



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA**

**ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN
INALAMBRICO PARA EL INFOSOLAR DE LA FIE-ESPOCH”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES

Presentado por
VICENTE JAVIER AVALOS ALVARADO

RIOBAMBA – ECUADOR

- 2013-

AGRADECIMIENTO

A la vida por regalarme todo lo que hoy tengo y soy en especial a mis padres por estar siempre a mi lado y ser la fuerza que necesitaba en los momentos mas difíciles de mi vida, ustedes me ayudaron a salir adelante en todo gracias a ellos estoy aquí y a mis amigos por su apoyo moral, de igual manera rojo porque tú me ayudaste a salir adelante, y ni que se diga blanco por ti conocí lo valioso que es el estudio y la vida.

A la ESPOCH porque me enseñó a vivir la vida en especial a la escuela de telecomunicaciones que siempre estará presente por donde yo este

A mi tutor Ing. Verónica Mora por confiar en mis conocimientos para sacar adelante este proyecto

Vicente

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado a todos los que creyeron en mi especialmente a mi familia, y a todas esas personas que me dieron de su apoyo para aprender a valorar la vida, a mis profesores y amigos que siempre me dieron de su apoyo, a mi padre por estar con migo siempre y en todo momento, a mi madre que me enseñó la vida de una manera distinta, a mi hermana por sus consejos y a mi mismo por tener fuerzas para seguir adelante y afrontar las adversidades. A la memoria de rosita y Jorge que siempre me dieron ánimos para vivir la vida. Gracias padre

Vicente

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTA

| NOMBRE | FIRMA | FECHA |
|---|-------|-------|
| Ing. Iván Ménes | | |
| DECANO FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA | _____ | _____ |
| Ing. Wilson Baldeón | | |
| DIRECTOR DE ESCUELA ING. EN ELECTRONICA TELECOMUNICACIONES Y REDES | _____ | _____ |
| Ing. Verónica Mora | | |
| DIRECTOR DE TESIS | _____ | _____ |
| Ing. Jorge Yuquilema | | |
| MIEMBRO DEL TRIBUNAL | _____ | _____ |
| Tlgo. Carlos Rodríguez | | |
| DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACION | _____ | _____ |

NOTA DE LA TESIS: _____

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

Yo Vicente Javier Avalos Alvarado soy responsable, de las ideas, procesos y todo lo que se detalla dentro de esta tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Vicente Javier Avalos Alvarado

INDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------|--|
| Bps | Bits por segundo |
| FSL | Pérdida en el espacio libre |
| GB | Gigabit |
| GHz | Gigahercio |
| Hz | Hercios |
| IEEE | Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos |
| Kbps | Kilobit por segundo |
| Km | Kilometro |
| Ms | Milisegundos |
| mW | Milivatio |
| Rx | Recepción |
| Tx | Transmisión |
| WIFI | Wirelessfidelity |
| WIMAX | Interoperabilidad mundial para acceso por microonda |
| WLAN | Red de área local inalámbrica |
| FIE | Facultad de Informática y Electrónica |
| ESPOCH | Escuela Superior Politécnica de Chimborazo |
| EIET | Escuela de Ingeniería Electrónica Telecomunicaciones y Redes |
| NWS | the National Weather service |
| EPA | Environmental Protection agency |
| Mts | Metros |
| VNI | valores del número de índice |
| LDR | célula fotoeléctrica |
| IR | infrarrojo |
| UV | ultravioleta |

LOGO módulo lógico universal de Siemens

ÍNDICE

PORTADA
AGRADECIMIENTO
DEDICATORIA
INDICE DE ABREVIATURAS
INDICE
INDICE DE TABLAS
INDICE DE GRAFICOS
INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

| | |
|------------------------------------|-----------|
| MARCO REFERENCIAL..... | 16 |
| INTRODUCCIÓN..... | 16 |
| ANTECEDENTES..... | 17 |
| 1.1. JUSTIFICACIÓN..... | 19 |
| 1.2.OBJETIVOS..... | 21 |
| 1.4.1OBJETIVO GENERAL..... | 21 |
| 1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:..... | 21 |
| 1.3. HIPOTESIS..... | 22 |

CAPITULO II

| | |
|---|-----------|
| MARCO TEÓRICO | 23 |
| 2.1. INTRODUCCIÓN..... | 23 |
| 2.2. MEDIDOR DE RADIACIÓN DISFUSO | 24 |
| 2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIDOR DE RADIACIÓN DIFUSO . | 24 |
| 2.4. MEDIDORES Y SENSORES ACTUALES | 24 |
| 2.5. PROBLEMÁTICA DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR..... | 25 |
| 2.6.- Elementos para la recepción y transmisión de la radiación solar | 25 |
| LDR..... | 25 |
| 2.7.- RED INALAMBRICA..... | 29 |

| | |
|---|----|
| 2.7.1.- CLASIFICACIÓN | 29 |
| 2.7.2.- PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS..... | 30 |
| 2.2.8. Antenas | 34 |
| 2.2.9 Radioenlace..... | 46 |
| 2.2.10 Presupuesto de Enlace..... | 49 |
| 2.2.11.- Radiofrecuencia..... | 55 |
| 2.2.12 Decibeles..... | 59 |

CAPÍTULO III

| | |
|--|-----------|
| MARCO PROPOSITIVO | 60 |
| 3.1. INTRODUCCIÓN | 60 |
| 3.2.- Análisis de la situación inicial | 61 |
| 3.3.- Zona geográfica..... | 61 |
| 3.4. Conceptos de diseño | 62 |
| 3.4.1. Objetivos Técnico | 62 |
| 3.4.2.- Escalabilidad | 62 |
| 3.4.3.- Flexibilidad en la instalación..... | 63 |
| 3.4.4.- Adaptabilidad..... | 63 |
| 3.4.5.-Tecnología..... | 64 |
| 3.4.6.- Diseño lógico de la red | 64 |
| 3.4.7. Diseño Físico..... | 65 |

CAPITULO IV

| | |
|--|-----------|
| IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS..... | 74 |
| 4.1. IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS | 74 |
| 4.1.1. Establecimiento de equipos..... | 74 |
| 4.2 Puesta en funcionamiento de los equipos en las áreas de la escuela ... | 97 |
| 4.2.1 Ubicación del Equipo Transmisor en la parte superior del edificio FIE-ESPOCH | 97 |
| 4.2.2 Ubicación del Equipo Receptor | 100 |
| 4.2.3 Comprobando los niveles de luminosidad del infosolar | 101 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.4 En forma general para que funcione el sistema consta de tres puntos específicos..... | 104 |
| 4.3. Resultados | 105 |

INDICE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla III.I Datos estación repetidora..... | 65 |
| Tabla III.II Datos estación receptora..... | 66 |
| Tabla III.III Especificaciones técnicas..... | 66 |
| Tabla III.IV Lado transmisor..... | 69 |
| Tabla III.V Lado del receptor..... | 70 |
| Tabla IV.VI Medición por escala..... | 105 |
| Tabla IV.VII Datos Relevantes..... | 105 |
| Tabla IV.VIII FSL..... | 106 |
| Tabla IV.IX Evaluación de dispositivos de diseño anterior..... | 109 |
| Tabla IV.X Recolección de información entre red inalámbrica y red anterior..... | 110 |
| Tabla IV.XI Diferencias de almacenamiento de información entre la red inalámbrica y la red anterior..... | 111 |
| Tabla IV.XII Resultado entre la red inalámbrica y la red anterior..... | 111 |

Índice de Gráficos

| | |
|--|----|
| Figura II.1 LDR..... | 26 |
| Figura II.2 LOGO..... | 28 |
| Figura II.3 Servomotor | 29 |
| Figura II.4 Propagación de ondas electromagnéticas | 31 |
| Figura II.5Reflaxión | 33 |
| Figura II.6 Refracción con un lápiz..... | 34 |
| Figura II.7 Patrón de radiación..... | 35 |
| Figura II.8 Antena Dipolo | 39 |
| Figura II.9 Patrón de Elevación multi-dipolo Patrón de Elevación de una antena multi-dipolo..... | 41 |
| Figura II.10 Antena Yagi | 41 |
| Figura II.11 Patrón de Elevación Yagi Patrón de Radiación en Elevación Yagi | 42 |
| Figura II.12 Antena Ranura | 43 |
| Figura II.13 Antena Microstrip | 44 |
| Figura II.14 Radioenlace | 47 |
| Figura II.15 Estructura Radioenlace..... | 48 |
| Figura II.16 Parte del transmisor y Receptor..... | 50 |
| Figura II.17 Banda de frecuencias | 58 |
| Figura III.18 Zona Geográfica | 62 |
| Figura III.19 Topología de red | 65 |
| Figura III.20 Infosolar FIE-ESPOCH | 67 |
| Figura III.21 Presupuesto de enlace | 71 |
| Figura III.22 Diseño de transmisión..... | 73 |
| Figura IV.23 Circuito de transmisión | 75 |
| Figura IV.24 Software Logo siemens | 76 |
| Figura IV.25 Ambiente del software | 76 |
| Figura IV.26 Compuertas Lógicas..... | 77 |
| Figura IV.27 Servomotor | 78 |

| | |
|--|-----|
| Figura IV.28 LDR funcionamiento | 90 |
| Figura IV.29 Transmisor Funcionamiento | 91 |
| Figura IV.30 Receptor | 92 |
| Figura IV.31 Construcción Fuente de Alimentación | 93 |
| Figura IV.32 Fuente de Alimentación lista..... | 94 |
| Figura IV.33 Fuente de Alimentación Trabajando | 95 |
| Figura IV.34 Construcción del Circuito de Potencia..... | 96 |
| Figura IV.35 Funcionamiento del Circuito de Potencia | 97 |
| Figura IV.36 Colocación LDR y Servomotor | 98 |
| Figura IV.37 Antena Yagi apuntamiento | 98 |
| Figura IV.38 Circuito transmisor..... | 99 |
| Figura IV.39 Activación circuito transmisor | 100 |
| Figura IV.40 Activación día lluvioso | 102 |
| Figura IV.41 Activación día nublado..... | 103 |
| Figura IV.42 Activación día Soleado | 104 |
| Figura IV.43 Señal del circuito anterior análogamente..... | 107 |
| Figura IV.44 Señal digital | 108 |
| Figura IV.45 Señal analógica a Digital | 108 |
| Figura IV.46 Comparación sistema inalámbrica vs Sistema Actual | 112 |

INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones inalámbricas hoy en día es una solución para poder hacer funcionar diferentes aparatos o sistemas de comunicación, sin la necesidad de utilizar cables, lo cual es muy beneficioso en cuanto se refiere a costo y la inversión de un proyecto que se desea realizar, como por ejemplo la telefonía móvil la cual no tenemos que estar llevando cables para poder comunicarnos, dándonos así fácil movilidad y calidad en la entrega de los datos, con lo que mejora el estilo de vida.

El avance tecnológico de las comunicaciones inalámbricas nos permite utilizar diferentes tecnologías para un mejor desarrollo de la comunicación.

En 1887 Heinrich Rudolph Hertz, un físico alemán, demostró que existían las ondas electromagnéticas y que éstas podrían ser usadas para mover información a muy grandes distancias esto le valió que la unidad con las que son medidas las frecuencias del espectro lleven su apellido (Hertz o Hz).

La base teórica de las ondas electromagnéticas fue desarrollada mucho antes por el físico escocés James Clerk Maxwell en 1864. El primer uso de las ondas electromagnéticas fue la telegrafía inalámbrica. Este relevante acontecimiento sería el predecesor de la propagación electromagnética o transmisión de radio.

Utilizando estos conceptos, el italiano Guglielmo Marconi inventa la radio en 1901. La radio fue el primer medio masivo de comunicación inalámbrica y a poco más de 100 años de su invención, las comunicaciones móviles han demostrado ser una alternativa a las redes cableadas para ofrecer nuevos servicios que requieren gran ancho de banda, pero con otros beneficios como la movilidad y la ubicuidad, estar comunicado en cualquier lugar, en cualquier momento.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se plantea la necesidad de la ESPOCH de contar con medio que permita medir la radiación solar llamado infosolar, en el cual se diseñará y se implementará un sistema de comunicación inalámbrico para poder transmitir información, además se presentan los motivos por los que se ha desarrollado en este presente trabajo, se detalla también los objetivos.

ANTECEDENTES

Los sistemas de comunicación son más que necesarios hoy en día, el mundo en el que actualmente habitamos se basa justamente en los principios de la comunicación; si analizamos los distintos avances tecnológicos que se fueron sucediendo a lo largo de la historia encontraremos que la mayoría de ellos están vinculados a la comunicación y a tornar la vida del hombre un poco más sencilla.

Nuestra naturaleza humana nos hace desenvolvemos en situaciones donde se requiere comunicación. Para ello, es necesario establecer medios para que esto se pueda realizar. Uno de los medios más discutidos es la capacidad de comunicar computadores a través de redes inalámbricas.

La comunicación inalámbrica, que se realiza a través de ondas de radiofrecuencia, facilita la operación en lugares donde la computadora no se encuentra en una ubicación fija (almacenes, oficinas de varios pisos, etc.) actualmente se utiliza de una manera general y accesible para todo público. Cabe también mencionar actualmente que las redes cableadas presentan ventaja en cuanto a transmisión de datos sobre las inalámbricas. Mientras que las cableadas proporcionan velocidades de hasta 1 Gbps (Red Gigabit), las inalámbricas alcanzan sólo hasta 108 Mbps. [1]

Se puede realizar una “mezcla” entre inalámbricas y alámbricas, de manera que pueden funcionar de la siguiente manera: que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica sea la que le proporcione movilidad al equipo y

al operador para desplazarse con facilidad en distintos campo (almacén u oficina).

Un ejemplo de redes a larga distancia son las Redes públicas de Conmutación por Radio. Estas redes no tienen problemas en pérdida de señal, debido a que su arquitectura está diseñada para soportar paquetes de datos en vez de comunicaciones por voz.

Actualmente, las transmisiones inalámbricas constituyen una eficaz herramienta que permite la transferencia de voz, datos y vídeo sin la necesidad de cableado. Esta transferencia de información es lograda a través de la emisión de ondas de radio teniendo dos ventajas: movilidad y flexibilidad de todo sistema en general [2]

En la Facultad e Informática y Electrónica se ha implementado el medidor de radiación solar difuso INFOSOLAR que constantemente está tomando valores de intensidad de radiación solar durante las 24 horas del día, haciéndose indispensable implementar un sistema de comunicación inalámbrica que posibilite el envío de información entre usuarios sin mediación de cables.

Con el paso de los años los sistemas de comunicación han ido evolucionando, siendo más eficaces, ofreciendo nuevas tecnologías y con ello nuevos servicios.

Durante la primera década del siglo veinte, dos trayectorias de invención importantes empezaron a transformar la comunicación inalámbrica primitiva de la era de los puntos y rayas, en la comunicación del mundo contemporáneo.

En la actualidad diversos productos de consumo propio e industriales utilizan la energía electromagnética. Hoy en día la energía de radiofrecuencia, un tipo de energía electromagnética, está aumentando su importancia a nivel mundial incluyendo ondas de radio y microondas, las cuales son utilizadas en comunicación y radiodifusión.

Se están empleando nuevas tecnologías de comunicación inalámbrica para el desarrollo de la humanidad, ayudando a la comunicación entre personas o artefactos, lo cual se tiene una gran ventaja en cuanto se refiere al ahorro de materiales, esta es la diferencia de la comunicación inalámbrica y la alábrica.

JUSTIFICACIÓN

La tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre o privada, para transmitir entre dispositivos, estas condiciones de libertad de utilización sin necesidad de licencia, ha propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas.

Actualmente la Facultad de Informática y Electrónica cuenta con un sistema

De medición de radiación solar difuso INFOSOLAR que toma valores constantemente y hasta el momento estos valores son tomados durante los meses de enero y primera semana de febrero del 2012 desde las 6h00 hasta las 18h30 a intervalos de 30 minutos, la cantidad de radiación UV se mide mediante un detector ultravioleta que mide los valores del número de índice

(VNI) según el índice IUV propuestos en el 2004 por TheNationalWeatherservice (NWS) y la EnvironmentalProtectionagency (EPA).

El VNI más alto medido en la escala NWS y EPA que va desde el 0 a 10+, es de número de índice 7-9 que corresponde a una categoría de exposición alta valor que se produce entre las 11h30 y 14h00 en promedio para días claros con poco grado de nubosidad en la mañana y tarde, sin embargo el rango puede variar y en su modo general estaría entre las 10h30 y las 15h30 para días con sol brillante, los valores más bajos con un número de índice 0-2 que corresponde a una categoría de exposición mínima se generan en la mañana entre las 6h00 y las 8h00 y en la tarde desde 17h30.

En número de índice 7-9 corresponde a una categoría de exposición denominada muy alta en la escala de la OMS, por lo que representa un inminente riesgo para la salud y la OMS recomienda tomar precauciones extras.

El número de índice 10+ que corresponde a una categoría de exposición muy alta no ha sido detectad hasta la actualidad

Como es evidente estos valores de intensidad de radiación solar son tomados durante todo el día, haciéndose indispensable implementar un sistema de comunicación inalámbrica que posibilite el envío de información desde el INFOSOLAR hacia un servidor que almacene los datos a través de tecnología inalámbrica basada en ondas de radiofrecuencia de baja potencia permitirá eliminar la brecha de tomar valores manualmente dando paso al mejoramiento de captación de información. [3]

OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de comunicación inalámbrico para el Infosolar de la FIE-ESPOCH.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Diseñar e implementar un seguidor solar para captar información constante en tiempo real.

