# Intelligent Pillbox: Automatic and Programmable Assistive Technology Device (Pastillero inteligente: dispositivo de tecnología de asistencia automática y programable)

**Abstracto:**

La tecnología de asistencia (AT) mantiene y mejora el funcionamiento y la independencia del individuo, promoviendo así su bienestar. Pero hoy solo 1 de cada 10 personas necesitadas tiene acceso a AT debido a los altos costos y la falta de conocimiento, disponibilidad, capacitación personal, políticas y financiamiento. Para 2050, más de 2 mil millones de personas necesitarán al menos 1 producto de asistencia, y muchos ancianos necesitarán 2 o más. Los ancianos hacen importantes contribuciones a la sociedad. Aunque algunas personas envejecen bien, otras se vuelven frágiles, con un alto riesgo de enfermedad. En este documento, proponemos un primer enfoque relacionado con el diseño del dispositivo AT. Esto utiliza tecnologías de código abierto y ofrece una nueva opción para tomar dosis de medicamentos. "El PillBox inteligente" permite la organización de varios programas de medicamentos que los trastornos de salud presentados en los ancianos necesitan básicamente. Arduino Mega 2560 fue tomado como el controlador principal. Este prototipo contiene; Un sistema de alarma programable con un sistema automático de apertura y cierre, una interfaz de usuario interactiva y un sistema de notificación a través de la red GSM. El desarrollo de este dispositivo se centra en el apoyo de las personas mayores y otros grupos vulnerables que pueden necesitar una atención asistida.

**Publicado en:**[13a Conferencia Internacional IASTED 2017 sobre Ingeniería Biomédica (BioMed)](https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/7890909/proceeding)

**Fecha de la conferencia:** 20-21 de febrero de 2017

**Fecha de adición a IEEE *Xplore*:** 06 de abril de 2017

**Información del ISBN:**

**DOI:**[10.2316/P.2017.852-051](https://doi.org/10.2316/P.2017.852-051)

**Editorial:**IEEE

**Lugar de la conferencia:** Innsbruck, Austria, Austria

**SECCIÓN 1.**

## **Introducción**

El área de asistencia asistencial se ha convertido en un campo importante en las ciencias médicas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la tecnología de asistencia (AT) "Como sistemas y servicios relacionados con la entrega de productos de asistencia... que permiten a las personas vivir vidas saludables, productivas, independientes y dignas, y también pueden participar en la educación, el mercado laboral y vida cívica "]. AT incluye dispositivos adaptativos, de asistencia y de rehabilitación, que se clasifican en un software, hardware e implantes protésicos [2].

Los grupos prioritarios en el área médica (pueden variar según la ubicación) son; embarazadas, personas con discapacidad intelectual y de desarrollo, también con necesidades especiales, personas con enfermedades catastróficas, niños y ancianos [3]. Todos ellos podrían beneficiarse de la tecnología de asistencia para reducir la necesidad de servicios de salud formales. Luego, para 2050, más de 2 mil millones de personas necesitarán al menos 1 producto de asistencia, y muchos ancianos necesitarán 2 o más [4].

Las personas mayores, de 60 años o más, hacen contribuciones importantes como miembros de la familia, participantes activos de la economía, voluntarios, etc. Aunque algunas personas envejecen bien, muchas otras se vuelven frágiles y algunas corren el riesgo de contraer enfermedades y una dependencia costosa [5]. En particular, los trastornos demenciales y cognitivos se han convertido en un problema de salud común de las personas mayores. Esto se debe al envejecimiento natural que aumenta las enfermedades crónicas [6]. Esos problemas de salud requieren dosis de medicamentos, que podrían suministrarse muchas veces al día. Los problemas cerebrales son comunes debido al deterioro de los tejidos cerebrales y termina entre otras cosas en problemas para recordar el momento de tomar el medicamento [7].

