



Facultad: Metalurgia y Electromecánica

Departamento de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Diploma

En opción al título de

Ingeniero Mecánico

**Título: Modernización de la prensa Modelo
□y-15 del Laboratorio de
Resistencia de Materiales del ISMMM**

Autor (es): Adrian Montero Fernández

Tutor (es): M.Sc. Rafael A. Castillo Díaz

Ing. Amable Chirino Rodríguez

Colaborador: Ing. Ricardo Rodríguez González

Moa, 2015

“Año 57 de la Revolución”

DECLARACION DE AUTORIDAD

Yo: Adrián Montero Fernández.

Autor de este trabajo de diploma, certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

Adrián Montero Fernández

M.Sc. Rafael A. Castillo Díaz

Ing. Amable Chirino Rodríguez

PENSAMIENTO

Creer en los jóvenes es ver en ellos además de entusiasmo, capacidad, además de energía, responsabilidad, además de juventud, pureza, heroísmo, carácter, voluntad de convicción profunda de que sobre los hombros de la juventud se pueden depositar grandes tareas.

Fidel Castro Ruz.

Agradecimientos

Agradezco especialmente a todas aquellas personas que me apoyaron para la realización de esta tesis:

- ✚ Al colectivo de profesores de la Carrera Ingeniería Mecánica por sus enseñanzas y su sabiduría, que me permitieron formarme como Ingeniero Mecánico con un alto compromiso con la Revolución Cubana.
- ✚ Al M.Sc. Rafael A. Castillo Díaz, Ing. Amable Chirino Rodríguez, Ing. Ricardo Rodríguez González y a otros, por su incondicionalidad, exigencia, colaboración, apoyo, paciencia y sobre todo ser fieles consejeros en el desarrollo de este trabajo.
- ✚ A mi madre, mis hermanos, mi hija, mi querida esposa y a todos mis familiares que hicieron posible con su cooperación la realización de este trabajo.
- ✚ A todos los trabajadores de la empresa Comandante “Ernesto Che Guevara” que me brindaron su ayuda, en especial a Rafael Suárez Corujo y a mis compañeros de trabajo que siempre me estuvieron apoyando, a todos muchas Gracias.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a la Revolución Cubana como pequeño pago de lo mucho que le debo, por haberme dado la oportunidad de formarme como Ingeniero.

A mis padres, a mis hermanos, a mi esposa, a mis familiares en general, que para mí, han sido una fuente de inspiración permanente, que con su ayuda me alentaron a la continuidad de mis estudios y a mis compañeros que de una forma u otra me han ayudado a alcanzar el éxito soñado.

Resumen

Este trabajo aborda la modernización de una prensa de la antigua URSS modelo ПУ-15 del laboratorio de Resistencia de Materiales del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Se logró con la adaptación de una celda de carga modelo CLY-20 de capacidad de carga de 50 KN y la construcción de un regulador de velocidad para el motor de corriente directa de la misma. Para la adaptación de la celda de carga se seleccionó el material de los componentes a construir y se desarrolló el proceso tecnológico de maquinado, obteniéndose las cartas tecnológicas y la fabricación de un platillo, de un entre dos y una tuerca. Se caracteriza el ensayo de tracción de materiales dúctiles y se propone las dimensiones para la construcción de probetas. Se determinó el ciclo de mantenimiento y las tareas a realizar en cada intervención de la máquina. Se realiza la valoración económica mostrando que el costo de la modernización de la prensa es de 303,765 CUC y 214,504 CUP, por último se hace una valoración de las afectaciones que puede provocar la fabricación de los diferentes elementos que se construyeron al medio ambiente.

Abstract

This diploma work refers to the modernization of a press made in the former URSS, model ПY-15 which belongs to the lab of materials' resistance from the Higher Institute of Mining and Metallurgy in Moa. The modernization could be done with the adaptation of a load cell model CLY-20, 50 KN load capacity and the fabrication of a speed regulator for the DC motor. The material of components to be built was selected for adapting the load cell. The machining technological process was developed resulting in the technological cards, and in the manufacture of a plate, a spool piece and a nut. The characterization of the tensile test for ductile materials was made and dimensions for the fabrication of test tubes are proposed. The maintenance cycle was determined as well as the actions to be made for each intervention of the machine. The economic assessment was also made resulting that the cost for the press modernization is \$ 303,765 CUC and \$ 214,504 CUP. Lastly, an assessment of possible affectations to the environment because of the manufacture of the different elements built is presented.

Contenido

Introducción	1
1.1. Introducción.....	4
1.2. Fundamentos de las tensiones en los procesos de deformación plástica	4
1.3. Laboratorio de Resistencia.....	5
1.4. Ensayo de tracción.....	7
1.4.1. Procedimiento para realizar el ensayo	7
1.4.2. Requerimientos para probetas de ensayo	8
1.4.3. Gráfico tenso-deformacional de un acero común	9
1.4.4. Rotura dúctil y rotura frágil de los materiales.....	10
1.4.5. Ensayos destructivos para evaluar propiedades mecánicas	11
1.5. Propiedades de los materiales.....	11
1.6- Celdas de carga y convertidor análogo-digital	13
1.6.1. Problemas más comunes de las celdas de carga.....	15
1.6.2- Principales parámetros de la celda de carga tipo radial CLY-20	16
1.8. Generalidades sobre el Mantenimiento Preventivo Planificado	17
1.9. Conclusiones parciales del capítulo.....	19
Capítulo 2: Materiales y métodos	20
2.1. Introducción	20
2.2. Instrumentos de medición y herramientas utilizadas.....	20
2.3. Defectado de la prensa mecánica modelo ΠY-15	21
2.4. Selección y características de los materiales utilizado.....	22
2.5. Metodología de cálculo para la comprobación de la resistencia de la rosca	22
2.6. Elaboración del dispositivo para el montaje de la celda de carga.....	23
2.6.1. Metodología de cálculo para torneado	24
2.6.2. Metodología de cálculo para el taladrado	26
2.6.3. Tratamiento térmico.....	28
2.6.4. Tiempos de los procesos tecnológicos (Tpu)	29
2.7. Sistema de mantenimiento para la prensa modelo Πy-15.....	30
2.8. Conclusiones parciales del capítulo.....	31
Capítulo 3: Análisis de los resultados, valoración económica e impacto medio ambiental.	32

3.1. Introducción	32.
3.2. Resultados de la comprobación de la rosca por aplastamiento del entre dos y selección del material	32
3.3. Resultado de los cálculos de la tecnología de fabricación del dispositivo	33
3.3.1. Resultado de la tecnología de obtención del platillo.....	34
3.3.2. Resultado de la tecnología de elaboración de la tuerca.....	35
3.3.3. Resultado de la tecnología de elaboración del entre dos o tornillo	37
3.3.3. Resultado de los cálculos de los tiempos en los procesos de fabricación ...	38
3.4. Construcción de un circuito de regulación de tensión con tiristores	38
3.5. Propuesta del Sistema de mantenimiento para la prensa modelo Πy-15	41
3.6. Valoración técnica-económica	47
3.7- Impacto medio ambiental	50
3.8- Conclusiones parciales del capítulo	52
Conclusiones generales	53
Recomendaciones	54

Introducción

La tarea central para la construcción de la base técnico-material del socialismo es la aceleración del proceso de industrialización del país, sobre la base de una utilización de la ciencia que aporte el fundamento material para las profundas transformaciones que se requieren realizar en la estructura técnico-productiva de nuestro país.

En la actualidad el estudio de los materiales juega un papel fundamental para comprender por qué fallan las diferentes piezas de máquinas y equipos. Conociendo las condiciones de carga y ambientales en que trabajan las piezas y su resistencia a la rotura a tracción, compresión, torsión e impacto se puede predecir en qué momento fallaran, estableciendo ciclos de mantenimiento para su cambio sin que llegara la rotura imprevista o proponiendo nuevos materiales para la construcción de estas piezas en dependencia del nivel de importancia de las mismas.

La actividad del diseño industrial deberá ocupar un lugar importante en estos esfuerzos, al constituir elementos indispensables para el logro de nuevos productos, disminuir el gasto de material, elevar la calidad para la necesaria promoción de nuevos fondos exportables y la sustitución de importaciones, así como, el crecimiento de la producción del país sobre la base de la economía de materiales y la elevación del bienestar del pueblo.

El Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa tiene como principal función social la formación de profesionales comprometidos con la revolución y competentes en la rama de la ingeniería mecánica, eléctrica, metalúrgica, geológica y minera; licenciatura en contabilidad y finanzas, estudios socioculturales e informática. Un grupo grande de estudiantes de estas carreras y profesionales que se superan y necesitan formación en esta área del conocimiento, en el comportamiento de los materiales bajo presión o cargas estáticas.

En el laboratorio de Resistencia de Materiales del Departamento de Mecánica en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa existen en la actualidad cuatro prensas para los ensayos de tracción, compresión y torsión. La función de estas prensas es la realización de laboratorios en la asignatura de Resistencia de Materiales en el pregrado, ensayos para la realización de trabajos del ejercicio final de culminación de

la carrera, cursos de superación y las investigaciones que llevan los profesores del departamento de mecánica y de otras área que deben poseer conocimientos afines. Hoy estas máquinas se encuentran fuera de explotación por diferentes causas, entre las que se encuentra la prensa modelo Πy-15 fabricada en 1989 en la extinta Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).

Situación problemática: La prensa de modelo Πy-15 desde los primeros años de su instalación, hace más de 22 años, se encuentra fuera de explotación producto al fallo de su sistema eléctrico. Es una prensa en mal estado técnico debido a la alta contaminación atmosférica del municipio de Moa y la falta de mantenimiento especializado por carencias de insumos, documentación técnica y personal calificado. Esto impide la realización de ensayos de tracción-compresión ya sea para la impartición de docencia en pregrado, así como para investigaciones realizadas por los profesores y estudiantes del ISMMM en pregrado y postgrado.

Problema: Deficiente estado técnico de la prensa modelo Πy-15 del laboratorio de Resistencia de los Materiales, que impide su uso en el proceso de enseñanza – aprendizaje y el desarrollo de investigaciones en el Departamento de Ingeniería Mecánica.

Objeto de estudio: Prensa modelo Πy-15 fabricada en 1989 en la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).

Campo de acción: Proceso de manufactura de piezas y de mantenimiento preventivo planificado en prensas.

Objetivo General: Modernización de la prensa de tracción - compresión modelo Πy-15 del laboratorio de Resistencia de Materiales, que permita contribuir al proceso de enseñanza – aprendizaje y al desarrollo de investigaciones en del Departamento de Ingeniería Mecánica.

Objetivos Específicos:

- 1- Realizar tecnología y construcción del dispositivo para la adaptación de una celda de carga (modelo CLY-20) en el soporte superior de la prensa modelo Πy-15.
- 2- Realizar sistema de mantenimiento para la prensa modelo Πy-15.

3- Realizar la metodología para la realización de ensayos de tracción en la prensa modelo Πy-15.

Hipótesis: Construyendo un dispositivo para el acoplamiento de una celda de carga de tipo CLY-20 de la prensa modelo DNS200 a la prensa Πy-15, realizando el mantenimiento especializado necesario y la instalación eléctrica es posible restituir sus capacidades tecnológicas poniéndola al servicio de la docencia y las investigaciones.

El cumplimiento del objetivo planteado y la verificación de la hipótesis se logran a través de las siguientes **tareas de trabajo**:

1. Realización una búsqueda bibliográfica, Sistematización de los conocimientos y teorías relacionadas con el objeto de estudio.
2. Tecnología y fabricación del dispositivo para el acoplamiento de la celda de carga tipo CLY-20.
3. Mantenimiento e instalación eléctrica de la prensa tipo modelo Πy-15,
4. Desarrollo de la metodología para los ensayos de tracción en materiales no metálicos y del ciclo de mantenimiento.
5. Análisis de los resultados y evaluación del efecto económico y ambiental.

Capítulo 1: Marco teórico y metodológico de la investigación.

1.1. Introducción

En la mayoría de las ocasiones, los materiales metálicos se emplean con fines estructurales. Los componentes fabricados con metales deben responder de forma adecuada a determinadas situaciones mecánicas. En muchos casos, significa no fallar en servicio, pero en otros como por ejemplo, un fusible mecánico, puede significar lo contrario.

En múltiples aplicaciones el factor que limita la vida útil de un componente no es su fractura, si no que puede ser cierto grado de desgaste o el desarrollo de una grieta de cierto tamaño. El abanico de posibilidades se abre aún más cuando se considera la naturaleza de las solicitudes mecánicas que deben de ser soportadas. Estas pueden ser constantes en el tiempo o variables, en este último caso, la velocidad de variación puede ser reducida o elevada, pueden actuar de forma localizada o distribuida en el material y en este último caso, la distribución de esfuerzos puede ser uniforme o no.

A todo lo expuesto anteriormente, hay que añadirle la que surge de la consideración de otras etapas de la vida de una pieza como por ejemplo, su conformación. En ciertos procesos de fabricación, se confiere su forma a los productos metálicos por deformación plástica. Para determinar cuáles son las condiciones óptimas de trabajo en estos casos, es necesario conocer cuál es la relación entre los esfuerzos que se aplican y las deformaciones que se producen y cuál es la máxima deformación que admite el material sin llegar a romper.

El objetivo del capítulo es establecer el marco teórico a través del análisis de los antecedentes y las bibliografías necesarias para una comprensión adecuada, relacionada con la fabricación de piezas y el mantenimiento de la prensa.

1.2. Fundamentos de las tensiones en los procesos de deformación plástica

La duración útil y la fiabilidad de los componentes de máquinas están relacionadas con el estudio de las leyes y mecanismos del deterioro (pérdidas de materiales y tiempo) que soportan mientras se encuentran en etapa de explotación.

Para conseguir una estructura apropiada, en cuanto al material y el tratamiento térmico escogido a la hora de elegir estos materiales, los diferentes requerimientos económicos, tecnológicos y de explotación y por resultante para alcanzar un aumento ventajoso de la firmeza de los órganos de trabajo de las máquinas, es obligatorio el estudio de la conducta de los materiales sometidos a esfuerzos.

Si a todos los valores de la carga aplicados progresivamente lo dividimos por el área inicial de la probeta, obtenemos los diferentes valores del esfuerzo convencional o nominal aplicados; y si a todos los valores de (d_i) , observados y medidos lo dividimos por la longitud inicial de prueba (l_0) , obtenemos los diferentes valores de deformación convencional ingenieril o nominal del ensayo. Estos valores se pueden representar en un sistema de ejes ortogonales obteniendo el diagrama de ensayo de tracción para diferentes materiales.

La primera región que encontramos (elástica) en la mayoría de los materiales metálicos y algunos cerámicos presentan una variación o dependencia lineal que nos indica que dentro de un rango de valores existe una proporcionalidad directa entre el esfuerzo aplicado y la deformación producida por la pendiente de la curva.

Según Pero- Sanz (1999), en la teoría de la plasticidad se aborda los métodos de cálculo de tensiones y deformaciones en un cuerpo deformado. Es necesario, como lo es también para la teoría de la elasticidad, establecer ecuaciones de equilibrio y compatibilidad, además de determinar las relaciones experimentales entre la tensión y la deformación.

La relación general entre la tensión y la deformación debe contener:

- Las relaciones elásticas de tensión-deformación.
- La condición de tensión para la cual comienza el flujo plástico.
- Las relaciones plásticas de tensión-deformación o el incremento de las mismas.