Diseñar el sistema de transmisión - recepción de ondas.

Implementar sistemas de comunicación inalámbrica basado en ondas de radiofrecuencia

Diseñar un sistema de eliminación de interferencias emisor – receptor

HIPÓTESIS

El sistema de comunicación inalámbrico para el Infosolar de la FIE-ESPOCH mejorará los procesos de recolección y almacenamiento de la información?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el medidor de radiación difuso solar y el sistema de comunicación inalámbrica que se utilizara en este proyecto, para entender mejor su funcionamiento.

2.2. MEDIDOR DE RADIACIÓN DISFUSO

Este dispositivo mide la intensidad de radiación solar a la que estamos expuestos, su medición de radiación es constante, con lo cual podemos diferenciar entre qué hora existe más radiación.

2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIDOR DE RADIACIÓN DIFUSO

El medidor de radiación difuso (infosolar), trabaja capturando información constante mediante un sensor, el cual recibe la radiación emitida del sol, alertando a la población por medio de un código basado en colores.

Los filtros ultravioleta (UV) y sensores ópticos del infosolar miden el nivel de radiación y entregan la intensidad según una carta de colores establecida por la Organización Mundial de la Salud. Los colores son: verde (bajo), amarillo (medio), naranja (alto), rojo (peligroso) y violeta (extremo).

En Ecuador la ESPOCH utiliza un infosolar para prevenir a la población. En particular, monitorean la banda UV-B, que es peligrosa para la vida y la salud humana, que puede provocar cáncer a la piel, cataratas y afectar el sistema inmunitario, debilitándolo.

2.4. MEDIDORES Y SENSORES ACTUALES

Actualmente en el mercado existen medidores que dan lectura instantánea y algunos tienen la opción de guardar estos valores en una memoria de manera manual, otros más tienen la opción de conectarse en una microcomputadora

para ser parte de un sistema de control del rendimiento de instalaciones de energía solar.

2.5. PROBLEMÁTICA DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR

Algunos de los problemas para la medición de radiación solar están relacionados con:

El clima

El mantenimiento de los equipos

Control de calidad de los materiales

Altas y bajas cantidades en la carga de energía eléctrica asía los equipos

2.6.- Elementos para la recepción y transmisión de la radiación solar

- **LDR**

Una fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también ser llamado fotorresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas, LDR, se originan de su nombre en inglés light-dependent resistor. Su cuerpo está formado por una célula o celda y dos patillas. En la siguiente imagen se muestra su símbolo eléctrico

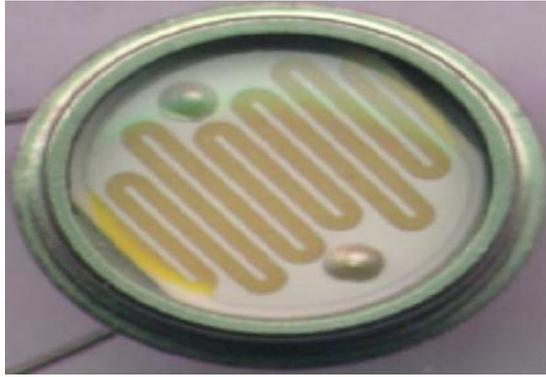


Figura II.1 LDR

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Fotorresistencia>

Las células de sulfuro del cadmio se basan en la capacidad del cadmio de variar su resistencia según la cantidad de luz que incide en la célula. Cuanta más luz incide, más baja es la resistencia. Las células son también capaces de reaccionar a una amplia gama de frecuencias, incluyendo infrarrojo (IR), luz visible, y ultravioleta (UV).

- **LOGO**

Descripción de LOGO!

LOGO! es el módulo lógico universal de Siemens.

LOGO! lleva integrados

Control

Unidad de mando y visualización con retroiluminación

Fuente de alimentación

Interfaz para módulos de ampliación

Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC

Funciones básicas habituales preprogramadas, p.ej. para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente, e interruptor de software

Temporizador

Marcas digitales y analógicas

Entradas y salidas en función del modelo.

- **LOGO! sí puede**

Con LOGO! se resuelven tareas de instalación y del ámbito doméstico (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, tol-dos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como la construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos (p.ej. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el pre procesamiento de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones (p. ej., ASi), para el control descentralizado "in situ" de máquinas y procesos.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.



Figura II.2 LOGO

Fuente: Manual logo siemens

- **SERVO MOTOR**

Un servomotor (también llamado servo) es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

Un servomotor es un motor eléctrico que consta con la capacidad de ser controlado, tanto en velocidad como en posición.

Los servos se utilizan frecuentemente en sistemas de radio control y en robótica, pero su uso no está limitado a estos. Es posible modificar un servomotor para obtener un motor de corriente continua que, si bien ya no tiene la capacidad de control del servo, conserva la fuerza, velocidad y baja inercia que caracteriza a estos dispositivos.



Figura II.3 Servomotor

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Servomotor>

2.7.- RED INALAMBRICA

El término red inalámbrica (Wireless network en inglés) es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas

2.7.1.- CLASIFICACIÓN

Entre de las redes inalámbricas se puede dividir en dos amplias categorías de redes inalámbricas como:

Larga Distancia.- Estas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos mejor conocido como redes de área metropolitana

Corta Distancia.- Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre sí.

2.7.2.- PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio.

Aunque el espacio libre realmente implica en el vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se llama propagación en el espacio libre.

Las ondas electromagnéticas se propagan a través de cualquier material dieléctrico incluyendo el aire pero no se propagan bien a través de conductores

con pérdidas como por ejemplo el agua de mar ya que los campos eléctricos hacen que fluyan corrientes en el material disipando con rapidez la energía de las ondas.

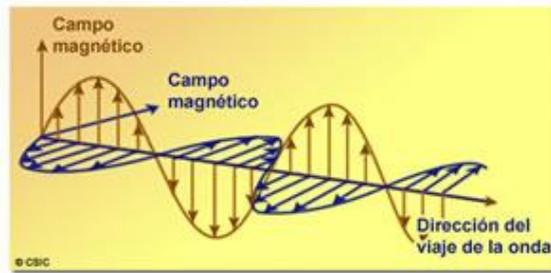


Figura II.4 Propagación de ondas electromagnéticas

Fuente: <http://museovirtual.csic.es/salas/luz/luz31.htm>

2.7.2.1 Absorción

La causa de la absorción de las ondas electromagnéticas al viajar por el aire es que el aire no es un vacío, sino que está formado por átomos y moléculas de distintas sustancias gaseosas, líquidas y sólidas. Estos materiales pueden absorber a las ondas electromagnéticas causando pérdidas por absorción. Cuando la onda electromagnética se propaga a través de la atmósfera terrestre, se transfiere energía de la onda a los átomos y moléculas atmosféricos.

La absorción de onda por la atmósfera es análoga a una pérdida de potencia I^2R . Una vez absorbida, la energía se pierde para siempre, lo que provoca una atenuación de las intensidades de voltaje y campo magnético al igual que una reducción correspondiente en la densidad de potencia.

La medida en que una onda es absorbida es la atmosfera por sus distintas partículas depende de su frecuencia, y es relativamente insignificante a menos de unos 10 GHz. Así también la absorción de una onda depende del medio en que se propague. Las pérdidas por absorción no dependen de la distancia a la

fuentes de radiación, sino más bien a la distancia total que la onda se propaga a través de la atmósfera, es decir, cuando la onda se propaga a través de un medio homogéneo y cuyas propiedades son uniformes, las pérdidas por absorción en el primer kilómetro de propagación son las mismas que en el último kilómetro. En caso de contar con lluvias intensas y neblina densa, las ondas electromagnéticas tienden a ser absorbidas en mayor proporción que cuando se encuentran en una atmósfera normal. En la siguiente figura se tiene que la absorción en decibelios por kilómetro de una onda electromagnética en frecuencias de los 10 a 200 GHz cuando se propaga en oxígeno y vapor de agua.

2.2.7.2 Atenuación

Describe cómo es que se reduce la densidad de potencia con la distancia a la fuente. El campo electromagnético continuo se dispersa a medida que el frente de onda se aleja de la fuente, lo que hace que las ondas electromagnéticas se alejen cada vez más entre sí, en consecuencia, la cantidad de ondas por unidad de área es menor.

2.2.7.3 Reflexión

La reflexión es el cambio de dirección de un rayo o una onda que ocurre en la superficie de separación entre dos medios, de tal forma que regresa al medio inicial. Como ejemplos podemos tener: la reflexión de la luz, el sonido y las ondas en el agua.

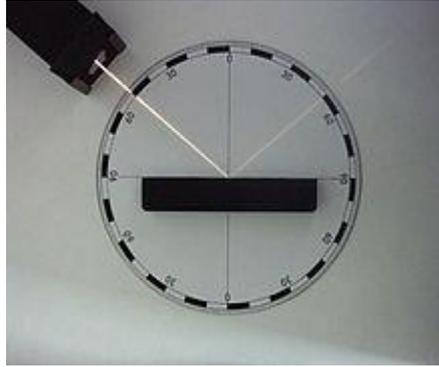


Figura II.5Reflexión

Fuente: <http://alexramiro92.blogspot.com>

2.2.7.4. Refracción

La refracción es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro. Sólo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si éstos tienen índices de refracción distintos. La refracción se origina en el cambio de velocidad de propagación de la onda.

Como ejemplo típico de este fenómeno tenemos cuando se sumerge un lápiz en un vaso con agua: el lápiz parece quebrado.



Figura II.6 Refracción con un lápiz
Fuente:<http://alexramiro92.blogspot.com>

2.2.7.5. Interferencia

La interferencia es cualquier proceso que altera, modifica o destruye una onda durante su trayecto en el medio en que se propaga. La palabra destrucción, en este caso, debe entenderse en el sentido de que las ondas cambian de forma al unirse con otras; esto es, después de la interferencia normalmente vuelven a ser las mismas ondas con la misma frecuencia.

2.2.8. Antenas

Una antena es un dispositivo (conductor metálico) diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

2.2.8.1 Patrón de Radiación

Es una representación gráfica de las propiedades de radiación de la antena en función de las coordenadas espaciales. En la mayoría de los casos, el patrón de radiación es determinado para la región de campo lejano. Las propiedades de radiación incluyen: intensidad de radiación, fuerza del campo, fase, polarización.

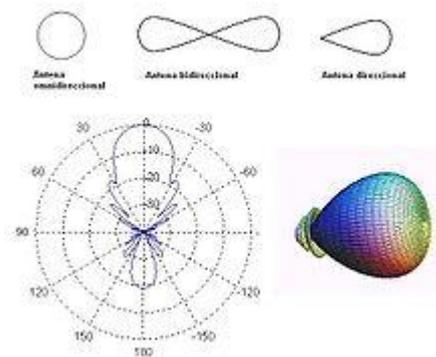


Figura II.7 Patrón de radiación

Fuente: <https://www.google.com.ec>

1. Dirección de apuntamiento.- Es la de máxima radiación. Directividad y Ganancia.

2. Lóbulo principal.- Es el margen angular en torno a la dirección de máxima radiación.

3.Lóbulos secundarios.- Son el resto de máximos relativos, de valor inferior al principal.

4.Ancho de haz.- Es el margen angular de direcciones en las que el diagrama de radiación de un haz toma un valor de 3dB por debajo del máximo. Es decir, la dirección en la que la potencia radiada se reduce a la mitad.

2.2.8.2 Ancho de banda

Es el margen de frecuencias en el cual los parámetros de la antena cumplen unas determinadas características. Se puede definir un ancho de banda de impedancia, de polarización, de ganancia o de otros parámetros.

2.2.8.3 Directividad

La Directividad (D) de una antena se define como la relación entre la intensidad de radiación de una antena en la dirección del máximo y la intensidad de radiación de una antena isotrópica que radia con la misma potencia total.

$$D = \frac{U_{max}}{U_{iso}}$$

La Directividad no tiene unidades y se suele expresar en unidades logarítmicas (dBi) como:

$$D = 10 \log \frac{U_{max}}{U_{iso}} [dBi]$$

2.2.8.4. Ganancia

Se define como la ganancia de potencia en la dirección de máxima radiación.

La Ganancia (G) se produce por el efecto de la directividad al concentrarse la potencia en las zonas indicadas en el diagrama de radiación.

$$G = 10 \text{LOG} \left(4\pi \frac{V_{max}}{P_{in}} \right)$$

La unidad de Ganancia (G) de una antena es el dBd o dBi, dependiendo si esta se define respecto a un dipolo de media onda o a la isotrópica.

2.2.8.5. Impedancia de entrada

Es la impedancia de la antena en sus terminales. Es la relación entre la tensión y la corriente de entrada.

$$Z = \frac{V}{I}$$

La impedancia es un número complejo. La parte real de la impedancia se denomina Resistencia de Antena y la parte imaginaria es la Reactancia. La resistencia de antena es la suma de la resistencia de radiación y la resistencia de pérdidas. Las antenas se denominan resonantes cuando se anula su reactancia de entrada.

2.2.8.6. Polarización

Las antenas crean campos electromagnéticos radiados. Se define la polarización electromagnética en una determinada dirección, como la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico a una cierta distancia de la antena, al variar el tiempo. La polarización puede ser lineal, circular y elíptica

2.2.8.7 Tipos de Antenas

- **Antenas Dipolo**

Todas las antenas de dipolo tienen un patrón de radiación generalizado. Primero el patrón de elevación muestra que una antena de dipolo es mejor utilizada para transmitir y recibir desde el lado amplio de la antena. Es sensible a cualquier movimiento fuera de la posición perfectamente vertical. Se puede mover alrededor de 45 grados de la verticalidad antes que el desempeño de la antena se degrade más de la mitad. Otras antenas de dipolo pueden tener diferentes cantidades de variación vertical antes que sea notable la degradación.



Figura II.8 Antena Dipolo
Fuente: www.hobbyshop.com.ar

- **Antenas Dipolo Multi-Elemento:**

Las antenas multi-elemento tipo dipolo cuentan con algunas de las características generales del dipolo simple. Cuentan con un patrón de elevación y azimuth similar al de la antena dipolo simple. La diferencia más clara entre ambas es la direccionalidad de la antena en el plano de elevación, y el incremento en ganancia debido a la utilización de múltiples elementos.

Con el uso de múltiples elementos en la construcción de la antena, esta puede ser configurada para diferentes ganancias, lo cual permite diseños con características físicas similares. Tal como se puede ver en el patrón de elevación de la fig. 2, múltiples antenas de dipolo son muy direccionales en el plano vertical. Debido a que la antena de dipolo radía igualmente bien en todas las direcciones del plano horizontal, es capaz de operar igualmente bien en configuración horizontal.

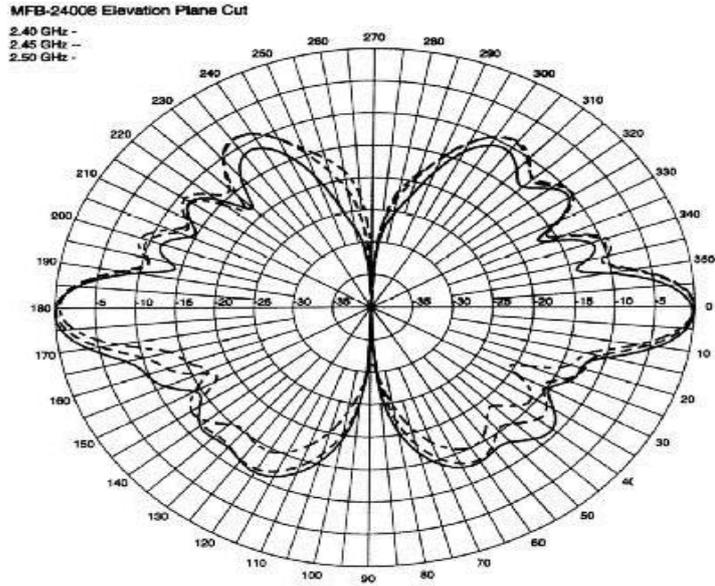


Figura II.9 Patrón de Elevación multi-dipolo
 Patrón de Elevación de una antena multi-dipolo

Fuente: http://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=62:antenasoporte&catid=31:general&Itemid=79

- **Antena Yagi:**

Estas se componen de un arreglo de elementos independientes de antena, donde solo uno de ellos transmite las ondas de radio. El número de elementos (específicamente, el número de elementos directores) determina la ganancia y directividad.