La práctica clásica de dispensar medicamentos a un paciente ha permitido que el paciente tome el medicamento por sí mismo o delegue esas responsabilidades a un cuidador o médico. La administración por parte de enfermeras y médicos a menudo es costosa y poco práctica para la administración de medicamentos en el hogar. Olvidar tomar medicamentos o tomar dosis incorrectas es común en pacientes de edad avanzada que con frecuencia se sienten solos y pierden la noción del tiempo [8]. Hoy en día hay sistemas como relojes de alarma programados o aplicaciones dedicadas a programar y notificar la hora de la medicación en los teléfonos celulares. También hay un organizador de píldoras comúnmente utilizado por los pacientes para guardar y recordar por sí mismos las dosis. Las desventajas de esos sistemas son; en primer lugar no hay medicamentos (píldoras) almacenados y en segundo lugar no tiene un sistema de alarma. Los desarrollos electrónicos que cubren estos requisitos han dado como resultado cajas de pastillas o dispensadores [8] - [9] [10] [11], muchos de ellos solo con sistemas de alerta para notificar al paciente como alarmas (alertas de sonido) o luces, y otros caros con sistemas de dispensación mecánica pero sin informes sobre dosis.

La falta de disponibilidad de información relacionada con el paciente provoca muchos errores en la asistencia sanitaria. El uso de nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) podría aumentar la accesibilidad de la información médica y es esencial para la seguridad del paciente [12]. Internet de las cosas (IoT) es una infraestructura de red global que vincula objetos físicos y virtuales mediante la explotación de la captura de datos y las capacidades de comunicación [13]. La conectividad de sensores y otros dispositivos de salud (IoT) juega un papel importante en la atención de los pacientes, ya que permite acceder en tiempo real a la información médica. Por lo tanto, el estudio y el desarrollo de una puerta de enlace eficaz de Healthcare/IoT podría ser crucial en la atención al paciente.

La creación de alternativas de dispositivos AT parece prometedora y necesaria debido a que hoy solo 1 de cada 10 personas necesitadas tienen acceso a AT debido a los altos costos y la falta de conocimiento, disponibilidad, capacitación personal, políticas y financiamiento [1]. La introducción de dispositivos AT en IoT podría llevarnos a un futuro donde la información importante de los pacientes estaría disponible en cualquier momento y en cualquier lugar, para hacer un tratamiento correcto y prevenir calamidades.

En este documento, proponemos un primer enfoque relacionado con el diseño del dispositivo AT, para dar una nueva opción de tomar dosis que utiliza nuevas tecnologías vinculadas a hardware y software gratuitos, con un bajo costo que no tiene limitaciones en las licencias y funciones. Este dispositivo programable se ha construido teniendo en cuenta los atributos de calidad (por ejemplo, usabilidad, fiabilidad), lo que permite la organización de varios programas de medicamentos que los trastornos de salud solían presentar en las personas mayores. Este dispositivo se centra en el apoyo de las personas mayores debido a este grupo especial y sensible para la atención asistida.

La estructura de este documento es: la sección dos se centró en trabajos relacionados, la sección tres incluye la contribución del dispositivo, la sección cuatro son materiales, la sección cinco es la estructura del dispositivo, la sección seis se presenta una metodología de prueba, la sección siete se centra en trabajos futuros y finalmente el sección de conclusiones.

**SECCIÓN 2.**

## **Obras relacionadas**

En esta sección, se presenta una combinación entre dispensadores o dispensadores de pastillas electrónicos y mecánicos. Se han incluido ciertos organizadores de píldoras tradicionales, lo que representa un primer paso en estos desarrollos y nos permitió obtener ideas sobre el diseño de patrones útiles en el desarrollo de esta solución.

En [9] se presenta un dispensador de pastillas que tiene diferentes horarios de administración prescritos. Incluye una pluralidad de compartimentos de almacenamiento de píldoras, cada uno de ellos capaz de contener más de una píldora. Este dispositivo tiene un detector de pastillas y genera una señal para alertar a los pacientes a tomar el medicamento recetado. Hay doce compartimentos de almacenamiento, dispuestos en un anillo alrededor de una rueda que gira verticalmente. Sin embargo, esta solución tiene una limitación debido a que este dispensador de píldoras solo puede contener dosis durante 24 horas.

