

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**SELECCIÓN E INSTALACION DE SISTEMAS DE
PESAJE EN FAJAS TRANSPORTADORAS PARA
MINERIA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

WALTER JHOSEF ROMERO TERBULLINO

PROMOCION 2008-II

**LIMA-PERU
2012**

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I.....	2
INTRODUCCION	2
1.1. ANTECEDENTES.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. ALCANCE	3
1.5. LIMITACIONES	4
CAPITULO II	5
MARCO TEORICO	5
2.1. SISTEMA DE PESAJE EN FAJA	5
FIGURA N° 01 – Pesaje en faja transportadora	6
2.2. MODO DE OPERACIÓN	6
FIGURA N° 02 – Identificación de componentes	7
2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES.....	7
2.3.1. <i>Puente de pesaje</i>	7
FIGURA N° 03 – Puente de pesaje	8
2.3.2. <i>Tacómetro</i>	8
FIGURA N° 04 - Tacometro	9
2.3.3. <i>Integrador</i>	9
FIGURA N° 05 - Integrador.....	10
2.4. FUNCIONAMIENTO	10
FIGURA N° 06 – Principio de funcionamiento.....	10
FIGURA N° 07 – Principio de funcionamiento.....	11
CAPITULO III.....	12
IDENTIFICACIONES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3.1. PESAJE EN LÍNEA	12
CAPITULO IV	14
ESTRATEGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA	14
4.1. ESTRATEGIA.....	14
4.2. TERMINOLOGÍA	14
FIGURA N° 08 – Terminología	14
FIGURA N° 09 – Zona de pesaje.....	15

4.3.	DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN.....	15
	FIGURA N° 10 – Hoja de Datos del Fabricante.....	16
4.4.	DIMENSIONAMIENTO	16
4.4.1.	<i>Tiempo de retención (tr)</i>	17
4.4.2.	<i>Peso por unidad de longitud</i>	17
	FIGURA N° 11 – Cargas.....	18
4.5.	CONSIDERACIONES DEL TRANSPORTADOR.....	20
4.5.1.	<i>Dispositivo tensor de la banda</i>	20
	FIGURA N° 12 – Tensores de faja.....	20
4.5.2.	<i>Carga de material</i>	21
	FIGURA N° 13 – Compuerta de control	22
4.5.3.	<i>Inclinación de la faja transportadora</i>	22
4.5.4.	<i>Bandas del transportador</i>	23
	FIGURA N° 14 – Flexibilidad de la banda.....	24
4.5.5.	<i>Rodillos</i>	24
4.5.6.	<i>Vibraciones</i>	25
4.5.7.	<i>Transportes cubiertos</i>	25
	FIGURA N° 15 – Raspadores.....	26
4.6.	UBICACIÓN DEL EQUIPO.....	26
4.6.1.	<i>Tensión de la faja</i>	26
	FIGURA N° 16 – Zonas de tensión de la faja.....	27
4.6.2.	<i>Turbulencia del material</i>	27
	FIGURA N° 17 – Distancia mínima.....	28
4.6.3.	<i>Transportadores curvos</i>	28
	FIGURA N° 18 – Consideraciones de transportadores curvos	29
4.7.	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN.....	29
	FIGURA N° 19 – Desmontaje de puente.....	30
	FIGURA N° 20 – Posicionamiento de rodillo	30
	FIGURA N° 21 – Colocación de rodillos	31
	FIGURA N° 22 – Nivelación	32
	FIGURA N° 23 – Alineamiento	33
4.8.	CASO DE ESTUDIO.....	33
	FIGURA N° 24 – Hoja de Datos Completada	34
4.8.1.	<i>Dimensionamiento</i>	34
4.8.2.	<i>Consideraciones del transportador</i>	36
	FIGURA N° 25 – Tensores de faja.....	36
	FIGURA N° 26 – Compuerta de control	37
4.8.3.	<i>Ubicación del equipo</i>	38
CAPITULO V.....		40
COSTOS		40
5.1.	INVERSIÓN INICIAL	40
5.2.	EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO.....	40
CONCLUSIONES.....		42

BIBLIOGRAFIA.....43
ANEXOS44

PROLOGO

El presente informe presenta la descripción y forma de instalación de los sistemas de pesaje en faja además brinda los criterios para el dimensionamiento y selección del mismo, así como las buenas prácticas para su adecuado funcionamiento.

En el **Capítulo I** se presenta los antecedentes, objetivos, justificación, alcance y limitaciones que se ha tenido en consideración.

En el **Capítulo II** se detalla el marco teórico de los sistemas de pesaje en faja, su principio de funcionamiento y se describen sus componentes.

En el **Capítulo III** se identifica y plantea el problema del pesaje continuo en fajas transportadoras.

En el **Capítulo IV** se plantea la estrategia para resolver el problema de pesaje en faja, los datos requeridos para el dimensionamiento y selección, y el procedimiento de la instalación.

Finalmente se presenta las conclusiones, bibliografía y los anexos que derivan del presente informe.

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

La demanda actual de la industria en el Perú como: plantas de agregado, de cemento, minería, plantas de fertilizantes, ingenios azucareros, industria farmacéutica, molinos y muchas otras, ha creado la necesidad de aminorar tiempos e incrementar la exactitud y precisión de la medida de la producción.

Los equipos de pesaje continuo, son utilizados para la medición de grandes cantidades de material cargado, sea la materia prima, un producto intermedio o el producto terminado, que se transporta a una velocidad y volumen cuasi - constantes durante un tiempo sobre el transportador.

El sistema de pesaje continuo nos permite disminuir tiempos de pesaje en comparación con el pesaje en balanzas industriales estáticas. Además, nos proporciona una exactitud y precisión idéntica, sin intervención de un operador, siempre y cuando se realice una correcta *selección, instalación, calibración, uso y mantenimiento.*

1.2. Objetivos

Objetivo Principal:

Proporcionar información unificada y criterios de buenas prácticas para la adecuada selección e instalación de los sistemas de pesaje continuo en fajas transportadoras para aplicaciones en minería.

Objetivo Secundario:

Cambiar la forma de totalizar la producción de una planta a un sistema automático de medición de la producción y así obtener inventarios precisos y en tiempo real.

1.3. Justificación

Existe la necesidad de pesar el producto a granel que pasa sobre una faja transportadora. Con ello se persigue controlar el flujo de la producción en la línea y obtener un inventario preciso y en tiempo real de la producción.

En el informe se han presentado el objetivo, los alcances y las limitaciones del sistema de pesaje continuo, además se ha planteado la problemática de la medición de la producción, constante y en línea, identificando el problema y proponiendo una alternativa de solución, con una propuesta técnica y económicamente viable, de fácil implementación y adaptación a los procesos. Por último se efectúa una evaluación de los costos de su implementación.

1.4. Alcance

En el presente trabajo se plantea la implementación de un sistema de pesaje continuo en faja transportadora para productos a granel en la línea de producción y al final de esta.

1.5. Limitaciones

En este informe no se presentará la ingeniería de detalle, no se dará mayor énfasis en el detalle de las instalaciones mecánicas de las celdas de carga, el tacómetro así como la configuración del integrador, ni cualquier otro trabajo mecánico para acondicionar a la estructura de la cinta transportadora existente.

CAPITULO II MARCO TEORICO

Los sistemas de pesaje en faja ayudan a maximizar el uso de la materia prima y el control de los inventarios para fabricar productos de calidad. Los sistemas de pesaje en faja deben de ser: fáciles de instalar y requerir poco mantenimiento. Los resultados que proporcionen deben ser precisos y reproducibles. El sistema de pesaje en faja también debe incluir la protección contra sobrecarga de las células de carga y protección contra cargas laterales.

2.1. Sistema de pesaje en faja

El sistema de pesaje en faja es un sistema diseñado para ser instalado en los transportadores de faja para el pesaje de sólidos a granel. El equipo está diseñado para reaccionar solamente con las componentes verticales de las fuerzas que le están siendo aplicadas. En esencia este sistema consiste en una estructura de apoyo fija (estática) y una estructura viva (dinámica). La estructura estática es el apoyo principal del equipo entre las vigas del transportador, que a su vez sirven de apoyo a la estructura viva, incluyendo las celdas de carga. La estructura dinámica sirve de apoyo al rodillo y transfiere el peso del material a las celdas de carga.

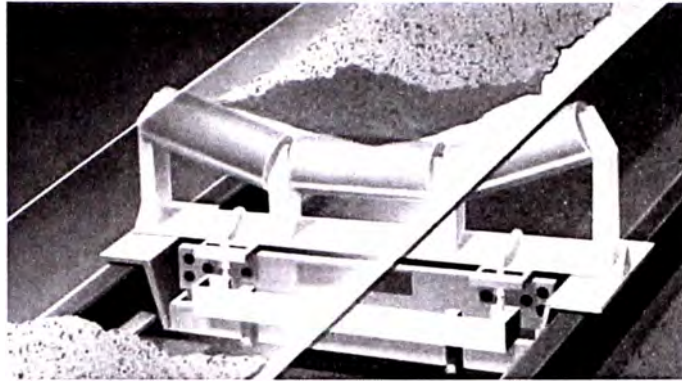


FIGURA N° 01 – Pesaje en faja transportadora

La estructura dinámica es forzada hacia abajo proporcionalmente a la carga que pasa sobre ella, las celdas de carga del sistema proporcionan una señal electrónica, proporcional a la carga, que es enviada al controlador o integrador; además se mide la velocidad de la faja con un tacómetro, normalmente instalado en la polea motriz o de cola de la faja transportadora, el tacómetro envía una señal electrónica (pulsos) al controlador o integrador; finalmente el controlador o integrador procesa ambos datos y obtiene el flujo instantáneo del producto y a la vez el totalizado.

De esta forma el pesaje es efectuado sin interrumpir el proceso, sin afectar el producto y sin pérdidas de tiempo.

2.2. Modo de Operación

Los sistemas de pesaje en faja sólo miden la componente vertical de la fuerza aplicada. El material transportado por la faja pasa por la báscula, ejerciendo una fuerza proporcional a la carga sobre las células a través de la estación de rodillos suspendida. La fuerza resultante aplicada en cada célula de carga la registran sus extensímetros (galgas extensiométricas). Los extensímetros excitados por el voltaje

entregado por el integrador generan una señal eléctrica proporcional a la carga de la faja y la transmiten al integrador.

El movimiento vertical de las células de carga está limitado por la protección de sobrecarga positiva incorporada al diseño de la báscula o de las células de carga. La protección impide de manera fiable que las sobrecargas extremas incidan en las células de carga.

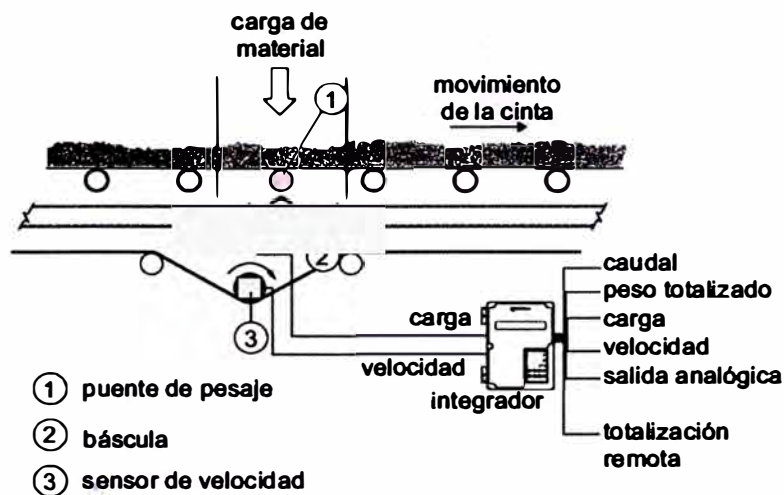


FIGURA N° 02 – Identificación de componentes

2.3. Descripción de los componentes

Todo sistema de pesaje en faja está compuesto por 3 componentes que son: el puente de pesaje (incluye las celdas de carga), el tacómetro y el integrador.

2.3.1. Puente de pesaje

El puente de pesaje es el marco estructural de alta resistencia que se apoya en la estructura de la faja transportadora y a su vez es la base para el apoyo de las celdas de carga, está considerado dentro del puente de pesaje las

celdas de carga y el apoyo para el bastidor con sus respectivos rodillos. Un sistema puede tener más de un puente de pesaje.

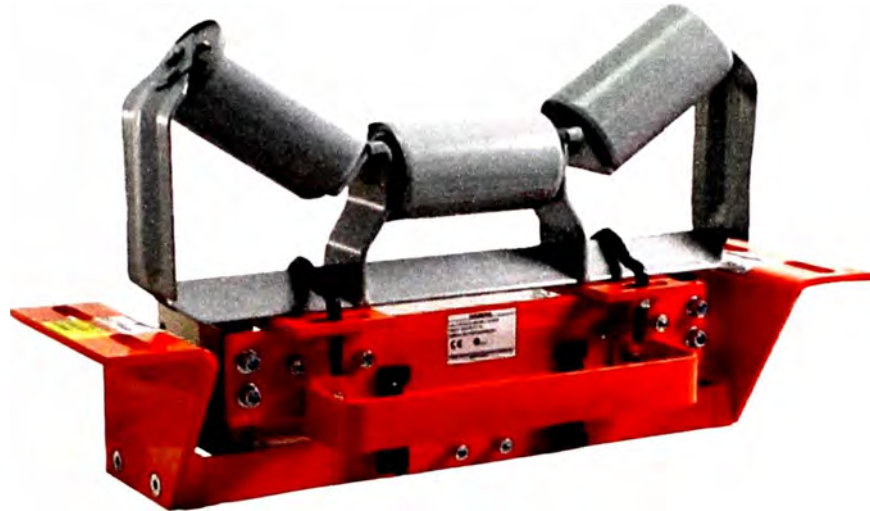


FIGURA N° 03 – Puente de pesaje

La celda de carga es un transductor de fuerza mecánico-eléctrico, este mide la deformación generada por la fuerza que le ejerce un peso sobre la celda de carga, esta deformación es transducida en una señal de salida normalmente en mV. Cabe señalar que las celdas de carga industriales son diseñadas con galgas extensiométricas configuradas en puente Wheastone

2.3.2. Tacómetro

El tacómetro es el sensor de velocidad, es un dispositivo que arroja un tren de pulsos como efecto del movimiento rotacional que la rueda o polea produce sobre él, normalmente está instalado en la polea de cola o en un rodillo de retorno de la faja.

