



Universidad Nacional de La Matanza

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Sistemas Operativos Avanzados

LAS PASTILLAS DEL ABUELO

Profesores:

- Graciela de Luca
- Esteban Carnuccio
- Gerardo García
- Waldo Valiente
- Mariano Volker

Integrantes

:

Apellido y Nombre	DNI
Veltri, Gonzalo	39.185.957
Cairo, Matias	39.670.522
Retamar, Alejandro Ruben	30.862.697
Lamberto Jofré, Victor Enrique	38.851.512
Segovia, Elías	37.049.379

Contenido

<u>Introducción</u>	2
<u>Objetivo</u>	2
<u>Entorno de trabajo</u>	3
<u>Sistema Embebido</u>	4
<u>Diagrama Funcional</u>	5
<u>Diagrama Lógico</u>	6
<u>Diagrama Físico</u>	7
<u>Diagrama de Firmware</u>	8
<u>Componentes</u>	9
<u>Bibliotecas utilizadas</u>	13
<u>Funcionamiento</u>	14
<u>Prototipo del Producto</u>	15
<u>Conexión Aplicación Móvil - Sistema Embebido</u>	16
<u>Aplicación Móvil</u>	17
<u>Problemas encontrados</u>	24

Introducción

Hoy en día las personas mayores sufren con especial rigor las dificultades en la toma de medicamentos. Deben enfrentarse en sus domicilios a tratamientos prolongados, muchas veces con un número considerable de pastillas, con dosis alternas, y lo que es más importante con medicamentos que generan problemas graves en caso de olvidar tomarlos a horario (o duplicar su dosis por error), lo cual suele ser común en personas mayores.

Objetivo

Desarrollar un pastillero automatico, que informe al usuario cuando deba tomar su medicación y lo provea de la misma. A su vez, integrarlo con una aplicación para la plataforma Android, a través de la cual se puedan programar los días y horarios de toma de pastillas, y consultar dicha programación, de ser necesario. Adicionalmente, brindar la posibilidad de soltar una pastilla a demanda, a través de un botón posicionado en el contenedor y/o través de la aplicación móvil, utilizando los sensores del dispositivo (como agitar el celular).

Entorno de trabajo

Hardware

Sistema embebido

- Placa Arduino UNO
- Protoboard De 400 Puntos
- 3 LEDs (lámpara, aviso toma de pastilla e indicador de falta de pastillas)
- 1 botón pulsador
- 2 sensores infrarrojos (nivel bajo en tolva y toma de pastilla)
- 1 Fotorresistencia Ldr 5mm
- 1 buzzer pasivo
- 2 Motor Servo DM-S0090D 360° rotación continua
- 2 Tolvas
- 1 Receptor de pastillas
- 1 Reloj de tiempo real RTC DS3231
- 1 Bluetooth HC-06
- 1 Fuente Alimentación Protoboard 5v
- Resistencias 1/4 5% Carbon 220 Ohms
- Cables para protoboard

Aplicación Android

- Smartphone Motorola Z2 play; Android 8.0.0
- Smartphone Samsung Note 3; Android 4.2.2
- Sensor: Acelerómetro
- Sensor: Luminosidad
- Sensor: Proximidad
- Cable USB - MicroUSB
- Notebook Asus
 - Procesador: Intel core i7 5ta generación
 - Sistema operativo: Windows 10
 - Ram: 16Gb
 - Rigido: 1TB

