

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Reactivación y puesta en marcha a banco de amortiguadores para la certificación de vehículos livianos.

Didier Andrés Arango Giraldo.

Ingeniería mecatrónica.

**Director.
Juan Gonzalo Ardila Marín.**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO.
MEDELLIN.
2018.**

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Resumen.

Debido a la necesidad de certificar amortiguadores del parque automotor de categoría liviana en Colombia, se dispone a recuperar el módulo de amortiguadores desarrollado y fabricado por el grupo de investigación MATyER del ITM, el banco de amortiguadores permite caracterizar, diagnosticar, y predecir la vida útil de amortiguadores para vehículos livianos bajo la norma colombiana NTC 1711. Este se encontraba en estado de abandono y con falencias en cuanto al cumplimiento de norma eléctrica NTC2050, desajuste mecánico y factores externos que están generando problemas en los resultados de la caracterización del amortiguador, como la gravedad y la fuerza de gas que aporta el amortiguador en el descenso del mecanismo. En este proyecto se realizaron reformas en el banco de amortiguadores para mitigar los factores antes mencionados, y así poder prestar un servicio en certificación de amortiguadores para los fabricantes nacionales. El banco de amortiguadores presenta una aceleración variable en distintos ángulos de rotación del motor, esto se pudo evidenciar con la ayuda del encoder interno del motor el cual registraba un cambio de aceleración brusco en el semi ciclo de baja del mecanismo. Para mitigar dicha aceleración la cual surge principalmente por la aceleración gravitacional y el peso de la base inferior donde se ancla el amortiguador, surge la idea de incorporar un reductor en el banco de amortiguadores el cual podría ser útil para que el mecanismo mantenga velocidad constante, debido que el motor acoplado directamente al mecanismo no es capaz de realizar esta función. El reductor permitiría que el mecanismo en el semi ciclo de bajada mantenga la velocidad constante, limitándose por los engranajes internos que conforma el reducto.

Palabras clave: Diagrama de Lissajous, Dinámica, Mecanismos, Celda de Carga, Sensor de desplazamiento Lineal, Unitronics®, Visilogic®.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Reconocimientos.

A Juan Gonzalo Ardila Marín, por el acompañamiento constante, el aporte de información relevante para el desarrollo del proyecto, la búsqueda de personal calificado para el hallazgo de soluciones viables a problemas encontrados en el sistema y por la lucha constante para que este proyecto se realizara con éxito.

A Cesar Rodriguez, por su disponibilidad y amabilidad para compartir conocimiento ya adquirido sobre el banco de amortiguadores y por su inducción en el funcionamiento del banco de pruebas.

A Miyer Jaiver Valdes Ortiz, por su colaboración en este proyecto desde su vasto conocimiento en el diseño y fabricación de piezas mecánicas.

A Gabriel Monsalve, por la colaboración en la fabricación de piezas mecánicas necesarias para la puesta en marcha del banco de amortiguadores.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO.

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Generalidades. 5	
1.2. Objetivos. 5	
1.3. Organización de la tesis. 6	
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Diagrama de Lissajous. 7	
2.2. Tipos de amortiguadores. 8	
2.3. NTC 1711. 9	
2.4. Métodos de ensayo. 12	
3. METODOLOGÍA.....	14
1. Revisión y puesta a punto sistema eléctrico/mecánico. 14	
2. Evaluación del inconveniente mecánico. 15	
3. Caracterización de un amortiguador. 15	
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1 Revisión y puesta a punto sistema eléctrico. 16	
4.2 Planos eléctricos del banco de amortiguadores. 20	
4.3 Guía de trabajo practico-experimental. 25	
4.4 Guía de manteniendo para banco de amortiguadores. 29	
4.5 Resultados obtenidos en la caracterización de un amortiguador. 34	
5. CONCLUSIONES.....	36
6. RECOMENDACIONES.....	37
7. REFERENCIAS.....	38
APÉNDICE A. Planos eléctricos y de control.....	39
Apéndice B. Guía de trabajo practico-experimental.....	46
Apéndice C. Guía de mantenimiento para banco de amortiguadores en formato institucional FGL06X.....	57

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Generalidades.

La industria automovilística de Colombia cuenta con pocos recursos y centros autorizados que realicen certificación de autopartes, las cuales son necesarias para el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad que debe tener el parque automotor en nuestro país. Debido a esto el grupo de investigación MATyER modeló, diseñó y construyó un banco de amortiguadores para vehículos livianos, en el cual se analiza de forma gráfica ensayos de fuerza vs desplazamiento siendo esto importante para la caracterización de amortiguadores.

El banco de amortiguadores presenta un problema de sobre aceleración periódica en cierta etapa del ensayo, factor que genera inconvenientes en la adquisición de datos, esto es indispensable para realizar la evaluación de forma exitosa y la caracterización del amortiguador.

Con lo mencionado anteriormente, se opta por la reactivación del banco, el cual hacia algunos meses estaba fuera de servicio y tenía varias falencias eléctricas y mecánica, las cuales ponen en peligro la seguridad del personal e instalación institucional.

1.2. Objetivos.

1. *Objetivo general.*

Reactivar el banco de amortiguadores para la certificación del sistema de suspensión en vehículos livianos como lo pacta la norma Colombia NTC 1711.

2. *Objetivos específicos.*

- Revisar y poner a punto de todo el sistema eléctrico que conforma el banco de amortiguadores.
- Evaluar los beneficios y ventajas para el banco de amortiguadores con la instalación de un reductor, entre la entrada de energía y el mecanismo del sistema.
- Realizar la caracterización de un amortiguador y las posibles pruebas que permita el banco de amortiguadores según la norma Colombia NTC 1711.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.3. Organización de la tesis.

En la sección 2 se describe del diagrama de lissajous, un poco de historias y experimento de este. La norma colombiana NTC1711 que rige las suspensiones automovilísticas para la categoría de vehículos livianos.

La sección 3 se refiere a cómo se desarrolló el proyecto, el paso a paso de cómo fueron abordados los problemas y como se llevó a cabo la solución adecuada a los mismos.

Las pruebas realizadas al banco de amortiguadores a un amortiguador específico es descrita en la sección 4, ahí se describe de forma breve qué se hizo y qué se evidenció en el procedimiento realizado.

La sección 5 y 6 describen las conclusiones y recomendación de lo hallado en el transcurso de lo realizado en el proyecto, se describen ideas a implementar para mejorar el mecanismo actual del sistema y qué posibles beneficios se lograrían, permitiendo prestar un servicio de certificación de amortiguadores a futuro a fabricantes nacionales.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Diagrama de Lissajous.

La caracterización de amortiguadores es descrita por el movimiento armónico simple y representado por el diagrama de Lissajous, el cual se da al representar gráficamente la carga vs desplazamiento del amortiguador. El movimiento armónico simple (MAS) se define como aquel movimiento en el cual la aceleración es proporcional al desplazamiento y tiene sentido contrario al mismo (Mosca & Tipler, 2003).

El diagrama de Lissajous fue estudiado por el francés Jules Antoine Lissajous, dicho diagrama es representado por una curva la cual resulta al graficar dos movimientos armónicos simples. El diagrama de Lissajous fue representado por el francés con lo que él llamó "composición óptica" de dos movimientos vibratorios en direcciones perpendiculares. Tal como se muestra en la figura 1, coloca dos diapasones en direcciones mutuamente perpendiculares, a cada uno de los cuales ha pegado un espejito en una de las ramas. El haz de luz, proveniente de O, es reflejado doblemente y es observado con ayuda del telescopio L. Si se hace vibrar el diapasón A, la imagen oscila rápidamente en la dirección horizontal y aparece como una línea luminosa horizontal; si se hace vibrar solo el diapasón B, la imagen se elonga en la dirección vertical. Pero si los dos diapasones vibran al mismo tiempo, la imagen adopta un movimiento complejo, debido a la combinación de los dos movimientos; traza en el espacio una curva más o menos complicada, cuya forma depende de la relación entre el número de vibraciones ejecutadas por unidad de tiempo por cada uno de los diapasones. Si la relación de frecuencias es 1:1, la figura es una elipse. Cuando la relación de frecuencias es 1:2, 1:3, 2:3, etc., las figuras son más complejas, pero serán curvas cerradas y estáticas si la relación de frecuencias es exacta, o girarán lentamente si hay una ligera discrepancia. Cuando ha girado una vez, uno de los diapasones ha realizado exactamente una vibración más que la que le correspondería si la relación de frecuencias fuera exactamente $n:m$ (n , y m : números enteros pequeños) (Camargo & Leal, 2001).

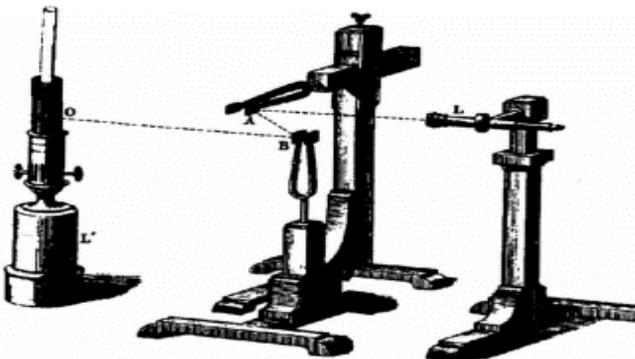


Figura 1. Composición óptica de movimientos vibratorios (Camargo & Leal, 2001).

2.2. Tipos de amortiguadores.

Los tipos de amortiguador dependen de la configuración del cuerpo y de las configuraciones del terminal de anclaje como se ve en la figura 2, esta figura ilustra los cuatro tipos disponibles que incluyen once amortiguadores estándar, cuatro amortiguadores con tope de rebote, cuatro amortiguadores estándar con carga de gas y cuatro amortiguadores estándar con carga de gas con topes de rebote. También se diferencian otros cuatro tipos disponibles de amortiguadores según el perfil de los terminales de anclaje superior e inferior también como sus longitudes y tolerancias tal como se ilustra en la Tabla 1.

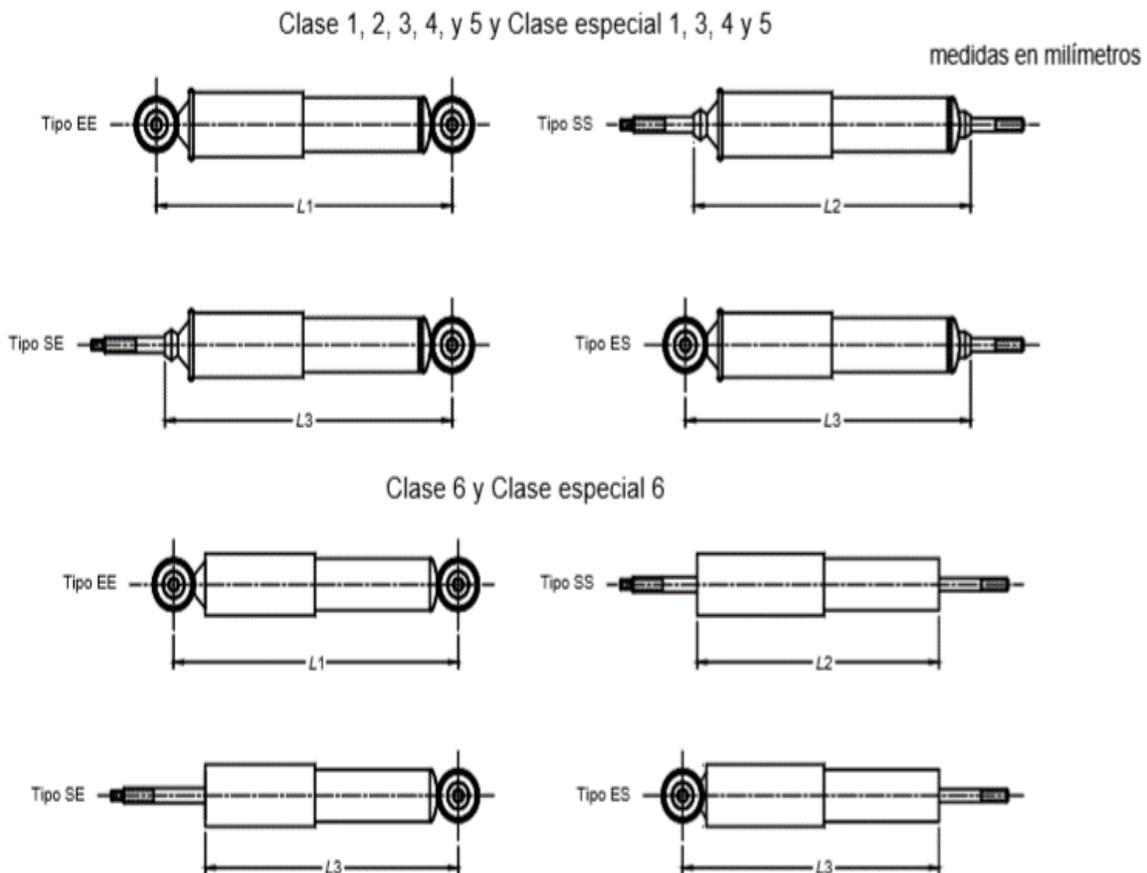


Figura 2. Tipos de anclaje (ICONTEC, 2008).

Tipo	Símbolo	Tamaño nominal del cuerpo principal	Tamaño nominal de montaje		Longitud base			Tolerancia de longitud mínima	Tolerancia de longitud máxima	
			Tipo E	Tipo S	L1 (Tipo EE)	L2 (Tipo SS)	L3 (Tipo SE, ES)			
Tipo estándar	Clase 1	SA1	S20	20		90	70	80	+3 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 3
	Clase 2	SA2	S25	25	25	82	95	95		
	Clase 3	SA3	S30		30					
	Clase 4	SA4	S35	35		135	99	117	+4 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 4
	Clase 5	SA5	S40	40		160	120	140		
	Clase 6	SA6	S50	50						
	Clase especial 1	SA1-S	S20	25		98	72	85	+3 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 3
	Clase especial 3	SA4-S	S30	30		116	82	99		
	Clase especial 4	SA3-S	S35			129	95	112		
	Clase especial 5	SA4-S	S40	35		153	117	135	+4 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 4
Clase especial 6	SA5-S	S50	40		177	120	148			
Con tope de rebote	Clase 1	RSA1	RS20	20		98	78	88	+3 menos (-) no especificado	±3
	Clase 2	RSA2	RS25	25	25	93	106	106		
	Clase 3	RSA3	RS30		30					
	Clase especial 1	RSA1-S	RS20	25		106	80	93		
Tipo con carga de gas	Clase 1	GSA1	RS20	20		90	70	80	+3 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 3
	Clase 2	GSA2	RS25	25	25	82	95	95		
	Clase 3	GSA3	RS30		30					
	Clase especial 1	GSA1-S	RS20	25		98	72	85		
Tipo con carga de gas y con tope de rebote	Clase 1	RGSA1	RGS20	20		98	78	88	+3 menos (-) no especificado	±3
	Clase 2	RGSA2	RGS25	25	25	93	106	106		
	Clase 3	RGSA3	RGS30		30					
	Clase especial 1	RGSA1-S	RGS20	25		106	80	93		

Tabla 1. Tipo de amortiguadores y dimensiones (ICONTEC, 2008).

2.3. NTC 1711.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo. La NTC 1711 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo el 2008-12-10.

La norma NTC 1711 especifica los amortiguadores telescópicos utilizados en sistemas de suspensión de todo tipo de vehículo automotor de carretera, esta no incluye los amortiguadores utilizados en sistemas de suspensión Tipo Mc Pherson.

1. APARIENCIA.

Los amortiguadores no deben presentar los siguientes defectos evidentes o visuales, que pueden impedir su aplicación práctica:

- Fugas de aceite.
- Desajustes o roturas en los sistemas de anclaje.
- Abolladuras en el cuerpo.
- Contaminación con material mecanizado como viruta.
- Rastro de herrumbre en sus partes.
- Defectos en los recubrimientos como descamado de la pintura.

2. FUERZA DE AMORTIGUACIÓN.

a) A menos que se especifique algo diferente, la fuerza de amortiguación en extensión se debe dar con la velocidad del pistón de 0,3 m/s y preferiblemente acorde con lo que se indica en la Tabla 2; y la fuerza de amortiguación en compresión debe estar acorde preferiblemente con la Tabla 3. La fuerza de amortiguación para otras velocidades del pistón debe estar determinada mediante acuerdo cliente proveedor.

b) La suma de la fuerza de amortiguación de extensión y de compresión a la velocidad del pistón de 0,3 m/s, preferiblemente, no debe exceder el valor máximo que se indica en la Tabla 2.

Unidad: kN

Tamaño nominal del cuerpo	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
S20, GS20, RS20, RGS20													
S25, GS25, RS20, RGS25													
S30, GS30, RS30, RGS30													
S35													
S40													
S50													

Tabla 2. Rango de la fuerza de amortiguación en extensión con velocidad del pistón de 0,3 m/s (ICONTEC, 2008).

Unidad: Kn

Tamaño nominal del cuerpo	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
S20, GS20, RS20, RGS20													
S25, GS25, RS20, RGS25													
S30, GS30, RS30, RGS30													
S35													
S40													
S50													

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO		Código	FDE 089
			Versión	03
			Fecha	2015-01-22

Tabla 3. Rango de la fuerza de amortiguación en compresión con velocidad del pistón de 0,3 m/s (ICONTEC, 2008).

Nota: Las áreas sombreadas indican el rango de la fuerza de amortiguación relacionada con el tamaño nominal de cada cuerpo.

La tolerancia de la fuerza amortiguación deben ser establecidos mediante acuerdo técnico entre cliente y proveedor, preferiblemente utilizando lo establecido en la Tabla 4.

Velocidad	0,05 m/s (referencia)		0,1 m/s (referencia)		0,3 m/s (base)		0,6 m/s (referencia)	
	Extensión	Compresión	Extensión	Compresión	Extensión	Compresión	Extensión	Compresión
S20, GS20, RS20, RGS20	±(30% +20 N)	±(30% +20 N)	±(25% +20 N)	±(25% +20 N)	±(13% +20 N)	±(16% +20 N)	± (13 % +20 N)	± (16 % +20 N)
S25, GS25, RS25, RGS25								
S30, GS30, RS30, RGS30								
S35	±(30% +30 N)	± (30% +30 N)	±(25% +30 N)	±(25% +30 N)	±(13% +30 N)	±(16% +30 N)	±(13% +30 N)	± (16 % +30 N)
S40	--	--	±(25% +40 N)	±(25% +40 N)	±(13% +40 N)	±(16% +40 N)	±(13% +40 N)	± (16 % +40 N)
S50								

Tabla 4. Tolerancia en la fuerza del amortiguador según una velocidad específica (ICONTEC, 2008).

3. PRESIÓN INICIAL Y FUERZA DE REACCIÓN.

Estas condiciones se deben aplicar a los amortiguadores estándar con carga de gas y sin topes de rebote.

Presión inicial.

La guía para la presión inicial debe estar entre 0,3 MPa y 0,9 MPa y será determinada por las partes involucradas (acuerdo técnico entre cliente y proveedor).

Fuerza de reacción del vástago.

Una fuerza de reacción del vástago (área seccional del vástago del pistón x presión de gas) es generada por la presión de gas que varía según diversas condiciones, incluyendo la posición o punto de carrera y el incremento en la temperatura durante el desplazamiento. Esta fuerza se debe tratar como una fuerza de resorte de suspensión y se debe compensar antes de su aplicación práctica.

4. PINTURA.

La calidad de las porciones pintadas de los amortiguadores debe ser aquella que se especifica de acuerdo con lo establecido mediante el acuerdo técnico entre cliente y proveedor, y evaluado mediante el ensayo descrito de acuerdo con la NTC 1156. Sin embargo, las partes del espárrago deben recibir tratamientos de revestimiento electrolítico de estaño, electro-zincado, ferromita u otro tratamiento apropiado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONSTRUCCIÓN.

El amortiguador debe constar de un cuerpo principal y de sus terminales de anclaje. La fuerza de amortiguación se genera principalmente por la resistencia hidráulica que causa el movimiento del pistón y el vástago del pistón en el cuerpo reduciendo así la vibración.

2.4. Métodos de ensayo.

El principal objetivo para llevar a cabo el ensayo de amortiguadores es medir la fuerza de amortiguación en el cuerpo con relación a la velocidad del pistón.

El valor de fuerza en el diagrama de Lissajous que se indica en la figura 3 se define como la fuerza de amortiguación.

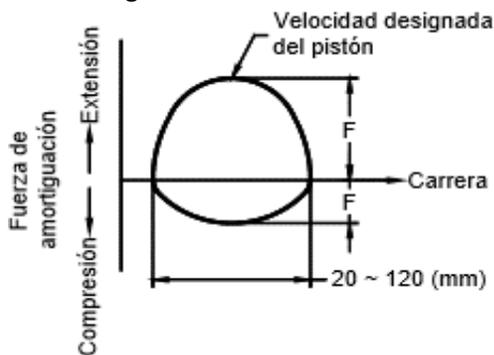


Figura 3. diagrama de Lissajous (ICONTEC, 2008).

1. Aparato para ensayo.

El aparato para el ensayo se debe construir de manera tal que el extremo superior del amortiguador se acople con el detector de carga y que el extremo superior o el inferior sea excitado para medir y registrar la fuerza de amortiguación, como se muestra en la figura 4.

2. Condiciones de ensayo.

Los requisitos son los siguientes:

- a) Temperatura de laboratorio: Temperatura ambiente.
- b) Temperatura de la muestra para ensayo: $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ al comienzo de la prueba.
- c) Amplitud total de excitación (carrera) (a) 20 mm ~120 mm
- d) Velocidad de excitación (velocidad del pistón) (v) 0,05 m/s, 0,1 m/s, 0,3 m/s, 0,6 m/s, 1,0 m/s
 $v = \pi a n / 6 \cdot 10^{-4}$ (m/s)

en donde:

v = velocidad del pistón (m/s)

a = carrera (m)

n = repeticiones de excitación (veces/minuto)

e) Posición de excitación cerca del centro de la carrera

f) Dirección de excitación recta verticalmente (véase la Nota 7)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

NOTA: Recto verticalmente significa que los terminales de anclaje están fijos al extremo superior del vástago del pistón y al extremo inferior del cilindro exterior.

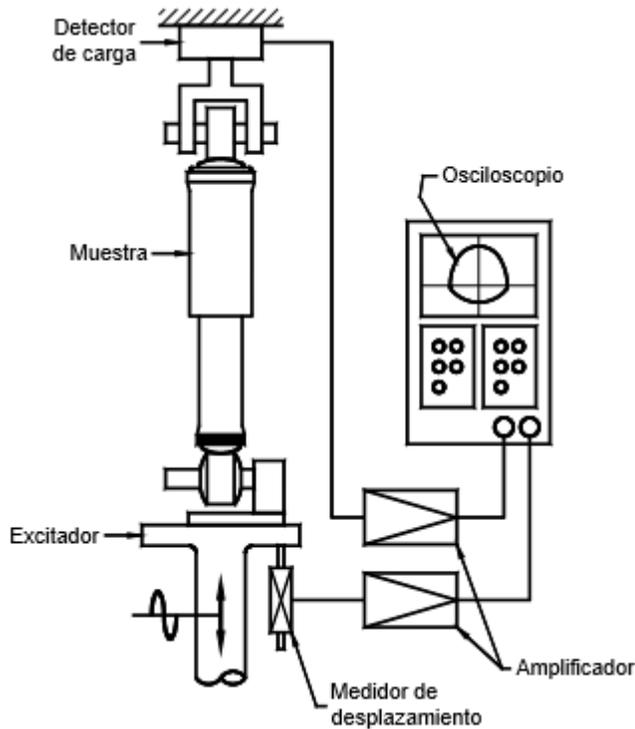


Figura 4. Representación banco de amortiguadores: (ICONTEC, 2008).

3. Procedimientos de ensayo

Los requisitos son los siguientes:

- La muestra de ensayo se debe montar en el aparato a la temperatura especificada.
 - Se debe trazar la línea de referencia.
 - La muestra se debe excitar en las condiciones de ensayo y la fuerza de amortiguación se debe medir continuamente y se debe registrar en la velocidad que se especifica en el numeral anterior.
 - Dirección de excitación es recto verticalmente.
- (ICONTEC, 2008)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA.

El banco de amortiguadores que actualmente se encuentra en el laboratorio de construcción y ensambles de prototipos en parque i, se encontraba fuera de servicio hace algunos meses por lo cual se realizó la propuesta de poner en marcha. Al evaluar el banco se encontró que poseía problemas de seguridad eléctrica, cables rotos, sin terminales eléctricas para las bornes del PCL y algunos desajustes mecánicos.

1. Revisión y puesta a punto sistema eléctrico/mecánico.

La seguridad eléctrica en la que se realizaron mejoras fue: la canalización de los cables en el gabinete eléctrico, aislamiento de cables de alta tensión que salen del variador al motor. los cuales presentaban cortes en su recubrimiento. De igual manera se procedió a instalar prensa estopa en los cables que ingresan y salen del gabinete los cuales presentaban tallones físicos creados por la carcasa metálica que podrían poner el riesgo con el tiempo a la instalación eléctrica, generando posibles cortos de alta tensión del cable que ingresa desde el transformador y alimenta todo el sistema eléctrico, al igual que los cables de comunicación de los distintos sensores que ingresan al PLC como es la celda de carga y el sensor de desplazamiento lineal que están en la parte externa del gabinete.

Para la reconexión y verificación del sistema eléctrico del módulo se llevó a cabo con la información hallada en un trabajo de grado anteriormente desarrollado en el banco de amortiguadores (Ceballos , Gomez, & Zapata , 2013). Se realizan las conexiones eléctricas con algunos inconvenientes ya que no se especifican conexiones como el del sensor de desplazamiento, módulos de expansión para la celda de carga, por los cual se toma la decisión de realizar nuevamente los planos eléctricos del banco de amortiguadores.

El ajuste mecánico del banco de amortiguadores se realizó en los principales componentes sometidos a desgaste mecánico como pasadores y bujes de biela los cuales estaban ovalados debido a las cargas generada por el pasador de la manzana acoplada al motor y el pasador de la estructura que soporta la parte inferior del amortiguador. Los pasadores que sostienen el amortiguador poseían una deformación la cual causaba un golpeteo cuando el amortiguador pasaba del ciclo de compresión a tensión y viceversa. Todos los componentes fueron fabricados en el taller de máquinas y herramientas en el ITM sede de robledo. Por lo anterior descrito se creó un manual de mantenimiento para alargar la vida útil de los componentes que conforman el banco de amortiguadores.

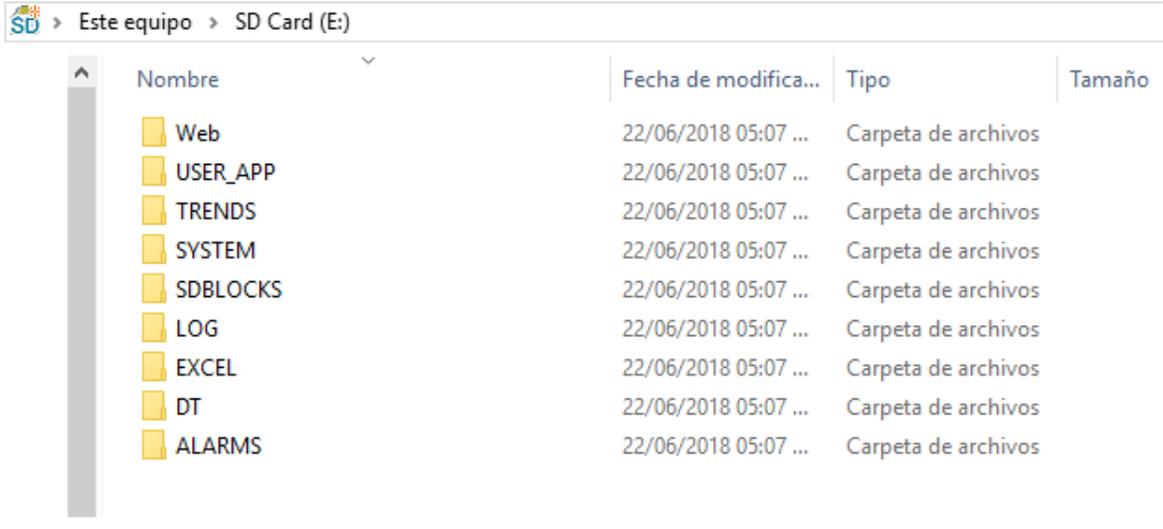
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. Evaluación del inconveniente mecánico.

El inconveniente mecánico registrado en el banco amortiguadores se logró evidenciar al contactar personal calificado de siemens para realizar un control de velocidad con la ayuda del encoder que posee el motor eléctrico para mantener una velocidad constante en el sistema, al realizar el control y establecer una velocidad de set point en el variador de 100 rpm, por medio del software de siemens starter se pudo graficar la velocidad real en el encoder y se registraron velocidad máxima de 190 rpm y velocidad mínima de 30 rpm lo cual genera inconvenientes para realizar la caracterización apropiada al amortiguador.

3. Caracterización de un amortiguador.

Al final de realizar la puesta en marcha y analizar el funcionamiento del banco de amortiguadores se crea el reto de general el diagrama de Lissajous, el cual es lo realmente importante para estudiar la dinámica de los amortiguadores. Pero no era tan sencillo debido que no era posible graficar en la pantalla del PLC las dos variables análogas que son necesarias graficar el diagrama (fuerza VS desplazamiento). Debido a lo anterior se optó por almacenar los datos necesarios en una microSD y así poder analizarlos en un software que permitiría graficar los mismo y de esta manera poder dar la certificación del amortiguador si cumple los estándares de la norma NTC 1711. Es importante agregar a lo anterior que la SD debe tener un formato especial para poder leída y escrita por el PLC, por lo cual es necesario usar el programa Unitronics SD Card Suite para formatear la SD la cual automáticamente queda con las carpetas de dirección donde se guardan los valores que se exportan del PLC a la Sd card. Ver figura 5.



Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
Web	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	
USER_APP	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	
TRENDS	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	
SYSTEM	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	
SDBLOCKS	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	
LOG	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	
EXCEL	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	
DT	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	
ALARMS	22/06/2018 05:07 ...	Carpeta de archivos	

Figura 5. carpetas que debe tener la SD después de ser formateada por el software unitronics SD card suite. Autor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Revisión y puesta a punto sistema eléctrico.

La sección 503-10 del código eléctrico colombiano NTC 2050 relacionada a cables y cordones flexibles en lugares Clase III Divisiones 1 y 2, menciona en una de sus condiciones que los cables y cordones deben estar dotados de prensaestopas que eviten la entrada de fibras o pelusa por los puntos donde el cable o cordón entre en las cajas o accesorios. Todo esto para evitar que fibras, o material circúndate en el medio ambiente ingresen a las cajas eléctricas o gabinetes y causar un incendio o explosión en el mismo (ICONTEC, CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO NTC 2050, 1998).

Es importante anexar a lo que menciona la norma que no solo con el uso de los prensaestopas se evitan este tipo de accidentes, sino que también se aumenta la seguridad de cortos eléctricos debido que el bordo metálico de carcasas como los gabinetes metálicos, carcasa de motor y todo de encapsulados por los que se introducen los cables eléctricos con el tiempo van cortando su recudimiento aislante, que con el tiempo crean cortos eléctricos que ponen en riesgo la vida humana y buen funcionamiento del sistema eléctrico.

El IP es el grado de protección con la que los fabricantes de dispositivos eléctricos escalonan la capacidad que tienen dichos dispositivos eléctricos a trabajar de forma adecuada sin alterar su vida útil en ambientes en los cuales van a ser operados. Por ejemplo:

Un dispositivo que sea certificado con IP68, es un dispositivo que es resistente al polvo y puede ser sumergible completamente en agua sin ningún problema y si afectar su vida útil. Pero este grado de protección puede ser afectado o disminuido al realizar malas prácticas eléctricas. Ver figura 6 y 7.



Figura 6. Mala instalación de cable alta tensión de motor eléctrico. Autor.



Figura 7. Instalación inadecuada de cable alimentación moto ventilador. Autor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Con el uso de prensaestopas no solo se previene los accidentes sino que también se tiene la certeza que el grado de protección con la que se fabricó el dispositivo eléctrico si se cumple. Ver figura 8 y 9.

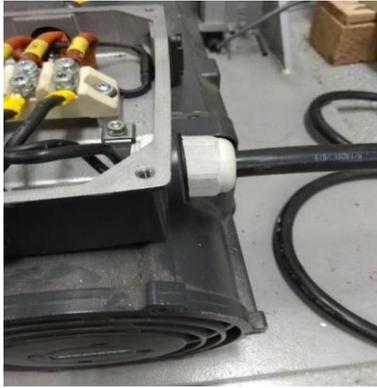


Figura 8. Instalación ideal de cable alta tensión de motor eléctrico. Autor.



Figura 9. Instalación adecuada de cable alimentación moto ventilador. Auto.

Los cables eléctricos de sensores y actuadores por lo general tienen alta longitud, estos deben ser bien distribuidos para evitar ser halados o pisados, esto pone en riesgo las instalaciones eléctricas. Ver figura 10 y 11.



Figura 10. Cable en alto riesgo de sensor lineal. Autor.



Figura 11. Cable aislado de polvo y partículas dañinas de sensor lineal. Autor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Los cables electricos que son sujetos con borneras se recomienda poner con terminales electricos para evitar ser deformados al ser atornillados en la bornera. Ver figura 12.

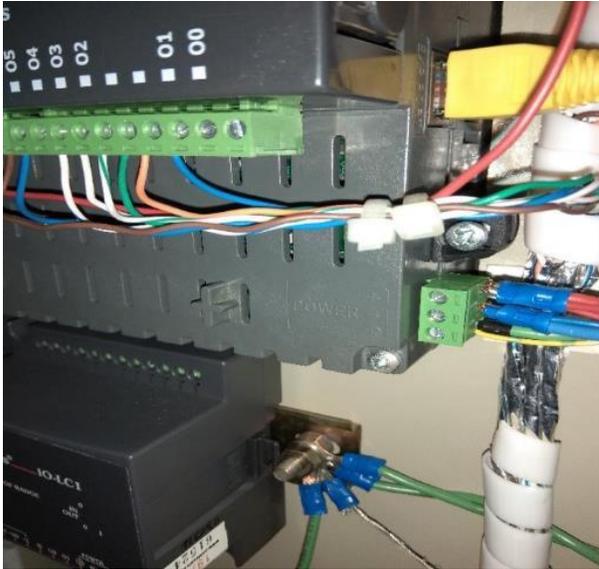


Figura 12. cableado principal de control sin terminales eléctricas. Autor.

El resultado de no colocar terminal electrica en los cables electricos crea aplastamiento y fracturas por la fuerza que ejerce el tornillo en el cable electrico. Ver Figura 13.

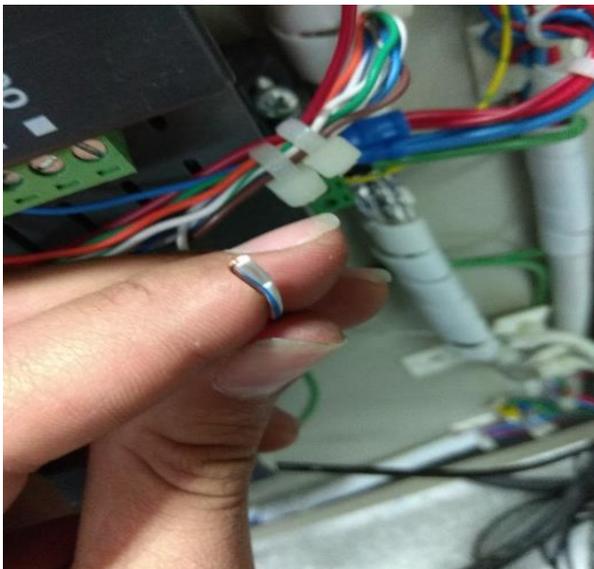


Figura 13. cableado principal de control aplastado por falta de terminales eléctricas para conexión bornera. Autor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Implementar terminales electricas en el cableado de control permite proteger el cable que va hacer sujetado, al igual que permitir se apretado de forma segura sin correr el riesgo de maltratar el cableado. Ver figura 14.

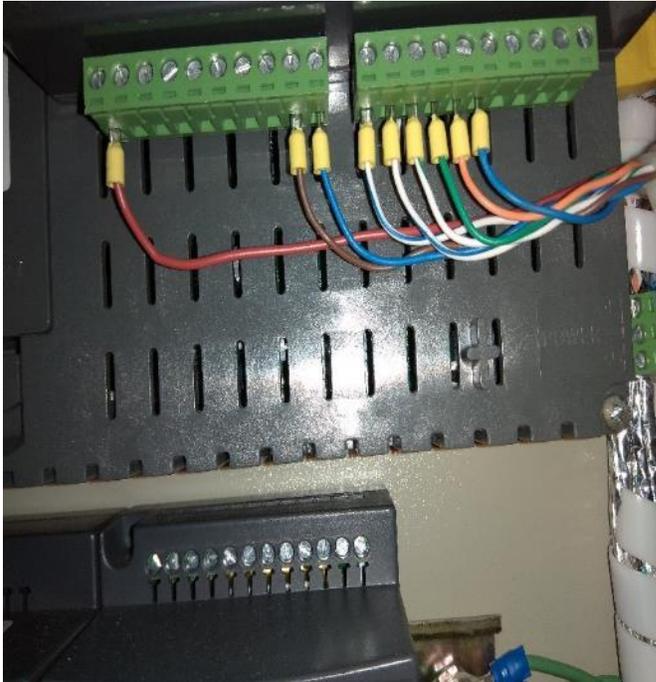


Figura 14. cableado principal de control. Autor.

Es importante mencionar que, al tener dos materiales sometidos a contacto físico, el material de mayor dureza con el tiempo tiende a perforar o deformar al otro más blando, por eso importantes mitigar ese roce para evitar que haya cortos eléctricos como se puede evidenciar en la figura 15. Con la ayuda de una pestaña de caucho se disminuye el riesgo de crear accidentes eléctricos por fricción de cables eléctricos.



Figura 15. Cable de alta tensión apoyado en pestaña de caucho para protección de su recubrimiento aislantes. Autor.

4.2 Planos eléctricos del banco de amortiguadores.

La creación de los planos eléctricos permitió identificar la conexión de potencia y control que conforma el banco de amortiguadores, así como también hacer fácil el reconocimiento de las variables programadas en el software visiLogic. A continuación, se dará una descripción de los planos eléctricos.

El siguiente plano eléctrico tiene todas las conexiones de alta y mediana potencia, allí están plasmados dos transformadores, el transformado trifásico 12KVA eleva el voltaje de la red eléctrica principal 220 a 440 voltios para suministrar de energía todo el banco de amortiguadores y el transformado bifásico 220 que alimenta del contactor del motor principal, el moto ventilador de refrigeración y la fuente AC-DC de conversión 220V AC a 24V DC que permite alimentar la unidad de control lógico programable. Ver figura 16.

NOTA: Las conexiones eléctricas realizadas en los planos con conexión de salida representada con la siguiente simbología  tienen la nomenclatura de dos números, el primero representa la página para dónde va la conexión y el segundo la columna en la que se encuentra de la página. Por ejemplo, si la nomenclatura es 1.6 significa que esa conexión va para columna 6 de la página número 1. También hay conexión de entrada con el siguiente símbolo  que tiene la misma nomenclatura de la conexión de salida, pero esta representa de donde viene la conexión.

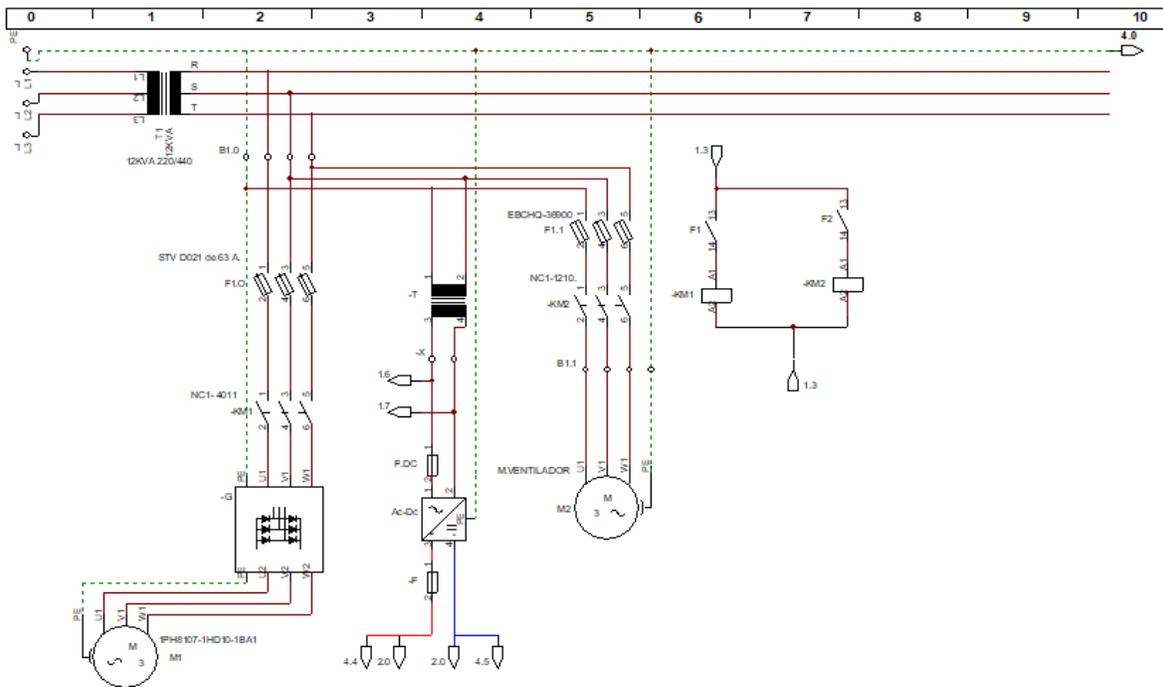


Figura 16. Plano eléctrico de alta tensión, perteneciente a la página 1 del plano eléctrico del banco de amortiguadores.

Las entradas digitales del PLC tienen dos conexiones de las cuales la I4 es el paro de emergencia tipo seta normalmente cerrado y la I5 habilita de forma automática el moto ventilador del motor principal por una salida digital del variador. Ver figura 17.

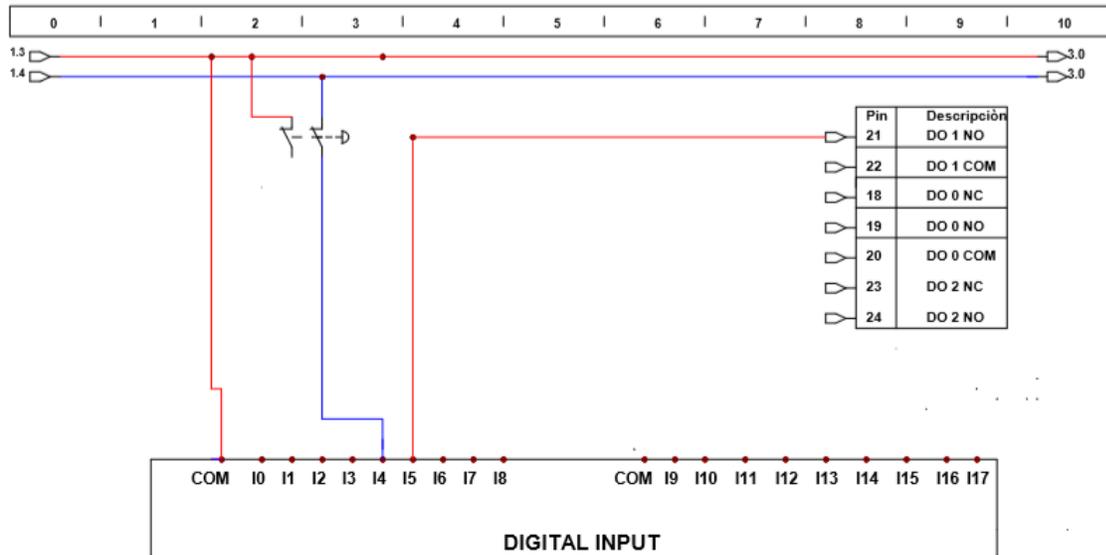


Figura 17. Módulo de entradas digitales del PLC, perteneciente a la página 2 del plano eléctrico del banco de amortiguadores.

Las salidas digitales del PLC realizan la activación de contactores y la habitación del variador para poner en marcha el motor según la consigna de datos análogos de velocidad.

Las salidas digitales O7, O8, O9 aunque están conectadas a las entradas digitales del variador no están siendo utilizadas en el programa actual que tiene programado el banco de amortiguadores, las salidas digitales O2 y O6 son para energizar los relé de estado sólido que conmutan las bobinas del motor y del moto ventilador. Las salidas O3 y O4 son las que cumplen la función de activar el variador para poner en marcha el motor y la inversión de giro de este. La salida O5 cumple la función de posicional el motor de manera manual. Ver figura 18.

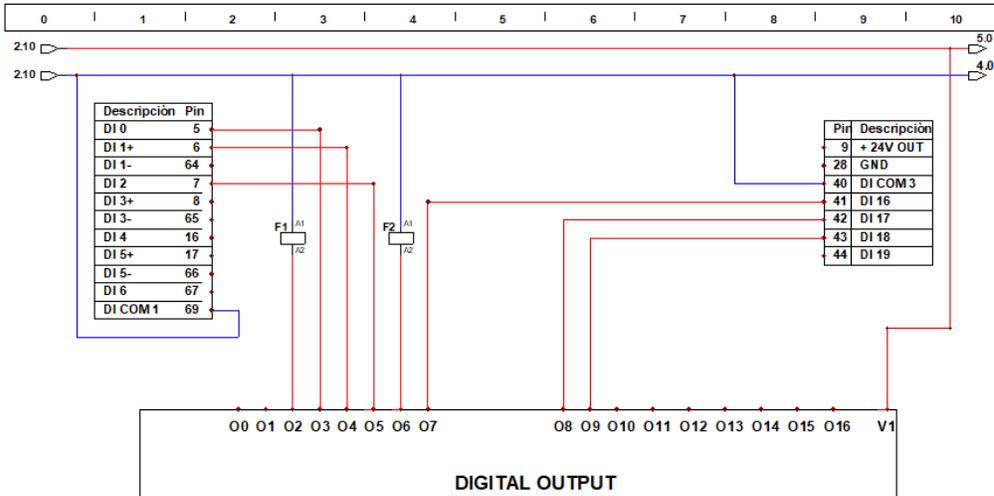


Figura 18. Módulo de salidas digitales del PLC, perteneciente a la página 3 del plano eléctrico del banco de amortiguadores.

Las entradas análogas del PLC se distribuyen de la siguiente manera:

La entrada análoga IA0 con configuración de 0-10V y resolución de 12 bit es utilizada para el sensor de desplazamiento lineal del amortiguador el cual es alimentado por un fuente DC-DC de 24v a 10 v.

La entrada análoga IA1 es una realimentación desde el variador para el control de velocidad del motor.

La entrada análoga IA2 es una realimentación desde el variador, aunque en el programa actual que tiene establecido el PLC no está siendo utilizada.

La figura 19 muestra la conexión del módulo de entradas análogas del PLC.

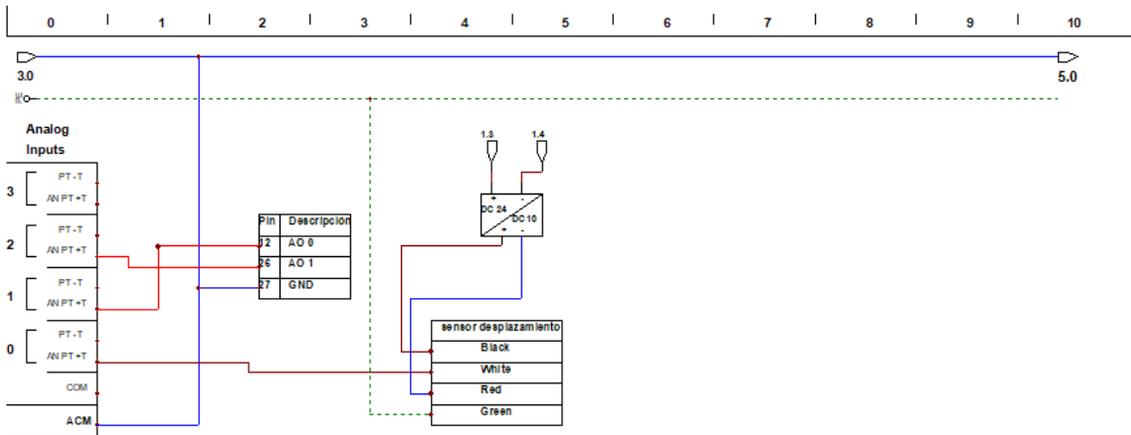


Figura 19. Módulo de entradas análogas del PLC, perteneciente a la página 4 del plano eléctrico del banco de amortiguadores.

El módulo de salidas análogas es usado para realizar la consigan de datos y establecer la velocidad necesaria en el motor para realizar la prueba en el amortiguador según lo establecido en la norma NTC1711. En el banco de amortiguadores se está usando la salida análoga A0 para enviar la velocidad al variador con una resolución de 12 bit. La conexión para el módulo de salidas análogas se puede observar en el siguiente diagrama.

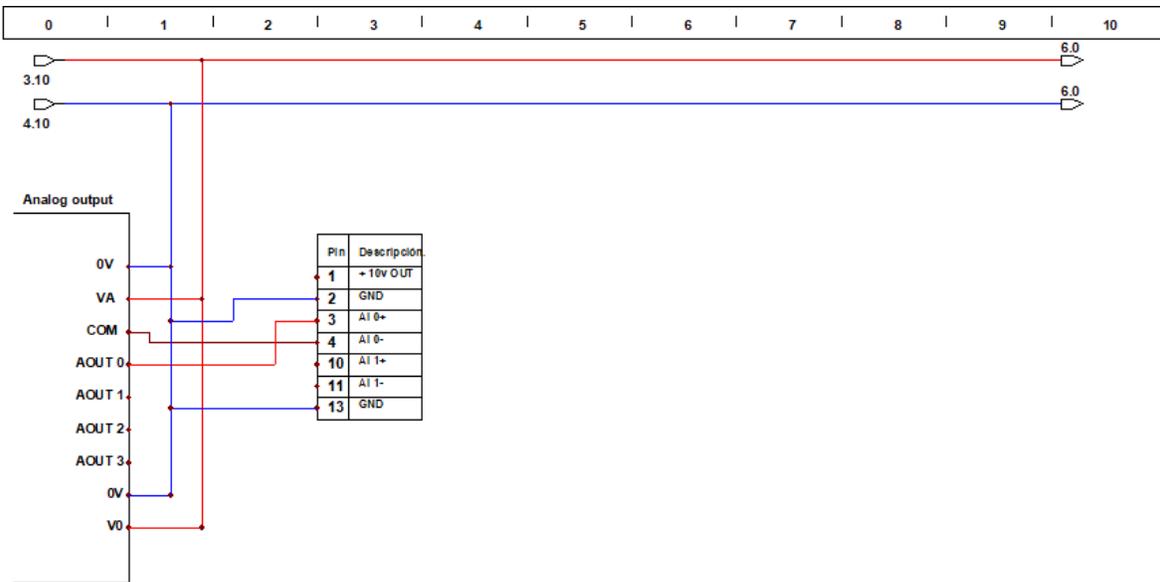


Figura 20. Módulo de salidas análogas del PLC, perteneciente a la página 5 del plano eléctrico del banco de amortiguadores.

La celda de carga que tiene actualmente el banco de amortiguadores es procesada por un módulo expansión especial de la marca Unitronics, que posteriormente es enviado al PLC por medio de un cable ethernet. El cableado respectivo de la celda de carga y módulo de expansión se puede observar en la figura 21.

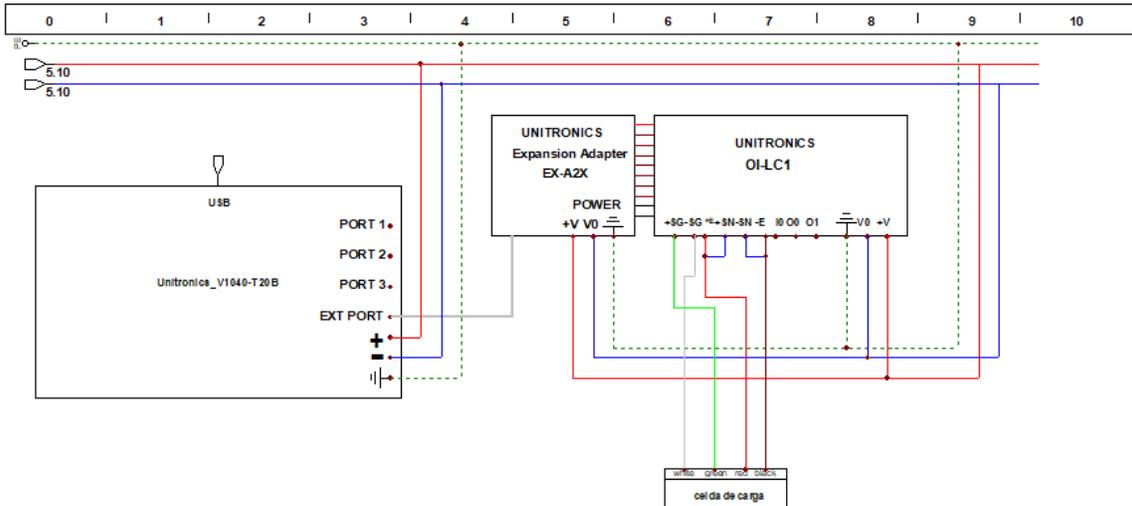


Figura 21. Módulo de expansión para celda de carga, perteneciente a la página 6 del plano eléctrico del banco de amortiguadores.

El motor trifasico de siemens 1PH8107-1HD10-1BA1 tiene internamente un encoder HTL1023 S/R R25 el cual permite crear un control de velocidad de lazo cerrado, el cual es procesado por el variador mediante el cable siemens motion connect. Gracias a este encoder se puede evidenciar el cambio de velocidad que experimenta el motor cuando se pone en marcha el mecanismo. La conexión del encoder y el motor se aprecia en la imagen 22.

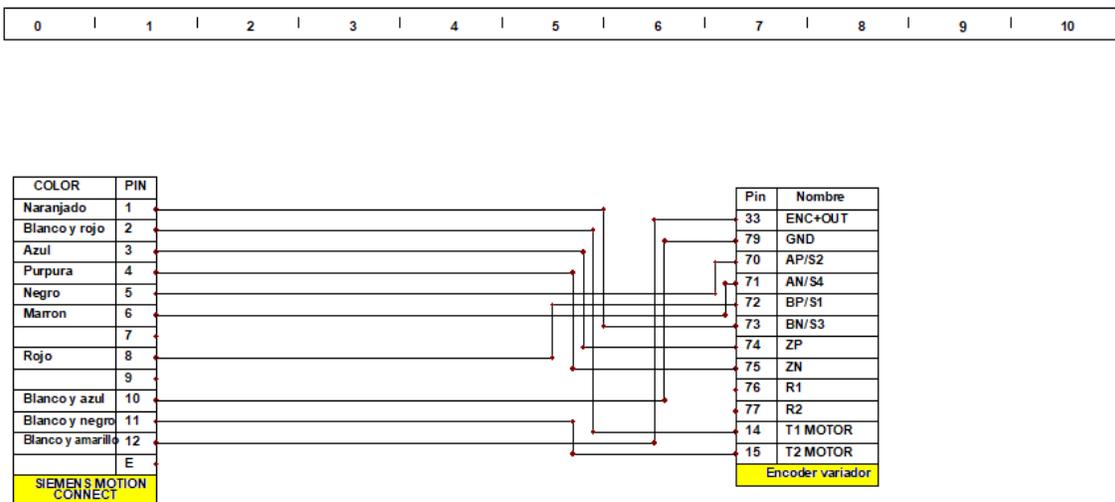


Figura 22. Motion connect, perteneciente a la página 7 del plano eléctrico del banco de amortiguadores.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El plano eléctrico original del banco del amortiguador se encuentra en el apéndice A.

4.3 Guía de trabajo practico-experimental.

La siguiente guía contiene todo el paso a paso necesario para hacer una adquisición de datos para el análisis de absorción de carga en un amortiguador en el banco de amortiguadores.

La adquisición de datos del banco de amortiguadores que describe la capacidad de absorción de energía del amortiguador se obtiene de la siguiente manera:

Dar clic en el botón virtual de inicio para acceder a la pantalla donde están todas las pruebas que permite realizar el banco de amortiguadores. Ver figura 23.

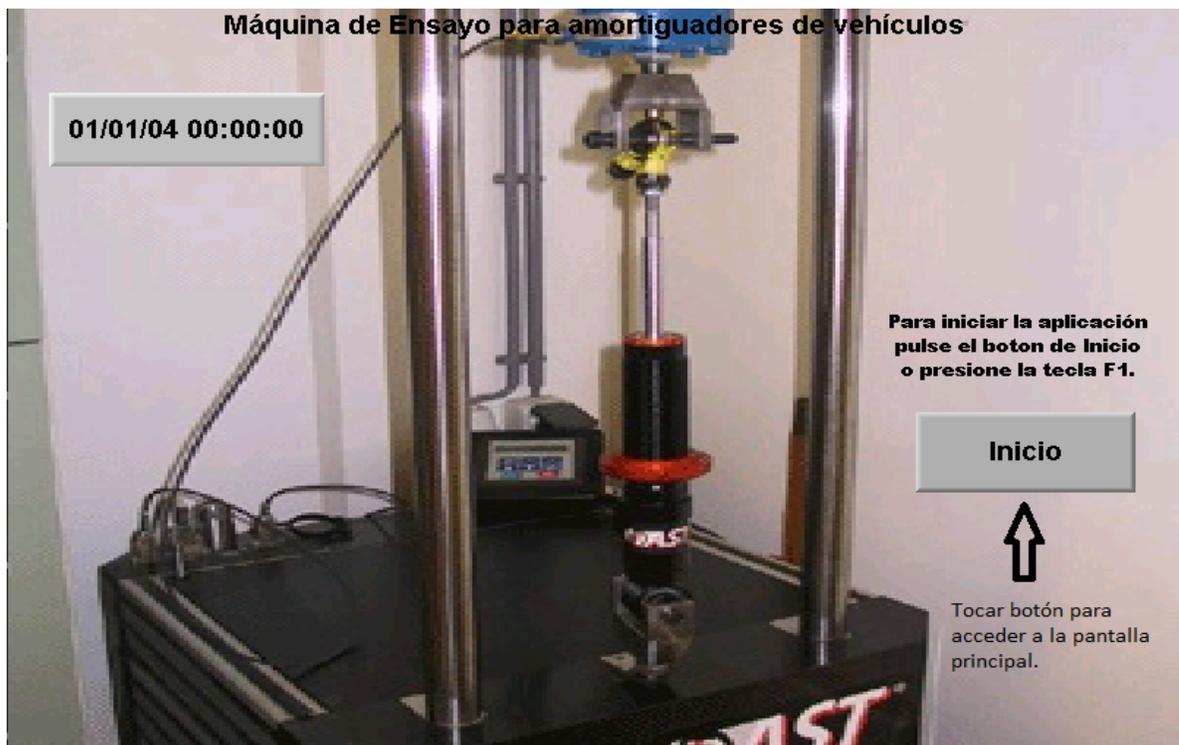


Figura 23. Imagen de inicio del banco de amortiguadores.

Al dar clic sobre este botón la unidad de control lógico programable abrirá la siguiente pantalla, en la cual accederemos a la opción SD card, allí se podrá exportar una tabla de Excel en la cual se guarda la hora de la adquisición del dato, al igual que los valores de desplazamiento y carga registrado para ese momento. Ver figura 24.



Figura 24. Interfaz que contiene todas las pruebas que permite realizar el banco de amortiguadores.

Al dar un toque en el botón virtual SD card emergerá la siguiente interfaz gráfica. Con las funciones descritas en las figuras 25 y 26.

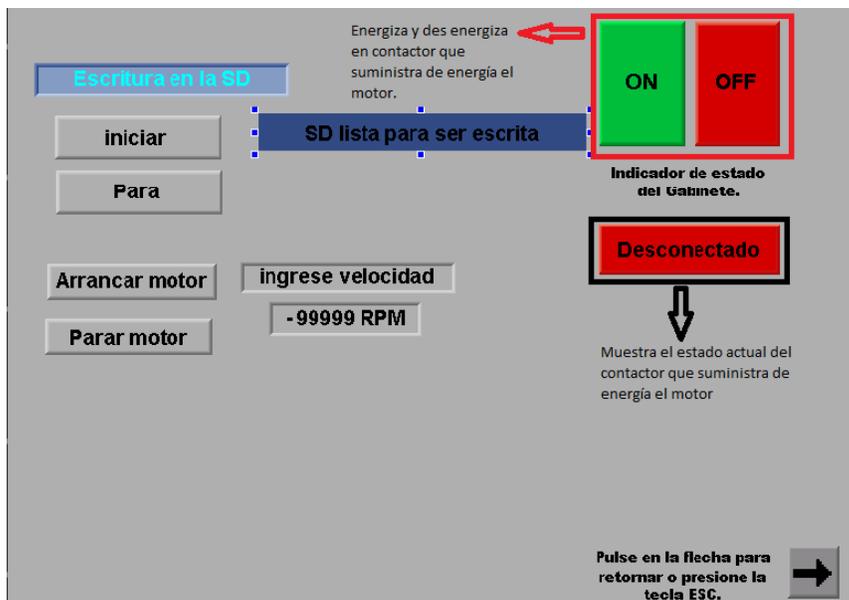


Figura 25. Operación de pantalla para realizar base de datos.

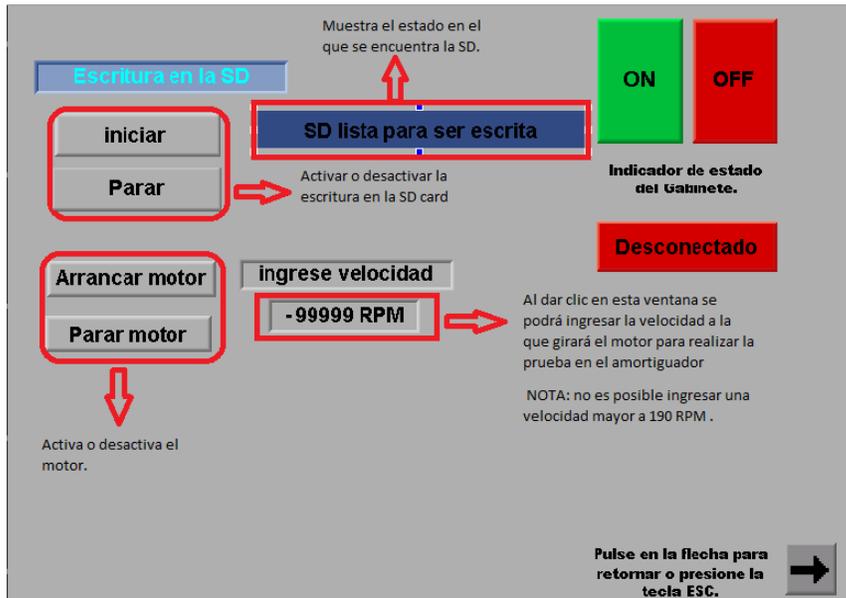


Figura 26. Operación de pantalla para realizar base de datos.

Los estados de la SD son tres los cuales son:

1. Este estado debe aparecer en el momento en que se inserta la SD en el PLC, en caso de no aparecer es evidencia que la SD no es leída o no esta en formato requerido para se escrita por el PLC.

SD lista para ser escrita

2. Al dar clic en el botón iniciar debe aparecer el siguiente estado, el cual da el aviso que la SD está en uso y se están exportando de forma correcta los datos a la SD.

Escribiendo SD...

3. Al dar doble clic en el botón parar debe de aparecer el siguiente estado, el cual da el aviso de expulsar de forma segura la SD del PLC

Puede expulsar SD

Para ingresar a la SD se acceder a la información como se muestra en las siguientes figuras 27 y 28.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

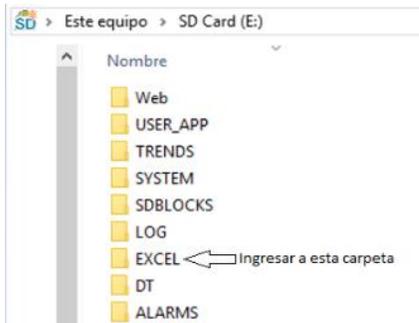


Figura 27. Carpeta carpetas en la SD.

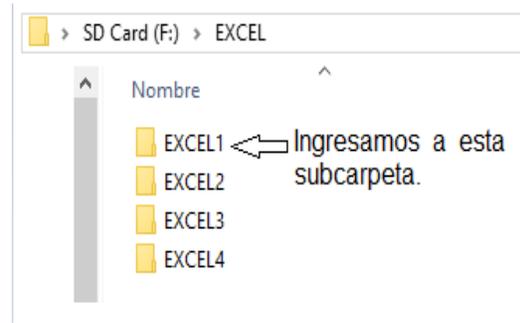


Figura 28. Subcarpetas carpetas en la SD para acceder al archivo CSV.

En la subcarpeta encontraremos el archivo con extensión .CSV que puede ser abierto por la herramienta de Microsoft Excel. El archivo tiene por defecto el nombre DATA.

Nota: Es importa que al realizar la adquisición de datos la subcarpeta Excel 1 esté totalmente vacía o por lo menos no exista un archivo con el nombre DATA para que no ocurra sobre escritura de datos entre el archivo ya presente con la nueva adquisición de datos.

Después de tener el archivo lo copiaremos en una carpeta nueva donde este el siguiente código de Matlab para interpretar gráficamente los datos adquiridos del amortiguar al cual se realizó la prueba.

```

clear all;
close all;
clc;
datos=xlsread('DATA70.csv');
[row,column]=size(datos);
posicion=datos(1:end,3);
carga= (datos(1:end,2))
t=(1:1:row);
subplot(2,1,1), plot (t,carga)
xlabel('Tiempo s')
ylabel('Carga')
subplot(2,1,2),plot (t,posicion)
xlabel('Tiempo s')
ylabel('Desplazamiento(mm)')
figure(2)
plot(posicion,carga)
xlabel('Desplazamiento(mm)')
ylabel('Carga(N)')

```

Nota: Asegúrese que el nombre que este en esta línea de código tenga el mismo nombre del archivo que extrajo de la SD, en caso de no ser así cámbielo por el nombre real que tiene el archivo que por defecto es “DATA” o por el nombre que haya sido modificado. Ver figura 29.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

```
datos=xlsread('DATA70.csv');
```


 Escribir nombre
 real del archivo.

Figura 29. Nombre real del archivo .CSV .

Al ejecutar el código debe aparecer dos plot , el primero muestra la magnitud de la carga y el desplazamiento que sufrió el amortiguador en el tiempo y el segundo muestra el diagrama de lissajous registrado en la prueba. Ambos plot se muestran en la figura 30 y 31.

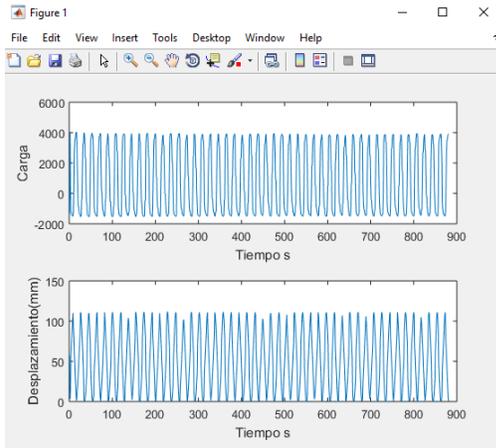


Figura 30. Grafica de carga y desplazamiento en el tiempo registrada en el amortiguador.

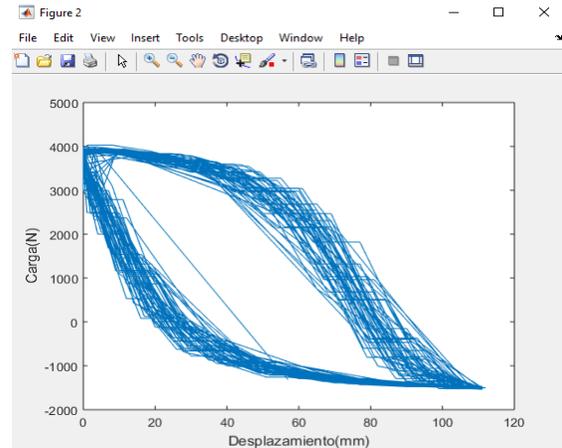


Figura 31. Diagrama de lissajous .

La guía practico-experimental se encuentra completa en el apéndice B.

4.4 Guía de manteniendo para banco de amortiguadores.

La siguiente guía de mantenimiento representa todo el paso necesario para el buen funcionamiento y la conservación de la vida útil de todo lo componentes que conforman el banco de amortiguadores.

Herramienta y materiales necesarios para llevar a cabo el mantenimiento.

1. Pinzas para pin o seguro.
2. Matillo de goma.
3. Llave de $\frac{3}{4}$ boca fija.
4. Llave 10mm.
5. Juego de llave hexagonal.
6. Un punzón pequeño.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

7. Lubricante penetrante y aceite.
8. Destornillado de punta plana.
9. Llave ¼.
10. Llave 5/8.

PROCEDIMIENTO.

1. Liberar el amortiguador para aliviar la carga que este genera a todo el mecanismo. Para esto procedemos a soltar el soporte superior del amortiguador que está anclado a la celda de carga con la ayuda de la llave ¼, ver figura 32.
A continuación, se procede a retirar el pin del pasador superior del amortiguador con la pinza para pin. ver figura 33.



Figura 32. Liberar amortiguador de celda de carga.



Figura 33. Retirar el pin del pasador que ancla el amortiguador a la base que se ancla a la celda de carga.

Posteriormente sacar el pasador por medio de un punzón y el martillo de goma, con cuidado de no estropear el avellanado del pasador, por lo cual se recomienda apoyar la punta del punzón en el agujero que se encuentra alojado en el centro del pasador. Ver figura 34.

El pasador inferior del amortiguador se retira de la misma forma en cómo se describió anteriormente, como retirar el pasador superior.



Imagen 34. Golpear de modo seguro para extraer pasadores.

Nota: no retirar ningún pasador sin haber desacoplado la celda de carga debido que puede descalibrar la misma o incluso dañarla por las vibraciones que causa al golpear con el martillo al intentar extraer los pasadores.

- Retirar el pasador que fija la parte superior de la biela a la estructura que sostiene la parte inferior del amortiguador. Para esto se recomienda colocar una cuña o soporte que levante la base del amortiguador. Ver figura 35, esto permite que el peso de esta no genere atascamiento para extraer el pasador. Este pin se extrae de la misma manera que los dos anteriores. ver figura 36.



figura 35. Cuña para elevar base inferior de amortiguador.



figura 36. Cuña para elevar base inferior de amortiguador.

- Extraer el pasador que sostiene la biela a la manzana que ingresa la energía al mecanismo desde el motor. ver figura 37. Para esto intentamos extraer el pasador de forma manual, si está muy apretado se recomienda usar un destornillador para hacer palanca de forma cuidadosa. En caso de no funcionar el método anteriormente recomendado, se recomienda elevar más la base que sostiene el amortiguador inferior para sacar la manzana con la biela completa, para eso es necesario usar una llave hexagonal y extraer dos prisioneros que tiene la manzana de los cuales uno fija la cuña de eje y el otro la manzana al eje, ambos se encuentran en lados opuestos de la manzana, ver figura 38 y 39. Seguidamente el trasladar el mecanismo completo a una prensa donde se pueda extraer exitosamente el pasador.



Figura 37. Pasador para sujeción de biela a manzana.



Figura 38. Prisionero de manzana para sujeción de cuña.



Figura 39. Prisionero de manzana para sujeción de eje.

- Al tener todo desmontado se procede a limpiar todas las partes antes de aplicar liquido lubricante penetrante al mando deslizante entre la base y las barras cromadas que son el herraje que soporta el mecanismo que conforma el amortiguador. Ver figura 40. Realizar todo lo dicho desde el primero paso hasta el tercer, verificando ajustes mecánicos de los pasadores, bujes y todas las uniones que conforman el sistema, también es necesario ajustar la base que sostiene la parte superior del amortiguador a la celda de carga, ver figura 52. Al realizar el montaje es necesario aplicar lubricante el cual puede ser aceite multipropósito de baja a media viscosidad con la finalidad disminuir la fricción y desgaste prematuro entre partes móviles, prevenir oxidación de esta y facilitar el ensamble.



Figura 50. Mando deslizante de banco de amortiguadores.

NOTA: No es conveniente aplicar aceite o algún tipo de grasa para lubricar al mando deslizante, debido que la superficie al estar expuesta al medio ambiente se le empiezan a adherir partículas y crear con el tiempo una sustancia abrasiva que no cumple con el objetivo final de lubricar.

5. Verificar el sensor lineal, este debe estar bien sujeto a la base inferior del amortiguador, de ser necesario calibrar el mismo si está chocando con la carcasa de la cual sale el vástago. Para esto es necesario el juego de llaves hexagonal y la llave 10mm. Ver figura 51.

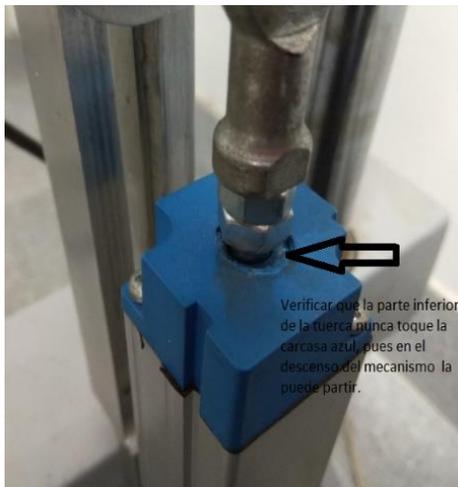


Figura 51. Ajuste y verificación de sensor lineal.



Figura 52. Ajuste y verificación a la base de sujeción superior del amortiguador.

NOTA: Para verificar que la tuerca del sensor lineal no toque la carcasa de este, es necesario quitar la cuña que se utilizó al inicio del proceso para elevar la base inferior donde se sujeta el amortiguador.

La guía de mantenimiento se puede encontrar en el apéndice C en formato institucional FGL06X.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.5 Resultados obtenidos en la caracterización de un amortiguador.

La base de datos realizada para la caracterización de amortiguadores se creó de forma tal que los valores registrados por la celda de carga y el sensor de desplazamiento lineal eran almacenados en una tabla de datos con extensión .CSV los cuales se podía observar mediante la herramienta de Excel y consecutivamente importar en Matlab para realizar un análisis gráfico de los datos adquiridos en la prueba de caracterización de amortiguadores.

El análisis gráfico realizado en la herramienta Matlab permitió evidenciar un inconveniente para realizar un buen análisis y representar el diagrama de lissajous como lo exige la norma NTC 1711. A continuación, se describe lo hallado.

El PLC no realiza una escritura en la SD lo suficientemente rápida para realizar un buen muestreo de las variables carga y posición.

Al realizar la escritura en la SD desde el PLC se están registrando alrededor de 21 a 24 datos por segundo, con una velocidad de escritura de al menos 43.4 ms por dato, lo cual no es suficiente para adquirir los datos necesarios y realizar el diagrama de lissajous con exactitud como lo exige la norma. A lo anterior se le suma el cambio brusco de velocidad que se está experimentando en el amortiguador en la carrera de ascendencia y descendencia como se describió anteriormente.

Se intento aumentar el tiempo de escritura en la SD, pero no es posible debido a que el PLC puede escribir alrededor de 0.5Kb por segundo.

(Unitronics, 2008)

Realizando pruebas experimentales en el banco de amortiguadores se extrajo una base de datos con set point de diferentes velocidades, lo que permitió evidenciar que a baja velocidad se adquieren datos cercanos entre ellos, haciendo que la gráfica sea más uniforme y se acerque a lo que exige la norma NTC 1711, como se puede observar en la figura 53,54 y 55.

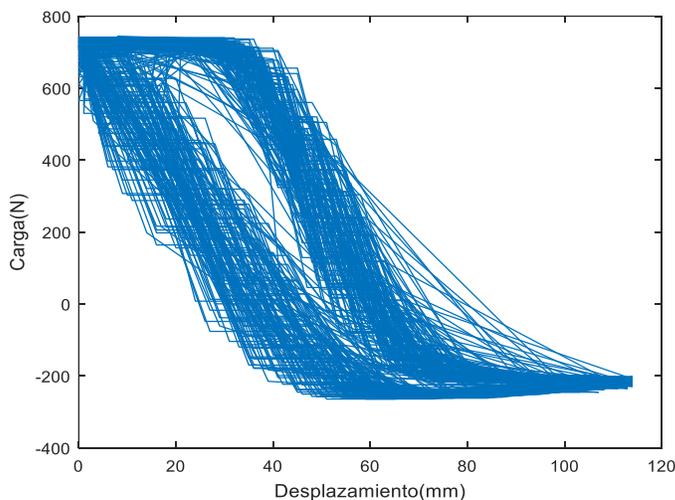


Figura 53. Diagrama de lissajous obtenido del banco de amortiguadores, graficado en Matlab a una velocidad de 100RPM. Autor.

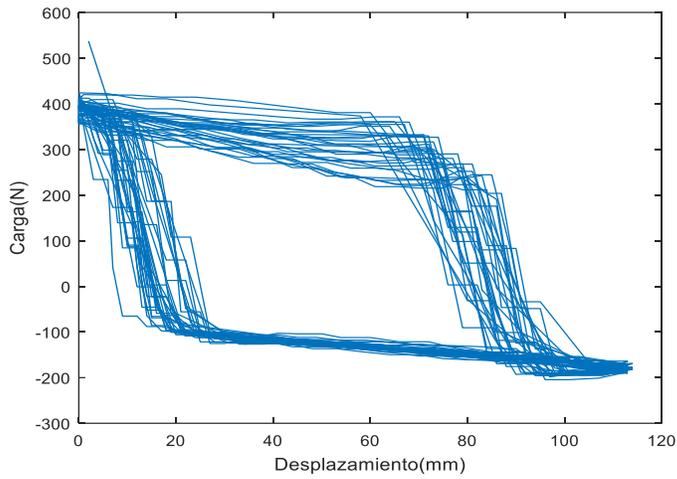


Figura 54. Diagrama de lissajous obtenido del banco de amortiguadores, graficado en Matlab a una velocidad de 35RPM.Autor.

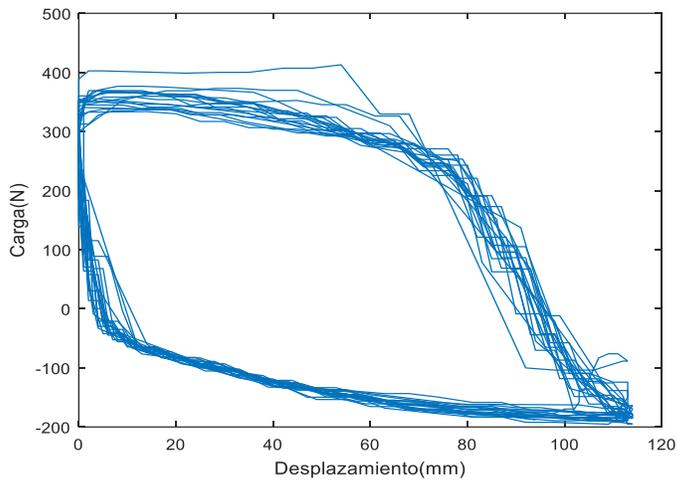


Figura 55. Diagrama de lissajous obtenido del banco de amortiguadores, graficado en Matlab a una velocidad de 35RPM.Autor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES.

El banco de amortiguadores permite realizar pruebas en suspensión de vehículos livianos de forma ineficiente ya que la velocidad en el pistón del amortiguador debe ser constante según la norma NTC 1711, así mismo debería ser la velocidad de rotación del motor debido que el motor y el mecanismo de amortiguador están acoplados directamente. Al no tener velocidad constante causa que se pierdan datos cuando la sobre aceleración en el sistema es muy elevada, por ende, crea una distorsión en el diagrama de lissajous lo cual es relevante para describir el estado de la suspensión y la capacidad de absorción de carga de esta.

El uso de un reductor en el banco de amortiguadores puede ser útil para que el mecanismo mantenga velocidad constante, debido que el motor acoplado directamente al mecanismo no es capaz de realizar esta función. El reductor permitiría que el mecanismo en el semi ciclo de bajada mantenga la velocidad constante, limitándose por los engranajes internos que conforma el reducto, haciendo que la aceleración generada por la gravedad y el peso del soporte inferior en el cual se ancla al amortiguador, no se vaya directamente al motor como está ocurriendo actualmente.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. RECOMENDACIONES.

Por los factores de sobre aceleración del sistema se sugiere incorporar un reductor en el banco de amortiguadores que permita mantener una velocidad constante en el amortiguador, Con lo cual se puede elaborar un diagrama de lissajous más claro, permitiendo analizar la dinámica del sistema, fuerza máxima y mínimas registradas en el amortiguador, como lo exige la norma colombiana NTC 1711 para certificar amortiguadores livianos.

Sería de gran importancia realizar un muestreo con un PLC que tenga mayor capacidad de adquisición de datos, para esto es necesario buscar la manera de cómo hacer la comunicación con los módulos de expansión de la celda de carga con el nuevo PLC, en caso de no ser marca Unitronics, debido que la celda de carga tiene un módulo de expansión de esta misma marca y tal vez no sea posible de comunicar con otro fabricante de autómatas programables.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

7. REFERENCIAS.

Camargo, & Leal. (2001). *DIBUJO A MANO DE LAS FIGURAS DE LISSAJOUS*. Bogotá, Colombia: Departamento de Física Universidad Nacional de Colombia.

Ceballos , D., Gomez, J., & Zapata , M. (2013). *Elaboracion documento maestro del sistema electrico y control: Banco de pruebas de amortiguadores*. medellin.

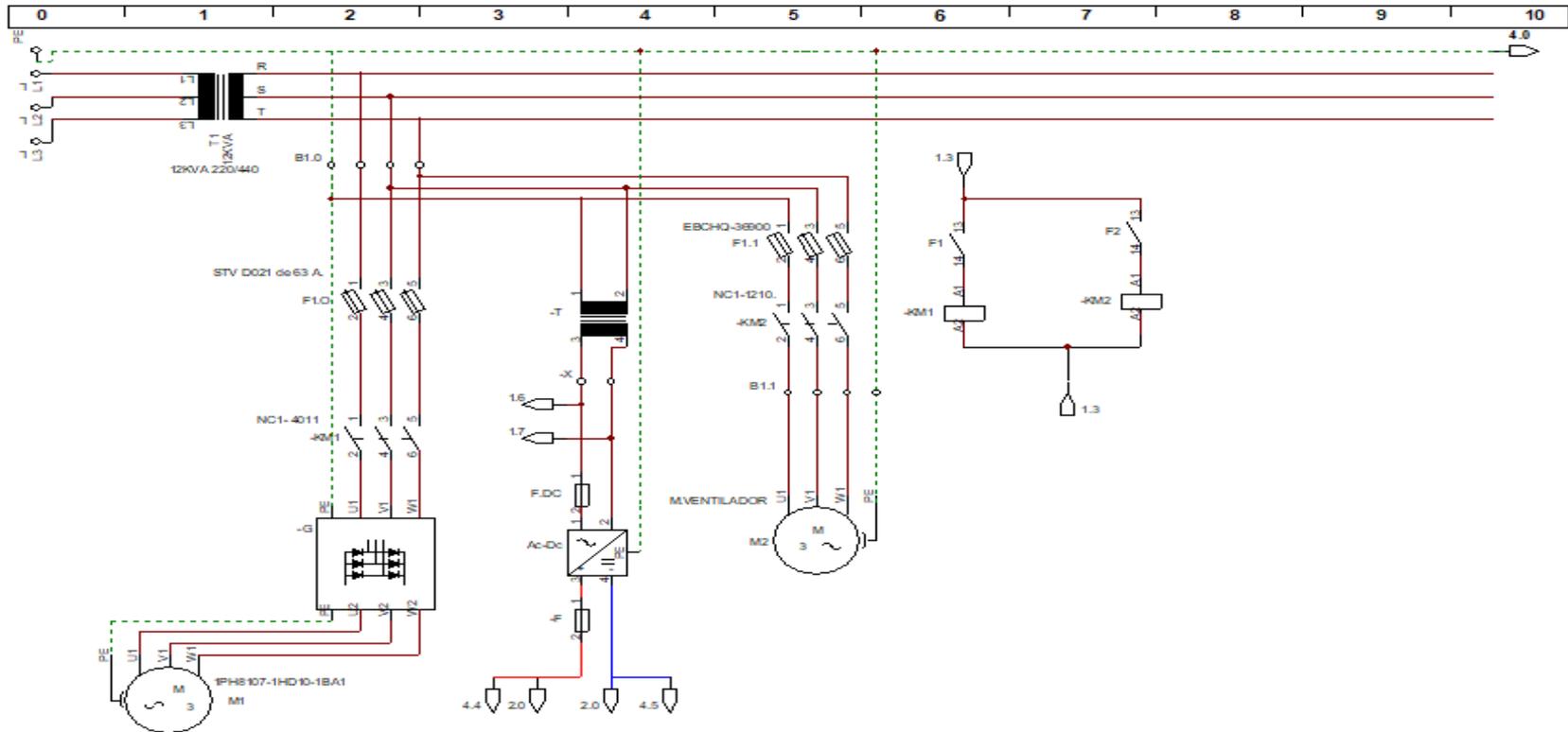
ICONTEC. (1998). *CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO NTC 2050*. Bogotá D.C.: ICONTEC.

ICONTEC. (2008). *AUTOMOTORES. AMORTIGUADORES HIDRÁULICOS TELESCÓPICOS* . Bogotá D.C.: ICONTEC.

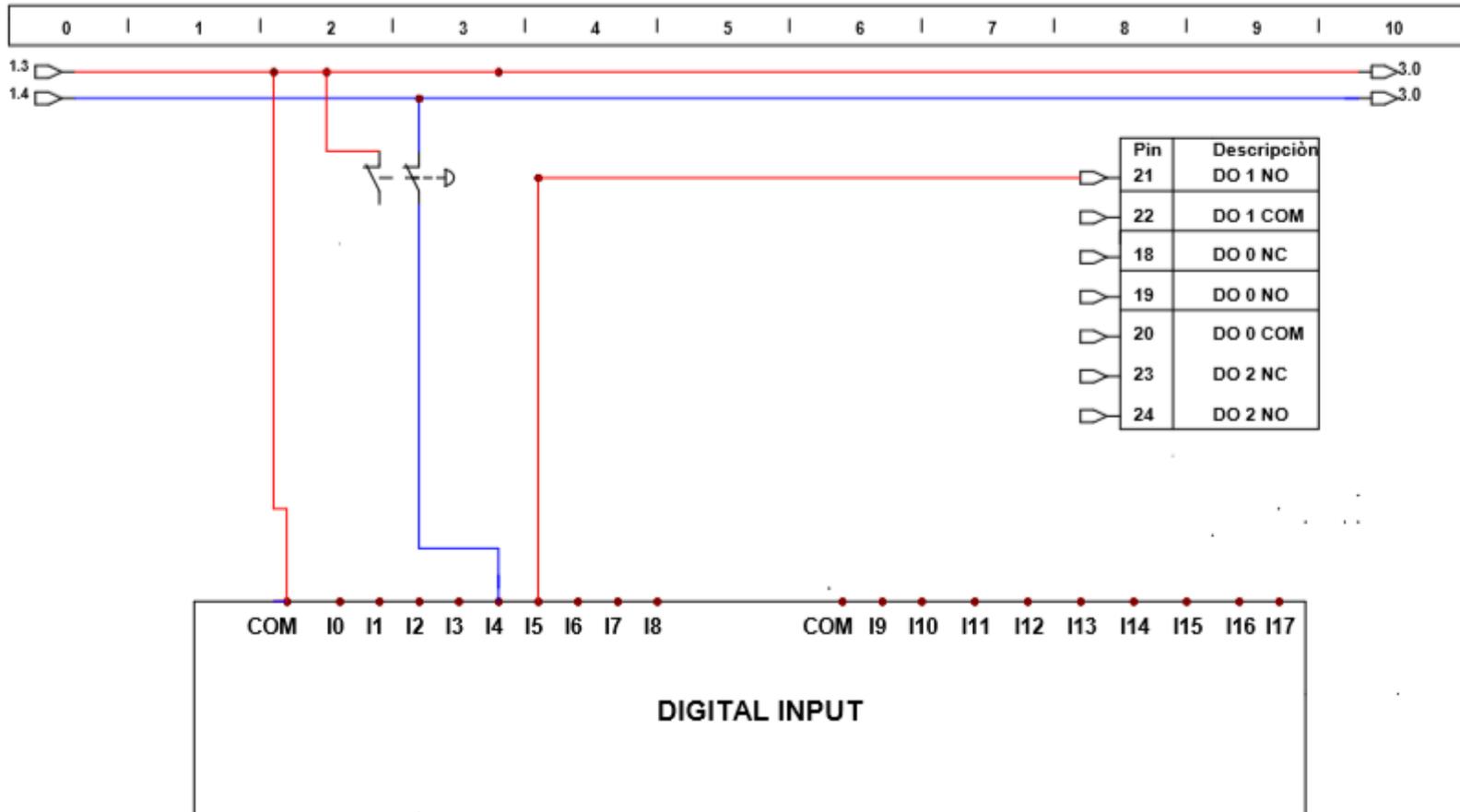
Mosca, G., & Tipler, P. (2003). oscilaciones. En *Fisica para la ciencia y la tecnologia*. Barcelona.ESPAÑA: REVERTÈ,S.A.

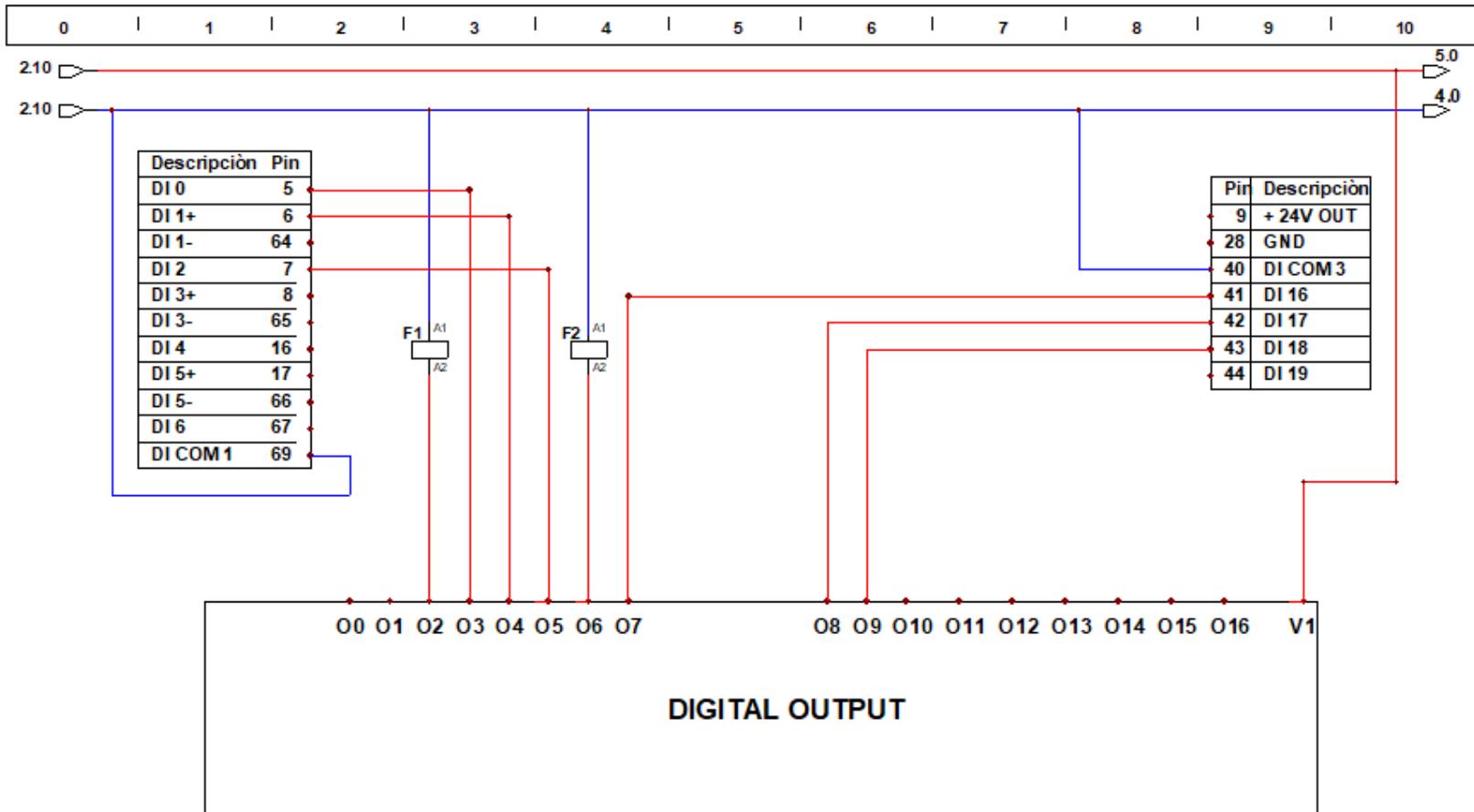
Unitronics. (2008). Unitronics SD Card.

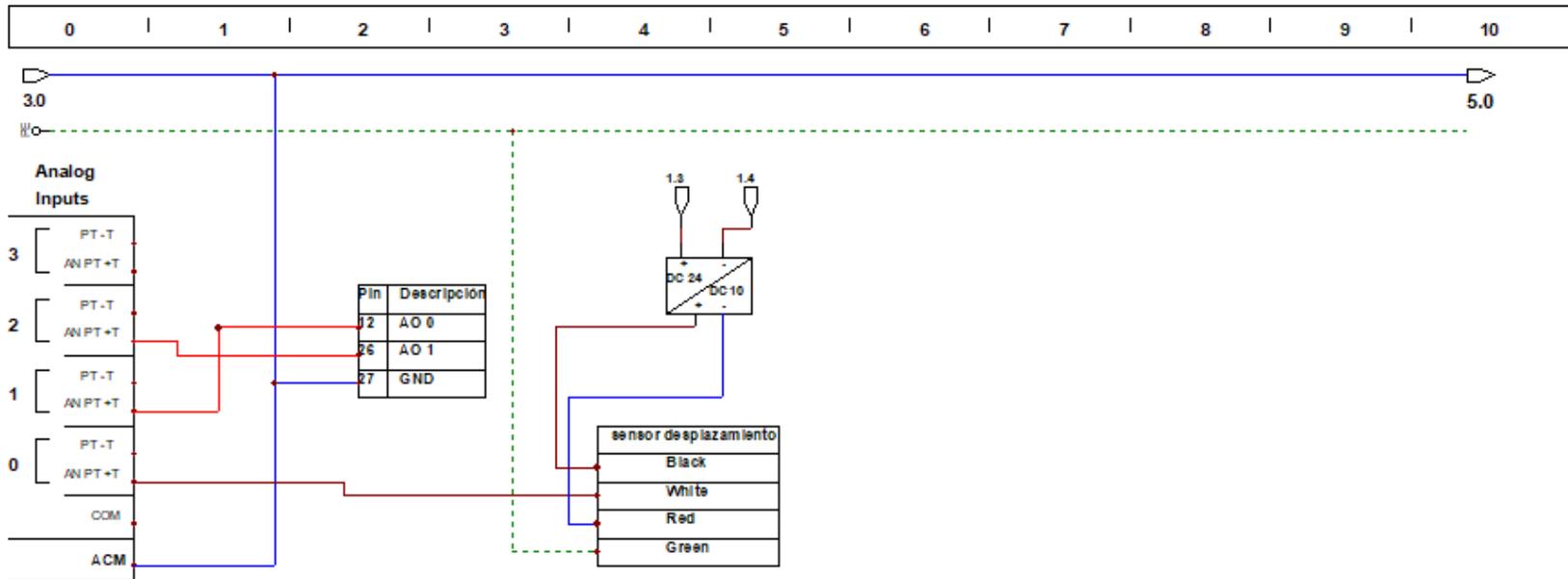
APÉNDICE A. Planos eléctricos y de control.

