



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

**“CONTROL Y MONITOREO DE UNA CERRADURA INTELIGENTE PARA
CASAS HABITACIÓN”**

TESIS

Presentada para obtener el título de:

Licenciado en Ingeniería en Mecatrónica

Presenta: JORGE ALEJANDRO SÁNCHEZ GARCÍA

Asesor: M.C. ENRIQUE DE LA FUENTE MORALES

AGOSTO

2018

Agradecimientos:

Doy mis más sinceros agradecimientos a mi tutor, asesor y amigo el M.C. Enrique De La Fuente Morales, por el apoyo brindado todos estos años, sin el cual no hubiera sido posible este trabajo. Por la confianza y el compromiso, pocos profesores como usted, con la filosofía de que pase lo pase, el estudiante es primero.

A mis padres, que siempre han depositado su confianza en mí, pese a las situaciones por las que han pasado.

A la FCE por ser mi casa todo este tiempo, y por todo el aprendizaje que me brindo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
PROBLEMA.....	6
HIPÓTESIS	7
MARCO TEÓRICO	7
JUSTIFICACIÓN.....	8
OBJETIVO.....	9
OBJETIVOS PARTICULARES	9
APORTE.....	9
DESCRIPCIÓN.....	11
ALCANCES Y LIMITACIONES	12
ETAPAS DEL PROYECTO.....	12
CAPÍTULO 1.....	13
1.1 Estado del arte	14
1.2 Bluetooth.....	17
1.3 Arduino.....	20
1.4 Servomotor.....	24
1.4.1 Funcionamiento del servomotor.....	24
CAPÍTULO 2.....	28
2.1 App inventor.....	32
2.1.1 Ventajas de app inventor sobre otras plataformas.....	34
2.2 Diseño de la aplicacion.....	35
2.2.1 Programacion de la aplicacion	42
CAPÍTULO 3.....	46
3.1 ¿Qué es la programación?.....	47
3.1.1 Lenguajes de programación.	47
3.2 Programación en arduino.....	49
3.2.1 Lenguaje C++	49
3.3 DIAGRAMA ELECTRÓNICO.....	52
CAPÍTULO 4.....	57
4.1 RESULTADOS Y CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFÍA.....	70

INTRODUCCIÓN

Conforme ha ido creciendo la urbe en los últimos años, la población lo ha hecho de igual manera. Derivado a este crecimiento, la inseguridad también ha aumentado de manera considerable. Uno de los ilícitos más recurrentes en el estado de Puebla es el robo a casas habitación.

Hoy en día se cuenta con una gran cantidad de sistemas de seguridad manuales, la mayoría de ellos mecánicos, siendo el más común y popular la chapa. Sin embargo estos son fácilmente burlados por los delincuentes, ya que su funcionamiento es muy evidente, al igual que los elementos que lo conforman.

Otro tipo de sistemas de seguridad, específicamente para puertas de acceso a viviendas, son los pasadores. Pero del mismo modo que sucede con las chapas, estas son muy evidentes, y al tener un hogar sin vigilancia durante un largo periodo de tiempo, es probable que los delincuentes encuentren la forma de ultrajar estos sistemas, además de que es necesario estar en el interior de la vivienda para poder poner el pasador, de caso contrario será imposible.

Actualmente se han desarrollado sistemas de chapas automáticas, cuyo funcionamiento base, sigue siendo mecánico, pero se le han anexado elementos que le permiten controlar con un mayor índice de eficiencia, ya que estos vienen encapsulados y la manipulación se hace con dispositivos externos, teniendo claves especiales para poder acceder, pese a todo ello, estos siguen siendo visibles, y aunque en menor medida, también podrían ser burlados.

Más recientemente se han desarrollado dispositivos controlados a distancia, haciendo más fácil la manipulación de las cerraduras, pero la mayoría de estos sistemas se tienen que acoplar a la chapa, teniendo en la mayoría de ocasiones

que remplazar la cerradura por una compatible. Otro inconveniente presentado con estos dispositivos es el alto costo de estos, ya que difícilmente se comercializan en México.

Partiendo de esta idea y con la necesidad de mantener un sistema no visible (oculto), se desarrollará un sistema de seguridad con pasadores, controlado remotamente desde una aplicación vía Smartphone. Dicho sistema al estar ubicado en el interior de la casa, nos garantiza que solo los usuarios del sistema conozcan de la existencia del mismo, y solo ellos puedan manipularlo y tener acceso a la vivienda.

El medio que se tiene contemplado para la comunicación inalámbrica es la comunicación vía bluetooth, debido a que es fácil de programar y tiene un radio de alcance ideal para comunicar nuestro sistema con el Smartphone.

Finalmente se tiene pensado adicionar un cifrado para poder acceder al sistema, esto nos proporciona un mayor índice de seguridad, ya que aunque puedan acceder por medio del bluetooth, se necesitaría un alto grado de conocimientos en programación para poder descifrar las claves de seguridad del sistema.

PROBLEMA

Dificultades en la seguridad presentada en los puntos de acceso de las casas habitación en colonias populares y zonas de gran asentamiento urbano, y alto costo en los sistemas de seguridad más complejos, de los cuales la mayoría son extranjeros.

HIPÓTESIS

Si se crea un sistema adicional de seguridad manejado mediante un Smartphone a través del bluetooth que complemente los sistemas de seguridad ya establecidos, **entonces** se aumentará la seguridad de la casa habitación donde se implemente, a un bajo costo.

MARCO TEÓRICO

A lo largo de este trabajo, se pretende mostrar la planeación, diseño, construcción y aplicación de un pasador inteligente para interiores de casas habitación, aplicando diversos conocimientos de diversas ramas científicas que abarca la carrera, las cuales conjuntaremos para obtener un prototipo funcional de nuestro dispositivo idealizado.

Primero se hará una breve introducción al tema y a la problemática de la cual parte nuestro proyecto (inseguridad en casas habitación). Posteriormente se hará un recuento de diversos sistemas de seguridad inteligentes y que actualmente se utilizan para proteger o limitar la entrada únicamente a habitantes de la casa.

También se revisará el estado del arte, es decir, la situación actual de los sistemas de seguridad, los más comunes, populares y su funcionamiento.

Se mostrará el diseño tanto la aplicación para sistemas Android, como el diseño de los componentes que conformarán al pasador.

El diseño electrónico se modelara y simulara en el software “Isis” el cual puede caracterizar los elementos electrónicos que se usaran en este trabajo.

Finalmente se imprimirán en 3D los elementos necesarios para finalizar el prototipo, se calibrará el paso del motor y se probará la funcionalidad del pasador inteligente.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente los sistemas de seguridad que se encuentran en el mercado nacional son simples, de los cuales se tiene conocimiento pleno de sus componentes y funcionamiento. Sistemas más complejos se encuentran a precios muy elevados, y la mayoría de ellos solo se comercializan por internet. Por otro lado, se carecen de sistemas inteligentes que no sean visibles, es decir, que se encuentren instalados en el interior del domicilio y se manipulen a distancia, asegurando que desde el exterior se desconozca de la existencia de ellos.

Dentro de los sistemas que se comercializan en México, existen chapas automáticas de alta seguridad, pero estas deben ser anexadas a las chapas comunes, y se debe programar una clave de acceso, la cual es completamente visible.

Partiendo de esta idea, se tiene pensado en desarrollar un sistema complementario a los actuales, el cual tendrá la misma función de un pasador, con la ventaja que se manipulará a distancia a través de un smartphone, y solo se accederá a ella con la aplicación que también se desarrollará y una clave de acceso, a diferencia de las chapas de automáticas de alta seguridad, la clave de acceso será privada (no es física, se conecta a través del smartphone)

Cabe mencionar que por el momento solo se tiene un enfoque en casas habitación (interiores) y a un sector económico de clase media-baja.

Esto conllevará un gran aporte a la sociedad, ya que no todas las personas cuentan con altos ingresos económicos para adquirir un sistema de alta seguridad que tienen un promedio de 5000 pesos.

OBJETIVO

Diseñar, programar y construir un prototipo de sistema de seguridad para puertas interiores del domicilio, que sea fácil de utilizar por medio de una aplicación para smartphone con SO Android.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Investigar cuales son los elementos más aptos para el proyecto.
- Diseñar una aplicación compatible para el sistema final.
- Programar el arduino para la comunicación entre bluetooth y actuador.
- Diseñar un mecanismo de funcionamiento lineal y un prototipo funcional.

APORTE

El principal aporte de este proyecto, es hacer un prototipo funcional lo más económico posible, ya que se tiene pensado para un sector socio económico medio-bajo.

Además, será pionero en el país este tipo de pasadores inteligentes, ya que existen sistemas de seguridad parecidos a los de este trabajo, pero en su mayoría se tratan de chapas, las cuales todas son visibles (desde el exterior) y con costos elevados.

Solo para darnos una idea del precio de algunos sistemas que se comercializan en la actualidad, en la tabla 1, se muestran características de sistemas existentes en el mercado. Cabe recalcar que todos estos son productos finales y el nuestro solo es un prototipo, pero una vez más aclaro, solo es para darnos una idea de la brecha que existe en los costos.

Características	Prototipo	Tasa Entr	Lockitron	Clever Compact	Kaba	Home Depot
Manipulado por	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth, internet, biométrico, clave electrónica.	Rfid	RCID	Clave electrónica
Remoto	si	si	Si	si	si	No
Independiente a la chapa	Si, mecanismo externo	No	No	No	No	No
Smartphone	Si, Android	Sí, no especifica SO.	Si, iOS	No	No	No
App con costo	No	Si	Si	x	x	X
Precio (pesos)	1200 pesos	255 a 375 euros (no incluye IVA ni envío)	199 dólares (no incluye IVA ni envío)	199 euros	199 euros	2790 pesos

Disponible en:		Alemania	Estados Unidos	España	España	México
-----------------------	--	-----------------	-----------------------	---------------	---------------	---------------

Tabla 1: Sistemas que se encuentran en el mercado actual.

Además del bajo costo, nuestra propuesta aportaría tanto a practicidad y mejora muchos de los aspectos de los anteriores sistemas.

DESCRIPCIÓN

Se realizará un sistema de seguridad controlado a través de un Smartphone, con comunicación vía bluetooth.

Se utilizará arduino nano para la programación, debido que cuenta con las entradas, salidas y puertos de comunicación necesarios para el proyecto, además de que su tamaño es ideal para hacer el sistema lo más pequeño posible.

La interfaz para el Smartphone será diseñada en app inventor, debido que es una plataforma libre y de fácil manejo basada e programación a bloques.

La parte de seguridad y actuadores se realizará con un servomotor acoplado a un sistema de engrane-cremallera, con el cual se tendrá un efecto lineal para el posicionamiento del pasador (abierto-cerrado).

El entregable final será un prototipo funcional del sistema, lo cual incluye la aplicación para Android, y la cerradura.

ALCANCES Y LIMITACIONES

La aplicación solo se desarrollará para sistemas Android (app inventor se enfoca a este sistema operativo).

Solo está pensado para implementarse en puertas del domicilio (interiores).

El sistema debe estar alimentado a la corriente en todo momento para su funcionamiento.

En caso de perder u olvidar el celular, habrá que descargar la app en otro Smartphone para acceder al pasador.

Los elementos que se utilizaran serán comerciales (fáciles de conseguir) y de precios económicos.

No se adapta a la chapa de la puerta, es un sistema independiente.

Introducción de este tipo de sistemas a Puebla (solo se comercializan actualmente en Estados Unidos y algunas regiones de Europa)

Pensado para una clase económica medio-baja.

ETAPAS DEL PROYECTO

- En la primera fase, se investigará a fondo acerca de los sistemas de seguridad actuales, pros y contras, así como precios al mercado y el tipo de

tecnología que utilizan, a base en esto, se podrá modificar el sistema que se tiene originalmente pensando en desarrollar.

- En el análisis se investigaran los posibles elementos de los cuales estará compuesto nuestro sistema (tarjetas, actuadores, interfaz, etc.) para realizar una comparación del costo de nuestro sistema y el de los que se encuentran en el mercado.
- En la fase de prueba se analizaran los mecanismos del sistema, motor y engranes, para conocer el desgaste al que se enfrentaran, tales como fatiga, compresión, desgaste, etc.

Según los resultados obtenidos se estimara un promedio de vida de los elementos y del mismo sistema.

- Prototipo, ya con todas las pruebas realizadas y teniendo un factor de error nulo, se procederá a realizar físicamente el prototipo del sistema.

CAPÍTULO 1

En este capítulo se analizarán y describirán cada uno de los elementos seleccionados para la realización del dispositivo, así como su utilidad y ventajas frente a otros posibles elementos semejantes, por ejemplo, porque el bluetooth es más útil que un RFID. Cabe destacar que lo que buscamos es abaratar lo más posible el precio final de nuestra cerradura inteligente, esto manteniendo una funcionabilidad y calidad altos.

1.1 ESTADO DEL ARTE

Las cerraduras, pasadores y demás sistemas de seguridad para puertas, suelen ser mecanismo generalmente de metal, que se fijan a las mismas puertas, para impedir que esta pueda abrirse. Estos mecanismos se accionan con una llave o electrónicamente, y sirve para cerrarlos.

El elemento más común es la cerradura, de la cual se tienen registros que existen desde hace más de 4000 años.

El funcionamiento de una cerradura es muy simple:

Esta dispone de un elemento denominado “*resbalón*”. Este elemento, plano por la cara que da al interior del recinto u objeto que se quiere mantener cerrado e inclinado por la otra, se aloja en un hueco practicado en el marco de una puerta. Cuando intentamos abrir la puerta, no podemos, ya que el resbalón no nos deja al quedar encajado en el marco. Sin embargo, como en su cara opuesta dispone de un plano inclinado, al cerrar la puerta se comprime un muelle que lo mantiene fuera y se recoge temporalmente.

Antes de introducir la llave: La cerradura tiene un cilindro de latón giratorio, este cilindro, puede girar dentro del tambor y es la parte que se acciona al introducir la llave. El cilindro tiene varias perforaciones y en cada una de ellas tiene encajada una clavija dividida en dos partes (perno y contraperno) que son empujadas hacia abajo mediante un muelle de acero situado en su parte superior. La clavija no dejan girar la cerradura sin la llave adecuada, ya que o bien el perno o bien el contraperno cruzan la línea de corte. Cada uno de los contrapernos que

forman las clavijas tiene una longitud diferente y que depende de la profundidad de los dientes de la llave.

Cuando se inserta la llave: Los pernos y contrapernos son empujados hacia arriba por los bordes dentados de la llave contra el muelle.

Si la llave es adecuada: Empujará las clavijas justo hasta que las juntas de los pernos y contrapernos queden alineadas con la línea de corte, de forma que no se impide el giro del cilindro y se puede abrir la puerta.