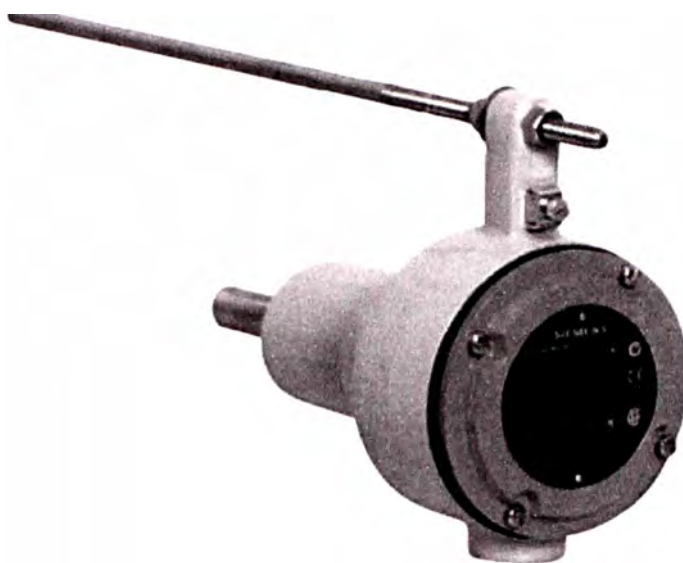


FIGURA N° 04 - Tacometro

La frecuencia o período de éste tren de pulsos es directamente proporcional a la velocidad. Esto es que a más velocidad, más frecuencia o a menos velocidad menos frecuencia. Sin velocidad no hay frecuencia.

2.3.3. Integrador

Es el procesador. El integrador emplea las señales de velocidad y de carga obtenidas de la faja transportadora. Acondiciona las señales y mediante la multiplicación y a la vez la integración obtiene el cálculo de flujo instantáneo de material y la totalización. Los valores de velocidad, carga, flujo y totalización pueden visualizarse en el indicador LCD, típicamente los integradores tienen además salidas analógicas y digitales además de protocolos de comunicación industriales, la cantidad y variedad dependerá de cada fabricante.



FIGURA N° 05 - Integrador

2.4. Funcionamiento

Para explicar el principio de funcionamiento de los sistemas de pesaje en faja veamos el siguiente dibujo:

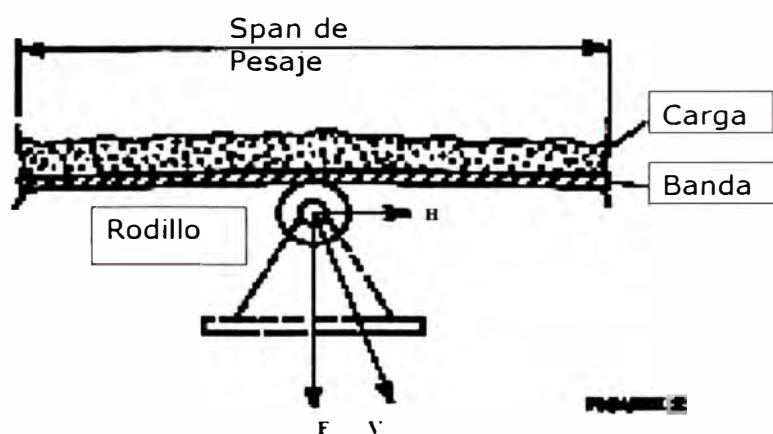


FIGURA N° 06 – Principio de funcionamiento

Como vemos en el dibujo, si detuviéramos por un momento la faja, la carga sobre la banda que es soportada por un puente de polines sería la mitad de la carga suspendida por cada lado, esta distancia es equivalente a la distancia entre los puentes de polines, por tanto, el valor de la carga que es trasladada a las celdas de carga en ese instante es un peso lineal (masa/longitud).

Por otra parte el tacómetro instalado en la polea de cola o el polin de retorno es configurado para obtener la velocidad instantánea de la faja transportadora (longitud/tiempo).

Estos dos parámetros leídos instantáneamente son multiplicados y se obtiene finalmente el valor del flujo instantáneo (masa/tiempo) que comúnmente se expresa en kg/s, kg/h o Tn/h. Esta tarea la realiza el integrador.

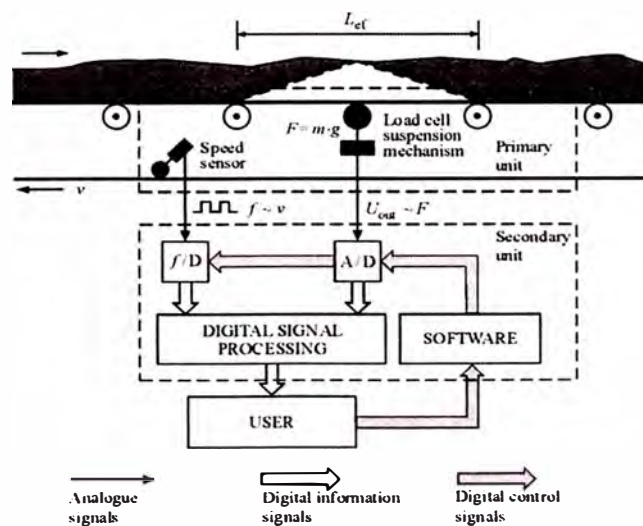


FIGURA N° 07 – Principio de funcionamiento

CAPITULO III IDENTIFICACIONES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Pesaje en línea

Constantemente las empresas buscan la mejora de sus procesos productivos así como la medición de sus resultados. Estos resultados son expresados en índices que miden los recursos empleados para la producción versus la producción obtenida, buscando siempre alcanzar la mayor eficiencia entre estos. En este panorama el parámetro más universal de control en la producción es el “peso”.

Por lo tanto es necesario “pesar” el antes y el después de la producción en un proceso, ejemplo:

- En los molinos: pesar la cantidad de trigo que entra al molino y luego pesar la cantidad de harina que sale del molino así sabremos la eficiencia de nuestro proceso de molienda;
- En la minería, se mide la cantidad de mineral en forma de piedras que entra a las chancadoras y se mide la cantidad de producto a la salida de las chancadoras para saber la eficiencia de la misma.

Adjunto a esto también está la necesidad de “totalizar” el producto final obtenido de la línea de producción, ya sea para almacenamiento o para despacho de la misma, ejemplo:

- En los molinos: ¿Cuántas toneladas de harina clases A, B o C se ha obtenido en cada hora, turno, día, semana, mes y año?
- En la minería: ¿Cuántas toneladas de concentrado de mineral de cobre, plata, oro, etc. se ha procesado ó despachado?.

Además la industria también requiere que los procesos no tengan paradas entre una y otra, y tampoco al final de la línea. Es decir que no tenga más paradas que las necesarias para su correcto funcionamiento. Para nuestro caso, podríamos pesar en balanzas estáticas, consiguiendo así el dato peso, pero esto implica un tiempo y personal capacitado para esto.

Ante esta problemática de obtener el dato peso, pero sin tener que detener el proceso se plantea la instalación de sistemas de pesaje en faja como alternativa de solución a la necesidad de “controlar el peso en línea” en los diferentes procesos, tanto en la línea de producción como al final de la línea. El sistema a revisar es un sistema de lazo abierto.

CAPITULO IV ESTRATEGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA

4.1. Estrategia

La solución que se propone es el la instalación de un sistema de pesaje en faja, teniendo en cuenta las consideraciones para la correcta selección y las consideraciones mecánicas para su correcto funcionamiento. Con esto se pretende agregar el control de peso y totalizar la producción, todo en tiempo real.

4.2. Terminología

Para poder comprender los términos usados revisemos esta imagen.

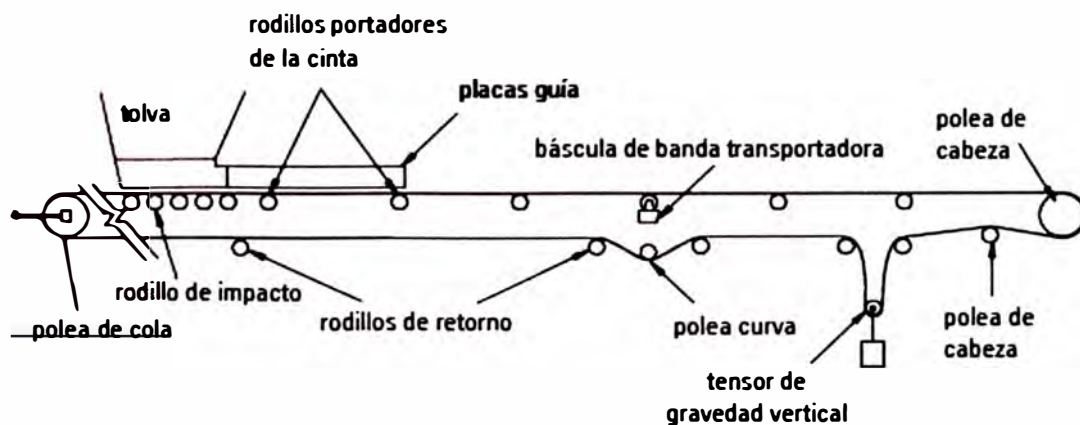


FIGURA N° 08 – Terminología

Detalles de los rodillos:

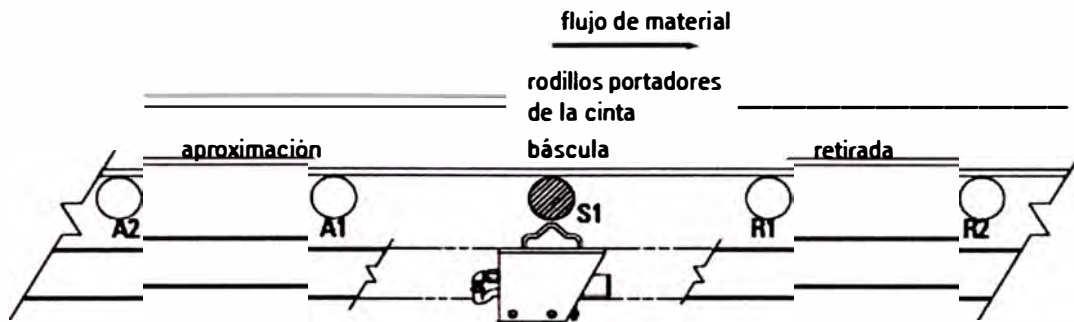


FIGURA N° 09 – Zona de pesaje

4.3. Dimensionamiento y selección

Para el correcto dimensionamiento y selección de un sistema de pesaje en faja es necesario completar una hoja de datos, entregado por el fabricante, a partir de los cuales se harán los cálculos para verificar la factibilidad de instalar un sistema de pesaje en faja específicamente para la faja donde se quiere medir. Puede darse el caso que no cumpla los requerimientos mínimos y por tanto no sea posible instalarlo.

La hoja de datos difiere en formato de acuerdo al fabricante, sin embargo todas solicitan:

- Datos del producto: granulometría, características corrosivas, etc.
- Datos del proceso: caudal máximo, caudal mínimo, velocidad de la faja transportadora, etc.
- Datos de la faja transportadora: ángulo pasante, ángulo de inclinación, ancho de faja, longitud de la faja, etc.

A continuación como ejemplo veamos una hoja de datos requerido por el fabricante:

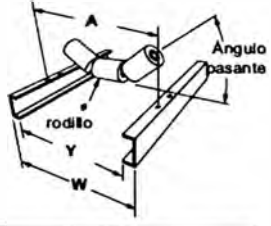
Material		
Material medido: _____	Tamaño de partícula: _____ mm/inch/mesh	
Corrosividad del material:	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> No corrosivo
Transportador (provea esquema si posible) <input type="checkbox"/> Esquema provisto		
Aplicación:	<input type="checkbox"/> Inventarios	<input type="checkbox"/> Descarga <input type="checkbox"/> Control <input type="checkbox"/> Mezcla <input type="checkbox"/> Apto para la facturación
Dosificación: _____	mínimo t/h o kg/h o lb/h o LTPH o STPH	Precisión requerida: +/- _____ %
_____	máximo t/h o kg/h o lb/h o LTPH o STPH	Alimentación constante: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Clasificación eléctrica aplicable (báscula): _____		
Perfil:	<input type="checkbox"/> Horizontal <input type="checkbox"/> Inclinado / Declinado _____ grados	<input type="checkbox"/> Inclinación variable _____ grados <input type="checkbox"/> Curvo
Velocidad de la cinta: _____	mínimo m/seg. ó ft/min.	Longitud de la cinta: _____ m/ft.
_____	máximo m/seg. ó ft/min.	Ancho (cinta): _____ mm/in.
Ø polea de cola: _____ mm/in.	Espacio (rodillos): _____	
Ø de los rodillos: _____ mm/in.	A = _____ mm/in.	
Ángulo pasante: _____ grados	Y = _____ mm/in.	
	W = _____ mm/in.	
		
Funciones Integrador (Marque todo lo aplicable) Alimentación disponible: _____		
Entradas requeridas:	Salidas requeridas:	Comunicaciones:
<input type="checkbox"/> 4 ... 20 mA (especificar) _____	<input type="checkbox"/> 4 ... 20 mA _____	<input type="checkbox"/> AB Remote I/O <input type="checkbox"/> SIMATIC
<input type="checkbox"/> PID	<input type="checkbox"/> PID	<input type="checkbox"/> DeviceNet
Caidas de carga (nombre): _____	<input type="checkbox"/> Remote totalizer	<input type="checkbox"/> PROFIBUS DP
	<input type="checkbox"/> Relés (nombre): _____	<input type="checkbox"/> RS 232/RS 485 Modbus
Instrumentos propuestos: _____		
Báscula de cinta recomendada:	<input type="checkbox"/> MBS	<input type="checkbox"/> MUS <input type="checkbox"/> MCS <input type="checkbox"/> MSI <input type="checkbox"/> MMI <input type="checkbox"/> MLC <input type="checkbox"/> WD600
Modelo recomendado:	<input type="checkbox"/> Acero dulce pintado	<input type="checkbox"/> Inox 304 <input type="checkbox"/> Inox 316 <input type="checkbox"/> Acero dulce galvanizado
© Siemens Miltronica Process Instruments Inc. www.siemens.com/processautomation Form # 2-406R15		

FIGURA N° 10 – Hoja de Datos del Fabricante

Una vez completada correctamente la hoja de datos le corresponde al especialista evaluar la factibilidad y si es necesario proponer los cambios necesarios para el correcto funcionamiento del equipo a instalar.

4.4. Dimensionamiento

Revisaremos a continuación los principales cálculos que se hacen para dimensionar el equipo, siempre a partir de los datos solicitados en la Hoja de Datos y tablas de estándares sobre polines y fajas transportadoras:

4.4.1. Tiempo de retención (tr)

El material medido debe de retenerse sobre la zona de pesaje por lo menos 0.4 segundos, esto se calcula de la siguiente forma:

$$tr(s) = \frac{\text{longitud zona de pesaje (m)}}{\text{velocidad de la faja (m/s)}} > 0.4 s$$

En caso no se satisface el tiempo de retención mínimo o la ley de velocidad de faja se debe optar por cualquiera de las siguientes resoluciones según sea la factibilidad, sin afectar el proceso:

- Modificar la estructura de la faja para aumentar la distancia entre rodillos.
- Aumentar el número de puentes de pesaje, a medida que nuestro presupuesto lo permite, con esto se duplica o triplica la zona de pesaje.
- Si ninguna de las anteriores opciones sea posible, la última alternativa es reducir la velocidad de la faja, esta opción es la menos recomendada ya que puede afectar la capacidad del transportador y por lo tanto la capacidad del proceso.

