



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE CARRERA
(DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: “USO DE LOS SMARTPHONES PARA ADMINISTRAR Y MANIPULAR
REMOTAMENTE UN ROBOT INTELIGENTE MEDIANTE UNA RED
INALAMBRICA”.**

Autores: EDGAR ISRAEL JUMBO ZARATE
FELIPE ERNESTO VILLAMAR RODRIGUEZ

Acompañante: MGTI. JAVIER BERMEO

Milagro, Mayo 2018

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

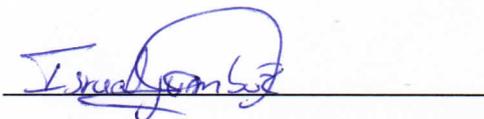
Presente.

Yo, **EDGAR ISRAEL JUMBO ZARATE** en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta práctica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática “**USO DE LOS SMARTPHONES PARA ADMINISTRAR Y MANIPULAR REMOTAMENTE UN ROBOT INTELIGENTE MEDIANTE UNA RED INALAMBRICA**” del Grupo de Investigación **USO DE LOS SMARTPHONES EN LOS EXPERIMENTOS DE LA FISICA** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta práctica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 18 días del mes de Mayo de 2018



Firma del Estudiante

Nombre: EDGAR ISRAEL JUMBO ZARATE

CI: 0924503287

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.
Fabricio Guevara Viejó, PhD.
RECTOR
Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Yo, **FELIPE ERNESTO VILLAMAR RODRÍGUEZ** en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática **“USO DE LOS SMARTPHONES PARA ADMINISTRAR Y MANIPULAR REMOTAMENTE UN ROBOT INTELIGENTE MEDIANTE UNA RED INALAMBRICA”** del Grupo de Investigación **USO DE LOS SMARTPHONES EN LOS EXPERIMENTOS DE LA FISICA** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 18 días del mes de Mayo de 2018



Firma del Estudiante

Nombre: FELIPE ERNESTO VILLAMAR RODRÍGUEZ

CI: 1206348243

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN

DOCUMENTAL

Yo, JAVIER BERMEO PAUCAR en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por los estudiantes: EDGAR ISRAEL JUMBO ZARATE y FELIPE ERNSTO VILLAMAR RODRÍGUEZ, cuyo título es USO DE LOS SMARTPHONES PARA ADMINISTRAR Y MANIPULAR REMOTAMENTE UN ROBOT INTELIGENTE MEDIANTE UNA RED INALAMBRICA, que aporta a la Línea de Investigación TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN previo a la obtención del Grado de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 18 días del mes de Mayo de 2018.



ING. JAVIER BERMEO PAUCAR, MGTI

Tutor

C.I.: 0919625301

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

BERMEO PAUCAR JAVIER RICARDO

MORENO CASTRO DENNY WILLIAN

TORRES ORDOÑEZ LUIS HENRY

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES presentado por el /la señor (a/ita) **EDGAR ISRAEL JUMBO ZARATE y FELIPE ERNESTO VILLAMAR RODRÍGUEZ.**

Con el título: USO DE LOS SMARTPHONES PARA ADMINISTRAR Y MANIPULAR REMOTAMENTE UN ROBOT INTELIGENTE MEDIANTE UNA RED INALAMBRICA.

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones.

Investigación documental	[80]
Defensa oral	[20]
Total	[100]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado

Fecha: 18 de Mayo de 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	BERMEO PAUCAR JAVIER RICARDO	
Secretario/a	MORENO CASTRO DENNY WILLIAN	
Integrante	TORRES ORDOÑEZ LUIS HENRY	

DEDICATORIA

Felipe Ernesto Villamar Rodríguez

Dedico el resultado de mi esfuerzo a mi Padre Dr. Ernesto Villamar Morales por todo el apoyo incondicional que me ha brindado desde el día en que nací hasta la actualidad, a mis demás familiares por inculcarme valores y principios, y a mi hija que su existencia me motiva a cumplir con mis objetivos.

Edgar Israel Jumbo Zárate

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi carrera, llenándome de mucha perseverancia para no desistir y culminar así una etapa muy importante en el camino de mi vida, además de su bondad e infinito amor que cada día he recibido para seguir enfocado en las metas que deseo alcanzar.

AGRADECIMIENTO

Felipe Ernesto Villamar Rodríguez

A Dios, porque es su voluntad que haya culminar esta etapa muy importante. A mi padre por darme la mejor herencia que un hijo puede recibir, a mis demás familiares porque sus consejos me hacen un excelente ser humano, a mis docentes por compartir sus conocimientos y a mis compañeros que durante el tiempo que duro mi carrera fueron mi segunda familia.

Edgar Israel Jumbo Zárate

Agradezco a Dios por brindarme salud y fortaleza desde el primer día de estudios y así seguir luchando para alcanzar esta meta.

A mis padres por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera, recibiendo consejos y apoyo en todo momento para seguir escalando cada día formándome en esta noble institución.

A mi familia, quienes también aportaron en gran manera cada vez que necesite de ellos y me extendieron su mano cuando lo necesitaba.

También agradecer a cada uno de los docentes que cada semestre impartieron sus conocimientos para que pueda seguir creciendo como un profesional y así poder competir en el mundo laboral.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	II
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
JUSTIFICACIÓN.....	9
MARCO TEÓRICO	10
MARCO CONCEPTUAL	12
METODOLOGÍA	17
DESARROLLO DEL TEMA	18
CONCLUSIONES.....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Servomotor	12
Figura 2 Kit Robotis Premium Bioloid	18
Figura 3 Cd instalador del software	19
Figura 5 Motores y piezas del kit del robot Bioloid.....	21
Figura 6 Manual de usuario para ensamblaje y configuración.....	22
Figura 7 Articulación del hombro derecho	22
Figura 8 Ensamblaje del brazo derecho	22
Figura 9 Articulación del hombro izquierdo.....	23
Figura 10 Ensamblaje del brazo izquierdo.....	23
Figura 11 Articulación de la cadera.....	24
Figura 12 Ensamblaje de la pierna derecha	24
Figura 13 Articulación de la cadera.....	25
Figura 14 Ensamblaje de la pierna izquierda.....	25
Figura 15 Articulación de cadera del lado izquierdo	26
Figura 16 Articulación de cadera del lado derecho.....	26
Figura 17 Unión de cadera	27
Figura 18 Ensamblaje de cadera a las extremidades inferiores	27
Figura 19 Unión del torso a las extremidades inferiores.....	28
Figura 20 Ensamblaje del módulo controlador al torso del robot.....	28
Figura 21 Conexión de cables a los servomotores	29
Figura 22 Conexión de cables a los servomotores	29
Figura 23 Fijación de los cables a las extremidades.....	30
Figura 24 Instalación de sensores de control y proximidad	30
Figura 25 Instalación de batería Figura 26 Extremidades inferiores.....	31
Figura 27 Extremidades superiores. Figura 28 Ensamblaje completo del robot. ...	31
Figura 29 Software RoboPlus	32
Figura 30 Definición de los movimientos del robot Bioloid.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes y funciones del robot.....	14
Tabla 2 Requisitos del sistema para IOS.....	20
Tabla 3 Requisitos del sistema para ANDROID. Fuente propia.....	20
Tabla 4 Versiones bluetooth	34

TEMA:

USO DE LOS SMARTPHONES PARA ADMINISTRAR Y MANIPULAR REMOTAMENTE UN ROBOT INTELIGENTE MEDIANTE UNA RED INALAMBRICA.