1.3. Laboratorio de Resistencia

El Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa tiene como principal función social la formación de profesionales comprometidos con la revolución y competentes en la rama de la ingeniería mecánica, eléctrica, metalúrgica, geológica y minera; licenciatura en contabilidad y finanzas, estudios socioculturales e informática. Un

grupo grande de estudiantes de estas carreras y profesionales que se superan necesitan formación en esta área del conocimiento, en el comportamiento de los materiales bajo presión o cargas estáticas.

Las prácticas de laboratorio constituyen la forma organizativa del proceso docente educativo a partir de la cual los estudiantes adquieren las habilidades propias de los métodos de investigación científica, amplían, profundizan, consolidan, generalizan y comprueban los fundamentos teóricos de la disciplina mediante la experimentación; empleando los medios de enseñanza necesarios, equipos y aparatos especiales, en el cual el estudiante realiza la actividad con un alto grado de independencia. Las prácticas de laboratorio adquieren cada día una importancia más relevante y ello se debe al rápido desarrollo de la técnica y la ciencia contemporánea.

Las prácticas de laboratorio hacen más activo el trabajo de los estudiantes, puestos que muchos cálculos y fórmulas que parecían abstractos se convierten en concretos; y múltiples detalles que antes no habían percibido los estudiantes, ayudan ahora a esclarecer complejas cuestiones de la ciencia. La teoría, más la experiencia que tiene lugar en los laboratorios, contribuyen a desarrollar de forma determinante el poder del pensamiento y a la formación dialéctico y materialista mediante la actividad. Esta forma de enseñanza desarrolla en los estudiantes la iniciativa y la independencia en las decisiones a tomar y se reafirma la vinculación teórico práctico de la asignatura.

El laboratorio de Resistencia de Materiales, es el encargado de realizar los ensayos necesarios a los materiales para determinar o comprobar sus propiedades mecánicas. Posee entre sus equipamientos una máquina para ensayos de torsión, dos mesas universales para ensayos de flexión y torsión, un péndulo Charpy para ensayos a impacto y tres prensas de ensayos a la tracción compresión. De estas prensas hay una de fabricación China por control numérico computarizado marca CRITM modelo DNS-200 y dos de fabricación de la extinta Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, una prensa ZNM modelo YMM y la de objeto de estudio la prensa modelo Пy-15.

1.4. Ensayo de tracción

Este ensayo permite obtener información sobre la capacidad de un material para soportar la acción de cargas estáticas o de cargas que varían lentamente a temperaturas homologas inferiores a 0,5 (parámetro adimensional que se define como el cociente entre las temperaturas de ensayo y de fusión). Como los componentes metálicos se proyectan en la mayoría de las ocasiones para trabajar en estas condiciones, probablemente este es el más popular entre los ensayos que permiten caracterizar el comportamiento mecánico de un material metálico.

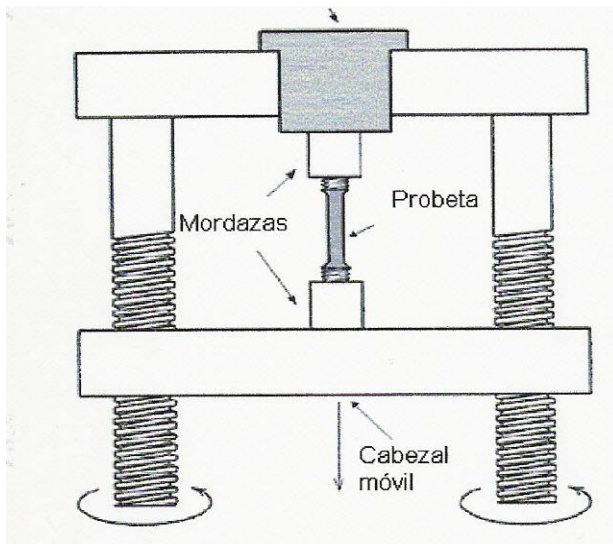


Figura 1.1: Ensayo de tracción o compresión de una probeta.

El ensayo se realiza alargando una probeta de geometría normalizada, con una longitud inicial L_0 , que se ha amarrado entre las mordazas de una máquina, según el esquema que se muestra a continuación. Una de las mordazas de la máquina está unida al cabezal móvil y se desplaza respecto a la otra con velocidad constante durante la realización del ensayo. Las máquinas de ensayo disponen de sistemas de medida, células de carga y extensómetros, que permiten registrar la fuerza aplicada y la deformación producida mientras las mordazas se están separando.

1.4.1. Procedimiento para realizar el ensayo

Si han de tomarse mediciones de alargamiento, lo primero es marcar el tramo de calibración. Si las marcas se hacen rayando el material, estas han de ser ligeras para no dañarlo. Antes de usar la máquina el operador debe comprobar el estado de ésta

y hacer los ajustes necesarios.

Se colocan la probeta en los dispositivos de sujeción (mordazas), y se ha de comprobar la correcta sujeción y posicionamiento (ver figura 1.1). La velocidad del ensayo no debe ser superior que aquella de la cual las lecturas de carga y otras que puedan tomarse, permitan una medición un grado de exactitud adecuado.

Después que la probeta ha fallado, se retira ésta de la máquina de ensayo. Se toman las mediciones de los valores de alargamiento. Los extremos rotos de la probeta se juntan, y se mide la distancia entre los puntos de referencia. También se mide el diámetro de la sección más pequeña.

La curva tensión-deformación resultante del ensayo se construye representando la tensión, que es la razón de la fuerza aplicada a la sección recta inicial de la probeta S_0 , frente al alargamiento que se define como la extensión porcentual referida a la longitud inicial $(L-L_0)/L_0 \times 100$, ver probeta en la figura 1.2.

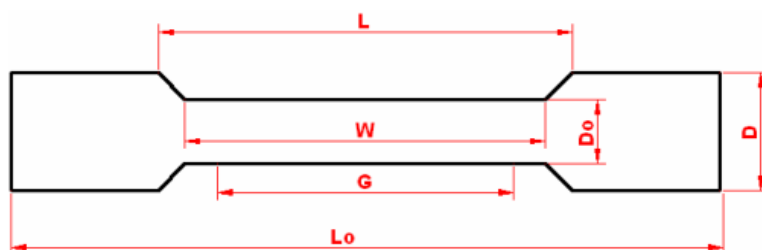


Figura 1.2.- Probeta normalizada para un ensayo de tracción.

Piñeiro (2009) expone las dimensiones de las probetas atendiendo a la Norma Internacional NTC 595 (ver la tabla 1.1) para los ensayos de tracción.

Tabla 1.1. Dimensiones de las probetas según Norma Internacional NTC 595.

Dimensiones		Tipo M I	Tipo M II	Tipo M III
Do	Ancho de la sección reducida	20	11	6
W	Longitud de la sección reducida	160	60	35
D	Ancho total mínimo	25	20	13
Lo	Longitud total mínimo	220	120	85
G	Longitud de la marca	125	50	25
L	Distancia entre mordazas	170	70	40

1.4.2. Requerimientos para probetas de ensayo

Ciertos requerimientos fundamentales pueden establecerse y ciertas formas de probeta se acostumbran a usar para tipos particulares de ensayos. La sección

transversal de la probeta es redonda, cuadrada o rectangular. Para los metales, si una pieza de suficiente grueso puede obtenerse de manera sencilla, se usa habitualmente una probeta redonda; para láminas y placas se emplea una probeta plana. La porción central del tramo es de sección menor que los extremos para provocar que el fallo ocurra en una sección donde los esfuerzos no resulten afectados por los dispositivos de sujeción. Se define como tramo de calibración aquel sobre el cual se toman las mediciones de alargamiento o extensómetro.

La forma de los extremos debe de ser adecuada al material, y se ha de ajustar al dispositivo de sujeción a emplear. Los extremos de las probetas redondas pueden ser simples, cabeceados o roscados. La relación entre el diámetro o ancho del extremo y el diámetro de la sección reducida ha de valorarse en materiales quebradizos para evitar la rotura, debido al esfuerzo axial y los de la acción de las mordazas. Una probeta debe de ser simétrica con respecto a un eje longitudinal para evitar la flexión durante la aplicación de carga.

1.4.3. Gráfico tenso-deformacional de un acero común

Los diagramas esfuerzo-deformación de diversos materiales varían ampliamente y los diferentes ensayos de tensión con el mismo material pueden producir resultados desiguales de acuerdo con la temperatura de la probeta y la velocidad de carga. Sin embargo, es posible distinguir algunas características comunes en los diagramas de varios grupos de materiales y dividirlos en dos amplias categorías: materiales dúctiles y materiales frágiles.

Se ha determinado que en estos procesos de compresión directa surgen tensiones residuales una vez finalizado los mismos. Alvarez, E. A.G (1999), se plantea que las tensiones residuales internas constituyen el sistema de tensiones que puede existir en un cuerpo cuando está libre de la acción de fuerzas externas y se producen cuando un cuerpo sufre una deformación plástica no uniforme, y el signo de la tensión residual producida por dicha deformación será opuesto al de la deformación plástica que la produjo. Para conocer las peculiaridades de la deformación plástica del material es necesario analizar su comportamiento de desplazamiento contra la fuerza aplicada al mismo, el cual se muestra en la figura 1.3.

1.4.4. Rotura dúctil y rotura frágil de los materiales

Desde el inicio de la teoría de dislocaciones, se conoce que la deformación plástica en materiales dúctiles a baja temperatura resulta el movimiento de dislocaciones por deslizamiento bajo la acción de la tensión aplicada. Este mecanismo de deformación se define como deslizamiento cristalográfico. Consiste en el deslizamiento de un plano de átomos sobre otro. Para que se produzca dicho deslizamiento, la tensión de cortadura sobre dicho plano deberá alcanzar un valor crítico, correspondiente al valor de la tensión de cortadura máxima en el ensayo de tracción, definiéndose como resistencia al deslizamiento. En materiales frágiles, el mecanismo de deformación no es del tipo deslizamiento cristalográfico. La fractura se produce cuando la tensión aplicada iguala a la tensión de rotura de los enlaces atómicos. Esta tensión se define como la resistencia de cohesión. En los materiales dúctiles, la resistencia al deslizamiento es inferior a la resistencia de cohesión. El mecanismo de deformación es el deslizamiento cristalográfico y la rotura que se produce es dúctil, precedida de gran deformación plástica. Por el contrario en los materiales frágiles, no se produce el fenómeno de deslizamiento cristalográfico. La resistencia de cohesión es inferior que la de deslizamiento y la rotura que se produce es frágil (Badiola, 2004).

La resistencia (fluencia y rotura) es una propiedad o característica de un material o elemento mecánico. Esta propiedad puede ser inherente al material o bien originarse de un tratamiento y procesado. Habitualmente sólo se dispone de información correspondiente al ensayo de tracción. Los componentes de máquinas en general trabajan bajo estados de tensión multidireccional. El objetivo de las teorías de fallo estático, es relacionar el fallo en un estado unidireccional (ensayo de tracción) con el fallo bajo cualquier estado de tensiones (Piñeiro, 2009).

La plasticidad de los materiales está relacionada con cambios irreversibles en esos materiales. A diferencia del comportamiento elástico que es termodinámicamente reversible, un cuerpo que se deforma plásticamente experimenta cambios de entropía, como desplazamientos de las dislocaciones. En el comportamiento plástico parte de la energía mecánica se disipa internamente, en lugar de transformarse en energía potencial elástica.

Durante el ensayo de tracción, si se descarga la probeta luego de alcanzar la zona plástica pero antes de producirse la ruptura, la curva cambia de forma. La longitud de la probeta tiende a recuperarse, pero no alcanza la longitud inicial, quedando con una longitud mayor que se denomina deformación permanente. A nivel gráfico, la curva se devuelve con la pendiente de la zona elástica. Si la curva del material no presenta claramente dónde termina la zona elástica y comienza la zona plástica, se define como punto de fluencia al 0,2% de una deformación permanente.

1.4.5. Ensayos destructivos para evaluar propiedades mecánicas

Dentro del grupo de los ensayos destructivos más conocidos se encuentra el ensayo de fatiga ya sea de amplitud constante o variada. Uno evalúa el comportamiento a la fatiga mediante ciclos predeterminados de carga o deformación, generalmente senoidales o triangulares, de amplitud y frecuencia constantes. Mientras que el otro evalúa el efecto del daño acumulado, debido a la variación de la amplitud del esfuerzo en el tiempo. En este grupo también se incluyen los ensayos de impacto, flexión y tracción para comprobar los materiales que van a estar sometidos a impacto durante su funcionamiento, los materiales sometidos a la carga de la viga simple y el de tracción que tiene por objetivo definir la resistencia elástica, resistencia última y plasticidad del material cuando se le somete a fuerzas uniaxiales.

1.5. Propiedades de los materiales

Las propiedades de los materiales más importantes que se pueden medir en la curva tensión deformación son:

Módulo elástico o módulo de Young (E): El tramo inicial de la curva, que generalmente es recto, da información del comportamiento elástico del material, es decir sobre la relación entre esfuerzos y deformaciones cuando estas son recuperables. La pendiente del tramo inicial de la curva es una medida de rigidez del material. De dos piezas con la misma geometría, sometidas a la misma sollicitación mecánica y fabricada con diferentes materiales que trabajen dentro del campo elástico, aquella con mayor módulo será la que presente menores deformaciones.

El límite elástico: Es la tensión mínima que hay que aplicar para que aparezcan deformaciones permanentes en el material. Se define el límite elástico convencional,

R_p , como el esfuerzo necesario para provocar una deformación plástica predefinida. Esta propiedad juega un papel de gran importancia en el proyecto mecánico, porque en la gran mayoría de las ocasiones, las piezas se calculan para que no sufran deformaciones permanentes en servicio y en consecuencia, se debe garantizar que las tensiones que actúan cuando la pieza trabaja no superan el límite elástico.

La resistencia a la tracción (R_m): Coincide con el valor máximo del esfuerzo y es la tensión que hay que aplicar para que se produzca la rotura de la probeta en las condiciones del ensayo. Mientras la tensión aplicada es menor a R_m , la deformación es uniforme, pero al alcanzar esta tensión comienza a desarrollarse un cuello en la probeta. La reducción localizada de sección hace que la tensión que actúa en esa sección crezca localmente lo que provoca un nuevo aumento del alargamiento en la zona del cuello con la consiguiente caída de la tensión nominal. Este proceso es continuo hasta que la sección no sea capaz de seguir deformándose y se produce la fractura. La carga de rotura es una propiedad que también se puede utilizar para el cálculo de piezas que trabajan sometidas a esfuerzos aunque en la actualidad, se tiende a emplear preferentemente el límite elástico.

El alargamiento a la rotura (A_t): Es la extensión que presenta la probeta tras el fallo. Esta propiedad es una medida indirecta de la ductilidad del material. Un alargamiento a la rotura elevado es una propiedad deseable, porque los materiales con esta propiedad admiten deformaciones plásticas importantes, cuya observación, en muchas ocasiones, permite adoptar medidas correctoras con anterioridad a la fractura. Además, el alargamiento a la rotura es también un indicador de la capacidad del material, para ser conformado por deformación a la temperatura de ensayo.

La estricción (Z): Es la relación entre las áreas de las secciones rectas de rotura e inicial. La estricción está relacionada con el alargamiento a la rotura de modo que cuando este crece, aquella aumenta.

