

T621.383
Q1 IN
1993
C.1

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE TALCAHUANO REY BALDUINO DE BELGICA

INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL
REALIZADA EN LA COMPAÑIA SIDERURGICA HUACHIPATO S.A.
SECCION LABORATORIO ELECTRICO

TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO DE
TECNICO UNIVERSITARIO EN ELECTRONICA



2158

ALUMNO : SERGIO AGUSTIN OPAZO LOPEZ
PROFESOR GUIA : SR. RAMON SAAVEDRA

I N D I C E

Páginas

INTRODUCCION

CAPITULO I : IDENTIFICACION DE LA EMPRESA 1

- 1) Nombre de la Empresa
- 2) Ubicación Geográfica
- 3) Reseña Histórica
- 4) Descripción breve del rubro de la Empresa
- 5) Tipo de Empresa
- 6) Descripción del proceso de producción de la Empresa
 - 6.1) Preparación de Materias Primas
 - 6.2) Reducción del mineral para obtener arrabio
 - 6.3) Fabricación del acero
 - 6.3.1) Acería de covertedores al Oxígeno
 - 6.3.2) Acería Eléctrica
 - 6.3.3) Colada continua
 - 6.4) Laminación del acero en productos terminados finales
 - 6.4.1) Laminador Desbastador
 - 6.4.2) Laminador de Barras
 - 6.4.3) Laminador de Planos en Caliente
 - 6.4.4) Laminador de Planos en Frío
 - 6.5) Fabricación de tubos

CAPITULO II : IDENTIFICACION DEL LUGAR DE TRABAJO	9
---	---

- 1) Nombre del Departamento
- 2) Nombre de la Sección
- 3) Ubicación en la organización de la Empresa
- 4) Laboratorio Eléctrico

CAPITULO III : SISTEMA DE PESAJE	10
--	----

- 1) Importancia y Descripción del Sistema de Pesaje
 - A) Celdas de Carga
 - B) Plataforma de Pesaje
 - C) Indicador de Peso
- 2) Celdas de Carga
 - A) Celdas de Carga tipo resistivas
 - A.1) Código de colores
 - A.2) Tipo de conductor
 - A.3) Tipo de conector
 - A.4) Conexionado
 - A.5) Parámetros de Celdas de carga
 - B) Celdas de carga tipo Electromagnética
- 3) Indicador de peso electrónico
 - A) Tarjeta análoga
 - B) Tarjeta digital CPU
 - C) Tarjeta de fuente de poder
 - D) Opciones de Salida
 - D.1) Salida análoga
 - D.2) Salida serial ASCII

D.3) Salida RS - 232 C

CAPITULO IV : TRABAJOS REALIZADOS..... 36

- 1) Mantenición de la fuente de poder
Silcomatic
 - A) Tiristores defectuosos
 - B) Resistencias quemadas
- 2) Reparación de tarjetas de control digital
de pesaje
- 3) Instalación de indicadores de peso
electrónicos digitales
- 4) Mantenición de equipos de pesaje
electrónicos análogos



ANEXOS

- ANEXO I : Aplicación del sistema de pesaje
- ANEXO II : Ilustración de celdas de carga
- ANEXO III : Diagrama de bloques del indicador de peso
electrónico Streeter Amet 4500
- ANEXO IV : Diagrama de organización del Departamento
Eléctrico y Diagrama General de la Empresa
- ANEXO V : Diagrama de flujo de producción del acero

CONCLUSIONES

I N T R O D U C C I O N

El presente documento tiene la finalidad de informar a la Universidad en forma clara y sencilla toda la experiencia adquirida en la Práctica Profesional realizada en el Laboratorio Eléctrico de la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. , como requisito para optar al Título de Técnico Universitario en Electrónica.

En este informe, se hace un estudio de tres temas de importancia , representativos de los trabajos desarrollados durante el período de práctica , los cuales son : Importancia y Descripción del sistema de pesaje , Celdas de Carga e Indicador de Peso Electrónico . A estos temas se pretende dar un enfoque más general de lo que respecta a las particularidades de cada equipo o instrumento , puestos que son innumerables los diseños o arreglos circuitales de los que dispone cada fabricante para llevarlos a cabo , estando basados en el mismo principio de funcionamiento.

Además del estudio de estos temas , se incluye una descripción de los diferentes trabajos realizados , más una descripción del novedoso proceso de producción del acero que se lleva a cabo en la Compañía.

C A P I T U L O I

IDENTIFICACION DE LA EMPRESA

1) Nombre de la Empresa :

Compañía Siderúrgica Huachipato S.A.

2) Ubicación Geográfica :

Se sitúa en la Bahía San Vicente , 14 Km. al noroeste de la ciudad de Concepción , capital de la Octava Región .

3) Reseña Histórica :

La planta Siderúrgica Huachipato S.A. se creó en 1946 bajo la Presidencia de Don Juan Antonio Ríos con el nombre de " Compañía de Acero del Pacífico S.A." . Comenzó a ser construida a mediados de 1947, siendo oficialmente inaugurada el 25 de Noviembre de 1950 . Desde esa fecha la industria Metalmecánica Nacional ha podido mantener un ritmo constante de crecimiento al contar con un suministro de acero seguro y sostenido . Para ello la planta ha sido objeto de continuos planes de expansión y modernización que han elevado de 180.000 a 800.000 toneladas anuales su capacidad de producción de acero en lingotes .

En 1959 se produce la incorporación de las actividades mineras , adquiriéndose el yacimiento de Hierro " El Algarrobo " , en 1971 se adquiere la mina de hierro " El Romeral " y en 1978 se inaugura la planta de Pellets en Huasco .

En 1981 se procede a la reorganización de la Compañía , formándose el Grupo de Empresas CAP . Así , la usina toma el rol social de " Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. " ; Las actividades mineras toman el nombre de " Compañía Minera del Pacífico S.A. " ; Se crean " Abastecimientos CAP S.A. "

y "Acero Comercial S.A." .

En 1986 el Grupo de Empresas CAP se incorpora al servicio de Administración de Fondos Previsionales , adquiriéndose la AFP "El Libertador S.A." .

En 1988 el Grupo CAP incursiona en las actividades agrícolas y forestales . Se crea la Empresa "Terranova S.A." .

En 1989 se crea la Compañía Distribuidora de Petróleos del Pacífico Ltda. (Petropac Ltda.)

En 1990 se inauguran la planta de Coque y la línea de Zinc - Alum en la Compañía siderúrgica Huachipato S.A. y la planta de Pellets Feed en la Compañía Minera del Pacífico S.A. . Se crea la Compañía de Seguros de Vida La Austral S.A. . Se adquiere el 35% de CINTAC S.A. y AZA S.A. y el 10% de Megavisión S.A. en Sociedad en partes iguales con Suizandina S.A. . Se incorporan al Grupo CAP , como inversiones del área forestal , las Empresas "Inversiones Leonera Ltda" y el "Consorcio Maderero Ltda" .

En 1991 la Compañía modifica su nombre como Grupo a CAP S.A. , adecuándolo así a la realidad de sus operaciones . En este año la Empresa Terranova S.A. , a través de su filial Andinos S.A. , inicia las operaciones de su fábrica de muebles de exportación . Se crean las Sociedades denominadas Fibranova S.A. y Agronova S.A. , que desarrollarán el proyecto industrial de fabricación MDF (Medium Density Fiberboard) y el proyecto agroindustrial de Terranova S.A. , respectivamente .

En 1992 entra en funcionamiento las instalaciones del nuevo proceso la colada continua , que forma parte de la optimización de los procesos siderúrgicos en la Usina de Huachipato .

4) Descripción breve del rubro de la Empresa :

La Siderúrgica Huachipato es una "Planta Integrada" , esto quiere decir que a partir de la reducción de minerales de hierro , fabrica aceros laminados de diversos tipos, para la utilización directa o para transformaciones posteriores logrados después de un largo y complejo proceso tecnológico .

5) Tipo de Empresa :

La usina de Huachipato corresponde a una Empresa del tipo "METALMECANICA" ; esto quiere decir que está formada por una sección Metalúrgica : aquella donde se produce el acero (Altos Hornos y Acería) y otra sección Mecánica correspondiente a las transformaciones en productos terminados (Laminador de Planos en Frío y en Caliente , Laminador de Barras , Laminador Desbastador , etc .) .

6) Descripción del Proceso de Producción de la Empresa :

6.1) Preparación de Materias Primas :

Esta etapa incluye la descarga , clasificación , pesaje y almacenamiento de las materias primas necesarias para la fabricación del acero , que básicamente son : mineral de hierro , caliza y carbón mineral .

La mezcla de carbones nacionales e importados se somete a un proceso de destilación seca que lo transforma en Coque Siderúrgico . Este proceso se realiza en la planta de coque , la que cuenta con 58 hornos . La coquificación del carbón mineral deja , como subproducto , gas de alto poder calorífico , que es utilizado como combustible en los diversos procesos de la industria .

6.2) Reducción del mineral para obtener Arrabio :

Este proceso se realiza en los Altos Hornos . Por el tragante (parte superior del horno) se cargan por capas los minerales de hierro , caliza y coque . La inyección de aire precalentado a 1000 °C , aproximadamente , facilita la combustión del coque , generando elevadas temperaturas y gases reductores que actúan sobre el mineral y la caliza, transformándolos en arrabio (hierro líquido) y en escoria , respectivamente .

La colada , que consiste en extraer estos elementos acumulados en el crisol (parte inferior de los Altos Hornos) , se efectúa aproximadamente cada dos horas . El arrabio es recibido en cucharas torpedo para ser transportado a la Acería de Convertidores al Oxígeno ; la escoria , separada del arrabio por su menor densidad , se hace fluir hacia un foso donde es apagada y granulada por un chorro de agua . Cabe señalar que la escoria como desecho de Huachipato abastece a la Fábrica de Cementos BIO-BIO S.A. , por ejemplo, donde se usa en calidad de materia prima .

6.3)Fábricación del Acero :

6.3.1) Acería de Convertidores al Oxígeno (CONOX):

Se cuenta con dos convertidores de 100 Toneladas cada uno . El arrabio proveniente de los Altos Hornos se carga junto con chatarra de acero y de hierro . Por la acción del oxígeno puro que se inyecta al convertidor , se oxidan el carbono , el silicio y el fósforo del arrabio . Estas reacciones son exotérmicas y causan la fusión de la carga metálica fría , sin necesidad de agregar ningún combustible y , por adición de cal , se forma la escoria en que se fijan las impurezas oxidadas . El tiempo

requerido para procesar una hornada de 100 Toneladas , es de aproximadamente 50 minutos .

El acero líquido así producido , se recibe en "cucharas" de 100 Toneladas de capacidad , agregándose en ese momento las ferroaleaciones en la cantidad adecuada , para impartir las características principales a los diversos tipos de aceros . Este acero puede enviarse a la colada continua o vaciarse en moldes para fabricar los lingotes que se envían al Laminador Desbastador .

6.3.2) Acería Eléctrica :

Además , en la Acería Eléctrica se cuenta con un horno de 22 Toneladas , donde se funde la chatarra por medio de electrodos. Una vez licuado , el acero se vacía en un horno de cuchara , donde para obtener la composición química y temperatura deseada , se agregan elementos de aleación y se somete a un recalentamiento . Finalmente el acero es desgasificado al vacío y vaciado en moldes por sistema indirecto .

6.3.3) Colada Continua :

El acero líquido de la cuchara , proveniente de la Acería CONOX , es vaciado en una artesa que se comunica por el fondo con un molde , en constante movimiento , que es enfriado por agua ; en él se inicia el proceso de solidificación del acero , que se completa a lo largo del trayecto por el interior de la máquina .

El planchón que se produce , es una cinta continua con un espesor de 156 mm , un ancho que varía entre 800 y 1.050 mm y que , a la salida , se va cortando a los largos requeridos .

6.4) Laminación del Acero en productos terminados finales :

Consiste , básicamente , en un proceso de transformación mecánica, en caliente o frío , por medio del cual , y con el uso de rodillos de laminación , se modifica la forma de los productos , reduciéndose la sección y aumentándose el largo . Estos procesos se efectúan en la planta Siderúrgica Huachipato en 4 unidades de laminación .

6.4.1) Laminador Desbastador :

En primer lugar , la laminación primaria , que se efectúa en el laminador desbastador , transforma los lingotes de acero , previo calentamiento de los mismos en hornos de foso , en tres productos semiterminados : tochos , palanquillas y planchones .

El tocho es un producto semiterminado cuya sección oscila entre 160 x 160 mm y 400 x 400 mm , con largos entre 4.500 y 7.000 mm. Estos productos que no tienen otro procesamiento en la planta , se despachan a talleres foráneos para ser forjados , obteniéndose principalmente ejes y llantas de ferrocarril .

6.4.2) Laminador de Barras :

Las palanquillas son productos semiterminados con secciones entre 60 x 60 mm y 150 x 150 mm , y largos variables entre 1.500 y 7.000 mm . Las palanquillas se procesan en el laminador de barras , en el cual después de ser recalentadas en un horno , se laminan en pasos sucesivos y se transforman en barras redondas lisas o con estrías para hormigón , barras cuadradas y planas ; todos ellos productos terminados ampliamente utilizados como materiales de construcción y en la manufactura de alambre , clavos , tornillos , bolas para molinos, pernos , etc.