RESUMEN

El presente trabajo está enfocado a la utilidad que se le puede dar a los teléfonos inteligentes llamados también smartphones, aprovechando las características y el gran desempeño que estos equipos poseen, podemos sacar provecho instalando aplicaciones (app) que nos permiten manipular y controlar dispositivos por medio de la conexión inalámbrica que nos conlleva a la adquisición y aplicabilidad de nuevos conocimientos en el campo de la robótica, ya que en la actualidad el uso que se le da a un teléfono inteligente es básico y limitado a la comunicación y el entretenimiento, de esta manera se están obviando las grandes ventajas y utilidades que se puede obtener de estos equipos, enfocado al campo científico como es la robótica.

Además se realizó la integración de dos tecnologías innovadoras, tales como: ROBOPLUS (aplicativos) sobre un smartphone Sony M5 con sistema operativo Android 6.0 para la administración y manipulación del robot inteligente Bioloid (hardware), ambos comunicados por medio de una conexión inalámbrica (BLUETOOTH versión 4.1).

PALABRAS CLAVE: USO, SMARTPHONE, ADMINISTRAR, ROBOT, RED.

TITLE:

USE OF SMARTPHONES TO REMOTELY MANAGE AND MANIPULATE AND INTELLIGENT ROBOT THROUGH A WIRELESS NETWORK.

ABSTRACT

The present work is focused on the utility that can be given to smartphones called also Smartphone, taking advantage of the features and the great performance that these teams have, we can take advantage of installing applications (app) that allow us to manipulate and control devices through of the wireless connection that leads us to the acquisition and applicability of new knowledge in the field of robotics, since at present the use given to a smartphone is basic and limited to communication and entertainment, of this way they are missing the great advantages and utilities that can be obtained from these teams, focused on the scientific field such as robotics The integration of two innovative technologies was also carried out, such as: ROBOPLUS (applications) on a Sony M5 Smartphone with Android 6.0 operating system for the management and manipulation of the Bioloid intelligent robot (hardware), both communicated by means of a wireless connection (BLUETOOTH version 4.1)

KEYWORDS: USE, SMARTPHONE, ADMINISTRATE, ROBOT, NETWORK.

INTRODUCCIÓN

La utilización de los robots en la vida cotidiana se aleja cada vez más de ser una ficción, ya que los actuales avances en el campo de la robótica alrededor del mundo indican que en un par de décadas existirá toda una nueva industria puesto que los robots llegaran a ser artículos de uso común tal como actualmente los son las computadoras en todo el mundo (Pacheco Sánchez, 2018).

Dentro de los avances tecnológicos que se realizan día a día, destacan con mayor fuerza los avances en robótica e inteligencia artificial ya que son campos ampliamente investigados para fines médicos, militares y en otros campos que se requiere implementación de algún tipo de tecnología robótica. Actualmente la robótica está comenzando a tener utilidades incluso en la vida cotidiana del ser humano tales son los robots aspiradoras, robots que organizan nuestra agenda diaria según las actividades que se le hayan programado, entre otros.

Pero existe una manera mediante la cual podemos interactuar con estas máquinas robóticas y lo más común es por medio de un ordenador ya que es donde vamos a manipular, modificar, y controlar todas las instrucciones que se necesitan programar por medio de un software diseñado y adaptado para un robot en específico, para que luego estas órdenes sean interpretadas por la máquina que deseamos controlar. Sin embargo, cada día se están desarrollando nuevas aplicaciones que permiten a los usuarios manipular y controlar de una manera más eficiente un robot.

La robótica es la ciencia o rama de la tecnología mediante la cual se diseñan y desarrollan agentes físicos (hardware) y sistemas (software) que son capaces de ejecutar tareas de manera automatizada y en muchos casos de una manera mucho más eficiente que los propios seres humanos. Estos dispositivos son desarrollados para llevar a cabo

tareas que no pueden realizar los seres humanos ya sea por la complejidad y/o a su peligrosidad de las mismas (Juan, 2012).

Actualmente los robots humanoides han sido desarrollados para simular los movimientos y el comportamiento humano, en una carrera incansable por alcanzar la creación de una máquina capaz de pensar y tomar decisiones por sí sola, tal y como lo hacemos los seres humanos. Pero la robótica no es una tecnología que solamente la pueden utilizar científicos o personas experimentadas en estas áreas porque hoy en día contamos con robots avanzados que son utilizados para experimentos y enseñanza desde la primaria hasta un nivel superior, y esto ha permitido que cada vez más aprendamos a controlar un robot por medio de una pequeña línea de código generada incluso desde un smartphone con un sistema operativo Android. Según las estadísticas este sistema operativo ocupa el 84% del mercado de smartphone, por ese motivo es una plataforma que posee una gran variedad de aplicaciones útiles para todo tipo de necesidades.

La tecnología es tan adaptable que ya existen aplicaciones capaces de controlar un robot humanoide desde un teléfono inteligente por medio de una interfaz diseñada para generar códigos e implantarlos en la memoria interna de un robot, todo esto sin necesidad de una conectividad física si no una conectividad inalámbrica.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Con los grandes avances en tecnología móvil, también se han facilitado mucho la comunicación entre todas las personas del mundo, por otra parte se ha causado un efecto negativo en la convivencia de la sociedad. Por este motivo se pueden observar constantemente que las personas, especialmente los jóvenes, utilizan excesivamente el teléfono celular hasta llegar al punto que dependen de ello para utilizar los servicios de: telefonía, mensajes de texto, Internet, multimedia etc.

Debido al mal uso que se está dando a la tecnología que manejan los smartphones, se quiere incentivar a los estudiantes y catedráticos a la programación de máquinas robóticas las cuales se pueden llegar a manejar mediante aplicaciones interactivas y así generar un impacto positivo en la fusión de estas tecnologías, lo cual promoverá el pensamiento sistemático, analítico, fomentará el trabajo colaborativo y la creatividad, todas estas habilidades imprescindibles en el siglo 21.

Según estudios realizados se ha determinado que vivimos en una era en la cual se están viviendo cambios de manera acelerada, a su vez que las transformaciones tecnológicas han influenciado en gran manera el proceso de socialización de los seres humanos. “El mal uso de estas tecnologías, específicamente de los jóvenes, ha ocasionado un debate muy intenso con respecto a la consideración como fenómenos adictivos, modas o trastornos mentales” (Lorente, 2002; Criado, 2005; Sánchez-Carbonell, Beranuy, Castellana, Chamarro & Oberst, 2008; Oliva, Hidalgo, Moreno, Jiménez, Jiménez, Antolín & Ramos, 2012) (Zimmer & Reinert, 2015).

El creciente uso de los smartphome en diferentes clases sociales actualmente se está canalizando a la utilización de esta tecnología como una simple herramienta de comunicación, entretenimiento y ocio, pero estamos dejando a un lado el gran potencial que nos puede brindar para el aprendizaje, ya que existen aplicaciones que contribuyen positivamente y que sirven para introducirnos y adquirir conocimientos en áreas científicas como por ejemplo la robótica.

La utilidad que se está dando actualmente a los smartphome, según (de la Torre, 2012) “Los principales usos de estas herramientas tecnológicas son: comunicarse, utilización de redes sociales, video juegos, aplicaciones, widgets y demás utilidades”, de acuerdo a lo citado se considera que el uso frecuente de un teléfono inteligente es comúnmente utilizado para la comunicación , pero pocas veces se lo utiliza para actividades con fines educativos.