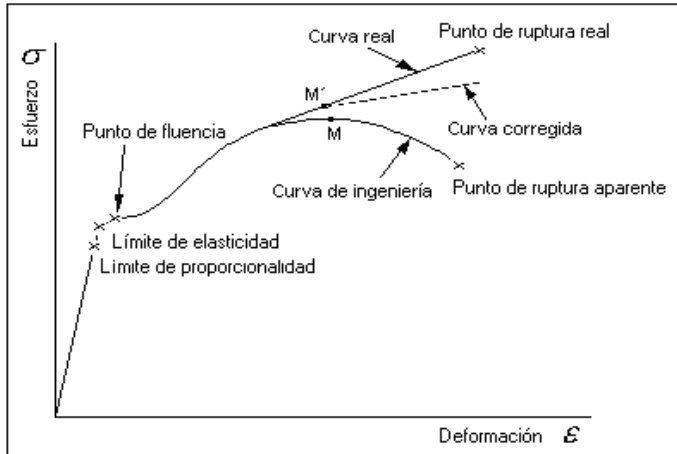


Figura 1.3: Diagrama de tensiones vs deformaciones en el ensayo a tracción o gráfica de Hooke.

Las máquinas que se utilizan para llevar a cabo los ensayos de tracción disponen de un conjunto muy amplio de accesorios que permiten la aplicación de solicitaciones de diferentes naturaleza y la realización de ensayos de muchos otros tipos como por ejemplo, compresión, flexión, plegado, cortadura, entre otros. Por esta razón estos equipos se conocen con el nombre de máquinas universales de ensayo o dinamómetros universales. Si bien estas pruebas son fundamentales en ocasiones para seleccionar el material adecuado a cierta aplicación o como método de control de calidad, su empleo es mucho menos frecuente que el del ensayo de tracción.

1.6- Celdas de carga y convertidor análogo-digital

La celda de carga es uno de los elementos más importantes de una prensa moderna, ya que se encarga de traducir la fuerza en una señal de voltaje (celda de carga analógica) o en un valor digital (celda de carga digital). La celda de carga analógica con galgas extensométricas es la que se utiliza más comúnmente. <file:///E:/nuevo/force%20sensor%20which%20can%20be%20used%0for%20testing20machine.maff>.

Las celdas de carga (ver figura 1.4) consisten en un metal que sufre una deformación conforme se le aplica una fuerza. Este metal se calcula para soportar un rango de fuerza (que va desde cero fuerza hasta la capacidad máxima) ya sea a tensión, compresión o ambos. La deformación se realiza en la "parte elástica", esto es lo que

limita la capacidad de una celda de carga. Al momento de sobrepasar la parte elástica del metal, sufre una deformación permanente, así como un resorte que se estira de más y ya no regresa a su punto inicial (cuando detecta cero fuerzas).

Al metal, se le adhieren galgas extensométricas, estas consisten en un metal que al flexionarse varía su resistencia. Las galgas se conectan en un arreglo de puente de Wheatstone, de tal forma que al alimentarse con un voltaje entregan una señal de voltaje proporcional a la fuerza aplicada. Esta señal entregada es en el orden de milivolts. Este voltaje se representa comúnmente proporcional al voltaje de alimentación y a máxima carga (capacidad de la celda), por ejemplo 2 mV/V nominal. Quiere decir que si se alimentan con 10 Vdc la señal que se va a tener a la capacidad máxima es de 20 mV. En el caso ideal, la señal es lineal, esto es, para el ejemplo anterior si se aplica el 50 % de la capacidad se tendrán 10 mV y si se aplica cero fuerzas se obtendrían 0 mV.



Figura 1.4- Convertidor análogo digital con la celda de carga.

La señal de la celda se lleva a un convertidor análogo-digital para convertirla a un valor numérico digital, este valor se multiplica por un factor para convertirlo a unidades de kg, lb o N. Las prensas miden la fuerza a la que se somete un objeto. Este dispositivo adopta un bajo flujo de pre-amplificación, la transferencia de corriente alterna a directa es de tipo Σ - Δ , posee un procesador de datos de un solo chip. La pantalla LCD (figura 1.4), se puede utilizar para el post-procesamiento de la señal de salida del sensor de deformación (célula de carga de deformación, tensión

del transductor de presión, tren extensómetro), se puede conectar por RS232, transfiere datos al ordenador <file:///E:/nuevo/force%20sensor%20which%20can%20be%20used%20for%20testing%20machine.maff>.

Si el dispositivo se conecta a células de carga de precisión de 0,1%, la exactitud completa puede alcanzar el 1% de la lectura; si el dispositivo se conecta a células de carga de precisión de 0,05%, la exactitud mecánica de compresión puede alcanzar el 0,5% de la lectura.

1.6.1. Problemas más comunes de las celdas de carga

Los siguientes ejemplos suponen que la báscula ya estuvo funcionando bien un tiempo y "de pronto" comienza a fallar.

1. La lectura de fuerza no regresa a cero, se queda desplegando una fuerza cuando no hay probeta sobre la máquina. Si la lectura de la celda se incrementa sin accionar la prensa y al quitarlo regresa siempre a lo mismo, es muy probable que la celda haya sufrido un pequeño daño por sobrecarga, en este caso intentar hacer una calibración si no se puede hacer cero o si marca sobrecarga antes de la capacidad máxima real. Si al colocar la probeta se incrementa, y sigue incrementándose lentamente o al quitar la probeta no regresa a cero, pero se está moviendo lentamente, es muy probable que haya algo que esté rozando con la plataforma o que tenga algún tornillo flojo, no intente recalibrar, porque en realidad estaría "descalibrando" y después será muy difícil encontrar el problema. Si al colocar peso la lectura no se mueve o todo el tiempo la lectura solo está moviéndose sin ningún sentido, es muy probable que haya algún falso contacto o un cable roto, o que se haya mojado los cables o la caja de sumas. En este caso, tampoco intente hacer una calibración ya que solamente estaría empeorando el problema, debe intentar encontrar primero la raíz del problema.
2. El indicador marca un mensaje de error como -BAJO- o SOBRE (O-, U-). Si marca -BAJO- o U- y al aplicarle carga comienza a detectar fuerza y diferencialmente es correcto y al quitarlo regresa a lo mismo, es muy probable que la celda haya sufrido un pequeño daño o se haya cambiado la fuerza original de cero (estructura del brazo, plataforma y otros elementos), en este caso intentar hacer una

calibración. Si al aplicarle carga sigue marcando -BAJO-, hay una celda con un daño permanente, verificar el estado de las celdas con un multímetro (ver pregunta anterior), o es muy probable que esté roto el cable o haya un falso contacto. Si marca SOBRE ó O-, si no hubo ningún cambio en la estructura de la prensa reciente, es muy probable que haya un cable roto o se haya dañado la celda de carga por sobrecarga.

1.6.2- Principales parámetros de la celda de carga tipo radial CLY-20

En el sitio Web <file:///E:/nuevo/force%20sensor%20which%20can%20be%20used%20for%20testing%20machine.maff> se exponen las principales características de las celdas de carga o de fuerza. Estas células de cargas pueden ser utilizadas como elemento de medición de fuerza y pesaje, para todo tipo de máquina de ensayo, báscula, plataforma de pesaje, entre otras.

El rango de medición de la celda de carga radial CLY20 es de 10 kN a 2 MN y en las tablas 1.1 y 1.2 pueden ser observadas los datos principales de trabajo, las diferentes máquinas que utilizan este tipo de celda y el rango de medición.

Tabla 1.1- Principales parámetros de la celda de carga radial CLY20

Tipo	CLY20		
Precisión	0,02	0,05	0,1
Sensibilidad de salida MV/V	1,5~2		
No linealidad % F.S	≤±0,03	≤±0,05	≤±0,1
Retraso% F.S	≤±0,03	≤±0,05	≤±0,1
No duplicidad % F.S	≤±0,03	≤±0,05	≤±0,1
Deformación progresiva % F.S/30 min	≤±0,03	≤±0,05	≤±0,1
Efecto de la temperatura en el punto cero F.S/°C	≤±0,03	≤±0,05	
Efecto de la temperatura en la salida %F.S/°C	≤±0,03	≤±0,05	
Carga de Seguridad % F.S	120		
Resistencia de salida	350		
Puente de tensión recomendado V	≤12		
Puente de Tensión máxima V	≤15		
Salida del punto cero %F.S	≤±1,0		
Resistencia de aislamiento	≥500		

Fuente: <file:///E:/nuevo/force%20sensor%20which%20can%20be%20used%20for%20testing%20machine.maff>

Tabla 1.2- Uso de la celda de carga radial CLY20 en diferentes máquinas.

Tipo	Especificaciones
CLY20 Celda de carga tipo Spoke	10 KN para la máquina universal de ensayos electrónica
	20 KN para máquinas de ensayo electrónicas universales
	100 KN para máquinas de ensayo electrónicas universales
	200 KN para máquinas de ensayo electrónicas universales
	300 KN para máquinas de ensayo electrónicas universales
	500 KN para máquinas de ensayo electrónicas universales
	600 KN para máquinas de ensayo electrónicas universales
	2000 KN para máquinas de ensayo electrónicas universales
	3000 KN para máquinas de ensayo electrónicas universales
CLY20 Celda de carga tipo Spoke	50 KN para máquinas de ensayo de fluencia
	100 KN para máquinas de ensayo de fluencia
CLY24 Celda de carga tipo Spoke	100 KN para máquinas de pruebas de alta frecuencia
	200 KN para máquinas de pruebas de alta frecuencia
	300 KN para máquinas de pruebas de alta frecuencia

Fuente: <file:///E:/nuevo/force%20sensor%20which%20can%20be%20used%20for%20testing%20machine.maff>

1.8. Generalidades sobre el Mantenimiento Preventivo Planificado

Desde el principio de la humanidad, hasta finales del siglo XVII, las funciones de preservación y mantenimiento no tuvieron un gran desarrollo debido a la menor importancia que tenía la máquina con respecto a la mano de obra, ya que hasta 1880 el 90% del trabajo lo realizaba el hombre y la máquina solo hacía el 10%. La conservación que se proporcionaba a los recursos de las empresas era solo mantenimiento correctivo (las máquinas solo se reparaban en caso de paro o falla importante).

Con la 1^{ra} guerra mundial, en 1914, las máquinas trabajaron a toda su capacidad y sin interrupciones, por este motivo la máquina tuvo cada vez mayor importancia. Así nació el concepto de mantenimiento preventivo que a pesar de ser oneroso, era necesario.

A partir de 1950 gracias a los estudios de fiabilidad se determinó que a una máquina en servicio siempre la integraban dos factores: la máquina y el servicio que esta proporciona. De aquí surge la idea de preservar, o sea, cuidar que esté dentro de los parámetros de calidad deseada. De esto se desprende el siguiente principio; el servicio se mantiene y el recurso se preserva, por esto se hicieron estudios cada vez más profundos sobre fiabilidad y mantenibilidad, así nació la ingeniería de conservación (preservación y mantenimiento).

El año de 1950 es la fecha en que se toma a la máquina como un medio para conseguir un fin, que es el servicio que esta proporciona. Existen varios tipos de mantenimiento entre los que tenemos:

Mantenimiento Correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. Es aquel que se ocupa de la reparación una vez que se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.

Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP): Se llama a todo el conjunto de medidas de carácter técnico y organizativo, mediante las cuales se lleva a cabo el mantenimiento y reparación de los equipos. Estas medidas son elaboradas previamente según el plan que asegura el trabajo constante de los equipos. De esta manera el equipo se encuentra siempre en buen estado ya que es sometido a reparaciones periódicas que eliminan en gran parte las averías con la consiguiente economización de trabajo y de material.

Mantenimiento Predictivo: Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas.

Con el sistema de MPP se da solución a los siguientes problemas:

- El equipo se mantendrá en un estado que asegura su rendimiento eficaz.
- Se evitan los casos de roturas imprevistas que ocasionan fallos en el equipo.
- Se reducen los gastos invertidos en la reparación del equipo.

1.9. Conclusiones parciales del capítulo

1. En las fuentes bibliográficas consultadas, existe diversidad de criterios sobre el fenómeno de tracción de los materiales y el mantenimiento de máquinas. Pero en ninguna de ella se establece el proceso de modernización de las prensas.
2. Se determina que el flujo plástico de los materiales ocurre por la deformación que experimentan los mismos al ser sometidos a esfuerzos, destacándose en ellos zonas que caracterizan su comportamiento inicial hasta su ruptura final.
3. Se pudo obtener cómo funcionan las celdas de carga, sus diferentes parámetros y cuáles son las máquinas que la utilizan.
4. Se define los diferentes tipos de mantenimiento que se pueden aplicar a la prensa objeto de estudio.

Capítulo 2: Materiales y métodos

2.1. Introducción

Para trabajar con cualquier material primeramente se debe conocer cuál es la función de la pieza o dentro del conjunto de la máquina. Esto define cuáles son las cargas que actúan en la pieza. Una forma muy común de conocer la resistencia de los materiales es observando dos características principales que son la resistencia a tracción y el alargamiento, pues generalmente estos valores de las propiedades mecánicas son presentados por los fabricantes y son conocido como tensión de ruptura del material, elongación y tensión de fluencia.

Se plantea como **objetivo del capítulo**: Exponer las propiedades de los materiales a investigar, explicar los métodos y procedimientos para la modernización de la prensa.

2.2. Instrumentos de medición y herramientas utilizadas

En la realización de este trabajo experimental se necesita una serie de instrumentos y de equipos que relacionamos a continuación:

1. La cinta métrica: para la medición de las superficies de la caja de PVC, como altura y longitud, para la medición de la pared para la fijación de la caja y otras.
2. Calibrador Palmer o Pie de Rey moderno con 0,05 mm de error: para la medición y la comprobación de las dimensiones de las piezas a elaborar.
3. Tacómetro para medir la velocidad de rotación del motor de corriente directa.
4. Micrómetros para la medición de la profundidad y pasos de las roscas.
5. Galgas para la medición de los pasos, para determinar el paso de las roscas del brazo con la pinza y las rosca de la celda de carga.
6. Goniómetro: para garantizar la medición de la perpendicularidad del brazo, evitando falsas mediciones de la celda.
7. Multímetro para la medición de corrientes, voltaje, continuidad, de diodos, de tiristores y capacitancia de los componentes eléctricos y del motor.
8. Compás para determinar el centro del platillo y trazar las circunferencias en las piezas donde se elaboraran los orificios.

Para la modernización de la prensa, desarme y arme, es necesario utilizar un grupo de herramientas tales como:

- 1- Juego de llaves española.
- 2- Juego de llaves alen.
- 3- Extractor de rodamientos y polea.
- 4- Martillo.
- 5- Juego de cubos.
- 6- Destornilladores de paleta y de estrías.
- 7- Llave inglesa.
- 8- Botador y buril.
- 9- Cíncel.
- 10- Pinzas de corte, de presión y estándar.

2.3. Defectado de la prensa mecánica modelo Y-15

Para realizar el defectado de la máquina se desarmó sus partes principales, se separó el armario eléctrico de la prensa y se procedió al desarme de la misma. Se extrajo el motor, se revisó la transmisión y los límites. Comprobándose que sus partes mecánicas se encuentran en excelentes condiciones de trabajo al igual que el motor. Se extrajo el brazo con la pinza y el sensor piezoeléctrico.

