

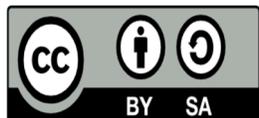
Silva, Carlos D.

Diseño y desarrollo de un banco didáctico de electromecánica

2021

Instituto: Ingeniería y Agronomía

Carrera: Ingeniería en Electromecánica



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución – Compartir igual 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Silva, C.D. (2021) *Diseño y desarrollo de un banco didáctico de electromecánica* [Informe de la práctica Profesional Supervisada] Universidad Nacional Arturo Jauretche

Disponible en RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital UNAJ <https://biblioteca.unaj.edu.ar/rid-unaj-repositorio-institucional-digital-unaj>

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN BANCO DIDACTICO DE ELECTROMECHANICA

Práctica Profesional Supervisada



Carlos D. Silva
Legajo: 7992

Universidad Nacional Arturo Jauretche
Instituto de Ingeniería y Agronomía

CONTENIDO

Datos Generales.....	3
Datos Generales	3
Plazo Y Condiciones De Entrega	4
Planteamiento Del Problema.....	4
Introducción	4
Objetivos.....	5
Alcance	5
Marco Teórico.....	5
El Banco Didáctico	5
Motor Eléctrico.....	6
Motor Asíncrono.....	6
Sistemas de Arranque	13
Alternador.....	19
Aparatación Eléctrica	19
Dispositivos de Maniobra.....	19
Dispositivos de Protección	35
Desarrollo De La Práctica.....	37
Antecedentes.....	39
Diseño Del Banco.....	41
Mesa.....	43
Modulo Eléctrico	44
Modulo Motores	50
Tratamiento superficial y terminación.....	56
Inventario de equipos y accesorios	56
Evaluación económica	64
Verificación Estructural	64
Cálculos.....	65
Cargas máximas admisibles.....	65
Datos necesarios para las protecciones.....	68
Transmisión	69
Componentes Eléctricos.....	78
Componentes mecánicos	83
Planos	86
Manual de armado	86
Manual de mantenimiento.....	86
Conclusión	87
Bibliografía	88
Anexos	90

DATOS GENERALES

DATOS GENERALES

Carrera: *Ingeniería electromecánica.*

Materia: *Práctica profesional supervisada.*

Coordinador de carrera: *Guillermo Bauer.*

Tutor organizacional: *Gonzalo Allona.*

Estudiante: *Carlos Daniel Silva.*

Legajo: 7992.

E-mail: *silvacarlosdaniel.27@gmail.com.*

Cantidad de materias aprobadas: 43/45.

Entidad Receptora: *Universidad Nacional Arturo Jauretche.*

PLAZO Y CONDICIONES DE ENTREGA

El plazo requerido para la elaboración del presente proyecto se encuentra reflejado en la Tabla 1.

Tabla 1

Cronograma de trabajo

Tareas	Tiempo en Horas	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
		Investigación	30	■	■	■																		
Desarrollo de conceptos básicos	10				■																			
Diseño del sistema	30					■	■	■																
Presentación de Avances 1	-									■														
Croquis de Componentes	15									■	■													
Diseño en CAD y ensayos necesarios	60										■	■	■	■	■	■	■							
Presentación de Avances 2	-																	■						
Confección de planos	30																		■	■	■			
Evaluación de costos	15																					■	■	
Recopilación de información y	10																							■

Nota: Tiempo requerido para la elaboración de cada parte del proyecto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

INTRODUCCIÓN

Muchas veces la educación pública carece, de la capacidad de acceder a instrumentos didácticos para la docencia con tecnologías actuales, y esto puede ser debido al elevado costo que esto conlleva. Lamentablemente esta carencia repercute en los estudiantes, que ven perjudicado su aprendizaje al no poder realizar prácticas que harán afianzar el conocimiento teórico. Así es que, el conocimiento práctico se vuelve algo sumamente difícil de obtener durante el transcurso de la vida académica del estudiante, el cual muchas veces, termina por no comprender algunos fenómenos que solo se hacen presentes en la práctica.

Por este motivo las herramientas didácticas constituyen un material de apoyo fundamental para la labor docente, ya que facilitan la enseñanza y otorgan a los alumnos el conocimiento práctico necesario, como forma de herramienta para desarrollarse en el mundo laboral.

OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto son:

- El diseño de un banco didáctico de electromecánica que sea capaz de cumplir con los requerimientos mínimos para la enseñanza de materias de índole técnico, como por ejemplo en materias del tipo Dispositivos en instalaciones eléctricas, Máquinas eléctricas, etc... Dotando a los alumnos de una visión más cercana del funcionamiento y uso de los dispositivos electromecánicos más comunes.
- El desarrollo de manuales de ensamblaje y de mantenimiento para asegurar el funcionamiento en óptimas condiciones del banco.

ALCANCE

Este proyecto está delimitado hasta la entrega de los documentos de ingeniería para hacer posible la construcción del módulo en cualquier establecimiento. Y contara con:

- Lista de materiales.
- Planos dimensionales de los componentes a construirse.
- Evaluación económica.
- Un manual de ensamblaje.
- Un manual de mantenimiento.

MARCO TEÓRICO

EL BANCO DIDÁCTICO

Los bancos didácticos tienen como objetivo facilitar el aprendizaje a los estudiantes. Estos sistemas están compuestos por varios aparatos que, dependiendo del uso que se requiera, pueden o no ser intercambiables. En particular, el banco didáctico para electromecánica presenta una gama de aparatos electromecánicos para que los alumnos puedan comprender su funcionamiento y agregar valor a lo visto teóricamente. Estos bancos están compuestos comúnmente por elementos de protección, elementos de maniobra y alguna maquina eléctrica, normalmente un motor eléctrico.

MOTOR ELÉCTRICO

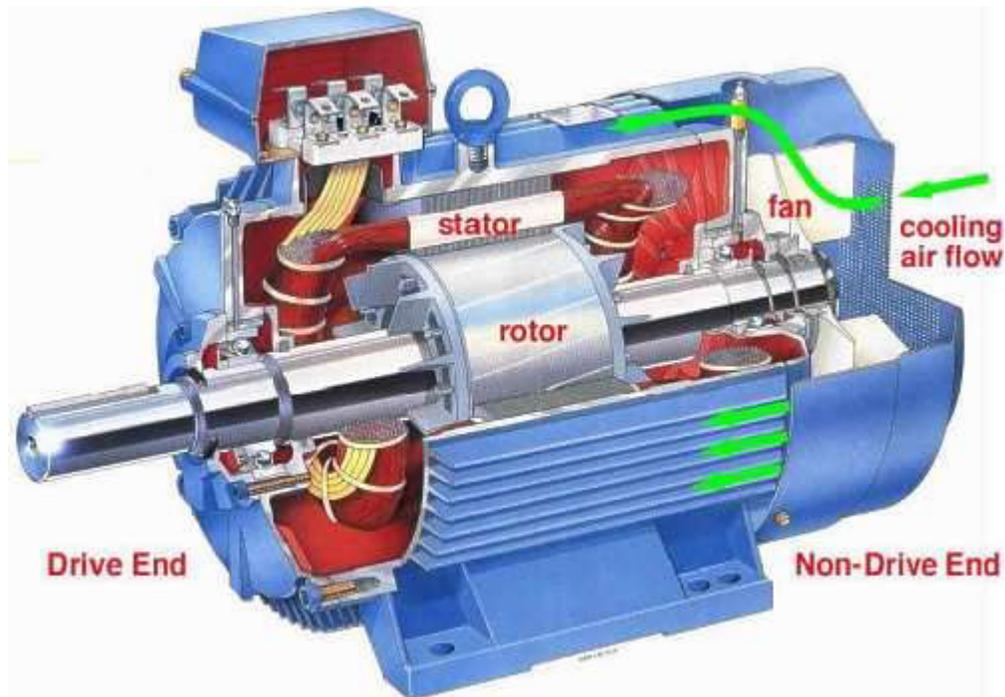
El motor eléctrico, como generador de energía mecánica, barato, cómodo, no polucionante y fácilmente controlable, revolucionó la industria y la vida diaria de las personas. Son tan abundantes que suelen pasar desapercibidos. En el ámbito doméstico, se usa en el compresor de la heladera o del aire acondicionado, en el exprimidor y la lavadora... Su presencia en la industria y en el mundo de los servicios es evidente y extensa. Hasta los omnipresentes ordenadores usan motores, por ejemplo, en los discos duros.

MOTOR ASINCRÓNICO

Los motores asíncronos (figura 1), alimentados en corriente alterna trifásica, mueven la gran mayoría de las máquinas. Este tipo de motor se impone en casi todas las aplicaciones industriales por su precio, robustez y facilidad de instalación y mantenimiento.

Figura 1

Corte de un motor Asíncrono

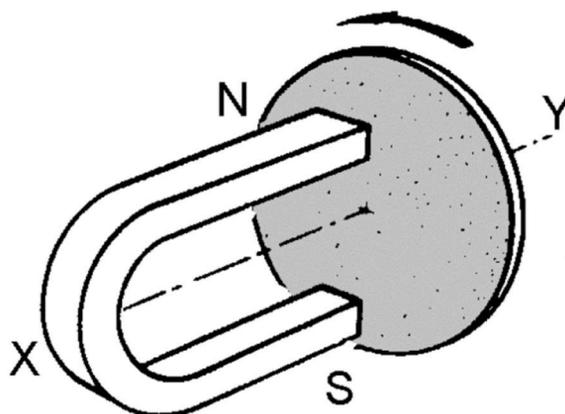


Nota: Tomado de *Mantenimiento de Motores Asíncronos, partes de un motor*. Por Alejandro, 2010, electricidad – viatger (<https://electricidad-viatger.blogspot.com/2010/04/mantenimiento-motores-asincronos.html>).

El principio de funcionamiento de los motores asíncronos está basado en la producción de un campo magnético giratorio. Consideremos un imán permanente NS y un disco de cobre que puedan girar libremente alrededor de un mismo eje XY, como se muestra en la (figura 2).

Figura 2

Disco de cobre con imán permanente



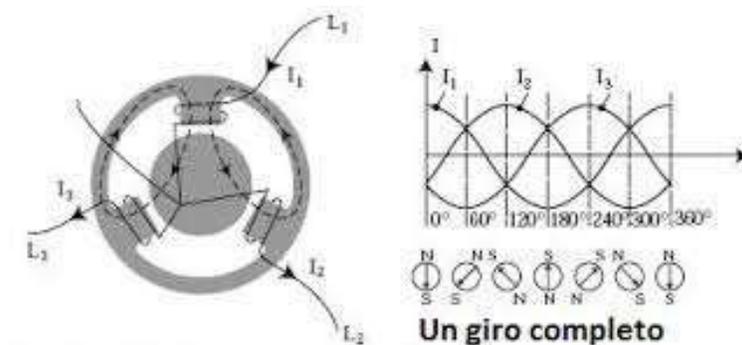
Nota: Adaptado de *Equipo Didáctico para el estudio del Mando, Protección y Regulación de Motores* (p. 35), por José M. Giro, 2003, Schneider Electric.

Cuando el imán, movido por un artificio cualquiera, gira, el campo magnético producido gira igualmente y barre el disco. Este disco, conductor, pero no ferromagnético, es recorrido ahora por corrientes inducidas debidas a la variación de campo a la que está sometido. Estas corrientes inducidas en el disco crean a su vez un campo inducido. Este campo tiende a seguir al campo giratorio creado por el imán, dando un par motor suficiente para vencer el par resistente de su propio rozamiento y provocar la rotación del disco. El sentido de rotación, indicado por la ley de Lenz, tiende a oponerse a la variación del campo magnético que ha dado origen a las corrientes. El disco es pues movido en el sentido del campo giratorio a una velocidad ligeramente inferior a la de éste (deslizamiento). Como la velocidad del disco giratorio es inferior a la del campo giratorio, este tipo de motor se llama 'asíncrono'.

El campo giratorio se genera en tres arrollamientos fijos (figura 3), desfasados a 120° geométricos, recorridos por tres corrientes alternas con un desfase de 120° eléctricos. La composición vectorial de los tres campos alternos forma un campo magnético giratorio de amplitud constante.

Figura 3

Representación de un giro completo del campo magnético



Nota: Adaptado de *Principio del campo magnético rotatorio en maquinas rotativas trifásicas* (p. 2), por onuzem, 2015, Motor Tico

(<http://www.motortico.com/biblioteca/MotorTico/2015%20JUL%20-%20Principio%20del%20Campo%20Magnetic%20Rotatorio%20en%20Maquinas%20Trifasicas.pdf>)

Como se ha dicho, el disco debe de girar a una velocidad algo menor que el campo. Si no existe esta diferencia, no hay inducción, ni rotación ni par. Esta diferencia de velocidad se denomina 'deslizamiento'. El deslizamiento es despreciable con el motor en vacío y aumenta con la carga. Si la carga es excesiva, el rotor pierde velocidad y puede llegar a pararse, lo que provoca un aumento importantísimo de la corriente.

El motor asíncrono de inducción de jaula tiene dos partes fundamentales: el inductor o estator, y el inducido o rotor.

El inductor es el elemento creador de campo y el inducido el elemento de la máquina donde se efectúa propiamente la conversión energética: en los motores, energía eléctrica a mecánica.

El inductor-estator es la parte fija del motor. Está constituido por una carcasa en la que está fijada una corona de chapas de acero de calidad especial provistas de ranuras. Los bobinados, de sección apropiada, están distribuidos en estas últimas y forman un conjunto de devanados que contienen tantos circuitos como fases de la red de alimentación.

El inducido-rotor es la parte móvil del motor. Está situado en el interior del estator y constituido por un conjunto de chapas de acero y conductores que crean el campo electromagnético del rotor y que sigue al del estator.

Si el rotor es de jaula (también llamado en cortocircuito), está formado por unos conductores no ferromagnéticos, oblicuos respecto al eje, en los que se crea la corriente rotórica. Esta corriente, con el conjunto de chapas ferromagnéticas, crea el campo del rotor. La denominación de 'jaula de ardilla' se debe a la forma de este rotor, que recuerda a dicha jaula.

Características eléctricas principales

- Potencia, P (en kW),
- Tensión nominal, U (en v),
- Frecuencia, f (en Hz),
- Intensidad de corriente nominal, I (en A),
- Velocidad de giro nominal, n (en r.p.m.),
- Velocidad de giro nominal de sincronismo, ns (en r.p.m.)
- Rendimiento, η (adimensional),
- Factor de potencia, $\cos \varphi$ (adimensional).

La variación de los parámetros anteriores tiene efectos importantes en el comportamiento del motor. Por ejemplo:

- Aumento o disminución de la tensión:

$$I_2 = \frac{V_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{r_2}{s}\right)^2 + (X_1 + x_2)^2}} \rightarrow s = \frac{r_2}{\sqrt{\left(\frac{V_1}{I_2}\right)^2 - (X_1 + x_2)^2} - R_1}$$

El deslizamiento es:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s}$$

$$\frac{n_s - n}{n_s} = \frac{r_2}{\sqrt{\left(\frac{V_1}{I_2}\right)^2 - (X_1 + x_2)^2 - R_1}}$$

$$n = n_s - \left(\frac{r_2}{\sqrt{\left(\frac{V_1}{I_2}\right)^2 - (X_1 + x_2)^2 - R_1}} \right) * n_s$$

Suponiendo constantes todas las magnitudes características del motor (r_1 , r_2 , x_1 , x_2)

$$n = n_s - \frac{1}{C} ; n \uparrow = n_s - \left(\frac{1}{C \uparrow}\right) \downarrow ; n \downarrow = n_s - \left(\frac{1}{C \downarrow}\right) \uparrow$$

Velocidad: La variación de tensión no modifica la velocidad de rotación del campo giratorio inductor. Pero, en un motor con carga, un aumento de la tensión conlleva una disminución del deslizamiento y como consecuencia un aumento de la velocidad del motor. Este fenómeno está limitado por la saturación de la máquina. Por el contrario, si la tensión de alimentación disminuye, el motor pierde velocidad.

$$T_i = \frac{3}{\omega_s} * \frac{V_1^2 * \frac{r_2}{s}}{\left(R_1 + \frac{r_2}{s}\right)^2 + (X_1 + x_2)^2} ; \text{ con } \omega_s = \frac{\omega_e}{p} \text{ y } \omega_e = 2\pi f$$

Par: El par motor es directamente proporcional al cuadrado de la tensión. Por lo tanto, aumenta cuando la tensión es más elevada e, inversamente, disminuye considerablemente cuando la tensión baja. Si un motor se ha calculado demasiado justo, puede no arrancar o pararse, con el riesgo de autodestrucción, si la disminución de tensión se mantiene.

$$I_{arranque} = \frac{V_1}{\sqrt{(R_1 + r_2)^2 + (X_1 + x_2)^2}} ; \text{ con } s = 1$$

Intensidad de arranque: Varía proporcionalmente a la tensión de alimentación. Si ésta aumenta, la intensidad absorbida en el instante del arranque aumenta. Por el contrario, si la tensión disminuye, la intensidad de arranque disminuye. La intensidad en régimen permanente varía de forma análoga.

Aumento o disminución de frecuencia:

$$n_s = \frac{60f}{p}$$

Con 'p' siendo el número total de pares de polos que tiene el estator

Velocidad: En un motor asíncrono, como hemos visto anteriormente, la velocidad de sincronismo es proporcional a la frecuencia. Esta propiedad se utiliza frecuentemente para hacer funcionar a grandes velocidades los motores especialmente diseñados para una alimentación de, por ejemplo, 400 Hz, (aparatos de laboratorio o quirúrgicos, etc.). Igualmente es posible variar la velocidad variando la frecuencia de la alimentación. Así, por ejemplo, de 6 a 50 Hz (cintas transportadoras, aparatos de elevación, etc.).

$$T_u = \frac{P_s}{\omega_s(1-s)} = \frac{P_s}{\frac{2\pi f}{p}(1-s)}$$

Par: A tensión constante el par es inversamente proporcional a la frecuencia. Si ésta aumenta, el par desarrollado por el motor disminuye. A la inversa, si la frecuencia decrece, el par crece.

Intensidad de arranque: A tensión constante, la intensidad de arranque varía en sentido inverso a la frecuencia. En régimen permanente la intensidad es la misma. Estas variaciones de par y de corriente son generalmente molestas. En la práctica, para evitarlas, se aconseja variar la tensión de alimentación proporcionalmente a la frecuencia. (Rafael S. Navarro, 1997).

SISTEMAS DE ARRANQUE

Al conectar un motor trifásico de jaula, éste absorbe una gran intensidad de la red y puede, sobre todo si la sección de la línea de alimentación es insuficiente, provocar una caída de tensión susceptible de afectar a otros abonados o a otros receptores de la misma instalación.

Para evitar y limitar estos inconvenientes, la normativa obliga a usar sistemas de arranque con los que se limite la corriente de arranque.

- Arranque directo,
- Arranque estrella-triángulo,
- Arranque con autotransformador,
- Arranque con arrancador-ralentizador electrónico,
- Arranque y regulación con variador de velocidad electrónico.

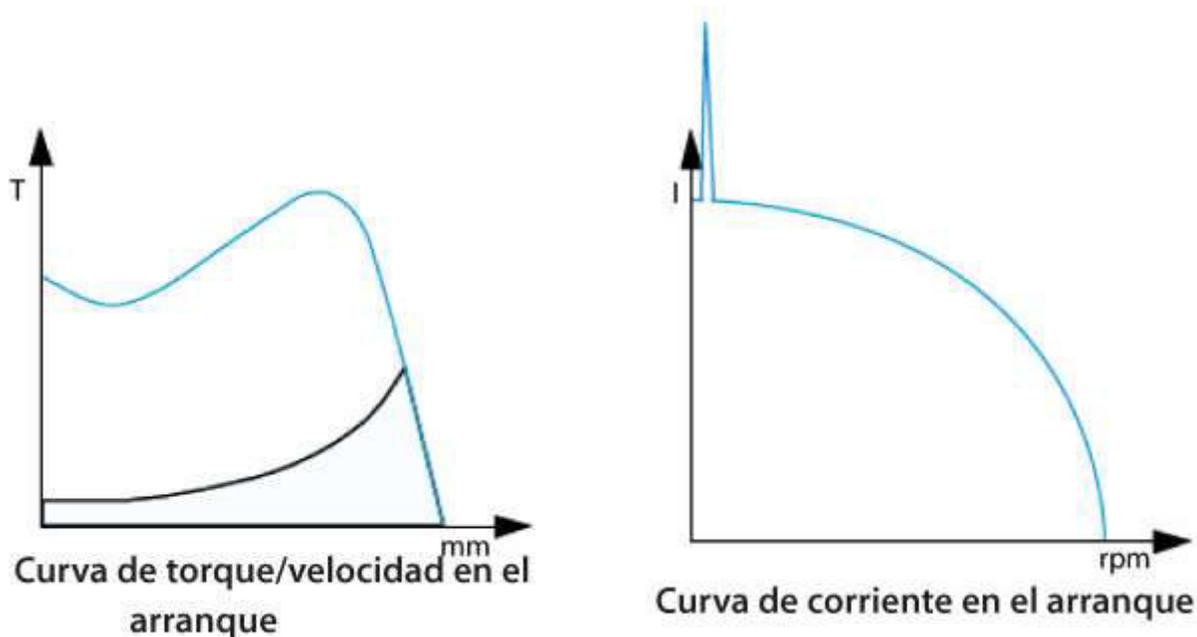
ARRANQUE DIRECTO

El arranque directo consiste en conectar el motor directamente a la red en un único tiempo. El motor arranca con sus características naturales.

Características eléctricas: Al conectarlo, el motor se comporta como un transformador cuyo secundario (en este caso el rotor de jaula) está casi en cortocircuito. Por tanto, se produce una punta de intensidad que es muy elevada, del orden de 4 a 8 veces la intensidad nominal. Y el par durante el arranque puede estar entre 0,5 y 1,5 del par nominal (Figura 4).

Figura 4

Curvas de arranque directo



Nota: Adaptado de *Motores, conceptos básicos y métodos de arranque*, por Ing. Rafael Caputo, 2015, editores
 (https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/297/caputo_motores_conceptos_basicos).

Condiciones de uso: Este sistema de arranque tiene grandes ventajas: esquema y aparamenta simples, par de arranque elevado, arranque rápido, bajo coste.

Sin embargo, tiene desventajas importantes: la potencia del motor debe de ser baja respecto a las disponibilidades de la red en el punto de conexión, no debiendo sobrepasar los límites normativos de corriente de arranque, debido al elevado par de arranque, la máquina arrastrada por el motor sufre un arranque brusco y no un aumento progresivo de la velocidad.

ARRANQUE ESTRELLA-TRIÁNGULO DE MOTORES TRIFÁSICOS DE JAULA.

Consiste en conectar las bobinas del motor primero en estrella y después en triángulo. El tiempo de duración de la conexión estrella suele ser de unos pocos segundos.

Condiciones del motor usado para la conexión estrella-triángulo: Es importante destacar que el motor debe de tener, en su caja de bornes, accesibles y libres de otras conexiones, los dos terminales de cada una de las tres bobinas que lo constituyen. Asimismo, la tensión del motor ha de ser, para una red de 380/220 V, de 660/380 V, es decir, ha de soportar los 380 V en conexión triángulo, o, dicho de otra forma, para que desarrolle su plena potencia con la corriente nominal máxima, hay que alimentar sus bobinas a 380 V.

Características eléctricas de la conexión en estrella en un motor 660/380v: Al conectar en estrella bobinas, siendo la tensión de línea de 380 V, la tensión con la que trabajan es:

$$V = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{380v}{\sqrt{3}} \cong 220v$$

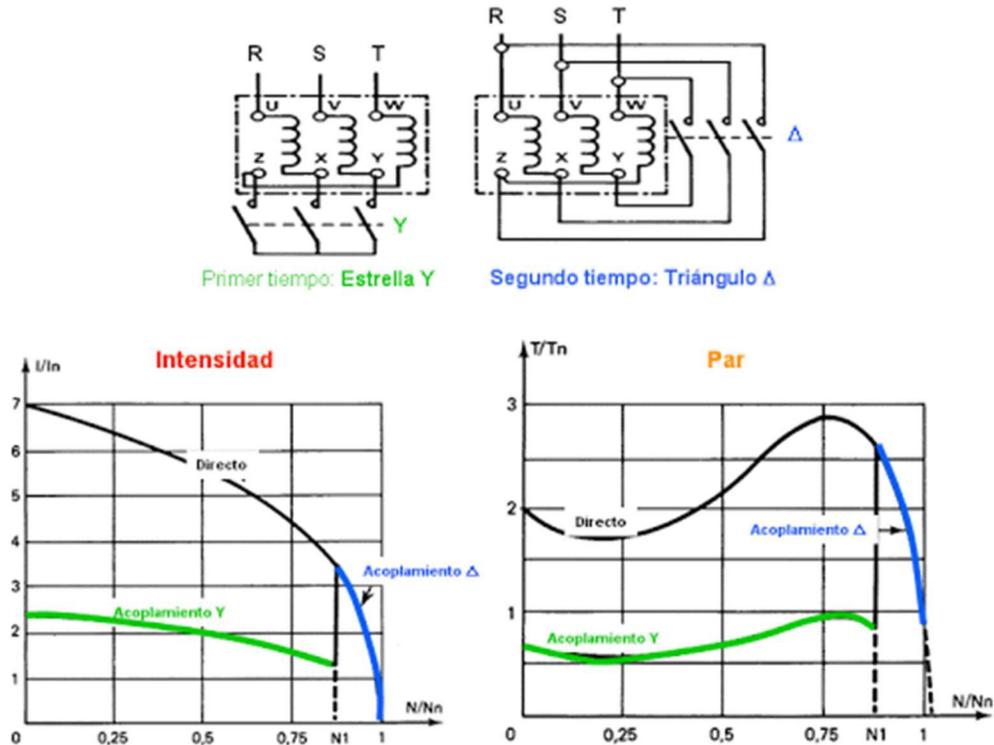
La intensidad de arranque: por una parte, será $\sqrt{3}$ veces menor, por serlo la tensión aplicada a cada bobina, y, por otra parte, será $\sqrt{3}$ veces menor, por ser un montaje estrella, por lo tanto, la corriente que se absorbe de la red será 3 veces menor.

$$I_{\Delta} = \sqrt{3}\sqrt{3}I_y ; I_{\Delta} = 3I_y ; I_y = \frac{I_{\Delta}}{3}$$

Entonces, la intensidad de arranque real será de un tercio de la que consume conectado en triángulo, aproximadamente 1.3 a 2.6 de la I nominal. El par de arranque, puesto que es proporcional al cuadrado de la tensión, pasa a ser 0,2 a 0,5 del par nominal (figura 5). La velocidad se estabiliza cuando el par motor y resistente son iguales, lo que suele suceder entre el 75 y 85% de la velocidad nominal.

Figura 5

Curvas de arranque en conexión estrella - triángulo



Nota: Adaptado de *Motores trifásicos*, por Área Tecnología, 2012, Areatecnologia

(<https://www.areatecnologia.com/electricidad/motor-trifasico.html>).

Características eléctricas de la conmutación estrella-triángulo: La orden de conmutación actúa después de una temporización programada. Entre la apertura del circuito estrella y el cierre del circuito triángulo debe de mediar un tiempo suficiente largo como para que no se produzca cortocircuito, pero suficientemente corto como para que el motor no pierda velocidad.

ARRANQUE CON AUTOTRANSFORMADOR.

Consiste en alimentar el motor a una tensión reducida mediante un autotransformador, que se pone fuera de servicio cuando termina el arranque.

El arranque se efectúa en tres tiempos: en el primero, el motor se conecta a tensión reducida con el autotransformador en estrella, en el segundo tiempo se produce la apertura del puente de la estrella: una parte del devanado del autotransformador queda en serie con el estator, comportándose como una inductancia, por último, se acopla el motor a plena tensión de la red y desconecta el autotransformador.

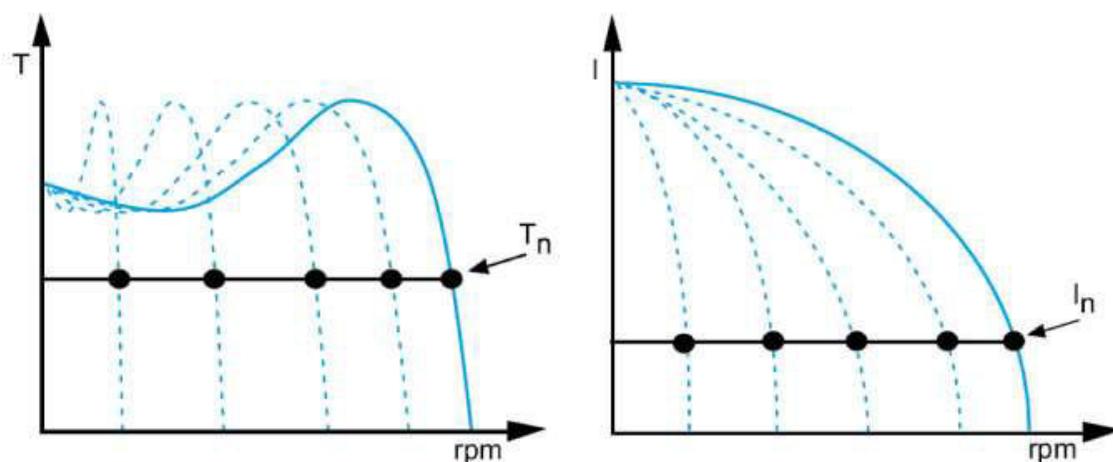
ARRANQUE CON ARRANCADOR ELECTRÓNICO

Al contrario que los sistemas de arranque electromecánicos tradicionales, los arrancadores electrónicos permiten ajustar con precisión el par de arranque. De esta forma se suprimen los choques mecánicos causantes del deterioro, se reduce el mantenimiento y se evita tener que parar la producción.

El arrancador alimenta a los motores aumentando de forma progresiva la tensión hasta que alcanza su valor nominal. Este sistema reduce las corrientes de arranque y, por lo tanto, de las sacudidas, perjudiciales para los motores y toda la mecánica de arrastre (figura 6).

Figura 6

Curva de arranque con arrancador electrónico



Nota: Adaptado de *Motores, conceptos básicos y métodos de arranque*, por Ing. Rafael Caputo, 2015, editores

(https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/297/caputo_motores_conceptos_basicos).

El motor asociado al arrancador debe ser capaz de arrancar la carga a una tensión reducida.

El usuario, puede ajustar el par de arranque y los tiempos de aceleración y desaceleración mediante unos pequeños potenciómetros en el arrancador.

ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD

Las principales características son: arranque y regulación de velocidad, frenado de desaceleración y frenado de parada; ahorro de energía; regulador PI (caudal, presión...); protección del motor y del variador; velocidades preseleccionadas, marcha paso a paso (JOG), mando 2 hilos/3 hilos; conmutación de rampas, conmutación de referencias; recuperación automática con selección de velocidad (recuperación al vuelo); limitación automática del tiempo de marcha a pequeña velocidad; visualización de la velocidad en "unidades cliente", etc.

El variador se entrega listo para usar en la mayoría de las aplicaciones. Gracias a los algoritmos de control vectorial de flujo y al sistema de autoajuste, el funcionamiento del variador es excelente con todos los motores estándar del mundo. Dispone de un terminal de ajuste integrado (visualizador de 4 caracteres -7 segmentos-, y 4 pulsadores) mediante el que se puede personalizar el variador para la aplicación que se utilice, modificando los ajustes y ampliando las funciones.

Montaje de motores en paralelo: El calibre del variador ha de ser superior o igual a la suma de las corrientes de los motores que se vayan a conectar a dicho variador, en cuyo caso será necesario instalar en cada motor una protección térmica externa mediante sondas o relé térmico. Cuando se montan tres motores o más en paralelo, conviene instalar una inductancia trifásica (filtro LC) entre el variador y los motores. Porque los picos de tensión que se generan por la onda reflectiva en bornes del motor pueden afectar el aislamiento de sus bobinas.

Conmutación del motor a la salida del variador: La conmutación puede realizarse estando el variador enclavado o sin enclavar. Si la conmutación se hace al vuelo (variador desenclavado), el motor se acelera hasta la velocidad de consigna sin sacudidas y siguiendo la rampa de aceleración. Para este uso, es necesario configurar la recuperación automática ("recuperación al vuelo") e inhibir la protección "pérdida de fase del motor".

Aplicaciones típicas: corte de seguridad a la salida del variador, función "by-pass", conmutación de motores en paralelo.

ALTERNADOR

Un alternador es un generador eléctrico síncrono que produce corriente alterna trifásica y que dispone de un puente de diodos rectificadores para transformarla en corriente continua. Además, cuenta con un elemento regulador que le permite mantener la tensión eléctrica constante, en torno a 14 V, para cargar la batería y proporcionar energía al resto de circuitos del vehículo. La corriente máxima que es capaz de proporcionar un alternador aumenta con las revoluciones a las que gira (figura 35).

APARAMENTA ELÉCTRICA

La energía eléctrica puesta a disposición de industrias y de particulares a través de una red de distribución, no está permanentemente conectada a los receptores. Por lo tanto, es necesario emplear sistemas de corte y conmutación para gobernar el transporte, el establecimiento y la interrupción de la energía eléctrica.

La aparamenta eléctrica de potencia cumple estas misiones: por una parte, corte y protección, con los interruptores, interruptores automáticos, relés térmicos, guardamotors, etc., por otra, actuación con los contactores.

DISPOSITIVOS DE MANIOBRA

CONTACTOR:

El contactor es un aparato mecánico de conexión accionado por un electroimán que funciona en 'todo o nada'. Cuando se alimenta la bobina del electroimán (circuito de mando), el electroimán arrastra

unos contactos principales que establecen el circuito de potencia. Suele haber un conjunto de contactos auxiliares que se mueven solidariamente con los de potencia y que se usan para señalización, enclavamiento, arranque de otros dispositivos... Al interrumpirse la alimentación de la bobina, los contactos regresan a la posición de reposo o de 'circuito abierto'.

El contactor presenta un gran número de ventajas que son las siguientes:

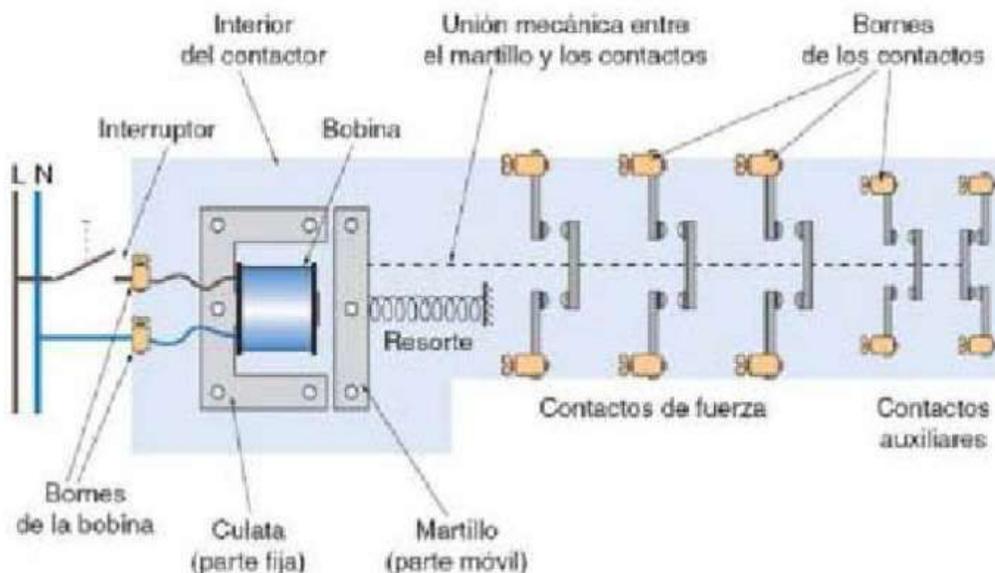
- Interrumpir corrientes monofásicas o polifásicas importantes mediante un circuito de mando recorrido por una intensidad pequeña.
- Efectuar el mando manual o automático, a distancia, con la ayuda de cables de pequeña sección, y por tanto, con una reducción importante de costes.
- Asegurar tanto el funcionamiento intermitente como continuo.
- Poder multiplicar los puestos de mando y situarlos cerca del operador.
- Ser robusto y fiable porque no tiene mecanismos delicados.
- Adaptarse fácilmente a la tensión de alimentación del circuito de mando (red o fuente independiente).
- Ante cortes o microcortes de red, asegurar la seguridad del personal contra los arranques intempestivos.
- Facilitar la distribución de los puestos de parada de emergencia y los enclavamientos, impidiendo la puesta en marcha de la máquina, si se toman todas las precauciones.
- Proteger al receptor contra las caídas de tensión importantes (el contactor «cae» por debajo de una tensión mínima).
- Prestarse al diseño de equipos de automatismos simples y sumamente complejos.

Constitución de un contactor (figura 7):

- El electroimán: El elemento accionador o motor del contactor es un electroimán. Como todo electroimán tiene un circuito magnético o armadura y un circuito eléctrico o bobina. El circuito magnético se cierra a través de un núcleo ferromagnético dividido en dos partes, una fija (que suele soportar la bobina de accionamiento) y una móvil que arrastra, al ser atraída, los contactos. El núcleo del circuito magnético tiene formas diferentes en función del tipo de contactor y la naturaleza de la corriente de alimentación, alterna o continua.

Figura 7

Partes de un contactor



Nota: tomado de *Aparatos de maniobra – Selección de contactores* (p. 20), Carlos Galli (2015), Dispositivos e Instalaciones Eléctricas, Universidad Nacional Arturo Jauretche.

Un pequeño entrehierro, previsto en el circuito magnético cuando está cerrado, evita el riesgo de no apertura, por remanencia. Este entrehierro en el núcleo se consigue o haciendo que no llegue a cerrar del todo o intercalando una pequeña pieza de material no ferromagnético. En un circuito magnético, la ‘cota de llamada’ es la distancia que separa la parte fija de la parte móvil cuando el contactor está en reposo mientras que la ‘cota de presión’ es la distancia que separa las dos armaduras cuando los polos entran en contacto.

Los resortes que aseguran la presión sobre los polos se comprimen hasta el final de la cota de presión.

La bobina genera el flujo magnético necesario para atraer la armadura móvil del electroimán. Según el modelo de contactor se monta sobre una o dos partes del circuito magnético. Se diseña para resistir los choques mecánicos provocados por el cierre y la apertura

del contactor, así como los esfuerzos debidos al paso, establecimiento y corte de la corriente por sus arrollamientos. Para suavizar estos choques, se pueden montar amortiguadores.

- La bobina: Los polos son los encargados de establecer o interrumpir la corriente en circuito de potencia y, por consiguiente, están dimensionados para permitir el paso de la corriente nominal del contactor en servicio continuo sin calentamiento anormal; además, deben de soportar el arco que se crea cuando se corta la corriente. Se componen de una parte fija y de otra móvil, esta última provista de resortes que aplican una presión adecuada a los contactos, sean de simple o de doble corte. Los polos están generalmente equipados con contactos de plata-óxido de cadmio, material inoxidable, de una gran resistencia mecánica y que soporta el arco eléctrico. Precisamente para conseguir la correcta extinción del arco, se diseñan contactores provistos de dispositivos especiales de extinción del arco.
- Los contactos auxiliares: Se utilizan para asegurar la autoalimentación, el mando y enclavamiento, la señalización y las órdenes de apertura y cierre de otros circuitos.

Hay varios tipos:

- Contacto instantáneo de cierre (NA: normalmente abierto); está abierto cuando el contactor está en reposo y cerrado cuando el electroimán está con tensión.
- Contacto instantáneo de apertura (NC: normalmente cerrado); está cerrado cuando el contactor está en reposo y abierto cuando el electroimán está con tensión.
- Contacto instantáneo de cambio de conmutación (NANC); cuando el contactor está en reposo, uno de los contactos está cerrado mientras que el otro permanece abierto; cuando cierra el circuito magnético los contactos se invierten. El puente o contacto móvil es común a los dos contactos. Existen tres bornes de conexión (o cuatro con puente móvil común).
- Contactos instantáneos dobles «NA + NC» o «NA + NA»; cada contacto posee su propio puente móvil. No hay ningún punto común y las entradas y salidas son independientes (4 bornes de conexión).
- Contactos temporizados «A + NC» o «NC + NA»; los contactos se establecen o se separan un cierto tiempo después de la apertura o del cierre del contactor que los acciona.

Corte de las corrientes: el arco eléctrico

La apertura de un contactor tiene la finalidad de interrumpir la corriente eléctrica, desconectando, por ejemplo, un calefactor o un motor. La gran mayoría de receptores son inductivos y, salvo que la apertura se produzca en el momento preciso del paso por cero de la corriente, la interrupción de esta corriente no es instantánea y aparece un arco eléctrico entre los contactos en el momento de su separación.

El arco eléctrico es una de las formas de descarga eléctrica, en gases o en vacío. Este arco es un «plasma» formado por iones y electrones libres, arrancados a los electrodos por efecto térmico, que circula bajo la acción del campo eléctrico que existe entre los contactos. En este sentido, es similar a un conductor móvil, de forma, longitud y sección variables, que puede ponerse en movimiento al someterlo, a lo largo de su trayectoria, a un campo magnético o al hacerlo circular junto a piezas ferromagnéticas.

La temperatura es máxima en la región central y sobrepasa frecuentemente varios millares, incluso varias decenas de miles de grados, valor muy superior al que pueden soportar los metales y los aislantes utilizados en la construcción de los contactos y de la cámara apaga chispas. Por tanto, la duración del arco debe de controlarse. Ni debe de ser muy larga, para evitar la destrucción de las paredes o los materiales metálicos situados en la cámara, ni tampoco muy corta, para limitar las sobretensiones provocadas por las variaciones bruscas de la corriente en el circuito de carga. Mediante diversos dispositivos o construcciones se consigue apagar o extinguir el arco rápida y eficazmente.

Elección de un contactor en función de las aplicaciones

Definiciones extraídas de la norma IEC 947-1

- **Altitud:** La disminución de la densidad del aire con la altitud actúa sobre la tensión disruptiva de este último y, por tanto, sobre la tensión asignada de empleo del contactor así como sobre su poder refrigerante y, en consecuencia, sobre su corriente asignada de empleo, (siempre que la temperatura no baje simultáneamente).

No es necesaria ninguna desclasificación hasta 3000 m. Por encima de esta altitud, deben de aplicarse coeficientes correctores de la tensión y la corriente en los polos de potencia (corriente alterna).

- Temperatura ambiente: Es la temperatura del aire en torno al aparato y medida en las proximidades del mismo. Las características de funcionamiento vienen dadas:
 - o Sin restricción para temperaturas que estén comprendidas entre - 5 y + 55 °C.
 - o Con posibles restricciones para temperaturas comprendidas entre - 50 y + 70 °C.

- Corriente asignada de empleo (I_e): Se define en función de la tensión asignada de empleo, la frecuencia y el servicio asignados, la categoría de empleo y la temperatura del aire en las proximidades del aparato.

- Corriente térmica convencional (I_{th}): Un contactor en posición cerrada puede soportar esta corriente I_{th} durante al menos 8 horas sin sobrepasar los límites de calentamiento prescritos por las normas.

- Corriente temporal admisible: Un contactor en posición cerrada puede soportar esta corriente durante un tiempo límite consecutivo a un tiempo de reposo, sin alcanzar un punto de calentamiento peligroso.

- Tensión asignada de empleo (U_e): Valor de tensión que, combinado con una corriente asignada de empleo, determina el empleo de contactor o del arrancador, y al que se refieren los ensayos correspondientes y la categoría de empleo. Para los circuitos trifásicos, se expresa mediante la tensión entre fases. Salvo casos particulares como el cortocircuitador rotórico, la tensión asignada de empleo U_e es como máximo igual a la tensión asignada de aislamiento U_i .

- Tensión asignada del circuito de control (U_c): Valor asignado de la tensión de control sobre la que se basan las características de funcionamiento. En el caso de tensión alterna, vienen dadas para una forma de onda prácticamente senoidal (menos de 5% de distorsión armónica total).

- Tensión asignada de aislamiento (U_i): La tensión asignada de aislamiento de un aparato es el valor de la tensión que sirve para designar ese aislamiento y al que se refieren los ensayos dieléctricos, las líneas de fuga y las distancias en el aire. Al no ser idénticas las prescripciones para todas las normas, el valor asignado a cada una de ellas puede ser en ocasiones diferente.
- Tensión asignada de resistencia a los choques (U_{imp}): Valor de cresta de una tensión de choque que el material puede soportar sin descarga eléctrica.
- Potencia asignada de empleo (en kW): Potencia del motor normalizada para el que se ha previsto el contactor a la tensión asignada de empleo.
- Poder asignado de corte: Corresponde al valor de la corriente que el contactor puede cortar en las condiciones de corte especificadas por la norma.
- Poder asignado de cierre: Corresponde al valor de la corriente que el contactor puede establecer en las condiciones de cierre especificadas por la norma IEC.
- Factor de marcha (m): Es la relación entre la duración de paso t de la corriente I y la duración del ciclo T .
$$m = t / T$$

La duración del ciclo: es la suma de las duraciones de paso de la corriente y del período de reposo.
- Impedancia de los polos: La impedancia de un polo es la suma de las impedancias de los diferentes elementos constitutivos que caracterizan el circuito, del borne de entrada al borne de salida. La impedancia se descompone en una parte resistiva (R) y una parte inductiva ($X = L$). La impedancia total es, por lo tanto, función de la frecuencia y se expresa para 50 Hz. Este valor medio viene dado para el polo a su corriente asignada de empleo.
- Durabilidad eléctrica: Se define por el número medio de ciclos de maniobras con carga que los contactos de los polos pueden efectuar sin mantenimiento. Depende de la categoría de empleo, de la corriente y de la tensión asignadas de empleo.

- Durabilidad mecánica: Se define por el número medio de ciclos de maniobras en vacío, es decir, sin corriente en los polos, que el contactor puede efectuar sin fallos mecánicos.

CATEGORÍAS DE EMPLEO PARA CONTACTORES, SEGÚN IEC 947-4

Las categorías de empleo normalizadas fijan los valores de corriente que el contactor debe establecer o cortar.

Dependen: De la naturaleza del receptor controlado: motor de jaula o de anillos, resistencias; De las condiciones en que se realizan los cierres y aperturas: motor lanzado, calado o arrancando, inversión del sentido de marcha, frenado a contracorriente.

- Empleo en corriente alterna:
 - o Categoría AC-1: Se aplica a todos los aparatos que utilizan corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es por lo menos igual a 0,95 ($\cos \varphi \geq 0,95$). Ejemplos de utilización: calefacción, distribución.
 - o Categoría AC-2: Se aplica al arranque, al frenado a contracorriente y al funcionamiento por impulsos de los motores de anillos. En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, próxima a 2,5 veces la corriente nominal del motor. En la apertura, debe de cortar la corriente de arranque, a una tensión como mucho igual a la tensión de la red.
 - o Categoría AC-3: Se aplica a los motores de jaula cuyo corte se realiza con el motor lanzado. En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque que es de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. En la apertura, el contactor corta la corriente nominal absorbida por el motor; en ese momento, la tensión en los bornes de sus polos es aproximadamente el 20% de la tensión de la red. El corte es sencillo. Ejemplos de utilización: todos los motores de jaula corrientes: ascensores, escaleras mecánicas, cintas transportadoras, elevadores, compresores, bombas, mezcladores, climatizadores, etc.

- Categoría AC-4 y AC-2: Estas categorías se aplican al frenado a contracorriente y la marcha por impulsos con motores de jaula o de anillos. El contactor se cierra con una punta de corriente que puede alcanzar 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. Cuando se abre, corta esa misma corriente bajo una tensión tanto más importante cuanto más baja es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la de la red. El corte es severo. Ejemplos de utilización: máquinas de impresión, trefiladoras, elevadores, metalurgia.
- Empleo en corriente continua:
 - Categoría DC-1: Se aplica a todos los aparatos que utilizan corriente continua (receptores) cuya constante de tiempo (L/R) es inferior o igual a 1 ms.
 - Categoría DC-2: Se refiere a los motores shunt. El corte de corriente se realiza a motor lanzado. La constante de tiempo es del orden de 7,5 ms. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque cerca de 2,5 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, el contactor corta la corriente nominal del motor. La tensión que aparece en sus bornes está en relación con la fuerza contraelectromotriz del motor. El corte es fácil.
 - Categoría DC-3: Esta categoría se aplica al arranque, al frenado a contracorriente y a la marcha por impulsos de los motores shunt. La constante de tiempo es ≤ 2 ms. En el cierre el contactor establece la corriente de arranque, próxima a 2,5 veces la corriente nominal del motor. En la apertura, debe de cortar 2,5 veces la corriente de arranque con una tensión como mucho igual a la tensión de la red. La tensión es tanto más elevada cuanto más baja es la velocidad del motor y, en consecuencia, con una fuerza contraelectromotriz de bajo valor. El corte es difícil.
 - Categoría DC-4: Se refiere a los motores serie cuyo corte se efectúa a motor lanzado. La constante de tiempo es del orden de 10 ms. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque que es de 2,5 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, corta la intensidad nominal absorbida por el motor, en este momento, la tensión en los bornes de sus polos es del orden del 30 % de la tensión de la red. En categoría DC4, el número de maniobras/hora puede ser elevado.

- Categoría DC-5.- Esta categoría se aplica al arranque, al frenado a contracorriente y a la marcha por impulsos de motores serie. Constante de tiempo $\leq 7,5$ ms. El contactor se cierra bajo una punta de corriente que puede alcanzar 2,5 veces la corriente nominal del motor. Cuando se abre, corta esa misma corriente bajo una tensión tanto más elevada cuanto más baja es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la de la red. El corte es severo.

CATEGORÍAS DE EMPLEO PARA CONTACTOS Y CONTACTORES AUXILIARES, SEGÚN IEC 947-5

- Empleo en corriente alterna:
 - Categoría AC-14 (Sustituye a la categoría AC-11): Se aplica al control de cargas electromagnéticas cuya potencia absorbida, cuando el electroimán está cerrado, es inferior a 72 VA. Ejemplo de utilización: control de bobina de contactores y relés.
 - Categoría AC-15.- Se aplica al control de cargas electromagnéticas cuya potencia absorbida, cuando el electroimán está cerrado, es superior a 72 VA. Ejemplo de utilización: control de bobina de contactores.
- Empleo en corriente continua:
 - Categoría DC-13 (Sustituye a la categoría DC-11): Se aplica al control de cargas electromagnéticas que, para alcanzar el 95% de la corriente en régimen establecido ($T = 0,95$), requieren un tiempo igual a 6 veces la potencia P absorbida por la carga (con $P \leq 50$ W). Ejemplo de utilización: control de bobina de contactores sin resistencia de economía.

CRITERIOS DE ELECCIÓN

La elección de un contactor depende de diversas variables:

- De la naturaleza y de la tensión de red.
- De la potencia instalada.
- De las características de la carga.

- De las exigencias del servicio deseado.
- A veces también, de la normalización impuesta por ciertos organismos o aseguradoras (Véritas, Lloyd, Marina Mercante...) y por algunos usuarios.

Esto implica el conocimiento detallado de las características del contactor (tensión nominal de empleo, intensidad nominal de empleo, intensidad térmica, ...) y de las del tipo de carga (circuito resistivo, motores de diversos tipos e indicación del momento del corte, del número de maniobras por hora, primario de transformadores).

Circuitos y aparamenta de mando y control:

las funciones de los circuitos de mando y control se pueden agrupar en:

- La adquisición de datos.
- El diálogo hombre-máquina.
- El tratamiento de datos.

La toma o adquisición de datos consiste en captar o detectar los fenómenos exteriores (físicos, eléctricos, electrónicos, etc.) a los que está ligado el equipo automático.

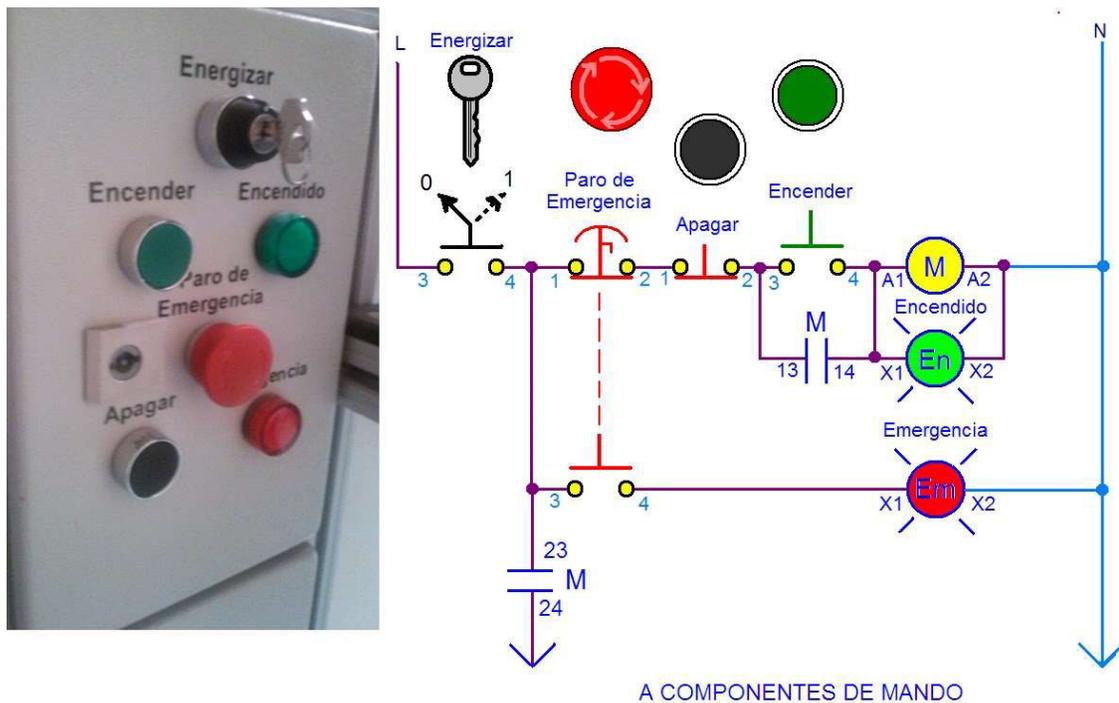
De este modo, el funcionamiento de la aparamenta con contactores puede ser controlado: por el desplazamiento de un móvil (interruptores de posición, detectores de proximidad inductivos o capacitivos), por una variación de nivel (interruptor de flotador) de temperatura (termostato), por una presión (presostato), una depresión (vacuostato), por el viento (anemómetro), por la presencia de un objeto o fluido (detectores fotoeléctricos).

