

Análisis de las Implicaciones de la Alimentación de Voltaje en Sistemas de Adquisición de Datos de Temperatura.

Juan Ricardo Solís Martínez¹, Juan de Dios Oviedo Morales²...

¹Alumno del Posgrado.

²Control Automático CIATEQ.

esparce0281@hotmail.com

RESUMEN.

La puesta en marcha de un sistema de adquisición de datos de temperatura, que permite adquirir, analizar, representar y monitorear muestras de esta magnitud física, implica el análisis de los dispositivos de alimentación de voltaje, este sistema exige poco ruido eléctrico, es decir, evitar voltajes inducidos a altas frecuencias en la fuente de alimentación, que generen la adquisición de temperaturas erróneas, por lo cual el presente desarrollo de pruebas, permite definir de manera práctica, el mejor escenario en la elección de los dispositivos de alimentación de voltaje, para suprimir de forma precisa el ruido eléctrico en la adquisición de datos de temperatura.

Palabras Claves: Adquisición de datos, Fuente de voltaje, Ruido eléctrico.

1 INTRODUCCIÓN.

La adquisición de datos de temperatura, satisface la necesidad de diseñar, automatizar y poner en marcha un proceso de monitoreo y análisis de datos de temperatura, para tener un muestreo confiable y se desarrolle en un tiempo corto.

Cada una de las etapas del sistema, así como la instrumentación de los sensores de temperatura, termopar tipo J, tarjeta de acondicionamiento de señal, tarjeta de adquisición de datos y los dispositivos de alimentación de voltaje, presentan ventajas y desventajas, en cuanto a la transducción de temperatura en señal de voltaje en el orden de micro y mili volts. La utilización de fuentes de voltaje, lineal y conmutada, además de un transformador de aislamiento, arroja problemáticas en el sistema de adquisición de datos, al sensor temperatura de radiación y contacto, por lo cual se teorizan y analizan los posibles escenarios, para seleccionar los dispositivos de alimentación de voltaje que respondan de la mejor manera a los objetivos del sistema.

2 FUNDAMENTOS

La temperatura como magnitud física del mundo real es continua en el tiempo, por lo cual está representada por señales análogas. Para adquirir, analizar y representar señales de temperatura en una computadora, es necesario convertir los datos analógicos a un formato digital. Para realizar este proceso se utiliza un sistema de adquisición de datos, el cual está compuesto por sensores de temperatura, tarjeta de acondicionamiento de señal, tarjeta de adquisición de datos y una computadora.



Figura 1. Esquema de un sistema de adquisición de datos.

2.1 SENSORES DE TEMPERATURA.

La temperatura es una medición de la energía cinética promedio de las partículas en una muestra de materia, que se expresa en unidades de grados o en una escala estándar. Al realizar mediciones de temperatura se puede hacer de formas diferentes, que varían con la exactitud y costo del equipo. Los termopares son unos de los sensores más comunes empleados en la medición de temperatura, ya que son relativamente económicos, brindando exactitud y además pueden operar sobre un amplio rango de temperaturas.

Un termopar es un transductor de temperatura, cuyo funcionamiento está basado en efectos termoeléctricos. Es un circuito formado por dos conductores de metales diferentes, unidos en sus extremos y entre sus uniones existe una diferencia de temperatura, que origina una fuerza electromotriz (1).

2.2 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL.

La señal de salida de un sistema de medición en general se debe procesar de una forma adecuada en sus distintas etapas, multiplexado, amplificación, filtrado y aislamiento. Debido a que la señal física medida puede ser muy pequeña, por lo cual resulta necesario amplificarla; podría contener interferencias que eliminar; no ser lineal y por ende requerir una linealización, ser análoga y necesitar una digitalización; o viceversa; ser un cambio de voltaje y convertirla a un cambio en corriente de magnitud adecuada, entre otros casos. A estas modificaciones se refiere el concepto de acondicionamiento de señal.

Para multiplexar las señales analógicas de los termopares, se utiliza un multiplexor, el cual consta de ocho canales diferenciales, este conmuta una de las ocho entradas diferenciales en una salida diferencial común, dependiendo del estado de tres direcciones binarias y una entrada de habilitación (2).

Para amplificar y compensar la señal de temperatura de los termopares, se utiliza un amplificador de instrumentación, para termopar tipo J, con compensación de unión fría, este dispositivo produce un nivel alto (10 mV/°C), de salida directamente de un termopar, puede ser alimentado con 0 y 5 Volts (V), para temperaturas positivas, esta calibrado en grados centígrados y de acuerdo a las características del termopar tipo J (1).

El ruido eléctrico generado internamente en los sistemas de adquisición de datos, el cual puede ser inducido por la fuente de alimentación o por las condiciones del lugar donde opera el mismo, es un punto crítico a considerar en estos sistemas ya que puede limitar la dinámica y resolución del amplificador de instrumentación (3).

La etapa de aislamiento de las señales, se usa para proteger a los elementos del sistema de adquisición de datos, como la computadora principal o los chips electrónicos de variaciones de voltaje que pueden dañarlos. Otro uso es para evitar lazos de tierra que puedan afectar las señales por diferencias de voltaje en modo común y estas lleguen a ser erróneas (3).

2.3 ADQUISICIÓN DE DATOS.

Para comunicar un software de adquisición de temperatura y una tarjeta de acondicionamiento de señal, es imprescindible una interfaz entre estos dispositivos, una tarjeta de adquisición de datos, que sea capaz de proporcionar un alto rendimiento en temporización y sincronización, y que cuente con entradas y salidas analógicas y digitales (4).

2.4 SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA.

El software es la interfaz del usuario con el sistema de adquisición de datos de temperatura, este permite visualizar las señales de los sensores de temperatura, termopares, en su presentación final es decir ya procesadas y analizadas, de tal forma que un usuario puede observar la medición de temperatura con un valor numérico o con un punto iluminado de un color característico de acuerdo a una termografía especificada por el sistema (5).

2.5 FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE DIRECTA.

Para satisfacer las necesidades de alimentación de voltaje de los dispositivos electrónicos de un sistema de adquisición de datos, se debe seleccionar una fuente de alimentación adecuada.

En el diseño de una fuente lineal de corriente directa (CD), es necesaria una fuente que entregue mayor tensión de la requerida a la salida. Entre la fuente y la carga se coloca un dispositivo regulador que disminuya la tensión de la fuente hasta un valor deseado manteniéndolo constante. Para lograr esto, se utilizan transistores que trabajan como resistencias variables. De esta manera, parte de la potencia de la fuente llega a la carga y parte se transforma en calor que se disipa luego en el aire (6).

Una fuente conmutada de corriente directa, es capaz de tomar de la fuente sólo la potencia que la carga requiere. De esta manera, prácticamente no hay potencia disipada en forma de calor y por ello su eficiencia es mucho mayor. El principio de funcionamiento de estos reguladores, consiste en transformar la tensión continua de la fuente en una serie de pulsos que tienen un ancho determinado. Estos pulsos son luego integrados y transformados nuevamente en una tensión continua. Variando el ancho de los pulsos es posible controlar la tensión de salida (7).

La amalgama adecuada de cada una de las etapas del sistema de adquisición de datos de temperatura enunciadas anteriormente, permite el desarrollo y puesta en marcha de un sistema para adquirir, analizar, representar y monitorear datos de temperatura exitosamente.

3 PROCEDIMIENTO

La implementación del sistema, permite llevar a cabo la adquisición de datos de temperatura, en un tiempo corto del orden de los milisegundos, en ocho puntos de temperatura, para así tener la facilidad de adquirir, analizar, representar y monitorear muestras de temperatura y de esta forma obtener datos precisos y poder definir con un alto grado de exactitud la medición de esta magnitud física.

El proceso de adquisición de temperatura, inicia con un barrido de cada uno de los puntos a monitorear por medio del software, el cual adquiere la información mediante la tarjeta de adquisición de datos, la cual a su vez se enlaza con la tarjeta de acondicionamiento de señal, en ésta última se conectan los sensores de temperatura, los cuales están instalados en ocho puntos estratégicos para poder obtener temperatura de radiación y de contacto.

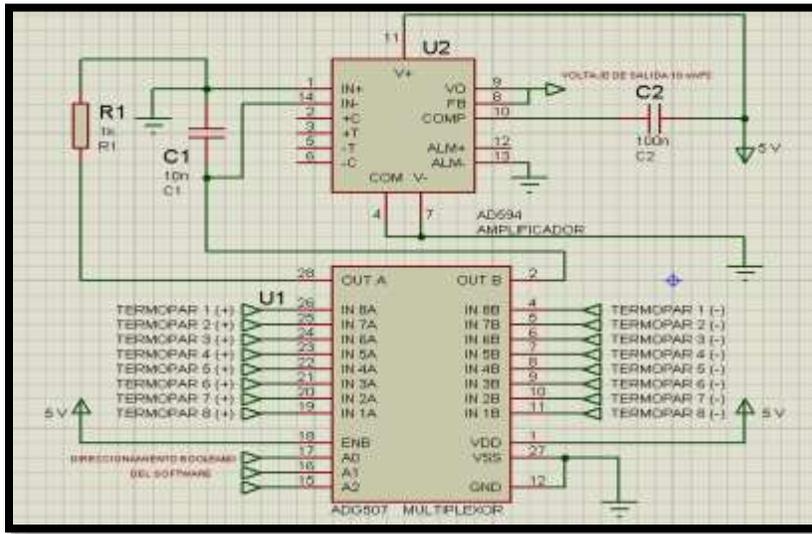


Figura 2. Circuito esquemático de acondicionamiento de señal.

El sistema de adquisición de datos permite obtener las mediciones de temperatura directamente en el software, las cuales se están actualizando constantemente, además estas van acompañadas de una termografía que permite al usuario identificar la magnitud de la temperatura de dos formas, cuantitativamente y cualitativamente.



Figura 3. Representación cuantitativa y cualitativa de mediciones de temperatura.

Considerando que cada uno de los circuitos integrados se energizan con 5 V de CD, con base en mediciones llevadas a cabo directamente en el circuito y comparándolo con los rangos máximos de operación de las hojas de datos de los dispositivos, se determinó la potencia de la fuente de alimentación, 250 mili watts (mW) a plena carga en la tarjeta de acondicionamiento de señal, por lo cual con 1 Amper (A) de capacidad de la fuente es suficiente.

Cada uno de los circuitos integrados del sistema de adquisición de datos funcionan con 0 y 5 volts de CD, por lo cual se decidió, con base en el costo y dimensiones, usar una fuente conmutada de 127 volts de corriente alterna (VCA) de alimentación y con salida de 5 volts de corriente directa (VCD) y conectarla directamente a un contacto de 127 VCA, los resultados en la primera etapa de pruebas, con los termopares solo adquiriendo temperatura de radiación, fueron los esperados, es decir la señal de los sensores de temperatura era correctamente amplificada y representada en el software.

La dificultad se presentó al realizar la segunda etapa de pruebas, con cuatro termopares instrumentados para sensar temperatura de contacto, ya que las mediciones representadas en el software, de esos cuatro puntos de temperatura, no eran las correctas, presentando una variación de 15°C, con respecto al termómetro de referencia.

La teoría referente a las fuentes de alimentación conmutadas y lineales, y la teoría de la etapa de aislamiento en cuanto al sistema de acondicionamiento de señal, menciona que lo ideal para trabajar con adquisición de datos de temperatura, donde las señales de los sensores son pequeñas en el orden de los micro y mili volts, son las fuentes lineales, por sus características de diseño, principios de funcionamiento y componentes, además indica la necesidad de aislar la línea de alimentación principal de la alimentación de las fuentes, esto con un transformador de aislamiento con razón de transformación 1:1, para evitar el ruido eléctrico (3).

Para comprobar lo mencionado anteriormente, se desarrolló una batería de pruebas, con las posibles combinaciones de fuentes, conmutada y lineal, además de un transformador de aislamiento, para alimentar con 5 VCD el sistema de adquisición de datos, con el objetivo de corroborar la precisión en las mediciones de temperatura.

Equipo utilizado para las pruebas.

1. Transformador de aislamiento, alimentación 127 VCA y salida 127 VCA.
2. Fuente de alimentación conmutada, alimentación 127 VCA y salidas 5 VCD.
3. Fuente de alimentación lineal, alimentación 127 VCA y salida 5 VCD.
4. Circuito de acondicionamiento de señal, con multiplexor, filtro pasivo y amplificador.
5. Sensores de temperatura termopar tipo J.
6. Termómetro digital marca Fluke, modelo 54 IIB.

Desarrollo de las pruebas.

1. Se instrumentaron los sensores de temperatura para adquirir temperatura de contacto.
2. Se conectaron los termopares al sistema de adquisición de datos de temperatura.
3. Se alimentó con 5 volts de CD el sistema de adquisición de datos, realizando cuatro combinaciones de alimentación de voltaje, utilizando el transformador de aislamiento de 127 VCA, la fuente lineal de 5 VCD y la fuente conmutada de 5 VCD. La tabla 1 muestra las combinaciones de los dispositivos de alimentación de voltaje utilizados.

Tabla 1. Combinaciones de los dispositivos de alimentación de voltaje.

Adquisición de datos de temperatura			
Combinación	Dispositivos de alimentación de voltaje		
	Transformador de aislamiento de 127 VCA	Fuente Lineal de 5 VCD	Fuente conmutada de 5 VCD
1	0	0	1
2	0	1	0
3	1	0	1
4	1	1	0

4. Se monitorearon las muestras de temperatura que arrojó el sistema de adquisición de datos, alimentando con 5 volts de CD, con la combinación uno, energizando el circuito con la fuente conmutada, se obtuvo una variación de 12°C con respecto al termómetro de referencia. Al alimentar con 5 volts de CD, utilizando la combinación dos, energizando el circuito con la fuente lineal, se obtuvo una variación de 1.5°C con respecto al termómetro de referencia. Los resultados de las mediciones de temperatura se observan en la tabla 2 que continua.

Tabla 2. Resultados de las mediciones de temperatura combinación uno y dos.

Adquisición de datos de temperatura				
C	No Tc	Temperaturas del sistema de adquisición de datos	Temperaturas del termómetro de referencia	Observaciones
1	3	36.8	25.7	La variación de las mediciones de temperatura es en promedio de 12°C
	5	38.7	25.7	
	6	37.5	26.5	
	8	38.6	26.5	
2	3	27.8	26.5	La variación de las mediciones de temperatura es en promedio de 1.5°C
	5	27.9	26.5	
	6	27.7	26.4	
	8	27.9	26.4	

5. Posteriormente se instrumentó la combinación tres, conectando el transformador de aislamiento de 127 VCA y a este se conectó la fuente conmutada de 5 VCD para energizar el circuito, se obtuvo una variación de 3°C con respecto al termómetro de referencia. Con la combinación cuatro, conectando el transformador de aislamiento de 127 VCA y a este conectando la fuente lineal de 5 VCD para energizar el circuito, se obtuvo una variación de 0.5°C con respecto al termómetro de referencia. Los resultados de las mediciones de temperatura se observan en la tabla 3 que continua.

Tabla 3. Resultados de las mediciones de temperatura combinación tres y cuatro.

Adquisición de datos de temperatura				
C	No Tc	Temperaturas del sistema de adquisición de datos	Temperaturas del termómetro de referencia	Observaciones
3	3	28.2	25.5	La variación de las mediciones de temperatura es en promedio de 3°C
	5	28.5	25.5	
	6	28.3	26	
	8	28.6	26	
4	3	27.4	27.2	La variación de las mediciones de temperatura es en promedio de 0.5°C
	5	27.6	27.2	
	6	27.5	27.6	
	8	28	27.6	

En función de los resultados de las pruebas, el mejor escenario es la combinación cuatro, conectando a la línea principal de 127 VCA un transformador de aislamiento, con relación de transformación 1:1 es decir alimentación de entrada de 127 VCA y entregando 127 VCA de salida, conectar a este último la fuente de alimentación lineal de 5 VCD, para alimentar el sistema de adquisición de datos de temperatura.

4 CONCLUSIÓN

Los resultados arrojados por las pruebas fueron de alto valor, ya que se pudo comprobar que: el transformador de aislamiento es indispensable, para tener un filtro adicional contra el ruido eléctrico inducido por la línea principal de alimentación. La fuente de alimentación lineal se comporta de mejor manera con respecto a la fuente de alimentación conmutada, ya que suprime el ruido eléctrico, al evitar voltajes inducidos a altas frecuencias de la fuente de alimentación, características con las que cuenta este tipo de regulador de voltaje lineal, dado que su funcionamiento presenta bajo ruido de salida y una respuesta dinámica muy rápida, contrario a utilizar una fuente conmutada que en la salida y entrada, radia interferencia electromagnética y de radiofrecuencia, haciendo que el sistema de adquisición de datos de temperatura quede expuesto a este tipo de ruido eléctrico afectando las mediciones de temperatura.

REFERENCIAS

1. An analog signal conditioning circuit for thermocouple temperature sensor employing thermistor for cold junction compensation. **Mukherjee, Anish**. Kolkata : IEEE, 2013. 14095922.
2. Data acquisition system for high resolution, multiplexer arrays. **Hank Bink, Joost**. California : IEEE, 2013. 1948-3546.
3. Noise mitigation in thermocouple signal conditioning system for neutral beam calorimeter. **Kant Bansal, Laxmi**. Gandhinagar : IEEE, 2014. 0093-3813.
4. PC based data acquisition and signal processing for underwater sensor arrays. **Hamid, Umar**. Islamabad : IEEE, 2013. 978-1-4673-4425-8.
5. A LabVIEW based data acquisition system for temperature measurement. **Ciobanu, R**. Romania : IEEE, 2014. 14791809.
6. Effect of voltage sags on digitally controlled line connected switched-mode power supplies. **Torok, Lajos**. Brasov : IEEE, 2012. 978-1-4673-1652-1.
7. Improved pulse-width modulation strategies for diode-assisted buck-boost voltage source inverter. **Zhang, Yan**. 8, Xi'an : IEEE, 2013, Vol. 28. 13244997.