



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD
UTILIZANDO LA PLATAFORMA ARDUINO (SISTEMA OPEN HARDWARE),
DENTRO DEL EDIFICIO AKOR, UBICADO AL NORTE DE QUITO.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de
Tecnólogo en Redes y Telecomunicaciones

Profesor Guía
Ing. Patricio Rodrigo Arellano Vargas

Autor
Juan Carlos Mora Enríquez

Año
2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema de escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Patricio Rodrigo Arellano Vargas

Ingeniero

CI: 1706936442

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autores vigentes”

Juan Carlos Mora Enríquez

CI: 1718415837

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por haberme brindado los estudios y los valores adecuados para poder efectuar de manera responsable el siguiente trabajo de titulación, el cual me ayudará a culminar una etapa de estudios en mi vida, agradezco a mi hermana por los consejos brindados, a mis profesores que sin sus enseñanzas no hubiera logrado estar en este punto, a mis amigos y a mi profesor guía por su apoyo en el presente trabajo.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres que sin su esfuerzo no hubiera logrado cumplir con mis metas y proyectos, a mi hermana que sin sus regaños no hubiera logrado poner empeño en mis estudios, a mi esposa que me ayudo en mis noches de desvelo para hacer los trabajos y deberes y a mi hijo quien espero inculcar los valores necesarios para que pueda cumplir sus metas y logre conseguir su título universitario cuando tenga la edad de hacerlo con responsabilidad y sabiduría.

RESUMEN

En el presente proyecto se ha realizado para analizar los diferentes sistemas de seguridad física, interfaces, dispositivos, normas y estilos, estudiando la placa base Arduino y los diferentes aplicativos entre ellos sistemas de seguridad con su respectiva programación.

Proponiendo un sistema de seguridad basado en una placa base Arduino (Open Hardware), e implementarlo dentro del edificio Akor, en donde no se cuenta con un sistema de seguridad alguno el cual brinde confianza dentro de los habitantes del conjunto.

Este plan, promoverá el interés por este tipo de proyectos los cuáles se pueden llegar a ejecutar en una producción en masa o bien para requerimientos específicos dando una oportunidad de entregar una propuesta accesible y que cubra los requerimientos del cliente.

ABSTRACT

In the present project it has been carried out to analyze the various physical security systems, interfaces, devices, standards and styles, studying Arduino motherboard and different applications including security systems with their respective programming.

Proposing a security system based on a plate base Arduino (Open Hardware), and implement it within the building Akor, where you do not have any security system which provides confidence in the people of the whole.

This plan, promote interest in these projects which can get to run in mass production or for specific requirements providing an opportunity to deliver an accessible proposal and cover customer requirements.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.3 Pregunta de Investigación.....	2
1.4 Hipótesis.....	2
1.5 Objetivos.....	2
1.5.1 Objetivo General.....	2
1.5.2 Objetivos Específicos.....	2
1.6 Marco Teórico.....	3
2. Fundamentación Teórica de los sistemas de seguridad.....	5
2.1 Introducción a los sistemas de Seguridad.....	5
2.1.1 Concepto de Seguridad.....	5
2.1.2 Componentes de un sistema de seguridad físico.....	7
2.2 Aplicaciones de sistemas de seguridad.....	9
2.3 Tipos de Sistemas de Seguridad.....	14
2.4 Partes de un sistema de seguridad.....	15
2.5 Normas básicas que debe de cumplir un sistema de seguridad.....	19
2.5.1 Normas en los componentes de una central de alarma.....	21
2.5.2 Clasificación de los sensores.....	24
2.5.3 Sistemas de Aviso y Señalización.....	29
3. Introducción a la definición de open hardware.....	32
3.1. Definición de Open Hardware.....	32
3.2 Clasificación de Open Hardware.....	34
3.3 Problemas actuales a los que se enfrenta el Open Hardware.....	37
3.4 Usos del Open Hardware.....	39

3.5 Ventajas y Desventajas del Open Hardware	46
3.5.1 Desventajas	46
3.5.2 Ventajas	46
4. Introducción al sistema Arduino y su programación.	48
4.1 Definición del sistema Arduino.	48
4.1.1 ¿Por qué es recomendable usar este tipo de plataforma? ..	49
4.1.2 Componentes de la plataforma	50
4.2 Historia	53
4.3 Productos Disponibles en Arduino.....	56
4.4 Lenguaje de Programación Arduino	62
4.5 Instalación en diferentes entornos.....	68
4.5.1 Instalación en un ambiente Windows.....	68
4.5.2 Instalación en un ambiente MAC	70
4.5.3 Instalación de Arduino en Linux	71
5. Implementación y Desarrollo del Proyecto Arduino.....	74
5.1 Instalación Previa.	74
5.2 Descripción del proyecto	76
5.2.1 Características de Hardware.....	76
5.2.2 Lista de componentes	76
5.2.3 Elementos y Funcionamiento	77
5.2.4 Esquema Eléctrico	78
5.2.5 Programación Alarma de Arduino	79
5.2.6 Funcionamiento Alarma Sonora.....	83
5.3 Instalación de cableado para las cámaras de video.....	83
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
6.1 Análisis del cumplimiento de los objetivos planteados para el trabajo de titulación.	86
6.2 Comprobación de la hipótesis planteada.....	86
6.3 Otras conclusiones relevantes.....	87

6.4 Recomendaciones.....	87
REFERENCIAS	89
ANEXOS	95

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

En la actualidad, existen muchos sistemas de seguridad ya programados y ensamblados, listos para instalarse; sin embargo, en el edificio Akor no existe un sistema de seguridad que esté implantado dentro del edificio y permita salvaguardar el bienestar de las personas que habitan dentro de él. El conserje permanece en el edificio hasta las 6 de la tarde, sin embargo en la noche no existe ningún tipo de vigilancia haciendo peligroso el bienestar de los habitantes del edificio.

Dado este precedente el Open Hardware tiene la facilidad de adaptarse y hacer posible desarrollar un sistema de alarma de acuerdo al requerimiento establecido en el edificio y debido al bajo presupuesto del edificio permite implementar la solución por etapas y con futuros desarrollos que se puedan solicitar para incrementar la seguridad dentro del edificio como reconocimientos faciales y un sinnúmero de aplicaciones que puedan adaptarse.

Pensando en la seguridad de los habitantes del conjunto habitacional AKOR se propone un desarrollo de una central de alarmas basado en Open Hardware en cual se pueda comprobar la viabilidad del presente proyecto así como los requisitos necesarios y pruebas que sean necesarias para comprobar que el sistema de seguridad sea confiable y pueda cubrir las falencias de seguridad con las que cuenta el conjunto.

1.2 Planteamiento del problema

De acuerdo al conocimiento de la falta de un sistema de seguridad al igual que el de un guardia de seguridad que vele por el bienestar de las personas que habitan el conjunto habitacional AKOR, se comprobó que el edificio consta de 2 puertas principales, la primera puerta es eléctrica por la cual ingresan los

vehículos del parqueadero principal, la segunda puerta es una puerta pequeña por la cual se accede de manera manual con llaves. En ocasiones el portón eléctrico ha permanecido abierto por la madrugada debido a la falta de un sistema de seguridad que monitoree el acceso de personas indebidas o que pueda alertar que una puerta no se encuentre cerrada de manera correcta.

1.3 Pregunta de Investigación

¿Puede esta propuesta de una central de alarma basado en Open Hardware cubrir la falta de un sistema de seguridad para los habitantes del Conjunto Habitacional Akor?

1.4 Hipótesis

El proyecto de una propuesta e implementación de un sistema de seguridad basado en Open Hardware será factible ya que logrará cumplir con los requisitos para que el conjunto Habitacional Akor cuente con un sistema de seguridad el cuál permita controlar que no se cometan robos o atentados dentro del lugar.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Proponer e implementar un sistema de seguridad mediante la placa base Arduino (Open Hardware), en el edificio AKOR.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar los sistemas de seguridad, interfaces, dispositivos, normas y estilos.

- Estudiar la placa base Arduino y los diferentes aplicativos entre ellos sistemas de seguridad con su respectiva programación
- Proponer el diseño de un sistema de seguridad basado en la placa base Arduino con Open Hardware para el edificio AKOR.
- Implementar el prototipo de seguridad basado en la placa base Arduino (Open Hardware) dentro del edificio AKOR.
- Evaluar el prototipo de seguridad basado en la placa base Arduino (Open Hardware).

1.6 Marco Teórico

En el presente proyecto se va a analizar los diferentes sistemas de seguridad, sus interfaces, dispositivos normas y estándares. Se estudiará la placa base Arduino, los diferentes aplicativos y la programación necesaria para diseñar el sistema de seguridad conjuntamente con los dispositivos de hardware adecuados, de esta manera el sistema de seguridad se implementará de forma adecuada dentro del conjunto Habitacional AKOR, por último se evaluará su funcionamiento y se asegurará que pueda cumplir con las normas de seguridad requeridas para las personas que habitan el lugar.

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Gracias a la plataforma se pueden desarrollar un sinnúmero de proyectos.

Las ventajas al trabajar con Arduino son las siguientes: accesible, multiplataforma, entorno de programación simple, código abierto y extensible en software, hardware extensible. Se llama hardware libre, electrónico libre, o máquinas libres, a aquellos dispositivos de hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público. La filosofía del software libre es aplicable a la del hardware libre, por eso forma parte de la cultura libre.

La propuesta e implementación de un sistema de seguridad dentro del conjunto habitacional AKOR es importante para prevenir el ingreso de individuos extraños, y se genere confianza dentro de los habitantes del lugar. Además se busca no depender de una marca de hardware prediseñado o un sistema de programación, al igual que si es necesario hacer una modificación o desarrollar una mejora dentro del sistema se lo pueda hacer sin ningún problema posibilitando implementar el sistema de seguridad por etapas, para que se generen cambios de acuerdo al presupuesto que tenga el edificio.

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizará el método problémico, mediante el cual se describe el problema que genera el no tener una sistema de seguridad dentro del edificio Akor, también se utilizará el método descriptivo mediante el cual se describe las funcionalidades de la placa base Arduino en el sistema de seguridad que se desarrollará en el siguiente proyecto, al igual que las normas de seguridad necesarias que serán implementadas.

2. Fundamentación Teórica de los sistemas de seguridad

2.1 Introducción a los sistemas de Seguridad

2.1.1 Concepto de Seguridad

La definición de seguridad es completamente amplia y contiene muchas aplicaciones. Mediante diferentes ideas tenemos que tomar en cuenta tanto en la seguridad de las personas y la seguridad de los objetos personales o pertenencias que tengan valor.

El concepto de seguridad radica en la protección de personas o del lugar donde habitan o coexisten mediante circuitos electrónicos e informáticos, como por ejemplo, videocámaras de vigilancia, cerraduras especiales de alta seguridad, cristales de materiales especiales y puertas a prueba de robos o blindadas, todos estos elementos envían comunicados a personal especializado de la policía o de seguridad.

El objetivo de los sistemas de seguridad radica en detectar un irregular o una acción peligrosa que se da dentro de una casa o local. Estos eventos varían, puede ser la detección de un ladrón o intruso, hasta la detección de un flagelo. La misión de un sistema de seguridad no es solo detectar un problema, siniestro o evento determinado, tiene como misión dar respuesta y poner en aviso al personal correspondiente, o una empresa dedicada a la solución y reacción de cada evento.

En el transcurso del tiempo, la necesidad del hombre es de proteger las pertenencias frente a robos de otras personas o siniestros por fenómeno naturales. Gracias a la creación de la electrónica se pudo obtener un rápido avance en los sistemas de seguridad, podemos tener una amplia variedad de aplicaciones de sistemas de seguridad, más amplias, y a la vez eliminando y transformando conceptos obsoletos y formas de vida arcaicas.

Estos sistemas no protegen únicamente para bienes muebles e inmuebles, sino también protegen a las personas, ahorran dinero y tiempo, en el proceso de seguridad doméstica e industrial su uso es totalmente garantizado.

Existen varios tipos de seguridad entre ellas la seguridad dinámica que define a la protección de locales, oficinas, tiendas o domicilios por medio de sistemas informáticos. Hay una amplia gama de sensores dedicados a detectar el ingreso a través de ventanas, puertas, etc., o detectar la entrada en zonas establecidas por medio de sistemas establecidos perimetralmente. Existen sensores de fuego, de iluminación, de inundación, de humo, etc.

El conjunto de estos sensores van a ser conectados a una central de alarma que reaccionará de acuerdo a su uso y programación, por ejemplo, activando y haciendo sonar una sirena, activando luces de emergencia e iniciando la activación de algún sistema contra incendios, otro ejemplo es capturando fotografías o videos de los invasores, enviando avisos por correo o teléfono a varios números previamente ingresados en el sistema de seguridad, que accionen las medidas correctivas como por ejemplo, dar aviso a los bomberos, policía, etc.

Dentro de los establecimientos como oficinas, bancos, fábricas, museos existen sensores dedicados de humo, de temperatura, de robo o varios al mismo tiempo ya que son entidades que necesitan de la seguridad necesaria para que la gente que asiste a ellos no corra ningún peligro.

Generalmente los sistemas de seguridad es el conjunto de componentes e instalaciones necesarias para brindar seguridad de personas y bienes existentes en un local o domicilio, de eventos como robos, incendios y sabotajes. Estos sistemas van a variar de acuerdo a la necesidad del local protegido o domicilio, al igual que el presupuesto con el que cuentan para realizar esta instalación.

2.1.2 Componentes de un sistema de seguridad físico

Los sistemas de seguridad constan de componentes que son hardware, software y equipos de control que estarán siendo supervisados por un administrador de estos eventos. Los programadores y diseñadores deben determinar los equipos y el software necesarios que se acoplen a la necesidad de cada usuario. Esto garantizará tener un sistema totalmente confiable y fiable y que además el usuario se pueda sentir cómodo con el mismo.

Estos equipos físicos se encuentran controlados por programas dedicados a esta aplicación, dichos programas pueden integrar la instalación e implementación de información adecuada o la definición de límites dentro del sistema, para generar un determinado control por los sensores instalados.

Estos sistemas han evolucionado de acuerdo a cada avance tecnológico y a la necesidad de los usuarios que cada día requieren mejores soluciones a sus requerimientos de seguridad, con respuesta más rápida, mayor desempeño y muy pocas interrupciones o errores.

Estos sistemas se clasifican en varias generaciones que pueden servir para dividir su operatividad, garantizando a los usuarios la seguridad de que todos los parámetros y requerimientos con las con las nuevas tendencias tecnológicas.

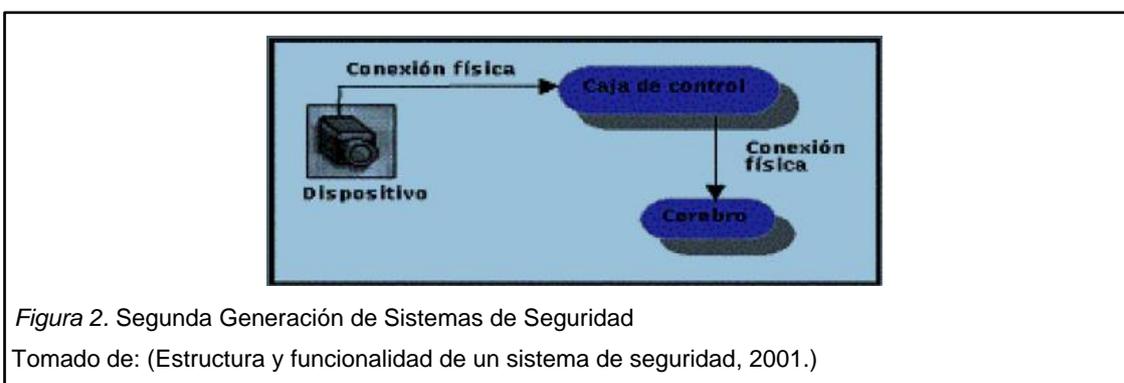
Como Lezama Lugo (2001, pp. 2) afirma: “Existen tres tipos de generaciones en la historia de los sistemas de seguridad, clasificadas dependiendo de la complejidad que contenga cada uno”

La primera generación tenía como finalidad la implementar un dispositivo que va a dar aviso sobre cualquier tipo de acceso no deseado por un individuo, contaban con una sola alarma, la misma accionaba una señal acústica cuando se creaba una variación en el sistema. Muchas veces el control tenía que ser

manual y el usuario tenía que ingresar dígitos o claves pre configurados haciendo que el sistema tome esta acción como normal.



La segunda generación contaba ya con un medio que podía controlar estas acciones y ya podía tomar acciones a diferentes situaciones que se presentaban. Permitiendo al usuario no ser obligado a operar directamente el sistema para evaluar las alarmas, además disminuyeron la cantidad de falsas alarmas, estos dispositivos eran capaces de definir diferentes situaciones y exponer al usuario si se trataba en de una acción de alarma o se trataba de un tipo de acción casual.



Dentro de la tercera generación se implementaron medios dedicados a monitorear todas las acciones que se realizan en un lugar aunque el usuario no esté en el mismo lugar. Ofreciendo mayor flexibilidad a los usuarios haciendo que al mismo tiempo que desempeña otras actividades pueda revisar el estado en el que se halla el lugar protegido. Adicionan un sistema de monitoreo de actividades, para llevar un registro de eventos accionados en un tiempo

determinado lo que permitirá definir acciones de riesgo y establecer acciones para mejorar el desenvolvimiento del sistema.

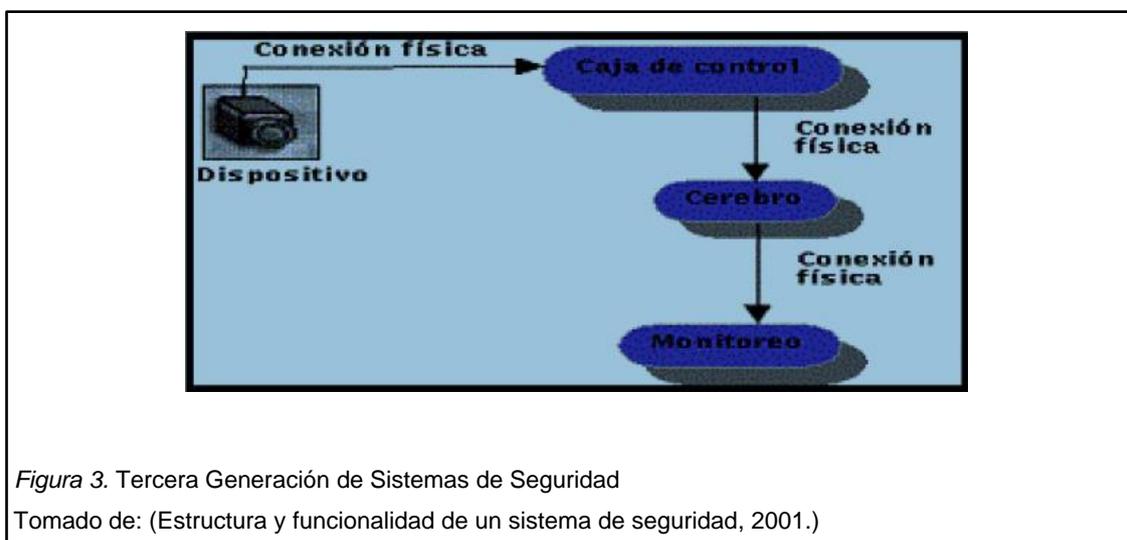


Figura 3. Tercera Generación de Sistemas de Seguridad

Tomado de: (Estructura y funcionalidad de un sistema de seguridad, 2001.)

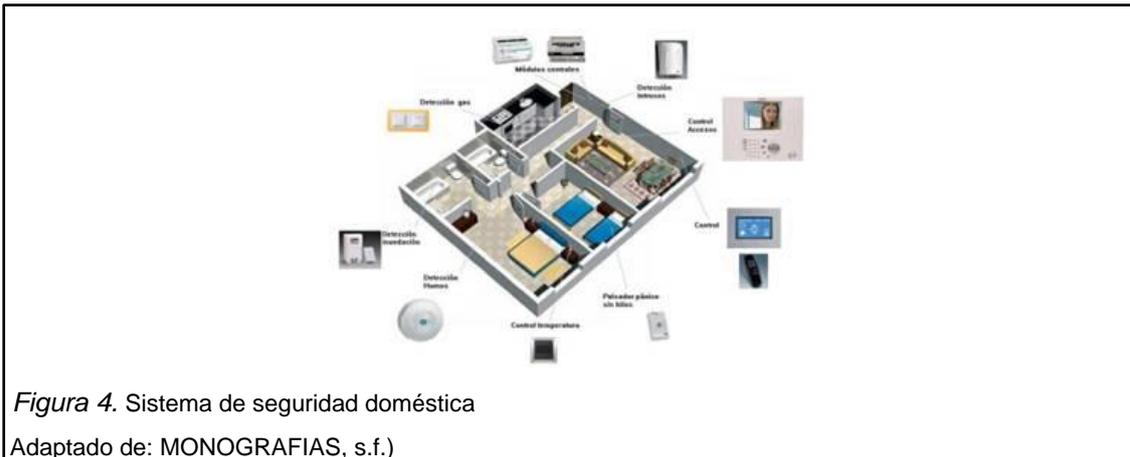
2.2 Aplicaciones de sistemas de seguridad

Las aplicaciones para los sistemas de seguridad se pueden considerar para las siguientes ramas que se muestran a continuación.

Aplicaciones de sistemas integrados de seguridad.

- Seguridad doméstica.
- Seguridad en establecimientos o locales.
- Seguridad en centrales nucleares o cárceles.
- Seguridad activa en contra de incendios.
- Control de nivel de líquidos.
- Seguridad en calefacciones o cuartos dedicados de máquinas.
- Seguridad de control de gases, presión, humedad y falta de agua.

Seguridad Doméstica: La seguridad doméstica, también puede incluir varios tipos de controles como controles tales como los sensores de luz, accesorios, de humo y de movimiento, sensores de apertura de puertas o ventanas, este tipo de seguridades se unen a una central en donde se configuran y se apaga este tipo de sistemas de seguridad.



Seguridad en establecimientos o locales: Este sistema permite la protección de un establecimiento o local y se trata de contar con varios dispositivos que faciliten el control en las entradas a los establecimientos. Los dispositivos que ayudaran a estos sistemas son detectores que se localicen en ventanas o puertas y que tengan la finalidad de detectar cualquier tipo de acceso no autorizado. Para evitar el acceso de personal no permitido se requiere de un sistema de identificación, puede ser mediante algún teclado que posibilite a las personas autorizadas ingresar un código preestablecido que autorice la entrada al establecimiento sin que la alarma se accione.



Seguridad en centrales nucleares o cárceles: Este tipo de sistemas están orientados a proteger la integridad de las personas que están dentro de la cárcel, mediante cámaras de video, estos sistemas son importantes debido a que su funcionalidad reside en la capacidad de ofrecer evidencia real y visible

de cualquier suceso o acción ocurrida. Existe una infinidad de modelos de cámaras pueden ser integradas al sistema dependiendo a cada uno de los requisitos pre establecidos.

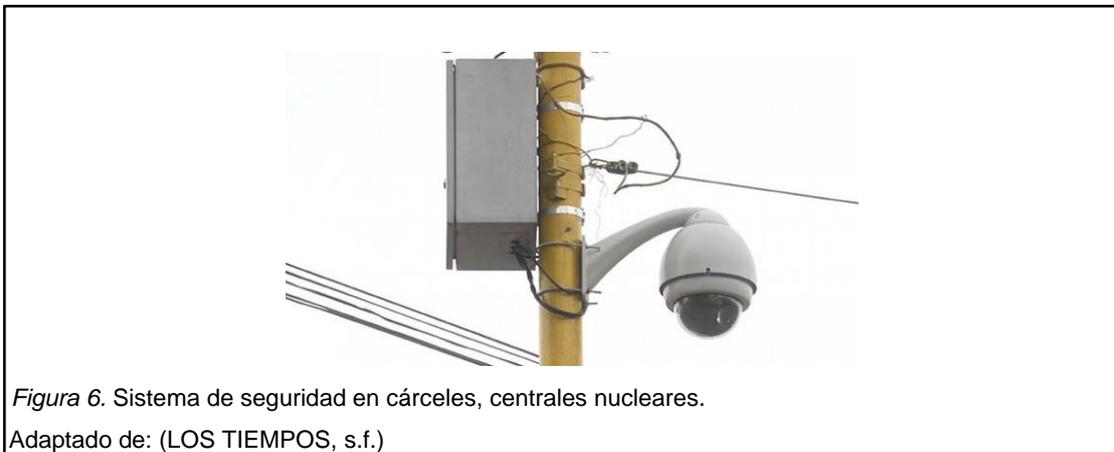
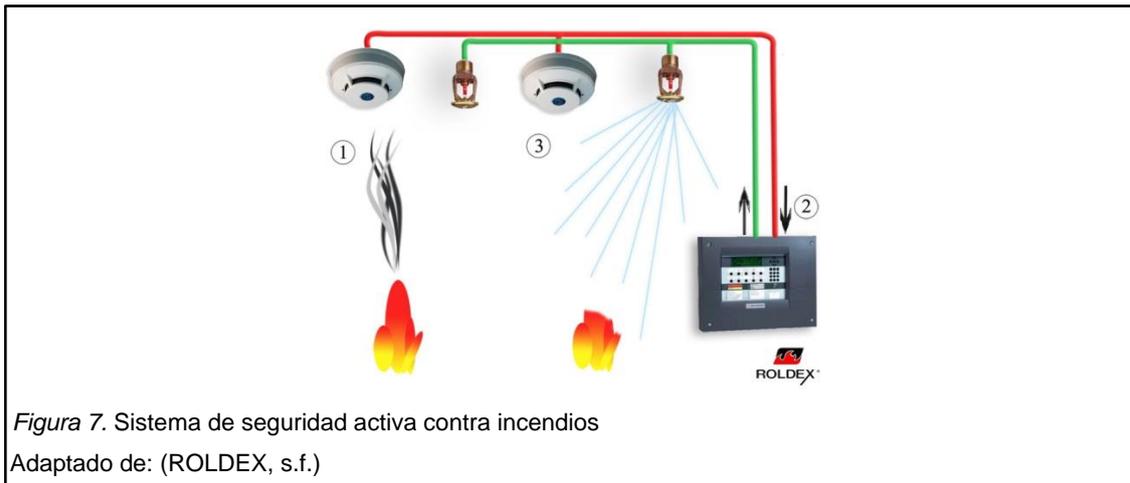


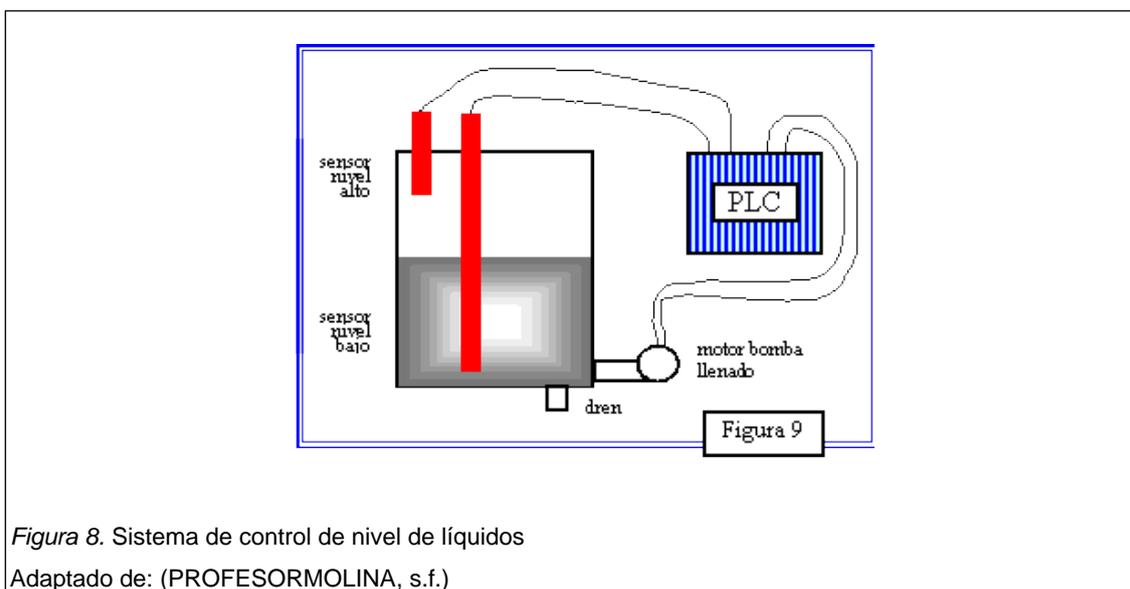
Figura 6. Sistema de seguridad en cárceles, centrales nucleares.

Adaptado de: (LOS TIEMPOS, s.f.)

Sistema de seguridad activa contra incendios: Son sistemas más sencillos, pero no menos importantes, ya que del correcto funcionamiento de este sistema depende la vida de seres humanos. Necesitan de un sensor de humo que accione la alarma, ésta emitirá un sonido que alerte al personal que se encuentren en el lugar que hay un flagelo o incluso puede ser más compleja emitiendo una señal de alarma de incendio a los bomberos más cercanos del lugar. Se integran dispositivos de extinción de fuego que tienen por finalidad apagar el flagelo, pueden ser dispositivos que accionen la abertura de llaves de agua o productos químicos que terminarán la extinción del siniestro. Se deben de considerar varios factores dentro del lugar donde se instalará el sistema como el número de personal que labora o habita el lugar, adicional a esto permiten tomar en cuenta las salidas más cercanas que las personas usarán en caso de evacuar el lugar.



Sistema de control de nivel de líquidos: Este sistema permite controlar el nivel de los líquidos a través de subsistemas que reciben y entregan señales que indican las variaciones de procesos, estas señales son enviadas por sensores que se ubican en las entradas y salidas de cada lugar, con el fin de aportar al sistema su evolución para tomar decisiones sobre la manipulación de las variables necesarias en el control de este sistema.



Sistemas de seguridad en calefacciones y cuartos de máquina: Este sistema permite salvaguardar el buen funcionamiento de las máquinas o de las calefacciones instaladas para un edificio o un local, alarmando al momento de encontrar algún desperfecto en las máquinas o en los sistemas de calefacción que pueden evitar un incendio o una explosión.

