

Sistema automatizado para el control del consumo de glicol regenerado suministrado al sistema de deshidratación del gas natural

Automated System for the Control of Regenerated Glycol Consumption Supplied to the Natural Gas Dehydration System

Cristhian Ronceros Morales¹ <https://orcid.org/0000-0001-8421-5217>,
Ramón Alejandro Pombas² <https://orcid.org/0000-0002-0469-0366>

¹Universidad Privada San Juan Bautista, Ica, Perú
croncerosm@gmail.com

²Petróleos de Venezuela. Gerencia de Compresión Gas Oriente, Maturín, Venezuela
pombas@gmail.com



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2022/02/21

Aceptado: 2022/07/19

Publicado: 2022/12/30

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un sistema automatizado para el control del consumo de glicol regenerado suministrado al sistema de deshidratación del gas natural en la Planta Extracción Jusepín de Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA). La planta Jusepín, es una planta de extracción de líquidos del gas natural (LGN) con un (01) tren de proceso y una capacidad de procesamiento de gas de 350 millones de pies cúbicos por día (MMPCD). El estudio consistió en una investigación de campo, con nivel descriptivo y modalidad proyecto factible, donde las técnicas de recolección de datos empleadas fueron la observación directa, entrevistas no estructuradas y la revisión documental. Para el desarrollo del estudio se emplearon las tres (3) primeras fases de la metodología Guía de Gerencia de Proyectos de Inversión Capital (GGPIC). El resultado fue una propuesta para el control automatizado del consumo de Glicol Regenerado suministrado al sistema de Deshidratación del Gas Natural en la Planta Extracción Jusepín, lo cual proporcionará mayor seguridad, precisión, eficiencia y confiabilidad sobre los datos obtenidos en tiempo real, ya que, permitirá visualizar el nivel de glicol y llevar un control del contenido de los recipientes, para mantener el suministro constante

Sumario: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión y Conclusiones.

Como citar: Ronceros, C. & Alejandro, R. (2022). Sistema automatizado para el control del consumo de glicol regenerado suministrado al sistema de deshidratación del gas natural. *Revista Tecnológica - Espol*, 34(4), 12-27. <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/916>

de glicol regenerado al sistema y así garantizar que la planta mantenga el proceso de extracción del líquido del gas natural.

Palabras clave: automatización, glicol regenerado, Líquido de Gas Natural (LGN), instrumentación, GGPIC.

Abstract

The objective of this research was to develop an automated system to control the consumption of regenerated glycol supplied to the natural gas dehydration system at the Jusepin Extraction Plant of Petroleos de Venezuela S.A (PDVSA). The Jusepin plant is a natural gas liquids (NGL) extraction plant with one (01) process train and a gas processing capacity of 350 million cubic feet per day (MMPCD, acronyms in Spanish). The study consisted of field research, with a descriptive level and feasible project modality, where the data collection techniques used were direct observation, unstructured interviews, and documentary review. For the development of the study, the first three (3) phases of the Capital Investment Project Management Guide (GGPIC) methodology were used. The result was a proposal for the automated control of Regenerated Glycol supplied to the Natural Gas Dehydration system at the Jusepin Extraction Plant. This proposal provides greater security, precision, efficiency, and reliability to the data obtained in real-time, allowing to visualize the level of glycol and keep control of the content of the containers. The final benefit is to maintain the constant supply of regenerated glycol to the system and thus guarantee that the plant maintains the extraction process of the liquid from the natural gas.

Keywords: Automation, Regenerated Glycol, Instrumentation, GGPIC.

Introducción

A nivel mundial, las empresas del sector petrolero han emprendido estrategias para optimizar los costos de producción y minimizar los riesgos ambientales, laborales, entre otros. Para ello, han recurrido a la ejecución de proyectos de automatización, los cuales requieren esquemas, modelos de control para aumentar las probabilidades de éxito, minimizando la inversión de horas de trabajo, estandarizando los procesos y manteniendo armonía y continuidad operacional.

Bajo este contexto, los constantes cambios en la Industria Petrolera, conducen a la búsqueda de nuevas tecnologías, como es la automatización de procesos en las instalaciones petroleras y gasíferas. La automatización ha pasado de ser una herramienta de trabajo deseable a una herramienta indispensable para los procesos de producción, puesto que para toda empresa es crucial el control de las actividades, la supervisión en tiempo real, el registro de los eventos, entre otros.

En tal sentido, en Venezuela, la automatización industrial se ha convertido en una tendencia que ha aumentado exponencialmente, donde las principales industrias como Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA) ha integrado en sus actividades la automatización de cada proceso, lo cual permite obtener un óptimo provecho de los recursos, brindando productos y servicios de calidad; así como la generación de conocimientos que impulsen la innovación tecnológica. En estos escenarios, existe la necesidad de realizar el monitoreo y supervisión de los procesos industriales, con el fin de controlar los diferentes elementos implicados en el funcionamiento de la industria. Tal es el caso de la Planta Extracción Jusepín PDVSA GAS, que busca mantener una producción eficiente y rentable impulsando el desarrollo endógeno de

los hidrocarburos con la mayor productividad y competitividad para alcanzar un desarrollo sustentable.

La planta de Extracción Jusepín, se encuentra ubicada a 40 km de la ciudad de Maturín. Esta planta se encarga de procesar el gas que proviene del Campo Furrial, ubicado a 17 Km de Jusepín. Su función principal es lograr la extracción de los Líquidos del Gas Natural (LGN) mediante procesos de enfriamiento y fraccionamiento, para su posterior distribución; y separar los componentes livianos metano y etano, como gas seco para comprimirlo y suministrarlo a la red de inyección a pozos, lo cual es enviado vía poliducto a la planta de fraccionamiento José Antonio Anzoátegui.

En la actualidad, la Planta de Extracción Jusepín no cuenta con un sistema automatizado para el control del glicol regenerado suministrado al sistema de deshidratación del gas. Además, se requiere conocer con exactitud la cantidad utilizada de glicol regenerado en dicho proceso; de tal forma que un sistema automatizado permitiría visualizar directamente desde la sala de control cuanto es el consumo de glicol regenerado.

El presente artículo se orienta hacia el desarrollo de una propuesta de un sistema automatizado para el control del consumo de glicol regenerado suministrado al sistema de deshidratación del gas natural en la planta extracción Jusepín, con el fin de llevar un control y monitoreo del glicol suministrado a dicho sistema, que garantice mejoras en el proceso de deshidratación.

Metodología

En este apartado se establece el marco metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de información que se utilizaron para abordar el objeto de estudio.

Nivel, Diseño y Modalidad de Investigación

Arias (2016) señala que “el nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (p. 23). Según lo mencionado anteriormente, la investigación se clasifica como descriptiva debido a que se busca medir una serie de factores actuales para comprender las características del sistema en estudio y finalmente describir el comportamiento deseado

En cuanto al diseño de investigación, Arias (2016) expresa que “es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental” (Pág. 26). En este sentido, el presente estudio se enmarca en una investigación de campo, debido a que la información fue recolectada directamente de los tanques de almacenamiento de glicol regenerado TK-1250 y TK-1270 de la Planta Extracción Jusepín. Desde recaudo de datos hasta el análisis de la información de los instrumentos de campo con el objetivo de determinar los requerimientos para la implementación del sistema automatizado.

La modalidad de investigación que se abordó fue de tipo proyectiva o factible, debido a que con el desarrollo de este proyecto se presentó la propuesta de un sistema automatizado que permita llevar un control del glicol suministrado al sistema de la Planta Extracción Jusepín, con el fin de mejorar dicho proceso. Según el manual de Trabajo Especial de Grado de Especialización, Maestrías y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006) “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de

organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos”. (p.16)

Población y Muestra

La población del presente proyecto está constituida por el personal de la Planta Extracción Jusepín con un total de veinte (20) personas. Los cuales suministraron la información necesaria para conocer a la problemática y posterior desarrollo del proyecto para alcanzar los objetivos planteados. Por tratarse de una población finita no fue necesario tomar una muestra, sino que se estudió en su totalidad, como explica Arias (2016), “si la población, por el número de elementos que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra.” (Pág. 82)

Diseño Operativo

Para lograr la propuesta de Automatización para la Medición de Glicol Regenerado en la Planta Extracción Jusepín, se realizó una adaptación de la metodología Guía de Gerencia para Proyectos de Inversión de Capital (GGPIC) la cual está basada en 5 fases (Para efectos del trabajo se ejecutaron solo tres fases). A continuación, se describe las actividades que se agruparon en cada una de las fases desarrolladas.

Fase I: Visualizar

Esta primera fase, permitió conocer la situación actual del sistema de medición glicol regenerado; la cual se centra principalmente en recoger información necesaria para describir la situación problemática. Para el cumplimiento de lo antes expresado se necesitó la ejecución de las siguientes actividades:

1. Estudiar la Filosofía operacional de los tanques de almacenamiento de glicol regenerado.
2. Realizar el levantamiento de información sobre el funcionamiento actual del sistema de medición de glicol regenerado.

Fase II: Conceptualizar

Esta segunda fase contempló la selección de los mejores equipos e instrumentos a ser utilizados en la automatización del sistema, también se planteó las posibles soluciones tecnológica disponibles en el mercado, garantizando una tecnología de vanguardia. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

1. Identificar los equipos disponibles en el mercado para realizar la automatización del sistema.
2. Realizar la evaluación técnica de los equipos disponibles en el mercado.
3. Seleccionar las tecnologías a proponer para el diseño automatizado.

Fase III: Definir

En esta tercera fase se realizó el diseño de la nueva arquitectura tecnológica del sistema de automatización para llevar el control del consumo del glicol regenerado, a partir de los requerimientos detectados y la tecnología seleccionada. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

1. Diseño de la Arquitectura Tecnológica Propuesta.
2. Creación de lista de señales (tags) y direcciones del sistema Experion SPK.
3. Creación de la base de datos que se implementará con la arquitectura propuesta.
4. Diseño de lógica de control propuesta.

5. Configuración de los nuevos puntos el Sistema PKS.
6. Elaboración del despliegue o esquemático en el formato HIMWeb.

Resultados y Discusión

Fase I: Visualización

Filosofía operacional de los tanques de almacenamiento de Glicol Regenerado

El llenado de los tanques de almacenamiento TK-1250 y TK-1270, se realiza a través de un vacuum el cual descarga el contenido a través de las líneas de flujo de entrada de un diámetro 3" x 2", el operador alinea la válvula de entrada, en estas líneas se encuentra instalado un indicador de presión para el flujo de entrada, las líneas están conectadas a cada uno de los tanques, cada tanque tiene una capacidad de 280 barriles y una presión de diseño de 0.97 libras por pulgada cuadrada (psi), al estar llenos los tanques, se cierra la válvula de entrada. Seguidamente el operador verifica el glicol regenerado suministrado en cada tanque, a través de un visor local de nivel que está situado al lateral de cada tanque.

Una vez que se requiera suministrar glicol pobre al sistema de deshidratación del gas natural, el operador alinea la válvula de retención (Check Valve) de acuerdo al tanque de donde se vaya a utilizar el glicol. Estas líneas de 2 pulgadas están conectadas a cada tanque, posteriormente se enciende la bomba de transferencia P-1255, la cual envía el glicol regenerado por medio de una línea de 2 pulgadas al sistema de deshidratación. Seguidamente el operador vuelve a verificar el nivel del tanque toma nota y se dirige a sala de control donde introduce los datos al programa de Excel que se encuentra instalado en un computador ubicado en la sala de control, dicho programa suministra el volumen en litros, que poseen los tanques.

Una vez descrito el proceso del sistema de medición del glicol regenerado en la Planta Extracción Jusepín, se determinó que no existe un sistema automatizado integrado al sistema de supervisión Experion PKS, para llevar un control del glicol suministrado al proceso de Deshidratación del Gas Natural, que permita a los operadores el monitoreo del sistema y de esta manera llevar el control adecuado del consumo del glicol regenerado.

Estudiar la situación actual del proceso del Sistema de Medición de Glicol Pobre

Actualmente la Planta Extracción Jusepín posee dos (2) tanques de almacenamiento conocidos con los nombres de TK-1250 y TK-1270 con una capacidad de 280 barriles c/u, son utilizados para el almacenamiento de glicol regenerado, el cual es enviado al sistema de deshidratación del gas natural. El proceso del sistema de medición de glicol regenerado inicia cuando los operadores de guardia acuden al área donde se encuentran situados los tanques de almacenamiento de glicol regenerado TK-1250 y TK-1270, seguidamente revisan de manera visual el nivel de cada tanque, a través de un visor local de nivel. Este visor permite observar la cantidad de glicol regenerado que poseen dichos recipientes. Cabe destacar que el visor local de nivel está situado al costado de cada tanque, una vez observados el nivel, los operadores toman nota del nivel del glicol, posteriormente se dirigen a sala de control, donde ingresan los datos en un programa de Excel, dicho programa arroja el volumen de glicol regenerado que posee cada tanque.

Es importante mencionar que en los tanques de almacenamiento de glicol se encuentra conectado un totalizador de flujo marca DANIEL modelo 1803, el cual se utilizaba para contabilizar la salida del glicol al sistema deshidratación, dicho instrumento se encuentra fuera de servicio aproximadamente desde 1996, puesto a que este totalizador no se le contempló una tarjeta controladora de frecuencia en el Logic Manager, del TDC3000.

Fase II: Conceptualizar

En esta segunda fase, se realizó la identificación y evaluación de las tecnologías disponibles en el mercado para seleccionar el mejor equipo que se adapte al sistema, para posteriormente realizar la evaluación técnica, a base de los requerimientos que se plantearon al inicio del proyecto y finalmente seleccionar las tecnologías a proponer para la automatización del sistema.

Identificación de Equipos tecnológicos disponibles en el mercado para realizar la automatización del sistema.

En vista de que ya se conocen los requerimientos mínimos y las especificaciones sugeridas por los especialistas que deberá poseer el equipo para llevar a cabo la automatización del sistema de medición de glicol, se procedió a la elaboración de un estudio de mercado para analizar los distintos equipos tecnológicos existentes que puedan satisfacer las necesidades de la Planta Extracción Jusepín.

Entre los aspectos necesarios que debe poseer el nuevo diseño a proponer son los siguientes:

- Escalabilidad para crecer de acuerdo a los requerimientos de las instalaciones.
- Diseño modular.
- Costo de implantación accesible.
- Tiempo de respuesta
- Soporte técnico.
- Robustez.
- Disponibilidad.

Evaluación técnica de los equipos disponibles en el mercado

En esta etapa se realizó una matriz comparativa de tecnología para los transmisores con el objetivo de asegurar la selección de equipos tecnológicos que cumplan con características que se adapten a las nuevas tendencias tecnológicas y que optimicen el proceso de la Planta Extracción Jusepín. Los transmisores considerados fueron:

- Transmisor de Nivel Por Presión Diferencial/ Honeywell.
- Transmisor de Nivel Tipo Desplazador/ Magnetrol.
- Transmisor de Nivel Tipo Radar/ Rosemount.

Una vez definidos los transmisores a comparar, se procedió a realizar la matriz de selección de equipos de la siguiente manera:

1. En primera instancia, se seleccionaron los criterios de evaluación, que constituyen los requerimientos que debe cumplir el equipo a seleccionar.
2. Seguidamente se procedió a ponderar cada criterio.
3. Una vez llena la matriz con todas las comparaciones, se sumaron los puntos de cada criterio y se realizó la ponderación de cada uno de ellos con un peso del 1 al 10.
4. Posteriormente se sumaron las ponderaciones relacionadas con cada opción y se totalizó el resultado. (Ver Figura 1)

Figura 1

Matriz comparativa de tecnología para los transmisores

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		GRADOS DE IMPORTANCIA						
		1	2	3	4	5	6	7
		Ninguno	Bajo	Medio	Alto			
A	Escalabilidad							
B	Diseño modular	3A		4C				
C	Costo	4B		3B	4D	4E		
D	Tiempo de respuesta	4D		3E	4E	4F		
E	Soporte técnico	4E		3F	4G	4G		
F	Robustez operacional	3F		4G				
G	Disponibilidad en almacén	4F						

MATRIZ DE OPCIONES		A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
Resultados de la ponderación		3	10	4	8	15	18	20	
Peso del 1 al 10		1	5	2	4	8	9	10	
1	Transmisores de nivel por presión diferencial	4	5	5	5	3	4	5	169
2	Transmisores de nivel tipo desplazador	3	4	2	3	2	2	2	93
3	Transmisores de nivel tipo radar	5	5	3	5	1	4	1	110

OPCIONES									
1	No apropiado	2	Suficiente	3	Bueno	4	Muy bueno	5	Excelente

Selección de la tecnología a proponer para el diseño automatizado

En la Figura 1, se puede observar que los transmisores de nivel por presión diferencial marca Honeywell representa la mejor opción para conformar la arquitectura del sistema automatizado en la planta Extracción Jusepín. Debido que obtuvo la mayor puntuación con un valor total en la sumatoria en las alternativas ponderadas (169), seguida por la opción de los transmisores de nivel tipo radar Rossemount con una puntuación total 110 y como última opción se encuentra los transmisores de nivel tipo Desplazador Magnetrol con una puntuación de 93 puntos.

Fase III: Definir

En esta fase se realizó el diseño de la arquitectura tecnológica del sistema de automatización de los tanques TK-1250 y TK-1270 de almacenamiento de glicol regenerado, tomando como referencia los equipos seleccionados a través de los resultados obtenidos por la matriz de evaluación. Cabe destacar que este tipo de transmisor posee una ventaja, ya que, existe la disponibilidad en el almacén del departamento de Instrumentación de la Planta Extracción Jusepín, lo cual implica disponibilidad inmediata y reducción de costos.

Diseño de la Arquitectura Tecnológica Propuesta

En la arquitectura propuesta las señales provenientes de los instrumentos serán cableadas desde cada instrumento hasta llegar a una caja de conexionado (Junction Box: 14-JBAN-02). Dicha caja estará ubicada en el tablero TB1, en el punto 55, 56 para el instrumento que será instalado en el tanque TK-1250 y el punto 58, 59 será utilizado para el instrumento del tanque Tk-1270. Es importante resaltar que estos puntos disponibles fueron ubicados por el personal del departamento Instrumentación a través de diagramas de lazo; en esta caja de conexionado es donde se concentran todas las señales digitales de campo. Además de esto es

importante mencionar que los transmisores se alimentaran con 24 VDC (voltaje de corriente continua) con una salida de 1 a 5 v.

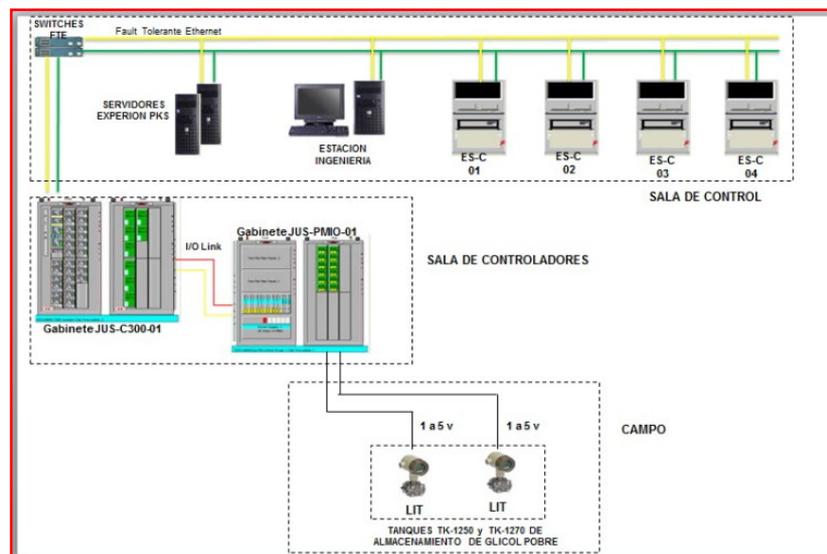
Los cables de cada instrumento llegan hasta esa caja de conexionado, para posteriormente llegar a la sala de gabinetes. Seguidamente estas señales son llevadas al Marshalling (21MDF-01A) donde se utilizaron los puntos 193, 194 y 195,196 en el tablero TB2. Posteriormente, dichas señales son enviadas al gabinete denominado JUS-PMIO-01, dicho gabinete cuenta con los módulos PMIO tipo STIM para el manejo de las señales provenientes de los Transmisores Inteligentes (Smart Transmitter). En este gabinete se utilizó la STIM N° 11 canal 11 para el instrumento del TK-1250 y el canal 12 para el instrumento del TK-1270.

Seguidamente, dichas señales pasan al gabinete JUS-C300-01, a través I/O Link, el cual llega al controlador C300. Este controlador que está compuesto por un conjunto de tarjetas I/O en cada tarjeta hay de 16 a 32 puntos, es decir, una es de 0 a 16 y de 0 a 32 puntos de conexión. El controlador C300 establece conexión con la red FTE (FaultTolerant Ethernet). La FTE incluye dos redes que tienen diferentes IP, de esta manera una segunda red está disponible si la primera presenta falla. Finalmente, la FTE se conecta a los servidores PKS, las estaciones de operación e ingeniería, están ubicados en sala de control de la Planta Extracción Jusepín.

De acuerdo a lo anterior, la arquitectura del sistema propuesto se muestra en la Figura 2. En dicha figura se presenta la instrumentación propuesta para el área de los tanques de almacenamiento de Glicol Pobre de la Planta Extracción Jusepín.

Figura 2

Arquitectura tecnológica propuesta



Creación de lista de señales (tags) y direcciones del sistema Experion SPK

Después de haber realizado la elaboración del diseño de la arquitectura tecnológica y tomando en consideración las señales de los tanques de almacenamientos de Glicol Regenerado, se procedió a la elaboración de dichas señales. Estas señales fueron obtenidas en la fase de visualización por medio de una entrevista no estructurada con el personal de Técnica, motivo por el cual se realizaron las listas de señales (tags) de los instrumentos a proponer. Dichos equipos estarán presentes en campo.

Estas señales formarán parte de la base de datos del sistema Experion PKS las cuales serán integradas para su monitoreo y control. En la Tabla 1, se muestra una lista de señales pertenecientes a los transmisores de nivel, cada instrumento posee un tag característico que los diferencia cada uno de ellos.

Tabla 1

Lista de señales (tags) en el Sistema Experion PKS

TAG	DESCRIPCIÓN
LI1250	Transmisor de nivel en el tanque de almacenamiento TK-1250
LI1270	Transmisor de nivel en el tanque de almacenamiento TK-1270

Creación de la base de datos que se implementará con la arquitectura propuesta

La base de datos se realizó utilizando la hoja de cálculos Excel, con el objetivo de que la base de datos se agregue a la herramienta Quick Builder, dejándole así al personal de sistema y control un formato útil, totalmente concatenando y dinamizado, disponible para su utilización en futuras migraciones, a fin de agilizar el trabajo a realizar.

Diseño de lógica de control propuesta

En esta parte se elaboró la lógica de control, la cual es primordial para el correcto funcionamiento del sistema de supervisión y control. Se tomó como referencia la base de datos realizada y la arquitectura de control, tomando en cuenta los requerimientos exigidos por el departamento de operaciones.

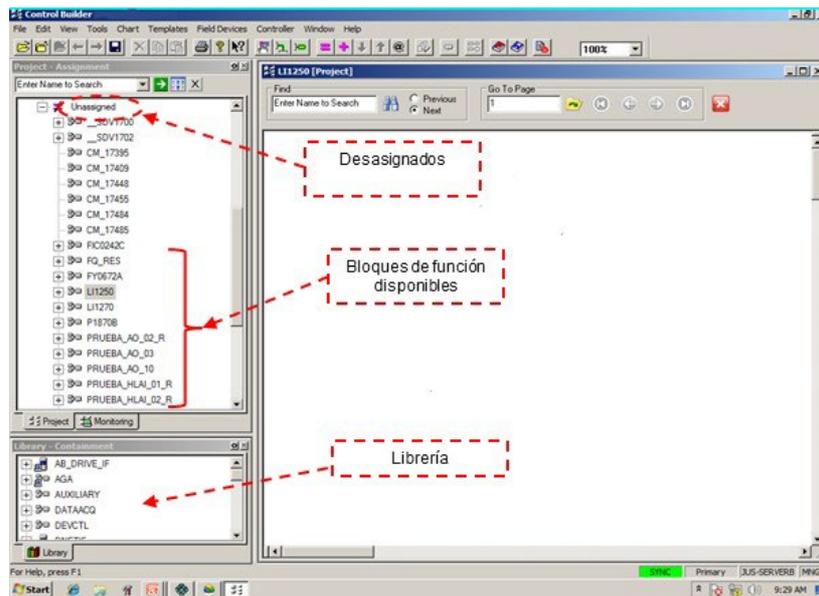
Configuración de los nuevos puntos el Sistema PKS

En esta parte se configuran los nuevos puntos LI1250 y LI1270 en el controlador C300_01 de la base de datos en el Sistema Experion PKS, a través de diversas herramientas que ofrece este Software. Es importante mencionar que se toma como ejemplo la configuración solo del punto LI1250, ya que, para el punto LI1270 se aplica el mismo procedimiento.

En la Figura 3, se muestra la configuración del nuevo punto en el sistema Experion PKS, es importante mencionar que estos puntos se encuentran desasignados. En primer lugar, se selecciona un bloque que esté disponible, una vez seleccionado se renombra. Para este caso el punto se llama LI1250 perteneciente al transmisor del tanque TK-1250, posteriormente se procede a buscar en la librería el bloque que se utilizara para hacer la configuración de dicho bloque.

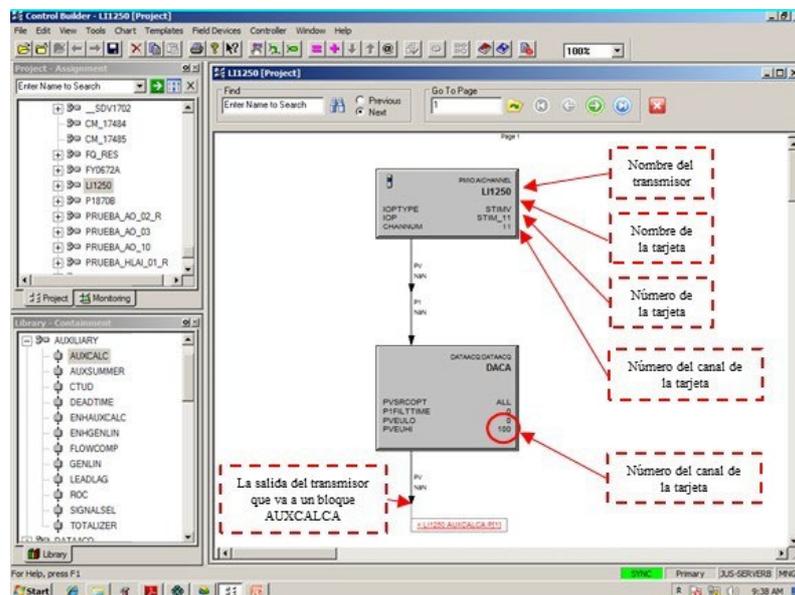
En tal sentido, se procedió a la creación de un bloque de función tipo AICHANNEL para el transmisor LI1250, este contiene parámetros que describen al transmisor y especifican al canal de entrada, caracterizando la señal que ingresa al sistema de control distribuido (DCS). En tal sentido, este bloque escanea el canal de la tarjeta especificada. Además de esto también se creó un bloque de función denominado DACA el cual escala la señal recibida a las unidades de ingeniería.

Figura 3
Configuración del punto LI1250



En la Figura 4 se muestra la implementación de los bloques de función (FB's) creado en el sistema Experion PKS.

Figura 4
Creación de bloque AICHANNEL y bloque DACA



Una vez creado los bloques de función (FB's), se creó dos bloques de función tipo AUXCALCA, los cuales ofrecen la posibilidad de conectar señales como entradas para usarlas como argumentos en las operaciones de cálculos matemáticos ya previamente establecidos. En este sentido, se utilizó la Ecuación 1 obtenida de la Norma API STÁNDAR 650 para hallar el volumen de acuerdo a las dimensiones de los tanques.

$$V = \pi * r^2 * h \quad (1)$$

Dónde:

V = volumen
r = radio
h = altura

Es importante resaltar que, para hallar la altura actual del glicol pobre se procedió a utilizar la Ecuación 2, la cual se realizó en conjunto con el personal técnico de la Planta Extracción Jusepín.

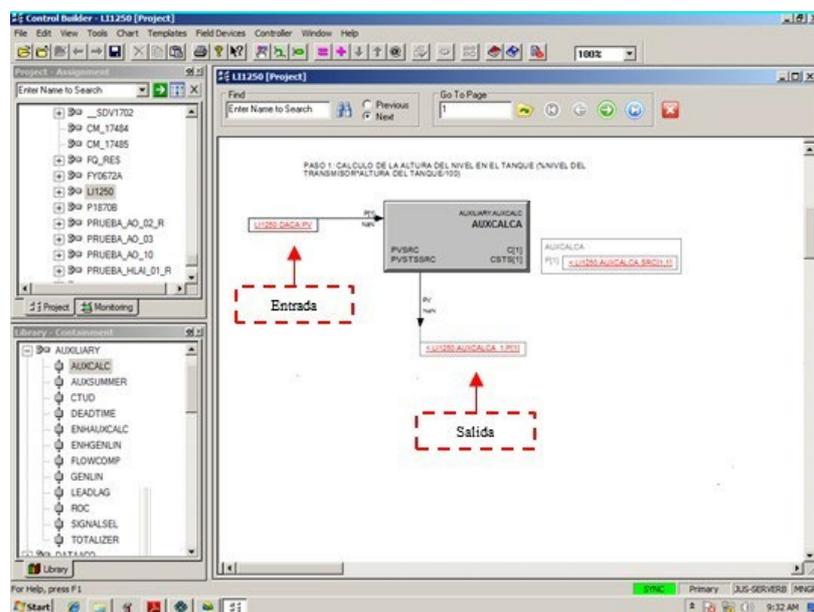
$$h(actual) = \frac{(\%del\ instrumento) * (h(altura\ del\ tanque))}{100\%} \quad (2)$$

En la Ecuación 2, se calculó el porcentaje (%) que es arrojado por el instrumento, luego se multiplicó por 15,09 ft (pie) altura de diseño del tanque del tanque TK-1250. Posteriormente se dividió entre 100%, esto arroja la altura del nivel que tiene en ese momento el recipiente en unidades de ft (pie). Ya obtenida la altura actual se procedió a ingresarla en la fórmula de volumen ya antes mencionada, para hallar la cantidad en unidades de litros de glicol pobre, que poseen los tanques de almacenamiento en ese momento.

Posteriormente, se implementó los bloques de función AUXCALCA en el Sistema Experion PKS (Ver Figura 5).

Figura 5

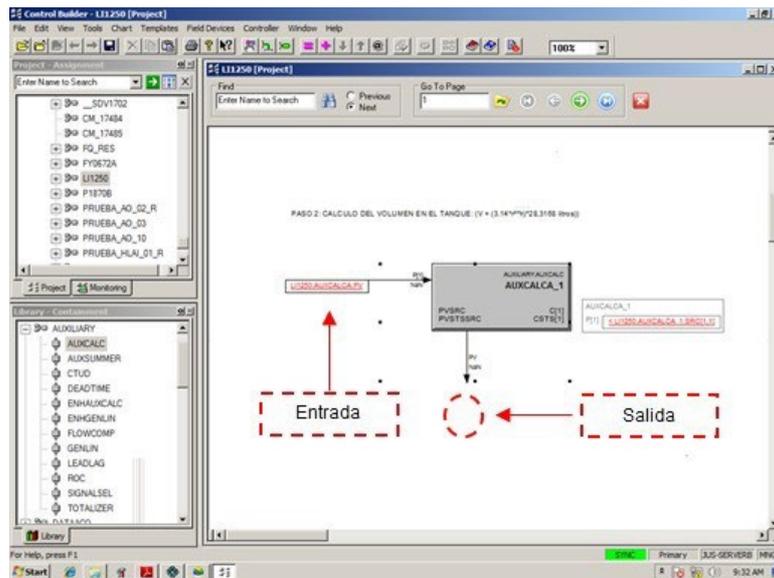
Bloque AUXCALCA



Como se observa en la Figura 5, el bloque AUXCALCA desarrollado para hallar la altura actual, tiene una entrada que viene del bloque de función DACA para este caso la entrada es el punto LI1250DACA.PV, esta entrada arroja el porcentaje del transmisor, dicho porcentaje va a representar la salida del punto LI1250AUXCALCA 1P (1). Este valor será multiplicado por 15,09 ft(pie), obteniéndose la altura de diseño del tanque. Posteriormente, se procedió a crear un segundo bloque AUXACALCA (Ver Figura 6).

Figura 6

Implementación del segundo bloque AUXCALCA para hallar el Volumen

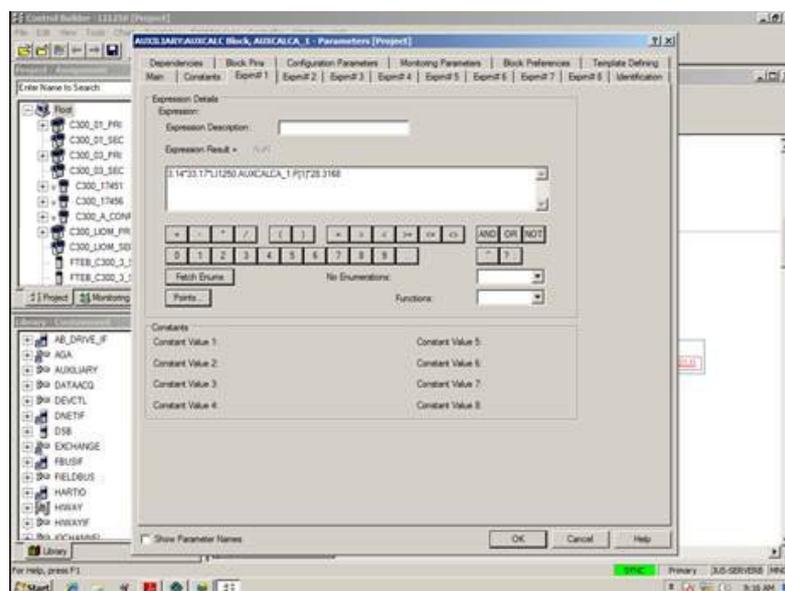


Como se puede apreciar en la Figura 6, este bloque tiene una entrada denominada LI1250AUXCALCA.PV dicha entrada proviene de la salida del primer bloque AUXCALCA. En este caso, es la altura actual multiplicada por (π) 3,14; por el radio al cuadrado (r^2) 33,17 del tanque de almacenamiento TK-1250. Finalmente, el bloque tiene una salida llamada PV (Variable de Proceso), la cual es el volumen del recipiente en ft³ (pie cúbico); además de esto se procedió a aplicar una regla de tres para llevar los ft³ (pies cubico) a litros. Utilizando la tabla estándar del Sistema Inglés de unidades de medidas, que señala que 1 ft³ equivale a 28,3168 litros.

Siguiendo el mismo orden de ideas, en la Figura 7 se puede apreciar cómo se implementó la formula en el segundo bloque AUXACALCA para hallar el Volumen.

Figura 7

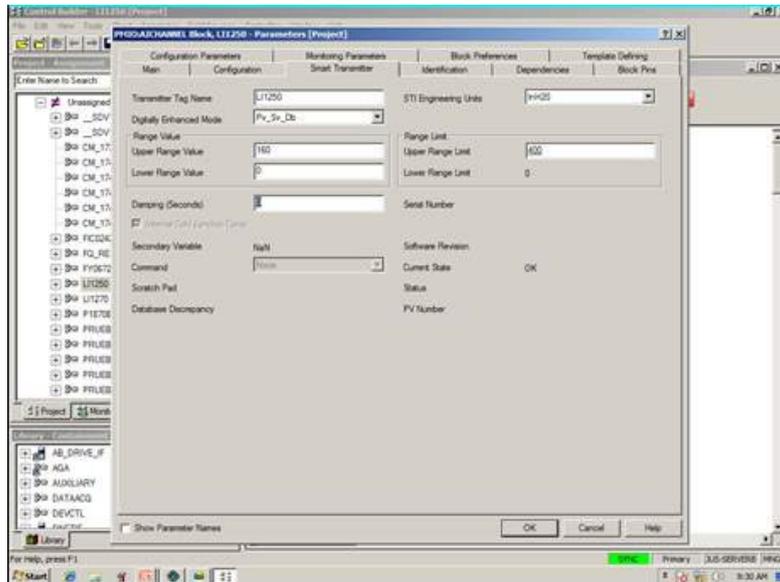
Implementación de la formula en el bloque AUXACALCA para hallar el volumen



Ya configurados los bloques AUXACALCA se procedió a configurar los parámetros transmisores LI1250 en el sistema Experion PKS, donde se coloca el nombre del tag del transmisor LI1250, la unidad en que va a medir es InH2O (pulgadas de agua), el rango máximo de operación del instrumento que es de 0 a 400 InH2O y el rango calculado que para este caso sería de 0 a 160 InH2O. En la Figura 8 se puede visualizar dicha configuración del transmisor en el sistema.

Figura 8

Configuración de los parámetros del transmisor LI1250



Es importante mencionar que el rango calculado se obtuvo con la Ecuación 3 (Norma K-303 Level Instrumentation):

$$P = \rho * h \quad (3)$$

Dónde:

P = presión debido a la carga del líquido

ρ = peso específico del líquido

h = altura del líquido sobre el plano de referencia

La Ecuación 3 es utilizada para hallar medidas de nivel por presión diferencial del transmisor, este se basa en el principio de medir la carga o la presión hidrostática. La carga se define como el peso del líquido que existe por encima de un plano de referencia. El sistema no mide el líquido sino la presión ejercida, y como la presión es proporcional a la altura de la columna del líquido, el medidor define la posición actual del nivel. Al respecto se procede a hallar la presión a través de la Ecuación 4:

$$P = 1,12 \frac{g}{cm^3} * 365,76 \text{ cm} = 411,11 \text{ g/cm}^2 \quad (4)$$

La presión va a ser igual al peso específico del glicol 1,12 g/cm³ (gramos sobre centímetro cúbico) multiplicado por la altura del tanque en este caso 365,76 cm (centímetros); dando como resultado 411,11 g/cm² (gramos sobre centímetro cuadrado).

Una vez obtenido el resultado de la presión de 411,11 g/cm², se procedió a llevarlo a kg/cm², posteriormente, se realizó una regla de tres para llevarlo a lb/pulg² (libras sobre pulgadas cuadrada), donde se multiplico 0,411 kg/cm² por 14,22 lb/pulg² sobre 1kg/cm². (ver Ecuación 5).

$$X = \frac{0,411 \text{ kg/cm}^2 * 14,22 \text{ lb/pulg}^2}{1 \text{ kg/cm}^2} = 5,8 \text{ lb/pulg}^2 \quad (5)$$

Finalmente se llevó a cabo otra regla de tres (Ver Ecuación 6) para llevar el resultado anterior a pulgH₂O, debido a que la unidad de medida con que trabaja el transmisor propuesto es en InH₂O (pulgadas de agua).

$$X = \frac{5,8 \text{ lb/pulg}^2 * 27,72 \text{ pulgH}_2\text{O}}{1 \text{ lb/pulg}^2} = 160 \text{ pulgH}_2\text{O} \quad (6)$$

Como se pudo apreciar a través dichos cálculos se obtuvo el rango calculado que será de 0 a 160 InH₂O (pulgadas de agua).

Elaboración del despliegue o esquemático en el formato HIMWeb

El despliegue para los tanques TK-1250 y TK-1270 de almacenamiento de Glicol Regenerado fue elaborado con la finalidad de que los operadores tengan la facilidad llevar un control del glicol y, además, supervisar el nivel de los tanques desde sala de control en tiempo real, como también poseer información histórica de la variable de proceso (PV) manejadas en el mismo y con esto tener la posibilidad de tomar decisiones de forma directa en el campo.

Para realizar el esquemático de los tanques TK-1250 y TK-1270 se utilizó el HMIWeb Display Builder, esta es una herramienta de dibujo especializada que se usa para crear los despliegues propios de cada proyecto y/o aplicación en específico, lo cual permite adaptarlos a las necesidades particulares de cada cliente y/o de cada proceso. Para el diseño del esquemático se utilizaron los siguientes equipos: Tanques, válvulas, bombas, barras de nivel y líneas de procesos.