Un diseño actual presentado en Cheyene [14] muestra un dispositivo que permite almacenar y dispensar píldoras y diversos suplementos (es decir, alimentos, medicamentos, suplementos, líquidos, polvos o píldoras). Este dispositivo funciona como un reloj despertador y puede funcionar con píldoras empaquetadas en ampollas o, alternativamente, utiliza un compartimento encapsulado para contener y dispensar píldoras sueltas. Además, se puede conectar de forma inalámbrica a entornos externos (teléfonos celulares, computadoras). Sin embargo, este dispositivo no permite el manejo de varias dosis y diferentes tipos de píldoras.

Otra solución es la píldora electrónica. [10]. Tiene en su inventario varias alternativas para organizar y dispensar píldoras, se pueden mencionar especialmente dos: i) Un dispositivo dedicado a dispensar píldoras compuesto por 2 bandejas de medicamentos y 3 discos de dosificación de día [15]. Tiene una forma de circunferencia y tiene compartimentos giratorios para cada tiempo de dosificación. Las dosis se dispensan cuando se activa una alarma, este dispositivo no usa enfermedades referenciales, solo usa dosis por día, y tampoco es programable para ningún horario; ii) es un medicamento de recordatorio centrado en pacientes, cuidadores o profesionales de la salud médica. Este dispositivo se bloquea automáticamente e incluye 2 llaves. Para los pacientes que intentan obtener medicamentos antes de que sea el momento, existe resistencia a la manipulación. Este dispositivo considera el suministro de píldoras en una semana, cuatro veces al día. También tiene alarmas y recordatorios de mensajes de texto [16]. Las desventajas percibidas son cerrar el dispositivo por interacción del encargado y no es independiente.

Hasta donde sabemos, más de lo que se ha descrito anteriormente, hay muchas soluciones que ofrecen ventajas como el sistema de dispensación o alerta, sin embargo, no proporcionan un sistema de recordatorio automático, diferentes formas de alerta o un estudio en el campo de IoT, además de que los dispositivos son económicamente Difícil acceso. En este trabajo, se propone una solución que resuelva estos problemas.

**SECCION 3.**

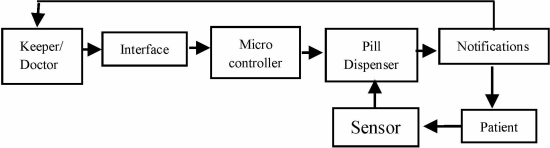
## **Contribución del dispositivo**

Mejorar el estilo de vida no solo en las personas mayores enfermas, sino también en las personas enfermas en general, es un objetivo principal de este desarrollo, nuestro dispositivo implica confiabilidad y usabilidad con una tecnología amigable.

En el caso de las personas mayores como en Marcellini et al [17]. Es bien conocido con los años, la degradación gradual de las facultades puede afectar la capacidad de hacer frente a la tecnología de la máquina que hoy en día es común en espacios públicos, como tarjetas telefónicas y máquinas expendedoras de boletos (que requiere agilidad física y mental) o cajeros automáticos (donde los códigos son necesarios para memorizar y las alternativas deben seleccionarse rápidamente). Es importante comprender que estos dispositivos podrían convertirse en un obstáculo más que una ayuda. Esta conclusión se obtuvo a través de un estudio que utilizó dos generaciones de hombres y mujeres (de 55 a 74 años y más de 75 años, respectivamente), lo que nos brinda una forma de enfocar nuestras prioridades en el desarrollo de un pastillero, considerando parámetros para interactuar correctamente con los usuarios mayores principalmente.

Lograr un sistema de recordatorio apropiado combinado con un nuevo tipo de dosificaciones de programación dentro de un dispositivo puede ser una posible solución para la interfaz actual que hoy en día está en todas partes para interactuar de una mejor manera con un cuidador o médico que están atados la mayor parte del tiempo para mantenerse al tanto sus pacientes, que pueden usar fácilmente interfaces tecnológicas. Libérelos parcialmente de esa responsabilidad y concéntrese solo en la dosis de carga en el dispositivo. Si bien la interacción entre el paciente y el objeto no será profunda, es necesario dar una solución que no complique la interacción prospectiva del paciente: el pastillero, aunque interactuar entre ellos a través de la tecnología es una contribución importante que este trabajo busca.

