

Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Área Electromecánica

DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el título de
Ingeniero Electromecánico

Presenta

Aldo Balderas Camacho
Carlos René González Orozco

San Juan del Río, Qro.; 7 de Septiembre del 2007

No. Adq. H71615

No. Título _____

Clas TS

664.0284

B176d

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es diseñar y construir el prototipo de una máquina (con un implemento triturador) para deshidratar hojas de eucalipto, así como plantas de jitomate. Al eliminar el agua de las hojas de eucalipto, se preparan para posteriormente darles un tratamiento y obtener el aceite que dicha planta produce. Por otra parte, la deshidratación de hojas de jitomate se justifica con la necesidad de aprovechar las plantas de jitomate después de la cosecha. La utilidad de la hoja de jitomate es: por un lado hacer composta y por otro producir alimento para peces. Con la idea de tener un proceso continuo el diseño de la máquina se basa en un sistema de banda transportadora, el cual consiste en una tolva de alimentación y una banda transportadora. Para el efecto de deshidratado, se eligió el uso de resistencias eléctricas, el calor generado llega a la materia en movimiento por medio de aire proveniente de un soplador. Cabe mencionar que los parámetros a controlar son temperatura y velocidad. El control se hará de forma electrónica. La temperatura de operación y la velocidad de movimiento se podrán ajustar por medio de un display. La característica principal es poder controlar la temperatura y la velocidad para garantizar diferentes proporciones de humedad. La construcción de la máquina consta de un armazón metálica donde se montan todos los accesorios, una cubierta con forro interior y exterior además de un aislante térmico entre estos. El equipo es probado en laboratorio y los resultados observados en la deshidratación del equipo mostraron buenos resultados.

AGRADECIMIENTOS

En la preparación de este manual se realizó con la valiosa ayuda del M. C. Fidencio Díaz Méndez, Dr. Aurelio Domínguez González, M. C. Jaime Rivera Hernández, M. C. Juan Primo Benítez Rangel así como el Ing. Jorge Moreno Mendoza quienes con sus conocimientos en las materias involucradas pudieron darnos una gran orientación respecto al proyecto.

De igual manera a nuestras familias que nos apoyaron en todo momento a lo largo de toda la carrera que significó un gran logro personal.

Queremos agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro que nos apoyo en el uso de laboratorios y material para la realización del proyecto.

Así mismo al Doctor Gilberto Herrera por proporcionarnos los recursos económicos para la realización de la deshidratadora.

INDICE

Índice de figuras	vi
Índice de tablas	vii
1 Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Estado del arte	3
1.2.1 El proceso de deshidratación	3
1.2.2 Tipos de deshidratadores	5
1.2.2.1 Deshidratadores discontinuos (Batch).....	5
1.2.2.2 Deshidratadores continuos	7
1.2.3 Transferencia de calor.....	9
1.2.4 Propiedades de las hojas de eucalipto	10
1.3 Metodología	11
1.4 Objetivo del proyecto	13
1.5 El presente trabajo	14
2 Diseño mecánico del deshidratador	15
2.1 Pruebas para secador preliminar de hojas.....	15
2.2 Condiciones para del diseño	18
2.3 Selección de los elementos mecánicos	22
2.3.1 Selección de cojinetes.....	22
2.3.2 Selección de bandas y poleas.....	26
2.3.3 Calculo de ejes.....	29
3 Diseño electrónico	31
3.1 Tarjeta de adquisición de datos	31
3.2 Control de los motores	33
3.3 Tarjeta de potencia	34
3.3.1 Tipos de control de motores y control de temperatura	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Configuración de un deshidratador con quemador.....	6
Figura 1.2. Deshidratador de bandejas.....	7
Figura 1.3. Deshidratador rotatorio, flujo en paralelo.....	8
Figura 1.4. Deshidratador de túnel.....	8
Figura 1.5. Deshidratador de banda de flujo transversal.	9
Figura 1.6. . Representación esquemática de un deshidratador continuo de aire caliente a presión atmosférica.....	12
Figura 2.1. . a) Deshidratador de banda de un solo paso con flujo de aire transversal en dos direcciones b) diagrama esquemático del deshidratador de banda.....	19
Figura 2.2. . Cojinete de deslizamiento en su chumacera.	23
Figura 2.3. . Cojinete de rodamiento y de deslizamiento.	23
Figura 2.4. . Curva de Stribeck.	25
Figura 2.5. . Descripción de juego de poleas.....	26
Figura 2.6. . Cargas sobre un eje.....	30
Figura 3.1. . Diagrama de bloques del sistema de control.	31
Figura 3.2. . Circuito de Conexión de Pics (Diagrama en protel).	35
Figura 3.3. . Circuito de Potencia para Motor a Pasos (Diagrama protel).....	35
Figura 3.4. . Circuito: Fuente +/- 5 volts (Diagrama Protel).....	36
Figura 3.5. Circuito: Etapa de Potencia para resistencias eléctricas (Diagrama Protel).....	36
Figura 3.6. Circuito: Fuente de 5 amperes (Diagrama Protel).....	37
Figura 3.7. Molino de martillos.....	45
Figura 4.1. Caja de elementos.....	48
Figura 4.2. . Temperaturas con Termopar:	48
Figura 4.3. . Fotos de poleas de banda, alimentador y tolva.	49
Figura 4.4. . Visas y zonas de la deshidratadora.	49
Figura 4.5. . Vistas de la tolva.....	49
Figura 4.6. . Inicio y final del proceso.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Masa de agua retirada por unidad de masa de aire seco	5
Tabla 2.1. Relación entre el tiempo y temperaturas para el deshidratador preliminar a temperatura ambiente de 22 °C.:	16
Tabla 2.2. Relación entre el tiempo y temperaturas para el deshidratador preliminar a temperatura ambiente de 30 °C.	17
Tabla 2.3. Relación entre el tiempo y temperaturas para el deshidratador preliminar a temperatura ambiente de 27 °C.	17
Tabla 2.4. Cargas usuales en cojinetes.	24
Tabla 2.5. Cargas usuales en cojinetes.	30
Tabla 3.1. Relación entre las velocidades y los bits.....	33

3.4	Medidores y controladores de temperatura.....	42
3.5	Triturado de los materiales.....	44
3.6	Manejo del control de la deshidratadora.....	46
4	Resultados y conclusiones	48
4.1	Pruebas a diferente temperatura	48
4.2	Pruebas con variación en la velocidad de malla	50
4.3	Grafica de velocidades y tiempo de la banda transportadora.....	50
4.4	Pruebas de tiempo que tarda en alcanzar los 100°C.....	51
4.5	Grafica de Tiempo contra Temperatura	51
4.6	Cantidad de peso perdido a diferentes velocidades considerando 2000 gr. Temp.: 70°C.....	51
4.7	Grafica de perdida de peso a diferentes velocidades a 70°C	52
4.8	Cantidad de peso perdido a diferentes velocidades considerando 2000 gr. Temp.: 85°C.....	52
4.9	Grafica de perdida de peso a diferentes velocidades a 85°C	53
4.10	Cantidad de peso perdido a diferentes velocidades considerando 2000 gr. Temp.: 100°C.....	53
4.11	Grafica de perdida de peso a diferentes velocidades a 100°C	54
	Conclusiones	55
	Bibliografía	57
	Apéndice A	59
	Apéndice B	65
	Apéndice C	67
	Apéndice D	70

Capítulo I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La razón más importante desde el punto de vista técnico por la que se deshidratan algunos vegetales es su conservación; por este método se promueve el mantenimiento de los componentes del vegetal fresco y se evita la proliferación de microorganismos. (Mundo Mujer, 2007)

También hay aspectos comerciales: la deshidratación debe llevarse a cabo en las mejores condiciones para que las hierbas no pierdan nada del aspecto que deben presentar, para que cautiven y ejerzan la mayor atracción, así serán más apreciadas, más demandadas y sobre todo, mejor pagadas.

Pero la cantidad de agua a extraer no debe superar ciertos valores, la planta no debe presentarse al comercio reseca y quebradiza, tal que al manipularla se convierta en polvo. En general, existen valores comercialmente establecidos de contenido de humedad para cada hierba o sus partes.

El aire se mezcla con el vapor de agua que se retira de las plantas por lo que no debe estar saturado, es decir, su humedad relativa debe ser baja. El aire libre se puede utilizar para el secado mecánico y deberá renovarse a medida que sea necesario en tanto el producto no haya cedido el agua que contiene en exceso. En caso contrario cuando la humedad relativa del aire es alta, el proceso viene a ser lento y poco eficiente ya la evaporación del agua depende de que tan saturado es el aire.

Los productos que se deben secar o los órganos de los vegetales que se someten a desecado pueden ser hojas, flores, frutos, semillas, raíces, cortezas, o plantas enteras, que ha menudo se hallan al estado herbáceo. Cada uno de estos órganos puede estar completamente aislado de los otros o tener adherida una parte, como las hojas con una parte de las ramas, la raíz completa o descortezada o bien con el rizoma, etc.

Cada producto reclama una deshidratación diferente, no solamente por la cantidad de agua que contiene, sino por el aspecto que debe presentar; las hierbas y las hojas deben deshidratarse por lo común a temperatura moderada, en presencia de una cantidad grande de agua; las raíces, cortezas y rizomas pueden deshidratarse a temperaturas algo mayores. Algunos productos pueden ponerse al sol, como las raíces de angélica y belladona; otros deben deshidratarse únicamente a la sombra para que conserven el color natural, tal es el caso de las hojas de angélica que en caso contrario se tornarían amarillas, las flores de acacia que se ennegrecerían, etc., en ambos casos evitando su exposición al rocío y la lluvia. (Mundo Mujer, 2007)

Sin embargo estos métodos de secado al medio ambiente son muy tardados y comercialmente poco aplicables para obtener grandes volúmenes de material deshidratado y además algunas veces sin un control de calidad ya que dependen de las condiciones meteorológicas presentes durante el periodo de secado. Para resolver esto se pueden utilizar diversos métodos para el deshidratado mecánico entre los se encuentran el deshidratado por aire caliente forzado. Más, siempre convendrá realizarlo en condiciones que no permitan la contaminación del vegetal ni la disminución de su calidad terapéutica y comercial.

El desarrollo de la tecnología propia, presenta un gran reto que es la generación, desarrollo e implementación de la misma a costos considerablemente bajos para que resulte redituable y presente un precio competitivo en el mercado.

1.2 Estado del arte

1.2.1 El proceso de deshidratación

La deshidratación involucra transferencia de calor, masa y momento en el cual el calor penetra dentro del producto en una fase de gas insaturado. Existen diferentes denominaciones este sistema de conservación: desecación, secado y deshidratación, que se consideran como sinónimos aunque algunos autores establecen diferencias cuantitativas, entre ellas.

- **Desecación.**

Es la eliminación de agua hasta una humedad final que esté en equilibrio con la del aire de secado. La humedad final oscila entre 0.12 y 0.14 Kg. de agua por Kg. de producto húmedo. El valor alcanzado debe ser suficientemente bajo para inhibir el crecimiento microbiano así como para limitar las reacciones enzimáticas.

- **Deshidratación.**

Es la eliminación del agua de un producto hasta un nivel próximo al 0% de humedad.

Se utiliza el término deshidratación, para designar a todos los métodos de desecación en los que la eliminación del agua se realiza bajo condiciones reguladas de temperatura, humedad, velocidad del aire, etc., en equipos que poseen un diseño especial.

El secado según implica la eliminación de agua del producto por muy diferentes procesos como son: túneles con aire caliente, equipo de secado por aspersion, secado por contacto (tambores rotatorios) y liofilización.

Se emplean los términos "deshidratación de alimentos" y "desecación de alimentos" para referirse a la operación unitaria en la que se elimina por evaporación o sublimación casi toda el agua presente en los alimentos, mediante la aplicación de calor bajo condiciones controladas.

Básicamente, el secado consiste en retirar por evaporación el agua de la superficie del producto y traspasarla al aire circulante. La rapidez de este proceso depende del aire (la velocidad con la que este circule alrededor del producto, su grado de sequedad, la temperatura y humedad del medio ambiente, etcétera), y de las características del producto (su composición, su contenido de humedad, el tamaño de las partículas, etcétera). El aire contiene y puede absorber vapor de agua. La cantidad de vapor de agua presente en el aire se llama humedad relativa (HR). Un aire absolutamente seco, sin vapor de agua en su interior, contiene una humedad relativa de 0%. La cantidad de vapor de agua que el aire puede absorber depende, en gran medida, de su temperatura. Existen cuadros que permiten calcular la cantidad adicional de vapor de agua que el aire puede absorber a una temperatura y una humedad relativa determinadas. A medida que el aire se calienta, su humedad relativa decae y, por tanto, puede absorber más humedad. Al calentarse el aire alrededor del producto, éste se deshidrata más.

En la Tabla 1.1 puede apreciarse como, a mayor temperatura, mayor es la capacidad del aire de absorber agua. Cuanto mayor sea el flujo de aire, más rápidamente se elimina el agua del producto que se está secando. Además de que muestra la cantidad de agua que, en teoría, puede absorber el aire. Sin embargo, en la práctica nunca se alcanzan estos niveles. Existen muchas razones para ello: la eficiencia con la que el aire se mezcla con el producto, la naturaleza del producto y otras. En condiciones normales, el aire pudo retirar un 30 a 50% de esta cantidad teórica. Esta capacidad se conoce como “factor de arrastre” y se convierte en una guía para quienes diseñan equipos de secado.

Tabla 1.1. Masa de agua retirada por unidad de masa de aire seco (Peggy, 1998).

Temperatura °C	HR %	Gramos de agua que pueden ser retirados por Kg. de aire seco
29	90	0.6
30	50	7
40	28	14.5
50	15	24

Las características del producto, su naturaleza y el tamaño de las partículas también influyen en el nivel de secado.

1.2.2 Tipos de deshidratadores

En general los deshidratadores se clasifican por su forma de operación en deshidratadores discontinuos también conocidos como deshidratadores Batch y en deshidratadores continuos los cuales a continuación se describen.

1.2.2.1 Deshidratadores discontinuos (Batch)

- **Deshidratador de quemador**

Son construcciones de dos cuerpos separados por una placa perforada. La parte superior es la sección de deshidratación y en la inferior se colocan los quemadores como se observa en la Figura 1.1. Este tipo de deshidratador se usa principalmente para granos y café.

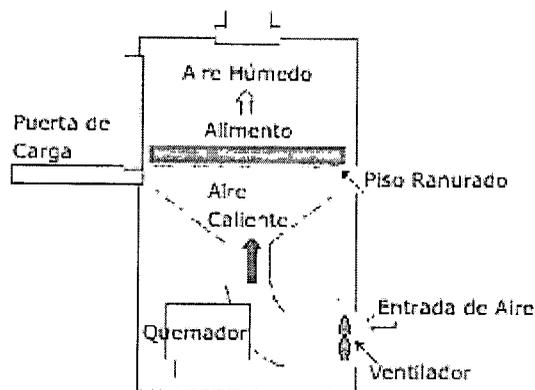


Figura 1.1. Configuración de un deshidratador con quemador.

- **Deshidratador de bandejas**

El producto se coloca en bandejas que se colocan en un compartimiento aislado de exposición a aire caliente y seco. El calentador puede ser directo o indirecto (Serpentines a vapor, intercambiadores o resistencias eléctricas). Se usan velocidades de aire entre 2 y 5 m/s. Su principal problema es la poca uniformidad de la deshidratación entre bandejas en distintas ubicaciones. El alimento que se va a deshidratar se coloca en capas delgadas (1 a 6 cm.) de espesor) en una bandeja; puede estar en forma sólida (continua o discreta), como puré o aún líquido. El aire se calienta y circula entre las bandejas en flujo cruzado como se observa en la Figura 1.2 o en flujo a través de bandejas perforadas (perpendicular al plano de ellas); parte del aire se recircula para un mejor aprovechamiento a costa de la eficiencia de la deshidratación.

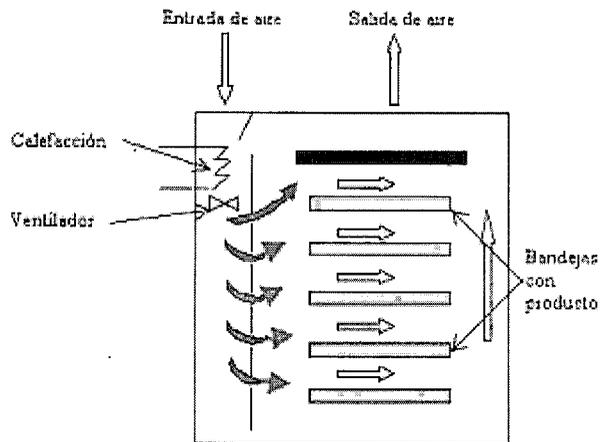


Figura 1.2. Deshidratador de bandejas.

Se busca que la circulación del aire sea homogénea, situación que se alcanza en alguna medida en equipos bien diseñados. Pueden operarse al vacío lo que incrementa la velocidad de deshidratación pero encarece la operación por el costo de la inversión y operación del sistema de vacío.

1.2.2.2 Deshidratadores continuos

- **Deshidratador rotatorio**

Es un cilindro horizontal que rota alrededor de su eje principal. El producto húmedo entra por un extremo y se mueve hacia delante por una combinación de la acción de la gravedad y el arreglo de baffles dentro del cilindro. A medida que este rota el aire atraviesa el producto cuando el cae. Los alimentos que se deshidratan en este equipo son polvos o granulados como el azúcar refinado, el almidón de maíz o el arroz como se muestra en la Figura 1.3.

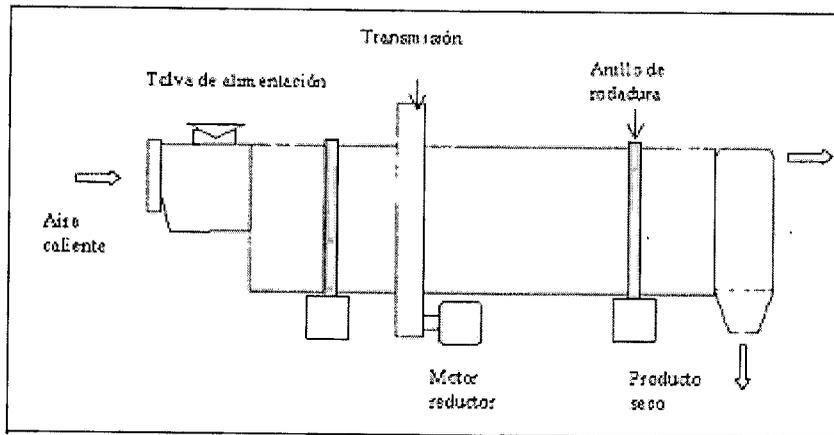


Figura 1.3. Deshidratador rotatorio, flujo en paralelo.

- **Deshidratador de túnel**

Los deshidratadores de túnel son muy comunes en la deshidratación de alimentos. Pueden configurarse en paralelo y contra corriente siendo la primera la más suave para el producto mientras que, en la segunda, el contacto del aire más caliente con el producto seco propicia el endurecimiento de su superficie. Pueden alcanzar hasta 24 m de longitud y consisten en una cabina en la que hay un mecanismo de rieles que mueven carros con producto a lo largo de ella como se muestra en la Figura 1.4. El proceso es entonces semicontinuo.

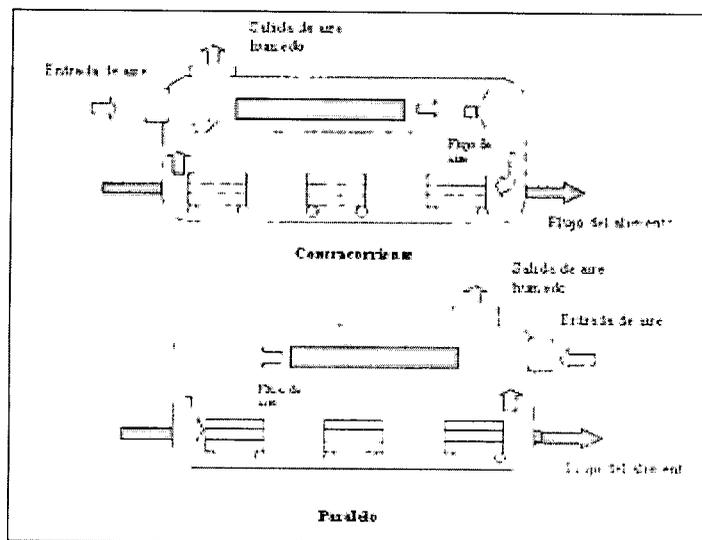


Figura 1.4. Deshidratador de túnel.

