

Sistema de verificación de mediciones de Puntos de Medición de Gas Natural

Ing. Fernando Avallone
VAI-Ingdesi Automation

Abstract

El Simec (Sistema de Mediciones y Calidad de Gas Natural) fue desarrollado en conjunto con Camuzzi Gas para gestionar la operación de análisis las mediciones, consolidar la información técnica y operativa de los Puntos de Transferencia de Gas Natural propios y de terceros. Para satisfacer esta demanda se realizó un modelo de verificación de mediciones, que a partir de los valores auditables de computadores de flujo, recalcula los volúmenes a partir de los algoritmos que cumplen con las normas AGA (American Gas Association). Además de ser el reservorio de información de puntos de medición (propios y de terceros) y de las mediciones históricas. Como funcionalidades secundarias posee un balance de masa, verificación de asignación de medidor, graficador de históricos y distintos reportes.

Esta herramienta informática permitió la verificación completa de los puntos de medición de recepción y de los más significativos de entrega, con el beneficio de poseer toda la información requerida en un solo repositorio y generar una segunda verificación con el balance de masas.

Objetivo

El objetivo principal del sistema es gestionar la operación de análisis las mediciones, consolidar la información técnica y operativa de los Puntos de Transferencia de Gas Natural propios y de terceros de Camuzzi Gas.

Introducción

A partir del Requerimiento de Camuzzi Gas de encontrar un sistema que permita le permita gestionar las mediciones de los Puntos de Transferencia de Gas Natural, se inició el desarrollo del Simec. Luego de un estudio de la funcionalidad requerida, la distribución de los usuarios y la disponibilidad de los enlaces de comunicaciones, se decidió una arquitectura de cliente-servidor, con una Base de Datos en un servidor en Sede Central.

La Función principal y núcleo del SIMEC es la verificación de mediciones, donde el sistema adquiere, de forma off-line las mediciones de distintos tipos de computadores de flujo y las almacena en forma cruda en la Base de Datos. Estas mediciones crudas se las recalcula por medio de los algoritmos AGA y se verifican los resultados obtenidos con los cálculos realizados por los computadores de flujo. Luego se analiza estas mismas mediciones para encontrar patrones de posibles errores y presentárselos a los usuarios, para que modifiquen los datos según crean conveniente. Como la mayoría de las mediciones no cuentan con cromatografía on-line, se procede a adquirir las cromatografías actualizadas (que se corresponde a la fecha de las mediciones) de los laboratorios involucrados. Con estos datos modificados por el usuario y la cromatografía actualizada se procede a recalcular, por medio de los algoritmos AGA, las mediciones. Este recalcu final da un resultado preciso del Gas Natural transferido por cada Punto de Medición.

Como funcionalidades secundarias el sistema permite generar distintos reportes, graficar las mediciones, generar un balance de masas de los gasoductos y ramales, verificar la asignación de los medidores, etc.

Requerimiento Inicial

El área de mediciones de Camuzzi Gas decidió que debería realizar un mayor control en las mediciones, sin aumentar la carga de trabajo del personal técnico. Ya poseían un software que realizaba el cálculo de los volúmenes por medio de la norma AGA, pero debía ser cargado manualmente y esto limitaba su utilización de forma masiva. Como hay unas 720 horas en un mes, solo podían verificar unas pocas seleccionadas al azar.

Además de requerir un sistema que relacione toda la información de mediciones como datos de los puntos de medición (Nombre, medidor, computador, etc.) y el repositorio de mediciones históricas.

Arquitectura

Se definió una arquitectura de cliente-servidor, con la base de datos y módulo de cálculo Central, por ser la que mejor se ajustaba en las condiciones de contorno, establecidas para el sistema:

- Una gran interacción del usuario con el sistema.
- Un flujo intensivo de datos desde y hacia los clientes.
- Minimizar la utilización del ancho de banda de los enlaces con el interior del país.
- No requerir de Hardware potente en las estaciones de trabajo de los usuarios.

Modelo de Verificación de Mediciones

El modelo de Verificación de Mediciones implementado, corresponde a las siguientes etapas:

1. Ingreso de Mediciones:

Las mediciones están disponibles en formato electrónico a partir de los valores auditados que almacenan los computadores de Flujo. Dependiendo de la marca, modelo y/o configuración de computador que se utilice, son los valores que estos almacenan, pero como mínimo deben incluir las mediciones de:

- Temperatura
- Presión absoluta o relativa
- La Presión Diferencial para medidores de placa orificio, o pulsos y volumen no corregido para turbinas, rotativos o ultrasónicos
- La cromatografía (configurada o medida en forma on-line).

