 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

CARACTERIZACIÓN DE UN RADIO ENLACE UTILIZANDO ANTENAS PATCH IMPLEMENTADAS EN EQUIPOS NEC

David Esteban Padilla Soto

Ingeniería de Telecomunicaciones

Director Francisco Lopez

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

21 de Marzo 2017

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objeto presentar una convergencia entre antenas patch y equipos NEC para lograr un radio enlace a una frecuencia determinada; dependiendo en primera instancia de la topología del campus Fraternidad del I.T.M, la cual es fundamental para obtener una buena línea de vista y lograr los mejores niveles de recepción, además de estar evaluado las condiciones climáticas las cuales no vayan a afectar la calidad del servicio por factores de desvanecimiento.

Una vez adquirida esta convergencia se entrará a evaluar la eficiencia y cantidad de tráfico que pueda soportar el radio enlace con relación a una modulación adaptativa en el envío de información digital.

La metodología implementada en este proyecto fue de una manera práctica al poder tener la oportunidad de diseñar, instalar e interactuar con antenas patch y la referencia de equipos Ipasolink Nec V4; los cuales nos dieron los mejores resultados de confiabilidad en el transporte de la información gracias a las recomendaciones del fabricante de equipos mediante su página web y personas naturales que brindaron soporte técnico en el área de planeación de acuerdo a sus experiencias adquiridas en las respectivas empresas donde laboran.

Palabras clave: Antenas patch, odus, idus, cables if, PNMT, desvanecimiento, línea de vista, zonas de Fresnel, líneas de transmisión, patrón de radiación, polarización, ganancia, directividad.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Agradezco a mi familia por el acompañamiento y apoyo incondicional para poder cumplir con el sueño de ser profesional en Ingeniería de Telecomunicaciones. Además, agradezco al Docente Francisco Lopez, por hacer posible este trabajo de grado y en general, a todos nuestros profesores del ITM que de una u otra forma hicieron parte de este proceso de formación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

AMR Adaptive Multi-Rat

BNC Bayonet Neill-Concelman

dBm Decibelio – milivatio

GSM Global System for Mobile communications

IP Internet Protocol

LTE Long Term Evolution

MINTIC Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

OS Operating System

PNMT Pasolink Network Management Terminal

PWE Pseudo Wire extremo a extremo

QoS Quality of Service

SNMP Simple Network Management Protocol

STM Módulo de Transporte Síncrono

TDMA Time Division Multiple Access

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

VLAN Red de área local virtual

WiMAX Worldwide Interoperability for Microwave Access

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antenas	9
2.2. Características de las antenas.....	9
Patrón de radiación	9
Patrón de radiación de una antena patch	10
Ganancia	10
Directividad.....	12
Polarización.....	12
2.3. Reseña histórica, experimentos y teorías.....	13
2.4. Tipos de antenas.....	14
Omnidireccionales	14
Direccionales.....	14
2.5. Antenas patch en funcionalidad microondas (direccionales).....	14
2.6. Antenas patch.....	15
Historia.....	15
2.7. Generalidades de las líneas de transmisión y propagación de ondas de radio....	16
Líneas de transmisión	16
Línea balanceada	17
Línea desbalanceada.....	17
2.8. Zonas de fresnel.....	18
2.9. Acerca de equipos NEC	19
NEC de Colombia S.A	20
NEC Pasolink	20
3. METODOLOGÍA	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Configuración del PC e instalación del software PNMT.....	23
Secuencia de instalación.....	23
Configuración del Modem	24
Configuración de la configuración Dial-up (telefónica)	28
Configuración del servicio SNMP.....	36

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Instalación del software PNMT.....	37
Configuración de Firewall	41
Lanzar el software PNMT.....	41
4.1. Resultados de la caracterización de un radio enlace utilizando antenas patch implementadas en equipos NEC V4.....	42
Idu	43
Odu	43
Cable IF	44
Conectores BNC	44
Antenas Patch	45
Fuente de energía DC	45
PC con la instalación del Software (PNMT).....	46
Paso 1:.....	46
Paso 2:.....	47
Paso 3:.....	47
Paso 4:.....	48
Paso 5:.....	50
Idu:	50
PCM:.....	54
Versión:.....	54
Paso 6:.....	55
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	58
REFERENCIAS	59

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Comprometidos con el sector tecnológico de las telecomunicaciones en Colombia nos hemos dado a la tarea de implementar una convergencia entre un elemento pasivo artesanal (antena patch) con la máxima ganancia de potencia en transmisión y recepción posible; para integrarla en una serie de equipos IPASOLINK NEC V4 que proporciona un rango completo desde la banda de frecuencia microondas de 4GHz hasta la banda milimétrica de 80GHz con capacidades de transmisión desde los 2Mbps hasta los 800 Mbps en sistemas radio microondas punto a punto, de corto y largo alcance, para un amplio conjunto de aplicaciones como pueden ser redes móviles, redes de banda ancha, soluciones en un entorno empresarial y redes de emergencia.

Por lo anterior, el objetivo general de este proyecto es: Convergencia entre antenas patch y equipos NEC para lograr un radio enlace en frecuencia por debajo de los 8GHz, el cual se propuso lograr mediante los siguientes objetivos específicos:

- “Caracterización de antenas patch homologadas en una frecuencia determinada; para el transporte de la información en telefonía móvil”.
- “Implementación de una antena patch 8GHz, con funcionalidad en el rango de micro ondas”.
- Determinar el alcance y máxima ganancia de una antena patch para un radio enlace en una frecuencia determinada.

En el presente documento se encontrará el desarrollo y resultados de esta investigación; inicialmente, se encuentra el Marco Teórico, donde el lector encontrará información que lo contextualizará sobre una convergencia entre antenas patch y equipos NEC para lograr un radio enlace a una frecuencia determinada. A continuación se encuentra la Metodología donde encontrará la información necesaria para comprender detalladamente cómo se realizó el proyecto, cuál es su confiabilidad y sus limitaciones; posteriormente, se presentan evidencias fotográficas de los resultados obtenidos con su respectivo análisis. Finalmente,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

se encontrarán las conclusiones más relevantes encontradas en los resultados, recomendaciones y propuestas para futuros trabajos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antenas

En general una antena es un dispositivo pasivo capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas. Las antenas son para conectar las líneas de transmisión con el espacio libre, el espacio libre a líneas de transmisión, o ambas cosas, teniendo presente que su funcionalidad no es amplificar una señal.

2.2. Características de las antenas

Existen varias características importantes de una antena que deben ser consideradas al momento de elegir una específica para su funcionalidad como por ejemplo: (patrón de radiación, ganancia, directividad y polarización).

Patrón de radiación

De una antena se representa a través de una gráfica tridimensional de la energía radiada vista desde fuera de esta. Es decir que los patrones de radiación usualmente se representan de dos formas, el patrón de elevación y el patrón de azimut. El patrón de elevación es una gráfica de la energía radiada por la antena vista de perfil. El patrón de azimut es una gráfica de la energía radiada vista directamente desde arriba. Al combinar ambas gráficas se tiene una representación tridimensional de cómo es realmente radiada la energía desde la antena.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Patrón de radiación de una antena patch

Es omnidireccional ya que la potencia radiada será emitida solamente hacia la parte superior de la antena en su forma ideal debido a que se considera un plano de tierra infinito, el cual bloqueara la radiación hacia la parte inferior de la antena.

Ganancia

Se define como la potencia de amplificación de una señal. La ganancia representa la relación entre la intensidad de campo que produce una antena en un punto determinado, y la intensidad de campo que produce una antena omnidireccional (llamada isotrópica), en el mismo punto y en las mismas condiciones. Cuanto mayor es la ganancia, mejor es la antena.

La unidad que sirve para medir esta ganancia es el decibelio (dB). Esta unidad se calcula como el logaritmo de una relación de valores.

Para calcular la ganancia practica de una antena, se toma como referencia la antena isotrópica, el valor de dicha ganancia se representa en dBi. Sin embargo el fabricante del dispositivo en cuestión nos garantiza una ganancia teórica de 5dBi.

Finalmente debemos tener claro los siguientes conceptos y fórmulas para obtener la ganancia práctica y el alcance máximo:

Para calcular un radio enlace digamos que el alcance es la distancia física y lineal entre dos puntos que permiten una conexión inalámbrica posible. Pero también sabemos que la forma de la onda en el espectro radioeléctrico de las señales no son lineales sino que presentan diferentes tipos en función de las antenas usadas.

Por lo tanto aunque el alcance de una antena depende también de factores como los obstáculos o las interferencias, lo que se suele hacer es realizar el cálculo suponiendo unas condiciones ideales y, posteriormente, estimar unas pérdidas adicionales por falta de condiciones ideales.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La pérdida de propagación es la cantidad de señal necesaria para llegar de extremo a extremo. Es decir la cantidad de señal que se pierde al atravesar un espacio.

Las señales electromagnéticas se propagan por el medio a la velocidad de la luz. Incluso tienen la capacidad y habilidad de poder traspasar paredes, techos puerta o cualquier obstáculo (teóricamente claro). Además gracias al fenómeno conocido como difracción pueden colarse por los pequeños agujeros gracias a un fenómeno conocido como difracción. En cualquier caso, unos obstáculos los pasa más fácilmente que otros.

El hacer un cálculo teórico del alcance de una señal, considerando todos los posibles obstáculos, resulta algo complicado teniendo en cuenta la finalidad a la que se dedican estos cálculos, que es para nosotros mismos. Por lo tanto, lo mejor es llevar el cálculo al espacio abierto sin obstáculos. En un espacio sin obstáculos, la pérdida de propagación, podéis calcularla con la siguiente formula:

$$P_p = 20\log_{10}(d/1000) + 20\log_{10}(f*1000) + 32,4$$

Donde P_p indica la perdida de propagación en decibelios (dB), d es la distancia en metros y f es la frecuencia en GHz. Y 32.4 es una constante.

Adicional tenemos:

Perdidas	dB
Cable IF RG-58	1.056 por metro
Conectores BNC	0.5
Condiciones ambientales	20

Por lo tanto, daremos respuesta al objetivo de la siguiente manera:

$$S_r = G_{se} - P_{ce} - P_{ae} + G_{ae} - P_p + G_{ar} - P_{ce} - P_{ar} - P_a$$

Donde,

S_r = Nivel de señal que le llega al equipo receptor. Siempre será negativo (dB).

G_{se} = Ganancia de salida del equipo transmisor. Es la potencia en dB con la que sale la señal de equipo transmisor.

G_{ae} = Ganancia de la antena del equipo transmisor.

P_{ce} = Perdida cables equipo transmisor

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Pae = Pérdida conectores equipo transmisor.

Pp = Pérdida de propagación.

Gar = Ganancia de la antena del equipo receptor.

Pce = Pérdida cables equipo receptor

Par = Pérdida conectores equipo receptor.

Pa = Pérdidas adicionales debido a las condiciones ambientales.

Por supuesto todos los valores en **dB**. Ya que en todos los casos se habla de ganancias y de pérdidas.

Directividad

De la antena es una medida de la concentración de la potencia radiada en una dirección particular. Se puede entender también como la habilidad de la antena para direccionar la energía radiada en una dirección específica. Es usualmente una relación de intensidad de radiación en una dirección particular en comparación a la intensidad promedio isotrópica.

Polarización

Es la orientación de las ondas electromagnéticas al salir de la antena. Hay dos tipos básicos de polarización que aplican a las antenas, como son: Lineal (incluye vertical, horizontal y oblicua) y circular (que incluye circular derecha, circular izquierda, elíptica derecha, y elíptica izquierda). No olvide tener en cuenta la polaridad de la antena, es un factor muy importante si se quiere obtener el máximo rendimiento de esta. La antena transmisora debe de tener la misma polaridad de la antena receptora para máximo rendimiento.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.3. Reseña histórica, experimentos y teorías

En 1750 Benjamin Franklin, con su famoso experimento de la cometa estableció la ley de conservación de la carga y determinó que debían de haber cargas positivas y negativas.

En 1780 Charles Agustin de Coulomb midió fuerzas eléctricas y magnéticas utilizando una balanza de torsión que él mismo inventó.

En 1800 Alessandro Volta inventó la pila, en 1819 Hans Crinstian Oersted encontró que un hilo por el que circulaba corriente hacía que se desviase una aguja imantada, demostrando que la electricidad podía producir magnetismo. Antes se consideraban fenómenos independientes.

En 1820 André Marie Ampere, amplió las observaciones de Oersted, inventó una bobina consiguiendo la magnetización. Casi simultáneamente Georg Simón Ohm publicó su ley que relacionaba la corriente la tensión y la resistencia.

En 1831, Michael Faraday demostró que un campo magnético variable podía producir una corriente eléctrica, utilizando para ello un imán en movimiento y viendo la corriente inducida en un hilo próximo.

Los experimentos de Faraday permitieron a James Clerk Maxwell, profesor de la Universidad de Cambridge en Gran Bretaña, establecer la interdependencia de la electricidad y el magnetismo en 1873. Con relación a este tratado publicó la primera teoría unificada electromagnética. Postuló que la luz era naturaleza electromagnética y que era posible la radiación a otras longitudes de onda.

A pesar de que las ecuaciones de Maxwell tenían una gran importancia y que con las condiciones de contorno forman los fundamentos de la actual teoría electromagnética, muchos científicos de la época fueron escépticos sobre dichas teorías. Habría que esperar a los experimentos de Hertz para demostrarlas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.4. Tipos de antenas

Determina su patrón de radiación y pueden ser omnidireccional o direccional.

Omnidireccionales

Son buenas para cubrir áreas grandes, en la cual su radiación trata de ser pareja para todos lados es decir cubre 360°.

Direccionales

Son las mejores en una conexión Punto-a-Punto (enlace microondas con línea de vista plena).

2.5. Antenas patch en funcionalidad microondas (direccionales)

Las antenas microondas tienen tres características importantes, que son la eficiencia direccional, acoplamiento lado a lado y acoplamiento espalda con espalda. La eficiencia direccional, o relación frente a espalda de una antena, se define como la relación de su ganancia máxima en dirección delantera entre su ganancia máxima en dirección trasera. Los acoplamientos lado a lado y espalda con espalda se expresan, en decibelios y deben ser altas para evitar que una señal de transmisión de una antena interfiera con una señal de recepción de otra antena.

Las antenas muy direccionales (de alta ganancia) son implementadas en los sistemas de microondas de punto a punto. Al enfocar la energía radioeléctrica en un haz angosto que se pueda dirigir hacia la antena receptora, la antena transmisora puede aumentar varios órdenes de magnitud la potencia efectiva irradiada, respecto a una antena direccional. La

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

antena receptora, en forma parecida a un telescopio, también puede aumentar la potencia efectiva recibida en una cantidad parecida. El tipo más común de antena de transmisión y recepción de microondas es el reflector parabólico. (Tomasi, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 2003)

En consecuencia a lo anterior podemos concluir que una señal de radio se denomina onda electromagnética ya que se constituye de campos eléctricos y magnéticos. Siempre que se aplica un voltaje a una antena, generamos un campo eléctrico. Al mismo tiempo, este voltaje hace fluir una corriente en la antena, produciendo un campo magnético. Los campos eléctricos y magnéticos están en ángulos rectos, uno respecto al otro. Estos campos (eléctrico y magnético) los emite la antena y se propagan por el espacio a muy grandes distancias a la velocidad de la luz. (Frenzel, Electrónica Aplicada a los Sistemas de las Comunicaciones, 2003)

2.6. Antenas patch

Las antenas patch se basan en una tecnología de circuitos impresos que generan estructuras radiantes planas sobre un dieléctrico. Son de baja eficiencia, potencia y ancho de banda estrecho. Se utilizan generalmente para altas frecuencias, buscando así que su dimensionamiento sea pequeño en fracciones de longitud de onda. Es común encontrarlas en aplicaciones como son: GPS, Telefonía Móvil, Medicina, Aviación y allá donde se requiera una antena de bajo perfil y poco volumen. (Garcia Dominguez, Calculo de Antenas, 2012)

Historia

Los antecedentes de los circuitos microstrip se remontan a los años 50 donde los primeros circuitos impresos para microondas aparecieron con el nombre de striplines.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Un circuito con stripline está constituido por una tira plana de metal que se inserta entre dos líneas de tierra. El material aislante del sustrato forma un dieléctrico. El ancho de la tira, el espesor del sustrato y la permitividad relativa del sustrato determinan la impedancia característica de la tira, la cual constituye la línea de transmisión. Las líneas Stripline no son dispersivas, y no tienen frecuencia de corte.

2.7. Generalidades de las líneas de transmisión y propagación de ondas de radio

Todos los sistemas de comunicaciones electrónicas constan de un transmisor, un receptor y un medio de comunicación. En algunos sistemas, el medio de transmisión es un enlace material directo como un alambre o un cable de fibra óptica. Los sistemas de radiocomunicación no tienen conexiones directas y el enlace es “inalámbrico”. La señal de RF generada por el transmisor se envía al espacio libre y eventualmente la capta el receptor. Los procesos de enviar la señal al espacio libre y de recibirla son funciones de las antenas. Una antena es un dispositivo que actúa como interface entre el transmisor y el espacio atmosférico, y entre el espacio citado con el receptor. Adicional convierte la potencia de RF del transmisor en señales electromagnéticas que pueden propagarse a grandes distancias y también es el dispositivo que capta dichas señales y las convierte en entrada para el receptor. Ya que lo más común es que las antenas se localizan lejos de los transmisores y los receptores, debe usarse algún medio para hacer llegar las señales a una antena y para extraerlas de ella. Esta es la función de una línea de transmisión comunicativa, que es un tipo de cable especial IF. (Frenzel, Electrónica Aplicada a los Sistemas de las Comunicaciones, 2003)

Líneas de transmisión

Una línea de transmisión es un cable bifilar, o de dos conductores, que conecta un transmisor con una antena o una antena con un receptor. El objetivo de la línea es

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

transportar la energía de RF a una distancia deseada. Lo ideal sería conectar una antena directamente al transmisor o al receptor, pero esto no siempre es práctico. Las antenas deben localizarse en el exterior a la mayor altura posible sobre el suelo para la mejor radiación, recepción o evitar el fenómeno de Fresnel.