Si la llave no es adecuada a alguno de los pernos o contrapernos, al no estar alineada la división con el extremo de la parte giratoria o línea de corte, evita que el cilindro gire (por estar atravesado), de forma que la puerta no se puede abrir.

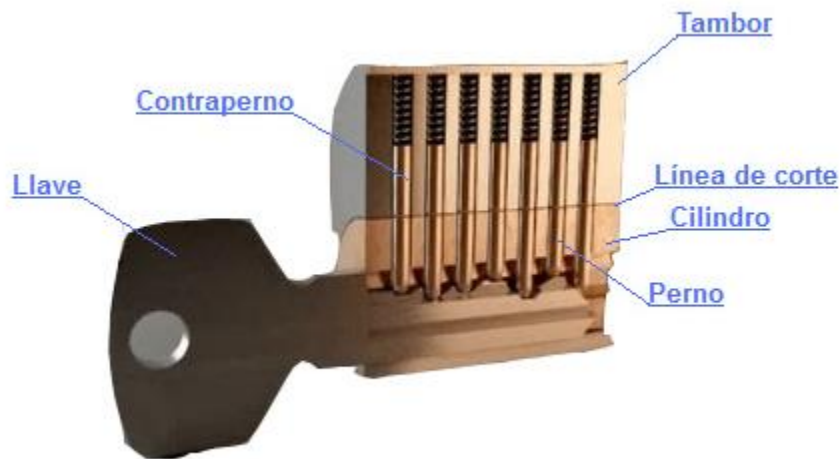


Ilustración 1 Elementos y funcionamiento de una cerradura

Otro elemento muy común son los pasadores, los cuales tienen un funcionamiento aún más simple.

Estos son elementos de fijación mecánica desmontable, de forma cilíndrica o cónica (según la necesidad, diseño o funcionabilidad), cuyos extremos pueden variar en función de la aplicación. Se emplea para la fijación de varias piezas a través de un orificio común, impidiendo el movimiento relativo entre ellas.

En este tipo de mecanismos no hay necesidad de llaves, por lo cual es muy común que se usen únicamente cuando se encuentran en el interior del hogar, o complementándolos con un candado.



Ilustración 2 Ejemplo de un pasador

De estos 2 elementos de seguridad, cabe resaltar que respecto a las cerraduras, existe una gran diversidad de tipos, habiendo inclusive electrónicas, en las cuales su funcionamiento base, sigue siendo mecánico, pero se le anexan claves o llaves electrónicas en lugar de las típicas llaves.

Respecto a los pasadores aún no se han complementado con una parte electrónica.

1.2 Bluetooth

Bluetooth es un protocolo de comunicación para redes inalámbricas usada por 2 o más dispositivos, utiliza radiofrecuencia para la transferencia de datos a un ancho de banda de 2.4 GHz, y es un estándar oficial de IEEE.

Esta tecnología se empieza a desarrollar a finales del milenio y se comienza a aplicar a principios del nuevo. Creada por Ericsson en el año 1994, pero no es hasta el año 2006 al lanzamiento de su segunda versión cuando la popularidad de esta tecnología aumenta en forma exponencial.

Con la creación de esta tecnología, se logró transferir datos de forma remota sin la necesidad de cables. A su lanzamiento se tenía una velocidad de transferencia de 721 kbps, pero con el paso del tiempo y con las actualizaciones de este protocolo, se ha llegado a una transferencia de datos de hasta 32 Mbps.

Este protocolo de comunicación ha sido adoptado por casi todo tipo de dispositivos, y un claro ejemplo son los teléfonos celulares. En la actualidad con la llegada de los teléfonos inteligentes, el 100% de ellos incluyen bluetooth, debido a la facilidad y practicidad para transferir archivos entre ellos.

Partiendo de la necesidad de controlar un dispositivo a distancia, se ha optado por el uso del bluetooth, ya que este puede ser adaptado a cualquier dispositivo a través de los módulos que se tienen a la venta en el mercado.

Existen 2 módulos de comunicación bluetooth compatibles con la tarjeta arduino, que son los módulos HC-05 Y HC-06.

La diferencia entre ellos solo es que el HC-05 puede ser usado en modo maestro o modo esclavo, y el HC-06 únicamente como esclavo.

Para este proyecto puede ser utilizado cualquiera de estos módulos, ya que ambos pueden ser utilizados en modo esclavo, pero para reducir los costos del producto final, se usara el módulo HC-06 ya que es más económico.

Dentro de las características de este dispositivo están:

- Velocidad: 9600 baudios
- Alimentación: 3.3 volts
- Modo o rol: Esclavo
- Modo AT
- Clave de emparejamiento: 1234
- Nombre del dispositivo: HC-06

Todos estos son configuraciones de fábrica, pero al entrar en modo AT (configuración) algunas de estas opciones pueden ser cambiadas, por ejemplo: el nombre del dispositivo, clave de emparejamiento, velocidad, etc. Se mencionan solo estas 3 opciones ya que son las que requerimos cambiar.

Otra diferencia, como se muestra en la ilustración 3, es que el módulo HC-06 solo cuenta con 4 pines, y como se muestras en la ilustración 4 el módulo HC-05 cuenta con 6 pines.



Ilustración 3 Módulo bluetooth HC-06



Ilustración 4 Módulo Bluetooth HC-05

Otra ventaja del uso del bluetooth, en comparación de otros protocolos de comunicaciones remotas, es que al realizarse el emparejamiento con otro bluetooth, la comunicación no se ve afectada por otro tipo de ondas, haciendo que la pérdida de datos sea casi nula.

Como se muestra en la tabla 1, se hace una comparativa entre el bluetooth y otros medios de comunicación.

Medio de Comunicación	Rango	Velocidad de transferencia	Perdida de datos
Bluetooth	De 1 a 100 metros	Hasta 32 Mbps.	No
Infrarrojo	De 5 a 50 cm	654 kbps	Si
Rfid	6 cm	Depende de la distancia	Si

Tabla 1 Comparativa entre dispositivos a distancia

1.3 ARDUINO

Arduino es una tarjeta de desarrollo de código libre fácil de usar, la cual engloba elementos tanto de software como de hardware, es compatible con una gran variedad de códigos de programación, además que incluye un apartado de ejemplos, con los cuales se facilita el uso y comprensión del mismo.

Su software es libre y gratuito, el cual puede ser descargado desde su página.

Su historia comienza en el año 2003, en el instituto Ivrea de Italia, donde Massimo Banzi enseñaba el uso de PIC's a estudiantes de diseño interactivo, los cuales no tenían conocimiento técnico para utilizar dichos dispositivos.

Antes del nacimiento de Arduino, existía un proyecto llamado “Processing”, un lenguaje de programación basado en Java. Las principales características de Processing es la facilidad con la que puede ser utilizado. Barragán, que era estudiante en aquel entonces, se basó en Processing para desarrollar una placa electrónica llamada “Wiring”. Esta contaba con su propio lenguaje de programación y su propio entorno de desarrollo.

Poco tiempo después, Massimo Banzi, David Cuartielles y Gianluca Martino desarrollaron una tarjeta basada en el trabajo de Hernando Barragán, la cual era más pequeña y económica que la placa Wiring. Esta placa fue nombrada Arduino.

Existen una gran variedad de modelos de tarjetas arduino, cada una pensada en distintas necesidades.

Algunos de los puntos a tomar en cuenta para saber que tarjeta arduino utilizar son los siguientes:

¿Qué tamaño tendrá el proyecto a realizar?

¿Cuántas entradas, salidas voy a requerir?

¿Se requerirá de procesamientos externos o con la tarjeta es suficiente?

Tomando en cuenta estas preguntas, se llegó a la conclusión que arduino nano es la mejor opción para el proyecto, ya que la tarjeta es la más pequeña, sus dimensiones son 17 mm de largo por 73 mm de ancho.

Como se muestra en la ilustración 5 cuenta con 30 pines de los cuales solo nos interesan los de alimentación, tierra, comunicación rx/tx) y algunos de entradas/salidas digitales.

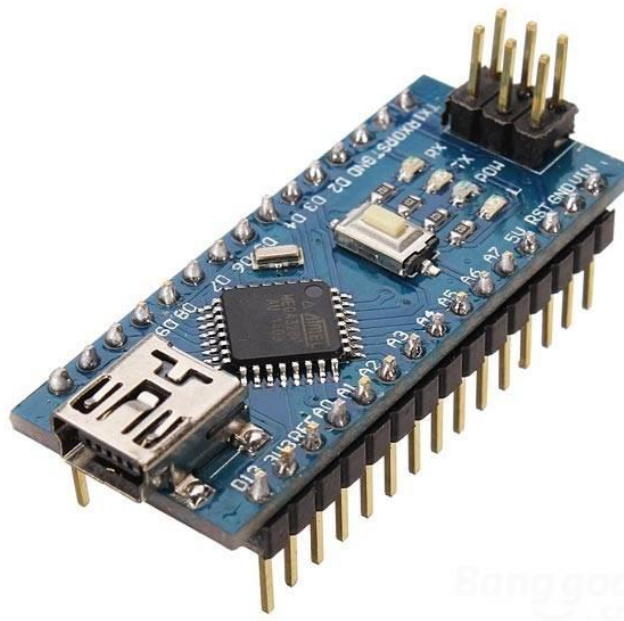


Ilustración 5 Tarjeta arduino nano

En la ilustración 6 se muestran los pines con los que cuenta arduino nano.

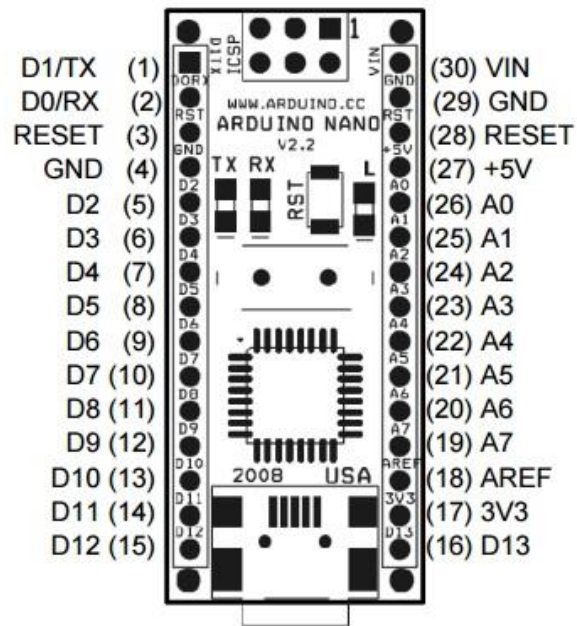


Ilustración 6 Pines de conexión de arduino nano

En cuestión de precio, es más económico que otros modelos, tales como Arduino Uno, Arduino Mega o Arduino Due, los cuales también son más grandes en tamaño.

Si comparamos arduino con los microcontroladores PIC, encontramos que también presenta muchas ventajas, como por ejemplo:

- Costo
- Entorno de programación simple y claro
- Código abierto
- Software gratuito
- Gran cantidad de información en la red
- Multiplataforma
- Según las necesidades, hay varios modelos de tarjetas arduino

Además que su uso puede ser directo, sin la necesidad de mandar a realizar una tarjeta electrónica para cada proyecto que se realice, y ya hay softwares como Isis, que te permiten simular el proyecto.

1.4 SERVOMOTOR

Los servomotores son actuadores que pueden ser controlados tanto en posición y velocidad, esto gracias a un tren de engranes, un controlador electrónico y el pequeño motor que tienen en su interior como se muestra en la ilustración 7.

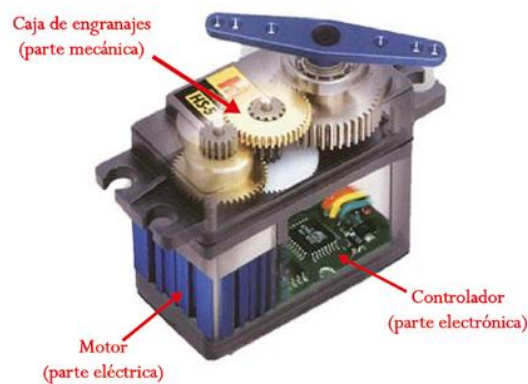


Ilustración 7 Componentes de un servomotor

Dependiendo su rango de operación, pueden ubicarse en cualquier punto y mantenerse en esa posición hasta que se le ordene que cambie de posición, su rango de operación va desde 0° hasta 180°.

1.4.1 Funcionamiento del servomotor.

El sistema de control de un servo se limita a indicar en qué posición debe estar situado. Esto se lleva a cabo mediante una serie de pulsos tal que la duración del pulso indica el ángulo de giro del motor. Cada servo tiene sus márgenes de operación, que se corresponden con el ancho del pulso máximo y mínimo que el servo entiende. Como se muestra en la ilustración 8, los valores más comunes corresponden con pulsos de entre 1 ms y 2 ms de anchura, que dejarían al motor en ambos extremos (0° y 180°), mientras que el valor 1.5 ms indicaría la posición central o neutra (90°). Estos valores suelen ser los recomendados, sin embargo, es posible emplear pulsos menores de 1 ms o mayores de 2 ms, pudiéndose conseguir ángulos mayores de 180° . Si se sobrepasan los límites de movimiento del servo, éste comenzará a emitir un zumbido, indicando que se debe cambiar la longitud del pulso. El factor limitante es el tope del potenciómetro y los límites mecánicos constructivos.

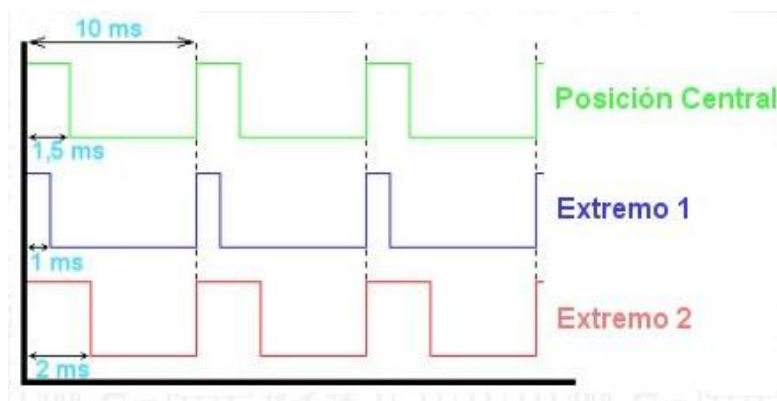


Ilustración 8 Tren de pulsos para posicionamiento del servomotor

El período entre pulso y pulso (tiempo de OFF) no es crítico, e incluso puede ser distinto entre uno y otro pulso.

Es importante destacar que para que un servo se mantenga en la misma posición durante un cierto tiempo, es necesario enviarle continuamente el pulso

correspondiente. De este modo, si existe alguna fuerza que le obligue a abandonar esta posición, intentará resistirse. Si se deja de enviar pulsos (o el intervalo entre pulsos es mayor que el máximo) entonces el servo perderá fuerza y dejará de intentar mantener su posición, de modo que cualquier fuerza externa podría desplazarlo.

