



CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

PROYECTO INDUSTRIAL TERMINAL

ELECCIÓN DE MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
CARRETE CONDUCTOR DE HIDROCARBUROS.

PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD EN:
"TECNOLOGO EN MECATRONICA"

[Handwritten mark]

005650

PRESENTA:

ALUMNO: ING. VÍCTOR HUGO BOLÁN GONZÁLEZ

[Handwritten signature]
TUTOR: DR. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ GAYTÁN



CONACYT

QUERETARO, QRO. AGOSTO
2014

INDICE

de pag.

<u>Resumen</u>	1
<u>1.- Antecedentes</u>	2
<u>2.- Definición del tema</u>	3
<u>3.- Justificación</u>	3
<u>4.- Objetivo</u>	4
<u>5.- Desarrollo</u>	4-8
<u>6.- Bridas para tuberías</u>	9-11
<u>7.- Desarrollo del proyecto</u>	12-15
<u>8.- Solución</u>	15-22
<u>9.- Simulación</u>	23-31
<u>10.- Conclusión</u>	32

RESUMEN

La finalidad de este proyecto es seleccionar el tipo de material que se utilizara para la fabricación de nuestro carrete hidráulico de extracción de crudo; para esto nos basamos en normas establecidas para la selección de acero que soporte las condiciones de presión y temperatura; este material va a ser seleccionado de acuerdo a un cálculo ya establecido basándonos en formulas.

Es importante también mencionar que el otro punto de estudio en el desarrollo del proyecto es la simulación de la brida de diámetro menor al exponerse a la presión máxima de trabajo para poder obtener resultados en los que tengamos la seguridad de que este complemento del carrete es el apropiado para llevar a cabo el proceso de medición de presión.

1. ANTECEDENTES:

Las operaciones en yacimientos de petróleo y gas requieren mucho equipo y tanto la complejidad como el costo involucrados para mantener estos sitios en funcionamiento pueden ser desafiantes. Ahora si se añade las distancias de los sitios aislados con el motivo de la rentabilidad y Los materiales, fabricación, construcción, montaje, instalación, y pruebas de la tubería, ya que las tuberías representan riesgos potenciales, el resultado puede ser una potencial pesadilla de operaciones; la supervisión a distancia es de gran ayuda ya que hoy en día las organizaciones de petróleo y gas utilizan las terminales vía satélite para supervisar los sensores y sistemas de telemetría en las instalaciones aisladas, para gestionar los productos del petróleo y gas, además seguir los vehículos y para mantenerse en contacto con los trabajadores aislados; para la supervisión de oleoductos y gasoductos y el control de los medidores de flujo aislados, supervisar y controlar tanto los bienes de la industria del petróleo y gas como los procesos.

No obstante estos desafíos no son insalvables, cada vez más sitios de petróleo y gas están equipados con instrumentos de medición en el campo, y cuando se transmiten los datos críticos de manera fiable y oportuna, se pueden tomar medidas para garantizar el funcionamiento continuo del equipo de una manera segura y rentable.

La clave para lograr un alto nivel de fiabilidad y rentabilidad del equipo en los sitios aislados es la supervisión a distancia de este equipo esencial mediante el uso de un sistema cuidadosamente seleccionado que funciona a través de todas las operaciones, las empresas energéticas pueden tener a su disposición la pre-determinada información acerca de la producción cuando la necesiten así como las notificaciones sobre los eventos importantes enviados al dispositivo de su elección sin tener que enviar a ningún técnico al sitio.

2. DEFINICIÓN DEL TEMA:

El tema el cual se centra este proyecto es la elección del material con el cual va a ser fabricado un carrete de 3" hacia un ramal que tiene como fin la extracción de crudo mediante una bomba centrífuga en una industria petrolera; así mismo la instalación de accesorios ha dicho equipo; entre estos tenemos a un transmisor e indicador inalámbrico de presión manométrica y temperatura. El proceso de construcción de la tubería va a depender de la sustancia a extraer; por tal motivo debe hacerse hincapié en el tipo de material a utilizar y de gran importancia las bridas que van ir conectadas al ramal de extracción de petróleo, cada brida debe ir situada de manera correcta. En el desarrollo del proyecto usaremos dos tipos de bridas clase 2500 A105 ANSI RF, dos tomas: una de presión de ½" y otra de ¾" para termopozo; en la toma de ½" utilizaremos una válvula de aguja y un niple de ½" diámetro y 2" de longitud.

3. JUSTIFICACIÓN

Resulta imprescindible la extracción de elementos energéticos en lugares remotos o de difícil acceso para la actividad humana; se requiere estar supervisando constantemente los dispositivos que conforman el ramal de extracción energética, ya que debido a la lejanía del lugar no es posible tener una inspección constante por parte del personal.

