

Pregrado

CARRERA DE ELECTRÓNICA

**EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN ROBOT HUMANOIDE ALPHA
1 PRO COMO ROBOT BAILARÍN**

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Tecnólogo/a
Superior en Electrónica**

Autor: CÓRDOVA YÉPEZ ALEXIS FERNANDO

Tutor: MSC. ROSERO YUGSI RICARDO ELICIO

**ABRIL – MAYO 2024
SANGOLQUI – ECUADOR**

Autor: Alexis Fernando Córdova Yépez	Título a obtener: Tecnólogo/a Superior en Electrónica Matriz: Sangolquí -Ecuador Correo electrónico: alexis.cordova@ister.edu.ec
	
Autor:	Título a obtener: Matriz: Sangolquí -Ecuador Correo electrónico:
	
Dirigido por: Mg. Ricardo Rosero	Matriz: Sangolquí -Ecuador Correo electrónico: ricardo.rosero@ister.edu.ec
	

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2024 Tecnológico Universitario Rumiñahui

SANGOLQUÍ – ECUADOR

Córdova Yépez Alexis Fernando

**EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN ROBOT HUMANOIDE ALPHA
1 PRO COMO ROBOT BAILARÍN**



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 14 de marzo del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO
Presente**

Por medio de la presente, yo, **ALEXIS FERNANDO CORDOVA YEPEZ** declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación **EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE UN ROBOT HUMANOIDE ALPHA 1 PRO COMO ROBOT BAILARIN**, de la Tecnología Superior **EN ELECTRONICA**; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,
ALEXIS FERNANDO CORDOVA YEPEZ
C.I.: 1720720968

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
📞📞📞 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

**FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN
BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO**

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRONICA

AUTOR /ES:

ALEXIS FERNANDO CORDOVA YEPEZ

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):

RICARDO ELICIO ROSERO YUGSI

CONTACTO ESTUDIANTE:

0968611575

CORREO ELECTRÓNICO:

alexis.cordova@ister.edu.ec

TEMA:

**EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE UN ROBOT HUMANOIDE ALPHA
1 PRO COMO ROBOT BAILARIN**

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR RESUMEN

RESUMEN EN ESPAÑOL:

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

El robot humanoide Alpha 1 Pro es un robot desarrollado por UBTECH Robotics, diseñado para la educación, el entretenimiento y la interacción humano-robot, destacando particularmente en la ejecución de coreografías de baile gracias a su precisión y sincronización. Con una estructura biónica de 40 cm de altura y 1.65 kg de peso, cuenta con 16 servomotores de alto torque que permiten movimientos dinámicos con un rango de 240°, garantizando equilibrio y estabilidad en posturas complejas. Su programación es flexible, lo que facilita tanto el aprendizaje para principiantes como el desarrollo de secuencias avanzadas. Mediante su conectividad Bluetooth 4.0, puede ser controlado desde dispositivos iOS y Android, permitiendo la ejecución de rutinas automatizadas y sincronizadas con música. En pruebas experimentales, el Alpha 1 Pro ha demostrado alta precisión en movimientos repetitivos, con un margen de error angular de $\pm 2.5^\circ$, así como una buena fluidez en las transiciones entre posturas, aunque con ligeras pausas que afectan la continuidad en comparaciones con robots más avanzados como Nao de SoftBank Robotics. Su capacidad de sincronización con música es efectiva en tempos constantes, pero puede presentar desajustes en cambios rítmicos rápidos. A diferencia de otros humanoides, su principal limitación es la falta de expresividad facial y corporal, lo que restringe su capacidad para transmitir emociones en la danza. Sin embargo, su facilidad de programación, estabilidad y precisión lo convierten en una herramienta valiosa para la enseñanza de robótica y la exploración de la interacción humano-máquina en el ámbito artístico, demostrando que los robots pueden desempeñar un papel innovador en la interpretación de movimientos coreografiados y la automatización de expresiones artísticas.

PALABRAS CLAVE:

- **Robot humanoide Alpha 1 pro**
- **3d Visual**
- **Servomotores**
- **Simulaciones en tiempo real**
- **Desarrollo y configuración**

ABSTRACT:

The Alpha 1 Pro is a humanoid robot developed by UBTech Robotics, designed for education, entertainment, and human-robot interaction, particularly excelling in executing dance choreographies due to its precision and synchronization. With a bionic structure measuring 40 cm in height and weighing 1.65 kg, it features 16 high-torque servomotors that enable dynamic movements with a 240° range, ensuring balance and stability in complex postures. Its programming is flexible, supporting Scratch, Python, and C++, making it suitable for both beginners and advanced users developing complex motion sequences. Through Bluetooth 4.0 connectivity, it can be controlled via iOS and Android devices, allowing automated and music-synchronized routines. Experimental tests have shown that the Alpha 1 Pro demonstrates high precision in repetitive movements, with an angular error margin of $\pm 2.5^\circ$, as well as good fluidity in posture transitions, though slight pauses affect its continuity compared to more advanced robots like Nao from SoftBank Robotics. Its ability to synchronize with music is effective for steady tempos but may experience misalignment with rapid rhythm changes. Unlike other humanoids, its main limitation is the lack of facial and bodily expressiveness, restricting its ability to convey emotions in dance. However, its ease of programming, stability, and precision make it a valuable tool for robotics education and the exploration of human-machine interaction in the artistic field, demonstrating that robots can play an innovative role in performing choreographed movements and automating artistic expressions.

KEYWORDS:

- **Humanoid robot Alpha 1**
- **3d Visual**
- **Servomotors**
- **Real time simulation**
- **Development and configuration**



Firma del Estudiante (AUTOR)

Nombre del Estudiante ALEXIS CORDOVA

C.I.: 1720720968



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 14 de marzo del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo **ALEXIS FERNANDO CORDOVA YEPEZ** con C.I.:**1720720968** alumno de la Carrera **ELECTRONICA**, cedo al **INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO**, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,

Firma del Estudiante

Nombre del Estudiante Alexis Córdova

C.I.: 1720720968

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

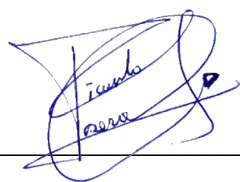
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

APROBACIÓN DEL TUTOR/A

En mi calidad de Tutor/a del Trabajo de Titulación, presentado por **Córdova Yépez Alexis Fernando** con CC: **1720720968** para optar por el Título de Tecnólogo/a Superior en Electrónica; cuyo título es: **Tecnólogo Superior en Electrónica**, se considera que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que fuere designado.

Sangolquí, a los 24 días del mes de marzo de 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Rosero Yugsi Ricardo Elicio", is written over a horizontal line.

MSC. ROSERO YUGSI RICARDO ELICIO
DOCENTE-TUTOR
C.I. 1716158611

DEDICATORIA

A mi querida madre, este proyecto de titulación es el reflejo del esfuerzo, la dedicación y apoyo incondicional que me has brindado a lo largo de este arduo camino, tu paciencia y confianza en mis capacidades han sido mi mayor fuente de inspiración y motivación para seguir adelante. Gracias por estar siempre a mi lado, alentándome en cada desafío y celebrando cada logro. Dedico este trabajo a ti con todo mi cariño y gratitud pues sin ti, este sueño no habría sido posible.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la institución el Universitario Rumiñahui por acogerme y darme la oportunidad de formarme como profesional, a mi tutor Ing. Ricardo Rosero por su orientación y apoyo durante el desarrollo de esta tesis. A mi familia por su constante motivación apoyo y confianza, a mis amigos y compañeros por estar siempre presente con palabras de ánimo

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de titulación se basa en la evaluación de un robot bailarín humanoide Alpha 1 pro diseñado para combinar entretenimiento y educación con un alto grado de precisión y versatilidad. Equipado con 16 servomotores en sus articulaciones, el robot puede realizar una amplia gama de movimientos y rutinas de baile complejas, lo que lo hace ideal para eventos, espectáculos y presentaciones, su programación se maneja a través de una aplicación móvil intuitiva, que permite a los usuarios crear y personalizar secuencias de baile con facilidad. Además, el robot Alpha 1 pro está diseñado para funcionar como una herramienta educativa en robótica y programación, proporcionando una plataforma practica para el aprendizaje en áreas STEM. Su diseño humanoide y construcción robusta garantizan estabilidad y durabilidad, mientras que su tamaño compacto facilita su uso en diferentes entornos. El robot no solo ofrece entretenimiento de alta calidad, sino que fomenta la educación tecnológica y el interés en la ciencia y la ingeniería posicionándolo como una solución innovadora para una amplia gama de aplicaciones

PALABRAS CLAVE

Robot humanoide Alpha 1 pro, 3d Visual, Entretenimiento Robótico, desarrollo y configuración, Simulaciones en tiempo real, Innovaciones en robótica humanoide, Servomotores.

ABSTRACT

The Alpha 1 Pro is a humanoid robot developed by ubtech robotics, designed for education, entertainment, and human-robot interaction, particularly excelling in executing dance choreographies due to its precision and synchronization. With a bionic structure measuring 40 cm in height and weighing 1.65 kg, it features 16 high-torque servomotors that enable dynamic movements with a 240° range, ensuring balance and stability in complex postures. Its programming is flexible, supporting Scratch, Python, and C++, making it suitable for both beginners and advanced users developing complex motion sequences. Through Bluetooth 4.0 connectivity, it can be controlled via iOS and Android devices, allowing automated and music-synchronized routines. Experimental tests have shown that the Alpha 1 Pro demonstrates high precision in repetitive movements, with an angular error margin of $\pm 2.5^\circ$, as well as good fluidity in posture transitions, though slight pauses affect its continuity compared to more advanced robots like Nao from SoftBank Robotics. Its ability to synchronize with music is effective for steady tempos but may experience misalignment with rapid rhythm changes. Unlike other humanoids, its main limitation is the lack of facial and bodily expressiveness, restricting its ability to convey emotions in dance. However, its ease of programming, stability, and precision make it a valuable tool for robotics education and the exploration of human-machine interaction in the artistic field, demonstrating that robots can play an innovative role in performing choreographed movements and automating artistic expressions.

KEYWORDS

Humanoid robot, Alpha 1, Artificial intelligent, Precision testing, robot stability, Movement automation, robotic technology, Servomotors. Software app, Visual 3d, Blockly.

ÍNDICE GENERAL

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR/A.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN EJECUTIVO.....	4
PALABRAS CLAVE	5
ABSTRACT.....	5
KEYWORDS.....	6
1. CAPÍTULO I.....	6
1 Introducción.....	9
1.1. Planteamiento del problema.....	10
1.2. Preguntas directrices	10
1.3. Objetivo general.....	11
1.4. Objetivo específicos.....	11
1.5. Justificación	12
1.6. Alcance	12
2. CAPÍTULO II.....	13
2.1. Fundamento teórico relacionado al trabajo de integración curricular.....	13
2.1.1 Introducción a los Robots bailarines.....	13
2.1.2 Características técnicas del robot alpha 1 pro.....	16
2.1.3 Algoritmos de movimiento.....	21
2.1.4 Algoritmos de control.....	22
2.1.5 Impacto y aplicaciones del robot alpha 1 pro.....	23
3. CAPÍTULO III.....	25
3.1. El método científico	25
3.1.1. Tipos de investigación.....	29
3.1.2. Métodos teóricos de investigación	26
3.1.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	27
3.1.4. Tratamiento de la información.....	28
4. CAPÍTULO IV.....	29
4.1. Diseño de la propuesta	29
4.1.1. Análisis de requerimientos.....	29

4.1.2.Diseño conceptual.....	30
4.1.3 Diseño detallado.....	31
4.2. Implementación.....	32
4.2.1. Diseño de la coreografía.....	32
4.2.2. Tipos de coreografías.....	33
4.2.3. Conexión robot app móvil.....	34
4.2.4. Software y programación de movimientos.....	37
4.3. Pruebas.....	60
4.3.1. Condiciones de pruebas.....	60
4.3.2 Géneros evaluados y tipos de movimientos	63
4.3.3 Instrumentos de evaluación.....	67
4.4. Resultados.....	71
4.4.1. Desarrollo de la competencia y evaluación de la fluidez.....	71
4.4.2. Sincronización con la música.....	71
4.4.3. Expresividad y estilo.....	71
5. CAPITULO V.....	72
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1 Conclusiones.....	72
5.2 Recomendaciones.....	73
5.3 Referencias.....	75
ANEXOS.....	76

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la robótica ha alcanzado un notable grado de sofisticación, facilitando avances significativos en diversas áreas, desde la manufactura hasta el entretenimiento. Entre los desarrollos más innovadores se encuentra el robot humanoide alpha 1 pro diseñado para explorar y expandir las capacidades del entretenimiento robótico, con especial énfasis en el baile. Este proyecto se centra en analizar el funcionamiento del Alpha 1 como robot bailarín, destacando su estructura técnica, sus capacidades de programación y sus aplicaciones en el ámbito del espectáculo. El robot alpha 1 pro está equipado con una serie de servomecanismos en sus articulaciones que le permiten replicar una amplia gama de movimientos humanos. A través de un sistema de control integrado, el robot puede llevar a cabo secuencias de baile preprogramadas o responder a comandos en tiempo real lo que le confiere una notable versatilidad. La capacidad de realizar movimientos precisos y coordinados se debe a la combinación de hardware avanzado y software especializado, el cual permite la programación y ajuste de coreografías complejas. Este estudio se propone examinar en detalle como el robot alpha 1 pro utiliza sus capacidades mecánicas y algorítmicas para ejecutar rutinas de baile, analizando tanto el diseño de sus movimientos como la interacción con su entorno. Además, se evaluará el impacto de su desempeño en el ámbito del entretenimiento, destacando el potencial de los robots humanoides en aplicaciones innovadoras. A través de este análisis, se busca proporcionar una comprensión integral del funcionamiento del alpha 1 pro y contribuir al avance en la tecnología robótica a la danza y el entretenimiento. Este proyecto también se enfocará en explorar posibles soluciones tecnológicas, como la incorporación de algoritmos de machine learning para mejorar la autonomía y la capacidad de toma de decisiones del robot. A través de la investigación experimental y teórica, se buscará maximizar las capacidades del robot Alpha 1 pro, posicionándolo como un modelo de referencia para futuras investigaciones en robótica colaborativa y artística. Esta exploración podría ampliar los horizontes de la interacción humano-robot, creando nuevas oportunidades en campos interdisciplinarios donde la robótica y las artes convergen.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En la evolución de la robótica en las últimas décadas uno de los desafíos más difíciles es la creación de robots humanoides que tengan la capacidad de imitar muchos de los movimientos que realizan los seres humanos con una alta precisión, este proyecto se centra en la programación de un robot humanoide bailarín Alpha 1 pro, su principal objetivo es ejecutar varias rutinas de baile tanto sencillas como complejas de una manera autónoma fluida y sincronizada. La investigación realizada aborda los problemas relacionados con la programación de movimientos fluidos y coordinados, para la detección del entorno, la integración de distintos tipos de sensores y la mejora de la integración humano robot en el contexto de entretenimiento. A pesar de las promesas tecnológicas del Alpha 1 pro existen cuestiones fundamentales sobre su eficacia y aplicabilidad en la ejecución de rutinas de baile. Estas cuestiones incluyen la capacidad del robot para realizar movimientos precisos y coordinados, su habilidad para sincronizarse con diferentes estilos musicales y la estabilidad en presentaciones en vivo. A medida que la robótica en el entretenimiento sigue avanzando y evolucionando, es crucial evaluar de una manera efectiva y exhaustiva el desempeño del robot Alpha 1 Pro para comprender sus limitaciones y potenciales áreas de mejora.

1.1.Preguntas de directrices.

¿Como se puede Optimizar el algoritmo de programación del robot Alpha 1 pro para mejorar la sincronización de sus movimientos con la música en tiempo real?

Esta pregunta aborda la posibilidad de implementar mejoras en la capacidad del robot para interactuar con estímulos externos, como música en vivo, en lugar de seguir una secuencia preprogramada.

¿Cuáles son las limitaciones actuales del robot Alpha 1 pro en términos de capacidad y movimiento y como podrían abordarse a través de mejoras en el diseño o el software?

Esta pregunta busca entender las restricciones del Alpha 1 pro y como se pueden mejorar sus capacidades a través de ajustes en el hardware y en el software para así poder mejorar su rendimiento y funcionalidad.

¿Cómo se puede personalizar la programación del robot Alpha 1 pro para crear coreografías complejas y adaptativas basadas en diferentes estilos musicales y géneros?

Esta pregunta busca comprender como poder personalizar el comportamiento del robot para que pueda ejecutar coreografías que no solo sean complejas y estilísticamente apropiadas, sino también adaptativas a diferentes características musicales

¿Cómo afecta la precisión de los servomotores del Alpha 1 pro a la capacidad del robot para realizar movimientos de baile complejos y sincronizados?

En esencia esta pregunta busca explorar como la precisión de los servomotores impacta en la calidad y efectividad de los movimientos del robot, y como esto afecta la realización de coreografías complejas y sincronizadas.

1.2.Objetivo General.

El objetivo de esta investigación se centrará en evaluar las habilidades de baile del robot Alpha 1 pro, en la ejecución de coreografías de baile con el fin de analizar su precisión, fluidez, adaptabilidad y capacidad de interacción con el entorno. Para ello se diseñarán secuencias de baile de diferentes niveles de complejidad básico, intermedio y avanzado se implementaran pruebas en escenarios controlados y con cambios imprevistos como los diferentes ritmos musicales, La investigación se realizara mediante una metodología estructurada que incluye la programación del robot, la recopilación de datos y el análisis comparativo de resultados, este objetivo no solo busca evaluar el desempeño actual del robot Alpha 1 sino también propone mejoras en su hardware y software y explorar su potencial en aplicaciones prácticas como el entretenimiento, y la interacción humano robot, con el fin de mejorar la interacción con el público y fomentar el aprendizaje de movimientos programados contribuyendo así al avance de la robótica humanoide y sus aplicaciones en la sociedad.

1.3.Objetivos Específicos.

OBJ 1: Evaluar la precisión y flexibilidad de los movimientos del robot mediante la App Alpha 1.

OBJ 2: Mejorar la adaptación dinámica a cambios en los diferentes ritmos musicales.

OBJ 3: Analizar la interacción. y sincronización con elementos en vivo o humanos.

1.4. Justificación

La realización del presente proyecto es fundamental debido a la creciente convergencia de la robótica y el entretenimiento, especialmente en el baile, donde la capacidad de los robots para ejecutar y replicar con fluidez y precisión los movimientos de los seres humanos abre nuevas posibilidades para la tecnología y el entretenimiento. En este contexto el robot Alpha 1 pro es capaz de realizar movimientos complejos, proporciona una plataforma propia para poder explorar el potencial de los robots como artistas. El proyecto es importante porque proporciona un análisis detallado de como los robots no solo pueden realizar secuencias de baile, si no también aprender y adaptarse de manera independiente a nuevas rutinas, abriendo las puertas a nuevas formas de expresión artística educación y entretenimiento. Algunos de los principales argumentos que motivan a realizar este proyecto es la interacción robot humano y exponer los diferentes tipos de movimientos sincronizados que realiza el robot, específicamente en el área de competencias a nivel de concursos que se llevan a cabo en varias universidades e institutos reconocidos de la capital y también a nivel nacional e internacional. Con este robot humanoide bailarín tanto niños como jóvenes y adultos puedan desarrollar un pensamiento lógico al mismo tiempo estimula la creatividad y les permite familiarizarse con el funcionamiento de objetos programables, Además en la educación infantil se ha demostrado su eficacia en el aprendizaje y una excelente socialización de los alumnos dentro del aula.

