

CIRCUIT DESIGN OF BLE AND RFID WIRELESS SENSORS WITH APPLICATIONS TO REMOTE HEALTHCARE AND POWER SYSTEMS MONITORING

Giuseppe Grassi, Riccardo Colella

Università del Salento
Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione
Via per Monteroni, 73100 LECCE

Keywords: *Circuit design, circuits for wireless sensors, circuits for remote healthcare monitoring, circuits for voltage monitoring in power systems.*

Nel 2024 l'Unità di Ricerca di Lecce (Università del Salento) del Gruppo Nazionale Elettrotecnica (ET) si è occupata di metodologie innovative nella progettazione di circuiti per l'implementazione di sistemi BLE ed RFID per applicazioni di monitoraggio delle condizioni di salute di un individuo e della tensione nei sistemi elettrici [1]-[2].

Giova osservare che, negli ultimi anni, il paradigma di “Internet of Things” (IoT) ha rivoluzionato l'uso dei dati provenienti da dispositivi sensoristici, consentendo l'uso di sensori in molteplici campi dell'ingegneria. Per quanto attiene ai dispositivi portatili per il monitoraggio a distanza della salute dell'individuo, una delle attuali sfide è la gestione della potenza ed il basso consumo di potenza dei dispositivi, inclusa la ricarica delle batterie [1]. Sulla base di queste considerazioni, l'Unità di Ricerca di Elettrotecnica di Lecce ha pubblicato un lavoro su *IEEE Journal of Radio Frequency Identification* [1], nel quale è stato presentato un dispositivo elettronico basato sulla tecnologia Bluetooth® 5.1 Low Energy (BLE), il quale è in grado di rilevare, raccogliere e trasmettere dati di accelerazione ad intervalli regolari ad altri dispositivi BLE. In Figura 1 è illustrata l'architettura circuitale complessiva descritta in [1], la quale include essenzialmente un circuito BLE, un circuito per la gestione della potenza ed un circuito “balun”, oltre ad un accelerometro a 3-assi.

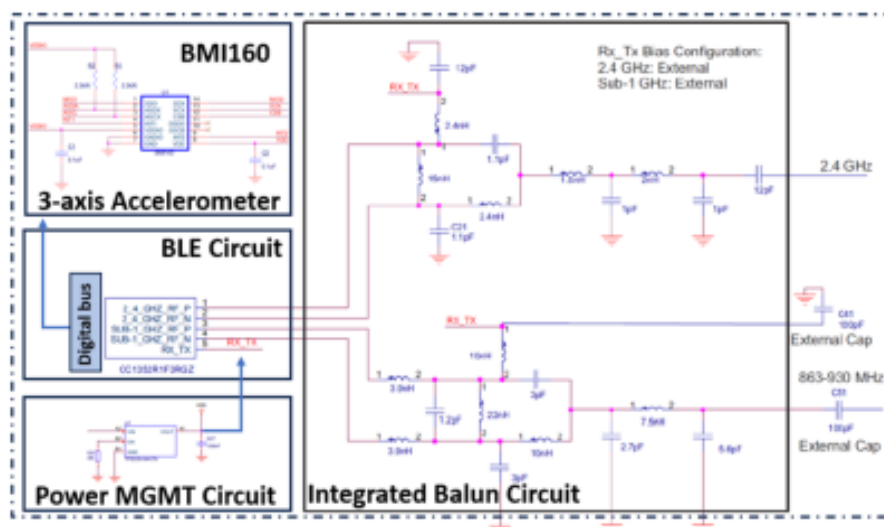


Figura 1 – Architettura circuitale del dispositivo illustrato in [1].

Il dispositivo implementato in [1] è stato realizzato sulla base di specifici componenti individuati in fase di progettazione, tra cui il microcontrollore CC1352R1 della Texas Instruments, il quale supporta sia il protocollo Bluetooth® 5.1 Low Energy (BLE) che altri protocolli di comunicazione wireless grazie ad un driver DMM (Dynamic Multiprotocol Manager). Particolare attenzione è stata dedicata alla modellazione circuitale del front-end radio e al dimensionamento della rete di adattamento di impedenza per garantire il massimo trasferimento di potenza del segnale a radiofrequenza [1].

Un'ulteriore linea di ricerca condotta dall'Unità di Lecce nel 2024 ha riguardato il monitoraggio della tensione nei sistemi elettrici [2]. A differenza dei metodi tradizionali di monitoraggio della tensione, i quali richiedono la disattivazione del sistema elettrico per operare in sicurezza, il metodo messo a punto dall'Unità di Lecce è contact-less e si basa sulla progettazione di un circuito innovativo wireless alimentato dal segnale a radio-frequenza (RF). Il circuito include un efficiente convertitore RF-DC, un sensore innovativo flessibile per AC ed un'interfaccia basata su radio-frequency identification (RFID) per comunicazione wireless [2]. Tale interfaccia è un RFID passivo, ovvero un sistema di identificazione a radiofrequenza che non ha una propria fonte di alimentazione, ma si attiva quando un lettore RFID emette un segnale radio. L'attivazione di tale interfaccia RFID consente di alimentare l'intero dispositivo per il monitoraggio della tensione realizzato dall'Unità di Lecce [2]. Oltre ad accurate simulazioni SPICE, in [2] è stata illustrata la realizzazione hardware di tutti i circuiti progettati, mostrando come l'approccio proposto sia in grado di monitorare in sicurezza la tensione nei sistemi elettrici in modalità battery-less.

Bibliografia

- [1] Petar Šolic, Riccardo Colella, Giuseppe Grassi, Toni Perković, Carlo Giacomo Leo, Ana Culic, Vladimir Pleština, Saverio Sabina, Luca Catarinucci, "Circuit Design, Realization, and Test of a Bluetooth Low Energy Wireless Sensor With On-Board Computation for Remote Healthcare Monitoring", *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, vol. 8, pp. 105-113, 2024.
- [2] R. Colella, L. Catarinucci, G. Grassi, "Battery-less RF-powered circuits for non-contact voltage monitoring of electric systems: Circuit modeling and SPICE analysis", *International Journal of Circuit Theory and Applications*, vol. 53, no.2, pp. 840-860, 2025.