Por otra parte el defectado de su parque electro-electrónico arroja resultados más alarmantes, ya que debido a la humedad y tiempo sin energizarse hace que el mismo se encontrara en malas condiciones para su explotación, durante la reconexión de esta máquina nos pudimos percatar de la no existencia del cable de alimentación y de algunos componentes electrónicos y otros destruidos que impiden que al motor le lleguen las señales eléctricas para su puesta en marcha, del cual depende el accionamiento mecánico de la prensa en general.

Por todo lo anterior expuesto se decide construir un regulador de velocidad para el motor de corriente directa y la adaptación de una celda de carga de la prensa China de marca CRITM modelo DNS-200, para la modernización de la prensa. Para la adaptación de la celda de carga a la prensa es necesario construir un dispositivo compuesto por un platillo, un tornillo y una tuerca.

2.4. Selección y características de los materiales utilizado

Para la construcción del dispositivo que soporta la celda de carga y el brazo con la pinza, se construirán dispositivos de diferentes materiales. Los dispositivos están compuesto por un tornillo y un platillo. A continuación en las tablas 2.1 y la 2.2 mostramos la composición química y propiedades físicas químicas de los materiales utilizados en la fabricación del platillo, pues la selección del otro elemento depende de la resistencia de la rosca del tornillo o esparrago (presenta forma parecida).

El platillo como se encuentra en el exterior del dispositivo y su función es soportar y centrar la celda de carga, se construirá de acero inoxidable AISI 316, se tomó esta decisión aunque no se base en criterios técnicos para dar estética al dispositivo y por ser un metal de poca corrosión, al no tener medios para dar un cromado a otro material.

Tabla 2.1. Composición química del acero 316.

Elementos	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
%	0,05	0,5	1,4	17	2,2	11

Fuente: Key To Steel, 2005.

El acero 316 posee un grupo de propiedades mecánicas y físicas que se exponen a continuación en la tabla 2.2:

Tabla 2.2. Propiedades físicas y mecánicas del acero AISI 316.

Parámetros	U/M	Valor
Densidad	Kg/dm ³	8
Módulo de elasticidad a 20/100/200/300/400°C	kN/mm ²	200/194/186/179/172
Conductividad térmica para 20 °C	W/(m*°K)	15
Capacidad específica de calor para 20 °C	J/(kg*°K)	500
Conductividad eléctrica específica para 20 °C	Ohm*mm ² /m	0,75
Temperatura de forja	°C	1200 – 900 / aire
Temperatura de normalizado	°C	1020 – 1120 / agua, aire
Estructura después del tratamiento térmico		Austenita + l.f.
Propiedades magnéticas		Puede ser ligeramente magnético

Fuente: Key To Steel, 2005.

2.5. Metodología de cálculo para la comprobación de la resistencia de la rosca

Los diferentes elementos de la prensa de ensayo de tracción van a estar sometidos a cargas de tracción- compresión. Pero el entre dos que se utilizará para la unión entre

el brazo y la celda de carga, es quien mayor esfuerzo va a soportar, por lo que se hace necesario comprobar la resistencia de las roscas.

Rechetov (1990) expone la metodología de cálculo para determinar la resistencia de la rosca de los tornillos por tracción. La expresión que denota lo anteriormente expuesto se expresa a continuación.

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d_c^2} = [\sigma]_t \quad 2.1$$

Donde:

σ - tensión axial a la que está sometido el tornillo, esparrago u otro elemento, N/mm²

F- fuerza axial en el tornillo, N

A- área calculada de la sección transversal, mm²

d_c - diámetro calculado, mm

$[\sigma]_t$ - tensión admisible a tracción del material del tornillo, N/mm²

Esta ecuación es la misma expuesta por (Stiopin, 1985) que denota la condición de resistencia de los materiales, en esta ocasión se le hace adecuaciones a la ecuación debido a que la resistencia estática del cuerpo roscado y la tensión volumétrica es más alta que la del cuerpo liso en un 10 %. Por lo d_c se determina por la ecuación 2.2.

$$d_c = d - 0,94 P \quad 2.2$$

Donde:

d- diámetro exterior del tornillo, mm

P- paso de la rosca, mm

2.6. Elaboración del dispositivo para el montaje de la celda de carga

Para la adaptación de la celda de carga en la prensa es necesario la construcción de dos elementos, en primer lugar de un platillo para la fijación de la celda de carga en la parte superior de la prensa y en segundo lugar un entre dos para la sujeción del brazo con la pinza la cual sujeta la probeta, que acople la celda y el brazo. Como hay que construir estos elementos es necesario establecer las metodologías de cálculo por maquinado con arranque de viruta para la obtención de sus cartas tecnológicas.

2.6.1. Metodología de cálculo para torneado

Para la elaboración de las tecnologías en las diferentes máquinas herramientas es necesario conocer cómo se determinan los diferentes parámetros del régimen de corte en el torno. El método expuesto para ser utilizado es el analítico basado en el uso de tablas estandarizadas, suministradas por fabricantes de herramientas de corte. Este método es expuesto por un grupo de autores como (Casillas, 1989), (Manual del tecnólogo para el corte de los metales en frío, 1981), (Quesada, 1988), (Gerling, 1987) y (Sandvik, 2000). Los pasos a seguir se exponen a continuación:

1- Primeramente se determina la herramienta de corte que se va a utilizar (carburo sinterizado BK8 y T15K6) en dependencia del equipamiento tecnológico (torno 16K20) y el material a elaborar (acero inoxidable AISI 316 y el acero AISI 1045) y las condiciones en la que se realiza el proceso.

2- Luego se selecciona el avance (S) en dependencia de las operaciones, si es de acabado o de desbaste, del tipo de material a trabajar y tipo de herramienta a utilizar. Estas se obtienen de la carta T– 2 del (Manual del tecnólogo para corte de metales en frío, 1981).

3- Luego este avance seleccionado se normaliza (S_m) por el manual de explotación de la máquina que se va a utilizar (ver en anexos principales propiedades extraídas del manual de explotación del torno).

4- Luego se selecciona la velocidad de corte (V_c) por las tablas en dependencia de diferentes factores, como tipo de herramienta que se va a utilizar y los ángulos de esta, otro factor del que depende es del tipo de operación que se vaya a realizar a la pieza, si es de desbaste, de semiacabado, acabado o acabado fino. Esta velocidad se selecciona en la carta T– 4 del (Manual del tecnólogo para el corte de metales en frío, 1981).

5- Con la velocidad de corte seleccionada por tabla de los manuales y la fórmula que denota la velocidad se despeja el número de revoluciones (n) y se determinan a partir de la ecuación 2.4:

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad 2.3$$

Dónde:

d- diámetro de la pieza a elaborar, mm

1000- factor de conversión de unidades

π - contante con valor de 3,14

n- número de revoluciones con que debe rotar la máquina, rev/min

$$n_{cal} = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d} \quad 2.4$$

5- Luego de calcular el número de revoluciones se normaliza (n_{maq}) el mismo por el manual de explotación de la máquina herramienta y se toma el que más se aproxime.

6- Se calcula la velocidad real (V_r) a partir de la ecuación 2.3 con la que va a trabajar realmente la máquina herramienta.

7- Se calcula la potencia de corte y se compara con el de la máquina para ver si se puede efectuar el corte.

$$N_c = \frac{N_{tabla} \cdot V_{C real} \cdot K_1 \cdot K_2}{100}, \text{ kW} \quad 2.5$$

Donde:

N_{tabla} - potencia de corte, kW

K_1 y K_2 - coeficiente de corrección

Nota: estos valores se determinan según tablas del (Manual del tecnólogo para el corte de metales en frío, 1981) carta T-6, hoja 1 y carta T-6, hoja 2.

Determinar si es posible el maquinado.

$$N_h = N_{mot} \cdot \eta \quad 2.6$$

$$N_h \geq N_c \quad 2.7$$

Donde:

η - rendimiento de la máquina de herramienta, %.

N_{mot} - potencia del motor, kW

Nota: El rendimiento y la potencia del motor se obtienen según el pasaporte de la máquina.

8- Se calcula el tiempo de maquinado (T_m) en dependencia de la operación.

$$T_m = \frac{l + l_1 + l_2}{n \times S}, \text{ min} \quad 2.8$$

Dónde:

s- avance de la máquina, mm/rev

l- longitud de trabajo, mm

l_1 - longitud de la herramienta antes de entrada en contacto con la pieza, mm

l_2 - longitud de salida de la herramienta para un cilindrado pasante, mm

2.6.2. Metodología de cálculo para el taladrado

Antes de taladrar la pieza es necesario marcar la misma, es decir, ver donde se realizaran los orificios y trazado determinando su centro. Para esta operación se pinta la pieza con cal, carburo u otro elemento similar, se coloca en el centro del platillo una platina de plomo. Se determina con un compás el centro del platillo y se traza el diámetro en el cual se realizaran los orificios. Marcar los centros de los agujeros con un punzón y martillo para garantizar que estos queden en la posición adecuada.

A continuación se exponen los pasos a seguir para la determinación de los parámetros de corte de la operación de taladrado.

1- Primeramente se determina la herramienta que se va a utilizar en dependencia del equipamiento tecnológico y el material a elaborar y las condiciones en la que se realiza el proceso. En este caso se utilizará una taladradora 2H135 y varias brocas de material HSS de diámetros 8; 8,5 y 17.

2.- Luego se selecciona el avance (S) para el taladrado en dependencia de las operaciones, si es de acabado o de desbaste, del tipo de material a trabajar y tipo de

herramienta seleccionada. Se obtiene de la carta C – 2 del (Manual del tecnólogo para el corte de metales en frío, 1981).

3- Después este avance seleccionado se normaliza por los valores existentes en el manual de explotación de la máquina que se va a utilizar.

4- Luego se determina la velocidad de corte (V_c) por la tabla de la carta C – 4 del (Manual del tecnólogo para el corte de metales en frío, 1981) en dependencia de diferentes factores como son: tipo de herramienta que se utiliza y los ángulos de la misma, tipo de operación a realizar, si es de desbaste, de semiacabado, de acabado y del material a trabajar. La ecuación que determina la velocidad de corte se puede observar a continuación.

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000}, \text{ m/min} \quad 2.8$$

Donde:

d- diámetro de la broca a utilizar, mm

n- número de revoluciones de trabajo de la máquina, rev/min

5- Con la velocidad de corte seleccionada se despeja el número de revoluciones (n) y se determina por la ecuación 2.8.

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times d}, \text{ rev/min} \quad 2.9$$

Luego de calcular el número de revoluciones se normaliza el mismo por el pasaporte de la máquina herramienta a utilizar.

6- Se calcula la velocidad real a partir de la ecuación 2.7 con el número de revoluciones real utilizado por la máquina herramienta.

7- Se calcula la potencia de corte que se necesita para ejecutar la operación y se compara con el de la máquina para ver si se puede efectuar el corte.

$$N_{\text{corte}} = N_{\text{tabla}} * \frac{n}{100} * K_n, \text{ kW} \quad 2.10$$

Donde:

N_{tabla} – se escoge según la tabla de la carta C – 6 del (Manual del tecnólogo para corte de metales en frío, 1981), kW

K_n – coeficiente de corrección que se obtiene según el (Manual del tecnólogo para corte de metales en frío, 1981) en dependencia del metal a elaborar.

8- Se calcula el tiempo de maquinado (T_m), siendo el tiempo de realización de la operación.

$$T_m = \frac{l + l_1 + l_2}{ns}, \text{ min} \quad 2.11$$

Donde:

s- avance de la máquina, mm/rev

l- longitud de trabajo o del orificio, mm

l_1 - longitud de la herramienta antes de entrar en contacto con la pieza, mm

l_2 - longitud de salida de la herramienta en la pieza, mm

2.6.3. Tratamiento térmico

Una vez terminado el proceso de maquinado de la pieza (entre dos) es necesario previamente al uso de la misma darle un tratamiento térmico, de acuerdo con el funcionamiento de ésta. En este caso como es un entre dos que estará sometido a tracción se le debe aplicar el proceso de temple para así obtener una estructura de sórbita, esta estructura garantiza las mismas propiedades mecánicas de la martensita, aumenta la dureza de la pieza y su resistencia. Antes de aplicarse el tratamiento térmico, como la pieza tiene un agujero en su estructura se le debe cubrir dicho agujero con un relleno que contiene agua, vidrio líquido, amianto y talco industrial, para evitar deformaciones y agrietamientos una vez la pieza en el horno.

En el caso del temple el tiempo de permanencia (t) de la pieza en el horno se determina según (Martínez y Gordon, 1985) como:

$$t = 1,0 H, \text{ min} \quad 2.12$$

Donde:

H- para el caso de cilindro donde la altura es mayor que el diámetro se toma el valor del diámetro, mm

En el caso del revenido el tiempo de permanencia (t) de la pieza en el horno se determina según (Martínez y Gordon, 1985) como:

$$t = 1,25 H, \text{ min} \quad 2.13$$

Donde:

H- para el caso de cilindro donde la altura es mayor que el diámetro se toma el valor del diámetro, mm.

2.6.4. Tiempos de los procesos tecnológicos (Tpu)

No es más que el tiempo que se invierte en la producción de una unidad, donde no solo se tienen en cuenta los tiempos de maquinado, si no los tiempos auxiliares de preparación de la herramienta, limpieza del puesto de trabajo, estudio de la tarea técnica, necesidades personales como la alimentación y otras. Estos tiempos son expuestos por (Cutíño, 2012).

$$T_{pu} = T_m + T_{aux} + T_{pt} + T_{dnp} + T_{pco} + T_{pct}, \text{ min} \quad 2.14$$

Donde:

T_m - tiempo de maquinado o soldadura de la pieza, min

T_{aux} - tiempo auxiliar, min

Este tiempo auxiliar se determina por la ecuación 2.13 que mostramos a continuación:

$$T_{aux} = (0,18 \dots 0,25) T_m = 0,25 * T_m, \text{ min} \quad 2.15$$

T_{pt} - tiempo de servicio al puesto de trabajo, min

Este tiempo de servicio al puesto de trabajo se determina como:

$$T_{pt} = (0,04 \dots 0,08) T_m = 0,08 * T_m, \text{ min} \quad 2.16$$

T_{dnp} - tiempo de descanso y necesidades personales, min

El mismo suele descontarse de la jornada laboral y se obtiene con una relación en por ciento del tiempo de maquinado y se puede observar en la ecuación 2.17.

$$T_{dnp} = (0,17 \dots 0,25) T_m = 0,25 T_m, \text{ min} \quad 2.17$$

Existen otros tiempos a tener en consideración como el expresado por la ecuación 2.24 y 2.25.

T_{pco} - Tiempo por causas organizativas, min

$$Tpco = 2\% * Tm, \text{ min} \quad 2.18$$

Tiempo por causas técnicas:

$$Tpct = 1,6 \% * Tm; \text{ min} \quad 2.19$$

2.7. Sistema de mantenimiento para la prensa modelo 15

El sistema de mantenimiento que se establece a una máquina comprende la selección del ciclo y el tiempo de duración del mismo, además de establecer las operaciones a realizar en cada intervención de la máquina.

Del Toro (2012) contempla el ciclo de mantenimiento y todos los trabajos que se le deben ejecutar a la máquina de forma planificada. Los especialistas en esta área pueden auxiliarse de estructuras de mantenimientos de equipos similares o de otros que posean la misma explotación, cuando no se posee información al respecto o de metodologías de cálculo empleando coeficientes.

Estas estructuras frecuentemente la brinda el fabricante de las máquinas en el manual de explotación o brinda los elementos necesarios para la confección del sistema de mantenimiento. A continuación se brinda la estructura típica del ciclo de mantenimiento a aplicar para la prensa 15.

