

# ZigBit



## Módulo OEM ZigBit™ 1.1 Nota de Aplicación

Estudio comparativo de las prestaciones de alcance  
y sensibilidad de receptor de ZigBit™

### Perspectiva de la nota

Esta nota de aplicación describe un estudio comparativo de las prestaciones de alcance y sensibilidad de los módulos ZigBit™ (ZDM-A1281-B0 y ZDM-A1281-A2) y dos módulos líderes de otros dos fabricantes. La nota resume el trabajo de configuración de las pruebas y ofrece una descripción detallada de las condiciones ambientales durante el test. Al final, las conclusiones se dibujan en base a la calidad del enlace y el ratio de paquetes perdidos para cada módulo receptor bajo prueba.

### Resumen ejecutivo

En el transcurso del estudio, se determinó que ZigBit™ demuestra ser superior o competitivo en el atributo del alcance al aire libre con respecto a los dispositivos de los otros dos fabricantes.

La característica de calidad resulta como la que sigue:

	Fabricante 1	Fabricante 2 (antena de chip)	Fabricante 2 (antena dipolo)
ZigBit™ antena PCB	ZigBit™	ZigBit™	ZigBit™
ZigBit™ antena de chip	Igual	ZigBit™	ZigBit™

### Documentos relacionados

[1] eZeeNet™ Software 1.7. eZeeNet™. Range Measurement Application. User's Guide. MeshNetics Doc. P-EZN-452~04

[2] eZeeNet™ Software 1.7. eZeeNet™ API. Reference Manual. MeshNetics Doc. P-EZN-452~02

## Medida del enlace en espacio abierto

La mayoría de los fabricantes de módulos miden el alcance en “espacio abierto”, pero las definiciones de este término difieren entre los distintos fabricantes y no existe un estándar que especifique lo que se considera como tal. Una simplificación común sería definir “espacio abierto” como una línea de visión entre transmisor y receptor, pero esta definición no es correcta si se trabaja en la banda de 2,4GHz. Las propiedades físicas de las ondas en estas frecuencias provocan que los objetos tanto estacionarios como en movimiento que se encuentren lejos de la trayectoria directa de la onda de radio pueden cambiar drásticamente el cuadro de interferencias y afectar al rendimiento con la distancia.

La Zona de Fresnel es el volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°. Se trata de una equivalencia conceptual de la línea de visión para las señales RF (ver Figura 1) que adopta la forma de un elipsoide en revolución (similar a un balón de rugby).

La propagación de la onda RF depende de la línea de visión y de la zona de Fresnel. Por tanto, para incrementar el alcance en espacio abierto, tanto la línea de visión como la zona de Fresnel deben estar libres de obstáculos. Por ejemplo, para distancias de hasta 300 metros, el diámetro de la zona de Fresnel debería ser de, al menos, 5,4 metros. Claramente, es insuficiente utilizar únicamente la línea libre de visión para medir el alcance en espacio abierto.



Figura 1: Forma aproximada de la zona de Fresnel entre transmisor y receptor.

Además de la presencia de obstáculos físicos en la zona de Fresnel, los resultados de cada fabricante pueden verse afectados por otros factores ambientales, especialmente la temperatura y la humedad. Los estudios comparativos de alcances, por ejemplo los estudios en los que cada dispositivo, emplazado en el mismo entorno y sometido a las mismas condiciones ambientales, permiten un resultado imparcial a través de diferentes fabricantes.

En este artículo se pretende describir un montaje en el que el que pueda compararse paralelamente el alcance de múltiples fabricantes. Así, los resultados presentados son normalizados con respecto a factores ambientales críticos.

## Aire libre y condiciones ambientales

La medida del alcance en espacio abierto requiere de un área libre suficientemente grande, de modo que la trayectoria de las ondas de radio sea ancha y despejada de obstáculos. De la misma manera, se debe asegurar que en el área no existen interferencias por la propagación de otras señales que no sean las de radio bajo prueba.

Las propiedades del medio físico (humedad, temperatura, etc.), el ruido de fondo y la propagación multitrayectoria también pueden afectar a la prestación de radio y deben ser consideradas. Como la

orientación de la antena y su posición pueden ser controladas experimentalmente, estos aspectos se discutirán más adelante, en la sección "Inventario del equipo y preparación de la prueba".

Para esta prueba del alcance, se eligió un parque público del noroeste de Moscú. El parque ofrece varias trayectorias de radio con línea de visión de 300-400 metros con pocos o ningún obstáculos. Una de las dos trayectorias de radio atraviesa un pequeño estanque. Abajo, se muestra la imagen de satélite con los puntos de prueba en rojo y las trayectorias resaltadas en azul claro. Más adelante se presentan las distancias entre los puntos de referencia.



