



Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Bizkaia
Berrikuntza eta Ekonomi
Sustapen Saila
Departamento de Innovación
y Promoción Económica

Programa Ekinberri 2006

FLEXEO

FLEXible remote sEnsing and
Operation architecture

E3.1A Capa de coordinación - Estado
del arte (Hardware)



Tecnológico Fundación Deusto
Tecnologikoa Deustu Fundazioa



RESUMEN

En este documento se estudian los módulos ZigBee, GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA presentes en el mercado para la integración en redes de sensores inalámbricos. Se analizan las características más revelantes a base de tablas comparativas, examinando las distintas posibilidades de elección. Este análisis será el que llevará a elegir el módulo más idóneo.

HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Descripción	Autor	Fecha	Comentarios
V0.1	Versión inicial	Xabier Etxebarria	04/04/07	
V1.1	Comparativa módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA	Xavier Etxebarria	18/04/07	

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	3
Historial de cambios	4
Tabla de contenidos	5
1 ZigBee.....	6
1.1 Alternativas al ZigBee.....	6
1.2 Comparativa entre diferentes módulos ZigBee	7
1.3 Conclusión.....	10
2 GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA	14
2.1 GSM	14
2.2 GPRS/EDGE	14
2.3 UMTS	15
2.4 HSDPA	16
2.5 Comparativa entre diferentes módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA,	16

1 ZIGBEE

ZigBee es un estándar reciente para la normalización de redes de sensores, promovido por un consorcio de empresas: la ZigBee Alliance. Define un sistema completo de redes inalámbricas con baja velocidad de transferencia de datos para dispositivos sencillos, muy baratos y de un consumo tan bajo como para ser capaces de funcionar meses o años sin recargar sus baterías. Para los niveles físico y de enlace, ZigBee confía en el estándar de comunicaciones IEEE 802.15.4, al que añade un nivel de red, de seguridad y un marco de trabajo para las aplicaciones (application framework), quedando las aplicaciones y los perfiles de usuario fuera del estándar.

Sus principales características técnicas son:

- Bandas de frecuencia: 2,4 GHz, 915 MHz (EEUU) y 868 MHz (Europa).
- Tasas de transferencia: 250 kbps (2,4GHz), 40 kbps (915 MHz) y 20 kbps (868 MHz).
- Alcance: 50-100 metros.
- Dispositivos: formada por hasta 255 nodos por red.
- Canales: 16 (2,4 GHz), 10 (915 MHz) y 1 (868 MHz).
- Topologías: estrella, punto a punto y punto a multipunto.

ZigBee es un estándar diseñado para soportar una gran variedad de aplicaciones, como sistemas de seguridad, automatización de casas (domótica) y monitorización de sistemas remotos, en donde se requieren un bajo consumo de energía y una baja tasa de transferencia de datos.

1.1 Alternativas al ZigBee

Algunos de los estándares más populares que comparten la banda de 2.4 GHz sin licencia son Bluetooth, Wi-Fi y ZigBee. En la siguiente tabla se pueden observar las principales características de cada uno de ellos: el estándar de comunicaciones, la máxima velocidad de transmisión, el consumo de corriente típico en transmisión y el consumo de corriente en “standby”.

ZigBee (WPAN)	Bluetooth (WLAN/WPAN)	Wi-Fi (WLAN)
IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11x
250 kbps	1 Mbps	Hasta 54 Mbps
TX: 35 mA	TX: 40 mA	TX: > 400 mA
Standby: 3 μ A	Standby: 200 μ A	Standby: 20 mA

Tabla 1 Comparativa de ZigBee, Bluetooth y Wi-Fi

Bluetooth es un popular sistema de comunicación inalámbrico basado en el estándar IEEE 802.15.1. Bluetooth trabaja a una velocidad de transmisión de datos de 1 Mbps. Se puede ver que Bluetooth y ZigBee tienen similares corrientes en transmisión, pero ZigBee tiene un recurso significativamente mejor, más baja corriente en "standby". Esto es debido a que los dispositivos en redes Bluetooth deben dar información a la red frecuentemente para mantener la sincronización, así que no pueden pasarse fácilmente a modo "sleep".