Software

Sistema embebido

- SO Windows 10, 64 bits
- Arduino IDE 1.8.7
- Lenguaje C+

Aplicación Android

- Android Studio IDE
- Android SDK
- Java 8

Sistema embebido

Diagrama de conectividad

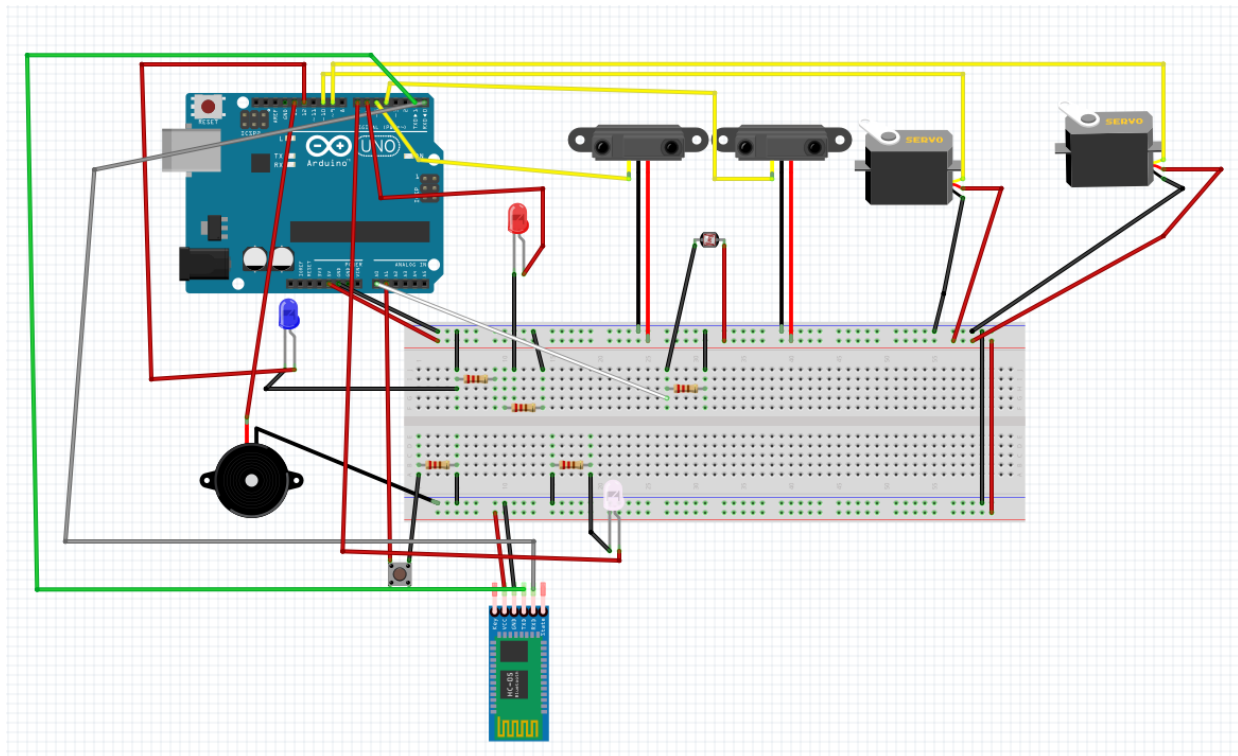


Diagrama Funcional

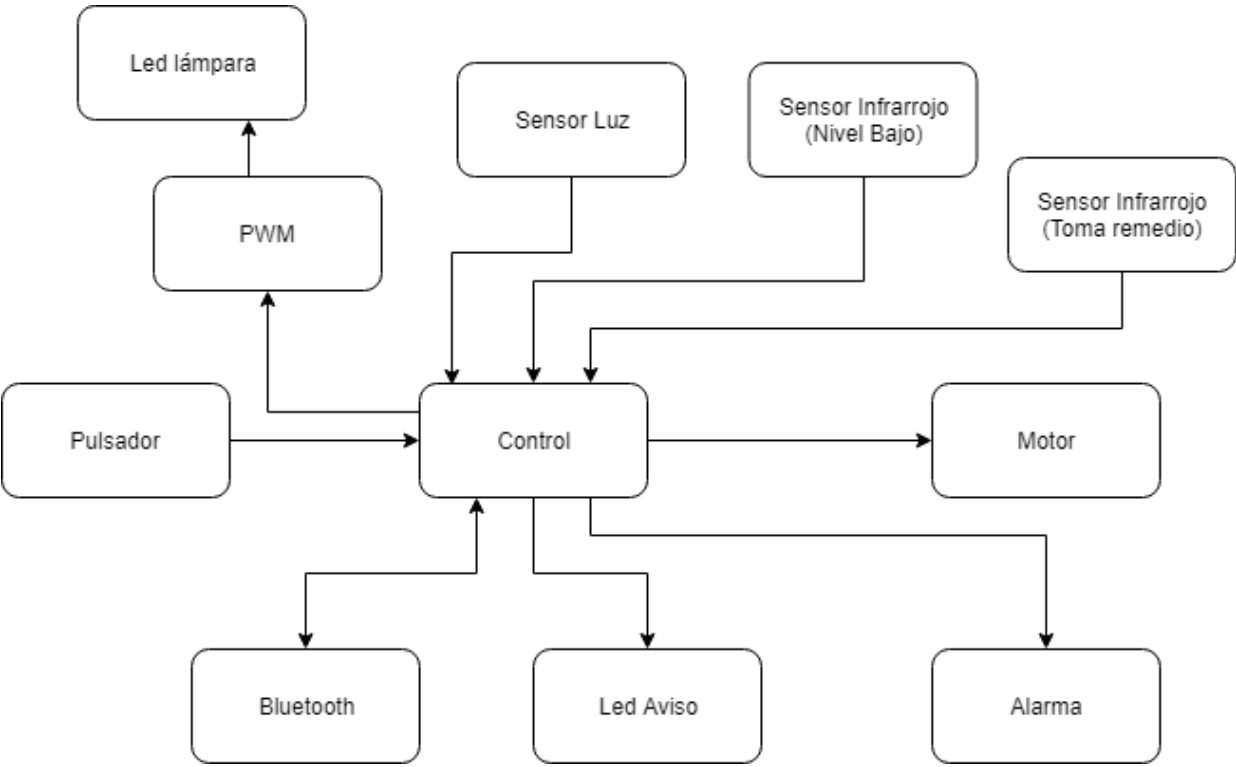