**Figura 2: Mapa satélite de la localización de la prueba con los puntos de referencia marcados**

Como se muestra en la Figura 2, el estanque está rodeado por una densa vegetación y hay varios arbustos más pequeños en los campos de visión. La Figura 3 muestra la vista desde el punto A hacia el punto E.



Figura 3: Vista a nivel del suelo desde el punto A hacia el punto E

El día de la prueba se observaron las siguientes condiciones atmosféricas:

- Temperatura: 0 °C (32 °F)
- Humedad relativa: 75%
- Presión atmosférica: 745 mm de Hg (0.98 atm)
- Viento SO a 7-8 m/s
- Otros parámetros: Nublado y cubierto, sin precipitaciones.

#### **Inventario del equipo y preparación de la prueba**

Se utilizó el siguiente equipo:

- Ordenador portátil.
- Dos trípodes de aluminio ajustados a una altura de 1,4m.
- Módulo ZigBit™ con antena de chip (ZDM-A1281-A2) montado en una placa de desarrollos MeshBean (receptor).
- Módulo ZigBit™ (ZDM-A1281-B0) montado en una placa de desarrollos MeshBean (receptor).
- Placa de fabricante 1 con amplificador (receptor).
- Placa de fabricante 2 con antena de chip (receptor).
- Placa de fabricante 2 con antena dipolo (receptor).
- Módulo ZigBit™ (ZDM-A1281-B0) montado en una placa de desarrollos MeshBean con antena PCB (transmisor).
- Brújula.
- Medidor láser de distancias.

Equipo adicional:

- Batería 35Ahr.
- Inversor 12/220V.

- Alimentador de 9V.
- Hub USB.
- Cables de conexión.

Los receptores fueron colocados en posición vertical sobre una base de plástico nivelada en lo alto del trípode (ver Figura 4). Antes de la realización de cada prueba, se giró la base de modo que las antenas receptoras apuntasen hacia el transmisor. Asimismo, se apuntó la antena de transmisión hacia el receptor. El alineamiento de la antena se comprobó visualmente.

Volviendo a la Figura 2, el juego de receptores se colocó en los puntos A y J' (Situándose el punto J' en una posición muy cercana al punto de referencia J). Para el punto A, se recogieron medidas de alcance con el transmisor colocado en los puntos P1, P2, X1, X2 y X3. Para el punto J', las medidas de distancia se recogieron con el transmisor colocado en A1, A2, A3, A4 y A5.

La localización de los puntos de referencia (ej. A y J) fue determinada con un receptor GSM. El resto de localizaciones y distancias fueron calculadas con la brújula de mano y el medidor láser de distancias con referencias a esos puntos de referencia.