Como muestra la figura 1, un diagrama de bloques que resume la contribución de este artículo. Aquí, es una interacción entre el cuidador y el médico (1) con el pastillero (4) a través de una interfaz (3) y un microcontrolador. El dispositivo (4) envía notificaciones (5) al paciente (6) y al encargado (1). Cuando un paciente (6) toma la píldora, hay una interacción entre el pastillero (4) y un sensor (7). Finalmente, sobre eso se envían interacciones.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7890909/7893255/7893271/7893271-fig-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7890909/7893255/7893271/7893271-fig-1-source-large.gif)

**Figura 1.**

Diagrama de bloques de pastillero.

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7893271/all-figures)

**SECCIÓN 4.**

## **Materiales**

Los elementos han sido seleccionados debido a hardware y software gratuitos, y otro, busca las funcionalidades que pretendemos darle al dispositivo. Con estos preámbulos, los materiales seleccionados se enumeran a continuación:

### 4.1. Arduino Mega 2560

Consideramos que Arduino Mega es el elemento más importante en nuestro desarrollo, tendrá todas las características que se proponen.

El Mega 2560 es una placa de microcontrolador basada en el ATmega2560. Tiene 54 pines de entrada/salida digital (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para admitir el microcontrolador, simplemente conéctelo a una computadora con un cable USB o enciéndalo con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar. La placa Mega 2560 es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para la Uno y las placas anteriores Duemilanove o Diecimila [18]. Los productos y capacidades compatibles asociados en Arduino permiten al usuario administrar diferentes módulos, incluidos SIM, controladores de motor paso a paso o pantallas táctiles que forman parte de los materiales elegidos y que tendrán una tarea específica en el pastillero.

### 4.2. Pantalla LCD TFT de cinco pulgadas

Resolución 800 x 400, Controlador SSD 1963, resiste la película para proteger la pantalla LCD, escribe imágenes/íconos en la memoria flash a través de una tarjeta SD con programación cero, también 64Mbit puede almacenar 1800 42 x 42 iconos/imágenes de píxeles, Tipo de LCD: TFT Transmisivo Normal Blanco súper gran ángulo de visión 50IDW1, sobre su interfaz: interfaz de bus paralelo de 8/16 bits

Regulador de refuerzo DC-DC integrado TPS61040 para proporcionar alimentación a la luz de fondo de la pantalla LCD, con espacio reservado para la jaula SD y el flash IC, se proporciona un código de inicialización especificado en la pantalla LCD, para que pueda ahorrar tiempo para optimizar el registro de control de potencia y las curvas de gamma para El mejor rendimiento de visualización.

Dimensión del módulo: 0.039in × 3.35in × 0.91in (incluida la extrusión del encabezado del pin) y Área activa: 4.25 in × 2.56 in Paso de píxeles: 0.005in × 0.005in Estándar 2 × 20 0.1 en el encabezado del pin para la conexión a MCU/placa de desarrollo. [19]

### 4.3. Módulo gsm sim900

El SIM900 ofrece un rendimiento GSM/GPRS 850/900/1800/1900 MHz para voz, SMS, datos y fax en un factor de forma pequeño y bajo consumo de energía. Con una configuración pequeña de 0.94in × 0.94 in x 0.12in, SIM900 puede adaptarse a casi todos los requisitos de espacio en su aplicación M2M, especialmente para una demanda de diseño delgada y compacta. [20].

