

Sistema de Lubricación para el Sistema de Carga del Acelerador TANDAR

Reingeniería: C. Miguez, Colaboración: A. Giaccone, Grupos: Electrónica y Acelerador

Resumen

Mediante el presente informe se detalla la reingeniería e instalación del sistema de lubricación del sistema de carga para lograr una efectiva lubricación de las poleas y cadenas del acelerador TANDAR.

Introducción

Las poleas de nylon de las cadenas del sistema de carga necesitan ser lubricadas periódicamente para asegurar un correcto funcionamiento del sistema. Si las poleas al funcionar, dejan de tener una delgada película de aceite, las cadenas pellean y comienzan a vibrar y se montan torcidas en la canaleta de las poleas debido a la fricción, produciéndose fatiga de materiales en todos sus componentes acortando la vida útil.

El sistema de lubricación original del acelerador había sido desmontado hace años por presentar severas fallas de diseño y funcionamiento, por lo cual las cadenas se lubricaban a mano antes de cerrar el tanque del acelerador luego de una apertura para mantenimiento y reparaciones. Este procedimiento demostró no ser el más adecuado, sobre todo al utilizar un aceite común en vez de un aceite para vacío, que tiene menor presión de vapor y volatilidad.

Objetivo

El objetivo es tomar partes del antiguo sistema de lubricación y realizar las modificaciones necesarias para asegurar un funcionamiento correcto y que lubrique adecuadamente las poleas y cadenas del sistema de carga. Además el sistema funciona con un aceite fluorado para alto vacío marca KRYTOX 1514 de DuPont, que no reacciona con el SF₆ del gas dieléctrico del acelerador.

Alcance

Aumentar la vida útil de las cadenas Pelletron del sistema de carga mediante una correcta lubricación de las poleas de nylon, eliminando o reduciendo a un mínimo vibraciones y fatiga de los materiales de los componentes.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ORIGINAL

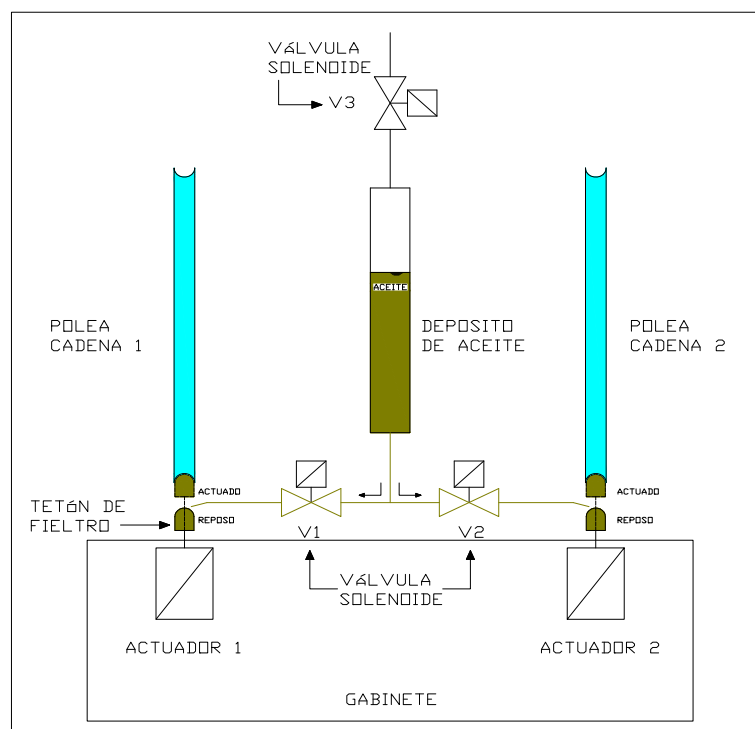
El sistema tiene un depósito contenedor de aceite cuya salida está conectada a dos válvulas solenoides (V1 y V2) en paralelo, cada una de las cuales a través de un tubo de cobre de pequeño calibre derrama aceite sobre un tetón de fieltro, montado sobre un eje que se desplaza axialmente por medio de una bobina solenoide haciendo que el tetón de fieltro una vez mojado con aceite roce la polea y la lubrique. Una tercera válvula V3 se abre junto con V1 y V2 para permitir que baje el aceite.

PRIMERAS PRUEBAS

Hay dos sistemas o dispositivos de lubricación uno para cada tren de cadenas.

El sistema así configurado fue armado provisoriamente y probado en el laboratorio omitiendo la colocación de V3 ya que de operarse la misma habiendo diferencia de presión entre el interior del depósito y el exterior (dentro del acelerador) podría provocar derrames de aceite perjudiciales.

Fig. 1



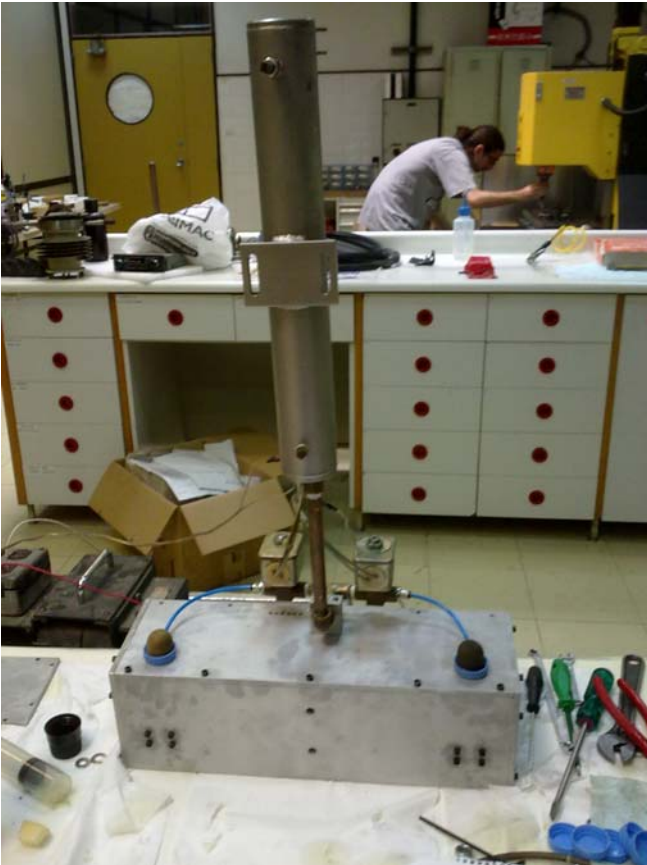


Fig. 2: sistema armado en la mesa de trabajo.