2.3 Tipos de Sistemas de Seguridad.

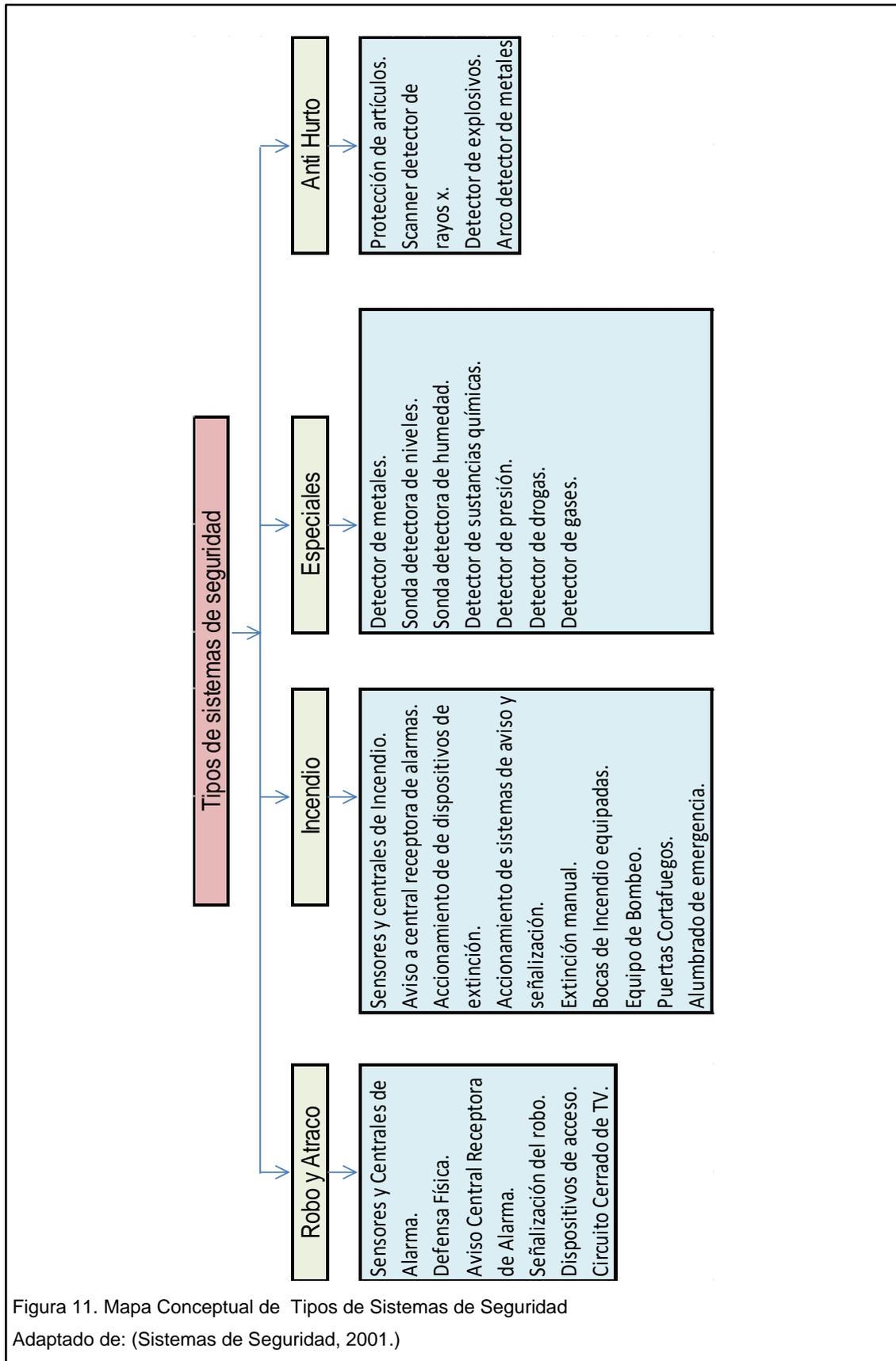
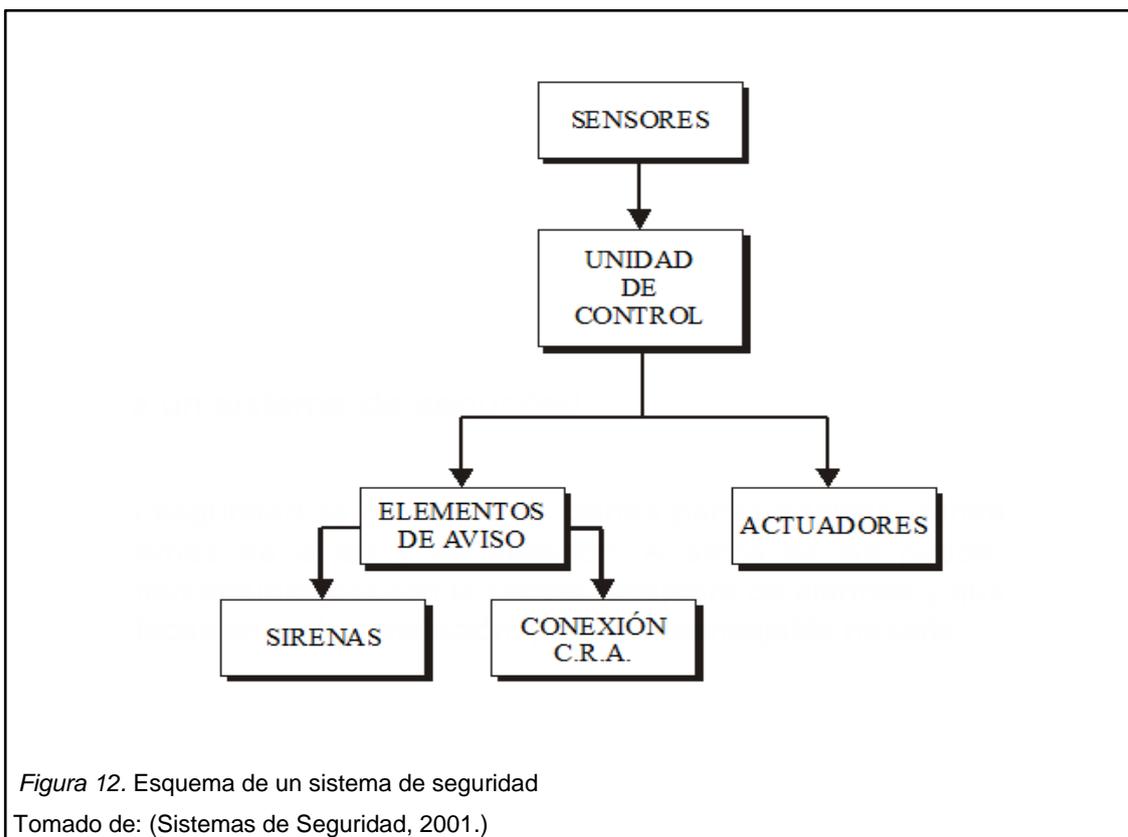


Figura 11. Mapa Conceptual de Tipos de Sistemas de Seguridad

Adaptado de: (Sistemas de Seguridad, 2001.)

2.4 Partes de un sistema de seguridad

Los Sistemas de seguridad se componen con varias partes fundamentales como: central de alarma, sensores, sistemas de señalización y aviso. Adicional a esto existe otro elemento esencial un componente comunicador con la central de alarmas y su instalación es opcional, pero se aconseja su instalación, para un mejor funcionamiento.



Central de Alarma o Unidad de Control: Recibe el impulso eléctrico de cada uno de los sensores, que debido a cualquier motivo sean accionados. Al recibir el impulso, los circuitos eléctricos que se encuentran internamente, activan el funcionamiento del sistema de aviso y da alarma al personal adecuado. Los sensores son capaces de verificar variaciones del sistema de pasivo a activo en un lugar establecido, esta variación se emite como información que viaja a la central de alarmas, su tamaño es reducido y son alimentadas mediante una fuente de poder y alimentación de tensión baja.

En el exterior de una central de alarma o unidad de control disponemos de varios indicadores que permiten mantener actualizado el estado del sistema (el correcto funcionamiento de los sensores, fuente de poder, etc.)

Dentro de la central de alarma o unidad de control disponemos de una batería auto recargable a través de la tensión de la red, en precaución de inesperados cortes de energía eléctrica.

Una central se divide en varias partes que son:

Fuente de alimentación: Proporciona la energía necesaria para que funcionen de manera correcta todos los circuitos y sensores que están dentro de la central, cambian la energía de 220 voltios en tensión continua que va desde 6 V hasta los 24 V de acuerdo a la necesidad para suministrar una tensión continua, se recomienda no cargar de manera excesiva la fuente de poder, instalando una cantidad de sensores o elementos auxiliares que provocaran errores en el sistema al no entregar la energía correcta y necesaria provocando instalar más de una fuente de poder.

Baterías: Es necesario instalarlos para prevenir la falta de energía eléctrica, de esta forma se asegura que la central funcione mientras la energía se reestablece.

Teclado: Se debe conectar a la central y tener un fácil acceso, puede estar colocado de manera independiente o directamente insertado en la central, de esta forma se activa o se desactiva introduciendo un código numérico preestablecido permitiendo el acceso de varias personas que sepan con el código de seguridad adecuado. El teclado se constituye generalmente de 12 teclas que con la pulsación correcta permite la activación o desactivación del sistema.

Microprocesador: Es la parte central del sistema, recibe constante información de cada uno de los sensores instalados en el establecimiento

protegido. Dentro del microprocesador se necesita una previa configuración para que tenga un correcto funcionamiento de los componentes e instalaciones a proteger.

Memoria EPROM: Es un circuito eléctrico donde se almacenan los datos que se necesitan para el funcionamiento del microprocesador. Las instrucciones se introducen por medio de código de ingeniería de programación. El código únicamente la conocerá las personas encargadas de programar que se acople a cambios que sean necesarios en el lugar a proteger.

Marcador Telefónico: Se encarga del marcado automático a una central, los números de teléfono son previamente fijados en la memoria EPROM haciendo posible una conexión directa con la central de alarma, si la línea se encuentra ocupada al momento de activar la alarma, el sistema automáticamente corta la señal dando prioridad a esta llamada la comunicación, en la actualidad ya no se usa mucho este sistema debido a la facilidad del correo o diferentes formas de conexión.

Sistema de Aviso y Señalización: Son dispositivos que se encargan de dar aviso de cambios detectados por una serie de sensores en el sistema de seguridad, son aquellos que dan su importancia a estos sistemas, ya que si no funcionan de forma adecuada no tendría sentido poner en forma los sensores y la central de alarmas, estos sistemas pueden ser acústicas (sirenas) y ópticos (luces).

Central Receptora de alarmas: Se ocupan de asegurar los establecimientos donde se instalan estos sistemas, funciona recibiendo, vía teléfono, mensaje o correo el impulso para activar la alarma (puede ser de atraco, incendio, etc.) y enviar una comunicación al personal policial la acción de este tipo de señal, para que se pongan en funcionamiento las funcionalidades pre establecidas en las instalaciones o establecimientos, que pueden cambiar según el modelo de alarma instalado.

Si es de atraco, da aviso al personal Policial que pueda tomar acciones sobre el mismo. Si es de incendio, da aviso a los bomberos para que acudan al lugar a la brevedad del caso.

En la central de alarmas se conectan todo sistema vigilado a distancia. Al momento de que se active cualquiera de ellas, proporcionan datos exactos de la alarma activada (lugar exacto de la alarma dentro de la instalación). Si se activan varias zonas dentro del mismo lugar se escoge la alarma más importante (incendio, atraco, robo, etc.), y de esta forma ir tomando la más importante a la menos importante de acuerdo a la urgencia.

La central de alarma es conectada a un sistema central encargado de seleccionar y almacenar la información que ingresa como conexiones o desconexiones, avisos de alarma, errores o daños. El lugar donde se debe ubicarse la central receptora de alarmas debe de ser un cuarto protegido por cuatro paredes previniendo de forma correcta los 7 días de la semana, las 24 horas del día.

Dispositivos de Conexión-Desconexión: Se consideran mecanismos que tienen como función permitir la desconexión y conexión de sistemas de seguridad, son de varios tipos como: mecánicos, como llaves metálicas o electrónicos como un teclado. La llave permite abrir o cerrar un circuito, de manera que al ingresarla se accione el mecanismo necesario para que se abra o ciérrela puerta o ventana. Este sistema contiene muchos inconvenientes ya que si una llave se pierde se puede inutilizar el sistema de seguridad en su totalidad.

Por medio del teclado se elimina la posibilidad de pérdida o robo de la llave para desactivar la central de alarma, de esta forma únicamente podrían desactivar la alarma las personas que conozcan la clave ingresada por el teclado, esta clave está formada por 3 o 4 números. También posibilita desconectar la central por coacción, apagando el sistema totalmente, y al

mismo tiempo avisando a la central receptora de alarmas de la variación del sistema tomando las medidas previamente establecida.

Accionamiento de otros dispositivos: Se pueden accionar otros dispositivos con un sistema de seguridad como por ejemplo, activar luces generales de emergencia, activar los electroimanes o sensores de puertas que permiten cerrar automáticamente las puertas o ventanas, activación de una alarma sin que sean activadas componentes visuales o sirenas. Mientras más completas sean las centrales de alarmas nos permitirán realizar un sistema de seguridad seguro y confiable.

2.5 Normas básicas que debe de cumplir un sistema de seguridad

Se recomienda que los sistemas de seguridad contengan una interfaz de fácil manejo y acceso para el usuario y sea fácil de aprender, Esta interfaz debe de contar con un plano que muestre la ubicación de los lugares en donde se instalaron los sensores y dispositivos, de igual manera tener acceso a lo que las cámaras están captando en esos momentos. Esto permitirá solucionar problemas que los usuarios detecten y acceder a la ubicación exacta del mismo.

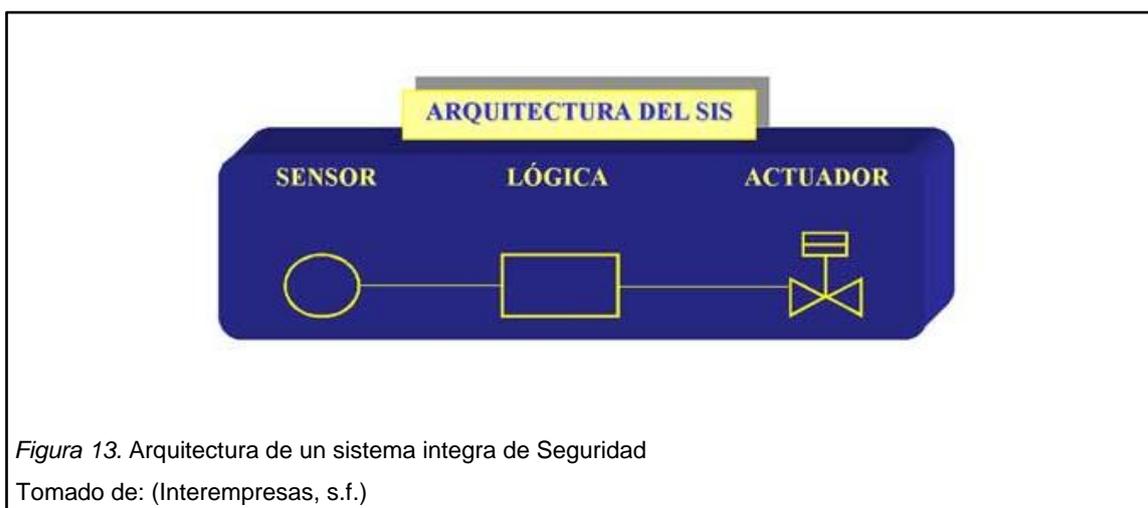
Para el desarrollo adecuado se debe analizar la necesidad del cliente, al igual que se debe tomar en cuenta que el sistema pueda ser capaz de tomar varias decisiones, para que el viso de los eventos presentados sea eficaz y rápido para que el personal adecuado pueda acudir al lugar de manera oportuna y efectiva.

Se debe establecer un sistema que proteja la instalación para que otra persona no autorizada pueda alterar la integridad de este sistema de esta forma evitando poner en riesgo al lugar donde se encuentra instalado el sistema. Considerando fallas casuales que se pueden presentar como el corte de luz lo cual puede provocar pérdida importante de información.

Se deben establecer protocolos que den forma al sistema monitoreando y respondiendo a cualquier tipo de señal. Debe reportarse localmente o de forma remota al personal especializado. Se realizarán una serie de pruebas preliminares para garantizar que el sistema cumpla con los requerimientos del usuario y dar la confianza que los problemas ocasionados sean resueltos de manera eficiente.

Se debe implementar de manera eficiente la central de alarma, ya que tiene que contar con controladores capaces de tomar decisiones ante los eventos que ocurran, de igual manera los dispositivos de seguridad deben reportar cualquier tipo de avería que contengan, cada evento debe solventar cualquier tipo de acción, por ejemplo si un sensor de movimiento es activado, se encienda una cámara de video y pueda capturar lo que sucede dentro de la zona donde se dio el movimiento.

Debe establecerse un sistema de almacenamiento, en donde estarán guardados las actividades generadas diariamente como bitácoras, imágenes, y diferentes datos y sucesos que sean reportados a la central, deben contar con el suficiente espacio para que no se pierda ningún documento o archivo, esta información ayudará a la toma de decisiones de futuras acciones.



2.5.1 Normas en los componentes de una central de alarma

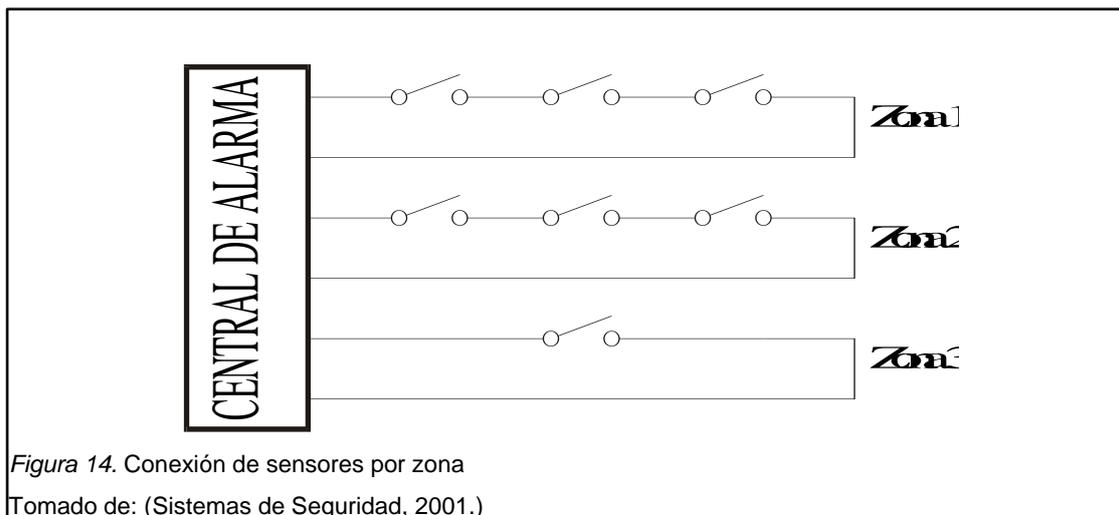
La central de alarma contiene un mecanismo que pueda controlar el ingreso a las zonas aseguradas y realizar la desconexión y conexión del sistema. Dentro de estos sistemas de conexión y desconexión debemos de tomar en cuenta los siguientes puntos.

Circuitos Retardados: Este circuito se toma para que la persona que administra la central pueda salir o pueda entra a modificar el sistema de seguridad sin que se accione inmediatamente la alarma.

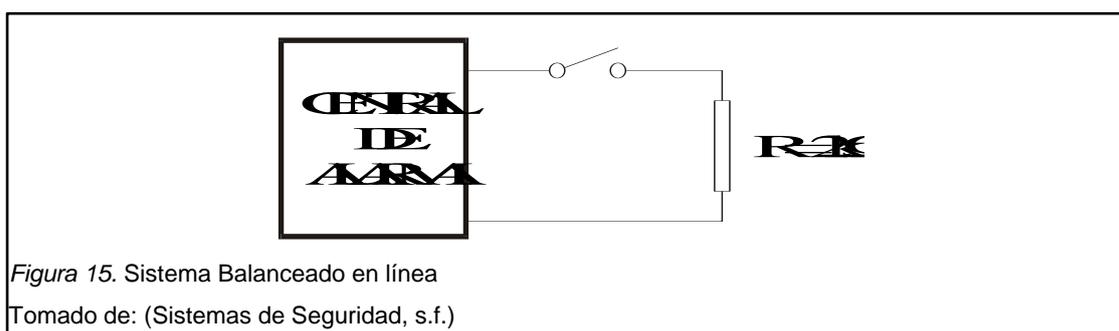
Circuito Instantáneo: Dentro de este circuito se conectan los dispositivos que no son activados por el administrador del sistema al accionar o desconectar este sistema. Al momento que se conecten los sensores al circuito son activados debido a una anomalía se accionan inmediatamente dando aviso a todo el sistema de seguridad que se instalaron.

Circuito Tamper o de 24 horas: Tiene como finalidad garantizar que no sufran algún tipo de sabotaje o mala manipulación del sistema de seguridad como por ejemplo, cortar los cables de una sirena, extraer un sensor de movimiento o magnético, haciendo que la alarma se dispare cuando esto ocurra. Por lo tanto este circuito debe de estar constantemente en vigilancia de los dispositivos integrados.

Zona Cableada: Es un circuito cerrado en donde se instalan y conectan en serie todos los sensores y dispositivos que componen el sistema de seguridad. Se diversifica en zonas, gracias a esto al activarse puedan ubicar el lugar exacto. No es aconsejable instalar varios detectores por cada zona, ya que al momento de activarse cualquiera de ellos únicamente se podrá localizar la zona más no donde exactamente se activó más no el componente que se activó. Es recomendable conectar tres sensores por zona.



Balanceo en línea: Se trata de poner al final de las zonas cableadas una resistencia con ciertos valores entregados por el fabricante de la central de alarma, se debe colocar en serie conjuntamente con los sensores logrando de esta forma cerrar el circuito, al cerrar el circuito, Cuando se manipula de manera externa el valor de la instalación de la resistencia se altera el sistema haciendo que cause un cortocircuito activando de esta manera la alarma sonora, estos sistemas no pueden ser manipulados debido a que estos valores de resistencias únicamente los pueden saber los fabricantes y los instaladores de la central de alarma, si quisieran cambiar la resistencia por otra de otro valor el sistema alertaría el cambio activando la alarma de igual manera.



Programación por tiempos: Permite al programador definir cada tiempo que las zonas se activaran. Existen varias formas de programar estas zonas, no instantáneas, son cuando el programador tiene que acceder por cierto tiempo a

la central, estos tiempos pueden variar en segundos o minutos dependiendo de la instalación de la central.

Las causas de detección por los dispositivos serán, abriendo las persianas, ventanas o puertas, el transcurso inadecuado por zonas establecidas, roturas de urnas o cajas de cristal, cajas fuertes, etc.

Este tipo de instalaciones pueden llegar a necesitar gran cantidad de cable, haciendo que las instalaciones se encarezcan y lo más importante es probable averías en el cable haciendo que se interrumpa el sistema o se generen falsos contactos, etc.

En ocasiones opcionalmente instalan sensores vía ondas de radio, que tienen la misma función con la única diferencia de instalarse un pequeño emisor de radial que abarca entre 60 a 70 m² de alcance. Logrando respetar la fachada y evitando posibles daños y falsas alarmas.

Se puede abaratar el costo del cableado debido a que puedes ser que un sensor vía ondas de radio sea más caro que el normal, la instalación de este tipo de sensores abarata el tiempo y el material que se debe de usar. Para grandes instalaciones se aconseja instalar módulos repetidores logrando expandir la señal a lo largo de la instalación.

2.5.2 Clasificación de los sensores.

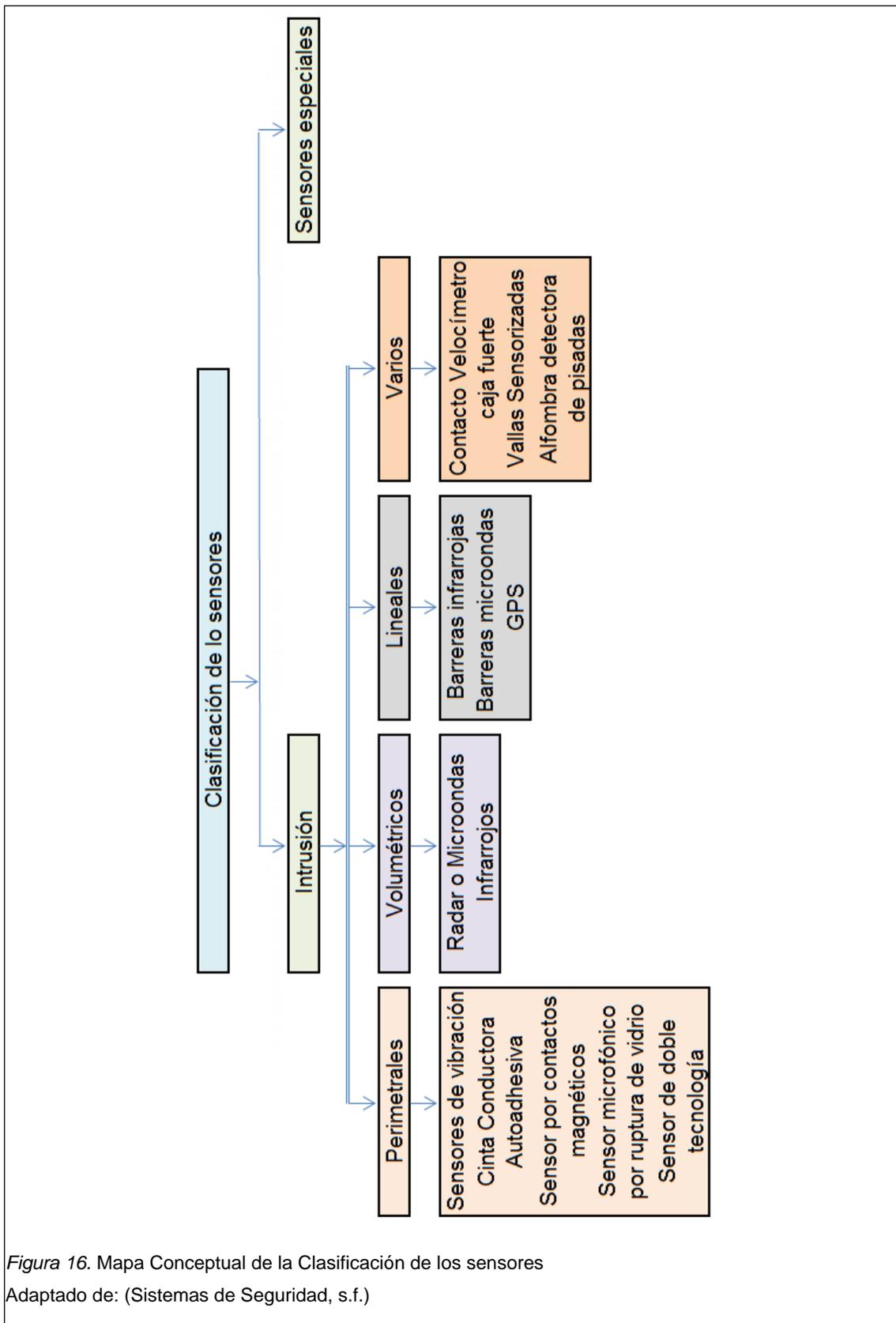


Figura 16. Mapa Conceptual de la Clasificación de los sensores

Adaptado de: (Sistemas de Seguridad, s.f.)

Sensores de Intrusión: Son aquellos cuya finalidad es detectar las entradas de elementos o personal ajeno al lugar, cerca de los lugares donde se encuentran colocados, que sean factibles de intrusión o del paso de personas ajenas al bien.

Perimetrales: Se encarga de vigilar el perímetro del área de instalación, son barreras que están distribuidas alrededor del lugar protegido activando la alarma cuando cuando estos dispositivos son atravesados por personas ajenas al lugar, se recomienda validar muy a detenimiento los sensores y dispositivos que se emplearan en los diseños de la instalación de seguridad adecuada para el inmueble.

Sensor Sísmico o de vibración: Es colocado en una superficie plana, se activa al recibir una vibración o cierto tipo de golpe que hace que en el interior del sensor se separen dos masas que interrumpirán el envío constante de la señal eléctrica haciendo que la alarma se active. Existen varios tipos de sensores como: piezoeléctricos, de péndulo y de mercurio. El piezoeléctrico reacciona cuando un individuo intenta cortar cierta parte del cristal, ya que si el cristal recibiera un golpe este no activaría la alarma, no se recomienda sea instalado en lugares donde exista un gran tránsito de camiones o vehículos ya que esta vibración puede activar estos sensores. El sensor de mercurio es una gota de mercurio que al moverse cierra automáticamente el circuito activando la alarma, es muy propenso a falsas alarmas y en la actualidad casi ya no se utilizan.

Sensor por cinta autoadhesiva conductora: Es una cinta de material adhesiva que conduce la señal eléctrica se pega en un cristal o en una superficie a proteger. Esta señal eléctrica se interrumpe al romperse la superficie en donde está adherida. No es recomendable este tipo de sensores ya que se pueden ver a simple vista y los intrusos pueden vulnerarlo con mucha facilidad.

Sensor por contactos magnéticos: Deben instalarse en la superficie que se va a proteger, son capaces de detectar la abertura de ventanas o puertas. Son dos elementos magnéticos colocados uno en el marco de la puerta y el otro en la parte que se abrirá o cerrará, funcionan gracias a la atracción de un campo magnético formados por dos imanes que abren o cierran el circuito. Al abrirse la puerta los imanes se separan abriendo el circuito y accionando la alarma.

