

Universidad de Sonora

División de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Investigación en Física

Ingeniería en Tecnología Electrónica

“SISVIRE (Sistema de Vigilancia Remota)”

Tesis

Que para obtener el Título de:

INGENIERO EN TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Presenta:

Jesús Alfonso Villegas Ibarra

Director:

Dra. Milka del Carmen Acosta Enríquez

Asesor:

Dr. Peón Aguirre Rodolfo

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



Universidad de Sonora

División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Investigación en Física

Ingeniería en Tecnología Electrónica

Tesina

“SISVIRE (Sistema de Vigilancia Remota)”

Dirigida Por:

Dra. Milka del Carmen Acosta Enríquez

Asesor:

Dr. Peón Aguirre Rodolfo

Presentada Por:

Alumno:

Villegas Ibarra Jesús Alfonso

CONTENIDO

Agradecimientos.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Objetivo general:	3
Objetivo Específico.....	3
CAPÍTULO 1	5
COMPONENTES NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA REMOTA.....	5
1.1. Semiconductores tipo N y P.....	5
1.3. Semiconductor tipo n.....	5
1.4. Semiconductor tipo p.....	5
1.2. Paneles solares.....	6
1.5. Enlace por Microondas para Exteriores Modelo 300B.....	7
1.6. Transmisor Modelo 300BT.....	8
1.7. Receptor Modelo 300BR.....	9
1.8. Batería de Plomo Recargable.....	10
1.9. Luz de Policía.....	11
1.10. Sirena de Seguridad.....	12
1.11. XBee.....	12
1.12. Software X-CTU.....	14

1.13. Red ad hoc inalámbrica o red inalámbrica reconfigurable.	15
1.14. Red Mesh.	15
1.15. Red de área amplia.	16
1.16. Protocolo de Red TCP/IP.	16
1.17. Network Time Protocol.	17
1.18. Servidor Correo LOTUS.	17
1.19. Servidor SNMP ZABBIX.	18
1.20. Servidor gestión WEB2PY.	18
1.21. NVR en SE.	19
1.22. Antena.	19
1.23. Tarjeta GRTNO CFE central y remota.	20
CAPÍTULO 2	23
PLANEACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA.	23
2.1. Panorama general del sistema.	23
2.2. Estructura de la plataforma en GRTNO.	24
2.3. Sensor volumétrico para detección perimetral.	25
2.4. Desarrollo modulo central y remoto.	26
2.5. Red de datos.	27
CAPÍTULO 3	31
INSTALACIÓN.	31
3.1. Instrucciones de instalación.	31
3.2. Cable de la fuente de alimentación.	34
3.3. Montaje del enlace T/R modelo 300B.	35
3.4. Conexión del transmisor modelo 300BT.	36
3.5. Conexión del receptor modelo 300BR.	37
3.6. Selección de frecuencia de modulación.	38
3.7. Instrucciones de instalación del elemento de patrón de antena.	39
CAPÍTULO 4	41
ALINEACIÓN Y PRUEBA.	41
4.1. Alineación.	41
4.2. Función de prueba.	42
4.3. Pruebas físicas de movimiento.	42
4.4. Conclusiones de pruebas.	56
CAPÍTULO 5	56
UBICACIÓN E INSTALACIÓN FINAL.	56
5.1. Configuración y ensamble de Radio Xbee.	61

5.2. Montaje, instalación y conexión de Sensores.	65
5.3. Estructura de la plataforma.	75
RESULTADOS	80
CAPÍTULO 6	84
CONCLUSIÓN DEL PROYECTO.....	84
Bibliografía.....	86

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a la Universidad de Sonora por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi Asesor de Tesina la Dra. Milka del Carmen Acosta Enriquez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo del presente trabajo.

A mi familia fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y más aún en mis duros años de carrera profesional y en especial quiero expresar mi más grande agradecimiento a los pilares que me mantuvieron firme en este paso a mi padre y a mi tía que sin su ayuda hubiera sido imposible culminar mi profesión.

INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de la energía eléctrica y su desarrollo desde finales del siglo XIX modificaron de forma importante la historia de la humanidad, la energía eléctrica mejoró la calidad de vida de la sociedad e inicio una transformación industrial que sigue influyendo hasta nuestros días. [1].

México no ha sido ajeno a este desarrollo, comenzando con las primeras plantas eléctricas y el alumbrado público en las principales ciudades incluyendo las actuales instalaciones que utilizan tecnología de punta, la energía eléctrica ha sido y seguirá siendo vital para el progreso de nuestro país. [1].

Desde sus inicios, la Comisión Federal de Electricidad ha demostrado ser una institución que se adapta y crece ante las necesidades de cada momento. Se tiene claro que las necesidades aumentan conforme la población crece y la tecnología avanza, esto implica crear estaciones más grandes y más costosas, para suministrar energía eléctrica a la población.

Las sub estaciones o bahías, como normalmente se conoce en CFE, son estaciones de paso donde se transmite la energía eléctrica, generada en las centrales eléctricas, constituida por los elementos necesarios para llevar hasta los puntos de consumo.

Normalmente las subestaciones eléctricas están divididas en secciones, por lo general en principales, y las demás son derivadas [2]. Las secciones principales son las siguientes:

- Sección de medición.
- Sección para las cuchillas de paso
- Sección para el interruptor.

Una línea de transporte de energía eléctrica o línea de alta tensión es básicamente el medio físico mediante el cual se realiza la transmisión de la energía eléctrica a grandes distancias. Están constituidas por un elemento conducto, usualmente cables de acero, cobre o aluminio, y por elementos de soporte, como las torres de alta tensión. Generalmente se dice que los conductores “tienen vida propia” debido a que están sujetos a tracciones causadas por la combinación de agentes como el viento, la temperatura del conductor, la temperatura del viento. [3].

El mantenimiento y la seguridad de las subestaciones son indispensables para mantener un funcionamiento correcto, esto ha resultado complicado, tanto para la seguridad del personal como para la seguridad sobre los materiales y todos los dispositivos electrónicos y eléctricos o cables que se encuentren a simple vista o resguardados en gabinetes. Dado que en los últimos años ha aumentado gradualmente los incidentes de robo en las sub estaciones, se ha estado planeando una medida con la cual disminuyan o se acaben estos actos delictivos.

Por esta razón este trabajo se centra en la seguridad de los equipos, específicamente en las sub estaciones eléctricas.

Usualmente los ladrones, hurtan los cables que son de cobre que se encuentran en las sub estaciones eléctricas. La principal razón para utilizar cobre es su excelente conductor eléctrico o, en otras palabras, su baja resistencia eléctrica. La resistencia es indispensable, pues produce pérdidas de calor cuando el flujo eléctrico circula a través del material. El cobre tiene la resistencia eléctrica más baja de todos los materiales no preciosos [3].

El cobre es utilizado como conductor hacia tierra, para aislar la energía eléctrica, dado que la electricidad siempre fluye a través del camino que ofrezca la menor resistencia. El cuerpo humano presenta poca resistencia a las corrientes eléctricas debido a su alto contenido de agua y electrolitos. Las siguientes condiciones se aprovechan de las buenas propiedades de conducción del cuerpo humano y pueden causar electrocuciones:

- El contacto con cables o alambres que no estén debidamente aislados.
- El contacto directo con conductores eléctricos tales como cables eléctricos.
- Tocar un artefacto cargado con electricidad con las manos mojadas o mientras está parado en agua. [4].

En CFE se hace mucho hincapié en las medidas de seguridad, en cerciorarse con detalle que tan seguro es trabajar en el lugar. En este caso un trabajador no puede arriesgarse a trabajar en una línea que no esté puesta correctamente a tierra. Lo que implica colocar una nueva tierra de donde fue hurtada y se pierde tiempo en la tarea que le fue asignada al trabajador y sobre todo arriesga su vida.

Para evitar estos casos se propone un sistema de vigilancia particularmente para una sub estación que es conocida como Hermosillo 4 en CFE, del estado de Sonora. Es importante mencionar que debido a los problemas que se ha tenido con el robo de cobre de las torres actualmente todas las sub estaciones tienen como mínimo una cámara de vigilancia además de otros sistemas de seguridad como alarmas al abrir una puerta, entre otros.

El presente trabajo de tesina tiene como objetivo la descripción del proyecto experimental que se desarrolló durante la estancia de prácticas profesionales en la empresa de clase mundial Comisión Federal de Electricidad. El cual consiste en el diseño e implementación de un sistema de seguridad para el resguardo de las instalaciones de manera efectiva en tiempo real contra cualquier intrusión no deseada.

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

Objetivo general:

Diseñar un sistema de seguridad, para disponer una herramienta más para la vigilancia.

Objetivo Específico.

- Resguardar las instalaciones de manera efectiva en tiempo real contra cualquier intrusión no deseada.
- Diseñar una herramienta para el personal de seguridad como apoyo al resguardo de las instalaciones para el monitoreo de la misma.
- Registrar cualquier suceso o evento ocurrido en video.
- Mantener registro del correcto rondín del personal de seguridad

Para llevar a cabo estos objetivos se recibió el apoyo de la guía del personal de CFE y los conocimientos adquiridos en la Ingeniería, obteniendo el diseño un sistema de seguridad,

que resguarda el perímetro de toda la sub estación o bahía, de Hermosillo 4, el cual está constituido por sensores de movimiento, distribuidos por las zonas de acceso a dichas estructuras.

Los sensores están constituidos por receptores y transmisores que se mencionaran a lo largo del trabajo como RX y TX respectivamente, los dos sensores son necesarios y se enlazan vía microondas. Cada sensor cuenta con un sistema, compuesto por un transmisor-receptor por microondas modelo 300B, un panel solar Solartec modelo S01PC-15 como alimentación, un cargador de batería marca SunSaver SS-6, una fuente de 12V, una sirena de color rojo y una bocina para alarmar. Estos dos últimos componentes se colocan solamente en los RX.

A continuación, en el capítulo 1 se especifica la funcionalidad y el uso de cada componente.

CAPÍTULO 1

COMPONENTES NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA REMOTA.

En este capítulo se describe el funcionamiento y las características de diferentes componentes que están relacionados con el sistema de vigilancia, tomando cada componente por separado y describiendo el panorama general del sistema. Se describen primeramente los componentes físicos y se culmina indicando las funciones que realiza cada componente en cada una de las redes en las que se emplea.

Semiconductores tipo N y P.

Semiconductor tipo n.

Se denomina semiconductor tipo n al material que posee átomos de impureza que permiten la aparición de electrones sin huecos asociados a los mismos semiconductor. Los átomos de este tipo se llaman donantes ya que “donan” o entregan electrones. Existen más electrones que huecos, por lo que los primeros serán los portadores mayoritarios y los últimos los minoritarios. La cantidad de portadores mayoritarios será función directa de la cantidad de átomos de impurezas introducidos. [1].

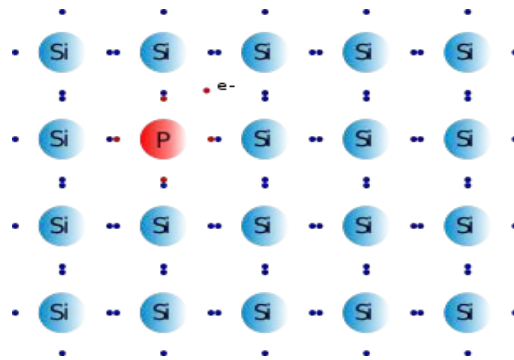


Figura 1. Dopaje tipo N.

En la Figura 1 se presenta un ejemplo de la forma en que se alinean los átomos de Silicio cuando es dopado con Fosforo (símbolo químico N), en el cual, el Fosforo dona un electrón, resultando en un dopaje tipo N (negativo) el Fosforo es el elemento químico P de número atómico 5.

Semiconductor tipo p.

Se llama semiconductor tipo p al material que tiene átomos de impureza que permiten la formación de huecos o ausencia de electrones, como ocurre al romperse una ligadura. Los átomos de este tipo se llaman aceptores, ya que “aceptan” o toman un electrón. Al igual que en el material tipo N, la cantidad de portadores mayoritarios será función directa de la cantidad de átomos de impureza introducidos. [2].

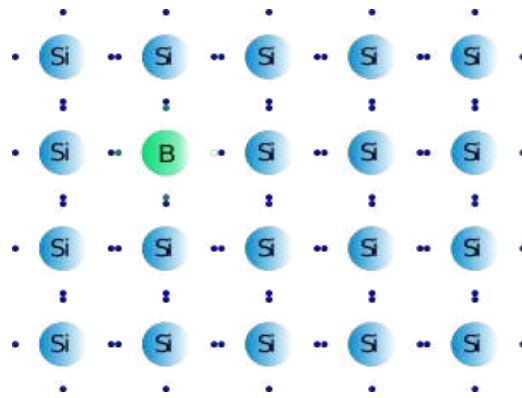


Figura 2. Dopaje tipo P.

En la Figura 2 se presenta un ejemplo de la forma en que se alinean los átomos de Silicio cuando es dopado con Boro (símbolo químico P), en el cual, el Boro genera un hueco o ausencia de electrón dando un dopaje tipo P (positivo), el Boro es un elemento químico de la tabla periódica que tiene el símbolo B y número atómico 5.

Paneles solares.

Los paneles solares fotovoltaicos son sin duda uno de los mejores inventos modernos, se componen de celdas que convierten a la luz en electricidad. Dichas celdas se aprovechan del efecto fotovoltaico, mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas entre dos semiconductores, uno tipo n y otro tipo p, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar corriente.

Un semiconductor es un material que se comporta como un conductor o como un aislante dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre, por mencionar algunos. [3]

El dopaje es el proceso intencional de agregar impurezas en un semiconductor extremadamente puro o intrínseco, con el fin de cambiar sus propiedades eléctricas, a continuación se definen los materiales semiconductores según su tipo.

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares funcionan por el efecto fotoeléctrico, cada célula fotovoltaica está compuesta de al menos dos delgadas láminas de Silicio, una tipo p y otra tipo n. El parámetro estandarizado para clasificar la potencia del panel se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el modulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas que son:

- Radiación $1000\text{W}/\text{m}^2$
- Temperatura de célula de 25°C (no temperatura ambiente). [4].

El principio de operación de los paneles solares es el siguiente: los fotones, que provienen de la radiación solar, impactan sobre la primera superficie de panel penetrando en este y siendo absorbidos por materiales semiconductores, tales como el silicio o el transistor FET de arseniuro de galio (GaAs FET). [4]. Los electrones, sub partículas atómicas que forman parte del exterior de los átomos, y que se alojan en orbitales de energía cuantizada,

interaccionan con los fotones liberándose de los átomos a los que estaban originalmente confinados. [4]. Esto les permite, posteriormente, circular a través del material y producir electricidad. Las cargas positivas complementarias que se crean en los átomos que pierden los electrones, denominadas huecos, fluyen en el sentido opuesto al de los electrones, en el panel solar. [4].

Un conjunto de paneles transforman la energía solar, la cual depende de la frecuencia de los fotones, en una determinada cantidad de corriente continua, la cual puede ser llevada a un circuito inversor que transforma la corriente continua en corriente alterna, de 120 o 240 voltios. Posteriormente, la potencia de AC entra en el panel eléctrico de la red y la electricidad generada se distribuye en el lugar donde se encuentre instalado el panel. [5]

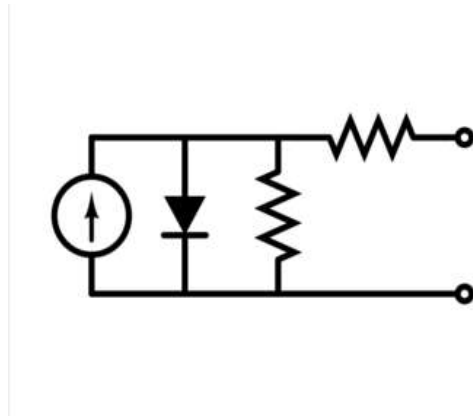


Figura 3. Esquema Eléctrico.

En la Figura 3 se muestra el diagrama de generación de corriente en una placa convencional.

Enlace por Microondas para Exteriores Modelo 300B.

El enlace transmisor-receptor (T/R) por microondas modelo 300B, proporciona capacidad de detección con instalación y alimentación simple. El transmisor está alimentado por un oscilador de transistor de efecto de campo del GaAs FET, el cual requiere solamente 20mA (a 12 voltios de corriente continua [VCC]), lo que permite que varios enlaces sean alimentados desde una fuente de alimentación común ubicada en el panel de control u otra ubicación conveniente. [6].

Cada modelo 300B consiste en un transmisor modelo 300BT y un receptor modelo 300BR, cada uno con soporte de montaje universal. El transmisor irradia energía modulada en amplitud en banda X que viaja hacia el receptor, donde se detecta. La energía recibida es amplificada y procesada de modo que haga que un relé de alarma se active. Cuando un intruso se acerca al haz, la energía recibida es modificada, haciendo que el relé se desactive, y que ocurre una alarma.

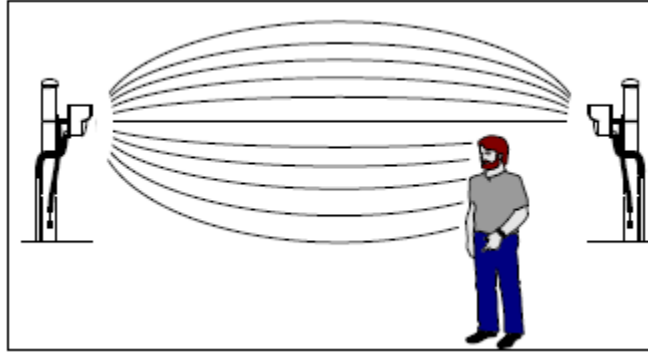


Figura 4. Operación de enlace T/R.

En la Figura 4 se muestra una persona obstruyendo el haz de ondas y ocurre la reacción antes explicada. Un solo modelo 300B puede cubrir una distancia de hasta 183 m (600 pies).

Transmisor Modelo 300BT.

El transmisor modelo 300BT consiste en dos ensamblajes principales: el ensamblaje de radio frecuencia (RF) y la tarjeta de circuito del transmisor.

El ensamblaje de RF consiste en un oscilador de GaAs FET que genera energía de microondas en la banda X, entre las frecuencias de 8.2 a 12.4 GHz, y el sistema de antena parabólica con elementos intercambiables de patrón de protección. La tarjeta de circuito del transmisor contiene el regulador de voltaje y el circuito modulador para alimentar el oscilador de microondas. La frecuencia de modulación se selecciona entre uno de cuatro canales (A, B, C o D) en la tarjeta de circuito del transmisor. [7].

En la tarjeta del circuito del transmisor se proporciona una terminal “test”. La aplicación de 10.5 a 14.0 VCC (de la fuente de alimentación) hará que el transmisor se apague, generando una alarma de prueba en el receptor. Un LED rojo “ON” (de activo) en la tarjeta de circuito del transmisor indica que la alimentación está encendida. [7].

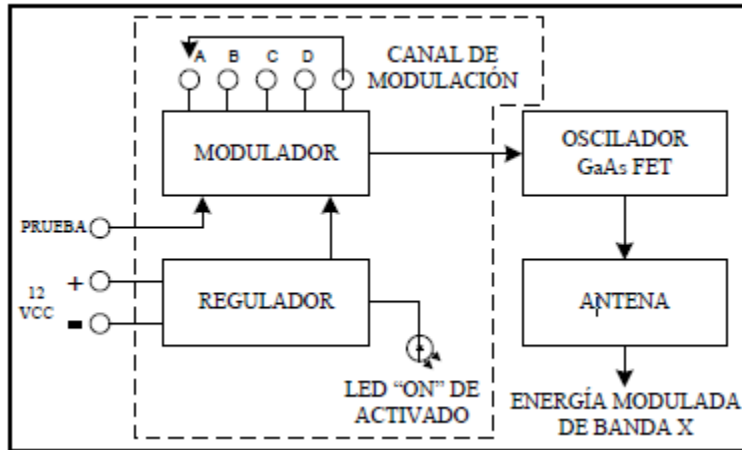


Figura 5. Transmisor Modelo 300BT.

En la Figura 5 vemos lo que es un bosquejo de lo que contiene la tarjeta del circuito transmisor, alguno de ellos son: regulador de voltaje y el circuito modulador para alimentar el oscilador y tales otros como oscilador y antena.

Receptor Modelo 300BR.

El receptor modelo 300BR consiste en tres sub ensambles principales: el ensamble de RF, la tarjeta de circuito del de-modulador y la tarjeta de fuente de alimentación. El ensamble de RF consiste en una antena parabólica con elementos intercambiables de patrones de protección (idénticos a la antena del transmisor) y un detector de diodo Schottky. El detector convierte la energía modulada de banda X del transmisor en una señal de frecuencia de audio para su proceso por la tarjeta de circuito del de-modulador.

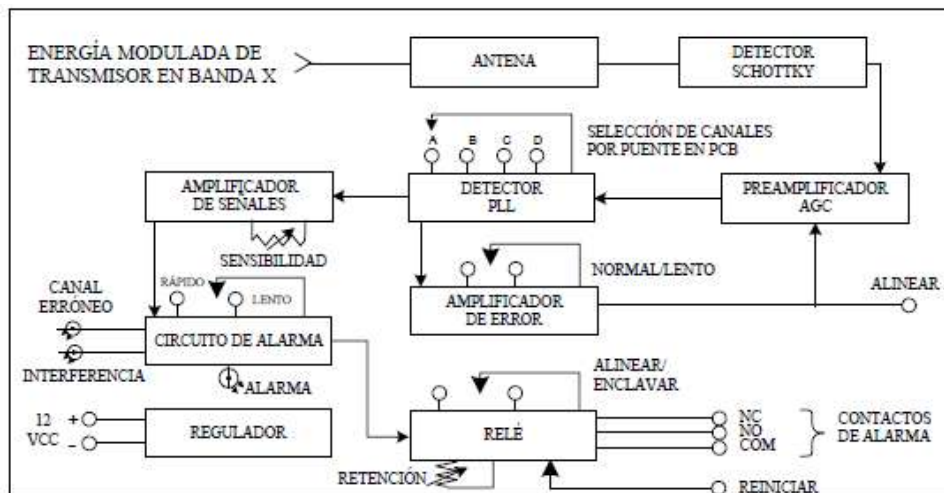


Figura 6. Receptor Modelo 300BR.