DIÁLOGO HOMBRE-MÁQUINA

El diálogo hombre-máquina se lleva a cabo con los auxiliares de mando manual (figura 8) diseñados para controlar la corriente que acciona un contactor. De este modo, a través del contactor, el operario puede controlar libremente el motor o el receptor.

Figura 8

Tablero de mando



Nota:

Un auxiliar de mando consta esencialmente de:

- Un dispositivo de mando o señalización: Los dispositivos de mando, llamados también 'cabezas de mando', son muy numerosos. Su elección se realiza teniendo en cuenta las condiciones de utilización y la naturaleza de la intervención:
- Los contactos: Los auxiliares de mando están equipados de un determinado número de contactos NA, NC, o agrupaciones diversas de ellos, provistos de pastillas de plata.

- La envolvente: Aunque algunas unidades de mando son para fijarse en los paneles de chapa de los pupitres o sobre las máquinas, la mayor parte de ellas están montadas en cajas o envolventes diversas diseñadas en función de las condiciones ambientales o del riesgo de explosión. En cualquier caso, la envolvente protege: al personal, contra los contactos involuntarios o accidentales con las piezas en tensión; a la unidad de mando, contra el polvo, las proyecciones de líquido, los choques, etc.

Los criterios principales que determinan la elección de los auxiliares de mando manual son las condiciones y el lugar de utilización y las características de los circuitos controlados.

Control de los circuitos de mando y señalización

- Cajas de pulsadores, unidades de mando empotrables: Las cajas de pulsadores, así como las unidades de mando empotrables van equipadas con contactos que, en función del tipo de la cabeza de mando:
 - o Sólo conectan o desconectan durante el impulso, tomando después su posición original (contactos momentáneos o fugitivos).
 - o Quedan en posición a la hora de actuar sobre la cabeza de mando (contactos mantenidos o de enganche). En este caso, es preciso una segunda intervención para anular la anterior.

El mando se efectúa con la ayuda de:

- Pulsadores
 - o Rasante: evita toda maniobra inesperada.
 - o Saliente: utilización con guantes.
 - o Con capuchón de goma: ambiente polvoriento (cementera, fundición, apartamenta de obra) o particular (industria conservera o láctea).
 - o De seta: intervención rápida, parada de emergencia.
 - o De varilla: maniobra de la varilla en cualquier dirección (caja de pulsadores colgante).
- Botones giratorios
 - o De dos o tres posiciones mantenidas con retorno automático a cero (selección de circuitos o de un tipo de marcha: marcha manual, automática y parada sobre un equipo compresor o bomba, por ejemplo).

- Cuando el mando se realiza por llave (extraíble o enclavada en ciertas posiciones) solamente la persona autorizada puede realizar la maniobra.
- Unidades de señalización
 - Las unidades de señalización cuya lámpara está alimentada directamente o a través de un transformador reductor de tensión, completan la gama de los auxiliares.
 - Los pulsadores luminosos, rasantes o salientes, aseguran con unas dimensiones reducidas las funciones de mando y señalización.
- Puestos y pupitres de mando
 - Las unidades de mando y señalización empotrables se montan tanto en puestos de mando como en pupitres, constituyendo conjuntos homogéneos de buena presentación.
- Teclados
 - La utilización cada vez más frecuente de lógica programada (basada en autómatas, microprocesadores u ordenadores) que hace que aumente la importancia del diálogo. Así se crea la necesidad de utilizar un número importante de «pulsadores asociados eléctricamente», es decir, teclados. Hay muchas aplicaciones, y cada vez son más numerosas, cuyo mando o programación se hace o puede hacerse con teclados: todas las máquinas-herramienta de transformación y trabajo con metales, maderas, materiales moldeados, etc.; Equipos de laboratorio agrícola, de pesaje, embalaje, etc; Máquinas de impresión y de proceso de datos; sellar, aislar, grabar, etc; Equipos de garaje y taller (estación de diagnóstico), vehículos (teléfono), mando automático del puesto, etc; Máquinas de distribución (bebidas, alimentación, etiquetado, empaquetado, etc.); Industria agroalimentaria.
- Cajas de pulsadores colgantes
 - Las cajas de pulsadores colgantes están destinadas al mando, a través de contactores, de máquinas de elevación (polipastos, grúas-puente, grúas de pluma, máquinas herramienta).
 - Los elementos de contactos llamados 'circuito de potencia' aseguran el mando directo de motores o de circuitos de pequeña potencia.
 - La caja de aluminio colado o de poliéster preimpregnado de fibras de vidrio (gran resistencia a los choques y a los agentes químicos) puede tener un número variable de contactos.

- Manipuladores
 - Los manipuladores de dos, tres o cuatro posiciones con retorno automático a cero o posiciones mantenidas, aseguran en un único tiempo, mediante contactores, el mando de numerosos equipos (máquinas-herramienta, pequeños aparatos de manutención y elevación...).
 - Se fabrican en dos modelos: normal y para manipulaciones intensivas.
 - La maniobra se realiza con la ayuda de una palanca o de una maneta tipo pistola.
- Combinadores
 - Los combinadores se utilizan para el mando semiautomático, en varios tiempos, de los aparatos de elevación (tornos, pórticos, grúas-puente) y mantenimiento.
 - Sus múltiples contactos producen, a través de contactores, el arranque, la aceleración y el frenado de los motores. Los combinadores de un solo tambor controlan un movimiento; los de dos tambores (mando universal) permiten el mando independiente o simultáneo de dos movimientos mediante una sola palanca de mando.
 - Existen también dos versiones: normal y para manipulaciones intensivas. Esta última, particularmente robusta, se recomienda en elevación y metalurgia.
 - De tipo empotrable o estanco, los combinadores se accionan con una palanca vertical, una maneta, una maneta tipo pistola, o un volante. A menudo se incorporan en los puestos de mando (pupitres, puestos portátiles, puestos con asiento...).
 - Puestos de mando para aplicaciones particulares.
- Pedales
 - De impulso o de enganche, estos aparatos están destinados al mando a través de contactores, de máquinas-herramienta (esmeriladoras, taladradoras, prensas, máquinas de soldar). Se emplean generalmente cuando el operador tiene las dos manos ocupadas. La elección del modelo depende de las condiciones de utilización. Los hay: metálicos, con doble aislamiento, con dispositivo de enclavamiento impidiendo la puesta en funcionamiento intempestiva por caída de objetos, con tapa o capó de protección.
- Parada de emergencia con enclavamiento
 - Durante una intervención sobre el pulsador de seta, éste se enclava en la posición 'pulsado' provocando la parada de la instalación e impidiendo cualquier puesta en marcha. Sólo la persona que posea la llave puede desenclavar el puesto (parada de emergencia, control de la puesta en marcha de una instalación, cadena de trabajo...).

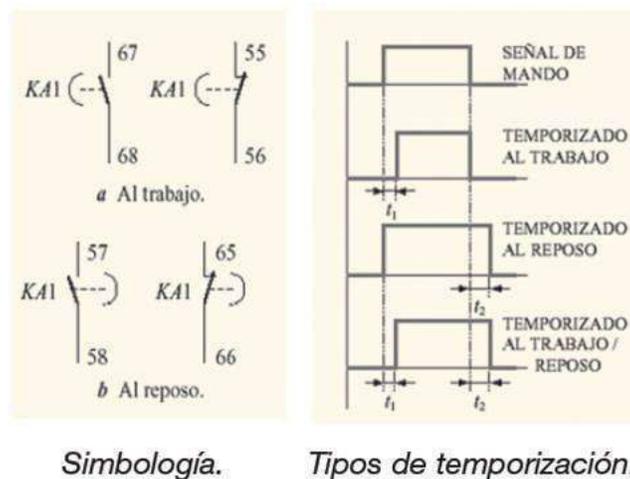
- Parada de emergencia por cable
 - o Estos aparatos se utilizan para cortar la alimentación del circuito de mando a distancia o a lo largo de un recorrido (cinta transportadora), por acción sobre un cable entre el aparato y un punto fijo.
 - o La acción que provoca la parada puede ser voluntaria (marcha anormal, peligro), accidental (basculamiento del cuerpo), o automático (ruptura o desenclavamiento del cable).
- Puestos de alarma
 - o La maniobra y la apertura de estos aparatos puede hacerse bien utilizando una llave o bien rompiendo el cristal con la ayuda de un martillo suministrado con el puesto. Otros puestos permiten mandar la puesta en marcha o la parada de una máquina por suspensión o desenganche de una herramienta o accionando un tirador de cadena.

TEMPORIZADOR:

Contrariamente a los contactos instantáneos, que cambian de estado a la vez que el relé, los contactos auxiliares temporizados se abren o se cierran después de un tiempo del cambio de estado del relé (figura 9).

Figura 9

Relé temporizador



Nota:

- Temporización al trabajo o retardo a la conexión
 - Al actuar el relé, los contactos basculan después de un tiempo, fijo o ajustable con una esfera graduada. Cuando se desactúa el relé, los contactos pasan instantáneamente a la posición de origen.
- Temporización al reposo o retardo a la desconexión
 - Al cierre del relé los contactos basculan instantáneamente. Cuando el relé se desactiva, los contactos toman la posición de origen después del tiempo reglado.
- Temporizador tipo electrónico
 - Un contador programable (circuito integrado CMOS de pequeño consumo y gran inmunidad al ruido) cuenta los impulsos enviados por un oscilador, regulable por un potenciómetro colocado en la parte frontal del aparato, después del cierre (o desactivación) del contacto de mando. Cuando se ha alcanzado el número de impulsos predeterminado, genera una señal de mando a una salida estática (tiristor de gran sensibilidad). Según el modelo, la salida del tiristor alimenta a un relé equipado de contactos 'NA + NC' o se conecta directamente en serie (tomando ciertas precauciones) con la carga cuya actuación o desactuación queremos retardar.

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

El motor asíncrono de jaula es un motor robusto y fiable cuyo uso, como ya se ha dicho, está muy extendido. Por tanto, su sistema de protección, que tiene ciertas particularidades específicas, es muy importante.

Las consecuencias de que un motor esté mal protegido pueden ser, entre otras:

- Para las personas:
 - Intoxicación o asfixia, por ejemplo, por la parada de un motor que hace funcionar la ventilación (túneles, minas...).
 - Electrocutión por fallo de aislamiento.

- Accidente debido al bloqueo del mando.
- Para la máquina y los procesos de trabajo:
 - Bomba quemada por descebado.
 - Pérdida de producción.
 - Fallos en equipos distantes.
- Para el motor:
 - Coste del desmontaje y montaje.
 - Coste de las reparaciones o de los ajustes.

Por tanto, los criterios de elección de la protección deben de ser la seguridad de las personas y de los bienes y además la seguridad de buen funcionamiento de los procesos.

Desde el punto de vista económico, hay que tener en cuenta, por una parte, el coste del motor y la dificultad o complejidad de su reparación y, por otra, el coste de las consecuencias de un fallo del motor o de la protección.

Funciones de la protección:

- Asegurar la protección eléctrica básica de la máquina:
 - Seccionamiento.
 - Mando manual o a distancia.
 - Protección contra cortocircuitos.
 - Protección contra sobrecargas prolongadas.
- Control de velocidad:
 - Mediante los sistemas de arranque convencionales.
 - Con arrancadores electrónicos.
 - Con variadores electrónicos de velocidad.
- Protección preventiva o limitadora:
 - Sondas térmicas.
 - Relés multifunción.
 - Control permanente de aislamiento o dispositivos de corriente residual.

El dispositivo de protección contra cortocircuitos, con un contactor y un dispositivo de protección contra sobrecarga. Tiene por objetivo interrumpir a tiempo y sin peligro para las personas e instalaciones una corriente de sobrecarga (1 a 10 veces la In del motor) o una corriente de cortocircuito.

DESARROLLO DE LA PRACTICA

El sistema una vez construido debería ser fácil de montar y de poner en funcionamiento sin que requiera de muchas herramientas ni tiempo de ensamblaje. Se llegó a la conclusión que la mejor manera de cumplir con dicho objetivo es presentando un sistema que cuente con diversos módulos intercambiables entre sí, de esta forma se tendrá la posibilidad de tener varias opciones, sin sacrificar mucho espacio, siendo de esta manera fácil de ubicar en su lugar de uso.

Otro aspecto importante a tener en cuenta debía ser la seguridad, ya que se trata de un aparato que va a estar al alcance de los alumnos y estos deben estar protegidos ante cualquier situación que pueda suceder con el banco

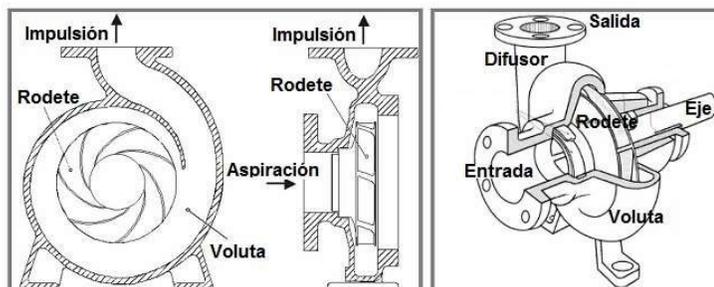
Con este objetivo en mente, la propuesta fue de dar con un sistema que sea modular, es decir, compuesto por varios módulos intercambiables, para tener la capacidad de modificar las funciones del banco según la situación lo requiera. Las piezas móviles se ubicarían detrás de una protección transparente, que permitiría su visualización sin tener acceso a los mecanismos expuestos.

Con respecto a las piezas móviles se trata de un motor montado junto a un alternador, el cual le aplicaría una carga al motor al estar en funcionamiento, pudiendo variar la carga aplicada variando el consumo en el circuito del alternador. Otro mecanismo de freno sería una bomba hidráulica, y el sistema para aplicar carga al motor eléctrico sería variando el caudal en la tubería mediante el uso de una llave de paso.

Es necesario que se trate de una bomba hidráulica del tipo centrífuga (figura 10), porque al momento de cerrar la llave de paso, el líquido quedara recirculando dentro de la bomba, aumentando su temperatura, pero como se trata de cortos periodos de tiempo esto no dañaría la bomba.

Figura 10

Bomba centrífuga



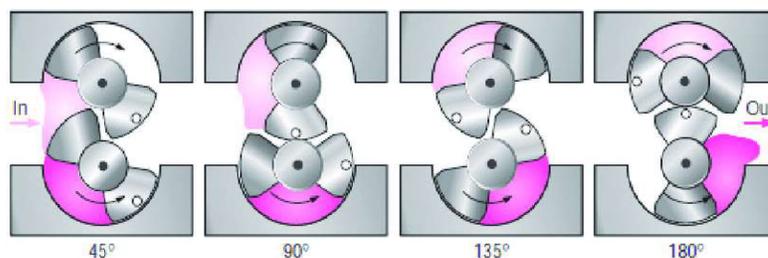
Nota: Adaptado de *Calculo de Instalaciones de Bombeo de Agua*, Ingemecánica

(<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>)

Sin embargo, este sistema no podría funcionar si se tratase de una bomba de desplazamiento positivo (figura 11). La cual funciona trasladando un volumen determinado de líquido de la línea de entrada de la bomba a la línea de salida, así por cada periodo de funcionamiento. Entonces, al cerrar la llave de paso habría un aumento considerable en la presión del líquido dentro de la bomba, lo que provocaría daños a esta.

Figura 11

Bomba de desplazamiento positivo



Nota: Tomado de *Teoría y problemas de flujo de fluidos compresibles y equipos de bombeo*, Reinier J. Borges

(2017), ResearchGate (https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-4-Cuatro-fases-de-una-bomba-de-desplazamiento-positivo-de-dos-lobulos-la_fig8_317096329)

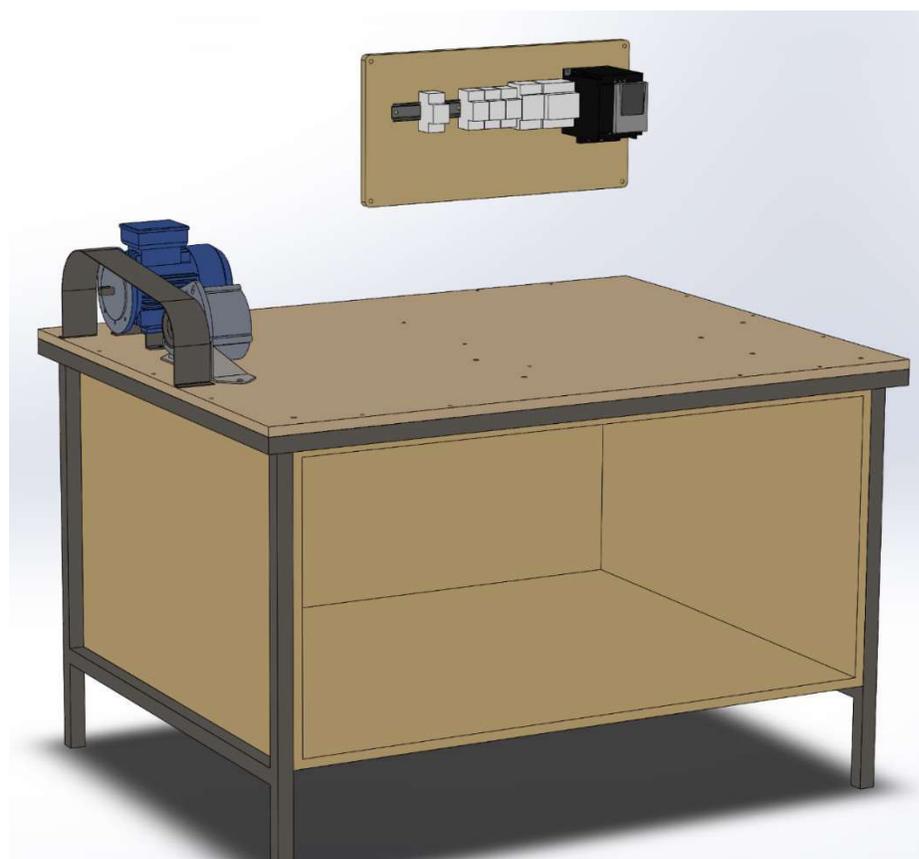
ANTECEDENTES

En el transcurso del desarrollo del proyecto, el modelo original sufrió varios cambios para adaptarse mejor a las necesidades que se iban presentando.

Comenzando como se muestra en la (figura 12), donde la idea era hacer un banco simple tipo construcción de taller.

Figura 12

Primer modelo del banco



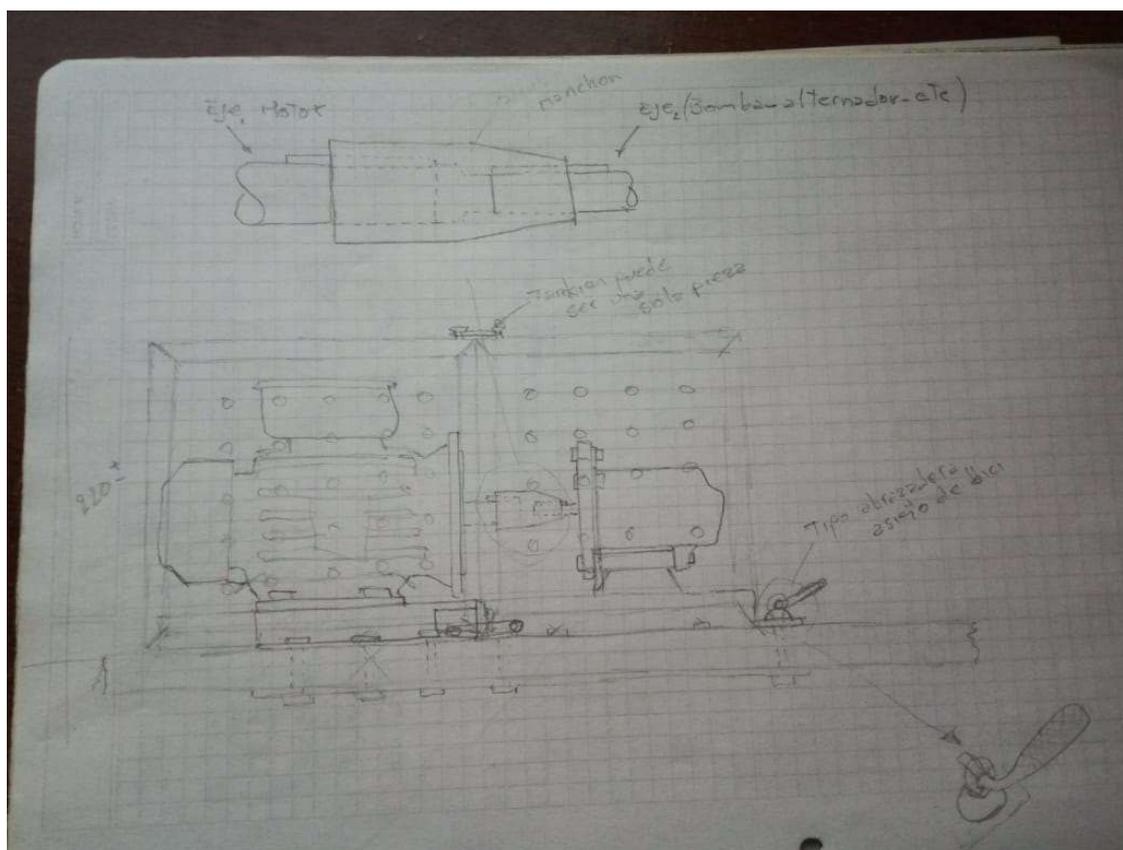
Nota: Elaboración propia.

Este modelo se dio por discontinuado, ya que, como se aprecia, no ofrece las características requeridas para cumplir con el objetivo de ser más sencillo de montar los circuitos para las practicas.

La siguiente propuesta fue tener el tablero modular y para el motor disponer de un cambio de 'freno', así contar con un solo motor eléctrico que pueda impulsar un alternador o una bomba de agua, haciendo el intercambio de una manera sencilla. Para lo cual se eligió utilizar como método de conexión entre los componentes un manchón amortiguado (figura 13).

Figura 13

Segundo modelo de conjunto motor – freno



Nota: Elaboración propia.

Pero esto arrastraba problemas, tales como la alineación de los componentes, que debía ser exacta para evitar problemas en la bomba. Una mala alineación trae como consecuencia el desgaste prematuro del sello de la bomba de agua, acortando su vida útil y encareciendo su funcionamiento, además de esto, la instalación de las cañerías para la circulación de agua también traería problemas a la hora de cambiar alternador por bomba o viceversa, ya que, durante el intercambio, se debería ser más

cuidadoso por el solo motivo de manejar agua cerca de componentes eléctricos que pueden verse afectados ante un derrame.

Estos motivos llevaron a que se proponga la utilización de dos motores, uno vinculado a un alternador y otro a una bomba centrífuga, que, por precio y disponibilidad del producto, lo más conveniente era optar por una motobomba con las mismas características del motor eléctrico.

DISEÑO DEL BANCO

El banco debe ser de construcción simple, económico, modificable de acuerdo a las necesidades existentes y particulares de cada usuario, compacto, seguro, y deberá ser capaz de cumplir con las tareas de ensayar y probar diferentes maquinas eléctricas y aparatos electromecánicos sin tener que realizar grandes reformas, simplificando de esta forma la preparación de ejercicios de laboratorio. Entonces, se tratará de un banco modular para el uso didáctico en la especialidad de electromecánica, el cual, como su nombre lo indica, estará compuesto por varios módulos intercambiables para adaptarse a cada necesidad y las posibilidades de cada institución.

Como ya se contaba con algunos elementos, el diseño fue desarrollado teniendo esto en cuenta. Sin embargo, el banco esta pensado para ser posible de realizar con cualquier elemento que la institución interesada pudiera conseguir. Sea diferente variador o motor a los presentados en este proyecto. Los componentes con los que ya se contaba son, el motor eléctrico asincrónico Trifásico, marca Altium, modelo TEA2A711P4B35; El variador de velocidad, marca Schneider, modelo Altivar ATV12HU15M2; Y la mesa la cual se tomaría como referencia, ect...

Figura 14

Modelo final del banco



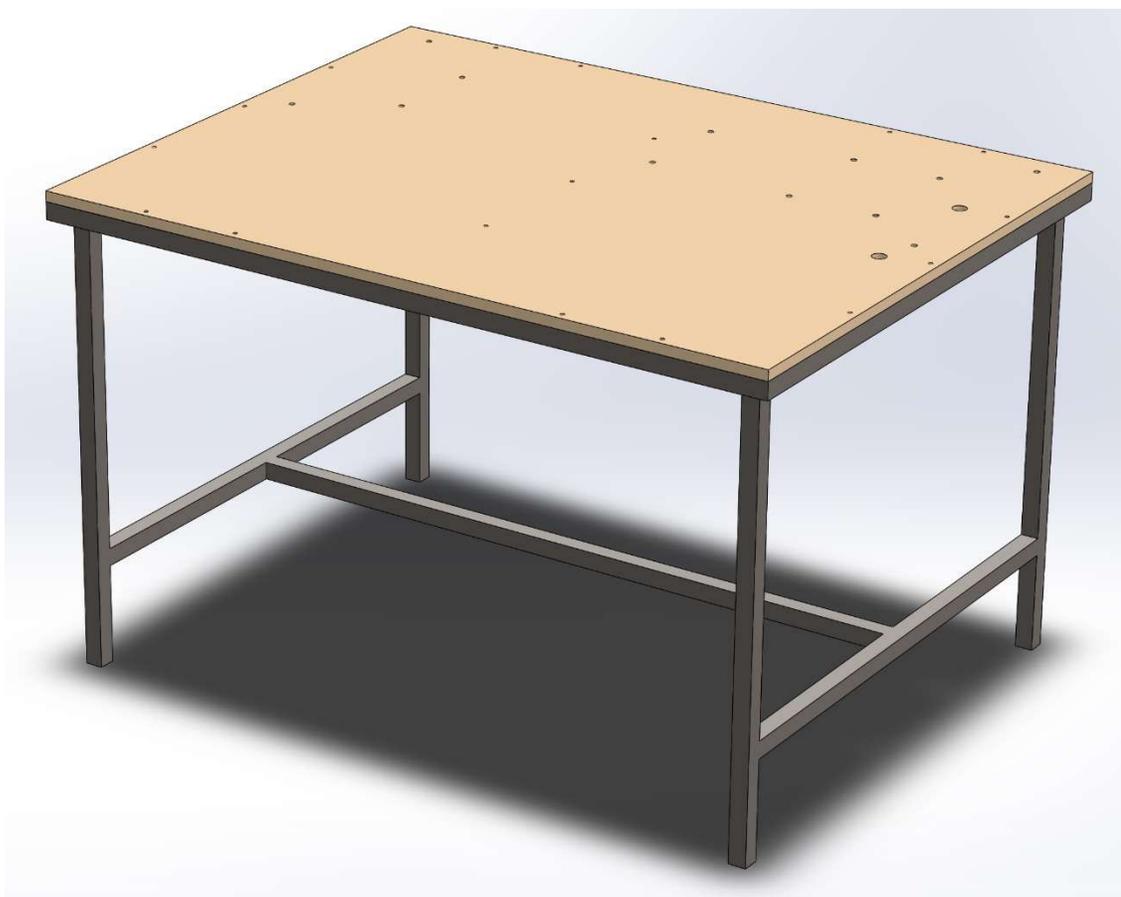
Nota: Elaboración propia.

MESA

La mesa (figura 15) utilizada para el proyecto fue un diseño de los alumnos de la Escuela de Educación Secundaria Técnica N°2 Paula Albarracín de Sarmiento.

Figura 15

Mesa del banco



Nota: Elaboración propia.

MODULO ELÉCTRICO

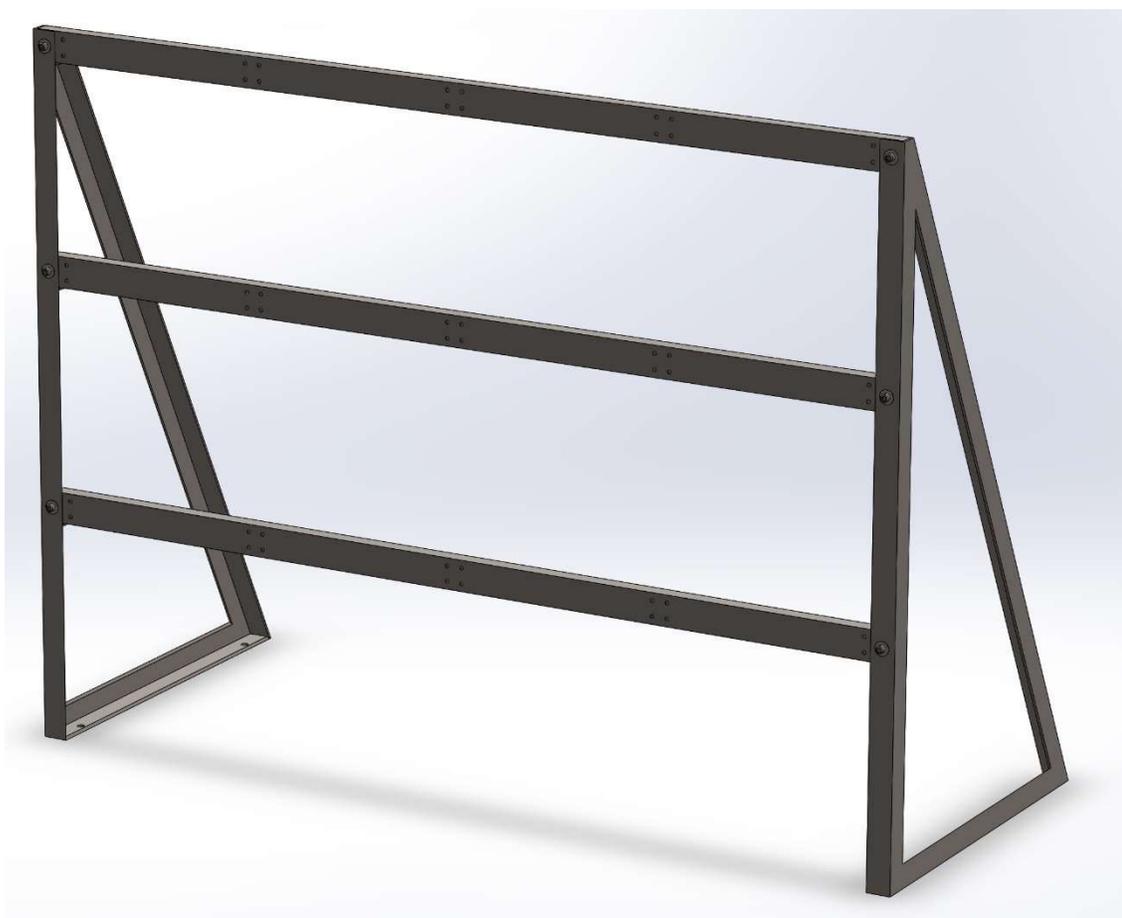
SOPORTE PORTA MÓDULOS

Se tratará de una estructura ensamblada (figura 16), compuesta por dos laterales triangulares fabricados con un perfil L de 1 ¼' x 1/8' que lo dotara de la rigidez necesaria para soportar el peso de los tableros eléctricos, que irán montados en el soporte.

El soporte se completará con tres travesaños de caño estructural de 40x20mmx 0.9mm donde se ubicarán las roscas ancladas para soportar los tableros.

Figura 16

Soporte para módulos

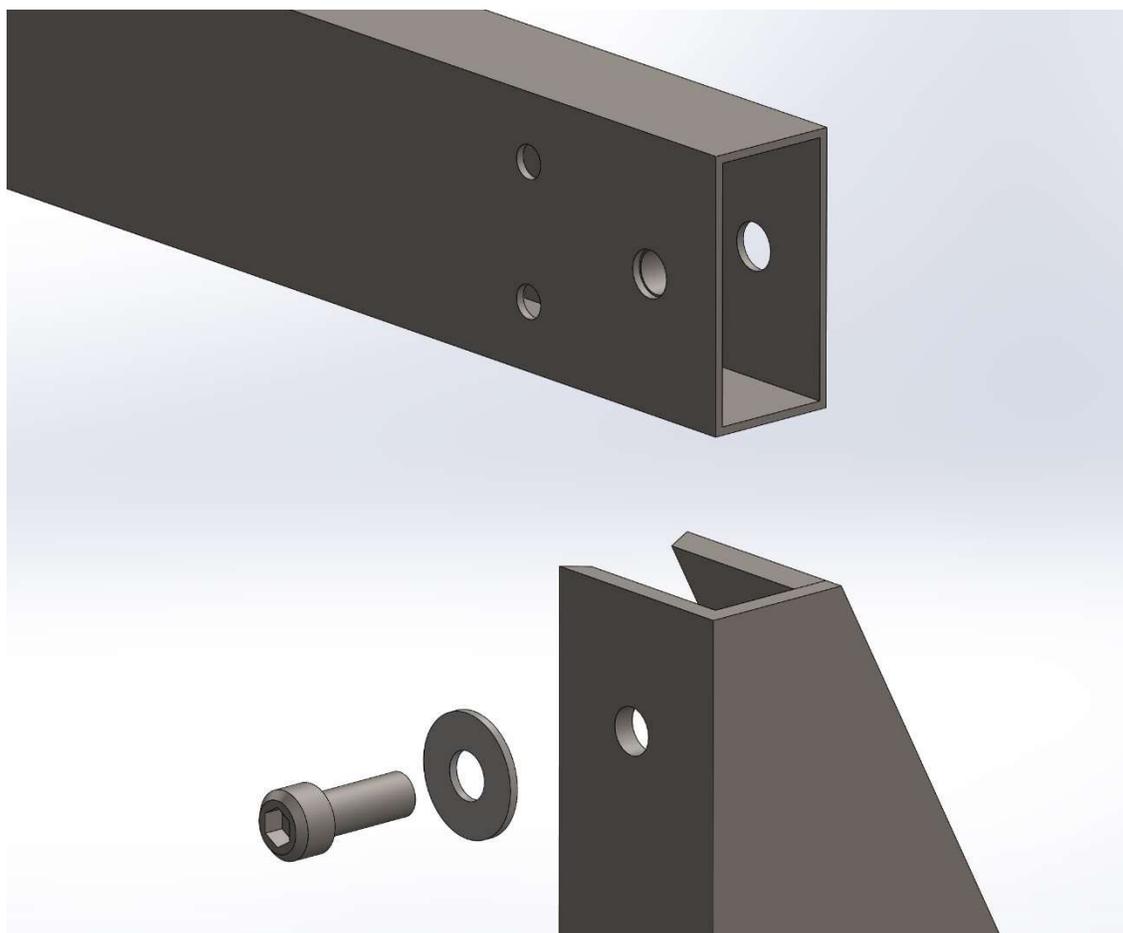


Nota: Elaboración propia.

Los travesaños serán desmontables (figura 17, figura 18, figura 19), esto permitirá guardar el módulo completo dentro del cajón de la mesa en caso de ser necesario.

Figura 17

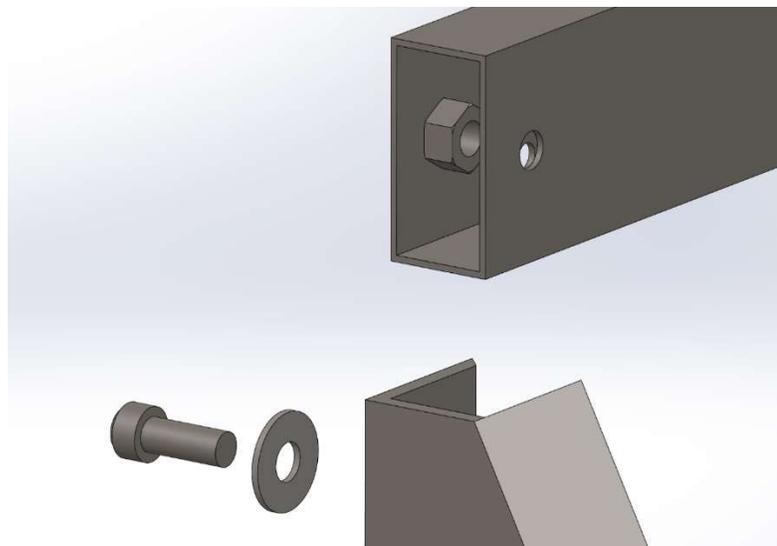
Vista de frente ensamble de travesaños



Nota: Elaboración propia

Figura 18

Vista posterior ensamble de travesaños



Nota: La tuerca se encuentra soldada previamente en el interior del caño estructural que actúa de travesaño.

Figura 19

Travesaño armado



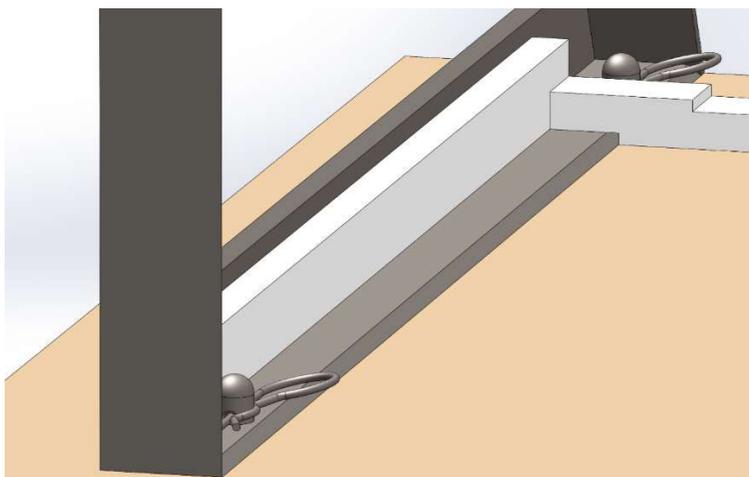
Nota: Elaboración propia

Los triángulos laterales serán del mismo perfil L utilizado en el soporte del motor para aprovechar el material disponible, ya que la tira de perfil L se comercializa por 6m.

Por último, el soporte ira vinculado a la mesa mediante pernos asegurados por chavetas R (figura 20, figura 21).

Figura 20

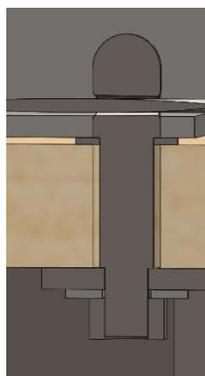
Vista de anclajes de los soportes



Nota: Elaboración propia.

Figura 21

Vista de corte de anclajes



Nota: Elaboración propia.

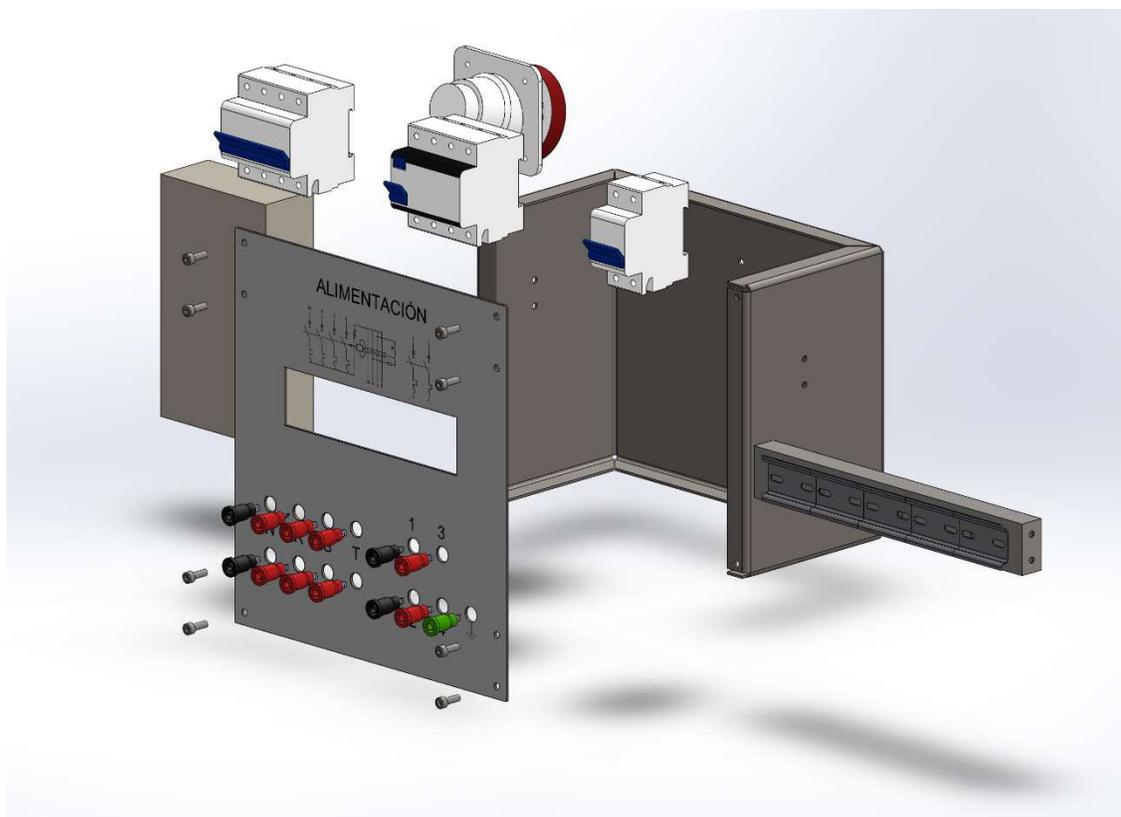
TABLEROS

La alimentación será trifásica 380 VCA, 50 Hz y puesta a tierra, con los circuitos de comando en 24 VCC.

Los tableros serán de forma panel frontal (figura 22), donde la disposición de los elementos se realizará casi exclusivamente en los paneles frontales, con un compartimento en la parte posterior (figura 23) que se realizará en chapa metálica plegada e ira vinculada al tablero mediante tornillos, que aparte de otorgarle rigidez al panel también será utilizado como soporte para ubicar componentes necesarios para el funcionamiento de cada tablero en particular.

Figura 22

Vista explosionada del módulo de alimentación



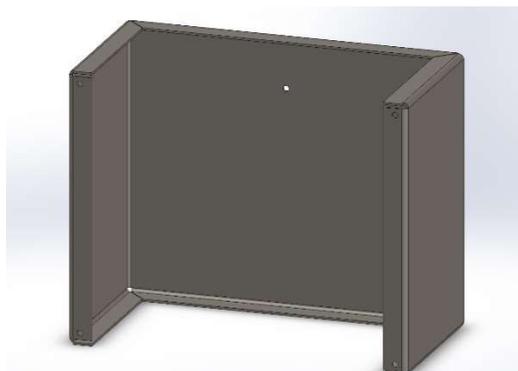
Nota: están presentes la imagen las protecciones, la fuente 220/24Vca, el soporte con el riel DIN para las protecciones y el compartimento.

Los paneles serán realizados de chapa SAE 1010 N° 14 (aproximadamente 2.1mm) ya que es un material económico, a comparación con el aluminio de 3mm, y presenta una funcionalidad y comportamiento similar al panel de aluminio en los ensayos. Además, esta chapa es la recomendada para la construcción de tableros eléctricos (Anexo-Especificaciones técnicas generales para tableros de uso eléctrico, AEA 90634).

El compartimento donde irán montados los componentes extras de cada tablero será de la misma chapa que los paneles plegada (figura 23, figura 24).

Figura 23

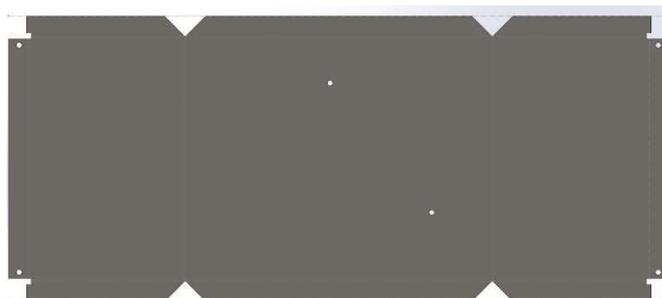
Compartimento de los tableros



Nota: Elaboración propia.

Figura 24

Vista de chapa desplegada del compartimento



Nota: Elaboración propia.

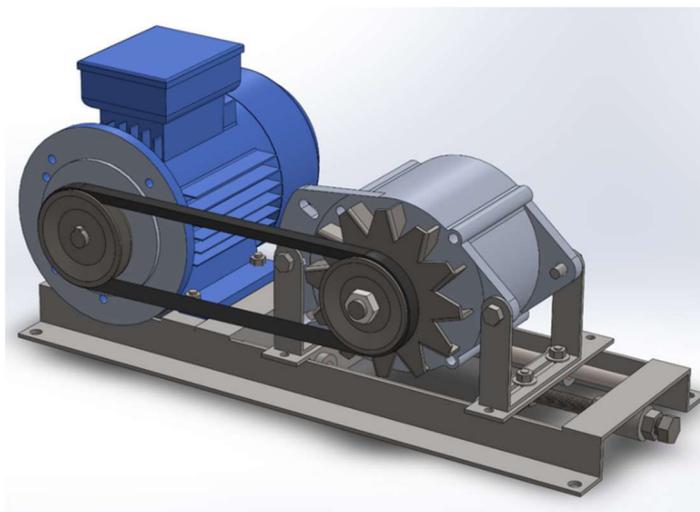
MODULO MOTORES

TRANSMISIÓN

La vinculación entre motor y alternador será mediante el uso de una correa (figura 25). Donde se utilizará la polea original del alternador y una fabricada para el motor. Que, según caculos realizados, el diámetro más óptimo, teniendo en cuenta el motor disponible y el alternador elegido, es de 78mm, en el Anexo 5 – Cálculos – apartado 3.2, se abordaran los cálculos utilizados para dicha elección, además de una breve explicación de lo que se pretende obtener de ellos.

Figura 25

Modulo motor - alternador



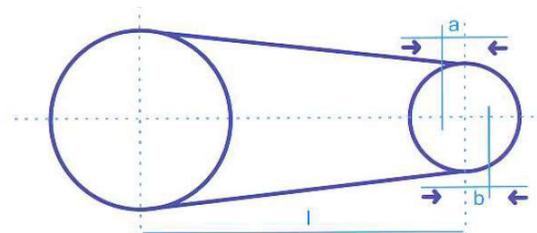
Nota: Elaboración propia.

Algo importante a tener en cuenta para el uso de correa como método de transmisión es:

- Si la distancia entre ejes es menor a la mínima, se presentarán problemas de patinamiento en las correas disminuyendo consecuentemente la potencia transmitida, la vida útil de las poleas y la vida de las correas
- Si la distancia entre ejes es mayor a la máxima, a pesar de existir un mejor ‘agarre’ de la correa a las poleas, las vibraciones de la correa aumentaran demasiado, quedando por encima de lo recomendado, haciendo que la correa sea sometida a un exceso de ‘flexiones’ que agotan la correa deteriorándola prematuramente.

Figura 26

Esquema de distancia entre ejes

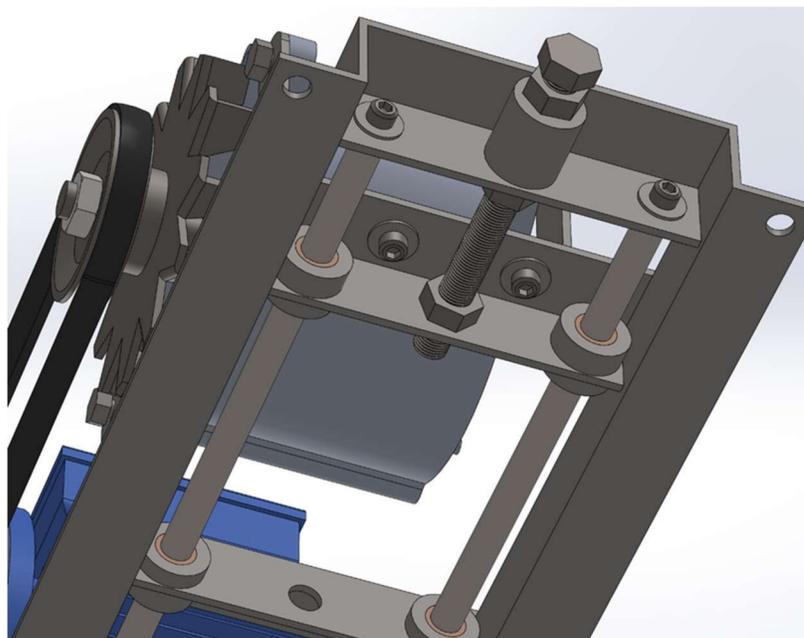


Nota: Tomado de *Correas de transmisión (2007)*, Dunlop.

La tensión de la correa estará regulada mediante un tornillo de paso grueso (figura 27), que desplazará la base móvil, donde ira montado el alternador, el cual llevará una tuerca soldada y en el otro extremo el tornillo estará libre al giro y se mantendrá su posición mediante el bloqueo por tuerca y contratuerca.

Figura 27

Vista de tornillo regulador de tensión



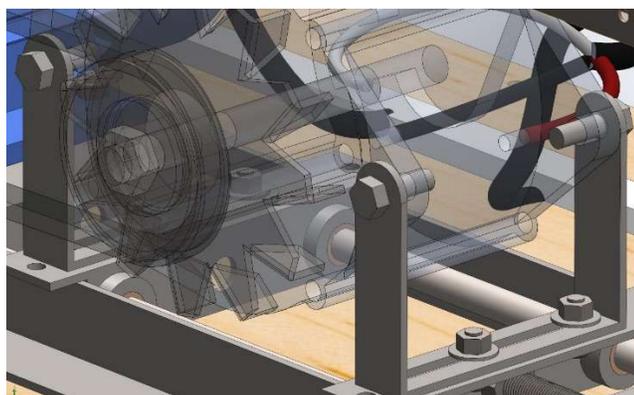
Nota: Elaboración propia.

SOPORTE

El soporte para los motores estará diseñado para ser construido en perfil L de 1 ¼' x 1/8', con el motor eléctrico fijo y el alternador montado sobre una base móvil (figura 28).

Figura 28

Vista del soporte del alternador

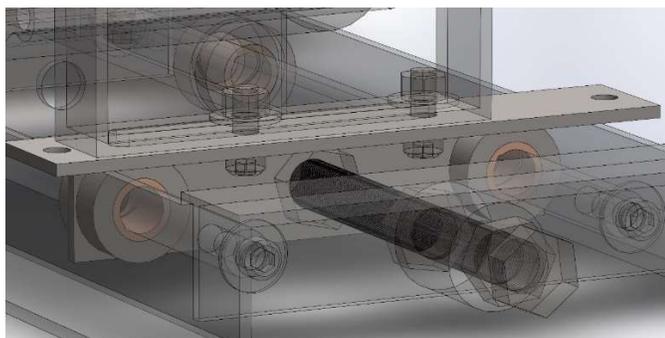


Nota: Elaboración Propia.

La base móvil estará montada sobre dos guías de acero de 12mm rectificadas (figura 30). Estarán vinculados por medio de cojinetes de bronce (figura 29), para reducir el desgaste por la fricción causada por el uso.

Figura 29

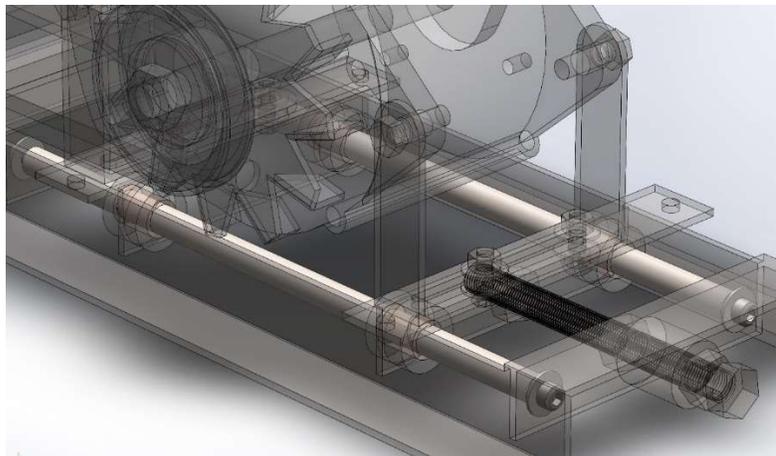
Vista cojinetes de carro móvil



Nota: Elaboración propia.

Figura 30

Vista de ejes guía

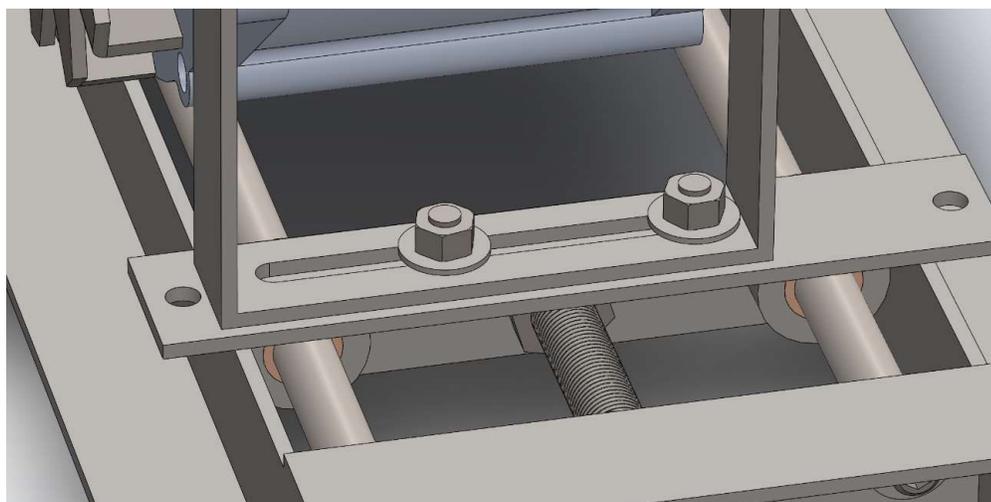


Nota: Elaboración propia.