Por tal motivo surge la necesidad de instalar equipos industriales en estas condiciones, acoplados con instrumentos de medición que nos den el monitoreo regular de las variables que sean trascendentes en el proceso; así mismo la vigilancia de los elementos de valor comercial e industrial ya que existe la tendencia a que estos sean extraídos por personas ajenas a la industria.

4. OBJETIVO

- Desarrollo de cálculo mediante normas ASME para escoger material de carrete acoplado a un ramal y a una bomba para la extracción de hidrocarburos.

4.1 Objetivos específicos

- Hacer una investigación sobre qué tipo de material a utilizar, de acuerdo a las normas establecidas, en el diseño y construcción para el carrete de medición en termopozo
- Elección del transmisor indicador inalámbrico de presión manométrica y temperatura para el carrete de extracción.
- Certificación del tipo de bridas a utilizar de acuerdo a las normas creadas.
- Hacer una investigación sobre válvulas de aguja y niples de acoplamiento.

5. DESARROLLO

Elementos usados en el carrete de acoplamiento:

- Transmisor indicador inalámbrico de presión manométrica, stgw98l-j1g-00000-v0000-cc-tb-s4, marca: honeywell serie xyr6000, rango 0-6000psig.
- Transmisor indicador de inalámbrico temperatura modelo: sttw400-000-0000-xf-ba-tb-f1-1c-00 marca: honeywell, serie xyr6000 para lectura de rtd pt100.
- Dos bridas clase 2500 a105 ansi rf, dos tomas: una presión de 1/2" y otra de 3/4" para termopozo.

- Válvula de aguja de 1/2" npt, 10000#, construcción 316ss, certificación nace mr0175.
- Threadolet ac. al carbón, 10000#, conexión 3/4"npt. nipple de 1/2"diam x 2" longitud, 10000#, 316ss, nace "t" recta npt-f de 1/2", 10000#, 316ss.

5.1 Descripción de los elementos

a) Transmisor indicadores inalámbricos

Los transmisores inalámbricos XYR 6000 OneWireless de Honeywell hacen posible el control de variables en zonas donde los transmisores tradicionales de lógica cableada son demasiado costosos, su implementación es difícil o requiere mucho tiempo. Estos transmisores inalámbricos están diseñados para aplicaciones sin acceso a energía, remotas o de difícil acceso, que requieren cambios frecuentes en los sistemas de instrumentación, o donde suelen ser tomadas.

Los transmisores XYR 6000 son compatibles con el estándar inalámbrico ISA100.11a y pueden comunicarse en la banda ISM de 2,4 GHz IEEE 802.15.4 utilizando radio.

Los instrumentos transmiten inalámbricamente a entradas o a múltiples nodos de comunicación y acepta señales de hasta 400 transmisores. La entrada también funciona en conjunto con un PC como servidor inalámbrico que ofrece capacidades de configuración y comunicación con el sistema de control.

La familia de transmisores XYR 6000 incluye instrumentos para medir con precisión (detección, procesamiento y transmisión inalámbrica) las variables de: temperatura, presión manométrica, presión absoluta, presión diferencial, posición de válvulas, señales analógicas, entradas digitales y salidas digitales.

Reducción en costos de mantenimiento y operacionales

Cada transmisor XYR 6000 utiliza dos pilas de litio de tamaño "D" comúnmente disponibles, lo que permite un ahorro considerable durante la vida útil del transmisor que tiene una duración de batería de hasta 10 años.

Los transmisores permiten el control de una serie de activos para apoyar el mantenimiento preventivo y predictivo. Los XYR 6000 también ayudan a identificar problemas potenciales que pueden ser costosos en términos de uso excesivo de energía y de insumos. Una vez instalados, los XYR 6000 también pueden redirigir el personal que previamente registraba datos de forma manual, a tareas más productivas.

Mejora de la seguridad y cumplimiento de requisitos normativos

Muchos puntos de control están ubicados en áreas peligrosas. La instalación de un transmisor inalámbrico puede reducir rápidamente los riesgos de seguridad al eliminar la necesidad de operarios para supervisión de puntos de medición en áreas peligrosas.

El XYR 6000 puede ayudar a cumplir con los requisitos reglamentarios mediante el registro de cambios y enviar datos al sistema de control para la fecha y hora de cierre.

Los transmisores XYR 6000 también ayudan a mejorar procesos de tratamiento de agua y reducir el impacto ambiental, al permitir la medición online de otras variables remotas, tales como residuos en estanques de nivel, que se miden a menudo sólo a nivel local.

005650

Mejora en la flexibilidad

Debido a que los transmisores XYR 6000 son fáciles y asequibles para instalación, puede agregar o modificar mediciones si es necesario. Esta flexibilidad apoya la

mejora de procesos, el desarrollo de nuevos productos y de mejoras en aplicaciones de plantas piloto.

La tecnología inalámbrica mejora la productividad y flexibilidad de la fuerza laboral al proporcionar acceso a los datos de la instalación y la información en todo el sitio. Los operadores, técnicos e ingenieros no están limitados sólo a datos y disponibilidad de información de la sala de control.

