



**Kistler-Morse® Manual de Instalación
Transductor Load Stand II**

M A N U A L

 **Kistler-Morse® Manual de Instalación
Transductor Load Stand II**



 **Kistler-Morse®**

Rev.A 97-1100-01

Enero 1997

NOTA

El contenido de este documento es propiedad intelectual de Corporación Kistler-Morse. Cualquier reproducción o traducción de este documento sin autorización de la Oficina Corporativa de Kistler-Morse esta prohibida.

PRECAUCION

Siga estas reglas si van a soldar en el estanque. El arco eléctrico de la soldadura podría pasar a través del transductor causándole daño o al procesador de señal, si estas precauciones no son seguidas.

- 1. Desconecte el cable del transductor desde la señal del procesador. Si es posible saque el transductor o aislelo eléctricamente. (Transductores que tienen cojinete de goma dura solamente requieren remover los pernos. El cojinete actuara como aislación.)**
 - 2. Conecte la tierra de la máquina de soldar lo mas cerca que sea posible del punto a soldar.**
 - 3. Siempre conecte la tierra de la máquina de soldar tal que la corriente no pase a través del transductor.**
-

Tabla de Contenidos

Capitulo 1. Descripción de Equipos1-1

DESCRIPCION DE EQUIPOS1-1

Capitulo 2. Instalación de Hardware2-1

INTRODUCCION2-1

EQUIPOS NECESARIOS2-1

INSTALACION2-2

Capitulo 3. Dibujos Técnicos 3-1

INTRODUCCION3-1

Capitulo 4. Determinación de Problemas.. 4-1

ERROR 1 4-1

EXPLICACION..... 4-1

ACCION..... 4-1

ERROR 2 4-2

EXPLICACION..... 4-2

ACCION..... 4-3

ERROR 3 4-4

EXPLICACION..... 4-4

ACCION..... 4-4

ERROR 4 4-4

EXPLICACION..... 4-4

ACCION..... 4-5

Capitulo 5. Especificaciones Producto..... 5-1

Capítulo 1. Descripción de Equipos

CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

El Transductor Load Stand II es la única celda de carga de soporte directo que es usada para pesar material almacenado en botes, silos y, estanques de almacenamiento similar. El diseño incorpora un exclusivo montaje resistente que permite pequeños movimientos en los soportes del estanque mientras conserva una fuerte y confiable conexión vía pernos. Control de barras y tensores no son requeridos.

La parte estructural del Transductor Load Stand II consiste de un pedestal de acero soldado, un cojinete resistente y pernos especiales de montaje. El pedestal es fabricado de una sección de cañería y flanges soldados. Los agujeros en ambos flanges son sobredimensionados. Esto permite al perno de arriba inclinarse ligeramente para acomodar pequeños movimientos en soporte del estanque. Los agujeros de abajo acomodan la tolerancia en la ubicación de los pernos de montaje. El cojinete resistente y golillas permiten a los soportes del estanque y pernos moverse ligeramente mientras aún mantienen las fuerzas de tensión y corte en los pernos.

Las celdas de carga Transductor Load Stand II son diseñadas y fabricadas de acuerdo con los reglamentos aplicables de la U.B.C. Sin embargo, el tamaño del estanque y las condiciones de carga son únicas para cada cliente. Es importante que cada cliente determine las normas locales de construcción y condiciones de carga a la cual el Transductor Load Stand II será sometido y verifique que la sobrecarga especificada es adecuada. Kistler-Morse proporciona planos de fabricación, etc., a pedido para ayudar en esta verificación. Nosotros recomendamos que un Ingeniero estructural sea consultado para realizar estas verificaciones y diseñar las fundaciones y accesorios tanto para construcciones nuevas y existentes.

La capacidad de medir carga del Transductor Load Stand II es proporcionada por los sensores semiconductor medidor de esfuerzo Microcell II instaladas en el pedestal. La dimensión del pedestal y la localización de los sensores están diseñados para minimizar los errores. Los sensores semiconductor miden la deflexión en el pedestal causada por el peso del material en el estanque. Esta medición es convertida a un voltaje de salida el cual es proporcional al peso del material. Cubiertas ambientales de plástico y caja de unión protegen los sensores y terminales de alambre de la lluvia, polvo y otras condiciones naturales del ambiente. En el caso improbable que uno de estos sensores fallen, puede ser reemplazado en terreno sin sacar el pedestal de abajo del estanque.

Capítulo 2. Instalación de Load Stand II

PRECAUCION

Siga estas reglas si van a soldar en el estanque. El arco eléctrico de la soldadura podría pasar a través del transductor causándole daño o al procesador de señal, si estas precauciones no son seguidas.

1. Desconecte el cable del transductor desde la señal del procesador. Si es posible saque el transductor o aíslelo eléctricamente. (Transductores que tienen cojinete de goma dura solamente requieren remover los pernos. El cojinete actuara como aislación.)
2. Conecte la tierra de la máquina de soldar lo mas cerca que sea posible del punto a soldar.
3. Siempre conecte la tierra de la máquina de soldar tal que la corriente no pase a través del transductor.

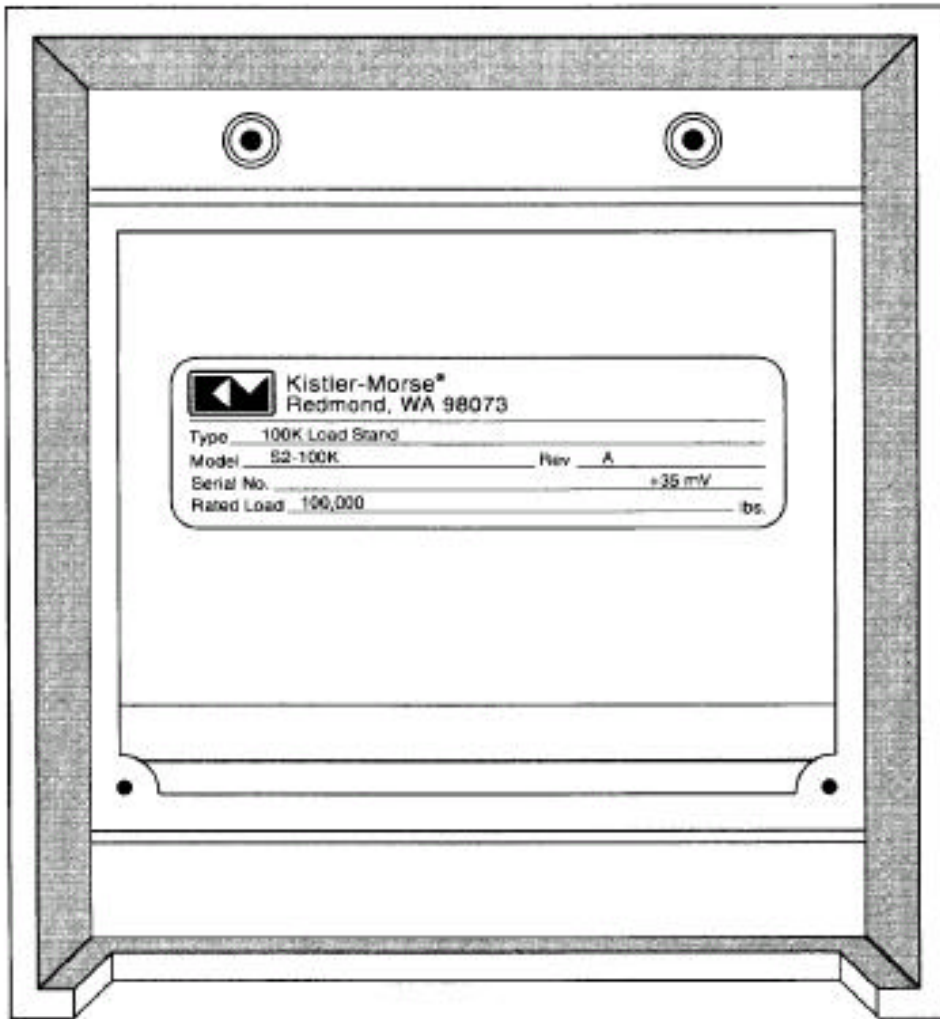
INTRODUCCION

Este capítulo describirá como instalar los Transductores Load Stand II bajo los estanques (la llamaremos Load Stands desde este punto hacia delante). Las siguientes ilustraciones representan a un estanque montado en fundaciones de concreto, pero todos estos conceptos se aplican a sistemas montados en viga, etc. Si usted tiene preguntas sobre el procedimiento de instalación después de haber leído este manual, contáctese con fábrica para una asistencia adicional.

EQUIPOS NECESARIOS

Los siguientes equipos son requeridos para instalar con éxito un Sistema de Peso Load Stand II.

- Equipo de levantamiento, es decir, grúa y/o gata hidráulica.
- Pernos y tuercas ASTM A325 tanto para la conexión inferior y superior (proporcionados por el cliente). Kistler-Morse proporciona golillas especiales usadas para la conexión superior. Remítase a TI-LC.LSII-01 en el Capítulo 3, sección referencia.
- Láminas (cuando se requiera). Kistler-Morse proporciona dos láminas por Load Stand pero láminas adicionales pueden ser requeridas.
- Tester de mano Kistler-Morse.
- Herramientas: Llaves para pernos, piezas de metal, nivel, regla, barras de levante, destornilladores.