La base del alternador se regulará en profundidad gracias a ranuras a lo largo de la base (figura 31), que estarán guiadas por tornillos abulonados a la base móvil (figura 32).

Figura 31

Vista de la regulación en profundidad del soporte del alternador

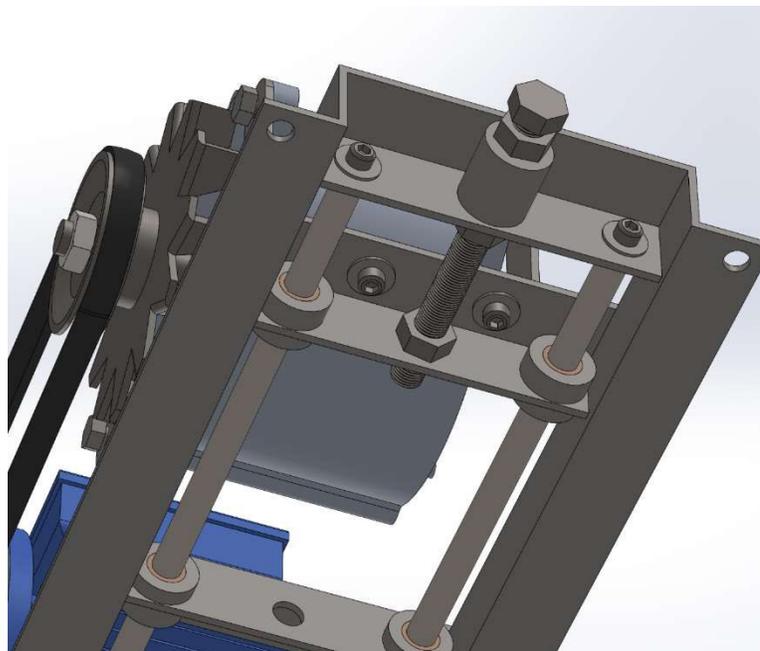


Nota: Elaboración propia.

El motivo de este sistema es para facilitar las reformas, en el caso que se cuente con otro tipo de maquina rotante, como por ejemplo, una bomba de eje libre, donde no habrá grandes dificultades en adaptarla a las bases móviles.

Figura 32

Vista inferior de sistema de regulación de tensión de la correa

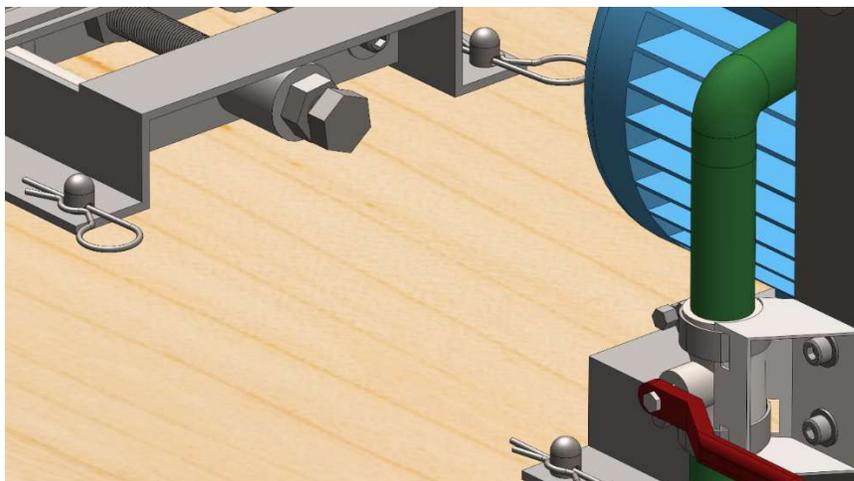


Nota: Elaboración propia.

También este soporte estará vinculado a la mesa mediante el uso de perno y chaveta R (figura 33, figura 34), para simplificar su ensamblado.

Figura 33

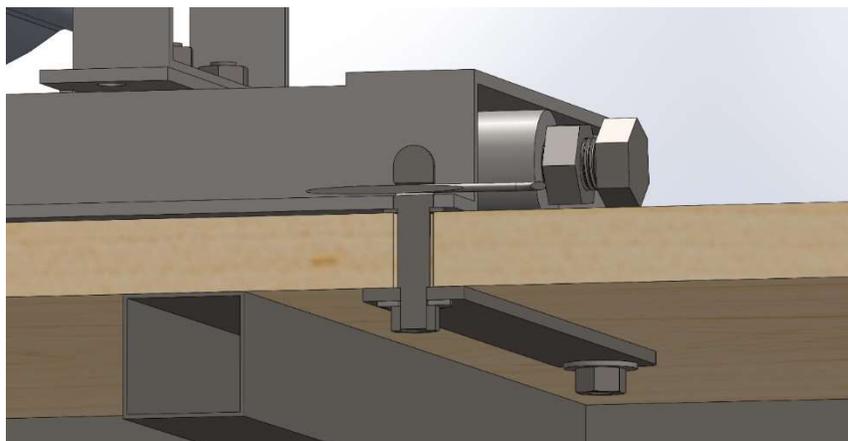
Vista de anclaje de los soportes



Nota: Elaboración propia.

Figura 34

Vista de corte de anclaje de los soportes



Nota: Elaboración propia.

TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y TERMINACIÓN

La pintura queda a elección del fabricante, pero es recomendable el cumplimiento de:

Las partes metálicas de los tableros recibirán los siguientes tratamientos:

- Desengrasado: según tipo de pieza se podrá efectuar manualmente, mediante solventes industriales o con vapores de tricloroetileno.
- Desoxidado: por arenado o fosfatizado en caliente por inmersión y remoción con cepillo. Este último método hace necesario el tratamiento alternativo del baño y cepillado hasta librar la chapa de todo óxido.
- Lavado y secado de piezas: luego del fosfatizado se enjuagarán por inmersión en agua, con manguera, etc. Y se secan por aire caliente o estufas completándose con soplete de aire a presión.

Las chapas tratadas deben ser cubiertas con antióxido antes de transcurridas cuatro horas desde el proceso de desoxidado, enjuague y secado o arenado.

- Aplicación de 10 micrones de imprimación.
- Pintura de fondo: pintado de fondo epoxi de 30 micrones y horneado (o bien aplicación de 2 a 4 manos de antióxido al cromado de zinc hasta obtener 30 micrones de espesor)
- Pintura de terminación: aplicación de 40 micrones de esmalte horneables (o bien 60 micrones de esmalte sintético).

(Anexo-Especificaciones técnicas generales para tableros de uso eléctrico, AEA 90634).

INVENTARIO DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

El cuadro detallado sobre el inventario de equipos y accesorios con sus respectivos precios al mes 06 del año 2020, se encuentra presente en el Anexo 1.

Tabla 2
Componentes necesarios para la Mesa

Componente	Característica	Cantidad
Estructura	Según plano	1
Tabla	Madera cepillada	1
Tornillos	Cabeza frezada	14
Arandela		14
Tuerca		14
Regatón	Plástico 20x20	4

Tabla 3
Componentes de la Base motor- alternador

Componente	Característica	Cantidad
Carro móvil	Según plano	2
Cojinete	Bronce auto lubricado	4
Eje guía	Acero Rectificado 12mm	2
Soporte alternador	Según plano	1
Base motor	Según plano	1
Anclaje	Según plano	2
Perno	Según plano	4
Chaveta R	2 mm	4
Tornillo	Allen ¼ X 20 - BSW	12
Tuerca	¼ BSW	12
Arandela	Biselada ¼	24
Tornillo Regulación	Hexagonal ½ X 150 – BSW / varilla roscada ½ BSW	1
Tuerca	½ BSW	4
Polea motora	Tipo A 78mm	1
Correa	Tipo A, 29.5' largo	1
Tornillo polea motor	M5X12	1
Suplemento	De ser necesario	1
Motor eléctrico	Altium TE2A711P4	1
Alternador	A127B	1
Tornillo alternador	Hexagonal 5/16 x 20 - BSW	3

Tuerca	5/16 BSW	3
Arandela	Biselada 5/16	10

Tabla 4

Base Motobomba

Componente	Característica	Cantidad
Base Motobomba	Según plano	1
Tornillo		2
Arandela		4
Tuerca		2
Perno	Según plano	4
Arandela	Biselada ¼	4
Tuerca	¼ BSW	4
Arandela	Biselada 5/16	4
Anclaje	Según plano	2
Motobomba	Pedrollo CP100 0.33HP	1

Tabla 5

Soporte de los tableros

Componente	Característica	Cantidad
Sub ensamblaje izq.	Según plano	1
Sub ensamblaje der.	Según plano	1
Travesaño	Según plano	3
Tornillo	Allen ¼ X 20 – BSW	6
Tuerca	¼ BSW	6
Arandela	Biselada ¼	12
Tuerca remache	3/16 BSW	48

Tabla 6

Tablero alimentación

Componente	Característica	Cantidad
------------	----------------	----------

Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Riel DIN	200 mm	1
Conector banana	Rojo	8
Conector banana	Negro	4
Conector banana	Verde	1
Interruptor	termomagnético 10a, 2P, curva c, modelo (NXB-63 2P C10)	1
Interruptor	termomagnético 20a, 4P, curva c, modelo (SH204 L- C20 o NXB-63 4P C20)	1
Interruptor	Diferencial 25a, 4P, 30mA, Tipo B, modelo (NL210-4-25- 30B10/AX)	1
Fuente	POWER SWTICH S-150-24	1
Tuerca remache	3/16 BSW	6
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	10
Arandela	Biselada 3/16	10
Soporte riel	Según plano	1
Pasa chapa	Goma 10m0	1
Cable	unipolar 2,5mm2, color según norma	El necesario

Nota: Para el tablero de alimentación en el caso de que la tensión de control sea diferente a 220 también contará con una fuente de alimentación la cual podrá estar ubicada en la parte posterior de este.

Tabla 7

Tablero mando y señalización

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	8
Conector banana	Negro	8
Conector banana	Verde	1
Pulsador	NA Rasante Verde	1
Pulsador	NA Rasante Azul	1
Pulsador	NC Rasante Rojo	1

Pulsador	Seta Rojo Seguridad	1
Luz Piloto	Verde	1
Luz Piloto	Rojo	1
Luz Piloto	Azul	1
Luz Piloto	Amarillo	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Tabla 8

Tablero variador

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Variador	Modelo disponible	1
Tornillo para variador	Según manual fabricante	Según manual fabricante
Conector banana	Rojo	5
Conector banana	Negro	15
Conector banana	Verde	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Tabla 9

Tablero temporizador

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	6
Conector banana	Negro	2
Conector banana	Verde	1

Relé	Temporizador, control 24/220v, Modelo (RTCA10M-M)	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Tabla 10

Tablero contactor

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	10
Conector banana	Negro	2
Conector banana	Verde	1
Contactador	TeSys LC1D09BD, 9a, control 24Vcc	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Nota: Teniendo en cuenta que se pretende tener como mínimo 2 módulos de contactor en este apartado se presente la lista de materiales para 1 solo modulo.

Tabla 11

Tablero relevo térmico

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	6
Conector banana	Negro	4
Conector banana	Verde	1

Relé	Térmico, 1-1,6a, modelo(3ua5000-1a)o (LRD 063)	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm2, color según norma	El necesario

Tabla 12

Tablero motor

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	0
Conector banana	Negro	9
Conector banana	Verde	1
Enchufe	Hembra Tripolar 15 A 600v	3
Tornillo	Enchufe	12
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm2, color según norma	El necesario

Tabla 13

Tablero carga alternador

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	2
Conector banana	Negro	1
Conector banana	Verde	1
Interruptor	De palanca	6
Lampara	T20 12v	6
Portalámpara	T20 12v	6

Batería	12v	1
Soporte batería	Según plano	1
Tuerca remache	3/16 BSW	6
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	10
Arandela	Biselada 3/16	10
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Tabla 14

Circuito hidráulico

Componente	Característica	Cantidad
Caño agua	3/4 x 2.5m termofusión	1
Codo caño rosca macho	1' - ¾ 90° termofusión	2
Válvula llave de paso	Esférica ¾	2
Codo caño	¾ 90° termofusión	1
Cupla macho	¾	3
Salida de tanque	¾	1
Abrazadera	25-40mm acero	2
Tornillo	Allen 3/16 x 15 BSW	2
Arandela	Biselada 3/16	2
Tuerca remache	3/16 BSW	2

Tabla 15

Circuito eléctrico

Componente	Característica	Cantidad
Cable motor	Tripolar 1.5mm ²	2.25m
Cable motobomba	Tripolar 1.5mm ²	3m
Cable alternador	Tripolar 2.5mm ²	2.2m
Cable alimentación	Tetrapolar 2.5mm ²	3m
Cables conectores	Unipolar 2.5mm ²	50x 1m
Cablecanal	Perfil C con tapa, sección mayor a 970mm ²	10m

EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se hará un relevamiento del costo de los elementos a la fecha de elaboración de la investigación 24/06/2020 con el motivo de comparar el costo de fabricación del proyecto versus el valor que tiene un banco con similares capacidades en el mercado actual.

Los precios son de referencia y serán tomados de internet debido a la situación actual, de páginas como mercado libre y páginas de proveedores de materiales eléctricos y de construcción.

Para el precio estimado no se tiene en cuenta el costo de construcción ni el de logística.

Se toman algunos precios de referencia de bancos comerciales para la comparación.

Tabla 16

Comparación de costo entre banco comercial y el fabricado

Total estimado banco completo	160.820,60	\$	promedio del valor de bancos similares en el mercado	438.686,67	\$
Total estimado banco completo en dolares	1.748,05	u\$d	precio en dolares	4.768,33	u\$d

Nota: La tabla detallada de los costos de elementos de construcción, elementos mecánicos y elementos eléctricos, y precios de referencia se encuentran en el Anexo 1.

VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL

Para el análisis estático se utilizó el método de los elementos finitos, disponible en el programa CAD SolidWorks. El método de los elementos finitos (MEF en castellano o FEM en inglés) es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy complejas utilizado en diversos problemas de ingeniería y física, estos datos se encuentran presentes en el documento (Anexo 2 – Ensayos Estructurales).

Para el análisis del factor de seguridad se emplea el criterio de von Mises. El material empieza a ceder en una ubicación cuando la tensión de von Mises es igual al límite de tensión. En la mayoría de los casos, el límite elástico se utiliza como el límite de tensión.

El criterio de máxima tensión de von Mises se basa en la teoría de von Mises-Hencky, también conocida como teoría de la energía de cortadura o teoría de la energía de distorsión máxima.

En cuanto a las tensiones principales σ_1 , σ_2 , σ_3 , la tensión de von Mises se expresa de la siguiente manera:

$$\sigma_{\text{vonMises}} = \{ [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2] / 2 \}^{1/2}$$

$$\sigma_{\text{vonMises}} \geq \sigma_{\text{limit}}$$

$$\text{Factor de seguridad (FDS)} = \sigma_{\text{limit}} / \sigma_{\text{vonMises}}$$

$$\text{Factor de seguridad (FDS)} = F_{\text{max}} / F$$

$$F_{\text{max}} = \text{FDS} * F$$

Entonces gracias a esto podemos determinar la carga máxima admisibles para cada modelo.

CÁLCULOS

CARGAS MÁXIMAS ADMISIBLES

Datos tomados de los análisis presentes en 'Anexo 2 – Verificación Estructural'. Donde se encuentran detalladas también las cargas y sujeciones.

Tabla 17

Análisis Estático 1

PROPIEDADES DEL MATERIAL	
NOMBRE	ASTM A36 Acero
LIMITE ELÁSTICO	250 N/mm ²
LIMITE DE TRACCIÓN	400 N/mm ²
MODULO ELÁSTICO	200000 N/mm ²
COEFICIENTE DE POISSON	0.26
DENSIDAD	7.85 g/cm ³
MODULO CORTANTE	79300 N/mm ²

Nota: Tomado de *Base de Datos*, SolidWorks, Dassault Systèmes S.A.

Tabla 18

Análisis Estático 2

PROPIEDADES DEL MATERIAL	
NOMBRE	AISI 1045 Acero estirado en frio
LIMITE ELÁSTICO	530 N/mm ²
LÍMITE DE TRACCIÓN	625 N/mm ²
MODULO ELÁSTICO	205000 N/mm ²
COEFICIENTE DE POISSON	0.29
DENSIDAD	7.85 g/cm ³
MODULO CORTANTE	80000 N/mm ²
COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA	1.2e-05 /Kelvin

Nota: Tomado de *Base de Datos*, SolidWorks, Dassault Systèmes S.A.

Tabla 19

Análisis Estático 3 y 4

PROPIEDADES DEL MATERIAL - ANÁLISIS ESTÁTICO 3 y 4	
NOMBRE	AISI 1010 Acero Laminado en caliente
LIMITE ELÁSTICO	180 N/mm ²
LÍMITE DE TRACCIÓN	325 N/mm ²
MODULO ELÁSTICO	200000 N/mm ²
COEFICIENTE DE POISSON	0.29
DENSIDAD	7.87 g/cm ³
MODULO CORTANTE	80000 N/mm ²
COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA	1.2e-05 /Kelvin

Nota: Tomado de *Base de Datos*, SolidWorks, Dassault Systèmes S.A.

Tabla 20

Resultados Análisis Estático 1

RESULTADOS OBTENIDOS EN ANÁLISIS ESTÁTICO 1			
NOMBRE	TIPO	MIN.	MAX.
TENSIONES	VON: TENSION DE VON MISES	0.000 N/mm ²	112.984 N/mm ²
DESPLAZAMIENTOS	URES: DESPLAZAMIENTO RESULTANTE	0.000 mm	0.225 mm

Nota: Tomado de *Anexo 2 – Verificación Estructural (p. 102)*.

Tabla 21

Resultados Análisis Estático 2

RESULTADOS OBTENIDOS ANÁLISIS ESTÁTICO 2			
NOMBRE	TIPO	MIN.	MAX.
TENSIONES	VON: TENSION DE VON MISES	0.000 N/mm ²	79.833 N/mm ²
DESPLAZAMIENTOS	URES: DESPLAZAMIENTO RESULTANTE	0.000 mm	0.113 mm

Nota: Tomado de Anexo 2 – Verificación Estructural (p. 111).

Tabla 22

Resultados Análisis Estático 3

RESULTADOS OBTENIDOS EN ANÁLISIS ESTÁTICO 3			
NOMBRE	TIPO	MIN.	MAX.
TENSIONES	VON: TENSION DE VON MISES	0.011 N/mm ²	30.548 N/mm ²
DESPLAZAMIENTOS	URES: DESPLAZAMIENTO RESULTANTE	0.000 mm	0.265 mm

Nota: Tomado de Anexo 2 – Verificación Estructural (p. 119).

Tabla 23

Resultados Análisis Estático 4

RESULTADOS OBTENIDOS EN ANÁLISIS ESTÁTICO 4			
NOMBRE	TIPO	MIN.	MAX.
TENSIONES	VON: TENSION DE VON MISES	0.016 N/mm ²	56.875 N/mm ²
DESPLAZAMIENTOS	URES: DESPLAZAMIENTO RESULTANTE	0.000 mm	0.909 mm

Nota: Tomado de Anexo 2 – Verificación Estructural (p. 127).

ANÁLISIS ESTÁTICO 1

$$FDS = \frac{\sigma_{limit}}{\sigma_{vonMises}} = \frac{250MPa}{113MPa} \cong 2.21$$

$$F_{max} = FDS * F = 2.21 * 100N \cong 221N$$

ANÁLISIS ESTÁTICO 2

$$FDS = \frac{\sigma_{limit}}{\sigma_{vonMises}} = \frac{530MPa}{80MPa} \cong 6.63$$

$$F_{max} = FDS * F = 6.63 * 50kg \cong 332kg$$

ANÁLISIS ESTÁTICO 3

$$FDS = \frac{\sigma_{limit}}{\sigma_{vonMises}} = \frac{180MPa}{31MPa} \cong 5.81$$

$$F_{max} = FDS * F = 5.81 * 50kg \cong 290.5kg$$

ANÁLISIS ESTÁTICO 4

$$FDS = \frac{\sigma_{limit}}{\sigma_{vonMises}} = \frac{180MPa}{57MPa} \cong 3.16$$

$$F_{max} = FDS * F = 3.16 * 100N \cong 316N$$

DATOS NECESARIOS PARA LAS PROTECCIONES

Tabla 24

Datos de chapa del motor

Potencia	Rendimiento	Tensión	Cos fi	Factor de servicio
250w	65%	220/380v	0.74	1.0

Nota: Tomado de motores asíncronos (p. 19), motores Altium, Telemecanique.

$$Pe = \frac{Pm}{\eta}$$

$$In = \frac{Pe}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

$$Is = In * Fs$$

Tabla 25

Datos para protecciones del Motor

Tensión de uso	Potencia Eléctrica	Corriente nominal
220v	385 w	1.37 A

TRANSMISIÓN

Estos cálculos son realizados para concluir con que valor de corriente se puede contar a la salida del alternador. Teniendo en cuenta los datos del motor eléctrico disponible.

Tabla 26

Datos tomados de la hoja de datos del motor

características motor		datos tomados de hoja de datos del motor	
Pm -w-	Rendimiento	Tn -Nm-	V -RPM-
250	0,65	1,73	1330

Nota: Tomado de motores asincrónicos (p. 19), motores Altium, Telemecanique.

Tabla 27

Datos tomados de internet

Correa	datos tomados de internet
rendimiento aprox	
0,95	

Nota: tomado de correas de transmisión – calculo y diseño, 2020, Ingemecánica

(<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>)

Tabla 28

Datos tomados de la curva característica del alternador

características alternador a 14v / 20°C+5°C			datos tomados del grafico de curva característica			
I -A-	U -v-	P out -w-	Rendimiento estimado	Tn in-Nm-	V -RPM-	P in -w-
8	14	112	0,65	1,19	1360	172
10	14	140	0,65	1,45	1400	215
12	14	168	0,65	1,69	1440	258
14	14	196	0,65	1,92	1480	302
16	14	224	0,65	2,13	1520	345
18	14	252	0,65	2,34	1560	388
20	14	280	0,65	2,53	1600	431
22	14	308	0,65	2,72	1640	474
24	14	336	0,65	2,89	1680	517

Nota: Adaptado de Manual de Taller, Alternadores (2005), Prestolite – Indiel.

Cálculos en tabla

Potencia de salida (P out)

$$P = I * U$$

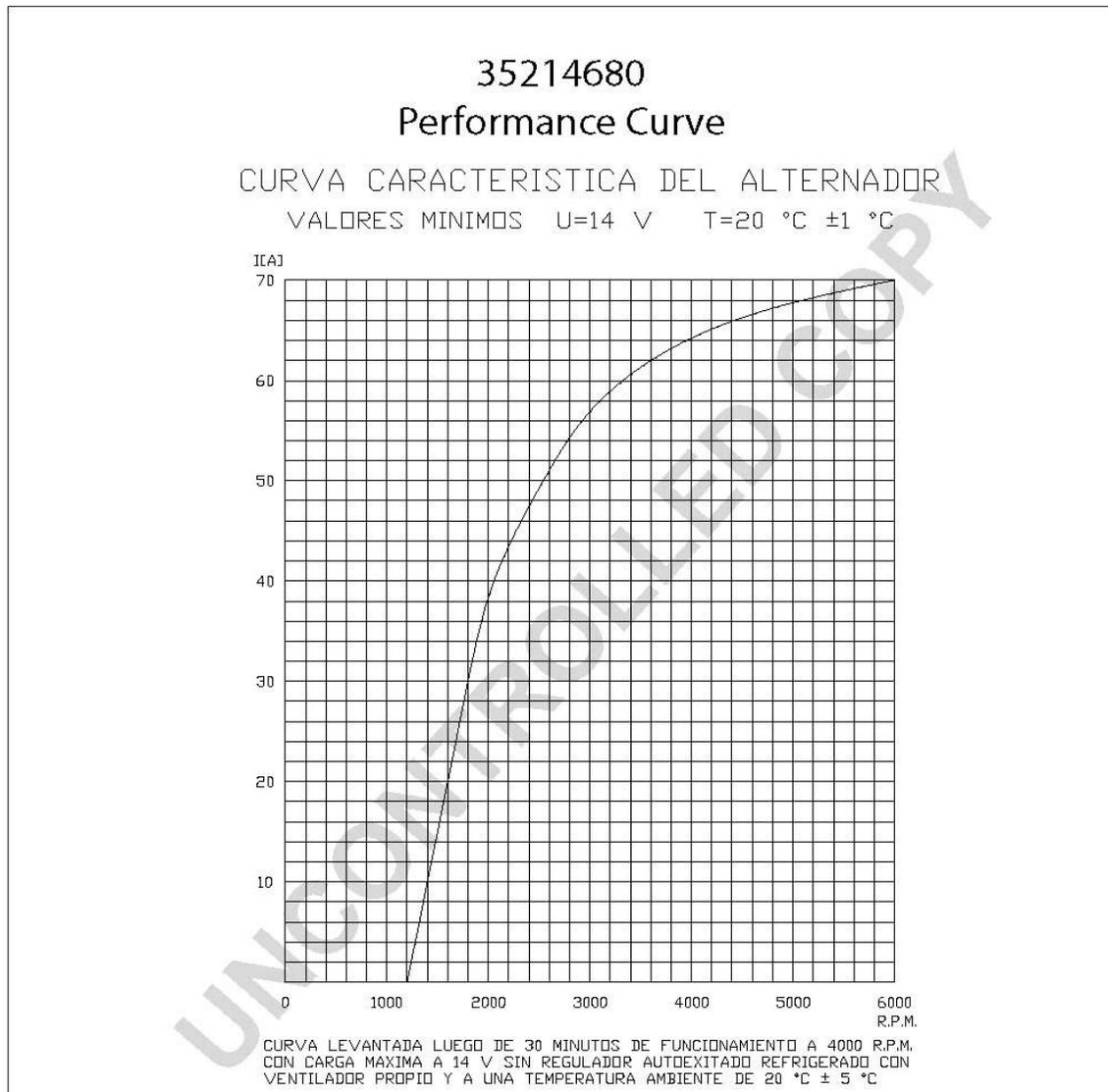
Par de entrada (Tn in)

$$T \cong \frac{HP * 7017}{RPM} * \frac{1}{\eta} \cong \left(\frac{P}{746} \right) * \frac{7017}{RPM} * \frac{1}{\eta}$$

$$1 HP \cong 746w$$

Figura 35

Curva característica del alternador



Nota: Tomado de *Manual de Taller, Alternadores* (2005), Prestolite – Indiel.

El motivo por el cual este fue el modelo de alternador a utilizar fue su valor económico. Además de ser universal, lo que quiere decir que un soporte pensado para este alternador puede ser útil para varios modelos. Otro motivo importante fue que es de los pocos que cuentan con su curva característica en la WEB. La cual fue la que se utilizó para buscar la opción de diámetro de polea en el motor más conveniente.

El diámetro de Polea más conveniente para el motor, sin cambiar la polea original del alternador, como se muestra en la (tabla 22) es de 78mm.

Tabla 29

Comparación entre distintos diámetros de poleas conductoras

diametro polea alternador -mm-	diametro polea motor -mm-	rpm en alternador	P disponible en polea alternador -W-	I estimada diponible -A-	I limite por interpolacion -A-	I disponible -A-	T disponible en polea alternador -Nm-	T necesaria por interpolacion -Nm-
73,7	73	1317	238	11,03	7,82	7,82	1,66	1,20
73,7	76	1372	230	10,69	8,58	8,58	1,59	1,27
73,7	77	1390	227	10,55	9,48	9,48	1,57	1,38
73,7	78	1408	224	10,42	10,38	10,38	1,55	1,49
73,7	79	1426	222	10,29	11,28	10,29	1,53	1,60
73,7	80	1444	219	10,16	12,18	10,16	1,51	1,71
73,7	81	1462	216	10,03	13,09	10,03	1,50	1,81
73,7	82	1480	213	9,91	13,99	9,91	1,48	1,92
73,7	83	1498	211	9,79	14,89	9,79	1,46	2,02

Los cálculos usados para armar la tabla fueron:

RELACION DE TRANSMISION (RT)

$$Rt = \frac{Da}{Dm}$$

Con

Da=Diametro polea Alternador

Dm=Diametro polea Motor

RPM EN ALTERNADOR

$$RPMa = \frac{RPMm}{Rt}$$

POTENCIA DISPONIBLE EN LA POLEA DEL ALTERNADOR

$$Pd = Pm * Rt * \eta t$$

Con

Pm=Potencia de salida motor eléctrico 'dato tomado de la tabla de características del motor'

Pd=Potencia disponible en polea del alternador

ηt =Rendimiento de transmisión

CORRIENTE DE SALIDA DEL ALTERNADOR ESTIMADO DISPONIBLE A TENSIÓN DE 14V

CONSTANTE

Es la corriente que podría entregar el alternador

$$Ie = \frac{Pd}{Ua} * \eta a$$

Con

Ua=tensión de salida alternador

ηa =rendimiento estimado alternador

CORRIENTE MÁXIMA LIMITANTE CALCULADA POR INTERPOLACIÓN

Es la corriente máxima que entrega el alternador a esas RPM con tensión constante

Tabla 30

Método de interpolación

RPM	Corriente I
A	b
Y	x
C	d

$$(a - c)(b - x) = (a - y)(b - d)$$

$$x = \frac{((a - y)(b - d)) - ((a * b)(c * b))}{(c - a)}$$

CORRIENTE DISPONIBLE

Es la corriente que va a entregar el alternador al régimen de rpm máximo del motor con la tensión de 14v.

En la tabla hay una comparación entre la corriente estimada y la corriente disponible y se toma como cierta la menor de las dos.

PAR DISPONIBLE EN POLEA ALTERNADOR

$$Td = Tn * Rt * \eta t$$

Con

Tn=par nominal motor eléctrico

PAR NECESARIO

Es el par necesario para mover el eje del alternador al régimen de rpm específico para obtener la máxima potencia que es capaz de entregar con tensión constante

$$T \cong \frac{\left(\frac{Pa}{746}\right) * 7017}{RPM} * \frac{1}{\eta a}$$

Con

Pa=potencia alternador

ηa =rendimiento alternador

Una vez elegido el diámetro de la polea conductora, utilizando los cálculos recomendados en los catálogos de correas, se obtuvo la distancia entre ejes junto al largo de la correa necesaria.

$$\text{distancia entre ejes minima} = 0.7 * (Dpm + Dpc) = 0.7 * (78 + 73.7) \cong 106.2mm$$

$$\text{distancia entre ejes maxima} = 2.0 * (Dpm + Dpc) = 2.0 * (78 + 73.7) \cong 303.4mm$$

Dpm=diámetro polea motriz

Dpc=diámetro polea conducida

(Si la distancia entre ejes es menor a la mínima, se presentan problemas de patinamiento en las correas disminuyendo consecuentemente la potencia transmitida, la vida útil de las poleas y la vida de las correas.

Si la distancia entre ejes es mayor a la máxima, a pesar de existir un mejor ‘agarre’ de la correa a las poleas, las vibraciones de la correa aumentan demasiado quedando por encima de lo recomendado, haciendo que la correa sea sometida a un exceso de ‘flexiones’ que agotan la correa acabándola prematuramente).

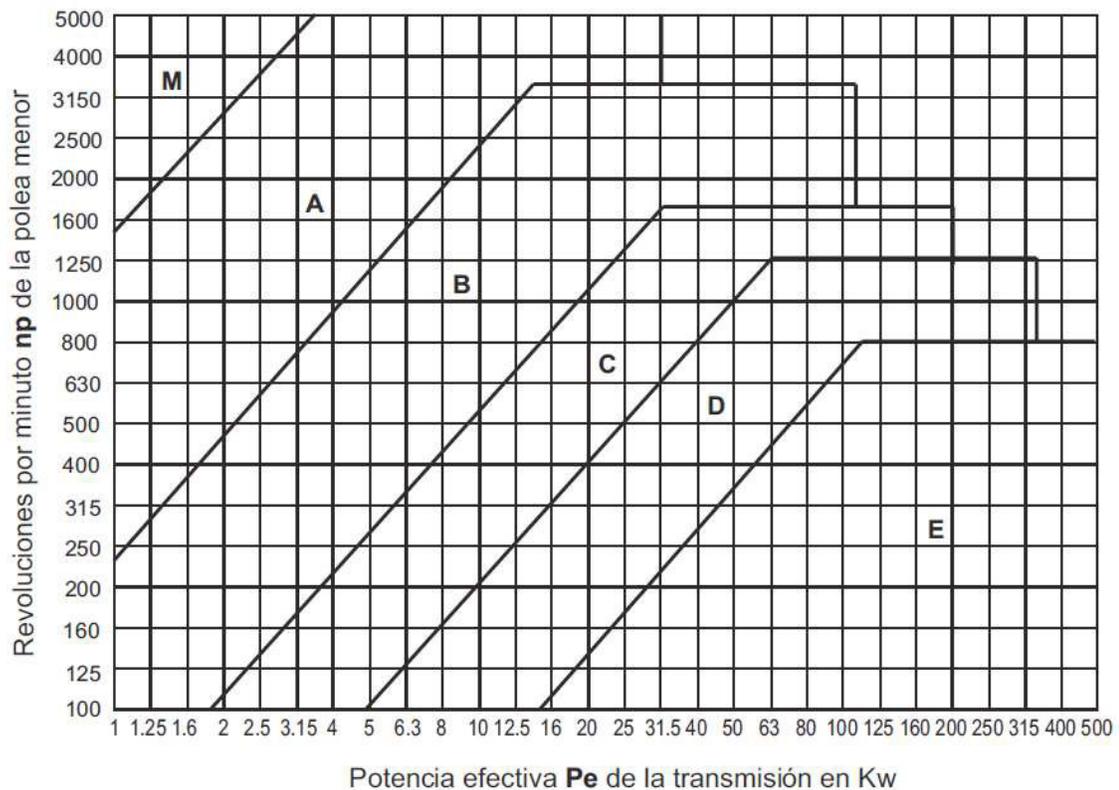
Elección de la correa (de catálogo)

$P_e = 0.224 \text{ kW}$

RPM polea menor = 1408

Figura 36

Elección de la sección de las correas clásicas



Nota: Tomado de *Correas de transmisión* (2007), Dunlop.

Distancia entre ejes optima

$$l \geq \frac{(K + 1)d}{2} + d \cong \frac{\left(\frac{78}{73.7} + 1\right) 73.7}{2} + 73.7 \geq 149.55 \text{ mm}$$

L= distancia entre ejes

d=polea de diámetro menor

K=relación de transmisión

Por cuestiones geométricas de las maquinas la distancia entre ejes elegida es de 254mm, que se encuentra dentro de los límites calculados.

Longitud primitiva de la correa para la distancia entre ejes de 254mm

$$L = 2l + 1.57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4l}$$

L=longitud primitiva de la correa

$$L \cong 2 * 254 + 1.57(78 + 73.7) + \frac{(78 - 73.7)^2}{4 * 254} \cong 746.2 \text{ mm}$$

La correa necesaria será una de tipo A de 746.2mm de largo aprox. O 29.5' de largo aprox.

COMPONENTES ELÉCTRICOS

CONTACTOR

El contactor seleccionado para el rango de corriente y tensiones será: TeSysD LC1D09BD, 9A, control 24Vcc.

El motivo de esta selección es para dimensionar todo el circuito en base a las características nominales pertenecientes al variador. Entonces, en el caso que se disponga de un motor de mayor potencia no será necesario cambiar la aparamenta. Otro motivo es el económico porque no hay una diferencia considerable entre este modelo y modelos mini contactores, que no cuentan con los contactos auxiliares necesarios, ya que es conveniente para los ejercicios de laboratorio que el contactor disponga de contactores auxiliares normal abierto y normal cerrado, en particular, el contactor seleccionado dispone de un NA y un NC. Y por este motivo sería necesario adquirir una serie de contactores auxiliares por separado.

CONDUCTORES

Caso con motor de mayor potencia compatible.

En la selección de cables para el circuito de potencia se tendrá en cuenta el consumo máximo teórico de la instalación, el cual será con un motor de 1.5Kw conectado al variador de frecuencia donde la corriente nominal será de 17.8 A a 200v. el motivo de esto es para dimensionar todo el circuito y aparamenta para el caso en el que se disponga de un motor de mayor potencia, donde no será necesario el cambio de los componentes electromecánicos. Por lo tanto, según el catálogo para conductores https://www.industriasmh.com.ar/pdf/catalogo2015_web.pdf, para los cables correspondientes a la norma IRAM 247-3, la sección ideal de conductor será (Tabla 31):

Tabla 31

Sección circuitos de potencia

Tablero	In	Agrupamiento	Sección	I admisible a temperatura ambiente de 40 ° C	Largo Aprox
Alimentación	18 A	No	2.5 mm ²	21 A	1 m
Contactador	7.5 A	No	1.0 mm ²	11 A	1 m

Variador	18 A	No	2.5 mm ²	21 A	1 m
Alternador	11 A	No	1.5 mm ²	15 A	1 m
Térmico	7.5 A	No	1.0 mm ²	11 A	1 m
Maquinas Rotantes	7.5 A; 11 A	No	1.0 mm ² ; 1.5 mm ²	11 A; 15 A	1 m
Líneas					
Alimentación	18 A	Tetrapolar	1.5 mm ²	17 A	2.4m
Motor 1	7.5 A	Tripolar	1.0 mm ²	11 A	3m
Motor 2	7.5 A	Tripolar	1.0 mm ²	11 A	3m
Alternador	11 A	Tripolar	1.5 mm ²	11 A	3m
Conectores R	18 A	Unipolar	2.5 mm ²	21 A	1.2m
Conectores N	18 A	Unipolar	2.5 mm ²	21 A	1.2m
Conectores T		Unipolar	2.5 mm ²	21 A	2.3m

Como la mayor corriente de alimentación que tendrá el circuito de potencia, en el caso de contar con el motor de mayor potencia compatible con el variador, es de 17.8 A, la sección de los cables de potencia será la misma para todo el circuito para protegerlo con una llave termomagnética de 20 A. Por ende, el circuito de potencia distribuido con una sección de 2.5mm².

Tabla 32

Sección circuitos de maniobra

Tablero	In	Agrupamiento	Sección	I admisible a temperatura ambiente de 40 ° C	Largo Aprox
Alimentación	2 A	No	1 mm ²	11	1m
Contactador	2 A	No	1 mm ²	11	1m
Variador	2 A	No	1 mm ²	11	1m
Temporizador	2 A	No	1 mm ²	11	1m
Alternador	2 A	No	1 mm ²	15	1m
Térmico	2 A	No	1 mm ²	11	1m

El motivo por el cual se utilizarán los conductores de 1mm² y no de menor sección para los circuitos de control es:

- En primer lugar, porque es más conveniente para los terminales de conexión del contactador, que tienen como recomendación en su ficha técnica un rango de 1mm² a 4mm² de sección del conductor de control.

- En segundo lugar, todos los cables de los conectores de prueba serán de una misma sección para evitar las confusiones al momento de armar los circuitos.
- En tercer lugar, para las conexiones control en el variador la sección de los cables debe estar entre 0.75 y 1.5 mm².
- Y, por último, para poder proteger los cables con la misma llave térmica, la cual será de 10 A.

Caso con el motor disponible.

En la selección de cables para el circuito de potencia se tendrá en cuenta el consumo máximo teórico de la instalación, el cual será con un motor de 0.25Kw conectado al variador de frecuencia donde el consumo será de 3 A a 200v – valor estimado -. Por lo tanto, según el catálogo para conductores https://www.industriasmh.com.ar/pdf/catalogo2015_web.pdf, para los cables correspondientes a la norma IRAM 247-3, la sección ideal de conductor será (Tabla 25):

Tabla 33

Sección circuitos de potencia

Tablero	In	Agrupamiento	Sección	I admisible a temperatura ambiente de 40 ° C	Largo Aprox
Alimentación	3 A	No	0.75 mm ²	9 A	
Contactador	1.8 A	No	0.75 mm ²	9 A	
Variador	3 A	No	0.75 mm ²	9 A	
Alternador	11 A	No	1.5 mm ²	15 A	
Térmico	1.8 A	No	0.75 mm ²	9 A	
Maquinas Rotantes	1.8 A; 11 A	No	0.75 mm ²	9 A	
Líneas			0.75 mm ²	9 A	
Motor 1	1.8 A	Si	0.75 mm ²	9 A	
Motor 2	1.8 A	Si	0.75 mm ²	9 A	
Alternador	11 A	Si	1.5 mm ²	15 A	
Conectores	3 A	No	0.75 mm ²	9 A	

Como la mayor corriente de alimentación que tendrá el circuito de potencia, en el caso de contar con el motor de mayor potencia compatible con el variador, es de 3 A, la sección de los cables de

potencia será la misma para todo el circuito 1mm² para protegerlo con una llave termomagnética de 10 A.

Tabla 34

Sección circuitos de maniobra

Tablero	In	Agrupamiento	Sección	I admisible a temperatura ambiente de 40 ° C	Largo Aprox
Alimentación	2 A	No	1 mm ²	11 A	
Contactador	2 A	No	1 mm ²	11 A	
Variador	2 A	No	1 mm ²	11 A	
Temporizador	2 A	No	1 mm ²	11 A	
Alternador	2 A	No	1 mm ²	15 A	
Térmico	2 A	No	1 mm ²	11 A	

El motivo por el cual se utilizarán los conductores de 1mm² y no de menor sección para los circuitos de control es:

- En primer lugar, porque es más conveniente para los terminales de conexión del contactor, que tienen como recomendación en la ficha técnica un rango de 1mm² a 4mm² de sección del conductor de control.
- En segundo lugar, todos los cables de los conectores de prueba serán de una misma sección para evitar las confusiones al momento de armar los circuitos.
- En tercer lugar, para las conexiones control en el variador la sección de los cables debe estar entre 0.75 y 1.5 mm².
- Y, por último, para poder proteger los cables con la misma llave térmica, la cual será de 10 A.

A partir del análisis realizado se toma en cuenta el 'Caso con motor de mayor potencia compatible'. Entonces, todo el circuito estará protegido para 1.5kW de potencia del motor eléctrico como máximo.

INTERRUPTORES

Tabla 35

Las características de los interruptores seleccionados son:

Interruptor general	380v, 20 A, 4P, curva C, 6kA
Interruptor Diferencial	380v, 25 A, 4P, 30mA, Tipo A, SI, 6kA
Interruptor circuito de control	220v, 10 A, 2P, curva C, 6kA

Nota: fueron seleccionados siguiendo los criterios presentes en, Mario Flores (s.f.), Protección contra sobrecargas y cortocircuitos, Universidad Nacional Arturo Jauretche.

RELÉ TÉRMICO

Tabla 36

Las características del relé térmico seleccionado son:

Relé Térmico	220v, 1.2.....1.8 A
--------------	---------------------

Nota: fueron seleccionados siguiendo los criterios presentes en, Mario Flores (s.f.), Protección contra sobrecargas y cortocircuitos, Universidad Nacional Arturo Jauretche.

BANDEJA PARA CABLES

(AEA 90364, sección 771.12.3.13)

En casos no previstos en tabla o secciones no circulares se deberá ocupar hasta el 35% de la sección interior libre.

$$S_{necesaria} = \frac{\sum S_{conductores}}{0.35}$$

Diámetro de los conductores tomados de catálogo 12mm

$$S_{conductores} = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * (12mm)^2}{4} \cong 113.1mm^2$$

$$S_{necesaria} = \frac{113.1 * 3}{0.35} \cong 970mm^2$$

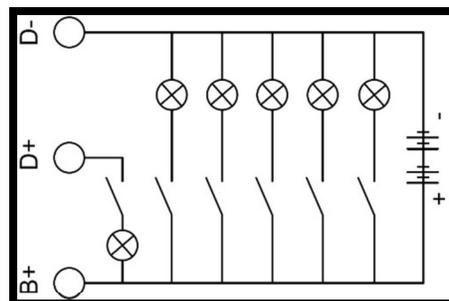
La sección de las bandejas debe ser mayor a 970mm²

Del catalogo <http://www.electroluz-neored.com.ar/catalogue/Cablecanales-27.html>

La bandeja conveniente es de 30x40mm

TABLERO DE CARGA PARA ALTERNADOR

Por parte de la carga para el alternador se plantea como solución un tablero que cuente con varias lámparas de 12V – 30W, con su respectivo interruptor de encendido, conectadas en paralelo. Como se muestra en el esquema.



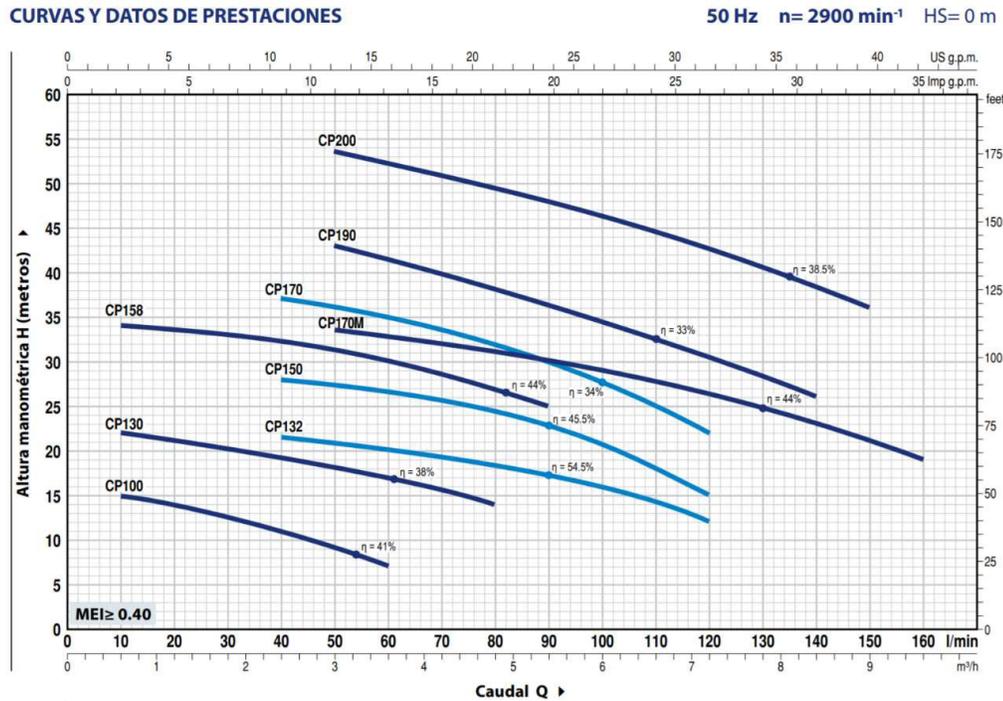
COMPONENTES MECÁNICOS

CAÑERÍAS

Para los cálculos de las cañerías se tienen en cuenta los datos presentes en (figura 37) utilizando el Abaco (figura 38).

Figura 37

Curvas y datos de prestaciones de bombas centrífugas



MODELO		POTENCIA (P ₂)		▲	Q	H metros																		
Monofásica	Trifásica	kW	HP			m ³ /h	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6	
					l/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160		
CPm 100	CP 100	0.25	0.33	IE2	H metros	16	15	14	12.5	11	9	7												
CPm 130	CP 130	0.37	0.50	IE3		23	22	21	20	19	18	17	15.5	14										
CPm 132	CP 132	0.55	0.75			23	-	22.5	22	21.5	21	20.5	19.5	18.5	17.5	16	14	12						
CPm 150	CP 150	0.75	1			29.5	-	29	28.5	28	27.5	26.5	26	24.5	23	21	18	15						
CPm 158	CP 158	0.75	1			36	34	33.5	33	32.5	31.5	30	28.5	27	25									
CPm 170	CP 170	1.1	1.5			41	-	-	38	37	36	35	33.5	32	30	27.5	25	22						
CPm 170M	CP 170M	1.1	1.5			36	-	-	35	34.5	33.5	33	32	31	30	29	28	26.5	25	23	21	19		
CPm 190	CP 190	1.5	2			48	-	-	46	44.5	43	41.5	40	38	36	34.5	32.5	30.5	28	26				
CPm 200	CP 200	2.2	3			56	-	-	55	54.5	53.5	52	51	49.5	48	46	44.5	42.5	40.5	38.5	36			

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

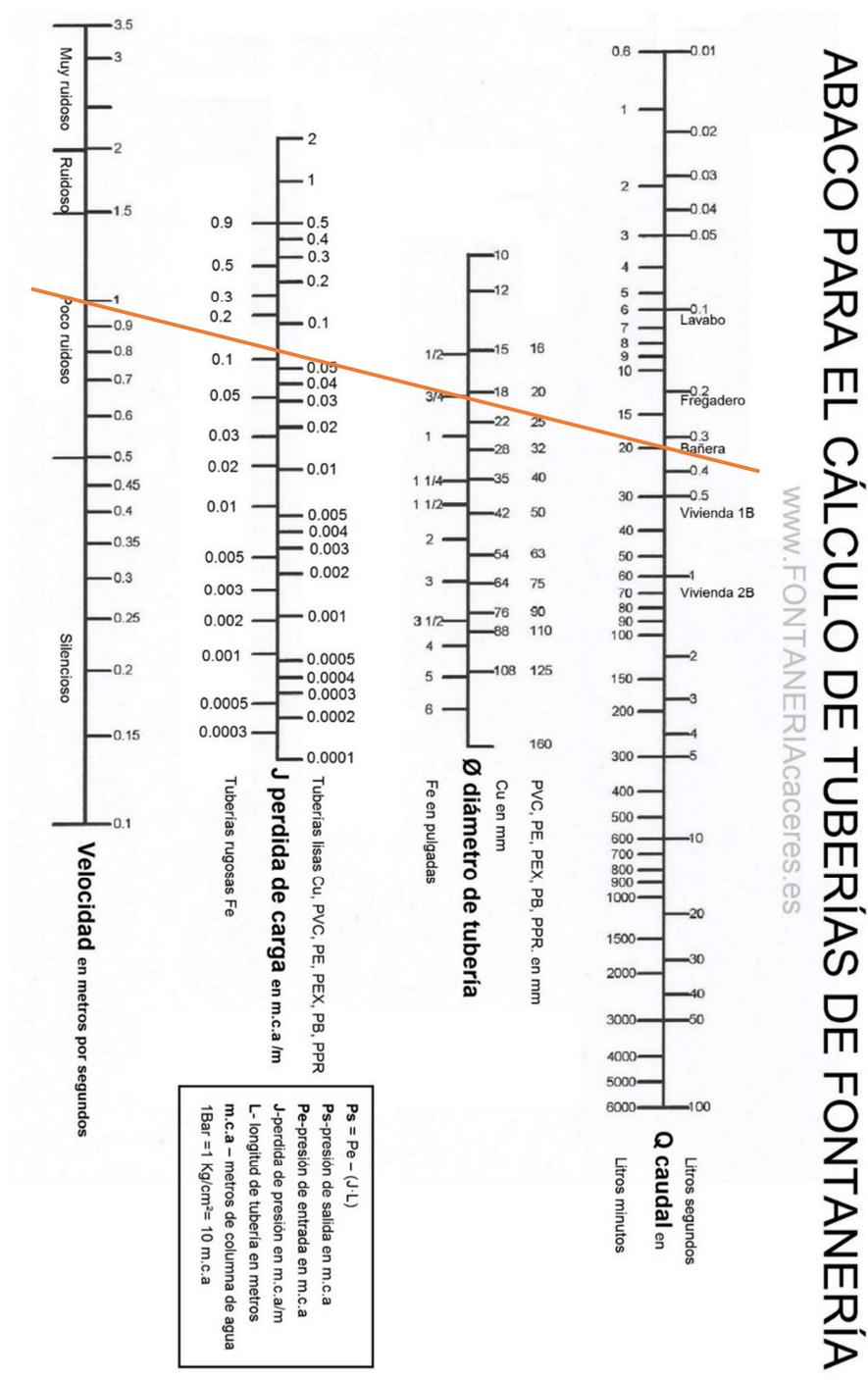
Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grado 3B.

▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30-1)

Nota: adaptado de *electrobombas centrífugas (p.2)*, Pedrollo (2019), <https://www.pedrollo.com/es/productos>

Figura 38

Abaco para el cálculo de tuberías de fontanería



Nota: : Tomado de *Calculo de tuberías, Acaceres (s.f.)*, <https://www.fontaneriacaceres.es>

Perdida de carga sin tener en cuenta codos ni válvulas con cañerías de 3/4

$$P_e = 15 \text{ m. c. a}$$

$$L \cong 2m$$

$$P_s = P_e - (J.L) = 15 \text{ m. c. a} - (0.07 * 2m) \cong 14.86 \text{ m. c. a} \cong 1.49 \text{ BAR}$$

VÁLVULA

La selección de las válvulas lleva un análisis más profundo, el cual no será abordado en este trabajo.

PLANOS

Los planos se encuentran en el Anexo 6.

MANUAL DE ARMADO

Un breve manual de ensamblaje se encuentra disponible en el Anexo 3.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Un documento con recomendaciones de mantenimiento disponible en el Anexo 4.

CONCLUSIÓN

Sería ideal contar con un motor de mayor potencia, con el cual se podría obtener mayor rendimiento del alternador, sin embargo, a mayor potencia aumenta también la potencia a consumir. Lo que haría más costosa la aplicación de carga al motor eléctrico para que sea considerable. Por otra parte, el banco está calculado para que sea posible obtener resultados visibles con esta configuración. Haciéndolo más económico, y contando con capacidades similares a las que presentan otros bancos con valores que rondan el doble del precio.

Por ser modular, el banco está pensado para poder funcionar como herramienta didáctica aun en falta de algunos de los componentes costosos, y es capaz de adaptarse fácilmente a diferentes situaciones que se presenten en cada institución en particular. Como, por ejemplo, con diferentes modelos de componentes, los cuales pueden o no tener las mismas características. Y funcionara aun en falta de alguno de ellos. Por ejemplo, solo motor y alternador, solo motobomba, sin variador, etc...