1.5. Alcance

El proyecto de tesis se enfoca en evaluar el desempeño del robot humanoide Alpha 1 pro en su función como robot bailarín, el alcance del proyecto abarca todas las etapas de desarrollo, desde la configuración inicial del robot, los diferentes tipos de software compatibles con los cuales se puede programar el robot, hasta su implementación en contextos reales de entretenimiento como competencias, espectáculos y presentaciones en vivo. La realización de pruebas exhaustivas forma parte fundamental del proyecto el cual se documentará el proceso completo desde la configuración inicial del software con el cual se realizaron las simulaciones hasta los diferentes tipos de movimientos complejos que puede ejecutar el robot Alpha 1 pro. Este alcance se centra en las pruebas y análisis necesarios para determinar el desempeño técnico, la sincronización musical, la estabilidad en escenarios reales y la interacción con el público.

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIAS

2.1. Fundamento teórico relacionado al trabajo de integración curricular.

El fundamento teórico del robot bailarín Alpha 1 pro se basa en la integración de principios avanzados de cinemática y dinámica con técnicas de control de movimiento y programación de coreografías, Este enfoque teórico permite al robot ejecutar movimientos de baile precisos y coordinados, combinando los conceptos de control de sistemas robóticos con la física del movimiento humano. También se profundiza en la arquitectura y capacidades técnicas del alpha 1 pro, incluyendo sus servomotores, software de programación y su diseño físico.

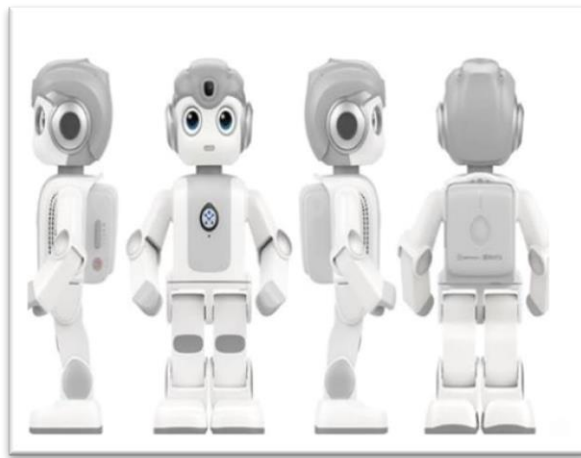
2.1.1 Introducción a los robots bailarines.

Definición y evolución de robots bailarines: Los robots bailarines son una categoría especializada de robots diseñados para realizar movimientos coordinados que imitan o crean rutinas de baile. La evolución de estos robots ha pasado de simples autómatas mecánicos a sofisticadas máquinas que incorporan inteligencia artificial y algoritmos avanzados para ejecutar complejas coreografías de baile. Desde los primeros autómatas mecánicos hasta los robots actuales, el desarrollo ha estado impulsado por avances en la tecnología de motores, sensores y programación.

Aplicaciones y relevancia en la robótica: Los robots bailarines tienen aplicaciones en entretenimiento, educación y en la demostración de capacidades técnicas. Su relevancia radica en su habilidad para interactuar con seres humanos, demostrar avances en robótica y servir como plataforma para la investigación en algoritmos de movimiento y control.

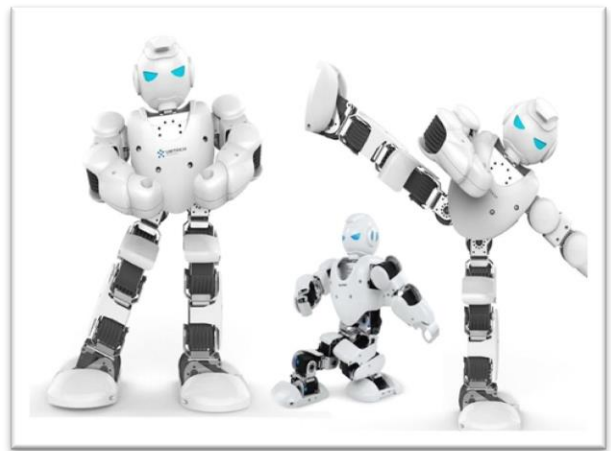
Alpha series: Esta línea de robots humanoides incluye modelos como el alpha 1 Pro y el Alpha Pro mini, estos robots están diseñados para brindar entretenimiento y educación a través de la programación y el control de movimientos (UBTECH Robotics, n.d.).

Figura 1.
Alpha-Mini-UBTECH



Nota. El grafico representa el robot alpha mini parte de la línea alpha series
Obtenido de (AliExpress, n.d.)

Figura 2
Alpha-1E-UBTECH



Nota. el grafico representa el robot alpha 1E parte de la línea robots de alpha series
Obtenida de (Alda Robotics, 2020)

Jimu robot: Ubtech también ha creado la serie de robots JIMU, que son kits de robótica dirigidos a niños y adolescentes. Estos kits permiten a los usuarios construir y programar sus propios robots (Robots México, 2019).

Figura 3

UBTECH JR0501 JIMU Robot Astrobot kit



Nota. El grafico representa el robot jimmu el cual es un kit de robótica enfocado para niños y adolescentes. Obtenida de (Amazon.com.mx, s.f.).

Linx robot: El robot linx es un robot domestico que incorpora inteligencia artificial y capacidades de asistencia personal. Utiliza algoritmos avanzados para entender y responder a comandos de voz, así como para aprender de su entorno (Robots.nu, 2014).

Figura 4

UBTECH Unveils Lyn



Nota. El grafico representa el robot linx incorpora inteligencia artificial y brinda capacidades de asistencia personal. Obtenida de (Business Wire, 2017).

Alpha 2 robot red: Robot humanoide desarrollado por la empresa de robótica UBTECH ha sido diseñado para la interacción social y la educación, este robot es capaz de reconocer voces, seguir comandos, y realizar una gran cantidad de tareas como contar historias, bailar o a su vez ayudar con actividades de aprendizaje, además, cuenta con conectividad a internet, lo que hace posible acceder a información en tiempo real (Casual Robots, 2016).

Figura 5.

UBTECH Alpha 2 robot red



Nota. Robot humanoide diseñado para la interacción social y la educación. Obtenida de (Navas, 2016).

Alpha 1E: El robot alpha 1E es un robot humanoide diseñado para la educación y robótica, Suele utilizarse en entornos de aprendizaje para enseñar programación, mecánica y habilidades en robótica. Tiene capacidad de movimiento, sensores y puede ser programado para realizar diversas tareas. Este robot es muy popular en instituciones educativas por su accesibilidad y versatilidad (UBTECH Robotics, n.d.).

Figura 6.

UBTECH Alpha 1E



Nota. Robot Alpha 1 humanoide diseñado para la educación y el entretenimiento. Obtenida de (Eden Robot Innovation , 2023).

6.1.2 Características técnicas del robot Alpha 1 Pro

Descripción general: El Robot Alpha 1 pro es un robot humanoide diseñado principalmente para el entretenimiento y la educación. fabricado por la empresa ubtech robotics, este robot destaca por su capacidad para realizar una amplia variedad de movimientos de baile y rutinas coreográficas como caminar, bailar, jugar futbol y hasta golpear con movimientos de artes marciales previamente programados desde la aplicación o el software del robot, de igual manera su apariencia cuenta con una armadura de color blanco y una serie de luces led de colores que parpadean al estar en acción (Amazon, n.d.).

Figura 7.

Ubtech Alpha 1 pro



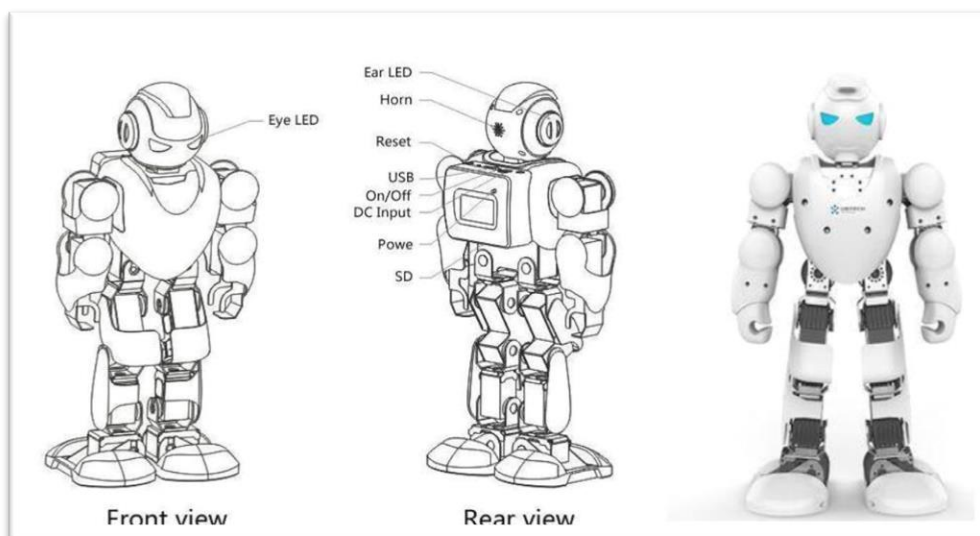
Nota. El grafico representa la descripción general del robot alpha 1 pro fabricado por la empresa ubtech Obtenida de (Amazon.com, n.d.).

Especificaciones técnicas.

Dimensiones y diseño: El robot alpha 1 pro tiene un diseño humanoide con dimensiones aproximadas de 40 cm de altura. Su estructura es robusta con un peso de 1,65kg y está fabricado con materiales como aluminio, plástico ABS ligeros y muy resistentes. Además, cuenta con conectividad bluetooth 3.0 / 4.0 e incluye un altavoz mono de 3w (YANAPA, 2019).

Figura 8.

Dimensiones Alpha 1 PRO



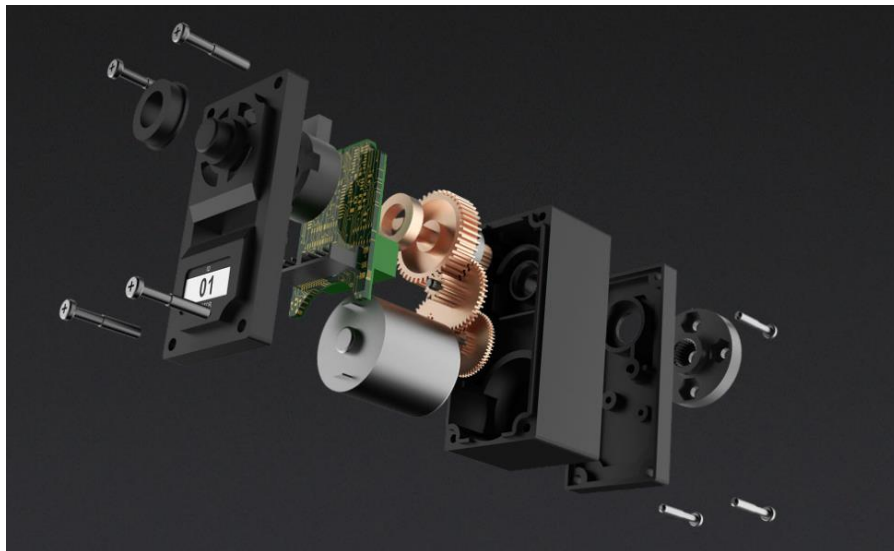
Nota. La figura representa las especificaciones técnicas del robot. Obtenida de (AliExpress, n.d.).

Alimentación y mantenimiento: El robot Alpha 1 pro tiene una batería recargable de polímero de litio lipo proporcionando varias horas de funcionamiento continuo, carga a través de un puerto USB facilitando la recarga y la conectividad con diferentes adaptadores.

Actuadores y motores: Esta equipado con 16 servomotores en todas sus articulaciones, lo que le permite realizar movimientos precisos y fluidos. La cantidad y tipo de servomotores influyen en la capacidad del robot para ejecutar movimientos complejos y coordinados.

Figura 9

Tecnología Servo Motor



Nota. la figura representa la tecnología de servomotores implementada en el robot alpha 1 pro. Obtenida de (UBTECH, n.d.).

Sensores y percepción: El robot Alpha 1 pro incorpora sensores para la detección de posiciones y la interacción con el entorno. Estos sensores son cruciales para la estabilidad y el control del robot durante sus rutinas de baile.

Figura 10

Sensores Alpha 1 Pro



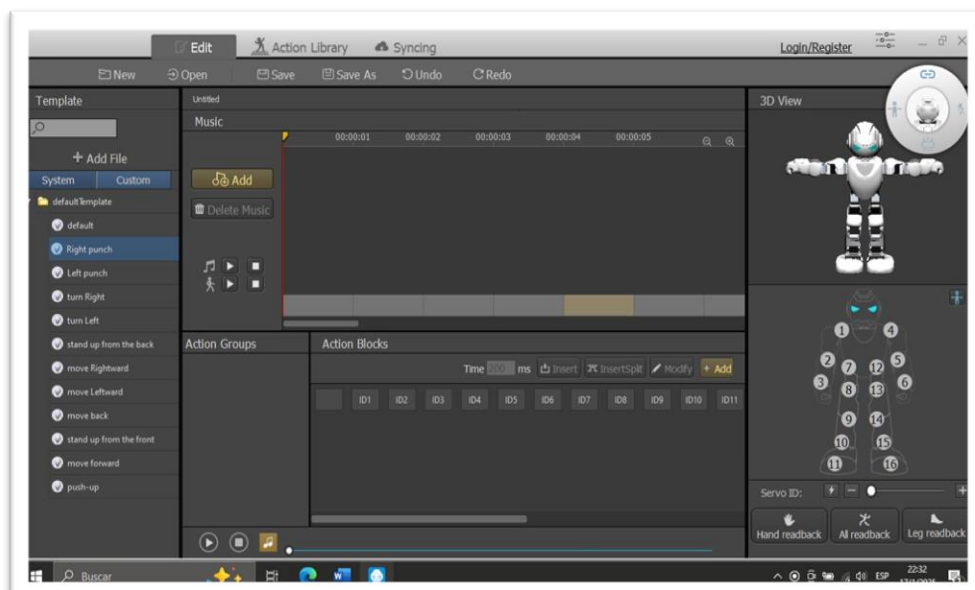
Nota. La figura representa los 16 servomotores que posee el robot humanoide servomotores. Obtenida de (SJ COSMO FUTURO, 2019).

Control y programación: El robot se controla a través de un software específico que permite la programación de movimientos y la creación de rutinas personalizadas. Además, puede recibir comandos y actualizaciones a través de una interfaz de usuario intuitiva, también admite lenguajes de programación como blockly y python, lo que facilita su uso en entornos educativos.

Software visual 3d: El software visual 3d es una herramienta muy importante para la creación y programación de movimientos y coreografías. Su enfoque visual nos facilita el aprendizaje y la experimentación, permitiendo a los usuarios desarrollar habilidades en robótica de manera fácil y creativa (Osborne-Walker, 2016).

Figura 11

Software visual 3d



Nota. la figura representa el software para windows visual 3d Obtenida de (Osborne-Walker, UBTech Alpha 1 Pro Review, 2016).

Aplicación móvil: Mediante la aplicación móvil se puede controlar y programarlo directamente en el teléfono móvil con sistema Android o iOS, la interfaz resulta muy amigable y permite interactuar con el robot de una manera más intuitiva.

Figura 12

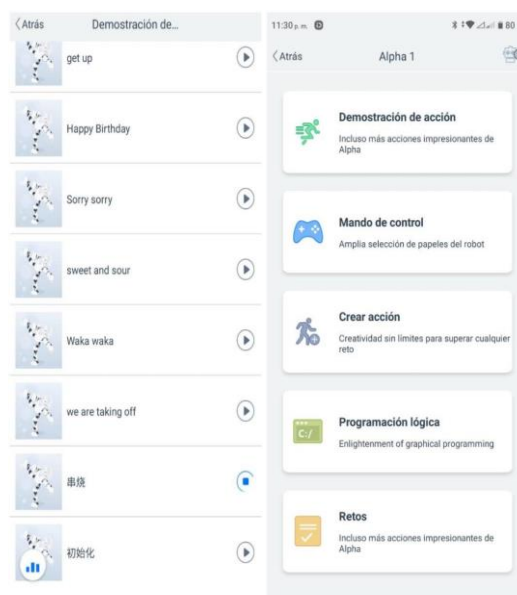
Alpha 1 app móvil



Nota. la imagen representa la aplicación android alpha 1 pro. Obtenida de (Osborne-Walker, UBTech Alpha 1 Pro Review, 2016).

Figura 13

Alpha 1 app Android

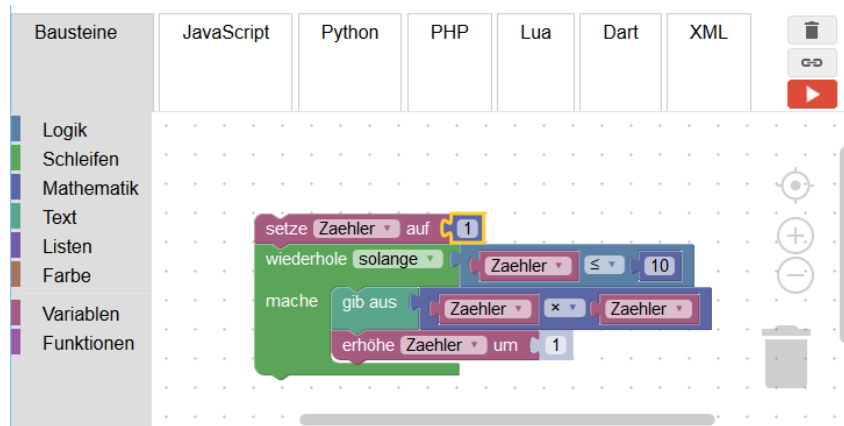


Nota. La figura representa la pantalla de tabla de acciones y bailes predeterminados. Obtenida de (Softonic, 2023).

Blockly y JavaScript: Una de las maneras más sencillas de programar el robot Alpha 1 pro es la herramienta blockly esta te permite programar como si estuviésemos construyendo un rompecabezas

Figura 14

Programación Visual con Blockly



Nota. la figura representa un ejemplo de programación en el software blockly. Obtenida de (HandWiki, 2024).

6.1.3 Algoritmos De Movimiento.

Principios de control movimiento: El robot alpha 1 pro utiliza algoritmos de control de movimientos basados en cinemática inversa permite calcular las posiciones necesarias de las articulaciones para lograr una pose deseada, mientras que la dinámica se encarga de ajustar los movimientos para que sean estables y fluidos.