Diagrama Lógico

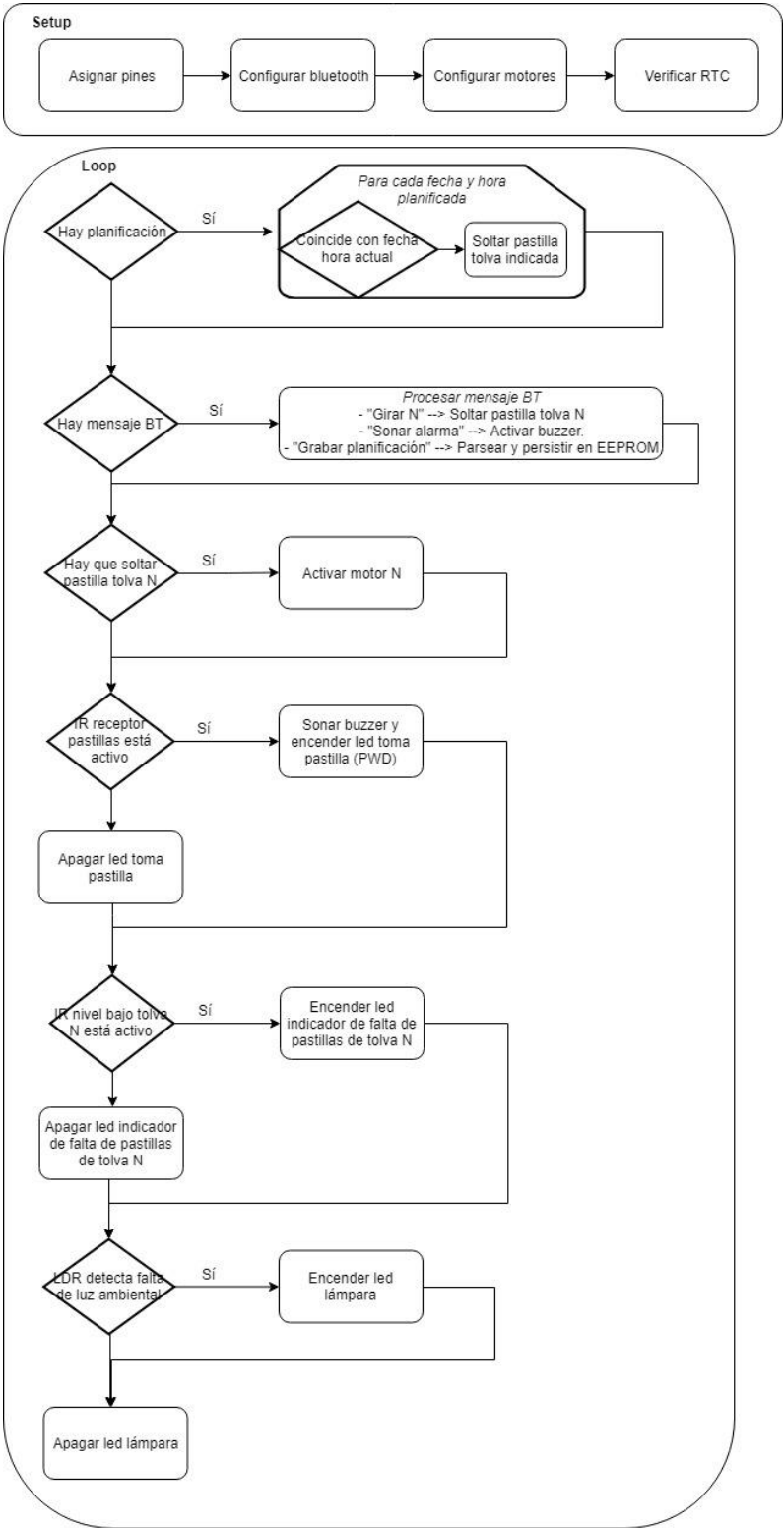


Diagrama Físico

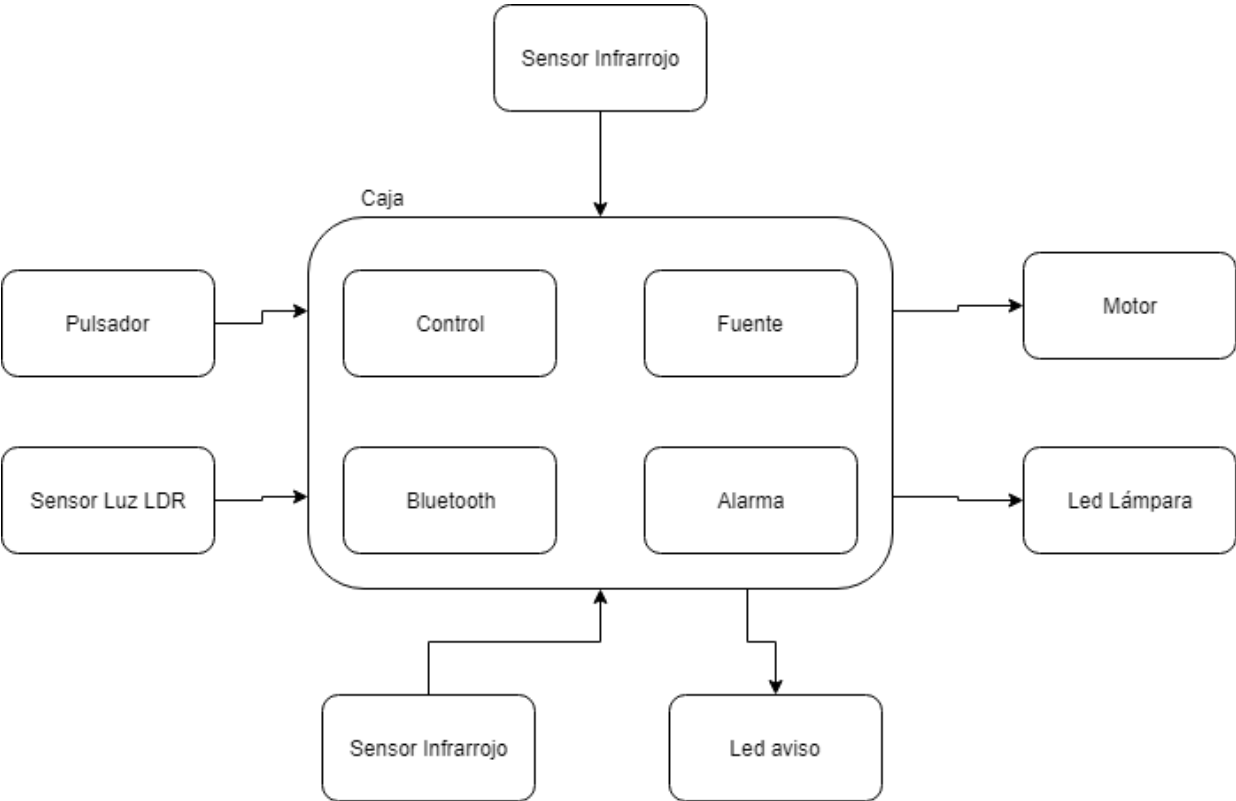
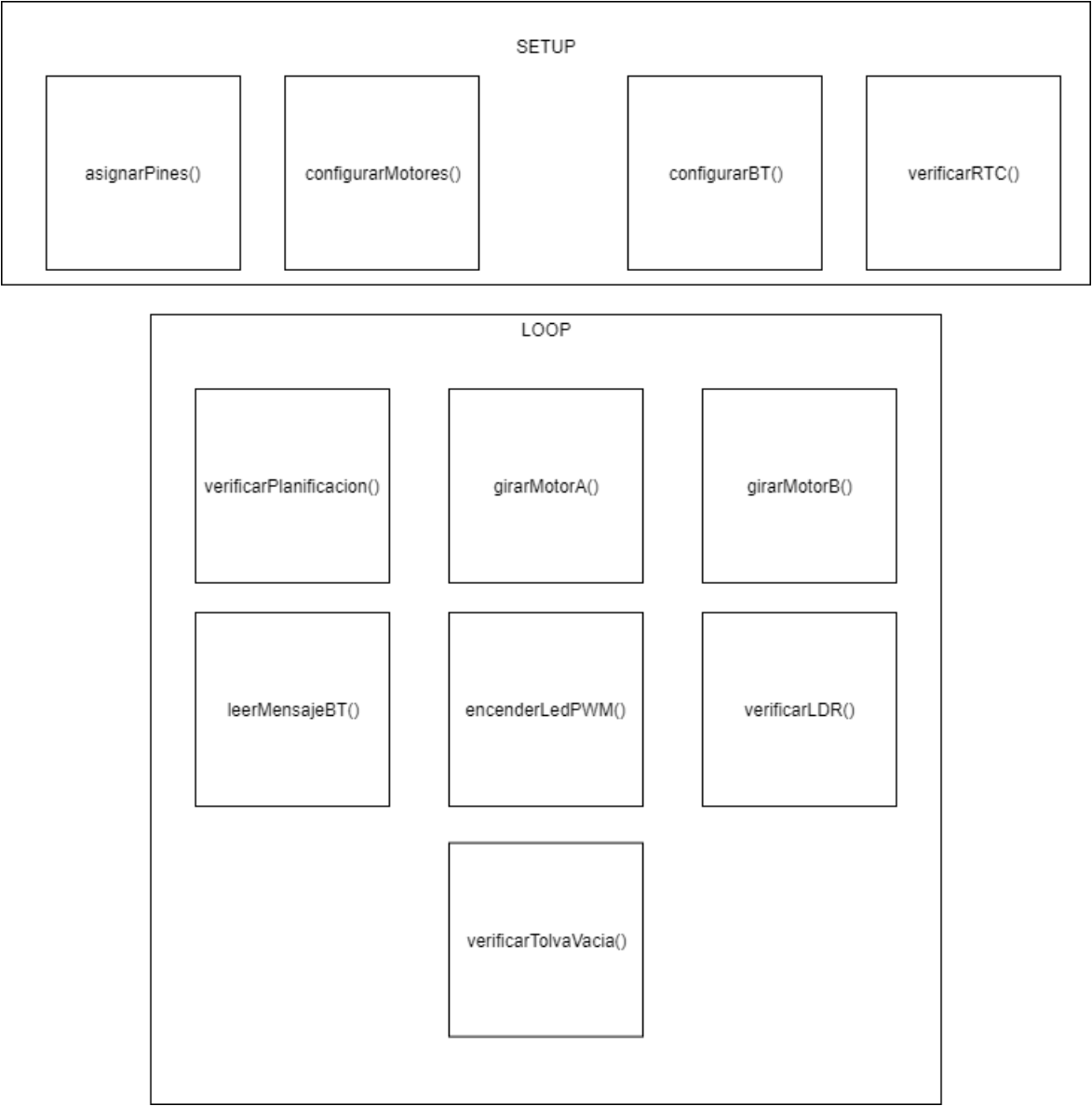