Hay que tener en cuenta que se trata de una primera versión, esto quiere decir, que puede ser mejorado y adaptado a cada usuario, pudiendo agregarse otros módulos complementarios para aumentar sus capacidades.

El banco fue desarrollado como solución a la falta de herramientas didácticas en materias como, Maquinas Eléctricas, Dispositivos en Instalaciones Eléctricas, Electrotecnia, Mecánica de los Fluidos, etc. Tomando como referencia las materias dictadas en el Instituto de Ingeniería y Agronomía de la Universidad Nacional Arturo Jauretche.

BIBLIOGRAFÍA

Rafael Sanjurjo Navarro (1997), *Maquinas Eléctricas*, McGraw Hills.

M. P. Kostenko, L. M. Piotrovski (1975), *Maquinas Eléctricas I*, Editorial MIR.

M. P. Kostenko, L. M. Piotrovski (1976), *Maquinas Eléctricas II*, Editorial MIR.

Correas de transmisión (2007), Dunlop.

Uso de disyuntores de protección de motores con variadores de frecuencia variable (2016), 140M-AY002B-ES-P, Rockwell Automotion.

Guía de diseño de instalaciones eléctricas (2010), Schneider Electric.

Acumuladores, recarga y arranque (s.f.), evolución-@, grupo Fiat.

J.Schonek, Y. Nebon (2002), *CT n°204 Protecciones BT y variadores de velocidad*, Schneider Electric.

Perfiles abiertos de chapa de acero, cincados o no, conformados en frio, para usos estructurales (2014), Norma Argentina IRAM-IAS U 500-206-1:2014.

Arranque y protecciones de motores de CA (s.f.), Schneider Electric.

Dibujo tecnológico (2005), IRAM 4502-20.

Instalación de receptores, motores (s.f.), ITC-BT-47, REBT.

Elementos de mando y señalización, catalogo técnico (2010), ABB.

Manual de Taller, Alternadores (2005), Prestolite – Indiel.

Tornillo y tuercas de acero (s.f.), UNE 17-108-81.

Reglamentación Asociación Electrotécnica Argentina (s.f.), Resolución N°207/95 (E.N.R.E.).

*Reglamentación Para La Ejecución De Instalaciones Eléctricas En Inmuebles (s.f.), parte 7, sección 771,
AEA 90364.*

Manual De Normas De Aplicación Para Dibujo Técnico (s.f.), IRAM Edición XXVII.

Dibujo Técnico, Rotulo, Lista De Materiales Y Despiezo (1983), Norma Argentina IRAM 4508-20.

Diego F. Porras Niño, Harold R. Rengifo (1996), *Aplicación de la norma IEC 34-1 en la selección,
recepción, ensayo y mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas*, Corporación Universitaria
Autónoma De Occidente.

Raquel L. Gómez (2016), *Diseño y comportamiento de cojinetes*, Universidad de Cantabria.

Horacio Nieco (s.f.), *Curso de Selección de Aceros*.

Manual de perfiles estructurales (s.f.), Gerdau Corsa.

Motores eléctricos – Guía de Especificación (s.f.), WEG.

Variadores de velocidad para motores asíncronos – manual de usuario (2013), Schneider Electric.

Mario Flores (s.f.), *Protección contra sobrecargas y cortocircuitos*, Universidad Nacional Arturo
Jauretche.

Carlos Galli (2015), *Aparatos de maniobra – selección de contactores*, Universidad Nacional Arturo
Jauretche.

Guía normas APA 7ª Edición (s.f.), normas-apa.org.



ANEXO 1 – LISTA DETALLADA DE PRECIOS

Práctica Profesional Supervisada

Alumno: Silva, Carlos Daniel
Legajo: 7992

Contenido

Componentes Eléctricos	92
Componentes mecánicos	94
Tornillería.....	95
Bancos Comerciales	96
Costo final.....	97
Comparación de costos	97

COMPONENTES ELÉCTRICOS
Tabla 37
Lista de componentes eléctricos

Nombre	Modelo	Cantidad	Precio en u\$d	Precio \$	Costo
Bateria	12v	1	1,00	92,00	92,00
Clema	-	3	0,20	18,40	55,20
Conector Banana Hembra	Rojo	57	2,10	193,20	11.012,40
Conector Banana Hembra	Negro	48	2,10	193,20	9.273,60
Conector Banana Hembra	Verde	9	2,10	193,20	1.738,80
Conector Banan Macho	Rojo	50	1,86	171,12	8.556,00
Conector Banan Macho	Negro	50	1,86	171,12	8.556,00
Contactador	TeSys LC1D09BD, 9a, control 24Vcc	2	34,00	3.128,00	6.256,00
Enchufe	Tetrapolar	1	15,00	1.380,00	1.380,00
Enchufe	Tripolar	3	10,00	920,00	2.760,00
Fuente	POWER SWITCH S-150-24, 24V	1	18,00	1.656,00	1.656,00
Interruptor	termomagnetico 10a, 2P, curva c, modelo(NXB-63 2P C10)	1	3,00	276,00	276,00
Interruptor	termomagnetico 20a, 4P, curva c, modelo(SH204 L-C20 o NXB-63 4P C20)	1	17,00	1.564,00	1.564,00
Interruptor	De palanca	6	1,20	110,40	662,40
Interruptor	Diferencial 25a, 4P, 30mA, Tipo B, modelo(NL210-4-25-30B10/AX)	1	19,70	1.812,40	1.812,40
Lampara	T20 12v	6	1,65	151,80	910,80

Luz Piloto	Amarillo	1	26,00	2.392,00	2.392,00
Luz Piloto	Azul	1	26,00	2.392,00	2.392,00
Luz Piloto	Rojo	1	26,00	2.392,00	2.392,00
Luz Piloto	Verde	1	26,00	2.392,00	2.392,00
Portalampara	T20 12v	6	4,50	414,00	2.484,00
Pulsador	Rasante Azul NA	1	4,20	386,40	386,40
Pulsador	Rasante Rojo NC	1	4,20	386,40	386,40
Pulsador	Rasante Verde NA	1	4,20	386,40	386,40
Pulsador	Seta Rojo Seguridad	1	4,25	391,00	391,00
Rele	Termico, 1,2-1,8a, modelo(3ua5000-1a)o (LRD 063)	1	31,70	2.916,40	2.916,40
Rele	Temporizador, control 24/220v,Modelo(RTCA10M-M)	1	22,00	2.024,00	2.024,00
Variador	-	1	200,00	18.400,00	18.400,00
Motor	1/2 hp	1	150,00	13.800,00	13.800,00
Motobomba	pedrollo cp100 0,33hp	1	175,00	16.100,00	16.100,00
Alternador	a127b	1	85,00	7.820,00	7.820,00
cablecanal	perfil C con tapa, seccion mayor a 970mm2 x 10m	1	3,20	294,40	294,40
cable	unipolar 2,5mm2, rojo, 50m	1	12,00	1.104,00	1.104,00
cable	unipolar 2,5mm2, negro, 50m	1	12,00	1.104,00	1.104,00
cable	unipolar 2,5mm2, amarillo y verde, 50m	1	12,00	1.104,00	1.104,00
cable	unipolar 2,5mm2, marron, 50m	1	12,00	1.104,00	1.104,00
cable	unipolar 2,5mm2, celeste, 50m	1	12,00	1.104,00	1.104,00
cable	tripolar 1,5mm2 x 25m	1	19,00	1.748,00	1.748,00
cable	trpolar 2,5mm2 x 10m	1	11,00	1.012,00	1.012,00
cable	tetrapolar 2,5mm2 x 3m	1	6,00	552,00	552,00

Nota: los precios fueron tomados de diferentes páginas de internet a la fecha 24/06/2020.

COMPONENTES MECÁNICOS
Tabla 38
Lista de componentes mecánicos

Nombre	Modelo	Cantidad	Precio en u\$d	Precio \$	Costo
Polea Motor	78mm tipo A	1	9,00	828,00	828,00
Correa	V, tipo A, 29,5' largo	1	3	276,00	276,00
Valvula de Agua	3/4'	2	4	368,00	736,00
deposito de agua	a eleccion	1	5	460,00	460,00
perfil L f24	1 1/4 x 1/8 x 6m, iram ias u500 f-24	1	9,5	874,00	874,00
caño estructural	20 x 40 x 0,9 x 6m, sae 1010	1	10,2	938,40	938,40
caño estructural	10 x 10 x 0,9 x 6m, sae 1010	1	2,5	230,00	230,00
chapa sae 1010 n14	1x2 m, sae 1010 n14	1	40	3.680,00	3.680,00
placa de policarbonato	2,44 x 1,22 x 2mm	1	50	4.600,00	4.600,00
Guia de acero	12mm rectificado x 1m, sae 1045, endurecido superficial hr60	1	11,35	1.044,20	1.044,20
barra 1010	50mmx 1m	1	42	3.864,00	3.864,00
caño agua	3/4' termofusion 4m	1	5	460,00	460,00
codo caño agua	3/4' termofusion rosca macho 1'	2	1,3	119,60	239,20
codo caño agua	3/4' termofusion	1	0,9	82,80	82,80
cupla caño agua	º3/4	3	1,2	110,40	331,20
salida de tanque	º3/4	1	1,1	101,20	101,20

Nota: los precios fueron tomados de diferentes páginas de internet a la fecha 24/06/2020.

TORNILLERÍA
Tabla 39
Lista de tornillería

Nombre	Modelo	Cantidad	Precio en u\$d	Precio \$	Costo
Arandela	°1/4 biselada	38	0,02	1,84	69,92
Arandela	°3/16 biselada	12	0,01	0,92	11,04
Arandela	°5/16 biselada	6	0,015	1,38	8,28
Bulón/varilla roscada	°1/2	1	5,4	496,80	496,80
Bulon Allen	°1/4 X 20	18	0,2	18,40	331,20
Bulon Allen	°3/16	62	0,15	13,80	855,60
Bulon	°5/16	3	0,25	23,00	69,00
Bulon	°3/8	2	0,3	27,60	55,20
Chaveta R	2mm	12	0,5	46,00	552,00
Tuerca	°1/2	5	0,07	6,44	32,20
Tuerca	°1/4	26	0,05	4,60	119,60
Tuerca	°3/16	2	0,04	3,68	7,36
Tuerca Anclada/ remache	°3/16	82	0,05	4,60	377,20
Abrazaderas	25 -40 mm acero	2	1	92,00	184,00
Presintos	bolsax100	1	2,3	211,60	211,60

Nota: los precios fueron tomados de diferentes páginas de internet a la fecha 24/06/2020.

BANCOS COMERCIALES
Tabla 40
Precios de mercado de bancos similares

Enlace		Modelo	Precio en USD
https://spanish.alibaba.com/product-detail/demos-model-electromechanical-control-system-trainer-educational-equipment_6013501674.htm?spm=a270g.galleofields.0.0.102f6117e492fd		Modelo de demostración control electromecánico sistema entrenador didáctico equipo	4.610,00
https://spanish.alibaba.com/product-detail/electromechanical-control-trainer-laboratory-equipment-educational-equipment_601274930d.htm?spm=a270g.galleofields.0.0.102f6117e492fd		Control electromecánico entrenador de equipos de laboratorio equipo educativo	6.000,00
https://spanish.alibaba.com/product-detail/electromechanical-system-connection-and-control-training-platform-406415-for-occupational-school-60929208678.htm?spm=a270g.galleofields.0.0.102f6117e492fd		Sistema electromecánico conexión y control formación Plataforma/KK-10C15 para formación profesional	3.000,00
https://spanish.alibaba.com/product-detail/didactic-training-system-with-educational-trainer-and-41238f-mechatronics-trainer-60297569555.htm?spm=a270g.galleofields.0.0.102f6117e492fd		Didactic Training System with Educational Trainer	12.500,00
https://spanish.alibaba.com/product-detail/vorKing-beroth-for-electromechanical-training-electrical-lab-equipment-educational-equipment_62541178310.htm?spm=a270g.galleofields.0.0.102f6117e492fd		Banco de trabajo de laboratorio con entrenador eléctrica equipo de laboratorio equipo educativo	1.500,00
https://spanish.alibaba.com/product-detail/electromechanical-control-system-trainer-educational-lab-equipment-160068096506.htm?spm=a270g.galleofields.0.0.102f6117e492fd		Control entrenador didáctico sistema de laboratorio	1.000,00
		valor promedio	4.786,33

Nota: los precios fueron tomados de diferentes páginas de internet a la fecha 24/06/2020.

COSTO FINAL

Tabla 41

Tabla de costos finales

costo tornillería	3381	\$
costo componentes mecánicos	18.745,00	\$
costo componentes eléctricos	140.350,60	\$
Costo total estimado banco completo	162.476,60	\$
Costo total estimado banco completo en dólares	1.766,05	u\$d

Nota: con el valor dólar oficial Banco Nación, a la fecha 24/06/2020.

COMPARACIÓN DE COSTOS

Tabla 42

Comparación de costos entre banco comercial y el de fabricación propia

Total, estimado banco completo	162.476,60	\$	promedio del valor de bancos similares en el mercado	438.686,67	\$
Total, estimado banco completo en dólares	1.766,05	u\$d	precio en dólares	4.768,33	u\$d

Nota: Para esta comparación no se tiene en cuenta los costos de logística ni los de construcción.



ANEXO 2 – VERIFICACIÓN ESTRUCTURALES

Práctica Profesional Supervisada

Carlos D. Silva
Legajo: 7992

Contenido

1	Simulación de Base Motor-Alternador 1.....	100
2	Simulación de Base Motor-Alternador 2.....	109
3	Simulación Soporte Modulo eléctrico 1.....	117
4	Simulación Soporte Modulo eléctrico 2.....	125



Simulación de Base Motor-Alternador 1

Fecha: viernes, 19 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Propiedades de estudio	101
Unidades.....	101
Propiedades de material	102
Cargas y sujeciones	103
Información de malla	105
Resultados del estudio	107



Propiedades de estudio

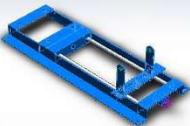
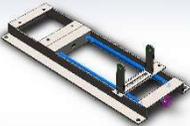
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (H:\ PPS\solidworks\ modulo final\Modulo Motores\ensayos)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm ² (MPa)

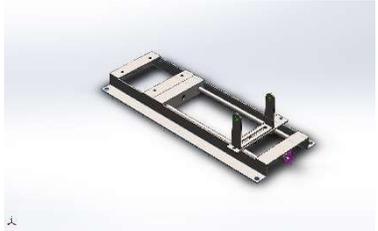


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 250 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 400 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 200000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7.85 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 79300 N/mm²</p>	<p>Sólido 1(Redondeo1)(Base Motor Alternador-1/Base Motor Alternador-1), Sólido 1(Chaflán1)(Base movil-2), Sólido 1(Cortar-Extruir2)(Soporte Alternador 1-1)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 530 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 625 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 205000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7.85 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 80000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Barrer1)(Cojinete de Base movil-2), Sólido 1(Cortar-Barrer1)(Cojinete de Base movil-4)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: Bronce comercial, UNS C22000 (90-10 bronce)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 69 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 255 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 115000 N/mm²</p> <p>Densidad: 8.8 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 44000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.8e-05 /Kelvin</p>	<p><Material_ComponentList1/></p>
Datos de curva:N/A		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija</p>

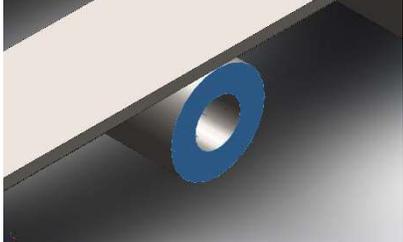
Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	94.3911	30.6041	-2.53851	99.2609
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

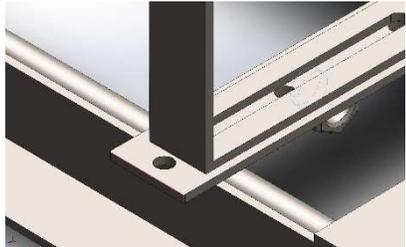
Bisagra fija-1		<p>Entidades: 2 cara(s) Tipo: Bisagra fija</p>
----------------	---	---

Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-94.3892	-30.6043	2.53863	99.2592
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 100 N</p>



Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista < 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -100 N
----------	---	---

Hipotesis de Carga: Se supone una carga de tensión de la correa aplicada sobre los anclajes del alternador, simulando una sobretensión de la correa del alternador.



Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	11.2079 mm
Tamaño mínimo del elemento	2.24158 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

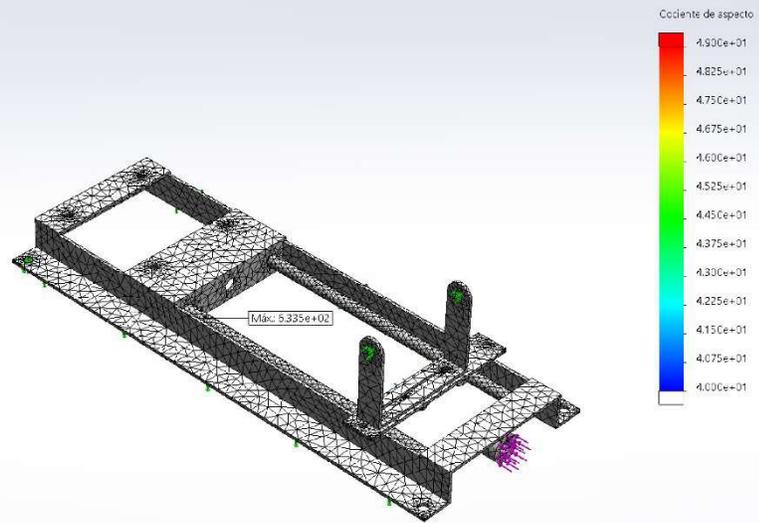
Número total de nodos	42642
Número total de elementos	20889
Cociente máximo de aspecto	633.48
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	71.7
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	1.41
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	DSC

Trazados de calidad de malla

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Trazado de calidad de malla1	Cociente de aspecto	1.062e+00 Elemento: 12833	6.335e+02 Elemento: 14798



Nombre del modelo: Motor Alternador
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predefinido-)
Tipo de resultado: Cociente de aspecto Trazado de calidad de malla1
Valor global: 1,06171 a 633478



Motor Alternador-Análisis estático 1-Trazado de calidad de malla-Trazado de calidad de malla1

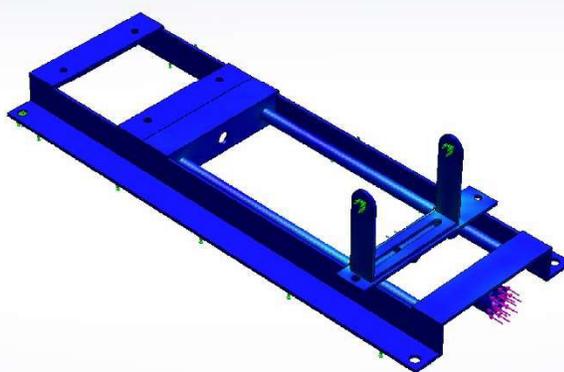


Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,000 N/mm ² (MPa) Nodo: 11004	112,984 N/mm ² (MPa) Nodo: 32909

Nombre del modelo: Motor Alternador
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminación)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 1

von Mises (N/mm²) (MPa)

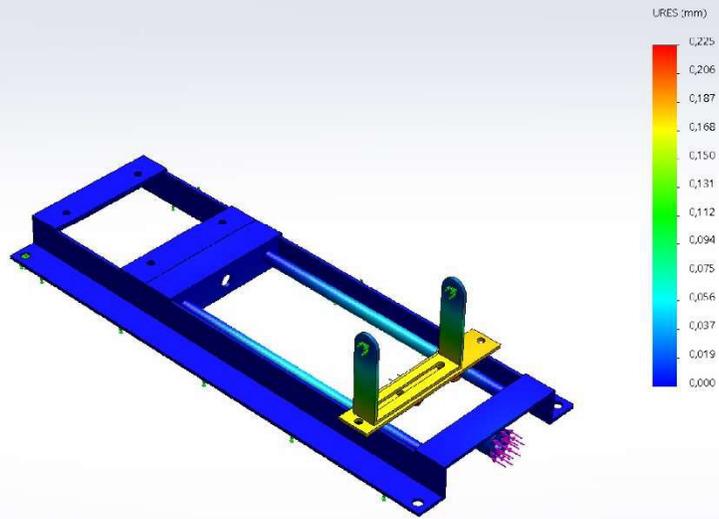


Motor Alternador-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 2	0,225 mm Nodo: 32972



Nombre del modelo: Motor Alternador
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (Predeterminado)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1



Motor Alternador-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1





Simulación de Base Motor-Alternador 2

Fecha: viernes, 19 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 2
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Propiedades de estudio	110
Unidades.....	110
Propiedades de material	111
Cargas y sujeciones	112
Información de malla	113
Resultados del estudio	115



Propiedades de estudio

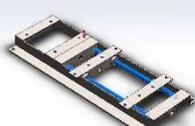
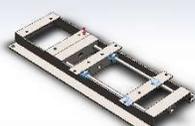
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (H:\ PPS\solidworks\ modulo final\Modulo Motores\ensayos)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm ² (MPa)

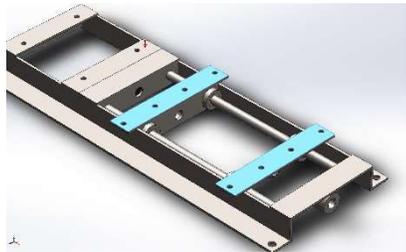


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 250 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 400 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 200000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7.85 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 79300 N/mm²</p>	<p>Sólido 1(Redondeo1)(Base Motor Alternador-1/Base Motor Alternador-1), Sólido 1(Chaflán1)(Base movil-1), Sólido 1(Chaflán1)(Base movil-2)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 530 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 625 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 205000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7.85 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 80000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Barrer1)(Cojinete de Base movil-1), Sólido 1(Cortar-Barrer1)(Cojinete de Base movil-2), Sólido 1(Cortar-Barrer1)(Cojinete de Base movil-3), Sólido 1(Cortar-Barrer1)(Cojinete de Base movil-4)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: Bronce comercial, UNS C22000 (90-10 bronce)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 69 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 255 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 115000 N/mm²</p> <p>Densidad: 8.8 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 44000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.8e-05 /Kelvin</p>	<p><Material_ComponentList1/></p>
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	2.90521e-05	525.984	6.29509e-05	525.984
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Gravedad-1		Referencia: Planta Valores: 0 0 -9.81 Unidades: m/s ²		
Masa distribuida-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Desplazamiento (Transferencia directa) Sistema de coordenadas: Coordenadas cartesianas globales Traslación Valores: ---, ---, --- mm Rotación Valores: ---, ---, --- deg Coordenadas de referencia: 0 0 0 mm Masa remota: 50 kg Momento de inercia: 0,0,0,0,0,0 kg.m ² Componentes transferidos: NA		

Hipotesis de Carga: Se supone una carga de masa distribuida aplicada sobre los carros, simulando el alternador completo armado con sobrepeso.



Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	11.2079 mm
Tamaño mínimo del elemento	2.24158 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

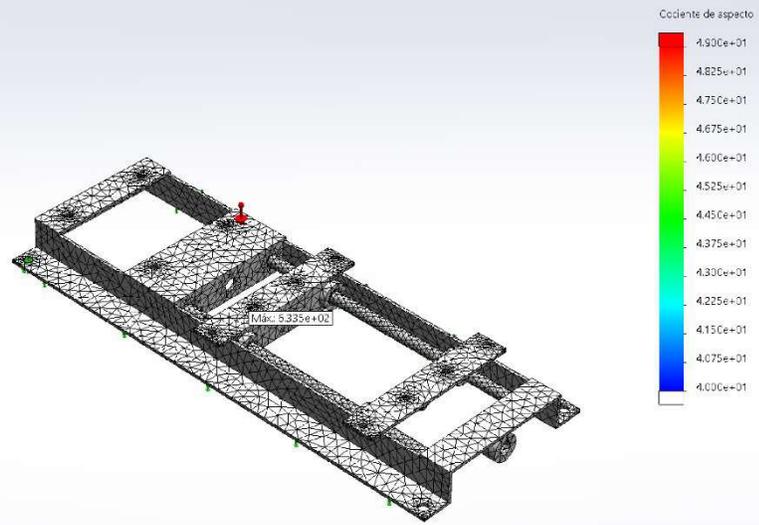
Número total de nodos	49235
Número total de elementos	24209
Cociente máximo de aspecto	633.48
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	70.5
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	1.77
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	DSC

Trazados de calidad de malla

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Trazado de calidad de malla1	Cociente de aspecto	1.062e+00 Elemento: 12833	6.335e+02 Elemento: 14798



Nombre del modelo: Motor Alternador
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predefinido-)
Tipo de resultado: Cociente de aspecto Trazado de calidad de malla1
Valor global: 1,06171 a 633478



Motor Alternador-Análisis estático 1-Trazado de calidad de malla-Trazado de calidad de malla1

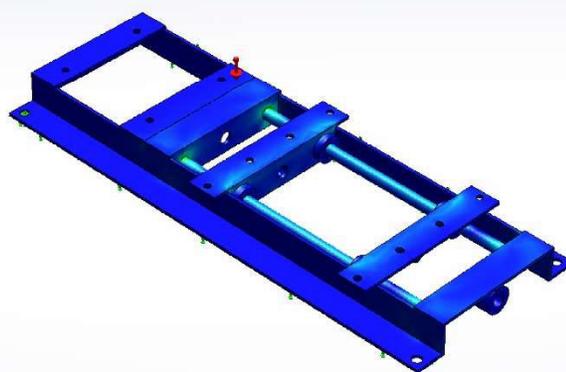
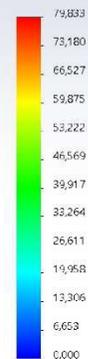


Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,000 N/mm ² (MPa) Nodo: 699	79,833 N/mm ² (MPa) Nodo: 38946

Nombre del modelo: Motor Alternador
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 1

von Mises (N/mm²) (MPa)

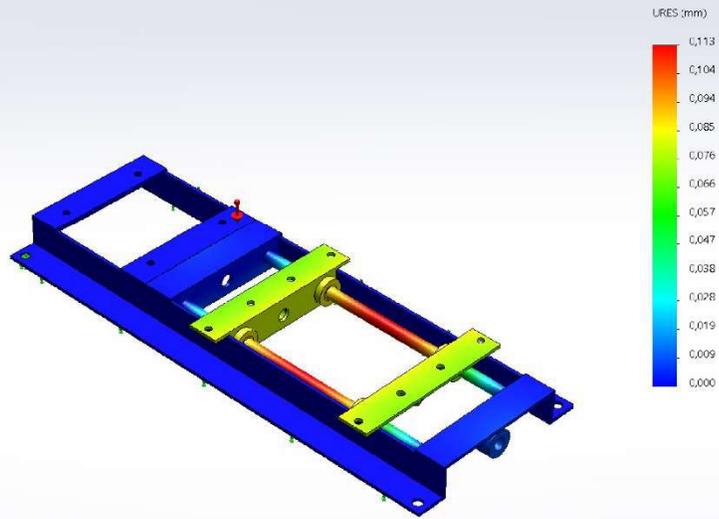


Motor Alternador-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 2	0,113 mm Nodo: 27272



Nombre del modelo: Motor Alternador
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (Predeterminado)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1



Motor Alternador-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1





Simulación de Soporte Modulo Eléctrico 1

Fecha: sábado, 20 de junio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 3

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Propiedades de estudio	118
Unidades.....	118
Propiedades de material	119
Cargas y sujeciones	120
Información de malla	122
Resultados del estudio	123



Propiedades de estudio

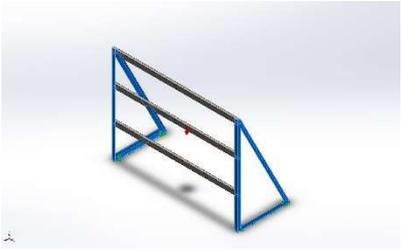
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (H: \PPS\solidworks\modulo final\Soporte Modulo Eléctrico\ensayos)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm ² (MPa)



Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 250 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 400 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 200000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7.85 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 79300 N/mm²</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir9)(Lateral Izquierdo Soporte-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir9)(Lateral derecho Soporte-1)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: AISI 1010 Barra de acero laminada en caliente</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 180 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 325 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 200000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7.87 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 80000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Trabezaño Soporte-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Trabezaño Soporte-2),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Trabezaño Soporte-3)</p>
Datos de curva:N/A		

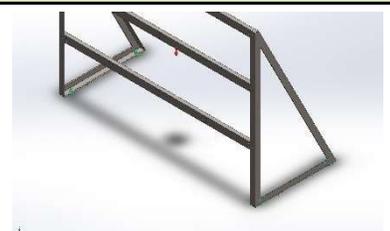


Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Rodillo/Control deslizante-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante

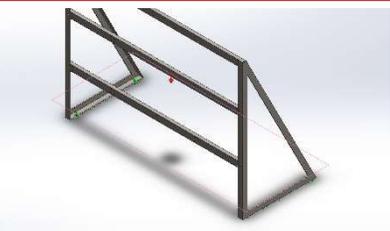
Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.0202982	574.324	-0.648584	574.324
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

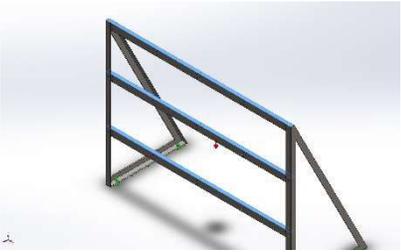
Bisagra fija-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Bisagra fija
----------------	---	--

Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.0406417	5.66555	0.0845512	5.66633
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Gravedad-1		Referencia: Planta Valores: 0 0 -9.81 Unidades: m/s ²



<p>Masa distribuida-1</p>		<p>Entidades: 3 cara(s) Tipo: Desplazamiento (Transferencia directa) Sistema de coordenadas: Coordenadas cartesianas globales Traslación Valores: ---, ---, --- mm Rotación Valores: ---, ---, --- deg Coordenadas de referencia: 0 0 0 mm Masa remota: 50 kg Momento de inercia: 0,0,0,0,0,0 kg.m² Componentes transferidos: NA</p>
---------------------------	---	--

Hipotesis de Carga: Se supone una carga de masa distribuida aplicada a los travesaños, simulando el tablero completo armado con sobrepeso.



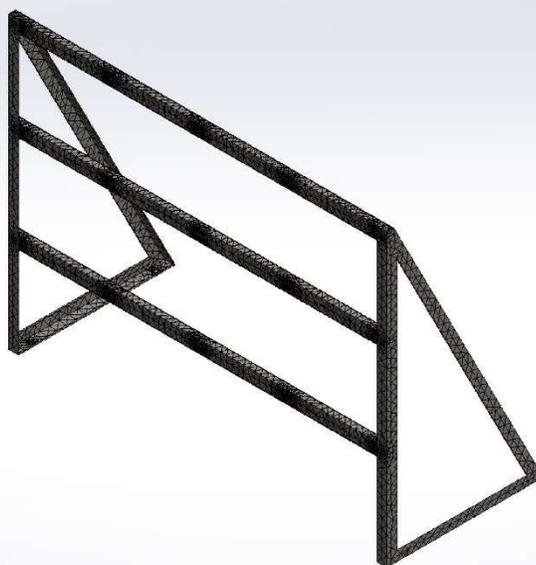
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	24.0099 mm
Tamaño mínimo del elemento	4.80198 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

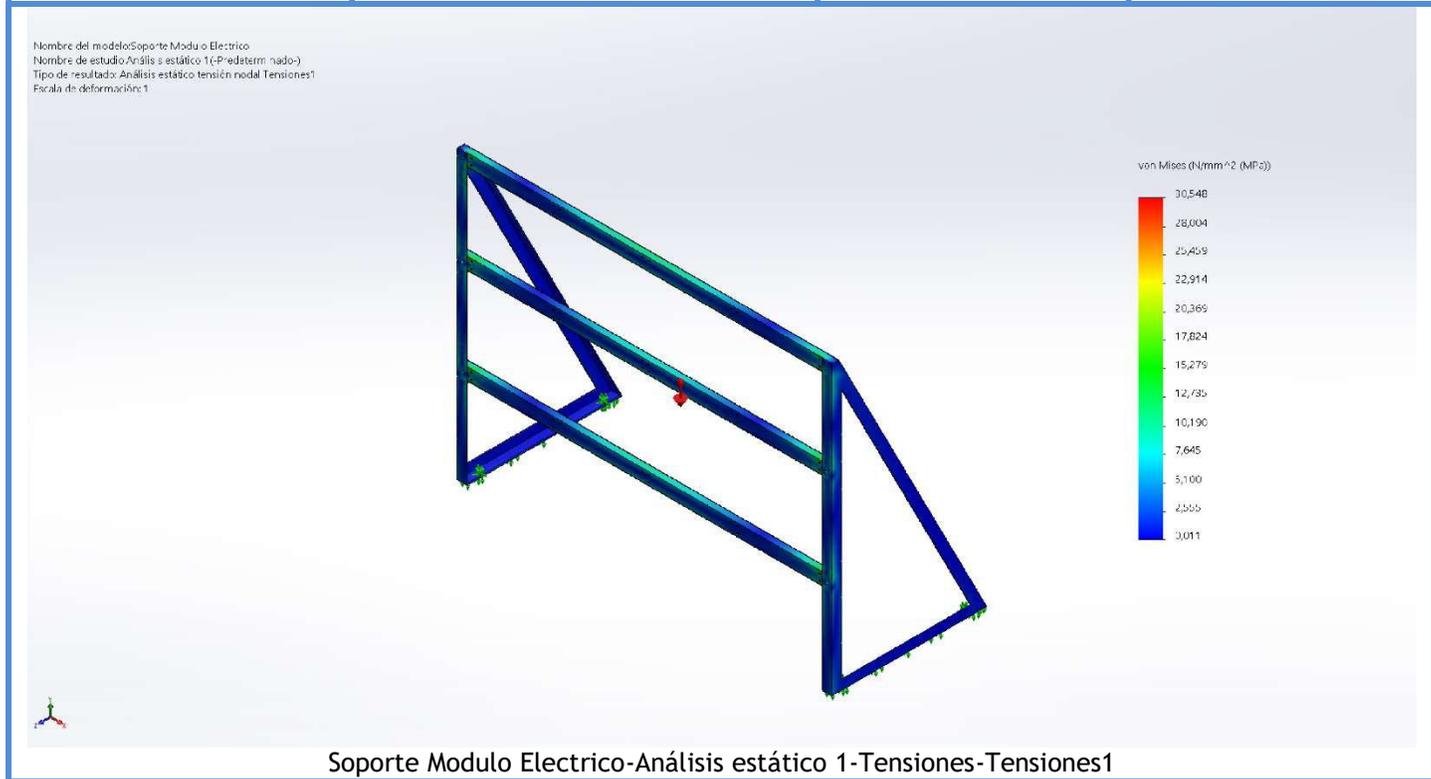
Número total de nodos	44448
Número total de elementos	21463
Cociente máximo de aspecto	86.557
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	6.31
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	39.4
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	DSC

Nombre del modelo: Soporte Modulo Electrico
 Nombre de estudio: Analisis estático 1(-Predefinido-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Resultados del estudio

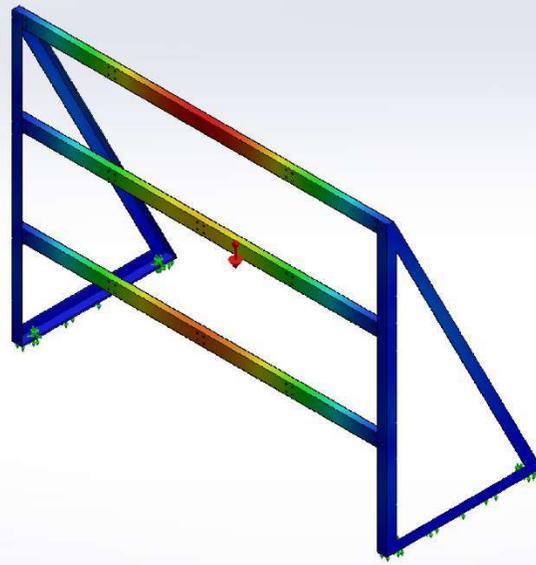
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,011 N/mm ² (MPa) Nodo: 4086	30,548 N/mm ² (MPa) Nodo: 24913



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 1970	0,265 mm Nodo: 14067



Nombre del modelo: Soporte Modulo Electrico
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predefinido)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1



URES (mm)



Soporte Modulo Electrico-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1





Simulación de Soporte Modulo Eléctrico 2

Fecha: viernes, 3 de julio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 4

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Propiedades de estudio	126
Unidades.....	126
Propiedades de material	127
Cargas y sujeciones	128
Información de malla	130
Resultados del estudio	131



Propiedades de estudio

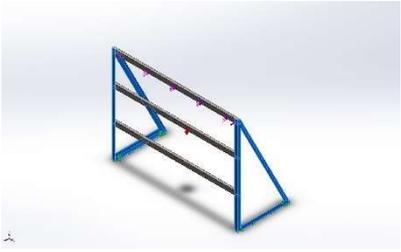
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (H:\ PPS\solidworks\ modulo final\Soporte Modulo Eléctrico\ensayos)

Unidades

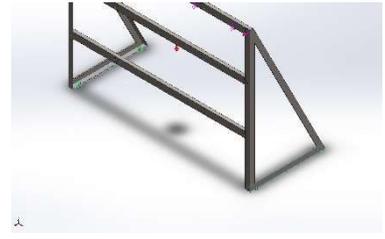
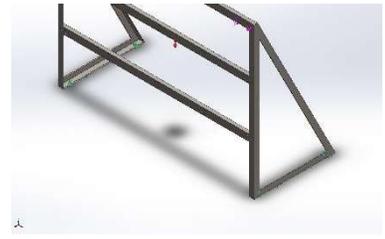
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm ² (MPa)

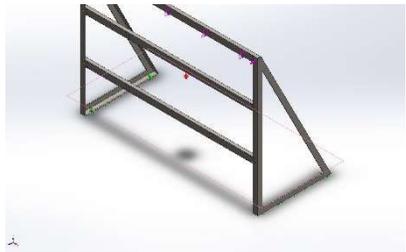


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 250 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 400 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 200000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7.85 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 79300 N/mm²</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir9)(Lateral Izquierdo Soporte-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir9)(Lateral derecho Soporte-1)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: AISI 1010 Barra de acero laminada en caliente</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 180 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 325 N/mm²</p> <p>Módulo elástico: 200000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7.87 g/cm³</p> <p>Módulo cortante: 80000 N/mm²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Trabezaño Soporte-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Trabezaño Soporte-2),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Trabezaño Soporte-3)</p>
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Rodillo/Control deslizante-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	0.458554	1058.39	15.9177	1058.51	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	
Bisagra fija-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Bisagra fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	0.0580268	5.95989	100.033	100.211	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Gravedad-1		Referencia: Planta	Valores: 0 0 -9.81
		Unidades: m/s^2	



<p>Masa distribuida-1</p>		<p>Entidades: 3 cara(s) Tipo: Desplazamiento (Transferencia directa) Sistema de coordenadas: Coordenadas cartesianas globales Traslación Valores: ---, ---, --- mm Rotación Valores: ---, ---, --- deg Coordenadas de referencia: 0 0 0 mm Masa remota: 100 kg Momento de inercia: 0,0,0,0,0,0 kg.m² Componentes transferidos: NA</p>
<p>Fuerza-2</p>		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 100 N</p>

Hipotesis de Carga: Se supone una carga de masa distribuida aplicada a los travesaños sumado a una carga puntual en la cara frontal del travesaño superior, simulando el tablero completo armado con sobrepeso junto a la aplicación de una sobrefuerza aplicada sobre un tablero.

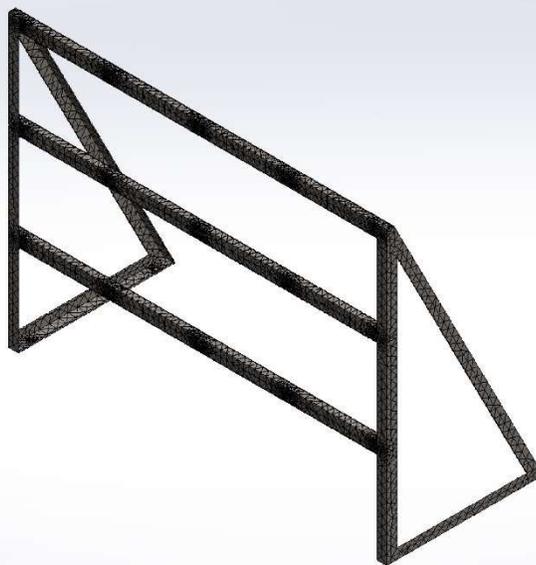
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	24.0099 mm
Tamaño mínimo del elemento	4.80198 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	44448
Número total de elementos	21463
Cociente máximo de aspecto	86.557
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	6.31
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	39.4
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	DSC

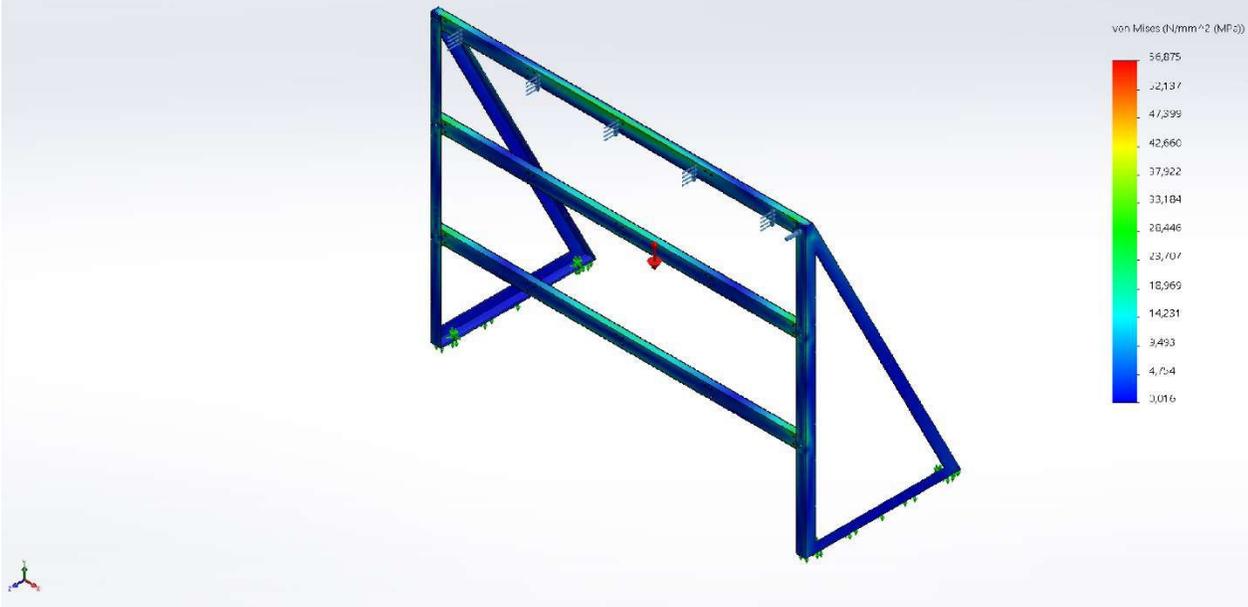
Nombre del modelo: Soporte Modulo Electrico
 Nombre de estudio: Analisis estático 1(-Predefinido-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,016 N/mm ² (MPa) Nodo: 4077	56,875 N/mm ² (MPa) Nodo: 36078

Nombre del modelo: Soporte Modulo Electrico
 Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predefinido)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 1

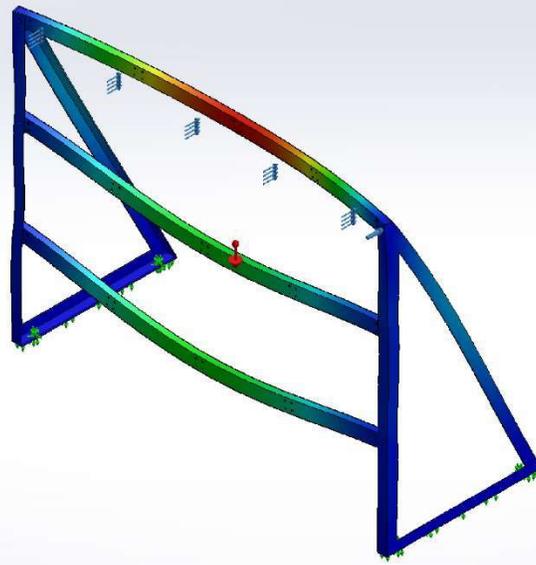


Soporte Modulo Electrico-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 4940	0,909 mm Nodo: 13991



Nombre del modelo: Soporte Modulo Electrico
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predefinido)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 150,745



URES (mm)



Soporte Modulo Electrico-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1





ANEXO 3 – MANUAL DE ENSAMBLAJE DEL BANCO

Práctica Profesional Supervisada

Carlos D. Silva
Legajo: 7992

Contenido

Recomendaciones	135
Herramientas necesarias.....	135
Lista de componentes	136
Mesa	136
Base motor alternador	136
Base Motobomba	137
Soporte de los tableros	137
Tablero alimentación.....	138
Tablero mando y señalización	139
Tablero variador	139
Tablero temporizador.....	140
Tablero contactor	140
Tablero relevo térmico	141
Tablero motor.....	141
Tablero carga alternador	142
Circuito hidráulico	142
Circuito eléctrico	143
Manual de ensamblaje.....	143
Instructivo	143
Modulo motor- alternador	145
Para los pernos de sujeción.....	157
Soporte de los tableros	161
Tableros	163
Circuito hidráulico	168
Circuito eléctrico	171
Momentos de apriete	173

RECOMENDACIONES

Es importante respetar los pares de apriete indicados por los fabricantes para cada competente presente en el banco didáctico, así como también los pares de los tornillos para los cuales se hallará una tabla al final del manual.

Este es un manual a modo orientativo, el producto final puede diferir de lo presentado en este manual.

Antes de iniciar con el ensamblado es recomendable hacer una check list de los componentes pertenecientes al banco didáctico y de las herramientas que serán necesarias para realizar el trabajo.

Es impórtate seguir las instrucciones y advertencias descritas para cada componente, presentes en las hojas de características de los mismos.

HERRAMIENTAS NECESARIAS

De manera orientativa, las herramientas necesarias para realizar la tarea de ensamblado del banco didáctico serán:

Tabla 43

Herramientas recomendadas

Nombre	Modelo	Cantidad
llave Allen	5 mm	1
llave Allen	4 mm	1
llave	°1/2	1
llave	°9/16 o 14	1
llave	°3/8	1
llave	°3/4	1
llave	8 mm	1
destornillador	plano	1
destornillador	philips	1
pinza	alicate	1

Nota: Elaboración propia.

LISTA DE COMPONENTES

Los componentes que formaran parte del banco didáctico son:

MESA

Tabla 44

Componentes de la Mesa

Componente	Característica	Cantidad
Estructura	Según plano	1
Tabla	Madera cepillada	1
Tornillos	Cabeza frezada	14
Arandela		14
Tuerca		14
Regatón	Plástico 20x20	4

Nota: Elaboración propia.

BASE MOTOR ALTERNADOR

Tabla 45

Componentes del ensamblaje Base-Alternador

Componente	Característica	Cantidad
Carro móvil	Según plano	2
Cojinete	De arrastre de Bronce auto lubricado	4
Eje guía	Acero Rectificado 12mm	2
Soporte alternador	Según plano	1
Base motor	Según plano	1
Anclaje	Según plano	2
Perno	Según plano	4
Chaveta R	2 mm	4
Tornillo	Allen ¼ X 20 - BSW	12
Tuerca	¼ BSW	12
Arandela	Biselada ¼	24
Tornillo Regulación	Hexagonal ½ X 150 – BSW / varilla roscada ½ BSW	1

Tuerca	½ BSW	4
Polea motora	Tipo A 78mm	1
Correa	Tipo A, 29.5' largo	1
Tornillo polea motor	M5X12	1
Suplemento	De ser necesario	1
Motor eléctrico	Altium TE2A711P4	1
Alternador	A127B	1
Tornillo alternador	Hexagonal 5/16 x 20 - BSW	3
Tuerca	5/16 BSW	3
Arandela	Biselada 5/16	10

Nota: Elaboración propia.

BASE MOTOBOMBA

Tabla 46

Componentes del ensamblaje Motobomba

Componente	Característica	Cantidad
Base Motobomba	Según plano	1
Tornillo		2
Arandela		4
Tuerca		2
Perno	Según plano	4
Arandela	Biselada ¼	4
Tuerca	¼ BSW	4
Arandela	Biselada 5/16	4
Anclaje	Según plano	2
Motobomba	Pedrollo CP100 0.33HP	1

Nota: Elaboración propia.

SOPORTE DE LOS TABLEROS

Tabla 47

Componentes del ensamblaje Soporte para los tableros

Componente	Característica	Cantidad
Sub ensamblaje izq.	Según plano	1
Sub ensamblaje der.	Según plano	1
Travesaño	Según plano	3

Tornillo	Allen ¼ X 20 – BSW	6
Tuerca	¼ BSW	6
Arandela	Biselada ¼	12
Tuerca remache	3/16 BSW	48

Nora: Elaboración propia.

TABLERO ALIMENTACIÓN

Tabla 48

Componentes para el tablero de alimentación

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Riel DIN	200 mm	1
Conector banana	Rojo	8
Conector banana	Negro	4
Conector banana	Verde	1
Interruptor	termomagnético 10a, 2P, curva c, modelo (NXB-63 2P C10)	1
Interruptor	termomagnético 20a, 4P, curva c, modelo (SH204 L- C20 o NXB-63 4P C20)	1
Interruptor	Diferencial 25a, 4P, 30mA, Tipo B, modelo (NL210-4-25- 30B10/AX)	1
Fuente	POWER SWTICH S-150-24	1
Tuerca remache	3/16 BSW	6
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	10
Arandela	Biselada 3/16	10
Soporte riel	Según plano	1
Pasa chapa	Goma 10m0	1
Cable	unipolar 2,5mm2, color según norma	El necesario

Nota: Para el tablero de alimentación, en el caso de que la tensión de control sea diferente a 220, también contará con una fuente de alimentación la cual podrá estar ubicada en la parte posterior de este. Elaboración propia.

TABLERO MANDO Y SEÑALIZACIÓN

Tabla 49

Componentes para el tablero de mando y señalización

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	8
Conector banana	Negro	8
Conector banana	Verde	1
Pulsador	NA Rasante Verde	1
Pulsador	NA Rasante Azul	1
Pulsador	NC Rasante Rojo	1
Pulsador	Seta Rojo Seguridad	1
Luz Piloto	Verde	1
Luz Piloto	Rojo	1
Luz Piloto	Azul	1
Luz Piloto	Amarillo	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Nota: Elaboración propia.

TABLERO VARIADOR

Tabla 50

Componentes para el tablero del variador

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Variador	Modelo disponible	1
Tornillo para variador	Según manual fabricante	Según manual fabricante
Conector banana	Rojo	5
Conector banana	Negro	15
Conector banana	Verde	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4

Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Nota: Elaboración propia.

TABLERO TEMPORIZADOR

Tabla 51

Componentes para el tablero del temporizador

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	6
Conector banana	Negro	2
Conector banana	Verde	1
Relé	Temporizador, control 24/220v, Modelo (RTCA10M- M)	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Nota: Elaboración propia.

TABLERO CONTACTOR

Tabla 52

Componentes para el tablero del contactor

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	10
Conector banana	Negro	2
Conector banana	Verde	1
Contactador	TeSys LC1D09BD, 9a, control 24Vcc	1

Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Nota: Teniendo en cuenta que se pretende tener como mínimo 2 módulos de contactor en este apartado se presenta la lista de materiales para 1 solo modulo. Elaboración propia.

TABLERO RELEVO TÉRMICO

Tabla 53

Componentes para el tablero del relevo térmico

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	6
Conector banana	Negro	4
Conector banana	Verde	1
Relé	Térmico, 1.2-1,8a, modelo(3ua5000- 1a) o (LRD 063)	1
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Nota: Elaboración propia.

TABLERO MOTOR

Tabla 54

Componentes para el tablero de los motores

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	0
Conector banana	Negro	9
Conector banana	Verde	1

Enchufe	Hembra Tripolar 15 A 600v	3
Tornillo	Enchufe	12
Tuerca remache	3/16 BSW	4
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	8
Arandela	Biselada 3/16	8
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Nota: Elaboración propia.

TABLERO CARGA ALTERNADOR

Tabla 55

Componentes para el tablero carga para el alternador

Componente	Característica	Cantidad
Panel frontal	Según plano	1
Compartimento	Según plano	1
Conector banana	Rojo	2
Conector banana	Negro	1
Conector banana	Verde	1
Interruptor	De palanca	6
Lampara	T20 12v	6
Portalámpara	T20 12v	6
Batería	12v	1
Soporte batería	Según plano	1
Tuerca remache	3/16 BSW	6
Tornillo	3/16 x 15 - BSW	10
Arandela	Biselada 3/16	10
Cable	unipolar 2,5mm ² , color según norma	El necesario

Nota: Elaboración propia.

CIRCUITO HIDRÁULICO

Tabla 56

Componentes para el circuito hidráulico

Componente	Característica	Cantidad
Caño agua	3/4 x 2.5m termofusión	1

Codo caño rosca macho	1' - $\frac{3}{4}$ 90° termofusión	2
Válvula llave de paso	Esférica $\frac{3}{4}$	2
Codo caño	$\frac{3}{4}$ 90° termofusión	1
Cupla macho	$\frac{3}{4}$	3
Salida de tanque	$\frac{3}{4}$	1
Abrazadera	25-40mm acero	2
Tornillo	Allen 3/16 x 15 BSW	2
Arandela	Biselada 3/16	2
Tuerca remache	3/16 BSW	2

Nota: Elaboración propia.