Actualmente existen muchas marcas que distribuyen servomotores, cuyas diferencias son mínimas, pero para evitar confusiones, la funcionabilidad de los servomotores ha sido estandarizada, y las mínimas diferencias que podría existir entre uno u otro proveedor se especifica en tablas, como la que se muestra en la tabla 2.

Fabricante	Duración del pulso [ms]			Frec. [Hz]	Color de los cables		
	Mínima (0°)	Neutral (90°)	Máxima (180°)		Positivo	Negativo	Control
Futaba	0.9	1.5	2.1	50	Rojo	Negro	Blanco
Hitech	0.9	1.5	2.1	50	Rojo	Negro	Amarillo
Graupner/Jr	0.8	1.5	2.2	50	Rojo	Marrón	Naranja
Multiplex	1.05	1.6	2.15	40	Rojo	Negro	Amarillo
Robbe	0.65	1.3	1.95	50	Rojo	Negro	Blanco
Simprop	1.2	1.7	2.2	50	Rojo	Azul	Negro

Tabla 2: Configuración de algunos servomotores

Otra clase de motores que podemos controlar son los motores dc y los motores a pasos. Con los motores DC podemos controlar la velocidad dependiendo la corriente que se le administre, sin embargo no se puede controlar la posición, y para cambiar el sentido de giro hay que invertir la polaridad, lo que conlleva a que nuestro sistema se haga más complejo.

En el caso del motor a pasos, como su nombre lo dice, el movimiento que realiza es paso por paso, cuyo paso puede ser de 3° a 7° dependiendo el modelo, es menos preciso en cuestión de posicionamiento, aunque este si tiene un rango de 360°. Al igual que el motor DC este no puede invertir su giro a menos que se invierta la polaridad. Estos motores también suelen necesitar mayor consumo de corriente.

A continuación se muestra una tabla donde se comparan los 3 motores y un electro pistón.

Actuador	Rango de Operación	Reversible	Control de posición	Control de velocidad
Servo motor	0° a 180°	Si	Si	Si
Motor a pasos	0° a 360°	No	Si	Si
Motor DC	0° a 360°	No	No	No
Electro pistón	Linealidad	Si	Si	No

Tabla 3: Comparativa entre motores y electro pistón.

CAPÍTULO 2

Este capítulo se enfocara en las cuestiones del diseño, el cómo a través del diseño de la aplicación podemos ayudar al éxito de la cerradura, además también se describirá la plataforma elegida para el desarrollo de la aplicación, y el tipo de celulares que serán compatibles con la misma.

Uno de los principales factores que determinan el éxito de un producto es su diseño. Ya sea el diseño de sus elementos, de su estética, colores o inclusive por la publicidad que le manejan a este. Es por ello que este aspecto es muy importante de nuestra cerradura inteligente, el poder desarrollar un buen diseño tanto del producto como de la interfaz.

Según la Real Academia la definición de diseño es:

1. Traza o delineación de un edificio o de una figura.
2. Proyecto, plan.
3. Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie.
4. Forma de cada uno de los objetos.
5. Descripción o bosquejo verbal de algo.

Como se puede observar, la definición o concepto de diseño depende mucho al área de aplicación al que este se aplique, ya que no es lo mismo tener presente el concepto en un área de publicidad como lo es el diseño gráfico, a un área de producción, como lo es el diseño industrial.

TIPOS DE DISEÑO



Ilustración 9 Tipos de diseño

Este concepto también se ha adoptado en el área de los teléfonos inteligente, ya que todo lo que se refiere a ellos previamente lleva una etapa de diseño, como lo es la apariencia del teléfono, los elementos que lo constituirán, e inclusive sus aplicaciones.

Una aplicación no se desarrolla o se diseña de la nada, hay diversos factores que deben tenerse en cuenta para que esta sea de fácil uso y conlleve al éxito de la misma.

"Antes de empezar a crearla hay que pensar que ésta debe cumplir una necesidad para el usuario, ya sea de entretenimiento o productividad. Además, tiene que funcionar bien", explica de Mariano D'Agostino, coordinador del curso de Desarrollo Mobile y co-fundador de Tictapps.com

Ejemplos de apps exitosas son WhatsApp, Facebook y Twitter, y aunque tecnológicamente hablando no presentan algún avance, pero si resuelven una necesidad, que es estar al pendiente de estas redes sociales sin la necesidad de estar conectado desde un computador, todo desde la comodidad y practicidad de un teléfono inteligente.



Ilustración 10 Ejemplo de aplicaciones

Según un artículo de la página virtual yeePLY, para tener éxito en una app se deben tomar en cuenta 2 factores, diseño y usabilidad.

También recalca que se debe tomar en cuenta al usuario, siempre ponerse en el lugar del usuario, haciendo que este pueda interactuar lo más posible con el entorno de la app.

Menciona también que no hay que confundir los términos, y que una no debe condicionar el uso de otra, lo cita de la siguiente manera:

“Diseño y usabilidad son distintos, pero deben ir integrados. Eso sí, el diseño nunca debe condicionar la usabilidad. Es decir, la usabilidad no debe estar condicionada por el diseño sino que debe primar, y el diseño debe ser construido sobre esa base de funcionamiento y buena usabilidad de la app. Ambas también van ligadas al desarrollo de aplicaciones, por lo que será imprescindible que el programador trabaje estrechamente con el diseñador”.

Sobre el cómo llevar a cabo un diseño óptimo de la app, lo primero que se debe tomar en cuenta es la usabilidad, es decir, el ¿qué quiero hacer?

Al igual que en muchas otras ramas del diseño, lo primero que se aborda es el problema que se quiere solucionar. En nuestro proyecto lo que deseamos resolver es controlar un dispositivo a distancia, entonces ahí queda resuelto nuestro primer punto, ¿Qué quiero hacer? Manipular una cerradura a distancia.

Teniendo en cuenta el primer paso para el diseño de nuestra app, pasamos al segundo aspecto en tomar en cuenta, el cual resulta obvio, como lo voy a resolver, que entra en la que denomina el artículo de yeepley como la parte del funcionamiento.

La resolución de nuestro inconveniente será a través de bluetooth, dando la orden de “abierto” y “cerrado”, por lo cual, nuestra app en su funcionamiento debe vincularse con un bluetooth, en este caso el dispositivo, y después de ello tener la opción de poder abrir o cerrar la cerradura.

Una vez que se tienen resueltos estos dos pasos, ya se puede concentrar a la parte final del diseño, la cual solo es la parte estética de nuestra app, además que esta haga que el usuario sin necesidad de haberla utilizado antes pueda entenderla con facilidad.

Ya como paso adicional se verifica que no tenga problemas o bugs, en dado caso que ocurra así, verificar donde se encuentran y corregirlos

2.1 APP INVENTOR

App inventor es un entorno de desarrollo de software creado inicialmente por el MIT (Instituto tecnológico de Massachusetts) y posteriormente acogido por google, para que cualquier persona con interés pueda crear su propia aplicación móvil (app), ya sea para su empresa, para su casa o para otros intereses.

La elección de este medio para la creación de nuestra interfaz es por simple facilidad, ya que utiliza un ambiente muy semejante a visual c, que hace muy sencillo la realización y el entendimiento de las herramientas de este sitio.

Esta plataforma virtual se puso a disposición del público en general el día 12 De Julio de 2010, dirigido a un área de personas que no se encuentran familiarizadas con la programación informática.

La principal característica de esta plataforma, es que utiliza una librería open blocs de java, la cual nos permite tener una programación visual a bloques.

Cuenta con 2 apartados, el primero de edición, y el segundo de programación.

En el apartado de edición, uno añade los elementos que quiere en su app, tales como botones, imágenes, caracteres, y se puede cambiar el estilo de fuente, tipografía, colores, tamaño, etc. Cabe resaltar que este apartado es un visor de cómo se verá la app final, y en la ilustración 11 se muestra como es el área de diseño.

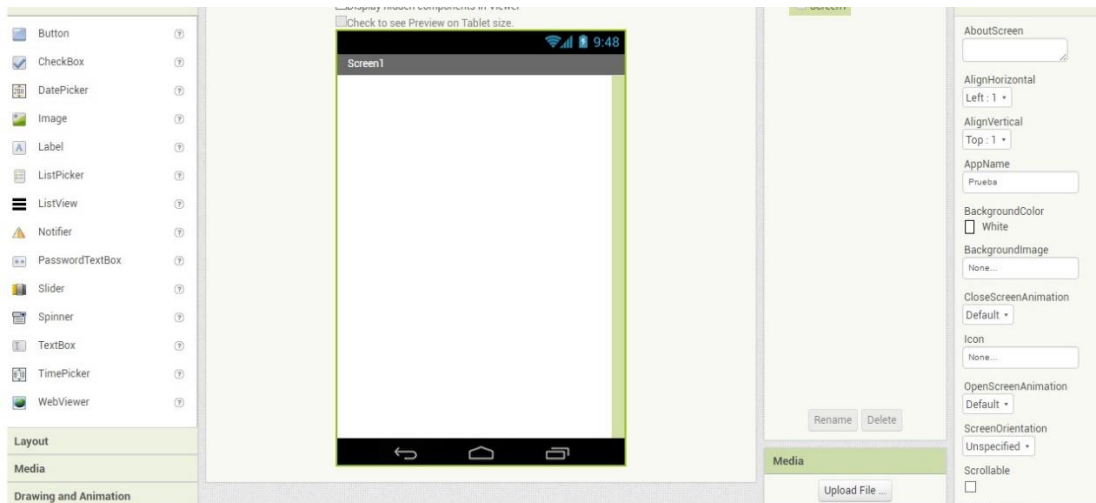


Ilustración 11 Área de diseño de app inventor

En el siguiente apartado, se encuentra el área de bloques, es donde se lleva a cabo la programación o lógica de nuestra aplicación, y a continuación en la ilustración 12 se muestra como es el área de bloques.

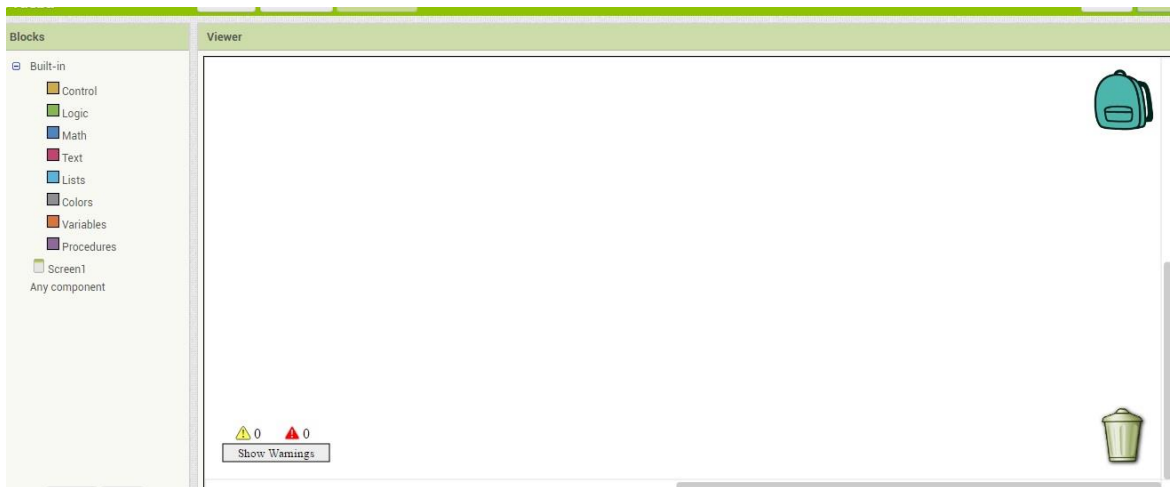


Ilustración 12 Área de bloques de app inventor

Las opciones que aparecen dependen de los elementos que se hayan agregado en el área de diseño, por ejemplo, si se agregó un botón en el área de diseño, en automático se agregarán las opciones para botones en el área de bloques, en pocas palabras, el área de bloques depende del área de diseño.

Para la programación, aparecen pequeños bloques con forma de piezas de rompecabezas, los cuales tienen opciones desplegables según sea la acción que requerimos. Estos encajan con otros bloques haciendo una especie de “click” cuando la lógica es correcta, y cuando no lo es, las piezas no logran encajar.

También, como se puede observar en la ilustración 11, al final del editor se cuenta un apartado llamado “show warnings” el cual cuenta con dos iconos, el primero que muestra errores pequeños, como de almacenamiento y el segundo errores graves, como errores de lógica o compilación.

Una vez terminado el proyecto, para tener la app, se debe ir a la parte superior en la opción de Build, y se selecciona la opción “App (save .apk to my computer)”, esto hará que la plataforma nos descargue una apk a nuestra computadora. Una vez que se tiene la apk, se pasa el archivo a nuestro celular y se instala. Una vez instalado se podrá usar la app que se realizó en app inventor.

2.1.1 Ventajas de app inventor sobre otras plataformas

Para poder diseñar y crear apps existen una gran variedad de plataformas, las cuales ofrecen herramientas y entornos de programación propias, pero ¿Por qué se eligió app inventor?

Para comenzar, app inventor cuenta con el respaldo de una de las más grandes instituciones del mundo como lo es el MIT, y también por google.

Otro de los aspectos es que no se necesita gran conocimiento basto en lenguajes de programación como java, phyton, c++, etc., ya que al ser un entorno visual a bloques, la programación resulta muy simple.

Otro punto importante es que dentro de la página hay mucha información de ayuda, foros, tutoriales y enseñanzas.

Otro factor muy importante, es que para acceder al sitio, solo necesitas una cuenta de Gmail, no requieres de una membresía ni nada por el estilo.

El uso es completamente gratuito a diferencia de otros sitios como AppArchitect, Appery.io o App press, donde hay que realizar pagos mensuales o anuales de hasta 200 dólares.

Por último, es un sistema de uso libre, cualquier persona puede desarrollar dentro de esta plataforma.

2.2 DISEÑO DE LA APLICACIÓN

Para llevar a cabo el diseño de la aplicación de este proyecto, se requerirán 3 botones en la pantalla principal.

El primer botón el cual se ubicara en la parte superior, es el que hará la conexión o sincronización con el bluetooth de la cerradura. Cuando se presione este botón nos mandara a otra pantalla, la cual nos mostrara una lista de los dispositivos

bluetooth disponibles en ese momento. Se deberá seleccionar el nombre de nuestro pasador y nos regresara a la pantalla principal.

También ubicados en la pantalla principal, se encuentran los siguientes 2 botones, que son abrir y cerrar, como su nombre lo indica, estos determinaran el estado de la cerradura, si se encontrara abierta o cerrada, y se pueden manipular las veces que sean necesarias, según el estado en que necesitemos nuestro pasador. En la siguiente ilustración (13) se muestra la vista previa de la app.