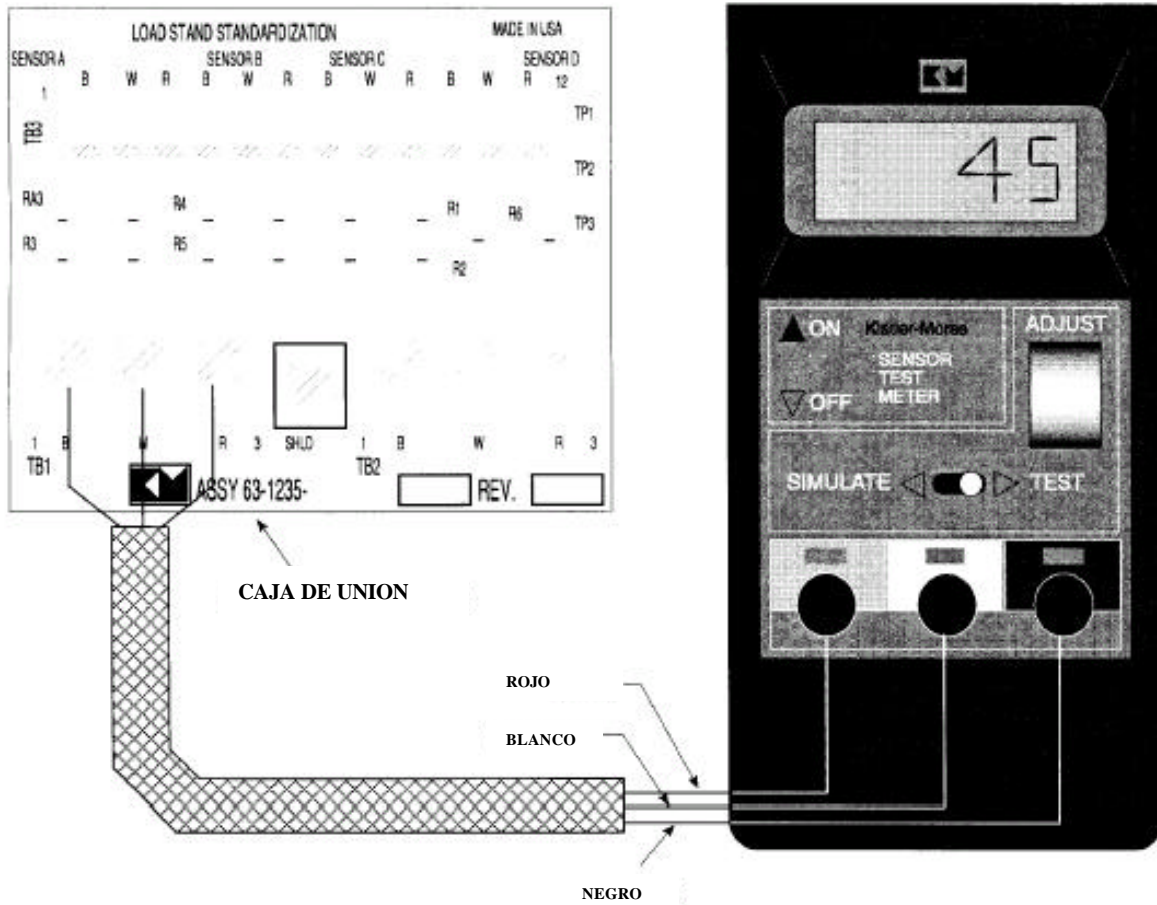


INSTALACION

Paso 1.

Antes de instalar las Load Stand, verifique que estas son de la capacidad correcta para su aplicación y que no han sido dañadas durante el embarque.

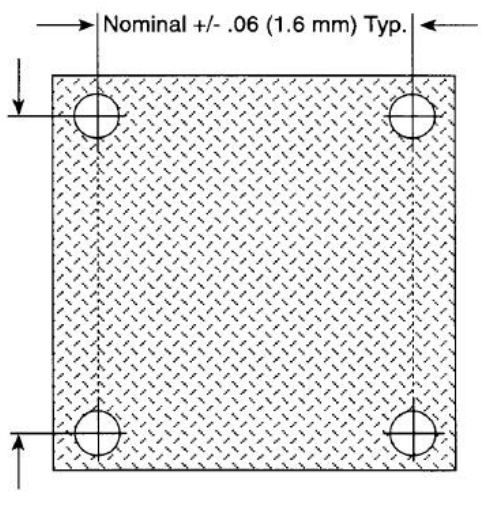
- a. Saque la tapa de la caja de unión. La capacidad de la Load Stand esta anotada en la etiqueta fijada en la parte interior de la tapa tal como lo muestra la figura de arriba. Verifique que la Load Stand esta correcta para su aplicación y estanque. (Remítase a TI-LC.LSII-01 en el Capítulo 3 para más información.)



Paso 1. (Continuación)

- b. Usando un conductor de 3 cables, conecté una punta a los terminales RED, BLACK, y WHITE de la caja de unión de la Load Stand II. Conecte la otra punta a los terminales RED, BLACK, y WHITE del Tester Kistler-Morse, asegúrese de conectar RED con RED, BLACK con BLACK y WHITE con WHITE.

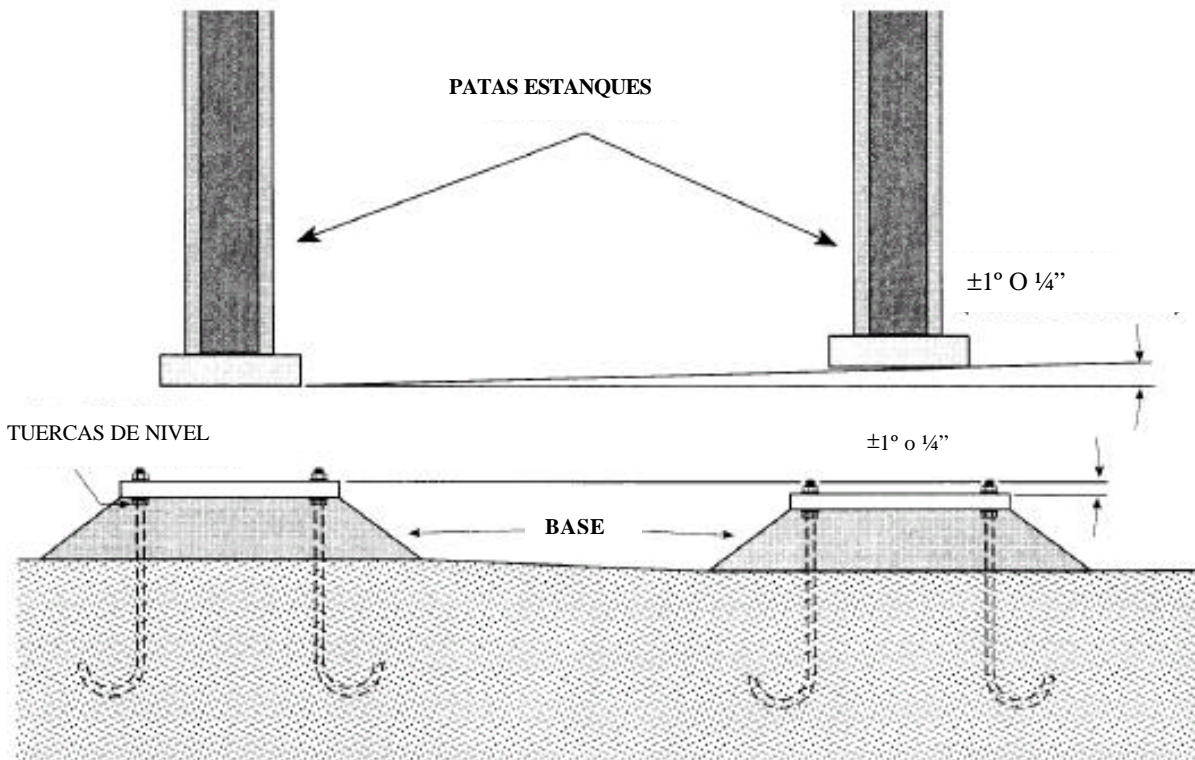
Sin carga en la Load Stand, la indicación del Tester debería leer entre +50 y -50 mV. Si la indicación es significativamente mayor que esto, remítase al **Capítulo 4, Determinación de Fallas.**

