

KM. 1800

# LA DISTANCIA DE SEGURIDAD EN EL VEHICULO

*Un PIC “ salva vida “ calcula el espacio de frenado y la consecuente distancia de seguridad con el propio automóvil y un PIC virgen realiza interesantes experimentos emparejados al panel experimental USB LX. 1582: todo esto gracias a versatil un software open source!*

La idea de este proyecto proviene de la lectura de la carta de un profesional que se propuso como un candidato potencial para nuestra compañía y que, entre las diversas experiencias laborales, contaba con aquella de “ experto en unidades de control electrónico para automoción “, en específico sobre productos electrónicos de algunos prototipos que forman parte del grupo “ General Motor “.

Mientras tanto el coordinador de “Open Source“ había pedido a nuestro director editorial una entrevista centrada en nuestro negocio y en nuestra revista.

Usted se preguntará cuál es el vínculo entre la electrónica del automóvil y el open source...

Si procede a la lectura del artículo pronto se hace evidente y, además, se descubre “ algo “ muy interesante.

Durante las conversaciones con el coordinador de Open Source nos preguntó si consideraríamos positiva una colaboración.

Nosotros, nunca negamos nuestra colaboración siempre que su finalidad sea interesante y satisfaga las exigencias de un gran número de lectores.

Open Source nos envió un proyecto interesante, pero.... se trata de un dispositivo dedicado a los coches de carreras, motos, karts, etc., por lo que las preguntas que nos planteamos fueron las siguientes:

- ¿Cuántos lectores pueden estar interesados en un proyecto así ?

- ¿A quién no le guste este tipo de competiciones, podría utilizar igualmente este circuito?

No hemos hallado respuestas definitivas a tales preguntas, pero en poco tiempo “llevamos dando vueltas a una idea“ que se remonta a varios años atrás, cuando hemos considerado la posibilidad de ampliar las funciones propias de un ordenador de a bordo.

Como es conocido, en efecto, él indica el consumo kilométrico, la cantidad de gasolina presente en el depósito, los kilómetros que faltan por recorrer para llegar al destino (durante un tiempo en los coches no era instalado el GPS), el valor de la temperatura ambiente, etc.

Había sin embargo una indicación que el ordenador no proveía, incluso pudiendo hacerlo pues disponía de todos los datos necesarios para ofrecerla y ésta es aquella relativa al:

## espacio de frenado

Sí, ese es el espacio que en la autoescuela nos explican que es **directamente proporcional** a la **velocidad** a la que se conduce.

Por lo tanto, contamos con el autor del currículo y le planteamos el problema ofreciéndole una colaboración concreta.

Nuestro interlocutor, **Ing. Gayetano Cangemi**, ex empleado de una de las empresas del grupo General

Motors, dejó entonces fluir un sinfín de propuestas entre las cuales tocó las nuestras y dio vía a nuestra colaboración, relativa a un proyecto que ha recibido el interés de nuestros lectores más jóvenes siendo muy flexible y poco costoso.

Se trata de un circuito que, utilizando un microprocesador del **Microchip tipo 16F877**, es capaz de asociar la señal de Tacho (velocidad) a un software realizado a hoc que, teniendo cuenta el tipo de vehículo utilizado, visualiza sobre un display, en tiempo real, el **espacio de frenado** y la distancia de seguridad a respetar cuando se está en movimiento.

■ **¿Qué establece el código de la carretera?**

Cuando hablamos de espacio de frenado y de distancia de seguridad hablamos de cosas diferentes. Vemos en detalle.

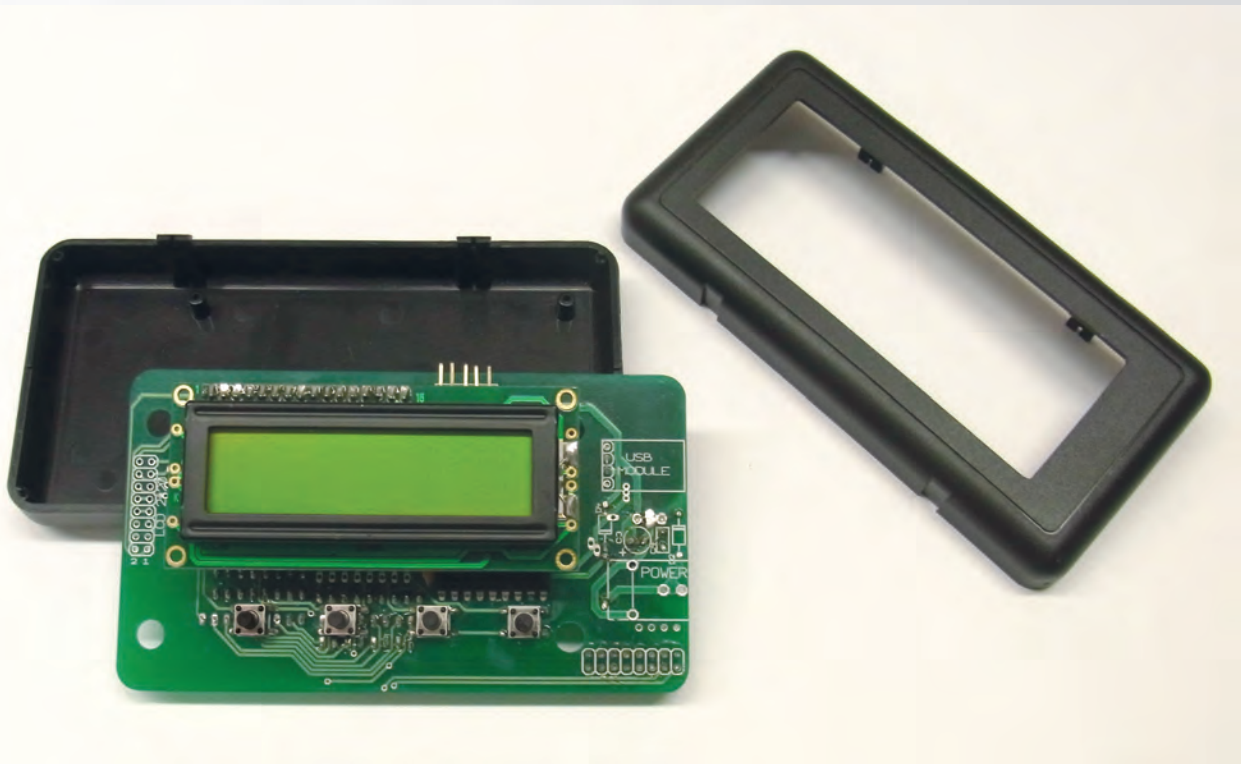
El espacio de frenado se divide en 5 fases, es decir:

- 1- percepción del peligro
- 2- estado de incertidumbre por miedo o sorpresa
- 3- quitar el pie del pedal del acelerador
- 4- alcanzar y presionar el pedal del freno
- 5- disminución de la velocidad de forma progresiva hasta el frenado

El tiempo comprendido entre la fase 1 y la fase 4 se define como tiempo de reacción.

Durante este lapso de tiempo el vehículo mantiene una velocidad constante, que varia si se está recorriendo un camino en subida o bien en bajada: en promedio este tiempo se considera de 1 segundo..

Si se circula a 108Km/h la distancia recorrida en 1 segundo es igual a:



**Fig.1 foto del proyecto denominado LX.1800 para la monitorización de la distancia de seguridad en un automovil.**

KM. 1800

**108: 3,6 = 30 metros** [ dividir por 3 es más simple ].

**Nota: se trata de la conversión entre Km/h y m/s:**

**Km = 1.000 metros**

**h = 60 minutos x 60 segundos = 3.600s**

Se ejecuta la proporción:

**1.000m: 3.600s = m: sec**

y se saca la fórmula de los metros:

**m = ( 1.000 x 1 ) : 3.600 = 0,27**

Es habitual para calcular la fase 5, es decir, la fase de frenado real, considerar la velocidad en Km/h y dividir por dos:

**espacio de frenado = Km/h: 2**

Hagamos un ejemplo tomando en consideración una velocidad de 108km/h [ el valor 108 ha sido escogido para obtener un número entero ]:

**espacio de frenado = 108: 2 = 54 metros**

Analizamos fase por fase lo que sucede durante un frenado:

**Percepción del peligro (Pp)**

velocidad x tiempo de reacción

v = velocidad del vehículo [ ej. 40 Km/h ] Tiempo de reacción = 3: 10 seg

[ v x Tr ] = distancia recorrida en el tiempo de reacción [ ej. 40 x [ 3: 10 ] = 12 metros

**Reacción del conductor (Rc)**

percepción del peligro multiplicado por un tiempo estimado en 3/4 segundos [ ej. 12 x [ 3: 4 ] = 9 metros ]

**Reacción de los frenos (Rf)**

percepción del peligro multiplicado por un tiempo estimado en 0,1 segundos [ ej. 12 x 0,1 = 1,2 metros ]

**Distancia de frenado (Da)**

Da = (velocidad x velocidad): 200

donde:

**velocidad** = velocidad del vehículo

**200** = constante que tiene en cuenta la máxima velocidad del vehículo

ej. [ 40 x 40 ]: 200 = 8 metros **Espacio de detención total**

Es la suma de los factores obtenida de los cálculos anteriores, es decir:

**Pp + Rc + Rf + Da = espacio total de detención**

entonces:

**12 + 9 + 1,2 + 8 = 30,2 metros**

Considerando que sobre el frenado influyen diversos factores entre los cuales están:

- el tipo de frenos: ABS o normales
- el estado de los neumáticos
- la carga transportada
- el tipo de superficie de la carretera
- el estado de la superficie de la carretera (húmedo o seco, con grava o no, etc.)
- la activación o no de la dirección
- la reducción o no de las marchas de velocidad

el **espacio total de detención** se obtiene calculando la suma de los dos espacios:

**Espacio total de detención =**

**Espacio de reacción + distancia de frenado**

### ■ **Distancia de seguridad**

Hay otra distancia que reviste un papel fundamental para evitar colisiones con los vehículos que preceden y es la **distancia de seguridad**.

Se sabe que frecuentemente los accidentes son provocados por fallos respecto de esta distancia asociada a una distracción: responder al teléfono móvil, insertar un CD en la radio del vehículo, son tan solo alguno de los ejemplos de conducta que pueden dar lugar a graves consecuencias.

**Distancia mínima de seguridad (reacción)**

**Distancia de seguridad (reacción + frenado)**

Recordamos que el movimiento continuo altera la percepción del **peligro (Pp)** y también el tiempo de **reacción (Rc)** por lo que la **distancia de seguridad** es dada por la suma de los dos factores **Rc + Rf**.

La distancia mínima de seguridad tiene que ser **al menos** igual al espacio recorrido durante el tiempo de reacción.

■ **¿Qué máquinas pueden usar nuestro aparato?**

Hemos transformado estos conceptos teóricos en un **software** que gira dentro un micro de la familia **microchip** y que explota la señal de **Tacho** presente en el conector de la señal del sistema ABS del coche.

Esta señal es captada por el sistema ABS, porque todos los vehículos responden de **igual** modo con respecto a la velocidad.

Recuerde que el sistema de detección de la velocidad es estándar y es independiente del tamaño del coche.

Lo que hace la diferencia entre varios coches y el sistema de frenada, depende de las características del coche descrito en el registro del propietario [ peso, carga máxima].

La señal del **ABS** es un tren de impulsos proporcional a la **velocidad**.

Transformando el tren de impulsos en una velocidad, con sucesivos cálculos es posible obtener instante por instante los valores de la distancia de seguridad a respetar y la distancia de frenazo.

Os aconsejamos dejaros ayudar por un electricista para obtener un cable desde el ABS a vuestro aparato para ser integrado en el terminal.

■ **Cómo funciona el ABS**

El sistema antibloqueo **ABS**, acrónimo del inglés **Antiblock Braking System** o del alemán **Antiblockiersystem**, es un **sistema de seguridad** que evita el bloqueo de las ruedas de los vehículos garantizando el control del vehículo en los frenazos.



**Fig.2** en este dibujo se describe lo que sucede cuando el conductor de un vehículo tiene percepción de un obstáculo sobre su directriz de marcha. Como se puede ver, la distancia total de frenado es la suma del espacio recorrido en el tiempo de reacción y el espacio del de frenado efectivo.



**Fig.3** la distancia de seguridad para ser mantenida con el fin de evitar la colisión con un obstáculo u otro vehículo viene dada por la suma del tiempo de reacción del conductor más el espacio de frenado efectivo.



**Fig.4** La señal útil para hacer funcionar nuestro aparato es la misma que la que se utiliza para el velocímetro.



**Fig.5** Durante el test hemos tomado alguna foto para haceros ver donde hallan los cables de la señal del ABS. Naturalmente cada vehículo tiene su propia "geografía" por lo que si no son profesionales deberían obtener ayuda de un electricista. En nuestro caso se trata de un SUV Toyota. Como puede ver, hemos desmontado el neumático para poder acceder a la corona.

**Fig.6** Detrás del disco del freno aparece un conector que lleva los cables de ABS ( véase foto ).

**Fig.7** En primer plano el conector provisto de dos cables de entrada y dos de salida.



**Fig.8** Desconecte el conector y añada en paralelo dos cables para ser conectados al aparato.

**Fig.9** En esta foto se puede ver al enlace entre los dos cables del conector y el aparato.



KM. 1800

El ABS está formado por una corona dentada (unificado en todos los coches), integrada a la rueda y a un sensor de Hall que cuenta los dientes durante la rotación

La unidad de control electrónico, contando el número de dientes que pasan en una unidad de tiempo dada, calcula la velocidad de rotación de la rueda y, si detecta que una o más ruedas están bloqueadas en fase de frenado, controla la bomba hidráulica para disminuir la fuerza de frenado, en la práctica realiza la misma acción que realizaría el conductor soltando el pedal del freno.

**Atención:** les recordamos que el **ABS** ejecuta solo la **liberación del freno**, para que el conductor tenga que presionar continuamente el freno para no frustrar la utilidad de este servomecanismo.

Para el registro hay que especificar que ahora el **ESP®** engloba todos los componentes del **ABS** y **TCS**, con los beneficios adicionales del control de la **estabilidad**. El **ABS** evita que las ruedas se bloqueen, garantizando el control del vehículo cuando se necesita frenar bruscamente.

El **TCS** impide que las ruedas se descontrolen y asegura una tracción óptima.

Mientras el **ABS** y el **TCS** trabajan en la dirección longitudinal, el **ESP®** ayuda a hacer frente eficazmente a los movimientos laterales que inducen el vehículo al derrapado.

### ■ ESQUEMA ELÉCTRICO

Como se puede ver en diseño del esquema eléctrico de nuestro detector de espacio de frenado en fig.10, lo hemos subdividido en bloques distintos para hacer más fácil la descripción.

Por consiguiente, consideraremos estos bloques un a un explicando características y función.

### ■ SALIDAS

Las 8 salidas del panel se almacenan a través de un ARRAY de darlington IC4 común (ver fig.11).

### ■ Alimentador

Esta función está desarrollada por el integrado IC1, un estabilizador con homologación para automóvil, que abastece la tensión continua de **5 voltios** (ver fig.12).

Se utilizó éste integrado, un **LM2931T** porque entre sus interesantes características se encuentra la de regular la fuerza de salida incluso en el caso de que fuera accidentalmente golpeado por una fuerza exterior.

### ■ ENTRADAS

Las 8 entradas analógicas del panel han sido protegidas por una configuración compuesta de un divisor resistivo (**R22** y **R36**) y de diodos en configuración de **Clamp** (por ejemplo **D13**) (ver fig.13).

### ■ Microprocesador/CORE

El microprocesador utilizado para la realización del proyecto es un **PIC 16F877A** (ver fig.14).

Se trata de un micro que posee las siguientes características:

- 8 entradas analógicas 10bit
- 4 entradas configurables a alta velocidad
- 1 puerto en serie TTL
- 2 salidas PWM
- 1 salida paralela
- 5 bancos de I/O- RA RB RC RD RE-
- 1 oscilador externo hasta 20 MHz
- 3 temporizadores internos (8bit) con prescaler programable
- 1 comparador de tensión
- 1 memoria flash de 8 Kwords
- 1 memoria de datos de 368 Bytes
- 1 dato EPROM de 256 Bytes
- 1 watch dog interno
- 1 encendido automático (retrasa el inicio del micro)
- Brown - out detect verifica que la tensión de alimentación no baja nunca de **4 voltios**; en el caso en que esto sucediera verificaría y, ejecutaría el restablecimiento del micro.

### ■ Keys (entrada manual)

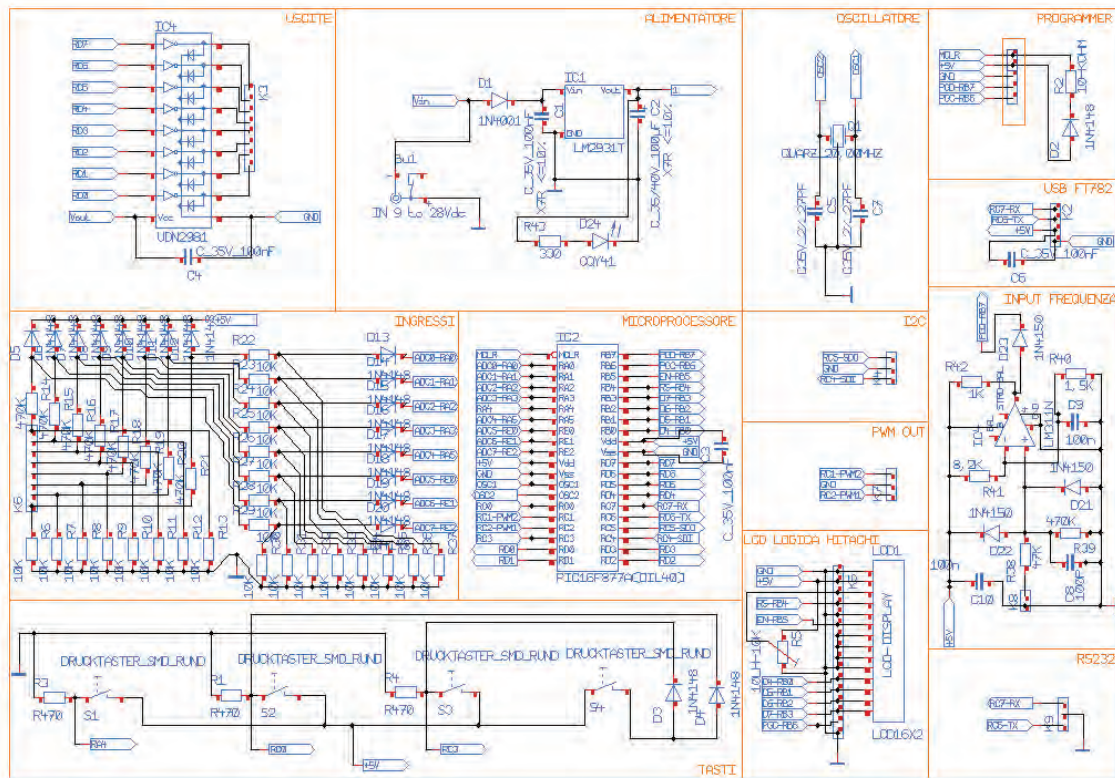
Se insertaron **4** teclas para comunicarse con la **CPU** y el standby del mismo (ver fig.15).

### ■ Bloqueo INPUT frecuencia (ABS)

Este bloqueo (ver fig.16) es constituido de un amplificador **LM311** en configuración de comparador de tensión.

Desde el recuadro + recoge la señal del ABS y lo compara con el divisor formado por **R41** y **R40** sobre el recuadro invertido.

Por lo tanto genera un tren de impulsos limpios de trastornos eventuales, que van a nuestro aparato que funciona como un medidor de frecuencia y asocia el valor al de la velocidad.



**Fig.10** dibujo del esquema eléctrico del aparato para controlar la distancia de seguridad. En las dos páginas siguientes, para mayor comodidad, se ofrece subdividido en los bloques que lo componen. Como se puede ver, el valor de los componentes individuales se muestra al lado de sus iniciales.

■ **USB FT782**

La **comunicación In/Out** con el **micro** pasa a través de una interfaz **USB** producido por **FTDI** (ver fig. 16), que se comunica con el micro a través del puerto **USART** (puerto en serie **TTL** ).

■ **PROGRAMADOR**

En el panel está presente un puerto de programación capaz de reprogramar el microprocesador o de utilizar otro micro (Open Source) para realizar otras aplicaciones (ver fig.16).

■ **RS232**

Un puerto **RS232** siempre está presente para utilizar nuestro proyecto en todos aquellos casos en que la comunicación requiera este tipo de comunicación (ver fig.16).

■ **I2C**

Se trata de una serial sincrónica para utilizar en todos los casos en que no es necesario administrar protocolos complejos (ver fig.16).

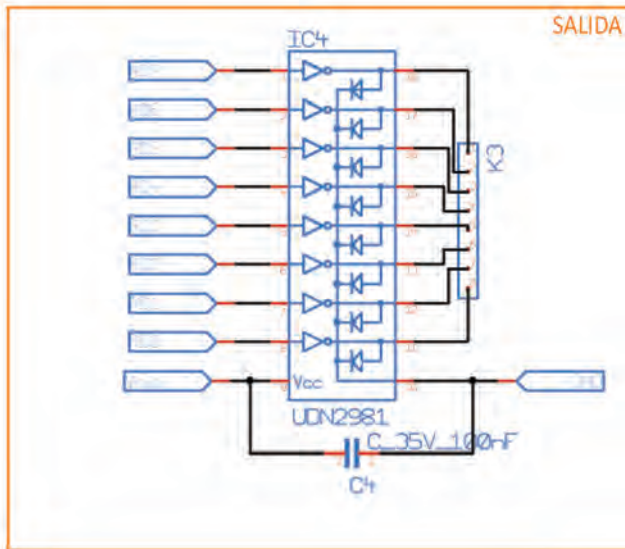
■ **PWM OUT**

Un generador **PWM** (Pulse Width Modulations) para todas las aplicaciones en las que se desee pilotar un motor o administrar una tensión variable o un simple buzzer (ver fig.16).

■ **LCD LOGICA HITACHI**

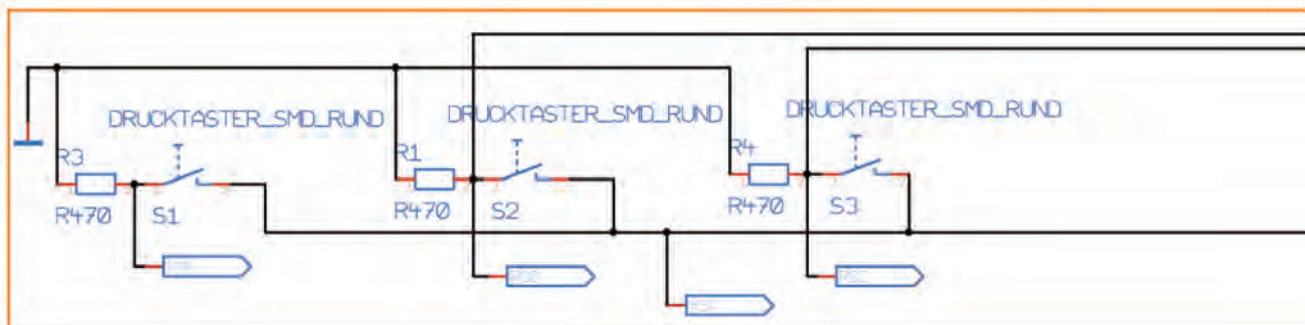
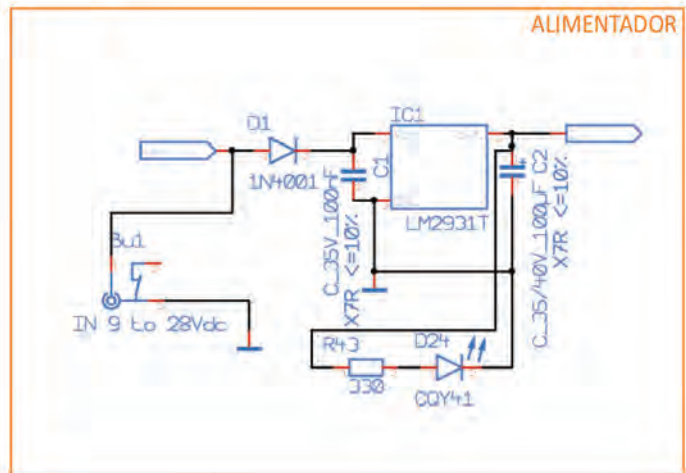
Se utilizó un **LCD** a dos líneas de 16 caracteres Hitachi compatible para obtener una visualización en tiempo real (ver fig.16).



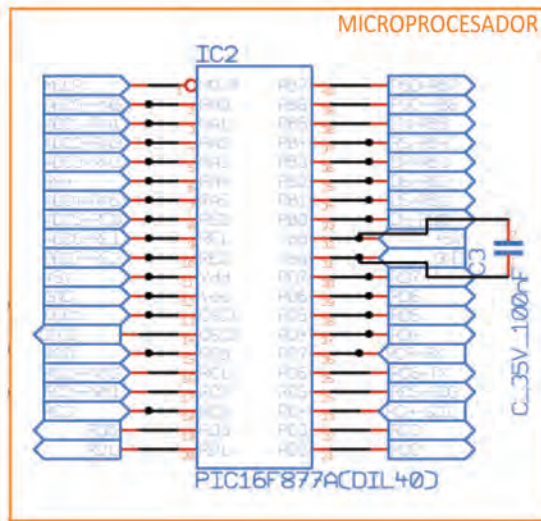
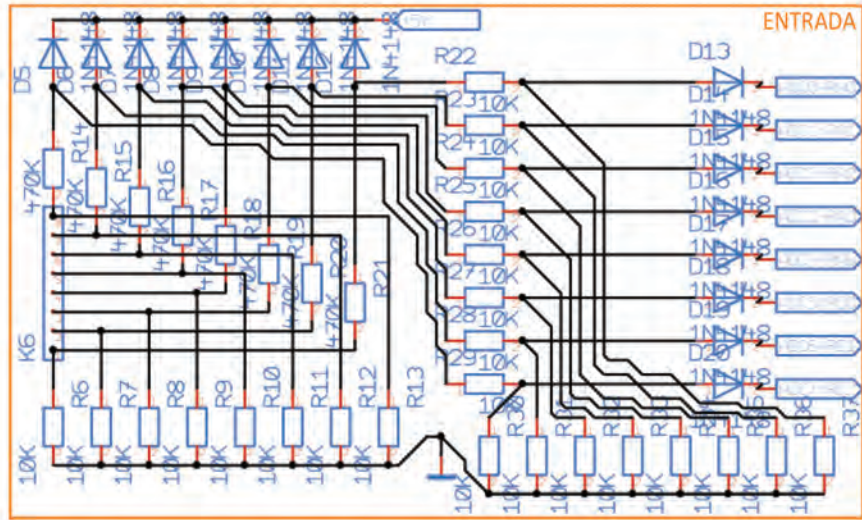


**Fig.11** Etapa de salida del proyecto LX.1800. Las 8 salidas del panel han sido tamponados a través de un ARRAY común de darlington IC4.

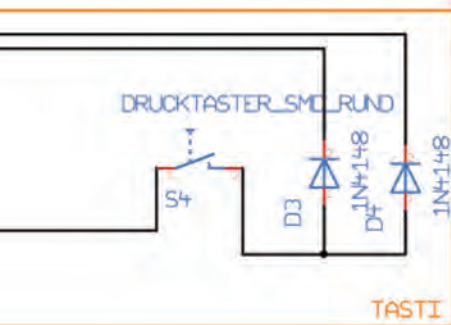
**Fig.12** Etapa de alimentación. El IC1 integrado, un estabilizador con homologación para automóviles, proporciona la tensión continua de 5 voltios



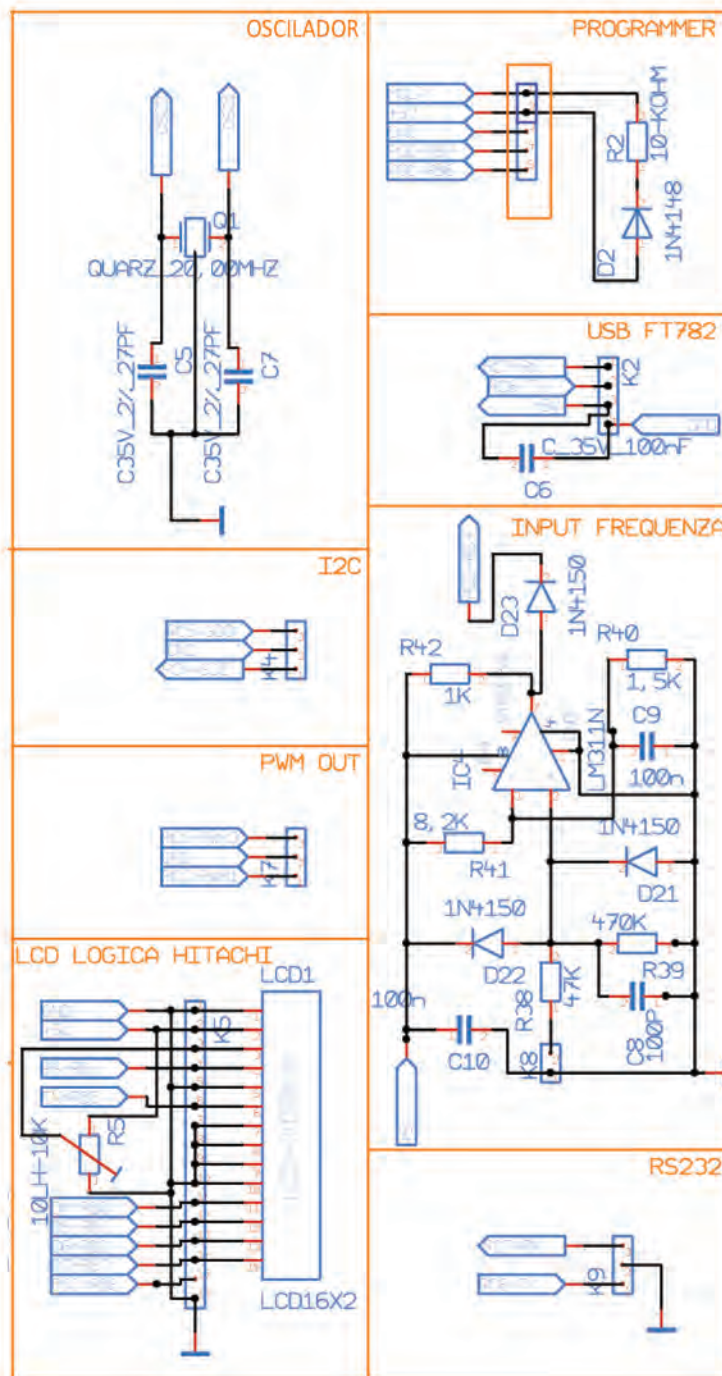
**Fig.13** Arriba, etapa de entrada. Las 8 entradas han sido protegidas por una configuración que consta de un divisor resistente y diodos en configuración de Clamp.



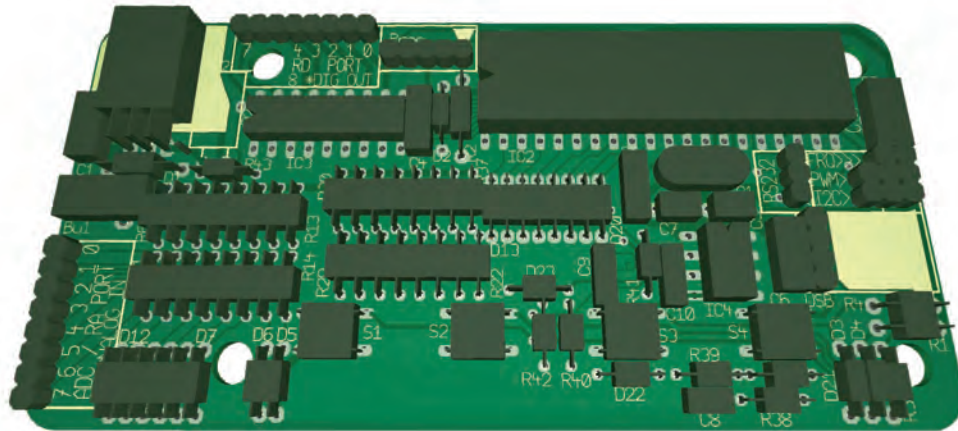
**Fig.14** Al lado, Etapa del microprocesador. Las características del PIC 16F877A se publican en el artículo.



