



UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAITIE)

“CONVOCATORIA 2018”

**III PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA**

Jampi Bot

AUTOR/ES:
Estíbaliz Dorado Estrada
Javier Paul Mínguez
Arturo De Juan Achahuanco

BLOQUE TEMÁTICO:
Atención a la Discapacidad
Diseño Industrial

NIVEL EDUCATIVO:
2º Bachillerato Científico

COORDINADORA:
Xelo Soler Espí
Profesora Tecnología Industrial II

Marzo 2018

Índice

Resumen

Palabras Clave

1 Introducción	4
2 Objetivos	4
3 Metodología	
3.1. Búsqueda de información.....	5
3.2. Diseño	7
3.3. Impresión	13
3.4. Ensamblado y cableado.....	14
3.5. Programación.....	14
4 Resultados	15
5 Conclusión	17
6 Referencias	19
7 Vídeo presentación del proyecto	19

Resumen

Jampi Bot es un robot dispensador de medicamentos en forma de grageas.

Su nombre proviene de la palabra "Jampi", medicina o medicamento en Quechua y "Bot" terminación de robot.

El proyecto pretende fomentar la autonomía en personas en situación de dependencia o con capacidades reducidas (personas mayores con pérdidas de memoria o personas con problemas de movilidad). También está indicado para motivar a los niños/as a tomar la medicación de forma entretenida.

Esta atención puede darse en un entorno doméstico, asistencial, sanitario, incluso educativo (por ejemplo: que niños de primaria o infantil pueden llevar su propio Jampi Bot al colegio).

Puede albergar hasta 10 tipos distintos de grageas (cápsulas, pastillas o píldoras) con medidas comprendidas entre los 2 y 8 mm de espesor y hasta 2 cm de diámetro. Controlado con una placa Arduino 101, nuestro robot puede esquivar los obstáculos que encuentre mediante un sensor de ultrasonidos y finales de carrera ubicados en su frontal.

El objetivo del proyecto es hacer un robot de uso doméstico y asequible a una gran parte de la población. Para ello se han fabricado la mayoría de piezas con impresión 3D, siendo diseñadas con el programa FreeCad.

La función principal de Jampi Bot es dispensar en el horario establecido las distintas pastillas al paciente. A la hora determinada servirá la medicación dentro de un vaso, emitirá una melodía para que sea retirado el vaso con las pastillas dentro y

unas luces parpadearan. Si en 30 segundos no se retira el vaso suena una música más fuerte. Todo ello puede hacerlo estando situado encima de un mueble de forma estática (cerca de pacientes sin movilidad o para los niños en el colegio).

Para personas con problemas de memoria Jampi Bot tendrá una programación dinámica. Estará situado en un punto determinado de la casa que será su punto de carga. A la hora establecida buscará a la persona (que llevará un localizador) y cuando lo encuentre dispensará la medicación de igual manera que se ha explicado anteriormente. El paciente dejará el vaso vacío en Jampi Bot y posteriormente éste regresaría a su base hasta la próxima toma donde se repetirá el proceso.

Mediante una página web se introducirá o cambiará la pauta de la medicación. Para ello Jampi Bot tendrá una tarjeta SIM o conexión Wifi.

Palabras Clave

Robot dispensador pastillas programable dinámico

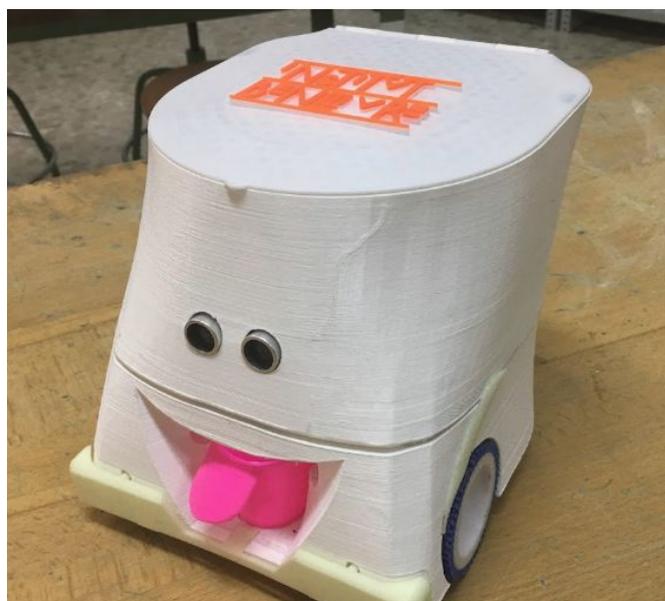


Fig. 1: **Jampi Bot** Autora: Estíbaliz Dorado

1. Introducción

Hay sectores de la población que deben tomar una medicación adecuada en horas determinadas y que no son autónomos. Clasificamos a esta población para nuestro proyecto en:

- A.- Personas dependientes con movilidad reducida.
- B.- Personas con movilidad pero con problemas de memoria.
- C.- Población infantil que debe medicarse.

Los sistemas existentes para que esta población gestione sus necesidades de medicación son o demasiado simples y necesitan la supervisión constante de una tercera persona (pastilleros) o extremadamente caros y complejos (Ej: robots humanoides).

2. Objetivos

El principal objetivo es lograr que las personas puedan ser independientes manteniendo su calidad de vida.