### 4.4. Rtc Ds 3231

El DS3231 es un reloj de tiempo real (RTC) I2C extremadamente preciso con un oscilador de cristal compensado por temperatura (TCXO) y cristal integrados. El dispositivo incorpora una entrada de batería y mantiene un cronometraje preciso cuando se interrumpe la alimentación principal del dispositivo. La integración del resonador de cristal mejora la precisión a largo plazo del dispositivo y reduce el recuento de piezas en una línea de fabricación. El DS3231 está disponible en rangos de temperatura comerciales e industriales, y se ofrece en un paquete SO de 16 pines y 300 mil. El TC mantiene información de segundos, minutos, horas, día, fecha, mes y año. La fecha al final del mes se ajusta automáticamente para los meses con menos de 31 días, incluidas las correcciones por año bisiesto. El reloj funciona en formato de 24 horas o de 12 horas con un indicador AM/PM[21].

### 4.5. Motor paso a paso 28byj-48

Es un pequeño motor paso a paso adecuado para una amplia gama de aplicaciones, su voltaje nominal es de 5V, relación de variación de velocidad: 1/64, par de fricción: 58.84-117.68 mnm, ángulo de avance 5.625 °/64. [22]

### 4.6. Led infrarrojo

Diodo LED que emite ondas infrarrojas, este componente tiene alta confiabilidad y alta intensidad radiante, su longitud de onda máxima es p = 3.7e-5in y 1.00e-7in espaciado de plomo. Sus aplicaciones son en sistema de transmisión de aire libre o sistema aplicado por infrarrojos. [23]

### 4.7. Receptor LED infrarrojo (fotodiodo)

Este elemento funciona como fotodetector, tiene un tiempo de respuesta rápido y alta sensibilidad fotográfica a la radiación visible e infrarroja. Sus características físicas parecen un LED tradicional [24].

**SECCION 5.**

## **Estructura del dispositivo**

En esta sección, se realiza un análisis del dispositivo de propuesta.

El objetivo de este análisis consiste en utilizar hardware y software gratuitos para desarrollar un dispositivo válido y efectivo que ayude a las personas a tomar las dosis correctas de medicamentos recetados. Arduino Mega 2560 fue tomado como el controlador principal. "El PillBox inteligente" se utiliza como un dispositivo de almacenamiento de píldoras, que contiene un sistema de alarma programable, un sistema automático de apertura y cierre, una interfaz de usuario interactiva y amigable y un sistema de notificación a través de la red GSM.

### 5.1. Sistema de alarma programable

En cuanto a los diferentes horarios de medicamentos, este dispositivo permite programar la hora exacta para tomar medicamentos. A priori, esta programación sería almacenada por el paciente o el encargado del Arduino. Sin embargo, es el usuario final quien proporcionará a los usuarios la información para establecer horarios. El sistema propuesto obtiene la hora del DS3231 del reloj de tiempo real (RTC) y se compara con una hora ahorrada anterior para crear una alarma específica para cada dosis de medicamento.

### 5.2. Sistema de apertura y cierre.

Cuando el sistema de alarma se activa, la puerta del compartimento específico se abre automáticamente utilizando un motor paso a paso, que es controlado por el Arduino. Para el sistema de cierre hay dos escenarios; Si el paciente toma el medicamento del dispositivo, un sistema compuesto por un transmisor infrarrojo y un receptor IR notifica al arduino que cierre la puerta después de una breve espera. El otro es un sistema automático que espera 10 minutos para que el paciente tome el medicamento del dispositivo, y si no sucede, la puerta se cierra.

### 5.3 Interfaz de usuario

El dispositivo incluye una caja con diferentes compartimentos con un sistema de luz LED, cada uno de ellos para ayudar al paciente a tomar la dosis correcta de medicamento del pastillero. Se activa cuando se abre la puerta. Además, la pantalla táctil LCD muestra información sobre el paciente, la hora y la dosis que se deben tomar.

### 5.4. Sistema de notificaciones

La alarma activa el sistema de notificación que envía un Servicio de mensajes cortos (SMS) a través del SIM900 al teléfono o Smartwatch del paciente para recordarle a él/ella que toma el medicamento. Es importante que el médico o el cuidador reciban también notificaciones sobre la medicación del paciente. Si el sensor IR no recibe ninguna señal, el mensaje; Se envía "El paciente X NO **TOMÓ** el medicamento correspondiente a: Día X Dosis X".