Sensores microfónicos por rotura de vidrio: Se activan con sonidos agudos en frecuencias establecidas, este tipo de sensores son inalterables, no se deben de colocar sobre la superficie a proteger, se deben de colocar a un lado de la superficie a proteger. El campo aproximado es bastante amplio llegando hasta los 100m, son muy eficientes y no son susceptibles a falsas alarmas, existen dos tipos de sonidos de distinta frecuencia, la frecuencia de impacto de cristal de 200 Hz, mientras que la rotura del cristal tiene una frecuencia de 3000 a 5000 Hz. Es recomendable contar con micrófonos especiales y sensibles que funcionen a las frecuencias ya mencionadas. Este tipo de sensores son bastante seguros ya que no reaccionan ante otros sonidos aunque estos sonidos tengan la misma frecuencia. No se debe de considerar como un sistema de seguridad único.

Sensores de doble tecnología: Como su nombre lo dice está basado en dos tecnologías, sistema de detección por medio de microondas y sistema de detección por medio de infrarrojos. Para resumir es como si se colocaran dos sistemas por separado y únicamente se van a activar cuando sean activados los dos conjuntamente, de esta forma podemos evitar falsas alarmas. Dentro de algunos modelos de este tipo de sensores, son provistos por un sistema que protegerá cualquier defecto que se presente: se inutilizan si son tapados, se llaman también de anti enmascaramiento. Al momento de ser tapados produce una activación de alarma, alertando de esta acción. Si la acción se da durante un tiempo que este sistema va a estar desconectado, este sistema avisará cuando se conecten nuevamente.

Sensores Volumétricos: Actúan mediante la detección de movimientos, dentro del lugar específico, generalmente colocados dentro de los lugares como empresas, despachos, locales, etc. Se deben usar varios cuando el lugar a proteger es bastante amplio o formado con varias habitaciones (algo que es muy normal). Se instalan dentro del espacio a proteger.

Sensor por radar o microondas: Estos sensores se componen de dos partes que comprenden un emisor y también un receptor. La función del emisor es enviar ondas electromagnéticas que son reflejados por todos los dispositivos que existen en el lugar protegido hasta que regresen al receptor. Cuando ya se establece un funcionamiento normal, la variación de las ondas activará la alarma. Estos sensores atraviesan superficies finas como el cristal, la madera, también detectan movimiento que suceden detrás de estas. Su instalación es bastante delicada y su mal uso produce muchas falsas alarmas. Se recomienda no instalarlas en el exterior o en superficies sujetas a vibración, no se deben instalar donde existan tubos fluorescentes encendidos, no instalar en lugares donde se accionen mecanismos a motor, y revisar si en el lugar transitan animales como gatos, perros, etc.

Sensores por infrarrojos: Son rayos invisibles para el ojo humano, su comportamiento es similar al de la luz y se transmiten en línea recta, se pueden reflejar ante cualquier objeto brillante. El cuerpo humano puede producir luz infrarroja proporcional a la temperatura accionando la alarma cuando un individuo atraviesa uno de estos sensores.

Cualquier movimiento producido detrás de este sensor no podrá ser captado ya que el área que cubre es como un abanico delante del sensor, para evitar falsas alarmas por aumento de temperatura ambiental se debe colocar un detector doble, tiene un alcance aproximado de 8 hasta 20 metros.

Se deben de proteger ante rayos solares, no instalarlos en el exterior, no instalarse cerca de lugares donde se produzcan temperaturas altas, no

instalarse dentro de lugares que en donde transiten animales (perros, gatos, etc.), no instalarse cerca al aire acondicionado o calefacción, evitar obstáculos, que pueden empeorar su rendimiento.

Sensores Lineales: Actúan al detectar una rotura de una barrera ocasionada por el paso por ella de un objeto pesado o un individuo. Se componen de un emisor y un receptor. Dentro del receptor se atrapan las señales del emisor y cuando pasa un objeto o un individuo por esta zona, el sistema deja de recibir las señales de manera momentánea, detectando la variación de la señal, produciendo la activación la alarma.

Sensores de barreras infrarrojos: Son lineales y posibilitan su instalación en interiores y exteriores. Tienen emisiones en forma de haces luminosos invisibles y un receptor que recibe estos haces de luz. La alarma se activa únicamente cuando los dos haces se interrumpen estos haces se encuentran separados 10 cm uno del otro, haciendo que sea un sistema bastante confiable con pocas falsas alarmas, su campo es bastante extensa que va desde 20 hasta 600 metros.

Sensor de barrera por microondas: Son cables especiales que se entierran en la superficie a proteger se conectan a un emisor y receptor, cuando el emisor envía impulsos VHF que al ser transmitidas por medio del cable, provocan una onda cuya superficie se mueve a lo largo y afuera del cable transmisor recibiendo la onda y permaneciendo estable, cuando un individuo ingresa al lugar se produce una variación de la onda activando el sensor y la alarma. Son utilizados en lugares de alta seguridad como: zonas militares, centrales nucleares, almacenes y depósitos especiales.

Sensor GPS: Son tubos muy especiales que se entierran estratégicamente en los alrededores del área a proteger, cuando un individuo ingresa y pisa cualquiera de estos tubos activa inmediatamente la alarma, su uso es casi nulo

en la actualidad ya que es difícil de instalar en superficies rocosas o difíciles de cavar, eran utilizados para zonas militares, centrales nucleares, etc.

Vallas Sensorizadas: Son sensores de vibración que se colocan sobre la valla. Al moverse la valla, el sensor se enciende, haciendo que la alarma se active.

Alfombra detectora de pisadas: Se debe colocar debajo de una verdadera alfombra debe ser transparente. Cuando se pisa sobre esta alfombra se abre o cierra el circuito, activando la alarma.

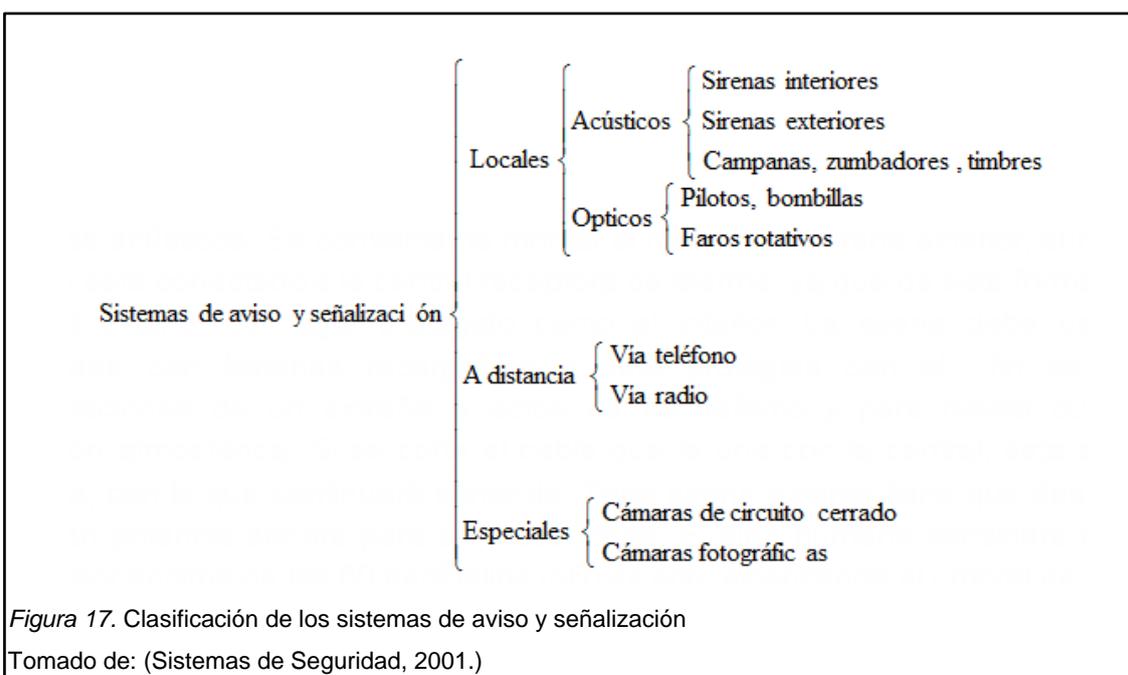
Sensores Especiales: Son sensores que se especializan en otro tipo de protecciones, se utilizan para actuar sobre las alertas generadas como en los incendios apagándolos. Algunos ejemplos son: Detector de metales, sondas detectoras de niveles de líquidos, sondas detectoras de humedad, sondas detectoras de sustancias químicas, sondas detectoras de rayos ultravioletas, sondas detectoras de cortes de corriente eléctrica, sondas detectoras del funcionamiento de ordenadores. Al tratarse de sensores específicos y dedicados se aplican en la industria (almacenes), Son costosos y su uso se define a las aplicaciones para los que fueron creados.

2.5.3 Sistemas de Aviso y Señalización

Son aquellos dispositivos que dan la importancia al sistema de seguridad, puesto que aunque se tuviera el más completo sistema de sensores y dispositivos, de nada servirían en la central de alarma que se hayan instalado, con el fin de evitar robos, atracos o incendios.

Sistemas locales acústicos: Se recomienda mínimo instalar una sirena exterior y una sirena interior, con el fin de lograr dar aviso tanto dentro como fuera del lugar, este sistema se alimenta por baterías que deben de protegerse de manera que puedan ser manipuladas por personas ajenas y

malintencionadas, si el cable que une la sirena con la central de alarma se corta la sirena seguirá sonando manteniéndose activa, la sirena que será colocada en la parte posterior tiene que tener una gran potencia sonora para que pueda ser escuchada por el personal especializado, su función es ahuyentar al individuo incluso antes de ingresar al lugar.



Sistemas locales ópticos: Se trata de luces parpadeantes cuya función es ayudar a las personas del lugar a localizar la zona donde se produjo la alarma. Este tipo de luces rotativas pueden llegar a encarecer la instalación ya que requieren mayor uso de energía y van a consumir más baterías. Hay dispositivos que poseen la sirena y la luz flash estroboscópica en una misma ubicación, se pueden también instalar interruptores ubicados de forma estratégica, para que cuando se accionen se active la alarma, se deben de colocar frente a la tapa y deben estar bien sujetos a la superficie para evitar posible manipulaciones.

Sistemas a distancia: Su función es comunicar el lugar protegido con la central de alarma, dando aviso al personal autorizado y a la policía, se emplean sistemas radiales o telefónicos. Si existe falta de comunicación entre los sistemas radiales o telefónicos con la central de alarma aunque estos

funcionen de manera correcta la central detectara la falta de comunicación y alertara del hecho al personal. Puede colocarse también una sirena que se active cuando este circuito sea cortado o cerrado.

Sistemas especiales: Son componentes que se adicionan a la instalación, con el fin de proporcionar evidencia real, la cual será una grabación o una fotografía de los individuos que perpetran el lugar. Se pueden configurar de manera automática o de forma manual por medio de interruptores que accionen el sistema, o las cámaras pueden estar encendidas constantemente grabando todo lo que sucede en el lugar.

3. Introducción a la definición de open hardware.

3.1. Definición de Open Hardware.

Tiene como objetivo diseñar aparatos informáticos que tengan una configuración abierta, para que otras personas de cualquier ciudad o país y de cualquier parte del mundo puedan tener acceso a un plano de su configuración o de su construcción.

Este tipo de iniciativas no es nueva esto ya se venía haciendo desde los años 70, en estos años las primeras personas que trataban de construir computadores creaban sus equipos propios con diferentes partes que se compran en diferentes lugares y de diferente marca creando un diseño único y sin una marca preestablecida.

Al reutilizar diseños de procesadores o la adaptación en otros de los ya existentes permite a todos los usuarios una facilidad la creación de nuevo hardware y diseños específicos a nuevas utilidades disminuyendo tiempos y costos a la hora de tratar de implementar una solución única necesaria para un proyecto específico.

En los años 90 surge un espacio dentro de la web creado por Reinoud Lamberts, denominado, Open design circuits, quien fue una de las primeras personas en proponer que se cree una comunidad que se dedique en exponer el diseño de hardware con la misma mentalidad del software libre, en resumen esto permitió el intercambio de diseños de hardware al igual que el intercambio de programas de software.

Pero debido a la poca creación de software libre en los 90 debido a la falta de compartimiento de programas que no se pudieron obtener muchos diseños.

Dentro de la comunidad Open design circuits existieron muchas discusiones incluso de personas que eran parte de otras empresas de diseño de hardware de sobre que podía ser práctico y que no podía ser práctico, pero definitivamente la creación del sitio sentó la base para una comunidad mundial que se dedicaba a este tipo de diseños.

Open hardware viene a ser un aparato electrónico o mecánico, cuya información está disponible para el diseño y puede ser utilizado por cualquier persona para aumentar o disminuir características dentro de este tipo de hardware se deben considerar tres requisitos para considerar que un hardware o diseño de hardware califica plenamente como un diseño de hardware abierto.

- La interfaz del hardware se debe hacer pública de manera explícita, para que el hardware pueda ser utilizado libremente por otras personas.
- El diseño del hardware debe de ser de conocimiento público, para que otras personas lo puedan poner en práctica y aprendan de él.
- Las herramientas utilizadas para crear el diseño deben ser libres, es decir no deben atarse a una marca en específico, para que otros puedan desarrollar y mejorar el sistema.

Existen varias formas donde puede encajar el hardware abierto y se pueden describir diferentes niveles de apertura: Interface abierta, Diseño abierto, e implementación abierta. Debido a la naturaleza del hardware y la generalidad del término se pueden tener varias consideraciones para cada diseño. Pueden incluir diagramas mecánicos, esquemas de circuitos, listas de partes, planos de disposición, core, firmware, software o el API que es la interfaz de programación de las aplicaciones.

El hardware abierto tiene una serie de retos para enfrentar, y es aun muy joven. Se ha ganado terreno en los últimos años, y se ha avanzado mucho en la creación de nuevos diseños, ya que de acuerdo a investigaciones se ha podido observar que el hardware de código abierto se podría convertir en una parte

muy importante del avance de la tecnología en general. En el futuro se tendrán mas diseños se habrán mejorado muchos que ya existían.

Para Ecuador los modelos de Hardware libre ha ido cambiando a lo largo del tiempo, sin embargo en Ecuador se prevee un potencial a futuro tomar este tipo de opciones ya que la sociedad actualmente esta sumergida a mejoras tecnológicas e inovaciones y de esta forma poder hacer que este tipo de innovaciones de hardware favorezcan al país para que los estudiantes y los profesionales que se dedican al Hardware libre puedan generar recursos y diseños que puedan servir para la utilización de aplicaciones en el país.

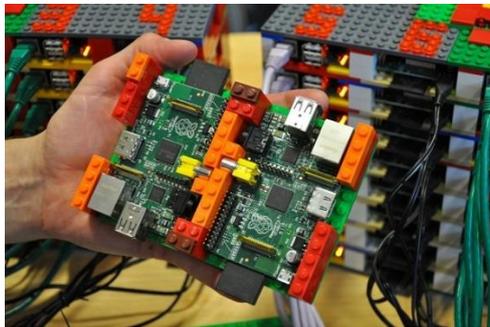


Figura 18. Proyecto de hardware libre con Rasperry Pi
Tomado de: (Arcanus's Random Stuffs, s.f.)

3.2 Clasificación de Open Hardware

Debido a las diferentes naturalezas de hardware abierto que podemos tener debemos tener muy en cuenta que tipo de hardware es el que se está describiendo, de acuerdo se pueden listar los siguientes tipos de hardware por su naturaleza.

Hardware estático: Es un grupo de componentes electrónicos no reconfigurables, este hardware físicamente es único, se posee el circuito o no, es muy usado en la actualidad pero se limita por su existencia física única. Es muy difícil de copiar o redistribuirlo, pero es posible mostrar y difundir sus planos de fabricación, o también su difusión a nivel del circuito impreso (PCB) o de igual manera en el nivel del fichero de su fabricación (GERBER).

Para otras personas con el acceso a este tipo de información suele ser suficiente para que puedan fabricar un circuito e incluso poder generar algún tipo de mejora en el mismo.

A diferencia del software libre en el hardware no se puede aplicar las cuatro libertades, el hardware contiene elementos físicos el software no, y pueden aparecer algunos problemas dentro del hardware estático.

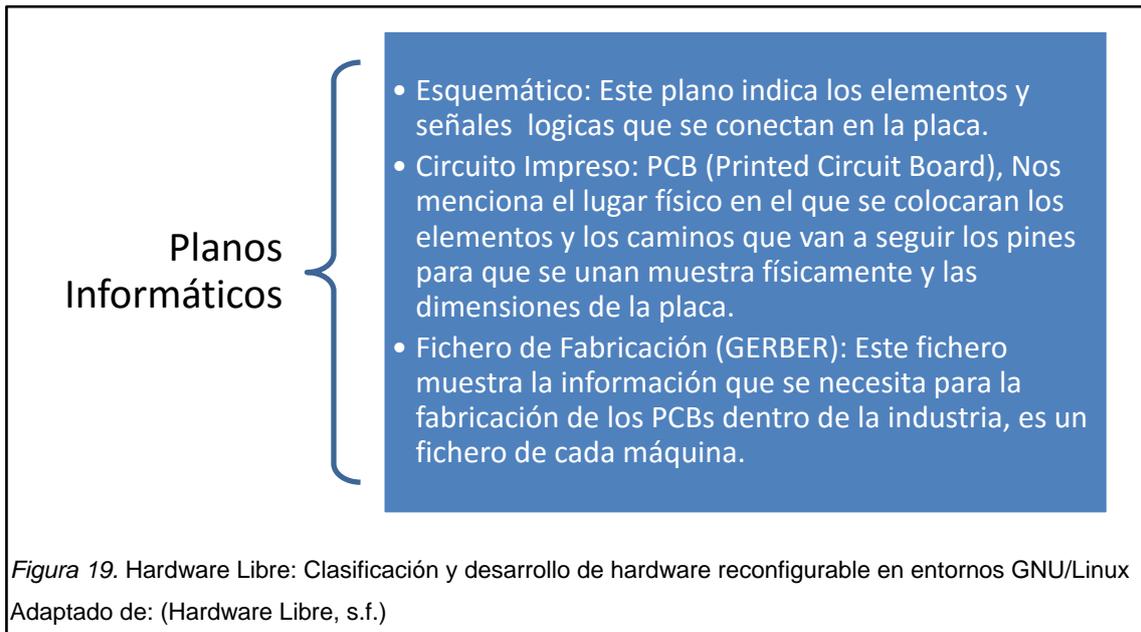
Un diseño físico tiene que ser único, por ejemplo si yo construyo una placa debe ser única y así otra persona la pueda usar para modificarla y mejorarla de esta forma queda un diseño por cada persona y cada placa tendrá diferencias.

El poder compartir este tipo de hardware con otras personas el hardware puede llegar a tener un costo, la persona que vaya a utilizar el hardware que ha diseñado otra persona, tendría que construir un diseño con los pasos y configuraciones necesarias para que las otras personas lo puedan mejorar.

Los componentes deben ser fáciles de conseguir y no deben estar en desuso los elementos del diseño ya que uno de los principales inconvenientes que podemos ver es la falta del material y de los componentes de los diseños anteriores y esto puede ser por cada país ya que no todos los elementos pueden encontrarse en todos los países.

De esta forma podemos llegar a la conclusión que en el hardware libre también podemos aplicar las cuatro libertades del software libre, pero que se van a aplicar a planos de hardware.

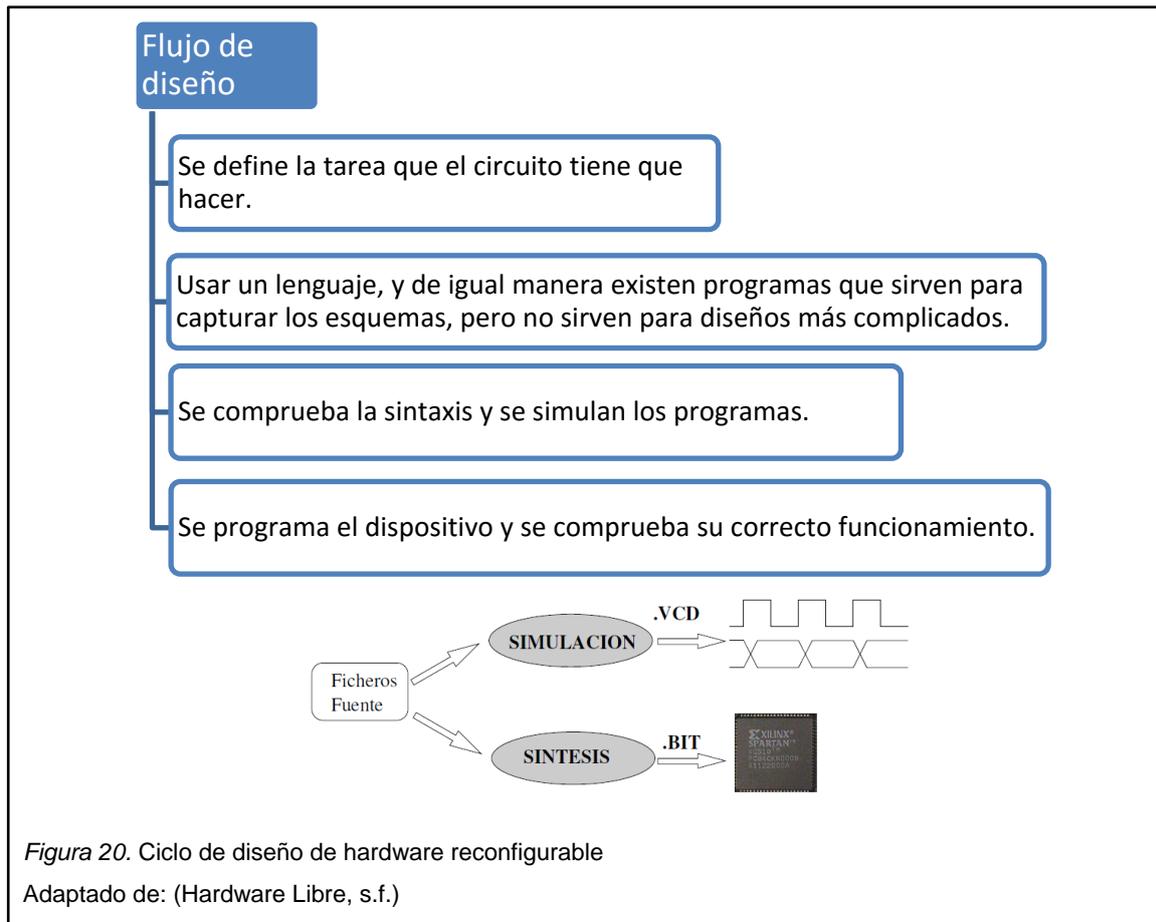
Para la construcción de un diseño de hardware existe un costo asociado a cada componente algo que no vemos en el software abierto. Sin embargo los planos de construcción están libres y es posible el acceso para que se fabriquen por otras personas.



Para cada diseño ponemos en práctica los ficheros esquemáticos y el PCB, el fichero de fabricación (GERBER) vendría a ser el resultado de la fabricación, muchas veces no es generado por la persona que realiza el diseño sino que en ocasiones ya es compartido por el fabricante de los componentes.

Hardware reconfigurable: Se conoce como hardware reconfigurable al que la información e implementación se pueden divulgar con facilidad, mientras que la base no se puede divulgar debido a la implementación estática del sistema reconfigurable. Dentro del hardware libre se va a usar para compartir esta información y designar circuitos estáticos y dinámicos con la misma finalidad que el software libre. La interfaz de este tipo de hardware debe hacerse pública de manera explícita para que este hardware pueda ser utilizado libremente.

Los diseños de estos tipos de hardware deben de ser publicados con información correcta para que otros puedan implementarlo y aprender de él. Los componentes usados para esta implementación no deben estar atados a ninguna marca para que puedan desarrollar y mejorar el diseño. El lenguaje de descripción del hardware más conocido como HDL (Hardware Description Language) nos permitirá archivar la información de las interconexiones con su respectivo comportamiento en cada circuito electrónico.



3.3 Problemas actuales a los que se enfrenta el Open Hardware.

Dentro del open hardware se pueden presentar varios problemas o desafíos los cuales se deben validar tomando en cuenta las siguientes circunstancias.

- Diseño físico único.
- Para poder compartir el diseño se tiene un costo asociado.
- La existencia y disponibilidad de los elementos.

Otro de los problemas que podemos tener al crear o desarrollar este tipo de hardware libre es que, los costos son muy altos. Esta situación afecta a muchos países dependientes de estos elementos tecnológicos como Ecuador.

El hardware libre es mas barato que el hardware de marca y puede ser modificado y desarrollado fácilmente, por esta razón se lo puede utilizar en el

campo educativo, lo que puede ser un impulso grande para que se produzcan en países que no han tenido un desarrollo fuerte de marcas tecnológicas.

El uso de licencias en el Hardware Libre se establece como un componente importante para el uso de propiedad intelectual que se asocia a cada bien, su uso regular, sus cambios documentos y distribuciones de productos.

Las licencias en el Hardware libre normalmente equivalen a normas de patentes y no a la de derechos de autor como en el software libre, en el software libre se controla la distribución de código fuente o la documentación de cada diseño, en el hardware libre la patente es capaz de controlar el uso del diseño y a la vez su nueva fabricación que se crea a partir de un diseño.

Una de las primeras patentes de licencias de Hardware libre TAPR (Tucson Amateur Packet Radio), fueron Creadas en el año 2007 por una comunidad de radio aficionados, teniendo como finalidad crear y compartir la documentación y hardware. Este tipo de patente fue redactado por un abogado llamado John Ackerman y controlado por los altos mandos de la comunidad OSS, Eric S. Raymond y Bruce Perens. En esta licencia se da a conocer que es posible cambiar o modificar los documentos la construcción de productos que partan de estos diseños.

Patente de licencia Ballon Open Hardware: Se elaboró en el mismo año que la TAPR, es una licencia que se aplica directamente a los documentos del hardware GPL, ya que el hardware libre se puede compartir y modificar pero debe respetarse el diseño original.

Patente de licencia de Diseño Publico de Hardware, fue creada por Graham Seaman en el año 2000, como parte de un proyecto llamado opencollector.org, comunidad creada para noticias de diseños de circuitos electrónicos, tomando en cuenta que el día de hoy ya no se usa, y se basan también en licencias GPL.

Patente de licencia Solderpad, una versión derivada de la licencia Apache. En la versión 2.0 se corrigió por el abogado Andrew Katz y hace más apropiado el uso de hardware. Es una licencia permisiva cuyos trabajos que se deriven al final no serán libres, de igual manera esta licencia es obsoleta en la actualidad.

Patente de licencia CERN de Hardware Libre (OHL), Se publica en el 2011, y es usado en el Open Hardware Repository, que fue un archivo donde se guardaba un sinnúmero de diseños. Tinkerforge un conjunto de chips que son bloques interconectados con el fin de crear diferentes dispositivos y Simplemachines.it equipos de creadores de software y hardware. Cualquier persona puede acceder a la fuente de documentación y diseño de hardware, estos dos proyectos también utilizan esta licencia.

3.4 Usos del Open Hardware

Existen muchos otros proyectos que utilizan los principios de hardware libre y que también utilizan licencias de software libre.

OpenCores: Es una comunidad de hardware libre que usa licencias LGPL y BSD que fueron modificadas para la distribución de sus productos y diseños. En la actualidad cuentan con un número mayor a 200.000 usuarios.



Open Hardware Foundation: Promueven el uso de licencias de copyleft que fue originada en el software libre y licencias adicionales que permitan la creación del hardware.

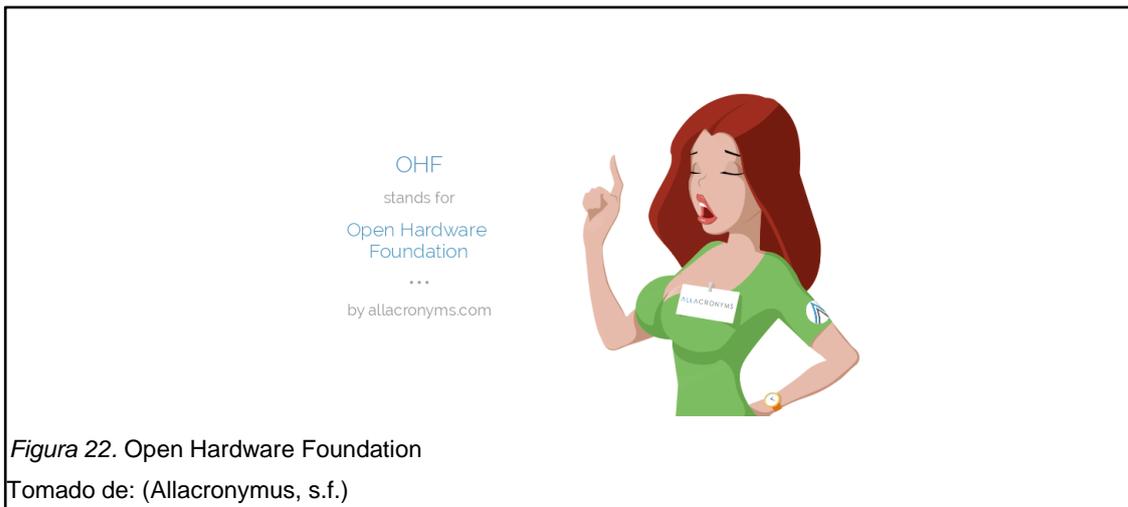


Figura 22. Open Hardware Foundation

Tomado de: (Allacronymus, s.f.)

Raspberry Pi: Es un computador que está dentro de una placa base que se ha reducido y utiliza licencias BSD y se puede distribuir en diferentes partes de diseños.



Figura 23. Placa Raspberry Pi

Tomado de: (Raspberry pi first steps, s.f.)

Arduino: Es una placa de hardware reducida que se diseñó de manera principal en la creación de elementos electrónicos. Arduino utiliza una licencia de Creative Commons que permiten compartir y distribuir sus diseños. Este tipo de licencia fue publicado desde el 2002 por el abogado Lawrence Lessig. El uso de este tipo de hardware abarca cualquier tipo de producto cultural y creativo, para ser más exactos Arduino utiliza la versión Creative Commons Share Alike, permitiendo de la misma manera que se publiquen los trabajos derivados.



Figura 24. Placa Arduino
Tomado de: (Arduino, s.f.)