G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-P-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G

El ciclo presenta 27 Revisiones; 6 Reparaciones Pequeñas; 2 Reparaciones Medianas y una Reparación General.

Una vez definido el ciclo de mantenimiento y su duración se podrá conocer el tiempo entre dos servicios consecutivos y entre dos reparaciones. Para ello pueden utilizarse las siguientes expresiones expuestas por (Navarrete, 1986):

$$Ts = \frac{T}{R + P + M + 1}, \text{ en h} \quad 2.20$$

$$Tr = \frac{T}{P + M + 1}, \text{ en h} \quad 2.21$$

Dónde:

Tr: tiempo entre dos reparaciones, h

Ts: tiempo entre dos servicios de mantenimiento (cualquiera que sean), h

T: duración del ciclo, h

R: cantidad de revisiones

P: cantidad de reparaciones pequeñas

M: cantidad de reparaciones medianas

Nota: para determinar el ciclo de mantenimiento es necesario determinar su duración (T). Las prensas pertenecen al grupo 13 de la tabla 2.2 según (Del toro, 2012).

Tabla 2.2- Propuesta de duración del ciclo de mantenimiento en dependencia del grupo.

Grupo	Horas entre las Reparaciones Generales	
1	de 2880	a 5760
2	5760	7200
3	7200	8640
4	8640	11520
5	11520	14000
6	14000	17280
7	17280	20160
8	20160	20600
9	20600	23040
10	23040	25900
11	25900	29800
12	29800	32400
13	32400	36000
14	36000	43200
15	43200	50400
16	50400	57600
17	57600	64800
18	64800	72000
19	72000	66400
20	66400	100800
21	100800	115200
22	115200	129600
23	2129600	144000

2.8. Conclusiones parciales del capítulo

- 1- Se establecen las metodologías de cálculo para la determinación de los principales parámetros de la tecnología de fabricación del platillo y del entre dos o tornillo.
- 2- Se realiza el defectado de la máquina y se define el ciclo de mantenimiento de la prensa modelo PY-15.

Capítulo 3: Análisis de los resultados, valoración económica e impacto medio ambiental.

3.1. Introducción

El mantenimiento, la reparación y la actualización de las máquinas como actividades, constituyen vías para prevenir roturas imprevistas dado que aseguran la fiabilidad de las máquinas durante su explotación. Esto puede traducirse en una reducción de las paradas de las máquinas, por la ocurrencia de diferentes tipos de fallos, tales como: derrames de lubricantes debido a roturas de tuberías, fracturas de juntas, salideros de estos productos por desapriete o mal ajuste de las uniones, hasta por accidentes del trabajo. Al mismo tiempo, durante el cumplimiento de las actividades de mantenimiento y reparación, en los talleres se generan residuos y desechos peligrosos que provocan un fuerte impacto sobre el entorno.

El objetivo del capítulo es realizar la valoración de los resultados y a través de ella la fundamentación de los mismos que permitan dar la solución al problema planteado relacionado con la modernización de la prensa Π Y-15.

3.2. Resultados de la comprobación de la rosca por aplastamiento del entre dos y selección del material

La rosca de la celda de carga estará sometida a esfuerzos de tracción, al igual que la rosca del brazo y el entre dos que sirve para unir estas celdas de carga con el brazo. Se hace necesario determinar cuál es la resistencia de la rosca de estos elementos a la mayor carga de aplastamiento, en este caso se calculará la rosca a la mayor fuerza de tracción que es capaz de soportar la celda de carga que es de 50 kN. Los resultados del cálculo de los parámetros de la metodología expuesta en el capítulo 2 se presentan a continuación en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Resultados del cálculo de la resistencia a aplastamiento de la unión roscada.

Parámetros Roscas	Fuerza (kN)	Diámetros (mm)	Paso (mm)	Dc (mm)	Tensión axial (N/mm ²)
M 33 x 1,5	50	33		31,59	63,83
M 23,5 x 2	50	23,5		21,62	136,27

Según los resultados de la tabla 3.1 solo se puede traccionar piezas con tensiones a la rotura por tracción inferior a $63,83 \text{ N/mm}^2$, por un problema de seguridad para la rosca del brazo. Estos valores según (Fedosiev, 1985) son inferiores al acero AISI 1045 no templado térmicamente.

El material para el entre dos o tornillo que une la celda de carga con el brazo, se selecciona teniendo en cuenta los criterios técnicos anteriores, por lo que se decide su construcción de un acero AISI 1045 con tratamiento térmico, es decir, se podrá traccionar materiales con valores de tensión a la rotura inferiores a estos. Todos los materiales no ferrosos, los aceros estructurales y los de bajo contenido de carbono. Las propiedades y composición química del mismo aparecen en las tablas 3.2 y 3.3.

Tabla 3.2. Composición química del acero AISI 1045.

Elementos	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
%	0,45	0,25	0,65	0,40	0,1	0,4

Fuente: Key To Steel, 2005.

El acero AISI 1045 posee un grupo de propiedades mecánicas y físicas que se exponen a continuación en la tabla 3.3:

Tabla 3.3. Propiedades físicas y mecánicas del acero AISI 1045.

Parámetros	U/M	Valor
Densidad	Kg/dm^3	7,85
Módulo de elasticidad a 100/200/300/400°C	kN/mm^2	205/195/185/175/155
Conductividad térmica	$\text{W/(m}^{\circ}\text{K)}$	50
Capacidad específica de calor para 20 °C	$\text{J/(kg}^{\circ}\text{K)}$	460
Conductividad eléctrica específica para 20 °C	$\text{Ohm}^{\circ}\text{mm}^2/\text{m}$	0,12
Temperatura de forja	$^{\circ}\text{C}$	1100 – 850 / lento en el horno
Temperatura de normalizado	$^{\circ}\text{C}$	840 – 870 / aire
Temperatura de revenido	$^{\circ}\text{C}$	200 – 450
Temperatura de temple	$^{\circ}\text{C}$	820 – 860

Fuente: Key To Steel, 2005.

3.3. Resultado de los cálculos de la tecnología de fabricación del dispositivo

El dispositivo para el montaje de la celda como se ha dicho ya, está compuesto por un platillo, un entre dos (tornillo) y una tuerca, para fabricarlos hay que realizar sus tecnologías y para esto es necesario realizar los cálculos de los principales parámetros de corte de la máquina, teniendo en cuenta la metodología expuesta en el capítulo 2. El proceso tecnológico está compuesto por una serie de pasos lógicos y

como resultado final se obtendrán las cartas tecnológicas que pueden ser observadas en los anexos.

3.3.1. Resultado de la tecnología de obtención del platillo

A continuación se exponen los resultados del desarrollo de las metodología de maquinado en el torno 16K20 para la elaboración del platillo que fijara la celda de carga en la prensa. Los resultados pueden ser observados en las tablas 3.4 a la 3.7

Tabla 3.4- Resultados del torneado de la operación tecnológica de (refrentado).

Cuchilla	S	S _m	t	V _c	n _{cal}	n _{maq}	V _r	Nc	Tm
Semiacabado	0,4	0,4	1	105	232,9	200	94,2	0,94	1,38

Para el refrentado el tiempo total de elaboración es Tm = 1,38 min.

Operación de cilindrado para la obtención del diámetro exterior de 115.

Esta operación se realiza con una cuchilla T15K6, se eliminará en las operaciones de desbaste 8,5 mm y en operación de acabado 1 mm.

Tabla 3.5- Resultado de la operación de cilindrado en el torneado.

Cuchilla	S mm/rev	S _m mm/rev	t mm	V _c m/min	n _{calc} rev/min	n _{maq} rev/min	V _r m/min	Nc kW	Tm min
Desbaste	0,6	0,6	8,5	73	154,99	160	75,36	6,21	0,98
acabado	0,2	0,2	1	105	231,9	250	106,54	1,08	0,29

Para el cilindrado total éste se realiza en un tiempo final es Tm= 0,98x4+0,29 = 4,21 min.

Obtener el diámetro interior de la pieza con diámetro de 51.

Para esta operación se realizará por taladrado, utilizando inicialmente una broca de centrado para obtener el centro geométrico de la pieza, luego se taladra con una broca de 25, retaladrándose a 50 mm y por último se realiza una operación de mandrilado. Todas las brocas a utilizar son de HSS y la cuchilla a utilizar es una de mandrilar tipo T15k6 con $\phi = 90^{\circ}$.

Tabla 3.6- Resultado de la elaboración del diámetro interior del platillo en el torneado.

Broca	S mm/rev	S _m mm/rev	t mm	V _c m/min	n _{calc} rev/min	n _{maq} rev/min	V _r m/min	Nc kW	Tm min
Centrado	0,12	0,125	7	16	393	400	16,21	0,83	0,313
Ø 25 mm	0,45	0,4	24	19	242,04	250	19,3	1,44	0,402
Ø 50 mm	1,1	1	24	15	95,5	100	14,45	3,64	0,482
Mandrilado	0,4	0,4	1	105	231,9	250	112,34	0,28	0,38

Para la elaboración del superficie interior de la pieza se realiza en un tiempo total de $T_m = 1,577$ min.

En general todas las potencias de corte calculada en la operación de construcción del platillo son inferiores a las del torno 16K20 que según el anexo 1 es de 11 kW. Lo cual significa que no habrá problemas en la realización de la pieza.

Después de elaborado el orificio interior del platillo se realiza biseles en el exterior e interior de la pieza, los valores de velocidad y avance son los mismo de la última operación, el tiempo de maquinado es de $T_m = 0,1$ min.

Se desmonta la pieza del plato del torno y se procede a dar longitud total a ésta a través del refrentado, los valores de los parámetros son los mismos al refrentado anterior, ya que no ha variado el diámetro a elaborar, ni el tipo de material, ni las herramientas, solo varia el tiempo de maquinado, debido a que el refrentado se va a realizar en dos pasadas eliminando en cada una 2 mm de profundidad.

Luego se vuelve a repetir la operación de biselado en las dos superficies interior y exterior del platillo, manteniéndose los mismos valores del proceso de corte, por último se desmonta del torno y se pasa a la taladradora 2H135 para elaborar los orificios.

Tabla 3.7- Resultado de la operación de taladrado en la máquina taladradora 2H135.

Broca	S mm/rev	S _m mm/rev	t mm	V _c m/min	n _{calc} rev/min	n _{maq} rev/min	V _r m/min	N _c kW	T _m min
Ø 8 mm	0,16	0,14	20	20	795,2	710	17,84	0,41	0,246
Ø 8,5 mm	0,16	0,14	20	20	795,2	710	17,84	0,41	0,246
Ø 17 mm	0,32	0,28	20	19	355,9	355	18,95	1,33	0,32
Roscado M10	1,5	1,5	20	3	95,5	90	2,83	0,9	0,21

La potencia de corte calculada de cada operación del taladrado nos muestra que se puede hacer en la taladradora 2H135, ya que todas son inferiores a 4 kW según anexo 2. El tiempo total de elaboración en esta máquina es de 1,022 min.

3.3.2. Resultado de la tecnología de elaboración de la tuerca

La barra existente en el almacén de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara que sirviera para la construcción del entre dos y la tuerca, es de diámetro 60 mm y se

cortó a una longitud de 200 mm. No hay en existencia una barra de menor diámetro y se corta a esta longitud para sacar de esta las dos piezas de la misma barra.

Para elaborar la tuerca se monta la barra de acero en el plato autocentrante de tres mordazas de torno, se refrenta a limpiar la superficie frontal y se le practica un orificio de centrado. Los resultados de estas operaciones se pueden observar en la tabla 3.8. Luego se cilindra a obtener el diámetro 33, se taladra a 21,5 mm, se rosca a cuchilla, se hace biseles y se corta a una longitud de 30 mm.

Las cuchillas a utilizar es la T15K6 de $\phi=45^\circ$ para el refrentado, de $\phi=90^\circ$ para el cilindrado y para el roscado de $\phi=60^\circ$, todas con ángulo de ataque positivas. Las brocas son de HSS, la de centrado de diámetro 8 mm y la otra de 21,5 mm.

Tabla 3.8- Resultado de la elaboración de la turca por torneado.

operación	S mm/rev	S _m mm/rev	t mm	i	V _c m/min	n _{calc} rev/min	n _{maq} rev/min	V _r m/min	Nc kW	Tm min
Refrentado	0,4	0,4	2	1	105	557,32	500	94,2	1,68	0,24
Centrado	0,22	0,2	10	1	16	716,59	800	17,21	0,89	0,13
Cilindrado desbate	0,6	0,6	6	4	73	387,5	400	75,3	5,41	0,21
Cilindrado acabado	0,2	0,2	1	1	125	781,25	800	132,1	0,89	0,25
Taladrado a 21,5 mm	0,5	0,5	32	1	21	311,06	315	21,26	2,52	0,77
Biselado	0,2	0,2	2	2	125	781,25	800	132,1	0,89	0,1
Roscado	2	2	0,3	7	26	216,8	315	23,5	2,33	0,18
Tronzado	0,09	0,085	17,5	1	69	336,24	315	59,35	1,83	1,49
Biselado	0,2	0,2	2	2	125	781,25	800	132,1	0,89	0,1

Para las dos caras de la tuerca se utiliza un torno en ausencia de máquinas fresadoras (fuera de servicio), se monta la pieza transversalmente dejando la parte cilíndrica fuera de la muelas y se refrenta a obtener una superficie plana. Lo que varía del refrentado anterior es el tiempo de maquinado $T_m = 0,132$ min. Todas las potencias de corte calculadas en la operación de construcción de la turca son inferiores a las del torno 16K20 que según el anexo 1 es de 11 kW, por lo que no habrá problemas en la realización de la pieza. El tiempo total de elaboración de la tuerca es de 6,084 min.

3.3.3. Resultado de la tecnología de elaboración del entre dos o tornillo

Como se ha explicado anteriormente la barra para la construcción de la tuerca es la misma que se utiliza para la construcción del entre dos o tornillo, por lo que los diámetros de la barra, la máquina herramienta y las herramientas son las mismas. Por lo que la operación de refrentado y centrado son iguales, es decir, se mantienen los mismos parámetros de corte, solo varia la profundidad de corte. Para estas dos operaciones se realiza el corte de la pieza en voladizo, es decir, colocada solamente la pieza en el plato.

Luego la pieza se desmonta y se fija en la máquina entre plato y punto, la pieza se debe sacar a 127 mm del plato. El cilindrado sería igual para obtener el diámetro 33, solo varia la profundidad de corte y el tiempo de maquinado, la longitud de la barra es de 164 mm al cortar la tuerca. La herramienta usada para el roscado del entre dos es de material HSS.

Tabla 3.9- Resultado de la elaboración del entre dos por torneado.

operación	S mm/rev	S _m mm/rev	t mm	i	V _c m/min	n _{calc} rev/min	n _{maq} rev/min	V _r m/min	N _c kW	T _m min
Refrentado	0,4	0,4	3,5	3	105	557,32	500	94,2	1,68	0,24
Centrado	0,22	0,2	10	1	16	716,59	800	17,21	0,89	0,13
Cilindrado desbate Ø33	0,6	0,6	6,5	4	73	387,5	400	75,3	5,41	0,53
Cilindrado acabado Ø33	0,2	0,2	1	1	125	761,25	800	132,1	0,89	0,81
Cilindrado desbate Ø23,5	0,6	0,6	8	1	73	387,5	500	77,6	7,41	0,39
Cilindrado acabado Ø23,5	0,2	0,2	1,5	1	125	787,53	800	132,1	1,29	0,54
Biselado	0,2	0,2	2	2	125	781,25	800	132,1	0,89	0,1
Roscado Ø23,5	2	2	0,3	7	17	216,83	200	13,5	3,12	0,11
Roscado Ø33	1,5	1,5	0,25	6	17	164,1	160	16,8	2,78	0,12
Refrentado	0,4	0,4	3,75	7	105	557,32	500	94,2	1,68	0,24

Según la tabla todas las potencia de corte calculadas en la operación de construcción del entre dos son inferiores a las de la máquina que según el anexo 1 es de 11 kW, no habiendo problemas en la realización de la pieza. El tiempo total de elaboración del entre dos es de 8,08 min.