Para ello construiremos un prototipo que dispense la medicación en un vaso para que pueda ser tomada al sonar una melodía y emitir unas luces de parpadeo. Si en 30 segundos no se coge el vaso sonará una melodía más fuerte. Esto indicará señal de alarma.

A través de una página web se marcará la pauta a tomar. Ésta se implementará a la tarjeta controladora de Jampi Bot.

La señal de alarma, en caso de no tomar la medicación, quedará registrada en la web y en la App del cuidador.

Para personas con problemas de memoria, residentes en su domicilio, se programará a Jampi Bot para que la busque y realice el protocolo de dispensación. Posteriormente Jampi Bot volverá a su zona de carga hasta la próxima toma pautada.

El diseño se realizará con software libre, tanto para la programación como para la impresión 3D, y con material electrónico fácil de encontrar en el mercado. Por tanto el código de programación y el diseño estarán al alcance de cualquier persona.

Su diseño será amigable. Tendrá un vaso dispensador accesible desde una posición sentada, acostada o de pie. Con tapa de acceso registrable para colocar las diferentes grageas. Con protección para que los niños no puedan tener acceso a ellas.

Queremos que Jampi Bot se convierta en un elemento común en el entorno doméstico por ser asequible por precio e implementación.

3. Metodología

Se ha construido un prototipo que ha seguido las siguientes fases del Proceso Tecnológico:

3.1 Búsqueda de información.

Buscamos robots existentes en el mercado que cumplieran las especificaciones de nuestro proyecto. En internet encontramos distintos vídeos de alumnos del Máster de Mecatrónica que con la ayuda de una placa Arduino Mega, diversos motores y una caja transparente, creaban pastilleros en los cuales caían pastillas según el botón que pulsaran. Además a nivel profesional encontramos dos robots, el primero dispensaba pastillas del mismo modo que en el trabajo de fin de Máster mencionado; al pulsar el botón azul caía la pastilla A, al pulsar el botón naranja dispensaba el medicamento B de forma estática. El segundo era un robot humanoide asistente doméstico muy caro. Nos dimos cuenta que actualmente no existe en el mercado un robot que cumpla las premisas de nuestro proyecto. Esto nos animó mucho en el diseño e implementación de nuestro robot.

Para dispensar las pastillas barajamos distintos modelos, nos decantamos por uno que era un embudo dividido en distintas partes, al final de cada parte se encontraría una pequeña compuerta la cual dejaría caer las pastillas. Este diseño fue desestimado, ya que había riesgo de que cayesen más pastillas de las necesarias en cada toma. Este era el principal reto a cubrir.

Por otro lado, pensamos en materiales y técnicas de fabricación asequibles y fáciles de encontrar, de este modo conseguiríamos un robot que pudiera ser construido fácilmente desde un entorno doméstico o escolar.

Como teníamos que imprimir en 3D las piezas investigamos los distintos tipos de PLA que podíamos usar. Buscando en foros, páginas especializadas y tiendas dimos con los 4 tipos de plástico idóneos: PLA de colores fosforescentes: para detalles decorativos; PLA normal: para zonas sin necesidades especiales; PLA que brilla en la oscuridad: para detalles, por ejemplo, para evitar tropezar con él por las noches y PLA especial (PLA Igneo 3D870 de Nature Works) que al hornearlo adquiere las propiedades del plástico ABS, ideal para zonas con más roce, posibles impactos etc.

Tras analizar los distintos entornos de diseño y programas de loncheado para imprimir en 3D decidimos usar **FreeCad** y **Repetier**.

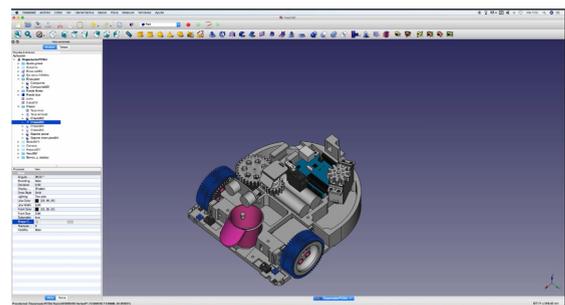
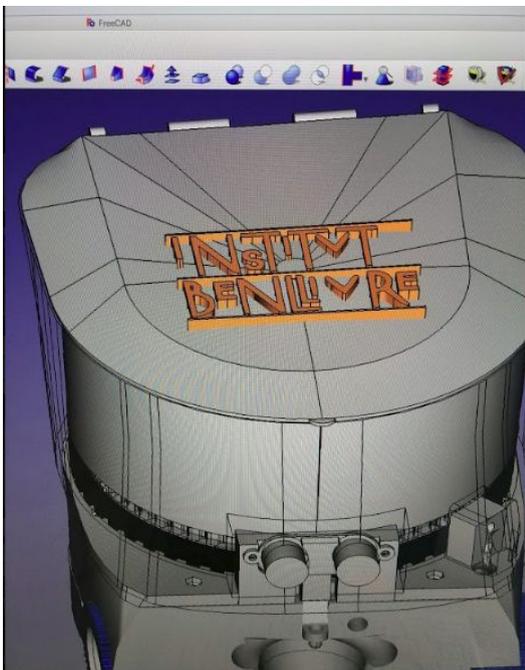


Figura 2: **Diseño en FreeCAD**. E. Dorado

Una de las premisas es que el código de programación y el diseño estén al alcance de cualquier persona. Siguiendo una filosofía de código libre elegimos la plataforma de **Arduino**, donde cualquiera puede editar la programación adaptándola a sus necesidades.