6.4.3) Laminador de Planos en Caliente :

Los semiterminados llamados planchones, son desbastes planos con espesores de 51 y 156 mm., anchos entre 600 y 1.050 mm. y largos de 1.300 a 4.800 mm. Los planchones son sometidos a una segunda etapa de laminación en caliente , en el Laminador de Planos en Caliente , don de luego de pasar por hornos de recalentamiento , son transformados en rollos de anchos , que van entre 610 y 1.050 mm. o bien , en planchas gruesas de amplio rango dimensional , con anchos de 1.000 a 2.000 mm. y largos de hasta 12.000 mm.

Una parte de los productos del Laminador de Planos en Caliente va directamente al mercado , donde las planchas gruesas y planchas delgadas la minadas en caliente , en rollos o cortadas , encuentran gran aplicación en la industria .

6.4.4) Laminador de Planos en Frío :

A los rollos laminados en caliente , que se destinan a la fabricación de productos planos laminados en frío , se les somete al proceso de decapado para eliminar los óxidos , y laminación en frío para disminuir el espesor . En esta etapa una parte de los rollos son procesa dos en la línea Zinc-Alum para producir productos recubiertos con una aleación de zinc y aluminio , necesarios en la construcción . El resto de los rollos continúan con la limpieza electrolítica para eliminar el aceite empleado en la laminación en frío ; recocido en atmósfera protectora para eliminar la acritud dada por el trabajo mecánico realizado en frío , y laminador de temple para eliminar las líneas de fluencias , corregir la forma y dar la terminación superficial requerida .

6.5) Fabricación de tubos :

Una parte de la producción de planchas gruesas del Laminador de Planos en Caliente , se destina a la fabricación de tubos Yoder , soldados por resistencia eléctrica de menos de 330 mm. de diámetro , y tubos de gran diámetro, soldados por arco sumergido de 400 a 2.000 mm. de diámetro .

En el anexo Nº 5 se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción del acero , que ilustra toda esta descripción.

C A P I T U L O I I

IDENTIFICACION DEL LUGAR DE TRABAJO

1) Nombre del Departamento :

Mantenimiento Eléctrico .

2) Nombre de la Sección :

Laboratorio Eléctrico .

3) Ubicación en la organización de la Empresa :

El Departamento Mantenimiento Eléctrico está ubicado inmediatamente después de la Superintendencia General de Servicios y ésta es dependiente de la Gerencia Area Huachipato .

Véase el diagrama de Organización del Departamento Eléctrico y diagrama general de la Empresa en el anexo Nº 4

4) Laboratorio Eléctrico :

La principal función del Laboratorio Eléctrico es la de mantener , chequear y reparar todos aquellos sistemas (máquinas , equipos , instrumentos) , tanto eléctricos como electrónicos , de vital importancia para facilitar el expedito proceso de producción de la planta. Entre estos sistemas se pueden nombrar detectores de metal caliente , detectores de nivel , sistemas de pesaje , motores , fuentes de poder , etc.

C A P I T U L O I I I

SISTEMA DE PESAJE

1) Importancia y Descripción del Sistema de Pesaje :

Un Sistema de Pesaje es aquel que está destinado a cuantificar o medir el peso que tienen ciertos productos o materiales , y la fuerza que ejercen algunas máquinas tensadoras de un determinado proceso .

En el campo de la industria , este sistema encuentra innumerables aplicaciones , como por ejemplo , en pesaje de camiones , silos de almacenamiento , tolvas de pesaje , control de procesos , medición de fuerza de una máquina de estirado , grúas pesadoras etc.

En la Compañía Siderúrgica Huachipato el sistema de pesaje cumple , sin duda , un papel preponderante , puesto que es éste el que regula o controla todas las etapas del proceso de producción , ya sea tanto en la fabricación misma del acero , como en la expedición de los productos elaborados . Sin embargo , la principal importancia que reviste este sistema nace de dos factores o cualidades inherentes que se le exige al acero :

- Tipo de Acero
- Grado del Acero

El tipo de acero dice relación con el porcentaje de silicio, mientras que el grado está relacionado con el porcentaje de elementos del acero , como por ejemplo : carbono , azufre, fósforo , vanadio , etc. De acuerdo a esta necesidad , de cumplir con los porcentajes adecuados de cada elemento , para un determinado grado y tipo del acero , es que

se utiliza un sistema de pesaje electrónico .

Un sistema de pesaje está constituido normalmente por el siguiente equipamiento :

- A) Celdas de Carga
- B) Plataforma de Pesaje
- C) Indicador de Peso

A continuación se define brevemente cada uno de estos equipos:

A) Celdas de Carga :

Se les conoce también como sensores de peso o sensores de esfuerzo . Son transductores electrónicos que transforman los cambios de fuerza o peso en cambios de voltaje . Este tema se analizará en el item 2 .

B) Plataforma de Pesaje :

Es la superficie destinada a la colocación de los objetos a ser pesados , que se encuentra ubicada sobre las celdas de carga , normalmente cuatro . Consta de un sistema mecánico que permite distribuir , en forma equitativa , el peso aplicado a ellas . La construcción e instalación de la plataforma , se debe llevar a cabo tomando en cuenta su aplicación y algunos parámetros técnicos importantes , como por ejemplo CARGA MUERTA (DEAD LOAD), que a continuación se define :

La carga muerta es el peso constante de la construcción de la báscula (Por ejemplo : plataforma , tolva vacía , etc.), que carga a las cel-das de pesaje , pero no debe inferir en la carga efectiva .

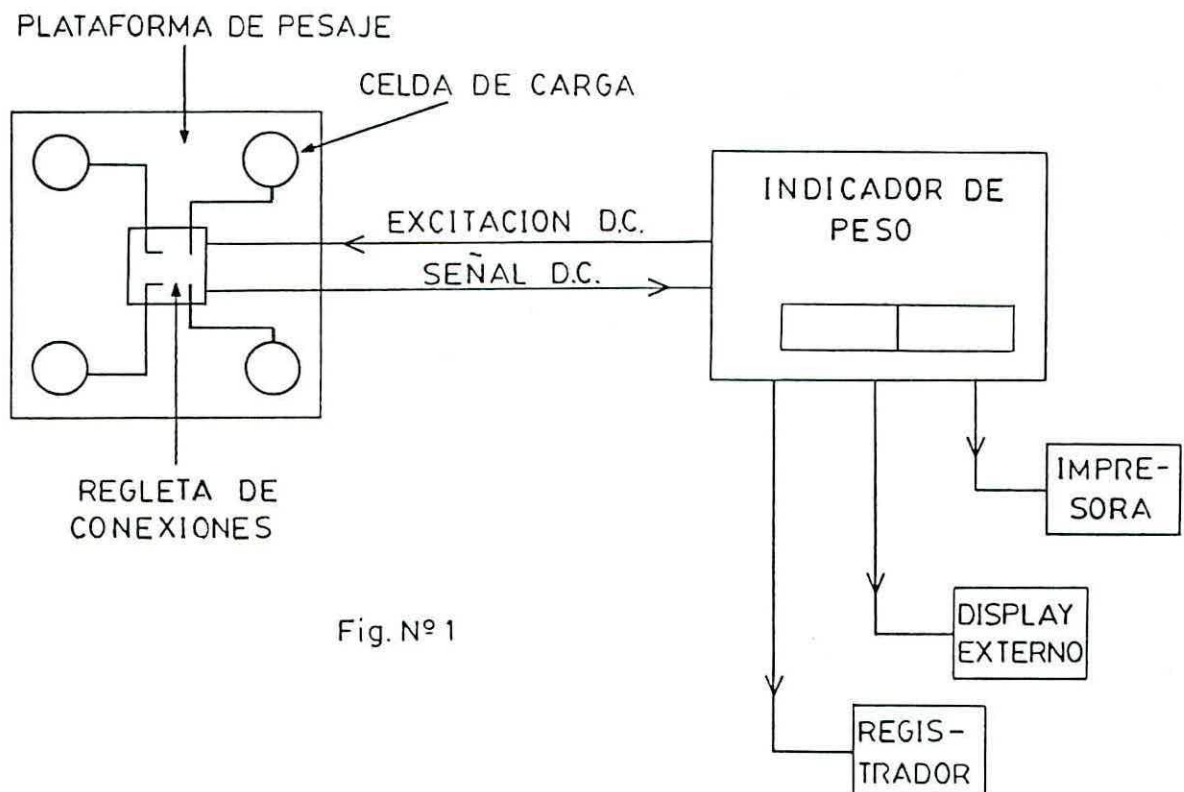
Esto significa que hay que determinar la carga muerta antes de configurar la báscula y tenerla en cuenta dentro del valor medido , de forma que el valor de pesaje sea cero con la báscula sin carga .

C) Indicador de Peso :

Es un equipo electrónico , cuya función es detectar y procesar la señal generada en la celda de carga , de tal manera que a su salida entregue en forma digital el valor del peso , directamente en términos de la carga aplicada a la celda .

El siguiente es un diagrama de bloques de un sistema de pesaje:

(Figura Nº 1)



Para mayor ilustración , véase los diagramas de bloques en el anexo Nº 1 que muestran aplicaciones del sistema de pesaje .

2) Celdas de Carga :

Como ya se dijo previamente , las celdas de carga son transductores de presión , que transforman los cambios de fuerza o peso mecánico , en cambios de voltaje . Este cambio en el voltaje produce en la instrumentación de lectura de salida (en el indicador de peso) una deflexión o indicación que se puede calibrar directamente en términos de la carga aplicada a la celda .

Existen 2 tipos de celdas de carga :

- A) Tipo Resistivo (LOAD-CELL)
- B) Tipo Electromagnético (PRESS-DUCTOR)

A) Celdas de Carga tipo resistivas:

Las celdas de carga resistivas son las más conocidas y ampliamente usadas en el campo de la industria , debido a su construcción herméticamente sellada , compacta y robusta . Además de su uso en pesaje , este tipo de celdas también se recomienda para aplicaciones de medición de fuerza mecánica .

Dependiendo de su estructura interna , estas celdas pueden actuar por tracción o compresión , pero bajo el mismo principio de funcionamiento .

El principio de funcionamiento se basa en un sistema de medición bien provisto de strain gauge , el cual es un elemento piezoeléctrico que cambia su resistencia eléctrica al ser sometido a tensión mecánica . Los strain gauge se conectan eléctricamente para formar así

un circuito puente de Wheatstone balanceado , el cual se polariza con un voltaje típico de entre 5 a 25 volts AC y/o DC (normalmente Vdc) dependiendo de las especificaciones del fabricante . Este principio de operación depende de la deflexión de los filamentos strain gauges , creando un cambio en su resistencia , desbalanceando así el circuito puente . Como resultado , para un voltaje de entrada dado , el voltaje de salida del puente varía proporcionalmente con la carga , y el cambio se puede leer con la instrumentación apropiada .

El siguiente es un esquema de celda "STRAIN GAUGES" que aclara el principio de funcionamiento : (Figura N^o 2)

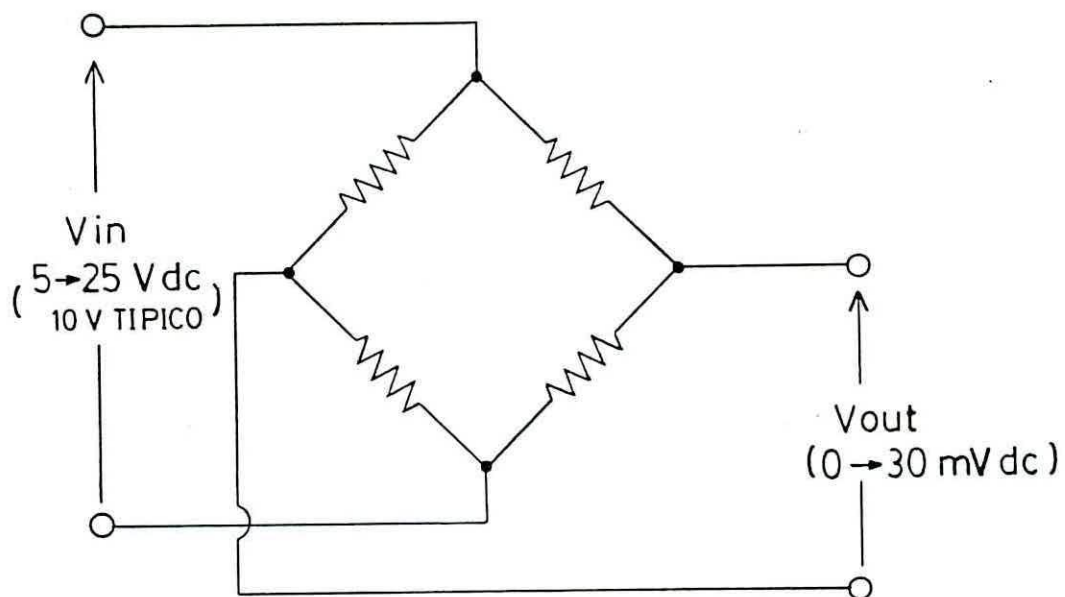


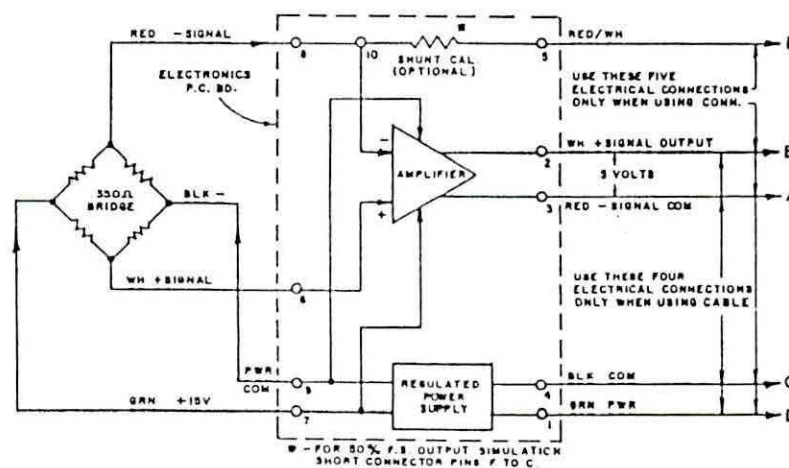
Fig. N^o 2

A este circuito se pueden sumar resistencias de compensación para mantener la exactitud del puente sobre un amplio rango de temperaturas , además de un variado arreglo circuital para dar mayor precisión y eficiencia a la celda de carga de acuerdo a las necesidades de aplicación .