Dentro del hardware libre se debe que tener las siguientes consideraciones que ayudaran a que el hardware libre tenga su respectiva importancia dentro del campo tecnológico.

- La documentación del hardware se debe compartir de tal manera que contenga los archivos de diseño, y este diseño permita un cambio, modificación o distribución de las mismas.
- El alcance de los documentos creados de cada diseño tiene que especificar que parte del diseño creado se compartirá para su futuro desarrollo o en su defecto todo el diseño pueda ser modificado.
- Se debe especificar los programas o software que se utilizará, el mismo que debe de ser aprobado previamente por la Open Source Initiative, o compartir la información completa de su programación.
- El diseño debe permitir cambios sobre el diseño original, permitiendo su fabricación, producción, venta o uso de productos.
- El diseño no debe discriminar a ninguna persona o grupo.
- Los diseños no van a restringir el uso de otro hardware o software.

Otro tipo de aplicaciones o usos que se puede dar el Open Hardware se basa en los siguientes proyectos.

Open Graphics Project: Este proyecto busca desarrollar una tarjeta gráfica, el open graphics project, creo una placa OGD1, construida por la FPGA basadas

en PCI con S-Video y 2 salidas DVI, son tarjetas de gama baja y media, aun no se pueden lograr tarjetas de gama alta debido a sus costos de diseño.

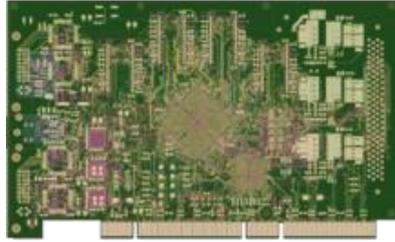


Figura 25. Tarjeta de Desarrollo gráfico a bordo

Tomado de: (Open Graphics Project, s.f.)

Rep Rap: Se deriva de “ Replica rapido-prototipo” es un proyecto de impresora 3D de bajo costo, los documentos necesarios para la construcción de este proyecto incluyendo el software están disponibles bajo la licencia GNU GPL.



Figura 26. Rep Rap Prusa Mendel 3D Printer Kits

Tomado de: (Nextdayreap, s.f.)

Oscar: El objetivo de este proyecto es desarrollar un automóvil, debido al código abierto, se inició en 1999, y desde entonces se ha desarrollado mucho este proyecto. Existen proyectos similares que muestran que es realista este proyecto y que si se puede aplicar el modelo de código abierto en los autos del futuro.



Figura 27. Oscar Proyecto de un auto usando principios de hardware libre
Tomado de: (Taller de Pingüino, s.f.)

Open SPARC: Este proyecto fue creado en marzo del 2006 y fue lanzado por Sun Microsystems y se lanzó un código Verilog para el UltraSPARC T1 de 64 bits y multicore, microprocesadores multiprocesos realizadas bajo GNU GPL. Después fue liberado el código Verilog RTL para el UltraSPARC T2, están diseñados especialmente para SoC.



Figura 28. Placa Open SPARC
Tomado de: (Blog de Hardware libre, s.f.)

LEON3/GRLIB: Este proyecto fue creado por Gaisler Investigation proporciona un código abierto de biblioteca de núcleo IP (LGPL y GPL) llamado GRLIB e incluye un procesador SPARC V8. Una gama de otros núcleos se incluyen como PCI, UART, JTAG, PS2, I2C, SPI y como controladores, un puerto 10/100 Ethernet MAC, controladores de memoria, una unidad de depuración

multiprocesador, y un controlador de interrupciones multi-procesador. Todos los controladores usan el bus de datos AMBA y otro tipos de núcleos están disponibles para uso comercial que incluyendo una versión que tolera fallos.

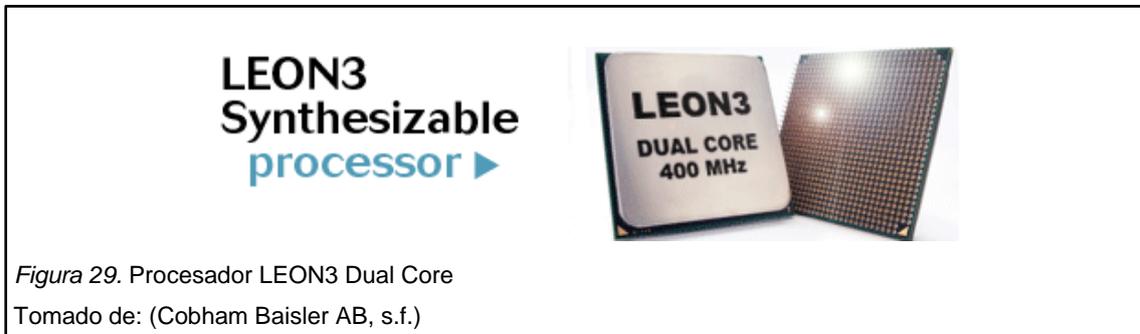


Figura 29. Procesador LEON3 Dual Core

Tomado de: (Cobham Baisler AB, s.f.)

Wishbone: El estándar de interconexión WISHBONE se desarrolló por la empresa Silicore Corporation. Se liberó para el uso público y para Open Cores, su objetivo es ser simple, flexible y abierto. Soporta una variedad de topologías de interconexión punto a punto, el flujo de datos y bus de datos. Es compatible con una serie de protocolos de bus de transferencia de datos como: bloque de escritura y lectura, ciclo de transferencia y el ciclo de RMW. Es un estándar de interconexión de elección para proyectos Open Cores.

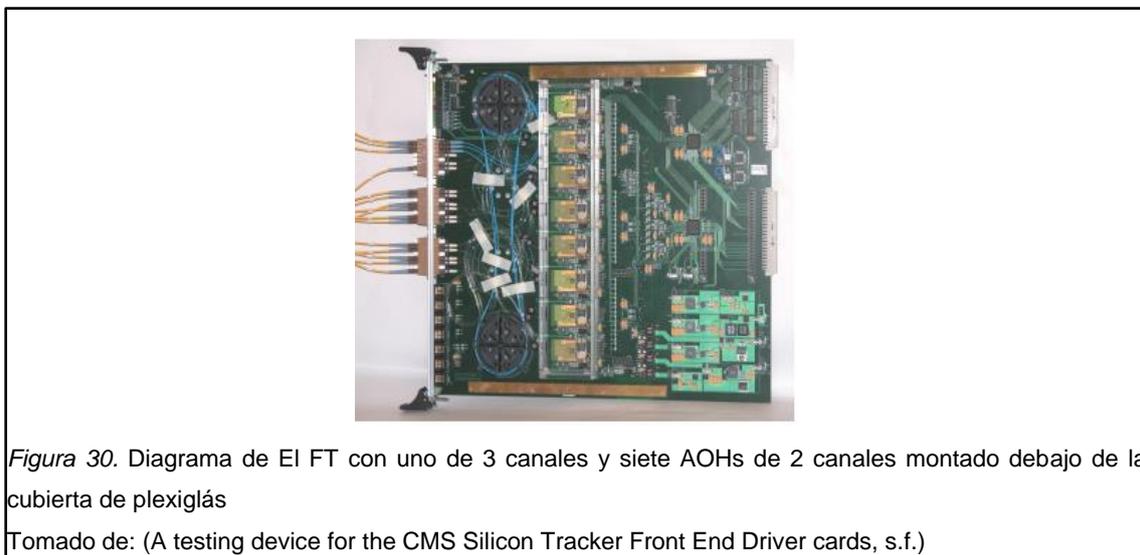


Figura 30. Diagrama de El FT con uno de 3 canales y siete AOHs de 2 canales montado debajo de la cubierta de plexiglás

Tomado de: (A testing device for the CMS Silicon Tracker Front End Driver cards, s.f.)

Open RISC: Es un núcleo ya bastante producido, con una documentación completa y muy flexible, puede tener un espacio de direcciones de 32 o 64 bits, registros y tamaños de caché configurables. EL conjunto de instrucciones

pueden ser aumentadas con un vector de extensión DSP y una extensión de punto flotante. También contiene espacio para el conjunto de instrucciones reservadas para el usuario, también tiene un soporte dinámico de energía. Este proyecto tiene un aporte de varios proyectos como GCC, GNU binutils, uClibc, Busy Box, Kernel de Linux, Kernel de Uclinux y RTEMS sistema operativo de código abierto en tiempo real.



Figura 31. Tarjeta Open Risc

Tomado de: (OPENRISC Y LINUX 3.1, s.f.)

JOP: Java Optimized Processor: Fue parte de una tesis doctoral, es un hardware de aplicación de máquina virtual de java, es una arquitectura de pila RISC. El núcleo es bastante pequeño y se implementa en la FPGA de bajo costo, su tiempo de ejecución es más predecible y el análisis WCET es adecuado para aplicaciones de tiempo real.



Figura 32. Placa Java Optimized Processor

Tomado de: (The Java Optimized Processor, s.f.)

3.5 Ventajas y Desventajas del Open Hardware

3.5.1 Desventajas

Las desventajas que podemos tener en el hardware libre son las siguientes:

En la actualidad se lucha mucho sobre las patentes de industrias bastante grandes que fabrican hardware en masa de países que son potencias mundiales como EEUU, China o Japón, de los cuales proviene más del 90% del hardware que se fabrica.

El consumismo que tienen países de Latinoamérica de marcas grandes de hardware en las diferentes ramas en las que podemos aplicar el Open Hardware hace que sea muy complicado fomentar un crecimiento del Hardware Libre, ya que la dependencia del uso de este tipo de hardware no deja espacio para el hardware libre de las mismas características o un poco inferiores.

Para el hardware una de las mayores desventajas es el de cumplir con las patentes necesarias para que estos modelos se apliquen al Open Hardware. Es como pagar por el uso de un diseño al primero que lo creó aunque la mayoría del desarrollo haya sido diferente al original.

Debido a como se está comportando la sociedad en unos años es muy probable que tengamos que pagar derecho de autor, patentes o licencias de casi todos los aparatos electrónicos e informáticos a los que tengamos acceso.

3.5.2 Ventajas

Entre las principales ventajas de la aplicación de hardware libre podemos citar lo siguiente.

El hardware libre permite a los usuarios no depender de una marca en específico, lo cual abarataría los costos de los productos para el usuario final.

Por otro lado otra de las ventajas importantes que podemos tener gracias al impulso de la creación de hardware libre es que países que no son productores en masa de hardware puedan incursionar en este tipo de generación. Los diseños creados por personas en distintos países podrán promocionar no solo la inventiva dentro de las personas sino también se podrá generar diseños revolucionarios, que serán un gran aporte para la vida de los seres humanos.

Otra de las ventajas importantes es el fomento q la educación y a los estudiantes para que generen este tipo de diseños y creaciones para usos específicos dentro de la rama informática.

En la actualidad ya existe mucha información y documentación de diseños que se han venido creando desde hace algunos años, lo cual facilita desarrollar mejoras de los anteriores diseños. Cada nuevo diseño se convierte en una mejora de los anteriores, dedicados a funciones específicas y solucionan problemas de los usuarios. Gracias a esto es muy probable que en un futuro muy cercano el hardware libre sea algo muy común y bastante usado en el mundo entero.

4. Introducción al sistema Arduino y su programación.

4.1 Definición del sistema Arduino.

Dentro del mundo de la informática Arduino es una plataforma que ayuda a que los computadores puedan percibir y también tener el control de dispositivos físicos que no son parte de la placa, por medio de nuestro computador de casa personal. Viene a ser una plataforma explícitamente de desarrollo físico su código de programación es totalmente abierto permitiendo poder desarrollar cualquier tipo de aplicación, se basa en una pequeña placa que contiene un microcontrolador bastante sencillo con acceso a su entorno de programación para crear programas o aplicaciones que la placa ejecutará.

El uso de la plataforma Arduino es casi ilimitado se pueden construir programas o mecanismos interactivos, tiene la capacidad de leer una gran cantidad de sensores, interruptores, etc., con el objetivo de controlar dispositivos como luces, motores, u otros dispositivos que puedan reaccionar ante un estímulo o una corriente enviada por la placa. En la actualidad existen una infinidad de proyectos de Arduino que pueden ser netamente autónomos es decir reaccionar desde la misma placa o a la vez se pueden comunicar con un software o programa previamente realizado y probado ejecutándose en el CPU. Esta placa la podemos hacer nosotros mismo con diferentes materiales o comprarla ya hecha como en la actualidad en la mayoría de desarrollos se hace. El software para desarrollar las aplicaciones es abierto se puede descargar desde la página oficial de Arduino, cabe recalcar que la descarga es gratuita.

Podemos mencionar también que el lenguaje de programación que usa es la implementación de Wiring, este tipo de programación es muy parecida a la que se usa para crear programas como c++, java, etc., se basa en processing que viene a ser un entorno de programación multimedia.

4.1.1 ¿Por qué es recomendable usar este tipo de plataforma?

Existen una infinidad de microcontroladores con las mismas características y destinadas a operaciones similares, como por ejemplo: Parallax Basic Stamp, BX-24 de Netmedia, Phidgets, Handyboard del MIT, Raspberry Pi y muchos más que ofrecen funciones muy parecidas. Podemos decir que Arduino hace la diferencia ya que simplifica los procesos con los microcontroladores y tiene aplicaciones muy fáciles de acceder para profesores estudiantes incluso amateurs que están ingresando al mundo del Hardware Libre.

Otra funcionalidad para que escojamos a Arduino para este proyecto, es que puede usarse en multi plataforma, es decir podemos programar en computadores con sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. Otros microcontroladores están orientados únicamente a Windows lo que los hace más cerrados a la hora de poder acceder desde cualquier computador.

Su entorno de programación es simple y directo, es muy fácil de usar para principiantes y muy flexible incluso para usuarios muy avanzados. Arduino siempre ha pensado en la educación y en los profesores de colegios y universidades, se basó en un entorno de programación processing y puesto que la mayoría de estudiantes aprenden a programar en este entorno, de esta forma programar en Arduino les será mucho más fácil y cómodo.

El software se publicó de manera libre y esta netamente preparado para que programadores expertos puedan ampliar su programación hasta límites bastante amplios. Este lenguaje se puede ampliar mediante librerías de C++, y si la idea es ahondar más en este tipo de programación, se puede incluso acceder al lenguaje AVR C en el que se creó. De igual manera se puede agregar código en AVR C en todos los programas si se deseara y fuera el caso.

Su hardware es ampliable su microcontrolador está construido en los siguientes modelos ATMEGA 168, ATMEGA 328 y ATMEGA 1280. Estos planos se

encuentran publicados bajo la licencia de Creative Commons, debido a esto diseñadores de circuitos con experiencia podrían crear su propia versión de este módulo permitiendo ampliarlo, optimizarlo e incluso usuarios muy poco expertos pueden llegar a construir una versión de placa de desarrollo y ahorrar un poco de dinero.

4.1.2 Componentes de la plataforma

Los componentes con los que podemos contar en esta plataforma son 2 principalmente Software y Hardware:

- SDK (Software Developer Kit): Es aquel que permite cargar, compilar y escribir sketches y de esta forma poder cargarlos en el Hardware.

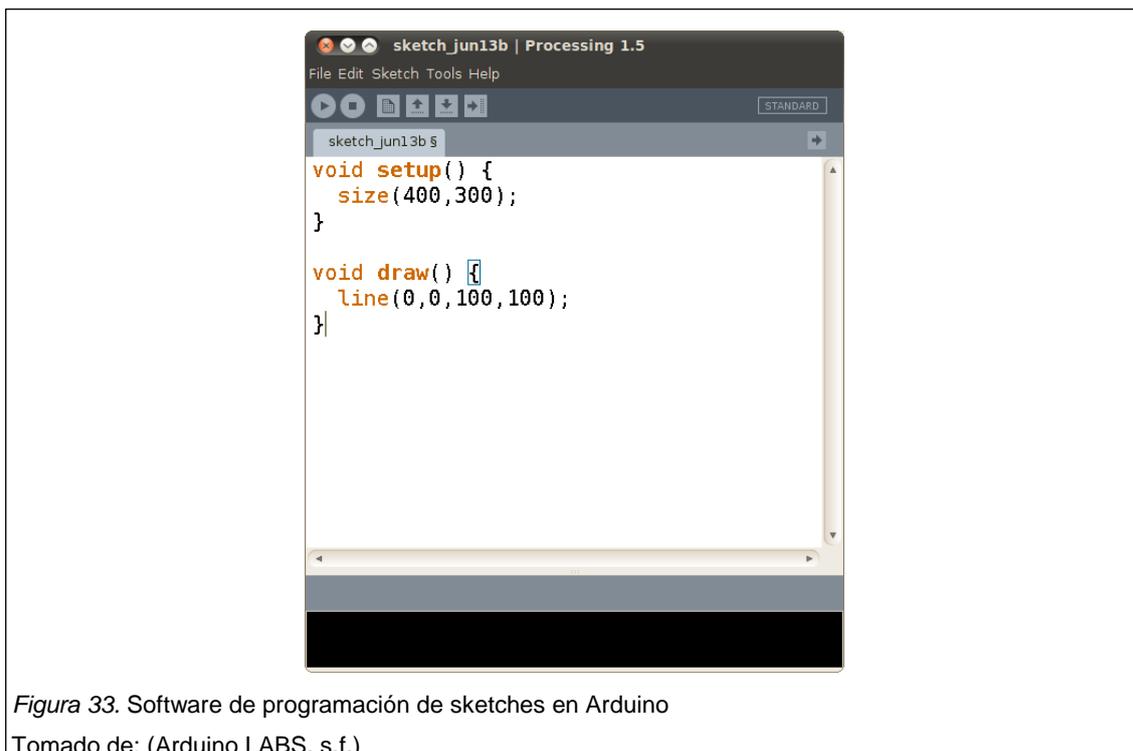


Figura 33. Software de programación de sketches en Arduino

Tomado de: (Arduino LABS, s.f.)

- Placa Arduino: Existe una varias versiones de este tipo de placas en este caso utilizaremos la placa Arduino Uno R3 Mega328p Atmega16u2 Microcontrolador 5v.



Figura 34. Arduino Uno R3 Mega328p Atmega16u2 Microcontrolador 5v
Tomado de: (Mercado Libre, s.f.)

La placa Arduino que se utilizará en el presente trabajo contiene, entre sus partes más importantes, las siguientes:

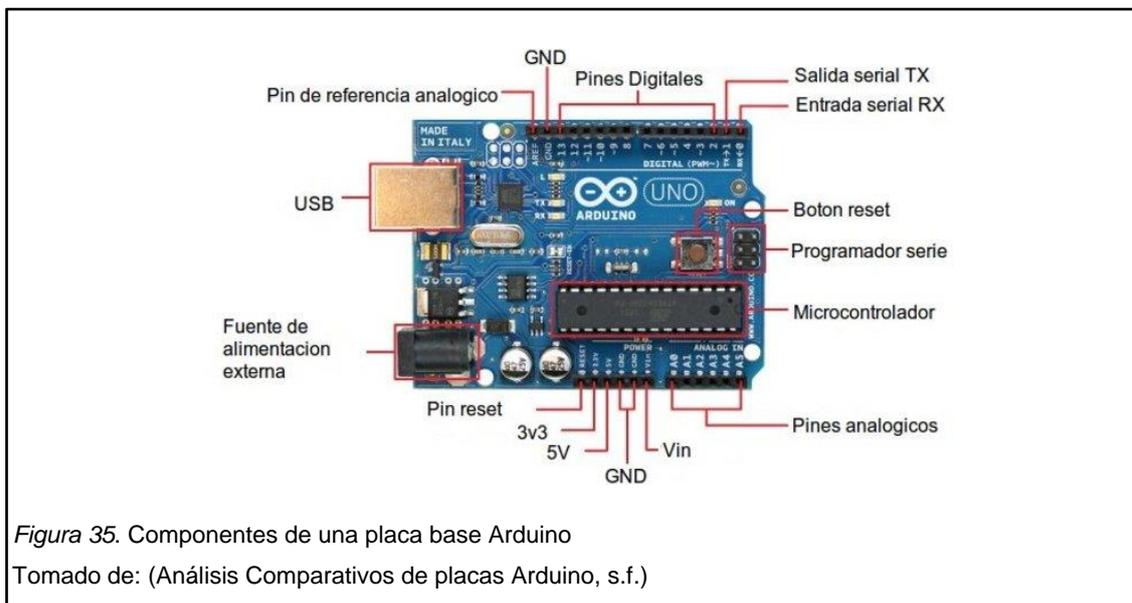


Figura 35. Componentes de una placa base Arduino
Tomado de: (Análisis Comparativos de placas Arduino, s.f.)

- Puerto USB: Permite comunicar con el CPU y el software para programar y tomar datos, adicional provee una fuente de 5VDC.
- Fuente de Alimentación externa: Está dedicada a proporcionar un voltaje directo que oscila entre 6V y 18V o incluso hasta los 20V. Se tiene que

considerar que el terminal macho del plug sea conectado como positivo debido a que existen tipos de adaptadores que usan la polaridad inversa.

- Pin Reset, 3V3, 5V, GND, VIN: El Pin Reset es el que permite reestablecer el microcontrolador enviando un cero lógico. El Pin 3V3 comparte una fuente de 3.3 VDC que nos ayuda a conectar dispositivos externos. Pin 5V da a la placa una fuente de 5VDC que nos va a permitir de igual manera conectar dispositivos externos. Pines GND proporcionan el nivel de referencia para los voltajes entregados por los otros pines. Pin VIN se conecta directamente con el plug 3 y es utilizado para conectar una fuente externa con la placa que puede variar entre 6 y 12 VDC en lugar de colocar el plug 3 o admitir la alimentación mediante el puerto USB.
- Pines Analógicos: Estos pines están destinados a conectar las salidas de los sensores análogos. Los pines únicamente reciben voltajes entre 0 y 5 voltios directos.
- Microcontrolador: Nos ayuda a procesar los datos y las funciones que realizará la placa base.
- Programador Serie: Se usa normalmente para programar los microcontroladores en una protoboard o incluso en circuitos impresos sin necesidad de quitarlos de su lugar.
- Botón Reset: Permite a los usuarios reestablecer el microcontrolador borrando las modificaciones realizadas y regresándolo a las funcionalidades de fábrica.
- Entrada Serial RX, Salida serial TX: Si es una entrada o salida se debe programar previamente en la programación. Al utilizar el terminal serial se recomienda no usar los pines cero (RX) y uno (TX). Los pines 3, 5 y 6 sirven para usarlos como salidas por ancho de pulso PWM.
- Pines Digitales, GND, Pin de referencia analógica: Las salidas 9, 10 y 11 nos permiten controlar mediante ancho de pulso; la salida 13 es diferente ya que se conecta una resistencia en serie que permite conectar un led entre esta salida y tierra. También consta de una salida a tierra GND, al igual que un pin AREF que permite emplearlo como referencia para las entradas análogas.

- Memoria de Datos: Su función es tener un espacio de almacenamiento temporal. Esta memoria se agrupa en tres bloques: la SRAM interna, la SRAM externa y una EEPROM. En el mercado podemos tener un set de instrucciones AVR para diferentes dispositivos que pueden compartir el mismo núcleo pero van a contener distintos periféricos y diferentes tamaños de RAM y ROM. Esta familia de microcontroladores tienen 1 KB de memoria flash y no tiene RAM, únicamente 32 registros y 8 pines, el microcontrolador AVRAtmega 2560 con 256 KB de memoria flash, 8KB de memoria RAM y 4 KB de memoria EEPROM, un conversor análogo digital de 10 bits y 16 canales, comparador analógico, temporizadores, JTAG, etc.

4.2 Historia

Para comenzar con una breve historia de Arduino podemos mencionar que en el año 2005 Massimo Banzi, permite a los estudiantes del Interaction Design Institute Ivrea (IDII) acceder a una herramienta bastante básica, creciendo año tras año revolucionando la electrónica de bajo costo.

En el año 2002, Massimo Banzi fue contratado como un profesor asociado en el IDII, para que pueda promover otras y diversas formas de diseños interactivos, conocidas como computación física. Debido a los pocos fondos con los que contaban y la necesidad de dejar de depender de un microcontrolador creado por Parallax, Basic Stamp, se preguntó por qué no se podría crear una plataforma que cubra todas las necesidades.

Massimo llamó a un conocido del MIT, que desarrollo un lenguaje de programación llamado Processing. Después de sentar la base del proyecto futuro, buscaron una licencia que les pueda permitir completar el desarrollo del proyecto Open-Source sin necesidad de tener algún tipo de problema de licencias y la solución a esto fue el uso de Creative Commons.

Después de esto enfrentaron el inconveniente de encontrar los componentes necesarios que no tuviesen problemas a la hora de controlarlos a un PC con Windows o incluso una MAC, la idea principal era que el dispositivo sea plug and play.

Retomando los primeros prototipos de Arduino podemos mencionar que el primer prototipo estuvo basado en una placa bastante común y simple, conectada directamente a un microcontrolador al igual que resistencias de voltaje y en este prototipo únicamente se podían conectar tipos de dispositivos bastante simples por ejemplo luces led o resistencias y no tenía algún tipo de lenguaje para programarlo.

Algunos años después del primer prototipo se unió al equipo Hernando Barragán, quien era un estudiante en la Universidad de Colombia que estaba haciendo la tesis y al averiguar sobre este proyecto, apoyó el desarrollo del entorno de programación para el procesador del prototipo.

Poco tiempo después ingreso un estudiante español David Cuartelles, quien era un experto en circuitos y computadores, él ayudó a Banzi a mejorar la interfaz del hardware, añadiendo a la placa micro controladores que se necesitaban para brindar mejor soporte al lenguaje que se usaba para programar.

Después de esto Tom Igoe, un estudiante Estadounidense, estaba haciendo su tesis, y al escuchar del trabajo que se estaba realizando un arduo trabajo en una plataforma Open-Source, se interesó de inmediato en el proyecto y acudió a las instalaciones del Instituto IVRAE en donde averiguo sobre este proyecto, después de regresar a Estados Unidos Massimo Banzi envió un correo a él invitándolo a formar parte del equipo, a lo que él aceptó y de inmediato trabajo en mejorar la placa haciéndola mucho más potente, agregando a la misma puertos USB que permitían conectarla a un ordenador y sugirió distribuirlo a nivel mundial.

Después de que creían que la placa por fin estaba lista, se comenzó a distribuirla gratuitamente en facultades del Instituto. Esto con el fin de promocionar el proyecto, consultaron a una publicista para realizar esto y tiempo después paso a ser parte del equipo, para este efecto tuvo un gran apoyo de Gianluca Martino, quien ayudo a distribuirla en el Instituto y conocidos de él. Al conocer la gran cantidad de aceptación que tuvo por parte de todos, empezaron a distribuirla de forma mundial y tomaron contacto con Natan Sadle, que quiso dar su ayuda produciendo las placas en serie después de estar interesado en el proyecto.

Tiempo después al fijarse la gran aceptación y los estupendos resultados de Arduino, se distribuyó en Italia y después en España, posicionándose como la herramienta número uno para desarrollar sistemas automátas.

En la actualidad existen alrededor de 13 placas que contienen distintas configuraciones y 8 tipos de accesorios que permiten expandir las funciones de las plataformas.

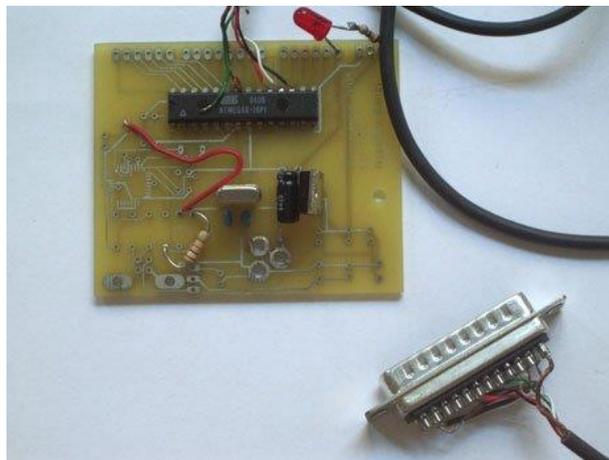


Figura 36. Primer prototipo Arduino

Tomado de: (Historia de Arduino y su nacimiento, s.f.)

Existen algunas curiosidades que podemos mencionar alrededor de la creación de esta plataforma.

Podemos mencionar que el nombre de Arduino vino de un bar llamado Bar di re Arduino en donde Massimo Banzi estaba una gran cantidad de tiempo y al mismo tiempo proviene de un rey Europeo Antiguo por el año 1002. Hasta el momento se han vendido aproximadamente más de 250 mil placas sin contar mejoras o versiones clonadas.

Google ha puesto el ojo en este proyecto, llegando al punto de colaborar en el Android ADK (Accessory Development Kit), que es una placa capaz de comunicarse con celulares smartphones que utilizan el sistema operativo Android logrando obtener funciones como GPS, acelerómetros, GSM, o bases de datos, para que desde el teléfono podamos controlar sensores, motores o luces que se conecten a la placa.

4.3 Productos Disponibles en Arduino

Arduino Uno: Esta placa puede ser la más utilizada actualmente para cualquier tipo de proyecto informático, normalmente estas placas contienen un microcontrolador ATmega328 con 32 KB al igual que una memoria flash en el que se almacenan los códigos y dentro de este se destina 0,5 KB como motor de arranque.

Esta placa también contiene 2KB de SRAM, 1 KB dedicado para la EEPROM y adicionalmente cuenta con 14 entradas y salidas digitales, que se utilizan 6 para salidas PWM y 6 entradas análogas, un procesador de 16 MHz oscilador, un puerto para conectar a USB, el conector de alimentación, la cabecera ICSP, y el botón de Reset para reiniciar la placa.

Tabla1. Características Básicas de la Placa Arduino

Voltaje de Operación	5V
Voltaje de Entrada (Recomendado)	7-12 V
Pines Digitales I/O	14 (6 destinados para salidas PWM)
Pines de Entrada Analógica	6
Corriente DC	40 mA

Corriente Continua	3.3 V Pin 50 mA
Memoria Flash	32 KB / 0,5 KB utilizados para el arranque
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad del reloj	16 Mhz

Adaptado de: (Arduino uno, s.f.)



Figura 37. Placa Base Arduino UNO

Tomado de: (Getting Started with Arduino on Windows, s.f.)

