

# Diseñando un Sistema de Comunicación para la Red Inteligente para Lograr una Disponibilidad de Enlace del 99.999%



## Resumen

Con el fin de actualizar la infraestructura eléctrica antigua que tenemos hoy para adecuarla para la Red Eléctrica Inteligente, las compañías eléctricas están realizando inversiones en ciertas iniciativas, tales como el restablecimiento automático, la optimización de Volt-Var, y las funciones avanzadas con SCADA. Se necesitan sistemas de comunicación con un alto grado de confiabilidad y de capacidad para poder hacer frente a los requisitos de los dispositivos de seccionamiento y protección que se relacionan con dichas iniciativas.

El presente documento menciona los aspectos que se deben tomar en consideración al implementar un sistema de comunicación que sea capaz de proporcionar el grado de disponibilidad de “cinco nueves”, el cual es necesario en dichas aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente—y que equivale a 5.26 minutos de tiempo de inactividad al año. Este documento habla de los sistemas de comunicación de punto a punto, de punto a puntos múltiples y en malla. Además explica por qué los sistemas de comunicación en malla brindan el mejor desempeño en general para las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente.

## Cambio en las Necesidades de Comunicación y de Control

En la medida que la infraestructura eléctrica actual realiza su transición a la Red Eléctrica Inteligente, las funciones de la red eléctrica están cambiando del control centralizado al control de par a par, el cual es capaz de realizar las tareas necesarias de toma de decisiones de una manera más rápida y eficiente. Existe una necesidad creciente por contar con datos del sistema de distribución en tiempo real, y por lo tanto, por contar con sistemas

de comunicación en malla con un alto grado de confiabilidad y de capacidad que puedan proporcionar dichos datos.

¿Pero, qué significa “alto grado de confiabilidad”? Los inexpertos podrían pensar que un 99% o 99.9% de disponibilidad sería suficiente para satisfacer las necesidades que la Red Eléctrica Inteligente tiene con respecto al desempeño del sistema de comunicación.

No es así.

Echemos un vistazo más de cerca a lo que implica contar con sólo unos cuantos “nueves” con respecto a la disponibilidad.

## Comprendiendo la Disponibilidad

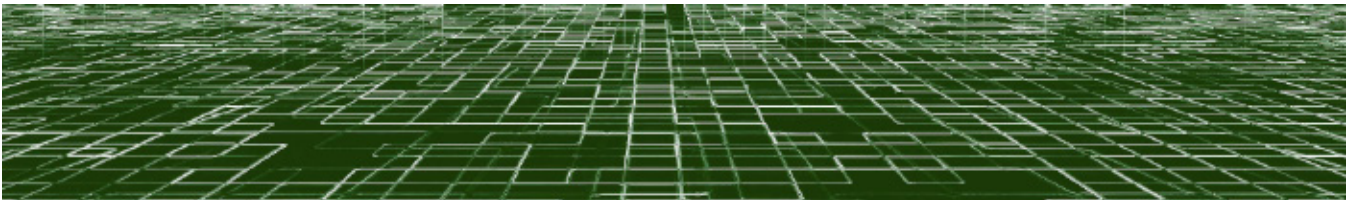
Tal y como se muestra en la tabla a continuación, un sistema de comunicación que ofrezca una disponibilidad del 99% (dos nueves) *no* está disponible los 365 días del año. Según los estándares de la mayoría de los clientes de las compañías eléctricas, este tipo de disponibilidad no resulta aceptable.

Ciertas industrias, como la del petróleo y la del gas tienen requisitos de disponibilidad similares a los de las compañías eléctricas, y normalmente utilizan sistemas de comunicación diseñados con una disponibilidad mínima de tres nueves en el caso del tráfico de baja prioridad y de cinco nueves en el caso del tráfico crítico.

No hay muchos tipos de sistemas de comunicación que ofrezcan el elevado nivel de disponibilidad—además de la amplitud de banda y baja latencia—requerida para las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente.