Línea balanceada

Existen dos tipos básicos de líneas de transmisión: línea balanceada y cables IF. La línea balanceada consta de dos conductores paralelos separados a una distancia promedio. Pueden usarse elementos aislantes para mantener separados los conductores, o la separación puede tenerse con un aislador continuo de plástico que es parte del aislamiento de un conductor.

Línea desbalanceada

Significa que por cada alambre fluye la misma corriente referenciada a tierra, aunque el sentido de la corriente en uno de los dos está desfasado 180° respecto de la corriente en el otro. Ninguno los alambres se conecta a tierra. En una línea desbalanceada, uno de los conductores si tiene esa conexión.

El otro tipo de línea de transmisión es el cable IF, que consiste en un conductor central solido rodeado por un aislante de plástico. Como el teflón. Sobre el aislador hay un segundo conductor, que es una trenza o blindaje tubular de alambres finos. Un revestimiento exterior de plástico que protege y aísla el blindaje. El cable IF es una línea desbalanceada, ya que la corriente del conductor central está en referencia con el blindaje, el cual está conectado a tierra.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.8. Zonas de fresnel

Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y el receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y el receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180°, adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360°, y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores. La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel.

La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K=4/3$ la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K=2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF, que de forma simple, es la línea recta que une los focos de las antenas transmisora y receptora.

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

Donde:

- r_n = radio de la enésima zona de Fresnel en metros ($n=1,2,3\dots$).
- d_1 = distancia desde el transmisor al objeto en metros.
- d_2 = distancia desde el objeto al receptor en metros.
- λ = longitud de onda de la señal transmitida en metros.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Aplicando la fórmula se obtiene del radio de la primera zona de Fresnel (r_1 de la fórmula superior), conocida la distancia entre dos antenas y la frecuencia en la cual transmiten la señal, suponiendo al objeto situado en el punto central. En unidades del SI:

$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}}$$

Donde

- r_1 = radio en metros (m).
- D = distancia en kilómetros (km) ($d_1 = d_2$, $D = d_1 + d_2$).
- f = frecuencia de la transmisión en gigahercios (GHz) ($\lambda = c/f$)

2.9. Acerca de equipos NEC

NEC Corporation fue fundada en el año 1899 y desde entonces ha jugado un papel muy importante en la provisión de soluciones tecnológicas a nivel mundial. Expandió su operación a nivel internacional en el año 1964 reforzando su presencia con el concepto visionario de C&C (fusión de los computadores y las comunicaciones). En Colombia se establece como sociedad anónima en el año 1989 contribuyendo continuamente al desarrollo de las telecomunicaciones. Consolidada su operación como NEC de Colombia S.A., a partir del año 1999 expande su cubrimiento a Centro América, Ecuador, Venezuela y Perú.

Como aval de la excelente calidad de las soluciones provistas por NEC a nivel mundial, NEC de Colombia S.A. obtiene la Certificación de Calidad ISO9000 en el año 2004 y en el año 2006 llega a ser el proveedor número uno de sistemas de radios microondas en la región a su cargo

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Con la creación de NEC Latinoamérica en abril del año 2011, NEC de Colombia S.A. comenzó a penetrar fuertemente el mercado de las TIC (Tecnologías de Información y Comunicaciones) poniendo a su disposición toda la tecnología y conocimiento de la corporación a nivel mundial.

NEC de Colombia S.A

Es la subsidiaria para la región norte de Suramérica de NEC Corporation www.nec.com, que es uno de los innovadores, fabricantes y proveedores de tecnología más grandes y con mayor experiencia en mundo. El área de influencia de NEC de Colombia comprende: Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia, Panamá, Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, Belice y Honduras; países en los cuales ha sido responsable del análisis, planeación, diseño, implementación, control y puesta en marcha de un gran número de proyectos de telecomunicaciones para los principales operadores públicos y privados de cada país.

Las operaciones en Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador, Nicaragua y Costa Rica son manejadas desde oficinas ubicadas localmente en cada país, con coordinación desde Colombia. Las operaciones en los países restantes son atendidas desde la oficina más cercana, contando en todo caso con el apoyo de compañías establecidas localmente a manera de Partners, para brindar servicios de soporte local a los clientes que lo requieran.

NEC Pasolink

La serie iPASOLINK V4 es una línea de producto microondas digital que permite una transición suave a la nueva generación de transporte móvil. Son productos de acceso radio que pueden ser usados para transporte de tráfico móvil, nodos de agregación y en redes IP de tipo metropolitano. Una plataforma flexible que permite una adaptación progresiva

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

desde 2G a 3G y LTE/WiMAX cumpliendo requisitos variados como alta capacidad de transmisión, arquitectura IP, etc.

Las características principales de la serie iPASOLINK V4 son las mencionadas a continuación:

- Pueden soportar dos o más redes del tipo 2G/3G/LTE/WiMAX simultáneamente.
- Transmisión de paquetes con funcionalidad de conmutador Nivel 2, con VLAN/QoS. (IP Nativo).
- TDM (E1 y STM-1) con conmutador de cross-conexión (TDM Nativo).
- Modulación Adaptativa Hitless. (AMR)
- Emulación Pseudo Wire extremo a extremo (PWE3)
- Varios mecanismos de sincronización como Ethernet Síncrono (Sync Ethernet), TDM, etc.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

Inicialmente, se realizó una búsqueda y selección de literatura referente al tema caracterización de un radio enlace utilizando antenas patch implementadas en equipos NEC de la serie (IDU NEC 10 H0091P MDP-34MB-25C V4, PASO LINK V4 LAN INTERFACE PDH-16E1 2 PORT, ODU NEC 8 GHZ SUB BAND B HIGH, ODU NEC 8 GHZ SUB BAND B LOW); además de antecedentes en estudios sobre este tipo de convergencia en el ámbito de las redes micro ondas con el fin de contextualizar al lector y hallar los problemas reales que se presentan en el transporte de la información inalámbrica por factores de desvanecimiento y zonas de Fresnel. Para ello en primera instancia se entró a evaluar las funcionalidades de las antenas patch con el asesor del proyecto Francisco Lopez, las cuales deberían ser lo más directivas posibles ya que se requiere concentrar la mayor capacidad de energía radiada de manera localizada, aumentando así la potencia emitida hacia el receptor o desde la fuente deseada y evitando interferencias por fuentes no deseadas; esto se obtiene al garantizar la mayor parte de la radiación sobre el lóbulo principal en una región cerrada, lo cual conlleva a anular la radiación en lóbulos laterales o posteriores y evitar retransmisiones. Posteriormente se definió una frecuencia muy usada por las redes móviles en Colombia gracias a la cantidad de información que puede transmitir con calidad de servicio a largas distancias (Km) dando provecho a su longitud de onda que se propaga en el vacío; pero para ello es necesario en el ámbito comercial adquirir una banda del espectro electromagnético mediante la entidad del MinTic.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados del trabajo de grado de una manera clara y precisa. Cada resultado debe llevar una discusión generalmente soportada por otros reportes o trabajos similares identificando fortalezas, limitaciones y restricciones de la metodología, el desarrollo y los resultados. Deben ser incluidos suficientes gráficos y tablas para el soporte de los resultados obtenidos.

4.1. Configuración del PC e instalación del software PNMT

El software PNMT permite la conexión a radios Pasolink Nec V4.

Con PNMT es posible monitorizar y controlar los elementos de red seleccionados junto a sus opuestos (lados remotos) en el enlace.

Este tutorial se enfoca en la instalación del software como tal, teniendo en cuenta las configuraciones iniciales y los parámetros de seguridad y red que se requieren en su máquina para lograr una conexión efectiva con el radio de transmisión.

Secuencia de instalación

La secuencia de instalación del software tiene 7 pasos importantes que requieren de cuidado para cumplir satisfactoriamente la conexión. El siguiente diagrama resume en términos generales los pasos de instalación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

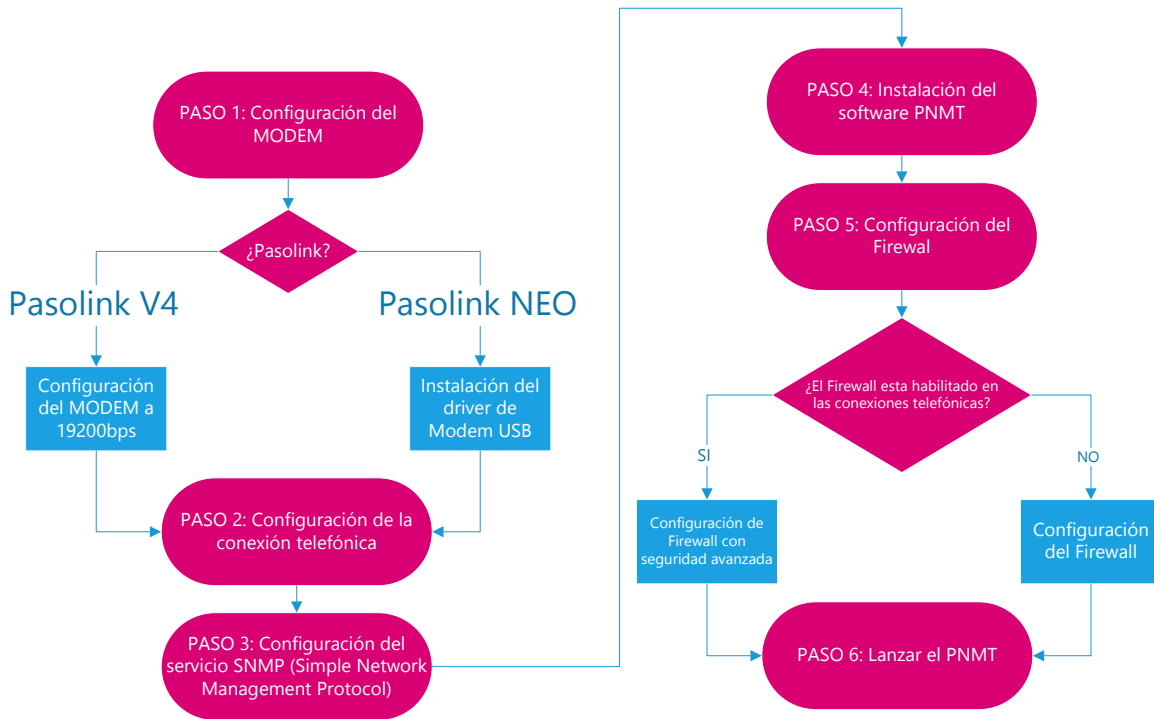


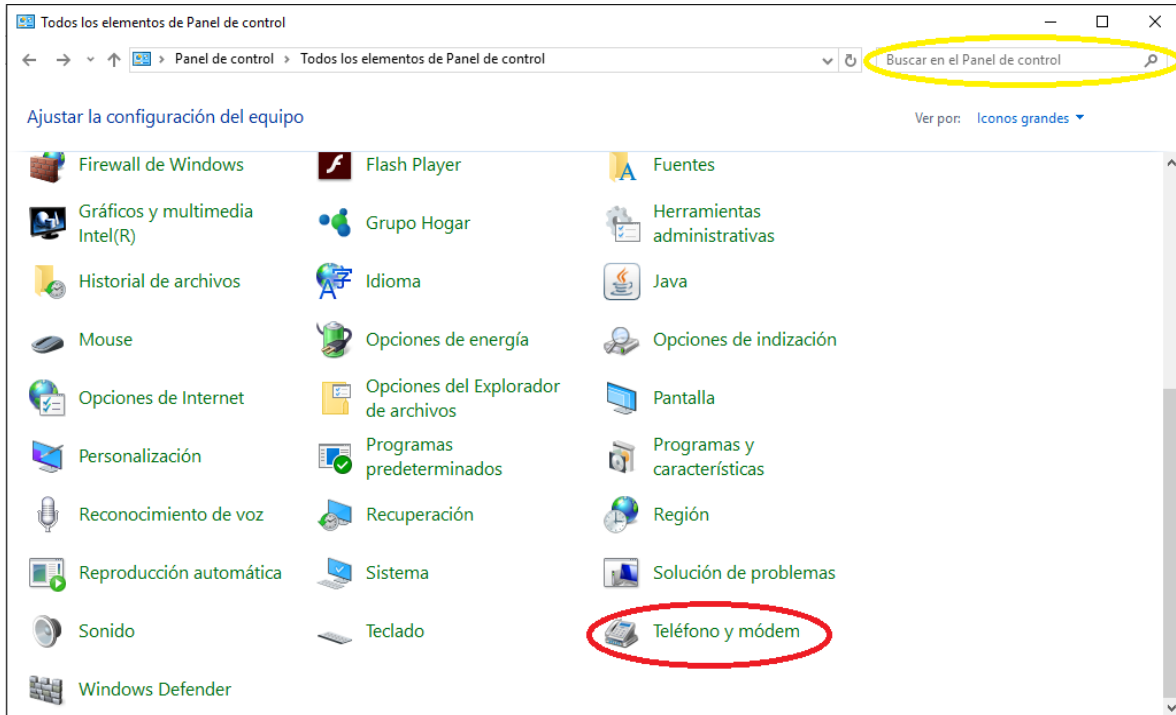
FIG 1. Secuencia de instalación para el Software PNMT en general

Lo anterior resume sin detallar cuales son los pasos que se deben seguir para la instalación del programa de gestión. A continuación se comentará en detalle cada uno de estos 6 pasos teniendo en cuenta que el tutorial se realiza para OS Windows 7.

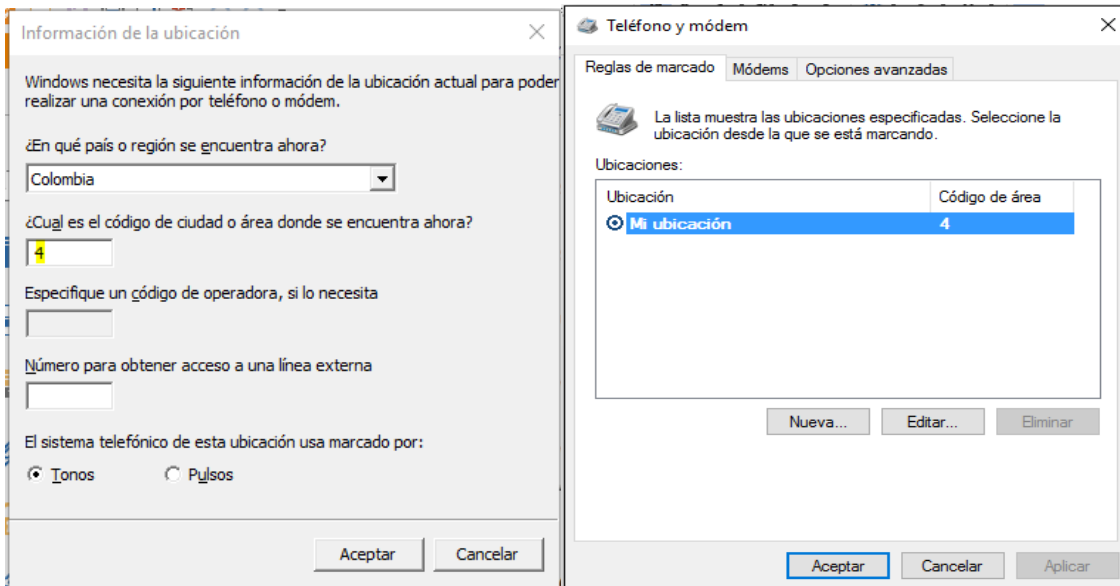
Configuración del Modem

En esta sección se requiere crear un modem virtual para los radios Pasolink-V4 cuya conexión es a través de un cable serial RS232

En primer lugar a través de Inicio>Configuración vamos a Panel de control y damos clic sobre la opción **Teléfono y Módem** (Podemos apoyarnos en el buscador indicado en amarillo)

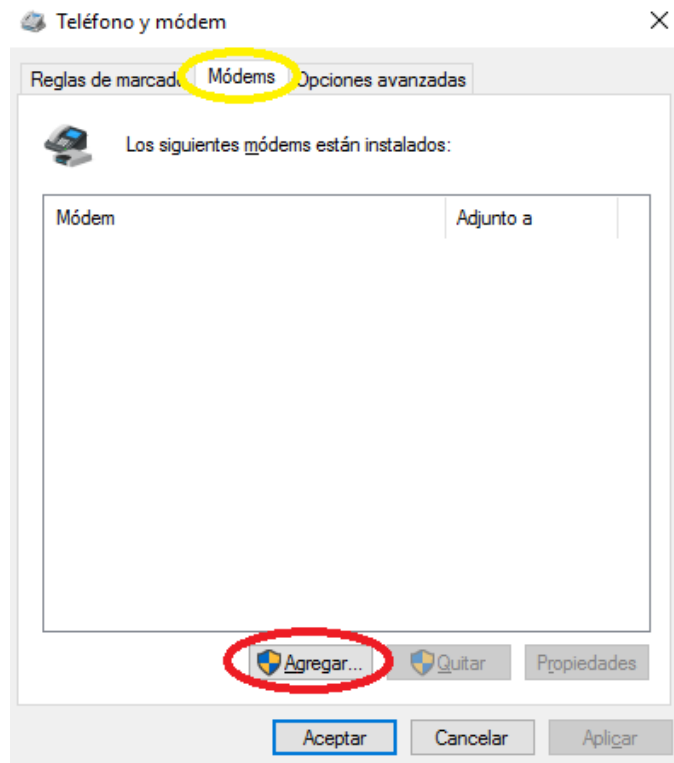


Cuando aparezca la información de ubicación definimos nuestro código de área que para Medellín, por ejemplo, es 4

