

A | Anexos

A.1. Anexo A: Guía de usuario SEMTECH USM

En este anexo se presenta una guía de usuario de los equipos SEMTECH utilizados en este trabajo. Ha sido desarrollado en base a la información presente en los manuales oficiales del SEMTECH G [11], D [10] y la experiencia adquirida con el uso. Esta guía de usuario hace más accesible el manejo de los equipos de la universidad gracias a encontrarse actualizada al estado de los mismos. En primer lugar se presenta la información mínima que ha de ser manejada por el operador para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de medición. Siempre con un enfoque práctico, dando énfasis a lo necesario para la correcta operación de los equipos y sin adentrarse en específicos técnicos de sus componentes y los principios físicos bajo los que operan. En segundo lugar se desarrollan la puesta a punto y procedimiento de toma de datos. En esta sección la información se presenta en un formato de pasos, el orden seguido corresponde a la cronología recomendada o necesaria y servirá como una lista para ser consultada durante una prueba experimental. Para lograr una comprensión más acabada de los equipos, sus subsistemas, como funcionan y el mantenimiento, es importante consultar el manual.

Estado y diferencias SEMTECH D y G

Los equipos cuentan con distintos sensores para cada una de las especies contaminantes. En la actualidad algunos de los sistemas se encuentran operativos, mientras que otros entregan información falsa. Para sintetizar que se mide en cada equipo y en que estado se encuentran los sensores, se presenta la Tabla: A.1

Tabla A.1: Sistemas operativos SEMTECH D y G

Especie Contaminante	SEMTECH D		SEMTECH G	
	Capacidad	Estado	Capacidad	Estado
<i>CO</i>	✓	×	✓	✓
<i>CO₂</i>	✓	✓	✓	✓
<i>NO</i>	✓	×	✓	✓
<i>NO₂</i>	✓	×	×	×
<i>THC</i>	✓	✓	✓	×

Es muy importante considerar que los equipos están dispuestos para combustibles específicos. El SEMTECH-G fue diseñado para medir emisiones de motores a gasolina, mientras que el SEMTECH-D mide gases provenientes de motores Diesel. Al ser diseñado para equipos Diesel, este cuenta con un filtro de material particulado donde se toma la muestra de gases. Con el uso de dicho filtro el equipo previene daños que el material particulado acumulado pudiese causar a los sistemas de medición. Esto implica que el equipo de gasolina, al no contar con dicho filtro, es más vulnerable a fallas por la acumulación de material particulado. Se recomienda entonces no usar el SEMTECH-G para realizar mediciones de emisiones provenientes de motores Diesel. Este comentario se presenta como una recomendación y no como una regla estricta debido a

que existen formas para poder usar el SEMTECH G en motores Diesel. Estos métodos no se repasan en el manual y deberán ser siempre consultados con el ingeniero a cargo.

Conexiones

Diagrama conexiones SEMTECH G



Figura A.1: Conexiones SEMTECH G

1. Conexión para gas de Span desde cilindro de gas de Span.
2. Conexión para gas de Zero desde cilindro de gas de Zero.
3. Conexión para manguera de muestra desde tubo EFM en el escape.
4. Conexión digital para comunicación con flujómetro EFM.
5. Conexión Ethernet para comunicación con computador.
6. Conexión para la sonda de muestreo ambiental.
7. Conexión a fuente de poder.

Diagrama conexiones SEMTECH D



Figura A.2: Conexiones SEMTECH D

1. Conexión para gas de Span desde cilindro de gas de Span.
2. Conexión para gas de Zero desde cilindro de gas de Zero.
3. Conexión para manguera de muestre desde tubo EFM en el escape.
4. Conexión digital para comunicación con flujómetro EFM.
5. Conexión Ethernet para comunicación con computador.
6. Conexión para la sonda de muestreo ambiental.
7. Conexión para energizar la manguera de muestreo caliente.
8. Conexión a fuente de poder.

Diagrama conexiones SEMTECH EFM



Figura A.3: Conexiones SEMTECH EFM

1. Conexión de comunicación con equipo SEMTECH. Conecta con el terminal AUX 2 denotado con el numero 4 en las Figuras: A.2 y A.1.
2. Conexión de poder. Utiliza el mismo cable y conecta al mismo terminal que la anterior.