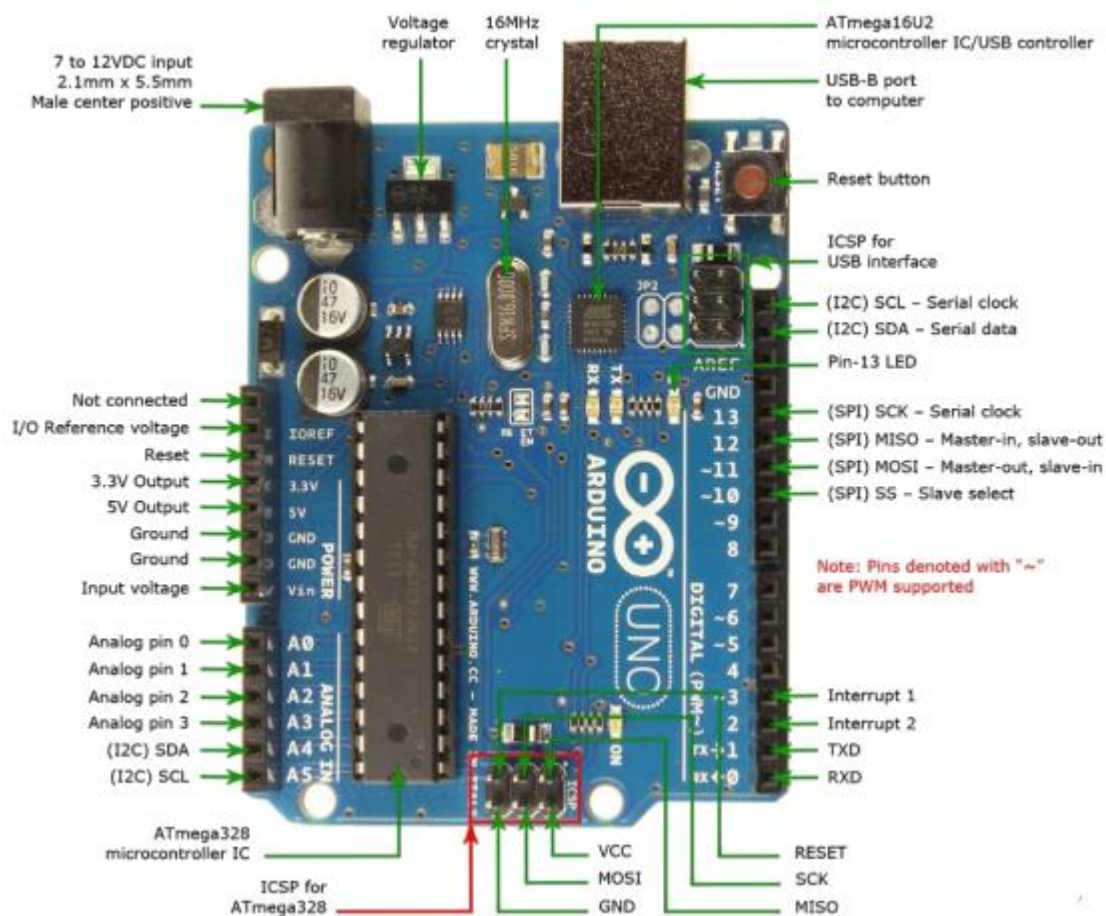
Diagrama de Firmware




Componentes

Placa Arduino Uno


Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328. Cuenta con 14 entradas/salidas digitales, de las cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM (Modulación por ancho de pulsos) y otras 6 son entradas analógicas. Además, incluye un resonador cerámico de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteo. La placa incluye todo lo necesario para que el microcontrolador haga su trabajo, basta conectarla a un ordenador con un cable USB o a la corriente eléctrica a través de un transformador.



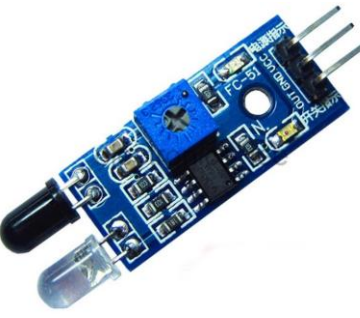
Led

	<p>Diodo emisor de luz. Es utilizado:</p> <ul style="list-style-type: none">• Para informar si la tolva se encuentra vacía. Se encuentra conectado a un pin digital (Azul);• Para iluminar donde se encuentra el recipiente, conectado a LDR. Se encuentra conectado a un pin digital (Blanco);• Para informar cuando la pastilla se encuentra en el recipiente para retirar. Se encuentra conectado a la salida PWM (Rojo).
---	--


Botón pulsador

	<p>Componente electrónico que cierra el circuito al ser pulsado. Su estado de reposo (activo o inactivo) es determinado por el esquema de conexión. Si es pull-up, la resistencia se conecta a positivo y su estado de reposo es activo. Si es pull-down, se conecta a negativo (tierra) y su estado de reposo es inactivo. Lo usamos en una tolva, para soltar una pastilla a demanda. El mismo se encuentra conectado a un pin analógico.</p>
--	---


Sensor infrarrojo

	<p>Este módulo está conformado por par emisor/receptor infrarrojos. El haz infrarrojo emitido al ser reflejado por el obstáculo es detectado por el receptor, esta señal es comparada por el LM393, el cual permite ser ajustado con el potenciómetro, no detecta la distancia. Lo usamos en las tolvas, para alertar el nivel bajo de pastillas; y en el receptor de pastillas, para alertar al usuario que hay pastillas por tomar. El mismo se encuentra conectado a un pin digital.</p>
---	---


Buzzer pasivo

	<p>Actuador que convierte una señal eléctrica en una onda de sonido (transductor electroacústico). Al no contar con un oscilador interno (como los activos), nos permite variar el tono emitido modificando la señal aplicada.</p> <p>Lo usamos como alarma para alertar al usuario que hay pastillas por tomar. El mismo se encuentra conectado a un pin digital.</p>
---	--


Sensor de luz (LDR)

	<p>El LDR es un resistor que varía su valor de resistencia eléctrica dependiendo de la cantidad de luz que incide sobre él. Su resistencia reacciona ante los cambios de intensidad de luz incidente. El valor de resistencia eléctrica de un LDR es bajo cuando hay luz incidiendo en él (puede descender hasta 50 ohms) y alto cuando está a oscuras (varios megaohms).</p> <p>Como circula una corriente, al variar su resistencia varía su tensión. Este último valor es el que lee la placa arduino.</p> <p>Es analógico.</p> <p>Lo usamos para determinar la iluminación alrededor del pastillero y encender o apagar el led lámpara.</p>
--	---

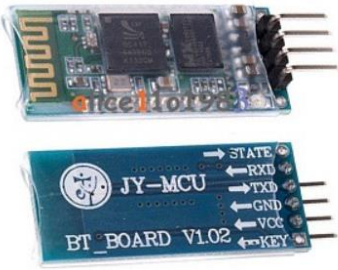
Motor Dm-s0090d

	<p>Motor de rotación continua conectado a un tornillo sin fin, al girar el mismo mueve la pastilla sobre el sin fin hasta liberarla.</p> <p>Es digital, y utiliza la función millis() para poder hacer un giro de 360°.</p>
---	---


Reloj en tiempo real

	<p><i>Reloj</i> en tiempo real de alta exactitud. Incorpora una entrada para batería auxiliar y mantiene la cuenta precisa del tiempo incluso cuando la energía es interrumpida. Mantiene registro de segundos, minutos, horas, día de la semana, fecha, mes y año.</p> <p>Es digital.</p> <p>Lo usamos para saber si hay que soltar una pastilla, verificando la planificación.</p>
---	--


Bluetooth HC-06

	<p>Módulo que permite la comunicación inalámbrica sobre el protocolo Bluetooth V2.0.</p> <p>Cuenta con mecanismos de autenticación y encriptación.</p> <p>Sólo opera en modo esclavo y puede configurarse (cambiar velocidad de transmisión, nombre, contraseña, etc.) mediante comandos AT.</p> <p>Es digital.</p> <p>Lo usamos para comunicar el embebido con la aplicación móvil.</p>
---	--