Cinemática: La cinemática trata del movimiento de los robots sin considerar las fuerzas que causan el movimiento. Para el robot alpha 1 pro, la cinemática inversa es fundamental. Este método calcula los ángulos necesarios para las articulaciones del robot para alcanzar una posición deseada de la extremidad o del cuerpo. Por ejemplo, si el robot debe levantar un brazo a una cierta altura, la cinemática inversa determinará los ángulos de las articulaciones de brazo y del hombro necesarios para lograrlo (Roboticoss, 2020).

Dinámica: La dinámica aborda las fuerzas y torques que influyen en el movimiento del robot. A diferencia de la cinemática, La dinámica considera las interacciones entre las fuerzas externas y las fuerzas internas generadas por los motores, En el alpha 1 pro, los algoritmos dinámicos aseguran que los movimientos sean no solo precisos, sino

también estable y fluidos, compensando cualquier perturbación externa o cambios en el entorno (Grupo Esneca TV, n.d.).

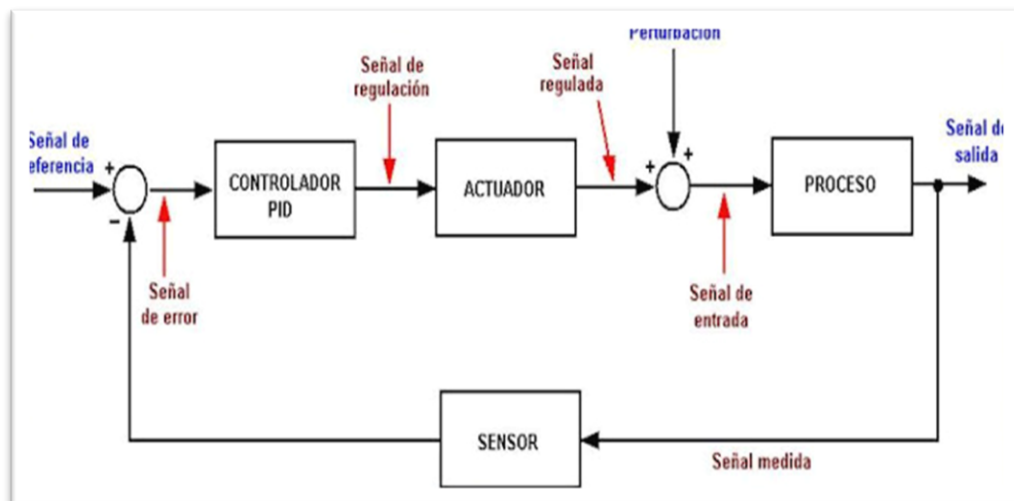
6.1.4 Algoritmos de control.

Control en tiempo real: El robot alpha 1 pro utiliza algoritmos de control en tiempo real para ejecutar movimientos de manera precisa y coordinada, los algoritmos de control en tiempo real gestionan las señales de retroalimentación de los sensores y ajustan las señales de control enviadas a los servomotores. Esto permite que el robot responda de manera efectiva a las variaciones en su entorno o en sus propios movimientos.

Control PID (proporcional integral derivativo): Uno de los métodos más comunes en el control de los robots es el controlador PID. Este tipo de controlador ajusta la salida de un sistema en función del error entre una posición deseada y la posición actual. El controlador PID en el robot alpha 1 pro ajusta la velocidad y la posición de los motores para minimizar el error y lograr ejecutar movimientos precisos. El componente proporcional corrige el error en función de su magnitud, el integral corrige el acumulado de errores a lo largo del tiempo, y el derivativo anticipa futuros errores basados en la tasa de cambio de error movimientos. (LinkedIn, 2023).

Figura 15

Robótica-Control PID



Nota. La imagen corresponde al método de control PID. Obtenida de (Pizarro, 2012).

Control de movimiento basado en modelos: Algunos robots avanzados utilizan controladores basados en modelos, donde el comportamiento del robot se modela matemáticamente para predecir y ajustar los movimientos. Estos modelos pueden ser más

complejos, incluyendo modelos de la dinámica completa del robot. En el caso del alpha 1 pro, el software de programación permite definir modelos simples para coreografías, ajustando parámetros para mejorar el rendimiento.

Programación de coreografías: La programación de coreografías en el alpha 1 pro implica la definición de secuencias de movimiento que deben ser ejecutadas con precisión. Los usuarios pueden utilizar herramientas de software proporcionadas por ubtech para crear y editar secuencias, facilitando la personalización de las rutinas de baile.

Adaptación y aprendizaje automático: En algunos modelos avanzados de robots bailarines se incorporan técnicas de aprendizaje automático para mejorar la ejecución de movimientos basados en la retroalimentación y la observación. Aunque el robot alpha 1 pro no incluye aprendizaje automático en su versión básica, su software permite la programación avanzada y la adaptación de rutinas.

6.1.5 Impacto y aplicaciones del robot Alpha 1 pro.

Entretenimiento: En el ámbito del entretenimiento, el robot alpha 1 pro es utilizado en espectáculos y presentaciones para ofrecer una experiencia visual única. Su habilidad para ejecutar rutinas coreografías complejas lo convierte en una herramienta atractiva para eventos en vivo.

Figura 16

Modelos alpha 1 pro



Nota. La figura representa el robot Alpha 1 en el ámbito del entretenimiento. Obtenida de (Cool Mania , n.d.).

Educación y formación: En el contexto educativo el Alpha 1 pro se utiliza para enseñar conceptos de robótica, programación y algoritmos de control. Su presencia en aulas y laboratorios permite a los estudiantes interactuar con un robot humanoide real, facilitando una comprensión más práctica de la robótica.

Figura 17

Robots Alpha 1 PRO coreografía



Nota. La figura representa una coreografía sincronizada de baile. Obtenida de (El Comercio, 2018)

Investigación y desarrollo: El robot alpha 1 pro también sirve como plataforma para la investigación en robótica. Los investigadores pueden utilizarlo para experimentar con nuevos algoritmos de control y evaluar el rendimiento de técnicas de programación en un entorno controlado, lo que contribuye al avance de la robótica.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 El método científico

En el caso del robot Alpha 1 pro, el método científico se utilizó para abordar problemas específicos relacionados con su desempeño en el baile, primero se pudo observar que el robot enfrentó dificultades para lograr ejecutar coreografías complejas con precisión y sincronización. Se formulo la pregunta sobre como la precisión mejorada de los servomotores afecta esta capacidad. A partir de esta pregunta se desarrolló la hipótesis de que la precisión mejorada de los servomotores y la implementación de algoritmos de sincronización en tiempo real optimizaran su rendimiento. Se realizo experimentos para ajustar la calibración de los servomotores y probar los algoritmos, recolectando datos sobre la precisión y la sincronización de los movimientos. El análisis de estos datos permitió confirmar o refutar la hipótesis proporcionando información valiosa para mejorar la ejecución de coreografías del robot y optimizar su capacidad para adaptarse a diferentes estilos musicales.

3.1.1 Tipos de investigación

Investigación descriptiva: Tubo como objetivo principal describir las características y capacidades actuales del robot alpha 1 pro. Esto incluyo un análisis detallado de sus componentes, como los servomotores, la estructura física y las funciones que permitieron la programación de sus movimientos. En este proyecto de titulación, este tipo de investigación se utilizó para entender mejor las posibilidades del robot en la ejecución de coreografías y como responde a diferentes estímulos musicales.

Investigación experimental: Este tipo de investigación está enfocada en probar hipótesis mediante la experimentación en el caso del robot alpha 1 pro, se podrían realizar experimentos para medir como la calibración de los servomotores impacta la precisión de los movimientos o para evaluar la efectividad de los algoritmos de sincronización con la música. Al modificar algunas variables tales como la configuración de los servomotores o el algoritmo de control, se pudo observar cómo estos cambios afectan el rendimiento del robot humanoide apha1 pro en el baile.

Investigación comparativa: En este tipo de investigación se buscó contrastar el rendimiento del robot alpha 1 pro con otros robots humanoides. El objetivo fue identificar las diferencias en la capacidad de ejecutar coreografías, precisión de movimientos y adaptación a la música. Este enfoque permitió destacar las fortalezas y debilidades del alpha 1 pro sugiriendo mejoras necesarias para alcanzar o superar el desempeño de otros robots en el campo de la robótica aplicada a la danza.

Investigación aplicada: La investigación aplicada tuvo un enfoque práctico, ya que buscó resolver problemas concretos y mejorar el rendimiento del robot alpha 1 pro, este tipo de investigación pudo centrarse en tratar de optimizar tanto software como hardware del robot para que realice coreografías más complejas y adaptativas. Se buscó implementar soluciones específicas que mejoren la capacidad del robot para seguir diferentes estilos de música o mejorar la fluidez de sus movimientos.

Investigación cuantitativa: La investigación Cuantitativa se centró en la recolección de datos numéricos, este tipo de investigación pudo implicar medir la precisión de los movimientos, la velocidad de respuesta a la música y la sincronización de los pasos de baile. Al analizar estos datos, se pudo determinar si las modificaciones en el robot, como ajuste en los servomotores o mejoras en el software, mejoró su desempeño en el baile.

Investigación cualitativa: La investigación cualitativa se enfocó en aspectos más subjetivos, como la percepción de la audiencia sobre la estética y la fluidez de las coreografías realizadas, en este contexto se realizaron entrevistas y encuestas a usuarios o espectadores para conocer su opinión sobre el desempeño del robot en el baile. Este tipo de investigación fue útil para evaluar la aceptación y el impacto visual que tienen las coreografías en el público.

3.1.2 Métodos teóricos de investigación.

Método deductivo: Este método parte de teorías o principios generales para llegar a conclusiones específicas en el caso del robot alpha 1 pro se pudo partir de teorías generales de robótica y control de movimiento para deducir como deberían ser los algoritmos que permitan al robot ejecutar coreografías con mayor precisión y fluidez.

Método comparativo: Consistió en comparar las características teóricas del robot alpha 1 pro con otros robots humanoides o sistemas de control similares. El análisis comparativo pudo resaltar ventajas y desventajas en aspectos como la precisión de

movimientos, la capacidad de sincronización con la música y la flexibilidad de programación.

Método inductivo: A diferencia del método deductivo el inductivo se basa en la observación de casos específicos para llegar a conclusiones generales, En este caso, observando cómo se comportó el robot alpha 1 pro en diversas coreografías, se formularon teorías más generales sobre su rendimiento y áreas de mejora

3.1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Monitoreo de servomotores: Se utilizan sensores que monitorean las condiciones de operación de los servomotores mientras el robot ejecuta movimientos. Estos datos permiten analizar el desgaste del motor y la capacidad de realizar movimientos complejos repetitivos sin perder precisión.

Simulación de software: Las simulaciones permiten obtener información sobre el tiempo de ejecución, consumo de energía y posibles fallos en la programación antes de implementarlas en el robot. Esto optimiza la eficiencia y reduce el riesgo de errores durante la ejecución real.

Encuestas y valuación de la experiencia del usuario: Se preguntan aspectos relacionados con la percepción de los movimientos del robot Alpha 1 pro como naturalidad, entretenimiento y estética. Estos datos subjetivos son valiosos para poder evaluar como el público percibe el rendimiento del robot.

Pruebas de evaluación de algoritmos y funcionalidades: Estas técnicas son fundamentales para garantizar que el robot humanoide Alpha 1 pro cumpla con los requisitos y especificaciones establecidas. Estas pruebas se enfocan en verificar que los algoritmos de control, programación de movimientos y otras funcionalidades del robot operen correctamente y produzcan los resultados esperados.

Cámaras de alta velocidad: Estas fueron cruciales para capturar y poder analizar los movimientos del robot en detalle, Estas cámaras permitieron grabar la ejecución de coreografías a alta resolución y velocidad de fotogramas, proporcionando datos precisos sobre la fluidez y sincronización de los movimientos. Los videos capturados se pudieron analizar utilizando software de seguimiento de movimiento para medir la precisión de las trayectorias y detectar posibles errores en la ejecución.

3.1.4 Tratamiento de la información.

Verificación y validación: Son procesos esenciales en el desarrollo del robot alpha 1pro la verificación aseguro que el robot se construyó conforme a las especificaciones técnicas, confirmando que todos los componentes funcionen correctamente según el diseño. La validación por su parte evalúa si el robot cumple con las expectativas y necesidades del usuario en escenarios reales. Ambos procesos son cruciales para garantizar tanto la precisión técnica como la satisfacción del usuario.

Iteración y mejora continua: Basado en los resultados del análisis y las pruebas, se realizaron iteraciones y ajustes en el sistema para mejorar su rendimiento, el proceso de mejora continua permitió refinar el diseño y optimizar el funcionamiento del robot Alpha 1 a lo largo del proyecto.

Reporte de resultados: El reporte de resultado presenta los hallazgos de manera estructurada y detallada incluye una descripción del objetivo del estudio, la metodología utilizada, y los resultados obtenidos, el informe debe estar respaldado por gráficos y tablas y concluir con recomendaciones para mejorar el rendimiento del robot y sugerencias para futuras investigaciones.

4 CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO TÉCNICO

4.1 Diseño de la propuesta.

El diseño de la propuesta del Robot Alpha 1 pro se enfoca en varios aspectos clave que permite su funcionalidad como robot humanoide. La integración de hardware y software en el robot humanoide es fundamental para lograr un funcionamiento eficiente y completamente versátil, Su estructura, movilidad, sensores y capacidad de programación están cuidadosamente diseñados para maximizar su rendimiento y atractivo en diversas aplicaciones.

4.1.1 Análisis de requerimientos.

El Alpha 1 pro es un robot humanoide de propósito educativo y de entretenimiento, diseñado para enseñar programación y robótica a diferentes niveles de usuarios su objetivo principal es:

- Realizar movimientos complejos, coreografías (articulaciones dinámicas).
- Ejecutar comandos de voz y control remoto
- Facilitar la programación mediante un entorno intuitivo.
- Fomentar el aprendizaje STEM (ciencia, tecnología, ingeniería)

Especificaciones técnicas: El Alpha 1 pro es un robot humanoide programable interactivo que ha sido diseñado para la educación, el entretenimiento y la demostración de movimientos complejos como el baile, se conecta por medio de bluetooth, cuenta con 17 modos programables, puede descargar y compartir movimientos programados desde la aplicación Android de UBTECH para Android sirve de control remoto para programar movimientos luces y sonidos, además se puede crear secuencias de movimiento con la codificación blockly.

Movilidad y articulaciones:

- 16 servomotores de alto torque
- Movimientos fluidos en brazos, piernas y cabeza
- Algoritmos de control y estabilidad

Sensores y actuadores:

- Giroscopio y acelerómetro para estabilidad.
- Sensores de proximidad para evitar colisiones.
- Micrófono y Altavoz para comando de voz.

Procesamiento y almacenamiento:

- Procesador ARM de 32 bits.
- Memoria flash para almacenamiento de datos.

Interfaz de usuario:

- Aplicación móvil y software de pc.
- Conectividad vía bluetooth y wifi.

Autonomía de batería:

- Baterías de iones de litio de 2200mAh con duración de hasta 60 minutos.

4.1.2 Diseño Conceptual.

El robot alpha 1 pro desarrollado por la empresa ubtech robotics es un robot humanoide diseñado principalmente para la educación el entretenimiento y la programación. Su diseño conceptual equilibra funcionalidad, estética y capacidad de interacción, lo que le convierte en una plataforma versátil para la exploración del movimiento y la robótica. En este análisis se explorarán los distintos aspectos de su diseño, desde su estructura física hasta sus capacidades de interacción y limitaciones.

Arquitectura del robot:

- Estructura humanoide con 16 grados de libertad.
- Cuerpo modular para facilitar reparaciones.
- Centro de masa optimizado para estabilidad.

Diseño ergonómico

- Distribución de peso equilibrado para evitar caídas.
- Puntos de articulación estratégicos en cadera, rodillas, hombros y codos.
- Diseño de pies con base ancha para mayor estabilidad.

Selección de tecnologías

- Motores: servomotores digitales de alto torque.
- Controlador: placa base arm de 32 bits con interfaz uart.
- Batería de iones de litio carga rápida.
- Conectividad: Bluetooth y wifi para control remoto.

4.1.3 Diseño detallado.

El diseño del robot humanoide alpha 1 pro abarca la integración minuciosa de componentes mecánicos, electrónicos y de software, garantizando un funcionamiento óptimo y una experiencia de usuario eficiente. A nivel estructural el robot está fabricado con plástico ABS de alta resistencia, lo que le confiere ligereza y durabilidad, combinado con componentes metálicos en los servomotores para mejorar la precisión y longevidad del sistema de movimiento, sus 16 grados de libertad distribuidos en cabeza, brazos y piernas, permiten una movilidad fluida y natural, clave para su desempeño en las coreografías de baile. En términos de componentes electrónicos, el robot está equipado con un microcontrolador de 32 bits responsable de gestionar los comandos de movimiento y la comunicación con dispositivos externos a través de bluetooth, lo que permite el control inalámbrico desde smartphones y computadores. Además, su sistema de energía está optimizado con una batería de 7.4V y 2.200 mAh asegurando una autonomía prolongada sin afectar el rendimiento de sus servomotores digitales de alta precisión.

Componentes electrónicos

- Placa de control ARM cortex m con UART, I2C y SPI.
- Sensores: Giroscopio, acelerómetro, sensores de proximidad.
- Actuadores: Servomotores digitales con retroalimentación.
- Controlador PWM para precisión de movimientos.

Tipos de Software

- Visual 3D.
- C++ Python Blockly.
- App móvil para programación.

Sistemas compatibles

- Windows
- iOS
- Android

Plan de pruebas

- Pruebas de estabilidad: Simulación de equilibrio en diferentes terrenos.
- Pruebas de software: Validación de algoritmos de movimiento.
- Pruebas de resistencia: Ensayos mecánicos de las articulaciones.

4.2 Implementación.

La implementación del robot humanoide Alpha 1 pro consiste en realizar las secuencias de programación, pruebas y optimización de sus movimientos para poder ejecutar diferentes tipos de coreografías de manera precisa, fluida y sincronizada con los diferentes ritmos musicales. Esta fase abarca la preparación del robot, desde su conexión, sincronización con la aplicación hasta la programación de movimientos en el editor de secuencias de la app del robot Alpha 1, la realización de pruebas experimentales y el análisis de su desempeño

4.2.1 Diseño de la coreografía.

Selección del estilo de baile: Para la coreografía que se ha desarrollado se ha seleccionado 5 tipos distintos de baile, con los cuales el robot alpha uno ejecutara diferentes movimientos sincronizados de nivel básico, intermedio, y avanzado de acuerdo al ritmo y al tiempo programado por el usuario. La secuencia de la coreografía se realizará en el siguiente orden.