4.4.2. Peso por unidad de longitud

La carga o peso que estará sobre la zona de pesaje en un instante de tiempo será el peso por unidad de longitud. A partir de este peso se seleccionará la celda de carga.

Para poder entender mejor esto nos apoyaremos en las imágenes siguientes:

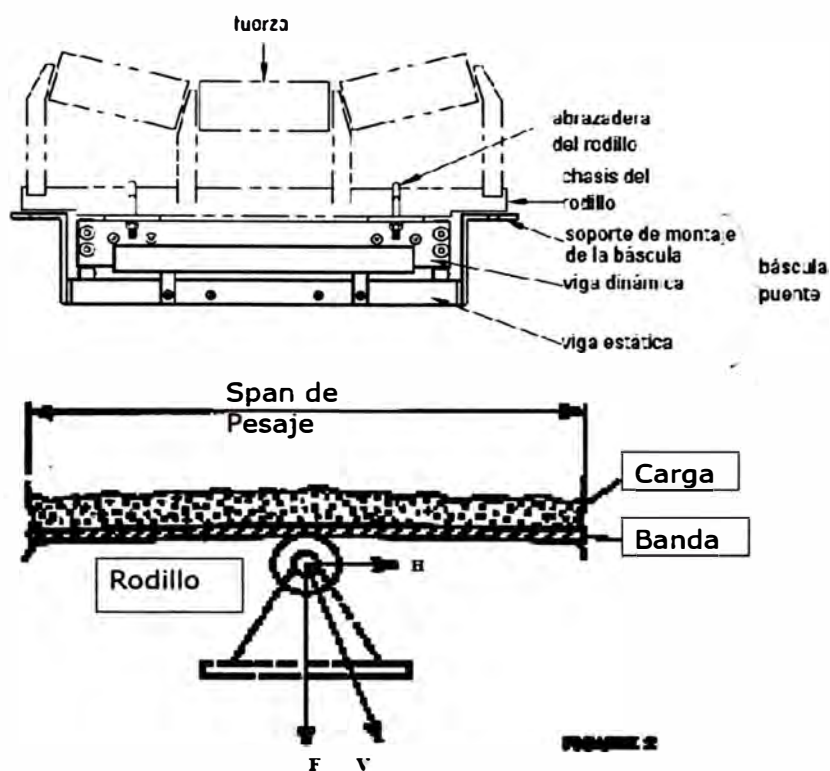


FIGURA N° 11 – Cargas

De acuerdo a lo observado en las imágenes distinguimos todo lo que se apoya sobre las celdas de carga que son:

$$[CARGA_{TOTAL} (CT)] = FS \times [CARGA_{VIVA} (CV)] + [CARGA_{MUERTA} (CM)]$$

- a. CARGA VIVA: la cantidad de producto en un instante de tiempo. Viene a ser la carga que queremos medir, por lo tanto esta relacionada a la máxima y mínima carga de diseño completadas en la hoja de datos y se obtiene así:

$$CV_{max} (kg) = \frac{cap_{max} (kg/s)}{vel (m/s)} \times long. (m)$$

$$CV_{min} (kg) = \frac{cap_{min} (kg/s)}{vel (m/s)} \times long. (m)$$

- b. CARGA MUERTA: el peso de la sección de faja (imaginariamente cortada), el peso de la estación de rodillos (3 rodillos + 1 bastidor) y una parte de la estructura propia de la balanza. Vienen a ser la carga constante sobre las celdas de carga.

$$CM (kg) = \begin{array}{l} \text{peso lineal faja (kg/m)} \times long. (m) + \\ \text{peso estacion de rodillos (kg)} + \\ \text{peso estructura de balanza (kg)} \end{array}$$

Para seleccionar la celda de carga adecuada resolvemos la ecuación de la CARGA TOTAL, usando típicamente FS=1.25

$$CT(kg) = 1.25 \times CV_{max}(kg) + CM(kg)$$

Una vez obtenido el valor de la CARGA TOTAL se selecciona la celda de carga de capacidad:

$$\text{capacidad celda de carga (kg)} = \text{inmediata superior a } \left\| \frac{CT (kg)}{\text{num. celdas}} \right\|$$

Además también debemos tener en cuenta la CVmin debe de ser como mínimo el 30% de la capacidad de la celda de carga:

$$CV_{min} (kg) \geq 0.3 \times \frac{\text{capacidad celda}}{\text{de carga}} (kg)$$

4.5. Consideraciones del transportador

Como se ha indicado en el Fundamento Teórico los sistemas de pesaje tienen tres (3) componentes a recordar: tacómetro, puente de pesaje e integrador, sin embargo existe un componente no considerado pero que es importante evaluar, hablamos de la faja transportadora, es considerado un cuarto componente del sistema y para que el pesaje sea correcto existen consideraciones que debe cumplir.

4.5.1. Dispositivo tensor de la banda

La tensión del transportador se puede controlar por diversos tensores, los tres tipos básicos:

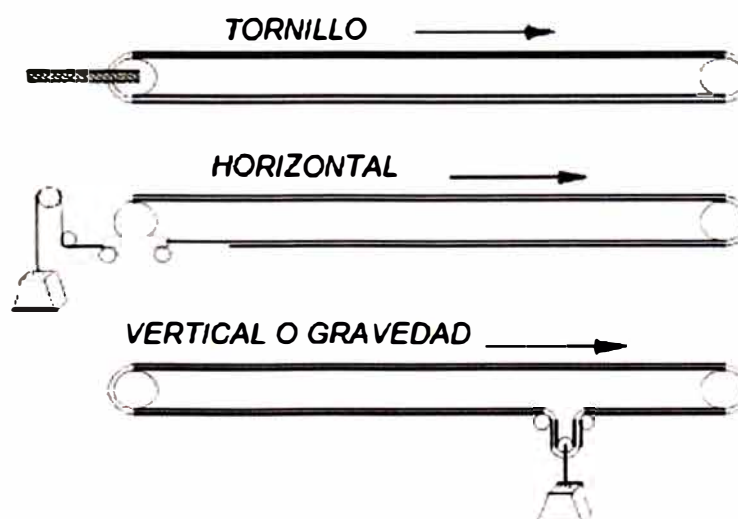


FIGURA N° 12 – Tensores de faja

- a. Tensor de gravedad vertical: El tensor de gravedad vertical es el más recomendable porque reacciona a los cambios de tensión de la banda y esto contribuye a reducir la influencia de la tensión en el pesaje por lo que se recomienda para aplicaciones de alta exactitud.
- b. Tensor de gravedad horizontal: Si no es práctico o posible, utilice los tensores de gravedad horizontal.
- c. Tensor de tornillo: El uso de tensores de tornillo se limita a transportadores con centros de polea de menos de 18 m. No es recomendable, si las fajas son de mayor distancia debe implementarse alguno de los tensores de gravedad.

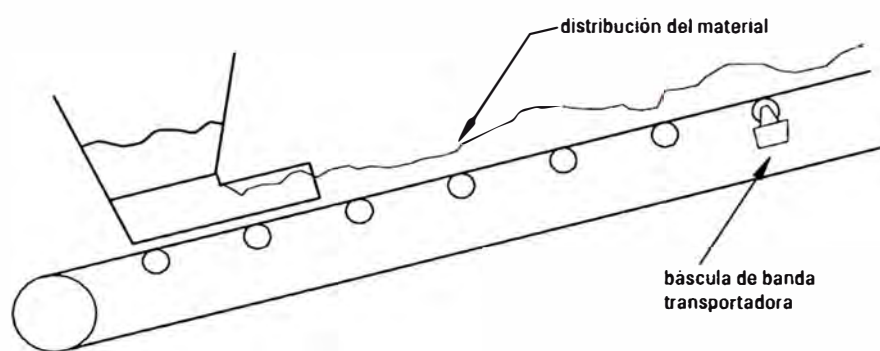
4.5.2. Carga de material

Algunos sistemas del transportador requieren del uso simultáneo de varios puntos de alimentación. La tensión de la banda puede variar considerablemente en función de la combinación de los puntos de alimentación que estén usando en ese momento. Siempre que sea posible se debe instalar el equipo en un transportador con un solo punto de alimentación. Si es inevitable el uso de varios puntos de alimentación se debe calibrar el sistema para cada caso de posible funcionamiento. Ejemplo: si son 2 puntos de alimentación se deben hacer 3 calibraciones.

Se usan varios métodos para colocar el material en la banda. A menudo el flujo del material entre el pre-alimentador y la banda no es uniforme, siendo su velocidad diferente al transportador. Estos aspectos pueden contribuir a

reducir la exactitud. Debemos asegurarnos de que el material se carga en la banda transportadora de forma regular y uniforme, a una velocidad similar o igual a la de la banda. Instalamos una compuerta de control de alimentación de material o un dispositivo similar para asegurar la uniformidad del flujo de material.

Sin compuerta de control



Con compuerta de control

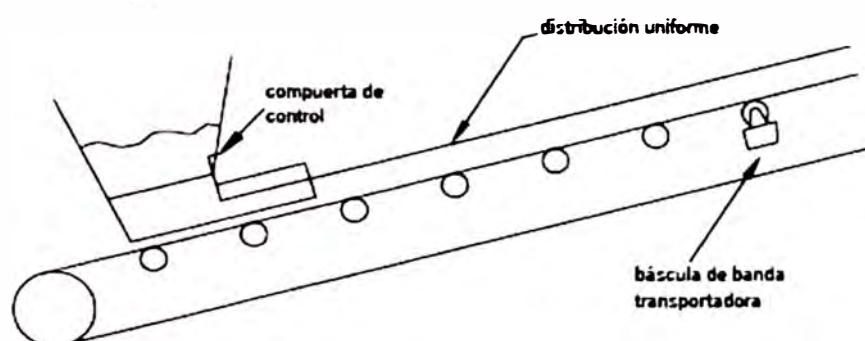


FIGURA N° 13 – Compuerta de control

4.5.3. Inclinación de la faja transportadora

El retroceso del material o resbalamiento se produce en bandas transportadoras en las que el material, por su forma o tamaño, retrocede sobre sí mismo. Puede ser el resultado de un transportador con una inclinación pronunciada, una diferencia entre la velocidad de alimentación del material y de la banda o de unas cortinas de cadena o de goma mal escogidas o mal colocadas. En este último caso, la cortina retiene por un momento el material en lo alto de la pila y provoca el retardo en comparación con el resto de la pila. Debemos tener en consideración la relación entre la velocidad y la inclinación de carga de material y el retroceso del mismo. Por lo general se recomienda inclinaciones máximas de 20°.

4.5.4. Bandas del transportador

Las variaciones en el número de pliegues, el grosor de la cubierta y el tipo y la cantidad de uniones de una banda determinada hacen que el peso por longitud de la banda sea muy dispareja. Durante el equilibrado a cero, la mayoría de las básculas hacen el promedio del peso de la banda en un circuito completo. La desviación de la media, si es lo suficientemente elevada, puede dificultar la obtención de una buena referencia cero y la consiguiente exactitud de la báscula.

Una banda cuyos valores se han sobreestimado para el uso que se le va a dar puede resultar tan rígida que no se podrá inclinar correctamente en los rodillos. Cuando ocurre esto (especialmente en los rodillos de 35° y 45°), la banda se arquea a través del rodillo, no pudiéndose obtener una buena puesta a cero de la misma ni una buena calibración del rango.

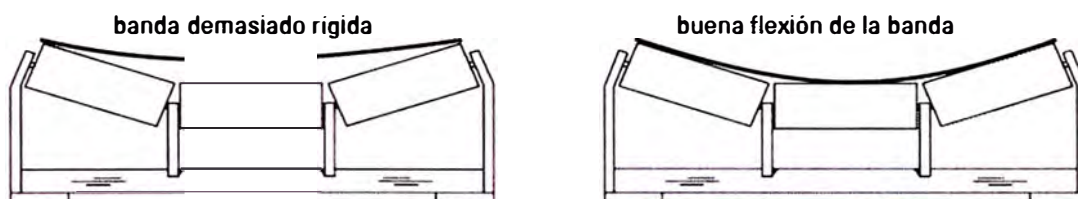


FIGURA N° 14 – Flexibilidad de la banda

Cuando se cambien secciones gastadas de la banda, debemos asegurarnos de colocar una banda igual a la existente. Cuando se elija una banda nueva, es mejor seleccionar una banda reencauchada con unión vulcanizada a 45° y no con grapas que afecta la exactitud del equipo.

4.5.5. Rodillos

Los rodillos inclinados más habituales son los de 20° y 35°. También se pueden usarlos de 45°, pero la exactitud puede verse afectada. Cuanto más agudo sea el ángulo, más probabilidad habrá de que la báscula se vea afectada por la tensión y la rigidez de la banda, en cuyo caso será aún más importante la correcta alineación de los rodillos.

Se deben de escoger rodillos con las mismas medidas, con rodillos concéntricos en 0,5 mm, y cuya inclinación esté dentro de un rango de 3 mm si se compara con una plantilla. Todos los rodillos que se escojan para la báscula tienen que haber tenido el mismo proceso de fabricación y estar correctamente lubricados (en algunos casos se requieren rodillos con cojinetes "lubricados de por vida" o auto lubricados).

Debemos mantener limpios todos los rodillos, sin acumulación de material, que giren bien, pero sin exceso de grasa. En caso contrario podría resultar una alineación incorrecta y un avance deficiente de la banda. Cambiamos todos los rodillos rígidos, atascados o descentrados.

La alineación correcta y exacta de los rodillos en la zona del equipo es fundamental para que ésta funcione bien y con exactitud. Debemos alinear correctamente los rodillos del equipo por lo menos 2 estaciones posteriores y anteriores (recomendamos 3) y tienen que ser todos rodillos semejantes.

4.5.6. Vibraciones

En un principio el equipo de pesaje continuo para una banda transportadora es un dispositivo “sensible” y deberá aislarse de cualquier equipo que pueda incluir vibraciones nocivas o perturbadoras. Se debería evitar el uso de trituradoras, equipos dosificadores por vibración, silos con sistemas de golpeteo y molinos de martillo. El material que abandona la zona del punto de alimentación y las placas guía asociadas producen vibraciones, por lo que será necesaria una distancia para que la banda se asiente.

4.5.7. Transportes cubiertos

Es necesario que el transportador esté cubierto si la báscula se va a instalar a la intemperie y debemos asegurarnos de que la cubierta no interfiere en el funcionamiento del equipo. Instalaremos protecciones adicionales para contrarrestar efectos atmosféricos adversos (como el viento). La cantidad de protección dependerá de la región, aunque las dimensiones típicas suelen ser de

9 m antes y después del centro del sistema, y 1 a 1.2 m por encima y por debajo de la banda transportadora.

En algunas aplicaciones es necesario colocar placas guía de avance y cintas de sellado a todo lo largo del transportador. La fuerza que ejercen las cintas de sellado sobre la banda transportadora e indirectamente sobre los rodillos, pueden afectar negativamente la exactitud de pesaje, especialmente cuando se produce que la placa guía no asienta o es arrastrada. En estas circunstancias es difícil conseguir una puesta a cero y una calibración exacta.

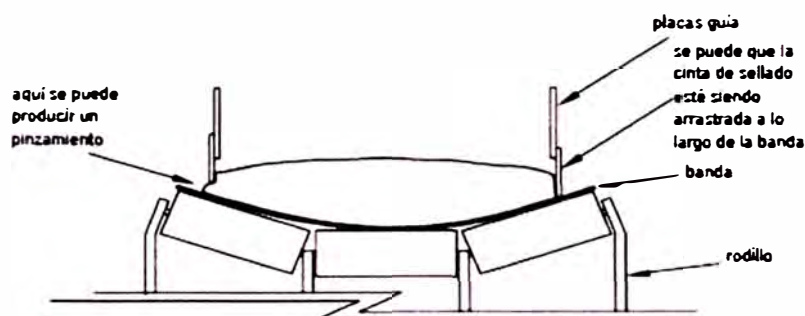


FIGURA N° 15 – Raspadores

4.6. Ubicación del equipo

4.6.1. Tensión de la faja

La tensión de la banda varía en función del tonelaje del material, la velocidad de la banda, la longitud de la banda transportadora y la altura hasta la que hay que levantar el material. Cuanto mayores sean estos valores, mayores serán la tensión y el efecto resultante sobre las celdas de pesaje.

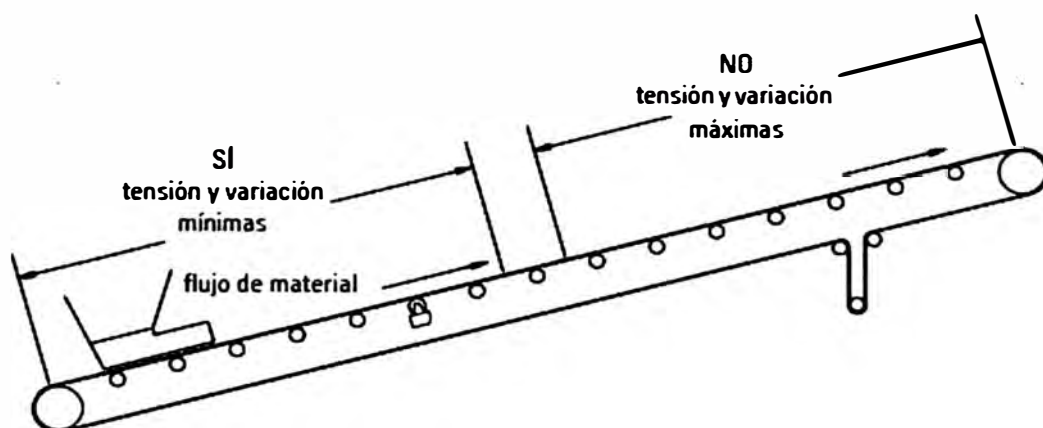


FIGURA N° 16 – Zonas de tensión de la faja

Instalaremos el equipo cerca de la sección de cola, donde la tensión y las diferencias de tensión entre la ausencia de carga y la carga completa sean mínimas.

4.6.2. Turbulencia del material

Se debe evitar pesar el material antes de que se asiente por completo. Para efectos de brindar una mejor información para la ubicación de nuestro equipo algunos fabricantes nos recomiendan instalarlo dentro del rango de 2 a 5 segundos después de que el material haya abandonado la compuerta de control.

La colocación del equipo depende también de la velocidad de la banda transportadora y de las características del material.

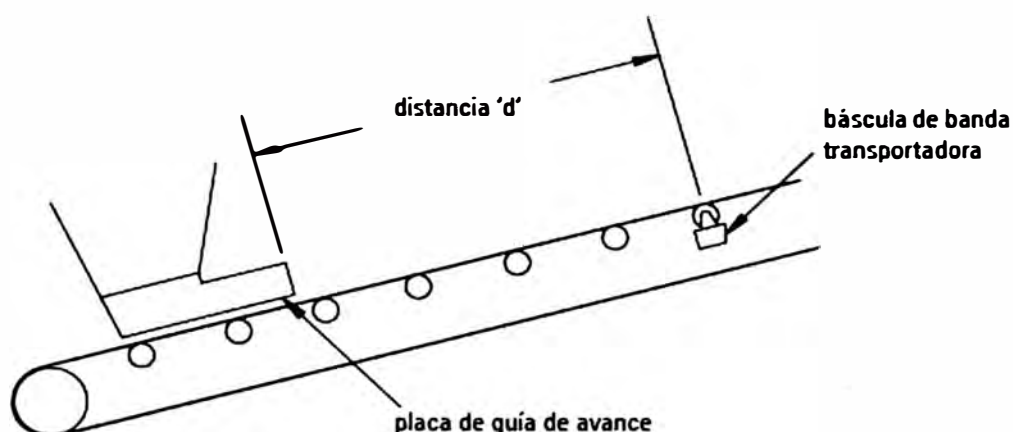


FIGURA N° 17 – Distancia mínima

Como mínimo a un rodillo del punto donde termina la turbulencia que provoca el material que abandona la zona de alimentación. Si no se logra encontrar esta distancia entonces podemos usar este cuadro:

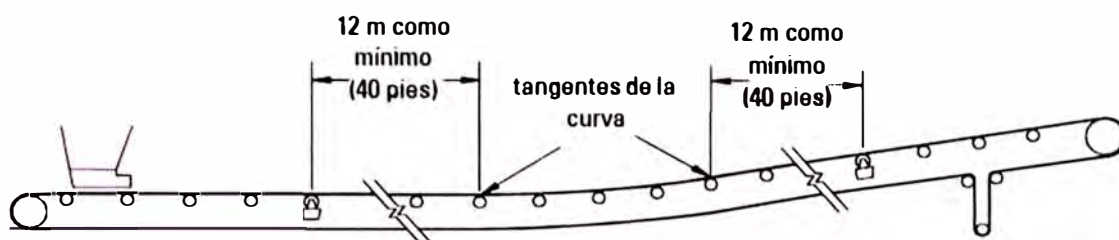
Velocidad de la banda transportadora	d
Hasta 1.5 m/s	2 m
Entre 1.5 m/s y 2.5 m/s	3 m
Entre 2.5 m/s y 4 m/s	4 m

4.6.3. Transportadores curvos

Un transportador en el que se hayan diseñado curvas verticales puede tener problemas con la balanza. Las curvas cóncavas y las convexas entorpecerán la alineación de los rodillos si la báscula se instala en la zona de la curva. La curvatura cóncava es más difícil de manejar, dado que puede levantar de los rodillos una cinta vacía en la zona de la curva, impidiendo un buen vaciado de la banda para la puesta a cero del sistema. Los siguientes

diagramas ilustran la distancia mínima a la que tendría que estar el equipo de la curva para obtener resultados exactos.

Cóncavo



Convexo

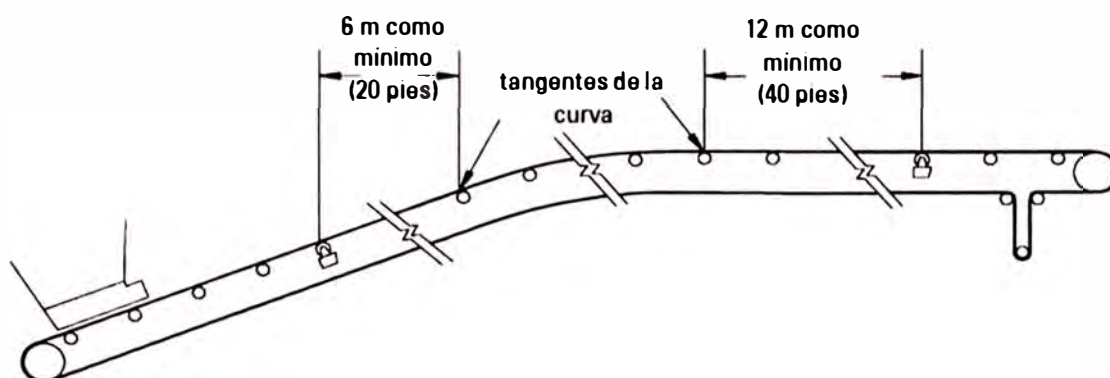


FIGURA N° 18 – Consideraciones de transportadores curvos

4.7. Procedimiento de instalación

Retiramos el rodillo del transportador que se encuentra en la posición en que se desea hacer la instalación. Luego retiramos la placa del pie del rodillo y modificamos el bastidor en ambos lados del rodillo. Ocasionalmente el efecto combinado de la modificación del rodillo y la colocación del equipo en la posición de montaje interior puede ocasionar vibraciones anormales del rodillo. Cuando esto ocurra, para reforzarlo, deben soldarse o atornillarse placas a escuadra al rodillo en las uniones del canal horizontal y el miembro vertical exterior.

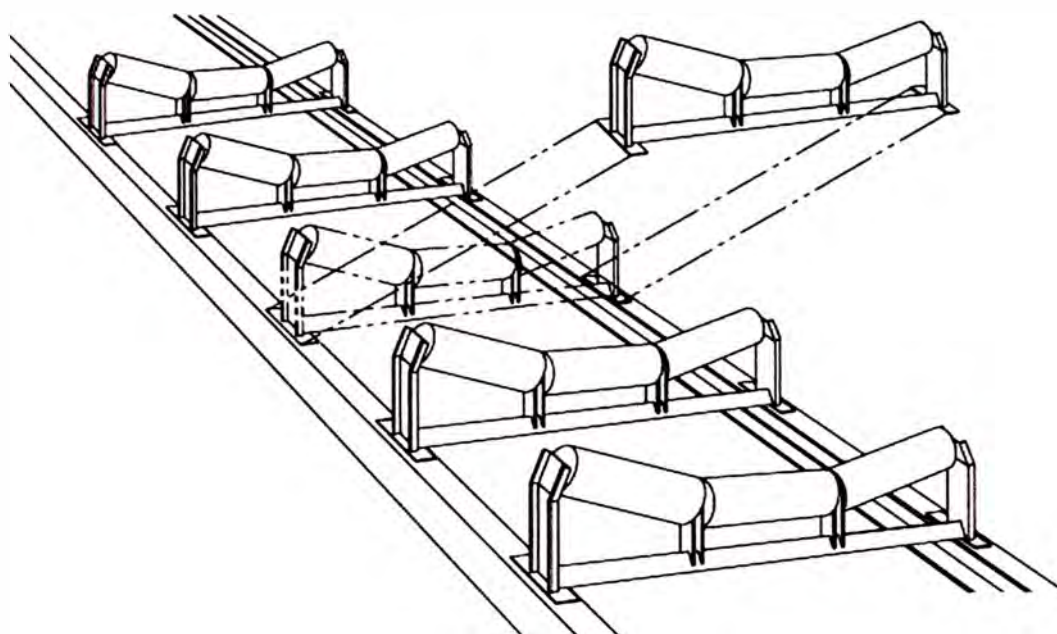


FIGURA N° 19 – Desmontaje de puente

Coloquemos el equipo en el lugar del rodillo que ha sido retirado. Dependiendo del modelo elegido es posible que se requiera hacer nuevos agujeros para fijar la estructura estática. Colocamos los tornillos de montaje y las tuercas, pero no hay que apretar aun.

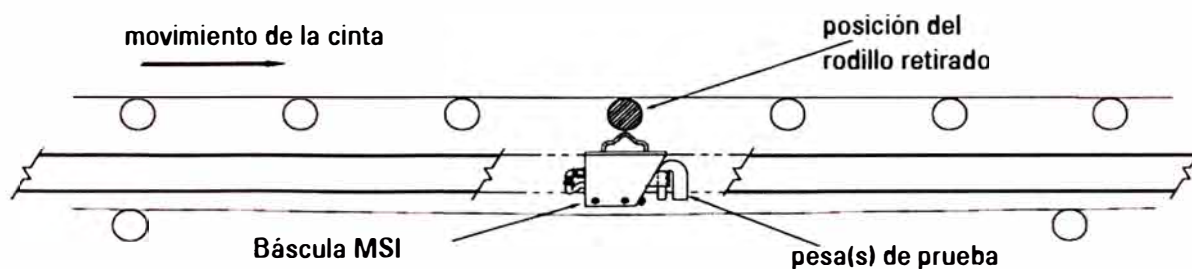


FIGURA N° 20 – Posicionamiento de rodillo

Colocamos el equipo de manera que quede en el centro y a escuadra con la viga. Montemos el rodillo que ha sido modificado de forma que esté centrado en el equipo utilizando las abrazaderas.

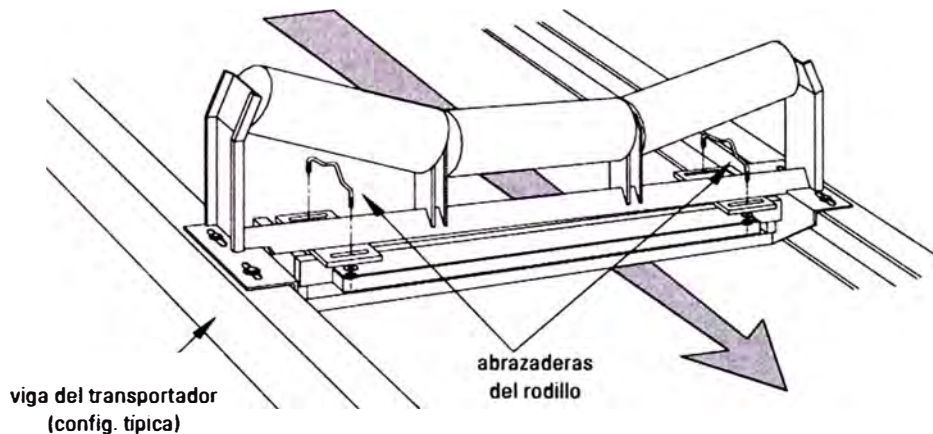


FIGURA N° 21 – Colocación de rodillos

Apretemos todos los elementos de montaje. Coloquemos la estructura estática de manera que la señal de instalación en el soporte de montaje de la báscula apunte a la dirección en que se mueve la banda. Asegurémonos que existe suficiente separación entre la banda de retorno, el equipo y su peso de prueba.

Los rodillos en el área de pesaje deben ser adecuadamente alineados y nivelados ajustando con laines de nivelación los rodillos del equipo, los dos de aproximación y los dos de retirada, hasta que se encuentren dentro de 0.8 mm (1/32”) uno del otro. Asegurémonos que los rodillos estén centrados y a escuadra con el transportador durante el proceso de ajuste. Para obtener la máxima precisión del sistema de pesaje es muy importante la alineación precisa de los rodillos.