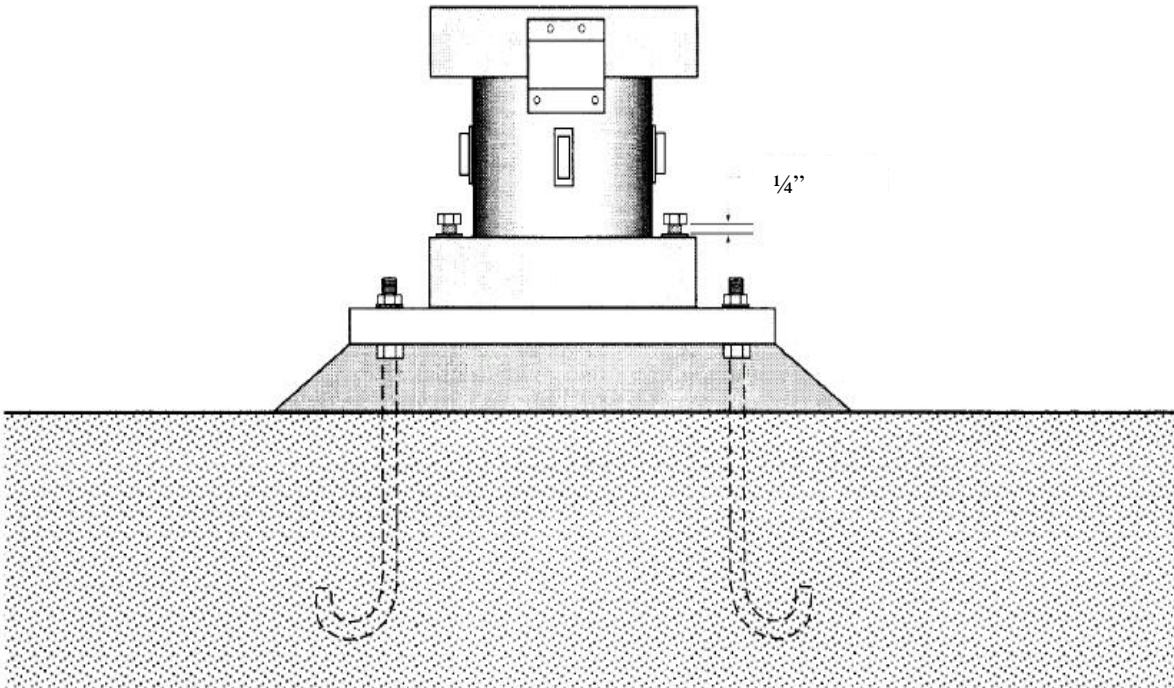


Paso 2.

Inspeccione las fundaciones y superficies de montaje del estanque que acoplaran con los flanges de la Load Stand.

- a. Controle el montaje de la localización y tamaño de los agujeros tanto en la placa base de la fundación y la del estanque. (Remítase a TI-LC.LSII-01 en Capítulo 3.)
- b. Controle estas superficies que estén planas y el desalinamiento angular. Una placa base con tuercas de nivel es recomendado.





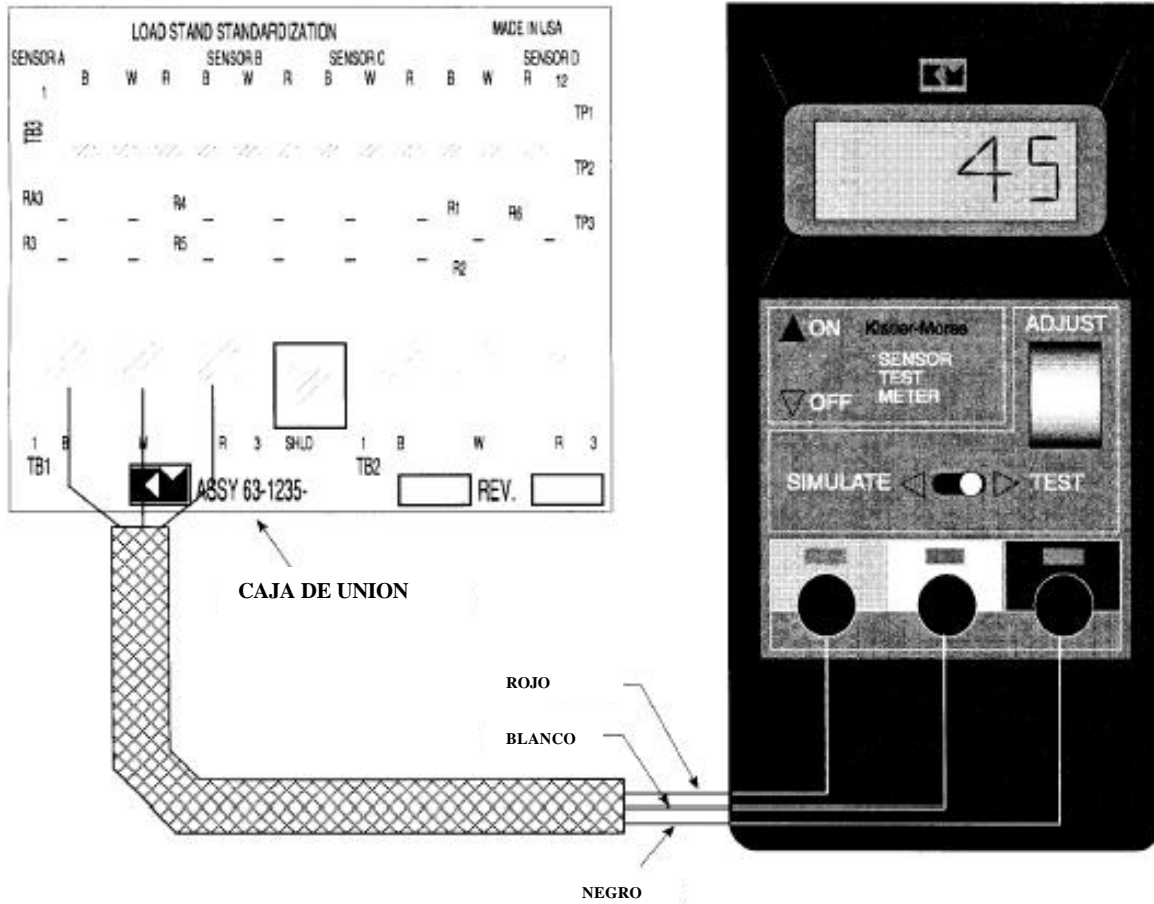
Paso 3.

Monte el transductor Load Stand II en la fundación.

NOTA

Remítase a TI-LC.LSII-01 en Capítulo 3 para preparar fundación/viga.

- a. Suavemente baje la Load Stand a la fundación. Alinee con cuidado los agujeros del transductor con los agujeros de la fundación. Instale pernos y tuercas según requerimiento (Remítase a TI-LC.LSII-01 en Capítulo 3.) No apriete los pernos completamente en este paso. Deje un vacío de 1/4" entre tuerca y golilla para permitir el posicionamiento del transductor.
- b. Repita el paso 3.a. para todas las Load Stand II restantes.



MEDICION DE SALIDA SIN CARGA (EJEMPLO)	
Load Stand #1	+30 mV
Load Stand #2	-15 mV
Load Stand #3	+17 mV
Load Stand #4	-25 mV

INGRESE SU SALIDA SIN CARGA AQUI	
Load Stand #1	
Load Stand #2	
Load Stand #3	
Load Stand #4	
Load Stand #5	
Load Stand #6	
Load Stand #7	
Load Stand #8	

Paso 4

Medir el voltaje de salida de los Transductores Load Stand II en condición de “no carga”.

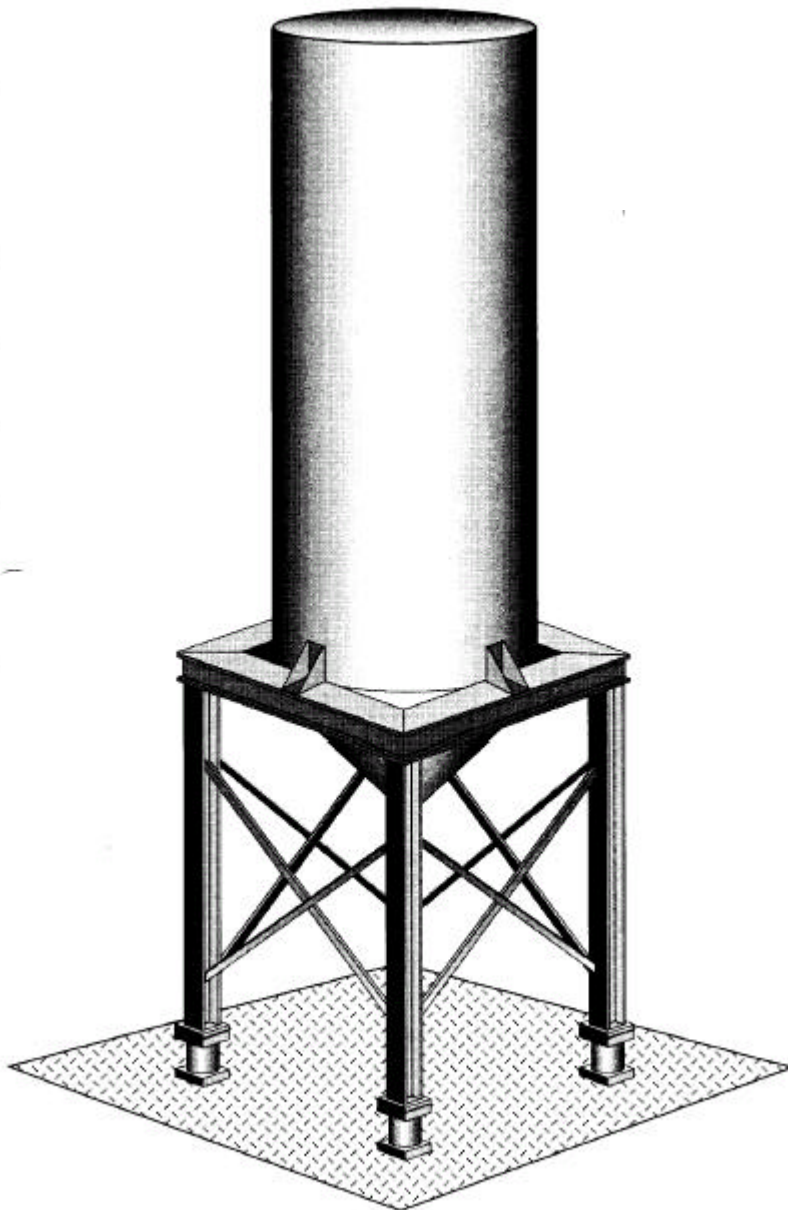
- a. Conecte el Tester a la caja unión de la Load Stand como se muestra en la figura de arriba y fije en Tester en modo TEST. La pantalla indicará la salida del transductor en milivoltios.