Wi-Fi requiere la actividad casi ininterrumpida de los dispositivos en la red. La ventaja de este estándar es la cantidad tremenda de datos que se pueden transferir, no obstante la corriente en transmisión y en "standby" es mucho mayor.

ZigBee brinda la flexibilidad de la conexión de redes en malla, la posibilidad de que los dispositivos se puedan dormir, un bajo consumo, bajo coste, etc, resultando idóneo su implantación en redes de sensores inalámbricos.

1.2 Comparativa entre diferentes módulos ZigBee

Actualmente existen cerca de una veintena de compañías dedicadas entre otras cosas a la manufacturación de chips ZigBee, entre ellas, las más importantes son las siguientes: Atmel Corporation, Chipcon, Crossbow, Ember Corporation, Freescale, etc. MaxStream al igual que otros fabricantes desarrollan módulos ZigBee utilizando estos chips, MaxStream ha optado por la plataforma ZigBee de Freescale.

En este apartado se analizan distintos módulos ZigBee a fin de comparar sus especificaciones más relevantes. Entre las especificaciones se pueden mencionar a modo de ejemplo la corriente de transmisión, la corriente de recepción, la dimensión, los tipos de antenas, etc.

		MaxStream	Telegesis
Módulos		XBee & XBee-PRO	ETRX1 & ETRX2
Chips		Fabricante Freescale Transmisor: MC13193 Microcontrolador: MC9S08GT60	Fabricante Ember - ETRX1: EM2420 - ETRX2: EM250 * Chips todo en uno, transmisor y microcontrolador
Alcance en espacios interiores		Hasta 30 (XBee) Hasta 100 m (XBee-PRO)	Hasta 30 m (ETRX1) Hasta 60 m (ETRX2)
Alcance en espacios exteriores		Hasta 100 (XBee) Hasta 1,2 km (XBee-PRO)	Hasta 200 m
Consumo	TX	45 mA (XBee) 270 mA (XBee-PRO)	± 35,5 mA
	RX	50 mA (XBee) 55 mA (XBee-PRO)	± 35,5 mA
	Standby	< 10 µA	< 1 µA
Interfaces de comunicación		SPI (Serial Peripheral Interface)	SPI (Serial Peripheral Interface)
Dimensión (cm)		2,438 x 2,761 (XBee) 2,438 x 3,294 (XBee-PRO)	3,77 x 2,04
Antenas		Conector U.FL, antena chip o antena de látigo	Antena integrada, conector U.FL o single port 50Ω pad
Disponibilidad de kit		- XBee Starter Kit - XBee-PRO Starter Kit - XBee Professional Developer Kit * Placas de desarrollo con interfaz RS232 o USB	- Telegesis ETRXnDVKP - Telegesis ETRXnDVKA * Placa de desarrollo con interfaz RS232
Certificación ZigBee		Concedida por la ZigBee Alliance	No
Integración		Coexistencia en otros entornos ZigBee desplegados	Pila de protocolo de red propietario

Tabla 2 Comparativa entre diferentes módulos ZigBee

	DLP Design	Jennic	rfsolutions
Módulos	DLP-RF2	JN5139 Family	EasyBee
Chips	Fabricante Freescale Transmisor: MC13192 Microcontrolador: MC9S08GT60	Solución ZigBee en chip (en lugar de módulo)	Fabricante Chipcon CC2420 * Chip todo en uno, transmisor y microcontrolador
Alcance	Hasta 150m	Hasta 400 m (M00/01/03) Hasta 4 km (M02/04)	Hasta 120 m
Consumo	TX	34 mA	< 40 mA (M00/01/03) < 120 mA (M02/04)
	RX	37 mA	< 40 mA (M00/01/03) < 45 mA (M02/04)
	Standby	< 3 µA	< 2 µA
Interfaces de comunicación	SPI (Serial Peripheral Interface)	SPI (Serial Peripheral Interface)	SPI (Serial Peripheral Interface)
Dimensión (cm)	4,32 x 2,79	1,8 x 3 (M00/01/03) 1,8 x 4,05 (M02/04)	1,97 x 4,35
Antenas	Antena integrada	Antena integrada, conector SMA o conector U.FL	Antena integrada
Disponibilidad de kit	- DLP-RF2SENS - DLP-RF2RELAY - DLP-RF2PROTO	JN5139 ZigBee Evaluation Kit	- PICDEM Z Development Kit (Microchip Technology) * Placa de desarrollo con interfaz RS232
Certificación ZigBee	No	No	No
Integración	Compatible con otros DLP-RF2 u otros módulos basados en el chip MC13193	-	-