**SECCION 6.**

## **Metodología de prueba**

Para verificar la funcionalidad del dispositivo, se ha seleccionado una metodología desarrollada para Paunovic, 2012 [22]. Explicó cuatro fases para probar un dispositivo:

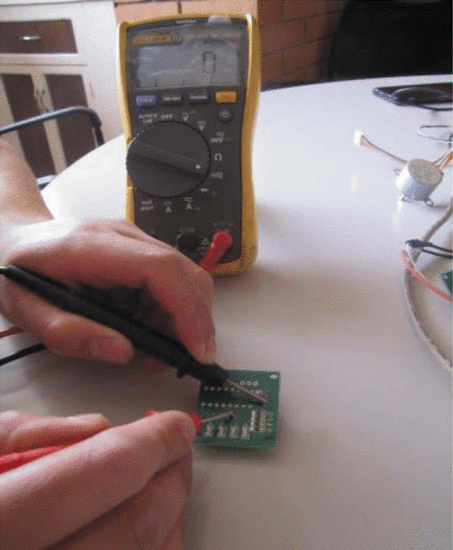
* Pruebas de hardware;
* Prueba de funcionalidad;
* Pruebas de estrés;
* Prueba de robustez.

Las fases deben ejecutarse secuencialmente, luego la transición a la siguiente etapa solo es posible con un informe positivo de la etapa anterior. La ventaja de este enfoque de prueba es proporcionar un plan estructurado para encontrar y corregir errores y obtener resultados precisos [25].

**Figura 2.** Prueba de diagrama de flujo inteligente de pastillero

### 6.1. Pruebas de hardware

El primer paso para probar un dispositivo es examinar la exactitud del hardware del dispositivo. Significa verificar la placa de circuito impreso, enlaces, componentes en los PCB, etc. [25] En este caso, la mayoría de los componentes son PCB, por lo que es importante verificar el estado correcto de cada uno. Para realizar esa revisión, se ha utilizado un multímetro Fluke para medir la resistencia de las líneas y también para medir la continuidad de las capas.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7890909/7893255/7893271/7893271-fig-3-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7890909/7893255/7893271/7893271-fig-3-source-large.gif)

**Fig. 3.**

Comprobando conexiones.

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7893271/all-figures)

### 6.2. Prueba de funcionalidad

En esta fase probamos la función correcta de los componentes. Aquí ensamblamos aquellos que tienen subsistemas, por ejemplo, la pantalla TFT y su escudo o el motor paso a paso y su controlador. Probamos cada componente junto con su software. El controlador principal es un Arduino Mega 2560, por lo que todos los componentes funcionan como extensiones de Arduino. Para probar la funcionalidad correcta de los componentes, se carga un programa de ejemplo en el Arduino, los pines correspondientes se conectan a los dispositivos y se realiza una prueba simple.

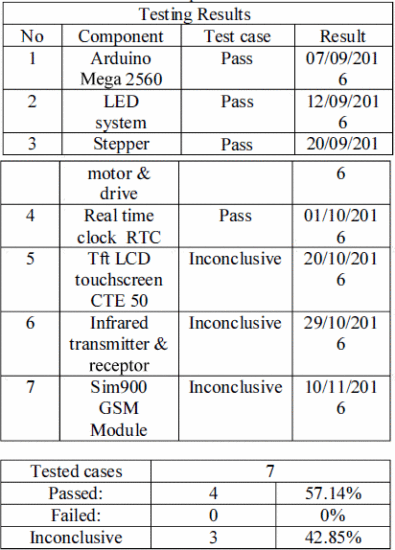
**Higo 4.**

Arduino mega 2560 + motor paso a paso y su accionamiento.

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7893271/all-figures)

Esta metodología recomienda una tabla donde se marcan los resultados de la prueba de los componentes.

**Tabla 1.** Informe de prueba

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7890909/7893255/7893271/7893271-table-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7890909/7893255/7893271/7893271-table-1-source-large.gif)

Los componentes marcados como "no concluyentes" serían un caso de estudio para futuras mejoras en el dispositivo.