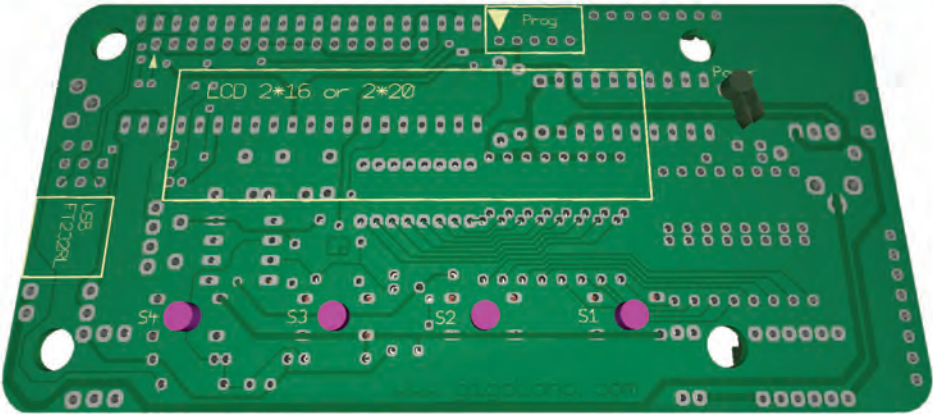
**Fig.15** Etapa clave. Las 4 etapas presentes en el circuito permiten la comunicación con la CPU y el standby del mismo.



**Fig.16** en esta imagen se reproducen las últimas 8 etapas del circuito LX.1800: etapa del oscilador, etapa del programador, etapa USB, etapa I2C, etapa PWM OUT, etapa LCD lógica Hitachi, etapa de frecuencia de entrada (ABS), etapa RS232.



**Fig.17** Esquema práctico de montaje del LX.1800. La imagen reproducida aquí en 3D, aunque no bien definida, constituirá un punto de referencia para quien realice el proyecto. A partir de la próxima revista estaremos en condiciones de ofrecer un grafico mejor.



**Fig.18** el esquema práctico del detector de la distancia de seguridad visto desde el lado opuesto, sobre el que tendrán que ser montados botones, display y led de encendido.

KM. 1800

### ■ REALIZACIÓN PRÁCTICA

Como se puede ver mediante la lectura de los párrafos anteriores, hemos roto con la tradición para proporcionar un proyecto con una línea muy compacta según el uso para el que ha sido pensado y el lugar en que va situado, es decir, el salpicadero del coche.

Estamos verificando la posibilidad de usar un programa diferente del original PCB.Tendremos así la posibilidad de ejecutar verificaciones del circuito incluso antes de realizar el prototipo, manteniendo un alto nivel de calidad, precio, como nos es habitual.

Las imágenes en 3D del esquema se ofrecen en fig.17-18 lamentablemente no están bien definidas y pedimos disculpas: estamos realizando la transición a un programa más evolucionado para la reproducción grafica de nuestros circuitos, que podrá ser apreciado en su máxima calidad tan solo en la próxima revista.

Como habitualmente recomendamos que ejecute el montaje empezando por los componentes diminutos, tales como resistencias, diodos y condensadores, cuarzo y zócalos para los circuitos integrados.

Corte todos los cables y proceda a montar los componentes sobre la otra cara del impreso, es decir los 4 botones, el display y el led de encendido.

Una vez llevada a cabo la instalación, inserte el PIC programado proporcionando los **12 Voltios** de alimentación y, si no se ha cometido ningún error involuntario de programación, debería ver la forma escrita de la presentación de "Nueva Electrónica" sobre el display.

### ■ Test de prueba

Para ejecutar el test sobre el circuito, se puede utilizar uno generador de impulsos, inyectando la señal en "Frecuencia de entrada".

Podrá apoyarse en nuestro proyecto de **Generador de ondas sinusoidales LX.3006** (ver revista N. 238 ) o bien en el más complejo **Generador de BF LX.1337**.

### ■ INTRODUCCIÓN al OPEN SOURCE

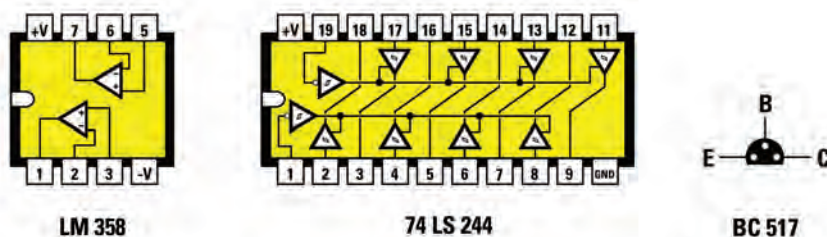
Dado que nuestro proyecto se basa en un **microprocesador** muy flexible, ha bastado realmente poco para asociarlo a una serie de aplicaciones que desarrollaremos después, entre las que está una serie de instrumentos de medida y... una interfaz **Open Source**.

Junto a esto proporcionaremos pequeñas **fuentes** ( que hallarán en el artículo ), que podrán utilizar para realizar sus proyectos o para aprender a utilizar las interfaces presentadas a continuación.

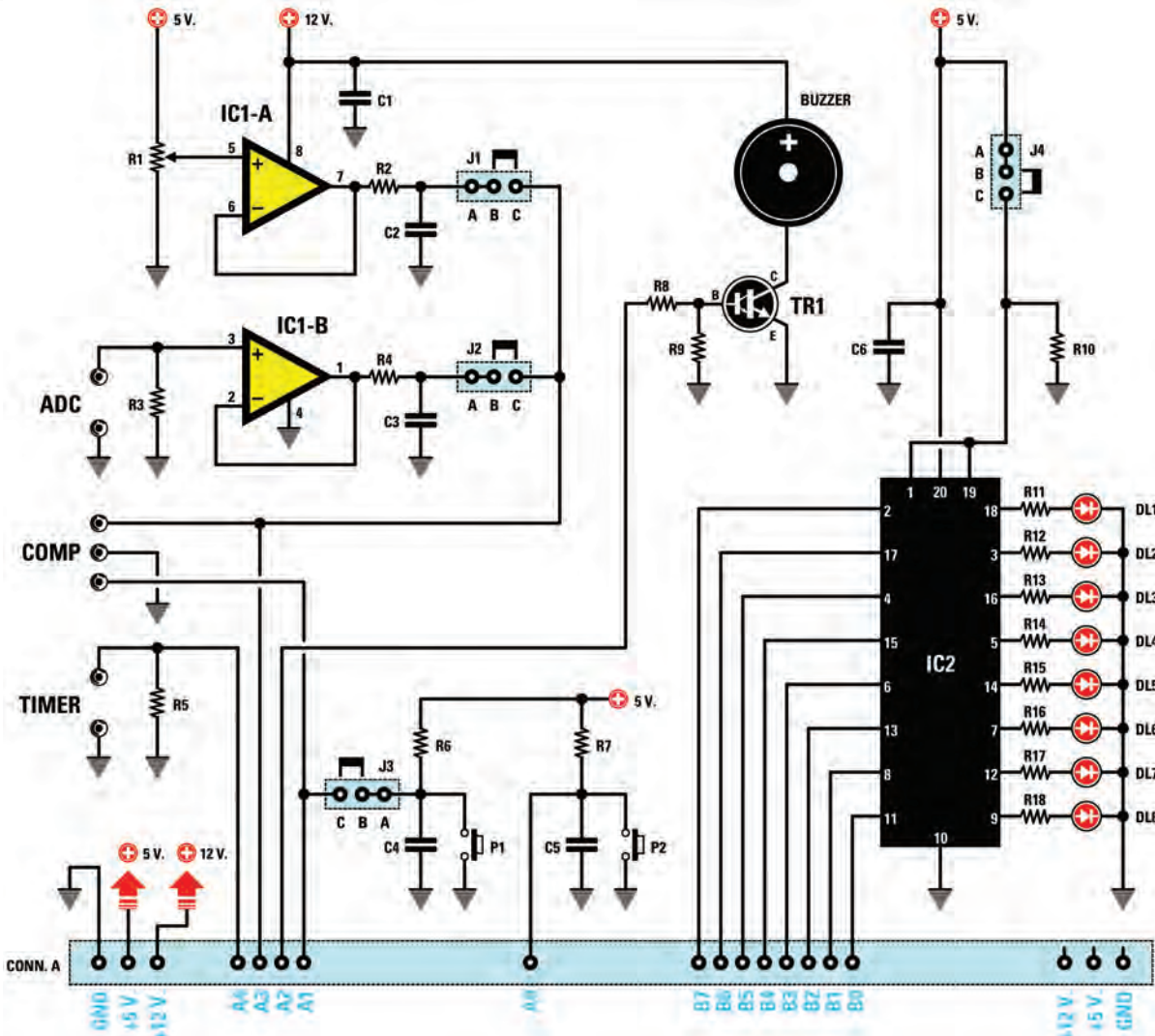
Para facilitar a los interesados la realización de las diversas experiencias y aplicaciones proporcionadas de las fuentes y de las interfaces, les ofrecemos un micro virgen.

Una vez programado de acuerdo a sus necesidades y sustituido por el panel del **PLC pic**, se convertirá el panel perfectamente autónomo (stand alone), y además, como cualquier puerto **USB**, puede ser operado a través pc.

El panel experimental que aquí se propone, en realidad,



**Fig.19 Las conexiones de los componentes utilizados en el panel experimental LX.1582. Las conexiones de los dos integrados LM.358 y 74LS244 se ven desde arriba con una marca de referencia en U orientada hacia la izquierda, mientras las conexiones del transistor darlington BC.517 se ven desde abajo.**



**Fig.20** Esquema eléctrico del panel experimental denominado LX.1582. Las entradas ADC-COMP-TIMER le permitirá ejecutar diferentes test de programación.

**LISTADO DE COMPONENTES DEL KM1582**

- R1 = 10.000 ohm trimmer R2 = 10.000 ohm
- R3 = 100.000 ohm
- R4 = 10.000 ohm
- R5 = 100.000 ohm
- R6 = 10.000 ohm
- R7 = 10.000 ohm
- R8 = 22.000 ohm
- R9 = 22.000 ohm
- R10 = 10.000 ohm R11-R18 = 470 ohm
- C1 = 100.000 pF poliéster C2 = 100.000 pF poliéster
- C3 = 100.000 pF poliéster
- C4 = 100.000 pF poliéster

- C5 = 100.000 pF poliéster
- C6 = 100.000 pF poliéster
- DL1-DL8 = diodo led
- TR1 = NPN tipo BC.517 (darlington)
- IC1 = integrado tipo LM.358
- IC2 = TTL tipo 74LS244
- Buzzer = buzzer 12 Volt
- J1-J4 = puentes
- P1-P2 = pulsadores

*Nota: todas las resistencias utilizan en este circuito son de ¼ watio.*