-STGW9XX: Transmisor wireless de presión manométrica:



Imagen 1

Rango de presión:

- STDW944: 0-500 psi (0-35 bar)
 - STDW94L : 0-500 psi (0-35 bar)
 - STDW974 : 0-3000 psi (0-210 bar)
 - STDW97L : 0-3000 psi (0-210 bar)
 - STDW98L : 0-6000 psi (0-415 bar)
 - STDW99L : 0-10000 psi (0-690 bar)
-
- Datos: config. 1, 5, 10 o 30 s (tasa: 250 Kbps)
 - Antenas omnidireccionales monopolo integradas (2 o 4 dBi), antena monopolo omnidireccional remota (8 dBi), y antena parabólica direccional remota (14 dBi)
 - Alimentación: batería 3.6V litio (opción 24V dc)

- Materiales:
 - barrera diafragma: SS 316L, Hastelloy, Monel, Tantalio (p/ cabezal dual); SS 316L, Hastelloy (p/ cuerpo in-line)
 - cabezal proceso: SS 316, Acero carbono, Monel, Hastelloy (p/ cabezal dual); SS 316L (p/ cuerpo medida in-line)
 - carcasa: cobre-aluminio
- Conexión a proceso:
 - cabezal dual : 1/4" NPTF, 1/2" NPTF c/ flange adapt. (Opcional)
 - medidor in-line : 1/2" NPTF, 1/2" NPTM, 9/16" AMINCO

STTW400/ 401: Transmisor wireless de temperatura:



Imagen 2

- Entradas: T/C (máx 3), RTD (máx 2), entrada discreta (máx 3)
 - Alimentación: batería 3.6V litio (opción 24V dc)
- Antenas omnidireccionales monopolo integradas (2 o 4 dBi), antena monopolo omnidireccional remota (8 dBi), y antena parabólica direccional remota (14 dBi)
 - Datos: config. 1, 5, 10 o 30 s (tasa: 250 Kbps)
 - Materiales: carcasa cobre-aluminio
 - Conexión: M20, 1/2" NPT, o 3/4" NPT c/adapt.
 - Protección: IP66/67 NEMA 4X

6. Bridas para tuberías

Las bridas son aquellos elementos de línea de tuberías, destinados a permitir la unión de las partes que conforman esta instalación, ya sean tuberías, válvulas, bombas u otro equipo que forme parte de estas instalaciones. La brida son elementos que puede proveerse como una parte separada o venir unidad desde fabrica a un elemento para su instalación, ya sea una válvula o un tubo, etc.

Existe una diversidad de diseños, dimensiones, materiales y normas de fabricación entre ellas algunas de las que mencionamos a continuación con los nombres originales en inglés y su nombre común en español.

6.1 Clases

El termino clase se utiliza para referirse a la presión nominal de diseño de una brida De esta forma las bridas fabricadas según dimensiones ASME/ANSI se dividen en CLASE 150, CLASE 300, CLASE 600, CLASE 900, CLASE 1,500 y CLASE 2,500 PSI, entre otras.

Bridas de acero al carbón forjado, clase 150

Los materiales usados en la fabricación de las Bridas de Acero al Carbón Forjado CIFUNSA cumplen ampliamente los requerimientos mínimos establecidos por la norma ASTM A-105, que rigen este tipo de conexión.

Bridas ciegas

Una brida ciega, o de supresión, es un plato redondo con ningún agujero en el centro (pero con agujeros para tornillos) que cierra los extremos de los sistemas de tuberías.

Brida de unión solapada

Los sistemas de tuberías equipadas con tubería solapada o con extremos que poseen pernos terminan a menudo usando bridas de unión solapadas. Además, los sistemas con frecuencia desmontados para su inspección y limpieza a menudo usan este tipo de bridas.

Bridas perforadas

Los medidores que miden el flujo de gases o líquidos usan bridas perforadas.

Bridas reductoras

Cuando se requiere un cambio en el diámetro en un sistema de tuberías, se usan bridas reductoras. Una brida de reducción tiene un diámetro especificado con un orificio de un diámetro diferente, más pequeño.

Bridas deslizables

Las bridas deslizables se deslizan sobre el extremo de un tubo y luego se sueldan en su lugar. Estas bridas funcionan bien para aplicaciones de baja presión.

Brida de zócalo soldable

La brida de zócalo soldable, está perforada de forma que pueda aceptar la tubería antes ser soldada. Este tipo de brida es similar a una brida deslizable. El diámetro de la tubería y la brida son la misma, lo cual proporciona buenas características de flujo.

Bridas roscadas

Las bridas roscadas, que se enroscan en el orificio para que coincida con una rosca externa sobre el tubo, son acoplables a un tubo sin necesidad de usar soldadura.