Como asignar una dirección IP fija en Windows para conectar a un equipo SEMTECH

Los equipos SEMTECH cuentan con dos medios para establecer comunicación con el computador que ejecutara el programa. Existe la posibilidad de comunicar los equipos mediante wifi o bien mediante el uso de un cable de red Ethernet. Para cualquiera de los dos casos es necesario asignar al computador una dirección IP fija que se encuentre dentro del rango que los equipos SEMTECH escanean a la hora de buscar establecer una conexión. A continuación se explica como fijar una dirección IP en Windows para el tipo de conexión por cable.

Proceso para asignar dirección IP fija a la conexión por cable de red en Windos

En primer lugar se debe abrir el menú de “Network Connections”, para lo cual se puede hacer clic sobre el icono de internet en la barra de tareas, para abrir el menú mostrado en la Figura: A.4

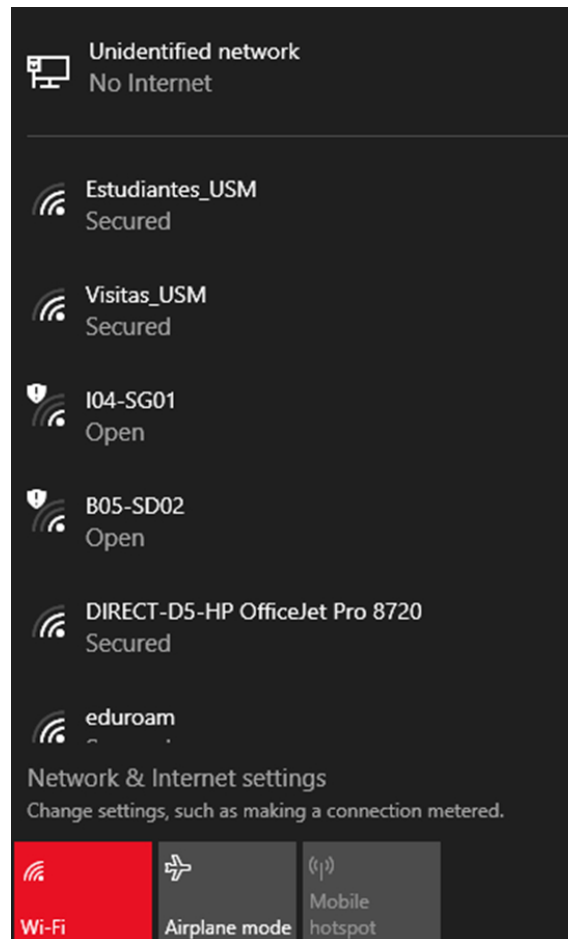


Figura A.4: Menu de internet de la barra de tareas

A continuación se procede seleccionando “Network & Internet Settings”, lo que abrirá la ventana de la Figura: A.5

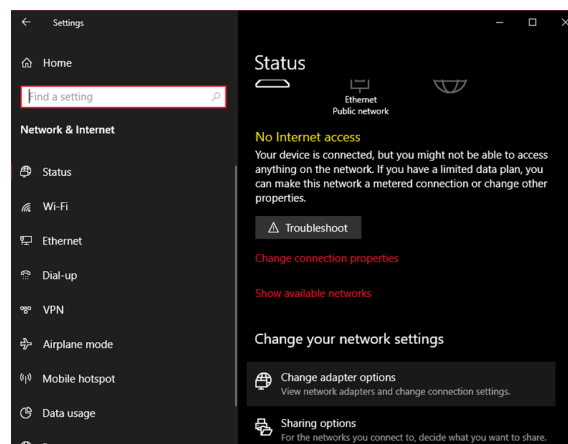


Figura A.5: Ajustes de internet

Se selecciona la opción “Change Adapter Options”, que abrirá la ventana de la Figura A.6, donde se debe hacer clic derecho sobre “Ethernet” y seleccionar el botón de “Properties”.

