

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**



**“COMUNICACIÓN INALÁMBRICA POR RADIOFRECUENCIA,  
PARA CONTROL DE ILUMINACIÓN DE UNA RESIDENCIA”**

Trabajo de Aplicación – Examen de Grado presentado para obtener el Grado de Licenciatura

**POR: CRISTHIAN NELSON CHAVEZ GUTIERREZ**

**LA PAZ- BOLIVIA**  
**Noviembre, 2022**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

Trabajo de Aplicación – Examen de Grado

**“COMUNICACIÓN INALÁMBRICA POR RADIOFRECUENCIA, PARA  
CONTROL DE ILUMINACIÓN DE UNA RESIDENCIA”**

Presentado por: Cristhian Nelson Chavez Gutierrez

Para optar del grado académico de Licenciado en Electrónica y Telecomunicaciones

Nota numeral: .....

Nota literal: .....

Ha sido .....

Lic. Julia Torrez Soria

Directora de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones

Tribunal: M. Sc. Ing. Juan Alberto Aguilera Ríos

Tribunal: M. Sc. Edwin Félix Ibarra García

Tribunal: M. Sc. Javier Nicolas Yujra Tarqui

## **DEDICATORIA**

*A Dios por toda la inspiración, confianza y protección en todo momento.*

*A mi madre querida, ejemplo de esfuerzo y dedicación, por el apoyo incondicional y el impulso para salir siempre adelante.*

## INDICE GENERAL

<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>8</b>
1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
<b>1.2 OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
1.2.1 OBJETIVO GENERAL .....	10
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	11
1.3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	11
1.3.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	12
<b>1.4 DELIMITACIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL .....	12
1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL .....	12
<b>1.5 METODOLOGÍA.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>14</b>
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 METODOS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>14</b>
1.1.1 COMUNICACIÓN DIGITAL.....	14
1.1.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES DIGITALES .....	15
1.1.3 FRECUENCIA .....	16
1.1.4 ANCHO DE BANDA.....	16
1.1.5 BAUDIO.....	17
1.1.6 TASA DE TRANSFERENCIA .....	18
<b>1.2 MODULACIÓN DIGITAL.....</b>	<b>19</b>
1.2.1 MODULACION ASK (Modulación por desplazamiento de amplitud) .....	20
1.2.2 MODULACION FSK (Modulación por desplazamiento de frecuencia) .....	21

1.2.3 MODULACION PSK (Modulación por desplazamiento de fase) .....	24
1.3 MEDIDAS DE POTENCIA.....	25
1.3.1 NIVEL DE POTENCIA.....	27
1.4 COMUNICACION POR RADIOFRECUENCIA .....	28
1.4.1 MODULOS DE RADIOFRECUENCIA.....	28
1.4.2 ESPECTRO RADIO ELÉCTRICO .....	29
1.4 TRANSMISOR TLP344 (JMR-TX1), Y RECEPTOR RLP434 (RXB6R) INALÁMBRICO DE RF .....	32
1.4.1 MODULO TRANSMISOR TX (433MHz).....	33
1.4.2 ANTENA PARA MÓDULOS DE 433MHZ .....	37
1.4.3 MODULO RECEPTOR RX (433 MHz).....	39
1.6 MODOS DE TRANSMISIÓN .....	43
1.6.1 SIMPLEX (SX).....	43
1.6.2 HALF DÚPLEX (HDX, de Semi duplex).....	44
1.6.3 Full Duplex (FRX, Duplex Total) .....	44
1.7 SISTEMA DE CODIFICACION Y DECODIFICACION .....	45
1.7.1 MÓDULO CODIFICADOR HT12E .....	47
1.7.2 MÓDULO DECODIFICADOR HT12D.....	54
CAPITULO II.....	62
SEMICONDUCTORES Y COMPUERTAS LOGICAS .....	62
2.1 OPTOACOPLADORES.....	63
2.1.1 MOC 3021 .....	63
2.2 TRIAC BT136 .....	65
2.3 COMPUERTAS LÓGICAS.....	68
2.3.1 COMPUERTA NOT 74LS04 .....	70
1.4 SIMULADOR PROTEUS .....	71
CAPITULO III .....	75
DESARROLLO DEL TRABAJO .....	75
3.1. ETAPA DE TRANSMISIÓN .....	77
3.2 ETAPA DE RECEPCIÓN.....	79

3.3 ETAPA DE POTENCIA .....	81
3.4 ARMADO DEL PROTOTIPO DE LA MAQUETA .....	82
4. COSTOS Y PRESUPUESTOS .....	84
5. CONCLUSIONES .....	86
6. RECOMENDACIONES .....	87
7. BIBLIOGRAFÍA .....	87

## RESUMEN DEL TRABAJO

En el presente trabajo, se desarrolla el prototipo de un sistema para el control de iluminación de una residencia, basada en la tecnología de Radiofrecuencia utilizando módulos. Dicho sistema trabajará a una frecuencia de 433 MHz.

En la primera parte del proyecto se identificará los elementos que se usaran para establecer la comunicación entre el transmisor y el receptor de radiofrecuencia.

En la segunda parte se identificarán los componentes que usaremos para la etapa de potencia que permitirán activar la iluminación de los ambientes de la residencia. La alimentación del sistema requiere una fuente regulada de 9 y 5 voltios, respectivamente y para la etapa de potencia la alimentación para los focos será de 220 V AC.

En la tercera parte realizaremos el desarrollo del trabajo, explicando el funcionamiento por etapas en dicho circuito. Para su mejor entendimiento y probando que dicho sistema funciona, previamente realizaremos la simulación “**PROTEUS**”.

Para finalizar se hará referencia a las conclusiones y recomendaciones observadas en el transcurso y desarrollo del sistema.

## **GENERALIDADES**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En el mundo moderno cualquier actividad que no pueda ser realizada en forma eficiente mediante herramientas remotas representa una enorme desventaja, tanto competitivamente como de calidad de vida.

Dentro de esta perspectiva, la automatización de los espacios y su dinamización con la incorporación de herramientas y tecnologías de la información y las telecomunicaciones, es más una necesidad inminente.

Son múltiples los factores que pueden caracterizar las formas de vida de las personas hoy en día, como ejemplo, adultos mayores que viven solos, población con algún tipo de discapacidad y que viven de forma independiente.

Es así como, labores tan comunes como prender y apagar las luces en un hogar se convierten en un problema; pero con la implementación de un sistema inalámbrico con radiofrecuencia disminuye el grado de dificultad para realizar estas tareas. Las cuales en su mayoría tienen costos elevados y están pensadas más en generar una experiencia de lujo al cliente que en facilitar el desarrollo de una actividad específica a las personas.

Otros factores es que estos productos son de difícil instalación e incluso la manipulación de los mismos llegan a ser complicada para los usuarios, a raíz de todo esto tienen que contratar servicios adicionales para poder instalarlos y eso conlleva a otro gasto más.



### **1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Analizando esto podemos saber que La Paz- Bolivia necesita productos tecnológicos nacionales, al alcance de todo bolsillo, para su realidad y necesidad social.

Por lo tanto, debemos plantearnos la pregunta de si existe un sistema de comunicación inalámbrica que pueda controlar la iluminación en una residencia y que resuelva todos los problemas previamente mencionados.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar e implementar un sistema de control inalámbrico utilizando radiofrecuencia, para realizar el control de iluminación de una residencia.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Definir el procedimiento a seguir en la elaboración de un sistema de control inalámbrico.
- ✓ Explicar el desarrollo del funcionamiento por etapas para el presente trabajo de aplicación.
- ✓ Realizar la comunicación inalámbrica exitosa entre los módulos transmisores y receptores de radiofrecuencia.
- ✓ Implementar el sistema de control de iluminación de las habitaciones, para los dormitorios, sala de estar y comedor de la residencia.
- ✓ Lograr una exitosa conexión de todo el circuito a la corriente alterna para que los bombillos funcionen.
- ✓ Realizar un modelo a escala de una residencia para verificar la funcionalidad del sistema inalámbrico de radiofrecuencia.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

El circuito electrónico propuesto llega a ser versátil, de carácter intuitivo y de fácil manipulación con componentes accesibles, este no tendrá microcontroladores o arduinos, por ende, no llevará programación de alto nivel, porque no es necesario para el apagado y encendido de la iluminación, gracias a ello cualquier persona con pocas nociones de electrónica podría llegar a implementarlo y manejarlo.

Cabe resaltar que las características de potencia, en el consumo de energía, no llegan a ser excesivas gracias al diseño del circuito. Lo cual será alimentada con una batería de 9V para el circuito transmisor y 5V para el circuito receptor.

### **1.3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La implementación de un sistema inalámbrico con radiofrecuencia disminuye el grado de dificultad con tareas diarias como prender y apagar luces de una habitación, el usuario tendría que ir hasta la habitación y regresar nuevamente, o cuando una persona haya terminado su jornada y quiera descansar, el interruptor estará muy lejos del cómodo lugar donde se encuentra y sería más práctico que tuviera un control remoto que apagara dichas luces.

Por otra parte, el proyecto no solo brindaría comodidad, también ayudaría a personas con discapacidad, así mejorando su calidad de vida.

### **1.3.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

El presente proyecto no usará dispositivos de alto presupuesto, como microcontroladores o arduinos, se implementará componentes electrónicos accesibles al alcance económico del usuario, siendo de gran beneficio para aquellas personas de bajos recursos que quieran implementar el presente sistema en su hogar, brindando un valor agregado a futuro.

### **1.4 DELIMITACIÓN**

#### **1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El área considerada para la implementación del proyecto está limitada a viviendas, departamentos de la Ciudad de La Paz, que tengan un rango de 100 mt<sup>2</sup> de superficie, que en este caso es la distancia máxima de propagación electromagnética del transmisor. Resaltando que no existe riesgo si se implementa cerca del área de alguna institución militar, hospitales u organizaciones gubernamentales, ya que las frecuencias de transmisión que se utilizan son de 433MHz, frecuencias libres aprobadas, para el radioaficionado según la norma de UIT.

#### **1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Según el análisis realizado en el campo se deduce, que el diseño, la cotización de costos para presupuestos en su implementación al diseño final del sistema, llegaría a ser de aproximadamente de 1 mes y medio con pruebas de funcionamiento.

Cabe resaltar que el tiempo estimado de acabado, está sujeto a diversos factores como ser, la adquisición de componentes electrónicos, calibración de los módulos de radiofrecuencia y elaboración de las antenas etc.

## **1.5 METODOLOGÍA**

En el proyecto de aplicación se utiliza la metodología explicativo-experimental, ya que se pretende justificar ciertos fenómenos físicos que intervienen, orientándonos a diferentes hipótesis ya realizadas con anterioridad. Experimentando posteriormente las teorías analizadas, realizando pruebas, así para poder identificar la causa principal del proyecto. Por ello se pretende analizar un fenómeno o situación concreta identificando sus rasgos peculiares o diferenciadores. Respondiendo a las siguientes preguntas:

- ✓ **¿Qué es?**
- ✓ **¿Cómo realizarlo?**
- ✓ **¿Cómo funciona?**

Los cuales nos darán soluciones orientadas al proyecto y a una comprensión de lo que se pretende, al realizar el estudio del mismo.

## **CAPITULO I**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **1.1 METODOS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS**

##### **1.1.1 COMUNICACIÓN DIGITAL**

El término comunicaciones digitales abarca un área extensa de técnicas de comunicaciones, incluyendo transmisión digital y radio digital. La transmisión digital es la transmisión de pulsos digitales, entre dos o más puntos, de un sistema de comunicación. El radio digital es la transmisión de portadoras analógicas moduladas, en forma digital, entre dos o más puntos de un sistema de comunicación.

Los sistemas de transmisión digital requieren de un elemento físico, entre el transmisor y el receptor, como un par de cables metálicos, un cable coaxial, o un cable de fibra óptica para su comunicación. (Tomasi, Comunicaciones Digitales, 2003)

##### **¿Por qué comunicaciones digitales?**

Para comprender el sentido de la pregunta es necesario entender que muchas de las señales que deseamos comunicar están originalmente en formato analógico y que cabe, por tanto, transmitir las usando alguna de las técnicas clásicas en comunicaciones analógicas, como la modulación de amplitud (“amplitude modulation”, AM) o la modulación de frecuencia (“frequency modulation”, FM).

Un ejemplo puede ser una señal de voz que es captada por el micrófono de un teléfono móvil de primera generación y que, modulada en FM, se transmite por radio hasta la estación base. Como alternativa, se puede pensar en digitalizar la señal de voz y transmitir los bits resultantes utilizando cualquiera de las técnicas.

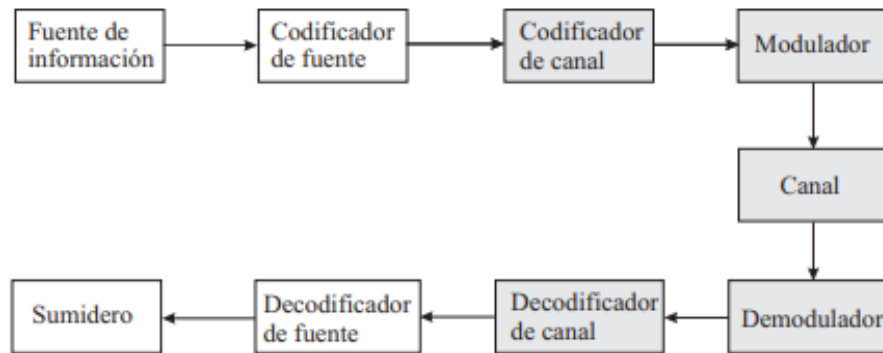
El concepto “**comunicaciones digitales**” suele evocar la idea de señales de voltaje que cambian entre dos niveles que representan el uno y el cero y que, aunque distorsionadas al ser transmitidas por el canal, pueden ser reconstruidas en el destino gracias a su carácter discreto.

Estas formas de onda no son precisamente las más eficientes para comunicar información y existen soluciones mejores; sin embargo, son un buen ejemplo de cómo la discretización ayuda a conseguir una comunicación fiable. De hecho, la diferencia fundamental entre comunicaciones digitales y analógicas es que en las primeras el número de formas de onda transmitidas posibles es finito, lo que no ocurre en el segundo caso. Podemos pensar, por tanto, que en un instante de tiempo dado el transmisor tiene a su disposición un conjunto finito y discreto de formas de onda que puede hacer corresponder con los bits a transmitir.

### **1.1.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES DIGITALES**

La Figura 1.1 es un diagrama de bloques que contiene los elementos fundamentales de un sistema de comunicaciones digitales. La fuente de información puede ser, como ya hemos indicado, analógica o digital. En el primer caso podemos tener, por ejemplo, la señal captada por un micrófono o por una cámara; en el segundo, la fuente podría ser un servidor web.

La misión del bloque denominado codificación de fuente es la de representar la información de fuente con la menor cantidad de bits posible; es por ello que en ocasiones se habla de compresión de la información. Para lograr este propósito el codificador de fuente elimina la redundancia presente en la señal a su entrada. Piénsese, por ejemplo, en una señal de televisión, en la que el locutor apenas varía de posición de un cuadro de la imagen al siguiente; en tal caso es más eficiente transmitir sólo la información que nos dice cómo varía la imagen en un cuadro con respecto al anterior que el cuadro completo. Naturalmente, cuanta más redundancia, mayor compresión se puede alcanzar.



**Figura 1.1 Diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones digitales**

(Micolau, 2013)

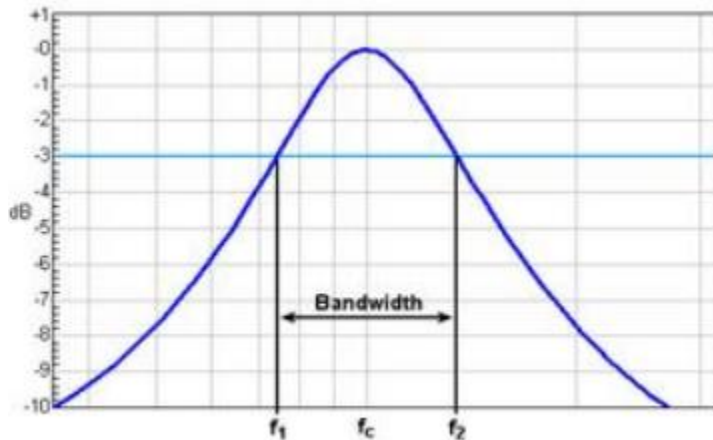
### 1.1.3 FRECUENCIA

La frecuencia es la magnitud física que mide las veces por unidad de tiempo en que se repite un ciclo de una señal periódica. Una señal periódica de una sola frecuencia tiene un ancho de banda mínimo. En general, si la señal periódica tiene componentes en varias frecuencias, su ancho de banda es mayor, y su variación temporal depende de sus componentes frecuenciales.

### 1.1.4 ANCHO DE BANDA

Para señales analógicas, el ancho de banda es la longitud, medida en Hz, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier. También son llamadas frecuencias efectivas las pertenecientes a este rango





**Figura 1.2 El AB determinado por las frecuencias comprendidas entre  $f_1$  y  $f_2$ .**  
(Castillo, 2019)

### 1.1.5 BAUDIO

Es la unidad de medida usada en telecomunicaciones que representa el número de símbolos transmitidos por segundo en una red análoga. El baudio (en inglés baud) es una unidad de medida, usada en telecomunicaciones, que representa la cantidad de veces que cambia el estado de una señal en un periodo de tiempo, tanto para señales digitales como para señales analógicas. Es importante resaltar que no se debe confundir el baud rate o velocidad en baudios con el bit rate o velocidad en bits por segundo, ya que cada evento de señalización (símbolo) transmitido puede transportar uno o más bits. Sólo cuando cada evento de señalización (símbolo) transporta un solo bit coinciden la velocidad de transmisión de datos baudios y en bits por segundo. Las señales binarias tienen la tasa de bit igual a la tasa de símbolos ( $r_b = r_s$ ), con lo cual la duración de símbolo y la duración de bit son también iguales ( $T_s = T_b$ ).  $n = r_b/r_s$  Donde  $r_b$ : régimen binario o tasa de bits (bit rate)  $r_s$ : tasa de modulación o tasa de símbolos y  $n$ : número de bits por nivel para la codificación de línea.



segundo (MB/s) o Gigabytes por segundo (GB/s). Se calcula multiplicando la frecuencia de trabajo del bus, en ciclos por segundo por el número de bytes que se transfieren en cada ciclo. Por ejemplo, un bus que transmite 64 bits de datos a 266 MHz tendrá un ancho de banda de 2,1 GB/s. Algunas veces se transmite más de un bit en cada ciclo de reloj, en este caso se multiplicará el número de bits por la cantidad de transferencias que se realizan en cada ciclo (MT/s). Comúnmente, el ancho de banda que no es otra cosa que un conjunto de frecuencias consecutivas, es confundido al ser utilizado en líneas de transmisión digitales, donde es utilizado para indicar régimen binario o caudal que es capaz de soportar la línea.

