



Universidad Carlos III de Madrid
Escuela Politécnica Superior

Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones
Sistemas de Telecomunicación

Proyecto Fin de Carrera

ALARMA MULTIMEDIA VÍA SISTEMA DE
TELEFONÍA GSM/GPRS

Autor: Miguel Martín-Forero Marín

Tutor: Michael Victorio García Lorenz

DPTO: Tecnología Electrónica, Universidad Carlos III de Madrid

Director: Juan José Domínguez Crespo

DPTO: Investigación y Desarrollo, Sytek-Developer S.L.

9 de Noviembre de 2009

Al final lo que importa
no son los años de vida,
sino la vida de los años
(Abraham Lincoln)

AGRADECIMIENTOS

Por fin el final de esta carrera ha llegado, han sido muchos años durante los cuales mi familia ha confiado en que llegaría este momento. Estoy muy agradecido por la confianza puesta en mi por parte de mis padres y mis hermanas, que han me han animado en todo momento para que me mantuviese estudiando con libertad. Otra persona muy importante, es la Tía Tere, la cual me ha hechado una manilla con la gramática y la ortografía en este proyecto, y más manillas, acogindome en su casa durante estos años, mostrándome nuevas formas de mirar a la vida, ayudándome siempre que lo he necesitado, siendo además una de las personas que me animo ha empezar, otra de ellas fue María, quien más ha escuchado mi quejas, sin cuestionar mis capacidades, orientándome en el PowerPoint, compartiendo momentos de estudios, y diversión con sus amigas, animándome y demostrándome que no solo lo que yo estudiaba era difícil, muchas gracias.

Le quiero agradecer a Juanjo la oportunidad que me ha dado al darme la posibilidad de realizar este proyecto, facilitándome y enseñándome las herramientas necesarias para llevarlo ha cabo, ya que con sus conocimientos todo ha llegado a ser más factible.

También les quiero dar las gracias a mis compañeros de la Uni a; Carlos R, Carlos M, Bea, María, Antonio, Santi, Adri y Rafa que tantas practicas, quebraderos de cabeza y salidillas hemos compartido durante aquellos tiempos que tanto me ha gratificado.

Finalmente agradecer a todos mis amigos del pueblo, en especial a Jose y Rubén porque me condujeron a la universidad con su ejemplo, al Tino y al Dani que se encargaban de eliminar el estrés de la carrera y por supuesto a Francisco que tanto me ayudo en esos primeros años de adaptación a Madrid.

Muchas gracias a todos por haber estado ahí.

RESUMEN

El presente proyecto final de carrera me ha sido propuesto por la empresa **Sytek-Developer S.L.**, en el cual se ha llevado a cabo el desarrollo del software de una alarma multimedia, cumpliéndose con los requisitos determinados.

Para el desarrollo de esta alarma se parte de la base de obtener un sistema autónomo de reducido tamaño y bajo coste, capaz de monitorizar un espacio desde nuestro terminal móvil, cuya instalación se realice en interiores, sin necesidad de desplegar cableado telefónico, ni tener que hacer frente al pago de cuotas por la contratación de un servicio de vigilancia.

El sistema otorga al usuario la capacidad de configurarlo mediante mensajes cortos, activarlo y desactivarlo cómodamente a través de un aviso de llamada y enviar mensajes multimedia mostrando el estado de la zona a controlar cuando el usuario o el sistema lo estimen oportuno. La alarma se comunica con el exterior mediante una tarjeta SIM, a través de la red GSM/GPRS, con la ventaja de ser un equipo libre y poder ser utilizado con el operador de telefonía móvil que se precise.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	7
FIGURAS DE ANEXOS	8
1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 ESTADO DEL ARTE.....	9
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	10
1.3 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	11
2 FUNDAMENTOS APLICADOS AL SISTEMA.....	12
2.1 COMUNICACIONES PUERTO SERIE RS-232.....	12
2.2 COMUNICACIONES GSM.....	13
2.2.1 Servicio SMS.....	13
2.2.2 Avisos de Llamadas entrantes.....	14
2.2.3 Ventajas de utilizar GSM.....	14
2.2.4 La Interfaz de Control.....	15
2.3 COMUNICACIONES GPRS.....	16
2.3.1 Aplicación de la comunicación GPRS en el envío MMS.....	17
2.4 SERVICIO DE MENSAJERÍA MULTIMEDIA (MMS).....	18
2.4.1 Arquitectura del servicio MMS.....	18
2.4.2 Envío de MMS sobre HTTP 1.1.....	19
2.4.3 Encapsulado de la PDU M-Send-req.....	20
2.5 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON 1.5.2.....	22
2.5.1 Python aplicado a módems M2M de Telit.....	22
2.5.2 Ventajas de usar Python.....	23
3 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA.....	24
3.1 PLACA RS-EB-S3.....	24
3.1.1 Aspectos más relevantes.....	24
3.2 MÓDEM GSM/GPRS.....	25
3.2.1 Características más relevantes.....	25
3.3 CÁMARA C328R.....	26
3.3.1 Características más relevantes.....	26
3.4 SENSOR PIR KC7786.....	28
3.4.1 Características.....	28

4	INTEGRACIÓN DE HARDWARE DEL SISTEMA.....	29
4.1	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL HARDWARE DEL SISTEMA.....	29
4.2	INTEGRACIÓN DE LA CÁMARA VGA.....	30
4.3	INTEGRACIÓN DEL SENSOR PIR.....	31
5	REQUISITOS DEL DISEÑO	32
5.1	REQUISITOS.....	32
5.2	MODO DE FUNCIONAMIENTO.....	33
5.2.1	<i>Puesta en marcha del sistema.....</i>	<i>34</i>
5.2.2	<i>Elementos de soporte al usuario y comandos.....</i>	<i>35</i>
6	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA.....	37
6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SOFTWARE.....	37
6.2	FUNCIONALIDAD DE CADA MÓDULO/CLASE.....	39
6.2.1	<i>Módulo de configuraciones generales.....</i>	<i>39</i>
6.2.2	<i>Módulo Timer.....</i>	<i>41</i>
6.2.3	<i>Módulo gestor de conexiones GPRS.....</i>	<i>42</i>
6.2.4	<i>Módulo de encapsulado del MMS.....</i>	<i>43</i>
6.2.5	<i>Módulo de gestión de SMS.....</i>	<i>44</i>
6.2.6	<i>Módulo gestor de la cámara.....</i>	<i>46</i>
6.2.7	<i>Módulo de escritura y lectura de fichero.....</i>	<i>47</i>
6.2.8	<i>Módulo de Ayuda.....</i>	<i>48</i>
7	ENSAYOS REALIZADOS DURANTE EL DESARROLLO DEL SOFTWARE. 49	
7.1	COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR PIR.....	49
7.2	ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA C328R.....	50
7.2.1	<i>Captura de imágenes con el PC.....</i>	<i>50</i>
7.2.2	<i>Captura de imágenes con el módem GE.....</i>	<i>52</i>
7.2.3	<i>Ajustes de la cámara.....</i>	<i>54</i>
7.3	CONFIGURACIÓN, ENVÍO Y LECTURA DE SMS.....	55
7.4	ANÁLISIS DE LA COMUNICACIÓN GPRS.....	56
7.4.1	<i>Establecimiento de la conexión GPRS.....</i>	<i>56</i>
7.4.2	<i>Ajuste de los parámetros GPRS para el envío de MMS.....</i>	<i>57</i>
7.5	ANÁLISIS DEL SERVICIO MMS.....	58
7.5.1	<i>Envíos de mensajes multimedia.....</i>	<i>58</i>
7.5.2	<i>Codificación de mensajes multimedia.....</i>	<i>59</i>

8	AJUSTES Y PRUEBAS GENERALES DEL SISTEMA	61
8.1	INTEGRACIÓN DE TODOS LOS MÓDULOS PYTHON DEL SISTEMA.....	61
8.2	INTERFACE SMS	62
8.3	NOTIFICACIÓN MMS ACCIONADA A TRAVÉS DEL SENSOR DE MOVIMIENTO.....	63
9	CONCLUSIONES, LÍNEAS FUTURAS Y PRESUPUESTO.....	64
9.1	CONCLUSIONES Y ANÁLISIS CRÍTICO	64
9.2	LÍNEAS FUTURAS.....	65
9.3	PRESUPUESTO.....	67
9.3.1	<i>Coste de los medios materiales</i>	<i>67</i>
9.3.2	<i>Coste del personal</i>	<i>67</i>
9.3.3	<i>Coste total del proyecto.....</i>	<i>68</i>
	ANEXOS	69
A.	APLICACIONES DE DESARROLLO	69
A.1	PYTHONWIN.....	69
A.2	RSTERM	70
A.3	NOKIA MOBILE INTERNET TOOLKIT	71
B.	PYTHON DEBUGGER	72
C.	CIRCUITO CONVERTOR RS232.....	73
D.	TABLAS DE CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS MMS.....	74
E.	BIBLIOGRAFÍA	75
F.	GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

2.1.I TABLA DE VOLTAJES DE OPERACIÓN (CMOS)	12
2.2.I ARQUITECTURA GSM	13
2.2.II ELEMENTOS SMS.....	13
2.3.I ESQUEMA DE LA PILA GPRS EN EL MÓDEM GE	16
2.4.I PILA DE APLICACIÓN MMS	18
2.4.II UNIDAD DEL PROTOCOLO MMS (PDU)	20
2.4.III EJEMPLO DE CABECERA MMS.....	21
2.5.I INTERFACES DEL MÓDEM.....	22
2.5.II EJEMPLO COMPARACIÓN	23
3.1.I PCB RS-EB-S3 Y PCB-RS-ADB-GE863	24
3.2.I MÓDEM GE-863.....	25
3.3.I CÁMARA C328R.....	26
3.4.I SENSOR KC7786	28
3.4.II SEÑALES SENSOR KC7786.....	28
4.1.I DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA	29
5.2.I EJEMPLO DE RESPUESTA SMS, COMANDO ESTADO	34
5.2.II TABLA DE COMANDOS	36
6.2.I DIAGRAMA DE CAJAS DE LA CLASE TIMER.....	41
6.2.II ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL ENVÍO DE UN MMS.....	42
7.2.I CAPTURA APLICACIÓN PYTHON PARA CONTROLAR LA CÁMARA CON EL PC.....	50
7.2.II COMPARACIÓN IMÁGENES, ANTES Y DES PUES A 50HZ	54
7.4.I TABLA DE PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN GPRS.....	56
8.2.I TABLA DE TIEMPOS CONSUMIDOS EN OPERACIONES SMS	62
8.2.III TABLA DE TIEMPOS CONSUMIDOS EN OPERACIONES SOBRE AVISOS DE LLAMADA	62
9.2.II LOCALIZADOR LC300	66

FIGURAS DE ANEXOS

A.1.I CAPTURA PYTHONWIN	69
A.2.I CAPTURA RSTERM.....	70
A.3.I CAPTURAS <i>NOKIA MOBILE INTERNET TOOLKIT</i>	71
B. CAPTURA Y PCB PYTHON DEBBUG	72
C.I CIRCUITO CONVERSION RS232	73
C.II CONECTOR DB9	73

1 INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo se presenta el trabajo desarrollado, así como los objetivos del mismo y una breve situación del mercado en dispositivos similares.

1.1 *Estado del Arte*

La búsqueda de sensación de seguridad en nuestros hogares junto al control de los espacios y propiedades dieron lugar a los sistemas de televigilancia, alarmas, etc., todos ellos desplegados inicialmente sobre redes fijas. Con el advenimiento de las redes 2,5/3G, las dificultades tecnológicas para el despliegue de sistemas de televigilancia móvil han disminuido, garantizándose así mayores anchos de banda para la transmisión de contenidos multimedia. [(1) "4.2 Aplicaciones de la Movilidad"]

En el mercado actual podemos encontrar múltiples sistemas de televigilancia móvil para viviendas, la gran mayoría comunicados a través de GPRS con empresas de seguridad que monitorizan nuestra tu vivienda. También nos encontramos sistemas domésticos de alarma GSM que nos alertan de intrusión a través de SMS, en los que la gestión del sistema es realizada por el usuario.

En nuestros días destacan estos dos productos que, por sus prestaciones, son los que más se ajustan a las características de nuestro sistema:

- El sistema **Oasis**, de la empresa **Jablotron**:

Consta de un módulo central **JA-82 KRC** que se comunica con detectores infrarrojos y otros accesorios como el **JA-84P** a través de la frecuencia de 868 MHz y con el exterior mediante GSM o LAN. Centrándonos en el **JA-84P**, el cual es un detector infrarrojo con una cámara incorporada, proporciona la posibilidad de obtener instantáneas de una zona y recuperarlas en nuestro correo electrónico o directamente a través de una conexión USB. [(3) "JA-84P"]

- El modelo **Observation Camera**, de la empresa **Nokia**:

También realiza instantáneas de la zona que vigila, además de tener como una de sus funcionalidades la capacidad de medir la temperatura e incluirla en la imagen capturada, así como la posibilidad de enviarnos un MMS cuando lo solicitemos desde nuestro terminal móvil. [(1) "4.2.3 Seguridad". (4) "User Guides"]

Cabe señalar que el sistema **Oasis** es un sistema que comparte funcionalidades al del presente proyecto, dependiente de otros componentes y no orientado al uso autónomo del sistema. Sin embargo el modelo **Observation Camera** proporciona funcionalidades similares al software desarrollado, y aunque este producto fue puesto en el mercado a lo largo del 2003 es prácticamente desconocido y no ha tenido éxito comercial. Una de las razones; ha sido que en el

2003 la mayoría de los usuarios de telefonía móvil no poseían un terminal que fuera capaz de recibir MMS y eso limitaba el número de clientes capaces de utilizar esta tecnología.

1.2 Objetivos del Proyecto

El objetivo principal del presente proyecto ha sido el desarrollo del software de un sistema autónomo de reducido tamaño y bajo coste, capaz de monitorizar un espacio desde nuestro terminal móvil. Buscando un sistema configurable por el usuario, dándole al mismo la capacidad y autonomía para controlar la zona donde se instale el dispositivo, sin necesidad de desplegar cableado telefónico, ni tener que hacer frente al pago de cuotas por la contratación de un servicio de vigilancia.

Las principales funcionalidades de software son las siguientes:

- Sistema configurable mediante SMS: La alarma debe ser configurada mediante mensajes cortos, a través de los cuales cada usuario determina los parámetros de configuración. La modificación de estos parámetros ofrece la posibilidad de ajustar el sistema a las necesidades que posea el usuario.
- Solicitud de envío de MMS: Cuando el usuario precise conocer el estado de la zona a controlar enviará un SMS al sistema con el texto "FOTO", de forma que el dispositivo, al recibir la petición, capturará una imagen y enviará un MMS al teléfono móvil que la ha solicitado, recibéndola, si se trata de un teléfono autorizado¹.
- Envío de alerta mediante notificación a través de MMS/SMS: Si la alarma está en modo automático (sensor activado) y se produce una intrusión entonces el sistema notificará al usuario enviándole un MMS o SMS, según la configuración del sistema.

¹ N° de teléfono que ha sido almacenado en la memoria del dispositivo con acceso a la recepción y el envío de SMS/MMS con el dispositivo.

1.3 Presentación del Proyecto

El desarrollo de este software ha sido solicitado por la empresa **Sytek-Developer** para ser implantado en su nuevo sistema de vigilancia GSM.

En el presente proyecto se muestra cada parte que compone el sistema, junto con el plan de trabajo realizado para el desarrollo de éste, teniendo en cuenta que la posible zona a controlar será una vivienda, un almacén, o un espacio similar.

Una vez determinado el hardware por **Sytek-Developer**, el plan de trabajo ha sido el siguiente:

- La primera parte consistió en definir el sistema de bloques y obtener el manual de usuario de cada uno de los componentes del sistema. Esta documentación estaba disponible en la página Web de cada fabricante. El análisis de estos contenidos ha impuesto la puesta en funcionamiento de cada elemento del sistema. Dentro de esta parte también se incluye el periodo de adaptación al lenguaje de programación Python, versión 1.5.2, y su uso en módems GE de la empresa **Telit**².
- En la segunda parte se puso en práctica cada uno de los conocimientos adquiridos de los elementos del sistema, para su puesta en funcionamiento y configuración óptima. Desarrollando con este fin aplicaciones sencillas que nos proporcionaron información precisa experimentalmente de las características del hardware empleado.
- En la tercera parte conectamos la cámara con el módem GE verificando el correcto funcionamiento mediante la realización de instantáneas, las cuales eran almacenadas en el módem, descargadas y visualizadas posteriormente, comprobando así el funcionamiento del conjunto. Finalmente en esta fase se conectó el sensor PIR al módem, simulando así la captura de las imágenes, cuando se indicaba desde el PIR.
- La cuarta parte ha sido una de las más laboriosas por el desconocimiento del envío y encapsulación de un mensaje multimedia dado que el módem utilizado no posee pila WAP, y su implementación sobre un lenguaje reducido, como es la versión 1.5.2 de Python, dificultaban la tarea. Finalmente, el envío MMS se realiza a través de una petición Post, sobre HTTP 1.1. La composición del mensaje implicó la codificación del MMS según el estándar de OMA y su implementación en Python.
- La quinta parte consistió en la integración de las partes anteriores, realizándose posteriormente diferentes comprobaciones del correcto funcionamiento del sistema, logrando así la verificación de los objetivos del prototipo.

² **Telit Wireless Solutions**, (Roma, Italia): Empresa dedicada al desarrollo y producción de dispositivos GSM/GPRS, UMTS/HSDPA y CDMA/EVDO. URL: <http://www.telit.com/>

2 FUNDAMENTOS APLICADOS AL SISTEMA

2.1 Comunicaciones Puerto Serie RS-232

El puerto serie RS-232 es un estándar que constituye la tercera revisión de la antigua norma RS-232, propuesta por la E.I.A. (Asociación de Industrias Electrónicas). Mediante este interface el módem se comunica con la cámara del sistema, además de ser utilizado para acceder desde el PC al módem GE y efectuar labores de desarrollo, como la carga y descarga de scripts. [(6) "8.3 Modem Serial Port"]

El puerto serie en el GE 863 QUAD-PY funciona a +2.8v UART, con sus 7 señales RS232, presentando niveles CMOS, diferenciándose de las del PC en la polaridad y los niveles de señal.