A continuación , en la Figura N° 3 , se muestra el esquema circuital más acabado de una celda de carga BLH (Baldwin - Lima - Hamilton Corporation) .

VOLT OUTPUT CELLS — Load Cells Type C2P1, C3P1, C3P2C, T2P1, T3P1, T3P2C, U3G1, and U3G2 are available with inherent amplifier modules. These cells are designated with the suffix —5V and produce a 5-volt output for direct connection to data systems, recorders, or indicators. These types operate from 28V, 60mA, dc power and include short circuit and reverse polarity protection. Output impedance is less than 10 ohms. Refer to schematic for connector and cable data.

- GENERAL NOTES**
1. POWER CONSUMPTION 60mA AT 28V.
 2. OUTPUT IMPEDANCE LESS THAN 10 OHMS.



CONNECTOR COLOR CODE



OUTPUT — A RED -
5V ± .013V B WHITE +
INPUT — C BLACK -
28V ± 4V D.C. D GREEN +
SHUNT CAL - F (OPTIONAL) R/W
PIN E NOT USED

CABLE COLOR CODE

OUTPUT — RED -
5V ± .013V WHITE +
INPUT — BLACK -
28V ± 4V D.C. GREEN +

A.1) Código de colores :

El código de colores para conexión de las celdas de carga , se encuentra más o menos normalizado , siendo el más común el siguiente :

EXCITACION :	VERDE ----- (+)	} INPUT
	NEGRO----- (-)	
SEÑAL :	BLANCO ----- (+)	} OUTPUT
	ROJO ----- (-)	
TIERRA	:AMARILLO	

Las marcas de fabricación de celdas de carga que usan este código , son por ejemplo : CELDAS REVERE , CELDAS BLH , CELDAS HOWE RICHARDSON , entre otras .

En cambio , hay otro código de colores menos usado , pero que lo utiliza la importante industria de celdas de carga PHILIPS , en la siguiente forma :

EXCITACION :	ROJO -----(+)	} INPUT
	AZUL-----(-)	
SEÑAL :	VERDE-----(+)	} OUTPUT
	GRIS-----(-)	
TIERRA	: MALLA DE TIERRA	

A.2) Tipo de conductor :

El tipo de conductor que se usa para la interconexión entre las celdas de carga y el equipo indicador de peso es el PE 1812E.

Es un cable robusto , flexible , apantallado de $6 \text{ mm}^2 \times 0,75 \text{ mm}^2$ con envoltura gris de polietileno , cuyo diámetro es de $D = 9,5 \text{ mm}$ con un amplio rango de cargas superiores a 10 toneladas , hasta 20 y 50 toneladas ; su radio de curva en instalación fija es $r = 5D$ y en instalación móvil el radio de su curvatura es de $r = 15D$.

A.3) Tipo de conector :

El conector que usan las celdas es del tipo BENDIX PYGMY PC02C - 12 - 10P con tapa anti polvo # 10- 101950 - 121 y conector PC06A - 12 -10S (SR) .

El conector que permite interconectar el indicador de peso al elemento piezoeléctrico es del tipo MS es el AMPHENOL N° 97 - 3106A - 16S - 1P .

A.4) Conexionado :

Aclarada la codificación de colores , tipo de conductor y conectores a usar en la instalación de celdas de carga , es necesario mencionar que el conexionado de estas , en una plataforma de pesaje de tantas celdas se realiza en paralelo , las cuales van conectadas a una regleta de la que sale el conector definitivo para conectarse al equipo indicador de peso .

El siguiente esquema corresponde al diagrama de conexiones de una plataforma de pesaje de 4 celdas : (Figura N° 4)

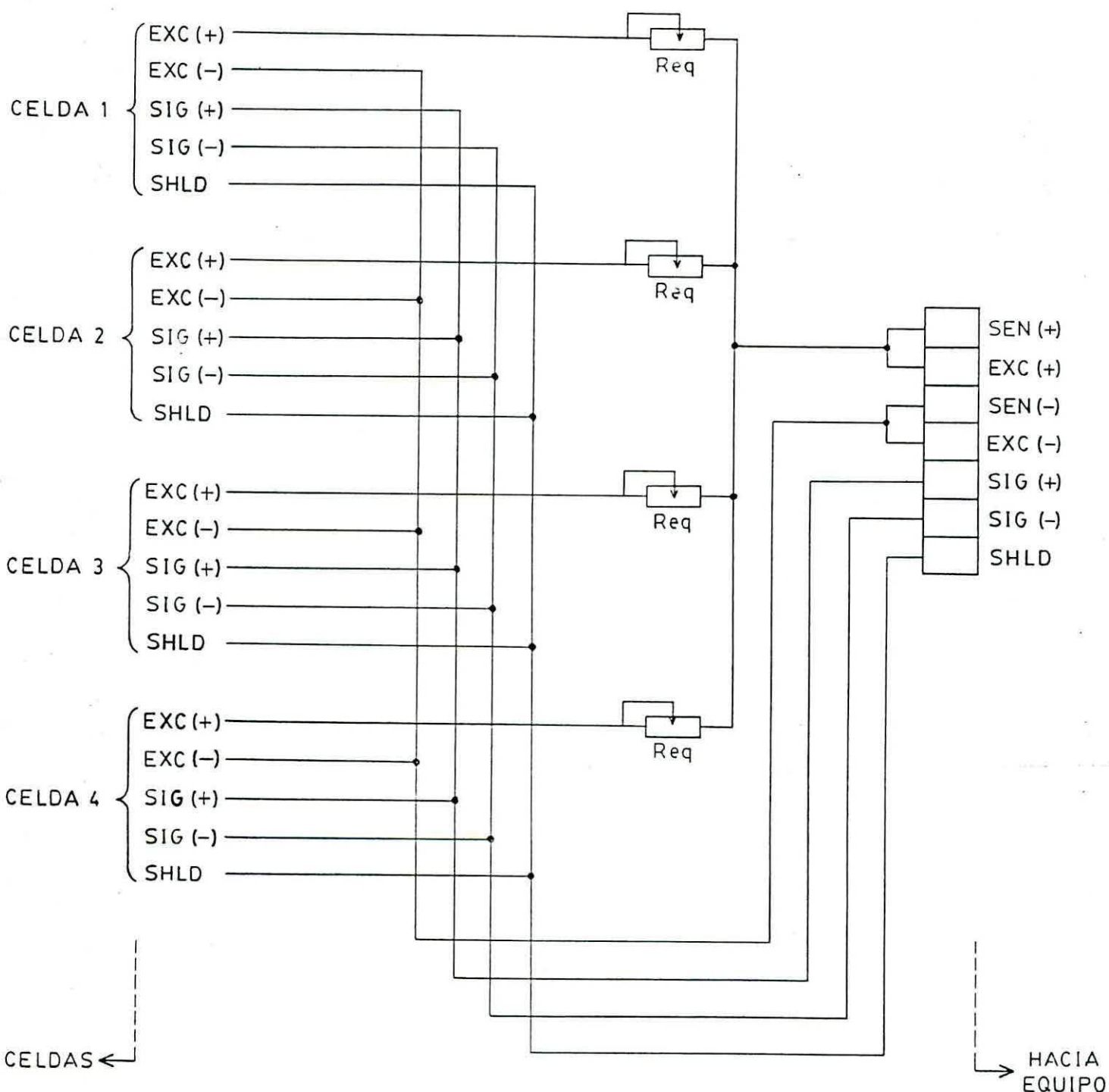
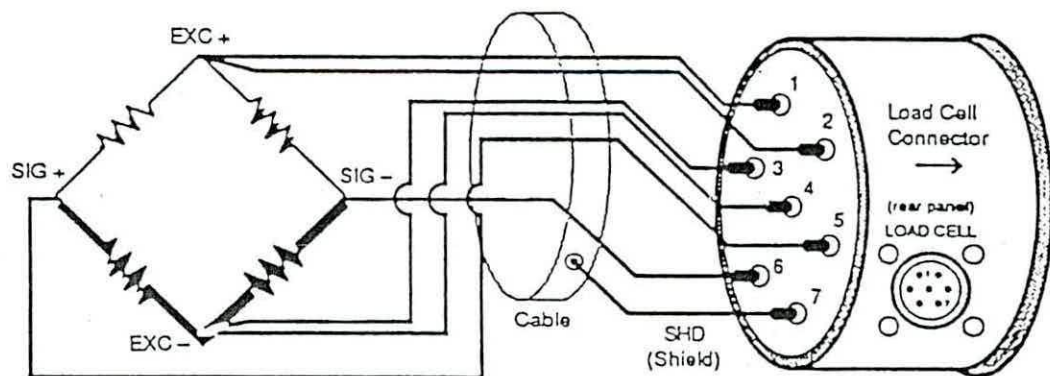


Fig. Nº 4

Nótese en este esquema , que aparte de los terminales de excitación (EXC) , de señal (SIG) y de tierra (SHLD) , existen otros terminales que son de SENSE (SEN) , (detección) . Estos terminales van conectados al equipo indicador de peso , para que éste monitoree el voltaje de alimentación de las celdas , de tal forma que cuando "caiga" este voltaje , el indicador de peso compense esa variación aumentando dicho voltaje , manteniendo así una alimentación de celda adecuada . Estos terminales de SENSE se usan sólo cuando las celdas están conectadas lejos del indicador de peso , ya que se supone que la caída en el voltaje de alimentación de celda , es producto de la resistencia del alambre ($R = \rho \frac{L}{S}$) . Entonces , si el indicador de peso se localiza cerca de las celdas de carga , se puede usar un cable de 4 alambres con tierra , omitiendo la conexión de los pines 2 y 3 del conector.

El siguiente esquema aclara el conexionado de la celda de carga hacia el indicador de peso por medio del conector : (Figura N°5)



Load Cell Connections						
Pin	Signal			Pin	Signal	
1	Positive Excitation Voltage (EXC+)			5	Positive Signal Voltage (SIG+)	
2	Positive Sense Voltage (SEN+)			6	Negative Signal Voltage (SIG-)	
3	Negative Sense Voltage (SEN-)			7	Shield (SHD)	
4	Negative Excitation Voltage (EXC-)					

A.5) Parámetros de Celdas de Carga :

Como muchos equipos o componentes electrónicos , las celdas de carga también tienen una variada gama de parámetros o especificaciones técnicas que nos sirven para la elección y uso adecuado de éstas , y así obtener un máximo rendimiento .

Intrínsecamente hablando , los parámetros eléctricos más relevantes y accesibles a ser medidos son las resistencias del circuito - to puente . Estas son :

- Resistencia de Entrada (R_{in}) :

Es la resistencia del circuito de la celda de carga medida entre los terminales de excitación a temperatura standar , sin carga aplicada y con los terminales de salida en circuito abierto .

- Resistencia de Salida (R_{out}) :

Es la resistencia del circuito de la celda de carga medida entre los terminales de señal de salida a temperatura standar , sin carga aplicada y con los terminales de excitación (o de entrada) en circuito abierto .

- Transresistencia ($R_{I/O}$) :

Es la resistencia del circuito de la celda que se mide entre un terminal de entrada y otro de salida , tomando en cuenta las 4 combinaciones de resistencias , las cuales deben medir lo mismo .

- Resistencia de Aislación ($R_{I/O/T}$) :

Es la resistencia medida entre cada terminal de entrada y salida y la carcasa de la celda .