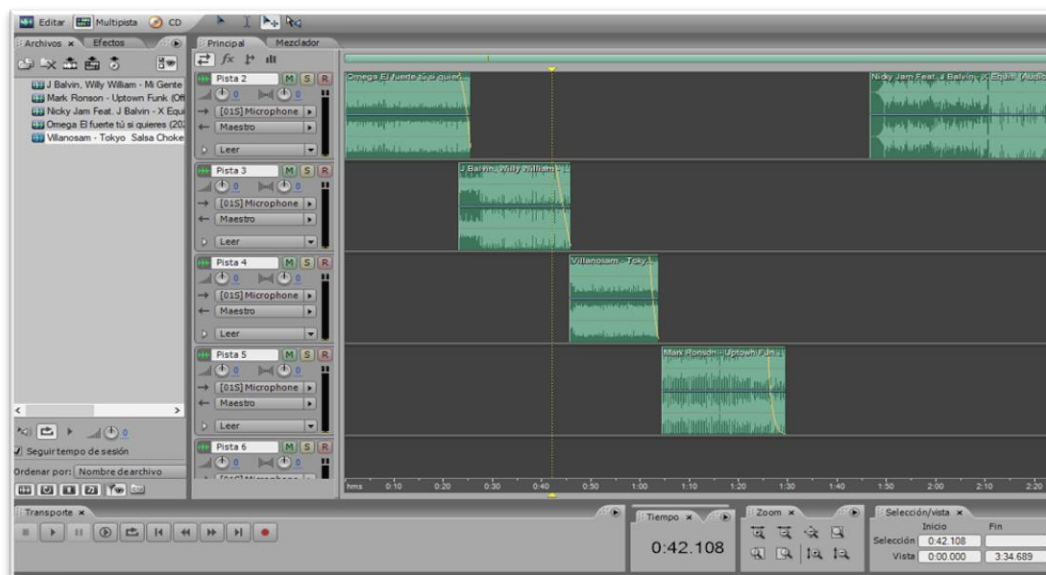
1. Merengue
2. Reggaetón
3. Salsa
4. Cumbia
5. Pop

Selección de la música: Para ejecutar la coreografía del robot alpha 1 se requiere la selección de distintos tipos de estilos musicales con diferentes tempos para que el robot pueda adaptarse a los cambios de ritmos, para ello se ha seleccionado diferentes estilos populares de música, se ha utilizado un software de edición de audio para realizar la mezcla de las canciones y crear un set con una duración predeterminada con el cual el robot ejecutara los distintos tipos de movimientos de la secuencia de baile.

1. Se importa varias pistas musicales con diferentes ritmos al editor de audio.
2. Se edita y se mezcla en el editor adobe audición los ritmos musicales al tiempo deseado.
3. Se exporta la mezcla en un archivo WAV para ser utilizado en la coreografía del robot

Figura 18

Software adobe audition.



Nota. La figura representa el software de edición musical adobe audición. Autor propio

4.2.2 Tipos de coreografías.

El robot humanoide Alpha 1 pro puede realizar distintos tipos de coreografías basadas en su capacidad de movimiento y programación algunos incluyen la coreografía predeterminada, la coreografía en grupos, la creada manualmente entre otras. En este caso nos centraremos en crear la coreografía basada en baile específico sincronizado, la cual requiere la programación de movimientos específicos según el estilo de baile predeterminado. Esto requiere adaptar la biomecánica del robot para simular posturas, ritmos, y secuencias propias de cada baile.

Coreografía 1: baile merengue

El ritmo merengue es rápido y constante se caracteriza por tener un tempo entre los 120 y 150 bpm esto le da un carácter enérgico y animado, en el primer baile se realizado los siguientes movimientos:

- Pasos: movimientos hacia abajo y laterales de los brazos, giros 180 grados, movimientos rítmicos intermedios coordinados y fluidos de piernas y torso.
- Duración aproximada del baile 25 segundos

Coreografía 2 baile reggaetón

El ritmo reggaetón se caracteriza por movimientos pegajosos y estar marcado por la percusión suele tener un tempo de 85 y 95 bpm para el segundo baile se ha realizado los siguientes movimientos:

- Pasos: Movimientos de brazos con inclinación del torso hacia atrás, combinación de movimientos en las piernas en el piso.

- Duración aproximada del baile 25 segundos

Coreografía 3 baile salsa choque

La salsa es un género musical y un estilo de baile latinoamericano que funcionan ritmos caribeños, africanos y americanos suele tener un tempo de 160 y 220 bpm para realizar el tercer baile se ha realizado los siguientes movimientos:

- Pasos: Movimientos laterales de izquierda a derecha de brazos y torso piernas, cambios de dirección y movimientos sincronizados de arriba hacia abajo de articulaciones inferiores.
- Duración aproximada del baile 28 segundos

Coreografía 4 baile cumbia

La cumbia es un ritmo tradicional con movimientos fluidos y marcados. Caracterizados por pasos laterales balanceos y giros. Para adaptar una coreografía de cumbia al alpha 1 pro se debe considerar su movilidad, sus 16 grados de libertad y la necesidad de transiciones suaves entre los movimientos.

- Pasos: Movimientos flexionados de brazos, movimientos sincronizados
- De piernas de izquierda a derecha
- Duración aproximada del baile 30 segundos

Coreografía 5 ritmo pop

El estilo pop se caracteriza por movimientos energéticos, sincronizados y con cierta fluidez mecánica, lo que se adapta bien a las capacidades del alpha 1 pro. Esta coreografía incluye pasos inspirados en el robot dance, con toque de hip hop y movimientos dinámicos de brazos y piernas

- Pasos: Movimientos de brazos, y piernas, movimientos sincronizados De arriba hacia abajo.
- Duración aproximada del baile 50 segundos

4.2.3 Conexión robot Alpha 1 con App móvil.

Para la conexión del robot humanoide mediante la aplicación móvil se procede a descargar la aplicación alpha 1 para poder controlar el robot.

Pasos para descargar la app:

1. Buscar la app Alpha 1 en la aplicación play store o app store como se muestra en la figura

Figura 19

Aplicación app Alpha 1

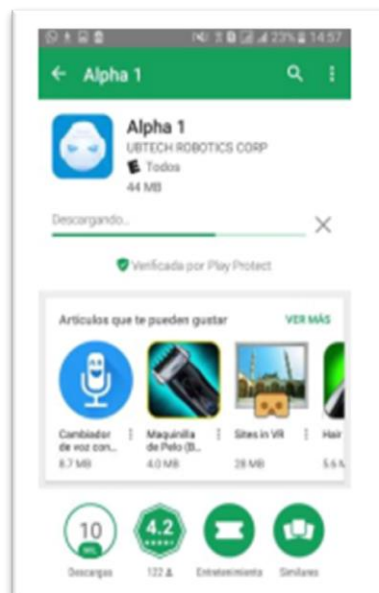


Nota. La figura representa la app alpha 1 descargada de play store. Autor propio

2. Procede a realizar la descarga de la aplicación como se muestra en la fotografía.

Figura 20

App página de descarga

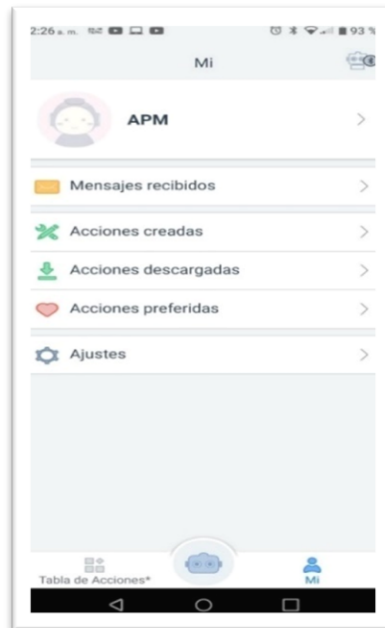


Nota. La figura representa la descarga de la aplicación alpha 1 para smartphone. Obtenida de. Autor propio.

3. Hacer Clic en instalar app Alpha 1
4. Registrar la cuenta con el correo electrónico o número telefónico del país de origen y una contraseña segura
5. Iniciar sesión como se muestra en la figura

Figura 21

App aplicación cuenta usuario



Nota. La figura representa la creación de cuenta única para acceder a la app alpha 1 pro. Obtenida de Autor propio.

Una vez que se haya iniciado la sesión se procede a realizar la vinculación del robot alpha 1 con el smartphone, el cual permitirá vincular los datos de la cuenta a tu robot, asignándole de tu posesión.

Figura 22

Pantalla app vinculación robot smartphone



Nota. La figura representa la vinculación robot y aplicación mediante bluetooth. Obtenido de. Autor propio.

4.2.4 Software y programación de movimientos

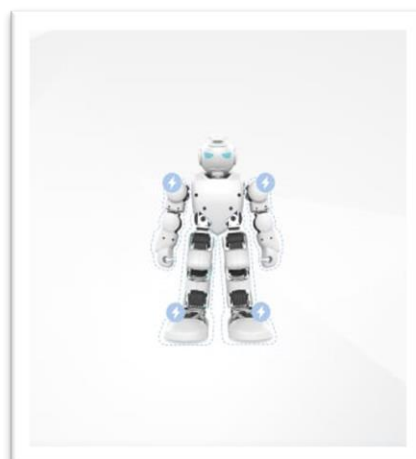
Software de programación utilizado

La programación de los movimientos del robot humanoide alpha 1 pro se realizó a través de la aplicación Alpha 1 de ubtech. Esta aplicación permite controlar el robot mediante movimientos predefinidos, la creación de nuevas secuencias y la sincronización con la música, en esta sección se analiza el proceso de programación del robot destacando sus herramientas funcionalidades y limitaciones. La aplicación alpha 1 cuenta con una interfaz intuitiva dividida en varias secciones clave como son:

Control en tiempo real: Permite mover el robot manualmente mediante controles táctiles en la pantalla. Para ejecutar movimientos predeterminados se seleccionará la parte del cuerpo del robot que se desea programar.

Figura 23

Control tiempo real

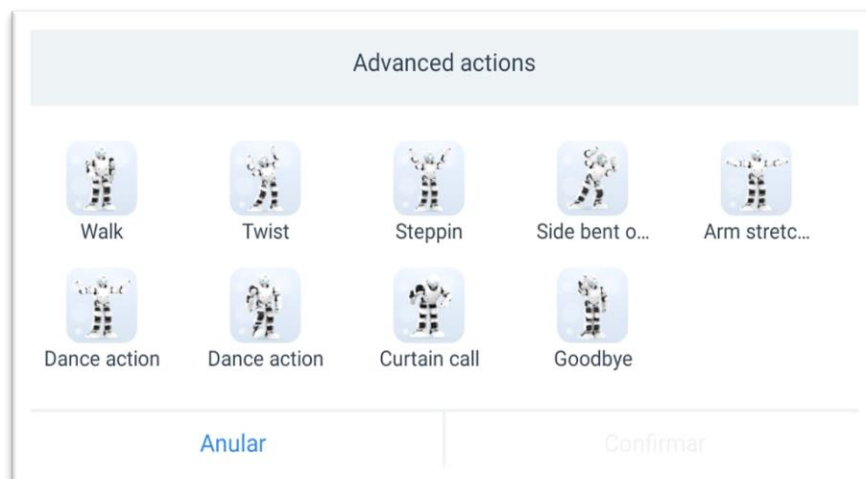


Nota. La figura representa el control en tiempo real para ejecutar movimientos predeterminados. Obtenida de. Autor propio.

Acciones avanzadas: Esta incluye una colección de movimientos preprogramados como saludos, pasos de baile y posturas deportivas.

Figura 24

Pantalla opciones avanzadas

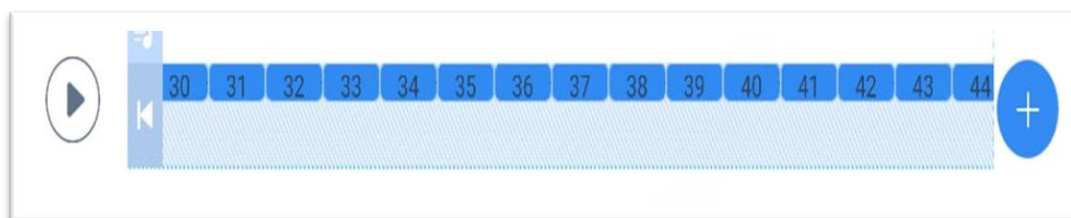


Nota. La figura representa la colección de movimientos predeterminados de la aplicación Obtenida de. Autor propio.

Editor de secuencias: La herramienta más importante para la programación del robot humanoide alpha 1, ya que permite combinar movimientos para crear coreografías personalizadas.

Figura 25

Pantalla editora de secuencia

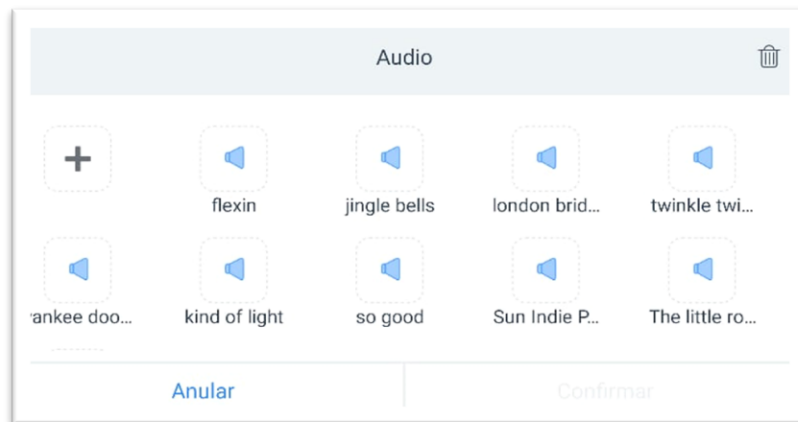


Nota. la figura representa el editor de secuencia donde se copia los fotogramas de la programación de movimientos. Obtenida de. Autor propio.

Sincronización con música: Función que permite emparejar movimientos con una pistade audio para mejorar la sincronización rítmica.

Figura 26

Pantalla sincronización con música

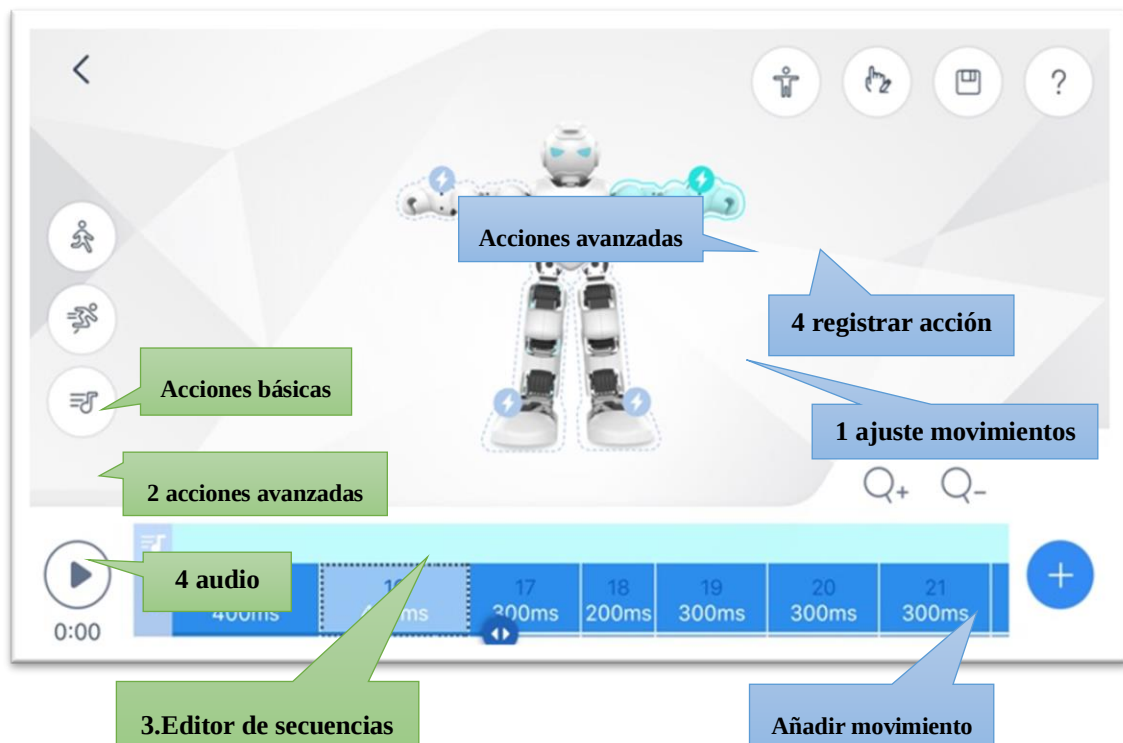


Nota. la figura representa la función audio para realizar la sincronización con el baile. Obtenida de. Autor propio.

Carga y descarga de secuencias: Los usuarios pueden descargar o compartir coreografías de otros usuarios a través de la comunidad en línea.

Figura 27

Pantalla editor app Alpha 1



Nota. editor de programación de secuencias de movimientos con sus funciones de programación. Obtenida de Autor propio.

Programación en el editor de secuencias

El editor de secuencias es el módulo clave para realizar la programación de la coreografía de baile, su funcionamiento se basa en la creación de una o varias secuencias de poses articuladas en una línea de tiempo, el proceso de programación cuenta con los siguientes pasos:

1. **Selección del Robot:** Al conectar el robot vía bluetooth, la aplicación reconoce el dispositivo y permite su manipulación, se ejecuta la aplicación alpha 1 de ubtech se selecciona el botón crear acción para empezar a realizar la programación en el editor de la aplicación
 - Seleccionar crear acción

Figura 28

Pantalla crear acción

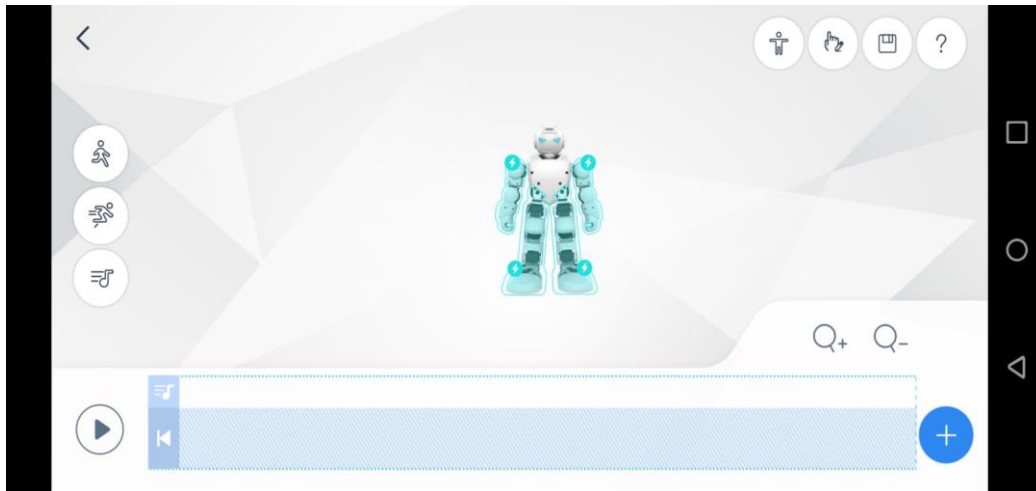


Nota. La figura representa la pantalla de la App para poder crear una acción nueva acción. Obtenida de. Autor propio.

2. **Definición de movimientos:** Se selecciona la articulación que se desea programar manualmente (piernas, brazos, torso) en la pantalla táctil y se ajustan sus ángulos para generar una pose específica.

