



EFICIENCIA EN LA RECOMPRESIÓN DE GAS NATURAL EN GASODUCTOS MÓVILES.

Ing. Roberto Toto, Agira S.A., rtoto@agira.com.ar;
Ing. Javier S. Straniero, Agira S.A., jstraniero@agira.com.ar

Palabras claves

Eficiencia, Compresión de Gas Natural, Gasoducto Móvil.

Resumen

La necesidad del uso de la energía proveniente del Gas Natural en lugares remotos y/o distantes de donde se dispone del mismo, ha promovido el desarrollo de tecnologías innovadoras para transportarlo.

Se llama gasoducto móvil, a toda la infraestructura y operación necesaria para cumplir con el objetivo de disponer de Gas Natural en un lugar donde aún no ha llegado vía el gasoducto tradicional.

El objetivo del presente trabajo es describir el diseño eficiente de sistemas de recompresión del Gas Natural en el punto de entrega. El mismo consiste en una unidad compresora capaz de comprimir a presión de succión variable. Evita la necesidad de regular la presión del gas a la entrada del compresor alternativo, actuando inteligentemente sobre los cilindros que intervendrán en el proceso de compresión, optimizando de esta manera el uso de la energía disponible.

Abstract

The need for the use of energy from Natural Gas in remote locations and / or distant from where it is located, has promoted the development of innovative technologies to transport it.

It is called mobile gas pipeline, all the infrastructure and operation necessary to meet the goal of having Natural Gas in a place where it has not yet reached through the traditional gas pipeline.

The objective of this paper is to describe the efficient design of Natural Gas recommendation systems at the point of delivery. It consists of a compressor unit capable to compress from a variable suction pressure. It avoids the need to regulate the pressure of the gas at the entrance of the reciprocating compressor, acting intelligently on the cylinders involved in the compression process, optimizing in this way the use of available energy.

Introducción

En los apartados siguientes se planteará la necesidad de optimizar la recompresión del Gas Natural en el lugar de despacho, la fundamentación de la solución tecnológica frente a esa necesidad y los resultados que se obtienen al haberlo implementado.

Gasoducto Móvil

Disponer de la energía del Gas Natural en aplicaciones como ser por ejemplo, procesos industriales, en algunos casos es clave para optimizar la calidad de dichos procesos como también la reducción de uno de los costos más importantes que es la Energía.

La necesidad de disponer de Gas Natural a veces no puede ser satisfecha porque justamente en el lugar donde se necesita, está alejado de la fuente donde se dispone del mismo.

La alternativa de invertir en un gasoducto tradicional en alguno de los casos no se justifica, o bien por la demanda presente ni tampoco por la proyectada. En algunos de los casos, es necesario desarrollar un mercado o una demanda para en un futuro si trazar un gasoducto tradicional.

En estos casos es en el que se analiza entonces la alternativa de invertir en un Gasoducto Móvil.

El mismo consiste básicamente en transportar el Gas Natural en un medio alternativo al del Gasoducto tradicional. Se podría transportar el mismo por ejemplo en estado gaseoso o líquido.

El motivo del presente desarrollará la alternativa de transportarlo en estado gaseoso.

Para cumplir con dicho objetivo y optimizar los recursos de la logística, se debe comprimir el Gas Natural antes de transportarlo. De esta manera se aumenta la capacidad del volumen que se puede transportar.

La normativa vigente en nuestro país limita la presión a 250bar, como la máxima a la que se puede transportar por el territorio nacional.

Además de la limitación de la presión también rige obviamente la limitación por peso para su transporte.

Considerando lo expuesto, en el lugar donde se dispone de Gas Natural se debe comprimir el mismo hasta alcanzar los 250bar. Este objetivo se logra con un compresor, que adquiere la figura de la “Estación Madre”, dentro de la operatoria del Gasoducto Móvil.

Para transportar el Gas Natural Comprimido (GNC) se utilizan cilindros del mayor volumen y el menor peso posible, de manera de que la logística sea lo más eficiente cumpliendo con la normativa como comentábamos anteriormente.

En el otro extremo, el lugar de entrega es llamado “Estación Hija” (Fig.1).

En este sitio es muy probable que la presión a la que se requiera el Gas Natural sea mucho menor a los 250bar.

Dependiendo de la presión requerida en este punto de entrega, es muy probable que sea necesario recomprimir el Gas Natural.

Si por ejemplo, la presión requerida en el punto de entrega fuera de 1bar, obviamente no se requerirá recomprimirlo, simplemente se regularía a 1bar la presión del Gas Natural transportado.

Pero si en cambio la presión requerida sería de 30 bar, regular desde los 250bar a 30 bar es también viable. En este caso en los cilindros utilizados para el transporte (Gasoducto Móvil) quedaría un remanente de Gas Natural a 30 bar de presión que no haría tan eficiente la logística de su transporte, dado que los cilindros retornarían a la Estación Madre semivacíos.

En estos casos sería en donde se justificaría recomprimir, utilizando un segundo compresor. Este compresor es justamente el motivo de análisis del presente documento.



Fig. 1 – Esquema típico de una Estación Hija.

Alternativas de recompresión en la Estación Hija.

En los casos antes expuestos en los que se requiere despachar en la Estación Hija a una presión significativa, uno de los típicos compresores que se utilizan son los compresores alternativos de cilindros horizontales.

Es técnicamente viable regular el Gas Natural que tiene una presión de 250bar a la presión mínima de operación del compresor alternativo (por ejemplo, 10Bar) y luego que el compresor la eleve a la presión de entrega requerida.

Si bien este proceso como dijimos anteriormente es técnicamente viable, desde el punto de vista de la eficiencia de la energía no lo es. Decimos que no lo es porque justamente cuando “regulamos” la presión del Gas Natural, estamos perdiendo la energía asociada a la presión disponible.

Para que el sistema de recompresión sea más eficiente desde este punto de vista, se debería lograr reducir el “salto” de presión a regular, de manera de utilizar al máximo la energía disponible.

Solución tecnológicamente eficiente.

Analizando las alternativas posibles de utilizar la energía disponible en el Gas Natural transportado minimizando los saltos de presión a regular, se planteó la opción de optimizar gradualmente la selección de los cilindros operativos del compresor que se involucrarán en el proceso de recompresión.

Para poder explicar esto más claramente debemos recordar los conceptos de un compresor alternativo de cilindros horizontales.

Los compresores alternativos pueden ser equipados con varios cilindros. Los hay de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8 cilindros típicamente tanto sean de doble efecto o en tandem (Fig.2). Siempre se disponen y diseñan los cilindros, según el proceso, de forma tal que los esfuerzos realizados axialmente no sobrepasen los valores máximos admisibles de carga. Además, se dimensiona de forma tal que los mismos estén equilibrados en cuanto a sus pesos, de manera de asegurar el equilibrio estático y dinámico del conjunto.

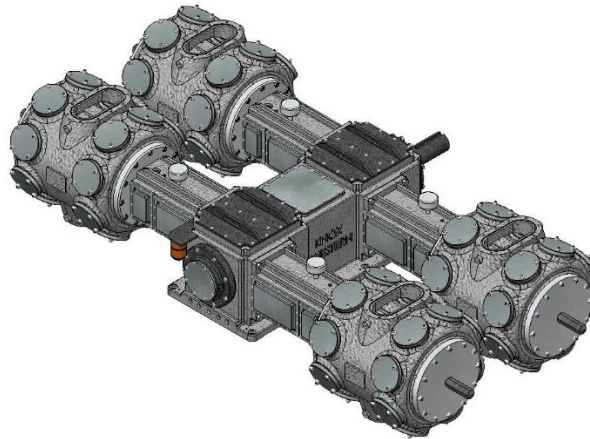


Fig. 2 – Compresor Alternativo de cuatro cilindros.

Justamente para respetar el balance dinámico del equipo, el control de que cilindro estará activo y cual no, está condicionado a conservar en todo momento los esfuerzos axiales.

Por lo que si bien es viable la operativa de seleccionar con válvulas externas al equipo cuál de los cilindros es el que estará activo y cuál estará desafectado, nunca se debe perder de vista este requerimiento.

Fundamentaremos la solución con un ejemplo concreto en donde se solicitó que en el punto de entrega se disponga de un caudal mínimo de 600Nm³/h, con una presión de 200bar, para carga de vehículos motorizados a GNC.

Se establecieron entonces tres rangos de trabajo del compresor, manteniendo el equilibrio dinámico indicado anteriormente (Fig.3).

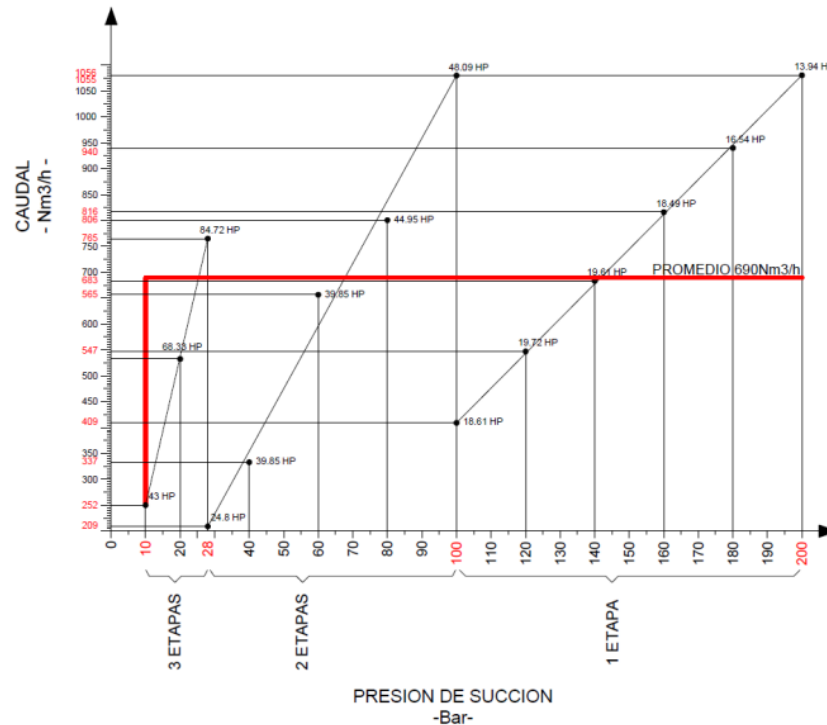


Fig. 3 – Curva operativa del compresor, Caudal vs. Presión de Succión.

Naturalmente el despacho del Gas Natural al punto de entrega se realizará directamente desde el gasoducto móvil, hasta que la presión presente en el mismo alcance los 200bar. A partir de este momento es cuando se enciende el compresor y se empieza a comprimirlo con los cilindros del compresor alternativo que están afectados a una etapa (1 Etapa) de compresión.

Cuando la presión existente en el gasoducto móvil sea igual a 100bar, se activan válvulas internas al equipo de manera que el mismo empezará a comprimir en 2 Etapas de compresión. Se continuará operando al compresor alternativo de esta manera hasta que la presión del Gas Natural disponible en el gasoducto móvil sea igual a 28bar. En este momento es cuando se activan válvulas internas al equipo de manera que el mismo empezará a comprimir en 3 Etapas de compresión.

El equipo seguirá comprimiendo en modalidad 3 Etapas hasta que la presión de succión descienda por debajo de 10bar, que es el momento en el que el compresor se detendrá.

Conclusiones

Como se podrá observar en la Fig.3, el trazo indicado en color rojo representa el promedio del caudal suministrado que es superior al requerido (690Nm³/h vs 600Nm³/h).

Para favorecer el análisis del ahorro energético en el proceso de recompresión, se ha indicado en la curva los consumos de potencia para los diversos puntos operativos.

Se puede observar en la misma que durante prácticamente la mitad del ciclo de recompresión en la que se está comprimiendo con 1 Etapa, el consumo de energía no supera los 20hp. En el próximo rango en el que se está comprimiendo con 2 Etapas, el consumo oscila alrededor de los 40hp.

Si no se hubiera utilizado este método de selección inteligente de los cilindros intervinientes, el consumo constante de energía para comprimir desde los 10bar hubiera sido superior a los 70hp para lograr el caudal requerido de 600Nm³/h constante.

Desde el punto de vista del proceso de fabricación y su costo, una de las desventajas de esta metodología es el encarecimiento del producto, debido a la ingeniería en sí mismo, la incorporación de válvulas actuadas y de regulación que se requieren y por último la sofisticación del sistema de control requerido.

Desde el punto de vista operativo la principal desventaja es que el caudal a entregar no es constante, sino variable como se observa en la Fig3. (curva diente de sierra).

Y por último, y quizás la desventaja menos impactante es el incremento del costo de mantenimiento, debido a las válvulas incorporadas (recalibraciones y reparaciones).

Cv de los autores:

Ing. Roberto Toto.

Ingeniero Mecánico, graduado en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires en el año 1991. Es profesional matriculado por la distribuidora de gas Metrogas para diseño de instalaciones industriales de gas a alta presión. Actualmente es el Director del departamento de Ingeniería y Desarrollo de Agira S.A..

Inició su carrera profesional en el área autopartista, y en año 1991 se incorporó a Agira S.A. con el propósito de diseñar equipos de compresión y suministro de Gas Natural Comprimido (GNC) desde prácticamente el surgimiento de la utilización de dicho combustible en nuestro país. Entre sus principales logros se destacan el diseño y fabricación de equipamiento para estaciones de despacho de GNC, equipamiento para Gasoducto Móvil y de unidades compactas para suministro de GNC. Los equipos diseñados se encuentran instalados en América, Asia, Europa y África.

Ing. Javier S. Straniero.

Ingeniero en Electrónica, graduado en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires en el año 2002 y Especialista en Ingeniería Gerencial graduado en la Universidad Tecnológica Nacional, Escuela de Posgrado en el año 2010. Actualmente es el responsable del desarrollo de negocios en el mercado Oil&Gas para Agira S.A. Se inicio en la docencia a nivel secundario en el año 1998 y a partir del año 2001 continuó su carrera profesional en el área comercial, desarrollando mercados tanto en el territorio nacional como internacional para las compañías Bently Nevada Coporation, General Electric Inc., Sulzer y Flowserve.