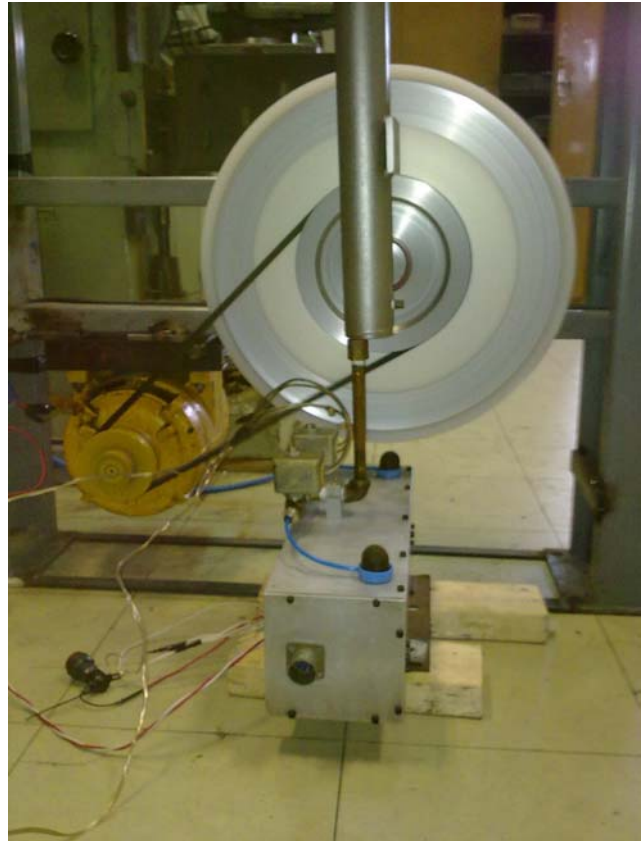


Fig. 3: sistema armado con el probador de cadenas.

El sistema funcionó bien durante las primeras pruebas, verificándose la efectiva lubricación de la polea en el banco de prueba de cadenas.



Fig. 4. Tetón de fieltro embebido en aceite en la posición de "reposo".



Fig. 5. Tetón de fieltro embebido en aceite en la posición de "actuado".

MODIFICACIONES REALIZADAS

Cómo puede observarse en las fotos anteriores una primera modificación fue reemplazar el caño rígido de pequeño calibre que derrama aceite sobre los tetones de fieltro por una manguerita flexible de 2 mm de diámetro interno conectada a un receptáculo a modo de copa que ayuda a acumular aceite por debajo del tetón para que éste lo embeba. El aceite para las pruebas es SAE 20, normalmente utilizado para circuitos hidráulicos.

La segunda modificación fue reemplazar las cuatro válvulas solenoides, que presentaban pérdidas, por válvulas nuevas marca Jefferson con pasaje interno de 5 mm de diámetro (para que presenten baja impedancia al fluir del aceite) con bobina de 110 VCA.

Otra modificación fue introducir las válvulas solenoides dentro del gabinete para lograr que tanto las bobinas como el cableado se encuentren blindados electrostáticamente de posibles chispas y protegidos mecánicamente.



Fig. 6 chapa de características de las válvulas solenoides.



Fig. 7. vista de las válvulas solenoides dentro del gabinete

Se rebobinó una de las bobinas de los actuadores lineales (empujan el tetón de fieltro contra la polea) ya que presentaba circuito abierto, y se repararon los terminales de otra que estaban sueltos.

El receptáculo improvisado debajo del tetón se cambió por una suerte de copa diseñada a tal fin, en aleación de aluminio para cada uno de los tetones lubricadores. La copa se fija por medio de dos tornillos al gabinete y el eje del actuador se desplaza axialmente a través de la misma por un retén hidráulico encastrado en el fondo de la copa. El tetón de fieltro queda parcialmente dentro de la copa y se embebe al abrirse la válvula solenoide correspondiente el aceite llega a la copa por una manguerita conectada mediante un conector rápido y embebe el tetón.

Se descartaron los dosificadores originales y se construyeron depósitos individuales para cada lubricador, que a modo de una copa contienen una adecuada cantidad de aceite para embeber al tetón de fieltro que se aloja parcialmente en su interior. El aceite llega a la copa conducido por mangueritas plásticas flexibles desde su válvula solenoide correspondiente. El eje del actuador se desplaza a través del fondo de la copa por un reten de aceite (que evita el derrame de aceite), Fig. 8 y 9. Para la colocación del reten se debieron pulir a espejo los ejes de los solenoides que se deslizan por los retenes de aceite ubicados en el fondo de las copas o depósitos individuales.

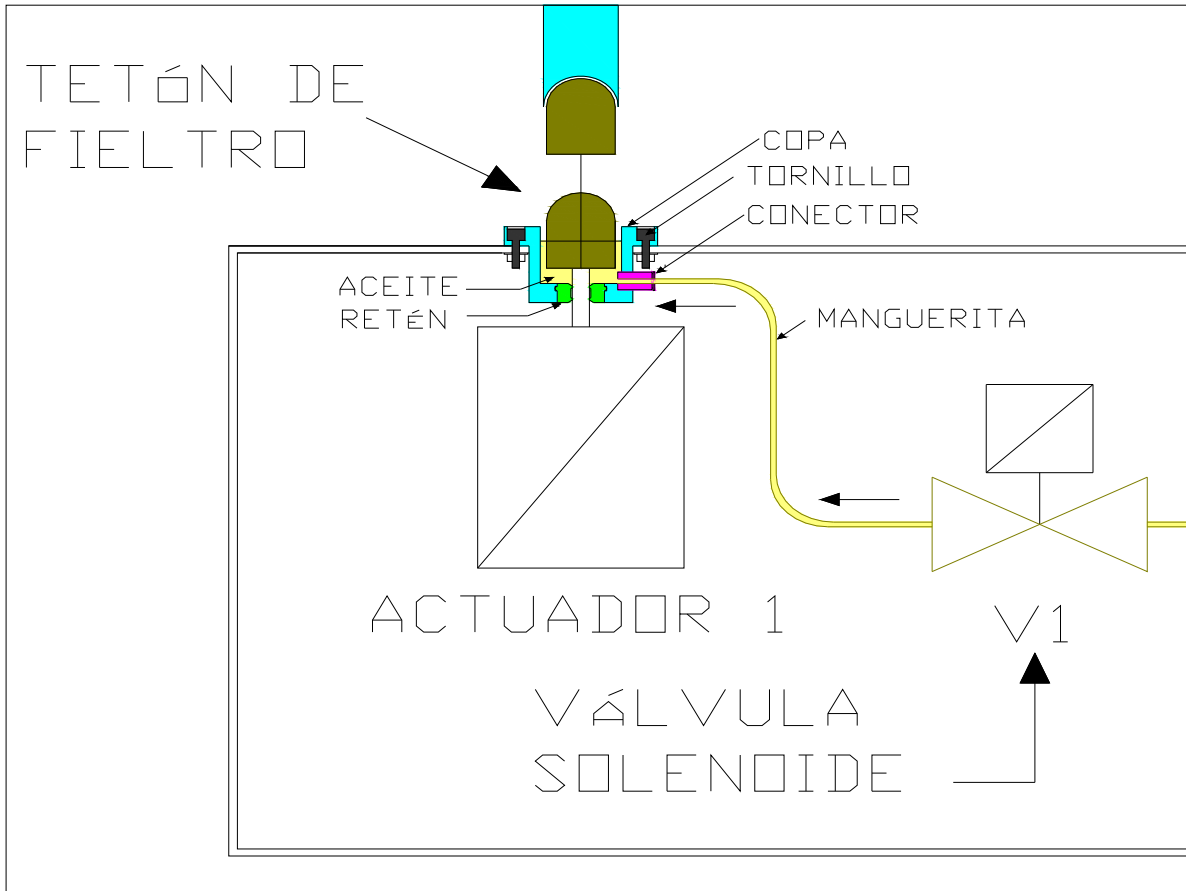


Fig. 8. Detalle del diseño final.

