

AUTOMATIZACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE MANÓMETROS PARA
LA EMPRESA CALIBRATION SERVICE S.A.S.

JOHN ALEXANDER ROZO BELTRÁN

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2.019

AUTOMATIZACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE MANÓMETROS PARA
LA EMPRESA CALIBRATION SERVICE S.A.S.

JOHN ALEXANDER ROZO BELTRÁN

Proyecto integral de grado para optar el título de
INGENIERO MECÁNICO

Director
Alejandro Robles Hernández
Ing Mecánico

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2.019

Nota de Aceptación:

Presidente del Jurado
Ing. Víctor Raúl González

Jurado 1
Ing. Miguel Morales

Jurado 2
Ing. Wilmar Martínez

Bogotá D.C, Febrero de 2019

DIRECTIVAS DE LA FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrado

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Decano de la Facultad de Ingenierías

Ing. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director Programa Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

Primero agradezco a Dios por poner todo en mis manos darme fuerza fe y mucho valor para nunca darme por vencido.

Gracias a mis padres por estar ahí siempre apoyándome en cada momento y dándome los mejores consejos en este tiempo

Gracias a Calibration Service S.A.S. por su apoyo técnico para la realización de este proyecto

Dedico este trabajo de grado a mis padres Fernando Justino Rozo Cortes y Luz Marina Beltrán Valbuena y a mis hermanos Cristhian Fernando Rozo Beltrán y Laura Valentina Rozo Beltrán y a mi señora Laura Camila Nieto Robayo quienes siempre me apoyaron y me guiaron en este camino

A Dios por tenernos a todos reunidos para ver este trabajo hecho realidad

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	15
1. LA EMPRESA	17
1.1 ORGANIGRAMA	18
2. SISTEMA ACTUAL	19
2.1 OPERACION DEL BANCO DE PRESIÓN	22
2.2 TIEMPO DE PROCESO	24
3. PARAMETROS Y REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	28
3.1 CONCEPTOS GENERALES	28
3.2 VARIABLES DE OPERACIÓN.	29
4. DISEÑO DETALLADO	30
4.1 SISTEMA DE PISTÓN	30
4.1.1Matriz de selección de motor	31
4.2 SELECCIÓN DE ACOUPLE	33
4.3 CENTRO DE MANDO	33
4.4 SENSORES	33
4.4.1Matriz de selección de sensores	34
4.5 PLC	36
4.6 GUÍAS DE MOTOR	37
4.7 PROCESO DETALLADO DEL FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL BANCO DE MANOMETRIA AUTOMATIZADO	38
4.8 GRAFCET COMPLETO	40
5. ANALISIS PLACA SOPORTE MOTORES	41
6. MANUAL DE MONTAJE	43
7. MANUAL DE OPERACIÓN	46
7.1 ADVERTENCIAS	46
7.2 PROCEDIMIENTO	46
7.2.1 Alistamiento	46
7.2.2 Funcionamiento	47
8. MANUAL DE MANTENIMIENTO BANCO ADITTEL 949	48
9. EVALUACIÓN FINANCIERA	57
10.CONCLUSIONES	59

11.RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	62

LISTA DE IMÁGENES

	pág
Imagen 1. Banco additel 949	20
Imagen 2. Vista lateral banco de presión	20
Imagen 3. Vista inferior del banco	21
Imagen 4. Vista del banco de presión	21
Imagen 5. Esquema hidráulico	22
Imagen 6. Procedimiento de carga del sistema	22
Imagen 7. Procedimiento de presurización	23
Imagen 8. Procedimiento de despresurización	24
Imagen 9. Visualización de la secuencia de calibración método A	25
Imagen 10. Visualización de las secuencias de calibración método B	25
Imagen 11. Visualización de las secuencias de calibración método C	25
Imagen 12. Banco con su montaje	28
Imagen 13. Diseño detallado	30
Imagen 14. Acople de unión de ejes	33
Imagen 15. Especificaciones del PLC	36
Imagen 16. Descripción de guías cola de Milano	37
Imagen 17. Placa motores	37
Imagen 18. Placa con fuerzas	41
Imagen 19. Desplazamiento nodal de la placa	41
Imagen 20. Esfuerzos nodales de la placa	42
Imagen 21. Esfuerzos máximos en los apoyos	42
Imagen 22. Mesa de mármol	43
Imagen 23. Acoplado placa a banco	43
Imagen 24. Motor y cola de milano	44
Imagen 25. Acople a eje	44
Imagen 26. Banco acoplado	44
Imagen 27. Banco de presión ADDITEL 949	46
Imagen 28. Cambio de aceite	48
Imagen 29. Retiro de tapón de depósito	48
Imagen 30. Retiro de tapa deposito	49
Imagen 31. Verificación de depósito	49
Imagen 32. Verificación anillo de ajuste	50
Imagen 33. Limpieza del depósito	50
Imagen 34. Limpieza deposito	51
Imagen 35. Limpieza de filtro	51

Imagen 36. Banco additel 949	52
Imagen 37. Volante de alta	52
Imagen 38. Volante de baja o ajuste fino	53
Imagen 39. Verificación de impurezas en los ductos	53
Imagen 40. Limpieza de acople	54
Imagen 41. Sellado y ajuste de acople	54
Imagen 42. Verificación de roscas	55
Imagen 43. Limpieza de toza del banco	55
Imagen 44. Aceite nuevo en el depósito	56
Imagen 45. Banco listo para su funcionamiento	56

LISTA DE CUADROS

	pág
Cuadro 1. Tiempos de calibración manómetros	26
Cuadro 2. Criterios motores	32
Cuadro 3. Matriz de selección de sensores	35
Cuadro 4. Evaluación financiera	58

LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Hoja de datos sensor	63
Anexo B. Cotizaciones	67
Anexo C. Programación	72

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo principal el diseño de un sistema automatizado para la generación de presión con el fin de calibrar manómetros en un rango de 0 psi a 37.000 psi para la empresa Calibration Service S.A.S.

El proyecto se inició con la evaluación del sistema actual de medición que tiene la empresa donde se definió como es el funcionamiento del banco para luego realizar la respectiva toma de datos y necesidades que tiene la empresa con el banco.

Dando como resultado los datos de velocidad y torque requeridos para el funcionamiento correcto del banco de presión ya automatizado satisfaciendo todas las necesidades que tiene la empresa.

Así mismo se hizo el estudio con los datos necesarios para realizar la selección de los motores los cuales permitirán la operación y control de los volantes de ajuste grueso y ajuste fino del banco de manometría los cuales fueron dos motor reductores con velocidad variable y torque fijo que satisfacen las necesidades del proyecto.

Por último se realizó la evaluación financiera, la cual consistió en realizar una comparación de bancos automatizados con el diseño propuesto en este proyecto.

Palabras clave: Automatización, Diseño, Presión, Incertidumbre

INTRODUCCIÓN

La *importancia* de automatizar el banco de presión proviene principalmente de lograr una mejor respuesta en el tiempo de calibración y mejorar el estándar de calidad y así mismo mayor eficiencia en la calibración de manómetros

De acuerdo con el *origen* del Banco de presión, se indago que es uno de los más utilizados para la calibración de manómetros debido a su bajo costo y aunque no es eficiente al requerir operación manual es muy confiable y preciso en su función es por eso la necesidad del laboratorio de Calibration Service S.A.S. de automatizar el banco para poder garantizar y asegurar el cumplimiento de los tiempos de respuesta establecidos en los servicios ofertados por la organización, específicamente en la magnitud de presión.

Por tal motivo se tiene como *objetivo*, “Automatizar el banco de calibración de manómetros para la empresa Calibration Service S.A.S.” y para llevar a cabo este resultado se tiene que desarrollar en su totalidad los siguiente objetivos específicos;

- Evaluar sistema actual
- Establecer parámetros y requerimientos de diseño para el banco Additel 949
- Elaborar diseño detallado de la máquina
- Analizar por el método de elementos finitos el elemento más crítico de la máquina
- Realizar planos de fabricación de maquina
- Elaborar manuales de montaje, operación y mantenimiento
- Elaborar evaluación financiera

El *alcance* de proyecto, consiste en desarrollar el diseño de automatización del banco de presión de Calibration Service S.A.S tomando la opción más adecuada y eficiente.

La *limitación* al diseño de este trabajo de grado es que la automatización es únicamente para los bancos de referencia additel 949 de la empresa Calibration Service S.A.S.

La *metodología* se basó inicialmente en recopilar información del banco de presión que se emplea actualmente en la empresa, luego se hace el estudio de parámetros y requerimientos que desea la empresa Calibration Service S.A.S para así llegar a un diseño detallado de la máquina y poder realizar los estudios de las partes críticas del mismo, dando así los planos de fabricación y por último realizar los manuales de montaje operación y mantenimiento del mismo.

El *significado* en el campo de magnitud de presión, será desarrollar un mejor y más eficiente equipo que aumente la disponibilidad del mismo.

La *aplicación* en el área de trabajo es la metrología de presión y calibración de manómetros

1. LA EMPRESA

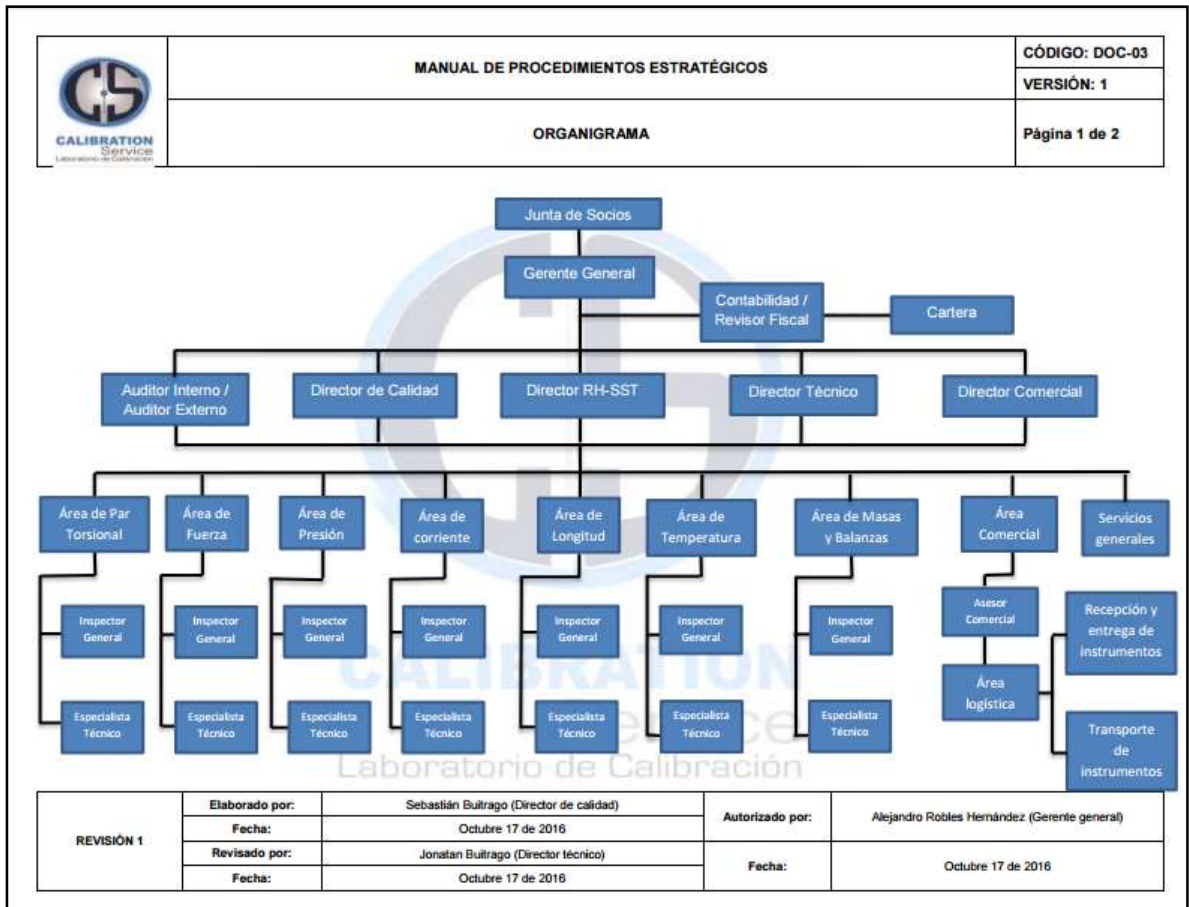
Es un laboratorio de calibración¹ que inicio labores desde el año 2.006 y está dedicado a la calibración de instrumentos de medición en las magnitudes de par torsional, presión, magnitudes eléctricas, humedad relativa, temperatura, longitud, tiempo, frecuencia, masas y balanzas. Hemos enfocado todo nuestro esfuerzo en la instalación de un sofisticado equipo con tecnología avanzada, estableciendo patrones basados en métodos primarios y secundarios de medición.

Cuenta con la experiencia de su personal, su constante capacitación y compromiso, recursos apropiados, infraestructura del laboratorio y acceso a información, junto con el suministro de repuestos disponibles al laboratorio, lo que permite consolidar lo necesario para garantizar servicios de calidad y excelente tiempo de respuesta.

Asegura la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las mediciones los cuales han sido certificados por Institutos Nacionales e Internacionales Acreditados de Metrología: DKD (Deutscher kalibrierdiens) Alemania, CENAM (Centro Nacional de Metrología) México, INM (Instituto Nacional de Metrología) Colombia, CIDESI (Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial) México los cuales son trazables al PTB (PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT) Braunschweig (Alemania).

¹ CALIBRATION SERVICE S.A.S. <http://www.calibrationservicesas.com/index.php/empresa-de-calibracion-en-colombia>

1.1 ORGANIGRAMA



Fuente: Calibration Service S.A.S.

2. SISTEMA ACTUAL

En el mercado existe una gran variedad de bancos de presión para la calibración de manómetros, cada uno con sus respectivas especificaciones de límites de presión a la que pueden llegar y tipo de fluido usado para la calibración ya que unos se pueden calibrar con alcohol y otros con aceite, a continuación veremos las especificaciones del banco additel 949 que es usado por la empresa Calibration Service S.A.S para este proceso.

El banco² que se utiliza hoy en día es el modelo ADT949 de la marca Additel, cuyas especificaciones son las siguientes;

- Rango de presión: 37.500 psi (2.500 bar) presión positiva.
- Temperatura: (5 ~ 50) °C
- Resolución de ajuste: 0,015 PSI (1 mbar)
- Presión de seguridad: 40.000 PSI.
- Medios de presión: Sebacato de dietilhexilo.
- Tamaño: altura 10,43" (265 mm); base 20,71" (526 mm) x 9,65 (245 mm)
- Peso: 35,5 lb (16 kg)

Observación: si la presión atmosférica local es de 1 bar, el vacío puede alcanzar 0,85 bar; Si la presión de la atmósfera local es P, el vacío puede llegar a (P x 85%) bar.

A continuación en la imagen 1 se pueden visualizar las partes que componen este banco de presión:

Válvula de ventilación (1)

Depósito de sobre flujo (2)

Auto clave posicional F-250-C; 9/16"-18UNF hembra (3)

Válvula de purga de la tapa del depósito (4)

Depósito (5)

Válvula drenaje del líquido (6)

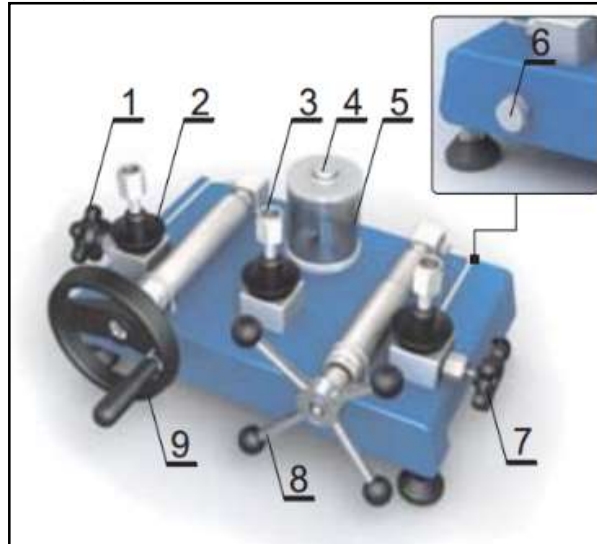
Válvula de cierre de presurización (7)

Presurización de alta presión y mango de ajuste de presión fina (8)

Manija de pre-presurización (9)

² ADDITEL (EN LINEA) CATALOGO.<http://www.additel.com/products/Hand-Pump-and-Comparison-test-Pump/16.html>

Imagen 1. Banco additel 949



Fuente: CALIBRATION SERVICE S.A.S
catalogo additel 949

Para mayor comprensión en las imágenes 2 y 3 se presentan las vistas lateral e inferior del banco additel 949.