Se incluye también distintos valores calculados por el computador:

- Volumen estándar
- Volumen a 9300 Kcal
- La densidad
- Poder calorífico
- Factor de súper compresibilidad.

El computador promedia o totaliza (dependiendo su tipo) estas mediciones y cálculos, en forma horaria y diaria. Por ejemplo la temperatura y las presiones son promediadas, y los pulsos y volúmenes son totalizados. Estos valores son almacenados por 35 días.

Estos valores son transferidos a un archivo de texto, por medio de software, que cada fabricante de computadores de flujo provee. En la jerga, estos archivos son denominados “bajadas de datos”. Estos archivos se generan mensualmente y son ingresados al Simec a través de las terminales cliente, donde cada archivo es reconocido y analizado, extrayendo los valores requeridos por el sistema y almacenados en la Base de Datos.

2. Ingreso de Cromatografías Actualizadas

Los datos de calidad del gas (que se mide por medio de cromatógrafos) son indispensables en el cálculo por medio de la norma AGA 8 del factor de súper compresibilidad y poder calorífico. Indispensables para la determinación del volumen estándar y volumen a 9300 Kcal. En general, los puntos de medición no cuentan con cromatógrafos on-line, conectados a los computadores de flujo, por el alto costo de los mismos. Por lo tanto, los computadores se configuran con cromatografías predefinidas, generalmente similares a las del gas que se mide, pero que difieren de la calidad del gas real que está circulando. Para relacionar las mediciones con la cromatografía del mismo período de tiempo, se toman muestras del gas de forma periódica y proporcional al caudal de gas, que son enviadas a laboratorios para su posterior estudio. A fin de mes, los laboratorios envían los resultados en formato Excel. Estos archivos son ingresados al Simec de forma similar al Ingreso de mediciones.

3. Chequeo de Mediciones crudas

Con el ingreso de las mediciones mensuales y cromatografía actualizada del correspondiente período, el sistema posee todos los datos crudos para continuar con el proceso de verificación. Para ello se evalúan los datos crudos, por medio de un algoritmo, que identifica distintos patrones, en las variables que la componen, que corresponden a posibles errores en la toma de medición. Por ejemplo, faltantes de datos o datos en blanco, variaciones en la progresión valores mayores a uno prefijado. Este algoritmo, también calcula un valor más probable para cada error, que denominamos valor por default. Con la información de los posibles errores, el sistema presenta un reporte, donde el usuario puede visualizar las mediciones hora por hora, con los errores identificados en colores. El usuario puede modificar cualquier valor (erróneo o no), por el valor por default calculado por el Simec u otro que crea conveniente.

4. Recálculo

Cuando el usuario finalizó con el chequeo de las mediciones, el Simec se dispone a realizar el recálculo de computador y el volumen final. Estos cálculos se realizan utilizando algoritmos que cumplen con las normas AGA, donde se calcula el factor de súper compresibilidad por medio del AGA 8, y luego el volumen estándar y a 9300 Kcal por medio del AGA 3 para placa orificio y el AGA 7 para turbina, rotativos y ultrasónicos.

El cálculo llamado “recálculo de computador” se realiza para verificar los resultados obtenidos por el computador. Los datos de entrada para este cálculo son las mediciones crudas y las cromatografías preconfiguradas en los computadores. El valor de volumen estándar obtenido se compara con calculado por el computador.

El cálculo de “volumen final” se realiza con las mediciones modificadas por el usuario y la cromatografía actualizada. Con estos datos obtenemos el volumen final a 9300 Kcal, con el que se concilian Puntos de Medición de las transportistas o se envían a Facturación los de Camuzzi Gas.

Ingreso de Mediciones

En el punto anterior se explico, de forma general, el modelo de verificaciones. Se procederá a describir en detalle cada una de las partes que lo componen. El ingreso de mediciones los dividimos en dos partes, el ingreso de las mediciones realizadas por los computadores de flujo y la determinación de la calidad de gas por parte de los laboratorios.

Los puntos de medición se componen de un instrumento de medición, que podemos agrupar en dos tipos:

1. Directos, donde el volumen de gas es medido por pulsos proporcionales al caudal. En este grupo se encuentran: turbinas, rotativos y ultrasónicos.

2. Indirectos o inferenciales, donde se mide una variable que por medio de un cálculo o algoritmo determina el caudal. Este grupo lo integra la placa orificio, donde se mide la presión diferencial entre ambos lados de la placa.

