
780     GyroMode2 = 2
781     IF ( Motion Index Number >= 3 && Motion Index Number <= 12 )
782     {
783         IF ( Motion Index Number == 9 || Motion Index Number == 11 )
784         {
785             CALL Abort
786             Motion Index Number = 6
787         }
788         ELSE IF ( Motion Index Number == 10 || Motion Index Number == 12 )
789         {
790             CALL Abort
791             Motion Index Number = 5
792         }
793         ELSE IF ( Motion Index Number == 7 )
794         {
795             CALL MotionReady
796             Motion Index Number = 4
797         }
798         ELSE IF ( Motion Index Number == 8 )
799         {
800             CALL MotionReady
801             Motion Index Number = 3
802         }
803     }
804     ELSE
805     {
806         CALL Exit
807         Motion Index Number = 3
808     }
809 }

```

Figura 107. Función U - Caminata Frontal

Fuente: Propia de los autores

12. Crear una función del movimiento para esquivar de forma lateral hacia la derecha, le asignamos el nombre **R\_5**.

```

848 FUNCTION R_5
849 {
850     CALL Exit
851     GyroMode = FALSE
852     Motion Index Number = 23
853 }


```

Figura 108. Función R\_5 - Paso Lateral Derecha

Fuente: Propia de los autores

13. Crear una función del movimiento para esquivar de forma lateral hacia la izquierda, le asignamos el nombre **L\_5**.

```

855 FUNCTION L_5
856 {
857     CALL Exit
858     GyroMode = FALSE
859      Motion Index Number = 24
860 }


```

Figura 109.Función L\_5 - Paso Lateral Izquierda

Fuente: Propia de los autores

14. Crear una función del movimiento para esquivar de forma lateral hacia la derecha haciendo una pequeña pausa, le asignamos el nombre **R\_5\_Pausa**.

```

889 FUNCTION R_5_pausa
890 {
891     CALL Exit
892     GyroMode = FALSE
893      Motion Index Number = 89
894 }


```

Figura 110.Función R\_5\_pausa - Paso Lateral Derecha con Pausa

Fuente: Propia de los autores

15. Crear una función del movimiento para esquivar de forma lateral hacia la izquierda haciendo una pequeña pausa, le asignamos el nombre **L\_5\_Pausa**.

```

896 FUNCTION L_5_pausa
897 {
898     CALL Exit
899     GyroMode = FALSE
900      Motion Index Number = 90
901 }

```

Figura 111.Función L\_5\_pausa - Paso Lateral Izquierda con pausa

Fuente: Propia de los autores

16. Crear una función del movimiento para que el robot se levante, en el caso de caerse hacia adelante, le asignamos el nombre **U\_1**.

862	FUNCTION U_1
863	{
864	CALL Exit
865	GyroMode = FALSE
866	Motion Index Number = 29
867	CALL MotionReady
868	}

Figura 112. Función U\_1 - Levantarse de frente  
Fuente: Propia de los autores

17. Crear una función del movimiento para que el robot se levante, en el caso de caerse hacia atrás, le asignamos el nombre **D\_1**.

869	FUNCTION D_1
870	{
871	CALL Exit
872	GyroMode = FALSE
873	Motion Index Number = 30
874	CALL MotionReady
875	}

Figura 113. Función D\_1 - Levantarse de espalda  
Fuente: Propia de los autores

18. Una vez creadas las funciones de los movimientos a usar, procedemos a realizar la programación del funcionamiento del robot

19. Asignar un nombre al modo 4 “**E\_Lateral**”.

577	// Evasión de Forma Lateral: Mode 4
578	FUNCTION E_Lateral
579	{

Figura 114. Función del modo 4 - E\_Lateral de la práctica III  
Fuente: Propia de los autores

20. Iniciamos creando las condiciones de inicio, para esto usaremos sentencias condicionales if – else



21. La primera condición cuando se presiona R+6 el robot inicia esquivando hacia la derecha, la segunda cuando se presiona L+6 el robot inicia esquivando hacia la izquierda y por último cuando se presiona D+6 para detener el robot.

```

581 // Iniciar con Evasión de obstáculos (hacia la derecha)
582 IF ( ReceivData == 🌀R+6 )
583 {
584     Bucle1 = TRUE
585     Encendido_Evasion = TRUE
586     Dir_Eva = 1
587 }
588 // Iniciar con Evasión de obstáculos (hacia la izquierda)
589 ELSE IF ( ReceivData == 🌀L+6 )
590 {
591     Bucle1 = TRUE
592     Encendido_Evasion = TRUE
593     Dir_Eva = -1
594 }
595 // Detener el proceso de Evasión de obstáculos
596 ELSE IF ( ReceivData == 🌀D+6 )
597 {
598     Encendido_Evasion = FALSE
599     Bucle1 = FALSE
600     Pared_Frontal = FALSE
601 }

```

Figura 115. Condiciones iniciales para el inicio del proceso de la práctica III

Fuente: Propia de los autores

22. Una vez que se presione alguna de las dos primeras opciones del control RC-100B, nuestra variable Bucle1, se pondrá en verdadero, para iniciar la secuencia.

23. Tenemos la condicional de la variable Slip que cuando es igual a 0 el robot se encuentra en una posición adecuada, si es igual a 1 tuvo una caída hacia adelante y si es igual a -1 tuvo una caída hacia atrás.

```

603     IF ( Bucle1 == TRUE )
604     {
605         IF ( Slip == 0 )
606         {

```

Figura 116. Inicio de la secuencia

Fuente: Propia de los autores

24. Una vez que se cumplan todas las condiciones iniciales, inicia el proceso.

25. Realizamos una sentencia condicional en donde se cumpla que cuando nuestra variable **Encendido\_Evasion** es verdadero, **Pared\_Frontal** es falso y cuando nuestra entrada de sensor no detecta ningún objeto a un valor menor a 300, lo que es aproximadamente 16cm, empezará con una caminata frontal, para la cual se hace el llamado de la función U.

```

607     // Condiciones iniciales para iniciar caminata con evasión de obstáculos
608     IF ( PORT[1]:DMS < 300 && Encendido_Evasion == TRUE && Pared_Frontal == FALSE )
609     {
610         Caminada_frontal = TRUE
611     }
612     ELSE
613     {
614         Caminada_frontal = FALSE
615     }
616     // Caminata
617     IF ( Caminada_frontal == TRUE )
618     {
619         CALL U
620     }

```

Figura 117. Sentencia Condicional con el robot sin detectar un obstáculo

Fuente: Propia de los autores

26. Al momento de detectar una pared u obstáculo el robot inicia la evasión del mismo.

27. La variable **DIR\_EVA**, nos indicará hacia qué lado esquivará el robot, si es igual a 1 esquiva hacia la derecha, caso contrario si es igual a -1 esquiva hacia la izquierda.

```

626         ELSE IF ( PORT11:DMS >= 330 && Encendido_Evasion == TRUE )
627         {
628             Caminada_fronal = FALSE
629             Pared_Fronal = TRUE
630             CALL Pausa
631             // Evadir el obstáculo hacia la derecha
632             IF ( Dir_Eva == 1 )
633             {
634                 LOOP FOR ( i = 0 ~ 1 )
635                 {
636                     CALL R_5
637                     CALL Pausa
638                 }
639             }
640             // Evadir el obstáculo hacia la izquierda
641             ELSE IF ( Dir_Eva == -1 )
642             {
643                 LOOP FOR ( i = 0 ~ 1 )
644                 {
645                     CALL L_5
646                     CALL Pausa
647                 }
648             }
649         }

```

Figura 118. Detección y evasión del obstáculo

Fuente: Propia de los autores

28. Tenemos 3 pasos laterales de salida, para cuando el sensor ya no detecte objetos en la distancia establecida, esto para evitar que los brazos del robot colisionen con la pared u objeto detectado.

```

650 // Evasión: Paso Dorsal lateral Salida
651 ELSE IF ( PORT11:DMS < 330 && Encendido_Evasion == TRUE && Pared_Fronal == TRUE )
652 {
653     Pared_Fronal = FALSE
654     IF ( Dir_Eva == 1 )
655     {
656         Dir_Eva = -1
657         LOOP FOR ( i = 0 ~ 3 )
658         {
659             CALL R_5_pausa
660             Timer = 0.256sec
661         }
662     }
663     ELSE IF ( Dir_Eva == -1 )
664     {
665         Dir_Eva = 1
666         LOOP FOR ( i = 0 ~ 3 )
667         {
668             CALL L_5_pausa
669             Timer = 0.256sec
670         }
671     }
672 }

```

Figura 119. Pasos laterales de salida

Fuente: Propia de los autores

29. Se realiza las sentencias condicionales para el levantamiento automático del robot en el caso de tener alguna caída.

```
674 // Levantarse de forma autónoma, frontal y de espalda
675 IF ( Slip != 0 )
676 {
677     IF ( Slip == 1 )
678     {
679         CALL U_1
680     }
681     ELSE IF ( Slip == -1 )
682     {
683         CALL D_1
684     }
685     Slip = 0
686 }
687 }
```

Figura 120. Levantamiento automático del robot

Fuente: Propia de los autores

30. Una vez finalizada las secuencias del proceso, realizamos la asignación o llamado de la función **E\_Lateral** al momento de ubicar el robot en el modo 4.

```
320 IF ( Mode == 1 )
321 {
322     CALL Soccer
323 }
324 ELSE IF ( Mode == 2 )
325 {
326     CALL Combat
327 }
328 ELSE IF ( Mode == 3 )
329 {
330     CALL Performance
331 }
332 ELSE IF ( Mode == 4 )
333 {
334     CALL E_Lateral
335 }
```

Figura 121. Llamado de los modos del robot práctica III.

Fuente: Propia de los autores

31. Finalizado el código el código de programación, procedemos a cargarlo en el robot para las pruebas respectivas.

32. Se realizan las pruebas de funcionamientos del robot, con la respectiva evasión de obstáculos primero hacia la derecha y luego hacia la izquierda.

33. Se realizan las pruebas de funcionamientos del robot, con la respectiva evasión de obstáculos primero hacia la izquierda y luego hacia la derecha.

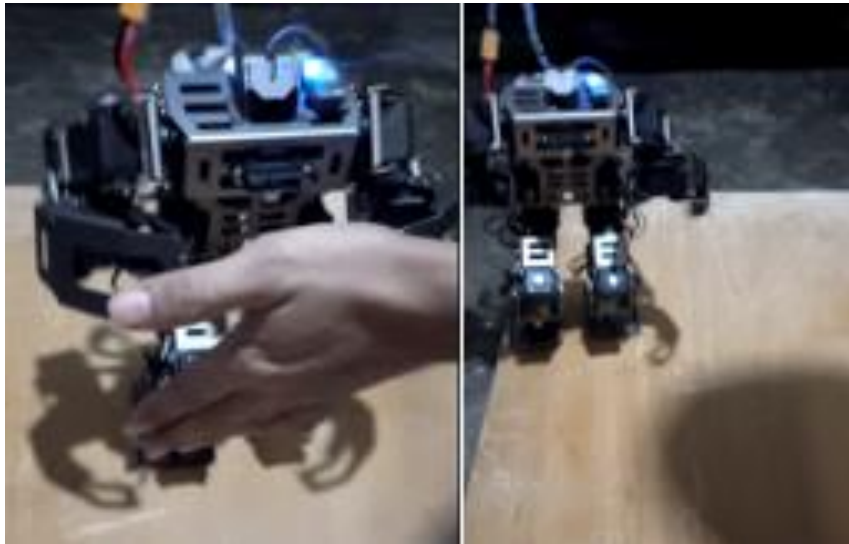


Figura 122. Prueba de la detección y evasión del obstáculo

Fuente: Propia de los autores

34. Una vez verificado su correcto funcionamiento, se procede al apagado del Robot Bioloid GP.

#### 4.3.5 Resultados obtenidos

- Correcto funcionamiento del sensor DMS-80 para la detección de los obstáculos.
- La ejecución de los movimientos del robot para la evasión de los obstáculos de forma lateral es eficiente, manteniendo su estabilidad.

## 4.4 Práctica IV

### 4.4.1 Tema

Mantener la distancia frente a un objeto

### 4.4.2 Objetivos

- Programar el robot humanoide Bioloid GP para que se mantenga a una distancia específica frente a un objeto.
- Implementar los comandos que tiene el software RoboPlus para realizar los movimientos del robot.
- Aprender a crear determinados movimientos para el robot humanoide.
- Realizar una lógica secuencial para realizar la tarea con efectividad.
- Verificar el funcionamiento y la realización de la secuencia conforme la práctica.

### 4.4.3 Recursos

- Computadora
- Robot Bioloid GP
- Software RoboPlus
- Batería Lipo 3S – 1500 mAh
- Módulo BT 4.10 (Bluetooth)
- Control Remoto RC-100B

### 4.4.4 Procedimiento

1. Plantear soluciones al problema planteado.
2. Realizar el diagrama de flujo de nuestro algoritmo.

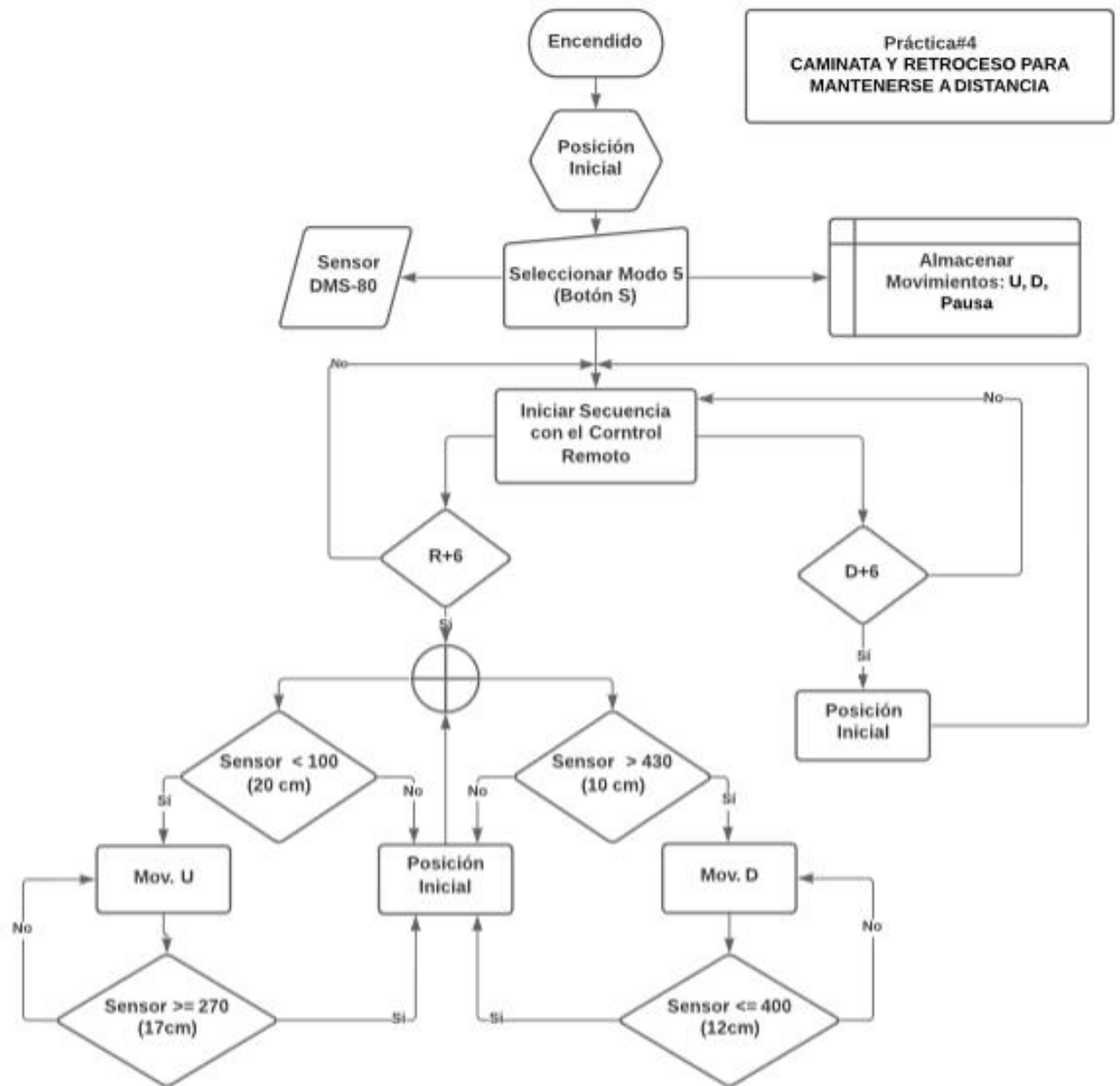


Figura 123. Diagrama de Flujo de la práctica IV

Fuente: Propia de los autores

3. Una vez definido el proceso y pasos que se llevarán a cabo en la práctica, definimos los movimientos a utilizar:

- Caminata Frontal - **U**
- Caminata Retroceso - **D**

- Levantarse de frente - **U\_1**
  - Levantarse de espalda - **D\_1**
- Realizamos la elaboración y ajuste de los movimientos del robot en el Software RoboPlus Motion.
  - Finalizada la creación de los movimientos desconectamos el robot del RoboPlus Motion y nos dirigimos a RoboPlus Task para la elaboración del código de programación.
  - Utilizaremos como base el código por defecto del robot Bioloid GP.
  - Definimos las variables y condiciones iniciales de nuestro programa.