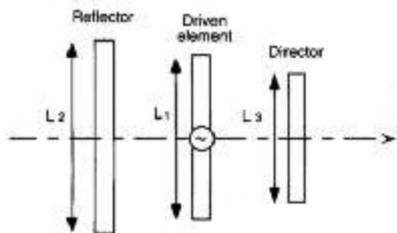


Figura II.10 Antena Yagi

Fuente: http://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=62:antenasoporte&catid=31:general&Itemid=79

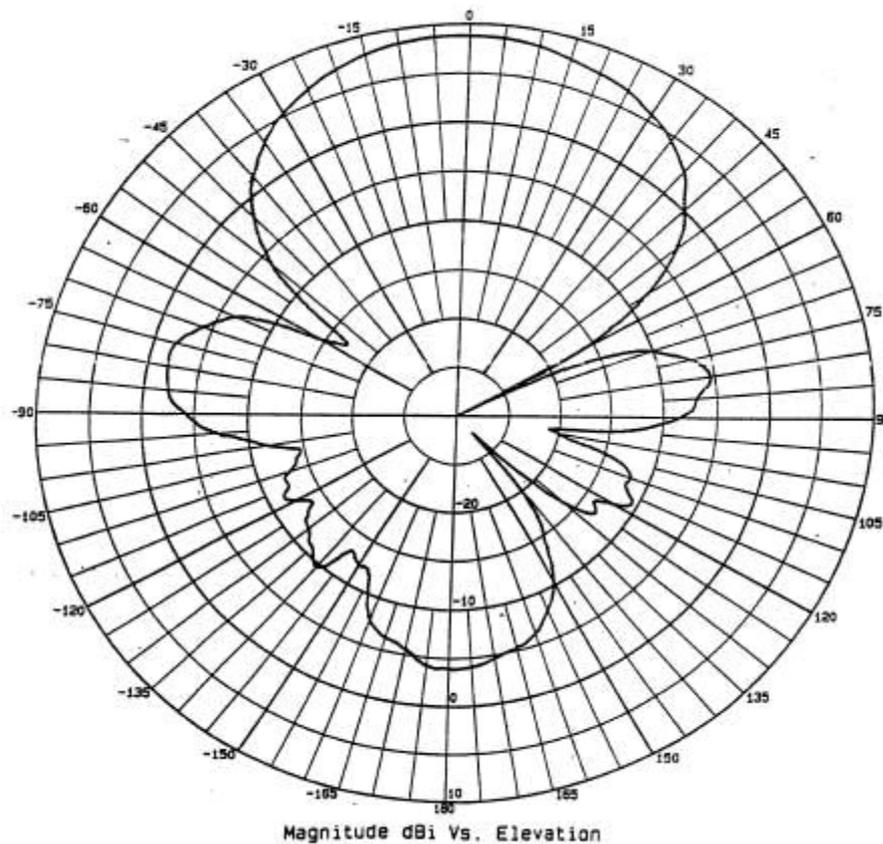


Figura II.11 Patrón de Elevación Yagi

Patrón de Radiación en Elevación Yagi

Fuente: http://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=62:antenasoporte&catid=31:general&Itemid=79

- Antena de Ranura

Las antenas de ranura cuentan con características de radiación muy similares a las de los dipolos, tales como los patrones de elevación y azimuth, pero su construcción consiste solo de una ranura estrecha en un plano. Así como las antenas microstrip mencionadas abajo, las antenas de ranura proveen poca ganancia, y no cuentan con alta direccionabilidad, como evidencian sus patrones de radiación de los dipolos. Su más atractiva característica es la

facilidad de construcción e integración en diseños existentes, así como su bajo costo. Estos factores compensan por su desempeño poco eficiente.

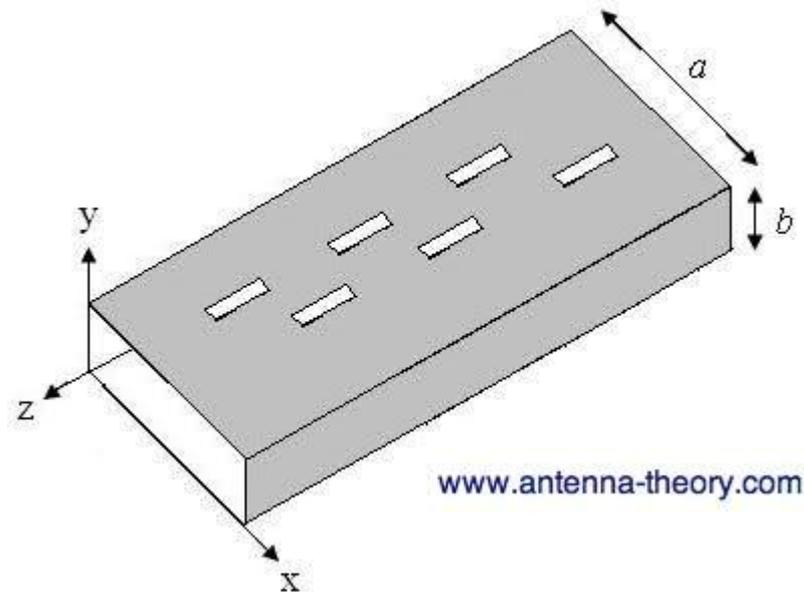


Figura II.12 Antena Ranura

Fuente <http://www.antenna-theory.com/spanish/antennas/aperture/slot.php>

- **Antenas Microstrip**

Estas antenas pueden ser hechas para emular cualquiera de los diferentes tipos de antenas antes mencionados. Las antenas microstrip ofrecen varios detalles que deben de ser considerados. Debido a que son manufacturadas con pistas en circuito impreso, pueden ser muy pequeñas y livianas. Esto tiene como costo no poder manejar mucha potencia como es el caso de otras antenas, además están hechas para rangos de frecuencia muy específicos. En muchos casos, esta limitación de frecuencia de operación puede ser benéfica para el desempeño del radio. Debido a sus características las antenas

microstrip no son muy adecuadas para equipos de comunicación de banda amplia.

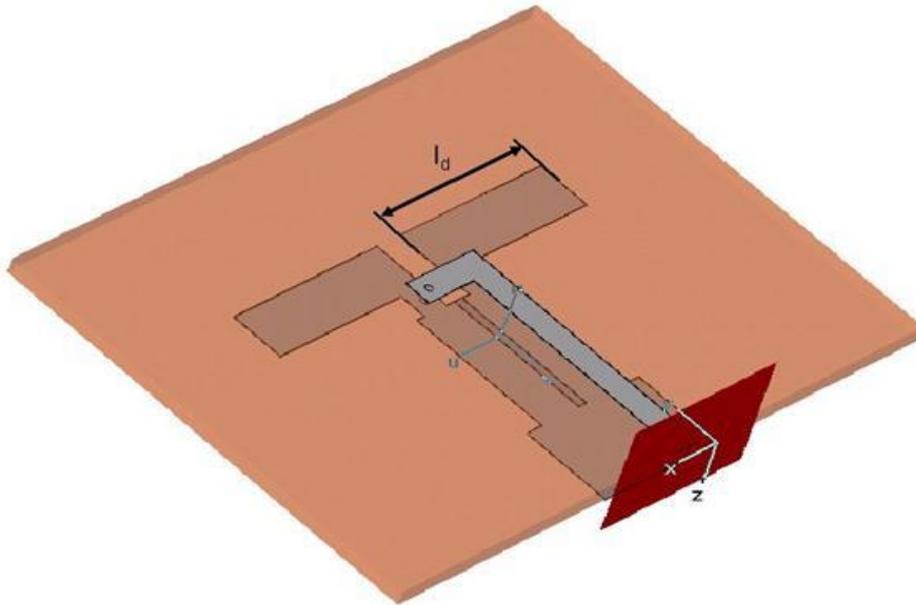


Figura II.13 Antena Microstrip

Fuente: <http://www.cst.com/Content/Applications/Article/Printed+Dipole+Antenna+with+Integrated+Balun>

- **Las antenas de radiofrecuencia**

La antena es el dispositivo destinado a emitir y a recibir o captar las ondas electromagnéticas. Aunque desde un punto de vista funcional las antenas receptoras son iguales que las emisoras, en la práctica presentan algunas ligeras diferencias.

Así, una antena emisora emitirá señales de una sola frecuencia o de un ancho de banda muy reducido y a una potencia suficientemente grande para que la señal sea captada en el destino deseado, que se puede encontrar a decenas o

a miles de kilómetros de distancia. Esto implica que su estructura ha de ser suficientemente grande como para permitir que circulen grandes corrientes o tensiones eléctricas.

Sin embargo, las antenas receptoras reciben señales de muchas frecuencias, por lo que su ancho de banda de recepción debe ser mucho más amplio. Además, estas señales son normalmente muy débiles, por lo que han de ser posteriormente amplificadas.

Las principales características de una antena son:

Ganancia de una antena. Es el parámetro que indica la capacidad de emisión de una antena. La antena suele emitir en todas las direcciones del espacio, aunque algunas lo hacen preferentemente en una sola dirección. Si se compara la potencia emitida en la dirección preferente con la potencia media emitida en todas las direcciones, se obtiene el valor de la ganancia en una antena.

Longitud de antena. Las dimensiones de la antena dependen de la longitud de onda (λ , lo que es lo mismo, de la frecuencia) de la señal a emitir o recibir. Para emitir una señal electromagnética de forma eficaz, las antenas han de tener unas dimensiones, como mínimo, del orden de una décima parte de la longitud de onda de la señal.

Ancho de banda de la antena. Es el rango de frecuencias en las que la antena opera de forma satisfactoria.

Eficiencia de una antena. Es la relación entre la potencia emitida por la antena y la potencia captada por la antena receptora. Resulta un parámetro indicativo de las pérdidas que se producen en el proceso de transmisión.

2.2.9 Radioenlace

Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas.

Los radios enlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencia asignada para la transmisión y recepción de las señales, se lo denomina radio canal, los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía.

Sistema de Radio - Enlace

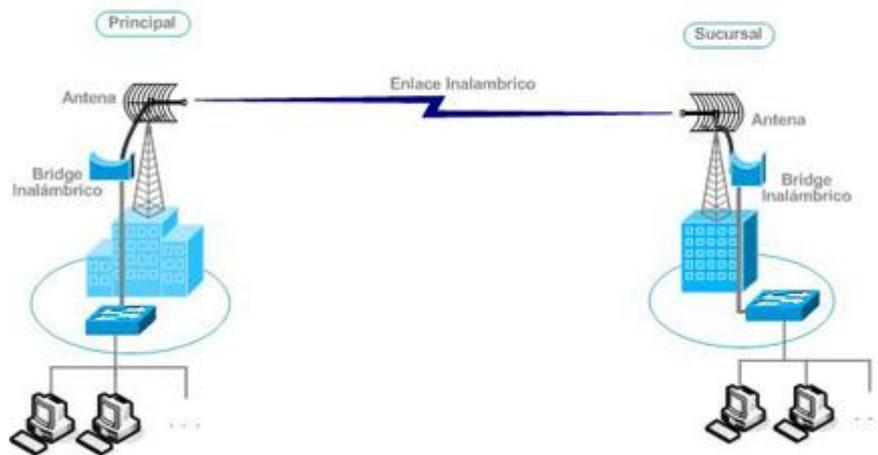


Figura II.14 Radioenlace

Fuente: <http://aulaweb.uca.edu.ni/blogs/mariella/2013/01/29/17/>

Cualquiera que sea la magnitud del sistema, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región. Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

2.2.9.1. Estructura de un radioenlace

Un radioenlace está constituido por estaciones terminales y repetidoras intermedias, con equipos transceptores, antenas y elementos de supervisión y reserva.

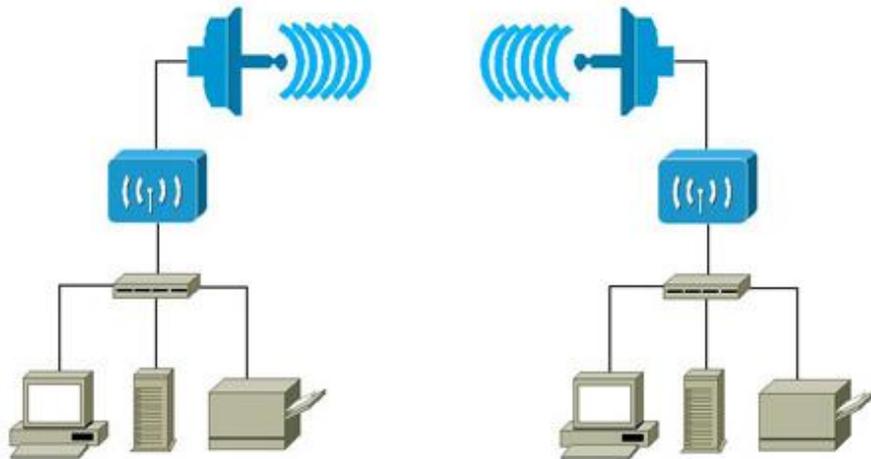


Figura II.15 Estructura Radioenlace

Fuente: <http://aulaweb.uca.edu.ni/blogs/mariella/2013/01/29/17/>

Además de las estaciones repetidoras, existen las estaciones nodales donde se demodula la señal y de la baja a banda base y en ocasiones se extraen o se insertan canales

Repetidores

- **Activos**

En ellos se recibe la señal en la frecuencia de portadora y se la baja a una frecuencia intermedia para amplificarla y retransmitirla en la frecuencia de salida.

- **Pasivos**

Se comportan como espejos que reflejan la señal

2.2.10 Presupuesto de Enlace

Un presupuesto de potencia para un enlace punto a punto es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor, a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radioenlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado.

2.2.10.1 Elementos del presupuesto de enlace

Los elementos pueden ser divididos en 3 partes principales:

El lado de Transmisión con potencia efectiva de transmisión.

Pérdidas en la propagación.

El lado de Recepción con efectiva sensibilidad receptiva

Un presupuesto de radio enlace completo es simplemente la suma de todos los aportes en el camino de las tres partes principales.

Presupuesto de enlace= Potencia del transmisor [dBm] – Pérdida en el cable TX [dB] + ganancia de antena TX [dBi] –Pérdidas en la trayectoria en el espacio abierto [dB] + ganancia de antena RX [dBi] – Pérdidas en el cable del

$RX [dB] = \text{Margen} - \text{Sensibilidad del receptor [dBm]}$.

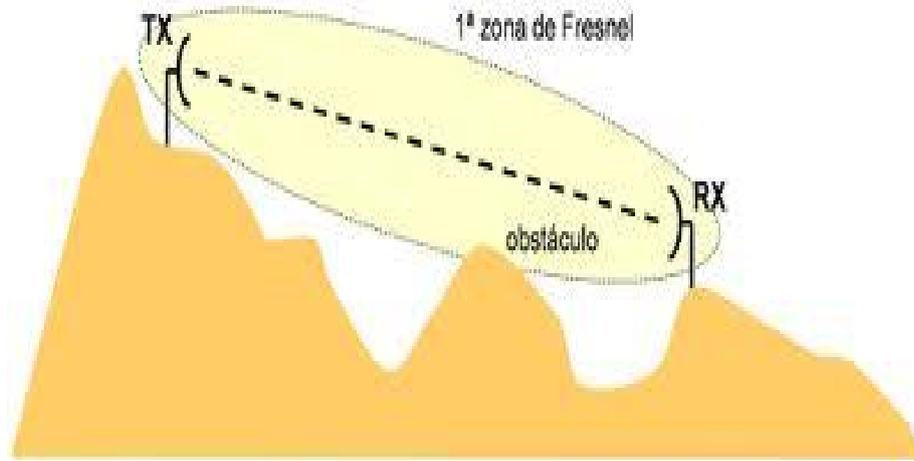


Figura II.16 Parte del transmisor y Receptor

Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=radioenlace&client=firefox-a&hs=bTp&rls=org.mozilla:es>

2.2.10.1.1 El lado de Transmisión

Potencia de Transmisión (Tx)

La potencia de transmisión es la potencia de salida del radio. En general, los radios con mayor potencia de salida son más costosos. La potencia de transmisión del radio, normalmente se encuentra en las especificaciones técnicas del vendedor. Tenga en cuenta que las especificaciones técnicas le darán valores ideales, los valores reales pueden variar con factores como la temperatura y la tensión de alimentación.

Pérdida en el cable

Las pérdidas en la señal de radio se pueden producir en los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas. Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación y normalmente se miden en dB/m o dB/pies.

Independientemente de lo bueno que sea el cable, siempre tendrá pérdidas.

Por eso, se recomienda mantener el cable de la antena lo más corto posible. La pérdida típica en los cables está entre 0,1 dB/m y 1 dB/m. En general, mientras más grueso y más rígido sea el cable menor atenuación presentará.

Las pérdidas en los cables dependen mucho de la frecuencia, por eso al calcular la pérdida en el cable, se debe asegurar de usar los valores correctos para el rango de frecuencias usadas.

Pérdidas en los conectores

Estime por lo menos 0,25 dB de pérdida para cada conector en su cableado. Estos valores son para conectores bien hechos mientras que los conectores mal soldados pueden implicar pérdidas mayores. Si se usan cables largos, la suma de las pérdidas en los conectores está incluida en una parte de la ecuación de Pérdidas en los cables pero para estar seguro, siempre considere un promedio de pérdidas de 0,3 a 0,5 dB por conector como regla general.

Amplificadores

Opcionalmente, se pueden usar amplificadores para compensar la pérdida en los cables o cuando no haya otra manera de cumplir con el presupuesto de potencia.

Ganancia de antena

La ganancia de una antena típica varía entre 2 dBi (antena integrada simple) y 8 dBi (omnidireccional estándar) hasta 21 – 30 dBi (parabólica). Las pérdidas pueden ocurrir por muchas razones, principalmente relacionadas con una incorrecta instalación debido a pérdidas en la inclinación, en la polarización, objetos metálicos adyacentes, entre otros. Esto significa que sólo puede esperar una ganancia completa de antena, si está instalada en forma óptima.

2.2.10.1.2. Pérdidas de propagación

Las pérdidas de propagación están relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal cuando esta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora.

Pérdidas en el espacio libre (FSL)

La mayor parte de la potencia de la señal de radio se perderá en el aire.

Aún en el vacío, una onda de radio pierde energía que se irradia en direcciones diferentes a la que puede capturar la antena receptora. La

pérdida en el espacio libre, mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo, la señal de radio se debilita en el aire debido a la expansión dentro de una superficie esférica.

La pérdida en el espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también proporcional al cuadrado de la frecuencia. Aplicando decibels, resulta la siguiente ecuación:

$$FSL = 32.4 + 20LOG(d) + 20LOG(f)$$

d = distancia [Km]

f = frecuencia [MHz]

2.2.10.1.3. Lado receptor

Los cálculos son casi idénticos que los del lado transmisor.