Tabla 3 Comparativa entre diferentes módulos ZigBee

1.3 Conclusión

Analizando las tablas comparativas se puede observar que los productos ZigBee de MaxStream son la mejor opción frente a otros módulos de la competencia. Cuentan con unas dimensiones reducidas, una fácil integración en entornos ZigBee ya desplegados, diferentes tipos de antenas según las necesidades del usuario final, un consumo aceptable, una buena disponibilidad y variedad de kits de desarrollo, y la característica más revelante es la concesión del certificado ZigBee.

Además, cabe destacar que existe bastante información, resultando ser un factor importante al momento de elegir un módulo ZigBee, ya que una buena documentación permitirá que el desarrollo del proyecto avance de forma continuada y fluida en el transcurso del tiempo.

A continuación se detallan en profundidad los módulos XBee, XBee-PRO y los diferentes kits de desarrollo que ofrece MaxStream.

La familia de productos XBee de MaxStream ha recibido la homologación ZigBee que concede la ZigBee Alliance. Los módulos XBee y XBee-PRO han superado rigurosas pruebas hasta convertirse en uno de los cuatro productos en recibir la exclusiva homologación ZigBee.



Fig. 1 Módulos XBee y XBee-PRO

A continuación se proporcionan las especificaciones técnicas de dichos módulos:

	XBee	XBee-PRO
Alcance en espacios interiores	Hasta 30 m	Hasta 100 m
Alcance en espacios exteriores	Hasta 100 m	Hasta 1,2 km
Potencia de salida en transmisión	1 mW (0 dBm)	60 mW (18dBm), 100 mW EIRP
Velocidad de datos	250 kbps	250 kbps
Sensibilidad del receptor	-92 dBm (1% PER)	-100 dBm (1% PER)
Voltaje de alimentación	2,8 – 3,4 V	2,8 – 3,4 V
Corriente de transmisión	45 mA @ 3,3 V	270 mA @ 3,3 V
Corriente de recepción	50 mA @ 3,3 V	55 mA @ 3,3 V
Corriente power-down	< 10 μ A	< 10 μ A
Frecuencia	ISM 2,4 GHz	ISM 2,4 GHz
Dimensiones	2,438 cm x 2,761 cm	2,438 cm x 3,294 cm
Temperatura de operación	-40 a 85 °C	-40 a 85 °C
Tipos de antenas	Conector U.FL, antena chip, o antena de látigo.	Conector U.FL, antena chip, o antena de látigo.
Topologías permitidas en la red	Punto a punto, punto a multipunto, igual a igual y mesh	Punto a punto, punto a multipunto, igual a igual y mesh
Número de canales	16 canales DSSS	16 canales DSSS

Tabla 4 Características de XBee y XBee-PRO

Como se puede apreciar los módulos XBee y XBee-PRO pueden ir provistos de diferentes tipos de antenas:

- Antena de látigo (whip antenna): el alcance se corresponde con los datos de la tabla.
- Antena chip (chip antenna): el alcance es un 70% del definido en la tabla.
- Conector U.FL (U.FL. RF Connector): permite conectar una antena externa. Si el módulo está provisto de un conector U.FL, será necesario comprar una antena externa.