Level	Min	Max
Input high level (V_{IH})	2.1 V	3.3 V
Input low level (V_{IL})	0 V	0.5 V
Output high level (V_{OH})	2.2 V	3.0 V
Output low level (V_{OL})	0 V	0.35 V

2.1.1 Tabla de voltajes de operación (CMOS)

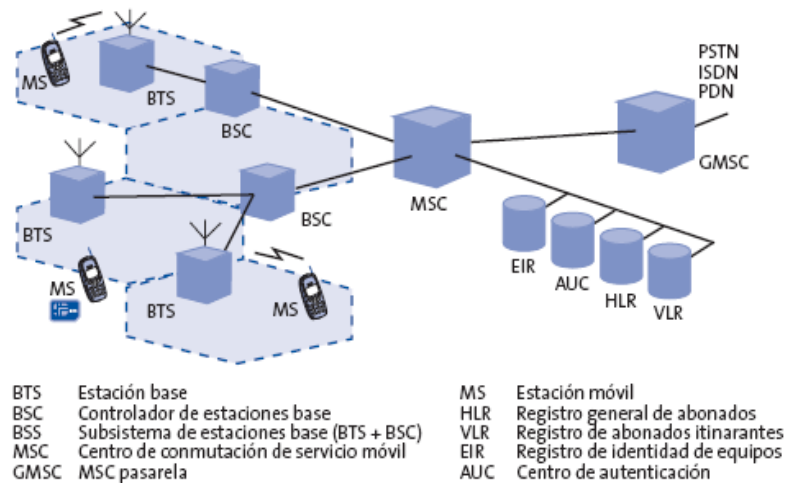
- Comunicación RS-232 entre el PC y el módem GE: La carga, descarga de scripts y la ejecución de comandos **AT** son gestionados mediante un software denominado **RSterm**³, a través del puerto Com del PC y el puerto serie del módem, gestionando así todas las tareas de desarrollo del dispositivo. Para llevar acabo esta comunicación se debe invertir la señal de las dos direcciones y convertir los niveles de 0/3V a +15/-15V⁴.
- Comunicación RS-232 entre el módem GE y la cámara: Para esta comunicación solamente precisamos la utilización de las líneas TXD/RXD del RS-232, por las cuales se envían a la cámara los comandos de configuración y control, además de ser la vía por la cual se recibe la imagen en formato JPEG.

³ Software de desarrollo para sistemas M2M proporcionado por Round Solutions (URL: <http://www.roundsolutions.com>), para más información diríjase al anexo A2.

⁴ Para completar esta información, dirigirse al Anexo B

2.2 Comunicaciones GSM

El extendido estándar GSM (**G**lobal **S**ystem for **M**obile **C**omunication) es el utilizado por el módem GE, para la comunicación del sistema con el usuario. Se trata del sistema denominado de 2ª generación, caracterizado por la utilización de tecnología de transmisión digital y por el soporte a los servicios de datos con velocidades binarias relativamente bajas (desde 9,6 kbit/s. a 14,4 kbit/s.).[(1) “3.1. Infraestructura de Red Móvil Genérica. Las Redes 2G”]

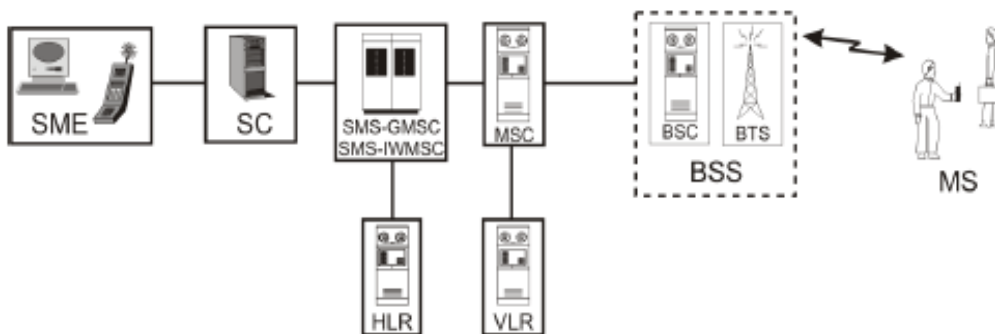


2.2.I Arquitectura GSM

En el software del sistema se utilizan las comunicaciones GSM para tareas de configuración y petición de alertas, mediante mensajes cortos y avisos de llamadas entrantes.

2.2.1 Servicio SMS.

El servicio SMS (*Short Message Service*) funciona mediante el mecanismo de “store and forward” (almacenamiento y envío), de forma que los mensajes son enviados al SMSC, siendo éste el encargado de enviarlos al destinatario; si no puede los coloca en cola y después los envía. La entrega del mensaje se basa en el mecanismo “best effort” (mejor esfuerzo), lo que no garantiza que el mensaje se vaya a enviar, por ello existen confirmaciones de entrega, las cuales proveen una confirmación positiva de que dicho mensaje ha llegado al destinatario.



2.2.II Elementos SMS

El sistema implementado en el presente proyecto, chequea la red antes de enviar un SMS, comprobando si se tiene servicio y en caso afirmativo lo envía, en caso contrario lo guarda e intenta enviarlo en los próximos 30 s., siguiendo una política propia de reenvíos, detallada posteriormente. Siendo el tamaño máximo de los mensajes a enviar de 160 caracteres. Para la gestión de las comunicaciones GSM se utilizan comandos **AT**.

2.2.2 Avisos de Llamadas entrantes.

Las comunicaciones mediante llamadas no están contempladas en el sistema, dado que el sistema no presenta hardware ni software para la recepción, envío y análisis de voz o reproducción de locuciones. Aunque es capaz de registrar el número de teléfono que ha realizado alguna llamada. La constancia de este evento, añadiendo parámetros de control, nos va a permitir la activación y desactivación del sensor de movimiento (el cambio de estado de la alarma).

2.2.3 Ventajas de utilizar GSM.

Las ventajas de dotar al sistema de comunicación GSM son numerosas, citaremos las más importantes:

- La movilidad: Facilita al usuario poder comunicarse en cualquier momento con el sistema, independientemente del lugar donde se encuentre, consiguiendo estar siempre conectado. La independencia a la red telefónica básica, que implica la tecnología GSM, evita el riesgo de sabotaje por corte del suministro telefónico que las antiguas alarmas clásicas poseen. Aunque un inhibidor podría bloquear el sistema, esta situación podría evitarse instalándose dos sistemas con un software de comunicación en ubicaciones geográficas distintas, ello permitiría vigilar este tipo de sabotajes.
- La internalización: Estamos ante el sistema móvil que facilitó la itinerancia internacional. GSM es hoy en día una tecnología tan difundida, cercana y adoptada por el público, que su uso aumenta el atractivo del sistema, a la vez que le da la posibilidad de ser implantado en cualquier zona del mundo, dado que posee una banda común reservada para el ámbito internacional. (El sistema es el mismo GSM, pero las bandas son diferentes, es por ello que los teléfonos cuatribanda, pueden funcionar en Europa y USA)
- La madurez: Nos encontramos con una tecnología que lleva funcionando con éxito desde la implantación de las primeras redes comerciales en los años 90, que aumenta día a día en número de usuarios, y que se sigue investigando y desarrollando. Actualmente existe una buena opinión pública sobre ella.

2.2.4 La Interfaz de Control.

Un elemento tan común hoy en día como es un terminal móvil es nuestra interfaz de control, a través del cual se puede interactuar directamente con la alarma. También se podría utilizar para esta labor un PC, una PDA o cualquier otro dispositivo que dispusiera de la tecnología necesaria para enviar y recibir SMSs, recibir MMSs y realizar llamadas.

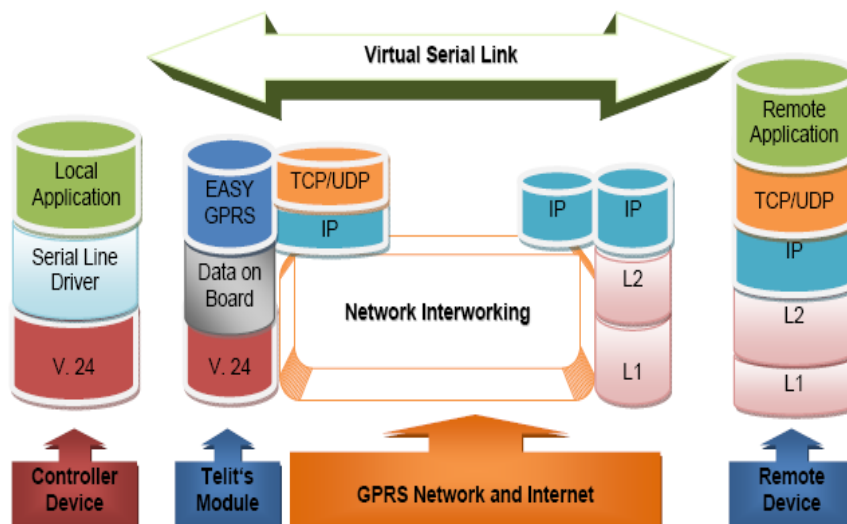
2.3 Comunicaciones GPRS.

GPRS (*General Packet Radio Service*), es el estándar que nos permite la transmisión de datos por medio de conmutación de paquetes. En el presente proyecto se utiliza para el envío de MMSs. [(7) "Easy GPRS User Guide"]

En una comunicación GPRS, se puede estar en 4 estados diferentes:

- GPRS *Detach*: En este estado la red no tiene conocimiento de la presencia o existencia del sistema, y por lo tanto no puede existir comunicación GPRS.
- GPRS *Attach*: Cuando el módem GE está "attached" ha sido autenticado, autorizado por la red y se ha establecido un enlace lógico cifrado.
- Contexto activado: Cuando se abre un contexto, hay una conexión de datos lógica abierta con la PDN (Packet Data Network) vía el GGSN (es un nodo de la red GPRS, al igual que el SGSN). Los parámetros relacionados con el contexto PDP tales como dirección IP y QoS han sido establecidos.
- Conectado (*Always On*): En este estado el módem está Attach y con el contexto activado, de forma que se encuentra listo para transmitir y recibir información.

No debemos olvidar que la velocidad es adaptativa, de forma que puede optimizarse dependiendo de las características del canal, siendo la velocidad media de 48 Kbps.



2.3.1 Esquema de la pila GPRS en el módem GE

2.3.1 Aplicación de la comunicación GPRS en el envío MMS.

Dado que el módem utilizado no posee una pila WAP 1.0 (estándar inicial para el envío de MMS), el envío de los MMS se realiza a través de WAP 2.0, para ello se establece una conexión GPRS con el proxy del operador utilizado, y realizamos el envío mediante una petición HTTP1.1. Para la realización de esta transferencia debemos de configurar el contexto PDP, la pila TCP/IP, el servidor al que deseamos enviar los datos y la página a la que están destinados de la siguiente forma:

- Datos del Operador: En primer lugar debemos obtener los datos de la configuración MMS de nuestro operador, de los cuales utilizaremos el nombre del punto de acceso (apn), el nombre de usuario, y la contraseña si la seguridad de la conexión está activada. La dirección del servidor proxy, su puerto de acceso y finalmente la página de inicio.
- Configuración del contexto PDP: Para la activación del contexto debe estar configurado anteriormente. Para ello configuramos un contexto indicando al módem el tipo de protocolo de transferencia de datos, que será IP (indicado en la RFC1945 para HTTP), el apn del operador, la asignación dinámica de la IP. También se indica que no existe compresión para la cabecera, ni para los datos.
- Configuración de la pila TCP/IP: Esta pila es configurada según las necesidades de la transferencia de datos que se necesita, por ello una vez relacionado el contexto con la pila TCP/IP a utilizar, el resto de parámetros que establecemos son: el tamaño del paquete de forma automática (gestionada por el servicio), tiempo máximo de inactividad de la transferencia: 90s., tiempo máximo en establecer la conexión: 60s., y el tiempo máximo en esperar completar un paquete: 0.5 s⁵.
- Gestión de la transferencia: Cuando se desea transferir un MMS, en primer lugar activamos el contexto configurado y activamos la conexión GPRS, después nos conectamos con el Proxy, y finalmente se envía el MMS a la página de inicio, utilizando como protocolo de transporte HTTP. Se cierra la conexión tras finalizar la transferencia.

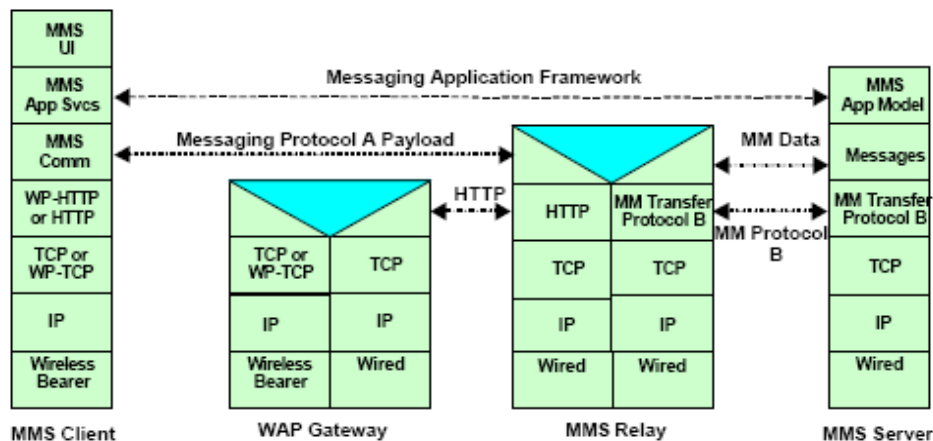
⁵ Estos tiempos máximos han sido determinados tras las pruebas realizadas, ver apartado 5.3

2.4 Servicio de Mensajería Multimedia (MMS).

En este apartado hablaremos de la mensajería móvil multimedia denominada MMS (Multimedia Messaging Service) cuyo lanzamiento en Europa se produjo en el 2002 y que se ha convertido en el estándar en las redes 2,5G y 3G, tanto para la tecnología de red GSM como para CDMA. Este estándar permite enviar y recibir mensajes, incluyendo la paginación de los contenidos y la inclusión de cualquier combinación visual de texto, gráficos, fotografías, voz, fragmentos musicales y vídeo clips. [13, 18, 25]

2.4.1 Arquitectura del servicio MMS

La arquitectura de referencia definida por el 3GPP, establece 8 tipos de interfaces. En el presente apartado trataremos el interfaz utilizado, el MMS-M1, que define la comunicación entre el MMS Relay/Server y el User Agent (cliente MMS en el terminal).



2.4.1 Pila de aplicación MMS

El tipo de mensaje multimedia que enviamos es el M-Send-req y recibimos un M-Send-conf. Tras esta transacción el MMSC se encarga de entregar el mensaje. El envío completo, a grandes rasgos, incluye los siguientes pasos:

1. El mensaje multimedia se compone en el sistema alarma (M-Send-req) y se envía al MMSC (Multimedia Messaging Service Center) a través del gateway WAP mediante una operación HTTP POST.
2. El MMSC acepta el mensaje y nos responde con un M-Send-conf a través de una conexión WAP. La respuesta recibida es "Msg received successfully".
3. El MMSC hace una consulta al HLR (Home Location Register) para obtener el código de identificación de la operadora a la que pertenece el destinatario.
4. El MMSC hace una consulta a la base de datos de usuarios del servicio para comprobar si el terminal del destinatario soporta MMS.

5. El MMSC envía una notificación al terminal destino a través del PPG (Push Proxy Gateway) y del SMSC (Short Message Service Center).

6. Una vez recibida la notificación, el terminal puede descargarse el mensaje multimedia del MMSC mediante una operación WSP/HTTP GET a través del gateway WAP.

2.4.2 Envío de MMS sobre HTTP 1.1.

Dado que el módem utilizado posee una pila HTTP⁶, recurrimos a este estándar para realizar el envío del MMS. Para enviar datos a través de HTTP empleamos una directiva POST. Ésta es una petición de un recurso, en la cual se permite la inserción de datos, en dicha parte es donde introducimos la PDU del Mensaje Multimedia.

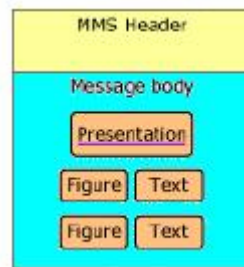
La directiva POST en el presente proyecto está formada por:

- Línea de petición: Está compuesta por el nombre del método (POST), el indicador del recurso (URL) y la versión del protocolo utilizado.
- Cabecera de petición: Contiene información adicional que utiliza el servidor, en nuestro caso el MMSC, para procesar correctamente la petición. La información se facilita con el formato Identificador: Valor (por ejemplo: Host: página de inicio).
- Parámetros de petición: En esta parte se incluye la PDU M-Send-req, construida como se detalla en el siguiente apartado.

⁶ [RFC 2068(15)]

2.4.3 Encapsulado de la PDU M-Send-req.

El M-Send-req que compone el sistema lo forman la cabecera más el cuerpo, compuesto por 3 partes, el SMIL, la imagen y un texto, éstas tres últimas partes son independientes entre sí, presentando cada una de ellas su propia estructura.[17]



2.4.II Unidad del protocolo MMS (PDU)

La estructura de una PDU con un cuerpo multipart.related se compone de cabecera y cuerpo (la información que se muestra debe ser antes codificada en binario⁷):

- La cabecera está compuesta de los campos obligatorios que exige el OMA más el subject, que indica el asunto del mensaje. El subject se ha incluido por que facilita al usuario la interacción con el sistema, ofreciendo información sobre la razón del mensaje.

Las partes implementadas de la cabecera son las siguientes:

- Tipo de mensaje (Message-type-value): m-send-req. Tipo de mensaje que debe ser construido par realizar el envío de un MM.
- Identificador de transacción (Transaction-id-value): valor alfanumérico
- Versión del MMS (MMS-version-value): 1.2
- Origen del MMS (From): En el cual podemos indicar nosotros el número o que sea la red quien lo inserte, opción utilizada en el sistema final.
- Destino del MMS (To): Número de teléfono del destinatario (permite otros valores como el e-mail).
- Tipo de contenido (Content-type-value): application/vnd.wap.multipart.related. Se ha elegido este valor dado que nos aporta la posibilidad de indicar como se mostrará cada una de las partes del MM.

⁷ De acuerdo a la especificación de **WSP**, los valores son codificados con el bit más significativo puesto a uno.

Mostramos un ejemplo de la cabecera MMS (M-Send.req PDU) antes de ser codificada en binario:

```
X-Mms-Message-Type: m-send-req
X-Mms-Transaction-ID: 0123456789
X-Mms-Version: 1.2
From:
To: +456/TYPE=PLMN
Subject: Imagen Alarma
Content-Type: application/vnd.wap.multipart.related;
type="application/smil"; start="<0000>"
```

2.4.III Ejemplo de cabecera MMS

- El cuerpo de nuestra PDU está formado por tres partes; cada una de ellas se compone de una cabecera que indica qué tipo de parte es y su longitud.
 - El **SMIL** (Synchronized Multimedia Integration Language), desarrollado por el World Wide Web Consortium define el tamaño y tiempo de la presentación multimedia, así como la posición, tamaño y ajuste de la imagen a la pantalla, además de la colocación y ajuste del texto. [22]
 - La parte **imagen**, se compone de una imagen capturada por la cámara, en formato JPEG.
 - En la parte del **texto** se introduce una frase informativa.