CIRCUITO ELÉCTRICO

Tabla 57

Componentes para el circuito eléctrico

Componente	Característica	Cantidad
Cable motor	Tripolar 1.5mm ²	2.25m
Cable motobomba	Tripolar 1.5mm ²	3m
Cable alternador	Tripolar 2.5mm ²	2.2m
Cable alimentación	Tetrapolar 2.5mm ²	3m
Cable conexiones	Unipolar 2.5mm ²	50x 1m
Cablecanal	Perfil C con tapa, sección mayor a 970mm ²	10m

Nota: Elaboración propia.

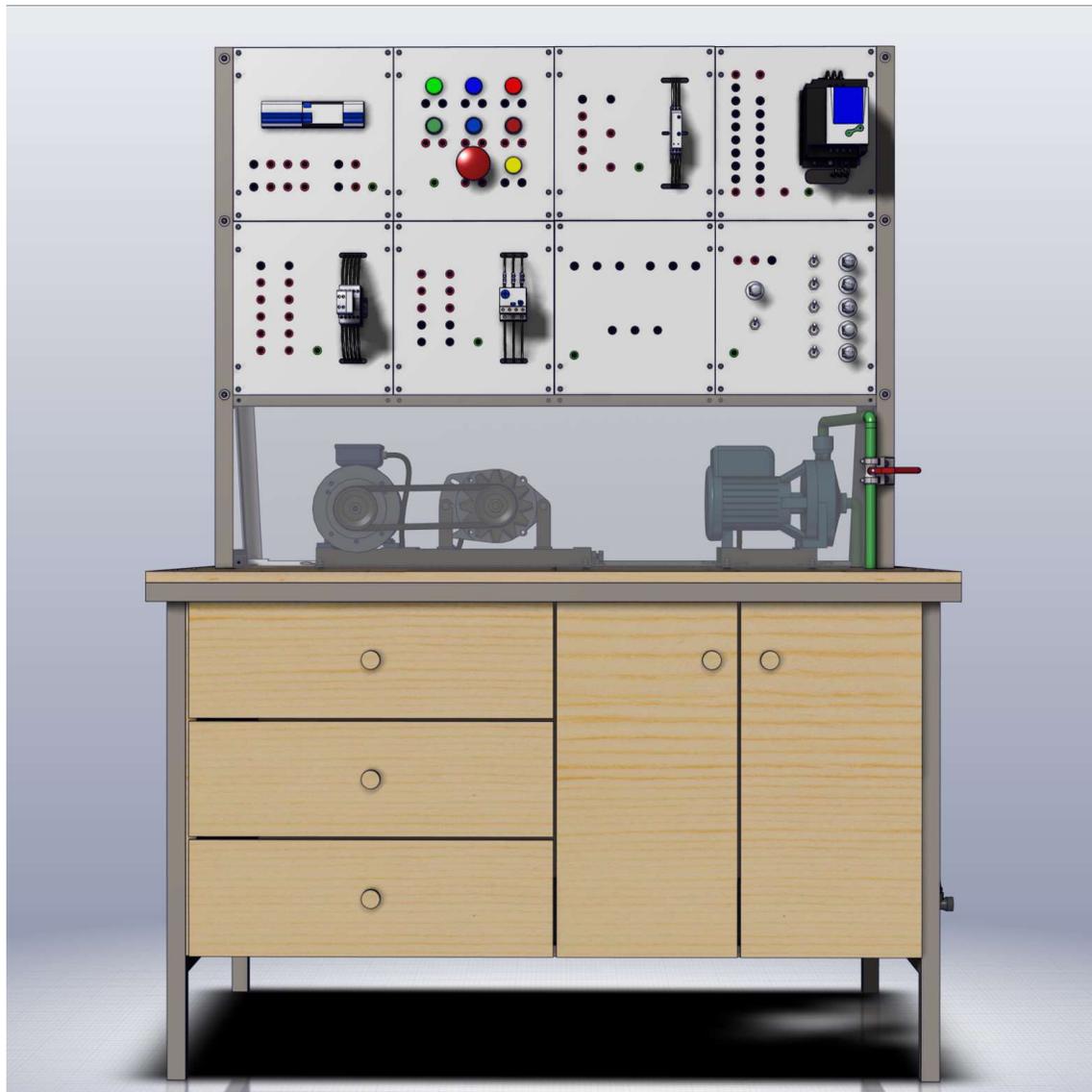
MANUAL DE ENSAMBLAJE

INSTRUCTIVO

Se detallan breves indicaciones para ayudar en el armado del banco.

Figura 39

Vista de frente del banco didáctico completo

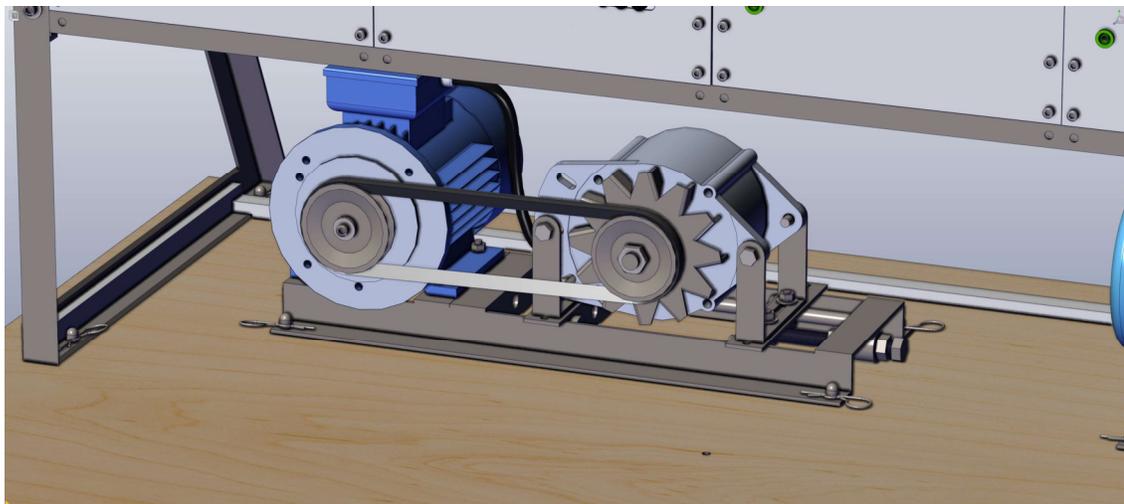


Nota: Elaboración propia.

MODULO MOTOR- ALTERNADOR.

Figura 40

Vista del ensamblaje Motor – Alternador



Nota: ubicación detrás y debajo del tablero

En primer lugar, se debe limpiar las superficies funcionales eliminando rebabas e imperfecciones de todos los componentes.

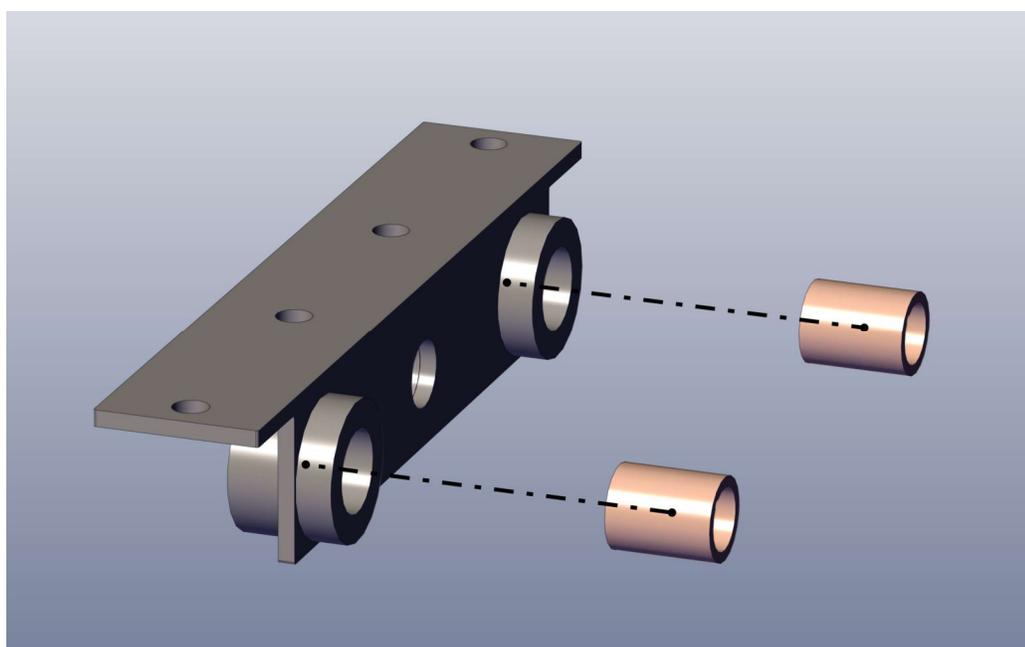
Compruebe que la superficie de contacto (asiento del eje) y demás componentes, como el soporte, estén limpios, no presenten rebabas ni contengan partículas abrasivas. Compruebe también que el eje no presente bordes afilados, rebabas ni defectos, que pudieran dañar la superficie deslizante de los cojinetes de fricción. Una vez que todos los componentes estén limpios y comprobados, ya se puede instalar el cojinete de fricción.

Para instalar los cojinetes de fricción, se recomienda utilizar una dola de montaje. Para ello, coloque una junta tórica en la dola para mantener el cojinete en posición. Luego, dirija el cojinete de fricción a su lugar con una prensa mecánica o hidráulica, o golpeando la dola ligeramente con un martillo. Para facilitar el montaje de los cojinetes de fricción pequeños, aplique una ligera capa de aceite o grasa al agujero del soporte.

Los cojinetes de fricción de bronce sinterizado normalmente están impregnados con un lubricante y, por lo tanto, deben conservarse en su envase original hasta el momento del montaje. De lo contrario, cuando el cojinete de fricción entra en contacto con material absorbente, este puede absorber el aceite muy rápidamente.

Figura 41

Vista ubicación de cojinetes en la semi - base móvil

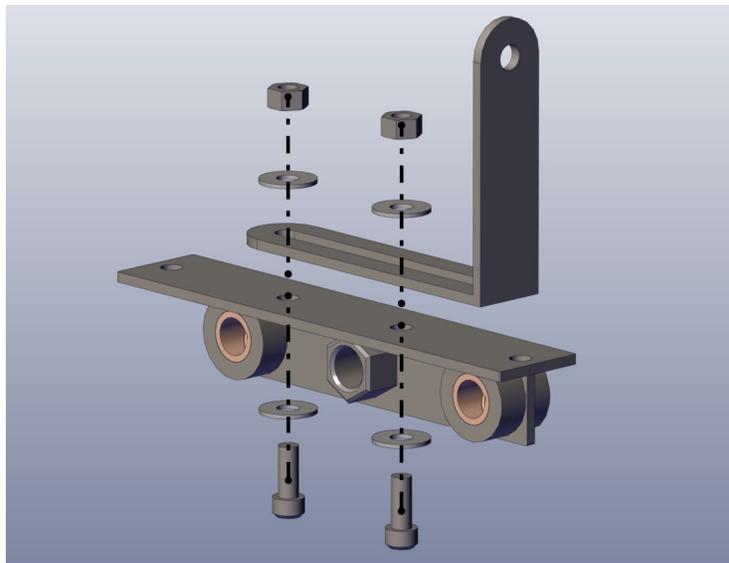


Nota: Elaboración propia.

Una vez los cojinetes se encuentren en su lugar, se proceda al armado del soporte del alternador, colocando los tornillos con sus arandelas desde la parte inferior del soporte, completándolo con las arandelas y tuercas en la parte superior, este soporte estará 'presentado' por el momento, hasta el montaje de la correa donde se deberán alinear las poleas para finalmente darle el par de apriete a los tornillos.

Figura 42

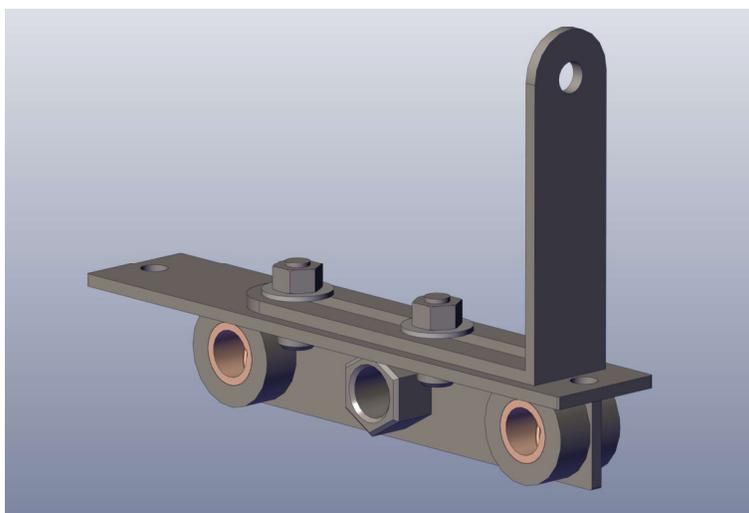
Vista explosionada de la semi - base móvil



Nota: Elaboración propia.

Figura 43

Vista de semi - base móvil completa

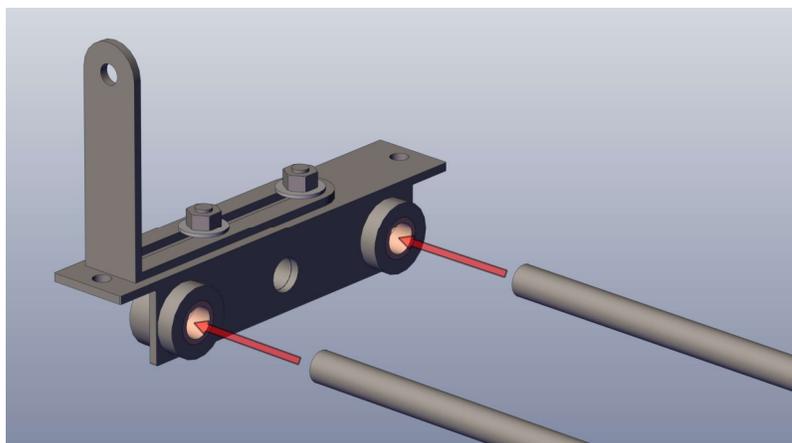


Nota: Elaboración propia.

Compruebe que las guías no presentan rebabas ni filos que puedan dañar la superficie de los cojinetes y proceda a su montaje. Como los cojinetes están impregnados en lubricante, no es necesario el uso de alguno para colocar las guías.

Figura 44

Vista ubicación de ejes guías en la semi – base móvil

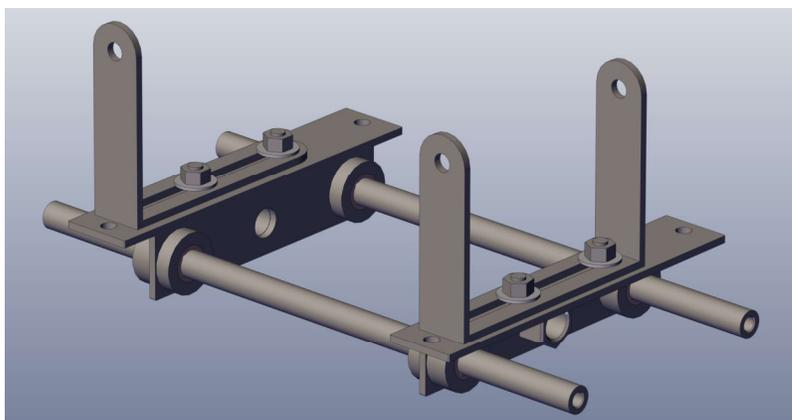


Nota: Elaboración propia.

El conjunto armado se verá como la siguiente figura.

Figura 45

Vista de la base móvil completa

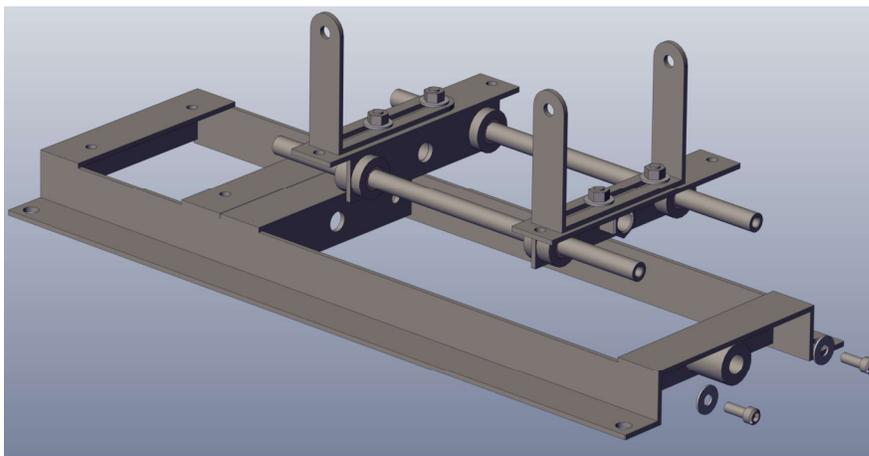


Nota: Elaboración propia.

Ubique el conjunto anterior en dentro de la base para el motor, para completar así el soporte.

Figura 46

Vista ubicación de la base móvil

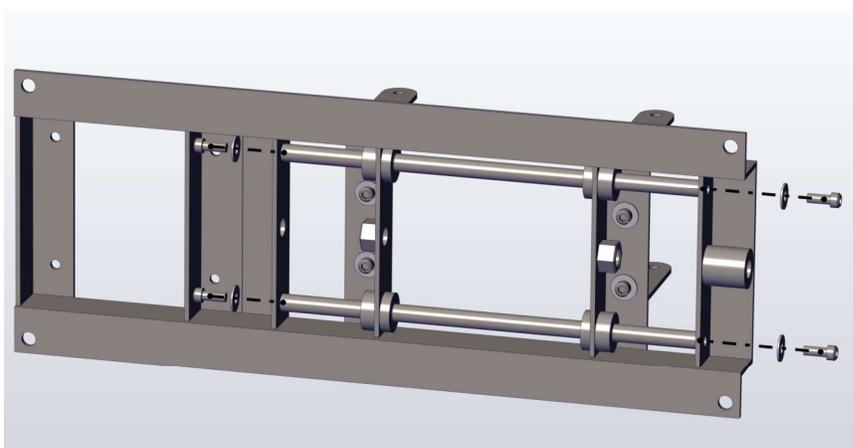


Nota: Elaboración propia.

Con la ayuda de una llave de boca de 10 mm sujete la guía para evitar su rotación y proceda a enroscar el tornillo en su ubicación, finalice otorgando a los tornillos su respectivo par de apriete.

Figura 47

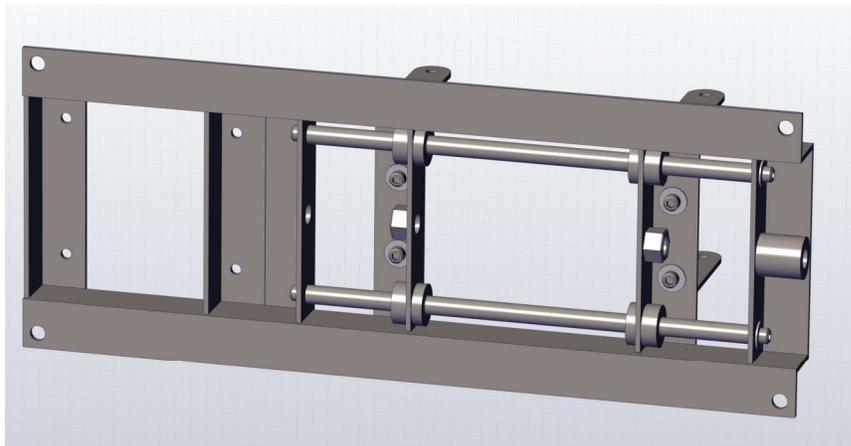
Vista sujeciones de la base móvil



Nota: Elaboración propia.

Figura 48

Vista sujeciones de la base móvil

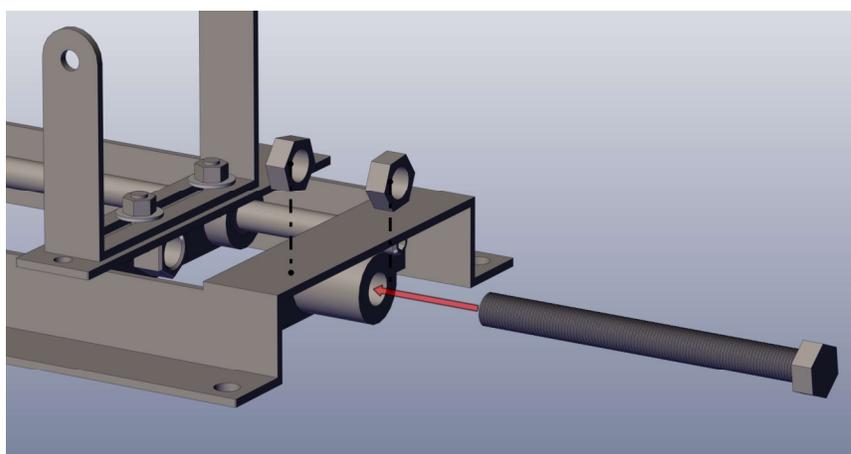


Nota: Elaboración propia.

Coloque el tornillo Tensor en su posición y asegúrelo mediante el uso de dos tuercas que harán de 'retención' para evitar al tornillo desplazarse linealmente.

Figura 49

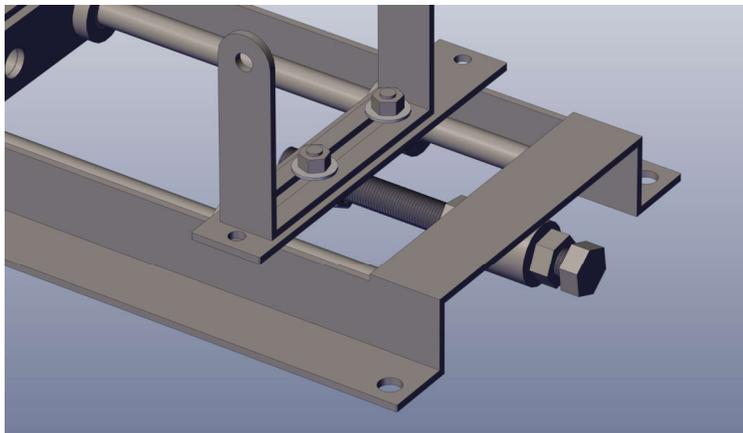
Vista de la ubicación del tornillo tensor



Nota: Elaboración propia.

Figura 50

Vista del tornillo tensor ubicado en el soporte

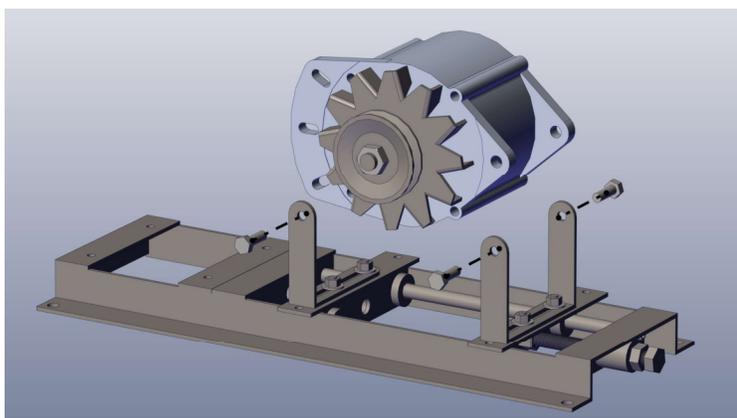


Nota: Elaboración propia.

Ubique el alternador en su posición de uso y proceda a colocar sus tornillos junto al soporte.

Figura 51

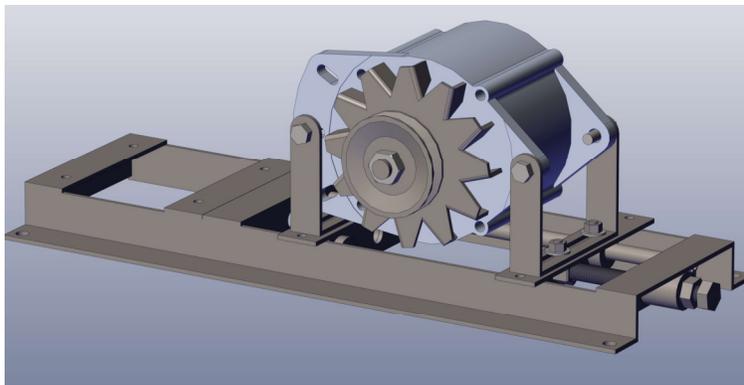
Vista ubicación del alternador en el soporte



Nota: Elaboración propia.

Figura 52

Vista del alternador en su posición



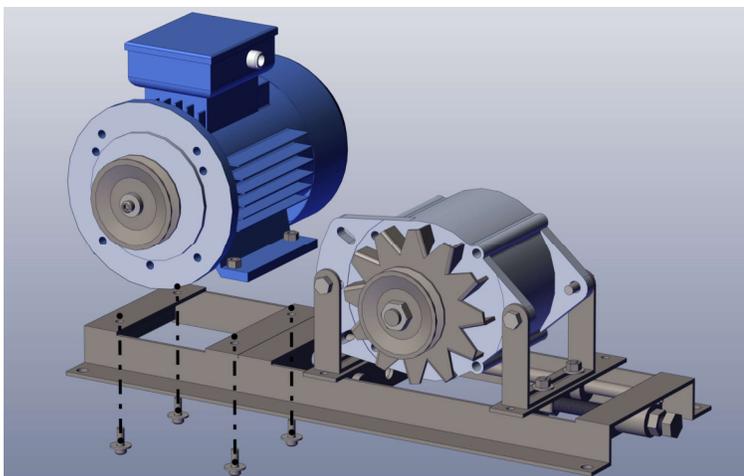
Nota: Elaboración propia.

Situé el motor en su lugar y fíjelo al soporte con sus respectivos tornillos.

Respete los pares de apriete presentes en la tabla al final del documento.

Figura 53

Vista ubicación del motor en el soporte



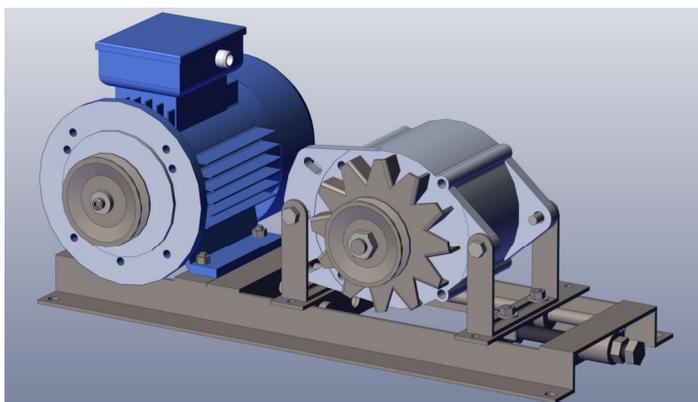
Nota: Elaboración propia.

Una vez montado el motor y el alternador, alinee las poleas utilizando el modo más conveniente y a su alcance. Es importante para el correcto funcionamiento de la correa de transmisión.

Aplicar a los tornillos del soporte del alternador sus respectivos pares de apriete.

Figura 54

Vista del motor en su ubicación

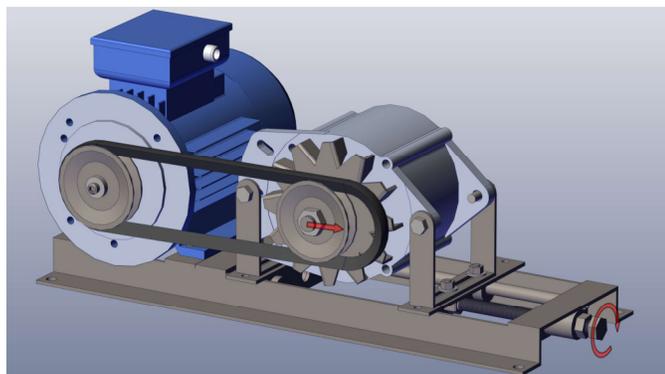


Nota: Elaboración propia.

Con la ayuda del tornillo Tensor, mover el conjunto alternador para permitir la colocación de la correa en su lugar.

Figura 55

Vista movimiento del alternador para ubicar la correa de transmisión



Nota: Elaboración propia.

Nuevamente con la ayuda del tornillo Tensor, aplicar la tensión de uso a la correa de transmisión.

Calcule el tramo libre de la correa con la siguiente formula.

$$TL(mts) = \frac{c^2 \left(\frac{D-d}{2}\right)^2}{1000}$$

TL= tramo libre

C= distancia entre centros en mm

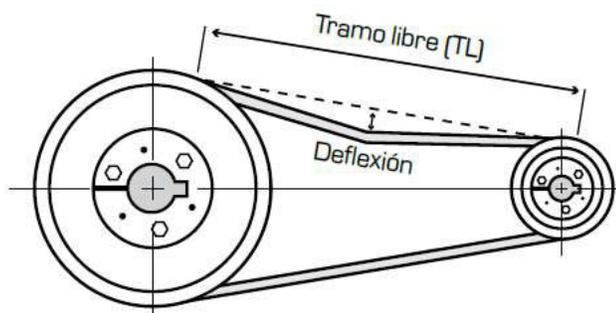
D= diámetro de la polea mayor en mm

d= diámetro de la polea menor

multiplique el valor encontrado por 16 para obtener la longitud de deflexión en mm

Figura 56

Deflexión de la correa de transmisión



Nota: Tomado de *Correas de transmisión (2007)*, Dunlop.

En el centro de tramo libre, aplique la fuerza necesaria para desviar la correa en la medida calculada.

Compruebe la fuerza obtenida con los valores de la siguiente tabla.

Figura 57

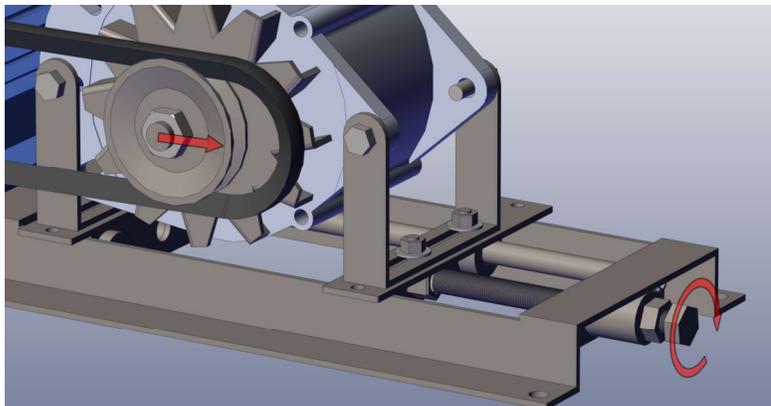
Tabla de valores de fuerza de deflexión

Perfil de la correa	Diametro de la polea pequeña (mm)	Fuerza de deflexión	
		Correas nuevas [Kg]	Correas trabajadas [Kg]
A	75-90	1,5	1,0
	91-120	1,9	1,3
	121 o mayores	1,3	1,5
AX	75-90	1,9	1,3
	91-120	2,3	1,5
	121 o mayores	2,7	1,8
B	85 - 105	1,8	1,2
	106 - 140	2,7	1,8
	141 o mayores	3,2	2,4
BX	85 - 105	2,4	1,6
	106 -140	3,2	2,2
	141 o mayores	4,1	2,7
C	175 - 230	5,1	3,4
	231 o mayores	7,2	4,8
CX	175 - 230	6,2	4,1
	231 o mayores	8,0	5,4
D	305 - 400	11,2	7,5
	201 o mayores	15,0	10,0
E	505 - 610	21,8	14,5
3V	60 - 90	2,7	1,8
	91 o mayores	3,2	2,3
3VX	55 - 90	3,2	2,3
	91 o mayores	3,6	2,7
5V	170 - 275	7,3	4,6
	276 o mayores	9,1	5,7
5VX	110-275	8,2	5,5
	276 o mayores	10,0	6,8
8V	315 - 430	16,4	10,3
	431 o mayores	18,2	11,4

Nota: Tomado de *Correas de transmisión (2007)*, Dunlop.

Figura 58

Vista forma de tensar la correa de transmisión

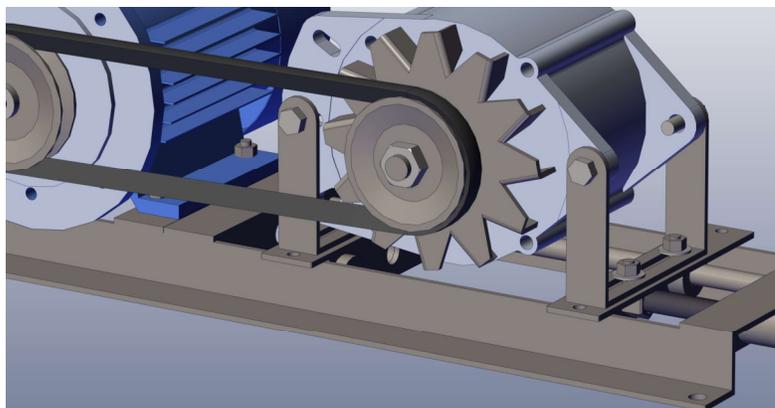


Nota: Elaboración propia.

Asegure la posición del tornillo tensor apretando las tuercas contra el soporte y vuelva a verificar la tensión.

Figura 59

Vista final de correa tensada

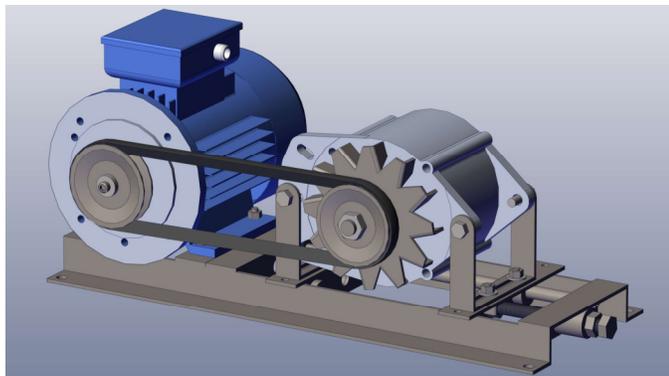


Nota: Elaboración propia.

Una vez realizado esto el módulo se dará por completo y se encuentra listo para colocar en su lugar establecido en el banco.

Figura 60

Base Motor – Alternador



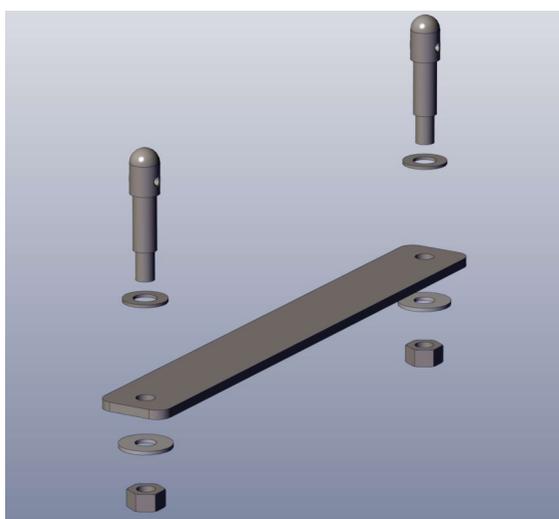
Nota: Elaboración propia.

PARA LOS PERNOS DE SUJECIÓN

Coloque los anclajes para los soportes como se muestra en la figura 61. Con la mesa ocupando el lugar señalado.

Figura 61

Vista explosionada de los anclajes de los soportes

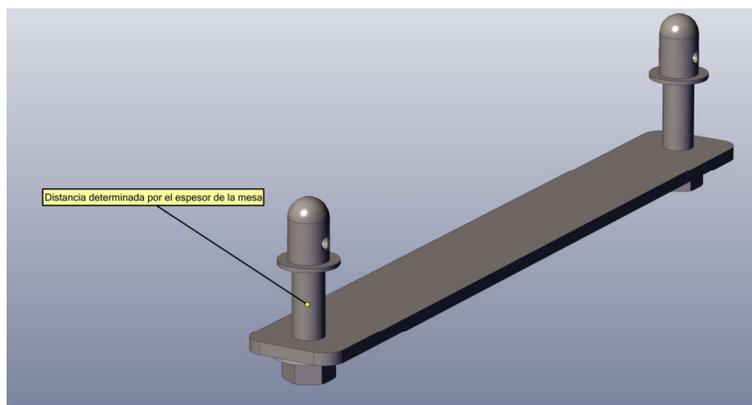


Nota: Elaboración propia.

El espacio marcado es dependiente del espesor de la mesa.

Figura 62

Vista anclaje de los soportes armado

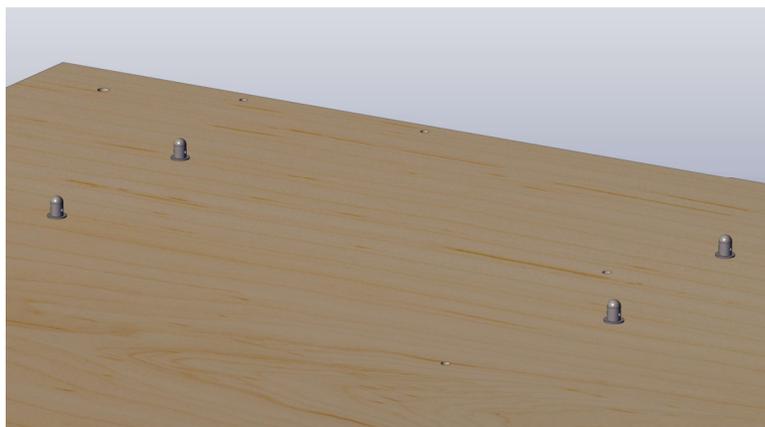


Nota: Elaboración propia.

Los pernos sobresaldrán de la mesa como se muestra en la figura.

Figura 63

Vista anclajes de los soportes en su ubicación

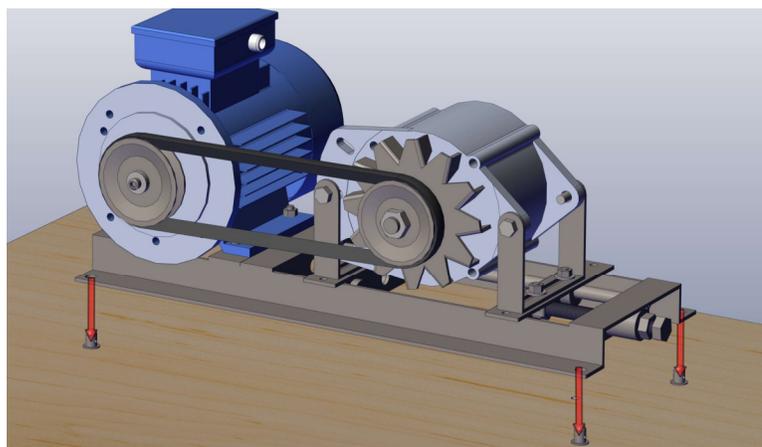


Nota: Elaboración propia.

Colocados los anclajes, ubique los módulos en su lugar.

Figura 64

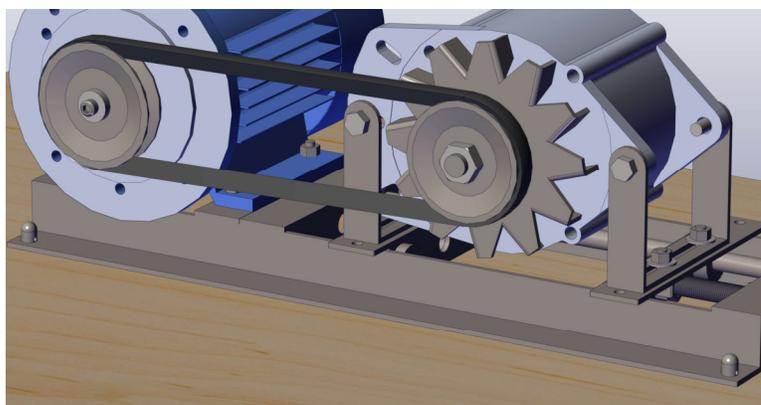
Ubicación de la Base Motor – Alternador



Nota: Elaboración propia.

Figura 65

Ubicación de la Base Motor – Alternador 2

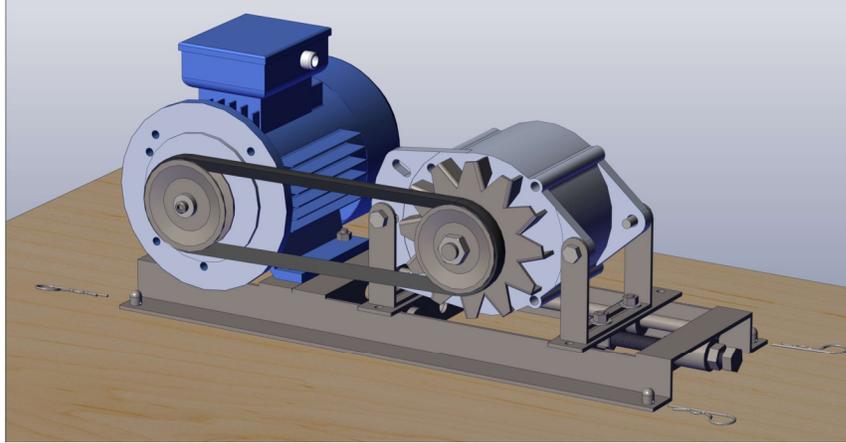


Nota: Elaboración propia.

Asegure los pernos con las chavetas R.

Figura 66

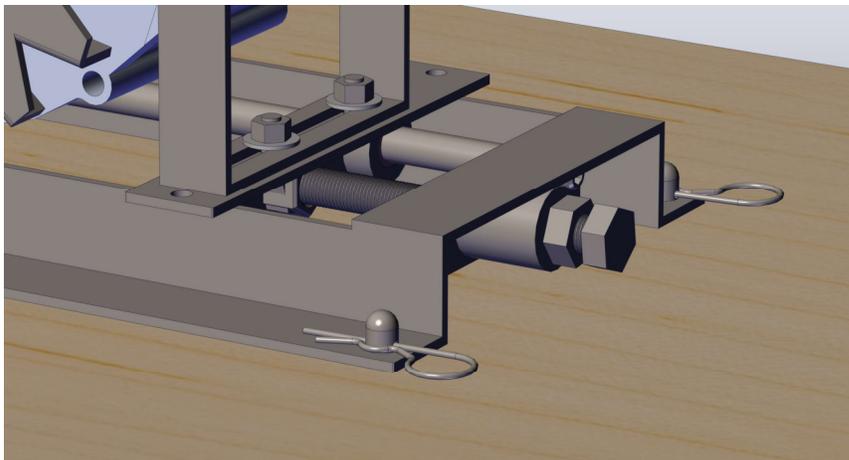
Ubicación de chavetas R



Nota: Elaboración propia.

Figura 67

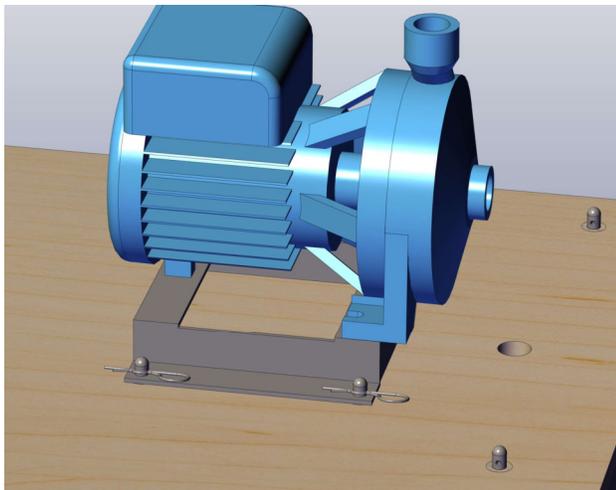
Chavetas R en su posición final



Nota: Elaboración propia.

Figura 68

Base motobomba en su posición final



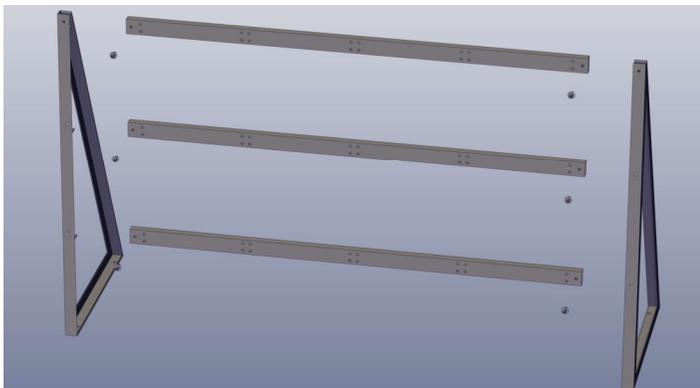
Nota: Elaboración propia.

SOPORTE DE LOS TABLEROS

Coloque las tuercas remache en los travesaños, y luego arme el soporte como se muestra en la figura, respetando los pares de apriete correspondientes.

Figura 69

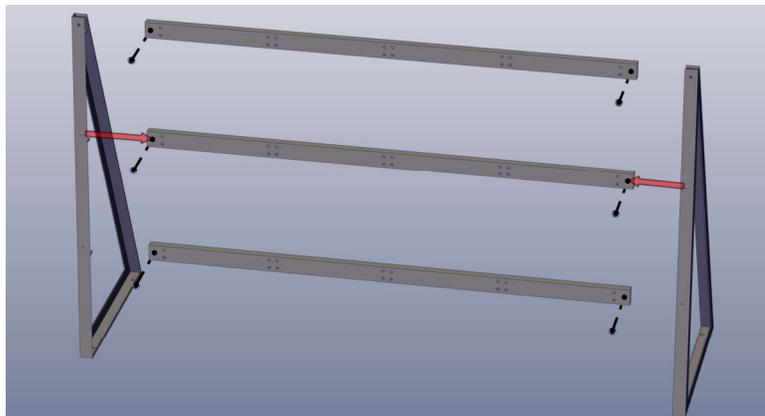
Vista explosionada del soporte de los tableros



Nota: Elaboración propia.

Figura 70

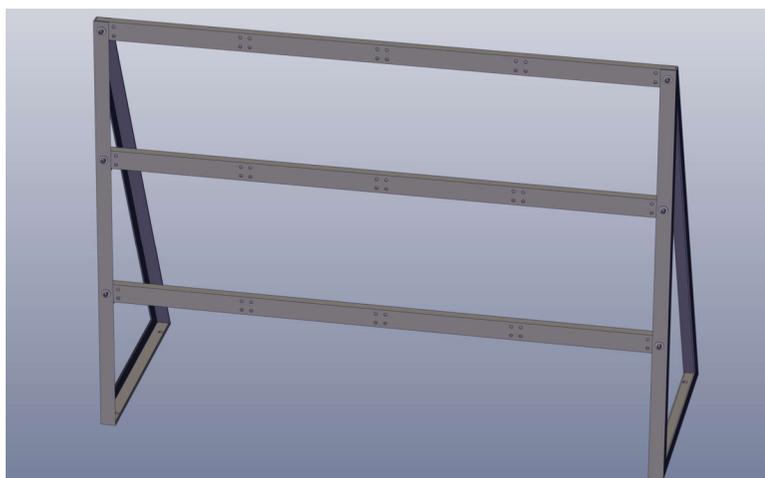
Vista explosionada del soporte de los tableros 2



Nota: Elaboración propia.

Figura 71

Soporte de los tableros armado

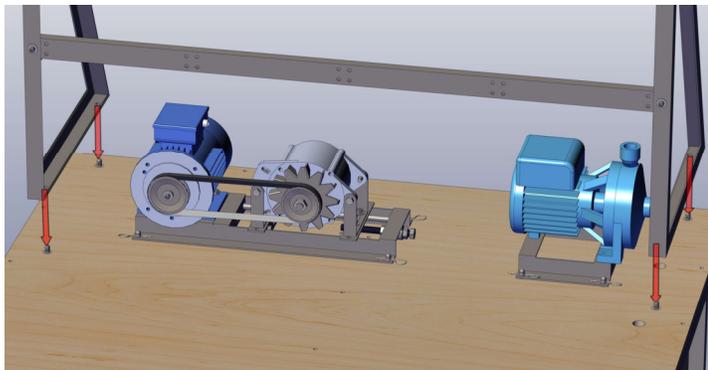


Nota: Elaboración propia.

Ubique el soporte en su lugar y asegúrelo con las chavetas R.

Figura 72

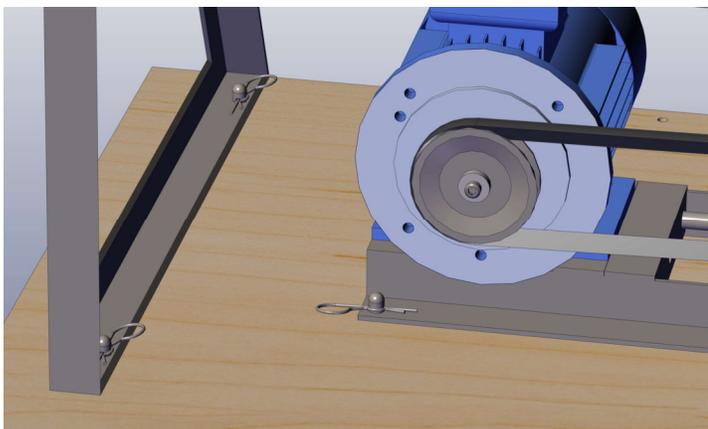
Ubicación del soporte de los tableros



Nota: Elaboración propia.

Figura 73

Asegurado mediante chavetas R del soporte de los tableros



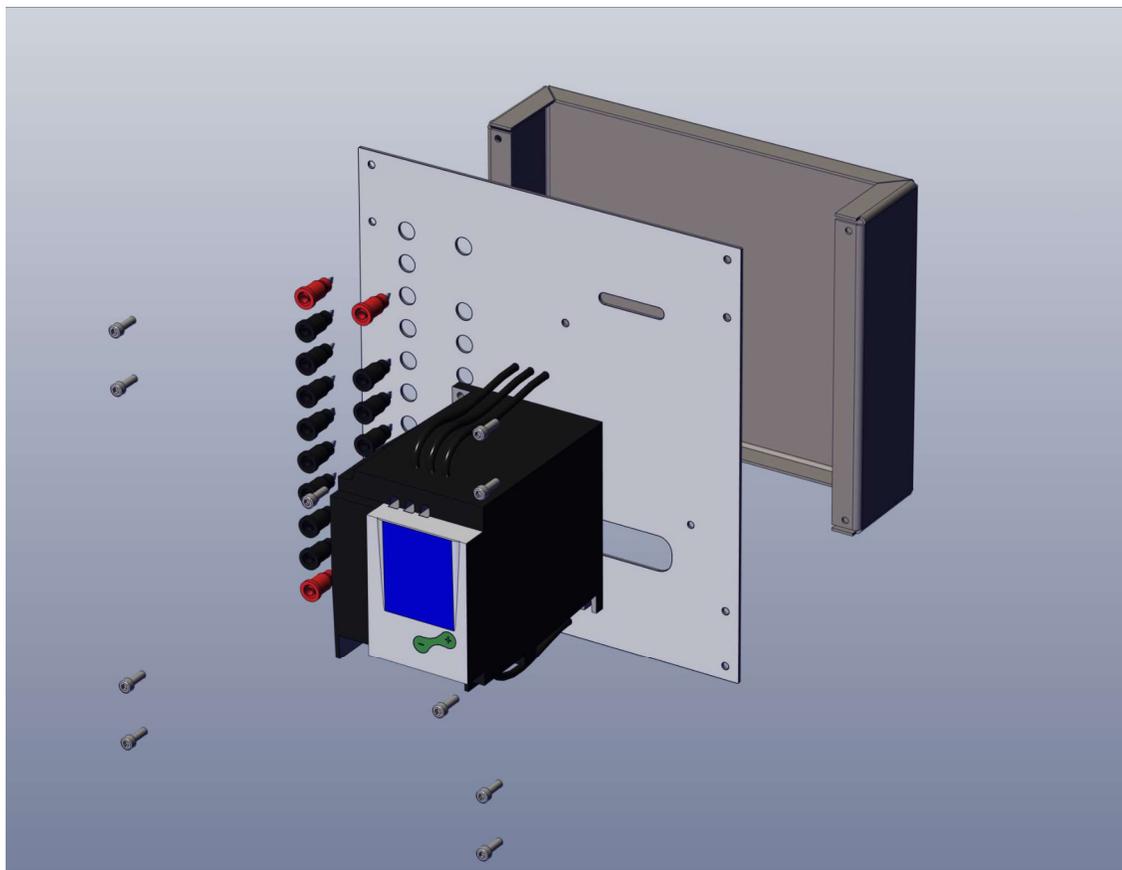
Nota: Elaboración propia.

TABLEROS

Para el armado de cada tablero es necesario respetar las indicaciones provistas por los fabricantes de los componentes, respetando pares de apriete, precauciones, etc.

Figura 74

Vista explosionada del tablero Variador de velocidad



Nota: Elaboración propia.

El procedimiento es el mismo para todos los tableros.

Coloque los conectores banana hembra en el panel frontal y asegúrelos siguiendo el procedimiento indicado por el fabricante.

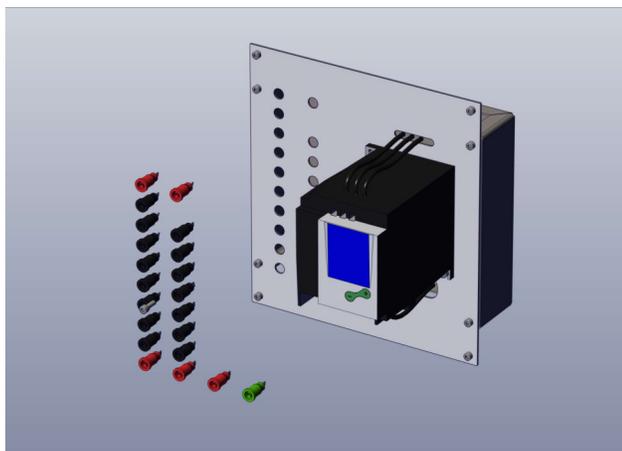
Coloque el componente principal (variador, contactor, relé, etc), en su ubicación y marque el lugar donde agujerear para sus tornillos.