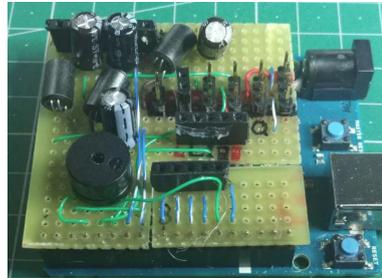


Figura 3: **Placa Arduino instalada en Jampi Bot.** E. Dorado

Para que nuestro robot cumpla los objetivos del proyecto existen tecnologías ya desarrolladas, y que pueden implementarse en el mismo, como son:

- * Sistemas de navegación utilizados para exploración de minas (Packbot).
- * Técnicas de “Machine Learning” para planificar y retomar recorridos de forma más eficiente.
- * Baterías con suficiente autonomía.
- * Sistemas de posicionamiento en base para carga y encendido programado.
- * Programación de pautas de medicación con apps para móviles.

Todas ellas serán aplicables a nuestro robot y por lo tanto no será necesario diseñarlas de nuevo sino adaptarlas.

3.2 Diseño.

Nuestro diseño se centrará en hacer un recorrido determinado cuando se encienda el robot y dispensar unas pastillas determinadas en el vaso para que sean recogidas. Se construirá un prototipo mediante la impresión en 3D de las piezas y posterior ensamblaje de todos los demás componentes.

Para poder programar a los niveles necesarios estuvimos aprendiendo con tutoriales, manuales y cursos online. Una vez adquirimos unos conocimientos básicos empezamos con pruebas sencillas, mientras tanto seguimos pensando en cómo podíamos hacer que Jampi Bot pudiese dispensar una pastilla de cada tipo, de distintas formas y distintos tamaños.

Tras muchas pruebas, el dispensador se diseña en forma de cilindro dividido en 10 partes donde se colocarán distintos depósitos.

Estos depósitos en forma de “quesitos” se diseñan de diferentes colores, con rampas y con distintas salidas según la forma de la pastilla.

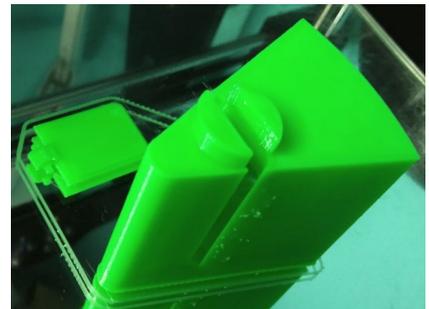
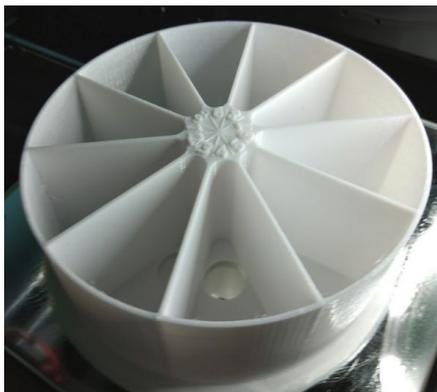


Figura 4: **Detalles dispensador.** E. Dorado

Usando un encoder y un motor podemos hacer que el robot seleccione el depósito correcto y dispense la medicación establecida. Para dispensar una pastilla cada vez y de un determinado espesor se diseña un tornillo sin fin. El sinfín movido por un servo, de rotación 180°, puede elevar una plataforma que deja un hueco mayor o menor según la medida previamente programada. De esta forma las pastillas caerían de una en una, puesto que al ser el hueco del mismo tamaño que la pastilla dejaría pasar un único comprimido cada vez. En la posición mínima del servo dejaría caer las pastillas de espesor 2 mm. Accionando paso a paso el sinfín (2 mm cada paso) se ajusta para las pastillas con un grosor mayor, así evitamos atascos y mal funcionamiento.

Con estas ideas empezamos el diseño en el entorno FreeCad de cada una de las piezas, adaptándonos a las medidas de los servomotores; de la placa Arduino; de los sensores y de los demás componentes. Desde la Figura 5 a la Figura 15 pueden verse con distintos niveles de detalles las piezas y los elementos diseñados.

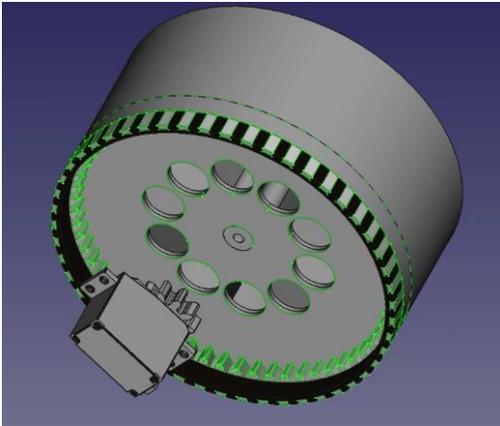


Fig 5: **Detalles dispensador.** E. Dorado.