2.5 Lenguaje de Programación Python 1.5.2.

2.5.1 Python aplicado a módems M2M de Telit.

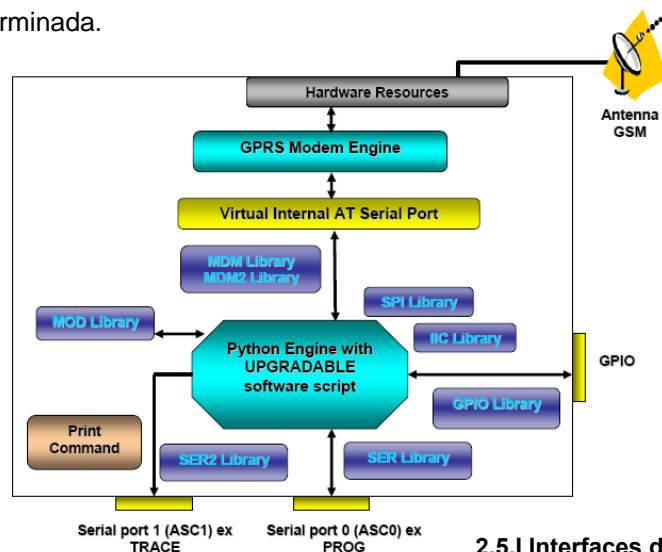
El control interno del módem GE es ejecutado a través de Python. [8]

Python es un lenguaje de programación interpretado, dinámico, y orientado a objetos. La versión implementada en el módem GE es la 1.5.2, la cual posee diferentes limitaciones frente a la más actual, 3.1, desarrollada para PC.

Los script de Python son ejecutados en el módulo de Telit en tareas de baja prioridad, asegurando así no interferir con operaciones normales de GSM/GPRS. Estos scripts nos permiten gestionar sencillamente las entradas/salidas del módem, sus interfaces, y ejecutar comandos **AT**. Para estas labores, el módulo de Telit incluye las siguientes librerías; MDM, MDM2, SER, SER2, GPIO, MOD, IIC, SPI.

Describiremos solamente las librerías utilizadas en el presente proyecto:

- **MDM:** Es una de las más importantes, ya que la utilización de esta librería nos permite el envío de comandos **AT** y la captura de las respuestas a estos comandos, además del envío y la recepción de datos a la red. Estas funcionalidades se realizan a través de un software interno hacia el puerto serie virtual, que se encarga de gestionar los comandos **AT**.
- **SER:** Nos permite leer y escribir información directamente sobre el puerto serie ASC0, utilizado para las comunicaciones entre la cámara y el módem.
- **GPIO:** Permite a los scripts de Python gestionar los puertos de entrada y salida del módulo, a través de comandos **AT**.
- **MOD:** Es una colección de funciones usuales que integra el sistema, como por ejemplo MOD.sleep(tiempo), utilizada para realizar una pausa de duración determinada.



2.5.2 Ventajas de usar Python.

En este capítulo se muestra las ventajas que ha supuesto desarrollar este software en el lenguaje Python, ante otras posibilidades que permiten otros módems M2M, como por ejemplo: Java, C, o C++. Nos hemos centrado en Java al ser uno de los más extendidos.[24]

Comenzaremos por incidir en que los programas Python, al ser éste un lenguaje interpretado, tienen un desarrollo mucho más rápido que Java y los lenguajes compilados⁸, aunque su ejecución es un poco más lenta que Java. Otra característica importante es que los programas Python son típicamente, alrededor de tres veces más cortos que sus equivalentes en Java. Esta diferencia se atribuye no sólo a la sencillez de sus sintaxis, sino también a lo avanzado de ciertos tipos de datos que implementa el lenguaje, como listas, tuplas, y diccionarios.

Finalmente destacar que Python es mucho mejor para desarrollos, mientras que Java está mejor caracterizado para entornos de bajo nivel. A continuación un ejemplo ilustrativo que muestra el mensaje; *Hello world* por pantalla.

JAVA	PYTHON
<pre>public class HelloWorld { public static void mai(String[] args) { System.out.println("Hello, world!"); } }</pre>	<pre>Print "Hello world! "</pre>

2.5.II Ejemplo comparación

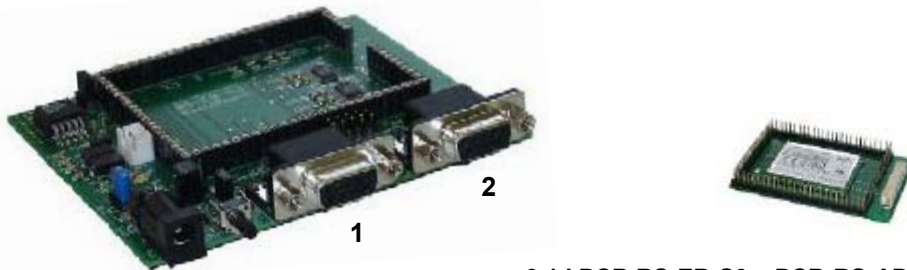
⁸ "The results indicate that, for the given programming problem, 'scripting languages' (Perl, Python, Rexx, Tcl) are more productive than conventional languages." *University of Karlsruhe, Germany, Technical Report 2000-5, March 2000*

3 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA

Los módulos principales que componen el hardware del sistema son: un módem GSM/GPRS GE 863 QUAD-PY, una placa RS-EB-S3, una cámara C328R y un sensor PIR KC-7786.

3.1 Placa RS-EB-S3.

El RS-EB-S3 es un kit de evaluación suministrado por la empresa Round Solutions, el cual está enfocado para su uso con módems GE del Telit. Poder trabajar con esta placa inicialmente, sin tener que realizar previamente un PCB para el sistema, agiliza la labor de desarrollo del mismo, dado que nos ofrece la posibilidad de ejecutar comandos **AT**, probar los script implementados, depurándose así el sistema. El prototipo final del sistema se integra en un PCB desarrollado por **Sytek-Developer**. [10]



3.1.1 PCB RS-EB-S3 y PCB-RS-ADB-GE863

3.1.1 Aspectos más relevantes.

- **Principales conexiones:**
 - Zócalo superior compuesto por 84 conexiones, lugar donde se conecta el PCB con el módem GE.
 - Conexiones RS-232: En la número 2 (ASC0) se conecta el PC para la ejecución de comandos **AT**, la carga y descarga de ficheros, además de la cámara. La número 1 no se utiliza es la ASC1.
 - Conector negro de la izquierda (que utiliza para alimentación). El interruptor pequeño que hay a su derecha es el encendido y apagado.
- **Jumpers:**
 - El JP11/JP12 que se utiliza para seleccionar el uso y carga de la batería es una funcionalidad que no utilizamos, aunque obligatoriamente se debe tener en cuenta que tiene que estar en la posición 1-2 para tener correctamente alimentada la placa.
 - El JP30 nos selecciona el modo de comienzo para la ejecución de los script de python. Lo colocamos en la posición 1-2.

3.2 Módem GSM/GPRS.

El software desarrollado ha sido orientado hacia su utilización en un módem GE 863 QUAD-PY, aunque es compatible para toda la serie GE 863⁹. Este módem ha sido determinado por **Sytek-Developer** para este sistema, ya que por sus características soporta los requisitos del diseño. [5]

3.2.1 Características más relevantes.

- **Comunicaciones:** Tiene la posibilidad de trabajar en 4 bandas EGMS 850/900/1800/1900 MHz. Posee tecnología GPRS de clase 10, y está registrado simultáneamente a la red GSM y GPRS, pero en un momento dado sólo puede utilizar los servicios de una u otra tecnología (es de clase B).
- **Tamaño:** Estamos ante un módem pequeño con unas dimensiones de 41.4x31.4mm; además su package es BGA, lo cual incrementa su uso en diseños de aplicaciones compactas.
- **Especificaciones electrónicas** El módem se caracteriza por ser de bajo consumo, teniendo en cuenta que los valores típicos son: para power off menos de 26uA, para idle (register power saving): menos de 4mA., Durante una comunicación GSM y GPRS tendemos un consumo máximo de 200mA y de 370mA, respectivamente. El valor de voltage de alimentación está entre los 3.22v y 4.5v, siendo 3.8v el típico.
- **Python:** Presenta la ventaja de interpretar directamente el lenguaje python, lo que simplifica la utilización de su pila TCP/IP, su cliente SMTP y FTP, y la ejecución del control del módem vía comandos **AT**.
- **Otras características:** El módem esta dotado de 18 puertos de entrada/salida, 3 conversores analógico/digital, 1 digital/analógico y puerto RS232.

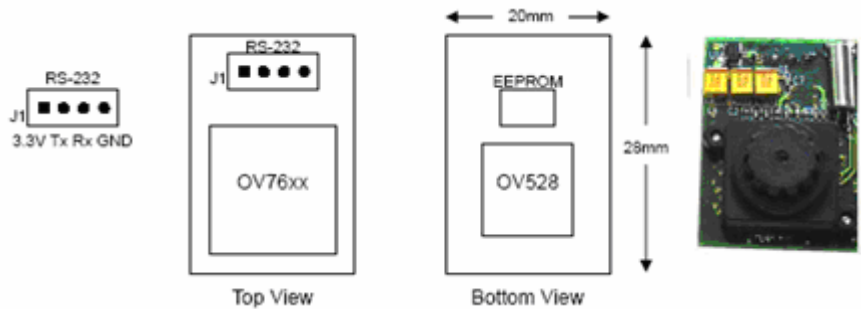


3.2.1 Módem GE-863

⁹ Por los medios disponibles para el desarrollo del prototipo se ha utilizado un módem GE863-GPS, presentando la misma distribución de pines que el GE863-QUAD y el mismo tamaño, ha instalar en el sistema final.

3.3 Cámara C328R.

La cámara utilizada es la C328R de COMedia Ltd. Se trata de una cámara VGA compacta, de fácil integración en el sistema y bajo coste. Posee una interfaz UART y un módulo JPEG que permite la compresión de las imágenes. [(11) User Manual]



3.3.1 Cámara C328R

3.3.1 Características más relevantes.

- **Especificaciones electrónicas:** Estamos ante una cámara de bajo consumo de tan sólo 60mA, la cual funciona con 3.3v de tensión típica (rango 3v - 3.6v).
- **Calidad de captura:** La cámara es VGA. La calidad máxima que podemos obtener con ella son imágenes de 640x480 de resolución y de 256 colores. Aunque, si se desea, posee ópticas intercambiables con el fin de mejorar la calidad mencionada.
- **Interfaz UART:** Para el control de este componente se utiliza el puerto serie, a través del cual enviamos comandos que nos permiten comunicarnos con la cámara. Modo de operación:
 - En primer lugar nos debemos sincronizar con la cámara para poder comunicarnos con ella. Existe un comando para ello, **SYNC**. En este paso se fija la velocidad de la comunicación. Para confirmar la sincronización enviamos un comando **ACK**.
 - En segundo lugar debemos configurar la cámara. Los parámetros que configuramos son: el tipo de frecuencia de luz por medio del comando **Light Frequency**, la resolución, formato y calidad de la imagen a capturar enviando el comando **Initial**, y el tamaño del paquete de envío de la imagen mediante el comando **Set Package Size**.
 - El siguiente paso es realizar la fotografía, para ello enviamos el comando **Snapshot** y posteriormente debemos pedir que se nos envíe mediante el comando **Get Picture**. Al término de esta operación enviamos el comando de **ACK**.

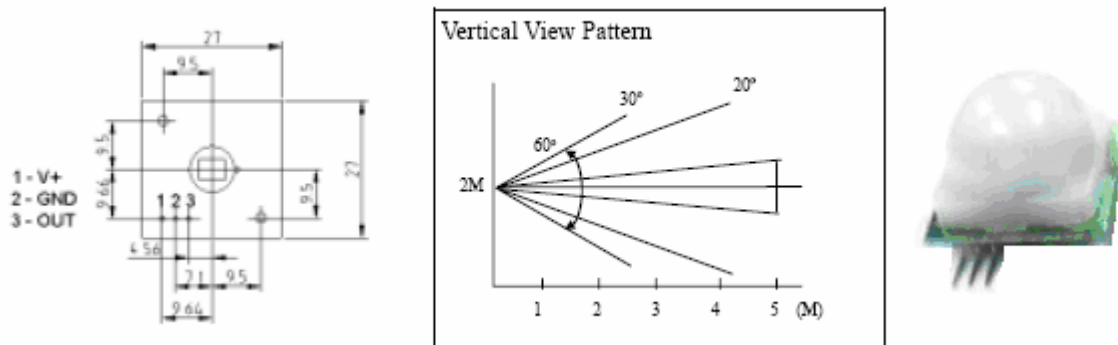
- **OV 528:** Este componente posibilita la compresión de las imágenes en formato JPEG. Además es el encargado de transferir la imagen desde los chips que capturan la imagen a la interfaz serie.

La transmisión de cada byte consiste en un bit de comienzo a nivel bajo, 8 bits y un bit de fin a nivel alto, enviándose primero el bit menos significativo. La velocidad de funcionamiento es configurable entre los 7200 a 115200 bps.

Sytek-Developer ha incorporado esta cámara al sistema por poseer una sencilla integración con el módem GE, al usar el puerto RS232 como interface de comunicación. También se ha tenido en cuenta su reducido tamaño y bajo coste, ajustándose así al diseño del sistema.

3.4 Sensor PIR KC7786.

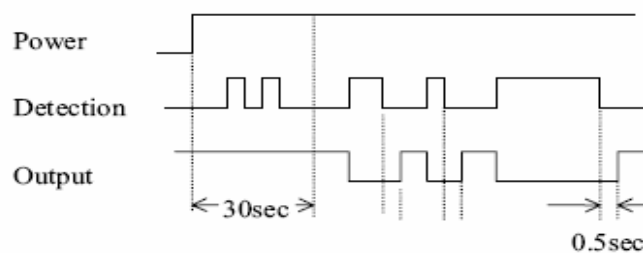
El sensor KC-7786 es un PIR de bajo coste y reducido tamaño, fabricado por COMedia Ltd. Posee un ángulo de visión de 60° detectando personas a una distancia de 5 metros, es inmune a RFI, y está recomendado su uso en interiores. [(12) User Manual]



3.4.I Sensor KC7786

3.4.1 Características.

El sensor cuenta tan sólo con tres terminales: dos para la alimentación, y el restante es la salida de detección de movimiento. Mediante el pin 3 se transmite la señal de salida (output) que indica que se ha producido movimiento, dicha señal es a nivel bajo.



3.4.II Señales sensor KC7786

El PIR utilizado es de bajo consumo, de tan sólo 400 μ A en reposo y 600 μ A cuando se activa. Se alimenta mediante una tensión de 12v (rango de 10v a 14v).

Sytek-Developer ha elegido este sensor de movimiento dado que su capacidad de detección se ajusta al uso domestico que se requiere, presenta niveles eléctricos, de respuesta y alimentación, adecuados para ser integrado con el módem GE. Y además por su bajo coste y reducido tamaño, adaptándose así al diseño del sistema.

4 INTEGRACIÓN DE HARDWARE DEL SISTEMA

A la hora de realizar la integración final de los diferentes módulos del presente proyecto se tuvo en cuenta la necesidad de poder montar el sistema en un PCB propietario de **Sytek-Developer**, optimizando así los recursos que se poseían. Teniendo presente que el módem y la cámara se comunican a través del puerto serie. Y que el módem y el sensor a través de la salida del PIR con una de las entradas del módem.

4.1 Diagrama de Bloques del Hardware del Sistema.

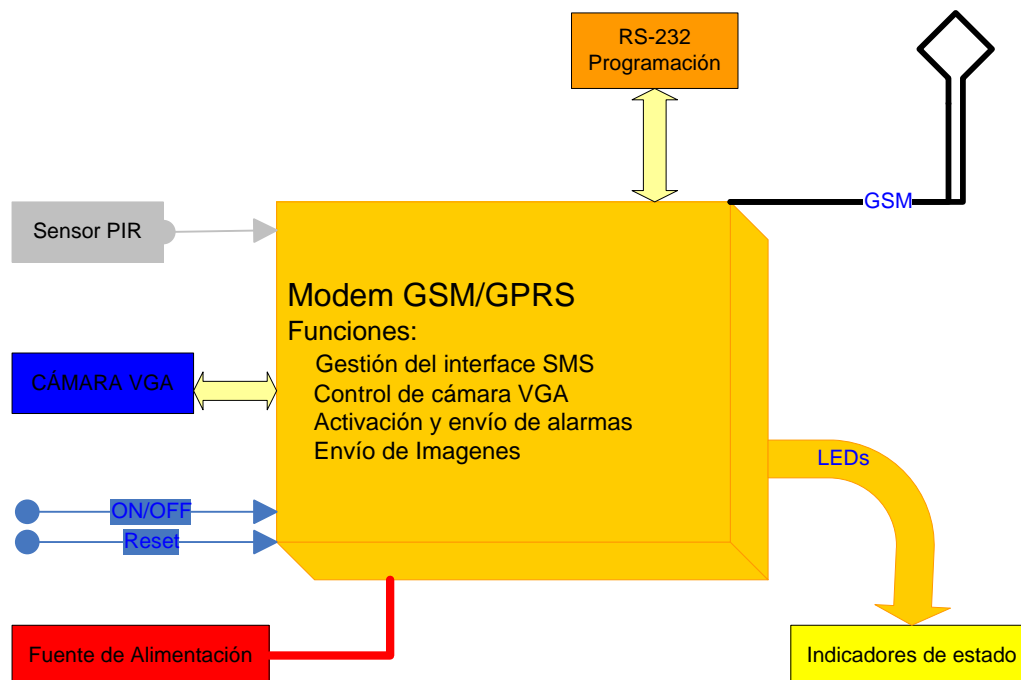
En la figura que se muestra en este apartado aparece un diagrama del hardware que compone el sistema, indicándose sus funciones.

La cámara y la programación RS-232 comparten el mismo interface, de forma que se debe conmutar manualmente uno para utilizar el otro.

La antena utilizada es Multi Band GSM 850/900/1800/1900/UMTS ANT-GXW1110, se trata de una antena de bajo precio, reducido tamaño y de fácil montaje, es de tipo PCB.

Los botones de On/Off se montan según se señala en el manual de usuario. [(6) 5.Hardware Commands.].

La fuente de alimentación utilizada se detalla en el apartado 6.2.1.2 del *Hardware User Guide*. [6]



4.1.I Diagrama de bloques del sistema

4.2 Integración de la Cámara VGA

En el momento de buscar una cámara que se ajustase a el interface de comunicaciones que posee el módem GE, se opta por utilizar la cámara C328R, dado que presenta una interface UART compatible. Se habla de una interface compatible dado que el módem y la cámara no presentan el mismo tipo de señales en el interface RS 232, aunque se da una correcta comunicación, ya que la cámara funciona a 3.3V TTL, nivel que se encuentra dentro del rango de trabajo de la UART del módem GE, aunque ésta es CMOS¹⁰. De forma que conectando directamente la línea TXD de la cámara con la RXD del módem y la línea RXD de la cámara con la TXD del módem, tendremos conexionada la comunicación RS232.

La alimentación nominal que precisa la cámara es de 3.3v. Ya que la tensión de entrada del sistema es de 12v y la nominal que se necesita para el módem es de 3.8, no correspondiéndose ninguna con la de la cámara, además de por la necesidad de tener que controlar el encendido y apagado de la cámara, se hizo necesaria la utilización de un regulador L.D.O. de 3,3V tensión.

Actuando sobre el enable del L.D.O., conectado al puerto GPIO 3 del módem se mantiene controlada la alimentación cámara. La elección de este puerto es debida a que se posee un PCB en **Sytek-Developer** que tiene libre dicho puerto, además de por ser un puerto configurable como salida, su posición es la C2 en el BGA balls layout.

¹⁰ Con detalle en la Tabla 2.1.I del presente manual.