### 6.3. Pruebas de estrés

La fase final de la prueba del dispositivo es examinar el trabajo en las condiciones más allá de las condiciones nominales, mediante el uso inadecuado del dispositivo y las consecuencias de esas situaciones. La prueba de robustez se define como el grado en que un sistema o componente puede funcionar correctamente en condiciones extremas [25].

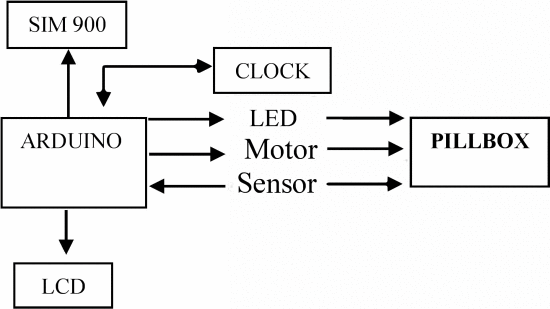
La tercera fase de la prueba tiene como objetivo verificar la estabilidad del sistema cuando las condiciones ambientales y de otro tipo difieren de las nominales, definidas por la especificación del dispositivo. Esta fase implica pruebas más allá del funcionamiento normal, a menudo causando fallas deliberadas del dispositivo, en interés o consideración del resultado de la prueba [25].

### 6.4 Pruebas de robustez

Estas dos fases se han omitido, porque el objetivo principal de este estudio es demostrar la funcionalidad final del dispositivo.

El sistema está compuesto por diferentes módulos controlados por Arduino Mega. La figura 5 muestra el diagrama de bloques de PillBox. Hay diferentes tipos de comunicación de cada módulo. Podría ser de una o dos formas. Por lo tanto, el Arduino envía comandos a los módulos pero también recibe datos de ellos.

### 6.5 Pruebas: "pastillero inteligente"

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7890909/7893255/7893271/7893271-fig-5-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7890909/7893255/7893271/7893271-fig-5-source-large.gif)

**Higo 5.**

Composición inteligente de pastillero.

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7893271/all-figures)

**Higo 6.**

Pastillero inteligente

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7893271/all-figures)

El controlador obtiene la hora del RTC, la alarma se establece cuando es la hora correcta. El arduino envía el comando que activa el motor, el sistema led y también envía el SMS al paciente.

**Higo 7.**

Notificaciones de alarma

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7893271/all-figures)

Si el paciente toma las píldoras del compartimento correcto, el sistema de infrarrojos notifica al arduino y esto cierra las puertas, pero si el sistema IR no envía ninguna notificación después de un tiempo establecido, el arduino cierra automáticamente la puerta. Se enviará una notificación al médico o se enviará a la persona a cargo del paciente. Durante todo este proceso, la hora exacta se muestra en la pantalla LCD y, cuando se activa la alarma, muestra la información sobre la dosis correcta.

**Higo 8.**

Pastillero en funcionamiento

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7893271/all-figures)

**SECCION 7.**

## **Trabajos futuros**

Si bien este documento ha demostrado el potencial de la tecnología de asistencia, desde un dispositivo de píldora específico y efectivo, quedan muchas oportunidades para extender el estudio de este documento.