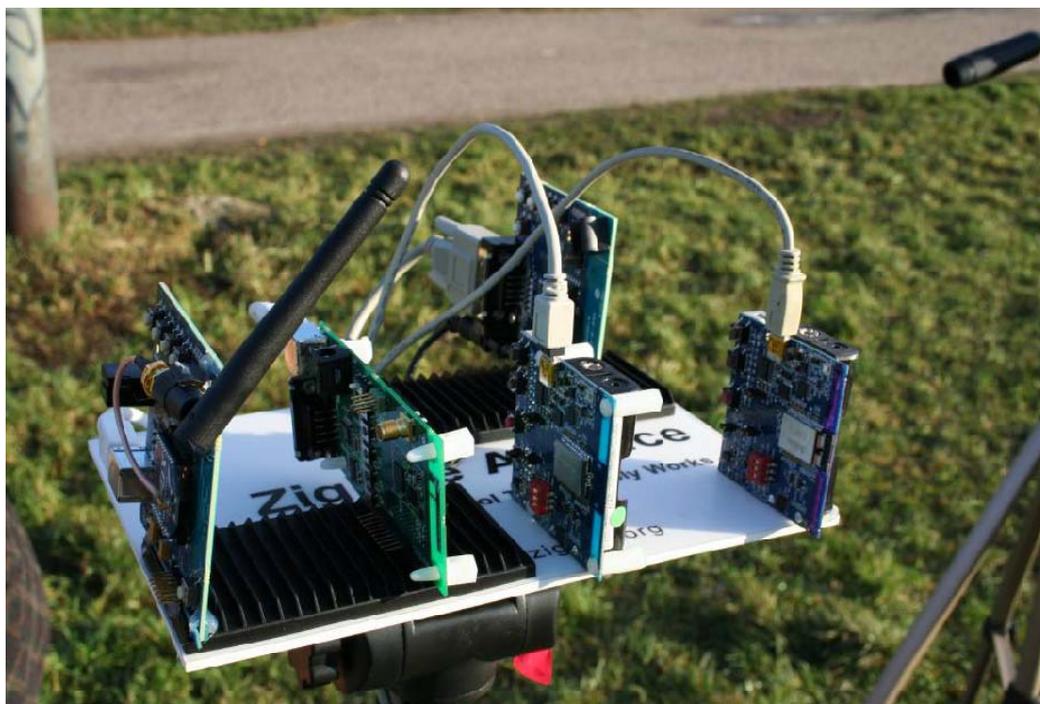


Figura 4: Receptores en lo alto del trípode

La prueba, para cada par de puntos, consistía en que el transmisor generara 10.000 paquetes de datos y el receptor almacenara la información sobre el número de paquetes recibidos, los paquetes perdidos y los paquetes que contenían bits de error. Cada dispositivo receptor se conectaba por turnos al portátil (por conexiones USB y serie) para registrar los datos.

La tabla 1 especifica el software instalado en todos los dispositivos previamente a la realización de la prueba. Las imágenes de transmisor y receptor se cargaban con la herramienta *Range Measurement Tool* y están disponibles con la versión software 1.5 y superiores del *MeshNetics eZeeNet™*.

Dispositivo	Software
ZigBit™ (transmisor)	Tx.hex, imagen del transmisor
ZigBit™ (receptor)	Rx.hex, imagen del receptor
Fabricante 1	Imagen del receptor para la plataforma del fabricante 1
Fabricante 2 con antena de chip	Imagen del receptor para la plataforma del fabricante 2
Fabricante 2 con antena dipolo	Imagen del receptor para la plataforma del fabricante 2
PC	Software de terminal ZOC 5.05 (1 instancia por receptor)

Tabla 1: Software instalado

### Notas sobre la prueba

Los módulos del fabricante 2 fueron descalificados de las pruebas adicionales por las pobres prestaciones de la versión con antena de chip y un conflicto del USB entre la versión de la antena dipolo y la placa del fabricante 1.

Específicamente, la antena de del fabricante 2 no lograba distancias superiores a los 50m. Tras un examen visual de la calidad del enlace en el módulo con antena dipolo del fabricante 2, se concluyó con que sus prestaciones sobrepasaban las del fabricante 1. Al final, las medidas cualitativas fueron obtenidas de tres tipos de placas:

- Módulo ZigBit™ con antena de chip (ZDM-A1281-A2) montada en una placa de desarrollos MeshBean (receptor)
- Módulo ZigBit™ (ZDM-A1281-B0) montada en una placa de desarrollos MeshBean con antena PCB (receptor)
- Placa del fabricante 1 con amplificador (receptor)

### Resultados de la prestación de alcance

A pesar de que la trayectoria de la onda desde el punto A estaba visualmente claro (ver Figura 2), se determinó que los árboles y vegetación localizados a 5-10m de la línea de visión podían tener un efecto significativo en la calidad del enlace. Se divisó otro equipo de ingenieros haciendo lo que parecía ser pruebas de distancias similares con un tipo de equipo desconocido. Teniendo situado su transmisor en los puntos P1 y P2. Esto puede haber sido la causa de la reducida distancia máxima recogida en estos puntos (86 y 129m, respectivamente).

Tras determinar el mejor rendimiento en cada una de las trayectorias de radio, se intentó realizar una conexión a una distancia superior a la máxima de equipo con mayor alcance. Los dos módulos ZigBit™ presentaron unas distancias máximas de al menos 25 m superiores a los del fabricante 1. Es más, la versión con antena de chip del módulo ZigBit™ exhibió un mayor rendimiento que la versión con antena PCB. Una posible explicación para este comportamiento es el mayor grado de dispersión y polarización cruzada de la señal reflejada en la tierra y la vegetación de los alrededores. El patrón de radiación de la antena de chip resulta ser más amplio, lo que podría provocar el mejor rendimiento.

Con el receptor situado en el punto J'(localizado al borde del agua), la trayectoria de radio aparece de una forma más clara que la del receptor situado en el punto A. Esta circunstancia resultó en un alcance medido considerablemente mayor (más de 200m). Sin embargo, con el transmisor en el punto A1, más cercano del borde del agua, la calidad del enlace fue un tanto más pobre que lo esperado. El reflejo de la señal en el agua puede ser una explicación.

