

Diseño de microsistemas embebidos energizados en forma inalámbrica

Vicente, D.A.¹; Berti, H.¹; Baudino, M.S.¹; Garrone, P.D.¹ y Michelis, A.L.¹

¹Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Pampa, calle 110 nº390, General Pico, La Pampa.
vicente@ing.unlpam.edu.ar

RESUMEN

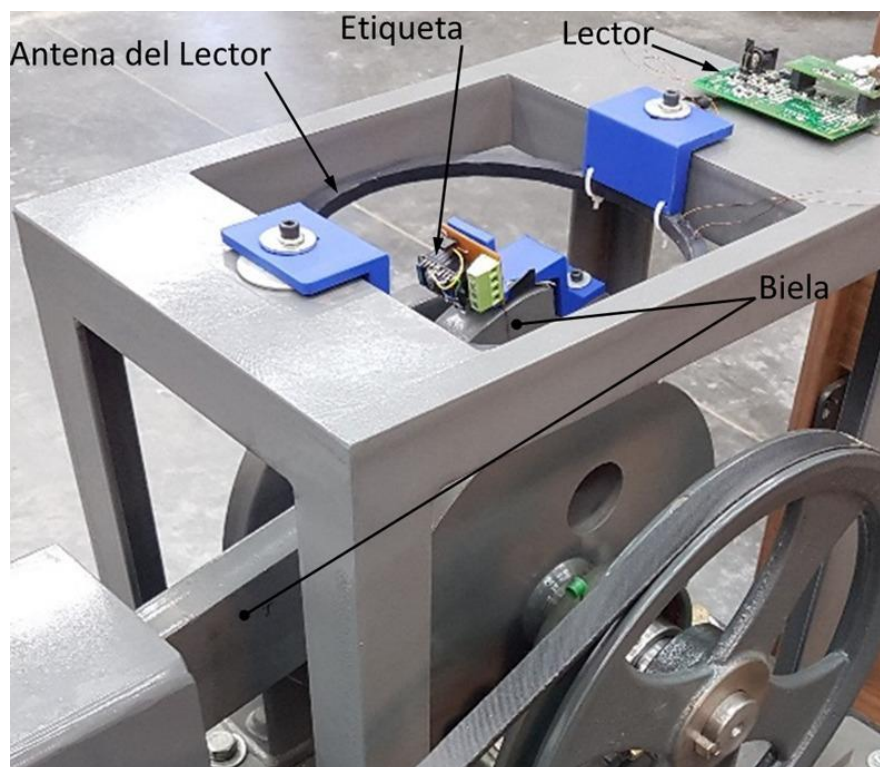
El avance en técnicas de transferencia inalámbrica de energía y el desarrollo de componentes electrónicos de bajo consumo de energía han posibilitado la aparición de sensores embebidos sin cables ni baterías. Un ejemplo son los sensores basados en etiquetas de Identificación por Radio Frecuencia (RFID), donde las etiquetas están integradas con otros componentes como sensores, conversores analógico-digitales e incluso microcontroladores. En este ejemplo, las etiquetas RFID se utilizan para comunicación de datos y para captación de energía; se establece un acoplamiento inductivo resonante (IRC) que permite alimentar los circuitos electrónicos para realizar la función de sensado y comunicación. Algunas aplicaciones son: monitoreo de condición de elementos de máquinas en rotación, sensores embebidos en concreto, implantes biomédicos y ganadería de precisión. Estas nuevas aplicaciones se agrupan dentro del campo "Internet de las Cosas" (IoT), cuyas principales características son: sensores de bajo consumo y bajo costo, conectividad inalámbrica, procesamiento y almacenamiento de datos en la nube (Cloud Computing). La figura 1 muestra un prototipo de sensor para monitoreo de temperatura en cojinetes biela. La etiqueta, embebida en la biela, transmite información de temperatura en cojinetes mientras recibe energía del lector, fijo a la carcasa de la máquina. Se pueden identificar cinco desafíos sistemáticos inherentes al diseño de microsistemas energizados con IRC, ellos son: el tamaño de las bobinas transmisora y receptora, el rango de transmisión, el medio de transmisión (medio circundante), la desalineación lateral y angular de las bobinas, y la potencia requerida en la etiqueta. El proyecto de investigación tiene como objetivo desarrollar técnicas de diseño de pequeños sistemas inalámbricos y sin batería, con el empleo de un IRC como medio de enlace para proveer energía y un canal de comunicación. Existe mucha literatura referida al desarrollo y utilización de IRC en implantes biomédicos, por lo que este proyecto pretende extender el diseño a otro tipo de aplicaciones, como por ejemplo monitoreo de variables en elementos de máquinas en movimiento (véase Figura 1). No obstante, los resultados esperados podrán ser adaptados y utilizados en cualquiera de las aplicaciones antes mencionadas. En la actualidad se mantienen tres líneas de trabajo. La primera línea se ocupa del desarrollo de la Ley del Modelo en IRC. Se realiza un desarrollo analítico de la ley del modelo con los parámetros que definen el acoplamiento inductivo entre bobinas en un medio



magnético uniforme y lineal (aire), y en un medio no uniforme debido a la presencia de elementos metálicos. Este enfoque aprovecha el conocimiento experimental que se obtiene en un modelo y predice el comportamiento sobre un prototipo. La segunda línea de trabajo trata el cálculo numérico de las ecuaciones que intervienen en el proyecto. Dicho cálculo está referido al planteo de ecuaciones del electromagnetismo que, debido a su complejidad, no presentan una solución analítica. Por último, la tercera línea de trabajo se refiere al diseño del micro sistema embebido. Contiene el desarrollo y exploración de técnicas de diseño de hardware y firmware, priorizando minimizar el gasto de energía, dadas las características de estos sistemas.

Palabras clave: sistemas embebidos, transferencia inalámbrica de energía, acoplamiento inductivo, internet de las cosas.

Figura 1:



Sistema desarrollado en la Facultad de Ingeniería (UNLPam). Etiqueta embebida en la biela en movimiento transmite información de temperatura en cojinetes y recibe energía del lector estacionario

Design of wirelessly powered embedded microsystems

ABSTRACT

Advances in wireless power transfer techniques and the development of energy-efficient electronic components have enabled the emergence of embedded sensors without wires or batteries. One example are sensors based on Radio Frequency Identification (RFID) tags, where the tags are integrated with other components, such

as sensors, analog-to-digital converters, and even microcontrollers. In this example, RFID tags are used for data communication and energy harvesting. Inductive resonant coupling (IRC) is established that allows feeding the electronic circuits to perform the function of sensing and communication. Some applications are condition monitoring of rotating machine elements, embedded sensors in concrete, biomedical implants, and precision livestock. These new applications are grouped within the field "Internet of Things" (IoT), whose main characteristics are low-power consumption and low-cost sensors, wireless connectivity, processing, and storage of data in the cloud (Cloud Computing). Figure 1 shows a prototype sensor for temperature monitoring in connecting rod bearings. The tag, embedded in the connecting rod, transmits temperature information in bearings while receiving power from the reader, fixed to the machine housing. Five inherent systematic challenges in the design of IRC-energized microsystems are identified: the size of the transmitting and receiving coils, the transmission range, the transmission medium (surrounding medium), the lateral and angular misalignment of the coils, and the power required on the label. This research project aims to develop design techniques for small wireless and battery-free systems, with the use of IRC as a link medium to provide energy and a communication channel. There is extensive literature referring to the development and use of CRI in biomedical implants, so this project aims to extend the design to other types of applications, such as monitoring variables in moving machine elements (see Figure 1). However, the expected results may be adapted and used in any of the aforementioned applications. At present, three lines of work are maintained. The first line deals with the development of the Model Law in IRC. An analytical development of the model law is conducted with the parameters that define the inductive coupling between coils in a uniform and linear magnetic medium (air), and in a non-uniform medium due to the presence of metallic elements. This approach takes advantage of the experimental knowledge obtained in a model and predicts behavior on a prototype. The second line of work deals with the numerical calculation of the equations involved in the project. This calculation refers to the proposal of electromagnetism equations that, due to their complexity, do not present an analytical solution. Finally, the third line of work refers to the design of the embedded microsystems. It contains the development and exploration of hardware and firmware design techniques, prioritizing minimization of energy expenditure, given the characteristics of these systems.

Keywords: embedded systems, wireless power transfer, inductive coupling, internet of things.