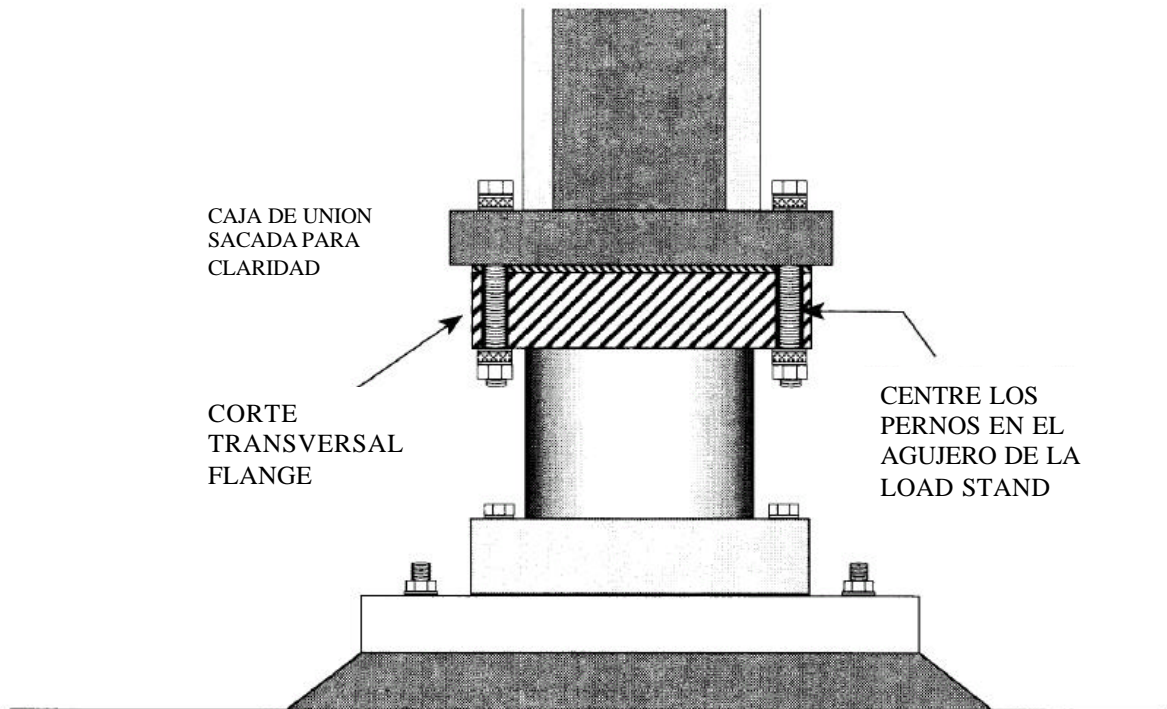
Use el espacio proporcionado para registrar la salida de cada Load Stand II.

Paso 5

Monte el estanque sobre los Transductores Load Stand II.

- a. Baje el estanque muy lentamente sobre los Transductores Load Stand II. Alineación mediante pernos puede ser usado para ayudar a guiar y posicionar el estanque.





Paso 5. (Continuación)

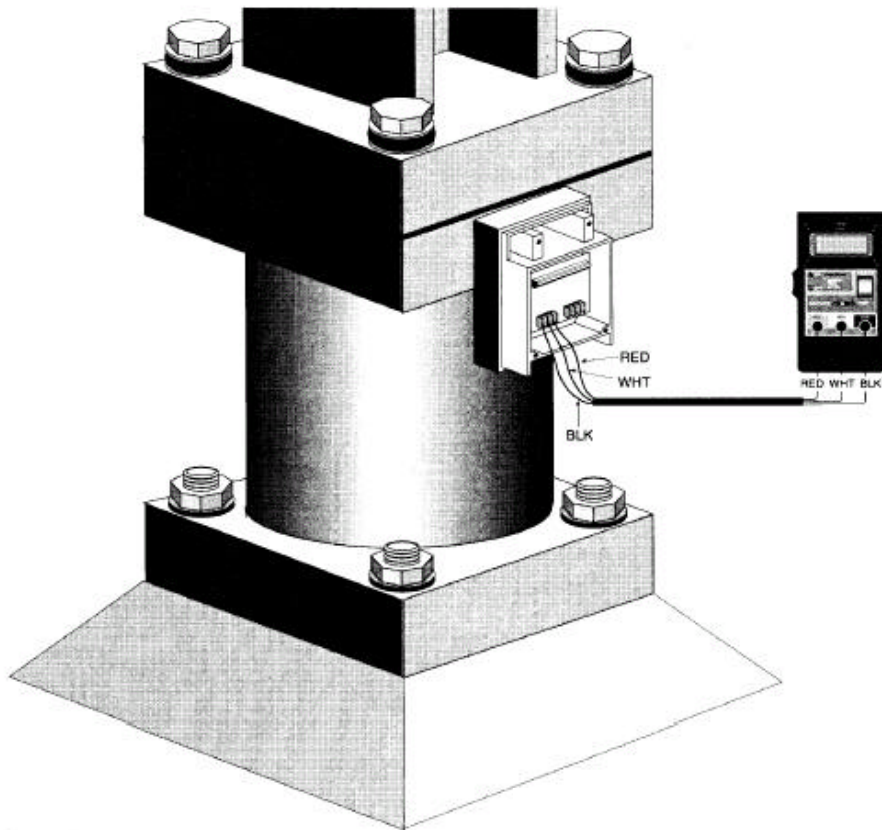
- b. Centre los agujeros de la parte superior de la Load Stand con los agujeros del estanque, use la tolerancia disponible en los agujeros de la parte inferior. Para Load Stand con capacidad de 50 K libras (22.680 kg.) o mayor debe ser usada una cuña en la base de la Load Stand para moverla suavemente hacia su posición.

NOTA

Si los agujeros patrones del estanque no calzan con los agujeros patrones de la Load Stand, modifique los agujeros del estanque. Para llevar la Load Stand hacia su posición, no las martille o las fuerce apretando los pernos de montaje.

- c. Coloque los 4 pernos superiores a través de los agujeros del estanque y la Load Stand. El perno debe ser capaz de pasar libremente a través de los agujeros sin interferencia.

- d. Apriete las tuercas con los dedos muy fuerte. La golilla de goma no será apretada en este paso.
- e. Laminado preliminar: Asegúrese que no exista espacio entre el estanque y los flanges de la Load Stand II, Si necesita láminas como las descritas en la Página 2-11.
- f. Usando una llave, apriete las tuercas superiores una vuelta y media. Esto apretará las golillas de goma y el cojinete superior. Aplique seguro de hilo o doble tuerca para prevenir que suelten.
- g. Apriete los pernos y tuercas inferiores de acuerdo al código uniforme de construcción (U..B.C.) sección 27-7.