Al instrumento se le incluye la medición de la presión absoluta o relativa y la temperatura del gasoducto. Todas estas mediciones son adquiridas por los computadores de flujo, con una frecuencia de un segundo, o superior. Como se explicó anteriormente, el computador requiere conocer la calidad del gas que esta midiendo, para ello existen dos opciones:

1. Que se disponga de un cromatógrafo on-line, donde el cromatógrafo determina la composición del gas con una frecuencia de tres minutos y la transmite al computador.
2. Que no se disponga de un cromatógrafo, por lo que se deba preconfigurar el computador con una composición determinada, en general lo más parecida posible al gas que se esta midiendo. Una práctica posible, es configurar todos los meses, la composición promedio del mes anterior. Pero queda claro, que el cálculo utilizando esta calidad de gas no es exacto, ya que parte de los datos no son correctos.

Con estos datos el computador realiza, cada segundo, utilizando algoritmos que cumplen con las normas AGA, los cálculos del volumen estándar, volumen a 9300 Kcal, densidad, poder calorífico y factor de súper compresibilidad. De forma horaria y diaria, totalizan o promedian (depende de cada variable) las mediciones y resultados obtenidos, y los almacenan en una memoria de solo lectura (por parte de un operador) por 35 días. Estos valores llamados auditables, son los que el sistema utiliza. Son descargados por un operador en archivos de texto, a mes vencido por medio de una computadora y un software específico para cada tipo de computador. Estos archivos, son distintos para cada marca y modelo de computador, para lo cual se desarrollaron distintos adquisidores para cada uno de ellos que se denominaron “Filtros”. Los Filtros buscan patrones en los archivos, para determinar marca y modelo del computador, y analizar la información que contiene. Luego esta información es transferida y almacenada en la base de datos del Simec.

Para el caso de la cromatografía actualizada, existen dos fuente de datos, los laboratorios propios y los del Transportista. En ambos casos se envía un archivo Excel con los resultados. De forma similar a los filtros de los computadores, se desarrollaron filtros, para archivos Excel, que analizan y almacenan los datos en Simec.

Chequeo de mediciones

Se determinó, a partir de la experiencia del personal técnico de mediciones, los chequeos más frecuentes que ellos realizaban, de forma manual, a las mediciones y a partir de esta información se desarrollo un módulo de chequeo de mediciones. A partir de los datos crudos, ingresados al sistema, el módulo busca patrones conocidos, definidos por factores preconfigurados por el usuario para cada punto de medición. Algunos de los patrones son:

- Datos faltantes, por ejemplo que una o más horas del mes no estén incluidas en la bajada de datos.
- Datos repetidos.
- Datos en cero o fuera de un rango predefinido.
- Variaciones en los datos mayores a un valor predefinido.

Encontrado un patrón, se procede a identificarlo, marcándolo como erróneo en la base de datos. Dependiendo el tipo variable que se identifico, se procede a realizar un cálculo del valor más probable que habría tomado esa variable, que se llamó valor por default. De nuevo, con la experiencia de los técnicos, se procedió a definir cada tipo de algoritmo para el cálculo de este valor. Por ejemplo si el error fuera de la temperatura del gasoducto, se procede a realizar un promedio de una cantidad de horas, anteriores y posteriores a la fecha y hora del error.

Esta información es presentada al usuario en un reporte con la información de identificación del punto de medición, como nombre, propietario, tipo de medidor y computador de flujo. Además de dos grillas, que muestran: la presión, temperatura, presión diferencial o volumen no corregido (dependiendo el tipo de medidor), el tiempo de flujo, el volumen estándar y el volumen a 9300

Kcal, un de todo el mes, hora a hora; y la otra solo con las horas del mes que se encontraron los errores. Los errores están marcados en rojo, para facilitar la identificación de los mismos. El usuario puede seleccionar cualquier variable y hora, para ser modificada. Para ello se abre una ventana, en la cual pueden ingresar un nuevo valor o utilizar el valor por default. Solo si corresponde a un valor erróneo, aparece el valor por default precalculado. Una vez modificado el valor, este aparece en la grilla con otro color para identificar su cambio. Los datos modificados, no sobrescriben los valores anteriores o crudos en la base de datos, por lo que se lleva un registro de ambos valores. Además queda registrado el usuario que realizó el cambio y la descripción, de por que lo modificó.

Una vez terminado el cheque de los datos por parte del usuario, este marca el punto de medición como revisado y se procede al próximo paso, el recálculo.