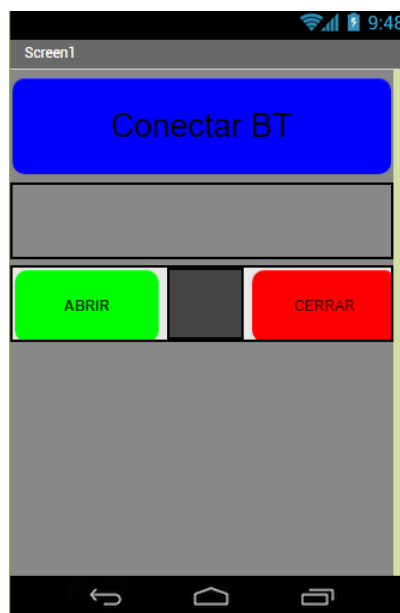


Ilustración 13 Vista previa de la aplicación

Otro botón que se coloca pero no está activo, es el que se puede observar entre “conectar BT” y los botones de “abrir y cerrar” el cual solo se anexa por cuestiones estéticas, darle mejor distribución al espacio en nuestra pantalla.

La parte del desarrollo se realiza de la siguiente manera:

Se ingresa a la página de app inventor dentro de MIT, vamos a la pestaña de “my Project” y abrimos un nuevo archivo en la opción “new”. Inmediatamente nos pedirá nombrar el archivo, le damos el nombre que deseamos y nos abrirá su pantalla de desarrollo.

Una vez en la pantalla principal, nos encontraremos con 4 columnas: Palette, Viewer, Components y Properties.

En columna “Palette” encontramos la variedad de elementos que podemos poner en nuestra app, tales como botones, casillas de verificación, imágenes, etiquetas, etc. Es de esta zona donde se elige lo más apto para la aplicación a desarrollar.

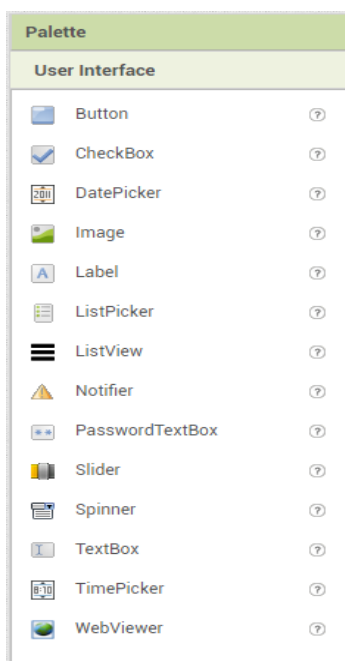


Ilustración 94 Elementos de la columna Palette

La siguiente columna "Viewer" es una vista previa del como se visualizara nuestra aplicación una vez instalada en nuestro celular. Aquí tambien podemos ajustar la posicion de los elementos que agregamos de "Palette".

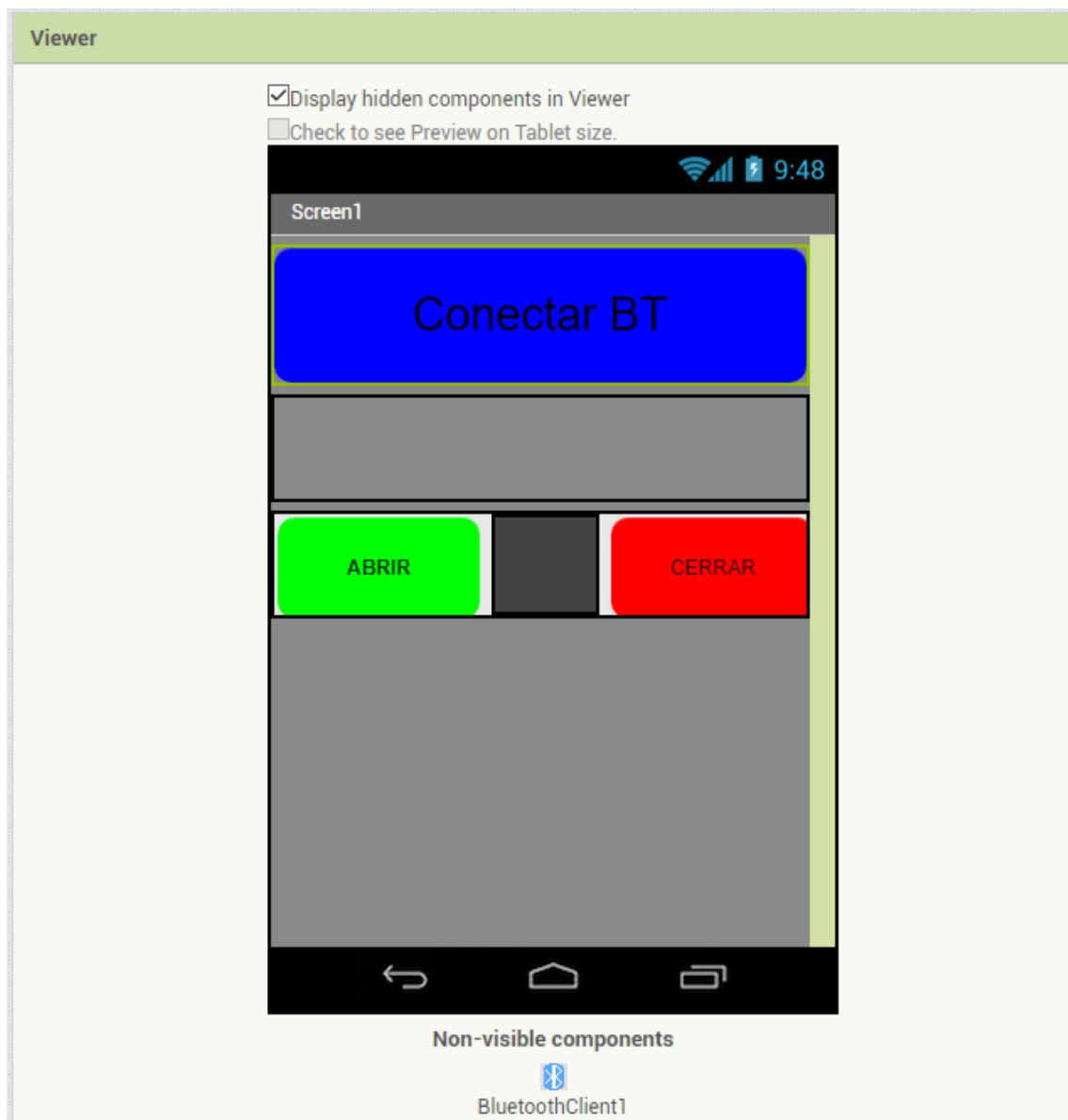


Ilustración 15 Columna "Viewer"

La tercera columna “Components” es la encargada de jerarquizar el orden de los elementos escogidos para la aplicación, y también nos permite seleccionar cada elemento por separado y vincularlo con la cuarta columna “Properties”. También podemos eliminar los elementos que ya no deseamos conservar, y hay ciertos elementos que se pueden renombrar desde esta columna, pero para mayor facilidad se realiza desde la última.

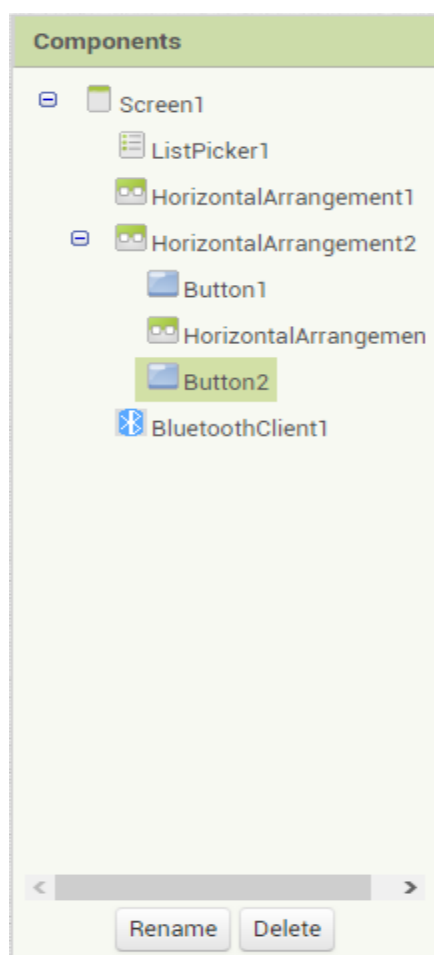


Ilustración 106 Columna "Components"

Por último se encuentra la columna “Properties” en la cual se personalizan y configuran los elementos que seleccionamos de la columna “Palette”, para nuestra aplicación solo fueron botones, y algunas de las configuraciones que podemos realizar son las siguientes:

- Cambiar color de botón
- Colocar texto al botón
- Tamaño y tipo de fuente
- Tamaño del botón
- Posición en la que queremos ubicar el botón
- Tipo de botón (redondo, cuadrado, redondeado)
- Etiquetas

Properties

ListPicker1

BackgroundColor
 Blue

ElementsFromString

Enabled
☒

FontBold
☐

FontItalic
☐

FontSize

FontTypeface

Height

Width

Image

ItemBackgroundColor
☐ None

ItemTextColor
 Red

Selection

Shape

ShowFeedback
☐

ShowFilterBar
☐

Text

TextAlignment

TextColor
 Default

Title

Visible
☒

Ilustración 117 Columna "Properties"

Todos estos elementos mencionados corresponden a la parte del diseño dentro de la plataforma de App Inventor, que lleva por nombre “designer”, y únicamente corresponde a la parte visual de cómo se verá nuestra aplicación, mas no de su funcionalidad.

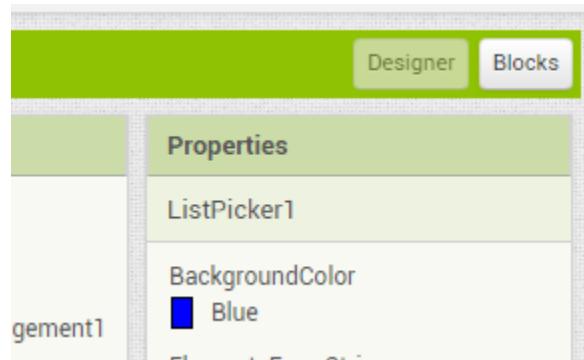


Ilustración 18 Elementos correspondientes a "Designer"

2.2.1 PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN

Una vez que finalizamos con la parte del diseño (el cómo se verá nuestra aplicación una vez instalada), procedemos a programar los botones y elementos que habilitamos, es decir, darles funcionalidad y que realicen la labor que requerimos.

Para ello lo primero es cambiar de ventana a la parte de programación dentro de la plataforma de App Inventor, la cual se llama “Blocks” y se encuentra ubicada en la parte superior derecha como se muestra en la ilustración 19.

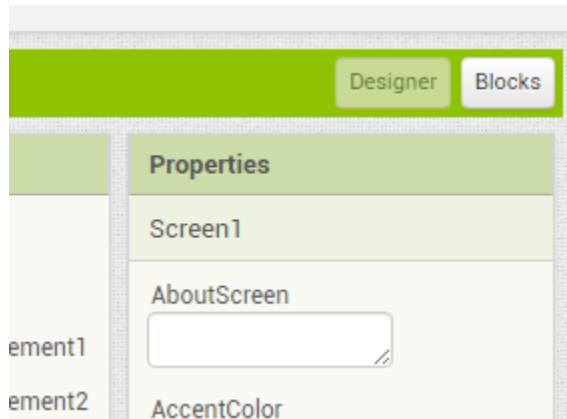


Ilustración 19 Ubicación de la pestaña "Blocks"

Una vez que cámbianos de pestaña, la ventana también cambiara, en esta nueva ventana solo contaremos con 2 columnas, una llamada “Blocks” y otra llamada “Viewer”.

En la columna “Blocks” encontraremos todos los elementos que habilitamos previamente, en este caso los botones, y diversas opciones de arreglos lógicos que se pueden realizar, así como el modulo bluetooth que habilitaremos para que sea compatible la aplicación con nuestro dispositivo.

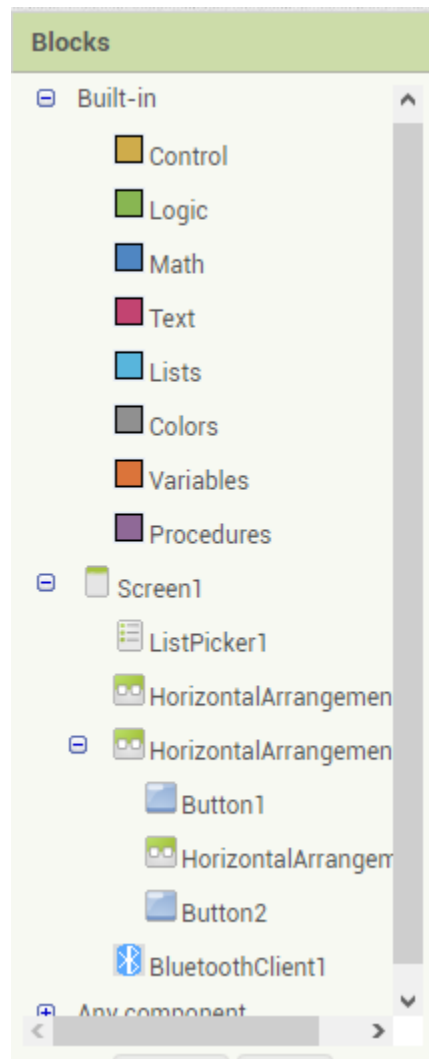


Ilustración 120 Elementos de la columna "Blocks"

Y en la columna "Viewer", como se muestra en la ilustración 21, es donde se realiza la programación a bloques, eligiendo el botón que deseamos programar de la columna "Blocks" y dándole un arreglo, el cual se despliega en forma de un rompecabezas, haciéndolo un tipo de compilador, para verificar que la programación sea correcta.