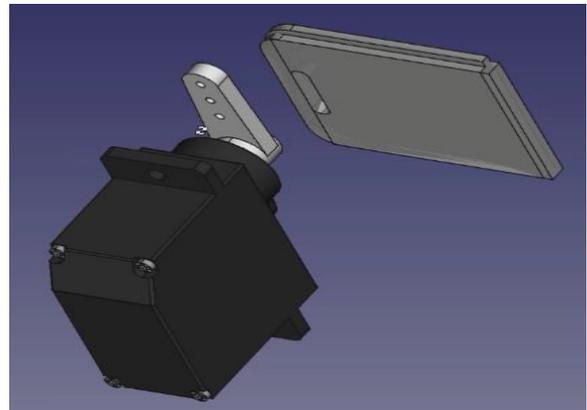


Fig 6: **Lengüeta y Servo 180°.** E. Dorado.

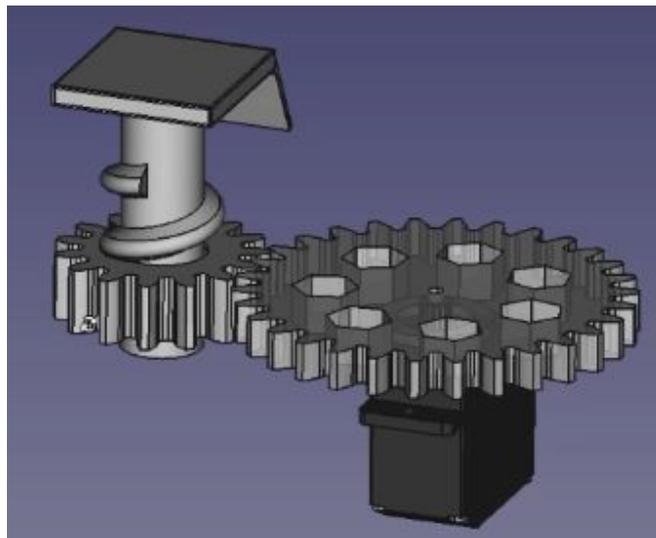


Fig 7: **Tornillo sinfin-corona. Gradúa espesor pastilla a dispensar.** E. Dorado.