Arduino Duemilanove: Esta placa tuvo su primer lanzamiento en el año 2009, es muy popular dentro de las placas que utilizan USB, contienen el microcontrolador Atmega328 o de igual manera el microcontrolador Atmega168 con 16 KB de memoria Flash y 2KB son destinados al arranque, 1 KB de SRAM y 512 bytes de EEPROM. Esta placa contiene 14 pines entre entradas y salidas digitales, 6 de ellas están destinadas como salidas PWM y al igual que 6 entradas analógicas, un cristal como procesador de 16 MHZ, conexión USB, 1 cabecera ISCP y un botón de Reset para reestablecer los valores a fábrica.

Tabla 2. Características Básicas de la placa Duemilanove

Voltaje de Operación	5V
Voltaje de Entrada (Recomendado)	7-12 V
Pines Digitales I/O	14 (6 destinados para salidas PWM)
Pines de Entrada Analógica	6
Corriente DC	40 mA
Corriente Continua	3.3 V 50 mA

Memoria Flash	16 KB (Atmega 168) o 32 KB (Atmega328) / 2 KB utilizados para el arranque
SRAM	1KB (Atmega 168) o 2 KB (Atmega328)
EEPROM	512 bytes (Atmega 168) o 1 KB (Atmega328)
Velocidad del reloj	16 Mhz

Adaptado de: (Arduino Duemilanove, s.f.)

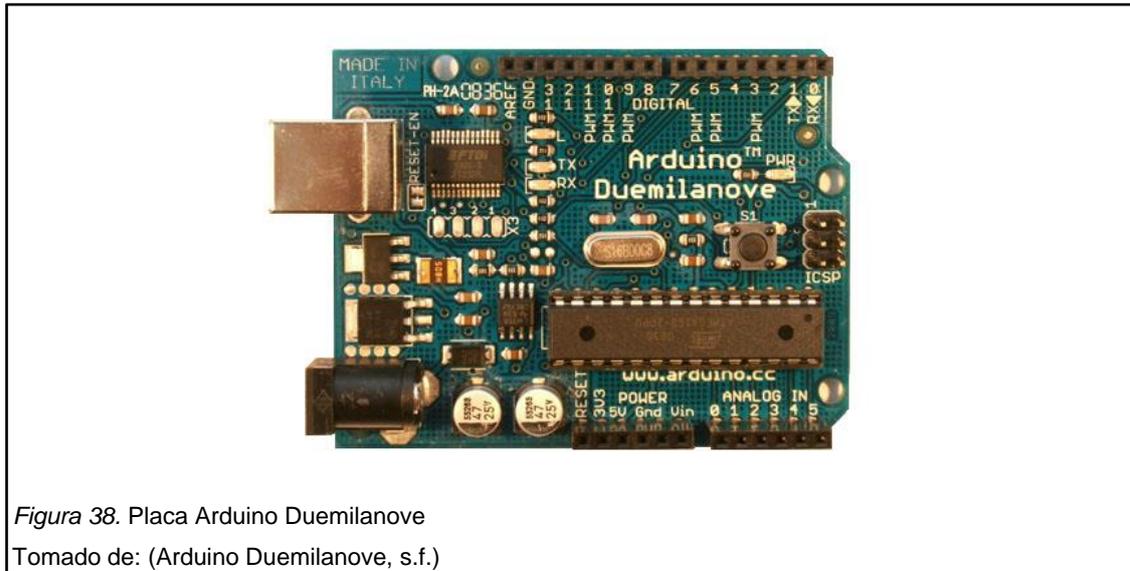


Figura 38. Placa Arduino Duemilanove

Tomado de: (Arduino Duemilanove, s.f.)

Arduino Bluetooth: Es una placa que fue diseñada originalmente junto al microcontrolador Atmega168, aunque actualmente también se insertan en el Atmega328, funciona principalmente para comunicar de forma inalámbrica por medio de ondas Bluetooth, no es compatible con audífonos u otros dispositivos de audio.

Tiene 14 pines de entradas y salidas digitales en los cuales 6 se utilizan como salidas PWM, 6 entradas análogas, un procesador de cristal de 16 MHz, terminales en forma de tornillo que sirven para alimentación, 1 cabecera ICSP, y 1 botón de Reset para reestablecer la placa como fabrica.

En esta placa podemos tener la comunicación entre la placa, teléfonos y computadoras u otros dispositivos que usen bluetooth. La comunicación se establece por medio de un módulo llamado Bluegiga WT11 que se comunica

con el microprocesador por medio de serial que se comparte con los pines RX y TX en la placa. Está configurado para comunicarse a 115200 baudios. Este módulo detecta a conductores bluetooth de cualquier sistema operativo y se configura previamente ya que tiene un puerto COM que es virtual. Podemos contar con un software que consta de un monitor de puerto serie, gracias a él podemos acceder a datos de texto simple que se enviaran desde y hacia la placa mediante la conexión bluetooth.

Tabla 3. Características Básicas de la placa Arduino Bluetooth.

Voltaje de Operación	5V
Pines Digitales I/O	14 (6 destinados para salidas PWM)
Pines de Entrada Analógica	6
Corriente DC	5 V 1000 mA
Corriente Continua	3.3 V 500 mA (Posee una fuente de energía capaz 1.5 A)
Memoria Flash	32 KB (Atmega 168) o 32 KB (Atmega328) / 2 KB utilizados para bootloader
SRAM	2KB
EEPROM	1 KB
Velocidad del reloj	16 Mhz
BT módulo	2.1 WT 1 li-A-A14

Adaptado de: (Arduino bluetooth, s.f.)



Placa Base Arduino Lilypad: Esta placa se construyó específicamente para un campo industrial en el área textil, para la creación de prendas de vestir. Se

deben incluir de igual manera fuentes de alimentación, algunos tipos de sensores, contiene un microcontrolador Atmega168 o el 328. Esta placa fue desarrollada por Leah Buechley, pero la versión comercial de este tipo de placa la creó la electrónica “SPARKFUN”.

Tabla 4. Características de la Placa Arduino Lilypad

Voltaje de Operación	2.7 a 5.5 V
Voltaje de Entrada (Recomendado)	2.7 a 5.5 V
Pines Digitales I/O	14 (6 destinados para salidas PWM)
Pines de Entrada Analógica	6
Corriente DC	40 mA
Memoria Flash	16 KB / 2 KB utilizados para bootloader
SRAM	1 KB
EEPROM	512 Bytes
Velocidad del reloj	8 Mhz

Adaptado de: (Arduino Lilypad, s.f.)

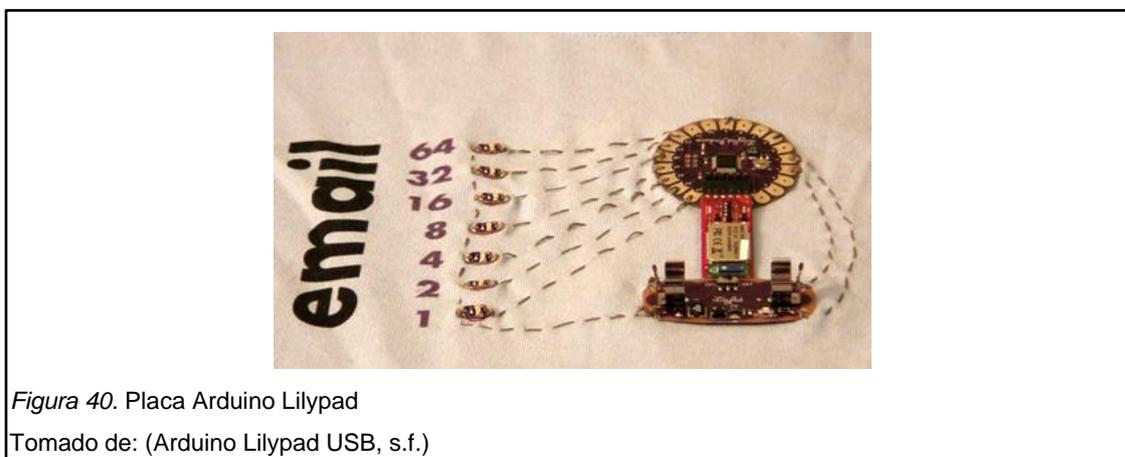


Figura 40. Placa Arduino Lilypad

Tomado de: (Arduino Lilypad USB, s.f.)

Placa Base Arduino Mega/2560: Esta es una placa bastante grande, muy potente. Posee 54 pines que son digitales tanto en entrada y salida en los que 15 se utilizan como salidas PWM, 16 entradas análogas, 4 puertos seriales, y un reloj oscilador de 16 Mhz, un puerto USB, un conector para alimentar la corriente, una cabecera ICSP, y 1 botón de reseteo. Para que se pueda empezar a trabajar con el microcontrolador, se lo conecta directamente con el

computador, o con un adaptador AC-DC o una batería. Esta placa se diferencia del resto de placas por capacidad de tener un suministro externo de 6 a 20 Voltios.

Tabla 5. Características de la placa Arduino Mega / 2560

Voltaje de Operación	7 a 12 V
Voltaje de Entrada (Límites)	6 a 20 V
Pines Digitales I/O	54 (15 destinados para salidas PWM)
Pines de Entrada Analógica	16
Corriente DC	40 mA
Corriente CC	3.3 V / 50 mA
Memoria Flash	256 KB / 8 KB utilizados para bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 Mhz

Adaptado de: (Arduino Mega /2560, s.f.)

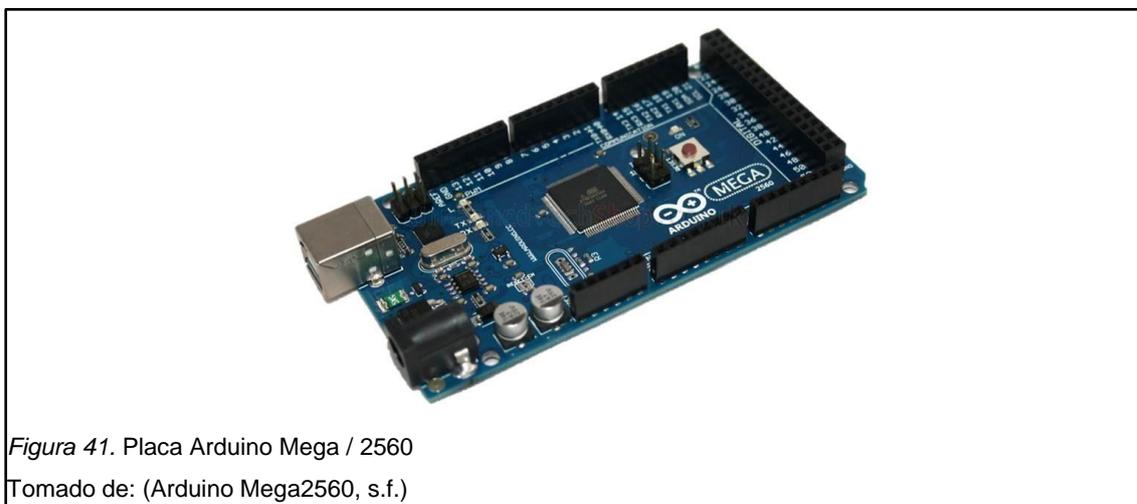


Figura 41. Placa Arduino Mega / 2560

Tomado de: (Arduino Mega2560, s.f.)

Arduino Fio: Esta placa se diseñó específicamente para aplicaciones inalámbricas, posee un microcontrolador Atmega328P. Cuenta con 14 pines de entrada y salida digital en los que 6 son utilizados para salidas PWM, 8 entradas analógicas, un resonador a bordo, un botón de reseteo, cuenta con un circuito de carga mediante USB, además incluye conexiones para baterías de polímero de Litio. Para realizar la comunicación entre el computador y la placa

se usa una comunicación serie UART TTL, que está disponible a través de los pines digitales.

Tabla 6. Características Básicas de la placa Arduino Fio

Voltaje de Operación	3.3 V
Voltaje de Entrada (Límites)	3.35 a 12 V
Pines Digitales I/O	14 (6 destinados para salidas PWM)
Pines de Entrada Analógica	8
Corriente DC	40 mA
Memoria Flash	32 KB / 2 KB utilizados para bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad del reloj	8 Mhz

Adaptado de: (Arduino Fio, s.f.)

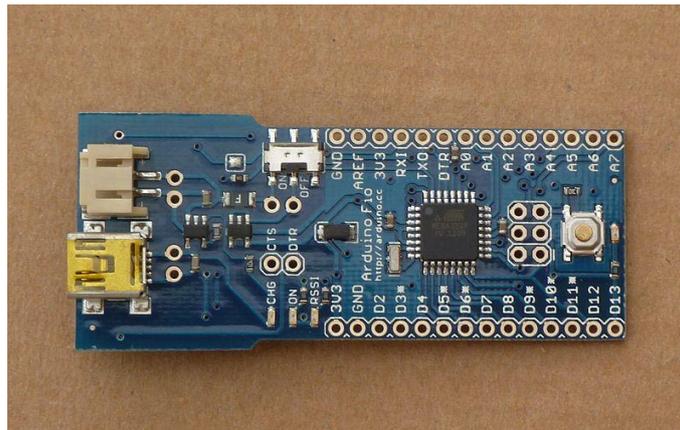


Figura 42. Placa Arduino Fio

Tomado de: (Arduino Fio, s.f.)

4.4 Lenguaje de Programación Arduino

El código tiene 3 partes principales:

- La zona global.
- La función void setup().
- La función void loop().

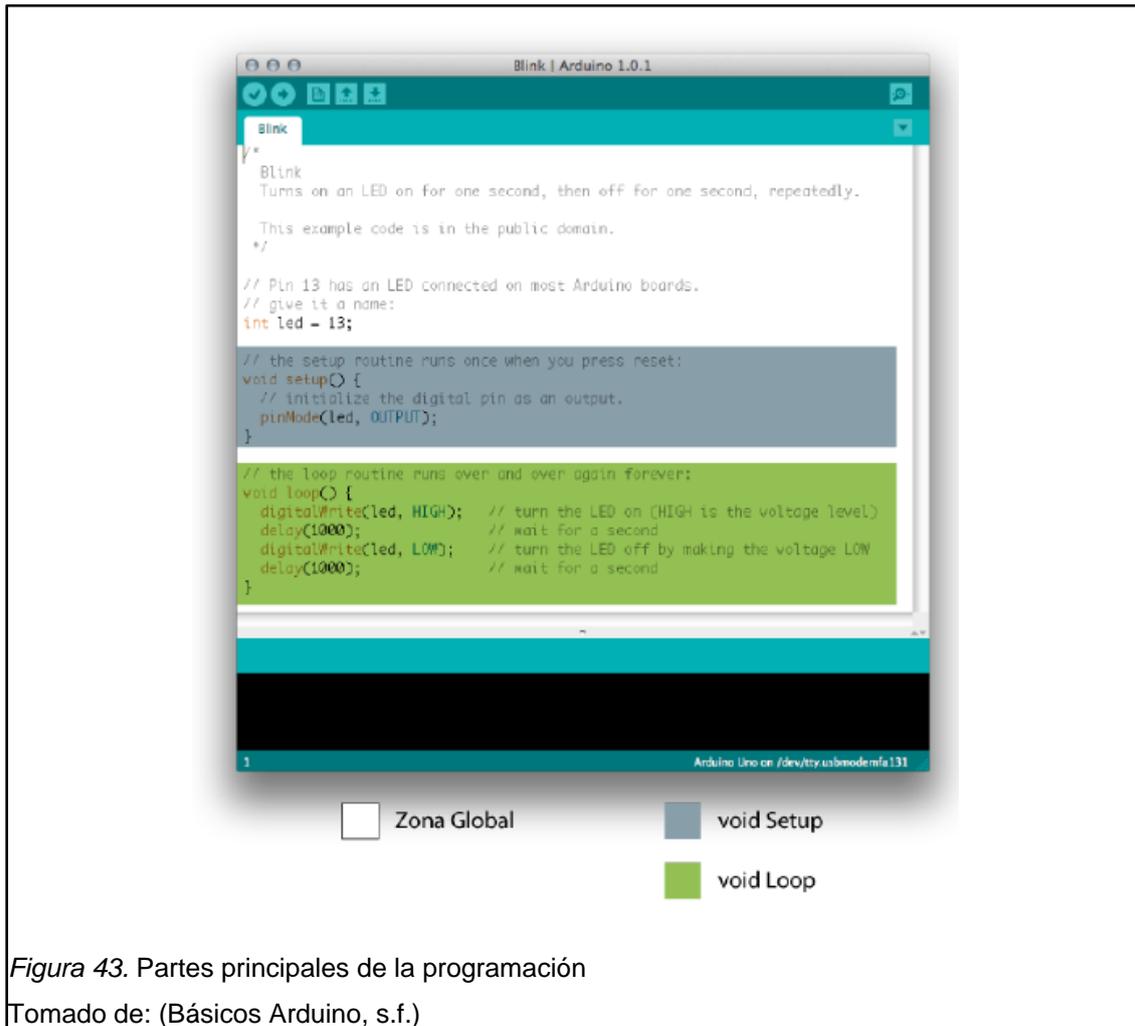


Figura 43. Partes principales de la programación

Tomado de: (Básicos Arduino, s.f.)

Zona global: Es donde se indica a la placa de Arduino los nombres de los pines y es en la parte en donde se van a crear las variables que se utilizarán en el programa. Se recomienda que se agrupe en la parte de arriba del código, e incluso se pueden incluir funciones propias.

La Función void setup(): Se ejecuta cada vez que Arduino se inicie también si se pulsa el botón Reset. Se deben configurar los pines a utilizarse.

La función void loop(): En si esta función es el corazón de todos los programas que se crean con la placa Arduino. Realiza un bucle infinito y se ejecuta de principio a fin de manera repetida durante todo el programa.

Flujo de programación: Un flujo de programación normal de Arduino se lo puede graficar de la siguiente manera.

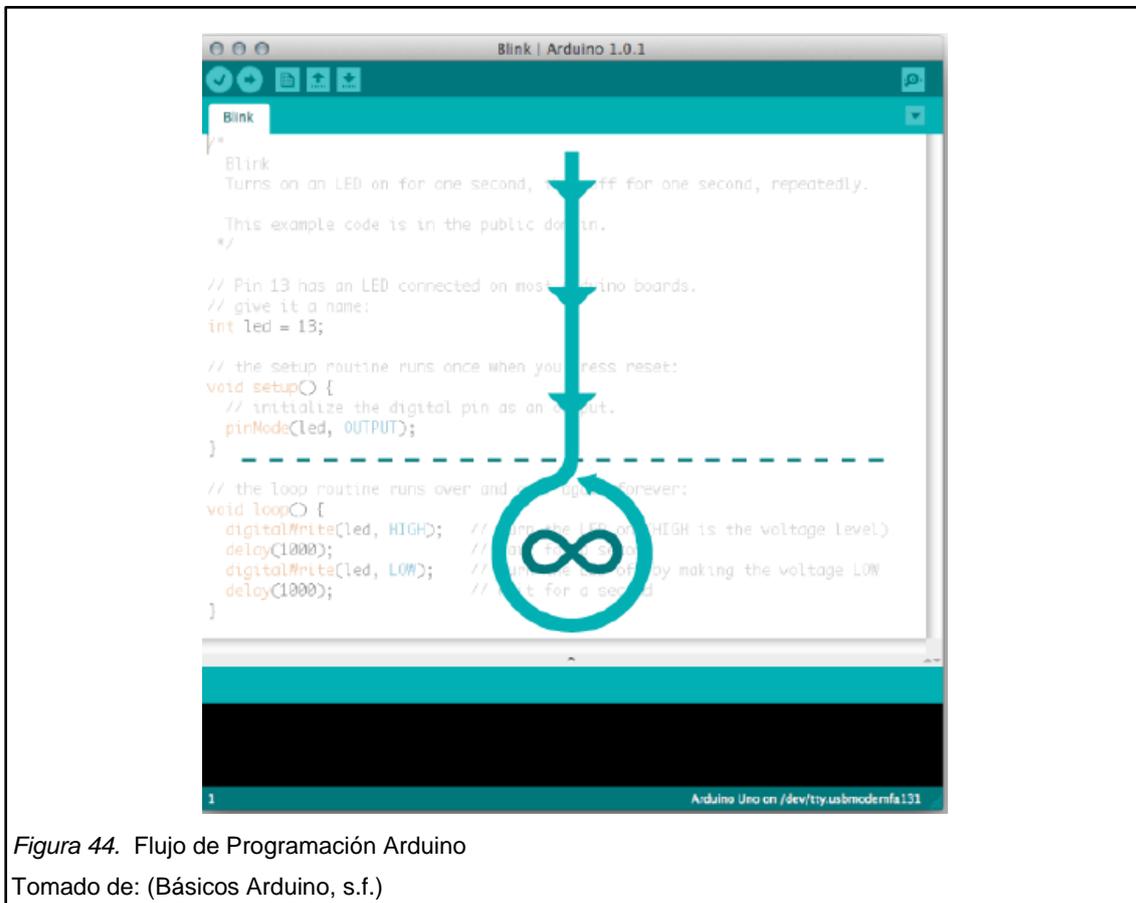


Figura 44. Flujo de Programación Arduino

Tomado de: (Básicos Arduino, s.f.)

De acuerdo al documento Básicos Arduino con referencia a Creative Commons Attribution Share Alike 3.0 ©2015 Arduino se menciona lo siguiente.

“Sintaxis

- ;(Punto y coma): Se utiliza para separar las sentencias (llamada a función, declaración de variable...).
- {} (Llaves): Marcan los límites de un bloque de código (inicio y fin de una función o estructura de control).
- // (Comentarios en una línea): Inicio de un comentario en la misma línea.
- /* */ (Comentarios en múltiples líneas): Inicio y fin de un bloque de comentario.

Variables Constantes: Se pueden ver las siguientes variables Constantes:

- INPUT: Entrada
- OUTPUT: Salida
- HIGH: Encendido (5V)
- LOW: Apagado (0V)
- True: Verdadero
- False: Falso

Tipos de Datos: Pueden ser.

- boolean (verdadero/falso)

Ejemplo: boolean var = true;

- char (carácter)

Ejemplo: char var = 'R'

- Byte Byte var = Bxxxxxxxx; // "B es el formateador binario (B00010010 = 18 decimal)

Ejemplo: byte var = B00010010;

- Int (entero, desde -32,768 hasta 32,767)

Ejemplo: int var = 3;

- unsigned int (entero sin signo, desde 0 a 65,535)

Ejemplo: unsigned int var = 12;

- long (entero 32bit, desde -2,147,483,648 hasta 2,147,483,647)

Ejemplo: long var = 8;

- unsigned long (entero 32bit sin signo, desde 0 a 4,294,967,295)

Ejemplo: unsigned long var = 18;

- float (es un número decimal de 32bit)

Ejemplo: float var = 3.5;

- double (es lo mismo que float)

Ejemplo: double var = 3.8;

- string (cadena de caracteres)

Ejemplo: string var = "¡Hola Mundo!";

- array (vector) int vars[x]; // un vector de x elementos de tipo int

Ejemplo: int var[14];

- float var[20]; void (vacío) (Sólo utilizado cuando una función no devuelve nada)

Ejemplo: void función ()

Funciones Principales: La placa Arduino contiene una gran cantidad de catálogos de bibliotecas de funciones, muchas están directamente incluidas con el entorno de desarrollo. Las funciones que no están incluidas en él se pueden añadir con la expresión `#include <biblioteca.h>`. Las funciones que más se utilizan son las siguientes.

- Write se refiere a escritura / salida de valores de la placa al exterior.
- Read se refiere a lectura / entrada de valores desde el exterior a la placa.
- E/S Digitales
- pinMode: Configuración del Pin
- pinMode (número del Pin, tipo "INPUT u OUTPUT");

Ejemplo: pinMode (9, OUTPUT);

- digitalWrite: Escritura en Pin Digital
- digitalWrite (número del Pin, valor);

Ejemplo: digitalWrite (ledPin, HIGH);

- digitalRead: Lectura en Pin Digital
- digitalRead (número del Pin);

Ejemplo: digitalRead (9);

- E/S Analógicas
- analogRead: Lectura de Pin analógico
- analogRead (número del Pin);

Ejemplo: analogRead (9);

- analogWrite: Escritura Analógica - PWM (modulación por ancho de pulso)
- analogWrite(número del Pin, valor);

Ejemplo: analogWrite(9, 255); Tiempo

- delay: Pausa la ejecución un tiempo determinado

- `delay(milisegundos);`

Ejemplo: `delay (1000);`

Comunicación: La comunicación puede ser serial, mediante estructuras que contienen las funciones relacionadas con la comunicación de puerto serie.

- Print: Muestra en la consola los datos seleccionados
- `Serial.print(datos que queremos imprimir);`

Ejemplos:

- de texto →
- de variable →
- `Serial.print("¡Hola Mundo!");`
- `Serial.print(valPot);`

`Println`: Hace lo mismo que `print` pero añadiendo un salto de línea

- `Serial.println (datos que queremos imprimir);`
- de texto →
- de variable →
- `Serial.println("¡Hola Mundo!");`
- `Serial.println(valPot);`

Estructuras de control

- `if...else` (comparador si... sino).

Si el led está apagado{

enciendolo}

sino{

apágalo}

`if(digitalRead(led) == LOW){`

`digitalWrite(led, HIGH);}`

`else{`

`digitalWrite(led, LOW);}`

`for` (bucle con contador).

Ejemplo:

`For` (valor inicial; condición para que siga el bucle; forma de aumentar)

Para que (desde el valor 0; hasta el valor 100; aumenta de 1 en 1)
 {enciende el led
 espera 1 segundo
 apaga el led
 espera un segundo}
 int cont;
 for(cont=0; cont<100; cont=cont+1){
 digitalWrite(led, HIGH);
 delay(1000);
 digitalWrite(led, LOW);
 delay(1000);}
 while (bucle por comparación

Ejemplo:

Mientras ocurra (hay luz){
 Apaga Led}
 while(INPUT==HIGH){
 digitalWrite = LOW;}"

4.5 Instalación en diferentes entornos

4.5.1 Instalación en un ambiente Windows

El primer paso que debemos realizar para instalar la plataforma Arduino es descargar la última versión desde la página oficial de Arduino, después de esto se descomprime el archivo descargado.

Se conecta la placa Arduino a la computadora mediante cable USB y se debe encender el led verde que muestra el Power o encendido de la placa.

Se procede a instalar los controladores de la siguiente manera.

Se da click en el menú inicio y procedemos a abrir el panel de control.

Después de esto se accede a la opción Sistema y Seguridad, a continuación se da click en sistema, luego en administrador de dispositivos.

A continuación buscamos los puertos (COM & LPT), observamos un puerto libre llamado "Arduino Uno (COM xx)" sino existe es puerto en esta sección se busca en "Otros dispositivos" o también como "Dispositivo Desconocido".

Se hace click derecho en "Arduino UNO (Comxx)" y elegimos la opción actualizar software de controlador.

Luego se selecciona la opción buscar software de controlador.

Finalizando se selecciona el archivo de controlador que se llama "Arduino.inf" que está ubicado en la carpeta de "drivers", si se utiliza una versión antigua del IDE (1.0.3 o mayor) se selecciona el archivo del controlador que se llama "Arduino UNO.inf", Windows terminara la instalación del controlador después de esto.

Después de esto se inicia la aplicación de Arduino, haciendo doble click en el archivo Arduino.exe que se descargó anteriormente. Se abre el programa y se selecciona en herramientas, en Board "Arduino Uno".

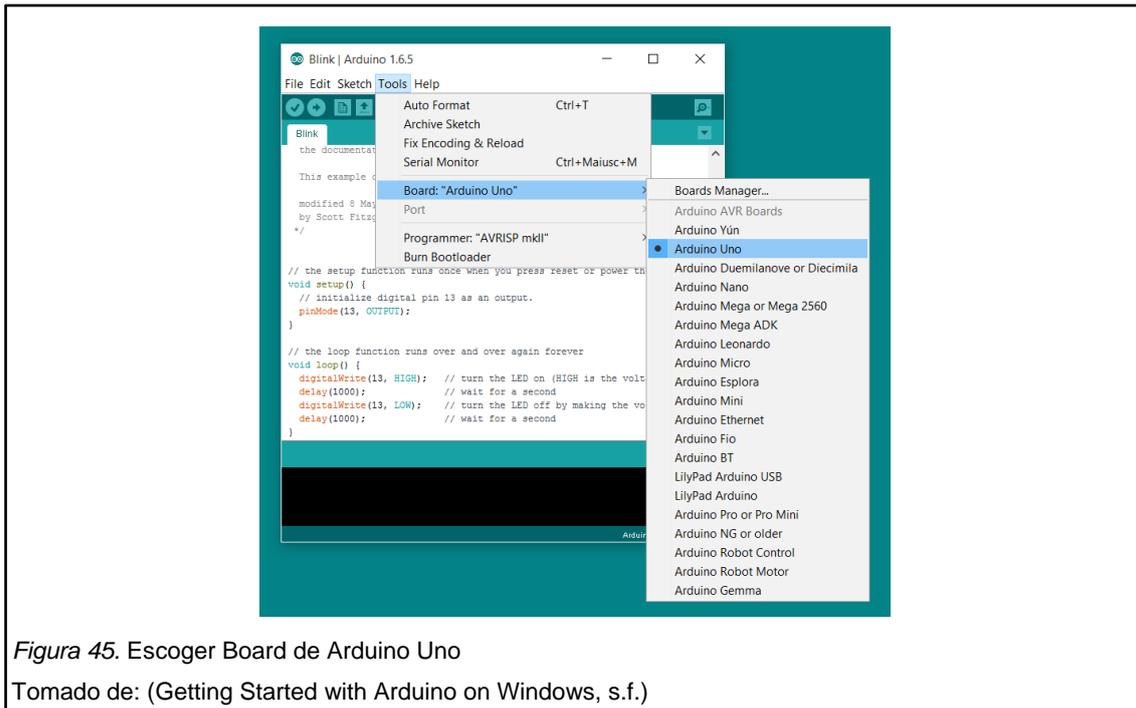


Figura 45. Escoger Board de Arduino Uno

Tomado de: (Getting Started with Arduino on Windows, s.f.)

A continuación se selecciona el puerto serie de la placa Arduino desde el menú de herramientas puede ser COM1, COM2 o COM3, para identificar el puerto se valida desconectando la placa.

Por último simplemente se carga el programa y se ejecuta la herramienta ejemplos de programas o diferentes aplicaciones.

4.5.2 Instalación en un ambiente MAC

Se descarga el programa Arduino en la página de descargas oficial de Arduino.

Se copia la aplicación Arduino en la carpeta de aplicaciones, para el caso de Arduino Uno o Mega 2560 no se tendrán los controladores para instalar.

Se conecta la placa mediante el cable USB, se debe de encender el led verde para mostrar que la placa está encendida.

Al igual que en Windows Seleccionamos en Tools, en board y por ultimo seleccionamos el Arduino necesario.

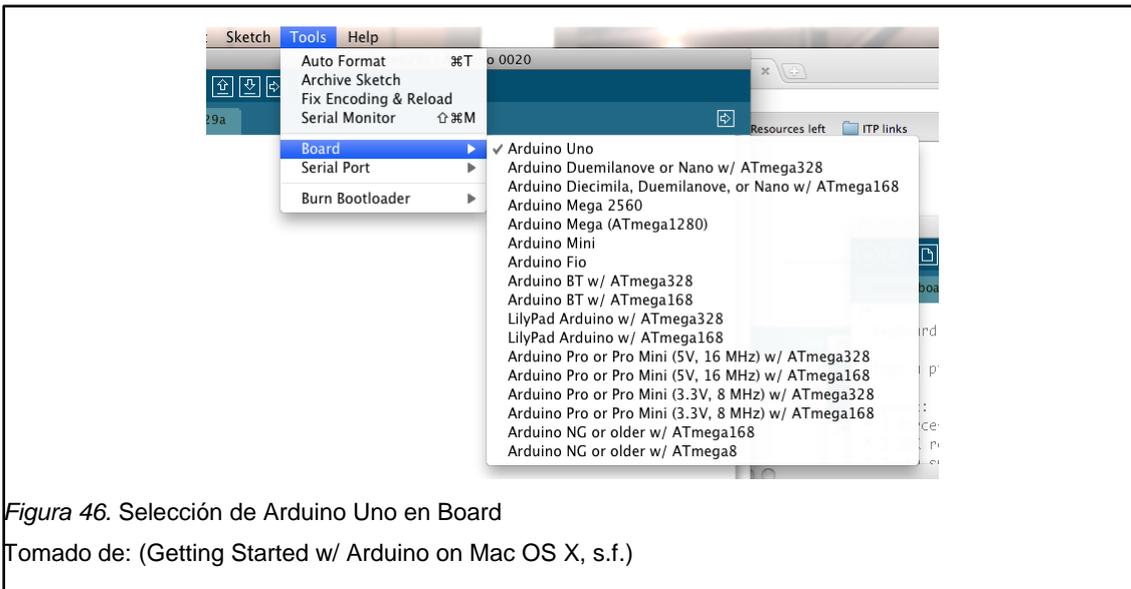


Figura 46. Selección de Arduino Uno en Board

Tomado de: (Getting Started w/ Arduino on Mac OS X, s.f.)

Después de esto se selecciona el puerto serie en herramientas para el ambiente MAC se aplica en el siguiente directorio `/dev/tty.usbmodem`.

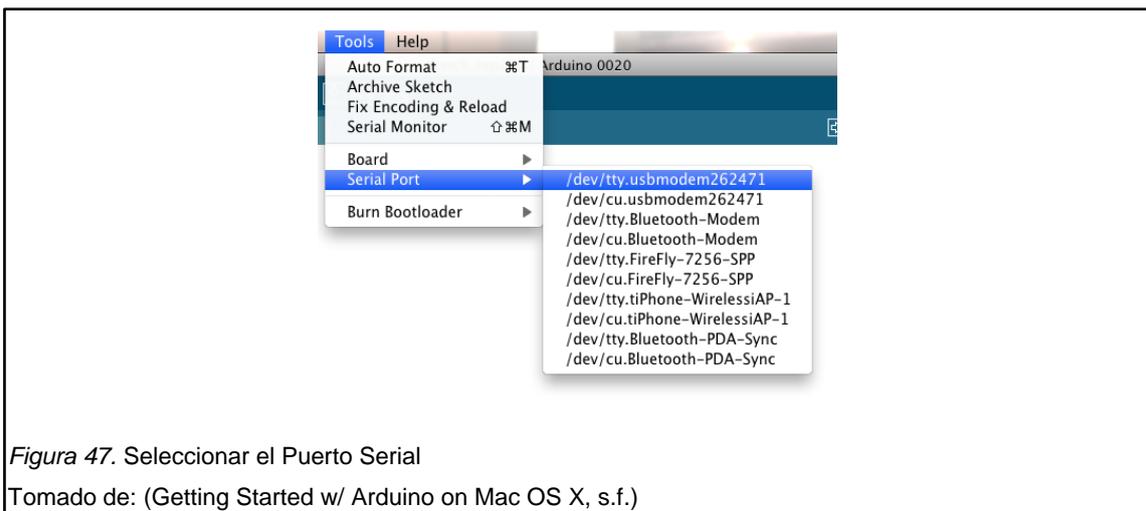


Figura 47. Seleccionar el Puerto Serial

Tomado de: (Getting Started w/ Arduino on Mac OS X, s.f.)

Se cierra el programa y después de esto se carga o se selecciona otros ejemplos o programas.

4.5.3 Instalación de Arduino en Linux

Para el caso de Arduino en Linux se aplica dos programas Arduino IDE que es el entorno de desarrollo para el código, y por otro lado Ardublock es un complemento que permite utilizar un entorno gráfico, en la web se ofrecen varias versiones de Arduino IDE en paquetes de tarball o en códigos fuentes

para instalarlo en cualquier distribución de Linux. Si el Sistema operativo que se usa es Ubuntu es más fácil descargarlo del centro de software y se instala únicamente dando un click de manera fácil y rápida, al igual que en otros entornos como SUSE y Open SUSE que se instala fácilmente desde YaST y se siguen los siguientes pasos.

- Se descarga el aplicativo de la siguiente manera:

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install arduino arduino-core
```
- Se prueba el puerto USB.
- A continuación se prueba que Arduino esté conectado correctamente a nuestro GNU/Linux.

```
dmesg | grep ttyACM
```
- Aparece el siguiente mensaje:

```
[25714.468493] cdc_acm 3-1:1.0: ttyACM0: USB ACM device.
```
- Se da permisos necesarios para el puerto ttyACM0 para que el usuario pueda acceder por medio del IDE (este paso lo tendrás que repetir cada vez que re-conectes el Arduino).

```
sudo chmod 666 /dev/ttyACM0
```
- Ahora se puede ejecutar el IDE.
- Al final accedemos desde el Dash al programa “Arduino” para configurarlo.
- Se selecciona la placa de Arduino con la que estamos trabajando. Para realizar el proceso adecuado, con el IDE ejecutado nos dirigimos a:
Herramientas → Tarjeta → Arduino UNO
- Después se selecciona el puerto con el cual se comunica nuestro Arduino.
Herramientas → Puerto Serial → ttyACM0

Sketch es nuestro baúl, este será el directorio en donde se van a almacenar todos los proyectos que se realizarán y se programarán, este directorio se crea por defecto y se genera en nuestro directorio personal “/sketchbook” este

5. Implementación y Desarrollo del Proyecto Arduino.

5.1 Instalación Previa.

Para Continuar con el proyecto debemos de tener previamente instalado el siguiente software.

- Tener Instalado el Software Arduino en este caso la versión 1.6.5.

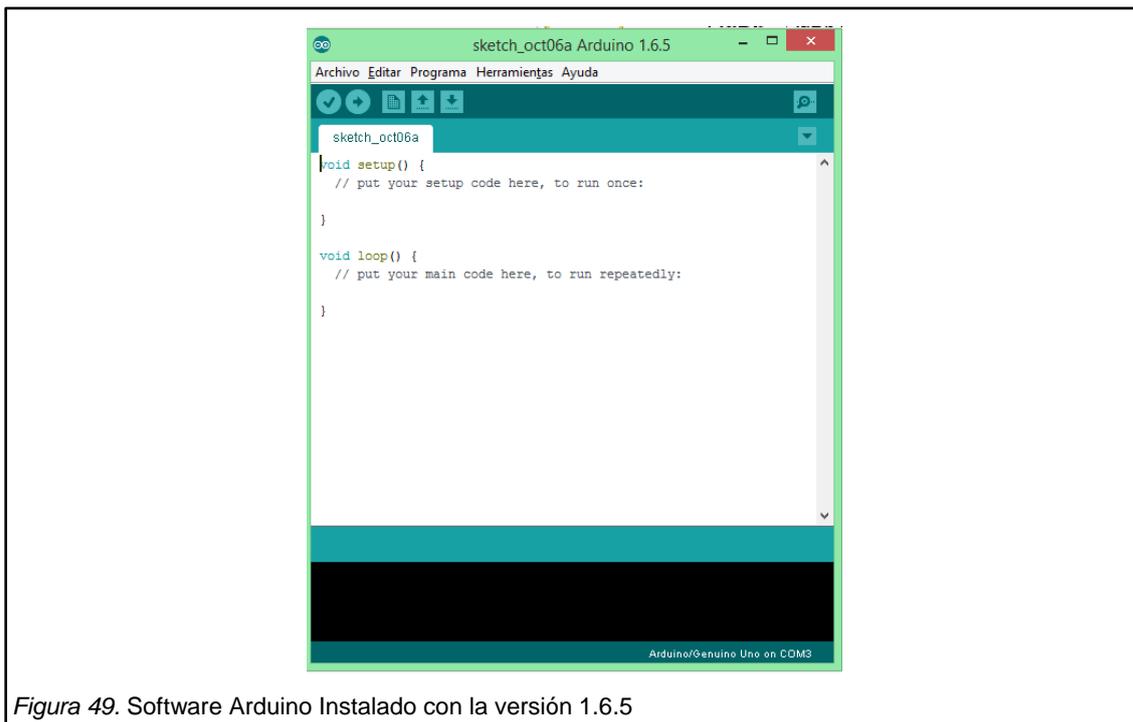
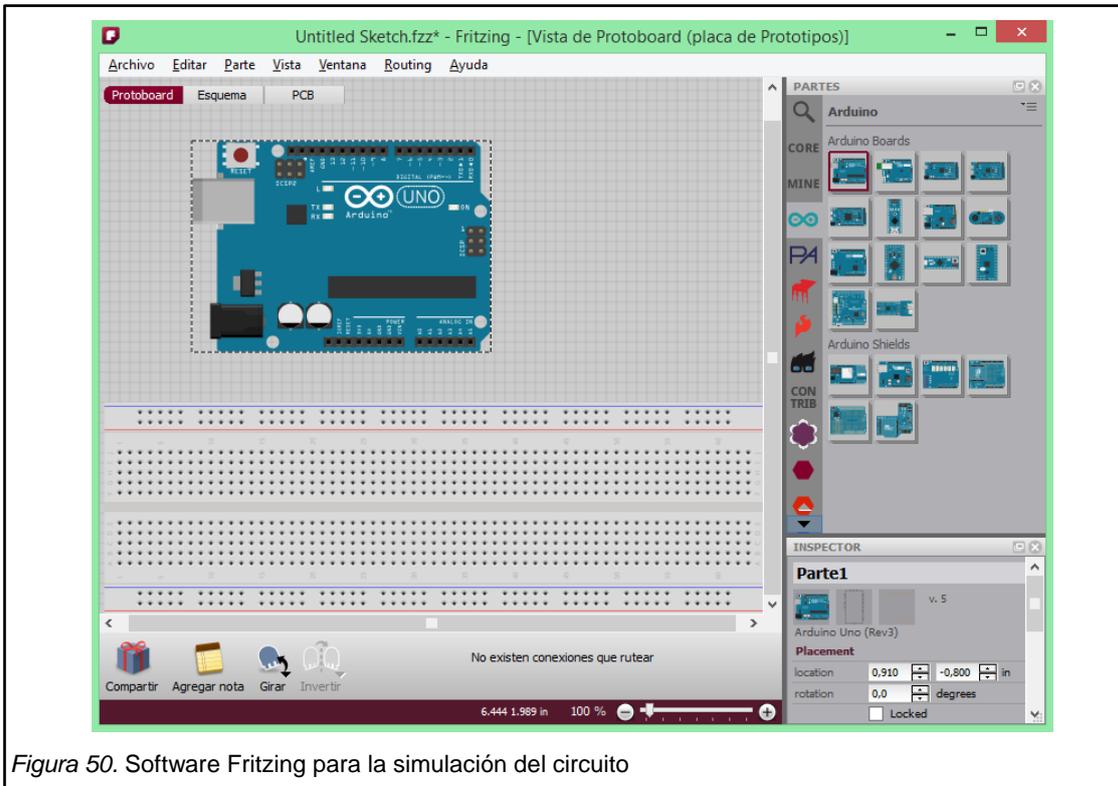
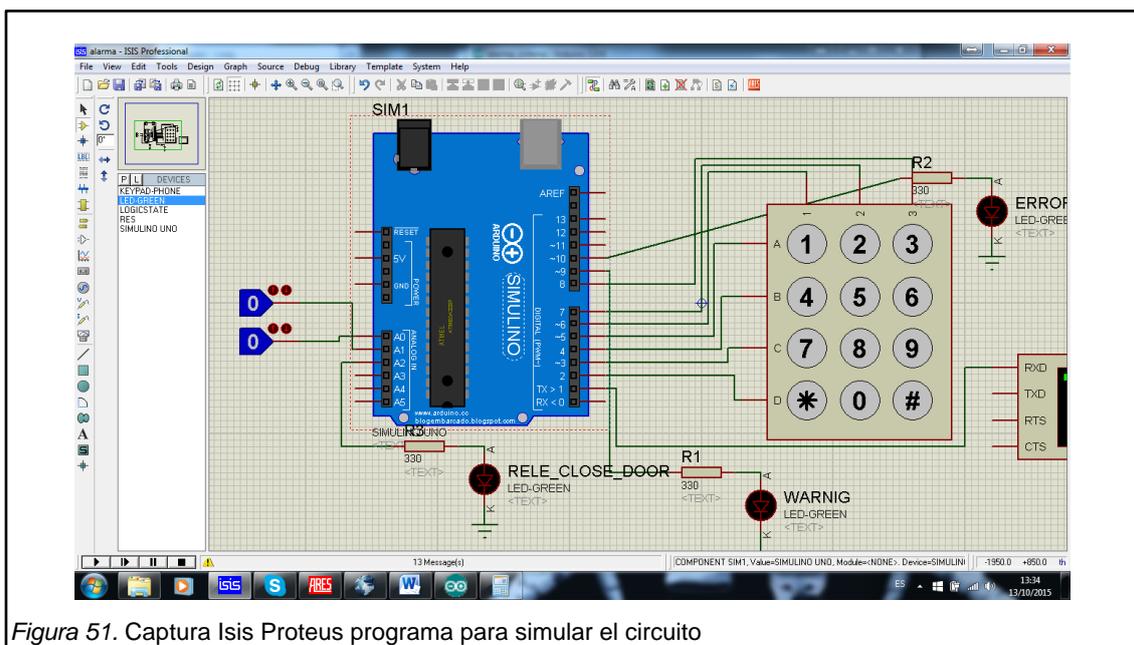


Figura 49. Software Arduino Instalado con la versión 1.6.5

- Para poder simular el circuito usaremos el software Fritzing.



- Adicional se utiliza el software de Isis Proteus para simular el circuito.



5.2 Descripción del proyecto

5.2.1 Características de Hardware

- Activar y desactivar la alarma mediante una clave, utilizando un teclado de 4x4.
- Control del estado de la alarma por medio de leds (rojo-verde) y una sirena.
- Aviso Acústico y luminoso si detecta un intruso.
- Cerrar puerta 2 si se activa la alarma.

5.2.2 Lista de componentes

- 1 sirena 12V-150 mA.
- 1 fuente de alimentación 12V-2 A
- 1 Arduino Uno R3
- 2 Sensores Magnéticos
- 1 Teclado de membrana 4x4
- Resistencias
- 1 Módulo Relé Arduino
- 2 Transistores 2N3904

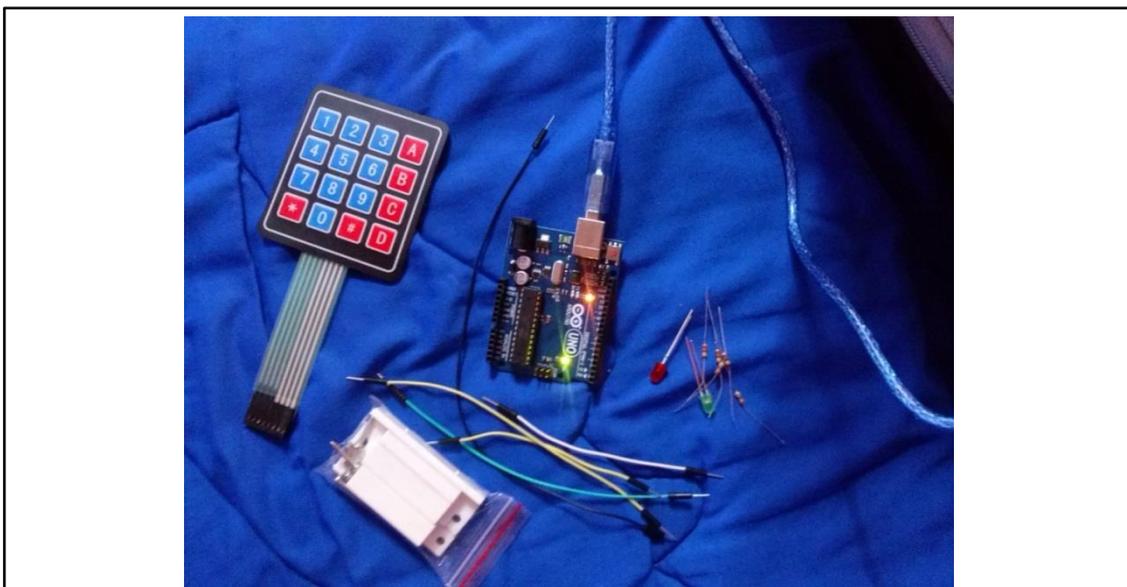


Figura 52. Componentes para el proyecto de Arduino

5.2.3 Elementos y Funcionamiento

Placa Arduino: Se encarga de dar las órdenes en el sistema las funciones que se programan previamente en la memoria de la placa y emitirá las acciones que se reciben de los sensores.

Sensores magnéticos: Son necesarios para informar si una puerta está abierta o cerrada.

Teclado de Membrana 4X4: Esta interfaz nos permite activar o desactivar la alarma mediante una clave ingresada previamente.

Led Verde: Este led se activa si la alarma está activa.

Led roja: Esta led se activa si la alarma se acciona.

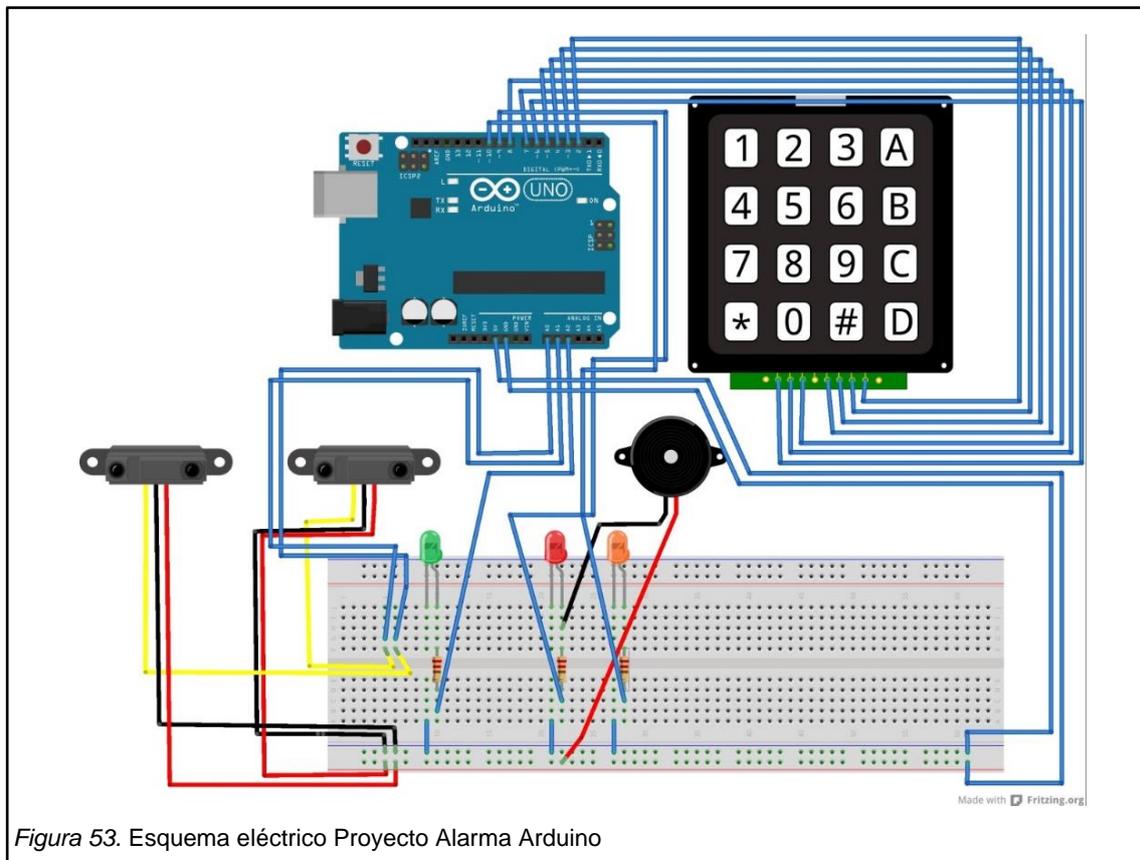
Sirena: Esta sirena se activa para alertar a los usuarios de un estado abierto de los sensores.

Modulo Relé Arduino: Este componente nos permite conmutar con la red eléctrica para que la sirena sea activada.

Transistores: Nos ayudaran a producir una señal de salida con el de entrada.

Bobinas: Es un componente pasivo y nos ayudara a almacenar la energía de forma de campo magnético.

5.2.4 Esquema Eléctrico



Sirena

- Altavoz (-) / GND: Se conecta la masa de la sirena con la masa del circuito.
- Altavoz (+) / D9: Es la vía de salida del pin D9 hacia la sirena.

Leds

- LED Green: Se activa cuando el sistema cuando la salida A2 de Arduino envía una señal.
- LED Red: Se activa cuando el sistema entra en alarma y la salida D9 de Arduino envía una señal.
- LED Naranja: Se activa cuando se ingresa una clave errónea con el teclado y la salida D10 de Arduino envía una señal.

Keypad

- KEYPAD1: Vía de entrada del terminal 3 del teclado hacia el pin D8 de Arduino.

- KEYPAD2: Vía de entrada del terminal 2 del teclado hacia el pin D7 de Arduino.
- KEYPAD3: Vía de entrada del terminal 1 del teclado hacia el pin D6 de Arduino.
- KEYPAD4: Vía de entrada del terminal A del teclado hacia el pin D5 de Arduino.
- KEYPAD5: Vía de entrada del terminal B del teclado hacia el pin D4 de Arduino.
- KEYPAD6: Vía de entrada del terminal C del teclado hacia el pin D3 de Arduino.
- KEYPAD7: Vía de entrada del terminal D del teclado hacia el pin D2 de Arduino.

Sensores

- Sensor1: Se activa cuando el sensor se separe enviando la señal al pin A0 de Arduino.
- Sensor2: Se activa cuando el sensor se separa enviando la señal al pin A1 de Arduino.

5.2.5 Programación Alarma de Arduino

A continuación se muestra la programación que se utilizará para compilar en la placa de Arduino.

```
#include<Keypad.h>
#define alarma 9
#define error 10
#define cerrar A2
const int puerta1 = A0;
int sensor1= 0;
const int puerta2 = A1;
int sensor2= 0;
long estado1=0;
long estado2=0;
```

```

int full=0;
int full2=0;
int contador=0;
long seteo;
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char customKey;
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}};
byte rowPins[ROWS] = {5, 4, 3, 2}; // conectarse a los pines de salida de fila del
teclado
byte colPins[COLS] = {6, 7, 8}; // conectarse a los pines de las columnas del
teclado
Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins,
ROWS, COLS); //identificar numeros en el seteo
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(alarma, OUTPUT);
  pinMode(error, OUTPUT);
  pinMode(puerta1, INPUT);
  pinMode(puerta2, INPUT);
  pinMode(cerrar, OUTPUT);
}
void loop() {
  sensor1 = digitalRead(puerta1);
  sensor2 = digitalRead(puerta2);
  digitalWrite(alarma, LOW);
  Serial.print("P1 ");
  Serial.println(estado1);

```

```
Serial.print("P2 ");
Serial.println(estado2);
if (sensor1 == HIGH) {
  delay(1000);
  estado1 ++; }
else{
  estado1 = 0;}
  if (sensor2 == HIGH) {
    delay(1000);
    estado2 ++; }
  else{
    estado2 = 0;}
if (estado1 > 720) { //contador de 5 minutos
  full = 1;
  alarma_activa1(); }
if (estado2 > 1440) { //contador de 10 minutos
  full2 = 1;
  alarma_activa2(); }}

void alarma_activa1() {
  while (full == 1) {
    digitalWrite(alarma, HIGH);
    customKey = customKeypad.getKey();
    if ((seteo == 1234) && (contador >= 4)) {
      contador = 0;
      seteo = 0;
      estado1 = 0;
      digitalWrite(alarma, LOW);
      full = 0; }
    if ((seteo != 1234) && (contador >= 4)) {
      digitalWrite(error, HIGH);
      delay(1500);
```

```

digitalWrite(error, LOW);
contador = 0;
seteo = 0;  }
switch (customKey)
{
  case '0' ... '9':
    seteo = seteo * 10 + (customKey - '0');
    contador ++;
    break;  } }}
void alarma_activa2() {
  while (full2 == 1) {
    digitalWrite(alarma, HIGH);
    customKey = customKeypad.getKey();
    if ((seteo == 1234) && (contador >= 4)) {
      contador = 0;
      seteo = 0;
      estado2 = 0;
      digitalWrite(alarma, LOW);
      digitalWrite(cerrar, HIGH);
      delay(1000); //tiempo de cerrado de puerta
      digitalWrite(cerrar, LOW);
      estado2 = 0;
      full2 = 0;  }
    if ((seteo != 1234) && (contador >= 4)) {
      digitalWrite(error, HIGH);
      delay(1500);
      digitalWrite(error, LOW);
      contador =0;
      seteo = 0;  }

    switch (customKey)  {
      case '0' ... '9':

```

```

seteo = seteo * 10 + (customKey - '0');
contador++;
break; } }}

```

5.2.6 Funcionamiento Alarma Sonora

- Para que se genere la alarma sonora se agregó un módulo de relé para que genere la señal para la alarma cuando una puerta está abierta.



Figura 54. Módulo Relé para accionar la alarma

5.3 Instalación de cableado para las cámaras de video

Para la instalación de las cámaras de video se tomó los siguientes pasos para la instalación del cableado.

Debido a la distancia desde el punto de las cámaras hacia el computador en el que se receptorá las imágenes se debe tomar medidas para que la señal llegue hasta el computador.

- Tomamos las distancias de las cámaras hacia el computador que quedan comprendidas de la siguiente manera.

Tabla 7. Distancia y número de cables necesarios para transmisión de cámaras.

Cámara	Estacionamiento	Entrada 1	Entrada 2
Distancia	30 metros	15 metros	10 metros
Cables extensores	2	1	1

- Para que la señal de las cámaras llegue adecuadamente hasta el computador, utilizamos cables extensores activos USB el mismo que puede unirse hasta 3 de 15 metros para que la señal se regenere.



- Para asegurar las cámaras se tuvo que diseñar una caja de metal con un vidrio por delante para que pueda tener el ángulo de visión y pueda captar las imágenes, las dimensiones de la caja es de 15 cm de ancho por 10 cm de alto y 15 cm de profundidad, lo cual brinda espacio para la cámara y cable adicional.
- Para proteger el cableado de la lluvia y el medio ambiente se optó por un tubo flexible de color amarillo el cuál brinda espacio y protección a los cables.



Figura 56. 25 metros de tubo flexible para proteger el cable de las lluvias o temporadas extremas

- Para procesar las señales de las cámaras se utiliza una computadora Intel Pentium D de 2.8 GHZ 3 GB de RAM y 120 GB de disco duro. El computador utiliza el sistema operativo Windows 7.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Análisis del cumplimiento de los objetivos planteados para el trabajo de titulación.

De acuerdo a los objetivos planteados se pudo mejorar la seguridad del conjunto habitacional AKOR ubicado al norte de la ciudad de Quito, ya que las cámaras USB que se implementaron y al software que se instaló en el computador destinado a la recolección de imágenes ayudarán al conjunto con el control de ingreso y salida de personas y vehículos.

Por otro lado gracias a la propuesta de diseño de una central de alarmas que se desarrolló en la placa base Arduino conjuntamente con sensores magnéticos el mismo que fueron instalados en las puertas de entrada, se logra contar con mayor seguridad. Este diseño permite que a futuro se puedan hacer cambios generando una sensación de mejoramiento de la seguridad de acuerdo a las necesidades de los habitantes del conjunto.

6.2 Comprobación de la hipótesis planteada

Considerando la hipótesis planteada en el presente proyecto se puede constatar que se generó un ambiente de más seguridad para los habitantes del conjunto habitacional Akor, ofreciendo imágenes y control de acceso con el diseño de la central de alarma propuesto haciendo que las personas se sientan más seguras.

Al poder Observar las personas que ingresan o salen del conjunto mediante las cámaras de seguridad y mediante el control del acceso incluso con el accionamiento de la alarma que nos alerta sobre la apertura de la puerta, se logra demostrar que la hipótesis es verdadera.

6.3 Otras conclusiones relevantes

Tomando en consideración que en la actualidad en el Ecuador no se tiene un alto desarrollo de este tipo de proyectos en los que los estudiantes podrían incursionar de manera que se pueda incluso generar como una patente en la que se pueda dedicar a configurar centrales de alarma de acuerdo a las soluciones y presupuesto de las personas, haciendo muy accesible para cualquier tipo de empresa o cualquier tipo de conjunto o incluso para el hogar.

Se puede concluir también que el uso de la plataforma open hardware con Arduino como parte del currículo de la carrera de Tecnología en Redes y Telecomunicaciones, significaría un aporte positivo para que los estudiantes puedan involucrar varias disciplinas en proyectos integradores de las mismas.

6.4 Recomendaciones

- Se recomienda realizar una inspección previa al sitio en donde se instalará el sistema desarrollado en el presente trabajo, con el fin de determinar con la mayor exactitud posible todos los requerimientos específicos del lugar.
- En cuanto al cableado se debe tener en cuenta que, de acuerdo a las diferentes superficies por donde se lo coloque, será necesario utilizar tubería o canaleta para la protección del mismo.
- Es necesario también definir el lugar donde se instalarán las cámaras y considerar la opción de protegerlas de robo y/o manipulación de las mismas.
- Otra recomendación válida es la de probar el funcionamiento de las cámaras y por tanto del cableado antes de la instalación definitiva, para evitar tener que solucionar algún problema específico una vez realizada la instalación definitiva.
- Otra recomendación que debemos tomar en cuenta es hacer varias pruebas con los sensores magnéticos abriendo y cerrando las puertas y

manteniendo abiertas para comprobar que el funcionamiento sea el correcto y que no exista fallos que puedan tener una repercusión en la seguridad de los habitantes del lugar donde se instalará el sistema.

- Como última recomendación podemos mencionar que se tiene que revisar la factibilidad de la instalación del sistema ya que se debe ajustar al requerimiento y estar dentro del presupuesto de las personas para que se pueda competir con otros tipos de soluciones ya creadas por otras empresas.

REFERENCIAS

- A testing device for the CMS Silicon Tracker Front End Driver cards, s.f.). *Diagrama de ell FT con uno de 3 canales y siete AOHs de 2 canales montado debajo de la cubierta de plexiglás*. Recuperado el 22 de Agosto de 2015 de <https://workspace.imperial.ac.uk/highenergyphysics/Public/preprints/03-3.pdf>
- Allacronymus, (s.f.). *Open Hardware Foundation*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015 de <http://s.allacronyms.com/644536girl.png>
- AMINCOINGENIERIA, (s.f.). *Sistemas de Seguridad en establecimientos o locales*. Recuperado el 25 de julio de 2015 de <http://www.amincoingenieria.cl/central.jpg>
- Análisis Comparativos de placas Arduino, (s.f.). *Componentes de una placa base Arduino*. Recuperado el 30 de Agosto de 2015 de <http://comohacer.eu/wp-content/uploads/2014/07/arduino-partes1.jpg>
- APMCONTROL, (s.f.). *Sistemas de seguridad de control de gases, humedad, presión y falta de agua*. Recuperado el 30 de julio de 2015 de http://www.apmcontrol.com/resources/_wsb_405x335_Sistema+GAS+mini.jpg
- Arduino Duemilanove, (s.f.). *Placa Arduino Duemilanova*. Recuperado el 3 de Septiembre de <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoDuemilanove.jpg>
- Arduino Lilypad USB, (s.f.). *Placa Arduino Lilypad*. Recuperado el 5 de Agosto de <http://droidecomunidad.com/wp-content/uploads/2014/01/arduino-based-email-count-t-shirt-1328051379.jpg>
- Arduino, (s.f.). *Placa Arduino*. Recuperado el 18 de Agosto de 2015 de https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArdGen_UNO.jpg
- Arduino Mega2560, (s.f.). *Placa Arduino Mega / 2560*. Recuperado el 09 de Agosto de <http://www.lib.sfu.ca/system/files/28518/arduino-mega-2560.jpg>

- Arduino Fio, (s.f.). *Placa Arduino Fio*. Recuperado el 09 de Agosto de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c8/Arduino_Fio%2C_component_side.jpg/800px-Arduino_Fio%2C_component_side.jpg
- Arduino uno, (2013). *Características Básicas de la Placa Arduino*. Tesis previa la obtención del título de: Ingeniero Electrónico con mención en sistemas computacionales. Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal. pág. 40
- Arduino Duemilanove, (2013). *Características Básicas de la placa Duemilanove*. Tesis previa la obtención del título de: Ingeniero Electrónico con mención en sistemas computacionales. Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal. pág. 41
- Arduino bluetooth, (2013). *Características Básicas de la placa Arduino Bluetooth*. Tesis previa la obtención del título de: Ingeniero Electrónico con mención en sistemas computacionales. Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal. pág. 43
- Arduino Lilypad, (2013). *Características de la Placa Arduino LiLypad*. Tesis previa la obtención del título de: Ingeniero Electrónico con mención en sistemas computacionales. Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal. pág. 44
- Arduino Mega /2560, (2013). *Características de la placa Arduino Mega / 2560*. Tesis previa la obtención del título de: Ingeniero Electrónico con mención en sistemas computacionales. Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal. pág. 45
- Arduino Fio, (2013). *Características Básicas de la placa Arduino Fio*. Tesis previa la obtención del título de: Ingeniero Electrónico con mención en sistemas computacionales. Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal pág. 47
- Arduino LABS, (s.f.). *Software de programación de sketches en Arduino*. Recuperado el 27 de Agosto de 2015 de

http://labs.arduino.cc/uploads/ADK/GettingStarted/201106_screenshot_processing_1-5.png

Básicos Arduino, (s.f.). *Partes Principales de la programación*. Básicos Arduino, pág7

Básicos Arduino, (s.f.). *Flujo de Programación Arduino*. Básicos Arduino, pág. 10

Blog de Hardware libre, s.f.). *Placa Open SPARC*. Recuperado el 20 de Agosto de 2015 de http://3.bp.blogspot.com/-SKjR1UGGyMA/Tcajq8Le7nl/AAAAAAAAAGY/5Y1QGe6Lezc/s400/open_sparc_ex2.jpg

Cobham Baisler AB, s.f.). *Procesador LEON3 Dual Core*. Recuperado el 22 de Agosto de 2015 de <http://www.gaisler.com/images/processing-solutions2.gif>

COMUNICACIÓN BLUETOOTH SERIE ARDUINO + BASIC4ANDROID, (s.f.). Recuperado el 3 de Agosto de <http://www.extremadura-web.es/Blog/wp-content/uploads/2012/10/arduino-bluetooth-serial.jpg>

CONTROLSPI, (s.f.). *Sistema de seguridad en calefacciones y cuartos de máquina*. Recuperado el 30 de julio de 2015 de <http://www.controlspi.com.ec/images/Productos/Calderas.jpg>

Estructura y funcionalidad de un sistema de seguridad, (2001). *Primera Generación de Sistemas de Seguridad. Modelado de dispositivos para un sistema de seguridad implementando tecnología jini*. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas-Puebla. Octubre. Pág. 2

Getting Started with Arduino on Windows, (s.f.). *Escoger Board de Arduino Uno*. Recuperado el 14 de Agosto de 2015 de https://www.arduino.cc/en/uploads/Guide/BoardArduUNO_En.png

Getting Started w/ Arduino on Mac OS X, (s.f.). *Selección de Arduino Uno en Board*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015 de <https://www.arduino.cc/en/uploads/Guide/ToolsMenu.png>

- Historia de Arduino y su nacimiento, (s.f.). *Primer prototipo Arduino*. Recuperado el 30 de Agosto de <https://i0.wp.com/spectrum.ieee.org/img/arduino03-1319574149091.jpg>
- Hardware Libre, (s.f.). Clasificación y desarrollo de hardware reconfigurable en entornos GNU/Linux, pág. 20
- Interempresas, (s.f.). *Arquitectura de un sistema integra de Seguridad*. Recuperado el 2 de Agosto de 2015 de <http://img.interempresas.net/fotos/244806.jpeg>
- LOS TIEMPOS, (s.f.). *Sistema de seguridad en cárceles, centrales nucleares*. Recuperado el 26 de julio de 2015 de http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/local/20130111/media_recortes/013/01/11/423449_gd.jpg
- Mercado Libre, (s.f.). *Arduino Uno R3 Mega328p Atmega16u2 Microcontrolador 5v*. Recuperado el 28 de Agosto de 2015 de http://mec-s1-p.mlstatic.com/arduino-uno-r3-mega328p-atmega16u2-microcontrolador-5v-8101-MEC20001015113_112013-O.jpg
- Mercado Libre, (s.f.). *Cable activo extensor USB*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015 de http://mec-s1-p.mlstatic.com/cable-extension-activa-usb-20-anera-15-mts-sin-perdidas-271501-MEC20334877535_072015-O.jpg
- Nextdayreap, (s.f.). *Rep Rap Prusa Mendel 3D Printer Kits*. Recuperado el 19 de Agosto de 2015 de http://www.nextdayreap.co.uk/images/gallery/Prusa_Mendel_Kit/1200_983_Reprap_Prusa_Mendel_Kit_15-250x205.jpg
- OpenCores, (s.f.). *Placa Open Core*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015 de http://cdn.opencores.org/shop/ordb2a-ep4ce22_main.jpg
- Open Graphics Project, (s.f.). *Tarjeta de desarrollo gráfico a bordo*. Recuperado el 19 de Agosto de 2015 de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3f/Ogd1_layers2.png/220px-Ogd1_layers2.png
- OPENRISC Y LINUX 3.1, (s.f.). *Tarjeta Open Risc*. Recuperado el 25 de Agosto de 2015 de <http://i2.wp.com/blog.enredes.com/wp->

content/uploads/2011/07/devboard_large-300x185.jpg?resize=300%2C185

- PROFESORMOLINA, (s.f.). *Sistema de control de nivel de líquidos*. Recuperado el 27 de julio de 2015 de <http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/plc/plc/image022.gif>
- Raspberry pi first steps, (s.f.). *Placa Raspberry Pi*. Recuperado el 16 de Agosto de 2015 de <http://www.scratchmypi.co.uk/wp-content/uploads/2013/12/pi11.jpg>
- ROLDEX, (s.f.). *Sistema de seguridad activa contra incendios*. Recuperado el 27 de julio de 2015 de https://lh4.googleusercontent.com/-O730xS-b0mY/TYshwwKI29I/AAAAAAAAABwI/Sy-G_dDr06Y/s400/grafico-funcionamiento-alarma.jpg
- Sistemas de Seguridad, (s.f.). *Mapa Conceptual de Tipos de Sistemas de Seguridad*. CEil-Técnicas y Procesos de Instalaciones Singulares-Sistemas de Seguridad, Pág. 4
- Sistemas de Seguridad, (s.f.). *Esquema de un sistema de seguridad*. CEil-Técnicas y Procesos de Instalaciones Singulares-Sistemas de Seguridad, Pág. 5
- Sistemas de Seguridad, (s.f.). *Conexión de sensores por zona*. CEil-Técnicas y Procesos de Instalaciones Singulares-Sistemas de Seguridad, Pág. 11
- Sistemas de Seguridad, (s.f.). *Sistema Balanceado en línea*. CEil-Técnicas y Procesos de Instalaciones Singulares-Sistemas de Seguridad, Pág. 12
- Sistemas de Seguridad, (s.f.). *Mapa Conceptual de la Clasificación de los sensores*. CEil-Técnicas y Procesos de Instalaciones Singulares-Sistemas de Seguridad, Pág. 14
- Taller de Pingüino, (s.f.). *Oscar Proyecto de un auto usando principios de hardware libre*. Recuperado el 20 de Agosto de 2015 de <http://image.slidesharecdn.com/charlapinguinouptosmayo2015cumana-150526200822-lva1-app6892/95/proyecto-pinguino-introduccion-a-la-robotica-educativa-con-hardware-libre-27-638.jpg?cb=1432671105>

The Java Optimized Processor, (s.f.). Placa Java Optimized Processor. Recuperado el 26 de Agosto de 2015 de <http://blueonjop.sourceforge.net/jop/jop.jpg>

Ubuntizando, (s.f.). *Instalación de IDE de Arduino en Linux*. Recuperado el 28 de Agosto del 2015 de http://i1.wp.com/www.ubuntizando.com/wp-content/uploads/2015/02/Ubuntu_Board_Arduino1.jpg?resize=350%2C289

ANEXOS

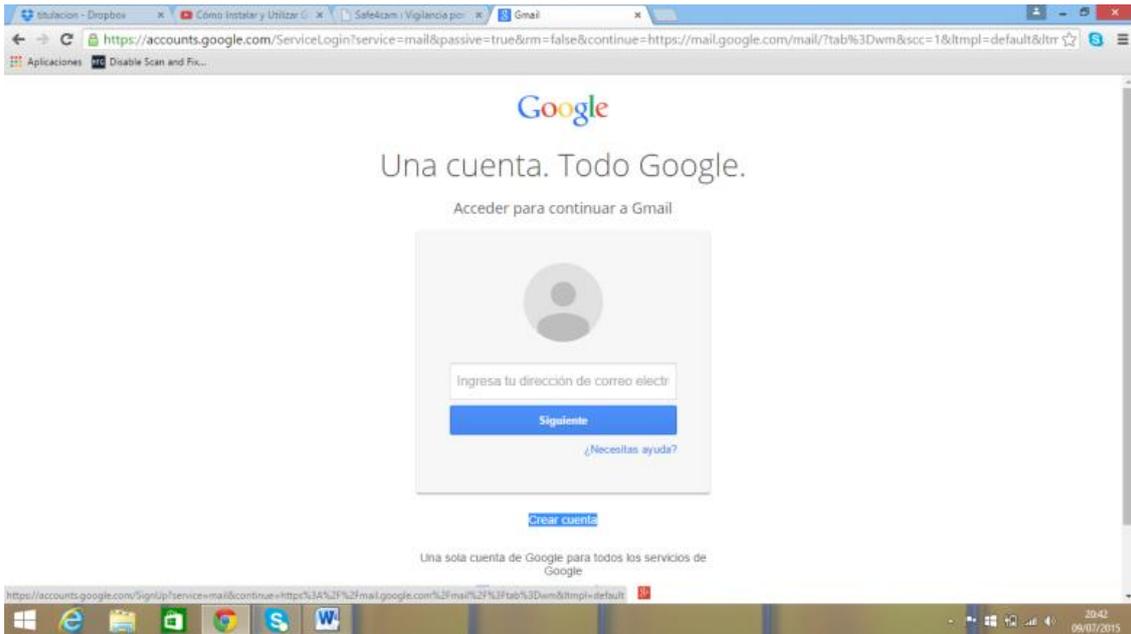
ANEXO A

MANUAL DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SAFE 4 CAM

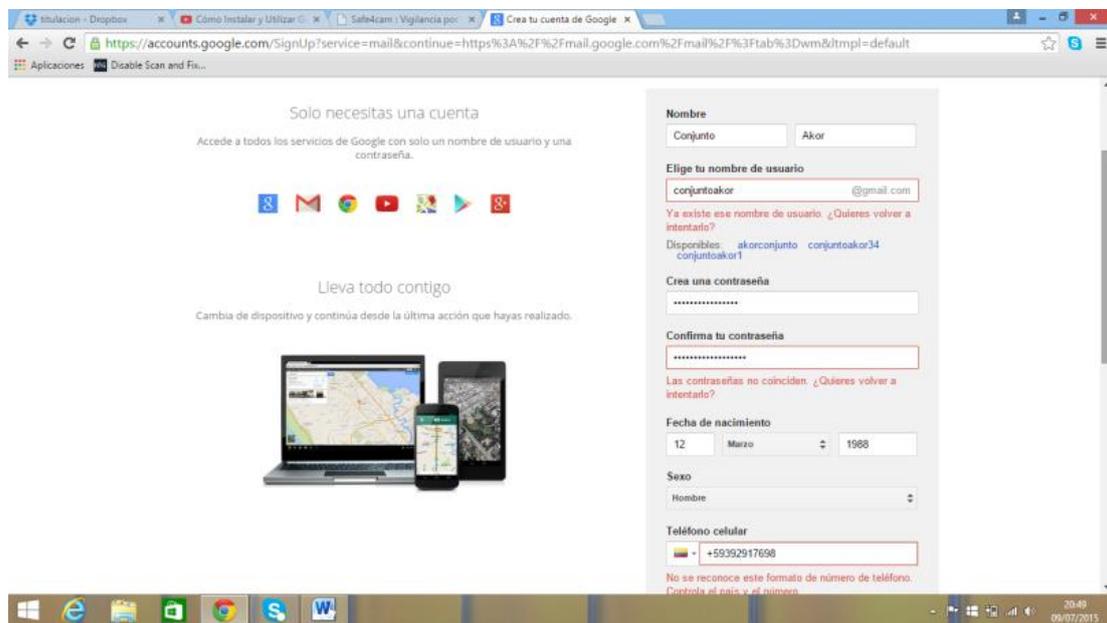
- Primero se descarga el programa safe4cam del siguiente link (safe4ca, s.f.)



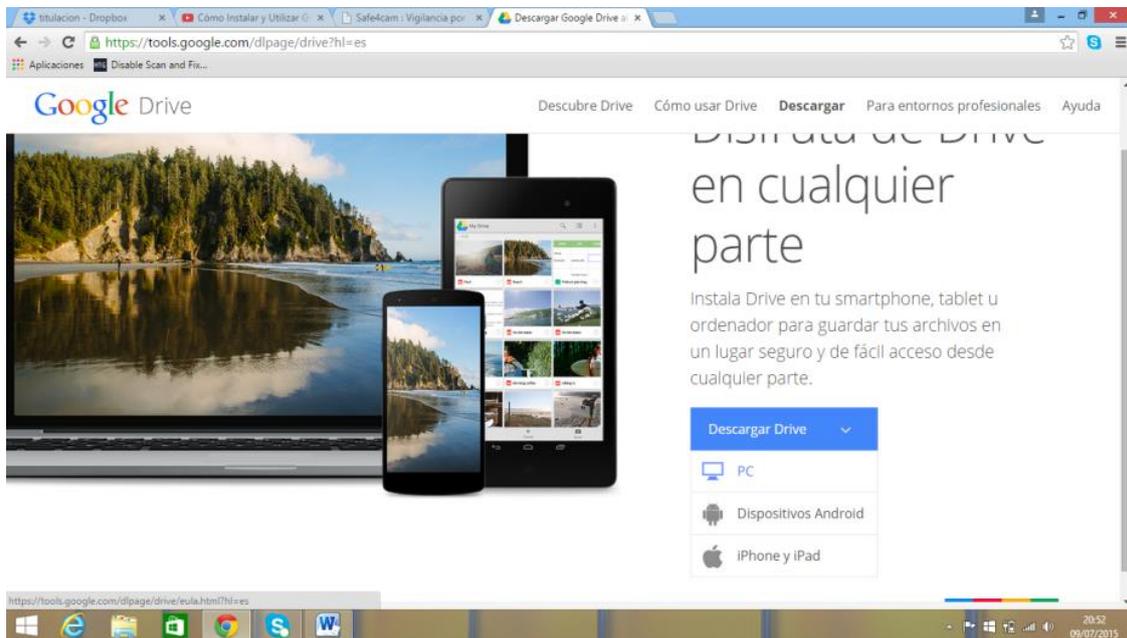
- Se crea un Gmail para el grupo donde se guardarán los respaldos de video vigilancia que ocurra en el conjunto.(Accounts Google, s.f.)



- Se ingresa los datos con el que se llamara la cuenta, dar click en siguiente pasó y creamos nuestra cuenta de correo Gmail.



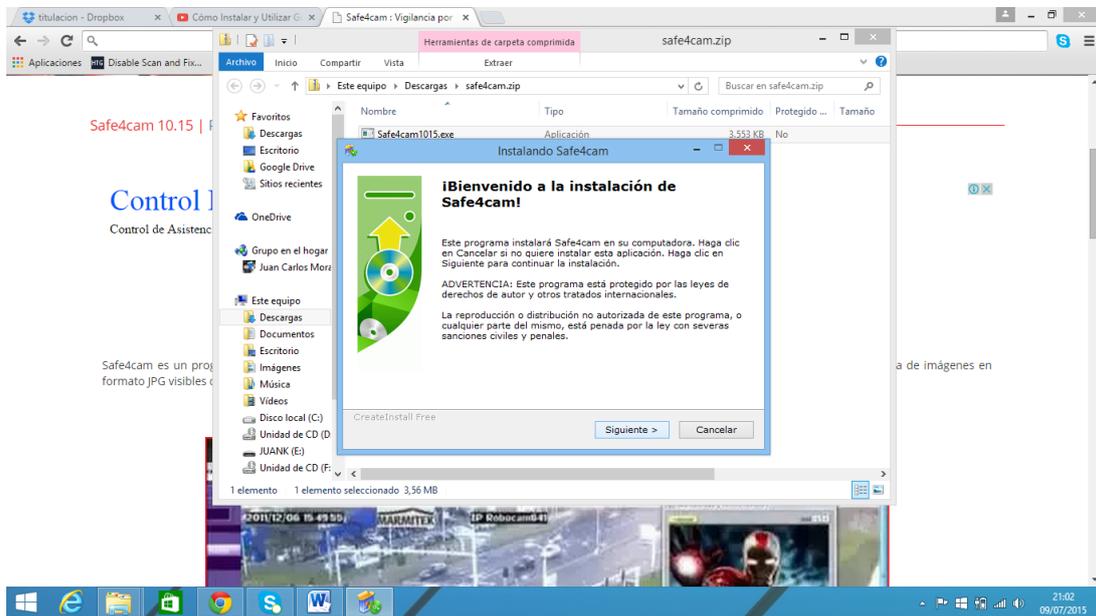
- Se descarga google drive para el equipo del siguiente link (tools.google, s.f.)



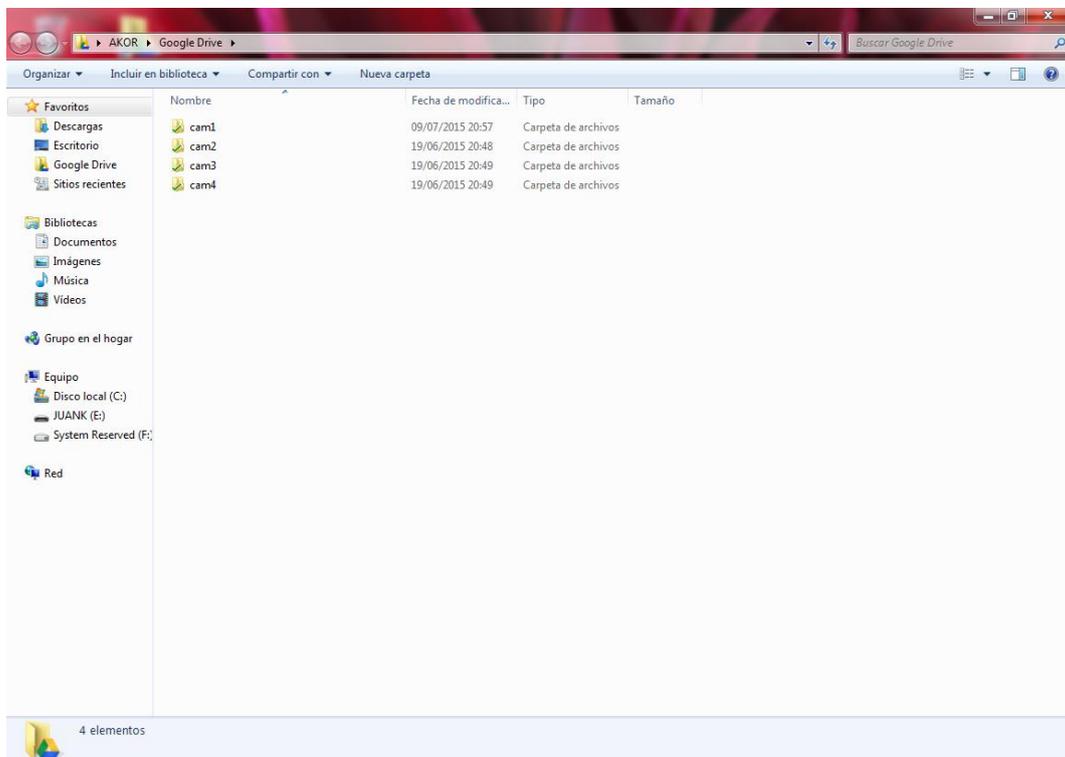
- Se configura la cuenta de Google Drive.



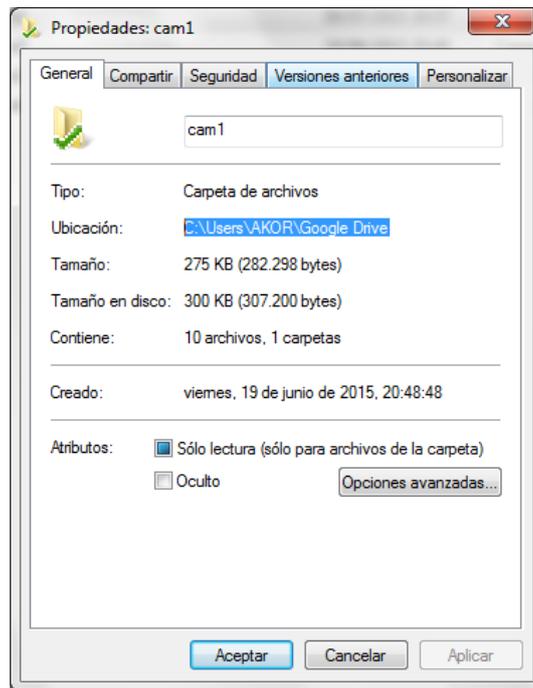
- Se Instala Safe4cam



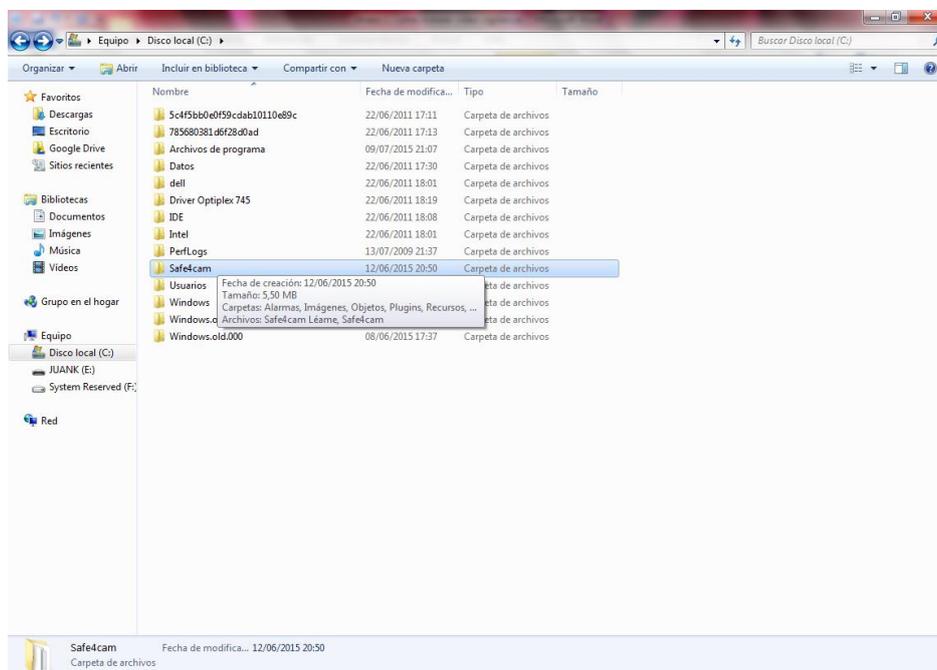
- Se Crean 4 carpetas en google drive con el número de cámaras que vamos a instalar.



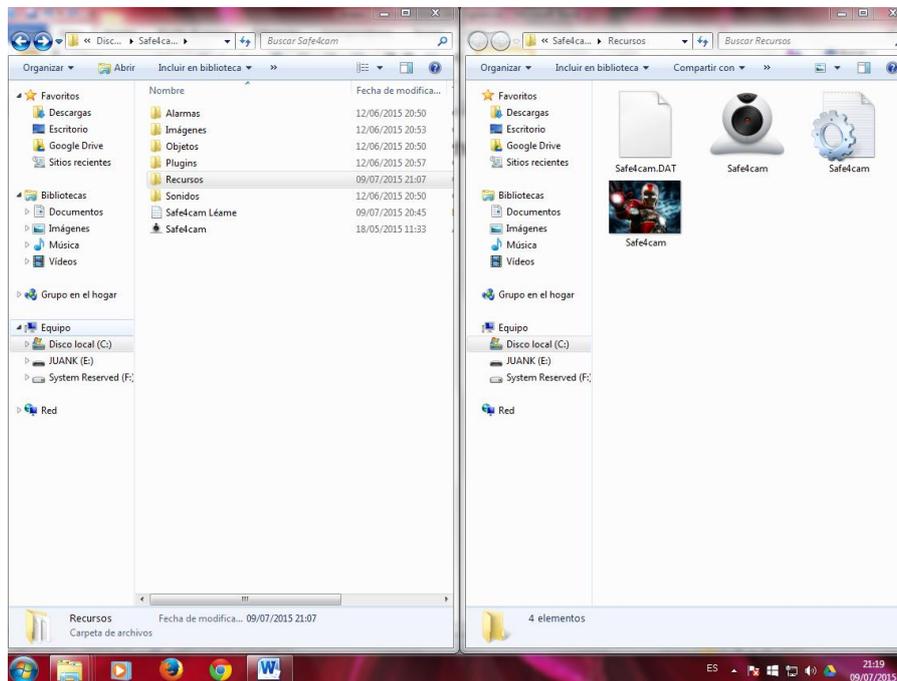
- Se toma la ruta de cada una de las carpetas y la copiamos



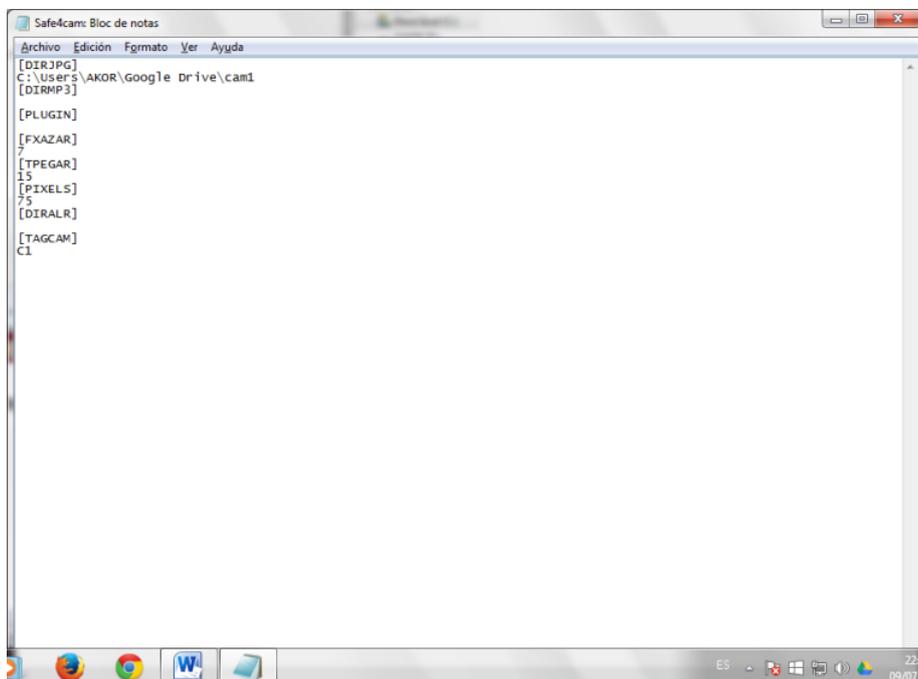
- Se abre la carpeta safe4cam en donde se instaló el programa



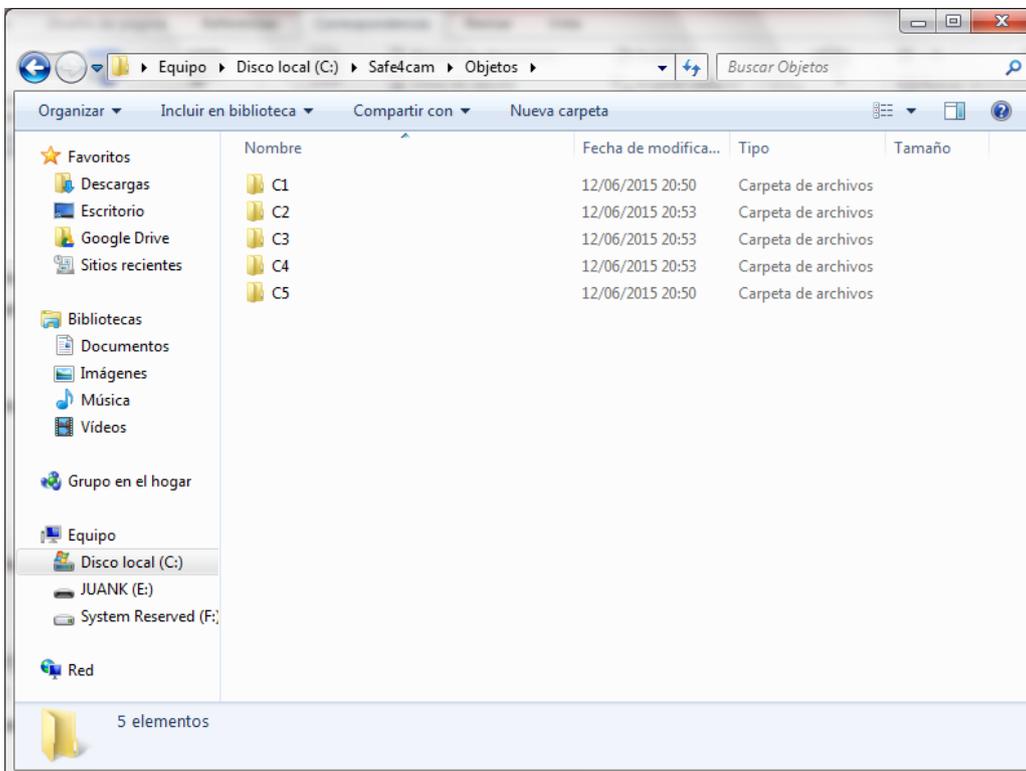
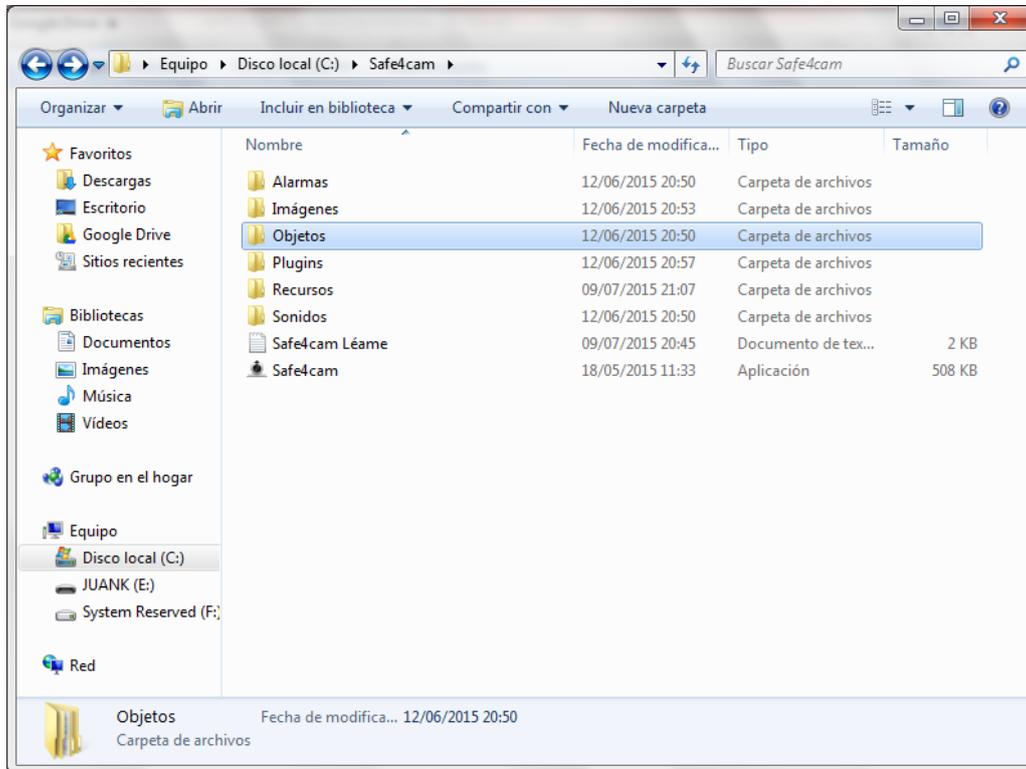
- Se Ingresa en recursos y abrimos el archivo safe4cam.ini



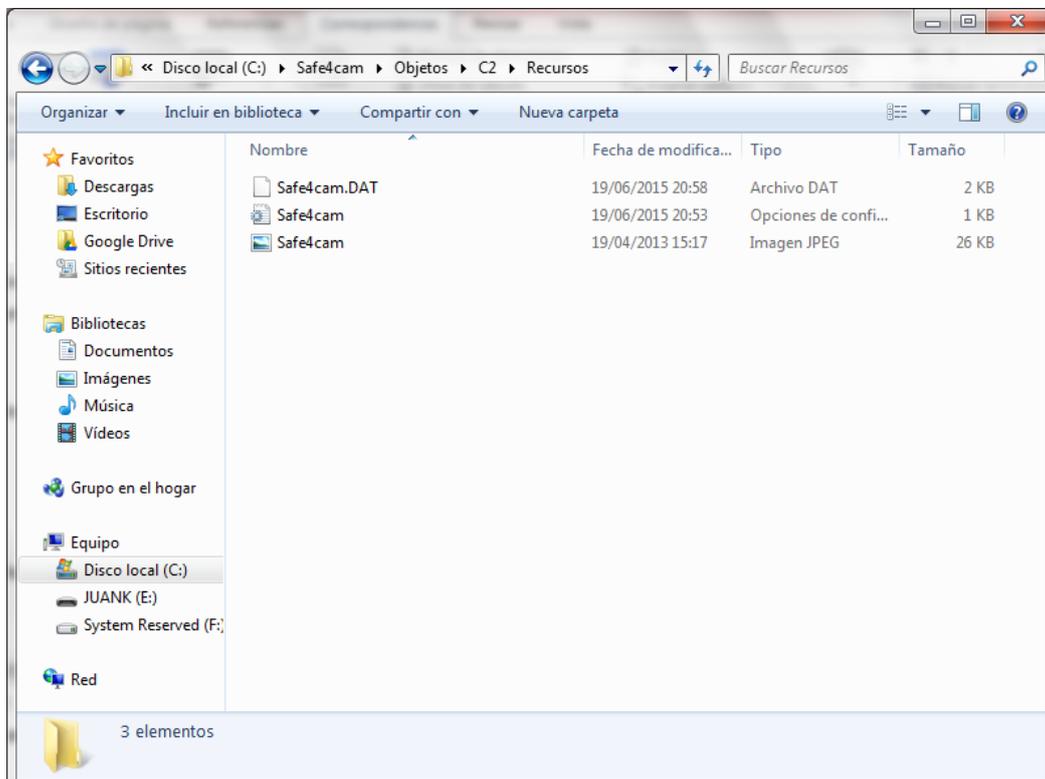
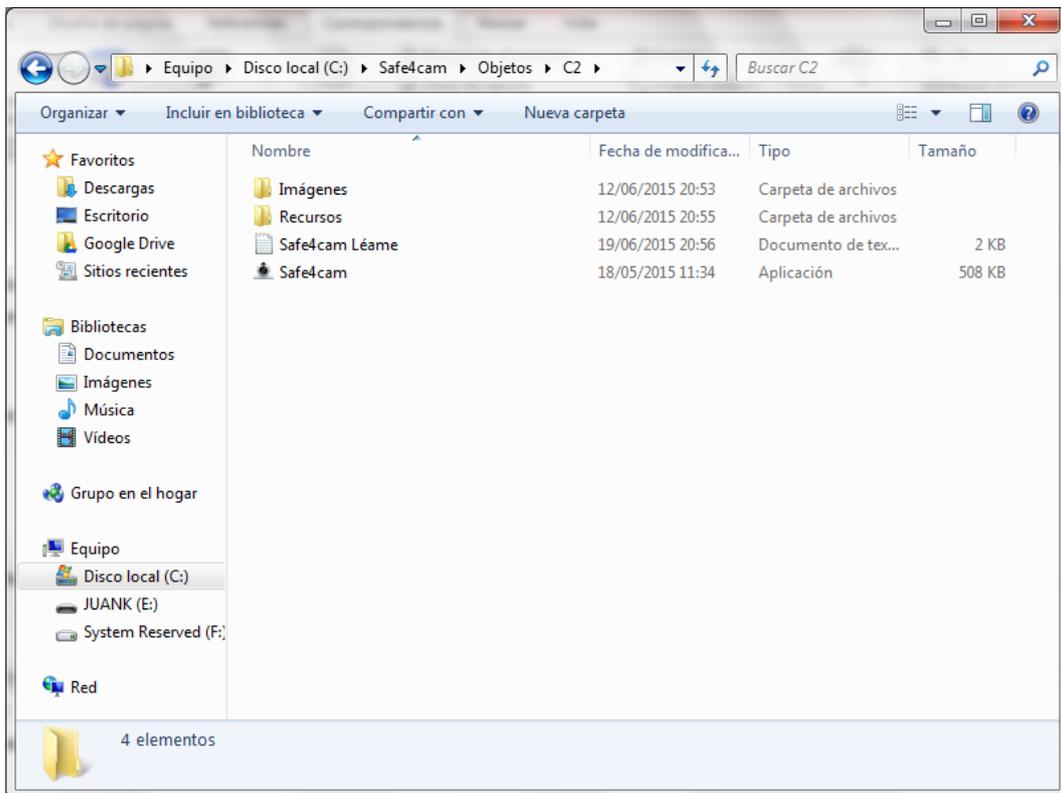
- Se ingresa la dirección de la carpeta de google drive en DIRJPG

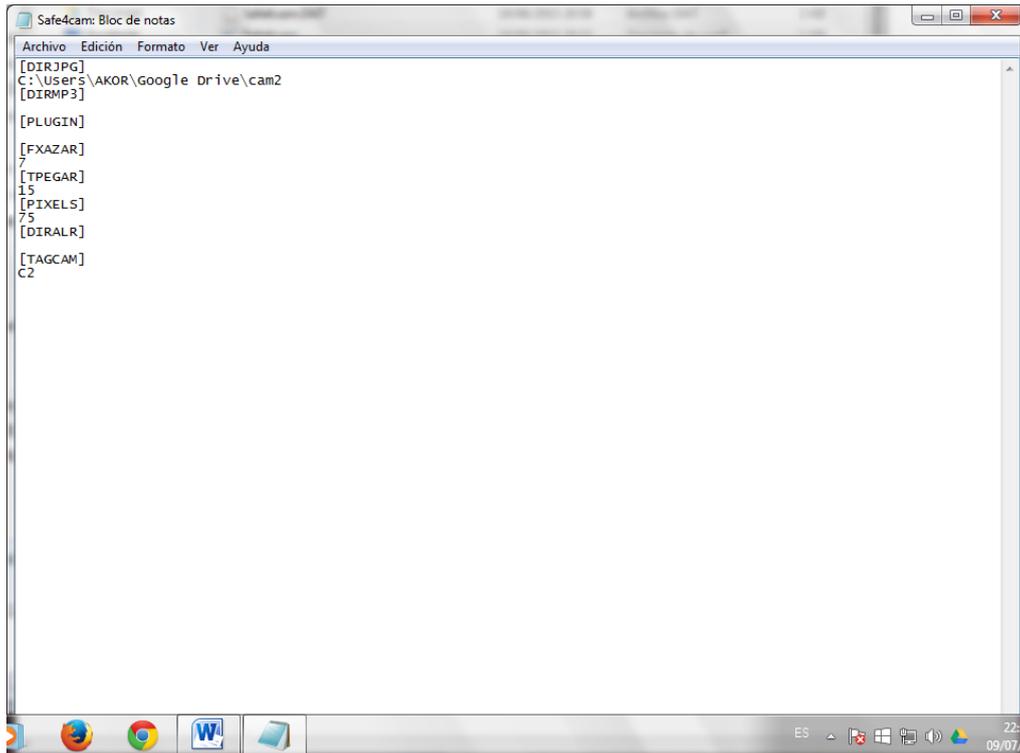


- Para las otras cámaras se ingresa en la carpeta de safe4cam y se accede a la carpeta objetos

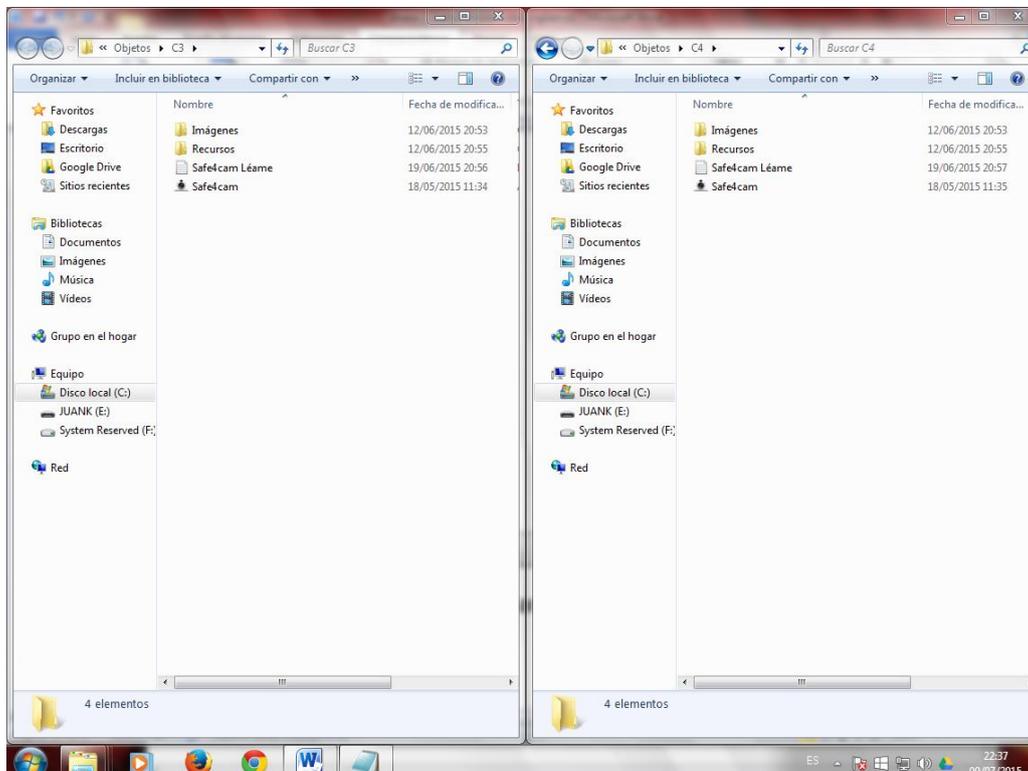


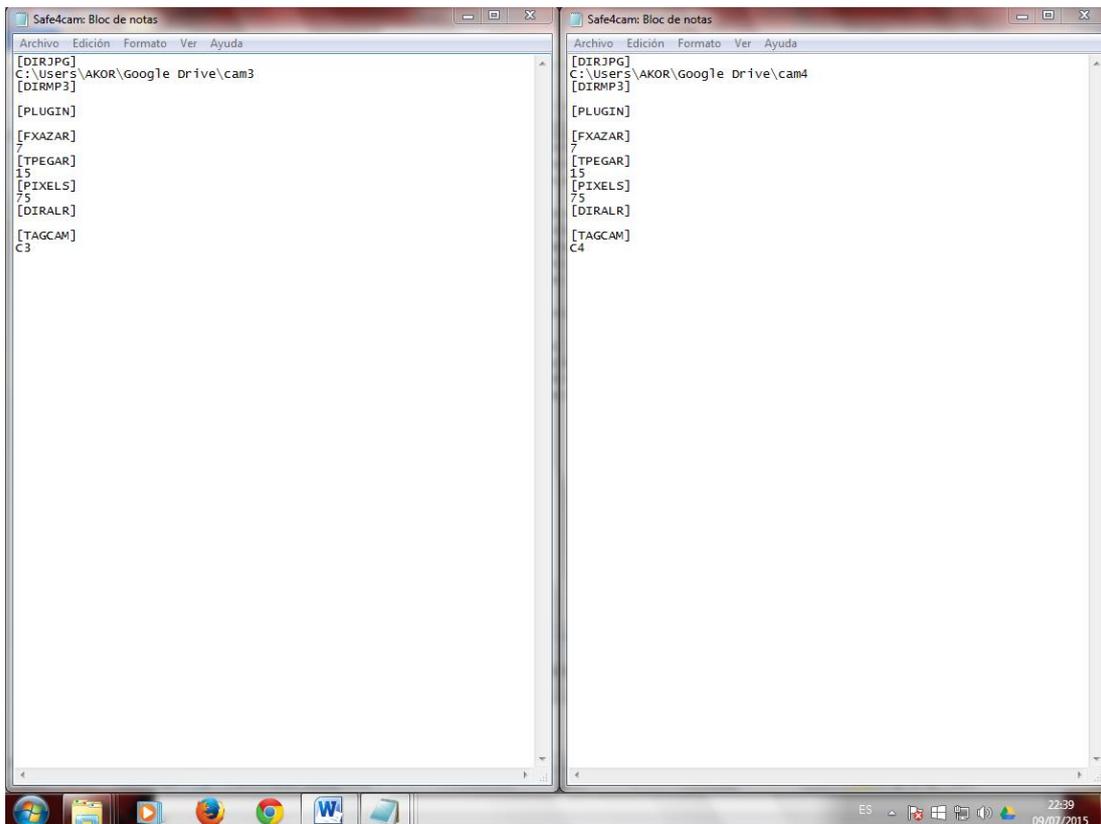
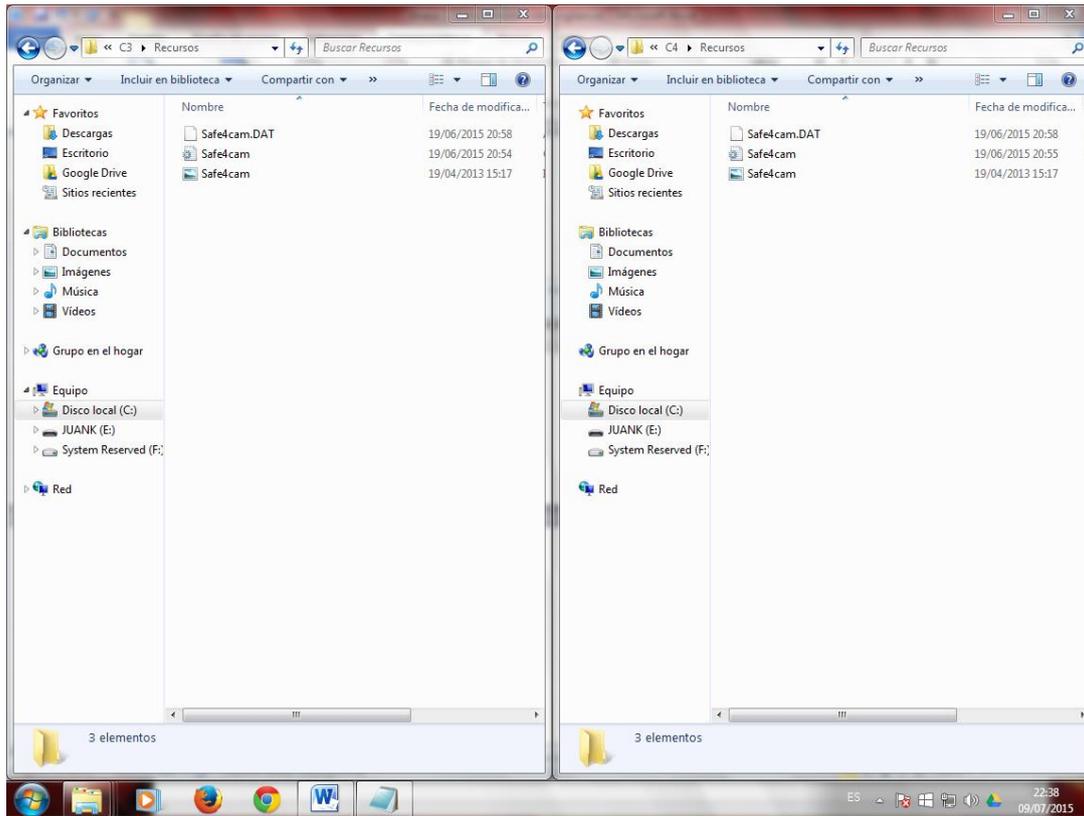
- Se accede a C2 que sería la cámara 2 y luego se ingresa en Recursos



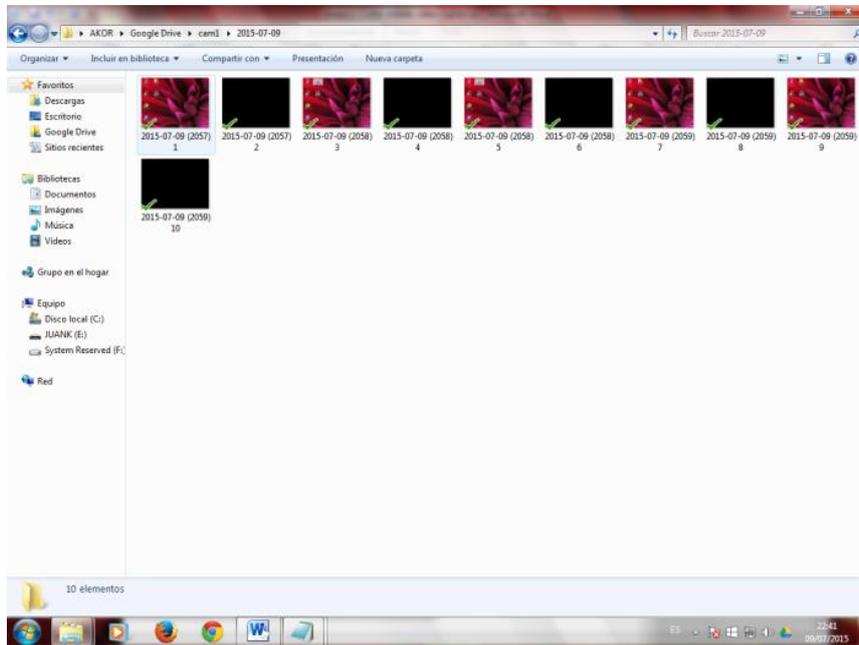


- Realizamos lo mismo en C3 que es cámara 3 C4 que es cámara 4.

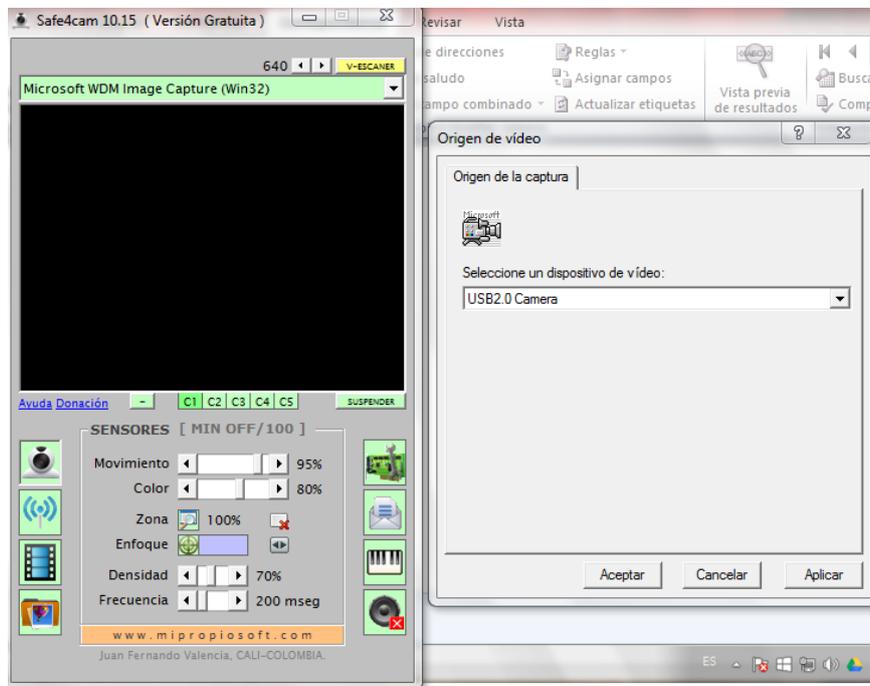




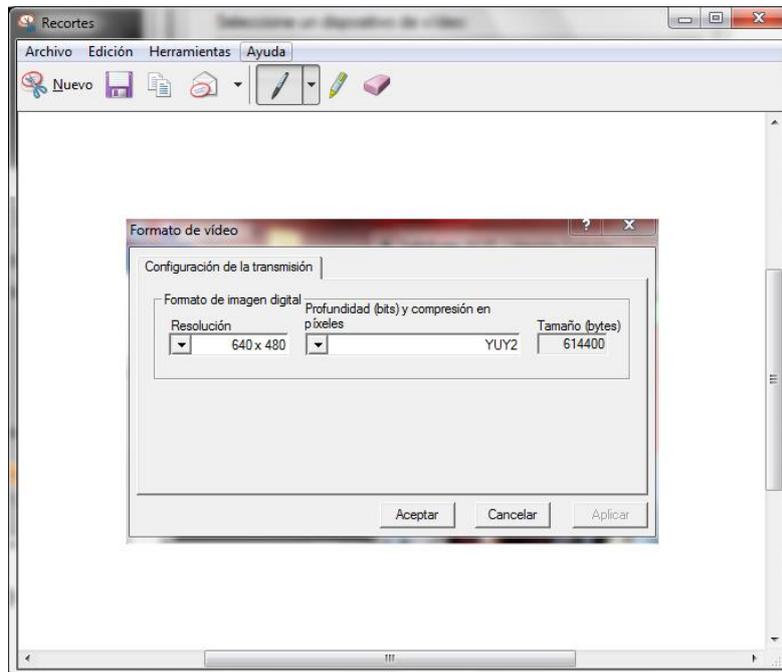
- De esta forma las imágenes se almacenaran en las carpetas



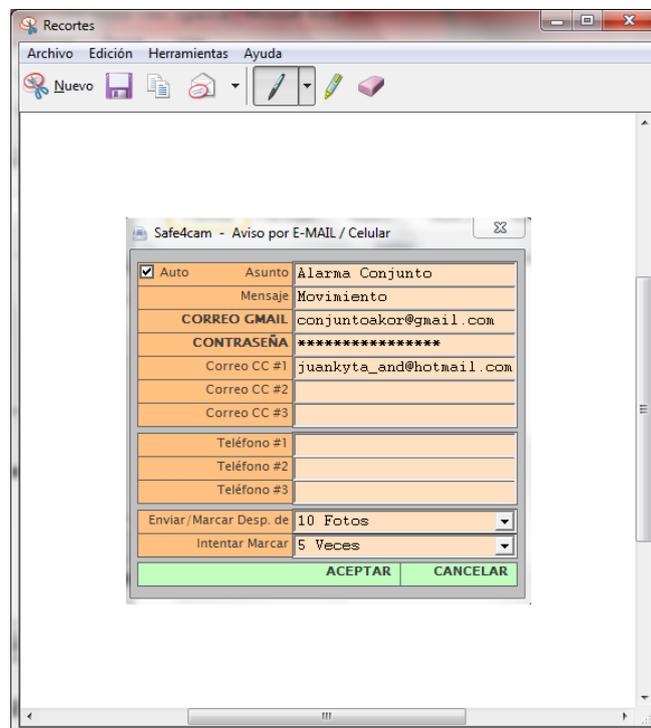
- Después de esto se configura la cámara en el programa, seleccionamos el origen de la captura de video.



- Se Configura el formato de Imagen digital



- Se configura el correo al cual se enviara las alarmas de movimiento y las copias de los correos a los que se requiere que se envíe.



- De esta forma se puede acceder a las imágenes que se captan y de igual manera se verifica en los correos a los que se configuró el envío y las copias.