Bridas de cuello soldado

Las bridas con cuello soldado tienen un centro largo, saliente y se utilizan a menudo para aplicaciones de alta presión. La tubería y los agujeros de la brida coinciden, lo que reduce la turbulencia y la erosión dentro de la tubería.

Las bridas de acero vienen en una gran variedad de tamaños para muchos propósitos diferentes. Cada tipo está sujeto a los estándares de la American Society of Mechanical Engineers (ASME) para el diseño, tolerancias y otras especificaciones. Tienen usos residenciales y comerciales y muchos proveedores las venden. Estos suelen incluir una lista de especificaciones para los productos individuales en sus sitios o en el embalaje.

Bridas de uso industrial

Las especificaciones para las bridas de acero varían según la aplicación del producto. Los estándares y especificaciones para las bridas de acero para uso industrial son muy estrictos. Se usan en industrias como la petroquímica y la de aguas corrientes, y deben cumplir con especificaciones que aseguren que soportarán una presión, temperatura y acoplamiento específicos para sus tareas. Si no es así podrían crear una fuga catastrófica en tales industrias.

Bridas de acero residenciales

En el hogar, las bridas de acero se pueden usar para los sistemas de calefacción y refrigeración. Estos sistemas usualmente funcionan hasta cierto punto con una transferencia de agua o vapor para calefacción o enfriamiento. Por ejemplo, en los hogares que aún usan radiadores, deben forzar el agua caliente por las bobinas para crear calor. Estos sistemas emplearán bridas de acero para su funcionamiento, y como ocurre con las especificaciones de las bridas industriales, estas deben cumplir ciertos requisitos específicos en cuanto a acoplamientos y resistencia a la temperatura para evitar fallas.

Válvulas de aguja

Una válvula industrial es el tipo de válvula que como elemento mecánico se emplea para regular, permitir o impedir el paso de un fluido a través de una instalación industrial o máquina de cualquier tipo.

Una definición de válvula en forma general, sin involucrar que características físicas, ventajas, limitantes o funciones que la válvula pueda desarrollar es la siguiente: Una válvula es un dispositivo mecánico que nos permite controlar el flujo de los fluidos en fases líquida y gaseosa que se conducen o manejan por medio de tuberías de origen a otro final.

Pueden abrir, cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una gran serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Hay diferentes tipos de válvulas, según el material o diseño. Sus tamaños pueden variar desde unos 2" a 72" de diámetro.

7.2.1 Diseño del carrete bajo la norma ASME

La parte principal de la tubería tiene que cumplir con los parámetros iniciales, las características que se seleccionaron son las siguientes:

- Presión interna de trabajo = 6000 psi.
- Diámetro nominal = 3 in.
- Temperatura del fluido a transportar $\approx 149\text{ }^{\circ}\text{C}$

Con la información indicada anteriormente se comenzó a revisar la norma que permitiera obtener el tipo de material a utilizar en la tubería con la búsqueda se encontró la sección 8.1.6 “Presión interna de diseño” de la norma NRF-030-2009

Aplicando sección 8.1.6 nos dice:

La tubería y sus componentes deben diseñarse para una presión interna de diseño (P_i) igual a 1,1 veces la presión de operación máxima (POM) a régimen constante tanto para hidrocarburos líquidos como gaseosos, la cual no debe ser menor a la presión de la carga hidrostática en cualquier punto del ducto en una condición estática. La presión interna de diseño para los sistemas de tuberías de acero o el espesor de pared nominal para una presión de diseño dada, será determinado por la siguiente expresión basada en la fórmula de Barlow.

$$P_i = \frac{2t(\text{SMYS})f_{CP}}{D} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

P_i = Presión interna de diseño, en kPa (lb/pulg²).

D = Diámetro exterior nominal de la tubería, en mm (pulg.).

t = Espesor de pared de acero de la tubería, en mm (pulg.).

SMYS = Esfuerzo de Cedencia Mínimo Especificado (Specified Minimum Yield Strength), en kPa (lb/pulg²).

f_{CP} = Factor de capacidad permisible por presión interna de diseño.

El factor de capacidad permisible () se determina como sigue:

$$f_{CP} = f_{DIS} f_{TEMP} f_{JL} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

f_{DIS} = Factor de diseño por clase de localización que depende del tipo de fluido transportado, de acuerdo a la sección 8.1.6.1 para Gas (Ver Tabla 3 y 4) y 8.1.6.2 para Líquido.

f_{TEMP} = Factor de diseño por temperatura, (Ver Tabla 1) del párrafo 8.1.6 Presión interna de diseño NRF-030-2009

f_{JL} = Factor de junta longitudinal, (Ver Tabla 2) del párrafo 8.1.6 Presión interna de diseño NRF-030-2009.

