

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 1 de 44

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
 COORDINACIÓN DE PRÁCTICAS**

**ASPECTOS GENERALES DE LA PRÁCTICA.**

<b>Nombre del estudiante</b>	Yhonatan Herrera Herrera
<b>Programa académico</b>	Ingeniería Electrónica
<b>Nombre de la Agencia o Centro de Práctica</b>	Invelectrónica S.A.S
<b>NIT.</b>	811040822-0
<b>Dirección</b>	Carrera 50A #6 Sur 43
<b>Teléfono</b>	4481976
<b>Dependencia o Área</b>	Proyectos y Desarrollo
<b>Nombre Completo del Jefe del estudiante</b>	Héctor Mario Herrera Ortiz
<b>Cargo</b>	Gerente
<b>Labor que desempeña el estudiante</b>	Desarrollo de nuevas tecnologías
<b>Nombre del asesor de práctica</b>	Mauricio López Bonilla
<b>Fecha de inicio de la práctica</b>	20/07/2015
<b>Fecha de finalización de la práctica</b>	20/11/2015

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código: F-PI-038</b></p>
		<p><b>Versión: 02</b></p>
		<p><b>Página 2 de 44</b></p>

## 1. ASPECTOS GENERALES DE LA PRÁCTICA.

### 1.1 Centro de práctica.

Invelectrónica S.A.S

- Misión: Brindar confianza y tranquilidad al entregar equipos y accesorios para el agro y seguridad perimetral con la más alta tecnología, para instalación de barreras eficaces que brinden protección y seguridad para animales y bienes
- Visión: Triplicar nuestras ventas en un periodo de 5 años, a través del posicionamiento como marca líder nacional e internacional en la fábrica de equipos y accesorios para el agro y seguridad perimetral.
- Objetivos institucionales

Perspectiva financiera: Utilidad bruta 48%-50%

Perspectiva clientes: Presencia en regiones

Perspectiva procesos internos: Productividad operacional >80%

Perspectiva de aprendizaje y conocimiento: Evaluación de desempeño

 <p>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</p> <p>Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 3 de 44

## 1.2 Objetivo de la práctica empresarial.

Generar desarrollo, investigación, y fomentar nuevas tecnologías aplicadas a los productos y/o servicios prestados por la empresa

Contar con la visión de una persona o estudiante nuevo que ayude a fomentar nuevos proyectos o propuestas para el beneficio de la empresa.

Generar experiencia laboral tanto emocional, como actitudinal a nuevas mentes profesionales.

## 1.3 Funciones

El practicante deberá cumplir las siguientes funciones:

- Generar nuevas metodologías para los procesos internos
- Crear e innovar nuevos productos o servicios para la empresa
- Apoyar en el área de desarrollo e innovación.
- Generar controles de calidad a los procesos internos

## 1.4 Justificación de la práctica empresarial.

Para la empresa las prácticas laborales son el primer contacto entre el estudiante y el mercado laboral, se convierten en un espacio que permitirá a los estudiantes adquirir las competencias necesarias para enfrentarse a los problemas reales de su profesión.

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código:</b> F-PI-038</p>
		<p><b>Versión:</b> 02</p>
		<p><b>Página</b> 4 de 44</p>

Las empresas procuran tener una imagen moderna, renovada e innovadora, y por tal motivo requieren de mentes frescas y actualizadas que logren avances con los cuales puedan repercutir en ventajas para la empresa en sus desarrollos y oferta al cliente.

Las agencias de prácticas buscan una serie de perfiles profesionales, con capacidades, habilidades y competencias las cuales le permiten cubrir muchas necesidades. Estas necesidades cada vez son más concretas y la Formación Profesional cada vez está más estructurada y dirigida a determinados puestos de trabajo. Es por esto que cobra gran importancia la vinculación de practicantes en las empresas, ya que permiten, primero al estudiante conocer y ganar experiencia laboral y para la empresa, iniciar la renovación generación.

### **1.5 Equipo de trabajo.**

Dentro de la empresa en el área de desarrollo, se cuenta con un jefe inmediato y su asistente, en este caso el practicante, los cuales tienen la misión de estar innovando en los productos y/o servicios que ofrece la compañía. Dichos desarrolladores pueden trabajar en proyectos separados pero siempre supervisados por el gerente de la empresa, el cual participa activamente de dicha actividad.

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código: F-PI-038</b></p>
		<p><b>Versión: 02</b></p>
		<p><b>Página 5 de 44</b></p>

## **2. PROPUESTA PARA LA AGENCIA O CENTRO DE PRÁCTICAS**

### **2.1 Título de la propuesta**

Análisis de factibilidad y propuesta para una comunicación inalámbrica a través de módulos *Xbee* para una red de equipos de seguridad perimetral por medio de cercas eléctricas.

### **2.2 Planteamiento del problema.**

Los equipos de cercas eléctricas para la seguridad que fabrica la empresa, generan una salida de voltaje elevada (Aproximadamente de 15000 V), la cual es aplicada en la cerca de un perímetro. Esta señal está diseñada para recorrer cierta distancia limitada (Aproximadamente de 15 km), sin embargo, resultan casos donde se encuentran perímetros demasiados extensos, que un solo equipo no alcanza a recorrer, por ende se necesitan instalaciones con varios equipos, lo cual repercute en aumento de costos para el propietario, en términos de acometidas (instalaciones eléctricas, que parten desde un sistema que suministra y llega hasta el consumidor final), las cuales van, desde el equipo hasta la caseta donde se encuentre el centro de análisis de la información. Todos los equipos para las cercas eléctricas necesitan tanto de la acometida para la alimentación del equipo, como la acometida para enviar la información al gabinete donde se encuentra, ya sea la sirena de pánico, o el tablero donde se indica la zona y el equipo que se activó. La empresa observó, que al realizar instalaciones de seguridad en perímetros extensos, donde se requiere más de un equipo (cómo se mencionó anteriormente), las acometidas generan un problema ya que se necesitan “cablear” tanto para la alimentación de la red eléctrica para el

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 6 de 44

equipo, como para las señales de alarma que éste genera; es por esto que plantear una solución inalámbrica usando los módulos Xbee (módulos *Xbee*: módulos que permiten enviar y recibir información de manera inalámbrica) para esta instalación, se convierten en una propuesta innovadora para el mercado.

### 2.3 Justificación.

Para la empresa es muy importante ofrecer servicios completos y económicos a los clientes, logrando mostrarse como una compañía líder en el mercado, con productos revolucionarios y siempre a la vanguardia; debido a eso la empresa busca dar solución, investigando sobre métodos de envío de señales más económicos y estéticos, en comparación con el despliegue tecnológico que se realiza con las acometidas (cableados, repetidores, entre otros).

El poder realizar un proyecto con estas bondades brinda la posibilidad de mostrar la compañía frente a los clientes con un plus el cual los va a distinguir de la competencia y consecuente a ésto, mostrarse como una empresa innovadora.

### 2.4 Objetivos (Objetivo General y Objetivos Específicos).

#### Objetivo General

- Presentar una investigación coherente y precisa sobre la implementación de los módulos *Xbee* a los equipos de cercas eléctricas para la seguridad de un perímetro, frente a la problemática actual que representan las instalaciones de acometidas dentro de un proyecto de esta naturaleza.

 <p>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</p> <p>Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 7 de 44

### Objetivos Específicos

- Investigar sobre la comunicación inalámbrica a través de módulos *Xbee* (ventajas y desventajas)
- Diseñar la comunicación inalámbrica dentro de los equipos de cercas eléctricas sin deteriorar su presentación
- Presentar el diseño de la solución tecnológica planteada (La cotización, propuesta, planos, costos)

### 2.5 Diseño Metodológico.

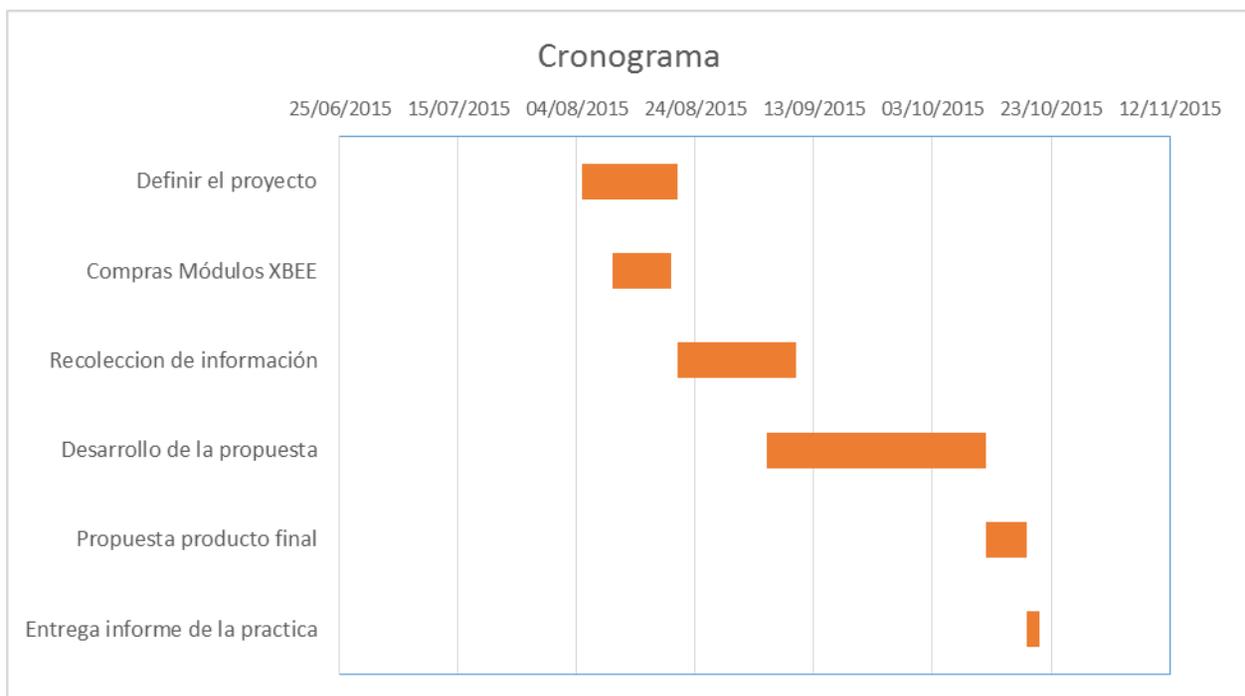
Se parte primero con la compra de un par de módulos *Xbee* para realizar pruebas en el laboratorio hasta que el prototipo funcione correctamente. Mientras los módulos son obtenidos; se buscará información pertinente con profesores de la institución universitaria de envigado y asesorías para lograr el correcto funcionamiento de los módulos. También se consultarán y estudiarán medios bibliográficos donde se encuentre a fondo todos los términos y conceptos requeridos para generar una comunicación punto multi-punto entre los módulos inalámbricos mencionados anteriormente.