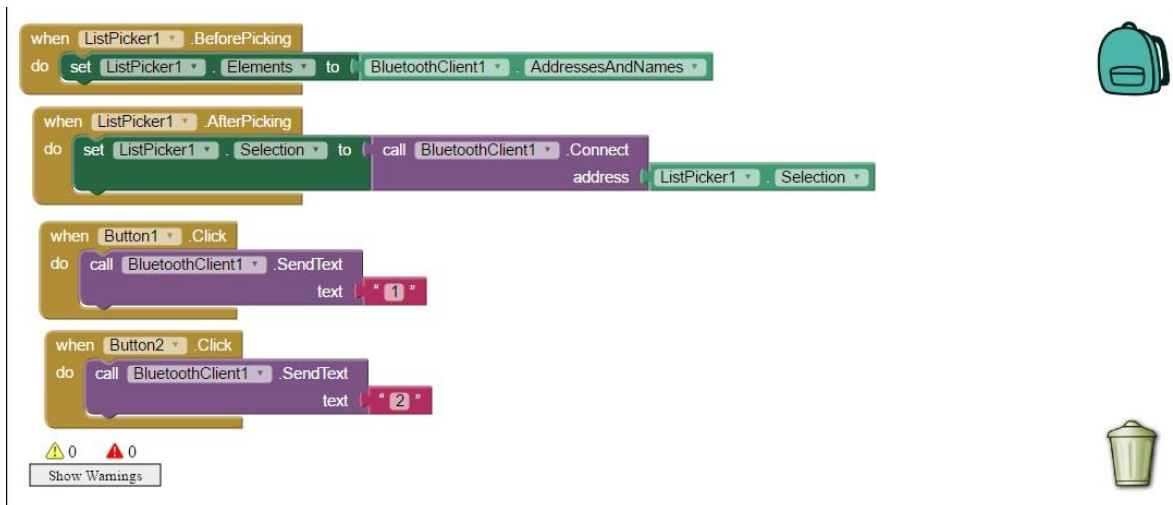


Ilustración 13 Columna Viewer y programación de la aplicación.

La primera línea es para realizar la detección de los bluetooth que se encuentren disponibles, hace una lectura del entorno.

La segunda línea es semejante, pero aquí la acción será una vez que se tienen los bluetooth disponibles, se podrá seleccionar y emparejar con el que se quiera hacer la comunicación.

Las línea 3 y 4 son la programación de los botones encender y apagar, la línea 3 indica que cuando se seleccione este botón, el bluetooth enviara la instrucción "1" y la línea 4 es la selección de botón apagar, que es semejante al anterior, solo que aquí se enviara la instrucción "2".

Las instrucciones "1" y "2" serán programadas en el arduino, dando la instrucción al actuador.

CAPÍTULO 3

En este capítulo se realizara una breve reseña sobre de los métodos de programación utilizados en el desarrollo de este proyecto, como surgen y quienes fueron los pilares para fundamentar y desarrollar estos tipos de programación y lenguajes que usamos.

En base a este desarrollo también se describirá en cuestiones de programación lo relacionado con el “código fuente” de la cerradura electrónica, que se llevara a cabo a través de arduino, placa electrónica basada el lenguaje de programación C.

También se llevara a cabo la simulación del circuito electrónico mediante el software Isis, el cual modela y ejecuta el código de programación. Finalmente se pondrá el diagrama electrónico final del proyecto.

Una computadora es un dispositivo capaz de ejecutar cálculos y tomar decisiones lógicas a velocidades de millones de veces más rápidas de lo que pueden hacerlo los seres humanos.

Las computadoras procesan datos bajo el control de un conjunto de instrucciones que se conocen como programas de computación. Estos programas de computación guían a la computadora a través de conjuntos ordenados de acciones, especificados por personas a los que se conoce como programadores.

3.1 ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN?

La programación hace referencia a la acción de programar, es decir, organizar una secuencia de instrucciones o pasos ordenados para realizar una tarea de forma exacta.

Bajo esta estructura se rige toda la informática, en la cual, se crean una diversa variedad de programas, a través del desarrollo de un código fuente, el cual se basa en el conjunto de instrucciones que sigue el ordenador para ejecutar un programa. Estas instrucciones se encuentran escritas en lenguaje de programación que luego son traducidas a un lenguaje de máquina, que puede ser interpretado y ejecutado por el hardware del equipo. Dicho código fuente es creado, diseñado, codificado y depurado a través de los diversos lenguajes de programación.

3.1.1 Lenguajes de programación.

Los programadores escriben instrucciones en diferentes lenguajes de programación, algunos comprensibles de forma directa por la computadora y otros requieren algunos pasos intermedios de traducción lenguaje-maquina.

En la actualidad existe una amplia cantidad de lenguajes de programación, pero todos estos pueden ser catalogados en tres tipos generales:

1. Lenguajes maquina
2. Lenguajes ensambladores
3. Lenguajes de alto nivel

El lenguaje máquina, es el lenguaje nativo de la computadora, es decir, el lenguaje con el cual esta se entiende directamente, ejemplificando una computadora se comunica con otra con este lenguaje. Este está relacionado íntimamente con el diseño del hardware de la computadora.

Generalmente, el lenguaje maquina consiste en cadenas de números que instruyen a las computadoras para que ejecuten operaciones elementales, una a la vez, la codificación es difícil de entender para los humanos, ya que su interpretación no es fácil de entender, ejemplo: +130000042774. La cual hace referencia a una instrucción a la máquina.

Dada la necesidad de comunicarse con las computadoras de forma más simple, se desarrolló una especie de puente entre ambos lenguajes, la cual lo hacía más sencillo, más rápido y menos tediosa para los programadores.

El lenguaje ensamblador se empezaron a sustituir las cadenas numéricas por abreviaturas en inglés, las cuales representaban las operaciones elementales de la computadora. En sí, lo que se realiza era una especie de traducción entre las cadenas del lenguaje máquina y las abreviaturas del lenguaje ensamblador.

Con la llegada del lenguaje ensamblador, la programación se hizo más sencilla, pero aun había muchas instrucciones que no podían realizarse de forma directa, y aunque la tarea a realizar fuera simple, se tenía que elaborar un código muy extenso para cumplir dicha tarea.

Fue entonces que para acelerar el proceso programación, se desarrollaron lenguajes de alto nivel, en los cuales podían escribir simples enunciados para poder llevar a cabo tareas sustanciales. Los programas que de traducción que convierten los programas de lenguaje de alto nivel al lenguaje de maquina se llaman compiladores. Los lenguajes de alto nivel permiten a los programadores escribir instrucciones que son prácticamente enunciados en inglés, y contienen notaciones matemáticas por lo común utilizadas.

3.2 PROGRAMACIÓN EN ARDUINO

Una de las principales características de arduino es que permite programar en distintos lenguajes de programación, y adicionalmente cuenta con su propio lenguaje basado en c++. Para la programación de nuestro proyecto se utilizará el lenguaje c++, esto debido a la facilidad de dicho lenguaje

3.2.1 Lenguaje C++

Este lenguaje evoluciono de su predecesor C, que a la vez fue la evolución de otros lenguajes previos, BCPL y B.BCPL.

C++ fue desarrollado por Bjarne Stroustrup en los laboratorios Bell, y los operadores ++ solo indican que es una versión mejorada de C.

Básicamente C++ es todo lo que engloba C pero con una capacidad de programación orientada a objetos.

Características de C:

- Es el lenguaje de programación de propósito general asociado al sistema operativo UNIX.
- Es un lenguaje de medio nivel. Trata con objetos básicos como caracteres, números, etc... también con bits y direcciones de memoria.
- Posee una gran portabilidad
- Se utiliza para la programación de sistemas: construcción de intérpretes, compiladores, editores de texto, etc.

Arduino como se mencionaba anteriormente, es un entorno multiplataforma, el cual nos da la oportunidad de programar sus tarjetas en C, y una ventaja importante que tiene con los microcontroladores, es que dentro de su software cuenta con una gran cantidad de ejemplos en este lenguaje.

Además de estos ejemplos, dentro la comunidad de arduino se cuenta con numerosos foros donde periódicamente se comparte información sobre características y nuevas implementaciones de las tarjetas arduino. Por último, se destaca que es un software libre y gratuito.

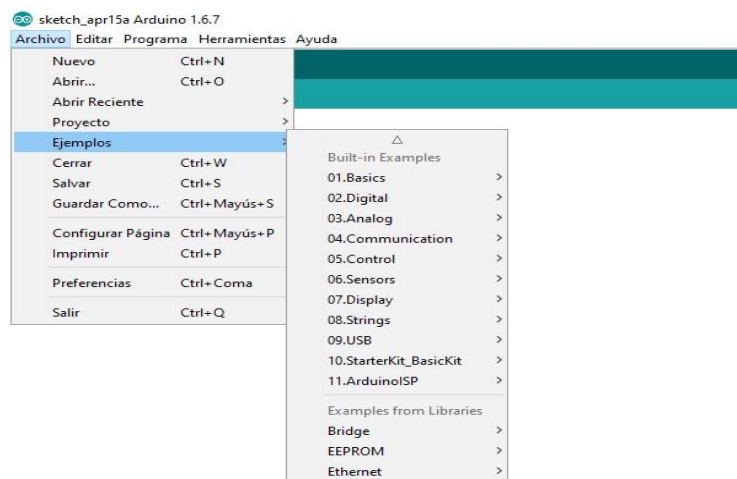


Ilustración 142 Pestaña de ejemplos de arduino

El programa que se realizara solo requiere manipula la posición del servomotor y vincularla con la orden de estado que mande el modulo bluetooth, por lo consiguiente, solo se requerirán 2 posiciones, una por cada estado.

Cuando se mande el estado “1” el servomotor debe posicionarse a 0° lo cual en la aplicación se ha designado como encendido, es decir, nuestro sistema está activo. Cuando se mande el estado “2” el servomotor deberá posicionarse a 180° lo cual hará que nuestro sistema se apague.

Entonces se requiere que nuestro arduino se programe para que reciba la instrucción del módulo de bluetooth, verifique que estado está mandando y de acuerdo con ello, asigne una posición al servomotor.

El programa de nuestro sistema es el siguiente:

<i>//inicio del programa</i>		<code>myservo.attach(9);</code>
<code>#include</code>	<code><Servo.h></code>	<code>}</code>
<i>//Incluimos librería</i>		<code>void loop(){</code>
<code>Servo</code>	<code>myservo;</code>	<code>if(Serial.available()>0){</code>
<i>//Nombramos variable</i>		<code>estado = Serial.read();</code>
<code>int</code>	<code>led13=13;</code>	<code>}</code>
<i>//Declaramos estados</i>		<code>if (estado == '1'){</code>
<code>int estado=0;</code>		<code>digitalWrite(led13,HIGH);</code>
<code>void setup(){</code>		<code>myservo.write(40);</code>
<code>Serial.begin(9600);</code>		<code>}</code>
<code>pinMode(led13,OUTPUT);</code>		<code>if(estados=='2'){</code>

```
digitalWrite(led13,LOW);          }  
  
myservo.write(130);  
  
}  
  
//fin del programa
```

Cabe destacar que este programa se complementa con el antes realizado para la aplicación en App Inventor, donde declaramos los estados “1” y “2”, y aquí ya los utilizamos como señal.

3.3 DIAGRAMA ELECTRÓNICO

Como anteriormente se mencionó, son 3 elementos electrónicos básicos que requeriremos para la elaboración y funcionamiento de este prototipo. De estos elementos solo 1 se programa, que es el arduino nano. El bluetooth solo requiere de configurarlo, y el servomotor de caracterizarlo.

Previamente se menciona como se llevó a cabo la programación del arduino, que para la simulación del circuito, es lo único que requerimos, ya que los otros elementos mencionados (blue tooth y servomotor) ya se encuentran caracterizados dentro del software. Cuando se lleven a cabo las pruebas finales y la calibración, es cuando se corroborara el comportamiento del servo motor y del blue tooth.

Para llevar a cabo la simulación, debes abrir un nuevo archivo, y en la parte superior izquierda, en la opción de “Component Mode” iremos anexando los elementos que necesitamos. Dicho icono se muestra en la ilustración 23.

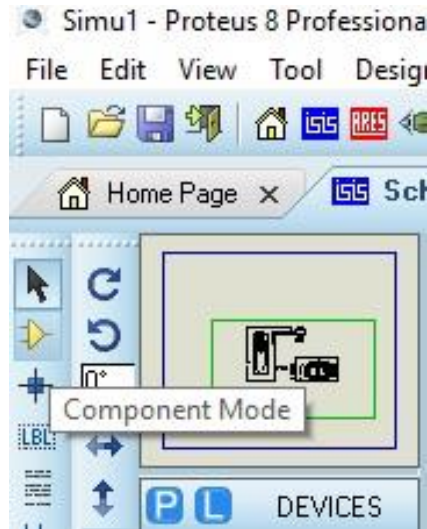


Ilustración 153 Icono "Component Mode"

Dentro del software original no se cuentan con las librerías de arduino instaladas, entonces previamente hay que descargarlas, de caso contrario no podremos simular este dispositivo.

Una vez que contamos con los 3 elementos del proyecto, únicamente hay que seleccionar el nombre de cada uno, y arrástralos al área de diseño. En las siguientes ilustraciones se muestran tanto el área de elementos como el área de diseño.

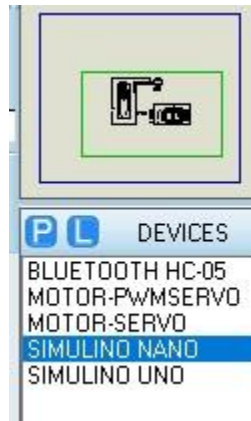


Ilustración 164 "Área de elementos"

Como el nombre lo dice, en esta zona aparecen todos los elementos contenidos en el archivo del proyecto que estamos realizando. Para este caso contamos con el blue tooth hc-05, servo motor y Arduino nano.

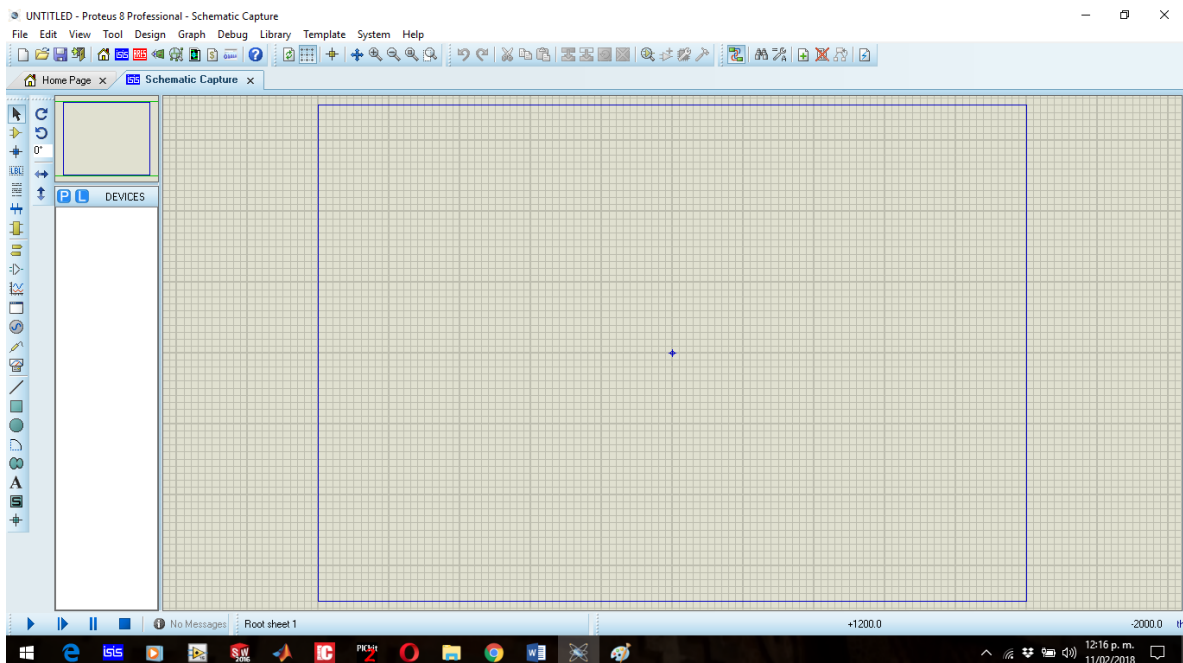


Ilustración 175 "Área de diseño"

Y finalmente todo, como se muestra en la ilustración 25, el área que aparece en gris y cuadriculado es el área de diseño, en el cual se van a insertar los elementos del proyecto, y aquí mismo se conectarán como se haría físicamente para verificar que no existan errores.