Una vez el componente principal este asegurado en su lugar, proceda a conectar todos los terminales necesarios, respetando las indicaciones del fabricante.

Ubique las tuercas remache en el compartimento y atornille este junto al panel frontal para cerrar el compartimento.

Figura 75

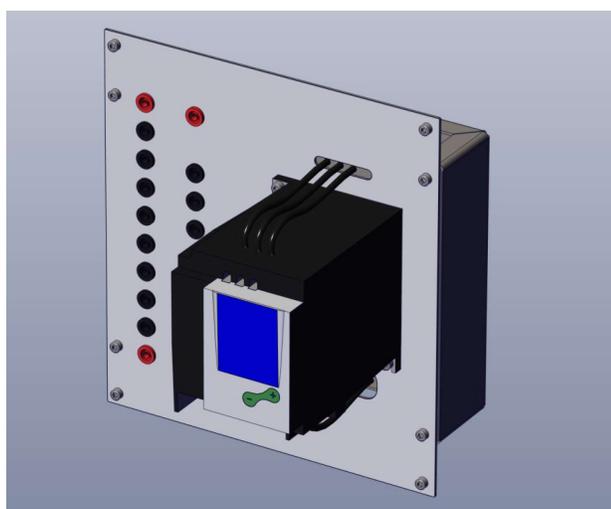
Vista explosionada del tablero Variador de velocidad 2



Nota: Elaboración propia.

Figura 76

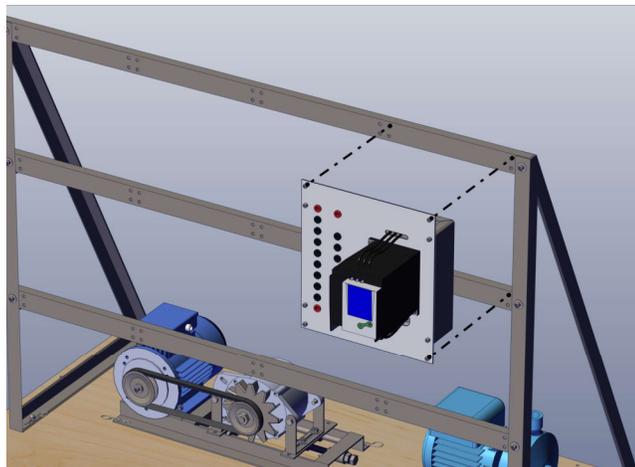
Tablero variador de velocidad armado



Nota: Elaboración propia.

Figura 77

Ubicación del tablero variador de velocidad en el soporte

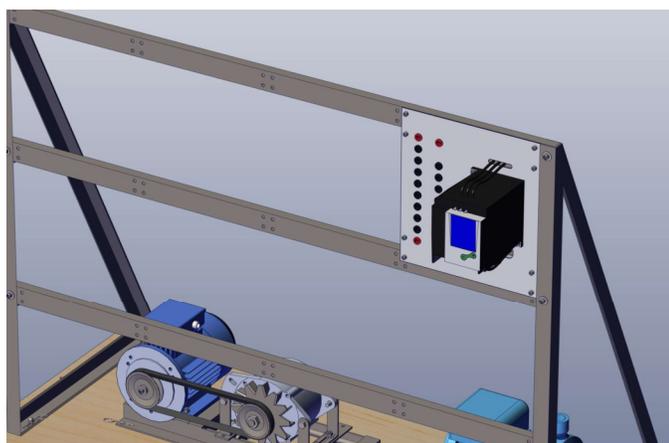


Nota: Elaboración propia.

Ubique los tableros en el soporte, en la posición más conveniente para el uso que desea darle. Y asegúrelo con sus respectivos tornillos respetando el par de apriete necesario.

Figura 78

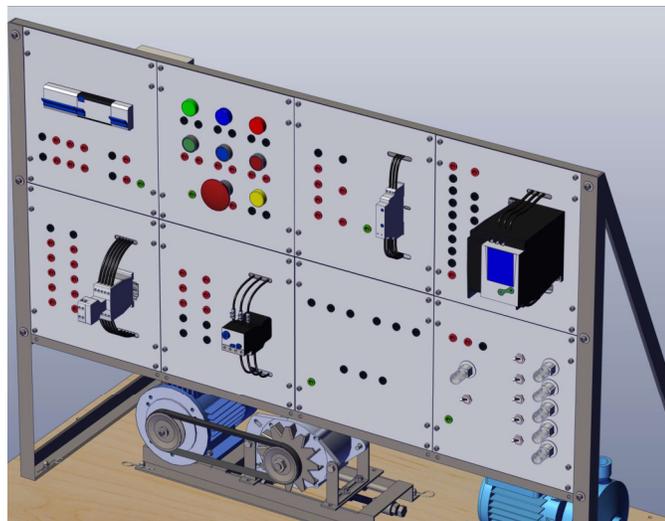
Ubicación del tablero variador de velocidad en el soporte 2



Nota: Elaboración propia.

Figura 79

Tableros modulares colocados en su ubicación en el soporte



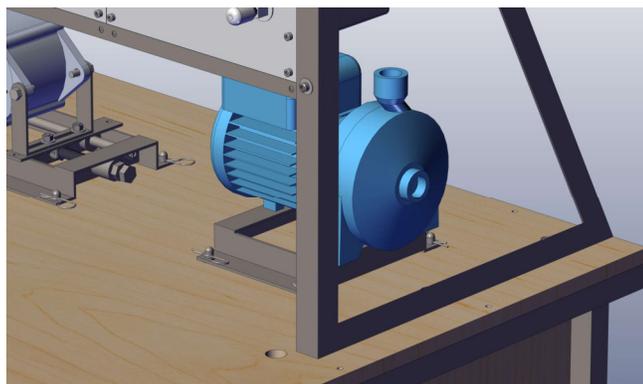
Nota: Elaboración propia.

Una vez montados todos los tableros, será necesario realizar una comprobación de las conexiones a tierra de todos los elementos metálicos presentes.

CIRCUITO HIDRÁULICO

Figura 80

Vista de la bomba de agua

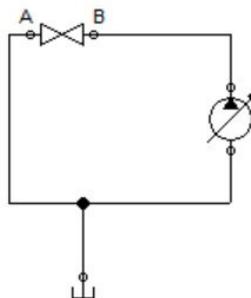


Nota: Elaboración propia.

El circuito hidráulico es simplemente para utilizar la bomba como freno del motor, por lo tanto, aunque en el futuro puede ser implementado para otro modulo donde se traten temas pertenecientes a mecánica de los fluidos, por ejemplo. Por el momento será como se muestra en el esquema siguiente:

Figura 81

Esquema del circuito hidráulico

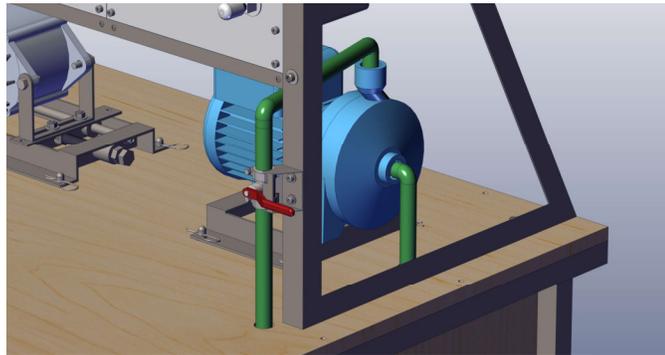


Nota: Elaboración propia.

Colocar los caños en su ubicación, posicionar la válvula llave de paso y asegurarla al soporte con abrazaderas.

Figura 82

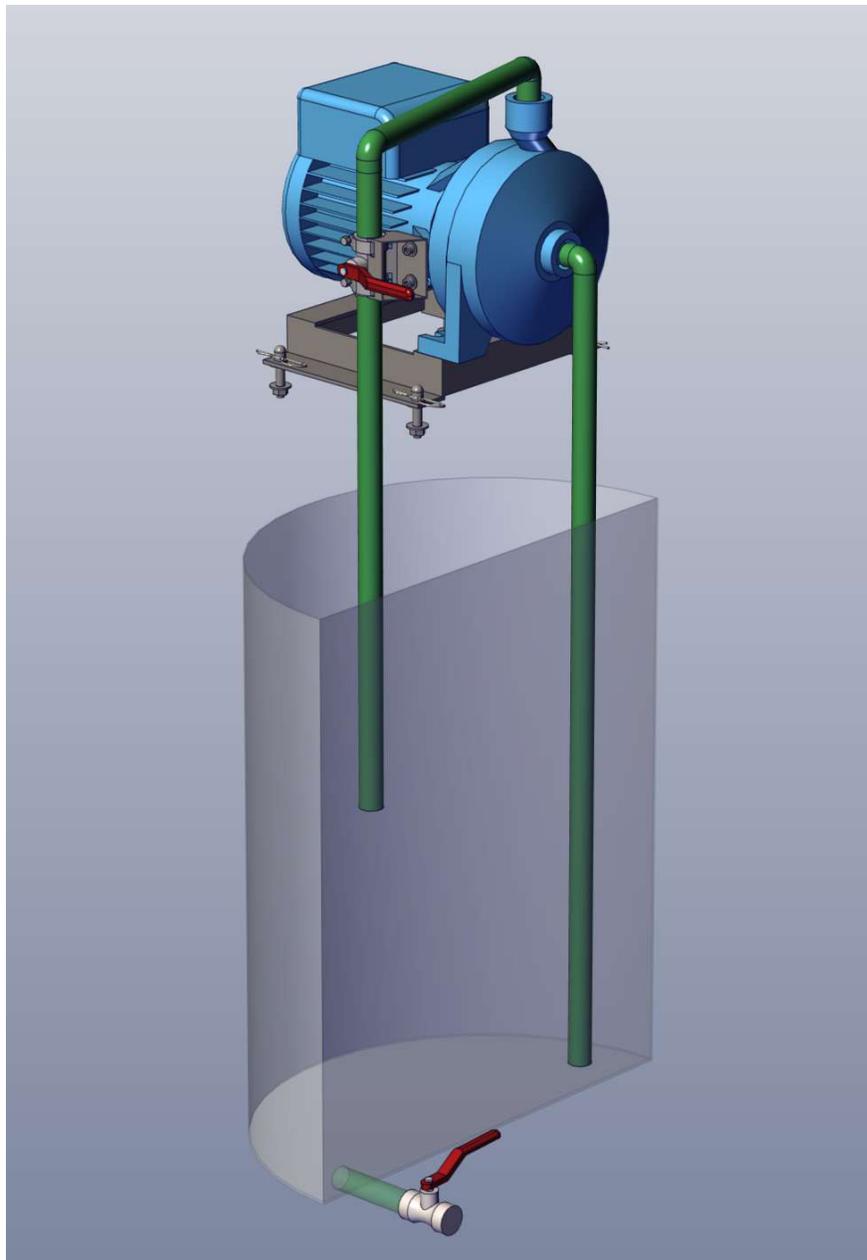
Bomba de agua con las cañerías colocadas



Nota: Elaboración propia.

Figura 83

Vista del circuito hidráulico

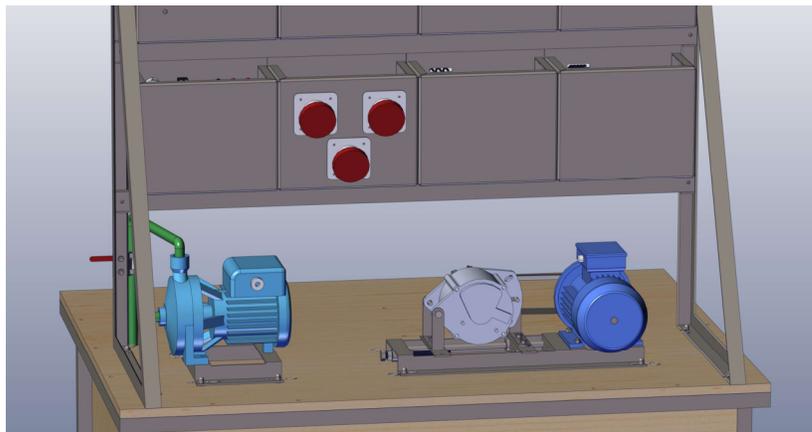


Nota: el reservorio puede ser cualquier depósito de líquidos disponible, en lo posible con un volumen mayor a 10lt

CIRCUITO ELÉCTRICO

Figura 84

Vista posterior del banco completo sin conexiones eléctricas



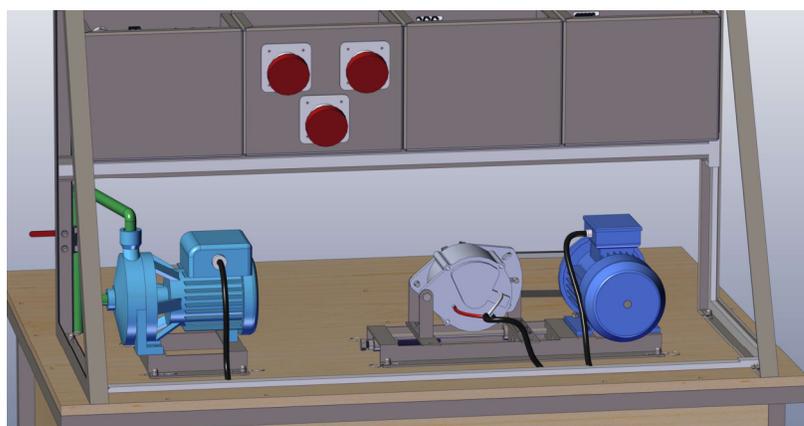
Nota: Elaboración propia.

Colocar la bandeja para los cables de potencia de los motores como se muestra en la figura.

Realizar las conexiones de los motores respetando las recomendaciones de los fabricantes.

Figura 85

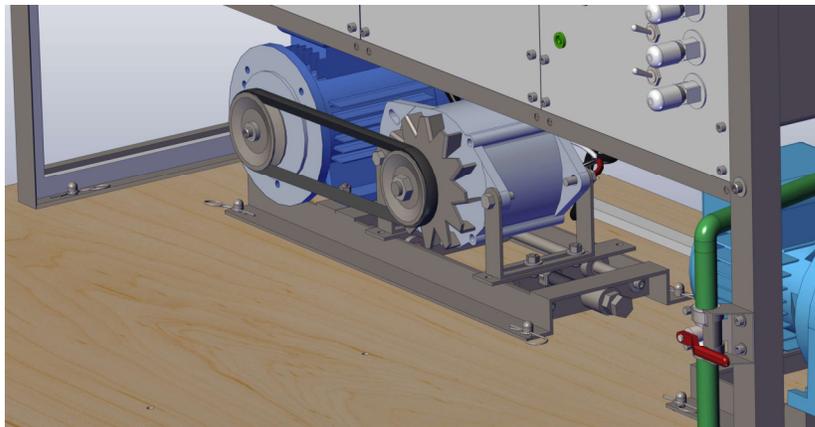
Vista posterior del banco completo con conexiones eléctricas



Nota: Elaboración propia.

Figura 86

Base motor – alternador

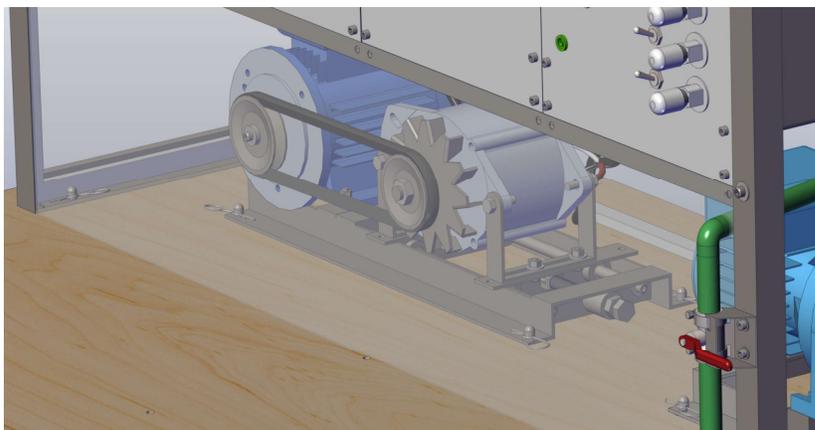


Nota: Elaboración propia.

Por último, colocar el panel transparente para mantener las partes móviles fuera del alcance.

Figura 87

Ubicación del Panel transparente



Nota: Elaboración propia.

Con esto se da por finalizado el instructivo.

MOMENTOS DE APRIETE

Tornillos y tuercas de acero.

- Norma UNE 17-108-81

Esta norma tiene por objeto indicar el valor del momento de apriete necesario para montar, mediante herramientas dinamométricas que no introduzcan vibraciones ni impactos, la tornillería normal de acero, sobre apoyos rígidos y sometida únicamente a sollicitaciones axiales de valor constante.

El apriete deberá efectuarse de forma continua y sin interrupción hasta llegar al valor del momento especificado.

En las herramientas dinamométricas se admitirá un error de medida del 5%.

Tabla I

Recubrimientos	Coeficiente μ de rozamiento	
	Engrase residual	Engrase con aceite con o sin S_2Mo 1)
Acero con cadmiado	0,7	0,07
Cadmiado con cincado	0,10	0,08
Cadmiado con cadmiado		0,07
Acero con acero		0,10
Acero con fosfatado	2)	0,10
Fosfatado con cadmiado		0,08
Fosfatado con cincado	2)	0,10
Fosfatado con fosfatado	3)	0,11
Acero con cincado		0,10
Cincado con cincado		0,07

1) Para una menor dispersión, se aconseja emplear aceite con S_2Mo

2) Se recomienda ser engrasados

3) Con el engrase normal después del fosfatado.

Clase 4.8
 Mercado 6.8

TABLA IV
CABEZA HEXAGONAL
 E = 34 da N/mm²

DESIGNACIÓN	PASO	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO μ					
		0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14
		Momentos de apriete (da Nm)					
ROSCA							
M 1,6	0,35	0,0058	0,0063	0,0071	0,0075	0,0079	0,0086
M 2	0,4	0,012	0,013	0,015	0,015	0,016	0,018
M 2,5	0,45	0,024	0,026	0,030	0,032	0,033	0,036
M 3	0,5	0,041	0,045	0,052	0,055	0,058	0,063
M 3,5	0,6	0,064	0,069	0,080	0,084	0,089	0,097
M 4	0,7	0,095	0,10	0,12	0,13	0,13	0,14
M 5	0,8	0,19	0,20	0,23	0,25	0,26	0,29
M 6	1	0,32	0,35	0,40	0,43	0,45	0,49
M 8	1,25	0,77	0,84	0,97	1,0	1,1	1,2
M 10	1,5	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4
M 12	1,75	2,6	2,9	3,3	3,5	3,7	4,1
M 14	2	4,2	4,6	5,3	5,6	5,9	6,5
M 16	2	6,3	6,9	8,1	8,6	9,1	10,0
M 18	2,5	8,8	9,6	11,0	12,0	12,5	14,0
M 20	2,5	12,5	13,5	15,5	17,0	18,0	19,5
M 22	2,5	16,5	18,0	21,0	22,5	24,0	26,5
M 24	3	21,5	23,5	27,0	29,0	30,5	34,0

TABLA VIII
CABEZA HEXAGONAL

Clase 8.8
 $E=64 \text{ da N/mm}^2 \text{ d} < \text{M } 16$
 $E=66 \text{ da N/mm}^2 \text{ d} > \text{m } 16$

DESIGNACION	PASO	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO μ					
		0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14
ROSCA		Momentos de apriete (da N.m)					
M 1,6	0,35	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
M 2	0,4	0,022	0,024	0,028	0,029	0,031	0,033
M 2,5	0,45	0,045	0,049	0,056	0,060	0,063	0,069
M 3	0,5	0,078	0,084	0,096	0,10	0,11	0,12
M 3,5	0,6	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18
M 4	0,7	0,18	0,19	0,22	0,24	0,25	0,27
M 5	0,8	0,35	0,38	0,44	0,47	0,49	0,54
M 6	1	0,60	0,66	0,76	0,80	0,85	0,93
M 8	1,25	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2
M 10	1,5	2,9	3,2	3,7	3,9	4,1	4,5
M 12	1,75	4,9	5,4	6,2	6,6	7,0	7,7
M 14	2	7,8	8,6	9,9	10,5	11,0	12,5
M 16	2	12,0	13,0	15,0	16,0	17,0	19,0
M 18	2,5	17,0	18,5	21,5	23,0	24,5	27,0
M 20	2,5	24,0	26,0	30,5	32,5	34,5	38,0
M 22	2,5	32,0	35,0	41,0	44,0	46,5	51,5
M 24	3	41,5	45,5	53,0	56,0	59,5	65,5

TABLA X
CABEZA HEXAGONAL

Clase 10.9

 E = 94 da N/mm²

DESIGNACION	PASO	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO μ					
		0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14
		Momentos de apriete (da N.m)					
ROSCA							
M 1,6	0,35	0,016	0,017	0,020	0,021	0,022	0,023
M 2	0,4	0,033	0,035	0,040	0,043	0,045	0,049
M 2,5	0,45	0,066	0,072	0,083	0,087	0,092	0,10
M 3	0,5	0,11	0,12	0,15	0,15	0,16	0,17
M 3,5	0,6	0,17	0,19	0,22	0,23	0,25	0,27
M 4	0,7	0,26	0,29	0,33	0,35	0,37	0,40
M 5	0,8	0,51	0,56	0,64	0,68	0,72	0,79
M 6	1	0,89	0,97	1,1	1,2	1,2	1,4
M 8	1,25	2,1	2,3	2,7	2,8	3,0	3,3
M 10	1,5	4,2	4,6	5,4	5,7	6,0	6,6
M 12	1,75	7,2	7,9	9,2	9,7	10,5	11,5
M 14	2	11,5	12,5	14,5	15,5	16,5	18,0
M 16	2	18,5	19,0	22,5	23,5	25,0	27,5
M 18	2,5	24,5	26,5	31,0	33,0	34,5	38,0
M 20	2,5	34,0	37,5	43,5	46,5	49,0	54,0
M 22	2,5	45,5	50,0	53,5	62,5	66,5	73,0
M 24	3	59,0	64,5	75,0	80,0	85,0	98,5

TABLA XI
CABEZA HEXAGONAL

Clase 12.9

E = 110 da N/mm²

DESIGNACIÓN	PASO	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO μ					
		0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14
ROSCA		Momentos de apriete (da N.m)					
M1,6	0,35	0,019	0,020	0,023	0,024	0,026	0,028
M2	0,4	0,038	0,041	0,047	0,050	0,052	0,057
M2,5	0,45	0,077	0,084	0,097	0,10	0,11	0,12
M3	0,5	0,13	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20
M3,5	0,6	0,21	0,22	0,26	0,27	0,29	0,31
M4	0,7	0,31	0,33	0,38	0,41	0,43	0,47
M5	0,8	0,60	0,66	0,76	0,80	0,85	0,93
M6	1	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6
M8	1,25	2,5	2,7	3,1	3,3	3,5	3,8
M10	1,5	5,0	5,4	6,3	6,7	7,0	7,7
M12	1,75	8,5	9,3	10,5	11,5	12,0	13,0
M14	2	13,5	14,5	17,0	18,0	19,0	21,0
M16	2	20,5	22,5	26,0	28,0	29,5	32,5
M18	2,5	28,5	31,0	36,0	38,5	40,5	44,5
M20	2,5	40,0	43,5	51,0	54,5	57,5	63,5
M22	2,5	53,5	58,5	68,5	73,0	77,5	85,5
M24	3	69,0	75,5	88,0	93,5	99,0	109,0



ANEXO 4 – MANUAL DE MANTENIMIENTO

Práctica Profesional Supervisada

Carlos D. Silva
Legajo: 7992

Contenido

Manual de mantenimiento	181
Recomendaciones	181
Contactor	181
Variador	183
Estructuras metálicas.....	185
Tableros	186
Bomba y cañerías	186
Transmisión	187

RECOMENDACIONES

Es recomendable verificar el manual de uso de cada aparato particular, donde se encuentran las diferentes advertencias indicadas por los fabricantes.

Es importante respetar los pares de apriete indicados por los fabricantes para cada competente presente en el banco didáctico.

Mantener la limpieza completa del banco favorece su durabilidad.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

CONTACTOR

En presencia de un contactor quemado, hay que comprobar que la elección del calibre del contactor, corresponde a la potencia del motor y a su régimen y forma de trabajo.

Si la elección es correcta y, sobre todo, si la intensidad de bloqueo del motor es inferior al poder de cierre del contactor, el incidente suele provenir de perturbaciones en el circuito de mando que llevan a un mal funcionamiento del electroimán.

A continuación, se indican las perturbaciones más frecuentes y para cada una de ellas, la solución aconsejada.

PERTURBACIONES MÁS FRECUENTES EN CONTACTORES

CAÍDA DE TENSIÓN DE RED.

Caída de tensión provocada por la punta de intensidad de arranque del motor al cerrar los contactos. Esta caída de tensión puede llevar a una pérdida de energía del circuito magnético que ya no tiene bastante fuerza para continuar su carrera hasta el cierre completo. En este caso, el dimensionamiento de la instalación de potencia puede ser deficiente y hay que comprobar las longitudes y secciones de los cables y quizás la potencia del transformador de alimentación.

Después de un corte de la red, al reaparecer la tensión, la punta de intensidad producida por el arranque simultáneo de varios motores (caso de un mando automático o por interruptor) puede provocar una caída de tensión importante.

En este caso, con el fin de disminuir esta caída de tensión, es preciso prever un dispositivo temporizador para espaciar los arranques según un orden de prioridad.

CAÍDA DE TENSIÓN EN EL CIRCUITO DE MANDO.

Cuando el contactor se alimenta en baja tensión (24 a 110 V), y hay numerosos contactos de enclavamiento en serie, se puede producir una caída de tensión en el circuito de mando al entrar los contactores. Esta caída de tensión se suma a la provocada por la punta de intensidad del motor y la situación es idéntica a la descrita anteriormente.

En este caso, es necesario realizar el mando del contactor a través de un relé auxiliar cuya intensidad de accionamiento sea menor y que mande la bobina del contactor principal; esta bobina se alimentará a la tensión de la red de alimentación.

VIBRACIONES DE LOS CONTACTOS DE ENCLAVAMIENTO.

Es posible que, en la cadena de enclavamiento, algunos contactos entren en vibración (termostato, presostato ...). Estas vibraciones repercuten en el electroimán del contactor de potencia y provocan cierres incompletos o malos contactos y, por consiguiente, el deterioro o la soldadura de los polos.

El remedio consiste en dotar al aparato de una temporización de dos o tres segundos, utilizando un contacto temporizado al trabajo.

VIBRACIONES DEL CONTACTOR.

Este fenómeno, no infrecuente, suele deberse a la presencia de suciedad o de óxido en el entrehierro de las armaduras. Es perjudicial para el contactor y su vida mecánica y eléctrica (por ejemplo, tiende a aflojar los tornillos), molesta por el ruido que hace e indica un mantenimiento pobre.

Basta desmontar el contactor y limpiar cuidadosamente el entrehierro. Puede ponerse en el mismo una finísima capa de grasa fina, para protegerlo de la oxidación.

MICRO CORTES DE LA RED O INTERRUPCIONES DE CORTA DURACIÓN ACCIDENTALES O VOLUNTARIAS.

Al cerrarse de nuevo el contactor después de una breve desaparición de la tensión de la red (unas decenas de milisegundos), la fuerza contra-electromotriz ya no está en fase con la red y en este caso, la punta de intensidad puede alcanzar el doble de lo normal. Hay riesgo de soldadura de los polos al sobrepasar el poder de cierre.

Para evitar este incidente, por medio de un contacto temporizado al trabajo, se retrasa dos o tres segundos el nuevo cierre del aparato para que sea casi nula la fuerza contraelectromotriz.

Para proteger los contactores contra los micro cortes de la red, es posible también utilizar el retardador de apertura.

CONSECUENCIAS DE LOS INCIDENTES

Si, a causa de las perturbaciones descritas anteriormente hay soldadura de los polos del contactor, no ocurrirá nada anormal antes de la orden de parada del motor. En efecto, la soldadura de uno o varios polos no impide el cierre completo de un contactor.

En cambio, al abrir, el contactor se queda «a medio camino» con uno o varios polos soldados y los contactos no soldados abiertos unas décimas de milímetro. Aparece un pequeño arco y, como si fuera la llama de un soplete, va fogueando lentamente los contactos no soldados que terminarán quemándose y quemando el aparato.

Al analizar un contactor se comprobará frecuentemente que uno o dos polos están intactos: ¡son, precisamente, los que estaban soldados!

Hay que destacar que, en caso de soldadura, la intensidad no es superior a la intensidad nominal del motor y que las protecciones no actuarán hasta que el aparato se destruya y se provoque un cortocircuito.

En consecuencia, las perturbaciones que puede provocar la soldadura de los polos de un contactor son muy difíciles de detectar a causa de su corta duración y sus apariciones fugitivas. Además, estos incidentes no se producen siempre y sistemáticamente en cada cierre, pero suelen aparecer cuando hay simultaneidad entre varias perturbaciones, o cuando surge una perturbación en una red cuya tensión ya está cerca del valor mínimo admisible. La causa no es el contactor. No hace falta cambiar de tipo de contactor, por ejemplo, eligiendo un calibre más alto, pero es indispensable revisar el circuito de mando para eliminar la causa del defecto.

VARIADOR

Fragmento tomado del manual de uso del variador Altivar 12

Mantenimiento

El Altivar 12 no requiere ningún mantenimiento preventivo. No obstante, es aconsejable realizar las siguientes comprobaciones con regularidad:

- El estado y firmeza de las conexiones.
- La temperatura alrededor del variador debe mantenerse a un nivel aceptable y la ventilación debe funcionar correctamente. La vida útil media de los ventiladores es de 10 años.
- Limpiar de polvo del variador.
- Garantizar el funcionamiento adecuado del ventilador.
- Comprobar si las cubiertas están dañadas.

Asistencia con el mantenimiento, visualización de fallo:

Si surge un problema durante la configuración o el funcionamiento, asegúrese de haber seguido las recomendaciones sobre el entorno, el montaje y las conexiones.

El primer fallo detectado se almacena y se visualiza, parpadeando en la pantalla: el variador se bloquea y el contacto R1 del relé de estado se abre.

Borrado del fallo detectado:

- Desconecte la alimentación eléctrica del variador en el caso de que se trate de un fallo no borrrable.
- Espere a que la pantalla se borre completamente.
- Localice la causa del fallo detectado y corríjala.
- Vuelva a conectar la alimentación a la unidad.
- El fallo detectado dejará de aparecer si la causa se ha corregido.

Si se trata de un fallo detectado no borrrable:

- Quite/corte la alimentación del variador.
- ESPERE 15 MINUTOS a que los condensadores del bus de CC se descarguen. A continuación, siga el procedimiento de medición de tensión del bus, para verificar que la tensión de CC es inferior a 42 V. Los LED del variador no indican la ausencia de tensión del bus de CC.
- Localice y corrija el fallo detectado.
- Vuelva a conectar la alimentación del variador para confirmar que el fallo detectado se ha rectificado.

Algunos fallos detectados pueden programarse para que se efectúe un rearmado automático una vez eliminada su causa.

Estos fallos detectados también pueden rearmarse encendiendo y apagando el variador o mediante una entrada lógica o un bit de control.

Menú de visualización:

Utilice el menú de visualización (MOn) para mostrar el estado del variador y sus valores internos actuales a fin de averiguar las causas de los fallos detectados.

Recambios y reparaciones

Producto reparable: Consulte el catálogo para la sustitución de piezas de recambio.

Procedimiento tras un período largo de almacenamiento:

AVISO: RIESGO DE FUNCIONAMIENTO DETERIORADO DEBIDO AL ENVEJECIMIENTO DEL CONDENSADOR.

El funcionamiento del condensador del producto se puede ver deteriorado temporalmente debido a un almacenamiento superior a 2 años. En este caso, se debe aplicar el siguiente procedimiento de reforma. En tal caso, antes de utilizar al producto, lleve a cabo el siguiente procedimiento:

- Utilice una alimentación eléctrica de CA variable conectada entre L1 y L2.
- Aumente la tensión de la alimentación eléctrica de CA para obtener:
 - o 80% de la tensión nominal durante 30 min
 - o 100% de la tensión nominal durante otros 30 min

SI NO SE RESPETAN ESTAS PRECAUCIONES PUEDEN PRODUCIRSE GRAVES LESIONES, DAÑOS MATERIALES O INCLUSO LA MUERTE.

ESTRUCTURAS METÁLICAS

Es necesario el control periódico del torque o par de apriete de los tornillos de la estructura, con especial atención en los pernos de anclaje, ya que pueden verse afectadas a causa de vibraciones provocadas por el funcionamiento de las maquinas rotantes.

Las tablas de pares de apriete se encuentran presentes la final del Anexo 3 – Manual de Ensamblaje del Banco (p. 172).

También se debe hacer una revisión general al año, observando el estado de la protección contra la corrosión (pintura).

TABLEROS

Los tableros eléctricos pueden ser foco de elevaciones de temperaturas y de corrientes, por malos contactos y desgaste de materiales en aparatos. Por este motivo es preciso tener en cuenta lo siguiente:

- Observar que no presente daños visibles o piezas rotas, flojas o sueltas. De encontrarse algo como lo descrito anteriormente, estas piezas deben ser cambiadas.
- Retirar polvo soplando ligeramente, y con ayuda de una aspiradora o con una brocha.
- Requintar o apretar todos los tornillos y terminales, prestando atención en cada componente que se esté reapretando para detectar si este tiene rastros de calentamiento.
- Si hay elementos de potencia para control como contactores, deben retirarse para hacer limpieza a cada elemento por aparte.
- Verificar que los conductores de tierra estén bien ajustados verificando continuidad eléctrica con la estructura del tablero.
- Limpiar el Compartimento/Gabinete con algún solvente que no sea inflamable para retirar polvo o rastros de humo por calentamiento.
- Limpiar las entradas naturales de ventilación.
- Hacer pruebas de conectividad antes de energizar.

BOMBA Y CAÑERÍAS

Fragmento tomado del manual del fabricante www.iprecom.com.

Mantenimiento mensual

- Comprobar que la velocidad de la bomba de agua se corresponde con la salida.
- Examinar las bridas por si existen fugas, fisuras, desgastes o partes oxidadas que puedan hacer peligrar el funcionamiento.

Mantenimiento anual

- Examinar y reparar sellos.
- Lubricación de cojinetes según las especificaciones propias del aparato.
- Comprobar la elevación de la bomba de agua respecto a su base.
- Cambiar los acoplamientos del motor para lograr una salida adecuada.
- Comprobar que los puntos de montaje son seguros.
- Inspeccionar el sello mecánico y embalaje.
- Comprobar los acoplamientos.
- Limpiar los filtros.
- Eliminar la acumulación de polvo y suciedad de los motores.

Es imprescindible apagar la alimentación de la bomba de agua cuando se vaya a realizar el mantenimiento ya que puede poner en peligro su integridad física.

TRANSMISIÓN

Fragmento tomado de manual de correas de transmisión DUNLOP.

Causas principales del daño prematuro de las correas:

- Alineamiento de las poleas.
- Estado de los rodamientos de la transmisión.
- Estado de las poleas.
- Ajuste de las poleas a sus respectivos ejes.
- Estado de las correas (sucias con aceites, grasas, exceso de polvo, etc).
- Tensión de las correas

Nunca se deben utilizar herramientas inadecuadas para hacer palanca para la instalación de las correas, porque se rompe o deteriora el refuerzo textil dañando la correa y acortando su vida útil.

Toda transmisión debe contar con un adecuado TENSOR, que permita una fácil instalación y ajuste de tensión de las correas.

Otras causas de daños

- Tipo de correa no indicado para el trabajo y velocidad que está ejecutando.
- Insuficiente número de correas. Demasiada carga para las correas en uso (problema muy común).

- Diámetros de poleas no adecuado. Poleas con diámetros por debajo del mínimo recomendado.
- Distancia entre ejes no correspondiente.

En poleas de varias canales; tener diferentes medidas de canal por desgaste o error en la construcción.

Todas las canales deben ser exactamente iguales para que el conjunto de correas trabaje bien.

Recuerde que una baja o excesiva tensión también afecta la vida útil de las correas. La tensión debe ser la necesaria según la aplicación.



ANEXO 5 – SERIGRAFIA

Práctica Profesional Supervisada

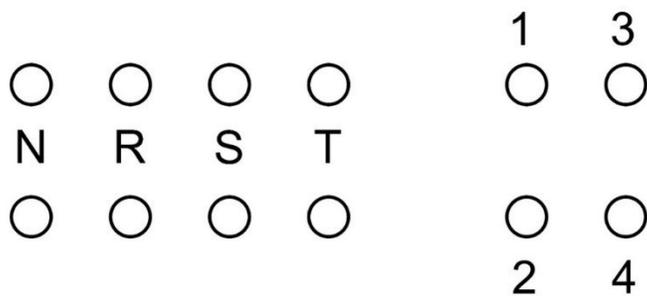
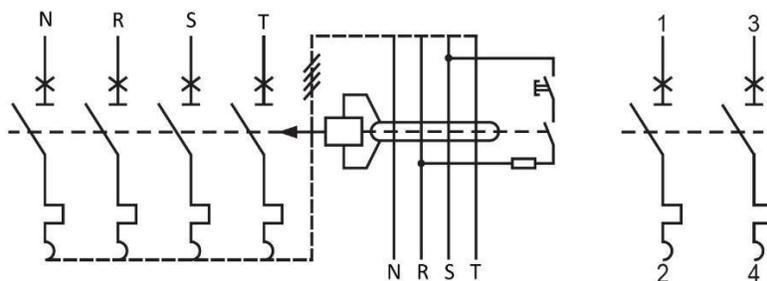
Carlos D. Silva
Legajo: 7992

Contenido

Panel Alimentación	191
Mando y Señalización	192
Contactador	193
Maquinas Rotantes.....	194
Alternador.....	195
Relevo termico.....	196
Temporizador	197
Variador	198

Se presentan los modelos para el serigrafiado de los tableros del banco.

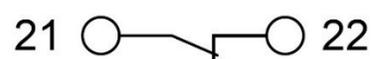
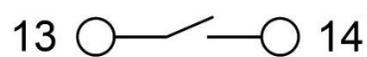
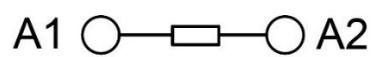
PANEL ALIMENTACIÓN



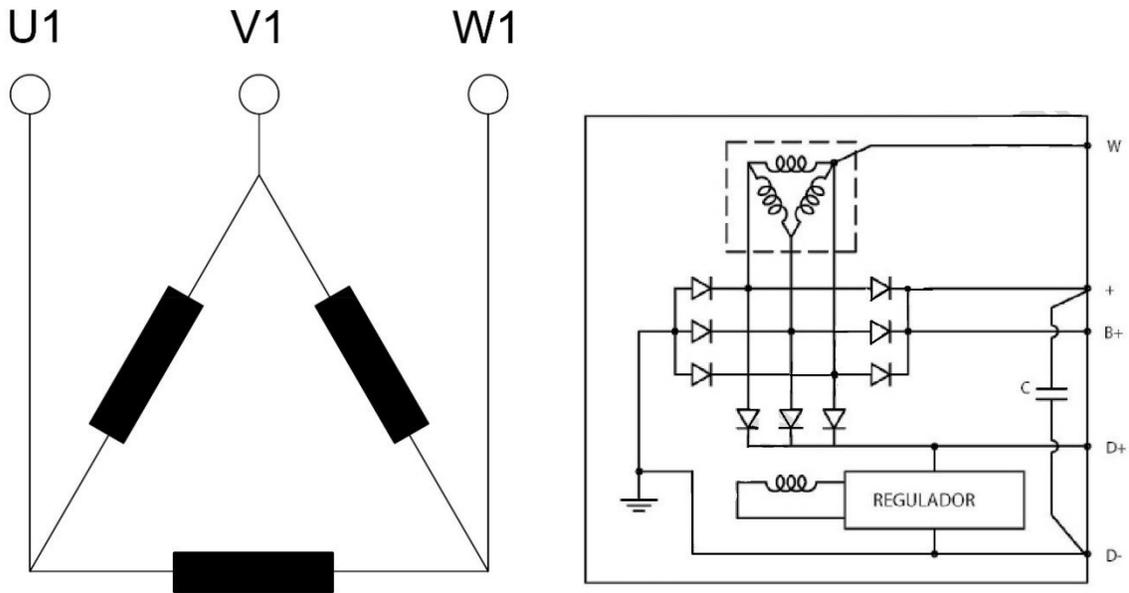
MANDO Y SEÑALIZACIÓN



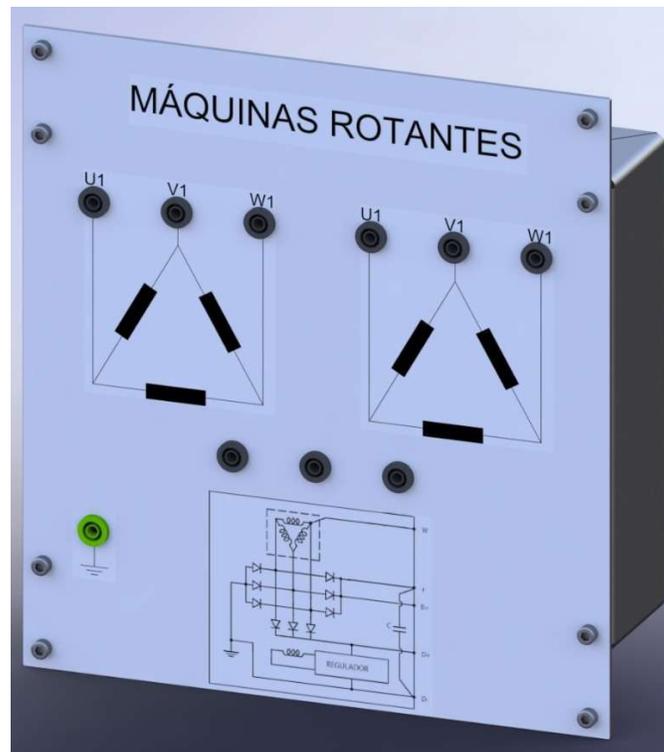
CONTACTOR



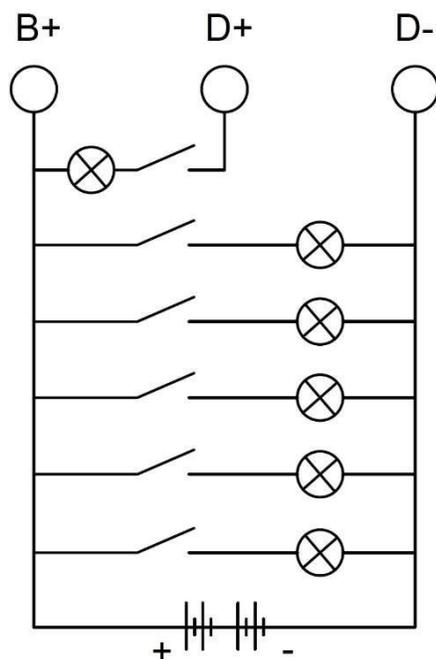
MAQUINAS ROTANTES



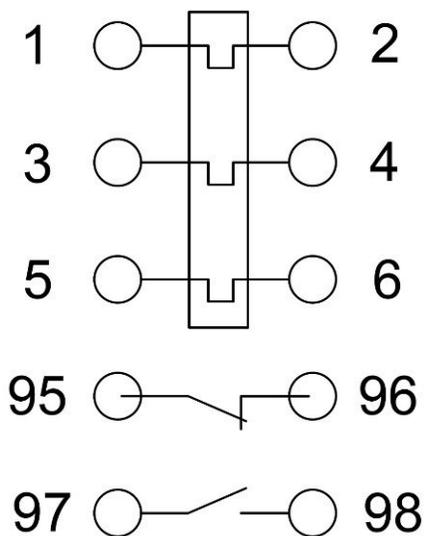
○ ○ ○
B+ D+ D-



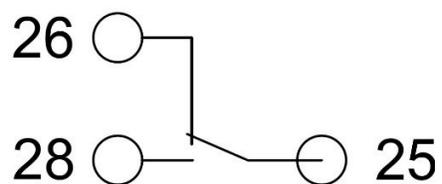
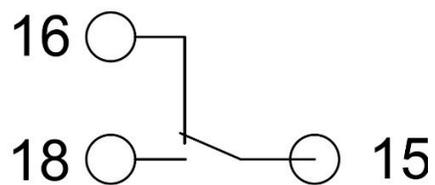
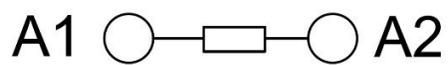
ALTERNADOR



RELEVO TERMICO

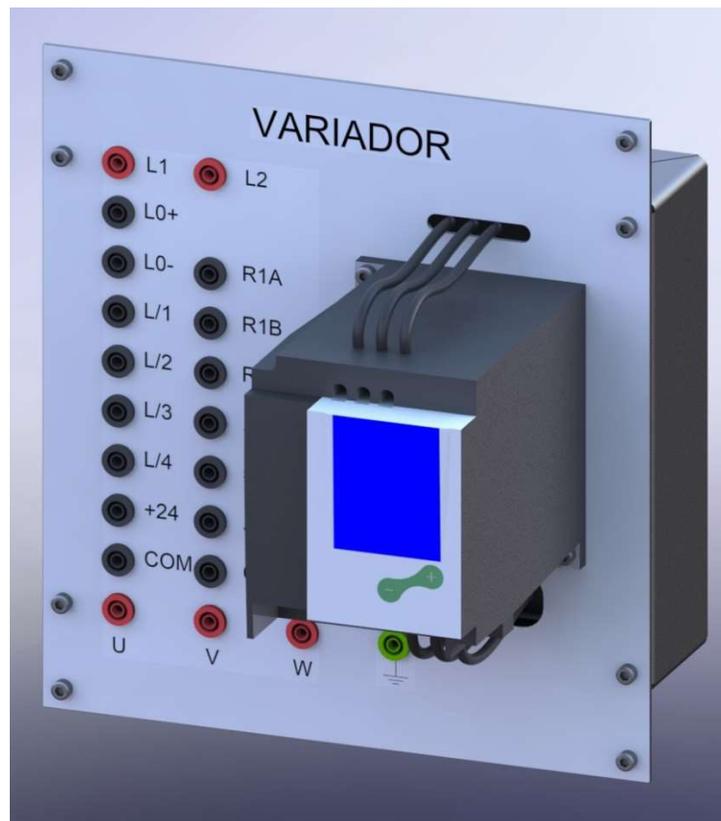


TEMPORIZADOR



VARIADOR

- | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> |
| U | | COM | +24 | L/4 | L/3 | L/2 | L/1 | L0- | L0+ | L1 |
| V | | COM | A01 | 5V | A11 | R1C | R1B | R1A | | L2 |
| W | | COM | | | | | | | | |

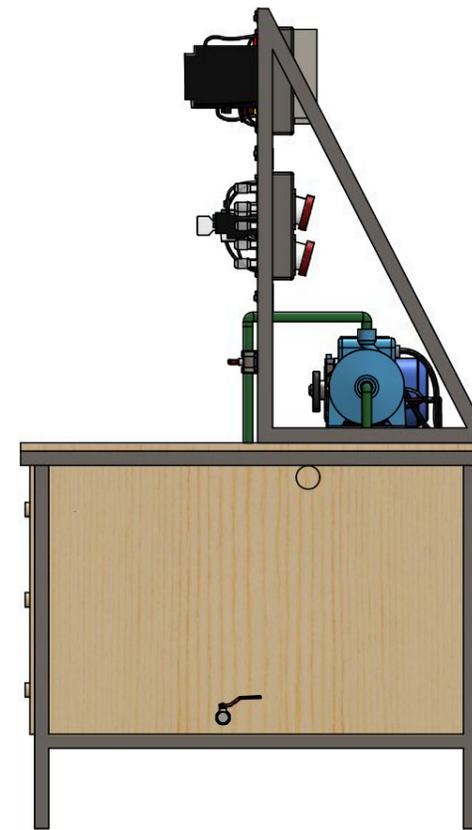
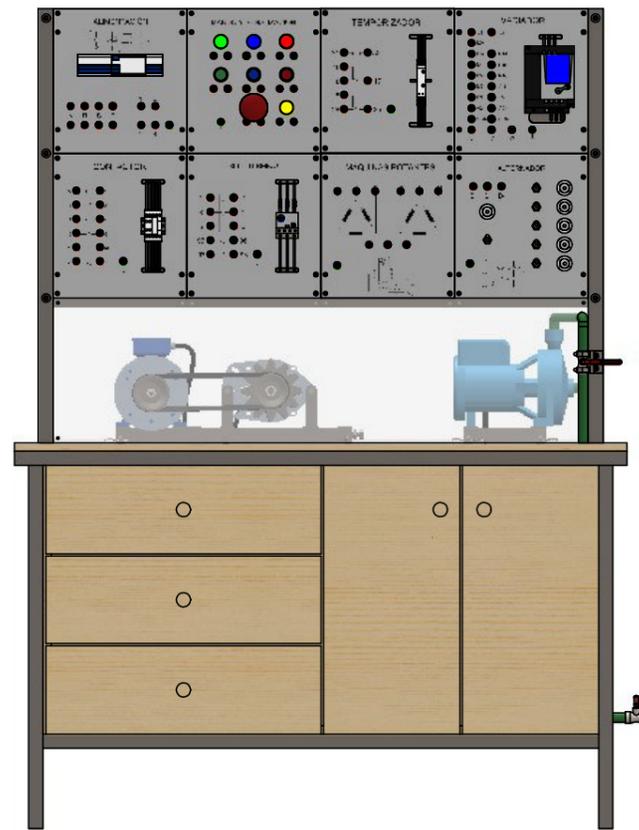
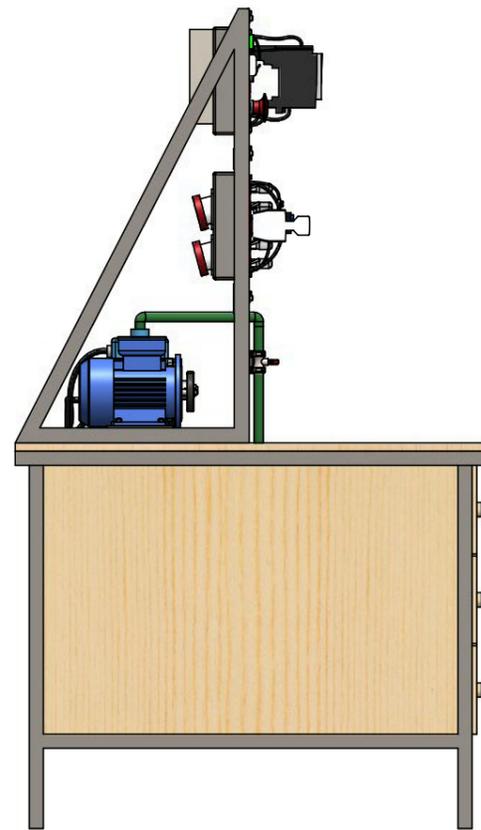
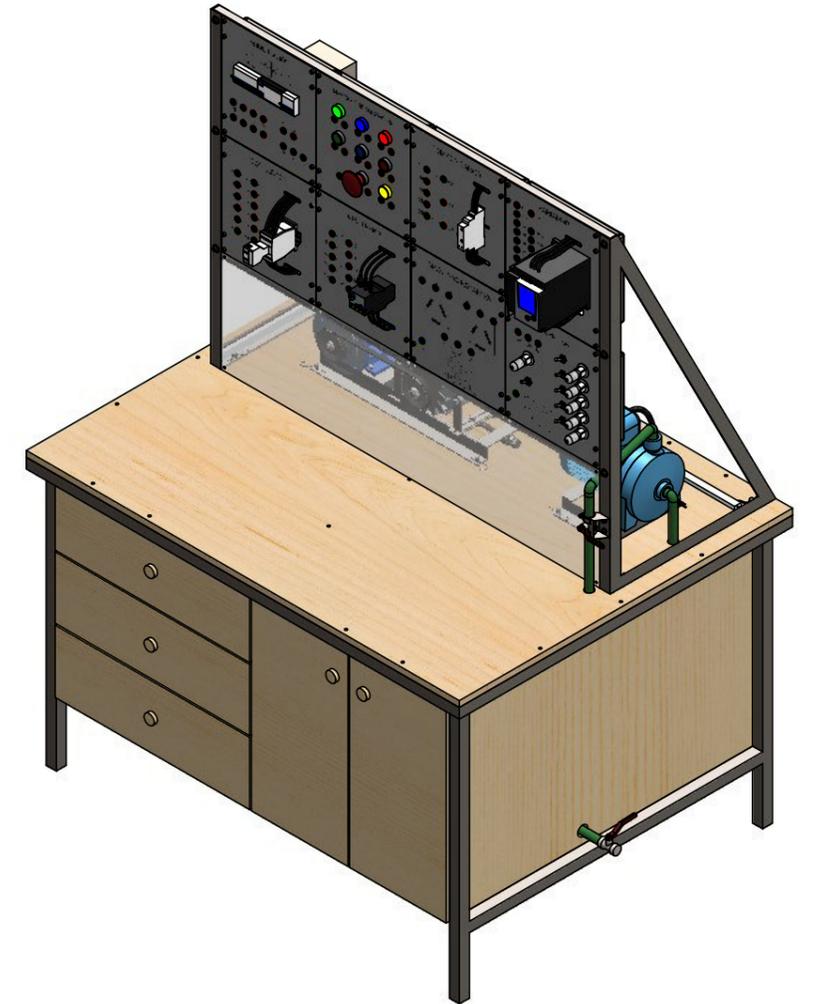
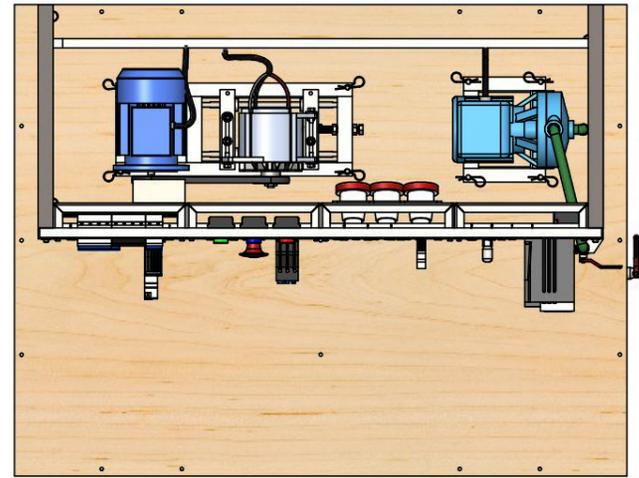