- **Deshidratador de banda**

En este tipo el movimiento del producto se hace mediante una banda transportadora. La configuración más común es la de flujo transversal de aire como se muestra en la figura 1.5

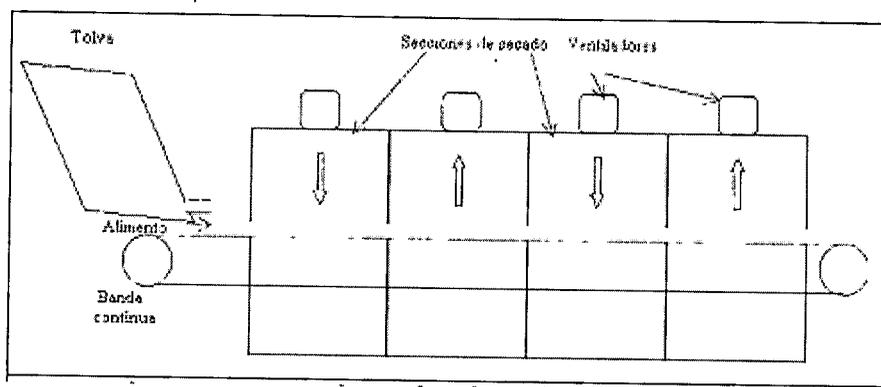


Figura 1.5. Deshidratador de banda de flujo transversal.

1.2.3 Transferencia de calor

El calor puede transferirse de tres formas: por conducción, por convección y por radiación. La conducción es la transferencia de calor a través de un objeto sólido: es lo que hace que el asa de un atizador se caliente aunque sólo la punta esté en el fuego. La convección transfiere calor por el intercambio de moléculas frías y calientes: es la causa de que el agua de una tetera se caliente uniformemente aunque sólo su parte inferior esté en contacto con la llama. La radiación es la transferencia de calor por radiación electromagnética (generalmente infrarroja): es el principal mecanismo por el que un fuego calienta la habitación.

Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección.

El movimiento del fluido puede ser natural o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no-uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina convección natural. La convección forzada se logra sometiendo el fluido a un gradiente de presiones, con lo que se fuerza su movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos.

1.2.4 Propiedades de las hojas de eucalipto

El Eucalipto (*eucalyptus globulus*) es un árbol de esta clase alcanza en relativamente poco tiempo un tamaño gigante de hasta 150 metros. El árbol proviene originariamente de Australia; actualmente existen casi 600 variedades en todo el mundo. Pertenece a la variedad de árboles más útiles que existen, porque además de los aceites esenciales nos provee goma, resina, miel y madera para quemar. El conocido aceite esencial se obtiene de las hojas frescas, muy rendidoras, del árbol de eucalipto de la variedad *Eucalyptus globulus*.

El aceite tiene un aroma intenso, similar al alcanfor y dispone de grandes propiedades medicinales para las más variadas enfermedades. Nosotros lo conocemos especialmente por su efectividad como linimento expectorante en resfríos. En aromaterapia es apreciado especialmente por su propiedad antiséptica y germicida. Además actúa como antifebril, calmante, estimulante, cicatrizante, pero también como estimulante de la piel.

La inhalación de aceite de eucalipto en resfríos, catarrros, tos y bronquitis es uno de los remedios caseros más conocidos y se utiliza una preparación de ocho a diez gotas de aceite en un litro de agua hirviendo. La mayoría de los remedios contra resfríos que pueden comprarse, también contienen eucalipto, por ejemplo el jarabe contra la tos, los bombones de hierba o las mezclas para té.

Si se lo fricciona en la piel, el aceite de eucalipto tiene un efecto antiséptico en infecciones de herpes, heridas que tardan en curar y en ulceraciones así también como calmante de neuralgias. Como es un fuerte estimulante de la irrigación sanguínea de la piel, el aceite de eucalipto también puede ser aplicado externamente en el caso de dolores musculares o reumáticos, preparando una decocción para compresas: en un litro de agua se hierve durante media hora un manojo de hojas de eucalipto. Después se deja enfriar el líquido y con un lino limpio se lo coloca sobre las partes de la piel que duelen. Una cantidad excesiva del aceite es tóxica. Además, en algunas personas puede causar reacciones alérgicas.

1.3 Metodología

Para el diseño del deshidratador se llevarán varios pasos. En primer lugar se implementará un deshidratador muy simple con el fin de valorar la viabilidad del proyecto. Con este deshidratador preliminar se podrá obtener una idea clara de las temperaturas, flujo de aire, tiempo de exposición a las condiciones de secado. Con los anteriores datos es posible establecer las condiciones generales de diseño. También se hace un estudio sobre las características técnicas de los deshidratadores así como las condiciones de secado de las hojas de eucalipto con el fin de no alterar las propiedades que se desea conservar.

A continuación se presentan las principales partes del deshidratador así como las principales variables a controlar

- **Componentes de un deshidratador**

La configuración de un deshidratador es básicamente un conjunto de un alimentador, un calentador y un colector. Hay alimentadores de tipo tornillo sinfín, platos vibradores, mesas giratorias, etc.; los calentadores pueden ser directos, en donde el aire se mezcla con los gases de combustión, o indirectos en donde el producto se calienta con un intercambiados de calor. Las temperaturas máximas

del aire están entre 648 a 760 °C en los calentadores directos y 425 °C para los indirectos.

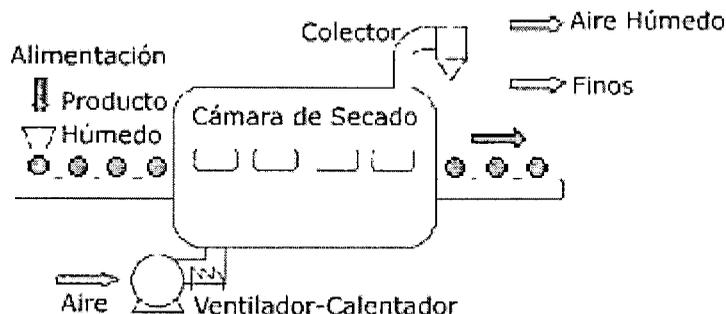


Figura 1.6. . Representación esquemática de un deshidratador continuo de aire caliente a presión atmosférica.

Los colectores generalmente se complementan para recuperar los productos finos con ciclones o filtros de mangas. Para lograr la correcta operación de un deshidratador es necesario el control de las diferentes variables que involucran al proceso, con este fin se debe desarrollar un control de velocidad para los motores que moverán la banda transportadora cuya velocidad implicará el tiempo de secado de la hoja. También es necesario controlar la corriente de las resistencias y así tener la certeza de la temperatura dentro del deshidratador.

- **Control de velocidad de motores**

Los motores que se utilizaran para la banda transportadora serán controlados desde un panel que esta integrado al armazón del deshidratador en cual esta programado en un microcontrolador para ahorrar espacio de componentes el cual cuenta con tres velocidades de giro, en un principio los motores se controlaban mediante la PC con un programa de computadora en C++. Las velocidades solo se programaran dentro de tres rangos los cuales serán velocidad baja, media y velocidad alta. Cabe mencionar que el motor de la banda transportadora estará acoplado mediante poleas al motor del alimentador de hojas.

- **Control de temperatura**

El control de temperatura en el proceso se realizará igualmente desde la computadora. La lectura de la temperatura se hará con dos sensores uno a la entrada y otro a la salida, con estos datos se obtiene el promedio que permitirá la comparación con la temperatura deseada.

La deshidratación se llevará a cabo mediante cuatro resistencias colocadas por arriba y por debajo del paso de las hojas, además se puede emplear un soplador el cual estará en un punto de entrada. El aire se divide en dos para llegar a las cuatro resistencias para posteriormente fluir hacia la cámara principal.

1.4 Objetivo del proyecto

Dentro del proceso de deshidratación para obtener diversos productos de algunos vegetales por medio del arrastre del vapor de agua y posterior condensación se ha visto que dicho proceso resulta ser más eficiente si los vegetales están parcialmente deshidratados. Es por lo anterior que dentro de la Facultad de Ingeniería, en la Universidad Autónoma de Querétaro; surgió la idea de diseñar y fabricar un deshidratador que pueda ser usado para hojas de eucalipto y de la planta de jitomate". Se desea obtener posteriormente el aceite vegetal que el eucalipto contiene y con las hojas (trituradas) de la planta de jitomate se producirá alimento para peces además de utilizarlo para hacer composta (la composta es una materia que surge cuando la materia orgánica se degrada y se usa para mejorar la fertilidad del suelo).

Se desea construir un equipo que lleve a cabo el proceso ya mencionado Se pretende que dicha máquina realice la deshidratación de las hojas a distintas temperaturas con un rango de 0 a 100 °C y además se controlará el tiempo de deshidratación con la manipulación de la velocidad de la banda transportadora, pues realmente no se sabe con exactitud a que temperatura y en cuanto tiempo se

obtiene una deshidratación adecuada en la cual no se pierdan o degraden los componentes importantes de la hoja de eucalipto .

1.5 El presente trabajo

En la presente tesis se desarrollan metodológicamente los objetivos trazados. A continuación se presenta una breve explicación del contenido de cada uno de los capítulos que aquí se exponen que además pretende dar un panorama general de una forma breve y clara de la problemática presentada durante el desarrollo del proyecto.

En el Capítulo 2 se plantea el desarrollo mecánico del deshidratador y se lleva a cabo la selección de bandas poleas, cojinetes y ejes, además se realiza el diseño del deshidratador.

El capítulo 3 comprende el desarrollo electrónico y de control. En este capítulo se presentan las distintas tarjetas electrónicas diseñadas. Para corroborar el correcto funcionamiento de dichas tarjetas, se presentan los resultados de pruebas finales individuales.

El capítulo 4 muestra los resultados obtenidos con la deshidratadora de hojas a diferentes temperaturas de de secado, tiempos y velocidades de las bandas así como las conclusiones que se obtuvieron con la realización del proyecto.

Capítulo II

2 DISEÑO MECÁNICO DEL DESHIDRATADOR

En el presente capítulo se presenta de manera integrada la metodología de obtención de los parámetros de operación del deshidratador de hojas.

2.1 Pruebas para secador preliminar de hojas

Como primer paso se desarrollo un modelo muy simple de deshidratador con el fin de obtener una clara idea de las variables a controlar así como sus rangos. Se realizaron experimentos a escala; se construyó una caja de madera (triplay). La contención de las hojas vegetales consistió en una plataforma de malla metálica que se colocó a la mitad de la altura de la caja. Una vez teniendo la cama de hojas extendida sobre la malla plana dentro de la caja de forma rectangular se suministró aire caliente proveniente de una secadora eléctrica (pistola) industrial de 2000 watts.

Los datos técnicos obtenidos de este experimento se muestran a continuación:

La zona de donde se toman las muestras para experimentos fue en la Ciudad de San Juan del Río en el Estado de Querétaro, México.

En el estado se encuentran diversos tipos de climas:

Templados sub-húmedos del Sur.- Su temperatura media anual oscila entre 12°C y 18°C. Abarca los municipios de Amealco, Huimilpan y Pedro Escobedo.

Secos y semisecos del Centro.- Su temperatura media anual oscila entre 7°C y 25.1°C. Abarca los municipios de Querétaro, Corregidora, El Marqués,

Ezequiel Montes, Cadereyta, Tequisquiapan, San Juan del Río, Colón, Peñamiller y Tolimán.

Cálidos y semicálidos del Norte.- Su temperatura media anual oscila entre 14°C y 28°C. Abarca los municipios de Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Pinal de Amoles, Landa de Matamoros y San Joaquín.

En las Tablas 2.1 a 2.3 se muestran los valores de los parámetros evaluados para determinar (con la diferencia de peso inicial y final) a que temperatura (utilizando un multímetro con termopar) las hojas de eucalipto pierden determinada cantidad de agua y en que tiempo (minutos). Con la diferencia de peso se determinó la cantidad de agua que las hojas de eucalipto perdieron. Se considera que la hoja recién cortada del árbol de eucalipto contiene el 100 % de su humedad natural. En la página siguiente se muestran las tablas de los experimentos realizados:

Experimento 1

Tabla 2.1. Relación entre el tiempo y temperaturas para el deshidratador preliminar a temperatura ambiente de 22 °C.

Tiempo (min.)	Temp.(interna)
1:40	140 ° C
3:43	170 ° C
5:00	176.8 ° C
6:00	182.9 ° C
7:00	186.7 ° C
8:00	186.7 ° C
9:00	186.7 ° C
10:00	186.7 ° C

los datos técnicos para el experimento 1 son: $P_{im} = 50$ gr, $H_h = 100\%$, $P_{fm} = 30$ gr,

$$T_s = 186.7^\circ C$$

Donde

P_{im} es peso inicial de la muestra de hojas de eucalipto

H_h humedad de la hoja*

P_{fm} peso final de la muestra

T_s es la temperatura de salida al final de la prueba.

Experimento 2

Tabla 2.2. Relación entre el tiempo y temperaturas para el deshidratador preliminar a temperatura ambiente de 30 °C.

Tiempo (min.)	Temp.(interna)
2:30	176 °C
5:00	202 °C
7:30	215 °C
10:00	223.8 °C
12:30	230 °C

los datos técnicos para el experimento 2 son:

$$P_{im} = 50 \text{ gr}, H_h = 100\%, P_{fm} = 25 \text{ gr}, T_s = 230^\circ \text{C}$$

Experimento 3

Tabla 2.3. Relación entre el tiempo y temperaturas para el deshidratador preliminar a temperatura ambiente de 27 °C.

Tiempo (min.)	Temp.(interna)
3:00	145 °C
6:00	174 °C
9:00	188.6 °C
12:00	197 °C
15:00	201 °C

los datos técnicos para el experimento 3 son:

$$P_{im} = 50 \text{ gr}, H_h = 100\%, P_{fm} = 35 \text{ gr}, T_s = 201^\circ \text{C}$$

Al concluir estos experimentos se determinó que definitivamente en el diseño se utilizarán resistencias eléctricas y un soplador de aire, para la generación de calor y para la difusión de este a través del deshidratador. Con estos cálculos se observa que se puede jugar con los parámetros, ya que si se varía el tiempo de aplicación de temperatura se tiene una mayor pérdida de humedad en las hojas. Esto también se logra si se programa el tiempo del proceso de secado lo cual puede lograrse por control de la velocidad de las bandas.

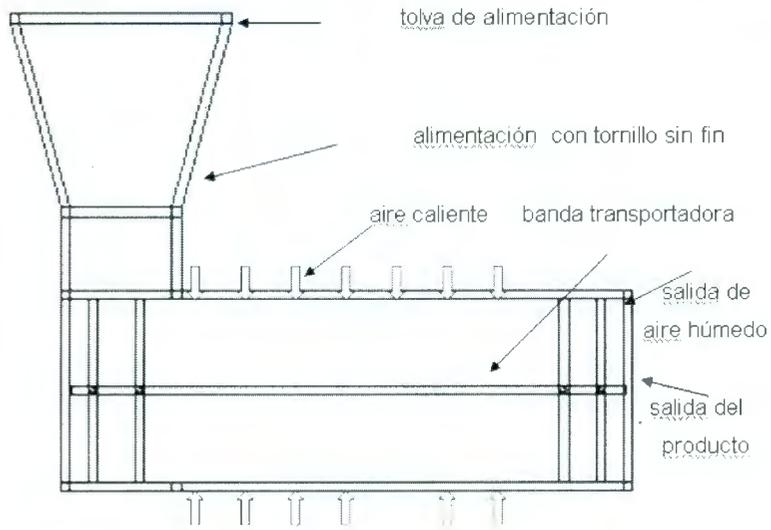
2.2 Condiciones para del diseño

En la Figura 2.1 a y b se muestran el esquemático de un deshidratador típico en dos vistas donde se observan las principales partes como son: la tolva, el almacén, los túneles, la banda, las chumaceras, y los ductos del flujo de aire.

Se propone desarrollar una deshidratadora cuyas dimensiones sean lo más pequeñas posibles pero que al mismo tiempo sea capaz de llevar a cabo la tarea encomendada. Sin embargo una vez desarrollado el diseño, este puede ser fácilmente expandible y se contaría con todos los datos y la experiencia para desarrollar cualquier otra deshidratadora con los mismos principios pero con mayores capacidades. En cuanto las dimensiones de la deshidratadora se propusieron las siguientes dimensiones: Largo = 1.50 m, Ancho = 0.50 m, Alto = 0,50 m. Dichas dimensiones son solo de la cámara principal de deshidratado es decir, sin tomar en cuenta la tolva, los soportes de esta y los motores.



a)



b)

Figura 2.1. . a) Deshidratador de banda de un solo paso con flujo de aire transversal en dos direcciones b) diagrama esquemático del deshidratador de banda.

- **Materiales Propiedades**

LANA MINERAL

La lana mineral se fabrica mediante la fusión, en un horno de cubilote, de una mezcla formada principalmente por distintos materiales, a una temperatura aproximada de 1.500 °C.

La lana mineral es un aislante térmico y absorbente acústico, constituido por fibras minerales blancas extrafinas, que se aglomeran para formar colchonetas, frazadas, bloques y caños premoldeados, y que fijan en su interior aire quieto. También se suministran a granel, cortadas y noduladas.

Se utiliza fundamentalmente como aislante térmico para optimizar el aprovechamiento de la energía en procesos industriales, en el aislamiento térmico de viviendas, edificación comercial, servicios e industrias y como absorbente del sonido en acondicionamiento acústico ambiental.

Principales beneficios de la lana mineral a través de los cuales se considero como aislante térmico para la deshidratadora.

Aislamiento térmico

Extraordinarias características de aislamiento térmico por su baja conductividad térmica (conductividad térmica (λ) de 0,030 a 0,043 W/m °C a 20 °C).

Inalterabilidad

No pierde sus características físicas con el paso del tiempo, químicamente neutro, inodoro, no corrosivo e insoluble en agua. No conduce electricidad y no contiene azufre, álcalis, ni cloro (inferior a 100 ppm).

Estabilidad física

Resiste fuertes vibraciones sin perder su cohesión interna, aún con altas temperaturas. Tampoco sufre variaciones dimensionales.

Inflamable

Debido a su origen mineral es incombustible y no inflamable por lo que tiene la característica de ser un excelente retardador del fuego. Además no emite gases tóxicos, aún en caso de incendio.

Económico

Evitar la disipación de calor o de frío, optimizando el uso de la energía en procesos productivos.

Temperatura

La temperatura máxima de operación es de 800 °C.

LAMINA GALVANIZADA

Se compraron 2 hojas de lámina galvanizada calibre 18 de 8m² con un espesor de 1.252mm y una hoja de 2m² de calibre 20 con un espesor de 0.95mm. Para el proceso de deshidratado se consideraría manejar hojas de acero inoxidable pero por tratarse de un prototipo y por cuestiones de presupuesto se decidió que fuera lamina galvanizada.

CHUMACERAS

Se consideraron chumaceras de pared para poder fijarse al perfil tubular de la estructura y soportar el eje de 1pulg. de diámetro tanto en la banda alimentadora como en el alimentador que va en la tolva que también es de un diámetro de 1pug.

MALLA TRANSPORTADORA

Se compro una banda de tortilladora de 3 metros de largo. El beneficio de utilizar este tipo de banda es por que se puede ajustar las distancia por los eslabones que son desmontables y sumándole que esta perforada permite el paso del aire caliente en ambas direcciones.

BANDAS

Las bandas que transmiten la potencia del motor a la malla transportadora es de 1510 mm y la banda que transmite la potencia de la malla transportadora al alimentador de hojas es de 813 mm.

2.3 Selección de los elementos mecánicos

A continuación se presenta el cálculo y selección de los principales elementos mecánicos como son los cojinetes, bandas, poleas y ejes.

2.3.1 Selección de cojinetes

Desde la antigüedad el hombre se ha preocupado por la pérdida de potencia en las máquinas y el desgaste de las piezas en movimiento relativo. Pero aún hoy, en la actualidad, la investigación de estos fenómenos por su complejidad multifactorial tiene gran vigencia.

A diferencia de los cojinetes de rodamiento, que trabajan con fricción por rodadura, los cojinetes de contacto plano trabajan con fricción por deslizamiento Figura 2.2 y 2.3. Por eso las pérdidas por fricción para los cojinetes de deslizamiento, que trabajan con frecuentes arranques y paradas o en régimen de lubricación límite o semi-límite son mayores que las de los rodamientos. (Shigley. J.E, 1990)



Figura 2.2. . Cojinete de deslizamiento en su chumacera.

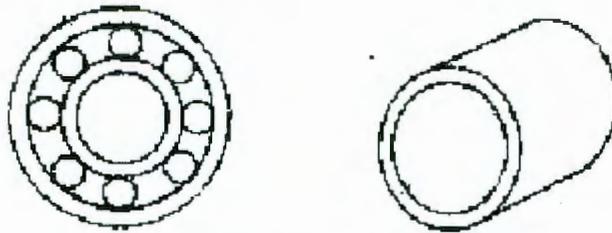


Figura 2.3. . Cojinete de rodamiento y de deslizamiento.