Figura 29

Pantalla registro de movimiento

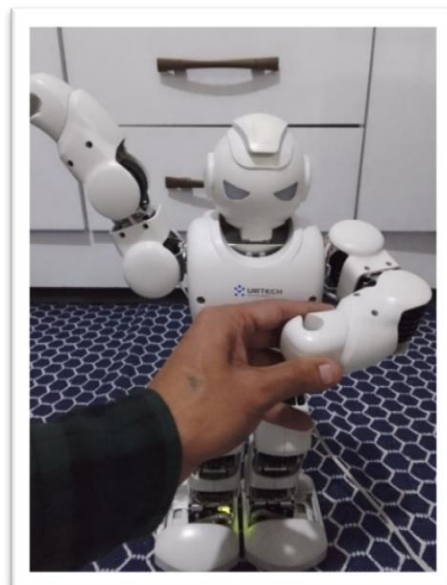


Nota. la figura representa la extremidad que se desee programar. Obtenida de Autor propio

3. Registro de la pose: Una vez q se ha seleccionado la articulación que se va a programar, se ejecuta el movimiento que se requiere manualmente.

Figura 30

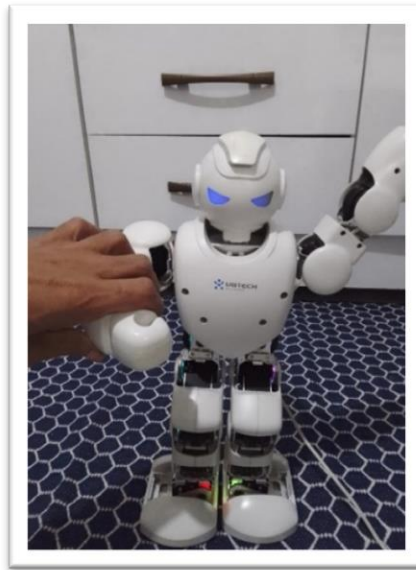
Alpha 1 movimiento manual



Nota. la figura representa el movimiento manual que se realizar al momento de programar un movimiento. Obtenido de Autor propio.

Figura 31

Alpha 1 movimiento manual

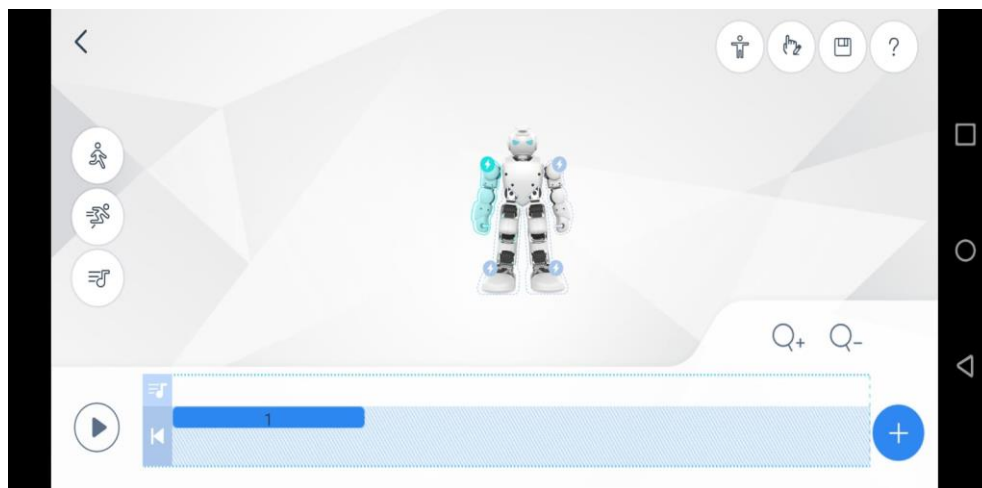


Nota. la figura representa el movimiento manual que se realiza al momento de programar un movimiento. Obtenido de Autor propio

4. Al encontrarse ajustada la posición se presiona el botón añadir movimiento  y se guarda como un fotograma en la línea de tiempo del secuenciador del editor

Figura 32

Editor de secuencia app alpha 1

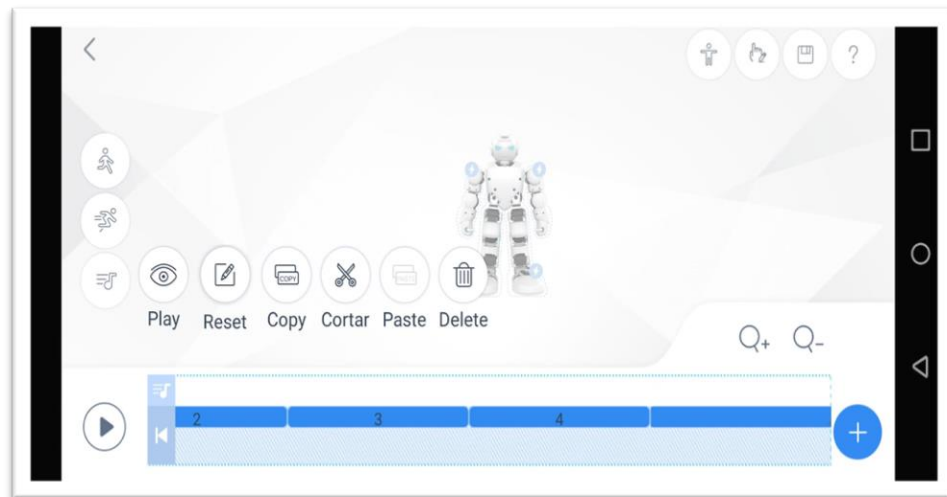


Nota. La figura representa el editor de secuencia donde se graba los fotogramas de la programación de movimientos de la extremidad requerida. Obtenida de Autor propio.

5. **Prueba y ajustes:** Antes de guardar la secuencia deseada, se ejecuta una prueba para evaluar la precisión y fluidez de los movimientos grabados, se presiona el botón reproducir secuencia, si es necesario se ajustan los movimientos o los tiempos en la línea de tiempo

Figura 33

Reproductor de secuencia

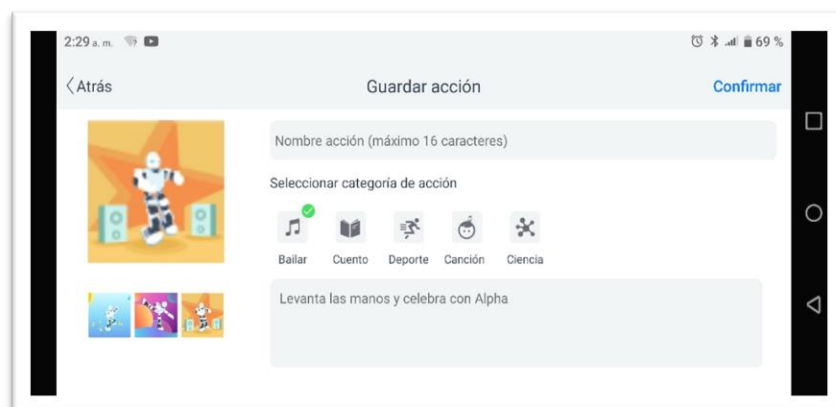


Nota. la figura representa la reproducción de la secuencia de movimientos grabados como fotogramas. Obtenida de. Autor propio

6. **Guardar la ejecución de la coreografía:** Una vez culminada la programación de los movimientos deseados la coreografía se guarda en la memoria del robot y puede ser ejecutada en cualquier momento a través de la aplicación.

Figura 34

Guardar acción.



Nota. la figura representa la ventana de la app del robot alpha 1 donde se guarda la acción creada en este caso un set de baile. Obtenida de Autor propio

Figura 35

Acción guardada.

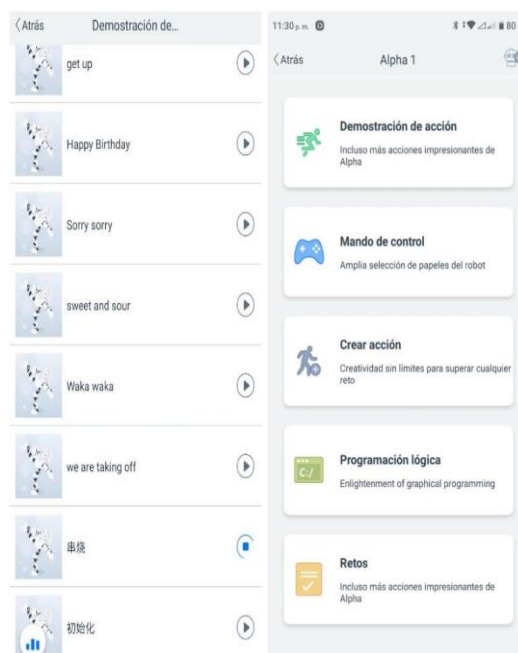


Nota. La figura representa la acción guardada al finalizar la programación del baile. Obtenida de Autor propio.

- Para revisar que se haya guardado la sesión de baile correctamente se debe ingresar En la parte de demostración de acción de la aplicación.

Figura 36

App ventana demostración de acción.



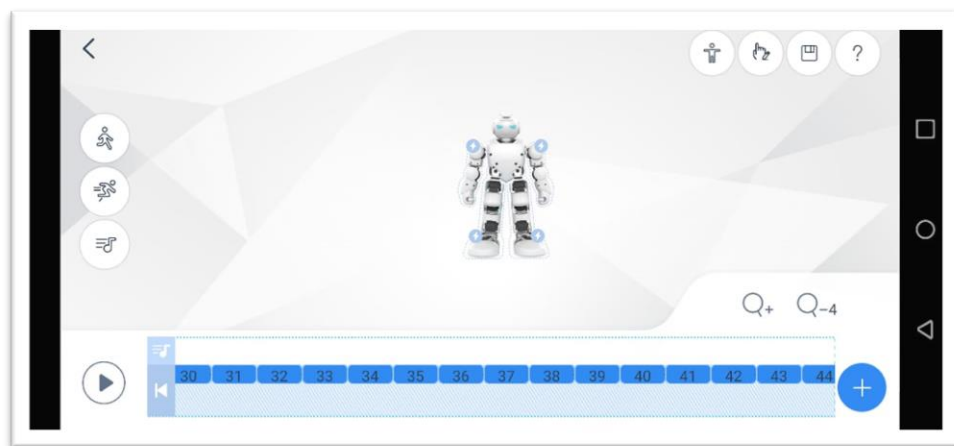
Nota. la figura representa la ventana de demostración de acciones del robot alpha 1 pro en la app del smartphone. Obtenida de Autor propio.

Pasos para la programación baile merengue

1. Encender el robot Alpha 1.
2. Conectar el robot vía bluetooth y sincronizar con la app.
3. Abrir la aplicación Alpha 1 en el móvil.
4. Seleccionar crear acción para acceder al editor de secuencias de la aplicación.

Figura 37

App editor de secuencia.



Nota la figura representa el editor de secuencia donde se añade los fotogramas de movimiento de programación de movimientos. Obtenido de Autor propio.

5. Seleccionar la articulación a programar manualmente el movimiento haciendo un clic.

Figura 38

Activación de extremidades.

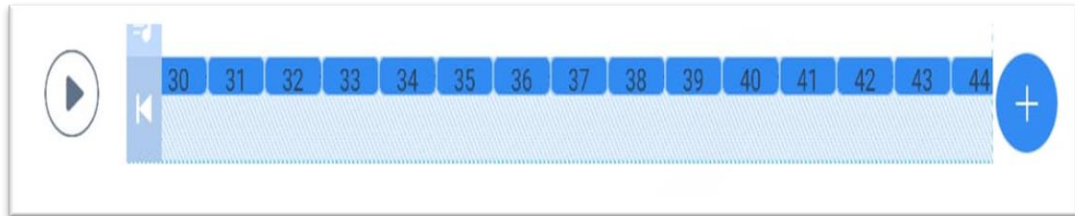


Nota. La figura representa la activación de las extremidades para realizar los movimientos que se desee programar y añadir en el secuenciador. Obtenida de Autor propio.

6. Añadir cada pose o movimiento en la línea del secuenciador.

Figura 39

Editor secuencias.

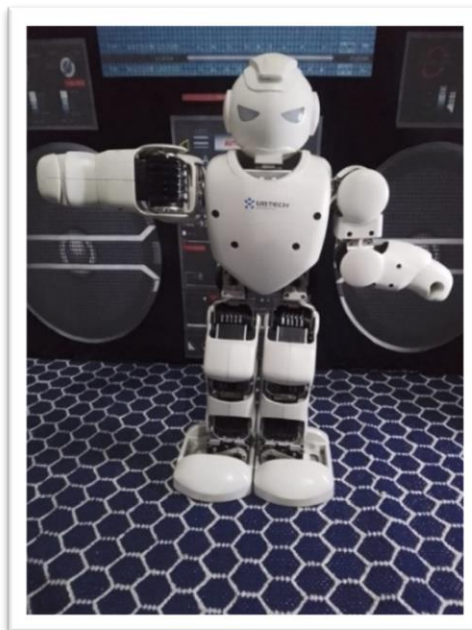


Nota. La figura representa el editor de secuencia añadido los pasos de la programación del baile merengue. Obtenida de Autor propio.

7. Presionar el botón de reproducción para ejecutar la secuencia de movimientos programados en el editor.

Figura 40

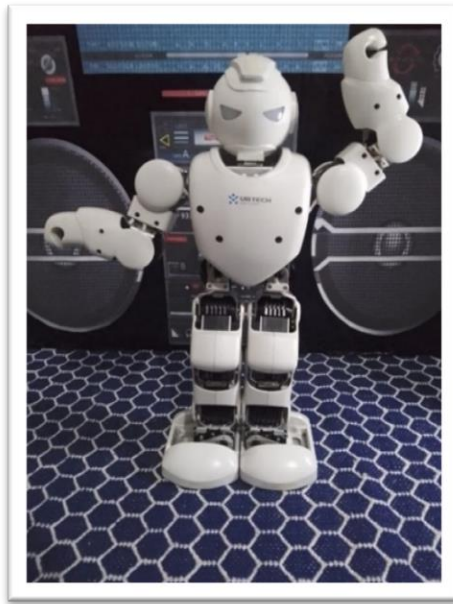
Robot Alpha baile 1



Nota. La figura representa movimientos circulares laterales programados de las articulaciones superiores en el baile merengue. Obtenido de Autor propio

Figura 41

Robot Alpha baile 1

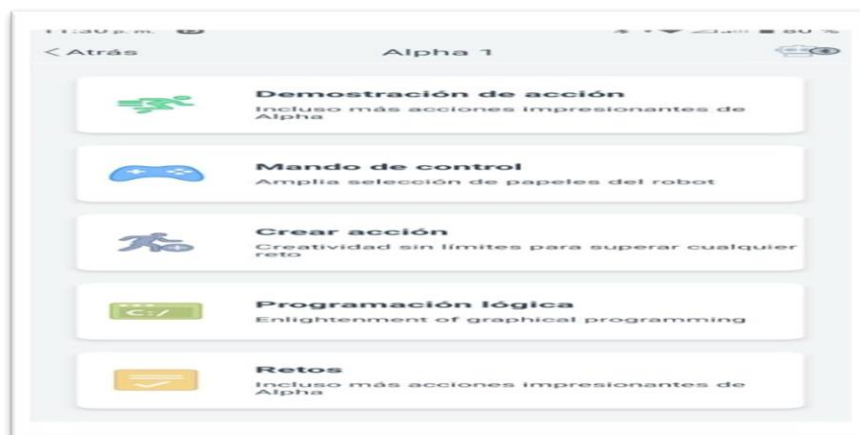


La figura representa movimientos laterales de arriba hacia abajo programados de las articulaciones superiores en el baile merengue. Obtenida de. Autor propio.

8. Presionar el botón guardar baile, seleccionamos un nombre, categoría de acción y descripción del baile

Figura 42

Guardar acción



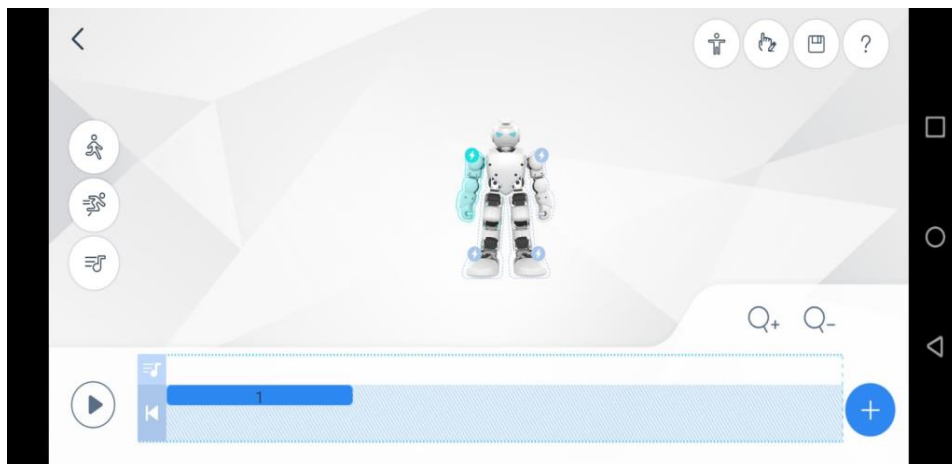
Nota. la figura representa la ventana de la app del robot alpha 1 donde se guarda la acción creada en este caso un set de baile. Obtenida de. Autor propio.

Pasos para la programación baile reggaetón.

1. Encender el robot Alpha 1.
2. Conectar el robot vía bluetooth y sincronizar con la app.
3. Abrir la aplicación Alpha 1 en el móvil.
4. Seleccionar crear acción para acceder al editor de secuencias de la aplicación.

Figura 43

App editor de secuencia



Nota la figura representa el editor de secuencia donde se añade los fotogramas de movimiento de programación de movimientos. Obtenida de. Autor propio.

1. Seleccionar la articulación a programar el movimiento haciendo un clic en la pantalla manualmente.

Figura 44

Activación de extremidades

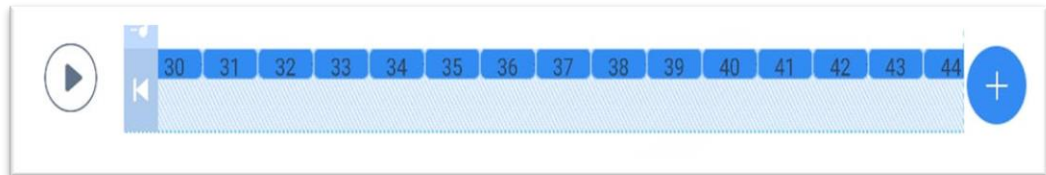


Nota. La figura representa la activación de las extremidades para realizar los movimientos que se desee programar y añadir en el secuenciador. Obtenida de Autor propio.

