



**UNIVERSIDAD
GERARDO BARRIOS**
Líderes en Gestión del Conocimiento



Unidad de Investigación
Centro Regional de Usulután

Alan T. un Robot de Servicio de la Universidad Gerardo Barrios

Informe Técnico de Investigación

Abiud Ademir Bermúdez Aguilar

El Salvador, 2021



**UNIVERSIDAD
GERARDO BARRIOS**
Líderes en Gestión del Conocimiento



Centro Regional de Usulután

Unidad de Investigación

Alan T. un Robot de Servicio de la Universidad Gerardo Barrios

Informe parcial de Investigación

Abiud Ademir Bermúdez Aguilar

El Salvador, 2021

Editorial Universidad Gerardo Barrios

Alan T. Un robot de servicio de la Universidad Gerardo Barrios

2ª Edición

Abiud Ademir Bermúdez Aguilar

Informe Técnico de Investigación 2021

Unidad de Investigación

© Universidad Gerardo Barrios, 2021

ISBN 978-99983-57-11-2 (E-Book, pdf)

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni parcial ni totalmente, ni registrada en/o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni formato, por ningún medio, sea mecánico, fotocopiado, electrónico o cualquier otro sin el permiso previo y por escrito de la editorial.

editorial@ugb.edu.sv

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
METODOLOGÍA	9
RESULTADOS	12
ROBOT ALAN T 1.0 Y ALAN T 1.1	12
ROBOT ALAN T 1.2	13
CARACTERÍSTICAS ALAN T 2.0:	14
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	18
REFERENCIAS	18
AGRADECIMIENTOS	19
EQUIPO INNOTECH UGB	19
ANEXOS	20
ANEXO 1: TÉRMINOS BÁSICOS	20
ANEXO 2: CONSTRUCCIÓN	21
ANEXO 3: MOVIMIENTOS DEL ROBOT	23
ANEXO 4: EJEMPLOS DE PROGRAMACIÓN	30
ANEXO 5: ACTIVIDADES REALIZADAS CON EL ROBOT ALAN T.	34
CONTENIDO DE IMÁGENES	
Ilustración 1: Alan T. 1.0 y 1.1	13
Ilustración 2: Versiones (1.0, 1.1 y 1.2)	13
Ilustración 3: Alan T 2.0 Características	14
Ilustración 4: Alan T 2.0	15
Ilustración 5: Robot Desmontable	16
Ilustración 6: Alan T 2.0 Desmontable	17

Ilustración 7: Partes de un humano y Robot	20
Ilustración 8: Robots Alan T. 2.0	21
Ilustración 9: Servo estándar	23
Ilustración 10: Esquema 1 general	24
Ilustración 11: Esquema 2 general	24
Ilustración 12: Esquema 3 robot general y programación.	25
Ilustración 13: Brazo izquierdo	25
Ilustración 14: Brazo izquierdo piezas	26
Ilustración 15: Hombro Ángulos validos	26
Ilustración 16: Codo del robot	27
Ilustración 17: Cabeza del robot Alan	27
Ilustración 18: cintura del robot Alan T	28
Ilustración 19: Desplazamiento del robot Alan T	29
Ilustración 20: Sensores de distancia	29
Ilustración 21:Ejemplo 1: Sensor de distancia	30
Ilustración 22: Ejemplo 2 de temperatura y humedad	31
Ilustración 23: Ejemplo 3 movimiento de servo de 180 grados	31
Ilustración 24: Ejemplo 4, encender y apagar un led	32
Ilustración 25: Ejemplo 5 encender y apagar leds	32
Ilustración 26: Ejemplo 6 sensor de luz	33
Ilustración 27: Ejemplo 7 matriz led	33
Ilustración 28: Ejemplo 8 proximidad de movimientos	34
Ilustración 29: Ejemplo 9 proximidad de movimientos	34

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Ponencias/Charlas/Webinarios	34
---------------------------------------	----

INTRODUCCIÓN

Con las nuevas tecnologías en todo el mundo, las empresas pueden enfocarse en producir más con el menor costo y tiempo, con una calidad aceptable de producto o servicio, compitiendo por obtener las mayores ventas a través de la satisfacción de los clientes; con el tiempo han generado cambios para obtener una alta calidad y con alta producción, para ello aquellos procesos que solían hacerse solo por el personal los cuales realizaban actividades monótonas y estresantes, han ido gradualmente siendo realizados por máquinas con el fin de obtener una buena calidad de un bien o servicio en menor tiempo (Leka, Griffiths, & Cox, 2004).

Cada día es más necesario contar con herramientas tecnológicas en el ambiente laboral, principalmente en procesos que requieren precisión, que sean ágiles y fáciles de adaptación a las necesidades de cada proyecto, para ser competitivos.

En los últimos años los procesos han requerido grandes cambios con las nuevas tecnologías como la robótica y la inteligencia artificial (IA) que están en un punto crucial de expansión en las empresas, transformándose en empresas tecnológicas tanto en procesos como servicios para dar una mejor atención a sus clientes, muchas de ellas gradualmente han ido adoptando tecnologías más avanzadas como robots de atención o de servicio los cuales realizan procesos básicos pero repetidos en la atención de sus clientes, agilizando los procesos y generando servicios innovadores.

La automatización conlleva a solventar el problema de realización de procesos continuos y repetidos, con un menor margen de error que de la forma tradicional y con mayor cantidad de productos; una apuesta a las nuevas tecnologías son los robots con apariencia o características humanas dando una apariencia más agradable, lo cual pretende tener una mejor interacción con los humanos, donde los humanos interactúen con robots, lo que implica no solo hacer mejor aún los procesos repetidos si no también que las personas continúen con sus trabajos conviviendo con máquinas que harán algunos trabajos que los humanos no, es decir que serán robots con un cierto grado de inteligencia artificial (IA).

Lo antes expuesto pretende tener robots de servicio no solo para hacer mejor aún los procesos repetidos si no también dar un mejor servicio a los clientes, generando una mayor satisfacción de estos.

En los países más desarrollados la robótica está en apogeo como en Corea, Singapur y Japón; en el caso de América Latina su implementación ha sido muy lenta, entre ellos El Salvador, donde existe mucha población y tanto la generación actual como la nueva generación aún no está preparada para la automatización de las empresas ni para las nuevas formas de trabajo tanto como empleados o como emprendedores; aun así, llegará el día en que los humanos coexistan con robots con cierto grado de autonomía, las empresas contarán con robots y con personal de recursos humanos (RRHH) (Heer & Bieller, 2018).

El personal trabajará con robots secuenciales o robots con algún nivel de IA, para optimizar los recursos y procesos, siendo esto una solución a un problema para las empresas, pero que puede generar desempleos si no se tiene al personal capacitado o adaptado a el trabajo con robots.

Los robots en desarrollo se preparan para sus actividades continuas y monótonas como los brazos industriales, siendo ejemplo de ello los presentados en algunas investigaciones como:

- 1- Diseño y Construcción del Prototipo de un Brazo Robótico con Tres Grados de Libertad, como Objeto de Estudio, el cual es un brazo robot para procesos continuos (Molina Cárdenas, Pedroza Barrios, Gaitán Moreno, Salgado Arismendy, & Camila Ordoñez, 2015).
- 2- Aplicación de técnicas de desenvolvimiento de producto para el desarrollo de un robot antropomórfico (Riaño-Jaimes , Peña-Cortés , & Sánchez-Acevedo , 2017).

En El Salvador, la Universidad Gerardo Barrios (UGB) construye un robot semi humanoide con el fin de contribuir en algunos procesos dentro de la universidad en diferentes áreas (Biblioteca, Ugb Store, Vigilancia), por lo que desarrolla un robot programado por medio de bloques equivalente a decir un área dentro de la universidad programada en un bloque de procesos en la programación del robot.

La finalidad de construir un robot es para dar una mejor atención a sus clientes dentro de la institución para la atención de los jóvenes, el cual realizaría actividades básicas, continuas que ayuden a los estudiantes dentro la institución.

El ideal de la robótica en el campo laboral será no sustituir a las personas, más bien se trata de facilitarles la vida; pero, aunque esto fuese lo ideal, aún es un futuro incierto, por ejemplo en algunos países más desarrollados la robótica está en apogeo como Corea,

Singapur y Japón, en el caso de América Latina su implementación ha sido muy lenta, lo cual no significa que por ello las personas seguirán con sus empleos o que la automatización no llegará a todos estos países (Seitz, 2017).

” El uso de robots no sólo crea empleos calificados; también baja el costo de los productos, lo que a su vez despierta más interés de los consumidores y, como consecuencia, genera más ventas. Y más ventas siempre significan más puestos de trabajo”, le asegura Carsten Heer a BBC Mundo (Seitz, 2017).