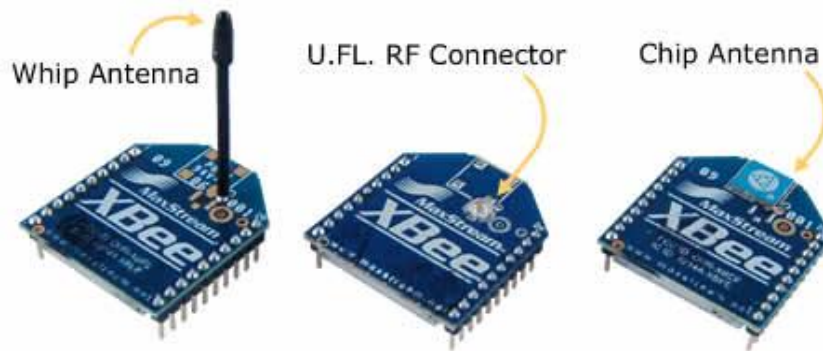


Fig. 2 Tipos de antenas

Por último, MaxStream también ofrece varios kits de desarrollo: XBee Professional Developer Kit, XBee-PRO Starter Kit y XBee Starter Kit. A continuación se detallan los diferentes kits:



XBee Professional Developer Kit incluye:

- 1 XBee, con antena chip.
- 1 XBee, con conector U.FL.
- 1 XBee, con antena de látigo.
- 1 XBee-PRO, con conector U.FL.
- 1 XBee-PRO, con antena de látigo.
- 5 placas de desarrollo (1 USB y 4 RS232).
- Cables, software y accesorios necesarios.



XBee-PRO Starter Kit incluye:

- 1 XBee, con antena de látigo.
- 1 XBee-PRO, con antena de látigo.
- 2 placas de desarrollo (1 USB y 1 RS232).
- Cables, software y accesorios necesarios.



XBee Starter Kit incluye:

- 2 XBee, con antena de látigo.
- 2 placas de desarrollo (1 USB y 1 RS232).
- Cables, software y accesorios necesarios.

Tabla 5 Kits de desarrollo de MaxStream

2 GSM/GPRS/EDGE Y UMTS/HSDPA

En los siguientes apartados se describen las diferentes tecnologías.

2.1 GSM

El sistema GSM (Global System for Mobile Communications) pertenece al grupo de las tecnologías digitales de telefonía móvil de segunda generación (2G). Esta tecnología presta tanto servicios de voz de alta calidad, como servicios de datos, que permiten el envío y la recepción de mensajes cortos de texto (SMS) y un acceso básico a Internet vía WAP.

Es una tecnología que basa su funcionamiento en la conmutación de circuitos en una amplia gama de bandas de espectro, entre las cuales se encuentran las de 450, 850, 900, 1.800 y 1.900 MHz. Además, GSM utiliza una variación del acceso múltiple por división en tiempo (TDMA), consiguiendo así un uso efectivo del espectro y ofreciendo una capacidad siete veces mayor que la tecnología analógica (1G).

La red GSM presenta varias limitaciones para ofrecer servicios de datos de alta calidad, fundamentalmente en el caso de los servicios de Internet. Estas limitaciones son principalmente dos: la velocidad de transmisión de datos que permite GSM es 9,6 kbps, la cual resulta insuficiente; y por otro lado, la tarificación de los servicios de datos en GSM se realiza en función del tiempo de conexión. Por tanto, han surgido tecnologías de telefonía móvil posteriores para solucionar estas limitaciones.

2.2 GPRS/EDGE

Debido al retraso sufrido en la implantación del sistema de tercera generación UMTS, ha surgido una nueva tecnología que ha hecho de paso intermedio entre la 2G y la 3G. Esta tecnología se ha denominado GPRS (Global Packet Radio System) o generación 2.5G de telefonía móvil.

GPRS es una tecnología inalámbrica para datos basada en la conmutación de paquetes sobre la red GSM. Este tipo de transmisión también es conocida con el nombre de GSM-IP, ya que permite una adecuada integración de los protocolos de Internet TCP/IP con la red móvil instalada GSM.

