

Requisitos sistema ambiental de un automóvil

v.5

Norberto Cañas de Paz

1. Introducción

1.1. Propósito

El propósito de este documento es establecer un punto de partida, relativamente preciso, para el desarrollo del primer prototipo de un sistema empotrado (**SE**) encargado de monitorizar (y en parte controlar) la calidad ambiental de un automóvil.

Este documento está dirigido a los alumnos de la asignatura Sistemas Empotrados de la ETS de Ingeniería de Sistemas Informáticos de la UPM, los cuales deberán completar su contenido para poder abordar con éxito el desarrollo del proyecto.

1.2. Alcance

El sistema empotrado a desarrollar tendrá (como es natural) un componente hardware y un componente software. En este caso, el componente hardware estará subdividido en dos unidades, **HW-1** y **HW-2**.

HW-1 Contendrá los sensores, actuadores, los circuitos de acondicionamiento de señal analógico necesarios para los anteriores componentes, un dial para el establecimiento de la consigna de temperatura interior y el sistema de acondicionamiento de señal adecuado para transferir señales a un monitor VGA.

HW-2 Contendrá el microcontrolador que permitirá realizar el acondicionamiento de señal digital así como ejecutar el componente software del sistema.

El componente software (**SW**) se encargará de monitorizar un conjunto de variables ambientales, así como controlará la temperatura del interior del habitáculo del vehículo.

2. Descripción general

2.1. Visión general del documento

- Se describen a continuación los detalles del sistema que debe construirse.
- Este apartado está estructurado de la siguiente forma:
 - Perspectiva del producto.
 - Funciones del sistema.
 - Restricciones.

En el capítulo siguiente (3) se detallan los requisitos específicos.

2.2. Perspectiva del producto

El componente **HW-1** está completamente construido y su interfaz perfectamente establecido. Es necesario desarrollar los componentes **HW-2** y **SW**.

2.2.1. Interfaz de usuario

1. El sistema ofrecerá al usuario un dial para establecer la consigna de temperatura interior.
2. El sistema ofrecerá un monitor para ofrecer al usuario informes de las variables ambientales, así como la consigna de temperatura interior actualmente establecida.

2.2.2. Interfaz hardware

El componente **HW-1** ofrece un conector al componente **HW-2** por el que suministra las señales acondicionadas de los sensores y la señal de posición del dial de establecimiento de consigna de temperatura interior. El mismo conector tiene vías para recibir las señales enviadas a los actuadores (refrigerador, calefactor y ventilador).

El monitor del sistema ofrece una conexión compatible con una UART (Rx, Tx y Gnd) que deberá ser utilizada desde el componente **HW-2**.

2.3. Funciones del sistema

1. El **SE** obtendrá la temperatura (interior y exterior), la humedad relativa (interior) y la intensidad luminosa (exterior).
2. El **SE** generará informes ambientales, por el monitor del sistema, de las medidas obtenidas de los sensores, así como de la consigna de temperatura establecida por el usuario.

3. El **SE** atenderá a la consigna de temperatura establecida por el usuario, activando el sistema calefactor o el sistema refrigerador según convenga en cada caso.
4. El **SE** activará el ventilador de redistribución de aire con la velocidad necesaria para reducir el error de temperatura, respetando los márgenes establecidos en los requisitos funcionales.
5. El **SE** suministrará al usuario un mecanismo para desactivar el sistema de acondicionamiento del aire.

2.4. Restricciones

1. El microcontrolador a utilizar en el componente **HW-2** debe ser el PIC16F886.
2. El componente **HW-2** debe suministrar los siguientes conectores.
 - a) Conector de grabación del microcontrolador (MCLR -desacoplado del resto del circuito-, V_{DD} , V_{SS} , RB7, RB6).
 - b) Conector de alimentación (clema PCB de 2 vías que conectará la fuente al regulador de tensión -7805-).
 - c) Conector para las líneas de comunicación de la USART (Rx, Tx y Gnd).
 - d) Conector de dos vías y separación de 2.54 mm, para poder compartir la línea de tierra con el componente **HW-1**.
 - e) Conector para señales. Dicho conector deberá respetar el siguiente orden de señales en sus pines: 1-Activación refrigerador, 2-PWM ventilador, 3-Activación calefactor, 4- Sensor de temperatura interior, 5-Sensor de temperatura exterior, 6-Sensor de humedad, 7-Sensor de intensidad luminosa, 8-Potenciómetro para consigna de temperatura. El conector debe ser una tira de pines (cuadrados) de 8 vías y separación de 2.54 mm.
3. Las dimensiones de la placa del componente **HW-2** no pueden ser superiores a 6 cm x 6 cm.
4. Es necesario reservar espacio en la placa para cuatro tornillos de sujeción, de 4mm de diámetro, cerca de las esquinas de la misma. El margen necesario debe ser de 5mm de diámetro para poder alojar la cabeza de los tornillos.

3. Requisitos específicos

Encendido del sistema Este caso de actividad contempla las acciones que deben realizarse al encender el sistema.

1. El **SE** arrancará en el momento de encender el automóvil.
2. Al efectuarse el encendido del **SE** debe emitirse un mensaje de bienvenida y 4s después deben comenzar las actividades de monitorización.

Apagado del sistema Este caso de actividad contempla las acciones que deben realizarse al apagar el sistema.

3. El **SE** dejará de funcionar en el momento en que se apague el automóvil.

Actualización consigna de temperatura En este caso de actividad se establece la forma en la que el sistema actualiza la consigna de temperatura interior del sistema.

4. El sistema debe permitir al usuario cambiar la consigna de temperatura interior en cualquier momento.
5. El usuario puede cambiar la consigna de temperatura interior actuando sobre el dial reservado al efecto.
6. El sistema debe verificar la señal procedente del dial para establecer la consigna de temperatura cada 0.5s.
7. El valor asignado, por el usuario, a la consigna de temperatura interior debe volcarse en el monitor del sistema cada 0.5s.
8. La precisión con la que debe volcarse la consigna de temperatura en el monitor debe ser de un grado centígrado.
9. El sistema debe actualizar internamente la consigna de temperatura interior, 5s después de no registrarse cambios en el dial de entrada superiores a 0.5 °C.
10. El sistema establecerá como consigna de temperatura el valor entero más próximo a la consigna de temperatura internamente establecida.
11. El voltaje que suministra el dial de temperatura puede evolucionar en el margen 0V..3.8V. Debiendo corresponderse el valor de 0V con 17°C y el de 3V con 28°C.
12. Cualquier voltaje suministrado por el dial de temperatura superior a 3V debe interpretarse como orden de apagado del sistema de acondicionamiento del aire.

Monitorización de variables ambientales El sistema debe monitorizar un conjunto de variables ambientales.

13. El sistema debe monitorizar la temperatura exterior, la humedad relativa interior, la temperatura interior y la intensidad luminosa exterior.
14. El sensor utilizado para medir la temperatura exterior es el MCP9700. Para poder traducir a grados centígrados el voltaje suministrado por el sensor, debe utilizarse la información suministrada en la correspondiente hoja de especificación suministrada por el fabricante (MCP9700 Low-Power Linear Active Thermistor ICs).
15. El sensor utilizado para medir la humedad relativa es el HIH-4000. Para poder traducir el voltaje suministrado por el sensor a tanto por ciento de humedad relativa, debe utilizarse la curva de respuesta indicada en la figura 3 de la hoja de especificación suministrada por el fabricante (HIH-4000 Series Humidity sensors).
16. El sensor de iluminancia suministra una señal analógica en el rango 0V..5V.
17. Para obtener la iluminancia en lux, es necesario dividir por $3,8 * 10^{-4}$ el voltaje (en voltios) suministrado por el sensor de iluminancia.
18. El sistema debe ofrecer cada 5s al usuario (utilizando el monitor instalado al efecto), los valores detectados de las variables ambientales, utilizando unidades del Sistema Internacional (salvo para el sensor de humedad relativa, cuyo resultado se ofrecerá en tanto por ciento).

Control de temperatura interior Se establecen en este apartado los condicionantes del sistema de control de temperatura.

19. El sistema de control de temperatura no debe generar un error de temperatura superior al 5 %, respecto al valor establecido en la consigna, en situación de régimen permanente.

20. El régimen transitorio del sistema de control de temperatura no debe durar más de 4 minutos, para el caso de un cambio de consigna de 3 grados (considerando una temperatura exterior de 23 °C).
21. (Se establece en este prototipo un sistema de control de temperatura básico) En el sistema de control de temperatura, actuará como **consigna** la *temperatura objetivo* del interior del habitáculo del vehículo y como **variables a controlar** el *encendido y apagado de los sistemas de refrigeración y calefacción*, así como la *velocidad del ventilador*.
22. Para el bucle de control se sugiere una actuación proporcional en la velocidad del ventilador según sea la magnitud del error de temperatura.
23. La velocidad del ventilador es proporcional a su voltaje de alimentación, el cual puede evolucionar entre 0V y 5V. Sin embargo, el ventilador no contribuye correctamente al cambio de temperatura con velocidades generadas con voltajes inferiores a 1.25V (25 %) o superiores a 3.75V (75 %).

Comentarios añadidos Comentarios surgidos de revisiones del documento una vez empezada la actividad de diseño (no se modifica la numeración de los requisitos anteriores).

24. El sensor de temperatura interior suministra un voltaje cuyos valores pueden variar entre 0V y 3.75V, correspondiendo de manera lineal 0V a 17°C y 3.75V a 28°C.

4. Comentarios finales

Aunque no se esperan cambios de gran envergadura en este documento, su estado debe calificarse como inestable, por existir todavía la posibilidad de sufrir pequeñas modificaciones.