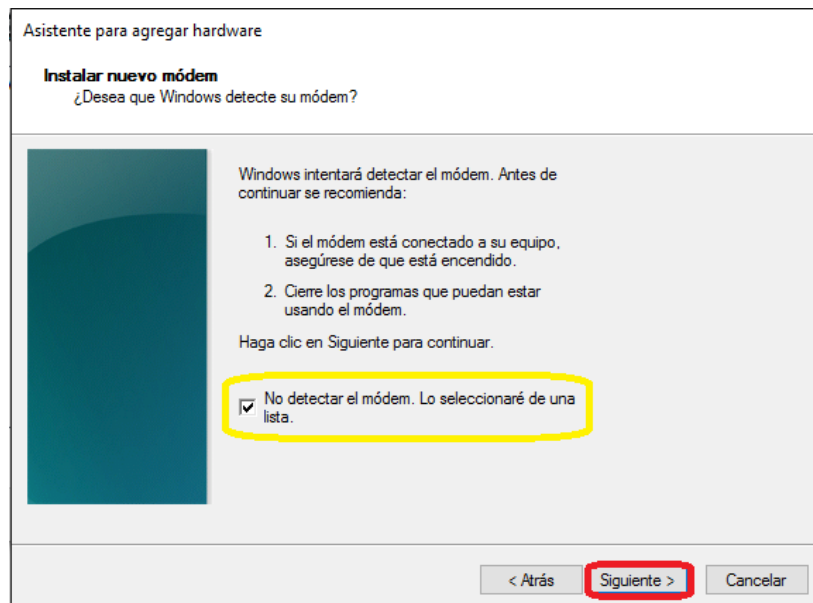


En la pantalla siguiente solo verificamos los datos y para continuar (4) Vamos a la pestaña **Módems** en la cual vamos a dar en el botón **Agregar** para crear nuestro modem virtual (Para realizar esta actividad se requieren permisos de administrador en la máquina. Asegúrese de tenerlos antes de continuar).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

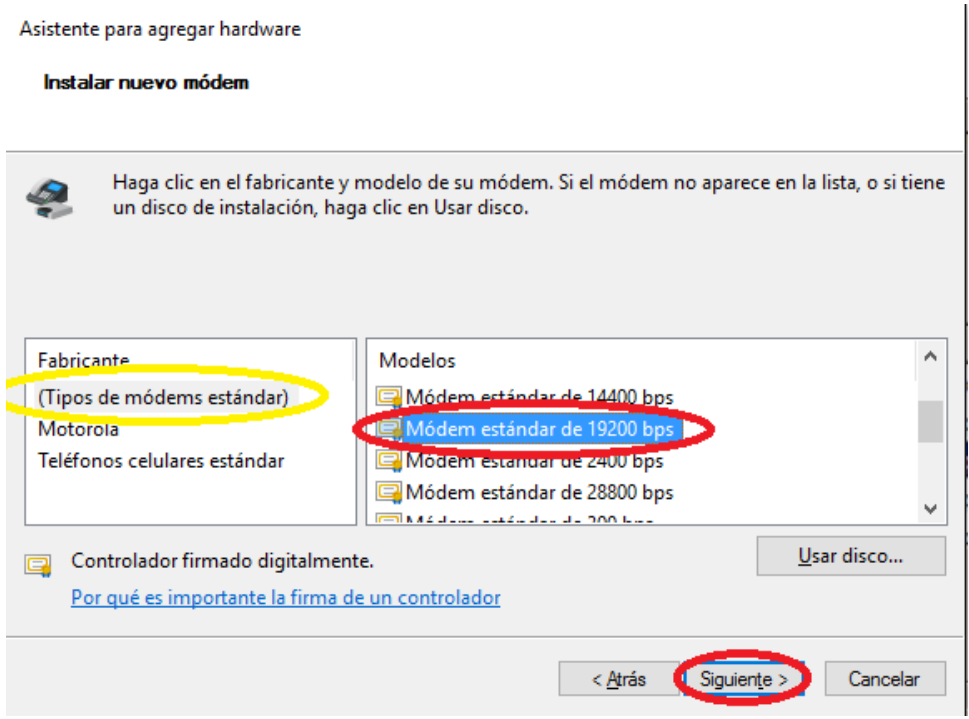


En la siguiente pantalla vamos a checkear la casilla que dice **No detectar el módem...** Damos click en Siguiente y procedemos.

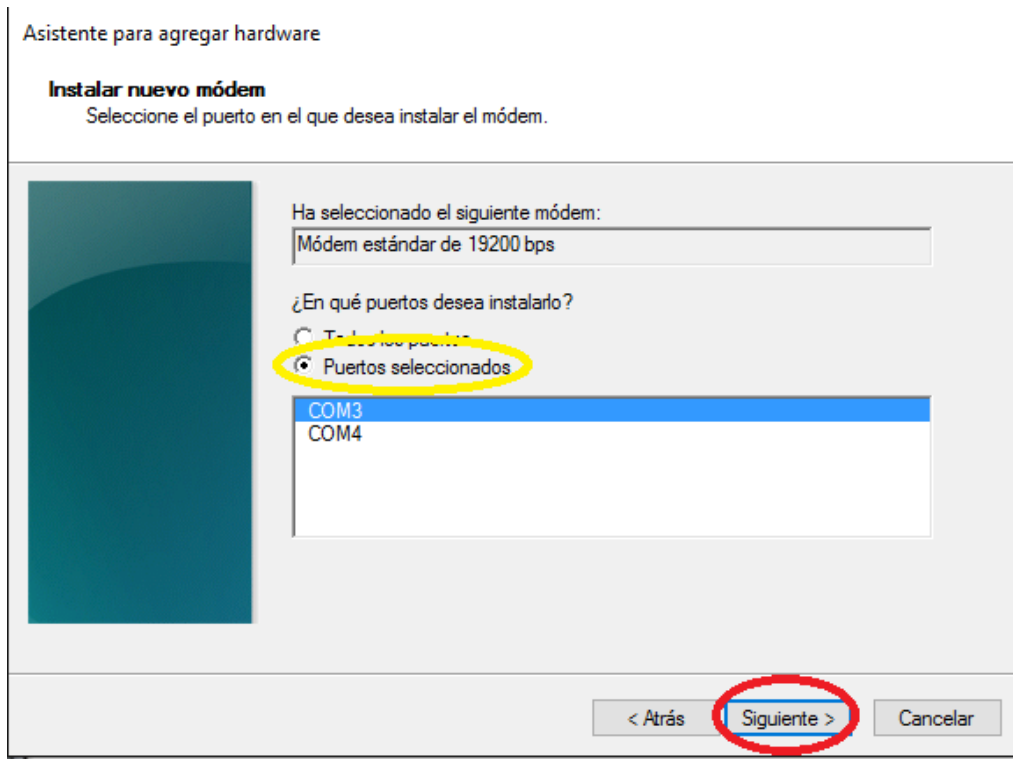


En la siguiente pantalla vamos a seleccionar nuestro módem de los **tipos de módem estándar** escogiendo la tasa de bits adecuada (**19200bps**) y damos clic en siguiente.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



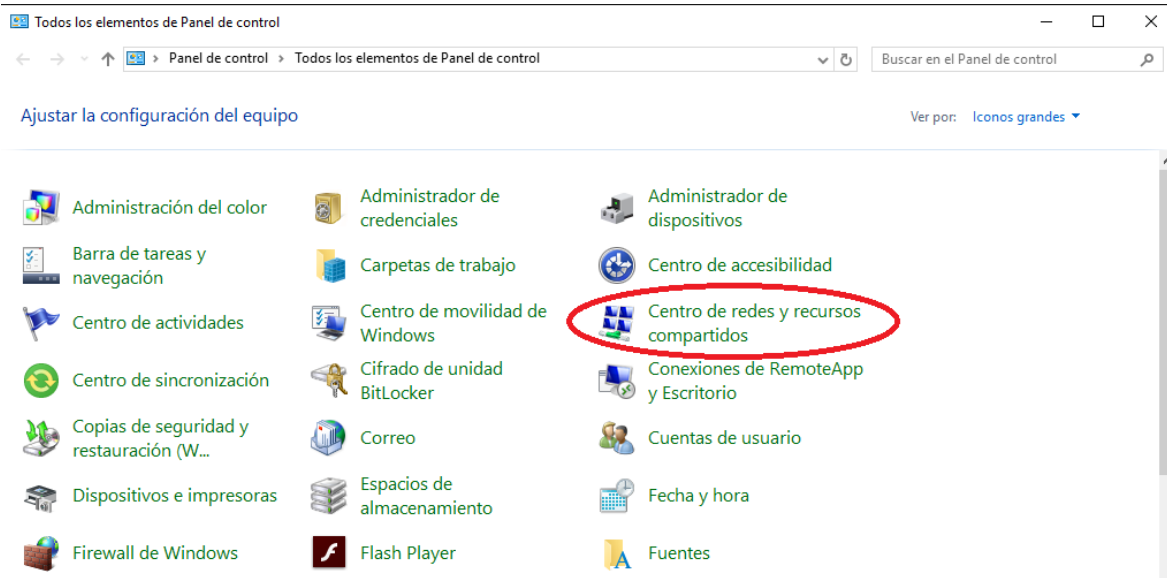
Por ultimo seleccionamos el puerto COM# que queremos asignar, damos **Siguiente** y en la próxima pantalla **Finalizar**.



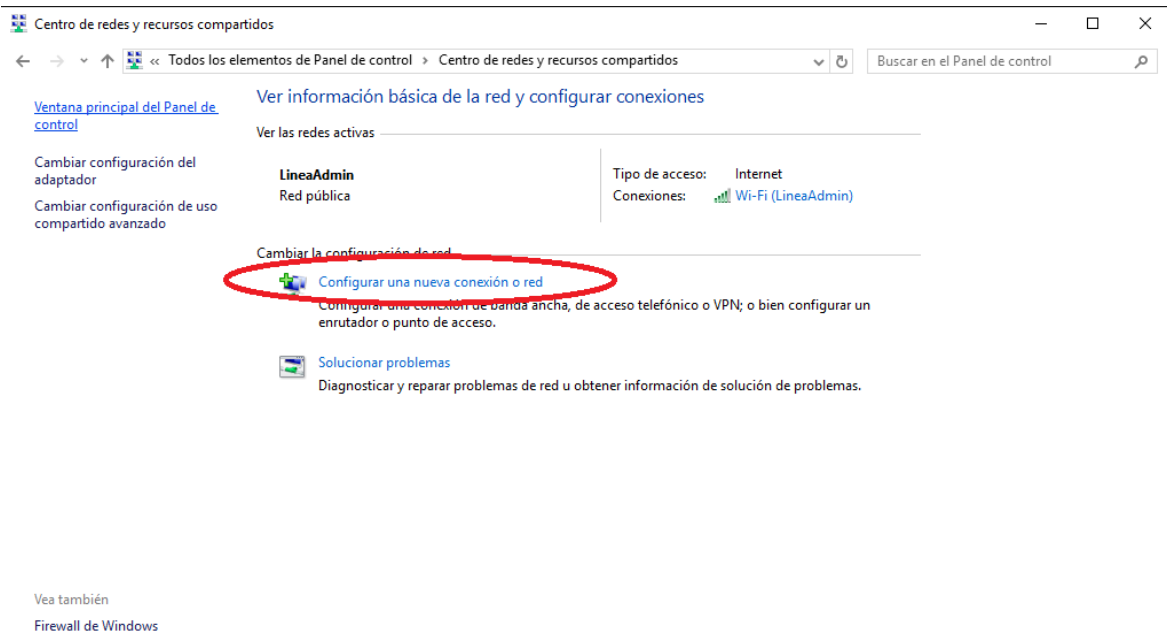
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Configuración de la configuración Dial-up (telefónica)

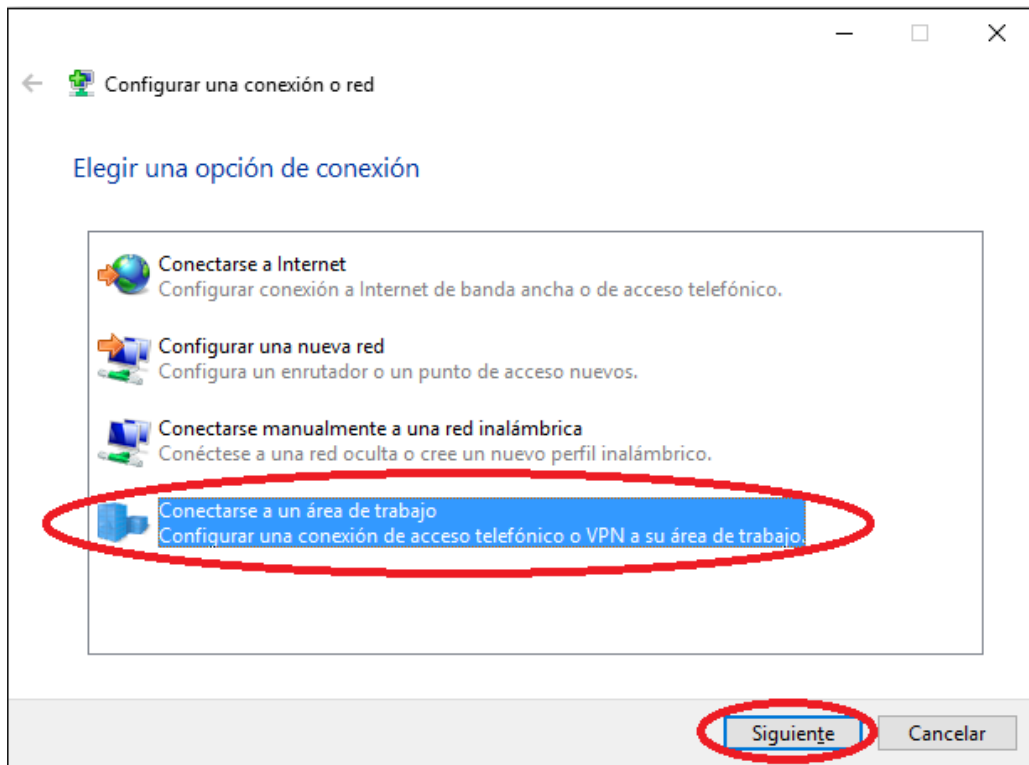
Debemos volver al **Panel de Control** y acceder al **Centro de redes y recursos compartidos**.



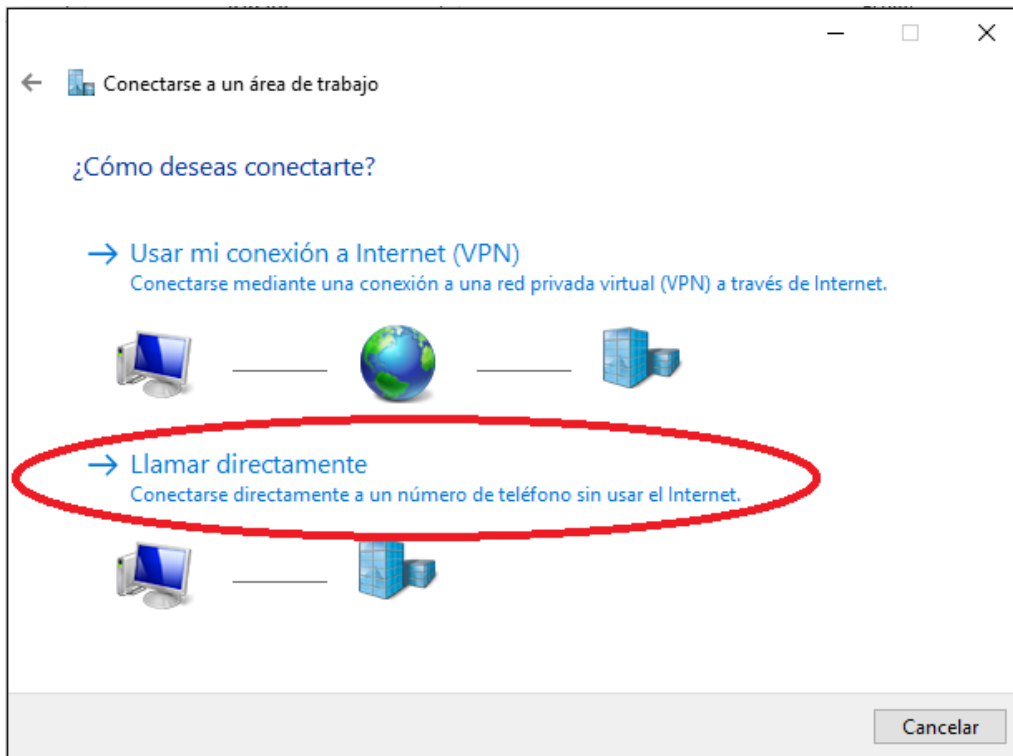
Y allí vamos a **Configurar una nueva conexión o red**



Vamos a seleccionar **Conectarse a un área de trabajo** y luego, **Siguiente**.