No obstante el inconveniente asociado con las pérdidas por rozamiento, el campo de aplicación de los cojinetes de deslizamiento es amplio. Ellos pueden ser empleados:

- Para guiar árboles con elevada precisión;
- En máquinas con vibraciones, fuertes sacudidas o golpes, como las prensas;
- Para trabajar en medios agresivos, por ejemplo el agua salada.
- Donde no puedan existir elementos contaminantes, como la industria farmacéutica o la industria de alimentos;
- En apoyos de árboles acodados, Ej. los cigüeñales;
- En árboles rápidos, ya que la vida útil de estos cojinetes no depende totalmente del número de ciclos de carga;
- En árboles extrapesados, donde colocar un rodamiento sería caro, ya que debe fabricarse a pedido;

- Para mecanismos de marcha lenta y poca responsabilidad
- En montajes con dimensiones diametrales muy pequeñas.

Debe ser señalado que, con relación a los rodamientos, los cojinetes de deslizamiento necesitan mayores dimensiones longitudinales para lograr capacidades de carga semejantes. Además los cojinetes de deslizamiento presentan aumentos progresivos de las holguras debido al desgaste por lo que requieren de un cuidadoso diseño y en ocasiones de complejos sistemas de lubricación, para garantizar un correcto funcionamiento. (Shigley. J.E, 1990)

Las cargas que actúan sobre los cojinetes son, a veces, difíciles de calcular, y es por ello que se determinan basándose en aplicaciones similares. Las cargas usuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2.4. Cargas usuales en cojinetes.

Equipo	Carga (kg/cm ²)
• Motores alternativos	
Cojinetes de bancada	55-100kg/cm ²
• Ejes Pesados	7-10kg/cm ²
• Motores eléctricos	7-14kg/cm ²
• Ejes ligeros	1-2kg/cm ²

Para comprender mejor el tipo de lubricación que puede establecerse en el cojinete, nos referiremos a la curva de Stribeck, mostrada en la siguiente figura.

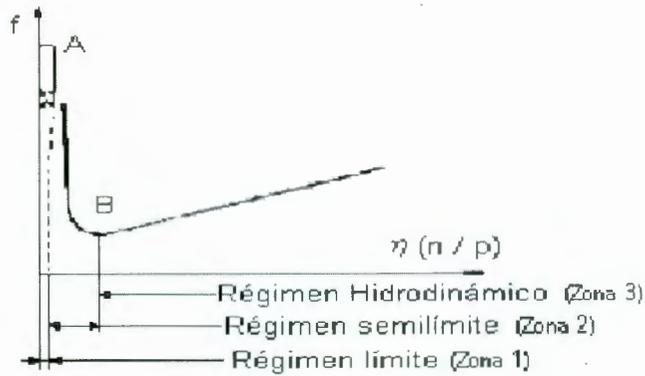


Figura 2.4. . Curva de Stribeck.

En el gráfico aparece la dependencia entre el coeficiente de fricción f y el parámetro de Stribeck $\eta(n/p)$. Siendo

η : La viscosidad dinámica o absoluta del aceite que se emplea como lubricante.

p : La carga por unidad de área proyectada.

n : La frecuencia de rotación de la superficie en movimiento.

Zona 1 -. Lubricación en régimen límite. El coeficiente de fricción es alto, no varía con el cambio del parámetro de Stribeck, este depende de las propiedades de las superficies que se encuentren en contacto y del lubricante presente, excepto la viscosidad.

Zona 2 -. Definida entre los puntos A y B, Tiene mayor espesor la película de lubricante, que en la zona 1, sin embargo se mantienen en contacto las crestas del micro irregularidades superficiales. En estas condiciones, se establece el régimen llamado semi-límite, el coeficiente de fricción disminuye al igual que la temperatura en la medida que se exista mayor cantidad de lubricante entre las superficies.

Zona 3 -. Lubricación en régimen hidrodinámico. En el punto B la capa de lubricante tiene el mínimo espesor posible para que no se toquen las crestas, y en estas condiciones se logra que el coeficiente de fricción sea mínimo. Para elevados valores del parámetro de Stribeck, que propician espesores de capa

mayores, se producen aumentos del coeficiente de fricción, ya que además existe rozamiento entre las capas de lubricantes.

Se seleccionaron chumaceras de pared de dos hoyos de $\frac{1}{2}$ pulg. de diámetro. El diámetro interior del rodamiento es de una pulgada, la marca de las chumaceras es SKF y son sencillas para carga ligera a continuación se muestra una tabla de propiedades de chumaceras SKF.

2.3.1.1 Selección de bandas y poleas

Cuando hay que transmitir movimiento rotacional continuo a rotacional continuo, una opción es emplear juegos de poleas y bandas. (Shigley. J.E, 1990)

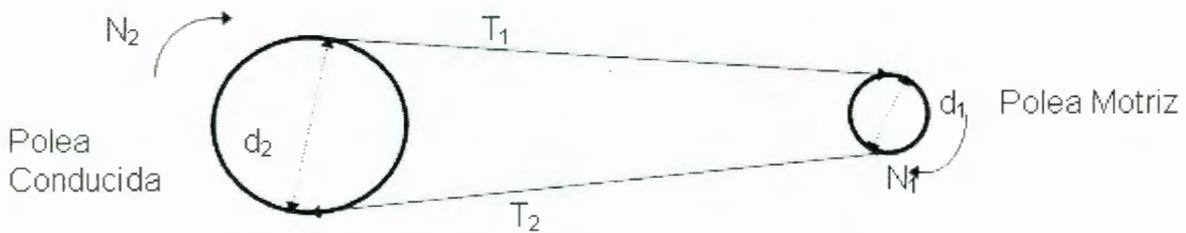


Figura 2.5. . Descripción de juego de poleas.

Donde:

d_1 = Diámetro de la polea motriz

N_1 = Velocidad de la polea motriz (r.p.m.)

d_2 = Diámetro de la polea conducida

N_2 = Velocidad de la polea conducida (r.p.m.)

y la relación de transmisión esta dada por

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{d_{p1}}{d_{p2}} \quad (2.1)$$

Donde: d_{p1} y d_{p2} son "diámetros primitivos".

En la industria se utilizan diferentes tipos de poleas, apropiadas cada una para la naturaleza del servicio que prestan. Existen poleas disponibles prácticamente para todas las condiciones del servicio.

La información principal que interesa conocer en una polea es ancho, diámetro, material de construcción. Al ancho de la polea debe ser algo superior al de la banda. Una fórmula aproximada, pero muy utilizada en la práctica es:

$$A = 1.2(B + .04) \quad (2.2)$$

Donde: A = Ancho de la polea (pulg.), B = Ancho de la banda (pulg.)

El diámetro es importante para establecer la relación de transmisión:

$$N_1 d_1 = N_2 D_2 \quad (2.3)$$

Los materiales más comúnmente utilizados en la construcción de poleas son: madera, hierro, acero, y aluminio. Las de madera son más livianas y por esto fatigan menos las transmisiones; además, su montaje es sencillo. Las de hierro tienen mayor resistencia y duración; se emplean para transmitir grandes potencias. Las de acero son más livianas que las anteriores y por consiguiente fáciles de montar. El aluminio es el material más liviano pero presenta el inconveniente de menor resistencia.

La deshidratadora maneja diferentes tipos de poleas para diferentes necesidades que se plantearon a continuación se muestran los resultados de los cálculos de tal propuesta

Se considera que la polea del motor sea menor para que pueda dar mas vueltas y la banda al tener una polea mayor tardara en dar mas una vuelta evitando así que el motor a pasos se sobrecaliente a velocidades bajas ya que esta cuestión es vital para el desarrollo de las pruebas, manejar velocidades lentas.

Las velocidades siguientes se obtuvieron mediante un tacómetro:

$$V1 = 0.253 \text{ r.p.m}$$

$$V2 = 0.4824 \text{ r.p.m}$$

$$V3 = 1.782 \text{ r.p.m}$$

Se propone la polea del motor de $\varnothing = 5\text{cm}$. En el eje del motor, tenemos que si la $N1 = 0.253 \text{ r.p.m}$ y queremos que la banda gire más lento a $N2 = 0.141 \text{ r.p.m}$:

$$D1N1 = D2N2$$

$$D2 = (5)(0.253)/(0.141) = 8.97 \text{ cm.}$$

Por lo tanto la polea de la banda será de 9 cm.

Polea para alimentador:

$$D_2 = (6)(0.21)/(0.126) = 10 \text{ cm.}$$

Por lo tanto la polea del alimentador será de 10 cm. lo cual es razonable ya que deseamos que el alimentador vaya más despacio para evitar que las hojas se acumulen demasiado.

Datos:

Polea del eje del motor con diámetro 5 cm.

Polea de la banda transportadora - motor 9cm.

Polea de la banda transportadora - alimentador 10 cm.

Polea de alimentador de hojas 6 cm.

2.3.2 Calculo de ejes

Ejes, árboles o flechas son términos que se aplican a barras cilíndricas de acero, con movimiento de rotación y soportadas, en dos o más puntos, por los cojinetes. La diferencia entre estos términos se puede resumir en la siguiente forma:

- Eje. Cargados transversalmente y sujetos a esfuerzos de flexión, para acople de piezas giratorias.
- Flecha. Sujeta a esfuerzos de torsión y flexión. Se usan para transmitir movimiento de rotación a distancias relativamente cortas.
- Árbol. Similares a las Flechas, pero de mayor diámetro.

Las fuerzas que actúan sobre un Eje, Flecha o Árbol pueden ser:

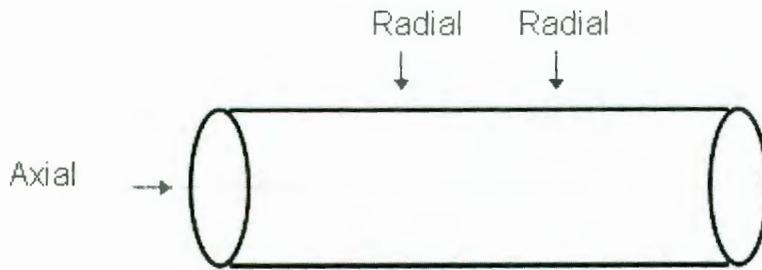


Figura 2.6. . Cargas sobre un eje.

- Radial: En el sentido del radio.
- Axial: En el sentido del eje geométrico de la barra.
- Combinada: Se compone de fuerzas radiales y axiales.

Se puede transmitir potencia de un extremo a otro de un eje, o bien se puede tomar en cualquier punto del mismo. Por ejemplo, el árbol de levas del motor de un tractor de cuatro cilindros, recibe la fuerza en un extremo por parte del cigüeñal y la transmite a las levas que actúan sobre sendas válvulas, a una bomba de aceite y a una de gasolina o a cualquier otro accesorio en el otro extremo.

La siguiente tabla muestra la potencia transmitida por Árboles de diferente diámetro, según el número de revoluciones por minuto:

Tabla 2.5. Cargas usuales en cojinetes.

Diámetro (pulg.)	HP Transmitida / r.p.m.	Distancia entre centros de Cojinetes (m)
1	0.015	1.45
1.5	0.062	1.98
2	0.133	2.44
2.5	0.260	2.75

Capítulo III

3 DISEÑO ELECTRÓNICO

3.1 Tarjeta de adquisición de datos

La tarjeta de adquisición de datos hecha en circuito impreso se probó con el motor a pasos que moverá a la banda transportadora y resultó bien en las pruebas. Ahora se pretende crearla en protel para tener un diseño más estético y seguro en cuanto a la posibilidad de falsos contactos aunque la funcionalidad será la misma.

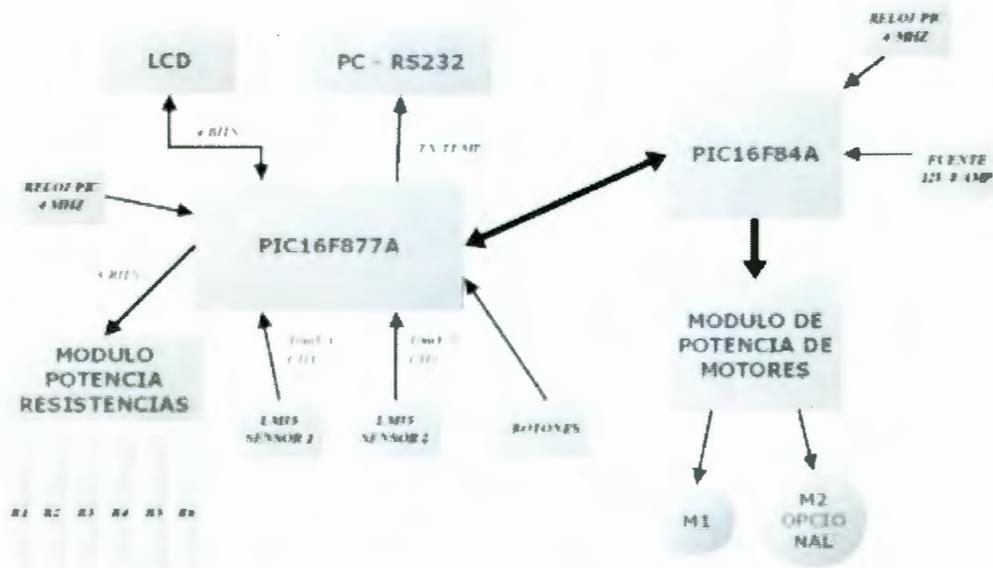


Figura 3.1. . Diagrama de bloques del sistema de control.

- **Resistencias**

El módulo de potencia de las resistencias es activado por medio de 5 bits que salen del PIC16F877A y estos a su vez disparan los triacs para la activación de las resistencias que están conectadas en tres grupos con un arreglo en serie.

Las resistencias consumen 8 amp. que son disipados por medio de los triacs BT139 que resisten una corriente máxima de 16 amp.

El PIC16F877A manda paralelamente los pulsos de activación a PIC16F84A el cual maneja la secuencia del motor a pasos. El PIC16F877A recibe la señal de los dos sensores Im35 y realiza el promedio de temperatura que se despliega en el display comparándolo contra la temperatura programada y activando o desactivando las resistencias a 4 Mhz.

Además que el PIC16F877A tiene la capacidad de comunicarse con el puerto serial de la PC y desplegar únicamente las señal de temperatura recogidas por los sensores.

Cabe mencionar que el proyecto se puede adaptar a alguna otra necesidad de secado ya que se puede programar el retraso con el que se quiera manejar la velocidad de banda y hacerla trabajar aun más lento en todas las velocidades. En el Apéndice A se muestra el código de programación del PIC16F877A.

- **LCD**

La pantalla de cristal líquido es controlada directamente por el PIC16F877A con un protocolo de comunicación de 4 bits, los datos adquiridos por los sensores de temperatura LM35 son enviados al PIC para después ser procesadas y desplegadas correctamente en el LCD.

El LCD es la parte primordial del proyecto ya que nos permite verificar la temperatura real que se obtiene por medio de los LM35 así como también el promedio de los dos sensores y la velocidad de los motores, al mismo tiempo

también nos permite ver la entrada a dos menú interactivos que modifican los parámetros básicos del sistema (Temp. de fijación y velocidad).

- **Sensores LM35**

Los sensores enviar un señal análoga proporcional a la temperatura real a al cual están expuestos, la relación de voltaje/temperatura es de 10 mV/°C

3.2 Control de los motores

El microcontrolador PIC16F84A (DRIVER PARA MOTORES) es el encargado de controlar los pulsos que harán girar el motor así como también la velocidad con la que son emitidos estos pulsos, la velocidad es controlada por medio de dos bits de entrada que relacionaran la velocidad que tendrá el motor con la palabra que sea enviada a estos bits. El código de programación utilizado para el PIC16F84A se presenta en el Apéndice B.

La relación de los dos bits y la velocidad se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.1. Relación entre las velocidades y los bits.

<i>BIT 1</i>	<i>BIT 2</i>	<i>VELOCIDAD</i>
0	0	BAJA
1	0	MEDIA
0	1	ALTA

Una vez relacionado los pulsos de entrada provenientes del PIC16F877A hacia el PIC16F84A este envía cuatro pulsos con tiempo específicos a un modulo denominado de potencia de motores que será el encargado de manejar la alta corriente para activar el motor.

3.3 Tarjeta de potencia

Cuando se requiere controlar potencias, tales como resistencias eléctricas, motores, electrodomésticos, etc. El problema se complica ya que los puertos de del PIC manejan muy poca corriente. Para ello se requiere de interfaces de potencia basadas en dispositivos capaces de accionar potencia a partir de señales débiles.

La señal digital que proveniente de los pines del PIC limitada en corriente y aplicada al cátodo del LED interno del opto acoplador. El ánodo de ese diodo es cableado a la tierra de la fuente.

El brillo producido por el LED acciona el Triac del opto, que, a su vez, acciona el Triac de potencia (BT139). El opto acoplador incluye en su interior un circuito de detección de cruce por cero (denominado ZCC). Este sistema hace que la conmutación sea posible sólo cuando el semiciclo de la corriente alterna se encuentra en 0V.

El opto acoplador puede ser un MOC3031. El Triac debe ser capaz de manejar 16A sobre 127V, que la corriente que manejan las resistencias eléctricas para este tipo de procesos. Es indispensable montar el Triac en un buen disipador térmico.

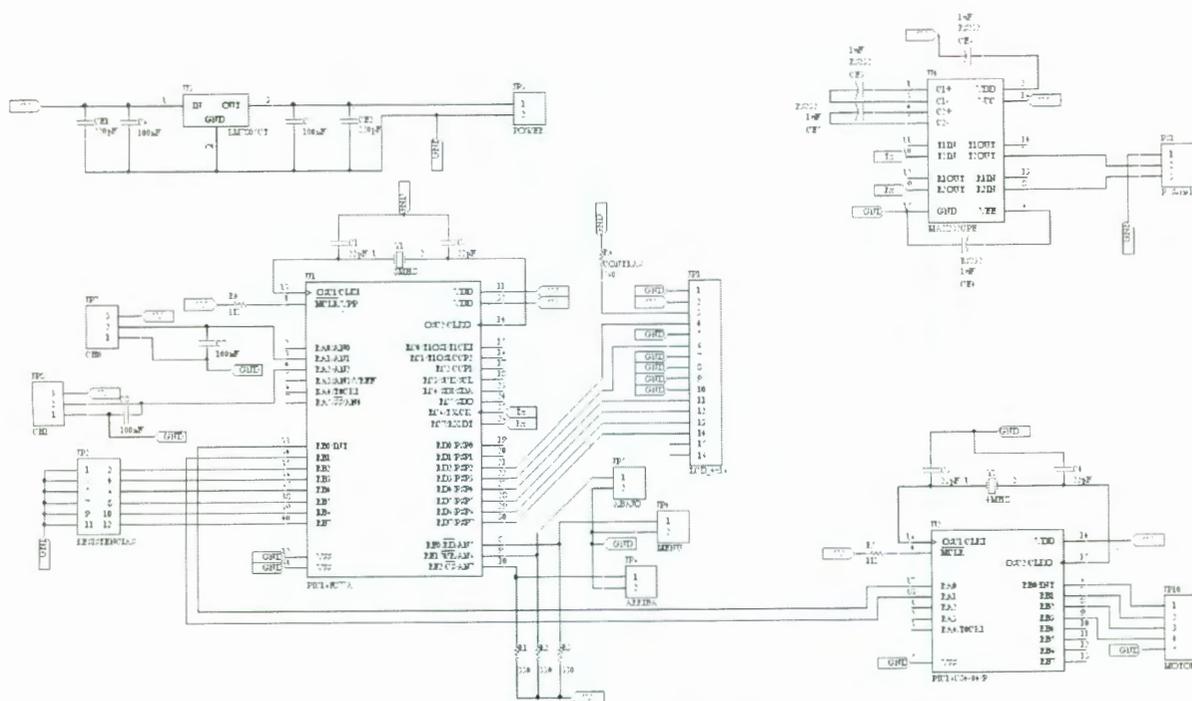


Figura 3.2. . Circuito de Conexión de Pícs (Diagrama en protel).

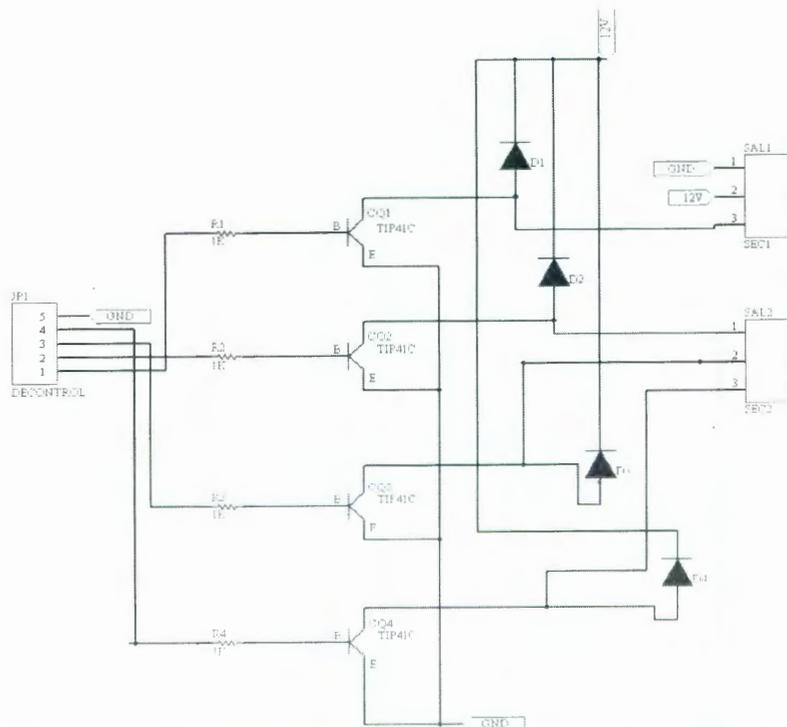


Figura 3.3. . Circuito de Potencia para Motor a Pasos (Diagrama protel).

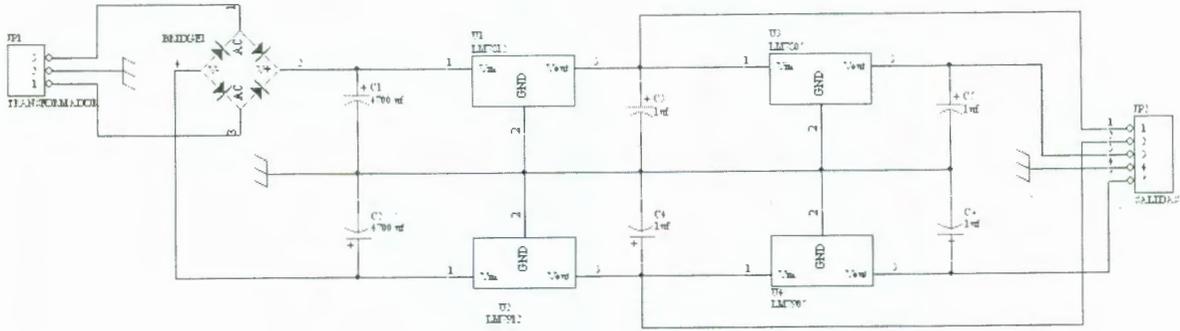


Figura 3.4. . Circuito: Fuente +/- 5 volts (Diagrama Protel).

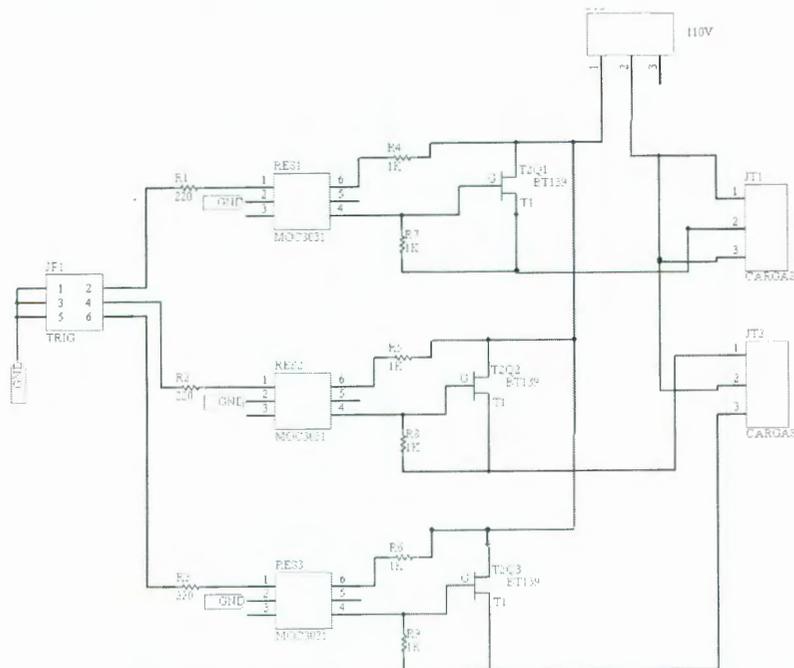


Figura 3.5. Circuito: Etapa de Potencia para resistencias eléctricas (Diagrama Protel).

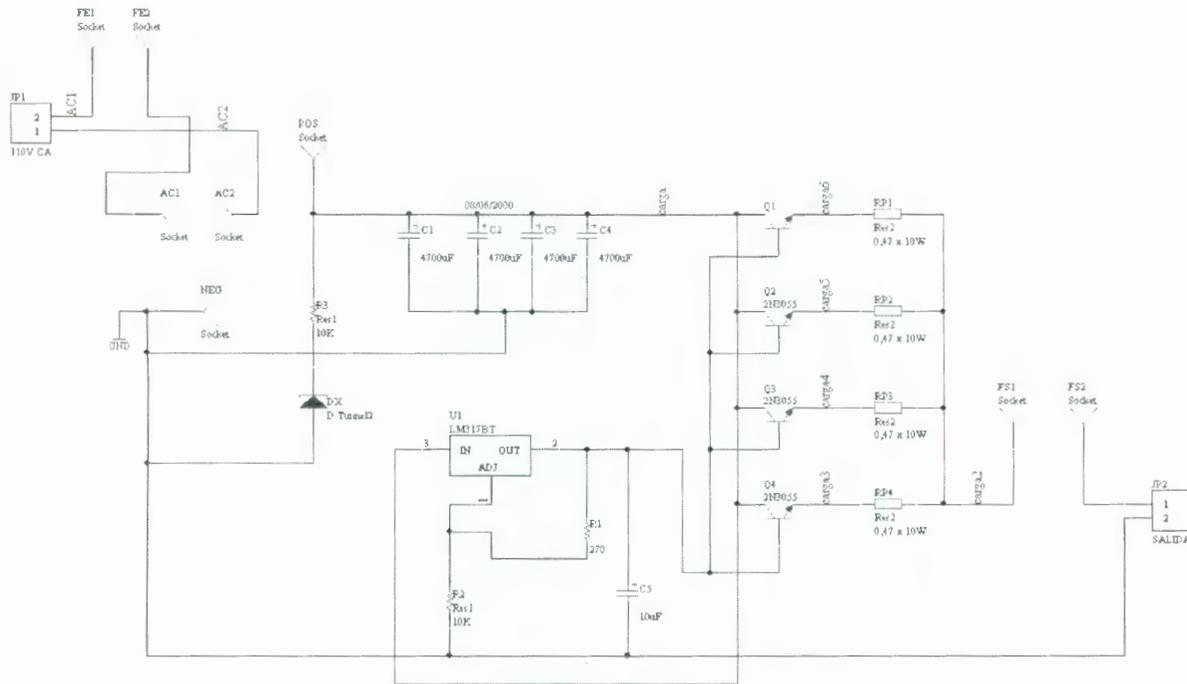


Figura 3.6. Circuito: Fuente de 5 amperes (Diagrama Protel).

3.3.1 Tipos de control de motores y control de temperatura

Los motores paso a. paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez, por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan sólo 1.8° , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360° . Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas están energizada, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas. (Humphries-Leslie, 1996).

Unipolar: Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexionado interno (ver figura 4). Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar. En la figura 6 podemos apreciar un ejemplo de conexionado para controlar un motor paso a paso unipolar mediante el uso de un ULN2803, el cual es un arreglo de 8 transistores tipo Darlington capaces de manejar cargas de hasta 500mA. Las entradas de activación (Activa A, B, C y D) pueden ser directamente activadas por un microcontrolador en nuestro caso se utilizó el PIC16F84A

Secuencia Normal: Esta es la secuencia más usada y la que generalmente recomienda el fabricante. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención

Identificando los cables de las bobinas (A, B, C y D): aplicar un voltaje al cable común (generalmente 12 volts pero puede ser más o menos) y manteniendo uno de los otros cables a masa (GND) mientras vamos poniendo a masa cada uno de los demás cables de forma alternada y observando los resultados

En el control de temperatura existen diversos tipos aquí se mencionan algunos de los más usados:

CONTROLES DE TEMPERATURA DE LAZO SIMPLE

Este tipo de control es un instrumento que compara la señal del sensor, la compara con una señal interna deseada (se llama a este punto setpoint) y ajusta la salida del dispositivo calefactor para mantener, tan cerca como sea posible, el equilibrio entre la temperatura medida y la temperatura deseada. Aquí la frase clave es "tan cerca como sea posible". (Millman-Halkias, 1976)

Existen varios métodos de control para conseguir esto. Trataremos de explicar brevemente los más comunes.

CONTROL SI – NO

La selección del control de temperatura correcta para una aplicación dada, depende del grado de control requerido por la aplicación. La solución más simple que puede necesitar una aplicación dada puede solucionarse con lo que se llama control sí-no (on-off). El control sí-no trabaja como el termostato del hogar, o sea la salida del control es 100 % sí o 100 % no.

La sensibilidad del control sí-no (también llamado “histéresis” o “banda muerta”) se diseña de modo que la salida no cambie de sí a no demasiado rápido. Si el rango de histéresis es muy angosto, habrá una conmutación demasiado rápida que se conoce como traqueteo.

Este traqueteo hace que los contactos de los contactores y elementos calefactores tengan una vida más corta. Entonces la histéresis deberá ajustarse de modo que haya un retardo suficiente entre los modos “sí” y “no”. Debido a la necesidad de esta histéresis habrá siempre lo que se llama “overshoot” y “undershoot”.

El “overshoot” es la magnitud en que la temperatura rebasa a la del setpoint, el “undershoot” es lo contrario.

Debido a la histéresis necesaria, esta oscilación de temperatura estará siempre presente, la magnitud de esta oscilación dependerá de las características del sistema térmico en cuestión.

PROPORCIONAL EN EL TIEMPO

Hay procesos que necesitan un control más preciso que la que puede dar el sistema sí-no. Un control proporcional en el tiempo, trabaja de la misma manera como el control sí-no mientras la temperatura del proceso está por debajo de lo que se llama la banda proporcional.

Esta banda proporcional es el lugar debajo del setpoint en el cual el control proporcional comienza a actuar o sea que la proporción entre sí y no comienza a cambiar.

En la parte baja de la banda proporcional, el tiempo sí es mucho mayor que el tiempo no. A medida que la temperatura se aproxima al setpoint, el tiempo sí disminuye y el tiempo no aumenta. Esto cambia la potencia efectiva y ocasiona una disminución en la velocidad a la cual la temperatura del proceso aumenta. Esta acción continúa ya que se estabiliza en algún lugar debajo del setpoint.

En este actuar o sea que la proporción entre sí y no comienza a cambiar, en la parte baja de la banda proporcional, el tiempo sí es mucho mayor que el tiempo no. A medida que la temperatura se aproxima al setpoint, el tiempo sí disminuye y el tiempo no aumenta. (Millman-Halkias, 1976)

Esto cambia la potencia efectiva y ocasiona una disminución en la velocidad a la cual la temperatura del proceso aumenta. Esta acción continúa ya que se estabiliza en algún lugar debajo del setpoint. En este punto se obtiene el control. Esta diferencia entre el punto de control y el setpoint se llama "droop" (caída).

ACCION INTEGRAL

Si la caída en el control proporcional en el tiempo, no se puede tolerar en un proceso, se debe agregar la función integral de control. La función integral que se encuentra en los controladores de corte automático emplea un algoritmo

matemático para calcular la magnitud de la caída y luego ajustar la salida para cortar el control y llevarlo más cerca del setpoint.

Esta acción de corte automático tiene efecto solamente dentro de la banda proporcional. Si esta acción se efectúa fuera de la banda proporcional el sistema se hace inestable. Los controles integrales están preparados para impedir este efecto.

En muchos controles que no tienen control automático se sustituye esta función por un potenciómetro que ajusta manualmente a la banda proporcional.

DERIVADO

El sobrepaso de temperatura es cuando el proceso, durante su ciclado, sobrepasa el setpoint. Este sobrepaso puede ser pequeño e insignificante o lo bastante grande como para causar problemas con el proceso. El sobrepaso puede ser perjudicial en muchos procesos por lo que debe ser evitado.

En todos los tipos de controles considerados hasta ahora tienen sobrepaso. La función derivada puede usarse en estos casos para prevenir el exceso de temperatura. La función derivada anticipa con qué rapidez se llega al setpoint.

Hace esto midiendo la velocidad de cambio de la temperatura del proceso y forzando al control a entrar antes en una acción proporcional disminuyendo la velocidad del cambio de la temperatura del proceso. Esto resulta en una temperatura que entra al setpoint en forma suave y así previene un sobrepaso excesivo al inicio del proceso o cuando el sistema cambia, por ejemplo, cuando la carga cambia o por la apertura de la puerta del horno tiene lugar.

Por lo común, el control más exacto es aquel que es proporcional, tiene control automático y es derivado. Este tipo de control se conoce como PID (Proporcional, Integral, Derivado).

En todos los tipos de controles considerados hasta ahora tienen sobrepaso. La función derivada puede usarse en estos casos para prevenir el exceso de temperatura. La función derivada anticipa con qué rapidez se llega al setpoint. Hace esto midiendo la velocidad de cambio de la temperatura del proceso y forzando al control a entrar antes en una acción proporcional disminuyendo la velocidad del cambio de la temperatura del proceso.

Esto resulta en una temperatura que entra al setpoint en forma suave y así previene un sobrepaso excesivo al inicio del proceso o cuando el sistema cambia, por ejemplo, cuando la carga cambia o por la apertura de la puerta del horno tiene lugar.

Una vez mencionados los diferentes tipos de controles de temperatura cabe mencionar que la deshidratadora de hojas de eucalipto maneja el control de temperatura de lazo simple y el control si-no como ya se ha mencionado en el capítulo anterior.

3.4 Medidores y controladores de temperatura

Este es sin duda, el campo en el que se han realizado mayor cantidad de diseños, como instrumentos aislados o formando parte de sistemas más complejos, cubriendo rangos de medición desde temperaturas tan bajas como -50°C a tan elevadas como 1300°C , utilizando sensores semiconductores, termopares o resistencias de materiales estables como el Platino, dependiendo su uso de las condiciones particulares de diseño requeridas. (Muhammad H. R, 1995)

El proceso de medición de temperatura parte de la señal generada por un sensor que está en contacto con la temperatura que se desea medir y cuya salida (tensión, corriente, variación de resistencia) guarda relación con la magnitud de la temperatura medida. Por lo general, la variación de la señal generada por el sensor respecto de la temperatura no es proporcional, por lo que parte del problema de acondicionamiento de esa señal es, justamente, la de corregir esas no linealidades, al menos si la precisión deseada del instrumento así lo requiere.

Una complejidad extra representa el uso de termopares como sensores, ya que estas obligan, por un lado, a utilizar amplificadores con alta ganancia y muy estables y por otro lado, al hecho de que una termopares no genera un valor de tensión fijo para cada temperatura de la llamada junta caliente, sino que depende de la diferencia que esta junta caliente tenga respecto del punto de unión con el equipo en la llamada junta fría. Por lo tanto, un aspecto muy importante a tener en cuenta para realizar mediciones de temperatura con termopares, es considerar la compensación por temperatura de la junta fría. (Tenga en cuenta que si no se efectúa esta corrección, la lectura de temperatura obtenida tendrá un error de 20°C en menos que coincide, aproximadamente, con el valor medio de la temperatura ambiente). (Muhammad H. R, 1995)

Instrumentos más precisos se diseñan utilizando sensores construidos con materiales estables, tales como las resistencias de alambre de platino (conocidas como Pt100). En éstos, la precisión queda determinada, casi exclusivamente, por la calidad del circuito electrónico del instrumento, su diseño, selección de componentes, armado cuidadoso y calibración.

Un medidor de temperatura deberá, por lo tanto, recibir la señal de uno de los sensores descritos, procesarla lo mejor posible y cuando corresponda, acondicionarla, corregir los errores por falta de linealidad, generar la compensación por junta fría y finalmente escalarla para que el valor resultante corresponda con las unidades de medida seleccionadas, por ejemplo °C, mV, etc.

Un controlador de temperatura es, básicamente, un medidor al que se le agrega la posibilidad de fijar un "set" (temperatura deseada) y un circuito que compara la diferencia entre la temperatura real y la deseada, actuando en consecuencia para habilitar o no la calefacción o refrigeración que llevará la temperatura hasta niveles iguales al deseado de tal forma que, al hacerse cero la diferencia entre ambas temperaturas, la calefacción o refrigeración cese. (Areny R. Pallas, 2003)

La forma en que se controla o habilita la calefacción, dependerá del tipo de control que se requiera, siendo el SI-NO (TODO-NADA) el más sencillo y rústico en su concepción. Sistemas mas elaborados utilizan modos de control proporcionales, donde la potencia calefactora es proporcional a la magnitud del error. Por otro lado y donde es necesario reducir los errores en el estado estacionario o mejorar el seguimiento cuando el "set" de temperatura es variable según perfiles programados, se utilizan controladores llamados PID (Proporcional-Integral-Derivativo) con los que se obtienen mejores resultados, aunque requieren de un cuidadoso proceso de sintonía (ajuste del peso con que interviene cada uno de los factores proporcional, integral y derivativo) para lograr el efecto deseado.

3.5 Triturado de los materiales

Los destinos de la producción vegetal aromática y medicinal tienen, para el productor rural, por lo común, dos alternativas probables, entre varias posibles:

- La venta de la producción como "droga cruda", es decir: hoja o producto desecado, entero o con distinto grado de molienda, clasificado, limpio y acondicionado.
- La destilación para la obtención de aceites esenciales.

La primera tarea posterior al secado es la inspección y la limpieza de su producción de material decolorado, mohoso, dañado, tierra, piedras y otros cuerpos extraños y contaminantes. Además de ellas, otras operaciones habituales son las de despalillado, trozado, molienda, selección, desinfección.

La reducción de tamaño del vegetal dependerá en primera instancia de los requerimientos de los clientes, en algunos casos es necesario hacerlo en varios pasos, donde cada uno cubre un rango de dimensiones.

Para algunos productos los tamaños de entrega son robustos, simplemente se reduce al corte de las hierbas en trozos de más o menos 5 cm., incluso mayores. Para tal caso una máquina útil puede ser ésta.

En la reducción de tamaño el objetivo de la calidad debe estar acompañado de un costo mínimo, en realidad esto es así en todo, por lo cual se deben considerar todas las alternativas posibles antes de seleccionar la maquinaria útil para nuestro establecimiento.

Algunas propiedades de las hierbas a tener en cuenta son: Estructura mecánica del producto a triturar, contenido de humedad (cuanto más seca esté la hierba mas se reducirá a polvo, pero húmeda atascará el molino), la sensibilidad a la temperatura de las hierbas (una alta temperatura determina una pérdida de calidad).

La herramienta mas utilizada en la reducción del tamaño de partículas vegetales es el molino de martillos, consta de un eje rotatorio que gira a alta velocidad y que lleva un collar de martillos en su periferia.

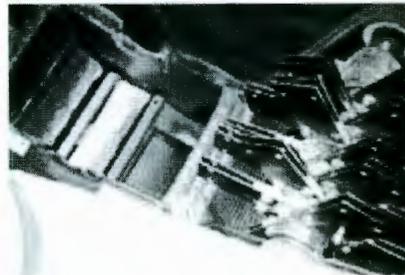


Figura 3.7. Molino de martillos.

Los martillos giran dentro de una armadura en cuya base hay un tamiz por el que escapa el material ya triturado. La reducción de tamaño es producida principalmente por fuerzas de impacto, aunque si las condiciones de alimentación son obturantes, las fuerzas de frotamiento también intervienen.

Con frecuencia se sustituyen los martillos por cortadoras o por barras como en los molinos de barras. Los molinos de martillo son los más utilizados en la industria de alimentos y sobre todo en la de especias y hierbas

Existe otro tipo de molino también muy utilizado es el que actúa por frotamiento o cizalla, sobre todo para la molienda fina. Los hay de disco vertical

sencillo y de disco doble. Una clase más antigua de molino de frotamiento con disco es el molino de piedras.

Los descritos son los más comunes. Con relación a los tratamientos de desinfección sugiero remitirse a la legislación vigente de cada país o territorio, pero siempre elegir los métodos menos perjudiciales para la salud del consumidor y que conserven el medio ambiente.