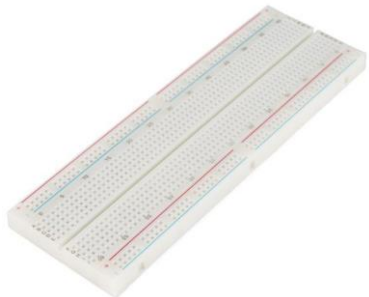
Resistencias

	<p>En el proyecto se utilizaron resistencias de 220 ohm.</p>
---	--

Cables varios

	<p>Los cables puentes se utilizan para realizar las conexiones entre la protoboard, los sensores / actuadores y la placa Arduino.</p>
---	---

Protoboard

	<p>Especie de tablero con orificios, en la cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para armar circuitos. Como su nombre lo indica, esta tableta sirve para experimentar con circuitos electrónicos, con lo que se asegura el buen funcionamiento del mismo.</p>
--	---

Bibliotecas Utilizadas

Servo

Esta biblioteca permite a una placa Arduino controlar servomotores RC (hobby). Los Servos integran engranajes y un eje que puede ser controlado con precisión. Los servos estándar permiten que el eje sea colocado en distintos ángulos, por lo general entre 0 y 180 grados. Los servos de rotación continua permiten la rotación del eje para ajustarse a diferentes velocidades.

RTCLib

Esta biblioteca se utiliza para configurar relojes en tiempo real.

EEPROM

El microcontrolador Arduino tiene EEPROM: memoria cuyos valores se mantienen cuando la placa está apagada (como un pequeño disco duro). Esta biblioteca le permite leer y escribir bytes.

Funcionamiento

En el setup inicializa los sensores y actuadores: asigna los pines, configura el bluetooth y los motores y verifica que el RTC funcione.

El loop se encarga de dirigir los actuadores y tomar mediciones de los sensores:

- En caso de tener una planificación definida, consulta la hora y minutos actuales, comparándolos y en caso de tener coincidencia el mismo activa la tolva correspondiente.
- Si el módulo bluetooth recibe un mensaje, lo lee y lo procesa. Los mensajes pueden ser:
 - Grabar planificación → analiza y traduce la cadena recibida al formato que maneja internamente y graba en la memoria EEPROM la nueva planificación.
 - Girar tolva N → indica que hay que soltar una pastilla de la tolva N.
 - Sonar alarma → activa el buzzer.
- Si debe soltar una pastilla de la tolva N, activa el motor N.
- Si el sensor infrarrojo del receptor de pastillas está activo, enciende el buzzer y el led de aviso toma de pastilla, regulando su intensidad a través del uso de PWD.
- Si el sensor infrarrojo del nivel bajo en tolva está activo, enciende el led indicador de falta de pastillas.
- Si el sensor LDR detecta varias lecturas seguidas de baja luz ambiental, enciende el led lámpara. De lo contrario, si detecta varias lecturas seguidas de alta luz ambiental, apaga el led lámpara.

- Si el botón de la tolva 1 es pulsado, indica al motor de la tolva 1 que debe girar, y por lo tanto, expedir una pastilla.

Prototipo del producto



Conexión aplicación móvil - sistema embebido

Desarrollamos un protocolo de comunicación sencillo a través de bluetooth (HC06). Los dispositivos deben estar emparejados para comunicarse. La comunicación es unidireccional; el móvil envía órdenes al embebido y éste las procesa. Las órdenes que puede enviar son:

- Guardar planificación: La planificación del día y hora en que se deben expedir las pastillas se guardan en el aplicativo móvil y se envían al sistema embebido a través de mensajes con los siguientes componentes:
 - Indicador de nueva planificación: para indicar que lo siguiente es una planificación nueva (letra p)
 - Tolla: para indicar qué tolla debe expedir la pastilla (puede ser 1 o 2).
 - Día: día de la semana (número del 1 al 7)
 - Hora: dos números (de 00 a 23)
 - Minutos: con intervalos de 5 minutos (de 00 a 55)

Un ejemplo podría ser el siguiente: 'p112030' donde la p es el indicador de planificación nueva, el siguiente 1 indica que debe girar la tolla 1, el siguiente 1 significa que se trata del día lunes, los próximos dos dígitos (20) indica que debe expedirse la pastilla a las 20hs y por último, dos dígitos para los minutos (30). Los datos serán guardados como 'Strings' en la memoria EEPROM del sistema embebido.

- Girar tolla N: Dando uso de los sensores del dispositivo móvil (Sensor de proximidad para la tolla 1 y 'Shake' para la tolla 2)
- Sonar alarma: Dando uso del sensor de luz

Aplicación móvil

Descripción

Permite administrar la planificación del sistema embebido e interactuar con él (girar ambos motores y hacer sonar la alarma) por medio de los sensores.