4.3 Integración del Sensor PIR

El prototipo se alimenta mediante un transformador convencional que convierte los 220V/50Hz, que se posee en cualquier vivienda, a 12V/2A. La fuente indicada alimenta el sistema, conectándose a ésta el sensor KC-7786, enchufándose directamente a los pines 1 y 2 del KC-7786.

El funcionamiento del sensor es en colector abierto, teniendo por ello que colocar una resistencia de carga de **10K Ω** , entre el pin 1 y 3, para así poder obtener el funcionamiento adecuado.

La señal de salida (output) que indica que se ha producido movimiento, pin 3, se mantiene a 12V (o en su defecto, a la tensión de alimentación) en el estado normal, reduciendo su tensión a 0V cuando el sensor está excitado. Dado que los puertos GPIO son CMOS con niveles lógicos de 2.8V, a nivel bajo. Se utiliza un circuito optoacoplador compuesto por; un diodo, un optoacoplador y una resistencia. Adecuando con éste circuito la señal a 2,8V que aunque no es CMOS es TTL al controlarse por nivel de tensión no presenta ningún problema, además con el citado circuito tenemos aislado eléctricamente el PIR del módem.

El puerto GPIO11 es el utilizado, su posición es la D1 en el BGA balls layout, es un puerto configurable como entrada, y tiene una resistencia de pull-up de 4.7k, necesaria para el circuito optoacoplador. Además la utilización de este puerto se adapta al diseño del PCB que se posee en **Sytek-Developer**¹⁰.

5 REQUISITOS DEL DISEÑO

En este apartado se especifican los requisitos solicitados por **Sytek-Developer**, y el funcionamiento completo del software.

5.1 Requisitos

Los requisitos del software han sido los siguientes:

- **Parámetros configurables mediante SMS:** El sistema debe ser configurable a través de mensajes cortos, mediante los cuales se debe poder establecer y modificar la configuración del sistema.
- **Acceso restringido al sistema:** La modificación de la configuración sólo debe estar permitida a usuarios autorizados, para evitar así alteraciones incontroladas de dicha configuración y posibles sabotajes del sistema. El reconocimiento de los usuarios autorizados se realizará a través de su número telefónico (MSISDN).
- **Envío de alertas mediante MMS y SMS:** La comunicación de las alertas de intrusión deben poder ser enviadas al usuario, tanto por vía MMS como SMS.
- **Formato del mensaje multimedia:** El MMS debe estar compuesto por una diapositiva (slide), donde se mostrará una imagen de la zona y un texto informativo.
- **Seguridad ante posibles fallos de red:** El sistema debe ser capaz de detectar problemas en la red, como pérdidas de cobertura. Siendo capaz de posponer los envíos de alertas para otro momento.
- **Activación del modo automático por medio de aviso de llamada:** Para la activación y desactivación de la alarma debe ser suficiente un aviso de llamada para conmutar entre un estado y el otro.
- **Detección de movimiento en modo automático:** El sistema tendrá que posibilitar de forma eficiente el detectar cualquier movimiento que se produzca en la zona de cobertura del sensor de movimiento, capturando una imagen en ese instante.
- **Capacidad de modificar y seleccionar las operadoras guardadas en el sistema:** El dispositivo debe contener la posibilidad de modificar los parámetros de la operadoras que ya incluye, así como de poder seleccionar entre cada una de ellas.
- **Tiempo máximo de captura de una imagen:** El sistema ha de realizar una imagen en un tiempo máximo de 2s., de forma que en la imagen obtenida se muestre el evento que ha hecho saltar el sensor de movimiento.

5.2 Modo de Funcionamiento.

Estamos ante un sistema de vigilancia, con el cual nos comunicamos mediante SMS. Los SMS se utilizarán como interface de control del dispositivo. El acceso a esta interface es restringido, evitando así que personas no reconocidas por el sistema puedan interactuar con él. Antes de pasar a la explicación del funcionamiento del software debemos indicar, para tener en cuenta, una serie de condiciones de uso:

- El sistema no acepta tarjetas SIM que tengan el código PIN activado. Además de eliminar el acceso por código PIN, sería recomendable que se borrasen todos los SMS que contenga la tarjeta con el fin de agilizar la puesta en marcha del sistema.
- El módem posee selección de red automática para el tráfico GSM, pero para las comunicaciones GPRS es preciso y necesario indicarle la operadora a la que pertenece. Siendo capaz de reconocer las principales operadoras móviles que trabajan en España¹¹.
- Para poder comunicarnos mediante mensajes con el dispositivo debemos tener activada la opción de enviar identidad del número llamante en nuestro terminal móvil. Obviamente y sin olvidar que debemos cerciorarnos de que nuestro terminal posea tecnología MMS para así poder recibir las notificaciones multimedia.
- El formato de los comandos que acepta el sistema son siempre caracteres alfabéticos en mayúsculas, y el contenido que acompaña al comando dependerá del tipo de comando.

Una vez configurada la alarma se debe tener en cuenta que posee dos modos de funcionamiento. Para conmutar entre ellos tan solo debemos realizar un aviso de llamada al dispositivo con cualquier móvil que este registrado en el sistema.

Modos de funcionamiento:

- El modo automático, en el que se atiende a la respuesta del sensor de movimiento del sistema, esto provoca que cuando se detecta el paso de cualquier persona, inmediatamente el sistema capturará una imagen de la zona, enviándonosla posteriormente.
- El modo manual, donde se desatiende la respuesta del sensor automático. En este modo la alarma esta desactivada. No nos enviará ninguna notificación a menos que nosotros lo solicitemos mediante el comando "**FOTO**", (Dicho comando también puede ser enviado mientras este activado el modo automático).

¹¹ Las operadoras móviles que poseen mayor cuota de mercado en España son Movistar, Vodafone, Orange, Symio y Yoigo

5.2.1 Puesta en marcha del sistema

El primer paso para configurar el sistema será mediante el envío de un mensaje con la palabra “**TA**”, tras ello el sistema nos contestará detallándonos los teléfonos autorizados por él, y donde únicamente aparecerá el nuestro. Este comando realiza una doble función, la activación del sistema y la grabación del primer teléfono conocido en la memoria.

Una vez ya registrados en el sistema debemos cerciorarnos de la configuración que posee. Enviamos el comando “**ESTADO**”, mediante el cual nos informará de los teléfonos autorizados, el modo de configuración de la alarma, el formato de notificación y la operadora que tiene configurada para el envío de MMS. Alguno de estos parámetros puede presentarse sin ninguna información. Información que deberemos introducir en el sistema.



5.2.1 Ejemplo de respuesta SMS, comando ESTADO

El siguiente paso será comunicar al sistema cuál es la operadora que le suministra el servicio. Por defecto estará configurada *Orange*. Pero en el caso en que nuestra tarjeta SIM no pertenezca a *Orange* deberemos enviar el mensaje “**OPERADORA. NOMBRE DE LA OPERADORA**”, escribiendo en “nombre de la operadora” precisamente el nombre de la operadora en mayúsculas.

Con estos tres mensajes el sistema estaría configurado y totalmente operativo. El resto de parámetros que se pueden configurar, en el caso de que el usuario lo precisara son:

- Incluir más números autorizados. Podemos configurar desde uno hasta tres para lo cual debería enviar “**TAX 6xxxxxx**”, donde **X** indica el número ha modificar, pudiendo ser 1 2 ó 3. El comando completo es: “**TA1 6xxxxxxxx.TA2 6xxxxxxxx.TA3 6xxxxxxxx**”. Aunque se permite modificar los números de uno en uno, o bien los tres a la vez, se debe tener en cuenta que si enviamos “**TA1**” modificaremos el número configurado con el comando “**TA**”.
- Se podría modificar también el tipo de notificaciones, que en lugar de por MMS, configurado por defecto, fuera mediante SMS. Esto se llevaría a cabo por

medio del comando “**NOTIFICACION.XXX**”, sustituyendo **XXX** por SMS o MMS, según nuestra preferencia.

Una vez finalizada la configuración es recomendable enviar el comando “**FOTO**” como prueba del buen funcionamiento de la alarma. Sabiendo que tras esta operación debemos recibir un MMS con la imagen de la zona que vigila el sistema.

5.2.2 Elementos de soporte al usuario y comandos.

Con el objetivo de facilitar su utilización al usuario, la alarma responde a comandos de ayuda que nos muestran una breve explicación concreta de los comandos de configuración e información del sistema. Debemos tener en cuenta que el sistema sólo responde a este tipo de comandos tras la recepción del comando “**TA**”, es decir, una vez que se haya activado el sistema.

En la siguiente figura se muestra una tabla con todos los comandos que acepta el sistema, junto con una breve descripción de cada uno y un ejemplo de uso.

Comandos	Descripción	Ejemplo
TA	Activa la alarma y configura el primer teléfono autorizado	TA
Tan	Configura los teléfonos autorizados.	TA1 612568998. TA2 621784554.TA3 612794613
TD	Elimina todos los teléfonos autorizados.	TD
TDn	Elimina el teléfono indicado por n, n será 1, 2 ó 3.	TD2
FOTO	Solicita la realización de una imagen de la zona de vigilancia.	FOTO
NOTIFICACION	Informa de la configuración de tipo de notificación que esta establecida.	NOTIFICACION
NOTIFICACION.XXX	Modifica el tipo de notificación; MMS o SMS	NOTIFICACION.MMS
ESTADO	Informa del estado de cada parámetro configurable de la alarma.	ESTADO
RESET	Elimina toda la configuración del sistema.	RESET
FECHA	Informa de la fecha y la hora del sistema	FECHA
OPERADORA	Informa de la operadora que está configurada para el envío de MMS.	OPERADORA
OPERADORA.XXXX	Modifica la operadora que está configurada para el envío de MMS	OPERADORA.MOVISTAR
OPERADORAMMS	Modifica, dentro de la base de datos, la configuración MMS de la operadora indicada	(1)
AYUDA	Informa de los comandos sobre los que se puede solicitar ayuda.	AYUDA
AYUDA TELEFONO	Informa de los comandos que pueden ser utilizados para la configuración de los teléfonos.	AYUDA TELEFONO
AYUDA ALARMA	Informa de los comandos generales de la alarma.	AYUDA ALARMA
AYUDA OPERADORA	Informa de los comandos que pueden ser utilizados para modificar parámetros referentes a la operadora.	AYUDA OPERADORA
AYUDA OPERADORAMMS	Informa del formato del mensaje con el comando OPERADORAMMS.	AYUDA OPERADORAMMS

5.2.II Tabla de comandos

(1)OPERADORAMMS#MOVISTAR#APN#mms.movistar.es#pgInicio#mms.movistar.com#Proxy#10.138.255.5#puetoProxy#8080#login#MOVISTAR@mms#password#MOVISTAR#

6 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

El software del sistema comprende toda la programación implementada en el módem GE. El nivel de detalle del software, descrito en el presente proyecto ha sido condicionado por **Sytek-Developer**, empresa propietaria del desarrollo del sistema. El programa ha sido desarrollado en el lenguaje Python mediante el *Telit Python 1.5.2 package*, proporcionado por el fabricante del módem GE, **Telit**. La herramienta utilizada para la gestión de los script ha sido **RSterm**, propiedad de **Round Solutions**. [2, 8, 9, 26]

El software del sistema desarrollado en el presente proyecto se divide en diferentes módulos, consiguiendo así implementar bloques compactos y ordenados con el objetivo de que dichas clases sean independientes entre sí y reutilizables para otras aplicaciones que compartan sus principales requisitos.

Para obtener la funcionalidad completa del software se precisan los siguientes módulos; Alarma, ConfGeneral, Timer, GPRS, MMS, SMS, JPG, RW, Ayuda.

6.1 Descripción General del Software

El desarrollo del software está condicionado a los requisitos del hardware y los protocolos de utilización de cada componente.

El bloque principal del sistema lo compone el módulo Alarma, que es el encargado de interactuar con el resto de módulos, logrando así realizar todas las funciones del sistema. Este módulo se divide en dos partes:

- **Configuración del sistema:**

Son los primeros procesos que se ejecutan en el arranque del dispositivo. En esta parte se realiza la puesta en marcha y configuración del sistema comprendiendo:

- Inicialización y configuración de los temporizadores del sistema: Durante esta fase se configuran a su correspondiente valor los temporizadores del sistema. Dado que el orden de ejecución de los procesos está determinado por la prioridad de cada uno de ellos. Se precisa la utilización de estos temporizadores para tener control de la tarea que debe realizarse en cada momento, o bien se consulta, según el modo de funcionamiento, en el que se encuentre el sistema. De esta forma evitamos que algunos de los procesos menos prioritarios, pero de ejecución necesaria, acaparen el sistema.

- Configuración del Hardware del sistema:

- En relación al módem deben ser configurados: los puertos de entrada y salida, el puerto serie, parámetros de procesamiento de instrucciones, parámetros telefónicos relacionados con el envío de SMSs, configuración GPRS, recepción de llamadas, utilización de las memorias del módem, y la asignación de fecha y hora por medio de la red GSM.

· En relación a la cámara, se comprueba la comunicación con ella a través del puerto serie y se configuran las características de la imagen a realizar (tamaño, formato y calidad).

• **Funcionamiento del sistema:**

La realización de cada operación en el sistema está condicionada por la configuración de los temporizadores y el modo en el que se encuentre el sistema, como se ha indicado anteriormente, excepto la escucha del sensor de movimiento (cuando la alarma está en modo automático). Las operaciones realizadas son:

- **Activación y desactivación del modo automático:** En esta parte se comprueba si el sistema ha recibido alguna llamada de algún usuario autorizado, para proceder al cambio de modo, de automático a modo manual o viceversa.
- **Comprobación del estado del sensor de movimiento:** Dentro de esta operación, además de comprobar si se ha producido movimiento o no, capturamos la imagen cuando estemos en modo automático y se dé movimiento.
- **Composición y envío de MMS:** La realización de esta función tiene como requisitos la captura previa de una imagen, además de que el envío de alertas esté configurado a través de MMS.

Una vez realizada la imagen se procede a componer el mensaje multimedia y el envío de este.

- **Recepción de SMSs:** En esta parte se realiza la consulta de los SMSs recibidos, ya sean de configuración o de ejecución. Tras la recepción se decide la operación a efectuar.
- **Reenvío de alertas:** En ocasiones, cuando la red no esta disponible o no ha podido ser enviada, tanto la notificación MMS como algún SMS, el sistema reintenta enviar estos mensajes. Los SMS son reenviados hasta en 6 ocasiones, incrementando el tiempo en múltiplos de 2 entre intento e intento, hasta llegar a eliminar el SMS si no logra ser enviado. Los MMS solo se efectúan dos intentos, dado que se alerta por SMS de este tipo de error.
- **Sincronización de la cámara:** Con el fin de obtener una respuesta inmediata de la cámara, y ante la necesidad de efectuar una imagen, debemos mantener la cámara sincronizada con el módem GE, enviándose para ello una trama de sincronización.

6.2 *Funcionalidad de cada Módulo/Clase*

6.2.1 Módulo de configuraciones generales

Este módulo agrupa las operaciones generales de gestión y mantenimiento del sistema; conteniendo atributos de configuración y control generales, además de funciones de información y gestión.

Se encarga de las siguientes operaciones:

- **Almacenamiento y gestión de números de teléfonos:**

El sistema almacena tres números de teléfonos móviles configurables por el usuario, verificando si éstos se corresponden con números de móviles. Mediante estos números se realiza el control de acceso, en el establecimiento de la comunicación con el sistema. (Estos números también se podrían almacenar en la agenda telefónica que contiene el módem, pero dicha opción requeriría la consulta de éstos números mediante comandos **AT**, produciéndose de manera menos eficiente).

- **Control de la activación y desactivación del modo automático:**

La alarma por defecto esta configurada en modo manual (desactivada), es decir, que no atiende a la excitación del sensor de movimiento (PIR). De forma que vigilando si se ha producido un aviso de llamada, y en caso afirmativo, sí la llamada procediese de un número autorizado se modificaría el tipo de atención al sensor, notificándose posteriormente al usuario, mediante un SMS.

- **Control del estado de la tarjeta SIM:**

Dado que la tarjeta SIM es llave de las comunicaciones con el exterior, la alarma precisa tener constancia de su operatividad, utilizando esta función para ello a través de comandos **AT**. Este control evita posibles errores en el funcionamiento del sistema.

- **Gestión del formato de alertas:**

Controla el formato de notificación del sistema al usuario pudiendo ser vía SMS y MMS.

- **Configuración del módem:**

Configura los puertos de entrada y salida (I/O) utilizados para las comunicaciones con el PIR y la cámara, además de ajustes telefónicos y otros como la gestión de la fecha y la hora del sistema. La configuración del módem GE es modificada mediante comandos **AT**.

- **Operaciones sobre la impresión de textos informativos:**

Los textos informativos nos comunican el estado de las acciones que se van produciendo a lo largo del funcionamiento del sistema.

La impresión de cadenas de información del funcionamiento del sistema ocupa el espacio de variables. Este espacio es limitado si utilizamos solamente la directiva print. Es por eso que se precisa la eliminación del retorno de carro cuando se utilizan este tipo de mensajes. De ahí radica la importancia de esta función.

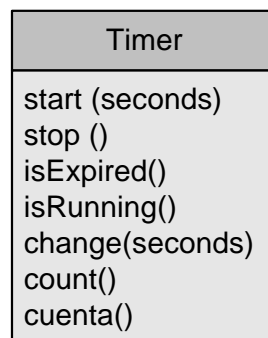
El uso de estas cadenas es muy útil para debugear el sistema y así depurar más rápidamente el software.

6.2.2 Módulo Timer

Esta clase¹² se utiliza principalmente para la temporización de eventos en los diferentes módulos. Se basa en la utilización del método MOD.secCounter() importado de la librería MOD, interna del sistema.

Métodos:

- start(seconds: int): Este método cuenta segundos avisándonos al término de esta cuenta.
- stop(): Detiene la cuenta del tiempo.
- isExpired(): Devuelve 1 si ha concluido la cuenta del tiempo establecido y 0 en otro caso.
- isRunning(): Devuelve 1 si el contador esta todavía contado (corriendo) y 0 en otro caso.
- change(seconds: int): Modifica el contador aumentándolo los segundos indicados.
- count(): Devuelve el valor actual del contador en segundos.
- cuenta(): Devuelve el número de segundos que ha pasado desde la última inicialización del objeto, mediante start().



6.2.1 Diagrama de cajas de la clase Timer

¹² Timers es una clase íntegramente desarrollada por Telit, menos el método cuenta(), está incluida en el *Telit Python 1.5.2 Package*.

6.2.3 Módulo gestor de conexiones GPRS

La conexión GPRS soporta el envío del mensaje multimedia. Por medio de este módulo se configura y controlan las comunicaciones GPRS del dispositivo. Siendo esta comunicación dependiente del estado de la red y la cobertura del sistema se debe tener en cuenta que ello condicionará el envío del MMS en determinadas ocasiones.

Este módulo se encarga de las siguientes operaciones:

- **Configuración de la comunicación GPRS:**

Para lograr establecer una comunicación GPRS debemos configurar nuestro módem con los parámetros proporcionados por el operador de telecomunicaciones con el que tengamos suscrito este servicio. Además deberemos configurar el socket TCP/IP del módem. Estas rutinas están incluidas en la presente sección.