Las conexiones se realizarán de la siguiente manera:

- El pin “rx” del Bluetooth irá conectado al pin “tx” del Arduino, y el pin “tx” del Bluetooth irá al “rx” del Arduino.
- El pin “vcc” del Bluetooth irá conectado al pin “3.3v” del arduino.
- El pin “gnd” del Bluetooth irá conectado al pin “gnd” del Arduino.
- El cable café del servomotor va conectado al pin “gnd” del Arduino.
- El cable rojo del servomotor va conectado al pin “5v” del arduino.
- El cable amarillo del servomotor va conectado al pin “9” del Arduino.

En la ilustración 26, se muestra el diagrama electrónico final y conectado del proyecto.

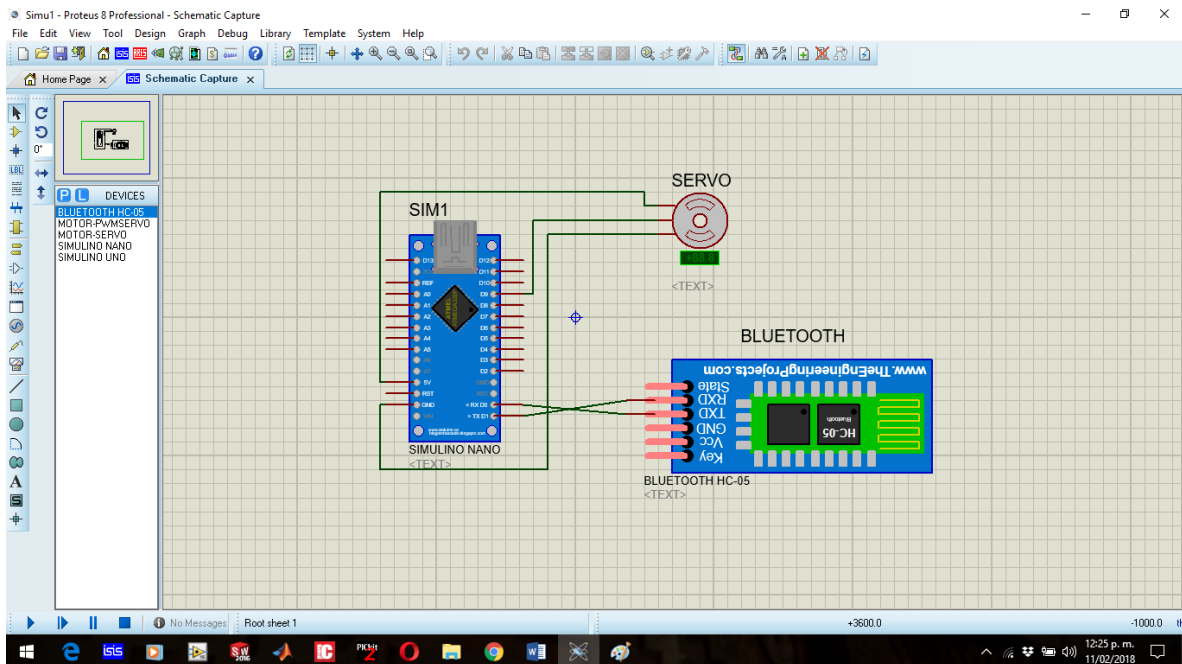


Ilustración 26 Diagrama electrónico del proyecto

En este diagrama cabe mencionar que la simulación del dispositivo bluetooth no permite conectar los pines de alimentación y tierra, ya que considera que ya se encuentran conectados.

Finalmente para simular, en la parte inferior izquierda, se encuentra un icono “play” en cual seleccionamos y en caso de existir errores nos mandara una ventana emergente con los errores encontrados, ya sea de conexión u programación.

Previamente a simular, hay que cargar el programa de arduino a la simulación, esto se realiza de la siguiente manera:

Se da doble click sobre el arduino nano, y nos abre una ventana como la de la ilustración 27, donde nos muestra sus configuraciones.

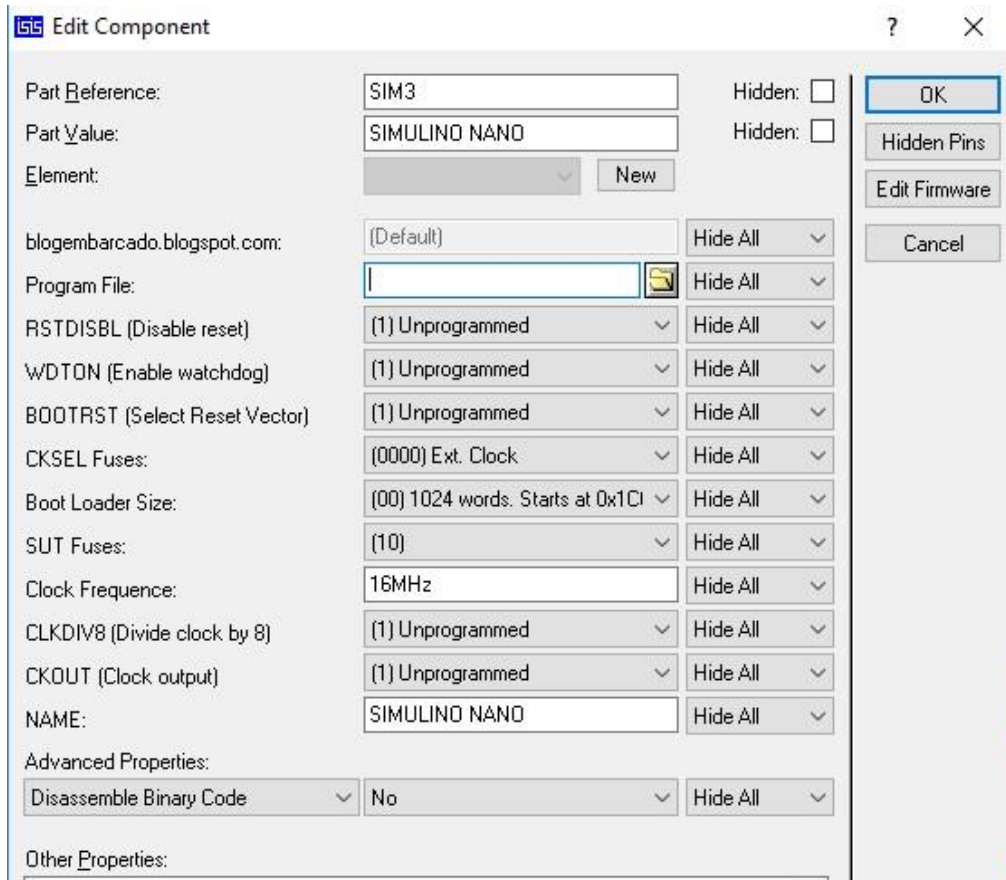


Ilustración 187 Ventana de configuraciones de arduino nano

Dentro de las configuraciones seleccionamos el icono de la carpeta de la opción Program File, y esta nos abrirá una opción de búsqueda, y únicamente buscamos y seleccionamos donde tenemos nuestro código del programa.

CAPÍTULO 4

En este último capítulo se describirá la realización y diseño de elementos mecánicos necesarios en el pasador, que al ser muy específicos no se encuentran de forma comercial. Estos se diseñaran a través de un software de dibujo en 3D (SolidWorks).

Y una vez obtenidas todas las piezas necesarias se llevara a cabo el armado, calibración y pruebas del prototipo físico de nuestra cerradura inteligente.

Como se mencionó desde el marco teórico, este trabajo busca la obtención física de un prototipo funcional de nuestra cerradura inteligente. Un Prototipo es un objeto que sirve como referencia para futuros modelos en una misma cadena de producción.

Un Prototipo es el primer dispositivo que se fabrica y del que se toman las ideas más relevantes para la construcción de posteriores diseños y representa todas las ideas en cuanto a diseño, soporte y tecnología que se les puedan ocurrir a sus creadores. Por lo general un prototipo no sale a la venta a menos que sea menos que sea un terminal orientado para que otros desarrolladores de tecnología trabajen con él para insertar nuevas funciones o especificaciones a este para que funcione de una manera más eficiente.

Los elementos antes mencionados se conjuntaran en un mismo dispositivo, el cual será desmontable, lo cual hará más eficiente la cerradura, ya que en caso de que algún elemento de nuestro cerrojo deje de funcionar, este podrá desmontarse, desarmarse, verificar cual elemento es el de la falla y reemplazarlo, y de esta manera evitar reemplazar todo el cerrojo por completo (los productos actualmente en el mercado no presentan esta ventaja, ya que hay que reemplazarlos por completo).

Respecto al pasador, se han elaborado y simulado las piezas las cuales lo conformaran, ya que parte del trabajo fue el buscar la forma de pasar el movimiento angular del servomotor a un movimiento lineal, y esto se consiguió con una combinación de un engrane y un pasador astriado (engrane-cremallera).

Los elementos que fueron diseñados mediante SolidWorks para el funcionamiento adecuado del pasador son: un engrane, una base donde se pueda deslizar el pasador, un pasador con dientes para encajar con el engrane, y un eje para adaptar el servomotor al engrane, una caja donde irán montados los elementos antes mencionados. A continuación en las ilustraciones de la 28 a la 31 se muestran los elementos elaborados en SolidWorks.