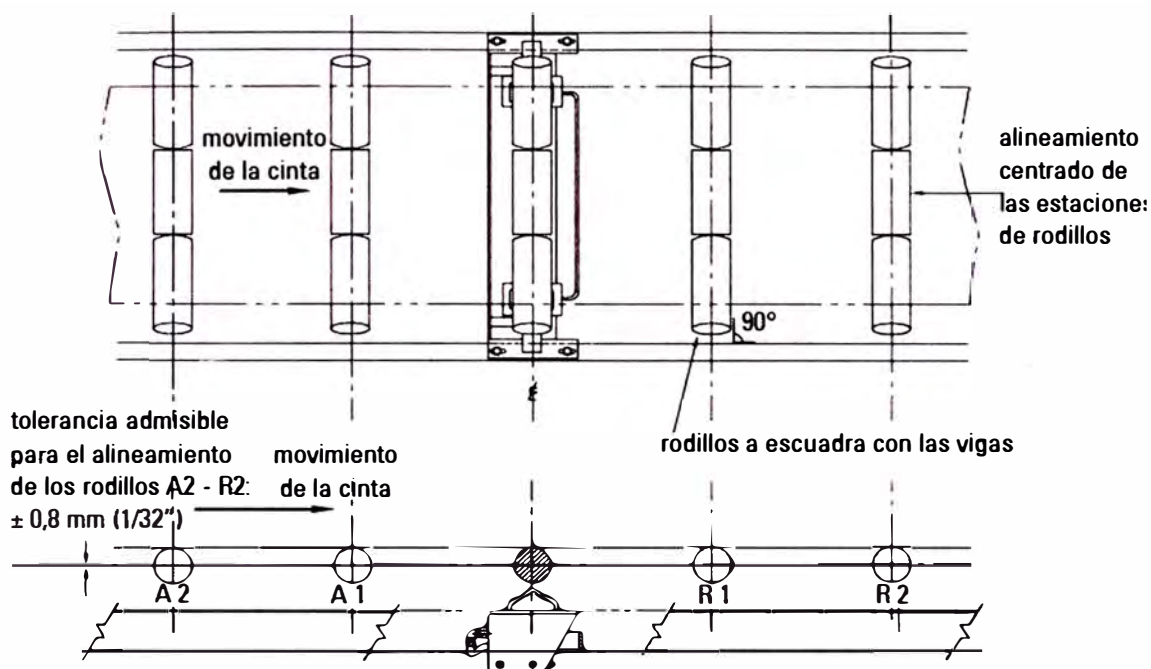


FIGURA N° 22 – Nivelación

Los rodillos mal alineados ocasionarán la aplicación de fuerzas indeseadas a cada rodillo en el área de pesaje, causando errores de calibración y de medición. Utilicemos un alambre de buena calidad o una cuerda para comprobar el alineamiento. El alambre o la cuerda debe ser capaz de resistir suficiente tensión para eliminar flechas o deformaciones.

Ajustemos las linternas de nivelación hasta que todos los rodillos desde el A2 hasta el R2 estén en línea dentro de $\pm 0.8 \text{ mm}$ ($1/32''$). Aunque la tolerancia aceptada para el alineamiento de los rodillos es de $\pm 0.8 \text{ mm}$ ($1/32''$), el rodillo en que está montada el equipo nunca debe quedar por debajo de los rodillos adyacentes.

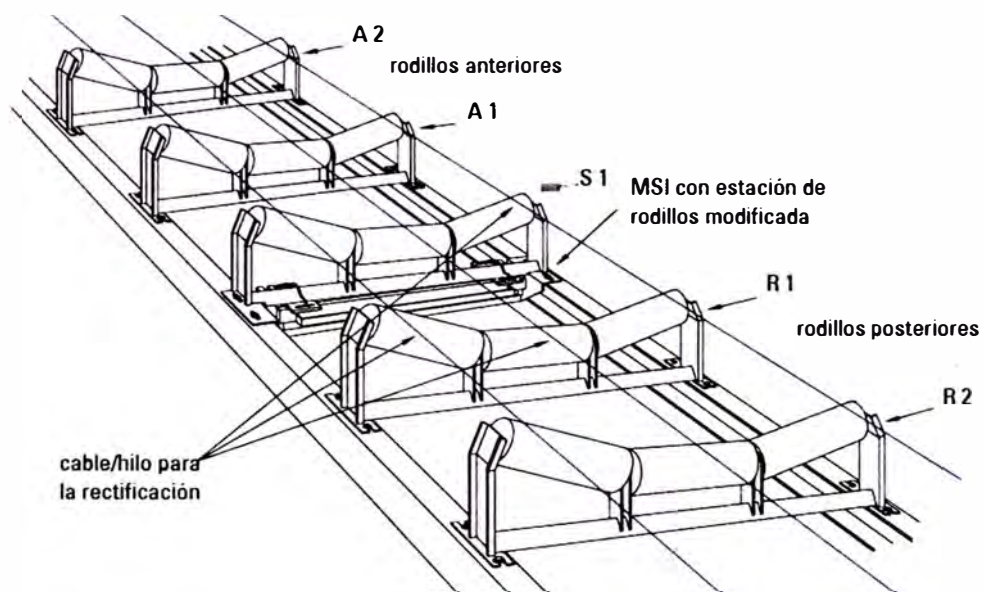


FIGURA N° 23 – Alineamiento

El establecer un buen alineamiento de los rodillos es la parte más importante del procedimiento de instalación. La precisión del sistema de pesaje es directamente afectada por el alineamiento. En esto debemos poner mucha atención.

4.8. Caso de estudio

Se ha seleccionado una aplicación donde se ha hecho la selección e instalación del sistema de pesaje en faja empezando por completar la hoja de datos:

Material	
Material medido:	Mineral Tamaño de partícula: 1-25 mm
Corrosividad del material:	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Moderada <input checked="" type="checkbox"/> No corrosivo
Transportador <small>(provea esquema si posible)</small> <input type="checkbox"/> Esquema provisto	
Aplicación:	<input type="checkbox"/> Inventarios <input checked="" type="checkbox"/> Descarga <input type="checkbox"/> Control <input type="checkbox"/> Mezcla <input type="checkbox"/> Apto para la facturación
Dosificación:	6 mínimo t/h Precisión requerida: + / - 0.25 % 12 máximo t/h
Alimentación constante:	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Lado accesible (sentido de mov. de la cinta): <input type="checkbox"/> Izquierdo <input type="checkbox"/> Derecha <input checked="" type="checkbox"/> Ambos
Clasificación eléctrica aplicable (báscula):	
Perfil:	<input type="checkbox"/> Horizontal <input checked="" type="checkbox"/> Inclinado/Declinado 18 grados <input type="checkbox"/> Incinación variable <input type="checkbox"/> Curvo
Velocidad de la cinta:	0.3 mínimo m/seg. 0.3 máximo m/seg.
Longitud de la cinta:	12 mm Ancho (cinta): 12 inch
Ø de los rodillos:	5 inch Ø polea de cola: 10 inch A = mm
Ángulo pasante:	20 grados Espacio (rodillos): 900 mm Y = mm

FIGURA N° 24 – Hoja de Datos Completada

4.8.1. Dimensionamiento

- **Tiempo de retención (tr)**

$$tr(s) = \frac{0.9 (m)}{0.3 (m/s)} = 3 > 0.4$$

Como vemos satisface el valor del tiempo de retención mayor a 0.4 s. No es necesario hacer ningún acondicionamiento en la distancia de polines, ni requiere más puentes de pesaje, ni cambiar la velocidad de la faja.

- **Peso por unidad de longitud**

$$[CARGA_{TOTAL} (CT)] = FS \times [CARGA_{VIVA} (CV)] + [CARGA_{MUERTA} (CM)]$$

$$CV_{max} (kg) = \frac{3.33 (kg/s)}{0.3 (m/s)} \times 0.9 (m) = 10 kg$$

$$CV_{min} (kg) = \frac{1.66 (kg/s)}{0.3 (m/s)} \times 0.9 (m) = 5 kg$$

$$CM (kg) = \frac{5 (kg/m) \times 0.9 (m) + 15 (kg) + 10 (kg)}{1} = 29.5 kg$$

Para seleccionar la celda de carga adecuada resolvemos la ecuación de la CARGA TOTAL, usando F.S.=1.25

$$CT(kg) = 1.25 \times 10(kg) + 29.5(kg) = 42 kg$$

$$capacidad\ celda\ de\ carga (kg) = inm.\ sup. \left\| \frac{42}{2} \right\| = sup(21) = 30 kg$$

Además también debemos tener en cuenta la CVmin debe de ser como mínimo el 30% de la capacidad de la celda de carga:

$$CV_{min} (kg) \geq 0.3 \times 30 (kg)$$

$$5 (kg) \geq 9 (kg) \rightarrow NO\ CUMPLE$$

Como observamos no cumple con la relación, lo que indica que debemos cambiar por una estructura más ligera ó no utilizar la faja para la carga mínima.

4.8.2. Consideraciones del transportador

- **Dispositivo tensor de la banda**

De acuerdo a lo indicado el sistema tensor de este equipo es por tonillo.



FIGURA N° 25 – Tensores de faja

De acuerdo a lo revisado antes, esto se aceptará por tratarse de una faja de 12 m. de longitud (menor a 18 m.) considerando que dentro del plan de mantenimiento se debe considerar revisar constantemente el correcto ajuste.

- **Carga de material**

Según lo revisado en campo se observa que la carga es por un único punto, ubicado al extremo inicial de la faja transportadora. Por lo cual no hay inconveniente. Además, se tiene una compuerta de control de alimentación con lo que se garantiza que el producto irá uniformemente sobre el mismo.

Con compuerta de control

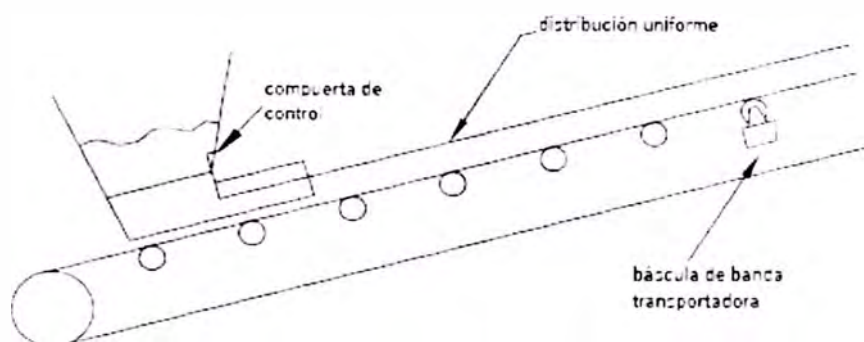


FIGURA N° 26 – Compuerta de control

- **Inclinación de la faja transportadora**

Según la hoja de datos la inclinación es 18° , así que está dentro de lo indicado por el fabricante como aceptable. Además se ha verificado que durante trabajo normal no hay retorno de material.

- **Bandas del transportador**

Se ha observado que las bandas del transportador están dañadas, con uniones empalmadas por grapas y con roturas varias. Por este motivo se ha definido que previo a la instalación se colocará una faja transportadora de similares prestaciones, más ligera y con unión vulcanizada a 45° .

- **Rodillos**

De acuerdo a la hoja de datos utiliza rodillos con ángulo de artesa de 20°. Esto favorece al correcto apoyo de la faja transportadora sobre los rodillos y con esto la correcta transmisión del peso.

Sobre los rodillos se ha verificado que están gastados, algunos huecos y varios descentrados. Por lo que se define que antes de la instalación se deberán cambiar todos los rodillos de la faja transportadora y los 2 puentes anteriores, 2 puentes posteriores y el puente de pesaje serán con rodillos especiales para pesaje.

- **Vibraciones**

En el campo se ha encontrado que la ubicación de la faja es junto al molino de bolas, lo que hace que se transmita vibración a la estructura de la faja. Para atenuar estas vibraciones se ha definido realizar un trabajo civil para aislar los cimientos de la faja transportadora a modo de islote. Además se agregará un soporte directo al cimiento bajo la balanza.

4.8.3. Ubicación del equipo

Por tratarse de una faja corta la mejor ubicación es exactamente al centro de esta (faja mejor a 18 m.) donde estamos lejos de la carga y de la descarga. Además también se trata de una faja que trabaja a baja velocidad, por lo que también se cumple con la recomendación de alejamiento de la carga.

Velocidad de la banda transportadora	d
Hasta 1.5 m/s	2 m

Entre 1.5 m/s y 2.5 m/s	3 m
Entre 2.5 m/s y 4 m/s	4 m

Se trata de un transportador inclinado recto, así que no hay consideraciones de curvatura que analizar.

CAPITULO V COSTOS

5.1. Inversión inicial

El sistema de pesaje en faja tiene un costo inicial variable de acuerdo al modelo, tamaño de faja, a la precisión deseada y a los accesorios que se solicitan adicionalmente.

Haremos el costeo para un sistema de pesaje para una faja transportadora de 18" con 2 puentes de pesaje y una precisión de 0.25%, con lo que se obtiene el precio inicial.

Ítem	Cnt.	Descripción	P.V. Total (\$)
1	2	Puente de pesaje	13.879,42
2	4	Pesas para calibración	286,61
3	1	Tacómetro	1.376,14
4	1	Integrador	4.012,51
9	1	Caja de conexiones	373,90

SubTotal (\$): 19.928,58
I.G.V. (18%): 3.587,15
***Total (\$):* 23.515,73**

5.2. Evaluación Costo-Beneficio

Ahora evaluamos el costo anual del error por pesaje que se puede corregir:

Sobre el proceso		
Horas x turno		8
Turnos x día		2
Días x semana		5
Semanas x año		45

<i>Horas anuales</i>		3600
----------------------	--	------

Sobre el producto

Costo producto x tonelada		\$ 6,00
Capacidad promedio ton x hora		800
<i>Procesamiento hora</i>		\$ 4.800,00
<i>Procesamiento año</i>		\$ 17.280.000,00

Sobre el error

Porcentaje de error		0,25%
---------------------	--	-------

Costo anual x error (entre 0.25% y 0.5%)		\$ 43.200,00
--	--	--------------

Como vemos, el sistema de pesaje se pagaría en el primer año de operación del equipo.

CONCLUSIONES

1. Mediante el presente informe, se consolidó la información del proceso para la correcta selección, dimensionamiento e instalación de equipos de pesaje continuo en fajas transportadoras.
2. Con este tipo de sistemas se consigue automatizar la totalización de los procesos, con lo que se obtiene inventarios precisos y en tiempo real.
3. Para la instalación de este tipo de equipos se deben considerar las recomendaciones del fabricante, en especial a lo que se refiere a la instalación mecánica y eléctrica, ya que estas son críticas para el perfecto funcionamiento del equipo.
4. La alineación de la estación requieren de mucha precisión, esto con el fin de obtener los resultados deseados de pesaje, ya que una mala alineación de rodillos afecta la lectura del peso del material.

BIBLIOGRAFIA

Textos y Manuales

1. Guía de aplicación de balanzas de banda – Siemens, Agosto 2003.
2. Manual de instrucción MSI – Siemens, Abril 2009.

Páginas Web

3. <http://www.siemens.com>
4. http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/Strain_Gages_2.pdf
5. <http://rts-auto.com/flyerbalanzamerrrick.pdf>

ANEXOS

Galgas Extensiométricas

El principio básico de una celda de carga esta basado en el funcionamiento de cuatro sensores **strain gage**, dispuestos en una configuración especial que se explicará en los párrafos siguientes.

1. Qué significa Strain?

Strain(tensión) es la cantidad de deformación de un cuerpo debido a una fuerza aplicada. Más específicamente, la tensión (ϵ) se define como el cambio fraccionario en longitud, según lo demostrado en el Figura 1.1. abajo.