Paso 6

Laminado Final

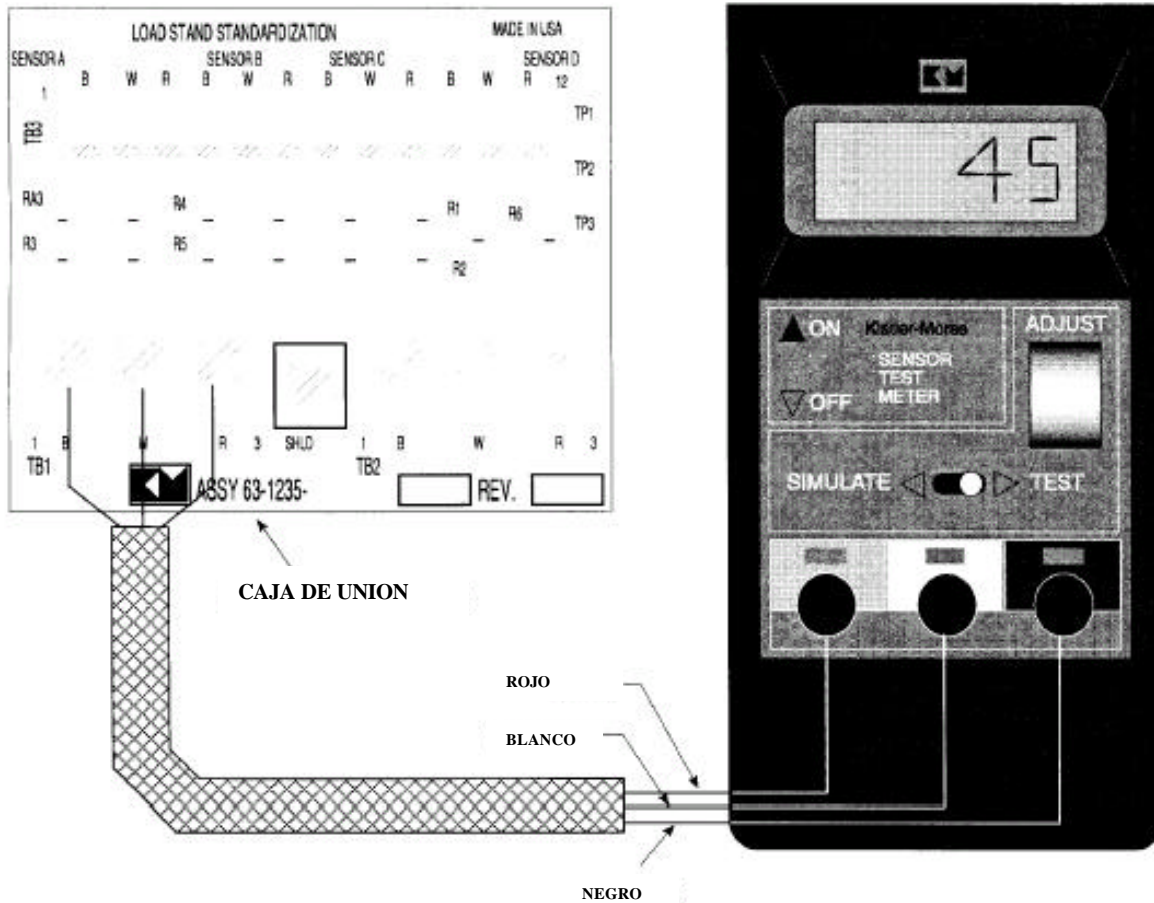
- a. Con el peso muerto del estanque aplicado (estanque vacío, sin material), use el Tester Kistler-Morse para medir la salida en voltaje de las Load Stand.
- b. Registre el voltaje de salida de cada Load Stand en el espacio proporcionado en la próxima página.

Para asegurar una igual distribución de carga usted debe verificar lo siguiente:

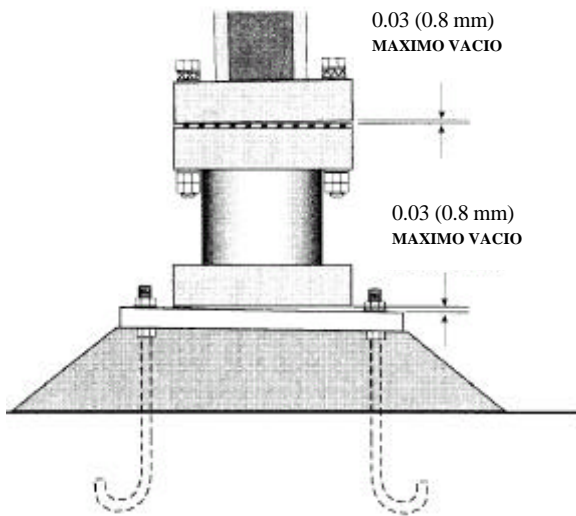
1. Compare la salida de los pesos muertos con salida sin carga. . Todas las salidas deben ser positivas. Si usted observa una salida con cambio negativo, controle lo siguiente:

Polaridad está alambrada al revés en una ó más cajas de unión o en el Tester. Asegúrese que el alambrado es RED a RED, BLACK a BLACK, y WHITE a WHITE.

El estanque esta balanceado hacia un lado cambiando la carga hacia las otras tres Load Stand y poniendo una de las cuatro en condición de “no carga” o “carga de tensión”. Esta situación es inusual pero puede suceder en casos de deformación térmica extrema o si todas las patas del estanque no son del mismo largo.



EJEMPLO	LOAD STAND #	SALIDA SIN CARGA (desde Pag. 2-6)	SALIDA PESO MUERTO	CAMBIO
	1	+30 mV	+90 mV	+60 mV
	2	-15 mV	+50 mV	+65 mV
	3	+17 mV	+30 mV	+13 mV
	4	-25 mV	+80 mV	+55 mV
			PROMEDIO CAMBIO = 48.25 mV	
Ingrese las lecturas de voltaje de su sistema abajo				
SU SISTEMA	LOAD STAND #	SALIDA SIN CARGA (desde Pag. 2-6)	SALIDA PESO MUERTO	CAMBIO
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
			PROMEDIO CAMBIO =	

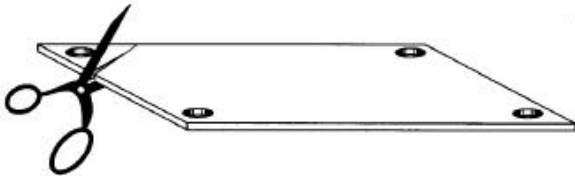


2. La salida desde la condición de “no carga” a “carga muerta” se debe incrementar dentro de un 50% del promedio de incremento en la salida. En nuestro ejemplo en la pagina 2-10, las Load Stand 1,2 y 4 reúnen esta condición, mientras la salida desde la Load Stand 3 es demasiado baja. Esto indica que la mayor parte de la carga esta repartida en las Load Stand 1, 2 y 4 y la Load Stand 3 esta siendo ligeramente cargada y requiere laminar. Para redistribuir la carga el procedimiento es el siguiente:

a. Inspeccione por vacíos la superficie de acople de la Load Stand en consulta. (El ejemplo mostrado en la figura en la Load Stand 3.) Si no existen vacíos, instale la lamina completa (proporcionada por Kistler-Morse) en el cojinete superior de la Load Stand y vuelva a medir el voltaje de salida por el Paso 6.a. proceda si la salida esta bien. Si la salida es demasiado baja adicione una lamina como las requeridas. Esto requerirá sacar los pernos y levantar el estanque, instale la lamina y vuelva el estanque a sus condiciones de instalación.

PRECAUCION

Suelte todos los pernos de la parte inferior de la Load Stand antes de levantar el estanque para prevenir daños en el transductor.



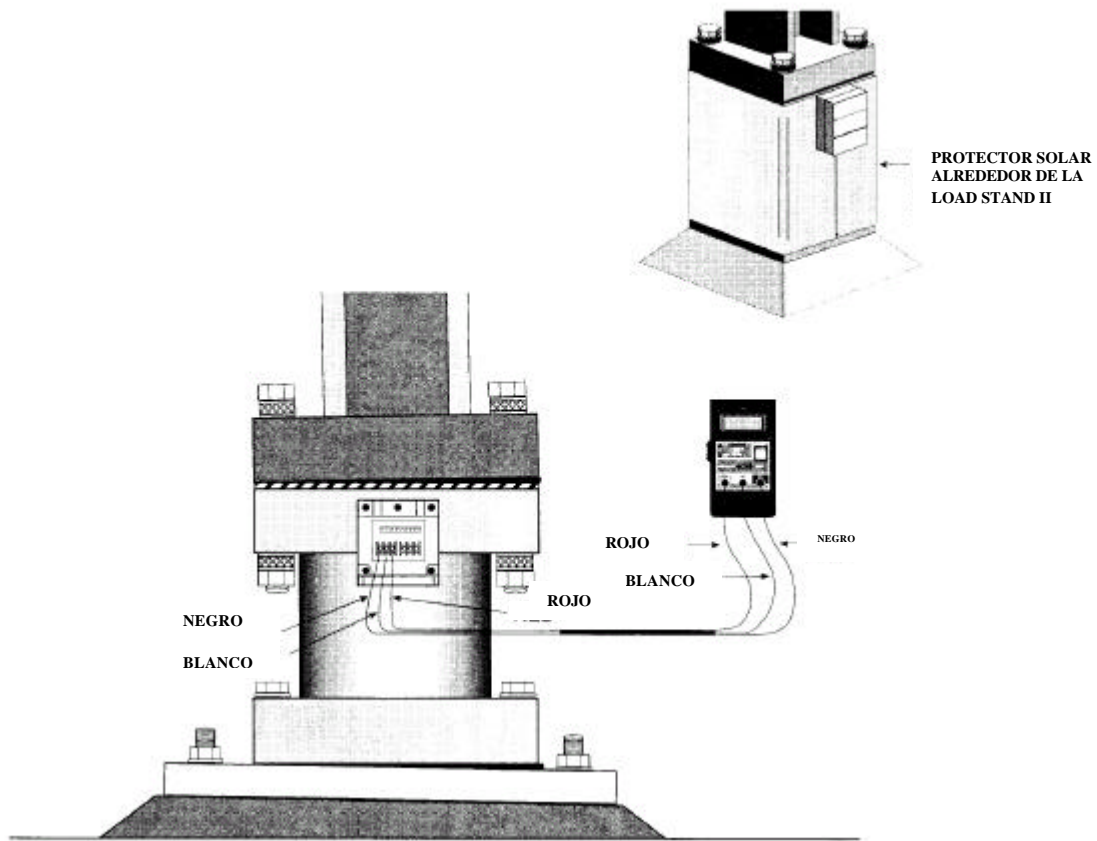
Si tuercas de nivel son usadas, ajuste la altura de la Load Stand dando vueltas a las tuercas de nivel. Puede ser necesario ajustar la altura de la otras Load Stand para asegurar las condiciones de instalación.

b. Si usted observa vacíos como se muestra en la ilustración, partes de laminas serán requeridas. Proceda de acuerdo a lo siguiente:

1. Use el flange de la Load Stand como guía, marque la forma de lamina requerida en una pieza de cartón. Use esta como plantilla para cortar la forma de lamina requerida de una lamina proporcionada por Kistler-Morse o el cliente. Instale la lamina en el vacío.

NOTA

Más de una lamina por vacío puede ser requerida. Esto es dependiente del grado de desalinamiento angular.



- c. Inspeccione las restantes Load Stand II por vacíos y arrégelos por consiguiente. Cuando este terminado, los vacíos no deben exceder 0.03 pulgadas.
- d. Apriete los pernos por paso 5.e. y 5.f.
- e. Mida la salidas por PASO 6.a. Si esta bien proceda a alambrear . Remítase a TI-LC.LSII-01en Apéndice C para instrucciones de alambrado.

- f. Instale el protector para el sol.
- g. Usted ahora esta listo para calibrar su sistema. Remítase al Manual del procesador de señal por instrucciones de calibración.

Capítulo 3. Dibujos Técnicos

INTRODUCCION

Este capítulo contiene Dibujos Técnicos de la Load Stand II que muestran dimensiones de referencia y detalles de instalación.

Capítulo 4. Determinación de Problemas

ERROR 1

Salida del sensor Load Stand, sin carga, sea más allá de ± 50 mV.

EXPLICACION

Todas las Load Stand II son 100% controladas en fabrica para que tengan una salida sin carga compensada entre -50 a $+50$ mV. Compensación sin carga mas allá del limite puede indicar que un sensor esta dañado o alambres sueltos en algún sensor.-

ACCION

1. Saque la tapa de la caja de unión y controle que todos los sensores estén alambrados al bloque de bornes (TB3), asegurar continuidad.
2. Usando un ohnmetro, mida el valor de resistencia en TB1 de la siguiente forma:
 - a. Mida la resistencia desde WHITE a BLACK.
Regístrelo aquí _____
 - b. Mida la resistencia desde WHITE a RED.
Regístrelo aquí _____

Estas dos lecturas deberían estar dentro de un 10% una de otra. Si esto no ocurre, usted puede tener un sensor malo y deberá seguir la acción Paso 3 para identificar al sensor.

- c. En este paso saque los alambres de cada sensor y mida el valor de resistencia conectando el ohnmetro directamente a los alambres del sensor.

Registre aquí:

Sensor A: W a R _____ W a B _____

Sensor B: W a R _____ W a B _____

Sensor C: W a R _____ W a B _____

Sensor D: W a R _____ W a B _____

Las lecturas deberían estar dentro de un 10% una de otra. Si esto no ocurre, el sensor esta malo y necesitara ser reemplazado.

3. Controle para corte a tierra usando un ohnmetro en escala de 20 Mohm.

NOTA

Agua en la caja de unión puede causar corte a tierra. Todos los siguientes pasos asumen que la caja de unión, PCB, y todas las conexiones están secas.

- a. Mida la resistencia desde el terminal TB3 WHITE al pedestal de la Load Stand. (El protector contra el sol o los pernos de la caja de unión son buenas localizaciones para conectar la punta del ohnmetro a tierra.). Si la lectura es menor que infinito (es decir hay resistencia) esto es un problema y usted deberá llevar a cabo el Paso 3b.
- b. Saque los alambres de cada sensor en TB3 y mida la resistencia de los sensores entre el cable WHITE y el pedestal de la Load Stand, si la lectura es menor que infinito, el sensor esta cortado en su estructura y debe ser reemplazado.

ERROR 2

Lectura en el display errática o fluctuante.

EXPLICACION

Pequeñas cambios de amplitudes o oscilación pueden ocurrir, especialmente en estanques al aire libre. Variaciones Peak-to-peak de 0.1 a 0.3% de plena escala son normal. Estas típicas oscilaciones pueden ser eliminadas por la fijación apropiada de "count by" y "scala". (repitease al manual de operación del procesador de señal KM).

Afloje las tuercas en los pernos superiores. Estos pernos superiores aún deben moverse libremente en sus agujeros por paso 5 de instalación o ellos están atascados, indicando que la tolerancia de los agujeros del flange del estanque y/o la expansión del tanque están bajo dimensionados y están más allá de los límites de tolerancia de los agujeros de la Load Stand y resultando una carga en extremo en un lado de la Load Stand.

a. Si los pernos están atascados:

1. Normalmente los agujeros del flange del estanque pueden ser aumentados para proporcionar una tolerancia adicional.
2. En casos extremos donde la expansión del estanque excede los ± 0.125 ", una pieza especial de arranque puede ser instalada para desunir la carga de ese lado. (Contáctese con KM).

b. Si los pernos no están atascados

Estanques con temperatura pueden ocasionalmente radiar o conducir calor a través de las patas del estanque causando un cambio en el cero.

1. Aísle el estanque para minimizar radiación del calor.
2. Adicione un especial "alta temperatura" cojinete de aislación. (contáctese con KM).

Grandes cambios de amplitud y/o repentinos a menudo indican problemas con los sensores.

Humedad en el canalizado de los cables, en la caja de unión, o en los tarjetas de circuitos impresos es probablemente causa de lecturas erráticas.

ACCION

1. Controle todos los conductos, cajas de unión, y PCB para contaminación de agua.

a. Si se encuentra agua:

1. Encuentre la fuente de entrada y corrija.

NOTE

Si usted va usar un sellante, sólo use uno que esté aprobado por KM.. Muchos sellantes contienen ácido acético el cual dañino para la electrónica.

Seque usando un secador de pelo.

- b. Si no encuentra agua, controle las Load Stands por sensores dañados y cortes a tierra para prevenir errores.
- c. Controle la entrada de voltaje AC al Procesador de señal por estabilidad. (Remítase al manual del procesador de señal.)

ERROR 3

Cambios repetitivos en un periodo de 24 horas.

EXPLICACION

Cambios periódicos dentro de 24 horas son probablemente causados por expansión térmica en el estanque debido a la radiación solar o debido a la respuesta del estanque por sus ciclos térmicos.

ACCION

1. Inspeccione los pernos superiores en todas las Load Stands.

ERROR 4

Cambios repentinos en la lectura del peso.

EXPLICACION

Un simple quiebre en cualquier Load Stand puede causar un cambio en la indicación de peso hacia arriba o hacia abajo por un gran porcentaje mas o menos un 100% de plena escala de la carga viva.

ACCION

1. Controle el voltaje de salida para cada Load Stand. (Remítase a la Pagina 2-6.). Este voltaje debería estar dentro de las varias centenas a cero. Si no esta dentro de -750 a $+750$ mV, mida el valor de resistencia por ERROR 1.
2. Controle la entrada de voltaje AC al Procesador de señal por precisión y estabilidad. (Remítase al manual del procesador de señal.)

Capítulo 5. Especificación de Productos

MECANICAS

ESTRUCTURA

Estructura y Pernos de carga permitidos por UBC.....	Vea TI-LC.LSII-01 en cap.3.
Diseño de fuerzas en Estructura y Pernos.....	Vea TI-LC.LSII-01 en cap.3.

SENSOR

Integridad Funcional	200% Carga Nominal
----------------------------	--------------------

ENTRADA

Voltaje Alimentación

Estándar	12 Vdc
Máximo.....	30 Vdc
Corriente	15.52 mA (70°F (21°C) @ 12 Vdc de alimentación)
Potencia consumida	186.4 mW (70° F (21°C) @ 12 Vdc de alimentación)

SALIDA (12 Vdc de Alimentación)

Salida Nominal	(Vea Tabla 5-1)
Salida sin carga	± 50 mV
No-linealidad	± 0.20% de la salida nominal.
Repetibilidad e Histerisis	± 0.10% de la salida nominal.

CONDICIONES AMBIENTALES

Indice de Protección	Diseñado para NEMA 4
Rango de Temperatura	
Operacional.....	-34° a +60° C
Almacenamiento	-34° a +60° C
Compensación	-18° a +38° C
Humedad	100% no condensado.

FISICAS

Material Construcción

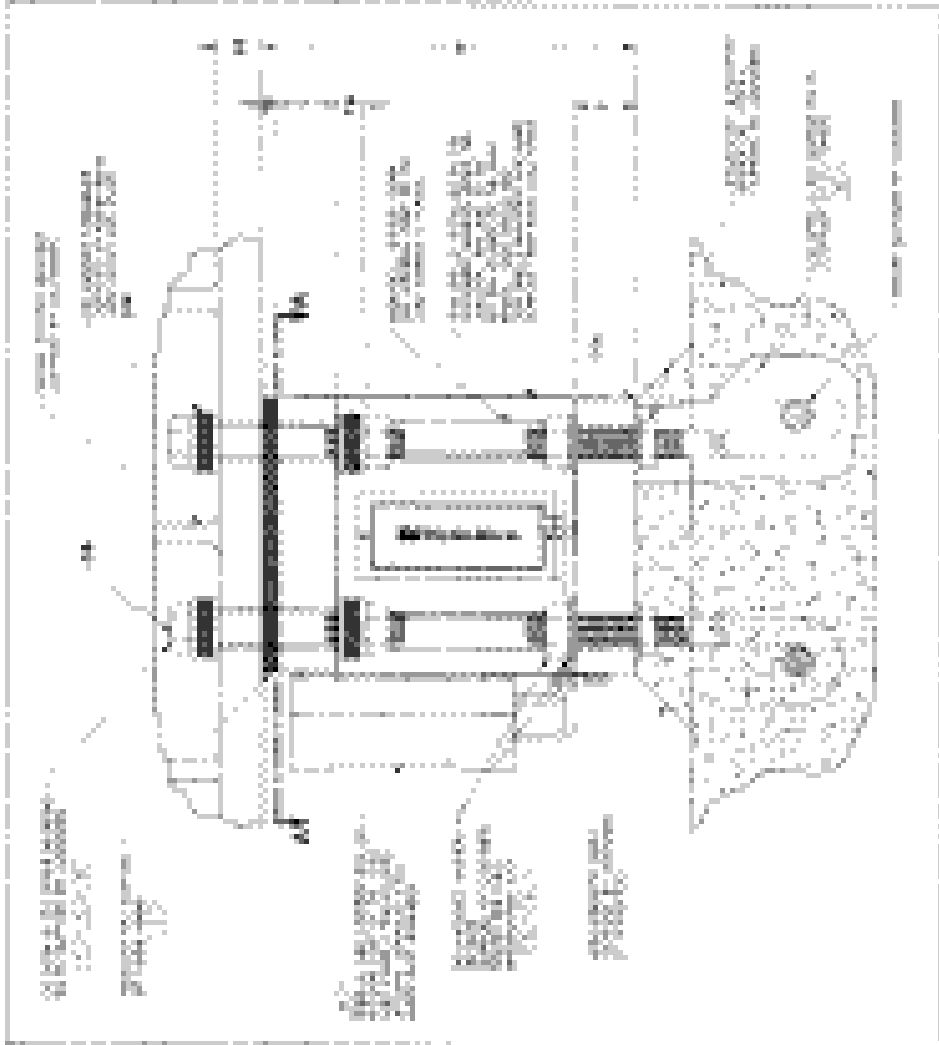
Pedestal	Acero ASTM A53 GR B
Flanges	Acero ASTM A36
Caja de Unión.....	Plástico NORYL
Cojinete resistente.....	Goma reforzada.
Terminaciones	Primero 2 capas para prevenir oxido y después 2 capas de esmalte epoxico.
Sensor	Microcell II

NUMERO MODELO	SALIDA ± 10%	CARGA NOMINAL	
		LBS	KG
S2-025K	350 mV	25,000	11,340
S2-050K	400 mV	50,000	22,680
S2-100K	400 mV	100,000	45,630
S2-200K	400 mV	200,000	90,720
S2-300K	400 mV	300,000	136,080
S2-500K	400 mV	500,000	226,800
S2-750K	400 mV	750,000	340,200
S2-1M	400 mV	1,000,000	453,600
NOTA Para Load Stand de 300K, 500K, y 1M, favor consultar a fabrica para revisar aplicación.			

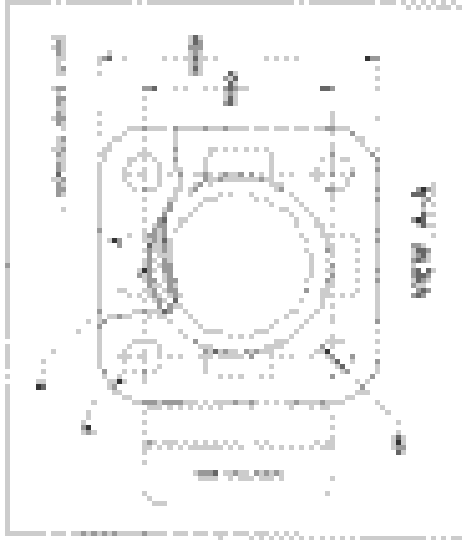
Tabla 5-1. Carga Nominal

Notes on the Drawing:

- 1. All dimensions are in millimeters unless otherwise stated.
- 2. All dimensions are to be taken from the center of the hole unless otherwise stated.
- 3. All dimensions are to be taken from the center of the hole unless otherwise stated.

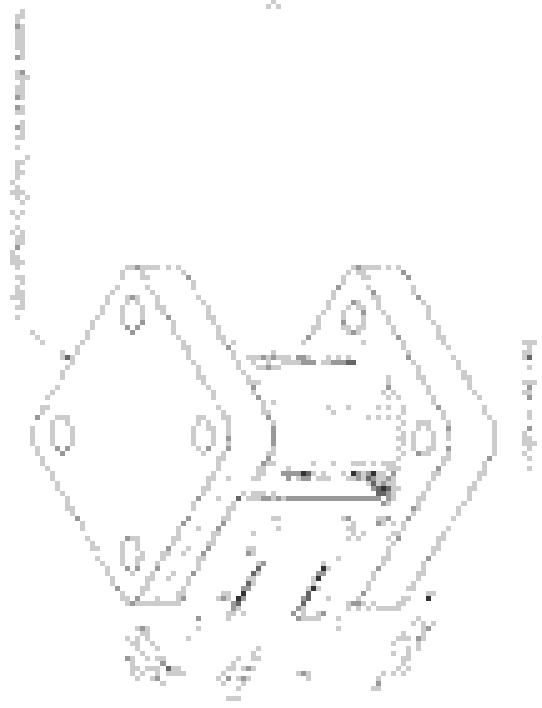


- 1. All dimensions are in millimeters unless otherwise stated.
- 2. All dimensions are to be taken from the center of the hole unless otherwise stated.
- 3. All dimensions are to be taken from the center of the hole unless otherwise stated.



CONCRETE REINFORCING

CONCRETE REINFORCING IS A TYPE OF CONCRETE IN WHICH STEEL REINFORCEMENT IS USED TO INCREASE THE STRENGTH OF THE CONCRETE. THE REINFORCEMENT IS MADE OF STEEL BARS OR WIRE MESH. THE REINFORCEMENT IS PLACED IN THE CONCRETE BEFORE IT IS CAST. THE REINFORCEMENT IS USED TO PREVENT THE CONCRETE FROM CRACKING UNDER TENSILE STRESS.



3-WIRE FORM-4 WIRE ASSEMBLY



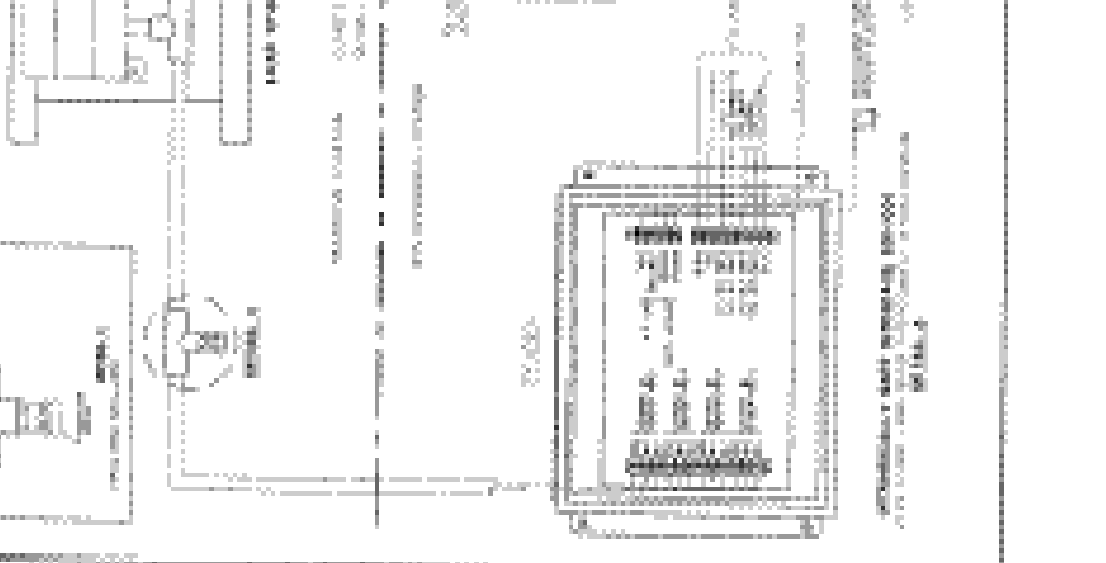
3-WIRE STAINLESS STEEL WIRE ASSEMBLY

1. **PROBLEM STATEMENT:** Design a control system for a motor drive that can start, stop, and reverse the motor. The motor is a three-phase induction motor.