Disponibilidad, %	Inactividad por Año	Inactividad por Mes	Inactividad por Semana
99.9999% (“seis nueves”)	31.5 segundos	2.59 segundos	0.605 segundos
99.999% (“cinco nueves”)	5.26 minutos	25.9 segundos	6.05 segundos
99.99% (“cuatro nueves”)	52.56 minutos	4.32 minutos	1.01 minutos
99.95%	4.38 horas	21.56 minutos	5.04 minutos
99.9% (“tres nueves”)	8.76 horas	43.2 minutos	10.1 minutos
99.8%	17.52 horas	86.23 minutos	20.16 minutos
99.5%	1.83 días	3.60 horas	50.4 minutos
99% (“dos nueves”)	3.65 días	7.20 horas	1.68 horas
90% (“un nueve”)	36.5 días	72 horas	16.8 horas





## Topologías de Red

### Sistemas de Comunicación de Punto a Punto

Los sistemas de comunicación de punto a punto proporcionan un acceso exclusivo entre dos ubicaciones. Estos ofrecen una amplitud de banda plena además de una latencia menor a 0.15 milisegundos. Sin embargo, dichos sistemas normalmente requieren de un campo visual entre las antenas y los puntos terminales, por lo que puede ser difícil instalarlos en terrenos escabrosos.

Los sistemas de punto a punto también son susceptibles a un punto sencillo de falla. Debido a que puede llegar a tardar horas para volver restablecerse y funcionar después de dicho tipo de falla, los sistemas de punto a punto por lo general no son aptos para las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente.

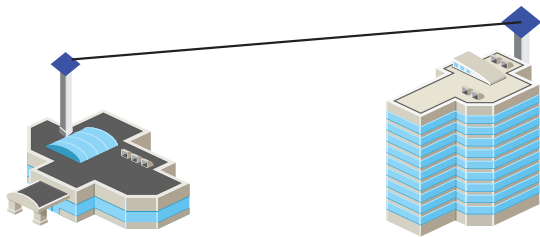


Figura 1: Topología de Punto a Punto.

### Sistemas de Comunicación de Punto a Puntos Múltiples

Los sistemas de comunicación de punto a puntos múltiples conectan varios sitios remotos a una ubicación de sitio maestro. Dichos sistemas normalmente requieren de un campo visual entre las antenas, por lo que también es difícil instalarlos en terrenos escabrosos. La amplitud de banda es compartida entre los usuarios de cada sitio, y normalmente se limita a un rango de 50 a 100 Mbps por sitio. La latencia puede llegar a superar los 50 milisegundos.

Los sistemas de punto a puntos múltiples también son susceptibles al punto sencillo de falla en el sitio maestro. Debido a que puede llegar a tardar horas para volver restablecerse y funcionar después de dicho tipo de falla, los sistemas de punto a puntos múltiples no son muy aptos para las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente aparte del backhaul de la Infraestructura de Medición Avanzada.

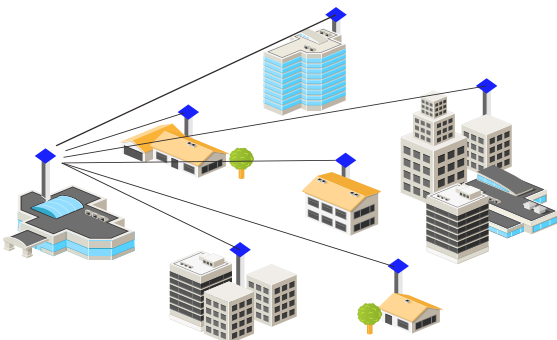


Figura 2: Topología de Punto a Puntos Múltiples

### Sistemas de Comunicación en Malla

Los sistemas de comunicación en malla eliminan la congestión de punto sencillo y brindan el grado de confiabilidad más alto posible, ya que no hay un punto sencillo de falla. Dichos sistemas normalmente ofrecen una latencia de 1 a 100 milisegundos.

Los sistemas en malla evalúan y seleccionan de manera continua la mejor vía entre los puntos, para asegurar un desempeño y confiabilidad óptimos. Debido a que brindan el mejor desempeño, se prefiere usar sistemas en malla para la mayoría de las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente.

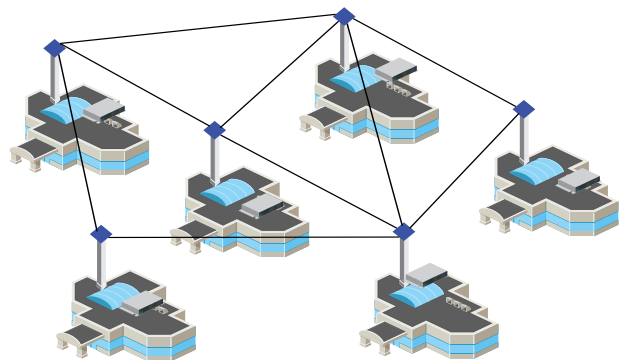


Figura 3: Topología en Malla.

### Maximización de la Disponibilidad del Enlace

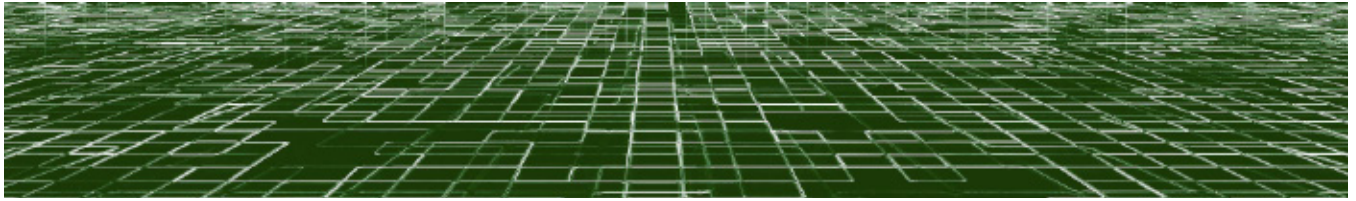
Para maximizar la disponibilidad del sistema de comunicación, el desempeño de cada enlace debe maximizarse. La Figura 4 señala los factores que se deben tomar en consideración.

El transmisor, a la izquierda, produce una potencia de salida de radio frecuencia (RF) específica. Dicha potencia de salida es liberada hacia la línea de transmisión—normalmente un cable coaxial—que conecta el radio a la antena del transmisor. La línea de transmisión tiene una pérdida de señal específica que se basa en la frecuencia.

La antena del transmisor proporciona la ganancia de señal que es proporcional al tamaño de la antena y a la amplitud del haz. Hablando en términos generales, entre más grande sea la antena, mayor será la ganancia y la amplitud del haz será más estrecha.

La señal sale de la antena del transmisor y viaja a través del aire, lo cual brinda una “pérdida de espacio libre” que se basa en la distancia y la frecuencia.

La antena receptora, a la derecha, detecta la señal y proporciona la ganancia. La línea de transmisión que está conectada a la antena receptora transporta la señal al receptor. Una vez más, la línea de transmisión tiene una pérdida de señal específica que se basa en la frecuencia.



El receptor requiere de una intensidad de señal mínima para asegurar que la comunicación esté libre de errores. Dicho parámetro se llama “umbral receptor del radio”. Al diseñar un sistema de comunicación, la intensidad real de la señal de recepción debe estar de 20 a 40 dB por encima de dicho umbral.

Las mejores prácticas dictan que se deben usar antenas con el haz práctico más estrecho, esto con el fin de reducir al mínimo la interferencia y maximizar la ganancia de la señal ... y por lo tanto lograr la disponibilidad de enlace más elevada posible.