* Sistema infrarrojo Como se señaló en la sección 5, habrá un estudio adicional de los módulos reales; Uno de ellos es el sistema IR. Se utilizan el transmisor IR 333-A y el receptor PD 333-3B \ H0 \ L2, pero tienen muchos problemas en cuanto a la distancia de funcionamiento y el ángulo del receptor. Por lo tanto, se necesita el estudio de un sistema IR más preciso.
* Pantalla táctil CTE 50 Otro módulo marcado como no concluyente es la pantalla táctil LCD TFT. En este proceso, la función táctil no está disponible, pero el objetivo es utilizar esta interfaz para configurar el esquema de medicación.
* Prueba de metodología Cuando se seleccionan los elementos finales, las fases; Se completarán las pruebas de resistencia y de resistencia.
* Entrevistas Con el fin de crear un dispositivo eficaz, habrá una serie de entrevistas en la "Universidad del Adulto Mayor" en Cuenca, Ecuador, donde puntos como: interacción entre personas mayores con tecnología y los principales obstáculos para tomar medicamentos, etc. Será tratado.
* • Diseño Este prototipo es "una prueba de concepto". Con base en estudios y entrevistas, se realizará el diseño final. El objetivo es crear un dispositivo con 28 compartimentos, 4 dosis todos los días durante 7 días. Se utilizará una impresora 3D.
* Seguridad Después de seleccionar el diseño, se agregará un sistema de bloqueo. El dispositivo solo será utilizado por; médicos, cuidadores y pacientes sin trastornos significativos. Solo programarían el dispositivo con una contraseña personal.
* Raspberry PI Todas estas pruebas se han realizado utilizando el Arduino Mega Controller. Para trabajos futuros tal vez se necesitará un controlador más potente. Se ha seleccionado Raspberry PI modelo 3B porque tiene un mejor procesador, RAM, puertos e interfaces adicionales, ranura para tarjeta SD y también; Se incluye LAN inalámbrica 802.11n, Bluetooth 4.1, BLE (estándares utilizados en IOT).
* Termómetro Se incluiría un termómetro para analizar la temperatura interna del dispositivo para la conservación correcta de las píldoras. Se activaría una alarma si la temperatura excede el límite establecido anteriormente.
* Internet de las cosas (IOT) Se realizará un estudio del rendimiento de la PillBox inteligente en IOT. Se estudiarán los protocolos, la eficiencia, la disponibilidad y otros temas para demostrar la viabilidad o no incluir este dispositivo en la red. La idea es que un médico o cuidador podría configurar los esquemas de medicamentos y obtener información sobre el paciente de forma remota.

**SECCIÓN 8.**

## **Conclusión**

Las personas mayores juegan un papel importante en la sociedad. Forman parte del grupo prioritario de asistencia sanitaria. Por lo tanto, es necesario crear nuevos dispositivos utilizando la tecnología emergente para mejorar la calidad de sus vidas. La creación de alternativas de dispositivos AT parece prometedora y necesaria debido a que hoy solo 1 de cada 10 personas necesitadas tiene acceso a AT debido a los altos costos y la falta de conocimiento, disponibilidad, capacitación personal, políticas y financiamiento [1]. La introducción de dispositivos AT en IoT podría llevarnos a un futuro donde la información importante de los pacientes estaría disponible en cualquier momento y en cualquier lugar, para hacer un tratamiento correcto y prevenir calamidades.

Basado en las soluciones de sourceso abierto, se planteó una nueva alternativa para recordar las dosis de medicamentos. Arduino Mega, como controlador principal, funciona totalmente bien y brinda muchas otras oportunidades de desarrollo. Se logró el objetivo de crear un dispositivo que permita la organización de varios horarios de medicamentos, un sistema de apertura automática y un sistema de notificación efectivo.

Como se menciona en la sección de trabajos futuros, el diseño y la funcionalidad cambiarán no solo con las percepciones de los desarrolladores de este prototipo, es necesario investigar a un compañero implicado en este problema. IoT es un objetivo importante que se pretende en este dispositivo AT, encontrar una manera de mantener el pastillero conectado a Internet y seguramente ayudará a gestionar mejor los tratamientos en pacientes, principalmente en pacientes de edad avanzada.

El método de validación científica utilizado está dedicado a validar equipos y aplicaciones electrónicas, para trabajos futuros este método cambiará y nos permitirá evaluar la respuesta entre el paciente anciano y los cuidadores con pastillero y este con la red más grande: Internet.

### RECONOCIMIENTO

El desarrollo de este trabajo es parte del proyecto de investigación llamado "CEPRA X-2016-04". Por lo tanto, gracias al patrocinador "RED CEDIA, Red Nacional de Investigación del Ecuador" por el apoyo durante este trabajo.