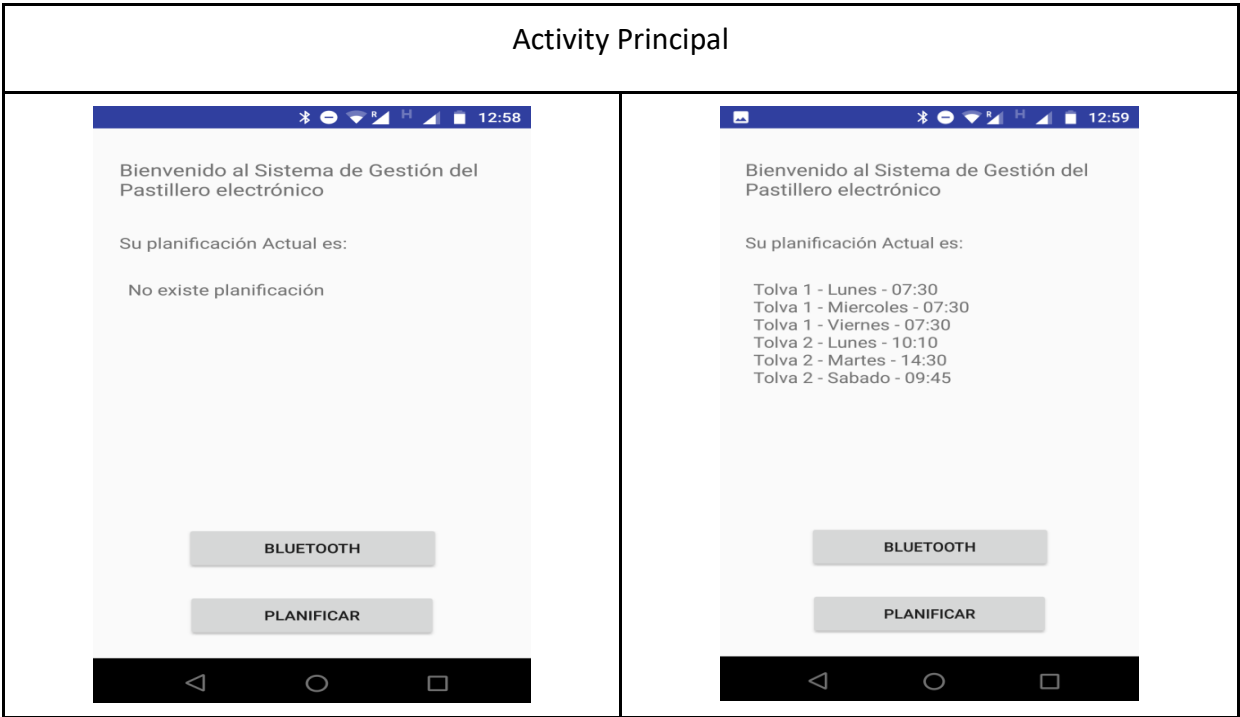
Contiene cinco actividades:

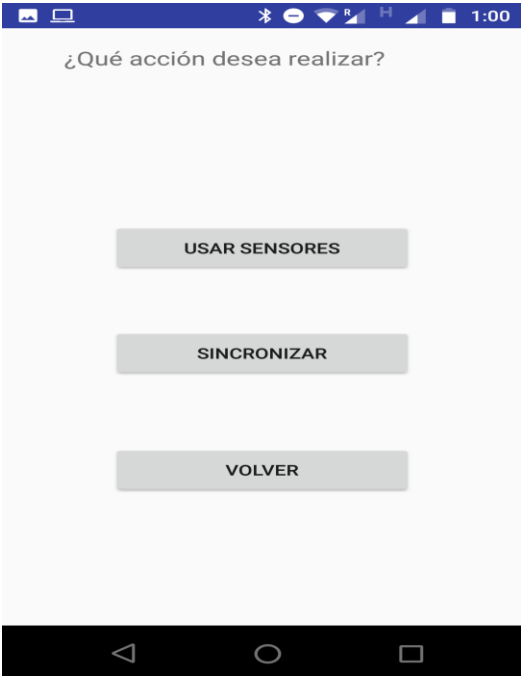
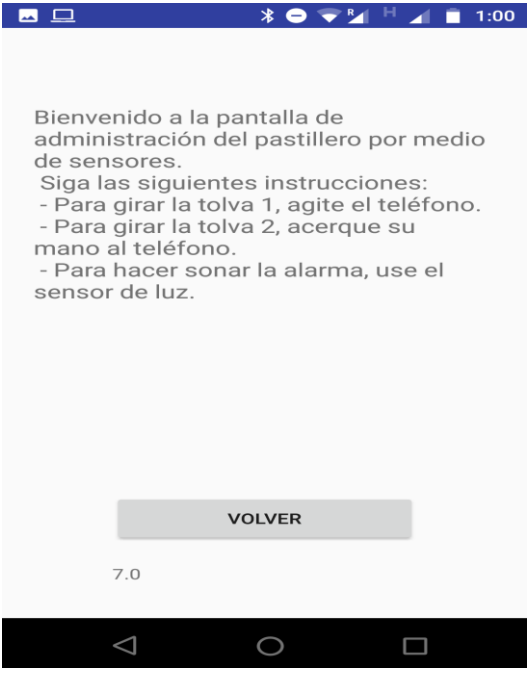
- **Principal:** Muestra la planificación actual en formato tolva-día-hora-minutos. Presenta dos botones que permiten acceder a las actividades de Emparejamiento bluetooth y Planificación.
- **Planificación:** Permite definir la planificación y guardarla en el dispositivo. Presenta un selector de tolva y una fila por cada día de la semana.
- **Emparejamiento bluetooth:** Permite conectarse al sistema embebido a través del bluetooth para poder interactuar con él.
- **Interacción bluetooth:** Presenta las distintas opciones de interacción. El botón sincronizar envía la planificación guardada en el dispositivo al sistema embebido. El botón “Usar sensores” dirige a la actividad “Uso de sensores vía bluetooth”.
- **Uso de sensores vía bluetooth:** Detalla cómo interactuar con los sensores, mostrando datos de la interacción en tiempo real.

Sensores

- **Acelerómetro:** Al detectar el gesto “shake”, activa la tolva 1.
- **Proximidad:** Activa la tolva 2.
- **De luz:** Al detectar falta de luz, hace sonar la alarma.