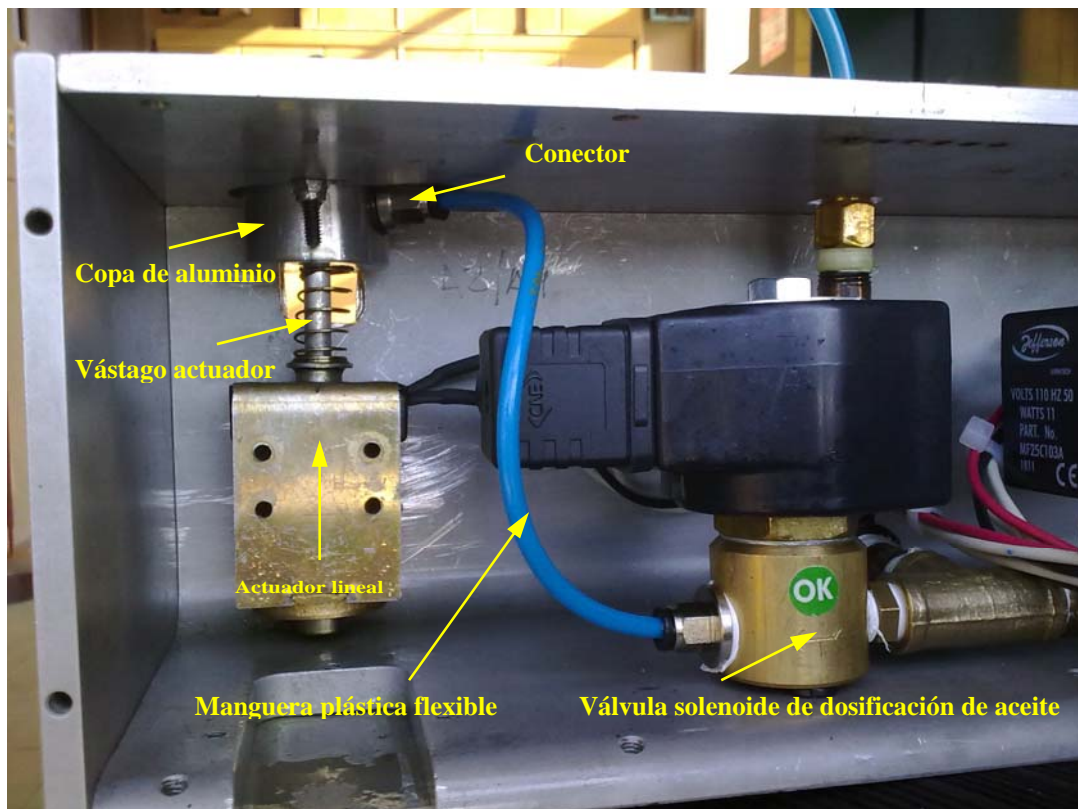
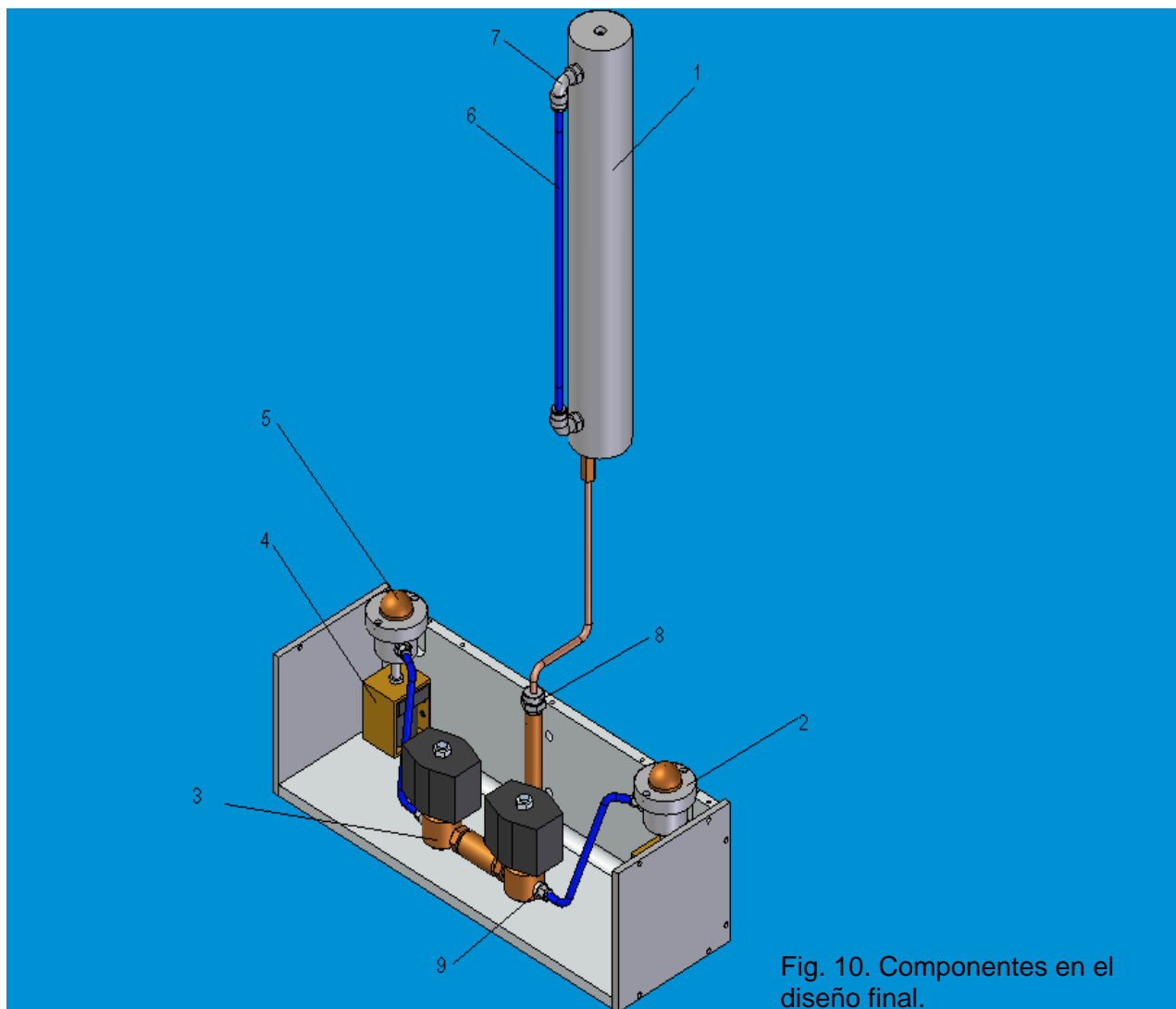


Fig. 9. Detalle del actuador lineal con su vástago, copa, manguerita de conexión y válvula solenoide

Para la correcta alineación del tetón con la polea, se realizaron “de correderas” para poder modificar la posición de los actuadores solenoides y las copas de aluminio sobre el cual se monta el tetón de fieltro lubricador, para así tener un correcto posicionamiento.