En el circuito puente analizado , la resistencia de entrada y de salida deben medir lo mismo , por cuanto se trata de un circuito puente balanceado (por ejemplo , $R_{in}=R_{out}=350\Omega$) , y en este caso las cuatro transresistencias también deben ser del mismo valor .
($R_{I/O} = 350\Omega$) .

Básicamente , en este tipo de celdas , cuyo principio de operación se basa en un circuito puente de Wheatstone , existen también las que usan este mismo circuito en forma desbalanceada . En este caso, las resistencias de entrada y de salida no deben ser del mismo valor .
(Por ejemplo $R_{in} = 650\Omega$ y $R_{out} = 610\Omega$) ; pero las transresistencias siempre deben ser iguales entre sí . (Por ejemplo $R_{I/O}=492\Omega$) .
Para ambos casos de circuitos puente (balanceado y desbalanceado) la resistencia de aislación debe ser mayor que 5.000 M Ω .

Otros parámetros eléctricos y terminología asociados a celdas de carga tipo resistivo , que también revisten importancia, se definen a continuación :

- Voltaje de Excitación Recomendado :

Es el voltaje o rango de voltaje para el cual la celda trabaja en óptimas condiciones .

Ejemplo : 12 V AC - DC

— Voltaje de Excitación Máximo :

Es el voltaje máximo permisible para el cual la celda continúa operando sin llegar a dañarse .

Ejemplo : 20V AC - DC

- Sensibilidad :

Es la razón de cambio en el voltaje de salida para un cambio mecánico de entrada . Ejemplo : 1mV/V

- Resolución :

Es el más pequeño cambio mecánico de entrada , que produce un cambio detectable en la señal de salida .

- Repetitividad :

Es la máxima diferencia entre las lecturas de salida de la celda de carga para repetidos cargamentos bajo idénticas condiciones de carga y ambientales .

- Balance de Cero :

Es la señal de salida de la celda de carga con excitación y sin tener carga aplicada , usualmente se expresa en porcentaje del rango de salida .

- Rango de Sobrecarga Máximo :

Es la máxima carga en porcentaje al rango de capacidad que se le puede aplicar a la celda , sin producir una falla estructural .

- Rango de Capacidad (Rango de Cargas) :

Es la máxima carga axial de la celda de carga que se estima para medir dentro de sus especificaciones .

- Rango de Temperatura de Seguridad :

Son las temperaturas extremas dentro de las cuales la celda de carga opera sin cambios adversos permanentes de alguna de sus características de fabricación .

- Rango de Temperatura Compensado :

Es el rango de temperatura sobre el cual la celda de carga se compensa para mantener el rango de salida y el balance de cero dentro de los límites especificados .

- Efecto de la Temperatura sobre el Balance de Cero :

Es el cambio en el balance de cero debido al cambio en la temperatura ambiente .

NOTA

Usualmente se expresa como el cambio en el balance de cero en porcentaje de la razón de salida por cada 100 °F de cambio en la temperatura ambiente (37,6 ° C) .

- Efecto de la temperatura sobre la razón de Salida :

Es el cambio en la razón de la señal de salida debido al cambio en la temperatura ambiente.

NOTA

Usualmente se expresa como el porcentaje de cambio en la razón de sali-

da por cada 100 °F de cambio en la temperatura ambiente .

- Condiciones de prueba standar :

Son las condiciones ambientales bajo las cuales se deberían hacer las mediciones , ya que cuando se realizan bajo alguna otra condición puede existir desacuerdos entre varios observadores en tiempos y lugares diferentes . Estas condiciones son :

Temperatura : $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($72^{\circ}\text{F} \pm 3,6^{\circ}\text{F}$)

Presión barométrica : 28 hasta 32 pulgadas / Hectógramo

La siguiente tabla muestra toda la información necesaria que entrega el fabricante para la elección adecuada de una celda de carga .

SPECIFICATIONS			
PERFORMANCE	U3G1/U3G2 50 - 300 LBS	U3G1/U3G2 500 - 10,000 LBS	U3G2 20,000 - 250,000 LBS
Rated Output (RO)	3mV/V $\pm$ 0.25%	3mV/V $\pm$ 0.25%	3mV/V $\pm$ 0.25%
Nonlinearity - %RO	0.10	0.10	0.05
Hysteresis - %RO	0.05	0.02	0.02
Repeatability - %RO	0.05	0.02	0.02
Creep - %RO	0.05	0.03	0.03
TEMPERATURE			
Safe Range	-30 to +175F	-30 to +175F	-30 to +175F
Compensated Range	+15 to +115F	+15 to +115F	+15 to +115F
Effect on Zero Balance	.0025% RO/°F	.0025% RO/°F	.0025% RO/°F
Effect on Rated Output	.005% Load/°F	.005% Load/°F	.0008% Load/°F
ELECTRICAL			
Recommended Excitation	12V ac-dc	12V ac-dc	12V ac-dc
Maximum Excitation	20V ac-dc	20V ac-dc	20V ac-dc
Zero Balance - %RO	1.0	1.0	1.0
Input Resistance - ohms	350 $\pm$ 3.5	350 $\pm$ 3.5	350 $\pm$ 3.5
Output Resistance - ohms	350 $\pm$ 5.0	350 $\pm$ 5.0	350 $\pm$ 5.0
Number of Bridges	Single/Double	Single/Double	Double
Insulation Resistance - megohms			
Bridge to Ground	5000	5000	5000
Shield to Ground	2000	2000	2000
Bridge to Bridge (U3G2)	—	—	5000
Electrical Connection	10 Ft. Cable(s)	10 Ft. Cable(s)	10 Ft. Cables
ADVERSE LOAD RATINGS			
Safe Overload - % Rated Capacity	500	150	150
Ultimate Overload - % Rated Capacity	—	300	300
Max. Side Load w/o Damage - % Rated Capacity	10	10	10
Max. Bending Moment w/o Damage - % Rated Capacity in Inch-Pounds	200	25	25
Max. Torque Load w/o Damage - % Rated Capacity in Inch-pounds	100	10	20

Otra característica que demuestra la calidad de una celda (deducida por los técnicos usuarios) es la CURVA DE RESPUESTA DE CELDA , la cual nos indica el grado de linealidad o alinealidad que presenta su salida en función del peso aplicado . Esta curva , $V_o (mv) = f (peso \ ton) / v_{in} \ AC / DC = constante$, se obtiene excitando los terminales de entrada con tensión alterna o continua , de valor constante , y al ir aplicándole fuerza mecánica a la celda con máquina especializada se va midiendo las tensiones de salida o señales que se van generando con la fuerza . Este procedimiento se repite para varias tensiones de alimentación obteniendo así la familia de curvas de respuesta de celda . El siguiente gráfico muestra esta familia de curvas : (Fig. Nº 6)

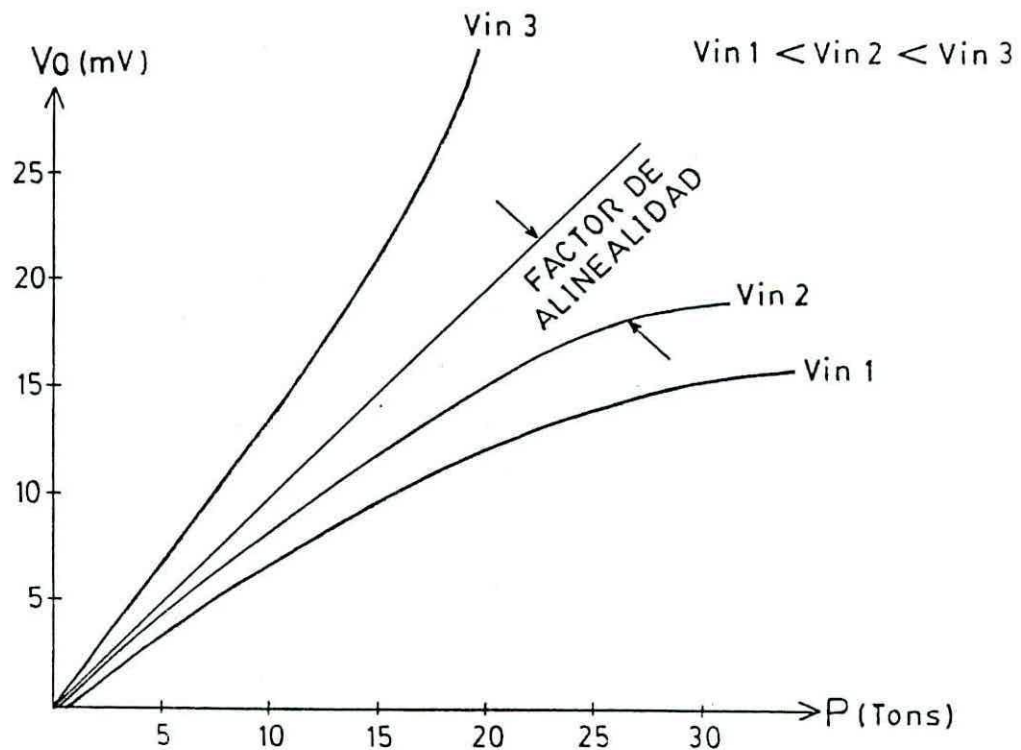


Fig. Nº 6

En él podemos apreciar que la curva ideal de respuesta es la línea recta, es decir, aquella donde la señal de salida varía proporcionalmente con el peso aplicado. Esta línea recta se obtiene sólo cuando la celda es nueva o cuando está dentro de su período de vida útil. Cuando ello no ocurre, se traza esta línea recta como patrón para compararlas con las obtenidas, deduciendo así el factor de alinealidad.

En definitiva, la curva de respuesta de celda nos acusa dos anomalías que ésta presenta por desgaste en el transcurso del tiempo:

- Alinealidad:

Significa que la señal de salida no varía en proporción con el peso aplicado. La figura Nº 7 representa una celda con este problema:

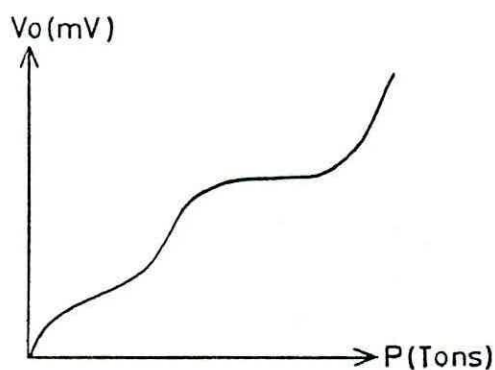


Fig. Nº 7

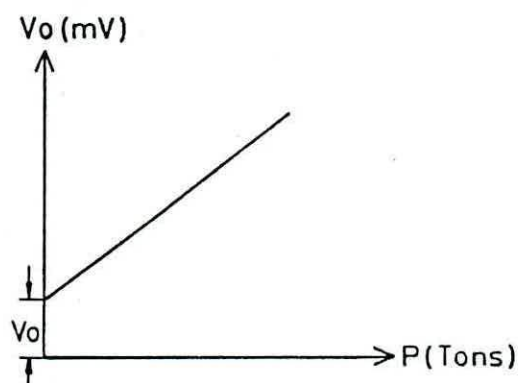


Fig. Nº 8

- Corrimiento de cero:

Es cuando la celda acusa señal de salida, sin existir peso aplicado. La figura Nº 8 representa una celda con este problema:

En general , en este tipo de celdas resistivas , que usan circuito puente de Wheatstone , también encontramos aquellas que incluyen 2 puentes sensores , cada uno con su respectivo conector y cable . Aunque sólo uno de los dos puentes se está usando mientras se mide una carga , el segundo puente proporciona instantáneamente la habilidad de continuar con las mediciones si fallase inesperadamente el primer puente . Sin esta ventaja de las celdas con puente doble , si falla la celda con puente único , podría causar costosas interrupciones de una prueba o proceso , hasta que ésta sea retirada y reemplazada por otra nueva . En cambio cuando se usa celdas con doble circuito puente y uno de ellos en mal funcionamiento , el segundo entra en su reemplazo , permitiendo el tiempo para programar la instalación de una celda de reemplazo , cuando ello no signifique ningún costo para la Empresa .

B) Celdas de Carga Tipo Electromagnética :

Las celdas de carga electromagnéticas no se conocen mucho como las resistivas , lo cual significa que su uso en el campo industrial se limita a singulares excepciones . Por este motivo se explicará su funcionamiento brevemente a modo de información .

Las celdas electromagnéticas están compuestas por un núcleo de chapas magnéticas con 4 perforaciones , en las cuales hay dos enrollados desfasados . Un enrollado actúa como primario y es excitado por una corriente AC regulada de 2 (A) y el otro actúa como secundario , obteniéndose a cero peso una salida cero señal como consecuencia del desfase de 90° . El siguiente dibujo muestra la estructura de una celda electromagnética : (Figura N°9)

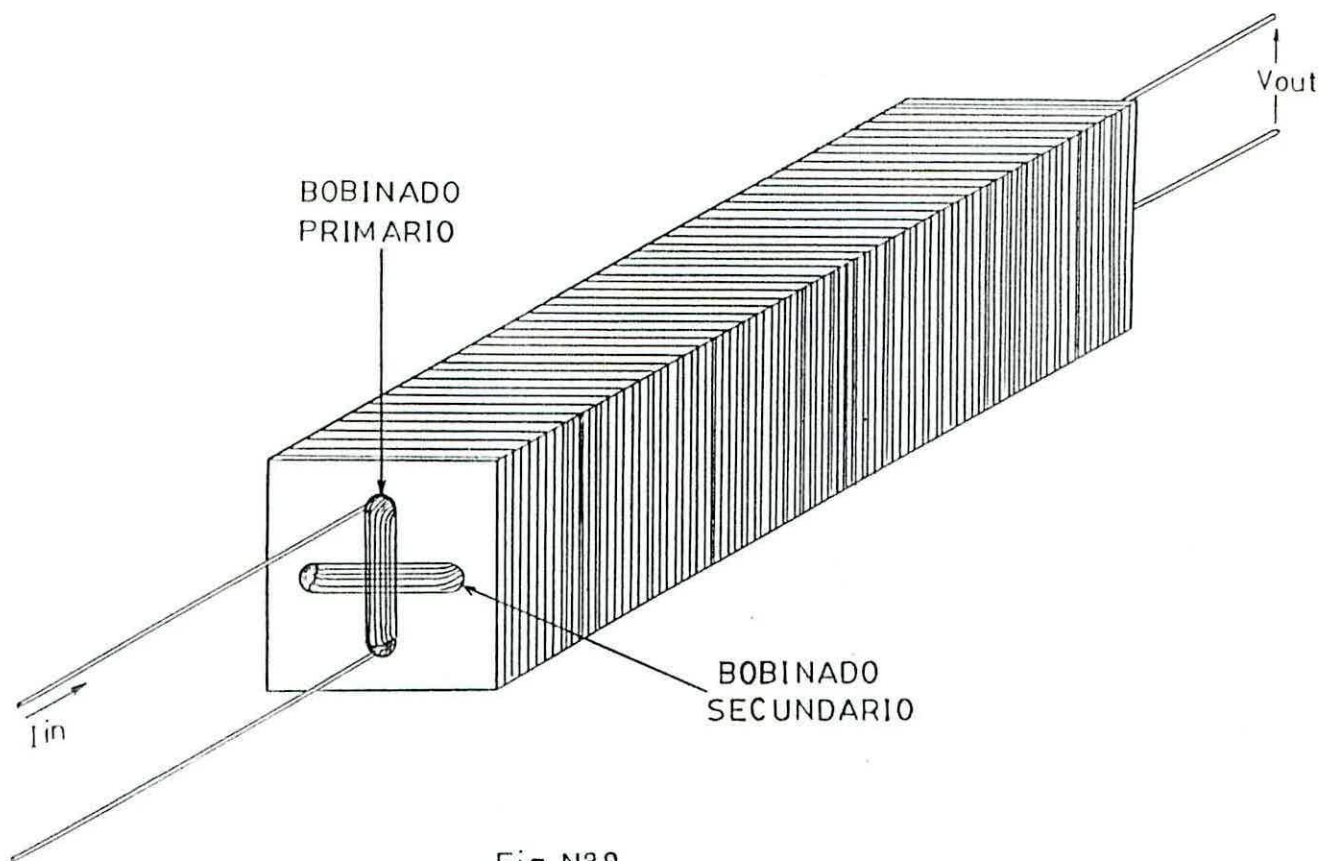


Fig. N°9

Este tipo de celda actúa por compresión. Al someter a compresión la celda, cambia la reluctancia magnética de él y el ángulo existente entre los dos enrollados, lo cual hace que el flujo magnético se desfase apareciendo en el secundario una señal de salida proporcional a la fuerza aplicada. Esta señal de salida es del orden de 1 Volt a carga nominal. (Véase el anexo N°2 para la ilustración de celdas de carga).

3) Indicador de peso electrónico :

En este capítulo se describe el principio funcional que rige a los indicadores de peso electrónicos digitales. Su estudio se hará en base a diagramas de bloques (tomados de un indicador Quantomatic 9000), puesto que la complejidad de estos equipos requiere de una especialización muy acabada.

Como se definió anteriormente un indicador de peso electrónico es un equipo dotado de alta tecnología destinado a detectar y procesar la señal proveniente de las celdas de carga , de tal forma que a su salida entregue la indicación del peso , directamente en términos de la carga a que fueron sometidas dichas celdas , mediante un display .

Básicamente , un indicador de peso electrónico se descompone en tres tarjetas de circuito impreso , las cuales son :

- A) Tarjeta análoga
- B) Tarjeta digital CPU
- C) Tarjeta de fuente de poder
- D) Opciones de salida

Del punto de vista de bloques se puede plantear :

(. Figura N° 10) .

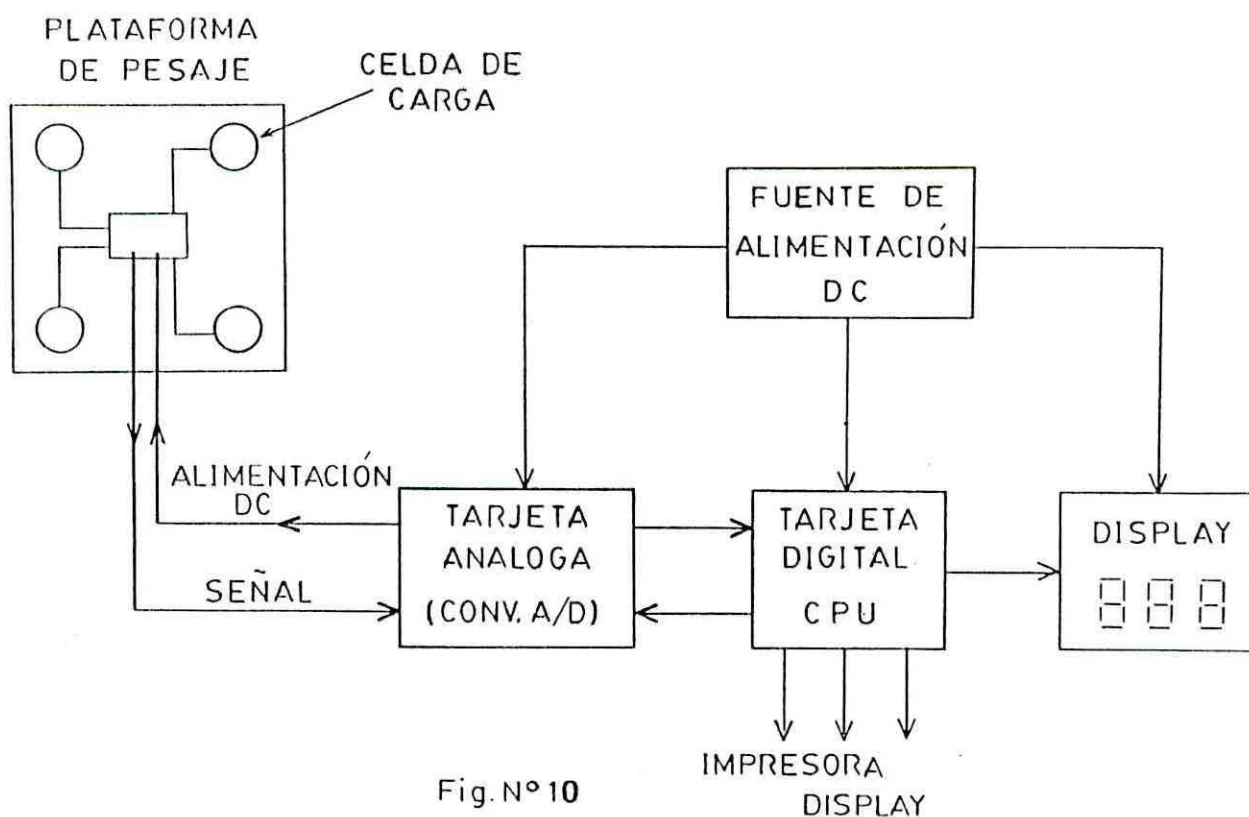


Fig. N° 10

A) Tarjeta análoga :

Durante el evento de pesaje , esta etapa está encargada principalmente de detectar la señal generada en las celdas de carga, amplificarla y convertir dicha señal analógica en señal digital para que sea procesada en la siguiente etapa : la tarjeta digital . En esta etapa también se procede a la alimentación de las celdas de carga y a la amplificación de la señal de sense .

A continuación se muestra el diagrama de bloques de una tarjeta de circuito impreso análoga que será la base para la explicación de esta etapa . (Figura N° 11) .

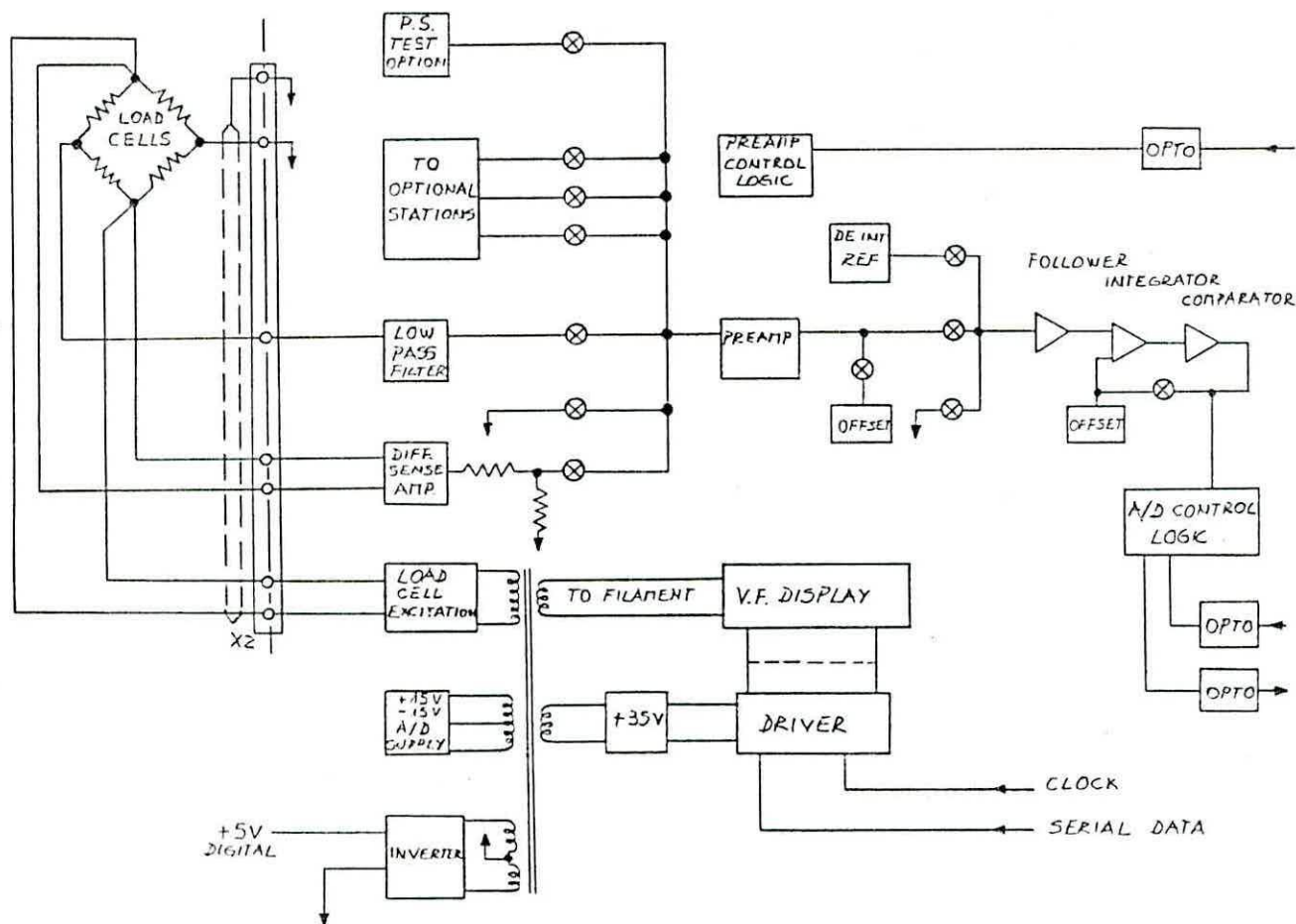


Fig. N° 11

Este esquema ilustra la celda de carga conectada a la combinación filtro pasa bajos - Pre-amplificador y amplificador de sense diferencial . También alimentan al preamplificador una opción de prueba de suministro análogo (simulador de celdas) y entradas de estación opcional . En cada ciclo de pesaje el preamplificador hace un ciclo de auto - cero y es controlado por la tarjeta digital a través de un opto - aislador. Este se utiliza para aislar las tierras digital y análoga , para prevenir los lazos por tierra . El conversor análogo - digital (A / D) es del tipo pendiente doble simétrico , que usa componentes de alta velocidad en orden a incrementar la velocidad de la conversión A/D . La tarjeta también contiene un inversor de 5Vdc que convertirá a 20VAC , como suministro de ± 15 Vdc para el conversor A/D . El suministro de 35Vdc para el display y el voltaje de filamento para el display también se obtienen desde el inversor .

B) Tarjeta digital :

Esta tarjeta es el cerebro del sistema ya que se produce el control de todo el proceso por medio de la CPU . En estas tarjetas están contenidas las memorias (RAM y ROM) , el oscilador de clock de alta frecuencia , para la división del tiempo de trabajo , temporizadores, decodificadores y las puertas de I/O para conectarse con los perisféricos.

A continuación se muestra un diagrama de bloques de una tarjeta digital , que se describe a continuación (Figura Nº 12) .

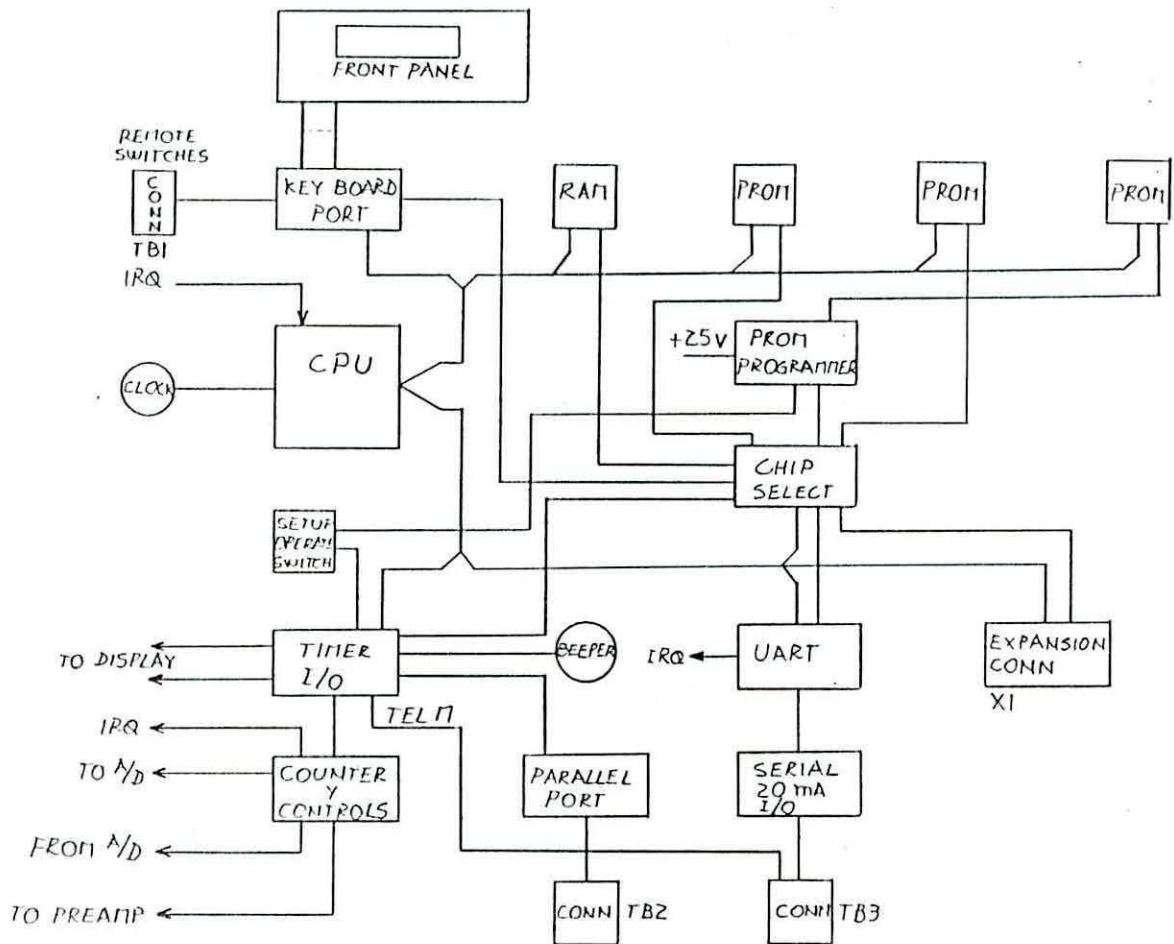


Fig. N°12

En este esquema , el conector de teclado en la tarjeta digital se conecta hacia el panel frontal para restablecer los contactos de switch de membrana . Se dispone de un conector adicional para interruptores remotos opcionales . La tarjeta digital contiene la memoria RAM CMOS , la cual tiene una opción de respaldo de batería y tres porta chip PROM capaz de recibir hasta 24 Kbytes de PROM . La tarjeta también contiene un programa incorporado en PROM para almacenar un sin número de variables ingresadas durante la porción de configuración del SETUP .

NOTA :

El SETUP es uno de los modos básicos de operación que es selectado por un switch interno , el cual permite que el instrumento pueda ser configurado

o adaptado a una aplicación particular . En este modo se hace también el formateo de impresión y calibración . Cuando el SETUP se completa , todos los settings se graban en la PROM y el instrumento se puede sellar .

La CPU controla toda la medida de tiempo en el sistema y la deriva desde el clock de alta frecuencia , operando , en este caso a 14,7656 MHZ . La tarjeta también contiene un conector para una UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) . Esta proporciona 20 mA de I/O serial . Un C.I. timer de I/O se usa para controlar la data para el display fluorescente , chequear el switch de operación del SETUP , y controlar los contadores para la medida de tiempo de toda la data desde el conversor A/D , así como el control de una puerta paralela para aplicaciones especiales . El chip timer I/O también controla el anunciador audible para alertar al operador cuando un switch se ha presionado o ha ocurrido un error en la operación .

C) Tarjeta Fuente de poder :

En cuanto a la tarjeta de la fuente de poder que usan los indicadores de peso electrónicos , se puede decir que no tienen grandes novedades en cuanto a la forma de obtener los voltajes continuos requeridos por cada etapa de la circuitería .

En particular el Q9000 , de la figura N° 11 , usa una fuente de alimentación única regulada de 5 Vdc a partir de un voltaje de entrada de 230 VAC -15% +10% como requisito , el cual se obtiene por medio de la transformación , rectificación , filtraje y regulación del voltaje de entrada . A partir de los 5 Vdc se generan todos los voltajes auxiliares continuos que usa la circuitería , por medio de un inversor , acoplándolo a

las etapas antes mencionadas . Se obtiene así la alimentación de la etapa A/D de ± 15 VDC , la alimentación de las celdas de carga de 5 , 10 , 15 ó 20 Vdc , el suministro de 35 V para el display etc.

D) Opciones de salida :

En general , cabe señalar que los indicadores de peso electrónicos tienen una gran versatilidad para conectarse a equipos periféricos por medio de varias opciones de salida . Básicamente se mencionan tres de las más utilizadas :

D.1) Salida análoga :

Esta opción de salida se usa para transmitir el dato de peso análogo a un equipo o dispositivo , que sea controlado por señal análoga . Este equipo o dispositivo puede ser , por ejemplo , una alarma , una solenoide , luces indicadoras , relé de control , etc .

En el Q9000 , cuando usa esta opción puede suministrar una corriente de entre 4 a 20 mA , la cual puede ser convertida a voltaje por medio de un resistor de unos 250Ω conectado entre los terminales de salida . Con esta modalidad se puede obtener un voltaje de salida de 1 V a 5 V .

D.2) Salida serial ASCII :

Un transmisor receptor asincrónico universal (UART) se usa para enviar y recibir datos codificados en ASCII para impresoras , y otros equipos basados en computadores . El dato que se transmite alimenta a un driver de alto voltaje , el cual se

usa para activar las líneas de transmisión mediante un loop de corriente de hasta 20 mA .

D.3) Salida RS-232C :

Esta salida utiliza el conector RS - 232C mediante un loop de corriente de 20 mA , con un método de transmisión asincrónico Half duplex .

En el anexo N° 3 se muestra un esquema general de bloques de un indicador de peso electrónico Streeter Amet 4500 .

C A P I T U L O I V

TRABAJOS REALIZADOS

A continuación se describe brevemente los trabajos realizados durante el período de práctica :

1) Mantenición de la fuente de poder Silcomatic :

Esta es la fuente de poder de alta potencia (Mwatts) que alimenta todo el sistema del laminador de planos en caliente (L.P.C) , la cual corresponde a un sistema rectificador controlado Hexafásico que usa tiristores conectados en paralelo .

Esta , es una mantención programada de tipo preventiva y correctiva que se ejecuta dos veces a la semana , la cual permite dejar en funcionamiento los rectificadores defectuosos . Entre las fallas más comunes se destacan :

A) Tiristores defectuosos :

Esta falla se detecta al chequear el estado de todos los tiristores de la bandeja , mediante el conocimiento de su aislación directa e inversa . Esta medida se debe realizar con un megger electrónico , ya que éste tiene la posibilidad de variar su voltaje desde 500 V hasta 1000 Vdc.

B) Resistencias quemadas :

Estas se detectan después de reponer todos los tiristores defectuosos dentro de la bandeja , midiendo en los puntos

de conexión que indican los manuales .

Después de la reparación de estas fallas, se procede al montaje y conexionado de la bandeja en el stand respectivo ,verificando con un osciloscopio los pulsos para los disparos de los diferentes tiristores .

2) Reparación de tarjetas de control digital de pesaje :

Estas son tarjetas de circuito impreso , constituidas por C.Integrados de compuertas lógicas NAND , tecnología TTL .

La reparación se lleva a cabo alimentando la tarjeta con 5VDC, y de acuerdo a una tabla lógica se llevan las entradas a la combinación correspondiente , midiendo en las respectivas salidas los niveles adecuados de tensión para cada valor lógico . Basta que se detecte una compuerta con falla (por tener valor lógico contrario , o por nivel de tensión fuera de rango para un valor lógico dado) para que se reemplace el C.I.

3) Instalación de indicadores de peso electrónicos digitales :

Este tipo de equipo se instalaron como reemplazo de indicadores analógicos , los cuales ofrecían un servicio muy monótono para los operarios. En cambio , los indicadores digitales que se instalaron , son completamente programables con un gran dinamismo funcional . La instalación de estos equipos incluye :

A) La canalización y alambrado para su alimentación , con características

muy precisas en cuanto a mínimas variaciones en el voltaje y con una tierra particular .

- B) La canalización y cableado para la interconexión entre las celdas de carga y el indicador de peso .
- C) La medición de los parámetros de celdas (R_{in} , R_{out} , $R_{I/O}$, $R_{I-O/T}$) la cual se realiza con un OHMETRO antes de conectarlas al indicador de peso .
- D) La medición de los voltajes de alimentación y de señal de las celdas de carga , estando conectadas al indicador de peso .
- E) La calibración del equipo; se realiza en conjunto con los grueros para así poner los pesos patrones en la plataforma de pesaje , utilizando las multifunciones de éste y así adecuarlo a las necesidades reales de operación .

4) Mantenición de equipos de pesaje electrónicos análogos :

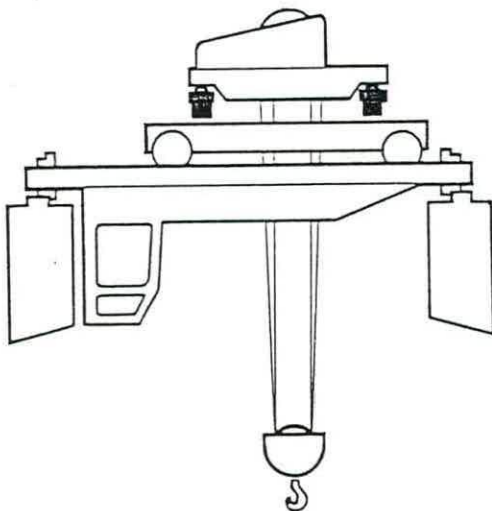
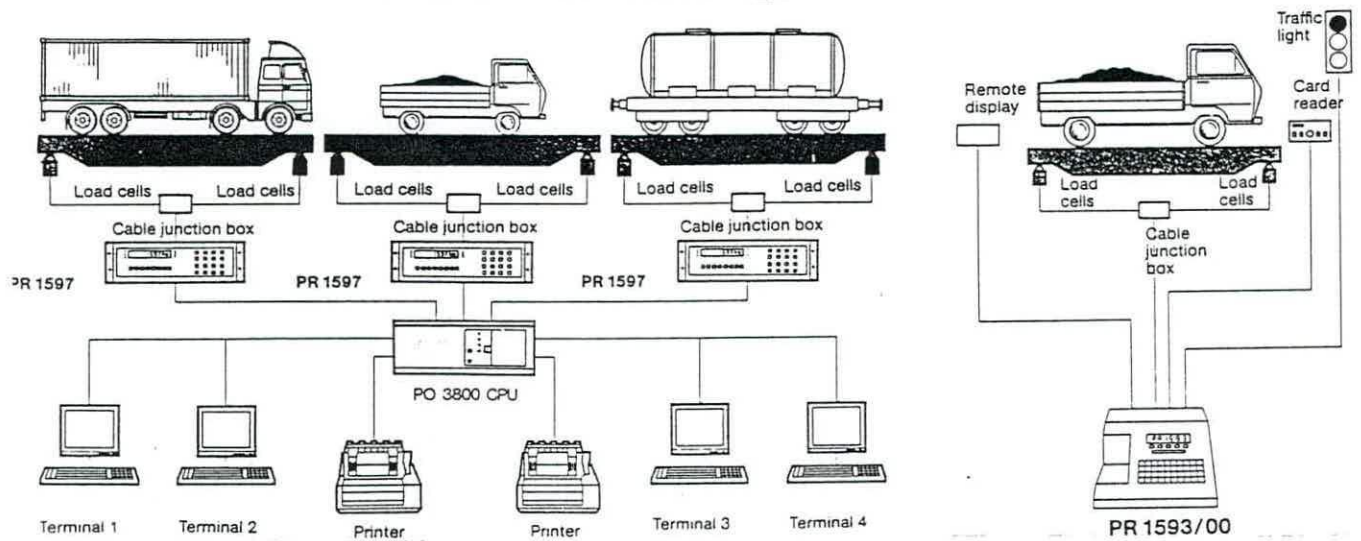
Es una actividad de tipo preventiva y correctiva que se realiza semanalmente , por cuanto estos equipos análogos están ubicados en Ferroaleaciones , expuestos a gran cantidad de polvo .