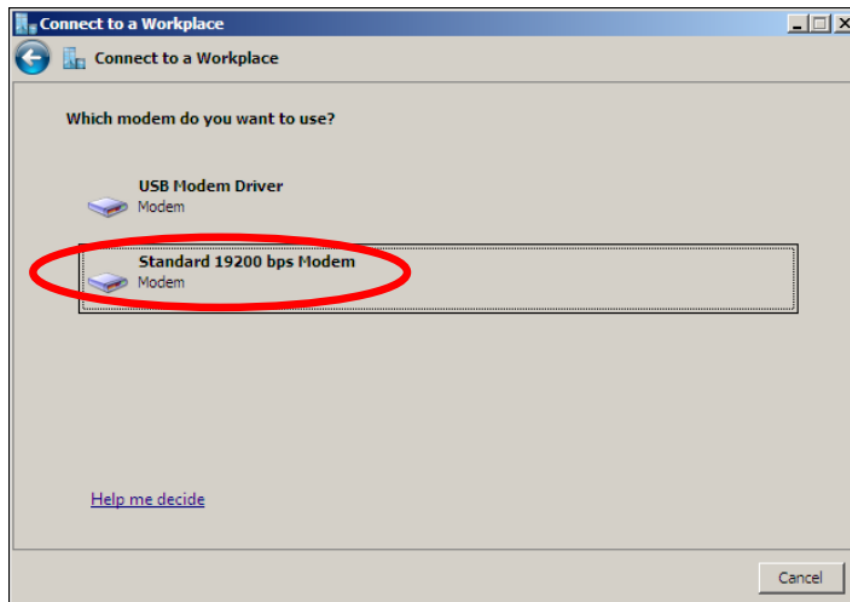


Vamos a seleccionar a continuación **Llamar directamente**



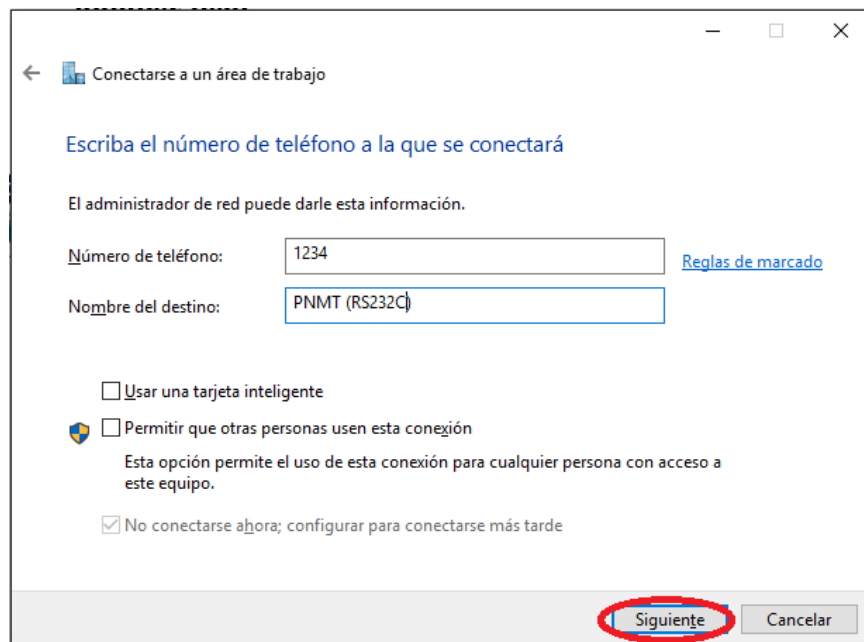
En el caso de la conexión con el modem virtual 19200bps, seleccionamos dicho modem

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



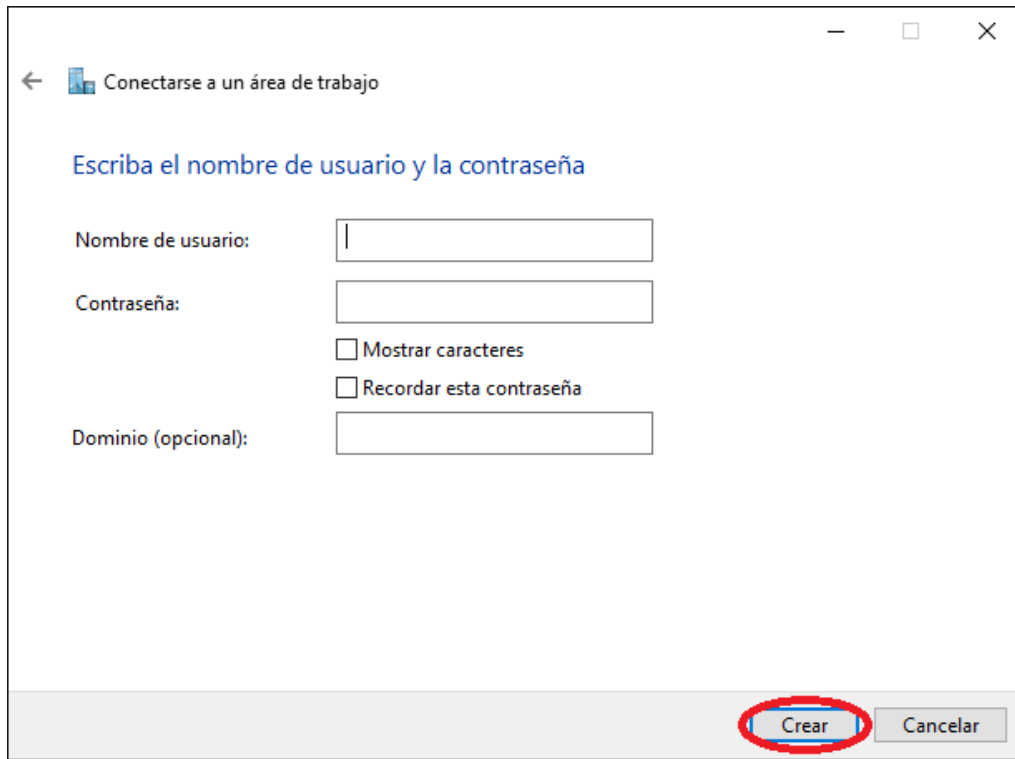
En la nueva ventana de asistente de conexión vamos a ingresar el **Nombre de conexión** y **Numero de conexión telefónica**.

Para el caso de la conexión al radio Pasolink-V4 a través del puerto serial vamos a ingresar los nombres como aparece en la imagen y damos clic en siguiente:

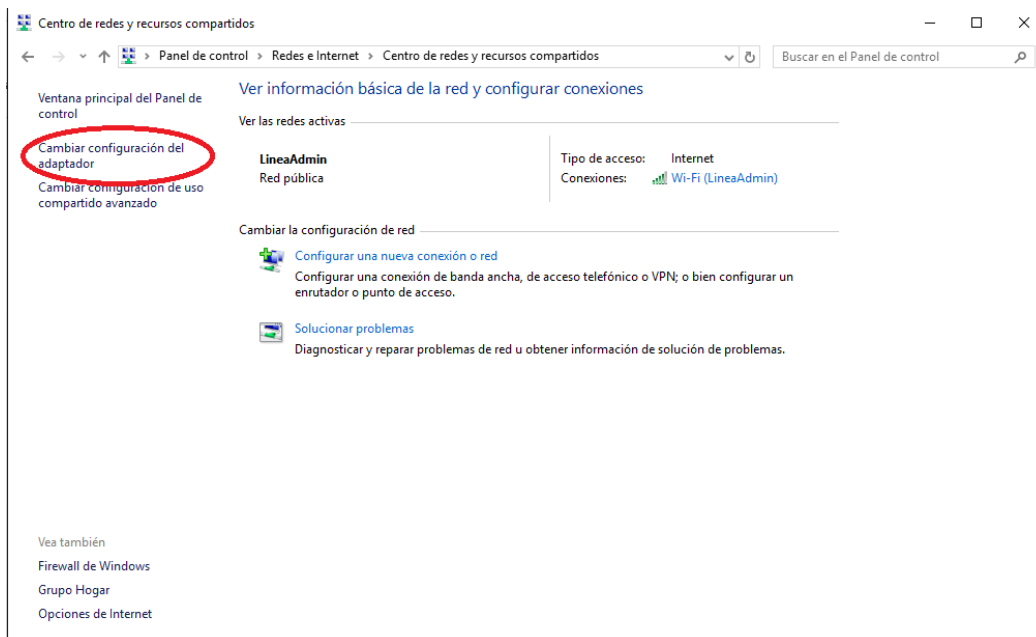


Aparecerá una pantalla para instanciar usuario y contraseña. Vamos a dejar los espacios en blanco y dar clic en **Crear**.

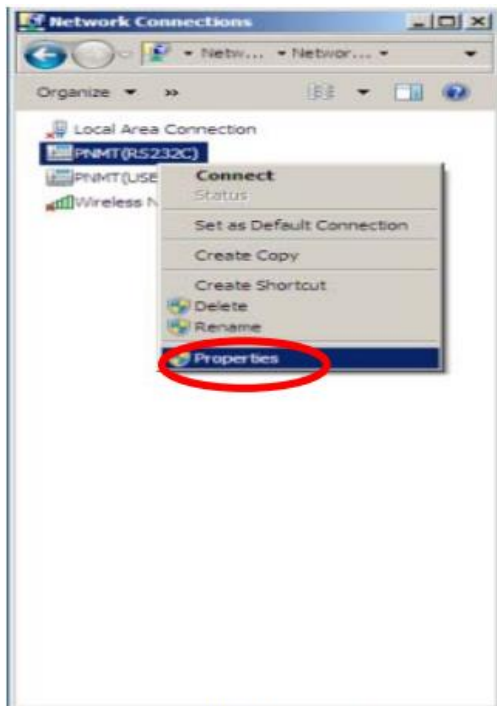
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



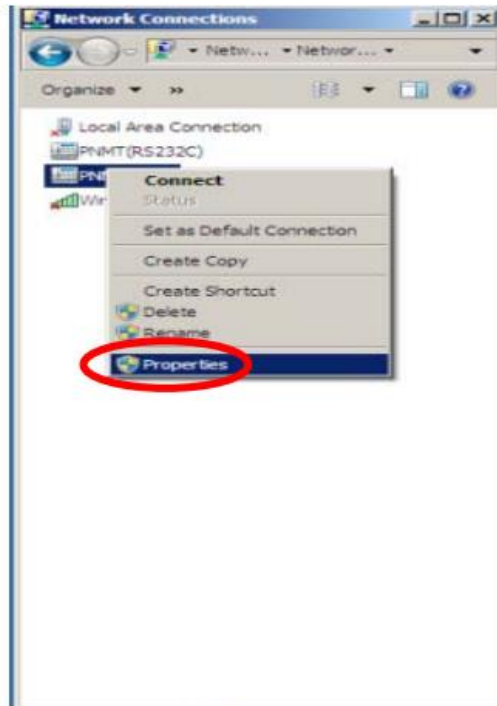
A continuación vamos a ir de nuevo al **Centro de redes y recursos compartidos**, pero en esta ocasión damos clic en **Cambiar la configuración del adaptador**.



Allí vamos a poder ver nuestra nueva red creada **[PNMT (RS232C)]**

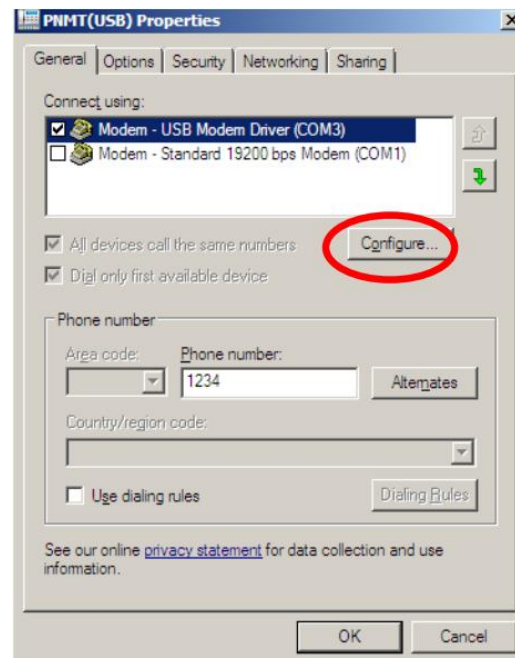
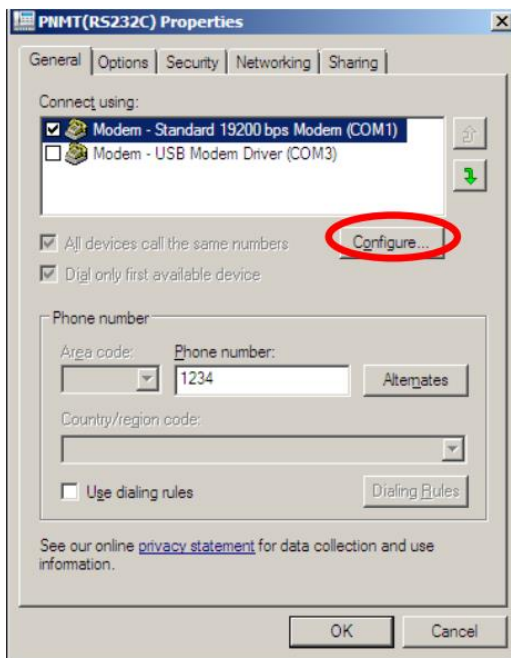


RS232C setting



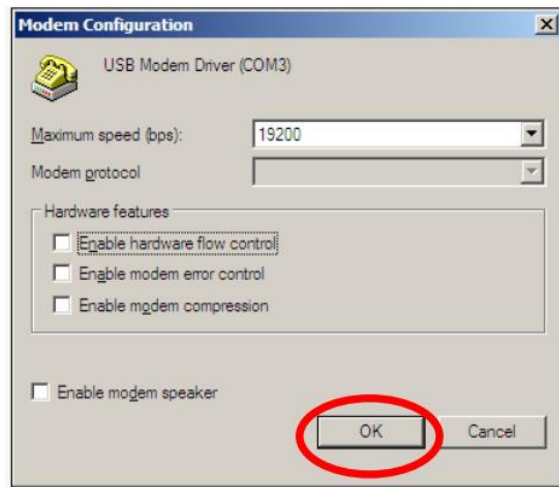
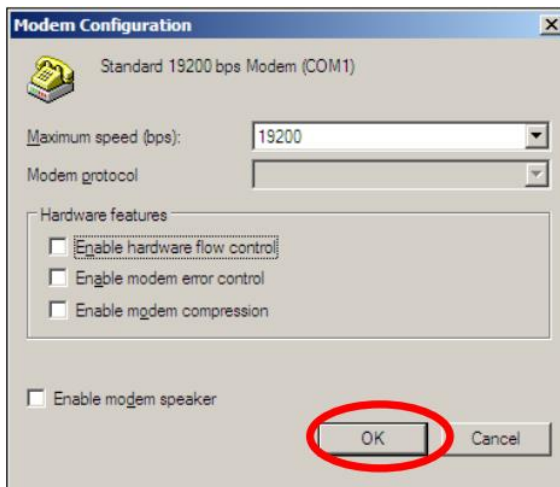
USB setting

Vamos a ir a **Propiedades>Configurar...** Con lo que accedemos a la configuración del modem

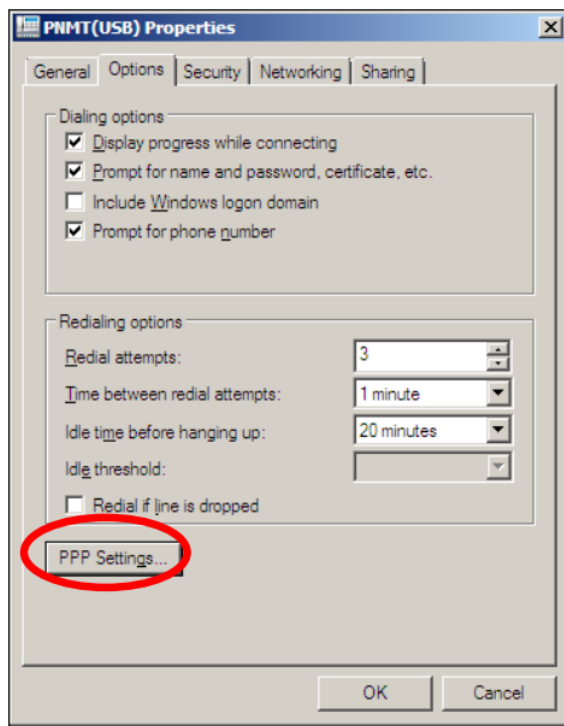
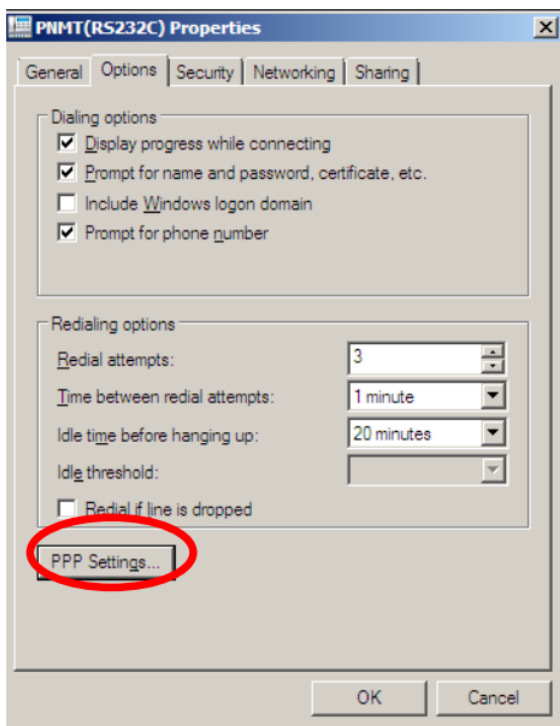


En las configuraciones del modem vamos a quitar el check a todas las casillas que allí aparecen (4) y clic en Aceptar

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

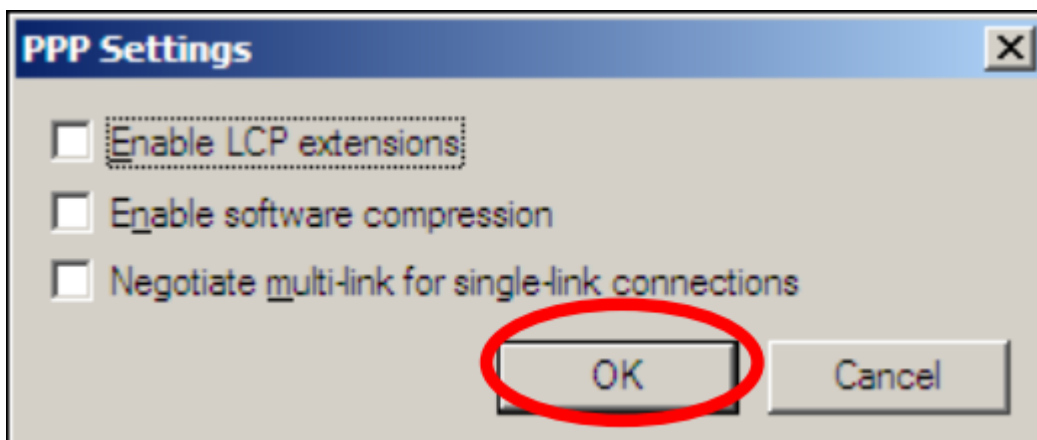


De vuelta en la ventana de propiedades vamos a la pestaña **Opciones** y damos clic en el botón **Configuración PPP...**