El smartphome se ha convertido en una herramienta de mucha utilidad en la vida cotidiana de las personas. Su uso genera diferentes sensaciones relacionadas con la independencia, el status en la sociedad, la seguridad personal, el control y el ocio. No obstante, también existen cierta desventajas, ya que el exceso del smartphome en muchos casos podría llegar a causar temor por su posible adicción al uso del mismo (Martinez Sabater, 2017).

Debido al excesivo uso no positivo que se le está dando a los smartphome dejando a un lado los avances tecnológicos, características y funcionalidades importantes que traen incorporados estos dispositivos inteligentes, no se está aprovechando el gran potencial que estos pueden aportar en el campo científico e investigativo.

Según (Vázquez Cano, Sevillano García, & Fombona Cadavieco, 2016) afirman lo siguiente: Los dispositivos digitales móviles (teléfonos móviles inteligentes “smartphome”, ordenadores portátiles y tabletas) son considerados como una herramienta de interacción

social, un recurso didáctico individual y en el contexto de la Educación Superior se puede considerar como un valioso aporte para desarrollar y fomentar nuevos modelos didácticos para el aprendizaje y la enseñanza.

El desarrollo de este tema se ha llevado a cabo tomando en cuenta las diferentes utilidades de los smartphones y los aplicativos que estos tienen en el campo de la robótica, aprovechando las avanzadas características tecnológicas

De acuerdo con estadísticas realizadas en el consumo de los teléfonos móviles, destacamos que España se encuentra posicionada en el primer lugar como país europeo líder en lo que al uso de smartphones se refiere, con un consumo masivo de 66%. El 85,6% de los jóvenes entre 18 y 24 años tienen acceso a estos dispositivos y el 84% tiene conectividad a internet desde su teléfono móvil, en general el smartphone es el dispositivo que se utiliza con más frecuencia para tener acceso a internet (Bilbao Díez, 2014).

En base a la tasa de porcentaje del uso de los teléfonos inteligentes según el estudio citado se puede apreciar que el mayor porcentaje de utilidad lo tienen jóvenes de entre 18 y 24 años, edad en que se encuentran cursando estudios secundarios o superiores, teniendo en cuenta que estas personas se encuentran en un proceso de aprendizaje es importante incluir esta herramienta tecnológica como parte del proceso de formación y adquisición de conocimientos.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el uso de los aplicativos sobre los smartphones (App) para administrar y controlar un robot inteligente mediante una red inalámbrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las funciones de los componentes y aplicativos del robot BIOLOID.
- Realizar comparativa de requerimientos del sistema en diferentes plataformas móviles (IOS y Android) para la instalación de los aplicativos del robot.
- Revisar la conectividad inalámbrica entre smartphone y robot en cuanto a distancia, tiempo y velocidad.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este tema se ha llevado a cabo tomando en cuenta las diferentes utilidades de los smartphones y los aplicativos que estos tienen en el campo de la robótica, aprovechando las avanzadas características tecnológicas que poseen.

Estas aplicaciones ayudan a que los estudiantes cambien el uso común de los teléfonos inteligentes (comunicación y entretenimiento), y también aprovechen sus potencialidades dentro de las tecnologías de comunicación como herramienta altamente productivas que puedan estar a su alcance, para que se obtengan competencias en el desarrollo de este tipo de aplicaciones (Cervantes, 2015).

Específicamente el uso de los smartphone en el campo de la robótica, el aporte que brinda la fusión de estas tecnologías para el proceso de aprendizaje y adquisición de conocimiento se convierte en algo innovador que capta la atención de estudiantes, docentes e investigadores ya que según (Tana Guamanquishpe, 2016): “Actualmente la robótica es una ciencia multidisciplinaria que abarca diferentes campos como la informática, automatización, ingeniería en control de procesos, ingeniería mecánica, ingeniería industrial, programación e inteligencia artificial”.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En la revisión de trabajos de titulación realizados en nuestro país destacamos dos que se llevaron a cabo en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil los estudiantes de dicha institución decidieron en el año 2014 incursionar en participaciones de concursos de robótica y formar el Club de Robótica “ROBOFET”.

Según (Cabrera Bernal & Zambrano Ostaiza, 2016): Realizaron un trabajo de titulación para aportar, incentivar y motivar la visión de los estudiantes en el desarrollo de nuevos robots controlados por medio de dispositivos de comunicaciones inalámbricas. Para lo cual se utilizó un robot Humanoide Bioloid GP fabricado por la marca reconocida Robotis, y para su manipulación se desarrollaron diferentes algoritmos, utilizando el software que brinda su fabricante (RoboPlus) incluido en el kit de componentes, de esta manera el robot pudo realizar distintos movimientos y habilidades para un buen desempeño en las diferentes categorías de robots humanoides tales como carrera, pelea y baile.

Según (Casagrande Campoverde, 2016): Realizo un proyecto para aportar conocimientos e incentivar a los estudiantes en el desarrollo de nuevos modelos de robots móviles autónomos y controlados por medio de dispositivos de comunicaciones inalámbricas, tales como Xbee y Bluetooth. Para el desarrollo del robot soccer se realizó una búsqueda referente de prototipos de esta categoría y en base a esta información, se logró realizar un modelo funcional, tanto en la interfaz de comunicación y también en la parte microelectrónica, y para la conectividad se utilizó la tecnología Bluetooth.

En cuanto a estudios internacionales consideramos los siguientes:

En la Universidad Veracruzana ciudad de Xalapa, Estado de Veracruz, México (Cervantes, 2015): Se presentaron dos ejemplos de aplicaciones Android desarrolladas específicamente para el control de sistemas mecatrónicos empleando el SDK Eclipse, con la finalidad de ayudar y motivar el aprendizaje de los estudiantes de las facultades de ingeniería en tópicos de comunicación inalámbrica y control de sistemas mecatrónicos.

Por su parte en la Universidad Nacional de La Plata , Argentina (Queiruga, Banchoff, & Lopez, 2013): Destacan a REMOTEBOT que es una aplicación cliente servidor la cual permite controlar robots del proyecto “Programando con Robots y Software Libre” mediante el uso de dispositivos móviles con plataforma Android. El proyecto de la Facultad de Informática de la Universidad, iniciado en el año 2009, cuyo objetivo es impulsar en los jóvenes estudiantes de dicha región el interés hacia la programación.

MARCO CONCEPTUAL

SMARTPHONES

Es un dispositivo móvil que cuenta con las funciones básicas de un teléfono convencional (mensajería de texto, llamadas de voz, etc.); también permite el acceso a internet y ejecutar aplicaciones, ya que cuenta con un procesador y un sistema operativo que puede ser Android, iOS, Windows, Firefox OS u otro; además, el smartphone tiene capacidades similares a una computadora pero con ciertas limitaciones (Figuroa Portilla, 2016).

SERVOMOTORES (El motor AX-12 Dynamixel)



[AX-12A]

Figura 1 Servomotor

Es actuador modular inteligente que incorpora un reductor de engranajes, un motor de precisión que funciona con corriente directa y un circuito de control que tiene funcionalidades que permiten trabajar en red con otros servomotores. A pesar que tienen un reducido tamaño, pueden llegar a producir un torque muy elevado y es capaz de resistir grandes fuerzas externas debido a que se lo fabrica con materiales resistentes. Además, estos motores cuentan con la habilidad de detectar y actuar según sus condiciones internas como pueden ser variaciones en la temperatura interna o la alteración de voltaje de alimentación. También puede ser controlado mediante su posición inicial o su velocidad con una resolución de 1024 pasos, que equivale a $.35^\circ$ por paso. Cuenta con una

retroalimentación de su posición angular, velocidad angular y de la carga a la que se encuentre sometido el motor. (Furlán Colín, 2016).