Por tercer año consecutivo se continuó con el trabajo de investigación Alan T. un robot de servicio de la Universidad Gerardo Barrios (UGB), el cual es el primer robot de servicio creado dentro de una universidad en El Salvador.

El tercer año dejó como producto el diseño la versión 2.0 junto a la logística de la eléctrica del robot que incorporó una fuente de alimentación de energía creada para mejorar su rendimiento. Una expectativa para el próximo año 2021 es implementar la programación de la nueva versión mediante funciones según bloques de actividades como las que pueda desarrollar en UGB Store, Biblioteca y otras y determinar si con las pruebas internas está listo para hacer pruebas de campo en alguna de las áreas de trabajo de la institución que hayan sido programadas.

Para determinar la funcionabilidad del robot se desarrollarán actividades que estén dirigidas a evaluar su diseño, su electrónica, su lógica y su programación e incluirá los procesos básicos, de funcionabilidad y el nivel de aceptación de los clientes de la universidad (estudiantes y empleados).

JUSTIFICACIÓN

La automatización de procesos en una empresa es fundamental para éxito de esta para la satisfacción de los clientes, para ello la tecnología ha dado grandes aportes significativos, principalmente en hacer mejor los procesos para obtener mejores resultados en tiempos cortos, ya sea de un servicio o un producto.

En los últimos años los procesos han requerido grandes cambios al incorporarse la robótica y la inteligencia artificial (IA) que van desde celulares inteligentes hasta máquinas

más complejas como los robots de servicio, transformando a las empresas en un nuevo mundo comercial altamente tecnológico tanto en procesos como servicios.

La implementación de tecnologías ha cumplido con el propósito de atraer nuevos clientes a las empresas que, gradualmente, han ido adoptando tecnologías más avanzadas para este fin, desde maquinarias para automatización con procesos más avanzados como robots de servicio los cuales realizan procesos repetidos constantemente por cada uno de los clientes, con el fin de agilizar los procesos y generar servicios innovadores dando una mejor atención a los clientes.

En el país la UGB ha estado construyendo un robot semi humanoide con el fin de hacer mejor los procesos en diferentes áreas (Biblioteca, Ugb Store, Vigilancia), por lo que se desarrolla un robot programado por medio de bloques equivalente a decir un área dentro de la universidad, de las cuales se toman cada bloque de procesos en la programación del robot.

Conscientes de que los robots como tal en un futuro no muy lejano estarán formando parte fundamental de los trabajadores de una empresa, el investigador tomó el reto de incorporar robots en los servicios de atención a los estudiantes en algunas unidades, tomando como punto de partida de la investigación las áreas de Biblioteca, Ugb Store y Vigilancia; cada unidad cuenta con procesos repetitivos los cuales se pueden realizar por máquina de forma continua, siempre y cuando estén en los patrones de control establecidos para el robot, de no estarlos, son los profesionales de cada área o bloque los encargados de realizar el servicio requerido.

La importancia de esto conlleva a tratar de solventar dos tipos de problemas, uno es el cansancio y estrés de los empleados y el otro es hacer mejoras a los procesos dentro de la institución con empleados y robots en la atención de personas (Leka, Griffiths, & Cox, 2004), pero al ser actividades en su mayoría básicas se puede solventar por medio de procesos programados y controlados en un robot, con diseño que cumpla algunas características físicas de los humanos, como dos brazos, una cabeza, dos ojos, manos y dedos, que simule pláticas interactivas para la atención que las personas que lo requieran.

A nivel mundial, COVID-19 tiene un fuerte impacto en 2020, pero también ofrece una oportunidad para la modernización y digitalización de la producción en el camino hacia la recuperación. A largo plazo, los beneficios e incentivos de aumentar las instalaciones de

robots siguen siendo los mismos: la producción rápida y la entrega de productos personalizados a precios competitivos. La automatización permite a los fabricantes mantener la producción en las economías desarrolladas -o volver a ponerla en tierra- sin sacrificar la rentabilidad. La gama de robots industriales continúa expandiéndose, desde robots enjaulados tradicionales capaces de manejar todas las cargas útiles de forma rápida y precisa hasta nuevos robots colaborativos que funcionan de forma segura junto a los humanos, totalmente integrados en los juegos de trabajo (Heer & Bieller, 2020).

El robot no sustituirá al empleado, sino que será una herramienta de apoyo que interactuará con las personas en actividades según el bloque o área en que se encuentre.

El robot será de atención en bloques con funciones básicas repetitivas para apoyar en UGB Store, Biblioteca UGB, Atención de estudiantes, Seguridad UGB, entre otros, aunque son muchas áreas en la investigación se centrará en atención de estudiantes en términos generales, con la preparación del personal para interactuar con máquinas o robots con procesos secuenciales o monótonos.

El fin último del proyecto es tener un robot de forma semihumano con el nombre de Alan T. en honor a padre de la inteligencia artificial Alan Turing, por ser un robot de servicio, semi humanoide pensado en procesos internos de la institución.

El robot se enfocará en hacer los procesos monótonos, puesto que como institución siempre se busca hacer la mejora continua en la atención y servicios de los estudiantes, para ello se pretende tener terminada la versión final del robot en el año 2021, año en que se realizará el trabajo de campo como se mencionó en el primer reporte del año 2018.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Crear un robot semi humanoide para realizar actividades básicas de atención a estudiantes dentro de la Universidad Gerardo Barrios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un Robot semi humanoide para realizar procesos básicos de atención al estudiante dentro de la Universidad Gerardo Barrios.
- Desarrollar una interfaz de uso del robot por personal de la Universidad Gerardo Barrios.
- Programar en el robot módulos adaptativos y de fácil uso para el personal de las áreas donde se atiende a estudiantes.

METODOLOGÍA

La metodología de la investigación en desarrollo es experimental, se divide en dos pasos: en primer lugar, la creación de un robot semi humanoide que al finalizar la investigación deberá simular emociones, pláticas, movimientos de cuerpo, con funciones preprogramadas y organizadas, controladas desde un celular, computadora, movimientos corporales, entre otros y luego en el paso dos se realizarán actividades dentro de la institución en conjunto con el personal de la Universidad en actividades básicas que podrá realizar el robot.

La razón del uso de este tipo de metodología estuvo basada en las experiencias del investigador en dos partes: la construcción de robots secuenciales y trabajo de campo donde se realizarán las pruebas dentro de la institución.

Algunas investigaciones similares han usado esta metodología, siendo citadas las siguientes: la Aplicación de técnicas de desenvolvimiento de producto para el desarrollo de un robot antropomórfico (Riaño-Jaimes , Peña-Cortés , & Sánchez-Acevedo , 2017) y Diseño y Construcción del Prototipo de un Brazo Robótico con Tres Grados de Libertad, como Objeto de Estudio, el cual es un brazo robot para procesos continuos (Molina Cárdenas, Pedroza Barrios, Gaitán Moreno, Salgado Arismendy, & Camila Ordoñez, 2015).

Una vez finalizado el desarrollo del robot tanto en diseño (2D y 3D), electrónica, lógica, matemática y programación, se realizará el trabajo de campo para determinar la aceptación de los clientes (estudiantes) y la adaptación del personal. Para su cumplimiento, el trabajo durante el tercer año continuó con el desarrollo del robot en los siguientes puntos:

Planos 2D: El diseño del robot ha sido desarrollado desde su primer año (2018) en la construcción de un robot humanoide desde planos en bosquejos de dos dimensiones o conocidos mejor como planos 2D los cuales fueron realizados mediante mediciones paso a paso de cada una de las piezas, primero dibujando un bosquejo muy general de todo el robot, posteriormente pieza por pieza para tener un preámbulo de cómo se podría visualizar el robot y tener los valores exactos de cada pieza para lo cual fueron utilizados softwares avanzados de diseño asistido por computadora.

Planos 3D: Para el diseño 3D fue utilizado el software TinkerCAD quedando en formato “STL”; para posteriormente transformar a entornos reales fue utilizado CURA, software para transformar una figura de 3D a un código de impresión 3D.

Electrónica: previamente en la parte de diseño fueron tomadas en cuenta las consideraciones de electrónica respecto a los componentes para el robot tales como servos, matrices LED, sensores de distancia, detección de colores, sonidos, entre otros, a su vez los módulos de comunicación entre el usuario y el robot con dispositivos como bluetooth y módulo de reconocimiento de colores o patrones, entre otros dispositivos; también se determinó cómo suministrar la energía tanto positiva como negativa del robot y la fuerza o amperaje de estos considerando que un dispositivo no puede tener menos o más de cinco voltios y esto debe mantenerse constantemente.

Lógica matemática: una vez solventada tanto la parte de diseño como electrónica, fue posible determinar la lógica matemática del robot, es decir qué movimientos y qué valores son válidos para cada componente electrónico del cuerpo del robot, como por ejemplo sus

brazos, cabeza, cuello, piernas, para los que fueron establecidos los valores, ángulos y condiciones que posteriormente fueron transformadas en funciones dentro del robot.