Ganancia de antena desde el receptor

Mismo procedimiento visto desde el receptor.

Amplificadores desde el receptor

Los cálculos y los principios son los mismos que el transmisor.

Nuevamente, la amplificación no es un método recomendable a menos que otras opciones hayan sido consideradas y aun así sea necesario.

Sensibilidad del receptor

La sensibilidad de un receptor es un parámetro que merece especial atención ya que identifica el valor mínimo de potencia que necesita para poder decodificar/extraer “bits lógicos” y alcanzar una cierta tasa de bits. Cuanto más baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción del radio. Un valor típico es -82 dBm en un enlace de 11 Mbps y -94 dBm para uno de 1 Mbps.

Una diferencia de 10dB aquí es tan importante como 10 dB de ganancia que pueden ser obtenidos con el uso de amplificadores o antenas más grandes. Nótese que la sensibilidad depende de la tasa de transmisión.

Margen y Relación S/N

No es suficiente que la señal que llega al receptor sea mayor que la sensibilidad del mismo, sino que además se requiere que haya cierto margen para garantizar el funcionamiento adecuado.

La relación entre el ruido y la señal se mide por la tasa de señal a ruido (S/N). Un requerimiento típico de la SNR es 16 dB para una conexión de 11 Mbps y 4 dB para la velocidad más baja de 1 Mbps.

En situaciones donde hay muy poco ruido el enlace está limitado primeramente por la sensibilidad del receptor. En áreas urbanas donde hay muchos radioenlaces operando, es común encontrar altos niveles de ruido tan altos como -92 dBm. En esos escenarios, se requiere un margen mayor:

En condiciones normales sin ninguna otra fuente en la banda de 2.4 GHz y sin ruido de industrias, el nivel de ruido es alrededor de los -100 dBm.

2.2.11.- Radiofrecuencia

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 kHz y unos 300 GHz. El hercio es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas, y corresponde a un ciclo por segundo. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro, se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena.

Las ondas de radiofrecuencia (RF) se generan cuando una corriente alterna pasa a través de un conductor. Las ondas se caracterizan por sus frecuencias y longitudes. La frecuencia se mide en hercios (o ciclos por segundo) y la longitud de onda se mide en metros (o centímetros).

Las ondas de radio son ondas electromagnéticas y viajan a la velocidad de la luz en el espacio libre.

La ecuación que une a la frecuencia y la longitud de onda es la siguiente:
velocidad de la luz (c) = frecuencia x longitud de onda.

Se observa partir de la ecuación que, cuando la frecuencia de RF se incrementa, su longitud de onda disminuye.

La tecnología RFID utiliza cuatro bandas de frecuencia: baja, alta, muy alta y microondas. La baja frecuencia utiliza la banda de 120-140 kilo hertzios. La alta frecuencia utiliza la tecnología RFID en 13,56 MHz. En ultra alta frecuencia RFID utiliza la gama de frecuencias de 860 a 960 mega hertz. La RFID de microondas en general utiliza las frecuencias de 2,45 Giga Hertz y superiores. Para las cuatro bandas de frecuencia utilizadas en RFID, las frecuencias de microondas tienen la menor longitud de onda.

Las ondas electromagnéticas se componen de dos diferentes (pero relacionados campos) un campo eléctrico (conocido como el campo "E"), y un campo magnético (conocido como el campo "H"). El campo eléctrico se genera por las diferencias de voltaje. Dado que una señal de radiofrecuencia es una alternancia, el constante cambio de tensión crea un campo eléctrico que aumenta y las disminuye con la frecuencia de la señal de radiofrecuencia. El campo eléctrico irradia desde una zona de mayor tensión a una zona de menor voltaje.

En RFID, es importante ser conscientes de los dos campos que componen las ondas electromagnéticas. Esto se debe a que los tags RFID van a utilizar tanto el campo eléctrico como el campo magnético para comunicar su información, dependiendo de la frecuencia que los tags RFID estén utilizando. Los tags

RFID en las bandas de frecuencia LF y HF utilizan el campo magnético, mientras que los tags RFID UHF y microondas utilizan el campo eléctrico.

Cuando un lector emite señales de radiofrecuencia, provoca variaciones en los campos eléctricos y magnéticos. Cuando un conductor, como la antena de un tag, se encuentra dentro del mismo campo variable, se genera una corriente en su antena.

Cuando un tag está cerca del campo de un lector, el acoplamiento de la antena del tag con el campo magnético de un lector genera corriente. Este acoplamiento es conocido como acoplamiento inductivo. El acoplamiento inductivo es el proceso de comunicación utilizado por tags pasivos LF y HF.

En el caso de los tags UHF y microondas, los tags modulan y reflejan la señal del lector para comunicarse con el lector. A esto se le llama comunicación pasiva backscatter (o modulación backscatter).

El término «energía» se refiere a la fuerza de la señal de radiofrecuencia. Puede considerarse como la suma de RF que se transmite, o la fuerza de la señal en el receptor. La unidad básica de energía es el watt. Sin embargo, en el mundo de RF, hablamos de poder en términos de milivatios, abreviado como mW. Un mW = .001 Watt.

Realizar cálculos utilizando la forma decimal de milivatios puede llegar a ser engorroso, por lo que la convención es hacer cálculos en términos de decibelios, o potencias de diez. La abreviatura “dB” se utiliza cuando se utiliza decibelios. En el caso de cálculos RF, normalmente se menciona a los niveles de energía con decibeles 1mW, y se utiliza la abreviatura «dBm».

2.2.11.1.- Clasificación

La radiofrecuencia se puede dividir en las siguientes bandas del espectro:

| Frecuencia | Siglas | Intervalo de frecuencia | Longitud de onda |
|------------|--------|-------------------------|------------------|
| Extra baja | ELF | 3 - 30 Hz | $10^5 - 10^4$ km |
| Súper baja | SLF | 30 - 300 Hz | $10^4 - 10^3$ km |
| Ultra baja | ULF | 300 - 3000 Hz | $10^3 - 10^2$ km |
| Muy baja | VLF | 3 - 30 kHz | $10^2 - 10$ km |
| Baja | LF | 30 - 300 kHz | 10 - 1 km |
| Media | MF | 300 - 3000 kHz | 1 - 0.1 km |
| Alta | HF | 3 - 30 MHz | 100 - 10 m |
| Muy alta | VHF | 30 - 300 MHz | 10 - 1 m |
| Ultra alta | UHF | 300 - 3000 MHz | 1 - 0.100 m |
| Súper alta | SHF | 3 - 30 GHz | 100 - 10 mm |
| Extra alta | EHF | 30 - 300 GHz | 10 - 1 mm |

Figura II.17 Banda de frecuencias
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiofrecuencia>

A partir de 1 GHz las bandas entran dentro del espectro de las microondas. Por encima de 300 GHz la absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta que la atmósfera se vuelve opaca a ella, hasta que, en los denominados rangos de frecuencia infrarrojos y ópticos, vuelve de nuevo a ser transparente.

Las bandas ELF, SLF, ULF y VLF comparten el espectro de la AF (audiofrecuencia), que se encuentra entre 20 y 20.000 Hz aproximadamente. Sin embargo, éstas se tratan de ondas de presión, como el sonido, por lo que se desplazan a la velocidad del sonido sobre un medio material. Mientras que

las ondas de radiofrecuencia, al ser ondas electromagnéticas, se desplazan a la velocidad de la luz y sin necesidad de un medio material.

2.2.12 Decibeles

La razón básica de utilizar antenas es porque tienen "ganancia" - en otras palabras, incrementan la fuerza de la señal. Nótese que no crean energía mágicamente, solo dirigen o enfocan las señales de radio en un haz más estrecho del mismo modo que una lámpara sorda lo hace. A mayor ganancia, se obtiene un haz más estrecho con potencia concentrada - pero solo en cierta zona!

La ganancia de una antena se puede entender en términos de la relación entre entrada y salida - de 1 a 2, 1 a 3, 1 a 4, etc. - esto es debido a que la ganancia es independiente de la potencia. En otras palabras, una antena que duplica la fuerza de la señal de un amplificador de un watt, también duplicará la fuerza de la señal de un amplificador de 10 watts.

Del mismo modo, las atenuaciones o pérdidas también son independientes de la potencia y así un mal cable que atenúa la mitad convertirá un watt en medio watt y diez watts en cinco watts.

CAPÍTULO III

MARCO PROPOSITIVO

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el proceso de diseño de la red. Iniciamos con las consideraciones previas acerca de la geografía y la ubicación, seguido de aspectos tecnológicos como la arquitectura de red y el diseño del radioenlace

3.2.- Análisis de la situación inicial

Con el avance de la tecnología se nos permite una mejor comunicación, especialmente la comunicación inalámbrica que es de gran ayuda y facilidad para la transmisión de datos ya que nos liberamos de los molestos cables y por ende hace la comunicación más fácil porque nos permite conectarnos en cualquier.

La ESPOCH cuenta con un infosolar que se ubica en la escuela de telecomunicaciones, actualmente su funcionamiento es directo ya que tiene incorporado un sensor de radiación solar en su estructura parte superior, con el proyecto que se va a desarrollar se pretende un mejoramiento de señal y obtener datos reales de la radiación que es emitida diariamente por el sol, para ello se diseñará un circuito electrónico en el cual consta de recepción de señal, transmisión inalámbrica y recepción

La transmisión inalámbrica tiene un avance de 200 mts en el cual se puede instalar otros infosolares que estén dentro de ese radio.

3.3.- Zona geográfica

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo es una institución ecuatoriana de educación superior, con sede central en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Desde 2012 pertenece a la Red Ecuatoriana de Universidades para Investigación y Postgrados.

Se encuentra a 2600 metros de altura en un clima templado frío



Figura III.18 Zona Geográfica
Fuente: <http://epochsaberparaser.blogspot.com/>

3.4. Conceptos de diseño

3.4.1. Objetivos Técnico

En el objetivo técnico se diseñará y aplicará un sistema de comunicación inalámbrico para el infosolar de la ESPOCH, el cual estará compuesto por un circuito digital llamado circuito de recepción y transmisión de la radiación solar ubicado en el edificio nuevo de la FIE en la parte superior, y en la parte inferior (patios de la FIE) estará el infosolar el cual va a constar de un circuito digital que se llamará recepción y activación.

3.4.2.- Escalabilidad

Pueden ser configurados en una amplia variedad de topologías ya que tiene un alcance de 200mts a la redonda.

Gracias a la radiofrecuencia existe Simplicidad ya que es rápida y fácil de instalar y además elimina o minimiza la necesidad de tirar cables.

El proyecto se inicia en la escuela de telecomunicaciones (edificio nuevo) entre el transmisor y receptor para lo cual se realizará un diseño adecuado del sistema de comunicación

Realizar el estudio de campo para determinar los puntos estratégicos de instalación de las estaciones de transmisión y recepción de señales

Conectar el infosolar a la red

3.4.3.- Flexibilidad en la instalación

Permite a la red ir donde la red alámbrica no puede ir lo cual ahorra el costo de cables, conectores y aparatos de instalación

3.4.4.- Adaptabilidad

El logo siemens trabajan con estándares internacionales permitiendo la compatibilidad de los equipos de distintas marcas, obteniendo así un adecuado proceso de datos para luego ser enviados.

Trabajar con una tarjeta de radiofrecuencia que incluye una antena de transmisión que opera con 8 dbi de ganancia, con un margen de sensibilidad de 10 db, todo esto mejora la transmisión y recepción de la señal.

3.4.5.-Tecnología

De acuerdo a los requerimientos que se necesita para la transmisión y recepción de datos se utiliza la tecnología de radiofrecuencia ya que puede enlazar a los equipos que se encuentren dentro de su radio de cobertura.

3.4.6.- Diseño lógico de la red

3.4.6.1.- Topología Lógica

La topología que se utiliza es punto a punto la cual pueden enlazar distancias considerables dependiendo de la potencia que se desee utilizar y podrá disfrutar de una conexión segura y eficiente.

Velocidad de Conexión: 11Mbps - 54Mbps-108Mbps

Este tipo de topología es elegida debido a los requerimientos de funcionamiento de la red además reduce al máximo las interferencias ya que la potencia de transmisión y su velocidad de transmisión son adecuadas para este diseño.



Figura III.19 Topología de red

Fuente: Diseño de la topología

3.4.7. Diseño Físico

3.4.7.1 Infraestructura de Telecomunicaciones

Distribución e instalación de los equipos

En base al diseño, se procede a la asignación de los equipos en la antena repetidora y receptora.

Estación Repetidora

| Estación de Transmisión | Equipo | Tipo de Antena | Ganancia (dbi) | Altura mástil |
|-------------------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Edificio Nuevo FIE-EIET | Tarjeta radiofrecuencia | Dipolo SMA | 8 | 2 |

Tabla III.I Datos estación repetidora

Fuente: Vicente Avalos.

Estación receptora

| Estacion Receptora | Equipo | Ganancia(dbi) | Altura mástil |
|---|-------------------------|---------------|---------------|
| Infosolar Patios del edificio nuevo FIE | Tarjeta Radiofrecuencia | 8 | 1 |

Tabla III.II Datos estación receptora

Fuente: Vicente Avalos

Especificaciones técnicas

| Equipos | .Características |
|-------------------------|---|
| Antenas | Dipolo 8dbi de ganancia |
| Tarjeta Radiofrecuencia | Alcande de señal de 200mts |
| Logo Siemens | Configuracion de compuertas Logicas, 22V, marca siemens |
| Reles | Combinacion de 8 reles, armaje de potencia |
| Fuente | fuentes de 5v, 12v, y 22v, construccion de manual |
| Medidor solar | Consta de 5 focos indicadores |

Tabla III.III Especificaciones técnicas

Fuente: Vicente Avalos

3.4.7.2 Calculo de radioenlace

Ubicación del terreno

El enlace que se va a realizar en este sitio no requiere de estudio del terreno porque se encuentra en el mismo sector, por lo tanto se procede a la ubicación de los equipos tanto en el lado del transmisor como el receptor, para establecer señal al infosolar.



Figura III.20 Infosolar FIE-ESPOCH

Fuente: Derecho de autor de tesis

Edificio nuevo FIE-ESPOCH EMISOR

| | |
|----------|----------------|
| Altura | (2620msnm) |
| Altitud: | 2720m.s.n.m. |
| Latitud: | 9807000 UTM... |

Infosolar Receptor

| | |
|----------|----------------|
| Altura | (2602msnm) |
| Altitud: | 2720m.s.n.m. |
| Latitud: | 9807000 UTM... |

3.4.7.3. Presupuesto de Enlace

El proyecto consta de un enlace el cual se puede extender para otros enlaces, pero como el proyecto está relacionado solo para este infosolar, se hace este

enlace pero con este diseño y estudio de comunicación se puede extender para más infosolar a futuro

Edificio nuevo-Infosolar

Enlace “Edificio Nuevo FIE – Infosolar”

Lado transmisor

| DISPOSITIVO | POTENCIA | GANANCIA |
|----------------------------|-----------------|-----------------|
| Tarjeta Radiofrecuencia | 100 mW | 20 dBm |
| ELEMENTOS | UNIDADES | PERDIDAS |
| Cables | 1m | -1 db |
| Conectores | 4u | -2 db |
| ANTENA | UNIDADES | GANANCIA |
| Dipolo | 1u | 8bdi |
| | | |

Tabla III.IV Lado transmisor

Fuente: Vicente Avalos

Lado del Receptor

| DISPOSITIVO | POTENCIA | GANANCIA |
|----------------------------|----------|----------|
| Tarjeta Radiofrecuencia | 100 mW | 20 dBm |
| ELEMENTOS | UNIDADES | PERDIDAS |
| Cables | 1m | -1 db |
| Conectores | 4u | -2 db |

Tabla III.V Lado del receptor

Fuente: Vicente Avalos

Perdidas en la propagación

$$FSL(db) = 32.4 + 20 \log(d) + 20(f)$$

D=32.01mts

F = 434 MHZ

$$FSL (db) = 32.4 + 20 \log(0.03201) + 20\log(434Mhz)$$

$$FSL(db) = 55.25 db$$

Zona de fresnel

$$R = 8.657 \sqrt{\frac{d}{f}}$$

$$R = 8.657 \sqrt{\frac{0.3201}{434}}$$

$$R = 3.16 \text{ mts}$$

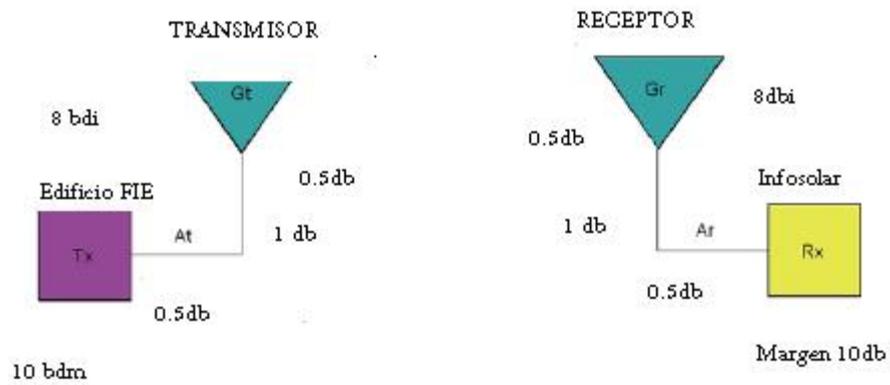


Figura III.21 Presupuesto de enlace

Fuente: Vicente Avalos

$$\begin{aligned}
 & \text{Potencia del transmisor [dB]} - \text{Pérdidas en el Cable Tx [dB]} \\
 & + \text{Ganancia de la antena Tx [dBi]} - \text{FSL [dB]} \\
 & + \text{Ganancia de la antena Rx [dBi]} \\
 & - \text{Pérdidas en el Cable Rx [dB]} \\
 & = \text{Margen} - \text{Sensibilidad del receptor [dBm]} \\
 & \text{Margen} = 10 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 10\text{dbm} - 1\text{db} - 1\text{db} + 8\text{dbi} - 55.25\text{db} + 8\text{dbi} - 1\text{db} - 1\text{db} \\
 & = 10\text{db} - \text{sensibilidad}
 \end{aligned}$$

$$\text{Sensibilidad} = 43.25\text{dbm}$$

3.4.7.4 Diseño final

Luego de los análisis y estudios el diseño e implementación queda de la siguiente manera, como el grafico nos muestra.

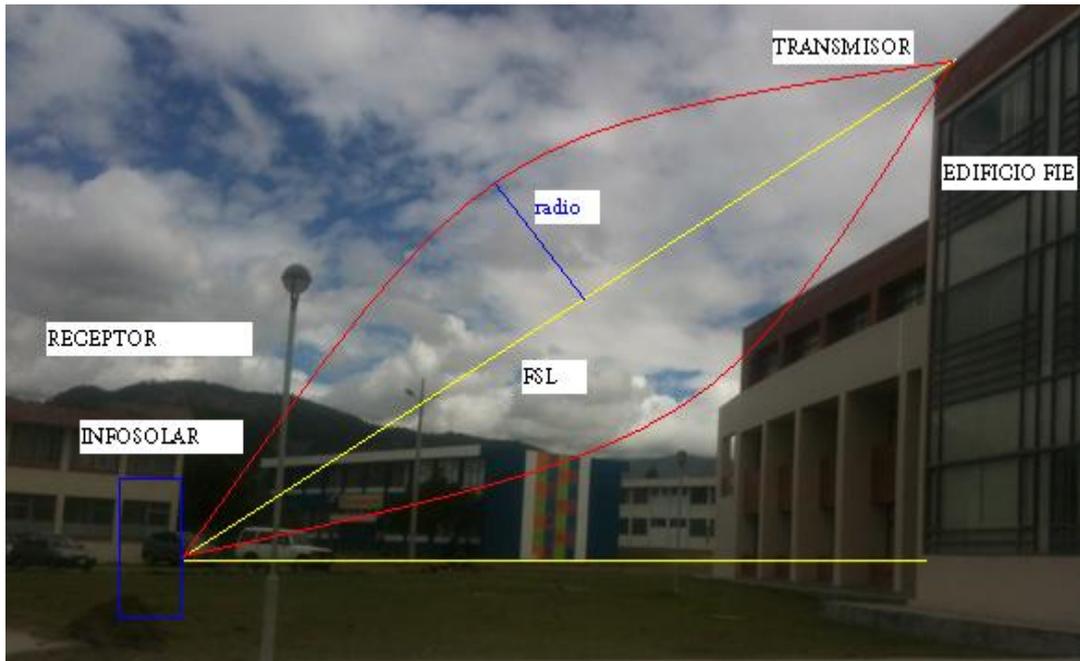


Figura III.22 Diseño de transmisión

Fuente: Derecho de autor de tesis

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS

4.1. IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS

4.1.1. Establecimiento de equipos

A continuación se procede con la instalación de los equipos en los sitios ya estudiados en los capítulos anteriores, con el fin de poner en marcha el proyecto y su correcta función del mismo.

4.1.1.1 Construcción del circuito de transmisión

A continuación se presenta el circuito de transmisión el cual está compuesto por el logo, una fuente, el circuito de radiofrecuencia con su antena.

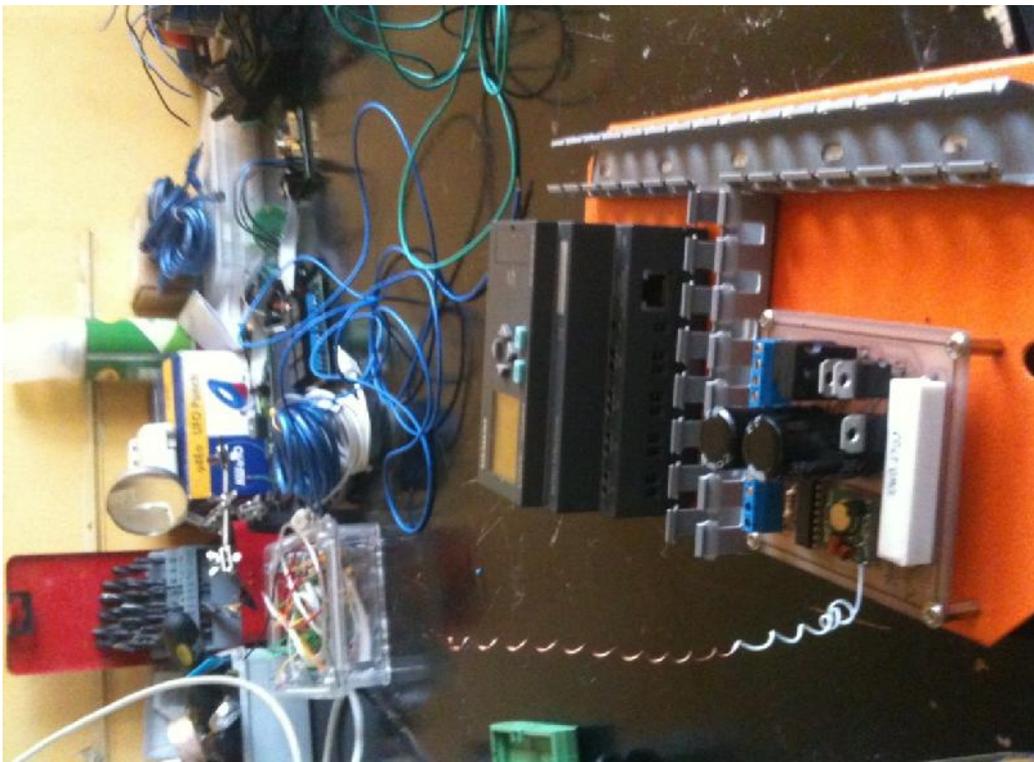


Figura IV.23 Circuito de transmisión
Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.2 Instalación del software para programar el logo

Instalamos el software logo soft confort V6.0 siemens en el pc, para poder programar y hacer configuraciones para este proyecto



Figura IV.24 Software Logo siemens

Fuente: Software logo siemens

Ambiente del software

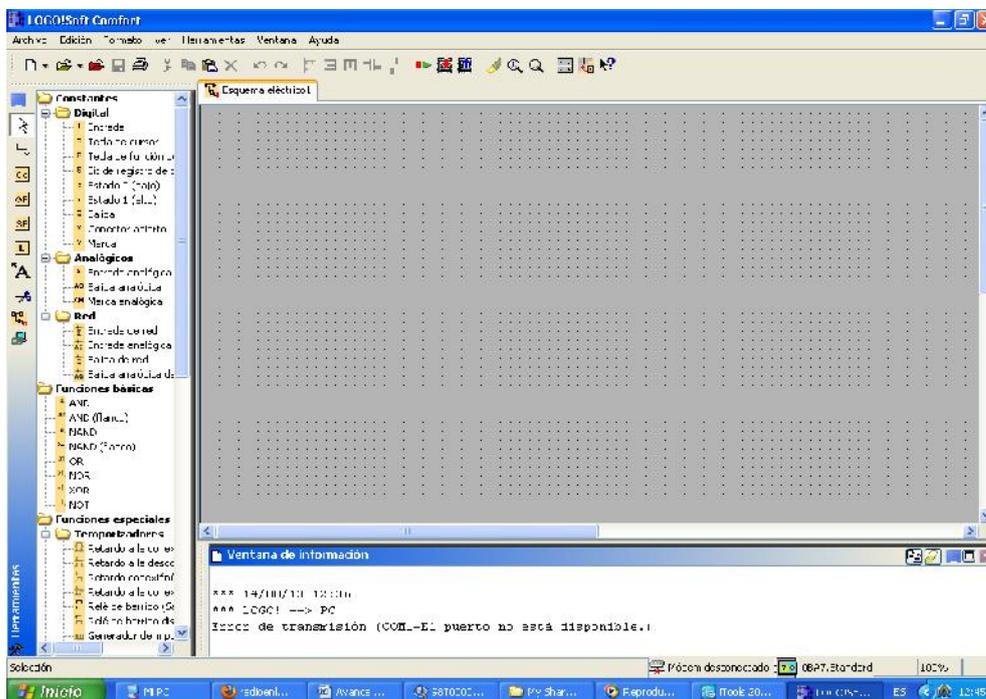


Figura IV.25 Ambiente del software

Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.3 Configuración del logo siemens

A continuación se muestra la configuración del logo y su funcionamiento

Conexión de compuertas lógicas

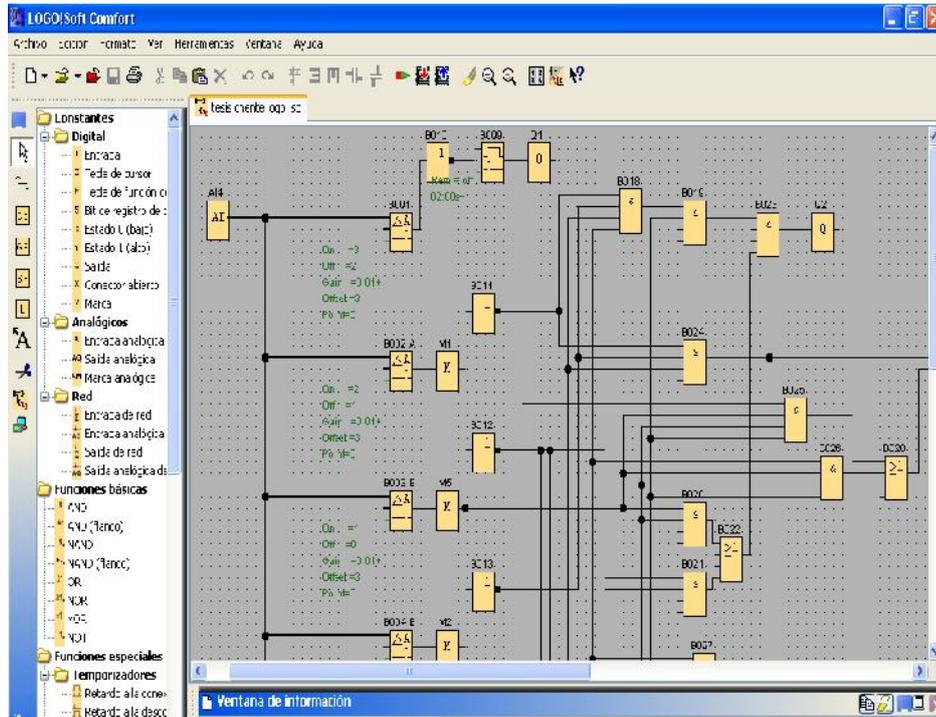


Figura IV.26 Compuertas Lógicas

Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.4 Servomotor

El servomotor se coloca al costado del circuito transmisor que está en la parte superior del edificio, el servo tiene la función de recibir la radiación solar mediante un LDR durante el día, está ubicado a 22mts del piso

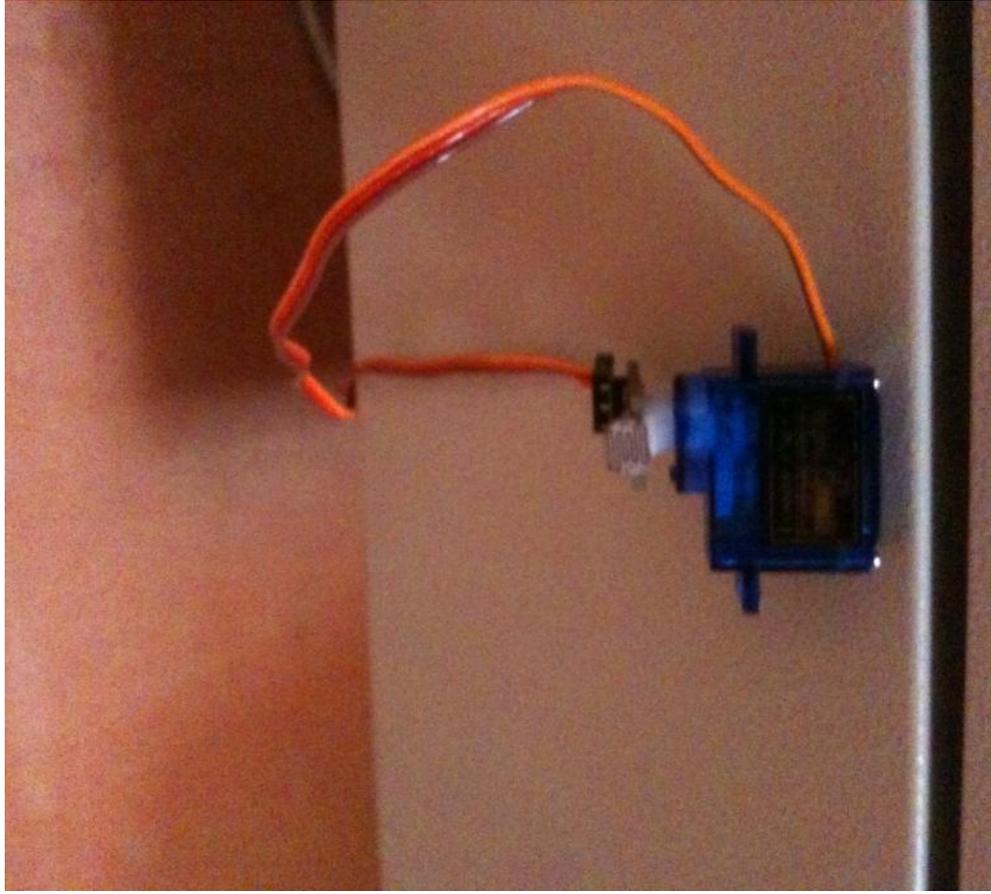


Figura IV.27 Servomotor

Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.5 Código de configuración del microchip para el funcionamiento del servomotor

_main:

;tesischenteok.mbas,13 :: main:

;tesischenteok.mbas,14 :: while (1)

L__main2:

;tesischenteok.mbas,15 :: oscon= 0x65

 MOVLW 101

 MOVWF OSCCON+0

;tesischenteok.mbas,16 :: TRISA=0

 CLRF TRISA+0

;tesischenteok.mbas,17 :: TRISB=0

 CLRF TRISB+0

;tesischenteok.mbas,18 :: TRISC=1

 MOVLW 1

 MOVWF TRISC+0

;tesischenteok.mbas,19 :: ANSEL=0

 CLRF ANSEL+0

;tesischenteok.mbas,20 :: ANSELH=0

 CLRF ANSELH+0

;tesischenteok.mbas,21 :: PORTA=0

 CLRF PORTA+0

;tesischenteok.mbas,22 :: portb=0

 CLRF PORTB+0

```
;tesischenteok.mbas,23 ::      porta=0

      CLRFB    PORTA+0

;tesischenteok.mbas,25 ::      sub1:

L__main_sub1:

;tesischenteok.mbas,27 ::      IF (q2=1) then

      BTFSS   PORTC+0, 3

      GOTO    L__main8

;tesischenteok.mbas,28 ::      if (q3=0) then

      BTFSC   PORTC+0, 5

      GOTO    L__main11

;tesischenteok.mbas,29 ::      if (q4=0) THEN

      BTFSC   PORTC+0, 6

      GOTO    L__main14

;tesischenteok.mbas,30 ::      R1=1

      BSF     PORTA+0, 2

;tesischenteok.mbas,31 ::      delay_ms(1000)

      MOVLW   6

      MOVWF   R11+0
```

MOVLW 19

MOVWF R12+0

MOVLW 173

MOVWF R13+0

L__main16:

DECFSZ R13+0, 1

GOTO L__main16

DECFSZ R12+0, 1

GOTO L__main16

DECFSZ R11+0, 1

GOTO L__main16

NOP

NOP

L__main14:

;tesischenteok.mbas,33 :: R1=0

BCF PORTA+0, 2

L__main11:

;tesischenteok.mbas,34 :: end if

L__main8:

;tesischenteok.mbas,37 :: IF (q2=0) then

BTFSC PORTC+0, 3

GOTO L__main18

;tesischenteok.mbas,38 :: if (q3=1) then

BTFSS PORTC+0, 5

GOTO L__main21

;tesischenteok.mbas,39 :: if (q4=0) THEN

BTFSC PORTC+0, 6

GOTO L__main24

;tesischenteok.mbas,40 :: R3=1

BSF PORTA+0, 4

;tesischenteok.mbas,41 :: delay_ms(1000)

MOVLW 6

MOVWF R11+0

MOVLW 19

MOVWF R12+0

MOVLW 173

```
MOVWF R13+0
```

```
L__main26:
```

```
DECFSZ R13+0, 1
```

```
GOTO L__main26
```

```
DECFSZ R12+0, 1
```

```
GOTO L__main26
```

```
DECFSZ R11+0, 1
```

```
GOTO L__main26
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
L__main24:
```

```
;tesischenteok.mbas,43 :: R3=0
```

```
BCF PORTA+0, 4
```

```
L__main21:
```

```
;tesischenteok.mbas,44 :: end if
```

```
L__main18:
```

```
;tesischenteok.mbas,47 :: IF (q2=1) then
```

```
BTFSS PORTC+0, 3
```

```
GOTO    L__main28

;tesischenteok.mbas,48 ::    if (q3=1) then

    BTFSS    PORTC+0, 5

    GOTO    L__main31

;tesischenteok.mbas,49 ::    if (q4=0) THEN

    BTFSC    PORTC+0, 6

    GOTO    L__main34

;tesischenteok.mbas,50 ::    R5=1

    BSF     PORTA+0, 3

;tesischenteok.mbas,51 ::    delay_ms(1000)

    MOVLW   6

    MOVWF   R11+0

    MOVLW   19

    MOVWF   R12+0

    MOVLW   173

    MOVWF   R13+0

L__main36:

    DECFSZ  R13+0, 1
```

GOTO L__main36

DECFSZ R12+0, 1

GOTO L__main36

DECFSZ R11+0, 1

GOTO L__main36

NOP

NOP

L__main34:

;tesischenteok.mbas,53 :: R5=0

BCF PORTA+0, 3

L__main31:

;tesischenteok.mbas,54 :: end if

L__main28:

;tesischenteok.mbas,57 :: IF (q2=0) then

BTFSC PORTC+0, 3

GOTO L__main38

;tesischenteok.mbas,58 :: if (q3=0) then

BTFSC PORTC+0, 5

```
GOTO    L__main41

;tesischenteok.mbas,59 ::      if (q4=1) THEN

    BTFSS    PORTC+0, 6

    GOTO    L__main44

;tesischenteok.mbas,60 ::      R6=1

    BSF     PORTB+0, 1

;tesischenteok.mbas,61 ::      delay_ms(1000)

    MOVLW   6

    MOVWF   R11+0

    MOVLW   19

    MOVWF   R12+0

    MOVLW   173

    MOVWF   R13+0

L__main46:

    DECFSZ  R13+0, 1

    GOTO    L__main46

    DECFSZ  R12+0, 1

    GOTO    L__main46
```

```
DECFSZ R11+0, 1
```

```
GOTO L__main46
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
L__main44:
```

```
;tesischenteok.mbas,63 :: R6=0
```

```
BCF PORTB+0, 1
```

```
L__main41:
```

```
;tesischenteok.mbas,64 :: end if
```

```
L__main38:
```

```
;tesischenteok.mbas,67 :: IF (q2=1) then
```

```
BTFSS PORTC+0, 3
```

```
GOTO L__main48
```

```
;tesischenteok.mbas,68 :: if (q3=0) then
```

```
BTFSC PORTC+0, 5
```

```
GOTO L__main51
```

```
;tesischenteok.mbas,69 :: if (q4=1) THEN
```

```
BTFSS PORTC+0, 6
```

```
GOTO    L__main54

;tesischenteok.mbas,70 ::      R7=1

    BSF    PORTA+0, 5

;tesischenteok.mbas,71 ::      delay_ms(1000)

    MOVLW   6

    MOVWF   R11+0

    MOVLW   19

    MOVWF   R12+0

    MOVLW   173

    MOVWF   R13+0

L__main56:

    DECFSZ  R13+0, 1

    GOTO    L__main56

    DECFSZ  R12+0, 1

    GOTO    L__main56

    DECFSZ  R11+0, 1

    GOTO    L__main56

    NOP
```

NOP

L__main54:

;tesischenteok.mbas,73 :: R7=0

BCF PORTA+0, 5

L__main51:

;tesischenteok.mbas,74 :: end if

L__main48:

;tesischenteok.mbas,76 :: wend

GOTO L__main2

;tesischenteok.mbas,78 :: gosub sub1

GOTO \$+0

; end of _main

A continuación se muestra el diseño del LDR que irá junto al servomotor



Figura IV.28 LDR funcionamiento

Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.6 Transmisor

En la parte superior del edificio se procede a la instalación del equipo transmisor el cual está compuesta por un logo siemens, tarjeta de radio frecuencia y una fuente de alimentación, esta estructura está ubicado a 22mts del suelo.



Figura IV.29 Transmisor Funcionamiento

Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.7 Antena Dipolo

Un dipolo es una antena con alimentación central empleada para transmitir o recibir ondas de radiofrecuencia, en este proyecto se utilizara una antena dipolo SMA, y una antena SMA normal.

4.1.1.8 Receptor

En la parte del infosolar se introduce la estructura del circuito del receptor, el cual receptara la señal para luego ser vista en los focos del infosolar, los focos indica el nivel de radiación en tiempo real.

También consta de un circuito de potencia el cual activara cada foco, esta estructura esta a un metro del piso.



Figura IV.30 Receptor

Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.9 Construcción de la fuente

A continuación se presenta la construcción de la fuente para que alimente al circuito de potencia.



Figura IV.31 Construcción Fuente de Alimentación
Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.10 Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación del proyecto es conseguida según las especificaciones técnicas que requiere cada dispositivo para su correcto funcionamiento, y no tener problemas a futuro.



Figura IV.32 Fuente de Alimentación lista

Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.11 Probando funcionamiento de la fuente

En la gráfica siguiente se muestra el funcionamiento de la fuente, como se puede observar la fuente ya esta activada y lista para ser usada



Figura IV.33 Fuente de Alimentación Trabajando
Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.12 Circuito de Potencia

Implementación del circuito de potencia, el cual va conectado con la tarjeta de radiofrecuencia el mismo que recibe la señal del transmisor, luego pasa por el circuito de potencia el cual activara los focos indicadores del infosolar.

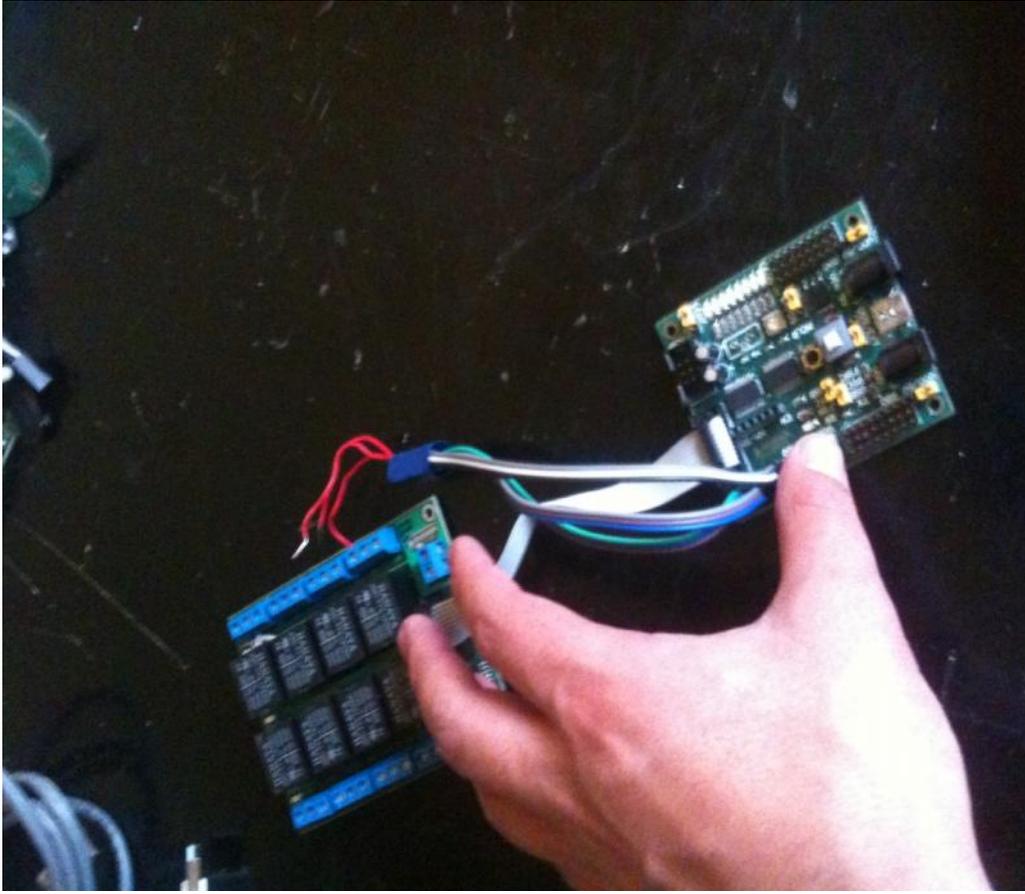


Figura IV.34 Construcción del Circuito de Potencia

Fuente: Vicente Avalos

4.1.1.13 Probando el circuito de potencia

Como se puede observar el circuito de potencia está corriendo sin ningún problema ya que lo podemos comparar con los focos indicadores, tanto la tarjeta de radiofrecuencia como el circuito que activa la señal en el infosolar.

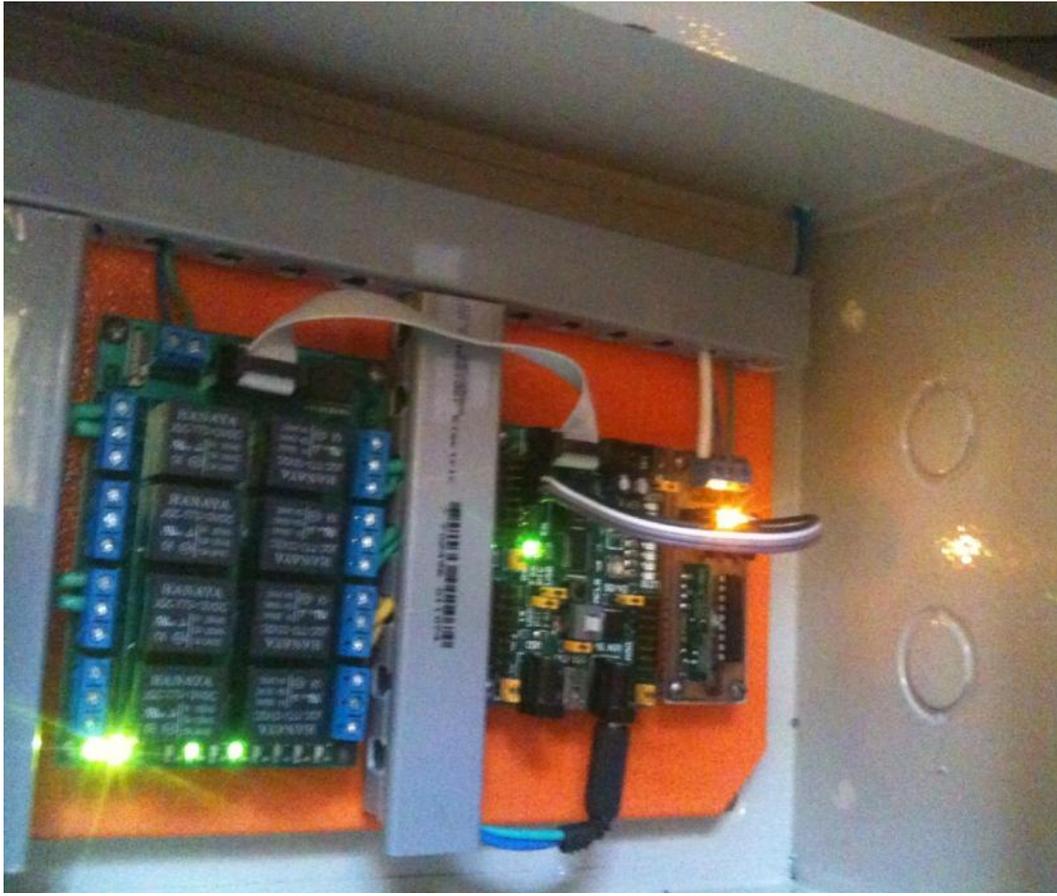


Figura IV.35 Funcionamiento del Circuito de Potencia

Fuente: Vicente Avalos

4.2 Puesta en funcionamiento de los equipos en las áreas de la escuela

4.2.1 Ubicación del Equipo Transmisor en la parte superior del edificio FIE-ESPOCH

Colocación del LDR y servomotor



Figura IV.36 Colocación LDR y Servomotor

Fuente: Vicente Avalos

Ubicar en la dirección del sol durante el día al LDR el cual será movido por el servomotor

Direccionamiento de la antena



Figura IV.37 Antena Yagi apuntamiento

Fuente: Vicente Avalos

Colocación del sistema de transmisión

Se encuentra en la parte superior del edificio de la FIE-ESPOCH

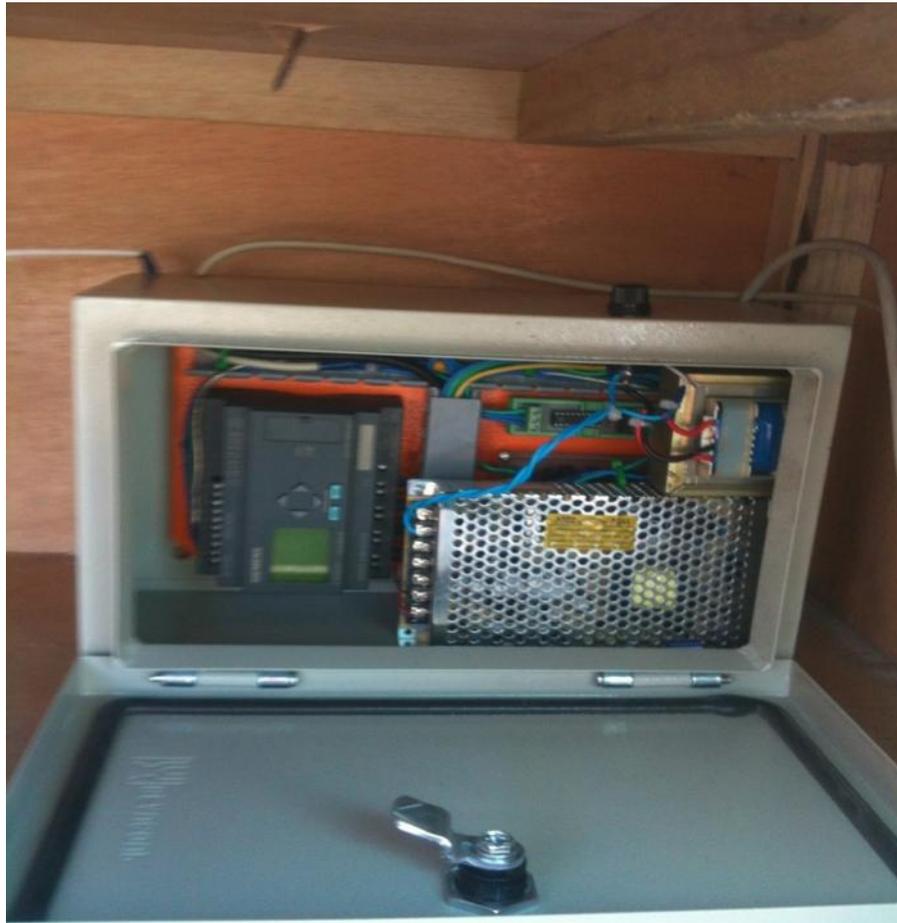


Figura IV.38 Circuito transmisor

Fuente: Vicente Avalos

Activación del Transmisor



Figura IV.39 Activación circuito transmisor

Fuente: Vicente Avalos

4.2.2 Ubicación del Equipo Receptor

Encendido de la fuente

Recibiendo señales, las señales son recibidas mediante la tarjeta de radiofrecuencia Rx.

Activación de la tarjeta

La tarjeta se activará para recibir información y pueda mandar señales de activación a los relés luego estos mediante su activación harán que se enciendan los focos del infosolar

4.2.3 Comprobando los niveles de luminosidad del infosolar

Las señales transmitidas a través de la red inalámbrica no tienen ningún problema en su comunicación ya sea en días lluviosos, con viento, soleados, o nublados, ya que se puede observar los diferentes niveles de luminosidad, en los diferentes estados del día como se muestra a continuación.

En día lluvioso

El nivel de radiación es muy bajo pero igual sigue recibiendo señal de radiación, como se observa en la figura



Figura IV.40 Activación día lluvioso

Fuente: Vicente Avalos

En día nublado

Existe algo de variación ya que el grosor de las nubes en algunos casos varia es por eso que el nivel de radiación permanece bajo, pero en algunos casos cambia a moderado

| INDICE UV | SEGUN LA NWS-EPA | (OMS) | DE LA RADIACION UV |
|-----------|--|----------|---|
| 10+ | Riesgo extremo de daño por exposición al sol sin protección | EXTREMA | Necesita protección extrema! Busque la sombra, o protéjase usando sombrero, gafas de sol y bloqueador solar. Evite al sol entre las 10H30 y 15H30. La piel desprotegida se puede quemar en cuestión de minutos. Las superficies brillantes reflejan y aumentan la intensidad de los rayos UV. |
| 7-9 | Muy alto riesgo de daño por exposición al sol sin protección | MUY ALTA | Necesita protección extra! Tome precauciones adicionales. La piel desprotegida se lesionará y puede quemarse rápidamente. Trate de evitar el sol entre las 10H30 y las 15H30. De lo contrario busque la sombra, cúbrase, use sombrero, gafas de sol y bloqueador solar. |
| 5-6 | Alto riesgo de daño por exposición al sol sin protección | ALTA | Necesita protección adicional! Es estrictamente necesario el uso de bloqueador solar. Reduzca el tiempo de exposición directa al sol entre las 10H30 y 15H30. Cúbrase, utilice un sombrero y gafas de sol. |
| 3-4 | Poco riesgo de daño por exposición al sol sin protección | MODERADA | Necesita protección! Cúbrase y use bloqueador solar si va a estar fuera. Permanezca a la sombra cerca del mediodía cuando el sol es más fuerte. |
| 0-2 | No hay peligro para la persona promedio | BAJA | No necesita protección! Puede mantenerse en el exterior sin riesgo. |

Figura IV.41 Activación día nublado

Fuente: Vicente Avalos

En día soleado

Especialmente de 10h30 y las 15h30 se debe tomar precauciones ya que el nivel de radiación se mantiene en nivel cuatro en días despejados, a continuación se puede observar el nivel de radiación en la gráfica mediante el foco rojo que esta encendido.



Figura IV.42 Activación día Soleado
Fuente: Vicente Avalos

4.2.4 En forma general para que funcione el sistema consta de tres puntos específicos

Posición del LDR Y servomotor en la parte superior del edificio

Ubicación del transmisor en el edificio

Ubicación del Receptor en el infosolar

4.3. Resultados

Medición por escala

| | |
|-----|----------|
| 10+ | Extrema |
| 7-9 | Muy Alta |
| 5-6 | Alta |
| 3-4 | Moderada |
| 0-2 | Baja |

Tabla IV.VI Medición por escala

Fuente: Vicente Avalos

Datos relevantes

| | |
|---------------|--------|
| Hora | Nivel |
| 10h30 – 15h30 | Cuatro |

Tabla IV.VII Datos relevantes

Fuente: Vicente Avalos

Perdidas en el espacio Libre

| Distancia | Perdidas |
|-----------|----------|
| 32.01 mts | 39.39db |

Tabla IV.8 FSL

Fuente: Vicente Avalos

- **Mejoramiento en la recolección de información**

Anteriormente los datos se recogían y se mostraban mediante un circuito acoplado, es decir distinto a un circuito original en el que este compuesto por un solo diseño, cuando el circuito es acoplado se obtenía datos de la siguiente manera.

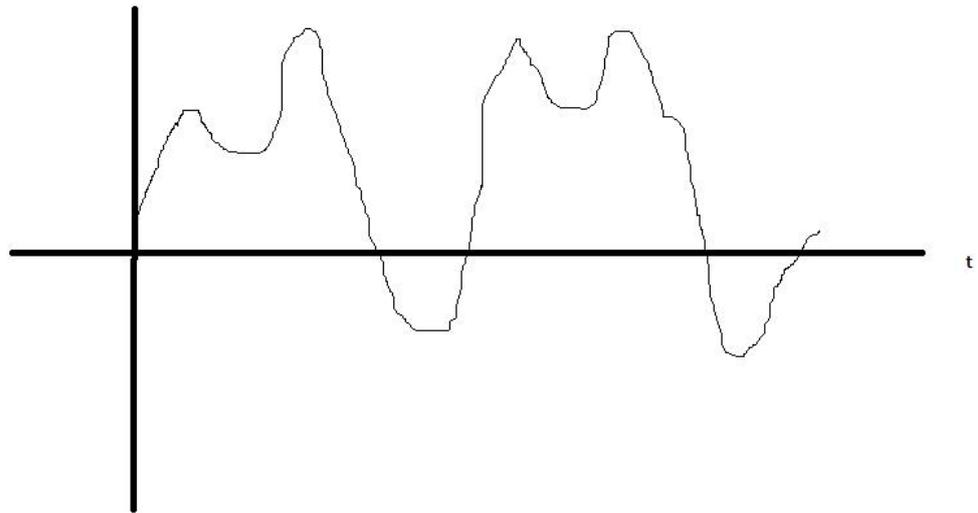


Figura IV.43 Señal del circuito anterior análogamente
Fuente: Vicente Avalos

Se hizo un análisis para mejorar la señal y lógicamente la recolección de información también va a mejorar, para esto la transmisión digital consiste en el envío de información a través de medios de comunicaciones físicos en forma de señales digitales. Por lo tanto, las señales analógicas deben ser digitalizadas antes de ser transmitidas.

Sin embargo, como la información digital no puede ser enviada en forma de 0 y 1, debe ser codificada en la forma de una señal para luego ser enviada.

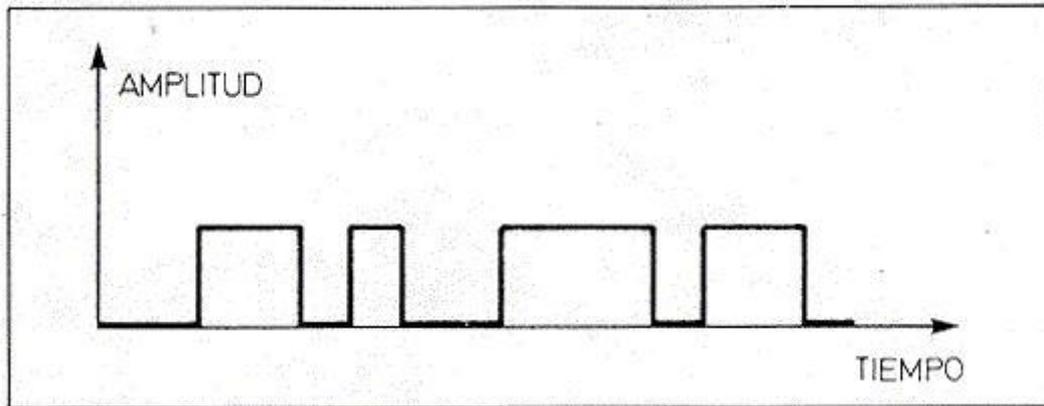


Figura IV.44 Señal digital
Fuente: <http://kerchak.com/definicion-de-electronica/>

Visto de un modo más específico de señal analógica a digital.

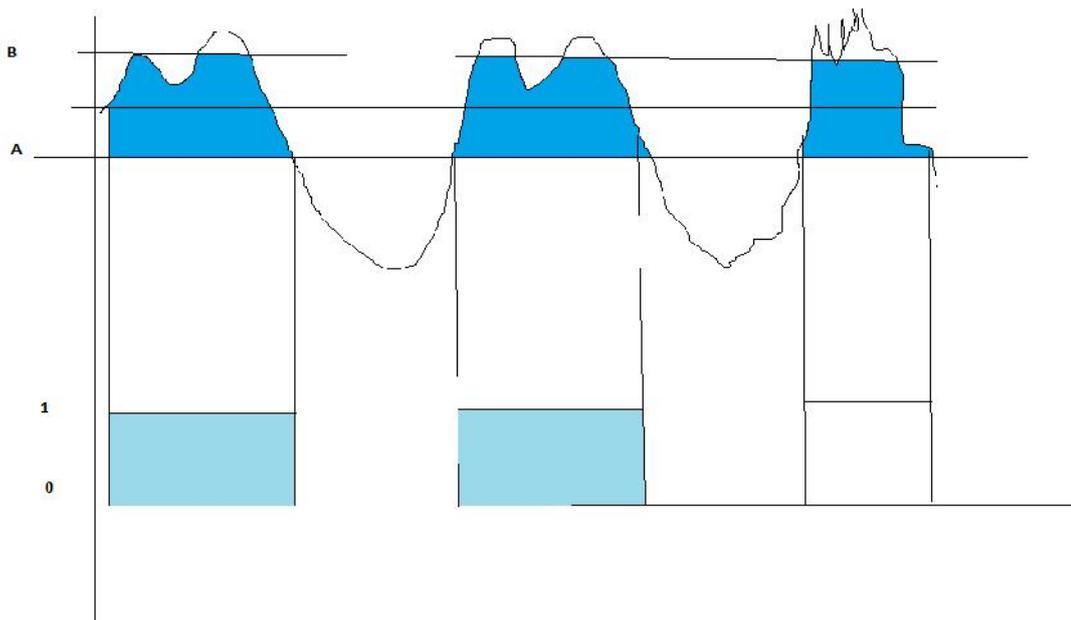


Figura IV.45 Señal analógica a Digital
Fuente: Vicente Avalos

- **Estado de los dispositivos del diseño anterior para el funcionamiento del sistema evaluado sobre el 100%**

| Fallas | Perdidas en recolección de señal | Funcionalidad que brinda al circuito |
|-------------------------------|---|---|
| Sensor | 2% | 98 % |
| Cable adaptado en la plaqueta | 45% | 55% |
| Interferencia en la plaqueta | 60% | 40% |
| Corto Circuito en la plaqueta | 50% | 50% |
| Total | 39.25% | 60.75% |

Tabla IV.IX Evaluación de dispositivos diseño anterior

Fuente: Vicente Avalos

- **Datos técnicos para el funcionamiento de la recolección y almacenamiento de la información sobre el 100%**

Recolección de información

Anteriormente los datos se recogían pero no se realizaban ningún análisis porque no tenía un dispositivo o diseño que lo realice lo cual no se tenía una idea del comportamiento de datos obtenidos.

Para que la recolección de la información mejore se instaló un sensor, el cuál recolecta la información constantemente por día, esta información es analizada dentro de un dispositivo que se maneja con compuertas lógicas, es decir se transforma la señal analógica a digital para que luego sea transmitida, con esto la recolección de información será estudiada y lo más importante no tendrá muchas pérdidas al momento de enviar información al receptor

Diferencias de recolección de información entre la red inalámbrica y la red anterior

| Transmisión | Recoge información | Analiza información |
|--------------------|---------------------------|----------------------------|
| Red inalámbrica | Si | Si |
| Red Anterior | Si | No |

Tabla IV.X Diferencias de recolección de información entre la red inalámbrica y la red anterior

Fuente: Vicente Avalos

Almacenamiento de la información

Luego de transformar a datos digitales se almacenará la información dentro del log lo cual sirve para que a futuro esta información sea transmitida hacia el internet mediante el uso de entrada serial.

El almacenamiento de la información es muy bueno ya que se trabaja con datos digitales y al trabajar con bits se puede gestionar de diferentes maneras la información.

A continuación se muestra las diferencias entre la red anterior y la red inalámbrica

| Transmisión | Almacenamiento de Información | Gestión de Información |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Red Anterior | No | No |
| Red Inalámbrica | Si | Si |

Tabla IV.XI Diferencias de almacenamiento de información entre la red inalámbrica y la red anterior

Fuente: Vicente Avalos

Como resultado final el diseño e implementación de la red inalámbrica mejoró notablemente la recolección de información y el almacenamiento.

| | Red Inalambrica | Red anterior |
|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Recolección de información | 99% | 50% |
| Almacenamiento de informacion | 100% | 0% |
| Perdidas de transmisión | 2% | 45% |
| Perdidas de información | 2% | 35% |

Tabla IV.12 Resultado entre la red inalámbrica y la red anterior

Fuente: Vicente Avalos

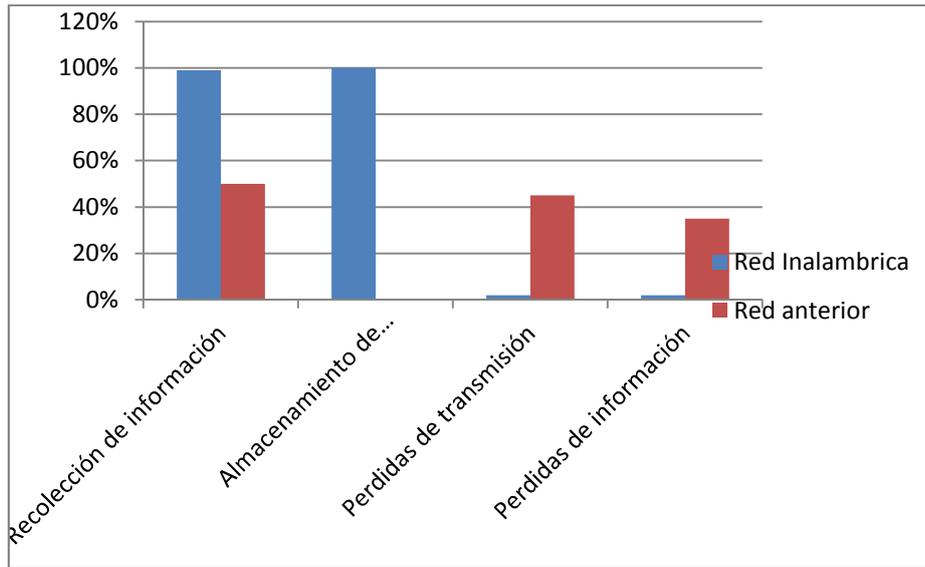


Figura IV.46 Comparación sistema inalámbrica vs Sistema Actual

Fuente: Vicente Avalos

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1.- Para el diseño de la red inalámbrica del infosolar de la FIE-ESPOCH se analizó factores geográficos, climáticos y técnicos .

2.- El dotar de una comunicación inalámbrica para el infosolar de la FIE-ESPOCH constituye mejorar la transmisión y recepción de los datos

La transmisión de la señal es hasta 50mts y puede variar por lo que es importante modificar la potencia.

3.- Las corrientes eléctricas que oscilan en el RF tienen características especiales no compartidas cerca corriente directa señales. Una tal característica es la facilidad con la cual puede ionizar el aire para crear una trayectoria conductora a través del aire.

4. La fuerza electromagnética que conduce la corriente del RF a la superficie de conductores puede atravesar las trayectorias que contienen el material aislador, produciendo un efecto en la frecuencia de las señales.

5.-Se diseñó e implemento fuentes para la alimentación de cada circuito que conforma este proyecto ya que otras fuentes no brindan el voltaje exacto ni el amperaje ideal, lo cual puede causar problemas con los aparatos al momento de su funcionamiento.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda utilizar equipos Siemens en este tipo de infraestructura en ambientes externos ya que soportan altas y bajas temperaturas, humedad además ofrece beneficios económicos como tecnológicos.
- 2.-Se recomienda modificar la potencia de transmisión en el Infosolar para lograr más alcance
3. La configuración de la antena dependerá de la utilización antena de transmisión directa por tal razón es importante cambiar la dirección de ser necesario.
- 3.- Al producirse un daño técnico en la Comunicación es recomendable revisar la alimentación de energía de cada circuito tanto transmisor como receptor, para luego verificar cada uno de los equipos utilizados dentro del circuito, ir de

lo general a lo específico es la recomendación más importante en caso de daños.

5.- El control de los equipos permiten obtener una transmisión y recepción correcta de la información, puesto que al brindar información de cuidado en la salud de la piel se manejan vidas humanas lo que hace imprescindible dar mantenimiento mantenimiento de los equipos cada 3 meses

RESUMEN

Diseño e implementación de un sistema de comunicación inalámbrico para el infosolar de la Facultad de informática y electrónica en la Escuela superior politécnica de Chimborazo

Realizar el Estudio, Análisis e Implementación de una red Inalámbrica para el infosolar de la Facultad de Informática y Electrónica en la Escuela superior politécnica de Chimborazo

El método de investigación deductivo nos permitió discernir todos los aspectos generales que intervienen y afectan en la ejecución del sistema inalámbrico, como factores climáticos y geográficos, el método inductivo en el cual se observo un parámetro específico como es la interferencia, finalmente el método analítico nos permitirá analizar los valores con los cuales la red va a ser operada. Se realiza el enlace mediante las siguientes herramientas dos antenas dipolo direccional de 8 dbi de ganancia, una para transmisión y la otra para recepción, dos tarjetas de radiofrecuencia que tiene un alcance de 200mts.

Luego de haber instalado los equipos, los resultados obtenidos es que la radiación más alta medido en la escala de índice de radiación va desde el 0 a 10+, es de número de índice 7-9 que corresponde a una categoría de exposición alta, valor que se produce entre las 11h30 y 14h00 , lo cual quiere decir que el mayor grado de radiación que el sol emite a la tierra se encuentra en las horas ya mencionadas, por lo que se recomienda a las personas utilizar

protección al momento de exponerse al sol utilizando protector solar, gafas y sombrero

SUMARY

Designand implementation of a wireless communication system for the infosolar of the Faculty of informatics and electronics at Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

The Objective is to carry out the study, analysis and implementation of a wireless network for the infosolar of the Faculty Of Informatics and electronics at Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. The following research methods were used in the Project:

The deductive method that allowed discerning all of the general issues involved and affect in the implementation of the wireless system as climatic and geographical factors, the inductive method in which a specific parameter was observed as it is the interference, and finally the analytical method that will permit to analyze the values with chich the network will be operated.

The link is perfomed using the following tolos two directional dipole antennas 8 dbi of gain, one for transmission and the other for reception, two radio cards that have a range of 200mts.

After having installed the equipments, the results obtained show that the hishest radiation measured in the radiation index scale ranges from 0 to 10 and index number 7-9 which corresponds to a category of high exposure, value that occurs between 11h30 and 14h00, which means that the higher level of radiantion that the sun emits to the Earth is found in the hours mentioned above

So it is recommended to people protection at the time of sun exposure by using solar peotector, sunglasses and hat.

GLOSARIO

dBi.- El dBi, o decibelio isótropo, es una unidad para medir la ganancia de una antena en referencia a una antena isótropa teórica. El valor de dBi corresponde a

la ganancia de una antena ideal (teórica) que irradia la potencia recibida de un dispositivo al que está conectado, y al cual también transmite las señales recibidas desde el espacio, sin considerar ni pérdidas ni ganancias externas o adicionales de potencias.

dBm.- unidad de medida utilizada, principalmente, en telecomunicación para expresar la potencia absoluta mediante una relación logarítmica. El dBm se define como el nivel de potencia en decibelios en relación a un nivel de referencia de 1

Espectro Electromagnético: Es el conjunto de todas las frecuencias de emisión de los cuerpos de la naturaleza. Comprende un amplio rango que va desde ondas cortas (rayos gamma, rayos X), ondas medias o intermedias (luz visible), hasta ondas largas (las radiocomunicaciones actuales)

Instalaciones: Son los elementos de la infraestructura de los operadores.

DUPLEX Capacidad de un dispositivo para operar de dos maneras. En comunicaciones se refiere normalmente a la capacidad de un dispositivo para recibir/transmitir. Existen dos modalidades HALF-DUPLEX: Cuando puede recibir y transmitir alternativamente y FULL-DUPLEX cuando puede hacer ambas cosas simultáneamente.

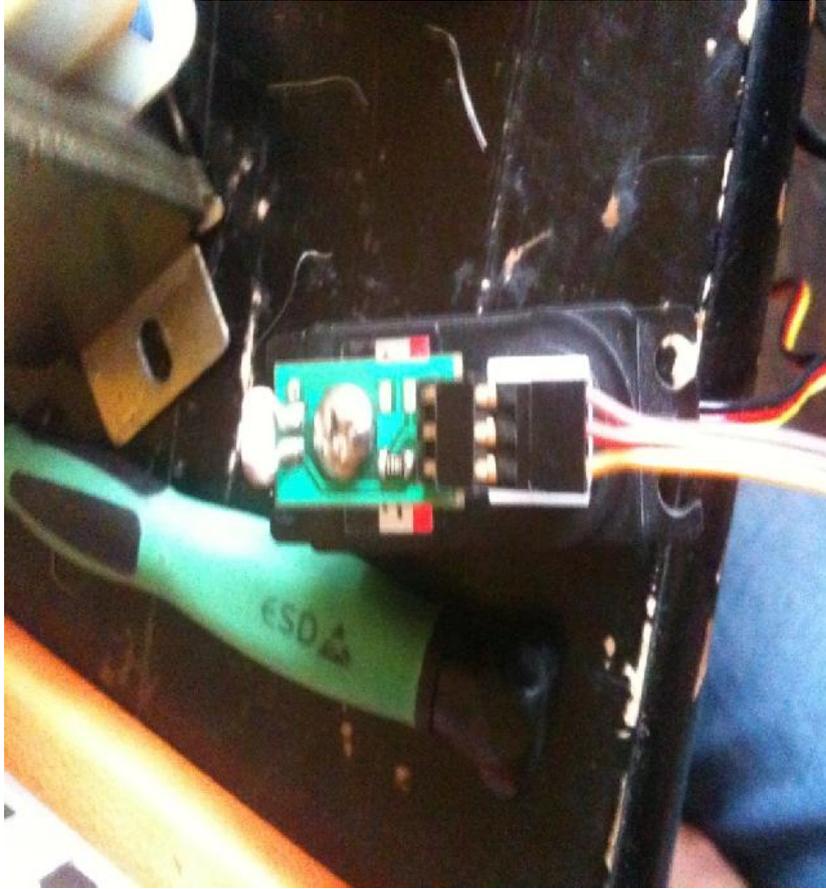
ANEXOS

ANEXO I

Foto de las pruebas realizadas a cada circuito antes de su implementación



Placa para controlar el sensor mediante un microchip.
Fuente: Vicente Avalos



Construcción de una tarjeta para colocar el sensor en el servomotor
Fuente: Vicente Avalos

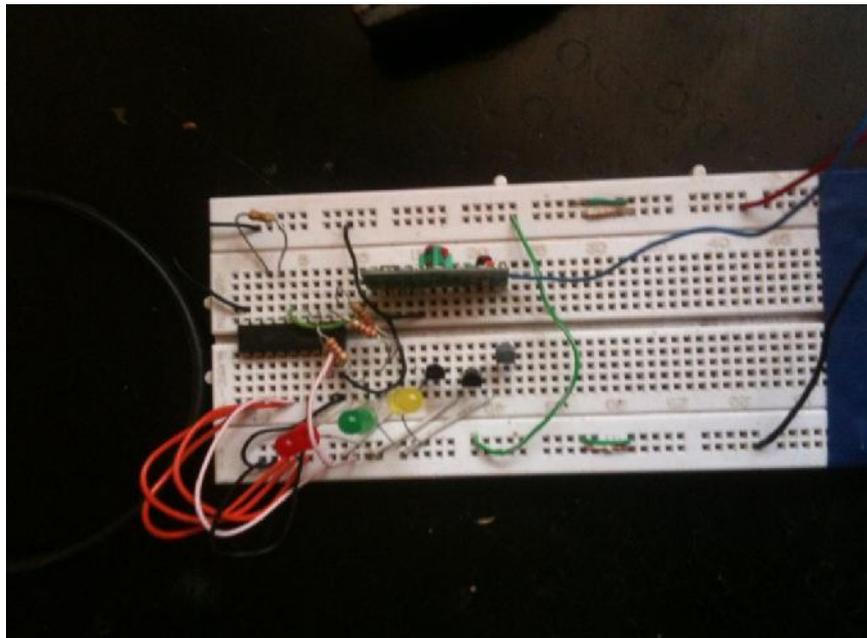
| G | F | E | D | C | B | A | Q ₂ | Q ₃ | Q ₄ |
|---|---|---|---|---|---|---|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

$Q_2 = \overline{A}BCDEFG + A\overline{B}CDEFG + A\overline{B}C\overline{D}EFG + A\overline{B}C\overline{D}\overline{E}FG$
 $Q_2 = \overline{A}BG (CDE + \overline{C}\overline{D}E + \overline{C}\overline{D}\overline{E})$
 $Q_3 = \overline{A}BCDEFG + A\overline{B}CDEFG$
 $Q_3 = \overline{A}BCEFG (D + \overline{D})$
 $Q_4 = \overline{A}BCDEFG + \overline{A}BC\overline{D}EFG$
 $Q_4 = \overline{A}BC\overline{D}EG (F + \overline{F})$

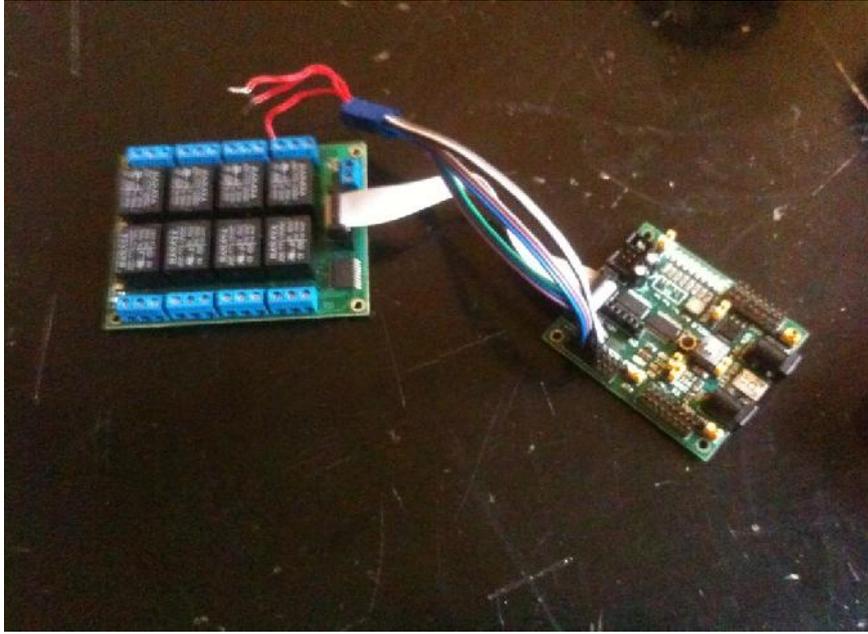
Suma a Q₂ y Q₃ GFEDCBA
 1100100
 Suma a Q₃ 1101100

→ $\overline{A}BCDEFG$
 → $\overline{A}BC\overline{D}EG$
 → $\overline{A}BCDEFG$

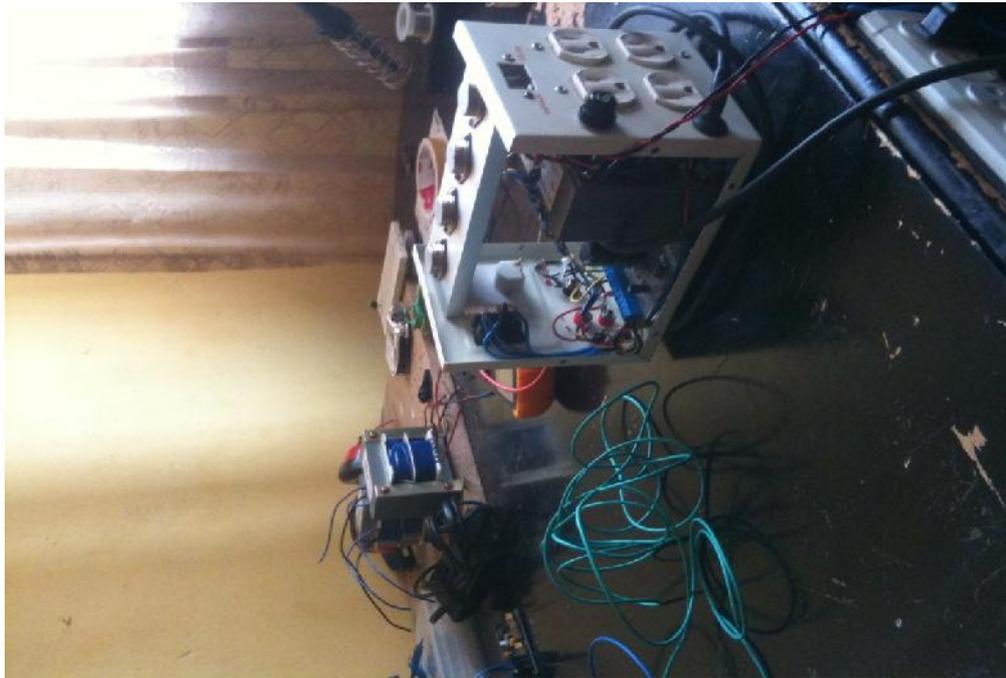
Análisis digital realizado en papel para adquirir los dispositivos según estas características de diseño
Fuente: Vicente Avalos



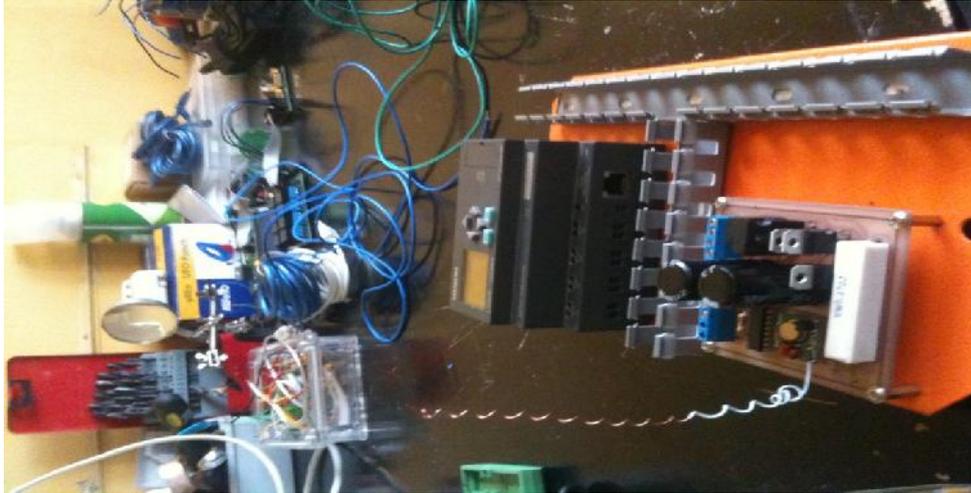
Simulando el funcionamiento del receptor en una protoboard antes de adquirir la tarjeta de radiofrecuencia
Fuente: Vicente Avalos



Probando los contactos de cada rele
Fuente: Vicente Avalos



Construcción de la fuente de Alimentación
Fuente: Vicente Avalos



Construcción del equipo transmisor
Fuente: Vicente Avalos

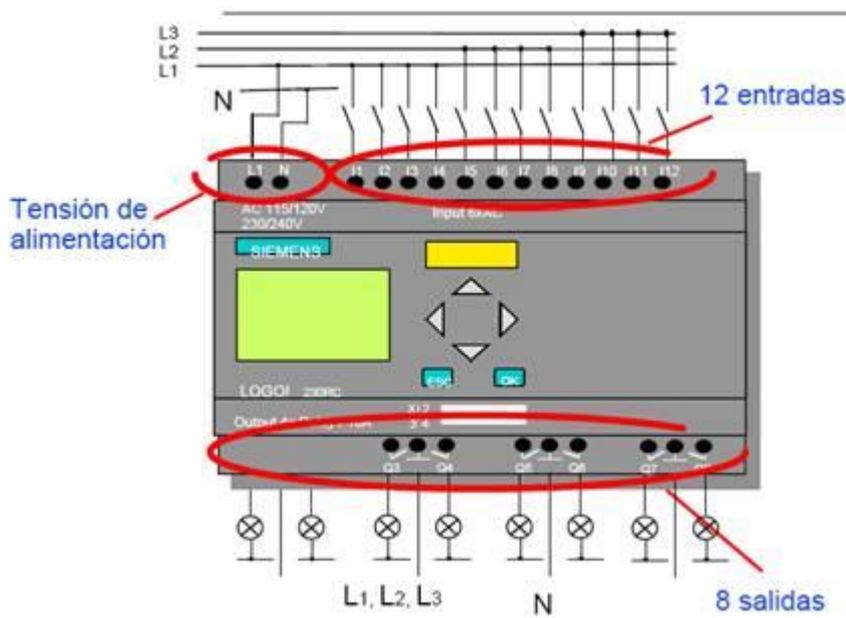


Equipos Listos para la implementación
Fuente: Vicente Avalos

ANEXO 2

Descripción de los dispositivos

- Estructura del Logo siemens



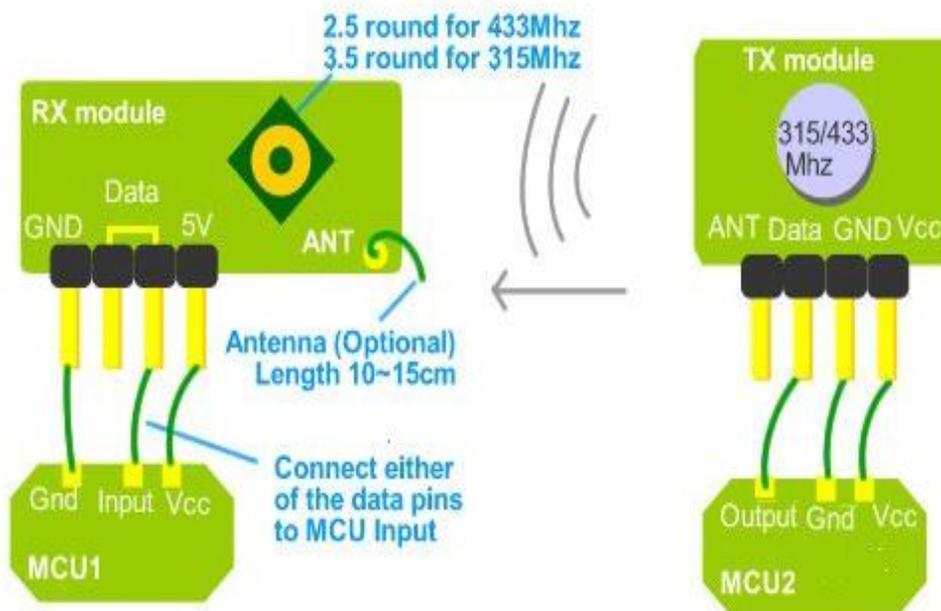
Logo siemens
Fuente: Manual logo siemens

- **Especificaciones técnicas de la tarjeta de radiofrecuencia**

Kit Radiofrecuencia Tx-Rx 433MHz

Incluye transmisor y receptor

The 433MHz RF link kit is consisted of transmitter and receiver, popular used for remote control. We suggest you use the Arduino VirtualWire library to use this kit.



Demostration scheme of 433/315Mhz RF kit

Specification

- Frequency: 433Mhz
- Modulation: ASK
- Receiver Data Output: High - 1/2 Vcc, Low - 0.7v
- Transmisor Input Voltage: 3-12V (high voltage = more transmitting power)

Package list

- 315MHz RF Transmitter x1
- 315MHz RF Receiver x1

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

1.- GARCIA. A., Cálculo de antenas., 2ª. ed.,Barcelona –España.,
Marcombo, S.A., 1991., Pp. 99, 100, 101.

2.- RUIZ. F., Manual de antenas terrestres., Barcelona –España.,
Grupo editorial Ceac, S.A., 1995., Pp. 15, 38, 72

3.- ANTENAS

<http://www.slideshare.net/takumi2307/antenas-13503730>
2013-06-01

4.- ANTECEDENTES

<http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-de-comunicacion.html>
2013 -07-13

5.- CÁLCULO DEL ENLACE

<http://www.buenastareas.com/ensayos/C%C3%A1lculos-Del-Enlace/2153964.html>

2013-06-13

6.- DECIBELES

http://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=61:dbssoporte&catid=31:general&Itemid=79

2013 - 06 -10

7.- PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/vila_bca/capitulo1.pdf

2013-05-29

8.- RED INALAMBRICA

<http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/download/37/35>

2013-05-29

9.- SERVOMOTOR

<http://www.ubp.edu.ar/ciadeit/files/2012/04/Servomotores.pdf>

2013- 05-29

10.- TECNOLOGÍAS DE ACCESO INALÁMBRICO FIJO

<http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php>

2013 - 07 - 13