Finalmente el sistema tiene un depósito de aceite con un nivel para visualizar el nivel de aceite en su interior. A la salida del depósito se instaló una válvula esférica para poder cerrar el depósito. También se removió la válvula solenoide que iba instalada en la parte superior del depósito en el diseño original, que se accionaba conjuntamente con las válvulas solenoides dosificadoras, por considerarla innecesaria y hasta peligrosa ya que no permite equilibrar la presión interna del depósito con la externa (en el tanque del acelerador pueden haber hasta 8 bar de presión de gas dieléctrico). En la siguiente figura puede verse un diagrama del diseño final y sus componentes.



Nº de Pieza	Designación	Descripción
1	Deposito	NEC
2	Cazoleta Lubricación	Diseño CNEA
3	Válvula Solenoide	Jefferson 110 Volts
4	Solenoide	NEC 110 Volts
5	Dedo Lubricador	NEC
6	Medidor de Nivel	Diseño CNEA
7	Acople Festo 90°	1/8 x 6
8	Acople Festo	1/4 x 6
9	Acople Festo	1/8 x 4

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Como puede observarse en la Fig.11 y 12, el aceite contenido en el depósito se encuentra siempre a la misma presión que reina en el interior del tanque del acelerador. Con la válvula V3 abierta si se abre durante un tiempo determinado la válvula solenoide V1 ó V2 el aceite es conducido a la copa

correspondiente. Allí moja al tetón de fieltro que después de cierto tiempo se encuentra totalmente embebido en aceite y puede ser accionado con el actuador lineal que lo levanta y lo hace rozar contra la polea de la cadena durante el giro, depositando sobre ella una delgada película de aceite, es decir lubricándola. El proceso se repite cada número determinado de horas de funcionamiento y es controlado por un autómata programable.

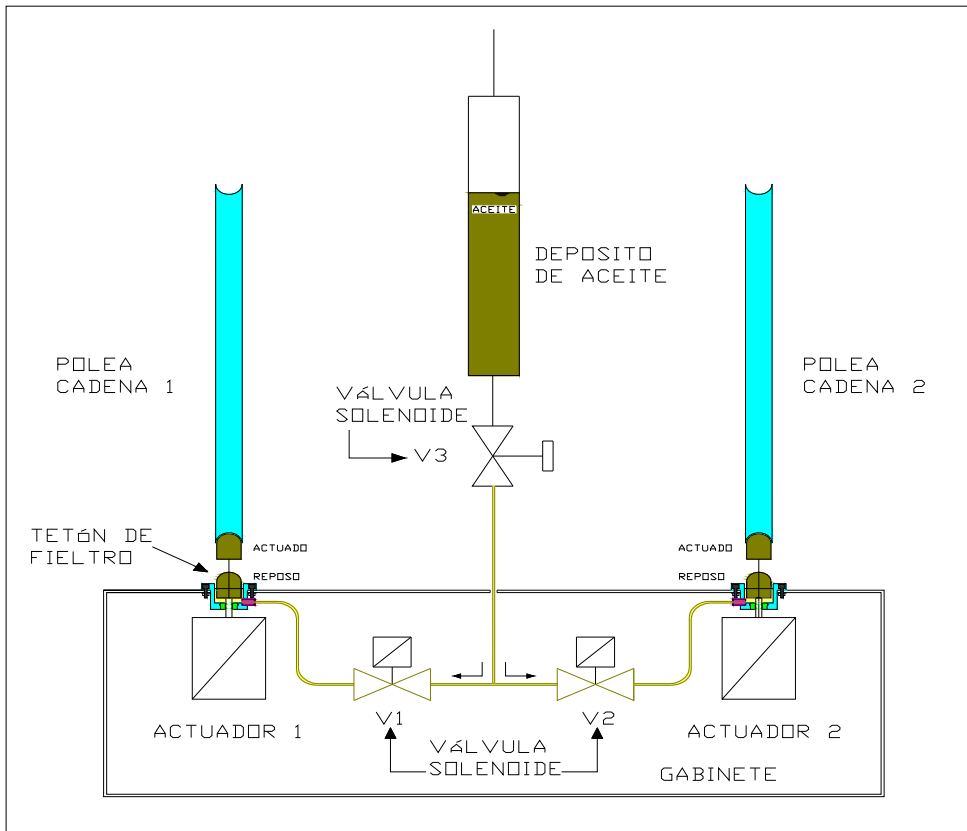


Fig.11. Esquema del diseño final del sistema de lubricación.

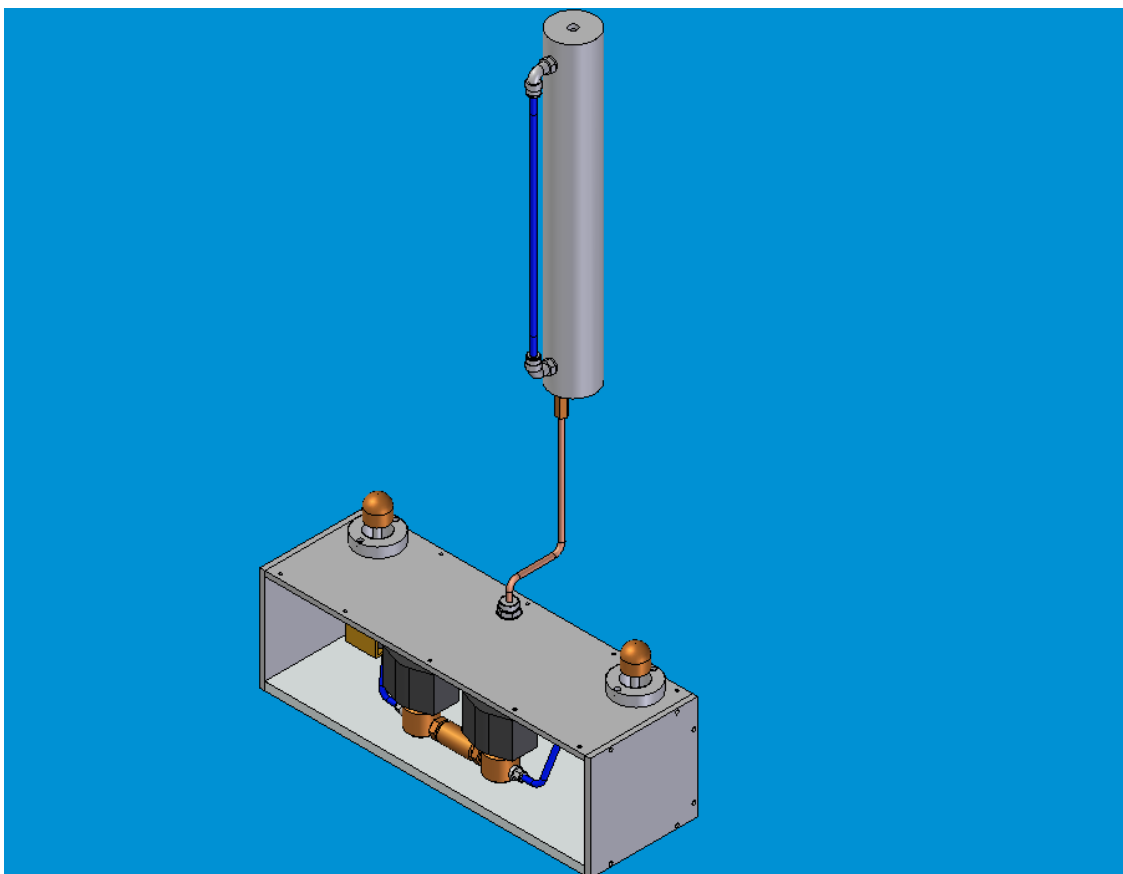


Fig. 12. Detalle del diseño final, lubricadores en posición "actuado".

MONTAJE MECÁNICO EN EL ACELERADOR

Luego de varias pruebas en las que se fueron corrigiendo pequeños defectos hasta que todo funcionaba correctamente se procedió al montaje del sistema de lubricación dentro del acelerador, el cual resultó relativamente simple más allá de que hubo que hacer algunas adaptaciones para posicionarlo mejor. Una vez montados los sistemas se alinearon correctamente en base a las poleas, los tetones actuadores lineales y copas de aluminio. Se montaron también los depósitos de aceite.

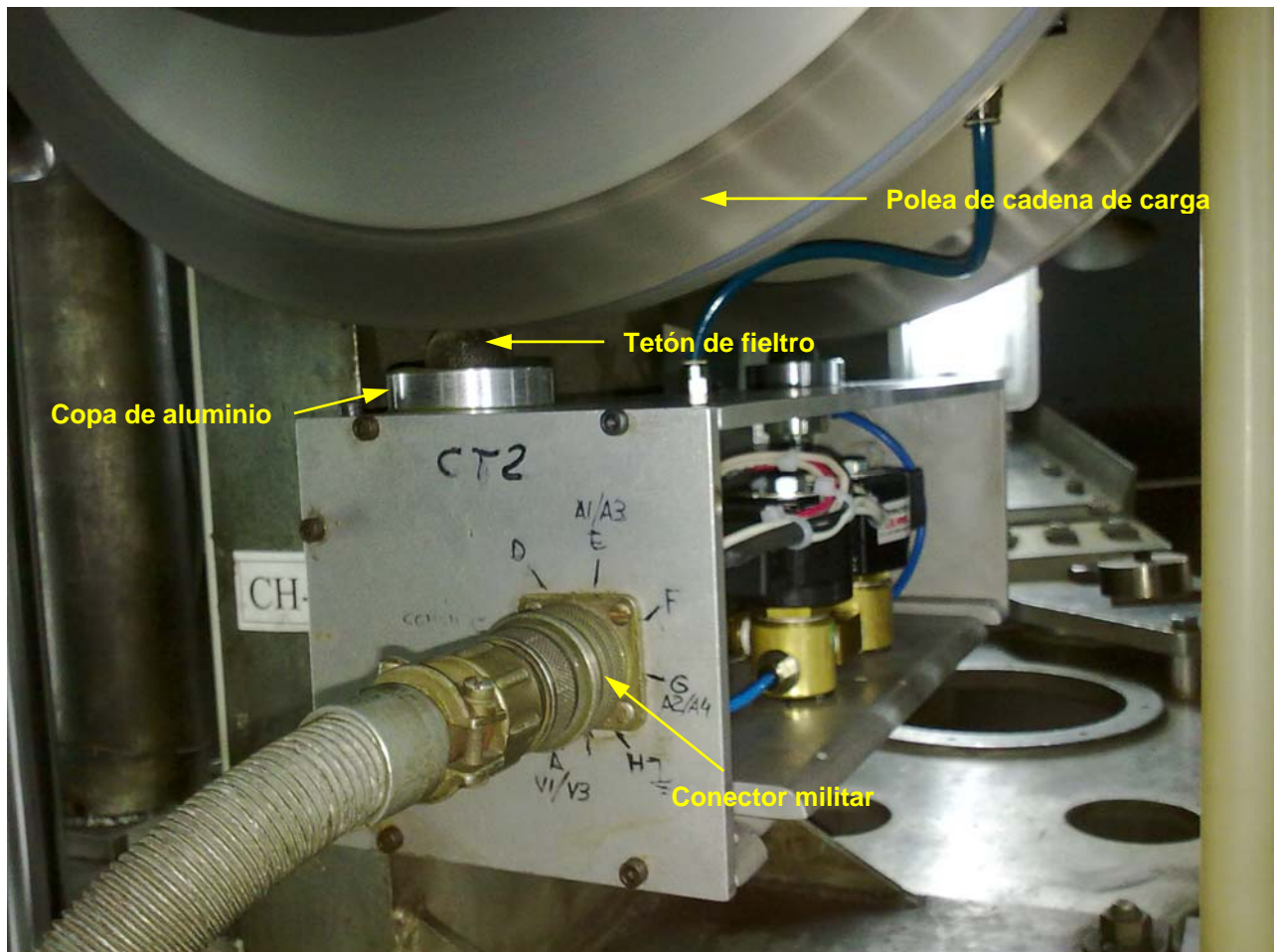


Fig. 13. Gabinete del sistema lubricador CT2 durante el montaje.

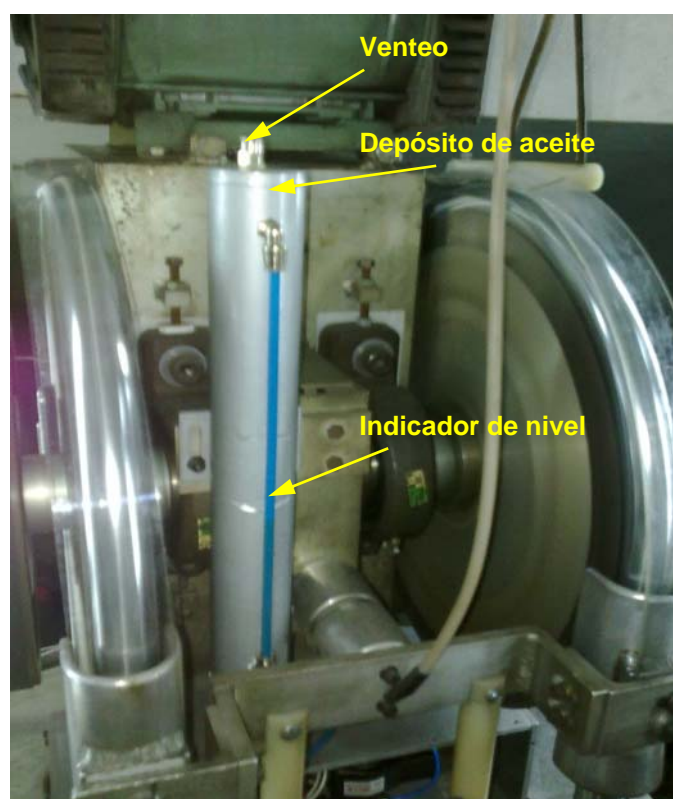


Fig. 14. Depósito de aceite con su indicador de nivel.

Una vez realizado el montaje mecánico se procedió al recableado, ya que los cables originales eran insuficientes, y al conexionado de los mismos en las borneras del FEED-TRHU F2, el cual se encuentra en la cúpula del tanque a la derecha del ascensor unipersonal. Además se reconexionaron los conectores militares que se conectan a los gabinetes de los lubricadores dentro del acelerador. Se hicieron nuevas conexiones en los pasantes del tanque del acelerador y se armaron cables especiales para conectar el gabinete con el autómata programable a los FEED-THRU, a los variadores de velocidad de CT1 Y CT2 y al tablero que conduce las señales desde y hacia la consola de comando del acelerador.

EL ACEITE ADECUADO

Todas las pruebas se hicieron con aceite Normal SAE 20, pero el aceite adecuado para la lubricación de las poleas y cadenas del sistema de carga es otro muy distinto. Debe tener ciertas características especiales dadas las condiciones dentro del tanque de presión del acelerador. Debe tener baja evaporación, ser resistente a los químicos producto de la descomposición del gas dieléctrico debido a las chispas, ser químicamente estable, y ser "pegajoso", es decir tener la viscosidad adecuada para mantenerse adherido a las superficies que debe lubricar. El aceite seleccionado es el KRYTOX 1514 de DuPont, cuya documentación técnica de características se anexa al final del informe.

SISTEMA DE CONTROL DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

El sistema de lubricación de las poleas y cadenas del sistema de carga fue pensado para ser controlado automáticamente. Cuenta también con la posibilidad de ser operado en forma manual, pero sin dejar de ser automático.

El sistema de control se diseñó a partir de un autómata programable de SIEMENS modelo LOGO! 230 RC con un módulo de expansión DM8 230R, configuración que cuenta con la cantidad suficiente de entradas-salidas requeridas para la operación automática del sistema. Como puede observarse en el plano adjunto el sistema controlador se alimenta con 115 VCA a través de un interruptor termo magnético bipolar de 3 Ampère de capacidad que actúa como llave de encendido y protección general del sistema. Aguas abajo del mismo se encuentran 4 interruptores termo magnéticos unipolares de 1 Ampère de capacidad, cada una de las cuales alimenta las bobinas de las válvula solenoide paso de aceite (V1, V2, V3, V4) de y la bobina del actuador lineal (A1, A2, A3, A4) de cada cadena, además habilita cada cadena para su lubricación. El sistema sólo funciona si está encendido el variador de velocidad de las cadenas (CT1 y CT2).

El autómata LOGO! cuenta con 8 entradas y 4 salidas de relés NA y el módulo de expansión aporta otras 4 salidas de relés NA. Estas salidas energizan secuencialmente las válvulas solenoides y los actuadores de los sistemas de lubricación de CT1 y CT2 según el programa de control almacenado. Además se puede efectuar la lubricación manual de los mismos accionando los pulsadores PAD OIL CT1 y/o PAD OIL CT2 en la consola del acelerador mientras el sistema sigue operando automáticamente.

El autómata programable que abre y cierra las válvulas y acciona los tetones embebidos en aceite de acuerdo al programa almacenado en el mismo. Los tiempos entre ciclos de lubricación así como los tiempos de apertura de válvulas y accionamiento de los tetones fueron prefijados de antemano de acuerdo a las pruebas de lubricación hechas durante la puesta en marcha.

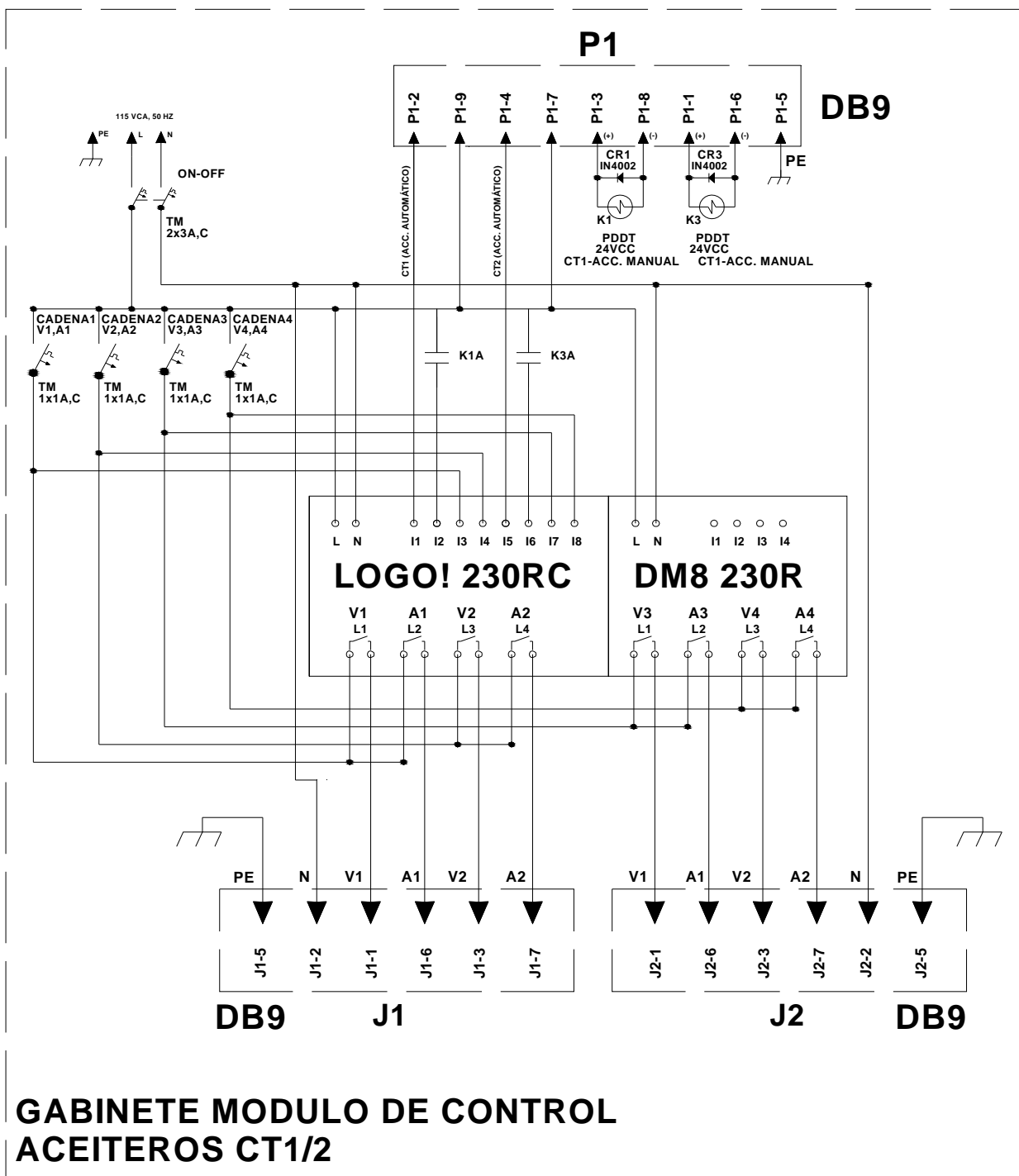
Se adjunta como anexo con la documentación del programa de control y la planilla de verificación de parámetros.

En la siguiente página se pueden ver los planos eléctricos y las planillas de conexiones.

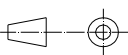
Fecha: / /

SISTEMA DE LUBRICACIÓN CADENAS DE CARGA

Pág.: de



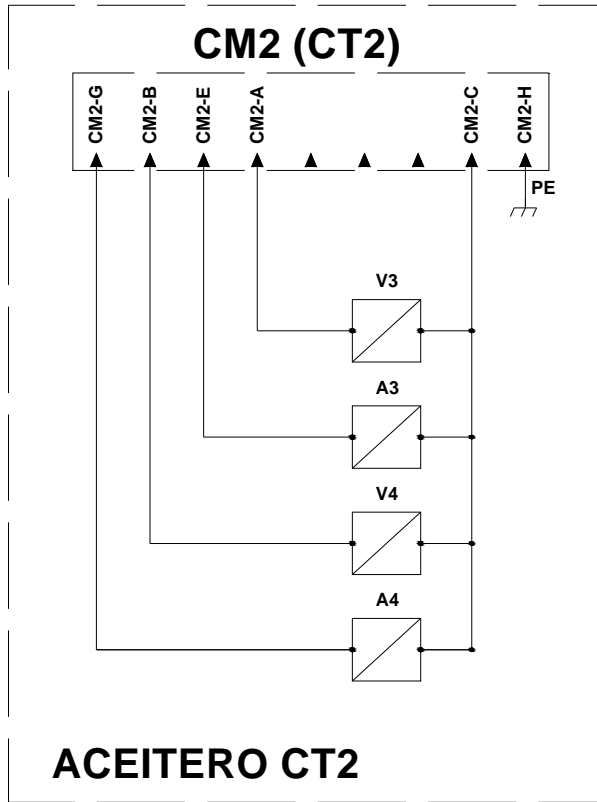
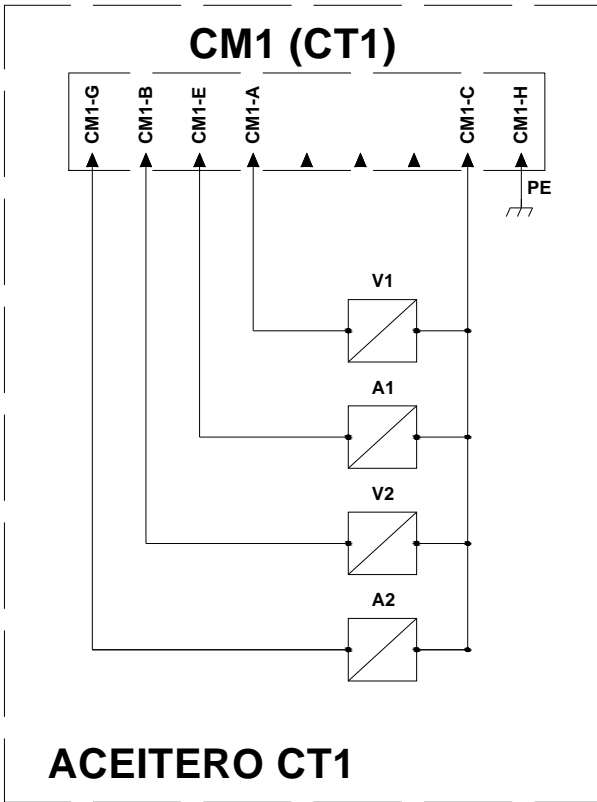
**GABINETE MODULO DE CONTROL
ACEITEROS CT1/2**

A	01/06/09	Preparó:	/ /	Unidades: mm
Versión	Fecha	Verificó:	/ /	Tolerancia: n.e.: ±
Estado de revisión		Aprobó:	/ /	Escala:
Ref.:		ESQUEMA ELÉCTRICO MODULO DE CONTROL DE ACEITEROS POLEAS DE CADENAS DE CARGA		
Archivo:				
Acelerador TANDAR				
PLANO: CAC - TANDAR - CADENA CARGA			HOJA: /	

Fecha: / /

SISTEMA DE LUBRICACIÓN CADENAS DE CARGA

Pág.: de



A	01/06/09	Preparó:	/ /	Unidades: mm
Versión	Fecha	Verificó:	/ /	Tolerancia: n.e.: ±
Estado de revisión		Aprobó:	/ /	Escala:
Ref.:		ESQUEMA ELECTRICO DE ACEITEROS POLEAS DE CADENAS DE CARGA		
Archivo:				
Acelerador TANDAR			PLANO: CAC - TANDAR - CADENA CARGA HOJA: /	

PLANILLA DE CONEXIONADO ACEITERO CT1												
CONTROL SOBRE (SALIDA)	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	GABINETE CONTROL ACEITEROS CT1 Y CT2		LINEAS DENTRO DE CAÑO METÁLICO		PARED TANQUE	PARED TANQUE	LINEAS DENTRO DE CAÑO METÁLICO		GABINETE ACEITERO CT1	
			SALIDA LOGO	BORNE J1 (DB9) GABINETE	BORNE J1 (DB9) AEREO	COLOR CABLE	BORNE FEED THRU F2 EXTERNO	BORNE FEED THRU F2 INTERNO	COLOR CABLE	BORNE CONECTOR MILITAR CM1	BORNE CONECTOR MILITAR CM1	BOBINA DE
V1	VÁLVULA SOLENOIDE	PASO DE ACEITE CADENA 1	L1	J1-1	J1-1	ROJO	1	1	---	A	A	V1
A1	ACTUADOR LINEAL	LUBRICACIÓN CADENA 1	L2	J1-6	J1-6	NEGRO (DEL ROJO)	4	4	---	E	E	A1
V2	VÁLVULA SOLENOIDE	PASO DE ACEITE CADENA 2	L3	J1-3	J1-3	BLANCO	2	2	---	B	B	V2
A2	ACTUADOR LINEAL	LUBRICACIÓN CADENA 2	L4	J1-7	J1-7	NEGRO (DEL BLANCO)	5	5	---	G	G	A2
	COMUN			J1-2	J1-2	VERDE	3	3	---	C	C	
	TIERRA			J1-5	J1-5	DESNUDO	6	6	---	H	H	

PLANILLA DE CONEXIONADO ACEITERO CT2												
CONTROL SOBRE (SALIDA)	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	GABINETE CONTROL ACEITEROS CT1 Y CT2		LINEAS DENTRO DE CAÑO METÁLICO		PARED TANQUE	PARED TANQUE	LINEAS DENTRO DE CAÑO METÁLICO		GABINETE ACEITERO CT2	
			SALIDA LOGO	BORNE J2 (DB9) GABINETE	BORNE J2 (DB9) AEREO	COLOR CABLE	BORNE FEED THRU F2 EXTERNO	BORNE FEED THRU F2 INTERNO	COLOR CABLE	BORNE CONECTOR MILITAR CM2	BORNE CONECTOR MILITAR CM2	BOBINA DE
V3	VÁLVULA SOLENOIDE	PASO DE ACEITE CADENA 3	L1	J2-1	J1-1	ROJO	7	7	---	A	A	V3
A3	ACTUADOR LINEAL	LUBRICACIÓN CADENA 3	L2	J2-6	J1-6	NEGRO (DEL ROJO)	10	10	---	E	E	A3
V4	VÁLVULA SOLENOIDE	PASO DE ACEITE CADENA 4	L3	J2-3	J1-3	BLANCO	8	8	---	B	B	V4
A4	ACTUADOR LINEAL	LUBRICACIÓN CADENA 4	L4	J2-7	J1-7	NEGRO (DEL BLANCO)	11	11	---	G	G	A4
	COMUN			J2-2	J1-2	VERDE	9	9	---	C	C	
	TIERRA			J2-5	J1-5	DESNUDO	6	6	---	H	H	

PLANILLA DE CONEXIONADO ACEITERO CT1								
CONTROL SOBRE (ENTRADA)	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	GABINETE CONTROL ACEITEROS CT1 Y CT2		CABLE POR BANDEJA		TERMINACIÓN	
			ENTRADA LOGO!	BORNE GABINETE	BORNE P1 (DB9) AEREO	COLOR CABLE	BORNE	
K1	RELÉ 24VCC	ACCIONAMIENTO REMOTO PO CT1 DESDE CONSOLA	I2	P1-1 (+)	P1-1 (+)	AZUL		CONSOLA ACEL.
				P1-6 (-)	P1-6 (-)	NEGRO (DEL AZUL)		
K3	RELÉ 24VCC	ACCIONAMIENTO REMOTO PO CT2 DESDE CONSOLA	I6	P1-3 (+)	P1-3 (+)	ROJO		CONSOLA ACEL.
				P1-8 (-)	P1-8 (-)	NEGRO (DEL ROJO)		
I1	ENTRADA LOGO!	ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO AL ENCENDER VARIADOR CT2	I1	P1-2	P1-2	BLANCO	21	VARIADOR DE VELOCIDAD DE CT1
			L (115VCA)	P1-7	P1-7	NEGRO (DEL BLANCO)	22	
I5	ENTRADA LOGO!	ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO AL ENCENDER VARIADOR CT2	I5	P1-4	P1-4	VIOLETA	21	VARIADOR DE VELOCIDAD DE CT2
			L (115VCA)	P1-9	P1-9	NEGRO (DEL VIOLETA)	22	
	TIERRA			P1-5	P1-5	DESNUDO	?	CONSOLA

PLANILLA VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS CONTROLADOR ACEITEROS				
FECHA : / /		OBSERVACIONES:		
HORA: :				
	PARAMETRO	FUNCIÓN	REFERENCIA	VALORES
1	CCA1-CT1	CONTADOR CICLOS DE LUB. AUT. CT1		
2	CCM-CT1	CONTADOR CICLOS DE LUB. MAN CT1		
3	CCA1-CT2	CONTADOR CICLOS DE LUB. AUT. CT2		
4	CCM-CT2	CONTADOR CICLOS DE LUB. MAN CT2		
5	CV1	CONTADOR CICLOS V1	x1	
6	CA1	CONTADOR CICLOS A1	x3	
7	CV2	CONTADOR CICLOS V2	x1	
8	CA2	CONTADOR CICLOS A2	x3	
9	CV3	CONTADOR CICLOS V3	x1	
10	CA3	CONTADOR CICLOS A3	x3	
11	CV4	CONTADOR CICLOS V4	x1	
12	CA4	CONTADOR CICLOS A4	x3	
13	HCM-CT1 (MI)	CONTADOR HORAS / CICLO	64	
14	HCM-CT1 (OT)	CONTADOR HORAS DE FUNCIONAMIENTO		
15	HCM-CT1 (MN)	CONTADOR TIEMPO RESTANTE (HORAS)		
16	TV12 (TH)	DURACIÓN (ANCHO) DE IMPULSOS (V1 y V2)	2:30 SEG	
17	TV12 (TL)	PAUSA ENTRE IMPULSOS (V1 y V2)	0:00 SEG	
18	TV12 --	NÚMERO DE CICLOS	1	
19	TA12 (TH)	DURACIÓN (ANCHO) DE IMPULSOS (A1 y A2)	3:00 SEG	
20	TA12 (TL)	PAUSA ENTRE IMPULSOS (A1 y A2)	2:00 MIN	
21	TA12 --	NÚMERO DE CICLOS (A1 y A2)	3	
22	HCM-CT2 (MI)	HORAS / CICLO	64	
23	HCM-CT2 (OT)	CONTADOR HORAS DE FUNCIONAMIENTO		
24	HCM-CT2 (MN)	CONTADOR TIEMPO RESTANTE (HORAS)		
25	TV34 (TH)	DURACIÓN (ANCHO) DE IMPULSOS (V3 y V4)	2:30 SEG	
26	TV34 (TL)	PAUSA ENTRE IMPULSOS (V3 y V4)	0:00 SEG	
27	TV34 --	NÚMERO DE CICLOS	1	
28	TA34 (TH)	DURACIÓN (ANCHO) DE IMPULSOS (A3 y A4)	3:00 SEG	
29	TA34 (TL)	PAUSA ENTRE IMPULSOS (A3 y A4)	2:00 MIN	
30	TA34 --	NÚMERO DE CICLOS (A3 y A4)	3	