En la Figura 6 se muestra un diagrama de bloques del receptor, la señal de audio recibida se amplifica por un pre-amplificador con control automático de ganancia, el cual permite al pre-amplificador mantenerse a un nivel constante independientemente de la distancia transmisor-receptor. La salida del pre-amplificador se aplica a un detector con amarre de fase (PLL) que opera como un filtro pasa-banda estrecho en una de las frecuencias de modulación. [8]. El canal recepción se selecciona por medio de un puente en la tarjeta de circuito impresa (PCB) para corresponder a la frecuencia de modulación del transmisor mientras rechaza las señales. [8].

La salida del detector PLL es un nivel que se mantiene constante. Existe un cambio rápido en la intensidad de la señal causado por un cambio de fase que trata de acoplarse a la frecuencia de la señal de microondas, esto hace que aparezca una señal de corriente alterna en la salida del detector PLL. La señal se amplifica, se filtra y se compara con los voltajes de umbral superior e inferior.

Siempre que la señal excede el umbral de voltaje, se genera una alarma. La ganancia del amplificador de la señal puede ajustarse con el potenciómetro en la tarjeta de circuito para modificar los patrones de protección. El ancho de banda de la señal, que afecta a la respuesta del modelo 300B a los blancos en movimiento rápido, puede ser ajustado a rápido o lento con un puente en la tarjeta PCB.

El circuito relevador de alarma está ajustado de fábrica para que se restaure automáticamente después de aproximadamente dos segundos, pero el tiempo de retención puede ajustarse entre 0.5 y 60 segundos mediante un potenciómetro en la tarjeta de fuente de alimentación. Si se selecciona el puente en la tarjeta PCB de normal a esclavo puede evitarse el reinicio automático. En estas condiciones, si el relevador del PCB se coloca en la posición de alarma que sea restaurada con un impulso de 5 a 15 voltios en la terminal de reinicio. [8].

El receptor modelo 300BR está equipado con varias características de alineación y de resolución de problemas. El punto de prueba de voltaje de alineación proporciona un voltaje de corriente continua (Voltaje CC) proporcional a la intensidad de la señal, el cual puede medirse con un voltímetro (VOM) común, un LED rojo “Alarma” se enciende siempre que ocurre una intrusión. Un LED rojo “Canal Erróneo” se enciende siempre que el transmisor y el receptor tengan seleccionados canales de modulación diferentes. Un LED rojo de “interferencia” se enciende siempre que el receptor se ilumina con un segundo transmisor ajustado en el mismo canal de modulación. La indicación de “interferencia” puede hacer que se inicie una alarma.

Batería de Plomo Recargable.

Las baterías recargables usan reacciones electroquímicas que son eléctricamente reversibles, es decir:

- Cuando la reacción transcurre en un sentido, se agotan los materiales de la pila mientras se genera una corriente eléctrica.
- Para que la reacción transcurra en sentido inverso, es necesario una corriente eléctrica para generar los materiales consumidos.

Las baterías recargables vienen en diferentes tamaños y emplean diferentes combinaciones de productos químicos. Las celdas secundarias (“baterías Recargables”) que se utilizan con más frecuencia son las de plomo-acido, la de níquel-cadmio, etc.

Las baterías recargables pueden ofrecer beneficios económicos y ambientales en comparación con las pilas desechables. Algunos tipos de baterías recargables están disponibles en los mismos tamaños que los tipos desechables. [9].



Figura 7. Ejemplo de una batería recargable de Plomo.

Luz de Policía.

La luz de policía de LED rojo, emite muy poco calor y es una luz giratoria de LED, que se caracteriza por su gran luminosidad, poco consumo y su durabilidad. El color efecto ideal para alarmar sobre una situación no deseada. Un dato técnico importante es su consumo de DC 4,5V y su consumo como máximo 150 mA.



Figura 8. Ejemplo de una luz de Policía de LED rojo giratoria.

Sirena de Seguridad.

Una sirena es un sistema acústico. Fue inventado por el físico francés Charles Cagniard de la Tour en 1819, que le dio este nombre en recuerdo de las sirenas de la mitología griega. [10].

Una sirena es un aparato generador de sonidos mediante las interrupciones periódicas de una corriente de aire o vapor, por uno o más discos con agujeros situados formando un círculo. [10].

La sirena electrónica se compone de una unidad de control que ha almacenado en el interior de la secuencia de tonos, y uno de dos altavoces conectados a esta unidad. El uso de sirenas electrónicas está muy extendido, siendo especialmente adecuadas para su funcionamiento continuo, también tiene un bajo consumo eléctrico y no requiere mantenimiento. [10].



Figura 9. Ejemplo de una Sirena de Seguridad.

XBee.

Xbee es el nombre comercial de Digi International para una familia de factor de forma de módulos de radio compatible. [11].

Las radios XBee se puede usar con el número mínimo de conexiones potencia 3.3V. Los módulos XBee son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos. Estos módulos utilizan el protocolo de red llamada IEEE 802.15.4 para crear redes FAST POINT-TO-MULTIPOINT (punto a multipunto); o para redes PEER-TO- PEER (punto a punto). Fueron diseñadores para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, bajo términos simples, los Xbee son módulos inalámbricos fáciles de usar. [11].

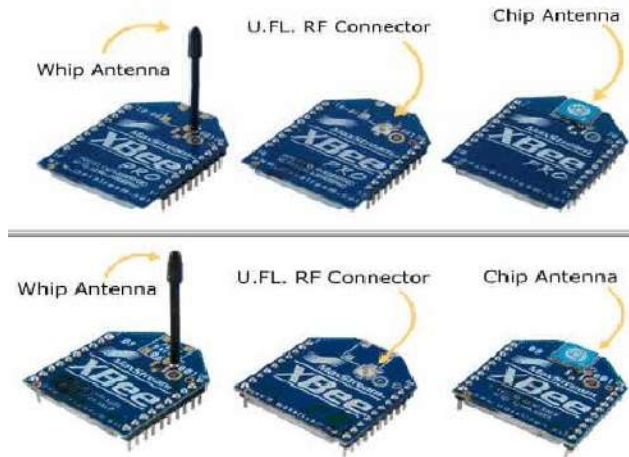


Figura 10. Módulos RF XBEE-PRO.

En la Figura 10 se muestran los módulos XBEE-PRO, su alcance es de 100mts en interiores y en exteriores su alcance es de 1500mts con antena, también se muestran 3 diferentes tipos de XBEE PRO.

Los módulos tienen 6 convertidores análogo-digital y 8 entradas digitales además de Rx y Tx. Trabajan a 2.4 GHz y generan una red propia a la que puedes conectarte o desconectarte. Entre otras características, a tener en cuenta, son módulos microprocesador con lo cual se tienen solucionados los problemas de fallo de trama, ruidos, etc. Los módulos se comunican con un dispositivo RS232 a niveles TTL con lo cual la comunicación necesita un adaptador intermedio en el caso de un PC, pero pueden conectarse directamente a una placa de desarrollo. [12].

Los módulos ofrecen una velocidad de comunicación desde 1200 hasta 115.200 baudios pasando por todos los valores convencionales, también disponen de varios I/O que pueden ser configuradas para diferentes funciones. [12].

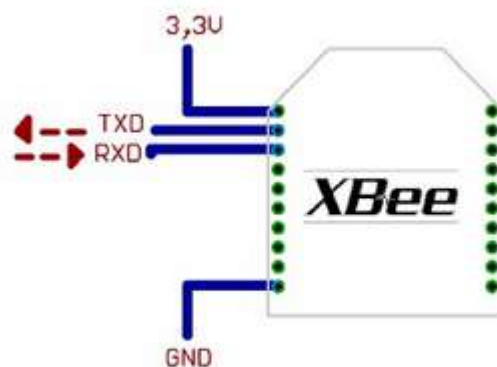


Figura 11. Conexiones requeridas para XBEE.

En la Figura 11 se muestra las conexiones mínimas que necesita el módulo Xbee para poder ser utilizado. Luego de esto, se debe configurar según el modo de operación adecuado para la aplicación requerida por el usuario.

El modulo requiere una alimentación desde 2.8 a 3.4 V, la conexión a tierra y las líneas de transmisión de datos por medio del UART (TXD y RXD) para comunicarse con microcontrolador, o directamente a un puerto serial utilizando algún conversor adecuado para los niveles de voltaje.

Software X-CTU.

Con este software se puede definir de una forma rápida todos los parámetros que se desean modificar en los módulos, tales como la comunicación.

El software X-CTU fue desarrollado por Digi y solo está disponible para Windows. Las comunicaciones con XBee y el programa son fáciles, y proporciona una interfaz amigable. Cuando se utiliza con los XBee WiFi, incluso ofrece un escaneado en red Wi-Fi y conexiones de interfaz para hacer la conexión.

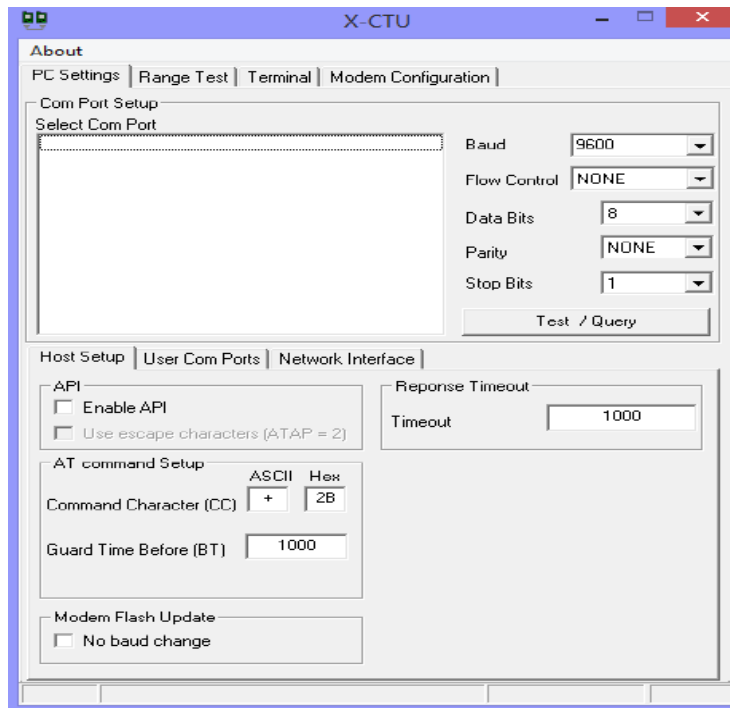


Figura 12. Interfaz del Software X-CTU.

En la imagen se encuentra la interfaz del software, para enlazar el Xbee con el programa se puede hacer mediante conexión de cable USB y micro USB o por WIFI.

Red ad hoc inalámbrica o red inalámbrica reconfigurable.

Una red ad hoc inalámbrica es un tipo de red inalámbrica descentralizada. La red es ad hoc porque no depende de una infraestructura pre-existente, como routers o de puntos de acceso en redes inalámbricas administradas. En lugar de ello, cada nodo participa en el encaminamiento mediante el reenvío de datos hacia otros nodos, de modo que la determinación de estos nodos hacia la información se hace dinámicamente sobre la base de conectividad de la red. [13].

Una red ad hoc se refiere típicamente a cualquier conjunto de red donde todos los nodos tienen el mismo estado dentro de la red y son libres de asociarse con cualquier otro dispositivo de red ad hoc en el rango de enlace. Las redes ad hoc se refieren generalmente a un modo de operación de las redes inalámbricas IEEE 802.11. [13].

También se refiere a la habilidad de un dispositivo de red de mantener la información del estado de conexión para cualquier cantidad de dispositivos en un rango de un enlace (o “salto” en argot de informática), y por lo tanto, es más a menudo una actividad de capa 2. [13].

Este tipo de red permite la adhesión de nuevos dispositivos, con el solo hecho de estar en el rango de alcance de un nodo ya perteneciente a la red establecida. El protocolo que dirige este tipo de comunicación es el 802.11, que define todos los parámetros necesarios para establecer la comunicación entre dispositivos inalámbricos. [13].

El inconveniente de este tipo de redes radica en el número de saltos que debe recorrer la información antes de llegar a su destino. Cada nodo que transmite la información implica un salto, a mayor número de saltos, mayor es el tiempo que tarda en llegar la información a su destino y aumentare la probabilidad de que la información se dañe con cada salto.

Red Mesh.

La red inalámbrica mallada es una red en malla (mesh) implementada sobre una red inalámbrica LAN.

Las redes inalámbricas malladas, redes acopladas, o redes de malla inalámbricas de infraestructura, para definir las de una forma sencilla, son aquellas redes en las que se mezclan las dos topologías de las redes inalámbricas, la topología Ad-hoc y la topología infraestructura. Básicamente son redes con topología de infraestructura pero que permiten unirse a la red a dispositivos que a pesar de estar fuera del rango de cobertura de los puntos de acceso están dentro del rango de cobertura de alguna tarjeta de red, que directamente o indirectamente está dentro del rango de cobertura de un punto de acceso. [14]

Permiten que las tarjetas de red se comuniquen entre sí, inmediatamente del punto de acceso. Esto quiere decir que los dispositivos que actúan como tarjeta de red pueden no mandar directamente sus paquetes al punto de acceso sino que pueden pasárselos a otras tarjetas de red para que lleguen a su destino. [14].

Para que esto sea posible es necesario el contar con un protocolo de enrutamiento que permite transmitir la información hasta su destino con el mínimo número de saltos.

Utilizando tecnologías licenciadas, para la creación de una red de retorno o backhaul, es posible ofrecer accesos a los usuarios en 2,4Ghz y en 5,4Ghz. Esto posibilita que los usuarios dispongan del 80% más de canales libres, aumentando el número de usuarios concurrentes en un 60-80%.

La arquitectura de una red inalámbrica es el primer paso para llegar a proporcionar redes con un gran ancho de banda, de forma eficaz y dinámica sobre los costos en una red de cobertura específica. Las redes de malla inalámbricas tienen una topología relativamente estable a excepción a la falta ocasional de los ganglios a la edición de nuevos nodos.

Red de área amplia.

Una red de área amplia, o WAN, por las siglas de (Wide área network en inglés), es una red de computadoras que abarca varias ubicaciones físicas, proveyendo servicio a una zona, un país, incluso varios continentes. Es cualquier red que une varias redes locales, llamadas LAN, por lo que sus miembros no están todos en una misma ubicación física. [15].

Muchas WAN son construidas por organizaciones o empresas para su uso privado, otras son instaladas por los proveedores de internet, para proveer conexión a sus clientes.

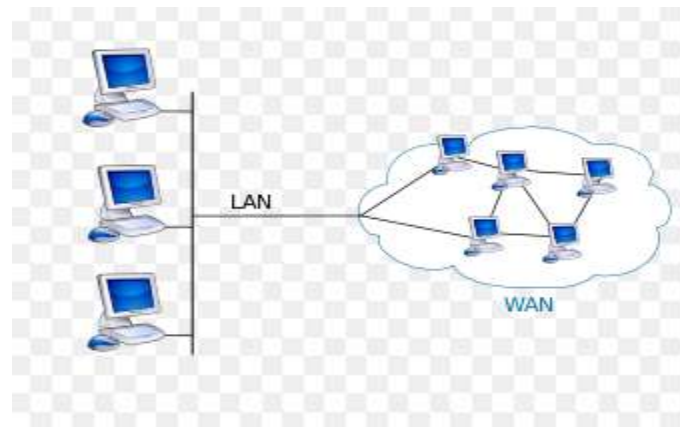


Figura 13. Formación de una red WAN.

En la Figura 13 se muestra la formación de una red de área amplia o WAN, que posee ciertas redes LAN para su formación, la red puede cubrir distancias desde unos 100 hasta unos 1000 km, entregando servicio a un país o continente.

Protocolo de Red TCP/IP.

La familia de protocolos de Internet es un conjunto de protocolos de red en los que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre computadoras.

En ocasiones se le denomina conjuntos de protocolo TCP/IP, en referencia a los dos protocolos más importantes que la componen, que fueron de los primeros en definirse, y que son los dos más utilizados de la familia:

- TCP (Transmission Control Protocolo), Protocolo de Control de Transmisión, e,
- IP (Internet Protocol), Protocolo de Internet. [16]

Existen tantos protocolos en este conjunto que llegan a ser más de cien diferentes.

Network Time Protocol.

Network time protocol (NTP) es un protocolo de internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos a través del enrutamiento de paquetes en redes con latencia variable. NTP utiliza User Datagram Protocol (UDP) como su capa de transporte, usando el puerto 123. Está diseñado para resistir los efectos de la latencia variable. [17]

UDP es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado de capa 4 Modelo OSI). Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. [17].

El modelo de interconexión de sistemas abiertos (ISO/IEC 7498-1), as conocido como “modelo OSI” (en Ingles, Open System Interconnection), es el modelo de red descriptivo, que fue creado en el año 1980 por la Organización Internacional de Normalizacion. Es un marco de referencias para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones. [18].

Como dato adicional el puerto 123 se refiera a TCP UDP, como esta nombrado el protocolo por su número.

Servidor Correo LOTUS.

IBM Notes (anteriormente Lotus Notes) es un sistema software cliente/servidor de colaboración y correo electrónico, desarrollado por Lotus Software, filial de IBM. [18].

La parte del servidor recibe el nombre Lotus Domino, mientras que el cliente se llama Lotus Notes.

El servidor dispone de variaciones para distintas plataformas, incluyendo Windows NT, Windows 200 etc. El cliente Lotus Note dispone de versiones nativas para Windows y Mac.

Lotus Domino/Notes es un sistema de comunicación el cual permite enviar correo electrónico y manejo de calendarios y agendas. También es una plataforma de colaboración que permite compartir bases de datos con información, como sería bases documentales, de procedimientos, manuales o foros de discusión. [19].

Un ejemplo seria cualquier proceso de una empresa que requiere que un documento fluya entre varias personas o departamentos para su autorización, como por ejemplo una solicitud de vacaciones, solicitud de horas extras etc. Todo esto es más sencillo de manejarse de forma electrónica mediante Lotus Notes.

Servidor SNMP ZABBIX.

El Protocolo Simple de Administración de Red o SNMP (del Inglés Simple Network Management Protocol) es un protocolo de la capa de aplicaciones que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Los dispositivos que normalmente soportan SNMP incluyen routers, switches, servidores, estaciones de trabajo, impresoras, bastidores de modem y muchos más. Permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento. [20].

SNMP es un componente de la suite de protocolo de Internet como se define por el IETF. Se compone de un conjunto de normas para la gestión de la red, incluyendo una capa de aplicación de protocolo, una base de datos de esquema, y un conjunto de objetos de datos.

Servidor gestión WEB2PY.

Web2py es un Ambiente de Desarrollo Integrado IDE por sus siglas en inglés. Su objetivo principal es dar soporte al desarrollo ágil de software de aplicaciones web escalables, seguras y portables enfocadas en bases de datos. Web2py está escrito y programado en lenguaje Python. Dado que web2py fue originado diseñado como una herramienta de enseñanza con énfasis en la facilidad de uso y despliegue, no tiene ningún archivo de configuración a nivel de proyecto. [21].

Todo el desarrollo puede ser realizado vía una interfaz web, sin herramientas de terceros, dentro de la misma aplicación web2py. Cada aplicación tiene una interfaz de base de datos integrada.

La información se envía desde un dispositivo compatible con SNMP y se recoge por Zabbix. Recibir alertas SNMP en Zabbix está diseñado para trabajar con snmptrapd y uno de los mecanismos incorporados para pasar las trampas para Zabbix ya sea un script de perl (script de perl quiere decir un lenguaje en C) o SNMPTT. [22]

El flujo de trabajo de recibir una trampa:

1. Snmptrapd recibe una trampa.
2. Snmptrapd pasa la trampa a SNMPTT o llama trampa receptor Perl
3. SNMPTT o Perl trampa receptor analiza, formatos y escribir la trampa a un archivo.
4. Zabbix SNMP trampero lee y analiza el archivo trampa.
5. Para cada trampa Zabbix encuentra todos “SNMP trampero” elementos con interfaces de host que concuerden con la dirección excepción recibida. Se tiene que tomar en cuenta solo el seleccionado “IP” o “DNS” en la interfaz de host se utiliza durante el juego.
6. Para cada elemento encontrado, la trampa se compara con regex en “snmptrap [regex]”. La trampa se establece como el valor de todos los elementos que coincidan. Si no hay ningún elemento coincidente se encuentra y hay un elemento “snmptrap.fallback”, la trampa se establece como el valor de eso.
7. Si la trampa no se ha establecido como el valor de cualquier artículo, Zabbix por defecto registra la trampa sin igual. (esto se configura “Iniciar trampas SNMP inigualable”. [23]

NVR en SE.

XProtect NVR Special Edition (SE) combina el software de gestión de video avanzada de Milestone con hardware de alto rendimiento para un sistema de seguridad rica en características y fácil de usar.

Es un software de videovigilancia IP con el cual se puede grabar y reproducir video en tiempo real de varias cámaras de seguridad, el programa es intuitivo, abierto, flexible y escalable. Si se requiere rebobinar el video se puede hacer en tiempo real.

Para instalaciones pequeñas a medianas. NVR SE es una plataforma abierta y apoya amplios terceros integraciones de dispositivos con soporte para estándares PSIA y ONVIF, protocolo de transmisión en tiempo real (RTSP) integraciones de dispositivos estándar y nativas incluyendo 360° soporte de la cámara.



Figura 14. NVR en SE.

El cliente Web es compatible con cualquier navegador estándar de Mac o PC y no requiere instalar ninguno adicional, proporciona la configuración reducida, el mantenimiento y la mejora de la compatibilidad. Viene pre-instalado con todo el software necesario y también se prelicenciado para 32 canales. Video en directo para la configuración automática, hace que la instalación de un sistema IP rápida y eficiente sin necesidad de conocimientos informáticos.

Antena.