CONTROLADOR CM-530

Posee en la parte inferior un microcontrolador ARM Cortex STM32F103RE este tiene 64 pines que controlan individualmente una parte del robot, tales como la entrada/salida y la cantidad de tensión que utiliza el robot. Cada pin tiene una serie de aletas, un nombre de red y nombre del pin, que deben conocerse para su posterior programación (Ayala, Fu, & Fu, 2015).

SENSORES

“Un sensor es un dispositivo que se utiliza para receptor información de una magnitud del exterior y modificarla en otra magnitud, comúnmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular” (Játiva Haro, 2010).

COMPONENTES Y FUNCIONES DEL ROBOT

Tabla 1 Componentes y funciones del robot

COMPONENTES	FUNCIONES
Dynamixel AX-12	<ul style="list-style-type: none"> • Actuadores robóticos exclusivos conectados en red • Mecanismo de expansión versátil • Par de torsión (torque): 14kgcm(a 11.1V) - Ángulo de operación: 300° • Trabaja en rotación continua (ruedas)
Sensor de Medición de Distancia Absoluta (DMS)	Medición precisa de distancia (10cm~80cm)
Módulo Sensor Giróscopo	- Aceleración angular (2 Ejes) - Ajuste de la postura mientras anda
Receptor IR	-Módulo receptor del control remoto
Sensor IR	- Detecta Objetos
CM-510	<ul style="list-style-type: none"> - Controlador exclusivo para robots - 6 Puertos de sensores (Para sensores añadidos por el usuario) - 5 puertos del bus AX-12+ - Sensor de sonido, tonos y Fusible instalados
RC-100	<ul style="list-style-type: none"> - Control remoto exclusivo para robots - Posibilidad de añadir comunicación zigbee
SMPS & cargador	- Voltaje 100~240V (50/60Hz)
Pack de batería recargable	- Polímero de litio 11.1V, 1000mAh
Estructuras	Ligeras de bordes redondos
RoboPlus	- Software de programación del robot
USB2Dynamixel	- RS-232, TTL, RS-485
Cable serie	Cable de descarga de programas

ROBOPLUS TASK

Herramienta visual diseñada para que pueda ser utilizada por principiantes y expertos, utiliza la semántica de un lenguaje de programación estructurado como Java o C, pueden utilizarse bucles, condiciones, y funciones que le permiten aprender todo acerca de los fundamentos de la programación.

RoboPlus Task tiene incorporada una función especial de CALLBACK (llamada cada 8 ms) para cambiar la tarea que se está realizando si se cumple alguna condición. Esta función se puede utilizar para realizar ajustes en tiempo real del andar del humanoide y correcciones específicas basadas en la retroalimentación de los sensores.

La herramienta es genial para profesores y alumnos, pero también es muy atractivo para usuarios con experiencia, ya que permite la creación inmediata de prototipos de la lógica muy sofisticados sin la necesidad de usar el compilador C de WinAVR para desarrollar un firmware propio a medida, como ocurría antes. (Toni Ferraté, 2010)

ROBOPLUS MOTION

RoboPlus Motion es la aplicación que se encarga de configurar los movimientos que realiza el robot por medio de un archivo descargable que será implantado en la memoria y es de extensión .mtn.

ROBOPLUS DISIGN

RoboPlus Disign aplicación interactiva y animada en 3D, en la cual se puede ensamblar el robot, se caracteriza por ser una app de enseñanza y capacitación, esta aplicación se la puede instalar en los smartphone que cumplan los requerimientos técnicos y puede ser descargada desde la web.

CONEXIÓN BLUETOOTH

Estándar de tecnología inalámbrica utilizada para conectar dispositivos. Usa un tipo de transmisión FH/TDD (Salto de frecuencia/División de tiempo dúplex), en el que el canal es fraccionado en intervalos de 625 μ s, llamados slots, en el cual cada salto de frecuencia es ocupado por un slot. Esto da lugar a una frecuencia de salto de 1600 veces por segundo, en la que un paquete de datos utiliza dos slot, uno para cada función (emisión y recepción), y que se pueden usar alternativamente dando lugar a un esquema de tipo TDD (Pérez, Aycardi, Castañeda, & Vásquez, n.d.).

TDD

Es la sigla de División de Duplexación por Tiempo (Half-Dúplex), lo que significa que el radio puede emitir o receptor datos, pero no ejecuta las dos acciones al mismo tiempo. Es importante destacar que los enlaces Half-Duplex son bidireccionales, pero el radio debe dejar de emitir para receptor, y viceversa (Bertenbreiter).

FDD

“Es la sigla de División de Duplexación por Frecuencia (Full-Duplex), es decir que al mismo tiempo el radio emite y recepta datos, consiguiendo así buen rendimiento y latencia muy baja” (Bertenbreiter). Por ejemplo las llamadas telefónicas en el momento que se escucha y se habla al mismo tiempo.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta propuesta práctica enfocada en el uso de los aplicativos sobre los smartphone en el campo de la robótica se realiza una investigación documental para la cual se ha indagado en diferentes estudios científicos nacionales e internacionales realizados con respecto al tema tratado, se ha recolectado información de artículos, libros, tesis y manual de usuario del robot, para tener conocimiento del funcionamiento de los componentes, aplicativos que se van a utilizar y la conexión inalámbrica para la transmisión y recepción de datos (bluetooth).

Enfocando la investigación en su inicio al uso común de los móvil inteligentes cubriendo necesidades básicas de comunicación, como la afirma (de la Torre, 2012):” Un smartphone no sólo facilita las funciones básicas de la comunicación, sino que ofrece muchas posibilidades a nuestro alcance, cuyos efectos en la vida diaria son grandiosos”.

El smartphone brinda al usuario una gama de valores que van desde lo más abstracto (confianza, comodidad, diversión, confort) a lo más tangible (rendimiento en la vida diaria, modernizar la comunicación y la obtención de información)(Fernández, 2015).

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL TEMA

Para el desarrollo de esta propuesta práctica se ha indagado en trabajos similares realizados en universidades nacionales e internacionales, manuales incluidos en el Kit Bioloid y videos tutoriales en YouTube, planteando las fases siguientes:

FASE 1: RECONOCIMIENTO HARDWARE (ROBOT, SMARTPHONE) Y SOFTWARE (APLICATIVOS)

El robot está conformado por una parte mecanizada que cuenta con servomotores Dynamixel, y una estructura de plástico. Para el control se constituye de varios sensores transmisor y receptor, radio frecuencia, giroscopio, controlador CM-530 y para la alimentación una batería LIPO 11.1V, 1000mA como se puede ver en la figura



Figura 2 Kit Robotis Premium Bioloid

En el kit se incluyen todas las herramientas necesarias para el completo ensamblaje y control del robot humanoide y también el Software necesario para poder generar e

implementar el código que controlara cada uno de los servomotores y sensores, en la figura se pueden apreciar los componentes mencionados.



Figura 3 Cd instalador del software

COMPARATIVA DE REQUERIMIENTOS DE SISTEMA PARA DIFERENTES PLATAFORMAS MÓVILES (IOS, ANDROID)

Según las diferentes plataformas móviles que se encuentran en el mercado actualmente, las aplicaciones se pueden instalar solamente en smartphone con sistemas operativos IOS Y ANDROID, para lo cual en las siguientes tablas se puede visualizar los requerimientos necesarios para la instalación de las aplicaciones.

IOS

Tabla 2 Requisitos del sistema para IOS

APLICACIÓN	Requisitos del sistema
RoboPlusTask	<ul style="list-style-type: none">• Sistema operativo: OS 8.0 o superior.• H/W: iPhone 4S, iPod 5G, iPad Mini, iPad 2 o superior.
RoboPlusMotion	<ul style="list-style-type: none">• Sistema operativo: OS 8.0 o superior.• H/W: iPhone 4S, iPod 5G, iPad Mini, iPad 2 o superior.
RoboPlusDising	<ul style="list-style-type: none">• Sistema operativo: OS 8.0 o superior.• H/W: iPhone 4S, iPod 5G, iPad Mini, iPad 2 o superior.

ANDROID

Tabla 3 Requisitos del sistema para ANDROID. Fuente propia

APLICACIÓN	Requisitos del sistema
RoboPlusTask	<ul style="list-style-type: none">• Sistema operativo: Android 2.3 o superior• CPU: 1.2 GHz de doble núcleo o superior• RAM: 1 GB o más
RoboPlusMotion	<ul style="list-style-type: none">• Sistema operativo: Android 2.3 o superior• CPU: 1.2 GHz de doble núcleo o superior• RAM: 1 GB o más
RoboPlusDesing	<ul style="list-style-type: none">• Sistema operativo: Android 2.3 o superior• CPU: 1.2 GHz de doble núcleo o superior• RAM: 1 GB o más

Para el desarrollo del tema se ha utilizado la plataforma Android versión 6.0 montada sobre un smartphone Sony M5, dado que la gran mayoría de usuario utiliza este sistema operativo móvil.

Luego de descargar las aplicaciones desde AppStore se procede a instalar en el dispositivo para realizar la configuración que permite el control del robot.

FASE 2: ENSAMBLAJE DE LAS PARTES DEL ROBOT

El primer paso para el ensamblaje del robot es el reconocimiento de todas las piezas que comprende el kit, en el cual incluye todas las herramientas necesarias sin necesidad de utilizar herramientas externas. Esto garantiza que las piezas sean manipuladas únicamente con herramientas certificadas por la misma empresa fabricante para evitar daños o mal uso de los motores o sensores.



Figura 4 Motores y piezas del kit del robot Bioloid

En la guía de usuario están los pasos para ensamblar el robot humanoide, entre otros prototipos de máquinas robóticas clasificadas en niveles de complejidad como lo son principiantes, intermedio y avanzado. Pero el robot esta subdividido en categorías A, B, C. Para esta versión se armará el robot tipo A que es el más completo ya que utiliza todos los servomotores que en su totalidad son 18 de los cuales se utilizaran 3 para cada extremidad superior y para cada extremidad inferior.

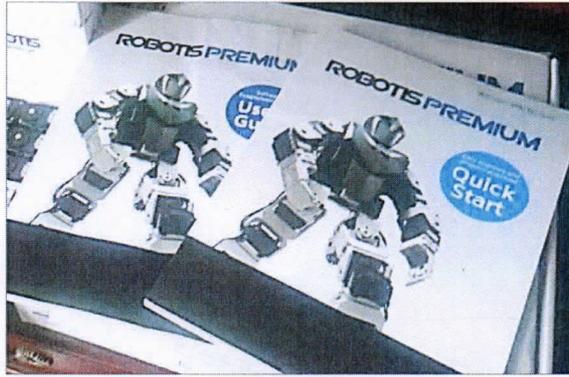


Figura 5 Manual de usuario para ensamblaje y configuración del Robot Bioloid

Siguiendo los pasos de la guía de usuario del robot, primero se ensambla el brazo derecho como se puede apreciar en la figura.

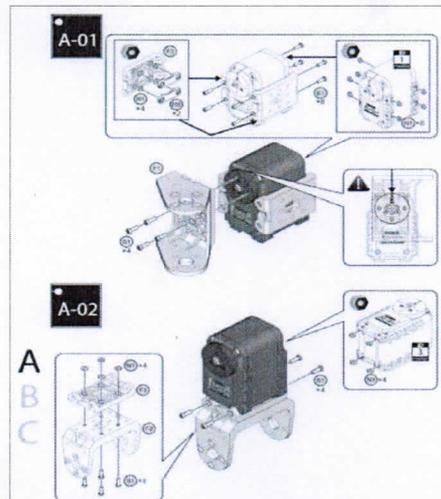


Figura 6 Articulación del hombro derecho

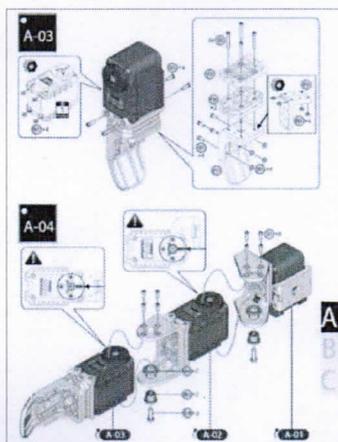


Figura 7 Ensamblaje del brazo derecho

Después se pasa a ensamblar el brazo izquierdo, siempre teniendo en cuenta que hay posiciones en las que cada pieza debe quedar alineada en la misma posición que indica el manual de ensamblaje.

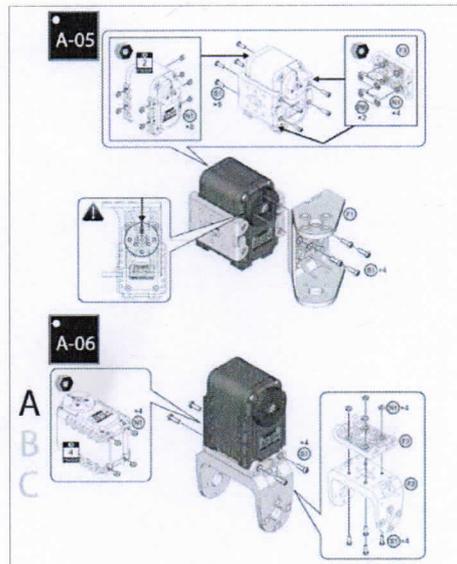


Figura 8 Articulación del hombro izquierdo

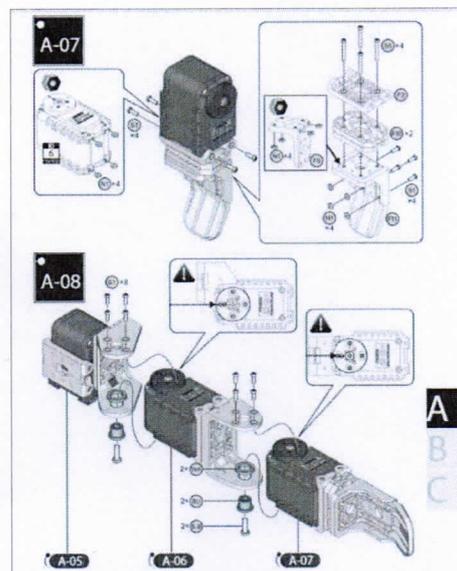


Figura 9 Ensamblaje del brazo izquierdo

Luego se procede a ensamblar la pierna derecha siguiendo la numeración de cada servomotor los cuales están numerados por un ID para que sean ubicados correctamente para cada articulación del robot.