La segunda fase buscará adaptar los módulos *Xbee* al equipo buscando re-diseñar internamente su configuración, tratando de que no exista ninguna interferencia con las etapas internas del dispositivo, como son sus transformadores de entrada y salida los cuales generan un campo electromagnético el cual podría afectar la señal del módulo *Xbee*.

Como última fase; luego de haber diseñado, probado e implementado los módulos Xbee, a los equipos se les harán pruebas pilotos en campo; donde este sería el último paso del desarrollo de la propuesta, concluyendo así que la problemática fue solucionada correctamente gracias al buen uso de las tecnologías y avances que han ido surgiendo en el tiempo.

## 2.6 Cronograma de Actividades.

Actividades	Inicio	Duración (días)	Fin
Definir el proyecto	05/08/2015	16	21/08/2015
Compras Módulos XBEE	10/08/2015	10	20/08/2015
Recolección de información	21/08/2015	20	10/09/2015
Desarrollo de la propuesta	05/09/2015	37	12/10/2015
Propuesta producto final	12/10/2015	7	19/10/2015
Entrega informe de la practica	19/10/2015	2	21/10/2015



	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 9 de 44

## 2.7 Presupuesto (Ficha de presupuesto)

Para la realización del proyecto la empresa cuenta con una infraestructura de equipos laboratorio y espacios para optimizar dicho proyecto.

- Recursos físicos Invelectrónica S.A.S (laboratorio)
- Talento humano: salario practicante = \$ 1'200.000 (mensual)
- Equipos: módulos Xbee= \$ 300.000; computador portátil = \$ 700.000 Osciloscopio digital= \$ 1'372.000; equipo de cerca eléctrica para pruebas (costo) =\$100.000
- Transporte = \$200.000
- Fuentes de financiación = Invelectronica S.A.S

## 3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

### 3.1 MARCO DE REFERENCIA

*3.1.1 Comunicaciones inalámbricas usando módulos Xbee:* (Oyarce, Aguayo, & Martin, 2010)

Las comunicaciones inalámbricas se dan cuando no existe un medio físico por el cual se pueda enviar información sino, a través del espectro de radiofrecuencias. Cualquier tipo de comunicación desde la más básica hasta las más complejas necesita fundamentalmente de un transmisor (Tx), y un receptor (Rx). (Tomasi, 2013)

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código:</b> F-PI-038</p>
		<p><b>Versión:</b> 02</p>
		<p><b>Página</b> 10 de 44</p>

Podemos encontrar muchos métodos para realizar una comunicación inalámbrica, dentro de ellos, encontramos los módulos Xbee, los cuales trabajan a una frecuencia de 2.4 GHz y solamente es necesario una pequeña configuración, dos módulos, uno que hace las veces de transmisor y otro de receptor y el medio de transmisión (aire) donde va a comenzar la comunicación. (Faludi, 2010)

Para establecer el enlace de comunicación entre los módulos Xbee, se debe tener en cuenta la distancia a la cual trabajarán los dispositivos y los obstáculos visuales que puedan existir entre ellos ya que limitan o reducen su alcance aproximado de 100m. Para el correcto funcionamiento de los módulos Xbee, éstos deben estar asociados a un programa o módulo; ya sea una tarjeta arduino o un microcontrolador, la cual, dependiendo del programa que se use, activará una sirena o apagará un interruptor, detectando un “1” lógico o un “0” lógico en los pines del módulo Xbee. (Oyarce, Aguayo, & Martin, 2010)

Los módulos Xbee trabajan en la banda libre de los 2.4 GHz, así no se tiene que usar permisos ante el estado (Cárdenas, 2012), el cual es el que controla el espectro de radiofrecuencias; los módulos usan un protocolo de comunicación en el cual es posible conectar hasta 65535 conexiones al mismo tiempo (teóricamente).

A continuación se presentan fotografías de los módulos Xbee adquiridos:



*Figura 1.* Xbee con Wire Antena (Whip Antena). Fuente: Elaboración Propia



*Figura 2.* Xbee con u.FL Antena. Fuente: Elaboración Propia



Figura 3. Parte Posterior del Xbee. Fuente: Elaboración Propia

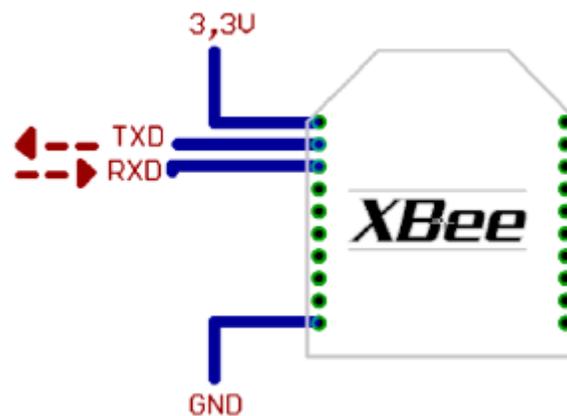


Figura 4. Parte Posterior del Xbee. Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.2. Características básicas de operación para los módulos Xbee

-3.3V - 40mA

-Velocidad de datos 250kbps Max

-2mW de salida (+ 3dBm)

-100m Rango

-Antena incorporada

-6 pines de entrada ADC de 10 bits

-8 pines IO digitales

A continuación se presentan imágenes del módulo de configuración para Xbee

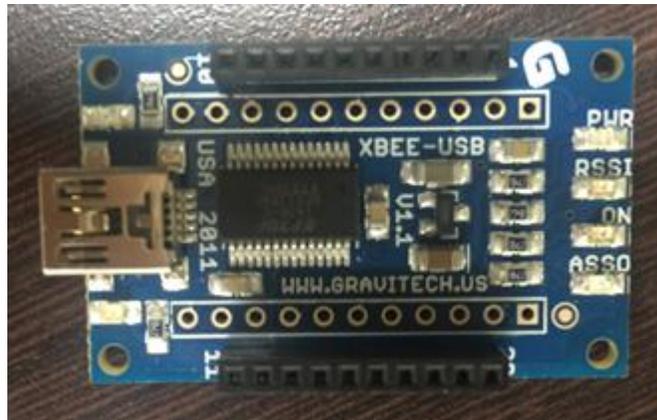


Figura 5. Módulo para la configuración de los Xbee. Fuente: Elaboración Propia

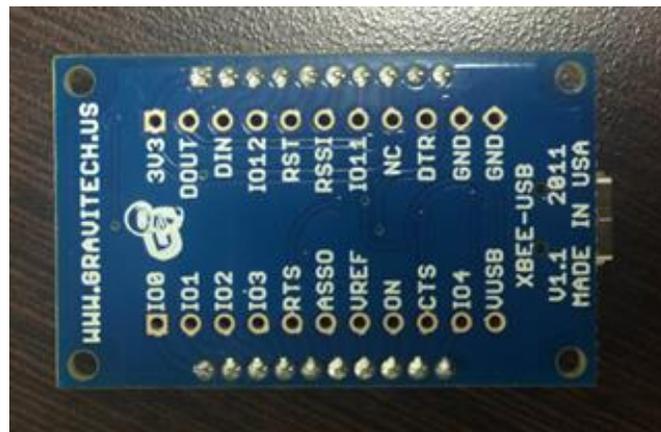


Figura 6. Módulo para la configuración de los Xbee (parte posterior). Fuente: Elaboración Propia

 <p>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENIGADO</p> <p>Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 14 de 44

### 3.1.3 Tipos de Configuración de red para los Módulos Xbee

Existen varias formas de comunicación dentro de ellas encontramos (Piyare, Lee, 2013):

-Modo transparente:

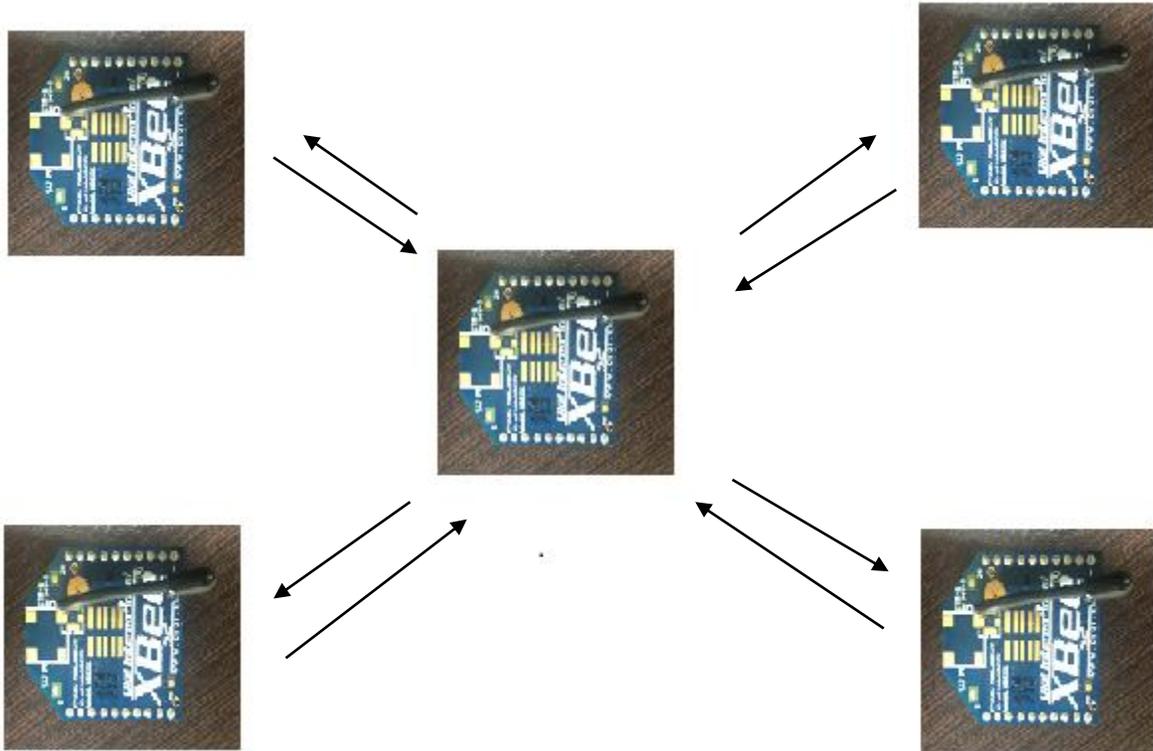
Esta configuración es muy básica ya que solo se necesita el módulo (Xbee Explorer USB), un cable usb y el software X-CTU el cual se encuentra gratis por internet y tiene una interfaz muy amigable y fácil de manejar. En el modo transparente es posible configurar el módulo Xbee de diferentes formas cada una con ventajas y desventajas con respecto al otro. (André, 2006)

-Punto multipunto:

En una comunicación punto multipunto es importante tener en cuenta que los módulos deben de estar configurados por el mismo canal donde se van a comunicar y el mismo PAN ID, esto equivale a decir que todos se van a hablar por la misma frecuencia y van a tener el mismo nombre de red.

Esta red se considera mejor que la red *Broadcast* ya que se puede tener más control en sobre la misma y podemos asignar los módulos que se quieran tener en la red, es posible centralizar más la información.

Es posible configurar un módulo central y desde allí se puede enviar información a todos los módulos o a uno específicamente.



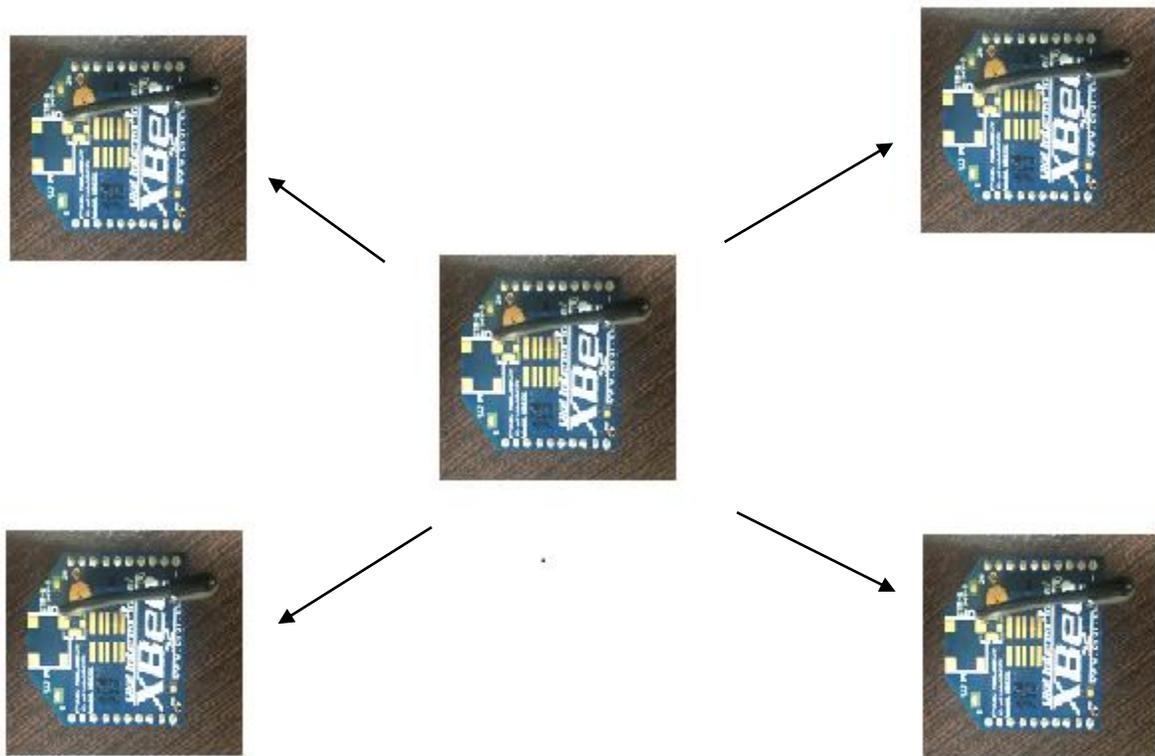
*Figura 7. Configuración Punto Multipunto. Fuente: Elaboración Propia*

-Broadcast:

En esta configuración se permite que un módulo Xbee envíe información a todos los módulos conectados a la misma red al mismo tiempo, es decir, enviar simultáneamente información a todos los nodos conectados.

Para que exista una comunicación Broadcast todos los módulos deben tener la misma configuración y de esta manera es posible establecer un dispositivo para que envíe información a los demás al mismo tiempo dentro de la misma red.

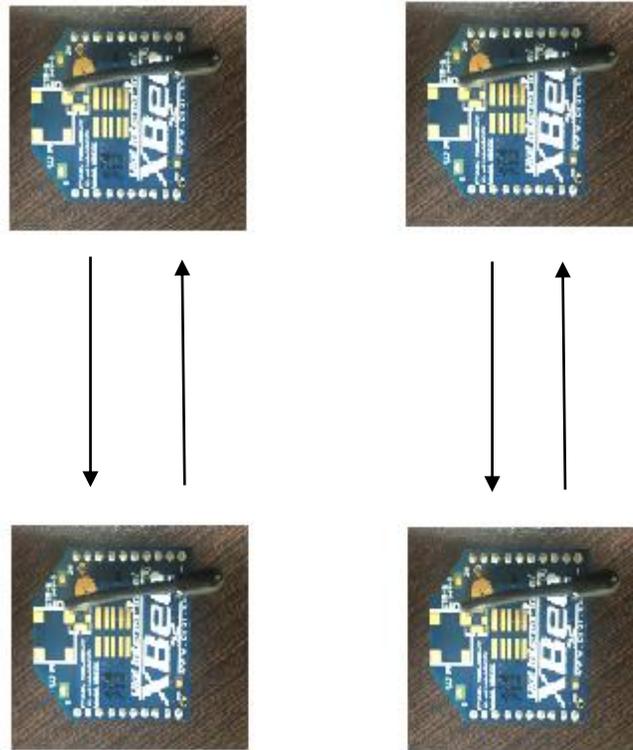
Una ventaja se presenta cuando la red ya este configurada, debido a que es posible aceptar más módulos usando la misma dirección (PAN ID).



*Figura 8. Configuración Broadcast. Fuente: Elaboración Propia*

-Punto a punto

En una red punto a punto tenemos comunicación bidireccional entre 2 módulos pudiendo obviar así una unión física a través de un cable y sustituyéndola por la comunicación a través del aire teniendo un alcance de hasta 100m con línea de vista y de 30m en interiores



*Figura 9.* Configuración Punto a Punto. Fuente: Elaboración Propia

#### -Conexión NonBeacon. Peer-to-Peer

Otra forma de comunicación de los módulos Xbee, es conocida como NonBeacon.

NonBeacon hace referencia a que todos los dispositivos de la red permanecen activos (enviando o recibiendo información) mientras que los Beacon entran en modo SLEEP (ahorro de energía) y solo envían paquetes de información cada determinado tiempo, es posible que la información se pueda perder con esta configuración. (Shahimi, Halim, & Ismail 2010)

En esta configuración todos se comunican entre sí generando una comunicación entre 2 módulos a la vez siendo así maestros y esclavos de los demás.

Con esta configuración se puede crear una comunicación entre todos los módulos de la red creando una comunicación de par en par siendo cada módulo esclavo y maestro de los demás.