Las antenas que utilizaremos son de la marca Engenius Outdoor High Gain 8dbi Omni-Directional Antenna EAG-2408.

Que quiere decir omnidireccional, se refiere a todas las direcciones esto quiere decir que la antena omnidireccional transmite y recibe datos en todas direcciones por medio WiFi.

Un punto importante a tomar en cuenta es que la antena es Half-Duplex o semidúplex significa que los datos pueden transmitirse en ambas direcciones en una portadora de la señal, pero no al mismo tiempo.



Figura 15. Antena Omnidireccional – Half-Duplex.

Tarjeta GRTNO CFE central y remota.

Son de gran importancia las tarjetas que se utilizan para la transmisión y la decodificación de datos, dichas tarjetas son diseñadas, elaboradas, distribuidas e implementadas únicamente por CFE, no existe lugar en el mercado donde se puedan conseguir estas tarjetas, con la estructura correspondiente, porque probablemente si existan tarjetas similares que realicen la función pero no idénticas y dado a que son propiedad de la empresa son de carácter privado. A pesar de ser material confidencial me permitieron tomar fotografías de las tarjetas y realizar un pequeño diagrama de una parte de estas tarjetas.

Primero hablaremos sobre las tarjetas de RF dichas tarjetas llevaran montado un XBee para la transmisión de datos.

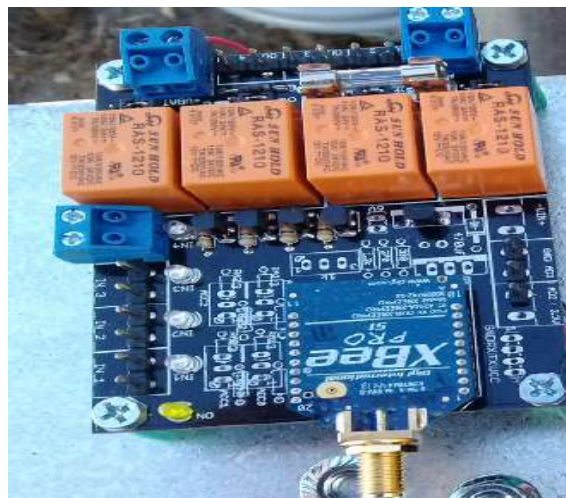


Figura 16. Tarjeta sensor RX y Xbee.

Estas tarjetas se colocan únicamente en los sensores RX y su finalidad es la de controlar al sistema. La placa tiene borneras indicadas como IN y OUT, entrada y salida, donde una de las entradas se conecta a un relevador del sensor RX, la tarjeta se alimenta por la placa SunSaver. El procedimiento de activación ocurre cuando el sensor detecta movimiento, este a su vez envía una señal a la tarjeta y activa un diodo emisor de luz correspondiente a la entrada. Este diodo es un componente pasivo al recibir un voltaje este emite luz hacia un fototransistor, que son transistores sensibles a la luz y se pueden utilizar de las dos formas como transistor común con la corriente de base y con la luz que incide en este. Todo este arreglo se encuentra en un optoacoplador este dispositivo de emisión y recepción funciona como un interruptor activo mediante la luz emitida por un diodo LED que satura una componente optoelectrónica. Como la comunicación es óptica, se utiliza un optoacoplador para aislar eléctricamente componentes muy sensibles, en este caso se aísla el XBee y las salidas.

Se activa el sensor y el optoacoplador hace su función y manda una señal que es captada por el remoto y este avisa que ocurrió un evento a la tarjeta central.

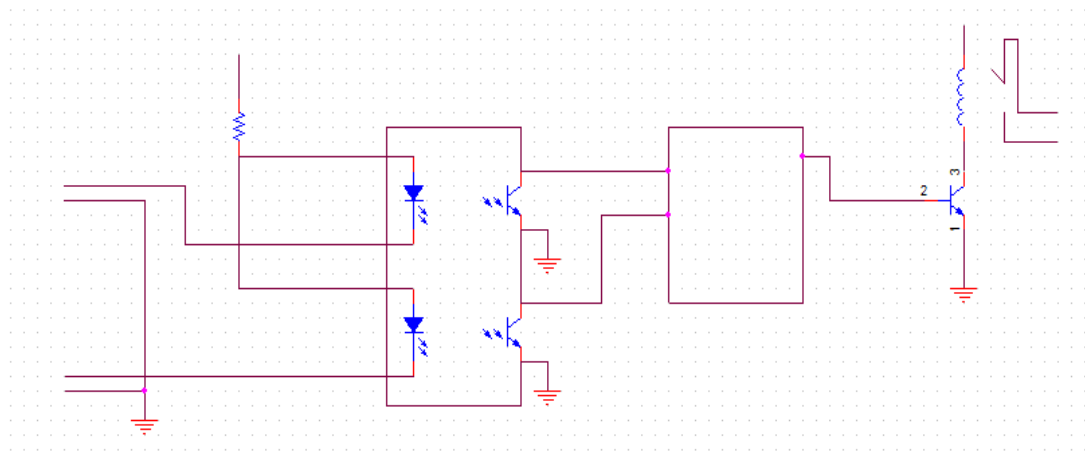


Figura 17. Diagrama simple de Tarjeta Central.

En la Figura 17 se presenta un ejemplo de lo que es el diagrama del circuito, empezando de izquierda a derecha tenemos 2 entradas In1 e In2, suponiendo que estas 2 entradas estén conectadas a los 2 relevadores del RX, las entradas están a tierra y se dirigen a lo que es el optoacoplador, tenemos un Vcc que lo está alimentando y una resistencia opticamente se realiza la función y entra a las entradas del XBee, la salida de este se dirige hacia un BJT NPN donde pasa la corriente atraviesa una bobina y sierra el contacto mediante inducción y se activa la alarma.



Figura 18. Tarjeta sensor Central Física.

La tarjeta central siempre está conectada físicamente a la red de CFE, se puede decir que está a la WAN o a la LAN, dado que la red completa de CFE es una WAN. La tarjeta está conectada a la red por un equipo, para ser más precisos un conmutador el cual se encarga de enlazar a varios equipos con la red. La tarjeta central contiene un RF al igual que las demás este está en constante enlace con los demás RF, cuando sucede un evento la tarjeta se entera en cuestión de segundos dado que la velocidad que manejan los XBee es de 2.4GHz, lo que hace la tarjeta es decodificar esa información o señal RF a digital y de esa forma hacer un puente entre el sistema de monitoreo al conmutador y este a subes a la red de CFE.

CAPÍTULO 2

PLANEACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA.

En este capítulo se describe la planeación y el diseño del sistema de vigilancia remota, además de plantear un panorama del sistema, los componentes, la red y algunas de las ubicaciones reales donde se colocan los sensores en la subestación de Comisión Federal de Electricidad. Se verán algunas de las especificaciones del desarrollo del módulo central y remoto, red de datos y algunos datos adicionales.

Panorama general del sistema.

El panorama general del sistema, fue planeado para que fuera remoto y con un control fácil y sencillo, con los materiales y especificaciones descrito en el Capítulo anterior.

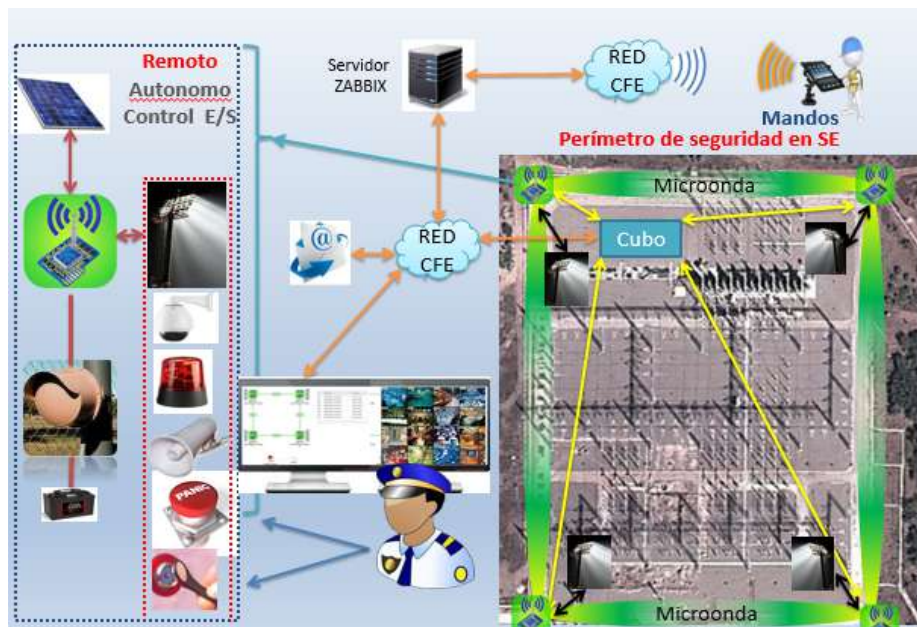


Figura 19. Panorama Del Sistema.

En la Figura 19 se presenta el sistema de vigilancia remota, sin tomar en cuenta algunos materiales utilizados, se muestra el panel solar, seguido de una tarjeta la cual se utiliza para transmitir y recibir información entre otras tarjetas; al lado izquierdo de la tarjeta se encuentra un faro o poste de luz, una cámara de vigilancia una luz roja, una bocina un botón de paro y una llave, la mayor parte de los componentes se encontraran en las cajas de los sensores. Después de la tarjeta se encuentra un sensor TX o RX y una batería recargable para alimentar el circuito.

El sistema tiene un circuito central al cual llega la señal de los demás sistemas de control remoto, un poco más adelante se detalla el principio de operación de este sistema.

Como se observa en la imagen el circuito se puede dividir en dos etapas, la física donde se encuentran los sensores y la parte de redes, en esta última etapa utilizaremos la red de CFE WAN, para enlazar la caja central del sistema por medio de una IP, esto con el protocolo de red en los que se basa Internet y que permite la transmisión de datos entre computadoras TCP/IP, lo que significa Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet. Esta información ira a un servidor en el cual se podrá monitorear remotamente, todas las especificaciones se verán más adelante.

Estructura de la plataforma en GRTNO.

El objetivo de este procedimiento es lograr la uniformidad y estandarización para la instalación y configuración de los quipos que conforman el Sistema de Vigilancia remota de la GRTNO (La Gerencia Regional de Transmisión Noroeste), es una gerencia que forma parte de la subdirección de Transmisión dentro de la cadena de valores de CFE. El cual, es una solución tecnológica para contar con un sistema de vigilancia en cadena de las estructuras que se encuentran en las diferentes sub estaciones de Hermosillo, empezando en la sub estación llamada Hermosillo 4, área de Transmisión.

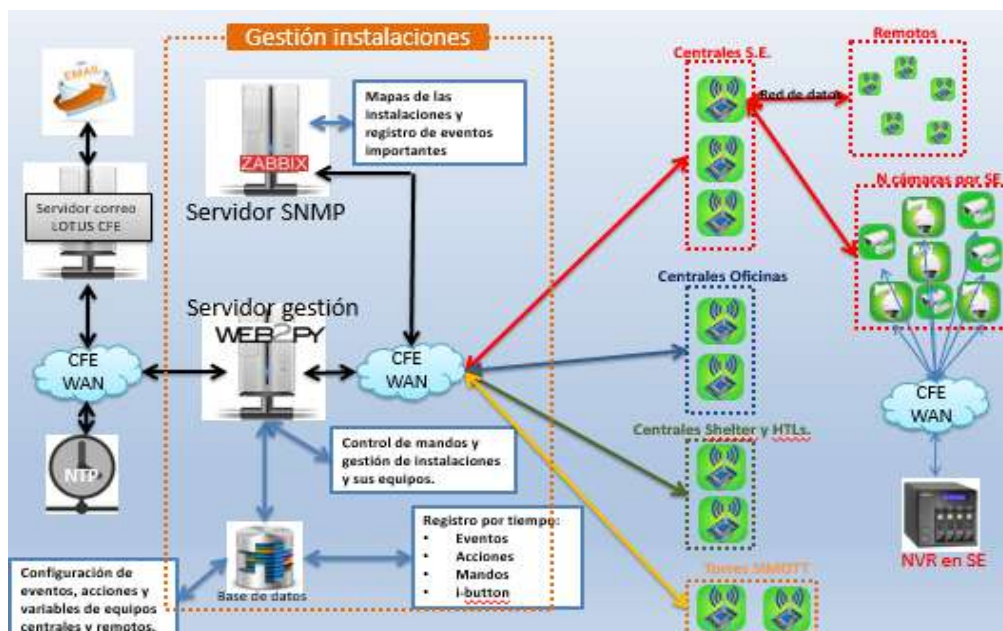


Figura 20. Estructura de la plataforma.

La Figura 20 muestra de una forma sencilla la estructura de la plataforma o red, tomando en cuenta primero la parte central donde se encuentra el cuadro de puntos anaranjados. La gestión e instalaciones es una red que ya se encuentra en CFE, esta red como anteriormente dicho es una red WAN que está constituida por varias LAN, esta red es utilizada para

monitorear y tener comunicados todos los componentes electrónicos y eléctricos que estén en funcionamiento, esta red cuenta con algunos protocolos tales como TCP/IP, NTP, etc. De igual manera la red cuenta con sus propios servidores de almacenamiento de información y gestión de información. La red estará ligada o más bien dicho los sensores estarán ligados a la red por medio de ciertos protocolos que el más básico de ellos es el TCP/IP, el cual consiste en asignarle una IP y por medio de internet tener acceso a el de manera remota, sin necesidad de hacerlo por un cable ya sea UTP (Par trenzado no blindado) o el tipo de cable que el sensor requiera.

En el lado derecho de la imagen se muestran diferentes sensores que se dirigen a hacia la red mediante flechas de distintos colores, todos son sensores pero de diferentes proyectos que se están manejando pero es un ejemplo de cómo se maneja la red. Seguiremos la flecha roja la que especifica Centrales S.E, el sistema de vigilancia tendrá una caja central llamándola de ese modo es donde se comunicaran los demás sensores haciendo una cadena o bien conocida como red Mesh, no es necesario que todos los sensores lleguen hacia la caja central y tampoco que se cree un circulo entero, solamente se necesita crear una cadena entre la caja central y un sensor y este último podrá ver a los demás, en el dibujo se muestran 3 sensores centrales que están monitoreando a los sensores remotos que es donde se encuentra nuestra red de vigilancia, si un sensor es alarmado manda la señal hacia uno de ellos y así sucesivamente hasta llegar a al central.

Suponiendo que un sensor es activado y este manda la señal hacia la caja central, gracias a la red Mesh. El sensor o caja central como anteriormente mencionado consta de algunos protocolos tales el caso como el TCP/IP, conectándolo a la red CFE y asignándole una IP puede ser monitoreado, toda esta etapa es la gestión de información y mediante el protocolo NTP llega la información a un servidor de correos de CFE LOTUS, este servidor se encargara de mandar un correo electrónico notificando sobre la activación de X sensor al personal correspondiente.

Sensor volumétrico para detección perimetral.

Un solo modelo 300B puede cubrir una distancia de hasta 183 m (600 pies) como anteriormente mencionado. Se suministran tres elementos de patrón corto alcance, con un alcance máximo de 30 m (100 pies), alcance medio, con un alcance máximo de 107 m (350 pies), y alcance extendido, con un alcance máximo de 183 m. El receptor está equipado con control automático el receptor para la distancia a cubrir.

Los sensores son marca Southwest Microwave, Inc. Son sensores microondas modelo 300B, este número al final significa el alcance que tiene el sensor, existen otro modelos como el 360B que tiene un alcance de 60m, el modelo 300B que es el que se utilizó, tiene un alcance de 180m y el modelo 310B que su alcance es de 457m.

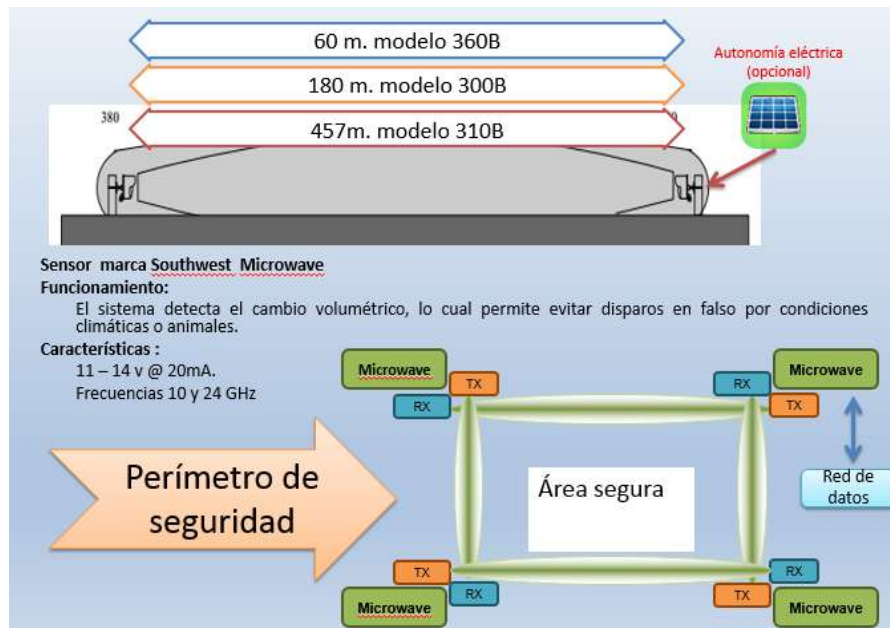


Figura 21. Detección perimetral.

En la imagen anterior se muestran 3 barras o flechas las cuales contienen datos de los diferentes tipos de sensores, para seleccionar el tipo de sensor que se ocupaba en la zona que queríamos proteger, se midió el perímetro y se optó por el Modelo 300B que su alcance es de 180m. Claramente en la imagen se observan 2 sensores a una cierta distancia, esto es simplemente para mostrar en un esquema como estarían los sensores físicamente, también cabe aclarar que tanto el RX y el TX cuentan con un panel solar. Algunas de las características del sensor es que consume de 11-14V a 20mA y su frecuencia a 10 y 24GHz. Por ultimo en la parte inferior derecha se encuentra un diagrama de lo que será el perímetro de seguridad un poco parecido al capítulo 2.1. Se muestra simplemente donde están colocados los TX y RX y sus enlaces y un pequeño ejemplo de su red.

Desarrollo modulo central y remoto.

Se ha mencionado en algunos párrafos anteriores sobre un módulo central al cual le llegara la información de alerta de uno de los sensores. Este módulo central se colocará físicamente a la mitad de una antena que se encuentra en la caseta de la sub estación Hermosillo 4. Los detalles físicos como las antenas que tendrán las cajas de los sensores se verán más adelante.

Se tienen dos diferentes tipos de tarjetas la tarjeta central que solo el modulo central tendrá y el otro tipo de tarjeta es el común que la mayoría de las cajas o módulos de los sensores tendrá, con estas tarjetas sencillas se comunicarán entre si y mandarán la señal de alerta al módulo central.

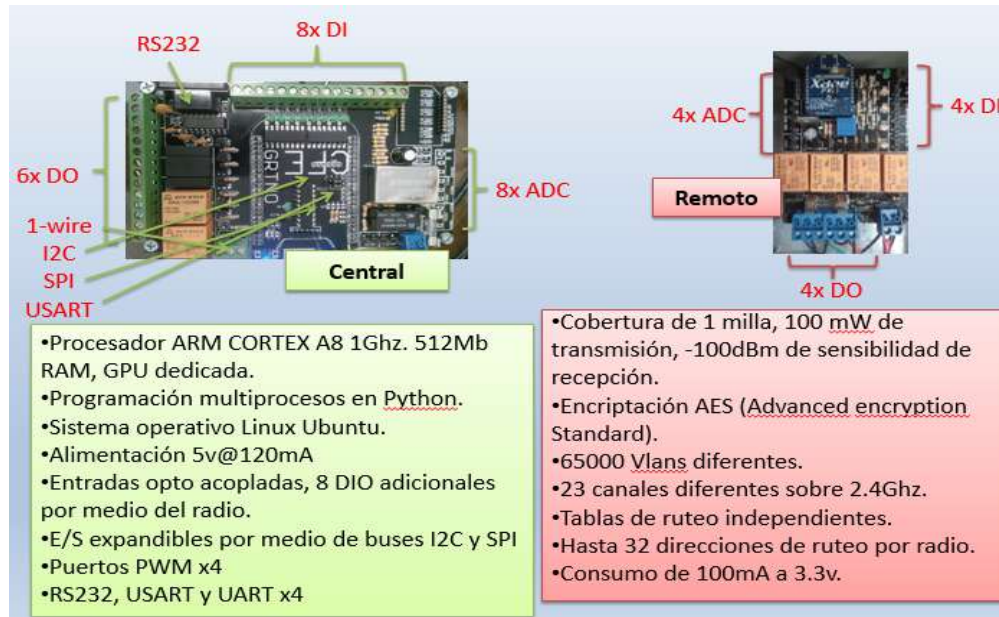


Figura 22. Estructura de la plataforma.

Como se muestra en la imagen dos tarjetas diferentes, estas tarjetas se tomaron como ejemplo y sus especificaciones para el proyecto de vigilancia remota, estas tarjetas se utilizaron en otro proyecto de vigilancia muy parecido, en una primera instancia se pensaron en utilizarse, pero tenían algunos componentes que no eran necesarios y se optó por conseguir unas tarjetas más simples sin algunos componentes. (Por el momento dichas tarjetas son de carácter confidencial)

Red de datos.

La red que constituye los sensores será una red inteligente, dado que los sensores TX y RX tendrán su propia transmisión de datos a la caja central, ellos formaran su propia red y dicha información de activación de la alarma se ira a la red WAN CFE, como anteriormente dicho a grandes rasgos se mandará un correo o por algún medio se le avisara al usuario encargado de la vigilancia y a otras personas, estos datos quedaran en la base de datos.