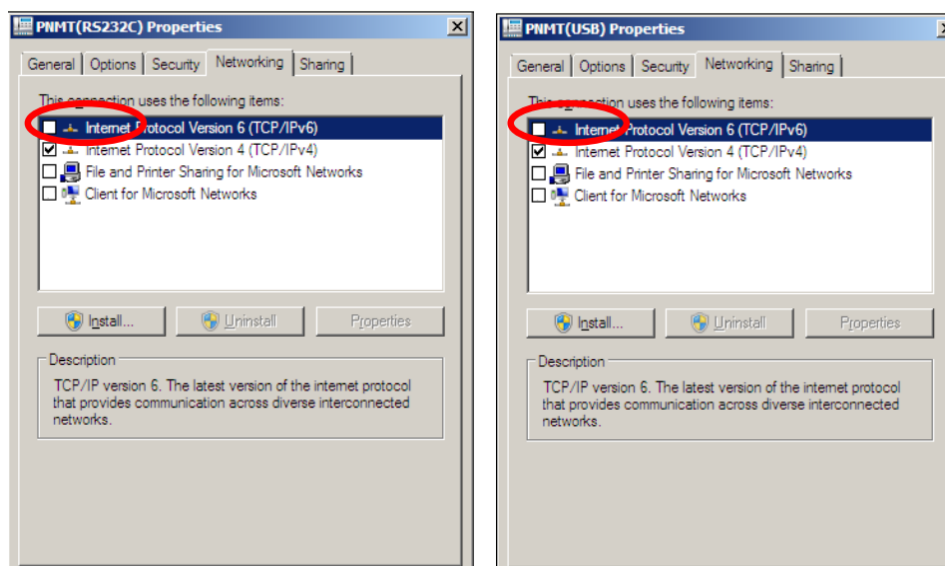


En la ventana que se despliega vamos a quitar el Check a todas las casillas que aparecen (3) y vamos a dar clic en **Aceptar**.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

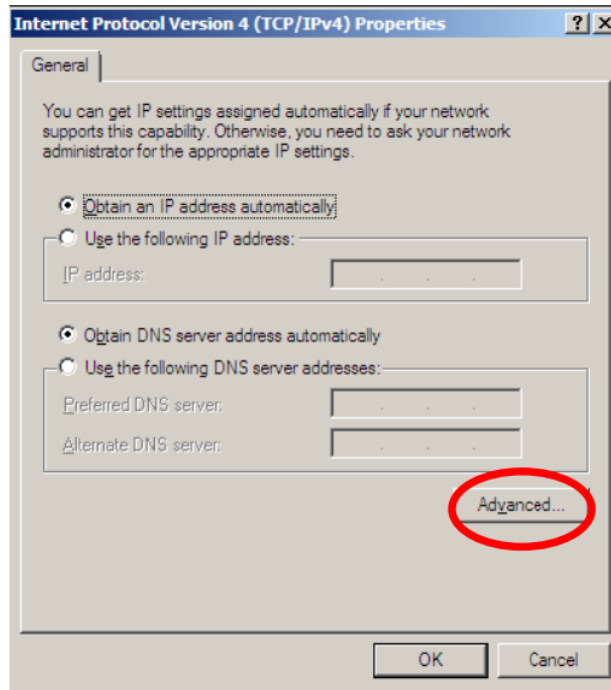


La configuración en la pestaña **Seguridad** se mantiene por defecto (no tocamos nada) y pasamos a la pestaña **Networking**. Allí quitamos el Check a las casillas referidas a **Compartir archivos e impresoras de Microsoft, Cliente de Microsoft Networks, IPv6**.

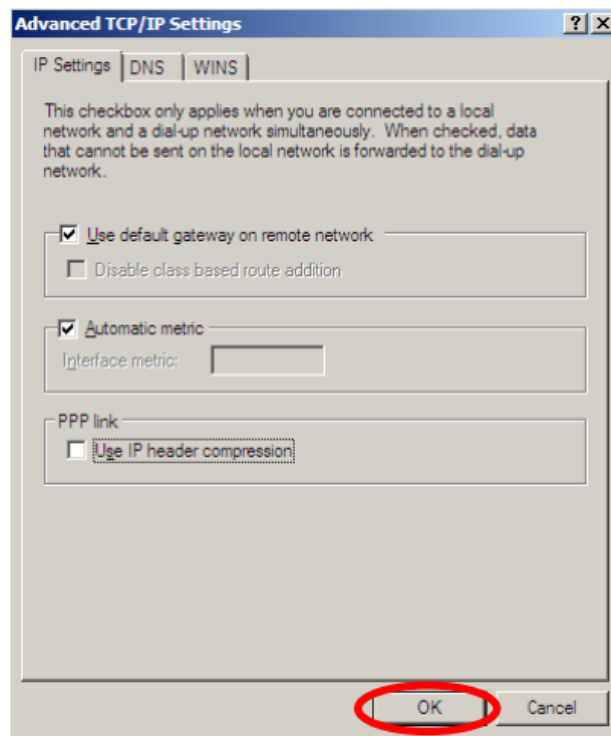


Seleccionamos el ítem **Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)** y damos clic en **Propiedades**. Se debe verificar que la máquina en esta interfaz obtenga las direcciones IP propias y del servidor DNS de **manera automática**. En cuanto sea así, damos clic en **Avanzado**.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



En la ventana de configuración avanzada de la conexión **TCP/IP**, quitamos el check a la casilla **Usar compresión para la cabecera IP** para el enlace PPP. Luego damos clic en **Aceptar** para continuar.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

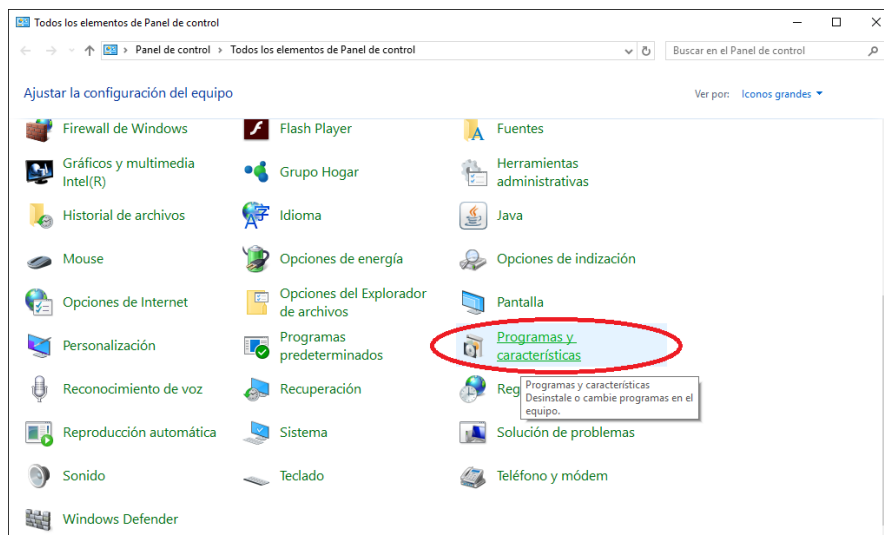
Y de esta manera terminan por completo las configuración de la conexión telefónica (RS232). En lo que sigue se describe el resto de pasos necesarios para el funcionamiento del software PNMT

Configuración del servicio SNMP

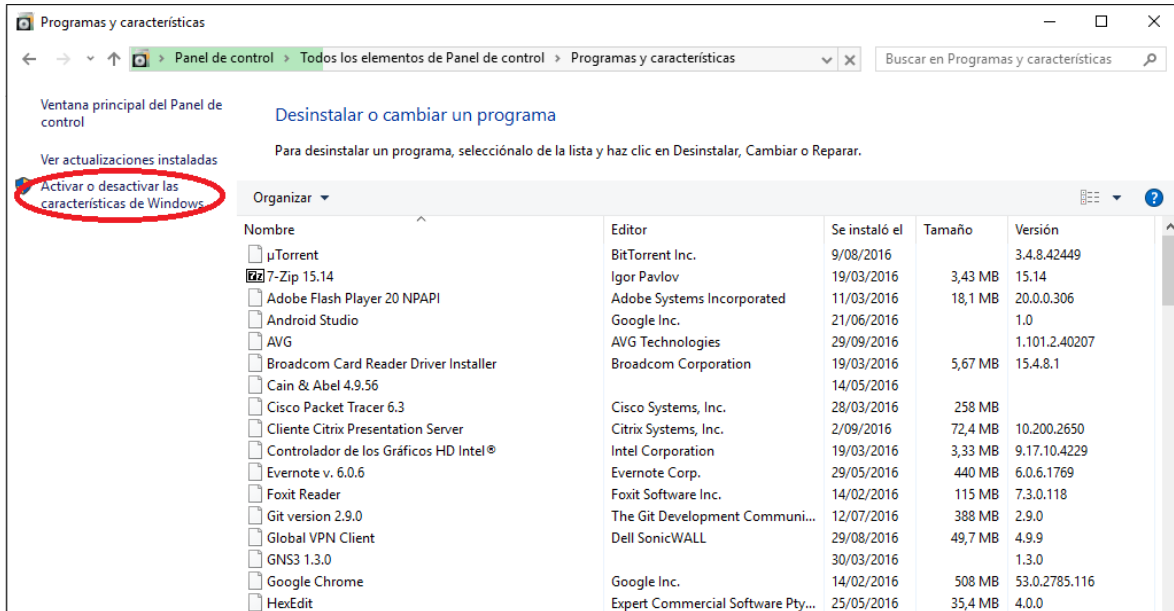
El servicio SNMP permite el intercambio de información de administración entre elementos de red y es utilizado en redes de comunicaciones para la gestión remota de equipos (agentes) que responden a un servidor (gerente).

Para el caso, vamos a **deshabilitar** el protocolo en nuestras máquinas con OS Windows para el funcionamiento adecuado de PNMT. El servicio debe ser deshabilitado porque PNMT utiliza el mismo puerto que SNMP para la conexión en capa de transporte.

Dentro del **Panel de Control** ingresamos en **Programas y características**



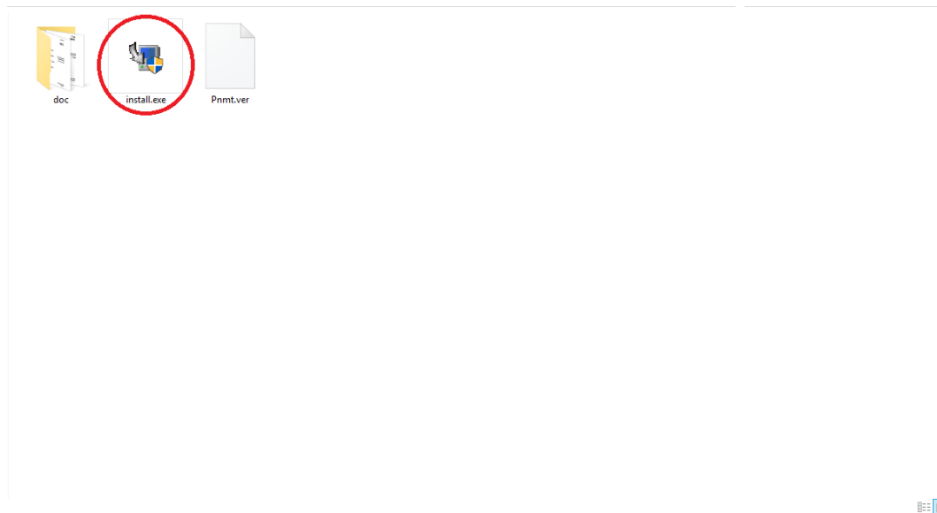
Allí en el lado izquierdo debemos ingresar a **Activar o desactivar las características de Windows**



Vamos a buscar el protocolo **SNMP** dentro de las características en pantalla y **WMI SNMP Provider** para **quitar** el check de las casillas y así deshabilitar el servicio.

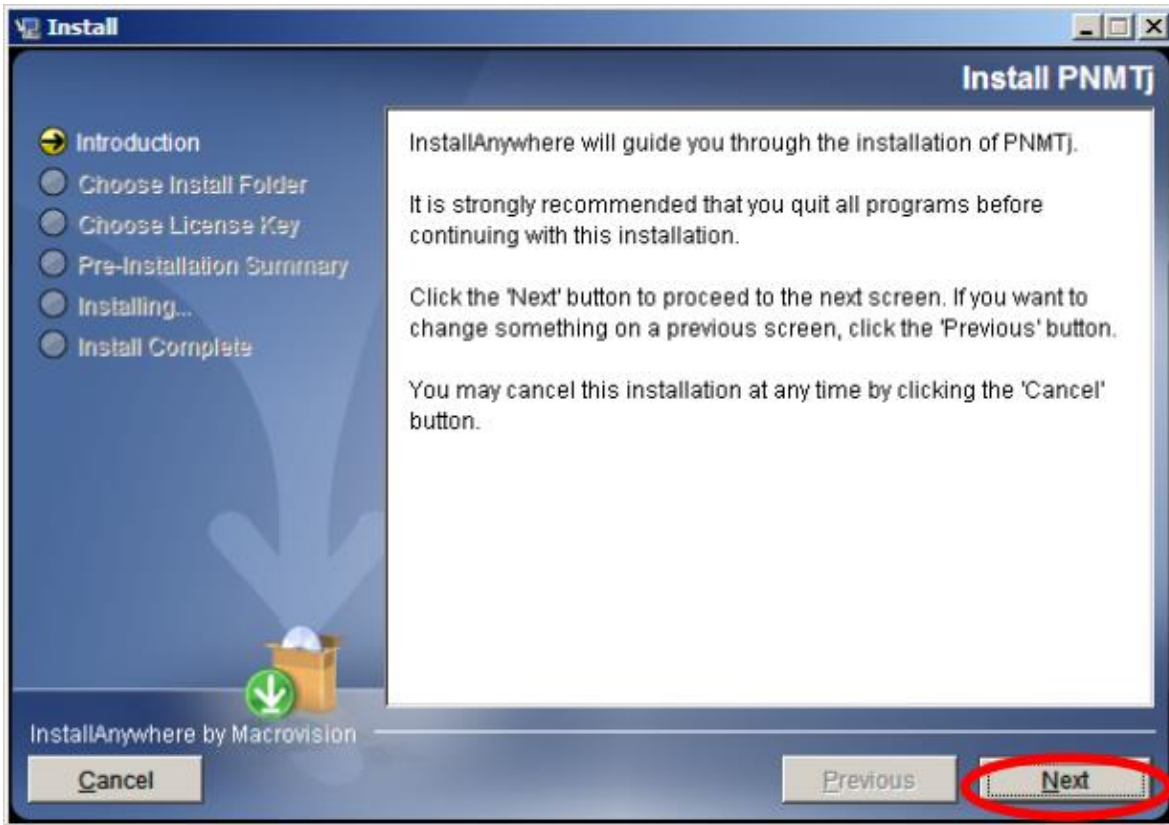
Instalación del software PNMT

En nuestra carpeta de instalación vamos a ejecutar el instalador marcado como **install.exe**



Después de una pantalla de carga, aparecerá la pantalla de bienvenida donde solo presionaremos **Siguiente**.

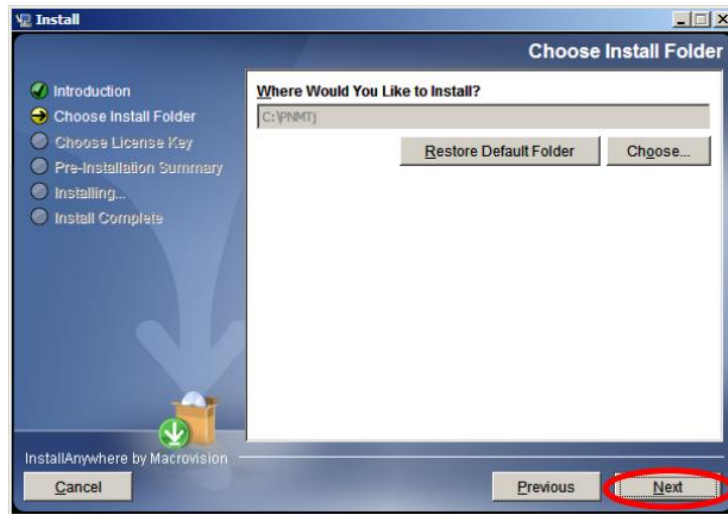
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Especificamos el directorio de instalación en el cual será instalado el software PNMT. En este caso debemos tener en cuenta que la dirección de instalación **no** puede contener espacios en blanco. Es decir, **“C:\Archivos de programa\PNMTj” NO** es una opción válida. **“C:\PNMTj” SI** lo es.

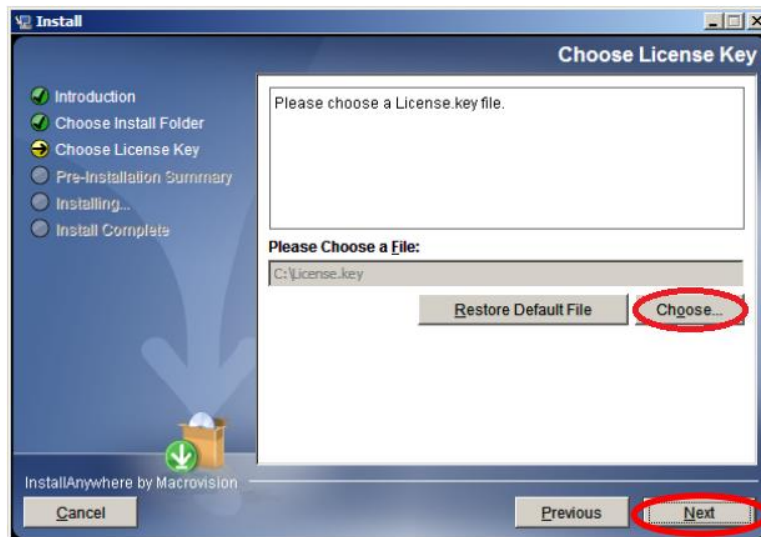
En la opción **Restore Default Folder** utilizamos la carpeta que el instalador define por defecto (**C:\PNMTj**). En la opción **Choose...** Elegimos la carpeta a nuestro deseo teniendo en cuenta la anotación de los espacios en blanco.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



A continuación vamos a elegir el archivo de licencia que hace parte de la carpeta de instalación. En la pantalla que sale vamos a dar clic sobre **Choose...** para escoger el archivo de licencia. Posteriormente vamos a **Siguiente**.

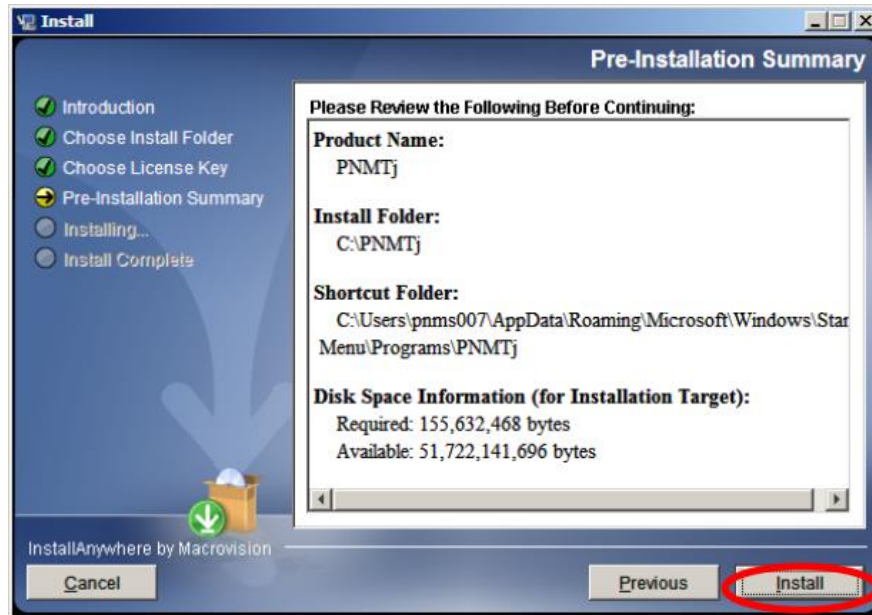
Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
Installation_Manual	2/02/2013 3:25 p. m.	Carpeta de archivos	
License.key	28/11/2011 8:23 p....	Archivo KEY	1 KB
ReadMe.txt	25/01/2006 9:31 p....	Archivo TXT	1 KB



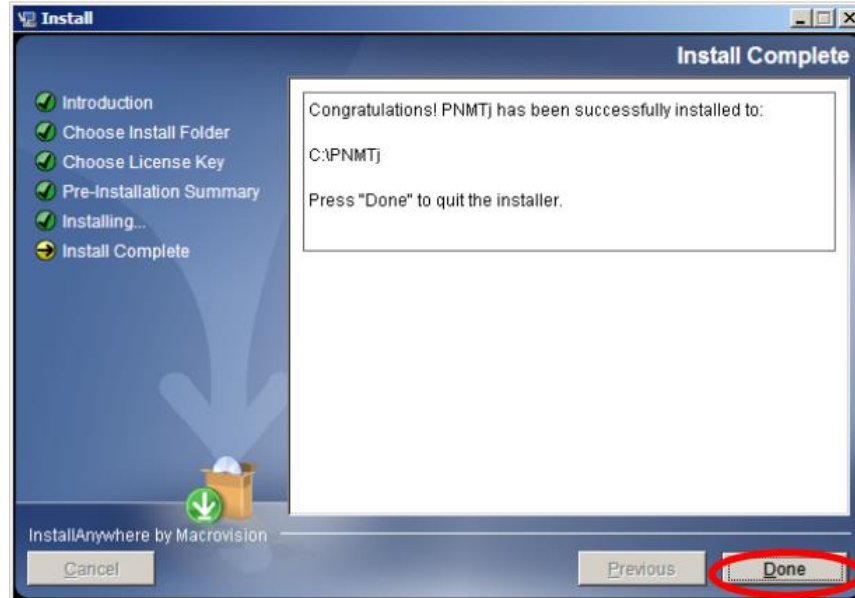
Es posible instalar el software sin licencia, pero lo que tendremos será una versión de prueba que solo será funcional durante 30 días.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Al final vamos a revisar todos nuestros parámetros de instalación para dar clic sobre **Install** y comenzar con el despliegue del software.



En cuanto termine la instalación vamos a terminar sobre el botón **Done**.



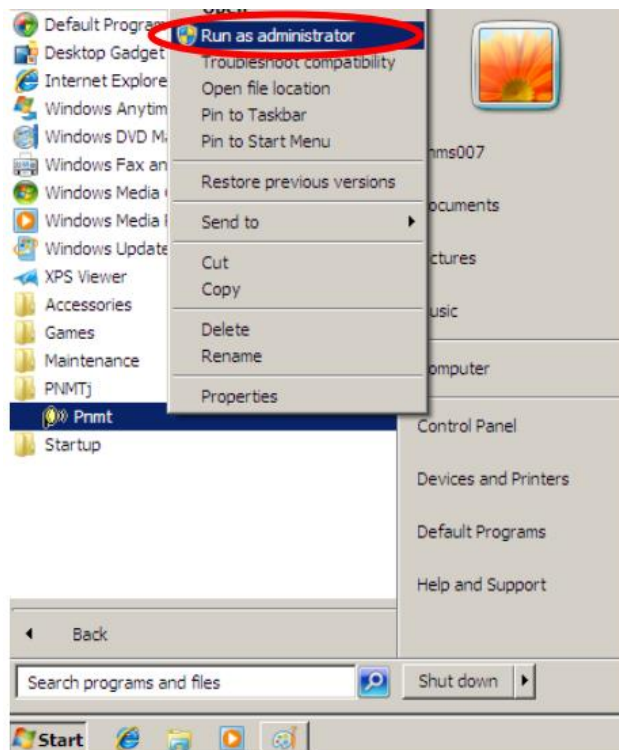
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Configuración de Firewall

El software está completamente instalado. De aquí en más resta la configuración del Firewall. Para ello puede simplemente Deshabilitar el firewall de su pc teniendo en cuenta las condiciones que eso implica.

Lanzar el software PNMT

La instalación está completa y lo único que tenemos que hacer ahora es ejecutarlo como cualquier software que tenemos instalado en nuestra máquina. Es decir, **Inicio>Todos los programas>PNMT**. Para correrlo es importante abrirlo como administrador (**clic derecho>abrir como administrador**).

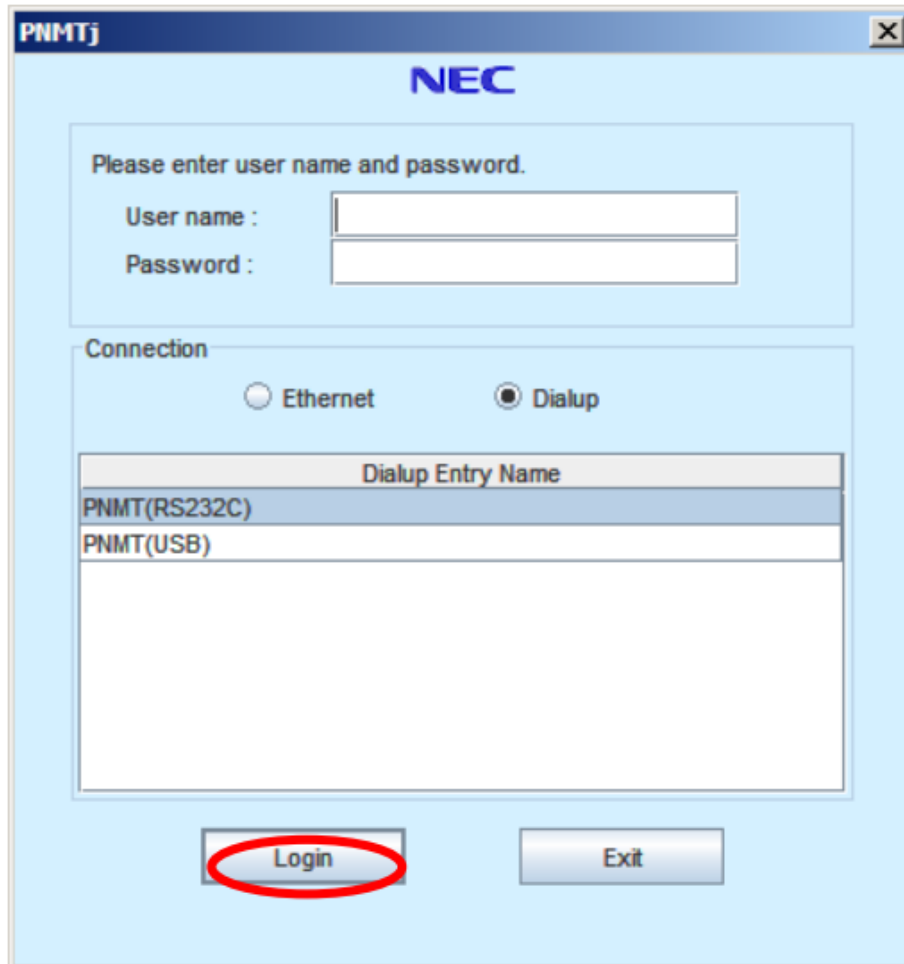


De inmediato serán solicitados usuario y contraseña. En el software recién instalado los parámetros por defecto son:

- **Username:** admin
- **Password:** (No hay password, el campo se deja vacío).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la parte de conexión vamos a seleccionar el **Dial-up** y elegimos la conexión que requerimos (RS232C para el Pasolink-V4 o USB para el Pasolink-NEO). Terminamos con un clic en el botón **Login**.



4.1. Resultados de la caracterización de un radio enlace utilizando antenas patch implementadas en equipos NEC V4

Para obtener los resultados adquiridos en el desarrollo del proyecto fue necesario la convergencia de los siguientes elementos:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Idu



Fotografía 1

Equipos digitales de transmisión usados en telecomunicación para transportar grandes cantidades de información

Odu



Fotografía 2

Moduladores y demoduladores con la función de convertir las señales de radio (ondas electromagnéticas) a señales RF.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Cable IF



Fotografía 3

Utilizado para transportar señales eléctrica de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos; uno central, llamado núcleo, encargado de llevar la información, y uno exterior malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico.

Conectores BNC

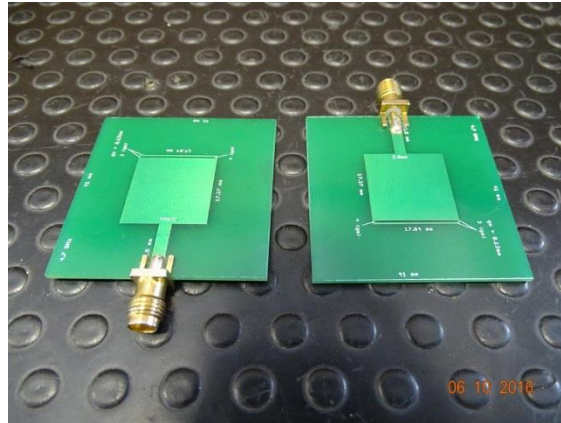


Fotografía 4

Es un tipo de conector usado en aplicaciones de RF que precisan de una conexión rápida y de impedancia constante.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

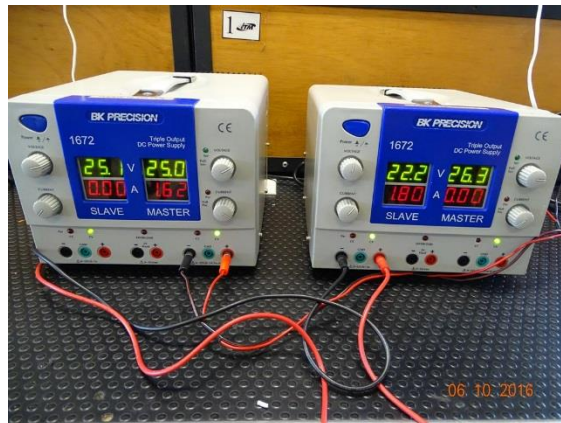
Antenas Patch



Fotografía 5

Basadas en una tecnología de circuitos impresos que generan estructuras radiantes planas sobre un dieléctrico.

Fuente de energía DC

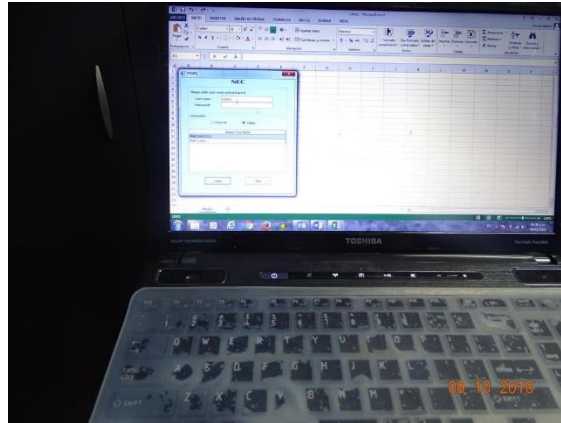


Fotografía 6

Encargado de suministrar el voltaje a la IDU, este puede ser variable desde los (-25v hasta los -48v)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

PC con la instalación del Software (PNMT)



Fotografía 7

Periférico encargado de tener interacción con la IDU al momento de ejecutar la configuración determinada.

Paso 1:

Iniciar el proceso de instalación de los componentes mencionados anteriormente.



Fotografía 8

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Paso 2:

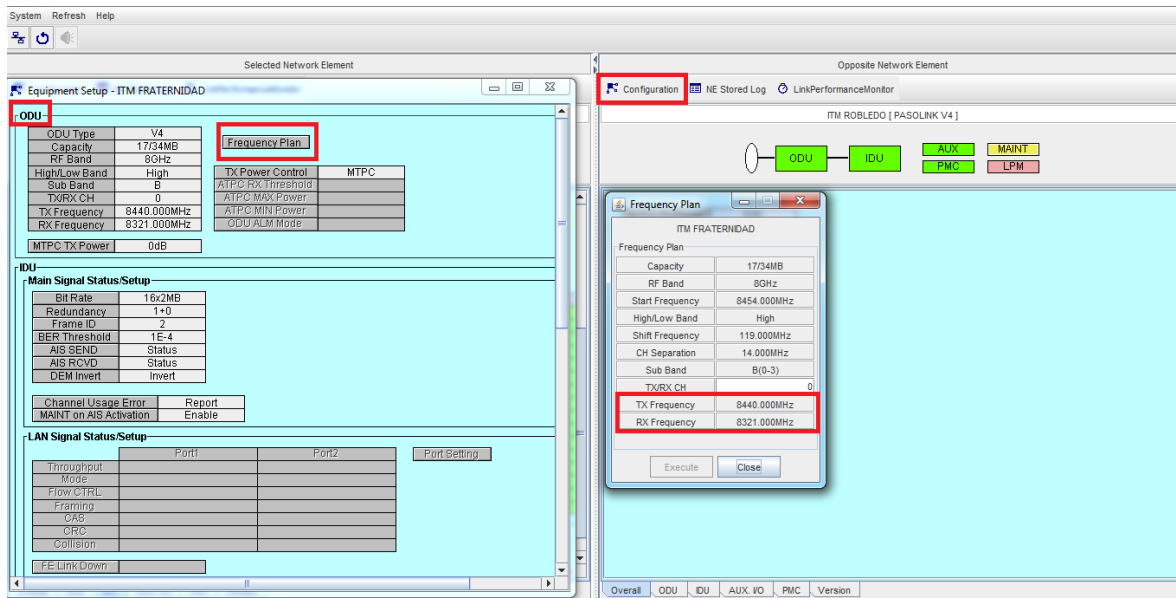
Accesar el equipo de configuración (IDU) a través del software (PNMT) instalado previamente en un PC con OS Windows 7 y explicado textualmente en el capítulo anterior (4.1)



Fotografía 9

Paso 3:

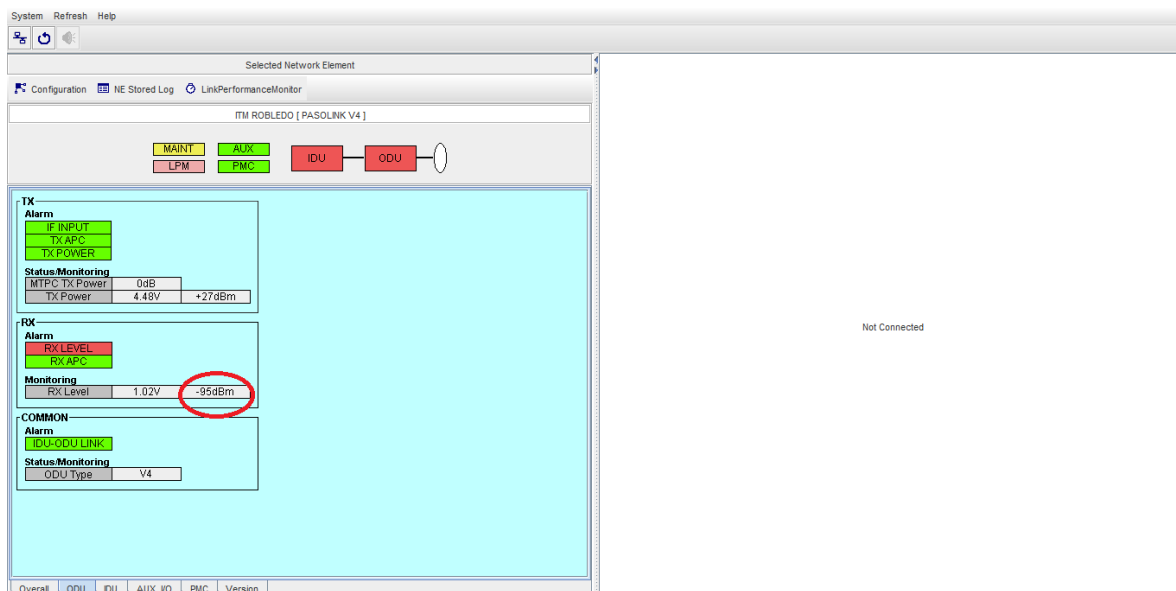
Ingresar al campo de configuración, equipment Setup - ODU - Frequency Plan y asignar una frecuencia de 8GHz sobre el rango estipulado por el fabricante NEC de acuerdo a la sub banda (B), la cual es nuestra referencia seleccionada. Es importante informar que dicho proceso se debe llevar a cabo en cada uno de los dos radios (IDU).