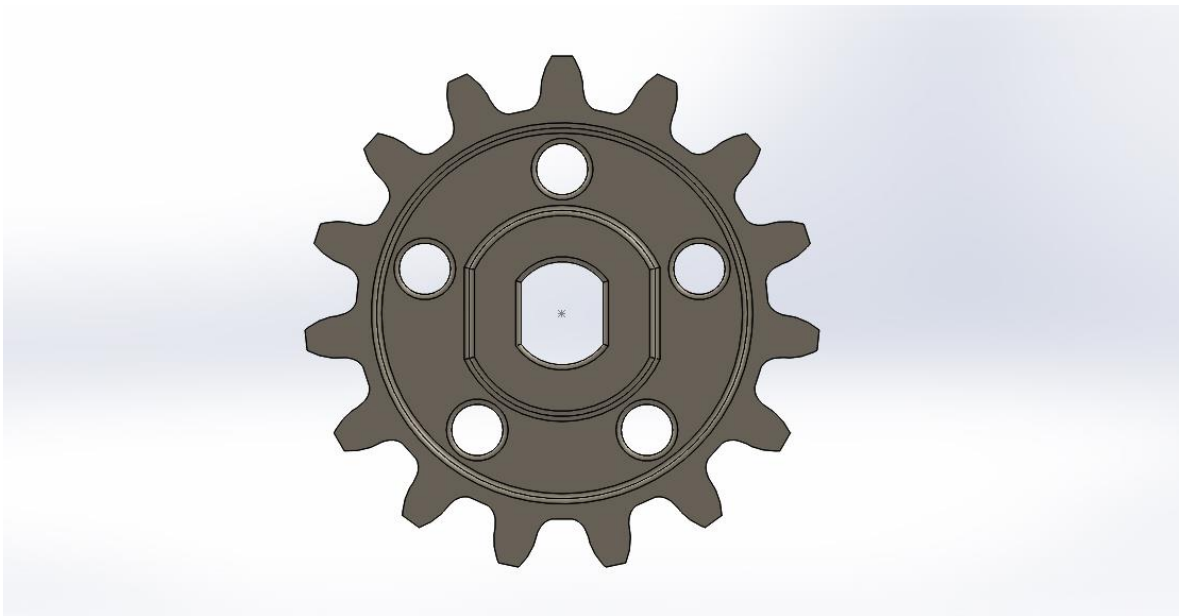


Ilustración 198 Engrane elaborado en SolidWorks

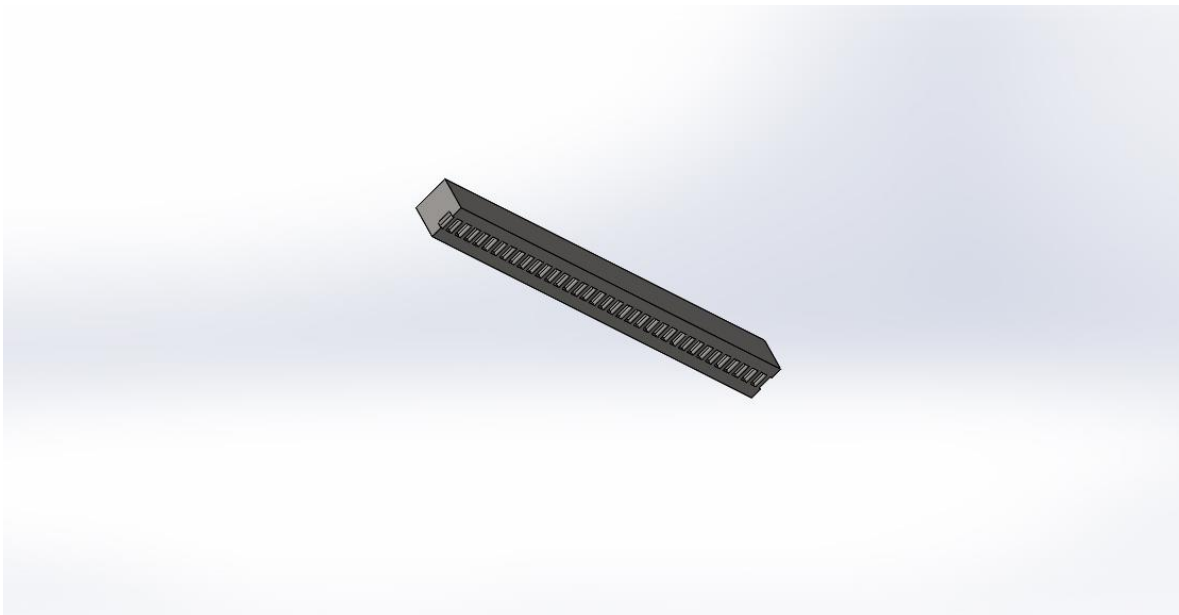


Ilustración 29 Pasador atriado elaborado en SolidWorks

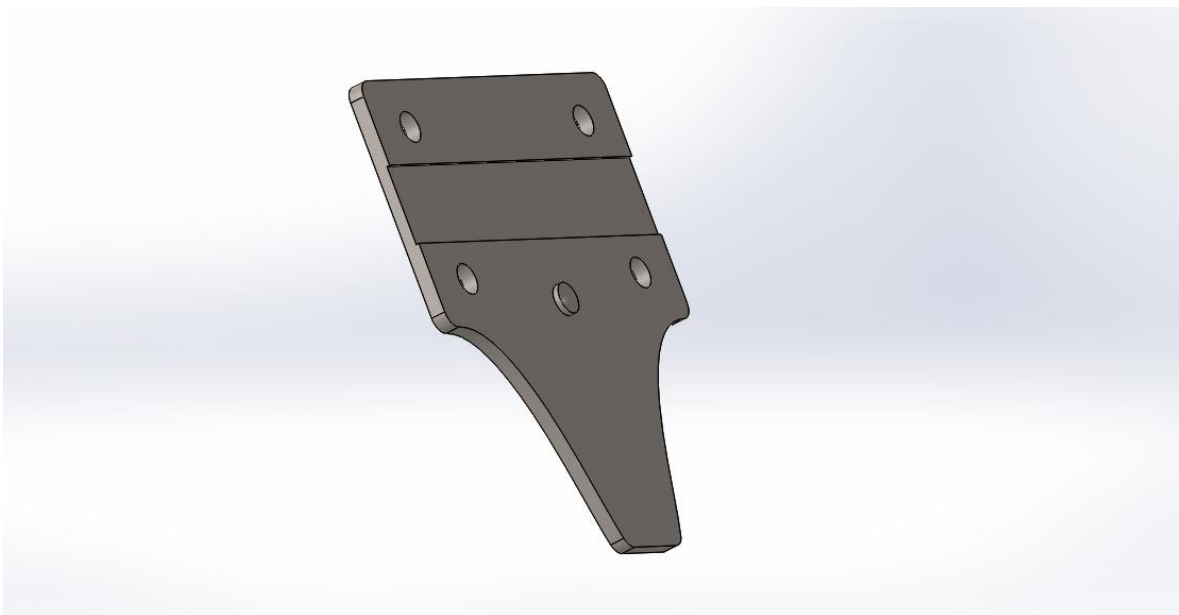


Ilustración 200 Base para pasador elaborado en SolidWorks

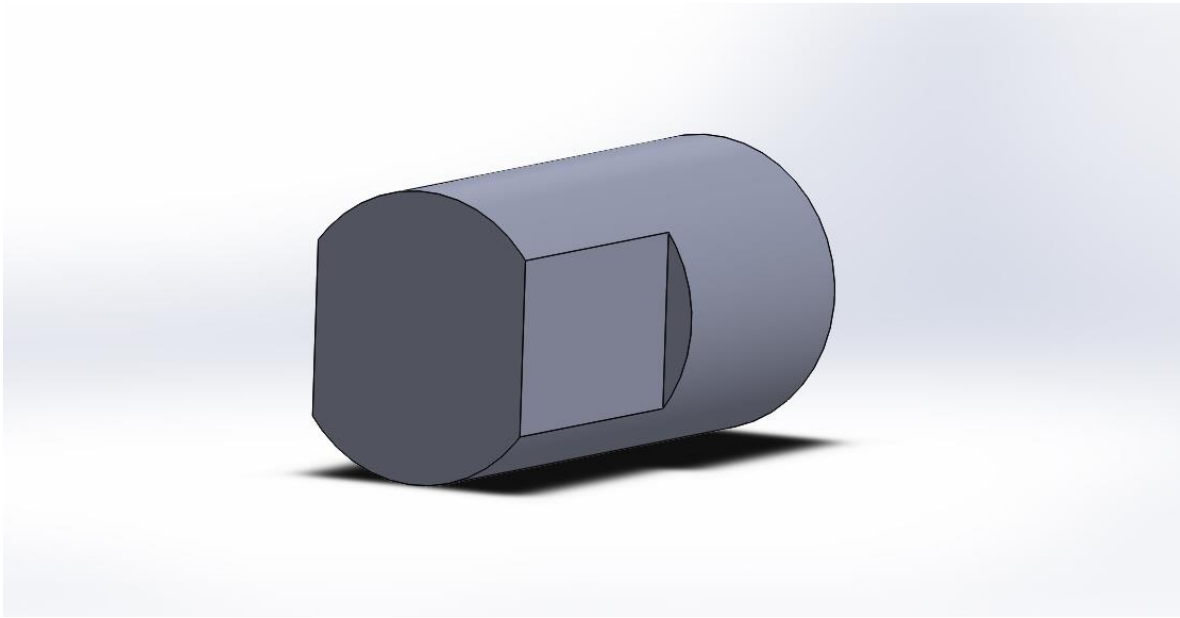


Ilustración 31 Eje para adaptar al motor elaborado en SolidWorks

Cabe mencionar también que se elaboraron otras piezas adicionales, las cuales únicamente se hicieron con el fin de simular del trabajo de la cerradura, pero dentro del producto final no son indispensables, es por ellos que no se anexan con el resto de las piezas.

Dentro de la simulación del funcionamiento de la cerradura, se realizó en el mismo software, SolidWorks, en el cual como se mencionó anteriormente, se diseñó una puerta, una pared y sujetadores para complementar la simulación del pasador en funcionamiento.

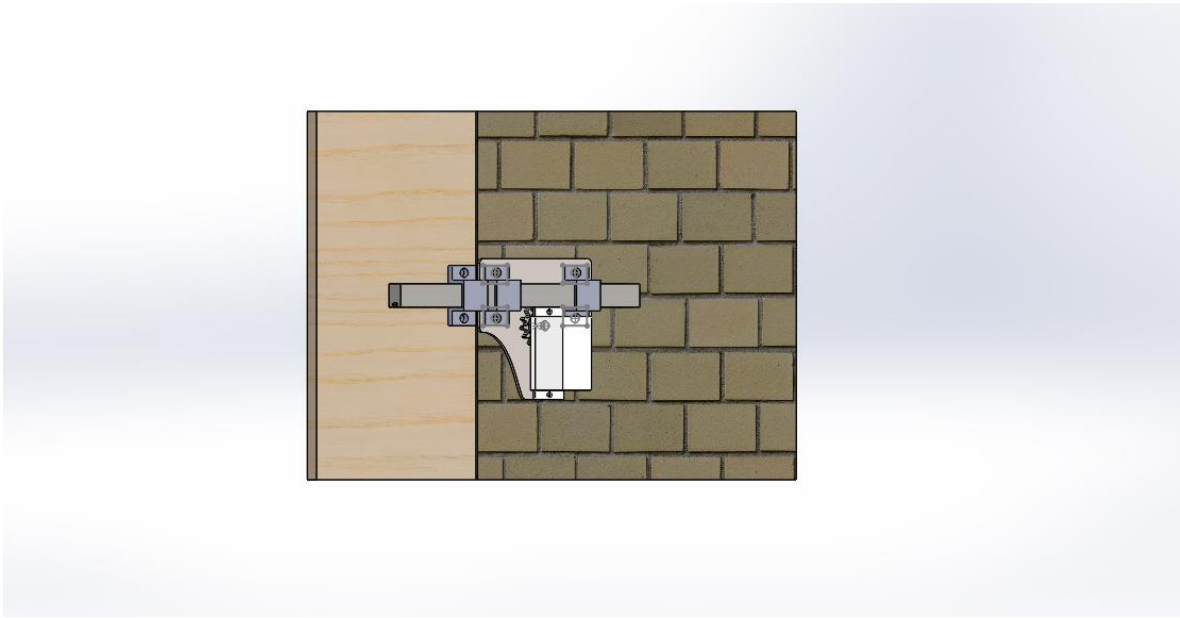


Ilustración 32 Simulación cerradura cerrada

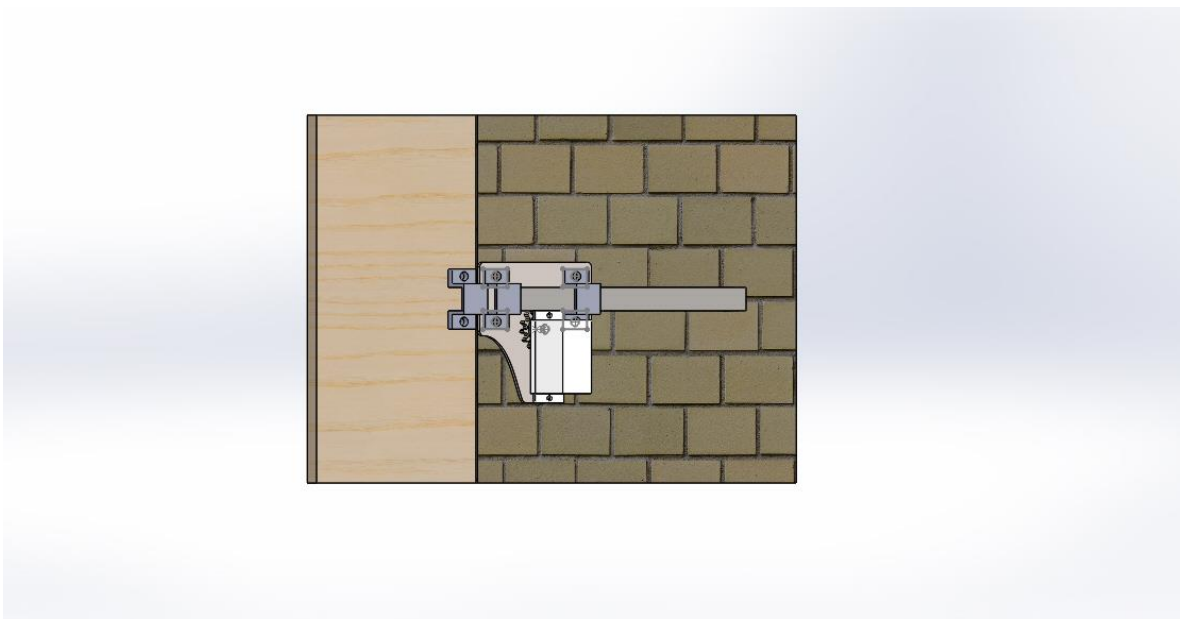


Ilustración 213 Simulación cerradura abierta

Una vez simulado nuestro proyecto, y concretando que las piezas funcionan como requerimos, pasamos a imprimir dichas piezas en una impresora 3D, para así

realizar el armado físico de la cerradura, y realizar las pruebas finales y corregir los detalles que se lleguen a presentar.

Cabe mencionar que la impresión 3D se realizara externamente, ya que no se cuenta con una impresora propia, donde el costo por impresión de las piezas fue de 400 pesos.

La impresión de las piezas de la ilustración 34, se realizó en material de alta calidad, para la resistencia adecuada del mismo sistema.

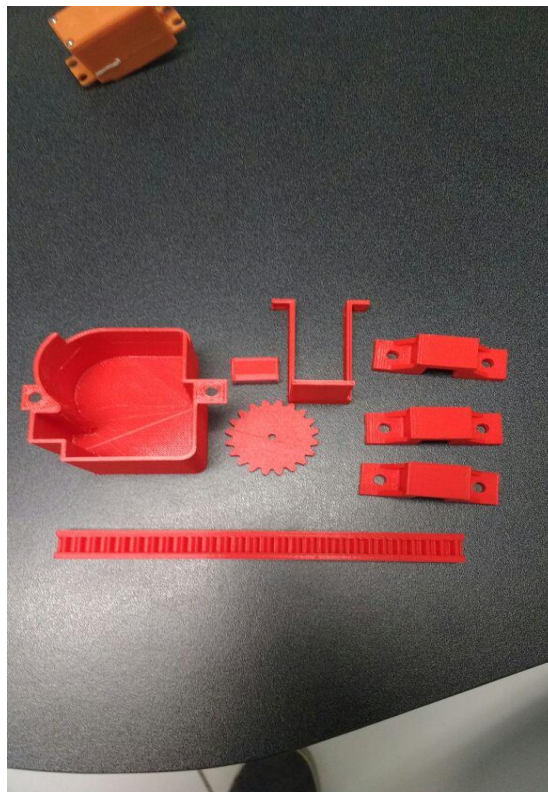


Ilustración 224 Piezas impresas en 3D

4.1 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se ha logrado obtener un prototipo funcional en su mayoría de plástico resistente, el cual ha reducido de manera notable los precios a comparación de los productos comerciales que se encuentran actualmente similares a nuestra cerradura inteligente, ya que los materiales de la cerradura se diseñaron e imprimieron por cuenta propia como se muestra en la ilustración 35.

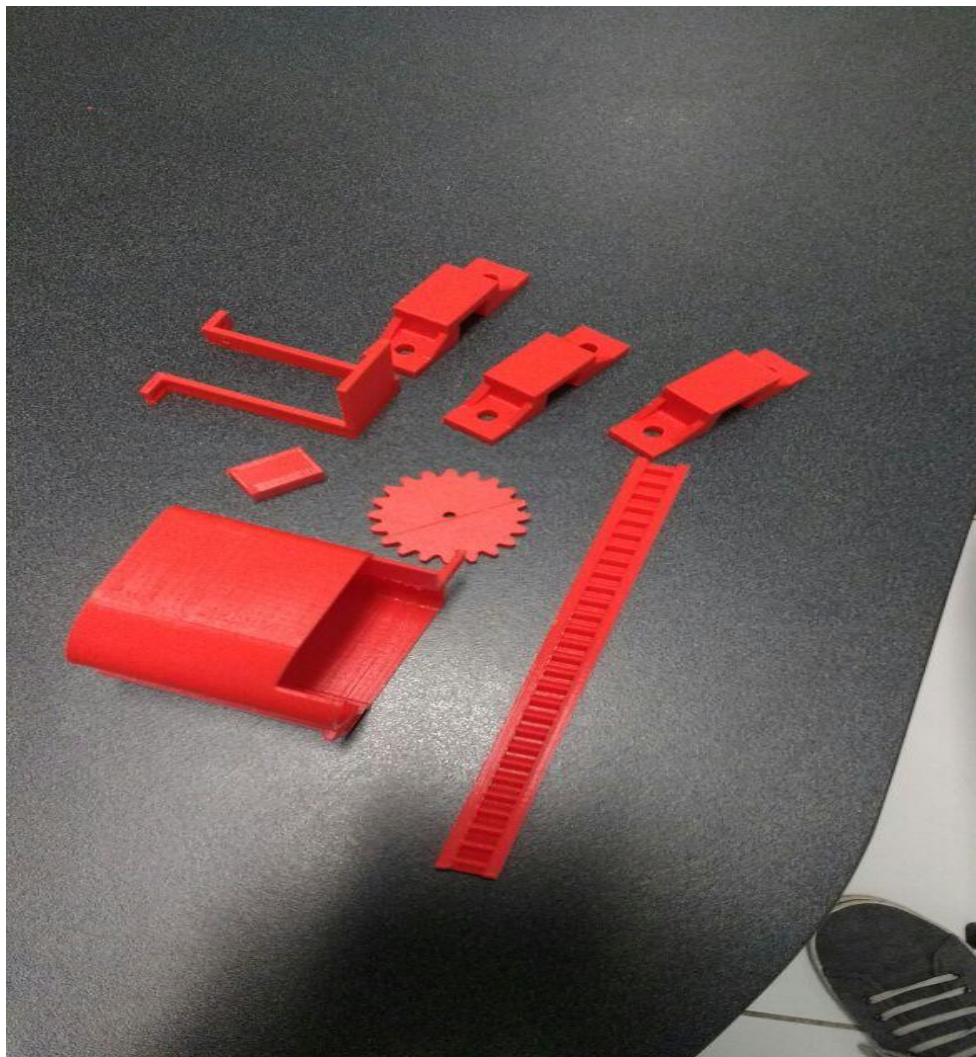


Ilustración 35 Piezas impresas

A continuación se realiza una lista de los materiales (ilustración 36) y el precio de cada uno de ellos, así como el total del prototipo funcional.