La pieza debe someterse a un tratamiento térmico, el cual consiste en un temple en un horno de cámara a una temperatura de 830 °C, durante 33 minutos después que

el horno alcanza la temperatura. El revenido se realiza a 200 °C en el horno y la pieza está en el mismo por unos 45 minutos.

3.3.3. Resultado de los cálculos de los tiempos en los procesos de fabricación

Los tiempos de maquinado en el proceso de fabricación del torneado pueden ser calculados por operación o por piezas para hacer más sencillo los cálculos los haremos por pieza. Los tiempos auxiliares en el proceso de corte con arranque de virutas en máquinas convencionales son mayores que los tiempos de maquinado, ellos mismos pueden ser observados en la tabla 3.10.

Tabla 3.10- Tiempos del proceso de fabricación por piezas.

Tiempo	T_m (min)	T_a (min)	T_{pt} (min)	T_{drip} (min)	T_{pco} (min)	T_{pct} (min)	T_t (min)
Platillo	8,89	2,22	0,71	2,22	0,18	0,14	14,36
Tuerca	6,084	1,52	0,487	1,52	0,12	0,097	10,701
Entre dos o tornillo	8,08	2,02	0,65	2,02	0,163	0,13	13,063

3.4. Construcción de un circuito de regulación de tensión con tiristores

Para la modernización de la prensa $\square$ Y-15 es necesario un circuito regulador de voltaje directo para controlar la velocidad o el par del motor. Para esta máquina en específico, la velocidad del motor se controlará cuando no haya ninguna probeta instalada en el dispositivo, es decir, cuando el movimiento sea libre teniendo como protección dos límites de fin de carrera.

Al hacer la tracción en la probeta, este pedirá un mayor esfuerzo y se logra regulando el par al mismo tiempo que se le aplique el voltaje gradualmente al motor. Para este sistema se diseñó un circuito (ver foto en el anexo 3 y el plano) que está montado en un cuadro de PVC y constituido por:

- Display: que me permite ver la lectura de la fuerza.
- Voltímetro de voltaje directa (VD) de 0 – 500: se utiliza para visualizar el voltaje proporcionado al motor.
- Amperímetro de corriente directa (CD) de 0 – 30: se utiliza para visualizar la corriente demandada al motor.

- Arranque: se utiliza para conectar un contactor magnético que a través de su contacto de fuerza proporciona el voltaje alterno al puente rectificador semicontrolado.
- Parada: se encarga de interrumpir la alimentación al puente rectificador.
- Potenciómetro: está destinado para regular la entrega del voltaje al motor.
- Interruptor: está destinado para invertir el sentido de rotación del motor a través de un relé utilizando sus contactos normalmente abierto y cerrado.
- Interruptor magneto térmico. Se encarga de alimentar y proteger el circuito de una sobrecarga.
- Circuito de potencia a través de tiristores con una configuración de puente rectificador semicontrolado, es el encargado de convertir la corriente alterna (CA) en corriente directa (CD).
- Circuito de control de los tiristores. Se encarga de controlar el ángulo de disparo de los tiristores (apagado).

En anexos puede ser observado en un plano el sistema de control del motor eléctrico de corriente directa (CD), a continuación se muestra en la figura 3.1 el circuito de control de encendido y apagado de los tiristores que rectifican la corriente que se entrega al motor.

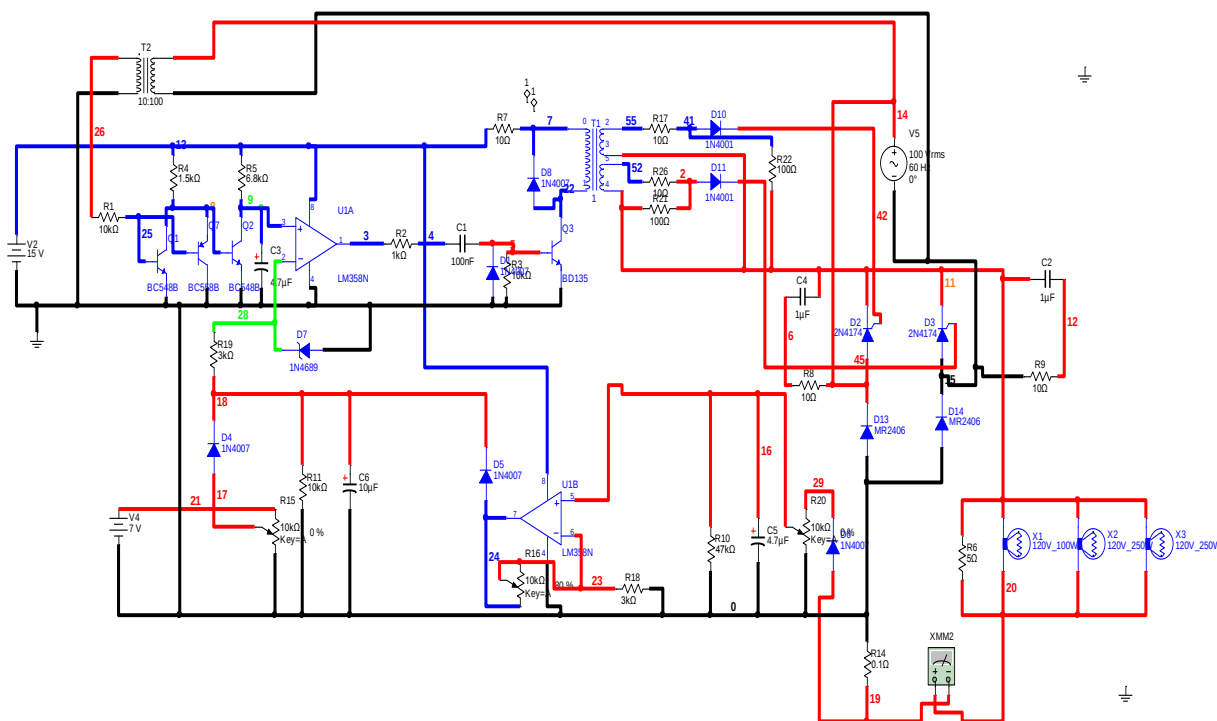


Figura 3.1- Circuito de control para la regulación de los tiristores.

Para la confección del circuito eléctrico que regulará la corriente de los tiristores para el funcionamiento del motor se utilizaron un grupo de componentes eléctricos, los cuales exponemos a continuación: 1 LM358N (AO), dos resistencias de 1 kΩ, tres resistencias de 3 kΩ, tres resistencias de 10 kΩ, una resistencia de 10 Ω, una resistencia variable 50 kΩ, dos resistencias 500 Ω, una resistencia 47 kΩ, una resistencia 115 kΩ, un transistor BC547 (pnp), dos transistores BC548 (nnp), un condensador de 100 nF, un condensador de 10 μF, un condensador de 220 μF, dos condensador de 4,7 μF, un condensador de 100 μF, cuatro diodos de 1N4007, cuatro diodos de 1N4007, un puente de diodo, un regulador de tensión de 12 V, un regulador de tensión de 5 V, dos transformadores de tensión uno de 12V y uno de 5 V, un interruptor auto 5 A 2Ø, tres tiristores de potencia de SKKT 27/16 E, un voltímetro de CD, un amperímetro de CD. Para mejor entendimiento del circuito y de las piezas utilizadas puede observarse la figura 3,2 el cual es el circuito impreso que se construyó. En los anexo 3 figura 2 aparece la caja de PVC con el circuito electrónico de disparo de los tiristores.

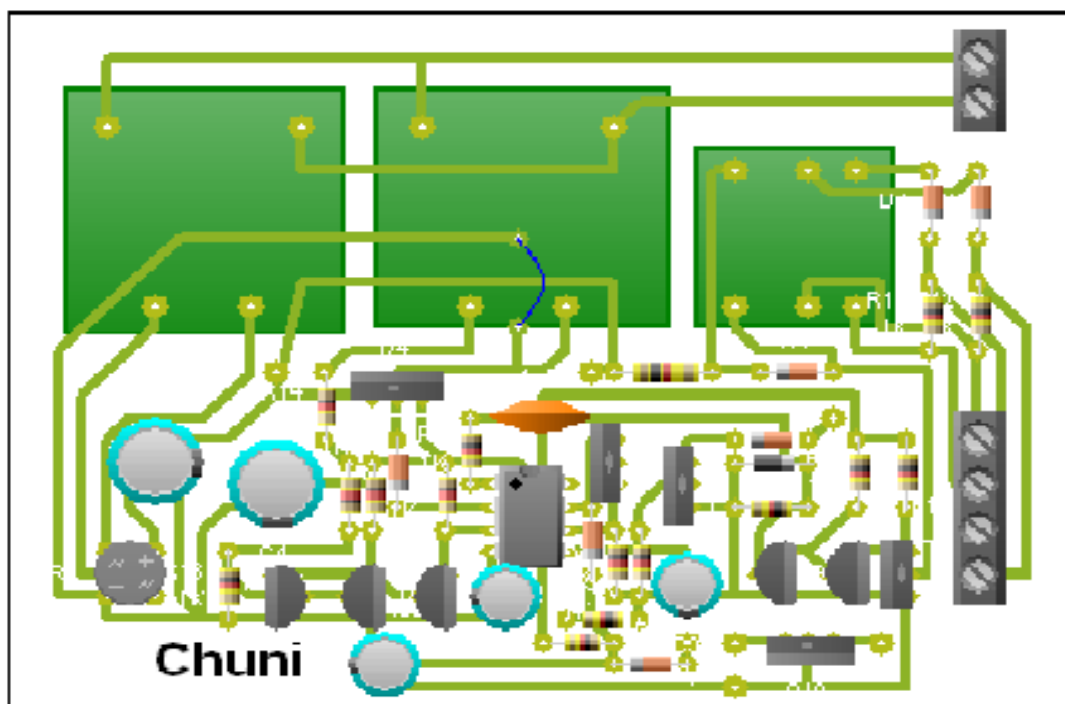


Figura 3.2- Circuito de control impreso con sus componentes para la regulación de los tiristores.

En el anexo 3 figura 1 aparece la prensa modernizada con la celda de carga, el regulador de velocidad circuito y Convertidor análogo-digital con pantalla LCD.

3.5. Propuesta del Sistema de mantenimiento para la prensa modelo 7y-15

No existe documentación técnica de la prensa modelo 7y-15, por lo que no se posee referencia del ciclo de mantenimiento que debe poseer la misma según el fabricante, ni de los trabajos a realizar en cada etapa. Como esta máquina se ha modificado se hace necesario ajustar los trabajos de mantenimiento a las nuevas condiciones de su puesta en marcha y explotación.

El ciclo a aplicar en cada equipo deberá determinarse analizando individualmente la máquina, eligiéndose de acuerdo con la experiencia y datos que se posean del equipo. La duración del ciclo de reparación en horas máquinas depende de las características constructivas de la misma, así como las condiciones de explotación, tipos de producción y otras.

El tiempo del ciclo de mantenimiento (T) según la tabla 2.2 es de 32.400 a 36.000 horas, pero como la prensa no tiene una explotación intensiva, se toma el menor valor. Por lo que el tiempo entre dos servicios de mantenimiento $t_s = 900$ horas y el tiempo entre dos reparaciones $t_r = 3.600$ horas. La estructura del ciclo se puede observar en la figura 3.3.

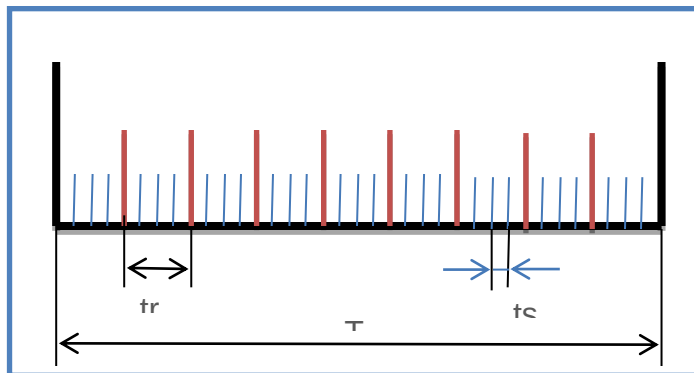


Figura 3.3- Estructura del ciclo de la prensa modelo $\Pi y-15$.

Propuesta de los trabajos a realizar en cada uno de las operaciones de mantenimiento:

Trabajos periódicos.

Los trabajos periódicos se hacen cada determinado tiempo según un plan preventivo elaborado. Estos trabajos son:

1. Limpieza de la prensa (motores eléctricos y partes de la misma). Para realizar la limpieza de los mecanismos del equipo se efectúa el desmontaje de los mismos si es necesario, quitándole el polvo y otras partículas que se hayan introducido en el periodo de trabajo.
2. Lubricación de la transmisión mecánica (corona sin fin y tornillo) y de las partes de la prensa que sea necesario para su conservación.
3. Comprobación de la precisión de las holguras de las partes mecánicas que poseen ajuste y de la precisión de la medición de las celdas de carga.

Revisión.

La revisión se realiza entre una reparación y otra, según el plan correspondiente al equipo. Su propósito es comprobar el estado del equipo y determinar los preparativos que hay que hacer para la próxima reparación. La revisión aunque similar al servicio

diario del equipo no es igual a éste, ya que gracias a ella se puede determinar el volumen de trabajo necesario para la reparación del equipo. Además la revisión no se hace diariamente, como el servicio diario del equipo, sino periódicamente según el plan.

Los trabajos que van a realizarse durante la revisión son:

1. Comprobación del estado de los mecanismos de transmisión, corona y tornillo sin fin, transmisión por polea.
2. Comprobación del calentamiento no excesivo del motor, así como de la transmisión mecánica.
3. Comprobación de las holguras entre el soporte del brazo inferior y las barras roscadas, de la transmisión mecánica y regulación de los mecanismos.
4. Revisión de los cojinetes de la máquina eléctrica. El sobrecalentamiento de estos en estado de trabajo no debe superar los 80 °C. El ruido de los cojinetes debe ser uniforme.
5. Revisiones del colector de la máquina eléctrica, si se encuentra sucio frótelo con trapo limpio no hilachoso poco impregnado en alcohol. Si la superficie del colector tiene quemadura, límpiela con papel de lija fino puesto en un taco de madera. El ancho del papel será igual al largo del colector. Si por medio del pulido no se obtiene la superficie requerida, se torneará y pulirá el colector.
6. Comprobación de la exactitud de la celda de carga.

En algunos casos la revisión se realiza con la separación parcial y limpieza de algunos mecanismos.

Reparación pequeña.

Debido al mínimo volumen de trabajo que durante ella se realiza, es un tipo de reparación preventiva; es una reparación para prevenir posibles defectos del equipo. Durante la reparación pequeña, mediante la sustitución o la reparación de una cantidad de piezas y con la regulación de los mecanismos se garantiza la explotación normal de la máquina hasta la reparación siguiente.