- **Gestión de la comunicación GPRS:**

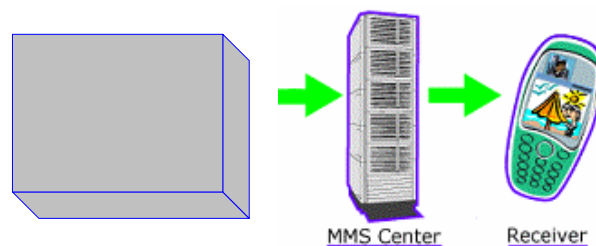
La gestión GPRS es realizada tras conocer si es posible registrarnos en la red y realizar un Attach. Estas operaciones nos garantizan que la red está operativa para la realización de nuestra comunicación.

- **Establecimiento y desconexión de la comunicación GPRS:**

Una conexión GPRS será establecida cuando se precise el envío o la recepción de datos mediante este canal. En nuestro caso se utiliza para el envío de mensajes multimedia, realizándose la conexión a través del proxy de la operadora hacia el servidor de MMS. Tras la finalización del envío del MMS se procede a dar término a la conexión GPRS. Esta operación de desconexión es necesaria por requerimientos del sistema, dado que no se enviaran MMS con la frecuencia suficiente para que el coste computacional de establecerla sea superior al de mantenerla siempre activa.

- **Envío de mensajes multimedia:**

El envío de MMSs es efectuado a través de este módulo, mediante una petición Post sobre HTTP1.1, incluyéndose en esta petición la encapsulación de la imagen capturada en formato MMS, y realizándose el envío para finalizar. En función del mensaje respondido por el MMSC, el MMS será entregado satisfactoriamente o habrá que repetir el envío.



6.2.II Elementos que intervienen en el envío de un MMS

6.2.4 Módulo de encapsulado del MMS

La composición del mensaje multimedia es una de las tareas más importantes que realiza el software del sistema. Para componerlo de forma que sea interpretable por el MMSC ha de cumplir los requisitos contemplados en las especificaciones 3GPP y OMA. La codificación del mensaje multimedia se realiza de forma minuciosa byte a byte, convirtiéndose posteriormente a hexadecimal. Se debe tener en cuenta que un desajuste en alguno de los byte que componen el mensaje origina el descarte de éste, por parte del MMSC.

Este módulo se encarga de las siguientes operaciones:

- **Composición de la cabecera del MMS:**

Para componer la cabecera MMS ha de tenerse en cuenta principalmente el tipo de mensaje multimedia a enviar, las partes que lo forman, y el destino. El destino es la única parte de la cabecera que es variable, dependiendo del proceso que solicite el mensaje. El resto de partes se mantienen constantes creando así una cabecera estándar para nuestra aplicación.

- **Codificación de las diferentes partes del MMS:**

El mensaje multimedia se compone de 3 partes: imagen, texto y SMIL. Las dos últimas se mantienen fijas con la posibilidad de ser modificables en futuras mejoras del sistema. En esta operación, además de componer el mensaje con las partes fijas se añade la parte de la imagen incluyendo con ella sus cabeceras correspondientes, las cuales detallan el formato de la imagen, el tamaño, la localización, y el tamaño de la cabecera de esta parte. La codificación de las longitudes, tanto de la imagen como de las cabeceras, tiene lugar de forma que el bit más significativo no se utiliza.

Cada parte es independiente gracias a la codificación de estos parámetros

- **Unión de las diferentes partes del MMS:**

Una vez definidas todas las partes se procede a la composición del mensaje colocando cada parte en su lugar, encapsulando así el mensaje multimedia que posteriormente será enviado sobre HTTP 1.1.

6.2.5 Módulo de gestión de SMS

Las comunicaciones mediante mensajes cortos nos ofrecen la principal forma de comunicarnos con el dispositivo. Por medio de este módulo se leen los SMS, se envían y se procesan analizando su remitente y su contenido, para poder así ejecutar una acción u otra. Estas operaciones se basan en la ejecución de comandos **AT**.

Este módulo se encarga de las siguientes operaciones:

- **Inicialización de los parámetros del servicio SMS:**

Para poder utilizar el servicio SMS debemos configurar sus parámetros de uso, para ello configuramos el formato, el lugar de lectura de los mensajes y el tiempo que se almacenarán en el SMSC, en el caso de que no se lograrán enviar al destino desde el SMSC.

- **Lectura de SMS:**

Los mensajes cortos son almacenados en la tarjeta SIM de forma que una vez que nos han llegado, consultamos la lista de mensajes recibidos, informando del origen y el texto del SMS, para posteriormente procesarlo.

- **Envío de SMS:**

El sistema es capaz de realizar el envío de mensajes cortos de dos maneras posibles, atendiendo al tipo del mensaje:

- Mensaje de alarma: Estos mensajes son enviados a todos los usuarios, de forma que si estuvieran todos los teléfonos configurados se enviarían tres mensajes alertando del estado de la alarma.
- Mensaje de respuesta/confirmación: Este tipo de mensajes se utilizan como confirmación, error y ayuda de algún parámetro de configuración. Solamente se envían al teléfono que está ejecutando alguna tarea bien de configuración o de solicitud de ayuda.

- **Borrado de SMS:**

La eliminación de los mensajes se realiza indicándose la posición que ocupa en la memoria el mensaje que se desea borrar. Esta operación es utilizada tras la lectura de los SMSs entrantes.

- **Procesamiento de SMS:**

El procesamiento de los mensajes cortos consiste en analizar tanto el origen del mensaje como el texto que contiene. Para que un mensaje sea aceptado por el sistema, éste debe poder examinar el número de teléfono que envía el SMS, además de que este número (MSISDN) debe ser conocido por el sistema. De forma contraria el sistema no procesará dicho mensaje exceptuándose el primer envío que se haga al sistema del comando TA.

Una vez que se ha recibido un mensaje de un número registrado en la memoria se analiza si el formato del comando es correcto, se identifica qué comando debe realizar el sistema y si se cumplen los requisitos para su ejecución. Finalmente, siendo todo correcto se ejecuta el comando y se envía un mensaje de confirmación. El sistema no guarda ningún mensaje recibido para posteriores lecturas, de forma que, si no se recibe mensaje de confirmación tras unos minutos, se debe comprobar que el número con el que se envían los mensajes es conocido y el destino es la alarma.

6.2.6 Módulo gestor de la cámara

Las comunicaciones entre el módem GE y la cámara se realizan a través del puerto serie. En este módulo, denominado JPG, se encapsulan todas las operaciones referentes a la cámara, tanto los comandos incluidos en el manual como las operaciones de configuración del módem GE para poder operar con la cámara.

Este módulo se encarga de las siguientes operaciones¹³:

- **Configuración de la cámara:**

Para inicializar la cámara el primer paso es la configuración del puerto RS 232 del módem GE. Una vez configurado se procede a la sincronización del módem GE con la cámara, tras ello la velocidad del puerto serie de la cámara queda fijada. Procedemos a configurar la frecuencia de la luz a 50hz, la calidad de la imagen a 640 x 480 en formato JPEG y el tamaño de los paquetes de 512bytes, dentro de los cuales será enviada la imagen.

- **Captura de una imagen:**

Las imágenes son capturadas mediante la ejecución de los comandos Snapshot y getPicture. Snapshot realiza la captura de la imagen, mientras que getPicture se encarga de enviar la imagen al módem GE, ésta le llegará empaquetada. El sistema comprueba el tamaño de los paquetes, y una vez dados por válidos eliminamos la cabecera y la cola, y lo almacenamos. Posteriormente, la imagen es almacenada o es encapsulada en una lista para ser utilizada por el módulo MMS.

¹³ Debemos tener en cuenta que de cada comando se recibe un ACK o un NACK, como confirmación de la operación solicitada; después se opera según la respuesta.

6.2.7 Módulo de escritura y lectura de fichero

Los parámetros de configuración del sistema son almacenados en ficheros y en las variables que los manejan, asegurándonos de no perder la configuración en algún reset, o periodo de inactividad del sistema. También son utilizados como base de datos, conteniendo la configuración GPRS y MMS de las principales operadoras móviles que dan servicio en España, con la posibilidad de ser modificada si alguno de estos parámetros sufre algún cambio o para seleccionar cualquiera de ellas. El nombre que se le ha dado a este módulo es RW.

EL módulo RW se encarga de las siguientes operaciones:

- **Almacenamiento y modificación del operador configurado en el equipo:**

Cuando necesitamos modificar los parámetros GPRS o incluir nuevos parámetros GPRS al sistema, debemos acceder al fichero operadoras ya que allí es donde se guarda esta información. Una vez abierto el fichero podemos modificar una operadora existente, indicando la operadora que queremos modificar, de forma que el sistema busca la operadora concreta a ser modificada y sustituye su información.

- **Almacenamiento y modificación de la configuración general del sistema:**

El sistema parte con una configuración por defecto que está guardada en los ficheros de configuración y que es incorporada al sistema en el momento de la inicialización de todos los periféricos, para realizar esta tarea ejecutamos esta operación. Además en cada modificación de los parámetros del sistema se actualizan sus homólogos en los ficheros de configuración, logrando así mayor robustez en situaciones de inestabilidad, como pérdidas de alimentación etc...

- **Almacenamiento y lectura de mensajes multimedia:**

Ante posibles problemas de red, el sistema se encuentra provisto de métodos para almacenar los mensajes multimedia que no puedan enviarse. En esta operación se realiza el almacenamiento del MMS tras un envío fallido para posteriormente ser enviado. El MMS es almacenado en un fichero al que se recurrirá para realizar un segundo intento de envío.

6.2.8 Módulo de Ayuda.

El módulo Ayuda gestiona los mensajes de soporte al usuario, mostrando el formato de los mensajes de configuración e información. Lo hace con una serie de mensajes mediante los cuales es posible conocer todos los comandos de configuración.

Este módulo se encarga de la siguiente operación:

- **Procesamiento de Comandos de Ayuda:**

El sistema tras recibir un comando de ayuda realizará el análisis de éste, según el comando recibido:

- Comando **“AYUDA”**: Una vez comprobado que el mensaje es de ayuda, si no le acompaña ningún parámetro más, el sistema entenderá que se necesita ayuda para utilizar la ayuda, valga la redundancia, de forma que se nos enviará un SMS con los comandos (de ayuda) que podemos solicitar, y el formato de petición. Son los que se detallarán posteriormente.
- Comando **“AYUDA TELEFONO”**: Tras recibir este mensaje el sistema lo identificará y nos enviará un mensaje con una breve explicación de los comandos que se utilizan para la gestión de los teléfonos: **“TA” “TAn” “TD” “TDn”**.
- Comando **“AYUDA ALARMA”**: Tras recibir este mensaje el sistema lo identificará y nos enviará un mensaje con una breve explicación de los comandos que se utilizan para la gestión de la alarma: **“FOTO” “ESTADO” “RESET”**.
- Comando **“AYUDA NOTIFICACION”**: Este comando completa la información de los comandos que gestionan la alarma, informándonos del formato del mensaje **“NOTIFICACION”**.
- Comando **“AYUDA OPERADORA”**: Tras recibir este mensaje el sistema lo identificará y nos enviará un mensaje con una breve explicación de las opciones de utilización del comando **“OPERADORA”**.
- Comando **“AYUDA OPERADORAMMS”**: A diferencia del mensaje anterior, este nos informa del formato del comando a utilizar, para modificar el fichero operadoras.

7 Ensayos realizados durante el Desarrollo del Software

Con el objetivo de simplificar la labor se ha dividido cada parte funcional del sistema, realizando sencillas aplicaciones, conteniendo en cada una de ellas partes autónomas donde se realizan funcionalidades y operaciones específicas del sistema. Finalmente, se integran todas las partes componiendo el presente software.

Previamente y antes de la iniciar las pruebas debemos configurar el módem para esta fase. Se debe indicar al módem GE el modo de ejecución en el que arrancará, el fichero que se ejecutará tras el encendido del módem GE y activar el debug.

7.1 Comprobación del funcionamiento del sensor PIR

Una vez instalado y alimentado el sensor, se necesita esperar un tiempo de adaptación, de entre 10s. y 30s. a las condiciones propias del escenario donde va operar. Después lo conectamos al osciloscopio para cerciorarnos que la sensibilidad de este elemento es la indicada en la hoja de características. Se observa que, cuando se produce movimiento, la respuesta es inmediata y de duración mínima 500ms., mientras que cuando no se producen movimientos la señal de salida se mantiene a 12V, tensión de alimentación.

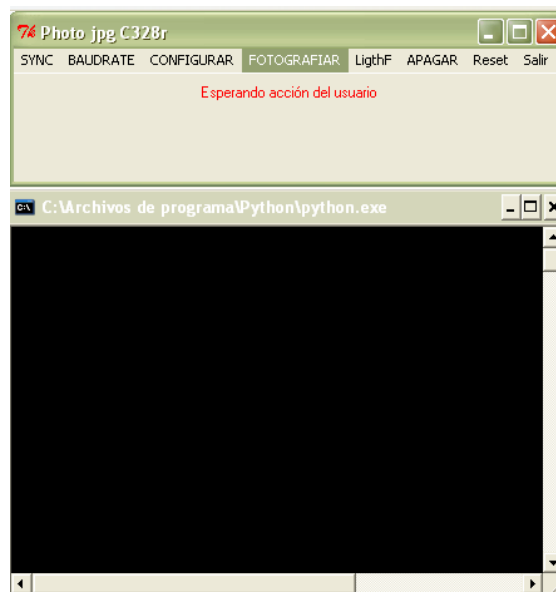
Instalando el sensor a 2 metros de distancia de una entrada, y activándolo por medio del paso de una persona a la zona de cobertura del sensor se puede observar que la señal de salida cae a 0V durante un tiempo mínimo de 2s., ya que la señal se mantiene a nivel bajo durante todo el tiempo que se esta produciendo movimiento. Dada nuestra aplicación se tiene en cuenta estos resultados controlando el tiempo que emplea para cada labor.

Tras este análisis lo conectamos al módem a través de un circuito optoacoplador, que reduce a un máximo de 2.8V el nivel de salida de la señal del sensor, éste es conectado al puerto GPIO. Con el fin de comprobar su funcionamiento realizamos una sencilla aplicación que nos configura el puerto GPIO como entrada, escuchamos este puerto durante todo el tiempo sabiendo que la salida se activará cuando nos movamos, en ese momento se mostrará un texto por pantalla. Dicha activación se produce a nivel bajo, pero como las entradas del módem son también a nivel bajo cuando se activa el sensor tenemos un 1 y cuando no esta activado un 0. Tomando sencillamente un 1 como activado y un 0 como desactivado. El texto es mostrado en la pantalla del **RSterm** mientras se realiza el debug. Se observa que la respuesta es inmediata, y el funcionamiento es el analizado en el osciloscopio.

7.2 Análisis del funcionamiento de la cámara C328R

7.2.1 Captura de imágenes con el PC

Para comprobar el funcionamiento de la cámara se desarrolló primeramente una aplicación en Python para el PC, la cual contenía todos los comandos presentes en el manual de usuario de la C328R. Tras conectar el PC con el conversor RS232 y la cámara se ejecuta nuestra aplicación, mostrándose por pantalla las respuestas de la cámara. Las comunicaciones se daban a través del puerto serie del PC a 115200bps con 8 bits de datos y 1 de parada.



7.2.1 Captura aplicación Python para controlar la cámara con el PC

- Para iniciar la comunicación pulsamos el comando **Sync**, enviamos tramas hasta llegar a 60, límite indicado en el manual, vemos como normalmente se sincroniza entorno a la vigésima cuarta trama; a partir de este momento la cámara se debe mantener sincronizada. Cuando se sincroniza la cámara se fija la velocidad, a la cual se trabajará en la comunicación.

Se comprobó que tras pasar 50 segundos¹⁴ la cámara se desincronizaba ya que si pulsábamos otro comando no nos contestaba nada. Para lograr que nos contestase debíamos volver a sincronizar la cámara y a continuación volver a ejecutar el comando que requeríamos. En determinadas ocasiones la cámara no responde con **ACK** a la trama de sincronismo, por lo que para poder sincronizarnos debemos resetear la cámara, y entonces enviamos la trama reset y después las tramas de sincronismo.

¹⁴ Valor medio entre las pruebas que se realizaron con el PC.

Dado que estas pruebas fueron realizadas con el PC esperamos a probar la cámara con el módem GE para así poder obtener más datos sobre este comportamiento, por cierto, no contemplado en el manual.

- Para capturar una imagen debemos sincronizar la cámara e indicar la calidad y el formato de la imagen a capturar. Para ello se envía la trama **Inicial** y **Set package size**, comprobando, en ambos casos, que nos llegan los **ACKs**. Una vez configurada ya podemos realizar todas las imágenes que necesitemos.

Se comprobó que para realizar capturas con la misma configuración no es necesario configurar la cámara cada vez. Esto parecía lógico pensarlo, pero en el manual los pasos a seguir indican que se debe configurar la cámara antes de cada nueva captura.

- Mediante el comando **Snapshot** se capturan instantáneas, y a través de **Getpicture** enviamos la imagen de la cámara al PC, en este segundo caso cada paquete¹⁵ era almacenado en un fichero, dedicado al efecto, a este uso.

Para capturar varias imágenes antes de pulsar **Snapshot** se debe enviar **Sync**, ya que la cámara pierde la sincronización. Tras finalizar la recogida de la imagen se visualiza ésta en el ordenador y se analiza su calidad.

El comportamiento de la cámara no era el esperado, ya que el problema con la sincronización hacía ineficiente el sistema a la hora de capturar una imagen con el sensor de movimiento, dado que el momento de la captura no se daría inmediatamente después de detectarse movimiento, sino tras sincronizarse.

La opción que se decidió fue determinar el máximo tiempo que permanece la cámara sincronizada sin necesidad de interactuar con ella, y transmitir una trama **Sync** dentro de ese margen temporal, logrando así mantenerla sincronizada todo el tiempo, y para conseguir así que la captura se encuentre dentro de los tiempos exigidos en el diseño.

¹⁵ Los comandos *Easy script in Python*, mediante los cuales nos comunicamos con la cámara, presentan 4096 bytes como límite del tamaño disponible en el buffer, dicha limitación no nos afecta ya que los paquetes enviados son de 512bytes.

7.2.2 Captura de imágenes con el módem GE

Una vez dadas por terminadas las pruebas con el PC, se adaptó la aplicación utilizada al módem GE. Para probar la aplicación en el módem GE tuvimos como limitación que no tenemos botones como con el PC, por lo que para realizar una captura se introdujo el código desarrollado para el PIR, de forma que al detectarse movimiento se capturaba una imagen que se guardaba en un fichero, visualizándose posteriormente en el PC.

Para realizar las pruebas el modo de actuar era configurar la cámara al inicio y mantenernos a la escucha del sensor, capturando imagen si se producía movimiento. Pruebas realizadas:

- Uno de los ensayos fue capturar imágenes durante 60 minutos haciendo saltar el sensor PIR cada minuto. Se logró capturar 28 imágenes con éxito de las 30 que se intentaron. Las imágenes eran capturadas cada minuto y por un problema de sincronismo y un fallo en la recepción de la imagen no se pudieron realizar 2 imágenes.

En esta prueba se enviaba el comando **Sync** antes del **Snapshot**, pero únicamente solo se enviaba una trama **Sync**, perdiéndose un tiempo despreciable en la captura (3decs.). En el caso de no sincronizarse al primer intento se enviaban dos tramas de **Sync** más. En caso de no poderse sincronizar, se aborta la realización de la imagen y posteriormente se sincroniza realizando un **Sync** completo (hasta 60 o hasta lograr la sincronización).

En general, se observó que era más estable que con el programa del PC.

- Para intentar mejorar el comportamiento y minimizar el tiempo de la captura se decidió enviar tramas **Sync** unitarias cada 8s., lográndose así no perder el sincronismo con la cámara. Tras realizar el ensayo anterior logramos capturar con éxito todas las imágenes solicitadas.

Se realizó el ensayo en dos ocasiones más, pudiendo observarse que la cámara presentaba estabilidad en este escenario.

- Análisis de los tiempos de transmisión de la imagen desde la cámara al módem. Inicialmente se fijo un segundo como tiempo entre la recogida de cada paquete, modificándose posteriormente hasta conocer el mínimo tiempo posible en recoger la imagen completa. Reduciendo el tiempo de recepción de cada paquete se llevo al mejor registro de 25s., dado que al intentar minimizar este tiempo de 25s., disminuyendo el tiempo de recepción entre los paquetes se aumentaban las recepciones erróneas en los paquetes enviados por la cámara, precisando solicitar el reenvío del paquete erróneo, lo que hacía aumentar el tiempo de recepción. El número de paquetes esta alrededor de 30, determinado este por las condiciones de luz. El tiempo final empleado es de 25s. condicionado por el número de paquetes y

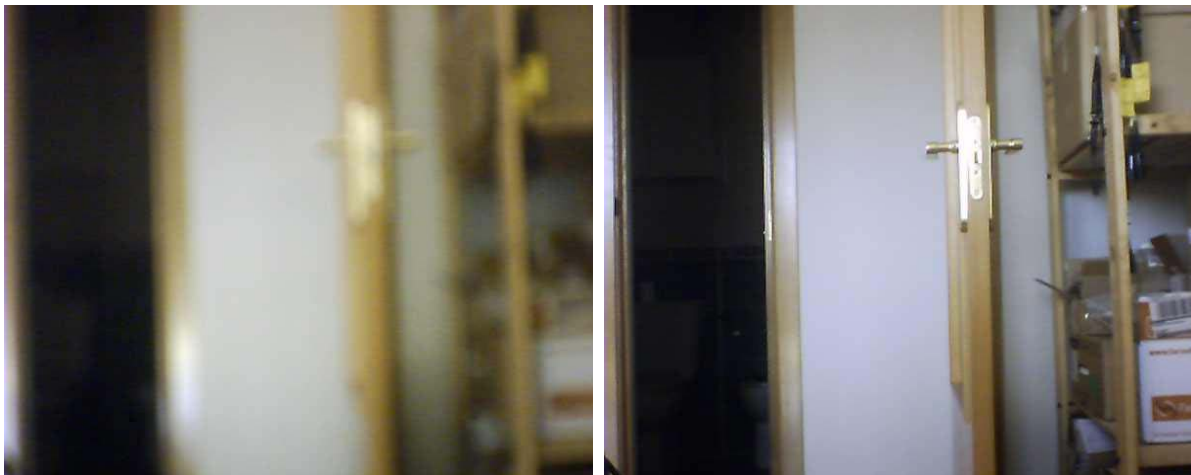
la necesidad de reenviar algún paquete, por recepción errónea. Estamos hablando de un tiempo elevado, dado que la velocidad de comunicación es de 115200 baudios y el tamaño de la imagen está en torno a 17000Bytes.

Finalmente se llegó a la conclusión que perdíamos ciclos de ejecución por el envío del **Sync** pero se lograba disponer de una captura instantánea y correcta en el momento de necesitarse. Dado que el sensor se mantenía excitado durante un mínimo de 2s., de forma que el tiempo empleado en el envío del **Sync** unitario no evitaba desatenderlo, ya que se empleaba menos de 1s. en ejecutar un solo **Sync**. Cumpliéndose así los requisitos del software.

7.2.3 Ajustes de la cámara

Para ajustar¹⁶ la calidad de la imagen capturada, además de poder ajustar la resolución, para la cual elegimos la máxima, se pueden modificar solamente dos parámetros: el enfoque y la frecuencia de la luz, de forma que:

- La frecuencia de la luz de la cámara se puede establecer a 60Hz y a 50Hz. Esta modificación se realiza por software. Realizando varias instantáneas a las dos frecuencias, se pudo observar como la capturada a 50Hz no posee más nitidez que la de 60Hz y viceversa, es por ello que se optó por no modificar la frecuencia configurada por defecto a 50Hz.
- En primer lugar enfocamos la cámara, realizándolo de forma manual sobre el objetivo de la cámara, y capturando imágenes. Comparando a la vez las imágenes que se iban capturando, hasta finalmente obtener la mayor nitidez posible.



7.2.II Comparación Imágenes, antes y des pues a 50Hz

¹⁶ Los ajustes fueron realizados con la aplicación del PC, porque así la visualización de la imagen era inmediata.

7.3 Configuración, envío y lectura de SMS

La forma de operar con los SMS se realiza mediante comandos **AT**. Se debe verificar que la SIM esté insertada a la hora de trabajar con este servicio, de no ser así el módem GE nos devuelve *ERROR* tras ejecutar esta serie de comandos.

Primeramente se seleccionan los parámetros necesarios para operar con el servicio SMS. Se debe configurar el formato con el que queremos trabajar con los mensajes cortos, a la hora de realizar envíos, listados, lecturas, y escrituras de mensajes. El formato elegido es en modo texto, dado que así podemos trabajar fácilmente con el tipo de dato *string*. Fijamos la configuración de la recepción de los SMS, indicando que el lugar de almacenamiento de los mensajes será la tarjeta SIM, y sin solicitar información del estado del buffer. Finalmente, configuramos los parámetros de envío de los mensajes.

Una vez implementado el código de configuración del servicio procedemos a programar las funciones que nos posibilitan enviar, leer y borrar los SMS.

- Durante el desarrollo del envío de mensajes, también se configuró el módem GE para identificar llamadas, con el fin de luego utilizarse para activar y desactivar la alarma.

El programa modifica una variable tras detectar un aviso de llamada, y envía un SMS al teléfono que realizó la llamada, informándolo del valor de la variable. Para realizar el envío debemos indicar al comando el texto del mensaje a enviar, y el número de teléfono receptor del SMS.

Tras numerosos envíos comprobamos que el tiempo medio de envío de un SMS es **7s.**, contando desde el comienzo de la composición del mensaje hasta recibir el OK de envío por parte del módem GE.

- La lectura de los mensajes fue comprobada a través del comando **"ESTADO"**. Consultándose la lista de SMSs cada minuto, para leer los mensajes recibidos, se indica al comando la opción de leer todos los mensajes almacenados en la memoria. Cuando se enviaba el comando **"ESTADO"**, el módem GE leía el mensaje y nos respondía con el estado de la alarma (teléfonos, modo configurado, tipos de alertas). También se enviaron otros mensajes, con un texto no reconocido por el sistema, a los cuales respondía con el texto *"COMANDO INCORRECTO, revise el comando y vuelva a intentarlo"*.

Tras la lectura de cada SMS lo borramos, indicando al comando **AT** el número del mensaje a eliminar; al término de la prueba la tarjeta SIM era introducida en un móvil cerciorándonos que no contenía ningún SMS. Todos los SMS habían sido borrados.

Por medio de estas pruebas se implementó la interface de SMS de presente proyecto, introduciendo la identificación del origen de los mensajes como medida de seguridad y el modo de actuación con los comandos mostrados en la tabla del apartado 4.2.2.

7.4 Análisis de la comunicación GPRS

7.4.1 Establecimiento de la conexión GPRS

Con el fin de comprobar el funcionamiento de una conexión GPRS con el módem GE se hizo uso del *Easy GPRS User Guide*, a través del ejemplo 2.4.1 de dicho manual.[7]

La SIM utilizada inicialmente fue la del operador Orange.

Tras conseguir los parámetros de configuración GPRS del operador, definimos los parámetros del socket. En un primer momento se utilizaron los definidos por defecto por Telit, mostrándose en la siguiente tabla:

Configuración GPRS Orange	
APN	Internet
IP del servicio GPRS	Dinámica, asignada por la red
DNS	Asignada por la red
ID de Usuario	orange
Contraseña	orange
Parámetros del Socket	
Identificación de conexión	1
Tamaño del paquete (usamos la pila IP para el envío de datos)	300 Bytes
Tiempo límite de inactividad del Socket	90 s.
Tiempo limite de conexión	600 centésimas s.
Tiempo limite entre envíos de datos	50 centésimas s.

7.4.1 Tabla de parámetros de configuración GPRS

Para llevar a cabo este ensayo se recurrió a ejecutar directamente los comandos **AT** sobre la aplicación **RSterm**. Según se iban introduciendo los comandos recibíamos **OK** o **ERROR** como respuestas al comando ejecutado.

En primer lugar configuramos el contexto y el socket para utilizar la pila TCP. Tras ello se establece la conexión GPRS recibiendo una IP dinámica asignada por el operador. A continuación nos conectamos al servidor www.sytek.es a través del puerto 80, indicando en este establecimiento que el protocolo de transmisión va ser TCP.

Tras 1 segundo, según el estado de la red, se recibe la respuesta **CONNECT**. Ahora podemos intercambiar datos con el servidor HTTP con el cual nos acabamos de conectar. Realizamos una petición GET / HTTP 1.1, a través de la pestaña Telit HTTP del **RSterm**, tal y como nos aparece por defecto, pulsando el botón **Send request to HTTP Server**, recibiendo por pantalla los datos que componen la página web. Aunque algunos datos no son legibles comprobamos que recibimos **HTTP/1.1 200 OK** como muestra de una comunicación correcta.

Finalmente realizamos la desconexión, para lo cual esperamos 90s., tiempo de inactividad de la conexión. El módem automáticamente desconecta la conexión GPRS.

Tras las pruebas de conexiones GPRS se llevó a cabo el desarrollo del módulo GPRS.

7.4.2 Ajuste de los parámetros GPRS para el envío de MMS

Dado que el envío de los mensajes multimedia se realiza a través de GPRS se debe ajustar el socket para esta comunicación. [14]

Para llevar a cabo estos ensayos se utilizó el módulo GPRS y las aplicaciones **Wireshark**¹⁷ y **Nokia Mobile Internet Toolkit**¹⁸. En concreto, el programa **Nokia Mobile Internet Toolkit** se utilizó para construir los mensajes multimedia, a través de su editor, y el programa **Wireshark** se usó como analizador de tráfico de red.

La prueba consistía en enviar el mensaje multimedia, creado con el **Nokia Mobile Internet Toolkit**, previamente guardado en el módem GE, a través de una conexión GPRS. Este envío se inicia por medio de un aviso de llamada y tras conectar a un servidor Apache de **Sytek-Developer**. Enviamos el mensaje; mientras tanto capturamos el tráfico de red. Este tráfico se captura a través del comando **tcpdump**, guardándose esta información para posteriormente ser analizada con el **Wireshark**.

Tras las pruebas pudimos observar que el tiempo entre el envío de cada trama era de aproximadamente de 0.7s., y la longitud de las tramas era de 334 bytes de media. Por estos valores podemos observar que el intercambio de información no era eficiente para el envío de MMS de entorno a 17KB. Así pues, para agilizar el envío se opta por asignar el tamaño del paquete de forma automática, y reducir el tiempo entre envíos. Aplicando estos cambios en la configuración del socket se logra reducir a un 75% de media el tiempo total, respecto a los envíos realizados anteriormente. Así se logra mejorar la conexión GPRS, con respecto a los parámetros ofrecido por telit, que retardaban y propiciaban pérdidas de paquetes.

¹⁷ Herramienta propiedad de CACE Technologies

¹⁸ Editor de contenidos para móviles, propiedad de Nokia.

7.5 *Análisis del Servicio MMS*

7.5.1 Envíos de mensajes multimedia.

Antes de llevar a cabo la codificación de los mensajes multimedia a enviar utilizamos un editor de MMS para componer un mensaje multimedia, y tener la certeza de que el envío en sí, es decir la comunicación con el MMSC a través del proxy, no presentaba ningún problema. Aunque habíamos probado a enviar un MMS anteriormente, en estos envíos solo se analizaba la conexión, mientras que ahora aquí el envío se realizaba hacia un terminal móvil, probando así que el MMSC acepta nuestra comunicación y ésta se recibe en el destino.

Mediante el **Nokia Mobile Internet Toolkit** compusimos un sencillo mensaje, multipart.mixed, compuesto simplemente por los campos obligatorios. Este archivo con extensión mms fue almacenado en la memoria del módem.

Posteriormente enviamos una petición HTTP POST, a través de una conexión GPRS, incluyéndose el archivo creado con la citada aplicación. Tras el envío, y en torno a 19s. después, recibimos del MMSC "*Msg received successfully*", (además de otros datos no codificables por el código ASCII) ello implica que el envío se ha realizado correctamente.

Tras unos segundos pudimos observar como nos llegaba un MMS al terminal destino.

Para enviar los mensajes multimedia creados por nuestro software, según se indica en el siguiente apartado, el mensaje es confeccionado en partes, dichas partes se conciben unidas y son enviadas estableciendo una comunicación como la anteriormente descrita.

7.5.2 Codificación de mensajes multimedia.

Para gestionar la codificación del mensaje multimedia fue creado el módulo MMS¹⁹. Inicialmente y sin tener en cuenta los requisitos del software, se compuso un mensaje con las mismas características que el que fue compuesto en el apartado anterior, es decir con tipo de PDU multipart.mixed. Este mensaje era encapsulado en una lista y posteriormente enviado a través de una conexión GPRS. Tras lograr el mismo resultado que en el apartado anterior se compuso el tipo de MMS requerido por el software. [(13), (17) apartado 2.3.4 , (20)]

Para llegar al mensaje que implementa el software hubo que codificar cada campo, adaptando y construyendo los campos variables como la imagen, y al tiempo manteniendo fijos los campos propios del tipo de mensaje, así como tipo de encapsulado, versión, etc...

A continuación se describe globalmente cada parte del MMS m-send-req. Destacar que el orden de cada parte en el encapsulado total presenta como único requisito que la cabecera sea la primera, mientras el orden del resto de partes no se tiene en cuenta. Se puede observar como se codifica un MMS tipo, destacándose en negrita cada parte. En la columna izquierda tenemos la dirección de memoria, en hexadecimal de cada byte, en la central tenemos la codificación del mensaje en hexadecimal, y en la columna derecha se presenta en código ASCII el mensaje multimedia. Los bytes no reconocidos por esta codificación son representados con un punto.

- Desde la dirección 0x181 hasta la 0x1dd se muestra la codificación de la cabecera, en ella tenemos como partes variables: el teléfono destino, y el identificador del MMS:

```

0180  0a 8c 80 98 45 31 33 43 35 33 37 35 42 33 33 46  ....E13C5375B33F
0190  42 32 00 8d 92 89 01 81 97 36 32 38 35 36 31 31  B2.....6285611
01a0  37 39 2f 54 59 50 45 3d 50 4c 4d 4e 00 96 66 6f  79/TYPE=PLMN..fo
01b0  74 6f 00 8a 80 8f 81 86 81 90 81 84 1f 20 b3 8a  to..... ..
01c0  3c 33 33 31 33 31 38 30 32 30 3e 00 89 61 70 70  <331318020>..app
01d0  6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 73 6d 69 6c 00 03 1e  lication/smil...
01e0  81 8d 7d 0f 9e 85 32 32 31 32 32 30 30 38 2e 6a  ..}...22122008.j
01f0  70 67 00 8e 32 32 31 32 32 30 30 38 2e 6a 70 67  pg..22122008.jpg
0200  00 ff d8 ff e1 13 8d 45 78 69 66 00 00 49 49 2a  .....Exif..II*

```

¹⁹ Módulo descrito en el apartado 5.2.4.

- A continuación de la cabecera se encuentra la parte que presenta la imagen, indicándose el inicio y el final. Podemos observar como el número de partes de la PDU es 3, indicándose en la posición 0x1DE. La longitud de esta parte depende del tamaño de la imagen. En este ejemplo vemos que va de la dirección 0x1df hasta la 0x48fd, un total de 18,206kB²⁰.

```

01c0  3c 33 33 31 33 31 38 30 32 30 3e 00 89 61 70 70  <331318020>..app
01d0  6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 73 6d 69 6c 00 03 1e  lication/smil...
01e0  81 8d 7d 0f 9e 85 32 32 31 32 32 30 30 38 2e 6a  ..}...22122008.j
01f0  70 67 00 8e 32 32 31 32 32 30 30 38 2e 6a 70 67  pg...22122008.jpg
0200  00 ff d8 ff e1 13 8d 45 78 69 66 00 00 49 49 2a  .....Exif..II*
0210  00 08 00 00 00 08 00 0f 01 02 00 06 00 00 00 6e  .....n
0220  00 00 00 10 01 02 00 06 00 00 00 74 00 00 00 12  .....t....

48c0  e6 8a 00 5a 28 01 69 68 00 a3 14 c0 5a 29 08 33  ...Z(.ih....Z).3
48d0  4b 9a 63 16 8a 04 14 b4 c0 4a 51 40 0b 45 00 14  K.c.....JQ@.E..
48e0  b4 00 b4 50 20 a2 80 16 8a 60 2d 2d 02 0a 29 80  ...P .....`--..).
48f0  b4 51 60 0a 29 d8 02 8a 40 14 50 23 ff d9 1c 06  .Q`.)...@.P#....
4900  0f 83 81 ea 85 50 72 75 65 62 61 2e 74 78 74 00  ....Prueba.txt.

```

- Seguidamente de la imagen, introducimos la parte que presenta el texto, esta parte es fija para todos mensajes que envía el sistema. Este ejemplo presenta un texto de pruebas, en el que puede leerse en la columna derecha: “Prueba”.

```

48e0  b4 00 b4 50 20 a2 80 16 8a 60 2d 2d 02 0a 29 80  ...P .....`--..).
48f0  b4 51 60 0a 29 d8 02 8a 40 14 50 23 ff d9 1c 06  .Q`.)...@.P#....
4900  0f 83 81 ea 85 50 72 75 65 62 61 2e 74 78 74 00  ....Prueba.txt.
4910  8e 50 72 75 65 62 61 2e 74 78 74 00 50 72 75 65  .Prueba.txt.Prue
4920  62 61 2d 82 5a 1e 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f  ba-.Z.applicatio
4930  6e 2f 73 6d 69 6c 00 81 ea 85 70 72 65 73 2e 73  n/smil....pres.s

```

- Para finalizar introducimos la parte inicial y la final del SMIL que introduce el modo de presentación del mensaje. Esta parte va desde la posición 0x4922 a la 0x4aab. Como datos variables del SMIL tenemos el identificador del MMS, dejándose el resto fijos.

```

4910  8e 50 72 75 65 62 61 2e 74 78 74 00 50 72 75 65  .Prueba.txt.Prue
4920  62 61 2d 82 5a 1e 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f  ba-.Z.applicatio
4930  6e 2f 73 6d 69 6c 00 81 ea 85 70 72 65 73 2e 73  n/smil....pres.s
4940  6d 69 6c 00 c0 22 3c 33 33 31 33 31 38 30 32 30  mil.."<331318020
4950  3e 00 3c 73 6d 69 6c 3e 3c 68 65 61 64 3e 3c 6c  >.<smil><head><l

4a70  3c 74 65 78 74 20 72 65 67 69 6f 6e 3d 22 54 65  <text region="Te
4a80  78 74 22 20 73 72 63 3d 22 50 72 75 65 62 61 2e  xt" src="Prueba.
4a90  74 78 74 22 2f 3e 3c 2f 70 61 72 3e 3c 2f 62 6f  txt"/></par></bo
4aa0  64 79 3e 3c 2f 73 6d 69 6c 3e 0d 0a  dy></smil>..