Recálculo

El recálculo se basa en las Normas AGA, utilizando el AGA 8 para el cálculo del factor de súper compresibilidad, a partir de la composición del gas. Con este factor se puede calcular el volumen de gas utilizando las normas: AGA 3 para placa orificio y AGA 7 para turbina, rotativo y ultrasónico. Para el caso del ultrasónico, como los computadores de flujo traen el valor de volumen no corregido, no se requiere del AGA 9 para su cálculo. Se desarrollo un algoritmo AGA que calcula el volumen estándar y a 9300 Kcal, a partir de la presión absoluta y temperatura del gasoducto, la presión diferencial de la placa orificio (para este caso hay que ingresar también los diámetros de la placa y el orificio) o el volumen no corregido y la composición del gas. Como se expresó anteriormente se realizan dos cálculos, para ambos casos se toman los datos requeridos para cada hora y se realiza con ello el recálculo. El resultado es almacenado en la base de datos, también de forma horaria, procediendo luego a totalizarlos de forma diaria y mensual.

El “recálculo de computador” se utiliza para verificar el funcionamiento o cálculo realizado por los computadores de flujo. Para ello utilizamos los datos crudos, tanto para mediciones como para calidad de gas, en pos de reproducir el cálculo del computador. Este cálculo no es exacto al del computador, ya que el computador calcula segundo a segundo y totaliza los resultados de forma horaria. En cambio el Simec trabaja con mediciones promediadas en una hora y da un solo resultado por hora. Como la dinámica del gas es lenta, en general se puede suponer que los resultados son comparables o el error esta dentro del margen aceptable. Pueden darse casos particulares, donde las mediciones fluctúen apreciablemente y los resultados no sean admisibles, como por ejemplo si el consumo de gas lo realiza una estación de GNC (Gas Natural Comprimido).

El cálculo del “volumen final”, se realiza con los datos modificados por el usuario y la cromatografía actualizada. Los datos modificados por el usuario, son la mejor aproximación al gas que realmente circuló por el punto de medición. Ya que el único registro histórico lo almacena el computador y los errores se modificaron con la experiencia y conocimiento de un técnico especializado, son los datos más exactos que se pueden obtener. Agregando la cromatografía actualizada del mes en estudio, se obtiene el juego de datos óptimo para realizar el cálculo de “volumen final” del punto de medición.

Como resultado del Recálculo se genera un reporte donde se especifican los datos de configuración (Nombre, medidor, computador, etc.), el volumen calculado por el computador comparado al volumen recalculado por el Simec, el volumen final (a 9300 Kcal), volumen de Balance (se describirá más adelante) y volumen acordado (volumen acordado con terceros por algún problema en la medición). El usuario deberá seleccionar alguno de estos valores para conciliar o facturar.

Dependiendo si punto de medicación es propio o de terceros (transportista), es el destino final de los resultados. Si es propio se envían a Facturación y si es de tercero se lo concilia con el transportista.

Conciliación

Una tarea del área de mediciones es ir a conciliar los consumos de Gas Natural con las transportistas. Para ello se desarrollo una aplicación de conciliación autónoma (que funciona sin conexión con el servidor de Simec), que asiste en la tarea de conciliación. Esta aplicación se conecta a la base de datos de Simec y obtiene todos los datos primordiales de un mes y de un transportista en particular. Instalado en una Notebook se puede trasladar a las dependencias del transportista y con ello poseer toda la información relevante en la reunión. Los valores finales de la conciliación son ingresado en la aplicación y descargados en Camuzzi Gas.

Base de Datos de Puntos de Medición

Como funcionalidad secundaria, se desarrollo un módulo de reservorio de datos propios de todos los Puntos de Medición, de Camuzzi Gas y de terceros. Dentro de los datos podemos nombrar: Nombre, Ubicación, el tipo de medidor con sus características, tipo de computador de flujo y configuración relevante para el sistema como: configuración unidades utilizadas, factores predefinidos de chequeo de errores, etc. Toda esta información está disponible en distintos reportes de configuración de Puntos de Medición y como información complementaria al resto de los reportes.

Verificación de Asignaciones

Los instrumentos de medición tienen definido un rango de medición, donde el error de la misma es menor que el definido para el instrumento, fuera de ese rango la medición no es válida. En el caso de los medidores de gas, los límites mínimos y máximos están dados a una presión específica, por lo que hay que reexpresar los límites a la presión de trabajo y contrastarlos con el volumen estándar calculado. Para ello se realiza la reexpresión de los límites hora a hora y se lo contrasta con los volúmenes finales. El resultado es un reporte que muestra las horas que el medidor estuvo fuera de especificaciones o mal asignado.