7.3 Memoria de cálculo

Para encontrar el tipo de material del cual va a ser fabricado nuestra tubería utilizaremos las formulas (1) y (2):

$$P_i = \frac{2t(SMYS)f_{CP}}{D}$$

$$f_{CP} = f_{DIS} f_{TEMP} f_{JL}$$

De la figura (2) tenemos diámetro exterior e interior:

$$2t = D_{ext} - D_{int}$$

$$\therefore 2t = 3.805 - 3 = 0.805 \text{ in}$$

$$\therefore t = \frac{0.805}{2} \quad \boxed{0.4025 \text{ in}}$$

Ahora procederemos a encontrar El factor de capacidad permisible (f_{CP}):

Aplicando formula:

$$f_{CP} = f_{DIS} f_{TEMP} f_{JL} \dots \dots \dots (2)$$

Procederemos a encontrar:

f_{DIS} = Factor de diseño por clase de localización que depende del tipo de fluido transportado, de acuerdo a la sección 8.1.6.1 de la norma NRF-030-2009 para Gas (Ver Tabla 3 y 4) y 8.1.6.2 para Líquido; debido a que es un fluido el que transportaremos vemos que en la sección 8.1.6.2, de esta norma, nos dice:

“8.1.6.2 Líquido. El factor de diseño (f_{DIS}) a utilizarse en el cálculo de la presión interna de diseño para ductos que transportan líquidos es de 0,72.”

También necesitamos encontrar f_{TEMP} = Factor de diseño por temperatura, por lo tanto del párrafo 8.1.6 de la NRF-030-PEMEX-2009, Tabla 1.

Temperatura		Factor de Diseño (f_{TEMP})
°C	°F	
121 o menos	250 o menos	1,000
149	300	0,967
177	350	0,933
204	400	0,900
232	450	0,867

Tabla 1, factores de diseño de acuerdo a la temperatura del fluido a transportar

La temperatura de nuestro fluido a transportar será ≈ 149 °C por consecuente nuestro factor de diseño de acuerdo a la tabla 1 será:

$$\therefore f_{TEMP} = 0.967$$

Para encontrar el valor del factor de junta longitudinal de acuerdo a la Tabla 2 del párrafo 8.1.6, Presión interna de diseño NRF-030-PEMEX-2009.

Tipo de Tubería	Factor de junta longitudinal (f_{JL})
Soldadura longitudinal por arco sumergido (SAWL)	1,0
Soldadura por resistencia eléctrica (ERW)	1,0
Soldadura helicoidal por arco sumergido (SAWH)	1,0

Tabla 2, factor de junta longitudinal

Para escoger el factor de junta longitudinal haremos una breve introducción en las características principales de dichas soldaduras:

soldadura por arco sumergido: También llamado proceso SAW (Submerged Arc Welding) consiste en un alambre (electrodo) desnudo, continuamente alimentado, el cual produce el arco eléctrico con la pieza formando así el pozo de fusión, siendo ambos recubiertos por una camada de flujo granular fusible que protege al metal contra la contaminación atmosférica, además de otras funciones metalúrgicas.

La soldadura por arco sumergido ha encontrado su principal aplicación en los aceros suaves de baja aleación, aunque con el desarrollo de fundentes adecuados el proceso se ha usado también para el cobre, aleaciones a base de aluminio y titanio, aceros de alta resistencia, aceros templados y revenidos y en muchos tipos de aceros inoxidables. También se aplica para recubrimientos duros y reconstrucción de piezas. Es un método utilizado principalmente para soldaduras

horizontales de espesores por encima de 5 mm, en los que las soldaduras sean largas y rectas. Pueden soldarse espesores hasta doce milímetros sin preparación de bordes mientras que con preparación de bordes el espesor máximo a unir es prácticamente ilimitado. El propio cabezal de soldadura puede moverse sobre el trabajo en un vehículo autopropulsado o en un puente el trabajo se hace girar bajo el cabezal de soldadura estacionario.

Este método es ampliamente utilizado, tanto para soldaduras a tope como en rincón, en construcción naval e industrias de recipientes a presión, estructuras metálicas, tubos y tanques de almacenaje; para esta última finalidad se utilizan máquinas especiales autopropulsadas, con un dispositivo para contener el fundente, para soldar las costuras circulares en plaza.

Soldadura por resistencia eléctrica (ERW): es un proceso de soldadura por resistencia eléctrica, en el cual se alcanza la temperatura necesaria por efecto Joule.

La presión de soldadura puede ajustarse según el tamaño del tubo y el tipo de acero.

Se aplica mediante unos rodillos que unen los biseles previamente calentados a la temperatura precisa. Se forma así una soldadura con el propio material del tubo, sin aporte alguno. En el procedimiento de soldadura H.F.I. se hace pasar el tubo abierto por el interior de una bobina de inducción, la cual rodea totalmente el tubo, pero sin contacto directo.