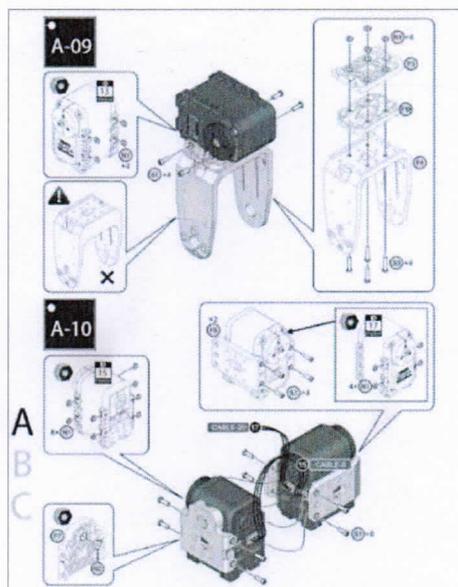


Figura 10 Articulación de la cadera

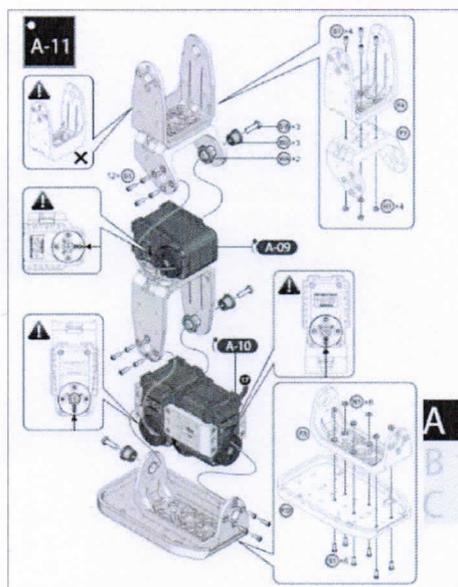


Figura 11 Ensamblaje de la pierna derecha

De la misma manera se ensamblará la pierna derecha con sus respectivas conexiones y considerando también la numeración de cada cable, ya que la numeración es de acuerdo a la longitud de los cables que conectan los servomotores.

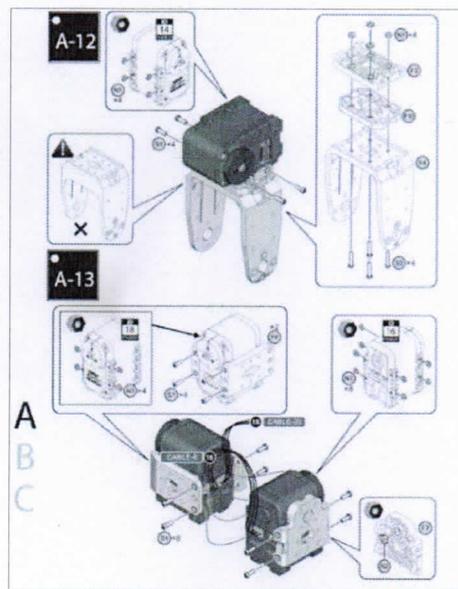


Figura 12 Articulación de la cadera

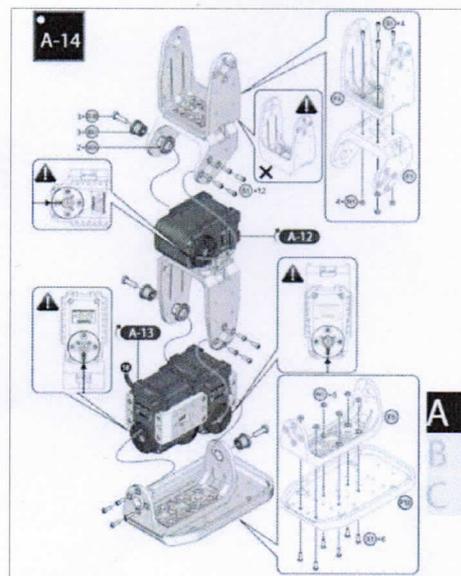


Figura 13 Ensamblaje de la pierna izquierda

Después se procede a ensamblar las partes que conectan las extremidades inferiores al torso del robot para que tenga una mayor articulación en el área de la cintura.

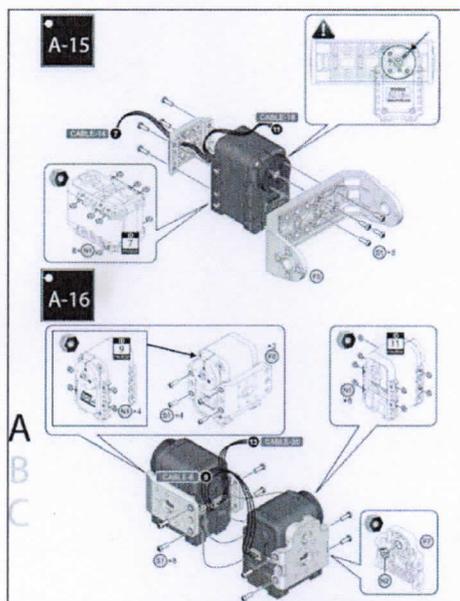


Figura 14 Articulación de cadera del lado izquierdo

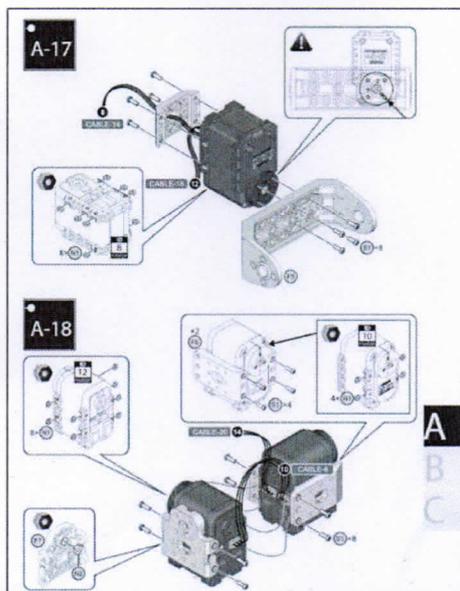


Figura 15 Articulación de cadera del lado derecho

Seguidamente se ensambla el torso en el cual se sitúa el giroscopio a los brazos y a las piernas ubicando el cableado interno y externo en las posiciones indicadas para conectarlos al controlador CM-530 que es el cerebro del robot humanoide.

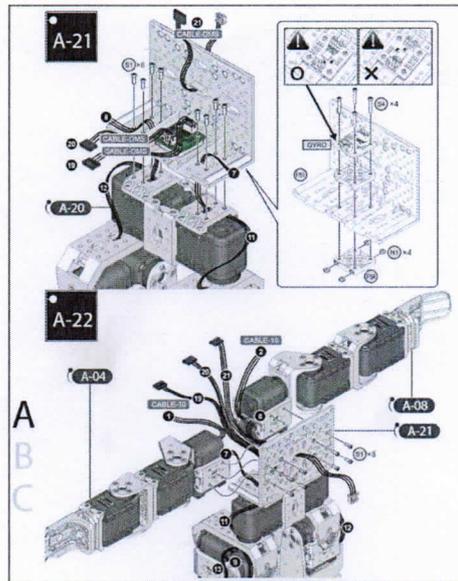


Figura 18 Unión del torso a las extremidades inferiores

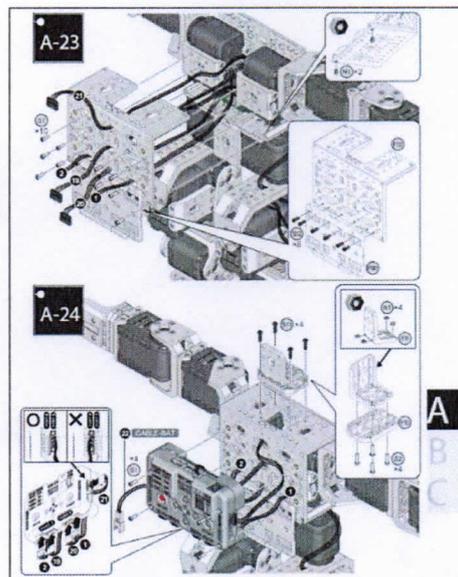


Figura 19 Ensamblaje del módulo controlador al torso del robot

De esta manera el cuerpo del robot está completamente ensamblado y mediante una tabla ahora podemos hacer todas las conexiones de los servos hacia el controlador principal siguiendo la numeración de los ID y los cables respectivamente.