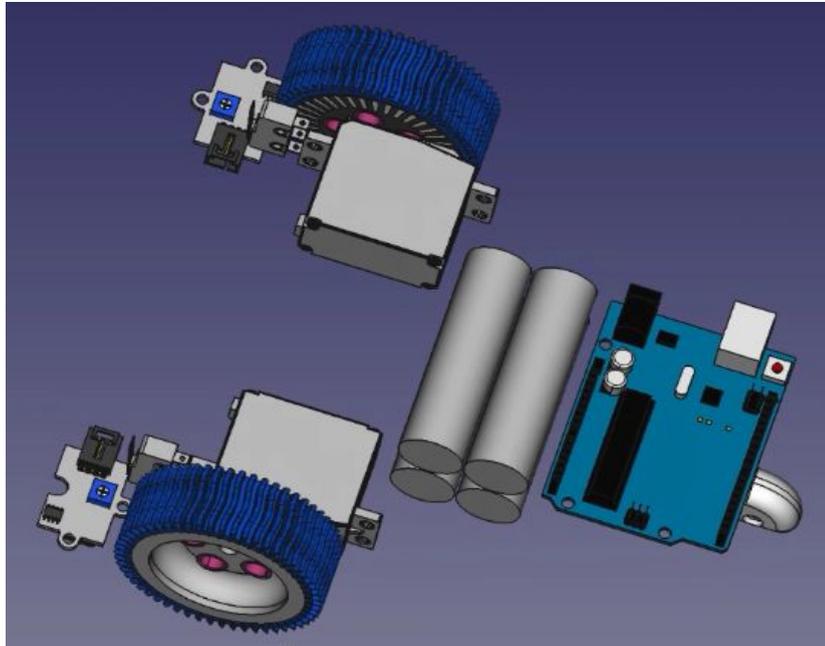


Fig. 8: Encoders y servos en ruedas, batería, placa Arduino. E. Dorado

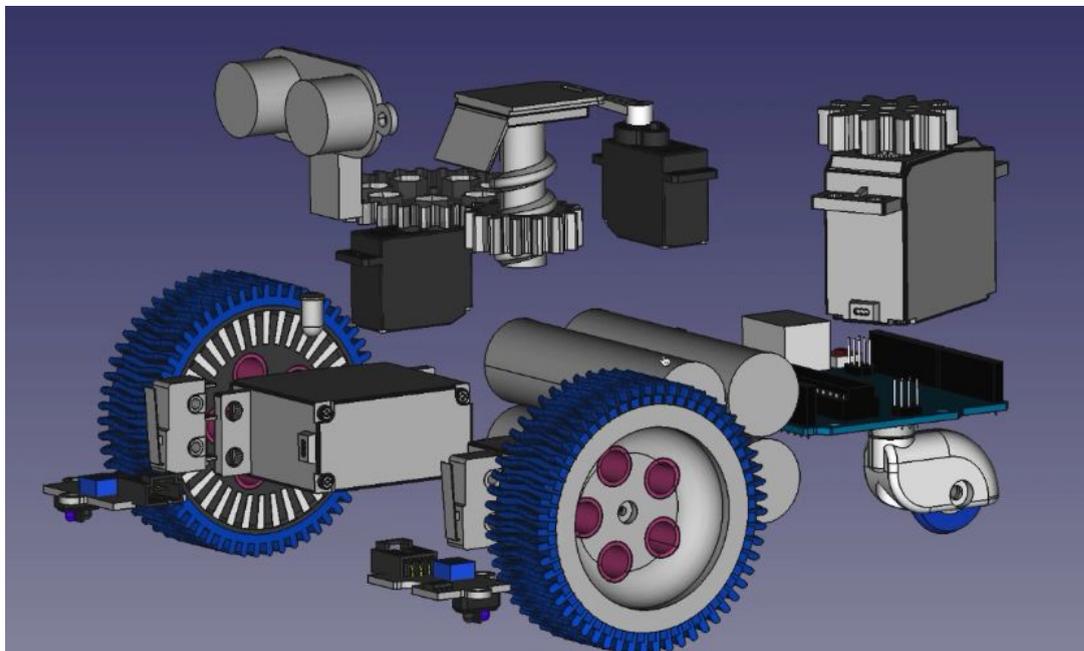


Fig. 9: Transmisiones, sensores y actuadores. E. Dorado

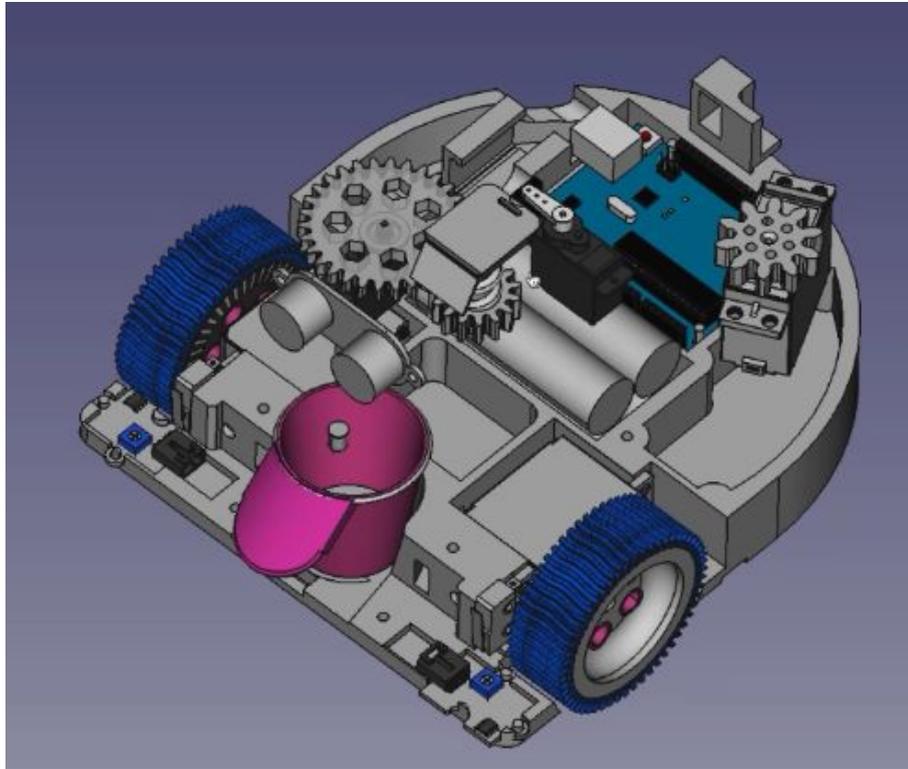


Fig. 10: **Diseño en Freecad montaje.** E. Dorado

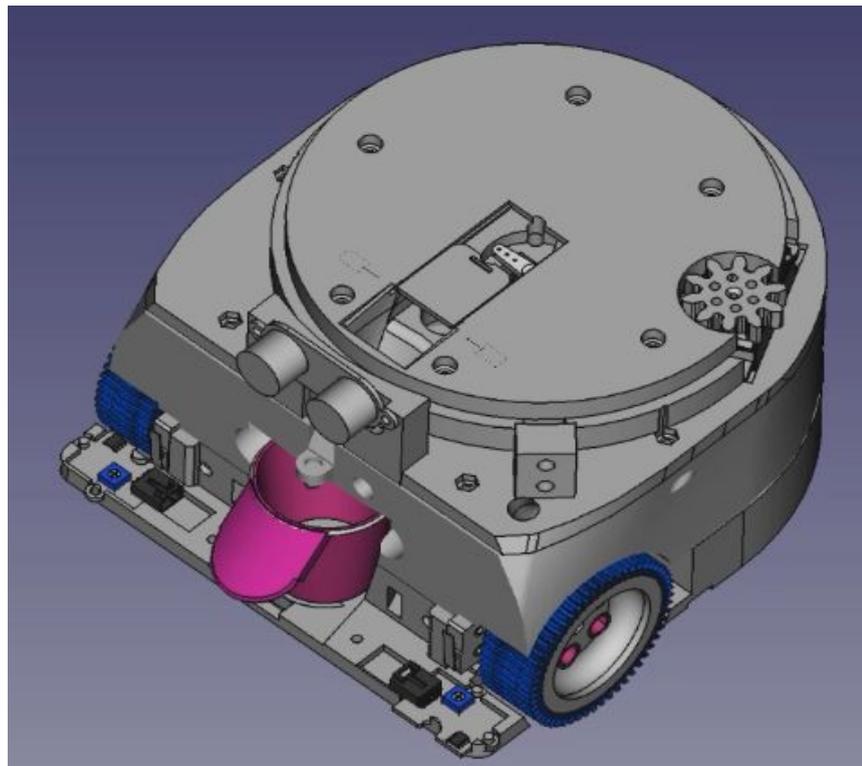


Fig 11: **Diseño en Freecad montaje.** E. Dorado

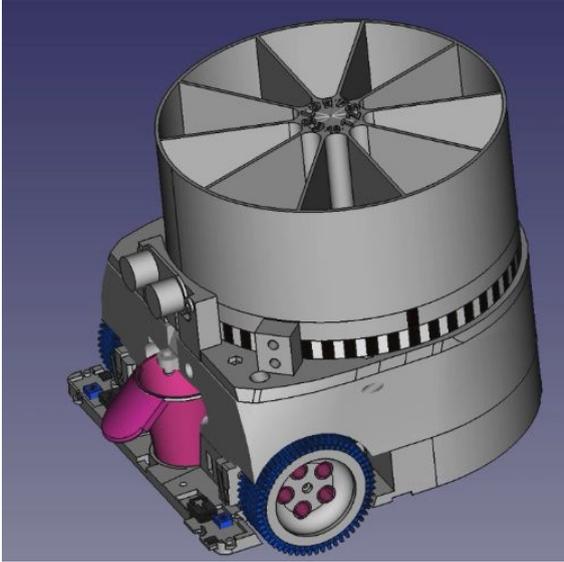


Fig 12: **Diseño montaje dispensador.** E. Dorado

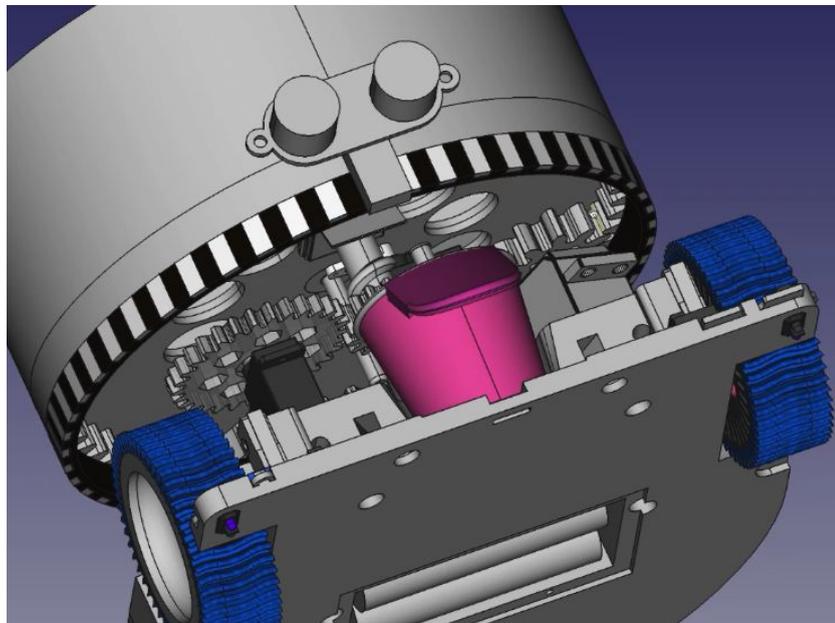


Fig 13: **Cuadros blancos y negros para lectura encoder.** E. Dorado

Éste es el enlace del vídeo de resultado del diseño en 3D:

<https://www.youtube.com/watch?v=S2prlz9mYos>

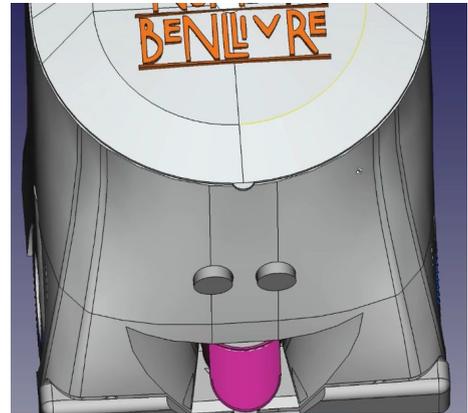


Figura 14 y 15: **Diseño con carcasa de Jampi Bot.** E. Dorado

3.3 Impresión.

Los engranajes, chasis, carcasa y demás piezas se fabricaron con una impresora 3D. Para ello pasamos el archivo de **FreeCad** a formato **stl**, necesario para poder utilizar un programa de loncheado llamado **Repetier** y así introducir los datos de las piezas sólidas en la impresora. Tras largos días imprimiendo, limamos, lijamos y pulimos cada una de las piezas, eliminando imperfecciones y rebabas.

