



## Diseño un sistema electrónico de bajo consumo de energía y su uso en ambientes explosivos

Danieli de Guadalupe Alcalá Rodríguez<sup>1</sup>, Bernabe Rebollo Plata<sup>1</sup>, Juan Moises Vega<sup>1</sup>, Nelly Beatriz Santoyo Rivera<sup>1</sup> y Miguel Angel Guzman Altamirano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. danielialcala@gmail.com

En la industria del gas ya sea en el ámbito de producción, almacenaje y/o distribución existe el peligro latente de explosiones debido a la flamabilidad de producto, que pueden tener consecuencias negativas. Para el diseño de un sistema electrónico se considera, principalmente, la norma NFPA 70 establecida por el Código Nacional de Electricidad, el NEC (por sus siglas en inglés).

Las normas de seguridad intrínseca se aplican a todos los equipos que puedan generar alguna de las siguientes fuentes de explosión: arcos eléctricos, llamas, superficies con alta temperatura, electricidad estática, entre otros. En términos generales el nivel de potencia máximo el cual provee un equipo intrínsecamente seguro debe de ser menor a 1.3 W. En términos eléctricos se puede definir como el voltaje inferior al 29V y al 300 mA o temperaturas no mayores a los 135°C.

En este reporte se muestra el desarrollo de un sistema de control electrónico que cumple la norma NFPA 70 y sea intrínsecamente seguro; cuya aplicación principal es supervisar el llenado de tanques de gas doméstico (10 Kg, 20Kg, 30 Kg y 45 Kg) en centros de distribución.

Después de una revisión del estado de la técnica sobre sistemas electrónicos de bajo consumo de energía se seleccionó una plataforma tecnológica con voltajes de operación de 3.3 V y consumo de corriente menores a los 300 mA en total.

Bajo esta consideración, se caracterizó la respuesta eléctrica la celda de carga a utilizar en el sistema de pesaje, donde se obtuvo la relación  $y(V) = (0.0067(V/Kg)) * X(Kg)$ . El módulo de convertidor analógico-digital (CAD) que posee el microcontrolador es de 12 bits y con una referencia de conversión de 3.3V, se tiene una resolución aproximada de .8 mV.

Tomando en consideración la velocidad promedio de llenado de tanques de gas y la resolución del CAD se diseñó 2 etapas de acondicionamiento. La primera, amplifica la señal con un factor de 60 utilizando una configuración de amplificador diferencial de instrumentación. Para eliminar el ruido inherente a en este sistema, se diseñó un filtro analógico tipo Butterworth de 1er orden con una frecuencia de corte de 10 Khz y una ganancia de 3 que corresponde a la segunda etapa.

La gestión de la información proporcionada por la etapa analógica se realizó con un microcontrolador de 16 bits de bajo consumo de energía y una corriente de consumo promedio de 100 uA. En las pruebas de escritorio del sistema desarrollado se obtuvieron las siguientes características.

- Voltaje de alimentación de 5 a 24 V.
- Voltaje de operación 3.3V.
- Corriente de consumo máximo 200 mA.
- Comunicación MODBUS RTU, 9600 Bps, 8 Bits, sin paridad y 1 bit de parada.
- Rango de medición de 0-150 Kg

Como es posible observar se logró el diseño del un prototipo de un sistema de bajo consumo de energía que se apega la norma NFPA 70. Sin embargo, es necesario realizar pruebas de campo del sistema para asegurar su óptima operación.