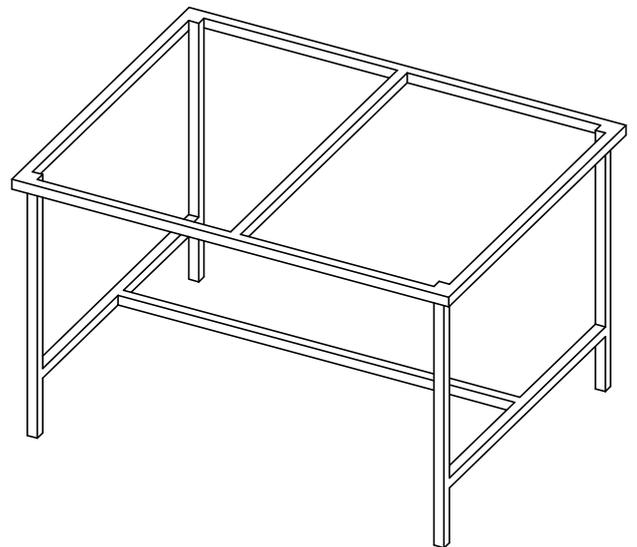
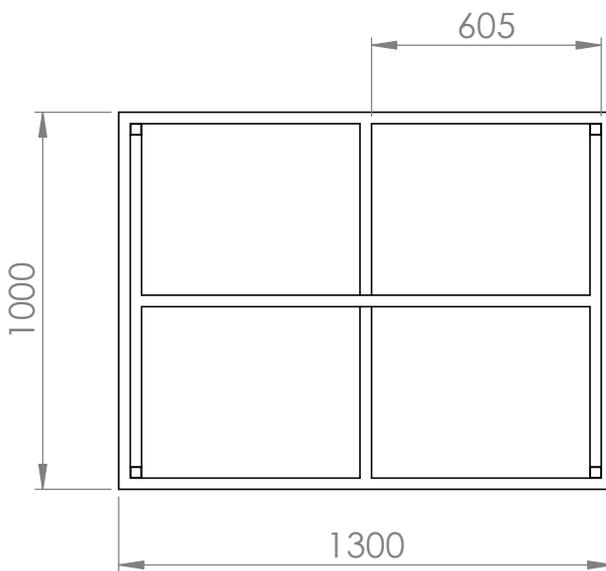
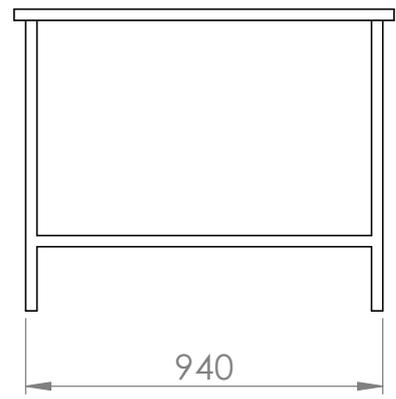
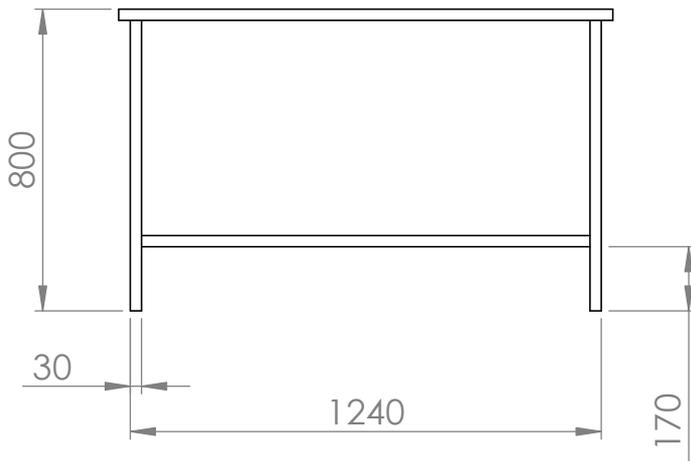
ANEXO 6 – PLANOS

Práctica Profesional Supervisada

Carlos D. Silva
Legajo: 7992



 <p>Universidad Nacional ARTURO JAURETCHE</p>	MATERIAL:	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA		
	ESCALA:		TÍTULO:	
	1:15		BANCO COMPLETO	
	A3	DIBUJÓ:	SILVA, CARLOS DANIEL	17/04/2020
		VERIFICÓ:		FIRMA
	APROBÓ:			



MATERIAL:
SAE 1010

ESCALA:
1:20



A4

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

TÍTULO:

ESTRUCTURA - MESA

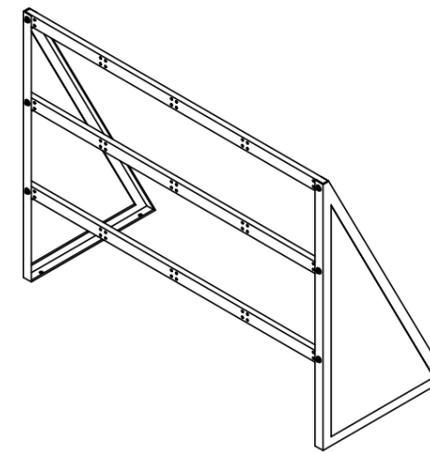
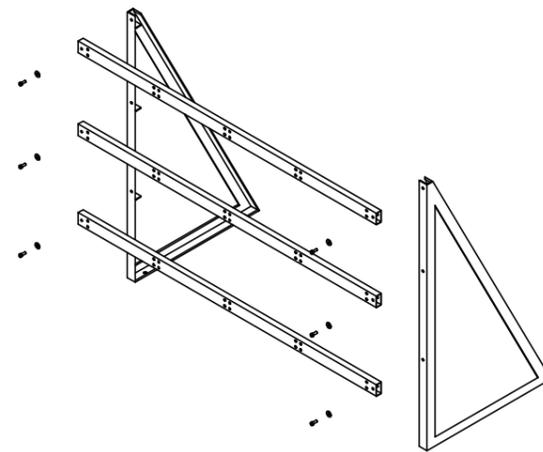
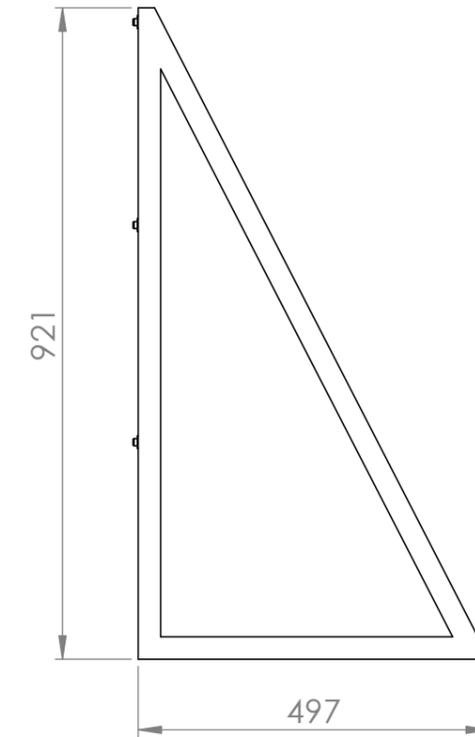
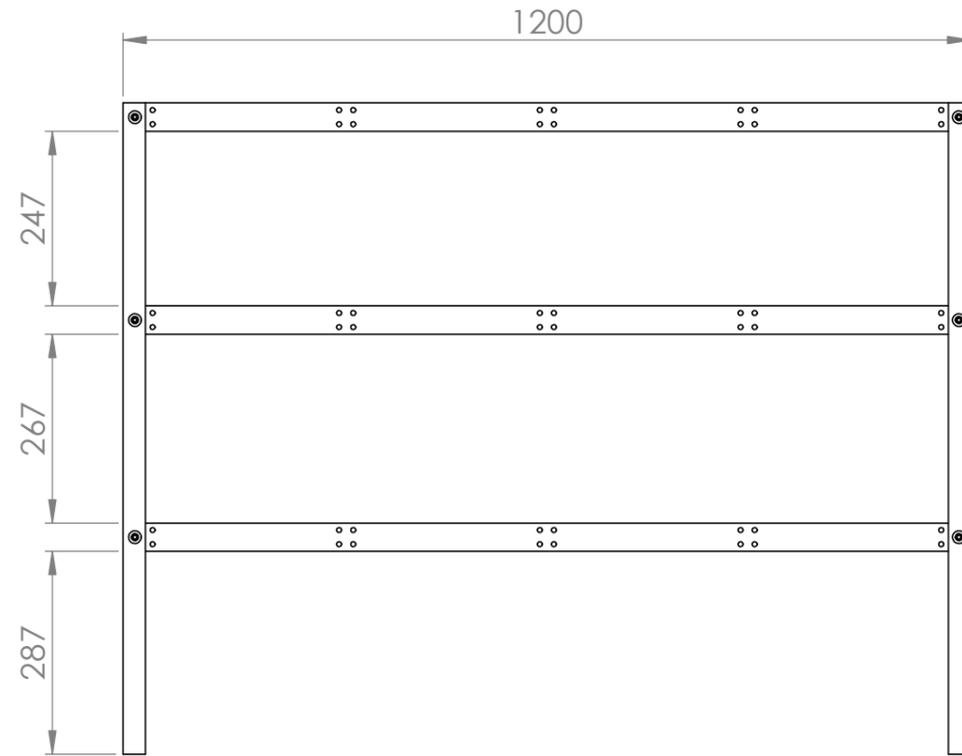
20/08/2020

FIRMA

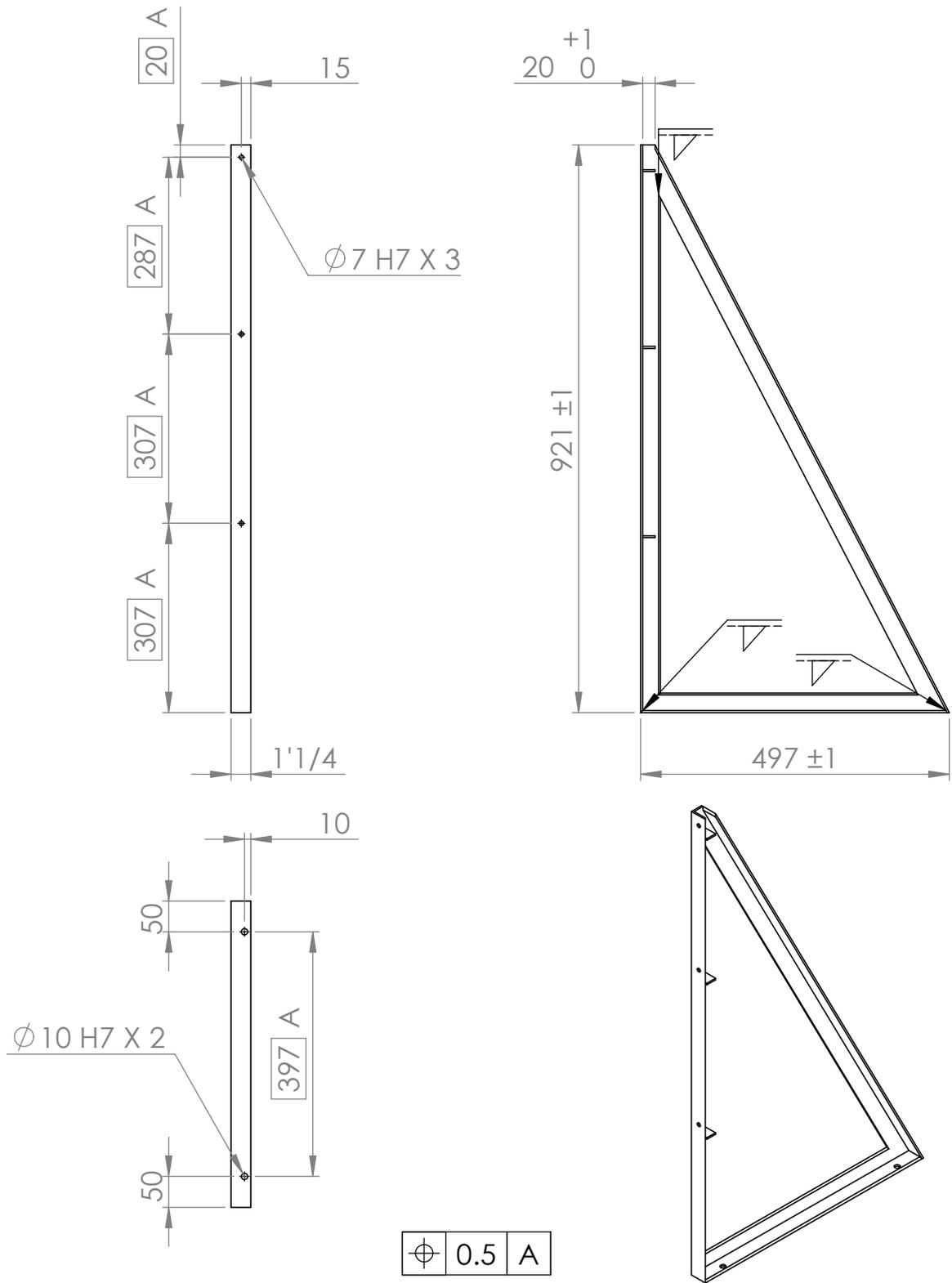
DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



 <p>Universidad Nacional ARTURO JAURETCHE</p>	MATERIAL:	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
	ESCALA: 1:10	TÍTULO: ENSAMBLAJE SOPORTE - TABLEROS	03/05/2020
		DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL	FIRMA
		A3	VERIFICÓ:
	APROBÓ:		



MATERIAL:
F - 24

ESCALA:
1:10



A4

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

TÍTULO:
SUB ENSAMBLAJE DERECHO
SOPORTE - TABLEROS

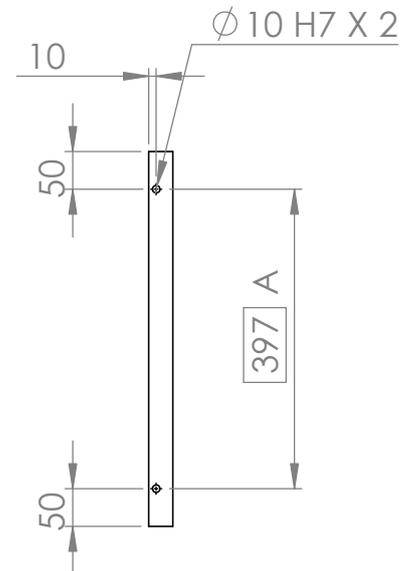
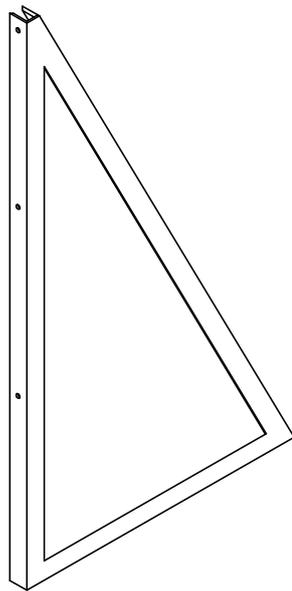
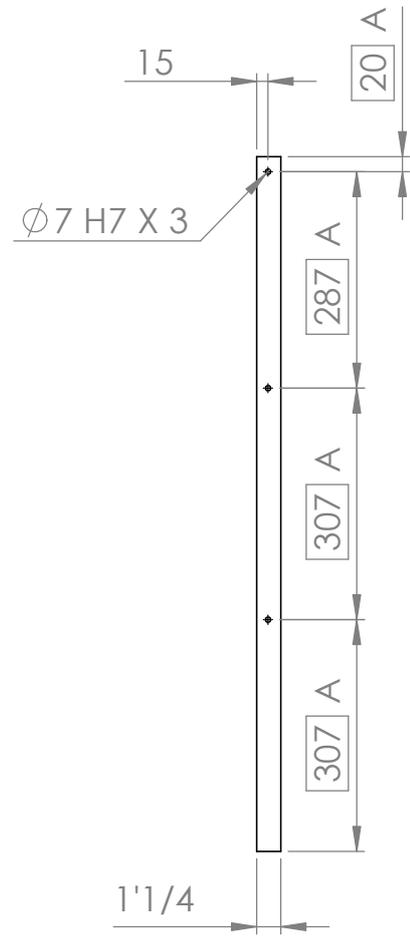
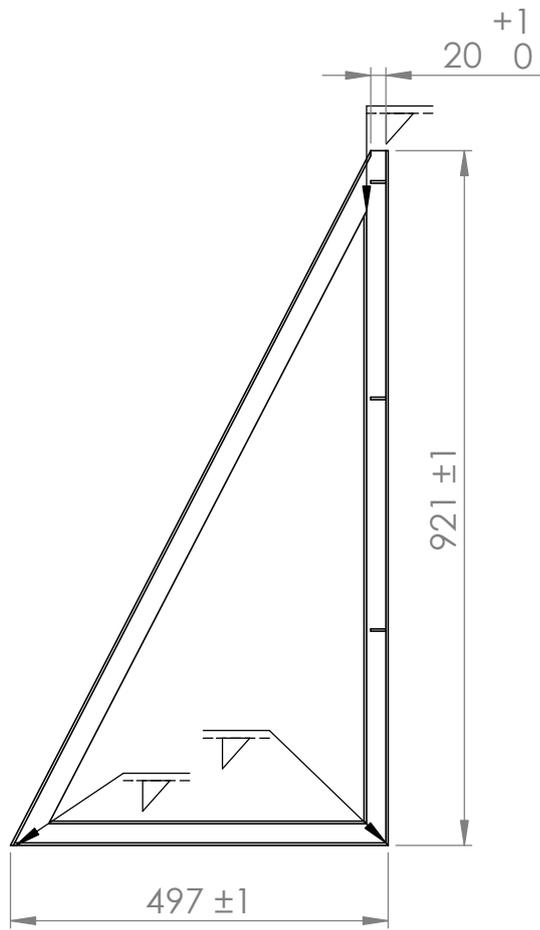
03/05/2020

FIRMA

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



$\text{Ø } 0.5 A$



MATERIAL:
F - 24

ESCALA:
1:10



A4

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

TÍTULO:
SUB ENSAMBLAJE IZQUIERDO
SOPORTE - TABLEROS

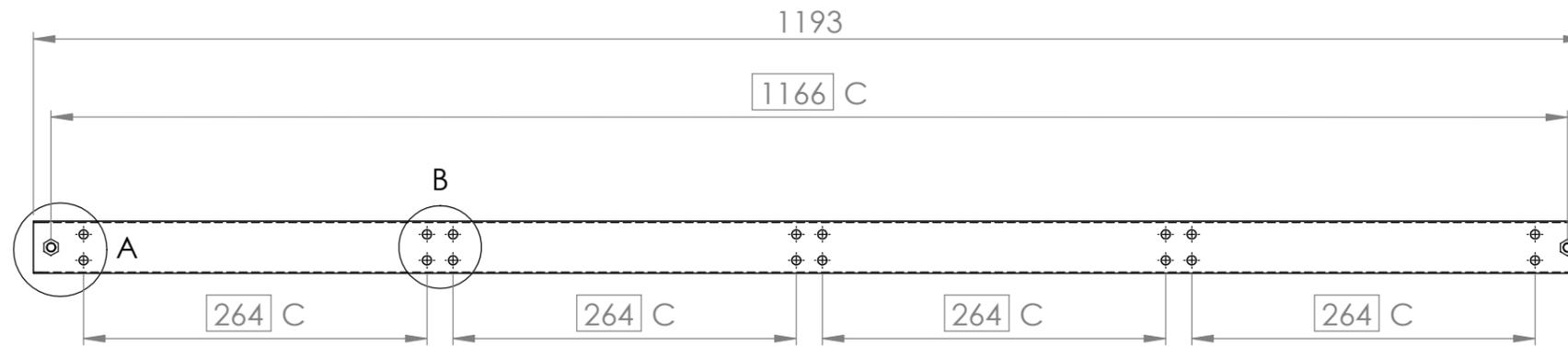
03/05/2020

FIRMA

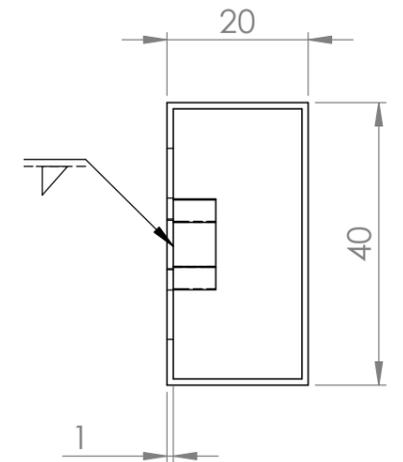
DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

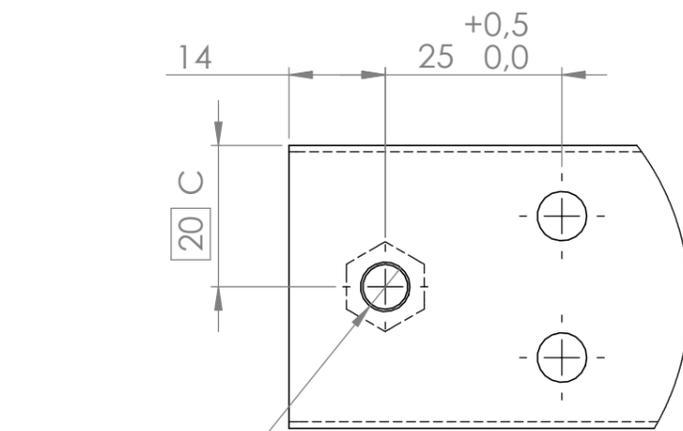
APROBÓ:



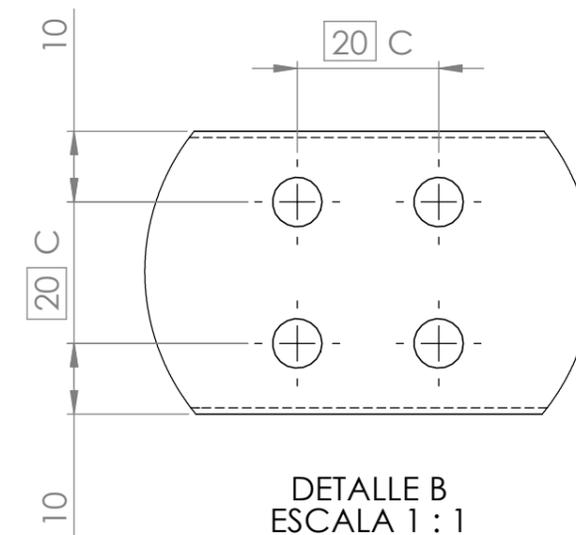
ESCALA 1 : 5



ESCALA 1 : 1



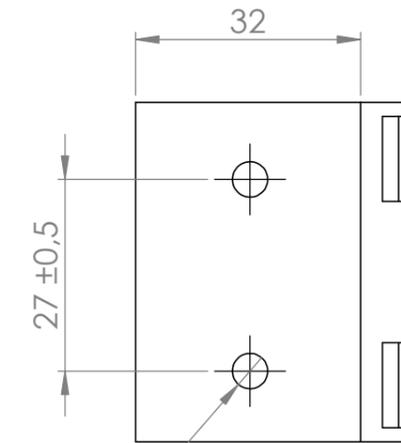
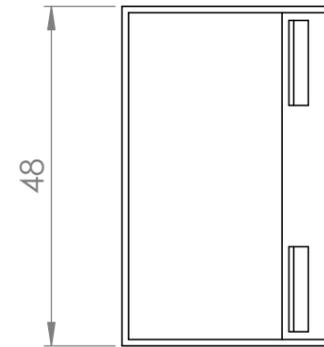
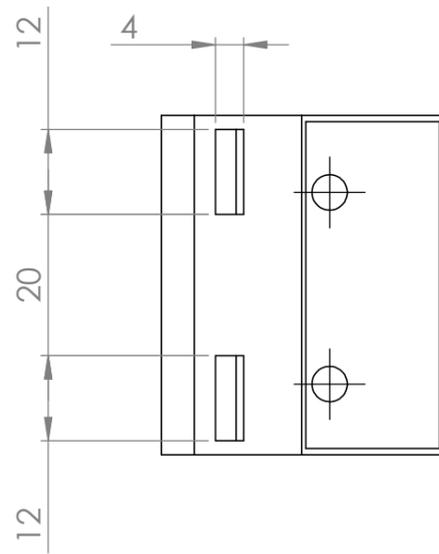
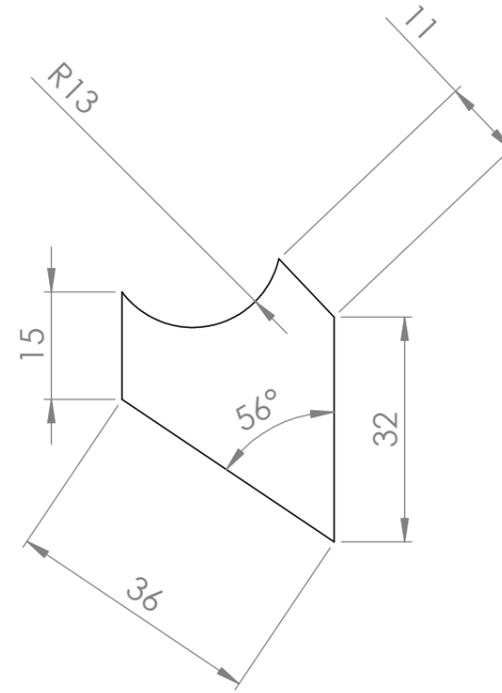
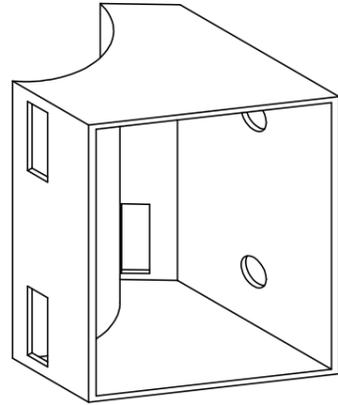
DETALLE A
ESCALA 1 : 1



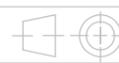
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

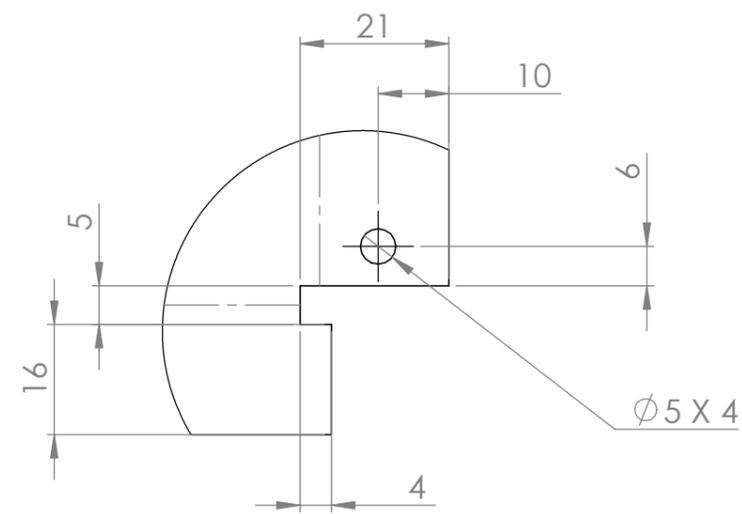
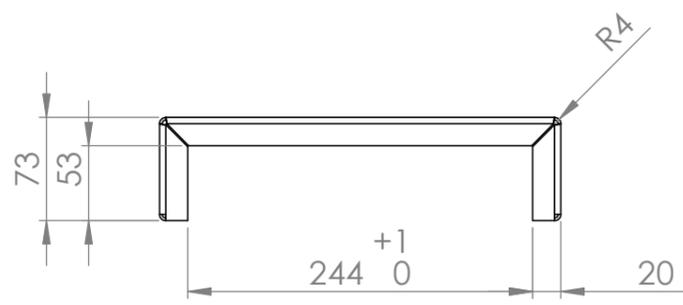
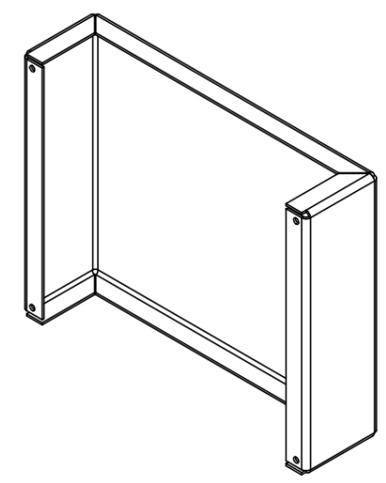
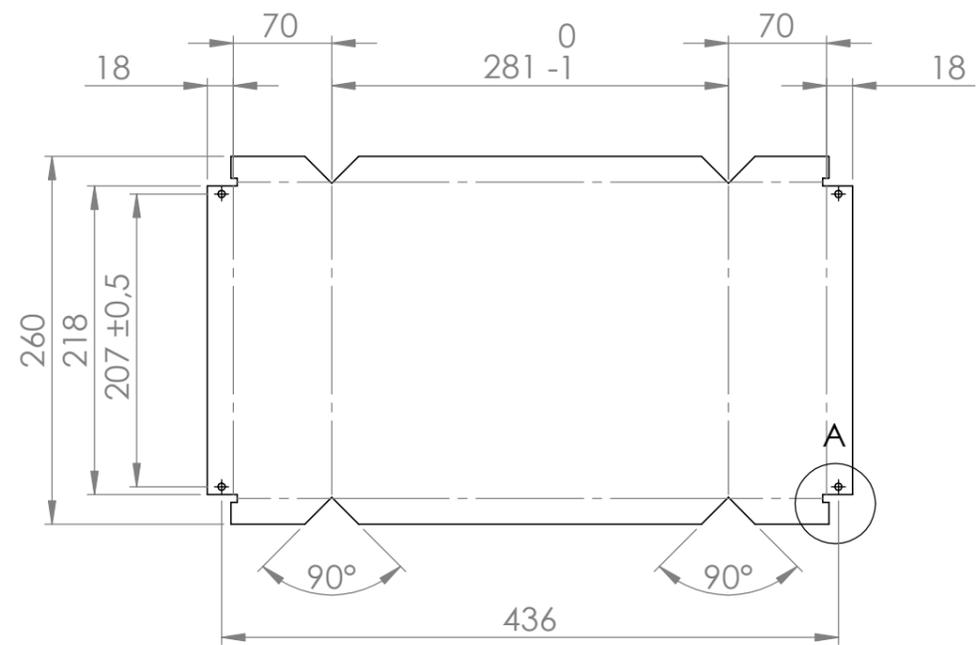
± 0.5 C

 <p>Universidad Nacional ARTURO JAURETCHE</p>	MATERIAL: SAE 1010	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
	ESCALA: 1:5	TÍTULO: TRAVESAÑO SOPORTE - TABLEROS	03/05/2020
	A3	DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL	FIRMA
		VERIFICÓ: APROBÓ:	

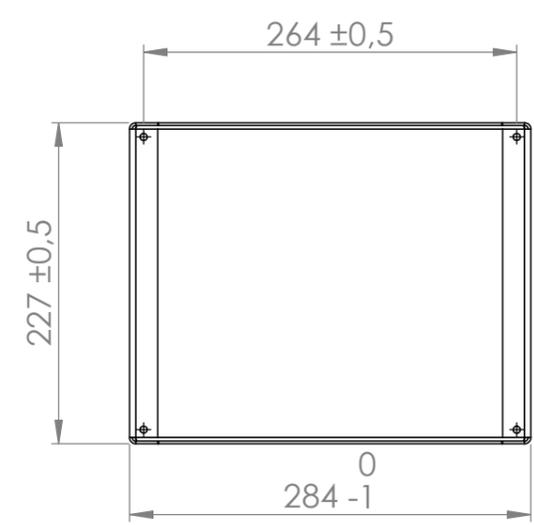


Ø 5 H7 X 2

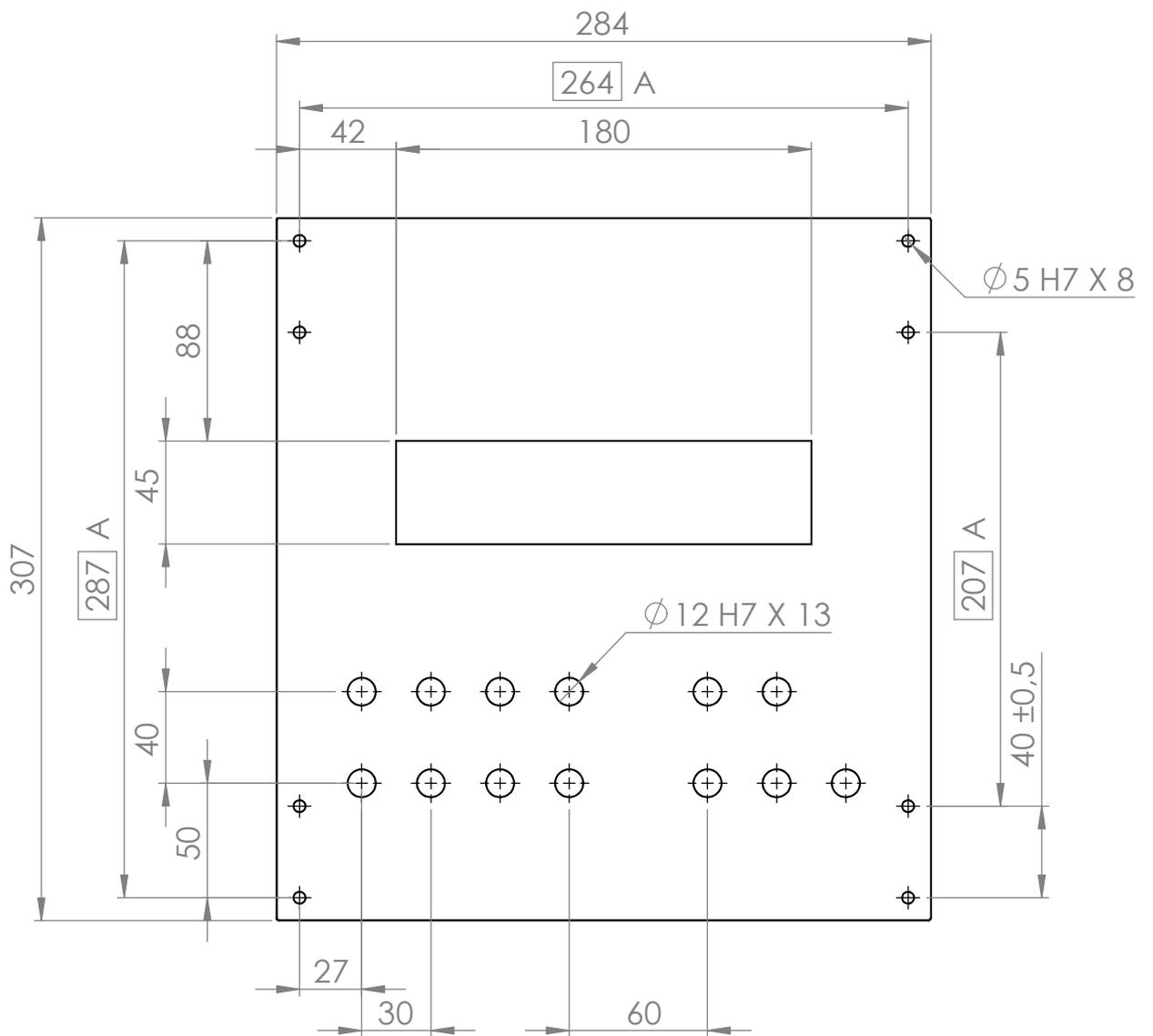
	MATERIAL:	PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
	SAE		
	ESCALA:	TÍTULO:	27/10/2020
	1:1	Soporte Valvula	
		FIRMA	
A3	DIBUJO:	SILVA, CARLOS DANIEL	
	VERIFICO:		
	APROBO:		



DETALLE A
ESCALA 1 : 1



	MATERIAL:	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
	SAE 1010	TÍTULO:	05/05/2020
	ESCALA:	COMPARTIMENTO - TABLEROS	
	1:5	FIRMA	
		DIBUJÓ:	SILVA, CARLOS DANIEL
A3	VERIFICÓ:		
	APROBÓ:		



⌀ 0.5 A



MATERIAL:
SAE 1010

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
1:3

TÍTULO:

PANEL ALIMENTACIÓN

04/05/2020



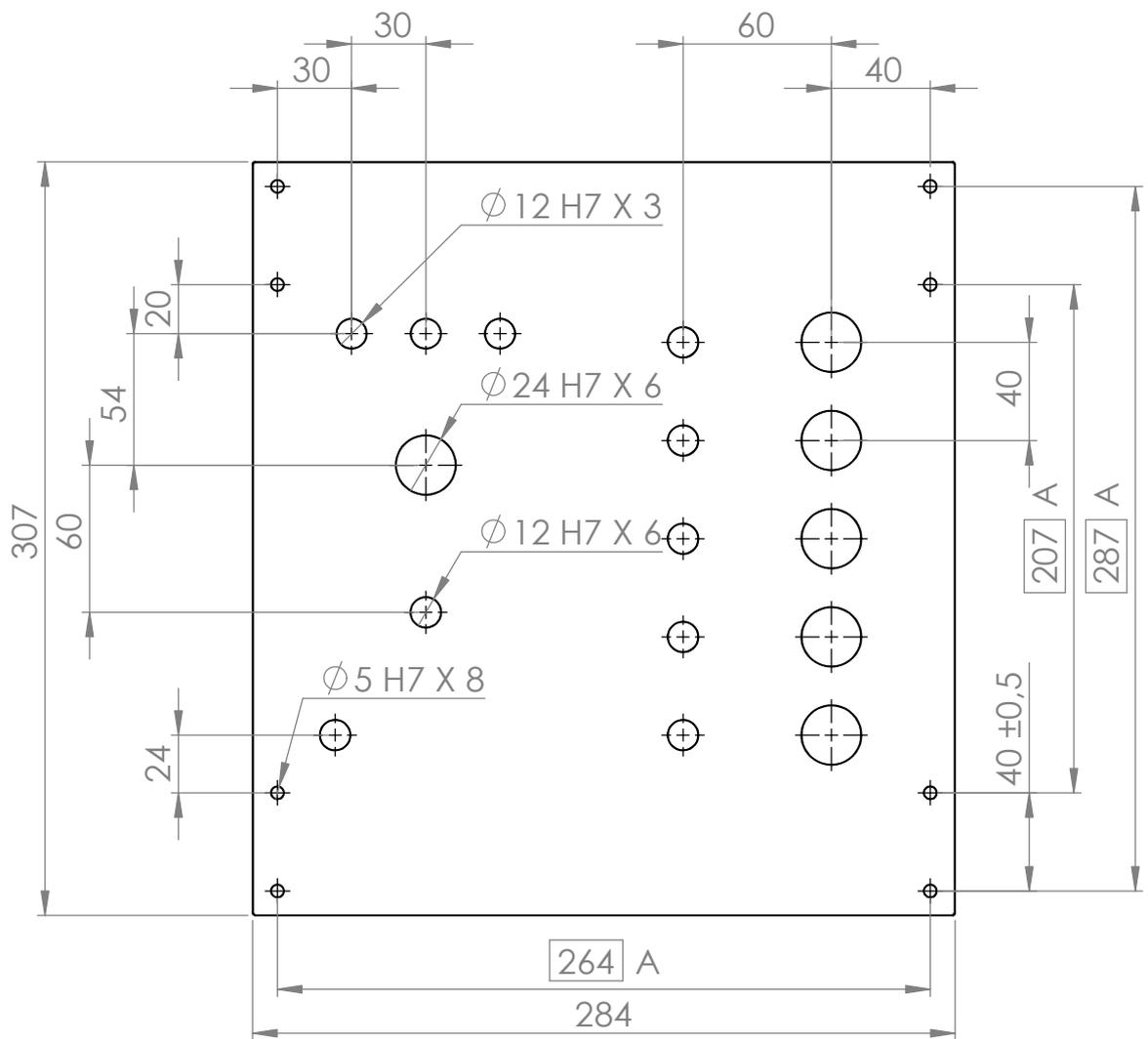
FIRMA

A4

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



$\varnothing 0.5 A$



MATERIAL:
SAE 1010

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
1:3

TÍTULO:

PANEL - CARGA ALTERNADOR

07/05/2020



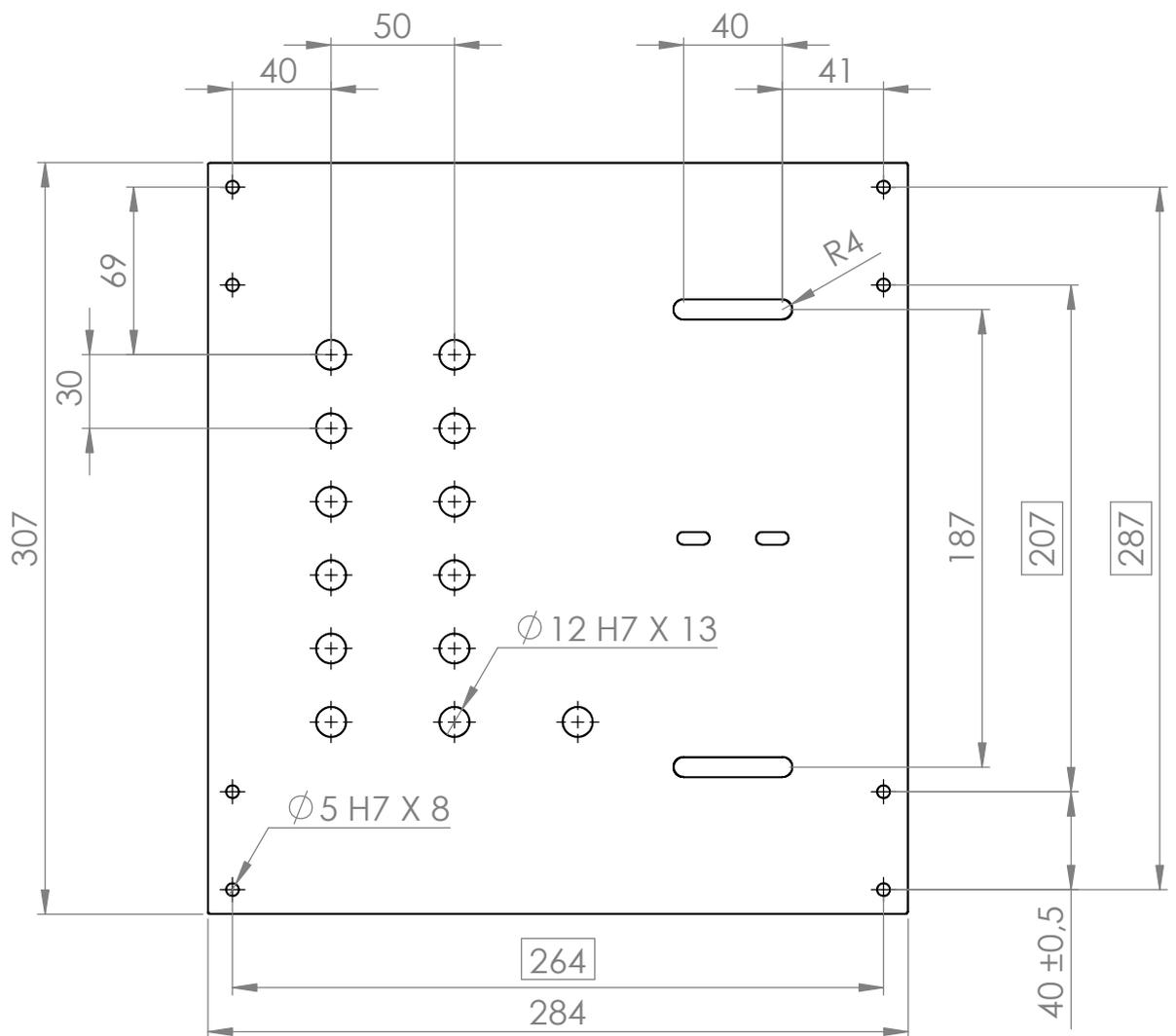
FIRMA

A4

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



ϕ	0.1	A
ϕ	0.05	B



MATERIAL:
SAE 1010

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
1:3

TÍTULO:

06/05/2020



PANEL - CONTACTOR

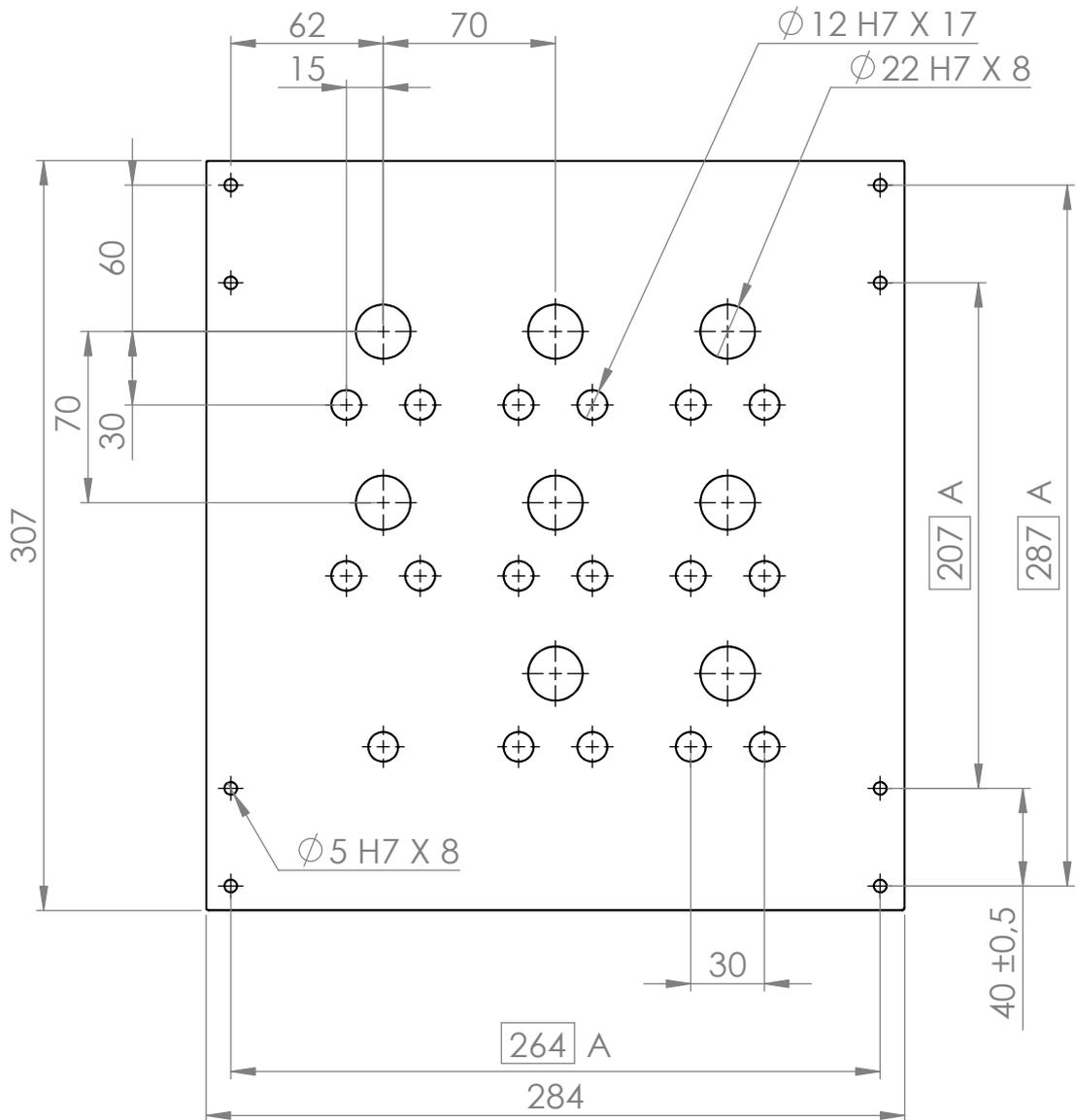
FIRMA

A4

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



⌀ 0.5 A



MATERIAL:
SAE 1010

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
1:3

TÍTULO:

PANEL
MANDO Y SEÑALIZACIÓN

05/05/2020



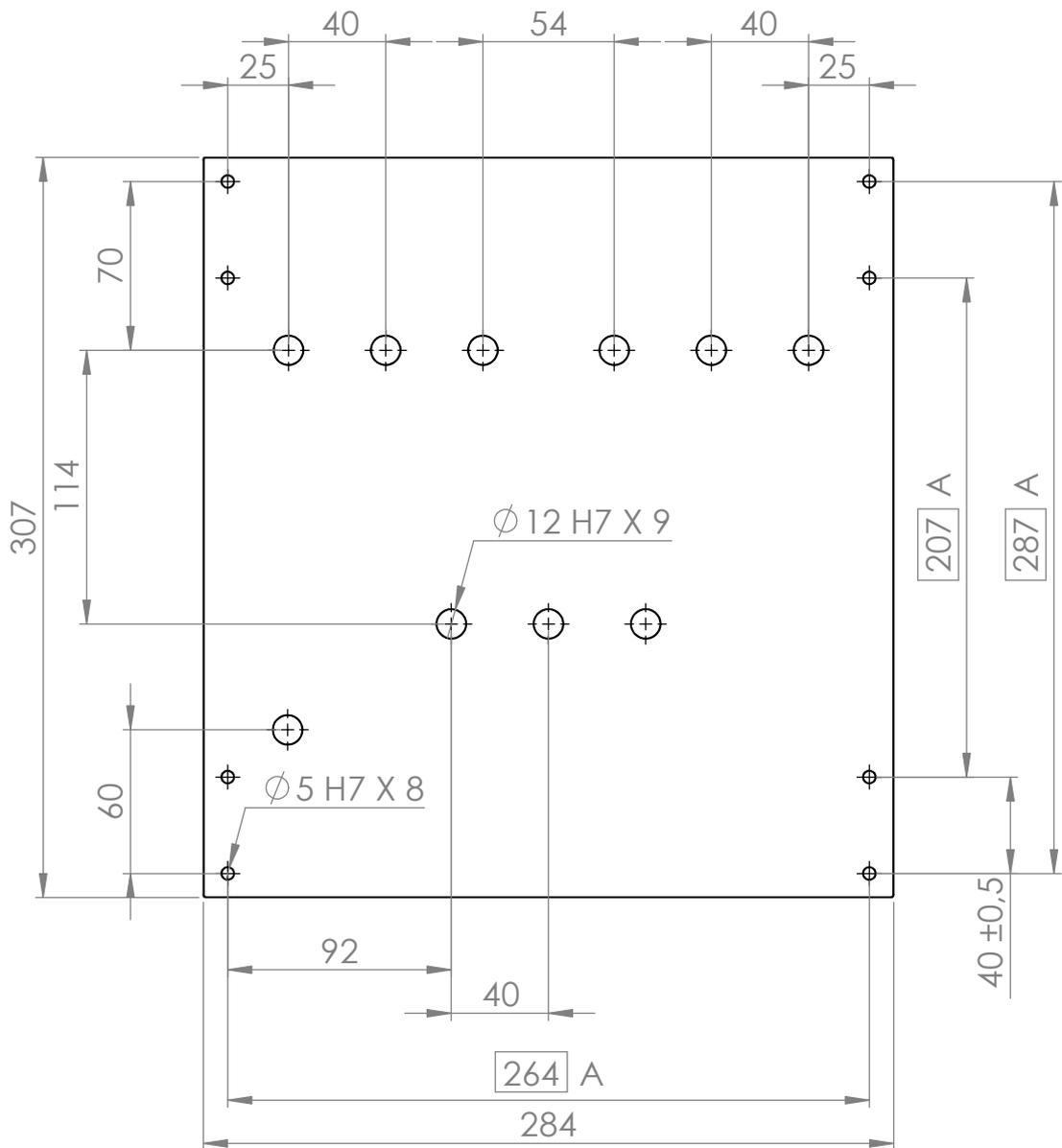
FIRMA

A4

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



ϕ	0.5	A
--------	-----	---



MATERIAL:
SAE 1010

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
1:3

TÍTULO:
PANEL - MÁQUINAS ROTANTES

08/05/2020



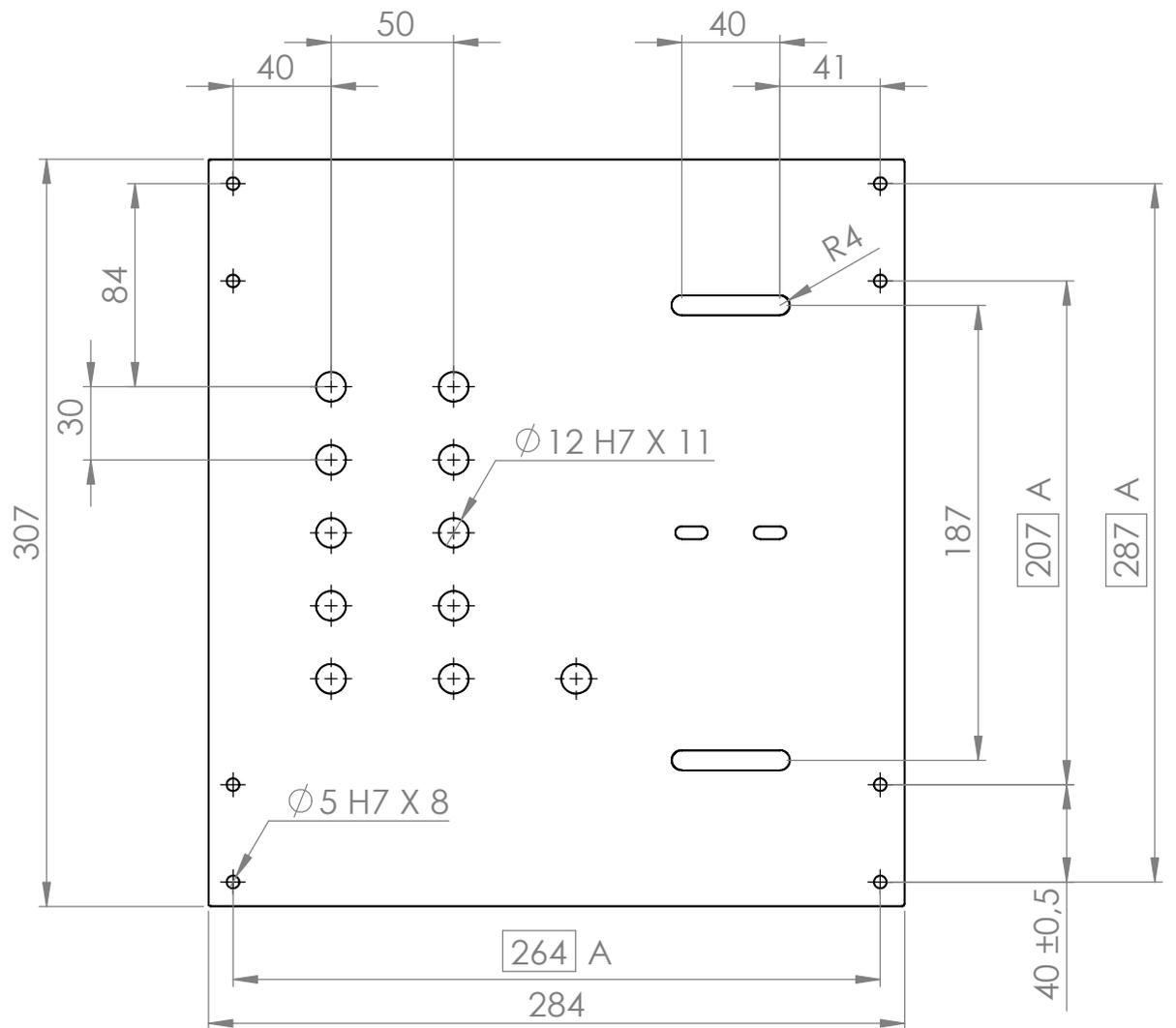
FIRMA

A4

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



⌀ 0.5 A



MATERIAL:
SAE 1010

ESCALA:
1:3



A4

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

TÍTULO:

PANEL - RELÉ TÉRMICO

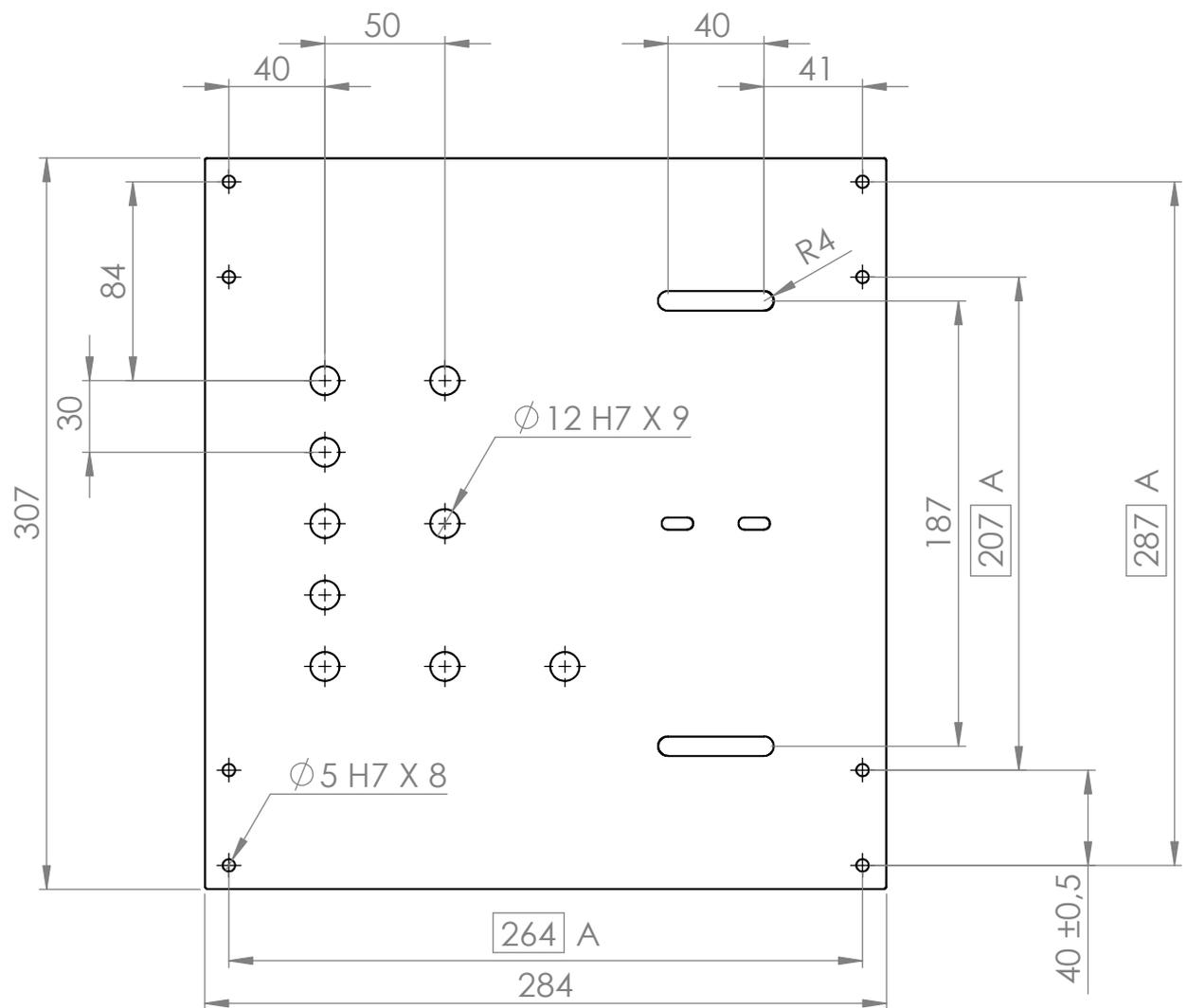
07/05/2020

FIRMA

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



⊕ 0.5 A



MATERIAL:
SAE 1010

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
1:3

TÍTULO:

PANEL - TEMPORIZADOR

06/05/2020



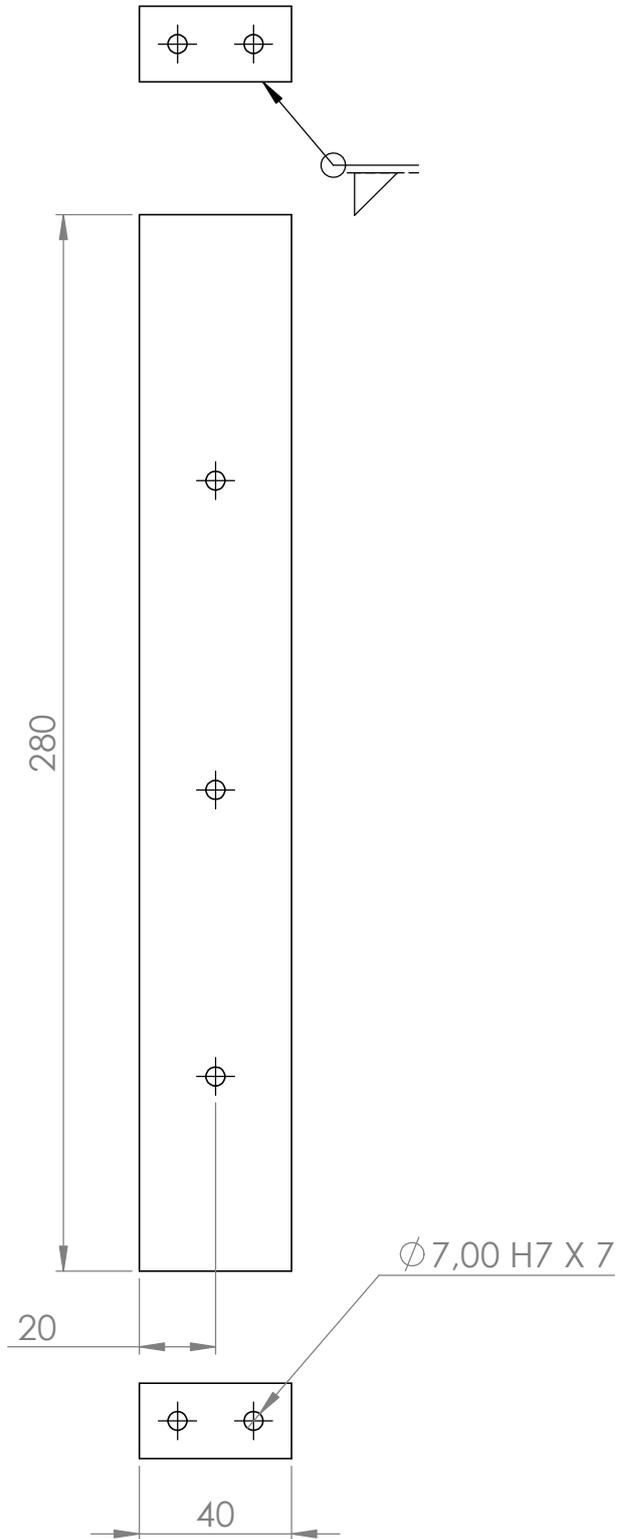
FIRMA

A4

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:



MATERIAL:
SAE 1010

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
1:5

TÍTULO:

04/05/2020



SOPORTE - RIEL DIN

FIRMA

A4

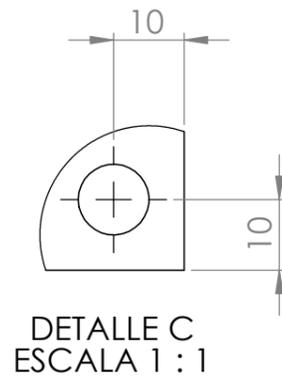
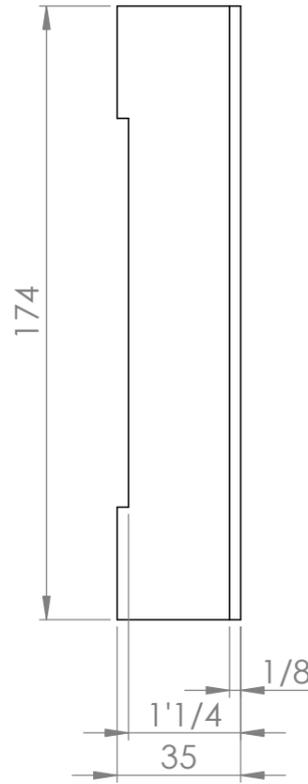
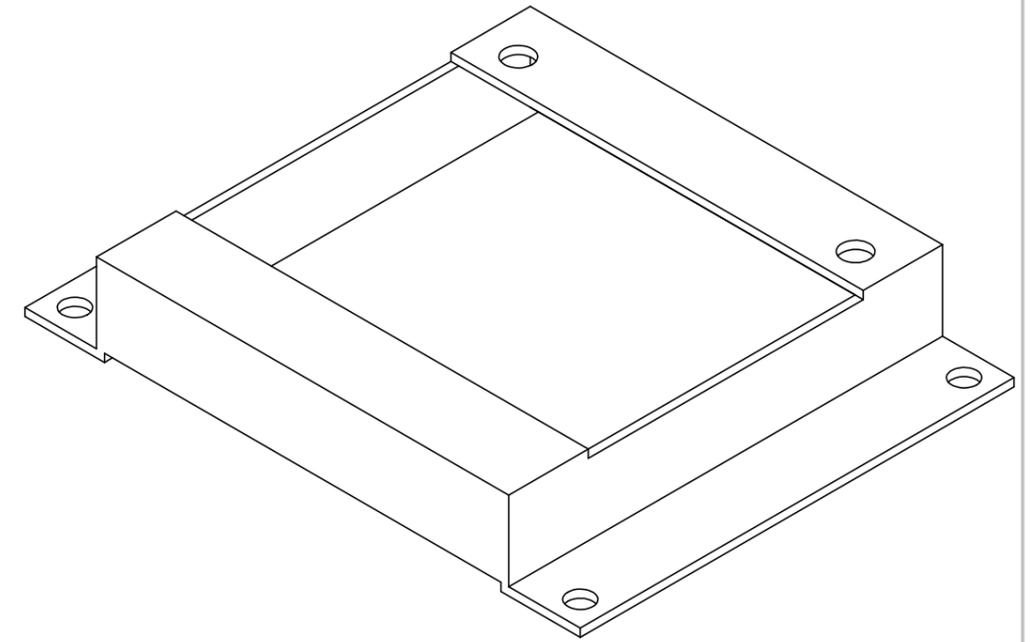
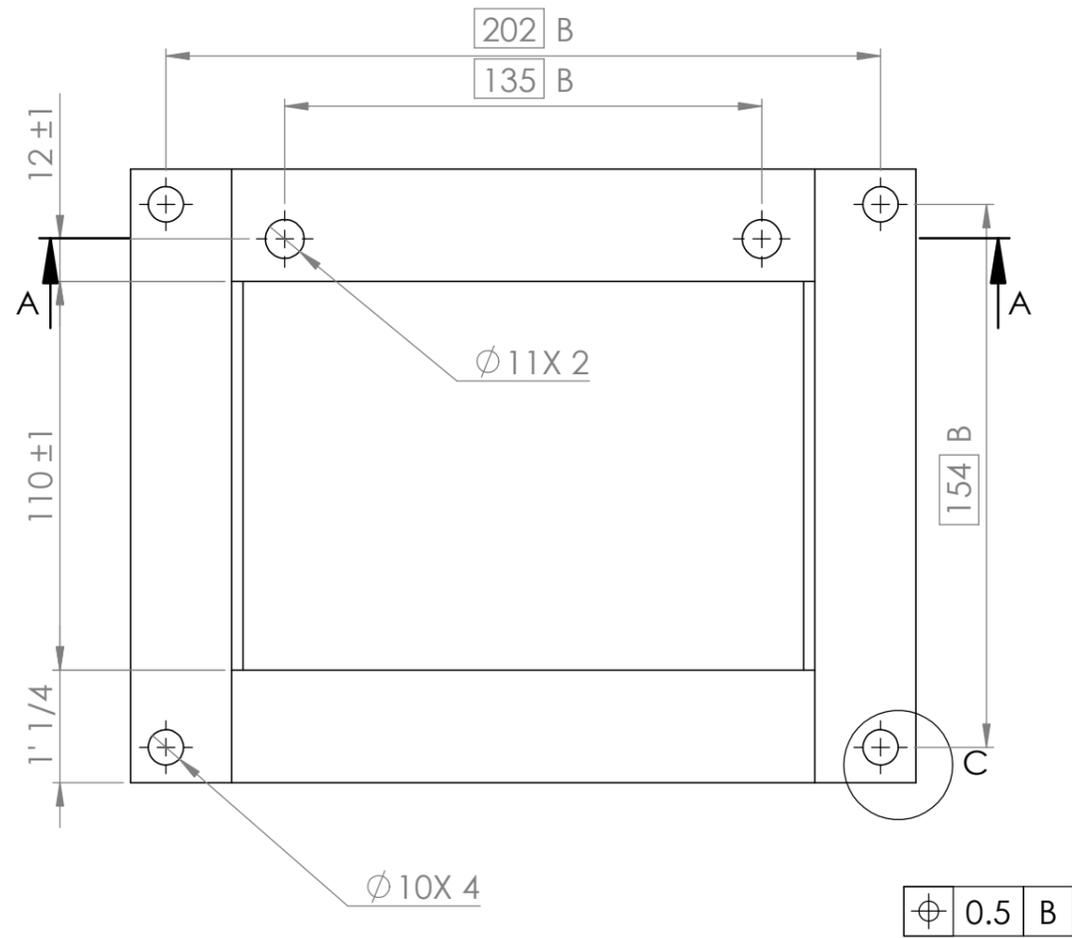
DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

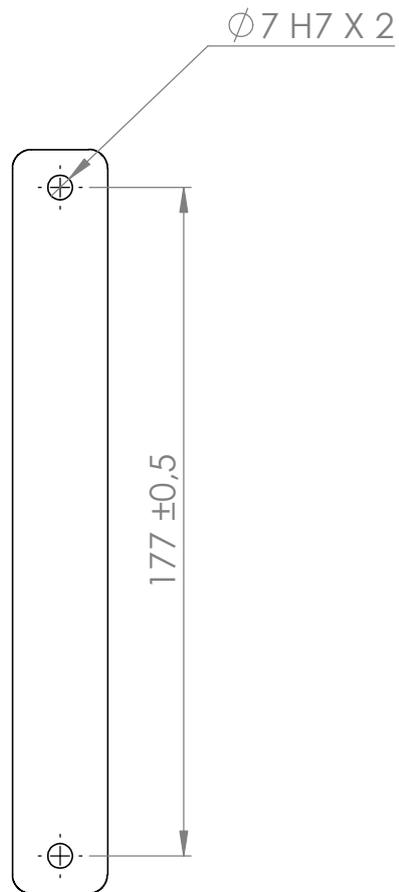
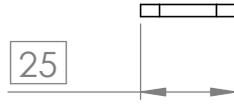
APROBÓ:



SECCIÓN A-A



 <p>Universidad Nacional ARTURO JAURETCHE</p>	MATERIAL:	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
	F - 24	TÍTULO:	25/04/2020
	ESCALA:	BASE - MOTOBOMBA	
	1:2	FIRMA	
	DIBUJÓ:	SILVA, CARLOS DANIEL	
A3	VERIFICÓ:		
	APROBÓ:		



MATERIAL:
F - 24

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
1:2

TÍTULO:

SOPORTE INFERIOR

25/04/2020



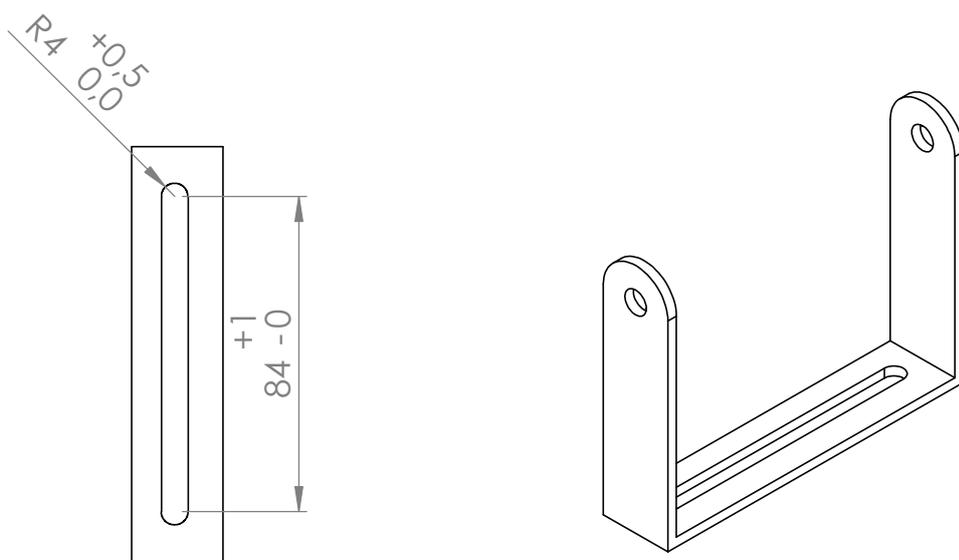
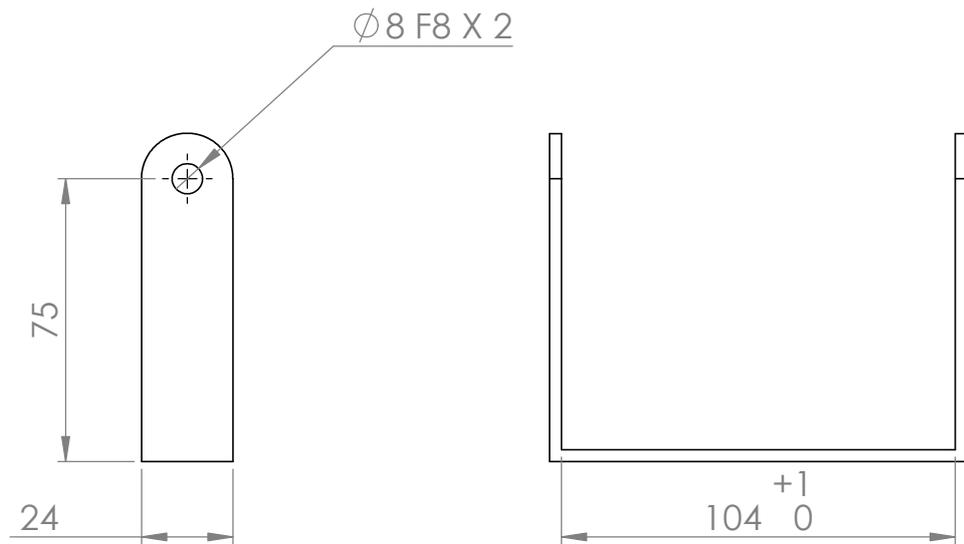
FIRMA

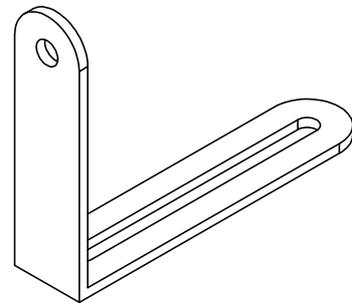
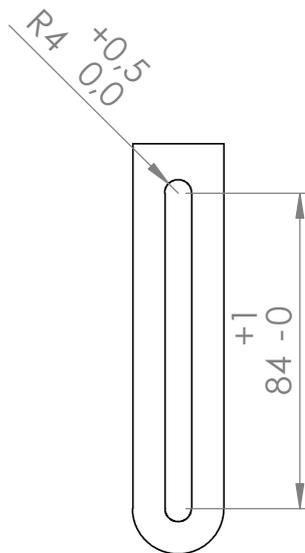
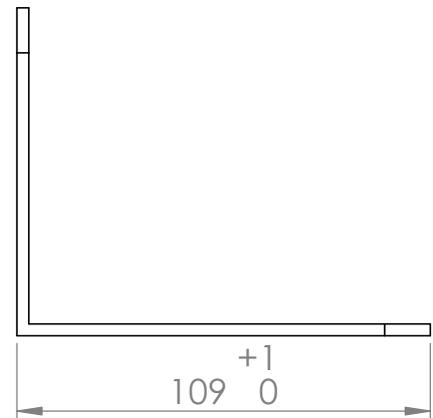
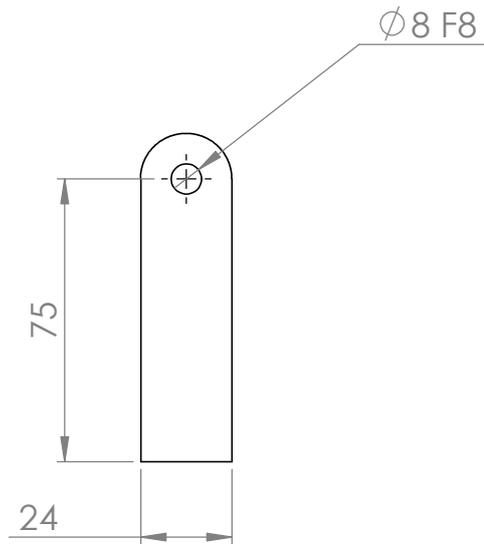
A4

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ:





MATERIAL:
F - 24

ESCALA:
1:2



A4

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

TÍTULO:

SOPORTE - ALTERNADOR - 2

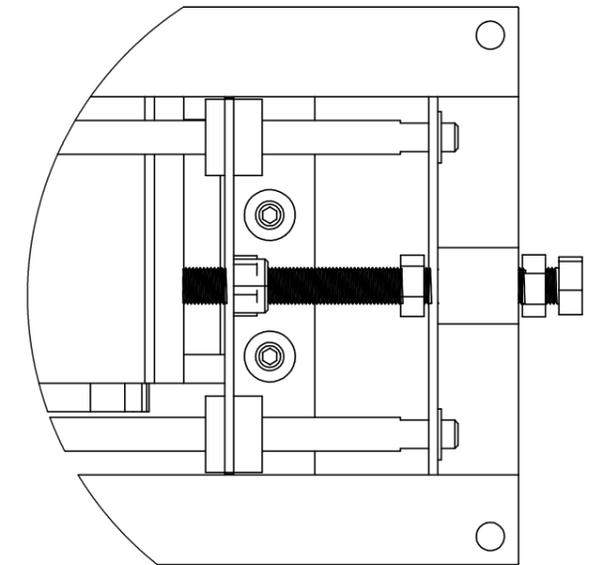
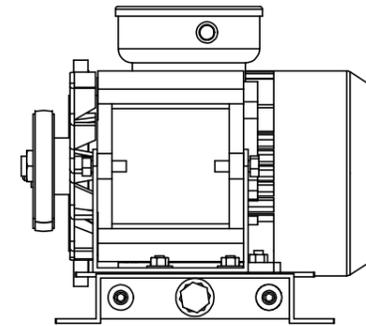
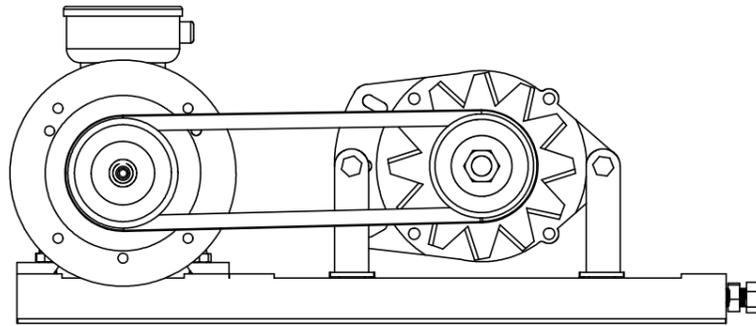
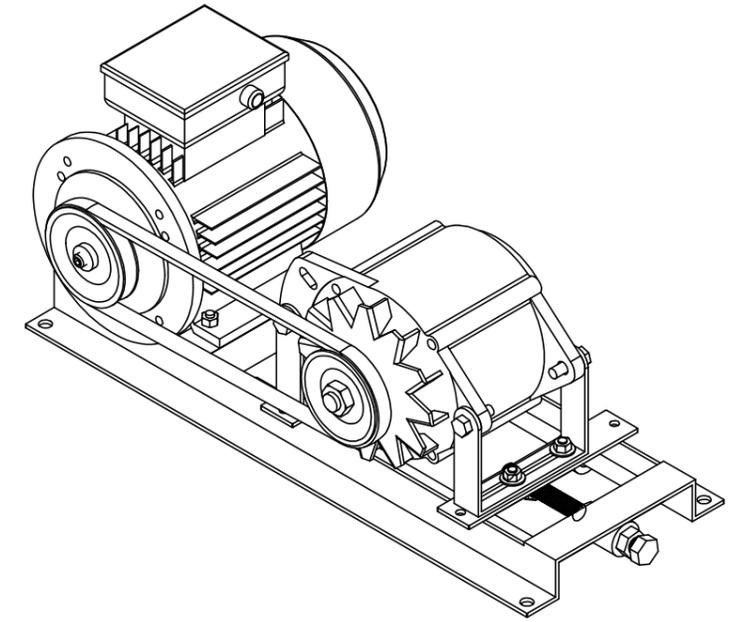
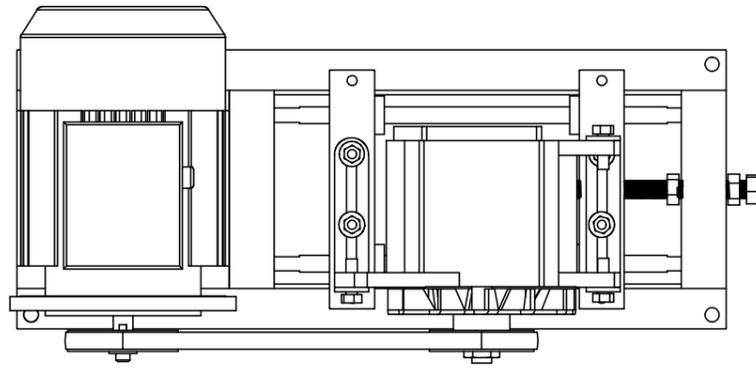
17/04/2020

FIRMA

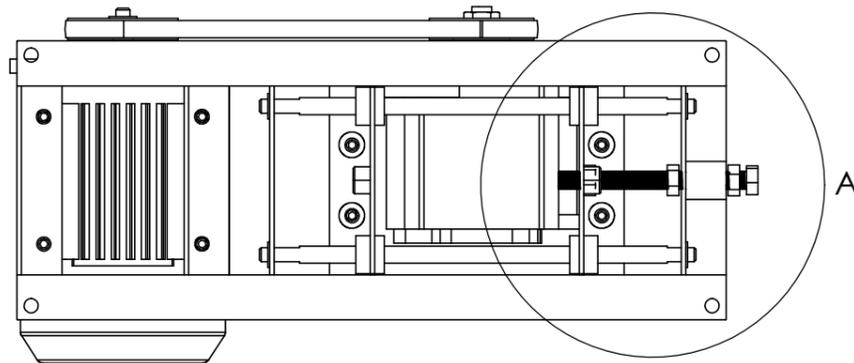
DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

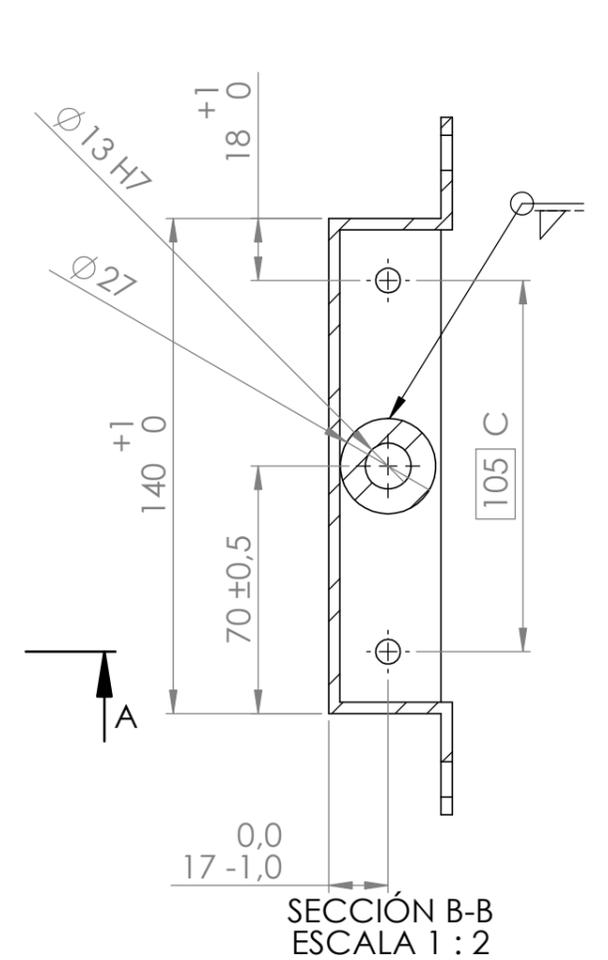
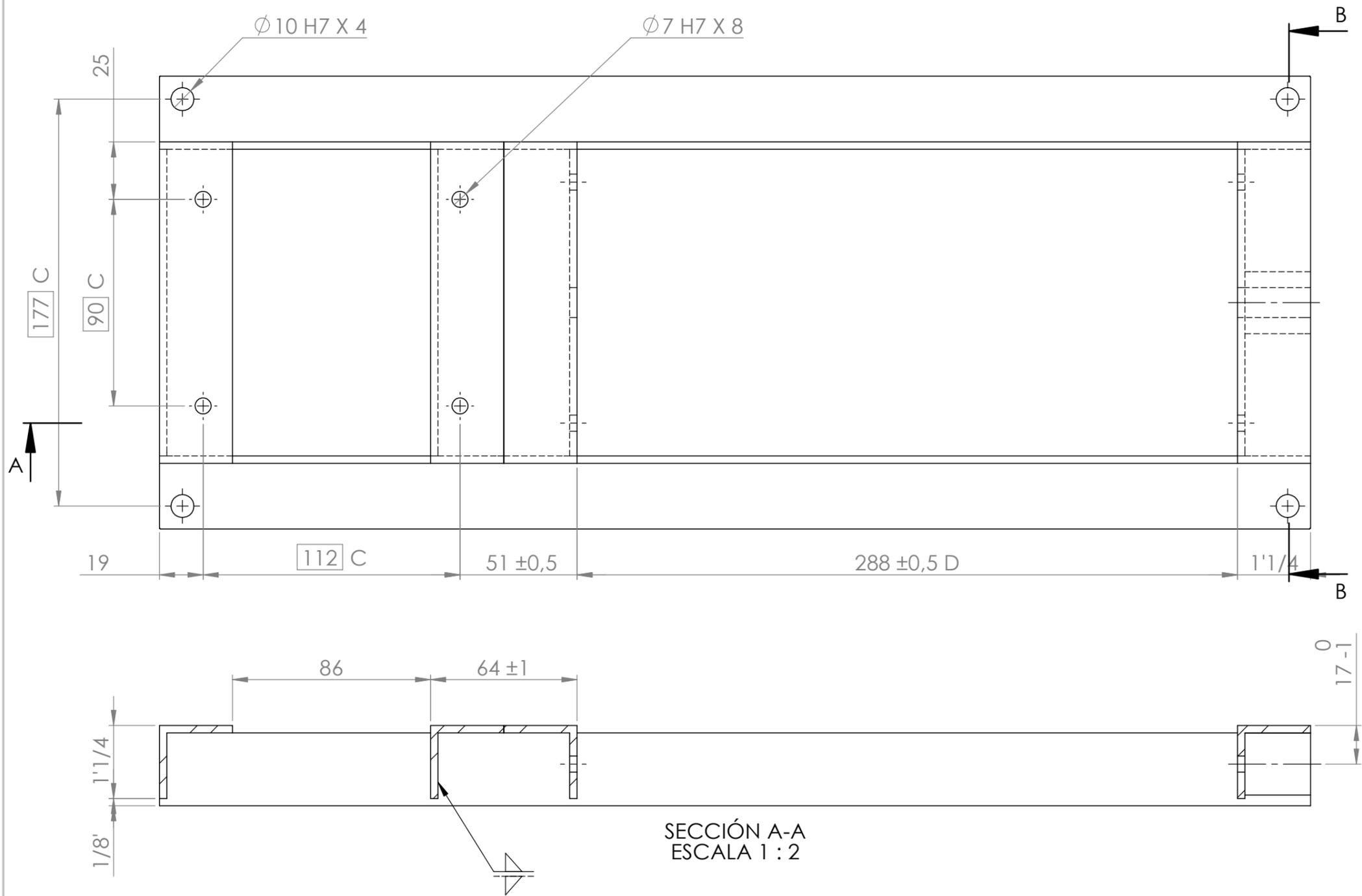
APROBÓ:



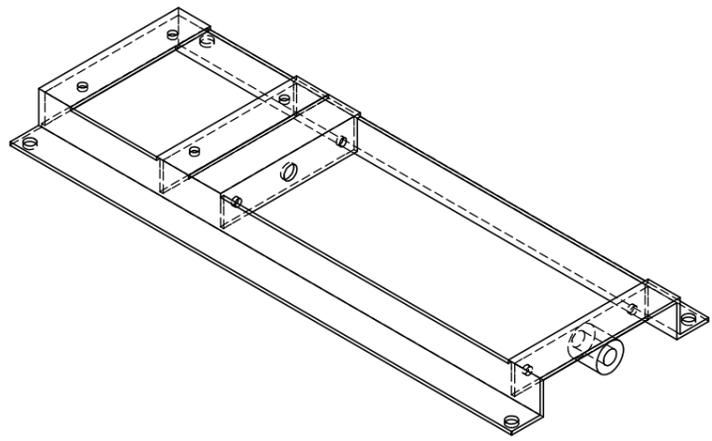
DETALLE A
ESCALA 2 : 5



 <p>Universidad Nacional ARTURO JAURETCHE</p>	MATERIAL:	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
	F - 24	TÍTULO:	17/04/2020
	ESCALA:	MOTOR - ALTERNADOR	
	1:5	FIRMA	
	DIBUJÓ:	SILVA, CARLOS DANIEL	
A3	VERIFICÓ:		
	APROBÓ:		

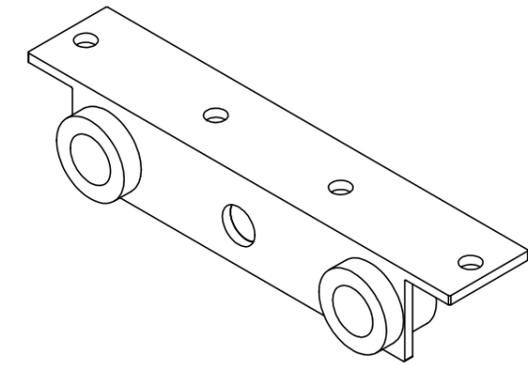
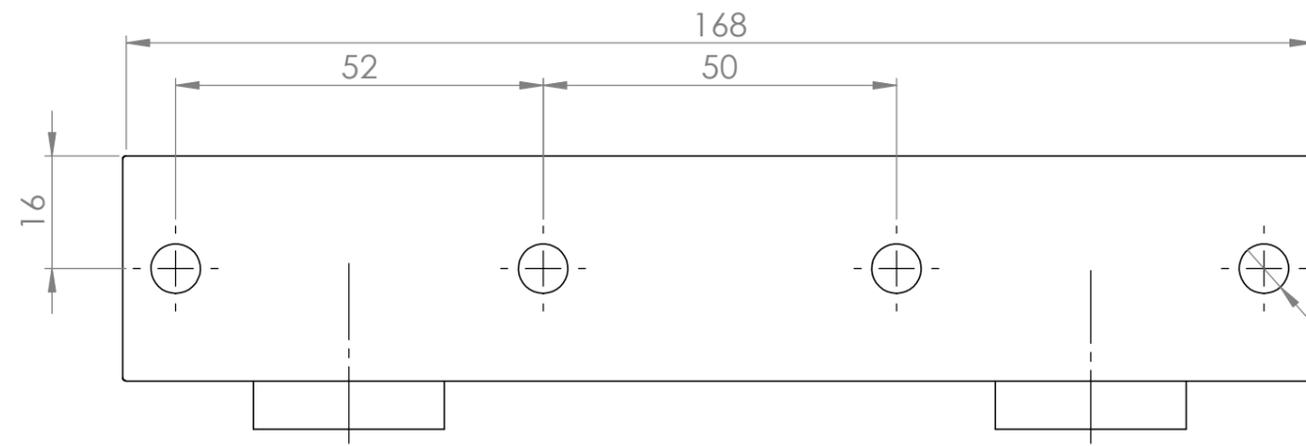


⊕	0.5	C
//	0.5	D

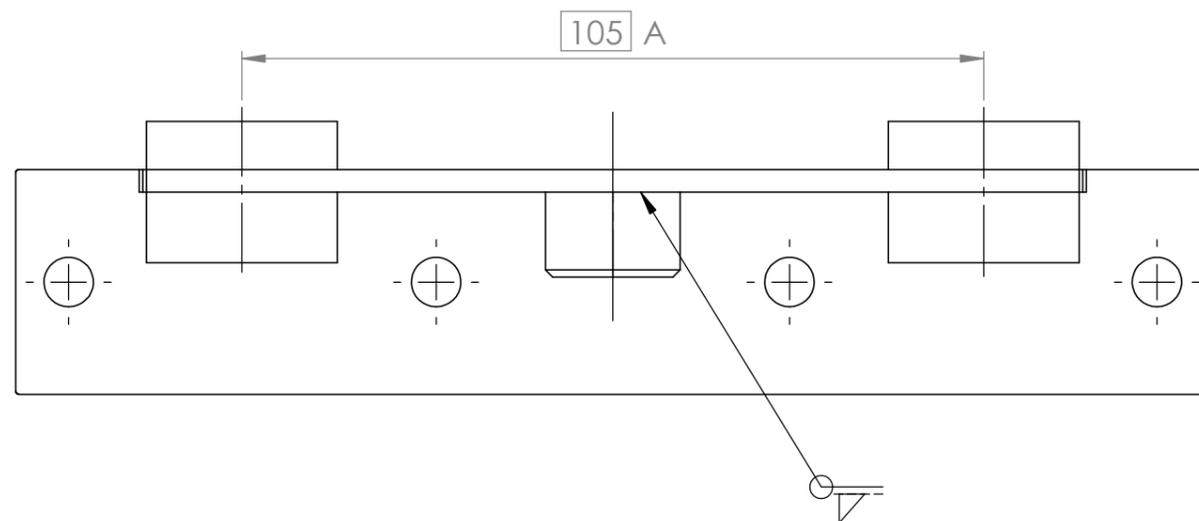
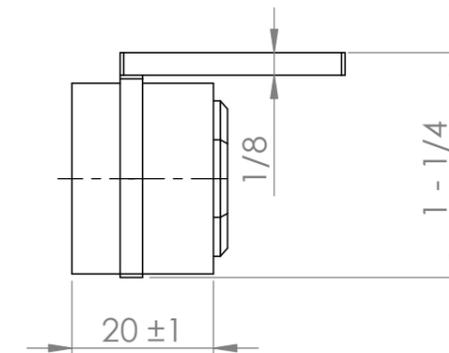
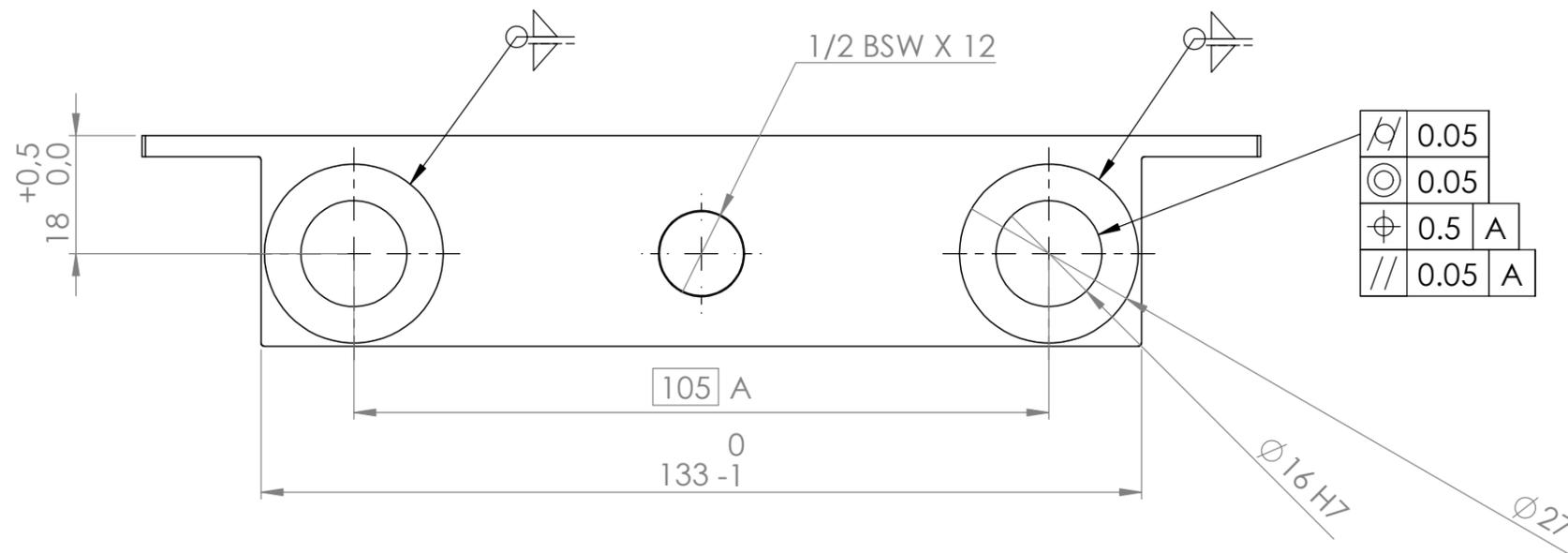




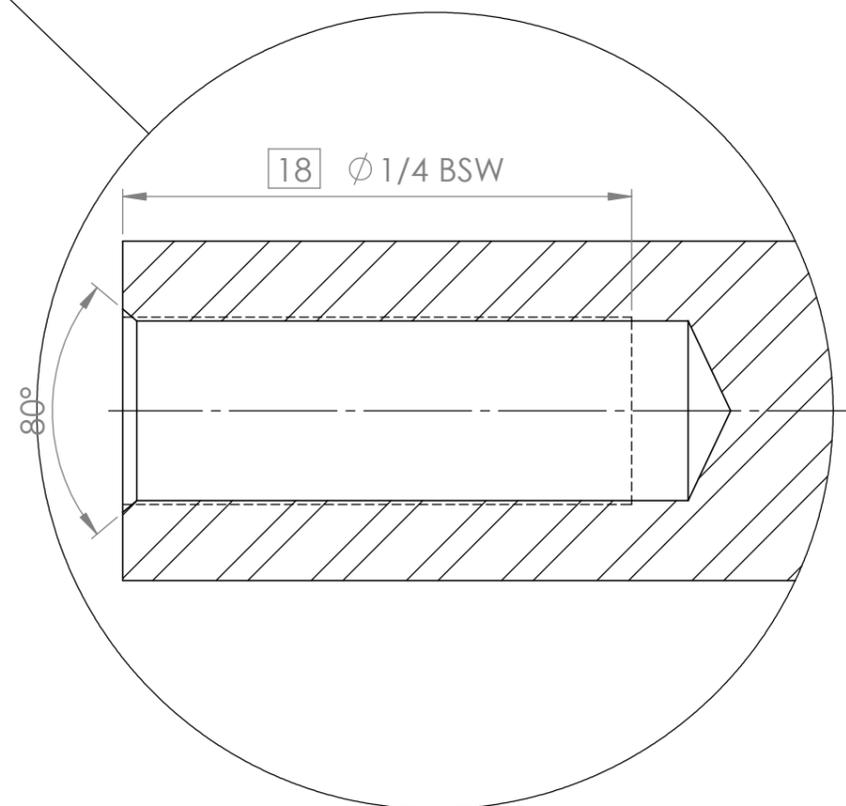
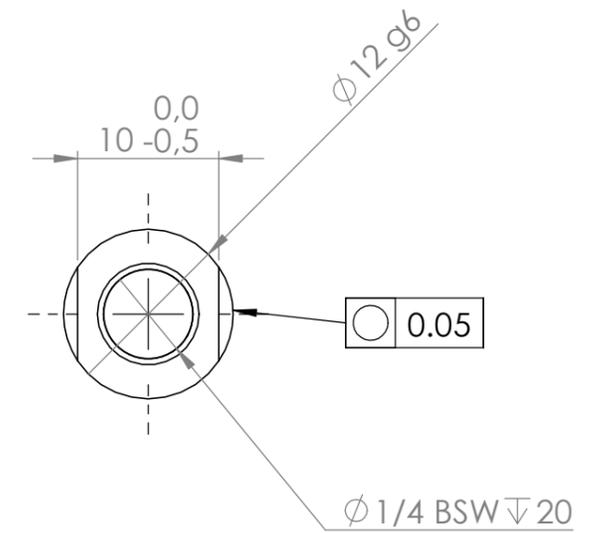
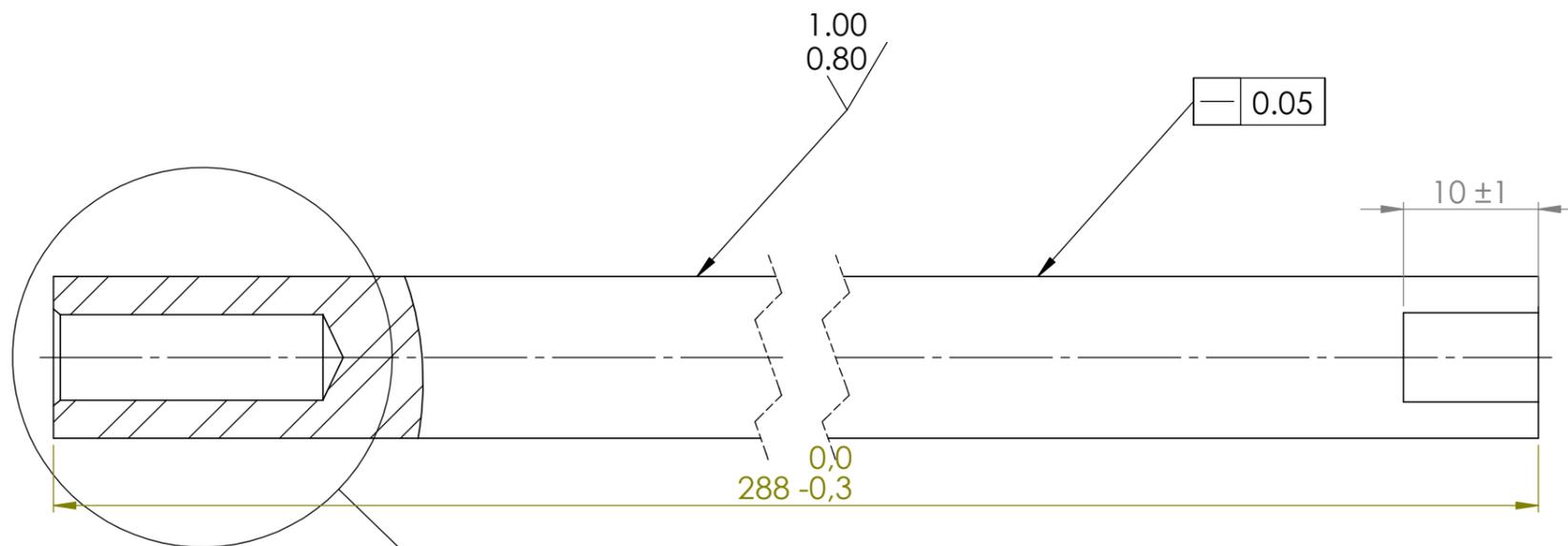
MATERIAL:	F - 24	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
ESCALA:	1:2	TÍTULO:	BASE - MOTOR - ALTERNADOR
			17/04/2020
	A3	DIBUJÓ:	SILVA, CARLOS DANIEL
		VERIFICÓ:	
		APROBÓ:	
			FIRMA



Ø7 X 4

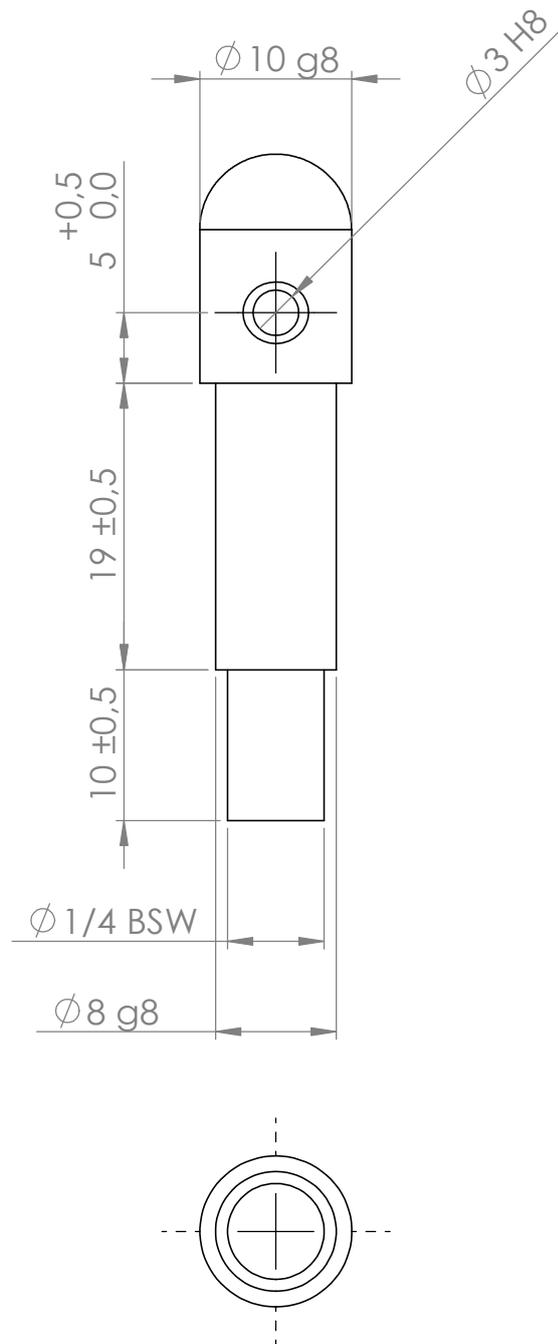


MATERIAL:	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
F - 24		
ESCALA:	TÍTULO:	17/04/2020
1:1	CARRO MÓVIL - ALTERNADOR	
	DIBUJÓ:	FIRMA
A3	SILVA, CARLOS DANIEL	
	VERIFICÓ:	
	APROBÓ:	



DETALLE A
ESCALA 4 : 1

 <p>Universidad Nacional ARTURO JAURETCHE</p>	MATERIAL: SAE 1045	PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	
	ESCALA: 2:1	TÍTULO: EJE GUÍA - ALTERNADOR	18/04/2020
		DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL	FIRMA
		VERIFICÓ: APROBÓ:	



MATERIAL:
SAE 1010

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ESCALA:
2:1

TÍTULO:

ANCLAJE - MESA

25/04/2020



FIRMA

A4

DIBUJÓ: SILVA, CARLOS DANIEL

VERIFICÓ:

APROBÓ: