

**EQUIPO PARA DETERMINAR
DEFORMACIONES RADIALES Y TANGENCIALES
EN CILINDROS SOMETIDOS A PRESIÓN
INTERNA - UPB**



**REALIZADORES: CARLOS ANDRÉS BELTRÁN P.
PAOLA FAJARDO RODRÍGUEZ**

INDICE

INTRODUCCIÓN

1 OBJETIVO GENERAL

2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3 ABREVIATURAS

4 MARCO TEÓRICO

5 IMPORTANTES INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

6 PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS

6.1 ETAPA 1. DEL PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS

6.2 ETAPA 2 DEL PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS

6.3 ETAPA 3 DEL PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS

6.4 ETAPA 4 DEL PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS

7 CÁLCULOS

8 CONCLUSIONES

9 RECOMENDACIONES

10 FORMATO DE TABLA DE DATOS Y DE RESULTADOS

ANEXOS

ANEXO A CATÁLOGO DE BOMBA

ANEXO B CIRCUITO ELECTRICO DEL AMPLIFICADOR

ANEXO C CATÁLOGO DE GALGAS EXTENSIOMÉTRICAS

ANEXO D CATÁLOGO DE MOTOR

ANEXO E SISTEMA HIDRÁULICO

INTRODUCCIÓN

En este manual se encuentra registrado los procedimientos a seguir para el correcto funcionamiento del equipo, como lo son los pasos y la forma de recolección de datos; además las recomendaciones y advertencias de seguridad preventiva que hay que tener en cuenta para una óptima operación del equipo.

1. OBJETIVO GENERAL: Comprobar las ecuaciones teóricas de los esfuerzos tangencial y longitudinal en cilindros de pared delgada sometidos a presión interna a partir de las deformaciones experimentales obtenidas en un cilindro de Acero Inoxidable.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprender a manipular y calibrar el amplificador de señales y Familiarizarse con las strain gages para poder tomar valores confiables que permitan comprobar la veracidad de las ecuaciones teóricas.
- Aprender a manejar de forma adecuada el sistema hidráulico, para evitar posibles daños al equipo y garantizar un correcto funcionamiento del mismo.
- Determinar los esfuerzos en un cilindro de pared delgada a partir de las deformaciones experimentales obtenidas en las pruebas realizadas.

3. ABREVIATURAS

ϵ_{zE} Deformación unitaria longitudinal experimental

ϵ_{zT} Deformación unitaria longitudinal teórica

ϵ_{zTT} Deformación unitaria longitudinal teórica total

ϵ_{Temp} Deformación unitaria por temperatura

$\epsilon_{\theta E}$ Deformación unitaria tangencial experimental

$\epsilon_{\theta T}$ Deformación unitaria tangencial teórica

ΔT Delta de temperatura

- E Módulo de elasticidad
- σ_z Esfuerzo axial
- σ_θ Esfuerzo circunferencial
- σ_{zE} Esfuerzo longitudinal experimental
- σ_{zT} Esfuerzo longitudinal teórico
- $\sigma_{\theta E}$ Esfuerzo tangencial experimental
- $\sigma_{\theta T}$ Esfuerzo tangencial teórico
- P_i Presión interna
- P_o Presión externa
- E_m Módulo de elasticidad del material
- G Módulo de Young
- $\% \epsilon_r$ Porcentaje de error
- $\% \epsilon_{\sigma_\theta}$ Porcentaje de error de esfuerzo circunferencial.
- $\% \epsilon_\sigma$ Porcentaje de esfuerzos principales
- $\% \epsilon_{zTT}$ Porcentaje de error en las deformaciones longitudinales con Temperatura
- $\% \epsilon_{ez}$ Porcentaje de error en las deformaciones longitudinales sin Temperatura
- $\% \epsilon_{\epsilon z}$ Porcentaje de error en la deformación radial
- $\% \epsilon_{\epsilon \theta}$ Porcentaje de error en las deformaciones tangenciales
- r Radio
- r_i Radio interno
- U Razón de poisson

4. MARCO TEÓRICO. Para realizar los cálculos de deformaciones, se debe conocer si los cilindros con los cuáles se está trabajando son de pared gruesa o delgada. Cuando la relación entre el diámetro interior del cilindro y su espesor es un valor mayor a 40, se está hablando de **cilindros de pared delgada**; cuando esta razón es menor a 40.

$$\frac{d_i}{t_h} > 40 \Rightarrow \text{Cilindro Pared Delgada}$$

El análisis de pared delgada es más exacto a medida que la relación d_i/t_h , se incrementa. En el caso del equipo, los cilindros que se van a utilizar en su mayoría son de pared gruesa debido a que son los más utilizados en las industrias locales.

Cilindros de pared delgada. En los cilindros de pared delgada, se encuentran esfuerzos circunferenciales y axiales; el esfuerzo radial es pequeño en relación con el esfuerzo circunferencial porque $t_h/d_i \ll 1$, en resumen las ecuaciones que rigen un cilindro de pared delgada son.

$$\sigma_r = 0 \text{ Esfuerzo radial.}$$

Medidores de deformación por resistencia o galgas extensiométricas. Las galgas extensiométricas son sensores de deformaciones basados en la variación de la resistencia eléctrica con la deformación, en un hilo conductor calibrado, o en resistencias construidas a base de pistas de semiconductor.

Ruido e Interferencia. Las variables extrañas que afectan los datos medidos pueden describirse como ruido e interferencia. El *ruido* es una variación aleatoria del valor de la señal medida como una consecuencia de la variación de las variables extrañas. Una variable completamente controlada no contiene ruido.