2. Añadir cada pose o movimiento de la coreografía programada en la línea del secuenciador.

Figura 45

Editor secuencias

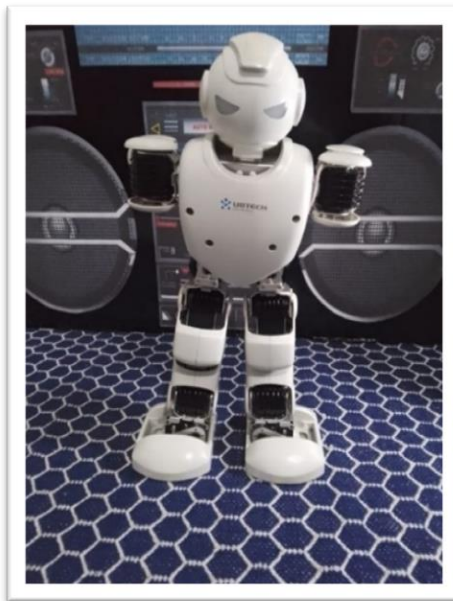


Nota La figura representa el editor de secuencia añadido los pasos de la programación del baile reguetón. Obtenida de. Autor propio.

3. Presionar el botón de reproducción para ejecutar la secuencia de movimientos programados en el editor.

Figura 46

Robot alpha 1 baile 2



Nota. La figura representa la programación de las actuaciones superiores realizando giros hacia atrás. Obtenido de. Autor propio.

Figura 47

Robot alpha 1 baile 2



Nota. La figura representa la programación de movimiento de las articulaciones inferiores realizando pasos en el piso. Obtenida de Autor propio.

4. Presionar el botón guardar baile, seleccionamos un nombre, categoría de acción y descripción del baile.

Figura 48

Guardar acción



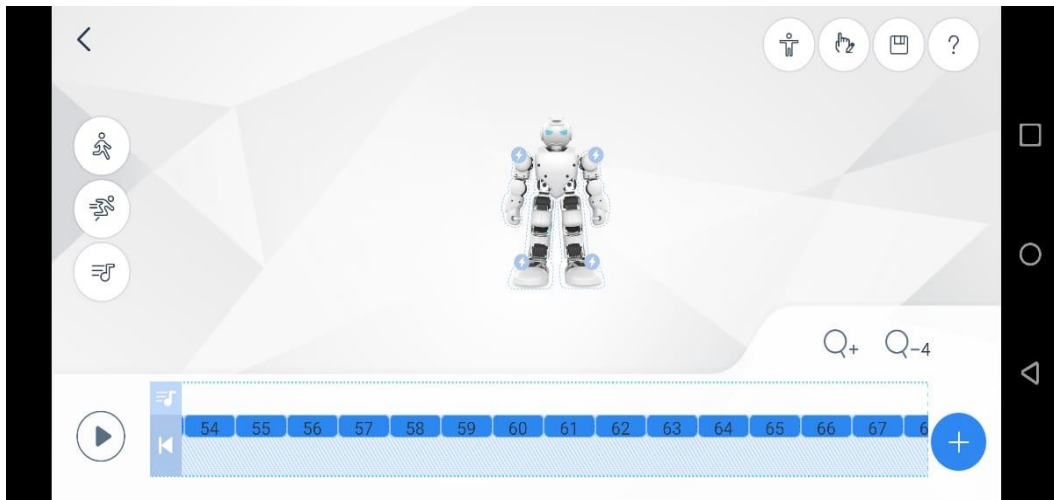
Nota. la figura representa la ventana de la app del robot alpha 1 donde se guarda la acción creada en este caso un set de baile. Obtenida de Autor propio.

Pasos para la programación baile salsa.

1. Encender el robot Alpha 1.
2. Conectar el robot vía bluetooth y sincronizar con la app
3. Abrir la aplicación Alpha 1 en el móvil
4. Seleccionar crear acción para acceder al editor de secuencias de la aplicación

Figura 49

App editor de secuencia



Nota la figura representa el editor de secuencia donde se añade los fotogramas de movimiento de programación de movimientos. Obtenida de Autor propio.

5. Seleccionar la articulación a programar el movimiento haciendo un clic en la pantalla manualmente.

Figura 50

Activación de extremidades

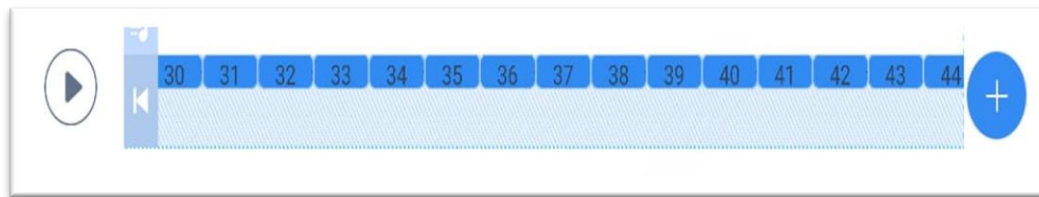


Nota. La figura representa la activación de las extremidades para realizar los movimientos que se desee programar y añadir en el secuenciador.

6. Añadir cada pose en la línea del secuenciador

Figura 51

Editor secuencias

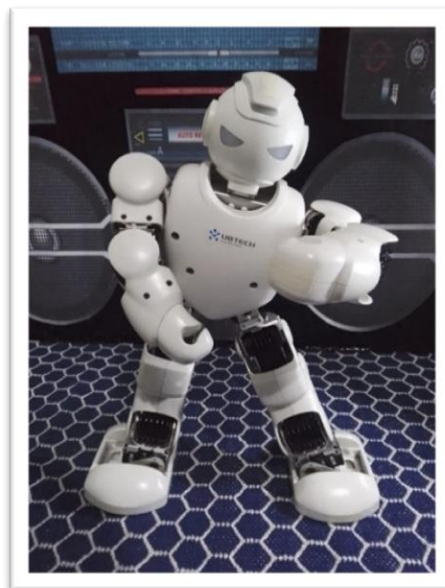


Nota La figura representa el editor de secuencia añadido los pasos de la programación del baile salsa. Obtenida de Autor propio.

7. Presionar el botón de reproducción para ejecutar la secuencia de movimientos programados en el editor.

Figura 52

Robot alpha 1 baile 3.



Nota. La figura representa la programación de movimiento de las articulaciones superiores e inferiores realizando movimientos coordinados y precisos. Obtenida de Autor propio.

Figura 53

Robot alpha 1 baile 3.



Nota. La figura representa la programación de movimiento de las articulaciones superiores e inferiores realizando movimientos coordinados y precisos.

8. Presionar el botón guardar baile, seleccionamos un nombre, categoría de acción y descripción del baile

Figura 54

Acción guardada.



Nota. la figura representa la ventana de la app del robot alpha 1 donde se guarda la acción creada en este caso un set de baile. Obtenida de Autor propio

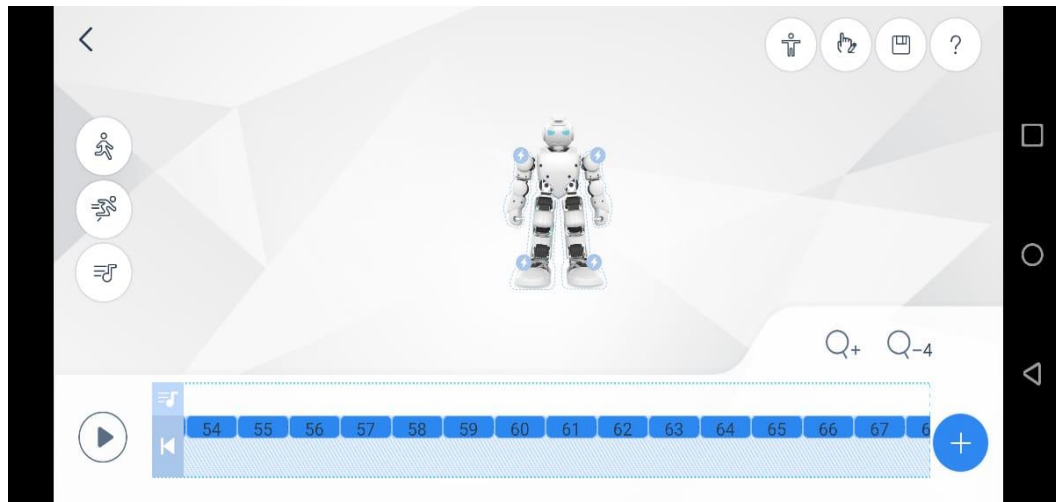
Pasos para la programación baile cumbia.

1. Encender el robot Alpha 1.
2. Conectar el robot vía bluetooth y sincronizar con la app

3. Abrir la aplicación Alpha 1 en el móvil
4. Seleccionar crear acción para acceder al editor de secuencias de la aplicación

Figura 55

App editor de secuencia.



Nota la figura representa el editor de secuencia donde se añade los fotogramas de movimiento de programación de movimientos. Obtenida de Autor propio.

5. Seleccionar la articulación a programar el movimiento haciendo un clic en la pantalla manualmente.

Figura 56

Activación de extremidades

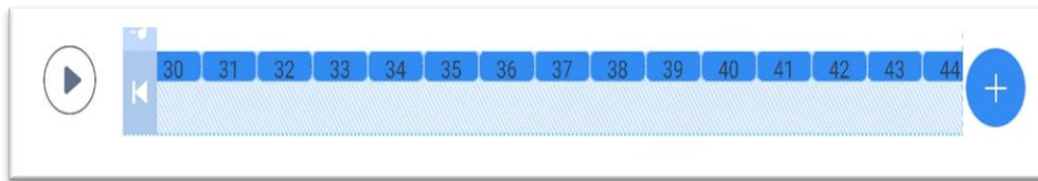


Nota. La figura representa la activación de las extremidades para realizar los movimientos que se desee programar y añadir en el secuenciador. Obtenida de Autor propio.

6. Añadir cada pose en la línea del secuenciador

Figura 57

Editor secuencias.



Nota La figura representa el editor de secuencia añadido los pasos de la programación del baile cumbia. Obtenido de Autor propio.

7. Presionar el botón de reproducción para ejecutar la secuencia de movimientos programados en el editor

Figura 58

Alpha robot baile 4



Nota. La figura representa la programación de movimiento de las articulaciones superiores e inferiores realizando movimientos coordinados y precisos.

Figura 59

Alpha robot baile 4

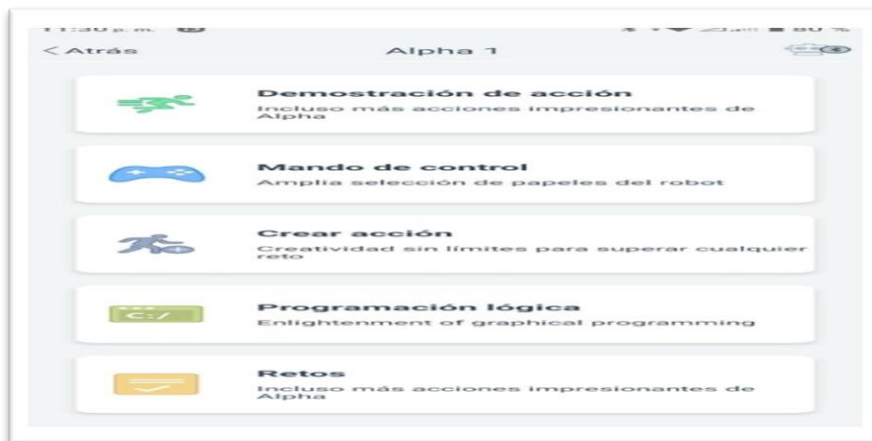


Nota. La figura representa la programación de movimiento de las articulaciones superiores e inferiores realizando movimientos coordinados y precisos.

9. Presionar el botón guardar baile, seleccionamos un nombre, categoría de acción y descripción del baile

Figura 60

Guardar acción



Nota. la figura representa la ventana de la app del robot alpha 1 donde se guarda la acción creada en este caso un set de baile. Obtenida de Autor propio.

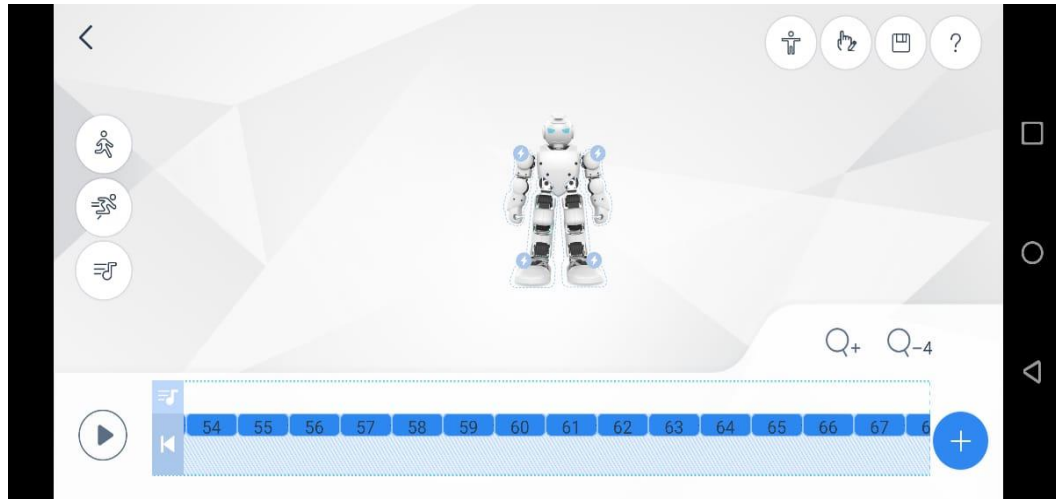
Pasos para la programación baile pop.

1. Encender el robot Alpha 1.
2. Conectar el robot vía bluetooth y sincronizar con la app
3. Abrir la aplicación Alpha 1 en el móvil.

4. Seleccionar crear acción para acceder al editor de secuencias de la aplicación.

Figura 61

App editor de secuencia



Nota la figura representa el editor de secuencia donde se añade los fotogramas de movimiento de programación de movimientos. Obtenida de Autor propio.

5. Seleccionar la articulación a programar el movimiento haciendo un clic en la pantalla manualmente.

Figura 62

Activación de extremidades.

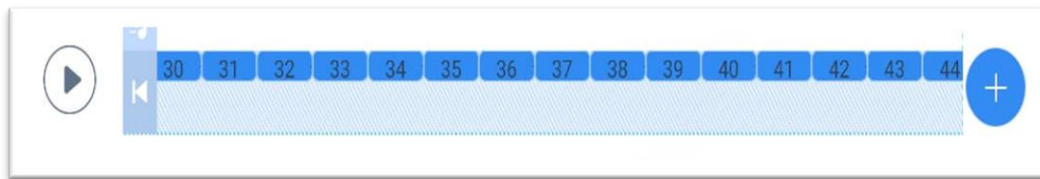


Nota. La figura representa la activación de las extremidades para realizar los movimientos que se desee programar y añadir en el secuenciador. Obtenida de. Autor propio.

6. Añadir cada pose en la línea del secuenciador

Figura 63

Editor secuencias

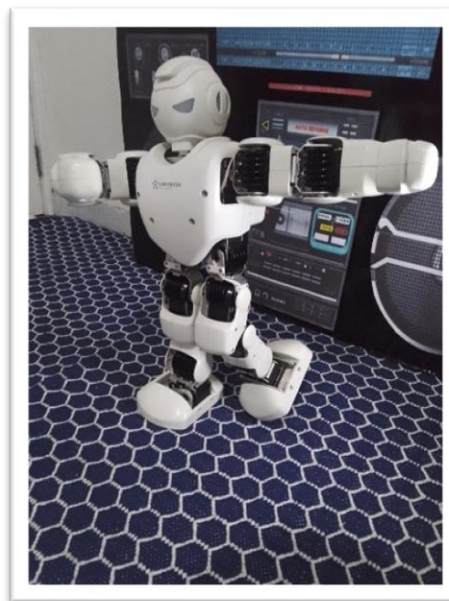


Nota La figura representa el editor de secuencia añadido los pasos de la programación del baile pop. Obtenida de Autor propio.

7. Presionar el botón de reproducción para ejecutar la secuencia de movimientos programados en el editor.

Figura 64

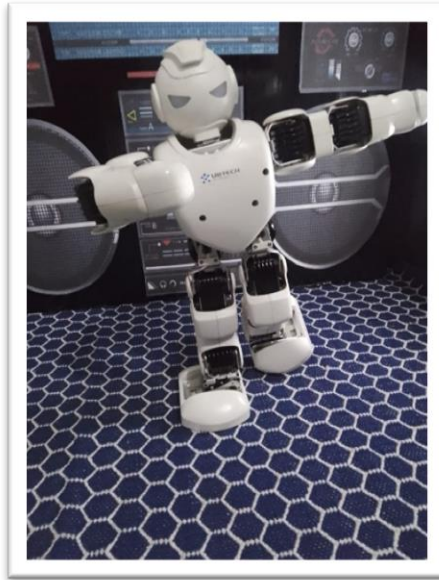
Robot alpha baile 5.



Nota. La figura representa la programación de movimiento de las articulaciones superiores e inferiores realizando movimientos laterales de izquierda a derecha.

Figura 65

Robot alpha baile 5.



Nota. La figura representa la programación de movimiento de las articulaciones superiores e inferiores realizando movimientos laterales de izquierda a derecha.

4.3Pruebas

Para evaluar el desempeño del robot Alpha 1 pro como bailarín se diseñaron y ejecutaron varias pruebas basadas en los criterios de precisión, fluidez, sincronización y expresividad. Estas pruebas permitieron analizar sus capacidades motrices y su desempeño en distintos tipos de baile, se ejecutaron varias prácticas de movimientos en un entorno controlado, con el robot en óptimas condiciones de batería y sobre un piso liso, para minimizar factores externos que pudieran afectar su rendimiento ya que el robot al disminuir el porcentaje de carga de su batería tiende a afectar en su rendimiento al momento de la ejecución de alguna coreografía.

4.3.1. Condiciones de pruebas: Para tratar de minimizar cualquier factor externo que pudiera influir en el desempeño del robot se establecieron condiciones controladas en cada prueba. Se busco garantizar que los resultados obtenidos fueran replicables y consistente.

Las condiciones establecidas fueron las siguientes:

- **Nivel de batería:** Se verifico que el robot estuviese con un 100% de carga antes de cada prueba de baile, con el fin de evitar variaciones en el desempeño debido a fluctuaciones en la energía.
- **Superficie de ejecución:** para realizar los diferentes tipos de coreografías se utilizó el robot en un área lisa, libre de irregularidades, para asegurar que los movimientos del robot no fueran afectados por desniveles.
- **Espacio de prueba:** Se selecciono un área lisa, amplia sin ningún tipo de obstáculo y con suficiente espacio para que el robot pueda ejecutar cualquier tipo de movimiento sin el riesgo de caídas bruscas.
- **Duración de la prueba:** cada baile que se realizó se ejecutó en su totalidad con tiempos personalizados para cada tipo de baile permitiendo evaluar desde el inicio hasta el final de la secuencia de movimientos.

Parámetro	Condición Establecida
Nivel de batería	100% cargada
Superficie de prueba	Piso liso
Espacio de ejecución	Libre de obstáculos sin riesgo de golpes bruscos
Cantidad de pruebas	Múltiples repeticiones por cada genero de baile
Duración de la prueba	Hasta completar la coreografía asignada

Nota la figura representa la tabla de condiciones de pruebas del robot alpha 1 pro. Obtenido de. Autor propio.