Balance de Masas

Una verificación importante es la de realizar un balance de masas entre ramales de gasoductos. Como se tiene la información (volumen final) de los puntos de recepción y de entrega de gas natural, se puede realizar una comparación entre ellos.

Para realizar el balance, primero se deben configurar todos los ramales de los gasoductos, imprescindible para saber que puntos de medición hay que comparar. Para ello se desarrollo un ABM (pantalla de Alta, Baja y Modificación) que permite indicar el o los puntos de entrada al ramal y los de salida. Se empieza por los puntos de recepción, definiendo sus salidas y entradas secundarias. Luego estas salidas, pueden ser la entrada de otro ramal y así definiendo una estructura tipo árbol de los gasoductos de la compañía. Para visualizar la configuración de los gasoductos existe una pantalla que muestra el árbol de una forma similar a un Explorador de Windows.

Una vez generada la configuración de los gasoductos y ramales, se pueden generar los balances. Esto se realiza a través de reportes de balance por ramal, donde seleccionando un ramal en particular y un mes determinado, se genera el reporte con las entradas y salidas correspondientes. Este reporte incluye los volúmenes finales de cada punto de medición y los totales de volúmenes de entrada y de salida. En la diferencia de los totales se aprecia problemas en alguna de las mediciones o pérdidas de gas no registradas. Se define también el volumen de balance de un punto de medición (de recepción o como cabecera de un ramal) como la suma de sus salidas, menos la suma de las otras entradas. Esta información está disponible al usuario en el reporte de recálculo, mencionado anteriormente.

Graficador

Se desarrollo un graficador de datos históricos, donde el usuario puede graficar las variables principales del cada Punto de Medición en un lapso de tiempo determinado. El usuario selecciona el punto de medición, las variables, el lapso de tiempo y la frecuencia de los datos a mostrar (horaria, diaria o mensual) y se genera un gráfico similar al de líneas de Excel, con las variables en plumas de distintos colores. Las escalas de las ordenadas se generan automáticamente para la mejor visualización del gráfico, ya que por ejemplo el volumen y la presión tiene valores generalmente muy disímiles y si se graficaran en una misma escala, la presión sería una línea recta en la parte inferior del gráfico. Además se permite hacer zoom seleccionando un rectángulo sobre el gráfico con la zona que se quiere agrandar. Como complemento se calculan los límites máximos, mínimos y promedios de cada variable y se los anexa al gráfico. Se puede generar un archivo jpg (formato comprimido de imágenes) con el gráfico para poder utilizado desde otro programa, como por ejemplo generar un reporte personal en Word.

Se genera otro gráfico similar con los resultados del Recálculo, donde se muestran los valores del volumen calculado por el computador, volumen recalculado por Simec y el volumen final. Este gráfico facilita la detección de errores en la medición o cálculos de los puntos de medición.

Reportes

Simec genera distintos reportes en base a la configuración de los puntos de medición, mediciones, valores calculados, modificaciones realizadas por los usuarios, etc. Cada uno de los reportes fue diseñado, para satisfacer los requerimientos de distintos usuarios. Dentro de los reportes (que no se mencionaron anteriormente) podemos nombrar:

- Reporte mensual de puntos de medición, donde se muestran los totales o promedios mensuales de distintas variables de un grupo de puntos de medición, para un mes seleccionado.
- Reporte diario, donde se visualiza los totales o promedios diarios de distintas variables de un punto de medición en un mes seleccionado.
- Reporte ABC, donde se muestra a un grupo, definido por el usuario, de puntos de medición ordenados por volumen mensual, de mayor a menor y separados en tres grupos, donde la suma de sus volúmenes son el 70 % del total, el 20 % y el resto.
- Reporte de errores, donde se muestra a un grupo de puntos de medición con la cantidad de errores encontrados por el sistema y la cantidad de ellos modificados o aceptados por el usuario.

Conclusión

Se desarrollo Simec en forma conjunta con Camuzzi Gas como una herramienta informática para el área de mediciones que permitió, sin el requerimiento de mayor personal, la verificación completa de los puntos de medición de recepción y de los más significativos de entrega (con el transcurso del tiempo se agregan más puntos propios a la verificación) con el beneficio de poseer toda la información requerida en un solo repositorio y generar una segunda verificación con el balance de masas. Además, a partir del Simec se pudieron analizar problemáticas que con las herramientas anteriores era imposible o muy difícil de realizar.

Esto se logró con un software que no requiere mayor número de personal o recursos de la compañía y brindando un alto valor agregado.