

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <p align="center"><b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b><br/>Incubadora de Empresas</p> |  |
|   | <p align="center">DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPNOGRAFO PORTATIL</p>           |  |

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPNOGRAFO PORTATIL

## P10 DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL SOFTWARE EMBEBIDO PARA LA CALIBRACIÓN AUTO-CERO QUE REALIZA EL PROTOTIPO (SUJETO A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA, FLUJO Y TEMPERATURA)

### Actividades

A10-1: Diseño del diagrama a bloques para realizar la auto calibración del prototipo de Capnógrafo Portátil.

A10-2: Diseño y Elaboración del Software embebido para evaluar y procesar las señales de Presión Atmosférica, Flujo y Temperatura.

A10-3: Pruebas y ajustes de la calibración del prototipo Capnógrafo Portátil

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b><br>Incubadora de Empresas |  |
|  | <b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPNOGRAFO PORTATIL</b>   |  |

La calibración automática se realiza a través de software especial en donde se implementó un protocolo para la calibración del prototipo. El método que utiliza el equipo de calibración es el Release Current Test.

El sistema cuenta con una tarjeta de conversión y pre análisis basada en tecnología de microcontroladores PIC, los algoritmos de pre análisis se han podido implementar dentro del lenguaje Assamble.

El equipo presenta una gran estabilidad y una precisión del 95%, en los resultados obtenidos. Estas características se derivan del sistema automático de pre análisis, la utilización de un convertor sigma-delta AD7710 (Analog Devices) para la etapa de conversión y una resistencia digital AD7376A50 (Analog Devices) para la variación de impedancia de entrada.

Para realizar exitosamente la auto-calibración se hacen una serie de toma de datos que son interpretados como se muestra en el algoritmo que se presenta a continuación. Para cada auto-calibración se hace lo siguiente:

- El equipo lee la tolerancia, estabilidad, tiempo de estabilidad y de funcionamiento.
- Se toman las lecturas de todos los canales de Oxígeno, Flujo, Temperatura, Presión Atmosférica y se compara con los valores patrones o ideales.
- Se convierten las lecturas a señales digitales
- Se mira si la lectura está dentro del margen de  $SP \pm Tolerancia$  con respecto al valor patrón o ideal.
- Si no es así, se vuelven a tomar las lecturas nuevamente e inicia el proceso otra vez.
- Se calcula la temperatura máxima y mínima; Presión Atmosférica máxima y mínima; Flujo máximo y mínimo; Oxígeno máximo y mínimo.
- Se comprueba que se cumpla  $T_{max}-T_{min}= 2*Estabilidad$ , si los valores no son estables se inicia nuevamente el proceso.
- Una vez que los datos han sido estables, dentro de la tolerancia definida para el SP actual durante el tiempo necesario, se procede a calibrar el equipo con los datos tomados.

#### *Offset de calibración automática*

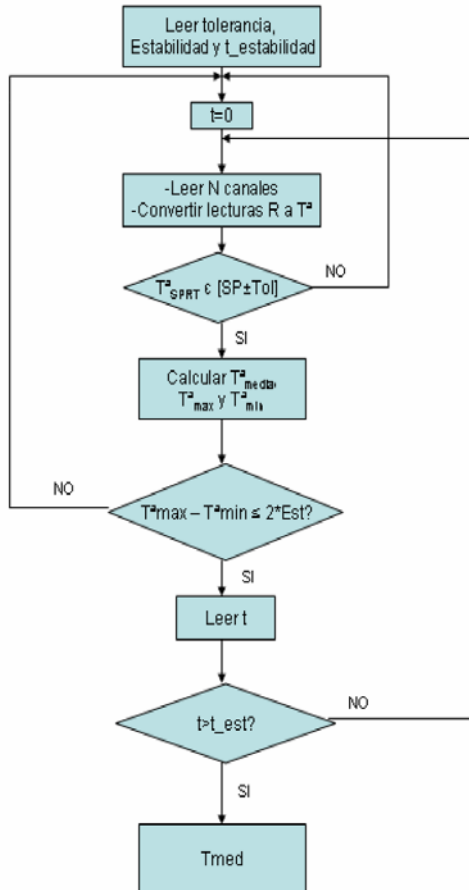
El sistema contiene un autodiagnóstico completo que se ejecuta automáticamente cada vez que se conecta la alimentación. La unidad realiza una secuencia de auto prueba mostrando la respuesta por medio de mensajes. El equipo trabaja con autodiagnóstico completo durante su funcionamiento.

El sensor tiene una función de calibración automática para asegurarse una precisión a largo plazo. Se la llama Calibración Auto-Cero, que se realiza para eliminar cualquier deriva del punto de cero del sensor infrarrojo.

Este equipo diseñado para realizar calibraciones automáticas para corregir los cambios de temperatura, altitud y demás situaciones derivados de los componentes electrónicos. Una válvula solenoide en el módulo cambia de vez en cuando la línea del paciente, para el aire ambiente durante unos segundos con el fin de recoger un punto de referencia utilizado en el cálculo de  $ETCO_2$ . Si el aire que rodea al equipo puede contener altas concentraciones de  $CO_2$  (como en un local cerrado o en la habitación con pobre

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b><br>Incubadora de Empresas |  |
|   | <b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPNOGRAFO PORTATIL</b>   |  |

ventilación), se recomienda limpiar el aire ambiente del CO<sub>2</sub> con un filtro SODASORB, conectado al puerto para la válvula solenoide.



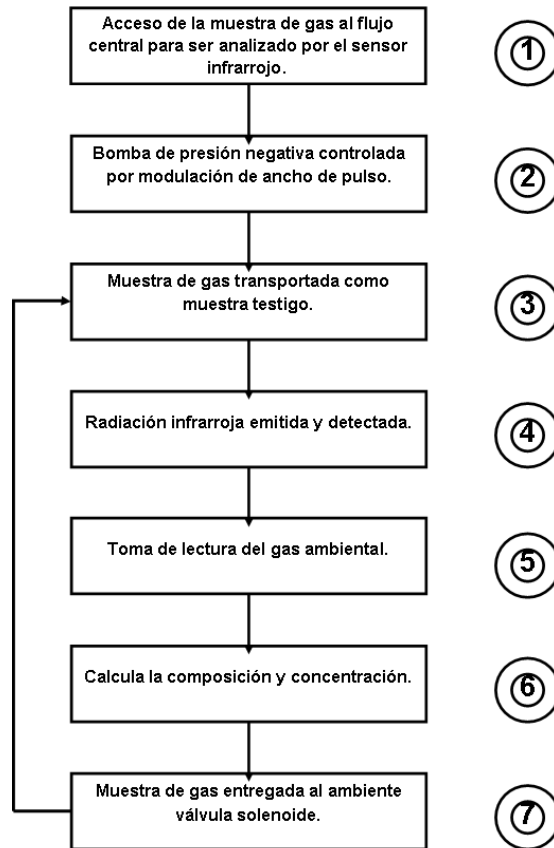
En este proceso de calibración se hace en un intervalo de tiempo de 10 a 15 minutos, en donde se activan las electroválvulas para tomar las lecturas del ambiente en que se encuentra el equipo; esta lectura es tomada por el sensor y enviada al algoritmo para su evaluación y correlación de valores.

Cuando se inicia y se termina la auto-calibración en la pantalla del equipo, se muestra un mensaje indicando se que se ha iniciado la corrección (Inicio Corrección Cero) y en donde se ha finalizado la misma (Fin Corrección Cero).

A continuación se muestra el proceso en diagrama de bloques con su respectiva explicación:

1. Es el mismo acceso de la línea de paciente en cuyo caso se puede estar recepcionando una muestra de CO<sub>2</sub> del paciente conectado o una muestra de gas de referencia con un porcentaje conocido de CO<sub>2</sub>.
2. Bomba de succión o presión negativa que mantiene el flujo lateral o “Sidestream”, su control se realiza por modulación de ancho de pulso lo cual garantiza un flujo constante y una velocidad de muestreo constante de los gases presentes en la línea de paciente.
3. El sistema toma muestras o cantidades iguales en el tiempo de los gases presentes en la línea de muestreo que posteriormente son ingresadas al sensor de CO<sub>2</sub>.

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b><br>Incubadora de Empresas |  |
|   | <b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPNOGRAFO PORTATIL</b>   |  |



4. Banco de muestreo está conformado por un modulo compacto que incluye sensor de temperatura, sensor barométrico, dispositivo emisor de energía infrarroja de alta eficiencia, dispositivo detector de energía de frecuencia estable tipo THERMOPILE. Posee una memoria EEPROM que almacena datos de calibración, constantes de calibración e históricos de comportamiento en el tiempo.

5. Regularmente el sistema asocia un comportamiento o tendencia de las lecturas registradas por el banco del sensor (temperatura, presión barométrica, cantidad de CO<sub>2</sub> presente), compara con lecturas registradas con anterioridad mas los valores de fabrica y determina si es necesario comparar con una muestra del ambiente , que se considera tiene baja concentración de CO<sub>2</sub>.

6. Un algoritmo analiza los valores tomados por el banco de muestreo y determina si los valores y la composición de los gases es la adecuada.

7. Con la decisión tomada en el paso anterior que arroja el algoritmo al cruzar las variables de temperatura, presión atmosférica y concentración de CO<sub>2</sub>, se activa una válvula de tres vías que tomara una muestra del ambiente para comparar o sencillamente repite el paso 3 y continua con el proceso y evaluación de la concentración de CO<sub>2</sub> presente en la línea de paciente.

Atentamente,

*Jaime Andrés Rincón*  
**JAIME ANDRÉS RINCÓN ARANGO**  
 Emprendedor