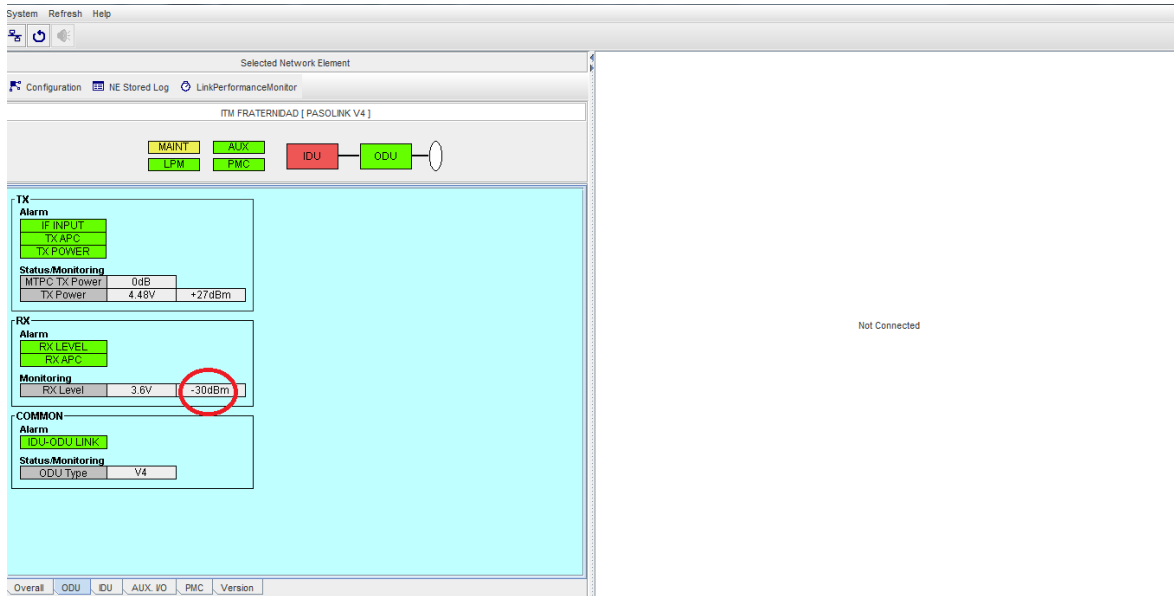
Fotografía 10

Paso 4:

Se procede a ingresar al campo ODU, para observar los niveles de recepción de cada una de los extremos del radio enlace y en caso de no ser óptimos se empieza con el realineamiento de las antenas patch hasta lograr el mejor punto de referencia.

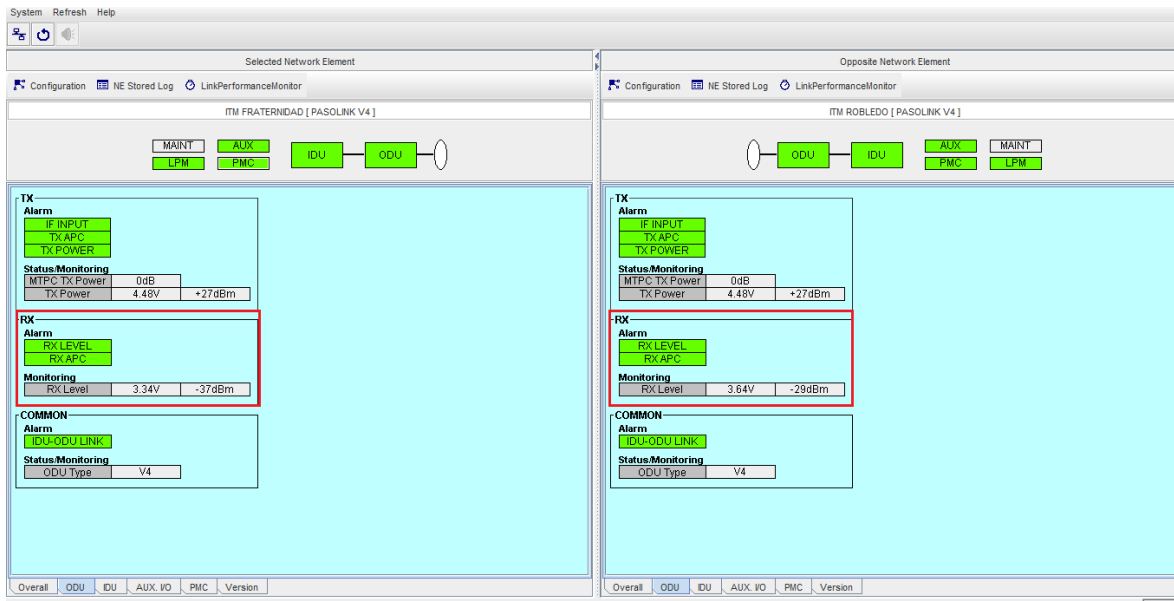


Fotografía 11



Fotografía 12

En la captura podemos identificar claramente que el objetivo se cumple, al obtener buenos niveles de recepcion entre -29 y -37dBm para la frecuencia de partida 8Ghz.

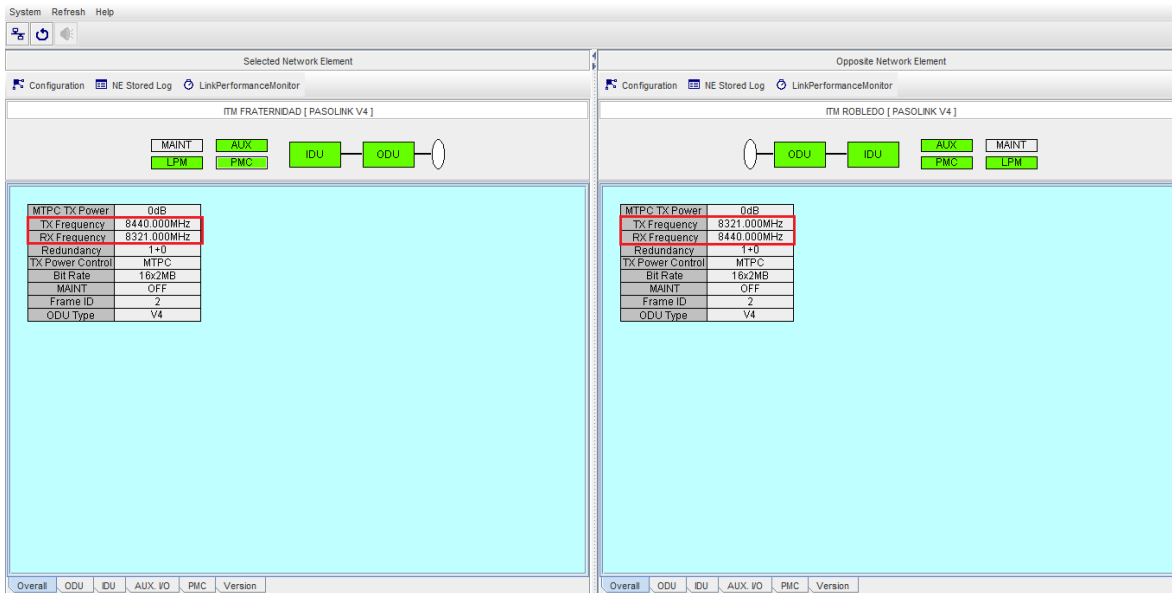


Fotografía 13

Paso 5:

En la captura podemos identificar claramente que el objetivo se cumple, al tener visualización de cada uno de los extremos del radio enlace en la frecuencia de 8Ghz:

Es de nuestro conocimiento que la frecuencia de transmisión del lado A (ITM FRATERNIDAD), debe corresponder a la frecuencia de recepción del lado B (ITM ROBLEDO); y viceversa. Lo anterior se cumple, razón por la cual se demuestra que hay enlace.



The screenshot shows two side-by-side configuration windows for network elements. The left window is for 'ITM FRATERNIDAD [PASOLINK V4]' and the right is for 'ITM ROBLEDO [PASOLINK V4]'. Both windows show a table of parameters and a diagram of the radio link components (MAIN, AUX, LPM, PMC, IDU, ODU).

MTPC Tx Power	0dB
Tx Frequency	8440.000MHz
Rx Frequency	8321.000MHz
Redundancy	1+0
Tx Power Control	MTPC
Bit Rate	16x2MB
MAINT	OFF
Frame ID	2
ODU Type	V4

MTPC Tx Power	0dB
Tx Frequency	8321.000MHz
Rx Frequency	8440.000MHz
Redundancy	1+0
Tx Power Control	MTPC
Bit Rate	16x2MB
MAINT	OFF
Frame ID	2
ODU Type	V4

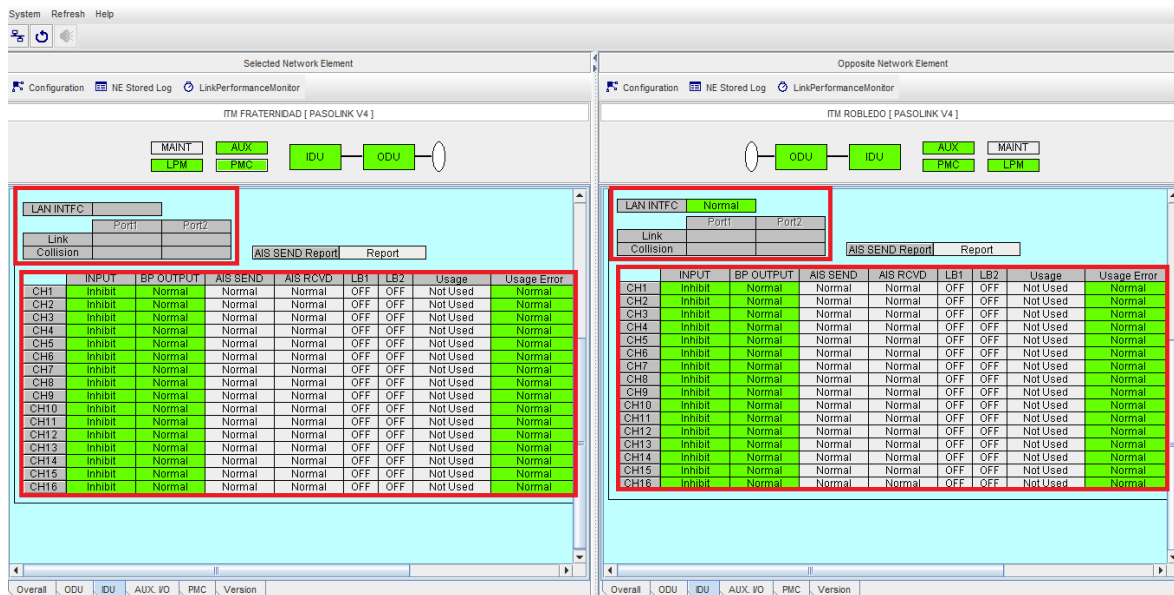
Fotografía 14

Idu:

En este campo podemos observar una tabla con relación a 16 canales (CH1 al CH16) los cuales me generarán un ancho de banda de 2 Megas por cada uno; es decir, que tengo un radio PDH con opción de transportar 4 E1 si partimos del hecho que la capacidad de cada E1 es de 2 Megas. Sin embargo en la parte superior se puede evidenciar un cuadro (LAN

INTFC) el cual hace referencia a dos puertos ETHERNET y en funcionalidad requiere de 8 Megas, por lo tanto es necesario deshabilitar la mitad de los E1 si queremos tener operatividad en los dos servicios. A nivel de conocimiento se informa que este tipo de radios es implantando en las empresas de telefonía celular para el trasporte de información de la siguiente manera:

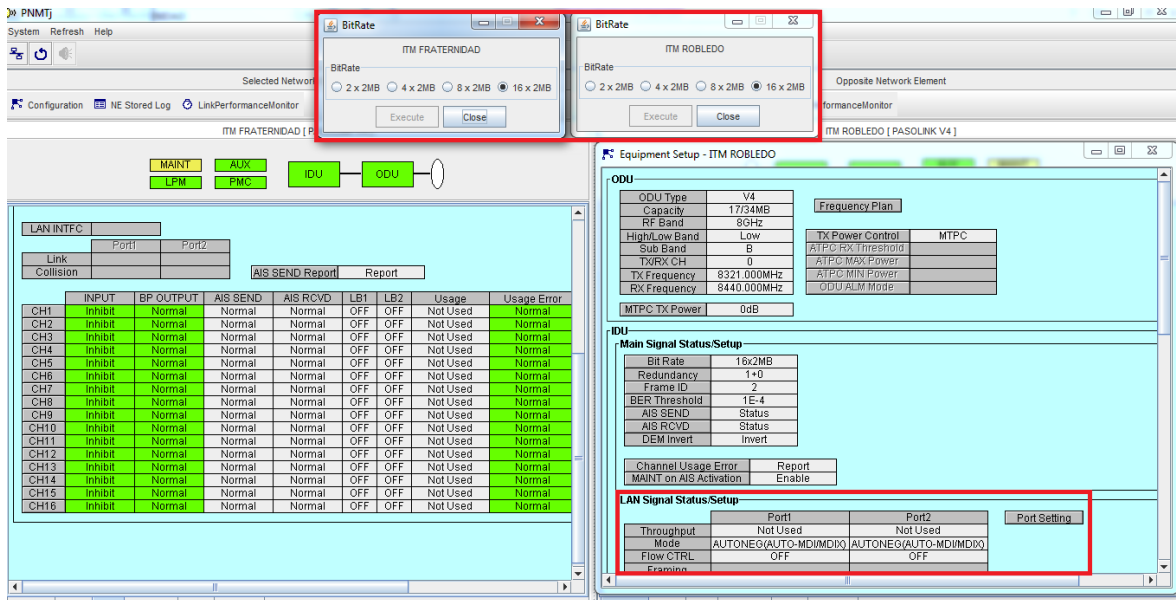
- La tecnología 2G (GSM) se integra al sistema de E1
- La tecnología 3G (UMTS) se integra al sistema Ethernet (LAN)



The screenshot displays two side-by-side network configuration windows. The left window is titled 'Selected Network Element' and the right is 'Opposite Network Element'. Both windows show a 'LAN INTFC' section with a table of port configurations. The 'Selected Network Element' table has 'AIS SEND' set to 'Report' and 'Usage' as 'Not Used'. The 'Opposite Network Element' table has 'AIS SEND' set to 'Normal' and 'Usage' as 'Not Used'.

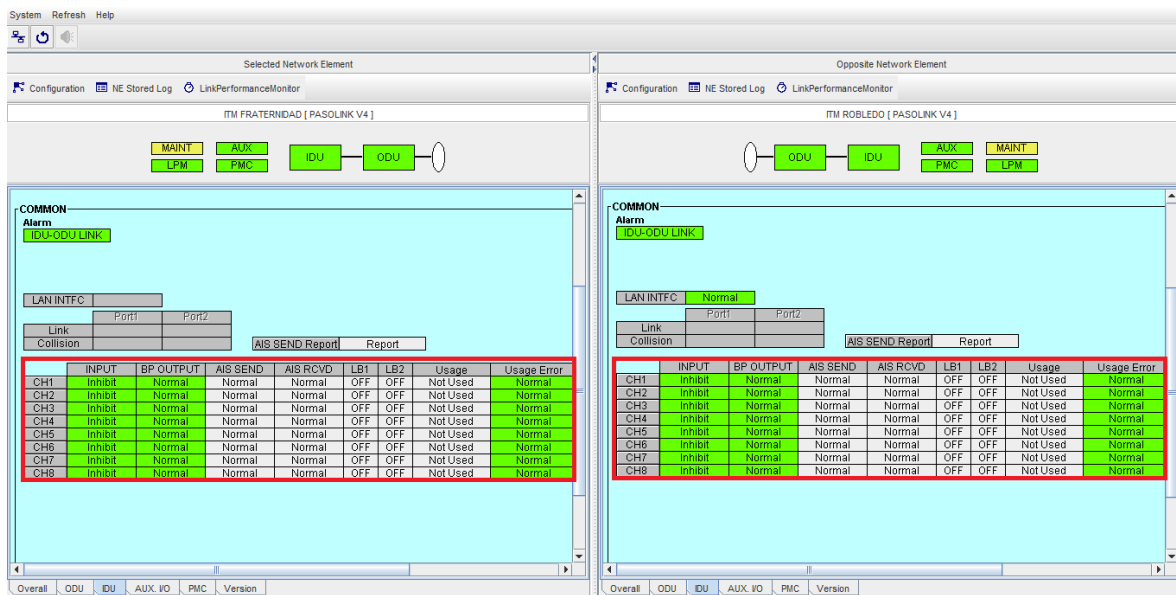
Channel	INPUT	BP	OUTPUT	AIS SEND	AIS RCVD	LB1	LB2	Usage	Usage Error
CH1	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH2	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH3	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH4	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH5	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH6	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH7	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH8	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH9	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH10	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH11	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH12	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH13	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH14	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH15	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal
CH16	Inhibit	Normal	Normal	Normal	Normal	OFF	OFF	Not Used	Normal

Fotografía 15



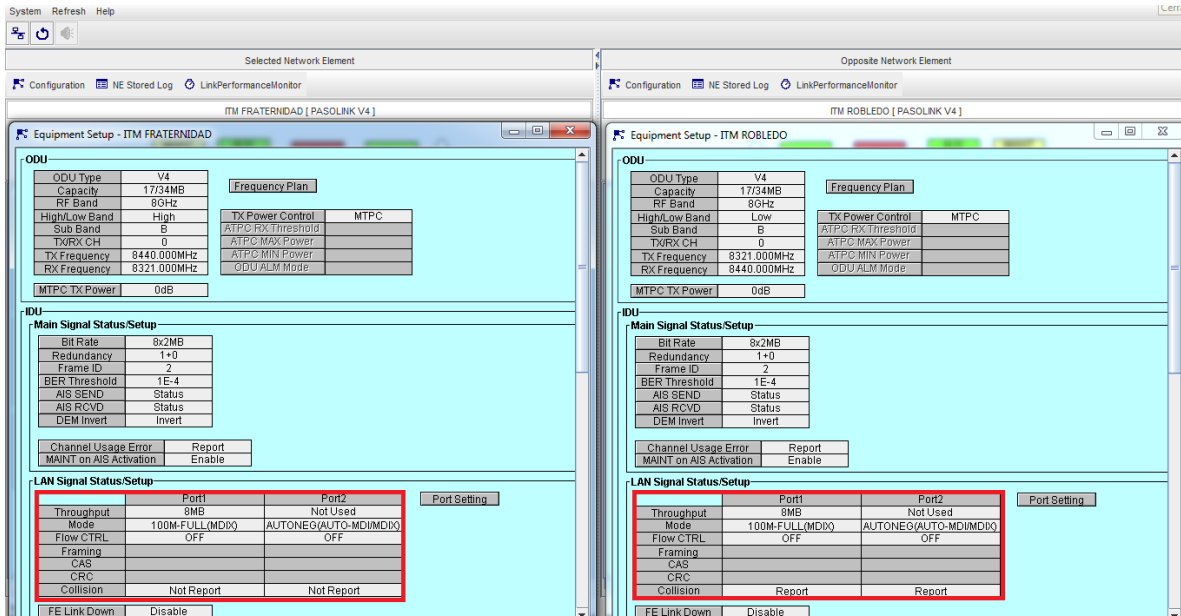
Fotografía 16

En la captura podemos identificar claramente que el objetivo se cumple, al garantizar que el sistema de E1 puede ser confiable para la transmisión al momento de incurrir en la venta del radio enlace a un operador de telefonía móvil.