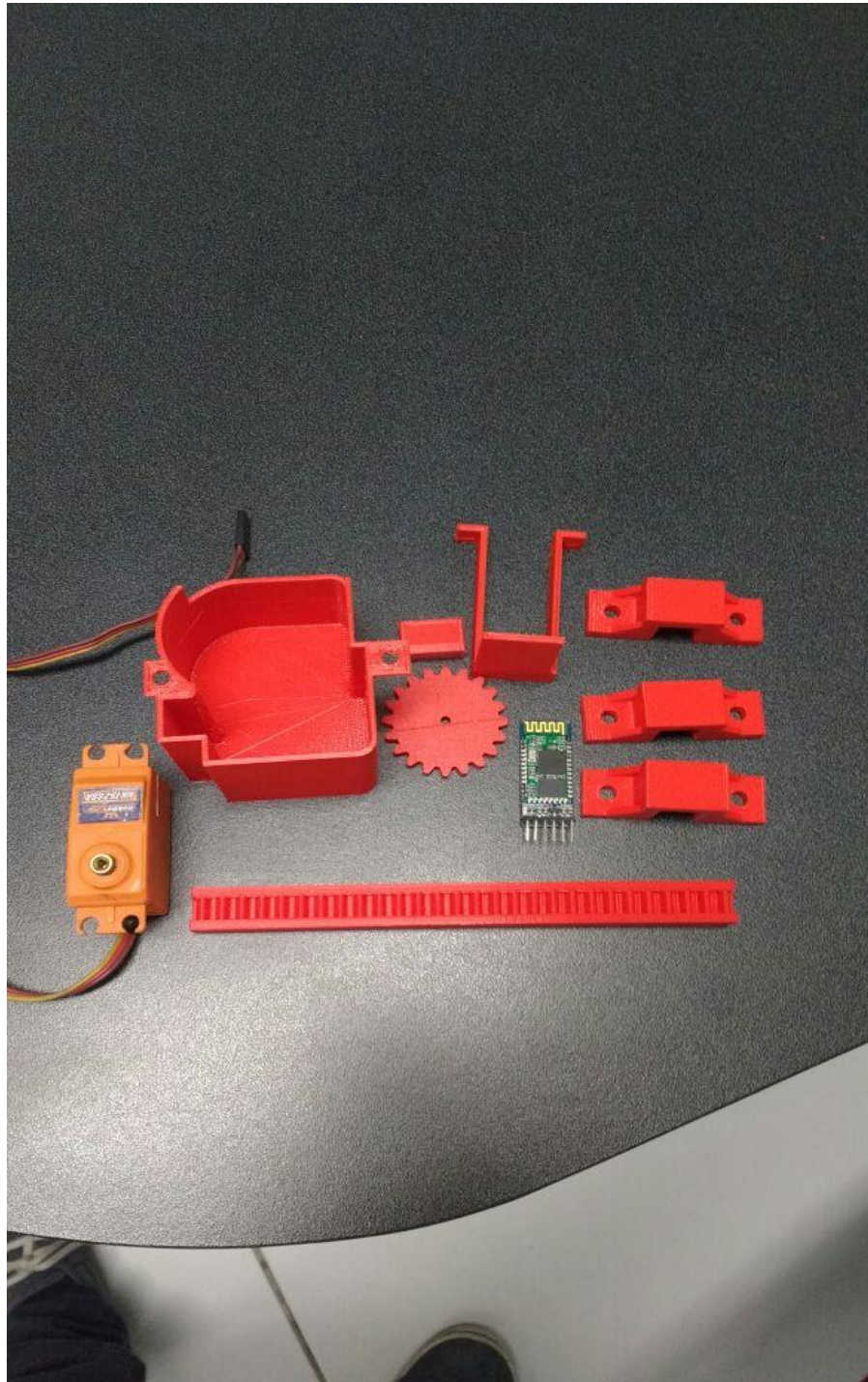


Ilustración 236 Elementos que se utilizaron para el desarrollo del prototipo

Material	Precio
Arduino nano	\$100
Bluetooth hc-05	\$80
Servomotor hobby King	\$150
Impresión en 3D	\$400 por las piezas necesarias
Material extra (jumpers, resistencias, etc.)	\$100
Precio total	\$830

Tabla 4: Precio de elementos y costo final

Como se puede observar en la tabla 4, el costo final del sistema prototipo es menor a los 1200 pesos que se tenían como objetivo, por lo cual reducimos de manera sustancial el proyecto, y tomando en cuenta que otros sistemas comerciales, el más económico tiene un precio de 199 dólares, esto es aproximadamente 3800 pesos, sin incluir costos de envío, es decir, estamos logrando un ahorro de 2900 pesos.

Nuestro sistema logra ahorrar casi un 75% del costo con respecto a otros, así este proyecto logra ayudar socialmente a personas de clase media-baja que no cuentan con los recursos para poder adquirir un sistema de los antes mencionados.

Otro aspecto a recalcar es que nuestra cerradura es muy compacta, es decir, el espacio que requiere es mínimo, lo cual la hace ideal para ser colocada en todo tipo de puertas, ya que sus dimensiones son de 5.5 cm de ancho, 6 cm de alto y

5.5 cm de profundidad como se muestra en la ilustración 37, donde ya se encuentran montados los elementos dentro de su caja.

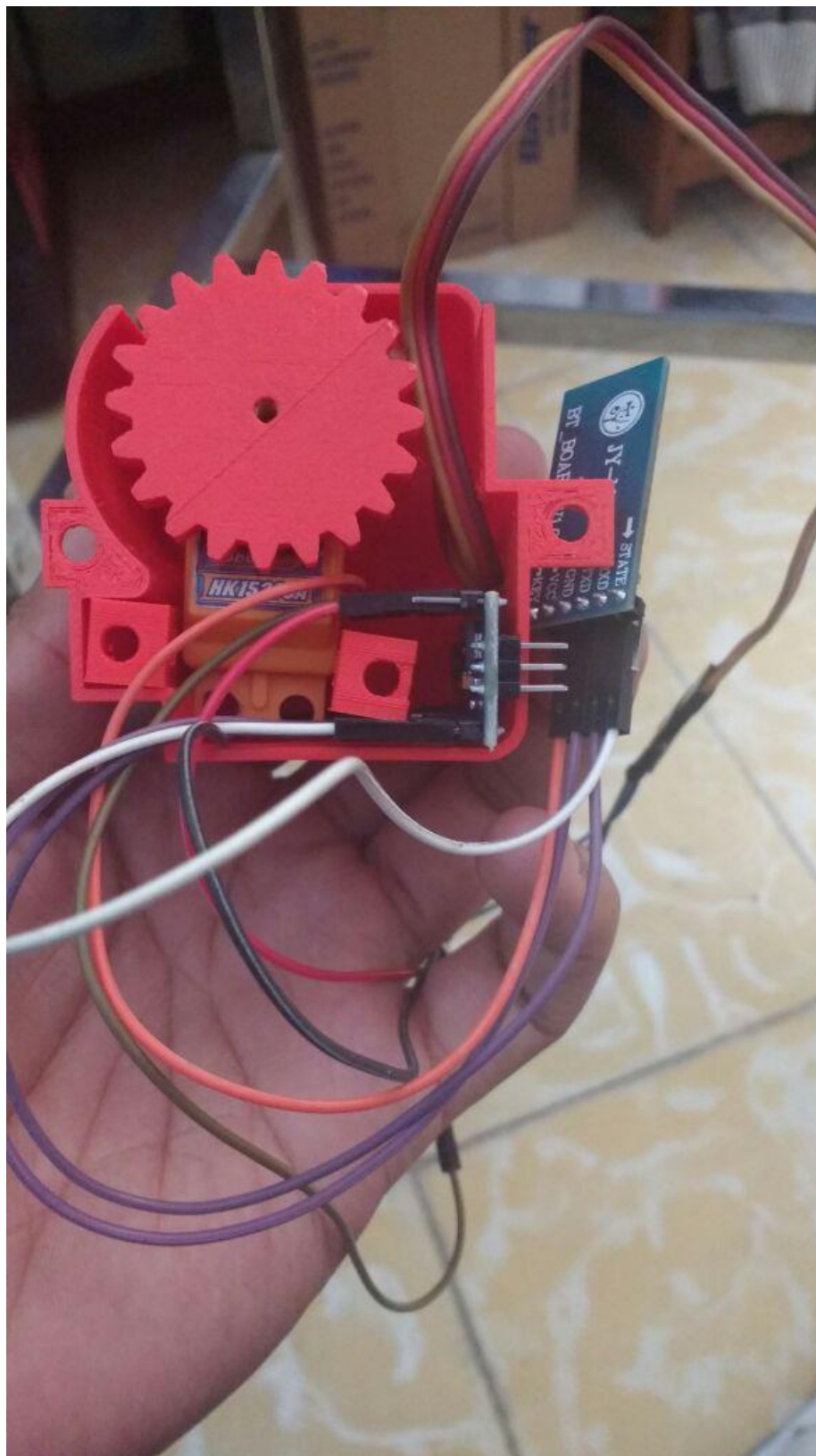


Ilustración 24 Elementos montados en su caja contenedora

Con esto se concluye que investigando y buscando los elementos indicados tanto en funcionamiento, calidad y precio, se puede innovar en sistemas de seguridad fáciles de utilizar y ahorrar en costos respecto a otros sistemas similares que se encuentran en el mercado.

De igual manera cabe destacar que al realizar la impresión en 3D, se genera un código "G", el cual contiene en lenguaje de maquina las instrucciones para el diseño de las piezas de la cerradura. Este lenguaje es el mismo que se utiliza para el CNC, por lo cual, las piezas que realizamos en plástico, también podrán realizarse en acero, únicamente ingresando este código, y así obtener un producto más resistente.

La cotización del precio para maquinarlo en aluminio es de \$400 por unidad, lo cual incluye el material.

También cabe mencionar que el precio total manejado en este trabajo, es el precio por unidad, pero si se realizará en masa las cerraduras, el precio de producir de reduciría aún más.

Finalmente este prototipo requiere de ciertas especificaciones para su óptimo desempeño:

- Alimentación de 5 volts.
- No tener contacto con agua o líquidos.
- Uso únicamente para interiores.
- No exponer a temperaturas mayores a los 50°C (esto podría dañar el circuito).
- Desconectar el pasador cuando no se utilice.
- No compartir la contraseña de acceso con nadie.

- Desconectar el pasador desde la aplicación cuando se deje de utilizar.
- Espacio mínimo para instalar: 6 cm de largo x 7 cm de alto x 6 cm de ancho

Por último se mencionaran los aspectos que se pueden mejorar en este proyecto:

- Encontrar una manera de resetear la cerradura en caso de que no contemos con un Smartphone: Esto es en caso que exista una urgencia y necesitemos ingresar al lugar donde se encuentre instalado nuestro sistema, y no contemos con nuestro teléfono, ya sea porque lo extraviamos, nos lo robaron, se descargó, etc. Sería una manera manual de obligar a la cerradura a ceder y permitirnos acceder, y aunque se pensó en varias maneras de poder realizar esta opción, no se encontró ninguna viable.
- Poner una batería: Nuestro sistema actualmente necesita estar conectado directamente a la corriente eléctrica para funcionar, en caso de no contar con corriente eléctrica el servomotor se quedara en la última posición en que estaba funcionando.
- Hacer app para sistemas IOS: No se encontraron plataformas libres de desarrollo de apps para sistemas IOS, por el momento únicamente sistemas Android serán compatibles.

BIBLIOGRAFÍA

- NOVA. (Junio 2010). Datasheet HC05 bluetooth, 1-6.
- Creative Commons. (2015). Guía de iniciación en app inventor, de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional Sitio web:
<http://codeweek.eu/resources/spain/guia-iniciacion-app-inventor.pdf>

- Arduino. (2017). Arduino Nano, de 2017 Sitio web:
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>
- UTFSM. (Diciembre 2003). SERVOMOTORES. 2003, de UTFSM Sitio web:
<http://www2.elo.utfsm.cl/~mineducagv/docs/ListaDetalladadeModulos/servos.pdf>
- Carlos Vialfa. (2017). La tecnología Bluetooth. 2013, de High-Tech Sitio web: <http://es.ccm.net/faq/10973-la-tecnologia-bluetooth>
- Wiki media España. (13 de febrero de 2015). App Inventor. 13 de febrero de 2015, de Wikipedia Sitio web:
https://es.wikipedia.org/wiki/App_Inventor
- ICOGRADA. (2015). Qué es diseño?, de Bellas artes Sitio web:
http://www.cesfelipesegundo.com/titulaciones/bellasartes/temarios/Diseno_Grafico_1/Qu%E9%20es%20el%20dise%C1o.pdf
- Ana Mocholí. (20 mayo, 2014). Diseño de Aplicaciones. 20 mayo, 2014, de Yeeply Sitio web: <https://www.yeeply.com/blog/disenio-de-aplicaciones-usabilidad-y-experiencia-de-usuario/>
- Anónimo. (2016). Concepto de Programación. 2016, de Concepto.de Sitio web: <http://concepto.de/programacion/#ixzz4eFpiLkcW>
- H. M. Deitel – P. J. Deitel. (Febrero 1998). Como Programar en C/C++. 2da Edición: Deitel (Prentice Hall)