Básicamente la mantención consiste en el desarme del equipo indicador (semejante a un reloj análogo) para proceder a limpiar todos los contactos eléctricos sucios , los cuales no permiten el libre movimiento proporcional de la aguja , con el voltaje que incide en las celdas de carga .

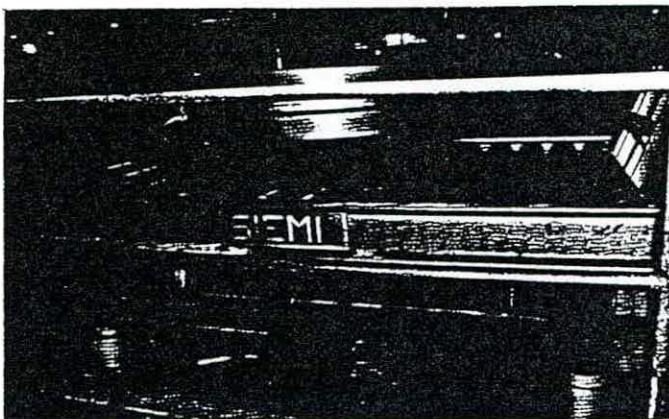
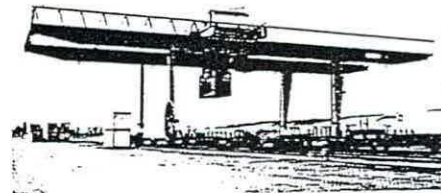
A N E X O I

APLICACION DEL SISTEMA DE PESAJE

PESAJE DE CAMIONES



GRUAS PESADORAS



PESAJE EN LAMINACION DE PLANCHAS

TOLVAS DE PESAJE Y SILOS DE ALMACENAMIENTO.

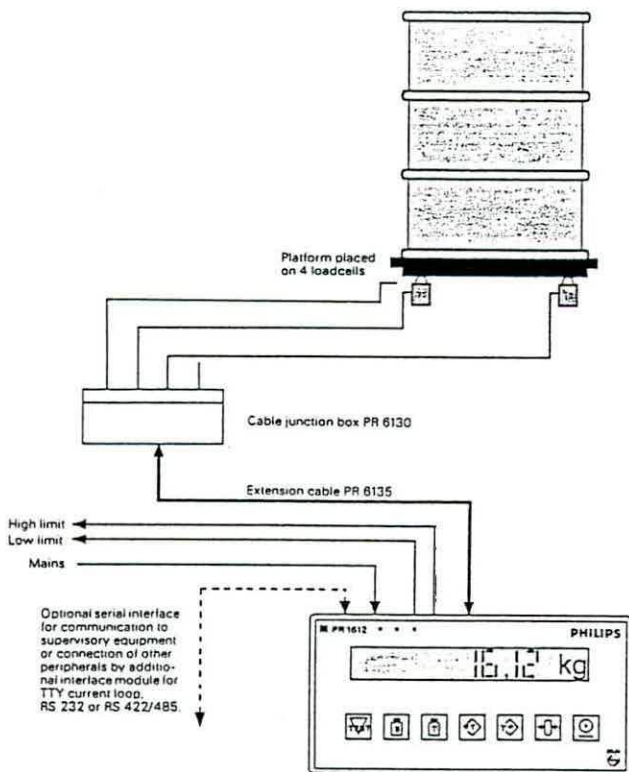
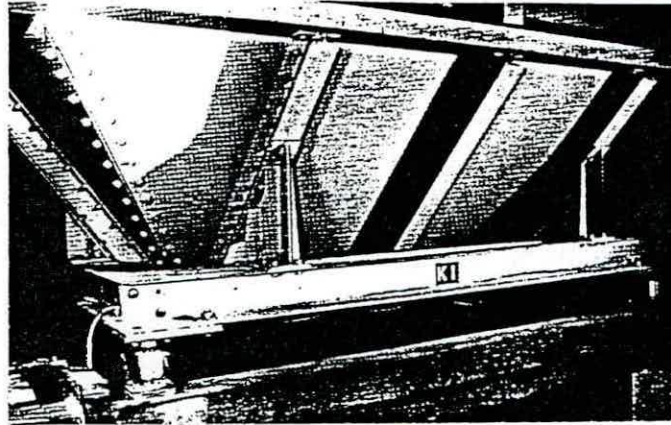


Fig. 1 - Typical platform scale in the chemical industry

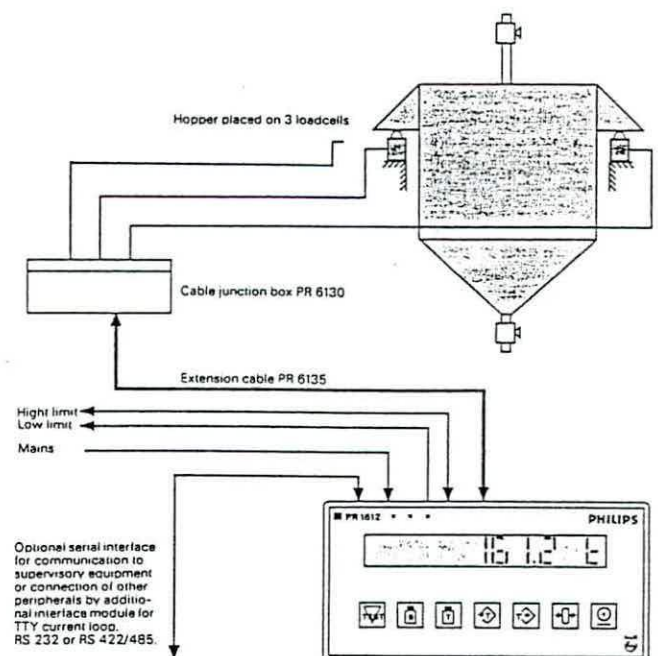
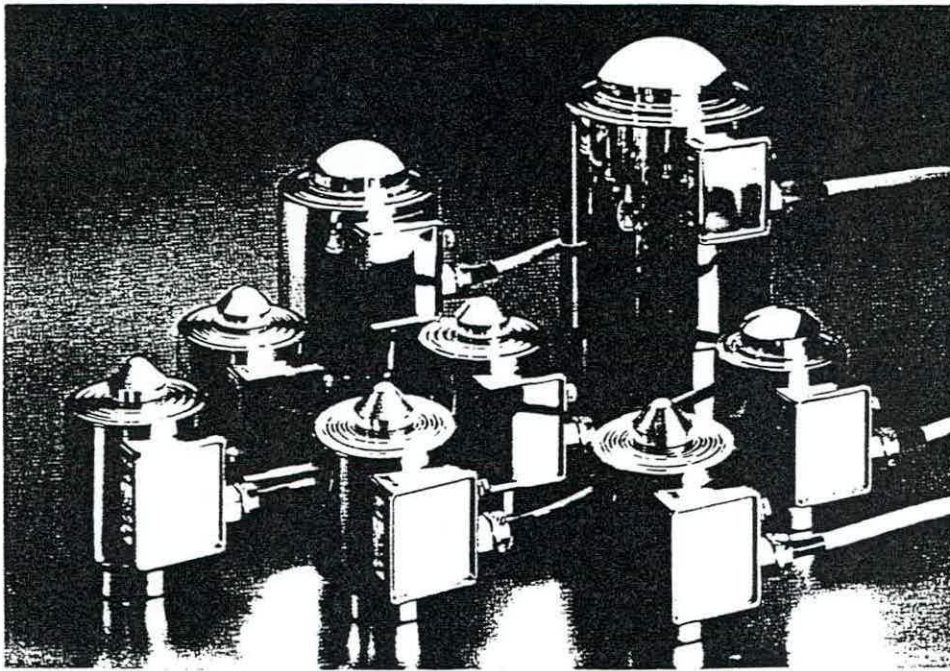


Fig. 2 - Typical tank weighing application in the food industry

A N E X O II

ILUSTRACION DE CELDAS DE CARGA

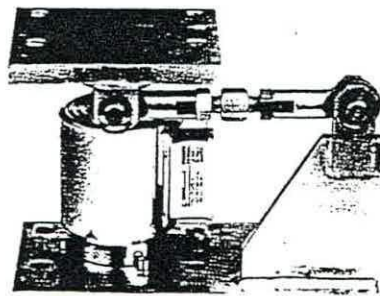
CELDAS DE CARGA DE COMPRESION PHILIPS



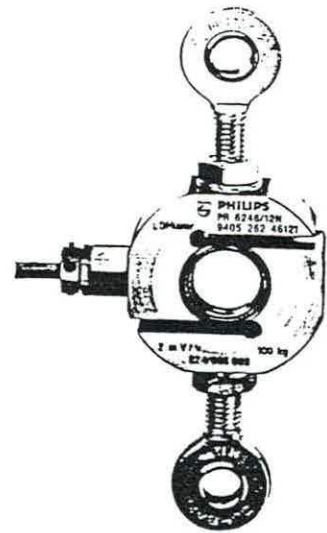
*Complete range of series
PR 6201 load cells in the
"L" and "N" versions.*



CELDA DE CARGA
CON PUENTE DOBLE



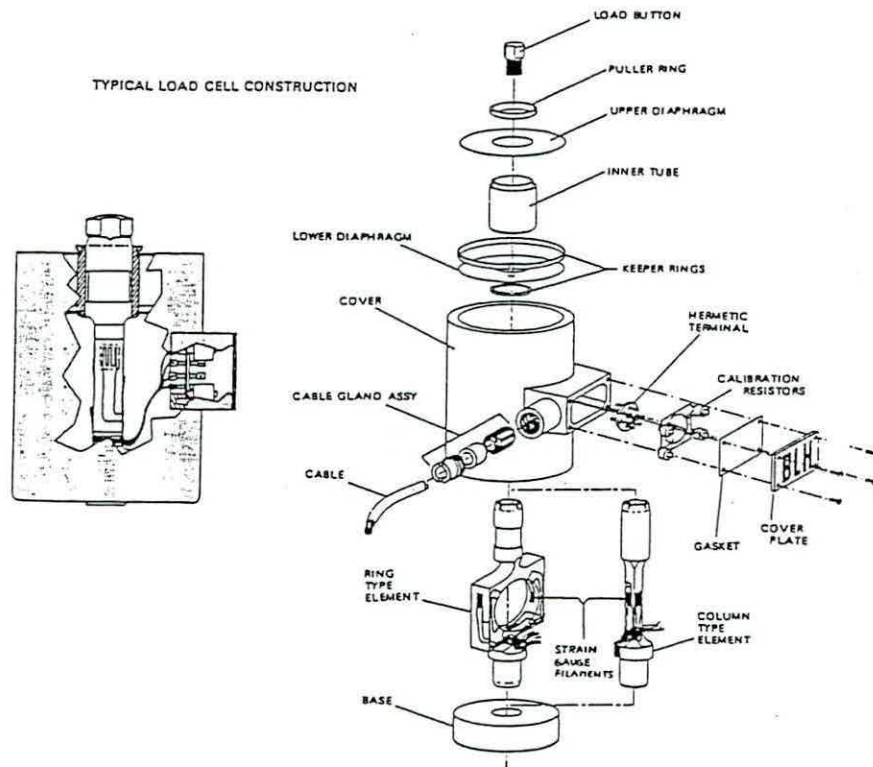
CELDA DE CARGA CON
CORRECCION DE FUERZAS
HORIZONTALES



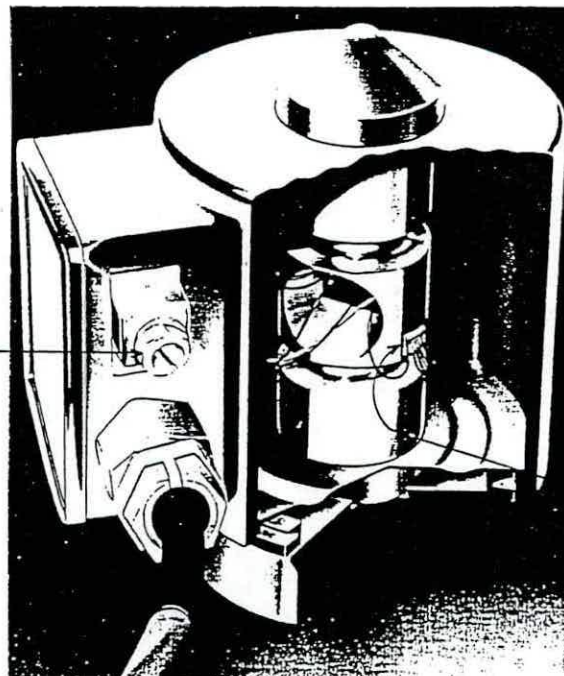
CELDA DE CARGA
DE TRACCION

NOTA: LAS CELDAS DE CARGA ILUSTRADAS SON DEL TIPO RESISTIVO.

ESTRUCTURA INTERNA.



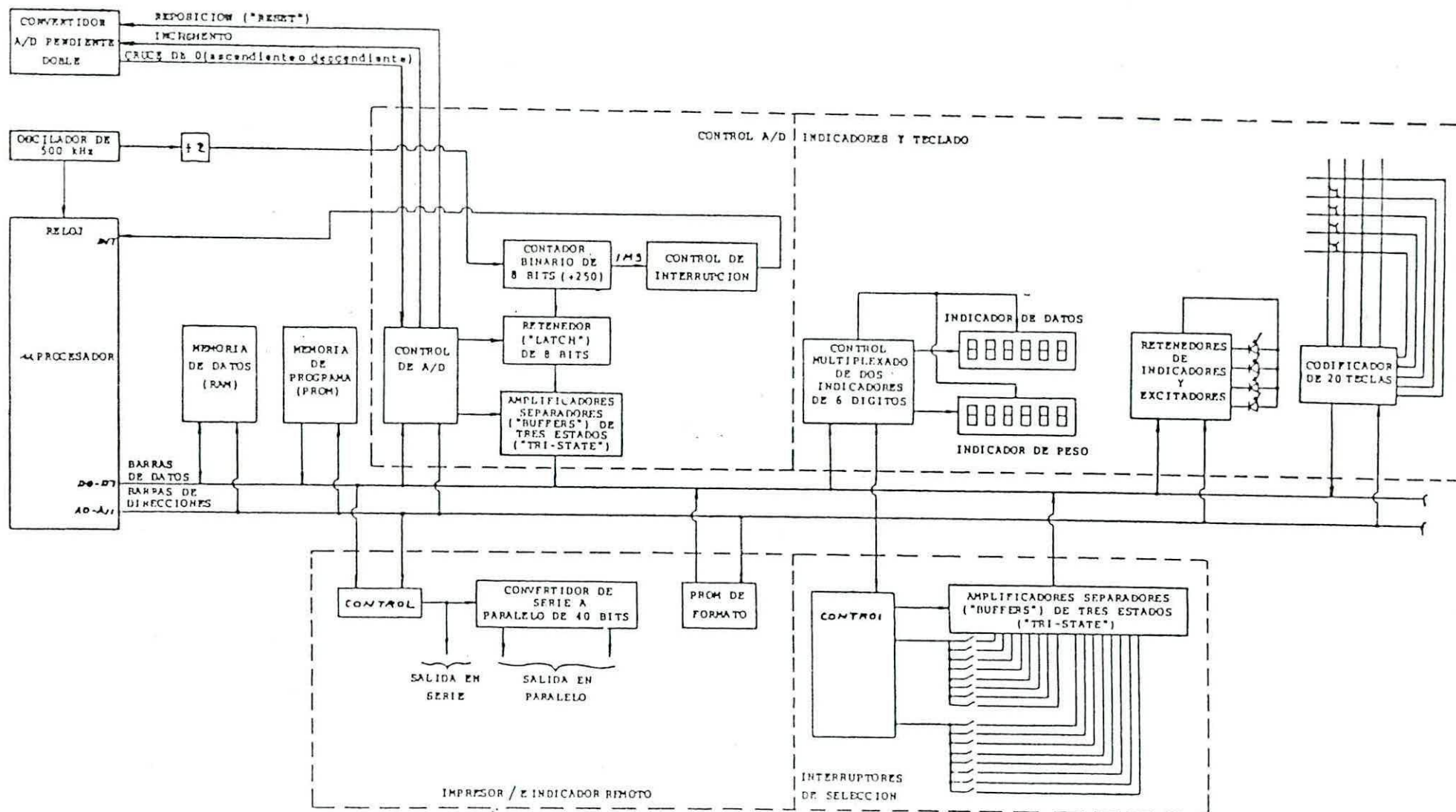
RESISTORES
DE
CALIBRACION



FILAMENTOS
STRAIN
GAUGES

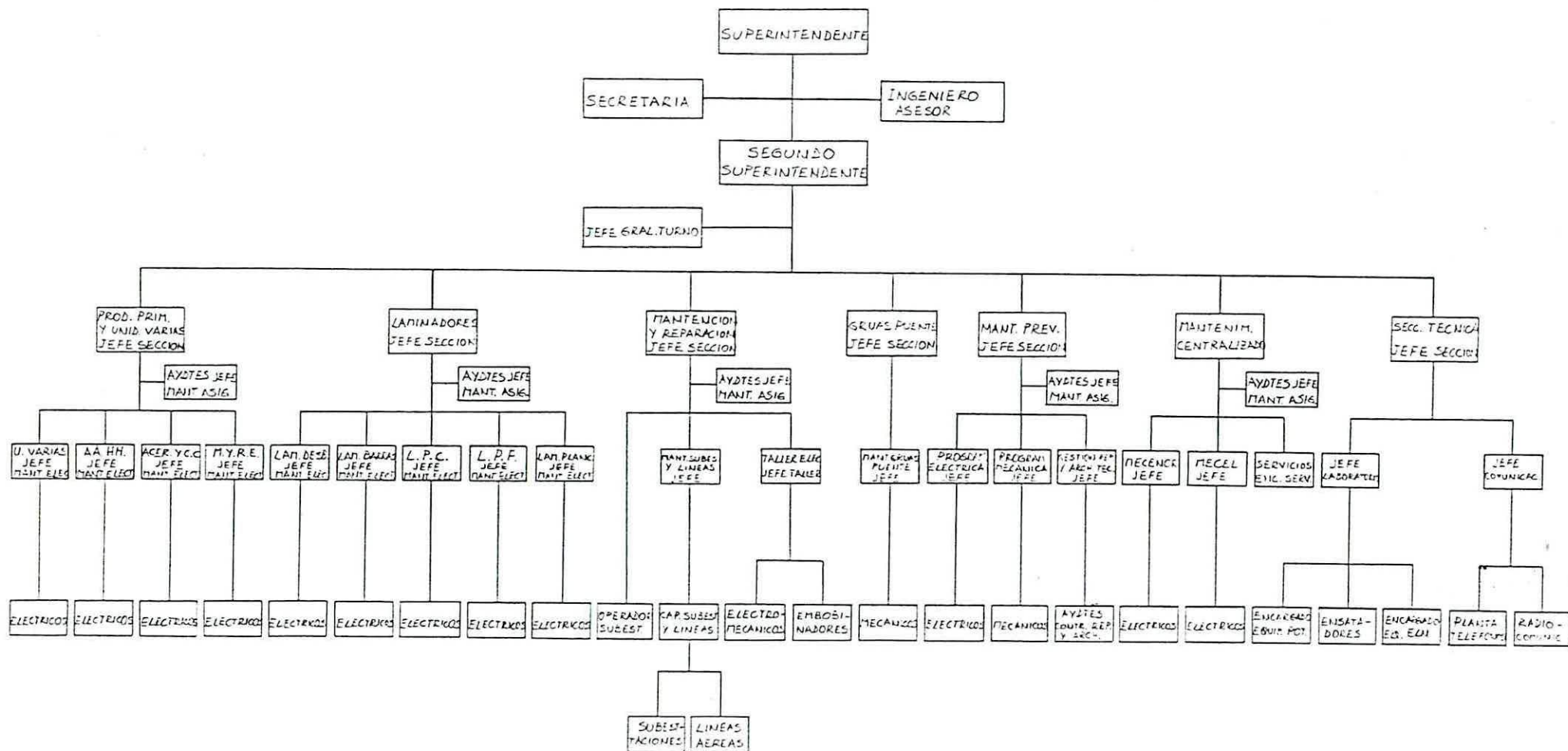
A N E X O III

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL INDICADOR DE PESO ELECTRONICO STREETER AMET 4500.

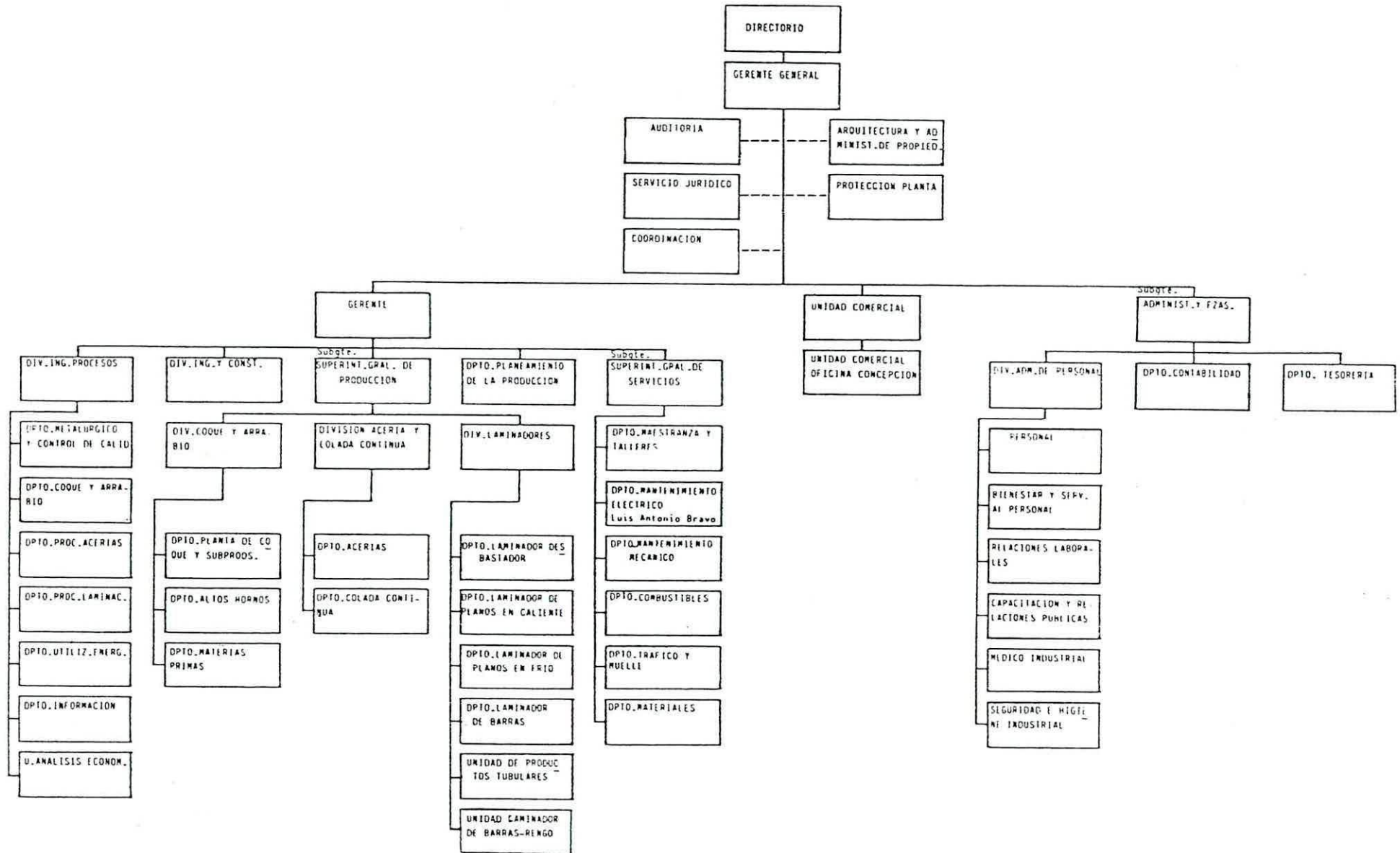


A N E X O IV

DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ELECTRICO



ORGANIZACION DE LA CIA. SIDERURGICA HUACHIPATO



A N E X O V

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCION DEL ACERO

MATERIAS PRIMAS REDUCCION DEL MINERAL FABRICACION DEL ACERO

LAMINACION DEL ACERO

PROCESO SIDERURGICO

