



DETECTOR electrónico de

Este sencillo circuito, utilizando una resistencia NTC conectada a un integrado LM.3900, indica cuando la carretera está helada, previniendo de esta forma accidentes ocasionados por derrapajes involuntarios. Como se detalla en el artículo este circuito tiene muchas más aplicaciones, por ejemplo puede utilizarse para controlar si la temperatura de un frigorífico industrial baja por no estar herméticamente cerrado o para detectar si disminuye la temperatura de una incubadora debido a la falta de suministro eléctrico.

“ Soy estudiante de electrónica. Un día de este invierno, mientras despuntaban las primeras luces del alba, estaba volviendo a casa de la discoteca. En un momento dado perdí de repente el control del coche, debido a la **capa de hielo** de la carretera, y **choqué violentamente** contra el pretil de un puente.

Por suerte el pretil evitó que cayera río abajo, aunque todo el lateral derecho de mi coche quedó inservible y he tenido una pierna escayolada durante un mes.

Cuando volví al Instituto pregunté a mi Profesor de electrónica si conocía algún **sensor** que

pudiera **detectar** la presencia de **hielo** en la carretera. Lo creyó un tema muy interesante para hacer una exposición.

Para empezar nos preguntó si todavía recordábamos que el valor óhmico de una **resistencia NTC** disminuye al aumentar **temperatura**. Para demostrarlo cogió una **NTC** y la conectó a un téster ajustado para medir resistencia: El resultado de la medida fue de unos **2.200 ohmios**.

A continuación apoyó en el cuerpo de la **NTC** la punta de un **soldador encendido**. La resistencia de la **NTC** comenzó a bajar a **2.000-1.800-1.500-1.000 ohmios**.

Seguidamente cogió la **NTC** y la metió dentro de una **nevera**. Su valor óhmico subió de 1.000 ohmios a **1.500-1.800-2.000-2.200 ohmios**.

Al introducirla dentro del **congelador** vimos que su valor óhmico subió, alcanzando **5.000 ohmios** a una temperatura de **0 grados**."

Como en muchas ocasiones, **vuestras cartas**, como la carta de este lector de **Nueva Electrónica** (cuya parte principal hemos expuesto en las líneas anteriores) nos ha motivado a desarrollar soluciones, en este caso un **Detector de hielo en la carretera**, utilizando una **NTC**.

Es bastante conocido que el **valor óhmico** de una resistencia **NTC disminuye al aumentar temperatura**.

Ya que las variaciones de **tensión** asociadas a las variaciones de resistencia son **muy pequeñas** hemos utilizado como amplificadores **operacionales Norton**, ya que **amplifican corriente** en lugar de tensión. Por este motivo hemos utilizado el integrado **LM.3900**, que incluye en su interior **4 operacionales Norton** (ver Fig.2).

El símbolo de un **amplificador Norton** se reconoce fácilmente por la presencia de un pequeño **triángulo** entre sus **2 entradas**, que hace referencia a la corriente que circula en la entrada **inversora (-)** y en la entrada **no inversora (+)**.

Aplicando a las entradas del operacional **IC1/A** una **corriente idéntica** los diodos LED **DL1-DL2** parpadean lentamente.

HIELO en la CARRETERA

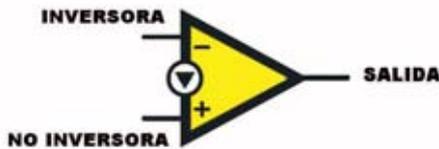
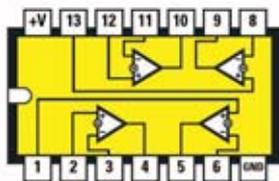


Fig.1 Símbolo de un amplificador operacional Norton. Se diferencia de un operacional tradicional por la presencia entre las dos entradas -/+ de un pequeño "triángulo" con su punta orientada a la entrada no inversora (+).



LM 3900

Fig.2 Estructura interna y conexiones del integrado LM.3900, vistas desde arriba y con su muesca de referencia en forma de U orientada hacia la izquierda. El positivo de alimentación (+V) corresponde al terminal 14, mientras que el negativo (GND) corresponde al terminal 7.

Si la señal aplicada a la entrada **inversora (-)** es **menor** que la aplicada a la entrada **no inversora (+)** solo se enciende el **diodo LED verde (DL2)**.

En caso de que la señal aplicada a la entrada **inversora (-)** sea **mayor** que la aplicada a la entrada **no inversora (+)** solo se enciende el **diodo LED rojo (DL1)**.

