



D-10497



T
697.507
L864
C2.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

BIBLIOTECA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Selección e instalación de un sistema de calefacción para una máquina de impresión por hueco grabado

Informe Técnico

Previa a la obtención del Título de

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

JOSE ANTONIO LOPEZ GOMEZ

Guayaquil - Ecuador

1991

AGRADECIMIENTO

Al Ing. MANUEL HELGUERO; Director de Informe Técnico, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.



DEDICATORIA

A MIS PADRES,
A MI ESPOSA E HIJO.

DECLARACION EXPRESA



Declaro que:

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual a la Escuela Politécnica del Litoral".

(Reglamento de Educación mediante la elaboración de Informes Técnicos).

José López.



A handwritten signature in black ink, appearing to be "Nelson Cevallos", is written over the typed name.

Ing. Nelson Cevallos
DECANO FIM

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Manuel Helguero", is written over the typed name.

Ing. Manuel Helguero
DIRECTOR INF. TEC.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Jorge Duque", is written over the typed name.

Ing. Jorge Duque
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

1. ANTECEDENTES

2. LA IMPRESION POR HUECO GRABADO

2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

2.2 PARAMETRO DE OPERACION DE LA MAQUINA

2.3 INFLUENCIA DE LOS MATERIALES A SECAR

3. SELECCION DEL CALDERO

3.1 UBICACION DEL SISTEMA CON RELACION A LA MAQUINA

3.2 CALCULO DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL SISTEMA

3.3 SELECCION DEL CALDERO

3.4 CALCULOS DE DUCTOS Y ACCESORIOS

4. INSTALACION DEL SISTEMA Y PUESTA A PUNTO

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RESUMEN

En el presente informe técnico hago constar datos y criterios que utilicé para la selección de un sistema de calefacción con un fluido diferente al agua, aire y vapor.

La empresa COLUMURAL se introduce en el campo de la elaboración de envases flexibles, para lo cual adquiere una máquina de impresión por hueco grabado de ocho colores.

Como Jefe de Mantenimiento de la Compañía se me dá la responsabilidad de seleccionar un sistema de calefacción que satisfaga las condiciones de máquina y además sea seguro y económico.

El trabajo que realicé se basó en analizar las diferentes condiciones de impresión ya sea ésta en papel, celofán, aluminio, P.V.C. Para los parámetros de máquina como son: velocidad máxima de operación y el tipo de tinta que se va a utilizar.

Una vez determinado todos los parámetros me concentré en la selección del sistema de calefacción, para lo cual tuve como dato de partida el caudal del aire del ventilador en la cámara de secado. Luego continué haciendo un balance de energía para determinar el calor ganado por el aire y que va a ser el calor que necesita cada cámara para secar la tinta impresa en el papel.

Determinado el calor total que necesita la máquina hice la selección del caldero tomando en cuenta además del poder calorífico, consideraciones económicas, problemas de mantenimiento, facilidades de operación y eficiencia del equipo. Posteriormente se procedió a la ubicación e instalación de todo el sistema, para luego realizar las respectivas pruebas de funcionamiento y operación cumpliendo todas las exigencias anteriormente citadas.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

La mayoría de los procesos industriales requieren un aporte de calorías y para este suministro se utiliza generalmente el aire, el agua y el vapor como líquidos exportadores, los cuales presentan, sin embargo los siguientes inconvenientes:

El aire exige grandes superficies de intercambio y por consiguiente, los intercambios son voluminosos.

El agua tiene un buen coeficiente de intercambio, pero para alcanzar las temperaturas requeridas se necesitan presiones elevadas.

El vapor exige también presiones elevadas para lograr las temperaturas requeridas, y, además cuando se utiliza el vapor se hace imprescindible el tratamiento de agua, la instalación de purgadores, la protección contra congelamiento y otros aditamentos. Todos estos accesorios indispensables ocasionan gastos de mantenimiento suplementarios inherentes al sistema.

El generador de fluido térmico, responde a las exigencias de la industria moderna en donde la utilización de un fluido de transferencia de calor, distinto del agua, lleva a trabajar con técnicas que hoy en día se conocen y dominan completamente. Además, las instalaciones son simples, resistentes y seguras.

Este generador alcanza temperaturas de hasta 350°C, de una amplia gama de fluido térmico en fase líquida a la presión atmosférica, estos nuevos fluidos permiten la realización de instalaciones muy sencillas, con un principio análogo al de la calefacción central con bomba de circulación, sin riesgo de corrosión o depósitos de incrustaciones.

Se ha seleccionado el caldero de forma que pueda responder a las exigencias de la utilización de fase líquida de todos los fluidos térmicos que existen actualmente, tanto los derivados del petróleo como los sintéticos.



CAPITULO II

LA IMPRESION POR HUECO GRABADO



2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

Siendo realmente el motivo de mi informe técnico hacer el cálculo de una unidad de calentamiento de aceite térmico, la transportación de este fluido térmico y la transferencia de calor hacia el aire que es utilizado en la máquina de hueco grabado para secar el papel que se está procesando, vale la pena hacer en primer lugar una descripción del proceso de hueco grabado.

El hueco grabado es un proceso moderno de impresión utilizado principalmente en envoltura de productos que se venden en el mercado, con un sistema de impresión directa (figs. 2.1 - 2.2) mediante el uso de un cilindro grabador que se pone en contacto y que imprime directamente sobre la cinta de papel presionada entre este cilindro y otro de contrapresión, lo cual se repite sucesivamente en cada unidad y que con el lapso de tiempo entre una unidad y otra debe secarse completamente sin deteriorarse. El sistema de hueco es una impresión en bajo relieve, esto es, la imagen de lo que se va a imprimir queda ligeramente sumergida con respecto a los blancos, este sistema adquiere la cantidad de tinta necesaria, lo cual hace que la impresión sea nítida, además alcanza efectos especiales que con cualquier otro sistema no se lo podría dar. Al afrontar el estudio del procesamiento de hueco grabado, es preciso considerar, como punto de partida, la llegada del material a las distintas secciones, y deseando describir el ciclo de trabajo en este procedimiento de impresión, es necesario explicar las distintas fases y por consiguiente, los distintos departamentos, estos en orden de elaboración son: fotografía, retoque, montaje, grabado e impresión, que está descrito a continuación en un cuadro de proceso.

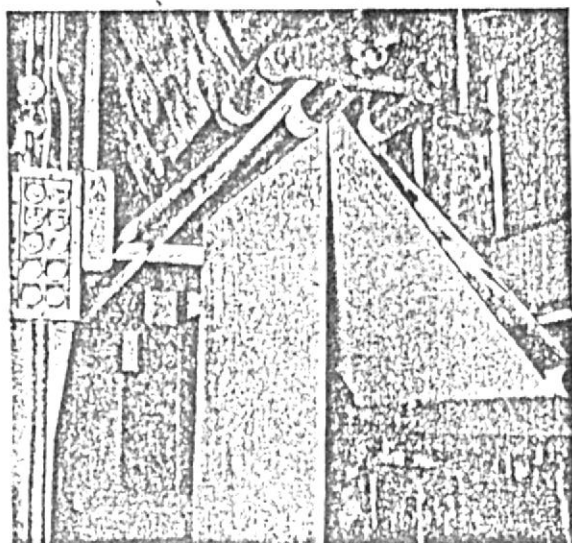


Fig. 2.1 Entrada de la cinta de papel en el elemento de impresión.

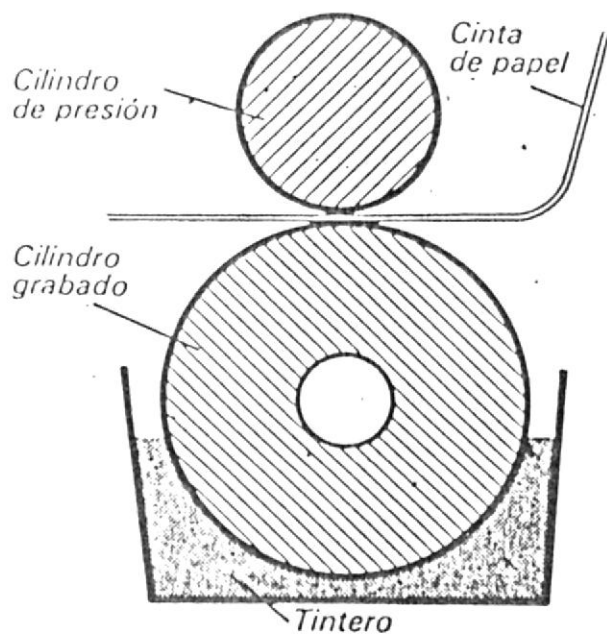
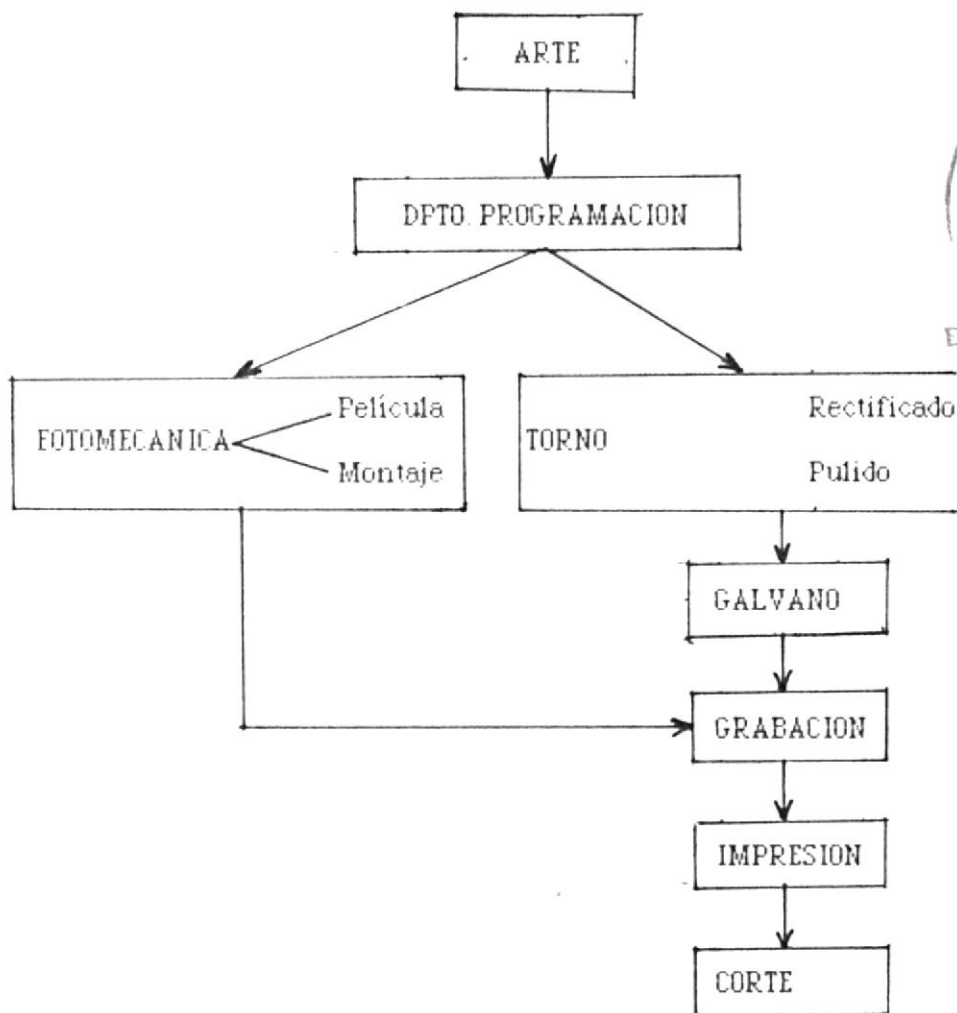
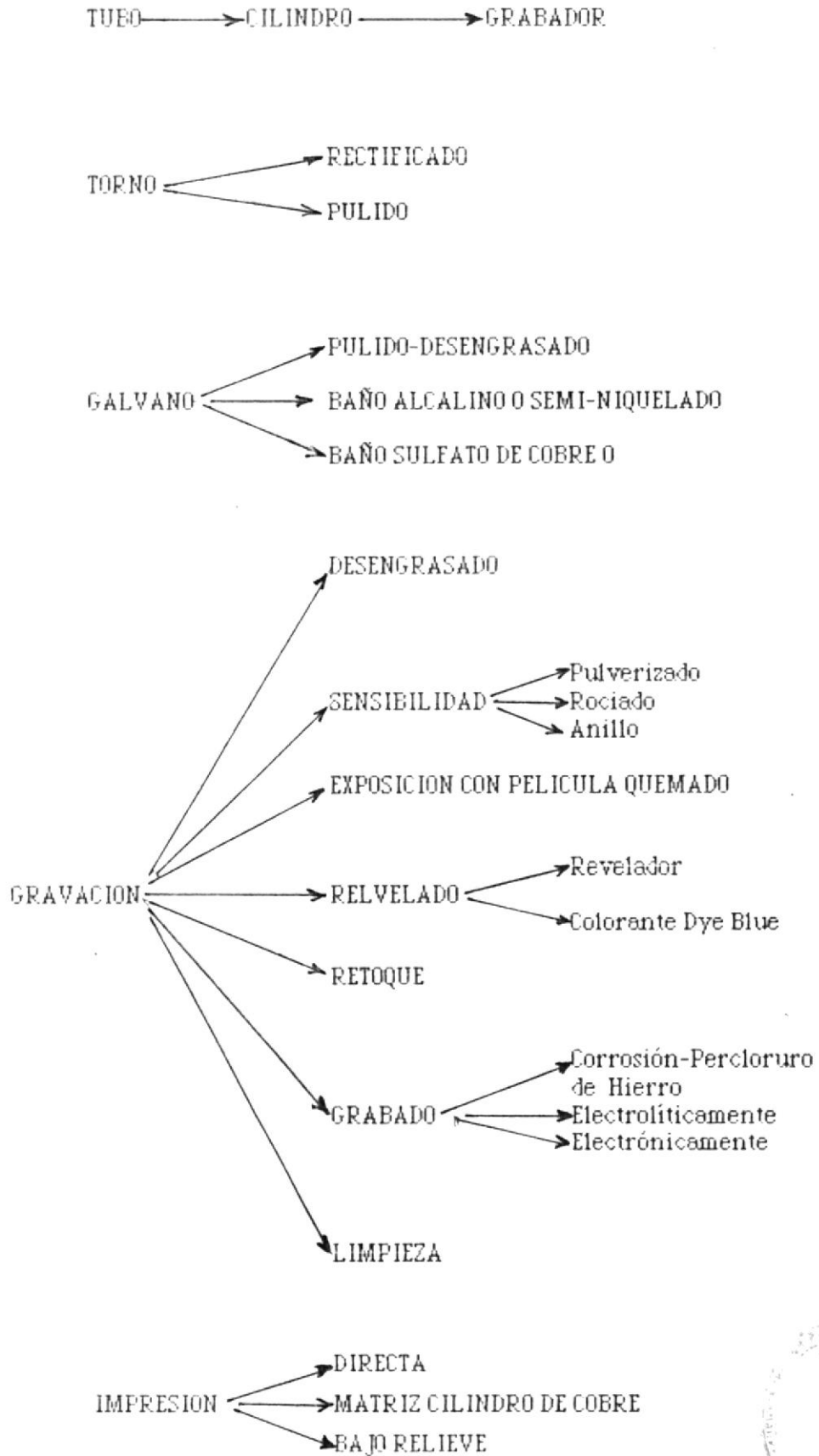


Fig. 2.2 Esquema que muestra el sistema de impresión directa característica del huecograbado

PROCESO DE UN ENVASE FLEXIBLE EN UN SISTEMA HUECO GRABADO



PROCESO DE OPERACION DE UN GRABADOR



La fotografía se divide en los departamentos: blanco y negro; y, de color siendo igual para el retoque.

El Departamento de Selecciones de color pertenece tanto a la fotografía como el retoque; y, el montaje no tiene más divisiones tipo práctico.

El grabado comprende también la sensibilización del papel pigmentado. Finalmente, la máquina de hueco grabado o rotativa se encuentra en una gran sala.

Por otro lado, están los departamentos auxiliares, entre los cuales ocupan lugares preferentes por importancia la Galvanografía y la Composición Manual, Mecánica y Fotocomposición. Estas secciones, aún siendo indispensables en el proceso de elaboración, forman departamentos independientes. Siguen la sección de repureación de disolventes y calderas, finalmente el taller mecánico y eléctrico.

La disposición lógica de los distintos departamentos es un factor de notable importancia para la organización y para el eficaz desarrollo del trabajo.

Describiendo ahora las partes que componen el conjunto de una rotativa (fig. 2.4) para la impresión en hueco grabado vemos que se compone de:

- a) Cuerpos o Elementos de Impresión,
- b) El Grupo Inversor, y
- c) Porta Bobinas.

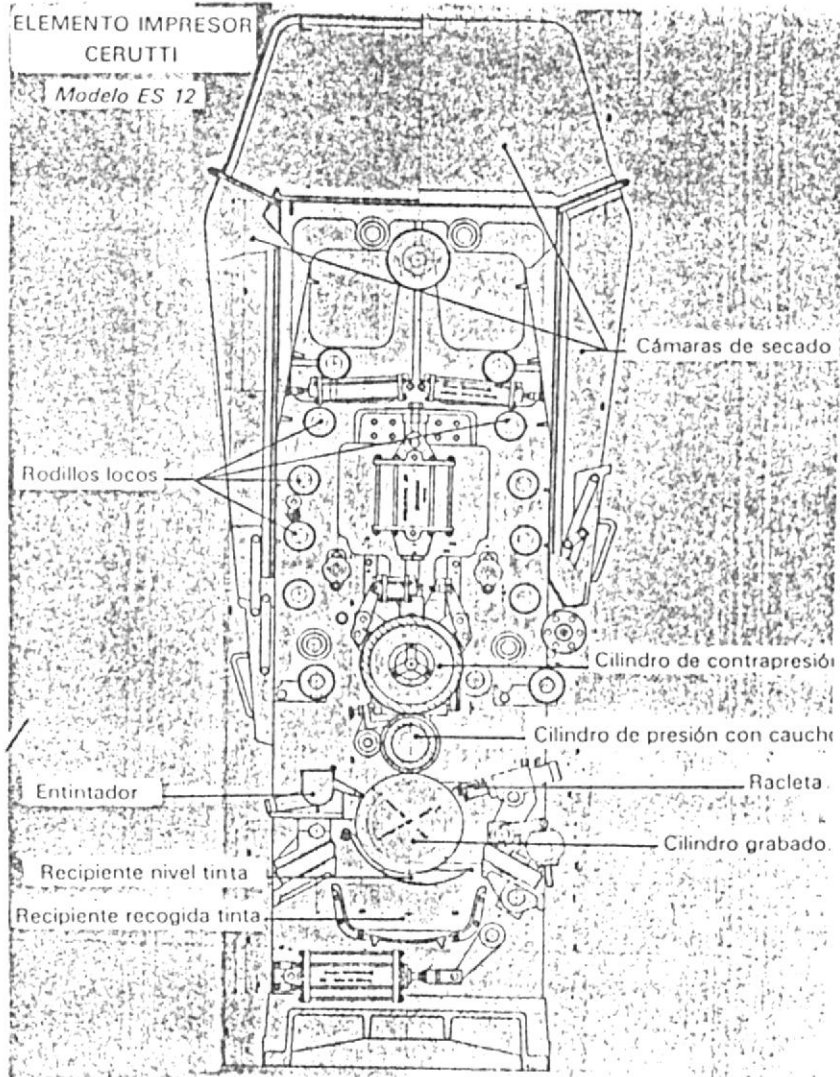


Fig. 2.4 Corte vertical de un elemento impresor.



A.- La Función principal de cada elemento impresor es transmitir la forma grabada sobre el cilindro a la cinta de papel; además la impresión tiene que llegar a los rodillos de transmisión y, eventualmente al elemento siguiente completamente seca.

Para poder conseguir esto, el elemento se compone de una serie de aparatos aptos para conseguir los fines deseados. Esto es:

- 1.- Un grupo impresor formado por los asientos o soportes para el cilindro grabado.
- 2.- Un etintador
- 3.- Un recipiente de nivel para la tinta
- 4.- Dispositivo para la raqueta.
- 5.- Un cilindro de presión revestido de caucho con el correspondiente cilindro de contrapresión de pistón de aire comprimido.
- 6.- Varios rodillos locos.
- 7.- Sistema de secado.

B.- El grupo inversor es un complemento de gran importancia para el funcionamiento de una máquina rotativa.

Este grupo, aunque de dimensiones y formas diversas, pues varía de una rotativa a otra, tiene una finalidad muy concreta y es la de permitir que las tiras de papel que lleguen de los elementos impresores se desvíen de su dirección inicial que es paralela al eje longitudinal de la máquina; lo cual permite resolver muchos problemas. El grupo inversor se subdivide en cuatro subgrupos que se van a examinar separadamente y que llamaremos:

- 1 - GRUPO DE ARRASTRE
- 2 - GRUPO DE DIAGONALES
- 3 - CONO
- 4 - GRUPO DE CAJAS DE ENGRANAJES DE MANDO

1.- EL GRUPO DE ARRASTRE principal, toma el nombre de rodillo principal que cumple precisamente la función de arrastrar la cinta de papel. Tiene varios elementos que están relacionados con él, están formados por dos robustas bancadas de fundición que se apoyan sobre unos travesaños horizontales directamente unidos con los elementos de impresión. La fig. 25 representa el esquema de conjunto de un grupo de arrastre. La cinta de papel que llega a los elementos pasa primero por un rodillo loco, cuya finalidad es la misma que los demás rodillos de este tipo, es decir variar la dirección de marcha del papel, y luego pasa sobre un segundo rodillo del mismo tipo pero con características de construcción y funcionamientos especiales. Estos dispositivos sirven para dar a la cinta de papel que lleve la dirección exacta cuando se hubiere desviado en sentido transversal.

Para conseguir este objetivo, el eje que mantiene el rodillo loco no tiene los extremos sólidamente unidos a los blancos de la máquina, sino que mientras uno gira sobre un perno, el otro accionado por un rodillo sin fin, pueda desplazarse de forma que el rodillo adopte diversas inclinaciones.

La maniobra se efectúa a mano por medio de un volante que a través de ejes de conexión y eventuales pares de engranajes accionan el anteriormente citado rodillo sin fin en conexión directa con el eje del rodillo.

La figura 2.6 muestra esquemáticamente un montaje característico de este rodillo, mientras que la figura 2.7 y 2.8 pueden aclarar mejor su efecto sobre la dirección del papel.

Conviene hacer notar que el rodillo es eficaz tanto en cuanto el papel tiende a

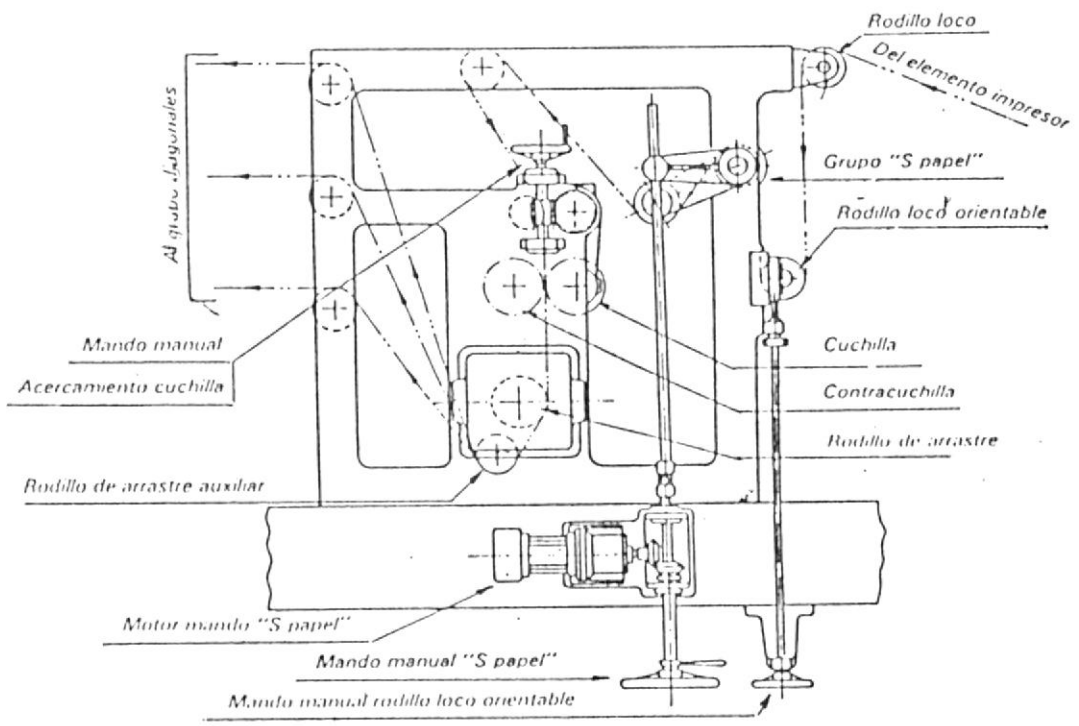


Fig. 2.5 Esquema de conjunto de un grupo de rodillos de arrastre diagonales.

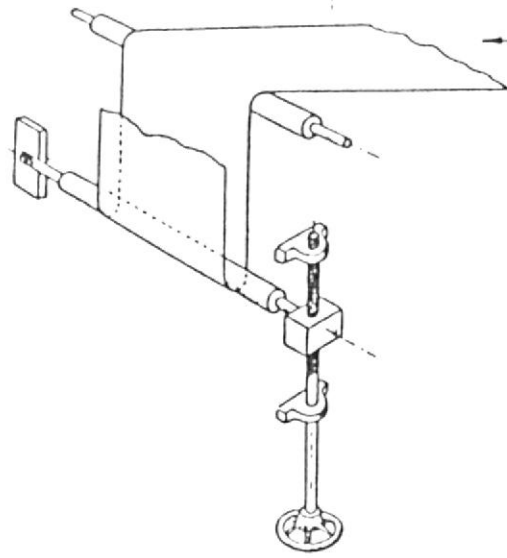
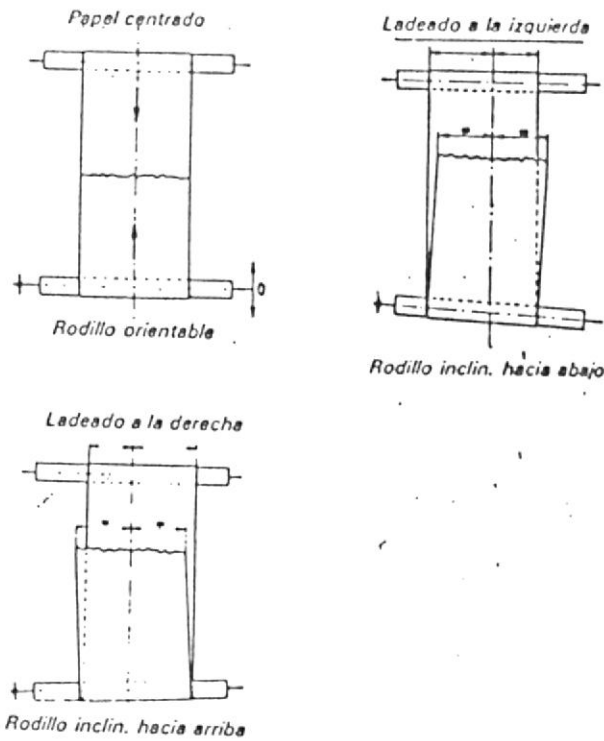


Fig. 2.6 Rodillo loco con accionamiento para la corrección de la dirección de la cinta de papel.



Figs. 2.7-2.8 Tipos de correcciones realizadas por un rodillo loco de posición regulable.

desviarse hacia arriba como cuando la hace hacia abajo. Siguiendo la dirección de marcha el papel pasa a través de un grupo formado por otros dos rodillos locos. El conjunto recibe el nombre de S de papel, y tiene como finalidad alargar o acortar el recorrido del papel.

C.- PORTA BOBINAS.-

En la impresión a colores realizada a gran velocidad, juega un papel esencial en la calidad de la impresión la tensión constante del material que se desarrolla en la bobina.

Para que la productividad se mantenga en coeficientes elevados es necesario que las operaciones del cambio de la bobina se lleven a cabo sin que disminuya la velocidad de la rotativa y además con el personal de trabajo reducido al mínimo.

Una elevada productividad, sin merma de la calidad, se puede obtener con un portabinas que posea como esenciales los siguientes requisitos:

- Tensión constante en la cinta de papel, en correspondencia con cada valor del diámetro de la bobina, con la velocidad de la rotativa y la fuerza de la misma tensión, incluso durante el cambio.
- Cambio de bobinas completamente automático
- Velocidad de cambio igual a velocidad de producción
- Bloqueo neumático de la bobina

22. PARAMETRO DE OPERACION DE LA MAQUINA

El proceso de secado que tiene la máquina es muy efectivo, de trayecto largo con dos cajas laterales de secado cada una de 110 cm. de largo. Cada caja de secado consiste de 6 toberas sopladoras lineales, con rodillos de guías ubicados

en frente de cada tobera. Es alimentada mediante un ventilador con una cantidad de aire de 3.600 m³/Hr.

Las toberas soplan el aire con una velocidad aproximada de 40 m/sg. verticalmente a la banda.

La circulación de aire con participación de aire de ambiente seleccionada de acuerdo a los requerimientos.

La segunda caja de secado de cada elemento de hueco grabado es abastecido exclusivamente con aire caliente.

Existe otra caja de secado sobre los rodillos superiores, lateralmente movable con bloqueo durante la marcha de la máquina que posibilita una rápida y cómoda introducción de la banda.

Al final de la línea, después de pasar por las cámaras, pasa a un rodillo de refrigeración para obtener un rápido enfriamiento de la banda y un endurecimiento efectivo de las tintas impresoras.

Este rodillo posee una camisa de doble pared con circulación de agua fría a 15 grados entre las dos paredes.

2.3- INFLUENCIA DE LOS MATERIALES A SECAR

Resulta evidente que para poder considerar los diferentes tipos de trabajo hay que conocer a fondo los distintos dispositivos y mecanismos de la rotativa, el comportamiento de las tintas y de rechazo de los disolventes y saber cómo debe salir la impresión según la clase de papel que se emplee.

Uno de los materiales muy importantes y de una influencia decisiva en el resultado de la impresión: Las tintas y el papel.

LAS TINTAS

La manipulación de la tinta es un factor de vital importancia tanto técnico como mecánico.

La utilización de este material sin conocimientos suficientes es causa frecuente de importantes pérdidas y de insatisfactorios resultados en la impresión.

Al elegir la tinta hay que tener en cuenta algunos factores como son la clase de papel empleado. Su claridad, grado de absorción, clase de pasta, etc.

El sistema de secado en máquina y en fin, el tipo de disolvente que se ha de emplear.

Sería conveniente que todo profesional que aspire a conseguir un resultado que compense económicamente sus esfuerzos y le dé prestigio a su profesión, considere las tintas como un material sensible que ha de tratar con competencia, atención y cuidado para conseguir resultados satisfactorios; en caso contrario, todo será inconvenientes.

Se aconseja tratar con mucho cuidado este producto ya desde su recepción, teniendo la precaución de almacenarlo en un ambiente adecuado y con los debidos cuidados.

Un almacén descuidado o demasiado prolongado puede producir alteraciones en la tinta.

En primer lugar, hay que depositar los bidones en un lugar protegido de los cambios bruscos de temperatura y tener luego cuidado de ordenarlos para su utilización de modo que se vayan empleando las tintas que llevan más tiempo almacenadas y no las recién llegadas. Conviene ir llevando a la sección de rotativas los bidones con un cierto margen de anticipación para que se vayan

ambientando, es decir, para que la tinta alcance la temperatura del ambiente.

Se sobre entiende que tanto el local de impresión, como el lugar donde se encuentran situadas las baterías de tintas, no tienen que estar sujetas a condiciones térmicas o ambientales inestables.

Las rotativas modernas que tienen un sistema continuo de circulación de la tinta no necesitan atenciones particulares en lo relativo a la mezcla continua de este producto; pero en el caso de que la rotativa no dispusiera de esta ventaja, convendría tener ya mezclada la tinta para conseguir una suspensión homogénea. Cuando se vacía un bidon hay que agitar la tinta, ya que después de un cierto período de sedimentación este producto puede presentar en el envase dos estratos distintos:

Uno superior, rico en barniz, y otro inferior abundante en partículas dispersas.

Cuando se ha conseguido en la máquina la tonalidad y calidad deseada, hay que intentar en lo posible mantenerlas durante toda la tirada.

EL PAPEL

El papel es el factor fundamental y decisivo para conseguir un buen resultado en la impresión en hueco grabado. Algunos impresores han llegado a precisar el porcentaje de la incidencia del factor del papel y han concluido en que este material puede influir hasta un 70% con el éxito cualitativo de la impresión.

Resulta arriesgado pronunciarse a este respecto, o sea, valorar el fundamento de este porcentaje, pero es frecuente ver un largo trabajo de preparación que se hecha a perder utilizando luego en papel poco adecuado para la impresión e insuficientemente estable.

Las principales características requeridas en una buena clase de papel para impresión en huecograbado son las siguientes:

Punto de blancura, resistencia a la tensión, blandura, transparencia y opacidad.

La primera de las características se refiere a la coloración del papel, que tendría que ser de un tono blanco lo más puro posible, pues si tiende al amarillento o al gris produciría luego tonos de impresión falseados.

La segunda está estrechamente ligada con las roturas que se producen en las cintas de papel que se desarrollan de las bobinas; es este un aspecto de gran importancia económica ya que las roturas de papel además de la pérdida de material, comparten también una notable pérdida de tiempo, debido a que es necesario colocar de nuevo la cinta en la máquina. Lógicamente cuanto más numerosas sean las roturas del papel menor será la medida de impresión, lo que acarreará un aumento en los costos, la tercera característica se refiere a la imprimibilidad del papel; se han de procurar que al conseguir la conveniente blandura no se produzca una excesiva absorvencia de tinta.

En efecto, un papel demasiado duro rechazará la tinta, de la misma forma que si es demasiado poroso absorberá demasiado, produciéndose el traspaso y rechazando después los posibles colores sucesivo, se obtendrá así una impresión de tonalidades falseadas en proporción con la capacidad de absorción. La última característica se refiere a la consistencia del papel; si el papel es transparente, permitirá que la impresión de una cara se vea por la otra y viceversa, produciendo un defecto desagradable y molesto.

CAPITULO III

SELECCION DEL CALDERO

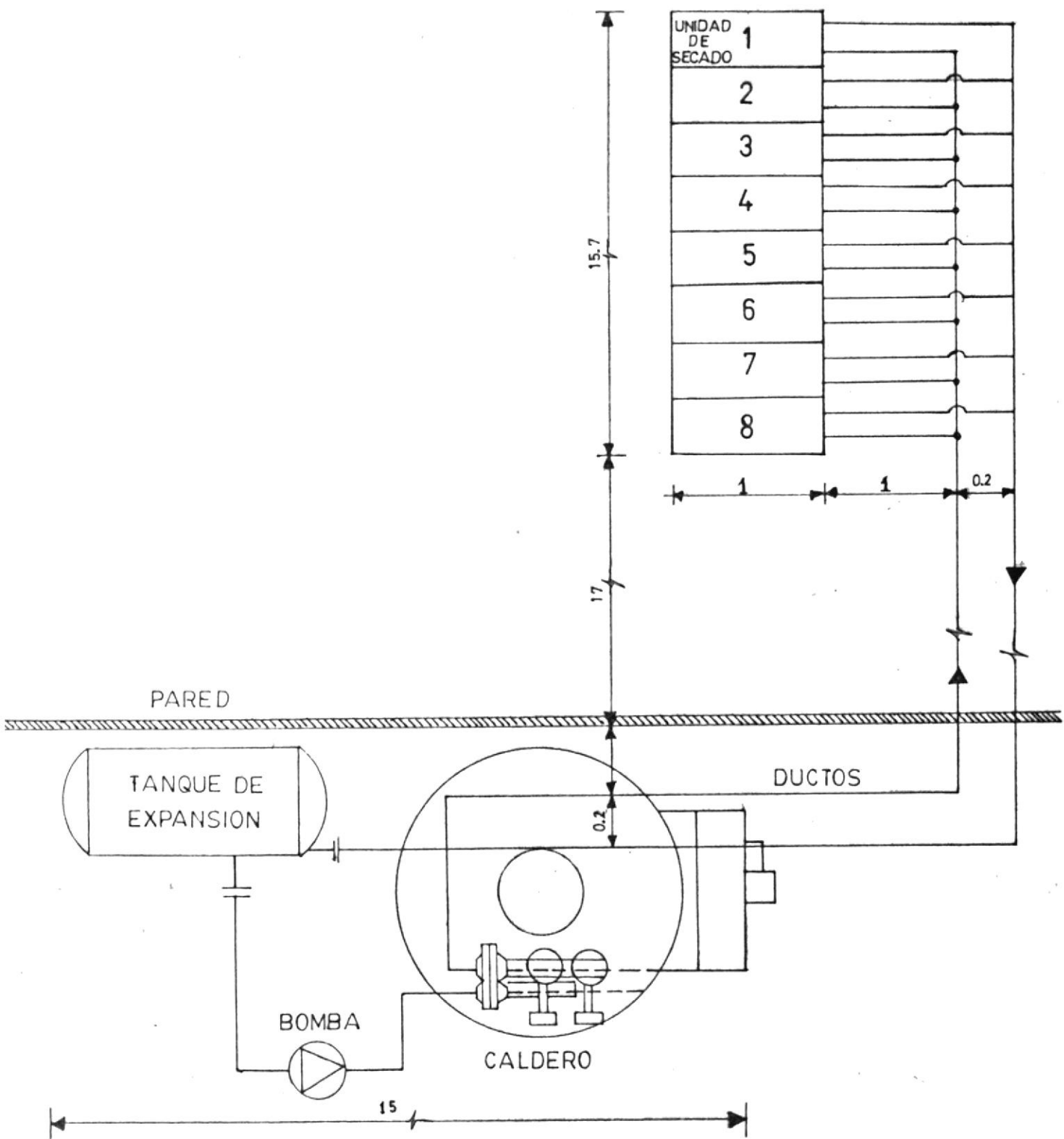
3.1 Ubicación del sistema con relación a la máquina

El sistema está compuesto de:

1. Un calcedro cuyas características sean calculadas en este informe técnico.
2. Un tanque de expansión térmica con areador
3. Una bomba de aceite térmico
4. Dos líneas de suministro y retorno de fluido térmico a cada una de las secciones de la máquina hueco grabadora

Todos estos elementos se ubicaron de acuerdo al diagrama 3.1 presentado a continuación considerando los siguientes puntos:

- a) Distancia hacia la máquina para evitar costos innecesarios y lograr una mejor eficiencia en la conducción de calor.
- b) Cimentación que soporte los pesos de los equipos.



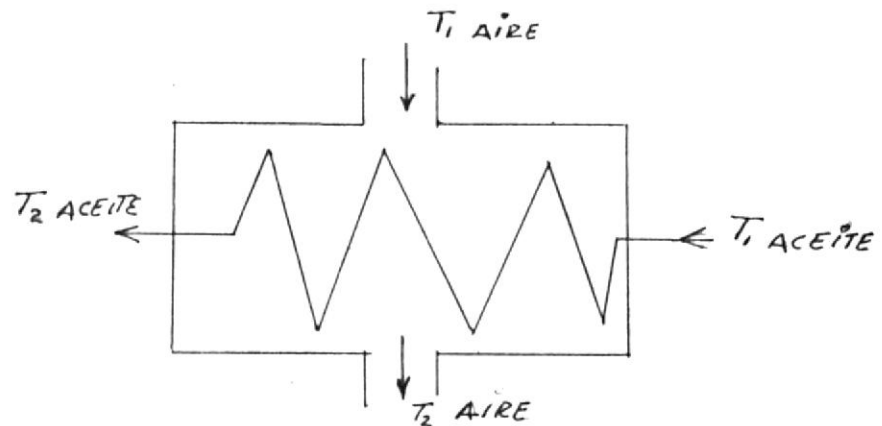
	FECHA	NOMBRE	FACULTAD INGENIERIA MECANICA	ESPOL
DIBUJADO	1-07-90			
REVISADO				
APROBADO				
E	FIG. 3.1 UBICACION DEL SISTEMA CON RELACION A LA MAQUINA			

3.2 CALCULO DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL SISTEMA

El sistema de secado en cada cuerpo impresor de la máquina hueco grabadora está constituido por:

1. Aspirador con capacidad de 7.000 m³/HR.
2. Electro ventiladores con capacidad de 3.600M³/Hr.
2. Cambiadores de calor
2. Cámara de secado

El siguiente balance de energía vamos a hacer en una unidad de secado para el cálculo de transferencia de calor



QP = Calor perdido por el aceite térmico

QG = Calor ganado por el aire

Para el cálculo de transferencia de calor en una unidad de secado tenemos las siguientes condiciones:

Caudal de ventilación = 3.600 m³/Hr.

Temperatura de entrada del aire $T_1 = 28^{\circ}\text{C}$.

Temperatura de utilización del aire caliente: $T_2 = 12,0^{\circ}\text{C}$.

Calor específico a presión constante, $C_p = 0,24 \text{ Kcal/Kg } ^{\circ}\text{C}$

Densidad del aire, $\rho = 1,26 \text{ Kg/m}^3$

Formulas a utilizarse:

$$Q = mCP \Delta T$$

Desarrollo del calculo de transferencia del calor:

$$Q = mCP \Delta T$$

$$Q = 3.600 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 0.24 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (120 - 28) \text{ } ^\circ\text{C} \times \frac{1.26 \text{ kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 100.154,88 \text{ Kcal/Hr.}$$

La maquina hueco grabadora se compone de 8 unidades de secado. por lo tanto el calor total es:

$$Q_t = 100.154,88 \times 8$$

$$Q_t = 801.239,04 \text{ Kcal/Hr.}$$

Haciendo el analisis de perdidas de calor en la tuberia tenemos:

De la formula $hc = 1.3 \left[\frac{\Delta T}{D_o} \right]^{0.25}$ que el coeficiente de pelicula por

conveccion libre, y con la formula $Q_{cv} = hc \times A \times \Delta T$, que es el calor por conveccion obtenemos el siguiente resultado.

$$hc = 1.3 \left[\frac{\Delta T}{D_o} \right]^{0.25} \frac{\text{Kcal}}{\text{M Hr } ^\circ\text{C}}$$

$$T_1 = 150^\circ\text{C.}$$

$$T_2 = 28^\circ\text{C.}$$

$$D_o = 0.1016 \text{ m.}$$

$$hc = 1.13 \left[\frac{(150 - 28)}{0.1016} \right]^{0.25} = 6.65 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ hr } ^\circ\text{C}}$$

$$Q_{cv} = 6.65 \frac{\text{KCAL}}{\text{m}^2 \text{ Hr } ^\circ\text{C}} \times 20 \text{ m}^2 \times (150 - 28)^\circ\text{C}$$

$$Q_{cv} = 16.230 \text{ Kcal/Hr.}$$

$$Q_T = Q_{CA} + Q_{CV}$$

$$QT = 801.239.04 + 16.230$$

$$QT = 817.469.04 \text{ Kcal/HR}$$

Este es el calor total requerido por el sistema y que debe ser suministrado por el caldero.

3.3 SELECCION DEL CALDERO

La selección del caldero de aceite térmico se lo hizo de acuerdo a la potencia calorífica encontrada de los cálculos y que fue de 817.469-Kcal/Hr.

Con este valor se hizo un análisis de los calderos que se ofrecían en el mercado y se seleccionó el de las siguientes características:

Capacidad nominal de calor: 1.163 KW.

Temperatura de salida = 300°C

Temperatura de retorno = 275°C

Los cuales cumplen con los requerimientos presentados. También se tuvo en cuenta las siguientes ventajas de este tipo de caldero.

El caldero es monotubular especial para obtener una alta velocidad de circulación y es de gran poder de intercambio calorífico, este equipo no está sujeto a reglamentación sobre aparatos de presión. Como el circuito de utilización no está a presión los intercambiadores son de construcción simple ligera y por consiguiente poco costosa.

En este equipo se controla la velocidad de circulación del fluido a lo largo de todas las paredes calentadas, lo que permite un funcionamiento prolongado sin el menor riesgo de descomposición del fluido. Por otra parte, aparatos de autopresión controlan la circulación y la temperatura del fluido.

Gracias a dispositivos simples y resistentes el caldero puede poner en

funcionamiento a distancia y puede funcionar sin vigilancia.

Por su reducido volumen y poco peso, los gastos de inversión explotación y mantenimiento se ven considerablemente reducidos siendo posible cololar el caldero a proximidad de los aparatos, se reducen al mínimo las tuberías y en consecuencia la pérdida de calor.

El arranque es rápido y económico por haber reducido al mínimo el contenido del fluido del caldero hace que el tiempo necesario para llevarlo a la temperatura de trabajo sea extremadamente corto.

3.4 CALCULO DE DUCTOS Y ACCESORIOS

Para el cálculo de ductos y accesorios se ha considerado como punto de partida los diámetros nominales de succión y descarga de la bomba, diámetros nominales de entrada y salida del caldero y del tanque de expansión.

A continuación detallo datos del caldero seleccionado que van a ser utilizados para el cálculo de ductos y accesorios.

Caudal : $50\text{m}^3 / \text{Hr.}$

Diámetro de salida del caldero

DSC = 80 mm

Diámetro de succión de la bomba de aceite térmico

DSB = 65 mm.

Diámetro de descarga de la bomba de aceite térmico

DDB = 50 mm.

Diámetro de salida del tanque de expansión

DST = 100 mm.



Diámetro de entrada del tanque de expansión

DET. = 100 mm.

Debo hacer notar como característica importante que debe cumplir este equipo, es mantener la velocidad del fluido constante a través de todo el circuito.

Para el cálculo de las líneas principales de suministro y retorno de aceite térmico tomamos como partida el diámetro de 100 mm. que es el de entrada y salida del tanque de expansión con el cual está conectado por el lado de retorno con la máquina hueco grabadora y por el lado de succión con la bomba, como detalle en la Fig. 3.3.

Para calcular los diámetros de los ductos me basaré en la fórmula de cálculo de caudal:

$$Q = A \times V$$

Q = Caudal del aceite térmico

A = Sección de la tubería

V = Velocidad del aceite térmico



1er. Cuerpo de Calefacción

Es el tramo comprendido entre la salida del caldero y el 1er. cuerpo de calefacción, el diámetro seleccionado fue de 10mm. tomando en cuenta que el diámetro nominal depende de las condiciones de la instalación y que puede ser diferente de el diámetro de succión y descarga de la bomba.

$$Q = AXV \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{50 \text{ m} / \text{HR} \times 4}{\pi \times (0.1)^2} = 6366.18 \text{ m} / \text{HR}$$

2do. Cuerpo

El fluido en cada cuerpo es igual a: $\frac{50\text{m}^3}{8 \text{ HR}} = 6.35 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$

$$Q_2 = Q_T - Q_1 = \frac{50\text{m}^3}{\text{HR}} - 6.35 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}} = 43.75 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$A_2 = \frac{Q_2}{V} = \frac{43.75 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}}{6.366,18} = 6.87 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{A_2 \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{6.87 \times 10^{-3} \times 4}{\pi}} = 0,0995723 \text{ m}$$

$$D_2 = 99,72 \text{ mm}$$

El diámetro para el 2do. cuerpo es 100 mm

3er. Cuerpo

$$Q_3 = Q_2 - 6,25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$Q_3 = 43,75 - 6,25 = 37,5 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$A_3 = \frac{Q_3}{V} = \frac{37,5 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}}{6366,18 \text{ m}^3/\text{HR}} = 0,0058905$$

$$D_3 = \sqrt{\frac{A_3 \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,0058905 \times 4}{\pi}} = 0,08663 \text{ m}$$

$$D_3 = 86,63 \text{ mm}$$

El diámetro para el 3er. cuerpo es 100mm

4to. Cuerpo

$$Q_4 = Q_3 - 6,25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$Q_4 = 37,5 - 6,25 = 31,25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$Q_4 = 31,25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$A_4 = \frac{Q_4}{V} = \frac{31,25 \frac{\text{m}}{\text{HR}}}{6366,18 \frac{\text{m}}{\text{HR}}} = 0,0049087 \text{ m}^2$$

$$D_4 = \sqrt{\frac{A_4 \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,004908 \text{ m} \times 4}{\pi}} = 0,07905 \text{ m}$$

$$D_4 = 79,05 \text{ mm}$$

El diámetro para el 4to. cuerpo es 80mm

5to. Cuerpo

$$Q_5 = Q_4 - 6,25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$Q_5 = 31,25 - 6,25$$

$$Q_5 = 25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$A_5 = \frac{Q_5}{V} = \frac{25}{6366,18} = 0,003927 \text{ m}^2$$

$$D_5 = \sqrt{\frac{A_5 \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,003927 \times 4}{\pi}} = 0,0707106 \text{ m}$$

$$D_5 = 70,71 \text{ mm}$$

El diámetro para el 5to. cuerpo es 80mm

6to. Cuerpo

$$Q6 = Q5 - 6,25$$

$$Q6 = 25 - 6,25 = 18,75 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$Q6 = 18,75 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$A6 = \frac{Q6}{V} = \frac{18,75 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}}{6366,18 \frac{\text{m}}{\text{HR}}} = 0,0029452 \text{m}^2$$

$$A6 = 0,0029452 \text{m}^2$$

$$D6 = \sqrt{\frac{A6 \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,0029452 \times 4}{\pi}} = 0,06123 \text{ m}$$

$$D6 = 61,23 \text{ mm}$$

El diámetro para el 6to. cuerpo es 65mm

7mo. Cuerpo

$$Q7 = Q6 - 6,25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$Q7 = 18,75 - 6,25 = 12,5 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$A7 = \frac{Q7}{V} = \frac{12,5 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}}{6366,18 \frac{\text{m}}{\text{HR}}} = 0,0019635 \text{m}^2$$

$$D7 = \sqrt{\frac{A7 \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,0019635 \times 4}{\pi}} = 0,05 \text{ m}$$

$$D7 = 50 \text{ mm}$$

El diámetro para el 7mo. cuerpo es 50 mm

8vo. Cuerpo

$$Q_8 = Q_7 - 6,25$$

$$Q_8 = 12,5 - 6,25 = 6,25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$

$$A_8 = \frac{Q_8}{V} = \frac{6,25 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}}{6366,18 \frac{\text{m}}{\text{HR}}} = 0,0009817 \text{ m}^2$$

$$D_8 = \sqrt{\frac{A_8 \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,0009817 \times 4}{\pi}} = 0,03535 \text{ m}$$

$$D_8 = 35,35 \text{ mm}$$

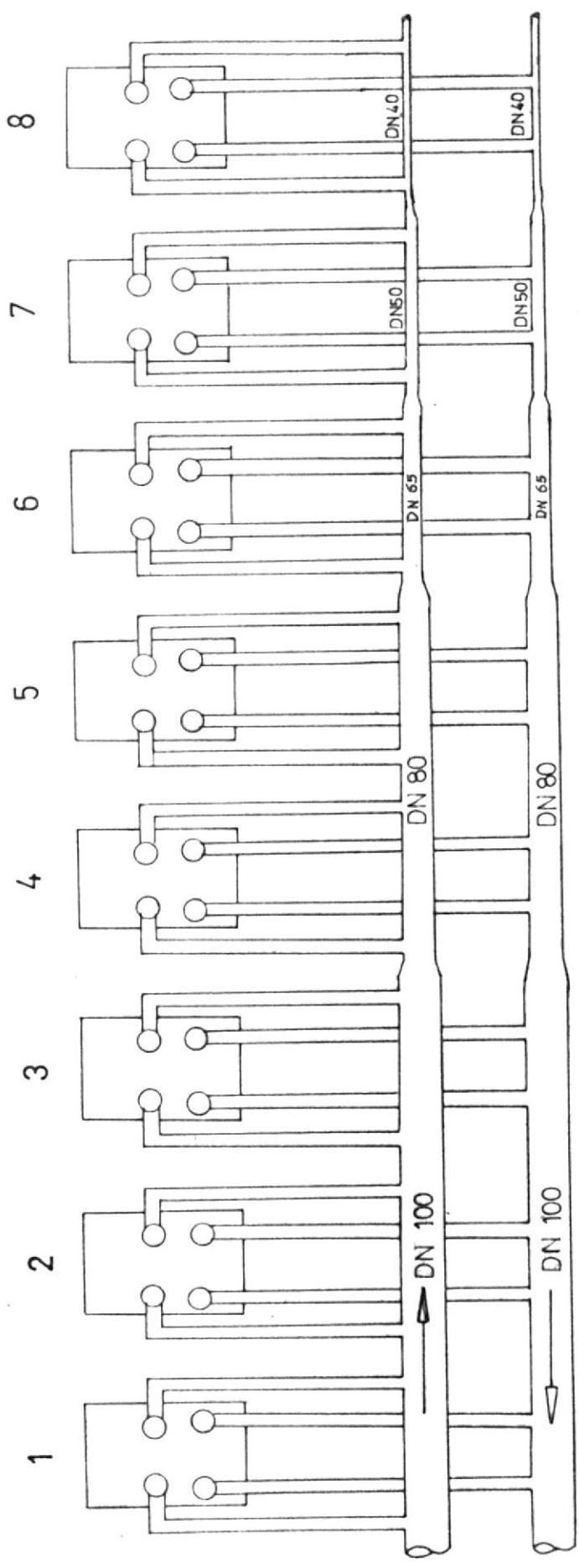
El diámetro para el 8vo. cuerpo es 40 mm

En la Fig. 3.2 mostramos la conexión de los ductos principales con respecto a las unidades de calefacción, colocando las medidas correspondientes de acuerdo a los cálculos realizados.

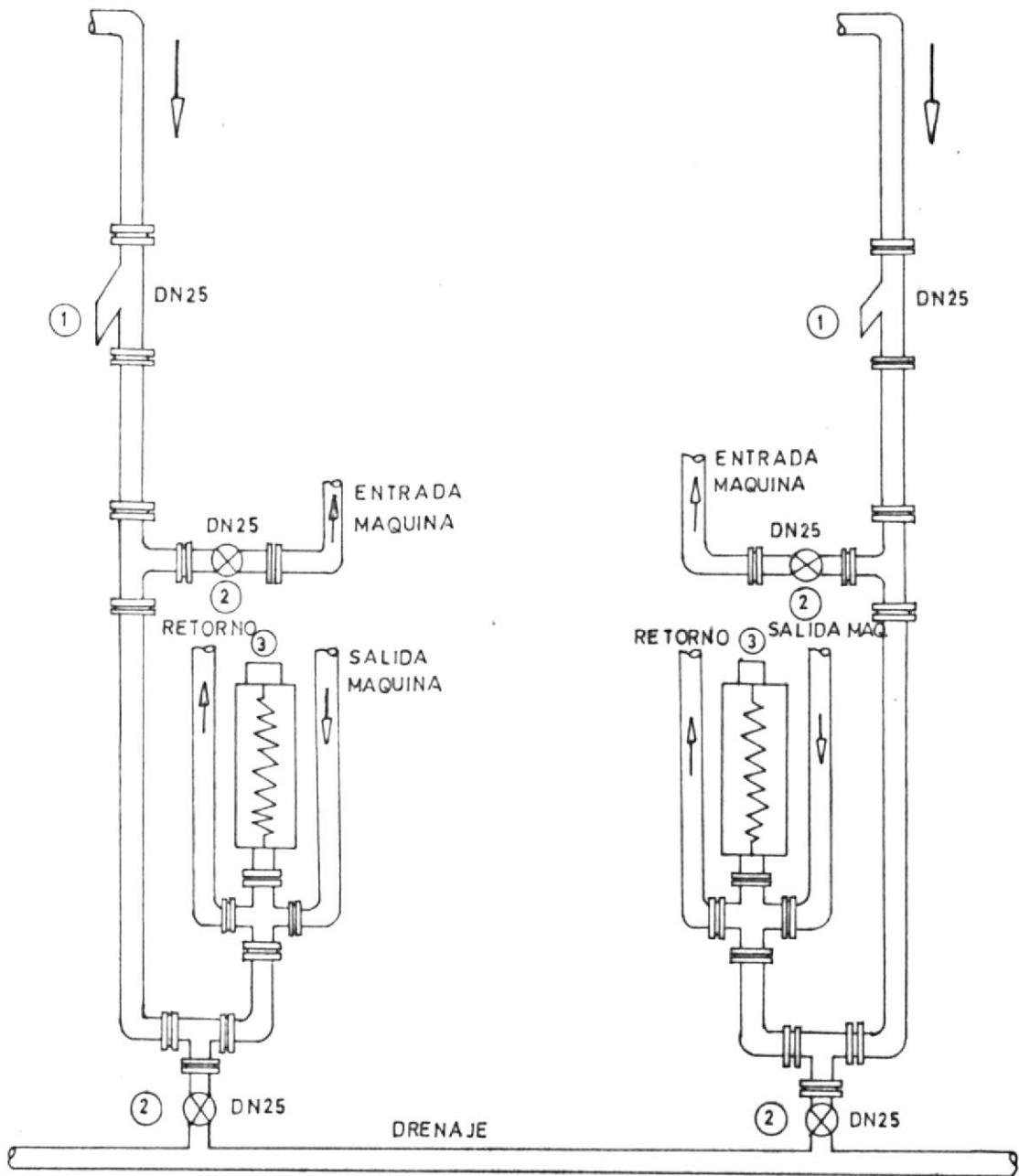
La selección de los accesorios del circuito se lo hizo considerando la temperatura máxima a la que puede operar el caldero que es de 300°C, el tipo de conexión y diámetros nominales del equipo sobre el cual se hizo el montaje de los accesorios.

En la Fig. 3.3 tengo detallado los accesorios utilizados y su conexión con los equipos para formar el circuito principal.

En la Fig. 3.4 detallo los accesorios utilizados en cada una de las unidades de calefacción y su conexión para formar el circuito secundario.



DIBUJADO		FECHA	NOMBRE	FACULTAD INGENIERIA MECANICA	ESPOL
REVISADO		1-07-90			
APROBADO					
E		FIG. 3.2 CONEXION DE LAS LINEAS PRINCIPALES DEL CIRCUITO A LAS UNIDADES DE CALEFACCION			



1.	FILTRO
2.	VALVULA DE PISTON SIN ASIEN TO
3.	VALVULA AUTOMATICA

	FECHA	NOMBRE	FACULTAD	ESPOL
DIBUJADO	1-07-90		INGENIERIA MECANICA	
REVISADO				
APROBADO				
E	FIG. 3.4 CONEXION EN ACCESORIOS EN CADA UNIDAD DE CALEFACC.			

1. Salida del calentador
2. Entrada del calentador
3. Retorno de la instalación
4. Recipiente Aereador
5. Válvula
6. Tanque de expansión
7. Ventilación de expansión
8. Tubo de expansión
9. Tubo de drenaje
10. Succión de la bomba
11. Bomba de fluido térmico
12. Tubo de descarga del calentador
13. Medidor de presión de la bomba
14. Termostato de Retorno del calentador
15. Serpentin
16. Switch de flujo
17. Termostato de salida del calentador
18. Medidor de Presión del circuito
19. Quemador
20. Tanque Separador
21. Junta de expansión
22. Salida de Productos de combustión
23. Ventilador

CAPITULO IV

INSTALACION DEL SISTEMA Y PUESTA A PUNTO

Antes de describir con detalle los pasos que se dieron para la instalación de ese sistema, vamos a nombrar todos los elementos que lo conforman y su funcionamiento.

a) Caldero de aceite térmico

Tiene una capacidad de 1,163 KW. alcanza una temperatura máxima de 300°C, contiene un serpentín de calefacción de ACERO.

El aislamiento térmico del cuerpo calefactor consiste de un colchón de aire entre las paredes del abrigo doble alrededor de la cámara de combustión, esto evita la necesidad de utilizar concreto refractorio el cual tiene una gran intensidad térmica.

El aire calentado de esta forma, aumenta la efectividad del caldero gracias a la recuperación de calorías, las cuales normalmente se pierden en el ambiente.

El caldero está compuesto de las siguientes partes:

1. Ventilador radial para aire de combustión con una caja de regulación de alimentación de aire.
2. Motor de accionamiento trifásico de corriente alterna.
3. Un quemador, con tobera, electrodos y sistema de ignición, válvulas eléctricas, mirilla.

El equipo tiene un control de flujo para vigilar la cantidad de circulación del aceite térmico en el serpentín que hace que el quemador pare en caso de un reducción de fluido, para evitar la posibilidad de una destrucción térmica.

Un control de temperatura para vigilar la temperatura de salida y otro para controlar la temperatura de baja.

Controles de presión que midan la presión de la bomba y del equipo.

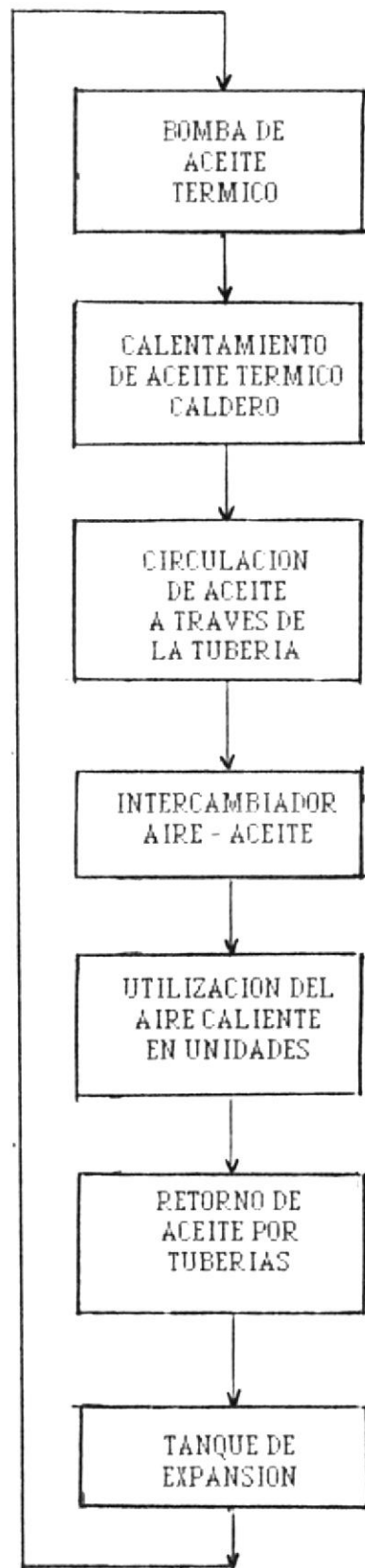
b) Bomba de circulación de aceite térmico

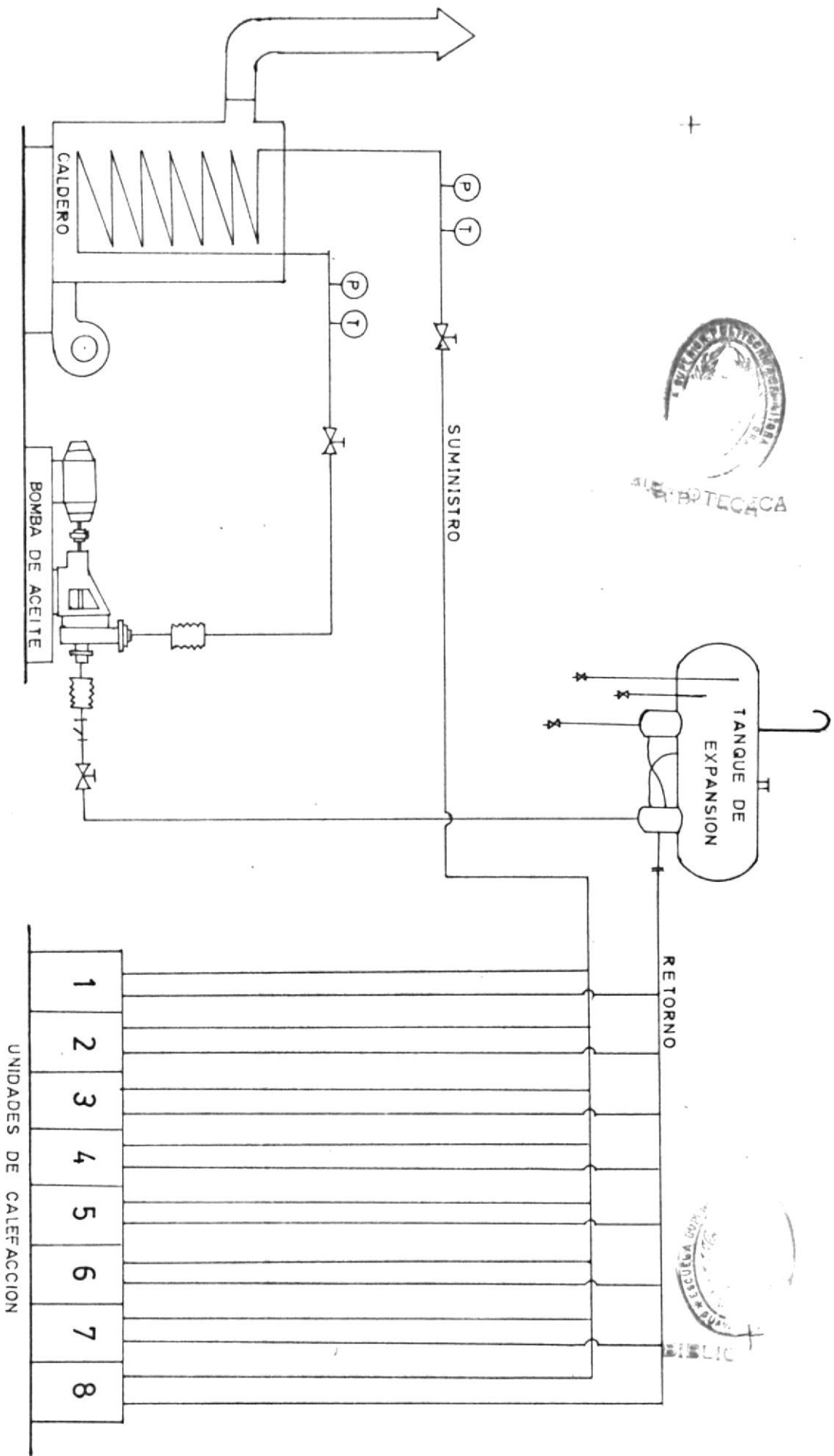
Es una bomba centrífuga con carcasa helicoidal, anillo de obstrucción no refrigerado y cja de estopa de seguridad para el transporte de aceite térmico.

c) Tanque de expansión

Es un dispositivo de función múltiple consistiendo de un recipiente de decengases que produce un torbellino del aceite térmico el cual evacúa constantemente el resto de vapor, recipiente de tope con depósito adecuado de aceite frío, al que produce una barrera hacia el aceite caliente evitando la oxidación del aceite térmico.

Recipiente de extensión para recibir la cantidad de aceite que se produce al extenderse el aceite aumentando la temperatura máximo un 21%, para realizar todo el trabajo de instalación tengo que cumplir el siguiente proceso, lo cual detallo a continuación en el diagrama de bloque y en el diagrama completo de la instalación.





DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FACULTAD INGENIERIA MECANICA	ESPOL
REVISADO				
APROBADO				

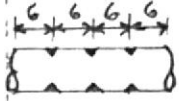
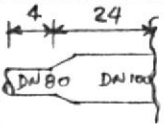
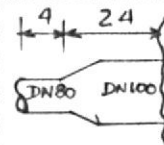
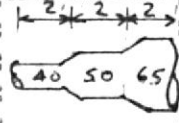
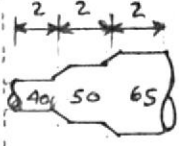
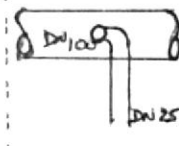
E

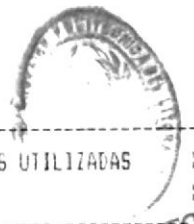
UNIDADES DE CALEFACCION

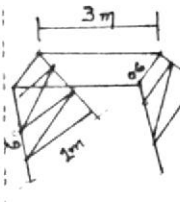
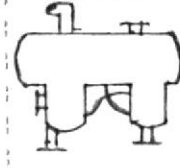
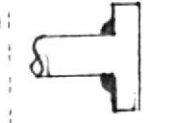
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



ACCESORIOS Y EQUIPOS	PROCESO	TIEMPO	DIMENSIONES	ESPECIFICACION DEL MATERIAL	PERSONAL	HERRAMIENTAS UTILIZADAS
1 CALDERO	Ubicar a 17 mts de distancia de la tra. unidad de calefaccion.	45 min	---	---	4	Montacarga de 3 Ton.
4 SOPORTE	Construccion e instalacion.	12 Hrs		Anexos 2" x 1/4"	3	Arco de Sierra-Corte Angulo Soldadura 6011 Soldadura-Construccion Soporte Martillo Punta Cemento-Instalacion Soporte
TUBERIA 100 mm SUMINISTRO	Colocar tramo de tuberia de 6mts de largo sobre soporte tomando como linea de partida la brida de descarga del caldero.	15 min		Tubo de Acero DN 100	3	Montacarga 3 Ton.
	Colocar 2do. tramo de tuberia para ser soldado al 1er. tramo.	20 min		Tuberia de Acero DN 100	3	Montacarga Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril
	Colocar 3er. tramo de tuberia para ser soldado al 2do. tramo.	20 min		Tuberia de Acero DN 100	3	Montacarga 3 Ton Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril
	Colocar 4to. tramo de tuberia para ser soldado al 3ro.	20 min		Tuberia de Acero DN 100	3	Montacarga Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril

ACCESORIOS Y EQUIPOS	PROCESO	TIEMPO	DIMENSIONES	ESPECIFICACION DEL MATERIAL	PERSONAL	HERRAMIENTAS UTILIZADAS
TUBERIA DE RETORNO	Instalacion de 24 mts de tuberia. Se repitieron los 4 pasos que se dieron para la instalacion de la linea de suministro. Toda la instalacion de 100 mm cobre hasta la 3ra. unidad.	1 Hr		Tubo de Acero DN 100	3	Montacarga 3 Ton Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril
TUBERIA DE SUMINISTRO	Union de 4 mts de tuberia 80 mm a tuberia de 100 mm.	20 min		Tubo de Acero DN 80	2	Montacarga 3 Ton Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril
TUBERIA DE RETORNO	Union de 4 mts de tuberia 80 mm a tuberia de 100 mm.	20 min		Tubo de Acero DN 80 Acero DN 100	2	Montacarga 3 Ton Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril
TUBERIA DE SUMINISTRO	Union de tuberia de 2mts x 065-050 y con tuberia de 2mts x 040	45 min		Tubo de Acero DN65-DN50-DN40	2	Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril
TUBERIA DE RETORNO	Union de tuberia de 2mts x 065-050 y con tuberia de 2mts x 040	45 min		Tubo de Acero DN65-DN50-DN40	2	Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril
TUBERIA DE SECUNDARIA Y RETORNO	Union de tuberia de 25 mm secundaria a la linea principal de suministro interconectada a cada una de las 8 unidades de la maquina.	12 Hrs		Tubo de Acero DN 25	2	Maquina de Soldar Lincoln 300 Amp Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril



MATERIALES Y EQUIPOS	PROCESO	TIEMPO	DIMENSIONES	ESPECIFICACION DEL MATERIAL	PERSONAL	HERRAMIENTAS UTILIZADAS
ESTRUCTURA DE SOPORTE TANQUE EXPANSION	Cortar angulo 6m Cortar angulo 1m Cortar angulo 3m Hacer tejido de estructura. Ubicarlo y Anclarlo.	29 Hrs		Angulo 3" x 1/4	2	Montacarga Maquina de Soldar Soldadura 6011 Sincel Esmeril
TANQUE DE EXPANSION	Subir la estructura	20 min			3	Brua de 20 Ton.
CONEXION DE TUBERIA RETORNO AL TANQUE DE EXPANSION	Soldar brida DN 100 a tubería 9100MM para ser enpernada al tanque de expansion.	30 min		Brida DN 100 Tubería DN 100	2	Maquina de Soldar Soldadura 6011 Soldadura 7018 Sincel Esmeril
CONEXION DE TUBERIA DEL TANQUE DE EXPANSION A LA BOMBA REDUCCION DE 100 x 65 JUNTA DE EXPANSION DN 65 VALVULA DN 65	Soldar brida a tubería 100 enpernarla a la brida del tanque de expansion y esta conectada a la succion de la bomba.	6 Hrs		Brida DN 100 Tubería DN 100 Brida DN Reduccion DN100 x DN 65 Junta de Expansion DN 65 Filtro DN 65 Valvula DN 65	2	

BIBLIOTECA

Una vez realizado el trabajo de instalación verifiqué el sistema, para lo cual realicé los siguientes pasos:

a) Verificación en vacío

Comencé el trabajo colocando aceite en el tanque de expansión para lo cual tomé el punto más bajo de la instalación en el lado de succión de la bomba antes de la llave de paso.

Este llenado es completado cuando el fluido alcanza el nivel bajo en el tanque de expansión y se logra comprobar abriendo la válvula de drenaje hasta que el fluido salga.

Luego prendí la bomba de aceite térmico para hacer viajar el líquido a través de toda la tubería por espacio de 15 minutos.

Luego apagué la bomba, para revisar todas las juntas y bridas no existiendo ninguna fuga.

Nuevamente prendí la bomba por espacio de 2 horas para realizar una segunda verificación de fuga y además un chequeo general al sistema, no existiendo ningún inconveniente.

b) Calentamiento de fluido térmico

La secuencia a seguir fue la siguiente:

Prendí la bomba de aceite, luego conecté el quemador fijando el control de temperatura en 250°C empezando así el proceso de calentamiento del fluido.

Comenzamos a controlar el aumento gradual de temperatura, la presión de entrada y salida, hasta que llegara a la temperatura fijada desconectándose automáticamente el quemador del caldero. Luego de unos minutos con el

control de temperatura de baja calibrado en 245 encendió, quedando verificado que el caldero funciona perfectamente y que todo el sistema de instalación trabaja perfectamente.

c) Puesto a punto y prueba definitiva

Se inició el proceso de impresión de cuatro colores en la máquina huevo grabadora, para lo cual fijamos nuestro control de temperatura en 150°C el de alta, 140°C el de baja, en el caldero luego de 15 minutos que se cumplió el calentamiento de aceite, revisé que el secado de la tinta en el papel esté correcto en c/u de las unidades, luego verifiqué que se cumplieran todas las condiciones del caldero. Cuando se lo hizo trabajar en producción continua todo el sistema funcionó bien.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo describe y detalla la forma cómo se seleccionó el caldero de aceite térmico para ser utilizado en el secado de un proceso de impresión por hueco grabado.

Es importante conocer que las industrias que están dedicadas a este tipo de impresión, han utilizado este sistema de secado en sus instalaciones, resaltando la característica de que es un equipo que no requiere de un mantenimiento riguroso por el hecho de utilizar un fluido diferente al H₂O, aire, vapor. Necesita de poco espacio, las presiones de trabajo son bajas, alcanza la temperatura de trabajo rápidamente por la razón de contener poco volumen de aceite en su serpentín monotubular.

Este trabajo cubre información del cálculo de la capacidad de calor que requiere la máquina, partiendo de los datos de una unidad de secado, cálculo de ductos y accesorios, y diagrama de conexión del circuito.

En este trabajo se tubo cuidado con la expansión térmica en la tubería, para lo cual se ubicó junta de expansión para que se expanda libremente y minimizar las contracciones tanto en la succión como en la descarga de la bomba.

Los accesorios y materiales de la junta fueron considerados para uso de fluido térmico a 300°C.

Este tipo de equipo no solamente se lo está utilizando en sistema de impresión, sino también en: textiles, industrias minerales, jabonerías, madera, alimentación.

El caldero que se seleccionó como hemos visto a través del trabajo descrito en este informe, son de fácil instalación, son totalmente seguros, por lo cual recomiendo su uso en las aplicaciones de calefacción que se requieren en la industria.

BIBLIOGRAFIA

M. Peolazzi, Hueco Grabado
Barcelona 1974

Faire, Termodinámica
México 1973

Marks, Manual del Ingeniero Mecánico