La tecnología GPRS supera a la GSM aumentando la velocidad de transmisión hasta 115 kbps. Además, al estar basada en el estándar GSM, GPRS funcionará donde los terminales GSM funcionen. Por otra parte, este nuevo sistema, al permitir estar siempre conectado, elimina el coste por conexión y permite facturar al usuario en función del tamaño de la información enviada o recibida.

Gracias a las características de velocidad y capacidad que ofrece, GPRS se ha convertido en el medio ideal para servicios avanzados de datos tales como WAP o mensajería multimedia (MMS). Además, con el incremento de ancho de banda de GPRS el usuario tiene acceso a una navegación Web más avanzada, donde se disponen de servicios tales como e-commerce, e-mail o banca electrónica.

Para aumentar el rendimiento y la capacidad de GPRS aún más, los operadores pueden desplegar la tecnología EDGE. Esta tecnología incrementa las velocidades sobre GPRS alcanzando velocidades de hasta 384 kbps. Ésta es una tecnología de acceso perteneciente a la familia de IMT-2000.

2.3 UMTS

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) es un sistema de telecomunicaciones, llamado de tercera generación, basado en WCDMA-DS, que es una tecnología de acceso radio CDMA de banda ancha. UMTS es el miembro europeo de la familia IMT-2000 de los estándares de telefonía móvil 3G.

Es una tecnología basada en paquetes, lo cual permite que la tarificación de los servicios de datos se haga por cantidad de información transmitida y no por tiempo de conexión, ya que UMTS ofrece una conexión permanente. Esta tecnología es compatible con sistemas EDGE y GPRS, de tal manera que en las áreas donde no existe aún cobertura UMTS, los servicios conmutan a una de esas dos tecnologías.

La tecnología UMTS soporta velocidades pico de 2 Mbps y de 384 kbps cuando el usuario está en movimiento. Gracias a ello, puede proporcionar servicios avanzados de datos tales como el streaming de audio y vídeo, el acceso rápido a Internet o la descarga de archivos de gran tamaño.

Esta nueva tecnología permite todo tipo de comunicaciones, como videoconferencia y servicios multimedia, transmisión de imágenes de video en movimiento y sonido de alta fidelidad por redes móviles, correo electrónico, operaciones bancarias, publicidad personalizada, almacenamiento de información empresarial e incluso activación a distancia de ordenadores y electrodomésticos con tecnología Bluetooth. De hecho, los principales operadores están firmando acuerdos con los proveedores de contenidos para ofrecer una amplia gama de artículos y servicios a los consumidores.

2.4 HSDPA

La tecnología UMTS permite varias optimizaciones que mejoran su capacidad y amplían las posibilidades de sus aplicaciones. Una de estas tecnologías optimizadas es HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). Esta tecnología se encuentra recogida dentro de las especificaciones del 3GPP Release 5.

El sistema HSDPA aumenta las velocidades de datos de UMTS, ofreciendo una velocidad de pico teórica de 14 Mbps, y triplica la capacidad de tráfico interactivo soportado por WCDMA, consiguiendo que la red pueda ser accedida por una mayor cantidad de usuarios. Además, HSDPA acorta la latencia de la red (se prevén menos de 100 ms), mejorando así los tiempos de respuesta.

Los analistas anticipan que HSDPA será la tecnología de datos de alta velocidad de próxima generación escogida por los operadores, debido especialmente al soporte con que cuenta HSDPA en la comunidad de proveedores.

2.5 Comparativa entre diferentes módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA,

En este apartado se analizan distintos módulos, a fin de comparar sus especificaciones más relevantes. Se comparan las soluciones que ofrecen Siemens, Telit y Wavecom.