## **1.2 MODULACIÓN DIGITAL**

La modulación tiene como objetivo al medio radioeléctrico por el cual se va a transmitir. Es decir, una señal portadora y una señal moduladora (señal de datos) son multiplicadas, dando como resultado una señal modulada, donde la señal portadora es modificada en función de la señal moduladora. La señal portadora permite el envío de una señal, gracias a una frecuencia alta, característica de la señal portadora.

En esencia las modulaciones digitales constan en el procesamiento de algunos parámetros de una onda portadora en función a otra señal conocida generalmente como onda moduladora la cual es una señal digital binaria (de “1” y “0”) que porta la información, para que la misma sea transmitida por un canal.

Para realizar este proceso se cuenta con tres métodos los cuales son:

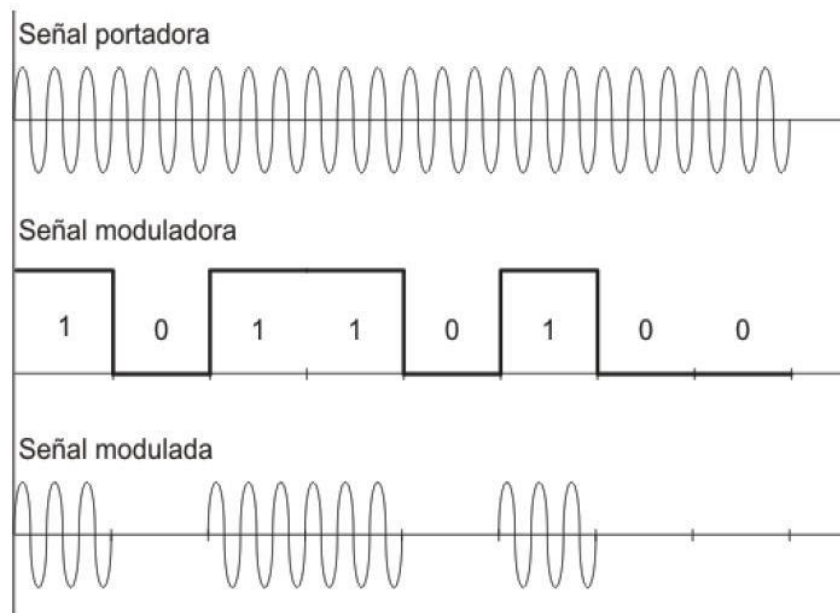
ASK (amplitude shift keying),

FSK (Frequency Shift Keying).

PSK (Phase Shift Keying)

### 1.2.1 MODULACION ASK (Modulación por desplazamiento de amplitud)

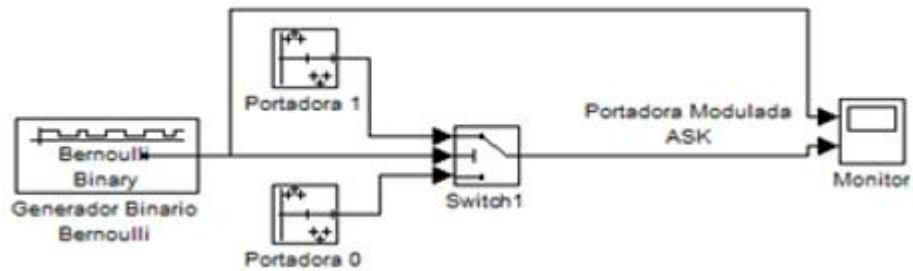
La modulación ASK, se basa en representar variaciones de amplitud inmersos en una secuencia de datos digitales como variaciones de amplitud en una onda portadora. En otras palabras, la alternancia de amplitud de la señal portadora dependerá directamente de los niveles de amplitud de la señal a modular manteniendo la frecuencia y la fase constante. Las variaciones de amplitud son usadas para representar valores binarios de “0” y “1”, de esta manera se puede representar la señal portadora como un interruptor



ON/OFF.

**Figura 1.3 Modulación ASK** (Tomassi, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 2003)

Por otra parte, el circuito consta de un interruptor el cual dependiendo de la información de la señal a modular (“1” y “0”) elige la portadora correspondiente para ese valor.



**Figura 1.4 Esquema de modulación ASK (Warner, 2018)**

Entre las ventajas se puede mencionar que esta tecnología es más barata, y de bajo consumo de potencia, debido al poco uso de ancho de banda con respecto a otros métodos de modulación.

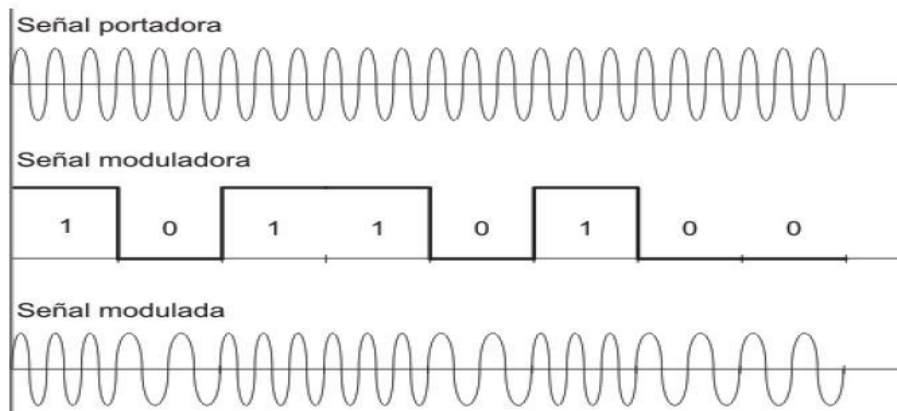
Entre las desventajas esta la fragilidad de la señal modulada frente al ruido, ya que el ruido interfiere con la señal, provocando errores en su transmisión, y no se recuperan los datos enviados de manera correcta al finalizar su proceso.

### **1.2.2 MODULACION FSK (Modulación por desplazamiento de frecuencia)**

FSK es una forma de modulación de ángulo donde la amplitud es constante y funciona como un conmutador en respuesta a la señal moduladora.

La señal moduladora es una señal binaria, que varía entre dos valores discretos  $1L=1$  y  $0L=-1$ , la cual permite desviar la frecuencia de la portadora según la desviación máxima que acepte la señal. Es decir, tener en la señal moduladora  $0L$  o  $1L$  la frecuencia de salida varía entre dos frecuencias, una mínima y otra máxima de igual magnitud pero en sentido opuesto.

La desviación máxima permite establecer la distancia máxima a la que se situara la frecuencia,  $(f_c \pm \Delta f)$  con respecto a la frecuencia central de la portadora. La cual se puede observar en la Figura 1.5



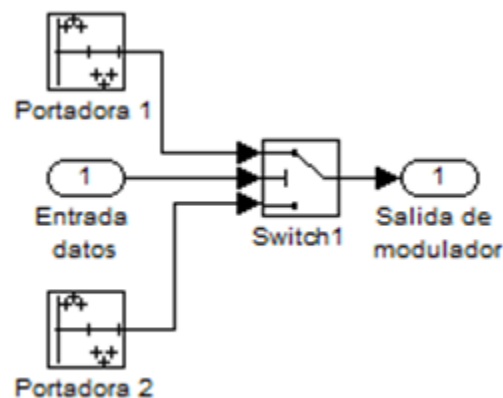
**Figura 1.5 Modulación FSK** (Tomassi, 2003, pág. 471)

FSK, en bajas velocidades se usa para comandos de tele impresoras; es apta para vía telefónica, radio frecuencia y en telemetría. Su velocidad limite es aproximadamente de 1.800bps (bits por segundo).

FSK, es menos sensible al ruido respecto a ASK, y tecnológicamente costosa debido a su complejidad, tanto para la implementación de circuitos como para la transmisión.

En FSK, existe un uso ineficiente del ancho de banda.

El índice de modulación tiene gran incidencia en la señal modulada determina los dos

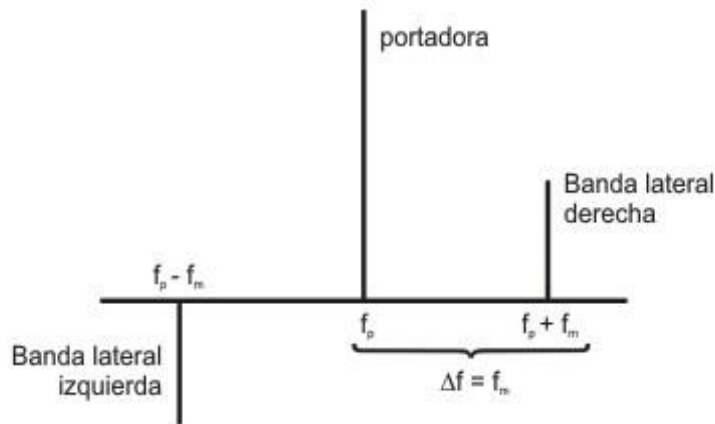


tipos fundamentales de FSK

**Figura 1.6 Esquema de modulación FSK** (Warner, 2018)

### 1.2.2.1 FSK DE BANDA REDUCIDA O ANGOSTA

Si el índice de modulación es pequeño,  $mf < \frac{\pi}{2}$  (esto significa que la variación de frecuencia de la señal modulada produce una diferencia de fase menor que  $\frac{\pi}{2}$ ), se tiene modulación de frecuencia en banda angosta y su espectro de frecuencias es similar al de ASK. La única diferencia es que en este caso, la amplitud de las armónicas se ve afectada por la frecuencia o sea, se tiene una pequeña modulación de amplitud, superpuesta a la FSK. En la Figura 1.7



**Figura 1.7 FSK de Banda reducida** (Warner, 2018)

### 1.2.2.2 FSK DE BANDA ANCHA

Las ventajas de FSK sobre ASK se hacen notables cuando el índice de modulación es grande es decir  $mf > \frac{\pi}{2}$ .

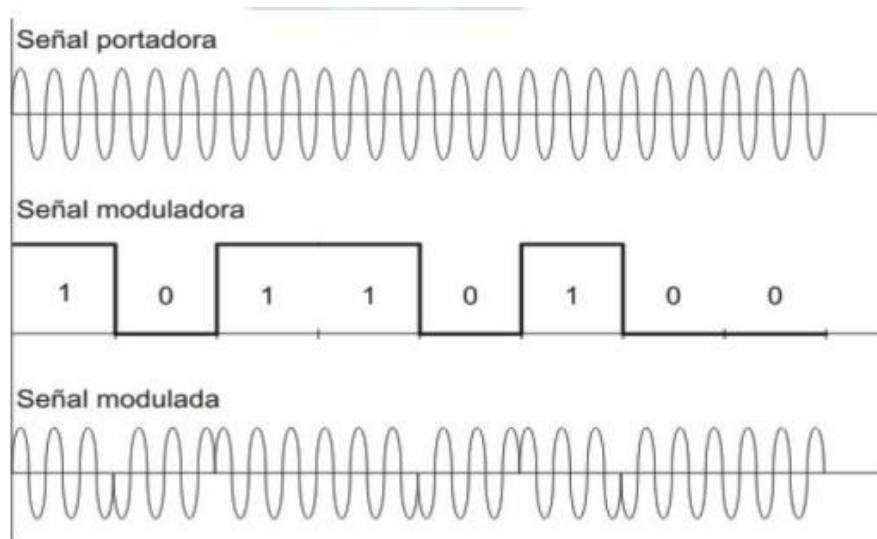
Con esta condición se aumenta la protección contra el ruido y las interferencias, obteniendo un comportamiento más eficiente respecto a ASK, puesto que en este caso la

pequeña modulación de amplitud mencionada en el caso de FSK de banda angosta, se hace despreciable

La desventaja es que es necesario un mayor ancho de banda, debido a la mayor cantidad de bandas laterales (un par por cada armónica).

### 1.2.3 MODULACION PSK (Modulación por desplazamiento de fase)

Este tipo de modulación se caracteriza por variar la fase de la señal portadora dependiendo de la amplitud de la señal a modular, resultando una modulación en fase. A diferencia a la modulación ASK, la señal portadora mantiene una amplitud constante y variaciones en la fase entre  $0^\circ$  para un "0" lógico y  $180^\circ$  para cuando se presente un "1" lógico.



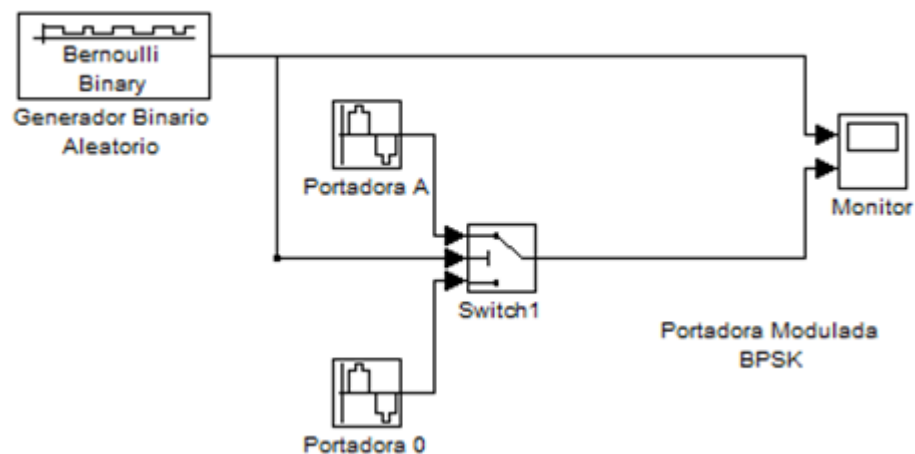
**Figura 1.8 Modulación PSK** (Tomasi, Comunicaciones Digitales, 2003)

Existen dos alternativas de modulación PSK:

**PSK convencional**, donde se tiene en cuenta el valor de salto de la fase. Pero este necesita tener una portadora en el receptor para sincronización o un código para auto sincronización por lo cual necesita de un receptor más complejo.



**PSK diferencial**, en la cual se considera el valor de salto, con respecto al salto anterior, no necesita recuperar la señal portadora en el emisor, y la información no se encuentra en la fase sino en las transiciones. Las consideraciones que se observan en la Figura 1.8 son válidas para ambos casos.



**Figura 1.9 Esquema de modulación PSK** (Wayne, Modulación PSK, 2003)

La ventaja de este tipo de modulación es que aumenta la velocidad de transmisión tomando en cuenta las características del canal por el cual se transmite.

La desventaja es la alta complejidad que presenta en el circuito receptor y por ende un mayor costo en razón de su tecnología.

### 1.3 MEDIDAS DE POTENCIA

La unidad de medida en este caso se denomina decibelio (dB) y expresa la relación entre 2 potencias mediante el logaritmo decimal (base 10) de la relación  $P_2/P_1$  en donde  $P_2$  es la potencia Recibida y  $P_1$  es la potencia transmitida.

Tanto la atenuación (perdida) como la amplificación (ganancia) se pueden medir en decibelios. (Tocci, 2004)

**Atenuación:**

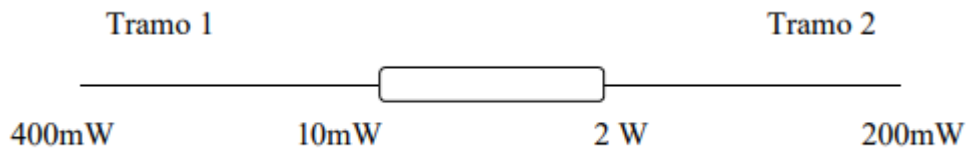
$$At = 10 \log P_1/P_2 \text{ (dB)}$$

**Ganancia:**

$$G = 10 \log P2/P1 \text{ (dB)}$$

Empleando el logaritmo decimal (en base 10), la atenuación total de un circuito se puede calcular como la suma de la atenuación/amplificación de cada una de las etapas ya que los logaritmos convierten la multiplicación (x) y la división (/) en simples sumas y restas de donde se reduce que el valor de la atenuación se corresponde con el de la ganancia, pero con signo contrario.

Una regla muy eficaz es que el doble o la mitad de la potencia equivalen a 3dB Por ejemplo en el siguiente circuito tenemos:

**Solución Tramo 1**

$$At = 10 \log 400/10 = 16\text{dB}$$

**Solución en el Sistema**

$$G = 10 \log 200/10 = 23 \text{ dB}$$

**Solución Tramo 2**

$$At = 10 \log 2000/200 = 10\text{dB}$$

**Solución Total Ganancia / Atenuación**

$$G/At = -16 + 23 - 10 = -3\text{dB}$$

Los decibelios (dB) solo proporcionan la relación entre cantidades consideradas, por tanto, el valor obtenido no indica el valor absoluto después de la atenuación o amplificación. Es necesario pues establecer un nivel de referencia para que el resultado tenga sentido. En telefonía existen varios niveles de referencia para los distintos tipos de mediciones entre los que destacan lo siguiente, por ser los más comunes.

- ✓ Nivel de Potencia (dBm)
- ✓ Nivel de Voltaje (dBV)
- ✓ Nivel Relativo (dBr)
- ✓ Nivel Relativo a otra señal (dBm0)

### 1.3.1 NIVEL DE POTENCIA

Para medir el valor absoluto de la potencia se ha dado el valor de 1 mW como valor de referencia; por tanto, la unidad de medida dBm está referida a un valor de 1mW

$$L = k \log X2/X1$$

Donde: X2 es la potencia de salida X1 es 1mW

$$L \text{ dB (1mW)} = L \text{ dB (mW)} = L \text{ dBm} = 10 \log P2(\text{mW}/1\text{mW})$$

Las equivalencias entre algunos valores absolutos se muestran en siguiente tabla:

Magnitud	Referencia	Nivel Absoluto	Formula
Potencia	1 mW	L (dBm)	10 log P(mW)
Potencia	1 W	L (dBm)	10 log P(W)
Tensión	0.775 V	L (dBV)	20 log V/0.775

**Tabla 1.1 Equivalencias entre valores absolutos**

Relación entre los niveles dBm y potencia en watos (w)

$$L \text{ dBm} = 10 \log P2(\text{mW}/1\text{mW})$$

$$L \text{ dB (1mW)} = 10 \log P2(\text{mW}/1\text{mW})$$

## 1.4 COMUNICACION POR RADIOFRECUENCIA

La transmisión de datos en RF utiliza el espacio como medio de transmisión, es decir no necesita de un cableado para la transmisión, ya que la información está contenida en ondas electromagnéticas y para ello es necesario el empleo de módulos RF.