Durante la misma se cambia o se reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio es igual o menor que el período de tiempo entre esta reparación y la próxima. Durante la reparación pequeña la máquina no funciona y se realizan los siguientes trabajos:

1. Desmontaje parcial de la prensa.
2. Limpieza de cada uno de los componentes de la máquina.
3. Comprobación de las holguras entre los árbol y cojinetes; sustitución de los cojinetes desgastados. Escrepado, ajuste y regulación de los cojinetes.
4. Sustitución de las ruedas dentadas con dientes rotos o reparación de las ruedas si es posible. Así como de las poleas.
5. Sustitución de los elementos de fijación rotos o desgastados.
6. Sustitución de las tuercas desgastadas de los tornillos principales y reparación de las roscas de los mismos.
7. Comprobación de los mecanismos de control y corrección de los defectos localizados.
8. Comprobar la situación de calzos anti vibratorios, si están podridos recuperarlos o cambiarlos.
9. Calibración de la celda de carga.
10. Pintura de las partes corroídas de la prensa.
11. Cambio de cojinete de la máquina eléctrica, al revelar el sobrecalentamiento inadmisibles o ruido irregular, usando un extractor. El cojinete nuevo será limpiado de la grasa de conservación, se calentará uniforme (a temperatura entre 80 y 90 °C). Se encajará el cojinete calentado en el eje a ligeros golpes de un martillo.
12. Se chequeará el nivel de aislamiento de los devanados de la máquina eléctrica.
13. Revisión de la superficie del colector de la máquina eléctrica, el funcionamiento normal será lisa, bien pulida y tendrá color rojizo con matiz violeta. Si debido al desgaste del colector la superficie del cobre resultó al ras del aislamiento de macanita entre delgas, se rebajará el aislamiento a profundidad de (1 a 1,5) mm.
14. Determinación de las piezas que exigen su situación durante la próxima reparación.
15. Prueba del equipo en marcha sin carga, comprobación del ruido, vibración y del calentamiento.

Reparación mediana.

Es la reparación durante la cual se realiza una cantidad de trabajo mayor que durante la reparación pequeña. Durante ella el equipo se desmonta parcialmente y mediante la reparación o sustitución de las piezas en mal estado se garantiza la precisión necesaria, potencia y productividad de la máquina.

Durante la reparación mediana se sustituyen o reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio es igual o menor que en el periodo de tiempo que media entre esta reparación y la próxima o cuyo plazo de servicio es igual o menor que el periodo que media entre las reparaciones medianas. El volumen de la reparación mediana es un 60 % de la reparación general.

El MPP tiene gran importancia ya que tiende a eliminar las averías y mantiene siempre los equipos en condiciones favorables para su explotación. Durante la reparación mediana la máquina no funciona y se realizan los siguientes trabajos:

1. Todos los previstos para la reparación pequeña.
2. Desmontaje y revisión de los mecanismos de la transmisión por polea, corana y tornillo sin fin. Sustitución de ellos si poseen problemas.
3. Sustitución de los elementos desgastados, generalmente las tuercas y los tornillos.
4. Medir ejes, comprobar holguras y realizar el alineamiento.
5. Revisar componentes eléctricos del panel y sustitución de los que se encuentre en mal estado.
6. Las escobillas gastadas serán cambiadas inmediatamente por nuevas. Las dimensiones y la marca de las escobillas, el valor de la presión sobre estas corresponderá a los datos indicados en el certificado. La presión específica sobre la escobilla será de (250 a 350) g. en los límites de toda la altura de trabajo.

El valor del voltaje de alta tensión, en esta etapa, irá disminuyendo de etapa en etapa hasta alcanzar el valor mínimo permitido, en correspondencia con la norma para el devanado en su conjunto.

7. Cambio de los rodamientos del motor si se encuentra en mal estado. Antes de terminar el arme se engrasarán los cojinetes. Después del ensamble se hace girar el inducido de (2 a 3) min y luego por 5 min de marcha en vacío con una tensión

rebajada. Para comprobar la calidad de montaje de los cojinetes se pone la máquina en marcha en vacío de (5 a 10) min a frecuencia nominal de rotación.

8. Pintura de partes componentes de la prensa.

9. Hacer listado de observaciones para la próxima reparación.

Reparación general.

Es la reparación planificada de máximo volumen de trabajo, durante el cual se realiza el desmontaje total del equipo, la sustitución o reparación de todas las piezas y todos los mecanismos desgastados, así como la reparación de todas las piezas básicas del equipo. Mediante la reparación general se garantiza la fiabilidad, potencia, y productividad de los equipos.

Durante la reparación general se realizan los siguientes trabajos:

1. Todos los previstos para la reparación media.
2. Desmontaje total del equipo.
3. Rectificación o escrepado de todas las superficies de los rodamientos.
4. Comprobación de la celda de carga y la señal del convertidor análogo digital.
5. Comprobación y corrección de todos los defectos del equipo.
6. Se sustituyen todas las piezas intercambiables de repuesto que posee la prensa.
7. Pintura de toda la prensa.
8. Sustitución de los componentes eléctricos en mal estado del variador de velocidad.

Reparación imprevista: la reparación imprevista es la que se efectúan cuando ocurre alguna avería, es necesaria realizarla después que ocurre una avería, depende de la magnitud de la misma y puede tener la extensión de una reparación pequeña, mediana o general y en estos pasos pueden ser necesaria la reposición de la máquina.

Las fundamentales causas que originan estas averías son:

1. Mala lubricación
2. Sobrecarga de la máquina.
3. Defectos de operación y tecnológicos.
4. Ciclo de reparación inadecuado.
5. Mala calidad de la reparación anterior.

Las averías deben de ser investigadas a los efectos de determinar sus causas y tomar medidas tendientes a evitar su reparación en el futuro.

3.6. Valoración técnica-económica

La valoración técnica-económica de este trabajo se realiza por el método de pre estimación que es una de las formas de cálculo económico para estimar los costos. Este es un método bastante utilizado que permite realizar un análisis económico necesario y suficiente, mostrando la viabilidad o factibilidad económica del trabajo realizado, permitiendo tomar decisiones acerca de la ejecución del proyecto.

Primeramente se necesita hacer una lista de los componentes y elementos a utilizar para la construcción del circuito (que sería el presupuesto básico) incluyendo en esta cantidad, costo por unidad y costo total. A continuación se muestra la tabla 3.11 con la lista de los componentes utilizados en la construcción del circuito de mando.

Como todos sabemos los precios en el mercado mundial varían constantemente aunque sean en valores relativamente pequeños. Teniendo en cuenta que el circuito está construido y montado, además de construido varias piezas para el dispositivo de unión de la celda de carga y el brazo, es necesario hacer la valoración del costo total del trabajo.

Tabla 3.11- Costo de los elemento utilizados en la construcción del circuito eléctrico.

Elementos	Cantidad	Costo unitario (CUC)	Costo total (CUC)
LM358N (AO)	1	1,75	1,75
Resistencia 1k Ω	2	0,03	0,06
Resistencia 3k Ω	3	0,12	0,36
Resistencia 10 k Ω	3	0,07	0,21
Resistencia 10 Ω	1	0,03	0,03
Resistencia variable 50 k Ω	1	0,90	0,9
Resistencia variable 5 k Ω	1	1,60	1,6
Resistencia 500 Ω	2	0,06	0,12
Resistencia 47 k Ω	1	0,09	0,09
Resistencia 115 k Ω	1	0,09	0,09
Transistor BC547 (pnp)	1	1,20	1,20
Transistor BC548 (npn)	2	1,20	2,40
Condensador 100 nF	1	0,27	0,27
Condensador 10 μ F	1	0,20	0,20
Condensador 470 μ f	1	0,42	0,42
Condensador 220 μ f	1	0,25	0,25

Condensador 4,7 μ f	2	0,27	0,54
Condensador 100 mf	1	0,45	0,45
Diodos 1N4007	4	0,45	1,80
Diodos 1N3891	4	0,45	1,80
Puente de diodo	1	0,48	0,48
Regulador de tensión (12V)	1	0,87	0,82
Regulador de tensión (5V)	1	0,82	0,82
Transformador de tensión	2	4,55	9,1
Interruptor auto 16A 3 ϕ	1	16,55	16,55
Interruptor auto 5A 2 ϕ	1	4,65	4,65
Tiristor de pot, SKKT 27/16 E	3	1,85	5,55
Contactador magnético	1	22,00	22,00
Relé de bornera	1	16,74	16,74
Voltímetro	1	22,35	22,35
Amperímetro	1	17,32	17,32
Interruptor de 16 A 3 ϕ	1	16,41	16,41
Botonera	1	56,76	56,76
Tornillos M3	4	0,12	0,240
Tornillo M5	10	0,145	1,45
Caja de PVC	1	17,67	17,67
		Total	181,52

Con la tabla anterior solo se puede tener el criterio de la inversión en cuanto a componentes, es necesario conocer también los costos por salario, es decir, conocer cuánto se debe pagar por concepto del trabajo realizado a los operarios. Los trabajadores que participaron en el montaje del circuito y del panel eléctrico en el laboratorio pueden ser observados en la tabla 3.12.

Tabla 3.12- Costo de salario utilizados en la modernización de la prensa.

Operarios	Tarifa horaria CUP	Cantidad	Total
Técnico eléctrico	2,75	24	66
Ingeniero eléctrico	3,15	16	50,4
Mecánico	2,68	8	21,44
Ingeniero mecánico	3,15	8	25,2
		Tota	163,04

En el montaje de la celda de carga en la prensa modelo Π Y-15 es necesario la construcción de un dispositivo construido por tres piezas, el costo de las mismas puede ser observado en las tablas 3.9 a la 3.13.

Tabla 3.13- Costo de la fabricación del tuerca para la fijación de la celda de carga.

Tipo de material	Precio (CUC*kg)	Peso del semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
------------------	-----------------	----------------------------	---------------

Acero AISI 1045	7,98	0,91	7,18
Operario	Tarifas (\$/h)	Tiempo efectivo (h)	Costo (\$*h)
Tornero A	2,71	0,101	0,274
Salario Básico (Sb) =suma de los costos = \$0,274			
Aporte a la seguridad social	Gastos Indirectos		
Ss =0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,301	\$ 1,69		
Salario complementario (Sc)=0,1*Sb= \$ 0,027			
Máquinas	Tiempo trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (kW*h)
Torno	0,101	11	1,111
Torno =0,24*Ec = 0,267	Costo de la energía eléctrica Ce = Ctorno = \$ 0,267		
Costo Total	CT = Sb+Sc+Ss+Ce+Gi= 7,446 CUC + 2,29 CUP		

Tabla 3.14- Costo de la fabricación del entre dos para la fijación de la celda de carga.

Tipo de material	Precio (CUC*kg)	Peso del semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
Acero AISI 1045	7,98	3,53	28,17
Operario	Tarifas (\$/h)	Tiempo efectivo (h)	Costo (\$*h)
Tornero A	2,71	0,135	0,366
Termista A	2,50	1,3	3,25
Salario Básico (Sb) =suma de los costos = \$3,616			
Aporte a la seguridad social	Gastos Indirectos		
Ss =0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,358	\$ 1,69		
Salario complementario (Sc)=0,1*Sb= \$ 0,362			
Máquinas	Tiempo trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (kW*h)
Torno	0,135	11	1,485
Horno	1,3	18	23,4
Torno =0,24*Ec = 0,267 Horno = 0,24*Ec = 5,616	Costo de la energía eléctrica Ce = Ctorno + Chorno = \$ 5,883		
Costo Total	CT = Sb+Sc+Ss+Ce+Gi= 34,053 CUC + 6,02 CUP		

Tabla 3.15- Costo de la fabricación del platillo para la fijación de la celda de carga.

Tipo de material	Precio (CUC*kg)	Peso del semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
Acero AISI 316	15,495	3,47	53,72
Operario	Tarifas (\$/h)	Tiempo efectivo (h)	Costo (\$*h)
Tornero A	2,71	0,239	0,648
Mecanico de taller A	2,99	0,184	0,547
Salario Básico (Sb) =suma de los costos = \$1,195			
Aporte a la seguridad social	Gastos Indirectos		
Ss =0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,118	\$ 1,72		
Salario complementario (Sc)=0,1*Sb= \$ 0,1195			
Máquinas	Tiempo trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (kW*h)
Torno	0.239	11	2.629

Taladro	0,184	4	0,736
Torno = $0,24 \cdot Ec = 0,631$ Horno = $0,24 \cdot Ec = 0,177$	Costo de la energía eléctrica $Ce = Ctorno + Chorno = \$ 0,808$		
Costo Total	CT = $Sb + Sc + Ss + Ce + Gi = 54,528CUC + 3,153 CUP$		

Fabricar las tres piezas para la adaptación de la celda de carga en la prensa cuesta 96,027 CUC y 11,463 CUP.

Independientemente de las piezas fabricadas se realizó un mantenimiento especializado a la máquina, incurriéndose en los gastos siguientes que aparecen en la tabla 3.16.

Tabla 3.16- Costo de los elemento utilizados en mantenimiento de la prensa.

Elementos	U/M	Cantidad	Costo unitario (CUC)	Costo total (CUC)	Costo total (CUP)
Pintura Debox	L	1	5,79	5,79	
Lija	U	2	0,54	1,08	
Espray lubricante	U	1	5,09	5,09	
Espray teneclin	U	1	5,36	5,36	
Correa	U	1			40
Teipe goma	U	1	6,57	6,57	
Bridas chiquita	U	12	0,016	0,192	
Bridas mediana	U	12	0,082	0,984	
Tornillos M 8	U	2	0,174	0,348	
Tornillos M 10	U	4	0,201	0,804	
			Total	26,218	40

Por lo que este costo de la modernización de la prensa asciende a un monto total de 303,765 CUC y 214,504 CUP.

Adquirir una nueva prensa en el mercado internacional con características similares costaría actualmente 34 711,21 USD, que el Instituto Superior Minero Metalúrgico se ha ahorrado por concepto de importación para resolver los problemas de la docencia y las investigaciones de los estudiantes y profesores.

3.7- Impacto medio ambiental

En el proceso de la actividad productiva, el hombre actúa como un factor decisivo, provocando cambios considerables en la naturaleza y alteraciones en la estructura balanceada del intercambio de sustancias en los ecosistemas naturales.

El impacto que produce al medio ambiente los procesos tecnológicos de fabricación que se ejecutan en las grandes y pequeñas industrias, así como, en talleres estatales y particulares, en muchos casos no es perceptible para el hombre común, y a veces no lo es ni para aquel que trabaja en los mismos, a pesar del trabajo de divulgación que se hace de los problemas medioambientales que éstos generan y las causas que los ocasionan.

Hoy la mayoría de los obreros calificados y técnicos medio, que laboran en los establecimientos fabriles, son graduados en las instituciones de la Educación Técnica y Profesional. Por tanto, le corresponde a nuestro subsistema, jugar un papel decisivo en la formación de generaciones con una conciencia ambiental que propicie acciones que contribuyan al mejoramiento del entorno y es en la escuela y a través de la clase, como célula básica del proceso docente educativo, la vía fundamental para lograr cambios en ese sentido.

