



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

Memoria de Residencia Profesional

**“Diseño de Alimentadora de Materia Prima Automatizada
para Hornos de Inducción”**

Aaron Lorenzana Ruiz 14270790

Para Obtener el Título de Ingeniero Mecánico

Asesor Interno:

Ing. Rutilo Morales Álvarez

Asesor Externo:

Sr. Américo Elizondo Olivares

Periodo:

Agosto-Diciembre 2018

RESUMEN

La experiencia Profesional es considerada la parte medular dentro del proceso de Ingeniería, ya que de ahí se obtienen un alto porcentaje de conocimientos importantes, es por ello que, dentro de este documento de Informe técnico de la residencia profesional, denominado “Diseño de Alimentadora de Materia Prima Automatizada para Hornos de Inducción”, se plasma el proceso que llevé a cabo en el desarrollo de diversos proyectos dentro de un periodo de seis meses en la empresa Techno Forge S.A. de C.V.

El presente documento detalla la metodología y las actividades realizadas para el diseño de una alimentadora de materia prima que pueda abastecer un horno de inducción a la hora de forjar. Dicho diseño se desarrolló en el software SOLIDWORDS.

La problemática se genera cuando la gente de producción tiene que introducir manualmente la materia prima a los hornos de inducción, con riesgo de tener una descarga o quemarse. Realizar este diseño conllevó a muchas pruebas y muchas propuestas ya que al hacer esta alimentadora se inició desde cero.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Descripción de la empresa y puesto del trabajo del estudiante	5
1.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.4 Justificación	6
1.5 Metodología	7
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	9
2.1 Hornos	9
2.2 Hornos de inducción	14
2.3 Sensores	18
2.4 Sensores de temperatura	20
2.5 Forja	22
2.5 Contactores y protectores térmicos	25
3. DESARROLLO	34
3.1 Análisis de calentamiento y forjado	34
4. RESULTADOS	38
4.1 Desarrollo	38
4.2 Tabla de partes y cantidades	41
4.3 Recomendaciones	42
5. CONCLUSIÓN	43
6. BIBLIOGRAFÍA	44
7. ANEXOS	44
7.1 Anexos 1: Planos para mecanizado de piezas de Alimentadora	44

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Diseño de Alimentadora de Materia Prima Automatizada para Hornos de Inducción”, fue desarrollado en la empresa Techno Forge que se encuentra ubicada en la ciudad San Nicolás de Las Garzas, N.L. La empresa se dedica principalmente a la forja de piezas de metal que van destinadas al sector petrolero, alimenticio, automotriz, ferroviario, etc. Fue sugerido cuando se contactó por primera vez a la empresa para solicitar información de espacios disponibles para residencia, y como no se daban limitaciones de soluciones se presentó como propuesta el desarrollo de una máquina que realizara este trabajo.

En primera estancia se planteó la problemática que se generaba en el departamento de producción, referente al abastecimiento de los hornos. Por lo que fue necesario la creación de una maquina capaz de alimentar al horno de manera eficiente.

El presente documento se detalla la metodología utilizada para desarrollar el diseño. Se inició definiendo los objetivos generales y específicos, el cual sirvió para medir el avance, así como saber las actividades a realizar para llegar al fin.

1.1 Descripción de la empresa y puesto del trabajo del estudiante

La empresa Techno Forge S.A. de C.V. división forja y maquinado es una empresa mexicana dedicada a la producción de piezas forjadas y maquinadas. El compromiso de esta empresa es la satisfacción total de sus clientes, manteniendo altos niveles de calidad. Soportando sus actividades en lineamientos y mejora continua de su sistema de gestión de calidad.

También tienen como visión aumentar su presencia en el mercado nacional e internacional en un lapso de dos años. Abasteciendo al sector petrolero, minero y gas, en materia de forja y maquinado, incrementando su familia de productos y mejorando continuamente sus procesos de producción.

El puesto asignado en la empresa es “Practicante en el área de Mantenimiento”, las tareas asignadas en esta área son: administrar papelería del área, ayudante de gente de mantenimiento, y toma de tiempos de mantenimiento preventivos de maquinarias y nave.

1.2 Planteamiento del problema

Después de analizar el método de alimentación de los hornos de inducción que se lleva a cabo en esta empresa, encontré un problema grande, el cual surge por un mal enfoque de los operarios ya que estos no son capacitados y no tienen herramientas capaces para poder realizar esta operación bien.

Los problemas que genera esta mala operación es aumentar los tiempos de producción afectando directamente en lo económico ya que, para esta operación se utilizan 5 operarios, y aun así el tiempo utilizado es alto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema automatizado capaz de alimentar materia prima (tochos de acero) a un horno de inducción, por medio de sensores, mecanismos y sistemas neumáticos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Investigación bibliográfica.
- Analizar el proceso actual de alimentación de materia prima de la empresa.
- Diseñar un sistema por computadora que cumpla con el trabajo a realizar.
- Ingeniería básica del sistema diseñado.
- Determinar si el sistema diseñado es eficiente mediante simulaciones por computadora.
- Presentar el diseño y simulaciones terminadas.
- Elaboración de reporte final.

1.4 Justificación

Para evitar los aumentos de tiempo de producción los cuales generan pérdidas económicas, se ha visto con la necesidad de diseñar mecanismo el cual trabaje a través de un sistema automatizado, el cual está enfocado en reducir por lo menos a dos operarios, ya que se pretende que este mecanismo controle la alimentación de la materia prima al horno y la extracción de esta, así mismo este censara las temperaturas para que la forja se haga a la temperatura correcta, así mismo el tiempo de producción bajara considerablemente disminuyendo la pérdida económica.

1.5 Metodología

En la figura 1.1 se muestra el diagrama a bloques del software utilizado para el diseño de la alimentadora automatizada.

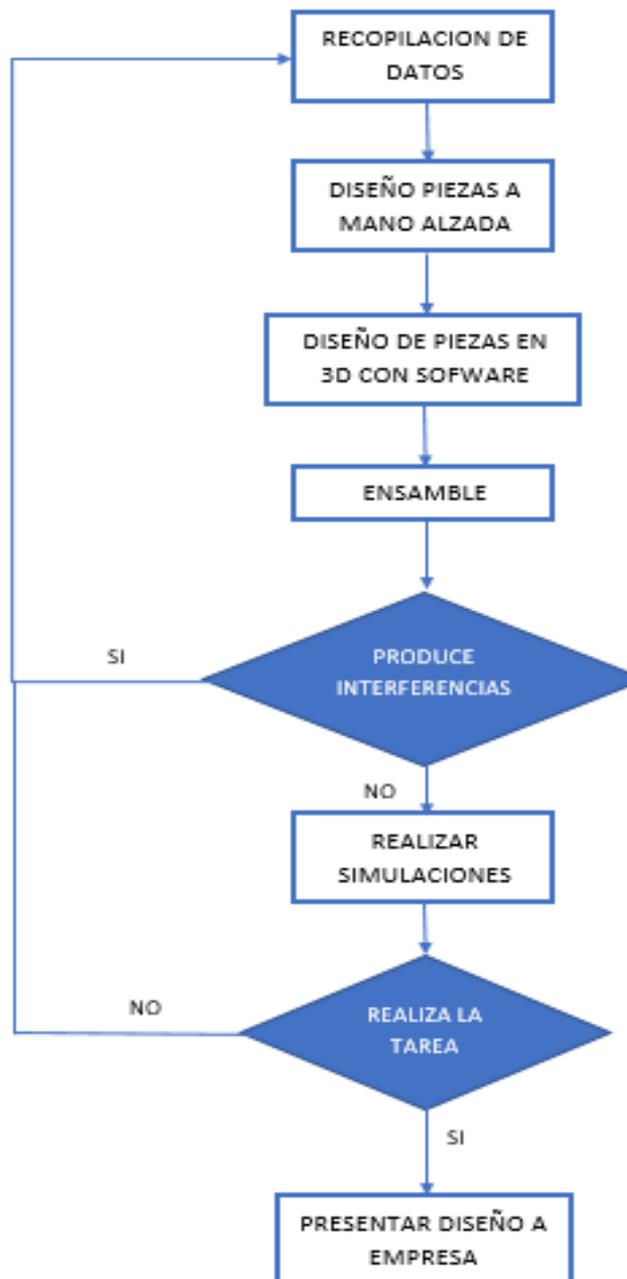


Figura 1.1 Diagrama a bloques de funcionamiento del software

En la figura 1.2 se muestra el diagrama a bloques del software utilizado para la coordinación de la caja de control, que en sus principales características controlara por medio de contactores y protectores térmicos las electroválvulas que accionaran el mecanismo.

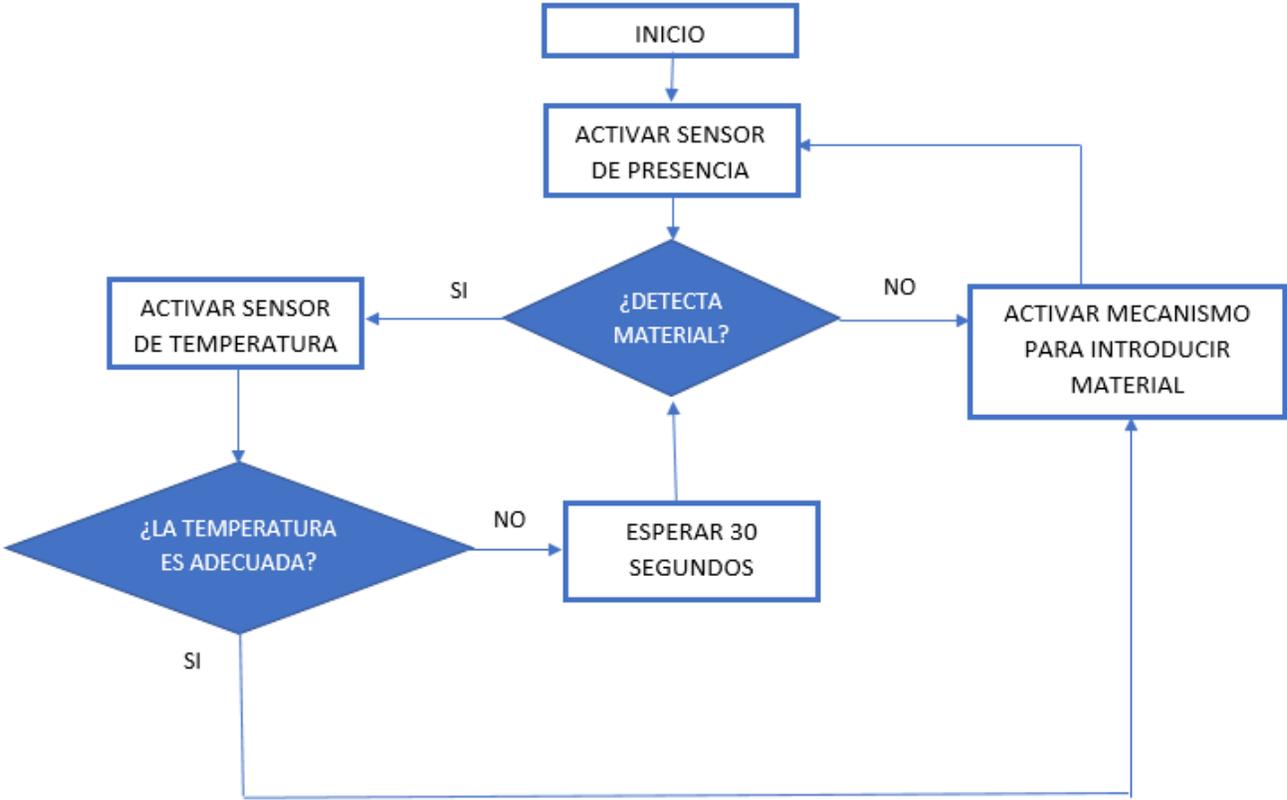


Figura 1.2 Diagrama a bloques del software utilizado para la caja de control

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Hornos

En diferentes industrias se requiere de equipos que, por acción del calor, faciliten y agilicen la realización de procesos físicos y químicos muy específicos. Tales equipos son los hornos industriales y hoy en día existen diferentes modelos que funcionan alimentados por gas o electricidad, presentan diferentes capacidades y están diseñados especialmente para darles un uso específico.