La tensión inducida en el tubo, genera una corriente que fluye a lo largo del bisel hasta el punto de soldadura, cruza hasta el otro y retorna a lo largo de él cerrando así el circuito.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Uso eficiente de la energía
- Capacidad para distribuir tuberías hasta grado API X-70 o equivalente
- Limitada deformación de la pieza de trabajo
- Altas velocidades de producción

APLICACIONES PRINCIPALES

GAS Y PETROLEO

- Tubería estructural
- Conducciones de Gas y Petróleo
- Instalación de conducciones para Agua

AGUA Y SANEAMIENTO

- Suministro de Agua
- Aplicaciones generales

Soldadura helicoidal por arco sumergido (SAW): La soldadura SAW helicoidal permite producir tubos de gran diámetro a partir de placas o planchas. Durante este proceso, se protege la soldadura contra la oxidación mediante un fundente producido a partir del electrodo y aplicado sobre la soldadura en forma separada.

Introducción:

El tubo de acero LSAW (Tubería con Soldadura Longitudinal por Arco Sumergido) es un tipo de tubo de acero sin costuras para transporte de agua, aceite o agua de gas natural, Tubos de ingeniería a gran escala, la construcción naval, minería, proyectos en alta mar, construcción de redes de Tubos urbanas, etc. Es producido por proceso de soldadura de laminado en caliente de los materiales de Q235B, Q345B, L245, GRB, X42-70, etc.

Utilizaremos Soldadura por resistencia eléctrica:

Sustituyendo los valores obtenidos en la ecuación 2:

$$f_{CP} = f_{DIS} f_{TEMP} f_{JL}$$
$$f_{CP} = f_{DIS} f_{TEMP} f_{JL} = \boxed{0.69629}$$

De la ecuación (1) despejaremos Esfuerzo de cedencia Mínimo (SMYS):

$$P_i = \frac{2t(SMYS)f_{CP}}{D}$$

$$\therefore SMYS = \frac{P_i(D)}{(2t)(f_{CP})}$$

Sustituyendo las variables:

$$\therefore SMYS = \frac{(6000 \text{ psi})(3 \text{ in})}{(2)(0.402 \text{ in})(0.696)} = \frac{32.124 \text{ lb}}{\text{in}^2} = \boxed{32.12 \text{ KSI}}$$

Con el esfuerzo de cedencia obtenido procederemos a encontrar el tipo de material para nuestra tubería; haremos un pequeño hincapié en las características de los Grados de acero para secciones estructurales huecas.

ASTM A53

El acero A53 está disponible en tipos E y S, donde E denota secciones fabricadas con soldadura por resistencia y S indica soldadura sin costura.

El grado B es conveniente para aplicaciones estructurales; con esfuerzo de fluencia y resistencia a la ruptura en tensión, respectivamente de

35 y 50 ksi (2 400 y 3 515 kg/cm²).

ASTM A500

Este tipo de acero está disponible en tubos de sección circular hueca HSS formados en frío en tres grados, y también en los mismos grados de tubos HSS formados en frío, de sección cuadrada y rectangular. Las propiedades para tubos cuadrados y rectangulares HSS difieren de los circulares HSS. El grado más común tiene un esfuerzo de fluencia y una resistencia de ruptura a la tensión de 46 y 58 ksi (320 MPa o 3 200 kg/cm² y 405 MPa o 4 100 kg/cm²).

ASTM A501

Para fines prácticos El A501 es similar al acero A36. Se usa para tubos HSS de sección circular, cuadrada y rectangular. Para el diseño de miembros estructurales de acero formados en frío, cuyos perfiles tienen esquinas redondeadas y elementos planos esbeltos, se recomienda consultar las especificaciones del Instituto Americano del Hierro y del Acero (American Iron and Steel Institute, AISI).

La aprobación puede basarse en especificaciones técnicas publicadas que establezcan las propiedades y características del material o producto, que lo hacen adecuado para el uso que se le pretende dar, o en ensayos mecánicos o análisis químicos realizados en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Debido a las características de los aceros ya descritas y al valor de la cedencia obtenido utilizaremos el acero **ASTM A53**, ya que cumple con los requisitos apropiados para nuestra tubería y su cedencia mínima es de 35 Ksi teniendo un rango de:

$$(35 \text{ Ksi} - 32.12 \text{ Ksi}) = \boxed{2.88 \text{ Ksi}}$$

Otro punto importante en el desarrollo del proyecto es demostrar que la brida del medidor de presión manométrica soportara las 6000 psi; ya que el diámetro de esta es de ½'.

Por tal motivo realizaremos una simulación en solidworks:



9. Simulación Brida de ½'

Fecha: jueves, 18 de septiembre de 2014

Diseñado en: Solidworks

Nombre de estudio: Simulation Xpress Study

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenido

Descripción	2
Suposiciones	2
Información de modelo.....	25.
Propiedades de material.....	2
Cargas y sujeciones	2
Información de malla	2
Resultados del estudio	1

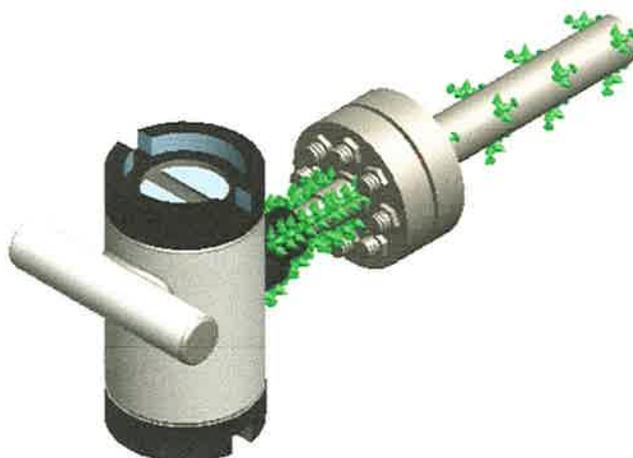
1. Descripción:

Transmisor indicador inalámbrico de presión manométrica, stgw98l-j1g-00000-v0000-cc-tb-s4, marca: honeywell serie xyr6000
Rango: 0-6000psig.

2. Suposiciones

Las caras con sujeciones se tratan como perfectamente rígidas. Esto puede producir resultados no realistas en los alrededores de la sujeción.

2.1 Información de modelo



Nombre del modelo: SIMULACION BRIDA 1/2'
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

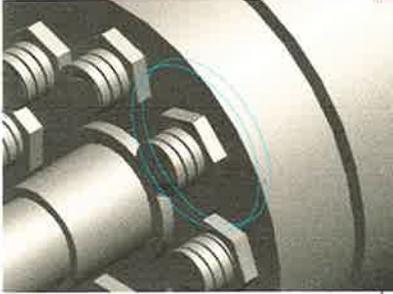
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir45 	Sólido	Masa:7.02453 kg Volumen:0.000894845 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:68.8404 N	C:\Users\pc\Desktop\SIMULACION 2.SLDPRT Sep 18 16:50:28 2014

3. Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 250 N/mm² Límite de tracción: 400 N/mm²</p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir45)(pieza 3)</p>

4. Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija</p>
Fijo-2		<p>Entidades: 5 cara(s) Tipo: Geometría fija</p>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Presión-1		<p> Entidades: 1 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: -6000 Unidades: psi Ángulo de fase: 0 Unidades: deg </p>

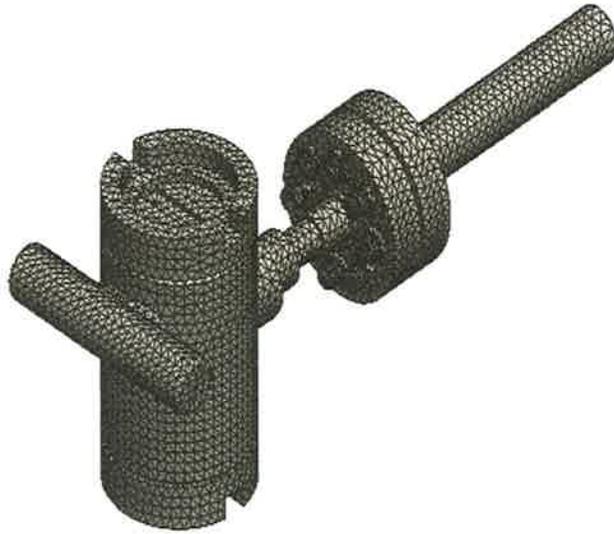
5. Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	0.189748 in
Tolerancia	0.00948742 in
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla – Detalles

Número total de nodos	98638
Número total de elementos	63999
Cociente máximo de aspecto	317.15
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	96.2
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.834
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:17
Nombre de computadora:	PC-PC

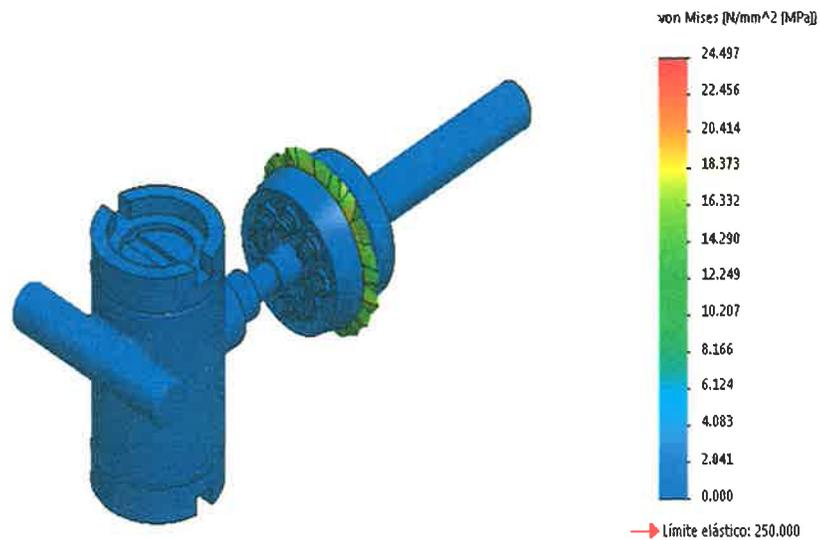
Nombre de modelo: SIMULACION 2
Nombre de estudio: SimulationXpress Study-(Pre determinado-)
Tipo de malla: Malla de sólido



6. Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	1.56073e-016 N/mm ² (MPa) Nodo: 59757	24.4974 N/mm ² (MPa) Nodo: 79953

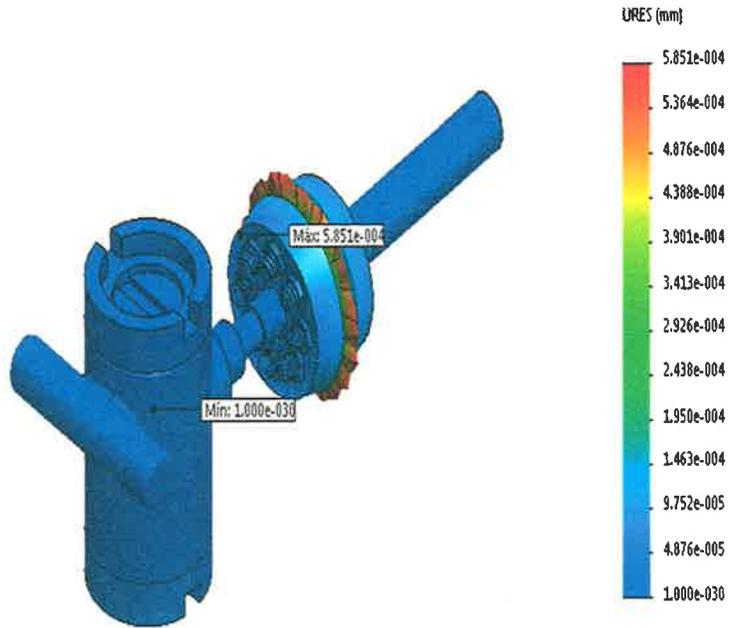
Nombre de modelo: SIMULACION 2
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study-(Pre determinado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Stress
 Escala de deformación: 59940.5



SIMULACION 2-SimulationXpress Study-Tensiones-Stress

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 840	0.000585127 mm Nodo: 79961

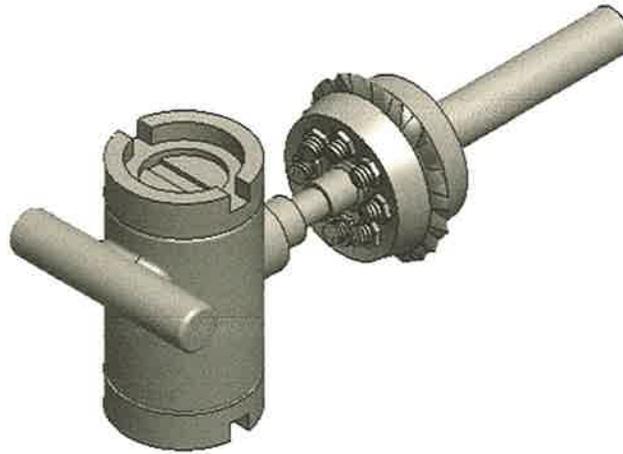
Nombre de modelo: SIMULACION 2
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study-(Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement
 Escala de deformación: 59949.5



SIMULACION 2-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada

Nombre de modelo: SIMULACION 2
Nombre de estudio: SimulationXpress Study(-Pre determinado-)
Tipo de resultado: Forma deformada Deformation
Escala de deformación: 59949.5



SIMULACION 2-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	10.2052 Nodo: 79953	1e+016 Nodo: 931

Nombre de modelo: SIMULACION 2
Nombre de estudio: SimulationXpress Study-(Pre determinado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety
Criterio: Tensiones von Mises máx.
Rojo < FOS = 1 < Azul



SIMULACION 2-SimulationXpress Study-Factor de seguridad-Factor of Safety

10. Conclusión

Vemos que nuestra brida de ½' es capaz de soportar las fuerzas de presión ejercidas por el fluido ya que en la simulación nos damos cuenta que la presión ejercida en dicha pieza no supera el límite elástico y mucho menos llega al valor de fractura; por tal motivo damos por hecho que nuestra brida soportara la máxima presión de trabajo.

Bibliografía:

- <http://www.tenaris.com/es-ES/aboutus/productionprocesses.aspx>
- http://www.ahmsa.com/Acero/Complem/Manual_Construccion_2013/Capitulo_1.pdf
- http://www.tuberiasvisa.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=73
- http://www.ehowenespanol.com/especificaciones-brida-acero-lista_324072/
- http://www.casucci-sa.com/pdf/025_01_VALV_AGUJA.pdf
- NRF 030- PEMEX- 2009
- NRF-032-PEMEX.