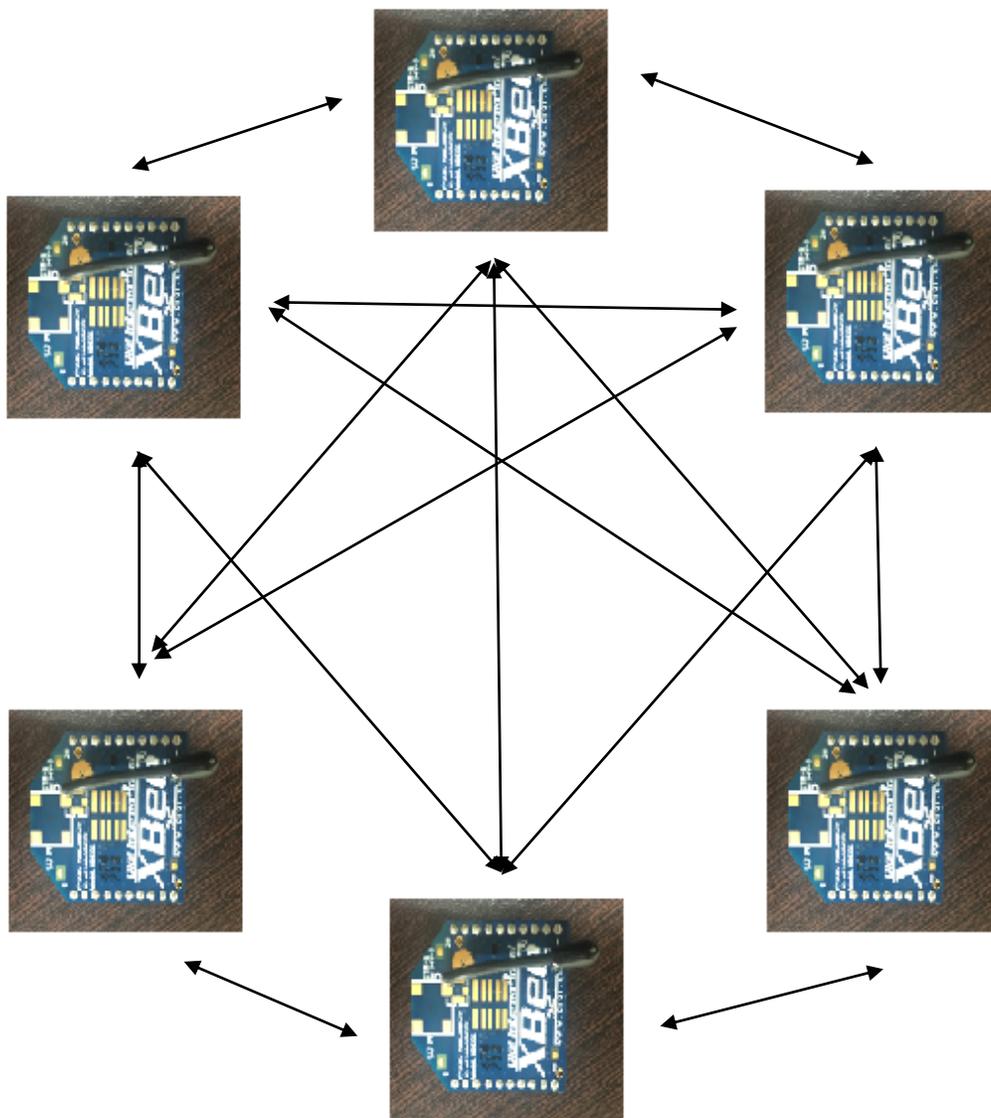


Figura 10. Configuración NonBeacon Punto a Punto. Fuente: Elaboración Propia

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código:</b> F-PI-038</p>
		<p><b>Versión:</b> 02</p>
		<p><b>Página</b> 19 de 44</p>

-Conexión NonBeacon. Coordinador.

Este tipo de conexión es similar a la conexión punto multipunto su diferencia radica en la configuración del coordinador que haría las veces de maestro y es un módulo el cual se configura con estas características para que pueda manejar mejor la red.

-Conexión API

Con esta configuración los datos que se van a enviar son paquetes de datos más completos donde se puede enviar más información por ejemplo quien es el origen de la información, se puede preguntar a cada módulo que función cumple si es esclavo o maestro, de dicha forma podemos generar una red mucho más robusta y completa sin pérdida de información.

La red se vuelve inteligente y busca la mejor ruta a través de ella para enviar información de un punto A a otro punto B pasando por los módulos que se encuentren en medio; siempre buscando la ruta más óptima.

Con esta configuración podemos alcanzar una mayor cobertura en áreas muy extensas y ser mas eficientes con el proyecto a realizar, ya que con la interacción que ofrecen los módulos es posible lograr comunicaciones (envió de información) a diversos puntos o centralizar la información de todos los módulos en uno solo.

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código: F-PI-038</b></p>
		<p><b>Versión: 02</b></p>
		<p><b>Página 20 de 44</b></p>

### 3.2.1. Acometidas eléctricas

Se denomina acometida a la derivación de una instalación eléctrica que parte del suministro y se transporta hasta un lugar en específico donde necesitamos de un punto de la instalación, esta se puede hacer de manera aérea, subterránea o mixta. A través de una acometida podemos enviar, desde el suministro eléctrico de una ciudad, hasta información de encendido o apagado de una zona delimitada por una cerca eléctrica, activación o desactivación de una sirena que funcione en cierto perímetro. (RETIE, 2005)

Las acometidas se han usado tanto como para la estética de un lugar como para la seguridad del mismo ya que al tener un cable expuesto en ciertos climas podría desmejorar su eficiencia y durabilidad y podría representar un peligro para las personas que habiten dicho habitad.

Cuando se realiza una instalación con acometidas ya sea aérea, subterránea o mixta debemos tener presente ciertas normas de seguridad tanto personales como de la información, ya que dependiendo de los voltajes o la misma información que se envíe por ella se podría generar unas pérdidas o podría ser causantes de ruido en la transmisión. (Trasancos, 2006)

Algunas precauciones básicas para la instalación de una acometida podrían ser; tener en cuenta las temperaturas máximas y mínimas del lugar donde se va a realizar el procedimiento también el material por el cual se va a introducir que tenga un diámetro por el cual pueda entrar sin problema todos los cables de la acometida, la resistencia del material frente algún intento de hurto, la resistencia frente a la humedad. (Norma, N. T. C. 1998)

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<b>Código:</b> F-PI-038
		<b>Versión:</b> 02
		<b>Página</b> 21 de 44

### 3.3.1. Equipo de cerca eléctrica

Los equipos de cercas eléctricas brindan seguridad perimetral ofreciendo una barrera contra personas indelicadas causándoles una descarga de hasta 15 mil voltios (no letal para los seres vivos).

Las cercas eléctricas de seguridad presentan un bajo consumo a la red eléctrica donde se tenga alimentado y presenta una autonomía de hasta 6 días trabajando gracias a su batería interna.

Los equipos tienen un alcance de hasta 50 metros lineales como mínimo variando su distancia de acuerdo al modelo, para que esta distancia varíe se necesita un transformador más grande y un capacitor de mayor potencia. (Williams, Kelley, 1999)

Son equipos que generan pulsos muy elevado de voltaje por periodos de tiempo muy cortos (El RETIE establece mediante las normas ((IEC 60335-2-76 e IEC 60695-2-11) que la frecuencia de los pulsos no deben de exceder un ciclo por segundo, además el pulso no debe de durar más de 10 milisegundos. Según estas normas se calculó el valor del pulso para que el impulsor trabaje en óptimas condiciones y además cumpliendo los estándares).

Los equipos internamente están constituidos principalmente por:

- Tarjeta electrónica

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código: F-PI-038</b></p>
		<p><b>Versión: 02</b></p>
		<p><b>Página 22 de 44</b></p>

La cual contiene toda la información y controla el funcionamiento del equipo, Dentro de la tarjeta electrónica encontramos varias etapas que influyen o determinan el funcionamiento del equipo

-etapa de potencia

-etapa de control

-etapa de suicheo

-Etapa oscilación

- Transformador de entrada

El transformador de entrada cuenta con dos devanados que se encargan de la parte de potencia y de la de control, proporcionando unos voltaje de 270 Vac y 8 Vac respectivamente. A este transformador se le aplica un vaciado de barniz para que el barniz filtre mejor en las láminas del núcleo para de tal, forma aumentar la resistencia de este y poder obtener un transformador de muy buena calidad

- Transformador de salida

Este transformador tiene los mismos componentes del transformador de entrada pero con la diferencia es que este es vaciado en resina, la cual se prepara con pintura 10% y catalizador 1% del total de la resina, con el fin de controlar la humedad es decir para que no se filtre la humedad dentro del transformador también ayuda a disipar calor que este genera; es el que se encarga de elevar el voltaje a la salida

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 23 de 44

- Capacitor

El capacitor dentro del equipo impulsor cumple la misma función que lo hace en un motor, la cual es dar el arranque; es pocas palabras el capacitor se encarga de que el equipo impulsor empiece a funcionar, una vez esté funcionando el capacitor, este se desconectará por medio de un interruptor.

### 3.2 Desarrollo y logro de objetivos

#### *3.2.1. Investigar sobre la comunicación inalámbrica a través de módulos Xbee (ventajas y desventajas para su aplicación en la industria local)*

Es considerado como ventaja de los módulos Xbee su pequeño tamaño (Dimensiones: ancho: 24.38 mm; largo: 32.94mm y alto de la antena: 25 mm) gracias a esto se pueden adaptar fácilmente a los equipos de cercas eléctricas de la empresa Invelectrónica, sin perjudicar el diseño externo del mismo, lo cual ahorra costos de producción. Otra ventaja es gracias a sus múltiples formas de conexión, lo que ayuda a la compañía a ser más versátil en el planteamiento y distribución de cada cliente potencial.

Internamente gracias a su fácil programación ahorramos tiempo y costos de producción en operarios los cuales se encargan de ensamblar el equipo.

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 24 de 44

Gracias a su conexión inalámbrica podemos presentar como una ventaja o un plus frente a los clientes y mostrarnos como una propuesta innovadora.

Los módulos Xbee al trabajar en la banda libre de los 2.4GHz no repercuten en más gastos que aumenten el costo de elaboración del equipo de cercas eléctricas

Como desventaja tenemos su limitante de distancia aproximadamente de (100m lineales) lo cual no nos permite hacer una comunicación eficaz para zonas montañosas o con obstáculos visuales, y sería preciso implementar más módulos a determinadas distancias para garantizar una muy buena comunicación. (Oyarce, Aguayo, & Martin, 2010)

### ***3.2.2. Diseñar la comunicación inalámbrica dentro de los equipos de cercas eléctricas sin deteriorar su presentación***

La interfaz donde se programan los módulos Xbee, se muestra en la siguiente gráfica: Usando el software X-CTU.

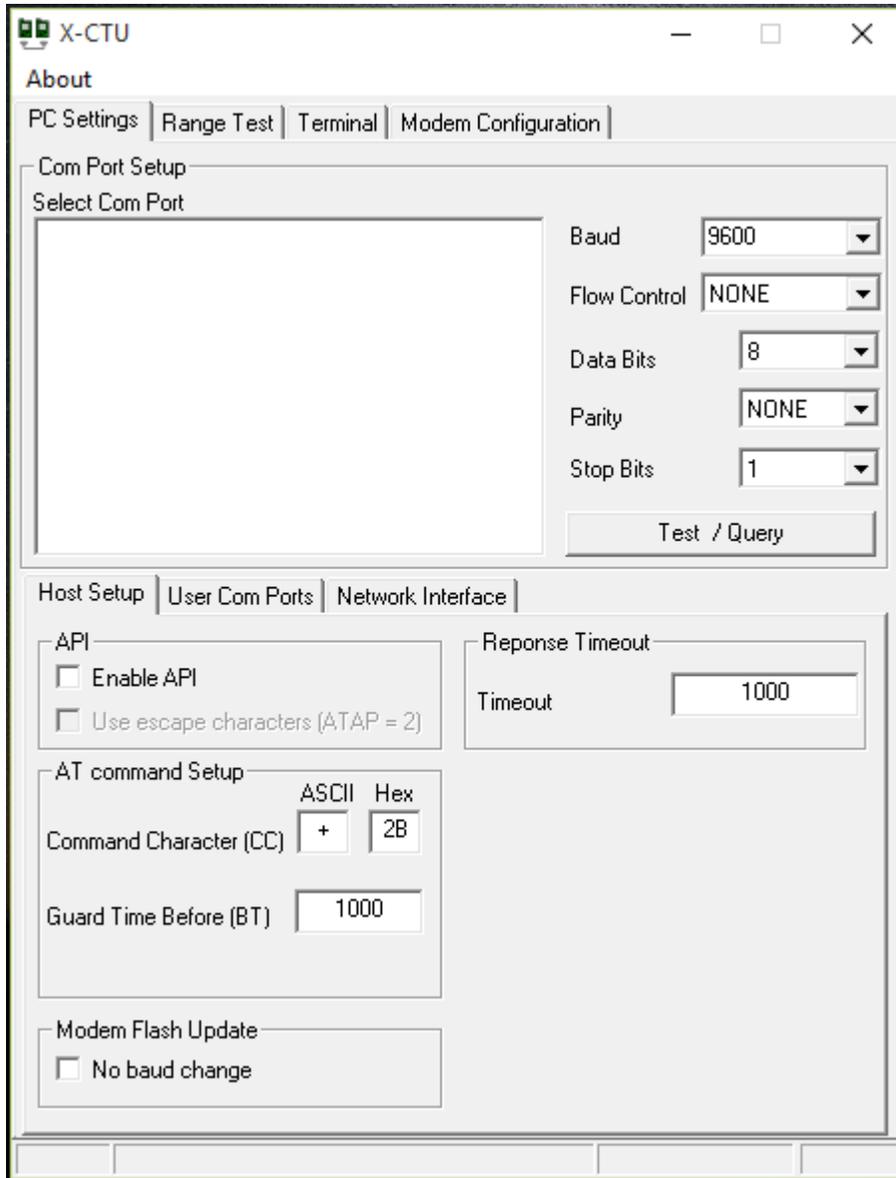
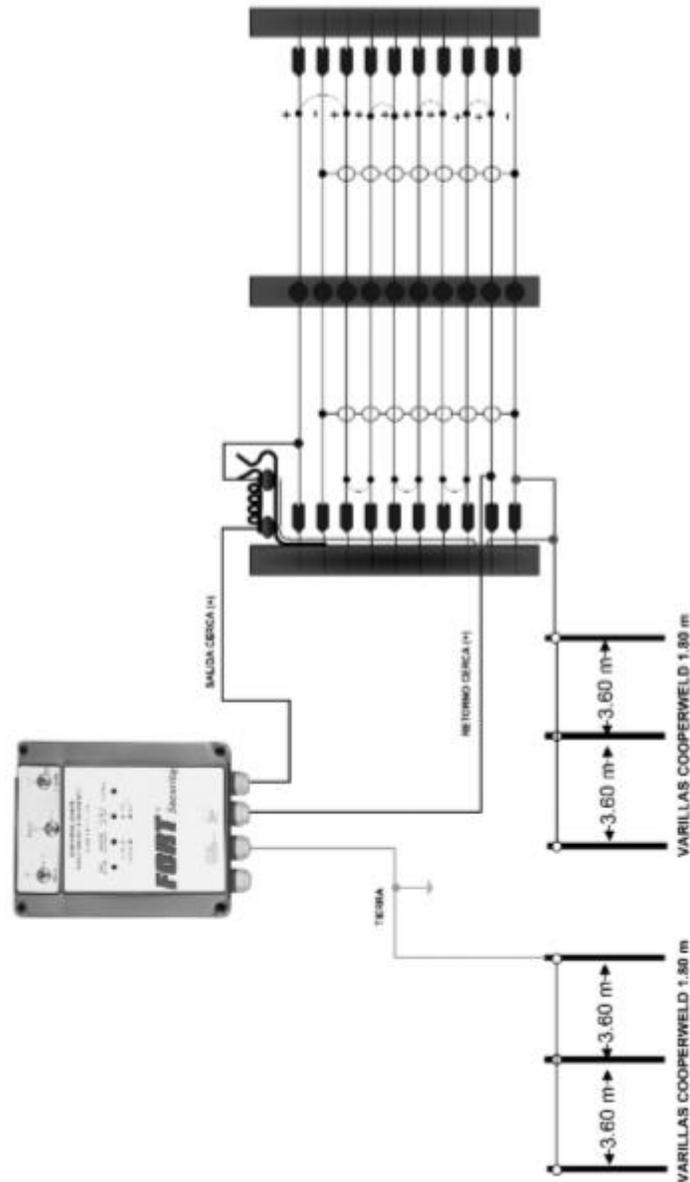


Figura 11. Programa X-CTU pantallazo principal donde se configura los módulos Xbee. Fuente: Elaboración Propia

Es acá donde se configuran todos los parámetros para los dispositivos inalámbricos Xbee.

El plano del circuito para la propuesta se puede apreciar en la siguiente figura:

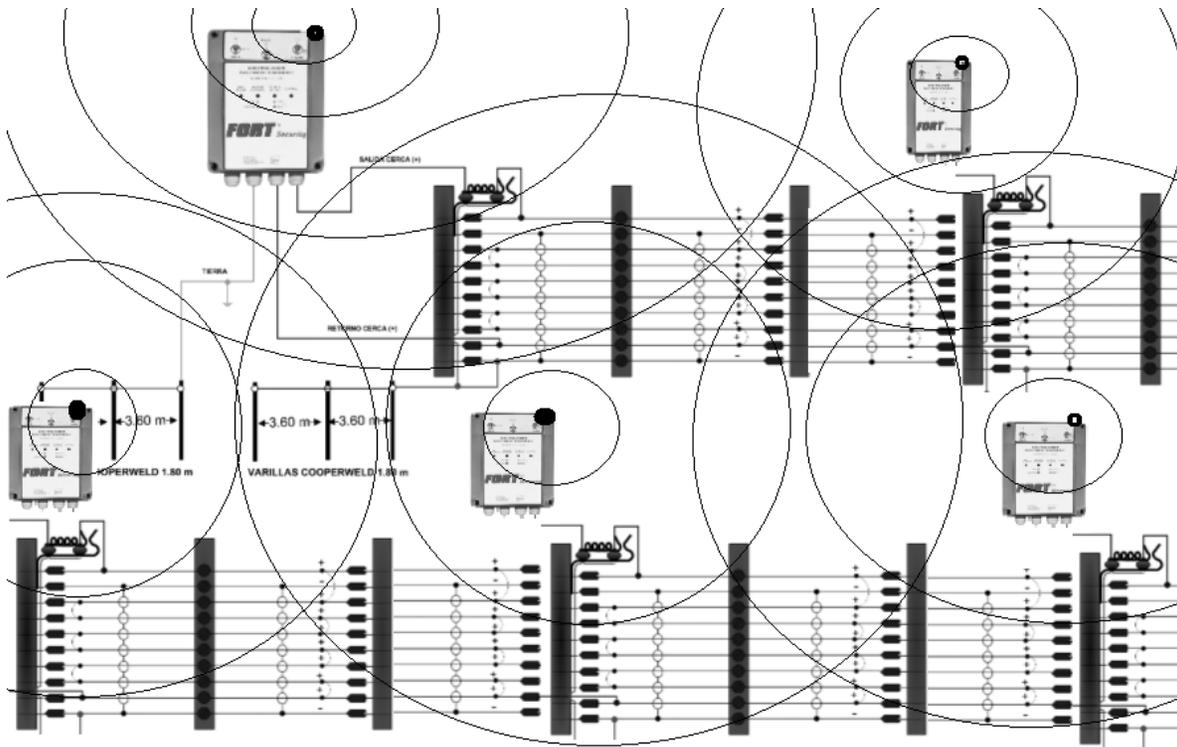
**PLANO DE INSTALACIÓN**



*Figura 12.* Este es el plano básico de instalación de un equipo de cerca eléctrica para la seguridad perimetral, conformado básicamente por un solo equipo y su distribución eléctrica a través de una cerca de 10 hilos energizados.  
 Fuente: Elaboración Propia

En la figura anterior se puede apreciar la estructura básica para un solo equipo y su distribución eléctrica a través de una cerca de 10 hilos energizados.

En la siguiente figura se puede apreciar el plano para la solución cuando se usen varios dispositivos inalámbricos.



*Figura 13. Representación de una red de equipos interconectados a través de módulos Xbee en su interior.*  
Fuente: Elaboración Propia

El equipo para la cerca eléctrica que se usará se muestra en la siguiente figura:

**VISTA INTERIOR DEL EQUIPO**

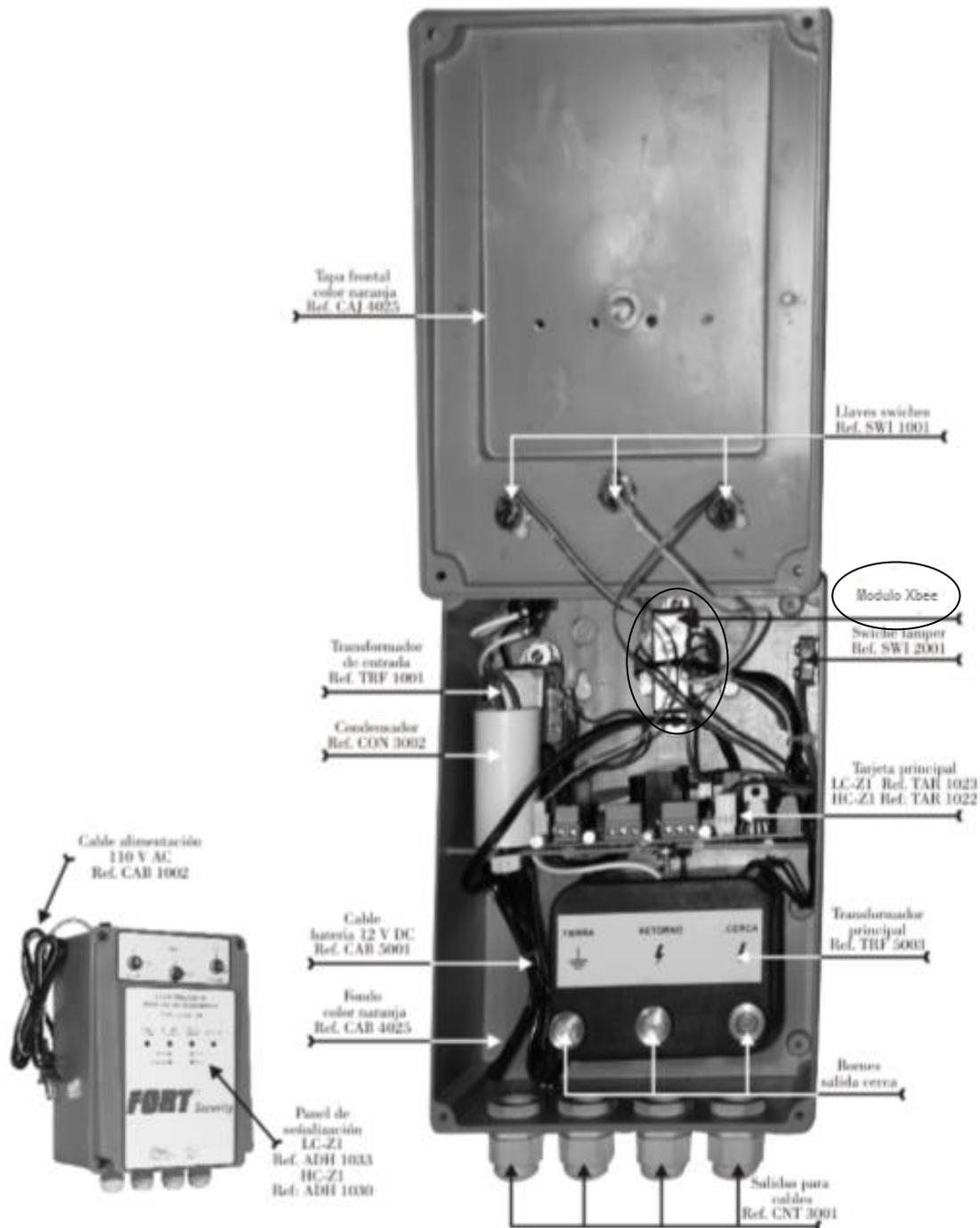


Figura 14. Equipo de cerca eléctrica adaptado con el módulo Xbee en su interior. Fuente: Elaboración Propia

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	<b>Código:</b> F-PI-038
		<b>Versión:</b> 02
		<b>Página</b> 29 de 44

### *DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO*

Los equipos para una zona (Z1) son electrificadores de potencia alimentados por la red, que convierte la energía en impulsos de alto voltaje similar a golpe de rechazo que de ninguna manera causan daño al hombre o animales. Ideal para utilizar en condiciones difíciles como cercas medias y cortas o vegetación importante, el mecanismo electrónico es completamente modular con tecnología de punta, basada en microcontroladores de última generación, la salida empleada llamada “baja impedancia” permite que la cerca siga siendo eficaz aún en caso de pérdidas (hiervas que tocan el alambre, aislantes fundidos, etc.).

### *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

- Comunicación inalámbrica entre varios equipos de la misma red.
- Alimentación 110V AC (ó 12V DC)
- Tensión máxima en la cresta hasta 10.000V
- Energía máxima liberada por impulso:
  - LC - Z1 400 mili julios
  - HC – Z1 800 mili julios
- Corriente promedio salida de 200 ma.
- Consumo 1.2 W en espera, 2.4 W en alarma, más consumo de sirena
- Factor de aislamiento de 20 Mega Ohmios.

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 30 de 44

- Temperatura de operación entre  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $+ 50^{\circ}\text{C}$ .
- Máximo factor de humedad 70%.
- Número de pulsos por minuto 50 aproximadamente.
- Duración del impulso del orden de  $1/1.000$  s.
- Golpe de rechazo ajustable según posición del swiche llave V. SALIDA utilizarse en posición bajo para adaptación de mascotas y niños.
- Rechazo del intruso sin activación de alarmas.

#### *PRECAUCIONES*

- Tomar las precauciones necesarias para que en cualquier circunstancia la persona pueda retroceder.
- Jamás se debe electrificar una cerca de alambre de púa.
- No instalar un hilo de la cerca junto a un tendido eléctrico de alta tensión.
- No utilizar postes telefónicos para sostener el hilo de una cerca eléctrica.
- No se debe utilizar este aparato para otro uso diferente al cual está concebido.
- No debe dejarse jugar a un bebe al lado de la cerca eléctrica.
- Evitar acercar materiales combustibles a la cerca o a su conexión con el electrificador.
- Evitar la penetración de líquidos en el interior del gabinete como agua, gaseosa, etc.

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 31 de 44

NOTA: Si se constata un funcionamiento anormal como por ejemplo pulsaciones excesivas o debilidad en los pulsos se debe realizar una ronda por el cercado. Si se encuentra todo en orden reporte inmediatamente a su proveedor.

Para reparar un electrificador y reemplazar determinados elementos es preciso conocer adecuadamente el equipo. Estas manipulaciones deben ser efectuadas por una persona debidamente calificada y autorizada por FORT Security.

## **MANTENIMIENTO DEL PERÍMETRO**

Para el buen funcionamiento del sistema en general, debemos tener en cuenta diferentes aspectos, tales como:

- Verificar que el voltaje transmitido por el energizador al cercado en la posición de alto voltaje sea superior a 5.000 voltios; de ser inferior a 2.000, el sistema censa la baja de corriente y se activa, indicando la zona donde ocurrió el evento. Esta medida debe realizarse con un voltímetro.
- Los aisladores de fin de tramo (terminales) y los de paso (tubos intermedios), son parte fundamental para la eficiencia del funcionamiento del sistema, ya que ellos permiten aislar en su totalidad la pérdida de voltaje que transita por los cables; revise muy bien, que no haya aisladores deteriorados o fuera de su sitio (corridos).

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código:</b> F-PI-038</p>
		<p><b>Versión:</b> 02</p>
		<p><b>Página</b> 32 de 44</p>

- **ACOMETIDAS:** Las acometidas que salen del equipo básico hacia cada una de las zonas, deben estar totalmente aisladas. Tenga cuidado al efectuar algún trabajo en las zonas del perímetro evitando obstrucción o deterioro de éstas.
- La totalidad del cableado eléctrico de la cerca debe permanecer libre de contacto de materiales extraños como objetos metálicos, malezas, ramas de árboles, etc.; tenga muy presente que en la mayoría de los casos en que se presenta un evento de alarma, es debido a alguno de estos casos. Retire inmediatamente cualquier objeto extraño y mantenga siempre libre un sendero limpio a través de la cerca.
- Verifique que no halla ruptura en ninguno de los cables de la cerca o en los puentes que interconectan los mismos en cada cambio de tramo; evite siempre juntar dos o más cables ya que por esto, se genera baja y variación de voltaje generando alarma.
- Para efectos de reparaciones en la cerca, es necesario apagar el perímetro de la zona o el sistema en general si hubiere lugar a ello.
- **ELONGACIÓN DEL CABLEADO:** Se presenta en ocasiones cuando alguno de los postes que sirven como soporte para la tensión de los cables, ceden, o simplemente se desengranan los tensores que están instalados en cada uno de los alambres de la cerca. Debido a ésta elongación, se pueden presentar contactos del cable con la malla (en caso malla eslabonada), o con los mismos tubos utilizados de soporte. Revisar y proceder a la respectiva corrección, bien sea cambio de soporte o proceder a tensionar con la llave adecuada, cada uno de los tensores de las líneas destencionada para evitar contactos.

 <p>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENIGADO</p> <p>Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 33 de 44

**3.2.3. Presentar el diseño de la solución tecnológica planteada (La cotización, propuesta, planos, costos)**

El diseño de la solución de realiza con un caso específico que se presentará a continuación, donde se comparará una propuesta usando comunicación inalámbrica mediante módulos Xbee y otra donde los módulos no se usarán, destacando las diferencias y/o beneficios del uso de la comunicación inalámbrica en el sistema.

La interfaz donde se programan los módulos Xbee, se muestra en la siguiente gráfica: Usando el software X-CTU

**3.2.3.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE LA PROPUESTA USANDO MÓDULOS XBEE**

**ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PERIMETRAL**

Cerramiento energizado: La solución de cerramiento eléctrico de seguridad perimetral ofrece las siguientes ventajas:

- Ofrece 4 protecciones en un solo sistema integrado:
  - Barrera física: alambres de altísima dureza

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código: F-PI-038</b></p>
		<p><b>Versión: 02</b></p>
		<p><b>Página 34 de 44</b></p>

- Barrera Eléctrica no letal: Golpe eléctrico de 7.000 a 10.000 voltios a 50 ciclos por minuto, con 50 miliamperios.
  - Disuasión : Avisos de precaución de alto voltaje
  - Alarma: Sirena, luces, conexión con sistemas de alarma de monitoreo, entre otros.
- Proporciona vigilancia efectiva las 24 horas del día reduciendo los costos de la misma al eliminar personal de guardia y recuperar así en pocos meses su inversión.
  - Comunicación constante de los equipos con el cuarto de seguridad gracias a su nuevo sistema de comunicación inalámbrica.
  - Es el único sistema que mantiene el ladrón a distancia, dando amplio tiempo de reacción.
  - Los equipos y accesorios importados cumplen con las normas internacionales IEC 60335-2-76, EN 6101, 55014-1 y 55014-2, UL (UNDERWRITTER LABORATORIES) y CSA (CANADA STANDARD ASSOCIATION)
  - El equipo cuenta con batería y cargador integrados suficientes para respaldar su funcionamiento en caso de corte de energía, hasta por 6 días según modelo de equipo básico.

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	<b>Código:</b> F-PI-038
		<b>Versión:</b> 02
		<b>Página</b> 35 de 44

- Su eficiencia, permite que consuma muy poca energía, siendo equivalente al consumo de 1 solo bombillo de uso doméstico por mes.

*El CERRAMIENTO CON SEGURIDAD PERIMETRAL SE REALIZA DE LA SIGUIENTE*

*MANERA:*

Se prestará protección con cerca eléctrica dividida en tres zonas las cuales estarán en constante contacto con el cuarto de control de seguridad por medio inalámbrico gracias a la nueva tecnología de los equipos proporcionados por la empresa Invelectrónica. En la cerca se distribuirán 4 hilos, en la parte superior y 4 hilos en la parte inferior de la malla eslabonada, con una distancia de 12 cm, con alambre de alta dureza R1070 CAL 14, también se tendrán 3 equipos de referencia LC Z1 distribuidos en el perímetro, un KID descargador de Rayos más una Batería de 12 V para cada equipo, un panel de control instalado en el cuarto de seguridad el cual recibirá las señales de los equipos si hubiese alguna novedad, avisos físicos de precaución distribuidos cada 10 metros a lo largo del perímetro y aisladores con protección uv para garantizar el buen funcionamiento de la Cerca Eléctrica. Además se instalarán 50 tubos de 60 cm cada 40 metros para repartir los tramos en el perímetro. A continuación se muestra la tabla con los precios para la solución usando los módulos Xbee, para establecer la comunicación inalámbricamente.

### **3.2.3.2. COMPARACIÓN TECNO-ECONÓMICA DE LA PROPUESTA USANDO**

#### ***LOS DISPOSITIVOS XBEE***

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 36 de 44

**RELACION MATERIALES DE INSTALACIÓN (Comunicación Inalámbrica, usando los módulos Xbee)**

Materia Prima	Cantidad	PVP Total sin IVA
Equipo LC Z1	3	\$1.542.900
Panel de Alarma 4 Zonas	1	\$270.000
Sirena 30W 12V	3	\$214.500
Batería 12V 1,2 AMP	3	\$94.500
Aisladores	4.915	\$2.220.250
Avisos de precaución	140	\$476.000
Acarreos	4	\$320.000
Cable Fisol	0	\$0
Alambre R1070 C-14	375	\$2.456.250
Módulo Inalámbrico (Xbee)	3	\$600.000
Acometidas	0	\$0
Otros Costos de Instalación		\$76.230
Mano de obra (días)		\$2.875.000
Imprevistos		\$2.500.000
Tubos redondo galvanizado de 1/2 * 6 metros	5	\$200.000
<b>VALOR TOTAL SIN IVA</b>		<b>\$13.845.630</b>

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 37 de 44

<b>COSTO POR METRO LINEAL</b>		<b>\$9.890</b>
-------------------------------	--	----------------

*Tabla 1.* Presupuesto de la propuesta usando los módulos Xbee.

<b>RELACION MATERIALES DE INSTALACIÓN (Sin usar los módulos Xbee)</b>		
Materia Prima	Cantidad	PVP Total sin IVA
Equipo LC Z1	3	\$1.542.900
Panel de Alarma 4 Zonas	1	\$270.000
Sirena 30W 12V	3	\$214.500
Batería 12V 1,2 AMP	3	\$94.500
Aisladores	4.915	\$2.220.250
Avisos de precaución	140	\$476.000
Acarreos	4	\$320.000
Cable Fisol	250	\$525.000
Alambre R1070 C-14	375	\$2.456.250
Modulo Inalámbrico	3	\$600.000
Acometidas	1	\$500.000
Otros Costos de Instalación		\$1.632.640
Mano de obra (días)		\$4.647.960
Imprevistos		\$2.500.000
Tubos redondo galvanizado de 1/2 * 6 metros	5	\$200.000
<b>VALOR TOTAL SIN IVA</b>		<b>\$18.200.000</b>

<b>COSTO POR METRO LINEAL</b>	<b>\$13.000</b>
-------------------------------	-----------------

Tabla 2. Presupuesto de la propuesta sin usar los módulos Xbee.

Resumiendo, en términos financieros encontramos las siguientes diferencias:

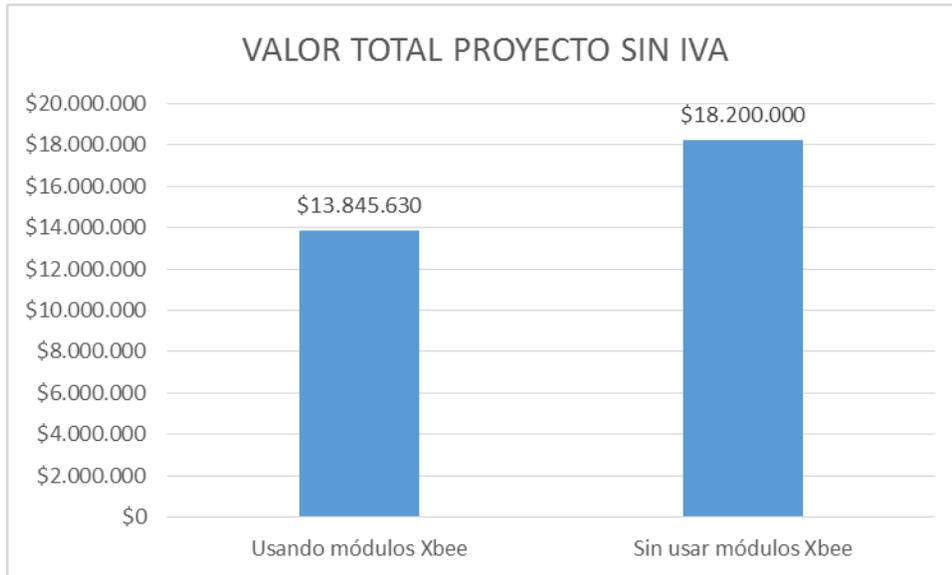


Figura 11. Comparación solución con y sin módulos Xbee. Fuente: Elaboración Propia

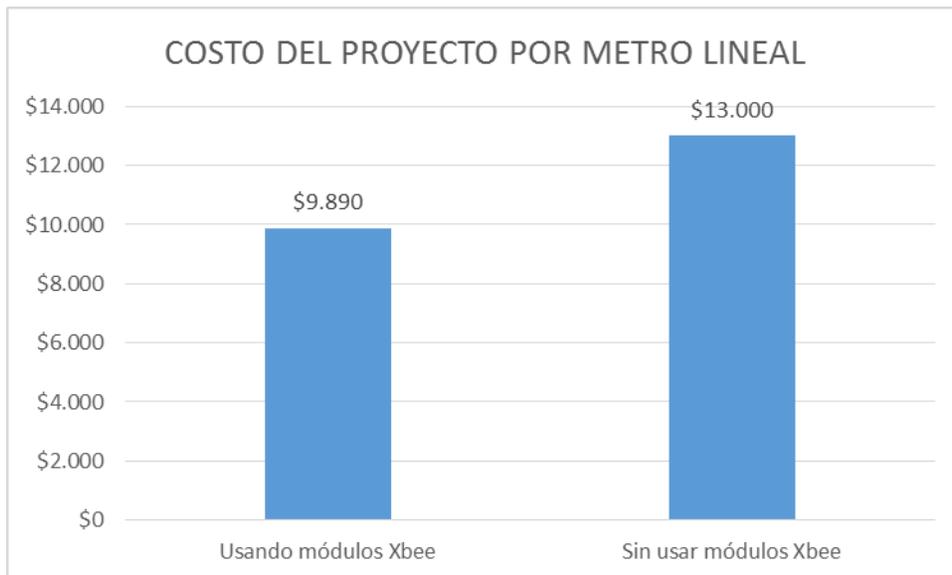


Figura 11. Comparación solución con y sin módulos Xbee. Fuente: Elaboración Propia

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	<b>Código:</b> F-PI-038
		<b>Versión:</b> 02
		<b>Página</b> 39 de 44

Como se puede apreciar gracia a las gráficas la nueva tecnología con módulos Xbee presentan una nueva solución más práctica y económica para los clientes ya que no es necesario el uso de acometidas las cuales se presentan como incómodas en las obras para los clientes ya que generan mucho desperdicio y son una perturbación visual; y gracias a la solución reduce significativamente los costos y un ahorro en tiempo de instalación.

*CONDICIONES COMERCIALES PARA LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA PRESENTADA*

- El tiempo de ejecución es 35 días después de iniciada la obra.
- Si hubiere lugar a ajustes por imprevistos sobre la presente cotización serán debidamente aclarados en el acta de entrega.
- Los equipos tienen garantía de un año por defectos de fabricación.
- Forma de pago 50% al iniciar obra y 50% al finalizarla.
- En caso de que el cliente requiera pólizas, el costo de estas se adicionara a lo cotizado.
- El encerramiento debe de estar libre de material vegetal ( 1 m de distancia )
- Los Postes sobre la cuales se instalara la cerca, deben estar en óptimas condiciones.
- Se deberá realizar mantenimiento periódico para que la vegetación no altere el normal funcionamiento del equipo, no genere falsas alarmas.

**Mapa de distribución del cerramiento eléctrico sobre malla eslabonada:**

A continuación presentamos el esquema para la solución

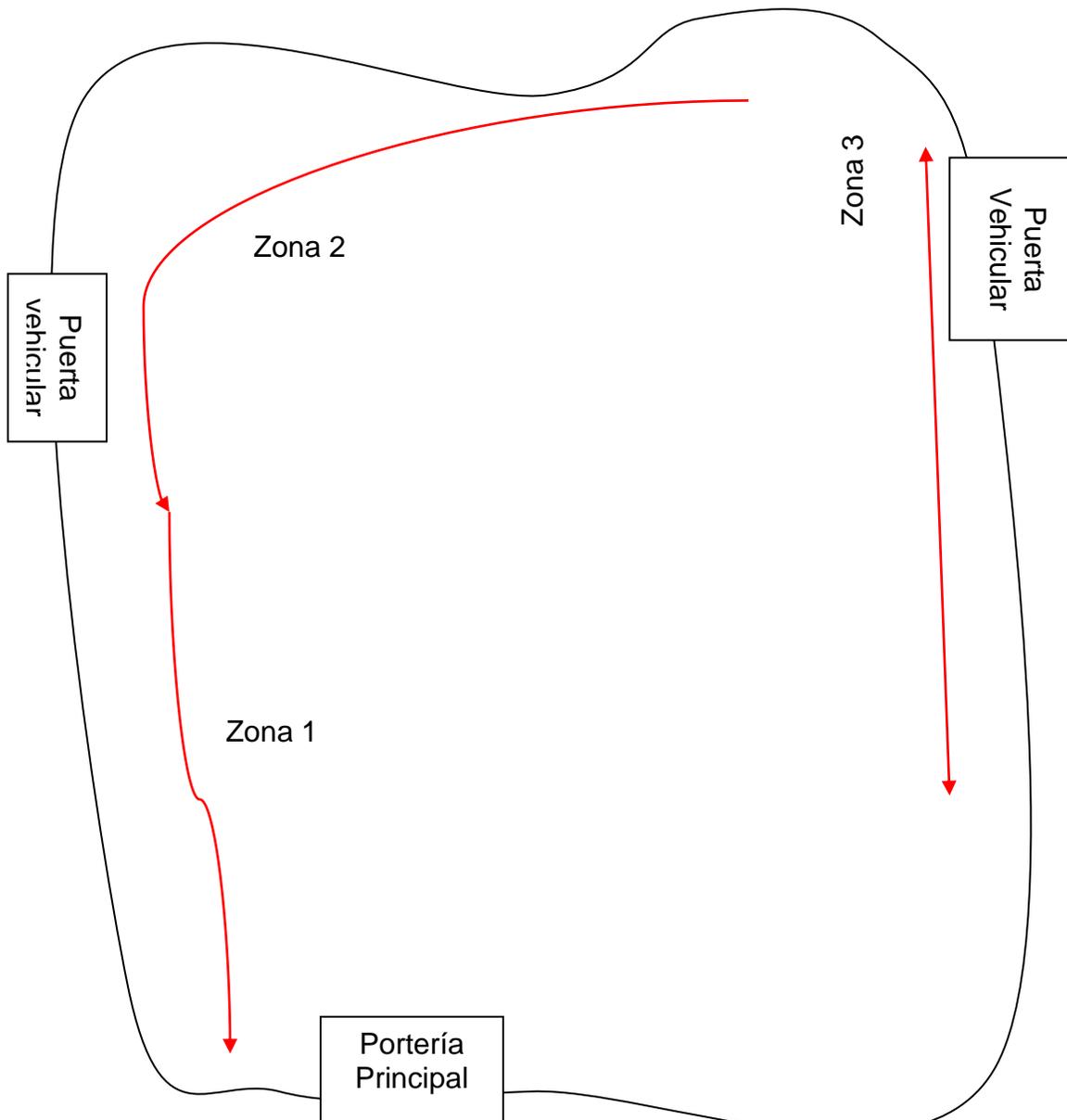


Figura 11. Mapa de distribución del cerramiento eléctrico sobre malla eslabonada.

 <p><b>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</b> Ciencia, educación y desarrollo</p>	<p><b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b></p>	<p><b>Código:</b> F-PI-038</p>
		<p><b>Versión:</b> 02</p>
		<p><b>Página</b> 41 de 44</p>

De esta manera se cumple con el objetivo general “Presentar una investigación coherente y precisa sobre la implementación de los módulos *Xbee* a los equipos de cercas eléctricas para la seguridad de un perímetro, frente a la problemática actual que representan las instalaciones de acometidas dentro de un proyecto de esta naturaleza”, logrando así una solución novedosa, factible y de gran ayuda a la empresa, logrando así, un extra, en el portafolio de servicios ofrecidos.

#### **4. CONCLUSIONES.**

Debido al trabajo realizado y su investigación se puede ofrecer un producto revolucionario y único dentro del gremio de la seguridad perimetral dispuesto con cercas eléctricas. Se tiene una ventaja competitiva frente a la competencia ofreciendo una comunicación inalámbrica, logrando es esta manera ahorros en los costos de instalación.

Gracias a esta implementación inalámbrica, la empresa puede ofertar un producto de mayor durabilidad en el tiempo y de esta forma aumentar las ventas por un largo período de tiempo.

Con a la investigación realizada se obtuvieron más conocimientos y se adquirieron las competencias necesarias para operar el software X-CTU, el cual es de gran ayuda para la configuración de los módulos, permitiendo así ser más eficaces con las necesidades particulares de cada cliente que quiera obtener nuestros equipos y tener así otra ventaja más sobre la competencia.

	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 42 de 44

De manera clara se pudo constatar que al realizar una buena investigación se pueden dar soluciones a problemas que se creían no tener otro tipo de solución y menos con una solución tan práctica y de tan fácil uso

## **5. RECOMENDACIONES.**

Seguir investigando y llevar a una etapa final de elaboración del proyecto para poder evidenciar de manera satisfactoria las soluciones propuestas por el mismo.

Investigar sobre otras posibles soluciones de mejoramiento tanto interno como externo del equipo impulsor de carcas eléctricas para la seguridad y ahorro en los costos tanto para la empresa como para los clientes, los cuales son los que disfrutan de las ventajas ofrecidas por la empresa Invelectrónica, fomentando así una imagen de innovación constante y generando así el crecimiento de la compañía.

 <p>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</p> <p>Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 43 de 44

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

André, F. (2006). ZigBee with Xbee. *elektor electronics*, 64.

Cárdenas Castiblanco, R. (2012). Uso de la banda de 2, 4 GHz según la regulación colombiana. *Revista Tecnura*, 14(27), 75-88.

Faludi, R. (2010). *Building wireless sensor networks: with ZigBee, XBee, arduino, and processing*. " O'Reilly Media, Inc."

Norma, N. T. C. (1998). 2050. *Código Eléctrico Colombiano*.

Oyarce, A., Aguayo, P., & Martin, E. (2010). Guía del usuario Xbee series 1. *Ingeniería MCI Ltda*.

Piyare, R., & Lee, S. R. (2013). Performance Analysis of XBee ZB Module Based Wireless Sensor Networks. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(4), 1615-1621.

RETIE, R. T. D. I. E. (2005). Ministerio de minas y Energía.

 <p>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</p> <p>Ciencia, educación y desarrollo</p>	<b>INFORME FINAL DE PRACTICA</b>	Código: F-PI-038
		Versión: 02
		Página 44 de 44

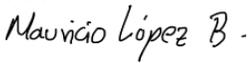
Shahimi, M. A., Halim, Z. A., & Ismail, W. (2010, December). Development of active RFID system using zigbee standard with non beacon mode. In *Circuits and Systems (APCCAS), 2010 IEEE Asia Pacific Conference on* (pp. 176-179). IEEE.

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. Pearson educación.

Trasancos, J. G. (2006). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*. Editorial Paraninfo.

Williams, J. A., & Kelley, J. D. (1999). *U.S. Patent No. 5,982,291*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Firma del estudiante: 

Firma del asesor: 

Firma del jefe en el Centro de Práctica: 