La **corriente** aplicada a la **entrada inversora** se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$mA = (\text{voltios}) : (R3 + R4) \times 1.000$$

A una temperatura de **0 grados** por este terminal circula una corriente de:

$$12 : (5.000 + 1.000) \times 1.000 = 2 \text{ miliamperios}$$

La **corriente** aplicada a la entrada **no inversora** se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$mA = (\text{voltios}) : (R1 + R2) \times 1.000$$

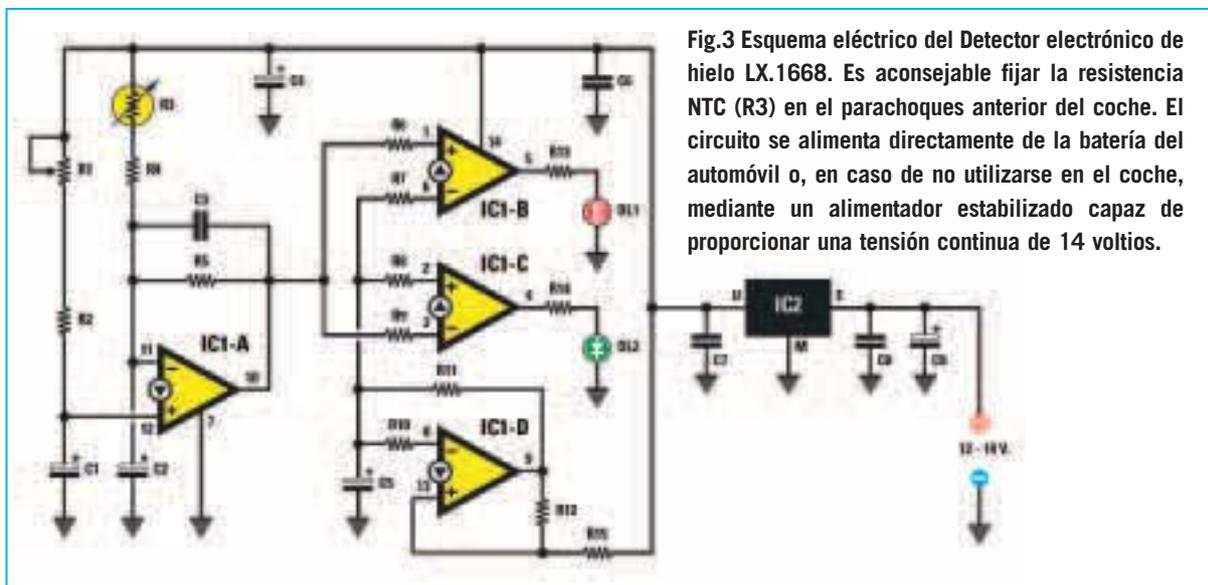


Fig.3 Esquema eléctrico del Detector electrónico de hielo LX.1668. Es aconsejable fijar la resistencia NTC (R3) en el parachoques anterior del coche. El circuito se alimenta directamente de la batería del automóvil o, en caso de no utilizarse en el coche, mediante un alimentador estabilizado capaz de proporcionar una tensión continua de 14 voltios.

Suponiendo que hemos ajustado el **trimmer R1 a 2.000 ohmios** por este terminal circula una corriente de:

$$12 : (2.000 + 1.000) \times 1.000 = 4 \text{ miliamperios}$$

El encendido del **diodo LED rojo (DL1)** nos avisará de que la **carretera** está **helada**, invitándonos a reducir la velocidad y evitar frenar bruscamente para no derrapar.

Como se puede apreciar observando el esquema eléctrico de la Fig.3, a la entrada **no inversora** del operacional **IC1/A** está conectado el **trimmer R1**, que se utiliza para ajustar la **temperatura mínima** a la que se enciende el **diodo LED rojo (DL1)**.

Aunque este sencillo circuito ha sido proyectado para indicar cuando la **carretera** está **helada**, puede utilizarse para cualquier aplicación en la que se precise avisar de que la temperatura ha **bajado**, o **subido**, más allá de un **valor previamente seleccionado**.

En efecto, podemos utilizar el circuito en una **incubadora** o en un **invernadero** para controlar si su temperatura baja, o sube, del valor prefijado.

Para realizar este control basta con ajustar el cursor del **trimmer R1** de forma que parpadee lentamente uno de los diodos LED. Si, a continuación, se **enciende** solo el **diodo LED rojo** y se

apaga el diodo LED verde significa que la **temperatura** sobre el cuerpo de la NTC **ha bajado**.

En cambio si se **enciende** solo el **diodo LED verde** y se apaga el diodo LED rojo significa que la **temperatura** sobre el cuerpo de la NTC **ha subido**.

El operacional **IC1/D** se utiliza como **oscilador de onda cuadrada** con una frecuencia de **1 Hertzio** para hacer parpadear los diodos LED.

Puesto que el circuito ha sido diseñado para alimentarse directamente con la batería del **coche** hemos utilizado un **integrado estabilizador L.7812 (IC2)** para que la tensión de alimentación permanezca estable en cualquier condición.