2. **DESIGN REQUIREMENTS:** The system must be able to start the motor, stop the motor, and reverse the motor. The motor must be protected from overcurrent and overvoltage.

3. **DESIGN SOLUTION:** The system will use a three-phase induction motor, a three-phase supply, a three-phase contactor, a three-phase thermal relay, and a three-phase fuse.

4. **CONCLUSION:** The design of a control system for a motor drive is a complex task that requires a deep understanding of electrical engineering and control systems.



NO.	REVISION	DATE	BY	CHKD.
1	INITIAL DESIGN	10/10/2023	J. SMITH	M. JONES
2	REVISED DESIGN	11/10/2023	J. SMITH	M. JONES
3	FINAL DESIGN	12/10/2023	J. SMITH	M. JONES

1. **PROBLEM STATEMENT:** Design a control system for a motor drive that maintains a constant speed of 1500 rpm regardless of load torque variations.

2. **DESIGN REQUIREMENTS:** The system must be stable, have a steady-state error of less than 5%, and a settling time of less than 2 seconds.

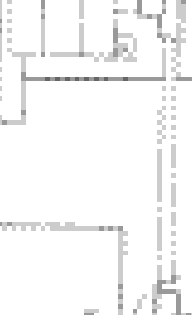
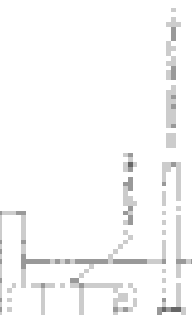
3. **DESIGN APPROACH:** A feedback control system with a PI controller is proposed. The transfer function of the plant is $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$.

4. **DESIGN PROCEDURE:** The closed-loop transfer function is $T(s) = \frac{K(s+z)}{s^2 + (1+K)s + Kz}$. The characteristic equation is $s^2 + (1+K)s + Kz = 0$.

5. **DESIGN RESULTS:** The designed controller is $C(s) = K_p + \frac{K_i}{s}$ with $K_p = 1.5$ and $K_i = 1.5$. The system is stable and meets the design requirements.

6. **CONCLUSION:** A PI controller successfully maintains the motor speed at 1500 rpm under varying load conditions.

7. **REFERENCES:** [1] Ogata, T. Modern Control Engineering. [2] Dorf, R. C. Modern Control Systems.



8. **CONCLUSION:** A PI controller successfully maintains the motor speed at 1500 rpm under varying load conditions.

9. **REFERENCES:** [1] Ogata, T. Modern Control Engineering. [2] Dorf, R. C. Modern Control Systems.

10. **APPENDIX A:** MATLAB code for the simulation.

11. **APPENDIX B:** Bode plot of the system.

12. **APPENDIX C:** Step response of the system.

13. **APPENDIX D:** Root locus plot of the system.

14. **APPENDIX E:** Frequency response plot of the system.

15. **APPENDIX F:** Time-domain response plot of the system.

16. **APPENDIX G:** Comparison of the system with a PD controller.

17. **APPENDIX H:** Comparison of the system with a PID controller.

18. **APPENDIX I:** Comparison of the system with a fuzzy logic controller.

19. **APPENDIX J:** Comparison of the system with a neural network controller.

20. **APPENDIX K:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

21. **APPENDIX L:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

22. **APPENDIX M:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

23. **APPENDIX N:** Comparison of the system with a hybrid controller.

24. **APPENDIX O:** Comparison of the system with a robust controller.

25. **APPENDIX P:** Comparison of the system with an adaptive controller.

26. **APPENDIX Q:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

27. **APPENDIX R:** Comparison of the system with a backstepping controller.

28. **APPENDIX S:** Comparison of the system with a model reference controller.

29. **APPENDIX T:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

30. **APPENDIX U:** Comparison of the system with a neural network controller.

31. **APPENDIX V:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

32. **APPENDIX W:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

33. **APPENDIX X:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

34. **APPENDIX Y:** Comparison of the system with a hybrid controller.

35. **APPENDIX Z:** Comparison of the system with a robust controller.

36. **APPENDIX AA:** Comparison of the system with an adaptive controller.

37. **APPENDIX AB:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

38. **APPENDIX AC:** Comparison of the system with a backstepping controller.

39. **APPENDIX AD:** Comparison of the system with a model reference controller.

40. **APPENDIX AE:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

41. **APPENDIX AF:** Comparison of the system with a neural network controller.

42. **APPENDIX AG:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

43. **APPENDIX AH:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

44. **APPENDIX AI:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

45. **APPENDIX AJ:** Comparison of the system with a hybrid controller.

46. **APPENDIX AK:** Comparison of the system with a robust controller.

47. **APPENDIX AL:** Comparison of the system with an adaptive controller.

48. **APPENDIX AM:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

49. **APPENDIX AN:** Comparison of the system with a backstepping controller.

50. **APPENDIX AO:** Comparison of the system with a model reference controller.

51. **APPENDIX AP:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

52. **APPENDIX AQ:** Comparison of the system with a neural network controller.

53. **APPENDIX AR:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

54. **APPENDIX AS:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

55. **APPENDIX AT:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

56. **APPENDIX AU:** Comparison of the system with a hybrid controller.

57. **APPENDIX AV:** Comparison of the system with a robust controller.

58. **APPENDIX AW:** Comparison of the system with an adaptive controller.

59. **APPENDIX AX:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

60. **APPENDIX AY:** Comparison of the system with a backstepping controller.

61. **APPENDIX AZ:** Comparison of the system with a model reference controller.

62. **APPENDIX BA:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

63. **APPENDIX BB:** Comparison of the system with a neural network controller.

64. **APPENDIX BC:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

65. **APPENDIX BD:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

66. **APPENDIX BE:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

67. **APPENDIX BF:** Comparison of the system with a hybrid controller.

68. **APPENDIX BG:** Comparison of the system with a robust controller.

69. **APPENDIX BH:** Comparison of the system with an adaptive controller.

70. **APPENDIX BI:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

71. **APPENDIX BJ:** Comparison of the system with a backstepping controller.

72. **APPENDIX BK:** Comparison of the system with a model reference controller.

73. **APPENDIX BL:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

74. **APPENDIX BM:** Comparison of the system with a neural network controller.

75. **APPENDIX BN:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

76. **APPENDIX BO:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

77. **APPENDIX BP:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

78. **APPENDIX BQ:** Comparison of the system with a hybrid controller.

79. **APPENDIX BR:** Comparison of the system with a robust controller.

80. **APPENDIX BS:** Comparison of the system with an adaptive controller.

81. **APPENDIX BT:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

82. **APPENDIX BU:** Comparison of the system with a backstepping controller.

83. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a model reference controller.

84. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

85. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a neural network controller.

86. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

87. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

88. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

89. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a hybrid controller.

90. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a robust controller.

91. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with an adaptive controller.

92. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

93. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a backstepping controller.

94. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a model reference controller.

95. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

96. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a neural network controller.

97. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

98. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

99. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

100. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a hybrid controller.

101. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a robust controller.

102. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with an adaptive controller.

103. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

104. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a backstepping controller.

105. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a model reference controller.

106. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

107. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a neural network controller.

108. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

109. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

110. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

111. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a hybrid controller.

112. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a robust controller.

113. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with an adaptive controller.

114. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

115. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a backstepping controller.

116. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a model reference controller.

117. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

118. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a neural network controller.

119. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

120. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

121. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

122. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a hybrid controller.

123. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a robust controller.

124. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with an adaptive controller.

125. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

126. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a backstepping controller.

127. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a model reference controller.

128. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

129. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a neural network controller.

130. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

131. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

132. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

133. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a hybrid controller.

134. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a robust controller.

135. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with an adaptive controller.

136. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

137. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a backstepping controller.

138. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a model reference controller.

139. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

140. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a neural network controller.

141. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

142. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

143. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

144. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a hybrid controller.

145. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a robust controller.

146. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with an adaptive controller.

147. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

148. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a backstepping controller.

149. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a model reference controller.

150. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

151. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a neural network controller.

152. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

153. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

154. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

155. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a hybrid controller.

156. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a robust controller.

157. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with an adaptive controller.

158. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a sliding mode controller.

159. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a backstepping controller.

160. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a model reference controller.

161. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a self-tuning controller.

162. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a neural network controller.

163. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a genetic algorithm controller.

164. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a particle swarm optimization controller.

165. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a differential evolution controller.

166. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a hybrid controller.

167. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with a robust controller.

168. **APPENDIX BV:** Comparison of the system with an adaptive controller.