3.6 Manejo del control de la deshidratadora.

Para encender la máquina es necesario tener una conexión a 127 volts. El manejo del menú es simple se presiona el botón de menú por 1 segundo y nos mostrara el estado de la temperatura y se puede colocar el valor deseado de 0 a 100°C con los botones laterales izquierdo y derecho el display muestra el promedio de las dos temperaturas S1 y S2 si se vuelve a presionar el botón de menú 1 segundo mas nos mostrara el menú del motor y mostrara a que velocidad se encuentra, se puede modificar con el botón lateral izquierdo y se puede seccionar la velocidad lenta, media o alta según se requiera. El PIC cuenta con una memoria EEPROM interna que puede guardar los cambios de temperatura y de velocidad para cada vez que se encienda estén los cambios que se habían programado.

La banda de la tolva esta acoplada al movimiento de la banda y de acuerdo a la velocidad será el abasto de hojas.

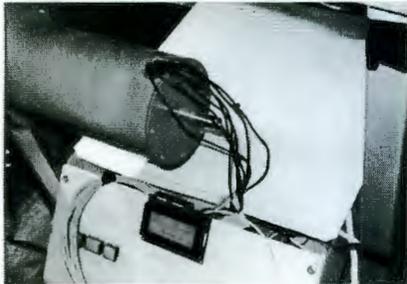
Los orificios laterales son para colocar un soplador de aire en caso de que se requiera sacar un excesivo condensamiento de agua, aunque la máquina cuenta con respiraderos para evacuar toda esa humedad, la cual no daña las resistencias eléctricas ya que fueron diseñadas con ese propósito. Al final del proceso si se requiere triturar las hojas está el accesorio del triturador para poder lograr esto.

Como se explicó anteriormente el funcionamiento es simple, hay que poner especial atención en no tocar las resistencias cuando están encendidas ya que manejan 8 amperes.

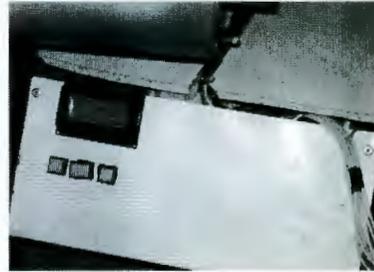
Capitulo IV

4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Pruebas a diferente temperatura



Caja de circuitos electrónicos



Display de deshidratadora

Figura 4.1. Caja de elementos

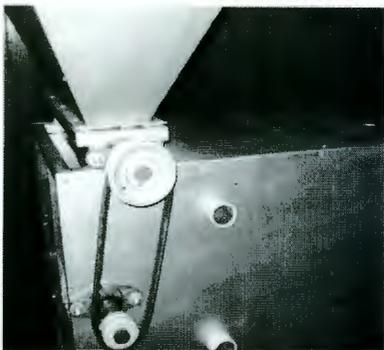


Temperatura sensada en termopar



Temperatura con Multímetro

Figura 4.2. . Temperaturas con Termopar



Poleas banda – alimentador y ductos de aire



Hojas de eucalipto en Tolva de deshidratadora

Figura 4.3. . Fotos de poleas de banda, alimentador y tolva.



Vista lateral de deshidratadora



Zona de alimentación de hojas de eucalipto

Figura 4.4. . Visas y zonas de la deshidratadora.



Zona de alimentación de tolva



Vista superior de tolva

Figura 4.5. . Vistas de la tolva.



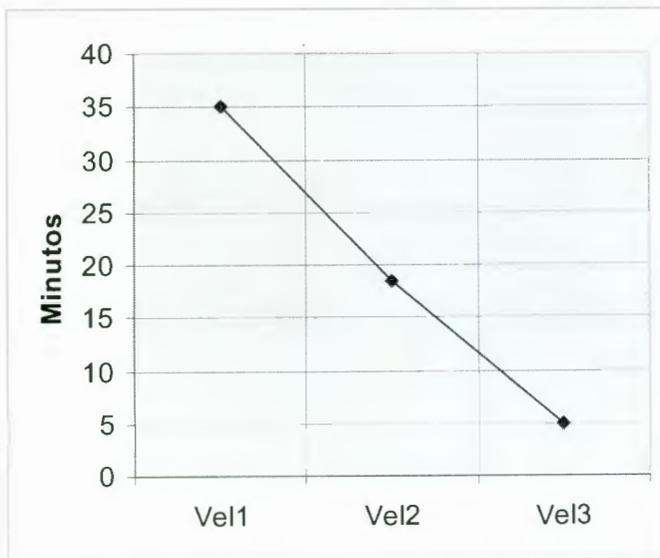
Zona final de banda transportadora



Tornillo alimentador

Figura 4.6. . Inicio y final del proceso.

4.2 Pruebas con variación en la velocidad de malla



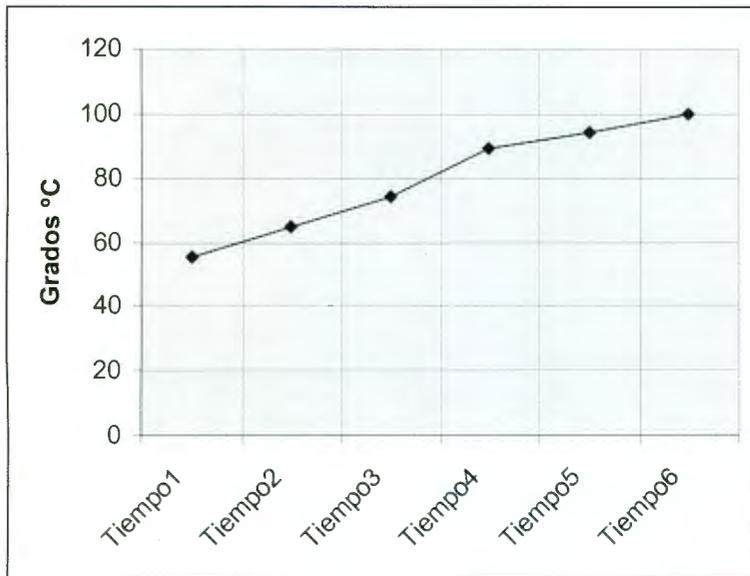
$VEL_1 = 1.27 r.p.m.$ $VEL_1 \rightarrow 35 \text{ min}$
 $VEL_2 = 2.41 r.p.m.$ $VEL_2 \rightarrow 18.5 \text{ min}$
 $VEL_3 = 8.91 r.p.m.$ $VEL_3 \rightarrow 5 \text{ min}$

Tiempo requerido para que una hoja avance una longitud de 140cm.

4.3 Grafica de velocidades y tiempo de la banda transportadora.

Como se observa en la grafica la velocidad 1 es la más lenta con la intención de mantener el mayor tiempo posible las hojas expuestas al calor de las resistencias. La velocidad

4.4 Pruebas de tiempo que tarda en alcanzar los 100°C

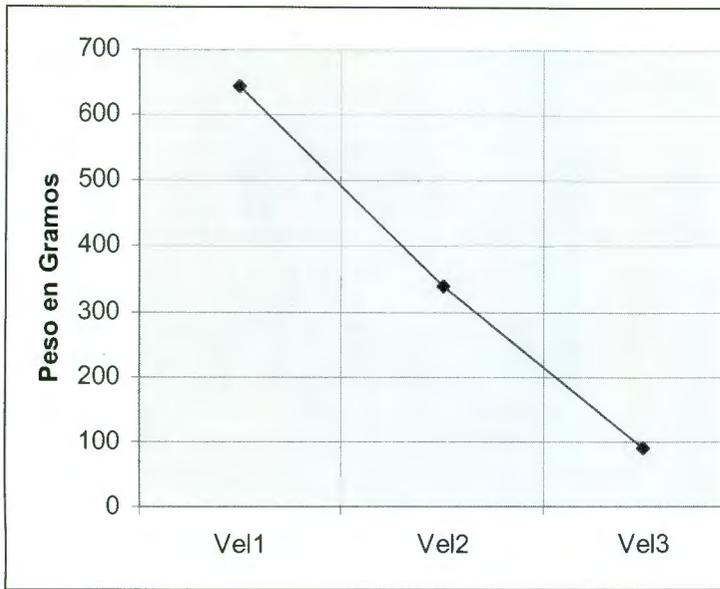


Tiempo₁ (25 min) → 55° c
Tiempo₂ (30 min) → 65° c
Tiempo₃ (35 min) → 74° c
Tiempo₄ (40 min) → 89° c
Tiempo₅ (45 min) → 94° c
Tiempo₆ (50 min) → 100° c

4.5 Grafica de Tiempo contra Temperatura

Grafica de tiempo que tardan las resistencias eléctricas en subir hasta 100°C con temperatura ambiente de 17°C. Aunque hay variaciones se observa una tendencia casi constante cada 5°C de temperatura.

4.6 Cantidad de peso perdido a diferentes velocidades considerando 2000 gr. Temp.: 70°C

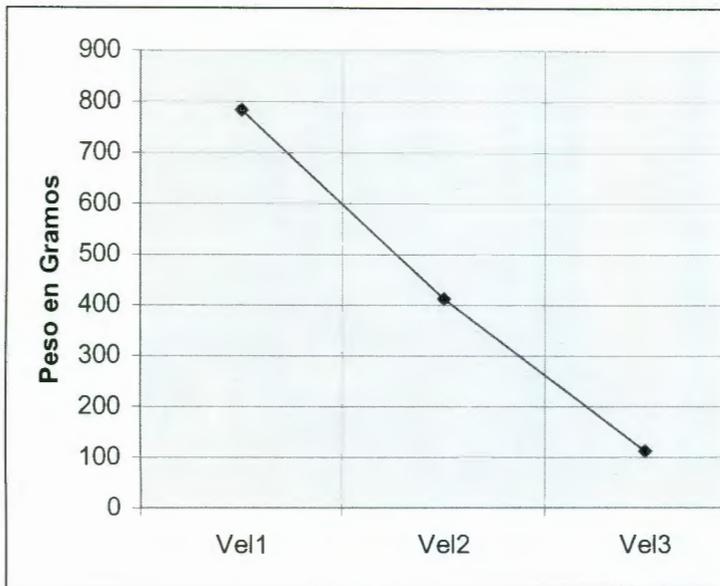


$Vel_1 \rightarrow 644.7\text{ gr.}$
 $Vel_2 \rightarrow 339.29\text{ gr.}$
 $Vel_3 \rightarrow 91.7\text{ gr.}$
 $VEL_1 = 1.27\text{ r.p.m.}$
 $VEL_2 = 2.41\text{ r.p.m.}$
 $VEL_3 = 8.91\text{ r.p.m.}$

4.7 Grafica de perdida de peso a diferentes velocidades a 70°C

Relación de pérdida de peso a diferentes velocidades manejando una temperatura constante de 70°C

4.8 Cantidad de peso perdido a diferentes velocidades considerando 2000 gr. Temp.: 85°C



$Vel_1 \rightarrow 782.85gr.$

$Vel_2 \rightarrow 411.99gr.$

$Vel_3 \rightarrow 111.35gr.$

$VEL_1 = 1.27r.p.m.$

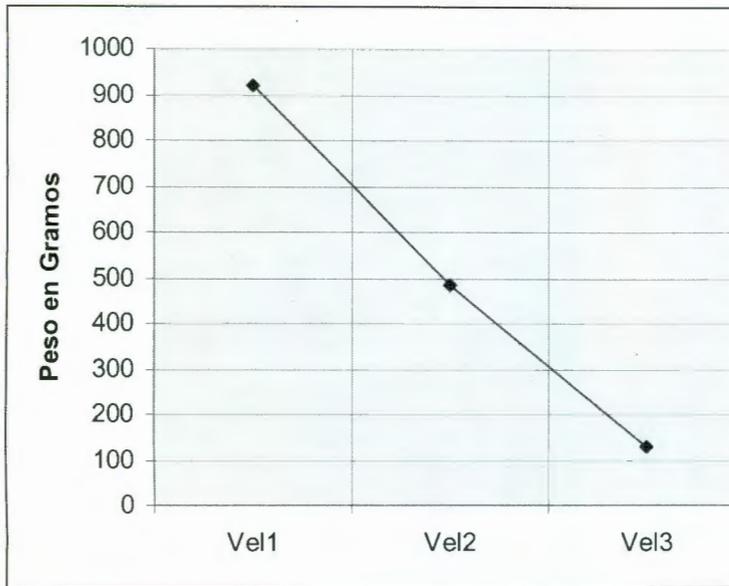
$VEL_2 = 2.41r.p.m.$

$VEL_3 = 8.91r.p.m.$

4.9 Grafica de perdida de peso a diferentes velocidades a 85°C

Como es de esperarse entre mayor temperatura y tiempo de estancia de las hojas en la banda transportadora mayor será la perdida de peso.

4.10 Cantidad de peso perdido a diferentes velocidades considerando 2000 gr. Temp.: 100°C



$Vel_1 \rightarrow 921gr.$

$Vel_2 \rightarrow 484.7gr.$

$Vel_3 \rightarrow 131gr.$

$VEL_1 = 1.27r.p.m.$

$VEL_2 = 2.41r.p.m.$

$VEL_3 = 8.91r.p.m.$

4.11 Grafica de perdida de peso a diferentes velocidades a 100°C

La grafica anterior muestra el peso perdido a la mayor temperatura ejercida por la maquina así como la velocidad mas baja que presenta el motor a pasos

CONCLUSIONES

Como en un principio se investigo acerca de deshidratadoras la gran mayoría utilizan quemadores de gas por lo tanto se considero el uso de resistencias eléctricas a manera de innovar en el proceso y por lo que además consideramos que tendríamos un mejor control de la temperatura manejándola a través del control electrónico como se utilizo con los PIC.

La deshidratadora utiliza un aislante térmico muy útil para este tipo de procesos como lo es la lana mineral que con las características que posee se adecuo a nuestras necesidades. De igual manera podemos considerar que en el aislamiento de calor la deshidratadora presenta una buena contención del calor generado.

El uso de los microcontroladores redujo considerablemente el espacio de los primeros diseños de control que se realizaron así mismo la precisión mejoro de manera considerable al eliminar cableado que se presentaba en el control a través del puerto paralelo, implementando el uso de un LCD con botones para permitir la colocación de parámetros en el proceso evitándonos así el uso de una computadora para manejar el proceso.

El uso de lámina galvanizada recubierta se debió principalmente a la limitación de los recursos por tratarse de un proyecto de experimentación pero consideramos que el uso de hojas de acero inoxidable seria un elemento importante a considerar para mejoras por el constante manejo de humedad en el proceso.

Se diseño como accesorio del proceso una trituradora de hojas para la extracción de la composta.

El proyecto de la deshidratadora de hojas de eucalipto cumple con la función requerida de extraer humedad de las hojas a diferentes temperaturas como se mostró en las diferentes tablas de experimentos. En base a los requerimientos de extracción que se

necesiten, la deshidratadora tiene la opción de modificar sus rangos de velocidad a través del código de programación el cual permitió la realización de diferentes pruebas a velocidades y temperaturas dando así versatilidad en procesos más específicos de secado.

Considerando que el proyecto de la deshidratadora de hojas de eucalipto es un prototipo que puede mejorar en diferentes partes; cumple con los requerimientos principales que se nos plantearon al principio del proyecto permitiendo el secado de las hojas.

Cabe mencionar que el alcance del proyecto principalmente fue dejar variable tanto la velocidad a la cual avanza la banda transportadora de hojas y la temperatura del proceso esto debido a que no se tiene el dato exacto de cuanta humedad deben perder las hojas sin que estas pierdan sus propiedades físicas y químicas y se pueda extraer el aceite natural de ellas y posteriormente se pensó en deshidratar otro tipo de hojas ya que el sistema de temperatura y velocidad de la banda es variable además que se puede modificar igualmente el tamaño de poleas ganando así una variante en cuanto a velocidad mecánicamente además de la que podemos variar con el programa.

En cuanto al diseño de la deshidratadora fue una lluvia de ideas de varios modelos de secado pero siempre se partió de las dimensiones de tamaño total de la maquina esto debido a que es un prototipo experimental y además se tenía que considerar el costo de los materiales para su fabricación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Díaz, J.I. 1988, Resistencia de Materiales, Editorial Limusa,
2. Muhammad H. R, 1995, Electrónica de potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones, Editorial Prentice may, 2ª. Ed.
3. Shigley, J. E, 1990, Diseño en ingeniería mecánica, Editorial Mc Graw Hill, 5ª. Ed.
4. Steve F K y Albert F C, 2002, Tecnología de las maquinas y herramientas, Editorial Alfaomega, 5ª. Ed.
5. Millman-Halkias, 1976, Electrónica Integrada. Editorial Hispano Europea
6. National Semiconductor Corporation. 1900. *Linear applications handbook*: National Semiconductor
7. Gene E. Tobey, 1985 Amplificadores operacionales: principios y aplicaciones, Editorial Diana.
8. Areny R. Pallas, 2003, Sensores y acondicionadores de señal 4ª Ed. Editorial Marcombo.
9. ACHA, S. y otros, 2002, Electrónica Digital: Introducción a la Lógica Digital, Editorial RA-MA.
10. James T.Humphries-Leslie P. Sheets, 1996, Electrónica Industrial. Dispositivos, Máquinas y Sistemas de potencia Industrial. Editorial Paraninfo.
11. Wardenier, J., 2002, Perfiles Tubulares en Aplicaciones Estructurales Instituto para la construcción tubular.
12. Holman, J.P. ,1998, Transferencia de calor . Editorial RUSTICA

13. Tippens, Paul E. 1996; Física, conceptos y aplicaciones; EDITORIAL Mc Graw – Hill, 3a edición en español,. pp. 118 – 122, 160 – 180 y 332
14. Cimme, 2007; Funcionamiento de sopladores – aspiradores de aire.
http://www.cimme.it/spa/prod/prod_ener_soff.htm
15. Información general del estado de Querétaro, 2007. Climas del estado de Querétaro. <http://www.queretaro-mexico.com.mx/general/index.html>
16. Nacional Semiconductors, 2007. Hojas de especificación de elementos electrónicos. <http://www.national.com/>
17. Mundo Mujer, 2007. Propiedades del Eucalipto (Eucalipto globulus)
<http://www.mundomujer.cl/pags/medicinas/eucalipto.htm>

APÉNDICE A

Código de programación del PIC16F877A

```
void inicio(void){
    tc = " Deshidratadora";    // assign text to string a
    LCD_Out(1,1,tc);          // print string a on LCD, 1st row, 1st column
    tc = " UAQ - SJR ";       // assign text to string a
    LCD_Out(2,1,tc);          // print string a on LCD, 2nd row, 1st column
    tc = "Aldo Balderas";     // assign text to string a
    LCD_Out(3,1,tc);          // print string a on LCD, 2nd row, 1st column
    tc = "Carlos Gonzalez";   // assign text to string a
    LCD_Out(4,1,tc);          // print string a on LCD, 2nd row, 1st column
}
```

```
void checa(void){
    if (vel == 1){
        LCD_Chr(4,1,'V');
        LCD_Chr_CP('E');
        LCD_Chr_CP('L');
        LCD_Chr_CP('O');
        LCD_Chr_CP('C');
        LCD_Chr_CP('I');
        LCD_Chr_CP('D');
        LCD_Chr_CP('A');
        LCD_Chr_CP('D');
        LCD_Chr_CP('=');
        LCD_Chr_CP('B');
        LCD_Chr_CP('A');
    }

    if (vel == 2){
        LCD_Chr(4,1,'V');
        LCD_Chr_CP('E');
        LCD_Chr_CP('L');
        LCD_Chr_CP('O');
        LCD_Chr_CP('C');
        LCD_Chr_CP('I');
        LCD_Chr_CP('D');
        LCD_Chr_CP('A');
        LCD_Chr_CP('D');
        LCD_Chr_CP('=');
        LCD_Chr_CP('M');
        LCD_Chr_CP('E');
    }

    if (vel == 3){
        LCD_Chr(4,1,'V');
        LCD_Chr_CP('E');
        LCD_Chr_CP('L');
        LCD_Chr_CP('O');
        LCD_Chr_CP('C');
        LCD_Chr_CP('I');
    }
}
```

```

        LCD_Chr_CP('D');
        LCD_Chr_CP('A');
        LCD_Chr_CP('D');
        LCD_Chr_CP('=');
        LCD_Chr_CP('A');
        LCD_Chr_CP('L');
    }
}

void main() {
    INTCON = 0;
    LCD_Init(&PORTD);
    Usart_Init(57600);

    LCD_Cmd(LCD_CURSOR_OFF);
    LCD_Cmd(LCD_CLEAR);

    inicio();

    OPTION_REG = 0x80;
    ADCON1 = 0x82;
    TRISA = 0xFF;
    TRISB = 0;
    TRISC = 0;
    TRISD = 0;
    TRISE = 0x07;
    Delay_ms(4000);

    // LCD_Cmd(LCD_CLEAR);
    tc = " S1 - S2 - PRO";
    LCD_Out(1,1,tc);

    LCD_Chr(3,1,'-');
    LCD_Chr_CP('-');
    LCD_Chr(4,1,'T');
    LCD_Chr_CP('D');
    LCD_Chr_CP('=');
    tdx = EEPROM_Read(0);
    ch = tdx / 100;
    LCD_Chr_CP(48+ch);
    ch = (tdx / 10) % 10;
    LCD_Chr_CP(48+ch);
    ch = tdx % 10;
    LCD_Chr_CP(48+ch);

```

```

LCD_Chr(4,8,'E');
LCD_Chr_CP('=');
LCD_Chr_CP('O');
LCD_Chr_CP('F');
LCD_Chr_CP('F');

opx = 0;
sal1 = 0;
vel = EEPROM_Read(1);
USART_Write(72);
while (1) {

if (Button(&PORTE, 0, 8000, 0)) {
    sal1 = 0;
    while (opx != 10){
        if (opx == 0) {
            LCD_Chr(3,4,'M');
            LCD_Chr_CP('E');
            LCD_Chr_CP('N');
            LCD_Chr_CP('U');
            LCD_Chr_CP(' ');
            LCD_Chr_CP('1');
            Delay_ms(2000);
            while (sal1 != 1){
                if (Button(&PORTE, 1, 1, 0)) {
                    tdx = tdx - 1;
                    LCD_Chr(4,1,'T');
                    LCD_Chr_CP('D');
                    LCD_Chr_CP('=');
                    ch = tdx / 100;
                    LCD_Chr_CP(48+ch);
                    ch = (tdx / 10) % 10;
                    LCD_Chr_CP(48+ch);
                    ch = tdx % 10;
                    LCD_Chr_CP(48+ch);
                    Delay_ms(100);
                }

                if (Button(&PORTE, 2, 1, 0)) {
                    tdx = tdx + 1;
                    LCD_Chr(4,1,'T');
                    LCD_Chr_CP('D');
                    LCD_Chr_CP('=');
                    ch = tdx / 100;
                    LCD_Chr_CP(48+ch);
                    ch = (tdx / 10) % 10;
                    LCD_Chr_CP(48+ch);
                    ch = tdx % 10;
                    LCD_Chr_CP(48+ch);
                    Delay_ms(100);
                }

                if (Button(&PORTE, 0, 3000, 0)) {
                    Delay_ms(1000);
                    sal1 = 1;
                    opx = 1;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }

    }//while
} //opx=0

if (opx == 1) {
    sal1 = 0;
    LCD_Chr(3,4,'M');
    LCD_Chr_CP('E');
    LCD_Chr_CP('N');
    LCD_Chr_CP('U');
    LCD_Chr_CP(' ');
    LCD_Chr_CP('2');

//Checar velocidad y desplegarla rápido
    checa();
//Finaliza chequeo de velocidad

    while (sal1 != 1){
        if (Button(&PORTE, 1, 1, 0)) {
            vel = vel + 1;
            if (vel == 1){
//                vel = vel + 1;
                LCD_Chr(4,1,'V');
                LCD_Chr_CP('E');
                LCD_Chr_CP('L');
                LCD_Chr_CP('O');
                LCD_Chr_CP('C');
                LCD_Chr_CP('I');
                LCD_Chr_CP('D');
                LCD_Chr_CP('A');
                LCD_Chr_CP('D');
                LCD_Chr_CP('=');
                LCD_Chr_CP('B');
                LCD_Chr_CP('A');
                PORTB.F0 = 0;
                PORTB.F1 = 0;
            }

            if (vel == 2){
//                vel = vel + 1;
                LCD_Chr(4,1,'V');
                LCD_Chr_CP('E');
                LCD_Chr_CP('L');
                LCD_Chr_CP('O');
                LCD_Chr_CP('C');
                LCD_Chr_CP('I');
                LCD_Chr_CP('D');
                LCD_Chr_CP('A');
                LCD_Chr_CP('D');
                LCD_Chr_CP('=');
                LCD_Chr_CP('M');
                LCD_Chr_CP('E');
                PORTB.F0 = 1;
                PORTB.F1 = 0;
            }
        }
    }
}

```

```

    }

    if (vel == 3){
//      vel = vel + 1;
      LCD_Chr(4,1,'V');
      LCD_Chr_CP('E');
      LCD_Chr_CP('L');
      LCD_Chr_CP('O');
      LCD_Chr_CP('C');
      LCD_Chr_CP('I');
      LCD_Chr_CP('D');
      LCD_Chr_CP('A');
      LCD_Chr_CP('D');
      LCD_Chr_CP('=');
      LCD_Chr_CP('A');
      LCD_Chr_CP('L');
      PORTB.F0 = 0;
      PORTB.F1 = 1;
      vel = 0;

    }

    Delay_ms(300);

  }

  if (Button(&PORTE, 0, 1, 0)) {
    Delay_ms(1000);
    sal1 = 1;
    opx = 10;
  }

  }//while
  }//opx=1

}
LCD_Chr(4,1,'T');
LCD_Chr_CP('D');
LCD_Chr_CP('=');
LCD_Chr(4,8,'E');
LCD_Chr_CP('=');

LCD_Chr(3,4,'-');
LCD_Chr_CP('-');
LCD_Chr_CP('-');
LCD_Chr_CP('-');
LCD_Chr_CP('-');
LCD_Chr_CP('-');

EEProm_Write(0, tdx);
EEProm_Write(1, vel);

opx = 0;

} //boton principal

```

```

t2 = ADC_read(1);
t = ADC_read(2);

LCD_Chr_CP(48+ch);
LCD_Chr_CP('C');
LCD_Chr_CP(' ');
LCD_Chr_CP('+');
LCD_Chr_CP(' ');

LCD_Chr_CP(48+ch);
LCD_Chr_CP('C');
LCD_Chr_CP('=');

LCD_Chr_CP(48+ch);
LCD_Chr_CP('C');

LCD_Chr_CP(48+ch);
LCD_Chr_CP(' ');

if (t3 > tdx){
LCD_Chr(4,8,'E');
LCD_Chr_CP('=');
LCD_Chr_CP('O');
LCD_Chr_CP('F');
LCD_Chr_CP('F');
PORTB.F2 = 0;
PORTB.F3 = 0;
PORTB.F4 = 0;
PORTB.F5 = 0;
PORTB.F6 = 0;
PORTB.F7 = 0;
}else{
LCD_Chr(4,8,'E');
LCD_Chr_CP('=');
LCD_Chr_CP(' ');
LCD_Chr_CP('O');
LCD_Chr_CP('N');
PORTB.F2 = 1;
PORTB.F3 = 1;
PORTB.F4 = 1;
PORTB.F5 = 1;
PORTB.F6 = 1;
PORTB.F7 = 1;
}

USART_Write(73);
Delay_ms(1000);
}
}~-!

```

APÉNDICE B

Código de programación utilizado para el PIC16F84A

```
void main(){
  TRISA = 0x03;
  TRISB = 0;

  while(1) {

    if (((PORTA.F0 == 0x00) && (PORTA.F1 == 0x00))){
      PORTB = 1;
      Delay_ms(400);
      PORTB = 2;
      Delay_ms(400);
      PORTB = 4;
      Delay_ms(400);
      PORTB = 8;
      Delay_ms(400);
    }

    if (((PORTA.F0 == 0x01) && (PORTA.F1 == 0x00))){
      PORTB = 1;
      Delay_ms(200);
      PORTB = 2;
      Delay_ms(200);
      PORTB = 4;
      Delay_ms(200);
      PORTB = 8;
      Delay_ms(200);
    }

    if (((PORTA.F0 == 0x00) && (PORTA.F1 == 0x01))){
      PORTB = 1;
      Delay_ms(50);
      PORTB = 2;
      Delay_ms(50);
      PORTB = 4;
      Delay_ms(50);
      PORTB = 8;
      Delay_ms(50);
    }

    if (PORTA >2){
      PORTB = 2;
      Delay_ms(10);
      PORTB = 0;
      Delay_ms(10);
      PORTB = 4;
      Delay_ms(200);
      PORTB = 0;
    }
  }
}
```

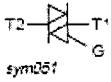
```
    Delay_ms(200);  
  }  
}  
} //~!
```

APENDICE C

CARACTERISTICAS DE ELEMENTOS ELECTRONICOS

BT139

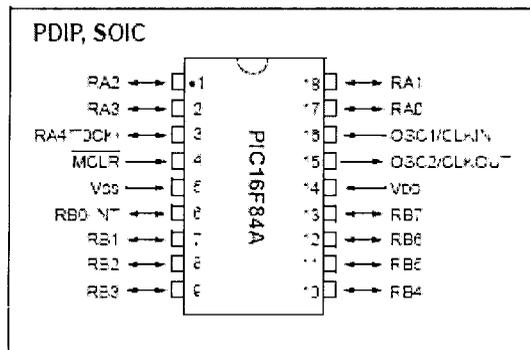
- Capacidad de carga máxima 16 amp.
- Capacidad de voltaje máxima 800 volts.

Pin	Description	Simplified outline	Symbol
1	main terminal 1		
2	main terminal 2		
3	gate		
mb	mounting base; isolated		

SOT186A (TO-220F)

PIC 16f84a

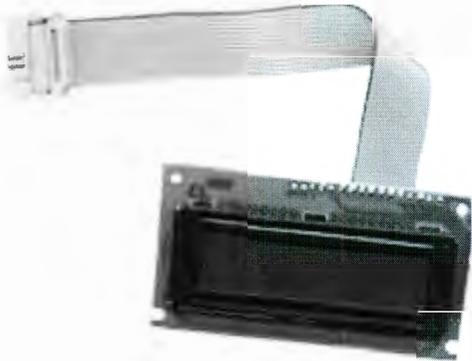
- 1024 Palabras de memoria programable.
- Velocidad de operación 20 Mhz.
- 68 bytes de datos ram.
- Memoria EEPROM
- 13 I/O pines de control direccionables
- 25 mA máximos por pin.
- 5 volts de consumo.



PIC 16f877a

- Velocidad de operación 20 Mhz.

Power supply voltage		5 V \pm 10%
Liquid crystal drive voltage VLCD	1/4 bias	3.0 to 11.0V
	1/5 bias	4.6 to 11.0V
Maximum display digits per chip		16 digits (8 digits \times 2 lines)
Display duty cycle		1/8, 1/11, and 1/16
CGROM		7,200 bits (160 character fonts for 5 \times 7 dot and 32 character fonts for 5 \times 10 dot)
CGRAM		64 bytes
DDRAM		80 bytes
Segment signals		40
Common signals		16
Liquid crystal drive waveform		A.

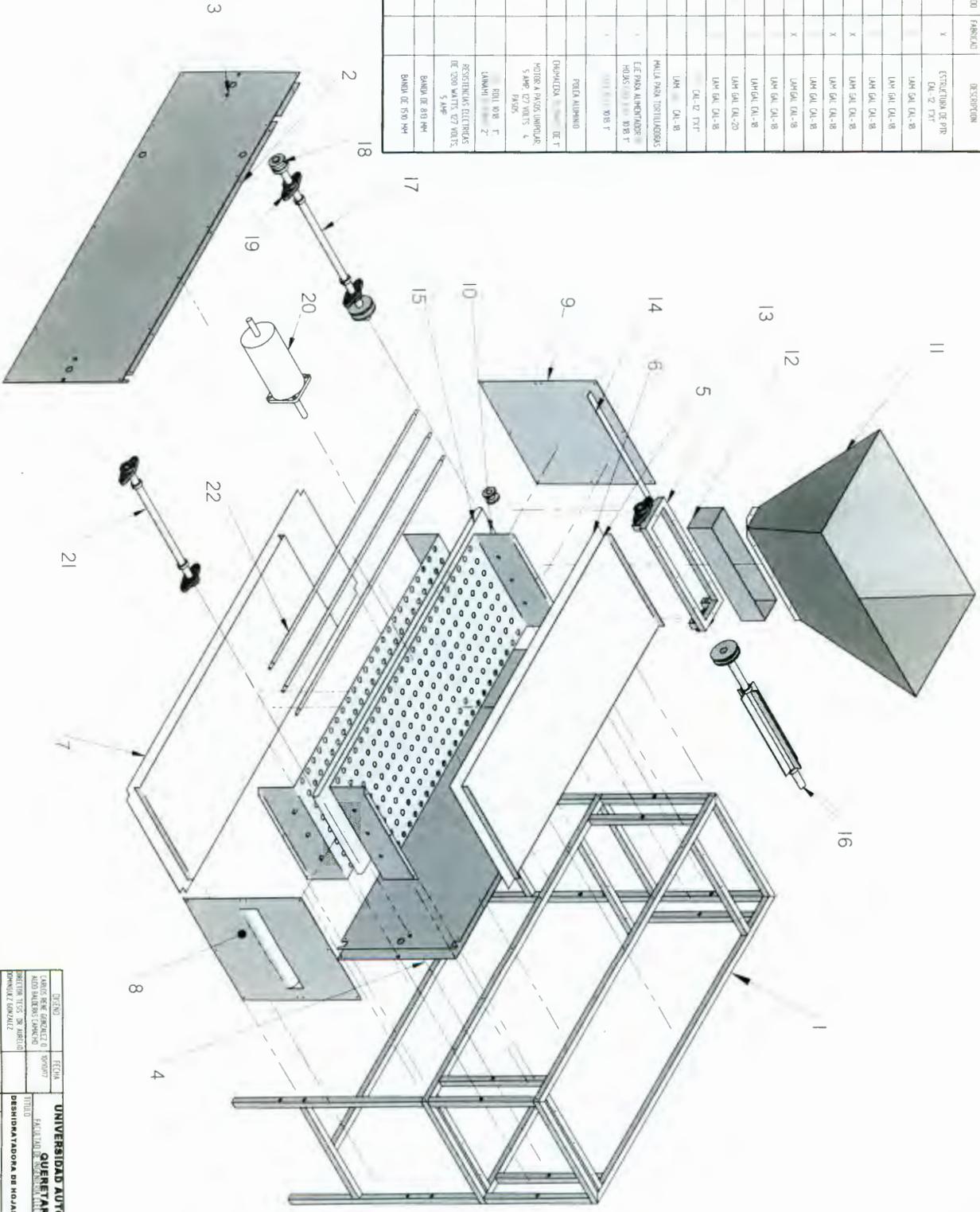


APÉNDICE D

PLANOS DE DISEÑO

DE PARTES

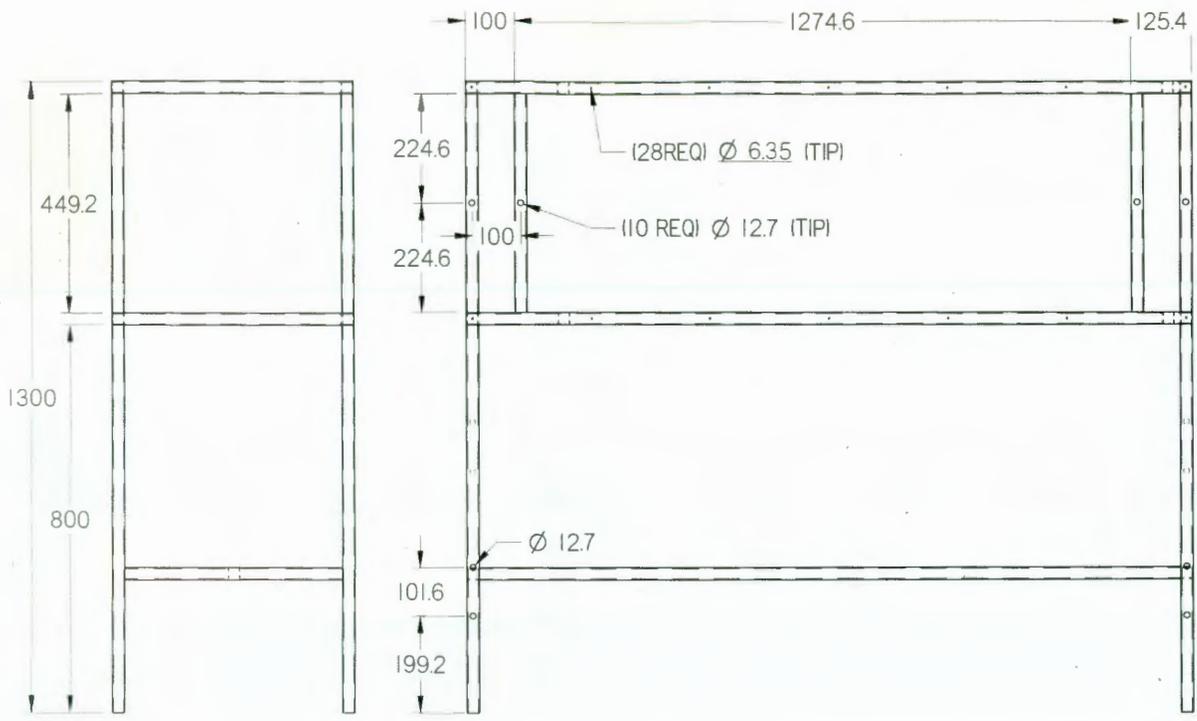
CANTIDAD	NO. DE PARTE	DESCRIPCION	OPCION	FABRICA	DESCRIPCION
1	ESTRUCTURA	ESTRUCTURA DE PIR CAL 27 T33	X		
1	1	LAMINA GAL INFERIOR LATERAL	X		LAM GAL CAL-8
1	4	LAM GAL LADO DE CONTADOR	X		LAM GAL CAL-8
		LAM GAL SUPERIOR	X		LAM GAL CAL-8
		LAM GAL INT DE TORNILLOS	X		LAM GAL CAL-8
1	6	LAM GAL TORN SUPERIOR	X		LAM GAL CAL-8
		LAM GAL TORN INFERIOR	X		LAM GAL CAL-8
1	7	TORN CHANCIA	X		LAM GAL CAL-8
		TORNILLOS	X		LAM GAL CAL-8
1	10	LATERAL TORNIA	X		LAM GAL CAL-20
		TORNIA TORNIA	X		CAL 12 T33T
1	11	BANDA TRANSPARENTA	X		LAM GAL-8
		E ALIMENTADOR TORNIA	X		MECLA PARA TORNILLOS
		F TRANQUILIZADA	X		ESTRUKA ALIMENTADOR
1	12	PIEDRA ALUMINO	X		HOJAS DE 100 X 100 T
		A 19	X		CHAVILTA DE T
		DE BANDA	X		MOTOR A BOMBAS LAMPARAS
		MA	X		5 AMP 27 VOLTS 4
		BANDA DE TRANSFORMADOR A	X		FRAS
		BANDA DE 150 MM	X		DE 100 X 8 T
		ALIMENTADOR	X		LAMPARAS Z
			X		RESISTENCIAS ELECTRICAS
			X		DE 200 WATTS 27 VOLTS
			X		5 AMP



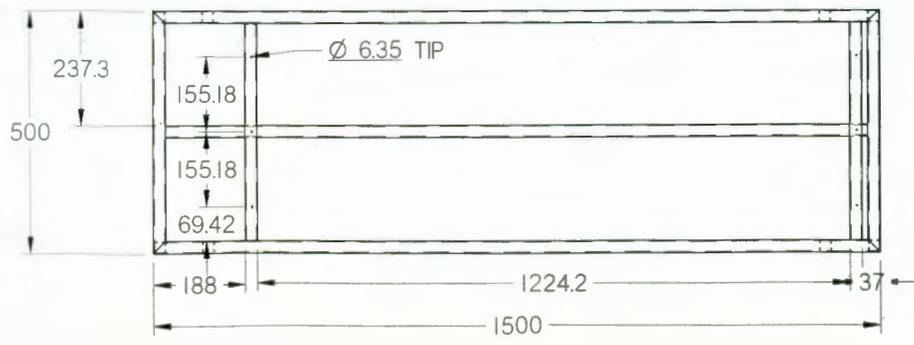
REV	DESCRIPCION	DATE	APROBADO
-----	-------------	------	----------

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO	FECHA
LABORATORIO DE QUIMICA	02/09/07
ALDO ALBAZOLA	
DIRECCION DE INVESTIGACIONES	
PROYECTO DE INVESTIGACION	
DESIGNACION DE HOJAS DE CALCULO	
OPCIONES DE HOJAS DE CALCULO	
MODELO DE	
CONFECCION DE HOJAS DE CALCULO	

REVISION HISTORY			
REV.	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

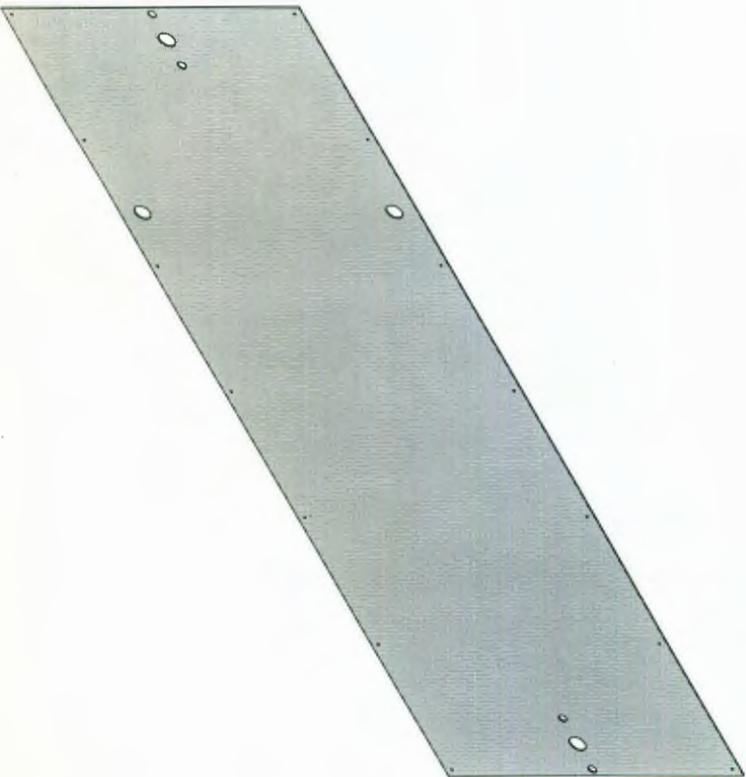
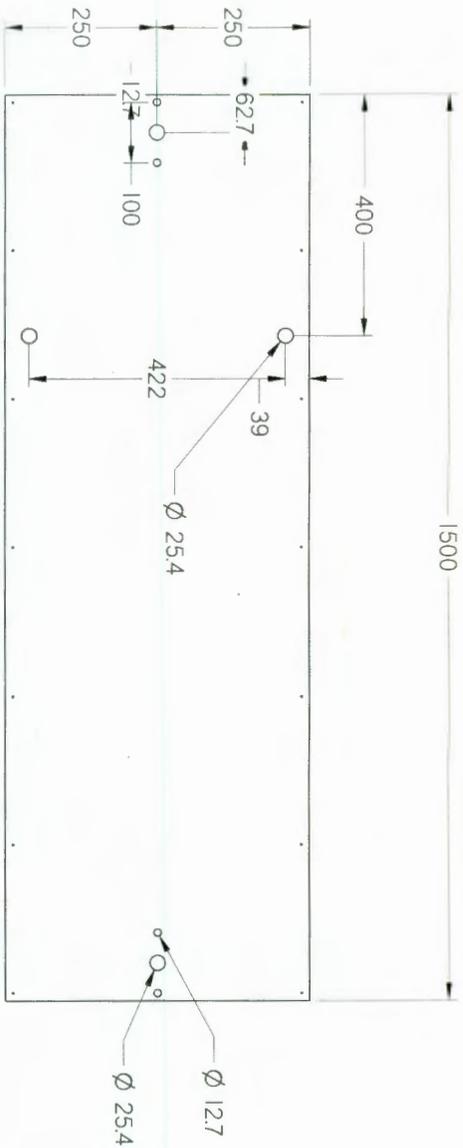


ESTRUCTURA DE PTR CAL-12 1"X1"



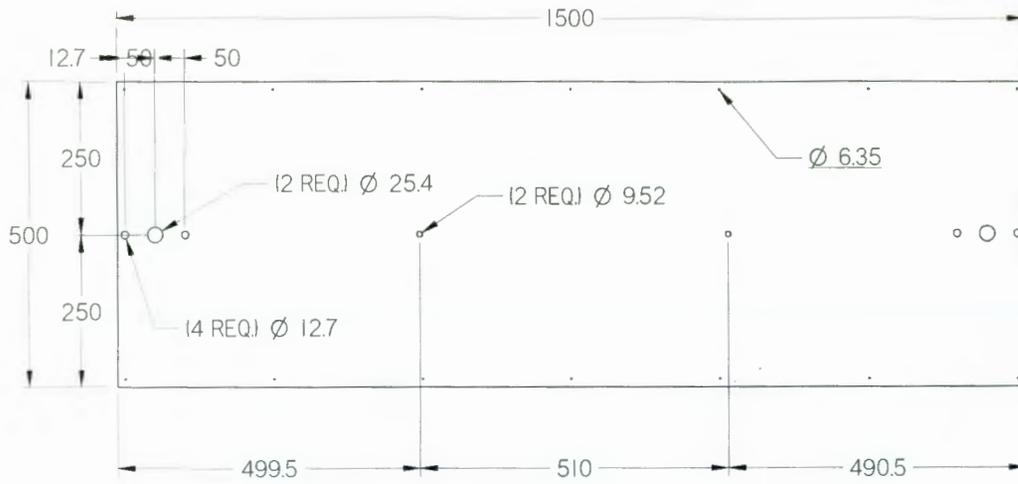
DISEÑO CARLOS RENE GONZALEZ O ALDO BALBUENA CARRANCO	FECHA 10/09/07	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
DIRECTOR TESIS: DR. AURELIO RODRIGUEZ GONZALEZ	TITULO DESHIDRATADORA DE NOJAS DE EUCALIPTO	PLANO No. 2
DIMENSIONES EN MILIMETROS ANGULOS: 90°	NOMBRE ESTRUCTURA DE PTR ESCALA: 1:5	HOJA 2

NO. DE	ESPECIFICACION	DATE	APROBADO

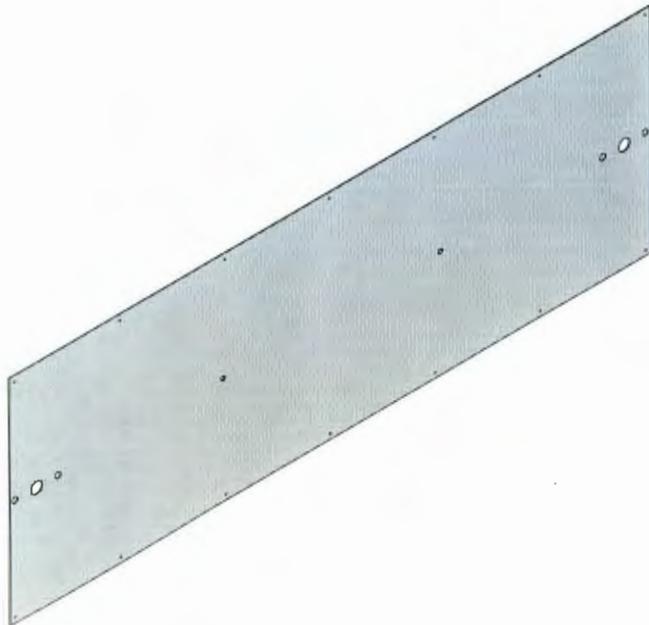


LAM. GAL. CAL-18

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO	FECHA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERETARO	BOBROT	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA		UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
PROYECTO DE INVESTIGACION		UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
ENCARGADO DE PROYECTOS		UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
ASISTENTE		UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
ESPECIALISTA		UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO



REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

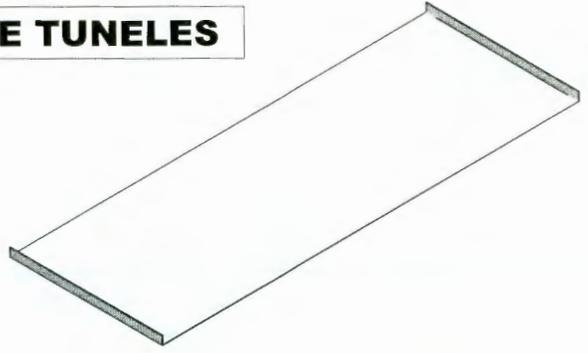
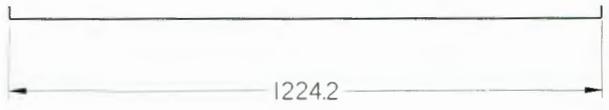
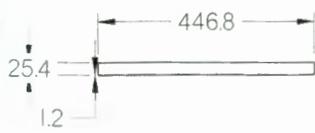


LAM. GALV. CAL-18

DISEÑO FABIO RAMON GONZALEZ O ALDO BAUTERAS CAMACHO	FECHA 10/01/07	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO PATUL TAO DE INVESTIGACION CIENTIFICA	
DIRECTOR TESIS DR. ABREU ESPINARIZ GONZALEZ		TITULO DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO	
DIMENSIONES EN MILIMETROS ANILLOS 4X4		PLANO No A1	5
		NOMBRE LAM GALV EXT LADO DE SENSORES	
		ESCALA 1:1	HOJA 5

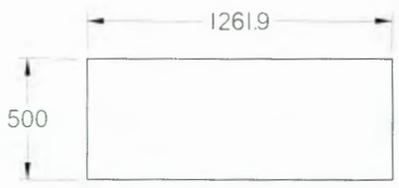
REVISION HISTORY			
REV.	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

LAMINA INTERIOR DE TUNELES



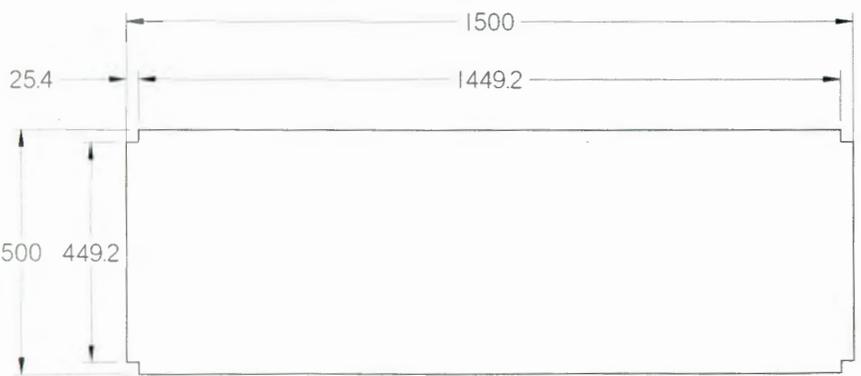
LAM.GAL. CAL-18

2 PZAS



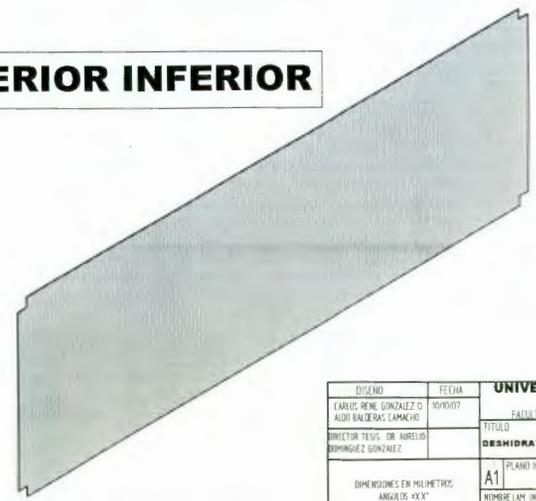
LAM. GALV. CAL-18

TAPA EXTERIOR SUPERIOR

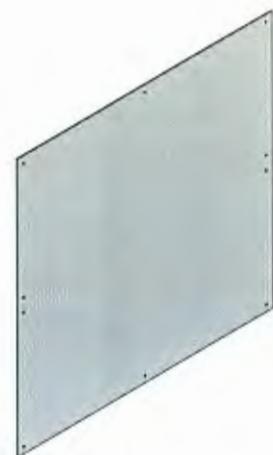
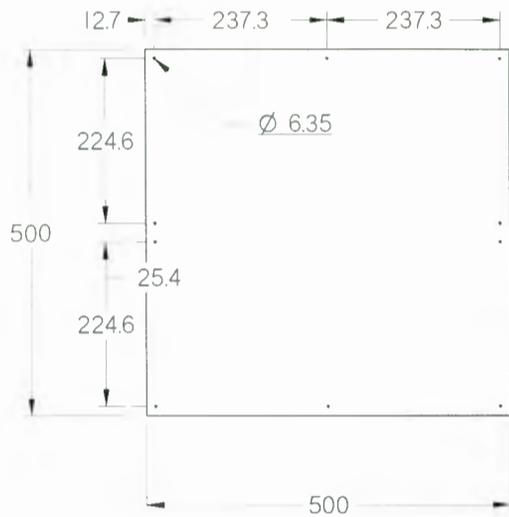


LAM. GAL. CAL-18

TAPA EXTERIOR INFERIOR

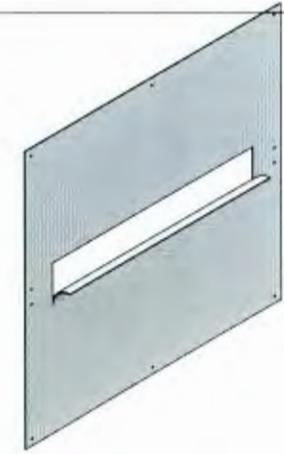
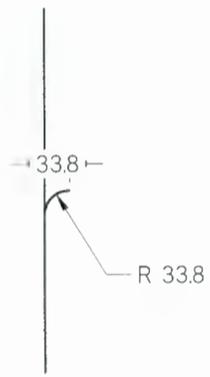
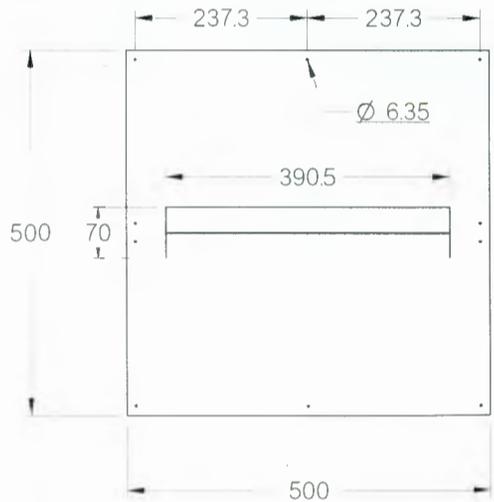


DISEÑO CARLOS RENE GONZALEZ O ALDO BALDEAS LAMARCO	FECHA 10/01/07	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA Y MECANICA
DIRECTOR TESIS DR. AURELIO DOMINGUEZ GONZALEZ	TITULO DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO	PLANO No 6
DIMENSIONES EN MILIMETROS ANGILOS 45°	NOMBRE LAM. INT/UP INFERIOR DE TUNELES	SIN ESCALA
		HOJA 6



LAM. GALV. CAL-18

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO			
SE	DEPARTAMENTO	DIC	PROFESOR



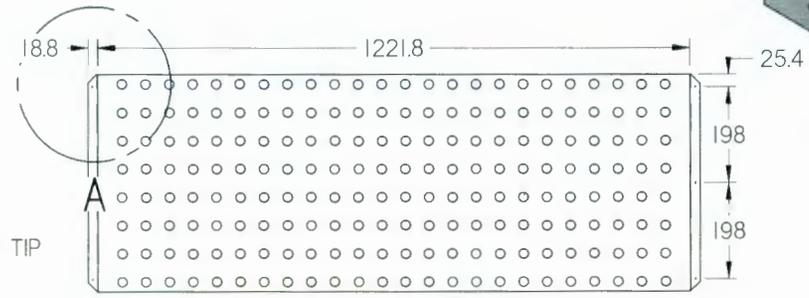
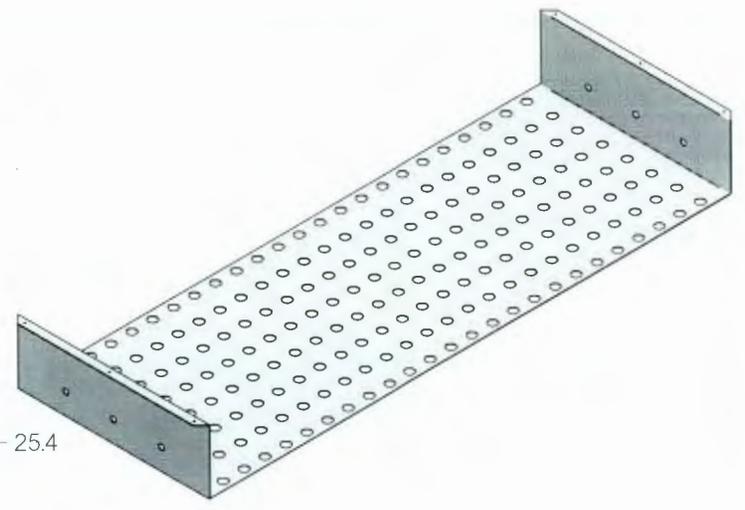
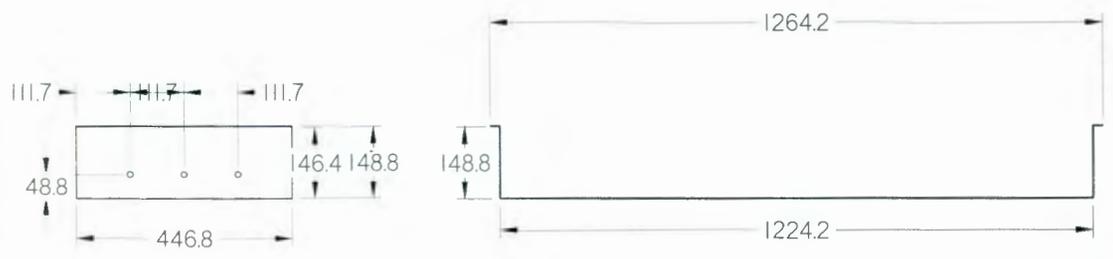
LAM.GALV. CAL-18

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO	
ASESOR: DR. GUILLERMO GARCIA GONZALEZ DIRECTOR TESIS DE INGENIERIA EN AERONAUTICA	TITULO: DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO TEMA: TESIS
DIMENSIONES EN MILIMETROS ANGULO: 45°	PLANOS: 7 NUMERO TAPAS DE ENTRADA Y SALIDA:

REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

LAM. GALV. CAL-18

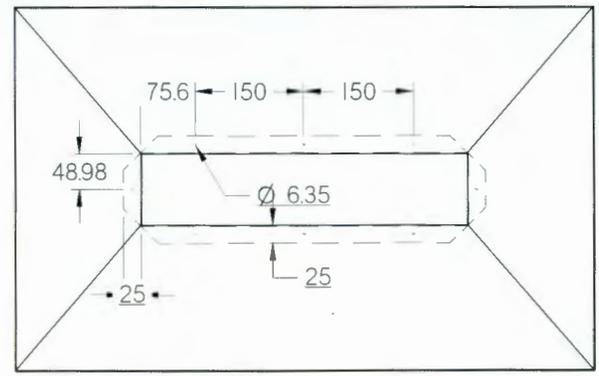
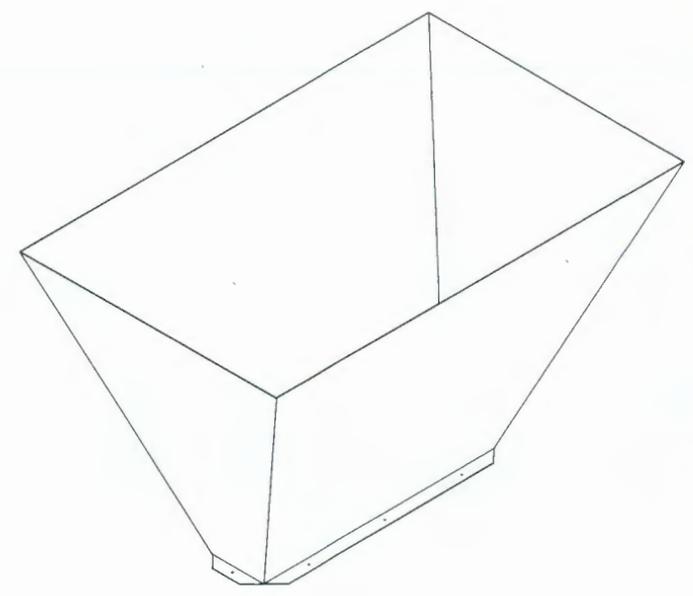
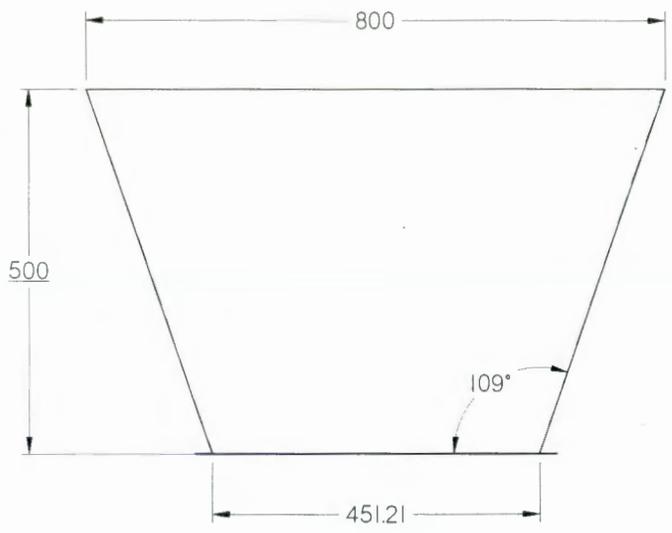
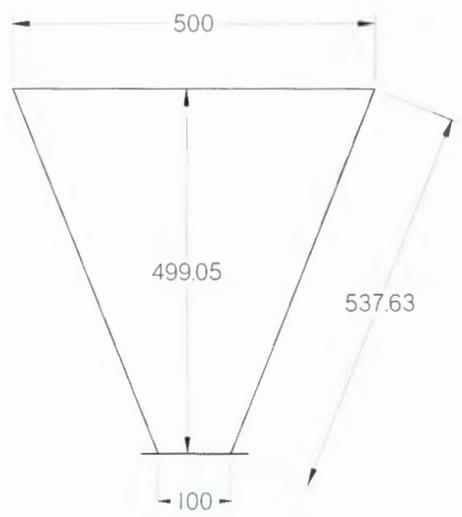
2 PZAS



DETAIL A

DISEÑO CARLOS IVANE RODRIGUEZ O ABDO VALDEMAR CAMPALAO	FECHA 10/09/2017	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
DIRECTOR TESIS DR. ANILLO DOMINGUEZ GONZALEZ	TITULO DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO	PLANO No 8
DIMENSIONES EN MILIMETROS ANGULO: XXX°	NOMBRE FUNELES ESCALA: 1:5	HOJA 8

REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

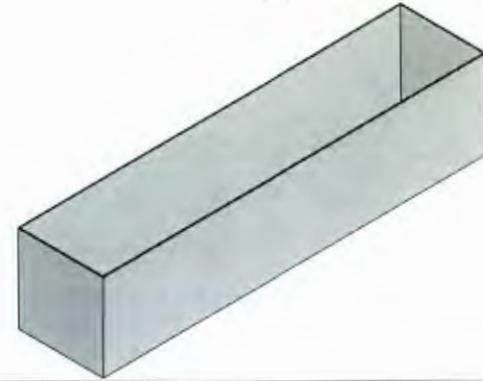


LAM. GALV. CAL-20

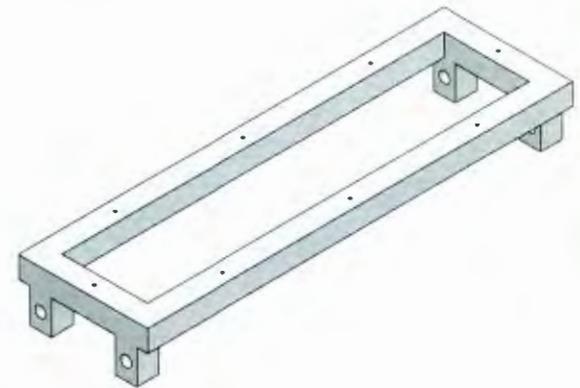
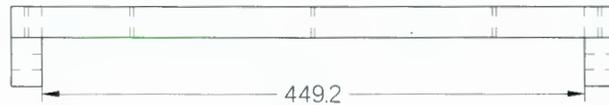
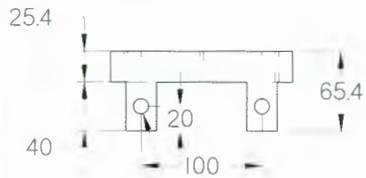
TODOS LOS CHAFLANES VAN A45 GRADOS

DISEÑO CARLOS RENE GONZALEZ O ANDRÉS BALBUENA LAMARCA	FECHA 10/09/07	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO FACULTAD DE INGENIERÍA METALÚRGICA
DIRECTOR TESIS: DR. ANDRÉS GONZÁLEZ GONZÁLEZ	TÍTULO DES HIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO	
DIMENSIONES EN MILÍMETROS ANGLOS 45°X	PLANO No A1	Hoja 9
ESCALA: 1:1		HOJA 9

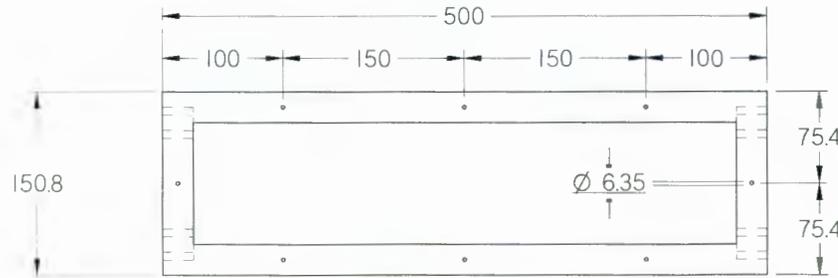
NO.	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD
-----	-------------	-------	--------



LAM. GALV. CAL-18



(2 REQ) Ø 12.7

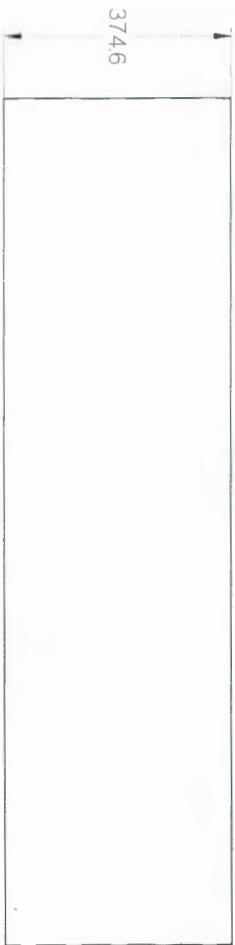


PTR CAL-12 1" X 1"



LAM. GALV. CAL-18

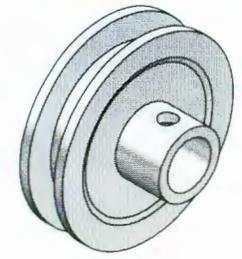
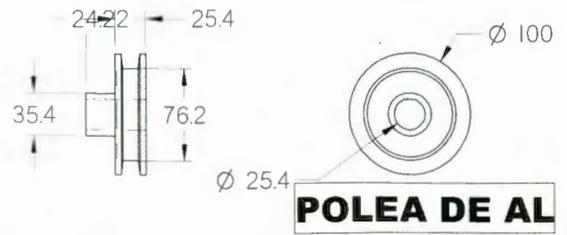
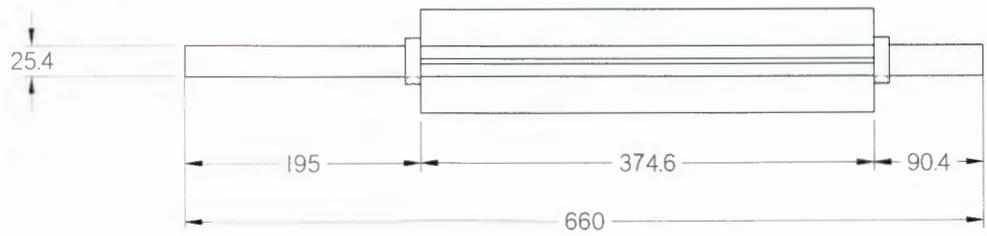
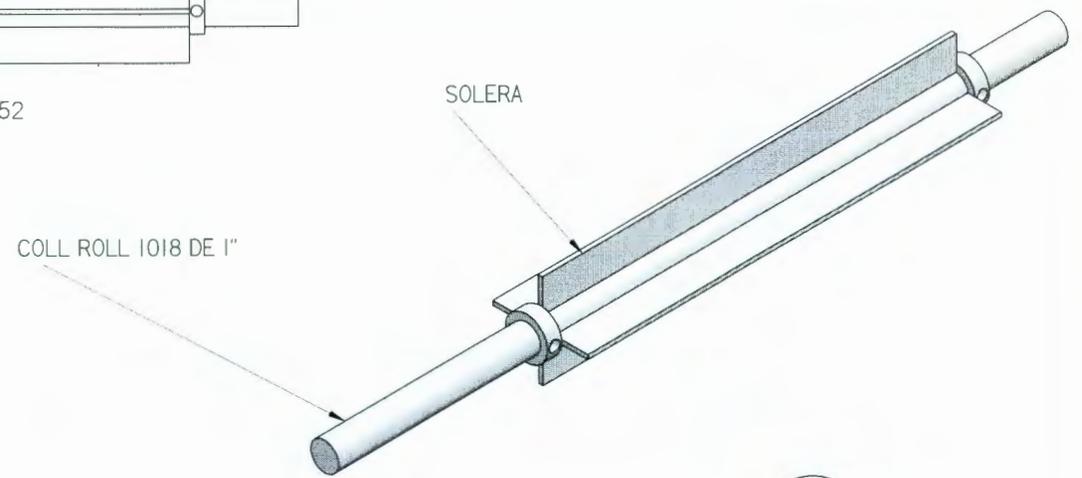
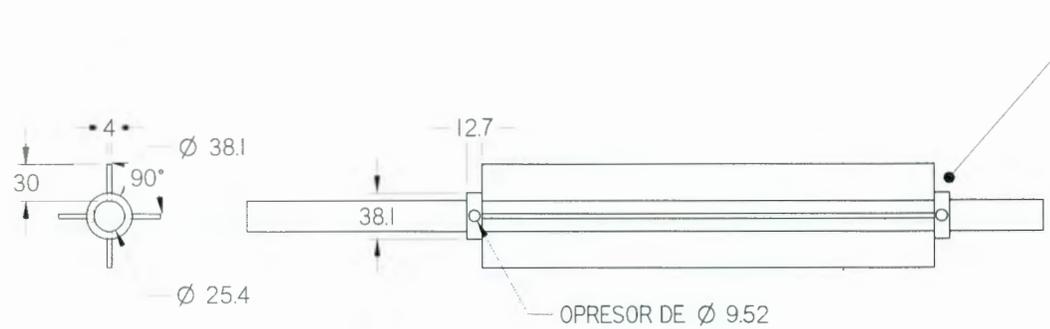
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO	FACULTAD DE INGENIERIA	
DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO		
PLANO No.	10	
ESCALA		



BANDA P/TORTILLADORAS

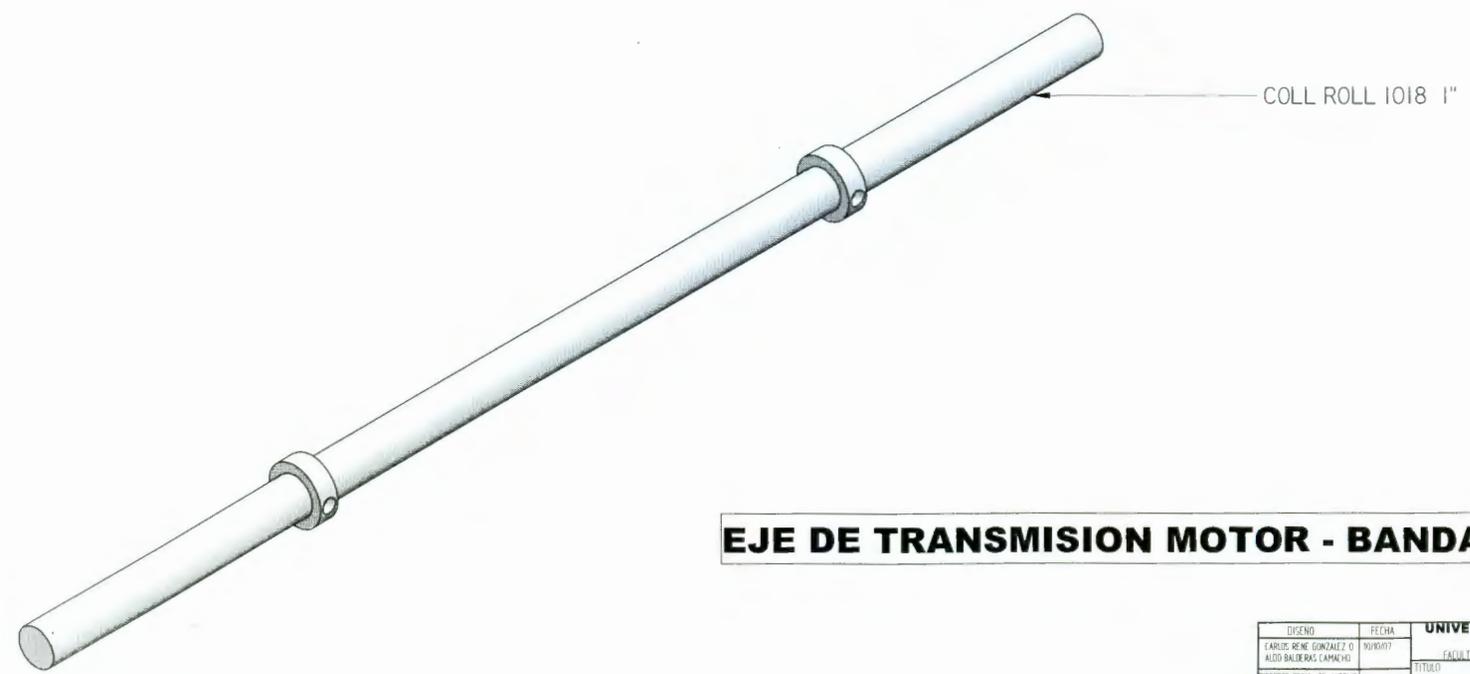
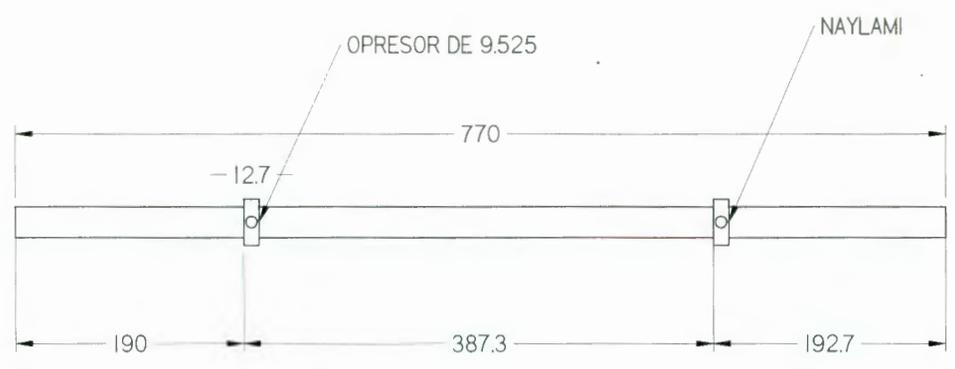
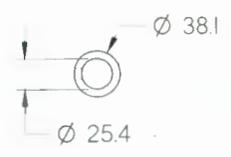
DISEÑO	FECHA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
LÍNEA DE DISEÑO	VERSIÓN	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
HOJA NO. 01 DE 01		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MATERIALES
PROYECTO		DESIGNACIÓN DE HOJAS DE CALIBRE
PROYECTO EN INGENIERÍA		PLANO No. 11
ANÁLISIS		NOMBRE DEL TRANSPORTISTA
ESCALA 1:1		HOJA No.

REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



DISEÑO CARLOS RENE GONZALEZ D ALDO BALDERAS CAMACHE DIRECTOR PESIS DR. AURELIO DOMINGUEZ GONZALEZ	FECHA 05/09/07	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA TÍTULO DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO PLANO No A1 12 NOMBRE E INGENIERO Y PILEA ESCALA 1:2	HOJA 12
---	-------------------	---	---------

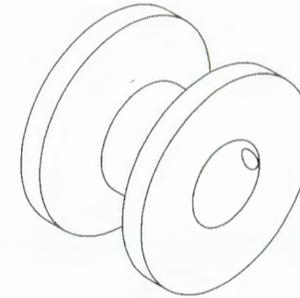
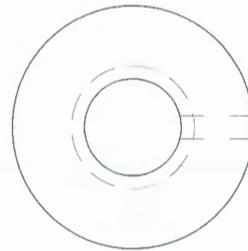
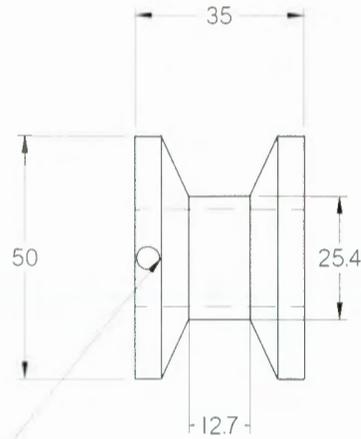
REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



EJE DE TRANSMISION MOTOR - BANDA

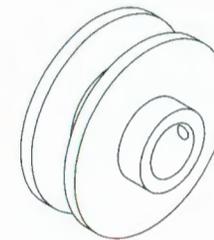
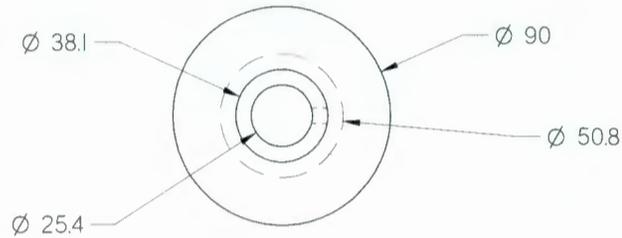
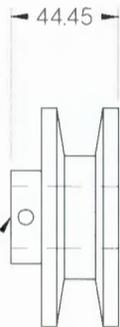
DISEÑO	FECHA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO	
EARLOS RENE GONZALEZ O ALDO BALDERAS CAMACHO	30/09/07	FACULTAD DE INGENIERIA ELECTROMECANICA	
DIRECTOR TESIS (DR. ASESOR)		TITULO	
DOMINGUEZ GONZALEZ		DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO	
DIMENSIONES EN MILIMETROS ANGULOS "XX"		A1 PLANO No	13
		NOMBRE E.E. MOTOR-BANDA TRANSPORTADORA	
		ESCALA 1:2	HOJA 13

REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



OPRESOR DE 9.525

POLEA DE AL. 1"

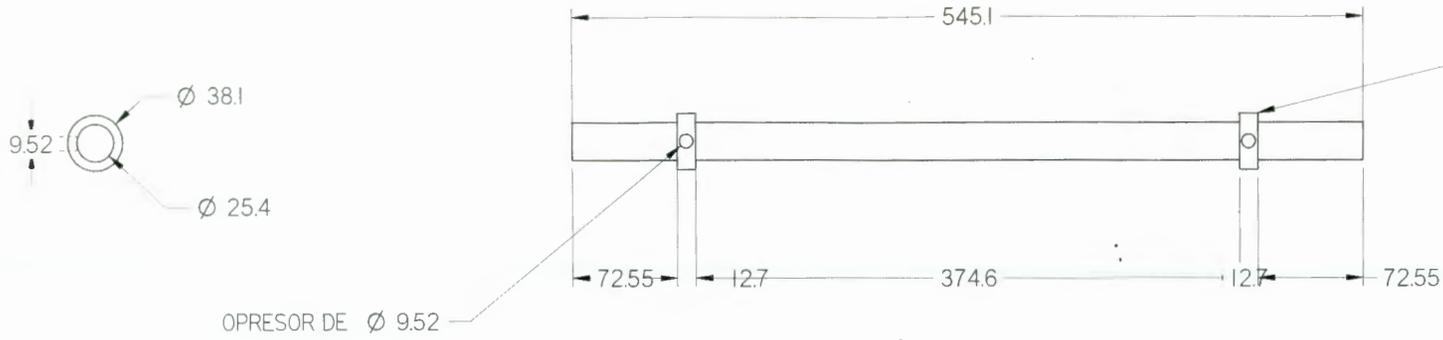


OPRESOR DE 9.525

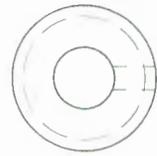
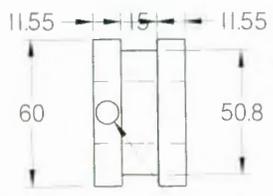
POLEA TRANSMISION A LA BANDA

DISEÑO CARLOS RENE GONZALEZ O ALDO BALBUENAS CAMACHO	FECHA 10/09/07	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA ELECTROMECANICA
DIRECTOR TESIS DR. ARBELY DOMINGUEZ GONZALEZ	TITULO DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO	PLANO No 14
DIMENSIONES EN MILIMETROS ANGULOS XXX°	NOMBRE POLEAS DE MOTOR-BANDA Y MOTOR SIN ESCALA	HOJA No

REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



COLL ROLL 1018 1"



OPRESOR DE Ø 9.52

POLEA DE NAYLAMI

DISEÑO CARLOS RENE GONZALEZ O. ALDO BALBUENA CAMACHO DIRECTOR TESIS OR. AURELIO BARRAGUAN GONZALEZ	FECHA 10/10/17	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA METALURGICA TITULO DESHIDRATADORA DE HOJAS DE EUCALIPTO
DIMENSIONES EN MILIMETROS ANGLULO "X"X"	PLANO No A1	15 NOMBRE E.E. DE BANDA TRANSPORTADORA SIN ESCALA
		HOJA 15