El diseño de un horno, en cuanto a forma y capacidad, es una característica determinante para la elección de un modelo pero no es el único factor importante, pues tanto la fuente de energía que lo hace funcionar como el rango de temperatura que puede llegar a alcanzar intervienen en que el proceso de horneado resulte eficaz o no. Hablando específicamente de la temperatura de un horno industrial podemos notar que tiene rangos variables según el fin para el que fue fabricado y la compañía que lo manufacturó, esta temperatura se puede ajustar con un termostato dependiendo de las características del material a hornear y del tipo de reacciones químicas o efectos físicos que se desea producir con el calentamiento.

Utilizar un horno industrial puede tener diferentes objetivos, como el tratamiento térmico de un material, el recubrimiento de piezas con sustancias, como pintura, vidrios y esmaltes; elevar la temperatura del material para que se den las reacciones químicas que se necesitan para obtener otro producto, como puede ser el caso del horneado de la cerámica; cambiar de estado un material, como en la fusión de metales y la vaporización; hacer más suave un material para poderlo manipular con mayor facilidad, como es el caso de los metales que se vuelven más blandos por acción de calor y de esta manera se puede cambiar su forma.

Un ejemplo de los efectos que puede tener la temperatura sobre un material lo vemos muy claramente en los metales. El metal a cierta temperatura se vuelve más blando y susceptible a la deformación, lo que facilita hacer dobleces, forjarlo, estamparlo o someterlo al proceso de extrusión o de laminación. Cuando al metal

se le aplica una temperatura elevada se funde y en un proceso llamado recocido se le eliminan todas las impurezas que llegue a presentar, todo gracias a la acción del calor. Otro de los usos que se le da al horno para modificar metales es calentar el material hasta un punto crítico y enfriarlo inmediatamente para que alcance mayor dureza.

Para calentar los materiales en su interior, los hornos pueden usar gas o energía eléctrica, ya sea por corriente alterna o continua, por inducción electromagnética, por resistencias o por alta frecuencia de microondas. En este punto nos encontramos con otra de las clasificaciones que se aplica a los hornos industriales: de llama o de gas y eléctricos. Dentro de los hornos de llama encontramos los hornos de túnel, los rotatorios, los verticales y los de balsa, y en el grupo de hornos eléctricos se encuentran los hornos de arco, los de inducción y los de resistencias.

Tipos de hornos:

Horno de leña u horno de barro. Funciona a partir de materiales forestales. Desde el punto de vista del consumo energético, es el menos eficiente y el que más emisiones de dióxido de carbono tiene, pero desde el punto de vista gastronómico, en ciertos casos da un sabor especial a ciertos platos. Se utiliza ampliamente en la cocina tradicional castellana: por ejemplo, para el cordero asado o el cochinito asado.



Figura 2.1 Horno de leña

Horno de gas. Los avances en la utilización del gas natural como combustible han permitido conceder a los hornos de gas una opción viable en las alternativas que brinda su uso, y se muestran muy eficaces tanto por la reducción de los tiempos de cocción de las materias primas como la reducción de las emisiones al ambiente. La regulación de la atmósfera en el interior del horno se puede controlar variando la inyección de la mezcla de gas y aire, por lo que resultan muy útiles para hacer reducciones. Otra ventaja digna de mención es que se alcanzan altas temperaturas en un menor tiempo.



Figura 2.2 Horno de gas

Horno eléctrico. Son hornos alimentados con energía eléctrica de un uso muy extendido, por su comodidad y fácil manejo. Con los sistemas de programación que se incorporan, son muy útiles y fiables. En las cámaras de estos hornos se alojan, en unas zanjas o vías de las paredes, unas espirales de hilo conductor de energía eléctrica, que actúan como resistencia formadas por aleaciones de cromo-níquel y otros metales cuya característica es la buena conductividad, según las temperaturas que se desee alcanzar.



Figura 2.3 Horno eléctrico por resistencia

Cocina solar. Su principal ventaja radica en el óptimo aprovechamiento del recurso solar para obtener energía calorífica.

Horno de crisol. Es un depósito en forma de tronco cónica en el cual el metal está completamente aislado del combustible, y es su principal característica la de que presenta un envase con la parte superior descubierta, lo cual permite la eliminación de los gases y la obtención del metal líquido. Una de las ventajas de fundir metales no ferrosos con crisol es que se tiene una aleación más limpia, los tiempos de mantenimiento son más rápidos y el control de energía es más preciso. Se cuenta con diferentes formas, como tipo barril, jofaina y con pico, entre otros.

Horno de microondas. Funciona mediante la generación de ondas electromagnéticas que interaccionan con las moléculas de agua contenidas en los alimentos. La interacción consiste en aprovechar las propiedades resonantes de las moléculas de agua que absorben la energía de las ondas electromagnéticas, con lo que se eleva su temperatura.



Figura 2.4 Horno de microondas

Horno de cubilote. Este es un tipo de horno cilíndrico vertical de aproximadamente 6 metros de alto que lleva los metales en él colocados hasta el estado líquido, y permite su colado. Puede utilizarse para la fabricación de casi todas las aleaciones de hierro, y tiene ventilación forzada por toberas, ubicadas en la parte inferior.

Horno de inducción. No es posible clasificar de manera rígida, por la frecuencia de la corriente usada, las muchas variantes existentes de hornos de inducción. Los hornos que trabajan con frecuencias superiores a los 500 ciclos por segundo tienen un baño en forma de crisol cilíndrico y no llevan un núcleo de hierro. Habitualmente, estos hornos se llaman hornos de inducción sin núcleo. En los últimos años se han construido muchos hornos de este tipo que trabajan a 50 ciclos por segundo, es decir, la frecuencia normal de las redes de suministro. Los primitivos hornos de inducción tenían un canal de fusión que formaba el secundario en cortocircuito de un transformador; estos se pueden denominar hornos de inducción de canal.



Figura 2.5 Bobina de Inducción / Centro de control de Horno de Inducción

Horno de resistencia. Hay 2 clases fundamentales de hornos de resistencia. Los de la primera se calientan mediante resistencias de aleaciones tales como la S níquel-cromo 80/20, en forma de cintas o varillas; generalmente un crisol o recipiente para el metal líquido y sirven para aleaciones de bajo punto de fusión, como las de soldadura, las de tipos de imprenta, los metales antifricción para cojinetes y algunas veces las de aluminio. Los elementos de caldeo se disponen alrededor del exterior del crisol y todo el horno queda dentro de una carcasa rellena con un material refractario y aislante térmico. Los elementos de caldeo suelen estar soportados por el revestimiento refractario.

2.2 Hornos de inducción

Un horno de inducción es un horno eléctrico en el que el calor es generado por calentamiento por inducción de un medio conductor (normalmente un metal) en un crisol alrededor del cual se encuentran enrolladas bobinas magnéticas. La ventaja del horno de inducción es que es limpio, eficiente desde el punto de vista energético y es un proceso de fundición de metales más controlable que la mayoría de modos de fundición de metales. Las fundiciones más modernas utilizan este tipo de horno y cada vez más fundiciones están sustituyendo los altos hornos por hornos de inducción, debido a que generaban mucho polvo y otros contaminantes. El rango de capacidad de los hornos de inducción abarca desde menos de un kilogramo hasta cien toneladas y son utilizados para fundir hierro y acero, cobre, aluminio y metales preciosos. El rango de frecuencias de operación va desde la frecuencia de red (50 o 60Hz) hasta los 10KHz, en función del metal que se quiere fundir, la capacidad del horno y la velocidad de fundición deseada - normalmente un horno de frecuencia superior es más rápido. Frecuencias menores generan más turbulencias en el metal, reduciendo la potencia que puede aplicarse al metal fundido. Un horno para una tonelada precalentado puede fundir una carga fría en menos de una hora. Un horno de inducción en funcionamiento normalmente emite un zumbido, silbido o chirrido (debido a la magnetostricción), cuya frecuencia puede ser utilizada por los operarios para saber si el horno funciona correctamente o a qué potencia

Uno de los principales inconvenientes de estos hornos es la imposibilidad de refinamiento; la carga de materiales de estar libre de productos oxidantes y de una composición conocida y algunas aleaciones pueden perderse debido a la oxidación (y deben ser re-añadidos).

¿Cómo funciona un horno de inducción?

El funcionamiento del Horno de inducción es el siguiente:

1. Por medio del control de velocidad se hace funcionar el motor para proporcionarle energía mecánica al alternador de alta frecuencia.
2. El alternador de alta frecuencia proporciona la energía alterna utilizada por el horno de inducción, esta energía pasa a través de un banco de capacitores automáticos para poder regular el factor de potencia.
3. Un sensor de temperatura censa la temperatura del horno, la señal es transmitida a un indicador de temperatura y a su vez a un controlador o variador de velocidad.
4. El variador de velocidad regula las revoluciones por minuto, al hacer esto está variando la frecuencia del alternador. Como se puede observar, el funcionamiento del horno de inducción es muy sencillo en comparación al horno de gas. También se puede observar que se utilizan instrumentos para censar la frecuencia y las revoluciones por minuto.

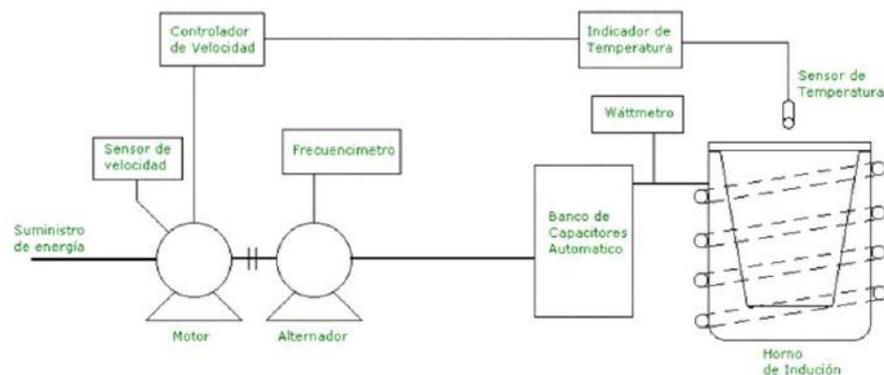


Figura 2.6 Esquema de funcionamiento

Instrumentación.



Radiomatic Temperature Detector

Detector Radio matico de Temperatura

Este dispositivo va conectado al controlador. Detecta la temperatura en el horno por medio de la radiación emitida por el metal.



Encoder

Este dispositivo es usado para establecer las revoluciones por minuto del motor.



Wáttimetro

Nos sirve para establecer que cantidad de energía está consumiendo el horno y a su vez determinar el factor de potencia



Variadores de Velocidad

Es el encargado de regular la velocidad para poder obtener la frecuencia necesaria para el horno de inducción

Figura 2.7 Instrumentación

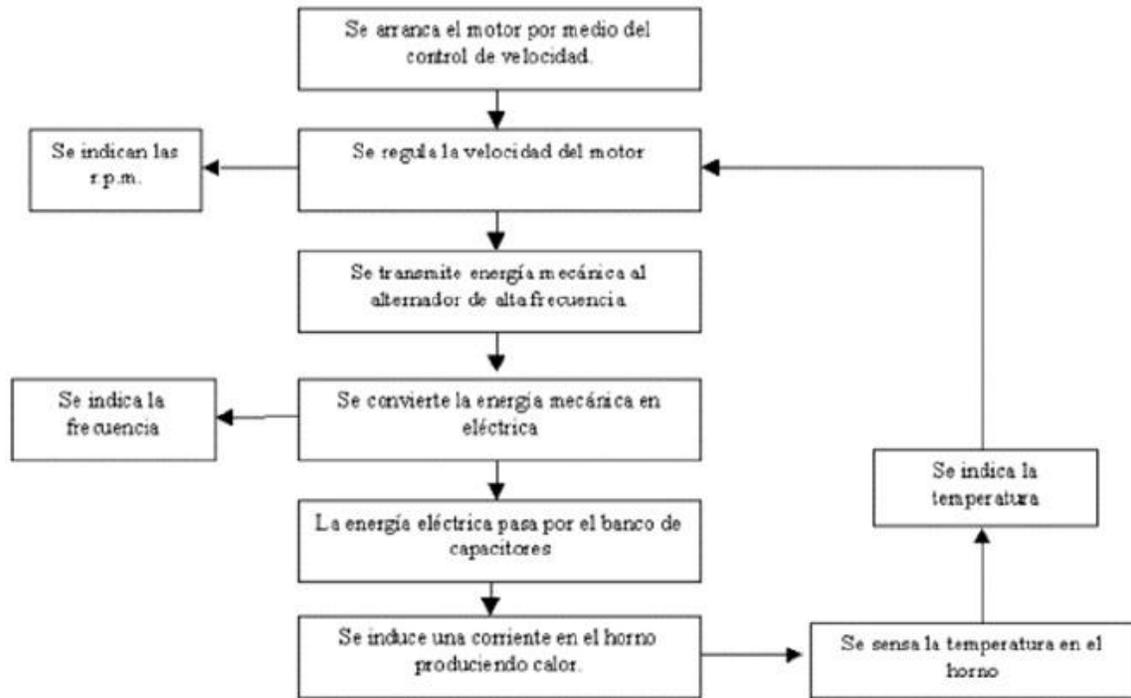


Figura 2.8 Mapa conceptual de funcionamiento de un horno de Inducción

Ventajas y Desventajas del horno de Inducción

- Los hornos son siempre rebatibles mecánica o hidráulicamente, y llevan el perno de rotación bajo la piqueta de colada.
- Los hornos emplean corriente monofásica si son de poca capacidad, y corriente trifásica, con más canales, si son grandes.
- El factor de potencia es, aproximadamente, 0,70, lo que obliga, en la mayoría de los casos, a acoplar uno o más condensadores para aumentarlo a 0,80.
- Las pérdidas de material por oxidación son mínimas y el funcionamiento resulta económico.
- Su producción es de gran calidad, con oxidaciones muy reducidas y análisis constantes.
- Se obtiene también la supresión de los electrodos, una economía en los gastos de funcionamiento y un menor consumo de corriente eléctrica.

- Los gastos de instalación son muy elevados. Se emplean particularmente en las fundiciones de aceros aleados especiales o de aleaciones de hierro colado y en menores cala en las fundiciones de hierro colado gris.
- Son menos riesgosos para la planta.
- No hacen ruido.
- No son construidos en el país

2.3 Sensores

Un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.



Figura 2.9 Tipos de sensores

Características De Un Sensor

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset. (Down)
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: suponiendo que es de entrada a salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede detectarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico al digital, un computador y un visualizador) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

2.4 Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico. Hay tres tipos de sensores de temperatura, los termistores, los RTD y los termopares.

El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor, de cualquiera de los tipos anteriores, la vaina que lo envuelve y que está rellena de un material muy conductor de la temperatura, para que los cambios se transmitan rápidamente al elemento sensor y del cable al que se conectarán el equipo electrónico.

- **Termistor:**

El termistor está basado en que el comportamiento de la resistencia de los semiconductores es variable en función de la temperatura. Existen los termistores tipo NTC y los termistores tipo PTC. En los primeros, al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia. En los PTC, al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia.

El principal problema de los termistores es que no son lineales según la temperatura por lo que es necesario aplicar fórmulas complejas para determinar la temperatura según la corriente que circula y son complicados de calibrar.



Figura 2.10 Termistor

- **RTD (Detector De Resistencia De Temperatura)**

Un RTD es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

Los metales empleados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel y molibdeno. De entre los anteriores, los sensores de platino son los más comunes por tener mejor linealidad, más rapidez y mayor margen de temperatura.



Figura 2.11 RTD

- **Termopar**

El termopar, también llamado termocupla y que recibe este nombre por estar formado por dos metales, es un instrumento de medida cuyo principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico. Un material termoeléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad, o bien generar frío cuando se le aplica una corriente eléctrica.

El termopar genera una tensión que está en función de la temperatura que se está aplicando al sensor. Midiendo con un voltímetro la tensión generada, conoceremos la temperatura. Los termopares tienen un amplio rango de medida, son económicos y están muy extendidos en la industria. El principal inconveniente estriba en su precisión, que es pequeña en comparación con sensores de temperatura RTD o termistores.



Figura 2.12 Termopar

2.5 Forja

La forja, al igual que la laminación y la extrusión, es un proceso de fabricación de objetos conformado por deformación plástica que puede realizarse en caliente o en frío y en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión.

Este proceso se utiliza para dar una forma y unas propiedades determinadas a los metales y aleaciones a los que se aplica mediante grandes presiones. La deformación se puede realizar de dos formas diferentes: por presión, de forma continua utilizando prensas, o por impacto, de modo intermitente utilizando martillos pilones.

Hay que destacar que es un proceso de conformado de metales en el que no se produce arranque de viruta, con lo que se produce un importante ahorro de material respecto a otros procesos, como por ejemplo el mecanizado.

Tipos de forja

Los principales tipos de forja que existen son:

- Forja libre
- Forja con estampa
- Recalcado
- Forjado isotérmico

Forja libre

Es el tipo de forja industrial más antiguo, este se caracteriza porque la deformación del metal no está limitada (es libre) por su forma o masa. Se utiliza para fabricar piezas únicas o pequeños lotes de piezas, donde normalmente éstas son de gran tamaño. Además, este tipo de forja sirve como preparación de las preformas a utilizar en forjas por estampa. También puede encontrarse como forja en dados abiertos.

Forja con estampa

Este tipo de forja consiste en colocar la pieza entre dos matrices que al cerrarse conforman una cavidad con la forma y dimensiones que se desean obtener para la pieza. A medida que avanza el proceso, ya sea empleando martillos o prensas, el material se va deformando y adaptando a las matrices hasta que adquiere la geometría deseada. Este proceso debe realizarse con un cordón de rebaba que sirve para aportar la presión necesaria al llenar las zonas finales de la pieza, especialmente si los radios de acuerdo de las piezas son de pequeño tamaño y puede estar sin rebaba, dependiendo de si las matrices llevan incorporada una zona de desahogo para alojar el material sobrante (rebaba) o no. Se utiliza para fabricar grandes series de piezas cuyas dimensiones y geometrías pueden variar ampliamente. Las dimensiones de estas piezas van desde unos pocos milímetros de longitud y gramos de peso hasta varios metros y toneladas, y sus geometrías pueden ser simples o complejas.

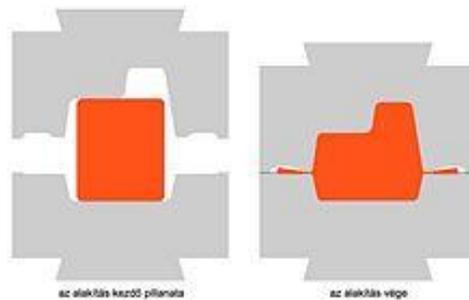


Figura 2.13 Estampado forja

Forjado isotérmico

El forjado isotérmico es un tipo especial de forja en la cual la temperatura de los troqueles es significativamente superior a la utilizada en procesos de forja convencional.

Recalcado

A diferencia de los procesos anteriores que se realizan en caliente, este además puede realizarse en frío. Consiste en la concentración o acumulación de material en una zona determinada y limitada de una pieza (normalmente en forma de barra). Por tanto, una consecuencia directa de este proceso es que disminuye la longitud de la barra inicial y aumenta la sección transversal de ésta en la zona recalcada. Si el proceso se realiza en frío y en los extremos de las piezas se denomina encabezado en frío.

Efectos que produce la forja en caliente y el forjado isotérmico

- Orientación de la fibra: las propiedades mecánicas del producto variarán, mejorándolas si el esfuerzo se aplica en la dirección de la fibra formada por el proceso y empeorándolas si se aplica en dirección perpendicular.
- Afinamiento del grano: esto se produce a temperaturas superiores a la de recristalización, pero inferiores a la de equicohesión y la forja se realiza con martillos pilones, de modo intermitente. En cambio, el afinamiento no se producirá si se supera la temperatura de equicohesión y la forja se realiza utilizando prensas, de forma continua.
- Eliminación de cavidades, poros, sopladuras, etc.: debido a las enormes presiones a las que el material es sometido en la operación, éste es compactado y desaparecen las cavidades, poros, sopladuras, etc. (siempre que las paredes de estos defectos no estén oxidadas).

Este proceso puede aplicarse a:

- Metales puros: aluminio, cobre, titanio y zinc.
- Aleaciones: acero, de aluminio, de cobre, de magnesio y bronce

2.5 Contactores y protectores térmicos

El contactor es un aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o en carga. Es la pieza clave del automatismo en el motor eléctrico. Su principal aplicación es la de efectuar maniobras de apertura y cierre de circuitos eléctricos relacionados con instalaciones de motores. Excepto los pequeños motores, que son accionados manualmente o por relés, el resto de motores se accionan por contactores.

Un contactor está formado por una bobina y unos contactos, que pueden estar abiertos o cerrados, y que hacen de interruptores de apertura y cierre de la corriente en el circuito. La bobina es un electroimán que acciona los contactos cuando le llega corriente, abre los contactos cerrados y cierra los contacto abiertos. De esta forma se dice que el contactor está accionado o "enclavado". Cuando le deja de llegar corriente a la bobina los contactos vuelven a su estado anterior de reposo y el contactor está sin accionar o en reposo.

Aquí vemos un contactor real y el símbolo que se utiliza para los circuitos:



Figura 2.14 Contactador trifásico

En el contactor real los contactos de conexión de la bobina se llaman A1 y A2 siempre. Los contactos del circuito de salida o de fuerza se llaman 1-2, 3-4, etc. y los contactos auxiliares, para el circuito de mando o control, suelen llamarse con número de 2 cifras, por ejemplo 13-14. Luego veremos esto mejor con esquemas concretos.

Funcionamiento de un Contactor

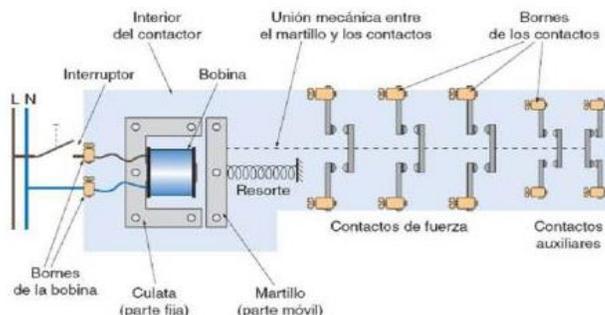


Figura 2.15 Funcionamiento de contactor bifásico

Si te fijas en la imagen anterior tenemos un contactor con 4 contactos abiertos y el último es un contacto cerrado en reposo.

Si hacemos llegar corriente a la bobina, está que está formada por un electroimán, atrae hacia sí el martillo arrastrando en su movimiento a los contactos móviles que tirará de ellos hacia la izquierda. Esta maniobra se llama "enclavamiento del contactor". Todos los contactos que estaban abiertos ahora serán contactos cerrados, y el último que estaba cerrado ahora será un contacto abierto. Cuando la bobina está activada se dice que el contactor está enclavado.

En el momento que dejemos de dar corriente a la bobina el contactor volverá a su posición de reposo por la acción del muelle resorte, dejando los contactos como estaban al principio, al tirar de ellos hacia la derecha.

El contactor de la figura anterior tiene 3 contactos de fuerza, por lo que serviría para un sistema trifásico (3fases). En el caso de un contactor monofásico (solo la fase y el neutro) sería el siguiente caso.

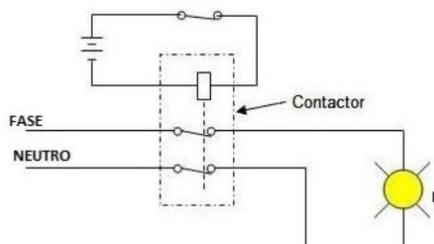


Figura 2.16 Contactor bifásico

Lo hemos utilizado para el control de una lámpara. si queremos apagar la lámpara solo tendremos que abrir el pulsador normalmente cerrado de la parte de arriba que activa la bobina. Para estos casos es mejor usar un simple relé, ya que es más barato. Para un motor monofásico solo tendríamos que cambiar la lámpara por el motor. Vamos a conectar en un circuito el contactor para el arranque de un motor trifásico.

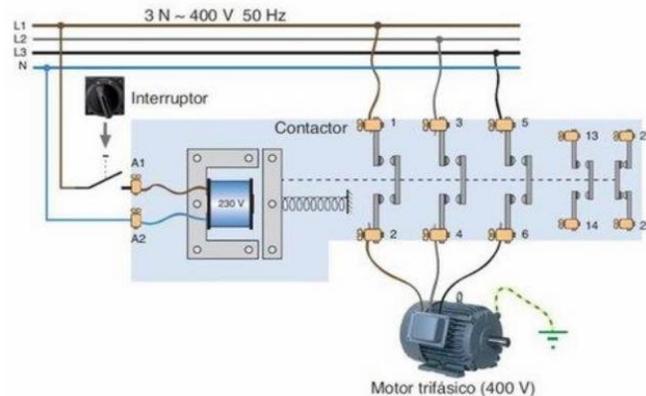


Figura 2.17 Funcionamiento de Contactor trifásico

Si te fijas la bobina se activa a través de un interruptor por una fase y el neutro (L1 y N), es decir a 220V. Se conecta a los bornes A1 y A2 del contactor real.

El motor trifásico se activa a través de los contactos principales del contactor con las 3 fases (L1, L2 y L3), por ejemplo a 400V (o 380V). Se conecta en los contactos reales del contactor de fuerza 1-2, 3-4, 5-6. Los contactos 13-14 y 21-22 son para el circuito de control que luego veremos.

Cuando activamos el Interruptor le llega corriente a la bobina y el contactor se enclava cerrando los contactos principales y arrancando el motor eléctrico.

Cuando desconectamos la corriente a la bobina mediante el interruptor, deja de llegarle corriente a la bobina y los contactos vuelven a la posición de reposo haciendo que el motor se pare. Este es un arranque básico y directo, luego veremos algunos circuitos más para los arranques de motores trifásicos, como por ejemplo el arranque estrella-triángulo.

Como ves en los circuitos de los contactores se distinguen dos circuitos diferentes, el circuito de mando, que será el que active o desactive la bobina y el circuito de fuerza, que será el que arranque o pare el motor.

El circuito de mando suele ser un circuito a menor tensión e intensidad que el circuito de fuerza. De ahí que los contactos principales o de fuerza sean más gordos que los auxiliares. En el esquema anterior no hemos usado los contactos auxiliares, solo el de la bobina, pero ya verás cómo se utilizan, por ejemplo, para la auto alimentación.

Una de las características básicas de un contactor es su posibilidad de maniobra en circuitos sometidos a corrientes muy fuertes, en el circuito de fuerza, pero con pequeñas corrientes en el circuito de mando. Con una pequeña corriente (circuito de mando) podemos accionar un circuito de fuerza con mucha potencia o corriente.

Por ejemplo, para activar la bobina podemos hacerlo a 0,35A y 220V y para el de circuito de Fuerza podemos usar una intensidad de arranque del motor de 200A.

Categoría de los Contactores

La elección del calibre adecuado para un contactor depende directamente de las características de su aplicación concreta. Aunque el parámetro característico de un contactor es la potencia o la corriente efectiva de servicio que deben soportar los contactos principales, deberemos considerar otros aspectos:

- Las características del circuito o carga que se debe controlar: tensión de trabajo, transitorios a la puesta en tensión y tipo de corriente (CC O CA).
- Las condiciones de trabajo: número de maniobras por hora, cortes en vacío o en carga, temperatura ambiente, etc.

Así, las aplicaciones indicadas para un contactor dependen de la denominada categoría de operación o categoría de servicio que tenga el mismo.

Esta categoría viene indicada en la carcasa del dispositivo y específica para qué tipo de cargas es adecuado el contactar. Las cuatro categorías existentes son las siguientes:

- AC1 (condiciones de servicio ligeras). Contactores indicados para el control de cargas no inductivas o con poco efecto inductivo (excluidos los motores), como lámparas de incandescencia, calefacciones eléctricas, etc.

- AC2 (condiciones de servicio normales). Indicados para usos en corriente alterna y para el arranque e inversión de marcha de motores de anillos, así como en aplicaciones como centrifugadoras, por ejemplo.

- AC3 (condiciones de servicio difíciles). Indicados para arranques largos o a plena carga de motores asíncronos de jaula de ardilla (compresores, grandes ventiladores, aires acondicionados, etc.) y frenados por contracorriente.

- AC4 (condiciones de servicio extremas). Contactores indicados en motores asíncronos para grúas, ascensores, etc., y maniobras por impulsos, frenado por contracorriente e inversión de marcha. Por maniobra por impulsos debemos entender aquellas que consisten en uno o varios cierres cortos y frecuentes del circuito del motor y mediante los cuales se obtienen pequeños desplazamientos.

Ventajas del Uso del Contactor

- Seguridad del personal dado que realiza las maniobras en lugares alejados del operador. El motor y el contactor pueden estar lejos del operador, solo es necesario que el operador este cerca del interruptor de arranque para accionar el motor, y como vimos esta parte trabaja a tensiones menores que las de fuerza (donde está el motor y/o el contactor).

- Imagina que tenemos el interruptor de arranque separado del motor 1Km y el contactor está sobre el propio motor o muy cerca de él. El circuito desde el interruptor hasta el motor es el circuito auxiliar, a poca tensión, con poca intensidad

y por lo tanto con cables muy finos o de poca sección. Los cables de más sección son los que van del contactor al motor, y esto solo tendrán la longitud desde el contactor al motor, es decir serán muy cortos. ¿Qué ventaja tiene esto? Pues que es un gran ahorro en el gasto de los cables o conductores. Imagina que tuviéramos que arrancar el motor directamente sin contactor, desde el interruptor, que por cierto tendría que ser mucho mayor y más caro, hasta el motor, todos los cables serían de fuerza y medirían 1Km de largos, con lo cual sería mucho mayor el coste en conductores.

- Ahorro de tiempo al realizar maniobras largas.
- Posibilidad de controlar el arranque de un motor desde puntos diferentes.
- Automatización del arranque de motores.
- Automatización y control de numerosas aplicaciones, con ayuda de los aparatos auxiliares del contactor. Ejemplos: llenado automático de un pozo de agua, control de la temperatura en hornos, etc.

Elección del Contactor

A la hora de elegir un contactor de maniobra de motores hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Tensión y potencia nominales de la carga, o sea del motor.
- Tensión y frecuencia reales de alimentación de la bobina y de los elementos del circuito auxiliar.
- Clase de arranque del motor: directo, estrella-triángulo, etc.
- Número aproximado de conexiones-hora.
- Condiciones de trabajo: normales, duros o extremas. Podrían ser calefacción eléctrica, ascensores, grúas, máquinas de imprimir etc.

Protectores térmicos

Los relés térmicos o relés térmicos de sobrecarga, son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua. Este dispositivo de protección garantiza:

- Optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas.
- La continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas.
- Volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.

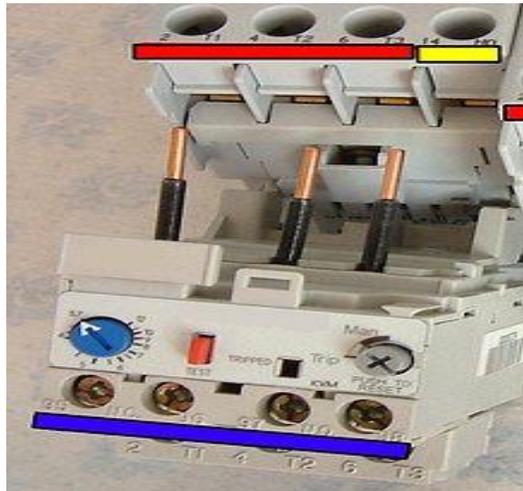


Figura 2.18 Protector térmico

Sus características más habituales son:

Compensados

La curvatura que adoptan las biláminas no sólo se debe al recalentamiento que provoca la corriente que circula en las fases, sino también a los cambios de la temperatura ambiente. Este factor ambiental se corrige con una bilámina de compensación sensible únicamente a los cambios de la temperatura ambiente y que está montada en oposición a las biláminas principales. Cuando no hay corriente, la

curvatura de las biláminas se debe a la temperatura ambiente. Esta curvatura se corrige con la de la bilámina de compensación, de tal forma que los cambios de la temperatura ambiente no afecten a la posición del tope de sujeción. Por lo tanto, la curvatura causada por la corriente es la única que puede mover el tope provocando el disparo.

Los relés térmicos compensados son insensibles a los cambios de la temperatura ambiente, normalmente comprendidos entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sensibles a una pérdida de fase

Este es un dispositivo que provoca el disparo del relé en caso de ausencia de corriente en una fase (funcionamiento monofásico). Lo componen dos regletas que se mueven solidariamente con las biláminas. La bilámina correspondiente a la fase no alimentada no se deforma y bloquea el movimiento de una de las dos regletas, provocando el disparo. Los receptores alimentados en corriente monofásica o continua se pueden proteger instalando en serie dos biláminas que permiten utilizar relés sensibles a una pérdida de fase. Para este tipo de aplicaciones, también existen relés no sensibles a una pérdida de fase.

Rearme automático o manual

El relé de protección se puede adaptar fácilmente a las diversas condiciones de explotación eligiendo el modo de rearme Manual o Auto (dispositivo de selección situado en la parte frontal del relé), que permite tres procedimientos de re arranque:

- Las máquinas simples que pueden funcionar sin control especial y consideradas no peligrosas (bombas, climatizadores, etc.) se pueden re arrancar automáticamente cuando se enfrían las biláminas en un determinado lapso de tiempo.
- En los automatismos complejos, el re arranque requiere la presencia de un operario por motivos de índole técnica y de seguridad. También se recomienda este tipo de esquema para los equipos de difícil acceso.

- Por motivos de seguridad, las operaciones de rearme del relé en funcionamiento local y de arranque de la máquina debe realizarlas obligatoriamente el personal calificado.

Graduación en “amperio motor”

Visualización directa en el relé de la corriente indicada en la placa de características del motor. Los relés se regulan con un pulsador que modifica el recorrido angular que efectúa el extremo de la bilamina de compensación para liberarse del dispositivo de sujeción que mantiene el relé en posición armada. La rueda graduada en amperios permite regular el relé con mucha precisión. El corriente límite de disparo está comprendido entre 1,05 y 1,20 veces el valor indicado.

Clases de disparo

Los relés térmicos se utilizan para proteger los motores de las sobrecargas, pero durante la fase de arranque deben permitir que pase la sobrecarga temporal que provoca el pico de corriente, y activarse únicamente si dicho pico, es decir la duración del arranque, resulta excesivamente larga. La duración del arranque normal del motor es distinta para cada aplicación; puede ser de tan sólo unos segundos (arranque en vacío, bajo par resistente de la máquina arrastrada, etc.) o de varias decenas de segundos (máquina arrastrada con mucha inercia), por lo que es necesario contar con relés adaptados a la duración de arranque. La norma IEC 947-4-1-1 responde a esta necesidad definiendo tres tipos de disparo para los relés de protección térmica:

- Relés de clase 10: válidos para todas las aplicaciones corrientes con una duración de arranque inferior a 10 segundos o menos al 600% de su corriente nominal
- Relés de clase 20: admiten arranques de hasta 20 segundos de duración o menos al 600% de su corriente nominal.
- Relés de clase 30: para arranques con un máximo de 30 segundos de duración o menos al 600% de su corriente nominal.

3. DESARROLLO

3.1 Análisis de calentamiento y forjado

Registro de tiempos: Al comienzo de la residencia, se tomaron tiempos de calentamiento y de trabajado en forja, para así poder hacer una deducción de cuánto tiempo aproximadamente debería de esperar el sistema para accionarse.

La prueba fue hecha en un horno de inducción a 500 V con 400 A.

Los tiempos tomados se encuentran en la tabla 3.1, usando un acero 9313 de 3 pulgadas de diámetro y una longitud de 5 pulgadas se obtuvieron los siguientes resultados.

Nº de pieza	Tiempo de calentado	Tiempo de forjado	Temperatura
1	40 seg.	10 seg.	700°C
2	38 seg.	9 seg.	686°C
3	35 seg.	11 seg.	690°C
4	33 seg.	11 seg.	702°C
5	35 seg	9 seg.	695°C
6	35 seg	9 seg.	698°C
7	35 seg	8 seg.	701°C
8	33 seg.	8 seg.	697°C
9	34 seg.	9 seg.	698°C
10	35 seg.	11 seg.	690°C
11	33 seg.	8 seg.	697°C
12	35 seg.	9 seg.	690°C
13	35 seg	8 seg.	701°C
14	35 seg.	8 seg.	690°C
15	35 seg	8 seg.	701°C

Tabla 3.1 Tabla de tiempos y temperaturas prueba con materia prima 1

Después de ver los resultados anteriores se hizo la prueba con otras medidas las cuales fueron 3.5 pulgadas de diámetro y una longitud de 6 pulgadas y se obtuvo la tabla 3.2 que se muestra a continuación.

Nº de pieza	Tiempo de calentado	Tiempo de forjado	Temperatura
1	60 seg.	8 seg.	700°C
2	62 seg.	9 seg.	686°C
3	59 seg.	10 seg.	690°C
4	58 seg.	9 seg.	702°C
5	60 seg.	9 seg.	695°C
6	63 seg.	9 seg.	698°C
7	58 seg.	10 seg.	701°C
8	58 seg.	8 seg.	697°C
9	57 seg.	9 seg.	698°C
10	59 seg.	10 seg.	690°C
11	59 seg.	8 seg.	697°C
12	60 seg.	9 seg.	690°C
13	58 seg.	8 seg.	701°C
14	57 seg.	9 seg.	690°C
15	59 seg.	8 seg.	701°C

Tabla 3.2 Tabla de tiempos y temperaturas prueba con materia prima 2

Los tiempos anteriores fueron obtenidos al meter tocho por tocho, después se hicieron pruebas metiendo tochos de manera lineal (uno detrás de otro), lo cual reducía el tiempo de calentamiento ya que se calentaban gradualmente y en lo que forjaba el primero el siguiente tocho ya estaba listo.

A continuación, se muestran algunas imágenes del horno utilizado para las pruebas.



Figura 3.1 Horno de inducción



Figura 3.2 Bobina de horno de inducción

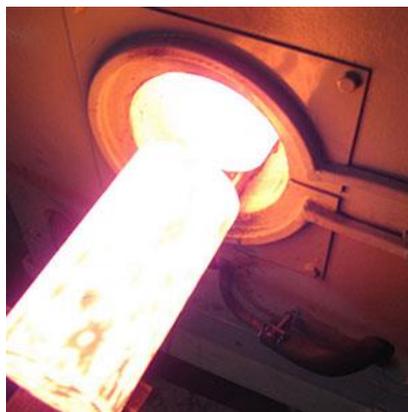


Figura 3.3 Proceso de calentamiento de tocho



Figura 3.4 Prensa 750 para forja



Figura 3.5 Forjado de pieza

Una vez que la gente de producción arranca de manera normal, producen 40 piezas 30 minutos. Con lo que se consideró que el diseño del mecanismo lo controlaría un timer, el cual se programaría para que introduzca un tocho cada 45 seg.

4. RESULTADOS

4.1 Desarrollo

Se tomaron medidas de la bobina donde se acoplaría la alimentadora para poder guiarse y tener una altura a la cual deberá estar. Así también se tomó como referencia una alimentadora vieja que hay en la empresa, ya que la empresa pretende usar algunas partes de esta para construir la nueva alimentadora



Figura 4.1 Alimentadora dañada

Se le quitaron los pistones de la alimentadora dañada para poder revisarlas y ver en qué condiciones estaban.



Figura 4.2 Pistón superior de 10 cm de carrera

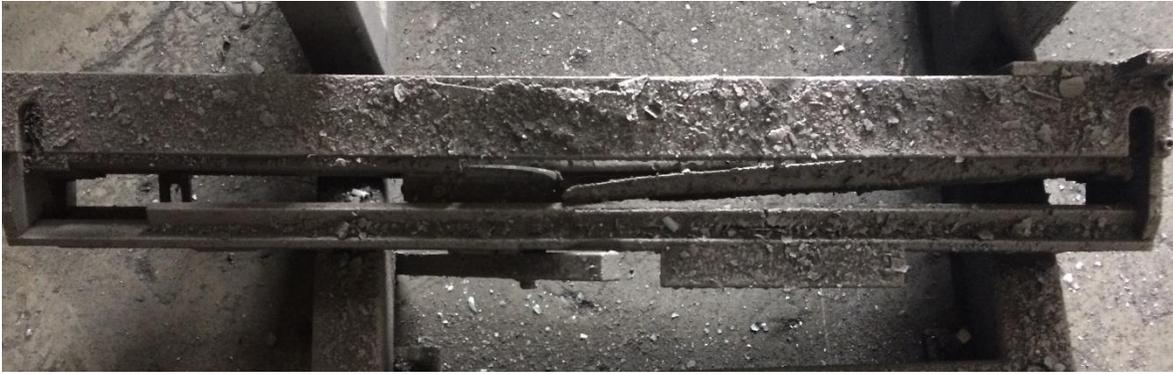


Figura 4.3 Pistón inferior de 90 cm de carrera

Ambos pistones se revisaron y se repararon cambiándole algunos sellos y lubricándolos. Así mismo se revisó la estructura para ver si todavía estaba en condiciones para poder ser reutilizada.



Figura 4.4 Soporte de alimentadora dañada

Después de revisar los componentes se empezó a diseñar todas las partes en el Software Solidworks, considerando las medidas de la base vieja y los pistones inferior y superior. Después de ensamblar las partes y corregir algunas interferencias se obtuvo el siguiente modelo.



Figura 4.5 Vista isométrica de alimentadora



Figura 4.6 Vista de sección de alimentadora

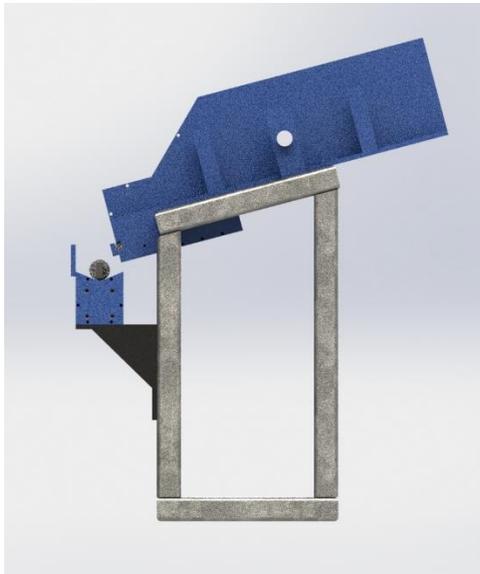


Figura 4.7 Vista lateral de alimentadora

Las dimensiones finales de la alimentadora son: 1.52 m de alto por 1.01 m de ancho y tiene la capacidad para 47 tochos antes de ser relleno.

El diseño fue presentado al dueño y a los administrativos para que fuera aprobado.

4.2 Tabla de partes y cantidades

A continuación, se muestra una tabla de las partes requeridas para hacer la máquina, así como su código de parte y cantidades.

N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CODIGO
1	Base		1	A6
2	Placa base Despachadora		1	A3
3	Seguro de Placa Base		1	A11
4	Placa Base de Pistón		1	A4
5	Pistón Inferior Ensamble 1		1	
6	Empujador de Tocho		1	A5
7	Tapa de Empujador de Tocho		1	A7

8	Placa Ajustable		1	A1
9	Pernos Guías		4	A1
10	Perno Sujetador		1	A10
11	Guía Frontal		2	A9
12	Escuadra		2	A8
13	Cilindro Inferior ensamble		1	
14	HX-SHCS 0.5- 20x4.5x1.5-S		2	
15	HX-SHCS 0.375- 24x0.75x0.75-N		1	
16	Perno Ajustador		1	A10
17	Arandela tope		1	A10
18	Placa lateral Despachadora		1	A2
19	Tornillo M10X1.25X40		16	
20	Tornillo M24X3X28		3	
21	Tornillo M14X2X60		4	
22	Tornillo M8X1.25X43		4	
23	Tornillo M14X2X28		2	

Tabla 4.1 ... Tabla de partes y cantidades de alimentadora

En el anexo se añadieron los planos de las piezas para poder maquinaslas.

4.3 Recomendaciones

1.- Se recomienda construir las piezas de la Alimentadora con material Acero A-36, ya que es un acero comercial y accesible económicamente, así como usar acero galvanizado para la base.

2.- Se recomienda usar tornillería de grado ocho, ya que la estructura estará sometida a un peso aproximadamente de 487.5 kg, y esto puede ocasionar una ruptura si se usa un tornillo de grado menor.

3.- Se recomienda pintar la alimentadora para que esta no sufra corrosión con el tiempo, ya que en la empresa se maneja grafito, agua, y esto puede ocasionar que corrosión.

5. CONCLUSIÓN

Al tener la oportunidad de hacer mi residencia profesional en esta empresa, mi participación me hizo ver lo importante que es concretar y aplicar las competencias adquiridas derivadas de nuestro plan de estudios, de la teoría llevarlo a la práctica; aprendí lo importante que es el compromiso y cumplimiento, día a día, Conmigo mismo y los demás, inclusive la puntualidad que se debe tener, porque demuestras el interés y respeto hacia la empresa y con los clientes que nos otorgan su confianza, aspectos con los que debemos estar familiarizados y comprometidos en el mundo laboral.

Se realizó un análisis detallado de los procedimientos relacionados para el calentamiento y forjado del tocho, con lo que fue posible definir qué operaciones necesarias tendría que realizar la alimentadora, y así poder hacer un diseño que satisfaga todas las operaciones.

Todo este diseño fue posible realizarse gracias al software SOLIDWORKS, el cual adquirí los conocimientos necesarios en el instituto tecnológico. Mi jefe el Sr. Américo Elizondo Olivares, me proporciono datos fundamentales para el diseño, así como conocimientos básicos y trucos que se utilizan en el área de mantenimiento.

6. BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Anonimo. (15 de 03 de 2007). Recuperado el 10 de 08 de 2018, de <http://www.energia.inf.cu/iee-mep/SyT/CDG/Taller2BAE/hornosind.PDF>

Anonimo. (s.f.). *Blog*. Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de <http://medirtemperatura.com/sensor-temperatura.php>

Contactor. (10 de 08 de 2018). Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>

Pérez, J., & Gardey, A. (2014). *Definición.DE*. Obtenido de <https://definicion.de/relevador/>

PINCHAO, A. (15 de Junio de 2012). *RESUMEN DE PRUEBAS DE UN HORNO DE INDUCCION*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://www.plazatecnologica.com/reportes/tableros/hinduccion/>

7. ANEXOS

7.1 Anexos 1: Planos para mecanizado de piezas de Alimentadora

A continuación, se anexan los planos correspondientes que se muestran en la tabla 4.1.

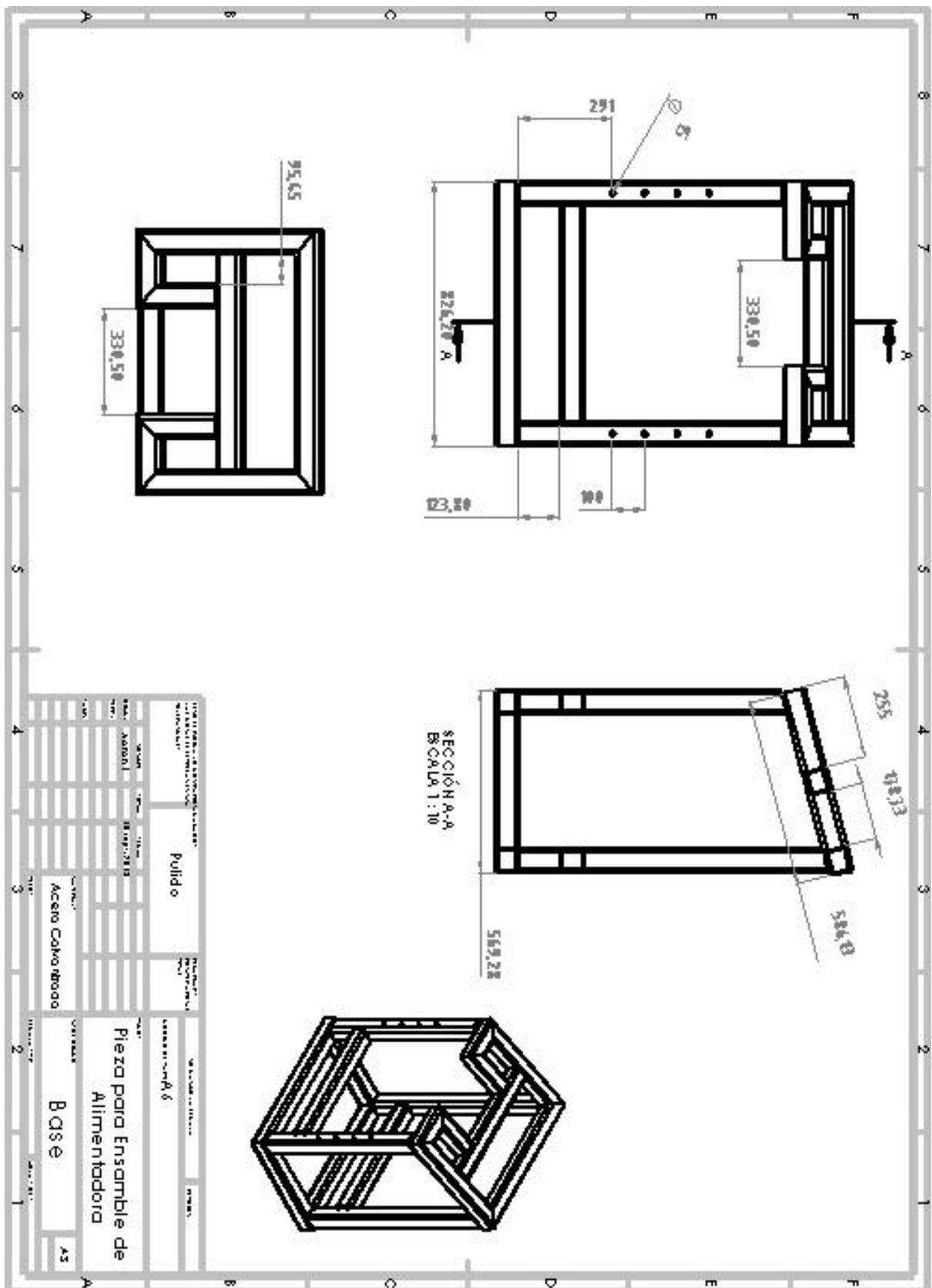


Figura 7.1 Plano Base

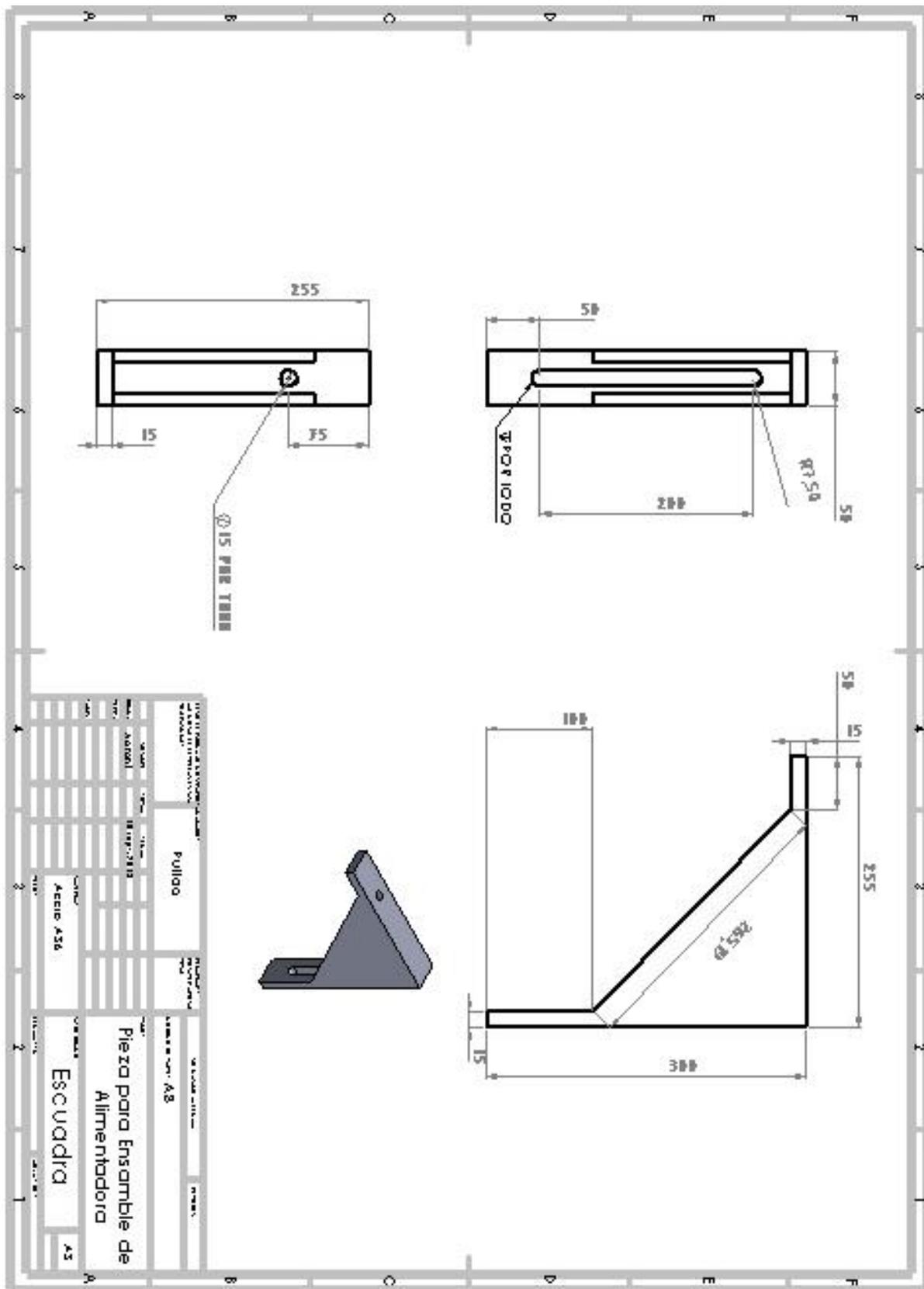


Figura 7.3 Plano de Escuadra

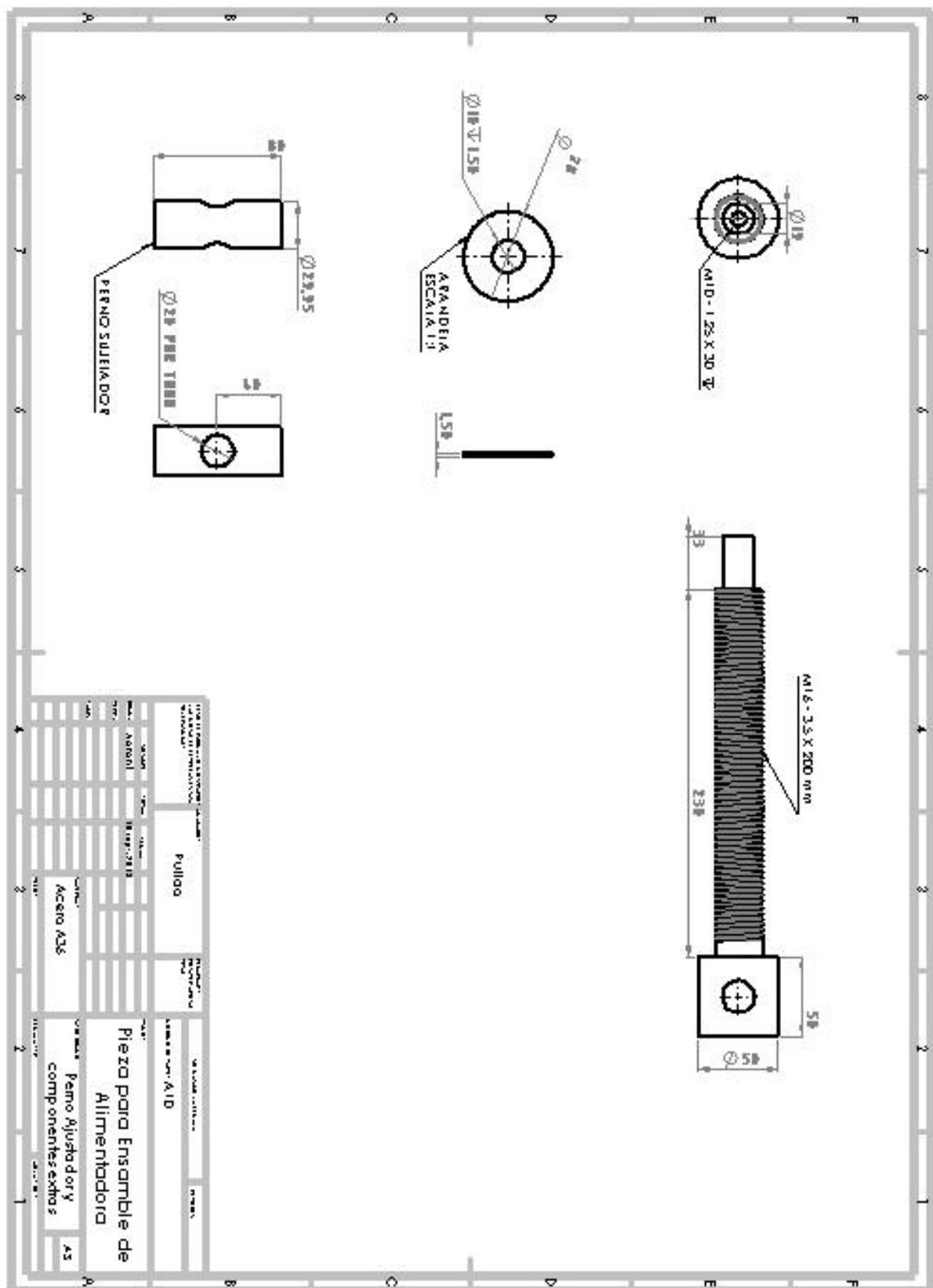


Figura 7.5 Plano de Perno Ajustador, Arandela y Perno Sujetador

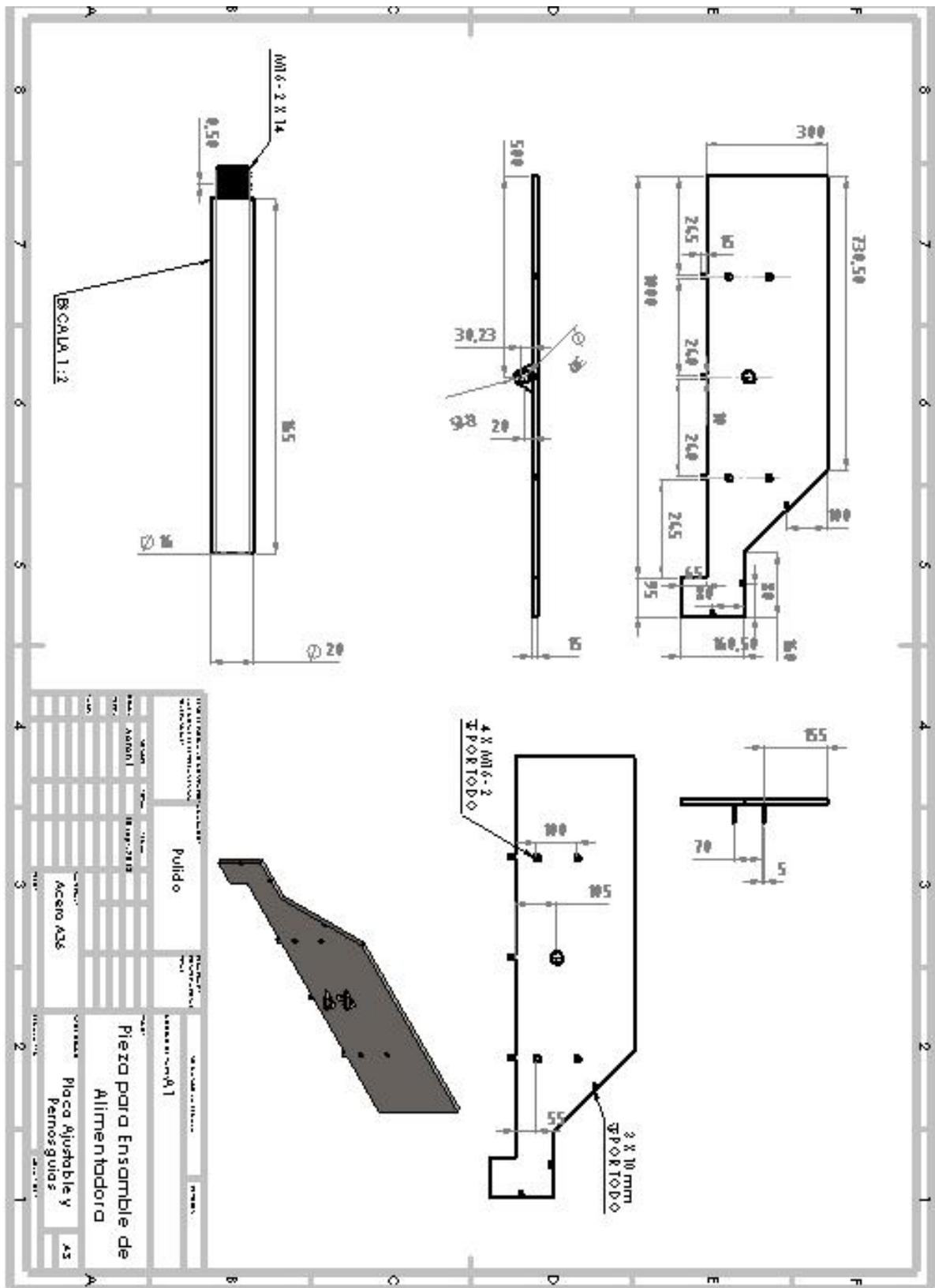


Figura 7.6 Plano de Placa Ajustable y Perno Guía

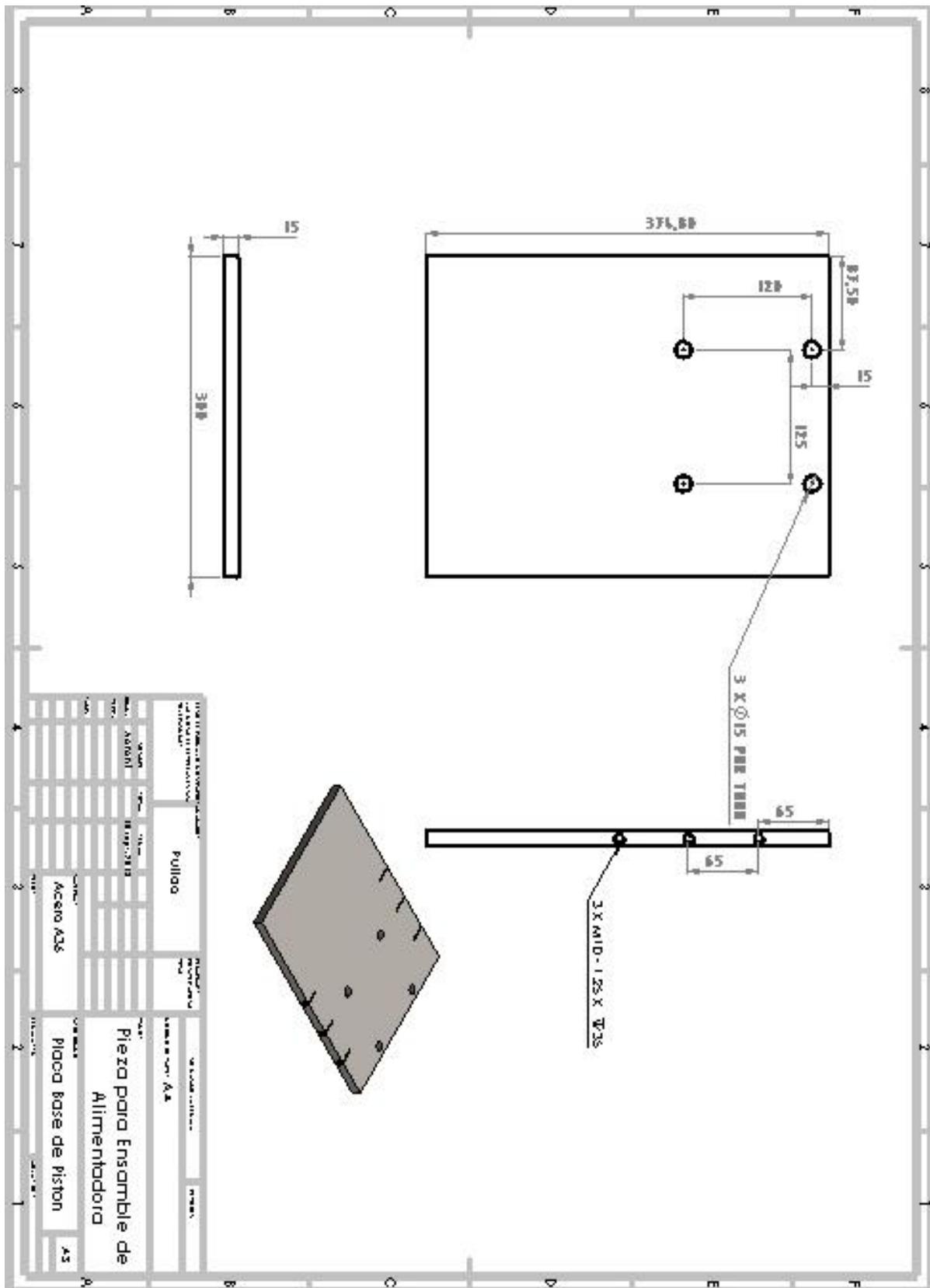


Figura 7.7 Plano de Placa Base de Pistón

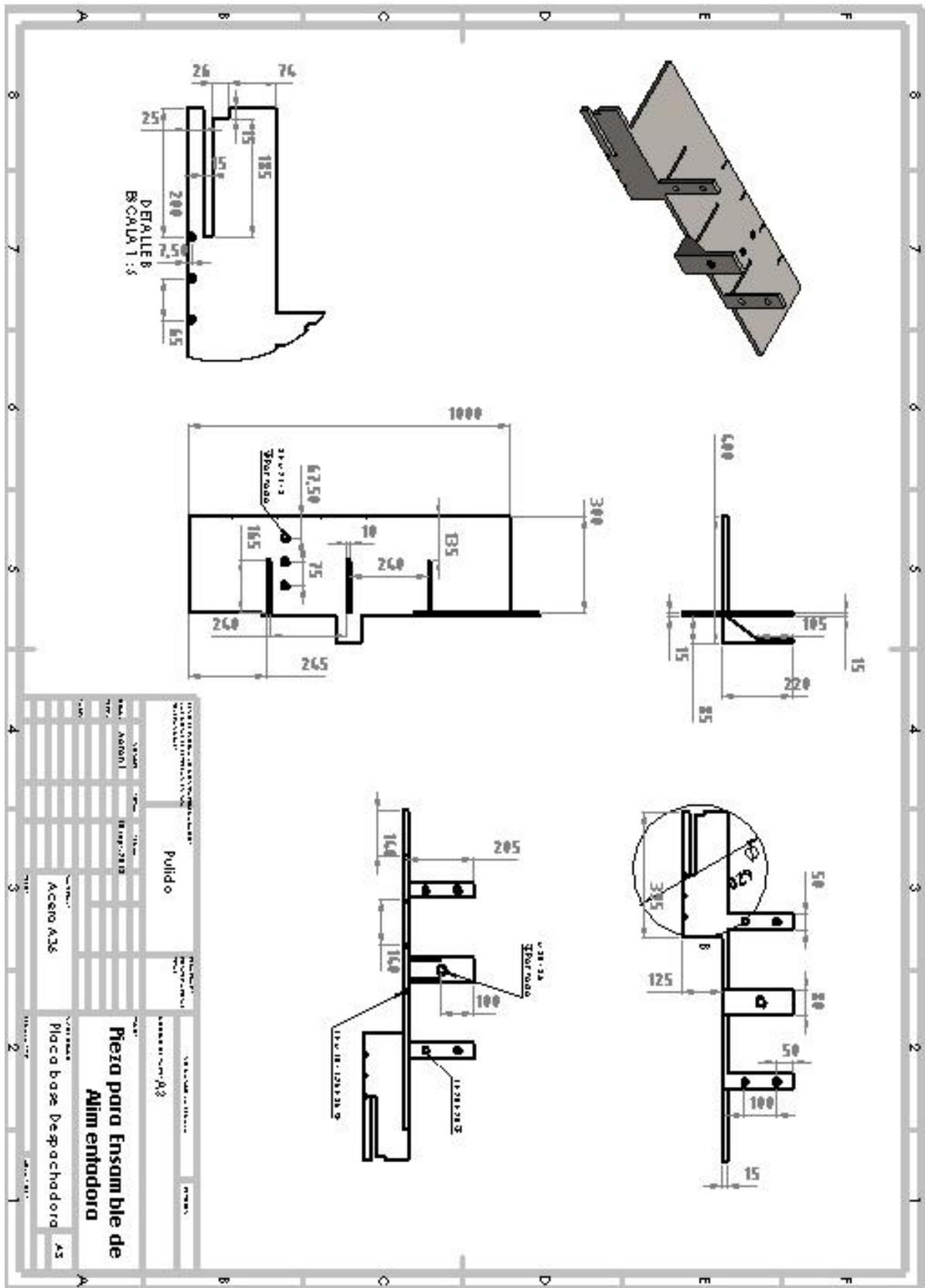


Figura 7.8 Plano de Placa base Despachadora

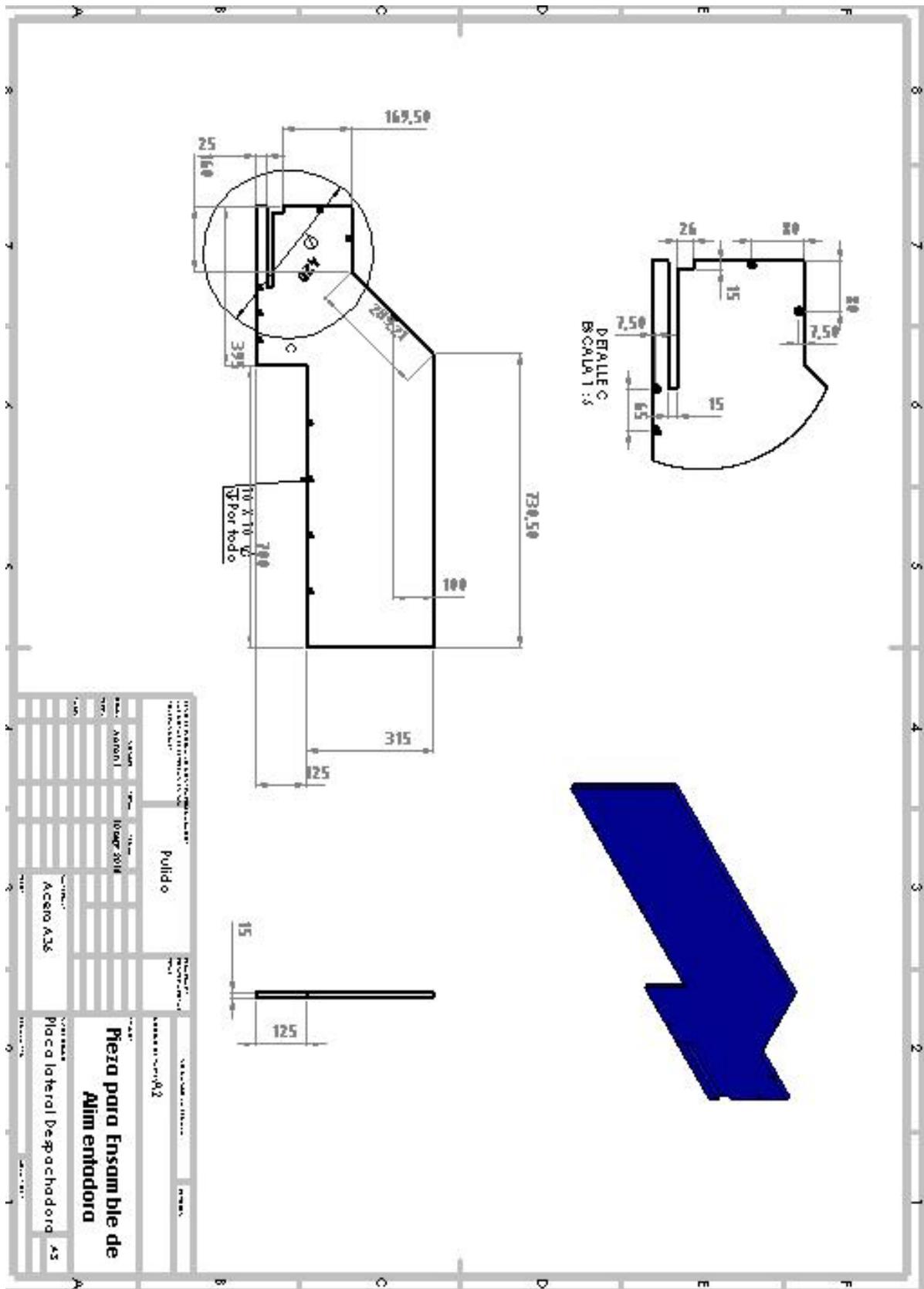


Figura 7.9 Plano de Placa Lateral Despachadora

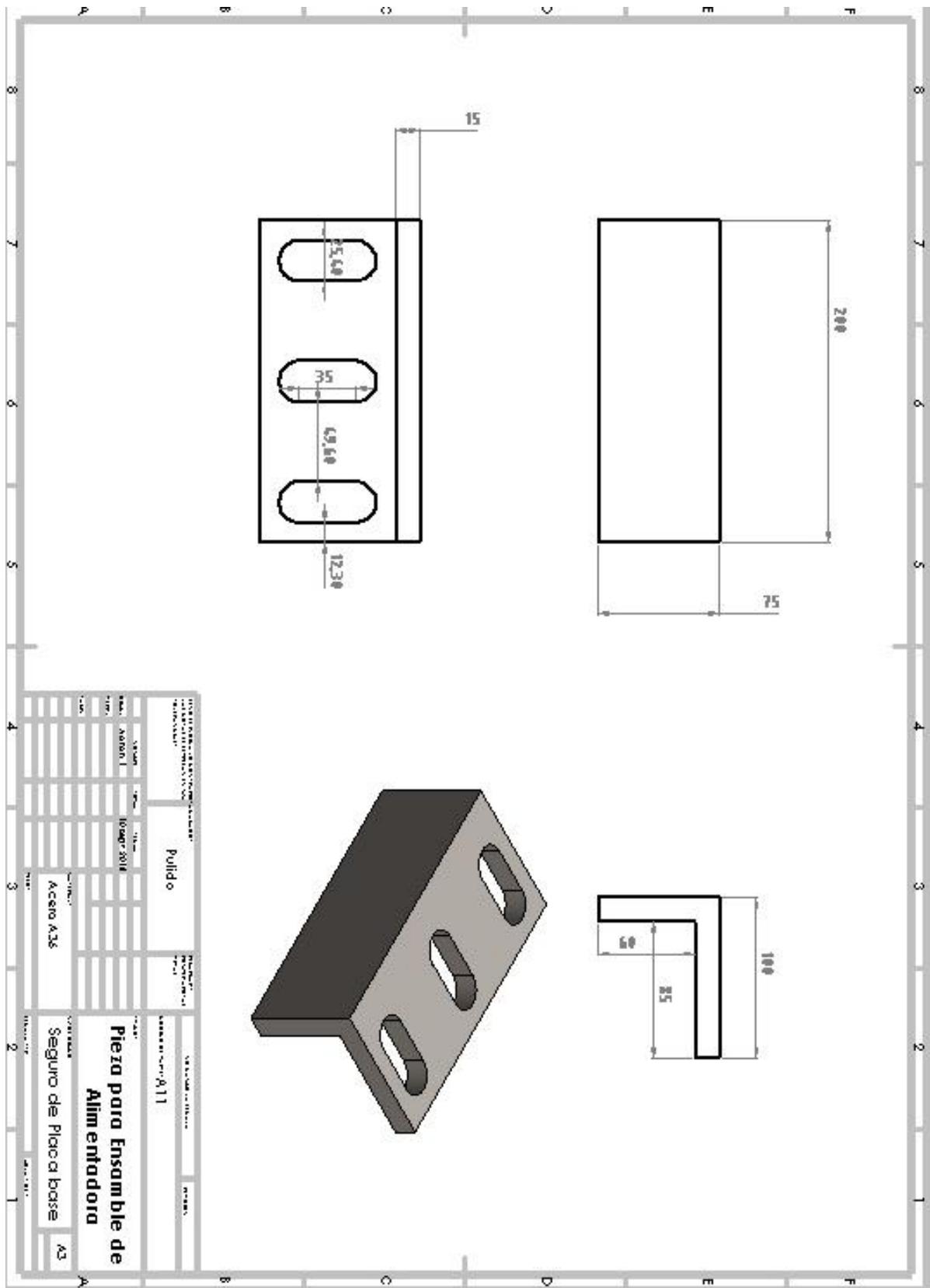


Figura 7.10 Plano de Seguro de Placa Base

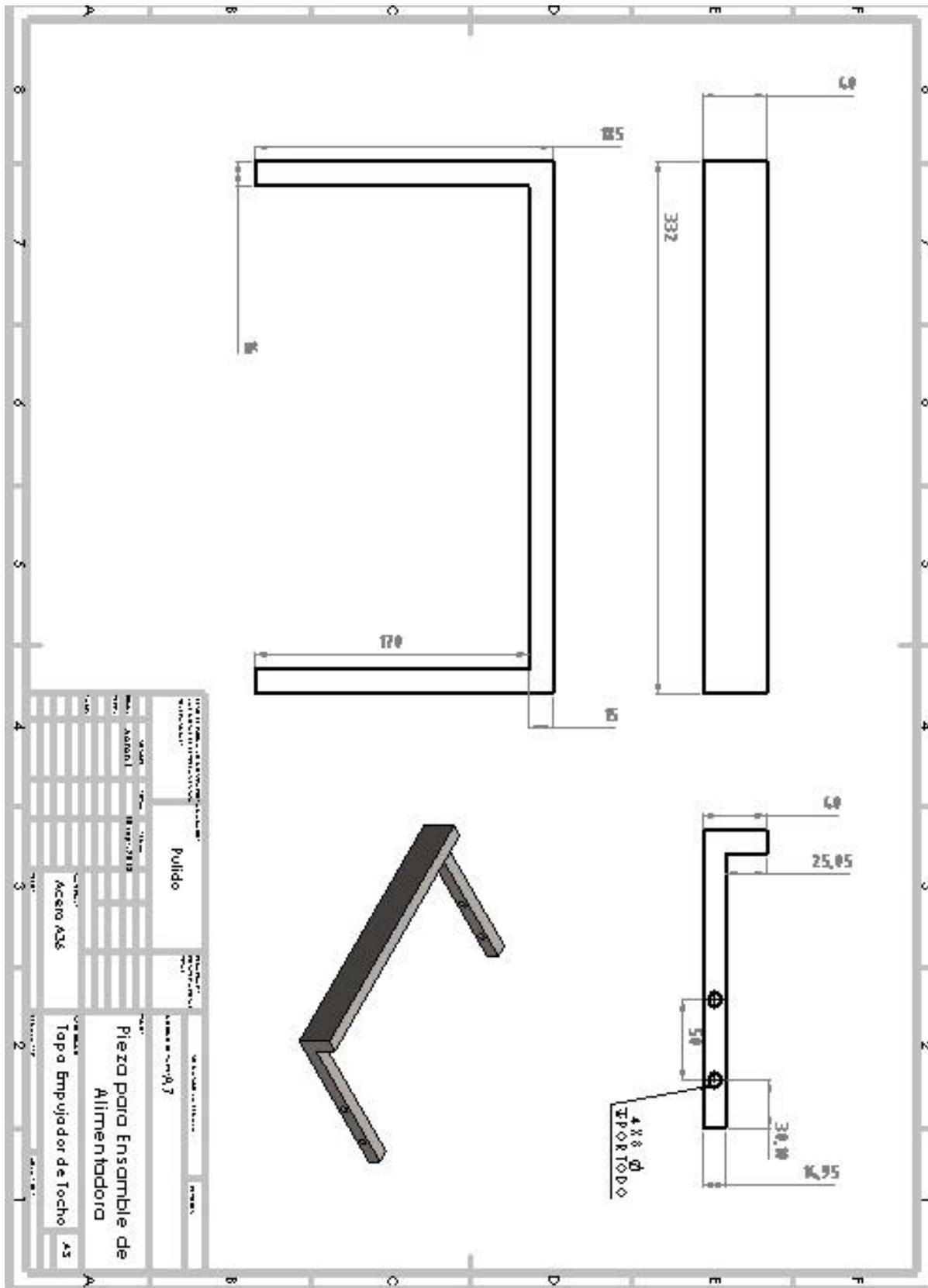


Figura 7.11 Plano de Tapa Empujador de Tocho