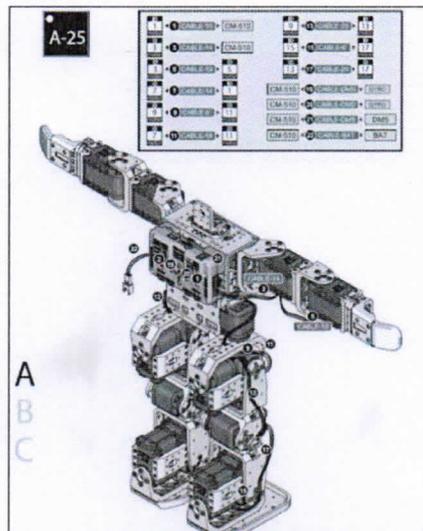


Figura 20 Conexión de cables a los servomotores

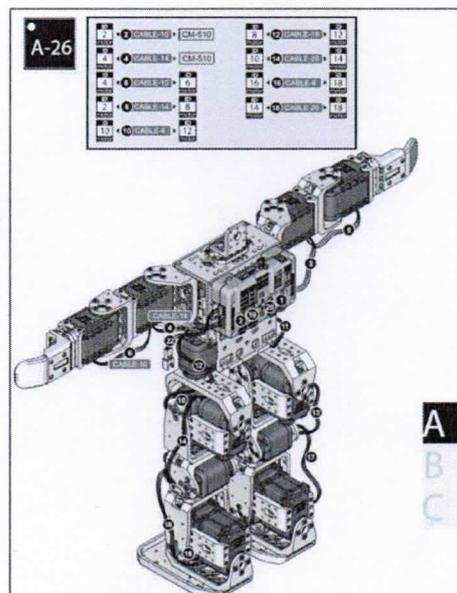


Figura 21 Conexión de cables a los servomotores

Fijamos todos los cables con los seguros correspondientes para evitar que estos interfieran en los movimientos de los servos, a su vez que fijamos al pecho el sensor de proximidad y en la cabeza el sensor infrarrojo para la conexión al control remoto.

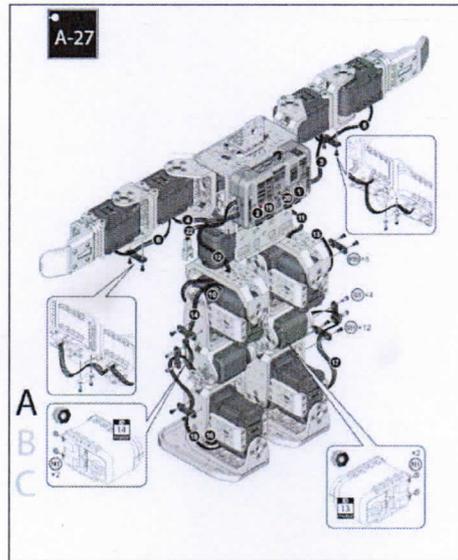


Figura 22 Fijación de los cables a las extremidades

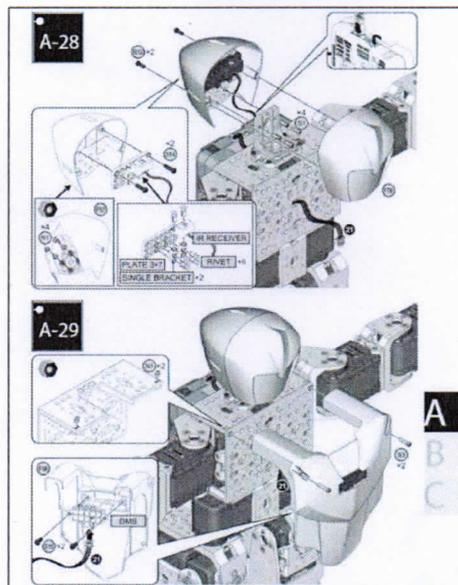


Figura 23 Instalación de sensores de control y proximidad

La conexión de la batería nos indica que el robot está listo para su administración por medio de Software para implantar los movimientos que este va a realizar de acuerdo a la configuración que hemos realizado. Los resultados finales paso a paso se muestran en las figuras que se muestran a continuación.

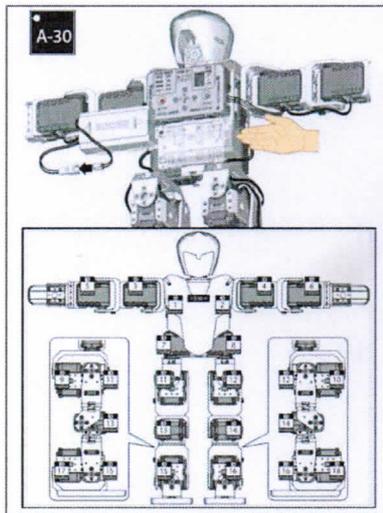


Figura 24 Instalación de batería



Figura 25 Extremidades inferiores



Figura 26 Extremidades superiores.



Figura 27 Ensamblaje completo del robot.

FASE 3: CONFIGURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS DE MOVIMIENTOS.

Una vez que se ha ensamblado completamente el robot pasamos a la fase de configuración de todos los movimientos y secuencias que se van a realizar en el robot, ya sea desde el Software diseñado para una computadora, o desde una APP desde un smartphone. En este caso se configurarán los movimientos desde una computadora para manipular con mejor facilidad cada componente del robot por medio del Software RoboPlus Motion.



Figura 28 Software RoboPlus

Dentro de esta interfaz se puede administrar individualmente cada servomotor tanto como su velocidad, fuerza y el ángulo de posición. También se puede visualizar el robot en un entorno 3D para asignar movimientos a los motores.

Para este caso hemos implementado los movimientos básicos de un robot junto con algunas posiciones de agilidad. Cada uno de los movimientos es generado en el Software RoboPlus Motion.

En la figura se puede observar la definición de los movimientos

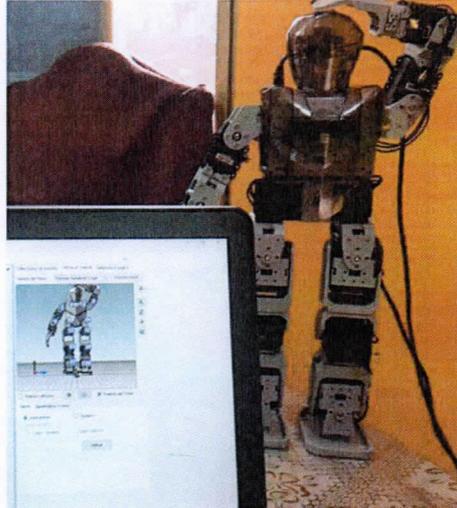


Figura 29 Definición de los movimientos del robot Bioid en el software RoboPlus

Cuando ya se han establecido todos los movimientos y secuencias que se van a realizar en el robot.

Se descarga el programa en la memoria para que cada movimiento pueda ser ejecutado cada vez que sea necesario, pero para invocar cada movimiento se descarga el segundo archivo que es el código generado a partir del archivo de movimientos y una vez implementados los dos archivos el robot está listo para ser manipulado a través del control remoto o un teléfono inteligente según se haya realizado la conexión en este caso un smatrphone.

CONECTIVIDAD BUETHOOTH

Para establecer la conexión inalámbrica entre dispositivo y robot, contamos con un dispositivo inteligente con sistema operativo Android 6.0 y con bluetooth 4.1 de acuerdo a la tabla se puede visualizar las diferentes versiones de bluetooth con su respectiva velocidad y alcance.

Tabla 4 Versiones bluetooth

Versión	Año	Velocidad/Tiempo	Alcance PAN estándar
Bluetooth 1.0	2002	721 kbits/s	No
Bluetooth 2.0+EDR	2004	2.1 Mbits/s	10 m
Bluetooth 2.1+EDR	2007	3 Mbits/s	10 m
Bluetooth 3.0 HS	2009	24 Mbits/s	10 m
Bluetooth 4.0	2010	24 Mbits/s hasta 32 Mbit/s	10 m

Una vez que tenemos las aplicaciones instaladas, se establece la conexión mediante un escaneo rápido para seleccionar el ID correspondiente al robot, y de esta manera el robot y el dispositivo estarán enlazados inalámbricamente para su administración y control.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

La presente investigación ha demostrado el importante aporte que nos brinda la fusión de tres grandes tecnologías: un smartphone Sony M5 para administrar y controlar un Robot Bioloid utilizando como medio de envío y recepción de datos la conexión inalámbrica Bluetooth. Durante el proceso de ensamblaje y configuración se ha conseguido conocer los principios básicos de la robótica, al igual que dominar el software de programación e identificar los componentes del robot.

Debido al gran avance tecnológico que está en constante crecimiento, se ha logrado establecer una conexión óptima entre dos elementos que fueron diseñados para fines completamente diferentes a lo que se ha demostrado en el proceso de la presentación. Ya que al desarrollar aplicaciones móviles que permitan controlar a distancia un sistema o un elemento físico, nos permite indagar a profundidad su funcionamiento dejando como resultado la adquisición de nuevos conocimientos.

De esta manera incentivando a docentes y estudiantes para que continúen con estudios similares, aprovechando estos avances tecnológicos a los cuales tenemos acceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ayala, H., Fu, Y., & Fu, J. (2015). An Initial Study of BILOID Humanoid Robot & Beyond, 17. Retrieved from <http://worldcomp-proceedings.com/proc/p2015/FEC6101.pdf>
2. Bilbao Díez, I. (2014). El smartphone como herramienta educativa. *Máster Universitario En Formación Del Profesorado de Educación Secundaria*. Retrieved from <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/11324>
3. Cabrera Bernal, J. C., & Zambrano Ostaiza, J. B. (2016). *Desarrollo de algoritmos de programación para diferentes aplicaciones prácticas en el Robot Bioloid gp*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD.
4. Casagrande Campoverde, E. J. (2016). DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN ROBOT MOVIL SOCCER UTILIZANDO LA TARJETA ARDUINO NANO Y CONTROLADO MEDIANTE BLUETOOTH., 1–125. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5440/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-132.pdf>
5. Cervantes, J. M. (2015). Aplicaciones Android para el control de sistemas mecatrónicos. *4º Congreso Virtual Internacional Sobre Tecnología, Educacion Y Sociedad*, 1–20. Retrieved from <http://cenid.org.mx/memorias/ctes/index.php/ctes/article/viewFile/174/165>
6. de la Torre, M. (2012). Una aproximación al concepto de Sociedad Móvil. El Smartphone: su expansión, funciones, usos, límites y riesgos. *Derecom*, (11), 134–147. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4331309>
7. Fernández, D. (2015). Prevención del Uso Problemático de Internet en smartphones. Retrieved from <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/42922/6/diegofernandezpuigTFM0615memoria.pdf>
8. Figueroa Portilla, C. S. (2016). El uso del smartphone como herramienta para la búsqueda de información en los estudiantes de pregrado de educación de una universidad de Lima

- Metropolitana. *Educación*, XXV, 29–44. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-94032016000200002&script=sci_arttext
9. Furlán Colín, F. (2016). Navegación de un robot humanoide mediante redes de Petri y lógica difusa. Retrieved from <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/16092>
 10. Gajardo Díaz, L. D., Carvajal Ocares, J. A., & Mora Cid, G. A. (2011). *Integración de una plataforma smartphone a entornos de robótica móvil*. UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO. Retrieved from <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/599>
 11. Játiva Haro, A. R. (2010). *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR Facultad de Ingeniería Automotriz TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ Sistema de puertas con sensores para la apertura en paradas autorizadas en buses del servicio urbano de*. Retrieved from <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/715/1/T-UIDE-0641.pdf>
 12. Juan, G. (2012). Teleoperación del robot NAO mediante dispositivos móviles Android. Retrieved from <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/16336>
 13. Martínez Sabater, A. (2017). Instrumentos de evaluación del uso problemático del teléfono móvil / Smartphone, (January). Recuperado de <https://doi.org/10.21134/haaj.v17i1.265>
 14. Pacheco Sánchez, J. A. (2018). *Arquitectura de Software para un Sistema Robótico Móvil- Edición Única*. INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/569010>
 15. Pérez, S. del C. B., Aycardi, M. A. R., Castañeda, A. L. P., & Vásquez, E. (n.d.). Diseño de un Prototipo de Dispositivo con Tecnología Bluetooth (D.A.B) para la Transferencia de Datos - Fase Modulo Comunicación. *I+D EN TIC*, 1–12. Retrieved from

<http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/view/2481>

16. Queiruga, C., Banchoff, C., & Lopez, F. (2013). RemoteBot: una aplicación que combina robots y dispositivos móviles. *XV Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*, 299–304. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10915/27274>
17. Tana Guamanquishpe, R. A. (2016). *INSTRUMENTAR UN ROBOT TELEOPERADO PARA LABORES DE INSPECCIÓN EN ZONAS DE ACCESO RESTRINGIDO*. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17269>
18. Torres, C. F. (2015). PLATAFORMA PARA ROBÓTICA COOPERATIVA SOPORTADA POR TELEFONOS INTELIGENTES ANDROID
19. Vázquez Cano, E., Sevillano García, M. L., & Fombona Cadavieco, J. (2016). Análisis del uso educativo y social de los dispositivos digitales en el contexto universitario panhispanico. *Revista de Investigación Educativa*, 34(2), 453. <https://doi.org/10.6018/rie.34.2.224691>
20. Zimmer, P., & Reinert, V. (2015). ADICCIÓN AL CELULAR EN ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN Y LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN PABLO. *REVISTA DE PSICOLOGÍA*, 5. Recuperado de <http://ucsp.edu.pe/investigacion/psicologia/wp-content/uploads/2017/04/Rev-psicol-UCSP-2015-52.pdf#page=13>