Programación: Es la mezcla de todas las especificaciones técnicas del robot organizadas e implementadas el robot mediante código fuente (programas).

Las pruebas del robot serán realizadas en 2021 precediendo al trabajo de campo (actividades básicas dentro de la institución) en áreas como UGB Store, campus interno de la universidad, biblioteca o vigilancia.

Algunas actividades serán repetitivas en la institución como saludar, mientras que otras más específicas serán determinadas por los especialistas y programadas para el robot por el investigador.

Actividades y Análisis: Con base en mediciones obtenidas en un mínimo de cuatro actividades por área, a través de encuestas a los participantes, se realizarán estadísticos que indiquen los logros en la implementación del robot como una herramienta de apoyo para actividades básicas dentro de la institución en cuanto a su cometido en funcionalidad, diseño, electrónica y programación.

Al finalizar el 2020 no se realizaron pruebas debido principalmente a la pandemia; la prueba se hará en el 2021 y se tomará como muestra al personal de la institución y bajo condiciones de presencialidad, se realizará una investigación general a los estudiantes. Lo participantes llenarán un cuestionario con la intención de medir la funcionabilidad del robot.

Se espera que el robot sea de fácil uso, con la opción que siempre se pueda programar en diferentes plataformas y niveles de programación:

1. Programable
 - a) Programación e Arduino (Básico y Avanzado)
 - b) Programación en Python
 - c) Programación en ROS (posteriormente)
2. Autónomo para los módulos (Biblioteca UGB, UGB STORE, vigilancia, entre otros.)

Para la construcción de Alan T se requiere Diseño, Electrónica, Lógica y Programación, pero se tuvieron algunas limitantes.

Limitaciones:

- El diseño y construcción del robot, en el tercer año, tuvo algunas complicaciones para lograr la meta, ya que se tenía previsto, desde el inicio del proyecto, finalizarlo el

tercer año, pero como por falta de materiales (controlables) y por la pandemia (no controlables) hubo muchos atrasos, por lo que fue necesario el rediseño para hacer las mediciones en el 2021.

- Está previsto para al final el 2021 haber superado todas las limitaciones y realizar las pruebas en la institución con el personal de la universidad y de ser posible con estudiantes en el 2021.

RESULTADOS

El tercer año del proyecto dejó mejoras en todo el diseño del robot con 255 piezas, programaciones generales para cada módulo, procesos lógicos más estructurados y componentes electrónicos para el funcionamiento del robot:

1. Creación de todas las piezas en 3D (255 piezas en STL y GCODE) (a revisión detallada)
2. Imprimir todas las piezas en 3D (GCODE) (en proceso)
3. Implementación de funciones generales (a revisión)
4. Se mejoró la apariencia del robot después de varios ajustes
5. Se creó una placa propia para el robot la cual es de consumo y seguridad del mismo robot.

ALAN es un robot móvil, semi humanoide, programable y con módulos de trabajo para atender actividades en ciertas áreas dentro de la Universidad. Las pruebas serán realizadas en 2021 para verificar tanto del diseño y funcionamiento en las áreas programadas como funciones de atención al estudiante dentro de la institución.

ROBOT ALAN T 1.0 Y ALAN T 1.1



Ilustración 1: Alan T. 1.0 y 1.1

Las versiones 1.0 y 1.1 solo se presentan para comparaciones con las nuevas versiones.

ROBOT ALAN T 1.2

Esta versión realizó algunos cambios, como los brazos y la cintura del robot. Dichas piezas nuevas son parte del trabajo de los alumnos de INNOTECH UGB, que trabajaron con un proyecto de la página Howtomechatronics (Dejan, 2018). Fue quitada la base y la cintura del robot; al crear una placa, no fue ya necesario tener tanto espacio en el robot, con lo que se logró tener un diseño más estable y de fácil movilidad con la nueva base.



Ilustración 2: Versiones (1.0, 1.1 y 1.2)

La ilustración 2 permite observar las mejoras entre versiones, destacando la versión 1.2 por ser de fácil manejo, más liviano en su diseño.

Surgió la versión 2.0, pensado en que sea desarmable, con rostro digital y con movilidad como la idea original del proyecto.

ROBOT ALAN T. 2.0



Ilustración 3: Diseño Alan T 2.0

CARACTERÍSTICAS ALAN T 2.0:

- 1- Tendrá dos pantallas (una programable de su rostro, otra para control que usará el personal)
- 2- Bocina principal de sonido.
- 3- Bocina.
- 4- Cuatro sensores de distancia.
- 5- Un sensor de sonido.
- 6- Un sensor de colores.
- 7- Un sensor de movimientos por patrones.
- 8- Un dispositivo para hora.
- 9- Tres dispositivos de movimientos.
- 10- Un bluetooth.
- 11- Una batería de moto.
- 12- Un Arduino Mega.
- 13- Un Raspberry pi.
- 14- Memoria externa 8gb
- 15- Lector y conversión sonido integrado.
- 16- Programado con Open CV, Python, Arduino, Android.
- 17- Velocidad 350 rpm máxima
- 18- Altura de 102.2 cm
- 19- Duración de carga sin moverse 1 hora
- 20- 255 piezas de en formato Stl

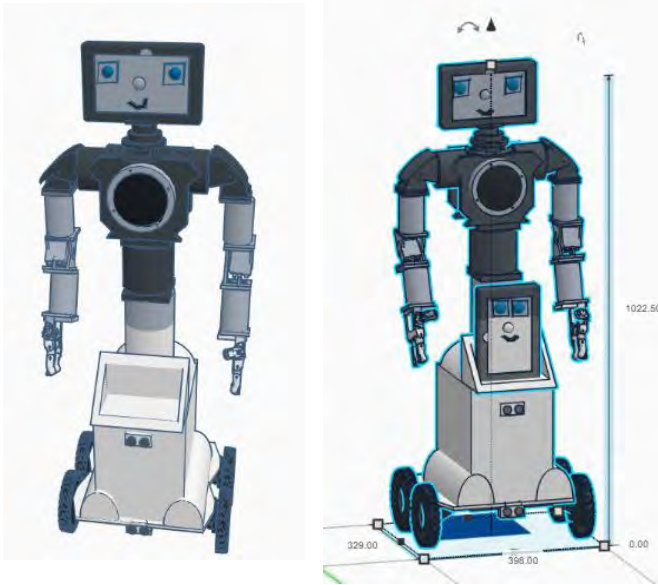


Ilustración 4: Alan T 2.0

La ilustración 4, muestra en términos generales su figura armada, aunque sin todos los detalles, debido a que el programa que se utilizó no soporta tantas piezas, de diferentes tamaños. El diseño mostrado refleja que el robot presenta grandes ventajas puesto que puede desmontarse en cinco partes e incluso tenerlo en un escritorio sin su base con ruedas como lo muestra la ilustración 5.

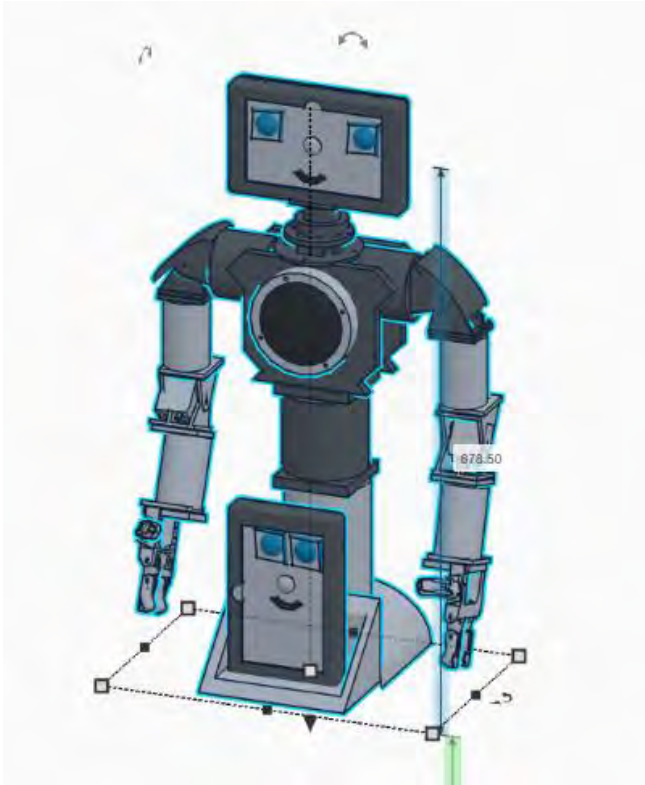


Ilustración 5: Robot Desmontable

Para funcionar sin su base el robot contará con un adaptador de corriente CC, por lo que no es necesario la base donde se encuentra la batería interna para su funcionamiento, es decir que el robot puede funcionar solo con la parte superior de su cuerpo, para estar en una oficina o un lugar que requiera esta fijo como un escritorio, como lo muestra la ilustración 5.