Durante las pruebas en la trayectoria de J', todos los módulos indicaron un RSSI inferior al menor valor recogido. Mientras el fabricante 1 recibía muy poco tráfico bajo esas condiciones, las dos MeshBoards disfrutaban de operaciones relativamente libre de errores. Alejándose del estanque a lo largo de la trayectoria de radio, la fuerza de la señal caía más bajo todavía, pero la calidad del enlace permanecía satisfactoriamente. La mejor trayectoria se daba en el módulo ZigBit™ con antena PCB, mientras que la peor se daba en el ZigBit™ con antena de chip.

Punto	Distancia(m)	ZigBit™ chip			ZigBit™ PCB			Fabricante 1		
		FC	PER	BER	FC	PER	BER	FC	PER	BER
P1	86	9708	7,3e-3	1,2e-4	9721	1,3e-2	3,6e-5	9638	2,6e-1	3,4e-3
P2	129	9456	9,6e-1	1,3e-2	1464	1,0	8,0e-2	9204	9,9e-1	1,5e-2
X1	160	9459	2,7e-1	4,3e-3	9532	2,1e-1	3,6e-3	9285	7,6e-1	1,2e-2
X2	147	9680	6,0e-2	7,0e-4	9746	7,7e-3	7,6e-5	9583	4,0e-1	6,1e-3
X3	135	9694	1,5e-21	2,5e-4	9727	1,7e3	5,6e-5	9576	2,8e-1	5,3e-3
A1	113	9754	7,3e-3	2,5e-4	9457	5,5e-2	1,3e-3	5017	5,6e-1	4,1e-2
A2	133	9757	0,0	0,0	9299	4,9e-2	1,4e-3	9783	4,1e-4	1,3e-4
A3	153	9765	0,0	0,0	9758	1,1e-3	5,2e-6	9778	5,1e-4	1,2e-4
A4	180	9758	0,0	0,0	9762	3,2e-3	1,6e-4	9774	1,2e-2	1,8e-4
A5	200	9764	2,0e-4	4,0e-7	8813	1,2e-1	2,9e-3	9780	5,1e-4	1,1e-4
		FC: número de tramas								
		PER: Tasa de errores en paquetes								
		VER: Tasa de errores en bits								
		Ganador								
		Perdedor								

Tabla 2: Resumen de las pruebas

La Tabla 2 presenta un resumen de los resultados de las pruebas. La Tabla revela que, para un estudio comparativo, resulta insuficiente contemplar únicamente los paquetes con error, también deben ser considerados el máximo número de paquetes recibidos por cualquier módulo en la ejecución de las pruebas.

La Tabla 3 normaliza la medición del número de paquetes recibidos por la diferencia entre paquetes recibidos y el máximo número de paquetes recibidos por cualquiera de los módulos en una ejecución de la prueba.

Módulo	Número medido de tramas recibidas	Número medido de tramas con error recibidas	Número total de tramas con errores
ZigBit™ PCB	294647	85131	85131
ZigBit™ chip	252151	64644	107140
Fabricante 1	287392	99939	107194

Tabla 3: Tramas totales durante las pruebas

La Tabla 3 muestra, en parte, que el alcance y la calidad de recepción del módulo ZigBit™ con antena de chip es comparable con el módulo del fabricante 1.

Todos los módulos parecen ser bastante sensibles al movimiento (propio o de los objetos de alrededor), de ahí que pueda concluirse que medidas precisas de alcances sólo son posibles en entornos altamente estáticos.

### Conclusiones

Este estudio ha mostrado claramente que, en modo receptor, el módulo ZigBit™ con antena PCB muestra un alcance superior a la del fabricante 1 con el amplificador habilitado. De la misma manera, el ZigBit™ con antena PCB muestra un alcance superior en comparación con el módulo del fabricante 2 con antena dipolo.

A pesar de que la trayectoria de radio abierta del módulo del fabricante 1 proporciona un mejor alcance en comparación con el módulo ZigBit™ con antena de chip, bajo circunstancias en las que el reflejo con el suelo y el agua sean significantes, prevalece el módulo ZigBit™ con antena de chip.

A continuación se muestra un resumen cualitativo de la prestación.

	Fabricante 1	Fabricante 2 (antena de chip)	Fabricante 2 (antena dipolo)
ZigBit™ antena PCB	ZigBit™	ZigBit™	ZigBit™
ZigBit™ antena de chip	Igual	ZigBit™	ZigBit™