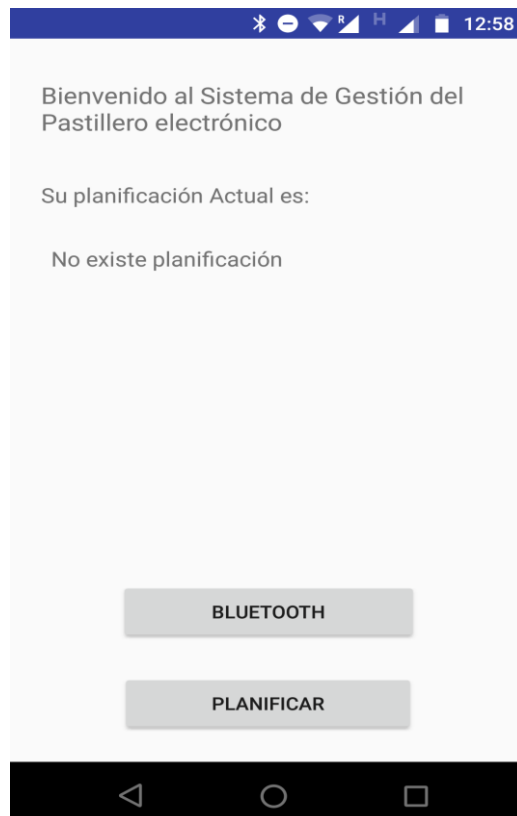
Capturas de pantalla



Activity Interacción BT	Activity Uso de sensores
	

Anexo I - Manual de usuario

Una vez instalada la aplicación en el dispositivo, procederemos a ejecutarla y veremos, a modo de pantalla principal, lo siguiente:



Desde aquí podremos tomar dos caminos:

- Realizar una nueva planificación, pulsando el botón “Planificar”
- Dar uso de las funcionalidades de Bluetooth conectándonos al Pastillero inteligente

Tomaremos el primer camino y pulsamos el botón planificar, que nos llevará a la siguiente pantalla:

Tolva:	Tolva 1	
DIA	HORA	MINUTOS
Lunes:	07	30
Martes		
Miércoles	07	30
Jueves		
Viernes	07	30
Sábado		
Domingo		

GUARDAR PLANIFICACIÓN

VOLVER

En la pantalla de planificación podremos seleccionar qué tolva queremos que expida la pastilla, qué día y a qué hora exacta. Una vez hecho esto podremos realizar dos acciones:

- Volver a la pantalla principal sin guardar nuestra planificación, o bien
- Guardar nuestra planificación, pulsando el botón “Guardar Planificación”, esta acción almacenará la planificación especificada y nos llevará de nuevo a la pantalla de inicio

Bienvenido al Sistema de Gestión del Pastillero electrónico

Su planificación Actual es:

Tolva 1 - Lunes - 07:30
Tolva 1 - Miercoles - 07:30
Tolva 1 - Viernes - 07:30
Tolva 2 - Lunes - 10:10
Tolva 2 - Martes - 14:30
Tolva 2 - Sabado - 09:45

BLUETOOTH

PLANIFICAR

De regreso a nuestra pantalla de inicio, podremos ver la planificación anteriormente almacenada. Esta vez, procederemos a pulsar el botón “Bluetooth”, que nos llevará a la siguiente pantalla:



En esta pantalla se mostrarán todos los dispositivos Bluetooth vinculados con nuestro dispositivo móvil, por lo cual es MUY importante vincular nuestro pastillero antes de utilizar la aplicación. Para ello nos dirigimos a “Ajustes” - “Conexión bluetooth” y seleccionamos el dispositivo HC-06 para vincularnos. La contraseña para poder realizar exitosamente esta operación es “1234”.

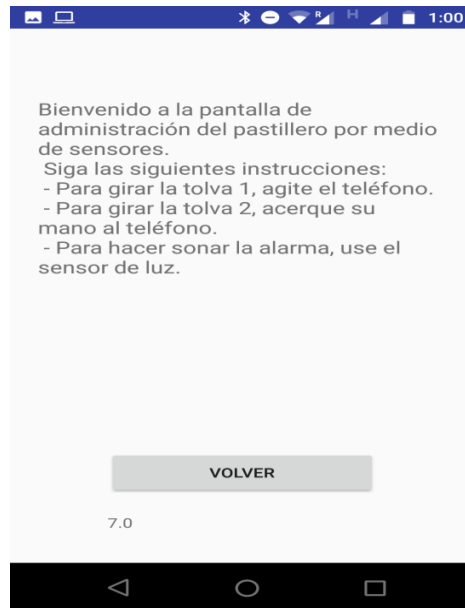
Una vez pulsado el botón conectar, veremos el siguiente menú:



Desde esta pantalla podremos tomar los siguientes caminos:

- Volver a la pantalla de lista de dispositivos, haciendo click en el botón “Volver”.
- Sincronizar la planificación actual almacenada con el pastillero inteligente, pulsando el botón “Sincronizar” (Esto se conectará con el pastillero y le enviará la planificación informándonos en caso de éxito o de error).
- Usar los sensores para interactuar con el pastillero, dando click en el botón “Usar Sensores”.

Este último paso nos llevará a la siguiente pantalla:



En esta pantalla podremos interactuar con el pastillero siguiendo las instrucciones que se indican en la misma (se nos informará en caso de que la conexión con el pastillero falle).

Problemas Encontrados

Algunos de los problemas que nos encontramos durante la creación del proyecto fueron:

- Cómo despedir una pastilla a la vez: Fue el principal problema en donde se propusieron varios actuadores como un servomotor, un motor cierre centralizado pero finalmente se optó por el motor de rotación continua conectado a un tornillo sin fin que fue creado a través de la impresión 3D, el cual nos permitió despedir una pastilla a la vez.
- Adquirir una fuente extra por falta de voltaje: Primeramente se alimentaba a la Protoboard, la cual tenía conectado la mayoría de los sensores/actuadores, a través de la placa Arduino. Cuando adquirimos el módulo Bluetooth HC-06 nos dimos cuenta que no funcionaba correctamente debido a que no recibía suficiente tensión, por lo tanto, se decidió comprar una fuente de alimentación para la protoboard que ayude a dar mayor tensión al módulo del Bluetooth y así lograr el correcto funcionamiento del mismo.