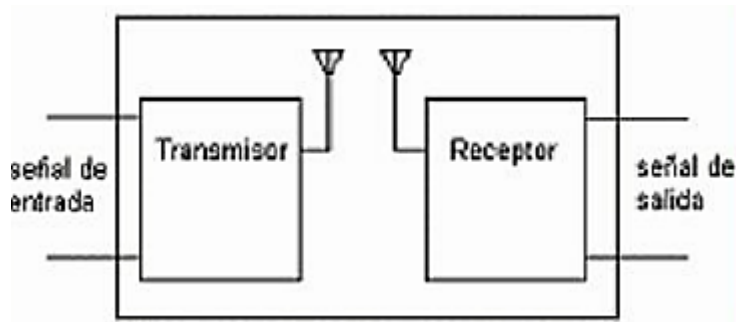
### 1.4.1 MODULOS DE RADIOFRECUENCIA

Los módulos de RF se emplean principalmente para aplicaciones OEM como en controles remotos, sistemas de seguridad, identificación y transmisión periódica de datos.

Estos sistemas están conformados por un par de módulos: un transmisor y otro receptor (**para comunicaciones en un solo sentido**) o por pares de transceptores (que permiten comunicación de doble vía), generalmente fabricados por la misma empresa, con lo que ofrecen confiabilidad y buenas distancias de alcance.

La mayoría de estos pares emplean tecnologías de modulación de ASK (conmutador de desplazamiento de amplitud) y FSK (conmutador de desplazamiento de frecuencia), y sólo necesitan una antena como elemento externo (inclusive permiten trabajar sin antena para distancias cortas). Estos pares de módulos presentan sintonía fija a una frecuencia determinada, como, por ejemplo, 315MHz, 418MHz, 433.92MHz en UHF. En algunos casos presentan algún elemento de ajuste de sintonía, como un condensador (o bobina) variable, que le permite al diseñador obtener la mejor respuesta del sistema.

También se permite la comunicación de señales de tipo digital o analógico, dependiendo del modelo que se emplee; inclusive algunos permiten la transmisión de ambos tipos de señal. La utilización de estos dispositivos en sencilla y cada elemento (transmisor y receptor) se puede considerar como un sistema de un puerto, y en conjunto como un sistema de dos puertos o cuadripolo. En la Figura 1.10 se muestra estos módulos de transmisión y recepción.



**Figura 1.10 Sistema de Dos Puertos Representado por un Par de Módulos.** (Warner, 2018)

#### 1.4.2 ESPECTRO RADIO ELÉCTRICO

El campo de las telecomunicaciones tiene como objetivo convertir la información a energía electromagnética para luego ser transmitida. El espectro total útil se divide en bandas de frecuencia, a las que se dan nombres y números descriptivos, y algunas de ellas se subdividen a su vez en diversos tipos de servicios. Las designaciones de bandas según el Comité Consultivo Internacional de radio (CCIR) se muestran en la Tabla 1.2

<b>DESIGNACION DE BANDAS CCIR</b>			
<b>Numero de Banda</b>	<b>Intervalo de frecuencias</b>	<b>Designación</b>	<b>Usos</b>
2	30 Hz – 300 Hz	ELF (Frecuencias Extremadamente Bajas)	Distribución eléctrica, telemetría de baja frecuencia

3	0.3 KHz – 3 KHz	VF (Frecuencias de Voz)	Canales de frecuencia de Voz.
4	3 KHz – 30 KHz	VLF (Frecuencias muy bajas)	Enlaces de radio a gran distancia
5	30 KHz – 300 KHz	LF (Bajas Frecuencias)	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la navegación aérea y marítima
6	0.3 MHz – 3 MHz	MF (Frecuencias Intermedias)	Radiodifusión AM
7	3 MHz – 30 MHz	HF (Frecuencias Altas)	Comunicaciones de todo tipo a media y larga distancia.
8	30 MHz – 300MHz	VHF (Frecuencias Muy Altas)	Enlaces de radio a corta distancia, televisión FM.
9	300 MHz – 3 GHz	UHF (Frecuencias Ulta Altas)	Enlaces de radio, radar, TV, ayuda a la navegación aerea
10	3 GHz – 30 GHz	SHF (Frecuencias Super Altas)	Radar, enlaces de radio.
11	30 GHz – 300 GHz	EHF (Frecuencias Extremadamente Altas)	
12	0.3 THz - 3 THz	Luz infrarroja	
13	3 THz - 30 THz	Luz infrarroja	
14	30 THz - 300 THz	Luz infrarroja	

**Tabla 1.2 Designaciones de banda CCIR (Comité consultivo internacional de radiocomunicaciones) (Wayne, Espectro radioelectrico, 2003)**

<b>SISTEMAS EN BANDAS UHF</b>	
<b>Rango de Frecuencias</b>	<b>USOS</b>
320 a 420 MHz	Meteorología y dos vías de federales de usos
420 a 450 MHz	De radio localización del gobierno y de 70 cm radio aficionados
450 a 470 MHz	UHF banda de negocios, GMRS (General Móvil Radio Frecuencia Service),FRS (Family Radio Service), de seguridad pública.
470 a 512 MHz	Los canales de TV 14 - 20
512 a 698 MHz	21 – 51 canales de TV, el canal 34 se utiliza a veces para radar, el canal 37se utiliza para la radioastronomía.
698 a 806 MHz	Anteriormente utilizada para los canales de TV 52 - 69
806 a 824 MHz	Busca personas, anteriormente utilizada para los canales de TV 70-72
824 a 849 MHz	Terminal (teléfono móvil), utilizado anteriormente para los canales de TV 73-77
849 a 869 MHz	La seguridad pública 2-way (bomberos, policía, ambulancia), utilizado anteriormente para los canales de TV 77-80.
869 a 894 MHz	Estación de base, utilizado anteriormente para AMPS (sistema telefónico móvil avanzado), inicialmente utilizada para los canales de TV 80-83
902 a 928 MHz	La banda ISM, teléfonos inalámbricos y equipo de música, RFID (identificación por radiofrecuencia), enlace de datos, 33 cm de radioaficionados de banda
869 a 894 MHz	Mezcla de estudio de los enlaces de transmisión, el móvil 2-Way, depaginación
902 a 928 MHz	23 cm de radioaficionados de banda
1240 a 1300 MHz	Teléfono móvil PCS

1850 a 1910 MHz	Teléfonos inalámbricos DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)
1930 a 1990 MHz	Teléfono móvil PCS
2300 a 2310 MHz	13 cm de radioaficionados de banda – segmento inferior
2310 a 2360 MHz	De radio por satélite (sirius y XM)
2390 a 2450 MHz	13 cm de radioaficionados de banda – segmento superior
2450 a 2483,5 MHz	ISM, IEEE 802.11, 802.11b, 802.11g Wireless LAN, IEEE 802.15.4

**Tabla 1.3 Sistemas que Funcionan en UHF** (Telecomunicaciones, 2006)

La banda UHF, tiene una atenuación de 1dB si la primera zona de Fresnel está despejada, y por ser una frecuencia relativamente alta, la antena necesaria es igualmente pequeña. Son señales entre los límites de 300 MHz a 3 GHz exclusivamente la propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de sistemas satelitales artificiales y las usa la emisión comercial de televisión, en los canales 14 a 83, en los servicios móviles de comunicación terrestre, teléfonos celulares algunos sistemas de radar y navegación, radiofrecuencia y los sistemas de radio por microondas y por satélite.

En la Tabla 1.3, se indica el rango de frecuencia en UHF y el uso asignado para las mismas.

#### **1.4 TRANSMISOR TLP344 (JMR-TX1), Y RECEPTOR RLP434 (RXB6R) INALÁMBRICO DE RF**

El transmisor TLP343 (JMR-TX1), y receptor RLP434 (RXB6R) permiten comunicación inalámbrica a una velocidad de 20 Kbps de un punto a otro evitando la tediosa comunicación por medio de un cableado y más aún cuando estos puntos están lejanos.



Trabajando juntos entablan comunicación hasta de 160m en vista directa y 30m en interiores. Entre las aplicaciones más usadas por los módulos de radiofrecuencia, receptor y transmisor son:

- ✓ Sistemas de seguridad inalámbrica.
- ✓ Alarmas de seguridad e incendios.
- ✓ Teledetección.
- ✓ Comunicación de datos.
- ✓ Sistemas de busca personas.
- ✓ Sistemas de puertas (libre de llaves).
- ✓ Apertura de garajes y puertas.
- ✓ Control de luminosidad.
- ✓ Sistemas de monitoreo médico.
- ✓ Sistemas de llamado.

#### **1.4.1 MODULO TRANSMISOR TX (433MHz)**

Este módulo de radiofrecuencia de 433MHz es un transmisor de datos en UHF para montaje en circuito impreso (PCB). Consta tan solo de tres pines, dos para alimentación y un pin de datos con el cual vamos a controlar nuestro modulo receptor. Cuando trabaja con el receptor de 433MHz que lo complementa, conformando un sistema Tx/Rx, permite la implementación de enlaces de datos de radiofrecuencia de forma muy simple, alcanzando distancias de hasta 30 metros dentro de edificaciones o 160 metros en campo abierto cuando opera con la fuente de 12V, pero en nuestro caso lo alimentaremos con una pila de 9v.

## **Especificaciones técnicas**

- ✓ Señal de radiofrecuencia: Modulación ASK (Modulación por Desplazamiento de Amplitud)
- ✓ Fuente de alimentación: 5V (también se suele encontrar en versiones de 3V y 12V)
- ✓ Consumo de corriente: <16 mA
- ✓ Potencia de transmisión: 13 dBm
- ✓ Desviación de frecuencia: +- 75kHz
- ✓ Alcance útil hasta 160 metros (12V), 100 metros (5V), 60 metros (3V) en campo abierto.
- ✓ Frecuencia de transmisión: 433.92 MHz (433MHz) (suele encontrarse también modelos a 315.0 MHz)
- ✓ Velocidad de transmisión hasta 20kbps

Este sistema TX/RX de radiofrecuencia minimiza la radiación espuria y susceptibilidad. El transmisor es compatible con aplicaciones inalámbricas de enlaces de datos uno-a-uno o de varios nodos: apertura de puertas de garaje / compuertas, monitoreo remoto de procesos industriales, seguridad de edificios, Punto Electrónico de Ventas (EPOS) y seguimiento del inventario, interruptor remoto, lámpara de control remoto, sistema inalámbrico TX/RX de llamadas, etc.

## **Pinout (patillaje)**

- ✓ Vcc: Alimentación de 5VCD regulada. Contenido máximo de rizado 0.1Vpp
- ✓ DATA: Entrada de señal modulada. Acepta datos digitales serie con niveles de 0V a 5V.
- ✓ GND: Referencia (tierra) del suministro de DC.

✓ ANT: Entrada de 50

ohm de la antenna.



Figura 1.11 Forma Física del Módulo de TX (uelectronic, 2009)

### Valores máximos absolutos

Si se supera alguno de los valores indicados a continuación se puede causar daños permanentes en el transmisor:

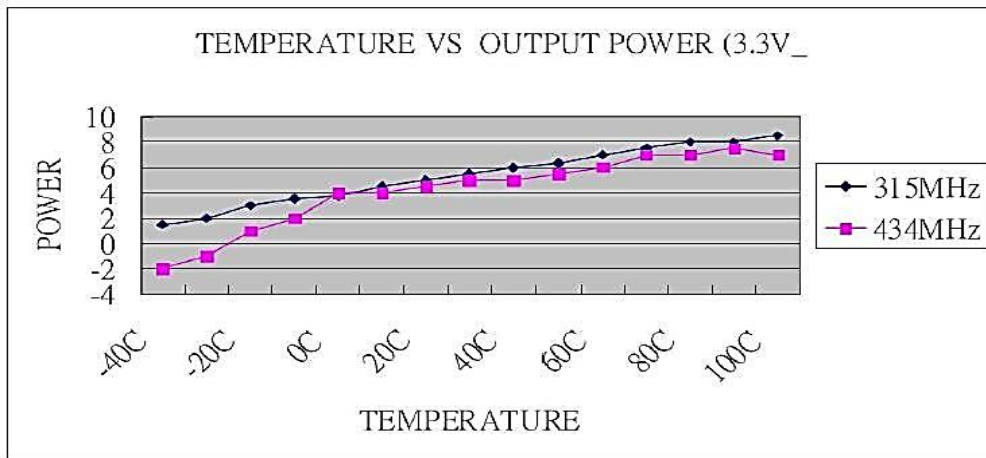
Parameters	Rated value	units
VCC DC supply	13	V
	6	
	5	
Data input	+/-7	V
Operating Temperature	-40 to +80	°C
Storage temperature	-60 to +120	°C

Tabla 1.4 Valores máximos absolutos del módulo Tx

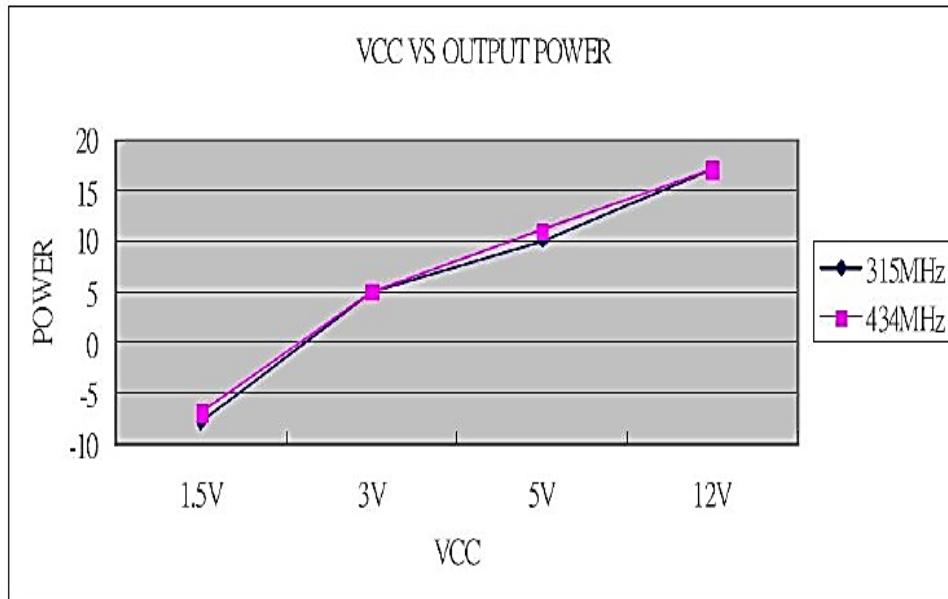
### Especificaciones de desempeño

	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>DC supply</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>V</b>
	<b>4.5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>V</b>
	<b>2.7</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>V</b>
<b>Operating current consumption</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>mA</b>
<b>Frequency deviation</b>	<b>± 50</b>	<b>± 75</b>	<b>± 100</b>	<b>KHz</b>
<b>Modulation distortion</b>		<b>5</b>	<b>10</b>	<b>%</b>
<b>Power up time to full RF</b>		<b>1</b>	<b>1.5</b>	<b>ms</b>

**Tabla 1.5 Especificaciones de desempeño**



**Grafica 1.1 Temperatura VS Potencia**



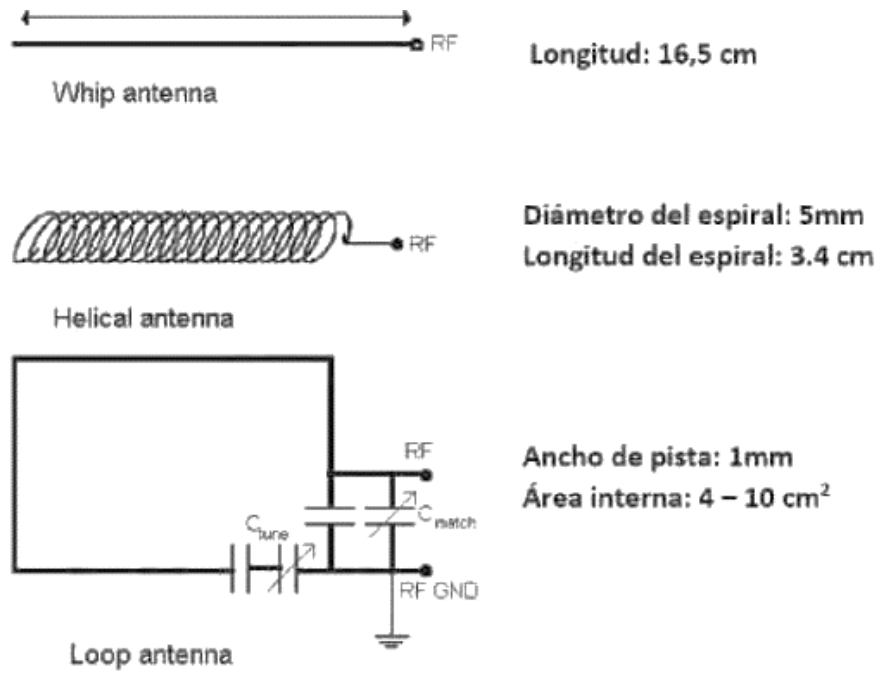
**Grafica 1.2 Voltaje VS Potencia**

#### 1.4.2 ANTENA PARA MÓDULOS DE 433MHZ

La antena tiene una gran influencia sobre todo en el módulo receptor, por lo que se recomienda conectar un cable de cobre de unos 17cm de largo para alcanzar la frecuencia de 433MHz. También son muy comunes y eficientes antenas helicoidales de 5mm de diámetro y 3.4cm de longitud. La posición de la antena también afecta la recepción de datos.

Antena largo y tendido sobre:

- 23cm de 315MHz
- 17cm de 434MHz



**Figura 1.12 Antenas para módulos de Tx y Rx (Naylamp, 2017)**

**Nota:** Para este proyecto se usará antenas Helicoidales

### 1.4.3 MODULO RECEPTOR RX (433 MHz)

Este es un receptor miniatura de datos en UHF super regenerativo, para montaje en circuito impreso (PCB) o protoboard. Con el transmisor correspondiente permite la implementación sencilla de enlaces TX/RX inalámbricos de datos a velocidades de hasta 4.8kbps y distancias de hasta 30 metros dentro de edificios o 160 metros en campo abierto.