Para trasladar el robot se dividió en 5 partes, para no dañarlo y que sea de fácil traslado de un lugar a otro, como lo muestra la ilustración 6.

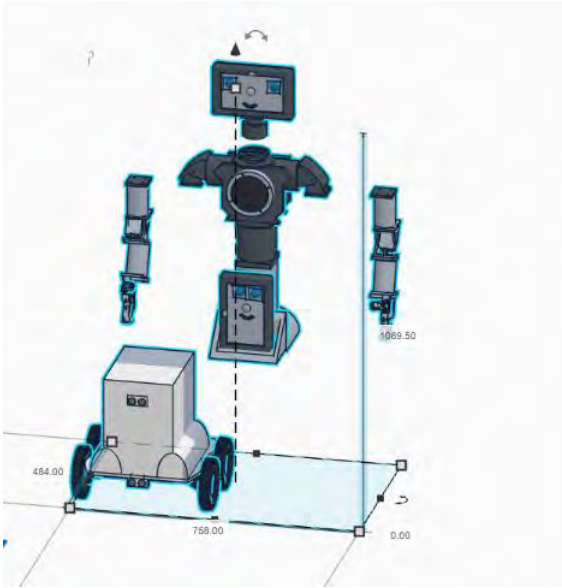


Ilustración 6: Alan T 2.0 Desmontable

La forma de trasladar el robot será más práctico debido que el robot será desarmable como lo muestra la ilustración 6, el robot se divide en cinco partes, para desplazarlo de un lugar a otro.

Los resultados pueden verse de dos puntos, el primero en la construcción del robot y segundo en la implementación de este en el campo de pruebas. El primer punto fue resuelto en 2020 en cuanto al diseño con códigos por bloques, mientras que el segundo punto de medir los resultados en las áreas de atención a estudiantes ha sido trasladado para 2021.

Debido a la pandemia no fue posible imprimir el robot por lo que se formuló una lista de metas para el próximo año 2021

1. Impresión de cada una de las 255 piezas
2. Armado del robot
3. Adaptación de las dos placas de energía
4. Hacer que el robot sea autónomo según algunos parámetros.
5. Adaptar los módulos y funciones según corresponda
6. Hacer que el robot tenga una mejor interacción con su entorno y reaccione más rápido en resolución de problemas u órdenes.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al finalizar el 2020, fue posible contar con el diseño de la versión 2.0 de robot, que supera a todas sus versiones anteriores tanto en diseño como en funcionamiento; a pesar de eso, el robot aún no está listo para realizar las pruebas con alumnos ni con el personal de UGB.

La investigación sigue en desarrollo buscando la construcción de un robot funcional, con forma semi humana, y que pueda interactuar con los estudiantes y personal de la universidad, convirtiéndose en una herramienta de apoyo al personal, herramienta de ayuda en atención a los alumnos, un robot con módulos según el lugar que se encuentre dentro de la Universidad.

Esto implica que los resultados aún son muy preliminares en la etapa de interacción por lo que el cuestionamiento de ¿hasta qué punto los resultados contestan la pregunta original o resuelven la problemática?, aún no es posible de responder porque el robot todavía no está preparado para la interacción con personas o ejecución de actividades básicas, por lo que está proyectado contestarlo hasta tener el robot funcional realizando las actividades en UGB Store, biblioteca UGB, con vigilancia, entre otros, hasta entonces se podrá contestar con certeza si se resuelve la problemática de la investigación.

Los resultados obtenidos reafirman que el reto de construir e implementar un robot semi humanoide han sido todo un desafío, debido a la complejidad de la misma investigación que conlleva la creación del robot desde sus inicios hasta la implementación, el material, lugar de trabajo y personal de apoyo.

Como conclusión preliminar de lo desarrollado hasta la fecha, el proyecto solo cuenta con una versión del prototipo; la investigación aún está en desarrollo, falta un año más.

REFERENCIAS

- AGUILAR, A. B. (2018). *UGB*. Universidad Gerardo Barrios, Investigación. Usulután : Editorial UGB. Recuperado el 1 de Noviembre de 2020, de <https://ugb.edu.sv/investigacion/investigacion/investigaciones-usulután/investigaciones-2018-usulután.html>
- Aguilar, A. B. (16 de Noviembre de 2020). *revistaderobots*. *Revista de robots*(2), 22. Obtenido de <https://revistaderobots.com/revista-de-automatizacion-industrial/>

- Dejan. (2018). *howtomechatronics*. Recuperado el 2019, de <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/diy-arduino-robot-arm-with-smartphone-control/>
- Heer, C., & Bieller, S. (2020). *IFR presenta Informe Mundial de Robótica 2020*. IFR. Recuperado el 3 de Enero de 2021, de <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>
- Heer, C., & Bieller, S. (18 de Octubre de 2018). *ifr*. (C. Heer, Editor) Recuperado el 1 de Abril de 2019, de <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-industrial-robot-sales-doubled-over-the-past-five-years>
- Leka, S., Griffiths, A., & Cox, T. (2004). La organización del trabajo y el estrés. *Serie protección de la salud de los trabajadores*, 3(3), 1-6. Obtenido de https://www.who.int/occupational_health/publications/pwh3sp.pdf?ua=1
- Molina Cárdenas, M., Pedroza Barrios, P., Gaitán Moreno, K. M., Salgado Arismendy, J. F., & Camila Ordoñez, M. (2 de Junio de 2015). Diseño y Construcción del Prototipo de un Brazo Robótico con Tres Grados de Libertad, como Objeto de Estudio. *Dialnet*, 18, 87-94. Recuperado el 2 de octubre de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5478783>
- Riaño-Jaimes , C., Peña-Cortés , C., & Sánchez-Acevedo , H. (30 de Agosto de 2017). Aplicación de técnicas de desenvolvimiento de producto para el desarrollo de un robot antropomórfico. *Revista UIS ingenierías*, 1-16. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5537/553756967003/index.html>
- Seitz, M. (17 de Marzo de 2017). *BBC*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39267567>
- tinkercad. (s.f.). *tinkercad*. Obtenido de . <https://www.tinkercad.com/>
- ultimaker. (s.f.). Obtenido de <https://ultimaker.com/>

AGRADECIMIENTOS

EQUIPO INNOTECH UGB

Un agradecimiento especial a los jóvenes del equipo INNOTECH UGB que han colaborado en algún momento con el desarrollo del robot.

Dar gracias al alumno Jeffry Ramos, estudiante de Ing. En Sistemas quien ayudó en la versión 2018, Alan T 1.0.

Dar gracias a los alumnos Diego Maravilla, Douglas Fabian y Leonardo Parada por su apoyo en la versión 2019, Alan T1.1 y 1.2

ANEXOS

ANEXO 1: TÉRMINOS BÁSICOS

La definición de robots está dada desde un punto comparativo entre un humano y un robot como por ejemplo Wall-e.



Ilustración 7: Partes de un humano y Robot

Autómata: que carece de un procesador y de memoria, o en términos más simples, de cerebro; por eso sólo puede repetir una serie limitada de movimientos programados, como si se tratara de un juguete de cuerda, que no tiene la capacidad de cambiar la secuencia, mas solo repetir la misma secuencia que el usuario le ha indicado; en el caso de los procesadores de lenguaje un autómata es una construcción lógica que recibe como entrada una cadena de símbolos y produce una salida indicando si dicha cadena pertenece o no a un determinado lenguaje.

Robot: manipulador programable y multifuncional diseñado para mover materiales, partes, herramientas o dispositivos específicos mediante movimientos programados para realizar diferentes tareas.

La robótica: es la rama de la ingeniería mecatrónica, de la ingeniería eléctrica, de la ingeniería mecánica, de la ingeniería biomédica, y de las ciencias de la computación, que se ocupa del diseño, construcción, operación, estructura, manufactura, y aplicación de los robots.

La robótica: La robótica combina diversas disciplinas como son: la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial, la ingeniería de control y la física.

Otras áreas importantes en robótica son el álgebra, los autómatas programables, la animación y las máquinas de estados.

Actuador: Dispositivos que permiten al robot *modificar* el medio ambiente (el mismo a objetos) (locomoción y manipulación)

Manipulación: Normalmente contruidos en base a una serie de segmentos con articulaciones entre ellos (como un brazo).

Sensores: Dispositivos que permiten al robot percibir el medio ambiente y su estado interno

Potencia: Sistema de potencia que proporcionan la energía eléctrica para la operación de las diferentes partes: electrónica, motores, sensores, etc.

ANEXO 2: CONSTRUCCIÓN

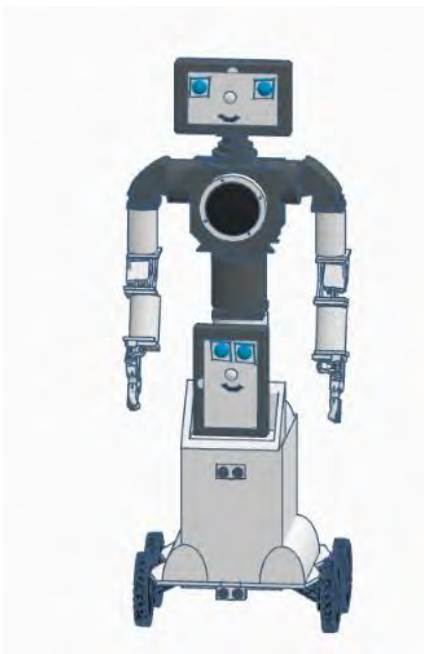


Ilustración 8: Robots Alan T. 2.0

La construcción de un robot siempre viene pensada para solventar un problema real, ya sea desde un robot educativos, entretenimientos, de seguridad, servicios o mas complejos como el trato y cuidado de personas enfermas. La construcción del robot tuvo las siguientes etapas:

1. Diseño: bosquejo a mano, diseño en la página web de Tinkercad
2. Electrónica: construcción electrónica del robot.
3. Lógica: procesos lógicos según su diseño y electrónica a realizar por el robot, por ejemplo, movimientos de los brazos.
4. Programación: Basada en Arduino, Visual Studio y Android, dejó otros componentes hasta próximo año por falta de materiales.

Construcción de un Robot

Para el desarrollo tanto de las piezas en 3D como las impresiones fue utilizado Tinkercad, un programa gratuito de modelado 3D en línea que se ejecuta en un navegador web, conocido por su simplicidad y facilidad de uso (tinkercad, s.f.), en la que es posible modificar los parámetros de impresión y después transformarlos a código G. Fue creada por David Braan, que después de un tiempo trabajaría para Ultimaker, una empresa dedicada al diseño y fabricación de impresoras 3D (ultimaker, s.f.).

Resumen de siete preguntas que se debe hacer antes de construir un robot

Son muchos los factores que influyen en la construcción y programación de un robot. Con los aspectos mencionados proporcionan un manual de ideas resumidas en 7 preguntas que el diseñador debe hacer antes de afrontar un proyecto:

- 1- ¿Con qué finalidad vas a crear el robot?
- 2- ¿Cuánto tiempo vas a destinar a su creación?
- 3- ¿Cuentas con personal de apoyo?
- 4- ¿De qué materiales dispones para su construcción?
- 5- ¿Dispones de un lugar adecuado para su construcción?
- 6- ¿Será un robot secuencial o un robot con algún grado de autonomía?
- 7- ¿Cuál es el software que se debe usar?

Al responder estas preguntas posiblemente puede detectarse que hay aspectos en el proyecto que no habían sido valorados en su justa medida, factores que condicionarán a la hora de construir y programar un robot (Aguilar, 2020).

ANEXO 3: MOVIMIENTOS DEL ROBOT

Diseño:

El diseño del robot previamente fue esbozado en papel, por segmentos, por ejemplo, un brazo, el rostro, entre otros, los primeros bosquejos, desde el informe del Año I (AGUILAR, 2018).

Electrónica: Al no contar con los componentes, desarrollaron su propia placa para obtener voltajes variados sin dañar los componentes; se crearon 4 placas hasta obtener una placa madre que distribuye el voltaje según el dispositivo requiera, por ejemplo, 5v, 6v, 9v y 12v, con sus respectivos amperios. El sistema debe enviar según el diseño la cantidad necesaria de voltaje sin verse afectado sus amperios entre movimientos, para ello se creó un sistema especial. Una de las ventajas que tiene es contralar el voltaje sin afectar directamente el amperaje y en la programación se estableció términos de movimientos claves en funciones internas de seguridad.

Motores: aunque este tema fue tomado en cuenta en el Informe del Año 1, son mencionados algunos puntos de interés para mejor comprensión en el diseño actual del robot.

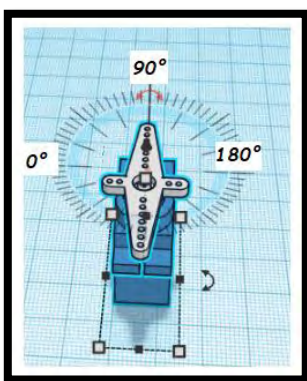


Ilustración 9: Servo

Para la creación del robot fue considerada la lógica en general y en cada uno de sus procesos, es decir que el robot logrará responder a órdenes con base en su diseño y electrónica de tal forma que se pudiera programar, por ejemplo:

Un servo estándar de 0° a 180° con 7 voltios máximo y mínimo de 5 voltios con un aproximado de 800 miliamperios máximo; con cierto peso, su rotación puede variar al enviarle un voltaje de 5 voltios y 550 miliamperios, dicha rotación podría dar errores como

brincos, podrá pensarse que se debe a la programación del tiempo, por lo que el diseñador debe valorar todos los factores para el funcionamiento del robot.

Para visualizar más este punto la ilustración 10 presenta un robot simbólico, con tres servos, haciendo alusión a la forma de Alan T.

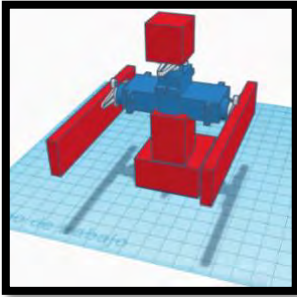


Ilustración 10: Esquema 1 general

El rostro del robot en este esquema, asumiendo calibrados los servos, y cada uno de ellos son 0° a 180° , debería estar en la posición de 90° y a su derecha debería ser 0° y su izquierda 180° ; la calibración de un servo para su brazo, en la posición 0° él podría estar brazo abajo y arriba sería la posición 180° para su brazo arriba.

Indirectamente se habla de funciones, por ejemplo, el levantar un brazo ya sea derecha, izquierda o ambos.

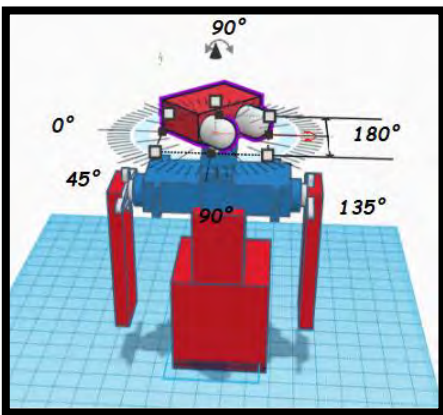


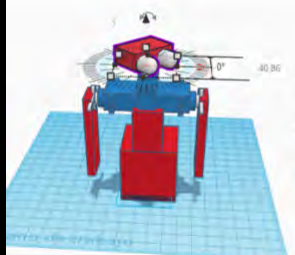
Ilustración 11: Esquema 2 general

El cuerpo humano tiene algunos movimientos permitidos y válidos por ejemplo la cabeza se mueve 180° así lo debería hacer el robot, aunque no necesariamente es cierto, pero por comodidad asumo que el robot está creado para parecerse en movimientos a los humanos (de

cintura hacia arriba), los movimientos son por motores o servos estándar, en el esquema 2 el robot estará viendo de frente se supondría 90°, de un lado 0° y del otro extremo 180°.

La lógica vista servirá para el punto de la programación del robot:

Condiciones



$$\sum_{i=0}^{n=180} pos = pos + i$$
Matemáticamente

$$\sum_{i=0}^{n=180} (pos = pos + i),$$
 Si pos=90 {"ver enfrente"}

```

#include <Servo.h>
Servo myservo;
int pos = 0;
void setup() {
  myservo.attach(9);
}
void loop() {
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1) {
    myservo.write(pos);
    if (pos==90){
      Serial.println("ver de frente");
    }
    delay(15);
  }
  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) {
    myservo.write(pos);
    delay(15);
  }
}
      
```

Ilustración 12: Esquema 3 robot general y programación.

De la idea general se pasa a la idea con el robot Alan T. 2.0 en diseño, por ejemplo, el brazo Izquierdo que posee 3 motores en diseño 3D, cada motor es estándar, con calibración en 90 grados para cada uno de ellos.

BRAZO:

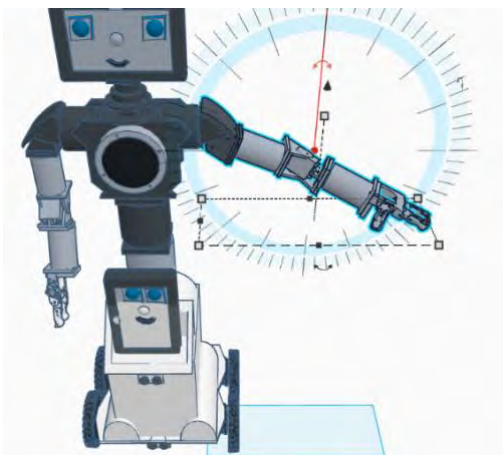


Ilustración 13: Brazo izquierdo

Los motores son: hombro con una rotación de 20 a 125 grados, codo con una rotación de 60 a 120 grados y muñeca de una rotación de 0 a 180 grados, como se explico en los informes 2019 y 2018, antes de armar se calibró cada motor, estos mismos valores lo poseen su brazo derecho.

Más en detalles, a continuación, se puede apreciar las piezas de cada brazo.

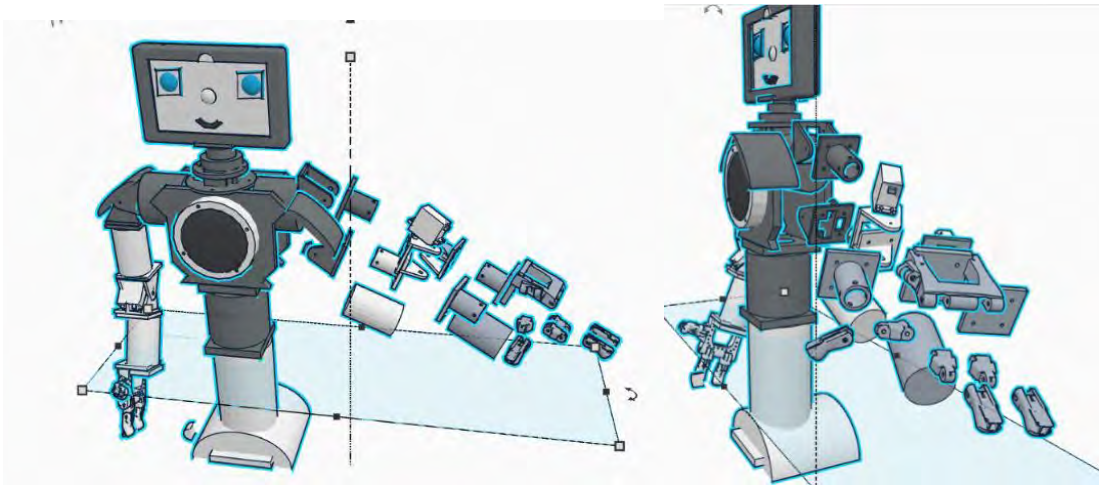


Ilustración 14: Brazo izquierdo piezas

En ensamblaje del robot es un proceso complejo, puesto debe quedar cada pieza exactamente en su lugar y cada motor colocado en la posición y ángulo deseado, en la ilustración 14 se puede observar las piezas del brazo izquierdo del robot.

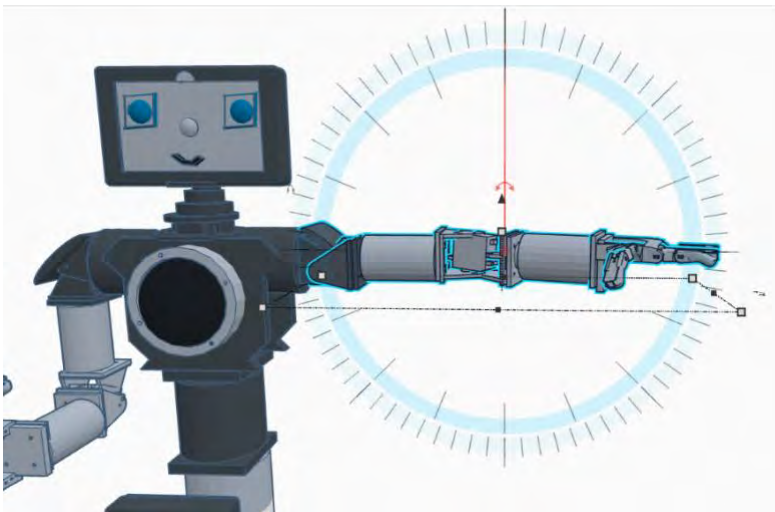


Ilustración 15: Hombro Ángulos validos

La ilustración 15 muestra lo más alto que subiría el hombro del robot, lo cual será el valor de 125 en su ajuste de calibración.

CODO:

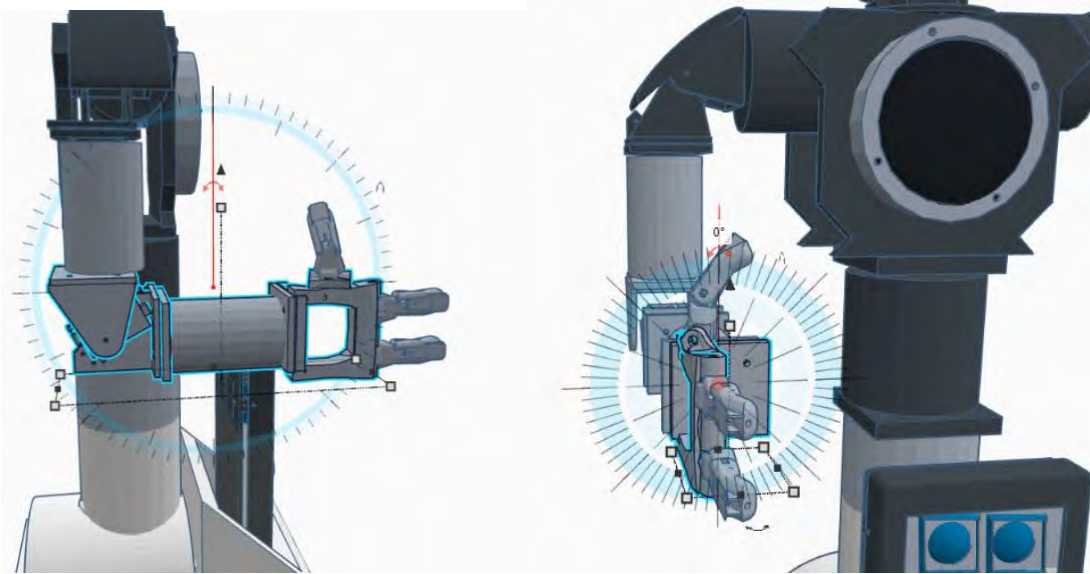


Ilustración 16: Codo del robot

El robot en su calibración rotará de 60 a 120 grados, ajustando para que no sobrepase los 160 tanto en diseño como programación para cada brazo del robot, ambos estarán entre 20 a 160 grados.

CABEZA:

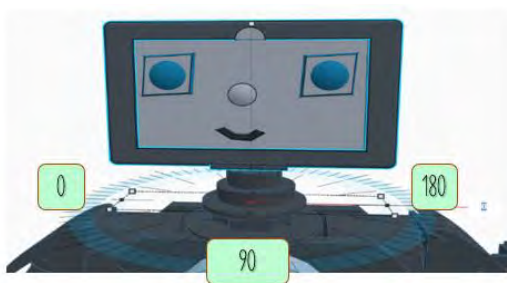


Ilustración 17: Cabeza del robot Alan

El motor de la cabeza del robot con su nuevo diseño puede soportar el peso de la pantalla que simula el rostro del robot, rotando de 0 a 180 grados; la ilustración 17 muestra el rostro en el ángulo de 90 grados del robot.

CINTURA:

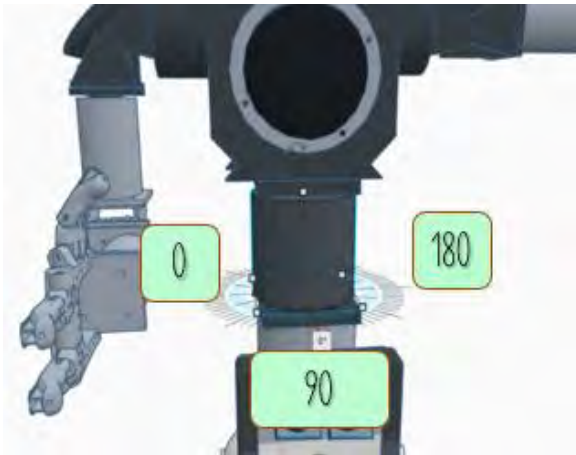


Ilustración 18: cintura del robot Alan T

La cintura del robot rotará entre los ángulos de 0 a 180 grados, donde 90 grados será el frente del robot y solo tendrá movimientos de forma horizontal por lo que el robot no podrá agacharse.

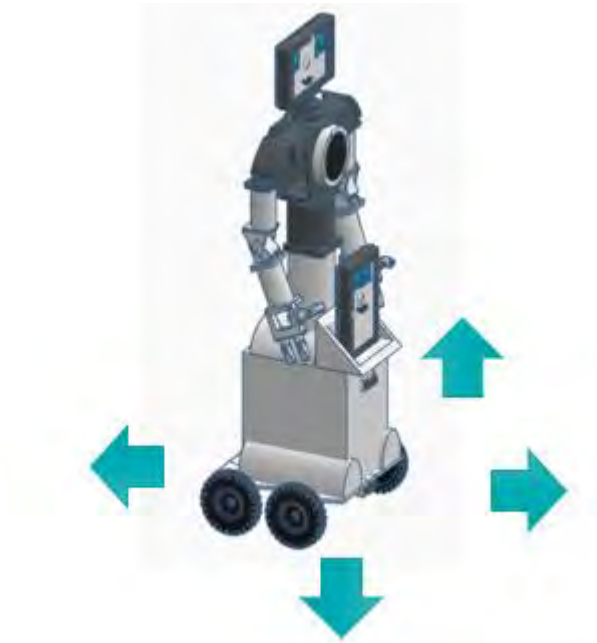


Ilustración 19: Desplazamiento del robot Alan T

La ilustración 19 presenta al robot con 4 ruedas, las cuales garantizan mayor estabilidad con cuatro motores para su fuerza y desplazamiento.

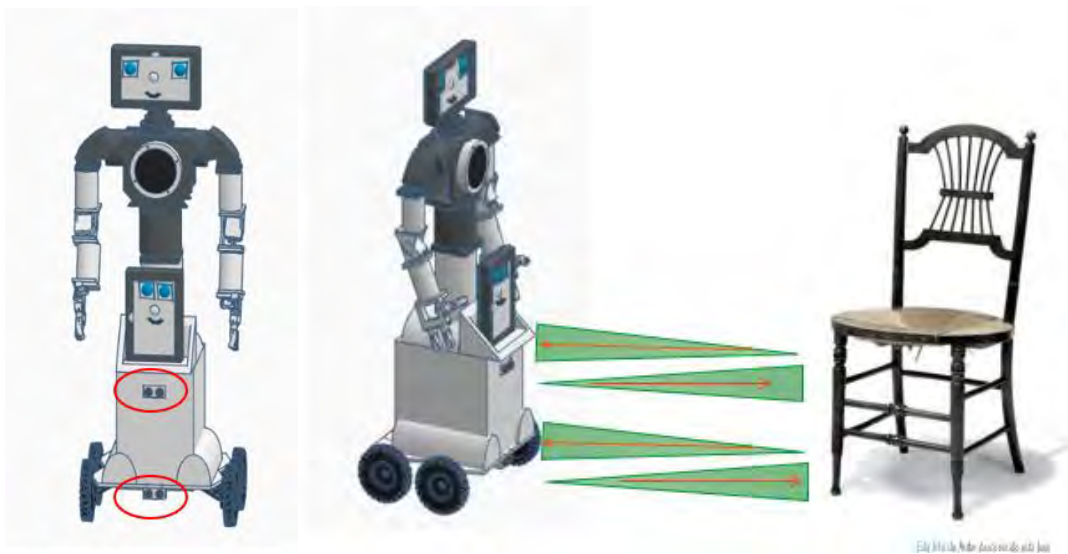


Ilustración 20: Sensores de distancia

En robot contará con sensores de distancia en su base, para tener una mejor percepción de su entorno, principalmente por los brazos, por ello tendrá sensores para camino y sensores

para los brazos. En la ilustración 20 se observan dos sensores en la parte frontal del robot, el inferior para caminos el superior para brazos.

ANEXO 4: EJEMPLOS DE PROGRAMACIÓN

Ejemplo de programación mediante bloques, cada bloque se basa en una serie de funciones que luego se unirán para tener el proyecto completo.

El código del robot no se mostrará, pero si ejemplos por pequeños bloques de él:

Ejemplo1:

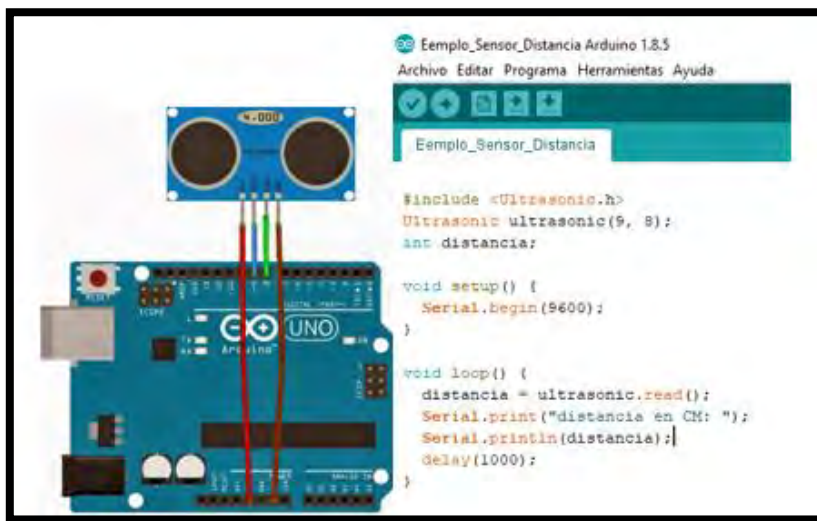


Ilustración 21:Ejemplo 1: Sensor de distancia

En el ejemplo el sensor distancia hace la lectura de la distancia del sensor a un objeto en un segundo y muestra en pantalla la distancia en la que se encuentre el objeto respecto al sensor en ese segundo.

Ejemplo2 (Temperatura y humedad)

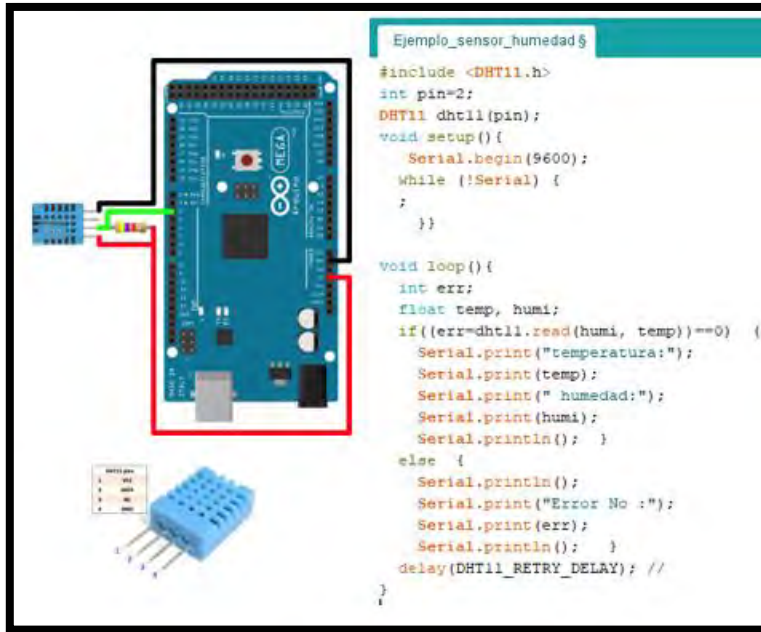


Ilustración 22: Ejemplo 2 de temperatura y humedad

Este ejemplo muestra al sensor HT11 con el cual se calcula la temperatura y humedad; mostrará en pantalla la temperatura y humedad en un momento dado, continuamente, si el sensor presenta un error mandará una notificación de error.

Ejemplo 3 (Un servo)

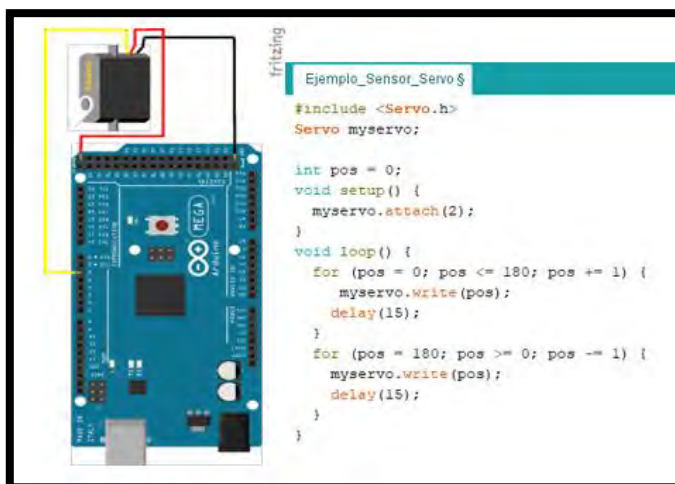


Ilustración 23: Ejemplo 3 movimiento de servo de 180 grados

En el ejemplo 3, el servo se mueve de la posición o grado 0° a 180° y luego de regreso de 180° a 0° continuamente.

Ejemplo 4. (Led)

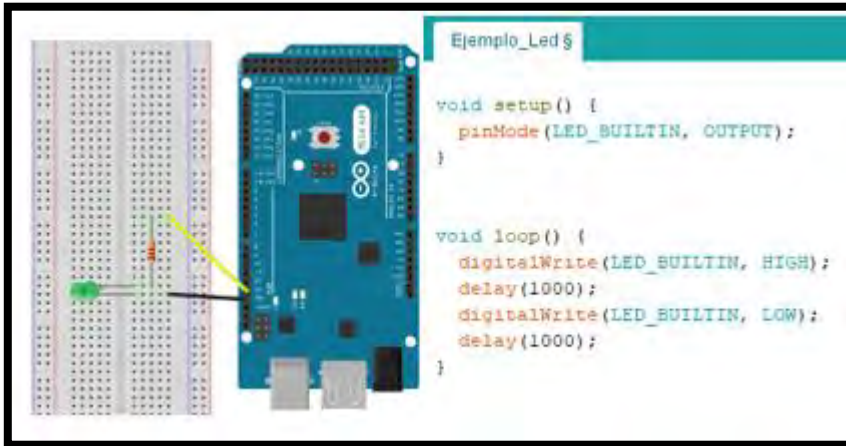


Ilustración 24: Ejemplo 4, encender y apagar un led

En el ejemplo se observar cómo se enciende y apaga un led en el lapso de un segundo.

Ejemplo 5. (Leds)



Ilustración 25: Ejemplo 5 encender y apagar leds

El código de ejemplo básico de dos leds, simula los ojos de Alan T, en un inicio el robot tiene los ojos apagados, posteriormente ambos se encienden y luego un ojo se enciende y el otro se paga y luego viceversa.

Ejemplo 6. (Ldr)

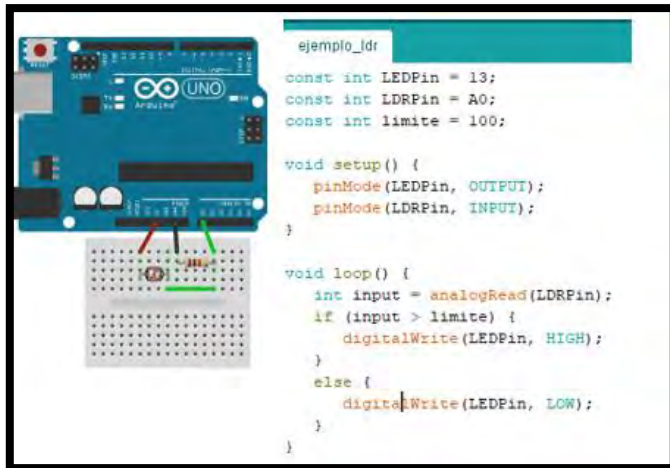


Ilustración 26: Ejemplo 6 sensor de luz

El siguiente código proporciona una lectura del nivel de iluminación recibido. Observar que los cálculos se realizan con aritmética de enteros, evitando emplear números de coma flotante, dado que ralentizan mucho la ejecución del código.

Ejemplo 7: (matriz led)

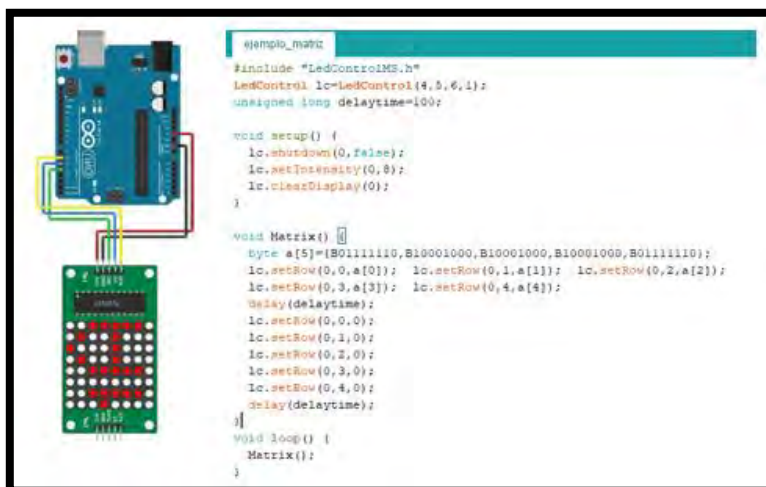


Ilustración 27: Ejemplo 7 matriz led

El ejemplo 7 muestra cómo imprimir en pantalla de matriz led la letra "A"

Ejemplo 8: (proximidad de movimiento)

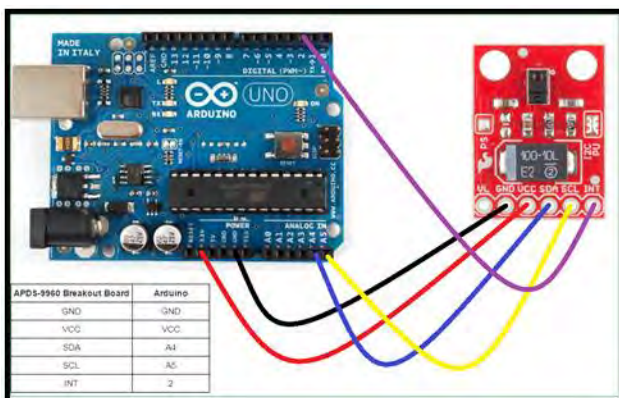


Ilustración 28: Ejemplo 8 proximidad de movimientos

```
ejemplo_proximidad $
#include "Adafruit_APDS9960.h"
#define INT_PIN 2
Adafruit_APDS9960 apds;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(INT_PIN, INPUT_PULLUP);
  if(!apds.begin()){
    Serial.println("Error al inicializar el dispositivo! Por favor revise su cableado."); }
  else Serial.println("Dispositivo inicializado!");
  apds.enableProximity(true);
  apds.setProximityInterruptThreshold(0, 175);
  apds.enableProximityInterrupt();
}
void loop() {
  if(!digitalRead(INT_PIN)){
    Serial.println(apds.readProximity());
    apds.clearInterrupt();
  }
}
```

Ilustración 29: Ejemplo 9 proximidad de movimientos

Este ejemplo detecta la proximidad de 0 a 175 de un objeto.

Todos estos bloques son ejemplos de la programación en Arduino, no obstante, en el programa del robot fueron al final 140 funciones. Con 5000 líneas de código en Arduino.

ANEXO 5: ACTIVIDADES REALIZADAS CON EL ROBOT ALAN T.

Tabla 1: Ponencias/Charlas/Webinarios

Tema	Fecha	Lugar	Organiza
------	-------	-------	----------

Investigador e inventor salvadoreño sigue una línea de estudio a través de la robótica	10/01/2020	Publicación web/ https://roboticslab.pe/investigador-e-inventor-salvadoreno-sigue-una-linea-de-estudio-a-traves-de-la-robotica	Roboticslab de Perú
Una vida dedicada a la robótica	21-01-2020	https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/ademir-bermudez-una-vida-dedicada-a-la-robotica/ , España	Revista de robots de España
¿Qué pasará cuando los robots tengan conciencia?	7-2-2020	Webinario desde Perú	Roboticslab de Perú
Aplicaciones de la robótica en Americalatina caso: El Salvador!!!	23-04-2020	Webinario	Comunidad de robótica internacional
Robótica móvil	06-06-2020	Webinario	Comunidad de robótica internacional
¿qué necesita la robótica latinoamericana para impulsarse?	12-04-2020	Webinario	Roboticslab de Perú
Mensaje motivacional	19-06-2020	Video canal católico	Canal católico de Usulután
Asiti 2020 con el tema de robótica en El Salvador	27/06/2020	Webinario	Asiti Guatemala
El centro de investigación y enseñanza de la matemática (ciem), México, en línea	25-07-2020	Webinario	Ciem México
Taller de matemática	12/10/2020	Taller-webinario	Evento organizado por Utez (Universidad)

aplicada a la
robotica

Tecnológica
Emiliano Zapata del
estado de Morelos)

Robots como
potenciadores de
valor

30/10/2020

Taller en línea

Dex20latam de
México

Taller de
matemática
aplicada a la
robótica

22/11/2020

Taller-webinario

Evento organizado
por utez (universidad
tecnologica emiliano
zapata del estado de
morelos)

Institución
Educativa sede
Diamante,
aprenden en casa
cyber clu, fe en
Colombia,
Santarosa de
Lima 100.5
stereo, Sur TV.

23/10/2020

Charla

Institucion educativa
sede diamante,
aprenden en casa
cyber clu, fe en
Colombia, Santarosa
de Lima 100.5 stereo,
Sur TV.