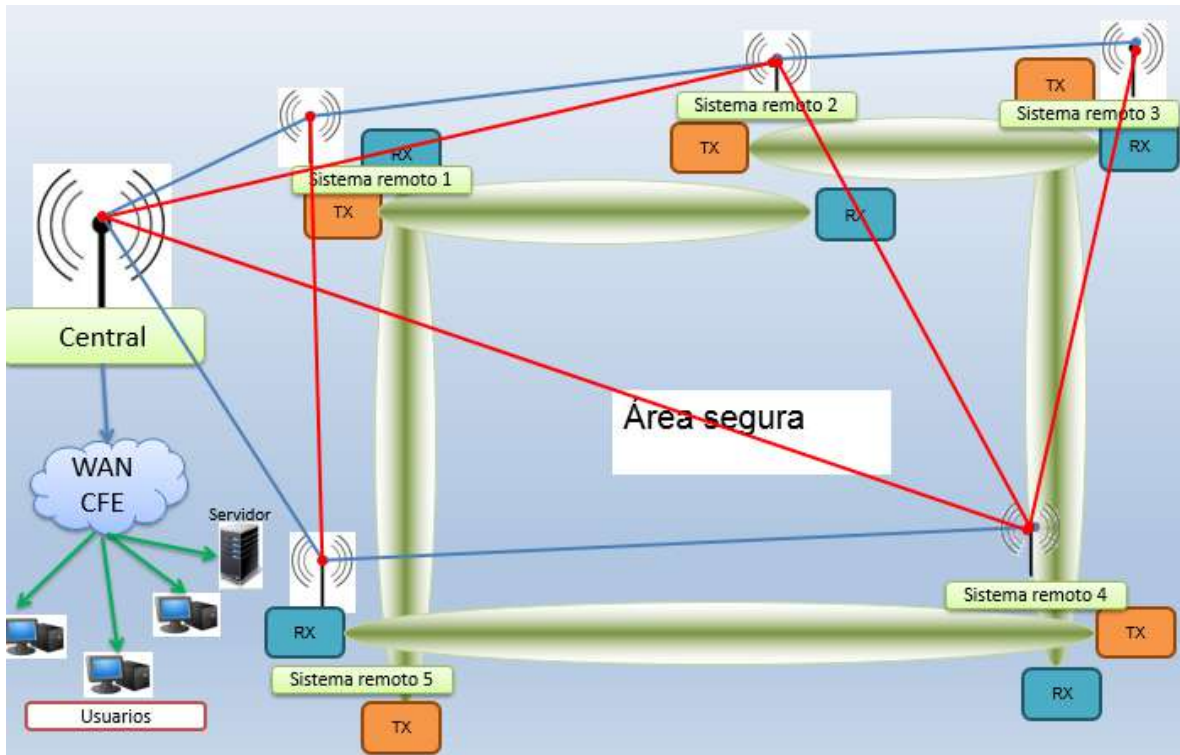


Figura 23. Red inalámbrica inteligente redundante.

En la imagen se muestra la red inteligente como antes se ha mostrado, tenemos un área segura a la cual no se puede entrar a ella sin pasar por algún punto donde se encuentren los sensores, más adelante se comentara que pasaría si una persona trata de abrir un sensor para deshabilitarlo estando estos en funcionamiento.

Un ejemplo de la red de datos que constituyen a las estaciones de los sensores para tener comunicación entre ellos es la imagen siguiente:

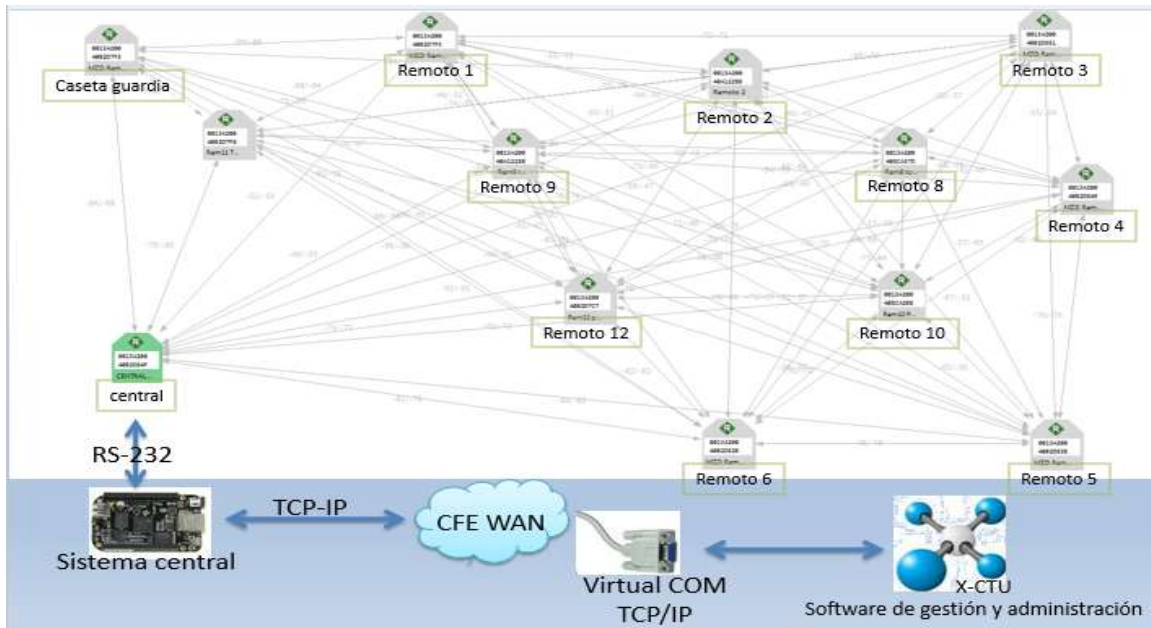


Figura 24. Red de datos y gestión.

En esta imagen se muestra el Software de gestión y administración X-CTU, con el cual se puede observar cómo están las conexiones entre sensores, más adelante veremos un poco del funcionamiento y del uso que se utilizó con dicho programa. Dado el protocolo TCP/IP se puede observar la red de manera virtual, cabe aclarar que gracias a estos protocolos se le puede dar una revisión preventiva fácil y rápida. Esto se observa mediante la red WAN que está conectada físicamente por un cable UTP o cual quiera otro tipo de cable de conexión, regularmente la categoría del cable que se usa es 5E y los conectores igual, el sistema central está conectado a la red de la forma explicada. El sistema se conecta a los remotos que son los Xbee de forma WiFi y utilizando el programa los enlaces se verían como se muestra en la figura, no importa que la central no alcance a detectar a todos simplemente con que uno solo logre estar en el rango, el modulo central tendrá la información.

Si alguno de los sensores falla se le mandará una señal de emergencia o simplemente no aparecerá en la red que detecte el modulo central, el sistema tendrá mantenimiento preventivo, predictivo, por si llegase a pasar un problema.



Figura 25. Sub estación Hermosillo 4.

En la imagen anterior se muestra la sub estación, la cual ya tiene cámaras instaladas y también se muestra un esquema más visible de donde se pueden colocar los sensores. Se muestran 11 remotos y sus enlaces más adelante se detallan la velocidad y la frecuencia de estos.

La persona encargada de la vigilancia podrá pasar por el lugar desactivando todo el sistema y cuando termine su recorrido de rutina, deberá encenderlo nuevamente.

El sistema de vigilancia remota no estará todo el día activado este solo se activaría en horarios no laborales y se desactivaría en horarios laborales.

CAPÍTULO 3

INSTALACIÓN.

En el capítulo se describe como se llevó a cabo la instalación de los sensores TX, RX y algunas de las especificaciones que se requiere para su funcionamiento adecuado. Las instalaciones que se hicieron en esta parte son de prueba, con el fin de especificar en qué lugar se colocaran los sensores definitivamente. El buen funcionamiento de los sensores depende de muchos factores como clima, terreno, obstrucción de objetos etc.

Instrucciones de instalación.

Las instrucciones de instalación serán iguales a la instalación definitiva.

En la instalación primero se debe considerar la ubicación del modelo 300B.

Área requerida. El modelo 300B debe estar ubicado en un área que esté libre de obstrucciones y objetos móviles tales como cercos de malla de alambres, arbustos y grandes masas de agua. Los objetos grandes en movimiento dentro del patrón de protección no podrán distinguirse de un intruso y causan falsas alarmas por molestias.

El área despejada requerida para la instalación de un modelo 300B depende de la distancia a cubrir por el enlace. En cada instalación el área despejada debe ser por lo menos tan grande como el patrón de protección.

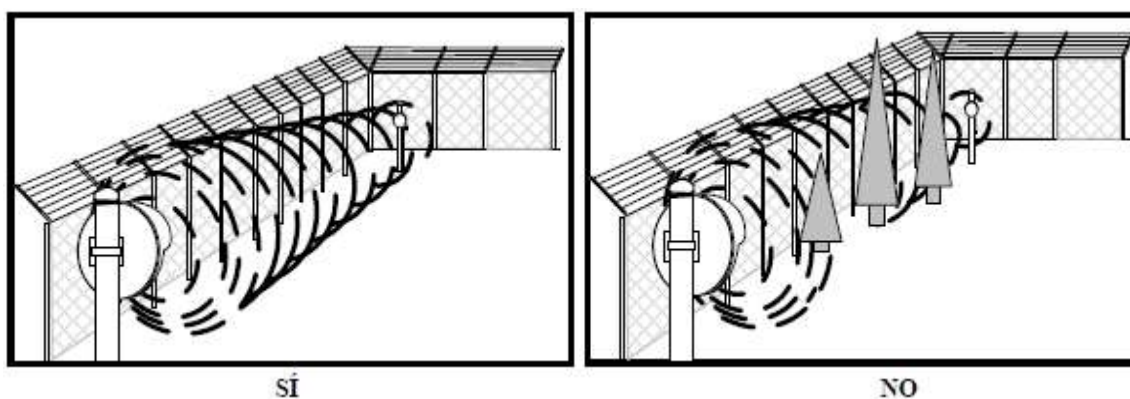


Figura 26. Área Requerida.

En la imagen anterior se muestra la misma escena pero con diferencias, primeramente la imagen de la derecha tiene algunos árboles que están obstruyendo la señal de microondas que emite el TX, se puede observar que si llega la señal, pero los problemas son que no tendrá buena sincronización entre sí e incluso puede llegar a no recibir señal. Además, al

momento de montarlo y estar funcionando si hay un árbol cerca que es un objeto en movimiento, el sensor lo detectara como una persona y esto alarmara el sensor. La opción más factible es que el sensor se encuentre en un lugar donde no existan arboles obstruyendo el camino y no se encuentre una reja la cual se pueda mover, si esta una pared de concreto no habrá ningún problema. Por lógica decidimos que la imagen a la mejor opción es la de la izquierda.

Terreno. Como la operación del enlace requiere la transmisión de energía del transmisor al receptor, es importante mantener una línea visual despejada ente las unidades. Por tanto, el suelo deberá ser llano en el área protegida.

Cualquier obstáculo, elevación o zanja en el área hará sombra al haz y puede proporcionar un espacio por el que un intruso puede arrastrarse. Los obstáculos o elevaciones deben ser allanados, y las zanjas rellenadas para que el área esté plana con un margen de 15 cm. El área protegida puede ser cualquier material estable, razonablemente liso, tal como concreto, asfalto, tierra arada o grava. Si hay hierba o vegetación en el área protegida, esta debe ser mantenida a un máximo de 8 cm de altura. Un enlace modelo 300B no debe ser operado sobre agua abierta.

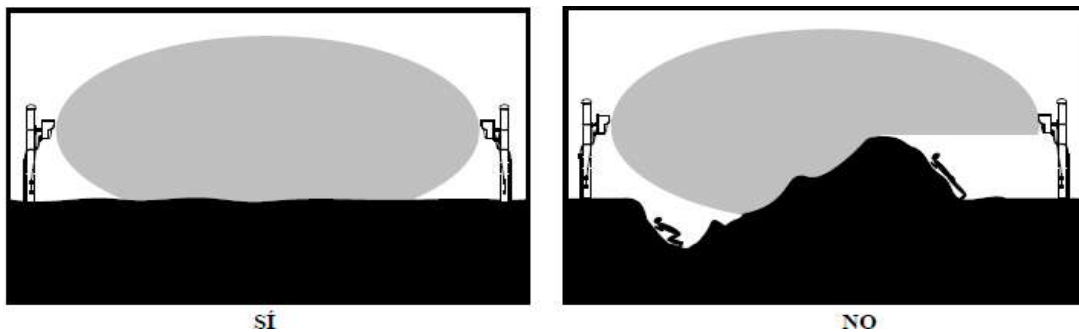


Fig. 27 Terreno Requerido.

En la imagen anterior se muestran dos terrenos el derecho es un terreno el cual no se encuentra con zanjas y terrenos elevados que interrumpen la visión de los sensores, lo adecuado sería colocar los sensores en un terreno como la imagen de la izquierda, como se explicó en el paso anterior.

Protección física. Se debe instalar el transmisor y el receptor en ubicaciones que ofrezcan protección contra daño accidental, así como contra sabotajes. Dispositivos sencillos tales como postes parachoques y barreras para estacionamientos pueden usarse para proteger el equipo contra daños causados por vehículos.

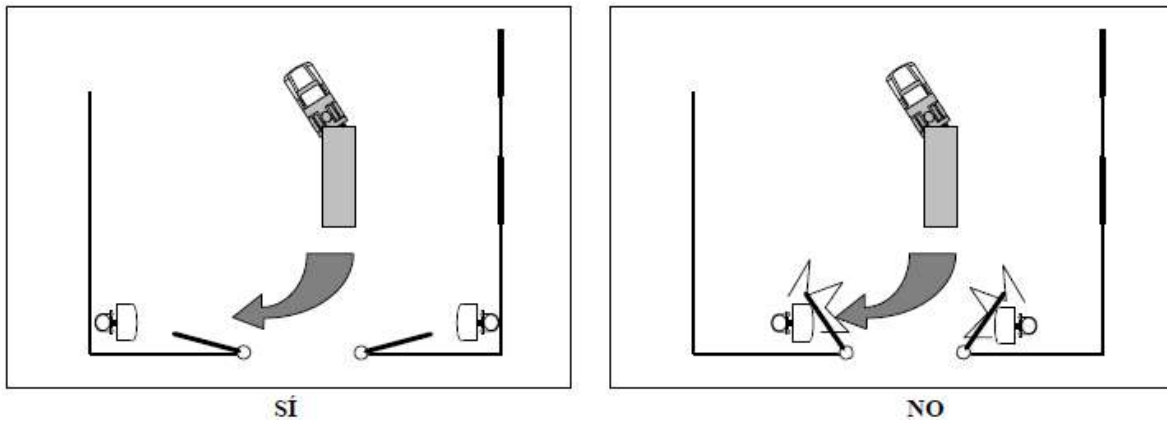


Figura 28. Protección física.

La imagen es un ejemplo de lo explicado en el punto 3, una idea para proteger los sensores sería colocar barreras si se encuentran en lugares de acceso para vehículos, las puertas tendrían que ser pesadas para que no afectara a los sensores el movimiento de ellas o estar clavadas al piso con un tubo y simplemente levantarlos cuando se ocupe la protección.

Máxima seguridad. Se debe escoger la ubicación que ofrezca la máxima seguridad, pero que esté libre de alarmas por molestias. Siempre se tiene que ubicar el modelo 300B dentro de un cerco o dentro de un área de acceso controlado para evitar alarmas no deseadas motivadas por el tráfico peatonal ocasional, vehículos o animales grandes. Típicamente, las unidades deben ser montadas a 0.75-1.0 m (2.5 a 3 pies) sobre el nivel del suelo, y suficientemente alejada del interior del cerco para proporcionar un área de protección despejada.

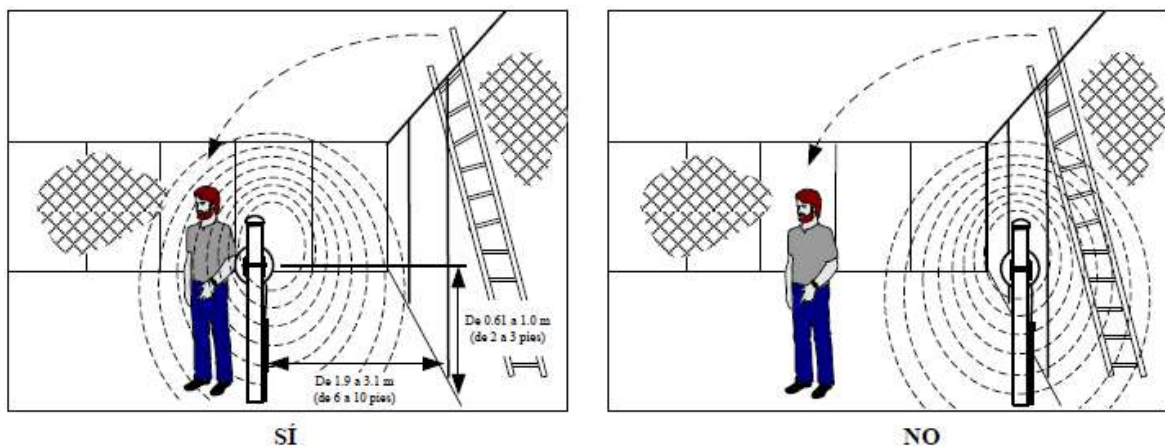


Figura 29. Seguridad de colocación.

Para máxima seguridad, es necesario colocar los equipos a una misma altura en un terreno plano, con el fin de que los equipos tengan una menor zona muerta que se encuentra debajo

de los sensores. Estos tipos de ubicaciones proporcionan la máxima seguridad posible. Se recomienda un solapamiento de 9m en los puntos intermedios, y un solapamiento de 4.6 m en las esquinas. Si el sitio demanda un solapamiento más corto, el aumento en sensibilidad reducirá la zona muerta, pero también ensanchará el haz, el descentramiento de los enlaces solapados en la línea será medido desde el centro de cada unidad. Se puede dar protección adicional en los puntos críticos instalando los sensores monoestáticos modelo 380 o 385, sensor infrarrojo modelo 415, Modelo MS15 o Ms16 Sensores de Dual Tecnologías o enlaces apilados de SOUTHWEST MICROWAVE, INC.

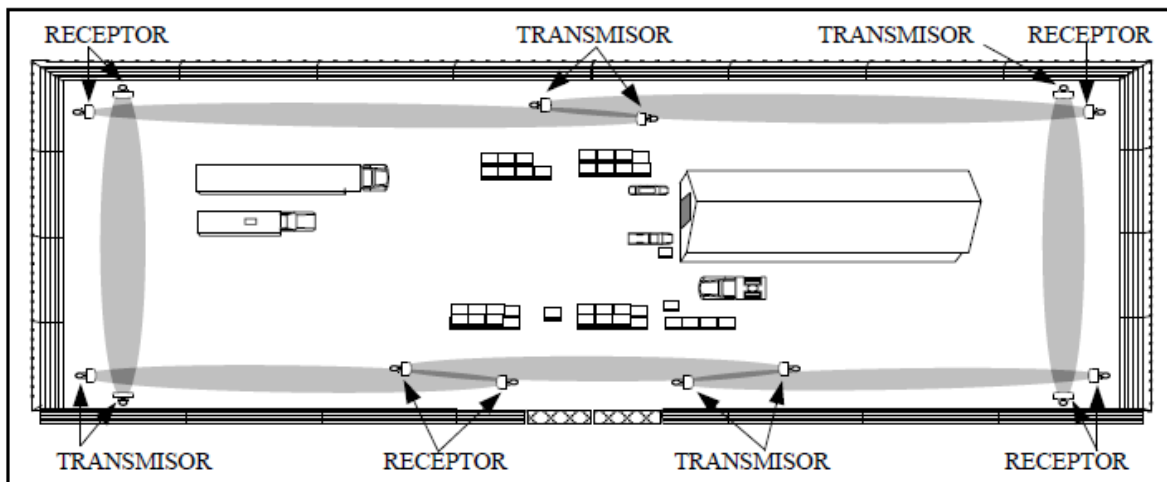


Figura 30. Puntos de solapamiento.

En cada punto de solapamiento se deben instalar dos transmisores o dos receptores. Esta disposición evita que un transmisor y un receptor adyacentes establezcan un enlace no deseado a través de la corta distancia de solapamiento. Si hay un número impar de enlaces en la instalación, deberá solapar un transmisor y un receptor. Esto se debe hacer en una esquina, como se muestra en la imagen anterior.

Cable de la fuente de alimentación.

El modelo 300B requiere solamente de 20mA a 10.5 -14 VCC para cada transmisor o receptor. Por tanto, es posible que ya tenga disponible alimentación suficiente con baterías de reserva de las fuentes de alimentación de otros sensores o del propio panel de control. Cualquiera fuente de alimentación regulada de 12 VCC será adecuada, siempre y cuando el ruido no excedan 50mV y se le preste atención a la caída de voltaje al conectar alambres de modo que el voltaje EN CADA TRANSMISOR O RECEPTOR permanezca entre 10.5 y 14 VCC. La relación entre caída de voltaje y las distintas distancias de cable se muestran en la siguiente tabla.

CALIBRE DEL CABLE	CAÍDA DE VOLTAJE EN 150m TRANSMISOR o RECEPTOR	CAÍDA DE VOLTAJE EN 150m TRANSMISOR Y RECEPTOR
# 18 AWG (1.05 mm diám)	.2V	.4V
# 20 AWG (0.82 mm diám)	.3V	.6V
# 22 AWG (0.66 mm diám)	.5V	1.0V
# 24 AWG (0.54 mm diám)	.8V	1.6V
# 26 AWG (0.41 mm diám)	1.2V	2.4V

Tabla 1. Caída de voltaje Vs. Calibre de los cables.

Montaje del enlace T/R modelo 300B.

