

**SISTEMA INALÁMBRICO DE INTERCOMUNICADOR Y VIDEOVIGILANCIA
PARA LOS LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA MEDELLÍN.**

ANDRÉS MAURICIO RODRÍGUEZ SALAZAR

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL MEDELLÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MEDELLÍN

2014

**SISTEMA INALÁMBRICO DE INTERCOMUNICADOR Y VIDEOVIGILANCIA
PARA LOS LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA MEDELLÍN.**

ANDRÉS MAURICIO RODRÍGUEZ SALAZAR

Proyecto presentado para optar al título de ingeniería electrónica

Asesor

Gustavo Meneses Benavides

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL MEDELLÍN

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MEDELLÍN

2014

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 18 de Mayo de 2014

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
MARCO TEÓRICO	8
ESTADO DEL ARTE	18
RESULTADOS	25
1. ENCENDIDO Y APAGADO DE LOS AIRES ACONDICIONADOS DE LOS LABORATORIOS, CONTROL DEL SERVOMOTOR ENCARGADO DEL MOVIMIENTO DE LA CÁMARA.....	25
1.1 TRANSMISIÓN INFRARROJA.....	25
1.2 DIRECCIONAMIENTO DE LA VIDEOCÁMARA.....	34
1.4 INTERFAZ DE VISUALIZACIÓN.....	36
1.4.1 Videocámara.....	40
2. INTERCOMUNICADOR INALAMBRICO	41
2.1 TRANSMISOR	41
2.2 RECEPTOR	47
3. DISEÑO DE LAS TARJETAS DEL PROTOTIPO.....	57
4. MANUAL DE USUARIO.....	60
5. UBICACIÓN DEL SISTEMA Y CARCASA DEL PROTOTIPO.....	68
6.CONCLUSIONES	73
REFERENCIAS	75

INTRODUCCIÓN

Un sistema de intercomunicador es un dispositivo que posibilita la comunicación entre subdivisiones dentro de un recinto, es decir, facilita la comunicación entre oficinas dentro de un edificio, cuartos dentro de una vivienda, habitaciones de un hotel con la recepción entre otros. Este sistema genera una comunicación electrónica de voz y datos, estos elementos pueden ser portátiles o fijos, desde este elemento permite que se adicionen más productos electrónicos como alarmas luces o motores.

Comúnmente los intercomunicadores se caracterizan por ser fijos y cableados, ubicados en lugares ideales para la comunicación permanente entre una o varios sectores.

Debido a la gran demanda en cuanto a la supervisión de bienes y servicios las cámaras de video se han convertido una de las principales formas de tener control permanente de un lugar en específico, puntualmente estos dispositivos lo que hacen es capturar imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas, técnicamente esto se conoce como transductor óptico.

Las comunicaciones inalámbricas han posibilitado que las personas, empresas y entidades mejoren o eliminen procesos tediosos que requieren de tiempo, en este tipo de comunicación los transmisores y receptores de la comunicación no están unidos por cables, es decir, no hay elementos físicos entre ellos que los unan, para poder genera la comunicación entre sí se hace necesario el uso de las ondas electromagnéticas, estas ondas son un campo magnético oscilante que se propaga a través del espacio transportando energía, aprovechando esta característica del medio se crean elementos electrónicos capaces de enviar información por medio de ondas electromagnéticas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los laboratorios y áreas tecnológicas de la sede de San Benito de la Universidad de San Buenaventura Medellín se generan inconvenientes relacionados con la seguridad e integridad de inventarios y dotación específica, en gran parte esto se debe a la imposibilidad de tener un monitoreo permanente de estos espacios puesto que, en algunos casos, están bajo la supervisión de un solo empleado por turno.

En el caso particular del bloque de Ingenierías, bloque E, un laboratorista se hace cargo de seis laboratorios distribuidos en dos pisos. Al indagar qué inconvenientes y necesidades se producen dentro de estas áreas se encontró que la comunicación se ve restringida al plano presencial entre los docentes y/o estudiantes con el laboratorista, adicionalmente algunas veces los docentes abandonan los espacios sin reportarlo, lo que le genera inconvenientes disciplinarios a los responsables del espacio, específicamente esto ocurre en los laboratorios de Geoinformática y de Procesos, se recalca que los equipos o materiales pueden ser alterados, averiados o sustraídos de su ubicación, concretamente se resaltan los siguiente inconvenientes:

- Pérdida de materiales como *protoboards*, integrados y discos duros.
- Ingreso de personal ajeno a la Universidad a los laboratorios como, por ejemplo, visitantes externos.
- Daños en los materiales de trabajo como el módulo de neumática, ubicado en el Laboratorio 3, del cual se retiraron partes móviles como resinas de protección.
- Daños en la silletería (sustracción de partes o avería de las mismas)
- Daños en equipos de cómputo (quemaduras con cautín, uso de lápices en las pantallas).
- Traslado indebido y sin autorización de elementos como osciloscopios, generadores, fuentes de voltaje, entre otros.
- Frecuente incumplimiento del reglamento de los laboratorios al ingresar alimentos y bebidas e ingerirlos dentro de ellos.

Estos inconvenientes son planteados por el Auxiliar de Tecnología Julián Morales Ramírez con quien se realizó una reunión con el fin de conocer puntualmente sus observaciones.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema inalámbrico de intercomunicador y videovigilancia, utilizando técnicas de radiofrecuencia para audio y video, para los laboratorios de electrónica de la Universidad san Buenaventura Medellín con el fin de mejorar la gestión y preservación de los recursos técnicos de estos espacios físicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar las tarjetas electrónicas para los intercomunicadores de frecuencia modulada, el control del aire acondicionado y la cámara de video.
- Desarrollar una interfaz de usuario para la gestión del sistema de intercomunicador y videovigilancia utilizando el software de instrumentación virtual Labview.
- Elaborar el manual técnico y de usuario del sistema.

MARCO TEÓRICO

Desde la invención del telégrafo se generó la necesidad de encontrar un método de comunicación con mayor fidelidad, en 1874 se patenta el teléfono convirtiéndose en el medio de comunicación por excelencia, en un principio la comunicación era restringida a que uno de los usuarios hablaba y el otro escuchaba, lo avances continuos de las comunicaciones permitieron que le teléfono fuera bidireccional, ahora los usuarios pueden hablar y escuchar simultáneamente.

Sistemas de intercomunicador

Un sistema de intercomunicador es un sistema independiente de comunicación electrónica destinado a un diálogo limitado o privado dentro de un recinto. Los Intercomunicadores pueden ser portátiles alámbricos o inalámbricos, generalmente son instalados de manera permanente en lugares estratégicos para la interacción de las personas que lo habitan o frecuentan, como negocios, edificios, hogares entre otros. Pueden incorporar conexiones con *walkie talkies*, teléfonos, celulares y otros sistemas de intercomunicación telefónica o de datos, a partir de la implementación de estos dispositivos se puede tener la capacidad adicional de activar o manipular a distancia dispositivos electrónicos o electromecánicos, como luces y cerraduras [1]. Un buen ejemplo gráfico se muestra en la figura 1.

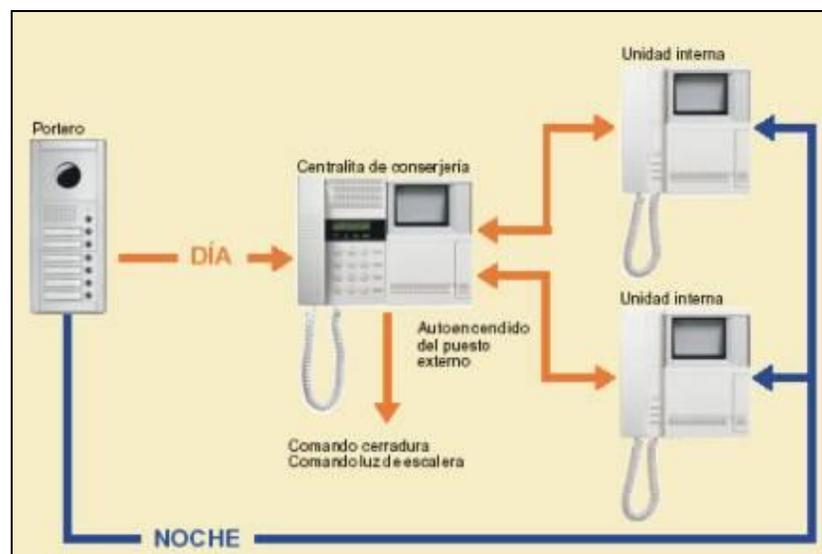


Figura 1. Sistema de intercomunicador básico [2].

En la imagen anterior podemos observar la funcionabilidad de un sistema de intercomunicador básico usado para una residencia con red al exterior de la vivienda, algunos sistemas son adaptados para comunicar entre zonas dentro de un mismo establecimiento como las habitaciones de un apartamento o las oficina de una empresa, el dispositivo que se desea desarrollar en nuestro proyecto es de este tipo, es decir no tiene salida hacia al exterior. En la gráfica podemos apreciar las diferencias en la forma como se establece la comunicación en el día y en la noche, en el día cuenta con una central que permite mayor interacción entre las partes y adicionalmente permite el control de elementos como el encendido de luces y cerraduras, en la noche solo se realiza la interacción entre las unidades básicas la interna con la externa.

La comunicación entre oficinas existió décadas antes de la aparición del intercomunicador, pero no fue sino hasta 1894 cuando Kellogg patentó el primer sistema de intercomunicación de teléfono. De allí en adelante se ha aprovechado su utilidad para mejorar la calidad de vida de las personas facilitando y agilizando muchos procesos cotidianos, las nuevas tecnologías han permitido sacar mejor provecho de estos dispositivos agregándole más capacidades y nuevas funciones [3] lo que por ende genera una mayor confiabilidad y rendimiento de los mismos.

Comunicaciones inalámbricas por modulación en frecuencia

La parte central del intercomunicador se basa en un módulo electrónico que utiliza un circuito integrado con capacidad de radiodifusión en frecuencia modulada (FM). Este módulo es digitalmente capaz de transmitir en la banda estándar del servicio de FM y los canales derecho e izquierdo están disponibles para la emisión en estéreo. [4]. La transmisión inalámbrica de audio y datos para el intercomunicador propuesto, se dará gracias a la tecnología de la modulación de frecuencia. En esta técnica la señal de banda base, que en este caso es el audio proveniente del laboratorio se traslada en el espectro de frecuencia de manera que ocupe una banda específica, por ende el receptor debe tener la capacidad de seleccionar esta banda y recuperar la información o señal enviadas sin ningún tipo de interferencia, el proceso mediante el cual se traslada en frecuencia la señal es llamado modulación y la señal ya trasladada se nombra como señal modulada [5].

Para modular una señal analógica, como por ejemplo una señal de audio, se debe variar la fase, la amplitud o la frecuencia. En nuestro caso, por cuestiones de

calidad del sonido, la técnica de modulación más acertada es la modulación en frecuencia, la cual hace parte de la modulación angular junto con la modulación en fase (PM). A diferencia de la modulación en amplitud (AM) en la modulación angular la portadora si lleva información, para recepcionar la señal es necesario hacer uso de un demodulador, pues este es el encargado de llevar de regreso a su banda base la información transmitida, los demoduladores poseen circuitos dependientes de la frecuencia que producen un voltaje de salida que es directamente proporcional a la frecuencia instantánea en su entrada. [6]

Las transmisiones en frecuencia modulada tienen la ventaja, sobre las modulaciones en amplitud, de que sus transmisiones no se alteran con perturbaciones como las atmosféricas, que afectan la amplitud de la señal pero no su frecuencia, otras de sus características son:

- Se transmite en un espectro más amplio que el del AM permitiendo la inserción de más sonidos e instrumentos pues la claridad del sonido es mayor.
- Transmite la onda sonora mediante variaciones en su frecuencia (velocidad), mientras que la amplitud permanece constante.
- Debido a que su canal de transmisión es más ancho, conserva las características originales de los sonidos y elimina las interferencias que pueden causar estática: tormentas eléctricas, ruidos ambientales o el funcionamiento de otras fuentes eléctricas o electrónicas.
- Se considera que es el sistema ideal para emisoras de carácter local por su gran fidelidad en la transmisión de la música y el lenguaje hablado. [7]

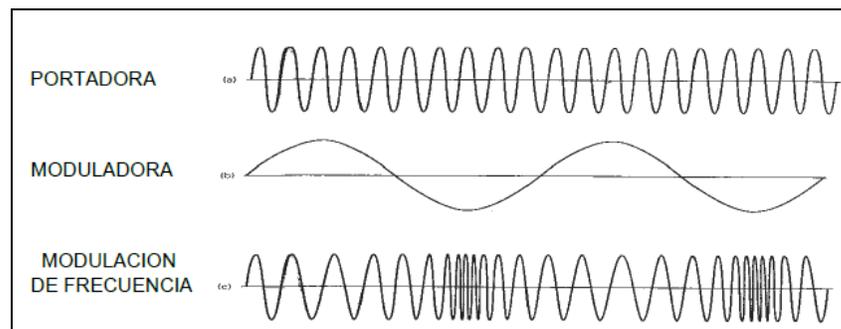


Figura 2. Modulación de frecuencia [6]

En la figura podemos observar el comportamiento de la modulación de frecuencia, la moduladora es la señal que contiene la información que se desea enviar, la portadora o *carrier* es la señal periódica encargada de "transportar" la información a transmitir, y cuya frecuencia es la frecuencia de transmisión deseada, así mismo, la unión de estas genera la modulación en frecuencia lo que quiere decir que transmite la información a partir de la variación de la frecuencia de la portadora. En otras palabras, la modulación por frecuencia (FM) es el proceso de codificar información, en una onda portadora mediante la variación de su frecuencia instantánea de acuerdo con la señal de entrada. [8]

Dispositivo lógico programable: Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado que contiene en su interior tres unidades funcionales indispensables en una computadora, la CPU, Memoria y Unidades de Entrada/Salida, esto quiere decir, que se trata de una micro computadora en un solo circuito integrado programable y se destina a realizar y controlar una sola tarea en específico con el programa que reside en su memoria. Las entradas y salidas permiten la conexión de sensores y actuadores del dispositivo a controlar [9]. Desde que inició en 1971 el uso de microcontrolador ha generado un gran avance en la producción y manipulación de diferentes materiales reduciendo costos y mejorando el aprovechamiento del espacio físico, son usados desde procesos simples hasta de gran envergadura como proyectos mineros y espaciales.

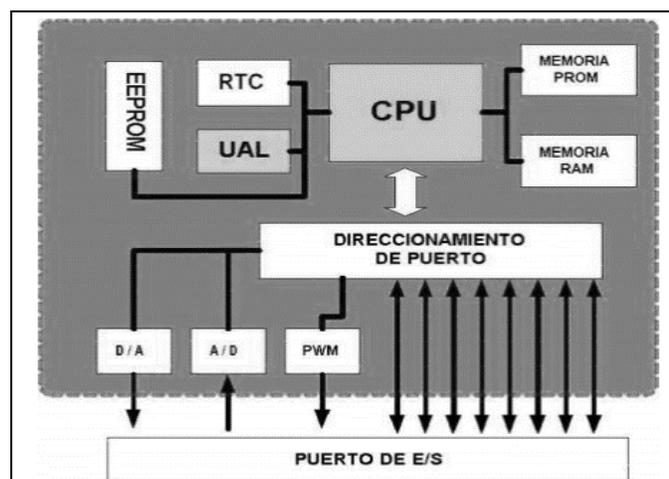


Figura 3. Diagrama de bloques de un microcontrolador [10].

Comúnmente un microcontrolador posee la configuración mostrada en la figura 3, un procesador o CPU (Unidad Central de Proceso), memoria RAM para contener los datos, memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM/EEPROM & FLASH, estas son las *memorias* programables borrables, líneas de entrada/salida para comunicarse con los dispositivos externos actuadores y sensores, diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertos Serie y Paralelo, A/D y D/A, etc.), generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema, entre otros. [10]

Para el proyecto se determinó el uso de microcontroladores del fabricante Microchip como el PIC16f268A y el PIC16f876A, adicionalmente se usa el Atmega328 de ATMEL, el cual se programa a través de la plataforma de desarrollo Arduino, de este modo se tiene la capacidad de direccionar los módulos de transmisión/recepción de FM (NS73M y SI4703). El microcontrolador Atmega328 posee 14 pines 6 de los cuales proporcionan PWM (*Pulse-Width Modulation*) modulación por ancho de pulso, además cuenta con comunicación serial necesaria a la hora de la comunicación con un servidor o computador, cada uno de los pines del micro puede usarse como entrada o salida, tiene 6 entradas analógicas, cada uno de los cuales proporciona 10 bits de resolución, es decir, 1.024 valores diferentes.

Transmisión inalámbrica de video

Las transmisiones de video actualmente generan uno de los campos más adecuados para la supervisión de diferentes espacios físicos debido a su gran aplicabilidad, portabilidad y eficiencia. Esta tecnología no es nueva pero ha tenido grandes avances, al unir tecnologías como el video y la transmisión inalámbrica se genera uno de los elementos de vigilancia con más demanda y con más eficiencia del mercado.

Hay diferentes modos de realizar la transmisión de video de manera inalámbrica, usando el espectro electromagnético, haciendo uso de las diferentes bandas de transmisión, también son muy conocidas las cámara IP la cuales hacen uso de la red de internet conectadas a un modem para transmitir la información.

Labview como interfaz de usuario

Labview es un software de National Instruments, empresa fundada en 1976 en Austin Texas, que es destinado para el uso en la informática industrial y científica, Labview es el acrónimo de *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*, inicialmente esta herramienta de programación gráfica estaba orientada para aplicaciones de control de equipos electrónicos usados en el desarrollo de sistemas de instrumentación virtual.

Este producto fue creado en lenguaje G es decir lenguaje gráfico, esto particularmente para crear aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Labview cuenta con numerosas herramientas de presentación, en gráficas, botones, indicadores y controles, los cuales son esquemáticos y de gran desenvoltura. Esta herramienta genera la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguaje, su gran flexibilidad permite comunicación por medio de varios protocolos rs232, Bluetooth, USB, entre otros, y permite la creación tanto de aplicaciones simples como complejas, programas de automatización que pueden cubrir decenas de miles de puntos de entradas/salidas [11][12].

Este software se divide principalmente en dos partes, una de ella es el panel frontal (*front panel*), el cual será el que verá el usuario final de donde manipulará la aplicación pues en ella se observan los controles de entrada (diales, botones, conmutadores, potenciómetros deslizantes entre otros) y de salida (*displays leds*, etc.), se observan también los cuadros de diálogos y demás elementos que se ingresen previamente por el programador, ver figura 4.

La otra parte es llamada diagrama de bloques (*block diagram*) este es el código fuente que define el comportamiento del VI (*Virtual Instrument*), este es un código gráfico que genera las actividades vistas por el usuario en el panel frontal. Ver figura 5.