Figura 66

Robot alpha 1 área de baile.



Nota el grafico representa la superficie lisa y el área libre de obstáculos para ejecutar los diferentes tipos de baile. Obtenido de Autor propio.

Figura 67

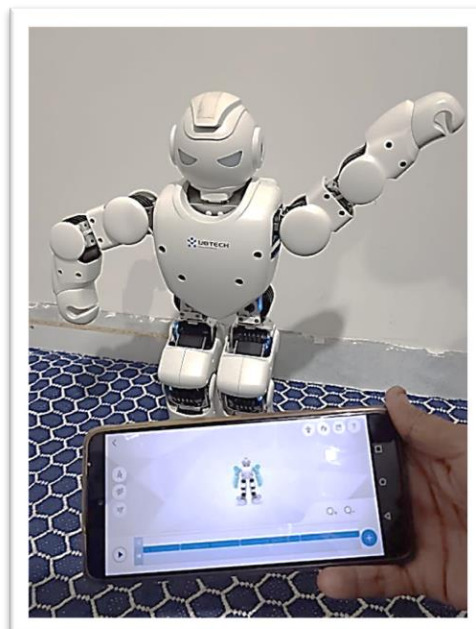
Batería robot alpha 1



Nota. la figura representa la carga 100% completa de la batería para ejecutar los bailes sin algún tipo de desfase. Obtenida de. Autor propio.

Figura 68

Alpha 1 app programación.



Nota. la figura representa la cantidad de pruebas programadas que se ejecutaron. Obtenida de Autor propio.

4.3.2. Géneros evaluados y tipos de movimientos.

Dado que cada género musical presenta distintas características rítmicas y de movimiento diferente, se seleccionaron 5 géneros con patrones de baile específico, cada uno de ellos represento un conjunto de desafíos distintos para el robot, permitiendo analizar su capacidad de adaptación a diferentes tipos de coreografías.

Tabla de ritmos musicales

Genero	Características principales	Movimientos evaluados
Reguetón	Ritmo urbano con énfasis en la cadera y desplazamientos repetitivos.	Desplazamientos laterales flexiones de rodilla, balanceo de cadera.
Salsa	Pasos lentos con cambios de peso y movimientos fluidos de brazos.	Coordinación de brazos y piernas, movimientos de un lado hacia el otro.
Cumbia	Paso base lateral con balanceo rítmico y levantamiento de piernas.	Paso básico balanceo de caderas levantamiento de piernas.
Pop	Movimientos expresivos cambios de ritmo y variaciones dinámicas.	Saltos transiciones rápidas, cambios de dirección y velocidad.
Merengue	Movimiento continuo de pies con cambios de dirección y simetría en el movimiento.	Paso base con desplazamiento cambios de dirección coordinación de extremidades.

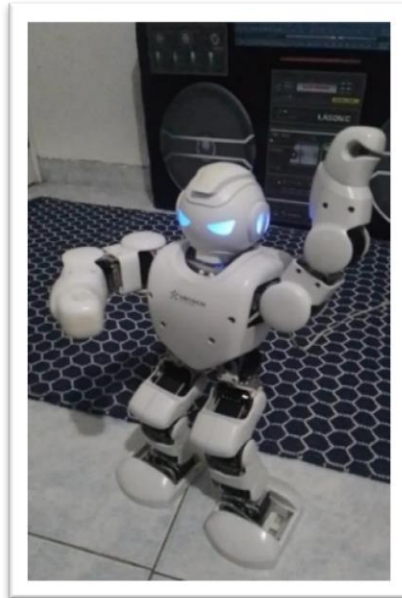
Cada uno de los géneros evaluados presento diferentes niveles de exigencia para el robot. Algunos como la cumbia y el merengue requieren movimientos más repetitivos y controlados, mientras que el reguetón y del género pop demandan una mayor expresividad y movilidad de las articulaciones.

- **Video del robot Alpha 1 pruebas de movimientos con diferentes tipos de ritmos musicales.**

https://mega.nz/file/so4FRYbJ#D_vS4-gs_IQwD4S2xIY1eFwaxgmdSt2s5BFxYC8D0Mc

Figura 69

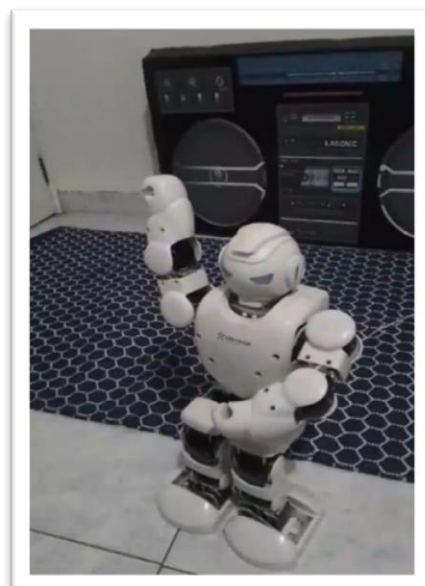
Robot alpha evaluación 1.



Nota. la figura representa una práctica de baile con el ritmo de salsa. Obtenida de. Autor propio.

Figura 70

Robot alpha evaluación 2.



Nota. la figura representa una práctica de baile con el ritmo de merengue. Obtenida de. Autor propio.

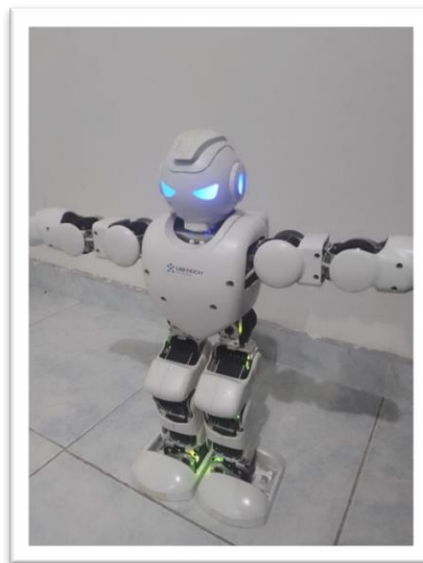
4.3.3. Instrumentos de evaluación

Para obtener datos objetivos y cuantificables sobre él se desempeñó del robot alpha 1 se utilizaron algunas herramientas de evaluación y técnicas de análisis. Cada instrumento de evaluación fue seleccionado estratégicamente para medir aspectos claves como la fluidez de movimientos, sincronización y expresividad del robot en comparación de un humano.

- **Grabaciones de video:** Se registraron cada una de las pruebas que se lograron ejecutar permitiendo un análisis más detallado de los movimientos del robot en diferentes momentos en que se realizó las prácticas de los distintos bailes programados para ello se ha realizado varias grabaciones de las pruebas realizadas con cámara de video de alta definición.

Figura 71

Video cámara



Nota. la figura representa una práctica de baile con el ritmo de merengue. Obtenida de. Autor propio.

Video robot Alpha 1

<https://mega.nz/file/Vp4xiTpJ#hZlQffmdu3Naizhv9gdjeUni3y9p4D7481frMbCjgPY>

- **Comparación con referencias humanas:** Uno de los aspectos más importantes de la evaluación del desempeño del robot alpha 1 pro como bailarín es la comparación con referencias humanas dado que el objetivo del robot es ejecutar movimientos de baile de manera fluida y precisa es fundamental contrastar su rendimiento con el de un bailarín humano que realice las mismas coreografías, también se analizaron las coreografías realizadas por bailarines humanos para identificar diferencias significativas entre la ejecución robótica y la humana.

Figura 72

Robot alpha comparación baile humano.



Nota la figura representa una comparación de movimientos de baile con un humano. Obtenida de. Autor propio.

- **Escala de calificación:** se realizó una tabla y se utilizó una escala del 1 al 5 para evaluar cuatro criterios de desempeño clave: precisión, fluidez, sincronización y expresividad.

Tabla puntaje calificación

Puntaje	Descripción
1	Deficiente: el robot no ejecuta el movimiento correctamente
2	Insuficiente: existen errores significativos en la ejecución
3	Aceptable: movimientos básicos correctos, pero con fallas en fluidez
4	Bueno: Movimientos bien ejecutados con pequeños detalles a mejorar
5	Excelente: movimientos precisos, naturales y expresivos

4.3.4 Criterios de evaluación.

A continuación, se presentan los criterios específicos para la medición de fluidez y sincronización, organizados en tablas para poder facilitar su comprensión. El tiempo de transición es un criterio clave en la evaluación de la fluidez de un robot bailarín. Este aspecto se refiere al intervalo de tiempo que el robot tarda en pasar de una pose a otra lo que influye directamente en la percepción de la suavidad de sus movimientos. Un robot con tiempos de transición cortos y consistentes logra una sensación de movimiento fluido como si se tratara de una secuencia continua. Por el contrario, transiciones largas o descoordinadas pueden generar la impresión de que el robot está saltando de un movimiento a otro lo que se traduce en una ejecución menos natural.

Evaluación de fluidez: La fluidez de movimientos se evaluó con métricas objetivas y observaciones cualitativas como se muestra en la siguiente tabla.

Criterio	Descripción	Método de medición	escala
Tiempo de transición entre movimientos	Se mide el tiempo promedio en milisegundos entre movimientos consecutivos	Análisis en video de los movimientos	Optimo 100-300 ms Regular 301 – 500 Deficiente >500
Velocidad y aceleración del movimiento	Se analiza si los cambios de velocidad son progresivos y abruptos	Sensores del robot	Variación: progresiva. Regular: cambios moderados. Deficiente: Cambios bruscos
Suavidad en la trayectoria	Se observa si las trayectorias de los brazos y piernas son continuas o presentan pausas bruscas	Análisis de video de los movimientos	Trayectorias curvas o continuas. Regular: ligera discontinuidad Deficiente: movimientos segmentados

Evaluación de sincronización

La sincronización del robot con la música se midió considerando precisión temporal y alineación con el ritmo. Este concepto se refiere a la capacidad que tiene el robot humanoide para poder ejecutar movimientos que se encuentren alineados con el tiempo de la música o con un bailarín humano, garantizando que cada movimiento que se a ejecutado este se encuentre coordinado con el ritmo. Para poder lograr una sincronización perfecta el robot debe ser capaz de interpretar con precisión las variaciones de la música y adaptar sus movimientos en tiempo real tratando de ajustarse a los cambios de ritmo y evitando desajustes evidentes.

Criterio	Descripción	Método de medición	Escala
Coincidencia con los golpes bpm de la música	Diferencia de tiempo entre los movimientos clave y los golpes rítmicos	Comparación de video con análisis del bpm de las canciones	Optimo <100ms. Regular: 101 – 250 ms Deficiente: >250ms
Precisión en los cambios de ritmo	Capacidad del robot para adaptarse a variaciones en la velocidad de la música	Comparación con canciones con diferentes tiempos bpm	Optimo: Responde correctamente. Regular: ligero desfase. Deficiente: desincronización notoria
Coordinación con un bailarín humano	Comparación de movimientos entre el robot y un bailarín de referencia	Superposición de video cuadro por cuadro	Optimo: movimientos en simultaneo Regular: Ligeros desfases Deficiente: desajuste evidente

Evaluación subjetiva

Se aplico un cuestionario a tres personas que poseen cualidades de baile para obtener una valoración cualitativa de la fluidez y sincronización

Pregunta	Escala de respuesta (1 / 5)
¿Qué tan fluidos percibes los movimientos del robot?	1 = robóticos 5 = naturales
¿El robot mantiene un ritmo constante sin pausas abruptas?	1 = no lo logra, 5 = lo logra completamente
¿Los movimientos se encuentran bien alineados con la música?	1 = Totalmente desincronizado, 5 Perfectamente sincronizado
Que tan bien coordina el robot como un bailarín	1 = Descoordinación total, 5 = Coordinación exacta

Video de sincronización y fluidez robot Alpha 1 pro

https://mega.nz/file/pxIHxKDR#MKsGulSIEkVuOG9mZVq_b0LI8ENJSiVfys9fuNsxAJE

4.4 Resultados

Uno de los aspectos mas impresionantes de la participación del robot alpha 1 pro en la competencia de robots bailarines fue su fluidez y sincronización en la ejecución del set musical realizado. Lo que contribuyo significativamente a su éxito en el evento de competencias. La fluidez, entendida como la capacidad de encadenar movimientos de manera natural y sin ningún tipo de interrupciones abruptas. Durante la competencia el robot alpha 1 pudo lograr ejecutar 5 tipos distintos de bailes sin ningún tipo de fallo evidente, mostrando un alto nivel de cohesión en cada secuencia de movimientos. A diferencia de otros competidores, que presentaron dificultades en poder ejecutar movimientos con un alto grado de dificultad el robot alpha 1 pudo mantenerse en un ritmo continuo, lo que le permitió destacar entre los demás robots humanoides de competiciones.

4.4.1 Desarrollo de la competencia y evaluación de la fluidez

La competencia de baile robótico se estructuro en varias rondas, donde los robots participantes debían ejecutar un set de coreografías con diferentes tipos de ritmos musicales. El robot humanoide alpha 1 se destacó por completar cada baile de manera fluida y sin interrupciones lo que genero una respuesta positiva en el publico y los jueces que conformaron el jurado. Los jueces evaluaron la continuidad del movimiento, observando si el robot lograba mantener la cohesión en sus desplazamientos sin evidenciar algún tipo de bloqueo desfase o interrupciones en su ritmo. El robot alpha 1 pro demostró una clara ventaja en la ejecución fluida de los bailes programados logrando transiciones naturales entre cada movimiento sin perder la sincronización ni la estabilidad.

4.1.2 Sincronización con la música.

El robot humanoide alpha 1 pro pudo lograr un acoplamiento del 94% con el ritmo musical, lo que significa que la gran mayoría de sus movimientos coinciden con los tiempos de los bpm de la música. Sin embargo, en bailes con cambios de ritmo mas exigentes como la cumbia se observó un leve retraso en la ejecución de ciertos pasos

4.1.3 Expresividad y estilo

Aunque la expresividad es un gran desafío para los robots humanoides el robot alpha 1 pro logro transmitir mucho dinamismo mediante inclinaciones de su torso, movimientos en el piso y variaciones en la su postura. En bailes como salsa y pop donde las poses y el ritmo son clave, el robot obtuvo una puntuación de mas del 80% en expresividad un resultado destacable dentro de lo que cabe en sus limitaciones mecánicas

5 CAPITULO V

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Análisis del funcionamiento del Robot humanoide Alpha 1 pro como robot bailarín a permitido extraer varias conclusiones importantes visto desde el punto de vista técnico, artístico y funcional. Las conclusiones se derivan de las pruebas experimentales realizadas, el análisis de datos y la comparación entre diferentes coreografías y estilos de programación.

5.1 Conclusiones

Capacidad de ejecución de movimientos.

Precisión de movimientos: El robot humanoide Alpha 1 pro demuestra una alta precisión en la ejecución de movimientos sencillos y moderadamente complejos, especialmente en trayectorias predefinidas lo que indica que su diseño mecánico y sus actuadores son efectivos para realizar tareas controladas y repetitivas. Sin embargo, cuando se intenta realizar movimientos complejos o rápidos como inclinaciones giros y secuencias rápidas el nivel de precisión disminuye significativamente, esto se debe a las limitaciones en la velocidad y capacidad de respuesta de los actuadores, así como la estabilidad del robot cuando se enfrenta a secuencias con cambios rápidos de dirección.

Fluidez de los movimientos: En general los movimientos son más robóticos y notoriamente menos naturales en comparación a los movimientos humanos, esto se debe a las limitaciones intrínsecas de los motores servo y la falta de flexibilidad en las articulaciones. Los movimientos tienden a ser segmentados y en algunos casos presentan pequeñas interrupciones o titubeos en especial cuando el robot intenta cambiar de postura rápidamente, la falta de elasticidad natural en los actuadores limita la capacidad para poder realizar movimientos fluidos continuos, algo que es fundamental en el contexto artístico del baile.

Sincronización con la música: El robot alpha 1 pro logro sincronizar sus movimientos con música y adaptarse a los cambios de ritmos durante el set musical predeterminado, pero se observaron ligeros desfases en movimientos mucho más complejos, la sincronización con el ritmo es mucho más precisa en coreografías básicas, donde el robot puede seguir patrones de movimientos predefinidos sin la necesidad de realizar cambios bruscos, en algunos estilos de baile que requieren adaptaciones

dinámicas a variaciones en la música como en géneros como el rap o la música clásica con variaciones de tempo, el robot presenta dificultades para tratar de ajustarse en tiempo real.

Desempeño y Batería: A medida que la carga de la batería se va agotando el rendimiento del robot humanoide disminuye considerablemente, esto se manifiesta en una menor precisión en la ejecución de movimientos, así como la pérdida gradual de velocidad y respuesta de los actuadores, en coreografías de larga duración, el desgaste de la batería se puede notar al momento de ejecutar movimientos estos tienden a ralentizarse y por ende ser menos precisos, lo que afecta negativamente la fluidez en general de las coreografías.

Limitaciones de Programación: Aunque el software del robot Alpha 1 es accesible y permite la personalización de coreografías, existen restricciones en términos de granularidad con las que se pueden ajustar los movimientos, las coreografías personalizadas requieren ajustes manuales detallados y la falta de retroalimentación en tiempo real hace complicado tratar de optimizar la fluidez y precisión sin múltiples iteraciones de pruebas y error.

5.2 Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos y el análisis detallado del robot Alpha 1 pro como robot bailarín se propone las siguientes recomendaciones para poder lograr mejorar su funcionamiento y así poder explorar diferentes líneas de investigación y desarrollo.

Mejoras en el Diseño Técnico.

Actuadores más avanzados: Una recomendación clave es la actualización de los actuadores del robot Alpha 1 pro con motores de mayor velocidad y precisión, así como la incorporación de actuadores con mayor capacidad para manejar cargas variables. Esto permitiría al robot realizar movimientos con mayor fluidez particularmente en coreografías que requieren cambios rápidos o movimientos más expresivos.

Sistema de Estabilización Integrado: Se recomienda Implementar un sistema de sensores giroscópicos o acelerómetros más avanzados para tratar de mejorar el balance del robot durante movimientos complicados. Esto ayudaría a minimizar caídas y mejorar la estabilidad en secuencias de baile que involucren giros o movimientos rápidos de cambio de dirección.

Optimización de uso de Energía: La batería del Robot Humanoide Alpha 1 pro tiene una duración limitada al momento de realizar secuencias de baile prolongadas. Se

recomienda optimizar la gestión de energía del robot para reducir el consumo durante movimientos menos exigentes. Lo que permitiría extender la duración de la batería sin comprometer el rendimiento del robot.

Mejoras en el Software de Programación: Se recomienda desarrollar o integrar un software de programación más avanzada que permita ajustar los movimientos con una mayor precisión y que pueda adaptar las coreografías a diferentes ritmos musicales en tiempo real, además la incorporación de algoritmos de aprendizaje automático permitiría que el robot aprenda de sus propios errores de movimiento y mejore su desempeño tras varias iteraciones.