```

²⁰ No se introduce codificación de la parte imagen completa, dado que no aporta información relevante.

8 Ajustes y Pruebas Generales del Sistema

Con el objetivo de ajustar el momento de ejecución de los eventos a realizar en el sistema, y probar el funcionamiento global de éste se realizaron los siguientes ensayos que se detallan a continuación. En este punto de desarrollo, todos los módulos son integrados en el PCB desarrollado por **Sytek-Developer**.

8.1 Integración de todos los módulos Python del sistema

A la hora de integrar cada uno de los módulos al sistema final, tuvimos que considerar que el módem GE funciona por consulta y no dispone de interrupciones, de forma que hubo que analizar las prioridades de cada uno de los eventos que se debían atender, teniendo en cuenta las tareas que podían ser pospuestas.

Los eventos a los que se atiende son: la consulta del estado del sensor de movimiento, los avisos de llamada, la recepción de SMS, el reenvío de notificaciones que fueron enviadas sin éxito y la sincronización con la cámara. La acción más prioritaria depende siempre del estado en el que se encuentre el sistema, desatendiéndose los eventos que podrían realizarse en otros momentos. A continuación se describe la distribución del tiempo en cada estado:

- Inicialmente el sistema está sin configurar, por ello la acción prioritaria es atender al interface SMS. El resto de eventos no tienen que realizarse hasta que el sistema no este configurado.
- Cuando el sistema esté en modo automático, y totalmente configurado será el momento de realizar la consulta de la situación del sensor de movimiento, seguida del mantenimiento de la sincronización de la cámara, dos de las principales acciones que realiza el software. Atender los SMS que recibimos, el cambio de modo y realizar el reenvío de notificaciones: si ha habido algún error serán eventos de baja prioridad, realizándose una vez de cada diez que se realiza el sincronismo con la cámara.

En este modo se mantiene controlado el sensor la mayor parte del tiempo, realizándose esta operación como el evento más prioritario. Teniendo en cuenta que la duración del pulso de alerta de movimiento es superior a 2 segundos, solamente si el usuario interactuará con el sistema se perdería el conocimiento del estado del sensor en esos instantes.

- En el momento en el que el sistema se encuentre en modo manual, la prioridad de realizar una labor u otra desaparece. De forma que la consulta al PIR no se realiza y el resto de eventos son ejecutados con mayor prioridad. En este modo, el sistema presenta momentos en los que no realiza ninguna acción.

Una vez fijada la acción que se realiza en cada instante, el software es totalmente funcional, lo que nos lleva a pasar a efectuar pruebas globales con el objetivo de depurar el sistema.

8.2 Interface SMS

Para comprobar que el funcionamiento de la interface SMS era el esperado, se inició el sistema sin ninguna configuración. Al realizar estas pruebas ejecutábamos el envío de todos los comandos, configurando y desconfigurando el sistema, analizando los tiempos de respuesta y adaptando el formato de los mensajes a responder por el sistema.

- Se analizaron los tiempos empleados en las diferentes acciones relacionadas con la interface de SMS, obteniendo los siguientes datos.

Tiempos medios de diferentes consultas [s.]	
Consulta de la llegada de SMS, teniendo 0 SMS en memoria	1
Consulta de la llegada de SMS, teniendo 1 SMS en memoria de un teléfono conocido.	12.14
Consulta de la llegada de SMS, teniendo 1 SMS en memoria de un teléfono conocido, siendo el formato del SMS erróneo	10
Rechazar un SMS de un teléfono no autorizado	3

8.2.I Tabla de tiempos consumidos en operaciones SMS

- Se analizaron los tiempos empleados en las diferentes acciones relacionadas con los avisos de llamada.

Tiempos medios de diferentes consultas [s.]	
Consulta de aviso de llamada, teniendo 0 avisos de llamada	0.5
Consulta de aviso de llamada, teniendo 1 aviso de un teléfono conocido (realizándose la conmutación del modo de funcionamiento)	8
Consulta de aviso de llamada, teniendo 1 aviso de un teléfono no conocido	1

8.2.III Tabla de tiempos consumidos en operaciones sobre avisos de llamada

- Solicitamos el envío de un MMS, para ello ejecutamos el comando "**FOTO**". Tras capturar la imagen y componer el mensaje multimedia llega a nuestro terminal móvil el MMS. Tomando como inicio de este proceso el instante de la lectura del SMS, y como fin la contestación del MMSC, y considerando que el MMS ha sido enviado correctamente, la operación completa se realiza en unos tiempos que son de media, 1 minuto y 45 segundos.

Teniendo constancia y sin olvidar que la cámara pierde el sincronismo tras un periodo de 8s, sin haberla mandado ninguna trama de sincronización, y tras los eventos que consumen más de 8s. se nos hace necesario establecer de nuevo la sincronización de la cámara con el módem.

8.3 Notificación MMS accionada a través del sensor de movimiento

La aplicación del envío de un MMS notificando que se ha producido una intrusión accionada a través del sensor PIR es la más crítica de todo el sistema debido a la necesidad de capturar la imagen a enviar en menos de 2 s..

Cuando ya se encontraba configurado el sistema en modo automático se realizaron las siguientes series de pruebas que se describen, queríamos identificar el instante y la posición de la persona que entra en el campo de actuación del sensor de movimiento.

El escenario utilizado para la realización de este ensayo fue la colocación del sistema a dos metros de una puerta de entrada, por donde se accedía al campo de cobertura del sensor. Tras múltiples pruebas se analizan las imágenes capturadas determinando así los siguientes resultados:

- Dada la distancia de la cámara a la entrada, y en los peores casos, cuando el tiempo de captura es cercano a los dos segundos se hace necesario mantener la distancia de dos metros entre la entrada y la cámara. La disminución de esta distancia a menos dos metros no permite que aparezca el sujeto que invade el espacio, en la imagen.

9 Conclusiones, Líneas Futuras y Presupuesto.

9.1 Conclusiones y análisis crítico

En general los resultados obtenidos en el proyecto han sido satisfactorios. Se ha logrado implementar el sistema con el hardware que había determinado **Sytek** dando así la posibilidad de obtener un sistema doméstico y de bajo coste, cumpliendo con las especificaciones de funcionamiento.

Se han tenido que solventar más problemas de los que a priori podrían esperarse, principalmente debidos al modo de funcionamiento de la cámara, sus bajas prestaciones y las comunicaciones entre el módem GE y ella.

En cuanto a la utilización del módem GE como sistema de control central cabría destacar que esta solución puede ser mejorada mediante la utilización de un módem con características más orientadas a la aplicación desarrollada, como por ejemplo que tuviera la capacidad de enviar MMS a través de comandos **AT**, e incluyera interface USB, aportando así la posibilidad de utilizar directamente una cámara con mejores prestaciones, etc.

El sistema puede ser optimizado combinando la utilización del módem con un microprocesador, como por ejemplo un PIC y ofreciéndonos la posibilidad de que el control central del sistema dependa del microprocesador. Así por medio de interrupciones podríamos atender inmediatamente a la excitación del sensor y la realización de la imagen. Para más tarde enviar la imagen mediante el módem, con la ventaja que el microprocesador puede realizar otros procesos al mismo tiempo que se da el envío, función que está condicionada por el estado de la red del operador al que estamos suscritos.

Por último destacar el buen funcionamiento del sistema cuando se le solicita cualquier dato o fotografía, mediante mensajes cortos.

9.2 Líneas Futuras

Las posibles líneas futuras que atisbamos podríamos catalogarlas diferenciando entre posteriores mejoras sobre esta misma aplicación. Manteniendo los mismos requisitos, modificaciones del software del sistema aumentando los requisitos sin cambiar el hardware, y en la utilización del software desarrollado para otros dispositivos.

- Manteniendo los mismos objetivos y requisitos del sistema podemos añadir algunos de los componentes, aumentando así la calidad del sistema. Este sería el caso de la incorporación de un microcontrolador (por ejemplo un PIC) que se encargue de la alerta del sensor por medio de interrupciones ordenando la captura de la imagen, tras ello sería enviada a través del interface SPI al módem GE para finalmente ser enviada.

La incorporación del microcontrolador nos daría la posibilidad de que éste ocupará el kernel del sistema, además de poder realizar tareas en paralelo. Con estas modificaciones el módem GE realizaría menos funciones, manteniéndose todas las relacionadas con las comunicaciones GSM/GPRS con el exterior.

- La modificación del software del sistema aumentando los requisitos podría ser otra mejora que consistiría en incorporar la captura de video y su posterior envío, encapsulado en un mensaje multimedia, bien al terminal móvil o al correo electrónico del usuario. Estas nuevas funcionalidades son realizables con el hardware actual, con la incorporación de nuevos métodos y la modificación del software desarrollado.

- La adaptación del software desarrollado para otros dispositivos es una opción que se estudia actualmente en **Sytek Developer**. La funcionalidad del envío del MMS, junto con la captura de la imagen sería incorporada a un localizador GPS. Con esta nueva funcionalidad dicho sistema de control, que en la actualidad comercializa **Sytek** mediante la serie **LC300**, aumentaría sus características, otorgándole en este momento, funcionalidades exclusivas en un localizador GPS.

De forma que, observando el buen funcionamiento del sistema ante eventos donde la respuesta puede posponerse unos segundos en el tiempo, es posible la introducción de la notificación a través de MMS de la sustracción de un vehículo. Enviándose en dicha notificación una fotografía de la persona que conduce el citado vehículo, aumentándose con ello así la información sobre la persona que ha sustraído el vehículo.

Esto sería posible con tan solo integrar en el actual software del localizador GPS el módulo JPG, MMS y GPRS. (<http://www.sytek.es/>)



9.2.II Localizador LC300

9.3 Presupuesto

9.3.1 Coste de los medios materiales

El coste de los materiales necesarios para el desarrollo del presente proyecto se desglosa a continuación.

CANTIDAD	CONCEPTOS	DISTRIBUIDOR	PVP. Ud.	TOTAL
1	Cámara C328R	Electronics123.com, Inc	32€	32,00€
1	Sensor PIR KC7786	Electronics123.com, Inc	7.67€	7,67€
1	Módem GE 863 QUAD – PY	Round Solutions	54€	54,00€
1	Starter-Kit GE863-GPS	Round Solutions	399€	399,00€
1	Antenna Multi Band GSM 850/900/1800/1900/UMTS ANT-GXW110	Round Solutions	20€	20,00€
1	Cableado	TelKron	3€	3,00€
1	Circuitería Adicional	TelKron	10€	10,00€
		Base imponible		525,67€
		IVA.		16%
		Importe IVA.		84,11€
		Total		609,78€

9.3.2 Coste del personal

El personal dedicado al presente proyecto será de un Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones, el cual lo dará término en unos 3 meses, cuyo sueldo es de 1568€/m ha esta cantidad debemos sumar el 32% de seguridad social. Siendo el coste total de personal durante estos 3 meses de 6209.28€.

Nº Trabajadores	Nº de meses	Tipo de Trabajador	Sueldo Mensual	TOTAL
1	3	Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones	1568 €	4704,00€
	3	Gastos Seguridad Social	32%	1505,28€
		Coste de Personal		6209,28€

9.3.3 Coste total del proyecto

El coste total del presente proyecto sin incluir los gastos generales es de 6.819,06€, incluyendo los gastos generales²¹ de **Sytek-Developer** que ascienden a 681,91€, hacen un total de **7500,97€**.

²¹ Gastos generales: Coste proporcional al consumo de luz, teléfono, Internet y uso del local.

ANEXOS

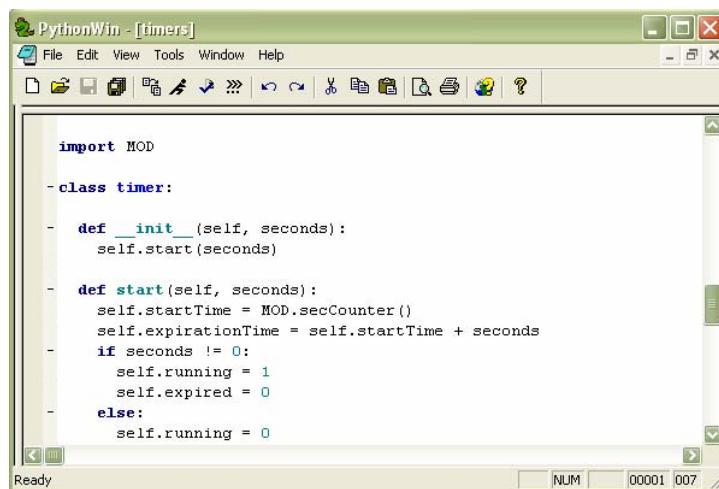
A. Aplicaciones de Desarrollo

Para llevar a cabo este proyecto ha sido indispensable el uso de las siguientes herramientas, mediante ellas hemos desarrollado y analizado el funcionamiento del software implementado.

A.1 PythonWin

La aplicación PythonWin²² ha sido utilizada como editor de texto para programar todo el software que comprende el proyecto.

Esta aplicación nos facilita el desarrollo del código, diferenciándonos por medio de colores los diferentes tipos de instrucciones, e indicándonos además los errores sintácticos que podamos tener. También nos ofrece la posibilidad de debugear el código y ejecutarlo paso a paso, para lo cual debemos configurar el PC como se indica a lo largo del apartado 3 en el documento *Easy Script in Python de Telit*. A continuación se muestra una captura de la aplicación, donde podemos observar el entorno. [8]



```
PythonWin - [timers]
File Edit View Tools Window Help
PythonWin - [timers]
import MOD
class timer:
    def __init__(self, seconds):
        self.start(seconds)
    def start(self, seconds):
        self.startTime = MOD.secCounter()
        self.expirationTime = self.startTime + seconds
        if seconds != 0:
            self.running = 1
            self.expired = 0
        else:
            self.running = 0
Ready NUM 00001 007
```

A.1.1 Captura PythonWin

En cuanto a la interface interactive window, se presenta como una zona donde se pueden hacer pruebas con los diferentes tipos de datos que contempla el código Python, y así determinar posibles errores. Finalmente, señalar que esta aplicación contempla la misma versión de Python que el módem GE, dícese la 1.5.2, adaptada así a nuestras necesidades.

²² Puede ser descargada de la siguiente URL: <http://www.telit.com/en/products/download-zone>.

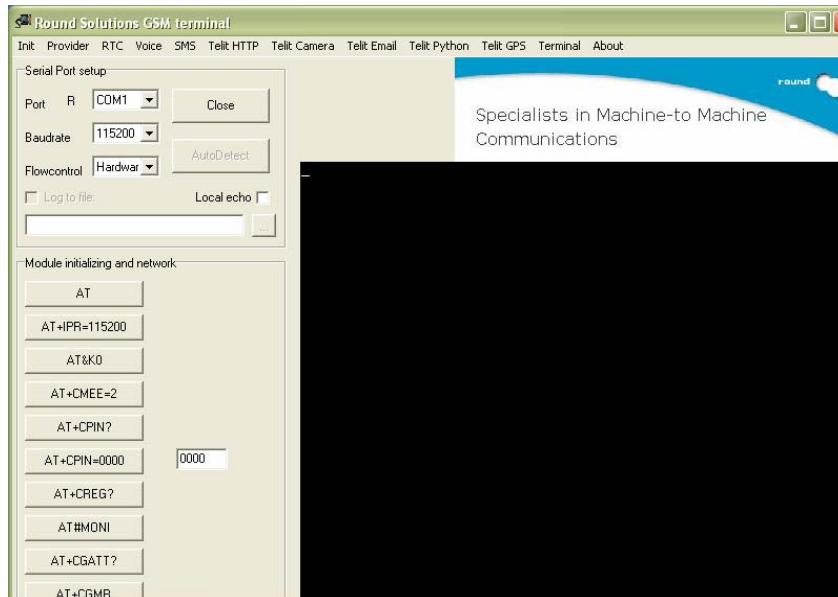
A.2 RSterm

La aplicación **RSterm**²³ es un software que nos facilita la gestión de tareas de desarrollo relacionadas con el módem GE, y que también puede utilizarse con otros módems que usen el estándar de comandos **AT**.

Utilizando como vía de comunicación el puerto serie nos permite realizar las siguientes acciones que se especifican, pero conviene señalar que antes debemos indicar el puerto Com, la velocidad y el control de flujo a utilizar:

- La ejecución de determinados comandos **AT** a través de sus diferentes botones, o bien la ejecución del comando que nosotros escribamos en el prom, (parte negra de la ventana).
- La carga y descarga de los script por medio del despliegue de la pestaña *Telit Python*., Además desde dicho menú podemos compilar los script, y ordenar la ejecución del código.
- También mediante la selección de las diferentes pestañas podemos realizar diferentes acciones entre las que destacan: el envío de SMS, EMAIL, solicitar una página web, etc.

A continuación se muestra una captura de la aplicación, donde podemos observar el entorno, dentro de la ventana *Init*.



A.2.1 Captura RSterm

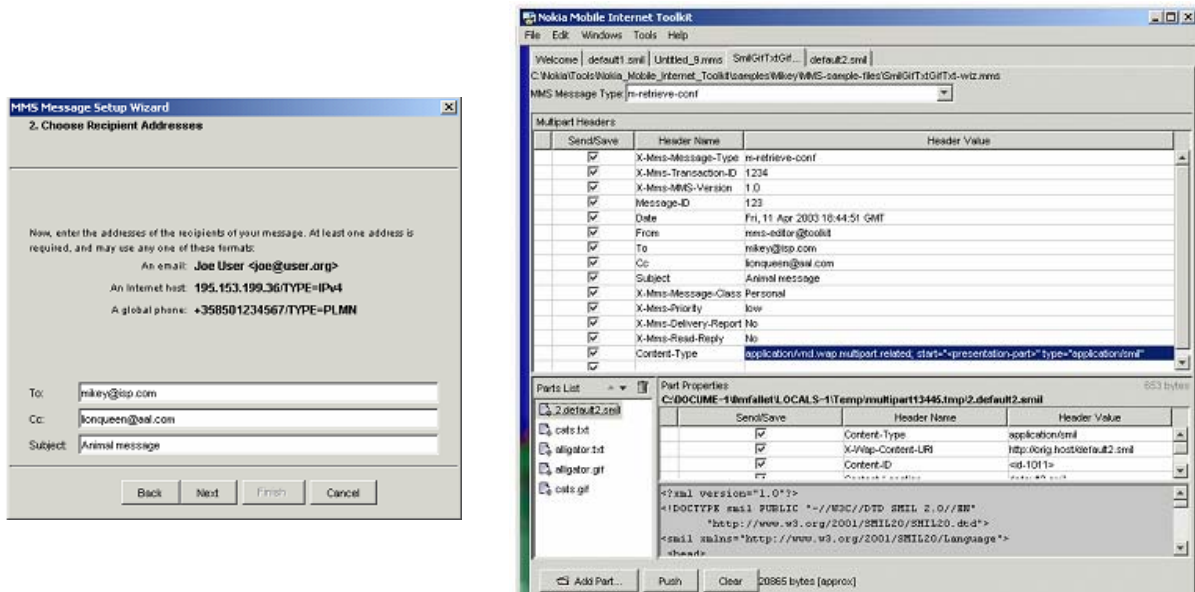
Finalmente, añadir que el debug del software se muestra a través del **RSterm** para lo cual la velocidad debe estar configurada a 115200bps y a 8N1. Esta señal de debug es enviada por medio del hardware **Python-Debugger**, descrito en el anexo B.

²³ Esta aplicación se puede obtener a través de pagina de la empresa Round Solutions por medio del siguiente link: <http://www.roundsolutions.com/techdocs/index.php#tools>

A.3 Nokia Mobile Internet Toolkit

La aplicación **Nokia Mobile Internet Toolkit** pertenece a la empresa **Nokia**. En el presente proyecto es utilizada para la composición de MMS, aunque soporta otros usos como: edición de mensajes PUSH, mensajes DRM, etc.

A continuación presentamos la captura del asistente de edición de los mensajes y la del editor de mensajes multimedia.



A.3.1 Capturas Nokia Mobile Internet Toolkit

Por medio del asistente de la presente aplicación se crea un mensaje multimedia, realizándose en dos pasos:

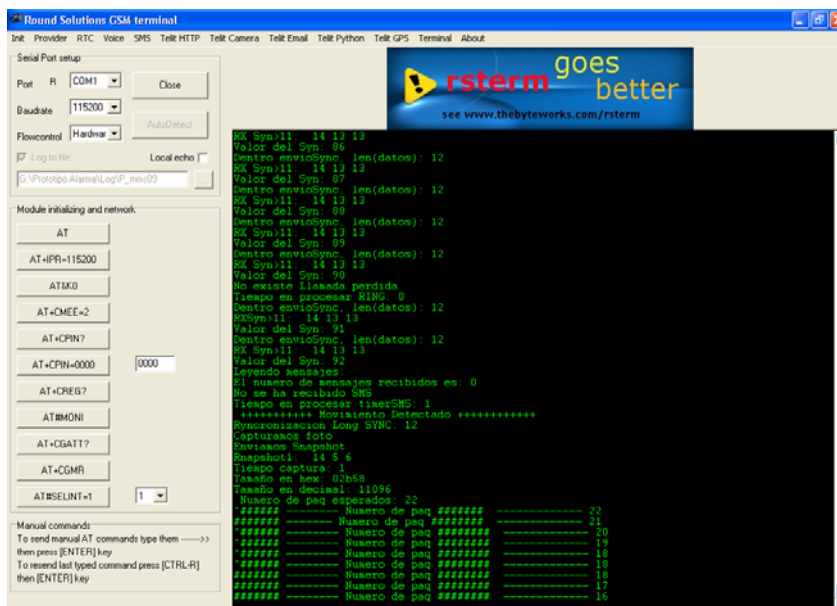
- 1) Elegimos File>New en la ventana principal del NMIT o en la ventana del editor del NMIT.
- 2) Elegimos el tipo de mensaje, seleccionamos el asistente MMS y pulsamos OK.

El NMIT nos guiará en el proceso de composición del mensaje, indicándonos los datos a añadir: destino, tipo del mensaje, insertar o no presentación SMIL. Al finalizar la edición podemos modificar diferentes campos de la cabecera, incluir más partes e incluso enviarlo al simulador SDK de móviles.

B. Python Debugger

La utilización del python debugger resulta indispensable para desarrollar el software del presente proyecto, en el sentido de que por medio de esta herramienta podemos analizar el funcionamiento del software, depurándolo.

El PCB Python Debugger decodifica el MPSSE Data-stream enviando todas las tareas de debug (todas las instrucciones PRINT) y se conecta al puerto ASC0 del módem GE (módem serial port2) y también al PC a través del puerto serie. En la siguiente figura podemos ver su apariencia.



B. Captura y PCB Python Debbug

Como herramienta grafica para el proceso utilizamos la aplicación **RSterm**. También se podría utilizar el “Hyperterminal” de Windows.

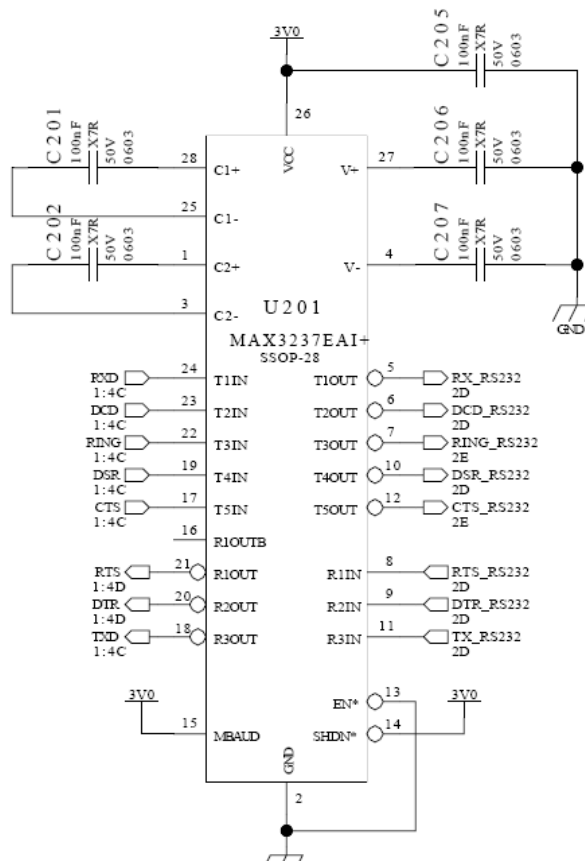
Debemos tener en cuenta que para que el módem GE envíe la información al Python Debugger se debe activar dicho envío mediante el comando **AT SSCTRACE** (botón dentro de la pestaña *Telit Python*).

Prestaciones del Python Debugger:

- Conexión vía SSC0 a módulos de Telit (GM862, GE863, GC864, etc.). También con RS-EB-S2, RS-EB-S3 y EVK2 a través del Puerto unidireccional que poseen.
- Conexión al PC por medio del puerto serie a 115200bps, con 8 bit de datos sin paridad y 1 bit de parada (8N1). Sincronización automática (indicada mediante leds).
- Se usa la unidad Stand-alone (parpadeo de 3 leds durante la ejecución de los comandos “PRINT”).

C. Circuito conversor RS232

Para poder darse la comunicación entre el módem GE y el PC se debe convertir la señal. Esta vía es la utilizada para la carga y descarga de script y la ejecución de comandos **AT**. Con esta finalidad se utiliza el siguiente circuito conversor conectándose así el PC con el módem. Cuando se trabaja con el PCB RS-EB-S3 no se necesita este circuito dado que ya está implementado en dicho PCB. [6]

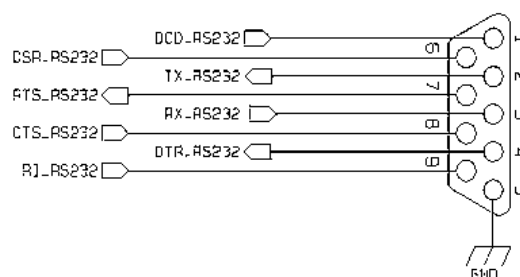


C.I Circuito conversor RS232

Éste es un ejemplo de circuito conversor, pero se puede utilizar cualquier otro que:

- Invierta la señal eléctrica en ambas direcciones.
- Cambie el nivel de señal desde 0/3 v a +15/-15v

El puerto RS232 irá conectado a través de un conector DB9 que se muestra en la siguiente figura.



C.II Conector DB9

D. Tablas de Configuración de los Parámetros MMS

A continuación se muestran al efecto las siguientes tablas, que presentan la configuración MMS de los operadores incorporados en el sistema, pudiéndose aplicar cualquiera de ellas, según el operador al que se pertenezca.

Configuración MMS de Orange	
APN	Amenamms
IP del servicio GPRS	Dinámica, asignada por la red
DNS	Asignada por la red
Página de inicio	mms.amena.com
Proxy	mms.amenate.com
Puerto Proxy	8080
ID de Usuario	MMS (no solicitado)
Contraseña	AMENA (no solicitado)

Configuración MMS de Symio	
APN	gprs-service.com
IP del servicio GPRS	Dinámica, asignada por la red
DNS	Asignada por la red
Página de inicio	mms-services.eu
Proxy	217.18.32.181
Puerto Proxy	8080
ID de Usuario	No solicitado (vacío)
Contraseña	No solicitado (vacío)

Configuración MMS de Vodafone	
APN	mms.vodafone.net
IP del servicio GPRS	Dinámica, asignada por la red
DNS	Asignada por la red
Página de inicio	mmsc.vodafone.es/ servlets/mms
Proxy	212.073.032.010
Puerto Proxy	80
ID de Usuario	wap@wap (no solicitado)
Contraseña	wap125 (no solicitado)

Configuración MMS de MOVISTAR	
APN	mms.movistar.es
IP del servicio GPRS	Dinámica, asignada por la red
DNS	Asignada por la red
Página de inicio	mms.movistar.com
Proxy	10.138.255.5
Puerto Proxy	8080
ID de Usuario	MOVISTAR@mms
Contraseña	MOVISTAR

Configuración MMS de Yoigo	
APN	mms.movistar.es
IP del servicio GPRS	Dinámica, asignada por la red
DNS	Asignada por la red
Página de inicio	movil.yoigo.es
Proxy	10.8.0.36
Puerto Proxy	8080
ID de Usuario	No solicitado (vacío)
Contraseña	No solicitado (vacío)

E. Bibliografía

En este apartado se enumeran tanto la bibliografía como los documentos de referencia, que se han usado tanto para elaborar la presente memoria como para la realización del presente proyecto.

Publicaciones Electrónicas:

1. *Las Telecomunicaciones y la Movilidad en la Sociedad de la Información*. Telefónica I+D. Ed. División de Relaciones Corporativas y Comunicación de Telefónica I+D: 2005. 430p. ISBN: 84-89900-37-X.
2. Marzal, A.; García, I. *Introducción a la programación con Python*. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universitat Jaume I, (Castellón de la Plana, España). Ed. Internet: 2003. 393p.

Datasheets:

3. *The JA-84P wireless motion detector with built-in camera*. URL: <http://www.jablotron.com/en/section/products/house+alarms/oasis+868mhz/>
4. *Nokia Observation Camera Support*. URL: <http://europe.nokia.com/get-support-and-software/product-support/nokia-observation-camera>
5. *GE863-QUAD_PY_Datasheet*, 2001-2009 URL: <http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php>
6. *GE863 Family Hardware User Guide*. 1v0300783 Rev.2 - 25/03/09 URL: <http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php>
7. *Easy GPRS User Guide*. 80000ST10028 Rev.6 - 25/03/09 URL: <http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php>
8. *Easy Script in Python* . 80000ST10019a Rev.9 - 05/01/09 URL: <http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php>
9. *AT Commands Reference Guide*. 80000ST10025a Rev. 5 - 25/03/09 URL: <http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php>
10. *Telit EVK2 User Guide*. 1v0300704 Rev.9 - 28/05/08 URL: <http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php>
11. *C328R User Manual*, Official released for model number changed from C328 to C328R. URL: <http://www.comedia.com.hk>.
12. *KC7786 Manual*. URL: <http://www.comedia.com.hk>.

13. *How to Create MMS Services v.4.0*. Nokia Corporation 2003. URL:
<http://www.forum.nokia.com>
14. *NMIT4.1_User_Guide_v1_0*. Nokia Corporation 1999-2004. URL:
<http://www.forum.nokia.com>

Referencias:

15. [RFC2068]. *Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1*. Non-ASCII Text, Freed N., Enero 1997. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2068.txt>

Los siguientes documentos han sido obtenidos a través de la siguiente URL:
http://www.openmobilealliance.org/technical/release_program/docs

16. *MMS Client Transactions*, Open Mobile Alliance TM, OMA-MMS-CTR -V1_2, URL:
<http://www.openmobilealliance.org/>
17. *MMS Encapsulation Protocol*, Open Mobile Alliance TM, OMA-MMS-ENC-V1_2,
<http://www.openmobilealliance.org/>
18. *MMS Architecture Overview*, Open Mobile Alliance TM, OMA-MMS-ARCH -V1_2,
URL: <http://www.openmobilealliance.org/>
19. *MMS Conformance Requirement*, Open Mobile Alliance TM, OMA-MMS-RD-
CONF-V1_2, URL: <http://www.openmobilealliance.org/>
20. *User Agent Profile*, Open Mobile Alliance TM, OMA-TS-UAPProf-V2_0, URL:
<http://www.openmobilealliance.org/>
21. *Python Tutorial*, Guido van Rossum, Release 1.5.2, 13 de Abril 1999, URL:
<http://www.python.org/doc/1.5.2p2/tut/tut.html>
22. *Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0)*, W3C Recommendation
7 de Agosto 2001. URL: <http://www.w3.org/TR/smil20/>

URL:

23. *Fundamentos de la WEB*, URL:
http://www.cibernetia.com/manuales/introduccion_aplicaciones_web/2_1_fundamentos_web.php.
24. *Python & Java A Side-by-Side Comparison*, Stephen F., update: 2007-05-01, URL:
http://www.ferg.org/projects/python_java_side-by-side.html
25. *Messaging in GPRS / 3G networks*, Kurki J., 4 de Abril de 2005, URL:
http://www.binyahya.com/books/Messaging_intro_UMTS_MMS_IMS.pdf.
26. Foro Round Solutions, URL: <http://www.roundsolutions.com/forum/>.

F. Glosario de Términos y Acrónimos

2G: Segunda generación de comunicaciones móviles.

3G: Tercera generación de comunicaciones móviles.

3GPP: *Third Generation Partnership Project*. Iniciativa para el desarrollo del estándar UMTS de sistema de comunicaciones móviles de tercera generación.

AT: Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal módem. [9]

ACK: *Acknowledgement*. Asentimiento o confirmación.

APN: *Access Point Name*. Nombre de punto de acceso, utilizado por la red de paquetes (GPRS, UMTS) para el enrutamiento de la información solicitada por el usuario.

BGA: Ball Grid Array. Tipo de encapsulado que posee la característica de contener todos sus pines en una sola cara, con el fin de agrupar un alto número de pines en reducido espacio.

CCD: *Charge-Coupled Device*. Dispositivo de carga acoplada.

CDMA: *Code Division Multiple Access*. Acceso múltiple por división en código.

CMOS: *Complementary Metal Oxide Semiconductor*. Semiconductor complementario de óxido metálico. Tecnología para fabricación de circuitos integrados.

Contexto PDP: Conexión lógica establecida entre el terminal móvil y la red para el transporte del tráfico IP.

EDGE: *Enhanced Data rates for GSM Evolution*. Tecnología que mejora el estándar GSM mediante el uso de codificaciones más avanzadas para el incremento de las tasas binarias.

ETSI: *European Telecommunication Standards Institute*. Instituto Europeo de Estandarización de Telecomunicaciones.

GPRS: *General Packet Radio Service*. Servicio radio genérico de datos por paquetes. Evolución del estándar GSM para la provisión de datos en modo paquete en la interfaz radio.

GPS: Global Positioning System. Sistema mundial de determinación de posición, mediante una red de satélites desarrollada por el Departamento de Defensa de EE.UU.

GSM: *Global System for Mobile communications*. Sistema global de comunicaciones móviles.

HTTP: *Hypertext Transfer Protocol*. Protocolo de transferencia de hipertexto.

IP: *Internet Protocol*. Uno de los protocolos del conjunto TCP/IP para comunicaciones de datos (www.ietf.org/ip).

JPEG: *Joint Photographic Experts Group*. Grupo de expertos en fotografía. Por extensión, formato gráfico de imágenes definido por dicho grupo (www.jpeg.org).

LAN: *Local Area Network*. Red de ordenadores de área local.

M2M: *Machine to Machine, Mobile to Machine, Machine to Mobile*. Comunicaciones máquina a máquina.

MM: Multimedia Messaging

MMS: *Multimedia Messaging Service*. Sistema de mensajería multimedia.

MMSC: *Multimedia Messaging Service Center*. Centro de control de mensajería multimedia.

NMIT: *Nokia Mobile Internet Toolkit*, aplicación utilizada como editor de mensajes multimedia.

- MSISDN:** Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network, número de teléfono del abonado.
- OMA:** *Open Mobile Alliance*. Alianza de operadores, fabricantes y otros organismos para la definición abierta de procedimientos e interfaces para el desarrollo de aplicaciones móviles (www.openmobilealliance.org).
- PDP:** *Packet Data Protocol*. Protocolo de datos por paquetes.
- PDU:** *Protocol Data Unit*. Unidad de datos de protocolo.
- PIN:** *Personal Identification Number*. Número de identificación personal.
- PIR:** Passive Infra Red.
- PPP:** *Point to Point Protocol*. Protocolo definido por el IETF (www.ietf.org) para la conexión TCP/IP remota entre *routers* o entre un nodo y una red.
- QoS:** *Quality of Service*. Calidad de Servicio. Término genérico para definir el conjunto de parámetros que definen el tipo y la calidad del servicio proporcionado.
- RFC:** *Request For Comments*. Literalmente, petición de comentarios.
- RS-232:** Recommended Standard 232.
- SIM:** *Subscriber Identity Module*. Módulo de identificación de usuario.
- SMIL:** *Synchronized Multimedia Integration Language*. Lenguaje de integración multimedia sincronizada, desarrollado por el W3C (www.w3.org).
- SMS:** *Short Message Service*. Servicio de mensajes cortos.
- SMSC:** *Short Message Service Center*. Centro servidor del servicio SMS.
- SMTP:** *Simple Mail Transfer Protocol*. Protocolo simple de transferencia de correo.
- TCP/IP:** *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*. Conjunto de protocolos para la transmisión de datos en modo paquete en el mundo Internet.
- TTL:** Transistor-Transistor Logic . Tecnología de construcción de circuitos electrónicos digitales, en los que los elementos de entrada y salida de la red lógica son transistores.
- URL:** *Uniform Resource Locator*.
- USB:** *Universal Serial Bus*. Bus serie universal. Estándar de bus serie para la conectividad entre ordenadores y periféricos, desarrollado por el USB Implementers Forum(www.usb.org).
- VGA:** *Video Graphics Array*. Tecnología para pantallas de visualización.
- WSP:** Wireless Session Protocol.