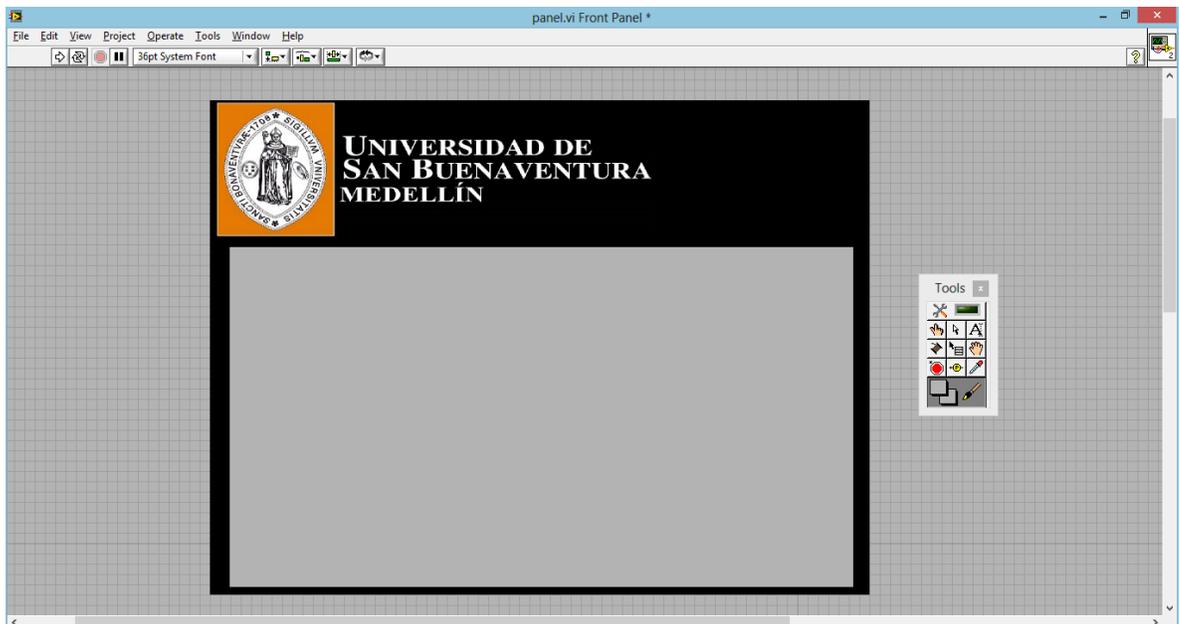


Figura 4. Panel frontal del VI.

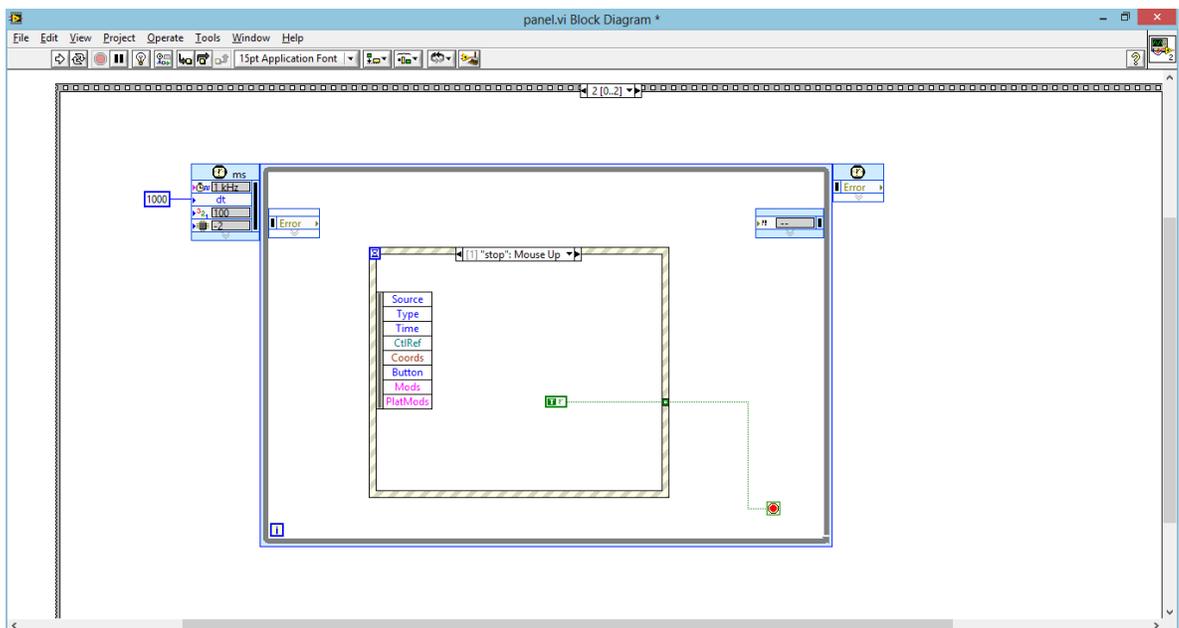


Figura 5. Panel del diagrama de bloques

Labview ofrece la posibilidad de agregar video dentro de su interfaz, las librerías *Motion and Vision* facilitan la inserción del video pero son librerías que se adquieren bajo pago, aproximadamente dos millones de pesos, usualmente

National Instruments brinda a los usuarios versiones gratis que por obvias razones no poseen todas las características de la librería, inicialmente se intentó hacer uso de la versión gratuita y generar un ejecutable para la aplicación en los laboratorios, pero al analizar su efectividad se determinó que no era posible modificarlo si en algún momento se necesitara y además solo es posible descargar la versión para Labview 2013, una versión mucho más actual que la versión usada dentro de la universidad al momento de realizar este trabajo (Labview 6, año 2000), por lo que se optó por descartar esta alternativa.

Transmisión de datos a través de la señal FM

Para la transmisión de datos necesaria para los dispositivos adicionales como el display podemos hacer uso de dos formas de transmisión. La primera forma tiene que ver con la capacidad que tienen los módulos de frecuencia modulada de enviar datos por medio del RDS (*Radio Data System*), es una técnica que permite enviar datos inaudibles por medio de la modulación en frecuencia, uno de sus usos más comunes es enviar información de las emisoras radiales, como por ejemplo el nombre de la canción, el artista, el nombre del programa radial entre otros.

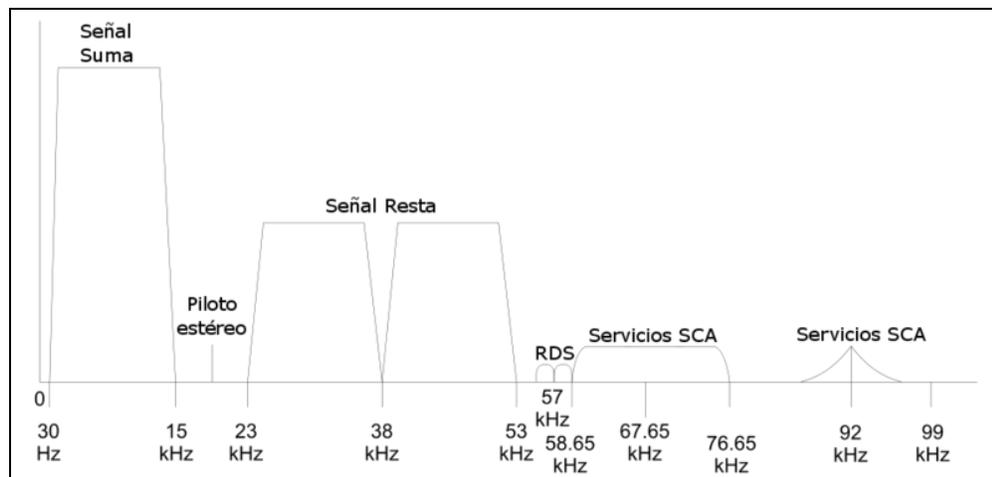


Figura 6. Esquema del espectro de la señal MPX [13].

El RDS hace parte de la señal estéreo multiplex, esta es la señal multiplexada que quedo como estándar para el FM.

Los datos que se envían junto con la señal FM multiplex se ubican en una pequeña porción de los 75KHz de ancho de banda total asignados para este estándar de comunicación.

También existe el sistema Dual-Tone Multi-Frequency o DTMF, el cual traduce Tonos Duales Multifrecuencia, lo que nos permite este sistema es enviar datos por medio de tonos que manejan frecuencias diferentes. Es decir, en un teclado DTMF o en un teléfono cada tecla (número, tecla, etc.) posee dos frecuencias determinadas uno por columna y otro por fila, como se muestra en la figura 7, estos tonos están dentro del rango de la voz, es decir entre 300 Hz y 3 kHz, los tonos para cada dígito o número contienen una suma de dos señales sinusoidales que se dividen en alta y baja frecuencia. [14]

Frecuencia del grupo bajo

Frecuencia del grupo alto	Hz	697	770	852	941
	1209	1	4	7	*
	1336	2	5	8	0
	1477	3	6	9	#
	1633	A	B	C	D

Figura 7. Matriz de frecuencias de un teclado DTMF [14]

Sensores infrarrojos

La luz es una onda transversal ya que se propaga de forma perpendicular al plano formado por los campos eléctrico y magnético, la luz es una onda electromagnética que se desplaza a una velocidad de 300 mil kilómetros por segundo aproximadamente [15]

Las ondas infrarrojas son direccionales, y no pueden atravesar objetos sólidos. El hecho de que las ondas infrarrojas no atraviesen los sólidos es una ventaja. Esto permite que las ondas no interfieran en sistemas similares en un sitio cercano. Por esta razón es mucho más seguro, casi no hay interferencias y los rangos de frecuencia o canales no necesitan ser administrados por un poder central. Todo lo anterior los hace ideales para el libre uso en sitios reducidos, por ejemplo para

controles remotos, comunicaciones de dispositivo a dispositivo como agendas digitales (PDAs), celulares, cámaras digitales, etc. Además la propiedad de no poder atravesar objetos los hace ideales para implementar sistemas que requieran alta privacidad, razón por la cual que son candidatos principales para la implementación de redes LAN inalámbricas.

Para una amplia gama de aplicaciones se utilizan señales ópticas que reducen el campo visual con el agregado de un valor predeterminado de temperatura de conmutación. El sensor infrarrojo requiere de una comunicación lineal entre transmisor y receptor, lo que hace impredecible la línea de vista para su efectiva transmisión por lo tanto siempre será uno a uno, dejando de lado las configuraciones punto multipunto.

La velocidad de transmisión de datos, un archivo de datos de aproximadamente unos 4Mb, puede tardar de 15 a 20 minutos pasándola por infrarrojo, pero se tienen limitaciones, como el ángulo y distancia, tienen que estar muy cerca y casi de frente para poder que transfiera datos. [16]

Estándar	Codificación	Frecuencia de Sub-portadora	Velocidad de Tx y forma de trama
REC80	Usa modulación de ancho de pulso. Cada bit que es transmitido es codificado por un nivel alto de duración T seguido por un nivel bajo de duración 2T, representando un 0 lógico o 3T para representar un 1 lógico, existen sin embargo al menos tres variantes de este esquema. Nótese que el 1 lógico toma más tiempo para ser transmitido que el 0 lógico.	30 - 40 Khz Duty Cycle 50%	Max 1 Kbps Tramas de 12,16,20, 48 o más bits. Una trama lleva un comando.
RC5	Tiene una duración uniforme de todos los bits en su protocolo de capa física. Una transición en la mitad de intervalo asignado a cada bit, codifica el valor lógico. Un 0 lógico es codificado por una transición de alta a baja (flanco negativo) y el 1 lógico es codificado por una transición de baja a alta (flanco positivo)	36 - 38 Khz Duty Cycle 50%	Max 1 Kbps Tramas de 14 o 13 bits Una trama lleva un comando.
IrDA	Los datos transmitidos son codificados por un esquema 16-PSM (Pulse Sequence Modulation), con duración uniforme de bits.	1.5 Mhz Duty Cycle 50%	75 Kbps Tramas complejas, varias tramas forman un comando.

Figura 8. Estándares más usados para la transmisión infrarroja [16]

ESTADO DEL ARTE.

El intercomunicador ha sido una derivación del teléfono usado para comunicar divisiones dentro de un mismo espacio como los apartamentos dentro de un edificio, para apoyar la investigación y buen crecimiento del proyecto se hace uso de las herramientas ya existentes usadas por otros ingenieros o tecnólogos como el intercomunicador por fibra óptica planteado por Ricardo Duchowicz y Sergio Noriega en Buenos Aires Argentina, en el 2005.

El intercomunicador por fibra óptica está compuesto por dos bloques funcionales, idénticos, interconectados entre sí a través de dos cables de fibra óptica, Cada uno de estos bloques está formado por tres módulos:

- Fuente de alimentación y circuitos de audio de entrada y salida.
- Transmisor analógico de fibra óptica.
- Receptor analógico de fibra óptica. [17]

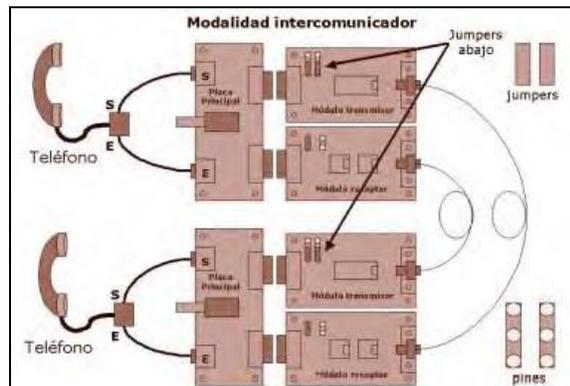


Figura 9. Modelo del intercomunicador. [17]

En la figura podemos observar que el intercomunicador es un prototipo o ayuda didáctica para los estudiantes Argentinos, se hace uso de varios elementos electrónicos básicos lo que da la oportunidad de mejorar los conocimientos del uso y aplicación de cada componente, ahora hay grande diferencias pues este es un intercomunicador alámbrico por medio de fibra óptica, debido a que el prototipo propuesto para el proyecto es inalámbrico la información primordial que se obtiene de este proyecto argentino es en cuanto al mecanismo y funcionamiento del intercomunicador.

El principal recurso de este material es la implementación de la fibra óptica pues genera una gran ventaja en cuanto a la fiabilidad de la comunicación y a un mayor ancho de banda, debido a que la comunicación del prototipo va a ser por radiofrecuencia el principal problema a resolver sería cómo generar la comunicación por medio del espectro electromagnético.

En la busca de información se obtuvo grandes hallazgos generalmente proyectos universitarios y elementos ya comercializados en la industria, la transmisión por radiofrecuencia es primordial en el proyecto para lograr la emisión y recepción de las señales, José Eliseo Giraldo Zuluaga realizó como proyecto de grado para su carrera una emisora portátil de FM, en el año 2001 en la universidad del valle, su planteamiento fue generar una emisora portátil de FM estéreo de baja potencia, con portadora programable en la banda comercial de FM, dotada de un microcontrolador y una interfaz gráfica, para monitorear y controlar desde una computadora [18], este proyecto genera gran cantidad de datos valorables debido a que la transmisión es por radiofrecuencia y hace uso de la modulación de frecuencia y además crea una interfaz de usuario en Labview para manipular el encendido del elemento, escogencia de voltaje, corriente y frecuencia. Una parte muy esencial es la escogencia de la frecuencia de trabajo por la cual se transmitirá la información pues debe ser una donde no se genere interferencia además que se deben seguir las normas que rigen este medio.

Phonak es una empresa suiza que comercializa un elemento llamado Dynamic FM el cual permite mejorar la audición de las personas en ambientes ruidosos la descripción encontrada en su página oficial es: Dynamic FM es la plataforma de nueva generación de FM de Phonak. Creado por Phonak utilizando novedosos algoritmos y software de última generación, Dynamic FM ofrece una familia de características exclusivas que trabajan juntas para asegurar una calidad de sonido excelente y una gran facilidad de manejo; le ayuda a oír mejor y de forma más sencilla que antes en situaciones ruidosas. [19], básicamente se hace el enfoque en el elemento comercializado para la ayuda auditiva de los niños en las aulas de clase, llamado *Dynamic FM junior*, este es más acertado para el proyecto debido a que las aulas de clase son muy similares estructuralmente a las de los laboratorios universitarios. Estos elementos nos permiten abrir más el espectro de trabajo permitiendo observar que la comunicación por FM es confiable y de uso común.

En el 2008 en la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga Miguel Ángel Suarez Sierra realizó para su proyecto de grado un transmisor y receptor

inalámbrico para instrumentos musicales, el trabajo se centra en el diseño de transmisores análogos de FM que envían la información en este caso voz y música de manera inalámbrica utilizando modulación en frecuencia. Estas señales serán enviadas de manera simultánea hacia un receptor capaz de recibir, mezclar y amplificar las señales para ser conectadas a un amplificador de audio o parlante. Los transmisores poseen un alcance de 60 m, alimentados con baterías, la frecuencia de la portadora es ajustable entre 72 y 80 MHz. [20]. Este proyecto nutre de mucha información y genera más adaptabilidad de los elementos de transmisión aunque no sean los mismos módulos de transmisión su comportamiento es muy similar y los elementos que se adicionan en los circuitos ayudan como para el caso de la amplificación de la señal auditiva para poderla percibir cuando sale a través de un parlante.

El profesor investigador Felipe de Jesús Rivera López publicó en la Universidad Tecnológica de la Mixteca un artículo llamado “Transmisor de audio y video para un enlace optoelectrónico”, Se propone el diseño y construcción de un transmisor de dos señales de información: audio que modula una portadora en frecuencia y una señal de video en banda base. Las señales de información están multicanalizadas por división de frecuencia. Este transmisor es útil para modular la luz de una fuente optoelectrónica e inyectar la información luminosa a una fibra óptica para transmitirla a varios usuarios [21].

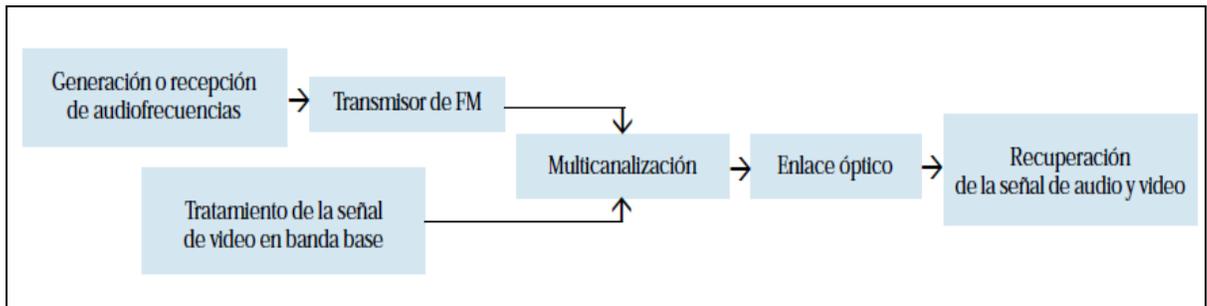


Figura 10. Planteamiento del transmisor de audio y video [21]

En la figura podemos observar de manera gráfica y clara el proceder del investigador para lograr su fin esperado, este artículo guía la forma en la que se puede realizar la transmisión de audio y video siendo más importante y por ende de mayor complejidad la de video, relaciona el uso e implementación de transductores, pre-amplificadores, filtros y demás circuitos necesarios para la transmisión de la señal.

Para la implementación del software Labview se basó la búsqueda información en cuanto a la visualización de video, el proyecto “Sistema de seguridad para un laboratorio” realizado por Guillermo Xavier Calvopiña Martínez, Víctor Manuel Asanza Armijos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación de la Escuela Superior Politécnica de Litoral en Guayaquil, Ecuador, este sistema tiene como fin permitir tener un sistema de seguridad que aplica exclusivamente visión computarizada y se comunica vía ETHERNET. Para este fin se ha empleado el paquete *IMAQ Vision* del software Labview 8.5 que nos permite adquirir imágenes de las credenciales para extraer así el número de matrícula de la persona a ser validada. Para ello es necesario utilizar una imagen patrón o plantilla que nos ayudará a buscar el área de interés, en nuestro caso el código de barras [22]. Con ello tener un control del espacio de trabajo de los estudiantes o maestros, este es uno de los objetivos planteados por el proyecto para los laboratorios de la Universidad San Buenaventura, Labview es un software amplio que permite infinidad de facilidades para la generación de los planteamientos, la interfaz para la manipulación de la videocámara y para la visualización de las imágenes conlleva una extensa aplicación e investigación, este proyecto abre la puerta a ellos pues propone una forma de usar la herramientas del software, sin demeritar que su objetivo principal no es similar pero si es equivalente a lo que se espera obtener.

En la Facultad de Ingenierías Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional se planteó el proyecto del desarrollo de algoritmos de reconocimiento de placas de vehículos, esta propuesta da recursos en la aplicabilidad de Labview pues la propuesta se basa en este software conectado a una cámara IP, su objetivo es desarrollar un algoritmo confiable para el reconocimiento de placas vehiculares en la entrada a un parqueadero mediante el procesamiento digital de imágenes, esto es posible luego del que el software localiza la placa dentro de la imagen del vehículo, el reconoce los caracteres y números que se encuentran dentro de ella, para ello se usa la estrategia denominada búsqueda de patrones en este caso el patrón es buscar la palabra Ecuador impresa en todas las placas del país, todo estos caracteres son enviados a una base de datos formada por todas las placas de los vehículos que ingresan al parqueadero para compararlos y de esta manera determinar el ingreso o la negación del mismo [23].

La comunicación inalámbrica se puede generar con varias tecnologías, todas ellas hacen uso del espectro electromagnético, varios integrantes de departamentos tecnológicos en ciudades de Nigeria propusieron un proyecto nombrado “*Remote Control of Electrical Appliances Using GSM Networks*” que al español traduce control remoto de electrodomésticos usando las redes GSM, su objetivo es presentar un sistema global para el sistema basado Telecomunicaciones Móviles (GSM) de la red que puede ser utilizado para enviar de forma remota corrientes de datos de 8 bits para el control de los aparatos eléctricos. Por otra parte, este trabajo utiliza la función *Dual Tone Multi-Frequency* (DTMF) del teléfono, y construye un circuito microcontrolador basado para aparatos controlan para demostrar la comunicación inalámbrica de datos. Este material promueve la aplicación de tecnologías como el DTMF que será parte esencial del intercomunicador para el envío de datos, aunque la técnica para enviar la información es diferente pues es realizada por medio de redes de telefonía celular, la esencia de la transición inalámbrica es similar, por ende las prácticas y recomendaciones aquí descritas son de gran apoyo técnico [24].

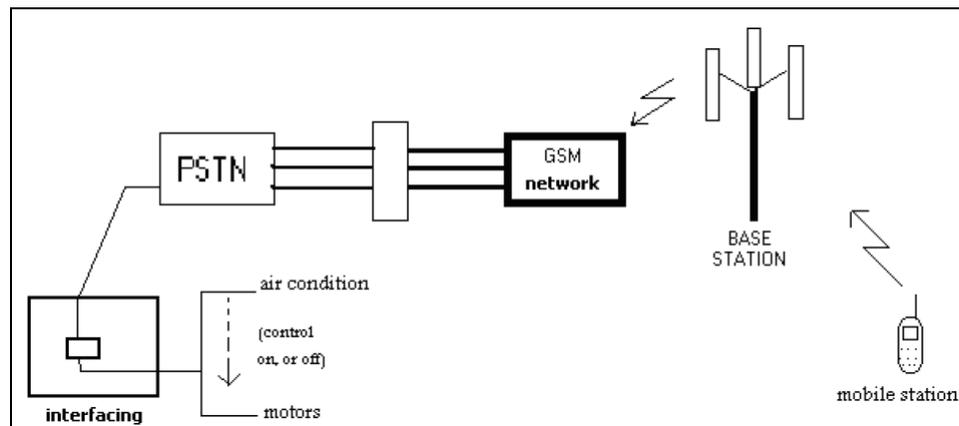


Figura 11. Diagrama de bloque del sistema de control remoto de electrodomésticos [24].

Teniendo la capacidad de enviar información a través de la red podrían darse ordenes por medio de teléfono celular hacia un o varios aparatos electrónicos de uso doméstico, en la figura 11 se puede apreciar cómo se haría la transición desde que se envía la información hasta la llegada de la misma.

Una propuesta que hace uso de la misma tecnología de transmisión inalámbrica y del mismo lenguaje de programación es la de ayudar a las personas con

deficiencias auditivas a lograr captar sonidos de elementos esenciales dentro del hogar, el objetivo planteado por los integrantes de este proyecto es generar el transmisor y el receptor del sistema audiencia remoto (RHTR), es un conjunto de dispositivos diseñados para alertar a las personas sordas y con problemas de audición. La pérdida de audición presenta muchos desafíos cotidianos de comunicación básica para llevar a cabo tareas diarias. El sistema RHTR está diseñado para ayudar a las personas sordas y HOH ser alertados de las alarmas dentro del hogar, como un timbre, la lavadora, o una llamada telefónica. Nuestro sistema permitirá que el usuario sea móvil alrededor de la casa y pueda ser alertado al mismo tiempo. El dispositivo de transmisión será un dispositivo pequeño y compacto que puede colocarse al lado de una lavadora, teléfono o de un bebé. El usuario tendrá que grabar un sonido en el sistema que sea capaz de distinguir si el sonido se escucha a través de la tecnología correspondiente. Seguidamente se va enviar un mensaje por radiofrecuencia al dispositivo receptor. El dispositivo receptor será pequeño y capaz de ser llevado o usado por el usuario. El receptor le avisará al usuario de que una alarma de hogar ha sucedido. Este sistema mejorará la capacidad del usuario para realizar las tareas del hogar, alertando de manera más eficiente que la tecnología actual disponible [25].

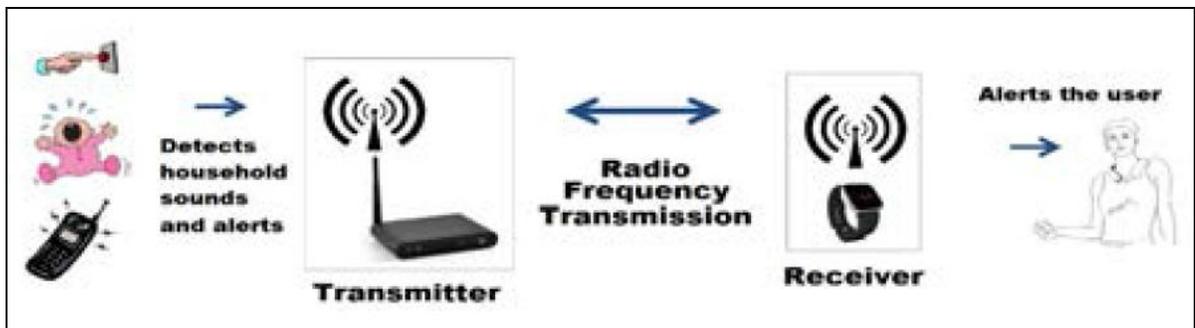


Figura 12. Diagrama conceptual del transmisor y receptor para personas con dificultades auditivas [25].

Básicamente la idea es hacer audible un sonido básico e importante dentro del hogar cambiando dicho sonido por uno perceptible por la persona con problemas auditivos, este sonido se enviara a través de radiofrecuencia a un dispositivo llevado por a persona, para este proyecto hacen uso de Arduino y los módulos de radiofrecuencia de Sparkfun siendo así un sistema muy similar al propuesto con el intercomunicador pero con fines totalmente diferentes, la comunicación seria en una sola dirección pero se puede hacer uso de la propuesta para generar la comunicación en ambas direcciones.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata publicó un proyecto de grado donde el objetivo de este era realizar un prototipo de un sistema de telemetría basado en rayos infrarrojos que acoplado a sensores en forma de aguja o lanceta, permita medir diferentes parámetros fisiológicos. El sistema puede monitorear un máximo de 5 sondas remotas, cada una de las cuales es capaz de manejar hasta 15 parámetros diferentes entregados por los sensores correspondientes. Para la recolección de los datos se utiliza multiplexación por división del tiempo. El enlace físico se realiza mediante una transmisión óptica bidireccional con luz infrarroja directa entre la unidad encargada de realizar el monitoreo y las unidades remotas, dicha transmisión debe tener un consumo reducido debido a que el sistema operará con baterías. Para detectar y corregir posibles errores en los datos durante la comunicación se implementó un módulo que realiza la codificación Hamming. El prototipo del sistema de codificación y decodificación fue realizado con Dispositivos Programables de ALTERA. Para la comunicación infrarroja se utilizaron dispositivos comerciales, lográndose una distancia de transmisión promedio de 2 metros, manteniendo el consumo de corriente de la unidad transmisora infrarroja por debajo de los 500uA [26].

Este proyecto fue realizado en Argentina por los ingenieros Leonardo J. Arnone, Claudio M. González, Carlos A. Gayoso, Antoni Ivorra y David Marín.

RESULTADOS

Se presentan en esta sección los resultados obtenidos en las diferentes fases del proyecto en aras de cumplir con los objetivos planteados.

1. ENCENDIDO Y APAGADO DE LOS AIRES ACONDICIONADOS DE LOS LABORATORIOS, SERVOMOTOR ENCARGADO DEL MOVIMIENTO DE LA VIDEOCÁMARA.

Dentro de los laboratorios de electrónica del edificio del bloque E se encuentran dos aires acondicionados usados para el control de la temperatura, solo en uno de ellos hay tres debido al tamaño del laboratorio, para lograr el encendido y apagado del aire acondicionado fue necesario utilizar un microntrador el cual envía la señal por medio de dos leds emisores infrarrojos, el monitoreo de los espacios se realiza mediante una videocámara inalámbrica la cual está conectada a una interfaz gráfica amable con el usuario realizada en Labview. La cámara requiere tener movimiento para cubrir todo el área de visión por lo que se acondicionó un servomotor capaz de desplazar la cámara hacia la derecha o izquierda según se requiera.

1.1 TRANSMISIÓN INFRARROJA

Comúnmente los elementos comunicados por medio de señales infrarrojas siguen ciertos protocolos como el SIRC, NEC y RC-5, normalmente cada fabricante crea un protocolo para sus elementos infrarrojos, la señal infrarroja nos permite enviar datos de manera inalámbrica por medio de código binario, esta señal en de corto alcance, el receptor y el trasmisor deben estar en línea de vista, es decir las ondas infrarrojas no pueden atravesar sólidos lo que para algunos puede ser una desventaja pero al contrario esto asegura que este sistema no interfiera con ningún otro que se encuentre cerca.

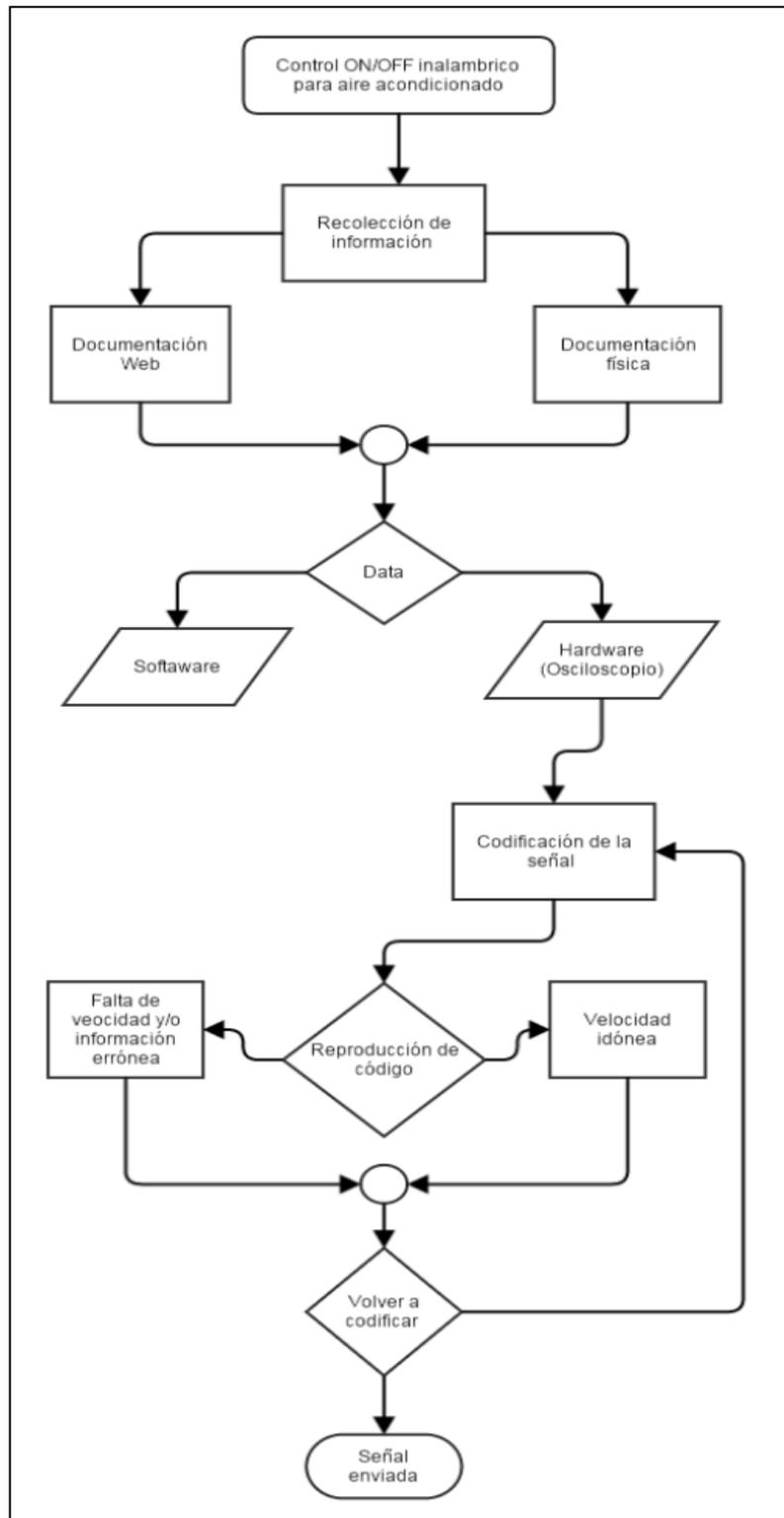


Figura 13. Flujograma del proceso de la señal infrarroja.

El funcionamiento de los elementos infrarrojos es necesario la decodificación digital de la señal para obtener la información, esta señal debe ser montada sobre una portadora para poder ser enviada digitalmente, lo que implica capturar la señal original y obtener todos los datos relevantes (periodo, frecuencia y amplitud).

Los aires acondicionados TRANE no usan un protocolo conocido, normalmente un protocolo consta de 32 bits, la señal seria de 16 bits pero se repite para tener mayor fiabilidad de la información, en el caso de la señal infrarroja emitida por el control remoto original de estos aires acondicionados la señal es de 64 bits enviada en 126 milisegundos aproximadamente, dicha señal se obtuvo por medio de un osciloscopio haciendo uso de la función single la cual permite la captura de la señal al aparecer en el espectro. Debido a la longitud y rapidez de la señal fue necesario el uso de varios elementos de medición como osciloscopios y softwares de simulación. Uno de los simuladores fue el *IR Protocol Analyzer* el cual tiene la capacidad de identificar el protocolo usado por la señal, este hace uso de la tarjeta de sonido del computador para simular un osciloscopio, la señal obtenida fue la siguiente:

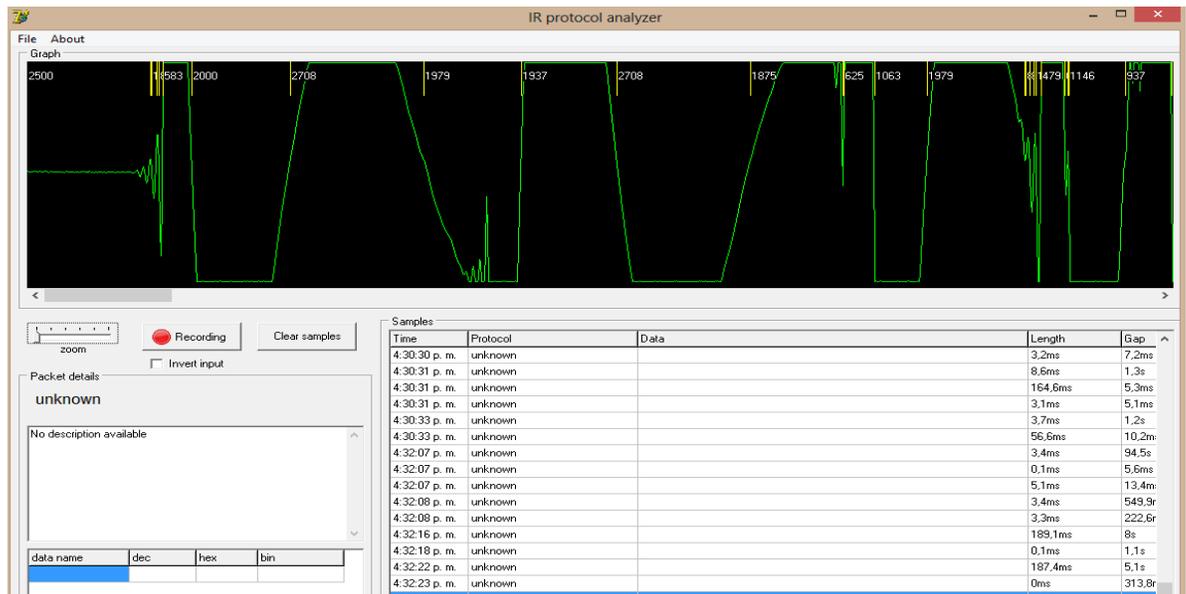


Figura 14. Captura de pantalla del software IR Protocol Analyzer.

Podemos observar que el software no logró reconocer el protocolo de la señal y tampoco reconoció la señal gráficamente, esta prueba se realizó en repetidas oportunidades, también se hicieron pruebas con GoldWave (simulador de señales IR) sin obtener resultados satisfactorios.

Se realizaron varias pruebas en los osciloscopios Hewlett Packard y se pensó que la señal era la correcta pues era se percibía claramente la señal, al programar esta señal no se consiguió ninguna repuesta del aire acondicionado por lo que se probó nuevamente y se identificó que la prueba tenia pequeñas variaciones que reducían en gran porcentaje la confiabilidad de este osciloscopio.

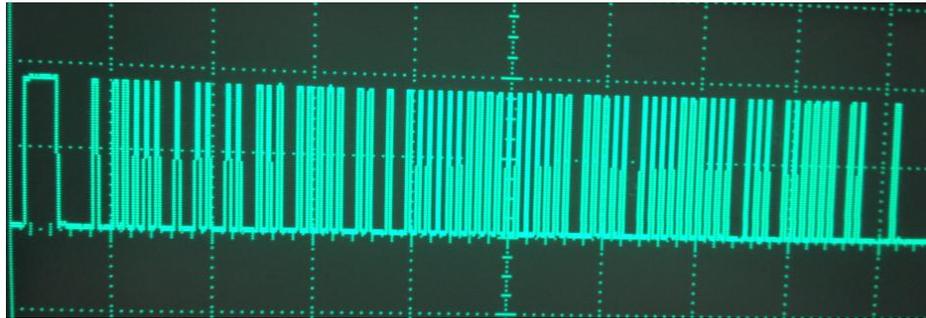


Figura 15. Señal de encendido obtenida por el osciloscopio HP

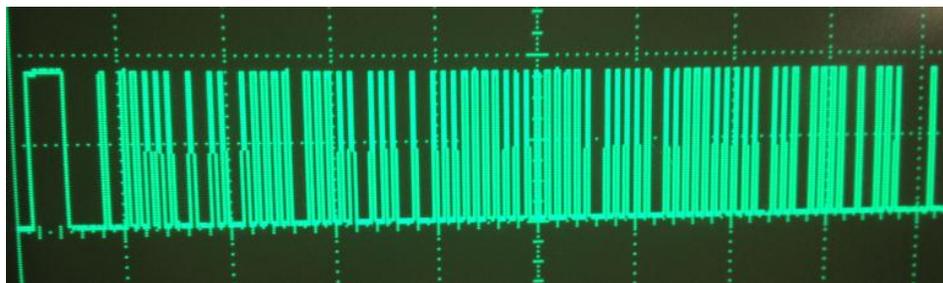


Figura 16. Señal de apagado obtenida por el osciloscopio HP

Finalmente se hicieron pruebas en los osciloscopios más modernos de los laboratorios, los OWON, permitían obtener la imagen por medio de la opción *single* y además tienen la opción de guardarla directamente en una memoria USB, luego de comprobar que siempre capturaban la misma señal se obtuvieron resultados que se enseñan a continuación:

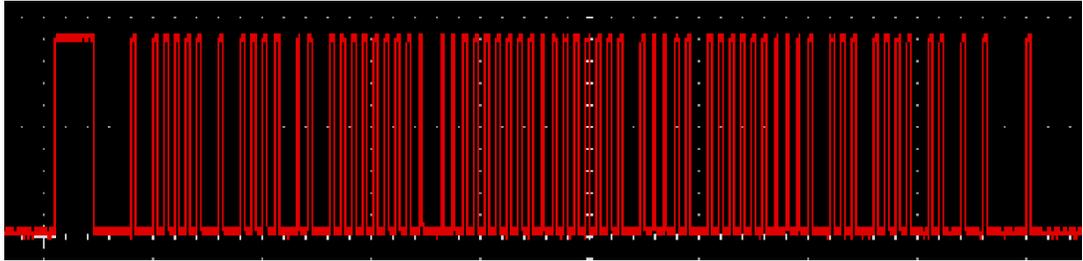


Figura 17. Señal del encendido del aire acondicionado.

Al observar la gráfica podemos determinar el código binario usado por los fabricantes, se determina el comportamiento de la señal desde su bit de inicio hasta su bit de finalización, la construcción del código binario y de los tiempos de cada bit se determinó de la siguiente manera:

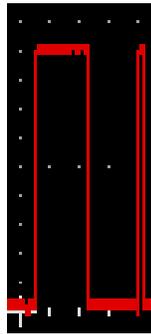


Figura 18. Bit de inicio

Este bit cuenta con una duración en alto de 6.8 milisegundos y en bajo de 7.2 milisegundos, todo protocolo de transmisión infrarroja cuneta con un bit de inicio y uno de fin los cuales se identifican por ser de mayor duración que los demás.

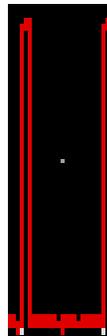


Figura 19. Bit final.

Este cuenta con una duración en alto de 0.6 milisegundos y una duración en bajo de 7.2 milisegundos, con este bit se cierra la transmisión de la información de la señal infrarroja.

Como se puede observar en la figura 16 donde se encuentra la señal completa, toda la información se envía en dos tipos de señales las cuales se identifican una de otra con bajos más largos, estas señales son las que se les otorga el binario 0 y 1, donde las del bajo más largo son los unos y los de bajos cortos son los ceros, así mismo cada una de ellas posee tiempos específicos dentro de la señal, los ceros en alto tardan 0.6 milisegundos y en bajo 1.4 milisegundos y los unos tardan 0.6 milisegundos en alto y en bajo 3.4 milisegundos.

Toda señal debe ingresar por medio de una portadora por lo que se debe realizar una descomposición de cada uno de los bits de la señal, esto se realiza teniendo en cuenta la frecuencia en la que trabaja la señal, esta señal trabaja a 38 Khz por lo que el periodo es de 26.3 microsegundos, sabiendo esto podemos determinar cuántos pulsos tiene cada bit.

Para ilustrar mejor lo anterior tenemos

Tiempo en alto del bit sobre el periodo de la señal, esto nos dará el total de pulsos dentro de cada bit.

$$\frac{0.6ms}{26.3\mu s} = 23$$

Lo que implica que para generar un uno debemos crear 23 pulsos para generar el tiempo en alto igualmente es necesario el cálculo para los demás bits, el bit final, el del cero y el del uno poseen el mismo comportamiento en alto por lo que solo se debe modificar la pausa para el tiempo en bajo se cada uno, el bit de inicio se calcula de la misma manera.

$$\frac{6.8ms}{26.3\mu s} = 260$$

Como el periodo de la seña es de 26.3 microsegundos los pulsos deben cumplir con esta condición por lo que deben estar en alto por aproximadamente 13 microsegundos al igual que en bajo.

De esta manera también se hace el desarrollo de la señal de apagado que se muestra a continuación:

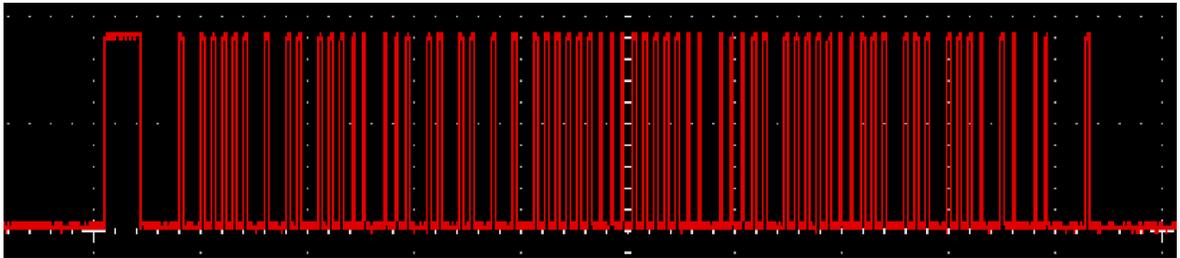


Figura 20. Señal de apagado del aire acondicionado.

Cabe anotar que las señales para encender y apagar el dispositivo son diferentes, los códigos binarios de ambos se encuentran en las siguientes tablas.

Tabla 1. Encendido

1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	1	1	1			

Tabla 2. Apagado

1	1	0	0	0	0	1	1	0	1
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	1			

La señal necesaria para encender y/o apagar los aires acondicionados es el doble de las señales comunes, la señal común es de 32 bits, si analizamos las tablas anteriores hay exactamente 67 bits, de este se deben identificar claramente el bit de inicio y el final, los cuales tienen tiempos diferentes a los demás. Luego del bit final hay un bit que no se tiene mayor relevancia debido a que no se puede identificar si es un 1 o un 0, igualmente se hicieron pruebas con y sin el sin él, los resultados no tuvieron variaciones, por lo tanto en ambos casos se le dio el valor de un 1.

Se implementó un microcontrolador pic16f628a para ingresar la programación que generaría la señal de encendido, debido a que la señal es de un tamaño considerable el microcontrolador no contaba con los registros necesarios para generar el código por lo que se optó por usar el pic16f876a el cual cuenta con un registro más amplio lo que permite generar la onda de la señal tanto de encendido como de apagado y además permite crear el control del servomotor que dirige el desplazamiento de la videocámara.

Debido a la los tiempos tan cortos de los de los pulsos dentro de cada bit se realizó en primer lugar la prueba de realizar el código con el comando PAUSEUS del compilador *Microcode Studio* para ello fue necesario usar un cristal de 20Mhz que permitiese crear *delays* o pausas de mínimo 3 microsegundos más que suficiente para cumplir con el periodo de 13 microsegundos que requerían los pulso de la señal. De esta manera no fue posible crear la señal pues el microcontrolador tardaba más de lo permitido por el receptor de la señal por lo que no interpretaba claramente el código binario, para solucionar este inconveniente se optó a trabajar en el lenguaje ensamblador, esto permite ingresar directamente a los registros del microcontrolador evitando pérdidas de tiempo en procesos innecesarios dentro del procedimiento común del microcontrolador, la información de este procedimiento se encuentra en el Datasheet de cada microcontrolador.


```
@      nop
next i
low portc.0
pause 7
pauseus 200
```

Se inicia creando un FOR para generación de los 260 pulsos necesarios para el bit de inicio, al hacer uso de la función “@ bsf 07,0” se está escribiendo en el lenguaje ensamblador bsf significa que es un HIGH el 07 es el puerto C del microcontrolador y el cero es el número del puerto es decir el puerto C0, luego de esto se usa el comando “@ nop” el cual permite realizar el comando anterior durante un microsegundo, por lo cual se repite 13 veces debido a que el pulso es de 13 microsegundos, para generar el segmento en bajo de los pulsos de hace uso de los mismos comandos con la diferencia que el bajo se denota con el comando “@ bcf”. De esta manera se genera la parte en alto del bit de inicio para producir el segmento en bajo del bit se hace uso del lenguaje del compilador generando un bajo (LOW) por 7.2 milisegundo. De esta manera se genera el bit de inicio y los demás bits.

1.2 DIRECCIONAMIENTO DE LA VIDEOCÁMARA

La videocámara es direccionada por medio de un servomotor Hextronik HXT900 el cual le permite abarcar todo el espacio visual del laboratorio, la programación de este elemento es más simple y ocupa menos registros.

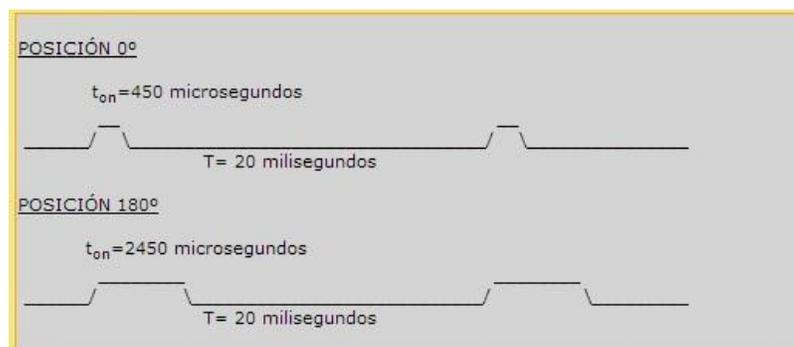


Figura 22. Periodo del servomotor

Al conocer el comportamiento del servo en cada una de las posiciones es posible generar el código necesario para moverlo de derecha a izquierda y de izquierda a derecha.

```

mas:
pause 10
x=x+1
if x>245 then x=245
pulsout portb.0,x
goto servo
menos:
pause 10
x=x-1
if x<45 then x=45
pulsout portb.0,x
goto servo

```

Al tener el servo en la posición inicial se le indica que aumente de uno en uno hasta la posición del periodo en 245 sin exceder este punto, todo esto sale por el puerto B0 es decir en este pin del microcontrolador se encuentra el control del servo, para girar el motor en dirección contraria se hace la misma rutina pero con signo negativo para que disminuir el valor de la variable, de igual manera sin exceder el límite permitido por el comportamiento del servomotor.

A continuación se enseña el esquemático del sistema con el cual se manipula el encendido y apagado de los aires acondicionados y el control del servomotor:

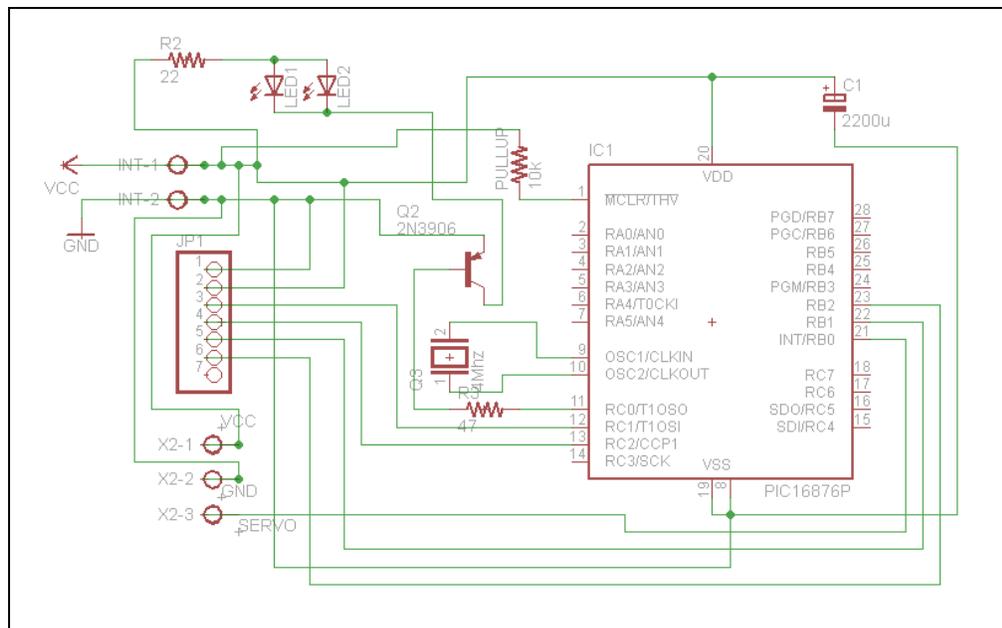


Figura 23. Diseño en Eagle del control infrarrojo para el aire acondicionado y el servomotor para el movimiento de la videocámara.

Podemos apreciar en el esquemático los elementos que componen el control del encendido y apagado del aire además del control del servomotor, la salida de la señal infrarroja dada por el microcontrolador es de baja potencia por lo que se pasa primero por un transistor PNP con referencia 2N3906 para aumentar la potencia y por ende el alcance del emisor infrarrojo, para lograr aún más efectividad de la señal infrarroja se procedió a instalar dos leds infrarrojos en paralelo saliendo del colector del transistor y conectados a 5 voltios con una resistencia de 22 ohmios, con esto se logra un alcance de aproximadamente 5 metros. Por protección del microcontrolador se ubicó un condensador de 2200 microfaradios para evitar que en los momentos de arranque del servomotor se reinicie el microcontrolador, el socket de pines nombrado JP1 es el lugar donde se ubica el módulo de radiofrecuencia para la activación del infrarrojo o del servomotor de manera inalámbrica.

1.4 INTERFAZ DE VISUALIZACIÓN

Para generar la interfaz de usuario en Labview se inició insertando un PictureBox en el panel frontal donde se visualizara la imagen de la videocámara, este estará acoplado a la programación del panel de programación por diagrama de bloques, haciendo uso de las herramientas del software se hace posible que se enlace un hardware externo con Labview.

Call Library Function Node hace parte de las herramientas que Labview, este elemento permite controlar todo periférico que se conecte a una computadora, esto se debe a que tiene la posibilidad de llamar cualquier librería del sistema operativo, específicamente para este proyecto una cámara inalámbrica conectada a un puerto USB, el VI reconoce también la cámara web que traen de fabrica la mayoría de computadoras, por ende el usuario debe suministrarle a VI que cámara será la que va a usar.

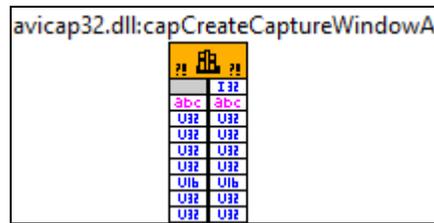


Figura 24. Herramienta Call Library Function Node.

Esta herramienta llamada *Event Estructure* nos permite obtener la posición del cursor tanto dentro de la interfaz como por fuera de ella, de esta manera se podrá tener control del mouse y darle la opción de detener la aplicación.

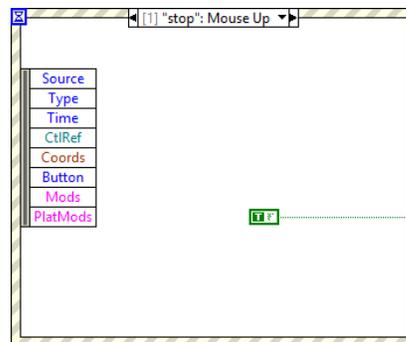


Figura 25. Herramienta Event Estructure.

Esta herramienta también permite ejecutar una o más subrutinas que son secuenciales, garantiza que la subrutina se ejecute antes o después de la otra subrutina

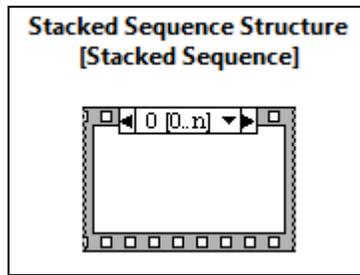


Figura 26. Herramienta Stacked Sequence Structure.

La herramienta *Timed Loop* permite que se ejecuten varias rutinas o subrutinas de manera secuencial por ende permite que se controlen varios elementos de hardware de manera secuencial, con la posibilidad de tener prioridades para los elementos más relevantes, garantiza mayor fiabilidad y control por el ingreso de varias constantes para la herramienta como el tope de línea, el error, prioridad, periodo y nombre de origen entre otros.

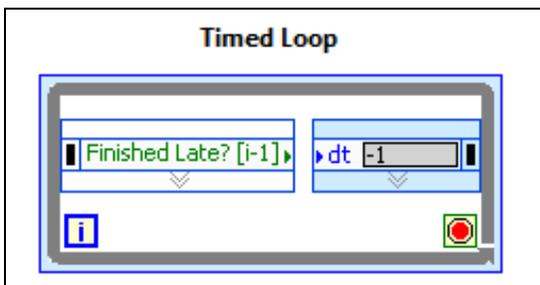


Figura 27. Herramienta Timed Loop.

Case Structure nos permite poner condiciones para el inicio de una rutina o de un ciclo por lo que se vuelve una herramienta indispensable en cada uno de los VI's, es compatible con *strings*, boléanos, enteros, entre otros. Esta herramienta nos permite determinar si lo que llega a la rutina es un alto o un bajo con lo que se direcciona la rutina.

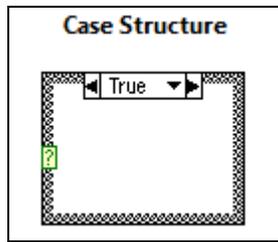


Figura 28. Case Structure

Estas son las herramientas principales que generan la visualización de la imagen entregada por la videocámara la cual está conectada por puerto USB lo que le permite al software reconocerla como webcam.

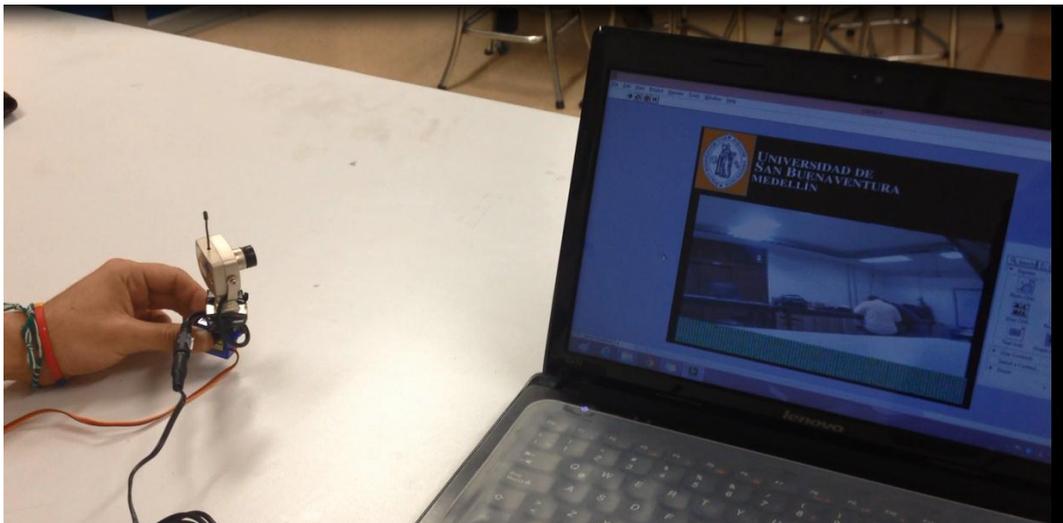


Figura 29. Prueba de la interfaz de usuario en Labview.

Esta prueba fue realizada en el laboratorio de física donde se analizó el comportamiento de la cámara al ser trasladada por el servomotor, la imagen de la cámara tarda unos segundos en actualizarse en cada movimiento pero su funcionamiento es correcto, los movimientos del servo son cortos logrando así un tiempo prudencial para la actualización de la imagen por parte de la cámara. En esta misma prueba se comprobó el correcto funcionamiento del control del aire acondicionado con el cual todos los aires acondicionados de los laboratorios marca TRANE enciende y apagan satisfactoriamente.

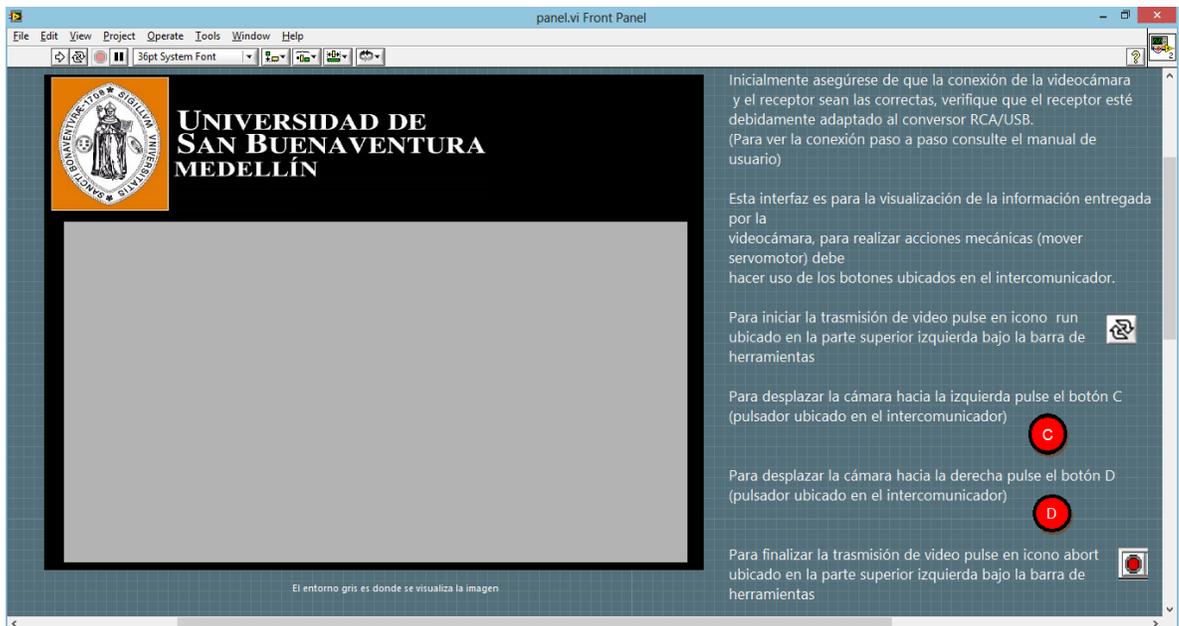


Figura 30. Interfaz de usuario en Labview rectificada.

De esta manera se encuentra actualmente la interfaz de usuario, la cual cuenta con indicaciones al lado derecho donde se describe como hacer uso de la interface y de los elementos externos que la complementan.

1.4.1 Videocámara

La videocámara es inalámbrica, cuenta con su receptor de señal el cual trabaja a 2.4 GHz, la videocámara cuenta con una resolución horizontal de 380 líneas, se situará sobre un servomotor para lograr una mejor visualización del área de los laboratorios, la salida de la cámara es RCA por lo que se utiliza un conversor a USB para conectarla en cualquier computador.

2. INTERCOMUNICADOR INALÁMBRICO

La comunicación inalámbrica dentro de los recintos universitarios específicamente la oficina del laboratorista y los laboratorios de electrónica se genera con los módulos de radiofrecuencia NS73M y SI4703, transmisor y receptor respectivamente.

La transmisión se debe efectuar en frecuencias libres, para ello se eligió la frecuencia de 97.3 Mhz, los módulos por sí solos no poseen la capacidad de trabajo por lo que se hace necesario un controlador programable, para ello se trabajó con la tarjeta de desarrollo Arduino uno R3, de esta manera se facilita y agiliza la utilización del pines, de la conectividad del módulo y de la reprogramación del microcontrolador para las respectivas pruebas, esta placa de desarrollo cuenta con el microcontrolador Atmel 328 P-PU precargado con el *bootloader* o gestor de arranque, esto le permite que el Atmel pueda ser programado por la tarjeta y que pueda ser utilizado por fuera de ella con la programación requerida.

2.1 TRANSMISOR

La comunicación inalámbrica se logra gracias a la modulación en frecuencia (FM), el transmisor cumple la función de enviar información por medio de las ondas electromagnéticas del campo. El transmisor debe modificar la información de tal manera que pueda ser adecuada para enviarla, esto lo hace gracias al modulador el cual convierte a energía electromagnética la información a enviar, esta modulación se puede hacer por medio de la variación de amplitud, de frecuencia o de fase, para este proyecto se realiza la modulación en frecuencia.

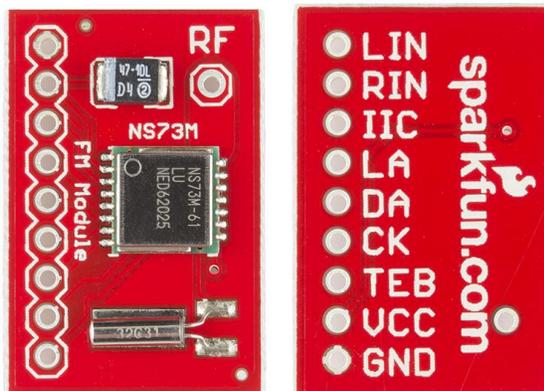


Figura 31. Módulo transmisor de FM

El módulo transmisión de FM tiene como características:

- Dimensiones compactas: 2.54 cm por 1.651 cm
- Capacidad de transmisión desde 87 MHz hasta 108 MHz
- Rango de voltaje de 2.7 a 3.6 voltios
- Protocolos soportados I²C y SPI
- Soporta oscilación de cristal de 32 KHz
- Modulación multiplexación estéreo
- rango de temperatura de operación -20 °C a 75 °C [4]

El dispositivo principal del módulo es el NS73M de Niigata Seimitsu co LTD, la comunidad de desarrollo y distribución de productos electrónicos Sparkfun generó un módulo a partir de este elemento adicionando un oscilador y un capacitor, con ello se tiene como resultado un módulo listo para el trabajo y para la aplicación en diferentes campos donde se requiera la transmisión por radiofrecuencia.

La transmisión se genera a través del código programado en el microcontrolador el cual manipula las funciones del módulo, el envío de voz se requiere el uso de micrófonos tipo Electret los cuales a su vez necesitaron un acondicionamiento de amplificación para generar un tono audible y claro de la información, inicialmente se usó el transistor NPN 2n3904 para amplificar dicha, se obtuvo una buena transmisión de voz pero al ir avanzando con las pruebas se optó buscar otra alternativa debido a que se hizo necesario una mayor efectividad de la amplificación, dicho circuito se muestra a continuación:

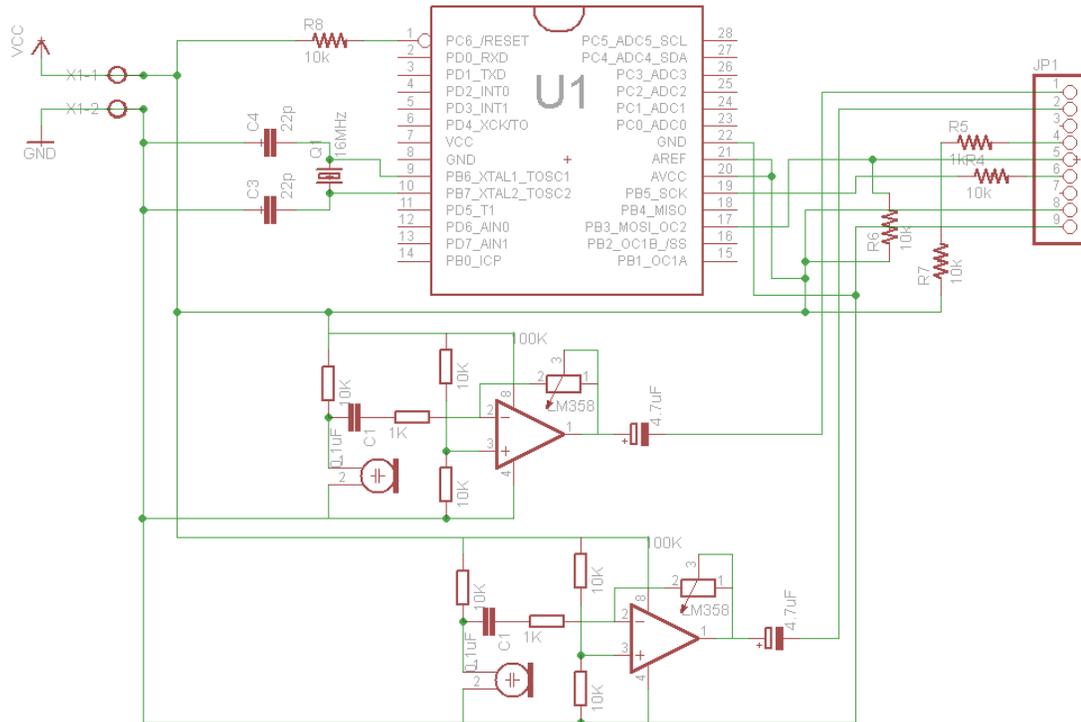


Figura 33. Esquemático en Eagle del transmisor con amplificadores operacionales.

Para configurar el módulo de FM y lograr una transmisión de información se generó un código en lenguaje C para la plataforma Arduino, el cual se encarga de enviar la señal de entrada a través de la frecuencia seleccionada.

Para lograr que la trasmisión fuera en frecuencias libres se debe usar la siguiente fórmula:

$$\frac{97.3 + 0.304}{0.008192}$$

Esto nos da por resultado

11914.55078125

De este resultado descartamos la parte decimal y nos concentramos en la parte entera, este número lo convertimos a binario, obtendremos como resultado un código de 16 bits, de allí separamos el código entre el byte superior e inferior, esto

para ubicarlos en los registros 4 y 3 respectivamente, de esta manera el controlador establecerá la frecuencia de difusión requerida.

El código binario resultante es 0010111010001010, esto se divide de la siguiente manera en los registros 3=B10001010 y 4=B00101110.

El setup del código sería el siguiente:

```
digitalWrite(LA, LOW); // enlazar transmisor por medio del Slave Select (SS),  
activa y desactiva el módulo de radiofrecuencia.
```

```
spi_send(0x0E, B00000101); // se usa para reiniciar el software
```

```
spi_send(0x01, B10110100); // se genera la portadora  
spi_send(0x02, B00000011); // desbloquear transmisión
```

```
spi_send(0x03, B10001010); // registro 3 para el byte bajo  
spi_send(0x04, B00101110); // registro 4 para el byte alto
```

Con ambas se genera el código binario del número resultante de la operación aritmética para la generación de la frecuencia de transmisión.

```
spi_send(0x08, B00011010); // registro para el oscilador  
spi_send(0x00, B10100001); // registro para el audio
```

```
spi_send(0x0E, B00000101); //
```

```
Serial.print("Transmitting"); // imprime transmisión.
```

Se hace uso del comando SPI el cual es un protocolo de comunicación que posee el compilador con el cual el microcontrolador puede comunicarse con otros dispositivos periféricos inclusive con otros microcontroladores, esto permite comunicación rápida en serie síncrono pero en distancia cortas, esto implica que exista un dispositivo “maestro” en este caso el Atmega el cual se comunica por medio de tres líneas comunes a todos los dispositivos, MISO, MOSI, SCK y una específica para cada dispositivo SS.

SPI es un bus de tres líneas, sobre el cual se transmiten paquetes de información de 8 bits. Cada una de estas tres líneas porta la información entre los diferentes dispositivos conectados al bus. Cada dispositivo conectado al bus puede actuar como transmisor y receptor. Dos de estas líneas transfieren los datos (una en cada dirección) y la tercer línea es la del reloj.

Los dispositivos conectados al bus son definidos como maestros y esclavos. Un maestro es aquel que inicia la transferencia de información sobre el bus y genera

las señales de reloj y control. Un esclavo es un dispositivo controlado por el maestro. Cada esclavo es controlado sobre el bus a través de una línea selectora llamada *Chip Select* o *Select Slave*, por lo tanto es esclavo es activado solo cuando esta línea es seleccionada. [28]

```
spi_send(byte reg, byte data) // rutina para el envio del registro de direcciones y datos SPI
```

```
int x; // define variable x como entero
int n; // define variable n como entero
```

```
digitalWrite(LA, LOW); // en bajo tiene comunicación con el maestro
```

```
for(x = 0 ; x < 4 ; x++) //enviar la dirección de registro de 4 bits
{
  digitalWrite(CK, LOW); // uso del clock SPI
  n = (reg >> x) & 1; // n como bit según el orden x del byte de registro
  if (n == 1){
    digitalWrite(DA, HIGH); //poner en alto el Data del periférico SPI
  }
  else {
    digitalWrite(DA, LOW); //poner en bajo el Data del periférico SPI
  }
  Serial.print(n); // envío por serial bits para conexión
  digitalWrite(CK, HIGH); //
}
```

```
for(x = 0 ; x < 8 ; x++) // enviar la dirección de registro de 8 bits
{
  digitalWrite(CK, LOW);
  n = (data >> x) & 1;
  if (n == 1){
    digitalWrite(DA, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(DA, LOW);
    Serial.print(n);
    digitalWrite(CK, HIGH);
  }
```

```
delayMicroseconds(1); // pausa adicional
```

```
digitalWrite(LA, HIGH); //Latch del módulo de radiofrecuencia en alto, no tiene en cuenta al
maestro o micrcontrolador, no hay comunicacion.
```

```
delayMicroseconds(4);
digitalWrite(LA, LOW);
```

```
digitalWrite(CK, LOW); // mantener el CK en bajo, en cero
Serial.print("\n"); // envío de nueva línea por serial para la depuración.
```

De esta manera se controla el módulo de radiofrecuencia a través de las líneas de comunicación MOSI (Master Out Slave In) para el envío de datos, SCK (*Serial Clock*) para sincronizar la transmisión de información generada por microcontrolador y el SS (*Slave Select*) que permite la comunicación o no con el microcontrolador.

El rango de voltaje del módulo es de 2.7 a 3.6 voltios, en las pruebas se apreció que el rango de alcance variaba según el voltaje que se le ingresara, al realizar diferentes pruebas y determinar que el modulo no sufría daños se decidió aumentar el voltaje a 5, esto se determinó al realizar pruebas con dos módulos idénticos, uno conectado a 3.3 voltios entregados por el la tarjeta de desarrollo Arduino y otro conectado a un PIC a 5 voltios generando mayor alcance y claridad de la señal el conectado con el PIC, al realizar la prueba con 5 voltios conectado al Arduino se obtuvieron buenos resultados sin causarle deterioro visible al módulo.

2.2 RECEPTOR

Para lograr la recepción de señales de radiofrecuencia el módulo debe percibir e interpretar las ondas de radio cuya portadora presentar variaciones de frecuencia, es este caso se debe tener un demodulador capaz de recibir en su entrada una señal modulada que varía en frecuencia y a su salida generar una señal de información, los módulos encargado de esta función son los NS470 los cuales se enseñan a continuación:

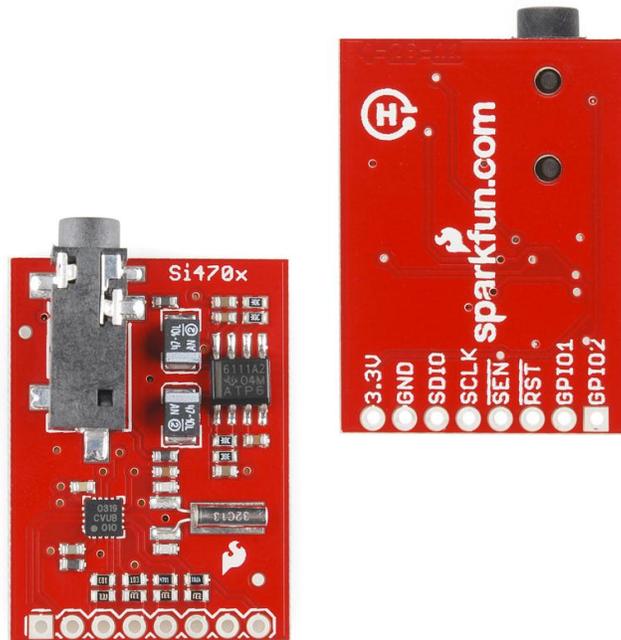


Figura 34. Módulo Receptor de FM SI470

Al igual que con el transmisor Sparkfun genero por medio de una herramienta tecnológica una placa que facilita la aplicación de este, el elemento central de este módulo es el trasmisor SI4702/03 de Silicon Labs el cual cuenta con las siguientes características:

- Recepción de bandas desde 76 MHz a 108 MHz
- Sintetizador de frecuencia con VCO integrado, es decir posee un oscilador controlado por voltaje.
- Sintonizador de búsqueda
- Control de frecuencia
- Control de ganancia
- Inmunidad a la sobrecarga
- Medición de intensidad de señal
- Supresor de ruido

- Control de volumen
- Tensión de alimentación de 2.7 a 5.5 voltios [29]

Algunos módulos SI470 cuentan con salida de audio de 3.5 mm para auriculares, otros solo cuentan con los pines de salida para la adaptación del plug de audio, en el proyecto se tiene acceso a las dos opciones a ambas se les realizo una adaptación con amplificadores operacionales para adquirir audio por medio de parlantes de 8 ohm a 0.25 Watts, de esta manera se genera un audio más global y no personal.

El circuito empleado para el receptor es el siguiente:

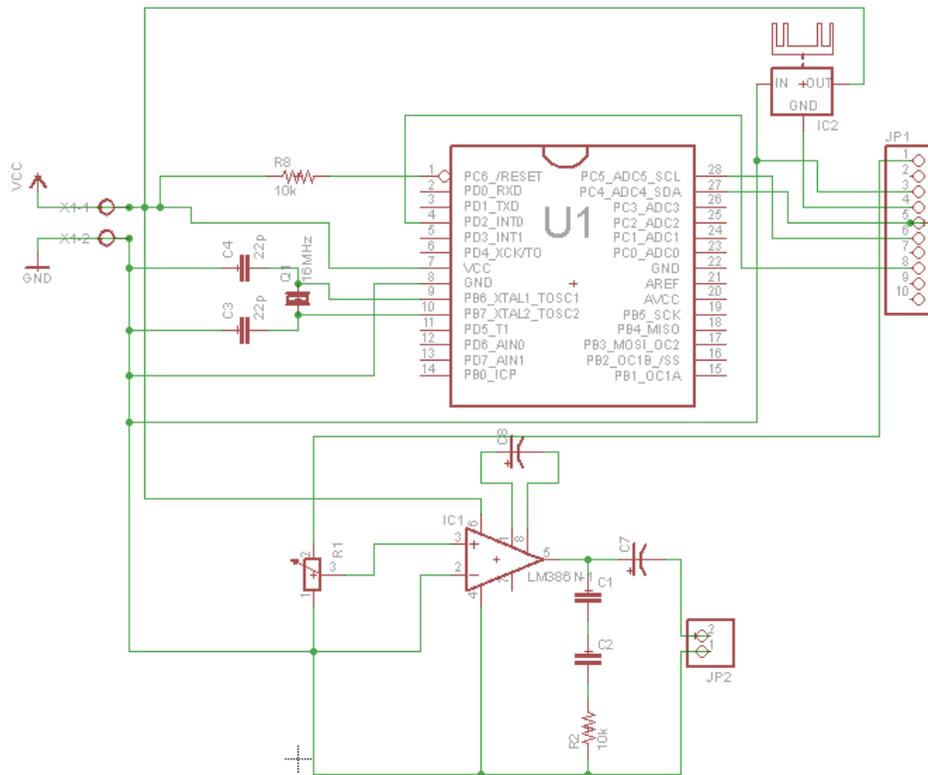


Figura 35. Esquemático en Eagle de receptor con salida de audio por altavoz.

Para la programación del módulo de recepción se hizo uso del atmega328 programado en la tarjeta de desarrollo Arduino, en esta ocasión se hizo uso del protocolo de comunicación I²C, este es un bus bidireccional desarrollado por Philips para transmitir datos vía serie, el propósito original Bus I²C (*Inter-Integrated Circuits*) fue el de proporcionar una manera fácil de conectar una CPU a los chips periféricos en un equipo de TV.

Este protocolo permite que el microcontrolador se convierta en el maestro y el módulo de FM en el esclavo, es preciso que el microcontrolador genere la transmisión en el bus y envíe la señal de *clock*, para esto necesario solo dos líneas de datos (SDA) y la de reloj (SCL), la primera es Serial Data (dato serial) y el segundo es la del reloj. Es decir que los bits de datos se envían por SDA y que por cada bit de información es necesario un pulso del reloj SCL. [30]

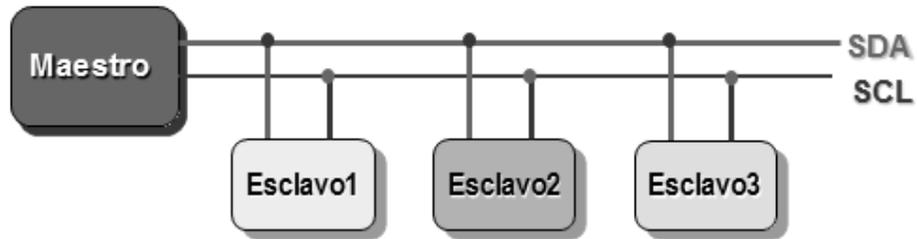


Figura 36. Diagrama del funcionamiento del protocolo (conexión) [29]

Una de las características más importante del bus es que cada dispositivo es reconocido por una única dirección y dependiendo el dispositivo puede operar como transmisor o receptor de datos.

El sketch del receptor es el siguiente:

```
#include <Wire.h>

int STATUS_LED = 13;
int resetPin = 2;
int SDIO = A4; //SDA serial data
int SCLK = A5; //SCL reloj clock
char printBuffer[50];
uint16_t si4703_registers[16]; // 16 registros de 16 bits

#define FAIL 0
#define SUCCESS 1

#define SI4703 0x10 //dirección del protocolo para el NS470
#define I2C_FAIL_MAX 10 //intentos de conexión antes de entrar en error

#define SEEK_DOWN 0 // posición de la búsqueda de frecuencias audibles
#define SEEK_UP 1

//definición del nombre de los registros
#define DEVICEID 0x00
#define CHIPID 0x01
#define POWERCFG 0x02
#define CHANNEL 0x03
#define SYSCONFIG1 0x04
#define SYSCONFIG2 0x05
#define STATUSRSSI 0x0A
#define READCHAN 0x0B
#define RDSA 0x0C
#define RDSB 0x0D
#define RDSC 0x0E
#define RDSD 0x0F

//define registros
#define SMUTE 15
```

```
#define DMUTE 14
#define SKMODE 10
#define SEEKUP 9
#define SEEK 8
#define TUNE 15
#define RDS 12
#define DE 11
#define SPACE1 5
#define SPACE0 4
#define RDSR 15
#define STC 14
#define SFBL 13
#define AFCRL 12
#define RDSS 11
#define STEREO 8
```

Inicialmente se debe incluir la librería Wire.h la cual nos permitirá la comunicación por I²C.

Luego se definen puertos y pines.

Posteriormente se incluyen todos los nombres de los registros y se determina cuantas veces se intentara obtener contacto con el dispositivo externo antes de entrar en error.

En el *setup* solo se eligen los baudios de transmisión serial para la interacción por monitor serial con el usuario, esto es una opción que tiene el código para manipular la frecuencia de recepción, el volumen entre otras. Estas opciones fueron de gran ayuda a la hora de realizar pruebas y ajustes pues permiten manipular el receptor sin necesidad de tener el trasmisor en funcionamiento ahorrando tiempo y ayudando a la detección de posibles errores en ambos módulos.

También se define qué pines son entradas y cuáles salidas

En la compilación del código para la recepción del módulo se fija la frecuencia de recepción, para poder variar algún registro o variable se debe conectar el dispositivo a un computador y desde el monitor seria generar los cambios, es decir el receptor por sí solo trabaja para lo que fue diseñado, captar la frecuencia libre por la cual trasmite el otro módulo para la comunicación inalámbrica.

El *void loop* tendría lo siguiente:

```
char vol = 15; // volumen de la salida de audio
int currentChannel = 973; frecuencia donde inicia el modulo
gotoChannel(currentChannel); ir a la frecuencia
```

Ahora las opciones para el usuario en el monitor serial:

```
Serial.println("1) frecuencia 97.3");
Serial.println("2) silencio On/Off");
Serial.println("3) estado actual");
Serial.println("4) buscar frecuencia arriba");
Serial.println("5) buscar frecuencia abajo");
Serial.println("r) imprima registro");
Serial.println("v) Volumen");
Serial.println("w) aumenta frecuencia");
Serial.println("s) disminuir frecuencia");
```

Al enviar cualquiera de estas opciones por el serial el microcontrolador responde a la opción, es decir si envía un 4 el dispositivo buscará una emisora por encima de la frecuencia donde se encuentra.

Cada opción se genera a través de condiciones si entonces (IF_ELSE)

```
if(option == '1') {
  Serial.println("Tune to 97.3");
  currentChannel = 973;
  gotoChannel(currentChannel);
```

De esta manera se vuelve a la frecuencia de inicio si es alterada.

```
else if(option == '2') {
  Serial.println("silencio");
  si4703_readRegisters();
  si4703_registers[POWERCFG] ^= (1<<DMUTE);
  si4703_updateRegisters();
```

Con lo anterior se pone en silencio el audio.

```
else if(option == '4') {
  seek(SEEK_UP);
```

Con esta condición el módulo hará un barrido hacia arriba buscando frecuencias donde halle información, es decir donde encuentre una emisora, de igual manera se aplica para buscar en frecuencias inferiores a la que ocupa en el momento.

Para cambiar la manera de búsqueda a una más específica se usa esta opción donde la frecuencia va aumentando en 100 KHz o 200KHz, de esta misma forma se realiza la búsqueda disminuyendo la frecuencia.

```
else if(option == 'w') {
  currentChannel = readChannel();
```

```

#ifdef IN_EUROPE
    currentChannel += 1;
#else
    currentChannel += 2;
#endif
gotoChannel(currentChannel);

```

Con este tipo de funciones se logra acceder a las opciones mencionadas, específicamente todas estas opciones fueron usadas para pruebas de ajuste, calibración, alcance y funcionamiento.

Para la recepción de la información en módulo debe ponerse a trabajar con la comunicación I²C, para ello es necesario que el SDIO *secure digital input output*, se encuentre en alto después de resetear, esto permite que el micro acceda al dispositivo externo.

```
void si4703_init(void) // configuración del modulo
```

Estado de los pines de comunicación, se asignan como salidas y se ponen en alto y bajo según lo requieran.

```
pinMode(resetPin, OUTPUT);
pinMode(SDIO, OUTPUT); // SDIO debe estar conectado al pin analógico 4 para la comunicación
I2C, A4 es la línea de datos SDA necesaria para la comunicación.
```

```
digitalWrite(SDIO, LOW); //
digitalWrite(resetPin, LOW); //
delay(1); //
digitalWrite(resetPin, HIGH); //
delay(1); //
```

```
Wire.begin(); // estamos es modo I2C debe iniciar el protocolo
```

```
si4703_readRegisters(); // leer registros actuales
//si4703_registers[0x07] =
si4703_registers[0x07] = 0x8100; // habilita oscilador
si4703_updateRegisters(); // actualiza registro
```

```
delay(500); // pausa de 500 milisegundos
```

```
si4703_readRegisters(); //
si4703_registers[POWERCFG] = 0x4001; // bits de volumen
si4703_registers[SYSCONFIG1] |= (1<<RDS); // ajustar volumen
```

Fin de la transmisión y detección de alguna anomalía.

```
byte ack = Wire.endTransmission();
if(ack != 0)
Serial.print("Write Fail:");
Serial.println(ack, DEC);
```

return(FAIL);

Cada prototipo cuenta con ambos módulos transmisor y receptor, haciendo uso de un solo microcontrolador, se ilustró de manera individual para una mejor descripción del funcionamiento de cada uno, para lograr una comunicación bidireccional eludiendo interferencias, un módulo trabaja en la frecuencia de 97.3 y el otro en 97.5 de esta manera la comunicación es posible.

Ambos módulos tienen la cualidad de trabajar en mono o estéreo al realizar diferentes prueba de calidad se optó por hacer uso del mono debido a que la información que se envía es voz y no es necesario la opción del estéreo pues los prototipos no están destinadas a reproducir música aunque la calidad de la trasmisión de música es buena si se llegase a requerir, de igual manera los prototipos esta diseñados para trabajar de las dos maneras solo se necesitaría realizar nuevamente la etapa para micrófono o parlantes ya estructurada anteriormente.

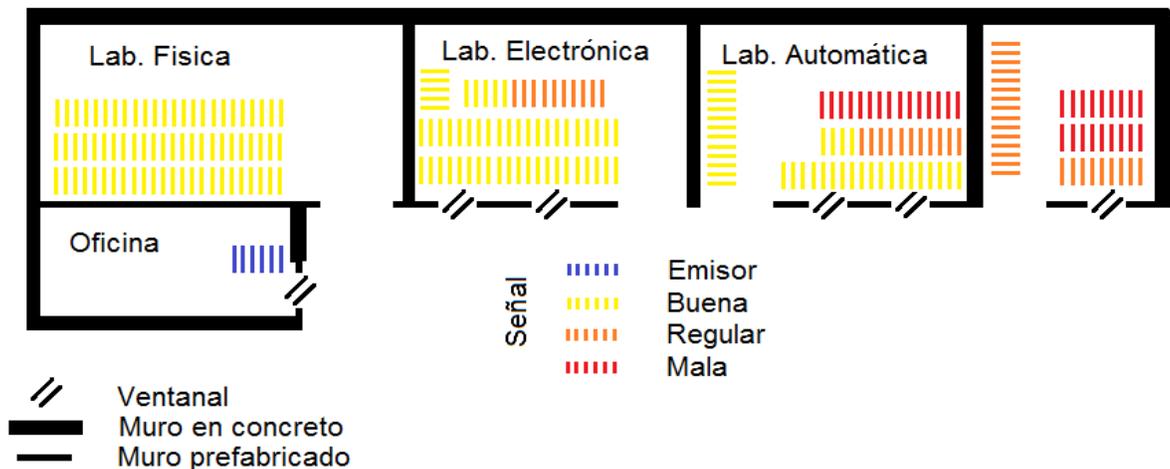


Figura 37. Esquema de la prueba de alcance.

Esta prueba de alcance se realizó con los dispositivos separados, transmisor ubicado en la oficina del laboratorista, el receptor se desplazó por los laboratorios de física electrónica, automática y de especializaciones, las barras amarilla indican donde la señal de audio es clara, la naranja es donde se logra percibir la señal

auditiva pero con dificultades de distinción leves y por ultimo las barras rojas es donde se pierde la señal por lo tanto no es audible la información enviada, esto se debe al grosor de los muros de los laboratorios y a la disminuida recepción del módulo receptor, realizando pruebas con teléfonos celulares tipo *Smart Phones* sintonizados a la frecuencia de transmisión, se identificó que la transmisión si logra alcances muchos mayores a los percibidos por el receptor.

Se esperaba mayor alcance de recepción por las pruebas realizadas al inicio del proyecto con teléfonos inteligentes, en las cuales la recepción del señal abarcaba distancias considerables en las que implicaba que el receptor estuviera en un nivel o piso 2 y la recepción todavía sea buena cuando el receptor se encuentra en un nivel 4, esto percibido en pruebas realizadas dentro de la universidad en el bloque E y en un edificio residencial donde la cantidad de niveles es superior.

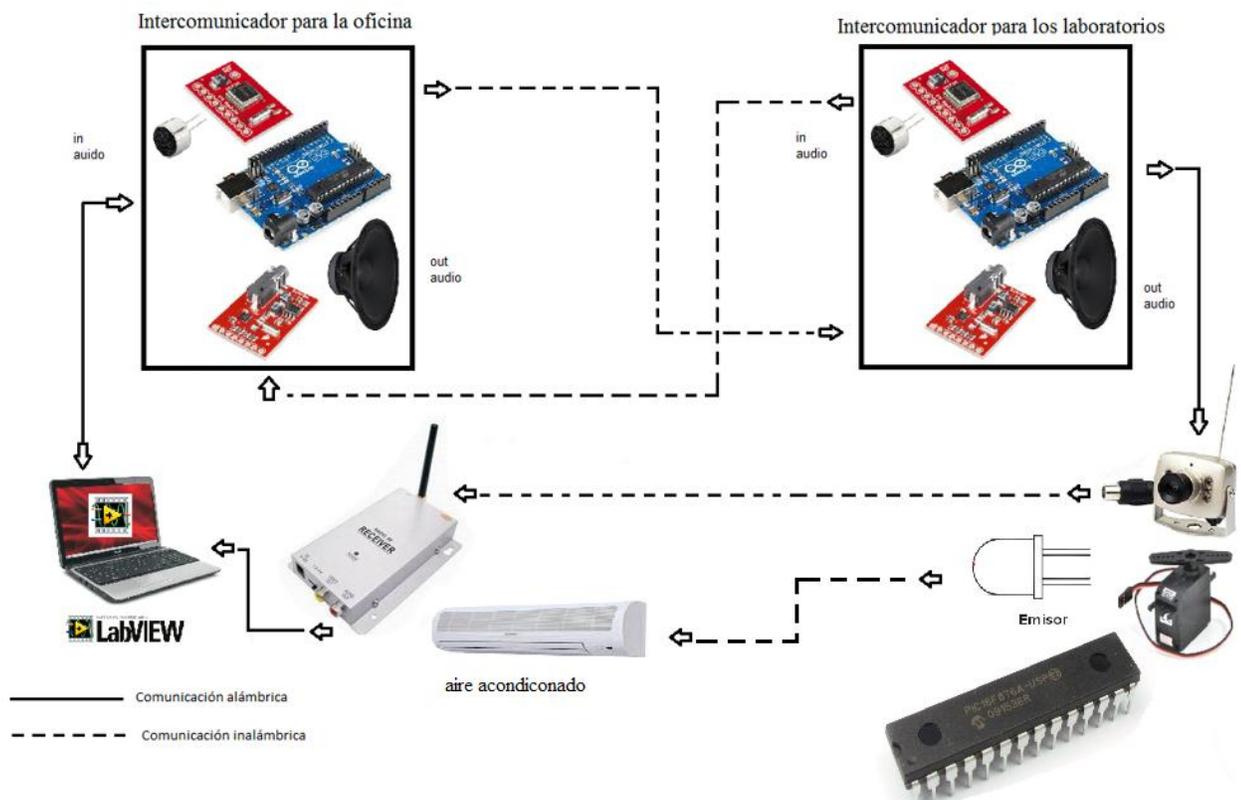


Figura 38. Diagrama de bloques funcional del proyecto.

La función del prototipo es comunicar por medio de modulación en frecuencia los laboratorios con la oficina del encargado, a su vez el encargado tendrá la capacidad de encender y apagar los aires acondicionados desde su oficina sin desplazarse a los laboratorios, tendrá monitoreo en tiempo real de los laboratorios y sus ocupantes por medio de la videocámara la cual trasmite la imagen a una interfaz de usuario en Labview creada para este fin.

Los módulos SI4703 internamente poseen un procesador digital para el sistema de datos Europeo RDS y el Americano RBDS, incluyendo la información decodificación de símbolos, corrección y detección de errores.

Radio data system (RDS) o sistema de radiodifusión de datos, es un protocolo de comunicación que permite el envío de pequeñas cantidades de datos digitales, uno de sus usos más comunes es permitir que el usuario pueda visualizar en una pantalla la información enviada desde el transmisor (emisora).

En Estados Unidos de Norte América se usa el RBDS (Radio Broadcast Data System) el cual es un sistema similar, el protocolo usado en Latinoamérica es el RDS.

Los pines GPIO son pines de entrada y salida de propósito general, estos pines tienen la capacidad de controlar, buscar, solicitar el RDS, en este dispositivo solo los pines GPIO2 y GPIO3, el módulo puede usar el RDS de dos modos, uno de manera estándar y un modo detallado el cual trae principalmente como diferencia al estándar es que se incrementa la visibilidad y mejora la sincronización. La recuperación de esta señal se realiza en los 57 kHz del espectro.

RDS hace uso de las interrupciones para hallar la disponibilidad de datos, por medio de los pines GPIO determinado si su estado es en alto o en bajo.

Funcionamiento del dispositivo

El control de este dispositivo es sencillo pues solo cuenta con 4 botones, los superiores controlan el movimiento del servomotor para la izquierda o derecha respectivamente, y los inferiores manipulan el encendido y apagado de los aires acondicionados.

La comunicación de los prototipos se genera por medio de dos frecuencias, 97.3 KHz y 97.5 KHz de esta forma se logra tener una interacción entre los prototipos ubicados en lugares diferentes, para dirigirse al prototipo ubicado en la oficina solo debe hablar cerca al micrófono Electret, para recibir la respuesta auditiva el

dispositivo cuenta con un parlante que le permite entregar en un tono audible la información, de esta manera la comunicación será en ambas direcciones.

Solo el prototipo ubicado en la oficina del laboratorista cuenta con las opciones para encender o apagar el aire acondicionado.

Adicionalmente se ubica un pulsador para resetear el microcontrolador de ser necesario, esto se deberá hacer solo si la recepción de la señal está distorsionada o nula, puede ser un movimiento involuntario de la frecuencia de trabajo por lo que al reiniciar el microcontrolador volverá a la frecuencia establecida.

3. DISEÑO DE LAS TARJETAS DEL PROTOTIPO

Para diseñar la PCB donde irán los componentes que conforman el prototipo se hizo uso del software de diseño electrónico EAGLE (*Easily Applicable Graphical Layout Editor*) en su versión 6.5.0, los diseños del control del aire acondicionado y el movimiento del servomotor encargado del movimiento de la videocámara se enseña por separado del diseño del prototipo de intercomunicador.

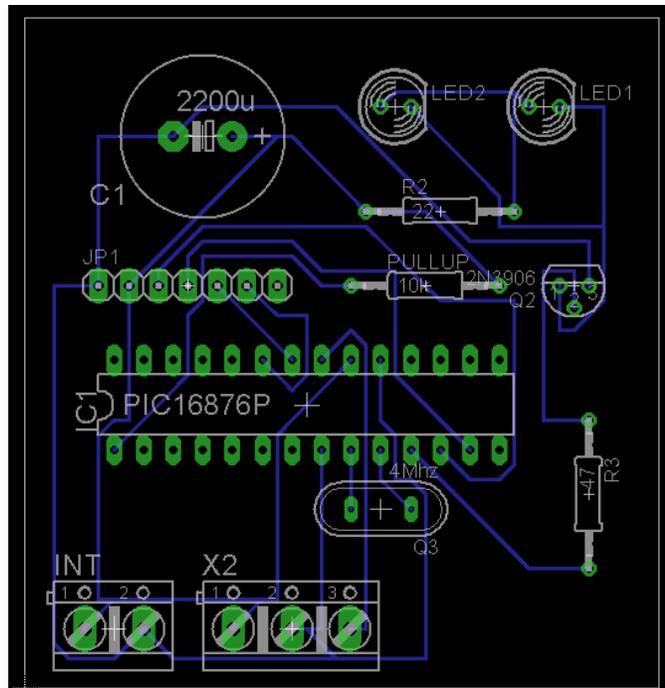


Figura 39. Diseño en EAGLE de la PCB del control del aire acondicionado y la videocámara.

Se puede apreciar los componentes a usar para este elemento, la bornera INT es por donde se alimentará la tarjeta y la X2 es donde se ensamblará el servomotor. La regleta nombrada JP1 es el lugar donde irá conectado el receptor para la comunicación inalámbrica.

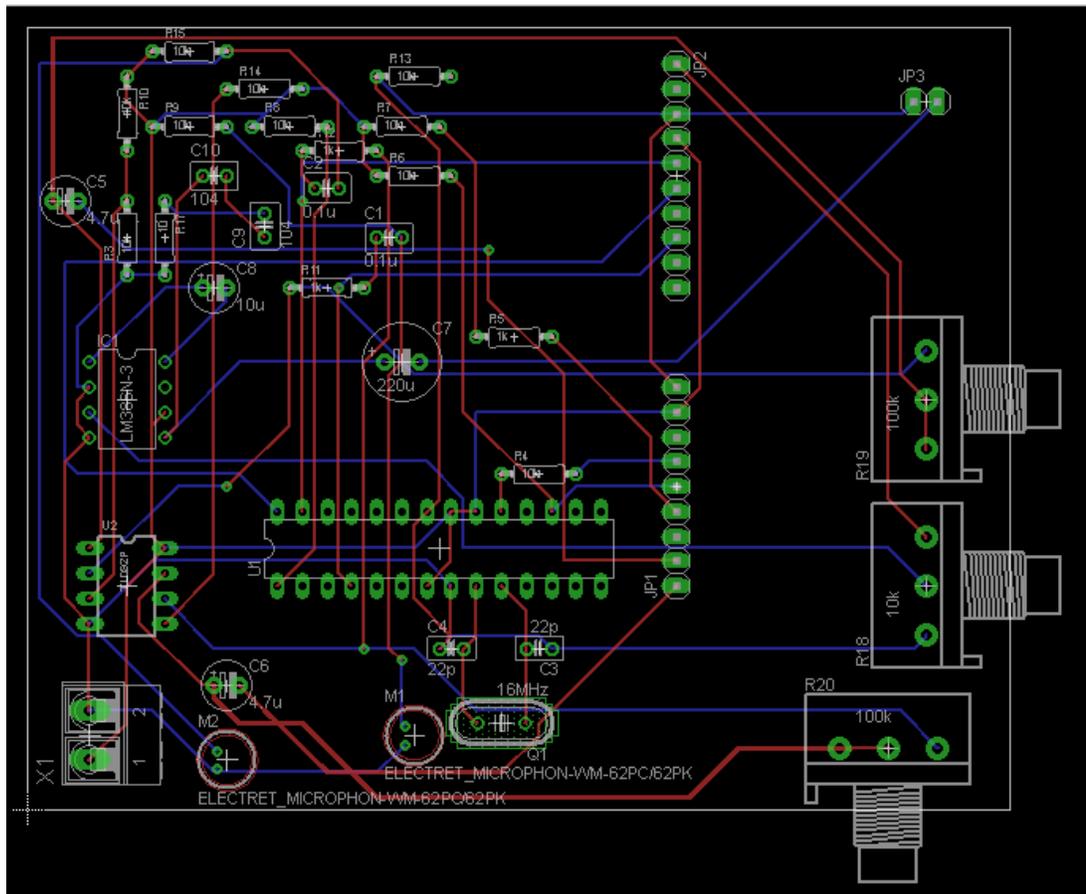


Figura 40. Diseño en EAGLE de la PCB del prototipo de intercomunicador.

La complejidad de este diseño es superior al del anterior por lo que fue necesario realizar las pistas en dos capas diferentes lo que se observa en la figura 39 con color azul y rojo, la pieza principal del diseño es el microcontrolador, el elegido para este prototipo es el Atmega 328, al no estar dentro de las librerías del EAGLE se usó el Atmega 128 este elemento posee el mismo número de pines y la misma configuración de pines que el Atmega 328, nuevamente la bornera e dos slots es para la alimentación las regletas JP1 y JP2 son para los módulos de recepción y transmisión respectivamente, JP3 es lugar donde se instalará el parlante.

Con el fin de generar una mayor apreciación de la tarjeta se realizó una proyección en tercera dimensión de la forma final de la tarjeta, esto gracias a los softwares Eagle3D y POV-RAY, el resultado es el siguiente:



Figura 41. Vista en tercera dimensión de la tarjeta del control del aire acondicionado y la videocámara.

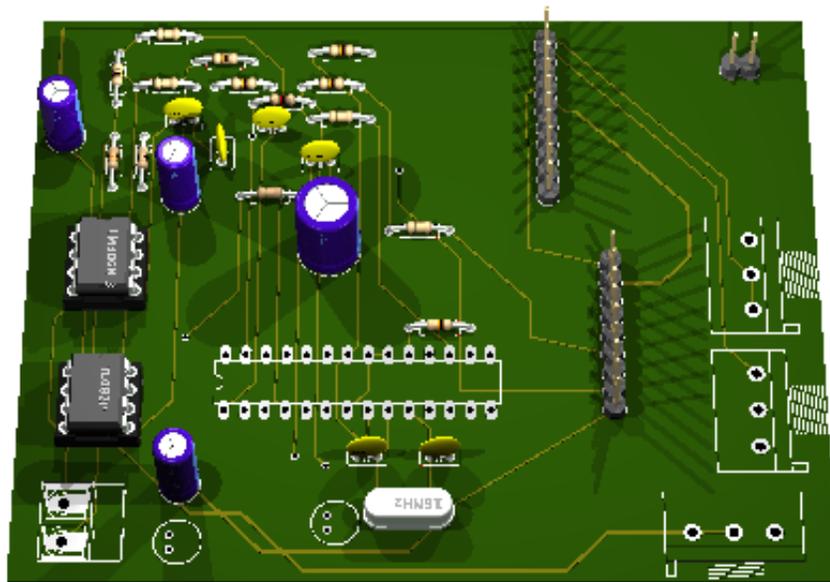


Figura 42. Vista en tercera dimensión de la tarjeta del intercomunicador.

4. MANUAL DE USUARIO

Dispositivo dentro de los laboratorios:

Conectar el intercomunicador al tomacorriente de 110 voltios

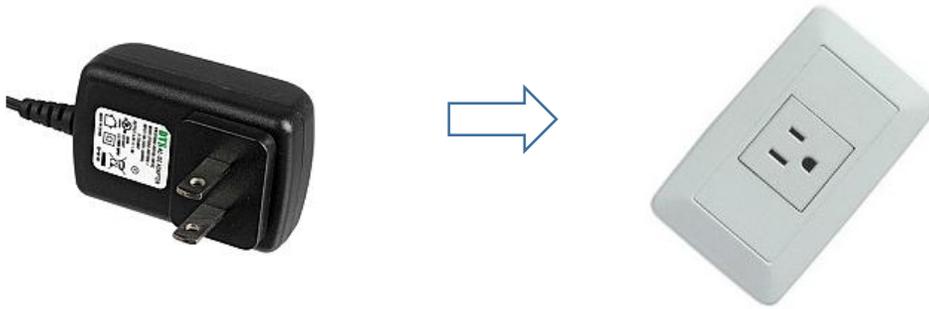


Figura 43. Conexión a 110 voltios.

Para encender cambie la posición del interruptor (switch) eléctrico de 0 a 1



Figura 44. Cambio de posición del interruptor de encendido

Si el status led se enciende quiere decir que el sistema está energizado, de lo contrario repita el proceso anterior.



Figura 45. Led de status encendido

Para comunicarse solo debe hablar por el micrófono

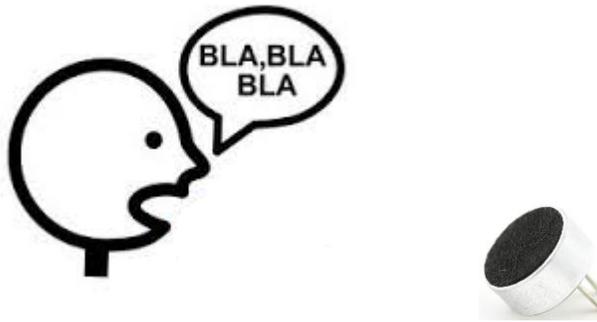


Figura 46. Comunicación por el micrófono

La repuesta a su comunicación se percibirá por medio del parlante.

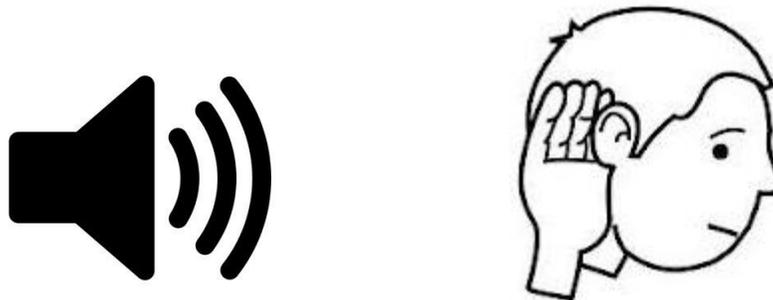


Figura 47. Salida de la información auditiva por el parlante.

Si luego de estar encendido el led, el dispositivo genera algún inconveniente de comunicación puede reiniciar el microcontrolador por medio del pulsador.



Figura 48. Botón de reset del sistema de intercomunicación

Para finalizar el uso del dispositivo solo debe cambiar la posición del switch eléctrico de 1 a 0 (no es necesario desconectar el dispositivo)

Dispositivo dentro de la oficina del laboratorista:

Conectar el conversor RCA a USB en el puerto USB del computador a usar



Figura 49. Conexión USB del conversor RCA a USB

Instalar el driver del conversor (esto solo al usar por primera vez el dispositivo)



Figura 50. Instalación del driver EasyCAP.

Seguir las instrucciones que el software indica

Conectar el receptor de la videocámara al conversor RCA/USB, ubicando conector macho amarillo con conector macho amarillo, conector macho blanco con conector macho blanco.

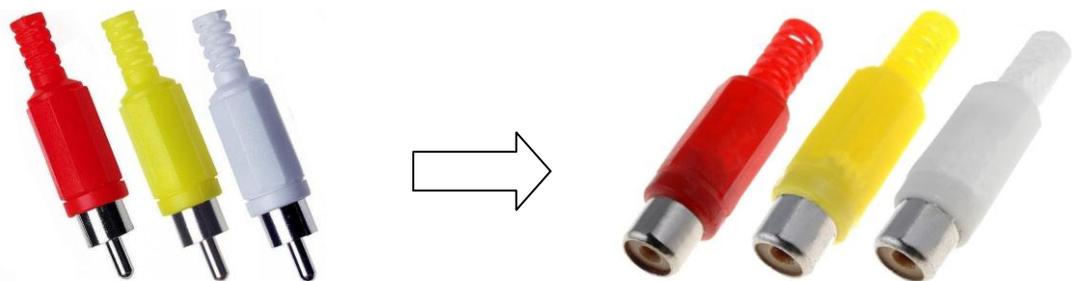


Figura 51. Conexión de cables RCA al conversor

Conectar el receptor de la videocámara al conector de alimentación y luego al toma corriente de 110 voltios, debe encenderse el status led del receptor.



Figura 52. Receptor de la videocámara

Conecte la videocámara al conector de alimentación y luego al tomacorriente de 110 voltios

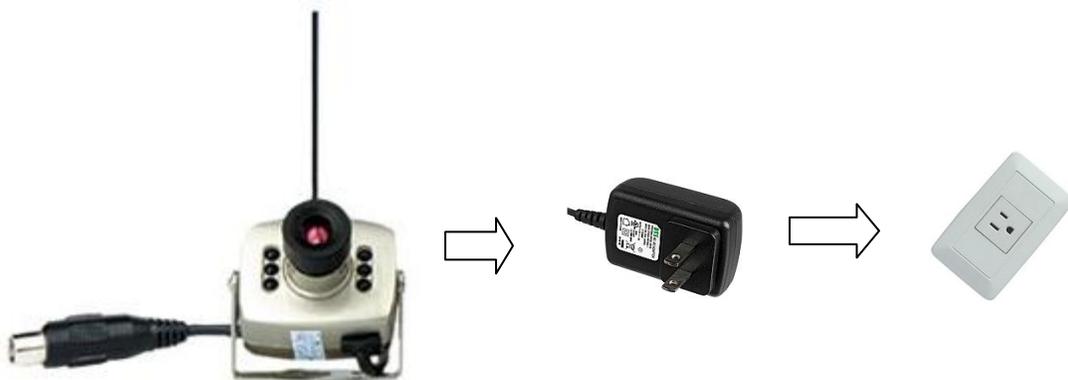


Figura 53. Conexión videocámara.

Ingrese al VI llamado Panel de visualización y ejecútelo (si es la primera vez de uso debe elegir la cámara)

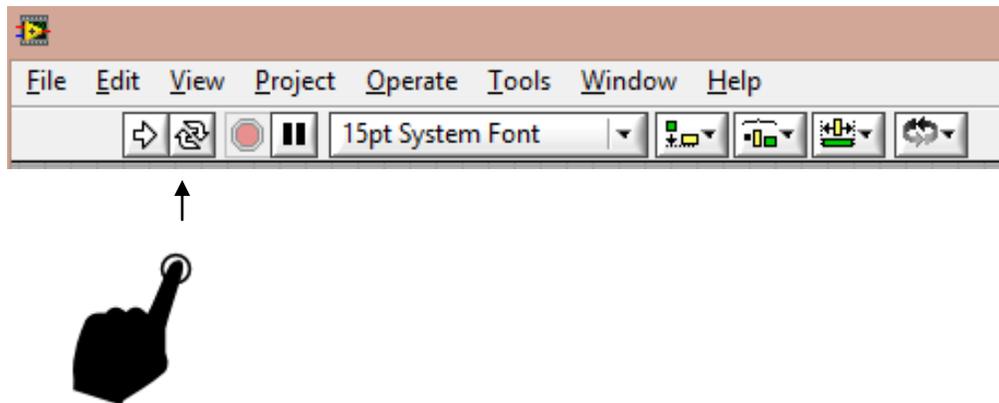


Figura 54. Ejecución del VI para la visualización de la imagen de la videocámara.

Conectar el intercomunicador al tomacorriente de 110 voltios

Para encender cambie la posición del switch eléctrico de 0 a 1

Si el led se enciende quiere decir que el sistema está energizado, de lo contrario repita el proceso anterior.

Para comunicarse solo debe hablar por el micrófono

La respuesta a su comunicación se percibirá por medio del parlante.

Si desea encender el aire acondicionado use el pulsador A



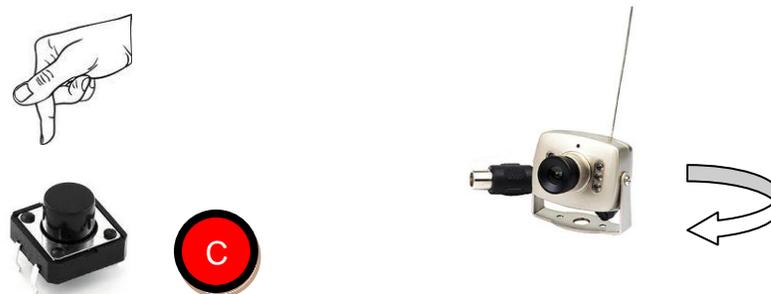
Figura 55. Encendido del aire acondicionado

Si desea apagar el aire acondicionado use el botón B



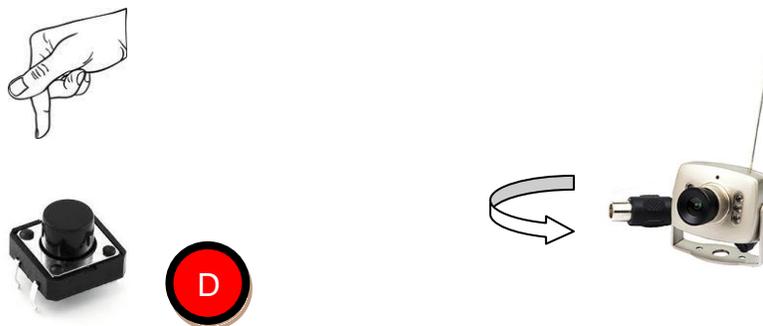
Figura 56. Apagado del aire acondicionado

Para realizar barridos de la videocámara hacia la izquierda use el botón C



57. Giro hacia la izquierda de la videocámara.

Para realizar barridos de la videocámara hacia la derecha use el botón D



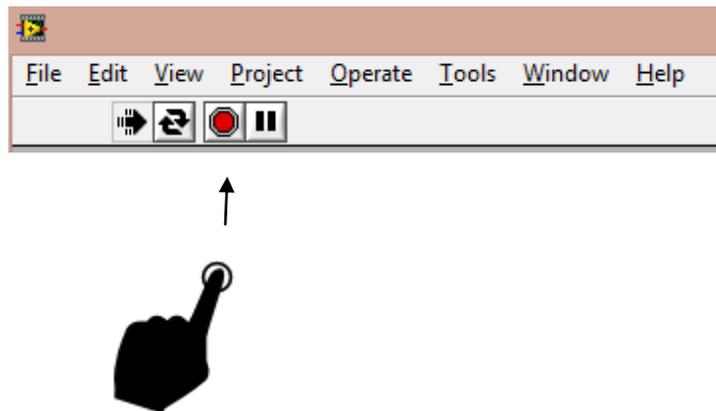
58. Giro hacia la derecha de la videocámara.

Estos pulsadores están debidamente marcados

Si luego de estar encendido el led, el dispositivo genera algún inconveniente de comunicación puede reiniciar el microcontrolador por medio del pulsador.

Para finalizar el uso del intercomunicador solo debe cambiar la posición del Switch eléctrico de 1 a 0 (no es necesario desconectar el dispositivo)

Para finalizar la transmisión de video, pulse en el botón Stop, desconecte la videocámara y el receptor. (Estos elementos si se deben desconectar al terminar su uso)



59. detención del VI para la visualización de la imagen de la videocámara.

5. UBICACIÓN DEL SISTEMA Y CARCASA DEL PROTOTIPO

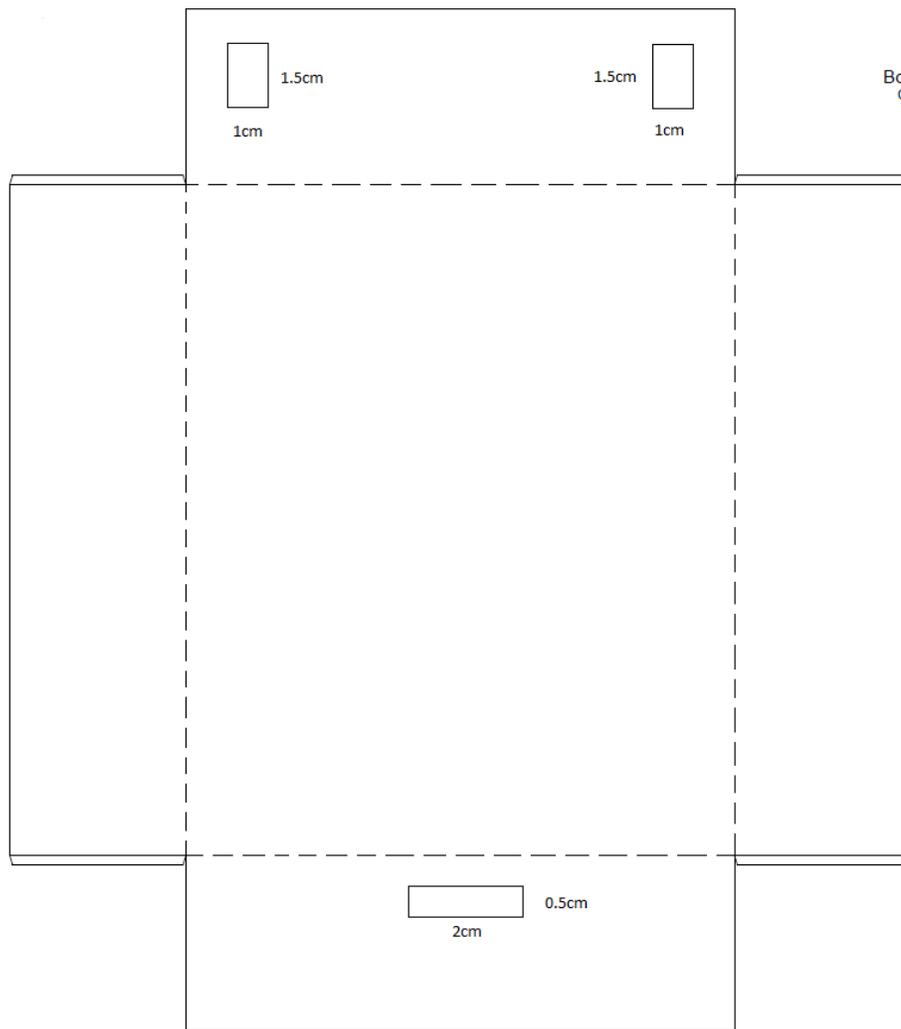
El sistema de intercomunicador debe estar ubicado de manera que se logre obtener el máximo de su señal inalámbrica, con esto se lograra una mayor efectividad del mismo, guiados por el diagrama y las pruebas realizadas la mejor opción para el intercomunicador es cerca a los ventanales a una altura promedio para el uso de las personas que tendrían acceso a él.

Para el encendido del aire y movimiento de la video cámara es necesario un poco más de exactitud en la ubicación, esto debido a que s un sistema infrarrojo que es más susceptible a los obstáculos.

La video cámara debe estar ubicada de tal forma que logre realizar un barrido visual de toda el are donde se ubique, el receptor de la video cámara debe estar por fuera de la oficina del laboratorista incrustada en la pared a una altura que no pueda ser perturbado o manipulada por las personas que por allí transitan, para sacar mejor provecho de la cámara se recomienda ubicarla en la esquina superior derecha, es decir en la esquina más cercana al receptor. Para el movimiento inalámbrico de la cámara esta ubicación es idónea aunque esta puede variar debido a que su alcance es de mayor rango.

Para el encendido inalámbrico del aire acondicionado es de suma importancia que la ubicación sea más precisa, por esta razón se dan estas recomendaciones:

La transmisión trabaja en línea directa es decir que el transmisor IR debe estar a la misma altura del aire acondicionado, esta es de aproximadamente 2.15 metros estos pueden cablearse a través de las canaletas allí instaladas, máximo a una distancia de 3 metros del receptor, por pruebas se comprobó que este valor puede ser mayor pero por las perturbaciones que pueden existir en el ambiente se recomienda no exceder esta distancia.



Box with lid 15.57 x 5 x 19.10 in page 1
Created with <http://www.template-maker.nl>

Figura 60. Carcasa sistema de intercomunicador inalámbrico.

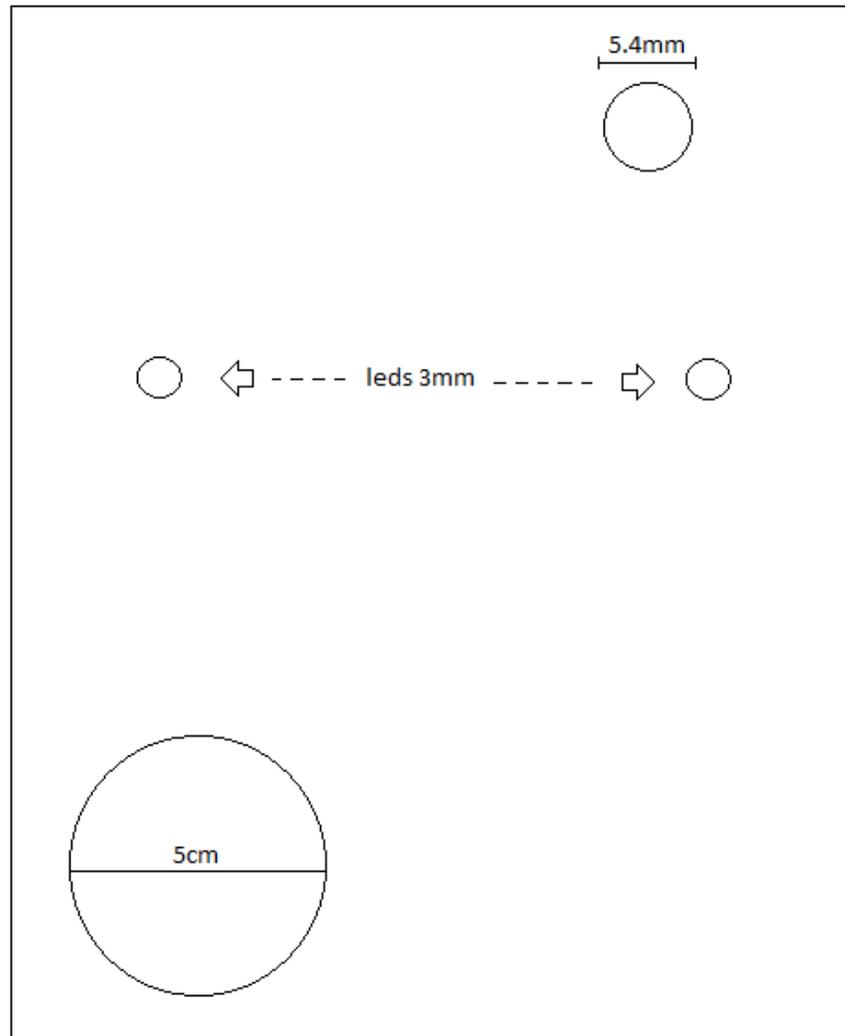


Figura 61. Tapa para la carcasa del sistema inalámbrico de intercomunicador.

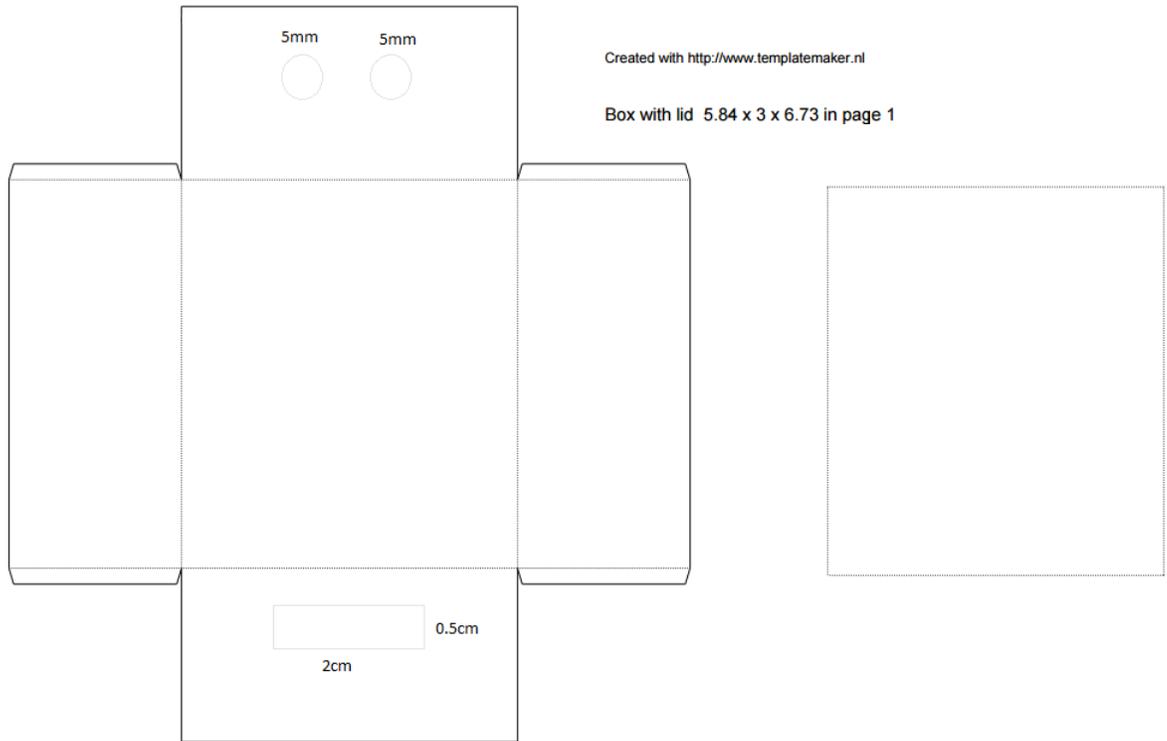


Figura 63. Carcasa y tapa del sistema de control inalámbrico del aire acondicionado y video cámara.

6. CONCLUSIONES

Al realizar las pruebas de alcance se determinó que la ubicación de las antenas es primordial para la buena comunicación, la línea de vista es lo ideal pues estas señales se ven distorsionadas por los cuerpos sólidos, al no ser posible evitar los cuerpos sólidos se opta por ubicarlas en lugares donde el cuerpo sólido sea lo más delgado posible, como muros prefabricados, ventanales entre otros.

La señal de alcance de los leds infrarrojos es muy corta por lo que se deben implementar distintos métodos para aumentar su distancia, como el uso de elementos cóncavos (lupas, lentes, etc) y reducción de la resistencia que va a la alimentación del emisor. La adición de más emisores en paralelo también ayuda a aumentar el alcance.

Las tramas de señal infrarroja para el control de elementos de sistemas como los de aire acondicionado, pueden ser bastante complejas dado que los fabricantes utilizan técnicas para evitar su manipulación con dispositivos diferentes a los propios, por esta razón se tuvo que hacer uso de diversas técnicas y estrategias para lograr decodificar la señal para luego programarla en un control propio.

Las señales que hacen uso del espectro electromagnético para su desplazamiento sufren perturbaciones debido a los obstáculos físicos que pueda encontrar en el camino, además este tipo de señales por sí solas no recorren grandes distancias, para solucionar esto se hace uso de herramientas repetidoras de señal ubicadas estratégicamente para replicar la señal y darle mayor continuidad en el espacio.

Se evidenció que el valor del voltaje de alimentación aplicado sobre el módulo transmisor influye sobre la calidad y alcance de las transmisiones, dado que existen unos límites que no se pueden superar, una mejora futura sería adicionar elementos o etapas circuitales complementarias que permitan manejar mayores rangos de voltaje y por ende mayores alcances.

La videocámara hace uso de una tecnología de transmisión de datos diferente a la de los módulos, esta tecnología trae consecuencias positivas como la mayor velocidad y capacidad de datos pero también negativas como mayor sensibilidad a los cuerpos sólidos y menor rango de alcance, la transmisión se genera en la banda de los 2.4 GHz por lo que la videocámara solo es óptima en este prototipo para los laboratorios que se encuentran cerca de la oficina como el laboratorio de electrónica.

Los módulos tienen la opción de trabajar en mono y estéreo, el prototipo está destinado a transmitir solo voz, por lo que es preferible usar solo uno de los canales de salida de audio (derecho o izquierdo), al realizar pruebas se tuvieron inconvenientes de interferencia al hacer uso de dos parlantes, debido a esto y a que solo era necesario hacer uso de un canal, se optó por trabajar con un solo parlante. En las diferentes pruebas se pudo verificar que las señales estéreo audibles también son bien reproducidas por el parlante por lo que la funcionalidad de los módulos no se vio deteriorada.

Labview es un software ampliamente conocido en nuestra Universidad y manejado tanto por estudiantes, docentes y laboratoristas, recientemente se realizó una inversión en las licencias de la versión del 2013 de Labview, esto permitirá la futura mejoría de la interfaz diseñada, debido a que se contará con librerías que facilitarían su actualización.

REFERENCIAS

- [1] “Intercomunicador - Documentos de Investigación.” [Online]. Available: <http://clubensayos.com/Acontecimientos-Sociales/Intercomunicador/226787.html>. [Accessed: 04-Feb-2014].
- [2] “Fotos de Intercomunicadores, Bticino - Yusphone - Commax - Lima - Servicio Técnico.” [Online]. Available: <http://lima.evisos.com.pe/fotos-del-anuncio/intercomunicadores-bticino-yusphone-commax-id-132786>. [Accessed: 22-Feb-2014].
- [3] “Historia de los Sistemas de intercomunicación | eHow en Español.” [Online]. Available: http://www.ehowenespanol.com/historia-sistemas-intercomunicacion-info_216136/. [Accessed: 04-Feb-2014].
- [4] S. Size, “FM Transmitter Module,” pp. 7–8, 2006.
- [5] L. O. S. S. D. E. Telecomunicación, “Capítulo 1 Introducción a los Sistemas de Telecomunicación,” pp. 1–43, 1981.
- [6] C. Recepción and D. E. M. Angular, “Cap.8.- RECEPCIÓN DE MODULACIÓN ANGULAR,” 2006.
- [7] “LA RADIO EN FRECUENCIA MODULADA (FM). CARACTERÍSTICAS | Historia de los medios en WordPress.com.” [Online]. Available: <http://lahistoriadelosmedios.wordpress.com/2010/07/17/la-radio-en-frecuencia-modulada-fm-caracteristicas/>. [Accessed: 04-Feb-2014].
- [8] “Principios de Modulación.”
- [9] “definición y funcionamiento de microcontroladores y microprocesadores.” [Online]. Available: <http://es.scribd.com/doc/51365750/definicion-y-funcionamiento-de-microcontroladores-y-microprocesadores>. [Accessed: 04-Feb-2014].
- [10] “Microcontrolador,” *Univ. San Carlos Guatemala*, 2012.
- [11] A. E. Peidro, “Tutorial de Labview.” 2002.
- [12] J. R. L. Vizcaíno and J. P. Sebastiá, “Labview: entorno gráfico de programación,” 2011. [Online]. Available: <http://books.google.com/books?id=ZFQua3-eeQEC&pgis=1>. [Accessed: 04-Feb-2014].

- [13] “fm RDS - Buscar con Google.” [Online]. Available: https://www.google.com.co/search?q=fm+RDS&espv=210&es_sm=93&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=NWL-UtytKdLJsQTPiCIDQ&ved=0CAkQ_AUoAQ&biw=1241&bih=545#imgdii=_. [Accessed: 22-Feb-2014].
- [14] L. S. Moreno, I. Electrónica, and O. M. R. Torres, “Diseño y construcción de un sistema de telemetría para automatizar la lectura de consumos en los medidores de agua.”
- [15] MENESES, “Sensores de luz,” 2012. [Online]. Available: <http://www.slideshare.net/gmeneses23/sensores-de-luz-13845876>. [Accessed: 18-May-2014].
- [16] D. Eduardo and V. Fernández, “SENSOR INFRARROJO.” 2009.
- [17] R. Duchowicz and S. Noriega, *Intercomunicador por fibra óptica*, 1a ed. Buenos Aires, 2005, p. 128.
- [18] J. Giraldo, “Emisora portátil de FM estéreo,” 2001.
- [19] “¿Qué es el FM? - ¿Qué es Dynamic FM? | Phonak - life is on.” [Online]. Available: http://www.phonak.com/es/b2c/es/products/fm/what_is_fm/what_is_dynamic_fm.html. [Accessed: 11-Feb-2014].
- [20] S. Miguel Ángel, “Transmisor/Receptor inalámbrico de cuatro canales para instrumentos musicales.” 2008.
- [21] F. de J. Rivera López, “Transmisor de audio y video,” pp. 39–47, 2001.
- [22] G. Xavier, C. Martínez, V. Manuel, and A. Armijos, “Sistema de seguridad para un laboratorio.”
- [23] C. Tasiguano pozo, “Desarrollo de algoritmos de reconocimineto de placas vehiculares,” 2011.
- [24] A. O. Sunday, V. M. Ibrahim, and A. Joshua, “Remote Control of Electrical Appliances Using GSM Networks,” vol. 1, no. 9, pp. 38–45, 2012.
- [25] S. Introtech, H. Eisenson, and M. Hunter, “Remote Hearing Transmitter and R4ceiver,” 2013.

- [26] I. L. J. Arnone, I. C. M. González, I. C. A. Gayoso, I. A. Ivorra, and I. D. Marin, "Sistema de transmisión para uso médico basado en rayos infrarrojos."
- [27] P. Enhanced and F. Microcontrollers, "Data Sheet," 2003.
- [28] E. L. Pérez, "Teoría y Aplicaciones (Protocolo SPI)." Mexico Distrito Federal.
- [28] I. Silicon Laboratories, "Si4702/03-C19." 2009.
- [30] M.C. Carlos E, "“EL BUS INTER-INTEGRATED CIRCUITS I2C”.