LISTA DE COMPONENTES

R1 = Trimmer 5.000 ohmios	R15 = 10 megaohmios
R2 = 1.000 ohmios	C1 = 10 microF. electrolítico
R3 = NTC 2.200 ohmios	C2 = 10 microF. electrolítico
R4 = 1.000 ohmios	C3 = 47.000 pF poliéster
R5 = 150.000 ohmios	C4 = 47 microF. electrolítico
R6 = 4,7 megaohmios	C5 = 22 microF. electrolítico
R7 = 4,7 megaohmios	C6 = 100.000 pF poliéster
R8 = 4,7 megaohmios	C7 = 100.000 pF poliéster
R9 = 4,7 megaohmios	C8 = 100.000 pF poliéster
R10 = 3,3 megaohmios	C9 = 10 microF. electrolítico
R11 = 33.000 ohmios	DL1 = Diodo LED rojo
R12 = 10 megaohmios	DL2 = Diodo LED verde
R13 = 1.000 ohmios	IC1 = Integrado LM.3900
R14 = 1.000 ohmios	IC2 = Integrado 7812

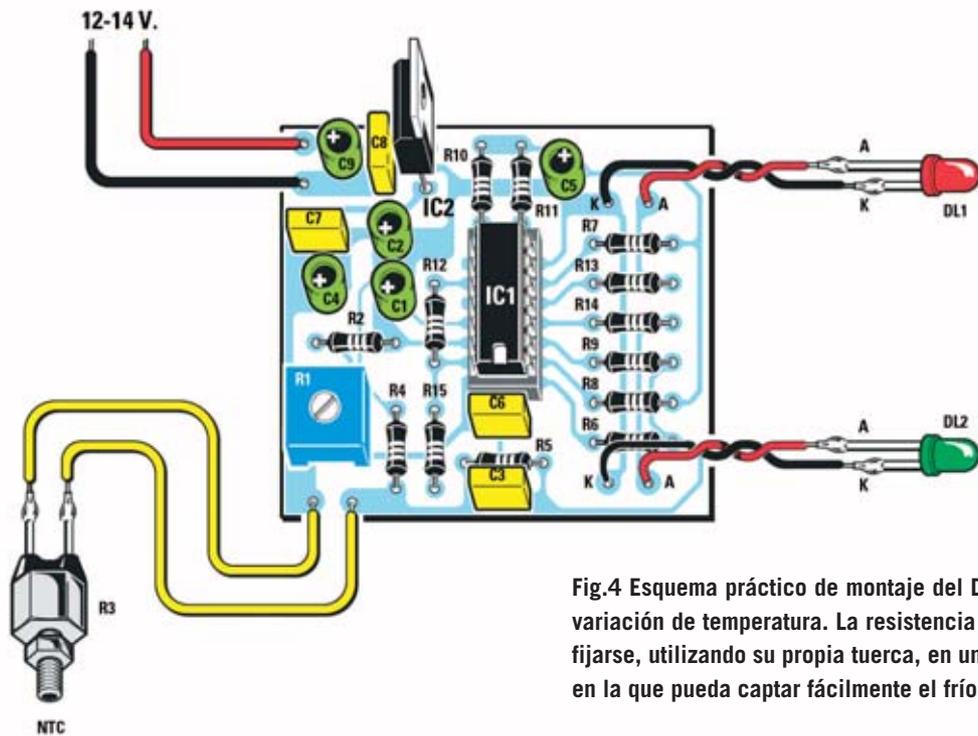


Fig.4 Esquema práctico de montaje del Detector de variación de temperatura. La resistencia NTC ha de fijarse, utilizando su propia tuerca, en una posición en la que pueda captar fácilmente el frío o el calor.

Fig.5 Aspecto del circuito impreso con todos sus componentes montados. La muesca de referencia en forma de U de IC1 debe orientarse hacia abajo, mientras que la aleta metálica del integrado estabilizador IC2 debe orientarse hacia la derecha. Para este proyecto no hemos diseñado un mueble específico, se puede utilizar cualquier modelo estándar, que también nos podéis solicitar.