Durante el proceso de maquinado se produce gran cantidad de desechos sólidos, estos desechos en forma de virutas al ser depositados en un lugar específico alteran el equilibrio de ese pequeño ecosistema, ya que en su composición poseen elementos que pueden ser lixiviables, bajo la acción de las temperaturas altas y las lluvias, pasan a las aguas subterráneas contaminándolas. Además en el taller se consume una gran cantidad de energía eléctrica, la cual se toma de la red nacional convirtiéndose en gasto de combustible y contaminación atmosférica debido al proceso de combustión para generar energía.

Tenemos que tener presente que estas máquinas utilizan aceites que no deben de ser vertidos en el suelo, porque tardan mucho tiempo en ser degradados y por lo tanto constituyen una fuente de contaminación a largo plazo contra los suelos y cualquier ser vivo con los que entren en contacto.

Podemos asegurar que el ruido es la forma de contaminación más frecuente y subestimada. En los talleres no existen los medios protectores contra éste, el cual provoca al operario males como la interferencia en la comunicación y esfuerzo en la

emisión de la voz, pérdida de audición, perturbación del sueño, estrés, irritación, cansancio físico, dolores de cabeza, tensión muscular, mareos y náuseas.

3.8- Conclusiones parciales del capítulo

- El material seleccionado para la construcción del entre dos del dispositivo de la prensa es el material AISI 1045.
- Se establecieron las tecnologías de fabricación del dispositivo para la fijación de la celda de carga (entre dos, turca y platillo), con sus distintos regímenes de corte y tratamiento térmico.
- Se creó un regulador de velocidad para regular y controlar la rotación del motor de corriente directa de la prensa.
- Por lo que éste costo de la modernización de la prensa asciende a un monto total de 303,765 CUC y 214,504 CUP.

Conclusiones generales

- En las fuentes bibliográficas consultadas existe diversidad de criterios sobre el fenómeno de tracción de los materiales, en los cuales se caracteriza el proceso y se propone dimensiones para la construcción de probetas.
- Se desarrolló el proceso tecnológico de maquinado para la obtención de las cartas tecnológicas de la tuerca, el entre dos y el platillo, para su posterior fabricación.
- El material para la construcción del entre dos que soporta el brazo con la celda de carga se construyó de AISI 1045 templado térmicamente, lo que posibilita hacer ensayos de tracción de materiales no metálicos y de acero de bajo contenido de carbono.
- Se construyó un variador de velocidad a base de resistencia para regular el motor de corriente directa de la prensa.
- El costo total de los trabajos de la modernización de la prensa asciende a un monto total de 303,765 CUC y 214,504 CUP. Ahorrándole al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 34 711,21 USD por concepto de adquisición de una nueva prensa.

Recomendaciones

- 1- Hacer las gestiones con metrología provincial para la comprobación de las mediciones de la prensa.
- 2- No violar los nuevos parámetros de explotación de la prensa, ya que ella fue diseñada para traccionar materiales no ferrosos.
- 3- Adquirir por parte del laboratorio un cable con conexión RS232 para conectar el convertidor análogo digital con pantalla LCD a la computadora.
- 4- Para fijar los valores de la fuerza en el convertidor análogo digital con pantalla LCD se debe programar el software en la computadora.

Bibliografía

1. Alvarez, E; G, M. Máquina para el estudio del desgaste abrasivo en pares tribológicos. Construcción de Maquinaria. UCLV. Año 20. N 2. Mayo-Agosto. 1995. p 69-76.
2. Badiola, V. Materiales Departamento. Ingeniería Mecánica, Energética y de Materiales, Diseño de Máquinas I, 2004, España.
3. Callister, W. Materials Science and Engineering. An Introduction. Fifth Edition. Department of Metallurgical Engineering. University of Utah. John Wiley & Sons, Inc., 1999. 8195 pp. ISBN 0-471-32013-7.
4. Casillas, A. L. *Cálculos de Taller*. Editorial Científico Técnica, Ciudad de la Habana, Cuba, 1989.
5. Cutiño Blando, Y. Recuperación del torno 16D20 del taller de máquinas herramienta del ISMMM. *Instituto Superior Minero Metalúrgico*, Facultad de metalurgia electromecánica, Moa, 2012.
6. Del Toro Fonseca, N. Modificación de las actividades de mantenimiento del turbogenerador No. 11 de la empresa “Comandante René Ramos Latour”. *Instituto Superior Minero Metalúrgico*, Facultad de metalurgia electromecánica, Moa, 2012.
7. Dobrovolski, V. y Zablonski, K. Elementos de Máquinas. Editorial MIR. Moscú. URSS. Tercera Edición. 1980.
8. Domínguez Ferrer, Eduardo: *Teoría del corte de los metales*. Editorial Pueblo y educación, ciudad de la Habana, 1987.
9. Duffuaa, S; Raouf, A y Dixon, J. Sistemas de mantenimiento: planeación y control. México. Editorial Limusa Wiley, 2005.
10. Fedosiev V. Resistencia de materiales. Editorial MIR, Moscú, 1985.
11. Fernández Columbié, Tomás; Rodríguez González, Isnel; Alcántara Borges, Dayanis. *Proceso de maquinado con arranque de virutas*, Moa 2004.
12. Fernández Columbié, Tomás e Et al. *Proceso Metalúrgico y Tecnológico de la soldadura*. *Instituto Superior Minero Metalúrgico*, Moa, 2007.
13. <File:///E:/nuevo/force%20sensor%20which%20can%20be%20used%20for%20testing%20machine.maff>, Disponible el día 24 de abril del 2015.

14. Frómeta, Julio y Kovtun, Eugenio. *Reparación de las Piezas Típicas de las Máquinas Herramientas*. Editorial Científico – Técnica, Primera Edición, La Habana, Cuba, 1982.
15. Gerling, H. *Alrededor de las máquinas herramientas*. Editorial Reverté S.A., Barcelona, 1987.
16. Ivatsevich, Y; Denischenco, M.; Quesada Estrada, A.; Vázquez, R.; Fuentes, J. *Datos de los Certificados Técnicos de las Máquinas Herramientas. Guía Metodológica*. Instituto Superior Técnico de Holguín, Facultad de Ingeniería, Departamento de TCM, 1988.
17. Kalpakjian, S. y Schmid, S. “Manufactura, ingeniería y tecnología” Pearson Educación. ISBN: 970-26-0137-1 Versión en español de la obra “Manufacturing Engineering and Technology, Fourth Edition”, 2002.
18. Key To Steel. Fracture Toughness. Key to Steel Web Site. 2005. Disponible en la World Wide Web en <http://www.key-to-steel.com>
19. Pero-Sanz, J.A. “Ciencia de los materiales. Metalurgia Física: Estructura y Propiedades”, Editorial DUSAT SA, 1999. España.
20. Piñeiro Cisneros, A. Obtención de la curva tenso-deformacional del Acero AISI-1045 endurecido por Deformación Plástica Superficial con rodillo. *Instituto Superior Minero Metalúrgico*, Facultad de metalurgia electromecánica, Moa, 2009.
21. *Manual del tecnólogo para el corte de metales en frío*. SIME. La Habana, 1981.
22. Martínez Pérez, F. y Gordon Cintra, J. Teoría y tecnología del tratamiento térmico. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 1985.
23. Martínez, F.; Domínguez, G. y Hernández, F. *Tecnología de los Metales II*. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, Cuba, 1985.
24. Martínez Pérez, F., & Gordon Cintra, J. (1990). *Teoría y tecnología del tratamiento térmico*. Ciudad de la Habana: Pueblo y Educación.
25. Navarrete Pérez, Enrique. *Mantenimiento Industrial*. Tomo I, II, III. Editorial ISPJAE, La Habana, 1986.

26. Nikolev, A. Máquinas Herramientas. Editorial pueblo y educación, La Habana, Cuba, 1980.
27. Normas Cubanas vigentes NC 02-01-04, NC 01-02-01, NC 02-03-02, NC 02-03-03, NC 02-03-01, NC 02-03-02, NC 02-03-07, NC 02-04-04.
28. Quesada Estrada, A.; Ivatsevich, Y; Gutiérrez, J. *Métodos de cálculo de las normas de tiempo de los procesos tecnológicos*. Guía Metodológica. Instituto Superior Técnico de Holguín, Facultad de Ingeniería, 1988.
29. Rechetov, D. Elemento de Máquina. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Segunda reimpresión 1990.
30. Sandvik coromant. Herramientas para torneear. Editorial Stibo Graphic, Dinamarca, 2000.
31. Stiopin, P. *Resistencia de Materiales*. Editorial MIR, Moscú, 1985.

Anexos 1

❖ Características técnicas del torno universal de cilindrar y roscar modelo 16K20.

1. Distancias entre puntos: 1000 / 1330 mm.
2. Altura de los puntos: 215 mm.
3. Diámetro máximo de la pieza a trabajar: 400 mm.
4. Diámetro máximo de la pieza a trabajar sobre el carro transversal: 220 mm.
5. Diámetro máximo de la barra que pasa por el husillo: 50 mm
6. Peso máximo de la pieza que se instala en los puntos: 650 / 900 Kg.
7. Peso máximo de la pieza que se instala en el plato: 200 kg.
8. Límite de los pasos de rosca que se tallan.
 - Métricas de modulo: 0,5 - 122 mm
 - Whitworth de pitch (espiras por pulgadas): 56 – 0,5
9. Gama de los números de revoluciones (r.p.m): 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.
10. Gama de los avances longitudinales (mm/rev): 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,025; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4.
11. Desplazamiento máximo del carro porta cuchillas del soporte mecánico: 140 mm
12. Gama de los avances transversales mm/rev: 1/2 de los longitudinales
13. Longitud máxima del torneado: 935/1335 mm
14. Valor de las carreras aceleradas mm/min.
 - Longitudinales: 3800
 - Transversales: 1900
15. Dimensiones máximas del cuerpo de la cuchilla (ancho por alto): 25 x 25 mm.
16. Longitud máxima del desplazamiento transversal (tolerable): 300 mm.
17. Valor de una división del limbo, en mm.
 - Longitudinal: 1,0.
 - Transversal: 0,5 por el diámetro de la pieza.
18. Potencia del electromotor del accionamiento principal: 11 kW.

Anexos 2

Características técnicas de la taladradora vertical modelo 2H135.

1. Diámetro máximo de los orificios que se labran de acero: 35 mm
2. Potencia del motor: 4,5 kW.
3. Rendimiento de la taladradora: 0,8 %.
4. Frecuencia de rotación del husillo en r.p.m: 31,5; 45; 63; 90; 125 180; 250; 355; 500; 710; 1 000; 1 400.
5. Avances en mm/rev: 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,16.
6. Máxima fuerza axial admisible por el mecanismo de avance de la taladradora: 1 500 kgf (En S.I 15 000 N).
7. Cono en el husillo: Morse 5.
8. Distancia del husillo a la mesa: 750 mm.
9. Potencia del motor eléctrico: 4,0 kW.
10. Dimensiones exteriores de la máquina:
 - Longitudinal: 1245 mm.
 - Ancho: 830 mm.
 - Altura: 2690 mm.
11. Peso de la Maquina: 1450 kg.

Anexo 3



Figura 1. Prensa automatizada con los accesorios contruidos.

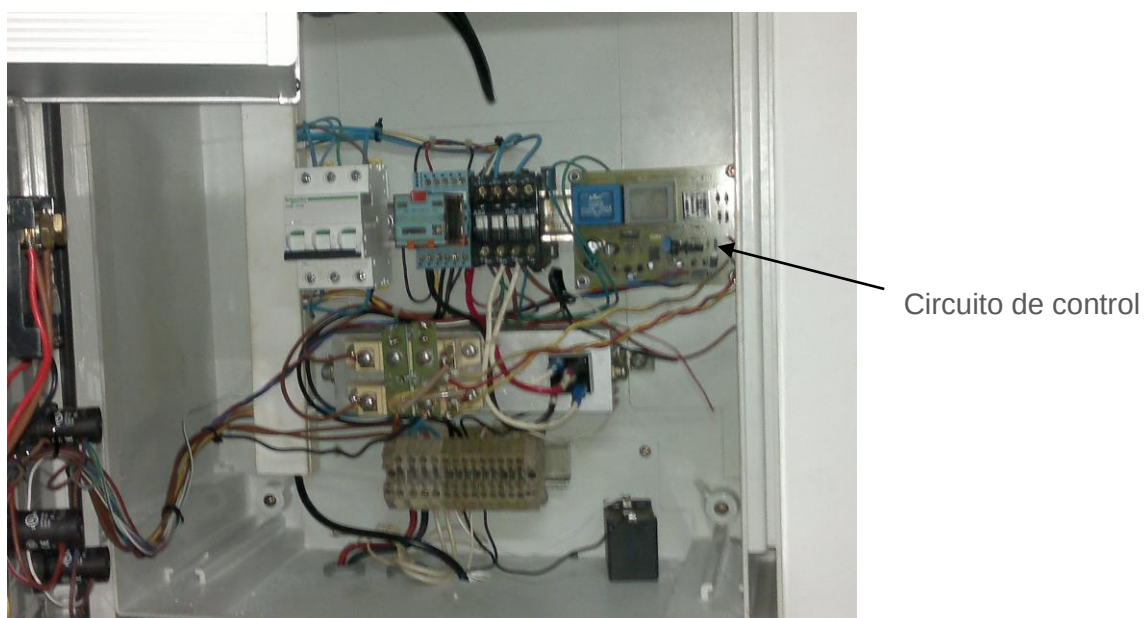


Figura 2. Caja de PVC con los componentes eléctricos (variador de velocidad).

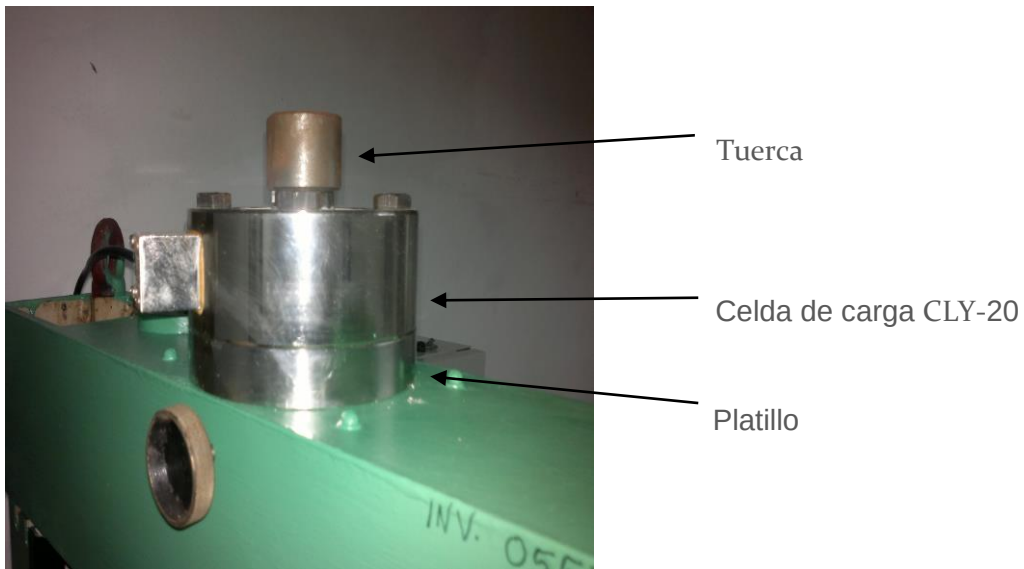


Figura 3. Celda de carga montada con el dispositivo construido.



Figura 4. Dispositivo para la unión de la celda de carga a la Prensa.