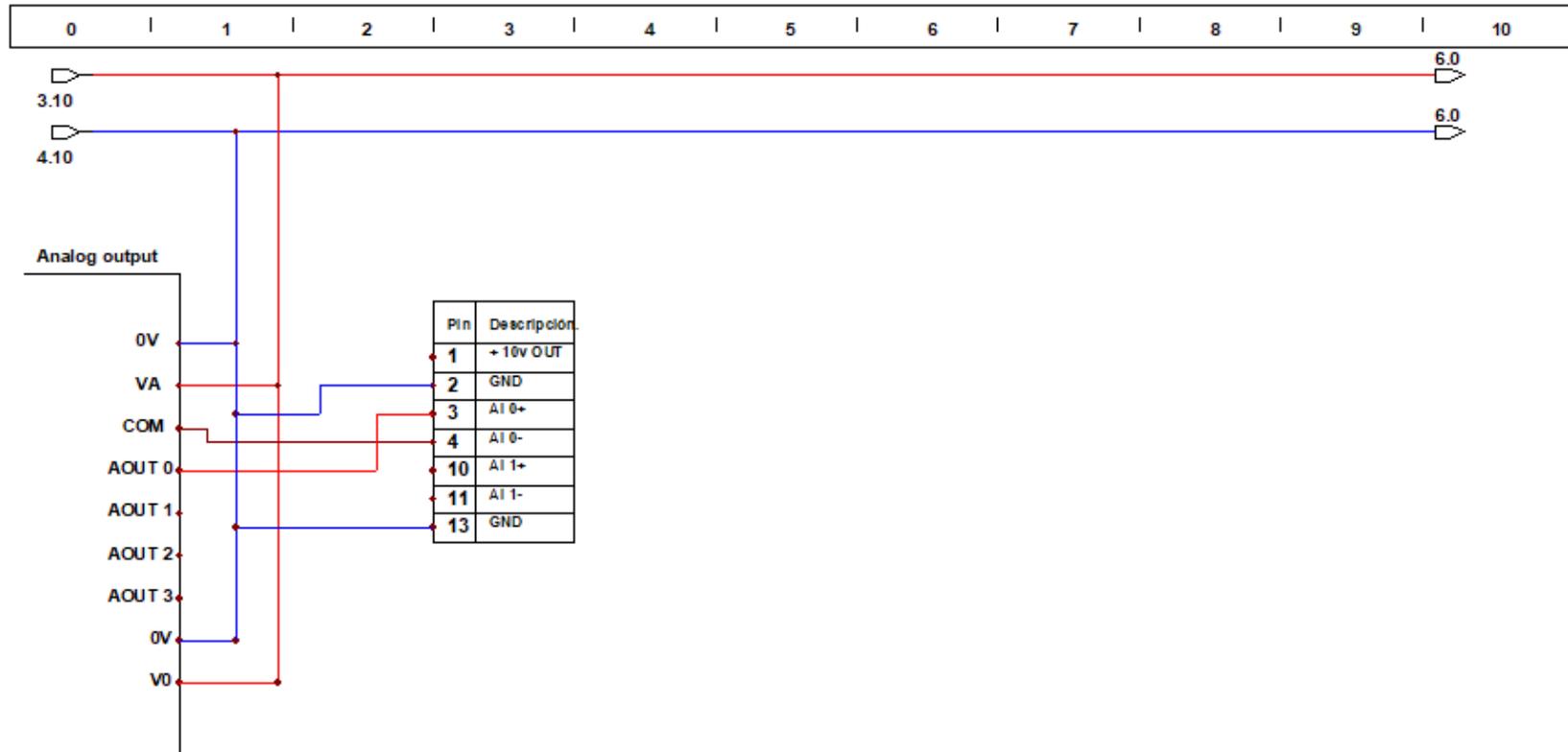


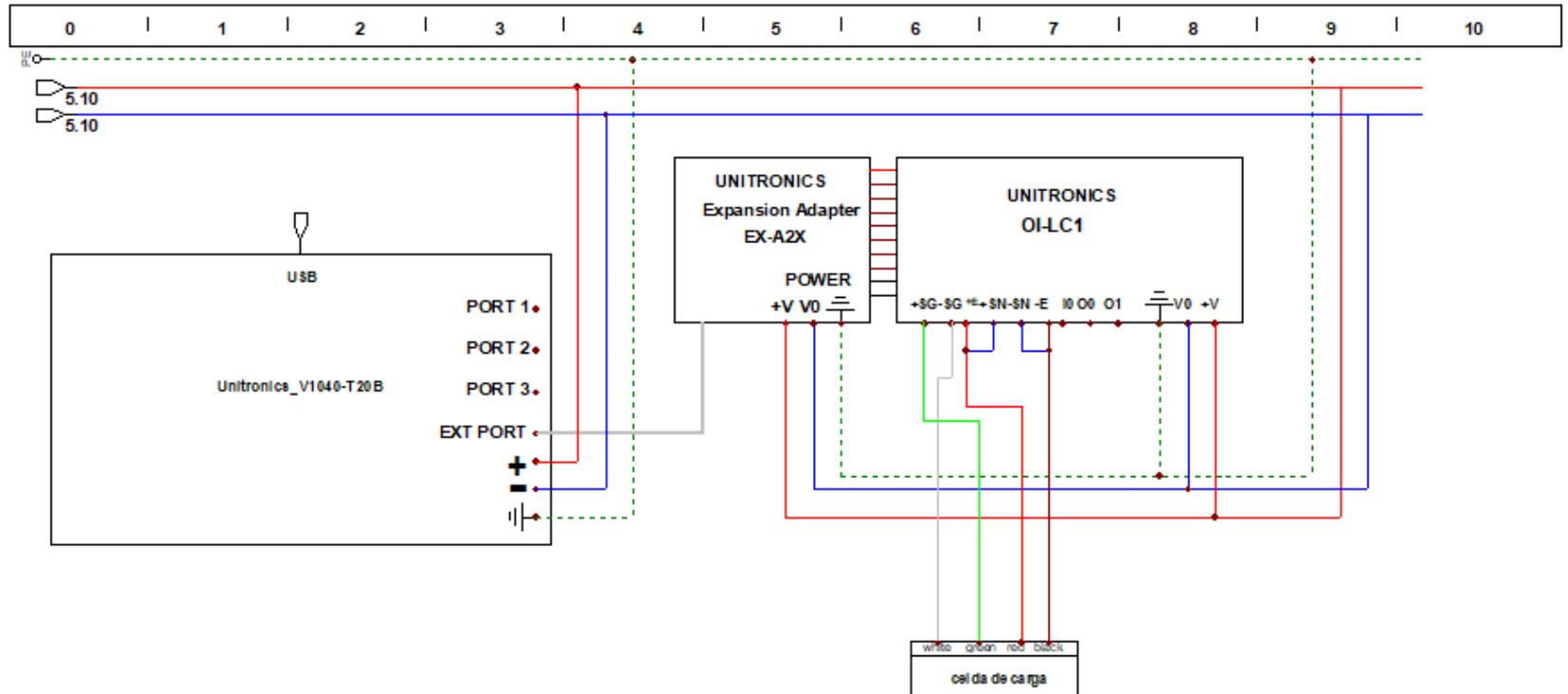
Dibujo: Didier Arango Giraldo	Descripción: Circuito de potencia	Fecha de Creación: 20/05/2018	Página: 1
	Proyecto: Banco de amortiguadores		

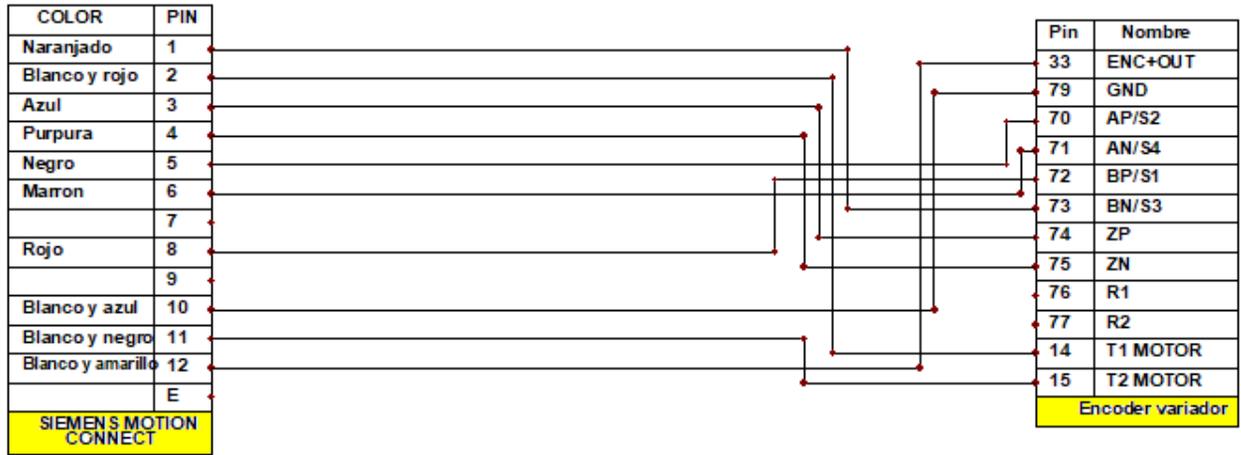












 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Apéndice B. Guía de trabajo práctico-experimental.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA.

Nombre de la guía:	Manejo banco de amortiguadores
Código de la guía (No.):	
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Construcción y ensamble de prototipos.
Tiempo de trabajo práctico estimado:	1.5 hora
Asignatura(s) aplicable(s):	
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO

Enunciar la competencia práctico-experimental a la cual corresponde la práctica, el nombre detallado de las competencias práctico-experimentales se pueden consultar en los microdiseño curricular de cada asignatura, de ninguna manera deben enunciarse competencias que no figuren dicho microdiseño curricular.

NOTA: En caso que la guía práctica sea útil a diferentes materias, se realiza una réplica del cuadro anterior.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

La dinámica que rigen los elementos que absorben impactos cíclicos crean un diagrama llamado diagrama de lissajous. El diagrama se genera básicamente al representar dos movimientos armónicos simple, que para el caso del banco de amortiguadores son la carga vs el desplazamiento al que se somete el amortiguador.

La norma NTC1711 estipula que los amortiguadores se referencian según su cuerpo, terminal de anclaje, si tiene tope de rebote o gas en su interior, ver figura 1 y tabla 1.

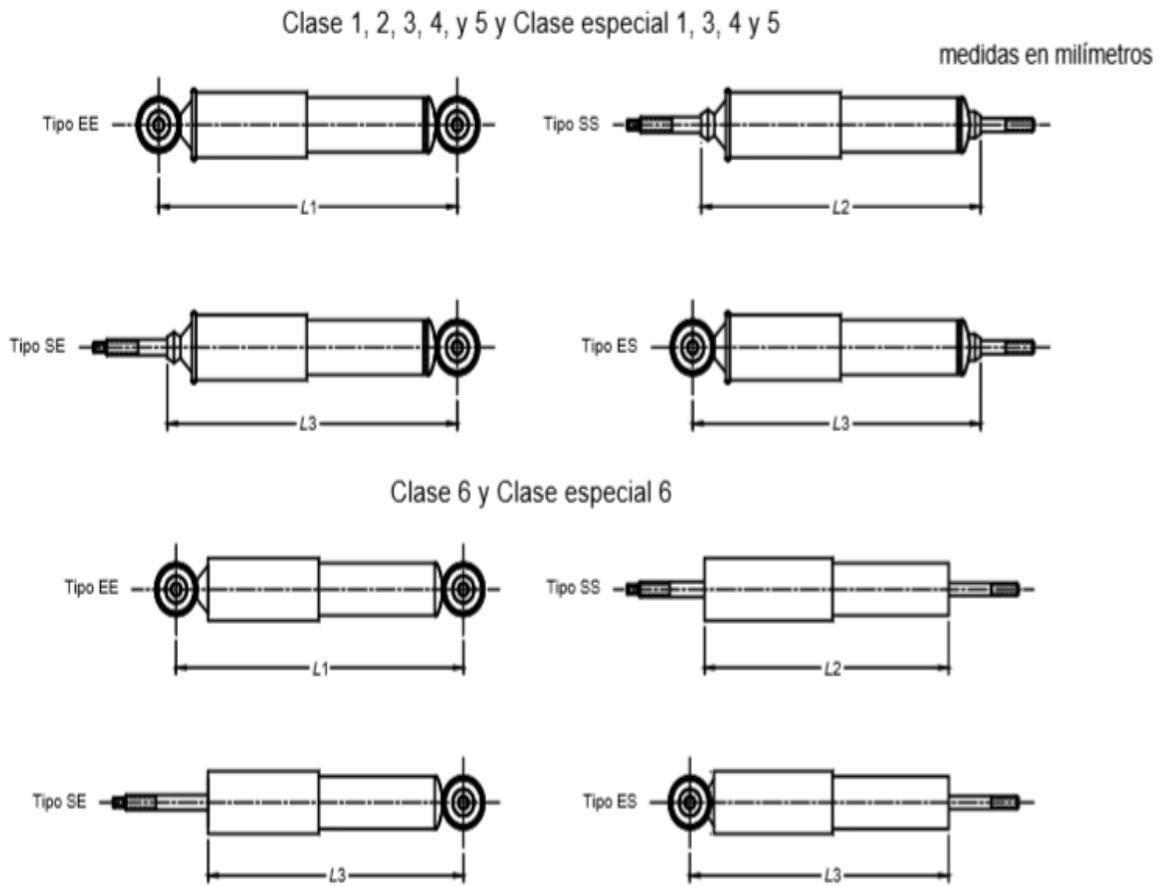


Figura 1. Tipos de anclaje: (ICONTEC, 2008).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tipo	Símbolo	Tamaño nominal del cuerpo principal	Tamaño nominal de montaje		Longitud base			Tolerancia de longitud mínima	Tolerancia de longitud máxima	
			Tipo E	Tipo S	L1 (Tipo EE)	L2 (Tipo SS)	L3 (Tipo SE, ES)			
Tipo estándar	Clase 1	SA1	S20	20		90	70	80	+3 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 3
	Clase 2	SA2	S25	25	25	82	95	95		
	Clase 3	SA3	S30		30					
	Clase 4	SA4	S35	35	135	99	117			
	Clase 5	SA5	S40	40		160 190	120	140	+4 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 4
	Clase 6	SA6	S50	50						
	Clase especial 1	SA1-S	S20	25		98	72	85	+3 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 3
	Clase especial 3	SA4-S	S30	30	116	82	99			
	Clase especial 4	SA3-S	S35					129		
	Clase especial 5	SA4-S	S40	35		153	117	135	+4 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 4
Clase especial 6	SA5-S	S50	40		177	120	148			
Con tope de rebote	Clase 1	RASA1	RS20	20		98	78	88	+3 menos (-) no especificado	±3
	Clase 2	RSA2	RS25	25	25	93	106	106		
	Clase 3	RSA3	RS30		30					
	Clase especial 1	RSA1-S	RS20	25		106	80	93		
Tipo con carga de gas	Clase 1	GSA1	RS20	20		90	70	80	+3 menos (-) no especificado	Más (+) no especificado (-) 3
	Clase 2	GSA2	RS25	25	25	82	95	95		
	Clase 3	GSA3	RS30		30					
	Clase especial 1	GSA1-S	RS20	25		98	72	85		
Tipo con carga de gas y con tope de rebote	Clase 1	RGSA1	RGS20	20		98	78	88	+3 menos (-) no especificado	±3
	Clase 2	RGSA2	RGS25	25	25	93	106	106		
	Clase 3	RGSA3	RGS30		30					
	Clase especial 1	RGSA1-S	RGS20	25		106	80	93		

Tabla 1. Tipo de amortiguadores y dimensiones: (ICONTEC, 2008).

La norma NTC1711 especifica el rango de carga que debe experimentar el amortiguador a una velocidad de 3 m/s. la carga varía según el tipo de esfuerzo al que sea sometido el amortiguador. ver tabla 2. para fuerza de tensión y tabla 3 para fuerza compresión.

Unidad: kN

Tamaño nominal del cuerpo	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
S20, GS20, RS20, RGS20													
S25, GS25, RS20, RGS25													
S30, GS30, RS30, RGS30													
S35													
S40													
S50													

Tabla 2. Rango de la fuerza de amortiguación en tensión con velocidad del pistón de 0,3 m/s: (ICONTEC, 2008).

Unidad: Kn

Tamaño nominal del cuerpo	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
S20, GS20, RS20, RGS20													
S25, GS25, RS20, RGS25													
S30, GS30, RS30, RGS30													
S35													
S40													
S50													

Tabla 3. Rango de la fuerza de amortiguación en compresión con velocidad del pistón de 0,3 m/s: (ICONTEC, 2008).

3. OBJETIVOS

- Conocer la dinámica de mecanismos diseñados para absorber impactos en el banco de amortiguadores según parámetros establecidos en la norma NTC 1711.
- Compara las variables experimentales extraídas del banco de amortiguador, con las hallas en el software NX, simulación de elementos finitos y recopilación de información con sensores virtuales del software.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Identificar la variable mecánica que intervienen en el amortiguador y como esta afectan e influyen en el mismo.

4. RECURSOS REQUERIDOS.

Los recursos requeridos para realizar esta práctica experimental son los siguientes:

- Laboratorio de construcción y simulación de prototipos.
- Módulo de banco de amortiguadores.
- SD card con el formato requerido para poder ser escrita por el PLC.
- Recurso computacional que tenga el software NX, Excel y Matlab.

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO.

La adquisición de datos del banco de amortiguadores que describe la capacidad de absorción de energía del amortiguador se obtiene de la siguiente manera:

Dar clic en el botón virtual de inicio para acceder a la pantalla donde están todas las pruebas que permite realizar el banco de amortiguadores. Ver figura 2.



Figura 2. Imagen de inicio del banco de amortiguadores.

Al dar clic sobre este botón la unidad de control lógico programable abrirá la siguiente pantalla, en la cual accederemos a la opción SD card, allí se podrá exportar una tabla de Excel en la cual se guarda la hora de la adquisición del dato, al igual que los valores de desplazamiento y carga registrado para ese momento. Ver figura 3.

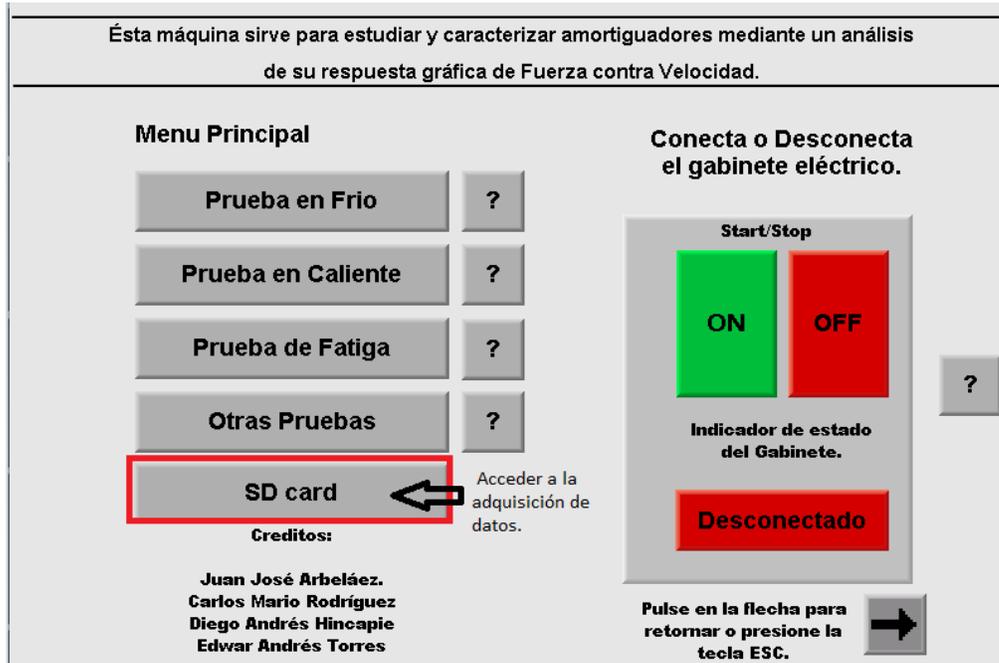


Figura 3. Interfaz que contiene todas las pruebas que permite realizar el banco de amortiguadores.

Al dar un toque en el botón virtual SD card emergerá la siguiente interfaz gráfica. Con las funciones descritas en las figuras 4 y 5.

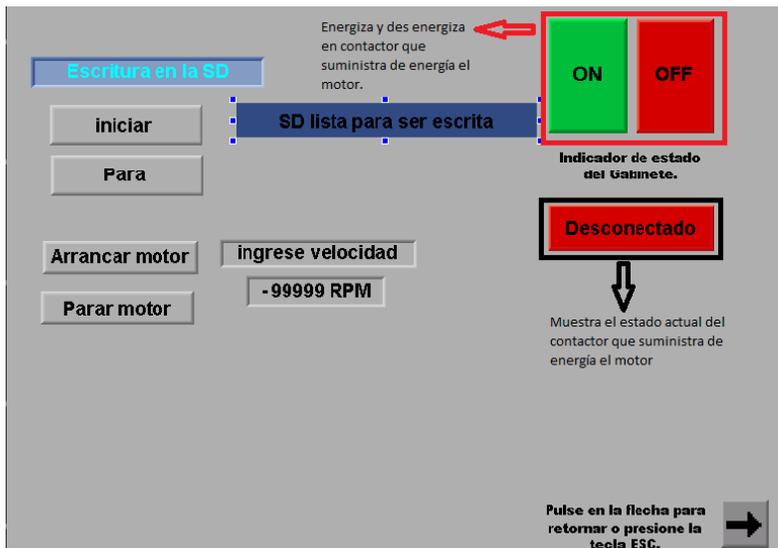


Figura 4. Operación de pantalla para realizar base de datos.

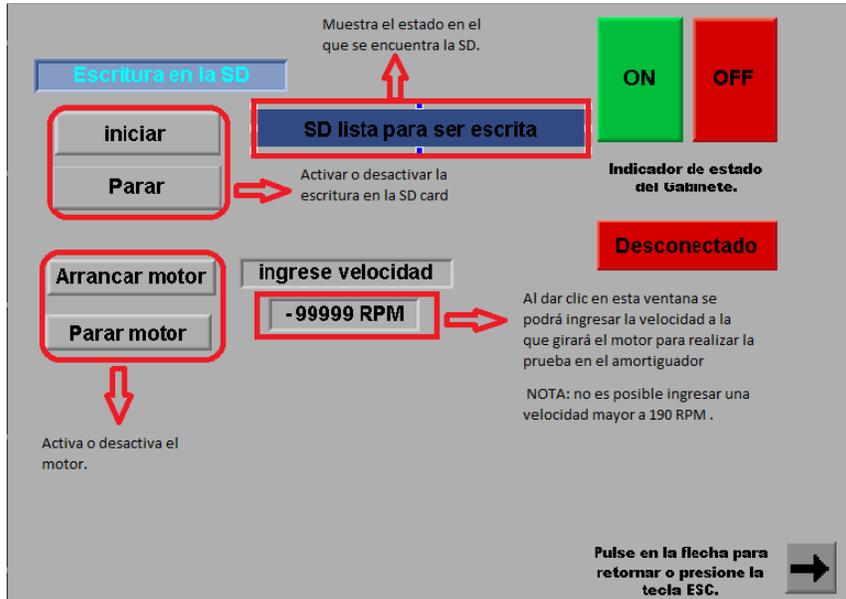


Figura 5. Operación de pantalla para realizar base de datos.

Los estados de la SD son tres los cuales son:

- Este estado debe aparecer en el momento en que se inserta la SD en el PLC, en caso de no aparecer es evidencia que la SD no es leída o no esta en formato requerido para se escrita por el PLC.

SD lista para ser escrita

- Al dar clic en el botón iniciar debe aparecer el siguiente estado, el cual da el aviso que la SD está en uso y se están exportando de forma correcta los datos a la SD.

Escribiendo SD...

- Al dar doble clic en el botón parar debe de aparecer el siguiente estado, el cual da el aviso de expulsar de forma segura la SD del PLC

Puede expulsar SD

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para ingresar a la SD debemos acceder a la información como se muestra en las figuras 6 y 7:

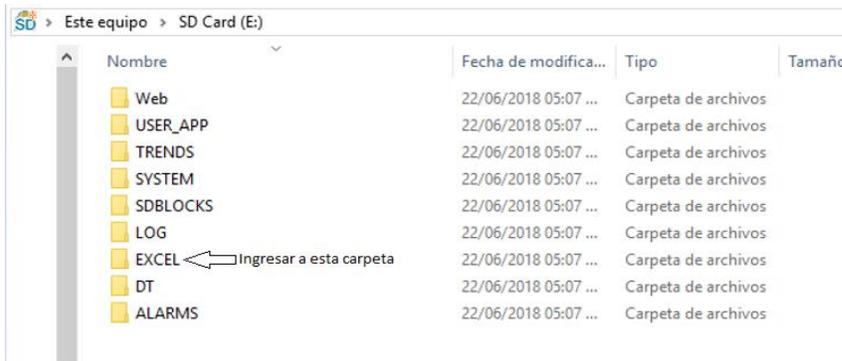


Figura 6. Carpeta carpetas en la SD.

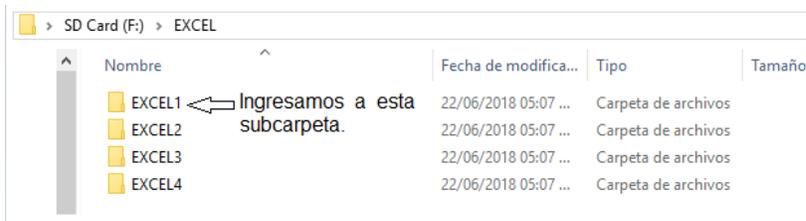


Figura 7. Subcarpetas carpetas en la SD para acceder al archivo CSV.

En la subcarpeta encontraremos el archivo con extensión .csv que puede ser abierto por la herramienta de Microsoft Excel. El archivo tiene por defecto el nombre DATA.

Nota: Es importa que al realizar la adquisición de datos la subcarpeta Excel 1 esté totalmente vacía o por lo menos no exista un archivo con el nombre DATA para que no ocurra sobre escritura de datos entre el archivo ya presente con la nueva adquisición de datos.

Después de tener el archivo lo copiaremos en una carpeta nueva donde este el siguiente código de Matlab para interpretar gráficamente los datos adquiridos del amortiguador al cual se realizó la prueba.

```
clear all;
close all;
clc;
```

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

```

datos=xlsread('DATA70.csv');

[row,column]=size(datos);

posicion=datos(1:end,3);

carga= (datos(1:end,2))

t=(1:1:row);

subplot(2,1,1), plot (t,carga)

xlabel('Tiempo s')

ylabel('Carga')

subplot(2,1,2),plot (t,posicion)

xlabel('Tiempo s')

ylabel('Desplazamiento(mm) ')

figure(2)

plot(posicion,carga)

xlabel('Desplazamiento(mm) ')

ylabel('Carga(N) ')

```

Nota: Asegúrese que el nombre que este en esta línea de código tenga el mismo nombre del archivo que extrajo de la SD, en caso de no ser así cámbielo por el nombre real que tiene el archivo que por defecto es “DATA” o por el nombre que haya sido modificado. Ver la siguiente imagen.

```

datos=xlsread('DATA70.csv');

```


 Escribir nombre
real del archivo.

Figura 8. Nombre real del archivo .CSV .

Al ejecutar el código debe aparecer dos plot , el primer plot muestra la magnitud de la carga y el desplazamiento que sufrió el amortiguador en el tiempo y el segundo plot muestra el diagrama de lissajous registrado en la prueba. Ambos plot se muestra en las figuras 9 y 10.

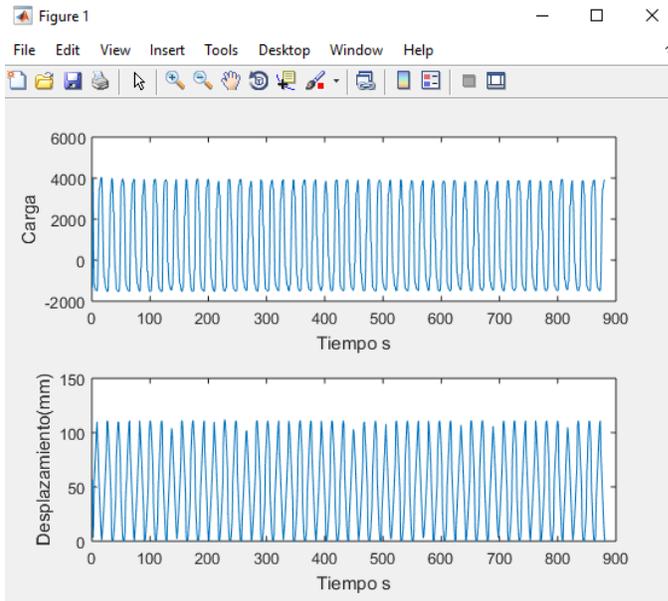


Figura 9. Grafica de carga y desplazamiento en el tiempo registrada en el amortiguador.

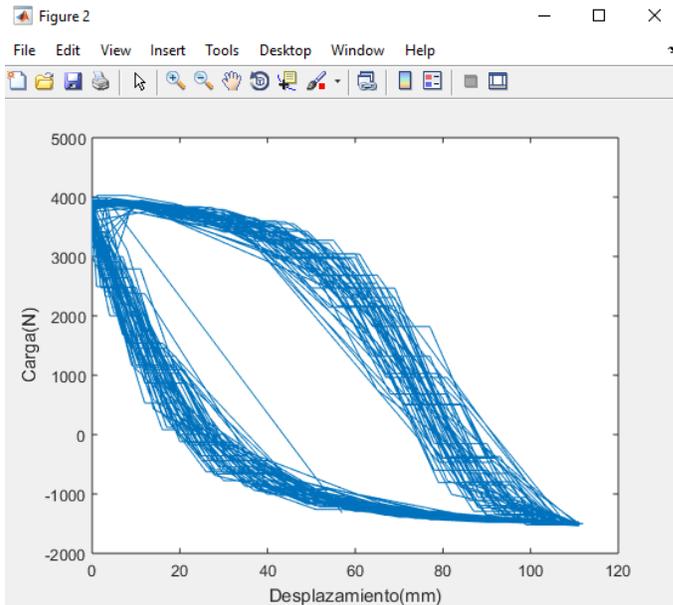


Figura 10. Diagrama de lissajous.

6. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

Un análisis detallado en el cual se comparen el resultado práctico- experimental vs los hallados en la simulación, dicho análisis debe justificar que factores pueden afectar los resultados obtenidos y como varía la carga experimental vs la obtenida en la simulación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

7. BIBLIOGRAFÍA

- Camargo, & Leal. (2001). *DIBUJO A MANO DE LAS FIGURAS DE LISSAJOUS*. Bogotá, Colombia: Departamento de Física Universidad Nacional de Colombia.
- ICONTEC. (2008). *AUTOMOTORES. AMORTIGUADORES HIDRÁULICOS TELESCÓPICOS*. Bogotá D.C.: ICONTEC.
- Mosca, G., & Tipler, P. (2003). oscilaciones. En *Física para la ciencia y la tecnología*. Barcelona.ESPAÑA: REVERTÈ,S.A.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice C. Guía de mantenimiento para banco de amortiguadores en formato institucional FGL06X.



Imagen 1. Liberar amortiguador de celda de carga.



Imagen 2. Retirar el pin del pasador que ancla el amortiguador a la base que se ancla a la celda de carga.

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO AL BANCO DE AMOTIGUADORES.

HERRAMIENTA Y MATERIALES NECESARIOS PARA LLEVAR A CABO EL MANTENIMIENTO.

1. Pinzas para pin o seguro.
2. Matillo de goma.
3. Llave de 3/4 boca fija.
4. Llave 10mm.
5. Juego de llave hexagonal.
6. Un punzón pequeño.
7. Lubricante penetrante y aceite.
8. Destornillado de punta plana.
9. Llave 1/4.
10. Llave 5/8.

PROCEDIMIENTO.

1. Liberar el amortiguador para aliviar la carga que este genera a todo el mecanismo. Para esto procedemos a soltar el soporte superior del amortiguador que está anclado a la celda de carga con la ayuda de la llave 3/4, Ver imagen 1. A continuación, se procede a retirar el pin del pasador superior del amortiguador con la pinza para pin. ver imagen 2.



Imagen 3. Golpear de modo seguro para extraer pasadores.

Nota: no retirar ningún pasador sin haber desacoplado la celda de carga debido que puede des calibrar la misma o incluso dañarla por las vibraciones que causa al golpear con el martillo al intentar extraer los pasadores.

2. Retirar el pasador que fija la parte superior de la biela a la estructura que sostiene la parte inferior del amortiguador. Para esto se recomienda colocar una cuña o soporte que levante la base del amortiguador. Ver imagen 4.1, esto permite que el peso de esta no genere atascamiento para extraer el pasado. Este pin se extrae de la misma manera que los dos anteriores. ver figura 4.2.



Imagen 4.1. Cuña para elevar base inferior de amortiguador.



imagen 4.2. Cuña para elevar base inferior de amortiguador.

3. Extraer el pasador que sostiene la biela a la manzana que ingresa la energía al mecanismo desde el motor. ver figura 5. Para esto intentamos extraer el pasador de forma manual, si está muy apretado se recomienda usar un destornillador para hacer palanca de forma

cuidadosa. En caso de no funcionar el método anteriormente recomendado, se recomienda elevar más la base que sostiene el amortiguador inferior para sacar la manzana con la biela completa, para eso es necesario usar una llave hexagonal y extraer dos prisioneros que tiene la manzana de los cuales uno fija la cuña de eje y el otro la manzana al eje, ambos se encuentran en lados opuestos de la manzana, ver imagen 6.1 y 6.2. Seguidamente el trasladar el mecanismo completo a una prensa donde se pueda extraer exitosamente el pasador.



Imagen 5. Pasador para sujeción de biela a manzana.



Imagen 6.1. Prisionero de manzana para sujeción de cuña.



Imagen 6.2. Prisionero de manzana para sujeción de eje.

4. Al tener todo desmontado se procede a limpiar todas las partes antes de aplicar liquido lubricante penetrante al mando deslizante entre la base y las barras cromadas que son el herraje que soporta el mecanismo que conforma el amortiguador. ver imagen 7. Realizar todo lo dicho desde el primero paso hasta el tercer, verificando ajustes mecánicos de los pasadores, bujes y todas las uniones que conforman el sistema, también es necesario ajustar la base que sostiene la parte superior del amortiguador a la celda de carga, ver imagen 9. Al realizar el montaje es necesario aplicar lubricante el cual puede ser aceite multipropósito de baja a media viscosidad con la finalidad disminuir la fricción y desgaste prematuro entre partes móviles, prevenir oxidación de esta y facilitar el ensamble.

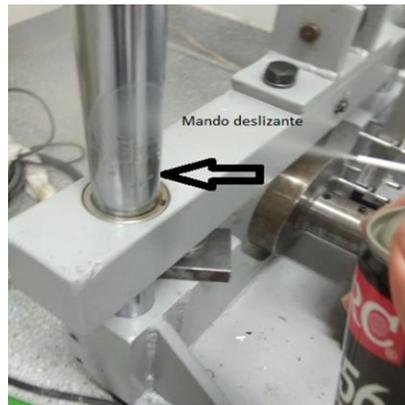


Imagen 7. Mando deslizante de banco de amortiguadores.

NOTA: No es conveniente aplicar aceite o algún tipo de grasa para lubricar al mando deslizante, debido que la superficie al estar expuesta al medio ambiente se le empiezan a adherir partículas y crear con el tiempo una sustancia abrasiva que no cumple con el objetivo final de lubricar.

5. Verificar el sensor lineal, este debe estar bien sujeto a la base inferior del amortiguador, de ser necesario calibrar el mismo si está chocando con la carcasa de la cual sale el vástago. Para esto es necesario el juego de llaves hexagonal y la lleve 10mm. ver imagen 8.

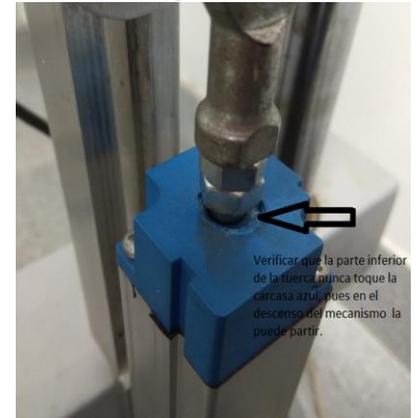


Imagen 8. Ajuste y verificación de sensor lineal.

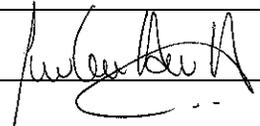


Imagen 9. Ajuste y verificación a la base de sujeción superior del amortiguador.

NOTA: Para verificar que la tuerca del sensor lineal no toque la carcasa de este, es necesario quitar la cuña que se utilizó al inicio del proceso para elevar la base inferior donde se sujeta el amortiguador.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES _____ **Dedier Arango** _____

FIRMA ASESOR _____  _____

FECHA ENTREGA: 31/07/2018 Entrega definitiva para biblioteca con aval del asesor y evaluador

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____