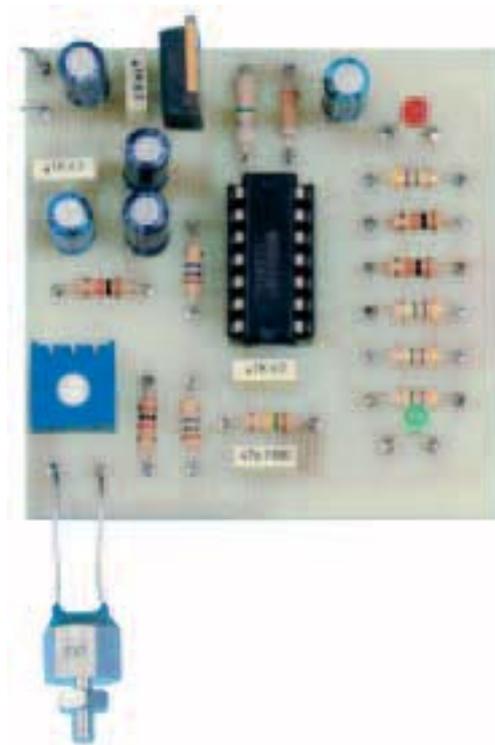
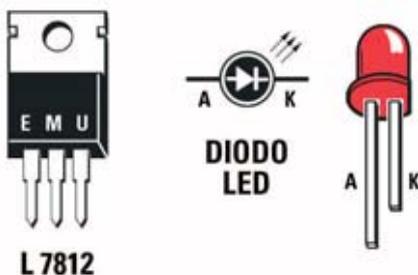


Fig.6 Conexiones del estabilizador IC2 (L7812) y de los diodos LED, cuyo terminal más largo corresponde al Ánodo.



REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para la realización de este circuito hay que utilizar el circuito impreso **LX.1668**, sobre el cual se han de montar los componentes mostrados en la Fig.4.

Aconsejamos comenzar el montaje con la instalación del **zócalo** de **14 terminales** utilizado para alojar el integrado **LM.3900**.

A continuación se puede montar el **trimmer R1 (5.000 ohmios)** y las resistencias. Hay que tener presente que las resistencias de **precisión** de **1.000 ohmios (R2-R4)** están caracterizadas por **5 franjas** con los siguientes colores: **Marrón-marrón-negro-negro-oro**.

Las resistencias corrientes de **3,3 megaohmios** presentan **4 franjas** con los colores **naranja-naranja-verde-oro**.

Las **4 franjas** que caracterizan las resistencias de **4,7 megaohmios** tienen la siguiente disposición: **Amarillo-violeta-verde-oro**.

Por último, las resistencias de **10 megohmios** están caracterizadas por la siguiente disposición de sus franjas de colores: **Marrón-negro-verde-oro**.

Una vez montadas las resistencias se puede proceder a la instalación de los **condensadores de poliéster** y, a continuación, de los **condensadores electrolíticos**, teniendo cuidado en estos últimos en respetar la **polaridad** de sus terminales (su terminal más **largo** corresponde al **positivo** mientras que en correspondencia al terminal **negativo** aparece repetido el símbolo - - -).

Es el momento de montar el integrado estabilizador de tensión **IC2**, colocándolo en posición **vertical** y orientando hacia la derecha la parte metálica de su cuerpo.

En las posiciones indicadas en la Fig.4 hay que montar los **dos diodos LED**, aunque, quien lo prefiera, puede instalarlos fuera del circuito impreso.

En cuanto a la **alimentación** del circuito hay que tener presente que el cable **negativo (negro)** debe conectarse a un punto de **masa** del coche mientras que el cable **rojo (positivo)** se conecta

a un cable de **12 voltios** que se interrumpa cuando se desconecte la **llave** de encendido.

LA RESISTENCIA NTC

Como se puede observar en la Fig.5 la **resistencia NTC** que hemos utilizado para este circuito se presenta como un pequeño cuerpo metálico provisto de un tornillo. La **NTC** ha de fijarse, mediante su tuerca, en la parte anterior de la carrocería del vehículo de forma que el **calor** del motor o del tubo de escape no alcance su cuerpo.

Puesto que el diámetro del **eje** de la **NTC** tiene **3 mm** hay que practicar un **agujero** de este diámetro, o un poco mayor, y fijar la **NTC** utilizando su pequeña **tuerca**.

AJUSTE del trimmer R1

El **trimmer R1** debe ajustarse de forma que, cuando la temperatura del suelo alcanza los **0 grados** y por lo tanto la carretera comienza a **helarse**, se apague el diodo **LED verde** y se encienda el diodo **LED rojo**.

Puesto que es **difícil** esperar a que se produzca esta condición, para realizar el ajuste del circuito es aconsejable realizar los siguientes pasos:

- Tomar un **cubito de hielo** y apoyarlo sobre el cuerpo de la **resistencia NTC**.

- Después de unos segundos girar lentamente el **cursor** del **trimmer R1**. Continuar girándolo hasta que se encienda el diodo LED rojo.

- Ya se puede retirar el cubito de hielo. Cuando la temperatura de la **NTC** alcance los **+4/+5 °C** se apagará el diodo LED rojo y se **encenderá** el diodo **LED verde**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1668: Precio de todos los componentes necesarios para realizar **Detector de hielo en la carretera** (ver Figs.4-5).....16,45 €
LX.1668: Circuito impreso2,80 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.