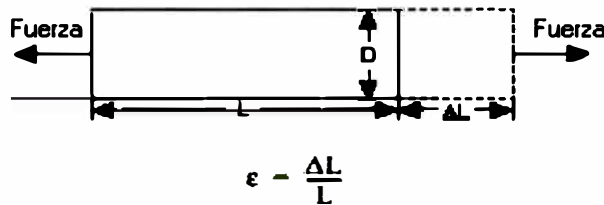


Figura 1.1. Definición de Strain

La tensión puede ser positiva (extensible) o negativa (compresiva). Aunque es adimensional, la tensión se expresa a veces en unidades tales como in./in. o mm/mm. En la práctica, la magnitud de tensión medida es muy pequeña.

La tensión se expresa a menudo como microstrain ($\mu\epsilon$), que es $\epsilon \times 10^{-6}$.

Cuando una barra es tensionada con una fuerza uniaxial, como en el cuadro 1, aparece un fenómeno conocido como Poisson, que es causado por la variación del espesor de la barra "D", la cual se contrae en la dirección transversal, o perpendicular a la fuerza. La magnitud de esta contracción transversal es una característica del material indicada por el cociente ν de Poisson. El cociente ν de Poisson de un material se define como el cociente negativo de la tensión en la dirección transversal (perpendicular a la fuerza) a la tensión en la dirección axial (paralelo a la fuerza), o $\nu = \epsilon_T / \epsilon$. El cociente de Poisson para el acero, por ejemplo, se extiende desde 0,25 a 0,3.

1.1 El Strain Gage(o galga de tensión)

Mientras que hay varios métodos de medir la tensión, el más común es con un strain gage, un dispositivo que su resistencia eléctrica varíe en proporción con la cantidad de tensión aplicada en el dispositivo. La galga más extensamente usada es la galga de tensión metálica consolidada.

El strain gage metálico consiste en un fino alambre o, más comúnmente, hoja metálica dispuesta en un patrón de rejilla. El patrón de rejilla maximiza la cantidad de alambre metálico u hoja conforme a la tensión en la dirección paralela (cuadro 2). El área representativa de la rejilla se reduce al mínimo para reducir el efecto de la tensión del esquileo y de la tensión de Poisson. La rejilla se enlaza a un forro fino, llamado el portador, que se une directamente al espécimen de la prueba. Por lo tanto, la tensión experimentada por el espécimen de la prueba se transfiere directamente a la galga de tensión, que responde con un cambio lineal en resistencia eléctrica. Las galgas de tensión están disponibles comercialmente con valores nominales de la resistencia desde 30 hasta 3000Ω, siendo 120, 350, y 1000Ω los valores más comunes en el mercado.

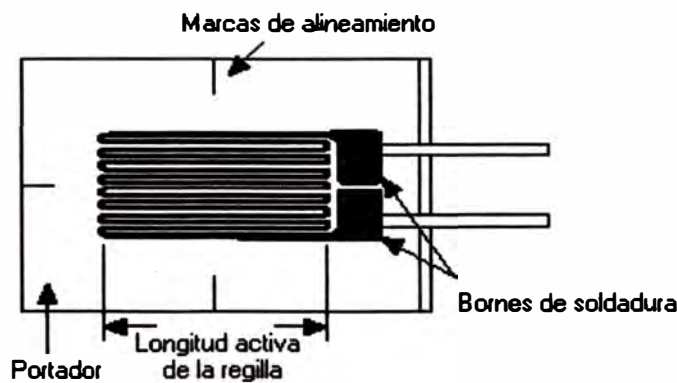


Figura 1. 2. Strain Gage metálico

Es muy importante que la galga de tensión esté montada correctamente sobre el espécimen de la prueba.

Un parámetro fundamental de la galga de tensión es su sensibilidad a la tensión, expresado cuantitativamente como el factor de galga (GF). Se define el factor de la galga como el cociente del cambio fraccionario en resistencia eléctrica al cambio fraccionario en la longitud (tensión):

$$GF = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\epsilon}$$

El factor de la galga para las galgas de tensión metálicas es típicamente alrededor 2.

1.3 Medición en Strain Gage

En la práctica, las medidas de la tensión implican raramente cantidades más grandes que algunos millistrain($\epsilon \times 10^{-3}$). Por lo tanto, medir la tensión requiere la medida exacta de cambios muy pequeños en resistencia. Por ejemplo, suponga que un espécimen de la prueba experimenta una tensión de $500 \mu\epsilon$. Una galga de tensión con un factor de la galga de 2 exhibirá un cambio en resistencia eléctrica de solamente $2 (500 \times 10^{-6}) = 0,1\%$. Para una galga de 120Ω , éste es un cambio de solamente $0,12 \Omega$.

Para medir tales cambios pequeños en resistencia, las galgas de tensión se utilizan casi siempre en una configuración puente con una fuente de excitación de voltaje. El puente general de Wheatstone, ilustrado abajo, consiste en cuatro brazos de resistencias con un voltaje de la excitación, V_{EX} , que se aplica a través del puente.

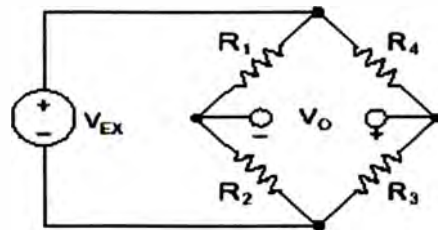


Figura 1. 3. Puente de Wheatstone

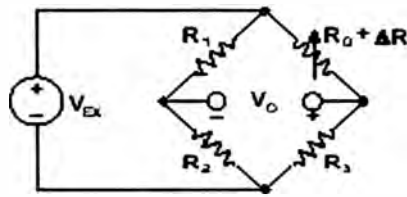
El voltaje del puente, V_o de la salida , será igual a:

$$V_o = \left[\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] \cdot V_{EX}$$

De esta ecuación, es evidente que cuando $R_1 / R_2 = R_4 / R_3$, el voltaje de salida V_o será cero. Bajo estas condiciones, se dice que el puente esta balanceado. Cualquier cambio en resistencia en cualquier brazo del puente dará lugar a un voltaje de salida distinto a cero.

Por lo tanto, si sustituimos R_4 en el cuadro 3 por una galga de tensión activa, cualquier cambio en la resistencia de la galga de tensión desequilibrará el puente y producirá un voltaje distinto a cero

de la salida. Si la resistencia nominal de la galga de tensión se señala como R_G , entonces el cambio de tensión inducido en la resistencia, ΔR , se puede expresar como $\Delta R = R_G \cdot GF \cdot \epsilon$. El asumir que $R_1 = R_2$ y $R_3 = R_G$, la ecuación del puente arriba se puede reescribir para expresar V_o / V_{EX} en función de la tensión (ver figura 4). Observe la presencia del $1/(1+GF \cdot \epsilon / 2)$ es el término que indica la no linealidad del cuarto-puente con respecto a la tensión.



$$\frac{V_o}{V_{EX}} = -\frac{GF \cdot \epsilon}{4} \left(\frac{1}{1 + GF \cdot \frac{\epsilon}{2}} \right)$$

Figura 1. 4. Circuito de cuarto puente

Idealmente, quisiéramos que el cambio en la resistencia de la galga de tensión se deba solamente a la respuesta de la tensión aplicada. Sin embargo, el material de la galga de tensión, también como el material del espécimen a el cual se aplica la galga, también responderá a los cambios en temperatura. Los fabricantes de la galga de tensión procuran reducir al mínimo la sensibilidad a la temperatura procesando el material de la galga para compensar en el rango de temperatura del material del espécimen para el cual se piensa la galga. Mientras que las galgas compensadas reducen la sensibilidad termal, no la quitan totalmente.

Usando dos galgas de tensión en el puente, el efecto de la temperatura puede ser reducido al mínimo más a fondo. Por ejemplo, el cuadro 5 ilustra una configuración de la galga de tensión donde está activa una galga ($R_G + \Delta R$), y una segunda galga es transversalmente colocada a la tensión aplicada. Por lo tanto, la tensión tiene poco efecto en la segunda galga, llamada la galga fantasma. Sin embargo, cualquier cambio en temperatura afectará ambas galgas de la misma manera. Porque los cambios de temperatura son idénticos en las dos galgas, el cociente de su resistencia no cambia, el voltaje V_o no cambia, y los efectos del cambio de temperatura se reducen al mínimo.

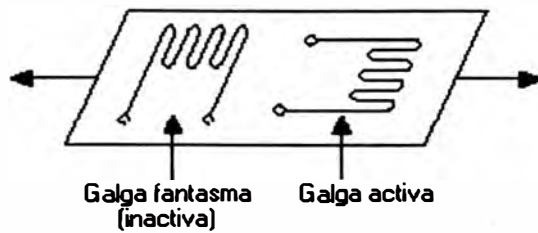


Figura 1. 5. Uso de la galga fantasma para eliminar los efectos de la temperatura

La sensibilidad del puente puede ser doblada haciendo ambas galgas activas en una configuración de mitad-puente. Por ejemplo, el cuadro 6 ilustra un uso de flexión de la viga con un puente montado en la tensión ($R_G + \Delta R$) y el otro montado en la compresión ($R_G - \Delta R$).

Esta configuración de mitad-puente, que su esquema circuital también se ilustra en el cuadro 6, posee un voltaje a la salida que es lineal y dobla aproximadamente la salida del circuito del cuarto-puente.

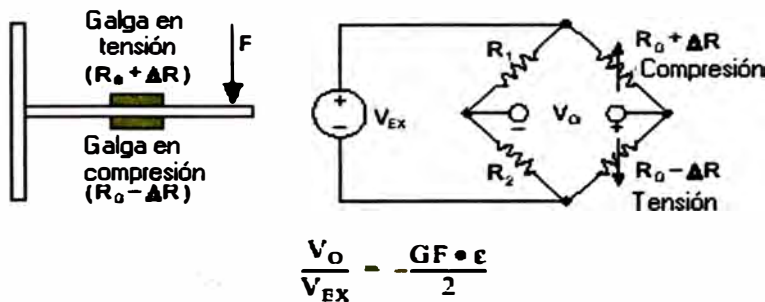
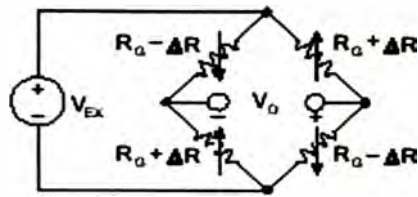


Figura 1. 6. Circuito de medio Puente

Finalmente, se puede aumentar la sensibilidad del circuito haciendo los cuatro brazos de las galgas de tensión activas en una configuración de puente completo. El circuito se muestra en la figura 1.7.



$$\frac{V_0}{V_{EX}} = -GF \cdot \epsilon$$

Figura 1. 7. Circuito de puente completo

Las ecuaciones dadas aquí para los circuitos de puente de Wheatstone asumen un puente inicialmente balanceado que genere la salida cero cuando no se aplica ninguna tensión. En la práctica sin embargo, las tolerancias de la resistencia y la tensión inducida por el uso de la galga generarán un cierto voltaje, llamado de offset . Este voltaje de offset inicial se maneja típicamente de dos maneras. Primero, es posible utilizar un circuito denominado offset-nulling especial, o balancing, para ajustar la resistencia en el puente y así reequilibrar este obteniendo una salida nula. Alternativamente, se puede medir la salida sin deformación del circuito y compensar en software.

Las ecuaciones dadas arriba para las configuraciones del cuarto, media, y de puente completo asumen que la resistencia del alambre es insignificante. Mientras que no hacer caso de estas resistencias puede ser beneficioso para entender los fundamentos de las medidas de la galga de tensión, pero hacer tal suposición en la práctica puede ser una fuente de error importante. Por ejemplo, considere la conexión de dos hilos de una galga de tensión demostrada en la figura 1.8a. Suponga que cada alambre conectado con la galga de tensión es de 15m de largo con una resistencia R_L igual a 1Ω .

Por lo tanto, se agregan 2Ω de resistencia a ese brazo del puente. Además de agregar un error compensado, la resistencia también desensibiliza la salida del puente.

Se puede compensar este error midiendo la resistencia R_L y teniéndola en cuenta en los cálculos de la tensión. Sin embargo, un problema más difícil se presenta en los cambios en la resistencia debido a las fluctuaciones de la temperatura. Según los coeficientes típicos dados de la temperatura para el alambre de cobre, un cambio leve en temperatura pueden generar un error de medida de varios $\mu\epsilon$.

Usar una conexión del tres-alambre puede eliminar los efectos de la resistencia variable del alambre porque las resistencias afectan las ramas adyacentes del puente. Según lo considerado en la figura 1.8b, los cambios en la resistencia, R_2 , no cambian el cociente de las

ramas R_3 y R_G del puente . Por lo tanto, cualquier cambio en la resistencia debido a la temperatura se cancela.

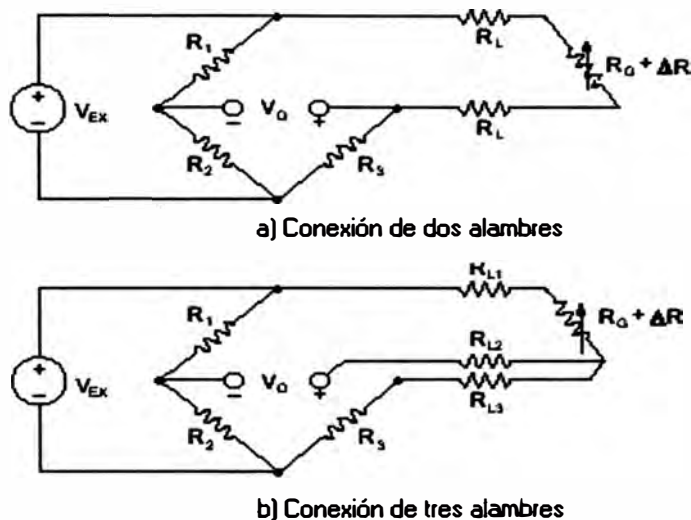


Figura 1. 8. Conexión de dos y tres alambres en circuito de cuarto Puente

1.4 Acondicionamiento de señal para Strain Gages

La medida de la galga de tensión implica la detección de cambios extremadamente pequeños en resistencia. Por lo tanto, la selección y el uso apropiados del puente, del condicionamiento de señal, y de los componentes de la adquisición de datos es necesario para obtener medidas confiables. Para asegurar medidas exactas de la tensión, es importante considerar lo siguiente:

- Terminación del Puente
- Excitación
- Sensado Remoto
- Amplificación
- Filtrado
- Offset
- Calibración Shunt

Terminación del puente - a menos que se esté utilizando un sensor de galga de tensión de lleno-puente con cuatro galgas activas, se necesitará terminar el puente con resistores de referencia. Por lo

tanto, los acondicionadores de señal de la galga de tensión proporcionan típicamente las redes de la terminación de mitad-puente que consisten en resistores de alta precisión (de referencia). En el cuadro 9 se muestra el diagrama del cableado de un circuito de galga de tensión de mitad-puente con un acondicionador que posee los resistores R_1 y R_2 de terminación.

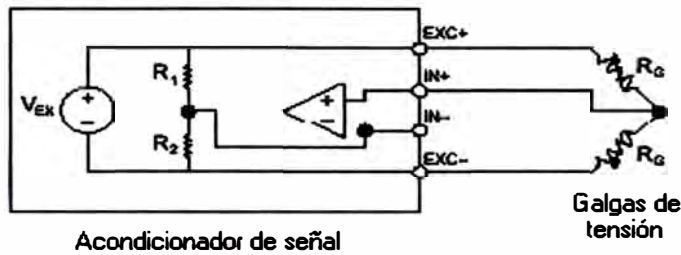


Figura 1. 9. Circuito de conexión de medio puente

Excitación - los acondicionadores de señal de la galga de tensión proporcionan típicamente una fuente constante del voltaje para accionar el puente. Mientras que no hay un nivel de tensión estándar en la industria, los niveles comunes de excitación están entre 3 y 10 V. Mientras que un voltaje más alto de la excitación genera un voltaje proporcionalmente más alto de la salida, el voltaje más alto puede también causar errores más grandes debido a self-heating.

Sensado Remoto - Si el circuito strain gage esta ubicado lejos del acondicionamiento de señal y de la fuente de excitación, una posible fuente de error es la caída de tensión causada por la resistencia de los cables que conectan la excitación con el puente. Por lo tanto, algunos acondicionadores de señal incluyen un accesorio llamado remote sensing para compensar este error. Los cables del sensor remoto son conectados en el punto donde se conectan los cables de la excitación con el circuito puente. Los alambres extras del sensado sirven para regular la fuente de excitación a través de la realimentación negativa del amplificador, compensando la pérdida en los alambres y entregando al puente el voltaje necesario.

Amplificación - La salida del strain gage y del Puente es relativamente pequeña. En la practica la mayoría de los puentes strain gage tienen una salida menor que 10 mV/V (10 mV de salida por volt de excitación). Con 10 V de excitación, la salida será de 100 mV. Por lo tanto, el acondicionamiento de señal del strain gage generalmente incluye amplificadores para aumentar el nivel de señal,

incrementando la resolución de la medida y mejorando la relación señal a ruido.

Filtrado Los strain gages están a menudo en lugares eléctricamente ruidosos, por lo tanto deben ser capaces de eliminar el ruido que pueda acoplarse a estos. Filtros pasa –bajos usados en conjunto con los strain gage, pueden eliminar el ruido de alta frecuencia que prevalece en ambientes ruidosos.

Anulación del offset – Cuando se instala un puente es muy improbable que su salida sea exactamente cero cuando no tiene ninguna fuerza aplicada. Pequeñas variaciones entre las resistencias de las ramas del puente generaran una salida inicial distinta de cero. La anulación del offset puede realizarse por hardware o software.

1.Compensación por software – con este método se toma una medida inicial antes de que alguna fuerza sea aplicada, y se usa este offset para compensar medidas posterior. Este método es simple, rápido, y no requiere ajuste manual. La desventaja de este método es que no elimina el offset del Puente. Si el nivel del offset es demasiado grande, este limita la ganancia del amplificador que se aplica a la tensión de salida, limitando entonces el rango dinámico de la medida.

2.Circuito de anulación de offset – El Segundo método usa una resistencia ajustable, o potenciómetro, que ajusta físicamente la salida del puente a cero. Variando la resistencia del potenciómetro se puede controlar el nivel de la salida del Puente y llevar su salida inicial a cero volt

Shunt Calibración – El procedimiento normal para verificar el sistema de medida relativo a una entrada mecánica, o fuerza predeterminada, es llamada calibración shunt. La calibración shunt implica simular una fuerza de entrada, cambiando la resistencia de una de las ramas del puente por un valor conocido. Esto es efectuado conectando un gran resistor de valor conocido en una de las ramas del Puente, produciendo así un ΔR conocido. La salida del puente puede entonces ser medida y comparada con el valor de voltaje esperado. Los resultados son usados para corregir todos los errores a lo largo de la medición o para simplemente verificar la operación general ganando confianza en el setup.

Cuestionario de selección – Básculas de cinta

Instrucciones: Para desplazarse dentro de la hoja de datos, utilice la tecla TAB o el mouse. Para seleccionar una casilla haga clic sobre el mouse o pulse la barra espaciadora. Para seleccionar las unidades haga clic en el menú desplegable.

Información sobre el usuario

Contacto: _____ Completado por: _____
 Compañía: _____ Fecha: _____
 Dirección: _____ Comentarios sobre la aplicación: _____
 Ciudad: _____ País: _____
 Código postal: _____ Teléfono: _____
 E-mail: _____ Fax: _____

Material

Material medido: _____ Tamaño de particular: _____ mm

Corrosividad del material: Alta Moderada No corrosivo

Transportador (proporcione esquema si posible) Esquema provisto

Aplicación: Inventarios Descarga Control Mezcla Apto para la facturación

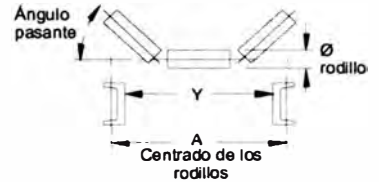
Dosificación: _____ mínimo t/h Precisión requerida: + / - _____ %
 _____ máximo t/h

Alimentación constante: Sí No Lado accesible (sentido de mov. de la cinta): Izquierdo Derecha Ambos

Clasificación eléctrica aplicable (báscula): _____

Perfil: Horizontal Inclinado/Declinado _____ grados Inclinación variable _____ grados Curvo

Velocidad de la cinta: _____ mínimo m/seg.
 _____ máximo m/seg.



Longitud de la cinta: _____ mm Ancho (cinta): _____ mm

Ø de los rodillos: _____ mm Ø polea de cola: _____ mm A = _____ mm

Ángulo pasante: _____ grados Espacio (rodillos): _____ mm Y = _____ mm

Funciones integrador

(Marque todo lo aplicable)

Alimentación disponible: _____

Entradas requeridas:

- 4 ... 20 mA (especificar): _____
- PID
- LVDT
- Celdas de carga (nombre): _____

Salidas requeridas:

- 4 ... 20 mA
- PID
- Remote totalizer
- Relés (nombre): _____

Comunicaciones:

- AB Remote I/O
- DeviceNet
- PROFIBUS DP
- RS-232 / RS-485 Modbus

Instrumentos propuestos: _____

Báscula de cinta recomendada: MBS MUS MCS MSI MMI MLC WD600

Modelo recomendado: Acero dulce pintado Inox 304 Inox 316 Otros (especificar) _____

Illinois, Indiana, Iowa, and Lower Michigan
Phone: 800-953-7626 • 630-595-2386
Fax: 630-595-2386

Lesman Instrument Company
www.lesman.com
sales@lesman.com

Wisconsin, and Upper Peninsula Michigan
Phone: 800-837-1700 • 262-923-1790
Fax: 262-923-1797

V05.2006

433 **L**



LESMAN
Instrument Company
www.lesman.com

Chicagoland Office
Phone: 800-953-7626
Fax: 630-595-2386
E-mail: sales@lesman.com

Milwaukee Area Office
Phone: 800-837-1700
Fax: 262-923-1797

Contact: _____ Ext. _____

Name: _____

Company: _____

Street: _____

City: _____ State: _____ Zip: _____

Phone: (____) _____ Fax: (____) _____

E-mail Address: _____

This is a: Request for Quote Order: PO# _____

Quantity Needed: _____ Date Required: ____/____/____

Shipping Method: _____ Partial Accepted: Yes No

SIEMENS

Belt Scale Application Datasheet

Project ID/Name: _____

Material: _____

Density: _____ PCF

Capacity: _____ TPH

Belt Speed: _____ FPM

Belt Width: _____ Inches

Belt Length: _____ Feet

Trough Angle: _____ Degrees

Idler Diameter: _____ Inches

Idler Spacing: _____ Feet

Incline Angle: _____ Degrees

Tail Pulley Diameter: _____ Inches

Accuracy Required: _____ (%) (+ or -)

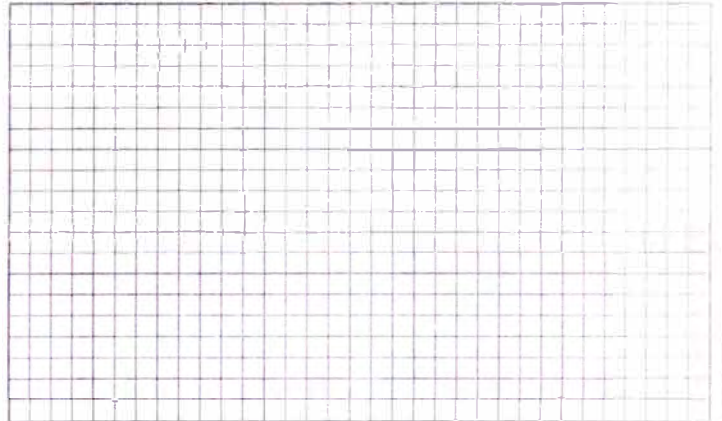
Integrator Model Preferred: _____

Belt Scale Model Preferred: _____

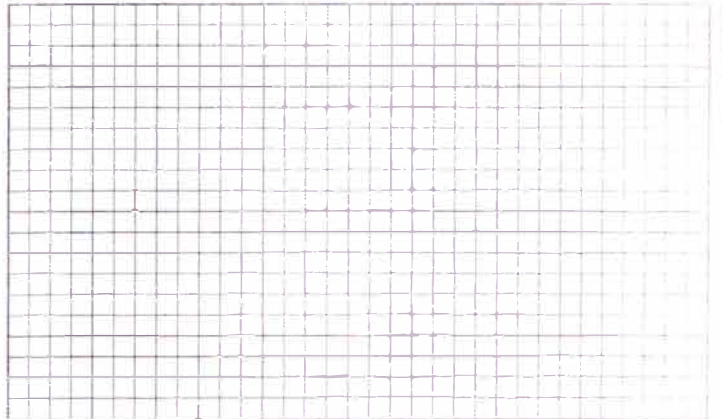
Additional Comments:

Provide a dimensional sketch or attach dimensional drawings.

TOP VIEW



SIDE VIEW



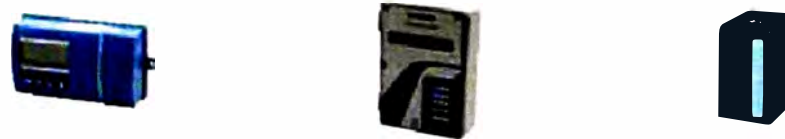
Configuration
Datasheets

La estructura habitual de una báscula de cinta consiste en un puente de pesaje soportado por células de carga, un integrador de pesaje y un sensor de velocidad. Con la amplia gama de instrumentos de Siemens se dispone del sistema de pesaje óptimo para casi todo tipo de tareas. Además, múltiples modelos de accesorios de calibración e instrumentos periféricos para diferentes aplicaciones.

Básculas de cinta



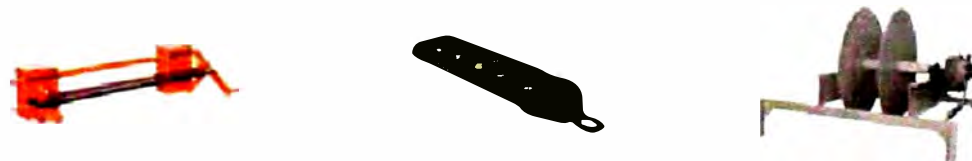
Integradores



Sensores de velocidad










Accesorios para básculas de cinta



Accesorios para transacciones comerciales



	Uso industrial de carga ligera; Industria alimentaria		Uso industrial de carga media			Uso industrial de carga pesada	
	Miltronics MLC	Miltronics	Miltronics MBS	Miltronics MUS	Miltronics MCS	Miltronics MSI	Miltronics MMI
							
Nº de pedido:	7MH7125	7MH7185	7MH7121	7MH7123	7MH7125	7MH7122	7MH7122
Industrias típicas	Piensos para animales, fertilizantes, procesamiento de alimentos, tabaco	Alimentaria, farmacéutica, tabaco	Áridos, grava, piensos para animales, minerales	Áridos, agricultura, minería, acero, quinaria	Áridos, grava, renovación de instalaciones	Cemento, productos químicos, carbón, procesamiento de alimentos, tratamiento de minerales, minería	Cemento, productos químicos, carbón, procesamiento de alimentos, tratamiento de minerales, transacciones con verificación obligatoria
Aplicaciones típicas	Industrias secundarias	Control de proceso y de descarga: carga ligera-media	Áridos: carga media	Áridos: carga media-alta	Trituradoras móviles, renovación de básculas, clasificadoras	Uso industrial de carga pesada: control de procesos y de descarga	Diseño de rodil o múltiple: uso industrial de carga pesada para control de proceso y de descarga
Precisión*	±0,5 ... 1%	±0,5 ... 1%	±1%	±0,5 ... 1%	±0,5 ... 1%	±0,5% (mín.)	MMI-2: ±0,25% MMI-3: ±0,125%
Rango especificado	25 ... 100%	25 ... 100%	33 ... 100%	25 ... 100%	25 ... 100%	20 ... 100%	MMI-2: 20 ... 100% MMI-3: 25 ... 100%
Velocidad máx. de la cinta*	2 m/s (400 ppm)	2 m/s (400 ppm)	3 m/s (600 ppm)	3 m/s (600 ppm)	4 m/s (800 ppm)	5 m/s (1000 ppm)	5 m/s (1000 ppm)
Capacidad máxima	50 t/h (55 STPH)	50 t/h (55 STPH)	1900 t/h (1650 STPH)	5000 t/h (5500 STPH)	2400 t/h (2640 STPH)	12000 t/h (13200 STPH)	12000 t/h (13200 STPH)
Homologaciones	CE, C-TICK	CE, C-TICK Cumple con los requisitos de las normas FDA/USDA para procesamiento de alimentos	CE, C-TICK	CE, C-TICK	CE, C-TICK, ATEX, CSA, FM, IECEx	CE, C-TICK, SABS, Measurement Canada, NIML, MID, ATEX, IECEx, CSA, FM	CE, C-TICK, NTEP, Measurement Canada, OMI, MID, ATEX, IECEx, CSA, FM

* Precisión sujeta a instalaciones aprobadas: el peso totalizado de la báscula de cinta se encontrará dentro de los límites de precisión definidos si se compara con una muestra de material de peso conocido. El caudal de ensayo debe estar dentro del rango especificado de la capacidad máxima y debe mantenerse constante durante el ensayo. La muestra mínima de material debe corresponder a una muestra obtenida a caudal de ensayo durante un lapso de tiempo equivalente a tres vueltas de la cinta transportadora (o diez minutos de servicio (el valor más alto)).



PESAJE DINÁMICO
**BALANZA DE FAJA
 TRANSPORTADORA**

CAPACIDADES DE HASTA 11, 000 TPH
 Y ANCHO DE FAJA DE HASTA 84"

DISEÑO CERTIFICABLE

La balanza de faja modelo 475 está diseñada para cumplir o exceder los requisitos de precisión del National Institute of Standards and Technology (NIST) Handbook 44.

Fiabilidad

Diseño libre de mantenimiento. La transmisión de peso por paralelogramo elimina todos los rodamientos, ejes y los puntos de fricción que pueden distorsionar o alterar la precisión del equipo.

Fácil Instalación

Bujes de suspensión ajustable en el módulo de pesaje y los brazos de polin ajustables en la estación de polines ajustables de Merrick, permiten la alineación de manera rápida y precisa sin la necesidad de laines o herramientas especiales.

Flexible

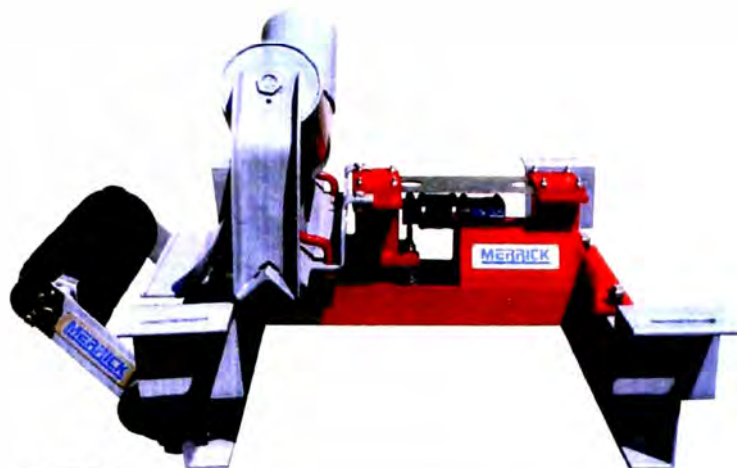
Si su exactitud requiere aumentarse en el futuro, simplemente aumente otro módulo de pesaje en serie al módulo existente (cuatro unidades máximo) para incrementar su exactitud en el pesaje.

Repetibilidad

La innovadora suspensión de paralelogramo del módulo de pesaje no está influenciada por lo descentrada que esté la faja o la carga en la faja, lo cual resulta insuperable en la estabilidad de la medición del peso.

Experiencia

Merrick es el inventor y reconocido pionero en los sistemas de pesaje en faja desde 1908.



Balanza de Faja Modelo 475

Precisión

Basándose en un peso totalizado sobre un 35 a 100% de la capacidad de diseño, calibrado con material e instalado de acuerdo a las instrucciones y guías de Merrick.

+/-0.5%	Un Módulo de pesaje con una estación de polines comercial.
+/-0.25%	Un Módulo de pesaje con una estación de polines ajustables de precisión Merrick.
+/-0.25%	Dos módulos de pesaje con estaciones de polines comerciales.
+/-0.125%	Tres o cuatro módulos de pesaje con estaciones de polines ajustables de precisión Merrick (para instalaciones NTEP o certificables +/- 0.25%)

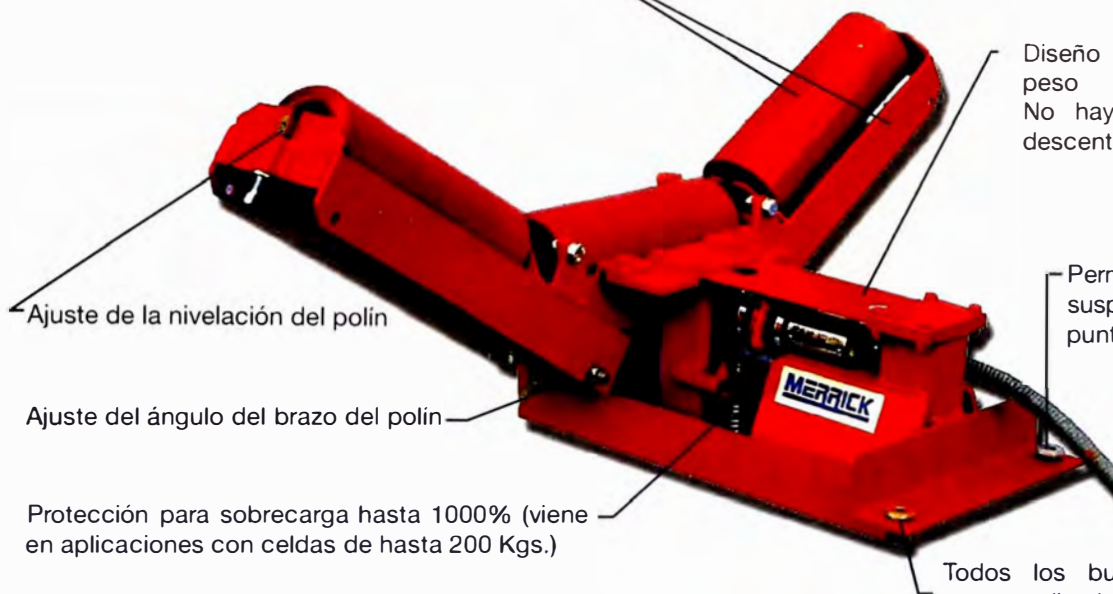


RTS
 AUTOMATION S.A.C.
 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL
 Y CONTROL DE PROCESOS

Detalles del producto



Opcional "Merrick Precision Idler", permite una nivelación rápida, sencilla y precisa



Diseño de transmisión de peso por paralelogramo. No hay problema con carga descentrada.

Permite nivelar la altura de la suspensión mediante estos tres punto de ajuste

Ajuste de la nivelación del polín

Ajuste del ángulo del brazo del polín

Protección para sobrecarga hasta 1000% (viene en aplicaciones con celdas de hasta 200 Kgs.)

Todos los bujes y tornillos ajustables son anodizados para la resistencia a la corrosión. Versión en acero inoxidable son disponibles.

Especificaciones técnicas

Protección de sobrecarga	Infinito (tope mecánico) para modelos con celdas de carga de 35, 100 y 200 Kg, adicionalmente las mismas celdas de cargas también tienen protección contra sobrecarga.	
Caja de conexiones	Permite la conexión de hasta cuatro módulos de pesaje y el sensor de velocidad.	
Vigas de montaje	Fabricado de canal estructural en acero al carbono, pre agujerado para instalar el módulo de pesaje sobre el bastidor del transportador. Se suministra dos vigas por módulo de pesaje.	
Ancho de Banda	35, 100, 200 Kg	12" (305) a 54" (1372)
	350, 1000, 2000 Kg	42" (1067) a 84" (2134)
Calibración	Electrónica, pruebas con material, cadenas de calibración (opcional) o pesas (opcional)	

Complementos del producto

Genetix

Genetix es la última línea de controladores para balanzas de faja y dosificadores gravimétricos de Merrick. El módulo principal del Genetix (GCM) se puede configurar con varias pantallas (LCD o gráfica a color) e interfaces que le permite un buen desempeño para una instalación simple de pesaje o un complejo sistema multi-dosificador.

GCM (Genetix) estándar incluye:

- (02) Entradas de celda 24-bit A/D (16 millones divisiones)
- (02) Entradas y (01) salida analógicas aisladas
- (04) Entradas y (04) salidas digitales.
- Doble entrada de sensor de velocidad
- Algoritmo PID incorporado para control de peso.

Protocolos de comunicación estándar:

- Protocolo Scale Net de Merrick
- Modbus ASCII
- Modbus RTU
- Allen Bradley DF-1



Oficina Lima

Jr. Huaraz 1882 - Distrito de Breña
 Central : (511) 628 0090
 Fax : (511) 628 0093
 Email : info@rts-auto.com

Oficina Arequipa

Calle Francisco Ibañez 103A - Umacollo
 Central : (51) 054 612270
 Ventas : (51) 054 612271



RTS
 AUTOMATION S.A.C.
 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL
 Y CONTROL DE PROCESOS



Viatech Pty Ltd

INFORMATION

SHEET

**BELT WEIGHING
SYSTEMS**

**GUIDELINES FOR WEIGHTOMETER
MECHANICAL ALIGNMENT**

To achieve the best possible results from your weightometer a number of issues must be addressed in respect of its mechanical installation.

The major factors are:

- i) Vertical Alignment
- ii) Horizontal Idler Spacing
- iii) Horizontal Alignment
- iv) Idler Frame and Roller Selection
- v) Weigh frame Location

In most cases the maintenance of the device will only need to consider the first three factors as iv) and v) will have been an engineering decision made prior to installation. A few points are raised on these topics to assist where relocation is being considered.

The majority of the issues are "common-sense" and a consideration of how the weightometer works will provide an insight into the reasons for various do's and don'ts and the relative importance of each process.

The belt weigher consists of one or more sensing idler frames and associated rollers which transmit the downward force of the burden onto a load cell.

VERTICAL ALIGNMENT

It is obvious that the height of the sensing idler frame(s) must be consistent with those either side or it will experience forces which will either be,

- a) too great compared to the flow rate if the sensing idler is high
- b) too small compared to the flow rate if the sensing idler is set low.

Considering the a) situation the belt will "zero" correctly but any change in tension will be reflected as a zero shift.

As the applied flow rate increases a "side impact" vector will produce a downward force on the sensing idler additional to the desired force, this will cause serious non-linearity.

In the b) case the belt may not zero correctly, if the idler frame is losing contact with the belt very large zero errors may occur.

As the applied flow rate increases there is likely to be a rapid increase in sensed force as the belt "sits down" on the sensing idler, depending on belt speed and tension there may also be a tendency for material to "fly" over the weighing area.

In any event with appreciable vertical misalignment the device will read in a non-linear fashion.

To obtain the best chance of a stable zero and linear response the weigh frame idler(s) and up to six frames either side should be string lined to achieve as near as possible the same belt contact.

Where the stringers curve or are inconsistent due to being separate modules the weighing section should be as "flat" as possible (sense idlers plus 2 each side) and then a gradual transition can be made to pick up the average lead in and retreat heights, if needed the weightometer and associated idlers may be installed slightly higher than the remainder of the conveyor to achieve reliable contact.

A simple test of alignment can be made by rotating the rolls by hand, the torque required to turn each roll should be very similar, very small vertical alignment errors produce large and easily assessed torque changes.

The "absolute" test of vertical alignment is to vary the belt tension and observe the system zero, a perfect alignment will result in no appreciable change in the zero point.

A "high" installation will result in the zero tracking the tension and the converse will occur with a "low" weigh frame.

HORIZONTAL IDLER SPACING

Since the advent of chain calibrations this item has dropped slightly in significance. The "absolute" geometry of the system is critical when static weight calibration techniques are used since the distances between and relative to the various parts of the frame determine its "mechanical gain". A chain calibration avoids dependence on these "constants" and can achieve good results even with minor horizontal alignment errors.

Where the burden is consistent and lump sizes relatively constant and well distributed the horizontal alignment is relatively tolerant of errors. If the burden varies significantly and has irregular or cyclic load distribution, horizontal alignment again becomes more of an issue.

It is important with irregular loading that the "entry" and "exit" signal from a given portion of the burden be the same. If the inter-idler spaces are variable it is possible to have cyclic or random loadings which will produce a higher or lower nett force on the weigh frame depending on the load pattern.

In general an accuracy of +/- 5mm in one metre should be considered an acceptable target in practice and a deviation of +/- 1 or 2 mm the accuracy of a new or moved installation.

HORIZONTAL ALIGNMENT

The horizontal spacing naturally includes the need to have the idler frames parallel. In practice the accuracy of the idler alignment is most important nearest the sensing idlers and some relaxation of the limits is acceptable at the more remote ends of the installation.

The sensing idler (s) and two frames either side should be considered the most important and an attempt made to install and maintain these as close to the ideal as possible with diagonals as closely matched as possible.

IDLER FRAME AND ROLLER SELECTION

The best approach here is "be consistent", it is vital that the weighing operation is non-invasive.

If the weighing system causes a change in belt profile, height, support or elasticity it is inevitable that the system will be producing outputs in response to these factors as well as the desired information on material flow.

Many years ago, weighing systems consisted of a number of mechanical linkages which transmitted forces from the weigh frame to the final integrating mechanism. These devices had very limited ability to respond quickly to load changes and were susceptible to producing incorrect readings if subjected to vibration, quite simply they were non-linear at any but very low frequencies.

These problems were solved in part by installing "weighing idlers" which at the time were of a high standard and had balanced - true running rollers.

The concept of "weighing idlers" has become an anachronism with the advent of electronic load cells which have eliminated virtually all the mechanical linkages and have a frequency response many times that required to resolve all but the most severe background noise. Roller imbalance or even considerable shaking which would have been disastrous to the mechanical devices of the past no longer require attention except in extreme, special cases.

The so called "weighing idler" is often of different construction and "spring constant" to the other idlers, is often at a slightly different trough angle and many are "in line" where the other idlers are offset. All these differences cause the material to produce erroneous signals at the weightometer. due to its distribution or path being disturbed as it transits the weightometer.

The use of "jacking screws" to adjust the alignment is a totally useless and counter-productive operation unless the conveyed load is only a tiny fraction of the idlers rated capacity, the huge difference in spring constant these can produce will result in a non-linear and often drift prone system.

Frames using jacking screws also require alignment using seven string lines, instead of the usual three, as they introduce extra and unnecessary variations, experience shows that "run of production" offset frames will provide a better idler to idler match in all the important areas and will be far simpler to install and maintain.

It is interesting to note that the spring constant whilst of extreme importance to the weightometer is not a measured or design feature for the idler manufacturers, they cannot offer any match for this factor between idlers of different construction or even estimate relative stiffness.

WEIGHFRAME LOCATION

The belt to roller interface is the critical point in any weightometer installation. Anything which causes this interface to vary will influence the results.

Convex or Concave curves near the weigh frame will cause belt lift or pull down which will vary with load and belt tension.

Installation too close to a feed point will have the material settling as it transits the weightometer and causing errors due to material movement in the vertical plane.

Steering idlers within sometimes considerable distances (up to 20 frames) can cause substantial errors.

The transition from impact to standard rolls will cause material shifts which will affect the weightometer if the material is still settling when it reaches the weigh frame.

Locations where stackers or trippers vary the belt line can produce very large errors.

Other traps include positions where dust suppression sprays will cause errors or where wind is significant.

An often forgotten variable, belt tension, can cause massive errors, always select an installation point for minimum belt tension or minimum belt tension changes.

Belt weighing systems work best with lower belt tension, installations nearer the head end of a simple inclined conveyor will produce much less accurate results than those near the tail.

SUMMARY

All of the above issues are important. It is often found that engineering or design requirements cause conflicts between the various factors, common sense and experience are the best tools.

A trade-off between locations can be achieved in many cases. For instance it may be necessary to install closer to a feed point to avoid a curve in the structure. In all cases the relative merits and potential installation and maintenance problems should be assessed.

For example a curve can cause many times the error of moving the weighing section nearer the feed point the curve would cause errors in a non-repeatable and non-linear fashion whereas proximity to a feed point may cause an error which could be "corrected out" by empirical calibration.

If doubt exists it may be best to have a site inspection before and then obtain some supervision during the alignment.