		Siemens	
Módulos		HC25 (2007)	HC15 (2007)
Tecnologías		UMTS/HSDPA GSM/GPRS/EDGE	UMTS/HSDPA GSM/GPRS/EDGE
Frecuencia		Tribanda GSM/UMTS 900/1800/2100 MHz	
GPRS		Clase 10 + EDGE + HSDPA	Clase 10 + EDGE + HSDPA
Consumo	Power down	50 μ A	50 μ A
	Transmit / Operation	< 970 mA	< 970 mA
Intérprete		-	-
Interfaces de comunicación		USB 2.0	USB 2.0
Soporte SIM		UICC/SIM interfaz	UICC/SIM interfaz
Antenas		Conector U.FL Antena solder pad	Conector U.FL Antena solder pad
Dimensiones (mm)		34 x 50 x 4,5	34 x 50 x 4,5
Disponibilidad de kit		TDC's Wireless Modules DSB	
Otras tecnologías integradas		-	-

Tabla 6 Comparativa entre diferentes módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA

		Telit	Siemens	
Módulos		GM862	XT75 (2006)	AC75 (2006)
Tecnologías		GSM/GPRS	GSM/GPRS/EDGE	GSM/GPRS/EDGE
Frecuencia		Cuatribanda GSM 850/900/1800/1900 MHz		
GPRS		Clase 10	Clase 12 + EDGE	Clase 12 + EDGE
Consumo	Voice	170 mA	300 mA	335 mA
	Data	500 mA	600 mA	710 mA
	Power down	26 µA	50 µA	50 µA
	Sleep mode	< 4 mA	4,5 mA	4,6 mA
Intérprete		Intérprete Phyton (GM862 –PY)	JVM	JVM
Interfaces de comunicación		RS232	RS232 USB 2.0 I ² C SPI	2 x RS232 USB 2.0 I ² C SPI
Soporte SIM		Ranura SIM	Interfaz SIM	Interfaz SIM
Antenas		Conector MMCX	2 x conector U.FL (GPS & GSM) 2 x antena solder pad (GPS & GSM)	Conector SMP
Dimensiones (mm)		43,9 x 43,9 x 6,9	34 x 59 x 3,5	33,9 x 55 x 3,15
Disponibilidad de kit		Telit Evaluation Kit EVK2	TDC's Wireless Modules DSB	
Otras tecnologías integradas		GPS (GM862-GPS)	GPS	-

Tabla 7 Comparativa entre diferentes módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA

		Siemens			
Módulos		XT65 (2006)	MC75 (2005)	TC63 (2005)	TC65 (2005)
Tecnologías		GSM/GPRS	GSM/GPRS/EDGE	GSM/GPRS	GSM/GPRS
Frecuencia		Cuatribanda GSM 850/900/1800/1900 MHz			
GPRS		Clase 12	Clase 12 + EDGE	Clase 12	Clase 12
Consumo	Voice	300 mA	300 mA	300 mA	300 mA
	Data	600 mA	600 mA	600 mA	600 mA
	Power down	50 µA	50 µA	50 µA	50 µA
	Sleep mode	4,5 mA	3 mA	3 mA	3 mA
Intérprete		JVM	-	-	JVM
Interfaces de comunicación		RS232 USB 2.0 I ² C SPI	2 x RS232 USB 2.0 I ² C SD card	2 x RS232 USB 2.0 I ² C	2 x RS232 USB 2.0 I ² C SPI
Soporte SIM		Interfaz SIM	Interfaz SIM	Interfaz SIM	Interfaz SIM
Antenas		2 x conector U.FL (GPS & GSM) 2 x antena solder pad (GPS & GSM)	Conector U.FL Antena solder pad	Conector U.FL Antena solder pad	Conector U.FL Antena solder pad
Dimensiones (mm)		34 x 59 x 3,5	34 x 45 x 3,5	34 x 45 x 3,5	34 x 45 x 3,5
Disponibilidad de kit		TDC's Wireless Modules DSB ACTE DB45/75			
Otras tecnologías integradas		GPS	-	-	-

Tabla 8 Comparativa entre diferentes módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA

		Siemens			
Módulos		XT55 (2004) / XT56 (2005)	MC55 (2004) / MC56 (2004)	MC39i (2004)	AC45 (2002)
Tecnologías		GSM/GPRS	GSM/GPRS	GSM/GPRS	GSM/GPRS
Frecuencia		Tribanda GSM XT55: 900/1800/1900 MHz XT56: 850/1800/1900 MHz	Tribanda GSM MC55: 900/1800/1900 MHz MC56: 850/1800/1900 MHz	Doble Banda GSM 900/1800 MHz	Doble Banda GSM 900/1800 MHz
GPRS		Clase 10	Clase 10	Clase 10	Clase 10
Consumo	Voice	260 mA	260 mA	300 mA	225 mA
	Data	450 mA	450 mA	590 mA	410 mA
	Power down	50 µA	50 µA	50 µA	50 µA
	Sleep mode	3 mA	3 mA	3 mA	3 mA
Intérprete		-	-	-	-
Interfaces de comunicación		4 x RS232 (2 x GPS & 2 x GSM)	2 x RS232	RS232	RS232
Soporte SIM		Interfaz SIM	Interfaz SIM	Interfaz SIM	Interfaz SIM
Antenas		2 x conector U.FL (GPS & GSM)	Conector U.FL Antena solder pad	Conector GSC	Conector SMP
Dimensiones (mm)		35 x 53 x 5,1	35 x 32,5 x 2,95	36 x 54,5 x 3,6	36 x 65 x 4,3
Disponibilidad de kit		-	ACTE DB45/75 EZURiO	-	-
Otras tecnologías integradas		GPS	-	-	-

Tabla 9 Comparativa entre diferentes módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA

		Wavecom		
Módulos		GM47/GM48	GR47/GR48	GR64
Tecnologías		GSM/GPRS	GSM/GPRS	GSM/GPRS
Frecuencia		Doble Banda GSM GM47: 900/1800 MHz GM48: 850/1900 MHz	Doble Banda GSM GR47: 900/1800 MHz GR48: 850/1900 MHz	Cuatribanda GSM 850/900/1800/1900 MHz
GPRS		Clase 8	Clase 8	Clase 10
Consumo	Voice	< 250 mA	< 250 mA	850/900 MHz: 2000 mA
	Data	< 350 mA	< 350 mA	1800/1900 MHz: 1450 mA
	Idle Mode	< 5 mA	< 5 mA	850/900 MHz: 17 mA 1800/1900 MHz: 16 mA
	Sleep Mode	-	-	1,6 mA
Intérprete		-	Intérprete de script embebido	Intérprete de script embebido (opcional)
Interfaces de comunicación		RS232 2 x UART	RS232 2 x UART I ² C: disponible mediante aplicaciones embebidas	SPI USB 2.0 (opcional) 2 x UART
Soporte SIM		Interfaz SIM	Interfaz SIM	Interfaz SIM Ranura SIM (opcional)
Antenas		Conector MMCX	Conector MMCX	Conector MMCX
Dimensiones (mm)		50 x 33 x 7,2	50 x 33 x 7,2	50 x 33 x 3,2
Disponibilidad de kit		Universal Developer's Kit		
Otras tecnologías integradas		-	GPS interoperabilidad	-

Tabla 10 Comparativa entre diferentes módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA

		Wavecom	
Módulos		GS64	EE54 EDGE
Tecnologías		GSM/GPRS	GSM/GPRS/EDGE
Frecuencia		Cuatribanda GSM 850/900/1800/1900 MHz	
GPRS		Clase 10	Clase 10 + EDGE
Consumo	Voice	850/900 MHz: 2050 mA	250 mA
	Data	1800/1900 MHz: 1450 mA	350 mA
	Idle Mode	850/900 MHz: 17 mA	5 mA
		1800/1900 MHz: 16 mA	
Sleep Mode	1,6 mA	-	
Intérprete		Intérprete de script embebido (opcional)	-
Interfaces de comunicación		SPI	USB 2.0
		USB 2.0	
		2 x UART	
Soporte SIM		Interfaz SIM Ranura SIM (opcional)	Ranura SIM
Antenas		Conector W.FL	Conector RF
		Antena solder pad	
Dimensiones (mm)		37 x 30 x 3,2	69 x 42 x 7,35
Disponibilidad de kit		Universal Developer's Kit	
Otras tecnologías integradas		-	-

Tabla 11 Comparativa entre diferentes módulos GSM/GPRS, GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA