

Circuitos de interfaz directa sensor-microcontrolador

© Ferran Reverter Cubarsí y Ramon Pallàs Areny

Versión en español de la obra *Direct sensor-to-microcontroller interface circuits. Design and characterisation* publicada por Marcombo (2005). Traducida por Carlos Román Vázquez Seisdedos, Dr. Ing. Profesor Titular, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba), y revisada y ampliada por los autores.

© MARCOMBO S.A., 2008

Gran Via de les Corts Catalanes, 594

08007 Barcelona

www.marcombo.com

Diseño y maquetación: Pol Creuheras Borda

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

ISBN: 978-84-267-1502-9

DL:

Impreso en

Printed in Spain

Prólogo

En un sistema electrónico de medida clásico, la conexión entre sensor y microcontrolador se realiza mediante un circuito de acondicionamiento de señal y un convertidor analógico-digital. El microcontrolador (μC) se encarga de almacenar, procesar y/o transmitir la información del sensor una vez digitalizada. Sin embargo, los microcontroladores actuales integran un buen número de periféricos (digitales, analógicos y mixtos) que pueden simplificar la conexión entre sensor y microcontrolador, es decir, el microcontrolador puede realizar también las funciones de acondicionamiento y digitalización. Los periféricos digitales (tales como temporizadores y contadores), que suelen ser habituales en la mayoría de microcontroladores actuales, pueden ser suficientes para una conexión directa sensor- μC .

Este libro describe el diseño y la caracterización de circuitos de interfaz directa entre sensor y μC . En estos circuitos, el sensor proporciona una señal modulada en el dominio temporal (por ejemplo, variaciones del periodo o de un intervalo de tiempo) que puede ser digitalizada directamente por el μC mediante los temporizadores/contadores internos. El libro analiza primero la conversión tiempo-digital realizada por el μC . Posteriormente, propone y caracteriza circuitos de interfaz directa tanto para sensores clásicos (básicamente, sensores resistivos y capacitivos) como para sensores integrados (chips) que tienen una salida casi-digital. La caracterización de estos circuitos permite formular reglas de diseño para mejorar sus prestaciones.

Este libro está basado en la tesis doctoral *Microcontroller-based interfaces for quasi-digital sensors*, realizada por Ferran Reverter y supervisada por Ramon Pallàs Areny en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). La presente edición incluye además resultados de los siguientes artículos:

Para el capítulo 2:

- F. Reverter, O. Casas, J. Jordana y R. Pallàs-Areny, Trigger uncertainty in period-to-code converters based on counters embedded in microcontrollers, *Sens. Actuators A* 110 (2004) 439-446.
- F. Reverter, M. Gasulla y R. Pallàs-Areny, Analysis of interference effects on period-to-digital conversions, *Meas. Sci. Technol.* 16 (2005) 2261-2264.
- F. Reverter y R. Pallàs-Areny, Uncertainty reduction techniques in microcontroller-based time measurements, *Sens. Actuators A* 127 (2006) 74-79.

Para el capítulo 3:

- F. Reverter, M. Gasulla y R. Pallàs-Areny, Analysis of power supply interference effects on quasi-digital sensors, *Sens. Actuators A* 119 (2005) 187-195.
- F. Reverter y R. Pallàs-Areny, Experimental analysis of power supply interference rejection in commercial quasi-digital sensors, *IEEE Sensors Journal* 5 (5) (2005) 1075-1081.

Para el capítulo 4:

- F. Reverter y R. Pallàs-Areny, Effective number of resolution bits in direct sensor-to-microcontroller interfaces, *Meas. Sci. Technol.* 15 (2004) 2157-2162.
- F. Reverter, J. Jordana, M. Gasulla y R. Pallàs-Areny, Accuracy and resolution of direct resistive sensor-to-microcontroller interfaces, *Sens. Actuators A* 121 (2005) 78-87.
- F. Reverter, M. Gasulla y R. Pallàs-Areny, Analysis of power supply interference effects on direct sensor-to-microcontroller interfaces, *IEEE Trans. Instrum. Meas.* 56 (1) (2007) 171-177.

Los autores agradecen el permiso otorgado por dichas revistas para reproducir algunas figuras y tablas.

La primera versión de este libro fue publicada en inglés: *Direct sensor-to-microcontroller interface circuits. Design and characterisation* (Marcombo, 2005). La presente versión en castellano incluye varias ampliaciones y mejoras. Los capítulos 2, 3 y 4 se han reorganizado y ahora tienen una estructura muy similar. En el capítulo 2 se ha cambiado el enfoque y el contenido del apartado referente a los efectos de la actividad de la CPU. También se ha añadido el análisis del comportamiento del μC al temporizar varios periodos de forma consecutiva. El capítulo 3 se ha redactado desde un punto de vista más general, y por ello se ha cambiado su título. Los primeros apartados describen el principio de funcionamiento y las fuentes de incertidumbre de los circuitos de interfaz directa entre chip sensor y μC , dejando para el final el análisis de los efectos de las interferencias superpuestas a la alimentación. El capítulo 4 se ha ampliado con un apartado sobre la conexión directa para puentes de sensores resistivos.

Varios amigos y colegas del grupo de investigación "Instrumentación, Sensores e Interfaces" (Grupo ISI) de la UPC han colaborado directamente e indirectamente en los distintos puntos presentados en este libro. Los autores agradecen en especial las contribuciones e ideas proporcionadas por Òscar Casas y Manel Gasulla.

Este libro interesa tanto a diseñadores de circuitos de interfaz para sensores como a diseñadores de μC y de chips sensores. Los primeros pueden aplicar a sus propios diseños los circuitos, las técnicas de medida y los montajes experimentales de caracterización propuestos, mientras que los segundos pueden emplear los modelos desarrollados para predecir y reducir los efectos de las fuentes de incertidumbre. El libro también puede inspirar a otros investigadores a diseñar nuevos circuitos de interfaz que simplifiquen la conexión entre sensor y microcontrolador.

FERRAN REVERTER CUBARSÍ
reverter@eel.upc.edu

RAMON PALLÀS ARENY
ramon.pallas@upc.edu

Castelldefels (Barcelona),
febrero, 2008