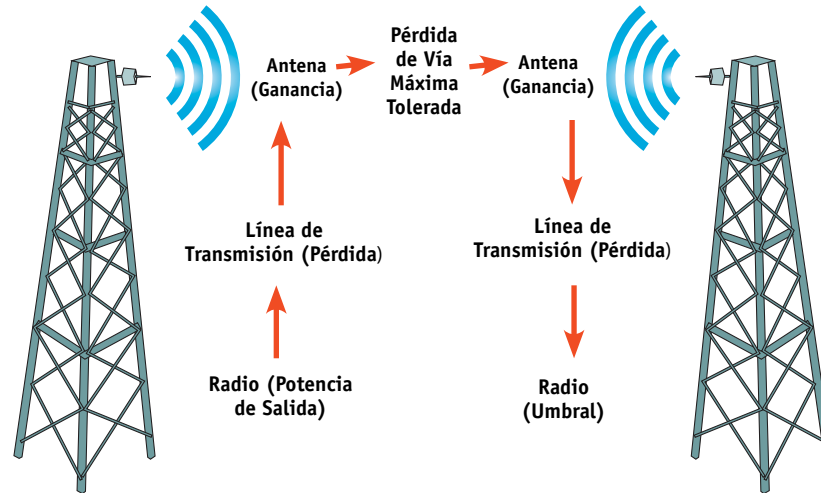


Figura 4: Factores de la Vía de Enlace.

### Diseño de un Sistema de Comunicación

Para diseñar el sistema de comunicación, necesitará sumar los requisitos de amplitud de banda de todos los radios de los dispositivos de seccionamiento y de protección existentes y también de los propuestos. Lo anterior garantiza que el diseño tenga la capacidad suficiente.

Después deberá obtener las coordenadas GPS de todos los sitios donde habrá dispositivos de comunicación, y luego debe ingresar dichas coordenadas al servicio de mapeo Google Earth™, tal y como se muestra en la Figura 5 a continuación.

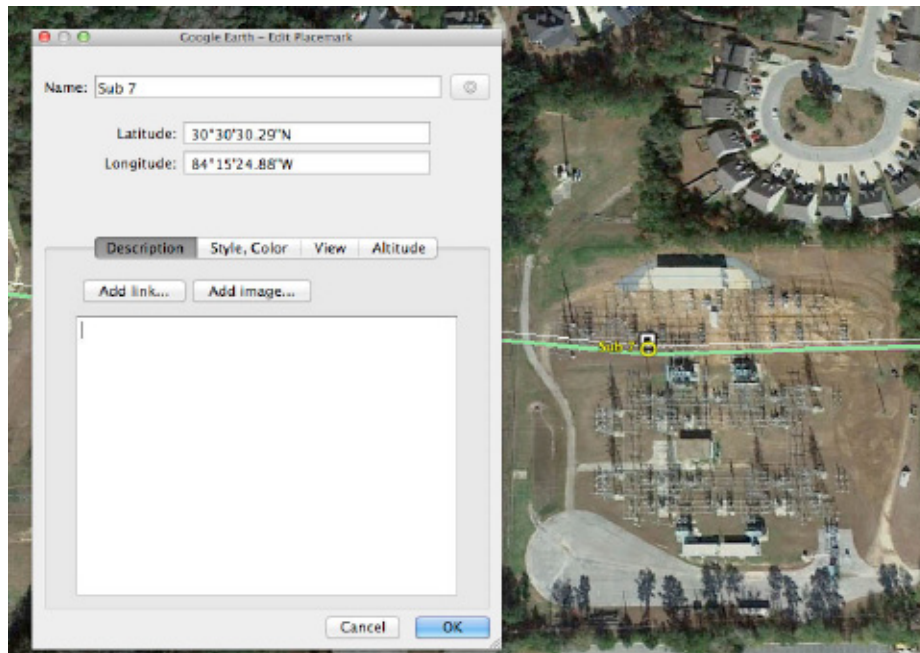
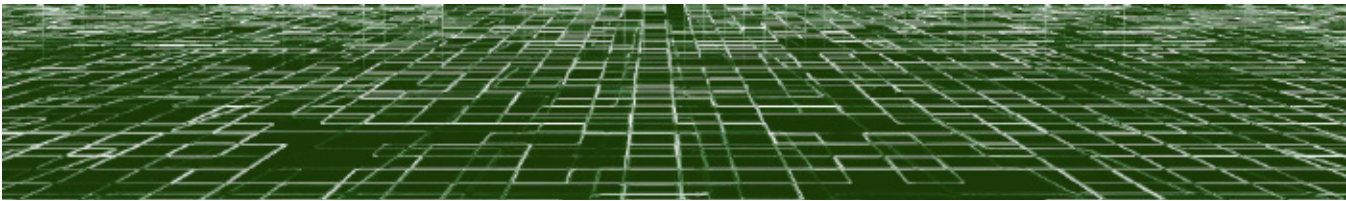


Figura 5: Selección de Coordenadas GPS.



Copie la información del sitio y póngala en la herramienta de planeación de vías. Seleccione la banda de frecuencia correspondiente, el producto, las antenas, al igual que los diversos parámetros ajustables para que el diseño cumpla con sus requisitos. La Figura 6 muestra el modelo de desempeño final.

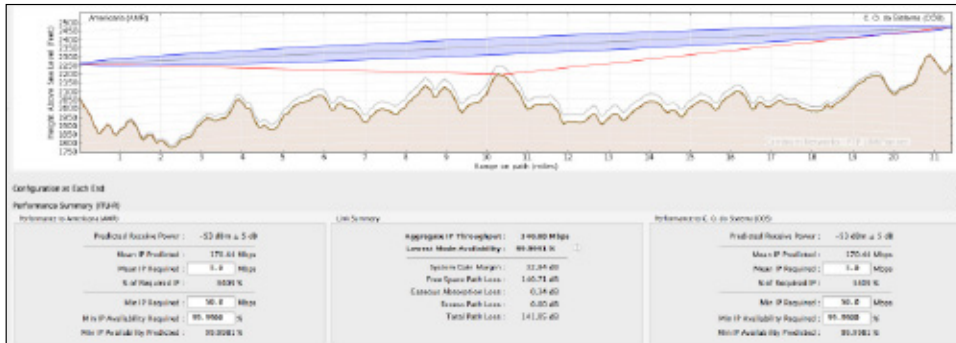


Figura 6: Modelo de Desempeño del Enlace.

Los datos recolectados de un levantamiento en campo se pueden utilizar para actualizar el modelo en la herramienta de planeación para que sea posible crear un diseño final. Favor de consultar la Figura 7.

Una vez que el sistema de comunicación esté instalado, se debe llevar a cabo una prueba de aceptación en campo para garantizar que cada enlace del sistema esté funcionando según las especificaciones del diseño.

### Resumen

Siga los pasos en esta lista de control para lograr el nivel de disponibilidad más alto—además de obtener la amplitud de banda y baja latencia—requerido para su sistema de comunicación de Redes Inteligentes:

- Diseñe cada enlace del sistema según la producción total y disponibilidad deseada.
- Verifique que se cumpla con las especificaciones de diseño en la implementación real.
- Supervise el desempeño con regularidad y realice las tareas de mantenimiento necesarias para mantener el desempeño esperado.

La ingeniería inalámbrica es una ciencia. Respete las buenas prácticas y realice mediciones precisas para que su sistema de comunicación funcione con un alto grado de disponibilidad durante muchos años.

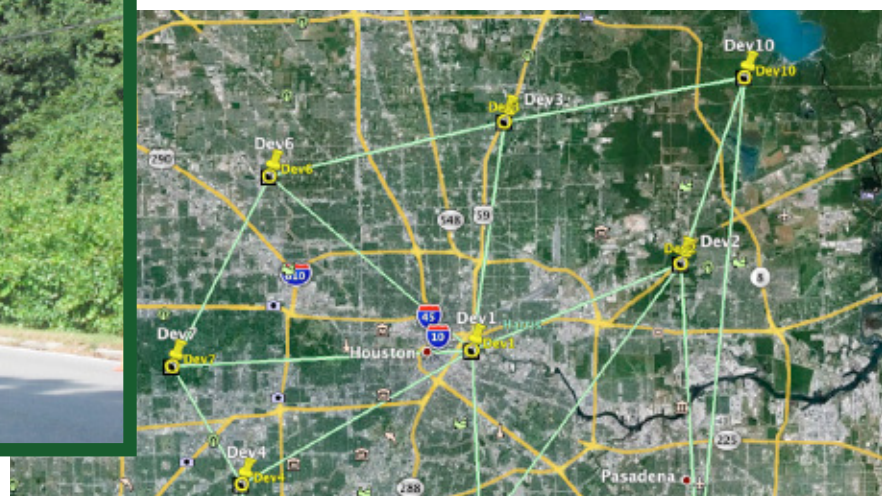


Figura 7: Diseño de Enlace Final en Google Earth.