```

Initial = TRUE
Motion Index Number = 1
// Direccion de la evasión, 1 = derecha, -1= izquierda
Dir_Eva = 1
Pared_Frontal = FALSE
Encendido_Evasion = FALSE
Caminada_fronal = FALSE
Caminada_retroceso = FALSE
// Bucle inicial necesario para evitar fallas
Bucle1 = FALSE

```

Figura 124. Variables de la práctica IV

Fuente: Propia de los autores

- Crear un nuevo modo “5”, que se active con el **botón S (Start)** del controlador

```

17 // Mode 1 = Soccer, Mode 2 = Combat, Mode 3 = Performance, Modo 4 = Evasión Lateral, Mode 5 = Mantener Distancia
18 IF ( Button == U )
19 {
20     Mode = 1
21     BREAK LOOP
22 }
23 ELSE IF ( Button == D )
24 {
25     Mode = 2
26     BREAK LOOP
27 }
28 ELSE IF ( Button == L )
29 {
30     Mode = 3
31     BREAK LOOP
32 }
33 ELSE IF ( Button == R )
34 {
35     Mode = 4
36     BREAK LOOP
37 }
38 ELSE IF ( Button == S )
39 {
40     Mode = 5
41     BREAK LOOP
42 }

```

Figura 125.Creación del modo 5 del Robot

Fuente: Propia de los autores



9. Crear una función del movimiento de la caminata frontal, le asignamos el nombre **U**.

10. Crear una función del movimiento de la caminata retroceso, le asignamos el nombre **D**.

```
810 FUNCTION D
811 {
812     GyroMode = TRUE
813     GyroMode2 = 2
814     IF ( Motion Index Number >= 13 && Motion Index Number <= 18 )
815     {
816         IF ( Motion Index Number == 17 )
817         {
818             CALL MotionReady
819             Motion Index Number = 14
820         }
821         ELSE IF ( Motion Index Number == 18 )
822         {
823             CALL MotionReady
824             Motion Index Number = 13
825         }
826     }
827     ELSE
828     {
829         CALL Exit
830         Motion Index Number = 13
831     }
832 }
```

Figura 126. Función D - Caminata Retroceso

Fuente: Propia de los autores

11. Crear una función del movimiento para que el robot se levante, en el caso de caerse hacia adelante, le asignamos el nombre **U\_1**.

12. Crear una función del movimiento para que el robot se levante, en el caso de caerse hacia atrás, le asignamos el nombre **D\_1**.

13. Una vez creadas las funciones de los movimientos a usar, procedemos a realizar la programación del funcionamiento del robot

14. Asignar un nombre al modo 5 “**M\_Distancia**”.

```
690 // Mantenerse en un Rango de Distancia del Objeto: Mode 5
691 FUNCTION M_Distancia
692 {
```

Figura 127. Función del modo 5 - M\_Distancia de la práctica IV

Fuente: Propia de los autores

15. Iniciamos creando las condiciones de inicio, para esto usaremos sentencias condicionales if – else

16. La primera condición cuando se presiona R+6 el robot inicia su funcionamiento de mantener la distancia frente a un objeto y la segunda cuando se presiona D+6 para detener el robot.

```
693 Motion Index Number = 1
694 // Iniciar el proceso
695 IF ( ReceivData == R+6 )
696 {
697     Bucle1 = TRUE
698     Encendido_Evasion = TRUE
699     Dir_Eva = 1
700 }
701 // Detener el proceso
702 ELSE IF ( ReceivData == D+6 )
703 {
704     Encendido_Evasion = FALSE
705     Bucle1 = FALSE
706     Pared_Frontal = FALSE
707 }
```

Figura 128. Condiciones iniciales para el inicio del proceso de la práctica IV

Fuente: Propia de los autores

17. Una vez que se presionen los botones R+6 del control RC-100B, nuestra variable Bucle1, se pondrá en verdadero, para iniciar la secuencia.

18. Tenemos la condicional de la variable Slip que cuando es igual a 0 el robot se encuentra en una posición adecuada, si es igual a 1 tuvo una caída hacia adelante y si es igual a -1 tuvo una caída hacia atrás.

19. Una vez que se cumplan todas las condiciones iniciales, inicia el proceso.

20. Realizamos una sentencia condicional en donde se cumpla que cuando nuestra variable **Encendido\_Evasion** es verdadero, **Pared\_Frontal** es falso y cuando nuestra entrada de

sensor no detecta ningún objeto en aproximadamente unos 20cm, empezará con una caminata frontal, para la cual se hace el llamado de la función U.

21. Tendremos también una sentencia condicional en donde se cumpla que cuando nuestra variable **Encendido\_Evasion** es verdadero, **Pared\_Frontal** es falso y cuando nuestra entrada de sensor detecta algún obstáculo más cerca de los 10cm establecidos, empezará con una caminata en retroceso, para la cual se hace el llamado de la función D.

```
713 // Condiciones iniciales para iniciar manteniendo la distancia
714 IF ( !PORT11:DMS < 100 && Encendido_Evasion == TRUE && Pared_Frontal == FALSE )
715 {
716     Caminata_fronal = TRUE
717 }
718 ELSE IF ( !PORT11:DMS > 430 && Encendido_Evasion == TRUE && Pared_Frontal == FALSE )
719 {
720     Caminata_retroceso = TRUE
721 }
722 ELSE
723 {
724     Caminata_fronal = FALSE
725     Caminata_retroceso = FALSE
726 }
727 IF ( Caminata_fronal == TRUE )
728 {
729     CALL U
730 }
731 }
732 ELSE IF ( Caminata_retroceso == TRUE )
733 {
734     CALL D
735     Motion Index Number = 2
736 }
737 }
```

Figura 129. Condiciones para la caminata frontal y la caminata en retroceso

Fuente: Propia de los autores

22. Realizamos la sentencia para cuando el robot esté dentro del rango establecido aproximadamente entre 12 y 17 cm, se detenga.

```
738 // Distancia dentro del rango establecido
739 ELSE IF ( !PORT11:DMS >= 270 && Encendido_Evasion == TRUE && !PORT11:DMS <= 400 )
740 {
741     Caminata_fronal = FALSE
742     Caminata_retroceso = FALSE
743     Pared_Frontal = TRUE
744     CALL Pausa
745 }
```

Figura 130. Sentencias con el robot dentro del rango establecido

Fuente: Propia de los autores

23. Y adicionalmente la sentencia para cuando se detecte que esta fuera de ese rango vuelva a activarse la función U o D según sea necesario.

```

746 // Distancia saliendo del rango establecido
747 ELSE IF ( Pared_Frontal == TRUE && Encendido_Evasion == TRUE )
748
749 {
750     IF ( PORT[1]:DMS < 270 || PORT[1]:DMS > 400 )
751     {
752         Pared_Frontal = FALSE
753         CALL Pausa
754     }
755 }

```

Figura 131. Sentencias con el robot fuera del rango establecido

Fuente: Propia de los autores

24. Se realiza las sentencias condicionales para el levantamiento automático del robot en el caso de tener alguna caída.

25. Una vez finalizada las secuencias del proceso, realizamos la asignación o llamado de la función **M\_Distancia** al momento de ubicar el robot en el modo 5.

```

320 IF ( Mode == 1 )
321 {
322     CALL Soccer
323 }
324 ELSE IF ( Mode == 2 )
325 {
326     CALL Combat
327 }
328 ELSE IF ( Mode == 3 )
329 {
330     CALL Performance
331 }
332 ELSE IF ( Mode == 4 )
333 {
334     CALL E_Lateral
335 }
336 ELSE IF ( Mode == 5 )
337 {
338     CALL M_Distancia
339 }

```

Figura 132. Llamado de los modos del robot práctica IV

Fuente: Propia de los autores

26. Finalizado el código el código de programación, procedemos a cargarlo en el robot para las pruebas respectivas.

27. Se realizan las pruebas de funcionamientos del robot.

28. Una vez verificado su correcto funcionamiento, se procede al apagado del Robot Bioloid GP.

#### **4.4.5 Resultados obtenidos**

- Correcto funcionamiento del sensor DMS-80 para la detección de los obstáculos.
- La ejecución de los movimientos del robot para mantener la distancia de los obstáculos es eficiente, manteniendo su estabilidad en la caminata frontal y en la camina en retroceso.

### **4.5 Práctica V**

#### **4.5.1 Tema**

Caminata con evasión de obstáculo con giro de 90°.

#### **4.5.2 Objetivos**

- Programar el robot humanoide Bioloid GP para que realice la trayectoria de esquivar obstáculo realizando un movimiento giratorio de 90°.
- Implementar los comandos que tiene el software RoboPlus para realizar los movimientos del robot.
- Aprender a crear determinados movimientos para el robot humanoide.
- Realizar una lógica secuencial para realizar la tarea con efectividad.
- Verificar el funcionamiento y la realización de la secuencia conforme la práctica.

#### **4.5.3 Recursos**

- Computadora
- Robot Bioloid GP
- Software RoboPlus
- Batería Lipo 3S – 1500 mAh
- Módulo BT 4.10 (Bluetooth)
- Control Remoto RC-100B

#### **4.5.4 Procedimiento**

1. Plantear soluciones al problema planteado.
2. Realizar el diagrama de flujo de nuestro algoritmo.

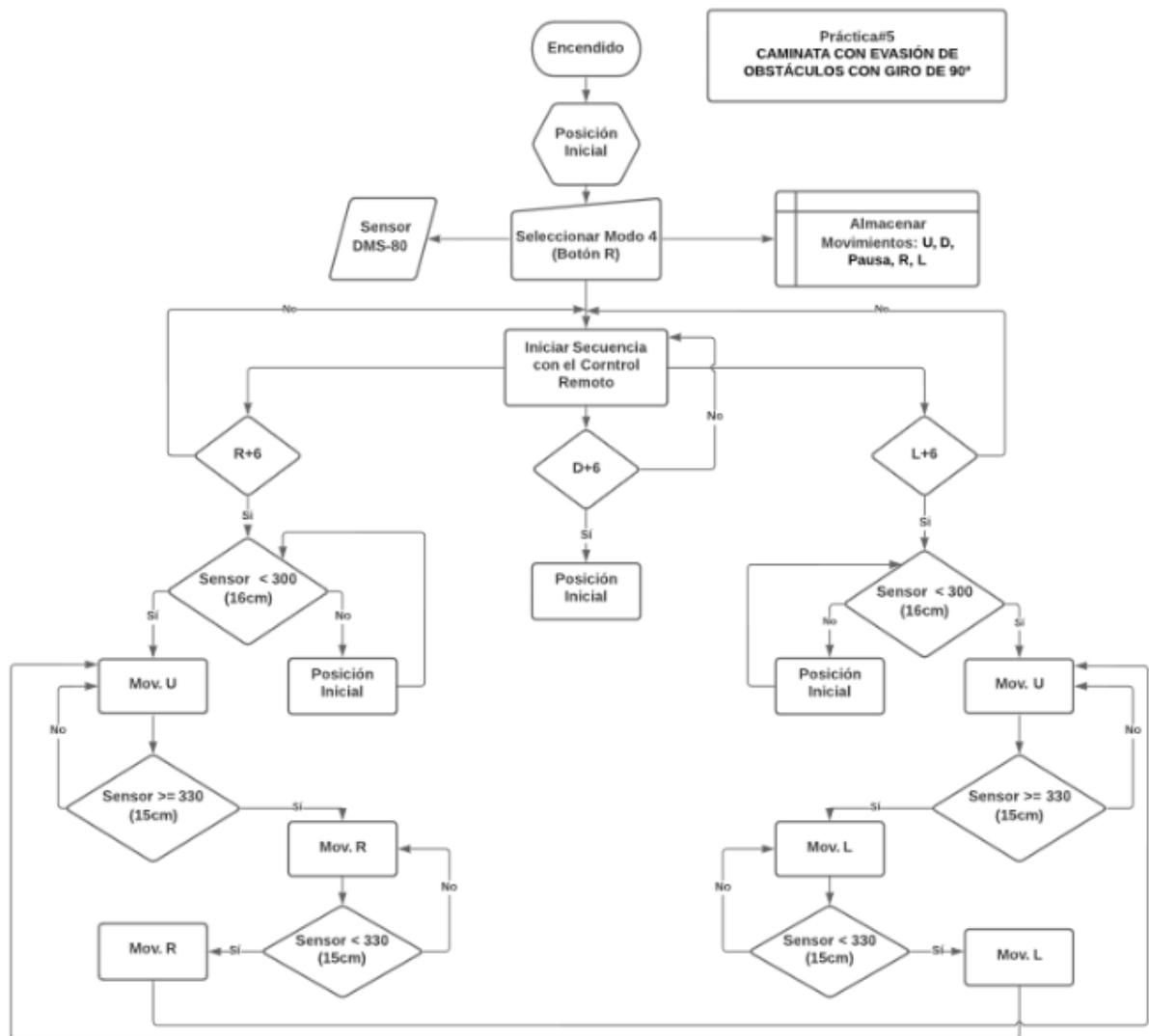


Figura 133. Diagrama de Flujo Práctica V

Fuente: Propia de los autores

3. Una vez definido el proceso y pasos que se llevaran a cabo en la práctica.

4. Definir los movimientos a utilizar:

- Caminata Frontal - **U**
- Giro derecha - **R**
- Giro izquierda - **L**
- Levantarse de frente - **U\_1**

- Levantarse de espalda - **D\_1**
- Realizamos la elaboración y ajuste de los movimientos del robot en el Software RoboPlus Motion.
  - Finalizada la creación de los movimientos desconectamos el robot del RoboPlus Motion y nos dirigimos a RoboPlus Task para la elaboración del código de programación.
  - Utilizaremos como base el código por defecto del robot Bioloid GP.
  - Definimos las variables y condiciones iniciales de nuestro programa.

```

Initial = TRUE
Motion Index Number = 1
// Direccion de la evasión, 1 = derecha, -1= Izquierda
Dir_Eva = 1
Pared_Frontal = FALSE
Encendido_Evasion = FALSE
Caminada_fronal = FALSE
Caminada_retroceso = FALSE
// Bucle inicial necesario para evitar fallas
Bucle1 = FALSE

```

Figura 134. Variables de la práctica V

Fuente: Propia de los autores

- Crear un nuevo modo “4”, que se active con el **botón R** del controlador
- Crear una función del movimiento de la caminata frontal, le asignamos el nombre **U**.
- Crear una función del movimiento para girar hacia la izquierda, le asignamos el nombre **L**.

```

742 FUNCTION L
743 {
744     CALL Exit
745     GyroMode = FALSE
746     Motion Index Number = 119
747 }

```


Figura 135. Función L - Giro a la Izquierda

Fuente: Propia de los autores

- Crear una función del movimiento para girar hacia la derecha, le asignamos el nombre **R**.



```

749 FUNCTION R
750 {
751     CALL Exit
752     GyroMode = FALSE
753      Motion Index Number = 118
754 }

```

Figura 136. Función R - Giro a la Derecha

Fuente: Propia de los autores

13. Crear una función del movimiento para que el robot se levante, en el caso de caerse hacia adelante, le asignamos el nombre **U\_1**.
14. Crear una función del movimiento para que el robot se levante, en el caso de caerse hacia atrás, le asignamos el nombre **D\_1**.
15. Una vez creadas las funciones de los movimientos a usar, procedemos a realizar la programación del funcionamiento del robot
16. Asignar un nombre al modo 4 “**E\_Giro**”.

```

573 // Evasión de Obstáculos con Giro 90°: Mode 4
574 FUNCTION E_Giro
575 {

```

Figura 137. Función del modo 4 - E\_Giro de la práctica V

Fuente: Propia de los autores

17. Iniciamos creando las condiciones de inicio, para esto usaremos sentencias condicionales if – else
18. La primera condición cuando se presiona R+6 el robot inicia esquivando hacia la derecha, la segunda cuando se presiona L+6 el robot inicia esquivando hacia la izquierda y por último cuando se presiona D+6 para detener el robot.

```

576 // Iniciar con Evasión de obstáculos girando hacia la derecha
577 IF ( ReceivData == R+6 )
578 {
579     Bucle1 = TRUE
580     Encendido_Evasion = TRUE
581     Dir_Eva = 1
582 }
583 // Iniciar con Evasión de obstáculos girando hacia la izquierda
584 ELSE IF ( ReceivData == L+6 )
585 {
586     Bucle1 = TRUE
587     Encendido_Evasion = TRUE
588     Dir_Eva = -1
589 }
590 // Detener el proceso de Evasión de obstáculos
591 ELSE IF ( ReceivData == D+6 )
592 {
593     Encendido_Evasion = FALSE
594     Bucle1 = FALSE
595     Pared_Frontal = FALSE
596 }

```

Figura 138. Condiciones iniciales para el inicio del proceso de la práctica V

Fuente: Propia de los autores

19. Una vez que se presione alguna de las dos primeras opciones del control RC-100B, nuestra variable **Bucle1**, se pondrá en verdadero, para iniciar la secuencia.
20. Tenemos la condicional de la variable **Slip** que cuando es igual a 0 el robot se encuentra en una posición adecuada, si es igual a 1 tuvo una caída hacia adelante y si es igual a -1 tuvo una caída hacia atrás.
21. Una vez que se cumplan todas las condiciones iniciales, inicia el proceso.
22. Realizamos una sentencia condicional en donde se cumpla que cuando nuestra variable **Encendido\_Evasion** es verdadero, **Pared\_Frontal** es falso y cuando nuestra entrada de sensor no detecta ningún objeto a un valor menor a 300, lo que es aproximadamente 16cm, empezará con una caminata frontal, para la cual se hace el llamado de la función U.