Imagen 2. Vista lateral banco de presión



Fuente: Elaboración propia

Imagen 3. Vista inferior del banco



Fuente: Elaboración propia

En la imagen 4 se aprecia el banco de presión con el manómetros patrón y el manómetro a calibrar ya instalados listos para iniciar la operación.

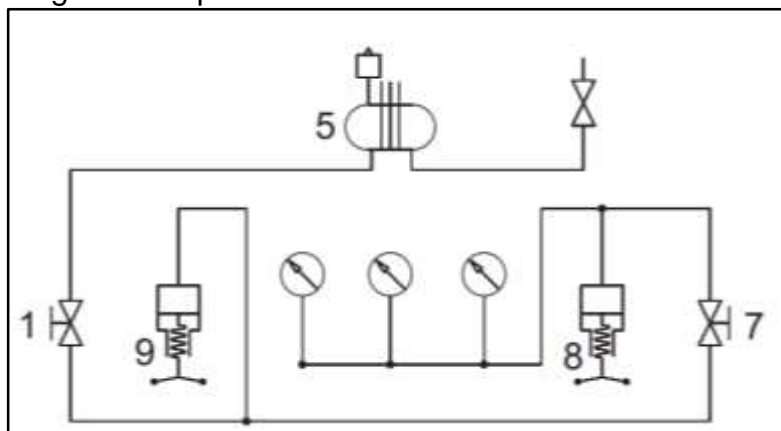
Imagen 4. Vista del banco de presión



Fuente: Elaboración propia

En la imagen 5 se presenta el esquema hidráulico del banco de presión, en este esquema se resalta las 5 partes más relevantes e igualmente se evidencia el circuito que realiza el fluido desde su depósito hasta llegar a los volantes de alta y baja presión.

Imagen 5. Esquema hidráulico



Fuente: CALIBRATION SERVICE S.A.S. catalogo banco additel 949

Válvula de ventilación (1)

Deposito (5)

Válvula de cierre de presurización (7)

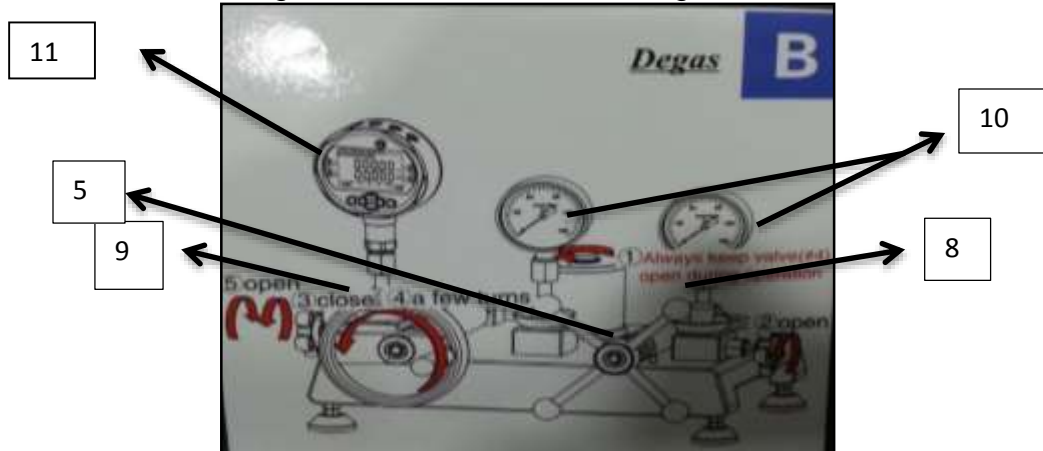
Presurización de alta presión y mango de ajuste de presión fina (8)

Manija de pre-presurización (9)

2.1 OPERACION DEL BANCO DE PRESIÓN

Carga del sistema del Banco de presión. Se realiza para ingresar el aceite a todo el banco sin que quede ninguna burbuja tanto en el sistema del banco como en el Bourdon de los manómetros, para así llevar a cabo el procedimiento de calibración de la mejor manera.

Imagen 6. Procedimiento de carga del sistema



Fuente: ADDITEL, Catálogo Banco 949 de Presión. 2.014

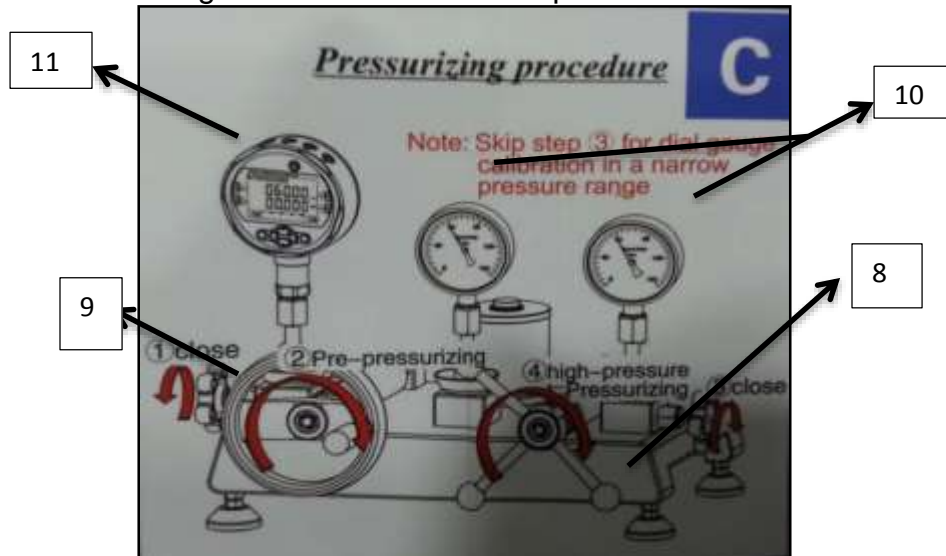
Paso 1: Llenado del depósito de aceite (5) con 350 ml de hidráulico lubrifuid 32 una cantidad de 350 ml.

Paso 2: Purga del sistema. Este procedimiento consiste en girar las manija (9) de pre-presurización hacia la izquierda llegando hasta su recorrido final y a continuación se realiza el mismo procedimiento con la manija (8), con el fin de llenar todo el cilindro con aceite del depósito y no tener ningún tipo de burbuja que afecte el proceso de calibración.

Paso 3: Al terminar el llenado de los cilindros, se procede a regresar el aceite al depósito para verificar que no haya aire presente en el sistema, si es necesario se debe repetir de tres a cuatro veces para su eliminación definitiva.

Presurización del sistema. Es el proceso por el cual se lleva a la presión máxima el manómetro a calibrar (10) y por ende el manómetro patrón (11) con el fin de desprezar los BURDON de los manómetros y luego de eso dejar estabilizar para su próximo procedimiento.

Imagen 7. Procedimiento de presurización



Fuente: ADDITEL 949, Catálogo Banco de Presión. 2.014

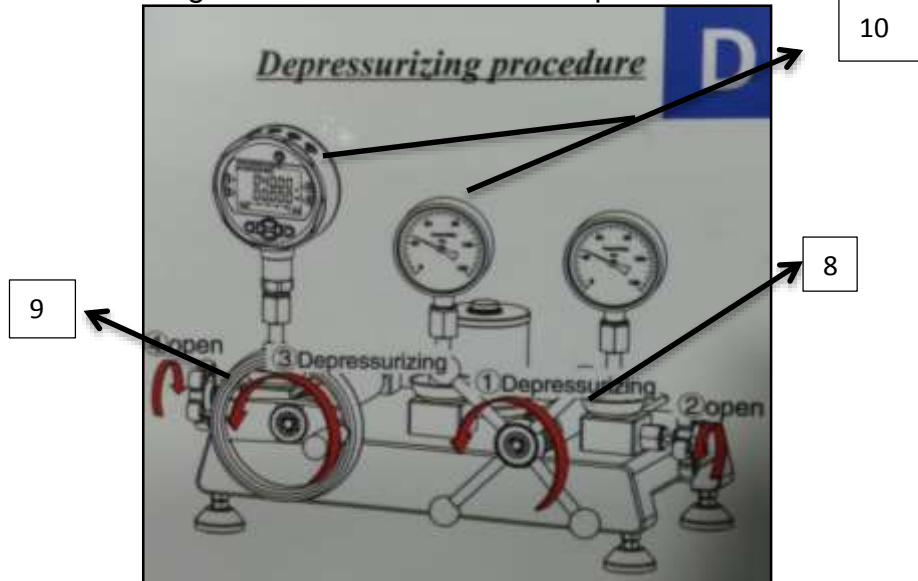
Este proceso se realiza de la siguiente manera:

Paso 1: Después de verificar que el sistema no contiene aire, se realiza la presurización girando las manijas (9) y (8) hacia la derecha como se muestra en la Imagen 7.

Paso 2: Teniendo en cuenta que el manómetro patrón es digital (11), se puede llegar a la presión deseada para obtener una buena calibración y poder observar el desfase que tiene el manómetro a calibrar (10).

Despresurización del sistema. Se lleva a cabo una vez terminada el anterior proceso para poder soltar los manómetros ya calibrados

Imagen 8. Procedimiento de despresurización



Fuente: ADDITEL 949, Catálogo Banco de Presión. 2.014

Después de hacer la calibración del manómetro, se realiza la despresurización del banco de presión, llevando a cero los manómetros y llevando todo el aceite al depósito. Tener en cuenta que la despresurización se realiza girando las manijas (9) y (8) hacia la izquierda como se muestra en la Imagen 8.

2.2 TIEMPO DE PROCESO

El tiempo estimado de calibración de un manómetro es de dos horas aproximadamente, dependiendo del método de calibración y la incertidumbre con la cual se va a calibrar.

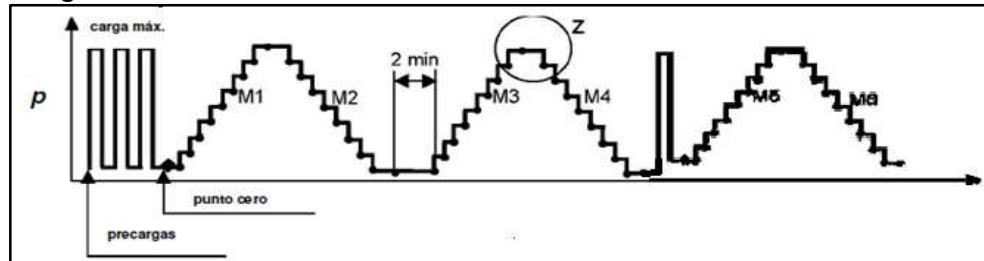
Hay 3 métodos de calibración los cuales la empresa toma referencia para realizar las calibraciones de los manómetros, estas referencias se obtienen de la norma³ de la Deutscher Kalibrierdienst DKD la cual habla de cómo realizar la calibración según su incertidumbre a continuación se observa los métodos:

Método A; Se realizan tres precargas hasta su punto máximo, después se llega a cero y se comienza a medir. A continuación, se toman las mediciones M1 de forma ascendente como se evidencia en la imagen 9, M2 de forma descendente y así en

³ Bundesanstalt, Physikalisch-Technische. Guía DKD-R 6-1. Braunschweig : s.n., 2003.

M3, M4, M5 y M6 teniendo en cuenta la partición de la escala en 30%, 60% y 100% las cuales permiten determinar la incertidumbre del equipo y tener así un instrumento bien calibrado y/o ajustado. Este es el modo más largo de realizar la calibración

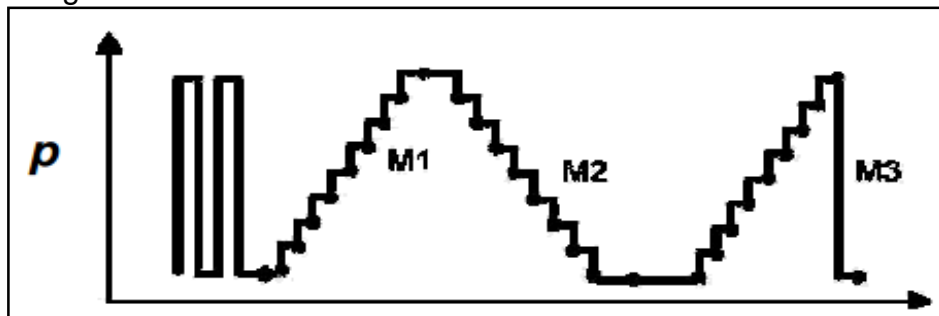
Imagen 9. Visualización de la secuencia de calibración método A



Fuente: DEUTSCHER, Kalibrierdienst DKD guía DKD-R 6-1 de calibración de manómetros

Método B; se realiza en un tiempo menor, en donde solo se realizan dos precargas y tres mediciones, por lo que el tiempo la calibración es menor.

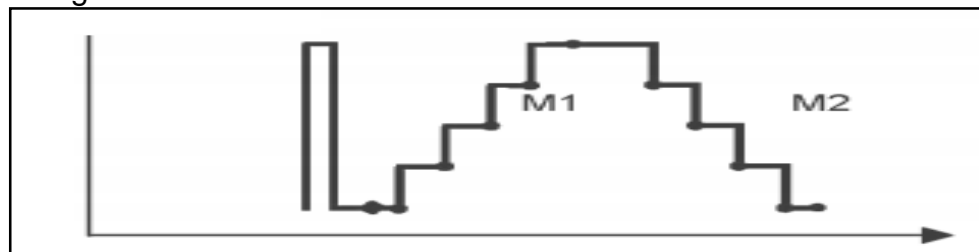
Imagen 10. Visualización de las secuencias de calibración método B



Fuente: DEUTSCHER, Kalibrierdienst DKD guía DKD-R 6-1 de calibración de manómetros

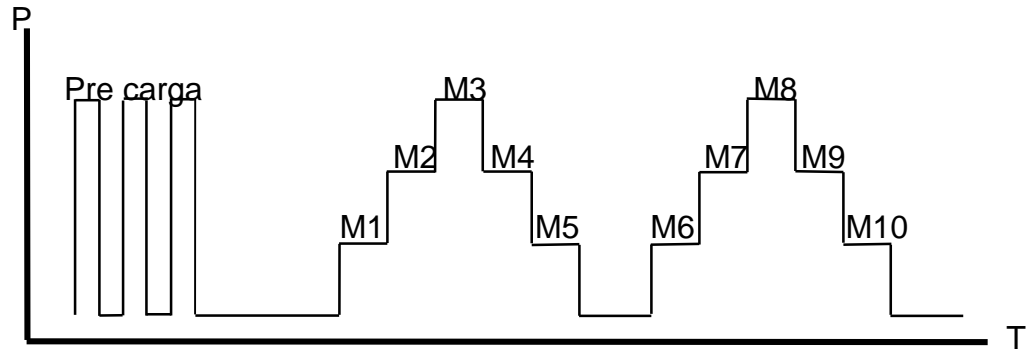
Método C; es el método más rápido de todos, donde se hace una precarga y dos tomas de datos.

Imagen 11. Visualización de las secuencias de calibración método C



Fuente: DEUTSCHER, Kalibrierdienst DKD guía DKD-R 6-1 de calibración de manómetros de presión

La empresa realiza el siguiente método para la calibración de sus manómetros



Así es el proceso que realiza la empresa Calibration Service S.A.S. para la calibración de sus manómetros, primero que todo se hacen las 3 precargas del sistema después de haber realizado una purga adecuada al sistema, encuentra el M1 que sería la primera medición que se realiza seguida de M2, M3, M4 y hasta M10 las cuales se realizan de forma ascendente y de forma descendente, dando así por calibrado nuestro instrumento. Al terminar el proceso, puede que el operario requiera constatar bien la información y vuelva a realizar el proceso.

A continuación se observa un breve cuadro con los datos de manómetro y tiempos de los procesos según la capacidad del instrumento.

