

EMPLEO DE LAS TECNOLOGÍAS MÓVILES EN LA ENSEÑANZA PRÁCTICA DE ASIGNATURAS TÉCNICAS. UN CASO REAL: EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

EMPLOYING MOBILE TECHNOLOGIES IN THE PRACTICAL TEACHING OF TECHNICAL SUBJECTS. A REAL CASE: THE ELECTRONIC INSTRUMENTATION LAB

Sergio Gallardo Vázquez

Federico José Barrero García

Sergio Luis Toral Marín

Rocío Martínez Torres

*Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Superior de Ingenieros
Universidad de Sevilla.*

sgallardo@gte.esi.us.es

Resumen.

Hoy día nuestra sociedad está involucrada en el continuo desarrollo de tres importantes pilares de conocimiento, la electrónica, la informática y las telecomunicaciones. Este documento describe la introducción de estos tres pilares tecnológicos del conocimiento en la enseñanza práctica de carreras técnicas, particularizando sobre un laboratorio de instrumentación electrónica. El sistema propuesto, desarrollado en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Sevilla, muestra la implementación de una maqueta de un sistema de seguridad para vehículos que emplea un teléfono móvil convencional como sistema de telecontrol, mejorando el proceso de enseñanza de los estudiantes y fomentando la participación de los mismos.

Palabras clave: Multimedia, TICs, plan de formación, material didáctico, GSM/GPRS, NNTT, Internet, mapas conceptuales.

Abstract.

Nowadays society is involved in the continuous development of three important blocks of knowledge, electronic systems, computer science and the telecommunications networking. This paper describes the introduction of these three technological blocks of knowledge in practical teaching of technical studies particularized over a electronic instrumentation lab. The proposed system, developed by the department of Electronic Engineering at the University of Seville, shows the implementation of an automotive security system scale model which employs a convectional cellular phone as a telecontrol system, improving the learning process of the students and fomenting the students' participation.

Keywords: Multimedia, ICTs, educational planning, didactic material, GSM/GPRS, NNTT, Internet, concept mapping.

1. Introducción

A lo largo de los últimos tiempos hemos sido testigos y partícipes de una auténtica revolución debida, sobre todo, al auge de una vertiente tecnológica que abarca todas las áreas sociales, políticas y educativas. En un contexto donde las nuevas tecnologías (NNTT) juegan cada día un papel más importante, resulta imprescindible incorporar en todos los campos de conocimiento dichas nuevas estructuras, especialmente en el campo de la educación (Colectivo Sentic, 2005, Vidal, 2004).

A nivel social, la revolución tecnológica ha sido promovida por diversos factores, algunos de los cuales han sido pilares tan importantes que, hoy día, no se concibe una sociedad sin ellos, nos podemos referir a tres pilares principalmente, por un lado nombraremos el desarrollo de la electrónica y microelectrónica, por otro, el impulso de la informática, y por último, la divinización de las telecomunicaciones.

La evolución de la electrónica ha sido tan dilatada en el tiempo como dispar en su aplicación, pasando de ser una mera curiosidad científica a convertirse en un elemento imprescindible en nuestros tiempos. Sería imposible concebir el mundo actual sin el desarrollo de la electrónica y, en particular, de la microelectrónica, base fundamental que ha contribuido al avance de otras tantas disciplinas. Gracias a la aparición de los primeros elementos activos, con el descubrimiento del transistor, en 1948 (De la Peña, 2003), hasta la aparición de los primeros circuitos integrados de silicio y germanio, la electrónica nos ha permitido el desarrollo de las otras dos grandes disciplinas o pilares tecnológicos, la informática y las telecomunicaciones. Podríamos entonces decir, que la electrónica se convierte en la base imprescindible de los grandes pilares de la sociedad del conocimiento en la que nos encontramos.

La informática, por su parte, ha sufrido un enorme desarrollo gracias al avance de los sistemas computadores, desde sus comienzos con máquinas mecánicas hasta el desarrollo de los nuevos sistemas multiprocesadores y computadores de última generación. Por otra parte, la ingente llegada de la informática a la sociedad se ha visto influenciada por la inherente aparición de las redes de información, refiriéndonos especialmente a la red de redes, Internet, que, junto con las distintas tecnologías de acceso, han contribuido a la inserción de la sociedad en el mundo de las NNTT, y son numerosos autores los que ya se refieren a la importancia de la telemática en los entornos educativos (Martínez, 2003)

El último pilar lo constituye el mundo de las telecomunicaciones, entendidas como el precursor final que ha dado lugar al contexto en el que nos desarrollamos hoy día. Gracias a la aparición de la telefonía y, sobre todo, a la aparición de la telefonía móvil celular, una segunda revolución social ha sido posible, el acceso a la sociedad de la información de forma deslocalizada y con la movilidad como punta de lanza.

Partiendo de este contexto en el cual la sociedad se ha incorporado al mundo de las nuevas tecnologías con la llegada de los ordenadores personales de sobremesa y, cada vez más, de los ordenadores portátiles y PDAs, y por otra parte, el hecho de que la telefonía móvil también se ha convertido en un elemento imprescindible en la vida diaria de una sociedad desarrollada, debemos plantear un punto de partida que nos lleve a la reflexión acerca de los cambios que debemos llevar a cabo en el mundo educativo, y más concretamente, en el marco universitario, con objeto de adaptarnos a dichos cambios.

Se pretende, por tanto, unir los conceptos de sistemas educativos, orientados al curriculum universitario de la Ingeniería Superior de Telecomunicación de la Universidad de Sevilla, a los nuevos pilares tecnológicos que revolucionan la sociedad de nuestros tiempos: electrónica, informática y telecomunicación.

Con este objeto, se ha desarrollado un prototipo en el departamento de Ingeniería Electrónica basado en un sistema que emplea la tecnología móvil celular como punto de interacción con el alumno, motivando así su participación e involucración en las actividades de clase.

2. Análisis de necesidades y objetivo del sistema implementado

En tiempos actuales nos vemos inmersos en un mundo tecnológico que nos inunda, parafraseando a Aguaded (1993): "las relaciones familiares, el ocio y el trabajo, el compañerismo y la amistad, el diálogo padres-hijos,..., se encuentran, no pocas veces mediatizadas por el apabullante, y pero aún, involuntaria e inconsciente actuación de los medios", esto es especialmente cierto en el caso del empleo de las tecnologías móviles.

La aparición de los sistemas móviles sucede en la ciudad de Detroit, en 1921, con sistemas unidireccionales empleados en las patrullas de policía, posteriormente, en 1973, Martin Cooper, considerado en "padre de la telefonía celular", introduce el primer radioteléfono, en Estados Unidos, mientras trabajaba para la compañía Motorola®. Ya en 1979 aparecen los primeros sistemas comerciales en Tokio (1G), y surge el término de "generación de telefonía móvil", estos sistemas eran muy pobres en características, de baja calidad y transmisión analógica. Además, no implementaban sistemas de seguridad encriptada. Pronto aparece la segunda generación, en 1990, que en Europa vino a llamarse GSM (Del anglosajón: Global System Mobile), y cuya principal característica era que se trataba de una transmisión digital, permitiendo mayor calidad y velocidades de transmisión, al mismo tiempo que la comunicación es segura/encriptada. Hoy día podemos hablar también de la generación 2.5 (2.5G), que se basa en GSM y emplea el protocolo GPRS (General Packet Radio System), y de la reciente tercera generación (3G), que convierte la telefonía móvil en una explosión de contenido multimedia.

Hoy día, la telefonía móvil de segunda generación ocupa un lugar privilegiado, dentro del amplio espectro social, como elemento más empleado en la gama de aparatos tecnológicos, superando ampliamente al ordenador personal. Podemos afirmar que el 92% de los jóvenes entre 14 y 24 años tiene un teléfono móvil, según un estudio elaborado por la agencia de comunicación Digital Netthink,

situando a este grupo de edad en la cabeza en el uso de la telefonía (Diario El País, 08-11-2004). Además, el 68% de los jóvenes entre 15 y 24 años envía diariamente mensajes empleando su teléfono móvil, haciendo uso del servicio SMS (Short Message Service). (Diario El País, 22-11-2004).

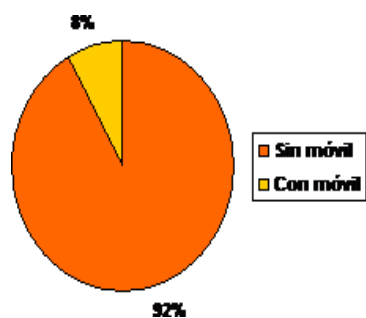


Figura 1. Porcentaje de jóvenes (14-24 años) que poseen un teléfono móvil.

Fuente: El País, 08-11-2004

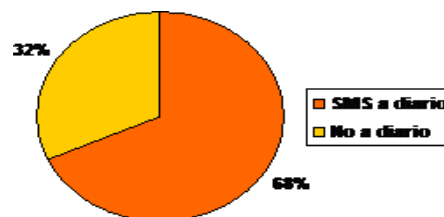


Figura 2. Porcentaje de jóvenes (15-24 años) que envían a diario mensajes SMS.

Fuente: El País, 22-11-2004

Podríamos decir, entonces, que el contexto en el que la sociedad se mueve, y especialmente los jóvenes entre 15 y 24 años, está estrechamente relacionado con la telefonía móvil, como diría Quiroz: "estamos inmersos en una sociedad cultural audiovisual que obliga a las instituciones educativas a reflexionar sobre la validez actual de sus concepciones didácticas y sobre la funcionalidad de sus proyectos" (Quiroz, 1997), y es por ello que debemos hacer un esfuerzo hacia este campo de aplicación donde la metodología docente se base en el factor tecnológico de la telefonía móvil celular fundamentalmente, sin olvidar los otros dos pilares que anteriormente fueron nombrados.

El sistema diseñado se basará, así pues, en un entorno que nos permita interactuar con los sistemas de telefonía móvil celular, interactuando mediante mensajes SMS (Short Message Service) y llamadas de teléfono. Al mismo tiempo, se empleará un sistema microcontrolador con objeto de introducir el segundo pilar importante, la informática, empleando un ordenador personal (PC) de sobremesa, que actuará como programador y monitor de un sistema de evaluación (EVM) de un microcontrolador MC68HC11A8 de la firma Motorola®, sistema que actuará como maestro del prototipo diseñado. Por último, el sistema se basa en una serie de placas con distintos elementos y dispositivos electrónicos, las placas tendrán distintas funcionalidades, como la adaptación de señales, actuación, interfaz eléctrica, etc., y unos elementos sensores.

El prototipo se empleará en el Laboratorio de Instrumentación Electrónica, de 5º Curso de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Sevilla, como una de las prácticas a utilizar en el desarrollo del mismo. Dicho sistema se montará en un sistema de seguridad vehicular mediante una maqueta de un vehículo a escala al que se le incorporarán diversos elementos sensores que detectarán los eventos producidos, como detección de impactos sobre el vehículo, detección de elevación del mismo, presencia de algún intruso en el interior del habitáculo, etc., procesando dicha información capturada a través de la adaptación sensor-microcontrolador, y actuando según el estado del sistema de seguridad que podrá activarse/desactivarse vía teléfono móvil y mediante consola de teclado alfanumérico presente en el propio vehículo. En caso de detección de un evento y activación del sistema de seguridad entrará en funcionamiento el microcontrolador activando el protocolo de envío de un SMS al usuario predefinido.

3. Punto de partida y descripción general del sistema

El diseño del presente prototipo parte de un conjunto de acciones llevadas a cabo por un grupo de trabajo del Departamento de Ingeniería Electrónica, cuya finalidad es mejorar la calidad educativa de la enseñanza en las distintas asignaturas que son impartidas dentro del currículo de la Ingeniería Superior de Telecomunicación. Dichas acciones abarcan desde el diseño de herramientas multimedia (Barrero, 2005 y Lillo 2004), pasando por el desarrollo de material didáctico (Gallardo, 2004: 1 y 2), hasta la implementación de sistemas o bancos de prueba/maquetas que incorporen el uso de las NNTT.

Tal y como ya se ha mencionado con anterioridad, el sistema se compone de tres bloques fundamentalmente, el bloque de las comunicaciones móviles, el bloque del sistema microcontrolador-PC, y el bloque de la electrónica de monitorización de los eventos ocurridos en el sistema. A continuación se describe la funcionalidad de cada una de ellas:

- Bloque microcontrolador-PC. Este bloque constituye el núcleo del sistema, en él se incorpora la

“inteligencia” del prototipo, esto es, mediante el ordenador de sobremesa y un software especial podemos programar y monitorizar el microcontrolador. En el microcontrolador irá ubicado el código en lenguaje ensamblador que gestionará la actuación de los distintos eventos que se produzcan en el sistema completo, desde la desactivación del sistema de seguridad al introducir el código alfanumérico en el teclado, hasta la activación de una bocina y luces y/o envío de un mensaje SMS al usuario predefinido. Los alumnos tendrán, por tanto, que familiarizarse con el empleo del PC, del entorno software de monitorización y programación y con el microcontrolador, ya que deberán configurar dicho microcontrolador correctamente y analizar su correcto comportamiento mediante la instrumentación dispuesta en el laboratorio a tal efecto, tal y como puede ser el empleo de un analizador lógico que permite monitorizar las señales digitales de los buses del sistema.

- Bloque de la electrónica de monitorización. Este bloque está constituido por todos aquellos elementos que no son ni el bloque microcontrolador-PC ni el sistema móvil. Dentro de este bloque tenemos distintas placas o circuitos que nos permiten pensar y actuar con el entorno. En ellas podemos destacar:

- o Circuito sensor de movimiento. Se trata de un circuito de detección de movimiento basado en ultrasonidos.

- o Sensor de inclinación. Indica el ángulo de inclinación de la maqueta del sistema (inclinación del vehículo).

- o Sensor de impacto. Indica que se ha producido un impacto sobre el vehículo y la intensidad del mismo.

- o Sensor de apertura de puertas. Avisa de la apertura de alguna de las puertas del vehículo.

- o Circuito interfaz sensores-microcontrolador. Que consiste en una adaptación para hacer llegar las señales necesarias al sistema microcontrolador (a su convertidor analógico-digital (A/D)).

- o Circuito interfaz microcontrolador-móvil. Circuito encargado de la interfaz de emulación de pulsación de teclado del teléfono móvil.

Gracias a esta batería de sensores el grupo de alumnos podrá interactuar con el sistema físicamente, adquiriendo, al mismo tiempo, nociones básicas sobre elementos sensores y actuadores. La sencillez de estos elementos sensores contribuye a que el alumno se centre en actividades más importantes que el propio sensor.

- Bloque del sistema móvil. El elemento empleado para la comunicación con la red celular GSM es un teléfono móvil convencional con el objeto de dar la mayor sensación de afinidad y similitud al alumno de prácticas, ya que el empleo de otros dispositivos, tales como módems GSM comerciales, podría llevar al alumno a una pérdida de interés al no poder “observar” con sus propios ojos que el sistema “está pulsando las teclas del teléfono móvil”, a igual que lo hacen ellos cuando envían un SMS a un compañero.

4. Implementación del prototipo

El sistema implementado consta de los tres bloques descritos en el apartado anterior, el sistema basa toda su capacidad de acción en un microcontrolador que actúa como maestro de todo el sistema. El microcontrolador empleado es un MC68HC11A8, de la firma Motorola®, que es un micro de reducidas prestaciones (Motorola, 1996).

El prototipo que ha sido diseñado emula un sistema de seguridad de un vehículo que detecta eventos sobre el mismo y actúa frente a estos eventos enviando un mensaje (SMS) al usuario.

El sistema será empleado en una asignatura de instrumentación electrónica, por lo que se dotará al prototipo de los elementos necesarios para permitir al usuario interactuar con él, esto es, se añadirán puntos de medida de parámetros eléctricos (test points), elementos para la activación de los sensores, etc.

Los eventos producidos son procesados por el núcleo del sistema, un microcontrolador, que implementará la mayor parte de la inteligencia del sistema.

Frente a estos eventos, el sistema de seguridad tomará varias decisiones, en primer lugar, esperará la desactivación de la alarma mediante una consola local que consiste en un teclado alfanumérico de 4x4 elementos. Si la desactivación no se produce, se procederá a la activación de la alarma, esto es, se

activará una bocina sonora dispuesta físicamente en la maqueta y se procederá a la secuencia de envío de un mensaje SMS al número de teléfono que se defina.

Con el objeto de representar con fidelidad el proceso de escritura de un mensaje SMS y, dado que el tiempo de respuesta no debía ser excesivamente rápido (del orden de segundos), se optó por emplear un teléfono celular convencional y realizar una interfaz entre el microcontrolador y la consola de teclado del móvil. De esta manera, el alumno puede usar el dispositivo, encenderlo, apagarlo, y monitorizar en la pantalla LCD todo el proceso, resultando más amigable que el empleo de un módem GSM convencional (Sony, 2003, Day, 2003), como se ha previsto implementar en futuros trabajos.



Figura 3. Fotografía del banco de pruebas del sistema.

4.1. Bloque microcontrolador-PC

Esta sección la constituye el conjunto de elementos necesarios para programar y gobernar el correcto funcionamiento del sistema. Para ello será necesario el empleo de un ordenador personal se tendrá la posibilidad de programar el microcontrolador MC68HC11A8 gracias a un entorno software instalado en el propio PC. A través de la interfaz que nos presenta dicho entorno seremos capaces de resetear (inicializar) el microcontrolador. El microcontrolador estará dispuesto en una placa de evaluación, figura 4, donde tenemos accesibles los distintos pines del mismo, tales como puertos de entrada/salida, buses, etc. Existirán una serie de elementos externos como son una memoria EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory), una memoria RAM (Random Access Memory), etc., con diversas funciones. También será necesario un adaptador de niveles para la conexión del puerto serie ordenador-micro, que se emplea para establecer la comunicación entre ellos, ya que los niveles de tensión no son compatibles. El microcontrolador dispondrá, por tanto, de varios puertos accesibles para ser usados por el usuario, puertos que son empleados por nuestro sistema. El dispositivo microcontrolador también posee un convertidor A/D (análogo/digital) que nos permite conectar los sensores, previa adaptación, al microcontrolador.

El núcleo del sistema y el control del mismo recaerán sobre éste, de forma que el resto de dispositivos presentes en el sistema actuarán como esclavos del mismo. La estructura del sistema es muy sencilla, tal y como se muestra en la figura 4, donde podemos ver que el microcontrolador envía y recibe información del ordenador personal, empleando la interfaz serie asincrónica RS232.

En cuanto a la comunicación con el sistema de telefonía móvil, podemos observar que se implementa empleando un teléfono convencional, emulando la pulsación de las teclas del mismo a través de una interfaz de optoacoplación entre las líneas del microcontrolador y el teléfono. En particular, se empleó un teléfono Philips Savvy (Philips, 1999). Además, se dispondrá de una serie de periféricos externos como son la consola de teclado y el zumbador/bocina, encargados de emular la activación de la alarma del sistema.

La secuencia de funcionamiento (diagrama de flujo) del sistema de control es el que se indica en la figura 5, donde las figuras representadas con un reloj indican una temporización antes de pasar al siguiente estado.

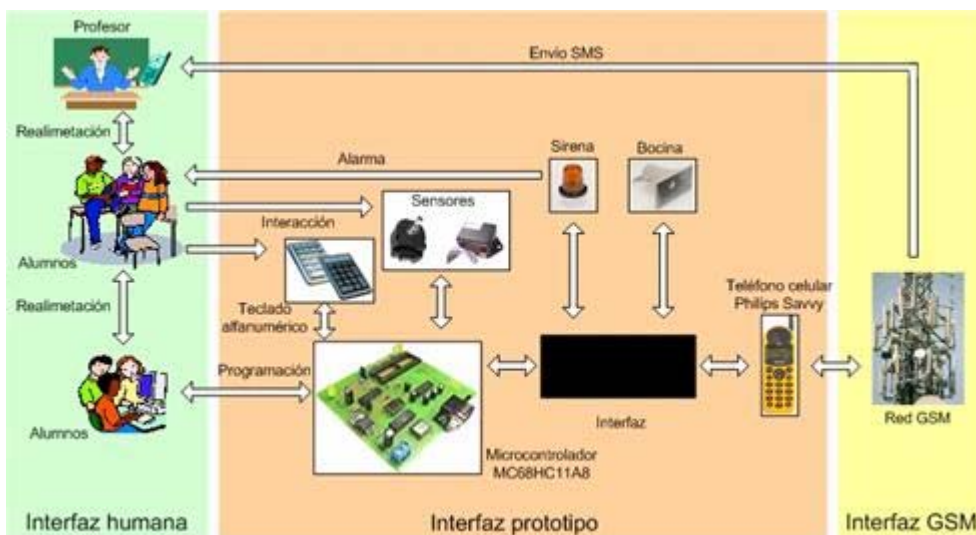


Figura 4. Estructura detallada del sistema de control.

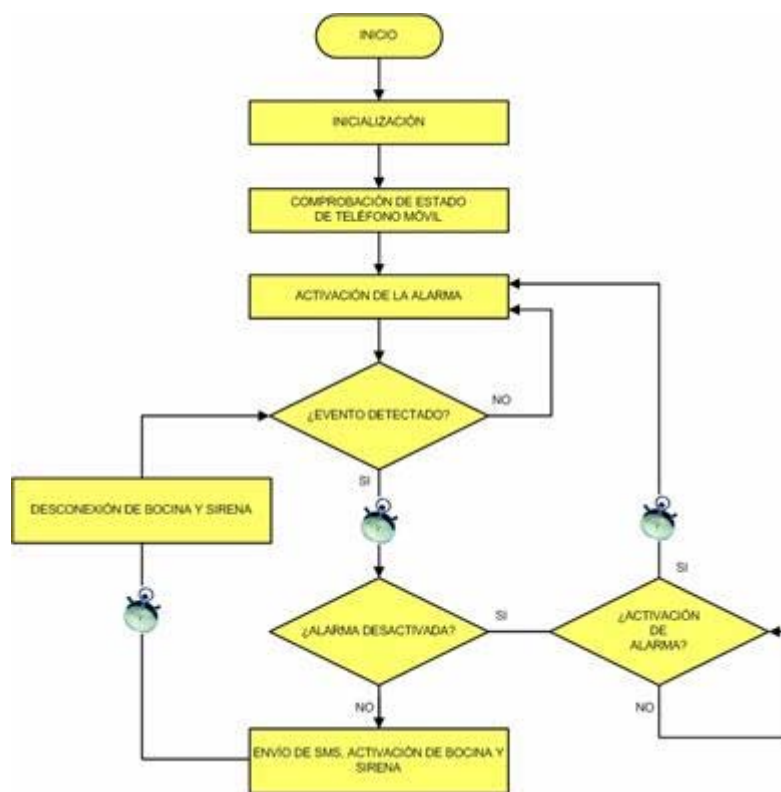


Figura 5. Diagrama de Flujo del Sistema de Control.

4.2. Bloque de la electrónica de monitorización

Tal y como se ha mencionado, se usa un conjunto de sensores para la detección de los eventos que han sido considerados más relevantes. Para la adquisición de estos eventos se ha empleado en convertidor A/D interno del microcontrolador, no resultando necesario mapear en la memoria de periféricos un elemento convertidor adicional.

Gracias al convertidor A/D del MC68HC11A8, podemos llevar a cabo un total de cuatro conversiones de distinta naturaleza (cuatro sensores). Particularizando sobre el sistema de seguridad de nuestro prototipo, se implementa la detección de movimiento por ultrasonidos, vibración, inclinación y apertura de puertas.

La etapa de adaptación de la electrónica asociada a los sensores y el microcontrolador básicamente prevé de tensión a los sensores que la precisan para su funcionamiento y adapta las correspondientes señales de entrada al sistema (al convertidor A/D, esto es, entrada en el rango [0-5] voltios).

- Monitorización del estado de inclinación. Para la monitorizar la inclinación de la maqueta del vehículo se emplea un sensor de la firma Vishay Spectrol®, concretamente se trata del modelo 601-1045, Full 360° Smart Position Sensor, este sensor se alimenta a [4.5-5.5] voltios y proporciona una tensión proporcional al ángulo y alimentación, esto es, 0.0139 voltios/grado de inclinación. Gracias a él pueden detectarse eventos como son el robo de ruedas del vehículo o el levantamiento del mismo por grúa (un futuro servicio es el envío de emergencias automáticas frente a vuelco del mismo).



Figura 6. Fotografía del sensor de inclinación

- Monitorización del impacto/vibración. Nos permite detectar un impacto sobre nuestro automóvil, se emplea un sensor de la firma Assemtech Europe®, concretamente se trata del modelo MS24A/30, alimentado a 5 voltios, y cuya salida es proporcional a la intensidad del golpe. Es empleado para detectar rotura de lunas, golpes sobre carrocería, etc.



Figura 7. Fotografía del sensor de vibración

- Monitorización de intruso en el vehículo. Para ello se emplea un circuito de detección de intrusos basado en dos cápsulas de ultrasonidos. El funcionamiento se basa en la transmisión de una señal y detección del eco por parte del receptor ultrasónico. En el caso de detectar una variación en el valor medio de la señal recibida, se determina que un intruso se encuentra en el interior del vehículo. Este detector se alimenta entre los niveles de [5-12] voltios. La salida del mismo es una señal digital que indica presencia detectada y la sensibilidad se ajusta de forma analógica en el propio circuito.

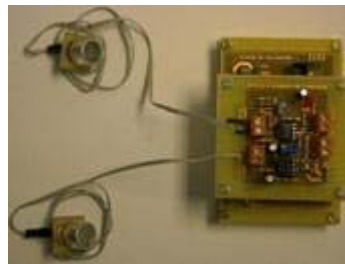


Figura 8. Fotografía del sensor de intrusismo

- Apertura de puertas. Para la apertura de puertas se emplean unos conmutadores que son llevados a una puerta OR de tal manera que si alguno de los conmutadores se activa la salida de la lógica OR activará la señal de error hacia el microcontrolador.



Figura 9. Fotografía de la lógica OR del circuito de adaptación

4.3. Bloque del sistema móvil

La interfaz con el dispositivo GSM se hace empleando un teléfono móvil convencional, tal y como ha sido explicado en párrafos anteriores. Esto se debe a que se busca que el usuario del sistema no se enfrente a un elemento nuevo con el que no esté familiarizado, como es el caso de los módems GSM, que son introducidos en posteriores trabajos de laboratorio y/o como ampliación al aquí presentado.

Para comunicarse con el teléfono móvil se puede hacer de varias maneras, principalmente se dispone de dos puntos de acceso. En primer lugar, el conector M-BUS, que emplea comandos AT para comunicarse con el teléfono móvil, del mismo modo que lo haría cualquier módem GSM, no obstante, no ha sido suministrada por la firma propietaria la información necesaria para acceder a dicho terminal, de modo que en los inicios quedó descartada. La segunda opción consistiría en "pulsar las teclas del teléfono con el microprocesador", esto es, diseñar una etapa de adaptación que emule la pulsación de teclas del teléfono. Para ello se debe conocer el modo de funcionamiento de la consola de teclado de un teléfono móvil.

El teléfono empleado, un Philips Savvy®, dispone de un conector al cual se conecta una membrana de botones, esto es, el teclado del teléfono. Dicho conector dispone de un total de 13 pines, de los cuales 9 son empleados para la pulsación de teclas. Una tecla es pulsada cuando se cortocircuitan dos pines de este terminal, por ejemplo, y fijándonos en la figura 10, cuando se cortocircuita el pin 6 con el pin 4 del conector se está "pulsando" la tecla MENU del teléfono móvil, igualmente, cortocircuitando T1 y T2, figura 10, se está pulsando ON/OFF, y así sucede con todas las teclas tal y como aparece en la figura 10.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T1		ON/OFF							
T2									
T3				LEFT	CALL		RIGHT	OK	UP
T4					MENU	7	C	8	9
T5						1		2	3
T6							4	#	*
T7								5	6
T8									0
T9									

Figura 10. Consola del teclado del teléfono móvil

Para emular esta pulsación de teclas ha sido necesario emplear el circuito que puede observarse en la figura 11, el cual básicamente se encarga de realizar el proceso de optoacoplación necesario para resolver la pulsación comandada por el microcontrolador.

La interfaz diseñada, figura 11, realiza varias funciones. En primer lugar, el microcontrolador gobernará el sistema empleando líneas de propósito general. A partir de las líneas de propósito general, seleccionará, en cada instante de tiempo, la salida de un circuito decodificador 5 a 32 (se necesita emular la pulsación de 20 teclas, figura 10, por lo que es preciso un decodificador con un número de salidas superior, esto es, un decodificador 5 a 32). Las primeras veinte salidas del decodificador activarán, a su vez, un circuito optoacoplador que cortocircuitará sus pines de salida (uno por cada salida), de tal manera, que las veinte etapas de optoacoplación formarán una matriz como la que se muestra en la figura 10, en la que cada optoacoplador corresponderá a una dupla, produciendo la pulsación de las teclas.

Otras funciones de esta etapa es la de proporcionar la alimentación al teléfono móvil, ya que éste no debe perder en ningún momento la alimentación, y en el caso de que esto ocurriera se detecta y comienza una secuencia de encendido del mismo.

También se dispone de 12 salidas de las etapas decodificadoras que son empleadas para activar los circuitos de alarma sonora y luminosa.

Además, existe una etapa de realimentación que permite detectar eventos sobre el terminal móvil gracias a la activación de la consola luminosa del mismo, tal y como se representa en la figura.

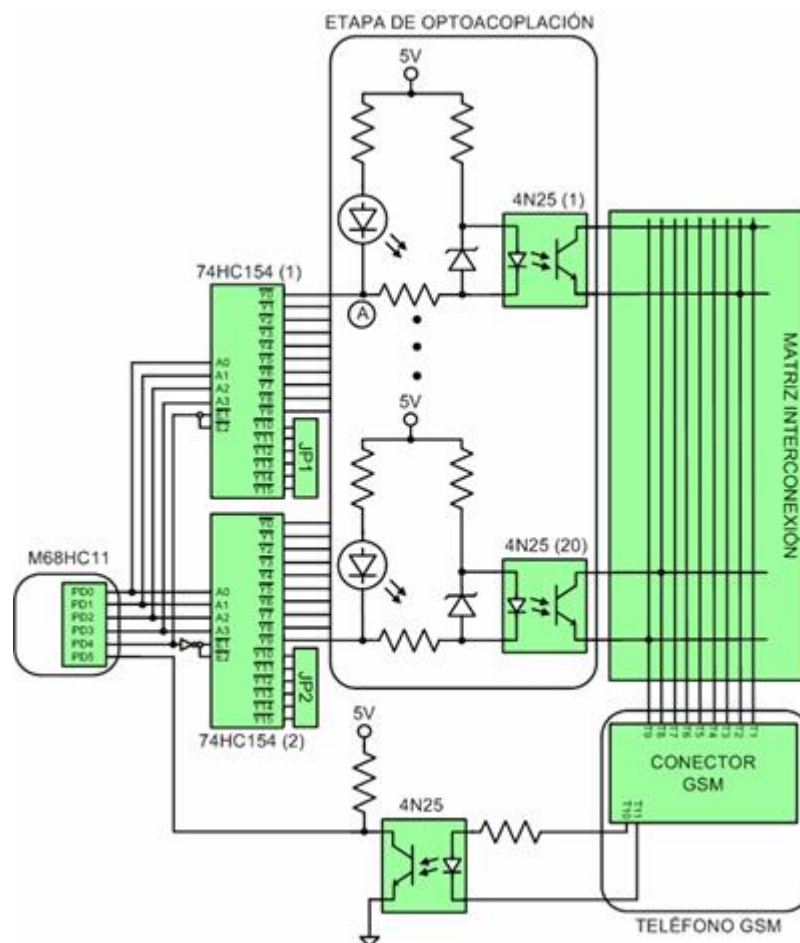


Figura 11. Interfaz Microcontrolador-Teléfono Móvil

5. Problemática y definición del modelo formativo

Tal y como ha sido comentado anteriormente, resulta de vital importancia adaptarse a los cambios tecnológicos que envuelven a la sociedad de la información, adoptando nuevos roles tanto desde el punto de vista de la materia impartida como del modo en que dicha materia es impartida. No obstante, este esfuerzo por introducirnos en el nuevo marco socio-educativo puede llegar a ser poco efectivo si no se resuelven algunos problemas previamente, tales como:

- La desorganización en la forma de impartir la docencia.
- El paradigma de aprendizaje.
- La sensibilidad a la tecnología.
- En relación al factor humano.

En relación a la desorganización en la forma de impartir la docencia, debemos resolver el proceso y dirección de nuestro plan de formación; una organización coherente, clara, y adaptada a las necesidades del alumno y profesorado deben ser las premisas a seguir.

Respecto al paradigma de aprendizaje podemos decir que no debemos caer en la práctica común de copiar los modelos de aprendizaje tradicionales, sino que debemos crear nuevos modelos que contribuyan a que la incorporación de las nuevas tecnologías mejore la calidad de la enseñanza, ya que, parafraseando a Javier Martínez Aldanondo, "añadir tecnología a un modelo que no funciona tan solo contribuye a empeorarlo" (Martínez, J., 2003).

También es importante tener en cuenta la sensibilidad a la tecnología, ya que son muchas las herramientas que, empleando nuevas tecnologías, tratan de convencernos de sus características ejemplares, sin embargo, tal y como afirman Estay y Gracia, "las NTIyC han sido un cauce para acumular o transferir datos e información, pero al mismo tiempo el individuo no ha aumentado de

forma significativa su capacidad de procesar la nueva información y darle sentido", (Estay y Gracia, 2002).

Por último, el factor humano. Resulta muy importante tener siempre presente que se está trabajando con una parte del proceso social, que son las personas, por lo que un modelo basado en la cooperación, compartir experiencias y que promueva la comunicación resulta vital.

Para el desarrollo del plan formativo se parte de lo más básico, que sería el análisis de las necesidades de aprendizaje del estudiante, luego definimos los objetivos perseguidos, a partir de esto se diseñan las acciones formativas para luego ponerlo en práctica y finalmente evaluar el programa.

El modelo del plan de formación que aquí se propone se basa en los trabajos de Guardia y de López y Leal, (Guardia, 2002, López y Leal, 2002), que definen cuatro fases que se retroalimentan tras la ejecución de la fase de evaluación, tal y como puede observarse en la figura 9 y se describe con mayor detalle en sucesivos párrafos:

- **Análisis y definición.** El objetivo a perseguir en esta fase será la de determinar las necesidades formativas y adecuarlas a un contexto social.
- **Diseño y concreción.** Se especifica cómo se va a aprender lo que se identificó en la fase anterior.
- **Desarrollo.** Tenemos dos fases, primero, el desarrollo de la documentación asociada al programa del curso y, segundo, la conducción del programa del curso.
- **Evaluación.** En esta fase se vuelve a los objetivos perseguidos en la fase de análisis y definición y son comparados con los obtenidos, efectuando los posibles cambios y la concreción de un futuro proyecto.

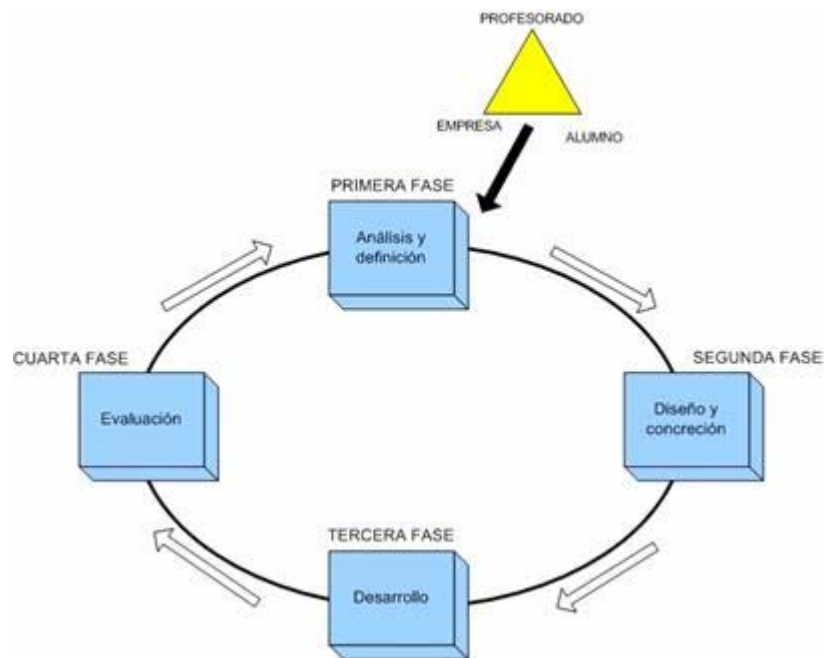


Figura 12. Fases del plan formativo.

6. Conclusiones

En relación a las fases de desarrollo del plan formativo propuesto y, fruto de los estudios de Guardia y de López y Leal, hemos realizado un estudio de las necesidades del alumnado, medido mediante una encuesta cuya muestra ha sido tomada de los tres vértices que componen el triángulo de la formación; los alumnos, los profesores y el mundo empresarial, dando como resultado el punto de partida del presente trabajo, la sociedad demanda una renovación en sus medios y métodos educativos, renovación que es acompañada por la introducción de NNTT en la docencia. Particularizando, y teniendo en cuenta el elevado grado de inserción que tiene la tecnología móvil sobre la sociedad, y en

especial, sobre los jóvenes, figuras 1 y 2, se ha optado por diseñar un sistema que incorpore esta tecnología como foco de atención del alumnado, sin aumentar la complejidad de la solución propuesta.

Una vez estudiadas las necesidades formativas, se procederá a marcar los objetivos, centrados en el aprendizaje del manejo del instrumental electrónico necesario para realizar la práctica y realizar la toma de medidas, dado que el banco de pruebas propuesto se engloba dentro de una asignatura práctica de laboratorio de instrumentación electrónica.

Posteriormente se diseñan las acciones formativas, que estarán organizadas en forma de prácticas en grupos reducidos, con dos rotaciones a mitad del cuatrimestre, siendo una de las prácticas el sistema propuesto.

Finalizado el desarrollo conjunto del plan formativo y de la primera versión de la herramienta descrita, cabe ahora continuar el trabajo con la inserción de la misma dentro de la propia asignatura y poner en práctica la actividad docente descrita, con objeto de realimentar el plan formativo. Además, y en la misma línea de la mejora de la calidad de enseñanza, se están realizando diversos estudios científicos con objeto de incluir métodos de aceptación tecnológica de la herramienta y diseño de mapas conceptuales (Trochim, 1989, Trochim, 1993, Martínez-Torres, 2005, Vega-Riveros, 1998) por parte de los expertos, técnicas que son aplicables en las fases de análisis y definición, así como en las de diseño y concreción (1ª y 2ª fases), incorporando al diseño del plan formativo un análisis estadístico que tiene por objeto que el lazo de realimentación tenga la menor ganancia posible, esto es, se busque el menor número de iteraciones y modificaciones de la herramienta basándonos en estudios estadísticos previos, resultados que serán descritos en sucesivos trabajos.

7. Referencias bibliográficas

AGUADED, J.I. (1993): **Comunicación audiovisual**, Huelva, Grupo Pedagógico Andaluz "Prensa y Educación".

BARRERO, F., GALLARDO, S., LILLO, A. J. y TORAL, S. L. (2005): Herramienta multimedia de ayuda en la impartición de un laboratorio de procesadores digitales de señal (DSPs). **Pixel-Bit. Revista de medios y educación, nº 25.**

CABERO, J., MORALES, J. A., BARROSO, J., ROMÁN, P., ROMERO, R. (2004): La red como instrumento de formación. Bases para el diseño de materiales didácticos. **Revista Pixel-Bit. Revista de Medios y educación, nº 22.**

COLECTIVO SENTIC (2005): **Aplicaciones de las NNTT a la formación**, VI Encuentro de Asociaciones de Coslada.

DAI TELECOM S.R.L. (2003): **Telit GM862-CS/-GPRS/-GSM Hardware User Guide**, DAI Telecom S.R.L.

DE LA PEÑA, JOSÉ (2003): **Historia de las telecomunicaciones**, Editorial Ariel S.A., 2003.

ESTAY-NICULCAR, C., GRACIA, S., GARCÍA, Á., CISTEÓ, J. (2002): **Experiencia exploratoria en la docencia colaborativa-cooperativa con entorno virtual de proyectos de ingeniería informática en Guayaquil: formando sin distancias y potenciando el trabajo sin fronteras.**

MARTÍNEZ, A., ROMÁN, P., BARROSO, J. (2003): Los centros educativos andaluces en Internet. **Revista Pixel-Bit. Revista de medios y educación, nº 20.**

MARTÍNEZ, J. (2003): Debate **"E-formación: una perspectiva de la gestión del conocimiento"**. Leído en Mayo de 2003.

MARTÍNEZ-TORRES, M. R., BARRERO, F., TORAL, S. L., GALLARDO, S. (2005): A Digital Signal Processing Teaching Methodology Using Concept Mapping Techniques, accepted for publication in the **IEEE Transactions on Education, 2005.**

GALLARDO, S., LILLO, A. J., TORAL, S. L., FEDERICO, F. (2004): Diseño de sistemas electrónicos digitales basados en el procesador TMS320C3x de Texas Instruments. Una visión práctica. **TAAE'2004. 6º Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica.** Valencia, España, julio de 2004.

LILLO, A. J., GALLARDO, S., TORAL, S. L., BARRERO, F. (2004): Laboratorio multimedia de

procesamiento digital de señal usando el TMS320C3x DSP starter kit. **TAAE'2004. 6º Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica**. Valencia, España, julio de 2004.

MOTOROLA (1996): **MC68HC11A8. HCMOS Single-Chip Microcontroller**, Motorola, 1996.

SONY ERICSSON MOBILE COMMUNICATION (2003): **GR 47/GR 48 Design Guidelines**, Sony Ericsson.

PHILIPS (1999): **Dual Band Mobile Phone Savvy. User Manual**. Philips Consumer Communications. Division of Philips France.

QUIROZ, M. (1997): Propuestas para la educación y la comunicación. **Comunicar, 8, 31-37**.

TROCHIM, W. M. K. (1989): An Introduction to Concept Mapping for Planning and Evaluation. **Evaluation and Program Planning. Vol. 12, no 1, 1989, pp. 1-16**.

TROCHIM, W. M. K. , (1993): The Reliability of Concept Mapping, Paper presented at the **Annual Conference of the American Evaluation Association**, Dallas, Texas, 1993

VEGA-RIVEROS, J. F., MARCIALES, G. P., MARTÍNEZ, M. (1998) Concept Maps in Engineering Education: A Case Study. **Global Journal of Engineering Education, Vol. 2, no. 1, 1998, pp. 21-27**.

VIDAL, M. P. (2004): Uso y evaluación de la plataforma de enseñanza-aprendizaje virtual "Blackboard". **Pixel-Bit, Revista de medios y educación, nº 24**.