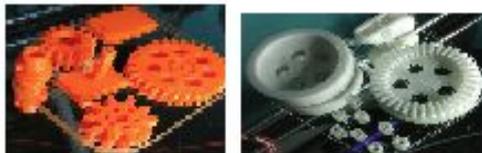
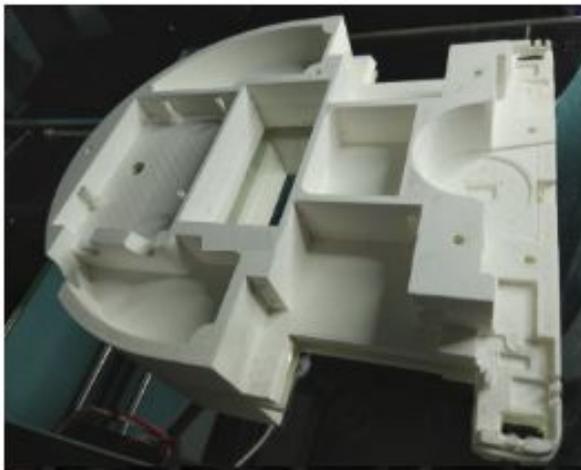


Fig. 16 y 17: **Piezas impresas.** E. Dorado

En esta dirección puede verse un ejemplo de impresión de piezas:

<https://www.youtube.com/watch?v=6KlxwOwWX38>

3.4 Ensamblado y cableado.

Éstas han sido las fases más sencillas del proceso de producción. Al disponer del diseño 3D sabíamos exactamente dónde iba cada pieza. Unimos todas las piezas, unas a presión y otras con tornillería, incluyendo los sensores, servomotores, placa y demás componentes.

Una vez todos los componentes fueron ensamblados procedimos al cableado. Incluimos una clavija, para carga y programación para que no sea necesario desmontar el Jampi Bot para programar, y un interruptor de accionamiento.

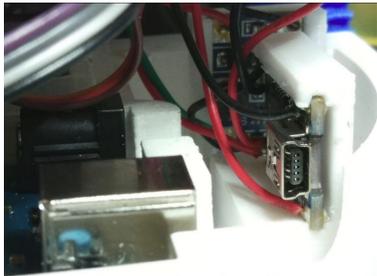
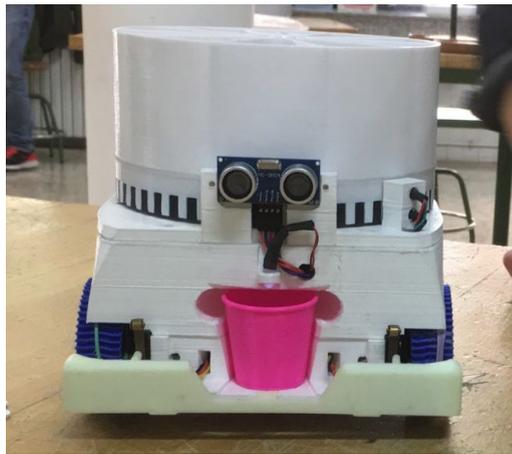
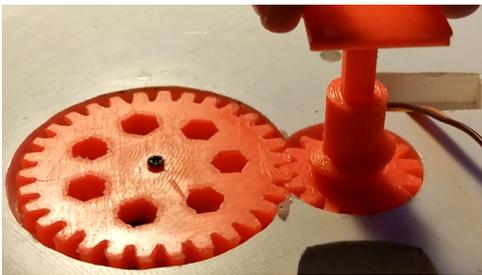


Figura 18, 19 y 20: **Ensamblaje.** E. Dorado.

3.5 Programación.

Jampi Bot se ha programado en Arduino. Durante este proceso descubrimos que el sensor de ultrasonidos que estábamos usando no era compatible con nuestra placa Arduino 101 por lo que lo cambiamos por otro que si lo fuese.

En esta fase no solamente hemos programado el robot, también hemos diseñado y programado una web, con nuestros conocimientos en **html.** y **Java Script.**

En **nuestra web** encontraréis un resumen sobre nosotros, nuestro proyecto y un enlace directo al video que hemos hecho explicando todo lo anterior.

<http://jampi-bot.000webhostapp.com/>

Enlace del vídeo de muestra de programación:

<https://www.youtube.com/watch?v=-RzXezMkxwk>

4. Resultado

Jampi Bot utiliza una web diseñada por nosotros como servidor para introducir la pauta marcada. A ésta web puede tener acceso el médico o el cuidador del paciente mediante un código de acceso. Sería una hoja de cálculo muy intuitiva y fácil de manejar.

En este primer prototipo, los valores los hemos introducido directamente en el programa como ejemplo de funcionamiento.

Jampi Bot ha sido programado para que a las 12:00 h. nos dispense 1 pastilla del quesito 3, a las 16:00 h. nos dispense otra del quesito 5 y finalmente a las 22:00 h. nos dispense una última del quesito 6. Las 3 pastillas son de dimensiones diferentes y ya está programado para saber la medida de éstas.

Son las 11:58 h. y Jampi Bot sabe que en dos minutos tendrá que dispensar una pastilla a su dueño. Las 12:00 la hora de alarma y la del reloj interno coinciden así que toca dispensar la pastilla 3. Para ello sigue un patrón: El encoder del selector busca el punto 0 y, una vez situado va sumando o restando 5 pasos (espacios negros) por cada quesito, en nuestro caso 15 pasos, una vez ya ha llegado al 15 le suma dos para que la pastilla caiga centrada por el hueco del círculo clasificador.

Una vez el casillero correspondiente está en la zona para dispensar, se mueve una pequeña pestaña la cual deja que caiga una sola pastilla. Esto es posible por haber preprogramado la medida del medicamento. Jampi Bot ha movido una pequeña plataforma unida a un tornillo sin fin el cual le permite agrandar o reducir el tamaño del

huevo en el cual tiene que caer la pastilla, si el hueco es más grande corremos el riesgo de que caigan varias pastillas y si, por el contrario, es menor las pastillas quedarán atoradas y nuestro proyecto no tendrá ningún resultado.

Nuestra pastilla ya ha caído en el hueco preestablecido, la pestaña que se movió anteriormente para dejar que la pastilla cayese vuelve a su posición inicial, empujando así el medicamento a un embudo que acaba en un pequeño vaso.

Al final del embudo encontramos dos sensores, uno de emisión y otro de recepción los cuales generan una barrera invisible, al caer la pastilla esta barrera se corta por un instante lo que le dice al robot que la pastilla ha caído con éxito.

Una vez se ha finalizado este proceso unos leds situados en la entrada del vaso comienzan a parpadear, simultáneamente un zumbador instalado en el interior de Jampi Bot empieza a emitir una melodía indicando que la pastilla ya se puede recoger.

Si nuestro paciente no ha levantado el vaso del robot y, por tanto no ha cojido las pastillas,

Jampi Bot tiene grabado un recorrido y empieza a moverse emitiendo otra melodía distinta que no parará hasta que el vaso sea quitado del robot. Si Jampi Bot se encuentra con un obstáculo mientras va del punto A al punto B, este obstáculo puede ser detectado por su sensor de infrarrojos o con los finales de carrera instalados a modo de parachoques. En ese caso el robot no entiende qué pasa y empieza una melodía de alarma la cual indica que se ha perdido.

La alimentación de Jampi Bot es de 5V (alimentación placa Arduino) y nuestras baterías de litio son de 3.7V esto se ha solucionado con un regulador de c.c.

Aquí está el enlace para ver el funcionamiento del dispensador:

<https://www.youtube.com/watch?v=I5kTiGlcuRE>

Tabla 1: Relación de materiales electrónicos empleados

Entradas	Salidas
2 Finales de carrera.	3 Servomotores de rotación continua.
1 Sensor de ultrasonido HC-SR04	3 servomotores de 180° de giro, pequeños
4 Sensores infrarrojos S0011	Otros: Placa Arduino 101, baterías de litio y placa para wifi.
4 encoders	Otros: Zumbador, leds, gestión carga (TP4056)
1 Interruptor	

5. Conclusión

Hemos conseguido ante una situación problemática, mediante estudio e investigación, buscar una solución.

Se ha construido un prototipo que cumple la función de dispensar pastillas, no tenemos conocimientos necesarios para aplicar las nuevas tecnologías existentes para cumplir todas las premisas del proyecto, pero nos damos por satisfechos.

Reflexionando sobre el proyecto planteamos una serie de mejoras que alguien con estudios superiores pudiera hacer:

- **Plataforma hidráulica** para elevar el vasito a una altura más cómoda.
- **Sistema de registro para médicos** para introducir los datos de cada paciente.
- **Bots de Telegram** que avisen al familiar del paciente de un atasco en el dispensador, falta de medicamentos o bien una toma no cogida.
- **Cámara de reconocimiento facial y de voz**, ideal para personas mayores que viven en casa en pareja. Jampi Bot sería capaz de saber a qué paciente le toca

cada pastilla, a su vez podría con infrarrojos detectar a las personas y acercarse a ellas para dispensar la medicina.

- **Compartimento de pastillas de emergencia**, para pacientes con afecciones cardíacas por ejemplo. El paciente tendría un dispositivo colgado al cuello que al pulsarlo Jampi Bot acudiría y dispensara la pastilla de emergencia. El mismo procedimiento serviría para suministrar el Ventolin, que llevaría exteriormente en la carcasa.
- **Detección del paciente**, usando una pulsera inteligente el robot sabrá la posición en la que se encuentra la persona.
- **Señal luminosa exterior** de la carcasa para pacientes con discapacidad auditiva.
- Diseño adaptado para personas con **discapacidad visual**.

Como vemos es un proyecto que con nuestro diseño tiene muchas posibilidades.

Es un diseño factible y actualmente no está en el mercado, por lo que estamos ante un diseño innovador. De desarrollarse se le augura una alta demanda en su comercialización por su simplicidad, bajo coste y versatilidad.



Figura 21 y 22: **Jampi Bot finalizado**. E. Dorado



Video Jampi Bot en acción:

<https://www.youtube.com/watch?v=fDJXV0xVGZg>

1.6 Referencias

Tomás Junco, (2017, 7 agosto). Dispensador automático. Archivo de video.

Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=2sNjKbSaDVc>

MITCSAIL (2016, Julio 13). Medical Robot assistants (Archivo de video). Recuperado

de <https://www.youtube.com/watch?v=Xr0vVc6JnW0>

<https://www.youtube.com/watch?v=fDJXV0xVGZg>

1.7 Vídeo de presentación del proyecto.

<https://www.youtube.com/watch?v=UAH7JbPdwhY>