En el siguiente cuadro se puede evidenciar el tiempo de calibración de los manómetros de 10.000 psi, 20.000 y 30.000 psi y así mismo la cantidad de torque necesario para llegar a dichas presiones y mirando con que volante se realiza.

El método usado para realizar todas estas calibraciones es hacer la toma de datos en 30%, 60% y 100% de la escala de cada manómetro tanto en forma ascendente como en forma descendente de este proceso se obtiene los datos de la siguiente tabla:

Cuadro 1. Tiempos de calibración manómetros

Manómetro	10.000 psi	20.000 psi	30.000 psi
TIEMPO DE PURGA	00:1:43	00:50:24	1:20:46
TIEMPO DE PRE-CARGA	00:9:04	00:10:02	00:10:45
TIEMPO CALIBRACION	00:5:17	00:6:30	00:7:46
TOMA DE DATOS	00:21:31	00:32:35	00:32:15
TOTAL TIEMPO	00:37:35	1:30:31	2:02:53

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se van a mencionar a continuación, fueron hallados en el laboratorio de Calibration Service S.A.S. con la ayuda del operador del banco y unos instrumentos especiales para poder hallar el torque de cada volante, los cuales fueron hallados por medio de un torquimetro digital de la mejor confiabilidad:

Para una presión de 4.000 psi se requiere un torque de 20 Nm con un volante de presión alta.

Para una presión de 5.000 psi se requiere un torque de 25 Nm con el volante de presión alta.

Para una presión de 20.000 psi se requiere un torque de 13,7 Nm con el volante de ajuste fino.

Para una presión de 25.000 psi se requiere un torque de 15,6 Nm con el volante de ajuste fino.

Para una presión de 30.000 psi se requiere un torque de 18 a 20 Nm con el volante de ajuste fino.

3. PARAMETROS Y REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Para realizar la automatización del banco de presión se debe en primer lugar conocer y determinar los parámetros y requerimientos de diseño, teniendo en cuenta las diferentes variables involucradas en el proceso tales como fuerza, torque, velocidad, presión y tiempo entre otras.

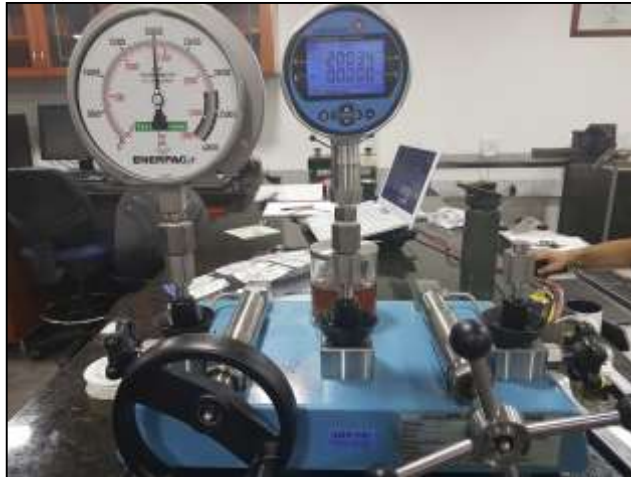
La automatización a efectuar debe tener la capacidad de realizar el proceso de calibrar manómetros de una forma más fácil, más rápida y teniendo una normalización del proceso con unas velocidades constantes y una repetitividad y así mismo una fuerza homogénea, para ello es necesario seleccionar los materiales adecuados para su funcionamiento.

A continuación se presenta el estudio detallado de los requerimientos básicos para el desarrollo de la automatización del banco additel 949.

3.1 CONCEPTOS GENERALES

En la imagen 12 se muestra el banco con todos sus accesorios, listo para iniciar su funcionamiento, allí se observa que está ajustado para una presión de 20,000 psi.

Imagen 12. Banco con su montaje



Fuente: Elaboración propia

Volante de presión de alta. Está compuesto de un volante y un tornillo micrométrico con rosca cuadrada para transmisión de potencia más efectiva el cual es accionado de forma manual por el operario llegando así a una presión de 5,000 psi con un torque de 25 Nm, para llegar a una presión de 37,000 psi usamos el volante de presión fina el cual cuenta con un tornillo micrométrico más fino siendo más suave su funcionamiento a las hora del operario usarlo llegando así a una presión de 30,000 psi con un torque entre 18 a 20 Nm.

En el capítulo anterior se presentó al detalle el paso a paso de la forma como se utiliza y funciona el banco additel 949.

Proceso a realizar. Al tener este banco additel 949 podemos calibrar distintos tipos de manómetros comenzado por una escala de 10,000 psi hasta uno de 37,000 psi.

Manómetro de 10,000 psi: para llegar a esta presión, el operario cuenta con los dos volantes de presión, comenzando con el de ajuste grueso y llegando a 5,000 psi con un torque de 25Nm y finalizando con el volante de ajuste fino en 10,000 psi y un torque de 8Nm, realizando así este paso varias veces teniendo en cuenta su escala de 30%, 60% y 100% de forma ascendente y descendente para realizar la toma de datos del manómetro; este proceso se realiza de la misma forma para los manómetros de 20,000 psi y 37,000 psi, teniendo en cuenta que el ajuste grueso solo llega a 5,000 psi para cualquier manómetro, ya que la capacidad del operario no es la suficiente para superar dicha presión.

3.2 VARIABLES DE OPERACIÓN.

La forma como el operario realiza el trabajo no tiene una normalización así que para cada manómetro es diferente el manejo del banco.

El operario no tiene una repetitividad del proceso por lo cual hay pérdida de tiempo en la entrega de las calibraciones y hay reproceso.

Al realizar el proceso de calibración diario tampoco se tienen unas fuerzas homogéneas en todos los procesos debido al desgaste físico del operario, así que las primeras calibraciones del día los puede hacer de una forma y ya finalizando el día puede cambiar las fuerzas que realiza el operario y obtener otros resultados.

En cuanto a la seguridad y salud del operario con este proceso de calibración presenta en el metrologo problemas de espalda, túnel del Carpio y problemas del mango rotador por la cantidad de fuerza que requiere hacer en el proceso de calibración.

Para el diseño de la automatización se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

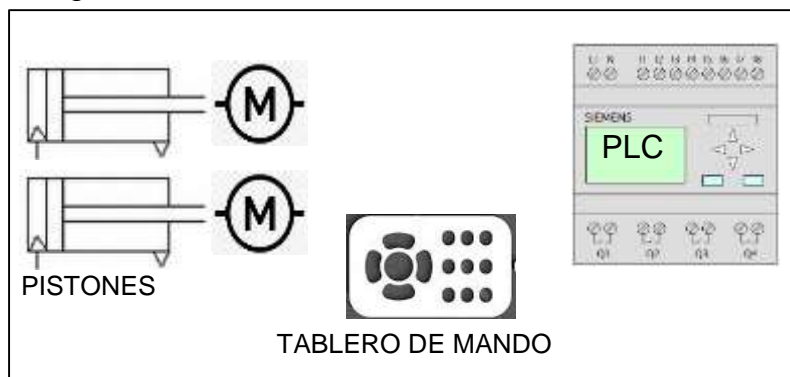
El torque máximo que realiza el operario es de 25 Nm el cual fue comprobado con las pruebas mencionadas anteriormente al mismo modo que la velocidad de 4 rpm, este se hizo de forma experimental tomando tiempos y numero de giros que realiza el operario para llegar al torque máximo de 25 Nm el cual se halló con un torquimetro digital el cual fue otorgado por la empresa para las diferentes pruebas realizadas.

Para la automatización debe tener en cuenta los factores mencionados anteriormente como es presión, tiempo, velocidad, torque y fuerza y las instalaciones donde el banco de presión será puesto a punto para su funcionamiento.

4. DISEÑO DETALLADO

En este capítulo se desarrolla el diseño que incluye la parte a fabricar, la selección de los elementos y dispositivos del banco para la calibración de manómetros por ello se tienen en cuenta las características de funcionamiento, dimensiones y, materiales para satisfacer de la mejor forma los parámetros y requerimientos mencionados anteriormente.

Imagen 13. Diseño detallado



Fuente: Elaboración propia

4.1 SISTEMA DE PISTÓN

Parámetro de diseño: los parámetros de diseño están considerados con base en la forma como realizan la calibración de manómetros los operarios de Calibration Service S.A.S.

A una velocidad de 4 RPM.

Torque máximo de 25 Nm en el volante de ajuste grueso.

Torque máximo de 18 a 20 Nm en el volante de ajuste fino.

Motor reductor A.C. Los motores reductores deben ser de 1/7 de hp, ya que uno de menor hp no da la capacidad del torque que se necesita, por eso la sobre dimensión de la potencia del motor.

De tal forma que se debe calcular la potencia del motor para poder seleccionarlo en los catálogos y lo realizamos usando las rpm a las que trabaja y el torque máximo.

Se calcula la potencia del motor;

Donde:

Velocidad: 4 RPM

Torque: $T = 25 \text{ Nm}$

Se convierte las RPM a rad/seg usando la siguiente formula

$$2\pi rad = 360^\circ = 1 \text{ vuelta}$$

$$\text{Decimos que } 4 \text{ RPM} = 4 \frac{\text{VUELTAS}}{\text{MIN}} \times \frac{2\pi rad}{1 \text{ vuelta}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0.13333\pi \text{ rad/seg}$$

Tenemos una velocidad de 0,418879 rad/seg

Decimos que la potencia es igual a torque por velocidad.

$$P = T \times V$$

$$P = 25 \text{ Nm} \times 0.418879 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$P = 10.471 \text{ W}$$

Para convertir la potencia a HP se debe tener en cuenta la siguiente información.

$$1 \text{ HP} = 550 \frac{\text{lb} \times \text{ft}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$$

$$1 \text{ N} = 0.2249 \text{ lbf}$$

$$HP = 10.471 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \left(\frac{0.2249 \text{ lbf}}{1 \text{ N}} \right) \left(\frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) \left(\frac{1 \text{ HP}}{550 \frac{\text{lb} \times \text{ft}}{\text{s}}} \right) = 0.0140439 \text{ hp}$$

De tal forma que la potencia requerida para los motores es de 0.0140439 hp para cada motor teniendo en cuenta que las RPM son 2 en el punto máximo de esfuerzo que realiza el operario que sería de 25 Nm, por lo tanto el motor se selecciona por el torque requerido.

4.1.1 Matriz de selección de motor. Para la elección de los motores se crea una matriz donde se evalúan las alternativas usando criterios con una puntuación de 1 a 5, siendo 5 el mejor puntaje. Al final se obtiene un ponderado el cual el de mayor puntaje será la opción seleccionada.


Las opciones de los motores a seleccionar son:

Opción 1

Variable Speed – Pacemaker Inverter Duty AC Geomoters														
Speed (rpm)	Torque (lb-in.)	HP	Fixed Speed Rating			Variable Speed (50A) Ratings ¹				Product Type	230V Model No.	230/460V Model No.		
			(230V) Amps	(230/460V) Amps	Gear Ratio	Speed Range (rpm)	Frequency Range (Hz)	Torque Type	Torque @ 10 Hz (lb-in.)				Torque @ 60 Hz (lb-in.)	Torque @ 90 Hz (lb-in.)
34R-E Pacemaker Geomoter														
Three-Phase, Inverter Duty, Non-synchronous (TEFC)														
5.7	310				300	0.4-7.3		constant	310	310	310	34R4BFPP-E4	N2256	2856
9.4	341				180	0.7-12		constant	341	341	341	34R4BFPP-E4	2250	2850
19	250				90	1.3-24		constant	250	250	250	34R4BFPP-E4	2251	2851
28	270	1/8	1.0	1.0/0.5	80	2.0-36	10-90	variable	250	270	270	34R4BFPP-E3	2252	2852


Fuente: BODINE ELECTRIC COMPANY. Catálogo de motores. < En línea > <https://www.bodine-electric.com/>

Opción 2

Brushless DC Geomoters													
Speed (rpm)	Rated Torque (lb-in.)	Rated Current (Amps)		Peak Torque (lb-in.)	Motor HP	Gear Ratio	Radial Load (lbs.)	Product Type ¹	Accy Shaft	No Accy Shaft	Accy Shaft	No Accy Shaft	Image
		24V	130V						24V	130V			
8.3	310	9.6	1.6	475	1/5	300	220	34B3BEEL-E4	—	N3575	—	N3375	
14	341	9.6	1.6	475	1/5	180	200	34B3BEEL-E4	—	N3574	—	3374	
21	350	9.6	1.6	475	1/5	120	195	34B3BEEL-E4	—	N3573	—	3373	
42	270	12	2.0	421	1/4	60	240	34B4BEEL-E3	N3685	3585	N3485	3385	
83	245	—	2.6	475	3/8	30	250	34B6BEEL-F3	—	—	—	N3372	
83	135	12	2.0	318	1/4	30	300	34B4BEEL-E3	N3683	N3583	3483	3383	

Fuente: BODINE ELECTRIC COMPANY. Catálogo de motores. < En línea > <https://www.bodine-electric.com/>

Opción 3

Fixed Speed – AC Geomoters														
Speed (rpm)	Rated Torque (lb-in.)	Power		Rated Voltage	Freq. (Hz)	Ph	Current (Amps)	Gear Ratio	Radial Load (lbs.)	Capacitor (µF/VAC)	Product Type	Model Number	Image	
		HP	Watts											
Three-phase, Non-synchronous														
140	50	5.7	1/5	140	230	50	1	1.1/61	10	300	42R5BFPP-E2	N1665		
Permanent Split Capacitor, Non-synchronous														
4.7	310	35									42R5BFCE-E4	N1671		
7.8	341	38.5									42R5BFCE-E4	N1669		
23	297	33.6									42R5BFCE-E3	N1685		
47	148	16.7	1/7.5	100	230	50	1	0.78		7.5/370	42R5BFCE-E3	N1683		
70	99	11.2									42R5BFCE-E3	N1681		
140	50	5.6									42R5BFCE-E2	N1680		
280	26	2.9									42R5BFCE-E1	N1679		

Fuente: BODINE ELECTRIC COMPANY. Catálogo de motores. <En línea > <https://www.bodine-electric.com/>

Cuadro 2. Criterios motores

criterios	motor 1	motor 2	motor 3
velocidad	5	3	3
Forma constructiva	4	4	4
Disponibilidad	4	2	3
Torque	4	3	3
Costo	5	4	4
total	1600	288	432

Fuente: Elaboración propia

El motor a seleccionar es la opción 1 con un motor AC con un torque constante y una velocidad variable entre 1.3 y 24 RPM con capacidad de 1/7 hp que es perfecto

para los resultados de los cálculos realizados los cuales son una potencia de 0.0140439 hp o 10.471w el cual supera la necesidad del cliente que es de 25Nm.

Para una mayor eficiencia se trabajara el motor entre 4 y 5 RPM y así se tendrá una disminución en la calibración de los manómetros con un menor esfuerzo del operario.

4.2 SELECCIÓN DE ACOPLER

Para la selección de acople se tendrá en cuenta los cuadrantes de los pistones debido a que no se podrá modificar nada del banco ADDITEL 949, así que se tendrá que escoger por selección debido a que ya se tiene unas características específicas; por lo tanto se obtendrá del catálogo de la empresa DISAI el cual es un acople tipo CROSS-FLEX. Este no produce errores cinéticos de transmisión de potencia, es de fácil mantenimiento ya que solo se necesita cambiar sus discos y admite poca desalineación entre el pistón y el motor dando así un buen índice de funcionamiento y cumpliendo con los requerimientos del banco.

Imagen 14. Acople de unión de ejes



Fuente: HOHNER AUTOMATIOS. Catálogo de acoples <En línea>. <https://www.encoderhohner.com/>

4.3 CENTRO DE MANDO

Se tendrá como centro de mando del banco un TABLERO con sus distintos pulsadores o botones para EL STOPS START del banco, también la programación del plc para los parámetros de la calibración.

4.4 SENSORES

Para los sensores se tendrá sensores de posición del cilindro y el sensor de presión que estará debajo del manómetro a calibrar, la sección de estos sensores se realizara de acuerdo con el tipo de necesidad del cliente tanto en exactitud como la forma fácil de calibrar a la hora de cuadrar la máquina para su inicio.

4.4.1 Matriz de selección de sensores. A continuación se observan las opciones para la selección de los mismos

La opción 1

El sensor LM 150KIQP⁴

Medición de precisión de la serie LM ofrece el mejor rendimiento de su clase y la estabilidad del mundo real en un dispositivo compacto con una experiencia de usuario intuitiva.

Mediciones precisas con resolución de 0.004 mm.

Velocidad de respuesta rápida de 0.5 ms y tasa de muestreo de 0.25 ms

Carcasa compacta diseñada para caber en espacios pequeños

Carcasa térmicamente estable y montaje seguro para una estabilidad real.

Discreta con IO-Link y salida analógica de 4-20 mA

Acero inoxidable IP67 y Grado 316 para compatibilidad química

Pantalla de Sensor Remoto (RSD) opcional para monitoreo y configuración remoto

Opción 2

Sensor ⁵LS-500

Todas las funciones del controlador se pueden programar con un interruptor jog y una tecla de modo. Programación sencilla gracias al LCD de 4 dígitos y dos colores, que muestra al mismo tiempo valor actual y valor de preselección. Permite ajustar la sensibilidad del receptor dentro de un rango dinámico, para prevenir la saturación de luz recibida (por ejemplo, cuando se detectan objetos transparentes con el modelo de barrera o para objetos brillantes con el modelo de reflexión directa).

Características:

Doble display de 4 dígitos para valor actual y valor de preselección

Tecla de modo e interruptor jog para un ajuste sencillo

Tiempo de respuesta máx. 60µs

Cuatro modos de salida: normal, diferencial, histéresis y ventana comparadora

⁴ **Engineering, Banner.** www.bannerengineering.com. [En línea] [Citado el: 15 de septiembre de 2018.] <https://www.bannerengineering.com/mx/es/products/sensors/laser-distance-measurement/lm-series-precision-sensor.html>.

⁵ **Panasonic.** www.panasonic-electric-works.com. [En línea] [Citado el: 16 de septiembre de 2018.] <https://www.panasonic-electric-works.com/es/ls-500-laser-digital.htm#>.

Temporizador
 Función de prevención de interferencia mutua
 Función de bloqueo
 Entrada externa para la detección de emisión láser
 Instalación lado a lado junto con la serie FX300

Opción 3

Sensor⁶ de distancia OMT100-R101-2EP-IO-V31-L

Especificaciones generales

Rango de medición 40 ... 100 mm

Objetivo de referencia blanco estándar, 100 mm x 100 mm

Fuente de luz diodo láser

Tipo de luz luz roja visible modulada

Calificaciones nominales del láser

Clase de laser 1

Longitud de onda 680 nm

Divergencia del haz > 5 mrad d63 d63 <1 mm en el rango de 50 mm ... 250 mm

Longitud del pulso 3 µs

Tasa de repetición aprox. 3 kHz

Max. Energía de pulso 15.2 nJ

Desviación del ángulo máx. +/- 1.5 °

Diámetro del punto de luz aprox. 3 mm a una distancia de 100 mm

Ángulo de divergencia aprox. 2 °

Resolución 0.1 mm

Cuadro 3. Matriz de selección de sensores

Criterios	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Margen de medida	3	4	4
Resolución	3	3	4
Precisión deseada	4	5	5
Estabilidad	4	4	4
Dimensión	3	4	5
total	432	960	1600

Fuente: Elaboración propia

⁶ **Fuchs, Pepperl +.** <https://www.pepperl-fuchs.com>. [En línea] [Citado el: 16 de septiembre de 2018.] https://www.pepperl-fuchs.com/global/en/classid_53.htm?view=productdetails&prodid=72861#overview.

Los sensores seleccionados son laser y permiten conocer la posición de los cilindros con respecto a punto 0 y el punto inicial, estos sensores son:

El sensor de medición de distancia modelo OMT100-R101-2EP-IO-V31-L de la empresa Pepperl Fuchs tiene un rango de 100 mm lo cual es perfecto para la salida de los tornillos de los pistones; para ver las especificaciones totales se podrán observar en el anexo A.

4.5 PLC

Para la selección del PLC se deben tener en cuenta los parámetros de acuerdo con el funcionamiento del banco de presión additel 949, estos parámetros son el número de salidas y de entradas que se necesitan para la operación del banco, las cuales son 9 entradas de datos y 4 de salida, el PLC modelo FC5A-C10R2 de la empresa ECD cumple con las característica adecuadas para el banco.

Imagen 15. Especificaciones del PLC

Product:	Programmable Logic Controllers (MicroSmart)
Part Number:	FC5A-C10R2
Style:	Panel Mount
Power:	100-240V AC
I/O Points:	20 (8 in/4 out)
Input:	24V DC, Sink/Source
Output:	Relay
Expandability:	Yes
Price:	\$170.57

Fuente: ELECTRICAL CONTROL DISTRIBUTORS.
Controlador lógico programable. <En línea>.
<https://www.ecdcontrols.com/part.aspx?id=34432>

Como se explicó anteriormente el PLC tiene 9 entradas las cuales son: dos de los sensores de los motores de posición del embolo o del volante, seis de la parte del tablero de control las cuales van hacer discriminadas de la siguiente forma dos de ellos para el proceso de purga, dos más para el proceso de precargas y los otros dos para la toma de datos, las cuales tienen una escala de 30%, 60% y 100% la cual se usa para la toma de datos.

Las cuatro entradas son los sensores de presión para saber hasta qué punto toca llegar el giro de los volantes tanto de alta y de baja.

Por ultimo tenemos un sensor de presión debajo del manómetro a calibrar para saber con exactitud la presión a la que tiene que llegar el manómetro y así poder dar una lectura más exacta de la medición.

4.6 GUÍAS DE MOTOR

Se seleccionaron unas guías para el motor llamadas colas de milano, debido a su poco mantenimiento y fácil ensamble de las mismas y por el reducido tamaño que se tiene para la alineación de los motores con los pistones y bajo índice de accidentalidad; a la hora de hacer mantenimiento es mucho más fácil realizarlo.

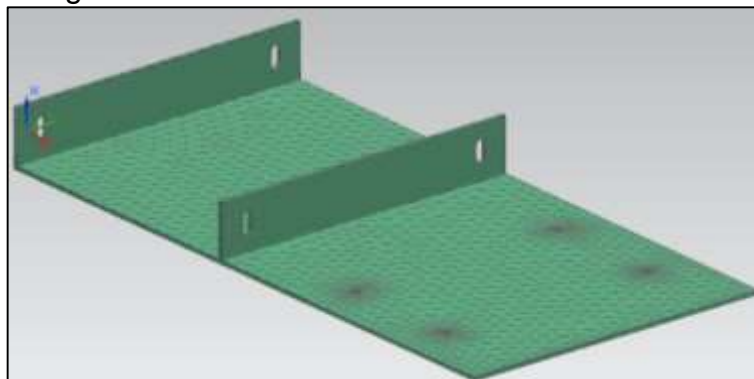
Imagen 16. Descripción de guías cola de Milano



Fuente: NORELEM. Catálogo de guías. < En línea>. Disponible en www.norelen.com

Para la estructura se cuenta con las características del banco debido que se acoplara una lámina de 4 mm para la postura de los motores y se perforara para asegurar al banco. Se le realizara un enmallado de 15 mm que es la mejor elección para estos casos y se le pondrán unos soportes con graduación para la nivelación del mismo debido a que la utilización del banco se tiene que hacer de forma nivelada.

Imagen 17. Placa motores



Fuente: sacada de la simulación en nx

De la anterior imagen 17 se observa el enmallado y la forma como va quedar el diseño de la misma con sus perforaciones para la sujeción al banco additel 949, así

como también se observan los soportes o patas de apoyo graduables para que el quede alineado como corresponde para una buena calibración.

4.7 PROCESO DETALLADO DEL FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL BANCO DE MANOMETRIA AUTOMATIZADO

Para la operación del banco de presión el operario debe realizar una inspección previa al uso del mismo, la cual consiste en verificar el nivel de aceite y verificar que el banco este nivelado con la superficie de apoyo.

Para el proceso de purga después de la verificación del banco, el operario realiza la acción de oprimir o pulsar el botón que se encuentra en el tablero de control con el nombre de purga, al operario hacer esa función envía una señal al PLC el cual envía una orden al motor del volante de alta para que comience a girar en el sentido contrario de las manecillas del reloj hasta una presión de 5000 a 6000 psi y realiza un stop el cual es enviado del sensor de presión al plc para realizar el cambio de motor y así llegar a la presión requerida, luego de eso se deja estabilizar por unos segundos el fluido y se realiza el mismo proceso en forma descendente hasta llegar a la presión de 0 psi y que el sensor láser quede en la posición 0. Este proceso se realiza 3 veces de la misma forma. El operario verifica si el sistema no tiene burbujas de aire, en caso de que persistan la burbujas se realiza este procedimiento de nuevo hasta que el operario dé el visto bueno.

Para el desperezamiento de los manómetros el operario luego de realizar la purga a la perfección acciona la función de pre carga donde se envía la señal al plc la cual activa el motor del volante de alta el cual gira en sentido de las manecillas del reloj hasta una presión de 5000 psi y ahí realiza el cambio al volante de baja para así llegar a la presión máxima requerida por el manómetro a calibrar. El sensor de presión envía una señal de stop al plc con un tiempo prudencial hasta que el fluido estabilice. Luego de esa espera el banco comienza a realizar el proceso en forma descendente, allí se envía la señal al plc que dé la orden al motor del volante de baja que gire en sentido contrario a las manecillas del reloj para llegar a una presión de 0 psi; este proceso se realiza dos veces dejando su tiempo para que el fluido estabilice y así poder desperezar bien los manómetros.

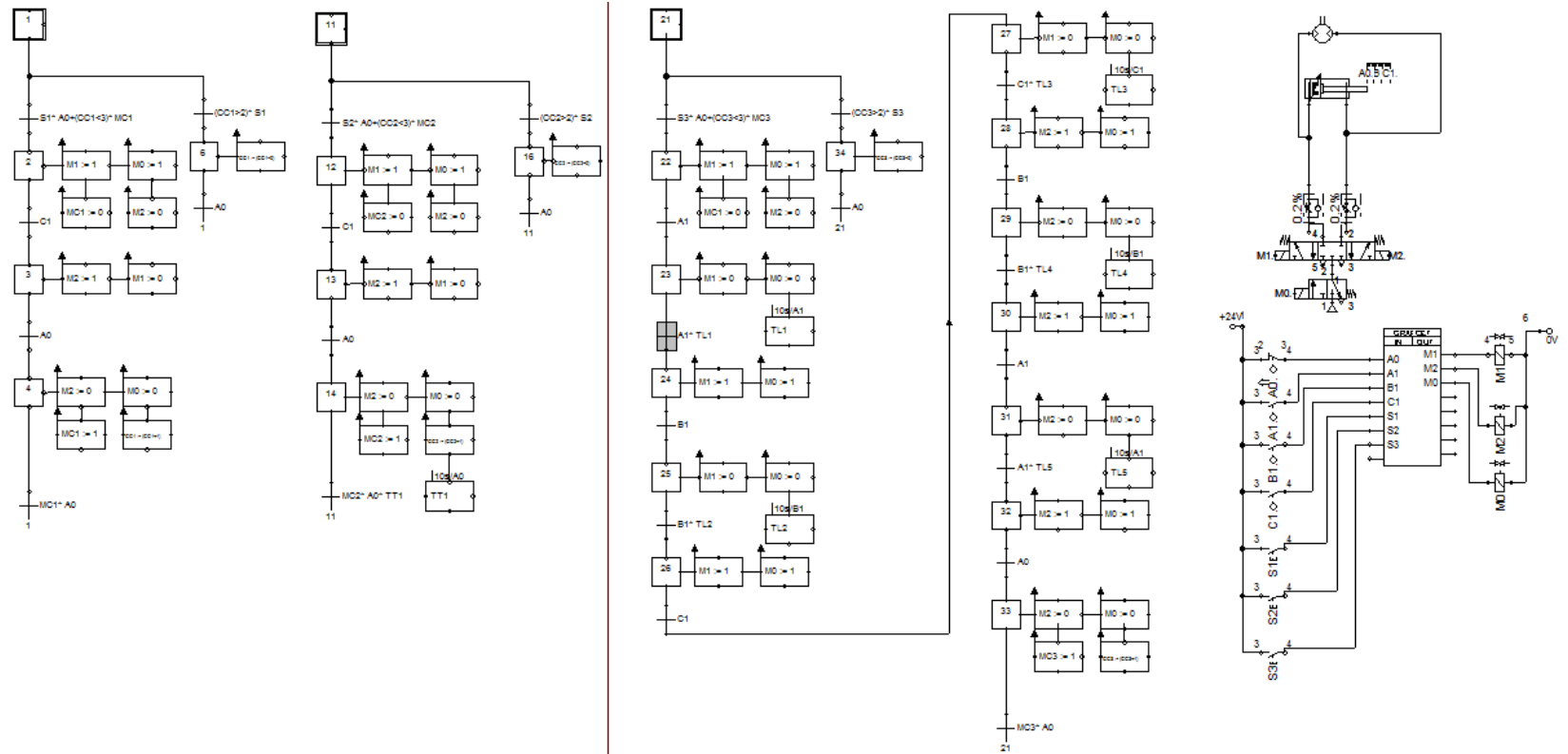
Para la toma de datos de la calibración el plc debe estar programado con una serie de paradas que debe hacer en el 30%, 60% y 100%, de su escala, de forma ascendente y descendente que es en las cuales el operario toma los datos para la hoja de cálculo, para ello el operario comienza pulsando el botón de calibrar, el cual envía la orden al plc para que comience a girar el motor en sentido contrario a las manecillas del reloj del volante de alta hasta llegar al 30% y realice un stop el cual lo realiza con el sensor de presión y luego de unos segundos siga su recorrido hasta el 60%, nuevamente realice el stop para que el operario recopile los datos y así poder continuar hasta llegar al 100% de la presión en una forma ascendente. Se deja un minuto para que el fluido estabilice y comienza el mismo proceso en forma

descendente haciendo las paradas en 60% y 30% respectivamente hasta llegar la presión 0 y se repite el proceso de dos a tres veces hasta que el operario de su visto bueno y de un stop final antes de la despresurización del banco.

Por último la despresurización del sistema se realiza accionando el botón o mando del mismo nombre que se encuentra en el tablero de mando, donde se envía la señal al plc para que comience a girar los motores en sentido a las manecillas del reloj, de a uno por uno donde el sensor laser envía la señal de stop al llegar a la posición 1 y así enviar la orden al otro motor que llegue a la misma posición. Luego de que los dos pistones están en la posición 1, se envía la señal al plc para que comience a girar en sentido de las manecillas del reloj hasta llegar a la posición 0 y envíe la orden al otro motor que realice la misma función así llegando los dos motores a posición cero, sacando el aceite del sistema al depósito; esto se realiza dos veces y tiene despresurizado el banco para un nuevo montaje.

A continuación se aprecia el graficet de la programación del proceso:

4.8 GRAFCET COMPLETO



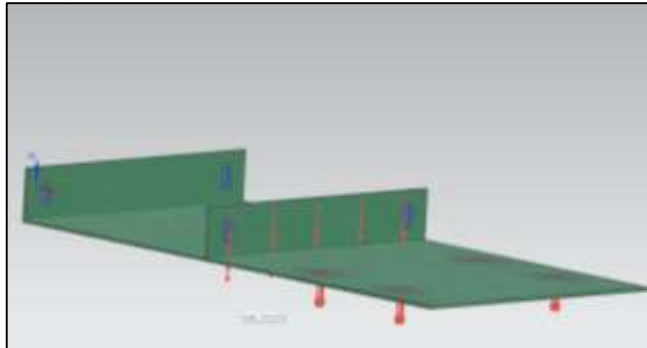
Fuente: Elaboración propia

En el grafcet se observan los diferentes procesos de programación para el funcionamiento de la automatización de banco de presión, donde se tiene una primera imagen con la purga del sistema, seguidamente de la presurización del mismo y terminando con la imagen del proceso de toma de datos de la calibración donde se observa el buen funcionamiento de la programación; en el anexos C, se tienen los diagramas en lenguaje eléctrico.

5. ANALISIS PLACA SOPORTE MOTORES

El modelamiento es básicamente la demostración del desplazamiento nodal, el esfuerzo nodal y el esfuerzo de placa, en la cual se montará la parte de la automatización; a continuación se demuestra la forma como se colocaron las cargas y se fijó la placa al banco.

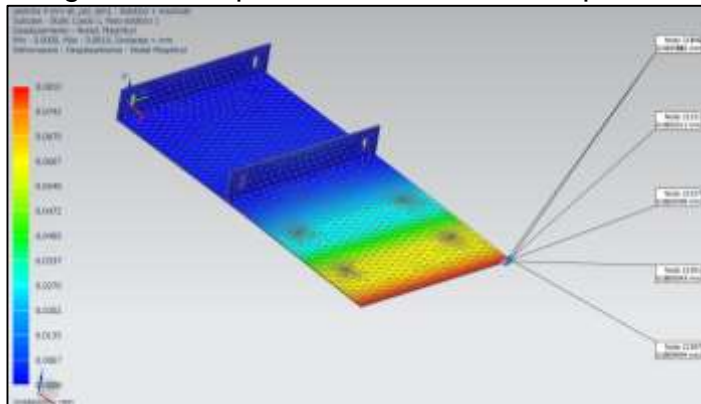
Imagen 18. Placa con fuerzas



Fuente: sacadas de la simulación en nx

Para poder realizar esta simulación, se somete la placa a cargas máximas para observar su comportamiento y así mismo posicionar muy bien sus restricciones de movimiento y las fuerzas a las que se verá sometida la plancha. La simulación arrojó como resultado los siguientes datos; el desplazamiento nodal, resultado máximo de 0.0810 mm como se puede observar en la imagen 19, dando así como resultado la zona con mayor desplazamiento de la placa indicada en color rojo o en los recuadros que se encuentran al costado derecho con sus datos máximos de desplazamiento.

Imagen 19. Desplazamiento nodal de la placa

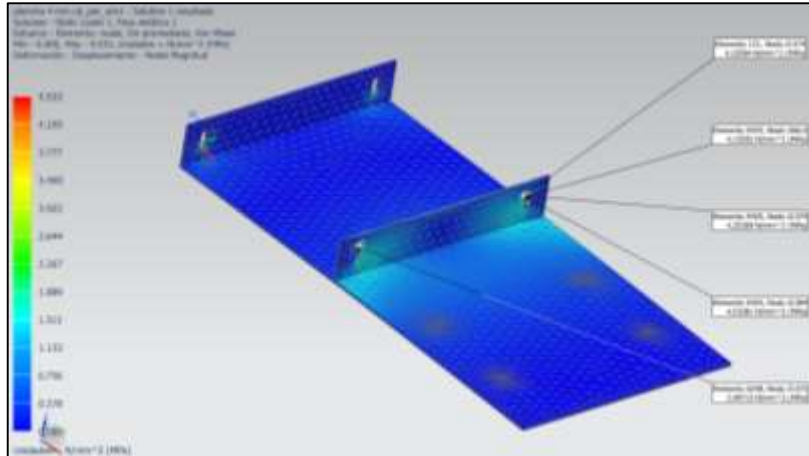


Fuente: sacada de la simulación en nx

En la siguiente imagen 20 se observa el esfuerzo que realiza la placa en los apoyos donde estaba sujeta al banco de presión del modelo additel 949 de la empresa

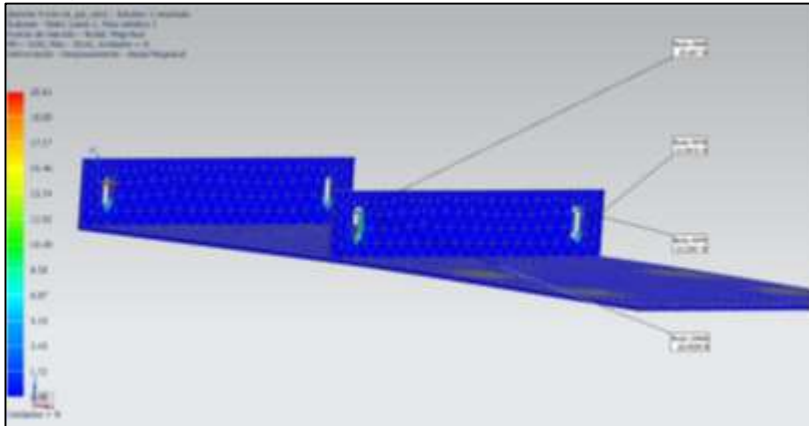
Calibration Service S.A.S. y donde se pueden ver al costado derecho los máximos esfuerzos realizados por la misma después de la simulación con las respectivas cargas donde se observa que el dato más alto al ver la simulación es de 4.533 N/mm en la parte frontal de los apoyos de la placa.

Imagen 20. Esfuerzos nodales de la placa



Fuente: sacada de la simulación en nx

Imagen 21. Esfuerzos máximos en los apoyos



Fuente: sacada de la simulación en nx

En la imagen 21 se aprecia la fuerza en newton que realiza la placa al ser sometida a las cargas donde se tienen los datos máximos que es de 20.61 N y al costado derecho los valores máximos al que se encuentra sometida y el lugar exacto de la misma, dando así como resultado una buena selección de material para la función que va a cumplir en ese sector la placa.

6. MANUAL DE MONTAJE

Para el montaje del banco se deben tener en cuenta los siguientes pasos

- Tener en cuenta la superficie en donde se pondrá en banco ya que debe ser una superficie plana.

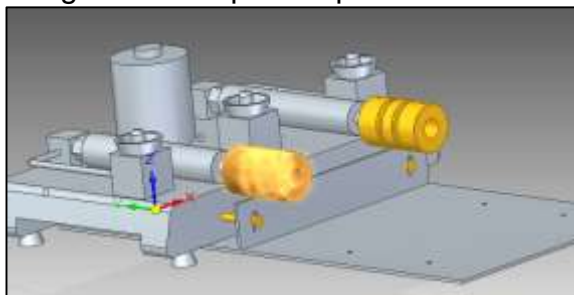
Imagen 22. Mesa de mármol



Fuente: Elaboración propia

- Después de tener la superficie adecuada se debe poner placa base de los motores ajustada con sus tornillos al banco y verificando que todo este ajustado y nivelado.

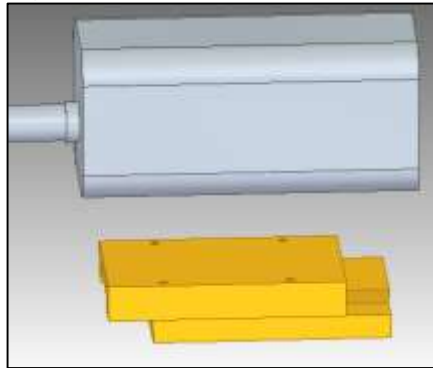
Imagen 23. Acoplando placa a banco



Fuente: Elaboración propia

- Se realiza la instalación de las guías cola de milano para los motores, las cuales se ajustan a la placa que se mencionó anteriormente.

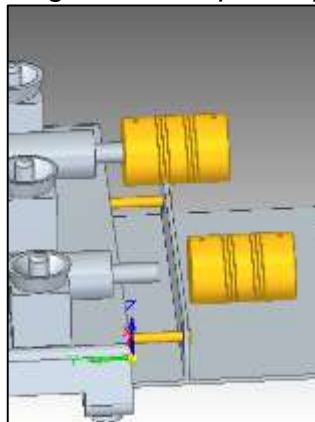
Imagen 24. Motor y cola de milano



Fuente: Elaboración propia

- Realizar el ensamble de los acoples a los volantes de presión tanto de alta como de baja teniendo en cuenta la limpieza del eje con el acople.

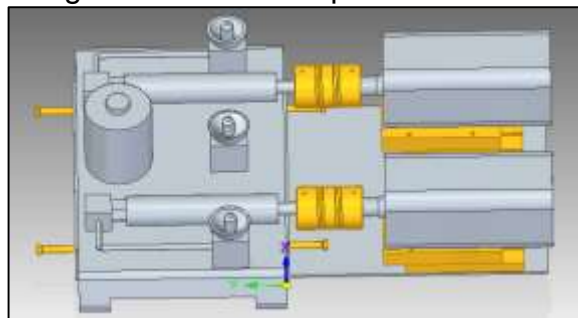
Imagen 25. Acople a eje



Fuente: Elaboración propia

- Instalar los motores a las guías cola de milano para así poder verificar la alineación de los ejes con los acoples de los volante de presión.

Imagen 26. Banco acoplado



Fuente: Elaboración propia

- Teniendo los motores ya alineados se puede proseguir con el ajuste de los acoples a los ejes de los motores dejando así verificado la instalación de los motores al banco.
- Se instala los sensores de posición de los motores.

Luego de haber realizado la instalación de todas las piezas mencionadas anteriormente se prosigue con la instalación de la parte de manómetros y sensores de presión.

- Instalar el manómetro patrón en el banco con sus acoples debidamente asegurados.
- Instalar el sensor de presión y manómetro a calibrar en cualquiera de los dos acoples que están libres, tener en cuenta que primero va el sensor de presión y por último el manómetro a calibrar.

Ya teniendo todo instalado se realiza una prueba para verificar el funcionamiento correcto de todos los componentes del banco que se mencionaron anteriormente.

7. MANUAL DE OPERACIÓN

7.1 ADVERTENCIAS

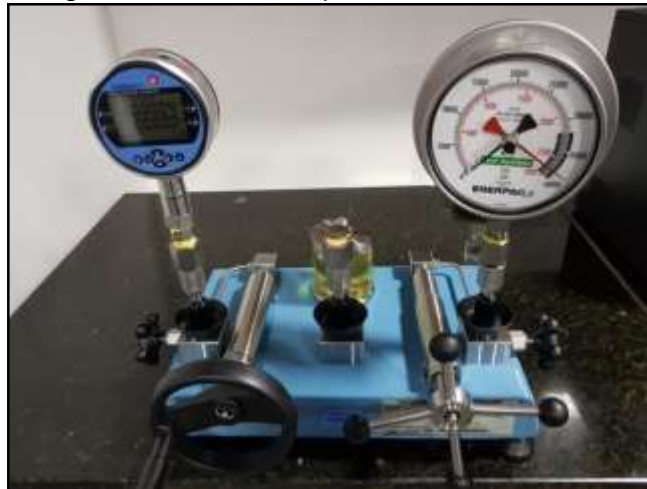
Esta instrucción es para el banco automatizado. El proceso de la calibración sólo podrá ser llevado a cabo por personal capacitado y debidamente calificado.

7.2 PROCEDIMIENTO

7.2.1 Alistamiento. Verificar que el banco de presión este; nivelado, con el nivel de aceite adecuado, y el montaje adecuado del manómetro a calibrar.

- Antes de comenzar la calibración cerciórese de que las válvulas estén en las posiciones correctas.
- Usar los elementos de protección como lo son gafas de seguridad, guantes de plástico desechables y la bata de dotación.
- Comenzar la calibración sólo tras haber leído y entendido estas instrucciones por completo.
- Realizar el llenado del tanque de aceite hidráulico ISO 68, el cual siempre debe estar abierto para realizar todo el proceso de calibración.

Imagen 27. Banco de presión ADDITEL 949



Fuente: Elaboración propia

En la imagen 27 se presenta el banco ya listo para su funcionamiento comenzando con la purga, presurización, toma de datos y por último la despresurización para finalizar con el proceso de calibración y así entregar el producto al cliente con total satisfacción.

7.2.2 Funcionamiento. Paso 1: Se comienza con el proceso de purga del sistema; se ponen los émbolos de los dos cilindros adentro y se cierra la válvula de ventilación, se activan los motor reductores con la función en el tablero de mando que diga purga y así se comienza con el proceso se envía una señal al plc para comenzar a girar los motores en el sentido de las manecillas del reloj hasta obtener una presión de 5000 psi y luego de eso llegue a la presión requerida por el manómetro. Luego de eso hacer el descenso hasta una presión de cero y dejando estabilizar por unos minutos el fluido, repetir el proceso tres veces más y luego de eso el operario del banco verifica que el banco este en las condiciones de cero burbujas de aire en el sistema para así poder dar el visto bueno para continuar.

De no ser así debe comenzar el proceso de nuevo hasta que la verificación sea correcta por parte del operario.

Paso 2: en este paso el operario debe estar atento a la máxima presión que soporta el manómetro para así entrar a programar el corte a la máxima presión, el operario comienza pulsando el botón de presurización dando así la orden al plc para girar los motores a la máxima presión y luego hacer un descenso hasta 0 psi dando así un desperezamiento a los bourdon de los manómetros teniendo en cuenta la distancia de entrada de los cilindros con el sensor laser para así poder tener una medición real de la presión.

Paso 3: Comienza el proceso de calibración cerrando la válvula de ventilación y activando los motor reductores del cilindro de presión de alta hasta llegar a su tope máximo de 5000 psi, luego de eso se activa en los motor reductores el cilindro de presión de baja para así llegar a su presión requerida de calibración, de este modo el operario tiene que estar pendiente que el programa haga los barridos de datos a los 30%, 60% y 100% de la escala dependiendo el manómetro tanto en forma ascendente como en forma descendente y así el operario poder tomar los datos en la hoja de cálculo que tiene en Excel para obtener que tanta incertidumbre tiene el manómetro a calibrar y en que escala se encuentra, este proceso se realiza dos veces y si el operario da el visto bueno se da por terminada la calibración, de no ser así el operario tomara la decisión de volver a realizar el proceso.

Paso 4: Para finalizar el proceso de calibración en el banco se realiza la despresurización del banco de presión, el cual lo realiza el operario pulsando el botón de despresurización y este a su vez enviando una señal al plc que haga mover los motor reductores en sentido contrario a las manecillas del reloj y teniendo en cuenta las válvulas de paso de fluido las cuales tienen como función dejar pasar el aceite de nuevo al depósito dejando así el banco de presión sin aceite y totalmente despresurizado.

8. MANUAL DE MANTENIMIENTO BANCO ADITTEL 949

Retirar el fluido del banco de presión volteando el banco generador de presión con la mayor precaución para evitar caídas y por ende daños en el banco generador de presión.

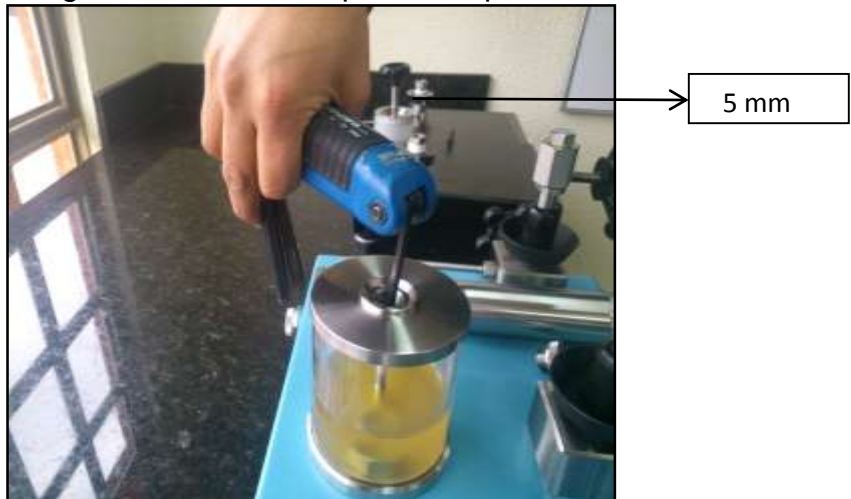
Imagen 28. Cambio de aceite



Fuente: Elaboración propia

Retirar el tornillo de la tapa del depósito o vaso del banco generador con una llave Bristol de 5mm se debe usar la llave adecuada para evitar daños en el cuadrante del tornillo.

Imagen 29. Retiro de tapón de depósito



Fuente: Elaboración propia

Retirar la tapa del depósito o vaso del banco generador de presión con precaución de no perder el oring superior. Limpiar el tornillo y el vaso con alcohol y un trapo que no se deshaga.

Imagen 30. Retiro de tapa deposito



Fuente: Elaboración propia

Retirar el depósito o vaso del banco generador de presión y verificar que no tenga grietas ni ralladuras.

Imagen 31. Verificación de depósito



Fuente: Elaboración propia

Revisar el estado del oring inferior del depósito o vaso del banco generador para determinar si es necesario reemplazarlo puesto que este oring hace el sello en la parte inferior y evita fugas.

Imagen 32. Verificación anillo de ajuste



Fuente: Elaboración propia

Limpiar el depósito o vaso con alcohol industrial y un trozo de tela que no se deshaga eliminando cualquier partícula o remanente que tenga el depósito.

Imagen 33. Limpieza del depósito



Fuente: Elaboración propia

Limpiar el depósito o vaso instalado en el banco generador de presión para garantizar que no queden remanentes ni partículas.

Imagen 34. Limpieza deposito



Fuente: Elaboración propia

Limpiar el filtro del banco generador de presión con alcohol industrial eliminado todas las partículas.

Imagen 35. Limpieza de filtro



Fuente: Elaboración propia

Girar los volantes para retirar cualquier remanente de aceite que se encuentre dentro del sistema hidráulico del banco generador de presión, esta operación se debe repetir no menos de tres veces para garantizar que cualquier impureza salga del sistema.

Imagen 36. Banco additel 949



Fuente: Elaboración propia

Girar el volante de alta presión en sentido horario para eliminar remanentes e impurezas dentro del sistema hidráulico.

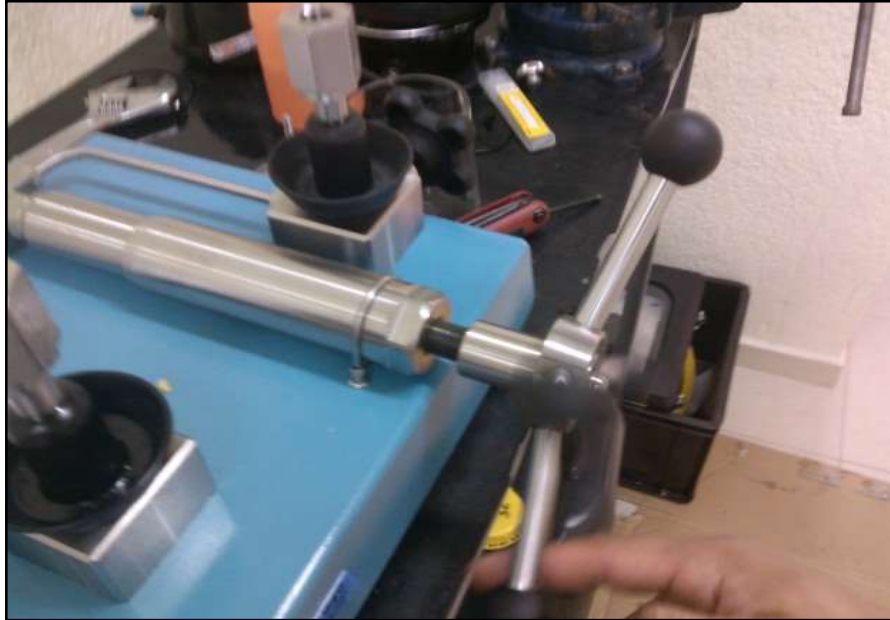
Imagen 37. Volante de alta



Fuente: Elaboración propia

Girar el volante de ajuste fino en sentido horario para eliminar remanentes e impurezas dentro del sistema hidráulico.

Imagen 38. Volante de baja o ajuste fino



Fuente: Elaboración propia

Inyectar aceite por la cavidad donde están ubicados los acoples de 9/16", con el fin de eliminar partículas grasa o elementos extraños que puedan estar en el interior del tubo, este paso se debe realizar hasta que el aceite salga completamente limpio. Realizar la misma actividad por las otras dos cavidades esto con el fin de garantizar que el sistema esté completamente limpio.

Imagen 39. Verificación de impurezas en los ductos



Fuente: Elaboración propia

Limpiar los acoples del banco con alcohol industrial y un cepillo de cerdas suaves, con el fin de eliminar residuos en los hilos de la roscas de los acoples de 9/16" y evitar daños en los acoples de los instrumentos a calibrar.

Imagen 40. Limpieza de acople



Fuente: Elaboración propia

Soltar los acoples de 9/16" utilizando la llave expansiva de 12" y la llave de boca fija de 3/4" haciendo contra tuerca, de esta manera aseguramos la vida útil de los accesorios.

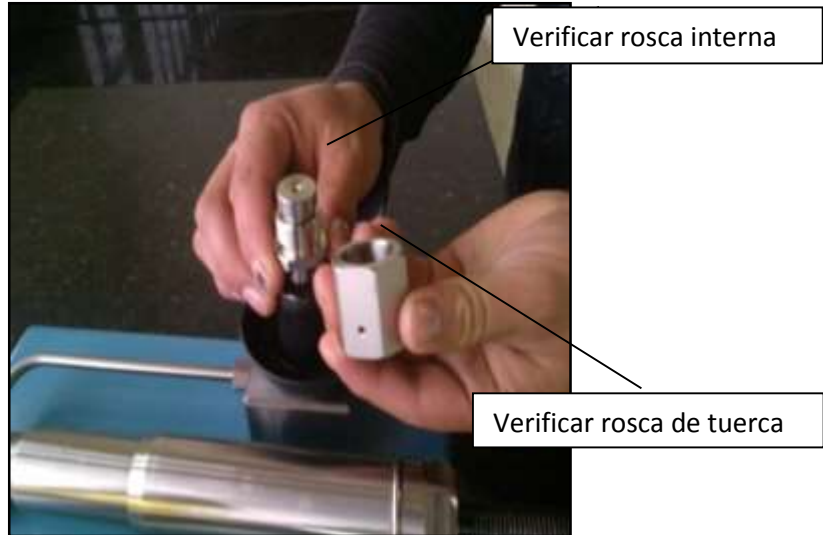
Imagen 41. Sellado y ajuste de acople



Fuente: Elaboración propia

Revisar el estado de los acoples verificando que las roscas se encuentren en buen estado y no presenten desgaste en los hilos.

Imagen 42. Verificación de roscas



Fuente: Elaboración propia

Realizar una limpieza general del banco empleando alcohol industrial con un trozo de tela que no genere impurezas o residuos debido a su material, no se debe utilizar thinner ni otros productos disolventes que puedan desprender la pintura del banco generador ADT 949.

Imagen 43. Limpieza de toza del banco



Fuente: Elaboración propia

Después de tener limpio el equipo, se procede a llenar el depósito con aceite mineral hidráulico lubrifruid 32.

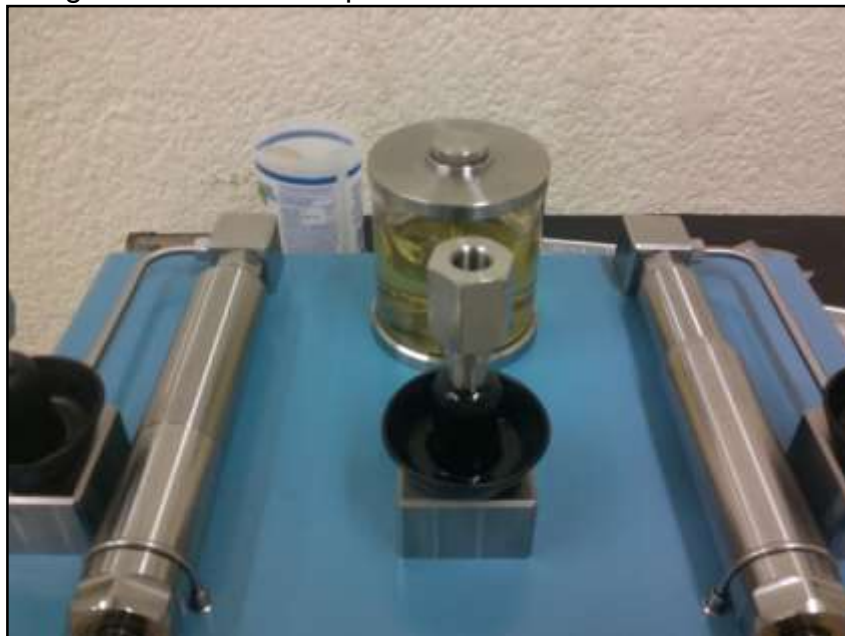
Imagen 44. Aceite nuevo en el depósito



Fuente: Elaboración propia

Revisión final

Imagen 45. Banco listo para su funcionamiento



Fuente: Elaboración propia

9. EVALUACIÓN FINANCIERA

Se realizó una comparación tanto en características como en costo entre un banco automatizado puesto en Colombia y el que se realizara en la empresa Calibration Service S.A.S.

A continuación las características de los bancos

Opcion1

Un control de presión hidráulico 7615

Rango de presión

Juego de accesorios de línea

Filtros DH500 X DH500, 40 MIC

Monitor de presión

Cables de ensamble

Opción 2

Rango de presión

7615 de 6000 psi absoluta

Sebacate de dos operaciones

Triple escala

Líneas de montaje

Monitor de presión absoluta para barómetros de 70 a 110 kpa

Cableado de ensamble de 2m

Opción 3

Rango de presión 37.000 psi

Cableado de ensamble

Velocidad controlada

Torque constante

Se pueden calibrar dos manómetros a la vez

Mantenimiento fácil

Costo

A continuación se observa un cuadro comparativo de los costos de cada banco tanto los dos ya automatizados como el que se diseñado en este proyecto el cual arrojó como resultado una breve comparación de costos.

Cuadro 4. Evaluación financiera

Banco automatizado	Banco Calibration Service S.A.S.	
OPCIÓN 1: 59.430 Dólares \$ 174.525.703,8 pesos mcte	Motor x 2	\$ 2,349.000 pesos c/u
	Placa	\$ 110,000 pesos
	Tablero de mando	\$ 245,000 pesos
	Talento humano	\$ 18,404.000 pesos
OPCIÓN 2: 79.302 Dólares \$ 232.883.011,32 pesos mcte	Maquinaria y equipos	\$ 9,900.000 pesos
	Fungibles	\$ 891,700 pesos
	Tornillos	\$ 4,000 pesos
	Cola milano	\$ 1,157.662 pesos
	Total	\$ 30,356.892 pesos

Fuente: Elaboración propia

La opción que la empresa Calibration Service S.A.S. tomo fue la opción 3 que es la que se llevó acabo en este proyecto por que cumple con la necesidad requerida y los costos de la misma.

Los datos de costo de motor placa y fines de carrera se pueden observar en las cotizaciones presentadas en los anexos.

10. CONCLUSIONES

El objetivo de este Proyecto de Grado era diseñar un sistema automatizado para la generación de presión con el fin de calibrar manómetros. Con este objetivo se quería lograr en primera instancia obtener una mejor respuesta en el tiempo de calibración, un mejor estándar de calidad y así mismo una mayor eficiencia en la calibración de manómetros.

Los aspectos importantes que se obtuvieron como resultado de este Proyecto de Grado se pueden definir como:

- Este proyecto agiliza los procesos de calibración de la empresa teniendo así un mejor funcionamiento.
- Se logra mejorar la salud de los empleados debido a que tendrán más confort en su sitio de trabajo.
- Habrá una disminución de fallas en la calibración de los manómetros debido a que habrá un proceso con fuerzas homogéneas
- Se mejora la calidad de vida de los empleados de la empresa Calibration Service S.A.S debido a la automatización del banco.
- Se llevará a cabo un proceso de repetitividad en cada calibración de manómetros.
- Para finalizar, se llevó a cabo la comparación de los bancos tanto en características como en costos, dando así una solución más económica a la empresa y satisfaciendo la necesidad de la misma.

Por lo anterior, se puede concluir que los resultados obtenidos fueron completamente satisfactorios ya que se finalizó dentro del tiempo establecido y lo más importante es que se cumplió con el objetivo principal con contenido práctico, didáctico, de forma clara y de fácil manejo.

11. RECOMENDACIONES

Una vez concluido el proyecto de grado, se considera interesante tener en cuenta otros aspectos como se relacionan a continuación:

- Se recomienda completar el proyecto con la recolección automática de datos y con la automatización de otras funciones del proceso no incluidas en el alcance de este proyecto.
- Seguir y cumplir paso a paso las normas relacionadas con la operación y mantenimiento del sistema.
- Por último, un motor reductor en operación normal no se debe de calentar, por lo que se recomienda realizar un buen mantenimiento de los mismos para evitar daños.

BIBLIOGRAFÍA

ADDITEL.manual del usuario. <En en línea>.[citado el 12 de julio de 2018]. Disponible www.additel.com/UploadFiles/usermanual/949%20User%20Manual.pdf. (s.f.).

ADDITEL 949, Catálogo Banco de Presión. <En línea>. [Citado el 20 octubre de 2018]. Disponible en <http://www.additel.com/download2.html>

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA. Guía metodológica para la elaboración de trabajos de grado y proyectos de investigación en pregrado. 2011.

FLUKE CALIBRATION. Catalogo. <En línea>. [Citado el 10 de Septiembre de 2016] Disponible en <http://la.flukecal.com/products/pressure-calibration/piston-gauges/man%C3%B3metro-de-pist%C3%B3n-de-gas-de-alta-presi%C3%B3n-pg7202>

_____. Pistones. <En línea>. [Citado el 01 de Septiembre de 2016] Disponible en <http://la.flukecal.com/products/pressure-calibration/piston-gauges/nmi-piston-gauges/man%C3%B3metro-de-pist%C3%B3n-pg9602>.

_____. Manómetro de pistón PG7302 <En línea>. [Citado en 25 septiembre de 2016] disponible. <http://la.flukecal.com/products/pressure-calibration/piston-gauges/man%C3%B3metro-de-pist%C3%B3n-pg7302>>

Guide to the expression of uncertainty in Measurement. Supplement 1.numeral. Methods for the propagation of distributions. Preparado por miembros JCGM/WG1/SC1, diciembre 2002

HERNANDEZ GOMEZ, Miguel Omar. Diplomado general de metrología. CIDESI. Querétaro México. 2009 Pg. 3,4

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Compendio normas para trabajos escritos. NTC 486-6166. Bogota D.C.: instituto, 2018 ISB 9789588585673 153P.


_____. Manómetros: parte 1: manómetro tipo bourdon dimensiones, requisitos de ensayo: Bogotá: ICONTEC, 2001(NTC 1420).





_____. METROLOGÍA. CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS DE LOS ELEMENTOS SENSORES ELÁSTICOS USADOS PARA MEDICIÓN DE PRESIONES. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN: Bogotá: ICONTEC, 1987(NTC 2262).

ANEXOS

ANEXO A.
HOJA DE DATOS SENSOR

Hoja de datos sensor de distancia



Referencia de pedido

OMT100-R101-2EP-IO-V31-L
 Medidor para distancias
 con conector macho M8 x 1, 4 polos

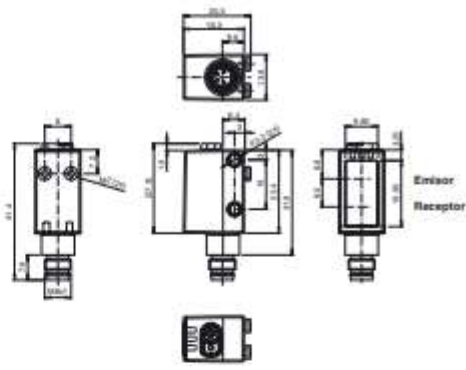
Características

- Diseño en miniatura con opciones de montaje versátiles
- Sensores de distancia compactos con un diseño pequeño y estandarizado.
- Tecnología multipixel (MPT): evaluación de la señal exacta y precisa.
- Sensores láser DuraBeam: duraderos y utilizables como LED
- Interface IO-Link para datos de servicio y proceso

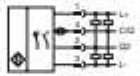
Información de producción

La serie R101 de sensores ópticos en miniatura son los primeros dispositivos de su tipo en ofrecer una solución completa en un pequeño diseño único estándar, desde sensor fotoeléctrico de barrera hasta un dispositivo de medición de distancia. Como resultado de este diseño, los sensores son capaces de realizar prácticamente todas las tareas estándar de automatización. Toda la serie permite que los sensores se comuniquen mediante IO-Link. Los sensores láser DuraBeam son duraderos y pueden utilizarse de la misma forma que un sensor estándar. El uso de la tecnología Multi Pixel ofrece a los sensores estándar un alto nivel de flexibilidad y les permite adaptarse con mayor ef-

Dimensiones



Conexión eléctrica

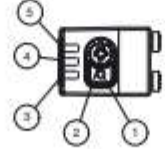


Fijación de acordar

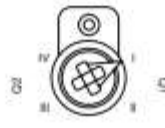
Color de conductor según DIN EN 60754-2

1	BLU
2	BRN
3	BLK
4	GRN

Elementos de indicación y manejo



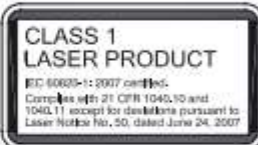


1	Botón de aprendizaje
2	Interruptor giratorio de modo
3	Indicador de salida de conmutación Q2
4	Indicador de salida de conmutación Q1
5	Indicador de funcionamiento



I	Salida de conmutación 1 (punto de conmutación B)
II	Salida de conmutación 1 (punto de conmutación A)
III	Salida de conmutación 2 (punto de conmutación A)
IV	Salida de conmutación 2B
V	Bloqueo de lectado

1408 - Fecha de edición: 2010/05/08 107075-00000_001.es1

Datos técnicos		Láser etiqueta
Datos generales		   Accessories V31-GM-2M-PUR Conector hembra M8 de 4 polos, cable PUR V31-WM-2M-PUR Conector hembra M8 de 4 polos, cable PUR IO-Link-Master02-USB IO-Link maestro, alimentación mediante puerto USB o alimentación independiente, indicadores LED, conector M12 para conexión del sensor Pueden encontrarse otros accesorios en www.pepperl-fuchs.com
Rango de medición	40 ... 100 mm	
Objeto de referencia	Bianco estándar, 100 mm x 100 mm	
Emisor de luz	Diodo láser	
Tipo de luz	Luz alarma, roja	
Características láser		
Nota	LUZ LASER - NO MIRAR FLUJENTE AL HAZ	
Clase de láser	1	
Longitud de onda	680 nm	
Divergencia del haz	> 5 mrad @ 63 dB < 1 mm en el rango de 50-250 mm	
Duración del impulso	3 µs	
Índice de repetición	aprox. 3 MHz	
Energía máx. impulso	15,2 µJ	
Desviación del ángulo	máx. +/- 1,5 °	
Diámetro del haz de luz	aprox. 3 mm a una distancia de 100 mm	
Ángulo de apertura	aprox. 2 °	
Límite de luz extraña	EN 60347-5-2 : 30000 Lux	
Resolución	0,1 mm	
Datos característicos de seguridad funcional		
MTTF _e	560 a	
Duración de servicio (T ₉₀)	20 a	
Factor de cobertura de diagnósticos (DC)	0 %	
Elementos de indicación y manejo		
Indicación de trabajo	LED verde: Eje: encendido parpadeo (4 Hz): cortocircuito parpadeo con breves interrupciones (1 Hz): modo de IO-Link	
Indicación de la función	LED amarillo: Eje: salida de conmutación activa apagado: salida de conmutación inactiva	
Elementos de mando	Tactil TEACH-IN	
Elementos de mando	Interruptor giratorio de 5 etapas para la selección de modos de funcionamiento	
Datos eléctricos		
Tensión de trabajo	U _B 10 ... 30 V CC	
Rizado	máx. 10 %	
Corriente en vacío	I _B < 25 mA tensión de alimentación de 24 V	
Clase de protección	II	
Interfaz		
Tipo de interfaz	IO-Link (sobre C/Q = 4 pines)	
Perfil del equipo	Sensor Smart	
Cuadricia de la transferencia	COM 2 (38.4 kbaudios)	
Versión de IO-Link	1.1	
Tiempo de ciclo mínimo	3 ms	
Amplitud de datos de proceso	Entrada de datos de proceso 3 bit Salida de datos de proceso 2 bits	
Admisión de modo SIO	si	
ID de dispositivo	0x110904 (1116420)	
Tipo de puerto maestro compatible	A	
Salida		
Tipo de conmutación	El ajuste predeterminado es: C/Q - Pin 4: NPN normalmente abierto, PNP normalmente cerrado; IO-Link Q2 - Pin 2: NPN normalmente abierto, PNP normalmente cerrado	
Señal de salida	2 salidas de contrafase, protegidas contra cortocircuitos, contra la inversión de la polaridad, a prueba de sobretensión	
Tensión de conmutación	máx. 30 V CC	
Corriente de conmutación	máx. 100 mA, carga óhmica	
Categoría de usuario	CC-12 y CC-13	
Caída de tensión	U _d ≤ 1,5 V CC	
Tiempo de respuesta	2 ms	
Conformidad		
Interfaz de comunicación	IEC 61131-9	
Norma del producto	EN 60347-5-2	
Seguridad láser	EN 60825-1:2014	
Precisión de medición		

081432 - Fecha de edición: 2010-08 - 2010-08-08 - 0006 - 001 011

Datos mecánicos

Anchura de la carcasa	13,9 mm
Altura de la carcasa	41,4 mm
Profundidad de la carcasa	18,3 mm
Grado de protección	IP67 / IP69 / IP69K
Conexión	Conector macho M8 x 1, 4 pines
Material	
Carcasa	PC (Policarbonato)
Salida de luz	PMMA
Masa	aprox. 10 g

Autorizaciones y Certificados

Autorización UL	E87056, cULus Listed, Fuente de alimentación de clase 2, clasificación tipo 1
Homologación FDA	IEC 60825-1:2007 Complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11 except for deviations pursuant to Laser Notice No. 50, dated June 24, 2007

Preferencias

Aprendizaje:

Puede utilizar el interruptor giratorio para seleccionar el umbral de conmutación correspondiente, A o B, para el aprendizaje de la señal de conmutación **Q1** o **Q2**.

Los LED amarillos indican el estado actual de la salida seleccionada.

Para almacenar un valor de umbral, mantenga pulsado el botón "TI" hasta que los LED amarillos y verdes parpaddeen sincrónicamente (aprox. 1 s). El aprendizaje comienza cuando se suelta el botón "TI".

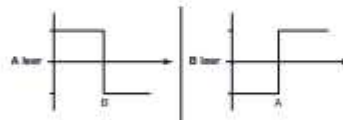
Si el aprendizaje se ha realizado correctamente, los LED amarillos y verdes parpadearán de forma alterna (2,5 Hz).

Si el aprendizaje no se ha realizado correctamente, los LED amarillos y verdes parpadearán rápidamente y de forma alterna (8 Hz).

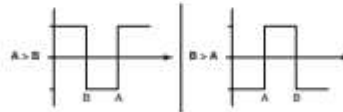
Tras un aprendizaje incorrecto, el sensor sigue funcionando con el ajuste válido anterior después de emitir la señal visual de error correspondiente.

Se pueden definir diferentes modos de conmutación realizando un aprendizaje en relación con los valores de distancia medidos para los umbrales de conmutación A y B.

Modo de punto único:



Modo de intervalo:



Cada umbral de conmutación aprendido puede volver a memorizarse (y sobrescribirse) pulsando el botón "TI" de nuevo.

Pulse el botón "TI" durante más de 4 s para eliminar por completo el valor aprendido. Los LED amarillos y verdes se apagan simultáneamente para indicar que el procedimiento se ha completado. Si el restablecimiento se ha realizado correctamente, los LED amarillos y verdes parpadearán de forma alterna (2,5 Hz).

Restablecimiento de los ajustes predeterminados de fábrica

Pulse el botón "TI" durante más de 10 segundos en la posición "O" del interruptor giratorio para restablecer los ajustes predeterminados de fábrica. Los LED amarillos y verdes se apagan a la vez para indicar el restablecimiento.

El proceso de restablecimiento empieza cuando se suelta el botón "TI" y se indica mediante el LED amarillo. Después del proceso, el sensor trabaja con los ajustes predeterminados de fábrica de inmediato.

DMT:

- Señal de conmutación Q1 de ajustes predeterminados de fábrica: Señal de conmutación activa, modo de intervalo
- Señal de conmutación Q2 de ajustes predeterminados de fábrica: Señal de conmutación activa, modo de intervalo

OQT:

- Señal de conmutación Q1 de ajustes predeterminados de fábrica: Señal de conmutación activa, modo BGS (supresión de fondo)
- Señal de conmutación Q2 de ajustes predeterminados de fábrica:

ANEXO B
COTIZACIONES

Lista precios conectores y caja de mando

Tipo	Descripción	Material		
Pushbuttons				
Incluyen el botón, soporte para fijación posterior y contactos.				
100014644	320362-00A1 1	Pushbutton negro + TNC		46,700
100014652	320362-00A1 1	Pushbutton rojo + TNC		46,700
100014647	320362-00A1 1	Pushbutton verde + TNC		46,700
100014654	320362-10A1 0	Pushbutton rojo de fuerza 40 mm, + TNC, con rotación		80,200
Commutadores de posición				
Incluyen el botón, soporte para fijación posterior y contactos.				
100014650	320362-00A1 1	Posiciones 0-1		59,600
100014667	320362-00A1 1	Posiciones 1-0-0		77,700
100014651	320362-00A1 1	Posiciones 0-1 con leva de seguridad		118,600
Lámparas de señalización				
Incluyen el soporte y soporte para fijación posterior.				
100014673	320364-00A1 0	Rojo con peralampara SMD sin lente		29,800
100014674	320364-00A1 0	Rojo con led	200 ACDC	58,000
100014675	320364-00A1 0	Rojo con led	110V AC	58,000
100014681	320364-00A1 0	Rojo con led	230V AC	58,000
100014676	320364-00A1 0	Amarillo con peralampara SMD sin lente		29,800
100014684	320364-00A1 0	Amarillo con led	200 ACDC	58,000
100014678	320364-00A1 0	Amarillo con led	110V AC	58,000
100014682	320364-00A1 0	Amarillo con led	230V AC	58,000
100014680	320364-00A1 0	Verde con peralampara SMD sin lente		29,800
100014683	320364-00A1 0	Verde con led	200 ACDC	58,000
100014677	320364-00A1 0	Verde con led	110V AC	58,000
100014685	320364-00A1 0	Verde con led	230V AC	58,000
Pushbuttons luminosos				
Incluyen el botón con contacto, soporte para fijación posterior y contactos.				
100014672	320364-00A1 1	Rojo con led	200 ACDC + TNC	118,700
100014686	320364-00A1 1	Rojo con led	110V AC + TNC	118,700
100014689	320364-00A1 1	Rojo con led	230V AC + TNC	118,700
100014688	320364-00A1 1	Amarillo con led	200 ACDC + TNC	118,700
100014690	320364-00A1 1	Amarillo con led	110V AC + TNC	118,700
100014688	320364-00A1 1	Amarillo con led	230V AC + TNC	118,700
100014691	320364-00A1 1	Verde con led	200 ACDC + TNC	118,700

No. de Modelo	Descripción	Precio Lista IVA - Ex. IGT		
Tipo	Accionamiento	Elemento de conexión	Indicación	
Estaciones de mando				
Incluye de reproducción por arriba y por abajo. Incluye caja de material aislante, el accionamiento según su función (pushbutton y/o casquete), el soporte para fijación posterior y el elemento de conexión (contactos y/o peralamparas SMD, sin lámpara).				
100014693	320363-00A1 3	1 pushbutton verde	TNC	118,500
100014691	320363-00A1 3	1 pushbutton rojo	TNC	118,500
100014698	320363-00A1 3	1 pushbutton rojo de fuerza de 40 mm, con rotación	TNC	163,500
100014700	320363-00A1 3	2 pushbuttons (verde, rojo)	TNA, TNC	178,400
100014699	320363-00A1 3	1 lámpara (transparente)	TNA, TNC	245,000

Banco de presión automatizado

	
NIT 860.090.404-7	
Cliente: CALIBRATION SERVICE S.A.S Contacto: ING. SEBASTIAN BUITRAGO Cargo: DIRECTOR DE CALIDAD Dirección: CLL 55 SUR No. 69A 95	NIT: 900.073.613-2 TEL: 2047699 Cel: 312-3602290 FECHA: 13/01/2015 ASUNTO: COTIZACIÓN CALIBRADOR DE ALTA PRESION.
DESCRIPCIÓN	CANT
EL CALIBRADOR DE ALTA PRESIÓN INCLUYE	
PRESSURE RANGE	1
7615 OPERATING FLUID, SEBACATE (DOS) OPERATING FLUID	1
LINES & FITTINGS SET	1
FILTER, DH500 X DH500, 40 MIC (400M)	1
PRESSURE MONITOR, BA100KS 70-110 KPA ABSOLUTE BAROMETER	1
CABLE ASSEMBLY, DB9(M), DB9(F), BLACK, 2 METERS	1
OFERTA EXWORKS.	
SITIO DE ENTREGA: SEATTLE FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA ANTICIPADA. TIEMPO DE ENTREGA: SEIS (6) SEMANAS.	MONEDA US VALIDO HASTA 13/02/2015
TOTAL US	59.439
NOTA: Enviar su orden de compra a nombre de SEI-SISTEMAS E INSTRUMENTACION S.A al correo seigeneral@sei-sa.com o al Fax: 623-33-34.	
	
Gonzalo Rojas Salas - Gerente Comercial Fluke. SEISA Sistemas E Instrumentación S.A. Tel. +571 6449797 Cel. 3138898749 gonzalo.rojas@sei-sa.com www.seisa.com.co Bogotá D.C. Colombia	



NIT: 860.090.404-7

Cliente: CALIBRATION SERVICE S.A.S	NIT: 900.073.613-2
Contacto: ING. SEBASTIAN BUITRAGO	TEL: 2047699 Cel: 312-3602290
Cargo: DIRECTOR DE CALIDAD	FECHA: 13/01/2015
Dirección: CLL 55 SUR No. 69A 95	ASUNTO: COTIZACIÓN CALIBRADOR DE ALTA PRESION.

DESCRIPCIÓN	CANT
EL CALIBRADOR DE ALTA PRESIÓN INCLUYE	
PRESSURE RANGE	1
7615 2ND RANGE, 6000 PSI ABSOLUTE	1
7615 OPERATING FLUID, SEBACATE (DOS) OPERATING FLUID	1
TRIPLE SCALE, STANDARD, RANGE/3	1
TRIPLE SCALE CHANNEL 2, STANDARD, CH2 RANGE/3	1
LINES & FITTINGS SET	1
FILTER, DH500 X DH500, 40 MIC (400M)	1
PRESSURE MONITOR, BA100KS 70-110 KPA ABSOLUTE BAROMETER	1
CABLE ASSEMBLY, DB9(M), DB9(F), BLACK, 2 METERS	1

OFERTA EXWORKS.			
SITIO DE ENTREGA: SEATTLE	MONEDA: US	TOTAL US:	79.302
FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA ANTICIPADA.	VALIDO HASTA: 13/02/2015		
TIEMPO DE ENTREGA: SEIS (6) SEMANAS.			

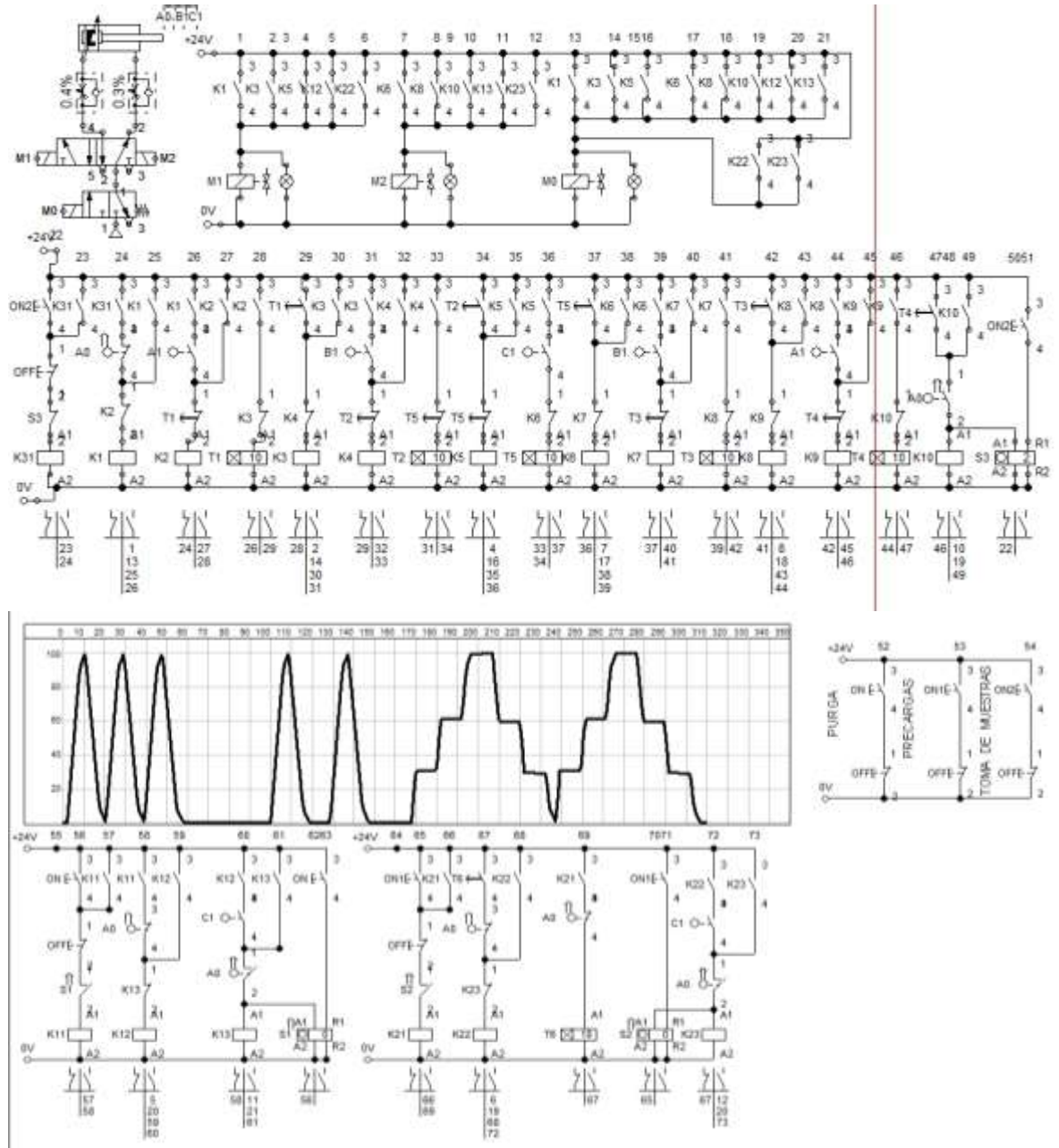
NOTA: Enviar su orden de compra a nombre de SEI-SISTEMAS E INSTRUMENTACION S.A a correo seigeneral@sei-sa.com o al Fax: 623-33-34.



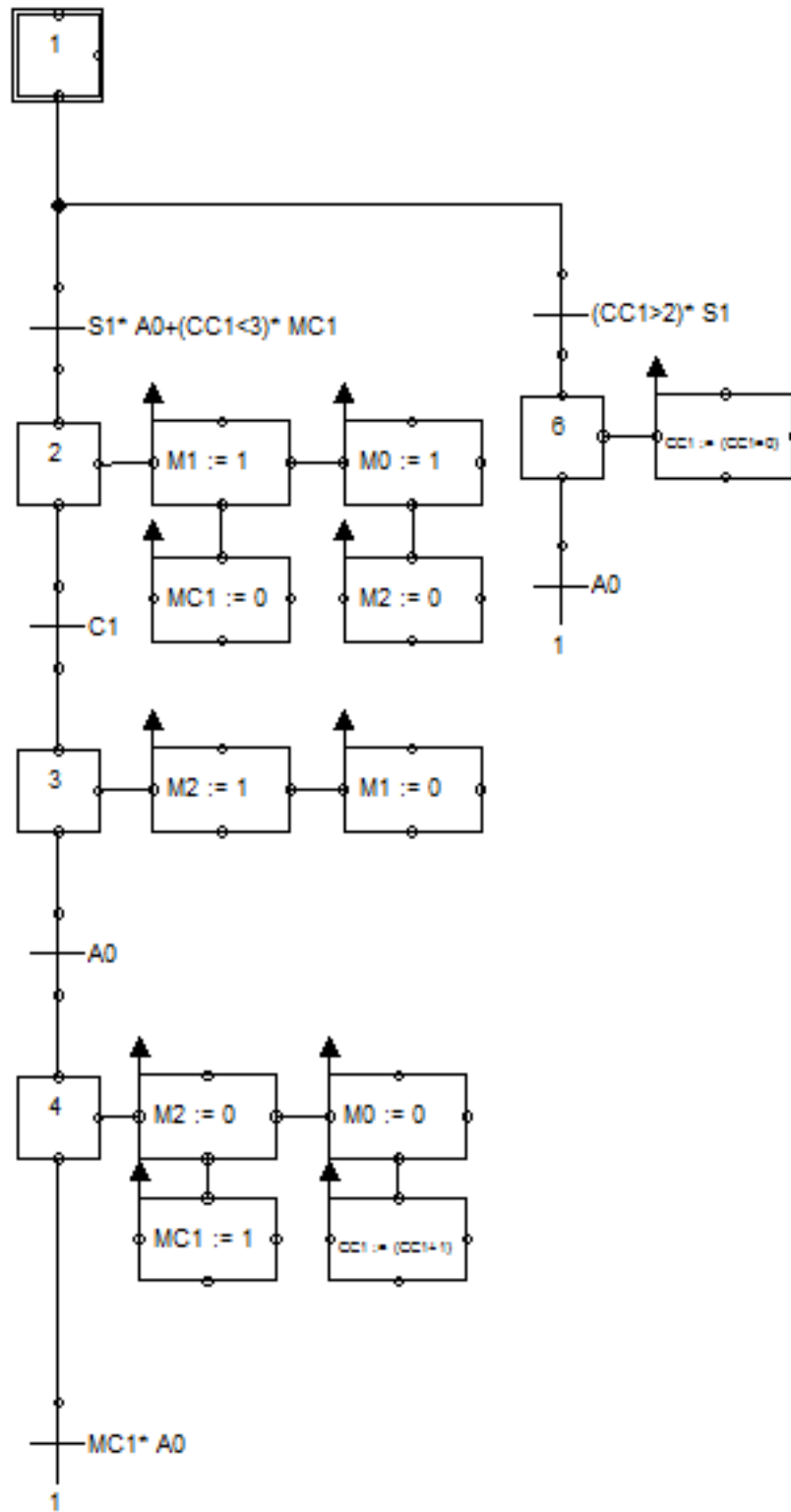
Gonzalo Rojas Salas - Gerente Comercial Fluke.
 SEISA Sistemas E Instrumentación S.A.

ANEXO C
PROGRAMACIÓN

Traducción de la lengua grafcet a esquema electro neumático



Proceso de purga



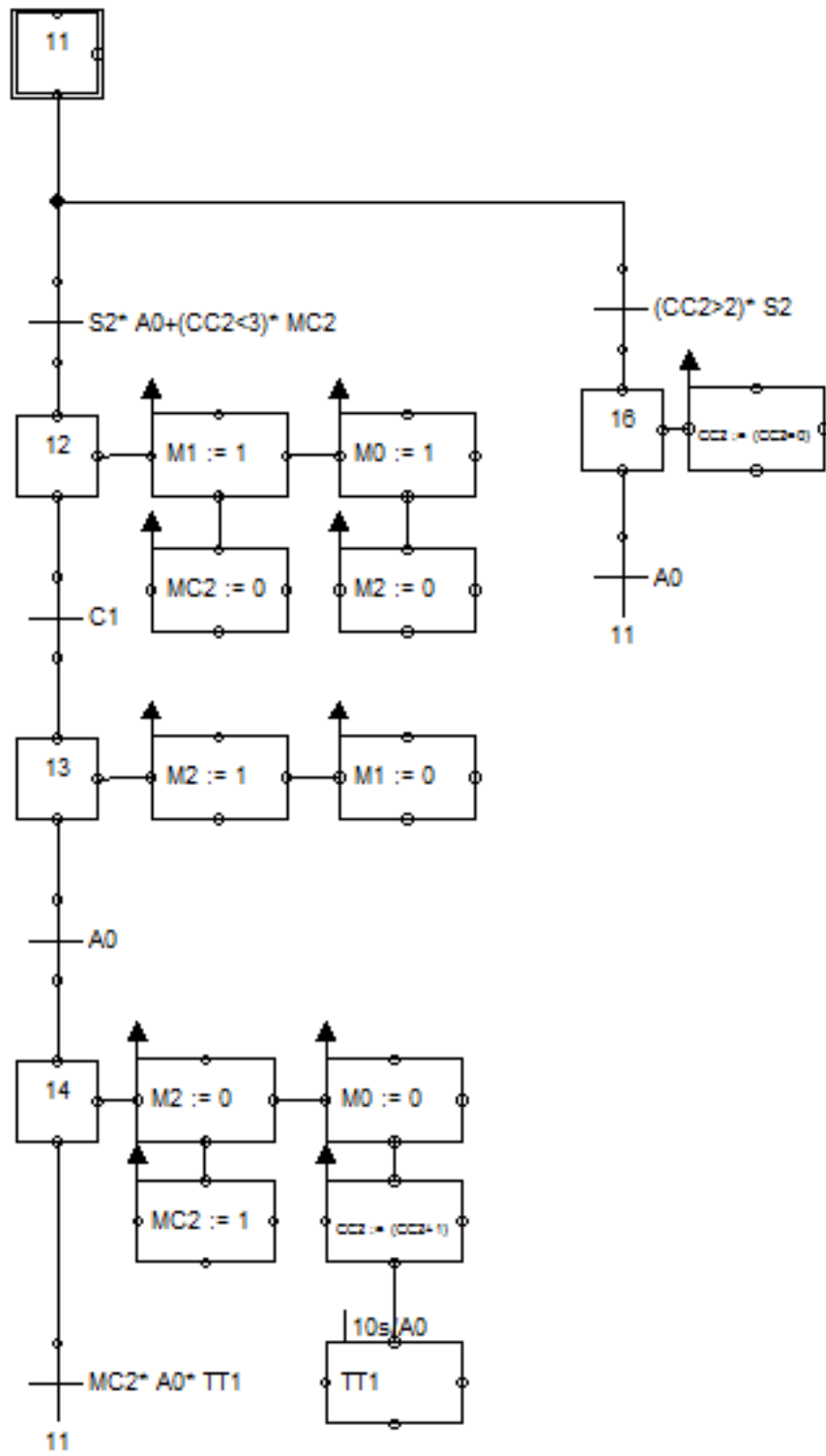
Etapa 1: En esta etapa está todo listo para comenzar a funcionar y si al momento de encontrar una falla o error, este reinicia el proceso hasta que todo esté bien para su proceso.

Etapa 2: Al operario enviar la señal pulsando el botón de purga se comienza a generar presión hasta llegar a su punto máximo programado, luego de esto pasa a la siguiente etapa.

Etapa 3: En esta etapa el proceso es de despresurizar el banco hasta llegar a una presión de 0, dejar un momento estabilizar el fluido.

Este proceso se realiza automáticamente 4 veces y dando así por terminada la parte del purga del sistema, eso si verificando por el operario para dar su punto técnico y así seguir con el proceso; de no ser así, este proceso se repite las veces que el operario requiera hacerlo.

Precarga

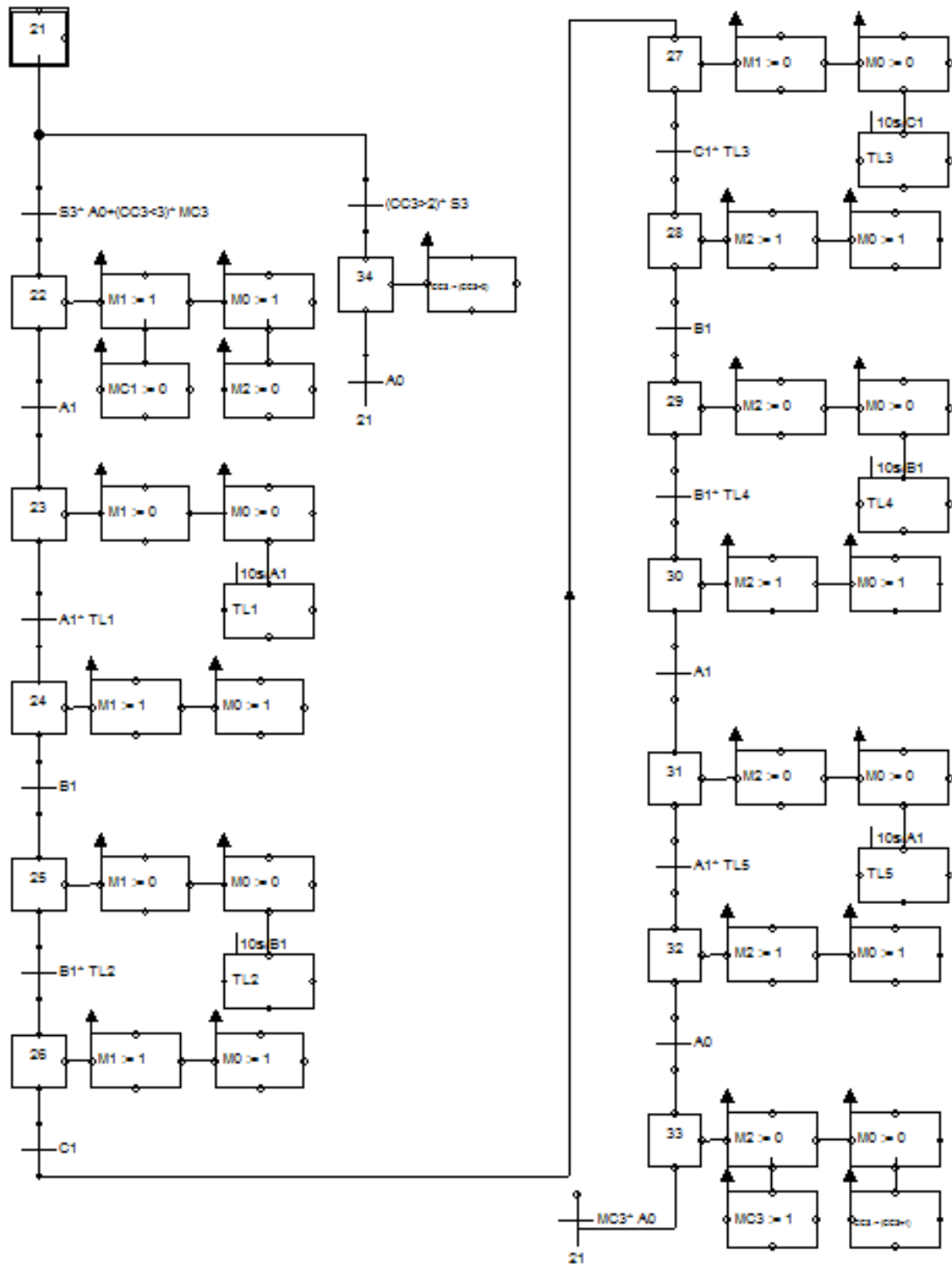


Etapa 12: En esta etapa se realiza un ascenso de presión hasta el punto máximo programado, el cual es el despresuramiento del manómetro a calibrar para que el Bourdon quede en funcionamiento.

Etapa 13: Se realiza la despresurización del sistema hasta la presión 0, luego de llegar a esa presión, se deja un tiempo para que estabilice el fluido.

Etapa 14: Es la que da el tiempo para que el fluido se estabilice en su punto cero y da el paso luego de cierto tiempo para volver a realizar todo el proceso 3 veces más.

Toma de datos



Etapa 22: El operario acciona el botón de toma de medida el cual realiza una elevación de presión hasta el 30% de la presión total.

Etapa 23: Esta etapa estamos a un 30% de la presión el cual nos da un tiempo para la toma de datos en el sistema.

Etapa 24: La presión después de un tiempo sube de nuevo hasta una presión del 60% de su totalidad.

Etapa 25: Luego de llegar la presión al 60% nos da un tiempo prudencial para el registro de los datos al sistema.

Etapa 26: Luego de haber llegado la presión al 60% y esperar el tiempo para el registro de datos se comienza a dar presión hasta llegar al 100% de la presión.

Etapa 27: En la cual el operario tiene tiempo para la toma de datos.

Etapa 28: Se realiza el descenso de la presión del 100% a 60%.

Etapa 29: Etapa de toma de datos por parte del operario, tiempo prudencial.

Etapa 30: Se hace de nuevo otro descenso de presión hasta llegar al 30%.

Etapa 31: Tiempo para que el operario tome sus datos en la hoja de cálculos.

Etapa 32: Por último se realiza el descenso de presión a cero.

Etapa 33: Toma de datos por parte del operario.

Todas estas etapas se repiten 3 veces la cuales le dan la constancia al operario que los datos recolectados son los ideales para dar un certificado de calibración y de no ser así se repetirá la veces que sea necesario este proceso.