Sincronización Musical en Tiempo real: Se recomienda la capacidad del robot humanoide Alpha 1 pro para poder adaptarse dinámicamente a la música en tiempo real, integrando software de detección de tempo y ritmo para que el robot pueda sincronizar sus movimientos a medida que la música cambia, sin depender exclusivamente de secuencias preprogramadas.

5.3 Referencias

Tecnológico Universitario Rumiñahui. (2019). *Bienestar Institucional*. Obtenido de <https://ister.edu.ec/bienestar-institucional-2/>

Amazon. (s.f.). *UBTECH Robot humanoide Alpha 1 Pro*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/UBTECH-Robot-humanoide-Alpha-Pro/dp/B06XT3F6Q8#:~:text=Alpha%201%20pro%20es%20un,problemas%20en%20una%20sola%20aplicaci%C3%B3n.>

Casual Robots. (2016). *Robot Alpha 2*. Obtenido de https://islavisaual-labs.com/casual2/robots/alpha_2

Grupo Esneca TV. (s.f.). *Dinámica en robótica*. Obtenido de <https://gruposneca.tv/contenidos/cinematica-y-dinamica-en-robotica-2/>

LinkedIn. (30 de Agosto de 2023). *Cómo usar controladores PID para robótica*. Obtenido de [https://es.linkedin.com/advice/0/how-can-you-use-pid-controllers-robotics-skills-robotics?lang=es&lang=es#:~:text=El%20ajuste%20de%20los%20controladores,utilizando%20diferentes%20m%C3%A9todos%20y%20criterios.lmklm. \(3333\). kmlkm. lmlm: lmk.](https://es.linkedin.com/advice/0/how-can-you-use-pid-controllers-robotics-skills-robotics?lang=es&lang=es#:~:text=El%20ajuste%20de%20los%20controladores,utilizando%20diferentes%20m%C3%A9todos%20y%20criterios.lmklm. (3333). kmlkm. lmlm: lmk.)

NEXOS CIENTÍFICOS. (26 de 06 de 2020). *Aplicación del Robot Alpha 1 como una herramienta tecnológica*. Obtenido de [https://nexoscientificos.vidanueva.edu.ec/index.php/ojs/article/view/10/221ñkñ. \(s.f.\). ñ, ñ, lkñ.](https://nexoscientificos.vidanueva.edu.ec/index.php/ojs/article/view/10/221ñkñ. (s.f.). ñ, ñ, lkñ.)

Osborne-Walker, S. (18 de Noviembre de 2016). *Revisión de UBTech Alpha 1 Pro*. Obtenido de <https://www.trustedreviews.com/reviews/ubtech-alpha-1-pro>

Roboticoss. (Octubre de 2020). *La cinemática en la robótica*. Obtenido de <https://roboticoss.com/la-cinematica-en-la-robotica/>

Robots México. (2019). *Jimu Robot Astrobot*. Obtenido de <https://www.robotsmexico.mx/Astrobot/index.html>

Robots.nu. (2014). *Robot Lynx con Amazon Alexa*. Obtenido de <https://robots.nu/es/robot/lynx#:~:text=Ubttech%20describe%20el%20Lynx%20como,e ventos%20y%20las%20alertas%20de>

UBTECH Robotics. (s.f.). *Alpha-1E-UBTECH*. Obtenido de https://www.ubtrobot.com/en/consumer/humanoidRobots/alphaSeries/Alpha1E?srsId=AfmBOooTJgM_5JccwLTD1giLOdWJcxUxeFIzXyCHIavywWNxMMVYbaIz

UBTECH Robotics. (s.f.). *Robots Humanoides*. Obtenido de <https://www.ubtrobot.com/en/consumer/humanoidRobots/alphaSeries/AlphaMini>

YANAPA. (24 de Julio de 2019). *Alpha 1Pro Robot Humanoide*. Obtenido de <https://www.yanapa.net/wp/?p=40775>

ANEXOS

Anexo 1

Ficha técnica del robot Alpha 1.

Características	Especificaciones
Fabricante	UBTECH Robotics
Modelo	Alpha 1 pro
Altura	40cm
Peso	1.65 kg
Material	Aleación de aluminio y plástico
Batería	7.4V 2.200 mAh
Autonomía	Aprox 60 minutos
Tiempo de carga	1 hora
Cantidad de servomotores	16 grados de libertad
Tipo de servomotores	Digitales de alta precisión
Rango de movimiento	Completo en brazos piernas y torso
Conectividad	Bluetooth 4.0
Compatibilidad de software	Ubtch Alpha 1 APP Android e IOS
Programación	Bloques gráficos
Capacidades	Baile, artes marciales, ejecución de comandos programados

Anexo 2

Programación en blockly.

Blockly es un lenguaje de programación visual basado en bloques que permite programar robots como el alpha 1 sin necesidad de escribir código en texto se lo utiliza con la aplicación ubtech alpha app y facilita la creación de secuencias de movimientos mediante una interfaz intuitiva. A continuación, se creo un programa como ejemplo para conocer la programación en bloques y se detalla los pasos a seguir.

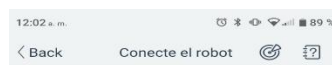
- Paso 1: Encender el robot alpha 1 con el botón power on ubicado en la parte trasera del robot como indica la figura.



- Paso 2: Al momento de encender el robot se verifica si los leds de los ojos y del cuerpo humanoide se encienden, esto indica que el robot esta listo para la conexión bluetooth.



- Paso 3: Una vez verificado el encendido se procede a la conexión vía bluetooth con el teléfono Android



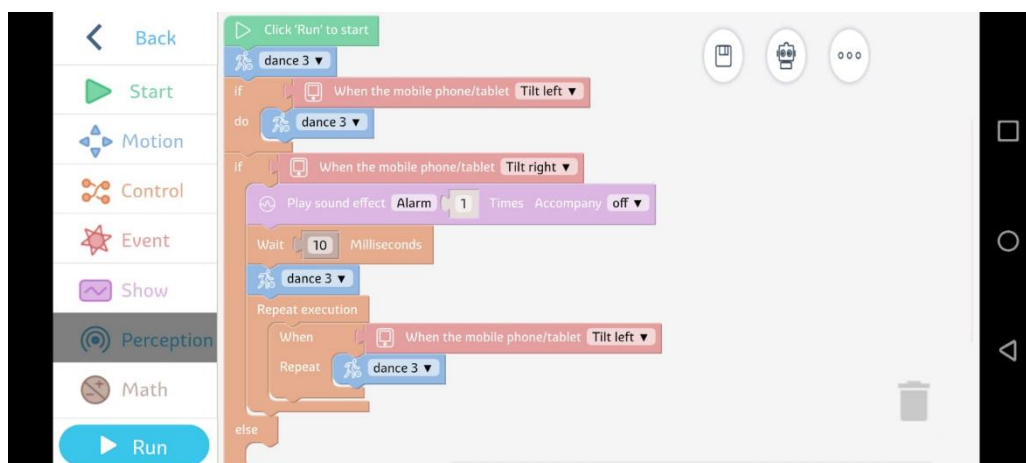
- Paso 4: Una vez realizado la sincronización mediante bluetooth se ingresa a la aplicación y se presiona el botón Programación Lógica.



- Paso 5: Se despliega la pantalla principal donde se realizará la programación en bloques

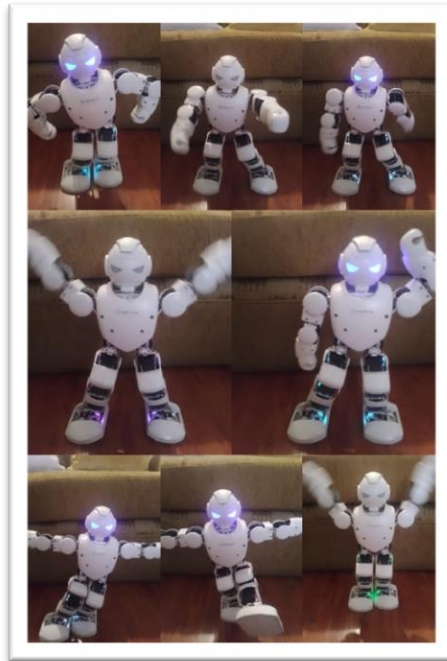


- Paso 6: se procede a realizar la programación utilizando los siguientes comandos Start – Motion – Control – Event – Show – Perception - Math



- Paso 7: En el siguiente paso se explica la realización de la programación en bloques
1. Clic en el botón motion y se selecciona GET UP dance 3.
 2. Clic en el botón control y se añade una condición If el cual indica que si el móvil se encuentra con un giro a la izquierda realizara el siguiente baile, caso contrario si el móvil no se encuentra con el giro a la izquierda este no realizara ninguna acción.
 3. Al momento de culminar el baile 3 se añade otra condición If esta vez si el móvil se encuentra con giro a la derecha este proseguirá y realizará el sonido de una alarma 1 sola vez.

4. Una vez que haya culminado el sonido de alarma este esperara un tiempo aproximado de 10 milisegundos y procede a realizar el tercer baile dance 3.
5. Una vez ejecutado el baile dance 3 se presiona el botón control y se añade una condición de repetición **when repeat** el cual hará que el baile anteriormente se ejecuta y se repita.



6. para guardar la programación realizada basta con dar un clic en el botón guardar acción y esta se guardará automáticamente en la carpeta mis archivos

Video Programado En Blockly

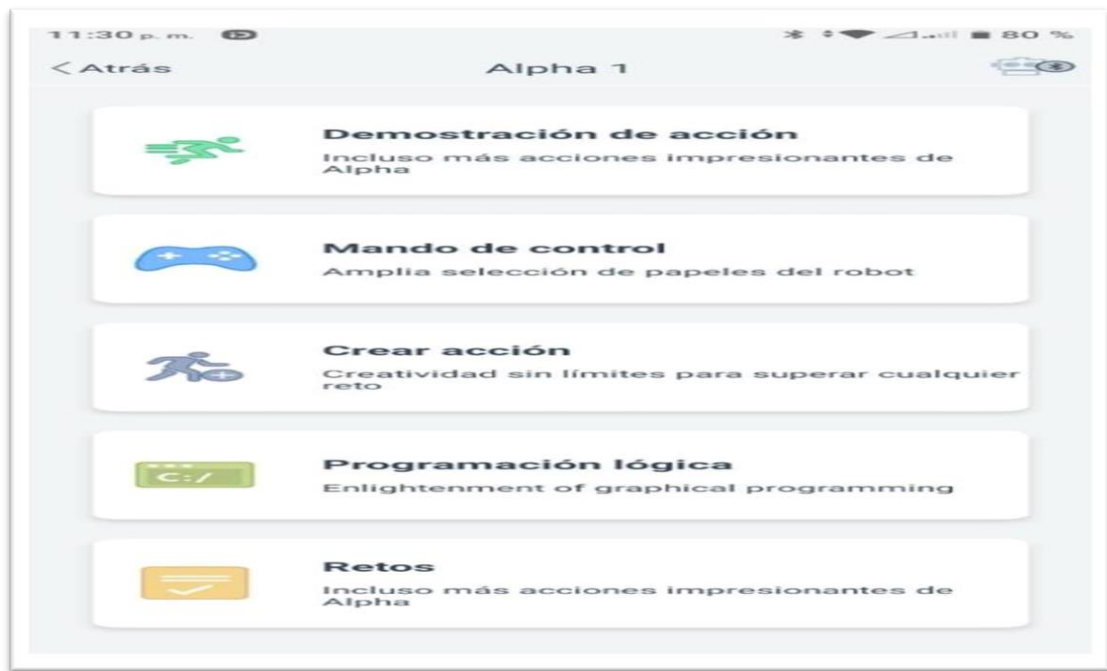
<https://mega.nz/file/hoBSFI5J#sDqe4tUV6nS1adU5eyM6NQ5257QyCVvXsPy0F4g9Q3M>

Anexo 2

Programación en Visual 3d.

El programa visual 3d es una plataforma de simulación y animación que permite visualizar y programar los movimientos del robot humanoide. Este software es utilizado para diseñar coreografías, evaluar su desempeño en baile y ajustar sus movimientos con precisión. El programa ofrece una interfaz grafica amigable que permite al usuario interactuar fácilmente con las herramientas de programación, también ofrece un entorno de programación 3d donde los usuarios pueden diseñar y simular movimientos del robot

en un espacio 3d, facilitando la visualización y ajustes de las secuencias. El software posee una función de pose la cual permite al usuario posicionar manualmente al robot en una determinada pose grabar esa posición y luego reproducirla, a continuación, se realizará una simulación de movimientos en el software visual 3d

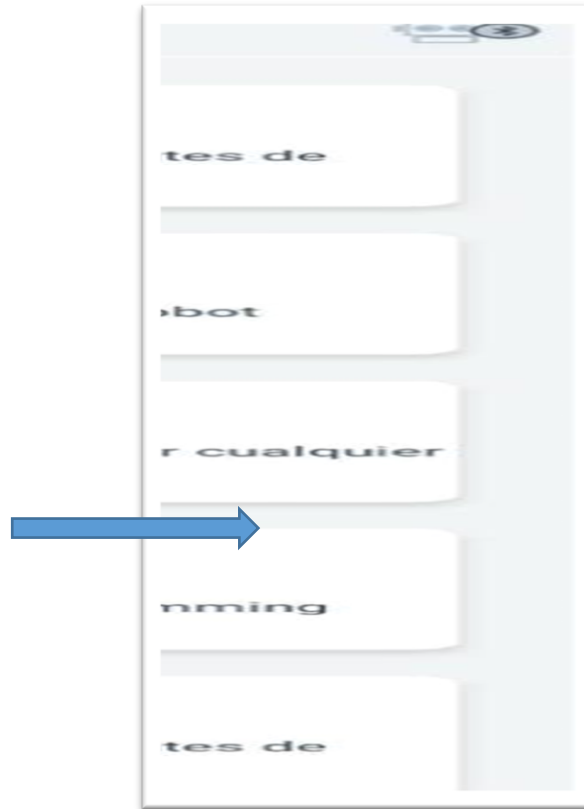


- Paso 1. La conexión robot computador se realiza mediante cable usb v8 para ello se debe tener instalado el software visual 3d en el computador



- Paso 2. Una vez conectado el robot automáticamente se sincronizará con el software

- Paso 3. Para realizar los movimientos se debe activar el servomotor de la articulación a programar ya que este al encontrarse activado hará que las articulaciones puedan ser manipuladas manualmente



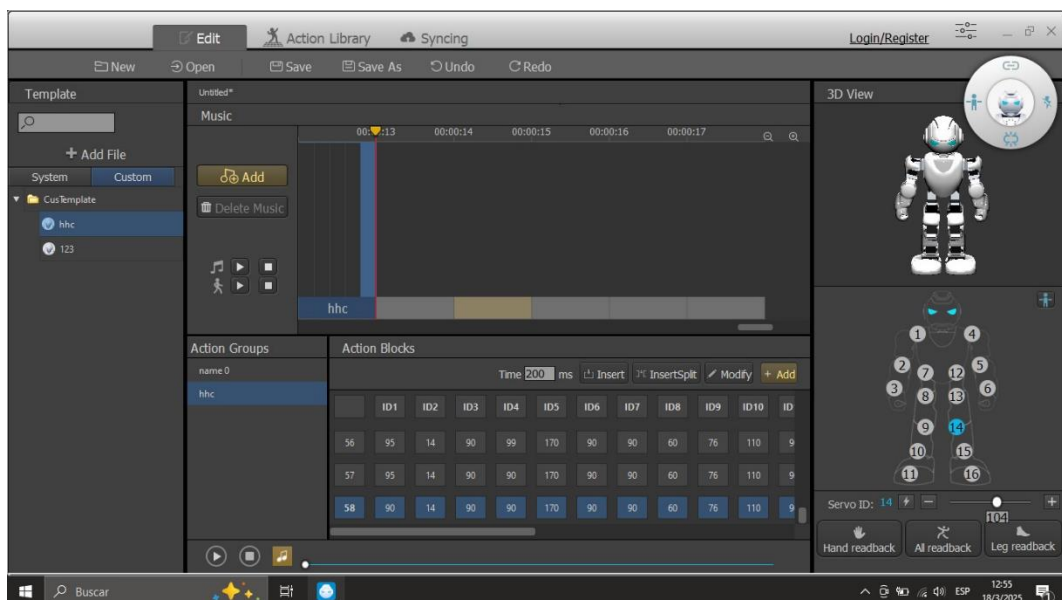
Video de los movimientos añadidos con el software visual 3d

https://mega.nz/file/w8hhkAgD#Z8Fmxrh7DZp-dsgWcAAB_APYQCaMOWTr-cl93KfF2y0

Paso 4 Una vez activado el servotor de la articulación a programar se procede a presionar el botón add y automáticamente el movimiento se añade al editor de secuencias.



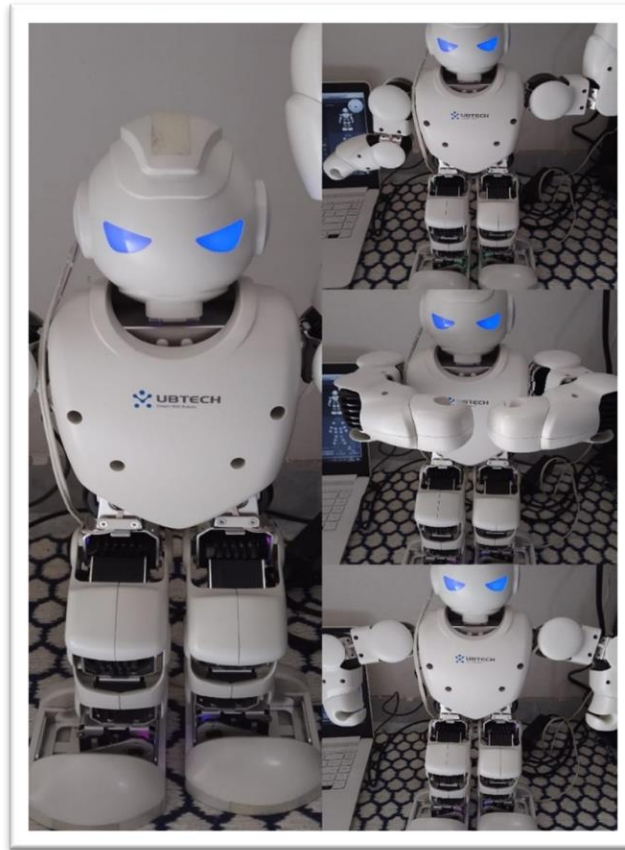
Paso 5 para poder reproducir la secuencia de movimientos agregados al editor se debe presionar el botón de reproducción y automáticamente el bucle de movimientos empezara a reproducirse secuencialmente



Video de la secuencia de baile

https://mega.nz/file/poZkmZCQ#HjfSOhf6R9xMOHnuOt_Bqn476fu5Al52ufGndTISbRk

Fotografías de la secuencia realizada en visual 3d



Paso 5 una vez que se a reproducido el set de baile creado se procede a guardar el proyecto presionando el botón save as y automáticamente se creara el archivo.