Errores de sensibilidad y de cero. La sensibilidad estática de un dispositivo a veces depende de la temperatura y con frecuencia se especifica. El corrimiento de la intersección de cero en la curva de calibración se conoce como *error de cero*, e_z , del sistema de medición. **Galga extensiométrica.** El tipo de sensor escogido para medir las deformaciones son de tipo biaxial, estas galgas permiten medir deformaciones en dos direcciones la longitudinal y la circunferencial, además se dispone de otro sensor que permita compensar el error causado por las variables extrañas presentes en el sistema, como el equipo se encuentra al aire libre, la variable extraña que afectará será

la temperatura ambiente, puesto que altera los valores de deformaciones obtenidos a través de las galgas extensiométricas.



Foto1. Sistema amplificador BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola. Enero de 2008

Sistema Amplificador. La galga extensiométrica debe ser conectada a un circuito eléctrico que sea capaz de medir cambios en la resistencia, el sistema amplificador es usado para medir los elementos conectados eléctricamente que forman parte del puente y su salida está dada mediante la visualización de un voltaje, a través de un multímetro. Puesto que los parámetros obtenidos de la salida son muy pequeños expresados en micro voltios, se hace necesario la amplificación de la señal para facilitar su observación ya que el rango menor del multímetro se encuentra en mili voltios. (Ver foto 1)

5. IMPORTANTES INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Cuando esté usando aparatos eléctricos, debe seguir siempre medidas básicas de seguridad, incluyendo las siguientes:

- Lea todas las instrucciones
- Para protegerse contra peligros eléctricos, no sumerja el cable, enchufe o base de la unidad en agua u otro líquido.
- Especial cuidado es necesario cuando cualquier artefacto es usado por o cerca de niños.
- Desenchúfelo cuando no lo esté usando, antes de poner o sacar alguna parte y antes de limpiarlo.

- Evite el contacto con las piezas movibles.
- No haga funcionar ningún artefacto si tiene el cable o enchufe dañado, después de un mal funcionamiento o si se ha caído o dañado de alguna manera.
- El uso de aditamentos no recomendados por el fabricante pueden causar fuego, choques eléctricos o lesiones.
- No deje el cable colgando de la mesa o que toque superficies calientes.
- Antes de cada uso, revise el cable eléctrico t asegurese que no tenga cortaduras ni seña de abrasiones, de ser asi, el equipo debe someterse a mantenimiento y el cable debe ser remplazado.

ENCHUFE POLARIZADO (Solamente para los modelos de 120V)

Este equipo cuenta con dos enchufes polarizados en el que un contacto es más ancho que el otro, uno para el motor eléctrico y otro para le amplificador. Como medida de seguridad, el enchufe puede introducirse en una toma de corriente polarizada únicamente en un sentido. Si el enchufe no encaja en la toma, inviértalo.

6. PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS. El procedimiento que se debe llevar a cabo para la realización de las pruebas en el equipo se divide en tres etapas; la etapa 1 consiste en una inspección general del equipo y la conexión del sistema hidráulico al cilindro que se va a probar, en esta etapa también se realiza el encendido del motor y la purga del aire en el cilindro y las mangueras; la etapa 2 se refiere a la conexión de los sensores al sistema amplificador y la conexión a la salida de la señal al multímetro y por último en la etapa 3 se calibra el amplificador.

6.1 ETAPA 1 DEL PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS. En esta etapa se realiza una inspección al equipo antes de ponerlo en funcionamiento, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Asegurarse que el nivel del aceite se encuentre en el punto óptimo de funcionamiento, es decir, que el indicador este en el punto máximo, recuerde que en ningún momento la bomba se puede quedar sin aceite.
- Revisar que los elementos del sistema hidráulico conformados por mangueras, acoples y racores (ver foto 2); se encuentren bien conectados, así se evitará derrames de aceite.



Foto 2. Acople y racor. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola, Enero de 2008

Teniendo en cuenta lo anterior y dependiendo del cilindro que se va a presurizar:

- Se conectan las mangueras al mismo, utilizando las herramientas adecuadas para ajustar los racores y así evitar fugas, posteriormente.
- Se energiza y se enciende el motor pulsando el botón verde (ON) (ver foto 3).



Foto 3. Interruptor. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola, Enero de 2008

- Se realiza una purga en las mangueras y el cilindro dejando las válvulas de compuerta abierta (ver foto 4), (cabe resaltar que la válvula de paso está completamente abierta cuando la palanca está en la posición vertical) y la válvula limitadora de presión se encuentre totalmente abierta mientras sale el aire de la tubería, esto se realiza con el motor encendido, cuando este proceso haya terminado.



Foto 4. Válvula limitadora de presión (izq.) y válvula de compuerta (der.). BELTRÁN, Carlos – FAJARDO Paola. Febrero de 2008.

- Se cierra la válvula de compuerta lo que origina la presurización del cilindro a probar (la válvula de paso está cerrada cuando la palanca de la misma se encuentra en posición horizontal); es importante aclarar que la presión interna será controlada con la válvula reguladora de presión a través de la manipulación de la dirección longitudinal del resorte interno con la perilla.

- Finalizada la etapa 1, proceda a apagar el equipo. Botón rojo off (ver foto 3).

6.2 ETAPA 2 DEL PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS. En esta etapa mientras el sistema hidráulico presuriza el cilindro, se conecta la instalación del sistema de adquisición de señales:

- Inicialmente se coloca la galga extensiométrica que compensa la temperatura ambiente sobre el cilindro; esta galga se encuentra adherida sobre una lámina de aluminio en forma de arco (ver foto 5).



Foto 5. Galga extensiométrica de compensación de temperatura. BELTRÁN, Carlos - FAJARDO, Paola, Febrero 2008

- Después se procede a la conexión de las terminales de las galgas extensiométricas al amplificador mediante plugs de dos colores para diferenciar la galga que mide la deformación (rojo) y la otra que compensa la temperatura (azul) (ver foto 6).



Foto 6. Conexiones de las galgas. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola, Enero de 2008

- Luego se procede a conectar el terminal verde al común y al voltaje del multímetro el terminal verde o rojo (ver foto 7)., dependiendo de la galga que se desee medir, el otro extremo de la conexión se conecta a la salida del amplificador por medio de un plug.

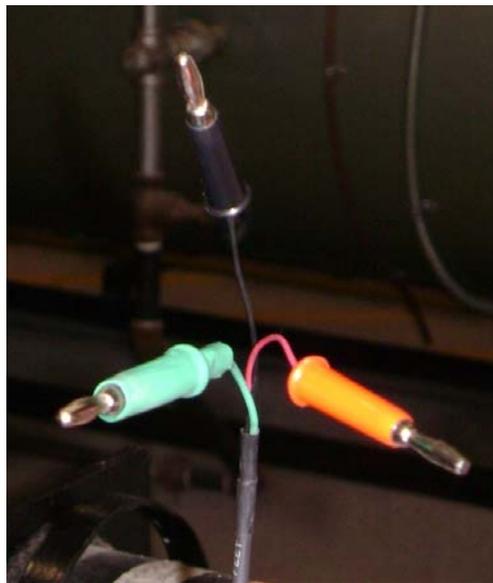


Foto 7. Terminales. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola. Febrero de 2008.

- Para obtener la señal captada por las galgas extensiométricas es necesario adherir la galga de compensación de temperatura (cable azul) y conectar el otro extremo del cable al amplificador en la casilla de temperatura (ver foto 8).



Foto 8. Plugs conectadas al amplificador de señal. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola. Febrero de 2008.

- Para la galga fija que capta señales tangenciales y longitudinales (cable rojo) se conecta a una baquelita que posee dos entradas por galga, las cuales se conectan por medio de un sistema de ajuste con tornillos (ver foto 9), el otro extremo del cable se conecta a la casilla de deformación del amplificador por medio de un plug.



Foto 9. Sistemas de ajustes con tornillos. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola, Enero de 2008

6.3 ETAPA 3 DEL PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS. La calibración del amplificador se hace después de realizar las respectivas conexiones:

- Enchufe el cable de alimentación de corriente al amplificador y a la conexión del tomacorriente de 120 V y luego enciéndalo con el interruptor situado en la parte de atrás del amplificador en la posición encendido (ver foto 10).



Foto 10. Parte posterior al amplificador. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola. Febrero de 2008.

- Se conectan los cables a la galga correspondiente utilizando un destornillador pequeño (ver foto 9).
- Se gira el control de ajuste con el multímetro encendido y ubicado en la función voltios con escala de 200milivoltios, se gira dicho control disminuyendo el valor que se visualiza en la pantalla del multímetro hasta un valor de 2milivoltios para un cambio de escala del mismo (ver foto 11).



Foto 11. Calibración con ajuste grueso y escala de multímetro. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola. Febrero 2008.

- Después de cambiar a una menor escala el multímetro (ver foto 11), se cambia de control a ajuste fino girando hasta llegar al intervalo de valores entre -5 y 5 milivoltios. (ver foto 12).



Foto 12. Calibración del amplificador. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola, Enero de 2008.

6.4 ETAPA 4. DEL PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS.

En esta etapa se realiza un procedimiento para la adquisición de datos.

- El valor observado en el multímetro instante antes de ser encendido el motor es considerado error de cero. el cual va a ser sumado de forma algebraica a cada uno de los datos obtenidos en las pruebas que se esté realizando.
- Posteriormente se enciende el motor. Bontón verde ON (ver foto 3).
- Observe que el manómetro, cuando el motor este encendido indique una presión de 20Psi. (ver foto 13).



Foto 13. Manómetro. BELTRÁN, Carlos – FAJARDO, Paola. Febrero de 2008.

- Se procede a girar la válvula de compuerta en un intervalo de presión de 20 en 20Psi. Tomando rápidamente los datos marcados por el multímetro, en el formato de la tabla 1. Correspondiente a la toma de datos, hasta llegar a una presión de trabajo de 140Psi. A partir de ahí gire el control de la válvula de mando directo hasta llegar a una presión de 200 Psi. (ver foto 4).
- Al finalizar la prueba regrese las válvulas a su posición inicial y apague el equipo.
- Deje apagado durante 10 minutos el equipo antes de iniciar nuevamente las pruebas.

7. CÁLCULOS. En esta práctica de laboratorio se realizarán los siguientes cálculos utilizando las ecuaciones de esfuerzos principales y deformaciones unitarias principales:

$$\sigma_{\theta T} = \frac{p_i * r_i}{t_h} \Rightarrow \text{Esfuerzo Tangencial Teórico.}$$

$$\sigma_{ZT} = \frac{p_i * r_i}{2 * t_h} \Rightarrow \text{Esfuerzo Longitudinal Teórico.}$$

$$\sigma_{\theta E} = \frac{E(\varepsilon_{\theta E} + \nu \varepsilon_{ZE})}{1 - \nu^2} \Rightarrow \text{Esfuerzo Tangencial Experimental}$$

$$\sigma_{ZE} = \frac{E(\varepsilon_{ZE} + \nu \varepsilon_{\theta E})}{1 - \nu^2} \Rightarrow \text{Esfuerzo Longitudinal Experimental}$$

$$\varepsilon_{\theta T} = \frac{\sigma_{\theta}}{E} - \frac{\nu \sigma_Z}{E} \Rightarrow \text{Deformación Unitaria Tangencial Teórico.}$$

$$\varepsilon_{\theta Z} = \frac{\sigma_Z}{E} - \frac{\nu \sigma_{\theta}}{E} \Rightarrow \text{Deformación Unitaria Longitudinal Teórico.}$$

$$\varepsilon_{Temp} = \alpha * \Delta T \Rightarrow \text{Deformación Unitaria por temperatura.}$$

$$\varepsilon_{ZTT} = \varepsilon_{Temp} + \varepsilon_{ZT} \Rightarrow \text{Deformación Unitaria Longitudinal total.}$$

8. CONCLUSIONES.

9. RECOMENDACIONES.

10. FORMATO DE TABLA DE DATOS Y DE RESULTADOS.

PRUEBA 1	GALGA 1 tangenciales	GALGA 2 longitudinales	PRESIÓN	ERROR DE CERO
			20	GALGA 1
			40	GALGA 2
			60	
			80	
			100	
			120	
			140	
			160	
			180	
			200	

Tabla 1. Datos obtenidos para cilindro de Acero Inoxidable

P (psi)	$\sigma_{\theta T}$ (psi)	σ_{zT} (psi)	$\epsilon_{\theta E}$ (μdef)	ϵ_{zE} (μdef)	$\epsilon_{\theta T}$ (μdef)	ϵ_{zT} (μdef)	ϵ_{Temp} (μdef)	ϵ_{zTT} (μdef)	$\% \epsilon_{\theta}$	$\% \epsilon_{z}$	$\% \epsilon_{zTT}$
0,0											
20											
40											
60											
80											
100											
120											
140											
160											
180											
200											

Tabla2. Resultados para cilindro de Acero Inoxidable.

ANEXOS

ANEXO A
CATÁLOGO DE BOMBAS

Technical Information Pumps



Single Hydraulic Pumps • Fixed Displacement
Vickers V10 & V20 Series • To 19.5 GPM @ 1800 RPM



Vickers V10 & V20 Vane Pump Specifications

Series	Ring Size GPM 1200 RPM 100 PSI	Displ. cu.in. per Rev.	Max. RPM	Max. PSI	Flow GPM 1800 RPM 100 PSI	Typical Delivery GPM @ MAX. RPM & PSI	Typical Input HP @ Max. RPM & PSI	Length	Width	Height	Weight
V10	1	0.20	4800	2500	1.5	3.6	7.0				
	2	0.40	4500	2500	3.0	7.3	13.6				
	3	0.60	4000	2500	4.5	9.4	17.8				
	4	0.80	3400	2500	6.0	10.9	20.4				
	5	1.00	3200	2500	7.5	12.8	22.8				
	6	1.19	3000	2200	9.0	14.6	24.5				
	7	1.39	2800	2000	10.5	16.0	24.0				
V20	6	1.19	3400	2500	9.0	16.1	29.0				
	7	1.39	3000	2500	10.5	16.7	29.5				
	8	1.62	2800	2500	12.0	17.7	32.5				
	9	1.81	2800	2500	13.5	19.8	35.5				
	11	2.22	2500	2500	16.5	22.9	37.5				
	12	2.38	2400	2200	18.0	23.0	36.0				
	13	2.59	2400	2200	19.5	25.9	39.0				

Performance Constants: Based on using petroleum oil at 120° F, viscosity of 150SUS at 100° F, and pump inlet at 0 PSIG (14.7 PSIA).

Note: Outlet pressure must always be higher than inlet pressure.



Technical Information Pumps

Single Hydraulic Pumps • Fixed Displacement
Vickers V10 & V20 Series • To 19.5 GPM @ 1800 RPM



Vickers V10 & V20 Vane Pump Model Codes

- **V** **10** - **1** **P** **4** **P** - **1** **C** **20**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

1 **Special Seals**
F3 Viton
Omit if not required.

2 **V Vane Pump**

3 **10 Series**
20

4 **Integral Valve Options**
F Flow control & relief
P Priority valve & relief
Omit if not required.

5 **Mounting**
1 2-bolt SAE A flange
4 Face-Type
6 2-bolt SAE B flange

6 **Inlet port connections**
D 1-5/16-12 str. thd. (V20)
P 1 NPT (V10)
1-1/4 NPT (V20)
S 1-5/16-12 str. thd. (V10)
1-5/8-12 str. thd. (V20)
T 1-3/16-12 str. thd. (V10)

7 **SAE Rated Capacity - US GPM**
(1200 RPM & 100 PSI)

1	1 GPM	(V10)
2	2 GPM	(V10)
3	3 GPM	(V10)
4	4 GPM	(V10)
5	5 GPM	(V10)
6	6 GPM	(V10 & V20)
7	7 GPM	(V10 & V20)
8	8 GPM	(V20)
9	9 GPM	(V20)
10	10 GPM	(V20)
11	11 GPM	(V20)
12	12 GPM	(V20)
13	13 GPM	(V20)

8 **Outlet Port Connections**
K V10P priority valve cover:
9/16-18 str. thd. primary outlet
3/4-16 str. thd. secondary outlet
9/16-18 str. thd. tank
P V10: 1/2 NPT
V10 flow control cover:
3/4-16 str. thd. pressure
1/2 NPT tank
V20: 3/4 NPT
V20F flow control cover:
3/4-16 str. thd. pressure
1/2 NPT tank
S V10: 3/4-16 str. thd.
V20: 1-1/16-12 str. thd.
V20F flow control cover:
3/4-16 str. thd. pressure
1-1/16-12 str. thd. tank
T V10F flow control cover:
3/4-16 str. thd. pressure
3/4-16 str. thd. tank
V20P priority valve cover:
3/4-16 str. thd. primary outlet
7/8-14 str. thd. secondary outlet
3/4-16 str. thd. tank

9 **Shafts**

1	3/4" straight keyed
3	Thd. with #6 woodruff key (V10) Thd. with #13 woodruff key (V20)
11	9T SAE A splined (V10) 11T splined (V20)
12	13T SAE B splined (V10)
15	13T splined (V20)
38	11T splined (Shorter Length)
62	9T SAE A splined (V20)
70	—

10 **Position of outlet or primary outlet**
(Viewed from cover end of pump)

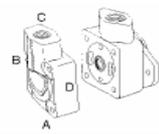
A	Opposite inlet
B	90° CCW from inlet
C	In line with inlet
D	90° CW from inlet

11 **Integral Valving**
Omit if not required

Orifice	Relief Valve
2 2 GPM	A 250 PSI
3 3 GPM	B 500 PSI
4 4 GPM	C 750 PSI
5 5 GPM	D 1000 PSI
6 6 GPM	E 1250 PSI
7 7 GPM	F 1500 PSI
8 8 GPM	G 1750 PSI
	H 2000 PSI
	I 2250 PSI
	J 2500 PSI

12 **Design**
Subject to change.
Installation dimensions remain the same for designs -20 through -29.

13 **Shaft Rotation**
Viewed from shaft end of pump
L Left hand (CCW)
Omit for right hand

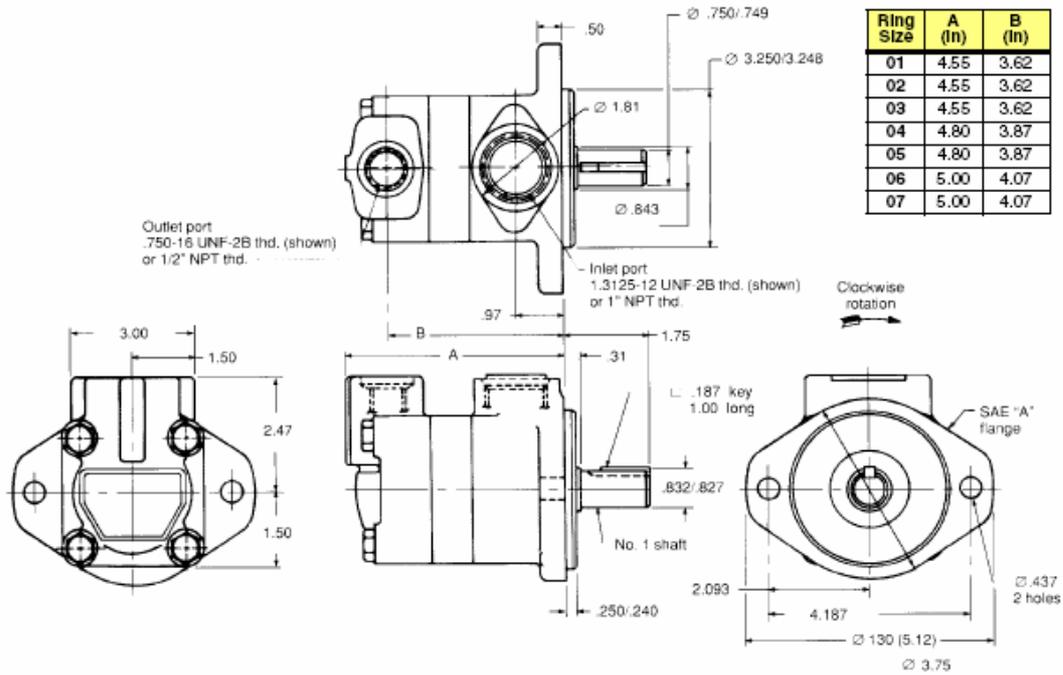


Technical Information Pumps

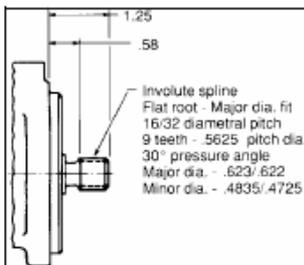
Single Hydraulic Pumps • Fixed Displacement
Vickers V10 Series • To 10.5 GPM @ 1800 RPM



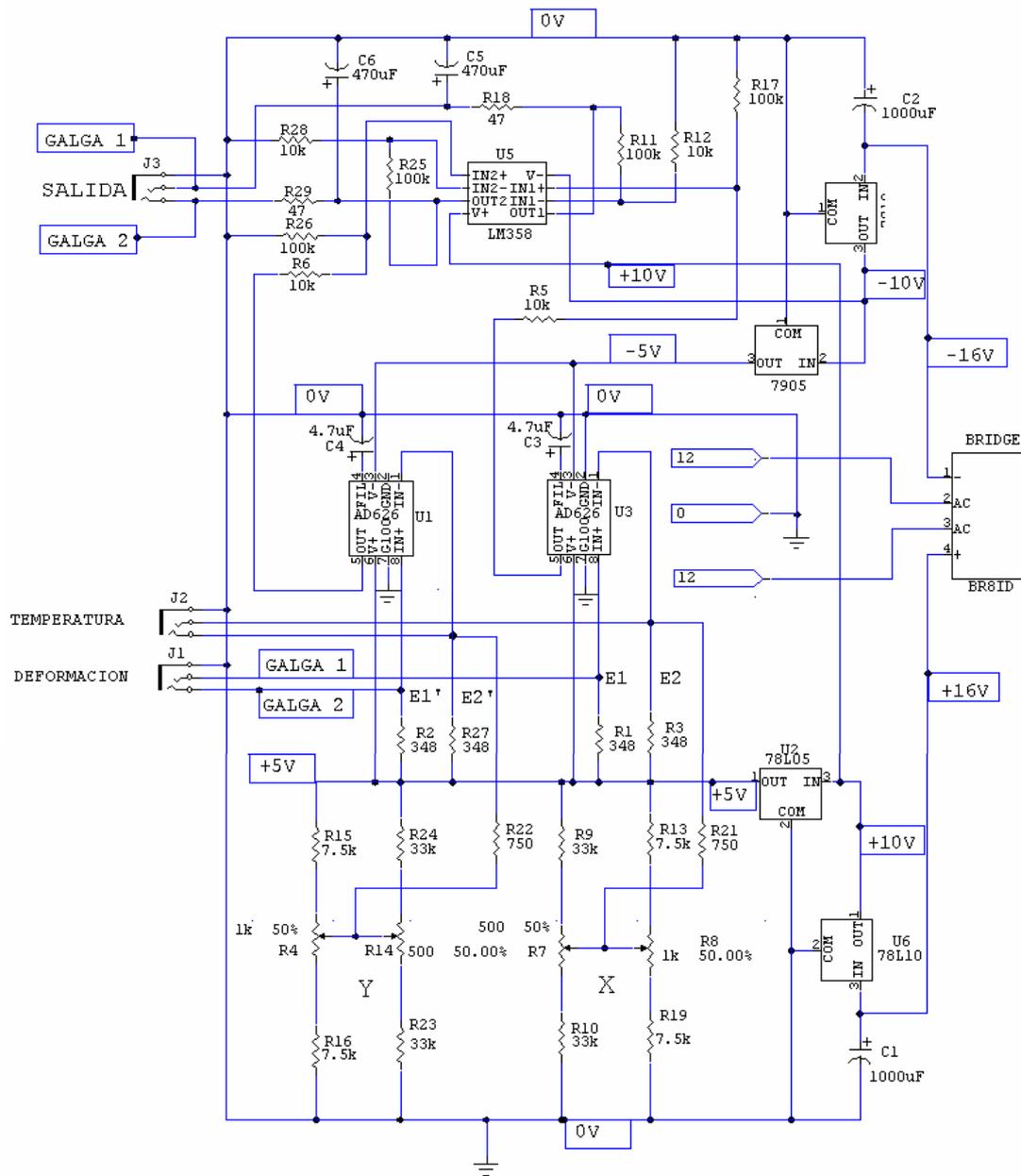
Vickers V10 Vane Pump Dimensions



Number 11 Shaft (9 Tooth SAE A Splined)



ANEXO B
CIRCUITO ELÉCTRICO DEL AMPLIFICADOR



ANEXO C
CATÁLOGO DE GALGAS EXTENSIOMÉTRICAS

STRAIN	BRIDGE TYPE	POSITION OF GAGES	SENSITIVITY mV/V @ 1000 $\mu\epsilon$	OUTPUT PER $\mu\epsilon$ @ 10V EXCITATION	TEMP. COMP.	SUPERIMPOSED STRAIN COMPENSATED
AXIAL	1/2	1	0,5	5 $\mu V/\mu\epsilon$	No	None
	1/2	1,2	0,65	6.5 $\mu V/\mu\epsilon$	Yes	None
	1/2	1,3	1,0	10 $\mu V/\mu\epsilon$	No	Bending
	Full	All	1,3	13 $\mu V/\mu\epsilon$	Yes	Bending

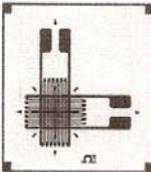
STRAIN	BRIDGE TYPE	POSITION OF GAGES FIG. C-F	SENSITIVITY mV/V @ 1000 $\mu\epsilon$	OUTPUT PER $\mu\epsilon$ @ 10 V EXCITATION	TEMP. COMP.	SUPERIMPOSED STRAIN COMPENSATED
BENDING	1/2	1	0.5	5 $\mu V/\mu\epsilon$	No	None
	1/2	1,2	1.0	10 $\mu V/\mu\epsilon$	Yes	Axial
	Full	All	2.0	20 $\mu V/\mu\epsilon$	Yes	Axial
AXIAL	1/2	1	0.5	5 $\mu V/\mu\epsilon$	No	None
	1/2	1,2	0.65	6.5 $\mu V/\mu\epsilon$	Yes	None
	1/2	1,3	1.0	10 $\mu V/\mu\epsilon$	No	Bending
	Full	All	1.3	13 $\mu V/\mu\epsilon$	Yes	Bending
SHEAR AND TORSIONAL	1/2	1,2	1.0	10 $\mu V/\mu\epsilon$ @ 45°F	Yes	Axial and Bending
	Full	All	2.0	20 $\mu V/\mu\epsilon$ @ 45°F	Yes	Axial and Bending

Note: Shear and torsional strain = 2 x ϵ @ 45°.

BIAXIAL—0/90° STRAIN GAGES FOR MEASURING AXIAL STRAIN

☐ MOST POPULAR MODELS HIGHLIGHTED!

To Order (Specify Model Number)

BIAXIAL—0/90°	MODEL NO.	PRICE PER PKG OF 5	NOM. RESISTANCE (Ω)	DIMENSIONS mm (in)*				MAX PERMITTED BRIDGE ENERGIZING VOLTAGE (Vrms)
				GRID		CARRIER		
				A	B	C	D	
ENCAPSULATED WITH LEADS, MATCHED TO STEEL								
	SGD-2/120-XY11	\$115	120	2.00 (0.079)	1.10 (0.043)	5.60 (0.220)	5.60 (0.220)	3
	SGD-2/350-XY11	115	350	2.00 (0.079)	1.10 (0.043)	5.60 (0.220)	5.60 (0.220)	5
	SGD-3/120-XY11	125	120	3.00 (0.118)	1.70 (0.067)	7.10 (0.280)	7.10 (0.280)	4.5
	SGD-3/350-XY11	125	350	3.00 (0.118)	1.70 (0.067)	7.10 (0.280)	7.10 (0.280)	7.5
	SGD-7/120-XY11	155	120	6.50 (0.256)	3.10 (0.122)	11.40 (0.449)	11.40 (0.449)	9
	SGD-7/350-XY11	155	350	6.50 (0.256)	3.10 (0.122)	11.40 (0.449)	11.40 (0.449)	15
ENCAPSULATED WITH LEADS, MATCHED TO ALUMINUM								
	SGD-2/120-XY13	\$115	120	2.00 (0.079)	1.10 (0.043)	5.60 (0.220)	5.60 (0.220)	4
	SGD-2/350-XY13	115	350	2.00 (0.079)	1.10 (0.043)	5.60 (0.220)	5.60 (0.220)	7
	SGD-3/120-XY13	125	120	3.00 (0.118)	1.70 (0.067)	7.10 (0.280)	7.10 (0.280)	6
	SGD-3/350-XY13	125	350	3.00 (0.118)	1.70 (0.067)	7.10 (0.280)	7.10 (0.280)	10
	SGD-7/120-XY13	155	120	6.50 (0.256)	3.10 (0.122)	11.40 (0.449)	11.40 (0.449)	12
	SGD-7/350-XY13	155	350	6.50 (0.256)	3.10 (0.122)	11.40 (0.449)	11.40 (0.449)	20
ENCAPSULATED WITH SOLDER PADS—MATCHED TO STEEL								
	SGD-2/120-XY41	\$109	120	2.00 (0.079)	1.10 (0.043)	5.60 (0.220)	5.60 (0.220)	3
	SGD-2/350-XY41	109	350	2.00 (0.079)	1.10 (0.043)	5.60 (0.220)	5.60 (0.220)	5
	SGD-3/120-XY41	105	120	3.00 (0.118)	1.70 (0.067)	7.10 (0.280)	7.10 (0.280)	4.5
	SGD-3/350-XY41	105	350	3.00 (0.118)	1.70 (0.067)	7.10 (0.280)	7.10 (0.280)	7.5
	SGD-7/120-XY41	149	120	6.50 (0.256)	3.10 (0.122)	11.40 (0.449)	11.40 (0.449)	9
	SGD-7/350-XY41	149	350	6.50 (0.256)	3.10 (0.122)	11.40 (0.449)	11.40 (0.449)	15
ENCAPSULATED WITH SOLDER PADS—MATCHED TO ALUMINUM								
	SGD-2/120-XY43	\$109	120	2.00 (0.079)	1.10 (0.043)	5.60 (0.220)	5.60 (0.220)	4
	SGD-2/350-XY43	109	350	2.00 (0.079)	1.10 (0.043)	5.60 (0.220)	5.60 (0.220)	7
	SGD-3/120-XY43	105	120	3.00 (0.118)	1.70 (0.067)	7.10 (0.280)	7.10 (0.280)	6
	SGD-3/350-XY43	105	350	3.00 (0.118)	1.70 (0.067)	7.10 (0.280)	7.10 (0.280)	10
	SGD-7/120-XY43	149	120	6.50 (0.256)	3.10 (0.122)	11.40 (0.449)	11.40 (0.449)	12
	SGD-7/350-XY43	149	350	6.50 (0.256)	3.10 (0.122)	11.40 (0.449)	11.40 (0.449)	20

Typical gage pattern. See selection guide, page E-8, for exact pattern. Open-face gages available. Consult Pressure Sales and Engineering.

Custom-Designed Strain Gages Available! No Minimum Quantities. Consult Engineering.

* For dimensions key, see page E-7.
** For accessory terminal pads, see page E-49.

Ordering Example: SGD-2/350-XY11, 350 Ω nominal-resistance strain gage, \$115.

ANEXO D
CATALÁLOGO DE MOTOR

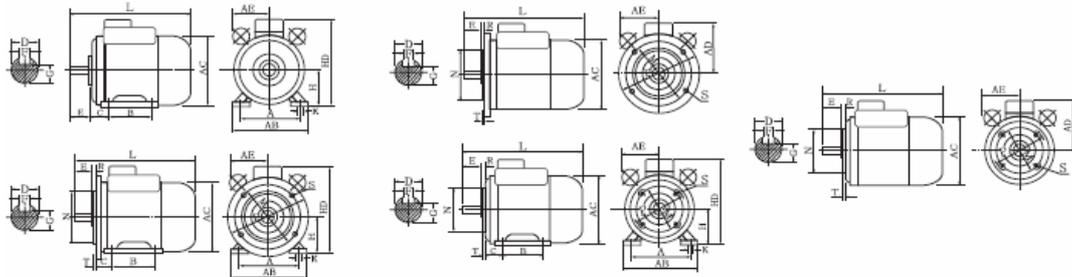
YL SERIES
THREE-PHASE ASYNCHRONOUS INDUCTION MOTOR

TECHNICAL DATA

TYPE	Output		Voltage (V)	Current (A)	Frequency (Hz)	Power Factor	Eff (%)	Speed (r/min)	Tstart/Tn	Ist/In	Tmax/Tn
	kW	HP									
YL711-2	0.37	1/2	220	2.73	50	0.92	67	2800	1.8	6.0	1.8
YL712-2	0.55	3/4	220	3.88	50	0.92	70	2800	1.8	6.0	1.8
YL7114	0.25	1/3	220	1.99	50	0.92	62	1400	1.8	6.0	1.8
YL 7124	0.37	1/2	220	2.81	50	0.92	65	1400	1.8	6.0	1.8
YL801-2	0.75	1	220	5.15	50	0.92	72	2810	1.8	6.0	1.8
YL802-2	1.1	1.5	220	7.02	50	0.95	75	2810	1.8	6.0	1.8
YL801-4	0.55	3/4	220	4.0	50	0.92	68	1410	1.8	6.0	1.8
YL802-4	0.75	1	220	5.22	50	0.92	71	1410	1.8	6.0	1.8
YL90S-2	1.5	2	220	9.44	50	0.95	76	2820	1.7	6.0	1.8
YL90L-2	2.2	3	220	13.7	50	0.95	77	2820	1.7	6.0	1.8
YL100L-2	3.0	4	220	18.4	50	0.92	78	2850	1.7	6.0	1.8
YL90S4	1.1	1.5	220	7.21	50	0.95	73	1430	1.7	6.0	1.8
YL90L4	1.5	2	220	9.57	50	0.95	75	1430	1.7	6.0	1.8
YL100L1-4	2.2	3	220	13.9	50	0.95	76	1440	1.7	6.0	1.8
YL100L2-4	3	4	220	18.6	50	0.95	77	1440	1.7	6.0	1.8
YL112M-4	2.2	3	220	13.9	50	0.95	76	1440	1.7	6.0	1.8
YL112M1-4	3	4	220	18.6	50	0.95	77	1440	1.7	6.0	1.8
YL112M2-4	3.7	5	220	23	50	0.95	78	1440	1.7	6.0	1.8
YL132S1-4	3	4	220	18.6	50	0.95	77	1440	1.7	6.0	1.8
YL132S2-4	3.7	5	220	23	50	0.95	78	1440	1.7	6.0	1.8

YL SERIES INSTALLATION SIZE AND OVERALL DIMENSION

Frame Size	Installation Size															Overall Dimension				
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	HD	L
71	112	90	45	14	30	5	11	71	7	130	110	160	0	10	3.5	145	145	140	180	255
80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	165	130	200	0	12	3.5	160	165	150	200	295
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	185	160	240	370
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	185	160	240	400
100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12	215	180	250	0	15	4.0	205	220	180	260	430
112M	190	140	70	28	60	8	24	112	12	215	180	250	0	15	4.0	245	250	190	300	455
132S	216	140	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4.0	280	250	210	350	525



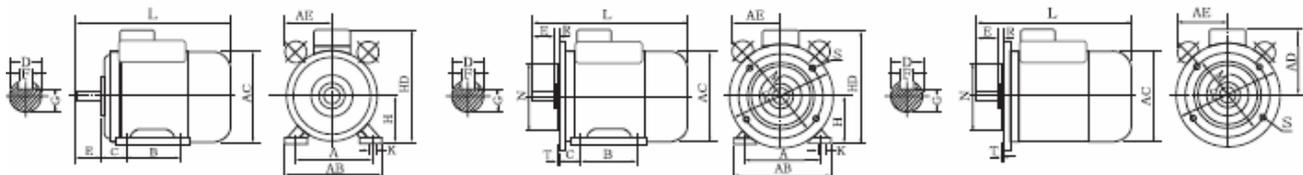
YL SERIES
THREE-PHASE ASYNCHRONOUS INDUCTION MOTOR

YCL SERIES TECHNICAL DATA

TYPE	Output		Voltage (V)	Current (A)	Frequency (Hz)	Power Factor	Eff (%)	Speed (r/min)	Tstart/Tn	Ist/In	Tmax/Tn
	kW	HP									
YCL90S-2	1.1	1.5	220	7.2	50	0.95	73.2	2880	2.8	6.0	1.8
YCL90L-2	1.5	2	220	8.9	50	0.97	76	2900	2.8	7.0	1.8
YCL100L-2	2.2	3	220	13.2	50	0.96	78.8	2900	3.0	6.5	1.8
YCL90S-4	0.75	1	220	5.0	50	0.93	73.3	1450	2.8	6.5	1.8
YCL90L-4	1.1	1.5	220	7.8	50	0.90	75	1450	2.5	6.0	1.8
YCL100L-4	1.5	2	220	9.3	50	0.92	79.4	1450	2.8	7.0	1.8
YCL112M-4	2.2	3	220	13.6	50	0.90	81.6	1450	2.3	6.5	1.8

YC YCL SERIES INSTALLATION SIZE AND OVERALL DIMENSION

Frame No.	Installation Size															Overall Dimension					
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	AE	HD	L
80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	165	130	200	0	12	3.5	160	165	150	110	200	295
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	185	160	120	240	370
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	185	160	120	240	400
100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12	215	180	250	0	15	4.0	205	220	180	130	260	430
112M	190	140	70	28	60	8	24	112	12	215	180	250	0	15	4.0	245	250	190	140	300	455
132S	216	140	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4.0	280	290	210	150	350	525
132M	216	178	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4.0	280	290	210	150	350	570
160L	254	254	108	42	110	12	37	160	15	300	250	350	0	19	5.0	325	325	255	160	385	650



ANEXO E
SISTEMA HIDRÁULICO