Para montar los enlaces, se tiene que preparar una superficie rígida para el transmisor y el receptor modelo 300B. Como antes mencionado en el capítulo 3.1 es importante no montar las unidades en un cerco de malla metálica o cualquiera superficie que vibre. Un poste de montaje recomendado es un tubo galvanizado de 9 cm (diámetro exterior 10 cm) enterrado en el suelo en una base de concreto, y que sobresalga por encima del nivel del suelo hasta una altura de 1.2m. Para montar el TX y RX entre 0.75 y 1.0 m por encima del nivel del suelo y hay que tomar en cuenta que tenemos que dejar más espacio para los ajustes que se harán de al menos 30 m. En la alineación final se puede requerir ajustes de altura para lograr el patrón de protección óptima. Lo recomendado es un tubo conduit flexible de 1.3 cm de grosor y de 46 cm de longitud entre el acople para el T/R

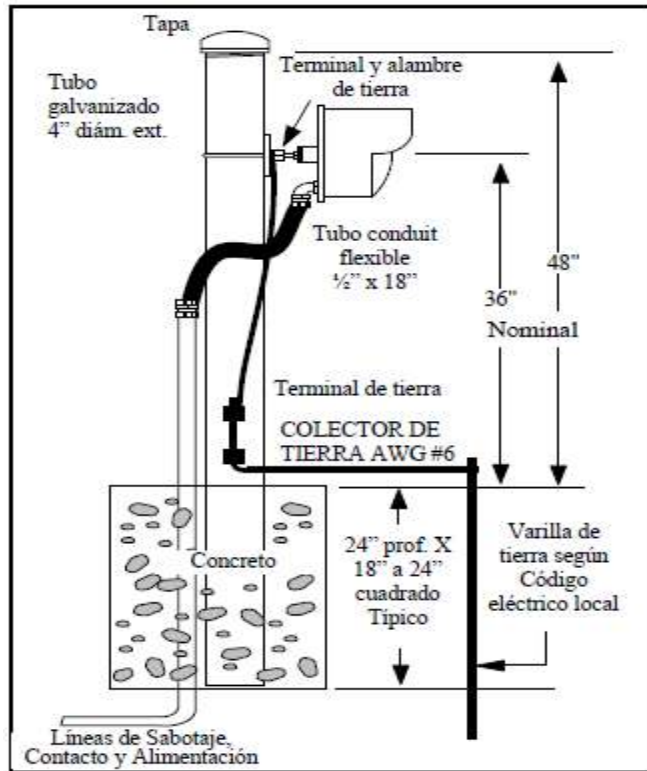


Figura 31. Sensor TX.

La imagen anterior especifica con claridad cómo estará instalado el sensor, sin tomar en cuenta que aún falta el panel solar y el gabinete del sensor etc. La imagen muestra la altura, donde está colocado el tubo, el tipo de tubo, entre otras especificaciones.

Hay algunos materiales que no se especifican en el marco teórico, pero que se utilizan al momento de la instalación, tales como tuercas, llaves, pernos, tornillos, abrazaderas de montaje, etc.

Al momento de instalar el sensor se requieren de muchos materiales como acabamos de ver, una vez montado el poste y todos los aditamentos para sostener el sensor simplemente se coloca frente al tubo como se muestra la imagen y se coloca en la abrazadera de montaje que tiene un tornillo de rosca (esta abrazadera viene incluida con el sensor todo lo demás no) y simplemente se enrosca el sensor. La instalación es igual tanto en TX como RX, sin contar todas las conexiones posteriores.

Conexión del transmisor modelo 300BT.

Para comenzar con las conexiones hay que retirar los tornillos de la tapa del sensor, una vez hecho esto lo fundamental es conectar los cables de alimentación del sensor y es opcional conectar los cables del circuito de sabotaje, los cables tienen que ir a través del acople del tubo conduit. Hay que tomar en cuenta que en transmisor se puede mover un poco y hay que dejar un poco de cable y no ponerlo tan justo.

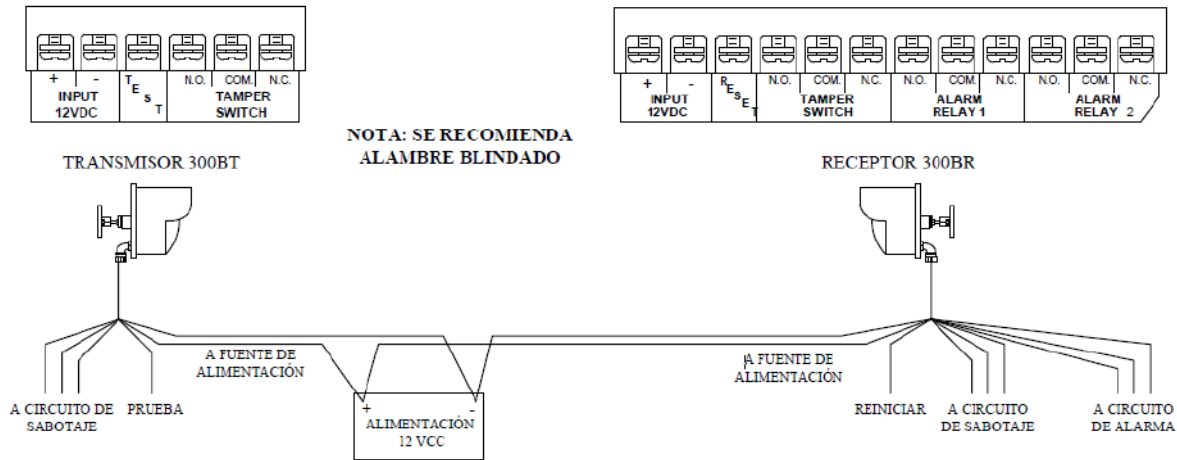


Figura 32. Diagrama de cableado.

La imagen muestra las conexiones que en ambos sensores se ocupan, los conectores que se ven a principio de la imagen, cada sensor los trae de fábrica, en el caso del TX se observan 6 cuadros que indican conexiones donde se puede colocar un cable, en los primeros dos se colocara el + y – respectivamente esto quiere decir que es nuestra terminal de alimentación +12 VCC y conexión a tierra de alarma (GND) (Negativo), en la imagen se observa la polaridad.

Para protección contra aperturas no autorizadas o sabotaje, se proporciona un interruptor de contacto con contactos separados. Los contactos de sabotaje en C están colocados en la terminal “Tamper Switch” (interruptor de contacto).

Por ultimo si se quiere hacer una prueba remota se puede utilizar la terminal 3 que dice “TEST”.

En el siguiente punto se hablará de la conexión del RX, hay que aclarar que en la imagen se muestra que la batería de alimentación está colocada en el zulo, lo cual nosotros no aremos.

Conexión del receptor modelo 300BR.

Para la conexión del receptor se repiten los pasos retiramos los tornillos y la tapa del sensor y procedemos a conectar los cables que se encuentran dentro del cable conduit. En la figura 27 se muestra cómo deben de ir las conexiones, del lado derecho tenemos el sensor RX, conectamos los cables de alimentación a la terminal identificada como +12 VCC y GND, de igual manera que en el TX observamos las polaridades de la imagen y es como se debe de conectar.

Observamos en el sensor RX en la imagen tiene 12 conectores los cuales están en grupos los 2 primeros corresponden a la alimentación. Los siguientes contactos a tomar en cuenta de los 10 restantes son 2 de grupos de 3 contactos que vienen siendo los relé, los contactos de **ALARMA EN CIRCUITO CERRADO** (se abren cuando hay una alarma) están en las

terminales COM y NC del “alarm Relay” (Relé de alarma). Los contactos de **ALARMA EN CIRCUITO ABIERTO** (se cierran cuando hay una alarma) están en las terminales COM y NO del “Alarm Relay” (Relé de alarma). Los contactos de **SABOTAJE** están disponibles en las terminales “Tamper Switch” (interruptor de seguridad). Si se quiere restaurar se coloca un cable en la terminal 3.

Selección de frecuencia de modulación.

El transmisor modelo 300BT tiene cuatro frecuencias de modulación seleccionables en el campo. Algunos de los sensores se colocaran muy cerca como se vio en el capítulo anterior, por ejemplo puede que se crucen dos frecuencias de TX y si estas se encuentran en el mismo canal es muy probable que provoque ruido o interferencia a las dos señales, en cambio, si se colocan a diferentes frecuencias este problema queda anulado. Diferentes frecuencias de modulación reducen la posibilidad de modulación cruzada o interferencia mutua.

En pequeños pasos podemos definir como seleccionar los canales:

- 1.- Seleccionar un canal de modulación diferente de la modulación de otros enlaces que estén operando en el área cercana.

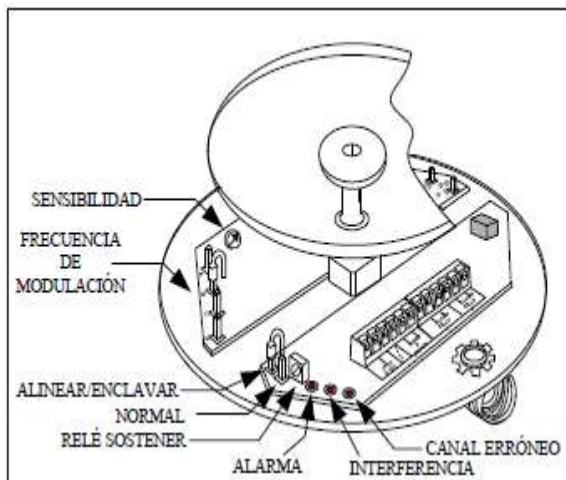


Figura 33. Receptor modelo 300BR.

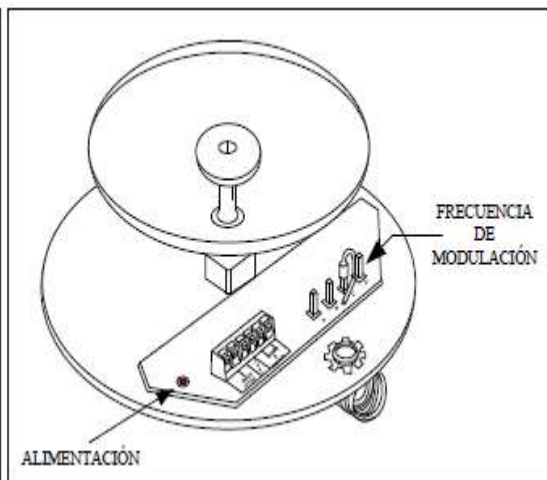


Figura 34. Transmisor modelo 300BT.

La figura 32 muestra algunos datos tales como la sensibilidad que controla que tan sensible es al movimiento o a la interferencia el receptor, el voltaje de aceptación del equipo tiene un umbral que se controla con un potenciómetro, la frecuencia de modulación que simplemente son pines los cuales están en canales como canal A, B, C, D. Para alinear el sensor debe estar cableado el cable y estar enclavado. Hay una serie de leds de color rojo que indican el relé, alarma, interferencia, canal erróneo.

La figura 33 es el Transmisor como se muestra en la imagen se ve que tiene menos componentes, consta de un led rojo para indicar que esta alimentado y la frecuencia de modulación, de igual manera que en el RX solo que en diferente posición.

- 2.- Conectar el cable de puente PCB a la terminal apropiada para seleccionar en canal deseado.
- 3.- Determinar la frecuencia de modulación del transmisor que ilumine al receptor de enlace.
- 4.- Conectar los alambres de puente PCB al terminal apropiado para el canal deseado en el receptor.

Instrucciones de instalación del elemento de patrón de antena.

Cada enlace por microondas de los sensores proporciona tres patrones de detección y alcance de hasta 183 m. El ancho del patrón se puede variar en campo con solo instalar el elemento de patrón antena apropiada y ajustar la sensibilidad del receptor. El ancho del patrón de protección se puede variar de 0.6m a 12.2m de ancho.

El sensor viene de fábrica con el elemento de ALCANCE EXTENDIDO instalado en la parte del alimentador de antena y se asegura con un tornillo de NYLON PLÁSTICO tanto en el transmisor como en el receptor

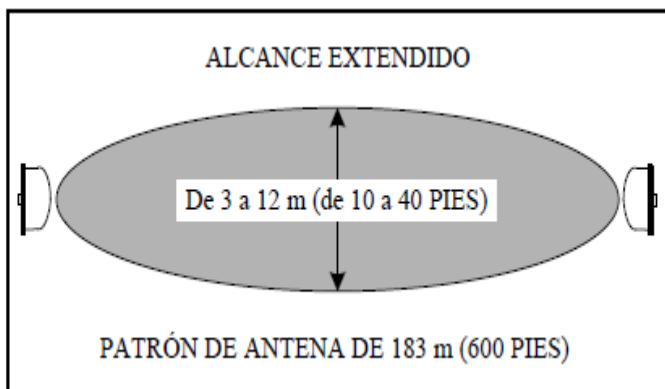


Figura 35. Alcance extendido.

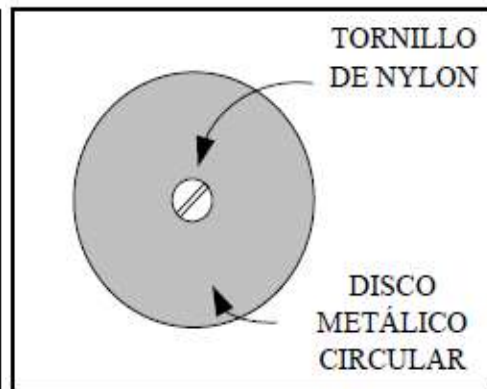


Figura 36. Tornillo.

La alineación inicial debe llevarse a cabo con el elemento de alcance extendido instalado en el transmisor y el receptor.

Para cambiar al elemento de alcance medio, se hace de la siguiente manera:

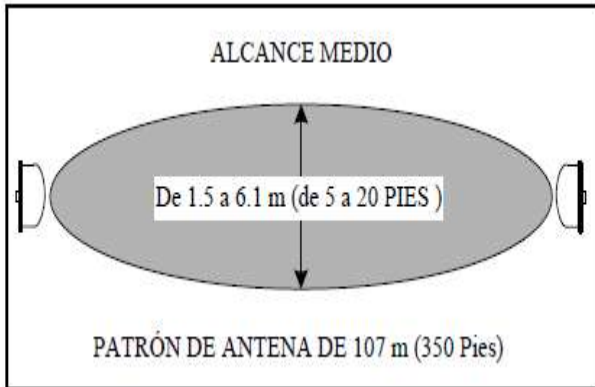


Figura 37. Alcance medio.

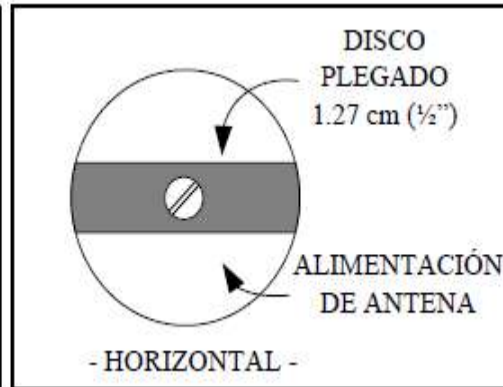


Figura 38. Disco plegado.

Los pasos a seguir tanto en el TX como en el RX son los siguientes:

- 1.- Se retiran (6) tornillos que aseguran el radomo de plástico.
- 2.- Se retira el tronillo de NYLON DE PLÁSTICO del extremo del alimentador de antena y se retira el elemento de alcance extendido.
- 3.- Se instala el elemento de ALCANCE MEDIO y se asegura con el tornillo de nylon de plástico del paso #2. El elemento de alcance medio puede montarse en posición horizontal o vertical en la parte frontal del alimentador de antena según se requiera para una óptima recepción.

CAPÍTULO 4

ALINEACIÓN Y PRUEBA.

En este capítulo se describe el proceso que se realizó para el diseño de pruebas, cabe aclarar que el diseño de pruebas es diferente a la instalación del capítulo anterior porque las pruebas se llevaron a cabo en un tripié porque de esa forma se pueden ajustar las distancias y la alineación. A lo largo del capítulo se define como se colocaron los sensores y las cajas de los circuitos para hacer las pruebas. Las pruebas consisten en medir el voltaje en las terminales TP1 y GND, en estas terminales se puede observar el voltaje de recepción el cual tiene un mínimo de aceptación que más adelante se detalla.

Alineación.

En una serie de pasos se describe de forma detallada el proceso de alineación de los sensores.

- Como se indicó al final del capítulo anterior, una vez retirados los radomos, se aplica alimentación al transmisor y al receptor.
- Se asegura que se esté usando una frecuencia de modulación idéntica y que el elemento de alcance extendido se encuentre instalado en el transmisor y el receptor del enlace que se desean alinear. No es preciso colocar el elemento de alcance si no se requiere.
- Es necesario revisar la operación del transmisor monitoreando el LED “ON” del transmisor en la tarjeta de alimentación del transmisor. (que ya se describe en la Figura 30.)
- Visualmente se tiene que apuntar el transmisor y el receptor para una alineación “a simple vista” (apuntando el uno hacia el otro).
- Se debe de mover el puente Alinear/Enclavar – Normal a la posición Enclavar en el receptor. (esto último se puede ver en la figura 29.)
- En el receptor, se conecta el VOM a TPI (Positivo) y E1 GND (Negativo) con un rango de medición ajustado en 3-5 VCC.
- Se mueve el receptor de arriba abajo y de lado a lado para obtener la máxima lectura del medidor. El borde delantero del disco parabólico debe estar perpendicular a la superficie del suelo. Se debe apretar la tuerca de fijación en la abrazadera de montaje para asegurar el sensor en esta posición.
- De forma manual se aumenta y disminuye la altura del receptor según se requiera para la máxima lectura del medidor. Esto proporcionara la máxima sensibilidad de detección. El voltaje de alimentación mínimo es 0.5 VCC. A pesar de que este es el voltaje mínimo, la alineación y la altura de montaje apropiadas típicamente proporcionan una indicación mayor en el medidor.
- Se desconecta el VOM y mueva el puente Alinear/enclavar – Normal a la posición Normal.
- Una persona tiene que caminar frente a los 2 sensores y otra quedarse para observar la indicación de alarma por medio de un LED rojo de “Alarm”.

- Se ajusta el ancho del patrón cambiando el elemento de antena o girando el potenciómetro “SENS” en sentido horario para aumentar y en anti horario para disminuir, hasta tener el ancho deseado.
- Finalmente se puede observar el voltaje de recepción y si es arriba de 0.5 VCC es aceptable el voltaje de recepción se puede observar colocando las puntas del multímetro en los pines o puntos TP1 y GND del RX.

Función de prueba.

Los sensores incluyen una característica de prueba remota y reiniciación para aplicaciones de alta seguridad, los sensores no cuentan con una tarjeta que haga esa actividad pero si la aceptan. La tarjeta que utilizada para observar remotamente se describe en el capítulo 2, esta tarjeta es diseñada y distribuida por CFE y únicamente a sus instalaciones. Los pasos para la conexión son los siguientes.

- Para probar el transmisor, el voltaje de la fuente de Alimentación (12 VCC) se tiene que aplicar a la terminal “TEST”.
- Se puede llevar a cabo una prueba del transmisor poniendo en “ON” momentáneamente los 12 VCC de la fuente de alimentación a la terminal “TEST”.
- Cuando el “TEST” es activado, el receptor activara la alarma. Se puede obtener un mayor grado de seguridad utilizando la función “Enclavar” del RX.
- Se conecta el puente “Alinear/Enclavar – Normal” en la tarjeta PCB a la posición “Alinear/Enclavar”. Esto hará que el receptor se enclave en el estado de alarma cuando se use la función “TEST” en el transmisor o cuando ocurra una intrusión en el enlace.
- Para restaurar el enlace a la posición normal de no alarma, se aplica 5-15 VCC a la terminal “Reset”.
- Al utilizar ambas funciones, “Test” y “Reset”, se puede probar y asegurar el enlace desde un punto remoto.

Pruebas físicas de movimiento.

En el presente capítulo se han discutido los procedimientos que se deben realizar para la alineación y las pruebas de movimiento, se pensó en colocar los sensores en tripiés sin que estén clavados al suelo para poderlos mover de esa forma ver el lugar más adecuado y posterior a eso marcar el sitio para colocar el poste de metal que ira en el suelo. A continuación se presentan evidencias gráficas de los pasos a seguir para la alineación de la conexión.



Figura 39. Maqueta de sensores microondas para exteriores.

Se montaron sensores microondas sobre tripiés metálicos con su batería de 12 volts, panel solar e indicador visual. La altura de los sensores es de 1m, esto es sugerido por el fabricante.



Figura 40. Área cubierta por sensores microondas en Bahías de 115 y 13.8 Kv.

Las áreas que se encuentran con azul, es donde se encuentran los sensores TX y RX uno en cada lado, la zona que se encuentra en amarillo es el radio de visibilidad el cual detecta el sensor como se muestra en la imagen las distancias no tienen que ser las mismas el primer enlace es de 170m el segundo 153m, el tercero 125m y el cuarto 114m.



Figura 41. Enlace 2.

Cada enlace de sensores se coloca por pareja un TX de un extremo y del otro un RX sin importar en qué lugar quede cual, a menos que un sensor TX este compartiendo fuente de alimentación con otro.



Figura 42. Voltaje en batería de receptor y voltaje en receptor.

Como anteriormente mencionado el funcionamiento correcto del equipo para una buena alineación de los sensores, debe mediar Voltaje DC en el equipo Receptor, entre sus terminales sTP1 y GND; como mínimo debe tener 0.5 V para una buena alineación. La

medición para este enlace es de 0.29 V, a pesar de intentar una alineación perfecta entre los equipos, es el voltaje máximo que se obtiene.

El sensor activa la alarma cuando algo cruza el enlace, de manera normal, sin embargo el voltaje se encuentra fuera de las especificaciones. La medición de voltaje en baterías es de 14.07 V en el receptor y 13.22 V en Transmisor, dentro de especificaciones de fabricante (10.5 a 14.0 VCC).

Este enlace no fue óptimo dado a lo explicado, fue el primer enlace y se hicieron más pruebas para encontrar el verdadero problema. Se colocó otro receptor directamente frente al otro y se apaga el receptor anterior. La medición de voltaje en batería del nuevo receptor es de 14.14 V y el voltaje de alineación es de 1.1 V.



Figura 43. Sensores receptores.



Figura 44. Voltaje en batería de receptor y voltaje en receptor.

Las pruebas realizadas con estos sensores son satisfactorias, detectan cualquier intrusión entre ellos.

Para determinar la causa del bajo nivel en voltaje de alineación del primer sensor probado, se retira el sensor que funciona correctamente del tripié y se coloca el sensor que de voltaje bajo; usando la misma celda solar, batería y cableado que el sensor que funciona correctamente. La medición de voltaje de alineación continua en 0.29 V, se determinó que el sensor está dañado.



Figura 45. Enlace de 170m.

Se colocó una pareja de sensores en enlace de 170m. Para este enlace el terreno no es plano, y existen obstáculos alrededor del enlace.



Figura 46. Terreno inadecuado.

Tubos amarillos obstaculizan línea de vista entre sensores, estructuras en bahía 115 KV se encuentra cercanas a línea de vista de enlace. Existe una loma en el nivel del suelo, y una depresión de aproximadamente 20 cm.



Figura 47. Vista lateral del enlace deseado.



Figura 48. Alineación.

El voltaje de alineación en este punto es de 0.08 V, el cual no es aceptable. Subiendo el sensor receptor al tope sobre la calle (1 40 cm más cerca del transmisor) el voltaje de alimentación es de 1.3 V.



Figura 49. Voltaje de alineación.

Para este enlace se determina que la altura de los sensores debe ser mayor, se suben a 1.53 m. colocando los sensores en la posición deseada para el enlace (a 170m), el voltaje de alineación es de 0.59 V.

Una vez enlazados los equipos, se realizaron pruebas de rango de detección de intrusos, moviendo la sensibilidad del equipo receptor. Ya sea corriendo, caminando o agachado, al cruzar la línea entre sensores debe alarmar. Se arrastra un objeto por el suelo, para verificar que exista cobertura total.



Figura 50. Pruebas de movimiento.

A pesar que el terreno en este enlace es irregular, se logra detección total de intrusos, incluso en la parte desnivel del suelo, ya sea que crucen caminen, corran o agachen.



Figura 51. Detalle de enlace.

Existen canalizaciones para el agua. Lo que crea una sombra para los sensores se realizaron algunas pruebas de arrastre boca abajo estilo comando y se logró evadir el sensor. Sin embargo para llegar a esta sonó se tiene que cruzar por enfrente del sensor y este detectaría la intrusión y si se intenta desactivar o dañar el sensor este activara la alarma como en el capítulo anterior vimos que si se retira la tapa del sensor en funcionamiento este activara un mecanismo de defensa y activara la alarma.



Figura 52. Enlace de prueba Area 230 Kv y autotransformadores.



Figura 53. Detalle de enlace.

Por el lugar del enlace en maniobras, personal activara el enlace en falso, el enlace no se encuentra en área despejada de objetos, durante las pruebas este solo alarma cuando se interrumpe por el paso de una persona.



Figura 54. Enlace área 230 Kv y autotransformadores.



Figura 55. Detalle de enlace.

De igual manera que los enlaces anteriores por el lugar del enlace en maniobra, personal activara el enlace en falso, el enlace no se encuentra en are despejada de objetos, durante las pruebas este solo alarma cuando se interrumpe por el paso de una persona.



Figura 56. Enlace área 230 Kv y autotransformadores.



Figura 57. Detalle de enlace.

Por el lugar del enlace en maniobras, personal activara el enlace en falso, el enlace no se encuentra en área despejada de objetos, durante las pruebas solo alarma cuando se interrumpe por el paso de una persona.



Figura 58. Enlace área 115 y 13.8Kv.



Figura 59. Detalle de enlace.

Por el lugar del enlace en maniobras, personal activara el enlace en falso, la estructura de la subestación le hace sombra a el panel solar.



Figura 60. Enlace área 115 y 13.8 Kv.



Figura 61. Detalle de enlace.

Por el lugar del enlace en maniobras, personal activara el enlace en falso, la estructura de la subestación le hace sombra a los paneles solares de ambos sensores.

Después de hacer varias pruebas en toda la subestación se decidieron ciertos lugares los cuales fueron los más óptimos y mantendrían vigilada el área sin que los sensores estuvieran en un rango donde se pudiera trabajar a futuro.



Figura 62. Área cubierta.

Se decidió que en esta área se colocarían los sensores como en la primera imagen y se siguieron haciendo más pruebas de voltaje con los enlaces que faltaban.



Figura 63. Enlace de 114m.

De igual manera que en las pruebas anteriores, se coloca una pareja de sensores de una distancia de 114m, con un terreno plano y sin obstáculos.



Figura 64. Ubicación de enlace de 114m.

En la imagen se muestra la ubicación de los equipos, se observa en el enlace que hay obstáculos sin embargo se retiraron los postes después de colocar el sensor final.



Figura 65. Voltaje de recepción enlace de 114m.

Se logró cobertura total de detección. El voltaje de alineación fue de 0.60 V.



Figura 66. Enlace de 125m.

Se coloca una pareja de sensores y la distancia entre ellos es de 125m, el terreno es plano, sin obstáculos.



Figura 67. Ubicación enlace de 125m.

Ubicación de equipos transmisor y receptor, la batanga será retirada para colocar el sensor en ese lugar.



Figura 68. Voltaje enlace de 125m.

Se logra cobertura total de detección. Voltaje de alineación 0.807 V.

Conclusiones de pruebas.

Se realizaron pruebas con sensores de movimiento de microondas en varios enlaces, a diferentes distancias y condiciones de terreno. Se realizaron pruebas de rango de detección, para tener cobertura total inclusive si se intenta cruzar arrastrando por el suelo.

Estas pruebas se realizaron para colocar los postes de metal que irán clavados al suelo donde estarán los sensores inmóviles

CAPÍTULO 5

UBICACIÓN E INSTALACIÓN FINAL.

Como hemos visto a lo largo de los capítulos se ha ido desglosando las necesidades del proyecto, tales como los materiales, los sensores TX y RX, programas, instalación y conexión. En este capítulo se describe la utilidad de la información descrita en los capítulos anteriores para la colocación e instalación de los sensores, detallando la ubicación y la instalación final de los sensores, a continuación se mostrara el proceso de instalación:

En una primera instancia se colocó el tubo de metal al suelo, en todas las secciones indicadas con anterioridad. Las especificaciones de la colocación del tubo fueron observadas en capítulos anteriores, dicho tubo tiene una altura de 3m, la base del sensor se colocara a 1m del suelo hacia arriba del tubo. El tubo tendrá una estructura de soporte la cual se utilizara para colocar la fotocelda



Figura 69. Montaje y soporte de la fotocelda.

En la figura anterior se observan 2 cables los cuales fueron colocados una vez se instalara el tubo al suelo. Una vez ubicado el lugar se prosiguió a observar los sensores e identificar su conexión.



Figura 70. Vista del RX.

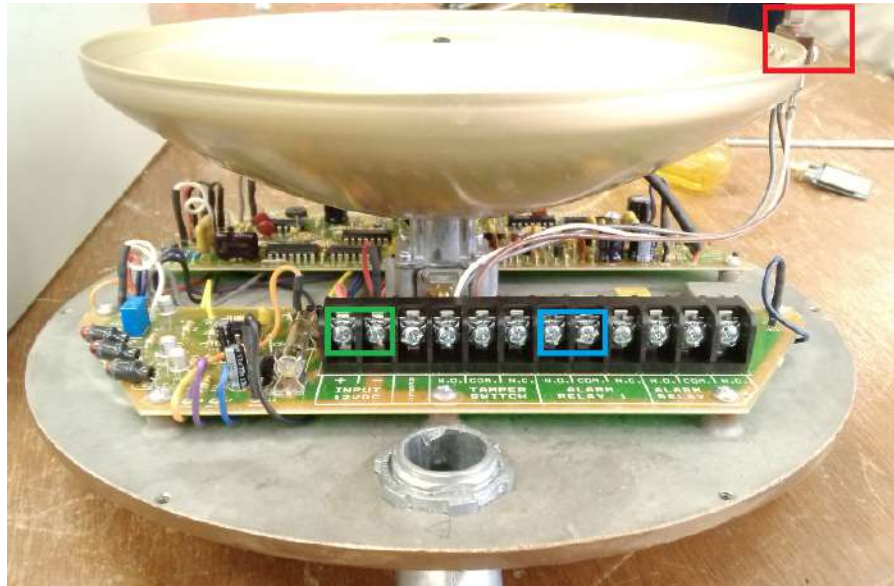


Figura 71. Ubicación RX.

En las figuras anteriores se observa el sensor RX, el cuadro en color rojo muestra el interruptor de seguridad el cual activa una alarma inmediatamente al ser retirada la tapa, el cuadro de color verde es el + y - como se muestra en la imagen, por último el cuadro en color azul es el relevador 1 el cual utiliza la configuración de normalmente abierto (N.O y COM.) esta configuración hace que nuestro relevador se mantenga en un estado de no alarma lo que ocasiona que cuando se cierre el circuito este alarmara y no es necesario conectar los 2 relevadores. Estos puntos se vieron en los capítulos anteriores de igual manera el TX.



Figura 72. Montaje RX.

En la figura se muestra el sensor con la barra de metal que viene junto con este, el sensor está alineado hacia abajo por que aún no se ajusta la tuerca que sostiene al sensor.



Figura 73. Montaje de cajas.



Figura 74. Montaje de cajas.

En la imagen se muestra solamente la caja vacía, a la cual se le coloca la antena, trae consigo un cable el cual se conecta a la tarjeta de cada RX, para ser más precisos se conecta al XBee el cual está montado a la tarjeta. Todos los RX tendrán antenas y los TX no las tendrán.

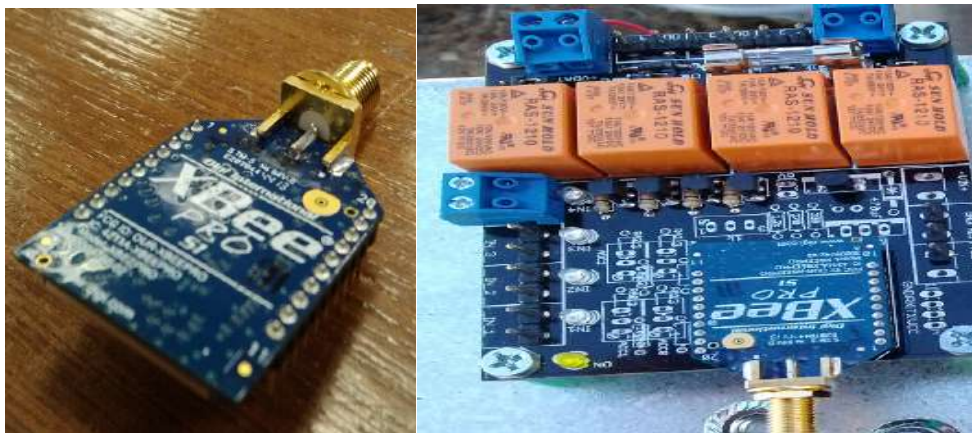


Figura 75. Montaje de XBee.

En la Figura 74 se presenta un XBee solo y en la otra montado a la tarjeta sin embargo antes de conectarlo se tiene que configurar, algunos ya traen una configuración de fábrica, pero la mayoría de los XBee que utilizamos ya estaban configurados correctamente pero algunos no lo estaban.

Configuración y ensamble de Radio XBee.

Para programar dichos dispositivos se requiere de hardware específico, ya sea con una base con puerto serial o USB-serial.



Figura 76. Tarjeta XBee.

Se conecta el XBee a la PC, y se tiene que asegurar si esta lo reconoció.

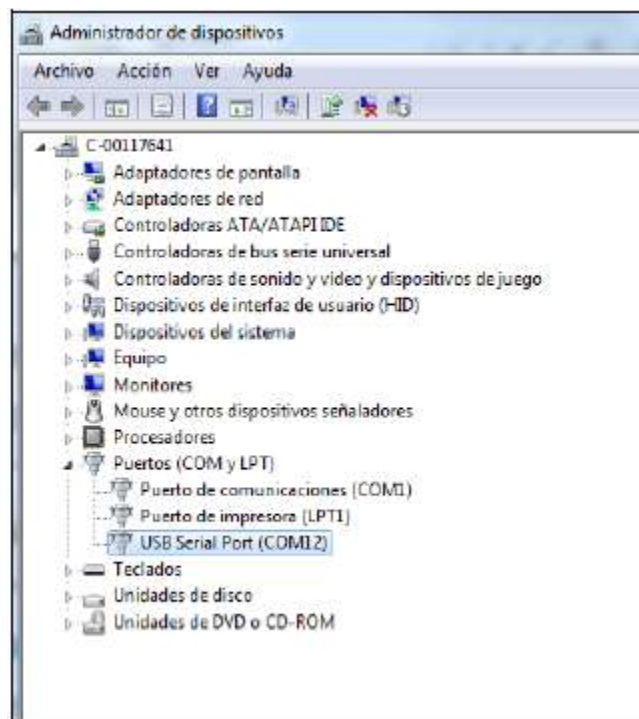


Figura 77. Reconocimiento de equipo XBee por PC.

Ejecutar el programa XCTU, ya que inicia el programa se selecciona agregar nuevo dispositivo.

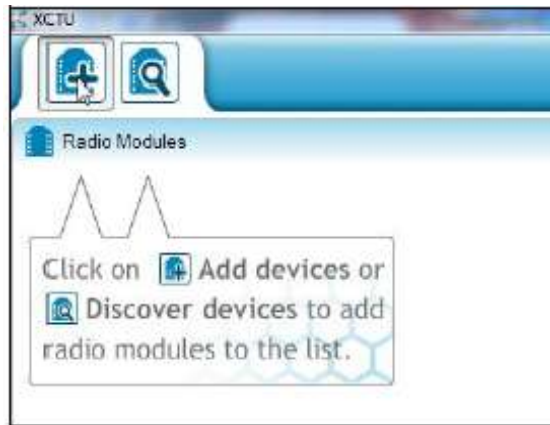


Figura 78. Procedimiento de ejecución de programa XCTU para programar XBee.

El programa pedirá una configuración de puerto en el cual está conectada la base de programación, y la configuración de la velocidad del puerto, se utiliza 9600 baudios.



Figura 79. Configuración de parámetros en programa XCTU.

Cuando el radio ya se encuentre programado nos arrojará un error, se realiza un nuevo intento para cambiando la velocidad del puerto a 57600 baudios.

Una vez conectado al dispositivo el programa muestra la información del XBee conectado a la base, para proceder a configurar se le da clic a la pestaña configurar.



Figura 80. Configuración de XBee mediante programa XCTU.

Para configurar los quipos XBee que se utilizan en centrales se ejecutan los siguientes cambios como se muestra en la siguiente figura:

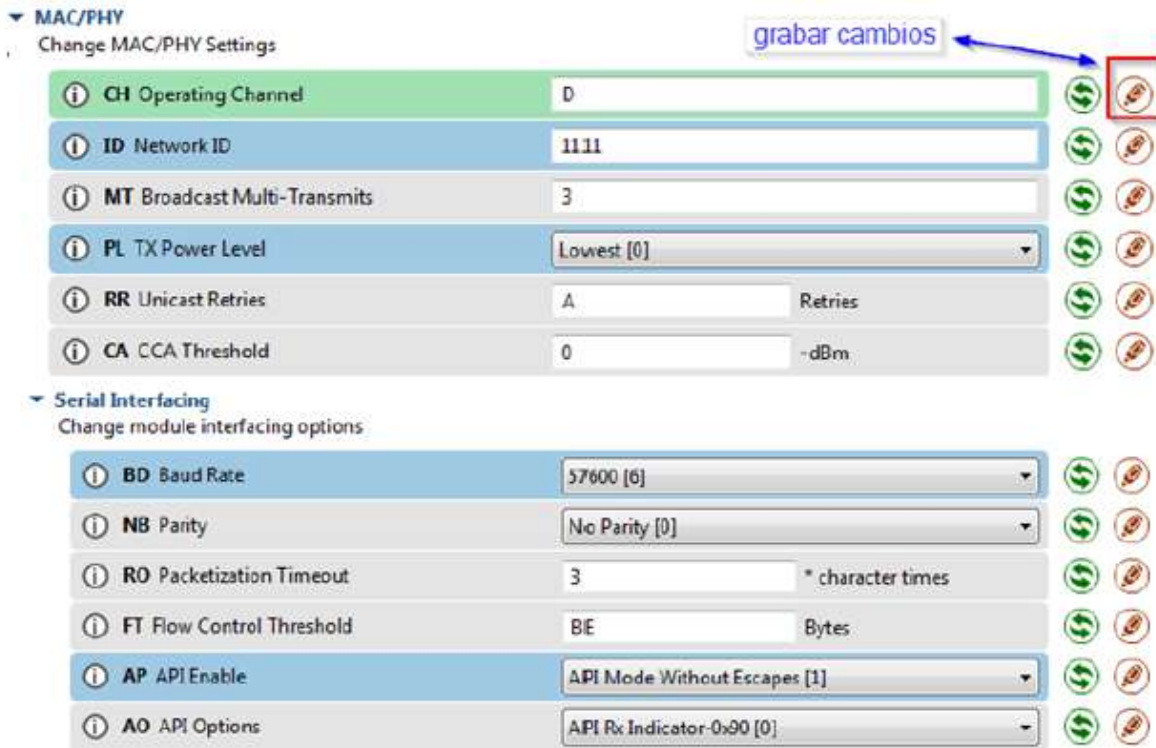


Figura 81. Configuración básica de XBee en centrales.

Para los equipos remotos se les agrega la siguiente configuración:

I/O Settings
Modify DIO and ADC Options

D0 DIO0/AD0	Commissioning Button [1]	⊕ ⊖
D1 DIO1/AD1	Disabled [0]	⊕ ⊖
D2 DIO2/AD2	Disabled [0]	⊕ ⊖
D3 DIO3/AD3	Disabled [0]	⊕ ⊖
D4 DIO4/AD4	Disabled [0]	⊕ ⊖
D5 DIO5/ADS/ASSOCIATED INDICATOR	Digital Input [3]	⊕ ⊖
D6 DIO6/RTS	Digital Input [3]	⊕ ⊖
D7 DIO7/CTS	CTS flow control [1]	⊕ ⊖
D8 DIO8/SLEEP_REQUEST	Digital Input [3]	⊕ ⊖
D9 DIO9/ON_SLEEP	Digital Input [3]	⊕ ⊖
P0 DIO10/RSSI/PWM0	RSSI PWM0 Output [1]	⊕ ⊖
P1 DIO11/PWM1	Disabled [0]	⊕ ⊖
P2 DIO12	Disabled [0]	⊕ ⊖
PR Pull-up Resistor Enable	1FFF	⊕ ⊖
M0 PWM0 Duty Cycle	0	⊕ ⊖
M1 PWM1 Duty Cycle	0	⊕ ⊖
LT Associate LED Blink Time	0 * 10 ms	⊕ ⊖
RP RSSI PWM Timer	28 * 100 ms	⊕ ⊖

I/O Sampling
Configure I/O Sampling Parameters. Click on + to expand the list of parameters.

IC DIO Change Detect	360	⊕ ⊖
IF Sleep Sample Rate	1	⊕ ⊖
IR Sample Rate	0 * 1 ms	⊕ ⊖

Figura 82. Configuración básica de XBee en remotos.

Como ya se mencionó anteriormente, se cuenta con dos diferentes configuraciones esto es porque se tiene además una caja central la cual se comunica con todos los remotos que es la otra configuración.

Una vez configurado el XBee se procede a montar en la tarjeta de interface, la tarjeta de interface trae un espacio con la forma del XBee que es donde va instalado.

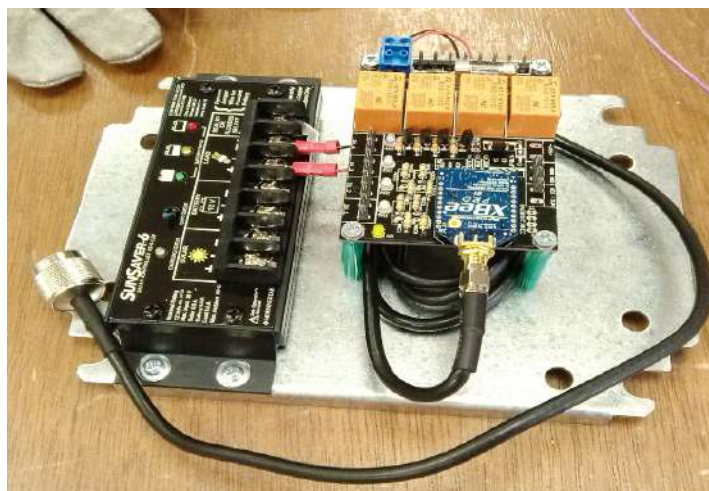


Figura 83. Tarjeta montada en placa.

En la figura anterior tenemos la SunSaver y la tarjeta con el XBee montados en una placa de metal, como nota adicional el XBee está conectado al cable que va directo a la antena.

Montaje, instalación y conexión de Sensores.

En capítulos posteriores se habló de la instalación y la conexión de los sensores a las tarjetas, en este punto se detalla cómo está conectado todo el sistema.

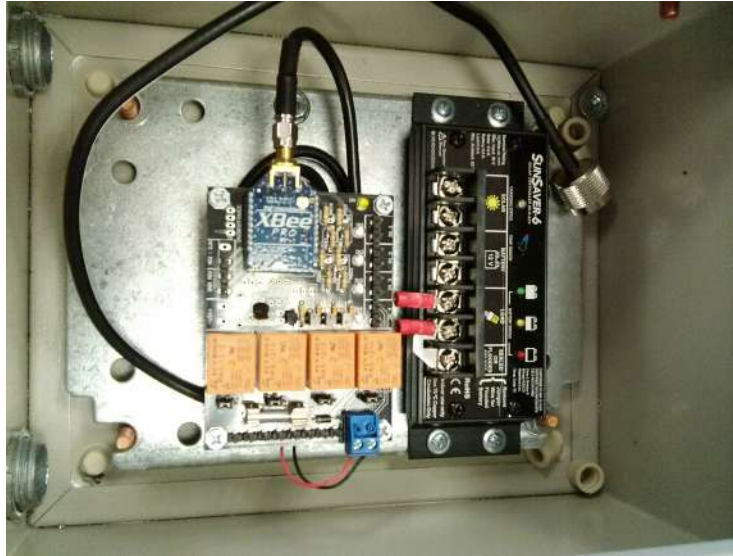


Figura 84. Tarjeta montada en gabinete.

En la figura se muestra la conexión de la tarjeta con la placa SunSaver. La tarjeta esta tiene una bornera de color azul donde están los cables conectados, el lugar donde están los cables es +VBAT- y en el SunSaver están en la carga, esto quiere decir que la tarjeta será alimentada por el SunSaver. Estas conexiones serán igual para los RX solamente, dado que no se necesita integrar una tarjeta en los TX solo estos últimos contarán con la placa SunSaver.



Figura 85. Tarjeta central.

La tarjeta central es la que se encargara de monitorear u observar a los sensores con la tecnología de comunicaciones ZigBee, ZigBee es un protocolo de la IEEE para hacer más sencillas las comunicaciones RF. Está sustentada por el estándar 802.15.4, que facilita la comunicación entre diferentes elementos de una red de manera sencilla y económica. Es muy utilizada para redes seguras con baja tasa de envíos de paquetes de datos y funciona bien con todo tipo de topologías, anteriormente también se mencionó que la portadora RF del espectro de 2.4 GHZ es de baja potencia.



Figura 86. Tarjeta central montada.

El gabinete donde se colocó la tarjeta central solo consta de la tarjeta central y el XBee con su antena, este gabinete se colocó en una antena o torre que se encuentra en la sub estación, dado que si se colocaba al mismo nivel que los demás este no podía captar la señal RF de los XBee, dado que en la sub estación hay muchas estructuras de metal, esto hacía que la señal RF rebotara y se colocó en un lugar con altura y el problema fue solucionado.

La caja central tiene un tomacorriente, dicha corriente es regulada 110V, esto por si es necesario conectar algún equipo siempre y cuando no exceda los límites, como por ejemplo no se puede conectar un taladro.

En anteriores capítulos se habló un poco de la tarjeta central, está conectada a un conmutador o LAN Switch que se encarga de conectar varios equipos a la red de CFE. La tarjeta central se encarga de decodificar la información que es recibida por el RF, la señal es convertida a un valor binario y el conmutador se encarga de subir esa señal a la red. La tarjeta tiene una entrada para un conector RJ45 y se conecta físicamente al conmutador vía Ethernet, es posible conectarse mediante WiFi pero se para mayor velocidad y para prevenir alteraciones de la señal por el clima.

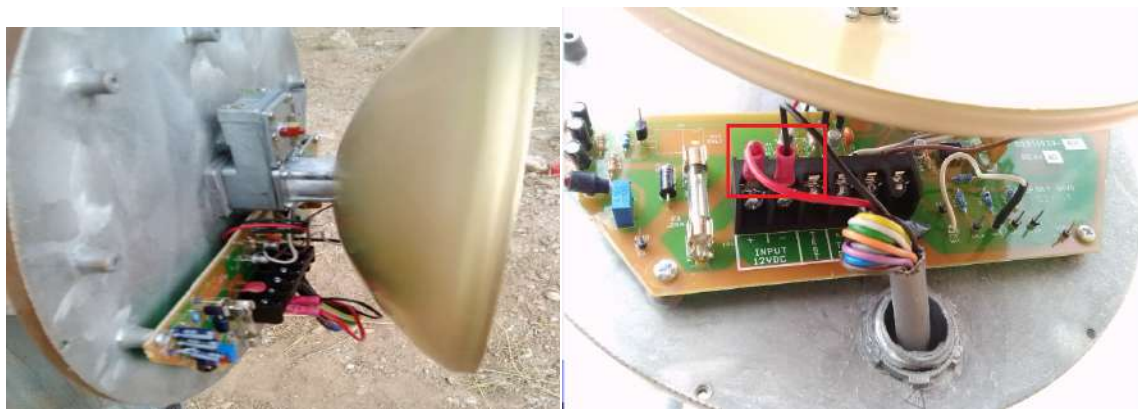


Figura 87. Conexión y montaje sensor TX.

El sensor TX es el que menos conexiones ocupa para su funcionamiento, se conecta + y - de la carga de la placa SunSaver.

El diagrama a bloques del sensor de transmisión es el siguiente:

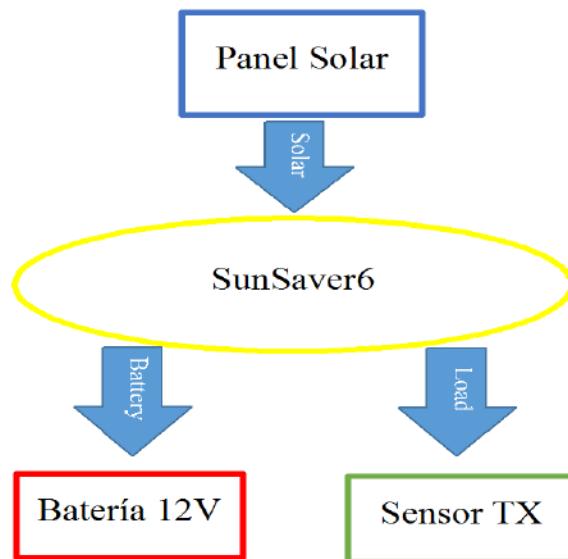


Figura 88. Diagrama a Bloques de Conexión sensor TX.

El panel solar tiene 2 entradas + y - se conectan los 2 cables y van hacia la placa SunSaver, hacia el lugar correspondiente donde se encuentra la parte que dice Solar. La placa está siendo alimentada por el panel y posterior se conecta la batería en la parte de battery 12V con sus cables respectivos + y -, por último se conectan los cables en la parte de Load al sensor TX en el lugar de INPUT 12VDC.



Figura 89. Conexión sensor TX.

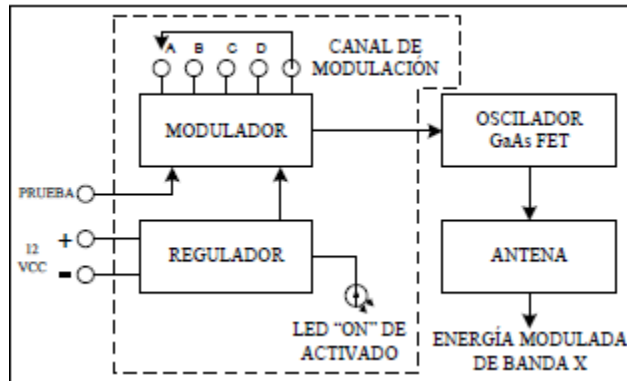


Figura 90. Transmisor modelo 300BT.

El transmisor consiste de dos sub-ensambles principales: el ensamble de radio frecuencia RF y la tarjeta de circuito del transmisor; y en la figura 89 se muestra un diagrama a bloques del transmisor.

Hasta este punto se presenta como se realizó la instalación de la etapa de transmisión del sistema, a continuación se detalla la instalación del sensor RX.

De igual manera en el sensor de recepción tenemos un tubo galvanizado fijo al suelo, con un panel solar, la placa SunSaver, Batería 12 V y el RX que contiene la tarjeta CFE un XBee, el sensor de recepción, un estrobo o luz roja y una bocina.

El intervalo principal de microondas se considera entre 1 y 300GHZ y la longitud de onda en microondas es de 30cm a 1cm, en datos generales.



Figura 91. Conexión RX SunSaver.

Las conexiones en el sensor RX son similares al TX, solo que con algunos agregados como se mencionó.

En el lugar donde se encuentra la batería se colocan adicionalmente unos cables que van dirigidos hacia unos interruptores o bornes, los cuales tienen un contacto abierto y están interconectados para alimentar a todos los elementos. De estos contactos se derivan las conexiones del estrobo y la bocina. Cabe destacar que el panel solar en óptimas condiciones

puede producir 22 Volts de Corriente directa y en pruebas pudimos observar que puede alimentar a todo el circuito pero por unos segundos.

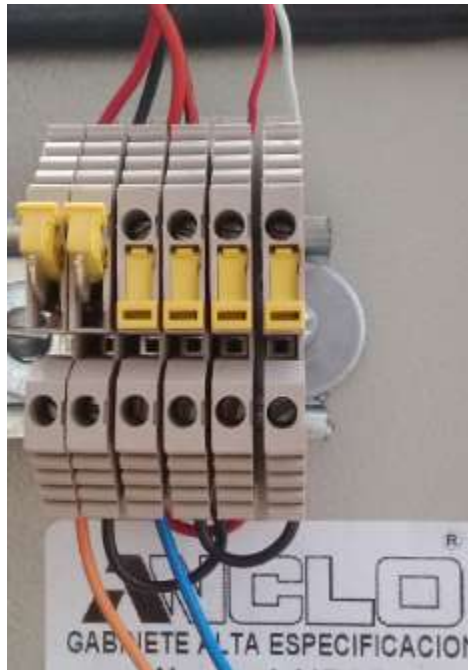


Figura 92. Conexión RX Bornes.

En la figura 91 en la parte de arriba se muestran 3 pares de cables que son, la alimentación, el estrobo y la bocina, de la parte de abajo se encuentran los puentes de alimentación que son los cables negro y rojo y por ultimo están los cables de color naranja y azul, estos dos cables conectan a la salida de la tarjeta OUT1. La tarjeta controlara el encendido y el apagado de la luz roja y de la bocina, cuando el RX reciba una señal de perturbación este mandará voltaje o señal de alarma a la entrada de la tarjeta y mandará un voltaje a su salida para activar la alarma (luz roja y bocina). Como dato adicional las pruebas que se realizaron una vez instalado se conectaron los cables naranja y azul directo el relevador 2 del RX, de esa forma cuando el sensor detectaba una anomalía este activaba los bornes y duraba activado lo que duraba el led del sensor en alto.

En la parte de la carga o load se conectó el sensor RX y la tarjeta CFE, la placa SunSaver tiene 4 LEDS los cuales indican cuando está recibiendo voltaje del panel solar y los 3 restantes sirven para verificar qué tan cargada esta la batería, si está llena, a la mitad o descargada, la placa lo que hace es cargar la batería y una vez cargada deja de suministrarle voltaje, la duración de la batería es de 2 años en este uso.



Figura 93. Conexión RX.

El positivo y negativo se conectan a la carga y el relevador 1 se toma la configuración de normalmente abierto, tomando el cable blanco como el común o COM. Y el verde como el normalmente abierto o N.O. que van hacia la entrada 1 de la tarjeta CFE.



Fig. 94 Conexión RX Tarjeta CFE.

Se colocan unas pequeñas bornes en los pines de la tarjeta, en la parte superior es la entrada para cargar el circuito y en la parte inferior vemos los cables naranja y azul que son los cables que van hacia las borneras de activación de la luz roja y la bocina, en la imagen observa que está conectado en las salidas y por intuición decimos que se encuentra en la salida 1.

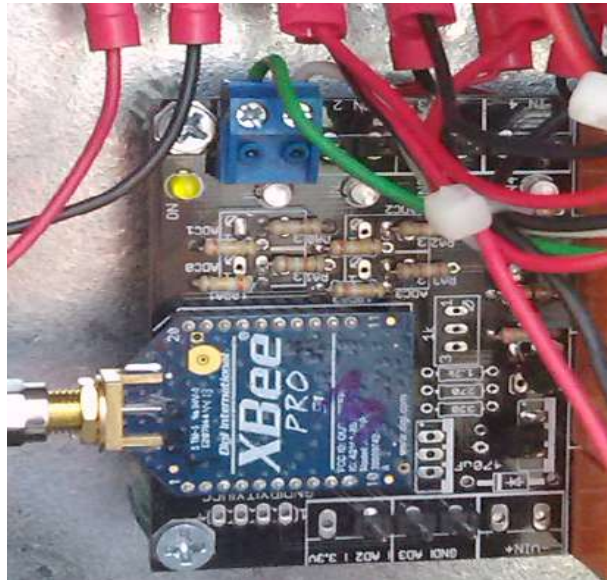


Fig. 95. Conexión RX Tarjeta CFE.

La conexión de entrada en la tarjeta está el relevador 1 del sensor RX, que es el que se encarga de alarmar al sistema y no es necesario conectar todos los espacios de relevadores o de alarmas del sensor como se vieron en capítulos anteriores. Se muestra en la figura un pequeño LED de color amarillo que dice ON encendió o prendido, que es el indicador que muestra que la tarjeta está en funcionamiento.

El receptor consiste en tres sub-ensambles principales: el ensamble de RF, la tarjeta de circuito del de-modulador y la tarjeta de fuente de alimentación.

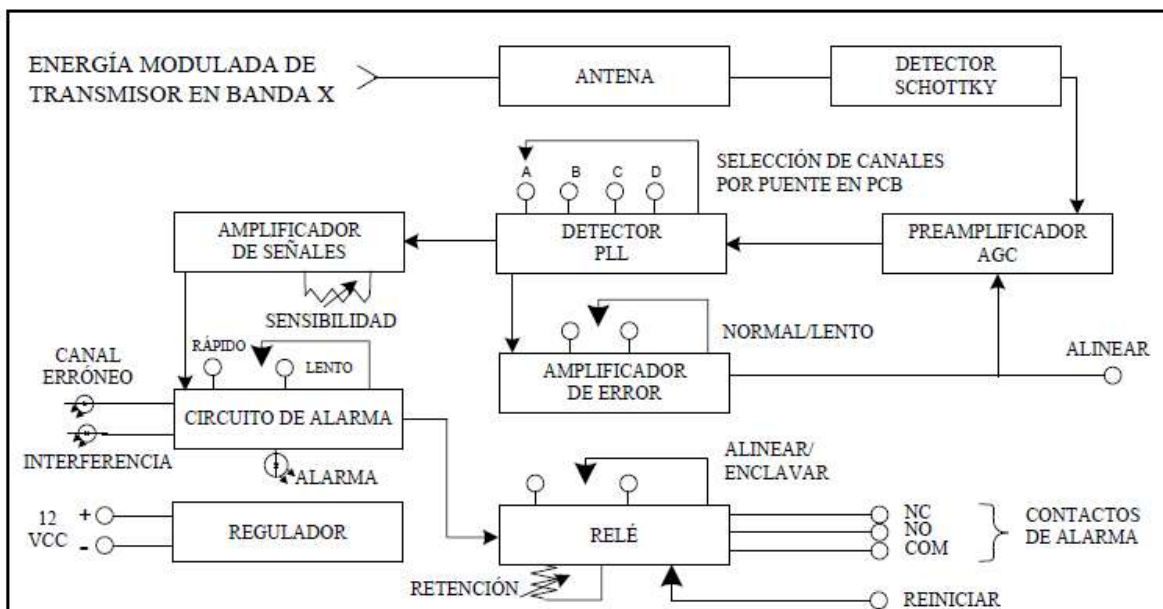


Fig. 96. Receptor modelo 300BR.

En la figura 97 se muestra un diagrama de bloque del receptor. El ensamble de RF consiste en una antena igual que el TX y un detector de diodo Schottky. El detector convierte la

energía modulada de banda X del transmisor en una señal de frecuencia de audio para su proceso por la tarjeta de circuito del de-modulador.

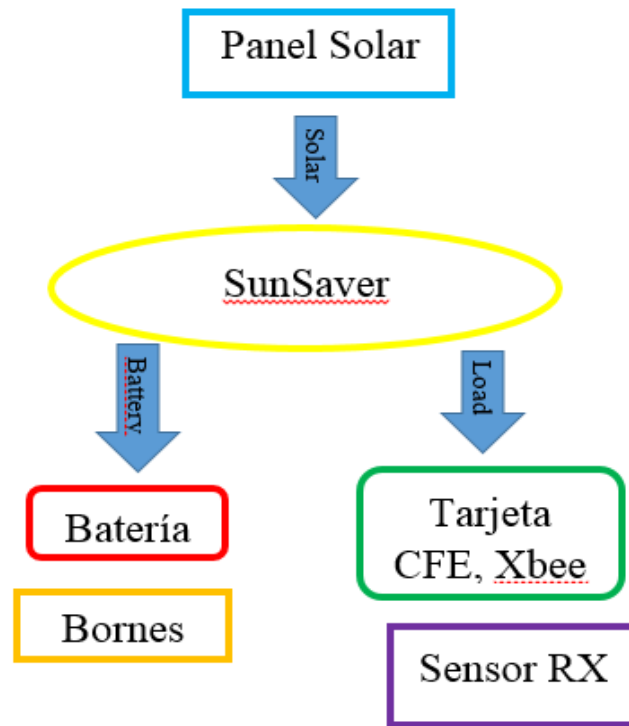


Fig. 97. Diagrama a Bloques de Conexión sensor RX.

En general, en la figura anterior se muestra un diagrama a bloques de lo que es la conexión del sensor RX muy parecido al TX, con las diferencias de que se conectan en la misma parte la batería y se alimentan los bornes, y en la parte de la carga la tarjeta CFE y el sensor no se toman en cuenta la luz roja ni la bocina.

Los 2 sensores se instalaron y se cablearon respectivamente, se hicieron pruebas de alineación, el RX como ya se mencionó tiene un voltaje de alineación que proporciona un voltaje CC proporcional a la intensidad de la señal recibida, el cual se puede medir con un Voltímetro o Multímetro.



Fig. 98. Conexiones finalizadas.

En la imagen anterior solo se muestra el gabinete finalizado del sensor RX.



Fig. 99. Sensor RX completo.

En la figura 100 se muestran 2 imágenes que corresponden al sensor de recepción instalado completamente. Se instaló el sistema de monitoreo de vigilancia de sensores TX y RX modelo 300B, que puede cubrir una distancia de hasta 183 metros. La señal RF de 2.4GHz se utiliza para tener comunicación entre los sensores RX, con la finalidad de observar las anomalías y mandar una señal de alarma cuando uno de estos sensores se active. Una vez realizado el trabajo de ubicación e instalación se realizó la puesta en servicio.

Estructura de la plataforma.

En esta etapa se describe la segunda red del sistema completo y su finalización. Como se mencionó anteriormente, el sistema consta de 2 redes la res de radiofrecuencia que es utilizada por los XBee para comunicarse entre sí y de esa forma monitorear los sensores. En la siguiente figura se presenta una prueba de la conexión RF.

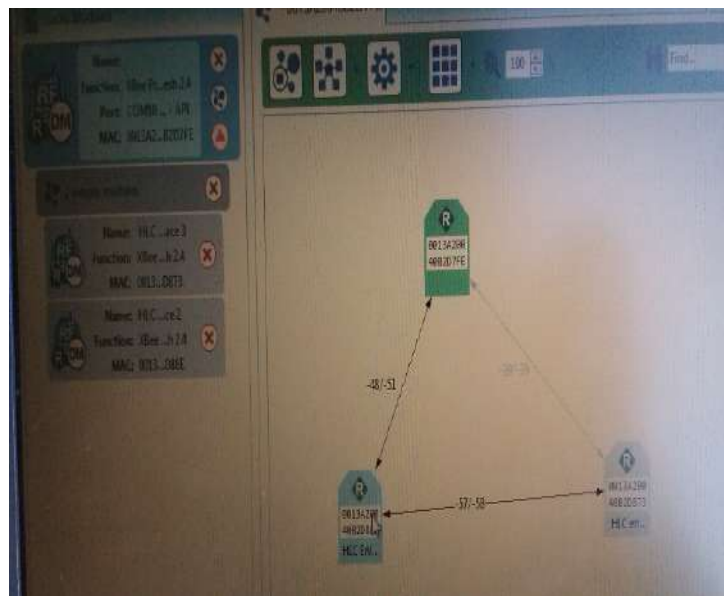


Fig. 100. Prueba RF.

La prueba fue hecha en campo, después de haber instalado un par de sensores, el programa utilizado es XCTU y se visualiza una especie de cadena entre los remotos. Para hacer esta prueba se tienen 3 opciones: entrando remotamente al servidor y observando la caja principal, conectándonos físicamente con un cable USB-Mini USB entre la PC y la tarjeta, o por medio de RF lo cual implica conectar a la PC un XBee con un cable de igual forma que en el físico y de esa forma ser un puente y ver los otros remotos que estén enlazados.

Una vez que la red RF opera, se requiere enlazar la tarjeta central con la segunda red, por lo que es necesario programar el módulo central de control. El módulo de control requiere que se le configure una IP en el segmento en el cual estará trabajando, para lo cual se emplea una IP disponible de la compañía CFE.

Esta etapa se desarrolló por personal de CFE y el proceso es el siguiente: se conecta el módulo a la PC, una vez que lo reconoce como una unidad de memoria externa, se lleva a

cabo la configuración, posteriormente se apaga el modulo por medio de comandos, y no se desconecta a la alimentación hasta que el modulo indique apagado.

Una vez que se tiene el modulo controlador, se puede iniciar con el proceso de configuración, para lo cual, se conecta un cable al módulo central de la PC a un puerto USB y del lado de la tarjeta se conecta al puerto mini USB. El programa que se utiliza es PUTTY, básicamente es un emulador de terminal de aplicaciones que puede actuar como cliente para el SSH que quiere decir ordenes segura es el nombre de un protocolo y del programa que lo implementa y sirve para acceder a maquinas remotas a través de una red.

Como se mencionó antes se reconoce como una memoria, dentro de la tarjeta externa se encuentran varias carpetas y la que importa es la carpeta de Drivers, dentro de dicha carpeta se encuentran los sistemas operativos en las cuales se pueden instalar, se selecciona la carpeta Windows y nos da la opción de seleccionar el archivo dependiendo de las especificaciones de la PC que estemos utilizando (32 o 64 bits).

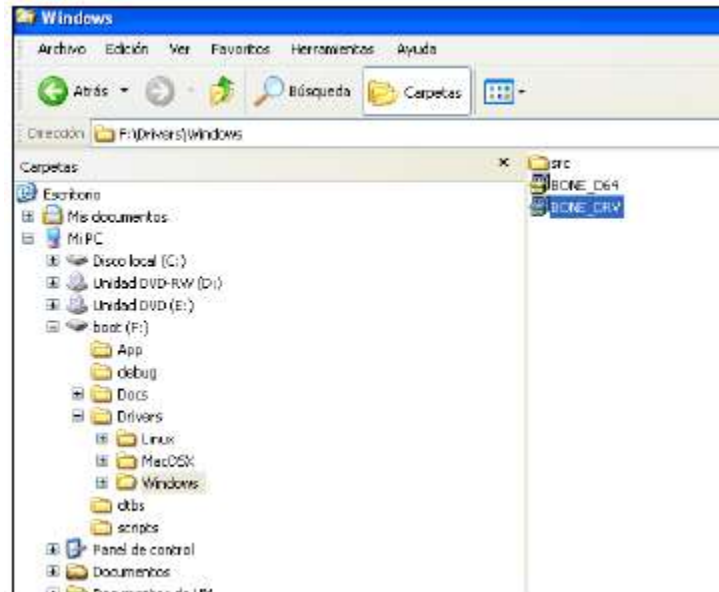


Fig. 101. Driver a instalar.

Una vez instalado el Driver se procede a entrar al módulo, para esto se requiere realizar una sesión SSH con la ayuda del programa PUTTY y conocer la IP por default de la tarjeta la cual es en todas las tarjetas 192.168.7.2 PORT 22.

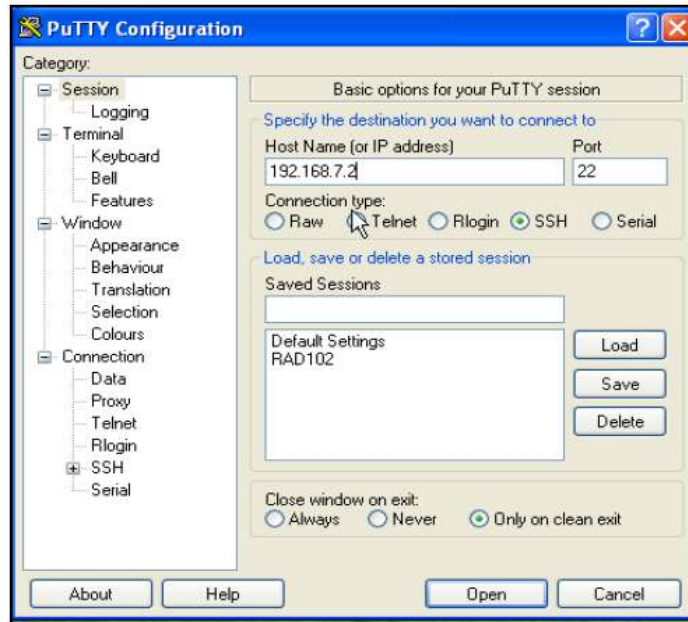


Fig. 102. Sesión SSH con programa PUTTY.

Después de ejecutar el programa se le asigna la IP por default del módulo y se da clic en open. Al momento de dar clic en Open el programa PUTTY mostrara una imagen como se muestra en la figura a continuación, el cual es un requisito que pide el programa para iniciar sesión, se le da clic si para continuar.



Fig. 103. Inicio de sesión SSH.

El programa iniciara una sesión, pedirá bajo que privilegios ingresara al módulo central, login as: root.

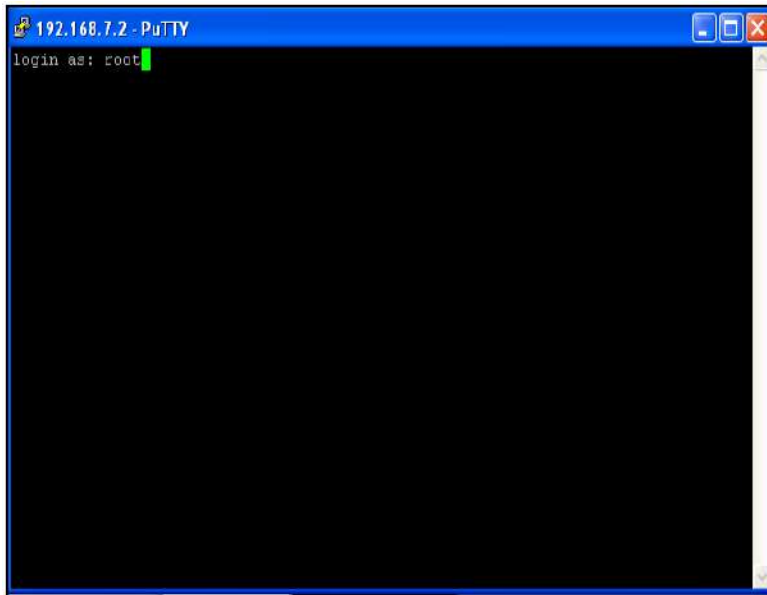


Fig. 104. Ingresando al módulo central como root.

Para configurar la tabla se utilizan una serie de comandos, tales como CNTR+0 que graba la configuración que se modificó en las interfaces, Poweroff apaga el modulo, Reboot reinicia la sesión, por mencionar algunos y siguiendo estos pasos se configura la tarjeta central. También existen otros pasos por si la tarjeta central no cuenta con una IP configurada.

Una vez configurada la tarjeta sabemos que va conectada hacia el LAN SWITCH o conmutador que es el puente que enlaza la tarjeta con la red de CFE. La segunda red que es la red WAN o LAN como la queramos ver ya está creada, es la red que CFE utiliza para tener monitoreados todos sus equipos, lo único que se hizo en este caso es hacer las conexiones en los puntos. El conmutador también tiene que ser configurado o puede que ya tenga una IP sin uso y esta misma se le puede agregar a la tarjeta central con los pasos que vimos anteriormente pero en lugar de colocarle la de fábrica se coloca manualmente.

Un poco sobre el proceso de configuración del LAN SWITCH solo se requiere un cable Ethernet una IP y PC. Para la configuración del conmutador se requiere el protocolo TCP/IP, el cual requiere iniciar una sesión por medio web e introducir la IP del equipo para iniciar la configuración.

Al momento de entrar al equipo va a solicitar un nombre de usuario y una contraseña y a partir de este punto se seleccionan las pestañas adecuadas para cambiar o eliminar la IP que se requiera en tal puerto.

Se observó cómo es la configuración de la tarjeta central y como agregarle una IP a esta y también un poco sobre la configuración del conmutador si es necesario agregarle o no una IP y si el puerto ya tiene simplemente a la tarjeta se le agrega esta última IP, las IP ya están creadas no es como si nadamos conectaras un equipo y le dieras la IP que tu quisieras.

En base a esto el equipo ya está conectado entre si las 2 redes ya trabajan mutuamente una se encarga de monitorear la zona y mandar una señal y la mediante la tarjeta central se decodifica la señal y se manda al conmutador que se encarga de enlazarla a los demás equipos y de esa forma subirla a la red de CFE.

A continuación se verá un diagrama que se mostró en el capítulo 2, que es el mejor ejemplo de mostrar el funcionamiento y el sistema por completo viéndolo desde un punto simple pero entendible sin entrar tanto en las especificaciones.

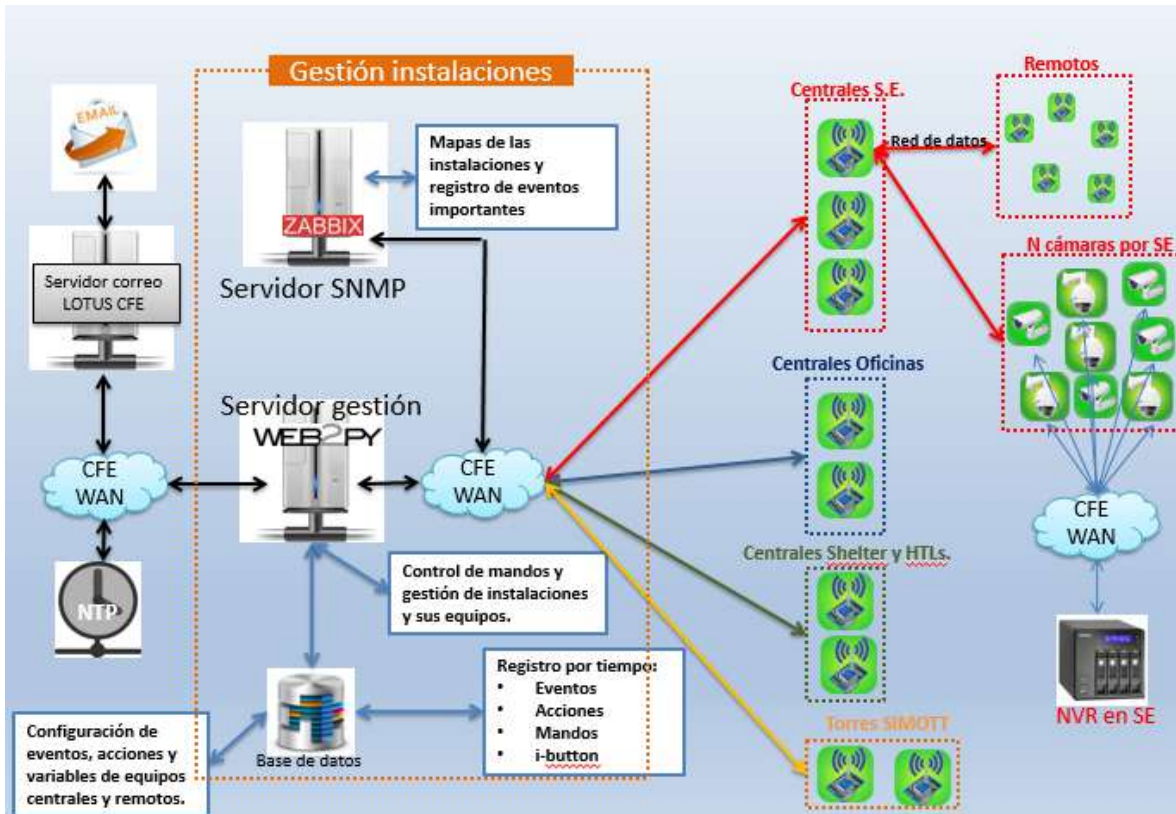


Fig. 105. Estructura de la plataforma.

Esta imagen define el proyecto como tal y en la cual se encuentran varios proyectos adicionales al “Sistema de vigilancia Remota”. Empezando del lado inferior derecho, tenemos las cámaras de seguridad, estas cámaras no se encuentran ubicadas en los sensores pero si cerca de la visión de estas, tienen alimentación propia e IP propias, si existe un método de configuración para que las cámaras observen hacia el sensor alarmado pero hasta este punto no se ha implementado. Las cámaras están conectadas a la red por medio de sus respectivas IP, en la imagen se observa que esta enlazado el equipo NVER en SE, que se encarga de gravar el video de las cámaras.

Pasamos a los remotos, los que verdaderamente nos importan son los Centrales S.E y remotos los demás son otros proyectos que van dirigidos hacia la misma red y están para dar un ejemplo.

En el proyecto solo tenemos una tarjeta central en la imagen se muestran varias tarjetas, pero aun así no implica que este mal. Los remotos que conforman una red Mesh son monitoreados por la tarjeta central esta decodifica la información y es recibida o mandada a través de un conmutador hacia la red WAN.

En este punto es donde se ubica la gestión de datos empezando con el servidor SNMP, que a grandes rasgos es un protocolo que facilita el intercambio de información de administración de dispositivos de red. El servidor ZABBIX conforma parte de la red de CFE.

Así mismo a su vez está conectado el equipo WEB2PY que es el servidor de gestión, su objetivo principal es dar soporte al desarrollo ágil de software de aplicaciones. El servidor de gestión está conectado a una base de datos que se encarga de almacenar y realiza algunas funciones que explica la imagen.

Después de la gestión de datos se dirige hacia una la red WAN de CFE pero con protocolos distintos como el NTP, básicamente este protocolo funciona como un temporizador, llega la señal de alarma a través de todo lo dicho antes y el protocolo se activa mandando un correo definido con el problema en cuestión al servidor del correo LOTUS CFE de la persona a cargo.

RESULTADOS

Se registra cada evento por fecha y hora en diferentes plataformas tales como: Envío de correo a Lotus Mail, Historial de eventos en interface WEB y Registro de eventos en plataforma Zabbix.

Mencionando que se creó una interface WEB para controlar las tarjetas de los sensores RX mediante los remotos vía remota. La interface WEB que está regida por el protocolo NTP consta de 3 partes como se acaba de mencionar.

La primera parte



Fig. 106. Interface WEB.

En la figura anterior se muestra la interface WEB para controlar las tarjetas de los sensores RX por medio de los remotos, donde se puede activar o desactivar remotamente una alarma.

Siendo breve se diseñó una página Web flexible para configurar y operar las instalaciones con la idea de que sea compatible con equipos: PC, Tabletas y Celulares.



Fig. 107. Interface WEB Monitoreo.

Zabbix también registra acontecimientos pero solo cuando existen cambios, por ejemplo cuando un remoto sale del rango de otro.

ZABBIX

23 Dec 2013 23:27:31	Zona 3	OK	Warning	1m 1d 18h
23 Dec 2013 23:25:29	Zona 3	PROBLEM	Warning	2m 2s
23 Dec 2013 22:36:36	Sin respuesta del remoto 4	OK	Average	10m 24s
23 Dec 2013 22:36:36	Bajo voltaje en remoto 4	PROBLEM	Warning	11h 54m 6s

Fig. 108. Interface ZABBIX.

El envío de correo electrónico Lotus brinda la posibilidad de enviar un correo a los encargados de las instalaciones cada vez que se presenta un evento, indicando a detalle la gravedad y el lugar del incidente

ALARMA Severidad "Desastre", descripción: GRTNO, Boton panico

Reportar Spam

ALARMA Severidad "Desastre", descripción: GRTNO, Boton panico
sialrem-grtno para: carlos.armenta, marco.gonzalez11

Sistema de Monitoreo de Instalaciones

Se le informa que se ha detectado un evento en la instalación: GERENCIA REGIONAL DE TRANSMISION NOROESTE, con severidad Desastre.

Datos de la instalación:

Instancia	Zona	Sector	Tipo Instalación
GRTNO	HERMOSILLO	N/A	OFICINAS TRANSM

Los datos del evento son:

Nombre Evento	Dispositivo	Entrada	Severidad	Descripcion	Fecha/Hora
Boton panico	Remoto2	1	Desastre	Se presiono el botón de pánico.	2014-05-23 18:27:53.427002

Por favor no responda este correo ya que es generado automáticamente.

ATTE

Sistema de Monitoreo de Instalaciones GRTNO

Fig. 109. Correo Lotus.

Para todo esto como se menciona se tienen control de Mandos Web.



Fig. 110. Control de Mandos Web.

Con esta interface WEB se puede controlar remotamente las tarjetas centrales como se muestra en la figura, se agrega la instalación de mandos y se procede a la configuración de instalación de salidas las cuales tienen por nombre los componentes que lleva el circuito, se controlan las salidas y entradas de los remotos y de la central, en la imagen se observa cómo se controla la un LED del Remoto 3, donde la cámara lo está observando. Todas las acciones son registradas incluso las que se hacen tanto remotamente como físicamente y estos eventos también quedan registrados, acciones y mando por igual. La interface WEB es flexible a la configuración, se puede configurar la programación de eventos y de acciones.

Estos fueron los resultados que se obtuvieron en la instalación de los sensores, algunos de los ejemplos no son de la zona en cuestión pero aplican para todas las subestaciones de Hermosillo. En algunas subestaciones se encuentran hasta 14 sensores conectados en una sola tarjeta central, 7 RX y 7 TX, esta cantidad es la máxima de sensores en funcionamiento que se han instalado en una estación para mantenerla segura.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIÓN DEL PROYECTO.

En base a lo visto a través de la elaboración de armado e implementación del sistema en general del proyecto SISVIRE (Sistema de Vigilancia Remota) se derivaron varias ideas, propuestas y sugerencias en la puesta en servicio de los equipos y accesorios, los cuales se desglosaron a través del procedimiento.

A continuación se enlistan los hallazgos encontrados para el buen funcionamiento del sistema:

- Se debe de tener en cuenta que la tarjeta central está bien configurada antes del montaje.
- El armado del sistema en general, lleva orden específica para minimizar tiempo de puesta en servicio primero se recomienda el montaje de accesorios en la placa del gabinete (tarjetas de interface, XBee, placa SunSaver, Batería, etc.)
- Se debe de tomar la decisión de pintar o no el gabinete exterior con pintura resistente al clima (dependiendo de la ubicación).
- Cableado de todas las salidas digitales, para futuras aplicaciones.
- Instalación de placa dentro del gabinete.
- Instalación de panel solar y conexión a sistema central (Controlador de Carga SunSaver)

- Instalación de dispositivos periféricos:
 - Cámara IP (Bullet) o PTZ dependiendo de la necesidad de monitoreo local, con las adecuaciones necesarias.
 - Sensores de impacto, movimiento o estación meteorológica para muestreo del clima (viento, dirección y precipitación).
 - Se puede implementar otras aplicaciones tales como otros sensores, temperatura, humedad, etc., depende de cada sitio, y determinando el uso para mejora.
- Es recomendado probar los comandos de entrada y mandos de salida para en un dado caso de mal funcionamiento no tener que maniobrar los equipos ya montados.
- Tratar de no instalar los accesorios periféricos a la vista de extraños, para no motivar a robos o daños.
- La orientación de la red inalámbrica hacia lado donde sea más óptimo la utilización de la red corporativa (teléfono IP e Internet).

En resumen el proyecto es muy innovador para la respuesta y mejora de anomalías derivadas por vandalismo, robos, así como monitoreo en contingencias o accidentes.

Se presenta para estudio de detalles, comportamiento de fauna en cuestión de causantes de disparos, descargas atmosféricas e inclusive ubicación de puntos de falla en estructuras, conductores y cables.

Algunas opciones y sugerencias que se podrían adecuar:

- Instalación de equipos para monitoreo de puntos calientes (cámara termografía) en estructuras ya identificadas.
- Sirenas que no se encuentren al alcance ni a la vista de cualquier agresión al equipo.
- Anticipación de contaminación por ave a través de cámara (imagen)
- Anticipación de acción de sensores por movimiento de árboles o sombras.

Algunos datos adicionales es que uno de los más grandes problemas, son los sensores RX y TX. Pero la clase de problemas que se tiene es el voltaje de aceptación que se obtiene a la recepción o voltaje de recepción, este problema ocurre cuando hay estructuras muy grandes de metal alrededor de ellos sin importar que no obstruyan el campo de visión, pero si uno de los 2 sensores se encuentra debajo de una torre este le causara ruido por medio de inducción. Este fue uno de los mayores problemas que se obtuvieron en la puesta en servicio y para mejorarlo es cuestión de ubicar bien los sensores en lugares donde no se encuentren cerca de las torres y cumpla con las especificaciones.

Antes se mencionó que la cantidad máxima de sensores es de 14, 7 RX y 7 TX. Si quisiéramos mejorar el proyecto con las especificaciones y algunos de los puntos de mejora que se comentaron en la conclusión tendríamos una limitante, los XBee o remotos solo soportan 32 conexiones a partir de este punto puede que salga uno y entre otro y se estén intercambiando. La solución a este problema podría ser tener otra central retirada de la principal y ubicar nuevos remotos tratando de que no se enlacen con los demás. Se podría pensar que la otra limitante seria el puerto donde se transmiten datos (Conmutador) no soporte la transmisión de esta información, la velocidad de los enlaces en equipos en comisión varían desde el más mínimo que es un E1 que es equivalente a 2084 kbps hasta un STM-64 que es alrededor de 10Gbits. La red de CFE que se utiliza para los sensores tiene una velocidad de 1Gbit. Con el ejemplo de los 14 sensores en servicio la cantidad de transmisión de datos no es mayor a 1K, para saturar el canal de información se necesita una cantidad de aplicaciones diferentes, inclusive si se mandaran voz y video el canal no se saturaría, tomando en cuenta que las cámaras no son de alta resolución. En conclusión es posible expandir la red de sensores y el sistema es bastante confiable.

BIBLIOGRAFÍA

- [1].- *Procedimiento de instalación, configuración y puesta en servicio de equipo central para el sistema de monitoreo de torres de Transmisión (SIMOTT)*, **GRTNO**, 2014.
- [2].- *Datos y apuntes*, **Departamento de Comunicaciones de Transmisión**, 2015.
- [3].- *Modelo 300B enlace de intrusión por microondas, disponible abril 2011 de:*
www.southwestmicrowave.com/pdfs/Model-300B-Data-Sheet-ES.pdf
- [4].- *XBEE Serie 1. Ingeniería MCL Ltda.- Luis Thayer Ojeda*, Santiago, Chile, julio 2010 de:
www.olimex.cl/pdf/Wireless/ZigBee/XBee-Guia_Usuario.pdf
- [5].- *Formación Profesional en Energías Renovables*, **Ana Madrid Cenzano, Luis Esteire Gerece**, 2015.
- [6].- *Energía Solar Fotovoltaica Y energía Eólica*, **Javier Martín Jiménez**, 2014.
- [7].- *Climatización Solar. Tecnología, componentes e instalación de sistemas de frío Solar*, **David Hernández**. 2012.
- [8].- *Subestaciones Eléctricas*, **Jesús Trashorras Montecelos**, 2015 (1ª Edición).
- [9].- *Instalaciones Electrónicas Básicas*, **Miguel Ángel Carrasco Hernández**, 2012 (1ª Edición).
- [10].- *Sistemas Solares Fotovoltaicos. Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones*, **Javier Martín Jiménez**, 2008.
- [11].- *Cálculo de Antenas. Antenas de ultima generacion para tecnologia digital y metodos de medición*, **Armando García Domínguez**, 2010.
- [12].- *Comunicaciones Inalambricas Modulos de Radio Frecuencia Version OEM XBEE*, **Junior Figueroa Olmedo**, 2014 de:
<http://es.scribd.com/doc/58980339/Teoria-y-Programacion-Modulos-XBEE#scribd>
- [13].- *Guia del Usuario XBee Series 1 Documento Preliminar*, **Andres Oyarce**, 2008 de:
<http://es.scribd.com/doc/34935976/XBee-Guia-Usuario>
- [14].- *Sensores y Acondicionadores de señal*, **Pallas, Ramon**, 2005.
- [15].- *Handbook of Modern Sensors*, **Jacob Fraden**, 2010 (4ª Edición) de:
<http://folk.ntnu.no/andberge/Sensors.pdf>