Fotografía 17

En la captura podemos identificar claramente que el objetivo se cumple, al garantizar que el sistema Ethernet puede ser confiable para la transmisión al momento de incurrir en la venta del radio enlace a un operador de telefonía móvil.

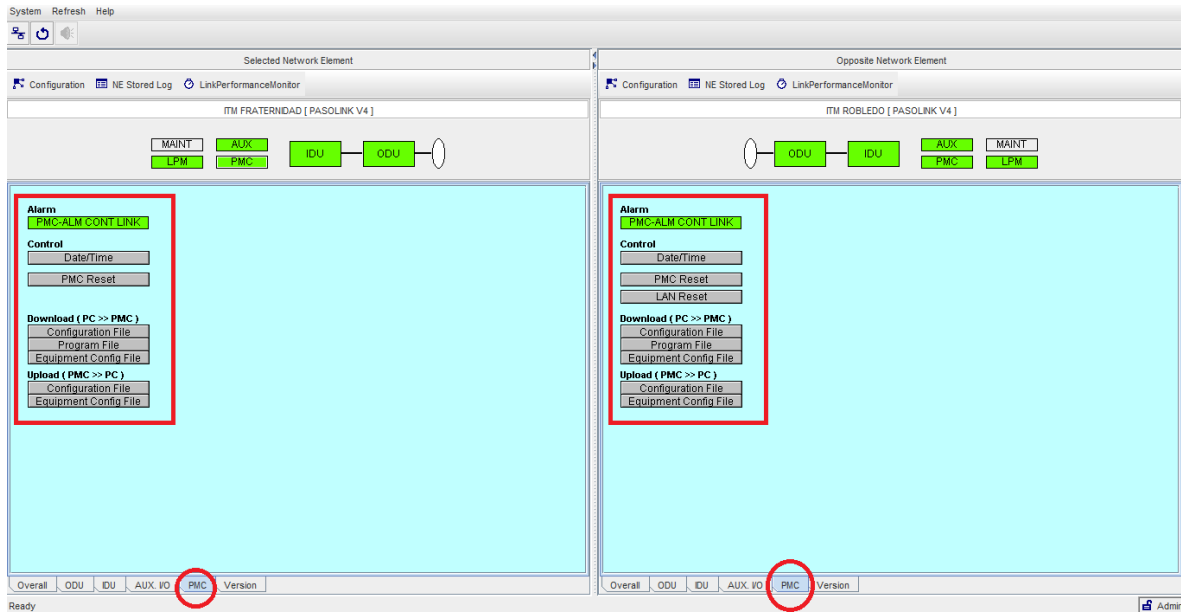


Fotografía 18

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

PCM:

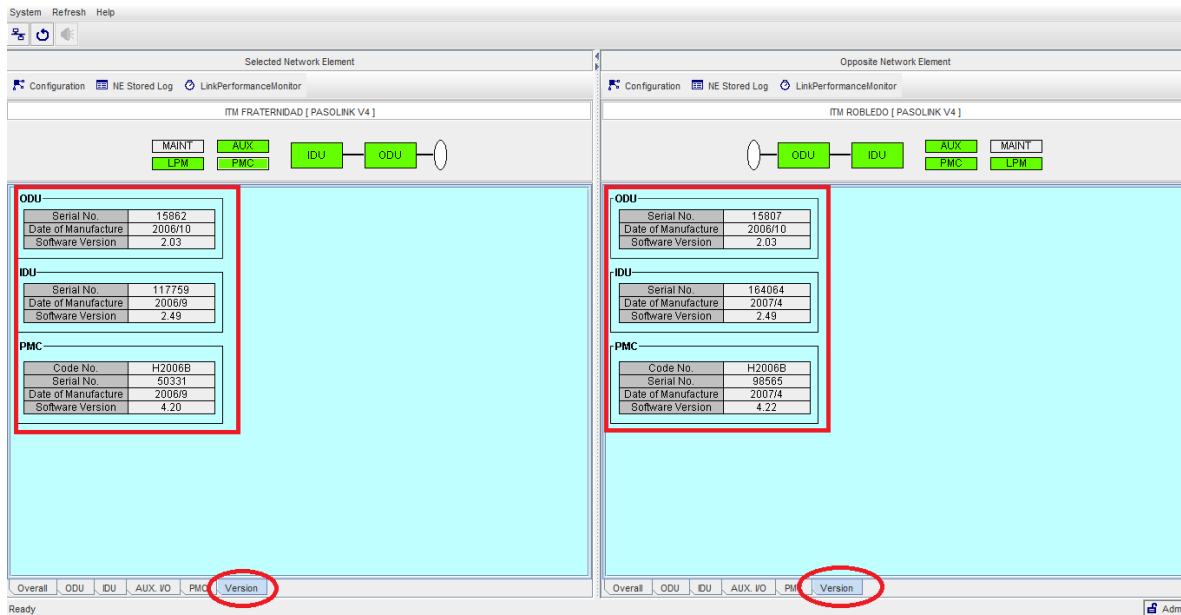
En esta pestaña tenemos la opción de sincronizar fecha hora y sacar backup de la configuración del radio.



Fotografía 19

Versión:

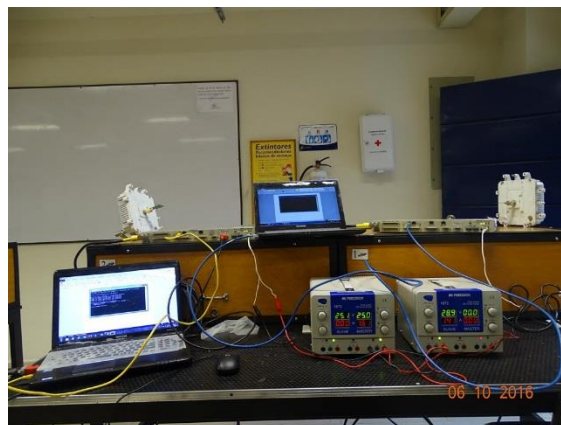
Nos permite observar los seriales de los equipos (ODU-IDU) siempre y cuando se encuentren operativos.



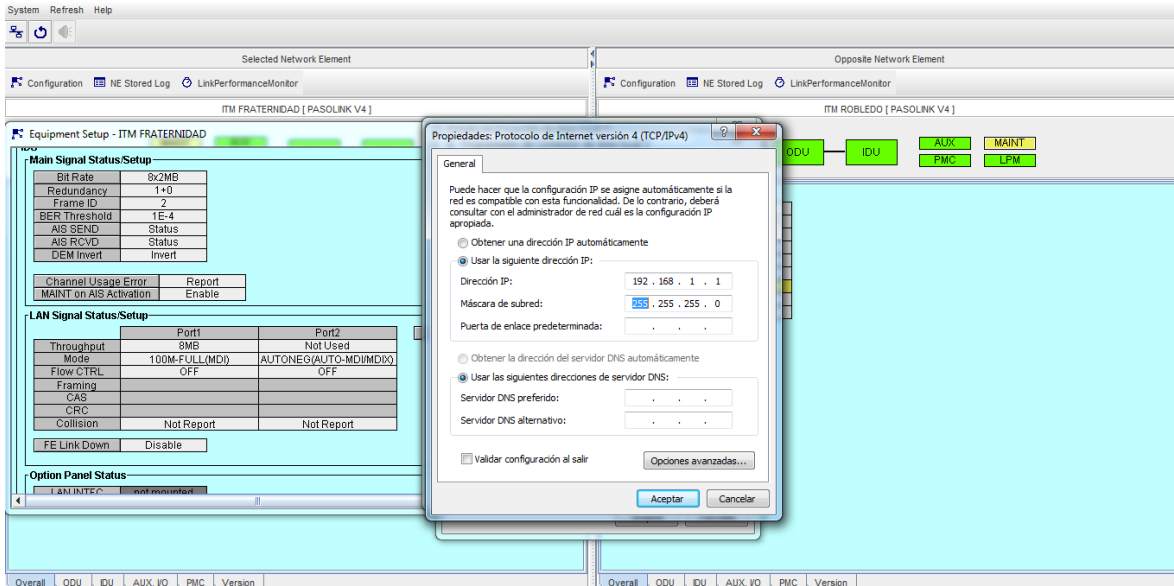
Fotografía 20

Paso 6:

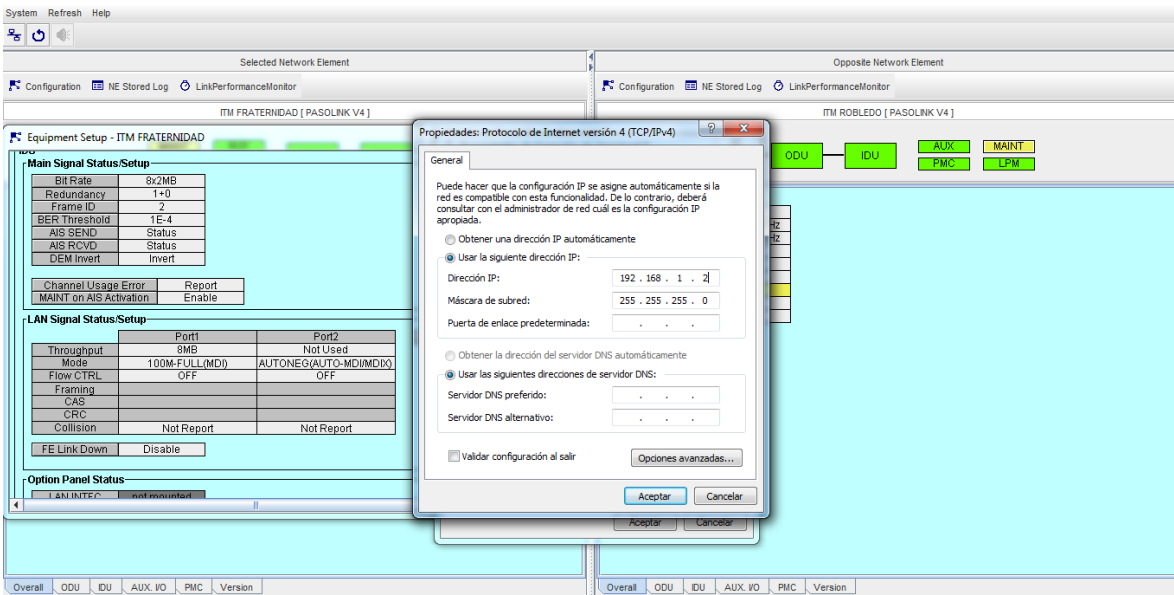
Se realiza una conexión extremo a extremo a través de dos Pc con una IP fija dentro del mismo rango y conectados sobre los puertos LAN del radio (IDU) para proceder con una prueba de conectividad y evaluar la viabilidad de la información al pasar de un campo fijo a un campo inalámbrico.



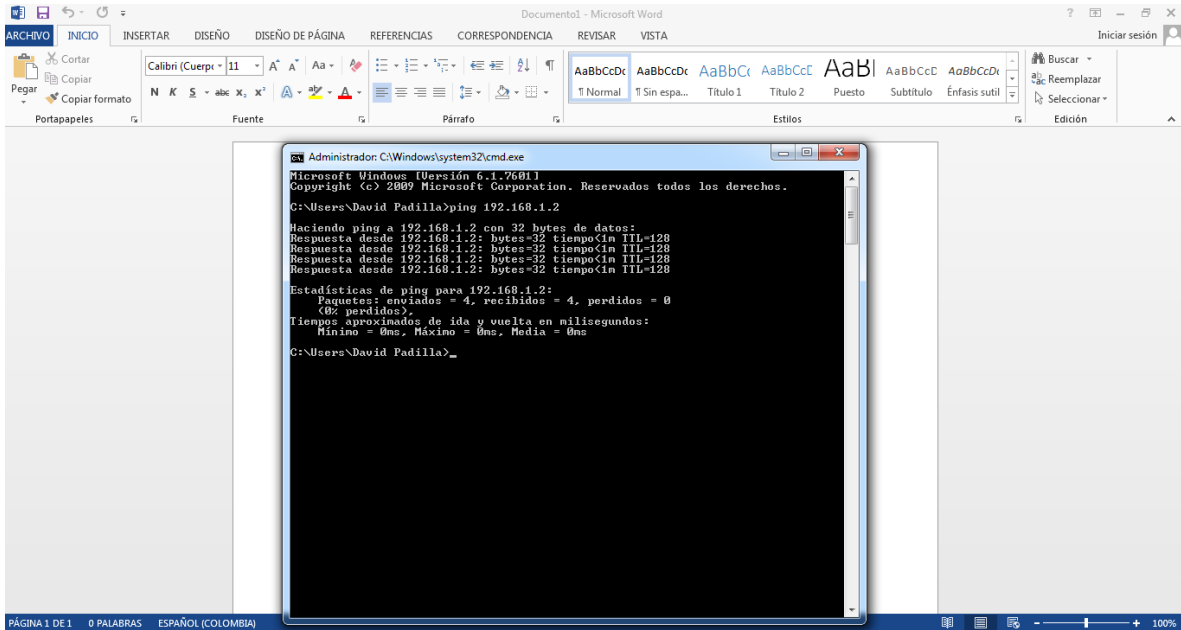
Fotografía 21



Fotografía 22



Fotografía 23



Fotografía 24

En las anteriores capturas podemos identificar claramente que el objetivo se cumple, al garantizar que el sistema responde extremo a extremo al realizar una prueba de ping.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Al momento de ejecutar un cambio sobre el radio Ipasolink Nec V4 es de vital importancia que la opción de mantenimiento se encuentre habilitada para que los cambios surjan efecto.
- Cada vez que se ejecute un cambio en el radio Ipasolink Nec V4 es fundamental implementarlo primero en el lado remoto, debido que al tomar los cambios se perderá la gestión del lado intervenido.
- En caso de ser necesario el realineamiento entre antenas es recomendable no direccionar simultáneamente los elementos para lograr identificar los puntos de obstrucción o desvanecimiento de nuestro radio enlace.
- El ancho de banda de nuestro radio Ipasolink Nec V4 es de 32 Megas compatible para tecnologías de E1 y Ethernet; sin embargo es importante resaltar que si ambos sistemas se utilizan simultáneamente esta capacidad será distribuida de la siguiente manera: 8 canales de 2Megas para E1s. 8x2 Megas para los puertos LAN (Ethernet).
- Se concluye que el radio enlace es viable al obtener niveles entre los -29dBm y -37dBm. Sin embargo estos resultados pueden mejorar implementando un arreglo de antenas; lo cual se logra aumentando el diámetro de la misma para tener mayor capacidad de recepción (ondas electromagnéticas).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- Aguilar, H. J. (1996). *Compatibilidad Electromagnética*. México: Alfaomega grupo Editor.
- Aznar, A. (2006). *Antenas*. México: Alfaomega grupo Editor.
- Balanis, C. (2005). *Antenna Theory Analysis And Desing*. Canada: Copyrighted Materials.
- Blake, R. (2004). *Sistemas Electrónicos de Comunicaciones*. México : Thomson Editores .
- Corporation, N. (18 de 04 de 2016). *IPASOLINK_ODU*. Obtenido de Nec:
http://www.nec.com/en/global/prod/nw/pasolink/products/iPASOLINK_ODU.html
- DocSlide. (18 de 04 de 2016). *Pasolink-v4 Equipment Overview*. Obtenido de documents.tips:
<http://documents.tips/documents/pasolink-v4-v13pdf.html>
- Frenzel, L. (2003). *Electrónica Aplicada a los Sistemas de las Comunicaciones*. México: Alfaomega grupo Editor.
- Frenzel, L. (2003). *Electrónica Aplicada a los Sistemas de las Comunicaciones*. México: Alfaomega grupo Editor.
- Frenzel, L. (2003). *Electrónica Aplicada a los Sistemas de las Comunicaciones*. México: Alfaomega grupo Editor.
- Frenzel, L. (2005). *Sistemas Electrónicos de Comunicaciones*. México: Alfaomega grupo Editor.
- Frenzel, L. (2005). *Sistemas Electrónicos de Comunicaciones*. México: Alfaomega grupo Editor .
- García Dominguez, A. (2012). *Calculo de Antenas*. México: Alfaomega grupo Editor.
- García Dominguez, A. (2012). *Calculo de Antenas*. México: Alfaomega grupo Editor.
- Huidobro, J. M. (2013). *Comunicaciones Móviles*. Juárez: Alfaomega grupo Editor.
- Iberia, N. (18 de 04 de 2016). *Familia PASOLINK*. Obtenido de NEC Iberia:
http://es.nec.com/es_ES/global/prod/nw/pasolink/products/pasolink_index.html
- Ramírez Artunduaga, J. (2012). *Antenas*. Bogotá: Bonaventuriana grupo Editor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

SGE. (30 de 03 de 2016). *MinTic*. Obtenido de Espectro Radioeléctrico:

<http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-2350.html>

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Juárez: Prentice Hall.

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Juárez: Prentice Hall.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES _____

FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____