Posteriormente, se procedió a ir dinamizando cada uno de los equipos mencionados anteriormente en la plantilla de diseño del despliegue de los tanques de glicol TK-1250 y TK-1270. Cabe destacar que, en el despliegue, el operador podrá observar el nivel Glicol de cada tanque a través de las barras de nivel y además en porcentaje. También se podrá visualizar la cantidad de glicol en unidades de litros que posean cada recipiente. En la Figura 9, se puede visualizar dicho despliegue.

En la Figura 9 anterior se puede apreciar el despliegue de los tanques de glicol regenerado, donde se muestran dos líneas de proceso: la línea inferior indica el suministro desde el camión cisternas hacia los tanques, la segunda línea superior indica el sumidero del glicol; es decir, esta línea de proceso es utilizada para retirar el glicol de los recipientes para ser reemplazado.

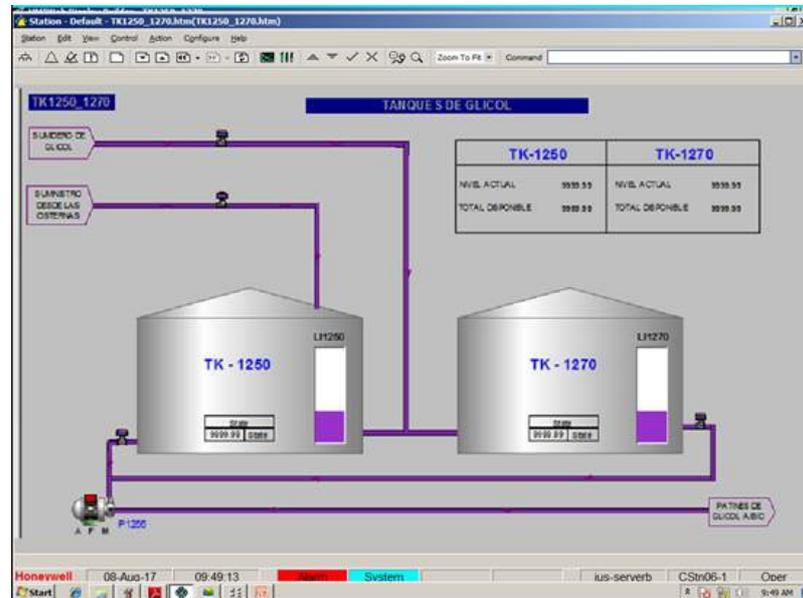
En tal sentido, dichos tanques muestran cada uno sus respectivas barras de nivel indicando el nivel que contienen de glicol. Además de esto, se puede apreciar en la parte central de los mismos que se encuentran el status (estado) del nivel de glicol en unidades de ingeniería la PV (variable proceso), en este caso fue configurado de 0 a 100%.

Siguiendo el mismo orden de ideas, en dicho despliegue se puede observar que los tanques están conectados a una bomba P-1250, esta se encarga de enviar el glicol hacia los

patines de glicol A/B/C cuando es requerido en el proceso de deshidratación del gas natural. Aunado a esto en la parte superior del lado derecho se puede visualizar el volumen total disponible de cada tanque en unidades de litros.

Figura 9

Despliegue de los tanques de glicol regenerado TK-1250 y TK-1270



Conclusiones

En función al diagnóstico del entorno estudiado y de acuerdo a los resultados obtenidos se formularon las siguientes conclusiones:

1. El levantamiento de información sobre el funcionamiento actual del sistema de medición de glicol regenerado, determinó que no existe un sistema automatizado integrado al sistema de supervisión Experion PKS, para llevar un control del glicol suministrado al proceso de Deshidratación del Gas Natural, que permita a los operadores el monitoreo del sistema y de esta manera llevar el control adecuado del consumo del glicol regenerado.
2. Una vez descrito el proceso del sistema de medición del glicol regenerado en la Planta Extracción Jusepín, se determinó que no existe un sistema automatizado integrado al sistema de supervisión Experion PKS, para llevar un control del glicol suministrado al proceso de Deshidratación del Gas Natural, que permita a los operadores el monitoreo del sistema y de esta manera llevar el control adecuado del consumo del glicol regenerado.
3. El análisis de las propuestas de equipos tecnológicos existentes en el mercado para llevar a cabo el sistema automatizado en los tanques TK-1250 y TK-1270 de almacenamiento de glicol regenerado, se realizó a través de una matriz de selección, la cual permitió determinar de manera objetiva y confiable por medio de la valoración de ciertos criterios establecidos que el transmisor Honeywell de nivel por presión diferencial es el que mejor se adapta a las necesidades de la Planta.
4. La propuesta de un sistema automatizado para el control del consumo de glicol regenerado en la planta extracción Jusepín, permitirá la visualización de los niveles de glicol pobre, lo que facilitará el control del contenido de los recipientes, ya que se obtendrá información al instante del volumen del glicol regenerado.

Adicionalmente, la propuesta permitirá la optimización de las condiciones laborales de los operadores de la planta.

Referencias

- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación*. (7ma). Caracas: Episteme.
- Cedeño, J. (2016). Propuesta de integración de las señales analógicas y digitales del depurador de gas DG-01 a sala de control EF-ORC-01, ubicado en plantas compresoras del Distrito Furrrial. Universidad de Oriente Núcleo Monagas.
- Creus, A. (2010). *Instrumentación industrial*. (8ª ed.). Barcelona España. Editorial Marcombo, S.A.
- Escaño, J., Garcia, J.y Garcia, A. (2019). *Integración de sistemas de automatización industrial*. Ediciones Paraninfo, SA
- PDVSA. (1999). *Guías de Gerencias para Proyectos de Inversión de Capital*. Caracas: Autor. Documento mimeografiado.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006). *Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: FEDUPEL