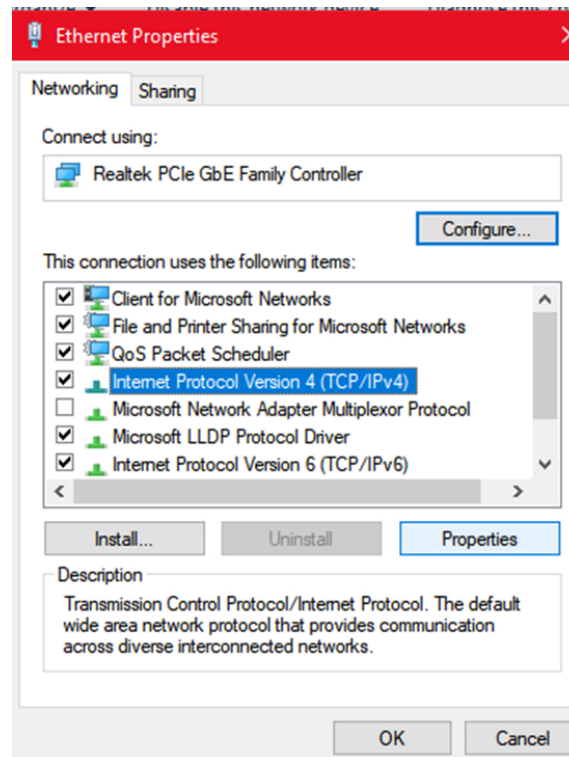


Figura A.7: Propiedades de Ethernet

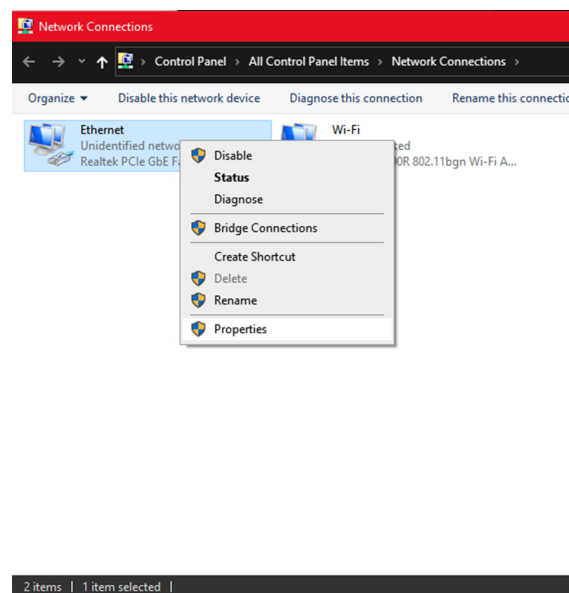


Figura A.6: Ajustes de Ethernet

La ventana ejecutada se puede ver en la Figura: A.7, donde se ajustaran las propiedades del ítem “Internet Protocol Version 4(TCP/IPv4)”.

Los pasos anteriores llevarán al usuario a la ventana mostrada en la Figura: A.8, donde se debe asignar un a dirección IP fija en el rango 10.10.1.1-100, pero distinta de 10.10.1.55, ya que esta última corresponde a la dirección IP del equipo SEMTECH.

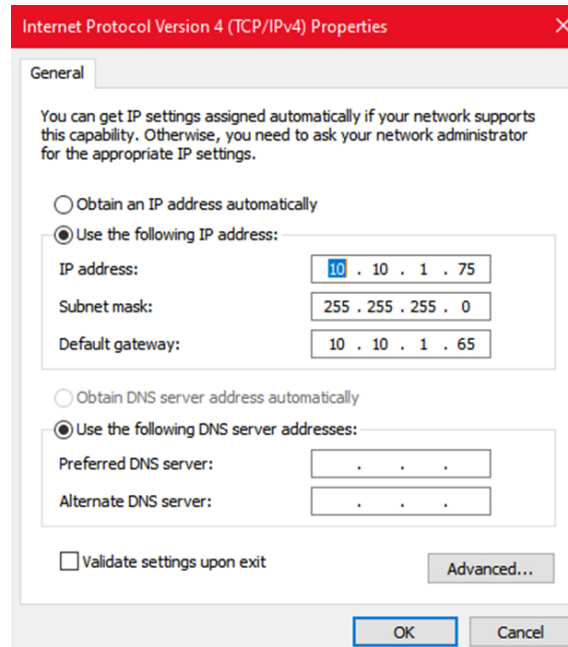


Figura A.8: Fijando dirección IP

Una vez asignada la dirección IP siguiendo los pasos anteriores y respetando las condiciones propuestas, el computador estará listo para establecer comunicación con el equipo SEMTECH mediante cable de red.

introducción al programa

Esta sección indicará en primer lugar, los pasos a seguir para ejecutar el programa de los equipos. En segundo lugar se indicaran cuales son las distintas ventanas contextuales que existen en el mismo y cuales de estas serán utilizadas en el momento de las mediciones. Finalmente se explican los pasos a seguir para crear, guardar y transferir al computador los archivos donde se guarda la información durante una prueba de mediciones.

Iniciando el programa

Al iniciar el programa “SENSOR Tech-PC”, en modo administrador, el usuario será recibido con la ventana mostrada en la Figura: A.9, donde deberá oprimir el botón “Login”.

Siguiendo los pasos del proceso de inicio de sesión, el usuario deberá asignar una dirección IP al equipo SEMTECH. Por defecto la dirección será 10.10.1.55 y se recomienda no cambiarla (recordar que la dirección IP del equipo SEMTECH debe ser distinta a la asignada al computador). Después el programa solicitará un nombre de usuario, cuya única condición es el uso exclusivo de letras. Si se cumple con todas las condiciones de la sección anterior, al final de este proceso se debería iniciar el programa de forma correcta, recibiendo al usuario con la ventana de la Figura A.9. En esta imagen se distinguen 2 grupos de títulos. En la parte superior, junto al botón “Home”, se distinguen otros 5. Estos 6 botones superiores permiten acceder a los distintos grupos de ventanas del programa. La segunda pila de botones sirve para seleccionar una ventana específica dentro del grupo. Para

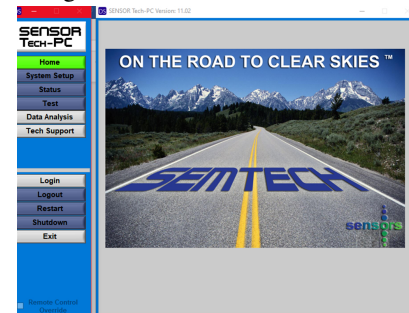


Figura A.9: Ventana de inicio

resumir todas las ventanas existentes en el programa y como acceder a las mismas, se incluye la Figura: A.10. En dicha figura se pueden ver cada uno de los títulos de las ventanas posibles, dentro de cada grupo.

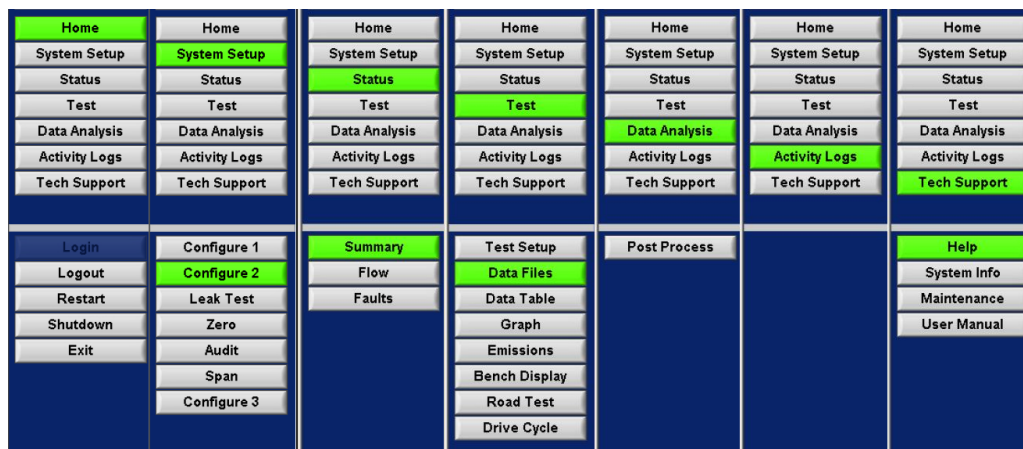


Figura A.10: Índice de ventanas SENSOR Tech-PC

Para referirse a una ventana en particular se usará una nomenclatura propia de una dirección en el sistema operativo Windows. La Figura: A.14, por ejemplo, corresponde a la ventana de Span. A esta se accede siguiendo la dirección “System Setup\Span”. A continuación se describen los usos de las ventanas más necesarias.

- **“Home\Login”:** Usado para iniciar sesión en el programa.
- **“System Setup\Configure 2”:** Usada para seleccionar el equipo de medición de THC.
- **“System Setup\Leak Test”:** Usada para ejecutar un “Leak Test”. Proceso descrito en la sección de FID.
- **“System Setup\Zero”:** Ventana donde se calibra el cero. Proceso descrito en la sección de calibración.
- **“System Setup\Audit”:** Ventana donde se ejecutan auditorías. Proceso descrito en la sección de calibración.
- **“System Setup\Span”:** Ventana donde se calibra un punto distinto de cero. Proceso descrito en la sección de calibración.
- **“Test\Data Files”:** Ventana donde se suben los archivos desde el equipo SEMTECH hacia el computador.
- **“Test\Road Test”:** Ventana donde se monitorean las mediciones en tiempo real durante la toma de datos.
- **“Data Analysis”:** Ventana emergente donde se procesan los datos después de subirlos al computador.

FID

El FID (del inglés Flame Ionization Detector) es el sistema del equipo encargado de la medición de hidrocarburos totales (THC). Funciona haciendo circular una fracción del gas de muestreo a través de una cámara calentada. En esa cámara la muestra será quemada por la llama del sistema, generando iones proporcionales a los hidrocarburos en la muestra. El sistema genera una llama a partir de un combustible particular correspondiente a una mezcla 40/60 de hidrógeno/helio. Este gas se proporciona al equipo mediante el uso de botellas que se alojan completamente dentro del mismo. En la actualidad no se cuenta con el regulador de presión necesario para usar dichas botellas, con lo cual, la solución actual consiste en conectar

el cilindro que normalmente se usaría para rellenar dichas botellas, directamente al equipo. La conexión es la misma que la empleada en todos los terminales de gases y su ubicación se aprecia en la Figura: A.11.

Una vez que el equipo ha iniciado su Warm-up y el FID ha alcanzado los 140 °C, tanto las luces de este como el programa, indicaran que el FID esta listo para ser encendido. Una vez encendido es recomendable esperar 15 a 20 minutos para que la llama se estabilice y la medición de THC sobre el aire ambiente no sean elevadas. Para encender el FID es necesario que la presión suministrada al equipo este dentro del rango que indica el programa, para lo cual se recomienda abrir la válvula del cilindro de combustible teniendo el regulador de presión al mínimo y aumentar la presión de salida de forma gradual mientras se monitorea el programa hasta que se aprecie que dicha presión se encuentra dentro del rango de operación propuesto. A continuación se presentan los pasos y consideraciones en formato de lista de viñetas.



Figura A.11: Ubicación botella FID

- **Acción:** Encender SEMTECH.
- **Acción:** Iniciar sesión en el programa Sensor Tech-PC.
- **Acción:** Cerrar válvula del cilindro de gas (combustible de FID) y ajustar el regulador de presión a su valor mínimo.
- **Acción:** Conectar Cilindro el cilindro de gas FID al SEMTECH.
- **Acción:** Abrir válvula del cilindro de gas de FID.
- **Acción:** Aumentar presión de salida del cilindro de gas de FID monitoreando el programa, hasta alcanzar el rango indicado.
- **Condición:** “FID ready to ignite”.
- **Acción:** Realizar una prueba de fuga siguiendo la dirección “System Setup\Leak Test”. El equipo verificará que no existan fugas de gas de FID dentro del mismo.
- **Acción:** Encender FID.
- **Acción:** esperar 20 minutos.

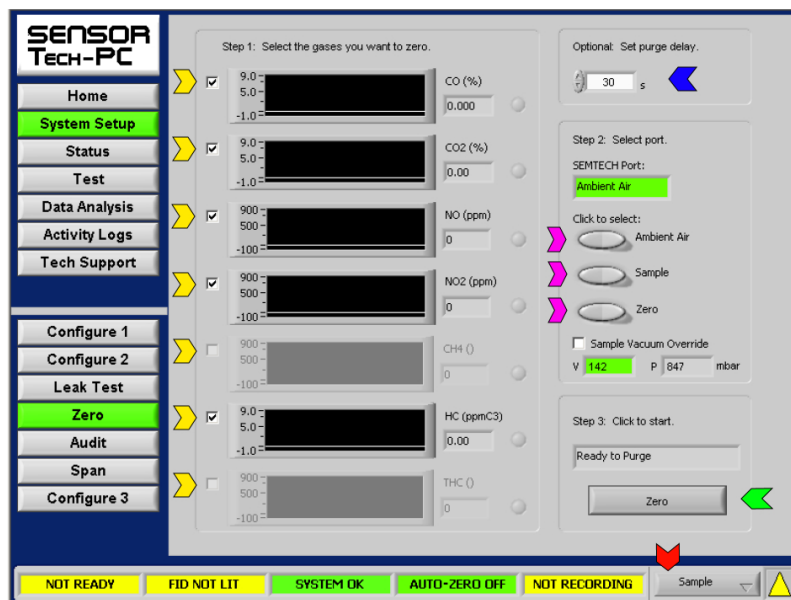
Calibración

Zero

El proceso de Zero (traducido del ingles como cero) consiste en calibrar los valores mínimos de una especie particular. Este procedimiento se puede ejecutar con aire ambiente o con nitrógeno puro. Al usar aire ambiente los valores de CO_2 se podrían ver afectados en pequeñas magnitudes y se recomienda alejar del equipo cualquier fuente que pueda contener esta u otras especies contaminantes. Dentro de las condiciones manipulables en el programa se encuentran la fijación del tiempo de purga (“Set purge delay” indicado con la flecha azul en la Figura: A.12) y la selección del gas (resaltado con flechas lila en la Figura: A.12) empleado para el proceso. El tiempo de purga se refiere a la cantidad de segundos en que se hace circular el gas de Zero (ambiente o nitrógeno según seleccionado) antes de iniciar el proceso de fijación del cero. Se recomienda usar un tiempo de purga de al menos 2 veces (mínimo 15 segundos) el

	Previous Value	Current Value	Difference
CO (%)	0.0149	0	0.0149
CO2 (%)	0.01	0	0.01
NO (ppm)	0	0	0
NO2 (ppm)	0	0	0
CH4 (ppm)	0	0	0
HC (ppmC3)	0	0	0
THC (ppmC)	0	0	0
Close			

Figura A.13: Ventana de resultado de Zero



Explicación de elementos resaltados.

- Selectores de gases a calibrar.
- Interruptores de selección de gas de entrada.
- Botón de inicio de Zero.
- Gas de entrada actual.
- Ventana para fijar tiempo de purgado.

Figura A.12: Ventana de Zero con indicadores

tiempo que que el equipo tarda en que el valor medido se estabilice. Para determinar dicho tiempo, el usuario puede purgar el equipo con gas de Span, para luego hacerlo con gas de Zero, mientras se monitorean los valores medidos. El tiempo que el equipo tarde en que el valor medido converja desde los valores anteriores hacia el cero, será el valor considerado para la asignación del tiempo de purga de gas. Para dar inicio al proceso de Zero se debe oprimir el botón de Zero resaltado con la flecha verde en la Figura: A.12. Una vez finalizado el proceso, el programa mostrará una ventana emergente con los resultados (Figura: A.13). A continuación se presentan los pasos y consideraciones en formato de lista de viñetas.

- **Condición:** Secuencia de calentamiento finalizada, incluidos los 20 minutos de calentamiento del FID.
- **Acción:** Cerrar válvula del cilindro de gas (Nitrógeno) y ajustar el regulador de presión a su valor mínimo.
- **Acción:** Conectar el cilindro de gas de Zero al SEMTECH.
- **Acción:** Abrir válvula del cilindro.
- **Acción:** Aumentar la presión de salida del cilindro de gas monitoreando el programa, hasta alcanzar el rango indicado.
- **Acción:** Seleccionar en la ventana de Zero todas las especies que se desea medir.
- **Acción:** Seleccionar gas de Zero, ambiente o nitrógeno según requiera.
- **Acción:** Iniciar proceso de Zero.
- **Acción recomendada:** Guardar captura de pantalla de la ventana de resultado emergente.

Span

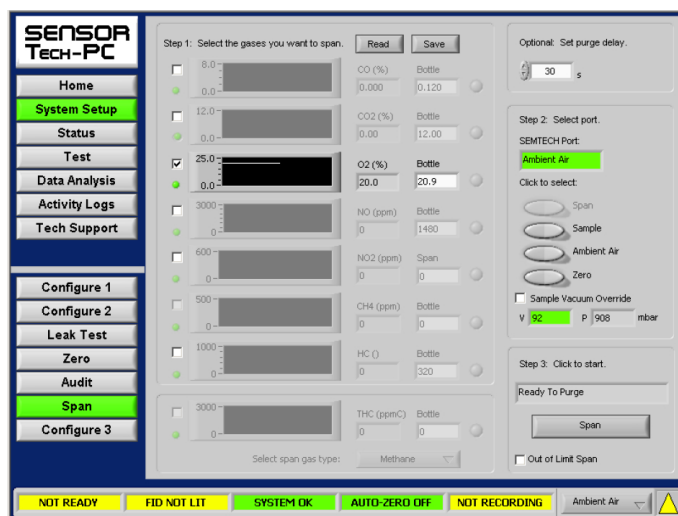


Figura A.14: Ventana de Span

El proceso de Span (traducido del inglés como rango o lapso) consiste en calibrar un sistema de medición para un valor distinto de cero. A diferencia del Zero, el Span solo ha de ejecutarse con un gas de calibración. El proceso consiste en suministrar al equipo un gas con las especies que se desee calibrar. Los gases deben encontrarse en proporciones conocidas. Se suministra el gas al equipo a través del conector indicado en la Figura: A.2 y a una presión dentro del rango indicado por el programa. Este proceso es requerido exclusivamente cuando las mediciones de los equipos no cumplen con las tolerancias requeridas por el usuario. Para determinar si el equipo está midiendo correctamente se utiliza el proceso de Audit (del inglés auditoría) explicado más adelante. De igual manera que el Zero, el Span tiene un tiempo de purga programable y un botón de inicio del proceso visibles en la Figura A.14. Para la asignación del tiempo de purga se recomienda seguir las mismas consideraciones recomendadas en el proceso anterior. Adicionalmente, la ventana de Span cuenta con casillas (Figura: A.14) dentro de las cuales de deben ingresar las concentraciones presentes en el gas de calibración. A continuación se presentan los pasos y consideraciones en formato de lista de viñetas.

	Previous Value	Current Value	Difference
CO (%)	0	0	0
CO2 (%)	0	0	0
O2 (%)	21	20.9	0.1
NO (ppm)	0	0	0
NO2 (ppm)	0	0	0
CH4 (ppm)	0	0	0
HC (ppmC3)	0	0	0
THC (ppmC)	0	0	0

Figura A.15: Ventana de resultado Span

- **Acción:** Cerrar válvula del cilindro de gas y ajustar el regulador de presión a su valor mínimo.
- **Acción:** Conectar el cilindro de gas al SEMTECH.
- **Acción:** Abrir válvula del cilindro.
- **Acción:** Aumentar la presión de salida del cilindro de gas monitoreando el programa, hasta alcanzar el rango indicado.
- **Acción:** Ingresar y guardar las concentraciones de los gases contenidas en el cilindro de calibración usado.
- **Acción:** Seleccionar en la ventana de Span todas las especies que se desea medir.
- **Acción:** Iniciar proceso de Span.
- **Acción recomendada:** Guardar captura de pantalla de la ventana de resultado emergente.

Audit

Figura A.16: Ventana de Audit

Este procedimiento permite determinar el estado de las mediciones del equipo. La ejecución del Audit inicia un proceso en que el equipo es purgado tanto por gases de Zero (ambiente o nitrógeno) como por gases de calibración. Esto permite al equipo medir (sin calibrar) las especies contaminantes a partir de muestras con cantidades conocidas, determinando si el resultado de la medición se encuentra dentro de un rango tolerable en función de los valores reales. Este procedimiento ha de ejecutarse siempre después de un Zero, Span y al finalizar una prueba de medición. Las motivaciones para las repeticiones del Audit son múltiples y se resumen en el diagrama de flujo mostrado en la Figura: A.18. A diferencia de los procedimientos de Zero y Span, el Audit cuenta con 2 tiempos de purga (Figura: A.16) asociados, pues ejecuta mediciones al gas de Zero (o ambiente) y el de Span. Para la asignación de dichos tiempos se recomienda seguir las consideraciones propuestas para los procesos anteriores, con la diferencia de que se sugiere usar el doble de tiempo de purga para el gas de Span en comparación al gas de Zero. En la ventana de Span (Figura: A.14) se debe seleccionar el gas de Zero que se desea utilizar, sea nitrógeno o aire ambiente, así como las especies contaminantes a medir. Al finalizar el proceso de Audit, el programa mostrara los resultados en una ventana emergente. En caso de que el resultado de la auditoría sea negativo, es recomendable verificar que no se hayan cometido errores y repetir el Audit. Una potencial fuente de error sería un tiempo de purga insuficiente. A continuación se presentan los pasos y consideraciones en formato de lista de viñetas.

	Bottle Value	Mean Measured Value	Standard Deviation	Status
CO (%)	0	0.1	1.4542E-9	Not Selected
CO2 (%)	0	1	0	Not Selected
O2 (%)	20.9	21	0	Passed
NO (ppm)	0	500	0	Not Selected
NO2 (ppm)	0	0	0	Not Selected
CH4 (ppm)	0	0	0	Not Selected
HC (ppmC3)	0	500	0	Not Selected
THC (ppmC)	0	0	0	Not Selected
Overall				Passed

Figura A.17: Ventana de resultado Audit

- **Acción:** Cerrar válvula de los cilindro de gas y ajustar reguladores de presión a su valor mínimo.
- **Acción:** Conectar los cilindros de gas al SEMTECH.
- **Acción:** Abrir válvulas de los cilindros.
- **Acción:** Aumentar las presiones de salida de los cilindros de gas, monitoreando el programa, hasta alcanzar el rango indicado.
- **Acción:** Seleccionar las especies que se desean medir.

- **Acción:** Iniciar proceso de Audit.
- **Acción recomendada:** Guardar captura de pantalla de la ventana de resultado emergente.

Estos son todos los procesos de calibración que se pueden y/o deben ejecutar previo a una medición. Para facilitar al usuario del equipo la comprensión de los momentos y orden en que se han de ejecutar estas acciones se presenta en la Figura: A.18, un diagrama de flujo cuyo estado inicial corresponde al momento en que los equipos ya han calentado y la llama del FID lleva encendida al menos 15 minutos. Al centro de dicha figura se encuentra el estado final del diagrama de flujo, correspondiente al momento en que se cumplen todas las condiciones para iniciar la medición.

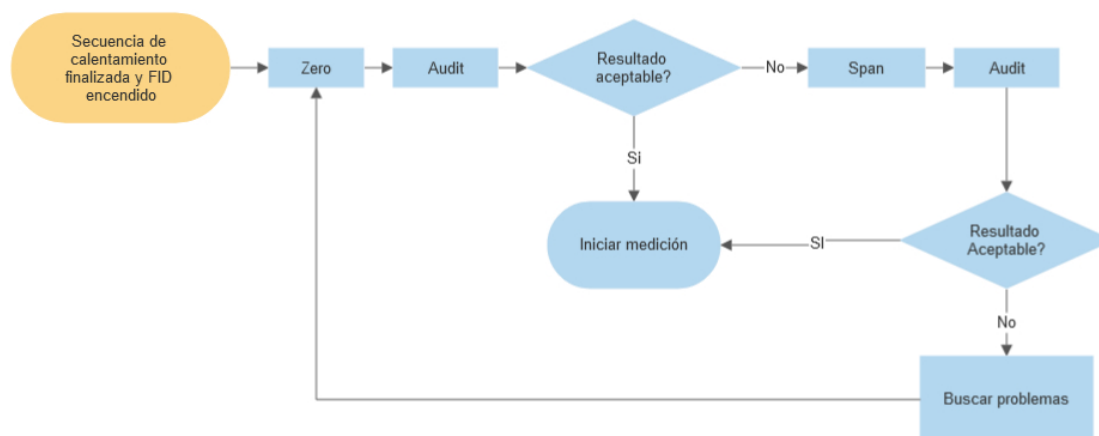


Figura A.18: Diagrama de flujo del proceso de calibración

Puesta a punto y toma de datos

En esta sección se resumen los pasos a seguir en el programa antes, durante y después de las mediciones. Se presume que las condiciones de laboratorio cumplen con los requisitos del protocolo, como por ejemplo que el motor se encuentre operando a temperatura estable si así se requiere. Con tales condiciones se se inician los pasos con la instalación y puesta a punto de los equipos. Al finalizar se tendrán los datos listos para ser exportados a una memoria externa.

Pasos en orden cronológico

1. Conectar SEMTECH D y SEMTECH G a sus fuentes de poder.
2. Instalar tubo de muestreo
3. Conexiones mínimas
 - Conectar SEMTECH a EFM.
 - Conectar EFM al tubo de muestreo.
 - Conectar sonda ambiental a SEMTECH.
 - Conectar cable ethernet SEMTECH y computador.
 - Conectar linea de muestreo SEMTECH a tubo de muestreo. Recordar que cada SEMTECH tiene su propia sonda de muestreo y terminales.
4. Iniciar sesión en el programa.
5. Crear o abrir un archivo de muestreo.

6. Selección de sistemas auxiliares y pasos de verificación.
7. Ejecutar proceso de Zero
8. Ejecutar proceso de Audit
9. Ejecutar proceso de Span: Solo hacer Span cuando el Audit haya fallado.
10. “Start”: iniciar grabado de datos en el programa y monitorear la ventana “Test\Road Test” durante la toma de datos.
11. “Stop”: Fin grabado de datos.
12. Ejecutar proceso de Audit
13. Cerrar archivo
14. “Upload”
15. “Process Data”