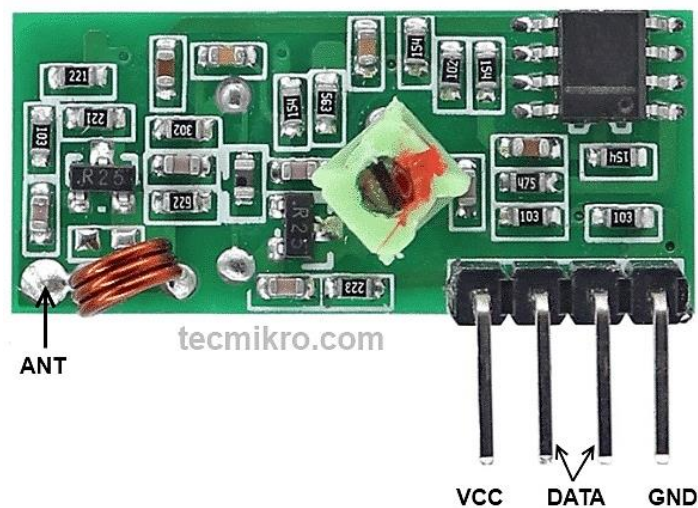


Figura 1.13 Forma Física del Módulo de Rx (uelectronic, 2009)

#### Especificaciones técnicas

- ✓ Conversión individual ASK super regenerativa
- ✓ Fuente de alimentación: 5V
- ✓ Consumo de corriente: 2.2mA
- ✓ Diseñado para cumplir con la norma EN 300 220-3 (radio) y EN 301 489-3 (EMC)
- ✓ Velocidades de hasta 4.8kbps
- ✓ Alcance útil de hasta 110 metros

- ✓ Frecuencia de operación: 433.92 MHz (433MHz) (también se puede encontrar con frecuencias de 315.0 MHz)
- ✓ Incluye una inductancia ajustable para estabilizar la frecuencia
- ✓ Rápido tiempo de establecimiento de conexión

Este receptor minimiza la radiación espuria y susceptibilidad. Es compatible con aplicaciones inalámbricas de enlaces de datos uno-a-uno o de varios nodos: Alarma de seguridad de coches, sistema de alarma antirrobo para motos, lámpara remota, monitor remoto para niños, etc.

Debido al pequeño tamaño y el bajo consumo de corriente, es ideal para utilizar en aplicaciones portátiles inalámbricas de pilas, tales como terminales portátiles.

#### **Pinout (patillaje)**

- ✓ GND: Tierra del suministro de DC
- ✓ DATA: Salida de datos digitales. Puede ser utilizado para alimentar decodificadores externos. Los datos son datos verdaderos, es decir, como se ingresan al transmisor.
- ✓ VCC: Suministro de 5VCD regulado; contenido máximo de rizado 0.1Vpp.
- ✓ ANT: Entrada de antena de 50 ohm

#### **Valores máximos absolutos**

No superar ninguno de los valores indicados a continuación ya que puede causar daños permanentes en el receptor:

<b>Parameters</b>	<b>Rated value</b>	<b>units</b>
<b>VCC DC supply</b>	<b>6.0</b>	<b>V</b>
<b>Operating Temperature</b>	<b>-20 to +80</b>	<b>°C</b>
<b>Storage temperature</b>	<b>-40 to +100</b>	<b>°C</b>

**Tabla1.4 Valores absolutos del módulo Rx**



## Especificaciones de desempeño

(VCC=5.0V, Temperature=25°C )

parameters	symbol	condition	Reference value			unit
			Min.	Typ.	Max.	
Operating frequency	f		290	433.92	460	MHz
Modulate mode			ASK			
Receive sensitivity		50 $\Omega$ input from antenna, BER3/1000 , 2.4kbps	-100	-102	-105	dBm
DC supply	VCC		4.5	5.0	5.5	V
Baseband bandwidth				$\pm 160$	$\pm 260$	KHz
Data setting time			2.0	5.0	8.0	ms
Current consumption				2.2	2.5	mA
Decoding high-voltage output			3.8	4.2	5	V
Decoding low-voltage output				0	0.5	V
Operating temperature			-20		80	°C

Tabla 1.5 Especificaciones de desempeño del módulo Rx

### Notas importantes

La corriente se incrementa a niveles superiores de entrada de RF (>-20dBm o más)

Las cifras típicas son para la señal en la frecuencia central, las cifras máximas son para una desviación de  $\pm 75$ kHz

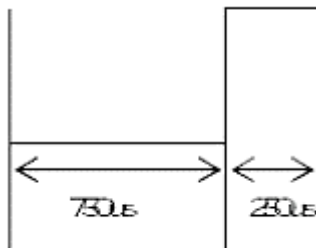
La antena tiene una gran influencia en el módulo receptor, lo mejor para la recepción es una antena de  $\frac{1}{4}$  de longitud de onda.

### Consideraciones para el montaje

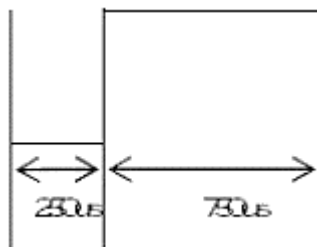
Puede montarse verticalmente u horizontalmente sobre la placa base. Las buenas prácticas de diseño de RF deben ser observadas, en particular, cualquier retorno de tierra requerido por la antena o la alimentación debe estar conectado directamente a la patilla RF GND en el terminal de antena del módulo, y no a la patilla de 0V que se configura sólo como una tierra de DC. Todas las pistas de conexión deben ser lo más cortas que sea posible para evitar cualquier problema con la recepción de parásitos de RF. Si la conexión entre el receptor y la antena no forma parte de la propia antena, debe hacerse utilizando línea de microcinta o cable coaxial de 50 ohm o una combinación de ambos. Es conveniente (pero no esencial) llenar toda el área del PCB no utilizada alrededor del módulo con un plano de tierra.

### Modo de Funcionamiento

El receptor adopta el modo ASK, cambiará un poco el ancho del pulso de datos recibido al recibir datos desde el transmisor, por lo que debe hacer una cierta medida correspondiente al compilar los datos inalámbricos. Por ejemplo: "1" Si el nivel alto es inferior a 500 us al recibir datos de decodificación puede ser juzgado como "1".



"0" Si el nivel alto es más de 500 us al recibir datos de decodificación puede ser juzgado como "0".



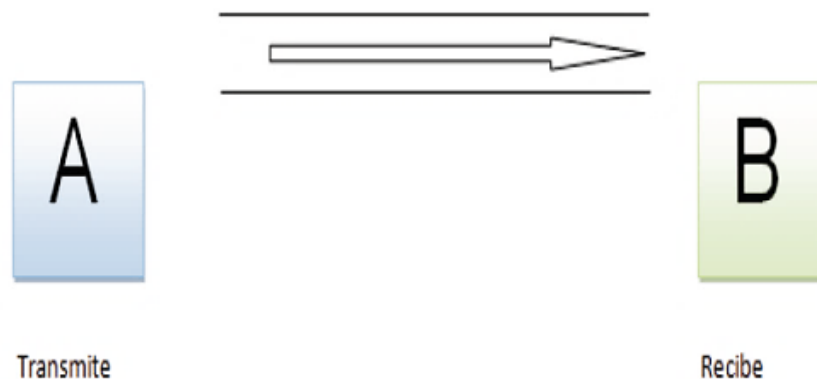
El código de preámbulo puede adoptar "1" o "0", el código inicial puede adoptar 2ms de nivel bajo.

## 1.6 MODOS DE TRANSMISIÓN

Los sistemas electrónicos de comunicaciones requieren modos para transmitir, pero debido a la necesidad para la cual se requieran, se derivan algunos modos para satisfacer estas necesidades, y estas pueden ser en una o dos direcciones, a estos se les llama modos de transmisión. Hay tres modos de transmisión posibles: simplex, half dúplex y full dúplex.

### 1.6.1 SIMPLEX (SX).

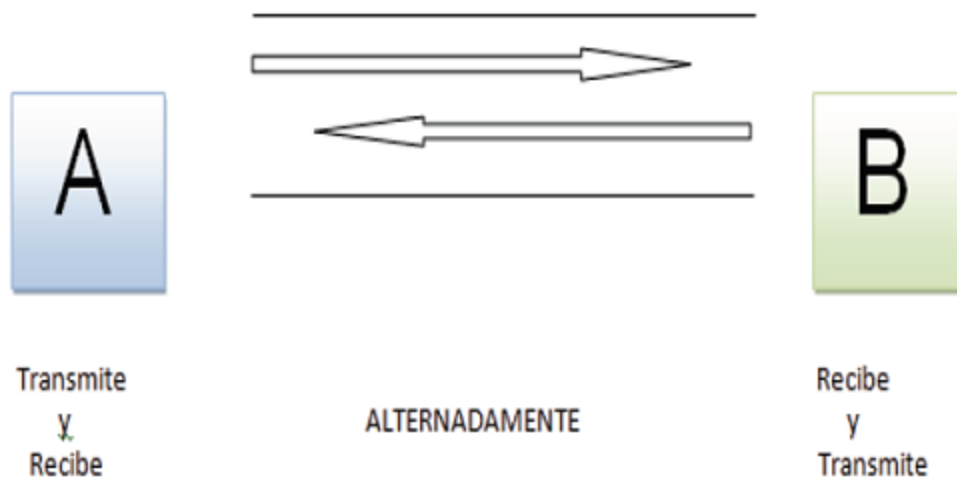
Este modo de transmisión se hace en un solo sentido. Donde la estación base puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos a la vez, como ejemplo se tiene la emisión comercial de radio o televisión, ya que estas solo transmiten y en otro punto se recibe, como se observa en la Figura 1.15.



**Figura 1.14 Transmisión Simplex** (Wayne, Modos de transmisión, 2003)

### 1.6.2 HALF DÚPLEX (HDX, de Semi duplex).

Este modo de transmisión se realiza entre dos estaciones y en dos sentidos, es decir se puede transmitir y recibir, pero no al mismo tiempo. Esta transmisión requiere que la información sea enviada y recibida de forma alternada en los dos sentidos donde la estación puede ser transmisora y receptora, pero no al mismo tiempo. Como ejemplo se tiene sistemas de radio en dos sentidos que usan botones para hablar (PTT, de push-to-talk) para conectar sus transmisores, como son los radios de banda civil y de policía, que

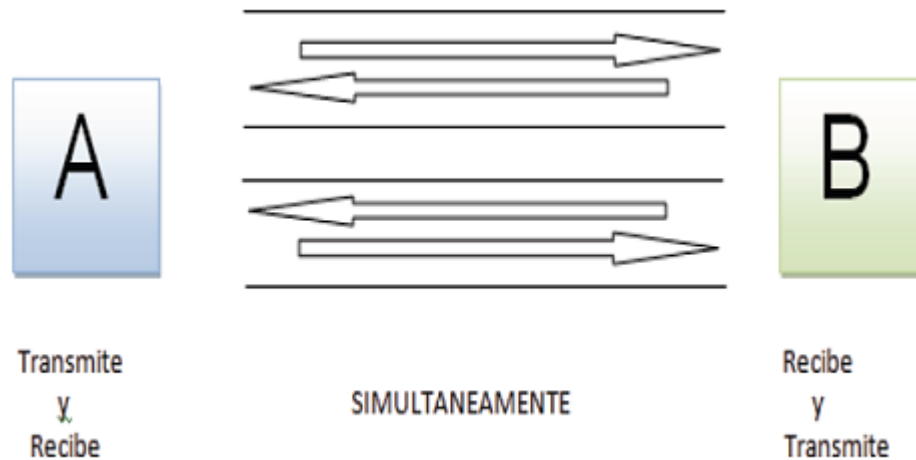


se observa en la Figura 1.16

**Figura 1.15 Transmisión Half Duplex**

### 1.6.3 Full Duplex (FRX, Duplex Total).

Este modo de transmisión se realiza entre dos estaciones puede transmitir y recibir en forma simultánea. Como ejemplo tenemos el sistema telefónico normal. Y se observa en la Figura 1.17



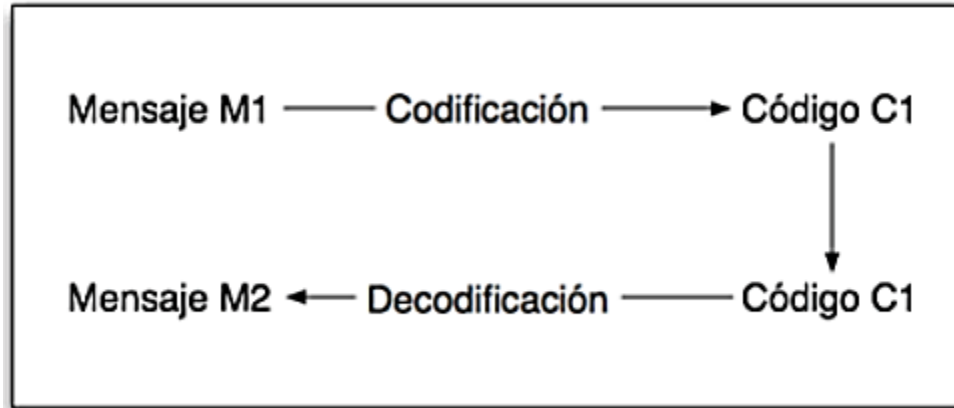
**Figura 1.16 Transmisión Full Dúplex** (Wayne, Modos de transmisión, 2003)

## 1.7 SISTEMA DE CODIFICACION Y DECODIFICACION

Se entiende por «proceso de codificación-decodificación» aquella sucesión de procedimientos operativos de un sistema de transmisión de señales que se inicia cuando se selecciona en un punto A una secuencia de señales pertenecientes a un repertorio limitado de éstas, y concluye cuando en un punto B, se identifica la secuencia de señales seleccionadas en A.

La selección de la secuencia o secuencias de señales en el punto A se denomina codificación, y la identificación operada en B, se conoce como decodificación. Un sistema de codificación y decodificación trabaja mediante códigos, estos son un conjunto de unos y ceros que se usan para representar a un cierto mensaje mediante un código binario.

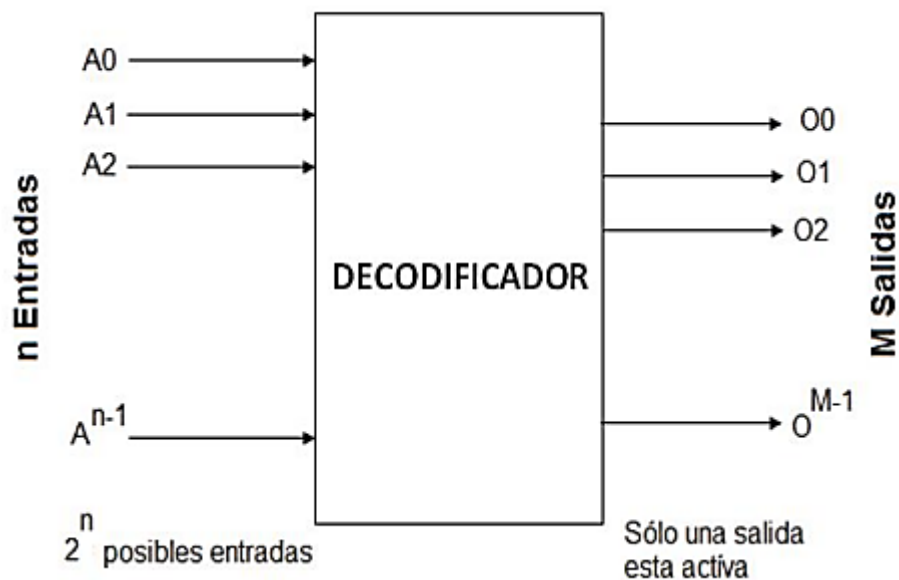
El proceso de codificación y decodificación es simple e intuitivo, si se ve en la Figura 1.18 se observa lo siguiente, el codificador recibe un mensaje “M1” y emite un código C1, el decodificador recibe el código y emite un mensaje “M2”, donde M1 debe ser igual a M2, es decir, el código decodificable.



**Figura 1.17 Proceso de Codificación y Decodificación**

## DECODIFICACIÓN

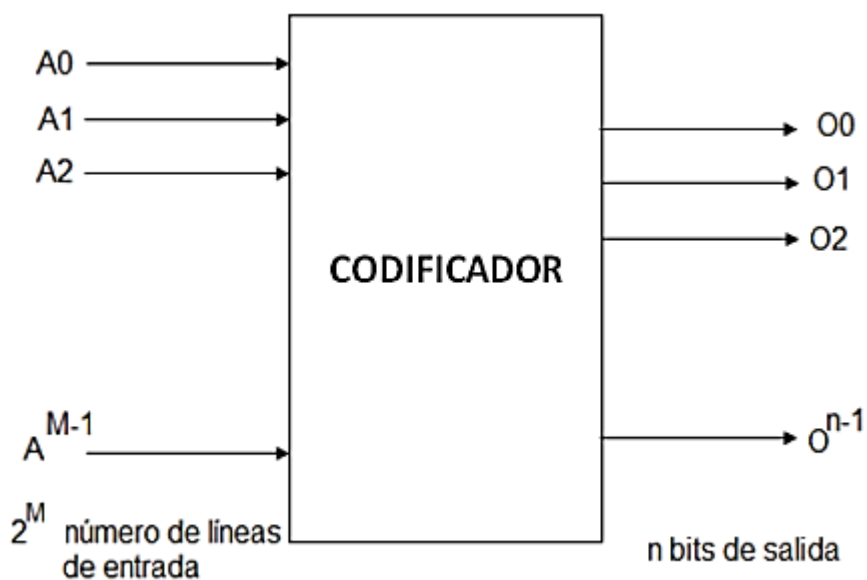
Un decodificador tiene N líneas de entradas que corresponden a códigos y a su salida M líneas donde solo una es activada dependiendo del código que haya ingresado al decodificador, donde  $M=2^N$  dando así el número de combinaciones posibles a la entrada como se muestra en la figura 1.19



**Figura 1.18 Circuito Básico del Decodificador** (Warner, 2018)

## **CODIFICACIÓN**

Un codificador hace el trabajo contrario a la decodificación y tiene un número  $M$  de líneas de entrada donde solo una se activa y produce a la salida un código de  $N$  bits dependiendo de la entrada que haya sido activada, es decir, tiene  $2^M$  entradas y  $N$  salidas como se muestra en la Figura 1.20



**Figura1.19 Circuito Básico del Codificador**

### **1.7.1 MÓDULO CODIFICADOR HT12E**

El Codificador HT12E es un circuito integrado serial, que permiten enviar y recibir datos que operan en conjunto para establecer enlaces de comunicación en sistemas de control remoto que usan canales de RF o medios infrarrojos como medio de transmisión.

### **CARACTERÍSTICAS**

- ✓ Tensión de servicio: 2.4V ~ 12V para el HT12E
- ✓ Bajo consumo y alta inmunidad al ruido CMOS tecnología
- ✓ Baja corriente de espera: 0,1 A (típica) en VDD = 5 V → HT12A con un soporte 38 KHz para la transmisión por infrarrojos medio
- ✓ Palabra de transmisión mínima
- ✓ Cuatro palabras para el HT12E
- ✓ Oscilador incorporado sólo necesita la resistencia del 5%
- ✓ El código de datos tiene polaridad positiva
- ✓ Un mínimo de componentes externos
- ✓ Par con la serie Holtek s 212 de los decodificadores
- ✓ 18-pin DIP de 20 pines paquete de SOP



Símbolo	Parámetros	Condición de Prueba		Min	Typ.	Max.	Unid
		V <sub>DD</sub>	Condición				
V <sub>DD</sub>	Voltaje funcionamiento	-	-	2.4	5	12	V
I <sub>STB</sub>	Corriente de espera	3V	<i>Detiene Oscilador</i>	-	0.1	1	μA
		5V		-	2	4	μA
I <sub>DD</sub>	Corriente de funcionamiento	3V	<i>Sin carga</i>	-	40	80	μA
		5V	F <sub>OSC</sub> =455kHz	-	150	300	μA
I <sub>DOUT</sub>	Salida de corriente	5V	V <sub>OH</sub> =0.9V <sub>DD</sub> ( <i>Source</i> )	-1	-1.6	-	mA
			V <sub>OL</sub> =0.1V <sub>DD</sub> ( <i>Sink</i> )	1	1.6	-	mA
V <sub>IH</sub>	"H" Entrada de voltaje	-	-	0.8 V <sub>DD</sub>	-	V <sub>DD</sub>	V
V <sub>IL</sub>	"L" Entrada de voltaje	-	-	0	-	0.2 V <sub>DD</sub>	V
f <sub>OSC</sub>	Frecuencia del oscilador	5V	R <sub>OSC</sub> =1.1MΩ	-	3	-	KHz
R <sub>TE</sub>	TE <i>Pull-high Resistance</i>	5V	V <sub>TE</sub> =0V	-	1.5	3	kΩ

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tabla 1.6 Características Eléctricas HT12E (Alldatasheet, 2005)

## APLICACIONES

- ✓ Sistema de alarma antirrobo
- ✓ El humo y el sistema de alarma de incendio
- ✓ Los controladores de puerta de garaje
- ✓ Controladores de puerta de coche
- ✓ Coche sistema de alarma
- ✓ la seguridad del sistema
- ✓ teléfonos inalámbricos
- ✓ Otros sistemas de control remoto

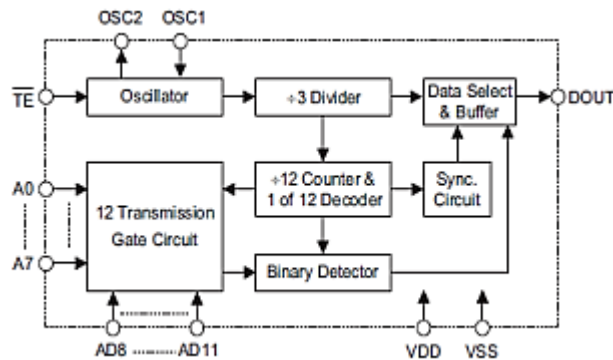
## DESCRIPCIÓN GENERAL

La serie de codificadores de 2<sup>12</sup> codifica una palabra de 12 bits las cuales están compuestas por una dirección de 8 bits y una sección de 4 bits, con este número de bits se puede comandar 256 dispositivos diferentes, enviándoles hasta 16 comandos distintos a cada uno.

Cada dirección o entrada de datos se puede establecer en uno de los dos estados lógicos 1 Lógico o 0 Lógico.

La transmisión se realiza cuando TE (transmisión desactivada) de HT12E es activado con 0L. Una vez codificada la palabra se realiza la transmisión.

## DIAGRAMA DE BLOQUES HT12E.



**Figura 1.20 Diagrama de Bloques**

**Nota:** Los pines de datos de direcciones están disponibles en varias combinaciones (consulte la tabla de direcciones / datos).

## ASIGNACIÓN DE TERMINALES

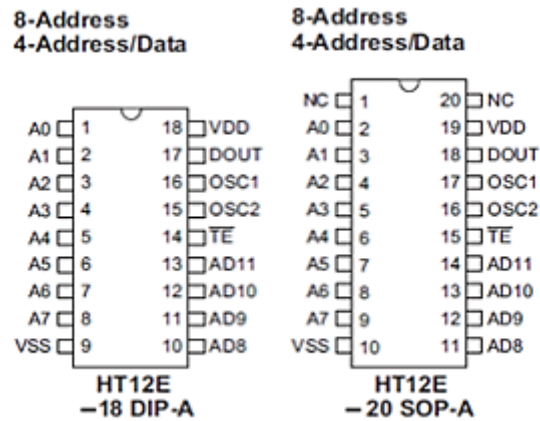


Figura 1.21 Terminales (uelectronic, 2009)

## APROXIMADO DE LAS CONEXIONES INTERNAS HT12E

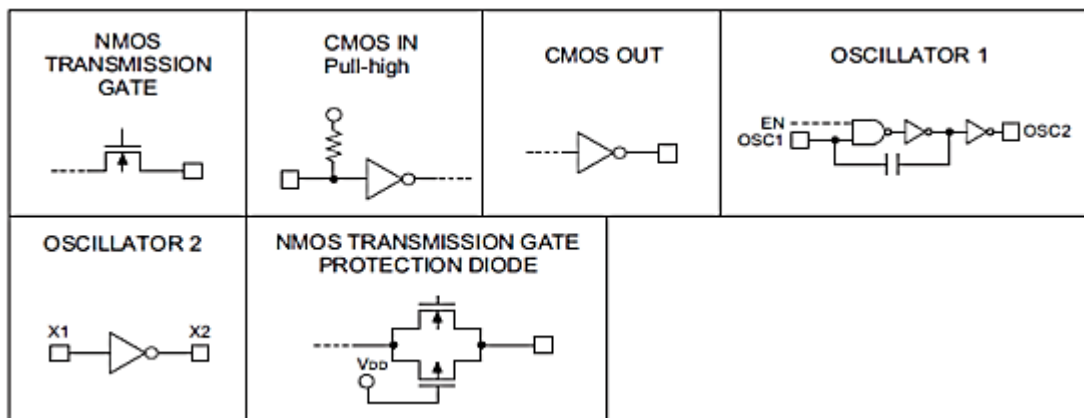


Figura 1.22 Estructura Interna (Alldatasheet, 2005)

## DESCRIPCIÓN DE LOS PINES HT12E

Nombre del Pin	I/O	Conexión Interna	Descripción
A0–A7	I	<i>NMOS Transmission gate protection diode (HT12E)</i>	Entrada en las direcciones A0–A7 establecidas. Los pines se configura externamente VSS o dejar abiertos
AD8–AD11	I	<i>NMOS Transmission gate protection diode (HT12E)</i>	Entrada en direcciones/datos AD8–AD11 establecidos. Los pines configura externamente VSS o dejar abiertos
D8–D11	I	<i>CMOS IN Pull-high</i>	Entrada de datos D8–AD11 establecidos y Transmisión permite, active bajo. Los pines se configura externamente VSS o dejar abiertos
DOUT	O	<i>CMOS OUT</i>	Codificador de datos de salida en serie
LMB	I	<i>CMOS IN Pull-high</i>	Cierre/transmisión momentánea de formato. Cierre: flotante o VDD; Momentáneo: VSS
TE	I	<i>CMOS IN Pull-high</i>	Transmisión activada, activa en bajo
OSC1	I	<i>OSCILLATOR 1</i>	Pin de entrada del oscilador
OSC2	O	<i>OSCILLATOR 1</i>	Pin de salida del oscilador
X1	I	<i>OSCILLATOR 2</i>	455kHz resonador de entrada del oscilador
X2	O	<i>OSCILLATOR 2</i>	455kHz resonador de entrada del oscilador
VSS	I	-	Suministro de energía negativo
VDD	I	-	Suministro de energía positivo

**Tabla 1.7 Descripción de Pines** (Alldatasheet, 2005)

## DIAGRAMA DE FLUJO HT12E

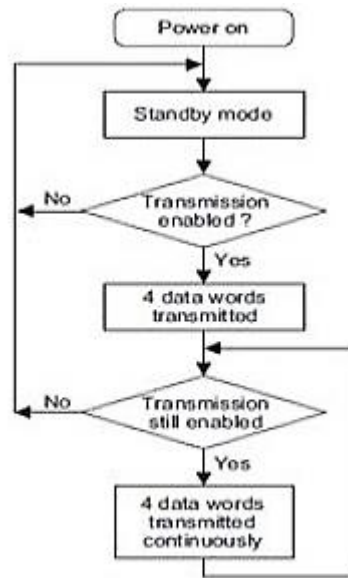
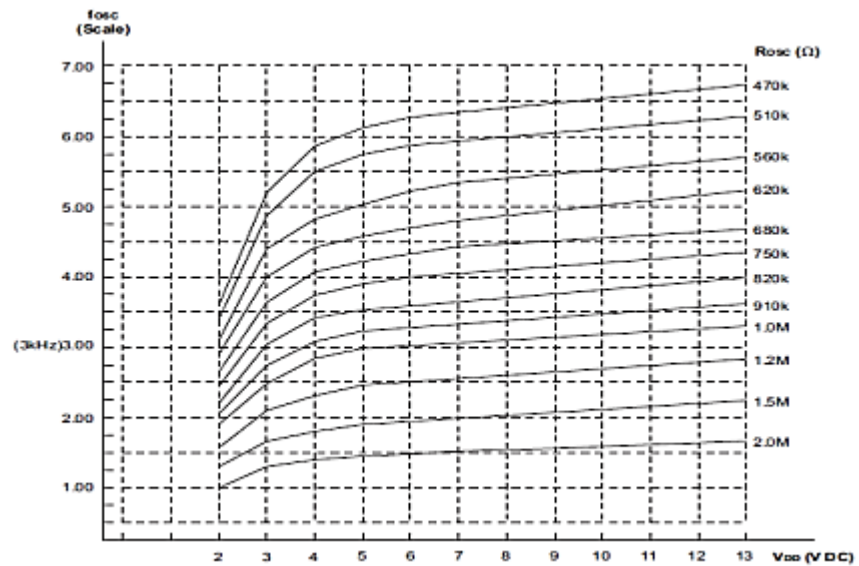


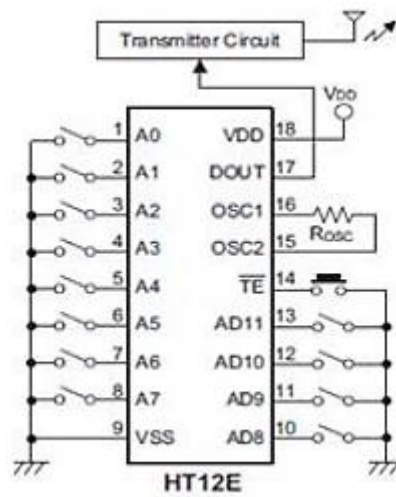
Figura 1.23 Diagrama de Flujo del HT12E



OSCILAD  
OR DE  
FRECUE  
NCIA Y  
TENSIÓN  
DE  
SUMINIS  
TRO

**Grafica 1.3 Oscilador de Frecuencia VS Suministro de Voltaje (Alldatasheet, 2005)**

### **APLICACIÓN DE CIRCUITO**



**Figura 1.24 Circuito de Aplicación del Módulo HT12E**

### **1.7.2 MÓDULO DECODIFICADOR HT12D**

### **CARACTERÍSTICAS**

- ✓ Voltaje de operación: 2.4V ~ 12V
- ✓ Bajo consumo y alta inmunidad al ruido tecnología CMOS
- ✓ Corriente de espera bajo → Capaz de decodificar 12 bits de información
- ✓ Configuración de la dirección binaria
- ✓ Códigos recibidos se comprueban tres veces
- ✓ Dirección / Datos combinación de números HT12D: 8 bits de la dirección y 4 bits de datos Oscilador incorporado sólo necesita la resistencia del 5% → Indicador válido de transmisión
- ✓ Interfaz fácil con un RF o una transmisión por infrarrojos medio
- ✓ Un mínimo de componentes externos
- ✓ Par con la serie Holtek`s 2 12 de codificadores
- ✓ 18-pin DIP de 20 pines paquete de SOP

## **CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Símbolo	Parámetros	Condiciones de Prueba		Min	Typ.	Max.	Unid
		V <sub>DD</sub>	Condiciones				
V <sub>DD</sub>	Voltaje de Operación	-	-	2.4	5	12	V
I <sub>STB</sub>	Corriente de espera	5V	Detiene oscilador	-	0.1	1	μA
		12 V		-	2	4	μA
I <sub>DD</sub>	Corriente de funcionamiento	5V	Sin carga f <sub>OSC</sub> =150kHz	-	200	400	μA
I <sub>O</sub>	Salida de datos, Unidad de salida de corriente (D8–D11)	5V	V <sub>OH</sub> =4.5V	-1	-1.6	-	mA
	Datos de salida del variador de corriente de absorción (D8–D11)	5V	V <sub>OL</sub> =0.5V	1	1.6	-	mA
I <sub>VT</sub>	VT Salida de fuente de corriente	5V	V <sub>OH</sub> =4.5V	-1	-1.6	-	mA
	VT Salida de corriente de absorción		V <sub>OL</sub> =4.5V	1	1.6	-	mA
V <sub>IH</sub>	"H" Entrada de voltaje	5V	-	3.5	-	5	V
V <sub>IL</sub>	"L" Entrada de voltaje	5V	-	0	-	1	V
f <sub>OSC</sub>	Frecuencia de oscilación	5V	R <sub>OSC</sub> =51kΩ	-	150	-	KHz

**Tabla 1.8 Características Eléctricas HT12D.** (uelectronic, 2009)

## APLICACIONES

- ✓ Sistema de alarma antirrobo
- ✓ El humo y el sistema de alarma de incendio
- ✓ Los controladores de puerta de garaje
- ✓ Controladores de puerta de coche
- ✓ Sistema de alarma de un coche
- ✓ La seguridad del sistema



- ✓ Teléfonos inalámbricos

## DESCRIPCIÓN GENERAL

El decodificador de 2 12 decodifica palabras de 12 bits de los cuales 8 corresponden a direcciones y 4 bits de datos. Los decodificadores reciben direcciones de serie y los datos que se transmiten por radio frecuencia.

El decodificador compara los datos de entrada de serie tres veces continuamente con las direcciones de su sitio. Si no hay ningún error, los códigos de datos de entrada son decodificados y luego transferido a los pines de salida.

## TABLA DE SELECCIÓN

Function Part No.	Address No.	Data		VT	Oscillator	Trigger	Package
		No.	Type				
HT12D	8	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18DIP, 20SOP
HT12F	12	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18DIP, 20SOP

**Tabla 1.9 Selección de Modulo** (Alldatasheet, 2005)

**Notas:** El tipo de datos: L representa el tipo de pestillo de datos de salida. VT se puede utilizar como una salida momentánea de datos

## DIAGRAMA DE BLOQUES

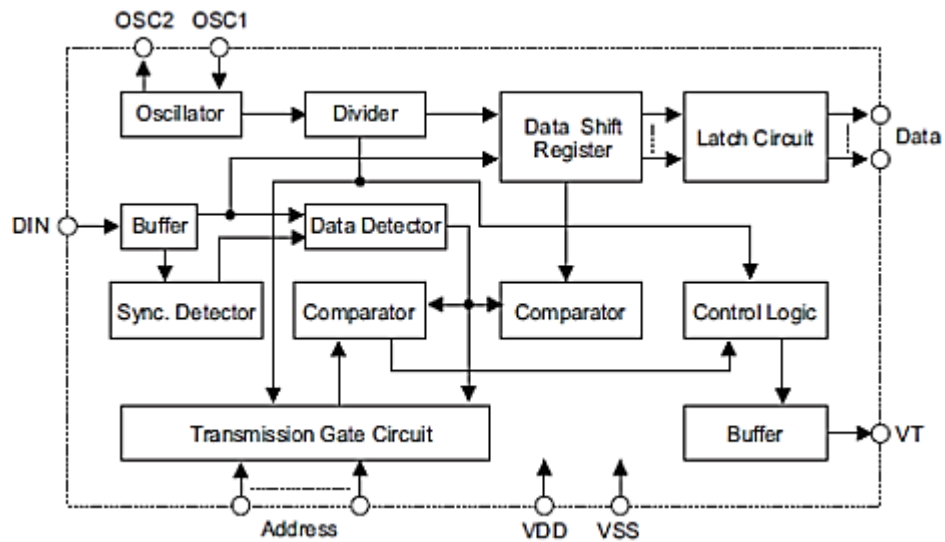


Figura 1.25 Diagrama Esquemático (Alldatasheet, 2005)

## ASIGNACIÓN DE TERMINALES

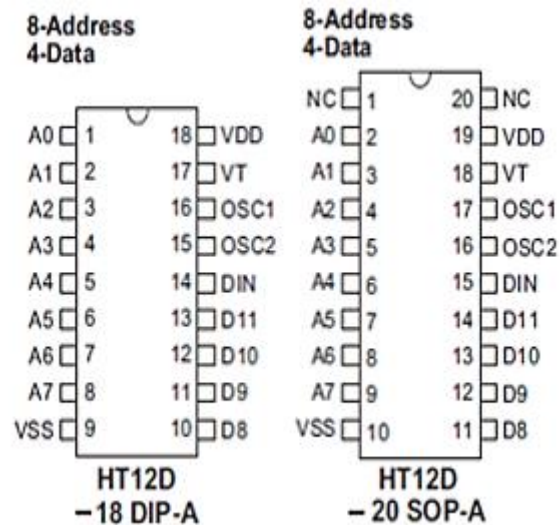


Figura 1.26 Descripción de Pines

## DESCRIPCIÓN DE PINES

Nombre del Pin	I/O	Conexión Interna	Descripción
A0~A7	I	NMOS Transmisión de la puerta	Entrada de pines por direcciones A0~A11, ajuste puede ser extremadamente estable para VDD ó VSS.
D8~D11	O	CMOS OUT	Salida de datos por los pines
DIN	I	CMOS IN	Entrada de datos serial del pin
VT	O	CMOS OUT	Transmisión valida, Alto activo
OSC1	I	OSCILLATOR	Salida del oscilador del pin
OSC2	O	OSCILLATOR	Salida del oscilador del pin
VSS	I	-	Fuente de alimentación negativa (GND)
VDD	I	-	Fuente de alimentación positiva

Tabla 1.9 Descripción de Pines del Módulo Codificador HT12D

## APROXIMADO DE LOS CIRCUITOS DE CONEXIÓN INTERNA

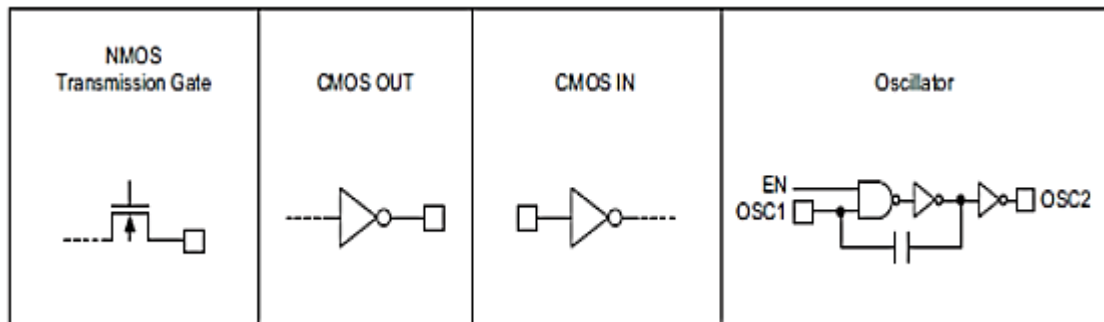


Figura 1.27 Diagrama Interno del Módulo

## DIAGRAMA DE FLUJO

El oscilador está desactivado en el estado de espera y se activa cuando una señal lógica alta se aplica a la clavija DIN. Es decir, la DIN se debe mantener bajo si no hay señal de entrada.

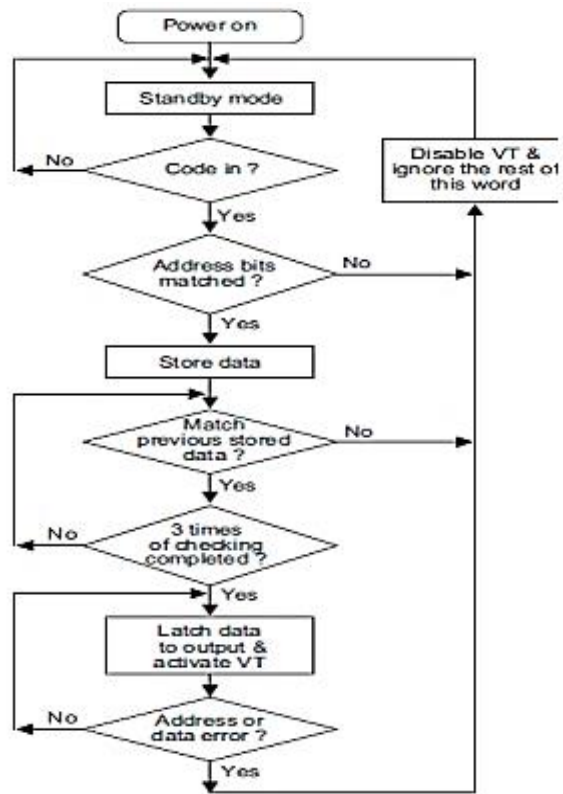
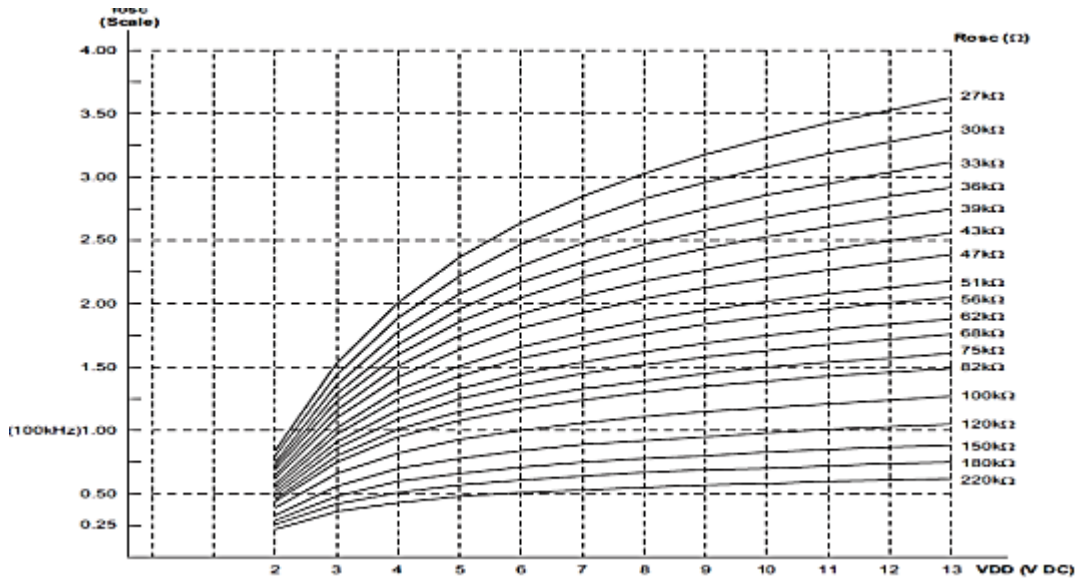


Figura 1.28 Diagrama de Bloques de Funcionamiento (Alldatasheet, 2005)

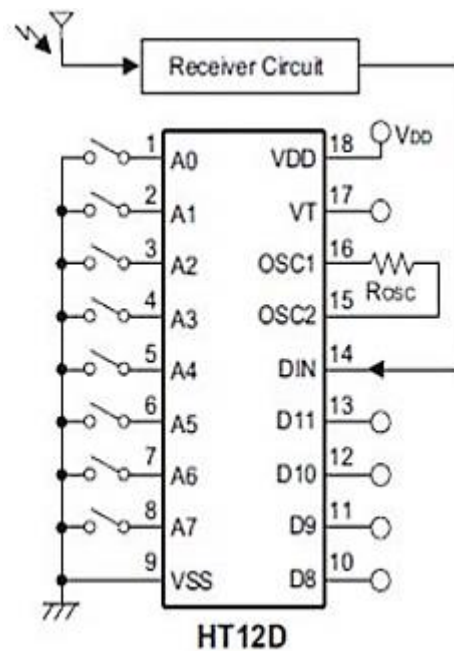
## FRECUENCIA DEL OSCILADOR VS TENSION DE ALIMENTACION



Gráfica 1.4 Frecuencia Del Oscilador

vs Tensión De Alimentación (Alldatasheet, 2005)

## CIRCUITOS DE APLICACIÓN



## **Figura 1.29 Circuito de Aplicación**

### **CAPITULO II**

#### **SEMICONDUCTORES Y COMPUERTAS LOGICAS**

Los semiconductores son materiales capaces de actuar como conductores eléctricos o como aislantes eléctricos, dependiendo de las condiciones físicas en que se encuentren. Estas condiciones usualmente involucran la temperatura y la presión, la incidencia de las radiaciones o las intensidades del campo eléctrico o campo magnético al cual se vea sometido el material

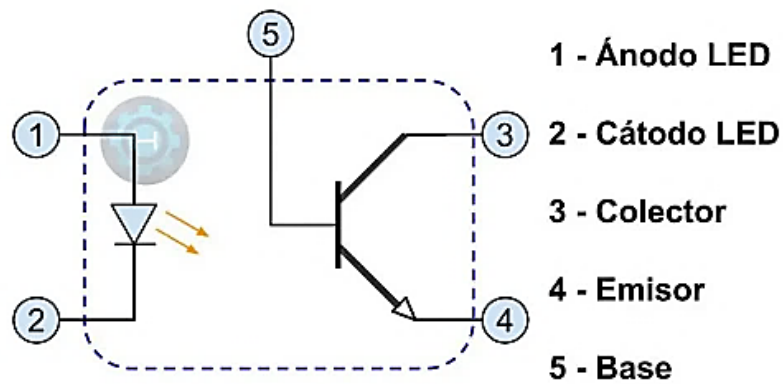
#### **Aplicaciones de los semiconductores**

Los semiconductores son especialmente útiles en la industria de la electrónica, dado que permiten conducir y modular la corriente eléctrica de acuerdo a los patrones necesarios. Por esa razón, es usual que se empleen para:

- ✓ Transistores
- ✓ Circuitos integrados
- ✓ Diodos eléctricos
- ✓ Sensores ópticos
- ✓ Láseres de estado sólido
- ✓ Moduladores de transmisión eléctrica (como un amplificador de guitarra eléctrica)

## 2.1 OPTOACOPLADORES

Un optoacoplador también llamado optoaislador, es un circuito electrónico que funciona como un interruptor aislado ópticamente. Es decir, que permite una conexión eléctricamente aislada entre dos circuitos que operan a distintos voltajes. Esta construido por un led y un circuito de control activado por luz infrarroja. Entre otras cosas, una de las ventajas principales de los optoacopladores es su aislación eléctrica entre la carga y la electrónica de control. La única conexión entre ambos elementos es la luz del led que activa al foto-transistor. La Figura 2.1 muestra un diagrama general para un optoacoplador con salida a foto-transistor.



**Figura 2.1 Diagrama general de un Optoacoplador** (Malvino & Paul, 2000)

### 2.1.1 MOC 3021

Los MOC3021 son dispositivos triac ópticamente aislados. Estos dispositivos contienen un infrarrojo GaAs diodo emisor y un interruptor bilateral de silicio activado por luz,

que funciona como un triac. Están diseñados para interactuar entre controles electrónicos y triacs de potencia para controlar cargas resistivas e inductivas.

El MOC3021 consta de un diodo emisor de infrarrojos de arseniuro de galio, acoplado ópticamente a un interruptor bilateral de silicio y está diseñado para aplicaciones que requieren disparo aislado de TRIAC, bajo corriente de conmutación aislado de CA, un alto aislamiento eléctrico (a 7500V pico), de alto voltaje detector de punto muerto, pequeño tamaño, y de bajo costo.

### **FUNCIONAMIENTO**

Un opto acoplador, también llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente opto electrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un foto emisor y un foto receptora cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.





**Figura 2.2 Optoacoplador MOC 3021** (uelectronic, 2009)

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

- ✓ Un canal de aislamiento óptico.
- ✓ Voltaje de aislamiento: 7500 Vpico.
- ✓ Encapsulado: DIP 6 pines.
- ✓ Corriente Máxima del Emisor: 60 mA.
- ✓ Voltaje Inverso del Emisor: 3 Voltios.
- ✓ Voltaje Receptor en estado apagado: 400 Voltios.
- ✓ Corriente Máxima del Receptor: 1 A.

## **APLICACIONES**

- ✓ Control Válvulas solenoides.
- ✓ Interruptores AC estáticos.
- ✓ Control de Motores AC.
- ✓ Dimmer para sistemas de Iluminación.

### **2.2 TRIAC BT136**

Un TRIAC es un componente eléctrico que tiene dos cables utilizados para conectar una corriente alterna (AC) y tercer plomo usado para activar el dispositivo. A diferencia de algunos otros dispositivos, tales como transistores y diodos, un TRIAC puede conducir la corriente en cualquier dirección entre sus dos cables conductores.

La porción de disparo del dispositivo, llamado su puerta, gira el dispositivo de encendido o apagado en diversos grados. Uso de la puerta en relación con la fase de una corriente alterna, un TRIAC puede ser configurado para permitir sólo una parte de una señal de CA para pasar a través de ella y, a menudo se utiliza en dispositivos tales como interruptores de graduación y controles de velocidad de motor eléctrico

Un TRIAC se utiliza para controlar una carga de CA (corriente alterna), semejante a como un transistor se puede utilizar para controlar una carga de CC (corriente continua). En definitiva, es un interruptor electrónico, pero para corriente alterna. Los triac se utilizan en muchas ocasiones como alternativas al relé.



**Figura 2.3 Triac BT136** (uelectronic, 2009)

## **FUNCIONAMIENTO**

Su funcionamiento básico es cerrar un contacto entre dos terminales (ánodo 1 y 2) para dejar pasar la corriente (corriente de salida) cuando se le aplica una pequeña corriente a otro terminal llamado "puerta" o Gate (corriente de activación).

Se seguirá permitiendo que la corriente fluya hasta que la corriente de salida disminuya por debajo de un valor determinado, llamada corriente umbral, o se corte la corriente totalmente de alguna forma, por ejemplo, con un interruptor o pulsador.

Este TRIAC de 4 cuadrantes de compuerta sensible y pasivada para aplicaciones de conmutación bidireccional y control de fase de uso general. Esta compuerta sensible a la serie TRIAC está destinada a ser conectada directamente a microcontroladores, circuitos lógicos integrados y otros circuitos de disparo de compuerta de baja potencia

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

- ✓ Corriente de Encendido Medio Nominal 4A
- ✓ Corriente Máxima de Disparo de Puerta 10mA
- ✓ Tensión Inversa de Pico Repetitiva 600V
- ✓ Conteo de Pines 3
- ✓ Tensión Máxima de Disparo de Puerta 1.5V
- ✓ Tensión de Bloqueo Directa de Pico Repetitiva 600V
- ✓ Corriente Máxima de Retención 10mA
- ✓ Temperatura de Funcionamiento Mínima -40 °C
- ✓ Temperatura Máxima de Funcionamiento +125 °C

## **APLICACIONES**

- ✓ Su versatilidad lo hace ideal para el control de corriente alterna (C.A.).
- ✓ Una de ellas es su utilización como interruptor estático ofreciendo muchas ventajas sobre los interruptores mecánicos convencionales y los relés.
- ✓ Funciona como interruptor electrónico y también a pila.
- ✓ Se utilizan TRIACs de baja potencia en muchas aplicaciones como atenuadores de luz, controles de velocidad para motores eléctricos, y en los sistemas de control computarizado de muchos elementos caseros. No obstante, cuando se utiliza con cargas inductivas como motores eléctricos, se deben tomar las precauciones necesarias para asegurarse que el TRIAC se apague correctamente al final de cada semiciclo de la onda de Corriente alterna.

### 2.3 COMPUERTAS LÓGICAS

Los dispositivos lógicos combinacionales son dispositivos digitales que convierten entradas binarias en salidas binarias con base en las reglas de la lógica matemática. Estos dispositivos son comúnmente conocidos como compuertas, ya que controlan el flujo de señales de las entradas a una sola salida.

Normalmente, todas las compuertas lógicas tienen una salida y dos entradas, algunas compuertas lógicas como la compuerta NOT o el inversor tienen solo una entrada y una salida. Es un dispositivo electrónico con una función booleana u otras funciones como sumar o restar, incluyen o excluyen según sus propiedades lógicas. Se pueden aplicar a tecnología electrónica, eléctrica, mecánica, hidráulica y neumática. Son circuitos de conmutación integrados en un chip.

El nivel lógico en bajo representa cero volts y el nivel lógico en alto representa 3 o 5 volts

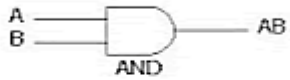
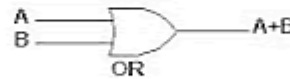

NOMBRE	SIMBOLO	FUNSION
AND		$F=X.Y$
OR		$F=X+Y$
NOT		$F=X'$

Figura 2.4 Compuertas lógicas (Editor, 2002)



## **NIVEL LÓGICO**

Un nivel lógico se define como un estado o voltaje específico de una señal, sabemos que 0 y 1 son los dos estados de compuertas lógicas. Los niveles lógicos 0 y 1 se conocen como BAJO y ALTO, respectivamente.

En electrónica digital, estos niveles lógicos binarios desempeñan un papel crucial en el almacenamiento y la transferencia de datos.

Estos niveles lógicos se pueden entender como estados de encendido y apagado. Como se mencionó anteriormente, los niveles lógicos se introducen en la compuerta lógica mediante el voltaje de suministro.

### **2.3.1 COMPUERTA NOT 74LS04**

Esta compuerta NOT cuenta con 6 inversores independientes con tecnología TTL. Cada inversor puede ser usado sin la necesidad de conectar los demás. Su salida es el estado inverso a su entrada, la cual no debe ser superior al voltaje de alimentación del circuito integrado.

Realiza distintas actividades en electrónica para poder tener cualquier función lógica. Este tipo de compuertas son fáciles de utilizar ya que pueden conectarse a protoboard's y con ayuda de cables de conexión ya sea alambre para protoboard o cables Dupont realizar diferentes conexiones entre las compuertas.



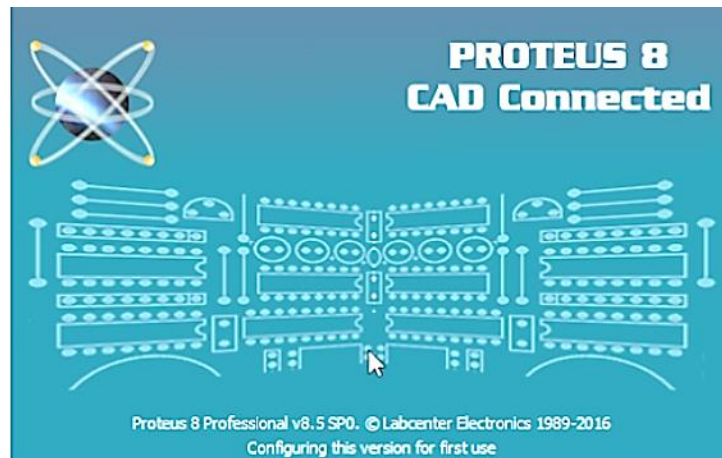
**Figura 2.5 Compuerta lógica NOT 74LS04 (Alldatasheet, 2005)**

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- ✓ Tipo: TTL
- ✓ Familia: LS
- ✓ Tipo de lógica: NOT/Inversor
- ✓ Voltaje Max.: 5.25 V
- ✓ Voltaje Min.: 4.75 V
- ✓ Corriente: 8 mA
- ✓ Temperatura Max.:75 °C
- ✓ Temperatura Min.:0 °C
- ✓ Compuertas: 6
- ✓ Pines: 14
- ✓ Tipo de encapsulado: DIP
- ✓ Medidas: 4.57 x 19.3 mm

## **1.4 SIMULADOR PROTEUS**

Proteus es una aplicación para la ejecución de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño del esquema electrónico, programación del software, construcción de la placa de circuito impreso, simulación de todo el conjunto, depuración de errores, documentación y construcción.



### Figura 2.6 Proteus 8 Professional

Sin la utilización de la suite Proteus, el proceso para construir un equipo electrónico basado en un microprocesador se compone de cinco etapas. Sólo al final del proceso somos capaces de detectar los errores y cualquier problema exige volver a ejecutar el ciclo completo:

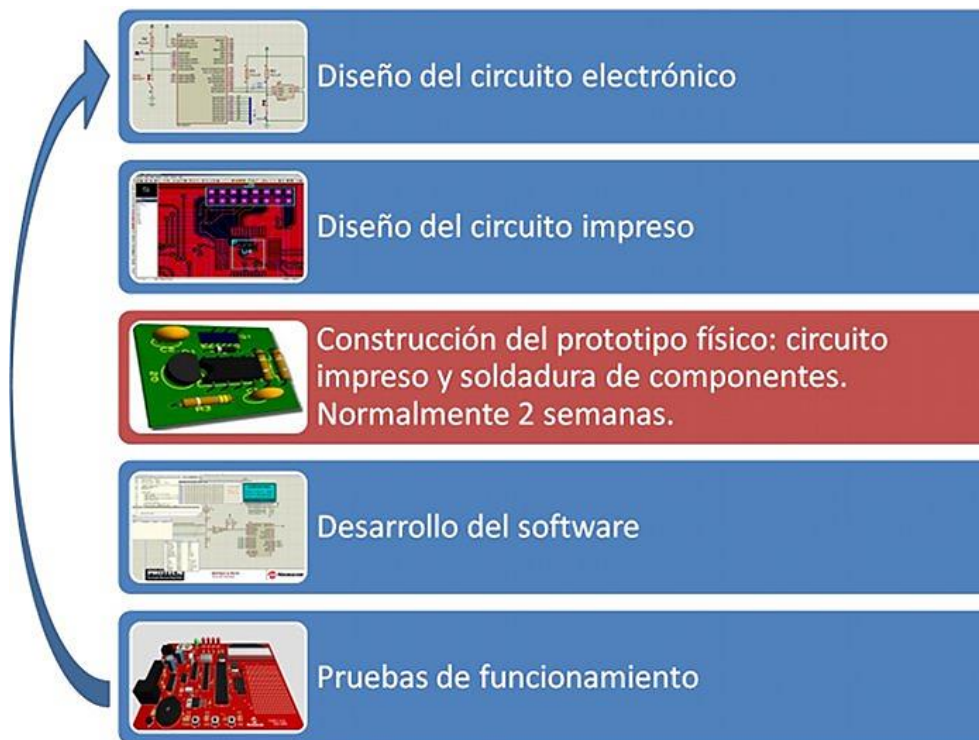
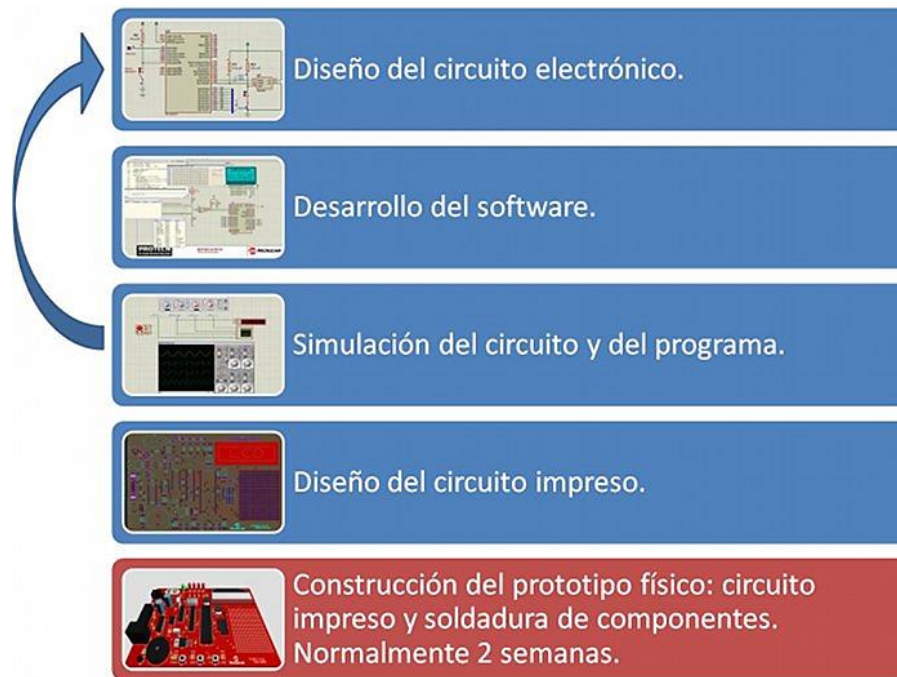


Figura 2.7 5 Etapas para realizar un proyecto (Hubor, 2015)

El depurado de errores puede convertirse en una labor ardua en tiempo y recursos, lo que conlleva un alto coste económico. Sin embargo con la herramienta Proteus el proceso queda definido de la siguiente manera:





**Figura 2.8 Etapas reducidas gracias a la simulación**

Las ventajas saltan a la vista. Con Proteus las fases de prueba no suponen la necesidad de volver a construir nuevos prototipos, con el ahorro de costos y tiempo que ello supone.

Los diferentes módulos que componen Proteus se pueden adquirir de forma independiente añadiendo nuevas funcionalidades a medida que aumentan nuestras necesidades de desarrollo y producción. Además, la capacidad de simular cada una de las familias de microprocesadores también es objeto de adquisición por separado. De esta manera podemos empezar adquiriendo unas funcionalidades básicas e ir adquiriendo progresivamente nuevas características aprovechando al máximo nuestras inversiones en la herramienta y asegurar al máximo los costes de inversión en el software.

En el mundo de la formación, Proteus se muestra como una herramienta magnífica porque permite al alumno realizar modificaciones tanto en el circuito como en el programa, experimentando y comprobando de forma inmediata los resultados y

permitiéndole de esta forma aprender de forma práctica y sin riesgos de estropear materiales de elevado coste.

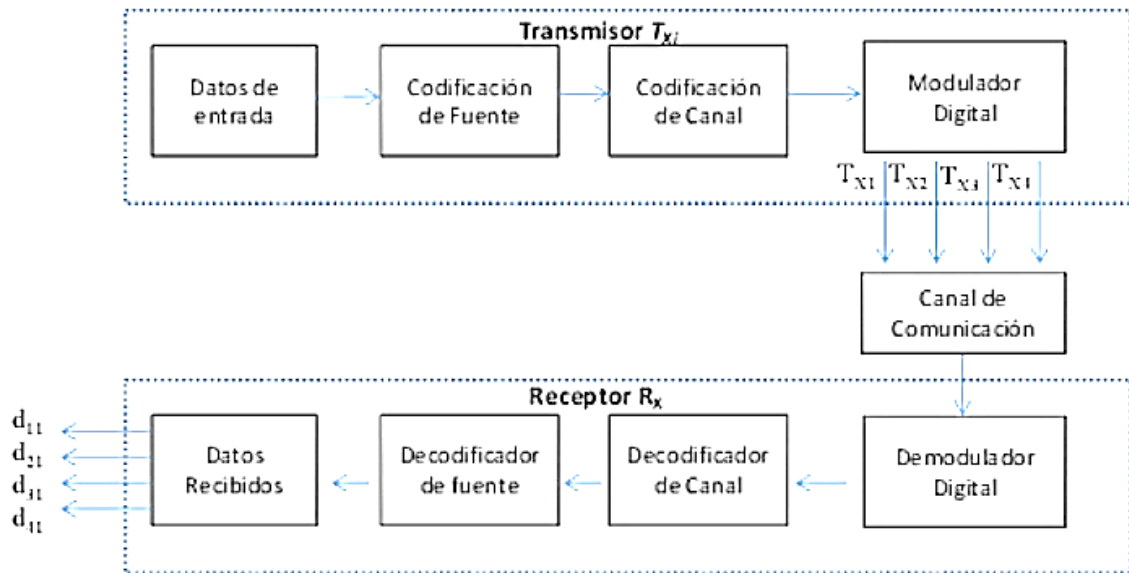
Si se desea simular el funcionamiento electrónico del circuito, el funcionamiento lógico del programa cargado en el microprocesador, construir la placa de circuito impreso, documentar todo el proceso y obtener vistas en tres dimensiones, Proteus le ofrece una herramienta completa a un precio competitivo.

## CAPITULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO

En el desarrollo del trabajo de aplicación se desea, controlar inalámbricamente una residencia mediante Radio Frecuencia. Para ello usaremos módulos tanto transmisor (Tx) y receptor (Rx) con una frecuencia de 433Mhz, con la ayuda del codificador HT12E y el decodificador HT12D.

Para poder entender mejor el desarrollo a continuación un diagrama de bloques de transmisión y recepción por radio frecuencia.



**Figura 3.1 Diagrama de Bloques de transmisión y recepción**

Para su mejor desarrollo y entendimiento este proyecto lo dividiremos en:

- ✓ Etapa de Transmisión
- ✓ Etapa de recepción
- ✓ Etapa de potencia
- ✓ Armado del prototipo de la maqueta



### 3.1. ETAPA DE TRANSMISIÓN

En esta etapa usaremos el módulo transmisor de 433MHz y el codificador HT12E. Este módulo permite la implementación de enlaces de datos de radiofrecuencia de forma muy simple, alcanzando distancias de hasta 80 metros dentro de edificaciones o 160 metros en campo abierto cuando opera con la fuente de 12V, pero en nuestro caso lo alimentaremos con una fuente de 9v.

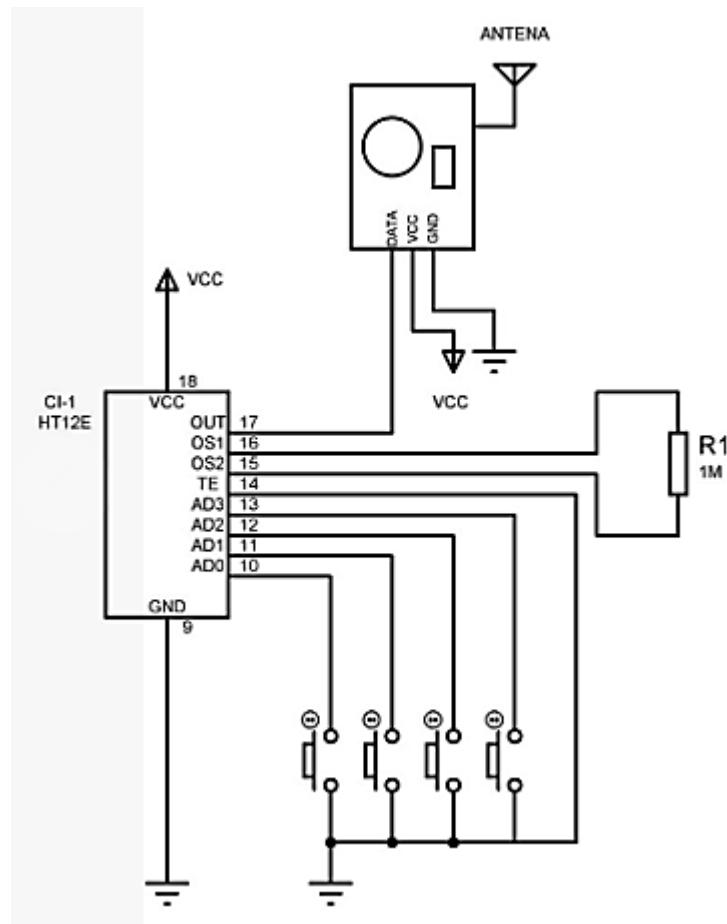
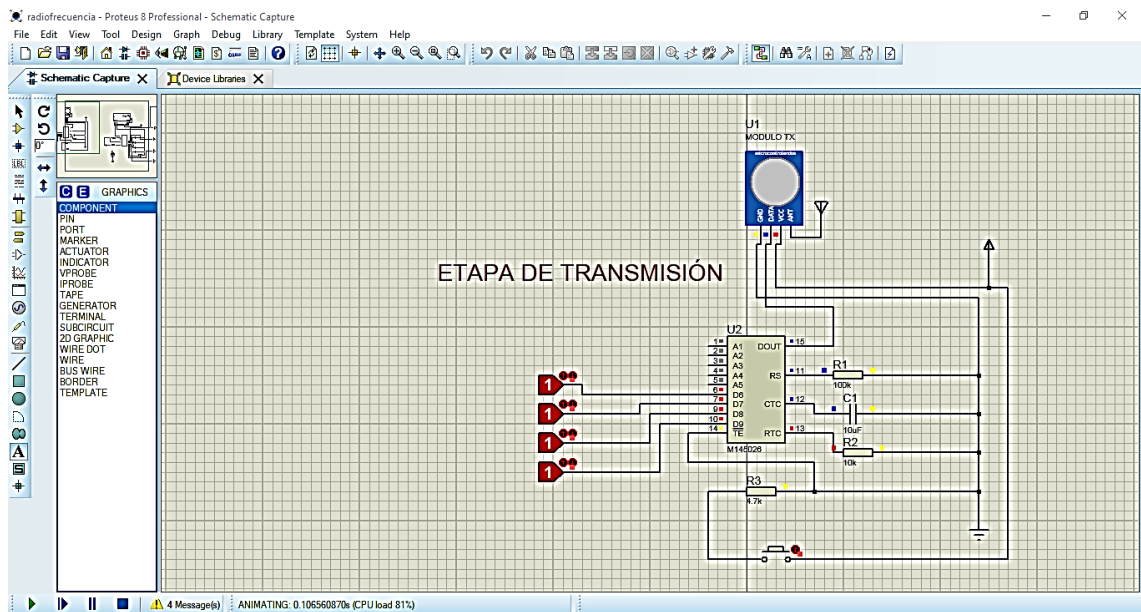


Figura 3.2 Diagrama Propuesto de Transmisión

El módulo de RF transmisor acepta una señal digital que se “montará” sobre una portadora de 433 MHz, cambiando la amplitud de la señal portadora según el valor lógico de la señal a transmitir (datos).

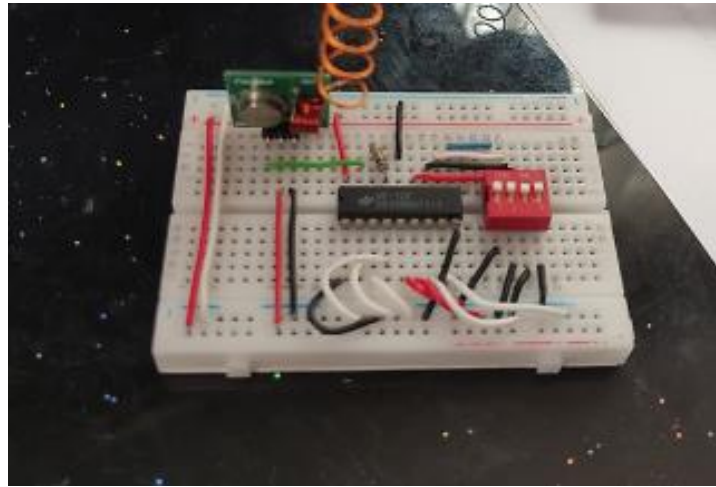
El circuito HT12E genera un flujo de datos serial que contiene la información de estado de las 4 entradas digitales.

A continuación la etapa de transmisión del circuito ya simulada en Proteus:



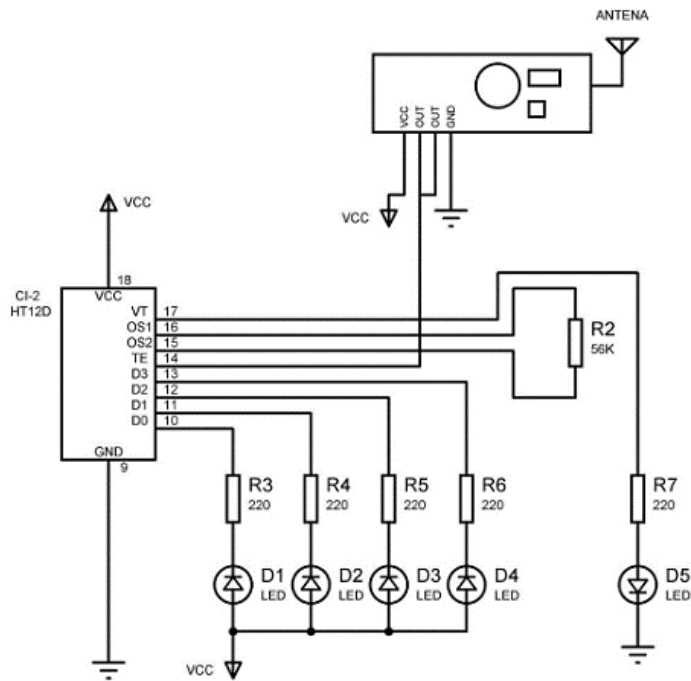
**Figura 3.3 Etapa de transmisión en Proteus**

A continuación un prototipo del circuito transmisor:



**Figura 3.4 Prototipo del circuito transmisor en protoboard**

### 3.2 ETAPA DE RECEPCIÓN

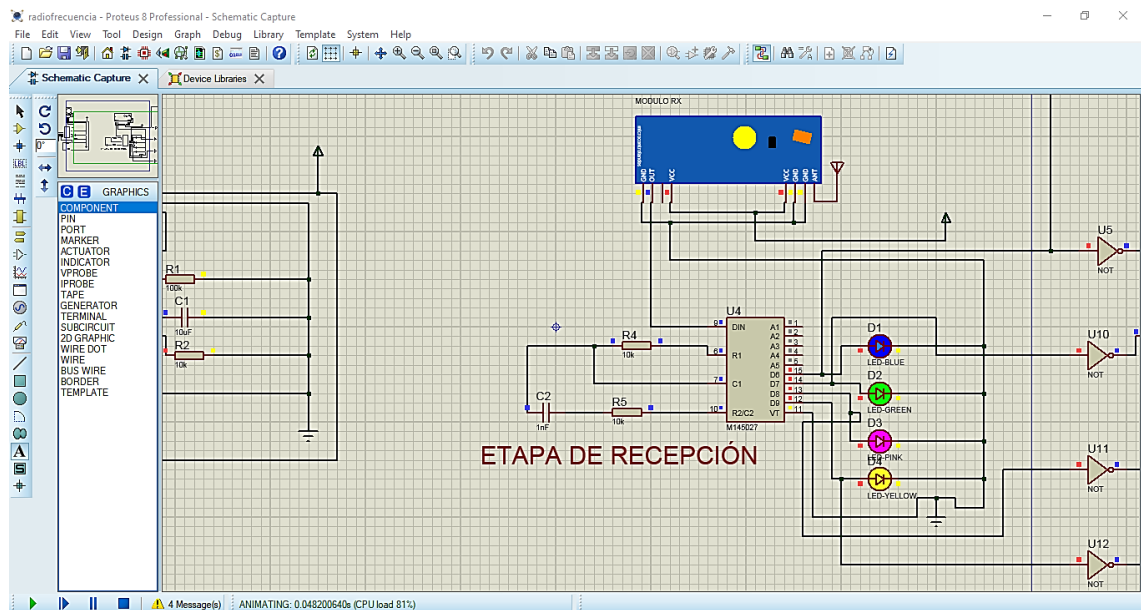


**Figura 3.5 Diagrama propuesto de recepción**

Para esta etapa de recepción, solo necesitamos del circuito HT12D y el módulo de radiofrecuencia de 433MHz (Receptor).

El módulo receptor presentará en el pin de salida una señal digital muy similar a la que entró en el módulo transmisor.

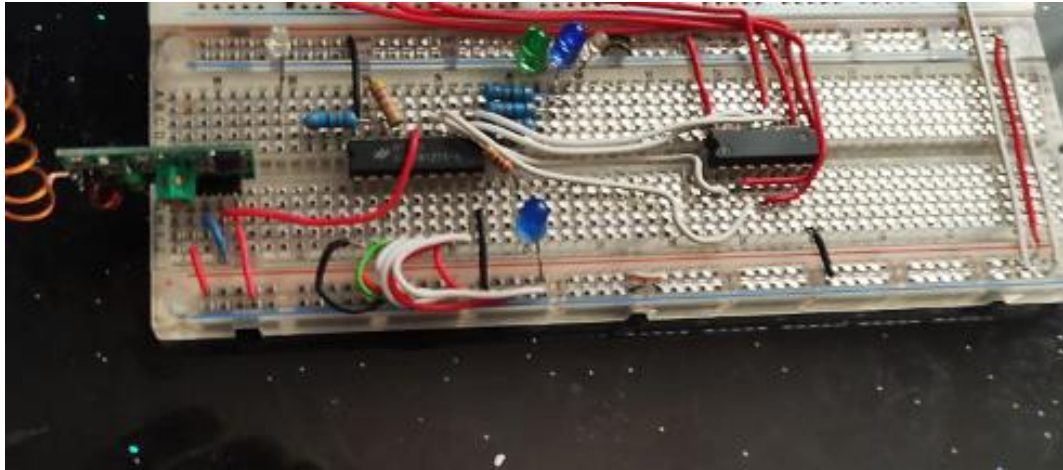
Es responsabilidad del circuito que recibe esta señal digital verificar la integridad de la transmisión y decidir qué se debe hacer. El circuito HT12D está encargado de esta tarea, el circuito lee los datos seriales y cambia el estado de sus salidas según el patrón recibido. Si los leds se encienden esto nos indicaran una comunicación exitosa, como se muestra en la simulación.



**Figura 3.6 Etapa de recepción simulada en Proteus**

A continuación, un prototipo del circuito receptor:



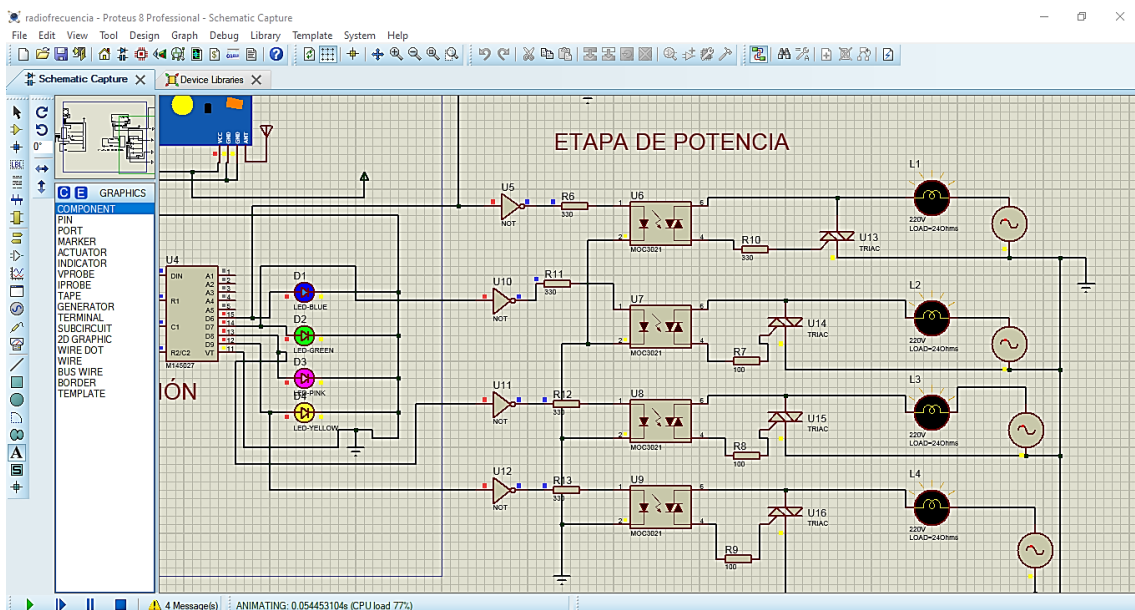


**Figura 3.7 Prototipo del circuito receptor en protoboard**

### 3.3 ETAPA DE POTENCIA

Para esta etapa final del circuito usaremos el optoacoplador MOC3021 que nos ayudara a la etapa electrónica con la etapa de potencia, ya que manejaremos corriente alterna, también usaremos el Triac BT136 que se conectara con la lampara.

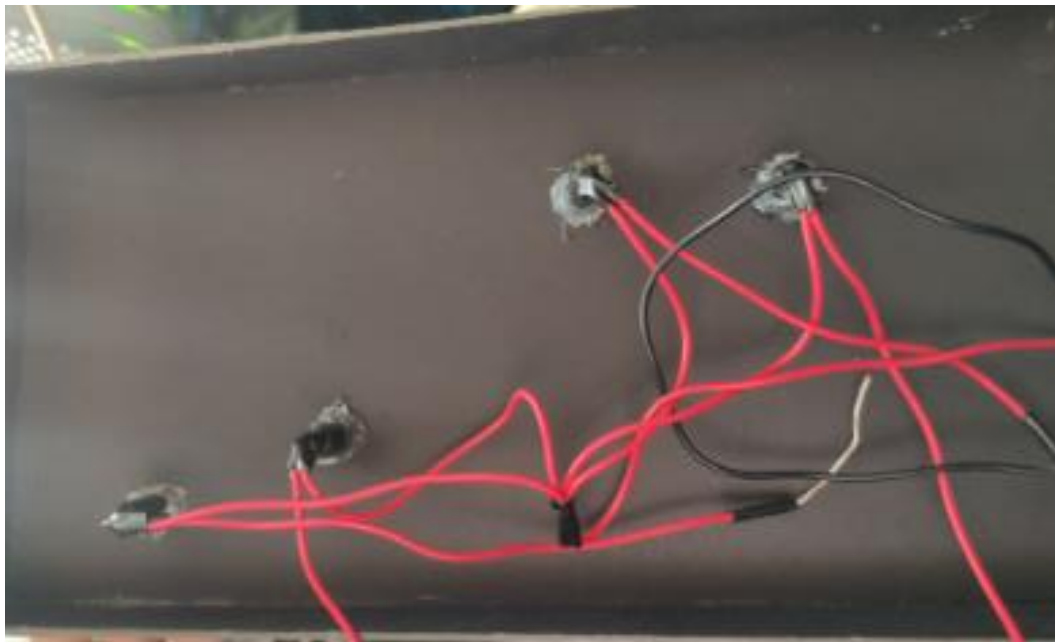
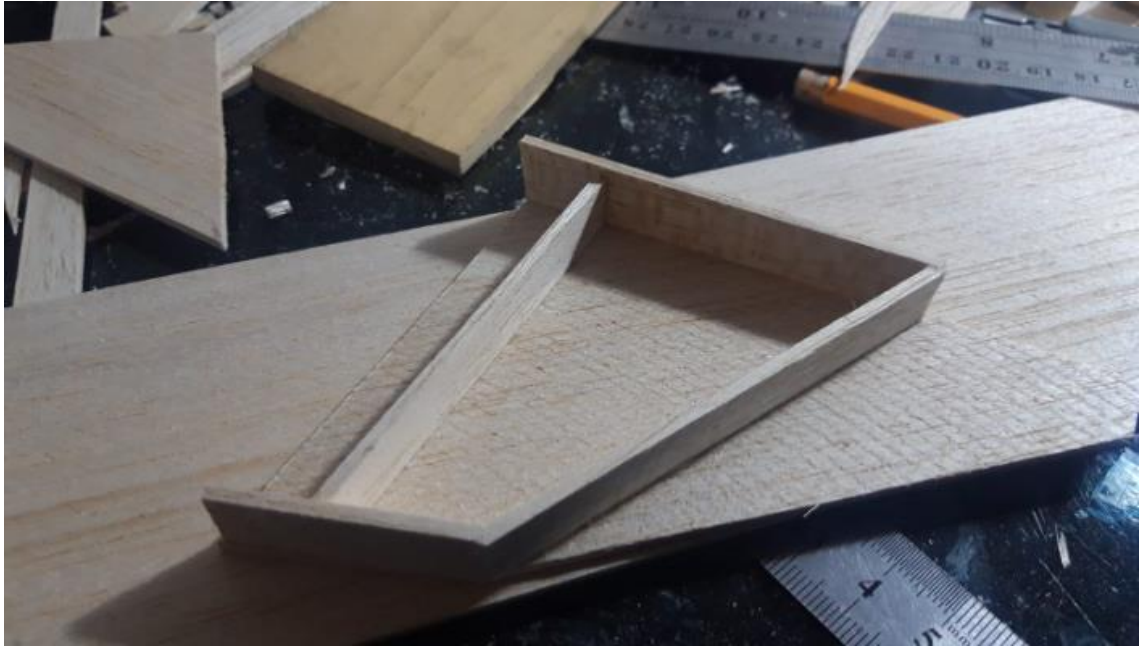
A continuación, mostraremos la etapa de potencia ya simulada en proteus:



**Figura 3.8 Etapa de potencia simulada en Proteus**

### 3.4 ARMADO DEL PROTOTIPO DE LA MAQUETA

Para demostrar el trabajo de aplicación realizaremos un prototipo de una residencia con la cual iluminaremos con nuestro proyecto.



. **Figura 3.9** Proceso creación de la maqueta.

**Figura 3.10** Conexión a los bombillos.

Para que el presente proyecto se visualice mejor se opto por hacer ventanas grandes para que la iluminación se contemple mejor



**Figura 3.11** Vista frontal de la maqueta



**Figura 3.12 Prototipo de la maqueta**

#### **4. COSTOS Y PRESUPUESTOS**

Según el mercado externo un sistema de control de iluminación varía según el alcance de propagación y la cantidad de dispositivos que puede llegar a manejar:



Ampolleta inteligente E27 Zigbee  
Compatible con Alexa, Google Assistant y Siri  
desde la aplicación "Smart Life"  
\$19.990

<https://www.luminarilift.cl/ampo>





Foco LED inalámbrico, luces a pilas con control remoto, mini iluminación regulable para ilustraciones de armario (negro)

Visita la tienda de Amries

★★★★☆ 1,220 calificaciones | 39 preguntas respondidas

Opción Amazon en Focos de Pared de Interior de Amries

Precio anterior: US\$18.99

Precio Prime: **US\$15.19**

Ahorras: US\$3.80 (20 %)

Oferta Cyber Monday Precio exclusivo de Prime

US\$59.66 de envío y depósito de derechos de importación a Bolivia

Detalles

Color: Negro

US\$18.99

US\$15.99

Marca

Amries

**YEELIGHT** Colorful Version II

**Bombilla Led Inteligente Yeelight Color 220VAC 10W**

**Bs240.0**

Precio en Puntos de Premio: 240

Código de Producto: 02344

Puntos de Premio: 8

https://www.amazon.com/-/es/inal%C3%A1mbrico-

https://www.amazon.com/-/es/inal%C3%A1mbrico-control-

https://tienda.sawers.com.bo/domotica-sonoi/bombilla-led-

Para el análisis de costos se pudo constatar según el mercado local, regional, para ello se observa en la tabla correspondiente, los costos de los diferentes elementos o dispositivos empleados en el proyecto de aplicación:

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Precio Unitario (bs)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total (bs)</b>
<b>1</b>	Módulo transmisor	15	1	15
<b>2</b>	Módulo receptor	15	1	15
<b>3</b>	Codificador HT12E	16	1	16
<b>4</b>	Decodificador HT12D	16	1	16
<b>5</b>	Bateria 9V	7	2	14
<b>6</b>	Diodo Led	1	5	5
<b>7</b>	Optoacoplador Moc 3021	6	4	24
<b>8</b>	Triac BT136	3.50	4	14
<b>9</b>	Bombillos 220V	4	4	16
<b>10</b>	Resistencias variables	0.50	15	7.5
<b>11</b>	Integrado 74LS04	5	1	5
<b>12</b>	Dip-Switch	5	1	5
				152.50

## **5. CONCLUSIONES**

Una vez realizado el desarrollo del proyecto de aplicación, de control de iluminación de una residencia mediante comunicación de radio frecuencia nos permite llegar a la siguiente conclusión:

Actualmente hay dispositivos que nos permiten el control inalámbrico en hogares, pero son muy costosos, con complicadas instalaciones y difícil de manipulación. Es por ello que se desarrolló en el proyecto, el “Control de iluminación para una residencia mediante comunicación de radiofrecuencia” así comprobando su versatilidad al

momento de la instalación y demostrando su implementación con componentes accesibles con presupuestos económico.

Por ellos los usuarios llegarían a tener comodidad y ahorro energético en sus residencias con bajos costos, así cumpliendo los objetivos generales y específicos, los cuales fueron detallados con anterioridad como; la explicación del funcionamiento por etapas, el procedimiento que se siguió e incluso la aplicación de cada componente que se usó.

## **6. RECOMENDACIONES**

Se aplicó los conocimientos adquiridos en proceso de aprendizaje y formación profesional universitaria, por esta razón se recomienda:

La confiabilidad de los de sistemas de comunicación por radio frecuencia con modulación ASK dependen de varios factores, tales como la distancia entre el transmisor y el receptor, obstáculos en el recorrido de la señal, sistemas de antenas empleados, potencia de radiación (que puede ser dependiente del voltaje de alimentación del transmisor), y velocidad de transmisión (en bps).

También se recomienda que el circuito receptor debe ser ubicado en un lugar relativamente abierto, para una buena comunicación y evitar problemas en la propagación de la señal.

En la etapa de potencia los que trabajan directamente con corriente alterna son los semiconductores TRIAC, por ello se recomienda poner un disipador de calor, para un buen funcionamiento.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- ✓ Alldatasheet. (2005). *Alldatasheet*. Obtenido de <https://www.alldatasheet.com/>

- ✓ Castillo, J. A. (Febrero de 2019). *Profesional Review*. Obtenido de <https://www.profesionalreview.com>
- ✓ Editor, A. G. (Mayo de 2002). *Alfaomega*. Obtenido de [https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/682/free/ovas\\_statics/cap7/lecturas/Compuertas\\_logicas.pdf](https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/682/free/ovas_statics/cap7/lecturas/Compuertas_logicas.pdf)
- ✓ Hubor. (2015). *Hubor Proteus*. Obtenido de <https://www.hubor-proteus.com/recursos/libros-sobre-proteus.html>
- ✓ Malvino, & Paul, A. (2000). *Principios de Electrónica*. España.
- ✓ Micolau, F. R. (2013). Diagrama de Bloques de un sistema de comunicacion digital. En F. R. Micolau, *Introducción a los sistemas de comunicaciones digitales* (pág. 10).
- ✓ Naylamp. (Julio de 2017). *Naylamp Mechatronics*. Obtenido de [https://naylampmechatronics.com/blog/32\\_comunicacion-inalambrica-con-modulos-de-rf-de-433mhz.html](https://naylampmechatronics.com/blog/32_comunicacion-inalambrica-con-modulos-de-rf-de-433mhz.html)
- ✓ Pierce. (1995). La Ciencia de las Telecomunicaciones. En J. Pierce, & A. Noll. Barcelona.
- ✓ Telecomunicaciones, I. F. (2006). *Inventario de bandas de frecuencias clasificadas como Espectro Libre*. España.
- ✓ Tocci, R. (2004). *Medidas de Potencia*.
- ✓ Tomassi, W. (2003). Comunicaciones Digitales. En W. Tomasi, *Sistemas de Comunicación Electrica* (pág. 50).
- ✓ Tomassi, W. (2003). Modulación FSK. En W. Tomassi, *Sistemas de Comunicación Electrónica* (pág. 471). Prentice Hall.
- ✓ uelectronic. (Mayo de 2009). *Unit Electronics*. Obtenido de <https://uelectronics.com>



- ✓ Warner, E. (Abril de 2018). *Textos Científicos*. Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/redes/modulacion>
- ✓ Wayne, T. (2003). Espectro radioelectrico. En T. Wayne, *Sistemas de Comunicación Electrónica* (pág. 564).
- ✓ Wayne, T. (2003). Modos de transmisión. En T. Wayne.
- ✓ Wayne, T. (2003). Modulación PSK. En T. Wayne, *Sistemas de Comunicaciones Eléctricas* (pág. 478).