```

602 // Condiciones iniciales para iniciar caminata con evasión de obstáculos
603 IF ( √ PORT[1]:DMS < 300 && Encendido_Evasion == TRUE && Pared_Frontal == FALSE )
604 {
605     Caminada_frontal = TRUE
606 }
607 ELSE
608 {
609     Caminada_frontal = FALSE
610 }
611 // Caminata
612 IF ( Caminada_frontal == TRUE )
613 {
614     CALL U
615 }

```

Figura 139. Condiciones para inicio de caminata con evasión en la práctica V

Fuente: Propia de los autores

23. Al momento de detectar una pared u obstáculo el robot inicia la evasión del mismo.

24. La variable **DIR\_EVA**, nos indicará hacia qué lado esquivará el robot, si es igual a 1 esquiva hacia la derecha, caso contrario si es igual a -1 esquiva hacia la izquierda.

```

621 ELSE IF ( √ PORT[1]:DMS >= 330 && Encendido_Evasion == TRUE )
622 {
623     Caminada_frontal = FALSE
624     Pared_Frontal = TRUE
625     CALL Pausa
626     // Evadir el obstáculo girando hacia la derecha
627     IF ( Dir_Eva == 1 )
628     {
629         LOOP FOR ( i = 0 ~ 1 )
630         {
631             CALL R
632             CALL Pausa
633         }
634     }
635     // Evadir el obstáculo girando hacia la izquierda
636     ELSE IF ( Dir_Eva == -1 )
637     {
638         LOOP FOR ( i = 0 ~ 1 )
639         {
640             CALL L
641             CALL Pausa
642         }
643     }

```

Figura 140. Detección y evasión del obstáculo con giro de 90°

Fuente: Propia de los autores

25. Tenemos pasos de giro adicionales, para ajustar la cantidad de pasos a los 90°, y con ello evitar que los brazos del robot colisionen con la pared u objeto detectado.

```

645 // Evasión: Paso de Giro Salida
646 ELSE IF ( !PORT1:DMS < 330 && Encendido_Evasion == TRUE && Pared_Frontal == TRUE )
647 {
648     Pared_Frontal = FALSE
649     IF ( Dir_Eva == 1 )
650     {
651         Dir_Eva = -1
652         LOOP FOR ( i = 0 ~ 7 )
653         {
654             CALL R
655         }
656     }
657     ELSE IF ( Dir_Eva == -1 )
658     {
659         Dir_Eva = 1
660         LOOP FOR ( i = 0 ~ 7 )
661         {
662             CALL L
663         }
664     }
665 }

```

Figura 141. Ajuste del giro a 90°

Fuente: Propia de los autores

26. Se realiza las sentencias condicionales para el levantamiento automático del robot en el caso de tener alguna caída.

27. Una vez finalizada las secuencias del proceso, realizamos la asignación o llamado de la función **M\_Distancia** al momento de ubicar el robot en el modo 4.

```

320 IF ( Mode == 1 )
321 {
322     CALL Soccer
323 }
324 ELSE IF ( Mode == 2 )
325 {
326     CALL Combat
327 }
328 ELSE IF ( Mode == 3 )
329 {
330     CALL Performance
331 }
332 ELSE IF ( Mode == 4 )
333 {
334     CALL E_Giro
335 }

```

Figura 142. . Llamado de los modos del robot práctica V

Fuente: Propia de los autores

28. Finalizado el código el código de programación, procedemos a cargarlo en el robot para las pruebas respectivas.

29. Se realizan las pruebas de funcionamientos del robot.

30. Una vez verificado su correcto funcionamiento, se procede al apagado del Robot Bioloid GP.

#### **4.5.5 Resultados obtenidos**

- Correcto funcionamiento del sensor DMS-80 para la detección de los obstáculos.
- La ejecución de los movimientos del robot para la evasión de los obstáculos con giro de 90° es eficiente, manteniendo su estabilidad.

## 4.6 Práctica VI

### 4.6.1 Tema

Control del robot mediante aplausos

### 4.6.2 Objetivos

- Programar el robot humanoide Bioloid GP para que logre recibir señales de sonido (aplausos), y llegar a agarrar un objeto.
- Implementar los comandos que tiene el software RoboPlus para realizar los movimientos del robot.
- Verificar la llegada de la señal del sensor Infrarrojo.
- Aprender a crear determinados movimientos para el robot humanoide.
- Realizar una lógica secuencial para realizar la tarea con efectividad.
- Verificar el funcionamiento y la realización de la secuencia conforme la práctica.

### 4.6.3 Recursos

- Computadora
- Robot Bioloid GP
- Software RoboPlus
- Batería Lipo 3S – 1500 mAh
- Módulo BT 4.10 (Bluetooth)
- Control Remoto RC-100B

### 4.6.4 Procedimiento

1. Plantear soluciones al problema planteado.
2. Realizar el diagrama de flujo de nuestro algoritmo.

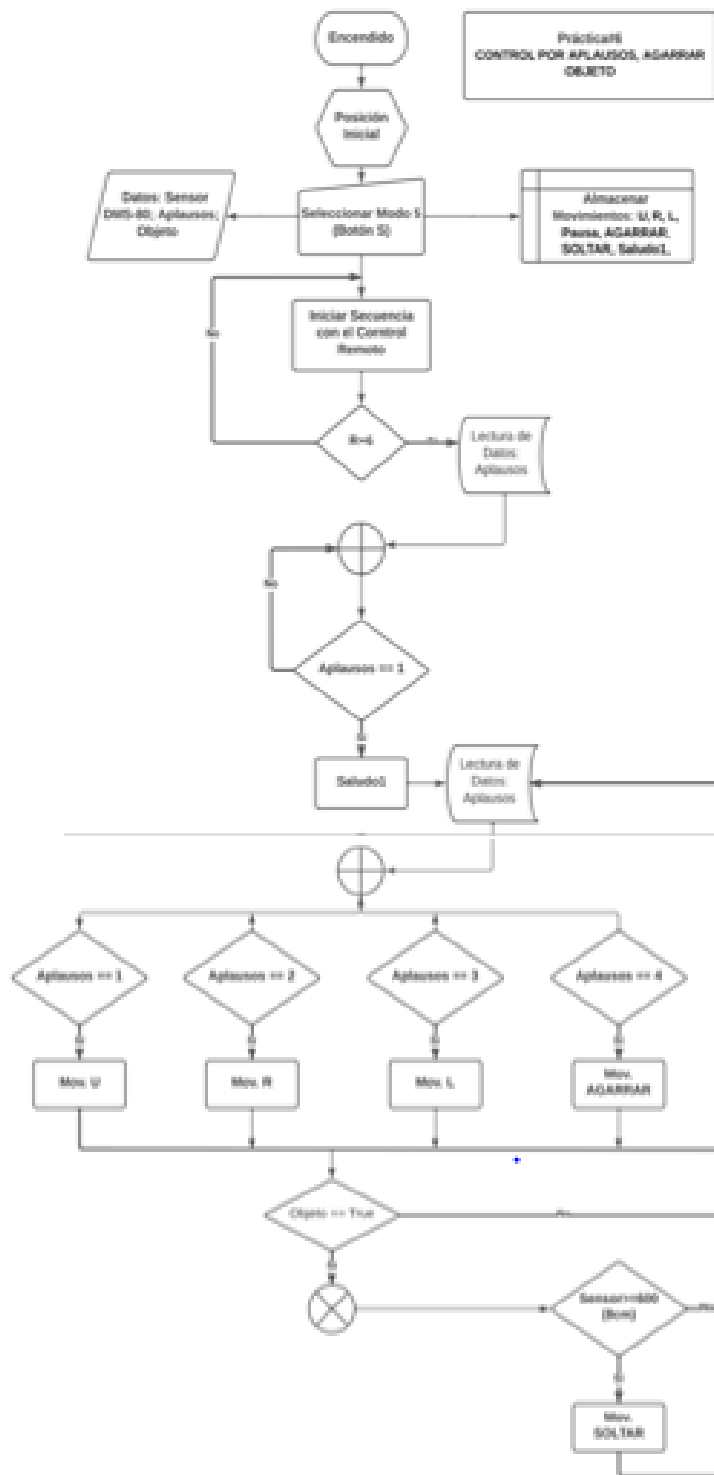


Figura 143. Diagrama de Flujo Práctica VI

Fuente: Propia de los autores

- Una vez definido el proceso y pasos que se llevarán a cabo en la práctica.

4. Definir los movimientos a utilizar:

- Caminata Frontal - **U**
- Giro derecha - **R**
- Giro izquierda – **L**
- Agarrar Objeto – **AGARRAR3**
- Soltar Objeto - **SOLTAR3**
- Levantarse de frente - **U\_1**
- Levantarse de espalda - **D\_1**
- Saludo – **Motion 78**

5. Realizamos la elaboración y ajuste de los movimientos del robot en el Software RoboPlus Motion.

6. Finalizada la creación de los movimientos desconectamos el robot del RoboPlus Motion y nos dirigimos a RoboPlus Task para la elaboración del código de programación.

7. Utilizaremos como base el código por defecto del robot Bioloid GP.

8. Definimos las variables y condiciones iniciales de nuestro programa.


```
3 | Initial = TRUE
4 |  Motion Index Number = 1
5 | Conteo = 1
6 | Pared_Frontal = FALSE
7 | Objeto = FALSE
8 | // Bucles necesarios para evitar fallas
9 | Bucle1 = FALSE
10 | Bucle2 = FALSE
11 | Bucle3 = FALSE
```

Figura 144. Variables de la práctica VI

Fuente: Propia de los autores

9. Crear un nuevo modo “5”, que se active con el **botón S (Start)** del controlador



10. Crear una función del movimiento de la caminata frontal, le asignamos el nombre **U**.
11. Crear una función del movimiento para girar hacia la izquierda, le asignamos el nombre **L**.
12. Crear una función del movimiento para girar hacia la derecha, le asignamos el nombre **R**.
13. Crear una función del movimiento para que el robot se agache y agarre el objeto, le asignamos el nombre **AGARRAR3**.
14. Crear una función del movimiento para que el robot se agache y nos entregue el objeto, le asignamos el nombre **SOLTAR3**.
15. Crear una función del movimiento para que el robot se levante, en el caso de caerse hacia adelante, le asignamos el nombre **U\_1**.
16. Crear una función del movimiento para que el robot se levante, en el caso de caerse hacia atrás, le asignamos el nombre **D\_1**.
17. Una vez creadas las funciones de los movimientos a usar, procedemos a realizar la programación del funcionamiento del robot
18. Asignar un nombre al modo 5 “**Aplausos**”.

```

570 // Control Mediante Aplausos: Mode 5
571 FUNCTION Aplausos
572 {

```

Figura 145. Función del modo 5 - Aplausos de la práctica VI

Fuente: Propia de los autores

19. Iniciamos creando las condiciones de inicio, para esto usaremos sentencias condicionales **if – else**.
20. El proceso para la detección de los aplausos iniciará luego de presionar en el control remoto **RC-100B** los botones **R+6**, con esto le damos un valor de **TRUE** a la variable **Bucle1** para dar inicio con el saludo del robot.

```

573 | IF ( ReceivData == 🤖R+6 )
574 | {
575 |     Bucle1 = TRUE
576 |     Bucle2 = FALSE
577 | }

```

Figura 146. Condiciones iniciales para el inicio del proceso de la práctica VI

Fuente: Propia de los autores

21. Al detectar un aplauso el robot realizará el respectivo saludo previamente creado, y a su vez, nuestra variable Bucle2, se pondrá en verdadero, para continuar con la segunda parte de la secuencia.

```

579 | IF ( Bucle1 == TRUE && Bucle2 == FALSE )
580 | {
581 |     aplauso = 🖐️Result of Sound Counter
582 |     IF ( aplauso == 1 )
583 |     {
584 |         Bucle2 = TRUE
585 |         🎮Motion Index Number = 78
586 |         Reset = aplauso - 🖐️Result of Sound Counter
587 |         🖐️Result of Sound Counter = Reset
588 |     }
589 | }

```

Figura 147. Inicio del proceso con el saludo del robot - Motion 78

Fuente: Propia de los autores



Figura 148. Saludo realizado por el robot

Fuente: Propia de los autores

22. Tenemos la condicional de la variable Slip que cuando es igual a 0 el robot se encuentra en una posición adecuada, si es igual a 1 tuvo una caída hacia adelante y si es igual a -1 tuvo una caída hacia atrás.
23. Se crean las sentencias condicionales para los movimientos que debe realizar el robot según la cantidad de aplausos.
24. Al detectar un aplauso el robot realizará una caminata frontal.

```

591 IF ( Bucle1 == TRUE && Bucle2 == TRUE )
592 {
593     aplauso = 🗣️ Result of Sound Counter
594     IF ( aplauso == 1 )
595     {
596         LOOP WHILE ( Conteo < 4 )
597         {
598             CALL U
599             CALL Pausa
600             Conteo = Conteo + 1
601             IF ( Conteo > 4 )
602             {
603                 RETURN
604             }
605         }
606         Reset = aplauso - 🗣️ Result of Sound Counter
607         🗣️ Result of Sound Counter = Reset
608         Conteo = 0
609     }

```

Figura 149. Caminata frontal al detectar un aplauso

Fuente: Propia de los autores

25. Al detectar dos aplausos el robot realizará un giro parcialmente hacia la derecha.

```

610     IF ( aplauso == 2 )
611     {
612         LOOP WHILE ( Conteo < 4 )
613         {
614             CALL R
615             Conteo = Conteo + 1
616         }
617         Reset = aplauso - 🖱️Result of Sound Counter
618         🖱️Result of Sound Counter = Reset
619         Conteo = 0
620     }

```

Figura 150. Giro a la derecha al detectar dos aplausos  
Fuente: Propia de los autores

26. Al detectar tres aplausos el robot realizará un giro parcialmente hacia la izquierda.

```

622     IF ( aplauso == 3 )
623     {
624         LOOP WHILE ( Conteo < 4 )
625         {
626             CALL L
627             CALL Pausa
628             Conteo = Conteo + 1
629         }
630         Reset = aplauso - 🖱️Result of Sound Counter
631         🖱️Result of Sound Counter = Reset
632         Conteo = 0
633     }

```

Figura 151. Giro a la izquierda al detectar tres aplausos  
Fuente: Propia de los autores

27. Al momento de detectar cuatro aplausos el robot realizará el movimiento para agarrar el objeto, y a su vez la variable Bucle3 se pondrá en TRUE para continuar con la última secuencia.

```

634     IF ( aplauso == 4 )
635     {
636         CALL AGARRAR3
637         Objeto = TRUE
638         Bucle3 = TRUE
639         Reset = aplauso - 🖐️ Result of Sound Counter
640         🖐️ Result of Sound Counter = Reset
641     }

```

Figura 152. Agarrar el objeto al detectar cuatro aplausos

Fuente: Propia de los autores

28. Para finalizar cuando ya las variables BUCLE1, BUCLE2 y BUCLE3 se encuentren en TRUE y al acercarle la mano al sensor de DMS-80, el robot realizará el movimiento para dejar el objeto.

```

643     IF ( Bucle1 == TRUE && Bucle2 == TRUE && Bucle3 == TRUE && 🖐️ PORT[1]:DMS >= 600 )
644     {
645         CALL SOLTAR3
646         CALL Pausa
647         Bucle3 = FALSE
648         Objeto = FALSE
649     }

```

Figura 153. Soltar el objeto al acercarle la mano u objeto al sensor

Fuente: Propia de los autores

29. Finalizado el código el código de programación, procedemos a cargarlo en el robot para las pruebas respectivas.

30. Se realizan las pruebas de funcionamientos del robot.

31. Una vez verificado su correcto funcionamiento, se procede al apagado del Robot Bioloid GP.

#### 4.6.5 Resultados obtenidos

- Correcto funcionamiento del sensor DMS-80 para la detección de los obstáculos.
- La ejecución de los movimientos del robot mediante aplausos es eficiente, tanto al momento de saludar, como al agarrar y soltar un objeto.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados que obtuvimos a lo largo de la investigación podemos resaltar las siguientes conclusiones:

Como una de las conclusiones más importantes, podemos decir que nos fue notorio que la implementación de este tipo de robot “Humanoide” puede ser muy útil en el área de estudio ya que como mencionamos al inicio de nuestra investigación este robot será utilizado por estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana para realizar prácticas , y al mismo tiempo pueden aprender a realizar la programación que utilizamos, gracias al Manual de Practicas que implementamos en nuestro proyecto de titulación.

La estructura del Robot Bioloid GP tiene uno de los mejores diseños, debido a su alta resistencia a golpes y caídas. Esto junto con las facilidades que nos ofrece el Software RoboPlus permite que nuestro robot se desempeñe de forma excelente en competiciones de robótica para robots humanoides.

Por otro lado la implementación de este robot en el ámbito estudiantil nos da acceso a una mayor cantidad de tecnología para nuestra apreciada universidad, gracias a ello logramos comprobar las diferencias que se tienen al momento de detectar objetos u obstáculos de diferentes colores con el sensor DMS-80.

## **RECOMENDACIONES**

A continuación expondremos algunas recomendaciones que creemos necesarias para proceder a utilizar el robot Bioloid GP:

Revisar durante el armado del robot que los servomotores estén ubicados correctamente según su ID, y que al momento de realizar las prácticas no se activen los leds de alarma en ellos.

Asegurarse de que la batería este cargada en todo momento, si a lo largo de las prácticas que se van a realizar la batería se descarga, esta misma se debe retirar de manera cuidadosa de la espalda del robot para proceder a conectarla al cargador.

Al momento de realizar las prácticas se debe tener en cuenta el lugar, el piso en donde se encuentra ya que esto puede modificar la efectividad con la que se realizan los movimientos y podrían necesitar nuevos ajustes.

Como ya mencionamos anteriormente nuestro robot cuenta con 6 practicas, por lo cual es recomendable tener una batería adicional ya que la batería que viene incluida en el kit no tiene la energía suficiente para realizar las 6 practicas.

## Bibliografía

- Aldebaran. (2017). *Desarrollo del software NAO 1.14.5*. Recuperado el 10 de 08 de 2022, de QIChat-Syntax: <http://doc.aldebaran.com/1-14/nao/index.html>
- Almeida, I., & Ochoa, J. (2013). *Diseño y construcción de un robot explorador de terreno*. Recuperado el 07 de 08 de 2022, de repositorio Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4498/1/UPS-GT000403.pdf>
- Ayala, Hilberto; FU Yujian. (2015). An Initial Study of BILOID Humanoid Robot & Beyond. *Proceedings of the International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering*, 17-23. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de <https://www.proquest.com/pubidlinkhandler/sng/pubtitle/>
- Bioid GP. (2022). *Manuel del fabricante*. Obtenido de [file:///C:/Users/windows/Downloads/bioid\\_gp.pdf](file:///C:/Users/windows/Downloads/bioid_gp.pdf)
- Briones, W., & Munoz, E. (12 de Marzo de 2017). *Implementación de un robot Warbot controlado por radio frecuencia y bluetooth para la categoría de mini batalla*. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: <http://201.159.223.180/bitstream/3317/7685/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-183.pdf>
- Cabás, L., & Balaguer, C. (2009). *Mecatrónica bioinspirada de robots humanoides de tamaño natural*. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de Repositorio Universidad Carlo III: <http://hdl.handle.net/10016/5709>
- Cabrera, J. (2016). *Desarrollo de algoritmos de programación para diferentes aplicaciones prácticas en el robot bioid*. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de Repositorio Universidad



Católica de Santiago de Guayaquil: <http://201.159.223.180/bitstream/3317/7685/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-183.pdf>

Constantin, M. V. (2015).

Dam, V. (2013). *Meet my new robot best friend: an exploratio of the effects of personality traits in a robot on enchancing friendsship*. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de University UTRACHT: <http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/311936>

Danúbia, S., & Luiz, G. (2017). *Diseño Robusto de Controlador PID Fuzzy digital: Una contribución para estudios avanzados en control y automatización* (Vol. 7). Brazil. doi: 10.4018/978-1-5225-1759-7.ch007

Duran, B., & Thill, S. (2012). *Rob's Robot: Current and Future Challenges for Humanoid Robots* (R. Zair ed.). intech. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de <http://www.intechopen.com/books/the-future-of-humanoid-robots-research-and-applications/rob-s-robot-current-and-future-challenges-for-humanoid-robots>

Fierro, J., Pamenes, A., & Santibañez, V. (2016). *AMRob Journal, Robotics: Theory and Applications Condiciones para una marcha elemental del robot NAO Regular Paper* (Vol. 4). (R. t. AMRob Jounal, Ed.)

Figueroa, L. (2011). Simulación decomportamientopara robots humanoides en un juego de fútbol. *Centro de Investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnicos Nacional* . México. Recuperado el 07 de 08 de 2022, de <http://delta.cs.cinvestav.mx/~pmalvarez/tesis-luisenrique.pdf>

GitHub oficial de ROBOTIS. (2022). *Manual electrónico de ROBOTIS*. Obtenido de ROBOTIS e-manual: <https://emanual.robotis.com/>

HONDA. (2018). Manual del Robot Humanoide Bioloid GP. *Componentes y software*. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de <https://www.manualslib.com/manual/1602723/Robotis-Bioloid-Gp.html?page=13#manual>

Jacome, K. (2016). *Diseño e implementación de un robot móvil soccer utilizando la tarjeta Arduino Nano y controlado mediante Bluetooth*. Recuperado el 07 de 08 de 2022, de Repositorio Universidad Católica de Santiago De Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/5440>

Kucuk, S. (2012). *Serial and Parallet Robot Manipulators-Kinematics*. (Intech, Ed.) Recuperado el 06 de 08 de 2022, de <http://www.intechopen.com/books/serial-and-parallel-robot-manipulators-kinematics-dynamics-control-and-optimization>

Martinez, P., & Al-Kaff. (2013). *Diseño de un robot móvil como mascota robótica de entrenamiento para personas con dependencia*. (A. d. robótica, Ed.) Madrid: IEEE Student Member. Recuperado el 10 de 08 de 2022, de [https://www.researchgate.net/profile/Raul-Perula-](https://www.researchgate.net/profile/Raul-Perula-Martinez/publication/235956955_Disenio_de_un_robot_movil_como_mascota_robotica_d_e_entretenimiento_para_personas_con_dependencias/links/00b4953034e194686b000000/Disenio-de-un-robot-movil-como-mascota-robotica-)

[Martinez/publication/235956955\\_Disenio\\_de\\_un\\_robot\\_movil\\_como\\_mascota\\_robotica\\_d\\_e\\_entretenimiento\\_para\\_personas\\_con\\_dependencias/links/00b4953034e194686b000000/Disenio-de-un-robot-movil-como-mascota-robotica-](https://www.researchgate.net/profile/Raul-Perula-Martinez/publication/235956955_Disenio_de_un_robot_movil_como_mascota_robotica_d_e_entretenimiento_para_personas_con_dependencias/links/00b4953034e194686b000000/Disenio-de-un-robot-movil-como-mascota-robotica-)

Masato, H., & Ogawa, K. (2017). Desarrollo de robots humanoides Honda. *Revista académica*. The Royal Society publishing. doi:<https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1917>

Mejia Caballero, C. (2013). *El desarrollo de robots humanoides en Japón y las implicaciones del valee inquietante*. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de Repositorio Universidad de Salamanca: <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/121153>

Pambudi, N. (Desember de 2018). ANÁLISIS DE LAS ESTADÍSTICAS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN CON ROBOTS. *Jurusan Teknik Elektro*, 5, 2-10. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1354323&val=955&title=ANALISA%20KESTABILAN%20GERAKAN%20STATIS%20PADA%20ROBOT%20HUMANOID>

Pendidikan, B., & Fakultas, T. (2020). *Primer estudio de la literatura del aprendizaje del desarrollo de medios con el software Autocad*. Recuperado el 10 de 08 de 2022, de Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-kajian-ptb/article/view/35881>

Pérez, D. (abril de 2017). *Construcción de un robot móvil esférico controlado inalámbrico para la ejecución de proyectos de investigación formativa y generativa de la facultad de ingeniería en sistemas electrónicas e industrial*. Recuperado el 07 de 08 de 2022, de repositorio de la Universidad de Ambato: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25192/1/Tesis\\_t1221ec.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25192/1/Tesis_t1221ec.pdf)

Quintanilla, I. (2012). *Construcción de un prototipo de robot con un microcontrolador , sensore de luz y sermotores que realice moviminetos autónomos*. Recuperado el 07 de 08 de 2022, de Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4565>

Quiñonez, D., & Llinares, V. (2014). *Guía de programación de Bioloid AUTÓNOMO*. Recuperado el 07 de 08 de 2022, de Repositorio de la Escuela Politécnica Superior de Alcoy: <https://riunet.upv.es/handle/10251/37120>

Robotics, D. (2020). *SERVOMOTOR INTELIGENTE ROBOTIS DYNAMIXEL AX-18A*. Recuperado el 10 de 08 de 2022, de Robotis: <http://www.eu.diigiit.com/dynamixel-ax-18a>

Salazar, S. (2012). *Aplicación de la inteligencia artificial para dar autonomía de movimiento y percepción visual en el control de robot humanoide ROBOVIE-E*. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de Repositorio Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.cisc.ug.edu.ec/jspui/handle/123/132>

Shuuji, K. e. (2011). *Cybernetic Human HRP-4C: A Humanoid Robot with Human-Like Proportions* (Vol. 70). (S. T. Robotics, Ed.) Springer, Berlin, Heidelberg. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-642-19457-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-642-19457-3_18)

Silva, K. (27 de agosto de 2020). *Desarrollo de aplicaciones interactivas mediante robótica persuasiva para adultos mayores utilizando el robot humanoide NAO*. Recuperado el 10 de 08 de 2022, de Repositorio de la Universidad de la Fuerzas Armadas (ESPE): <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22395/1/T-ESPE-043748.pdf>

Tarunajaya, C. (Agust de 2015). Development of intelligent Humanoid Robot wuth face recognition features. *IPTEK, The Journal form Technology and Science*, 26(2), 2-7. Recuperado el 06 de 08 de 2022, de file:///C:/Users/ASUS/Downloads/1018-3244-1-PB.pdf

Thai, C. N. (2017). *Exploring Robotics with Robotis System*. Springer, Cham. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-59831-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59831-4_3)

Yumbla, F., & Quiñones, E. (23 de abril de 2020). *El Robot Bioloid GP con Diferentes Configuraciones para simulación en V-REP Controlado por el Sistema Operativo del Robot (ROS)*. (IEEE, Ed.) Singapur: IGI Global. doi:<https://doi.org/10.1109/ICCAR49639.2020.9107987>

Zavala, J., & Cacique, V. (07 de noviembre de 2019). *Desarrollo de algoritmos para identificación de objetos implementados con método de mallado y gradiente de un robot humanoide*. Recuperado el 10 de 08 de 2022, de Tecnológico Nacional De México: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1982/1703>

Zellhöfer, M. (2014). *Graphical Modeling of Bipedal Walking With Automatic Code Generation*. Recuperado el 07 de 08 de 2022, de FREIE UNIVERSITÄT BERLIN: [http://www.mi.fu-berlin.de/inf/groups/ag-ki/Theses/Completed-theses/Master\\_Diploma-theses/2014/Zellhoefer/Master-Zellhoefer.pdf](http://www.mi.fu-berlin.de/inf/groups/ag-ki/Theses/Completed-theses/Master_Diploma-theses/2014/Zellhoefer/Master-Zellhoefer.pdf)

## Anexos

### ANEXO1: Costo de Equipos y Materiales

Tabla 3. Costo de Equipos y Materiales

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Final (\$)
1	Robot Bioloid GP	1	2400	2400
2	Raspberry Pi 4b/8Gb	1	160	160
3	Cámara Raspberry Pi	1	52	52
				141

4	Sensor de color RCS-10	1	25	25
5	Batería Lipo 3S - 1500mAh	1	100	100
6	Impresión de Pieza 3D	1	20	20
<b>Subtotal (\$)</b>				2757
<b>Descuento</b>				0
<b>Iva 12%</b>				330,84
<b>Valor a pagar (\$)</b>				3087,84

Fuente: Propia de los autores

## ANEXO2: Elaboración y ajuste de los movimientos del robot



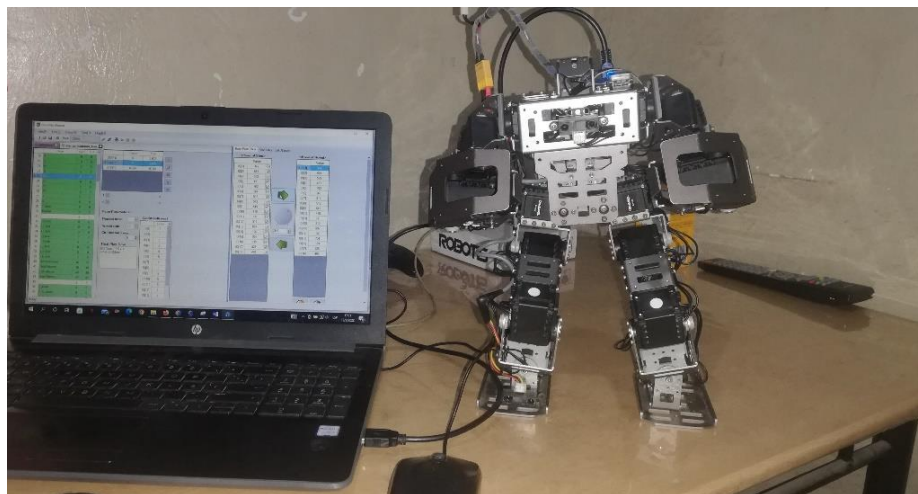
Fuente: Propia de los autores

### **ANEXO3: Creación del movimiento de agarrar un objeto**



Fuente: Propia de los autores

### **ANEXO4: Ajuste del movimiento del paso lateral**



Fuente: Propia de los autores

### ANEXO5: Lista de variables de movimientos

	Next	Exit	Name	Next	Exit
1	0	0	int		
2	2	0	Balance		
3	5	7	f_r1		
4	6	8	f_l1		
5	6	8	f_r_l		
6	5	7	f_l_r		
7	0	0	f_r2		
8	0	0	f_l2		
9	10	6	f_r_l		
10	9	5	f_l_r		
11	11	8	f_l_r_l		
12	12	7	f_r_l_r		
13	15	17	b_r1		
14	16	18	b_l1		
15	16	18	b_r_l		
16	15	17	b_l_r		
17	0	0	b_r2		
18	0	0	b_l2		
19	0	0	rf		
20	0	0	fl		
21	0	0	rb		
22	0	0	lb		
23	0	0	r1		
24	0	0	l1		
25	0	0	Fr1		
26	0	0	Fl1		
27	0	0	rt		
28	0	0	lt		
29	0	0	Fgetup		
30	0	0	Bgetup		
31	0	0			
32	0	0	r_f_kick		
33	0	0	l_f_kick		
34	0	0	r_r_kick		
35	0	0	l_l_kick		
36	0	0	r_l_kick		
37	0	0	l_r_kick		
38	0	0	r_b_kick		
39	0	0	l_b_kick		
40	40	70	DefenceReady		
41	40	40	RightDefence		
42	40	40	LeftDefence		
43	40	40	StopDefence		
44	0	0			
45	0	0	f_attack		
46	0	0	P_fu_attack		
47	0	0	P_fd_attack		
48	0	0	S_f_attack		
49	0	0	r_attack		
50	0	0	l_attack		
51	0	0	P_r_attack		
52	0	0	P_l_attack		
53	53	54	defence		
54	0	0			
55	0	0			
56	2	0	Bow		
57	58	0	crap2		
58	0	0			
59	60	0	crap337		
60	61	0			
61	62	0			
62	0	0			
63	64	0	HandStanding		
64	66	0			
65	66	0			
66	0	0			
67	68	0	SideDumbling		
68	69	0			
69	70	0			
70	0	0			
71	72	0	Push up		
72	73	0			
73	74	0			
74	75	0			
75	76	0			
76	0	0			
77	0	0			
78	0	0	Saludo		
79	0	0			
80	0	0			
81	0	0			
82	0	0			
83	0	0			
84	0	0			
85	0	0	Levantarse		
86	0	0			
87	0	0	Espera		
88	0	0			
89	0	0	R_5_Pausa		
90	0	0	L_5_Pausa		
91	0	0			
92	0	0	Doble bow		
93	0	0			
94	0	0			
95	0	0			
96	0	0	AGARRAR		
97	0	0	SOLTAR		
98	0	0	MANTEN		
99	0	0			
100	0	0			
101	0	0			
102	0	0			
103	0	0	AGARRAR2		
104	0	0	AGARRAR3		
105	0	0			
106	0	0			
107	0	0			
108	0	0			
109	0	0			
110	0	0			
111	0	0	SOLTAR2		
112	0	0	SOLTAR3		
113	0	0			
114	0	0			
115	0	0			
116	0	0			

Fuente: Propia de los autores

### ANEXO6: Prueba realizada de agarrar un objeto



Fuente: Propia de los autores



## **ANEXO7: Ejecución del saludo con el Robot Bioloid GP**



Fuente: Propia de los autores


## **ANEXO8: MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO ELECTIVA PRÁCTICA # 1**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES: 5**

**DOCENTE:**

**ING. MÓNICA MIRANDA RAMOS**

**TIEMPO ESTIMADO:**

		REVISION 1/1	Página 2 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


2 HORAS

**TEMA:**

**“OPERACIÓN DEL ROBOT BIOLOID GP CON CONTROL REMOTO EN MODO ESTÁNDAR”**

- a. **OBJETIVO GENERAL:**
- Analizar y comprender los movimientos básicos del robot haciendo uso del Control Remoto.
- b. **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**
- Cargar el código por defecto del robot para comprobar su correcto funcionamiento.
  - Realizar una secuencia de pasos desde el Control Remoto.
  - Verificar el funcionamiento y estado del robot humanoide.

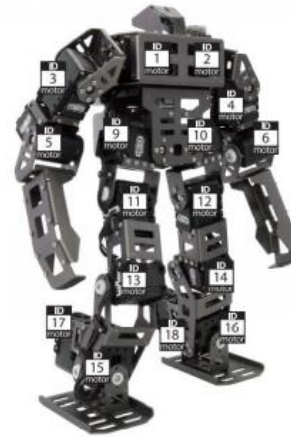
Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 3 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

### c. MARCO TEÓRICO

Características del robot Bioloid GP.-

- Tiene 18 Grados de Libertad.
- Marcos de aluminio fuertes y livianos.
- Su peso aproximado es de 1,6 KG.
- Excelente movilidad, como girar al caminar o caminar a alta velocidad.
- Autocorrección de posición mediante sensor Gyro.
- Posee control remoto inalámbrico (BT-410 instalado).
- Tiene una versión actualizada del software de programación RoboPlus.




Actualmente la robótica ha cobrado gran importancia en la vida cotidiana y en procesos industriales. Se ha enfocado en las líneas de producción, donde el monitoreo de la producción desempeña un papel sumamente importante. Por lo que, desarrollar un sistema automatizado genera grandes beneficios. El termino robot, viene de la palabra checa “robota”, que significa "labor forzada", servicio o esclavo. La robótica educativa es el conjunto de actividades pedagógicas que apoyan y fortalecen áreas específicas del conocimiento y desarrollan habilidades y competencias en el alumno, a través de los siguientes procesos: concepción, creación, ensamble y puesta en funcionamiento de robots.

Mediante la manipulación del Kit de Robótica, se lleva a cabo el ensamble de hasta 3 diferentes tipos de robots móviles (todo terreno, montacargas y pinzas), los cuales permiten ilustrar los principios y fundamentos básicos de la robótica móvil. La robótica móvil es una ciencia o rama de la tecnología que estudia el diseño y creación de máquinas que pueden desplazarse de un lugar a otro, cuya finalidad es desempeñar tareas repetitivas o peligrosas por el ser humano o que requieren el uso del pensamiento e

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 5 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**Software RoboPlus:** Es un software libre que sirve para trabajar con los diferentes modelos (Olló, Bioloid y Darwin Op) de la marca Robotis. Contiene las siguientes herramientas:

- RoboPlus Task
- RoboPlus Manager
- RoboPlus Motion
- RoboPlus Terminal
- Dynamixel Wizard
- Guía del Usuario
- e-Manual




ACTIVIDAD.-


Comprobar y aprender los movimientos básicos del robot humanoide Bioloid GP, para utilizarlos en prácticas posteriores.






SOLUCIÓN.-

Los movimientos a tener en cuenta son:


Button	Motion	Control
U	Caminata Frontal	

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 6 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

D	Caminata Retroceso	
L	Paso lateral izquierda	
R	Paso lateral derecha	
U+1	Levantarse	
D+1	Levantarse Atrás	

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 7 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

d. MARCO PROCEDIMENTAL

- A. Descargar el código de fábrica del robot humanoide Bioloid GP desde la página de ROBOTIS con sus modos básicos, Estándar, Soccer y Combate, y comprobar su funcionamiento.

A continuación, se detalla la secuencia:

1. Abrir el software ROBOTPLUS
  2. Dentro de la pantalla de inicio dar clic en RobotPlus Task, aquí es donde se va a ejecutar la programación para nuestro robot.
  3. Cargar el programa donde ya tendremos predefinida los códigos para la ejecución de los movimientos
  4. Damos clic en abrir y seleccionamos el archivo previamente descargado.
  5. Y procedemos a cargar la programación en el controlador.
  6. Presionar el botón de inicio del Controlador CM-530.
  7. Ubicar el modo requerido para la práctica Mode 3 ( Botón L ).
  8. Realizar cada uno de los movimientos mencionados en la propuesta de solución.
  9. Verificar el correcto funcionamiento del robot.
  10. Una vez comprobado su funcionamiento se procede al apagado del robot.
- B. Enlace de descarga del código: <https://emanual.robotis.com/docs/en/edu/bioloid/gp/>
- C. También se lo puede descargar del siguiente enlace:

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 8 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/mcardonao\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/Ec6QxdwgtwtPiFirVpncScB7en5BLS06m4df3i6re5B8g?e=Hs2Rkk](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/mcardonao_est_ups_edu_ec/Ec6QxdwgtwtPiFirVpncScB7en5BLS06m4df3i6re5B8g?e=Hs2Rkk)

QR:



e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

- Computadoras con el software RoboPlus.
- Robot Bioloid GP
- Control Remoto RC-100B
- Batería Lipo 3S 1500mAh
- Módulos BT 4.10 (Bluetooth).



RC-100



Controlador CM-530




Módulos BT 4.10

f. REGISTRO DE RESULTADOS

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardonao\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/Etv7Zy7CzZRCgppGWw04E0B1i1HLjQiHsp0FIN7W\\_gVeA?e=xtgZNH](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardonao_est_ups_edu_ec/Etv7Zy7CzZRCgppGWw04E0B1i1HLjQiHsp0FIN7W_gVeA?e=xtgZNH)

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 9 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



g. ANEXOS

Material de apoyo “Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in MATLAB®” de Peter Corke.

h. BIBLIOGRAFÍA

ROBOTIS. (20 de Mayo de 2022). ROBOTIS e-Manual. Obtenido de <https://emanual.robotis.com/docs/en/edu/bioloid/gp/>

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 10 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

# ELECTIVA

## PRÁCTICA # 2

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 5

**DOCENTE:**

ING. MÓNICA MIRANDA RAMOS


**TIEMPO ESTIMADO:**

2 HORAS

**TEMA:**

“OPERACIÓN DEL ROBOT BIOLOID GP CON CONTROL  
REMOTO EN MODO SOCCER”

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 11 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. **OBJETIVO GENERAL:**

- Analizar y comprender los movimientos básicos del modo Soccer robot haciendo uso del Control Remoto.

b. **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Cargar el código por defecto del robot para comprobar su correcto funcionamiento.
- Realizar una secuencia de pasos desde el Control Remoto.
- Verificar el funcionamiento y estado del robot humanoide.

c. **MARCO TEÓRICO**


Una breve historia de la inteligencia artificial y la robótica, la idea de que los robots jueguen al fútbol fue mencionada por primera vez por el profesor Alan Mackworth en un artículo titulado "On Seeing Robots" presentado en VI-92, 1992 y publicado posteriormente en un libro Computer Vision: System, Theory, and Applications, páginas 1-13, World Scientific Press, Singapur, 1993. Su grupo publicó una serie de artículos sobre el proyecto de fútbol robótico Dynamo.



Independientemente, un grupo de investigadores japoneses organizó un Taller sobre grandes desafíos en inteligencia artificial en octubre de 1992 en Tokio, discutiendo posibles problemas de grandes desafíos. Este taller condujo a discusiones serias sobre el uso del juego de fútbol para promover la ciencia y la tecnología. Se llevó a cabo una serie de investigaciones, incluido un estudio de viabilidad tecnológica. Además, se redactaron reglas, así como el desarrollo de prototipos de robots de fútbol y sistemas de simulación.

Durante la Conferencia Internacional Conjunta sobre Inteligencia Artificial (IJCAI-95) celebrada en Montreal, Canadá, en agosto de 1995, se hizo el anuncio de organizar los Primeros Juegos y

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 12 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Conferencias de Fútbol de la Copa Mundial de Robots en conjunto con IJCAI-97 Nagoya. Al mismo tiempo, se tomó la decisión de organizar la Pre-RoboCup-96, con el fin de identificar posibles problemas asociados con la organización de RoboCup a gran escala. Se tomó la decisión de proporcionar dos años de tiempo de preparación y desarrollo, de modo que el grupo inicial de investigadores pudiera comenzar el desarrollo del equipo de simulación y robot, además de dar tiempo de anticipación para sus cronogramas de financiación.

Pre-RoboCup-96 se llevó a cabo durante la Conferencia Internacional sobre Robótica y Sistemas de Inteligencia (IROS-96), Osaka, del 4 al 8 de noviembre de 1996, con ocho equipos compitiendo en una liga de simulación y demostración de un robot real para una liga de tamaño medio. Aunque de escala limitada, esta competencia fue la primera que utilizó juegos de fútbol para promover la investigación y la educación.


Los primeros juegos y conferencias oficiales de RoboCup se llevaron a cabo en 1997 con gran éxito. Participaron más de 40 equipos (reales y de simulación combinados) y asistieron más de 5.000 espectadores. (Federation, 2022)



**ACTIVIDAD.-**





Comprobar y aprender los movimientos básicos del modo Soccer del robot humanoide Bioloid GP, para utilizarlos en prácticas posteriores.

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 13 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

### SOLUCIÓN.-

Los movimientos a tener en cuenta son:

Button	Motion	Control
U+2	Patada Izquierda	
D+2	De taco Izquierda	
L+2	Patada Lateral Izquierda	
R+2	Patada Rápida Izquierda	





Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 14 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Button	Motion	Control
U+3	Preparado para Atajar	
D+3	Preparado para Atajar	
L+3	Brazo Izquierda	
R+3	Brazo Derecha	
3	Posición de Arquero	

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 15 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Button	Motion	Control
U+4	Patada Derecha	
D+4	Patada Izquierda	
L+4	Patada Lateral Derecha	
R+4	Patada Rápida Derecha	

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 16 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

d. MARCO PROCEDIMENTAL

- A. Descargar el código de fábrica del robot humanoide Bioloid GP desde la página de ROBOTIS con sus modos básicos, Estándar, Soccer y Combate, y comprobar su funcionamiento.

A continuación, se detalla la secuencia:

1. Abrir el software ROBOTPLUS
2. Dentro de la pantalla de inicio dar clic en RobotPlus Task, aquí es donde se va a ejecutar la programación para nuestro robot.
3. Cargar el programa donde ya tendremos predefinida los códigos para la ejecución de los movimientos
4. Damos clic en abrir y seleccionamos el archivo previamente descargado.
5. Y procedemos a cargar la programación en el controlador.
6. Presionar el botón de inicio del Controlador CM-530
7. Ubicar el modo requerido para la práctica Mode 1 ( Botón U).
8. Realizar cada uno de los movimientos mencionados en la propuesta de solución.
9. Verificar el correcto funcionamiento del robot.
10. Una vez comprobado su funcionamiento se procede al apagado del robot.

- B. Enlace de descarga del código: <https://emanual.robotis.com/docs/en/edu/bioloid/gp/>


- C. También se lo puede descargar del siguiente enlace:

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/mcardonao\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/Ec6QxdwgtwtPiFirVpnqcScB7en5BLS06m4df3i6re5B8g?e=Hs2RKK](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/mcardonao_est_ups_edu_ec/Ec6QxdwgtwtPiFirVpnqcScB7en5BLS06m4df3i6re5B8g?e=Hs2RKK)

QR:

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 17 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

- Computadoras con el software RoboPlus.
- Robot Bioloid GP
- Control Remoto RC-100B
- Batería Lipo 3S 1500mAh
- Módulos BT 4.10 (Bluetooth).



RC-100



Controlador CM-530



Módulos BT 4.10

f. REGISTRO DE RESULTADOS

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f/g/person/mcardonao\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/Egg80EQ\\_YahPnMwvtMYPjusBAYt5\\_xQe3U\\_A3OG7894Zdg?e=ALaK3I](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f/g/person/mcardonao_est_ups_edu_ec/Egg80EQ_YahPnMwvtMYPjusBAYt5_xQe3U_A3OG7894Zdg?e=ALaK3I)

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 18 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



g. ANEXOS

Material de apoyo “Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in MATLAB®” de Peter Corke.

h. BIBLIOGRAFÍA

Federation, R. (1 de 6 de 2022). *RoboCup*. Obtenido de [https://www.robocup.org/a\\_brief\\_history\\_of\\_robocup](https://www.robocup.org/a_brief_history_of_robocup)

ROBOTIS. (20 de Mayo de 2022). *ROBOTIS e-Manual*. Obtenido de <https://emanual.robotis.com/docs/en/edu/bioloid/gp/>

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 19 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ELECTIVA  
**PRÁCTICA # 3**

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 5

**DOCENTE:**

ING. MÓNICA MIRANDA RAMOS

**TIEMPO ESTIMADO:**

2 HORAS

**TEMA:**

“CAMINATA CON EVASIÓN DE OBSTÁCULOS DE  
FORMA LATERAL”

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 20 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. **OBJETIVO GENERAL:**

- Programar el robot humanoide Bioloid GP para que realice la trayectoria de esquivar obstáculo realizando un movimiento lateral.

b. **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Conocer los comandos que tiene el software RoboPlus para los movimientos del robot.
- Aprender a crear determinados movimientos para el robot humanoide.
- Realizar una lógica secuencial para realizar la tarea con efectividad.
- Verificar el funcionamiento y la realización de la secuencia conforme la práctica.

c. **MARCO TEÓRICO**

Siempre que un robot interactúe con el ambiente es necesario que cuente con un nivel de percepción que facilite su desempeño en diversas aplicaciones.


Los sensores que se conectan al robot están relacionados con la información del ambiente que necesita conocer el robot para poder realizar una tarea. Cada sensor tiene sus propias configuraciones y especificaciones, en la robótica existen diferentes tipos de sensores ya sea de visión (cámara) de barrido (láser) de proximidad (inductivo, capacitivo) de contacto (bumper) entre otros.



En estas prácticas nos interesamos más en el sensor de proximidad, el cual será ejecutado en el Robot Humanoide Bioloid GP, con la ayuda del sensor de proximidad (DMS-80) podremos esquivar los obstáculos de forma lateral evitando dichos obstáculos hacia la derecha o izquierda.

**ACTIVIDAD.-**

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 21 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


Realizar un programa para que el Robot humanoide Bioloid GP esquite obstaculos realizando el movimiento de pasos laterales y realice una caminata frontal luego de esquivarlo.



**SOLUCIÓN.-**

Los movimientos necesarios serán:

Button	Motion	Control
U	Caminata hacia adelante	
D	Caminata hacia atrás	
R+6	Inicio de evasión de obstáculo hacia la derecha	

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 22 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

L+6	Inicio de evasión de obstáculo hacia la izquierda	
D+6	Detenerse	

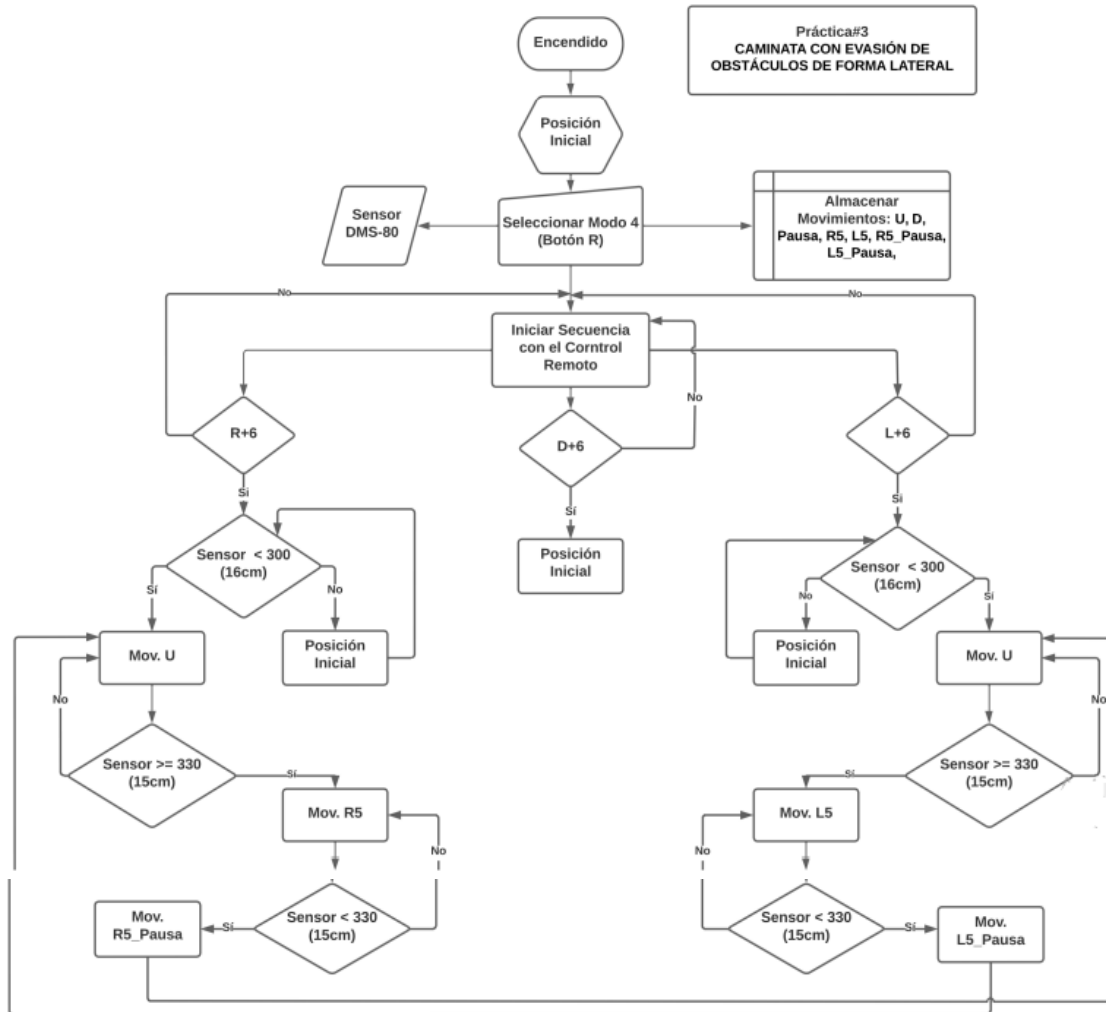
Variables de la programación:

- Pausa: Tiempo de espera de 256ms
- U: Caminata hacia adelante
- D: Caminata hacia atrás
- R\_5: Paso Lateral Corto y Rápido hacia la derecha
- L5: Paso Lateral Corto y Rápido hacia la izquierda
- R5\_Pausa: Paso Lateral Corto y Lento hacia la derecha
- L5\_Pausa: Paso Lateral Corto y Lento hacia la izquierda
- U\_1: Levantarse (En caso de caída hacia adelante)
- D\_1: Levantarse (En caso de caída hacia atrás)


Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 23 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA REALIZADO.-**

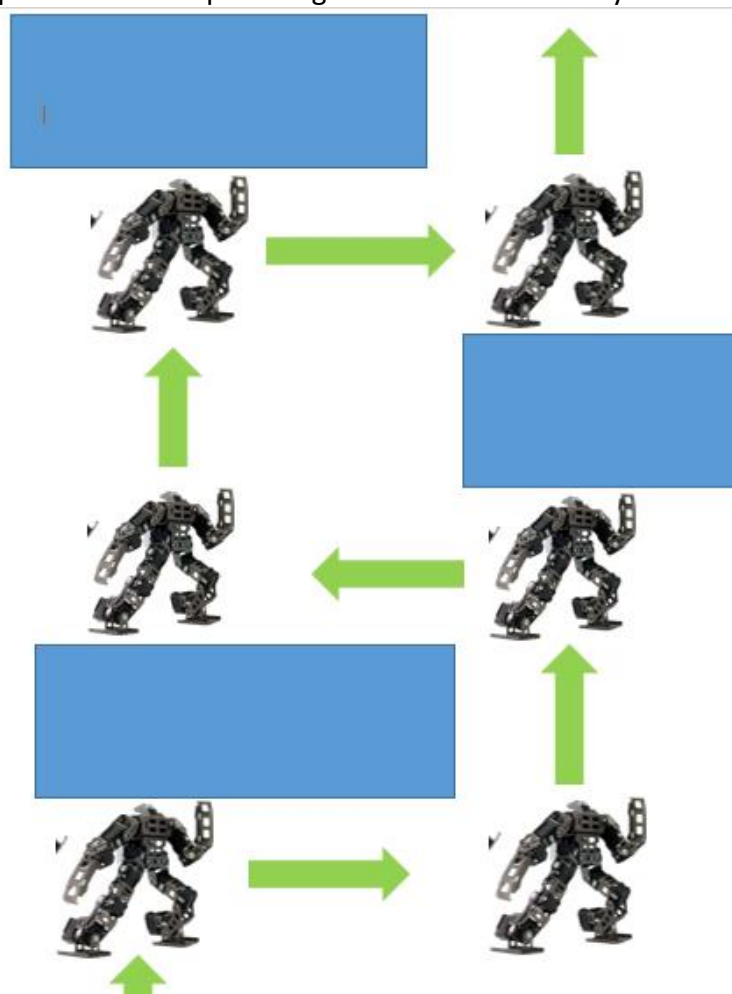


Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 24 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Pasos mostrados cuando comenzamos con la opción R+6:

Esta opción nos permitirá que nuestro robot humanoide al momento de que el sensor detecte algún objeto tiende para la derecha para luego continuar con su trayectoria.



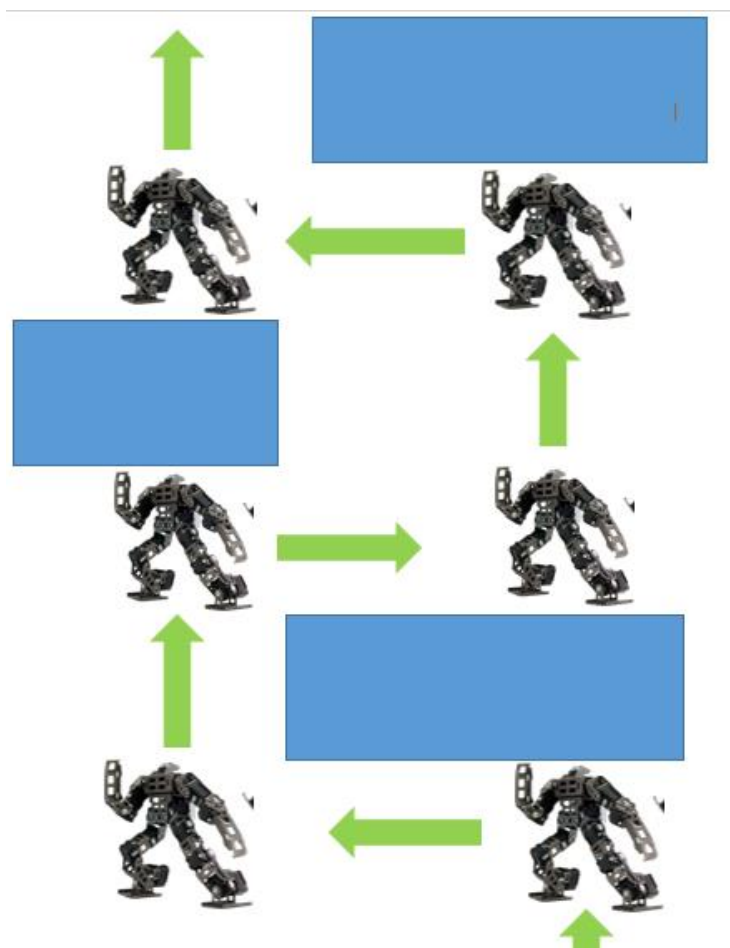
Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 25 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Pasos mostrados cuando comienza con L+6:

Esta opción nos permitirá que nuestro robot humanoide al momento de que el sensor detecte algún objeto tiende para la izquierda para luego continuar con su trayectoria.



Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 26 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


d. **MARCO PROCEDIMENTAL**

- A.** Diseñar un algoritmo para el Robot Bioloïd de ROBOTIS para que realice las trayectorias de esquivar obstáculos, tomando en consideración el espacio de trabajo de dicho Robot para que no se encuentre en colisión.

A continuación se detalla la secuencia:

1. Abrir el software ROBOTPLUS
2. Dentro de la pantalla de inicio dar clic en RobotPlus Motion, aquí es donde se van a crear los movimientos necesarios para la práctica.
3. Finalizando la creación de los movimientos cargamos en el controlador los nuevos movimientos creados y volvemos a la pantalla de inicio de RoboPlus
4. De vuelta en la pantalla de inicio damos clic en RobotPlus Task, aquí se realiza la programación para nuestro robot.
5. Una vez culminada la programación, cargamos el programa a nuestro controlador y verificamos que se cumpla lo planteado en la práctica:
  - Presionar el botón de inicio del Controlador CM-530
  - Ubicar el modo requerido para la práctica Mode 4 ( Botón R ).
  - Iniciar la secuencia con el Control Remoto, presionando R+6 (Inicia esquivando hacia la derecha), L+6 (Inicia esquivando hacia la izquierda), D+6 (Detener el Robot).
  - Realizar el movimiento de caminata frontal (U), en el caso de no encontrar obstaculo.
  - Detecta el obstáculo por medio del sensor DMS-80
  - Esquivar el obstáculo realizando el movimiento de pasos laterales R5 o L5
  - Realizar el movimiento R5\_Pausa o L5\_Pausa cuando el sensor no detecte obstáculo.
  - Retornar la secuencia a la caminata frontal.
6. Comprobado el correcto funcionamiento del robot, se procede a apagar el robot.

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 27 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PROGRAMA REALIZADO EN EN ROBOPLUS (R+ TASK 3.0).-

**Enlace:**

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f/g/person/mcardonao\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/ErWvXx8WwjpKp24wHxDWLI4B9t3S0YXQVk0CUASwkyjklA?e=y21UIV](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f/g/person/mcardonao_est_ups_edu_ec/ErWvXx8WwjpKp24wHxDWLI4B9t3S0YXQVk0CUASwkyjklA?e=y21UIV)


**QR:**



e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

- Computadoras con el software RoboPlus.
- Robot Bioloid GP
- Control Remoto RC-100B
- Batería Lipo 3S - 1500mAh
- Módulos BT 4.10 (Bluetooth).

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 28 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

f. REGISTRO DE RESULTADOS

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardona\\_estupsedu\\_ec/EvyEH\\_tGsJ5JsbPO334f\\_EwBEu4ki\\_UHjal62q4LxfnAw?e=yaBTFA](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardona_estupsedu_ec/EvyEH_tGsJ5JsbPO334f_EwBEu4ki_UHjal62q4LxfnAw?e=yaBTFA)



g. ANEXOS

Material de apoyo “Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in MATLAB®” de Peter Corke.

h. BIBLIOGRAFÍA

ROBOTIS. (20 de Mayo de 2022). ROBOTIS e-Manual. Obtenido de <https://emanual.robotis.com/docs/en/edu/bioloid/gp/>

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 29 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

# ELECTIVA

## PRÁCTICA # 4

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 5

**DOCENTE:**

ING. MÓNICA MIRANDA RAMOS


**TIEMPO ESTIMADO:**

2 HORAS

**TEMA:**

“MANTENER LA DISTANCIA FRENTE A UN OBJETO”

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 30 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. **OBJETIVO GENERAL:**

- Programar el robot humanoide Bioloid GP para que se mantenga a una distancia específica frente a un objeto.

b. **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Implementar los comandos que tiene el software RoboPlus para realizar los movimientos del robot.
- Aprender a crear determinados movimientos para el robot humanoide.
- Realizar una lógica secuencial para realizar la tarea con efectividad.
- Verificar el funcionamiento y la realización de la secuencia conforme la práctica.

c. **MARCO TEÓRICO**

Siempre que un robot interactúe con el ambiente es necesario que cuente con un nivel de percepción que facilite su desempeño en diversas aplicaciones.

Los sensores que se conectan al robot están relacionados con la información del ambiente que necesita conocer el robot para poder realizar una tarea. Cada sensor tiene sus propias configuraciones y especificaciones, en la robótica existen diferentes tipos de sensores ya sea de visión (cámara) de barrido (láser) de proximidad (inductivo, capacitivo) de contacto (bumper) entre otros.



En estas prácticas nos interesamos más en el sensor de proximidad la cual será ejecutada en el Robot Humanoide Bioloid GP, con la ayuda del sensor de proximidad (DMS-80) podremos esquivar

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 31 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

los obstáculos de una forma que el robot retroceda y no choque con el objeto que se encuentra de frente.

A continuación, se presentan diferentes tipos de procedimientos de programación de robots:

**a) Programación guiada o directa:** El operario interviene guiando manualmente el brazo del robot, y hace que este vaya describiendo los movimientos y trace las trayectorias necesarias para cumplir su función. Cada uno de los movimientos realizados se va almacenando en la memoria del robot, de forma que podrán ser repetidos posteriormente, ya sin intervención humana. En este tipo de programación es necesario disponer del propio robot para la elaboración del programa.

**b) Programación textual o indirecta:** En este caso no es necesaria la presencia del robot para realizar el programa, puesto que este se lleva a cabo en un lenguaje de programación. El programa consiste en un conjunto de instrucciones; cuando el programa sea grabado en la memoria del robot, este realizará las acciones indicadas en el mismo. Este tipo de programación permite realizar operaciones más complejas y con mayor grado de precisión. Además, presenta la ventaja de que es posible establecer relaciones entre el robot y su entorno. Para ello basta con introducir en el programa los datos procedentes de los sensores de forma que el robot actúe en consonancia con los mismos, tal y como ocurre en los robots inteligentes. Este tipo de programación puede dividirse en 2 tipos:

explícita (lenguajes de programación estructurados) y especificativa (lenguajes de programación orientados a objetos).

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 32 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**ACTIVIDAD.-**

Realizar un algoritmo para que el Robot humanoide Bioloid GP mantengan una distancia de entre 12 y 17cm y realizando una caminata frontal o caminata en retroceso.


**SOLUCIÓN.-**



Los movimientos necesarios serán:

Button	Motion	Control
U	Caminata hacia adelante	
D	Caminata hacia atrás	

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 33 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

R+6	Inicio de arranque	
D+6	Detenerse	

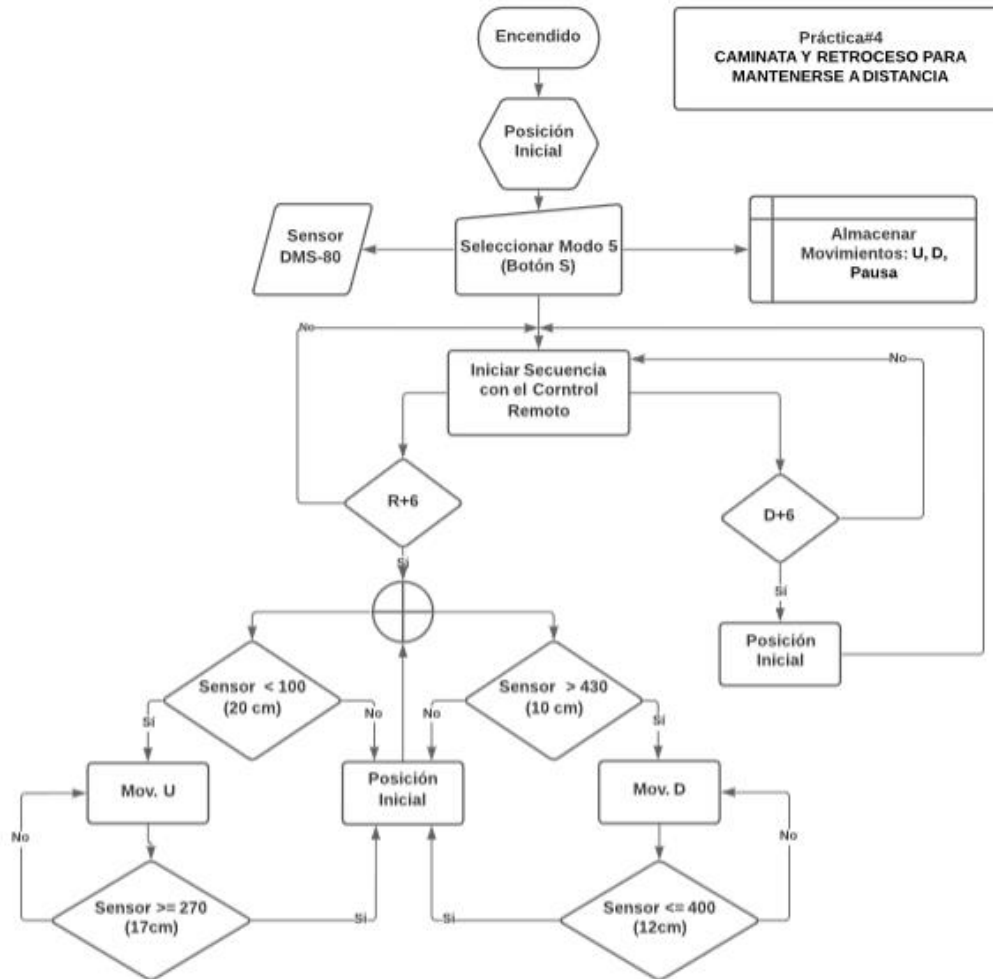
Variables de la programación:

- Pausa: Tiempo de espera de 256ms
- U: Caminata hacia adelante
- D: Caminata hacia atrás
- U\_1: Levantarse (En caso de caída hacia adelante)
- D\_1: Levantarse (En caso de caída hacia atrás)

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 34 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA REALIZADO.-**

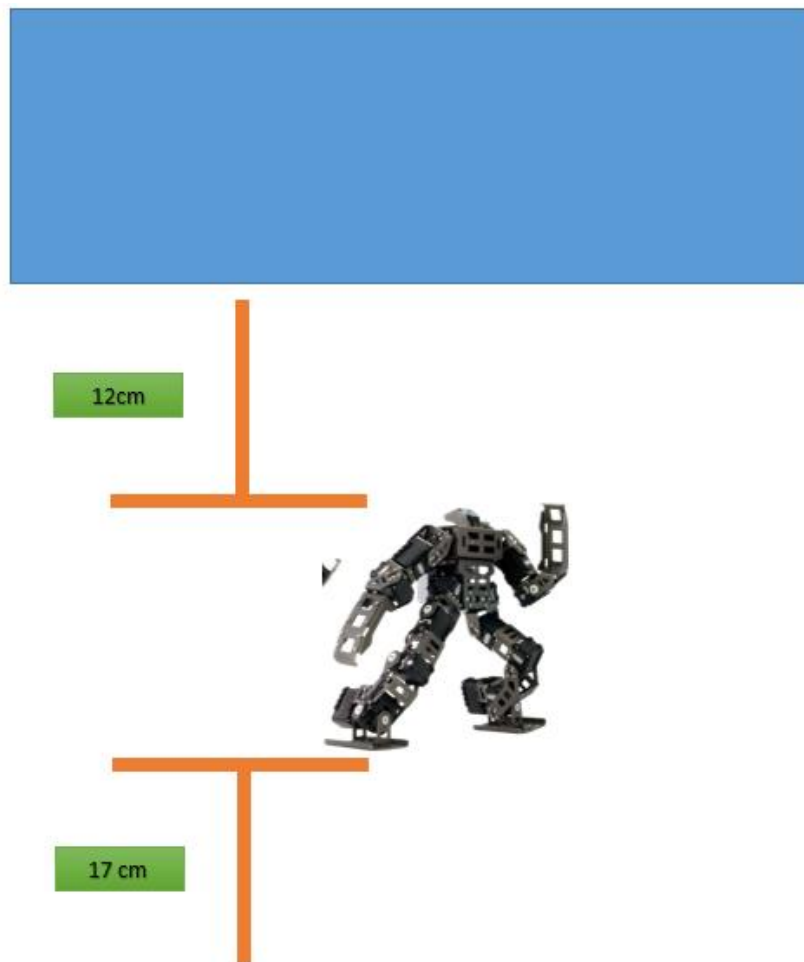


Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 35 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Pasos mostrados cuando comenzamos con la opción R+6:

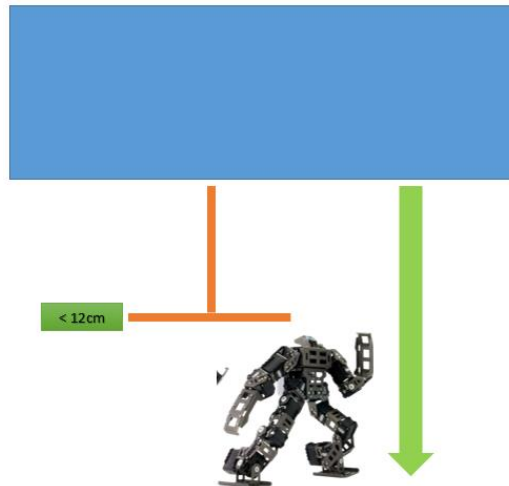
El robot humanoide permanecerá quieto cuando este en el rango de 12 a 17 cm



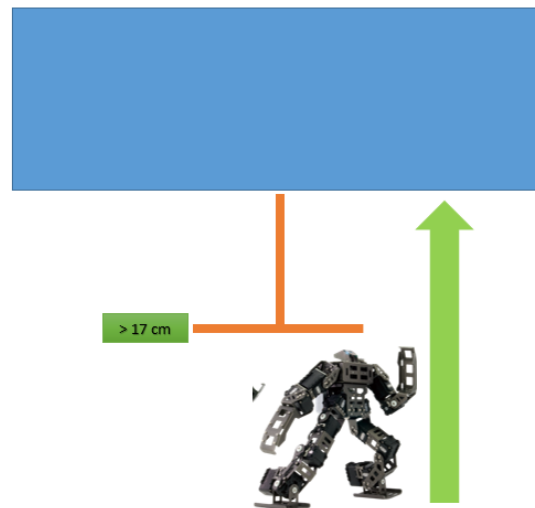
Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 36 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

El robot humanoide retrocederá cuando el objeto se encuentre a una distancia mayor de 12cm.



El robot humanoide avanzará cuando el objeto se encuentre a una distancia menor de 17 cm.



Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 37 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**d. MARCO PROCEDIMENTAL**

- A.** Diseñar un algoritmo para el Robot Bioloid de ROBOTIS para que mantenga una distancia de entre 12 y 17 cm, y así evitar que llegue a colisionar contra algún objeto.

A continuación, se detalla la secuencia:

1. Abrir el software ROBOTPLUS
2. Dentro de la pantalla de inicio dar clic en RobotPlus Motion, aquí es donde se van a crear los movimientos necesarios para la práctica.
3. Finalizando la creación de los movimientos cargamos en el controlador los nuevos movimientos creados y volvemos a la pantalla de inicio de RoboPlus
4. De vuelta en la pantalla de inicio damos clic en RobotPlus Task, aquí se realiza la programación para nuestro robot.
5. Una vez culminada la programación, cargamos el programa a nuestro controlador y verificamos que se cumpla lo planteado en la práctica:
  - Presionar el botón de inicio del Controlador CM-530
  - Ubicar el modo requerido para la práctica Mode 5 ( Botón S ).
  - Iniciar la secuencia con el Control Remoto, presionando R+6 (Arrancar), D+6 (Detener el Robot).
  - Realizar el movimiento de caminata frontal (U), en el caso de que el robot se encuentre a una distancia mayor a 17cm.
  - Realizar el movimiento de caminata retroceso (D), en el caso de que el robot se encuentre a una distancia menor A 12cm.
  - El robot debe realizar la cantidad de pasos necesarios para mantenerse en el rango establecido.
6. Comprobado el correcto funcionamiento del robot, se procede a apagar el robot.

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 38 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PROGRAMA REALIZADO EN ROBOPLUS (R+ TASK 3.0).-

**Enlace:**

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/person/mcardonao\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/ErWvXx8WwjpKp24wHxDWLI4B9t3S0YXQVk0CUASwkyjklA?e=y21UIV](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/person/mcardonao_est_ups_edu_ec/ErWvXx8WwjpKp24wHxDWLI4B9t3S0YXQVk0CUASwkyjklA?e=y21UIV)

**QR:**



**e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)**

- Computadoras con el software RoboPlus.
- Robot Bioloid GP
- Control Remoto RC-100B
- Batería Lipo 3S - 1500mAh
- Módulos BT 4.10 (Bluetooth).

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 39 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**f. REGISTRO DE RESULTADOS**

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardona\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/Eg75XwKSMMBNhf18W4wN5wcBpi0pwis\\_7tIPWy3LinbJw?e=Lk0XWr](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardona_est_ups_edu_ec/Eg75XwKSMMBNhf18W4wN5wcBpi0pwis_7tIPWy3LinbJw?e=Lk0XWr)



**g. ANEXOS**

Material de apoyo “Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in MATLAB®” de Peter Corke.

**h. BIBLIOGRAFÍA**

ROBOTIS. (20 de Mayo de 2022). ROBOTIS e-Manual. Obtenido de <https://emanual.robotis.com/docs/en/edu/bioloid/gp/>

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 40 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

# ELECTIVA

## PRÁCTICA # 5

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 5

**DOCENTE:**

ING. MÓNICA MIRANDA RAMOS

**TIEMPO ESTIMADO:**


2 HORAS

**TEMA:**

“MANTENER LA DISTANCIA FRENTE A UN OBJETO”

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 41 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**a. OBJETIVO GENERAL**

- Programar el robot humanoide Bioloid GP para que realice la trayectoria de esquivar obstáculo realizando un movimiento giratorio de 90°.

**b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Implementar los comandos que tiene el software RoboPlus para realizar los movimientos del robot.
- Aprender a crear determinados movimientos para el robot humanoide.
- Realizar una lógica secuencial para realizar la tarea con efectividad.
- Verificar el funcionamiento y la realización de la secuencia conforme la práctica.

**c. MARCO TEÓRICO**


Siempre que un robot interactúe con el ambiente es necesario que cuente con un nivel de percepción que facilite su desempeño en diversas aplicaciones.

Los sensores que se conectan al robot están relacionados con la información del ambiente que necesita conocer el robot para poder realizar una tarea. Cada sensor tiene sus propias configuraciones y especificaciones, en la robótica existen diferentes tipos de sensores ya sea de visión (cámara) de barrido (láser) de proximidad (inductivo, capacitivo) de contacto (bumper) entre otros.



En estas prácticas nos interesamos más en el sensor de proximidad el cual será ejecutado en el Robot Humanoide Bioloid GP, con la ayuda del sensor de proximidad (DMS-80) podremos esquivar los obstáculos de forma rotatoria de 90° evadiendo dichos obstáculos hacia la derecha o hacia la izquierda.

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 42 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**ACTIVIDAD.-**


Realizar un programa para que el Robot humanoide Bioloid GP esquite obstaculos realizando el movimiento de giro de 90º hacia la derecha o izquierda y posteriormente realice una caminata frontal.

**SOLUCIÓN.-**

Los movimientos necesarios serán:

Button	Motion	Control
U	Caminata hacia adelante	
D	Caminata hacia atrás	
R+6	Inicio de evasión de obstáculo con giro de 90º hacia la derecha	

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 43 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

L+6	Inicio de evasión de obstáculo con giro de 90° hacia la izquierda	
D+6	Detenerse	

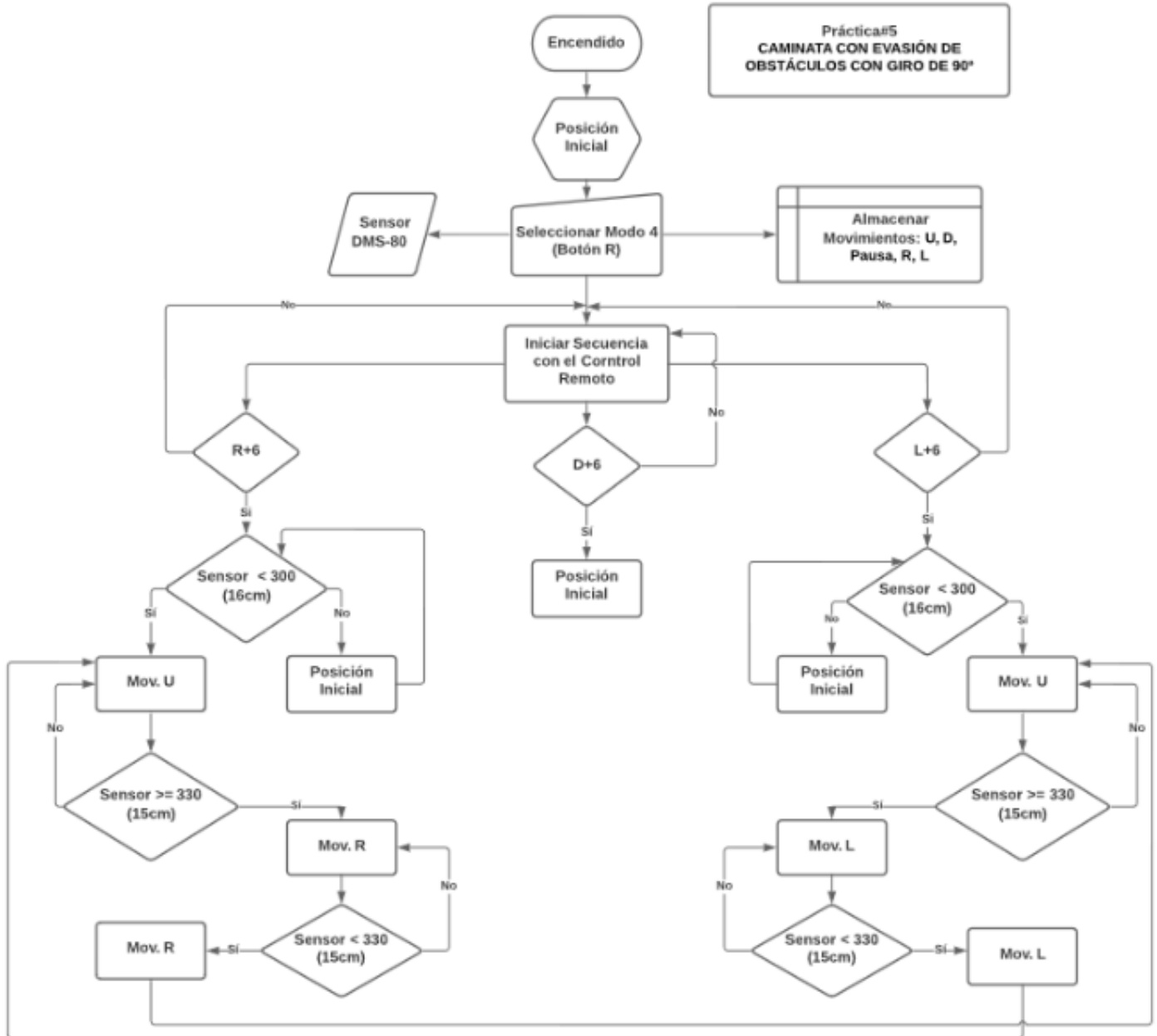
Variables de la programación:

- U: Caminata hacia adelante
- D: Caminata hacia atrás
- R: Paso Lateral Corto y Rápido hacia la derecha
- L: Paso Lateral Corto y Rápido hacia la izquierda
- U\_1: Levantarse (En caso de caída hacia adelante)
- D\_1: Levantarse (En caso de caída hacia atrás)
- Pausa: Tiempo de espera de 256ms

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 44 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA REALIZADO.-**



Fecha de Elaboración:  
Septiembre 2022

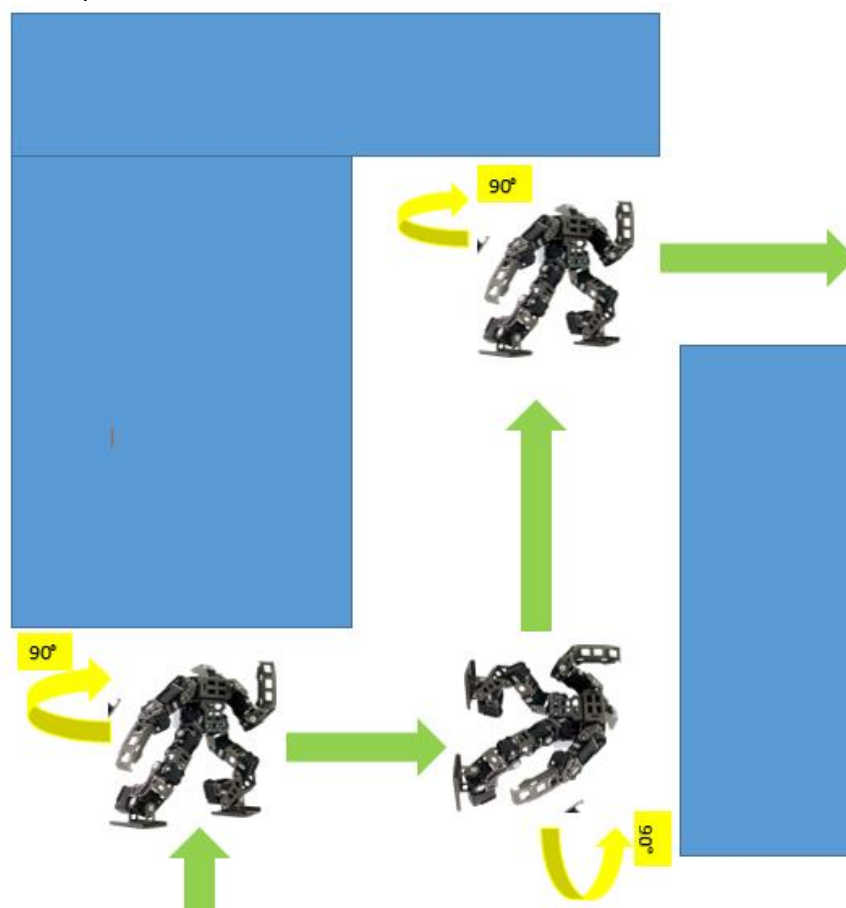
Fecha de Revisión:  
Septiembre 2022

Número de Resolución  
Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 45 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**Pasos mostrados cuando comenzamos con la opción R+6:**

Esta opción nos permitirá que nuestro robot humanoide al momento de que el sensor detecte algún objeto tiende realizar un giro de 90° hacia la derecha para luego continuar con su trayectoria, al detectar un objeto nuevamente realizará el giro de 90° hacia la izquierda, y posteriormente se repite la secuencia inicial.

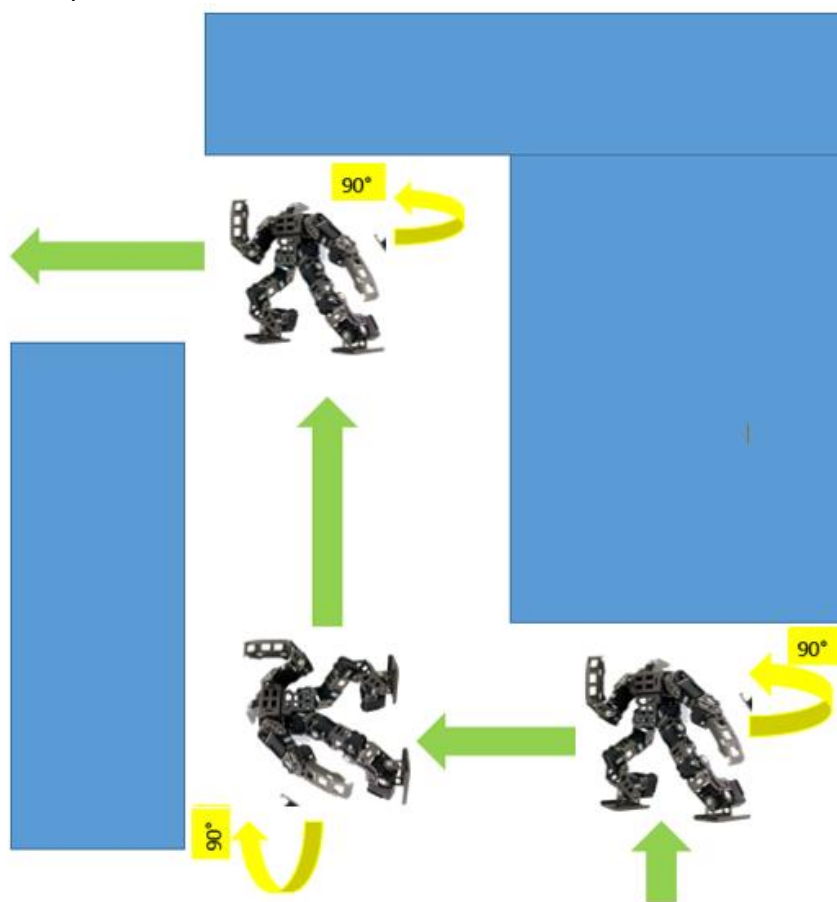


Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 46 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**Pasos mostrados cuando comenzamos con la opción L+6:**

Esta opción nos permitirá que nuestro robot humanoide al momento de que el sensor detecte algún objeto tiende realizar un giro de 90° hacia la izquierda para luego continuar con su trayectoria, al detectar un objeto nuevamente realizará el giro de 90° hacia la derecha, y posteriormente se repite la secuencia inicial.



Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 47 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


**d. MARCO PROCEDIMENTAL**

- A.** Diseñar un algoritmo para el Robot Bioloïd de ROBOTIS para que realice las trayectorias de esquivar obstáculos rotando 90°, tomando en consideración el espacio de trabajo de dicho Robot para que no se encuentre en colisión.

A continuación, se detalla la secuencia:

1. Abrir el software ROBOTPLUS
2. Dentro de la pantalla de inicio dar clic en RobotPlus Motion, aquí es donde se van a crear los movimientos necesarios para la práctica.
3. Finalizando la creación de los movimientos cargamos en el controlador los nuevos movimientos creados y volvemos a la pantalla de inicio de RoboPlus
4. De vuelta en la pantalla de inicio damos clic en RobotPlus Task, aquí se realiza la programación para nuestro robot.
5. Una vez culminada la programación, cargamos el programa a nuestro controlador y verificamos que se cumpla lo planteado en la práctica:
  - Presionar el botón de inicio del Controlador CM-530
  - Ubicar el modo requerido para la práctica Mode 4 ( Botón R ).
  - Iniciar la secuencia con el Control Remoto, presionando R+6 (Inicia esquivando con giro hacia la derecha), L+6 (Inicia esquivando con giro hacia la izquierda), D+6 (Detener el Robot).
  - Realizar el movimiento de caminata frontal (U), en el caso de no encontrar obstáculo.
  - Detecta el obstáculo por medio del sensor DMS-80
  - Esquivar el obstáculo realizando el movimiento de rotación de 90° R (derecha) o L(izquierda).
  - Retornar la secuencia a la caminata frontal.
6. Comprobado el correcto funcionamiento del robot, se procede a apagar el robot.

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 48 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PROGRAMA REALIZADO EN EN ROBOPLUS (R+ TASK 3.0).-

**Enlace:**

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f/g/person/mcardonao\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/EtF9-Qjh7VBLgvbc-eOHPakB\\_musuBcCJbc7FO\\_FQ939JA?e=SntXS0](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f/g/person/mcardonao_est_ups_edu_ec/EtF9-Qjh7VBLgvbc-eOHPakB_musuBcCJbc7FO_FQ939JA?e=SntXS0)

**QR:**



**e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)**

- Computadoras con el software RoboPlus.
- Robot Bioloid GP
- Control Remoto RC-100B
- Batería Lipo 3S - 1500mAh
- Módulos BT 4.10 (Bluetooth).

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 49 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

f. **REGISTRO DE RESULTADOS**

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardona\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/Es3Ua9HovwZOiI04EOuo0ycBeTTRUkx\\_2yRizXi9Uaylw?e=semu51](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardona_est_ups_edu_ec/Es3Ua9HovwZOiI04EOuo0ycBeTTRUkx_2yRizXi9Uaylw?e=semu51)



g. **ANEXOS**

Material de apoyo “Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in MATLAB®” de Peter Corke.

h. **BIBLIOGRAFÍA**

ROBOTIS. (20 de Mayo de 2022). ROBOTIS e-Manual. Obtenido de <https://emanual.robotis.com/docs/en/edu/bioloid/gp/>

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 50 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

# ELECTIVA

## PRÁCTICA # 6

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 5

**DOCENTE:**

ING. MÓNICA MIRANDA RAMOS

**TIEMPO ESTIMADO:**

2 HORAS

**TEMA:**

“CONTROL DEL ROBOT MEDIANTE APLAUSOS”

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 51 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**a. OBJETIVO GENERAL:**

- Programar el robot humanoide Bioloid GP para que logre recibir señales de sonido (aplausos), y llegar a agarrar un objeto.

**b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Implementar los comandos que tiene el software RoboPlus para realizar los movimientos del robot.
- Verificar la llegada de la señal del sensor Infrarrojo.
- Aprender a crear determinados movimientos para el robot humanoide.
- Realizar una lógica secuencial para realizar la tarea con efectividad.
- Verificar el funcionamiento y la realización de la secuencia conforme la práctica.

**c. MARCO TEÓRICO**


Siempre que un robot interactúe con el ambiente es necesario que cuente con un nivel de percepción que facilite su desempeño en diversas aplicaciones.

Los sensores que se conecte al robot están relacionados con la información del ambiente que necesita conocer el robot para poder realizar una tarea. Cada sensor tiene sus propias configuraciones y especificaciones, en la robótica existe diferentes tipos de sensores ya sea de visión (cámara) de barrido (láser) de proximidad (inductivo, capacitivo) de contacto (bumper) entre otros.



En esta práctica nos interesamos en la creación de un algoritmo para la detección de aplausos y con ellos el Robot Humanoide Bioloid GP realizará las distintas acciones propuestas, como lo son: un saludo, caminata, giro a la izquierda, giro a la derecha, movimiento de agarrar un objeto, movimiento de soltar un objeto.

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 52 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**ACTIVIDAD.-**


Realizar un algoritmo para que el Robot humanoide Bioloid GP mediante aplausos detecte que accion ejecutar.



**SOLUCIÓN.-**

Los movimientos necesarios serán:

Button	Motion	Control
U	Caminata hacia adelante	
D	Caminata hacia atrás	


Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 53 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

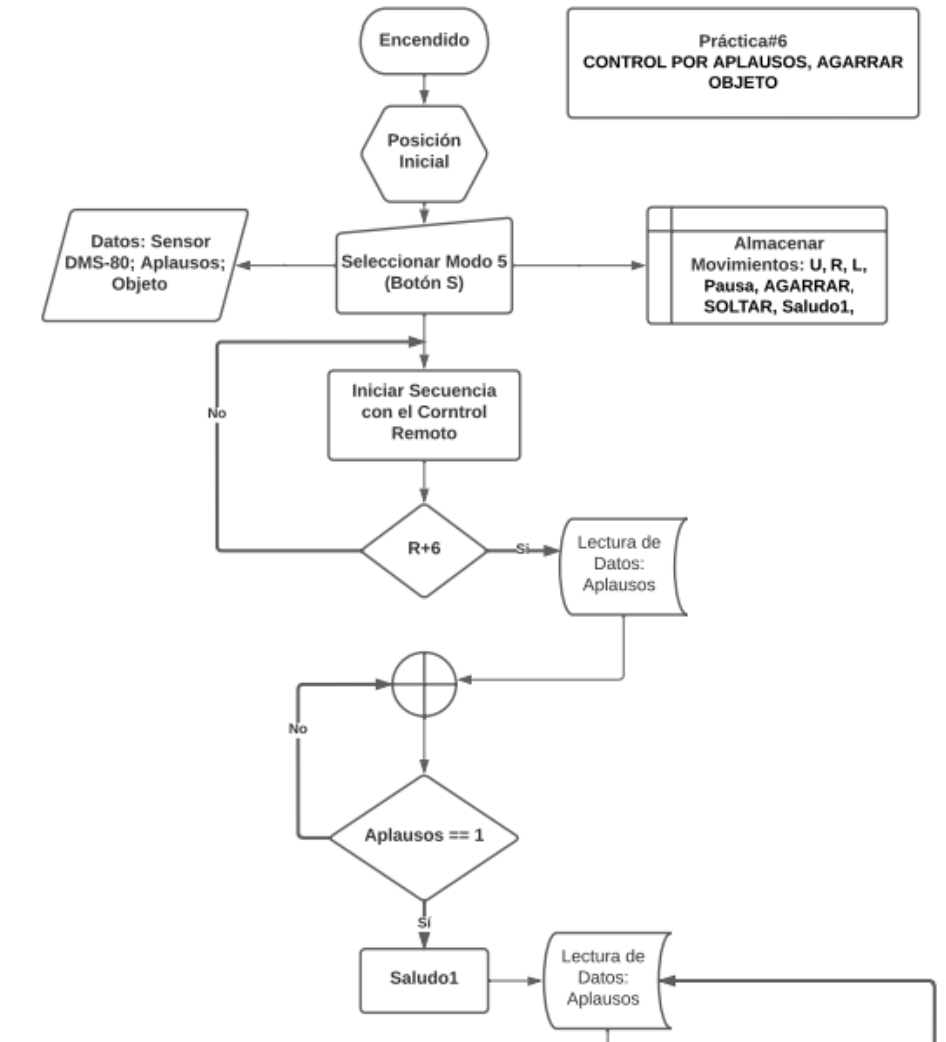
R+6	Inicio	
D+6	Detenerse	

- U: Caminata hacia adelante
- D: Caminata hacia atrás
- Pausa: Tiempo de espera de 256ms
- R: Rotación hacia la Derecha
- L: Rotación hacia la Izquierda


Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

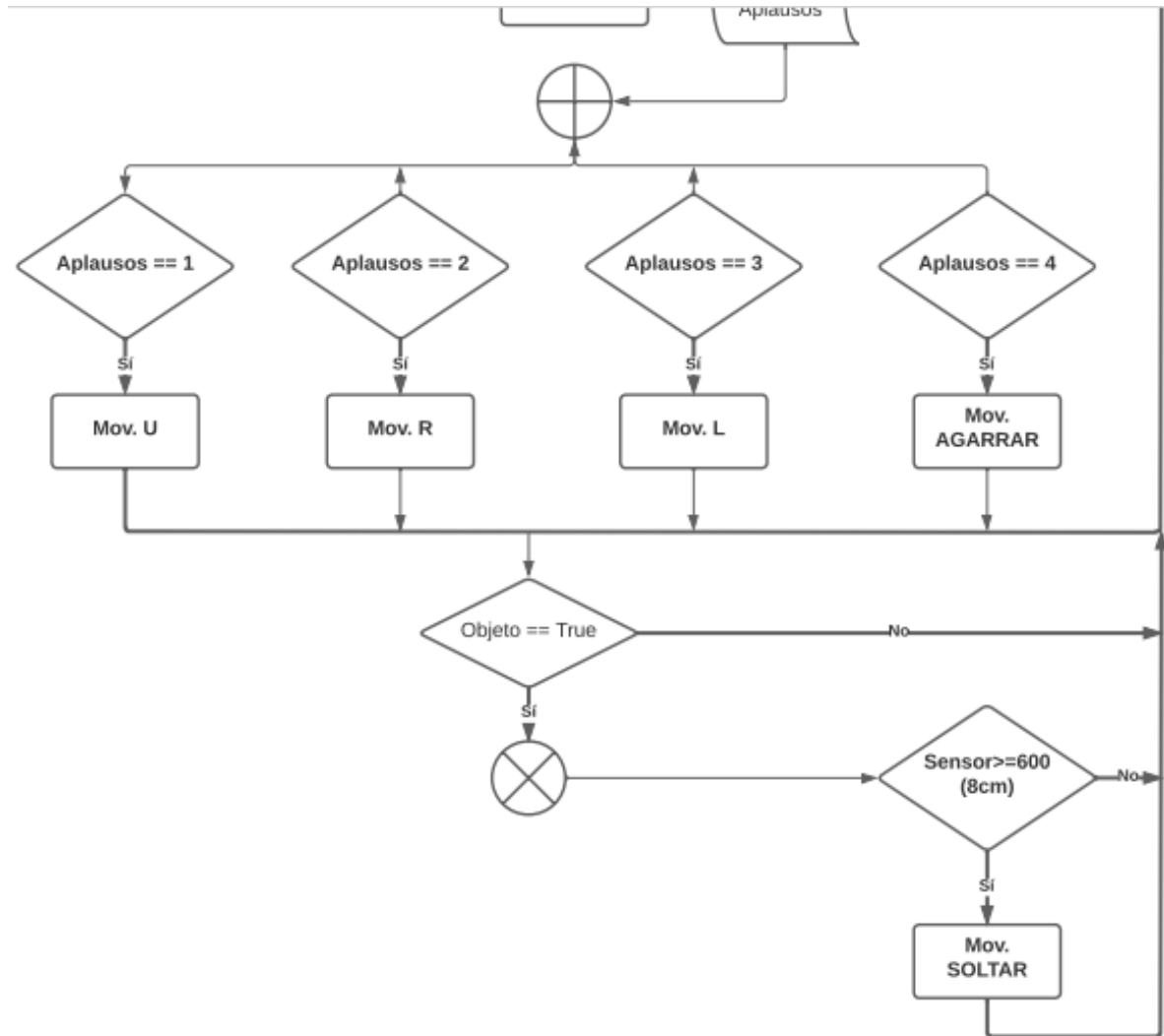
		REVISION 1/1	Página 54 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA REALIZADO.-**




Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 55 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 56 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

#### d. MARCO PROCEDIMENTAL

- A. Diseñar un algoritmo para el Robot Bioloid de ROBOTIS para que al iniciar la secuencia realice un saludo, posteriormente el robot debe ser guiado mediante aplausos hasta llegar a agarrar un objeto.

A continuación, se detalla la secuencia:

1. Abrir el software ROBOTPLUS
2. Dentro de la pantalla de inicio dar clic en RobotPlus Motion, aquí es donde se van a crear los movimientos necesarios para la práctica.
3. Finalizando la creación de los movimientos cargamos en el controlador los nuevos movimientos creados y volvemos a la pantalla de inicio de RoboPlus
4. De vuelta en la pantalla de inicio damos clic en RobotPlus Task, aquí se realiza la programación para nuestro robot.
5. Una vez culminada la programación, cargamos el programa a nuestro controlador y verificamos que se cumpla lo planteado en la práctica:
  - Presionar el botón de inicio del Controlador CM-530
  - Ubicar el modo requerido para la práctica Mode 5 ( Botón S ).
  - Iniciar la secuencia con el Control Remoto, presionando R+6 (Arrancar)
  - Al realizar un aplauso el robot debe realizar un saludo.
  - Posteriormente se lo programará 4 tipos de ordenes.
  - Con 1 aplauso realiza una caminata frontal.
  - Con 2 aplausos realiza un giro a la derecha corto.
  - Con 3 aplausos realiza un giro a la izquierda corto.
  - Con 4 aplausos realiza el movimiento para agarrar un objeto.
  - Al momento de acercarle la mano al robot deberá realizar un movimiento para soltar el objeto.

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:



		REVISION 1/1	Página 57 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- El robot queda en espera hasta recibir la siguiente señal mediante aplausos.

6. Comprobado el correcto funcionamiento del robot, se procede a apagar el robot.

#### PROGRAMA REALIZADO EN EL ROBOPLUS (R+ TASK 3.0).-

Enlace:

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardonao\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/Egy9Dny4VZ1Jk7Ibw7e6oLAB4rvNoAr8jcGSn7n-6Who2w?e=PNAYSS](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/mcardonao_est_ups_edu_ec/Egy9Dny4VZ1Jk7Ibw7e6oLAB4rvNoAr8jcGSn7n-6Who2w?e=PNAYSS)


QR:



#### e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

- Computadoras con el software RoboPlus.
- Robot Bioloid GP
- Control Remoto RC-100B
- Batería Lipo 3S - 1500mAh

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 58 de 57
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- Módulos BT 4.10 (Bluetooth).

**f. REGISTRO DE RESULTADOS**

[https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/mcardona\\_est\\_ups\\_edu\\_ec/Esk0IWYzIolCvgEWkVpNNwgBBpfbE2m7lkRAmNJptXBpQg?e=7oDmQ7](https://estliveupsedu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/mcardona_est_ups_edu_ec/Esk0IWYzIolCvgEWkVpNNwgBBpfbE2m7lkRAmNJptXBpQg?e=7oDmQ7)



**g. ANEXOS**

Material de apoyo “Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in MATLAB®” de Peter Corke.

**h. BIBLIOGRAFÍA**

ROBOTIS. (20 de Mayo de 2022). ROBOTIS e-Manual. Obtenido de <https://emanual.robotis.com/docs/en/edu/bioloid/gp/>

Elaborado por: Miguel Cardona, Cristhian Mata	Revisado por: Ing. Mónica Miranda	Aprobado por: Ing. Mónica Miranda
Fecha de Elaboración: Septiembre 2022	Fecha de Revisión: Septiembre 2022	Número de Resolución Consejo de Carrera: