

**DISEÑO DE LA LOGÍSTICA FÍSICA Y DOCUMENTAL PARA  
LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE MOTORES  
DE CORRIENTE ALTERNA Y DISPOSITIVOS DE  
PRACTUACIÓN EN EL MARCO DE LA  
REESTRUCTURACIÓN DEL LABORATORIO DE  
MECATRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA**

**JOHANA PATRICIA CARRILLO BARRERA  
DAVID ENRIQUE MOSCOSO PEREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.005**

**DISEÑO DE LA LOGÍSTICA FÍSICA Y DOCUMENTAL PARA  
LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE MOTORES  
DE CORRIENTE ALTERNA Y DISPOSITIVOS DE  
PRACTUACIÓN EN EL MARCO DE LA  
REESTRUCTURACIÓN DEL LABORATORIO DE  
MECATRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA**

**JOHANA PATRICIA CARRILLO BARRERA  
DAVID ENRIQUE MOSCOSO PEREZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.005**

## DEDICATORIA

A Dios, el motor que gobierna el funcionamiento de mi vida,

A mi madre Luz Mery, por ser un modelo de valentía, esfuerzo, tenacidad y superación, por su apoyo y paciencia,

A mi hermana Adriana Paola y mi sobrina Sara Patricia, un apoyo e inspiración en la etapa final de este proyecto,

A mis abuelos Luis y Jacinta junto a mis demás familiares, por su respaldo, confianza e incondicionalidad,

Al Ingeniero Adolfo León Arenas, por su apoyo, colaboración, y confianza.

**JOHANA CARRILLO**

## DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi camino, por darme fuerza y sabiduría para enfrentar día a día los retos de la vida,

A mis padres, Jacqueline y Carlos Enrique por contar con su cariño y amor, por brindarme su apoyo incondicional, confianza, paciencia y aliento en este proceso,

A mis hermanas, Diana Fabiola y Laura Jacqueline, a mi abuelita Juanita, por estar siempre a mi lado como apoyo, motivación y confianza,

A demás familiares y amigos que desearon los mejores éxitos,

A Claudia Isabel, por estar a mi lado, darme su amor, incentivar y acompañarme.

DAVID MOSCOSO

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del proyecto expresan sus agradecimientos a:

JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ, Ingeniero Mecánico, Director del Proyecto, por su valiosa colaboración, respaldo y acompañamiento en el desarrollo de este proyecto.

EVELIO MEJÍA VALENZUELA, Ingeniero Mecánico, por su paciencia y dirección en la etapa inicial pero fundamental para el desarrollo de este proyecto.

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO</b>	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.2.1. Determinar conceptos	3
1.2.2. Diseñar pruebas	4
1.2.3. Diseñar logística física	4
1.2.4. Construir prototipo	5
1.2.5. Desarrollar logística documental	5
1.2.6. Generar documento de planeación	5
<b>2. DETERMINACIÓN DE CONCEPTOS</b>	6
<b>3. DISEÑO DE PRUEBAS</b>	9
3.1. PRÁCTICAS BÁSICAS	9
3.2. PRÁCTICAS DE APLICACIÓN	10
<b>4. DISEÑO DE LA LOGISTICA FÍSICA</b>	15
4.1. BANCO	15
4.1.1. Estructura de montajes	19
4.1.2. Mesa de trabajo	21

<b>4.2. DISPOSITIVOS ADICIONALES</b>	<b>21</b>
4.2.1. Adaptaciones	22
4.2.2. Mecanismos de sujeción	25
4.2.3. Unidades de energía	26
<b>5. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO</b>	<b>28</b>
<b>6. DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DOCUMENTAL</b>	<b>34</b>
<b>6.1. MANUAL DE PRÁCTICAS</b>	<b>34</b>
6.1.1. Título	34
6.1.2. Objetivos	35
6.1.3. Fundamentación previa al laboratorio	35
6.1.4. Ejemplo de aplicación	35
6.1.5. Descripción del elemento principal	35
6.1.6. Lista de componentes	36
6.1.7. Esquema de montaje	37
6.1.8. Esquema de conexión eléctrica	37
6.1.9. Procedimiento de seguridad	38
6.1.10. Procedimiento de montaje	38
6.1.11. Tablas	39
6.1.12. Conclusiones	39
6.1.13. Evaluación	40
<b>6.2. MANUAL DE FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>42</b>
6.2.1. Motores eléctricos	42
6.2.2. Dispositivos para instalaciones industriales	42
6.2.3. Dispositivos de seccionamiento	43
6.2.4. Dispositivos de protección	43
6.2.5. Dispositivos de conmutación	44

6.2.6. Dispositivos de control u auxiliares de mando	44
6.2.7. Mediciones eléctricas	46
6.3. PRESENTACIÓN EN PowerPoint	46
<b>7. GENERACIÓN DEL DOCUMENTO PARA PLANEACIÓN</b>	<b>52</b>
<b>7.1. DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD</b>	<b>52</b>
<b>7.2. OBJETIVOS DEL PROYECTOS</b>	<b>52</b>
<b>7.3. ZONA AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO DEL PROYECTO</b>	<b>53</b>
<b>7.4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>53</b>
<b>7.5. DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD</b>	<b>54</b>
<b>7.6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA</b>	<b>54</b>
<b>7.7. DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS</b>	<b>55</b>
<b>7.8. PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>	<b>55</b>
<b>7.9. CAPACIDAD DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>56</b>
<b>7.10. EFECTO AMBIENTAL</b>	<b>56</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>62</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Resultados gráficos análisis en COSMOS DesignSTAR 3.0	17
Figura 2. Bancos de trabajo	18
Figura 3. Estructura de montajes	19
Figura 4. Mesa de trabajo.	19
Figura 5. Despiece estructura de montajes	20
Figura 6. Despiece montaje de platinas	20
Figura 7. Disposición del banco	21
Figura 8. Grupo funcional	23
Figura 9. Etiqueta caja de conexión grupo funcional	24
Figura 10. Cajas de conexión pulsadores	24
Figura 11. Adaptaciones generales	25
Figura 12. Mecanismo de sujeción	25
Figura 13. Unidad de distribución de potencia	26
Figura 14. Unidad de suministro de energía	27
Figura 15. Disposición de los equipos en el banco	27
Figura 16. Banco construido	28
Figura 17. Soporte lateral	29
Figura 18. Panel de montaje	29
Figura 19. Adaptaciones a dispositivos de laboratorio	30
Figura 20. Montaje de dispositivos de laboratorio	30
Figura 21. Tuerca mecanismo de sujeción	31
Figura 22. Tornillo mecanismo de sujeción	31

Figura 23. Montaje del mecanismo de sujeción	32
Figura 24. Vista frontal banco de trabajo con dispositivos de laboratorio	32
Figura 25. Vista en perspectiva banco con dispositivos de laboratorio	33
Figura 26. Modelo de práctica ítems de trabajo prelaboratorio	36
Figura 27. Listado de componentes	37
Figura 28. Esquemas de práctica	38
Figura 29. Procedimientos de seguridad y montaje	39
Figura 30. Ítems correspondientes al trabajo postlaboratorio	40
Figura 31. Diapositiva inicial	47
Figura 32. Diapositiva de clasificación	48
Figura 33. Diapositiva portada del grupo de prácticas básicas	49
Figura 34. Índice de prácticas	49
Figura 35. Contenido de práctica	50
Figura 36. Esquema eléctrico	50
Figura 37. Laboratorio de Mecatrónica en perspectiva. Estado actual	53
Figura 38. Laboratorio de Mecatrónica en perspectiva. Proyectado	55

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Relación Conceptos vs. Habilidades	8
Tabla 2. Relación prácticas básicas vs. Conceptos a fortalecer	12
Tabla 3. Relación prácticas de aplicación vs. Conceptos a fortalecer	13
Tabla 4. Resultados análisis en COSMOS DesignSTAR 3.0	17
Tabla 5. Contenido del manual de prácticas	41

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Breve descripción de prácticas	62
Anexo B. Planos	70

## RESUMEN

### TÍTULO:

**DISEÑO DE LA LOGÍSTICA FÍSICA Y DOCUMENTAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA Y DISPOSITIVOS DE PREACTUACIÓN EN EL MARCO DE LA REESTRUCTURACIÓN DEL LABORATORIO DE MECATRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA\***

### AUTORES:

Johana Patricia Carrillo Barrera.  
David Enrique Moscoso Perez. \*\*

### PALABRAS CLAVES:

Motores eléctricos, Seccionamiento, Protección, Conmutación, Mecatrónica, Contactor, Relé, Pulsadores, Temporizadores, Automatización Industrial.

### DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto es dotar a la escuela de Ingeniería Mecánica de un modelo didáctico útil para fortalecer de manera práctica los conocimientos teóricos de naturaleza científica o tecnológica, en el campo de los motores de corriente alterna y dispositivos tecnológicos de preactuación. En el cumplimiento de este propósito se realizó el diseño de una serie de prácticas soportadas en manuales de laboratorio, con requerimientos específicos en cuanto a la estructura física que permita el desarrollo óptimo de cada una.

Para el diseño de prácticas, se implementó una metodología que consiste en: identificar en primer lugar las habilidades que el profesional en Ingeniería Mecánica debe poseer para suplir las necesidades de la industria actual. Identificadas las habilidades, se continúa con el estudio de los conceptos que desde el ámbito académico faciliten la adquisición de estas habilidades. Seguidamente, se identifican las prácticas que fortalecen estos conceptos,

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jorge Enrique Meneses Flórez.

realizando un diseño estructurado de las mismas. De las prácticas diseñadas, se obtienen los requerimientos que determinan las especificaciones del diseño de la estructura física para su desarrollo. Finalmente, se genera la documentación que proporcione el soporte respectivo para el uso óptimo de los productos obtenidos al aplicar la metodología.

El resultado es el diseño de un banco de trabajo modular, estándar, cómodo, de construcción económica y sencilla, que cumple a cabalidad con los requerimientos de las prácticas diseñadas, consignadas en un manual de prácticas que se apoya en el manual de fundamentos teóricos y una presentación en PowerPoint como guía para la utilización de estos manuales.

## SUMMARY

### TITLE:

**DESIGN OF THE PHYSICAL AND DOCUMENTED LOGISTICS FOR THE PRACTICES ON ALTERNATIVE CURRENT MOTORS AND PRE-ACTING DEVICES AROUND THE RESTRUCTURING PROCESS OF THE MECHATRONICS LABORATORY OF THE MECHANICAL ENGINEERING SCHOOL \***

### AUTHORS:

Johana Patricia Carrillo Barrera.  
David Enrique Moscoso Pérez. \*\*

### KEY WORDS:

Electric Motors, Sectionalizing, Protection, Commuting, Mechatronics, Contactor, Relay, Actuators, Timing Devices, Industrial.

### DESCRIPTION:

The main objective of this project is to provide the Mechanical Engineering School with a useful didactical model in order to strengthen in a practical way the theoretical knowledge of a scientific or technological nature in the alternative current motors and pre-acting technological devices field. In fulfilling this goal, a design of a series of laboratory handbook supported practices, with specific requirements about the physical structure that allow an optimal development of each practice was developed.

For the practices design a methodology was implemented. This methodology consists in identifying the abilities that the mechanical engineer has to have to supply nowadays' industry needs. After that, follows a study of the concepts that, from the academic view, make acquiring these abilities easier. Then, the practices that strengthen those concepts are identified, making a structured

---

\* Degree Work.

\*\* Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Jorge Enrique Meneses Flórez.

design of these practices. From those designed practices the requirements that determine the design specifications of the physical structure to be developed are obtained. Finally, the documentation that provides the support for the optimal use of the obtained products is generated.

The result is an easy and economic construction comfortable standard modular workbench design, which satisfies the designed practice requirements compiled in a handbook which is supported by the theoretical fundamentals and a PowerPoint presentation as a guide for the correct use of these handbooks.

## INTRODUCCIÓN

La globalización, ha movido la industria colombiana y por ende la santandereana, a buscar un nivel de mayor competitividad, debido a la incursión de productos extranjeros en grandes volúmenes, con alta calidad y precios de oferta menores a los encontrados en el mercado nacional, esto como resultado de la automatización de los procesos de producción. Por consiguiente, en Colombia se han venido adquiriendo equipos con tecnología de punta, para implementarlos en la automatización de los procesos industriales, requiriendo de personal capacitado, que garantice la obtención de los resultados esperados. Como consecuencia la industria actual demanda profesionales con habilidades para *SELECCIONAR, MANTENER E INTEGRAR EQUIPOS MECÁNICOS, ELÉCTRICOS O ELECTRÓNICOS EN UN PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN*, que además se adapte fácilmente a la dinámica cambiante de la tecnología.

Para mayor claridad, un sistema automatizado, se refiere a la ejecución de un proceso, conjugando una serie de dispositivos en los tres bloques tecnológicos (sensores, actuadores y controladores) que se encargan de efectuar las funciones anteriormente realizadas por operadores humanos. Desde este punto, son los motores de corriente alterna, los actuadores eléctricos por excelencia más utilizados en los procesos industriales automatizados.

Por lo tanto, el estudio y la fundamentación de conceptos para la aplicación de estos actuadores, así como el conocimiento de los dispositivos tecnológicos que intervienen en su operación, identificados como elementos de

preactuación, constituye uno de los objetivos de formación del área de Mecatrónica.

En busca de proporcionar un conocimiento práctico de estos actuadores, se ha desarrollado una logística documental y diseñado una logística física que fortalece los conceptos teóricos adquiridos por el estudiante en el campo de los motores de corriente alterna y los dispositivos tecnológicos de preactuación.

Este documento busca describir el proceso realizado para lograr los resultados obtenidos; prácticas, elementos y equipos de laboratorio diseñados, a partir de la metodología implementada en el desarrollo de este Proyecto.

El capítulo 1, contiene los objetivos que se trazaron al inicio del mismo. El capítulo 2 muestra los conceptos determinados a partir de las habilidades identificadas en el medio industrial. El capítulo 3 es un resumen de las prácticas diseñadas de acuerdo a la clasificación que les fue otorgada. El capítulo 4 es una descripción del diseño de la logística física realizada. El capítulo 5 muestra generalidades del prototipo desarrollado con los detalles respectivos de su construcción. El capítulo 6 describe la documentación implementada como soporte del trabajo realizado en este proyecto. El capítulo 7 señala y describe brevemente cada uno de los ítems tratados en el proyecto de reestructuración del laboratorio de mecatrónica.

## **1. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar la logística física y documental necesaria para la realización de actividades prácticas, que afiancen en el estudiante los conocimientos teóricos de naturaleza científica o tecnológica, impartidos en el aula de clase que permitan la adquisición de habilidades en la selección, mantenimiento e integración de los motores de corriente alterna y dispositivos de preactuación, en un sistema automatizado, contribuyendo al cumplimiento del objeto de la Escuela de Ingeniería Mecánica en la formación de profesionales idóneos y por ende al cumplimiento de la misión de la Universidad Industrial de Santander.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

#### **1.2.1. Determinar conceptos básicos**

Determinar los conceptos y principios básicos que deben ser fortalecidos, desde el ámbito de la academia, para desarrollar en el estudiante de Ingeniería Mecánica, habilidades en la selección, mantenimiento e integración de motores de corriente alterna en sistemas automatizados.

### 1.2.2. Diseñar prácticas

Diseñar las prácticas de laboratorio, a partir de los conceptos y principios básicos determinados. Distribuidas en dos grupos de clasificación:

- ❖ Prácticas Básicas: enfocadas a fortalecer y complementar conceptos básicos tales como cableado eléctrico, medición de parámetros físicos, principio de funcionamiento, características de torque vs. potencia y sistemas de arranque de motores.
- ❖ Prácticas de Aplicación: enfocadas a situar al estudiante en un contexto industrial real, con situaciones y problemáticas que permiten emplear y conjugar todos los conceptos básicos en aplicaciones concretas, enmarcadas en los siguientes tópicos: pruebas de aplicación de dispositivos de protección en arranques de motores eléctricos y pruebas de aplicación dispositivos de maniobra en la puesta en marcha temporizada de motores.

### 1.2.3. Diseñar logística física

Diseñar la logística física necesaria para la realización de las prácticas de laboratorio definidas:

- ❖ Banco de trabajo, conformado por una mesa de trabajo con superficie extensible y una estructura de montajes en aluminio.
- ❖ Dispositivos adicionales compuestos por: adaptaciones, mecanismos de sujeción y unidades de energía.

#### **1.2.4. Construir prototipo**

Construir un prototipo de la logística física diseñada, el cual incluye una mesa de trabajo, un par de soportes laterales y un panel de montaje. Este prototipo es construido en conjunto con los demás proyectos que aplican a los grupos tecnológicos de la automatización industrial (controladores, sensores y actuadores).

#### **1.2.5. Desarrollar logística documental**

Desarrollar la logística documental, del laboratorio para proporcionar el soporte necesario en el manejo de la logística física y el desarrollo de las prácticas, constituida por un manual de prácticas, un manual de fundamento teórico y una presentación en PowerPoint de apoyo para el docente.

#### **1.2.6. Generar documento de planeación**

Generar el documento que proyecta la reestructuración del laboratorio de Mecatrónica, necesario para presentar al banco de proyectos de la División de Planeación en la Universidad Industrial de Santander.

## 2. DETERMINACIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

Los conceptos a fortalecer en el campo de los motores de corriente alterna y los dispositivos de preactuación desde el ámbito académico, en el estudiante de Ingeniería Mecánica, surgen a partir de las habilidades reconocidas como demandas de la industria actual<sup>1</sup> en el profesional egresado. Estas habilidades son descritas a continuación:

- ✓ Estar familiarizado con las características, capacidades y operación de los motores de corriente alterna y dispositivos de preactuación que lo habiliten en el correcto MANTENIMIENTO de los mismos.
- ✓ Contar con los criterios básicos para SELECCIONAR motores de corriente alterna y dispositivos de preactuación de acuerdo a los requerimientos del problema específico al que se enfrente.
- ✓ Capacidad para INTEGRAR motores de corriente alterna y dispositivos de preactuación dentro de un sistema automatizado.

Partiendo de las habilidades profesionales identificadas, se definieron los conceptos básicos que requieren ser fortalecidos en el Ingeniero Mecánico desde el ámbito académico, relacionados con los motores de corriente alterna, clasificados dentro del bloque tecnológico de actuadores, en sistemas automatizados, así como los dispositivos de preactuación necesarios para su correcta operación. El estudio realizado del funcionamiento de los motores de corriente alterna y dispositivos de preactuación, arroja como conceptos a

---

<sup>1</sup> Información recopilada de: páginas en Internet, consulta a profesores, consulta a profesionales activos laboralmente.

reafirmar, aquellos que fundamenten el control, maniobra y protección de estos actuadores. A continuación son ampliados estos conceptos:

*Protección:* Considerando que cualquier elemento puede fallar es inimaginable poner en funcionamiento un sistema de potencia sin tener la protección adecuada. Las condiciones anormales pueden cambiar las magnitudes de voltaje, corriente y frecuencia de los valores permisibles<sup>2</sup>. Por lo anterior, la protección se convierte en un factor importante a la hora de *SELECCIONAR*, *MANTENER* e *INTEGRAR* los motores de corriente alterna en un sistema automatizado. Ver tabla 1.

Los conceptos a fortalecer en cuanto a protección son:

- ✓ Protección por cortocircuito.
- ✓ Protección por sobrecargas.
- ✓ Protección por voltaje de fuentes desbalanceados.
- ✓ Protección por subvoltaje.

*Control y Maniobra:* Control, hace referencia a la capacidad de establecer e interrumpir la alimentación de los receptores, de manera progresiva empleando dispositivos como arrancadores electrónicos, variadores de velocidad (conmutación variable) o instantánea empleando contactores y relés de potencia (conmutación todo o nada). Maniobra, se refiere a la integración de diferentes dispositivos en circuitos eléctricos complementarios, para facilitar la utilización del equipo así como la tarea del operario, el cual suele estar alejado de las máquinas (motores), ofreciendo información sobre su estado y la acción desarrollada que se puede visualizar a través de pilotos

---

<sup>2</sup> Extractado del libro PROTECCIONES ELÉCTRICAS referenciado en la bibliografía.

luminosos o de un segundo dispositivo. Es por esto el control y maniobra son aspectos importantes a la hora de *SELECCIONAR*, *MANTENER* e *INTEGRAR* motores de corriente alterna en sistemas automatizados. Ver tabla 1.

Los aspectos a fortalecer en cuanto al control y maniobra son:

- ✓ Características torque-velocidad en los motores de inducción.
- ✓ Características torque-potencia en los motores de inducción.
- ✓ Control de velocidad por variación de frecuencia en los motores de inducción.
- ✓ Cableado de circuitos eléctricos.
- ✓ Arranques de los motores de inducción.
- ✓ Medición de parámetros físicos (voltaje, corriente, etc.).
- ✓ Principios de funcionamiento.

Tabla 1. Relación Conceptos vs. Habilidades

CONCEPTOS A FORTALECER	HABILIDADES		
	SELECCIÓN	MANTENIMIENTO	INTEGRACIÓN
Protección por cortocircuito.	X	X	X
Protección por sobrecargas.	X	X	X
Protección por voltaje de fuentes desbalanceados.	X	X	X
Protección por subvoltaje.		X	X
Características torque-velocidad en los motores de inducción.	X	X	X
Características torque-potencia en los motores de inducción.	X	X	X
Control de velocidad por variación de frecuencia en los motores de inducción.	X	X	X
Cableado de circuitos eléctricos.	X	X	X
Arranques de los motores de inducción.	X	X	X
Medición de parámetros físicos (voltaje, corriente, etc.).	X	X	X
Principios de funcionamiento.	X	X	X

### 3. DISEÑO DE PRÁCTICAS

De acuerdo con las habilidades definidas, las prácticas se proyectaron en dos grupos, que permiten al estudiante avanzar gradualmente en la aplicación de los conceptos, en el anexo A se encuentra un resumen de cada práctica. Las características de estos grupos son descritas a continuación:

#### 3.1. PRÁCTICAS BÁSICAS

Tienen como objeto principal, mostrar el funcionamiento individual de cada equipo (relés, contactores, temporizadores, entre otros.), identificando su principio de funcionamiento y las características relevantes en su operación.

- ❖ Funcionamiento del piloto luminoso como dispositivo de señalización.
- ❖ Funcionamiento del pulsador e interruptor verificando su operación por medio de pilotos luminosos.
- ❖ Funcionamiento del selector verificando su operación por medio de pilotos luminosos.
- ❖ Funcionamiento del pulsador de parada de emergencia como dispositivo de protección de un circuito eléctrico.
- ❖ Funcionamiento del fusible como dispositivo de protección de un circuito eléctrico.
- ❖ Funcionamiento del contactor con verificación visual de su operación.

- ❖ Funcionamiento de los contactos auxiliares del contactor con verificación visual de su operación.
- ❖ Funcionamiento del relé verificando su operación por medio de pilotos luminosos.
- ❖ Funcionamiento de un temporizador para arranque estrella-triángulo con verificación visual de su operación.
- ❖ Funcionamiento de un relé térmico de sobrecarga como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.
- ❖ Funcionamiento de un relé electrónico de sobrecarga como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.
- ❖ Funcionamiento de un guardamotor como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.
- ❖ Funcionamiento de un arrancador suave como dispositivo de control de un motor de corriente alterna.
- ❖ Funcionamiento de un variador de velocidad de control como dispositivo de control de un motor de corriente alterna.

### 3.2. PRÁCTICAS DE APLICACIÓN

Tienen como objeto integrar los equipos en circuitos que involucren control, maniobra y protección de motores eléctricos.

- ❖ Marcha de un motor de corriente alterna desde múltiples puntos con parada en un único punto.
- ❖ Marcha de un motor de corriente alterna desde un único punto con múltiples puntos de parada.
- ❖ Selección del modo de marcha de un motor de corriente alterna empleando un selector como dispositivo de control.

- ❖ Inversión del sentido de giro de un motor empleando un selector de tres posiciones como dispositivo de control.
- ❖ Inversión del sentido de giro de un motor empleando pulsadores como dispositivos de control.
- ❖ Conexión temporizada de un motor.
- ❖ Desconexión temporizada de un motor.
- ❖ Conexión de un motor en espacios de tiempo largos.
- ❖ Desconexión temporizada de un motor con la conexión simultánea de otro motor.
- ❖ Arranque simultáneo de dos motores con dependencia mutua.
- ❖ Arranque y parada independiente de dos motores con elemento de protección común a los dos.
- ❖ Arranque en cascada de dos motores con la posibilidad de desconexión común e independiente.
- ❖ Conexión temporizada simultánea de dos motores.
- ❖ Conexión y desconexión alternativa de un motor.
- ❖ Conexión y desconexión retardadas de un motor.
- ❖ Montaje de un arranque directo estrella.
- ❖ Montaje de un arranque directo triángulo.
- ❖ Montaje de un arranque estrella-triángulo manual.
- ❖ Montaje de un arranque estrella-triángulo automático.
- ❖ Montaje de un arranque estrella-triángulo automático con inversión del sentido de giro.
- ❖ Montaje de un arranque por rampa empleando un variador de velocidad como elemento de control.

En las tablas 2 y 3 se listan todas las prácticas proyectadas, relacionándolas a su vez con los conceptos que cada una fortalece.

Tabla 2. Relación Prácticas Básicas vs Conceptos a fortalecer

GRUPO DE PRÁCTICAS	CONCEPTOS A FORTALECER									
	Protección por cortocircuito	Protección por sobrecargas	Protección por voltajes de fuente desbalanceados	Protección por subvoltaje	Características torque-velocidad en los motores de inducción	C control de velocidad por variación de frecuencia en los motores de inducción	Cableado de circuitos eléctricos	Medición de parámetros físicos (corriente, voltaje, etc)	Principios de funcionamiento	
Funcionamiento del piloto luminoso como dispositivo de señalización.							X	X	X	
Funcionamiento del pulsador e interruptor verificando su operación por medio de pilotos luminosos							X	X	X	
Funcionamiento del selector verificando su operación por medio de pilotos luminosos							X	X	X	
Funcionamiento del pulsador de parada de emergencia como dispositivo de protección de un circuito eléctrico.							X	X	X	
Funcionamiento del fusible como dispositivo de protección de un circuito eléctrico.	X						X	X	X	
Funcionamiento del contactor con verificación visual de su operación.							X	X	X	
Funcionamiento de los contactos auxiliares del contactor con verificación visual de su operación.							X	X	X	
Funcionamiento de un relé verificando su operación por medio de pilotos luminosos							X	X	X	
Funcionamiento de un temporizador para arranque estrella-triángulo con verificación visual de su operación.							X	X	X	
Funcionamiento de un relé térmico de sobrecarga como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.		X	X	X			X	X	X	
Funcionamiento de un relé electrónico de sobrecarga como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.		X	X				X	X	X	
Funcionamiento de un guardamotor como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.			X				X	X	X	
Funcionamiento de un arrancador suave como dispositivo de control de un motor de corriente alterna.					X		X	X	X	
Funcionamiento de un variador de velocidad como dispositivo de control de un motor de corriente alterna.						X	X	X	X	

Tabla 3. Relación Prácticas de Aplicación vs Conceptos a fortalecer

PRÁCTICAS DE APLICACIÓN	CONCEPTOS A FORTALECER										
	Protección por cortocircuito	Protección por sobrecargas	Protección por voltajes de fuente desbalanceados	Protección por subvoltaje	Características torque-velocidad en los motores de inducción	Características torque-potencia en los motores de inducción	Control de velocidad por variación de frecuencia en los motores de inducción	Cableado de circuitos eléctricos	Medición de parámetros físicos (corriente, voltaje, etc)	Arranques de los motores de inducción	Principios de funcionamiento
Marcha de un motor AC desde un único punto con múltiples puntos de parada.	X	X	X	X	X			X	X		X
Marcha de un motor AC desde múltiples puntos con parada en un único punto.	X	X	X	X	X			X	X		X
Selección del modo de marcha de un motor ac empleando un selector como dispositivo de control.	X	X	X	X	X			X	X		X
Inversión del sentido de giro de un motor empleando un selector de tres posiciones como dispositivo de control.	X	X	X	X	X			X	X		X
Inversión del sentido de giro de un motor empleando pulsadores como dispositivos de control.	X	X	X	X	X			X	X		X
Conexión temporizada de un motor.	X	X	X	X	X			X	X		X
Desconexión temporizada de un motor.	X	X	X	X	X			X	X		X
Conexión de un motor en espacios de tiempo largos.	X	X	X	X	X			X	X		X
Desconexión temporizada de un motor con la conexión simultánea de otro motor.	X	X	X	X	X			X	X		X
Aranque simultáneo de dos motores con dependencia mutua.	X	X	X	X	X			X	X		X
Aranque y parada independiente de dos motores con elemento de protección común a los dos.	X	X	X	X	X			X	X		X
Aranque en cascada de dos motores con la posibilidad de desconexión común e independiente.	X	X	X	X	X			X	X		X

Continuación Tabla 3.

PRÁCTICAS DE APLICACIÓN	CONCEPTOS A FORTALECER										
	Protección por cortocircuito	Protección por sobrecargas	Protección por voltajes de fuente desbalanceados	Protección por subvoltaje	Características torque-velocidad en los motores de inducción	Características torque-potencia en los motores de inducción	Control de velocidad por variación de frecuencia en los motores de inducción	Cableado de circuitos eléctricos	Medición de parámetros fisi (corrientes, volt etc)		
Conexión temporizada simultánea de dos motores.	X	X	X	X	X	X		X	X		
Conexión y desconexión alternativa de un motor.	X	X	X	X	X			X	X		
Conexión y desconexión retardada de un motor.	X	X	X	X	X			X	X		
Montaje de un arranque directo estrella.	X	X	X	X	X			X	X		
Montaje de un arranque directo triángulo.	X	X	X	X	X			X	X		
Montaje de un arranque estrella-triángulo manual.	X	X	X	X	X			X	X		
Montaje de un arranque estrella-triángulo automático.	X	X	X	X	X			X	X		
Montaje de un arranque estrella-triángulo automático con inversión de sentido de giro.	X	X	X	X	X			X	X		
Arranque por rampa empleando un variador de velocidad como elemento de control.	X	X	X	X	X		X	X	X		

## **4. DISEÑO DE LA LOGÍSTICA FÍSICA**

La logística física corresponde al mobiliario y a los dispositivos tecnológicos que permiten al estudiante fortalecer los conceptos básicos para desempeñarse con habilidad en la selección, mantenimiento e integración de motores de corriente alterna y dispositivos de preactuación en sistemas automatizados, al interactuar de manera práctica con estos equipos.

La logística física diseñada debía satisfacer las necesidades que se originaron a partir de las prácticas estructuradas. Estas necesidades son los requerimientos que determinaron las especificaciones del diseño, tanto del mobiliario dispuesto para el trabajo del estudiante como de los dispositivos tecnológicos empleados en la realización de prácticas.

A partir de los requerimientos determinados, se definió el diseño de un banco y dispositivos adicionales a este, que son estudiados en detalle a continuación.

### **4.1. BANCO**

Los aspectos identificados como requerimientos para el diseño del banco fueron; dimensión, forma, ergonomía y estandarización.

Para determinar la dimensión y forma del mobiliario fue necesario tener en cuenta el espacio dispuesto para el laboratorio de Mecatrónica, el tamaño de los dispositivos tecnológicos a utilizar y los aspectos ergonómicos que

permitieran al estudiante mantener una posición correcta durante el desarrollo de la práctica, de donde surgieron las siguientes especificaciones:

#### *Dimensión y forma*

- ✓ Altura entre 155 cm. a 170 cm., medida acorde con la estatura promedio de la población colombiana<sup>3</sup>.
- ✓ Ancho entre 70 cm. a 90 cm., teniendo en cuenta el ancho promedio de una puerta sencilla.
- ✓ Largo entre 100 cm. a 150 cm., medida que obedece al tamaño de los dispositivos tecnológicos y al número de estudiantes por banco.

#### *Estandarización*

- ✓ Modularidad física. El banco debía ser de fácil ubicación y transporte para lo cual se requería de elementos independientes que permitieran su montaje y desmontaje según fuese necesario.
- ✓ Modularidad de prácticas. Los bancos debían permitir la realización de todas las prácticas diseñadas para los tres bloques tecnológicos (sensores, actuadores y controladores).
- ✓ Robustez. La estructura física debía estar en capacidad de soportar las cargas generadas por los dispositivos tecnológicos dispuestos sobre ella. Las cargas mas altas se encontraron en el bloque de actuadores para lo cual se hizo un análisis estructural en COSMOS DesignSTAR 3.0 que arrojó los resultados expuestos en la tabla 4. Ver en la figura 1 los resultados gráficos.
- ✓ Contar con espacios auxiliares para la ubicación de elementos externos al banco. Los espacios adicionales fueron determinados por el bloque de

---

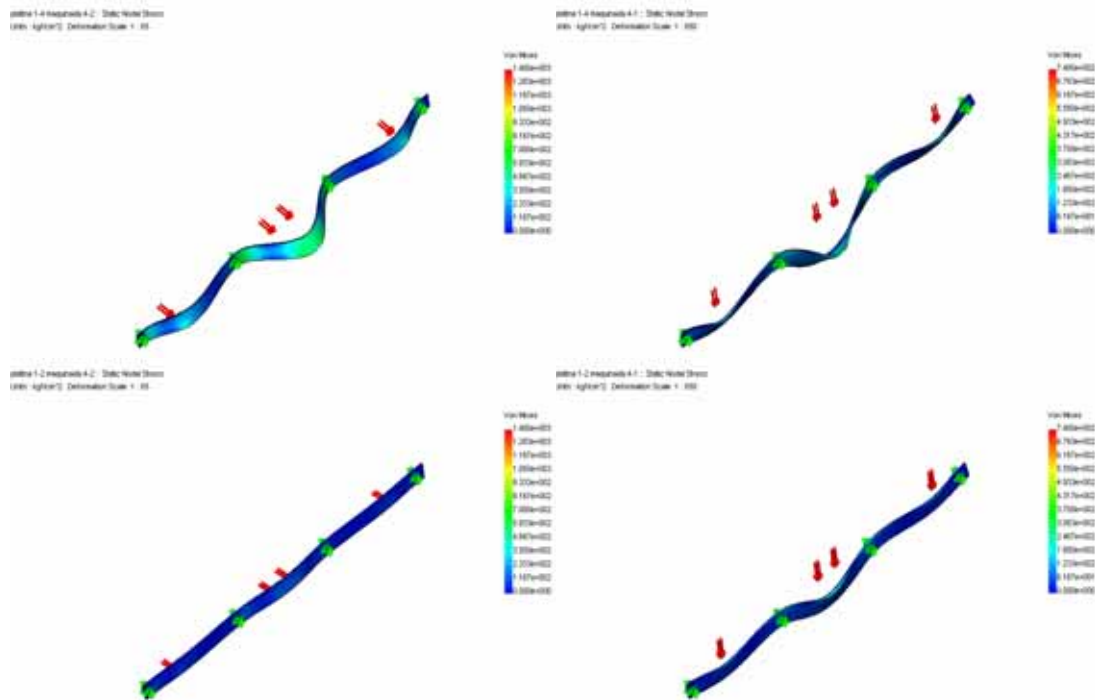
<sup>3</sup> Según información obtenida de la página del Banco de la República en Internet.

controladores que en su momento necesitaría el uso de un computador como dispositivo auxiliar de mayor tamaño.

Tabla 4. Resultados análisis en COSMOS DesignSTAR 3.0

ESFUERZOS( $\rho$ ) Y DEFORMACIÓN( $\delta$ )	PLATINAS			
	1/2" de espesor		1/4" de espesor	
	2 Agujeros	4 Agujeros	2 Agujeros	4 Agujeros
$\rho_{\text{máx}}$ vertical. (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,020.60	362.55	6,879.80	748.94
$\rho_{\text{máx}}$ horizontal. (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,613.70	435.46	6,298.80	1,430.20
$\delta_{\text{máx}}$ vertical. (mm)	2.63	0.09	5.23	0.17
$\delta_{\text{máx}}$ horizontal. (mm)	5.36	0.24	53.89	1.82

Figura 1. Resultados gráficos análisis en COSMOS DesignSTAR 3.0



### *Número de estaciones de trabajo*

- ✓ Estar acorde con la demanda existente de estudiantes para dicho laboratorio. Para este efecto se tuvo en cuenta la asignatura automatización industrial como la más concurrida en el área de Mecatrónica, con un promedio semestral de 25 estudiantes.

Acorde a los requerimientos de modularidad física, el banco (ver figura 2) se obtuvo a partir de dos componentes principales independientes, el primero identificado como Estructura de Montajes (ver figura 3) y un segundo denominado Mesa de Trabajo (ver figura 4).

Figura 2. Bancos de trabajo.

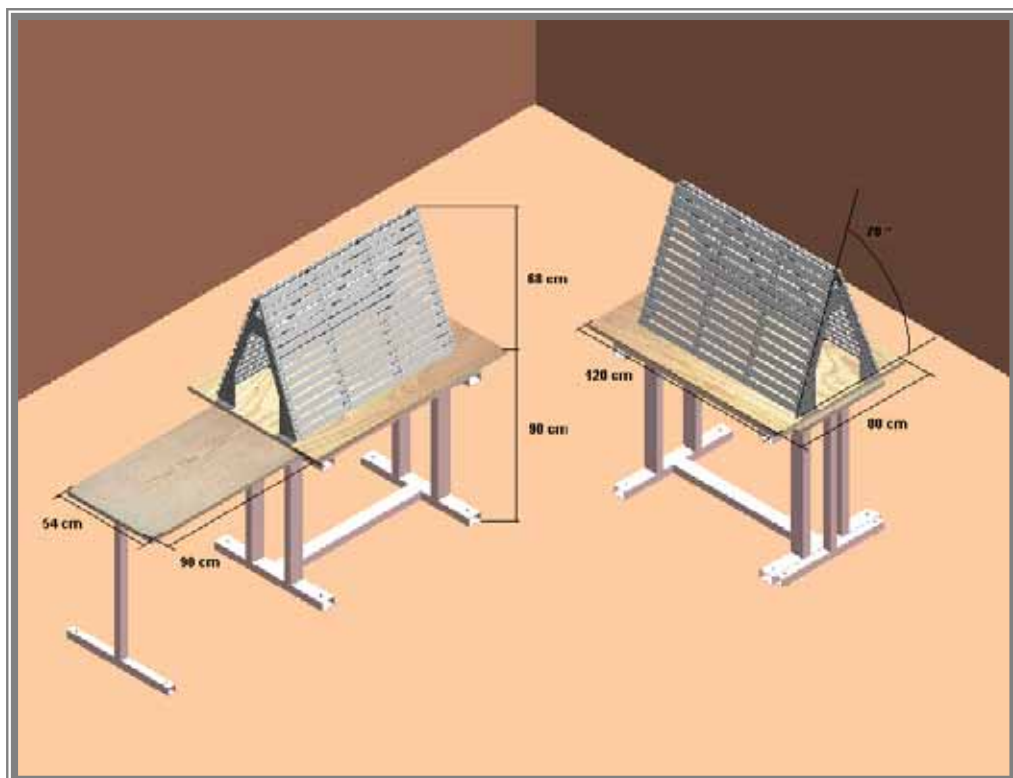


Figura 3. Estructura de montajes.

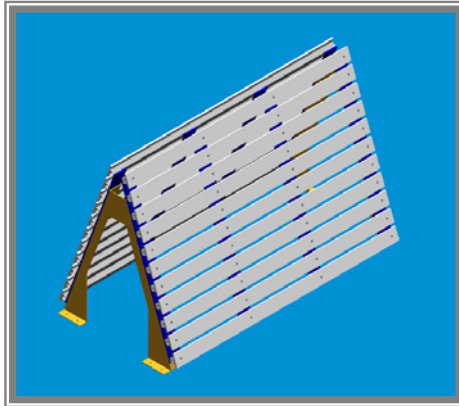
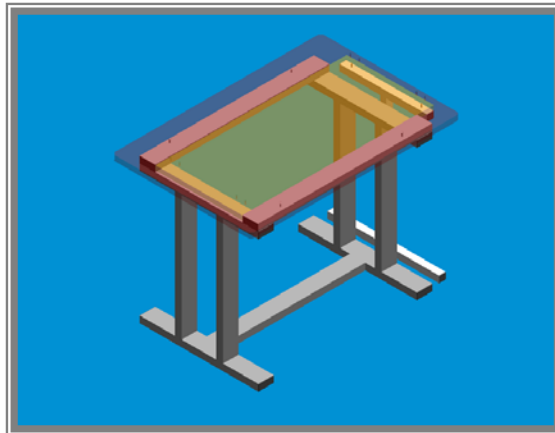


Figura 4. Mesa de trabajo.

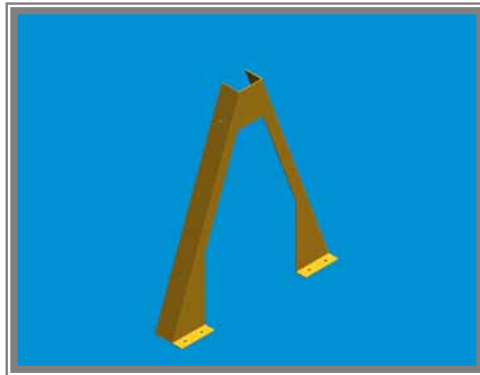


#### 4.1.1. Estructura de montajes

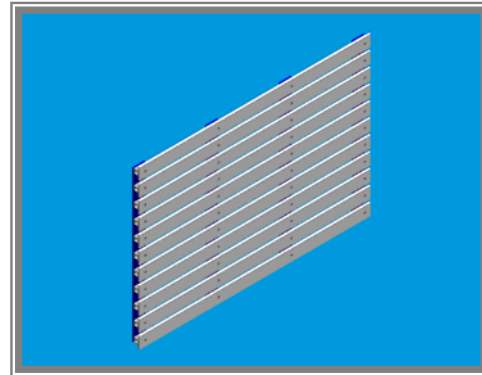
La estructura de montajes esta conformada por un par de soportes laterales (figura 5a) y dos paneles de montaje (figura 5b) en una disposición de  $70^\circ$  con respecto a la horizontal. Cada panel está constituido por platinas de aluminio de 1m de longitud, 2" de ancho por  $\frac{1}{4}$ " de espesor unidas solidariamente a tubos de sección cuadrada de  $\frac{3}{4}$ " X  $\frac{3}{4}$ " por medio de tornillos avellanados, formando un perfil en T. Estos perfiles se ubican de manera horizontal y espaciada sobre cuatro platinas verticales de 2" X  $\frac{1}{4}$ ", a las que se fijan de igual manera que las horizontales (figura 6a y 6b). El diseño de este panel

permite realizar el montaje de las prácticas sin ninguna dificultad y proporciona una visualización completa del mismo. (Ver planos en anexo B)

Figura 5. Despiece estructura de montajes.

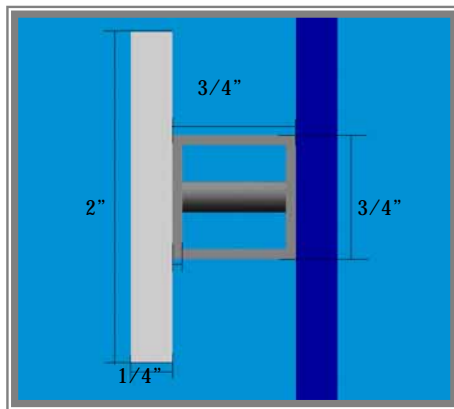


a) Soportes laterales.

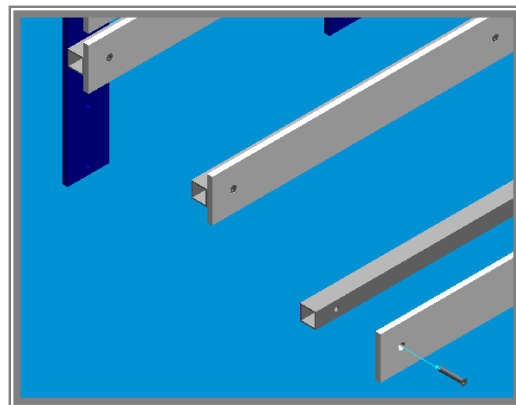


b) Panel de montaje.

Figura 6. Despiece montaje de platinas.



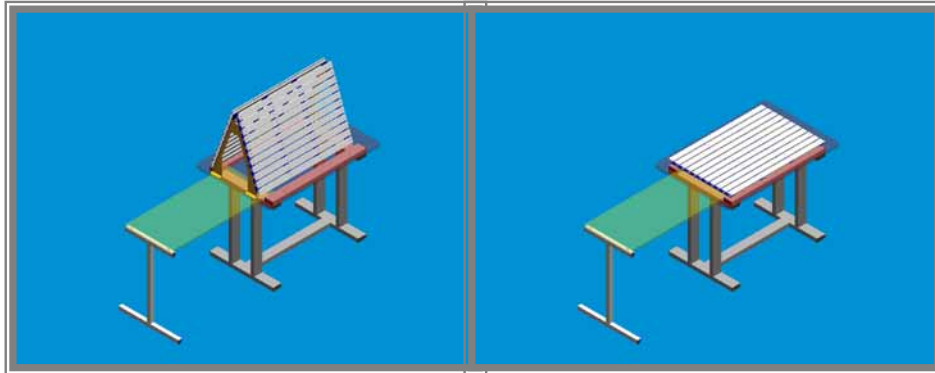
a) Dimensiones platina.



b) Montaje platinas al panel de montaje.

El ángulo de inclinación puede variarse de acuerdo a las necesidades que se presenten (figura 7), dejando abierta la posibilidad hacia futuro de utilizar este banco para el montaje de maquetas (simulación de pequeños procesos automatizados en 3D) sobre la misma superficie dispuesta horizontalmente.

Figura 7. Disposición del banco.



Los soportes laterales fueron diseñados en lámina cold rolled de 3 mm de espesor doblada, a los que deben fijarse previamente por tornillo, los paneles de montaje constituyéndose así la estructura de montaje. Esta estructura posteriormente se sujeta a la mesa de trabajo también por tornillos.

#### 4.1.2. Mesa de Trabajo

La mesa de trabajo consta de una superficie horizontal en madera de 1.2 m x 0.8 m, apoyada sobre una base metálica formada por perfiles tubulares dispuestos como se muestra en la figura 6. Adicionalmente, se proyectó una mesa extensible para ubicar un computador u otro tipo de herramientas, soportada en un pie de amigo metálico en perfil tubular, esta se puede ocultar cuando no se ocupe deslizándola bajo la superficie horizontal. (Ver planos en anexo B)

#### 4.2. DISPOSITIVOS ADICIONALES

Los aspectos tenidos en cuenta para determinar los requerimientos del diseño de los dispositivos adicionales fueron durabilidad y didáctica.

Debido a que los equipos serían usados con frecuencia por los estudiantes, era necesario hacer adaptaciones que aseguraran su durabilidad y empleo como material de laboratorio, esto con el fin de facilitar al estudiante la apropiación del conocimiento. Surgieron así, las siguientes especificaciones para el diseño:

#### *Durabilidad*

- ✓ Los equipos debían contar con algún elemento de interfase que permitiera proteger sus bornes de conexión, alargando así su vida útil.

#### *Didáctica*

- ✓ Posibilitar un conexionado rápido
- ✓ Tener la visualización del elemento en cuestión y su bornes de conexión

A partir de los requerimientos anteriores, resultaron, las adaptaciones de los dispositivos tecnológicos del laboratorio, los mecanismos que los sujetan al panel de montaje y las unidades de energía como dispositivos adicionales.

### **4.2.1. Adaptaciones**

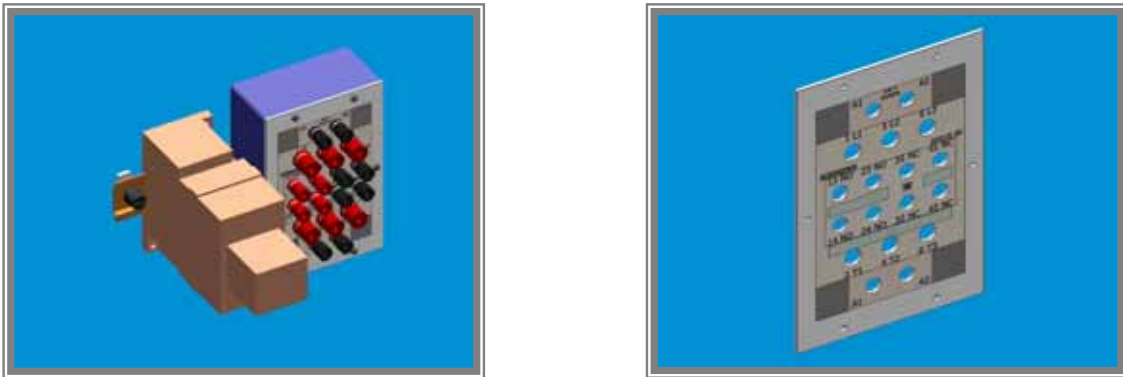
Dentro de las adaptaciones se encuentran todos los conjuntos de elementos que permiten la ubicación de los equipos en el banco de trabajo para el desarrollo de las prácticas, clasificados en grupos funcionales y adaptaciones generales. (Ver planos en anexo B)

Grupo funcional: Consta de un dispositivo tecnológico y una caja de conexiones sujetos a un riel OMEGA de 35mm. Esta disposición proporciona

características didácticas a los equipos que habilitan su empleo como elementos de laboratorio.

La caja de conexiones se diseñó para ser realizada en lámina cold rolled doblada calibre 20, en ella deben ubicarse los plugs que permiten al estudiante identificar y diferenciar los puntos de conexión del dispositivo, ver figura 8. De esta forma se elimina la posibilidad de convertir los equipos en cajas negras que impiden la visualización del dispositivo tecnológico que contiene, haciéndolos poco funcionales. El estudiante tendrá acceso a todos los puntos de conexión del equipo por lo que deberá verificar el estado y la correcta posición de las mismas antes de utilizarlo.

Figura 8. Grupo funcional.



Los equipos por estar dentro de un grupo funcional independiente generan flexibilidad en la realización de prácticas, pues un mismo grupo funcional puede emplearse para diferentes diseños de pruebas.

La caja de conexiones del grupo funcional cuenta con una etiqueta en la que se encuentra un gráfico semejante a la disposición real del equipo. Adicionalmente brinda información acerca de los bornes de conexión y suministros de energía. Ver figura 9.

Figura 9. Etiqueta caja de conexión grupo funcional.



*Adaptaciones generales:* Las hay de dos tipos, con relación a la estructura de montaje y con relación a los motores. El primer tipo de adaptaciones consta de una estructura soporte en donde se aloja el equipo, para permitir su ubicación sobre la estructura de montaje en el desarrollo de las prácticas (Figura 10), el segundo tipo lo forman las bases sobre las que se ubican los motores de corriente alterna que facilitan la manipulación y desplazamiento de estos dispositivos; junto con las cajas de bornes que posibilitan el conexionado rápido de las bobinas del motor (Figura 11a y 11b).

Figura 10. Cajas de conexión pulsadores

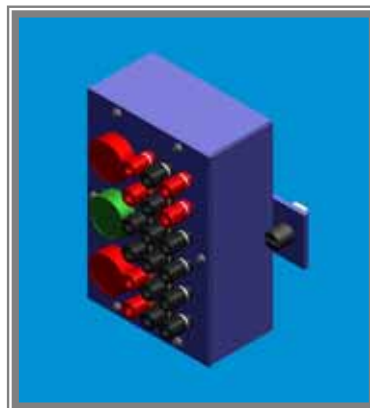
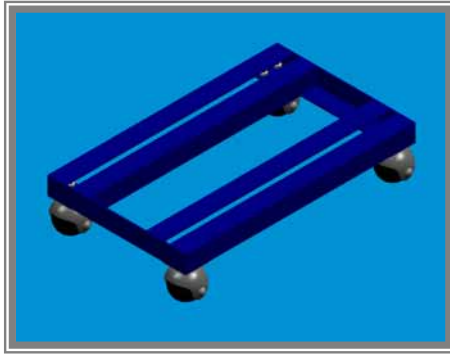
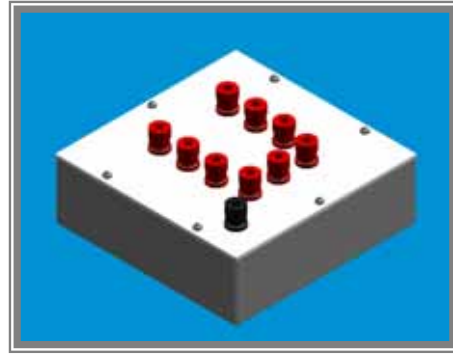


Figura 11. Adaptaciones generales.



a) Base motor.



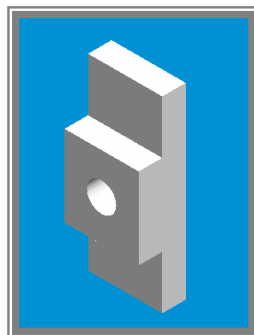
b) Caja de bornes.

#### 4.2.2. Mecanismo de sujeción.

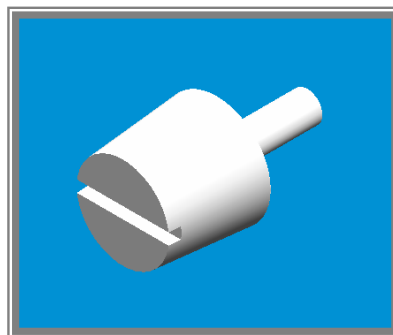
El panel de montaje se diseñó con un espacio entre platinas, dispuesto para la ubicación y movilización de los elementos de sujeción que fijan los grupos funcionales y cajas de conexión al panel de montaje.

Esta constituido por una tuerca obtenida a partir de una platina de aluminio, con perfil en t de 1" de ancho por 1/4" de espesor que tiene un agujero roscado en la parte central (ver figura 12a), y un tornillo de rosca fina 5/32" (ver figura 12b) con cabeza plástica grafilada para mejorar la fuerza de apriete del mismo.

Figura 12. Mecanismo de sujeción.



a) Tuerca.



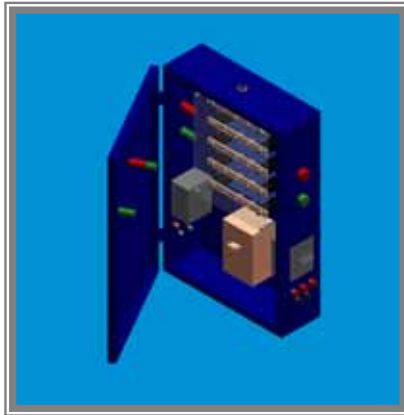
b) Tornillo.

### 4.2.3. Unidades de energía.

Los bancos de trabajo no deben ser elementos aislados dentro del laboratorio de Mecatrónica, por lo que se requeriría acoplarlos con la red de distribución eléctrica.

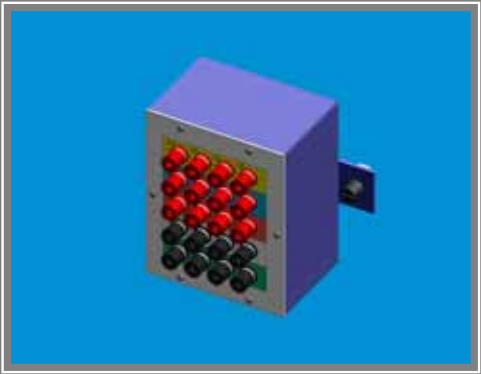
Como medio de acople a la red de distribución eléctrica se diseñó una caja denominada unidad de distribución de potencia (ver figura 13), dentro de la que se dispone un interruptor principal y el barraje de potencia, ubicada a un costado de la estructura de montaje. Esta caja se diseñó para ser realizada en lámina cold rolled calibre 18 dobladas, para aislar el suministro de energía, buscando con esto proporcionar seguridad a los practicantes.

Figura 13. Unidad de distribución de potencia.



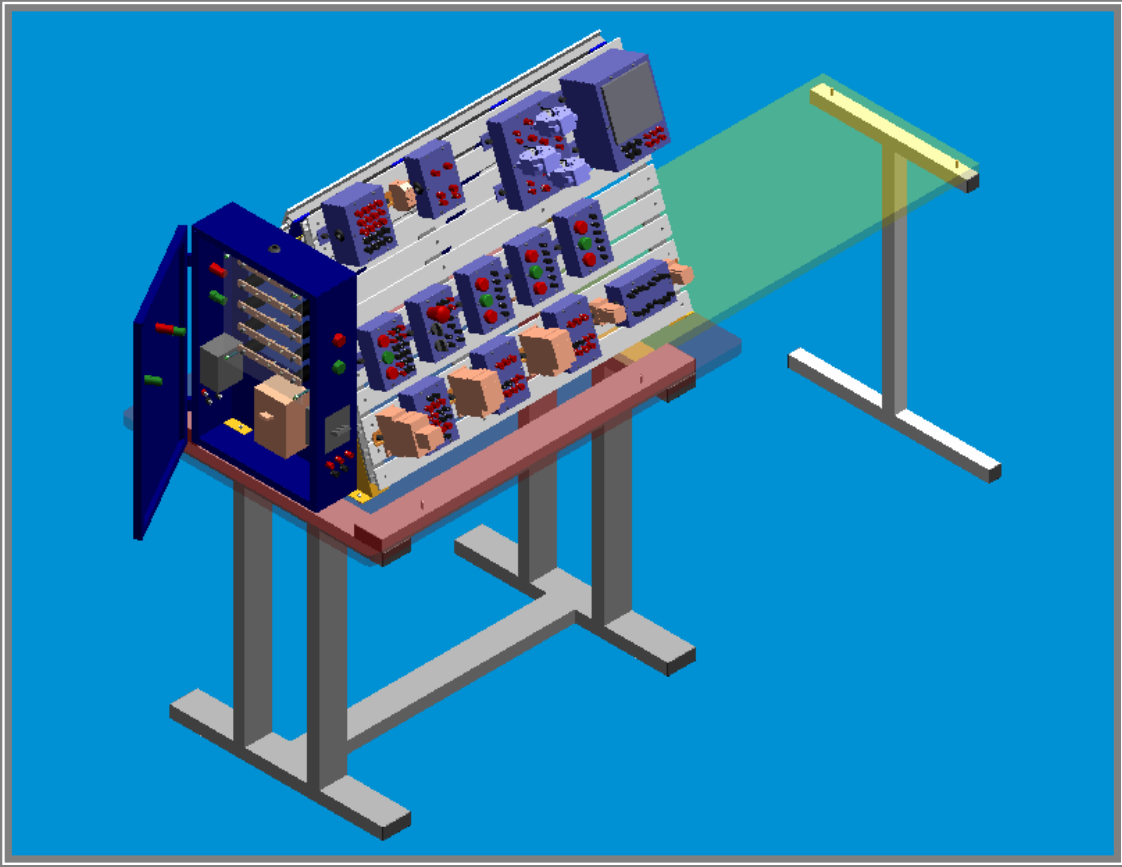
Para abastecer de energía el panel se diseñó una unidad de suministro (ver figura 14), que se conecta a la unidad de distribución de potencia, habilitando el banco de trabajo para efectuar las prácticas.

Figura 14. Unidad de suministro de energía.



Un ejemplo modelado de la distribución de los equipos sobre el panel de montaje, se puede observar en la figura 15.

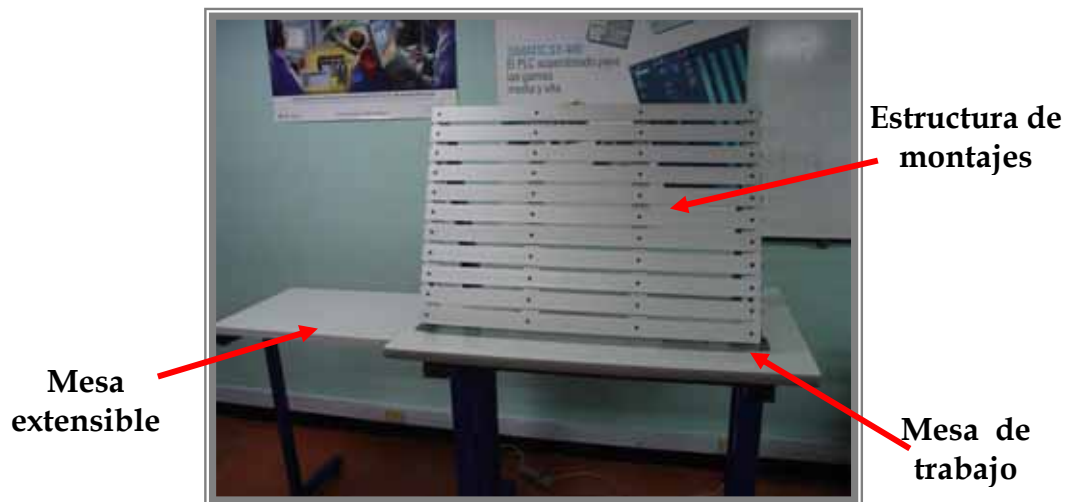
Figura 15. Disposición de los equipos en el banco.



## 5. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

La construcción del prototipo fue realizada en conjunto por los tres grupos asignados a los proyectos en el campo de la automatización industrial. Con este prototipo se busca mostrar las bondades del diseño realizado. En la figura 16 se muestra el banco de trabajo. (Ver figura 16)

Figura 16. Banco construido



En la figura 16 puede apreciarse la mesa extensible en su posición de servicio. La mesa de trabajo fue construida en madera aglomerada con acabados en formica y formaborde gris, soportada por una estructura metálica, construida con tubería de acero rectangular de 3 ½" X 1 ½", con acabados en pintura electrostática de color azul rey.

En la figura 17 puede observarse en detalle el soporte lateral que forma parte de la estructura de montajes con el panel de montaje mostrado en la figura 18.

Figura 17. Soporte lateral



Figura 18. Panel de montaje.



Las platinas que constituyen el panel de montaje fueron sometidas a un proceso de anodizado, previniendo el deterioro prematura de la superficie a la hora de montar y desmontar los dispositivos de laboratorio.

Dentro de los dispositivos adicionales construidos encontramos un grupo funcional para contactor con montaje sobre riel y una caja de conexión para pulsadores (Ver figuras 19 y 20). Estos dispositivos tienen un acabado de pintura electrostática para retardar el deterioro de las mismas.

Figura 19. Adaptaciones a dispositivos de laboratorio. a) Pilotos luminosos b) Contactor.

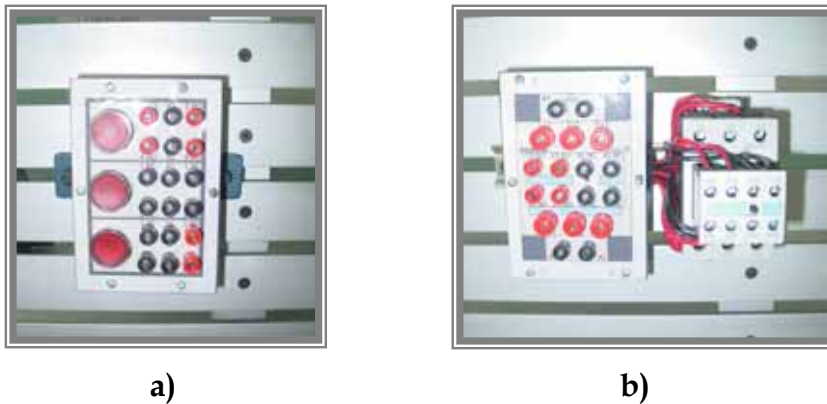


Figura 20. Montaje de dispositivos de laboratorio



La tuerca del mecanismo de sujeción (Ver figura 21) se construyó a partir de platina de aluminio de 2" X ¼" cortada en tramos de a pulgada y maquinada a un perfil en T, luego este perfil se cortó nuevamente cada centímetro para

finalmente hacer el orificio central y la rosca propia del tronillo de sujeción (Ver figura 22) adquirido en el mercado. En la figura 23 puede verse el mecanismo de sujeción en su posición de trabajo, ubicado sobre el panel.

Figura 21. Tuerca mecanismo de sujeción

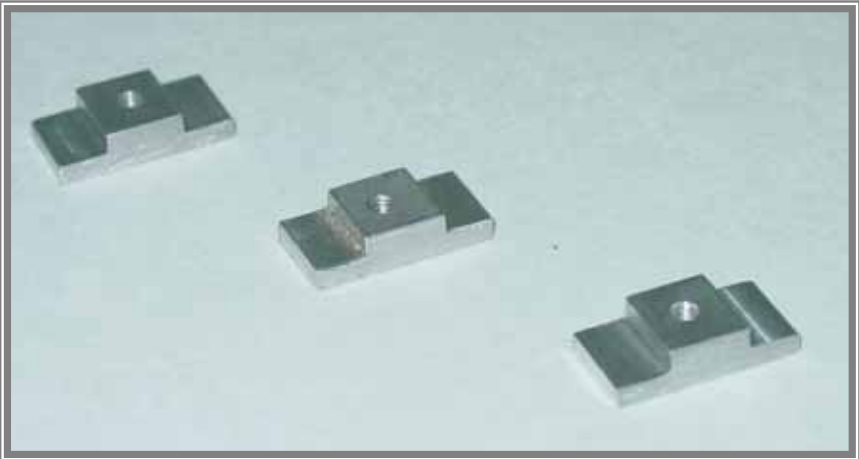


Figura 22. Tornillo mecanismo de sujeción



Figura 23. Montaje del mecanismo de sujeción



Finalmente el conjunto de equipos construidos puede verse en las figuras 24 y 25 dispuestos en la posición que ocuparían a la hora de realizar una práctica de laboratorio.

Figura 24. Vista frontal del banco de trabajo con dispositivos de laboratorio



Figura 25. Vista en perspectiva del banco con dispositivos de laboratorio



## **6. DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DOCUMENTAL**

Finalmente, se realizó la implementación de la logística documental que permite el empleo óptimo de la logística física diseñada, así como el desarrollo de las prácticas.

La logística documental, se diseñó como una herramienta, que suministra al banco de trabajo y a las prácticas proyectadas, el soporte necesario para asegurar su buen funcionamiento dentro del laboratorio de Mecatrónica, por lo tanto se dirigió hacia los tres grupos de personas (estudiantes, docente y laboratorista) que en su momento harán uso de este espacio. Esta documentación esta conformada por: un manual de prácticas de uso general, una presentación en PowerPoint y un manual de fundamentos teóricos como medios de apoyo para el docente.

### **6.1. MANUAL DE PRÁCTICAS**

Los manuales del laboratorio, se desarrollaron bajo un esquema que permite al laboratorista verificar el trabajo que el estudiante debe realizar, antes, durante y después de cada práctica proyectada. Dicha estructura se desarrolla más específicamente a continuación:

#### **6.1.1. Título**

Obedece al nombre que recibe la prueba enmarcando dentro de sí mismo lo que se va a desarrollar en la práctica. (Ver figura 26)

### **6.1.2. Objetivos**

Delimitan el alcance de cada práctica. (Ver figura 26)

### **6.1.3. Fundamentación previa al laboratorio**

Especifica los requisitos previos que el estudiante debe cumplir antes de presentarse a la realización de la práctica. (Ver figura 26)

### **6.1.4. Ejemplo de aplicación**

En este ítem se expone una o más aplicaciones del elemento principal en la práctica que se va a desarrollar. (Ver figura 26)

### **6.1.5. Descripción del elemento principal**

Es una breve descripción del dispositivo que desea destacarse durante el desarrollo de la práctica. (Ver figura 26)

Figura 26. Modelo de práctica ítems de trabajo prelaboratorio

The diagram illustrates the structure of a pre-laboratory practice item. On the left, four labels with red arrows point to corresponding sections in a document on the right:

- Título** points to the main title: **FUNCIONAMIENTO DE UN GUARDAMOTOR COMO DISPOSITIVO DE PROTECCION DE UN MOTOR TRIFASICO DE CORRIENTE ALTERNA**.
- Objetivos** points to section **12.1 OBJETIVOS**, which lists two bullet points:
  - Conocer el funcionamiento de un guardamotor como dispositivo de protección en un circuito eléctrico de control de motores eléctricos de corriente alterna.
  - Adquirir habilidad en la integración de guardamotors dentro de circuitos eléctricos de control.
- Fundamentación previa al laboratorio** points to section **12.2 FUNDAMENTACIÓN PREVIA AL LABORATORIO**, which lists four bullet points:
  - Revisar en el manual de fundamentos teóricos el ítem 4.3 del capítulo 4 correspondiente a dispositivos de protección.
  - Identificar las características funcionales y de operación de los elementos que va a utilizar en el desarrollo de la práctica.
  - Identificar posibles aplicaciones del guardamotor.
  - Anotar inquietudes o aspectos de su interés para resolver con el laboratorista.
- Ejemplo de Aplicación** points to section **12.3 EJEMPLO DE APLICACIÓN**, which contains a paragraph explaining that circuits with fuses have high breaking capacity, while thermal relays protect against overloads. It notes that simultaneous disconnection of all phases is required during a short circuit, necessitating a three-phase protection device.
- Descripción del elemento principal** points to section **12.4 DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO PRINCIPAL**, which describes magnetic circuit breakers protecting against short circuits within their breaking capacity limits using magnetic trip units (magnetic or thermal-magnetic). It specifies that the magnetic trip threshold is typically 3 to 15 times the rated current (I<sub>n</sub>), and that all poles can be tripped simultaneously by a single magnetic trip unit.

At the bottom of the document, it is identified as **7C INGENIERÍA MECÁNICA** from the **Grupo de Investigación en Mecánica**.

### 6.1.6. Lista de componentes

En este ítem se referencia todos los dispositivos que el estudiante necesita para llevar a cabo el desarrollo de la práctica. (Ver figura 27)

Figura 27. Listado de componentes

Lista de componentes

Funcionamiento de un guardamotor como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna

---

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

**Poder de corte:** Es el valor máximo estimado de corriente de cortocircuito que puede interrumpir un disyuntor con una tensión y en unas condiciones determinadas. Se expresa en kiloamperios eficaces simétricos.

**Poder de cierre:** Es el valor máximo de corriente que puede establecer un disyuntor con su tensión nominal en condiciones determinadas. En corriente alterna, se expresa con el valor de cresta de la corriente. El poder de cierre es igual a  $k$  veces el poder de corte.

**Autoprotección:** Es la aptitud que posee un aparato para limitar la corriente de cortocircuito con un valor inferior a su propio poder de corte, gracias a su impedancia interna.

**Poder de limitación:** Un disyuntor es además limitador cuando el valor de la corriente que realmente se interrumpe en caso de fallo es muy inferior al de la corriente de cortocircuito estimado. La limitación de la corriente de cortocircuito depende de la velocidad de apertura del aparato y de su capacidad para generar una tensión de arco superior a la tensión de la red. Permite atenuar los efectos térmicos y electrodinámicos, proporcionando así una mejor protección a los cables y al aparellaje.

12.5 LISTA DE COMPONENTES

Item	Cantidad	Nomenclatura	Descripción
1	1		Puente de alimentación
2	1	FU1	Fusible
3	1	SB0	Pulsador de parada de emergencia
4	1	SB1	Pulsador NO (Disparo)
5	1	Q1	Guardamotor
6	2	HL1-HL2	Piloto luminoso
7	1	M1	Motor
8	1		SILMEAS P
9	3		Transformadores de Intensidad

---

Prácticas en Motores de Corriente Alterna y Elementos de Heavutación 77

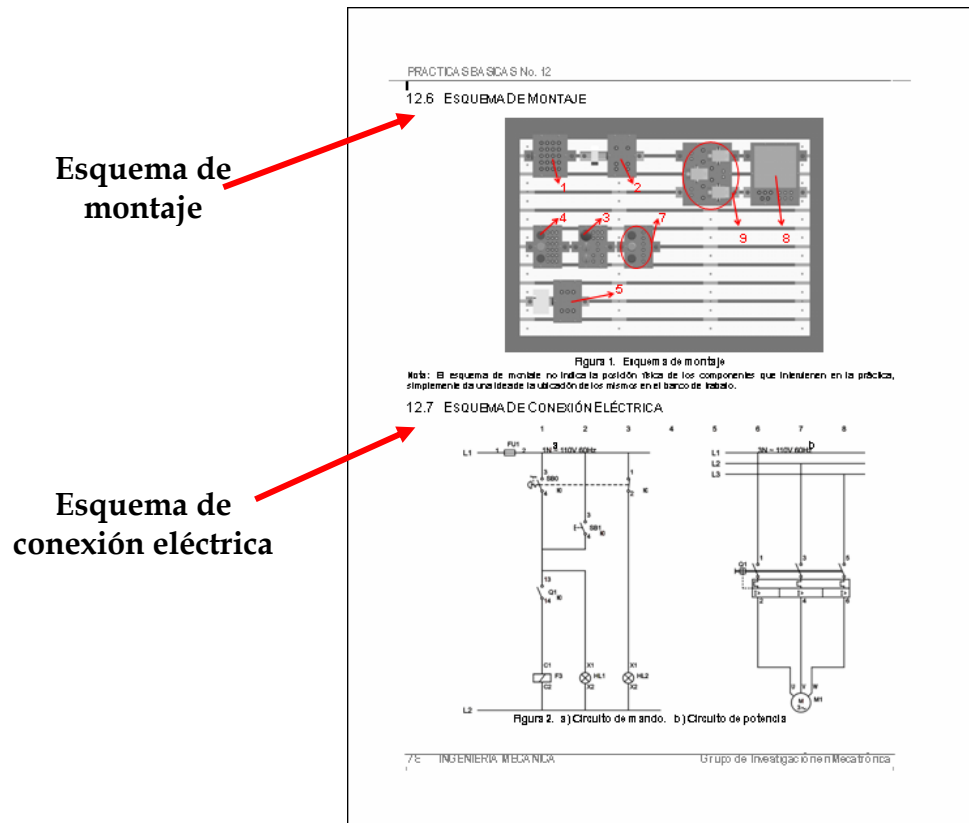
### 6.1.7. Esquema de montaje

En este ítem se realiza un esquema que muestra la posición en la que se ubican los dispositivos a emplear sobre el panel de montaje. (Ver figura 28)

### 6.1.8. Esquema de conexión eléctrica

Contiene los circuitos de mando y control que se requieran para la práctica, diagramados bajo la norma del código eléctrico. (Ver figura 28)

Figura 28. Esquemas de práctica



### 6.1.9. Procedimiento de Seguridad

Contiene las instrucciones preventivas para un manejo seguro de las conexiones eléctricas antes, durante y después de terminar la práctica. (Ver figura 29)

### 6.1.10. Procedimiento de Montaje

Contiene las instrucciones para el desarrollo óptimo de la práctica, listadas en orden secuencial. (Ver figura 29)

Figura 29. Procedimientos de seguridad y montaje

**Procedimiento de seguridad**

**Procedimiento de montaje**

Funcionamiento de un guardamotor como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna

12.8 PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD

Antes de iniciar el desarrollo de la práctica el estudiante deberá revisar el procedimiento de seguridad descrito en la presentación del manual.

12.9 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

Una vez dispuestos todos los instrumentos listados para la práctica en el panel de montajes se procede a:

- Ubique la línea de potencia L1 en la unidad de suministro energía y conecte el fusible FU1 al borne de conexión 1.
- Del fusible continúe el cableado hacia el pulsador de parada de emergencia y al pulsador ND según el esquema de conexión eléctrica  
FU1 borne 2 al borne 3 de SBO línea 1  
FU1 borne 2 al borne 1 de SBO línea 3  
FU1 borne 2 al borne 3 de SB1 línea 2
- A la salida del pulsador de parada de emergencia conecte un contacto auxiliar del guardamotor Q1  
SBO línea 1 borne 4 y SB1 borne 4 al borne 13 de Q1.
- Conecte el disparador de apertura F3 del guardamotor Q1  
Q1 línea 1 borne 14 al borne C1 de F3
- Conecte los pilotos luminosos  
SBO línea 1 borne 4 y SB1 borne 4 al borne X1 de HL1  
SBO línea 3 borne 2 al borne X1 de HL2
- Finalice la conexión del circuito de mando conectando los bornes X2 de los pilotos luminosos y el borne C2 de la bobina del disparador de apertura del guardamotor Q1 a la línea de potencia L2 en la unidad de suministro de energía.
- Continúe con el circuito de potencia, conectando los contactos principales del guardamotor Q1 desde las líneas de potencia ubicadas en la unidad de suministro de energía  
L1 al borne 1 de Q1  
L2 al borne 3 de Q1  
L3 al borne 5 de Q1
- Finalice la conexión del circuito de potencia conectando el motor M1  
Q1 borne 2 al borne U de M1  
Q1 borne 4 al borne V de M1  
Q1 borne 6 al borne W de M1
- Conecte el SIMEAS P al circuito como se indica en el procedimiento de conexión descrito en la sección ANALIZADOR DE REDES SIMEAS P.
- Energice el circuito, accionando el interruptor dispuesto en la unidad de distribución de potencia a un costado del panel de montaje.
- Observe y describa el comportamiento del guardamotor al accionarlo dentro del circuito eléctrico.

Prácticas en Motores de Corriente Alterna y Elementos de Heavilación 79

### 6.1.11. Tablas y gráficas

En este espacio el estudiante diligencia las tablas con los datos obtenidos de la experiencia y realiza la(s) gráfica(s) solicitada(s). (Ver figura 30)

### 6.1.12. Conclusiones

Este es un espacio en el que el estudiante concluye acerca de lo observado en el comportamiento de las gráficas. (Ver figura 30)

### 6.1.13. Evaluación

Aquí se proponen algunas preguntas que el laboratorista podrá realizar a los estudiantes durante el desarrollo de la práctica. (Ver figura 30)

Figura 30. Ítems correspondientes al trabajo postlaboratorio

The image shows a laboratory report form titled 'PRACTICA SBA SCSA S No. 12'. It contains instructions, a table, and sections for conclusions and evaluation. Red arrows point from the labels 'Tablas', 'Conclusiones', and 'Evaluación' to their respective sections in the form.

**12.10 TABLAS**

Tiempo Ajustado (Seg)									
Corriente I (Amperios)									
Frecuencia (Hz)									
Factor de Potencia (cosφ)									
Potencia Activa (kwatt)									
Potencia Reactiva (kwatt)									
Potencia Aparente (KVA)									
Consumo en (kwatt/hora)									

**12.11 CONCLUSIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**12.12 EVALUACIÓN**

1. Describa como es el funcionamiento del guardamotor en el circuito montado durante la práctica
2. ¿Qué función cumple el pulsador SB1 dentro del circuito eléctrico?
3. ¿Qué función cumple el contacto auxiliar 13-14 del guardamotor Q1?

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - MECÁNICA Grupo de Investigación en Mecatrónica

Dentro de las prácticas diseñadas, se encuentran algunas de observación, para las que no aplican los ítems de conclusiones, tablas y gráficas, razón por lo que no se incluyen en todas las prácticas.

En la tabla 5 se hace un resumen, de los ítems correspondientes a cada grupo de prácticas, así como el tiempo en el que debe darse cumplimiento a cada uno de los aspectos señalados.

Tabla 5. Contenido del manual de prácticas.

CONTENIDO DEL MANUAL		
ITEM	PRÁCTICAS BÁSICAS	PRÁCTICAS DE APLICACIÓN
Título	X	X
Objetivos	X	X
Fundamentos previos al laboratorio	X	X
Ejemplo de aplicación	X	
Descripción del elemento principal	X	
Lista de componentes	X	X
Esquema de montaje	X	X
Esquema de conexión eléctrica	X	X
Procedimiento de seguridad	X	X
Procedimiento de montaje	X	X
Tablas y gráficas	X*	X*
Conclusiones	X*	X*
Evaluación	X	X

Trabajo prelaboratorio	
Trabajo durante el laboratorio	
Trabajo postlaboratorio	

\*Indica que estos ítems no aplican para todas las prácticas del grupo en cuestión.

La lista de componentes facilita al laboratorista tener dispuestos en cada estación de trabajo los dispositivos para cada práctica, antes de la llegada de los estudiantes al laboratorio. De igual manera el esquema de montaje de el(los) circuito(s) planteados en cada práctica, le permite hacer un sondeo visual para verificar la correcta conexión de los equipos.

## **6.2. MANUAL DE FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

El manual de fundamento teórico, se desarrolló como material de apoyo al docente y de consulta para el estudiante, en su contenido se desarrolla la teoría necesaria para un aprovechamiento óptimo del laboratorio. Se encuentra dividido en 7 capítulos de los cuales se hace una breve introducción a continuación.

### **6.2.1. Motores eléctricos**

Los motores eléctricos se identifican como una de las aplicaciones más útiles del electromagnetismo, los cuales transforman la potencia eléctrica absorbida, en energía mecánica

### **6.2.2. Dispositivos para instalaciones industriales**

En las instalaciones industriales los motores eléctricos además de reunir los elementos necesarios para controlarlos y protegerlos se hace necesario el uso de dispositivos que protejan toda la instalación, de la elección de éstos depende el rendimiento de toda la misma.

Para contar con la protección de toda la instalación se deben garantizar las siguientes funciones:

- Seccionamiento
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas
- Conmutación
- Control y auxiliares de mando

### **6.2.3. Dispositivos de seccionamiento**

El seccionamiento consiste en aislar eléctricamente una instalación de su red de alimentación, según los criterios de seguridad que establecen las normas.

La función de seccionamiento se realiza con seccionadores, interruptores seccionadores, disyuntores y contactores disyuntores, siempre que el fabricante certifique que son aptos para dicha función y se puede completar con una medida de protección adicional.

### **6.2.4. Dispositivos de protección**

La finalidad principal de estos dispositivos es la de proteger a la carga y en general al mismo circuito de los efectos producidos por el paso de intensidades de corriente muy elevadas.

Algunas irregularidades que se pueden presentar en una maquina o motor, en donde los elementos de protección entran a funcionar desconectando el circuito de mando y a su vez el de potencia son:

- Sobrecarga de una maquina accionada por un motor
- Disminución de la tensión de la red
- Alta inercia de las partes móviles
- Arranque intermitente en cortos periodos de tiempo
- Falta de una fase (funcionamiento del motor en dos fases)
- Calentamiento de la maquina por una temperatura del ambiente elevada

### **6.2.5. Dispositivos de conmutación**

La función conmutación todo o nada establece e interrumpe la alimentación de los receptores. Esta suele ser la función de los contactores electromagnéticos.

En la mayoría de los casos, el control a distancia resulta imprescindible para facilitar la utilización así como la tarea del operario, que suele estar alejado de los mandos de control de potencia. Como norma general, dicho control ofrece información sobre la acción desarrollada que se puede visualizar a través de los pilotos luminosos o de un segundo dispositivo.

Estos circuitos eléctricos complementarios llamados "circuitos de mando y señalización" se realizan mediante contactos auxiliares que se incorporan a los contactores, contactores auxiliares, relés de automatismo, o ya están incluidos en los bloques aditivos que se montan en los contactores y los contactores auxiliares.

La conmutación también puede realizarse con relés y contactores estáticos. Del mismo modo, puede integrarse en aparatos de funciones múltiples, como los disyuntores motores o los contactores disyuntores.

### **6.2.6. Dispositivos de control y auxiliares de mando**

En el estudio de los controles y automatismos, como una herramienta útil y necesaria en las instalaciones industriales, se puede distinguir el uso de dispositivos para tales propósitos, llamados aparatos de control y auxiliares de mando.

Los hay de dos tipos manuales y automáticos.

Manuales: Son accionados directamente por el operario, sus principales características y funciones se listan a continuación:

- Mantener seguro al operario así como la maquina operada
- Deben ser sencillos, seguros y robustos
- Posibilitar la ejecución del mando de manera centralizada y remota
- Detener la marcha del accionamiento hasta cuando no se cumpla con ciertas condiciones mínimas de seguridad (puertas cerradas, tapas puestas, etc.)
- Posibilitar la puesta en marcha desde varios puntos o estaciones.

Para realizar la elección de los elementos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La función que va a desempeñar
- El lugar en el que se va a utilizar
- La caracterización del circuito en el cual se va a emplear

Automáticos: a diferencia de los manuales estos no son accionados por un operario, sino por fenómenos físicos, eléctricos o electrónicos, tiempo, temperatura, presión, acción mecánica, etc.

### **6.2.7. Mediciones eléctricas**

El uso de instrumentos de medición y prueba es un aspecto muy importante dentro del proceso de diseño, construcción, mantenimiento o reparación de un sistema eléctrico industrial cualquiera. Puesto que no podemos ver la electricidad, los instrumentos actúan como una extensión de los sentidos, permitiendo la comunicación con los componentes y circuitos, para saber que esta pasando realmente con ellos.

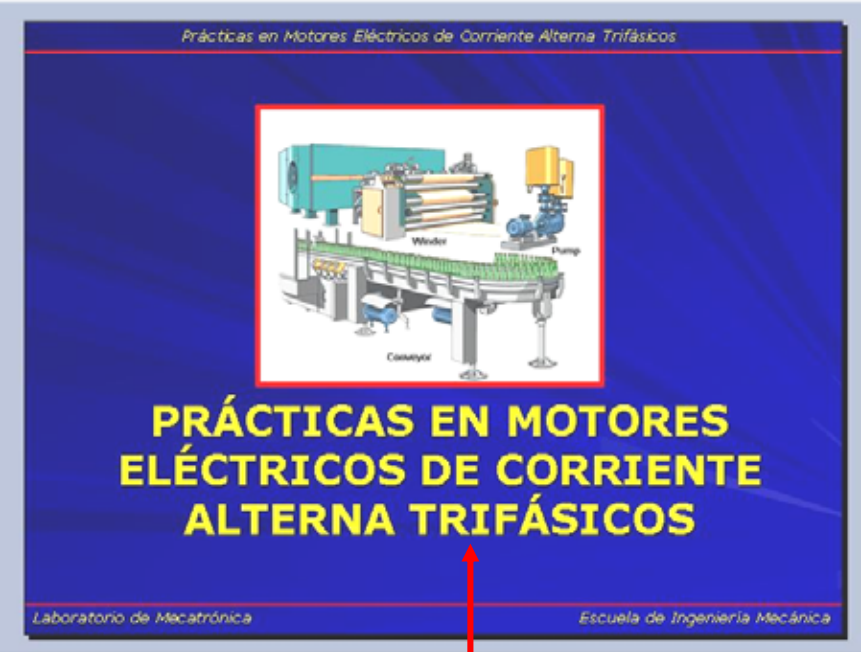
Probablemente, los instrumentos de medición más utilizados con sistemas eléctricos industriales son los amperímetros, los voltímetros y los óhmetros, utilizados para medir, respectivamente, corriente, voltaje y resistencia. Estas funciones pueden obtenerse con instrumentos separados o estar incorporadas en multímetros.

### **6.3. PRESENTACIÓN EN PowerPoint**

La presentación en PowerPoint, como material soporte para el docente, contiene información que corresponde al resumen de los conceptos a fortalecer durante las prácticas del laboratorio, indicando la relación existente entre prácticas y conceptos. De esta manera se le facilita al docente la selección de las prácticas que deban realizarse acordes al tema impartido en el aula. (Ver CD anexo)

La diapositiva inicial de la presentación contiene el título del manual, el cual es un hipervínculo (Ver figura 31) que dirige a la diapositiva siguiente en la que se encuentran los grupos de clasificación de las prácticas (Ver figura 32).

Figura 31. Diapositiva inicial



Título como hipervínculo

Figura 32. Diapositiva de clasificación



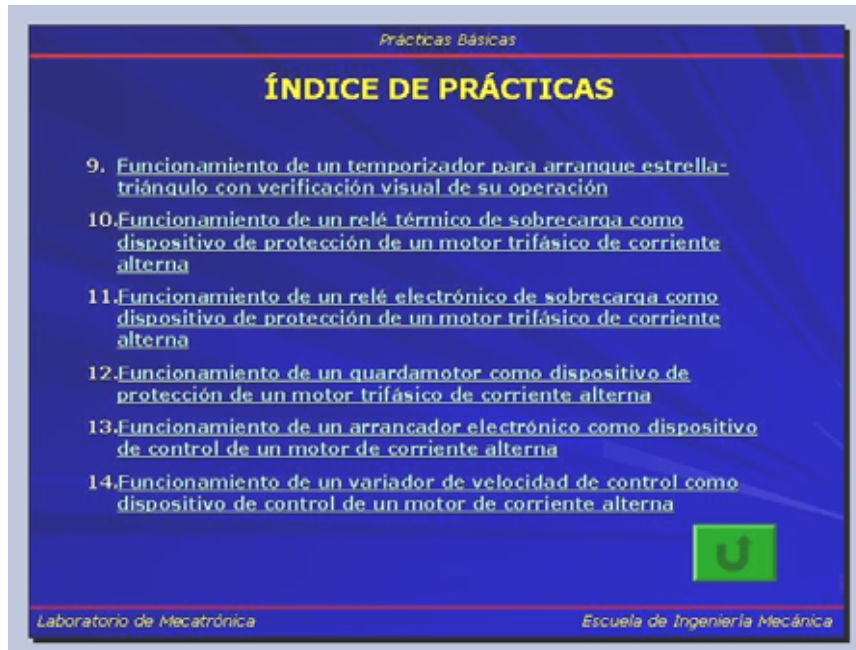
**Clasificación**

Los nombres que identifican cada grupo de prácticas se disponen como hipervínculos que llevan hacia la diapositiva portada de cada grupo (Ver figura 33). En esta diapositiva se encuentra el nombre del grupo de prácticas dispuesto como un hipervínculo que muestra el listado de prácticas que pertenecen a dicha clasificación, cada una de ellas también como hipervínculos muestran de manera inmediata la práctica específica que desea verse (Ver figura 34).

Figura 33. Diapositiva portada del grupo de prácticas básicas



Figura 34. Índice de prácticas



En la presentación, cada práctica contiene: objetivos, conceptos a fortalecer (Ver figura 35) y esquemas eléctricos de la misma (Ver figura 36).

Figura 35. Contenido de práctica

*Práctica Básica* No. 1

## PRÁCTICA 1

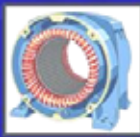
### FUNCIONAMIENTO DEL PILOTO LUMINOSO COMO DISPOSITIVO DE SEÑALIZACIÓN

**Objetivos**

- Conocer el funcionamiento del piloto luminoso, como dispositivos de señalización dentro de un circuito de control.
- Adquirir habilidad para integrar pilotos luminosos dentro de un circuito de control.

**Conceptos a fortalecer**

- Principios de funcionamiento



*Laboratorio de Mecatrónica* *Escuela de Ingeniería Mecánica*

**Título** →

↑ **Objetivos**

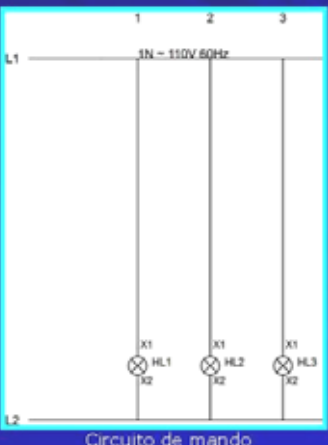
→ **Conceptos a fortalecer**

**Objetivos**                      **Conceptos a fortalecer**


Figura 36. Esquema eléctrico

*Práctica Básica* No. 1

### Esquema Eléctrico



Circuito de mando



*Laboratorio de Mecatrónica* *Escuela de Ingeniería Mecánica*

**Botón de acción**

Los botones de acción en forma de flechas y casas, son hipervínculos dispuestos para permitir el regreso inmediato ya sea al listado de práctica, diapositiva portada, diapositiva de clasificación o inicio de la presentación.

## **7. GENERACIÓN DEL DOCUMENTO PARA PLANEACIÓN**

El documento para inscribir el proyecto de *REESTRUCTURACIÓN DEL LABORATORIO DE MECATRÓNICA* de Ingeniería Mecánica, desarrollado a través de este Proyecto de Grado, contempla los ítems nombrados y brevemente descritos a continuación. Para mayor información acerca del mismo, consultar el documento en el banco de proyectos de Planeación.

### **7.1. DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD**

El entorno laboral en el cual se desempeña el egresado en el Programa de Ingeniería Mecánica influye directamente en la necesidad de equipar la Escuela con un laboratorio en Mecatrónica que permita al estudiante fortalecer los conceptos en el área que le faciliten desempeñarse con habilidad en el campo de la automatización industrial.

### **7.2. OBJETIVOS DEL PROYECTOS**

Los alcances del proyecto realizado se delimitan en este ítem. El trabajo realizado por los integrantes de los tres trabajos de grado asignados a este proyecto, llega hasta el diseño y presupuesto de la reestructuración.

### 7.3. ZONA AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO DEL PROYECTO

En el proyecto se realiza un estudio de la población actualmente afectada por la ausencia de un laboratorio en mecatrónica estructurado como tal, de igual manera se muestra el alcance del proyecto al cubrir no solo la demanda actual sino ampliarla.

### 7.4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad la Escuela de Ingeniería Mecánica no cuenta con un laboratorio en Mecatrónica estructurado como tal, pero posee una serie de dispositivos tecnológicos útiles y necesarios a la hora de implementarlo, con los que hasta el momento se ha trabajado de manera aislada. (Ver figura 37)

Figura 37. Laboratorio de Mecatrónica en perspectiva. Estado actual.



## **7.5. DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD**

La situación actual del Laboratorio de Mecatrónica comprende necesidades vitales que ameritan de forma apremiante la dotación de equipos de laboratorio que permitan modernizar, actualizar y ampliar los recursos existentes para mejorar y satisfacer la creciente demanda presente y futura. Se requiere adecuar el espacio disponible con el que se cuenta de acuerdo con las especificaciones señaladas en el proyecto presentado a planeación.

## **7.6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA**

La construcción como está planteada se realizaría en las aulas 151, 108 y 107 del edificio de Laboratorios Pesados primer piso. La adecuación del área destinada para el Laboratorio de Mecatrónica. Esta alternativa busca realizar el proyecto en el menor tiempo posible dada la necesidad de contar con un Laboratorio de Mecatrónica dotado de los equipos necesarios para ofrecer prácticas de Laboratorio en los tres grupos tecnológicos que integran un sistema de control automático (sensores, actuadores y controladores) de alta calidad y así superar las falencias actuales. Los detalles se encuentran en los planos que se anexan al proyecto. (Ver figura 38)

Figura 38. Laboratorio de Mecatrónica en perspectiva. Proyectado



#### **7.7. DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS**

Esta es una proyección a futuro de las bondades que se obtendrían de llevar a cabo el proyecto planteado, algunas de ellas son: aumento de la capacidad de cobertura, fortalezas en la acreditación de programa de Ingeniería Mecánica, mejora en la calidad del servicio, extensión del servicio de laboratorios a otras instituciones.

#### **7.8. PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

La presentación de la propuesta incluye un presupuesto detallado de los trabajos a realizar en adecuaciones, las cuales contemplan obras civiles, Instalación de red eléctrica, neumática y puntos de red; la adquisición de

muebles y enseres, equipo de oficina, equipos audiovisuales, equipo de laboratorio, elementos de laboratorio, Maquinaria (Sistema de Aire acondicionado y compresor) y licencias de software.

Las especificaciones para la reestructuración presupuestada surgen a partir de los requerimientos proporcionados por el banco de laboratorio diseñado.

### **7.9. CAPACIDAD DE LA INSTALACIÓN**

De acuerdo con la demanda en horas de disponibilidad del lugar y número de estudiantes por semestre que deben ser atendidos, se proyecta el número de horas semanales de funcionamiento del laboratorio así como el tiempo destinado para mantenimiento del mismo.

### **7.10. EFECTO AMBIENTAL**

Aquí se tienen en cuenta todos los equipos y dispositivos de laboratorio presupuestados en la reestructuración, desde el punto de vista de impacto ambiental, que efecto nocivo puede conllevar para el personal que los opere, en este caso estudiantes, laboratorista y profesor.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se ha dado cumplimiento satisfactorio a cada uno de los objetivos propuestos en el plan de proyecto, señalados en el primer capítulo de este libro. Adjunto a estas memorias se entregan dos manuales de laboratorio, el primero correspondiente a las prácticas propiamente dichas, el segundo de fundamentos teóricos en motores eléctricos de corriente alterna asíncronos y dispositivos de preactuación; una presentación en PowerPoint como guía para el docente y un prototipo del banco de pruebas con una muestra de los dispositivos adicionales diseñados.
  
- ✓ Las prácticas de laboratorio fueron estructuradas a partir de una metodología implementada que parte de las necesidades encontradas en el medio industrial respecto del tema objeto de este proyecto de grado, para llegar hasta al punto de realizar un laboratorio enfocado en el fortalecimiento de los conceptos que permiten al egresado en Ingeniería Mecánica desempeñarse con habilidad en las áreas específicas identificadas como requerimientos de la industria actual.
  
- ✓ Realizar el diseño de un laboratorio como el propuesto en este Proyecto de grado, a través de esta modalidad dispuestas para obtener el título profesional, avalado por la Universidad Industrial de Santander, ofrece un escenario con innumerables ventajas, frente al escenario dispuesto en el mercado, el cual ofrece material didáctico diseñado para apoyar las diferentes áreas de estudio profesional. Los

factores identificados como ventajas desde este escenario son: tiempo, posibilidad de proporcionar soporte técnico y economía del proyecto.

— Tiempo. El escenario de Proyecto de Grado, ofrece una mayor disponibilidad de tiempo, que permite llevar a cabo un proceso consciente de identificación del problema, realizando una definición clara de los requerimientos, que van a determinar las especificaciones de la solución.

— Soporte técnico. El soporte técnico es sustentado en la idoneidad de los estudiantes asignados al proyecto, adicionalmente, se cuenta con espacios disponibles para la consulta de material bibliográfico y la asesoría de los profesores, proporcionando a la solución mayor solidez, confiabilidad y funcionalidad.

— Economía. El costo de adquisición de material didáctico en el mercado es bastante elevado, debido a que los diseños de laboratorios ofrecidos son producción intelectual de los fabricantes, costo que no se incluye dentro de un proyecto de grado pues este es asumido por los estudiantes asignados al proyecto.

✓ Desarrollar un laboratorio de este tipo a través de la modalidad de Proyecto de Grado elimina los puntos desfavorables a la hora de adquirir material didáctico en el mercado, el cual generalmente no se adapta perfectamente a las necesidades específicas que surgen al aplicar una metodología como la implementada en este proyecto.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Este proyecto de grado es el resultado de una metodología implementada que genera requerimientos específicos para dar soluciones concretas y acordes a las necesidades del medio industrial como campo de acción del egresado en Ingeniería Mecánica, en el área de los motores eléctricos de corriente alterna asíncronos, teniendo en cuenta el proceso conciente que se realizó para obtener los resultados mostrados, se recomienda darle continuidad a los mismos, proporcionando los recursos económicos que permitan su implementación total.
  
- ✓ Se recomienda implementar la metodología empleada en este proyecto, para el desarrollo de futuros laboratorios en las diferentes áreas de estudio ofrecidas en el programa de Ingeniería Mecánica, ya que proporciona soluciones puntuales, que se ajustan a las necesidades de la industria, medio en el cual se verá involucrado el egresado poniendo a prueba sus habilidades profesionales.
  
- ✓ Se recomienda continuar asignando los proyectos de laboratorios, a estudiantes de último nivel que los desarrollen dentro de la Modalidad de Proyecto de Grado para obtener el título profesional, teniendo en cuenta las ventajas de tiempo, soporte técnico y economía ampliadas anteriormente.

## BIBLIOGRAFÍA

**CHAPMAN, Stephen.** Máquinas Eléctricas. Editado por McGraw Hill.

**CARRILLO, Gilberto.** Protecciones Eléctricas. Universidad Industrial de Santander. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Julio de 1985.

**FLOWER, Luis.** Instalaciones Industriales, Controles y Automatismos. Editado por Telemecanique de Colombia S.A. Unión Impresores Ltda. 1985.

**GELVES, Julio Augusto.** Accionamientos Eléctricos, Control Electromecánico. Universidad Industrial de Santander. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Febrero de 1994.

**GELVES, Julio Augusto.** Manual de Laboratorio de Accionamientos Eléctricos. Universidad Industrial de Santander. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Febrero de 1994.

**LLADONOSA, Vicent.** Circuitos Básicos de Contactores y Temporizadores. Marcombo S.A. 1993.

**ACOSTA, Raúl.** Guía Metodología para el Diseño y Desarrollo del Trabajo de Grado. Tecnológica de Bolívar institución Universitaria. Dirección de Investigaciones. Julio de 2001.

**CACEL.** Disponible en:

[http://www.cnice.mecd.es/recursos/fp/cacel/CACE1/menu\\_1.htm](http://www.cnice.mecd.es/recursos/fp/cacel/CACE1/menu_1.htm)

**REEA,** Revista de Electricidad, Electrónica y Automática. Disponible en:

<http://olmo.pntic.mec.es/%7Ejmarti50/portada/index.htm>

**REEA,** Descargas de software de diseño eléctrico. Disponible en:

<http://olmo.pntic.mec.es/%7Ejmarti50/descarga/d-electric.html>

**REEA,** Esquemas de diseño eléctrico. Disponible en:

<http://olmo.pntic.mec.es/~jmarti50/esquemas/>

**SIEMENS,** Lista de precios. Edición Febrero 2004 Colombia. Disponible en:

<http://www.siemensandina.com/indus5.htm>

**SIEMENS,** Catalogo en línea. Disponible en:

<http://mall.ad.siemens.com/WW/guest/index.asp?lang=es&aktprim=-1&nodeid=1000000&serchtext=>

**SIEMENS,** Cursos Step siemens. Disponible en:

<http://sea.siemens.com/step/index.html>

## ANEXO A. BREVE DESCRIPCIÓN DE PRÁCTICAS

➤ **Funcionamiento del piloto luminoso como dispositivo de señalización.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del piloto luminoso y su operación dentro de un circuito eléctrico.

➤ **Funcionamiento del pulsador e interruptor verificando su operación por medio de pilotos luminosos.** En esta práctica el estudiante identificará el funcionamiento disímil de estos dos elementos de maniobra que operan bajo el mismo principio.

➤ **Funcionamiento del selector verificando su operación por medio de pilotos luminosos.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento de un selector de tres posiciones y verificará su operación.

➤ **Funcionamiento del pulsador de parada de emergencia como dispositivo de protección de un circuito eléctrico.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del pulsador de parada de emergencia y verificará su operación dentro de un circuito eléctrico.

➤ **Funcionamiento del fusible como dispositivo de protección de un circuito eléctrico.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del fusible y verificará su operación como dispositivo de protección por cortocircuito dentro de un circuito eléctrico.

☛ **Funcionamiento del contactor con verificación visual de su operación.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del contactor y verificar su operación dentro de un circuito eléctrico.

☛ **Funcionamiento de los contactos auxiliares del contactor con verificación visual de su operación.** En esta el estudiante verificará el funcionamiento de los contactos auxiliares al ser operado el contacto principal en un circuito eléctrico.

☛ **Funcionamiento del relé con verificación visual de su operación.** En esta el estudiante verificará el funcionamiento del relé y verificará su operación en un circuito eléctrico.

☛ **Funcionamiento de un temporizador para arranque estrella-triángulo con verificación visual de su operación.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del temporizador y verificar su operación dentro de un circuito eléctrico.

☛ **Funcionamiento de un relé térmico de sobrecarga como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del relé térmico de sobrecarga y verificará su operación como dispositivo de protección por sobrecarga y voltajes de fuente desbalanceados (caída de una fase), dentro de un circuito eléctrico.

➤ **Funcionamiento de un relé electrónico de sobrecarga como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del relé electrónico de sobrecarga y verificará su operación como dispositivo de protección por sobrecarga, voltajes de fuente desbalanceados y cortocircuito, dentro de un circuito eléctrico.

➤ **Funcionamiento de un guardamotor como dispositivo de protección de un motor trifásico de corriente alterna.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del guardamotor y verificará su operación como dispositivo de protección dentro de un circuito eléctrico.

➤ **Funcionamiento de un arrancador suave como dispositivo de control de un motor trifásico de corriente alterna.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del arrancador suave y verificará su operación como dispositivo de control dentro de un circuito eléctrico.

➤ **Funcionamiento de un variador de velocidad como dispositivo de control de un motor trifásico de corriente alterna.** En esta práctica el estudiante identificará el principio de funcionamiento del variador de velocidad y verificará su operación como dispositivo de control dentro de un circuito eléctrico.

➤ **Marcha de un motor a.c. desde múltiples puntos con parada en un único punto.** En esta práctica el estudiante deberá realizar la lógica cableada que le permita accionar el motor desde múltiples puntos y pararlo en un único punto, empleando pulsadores, interruptores y pilotos luminosos.

☛ **Marcha de un motor a.c. desde un único punto con múltiples puntos de parada.** En esta práctica el estudiante deberá realizar la lógica cableada que le permita accionar el motor desde un único punto y pararlo en desde múltiples puntos, empleando pulsadores, interruptores y pilotos luminosos.

☛ **Selección del modo de marcha de un motor empleando un selector como dispositivo de control.** En esta práctica el estudiante deberá realizar la lógica cableada que le permita seleccionar el modo de marcha de un motor empleando pulsadores, interruptores, pilotos luminosos y un selector de tres posiciones.

☛ **Inversión del sentido de giro de un motor empleando un selector de tres posiciones como dispositivo de control.** En esta práctica el estudiante deberá realizar la conexión de puesta en marcha de un motor empleando un selector de tres posiciones para escoger el sentido de giro.

☛ **Inversión del sentido de giro de un motor empleando pulsadores como dispositivos de control.** En esta práctica el estudiante deberá realizar la conexión de puesta en marcha de un motor empleando pulsadores para escoger el sentido de giro.

☛ **Conexión temporizada de un motor.** En esta práctica el estudiante deberá efectuar el conexionado de un motor tiempo después de accionado el pulsador de marcha empleando un temporizador como dispositivo de maniobra.

☛ **Desconexión temporizada de un motor.** En esta práctica el estudiante deberá efectuar la desconexión de un motor tiempo después de accionado el pulsador de marcha empleando un temporizador como dispositivo de maniobra.

☛ **Conexión de un motor en espacios de tiempo largos.** En esta práctica el estudiante empleara temporizadores en serie en busca de tiempos de conmutación grandes.

☛ **Desconexión temporizada de un motor con la conexión simultánea de otro motor.** En esta práctica el estudiante deberá emplear temporizadores para efectuar la conexión de un motor, tiempo después de haber accionado otro.

☛ **Arranque simultáneo de dos motores con dependencia mutua.** En esta práctica el estudiante realizará el montaje de dos motores, de manera tal que al desconectar uno de los dos (manualmente o por sobrecarga) inmediatamente se desconecte el otro.

☛ **Arranque y parada independiente de dos motores con elemento de protección común a los dos.** En esta práctica el estudiante realizará el montaje de dos motores, de manera tal que al desconectar uno de los dos manualmente el otro continúe su funcionamiento, pero al presentarse una sobrecarga se produzca la desconexión de ambos.

➤ **Arranque en cascada de dos motores con la posibilidad de desconexión común e independiente.** En esta práctica el estudiante realizará el montaje de dos motores que se pondrán en marcha uno después de otro, presentará desconexión común, de tal manera que al desconectar uno se desconecte el otro, e independiente al poder decidir cual motor se apague.

➤ **Conexión temporizada simultánea de dos motores.** En esta práctica el estudiante deberá efectuar la conexión simultánea de dos motores tiempo después de accionado el pulsador de marcha empleando un temporizador como dispositivo de maniobra.

➤ **Conexión y desconexión alternativa de un motor.** En esta práctica el estudiante deberá efectuar la conexión y desconexión cíclica de un motor con determinados tiempo de trabajo y de reposo.

➤ **Conexión y desconexión retardadas de un motor.** En esta práctica el estudiante deberá efectuar el conexionado de un motor tiempo después de accionado el pulsador de marcha, de igual manera accionado el pulsador de parada la desconexión se produce un tiempo después.

➤ **Montaje de un arranque directo estrella.** En esta práctica el estudiante realizará la conexión para un arranque directo estrella empleando contactores como dispositivos de control y tomará los datos de corriente obtenidos en la práctica.

☛ **Montaje de un arranque directo triángulo.** En esta práctica el estudiante realizará la conexión para un arranque directo triangulo empleando contactores como dispositivos de control y tomará los datos de corriente obtenidos en la práctica.

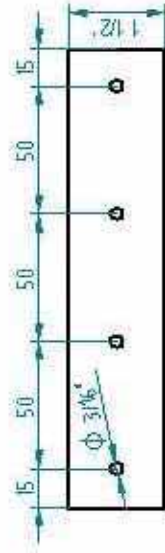
☛ **Montaje de un arranque estrella-triángulo manual.** En esta práctica el estudiante realizará la conexión para un arranque suave estrella-triangulo empleando contactores como dispositivos de control y tomará los datos de corriente obtenidos en la practica para compararlos con los obtenidos en las prácticas anteriores.

☛ **Montaje de un arranque estrella-triángulo automático.** En esta práctica el estudiante realizará la conexión para un arranque suave estrella-triangulo empleando contactores como dispositivos de control y tomará los datos de corriente obtenidos en la practica para compararlos con los obtenidos en las prácticas anteriores.

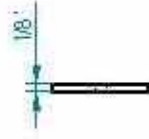
☛ **Montaje de un arranque por rampa empleando un variador de velocidad como elemento de control.** El estudiante realizará la conexión para arranque suave de un motor utilizando un variador de velocidad.

☛ **Variación del torque de un motor, empleando un embrague electromagnético como mecanismo para aplicación de carga.** En esta práctica el estudiante deberá tabular y graficar, los datos obtenidos al variar la carga aplicada a un motor que se acopla con un embrague electromagnético, por medio de un control de ajuste de torque.

➤ **Control del flujo de aire generado por un ventilador mediante la variación de la velocidad de un motor trifásico de corriente alterna empleando como elementos de medición un sensor de flujo y un encoder.** En esta práctica se busca la integración de los tres bloques tecnológicos en un lazo cerrado de control. Esta será una práctica de observación, que consiste en variar el flujo de aire generado por un ventilador acoplado a un motor de corriente alterna al que se le varía la velocidad a través de un variador de velocidad controlado por un PLC.



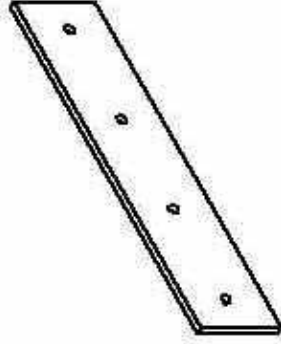
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

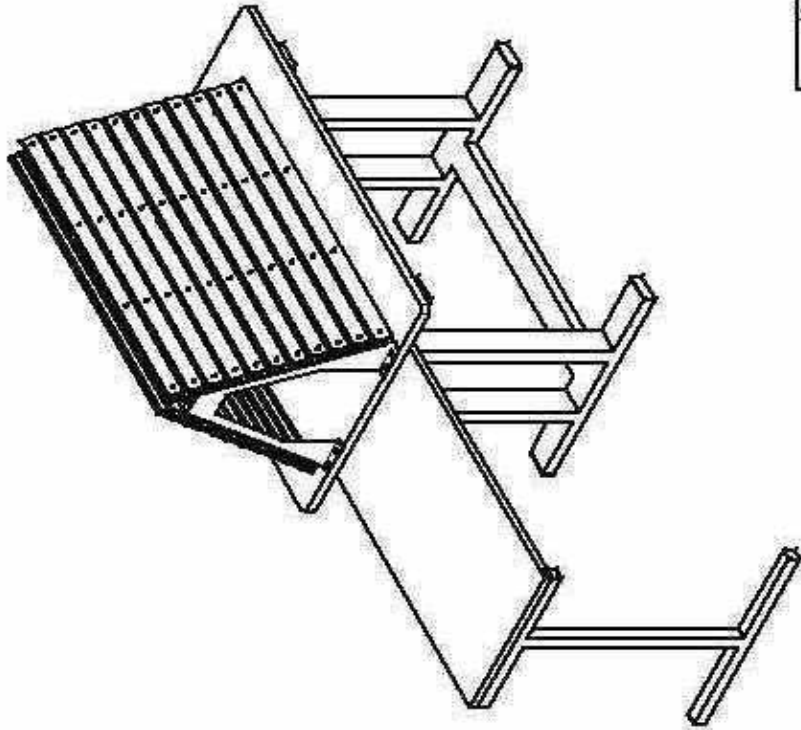


VISTA SUPERIOR



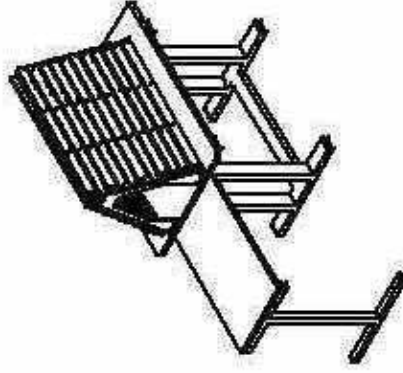
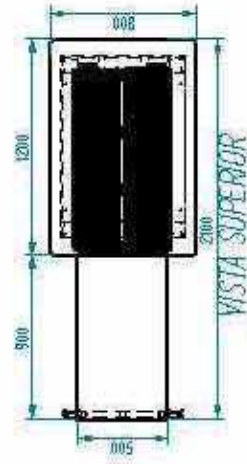
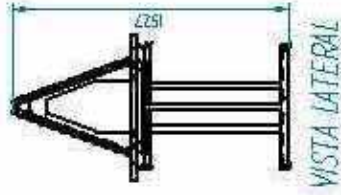
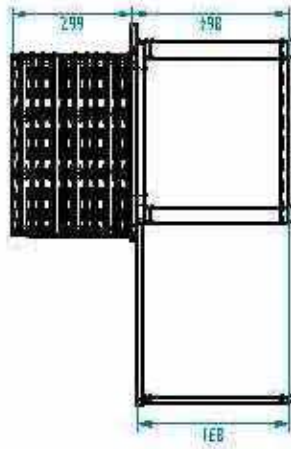
VISTA ISOMÉTRICA

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados Tolerancias ±0.5 y ±1		PLATINA DE MONTAJE
		A4
Escala 1:2		Archivo: 02-03-09.dwg Hoja 1 de 1

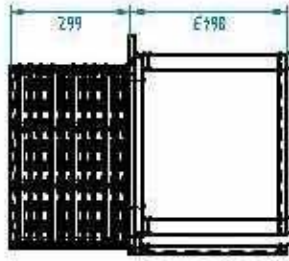


Fecha:	Fecha:	Nombre:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
2008/06	2008/06	Johana Laverde	FACULTAD DE INGENIERIAS FIQD-MECANICA
División:	Unidad:	Unidad:	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
Comprende:	2008/06	Jorge Navarro	Grado de Ingeniería Mecánica, Mención Diseño y Manufactura de Máquinas y Aparatos, curso 7
			Departamento de Ingeniería de Mecánica y Diseño
			Grupo de Investigación de Mecánica
			Escuela: 1: 0   Fecha: 04-09-2008   Hoja: 1 de 1

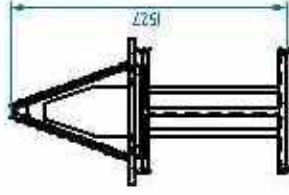




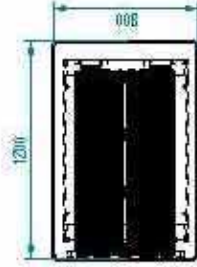
Fecha:	Fecha:	Nombre:	COMPENSIÓN INDUSTRIAL DE SAN FABIÁN
20/08/06	20/08/06	Johana Laverde	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
División:	Unidad:	Unidad:	Grado de Ingeniería Mecánica
Comprende:	20/08/06	Jorge Navarro	Asignatura de Mecánica de Fluidos y Máquinas
		Se ha indicado en la cota en milímetros Letras en grades Abstracción 0,5 y 24	
		Escala: 1:20 (Figura 01-01-004)H. Hoja 2 de 4	



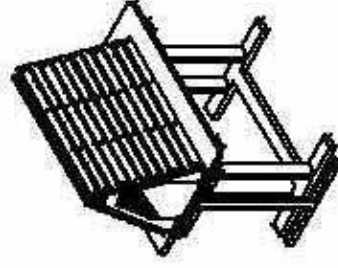
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

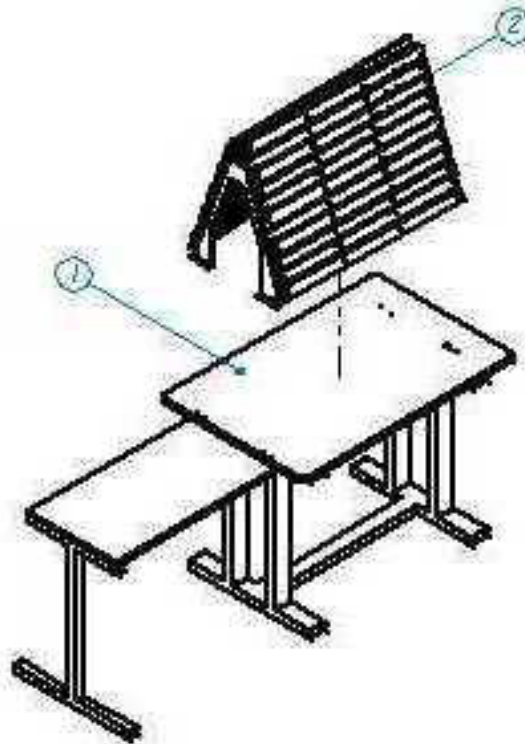


VISTA SUPERIOR



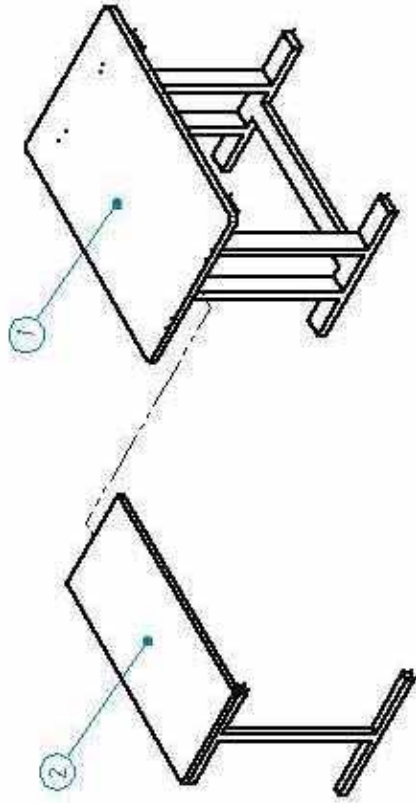
VISTA ISOMÉTRICA

Fecha:	20/08/06	Revista:	01	Nombre:	DAVID HERRERA
Dibujado:	20/08/06	Revisado:		Apellido:	HERRERA
Elaborado:	20/08/06	Revisado:		Nombre:	DAVID HERRERA
<p>Se ha indicado en todas las vistas los materiales y acabados a utilizar.</p> <p>Se ha indicado en todas las vistas los colores a utilizar.</p> <p>Se ha indicado en todas las vistas los acabados a utilizar.</p> <p>Se ha indicado en todas las vistas los acabados a utilizar.</p>					
<p>Escala: 1:20</p>					
<p>Fecha: 05-09-2006</p>					
<p>Hoja: 1 de 1</p>					



NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO	CANTIDAD
1	01-01-00	MESA DE TRABAJO	1
2	01-02-00	ESTRUCTURA DE MONTAJE	1

Dibujada	20/06/06	Johann Carrillo David Rascasa	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS REED-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Estado de la Logística Física y Económica para la Realización de Prácticas de Motores Eléctricos y Mecanismos de Flujo de Fluidos	B.V.C.O.	M
Comprobada	20/06/06	Jorge Rascasa			
 Salvo indicación contraria: cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias: ±0,5 y ±f			Escala: 1: 20	Archivo: 01-00-010811	Página 4 de 4



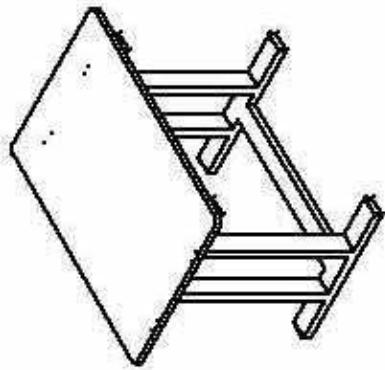
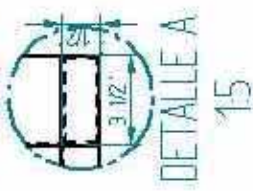
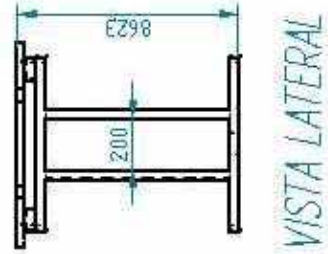
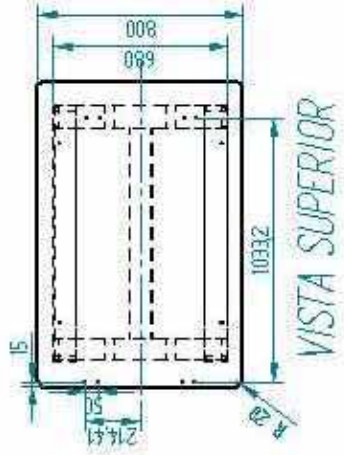
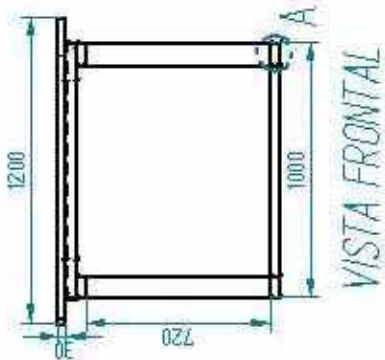
NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO	CANTIDAD
1	01-01-01	MESA PRINCIPAL	1
2	01-01-02	MESA AUXILIAR	1

Fecha:	Nombre
20/08/05	Johana Carrillo
20/08/05	David Mascosa
20/08/05	Jorge Meneses

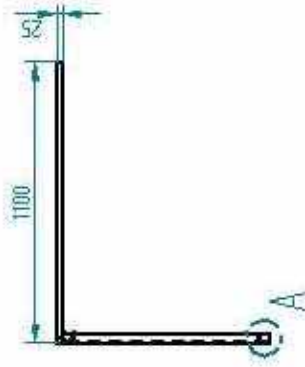
Dibujo de	20/08/05	ESCUOLA DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
Comprobado de	20/08/05	FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE SANTIAGO
		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTIAGO
		ESCUELA DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
		Departamento de Logística Física y Documental para la
		Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y
		Dispositivos de Protección
		MESA DE TRABAJO
		A4

Escala: 1 : 20 | Archivo: 01-01-00.04 | Hoja 1 de 1

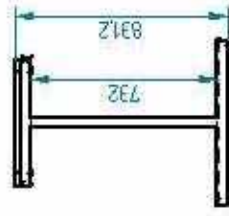




Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Dibujo de	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Comprobado	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección	
	MESA PRINCIPAL	A4
Escala: 1:20		Hoja 1 de 1



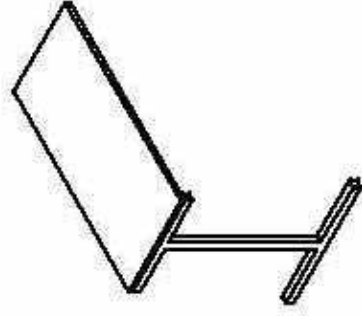
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



DETALLE A  
15

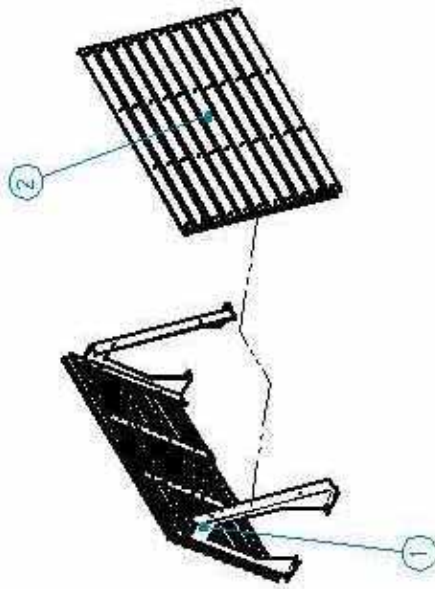


VISTA ISOMÉTRICA

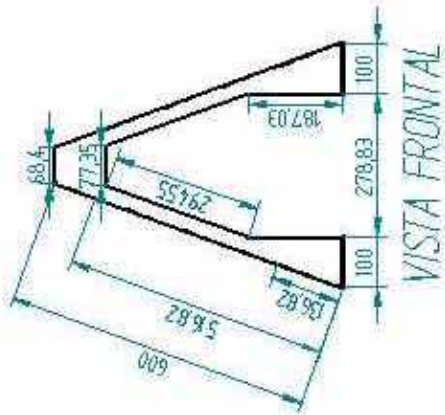
Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Nombre	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Objeto	Diseño de la Logística Física y Documental para la	
Comprobado	Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y	
	Dispositivos de Protección	
	MESA AUXILIAR	A4
Escala		1:20
Archivo		01-01-02.04
Hoja		1 de 1

VISTA SUPERIOR

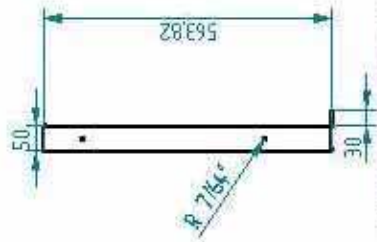




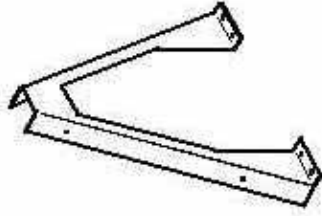
NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO	CANTIDAD	MATERIAL
1	01-02-01	SOPORTE LATERAL	2	ALERO
2	01-02-02	PANEL DE MONTAJE	2	ALUMINIO
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección ESTRUCTURA DE MONTAJE				
Dibujo de Comprobado Fecha Nombre Johann Carrillo David Mascosa Jorge Meneses				A4
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados Tolerancias ±0.5 y ±1				Hoja 1 de 1



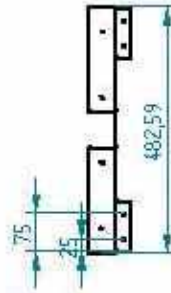
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA ISOMÉTRICA

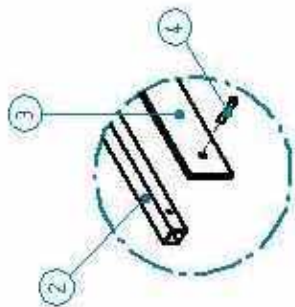


VISTA SUPERIOR

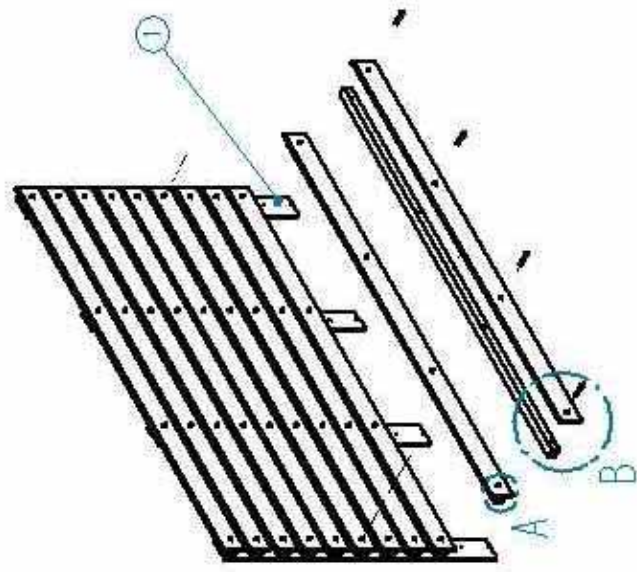
Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Nombre	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Nombre	Diseño de la Logística Física y Documental para la	
Nombre	Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y	
Nombre	Dispositivos de Protección	
Nombre	SOPORTE LATERAL	
Nombre	A4	
Nombre	Escala 1 : 10 Archivo-01-02-0144 Hoja 1 de 1	
Nombre	Fecha	
Nombre	20/08/05	
Nombre	20/08/05	
Nombre	Salvo indicación contraria	
Nombre	cotas en milímetros	
Nombre	ángulos en grados	
Nombre	Tolerancias ±0.5 y ±1	



DETALLE A



DETALLE B



NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO	CANTIDAD	MATERIAL
1	01-02-03	PLATINA VERTICAL	4	ALUMINIO
2	01-02-04	TUBO HORIZONTAL	11	ALUMINIO
3	01-02-05	PLATINA HORIZONTAL	11	ALUMINIO
4		TORNILLO ALLEN CABEZA ADELGADA 306 X 1,108	44	

Fecha:	Nombre
20/08/05	Johana Carrillo
20/08/05	David Mascaró
	Jorge Meneses

Dibujado	Nombre
20/08/05	Johana Carrillo
20/08/05	David Mascaró
	Jorge Meneses

Comprobado	Nombre
20/08/05	Johana Carrillo
	David Mascaró
	Jorge Meneses

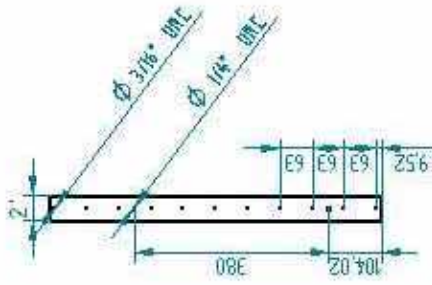
TÍTULO	
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Departamento de Logística Física y Documental para la	
Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y	
Dispositivos de Protección	
PANEL DE MONTAJE	
A4	

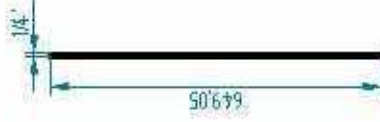
Escala	1 : 10	Archivo	01-02-02.dwg	Hoja	1 de 1
--------	--------	---------	--------------	------	--------



Salvo indicación contraria,  
cotas en milímetros  
ángulos en grados  
Tolerancias ±0,5 y ±1



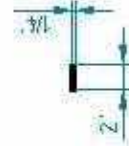
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

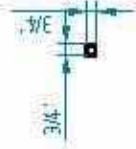


VISTA ISOMÉTRICA

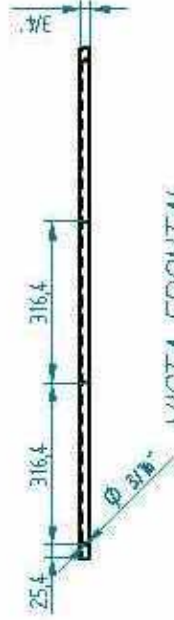


VISTA SUPERIOR

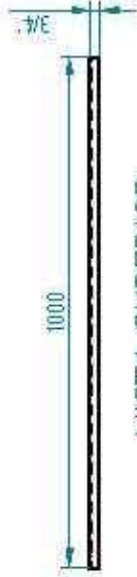
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados Tolerancias ±0.5 y ±1		PLATINA VERTICAL
		A4
		Escala: 1 - 10
		Archivo: 01-02-03.dwg
		Hoja 1 de 1



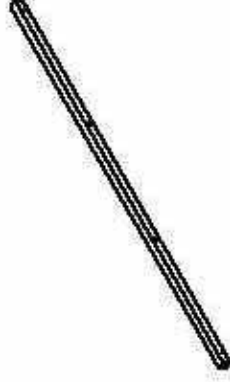
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

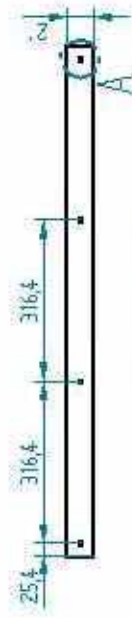


VISTA SUPERIOR



VISTA ISOMÉTRICA

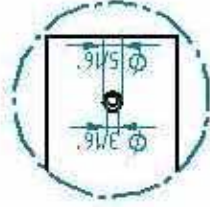
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados Tolerancias ±0.5 y ±1		TUBO HORIZONTAL
		A4
Escala		1 : 10
Archivo		01-02-04.dwg
Hoja		1 de 1



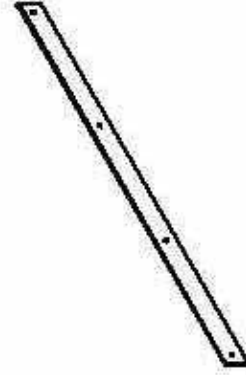
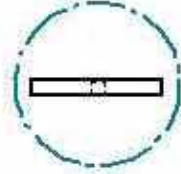
VISTA FRONTAL



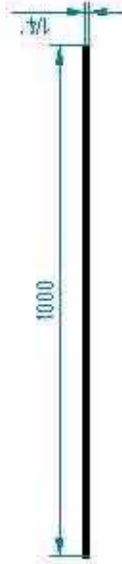
VISTA LATERAL



DETALLE A

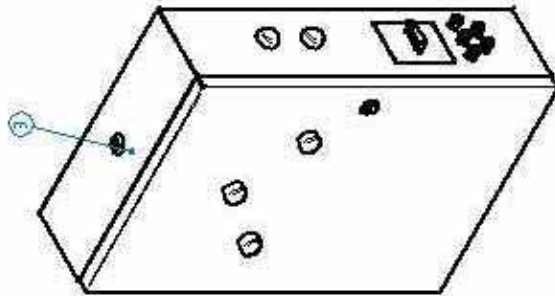


VISTA ISOMÉTRICA

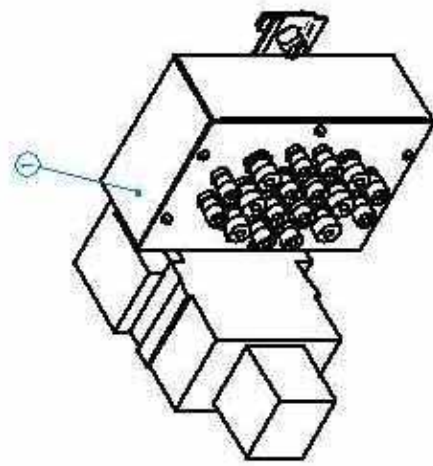


VISTA SUPERIOR

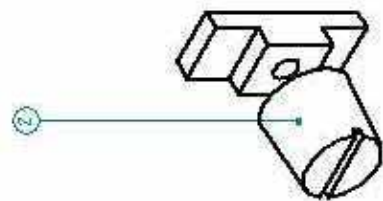
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Comprobado	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección	
	Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias ±0.5 y ±1	PLATINA HORIZONTAL	A4
Escala		1 : 10	Archivo: 01-02-05.dwg Hoja 1 de 1



15



12



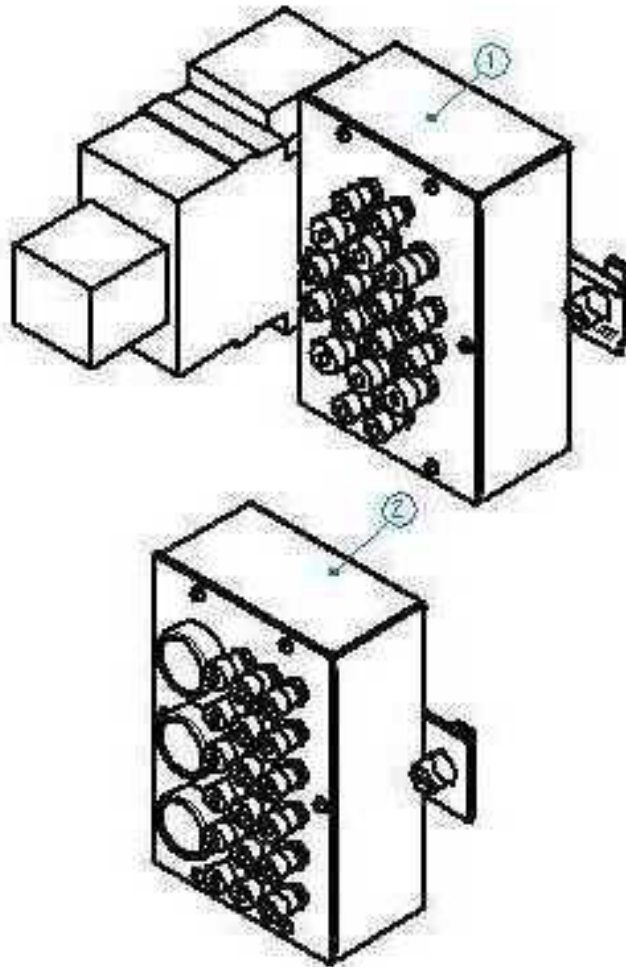
21

NUMERO	CODIGO	TITULO
1	02-01-00	LABORATORIOS
2	02-02-00	MECANISMOS DE SUJECION
3	02-03-00	INDICADORES DE ENERGIA
EMPRESA INDUSTRIAL DE SANTIAGO FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		
Trabajo de Ingeniería para la Asignatura de Física de Movimiento y Electromagnetismo		
Profesor de Prácticas		
DEPOSITOS ADICIONALES		
Escala: 1:2 (Figura 02-01-0141) (Fig. 15x1)		

Fecha	Nombre
20/08/06	Johana Carrillo
20/08/06	Diego Herrera
20/08/06	Jorge Navarro

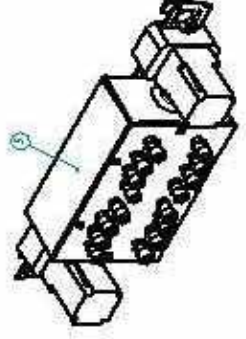
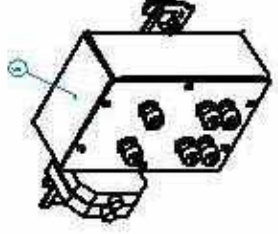
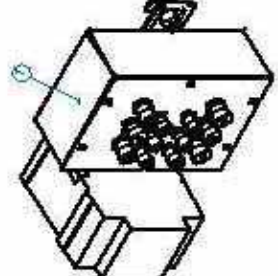
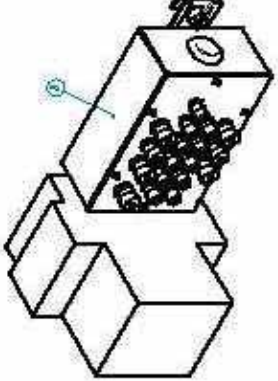
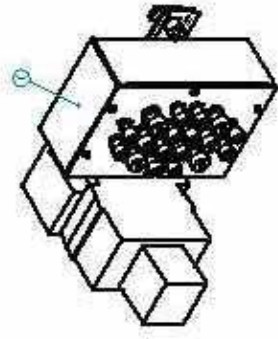
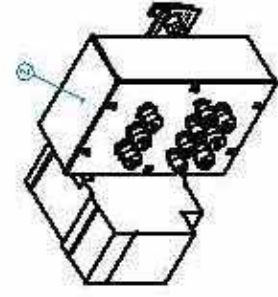
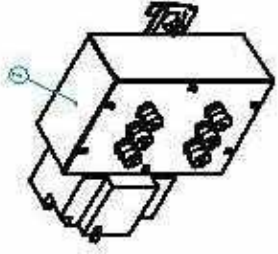
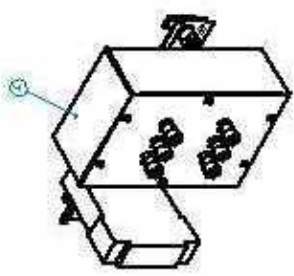
Se ha indicado en turis  
 cado en milímetros  
 todos los grades  
 Mitraciones 0,1 y 0,2





NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO
1	02-01-01	GRUPOS FUNCIONALES
2	02-01-02	ADAPTACIONES GENERALES

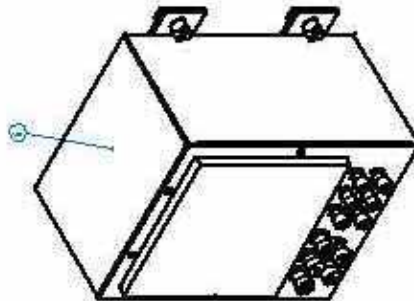
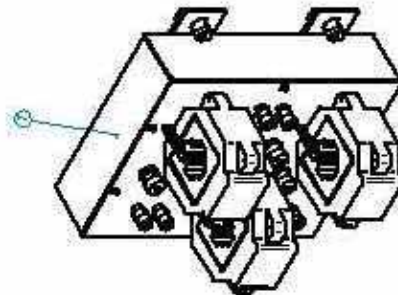
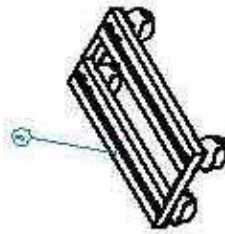
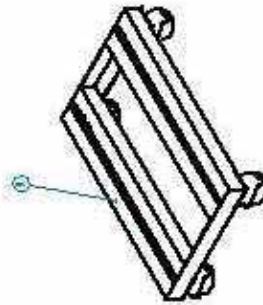
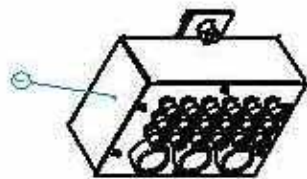
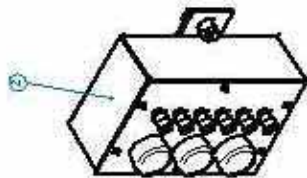
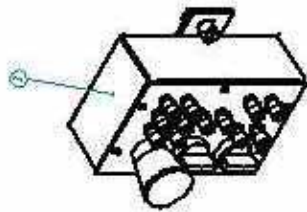
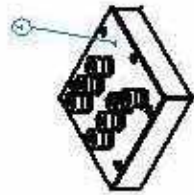
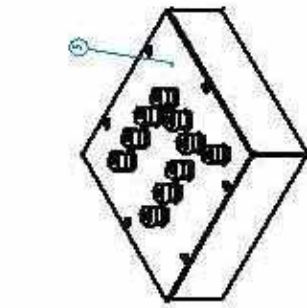
	Fecha:	Nombre:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Diseñado	20/08/06	Johann Carrillo David Rosasco	
Comprobado	20/08/06	Jorge Rosasco	Grupo de la Ingeniería Física y Mecánica para la Realización de Prácticas de Motores Eléctricos y Sistemas de Propulsión
 Salvo indicación contraria: cotas en milímetros. ángulos en grados. tolerancias ±0,5 y ±0,1	ADAPTACIONES		M.
	Escala: 1:2		Archivo: 02-01-00211



NUMERO	DESCRIZIONE	UNITA'
1	INNESTO PER CAVI	1
2	INNESTO PER CAVI	1
3	INNESTO PER CAVI	1
4	INNESTO PER CAVI	1
5	INNESTO PER CAVI	1
6	INNESTO PER CAVI	1
7	INNESTO PER CAVI	1
8	INNESTO PER CAVI	1

Modello	10000000000000000000
Descrizione	INNESTO PER CAVI
Completamento	INNESTO PER CAVI
Disegnato da	INNESTO PER CAVI
Verificato da	INNESTO PER CAVI
Approvato da	INNESTO PER CAVI
Disegnato da	INNESTO PER CAVI
Verificato da	INNESTO PER CAVI
Approvato da	INNESTO PER CAVI
Disegnato da	INNESTO PER CAVI
Verificato da	INNESTO PER CAVI
Approvato da	INNESTO PER CAVI



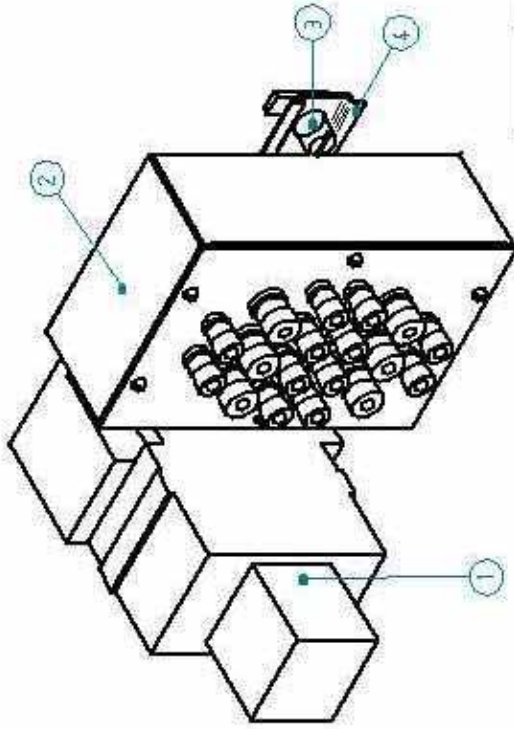
15

15

NO	ITEM	QUANTITY	REMARKS
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...
8	...	...	...
9	...	...	...
10	...	...	...
11	...	...	...
12	...	...	...
13	...	...	...
14	...	...	...
15	...	...	...

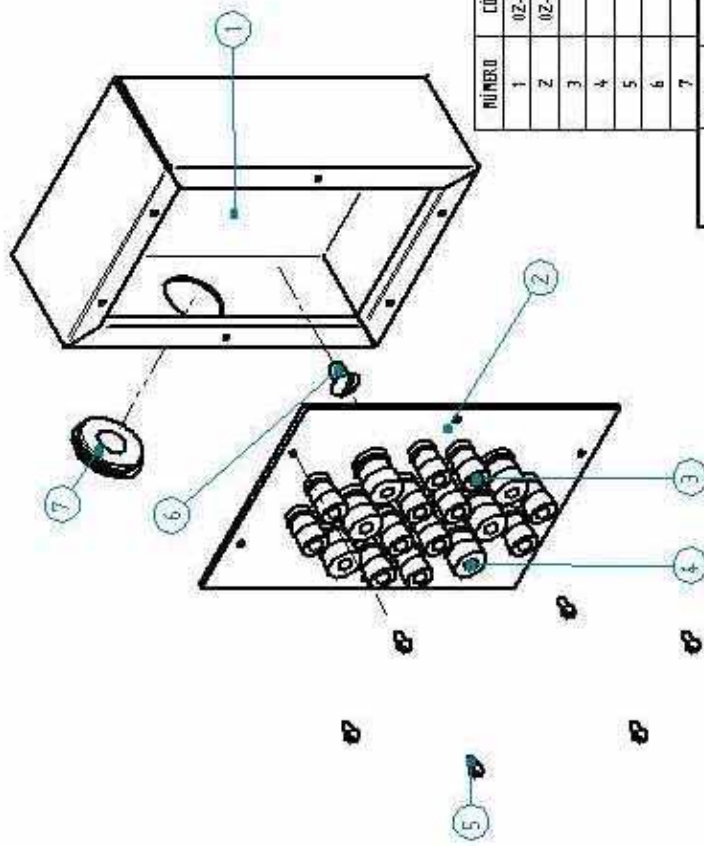
PERIKSAAN DAN PENGALIHAN BAHAN  
 KELOMPOK 1  
 KELOMPOK 2  
 KELOMPOK 3  
 KELOMPOK 4  
 KELOMPOK 5  
 KELOMPOK 6  
 KELOMPOK 7  
 KELOMPOK 8  
 KELOMPOK 9  
 KELOMPOK 10  
 KELOMPOK 11  
 KELOMPOK 12  
 KELOMPOK 13  
 KELOMPOK 14  
 KELOMPOK 15

Nama: ...  
 No. ...  
 Tanggal: ...  
 Lokasi: ...  
 Waktu: ...  
 Jumlah: ...  
 Keterangan: ...



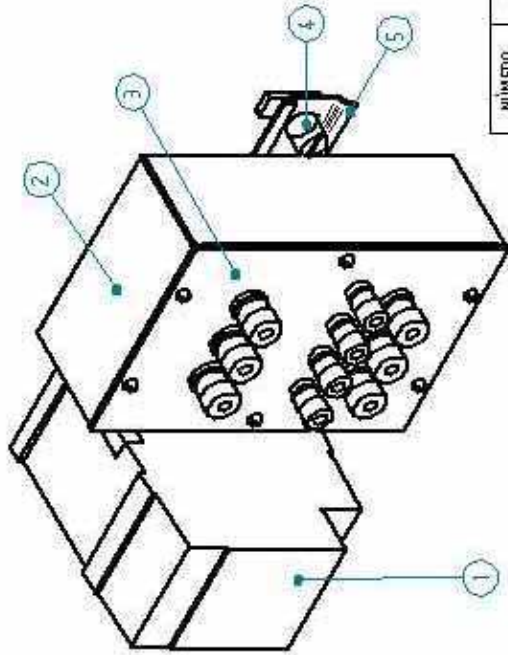
NÚMERO	TÍTULO
1	CONTACTOR
2	CAJA DE CONEXIÓN
3	MECANISMOS DE SUJECIÓN
4	RIL OMEGA DE 35 MM

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
	Jorge Meneses	Departamento de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1		GRUPO FUNCIONAL CONTACTOR
		A4
Escala 1:2		Hoja 1 de 2



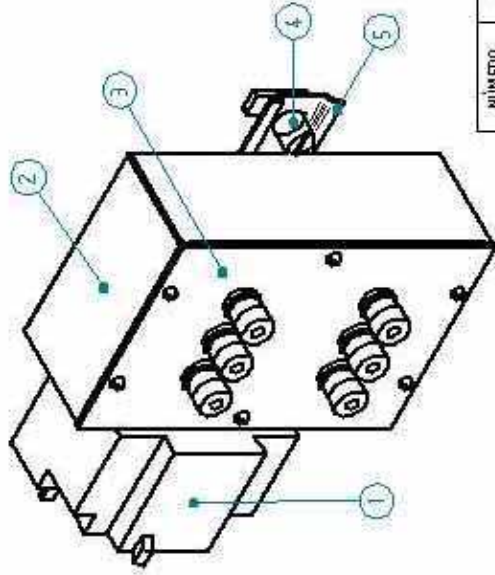
NUMERO	CODIGO	TITULO	CANTIDAD	MATERIAL
1	02-01-13	CAJA DE CONEXION DE 10 x 15 CM Y	1	L. COLO. ROLLEO C-20
2	02-01-14	TAPA CAJA DE CONEXION CONTACTOR	1	L. COLO. ROLLEO C-20
3		PLUGS DE CONEXION PEQUEÑOS	1	CAUCHO
4		PLUGS DE CONEXION GRANDES	6	-
5		TORNILLO 1/8" x 1/4"	12	-
6		TORNILLO 1/4" x 3/8"	1	-
7		PASACABLES 1/2" x 1"	6	-

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias ±0.5 y ±1		GRUPO FUNCIONAL CONTACTOR
		A4
Escala 1:2		Archivo-02-01-03.dft Hoja 2 de 2



NUMERO	CÓDIGO	TÍTULO
1	-	RELÉ DE SOBRELARGA
2	02-01-11	CAJA DE DIMENSIÓN DE 10 X 15 CM Y
3	02-01-13	TAPA CAJA DE CONEXIÓN RELÉ DE SOBRELARGA
4	02-02-00	MECANISMO DE SUJECIÓN
5	-	REL ÓMIGA DE 35 MM

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado	20/08/05	Departamento de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
	Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias ±0,5 y ±1	GRUPO FUNCIONAL RELÉ DE SOBRELARGA
		44
Escala		1 : 2 Archivo: 02-01-04.dwg Hoja 1 de 1



NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO
1	-	GUARDAMOTOR
2	02-01-11	CAJA DE CONEXIÓN DE 10 x 15 CM Y
3	02-01-14	TAPA CAJA DE CONEXIÓN GUARDAMOTOR
4	02-02-00	MECANISMO DE SUJECIÓN
5	-	RIEL OMEGA DE 35 MM

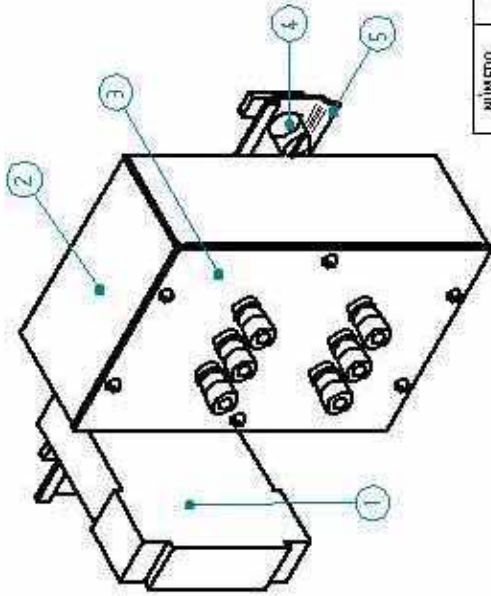
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
	Jorge Meneses	Departamento de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
		GRUPO FUNCIONAL GUARDAMOTOR
		44

Hoja de 1	Escala	1 : 2	Archivo: 02-01-05.dft	Hoja 1 de 1
-----------	--------	-------	-----------------------	-------------



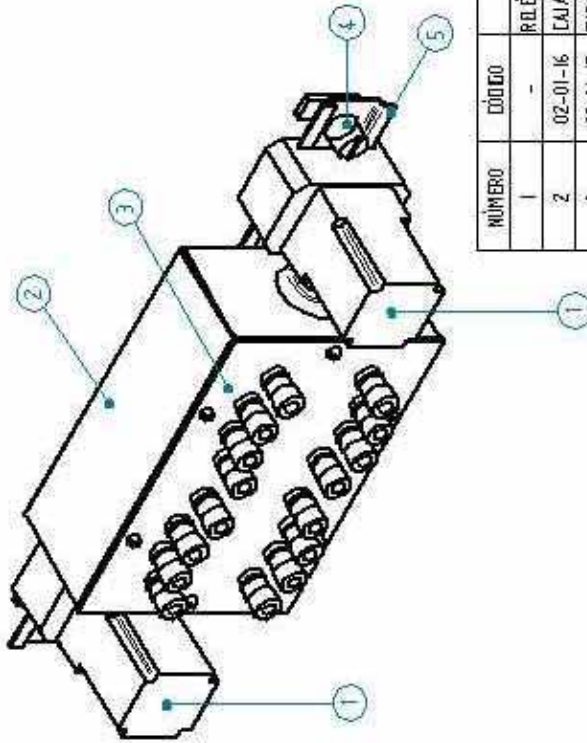
Salvo indicación contraria,  
 cotas en milímetros  
 ángulos en grados  
 tolerancias ±0.5 y ±1



NUMERO	CÓDIGO	TÍTULO
1	-	TEMPORIZADOR
2	02-01-11	CAJA DE CONEXIÓN DE 10 x 15 CM Y
3	02-01-15	TAPA CAJA DE CONEXIÓN TEMPORIZADOR
4	02-02-00	MECANISMO DE SUJECIÓN
5	-	RIEL OMEGA DE 35 MM

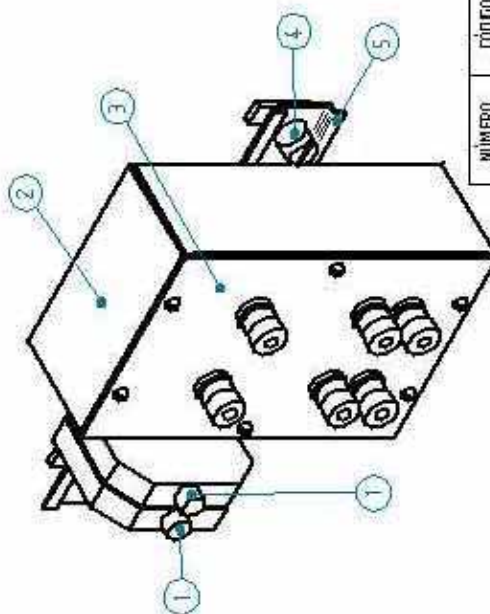
  

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado	20/08/05	Jorge Meneses
		<i>Depto de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección</i>
Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$		GRUPO FUNCIONAL TEMPORIZADOR
		44
Escala		1 : 2
Archivo		02-01-06.dft
		Hoja 1 de 1



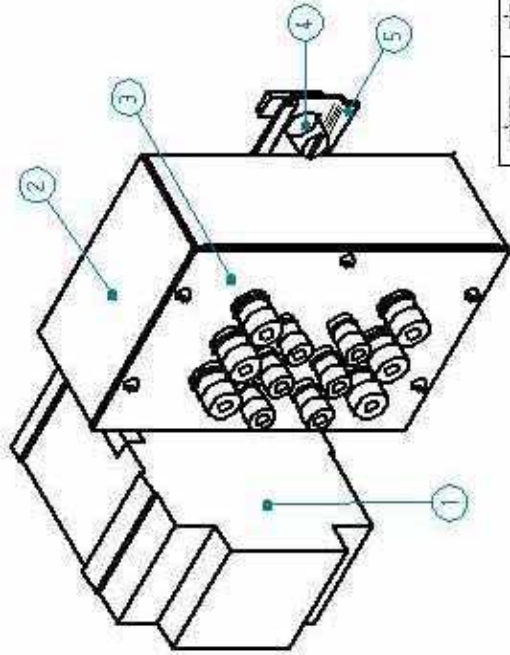
NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO
1	-	RELÉ
2	02-01-16	CAJA DE CONEXIÓN DE 10 X 15 CM H
3	02-01-17	TAPA CAJA DE CONEXIÓN RELÉ
4	02-02-00	MECANISMO DE SUJECIÓN
5	-	RIEL OMEGA DE 35 MM

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
04/04/2010	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
04/04/2010	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
04/04/2010	Jorge Meneses	Departamento de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1		GRUPO FUNCIONAL RELÉ
		A4
Escala		1 : 2 Archivo-02-01-07.dwg Hoja 1 de 1



NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO
1	-	FUSIBLE
2	02-01-11	CAJA DE CONEXIÓN DE 10 x 15 CM V
3	02-01-18	TAPA CAJA DE CONEXIÓN FUSIBLE
4	02-02-00	MECANISMO DE SUJECIÓN
5	-	RIEL OMEGA DE 35 MM

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
	Jorge Meneses	Departamento de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1		GRUPO FUNCIONAL FUSIBLE
		A4
Escala 1:2		Archivo: 02-01-08.dft Hoja 1 de 1



NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO
1	-	ARRANCADOR SUAVE
2	02-01-11	CAJA DE CONEXIÓN DE 10 x 15 CM Y
3	02-01-19	TAPA CAJA DE CONEXIÓN ARRANCADOR SUAVE
4	02-02-00	MECANISMO DE SUJECIÓN
5	-	RIEL OMEGA DE 35 MM

Fecha:	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johann Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
	Jorge Meneses	Departamento de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección

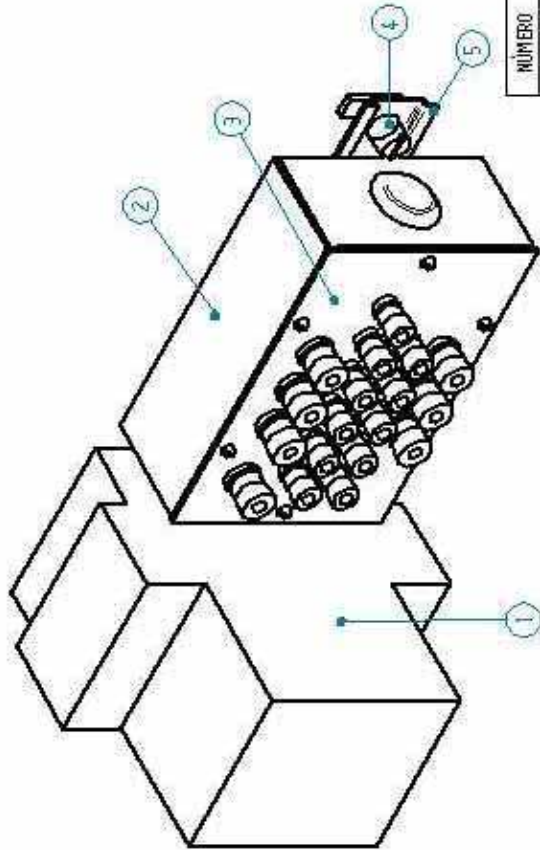
	Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1
---	---

GRUPO FUNCIONAL ARRANCADOR SUAVE	A4
----------------------------------	----


  

Escala	1 : 2	Archivo	02-01-09.dwg	Hoja	1 de 1
--------	-------	---------	--------------	------	--------

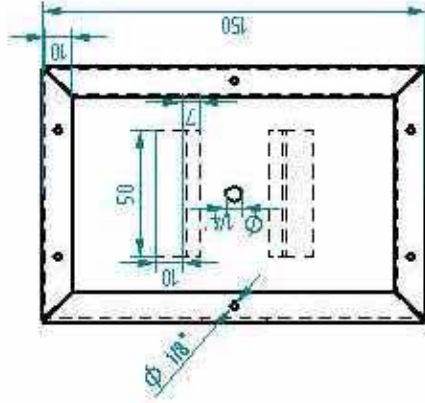


NUMERO	CÓDIGO	TÍTULO
1		VARIABLE DE VELOCIDAD
2	02-01-16	CAJA DE DIMENSION DE 10 X 15 CM H
3	02-01-20	TAPA CAJA DE CONEXION VARIABLE DE VELOCIDAD
4	02-02-00	MECANISMO DE SUJECION
5		RIEL OMEGA DE 35 MM

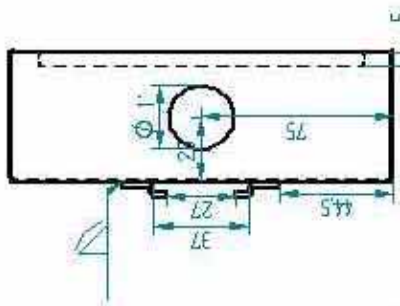
Fecha	Nombre
20/08/05	Johann Carrillo
20/08/05	David Mascosa
	Jorge Meneses


 Salvo indicación contraria  
 cotas en milímetros  
 ángulos en grados  
 Tolerancias ±0.5 y ±1

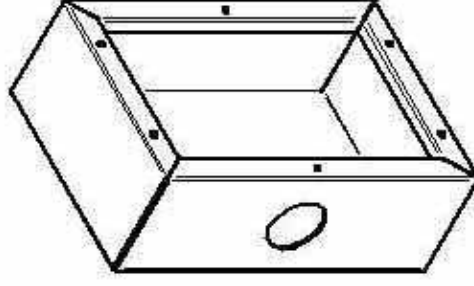
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
 ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
 Oficina de Logística Física y Documental para la  
 Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y  
 Dispositivos de Protección  
 GRUPO FUNCIONAL VARIABLE DE VELOCIDAD A4  
 Escala 1:2 Archivo-02-01-10.04 Hoja 1 de 1



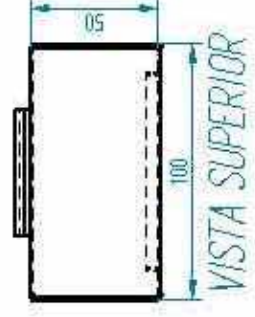
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

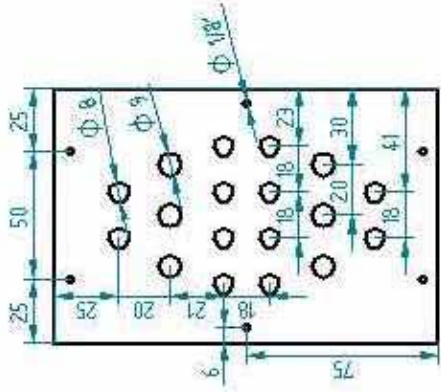


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

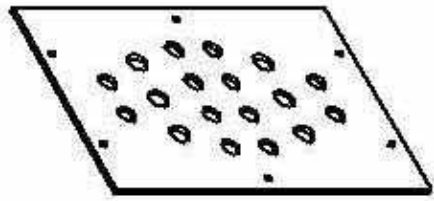
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$	CAJA DE CONEXIÓN DE 10 X 5 CM VERTICAL	44
	Escala 1:2	Archivo-02-01-11.dwg
		Hoja 1 de 1



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA ISOMÉTRICA

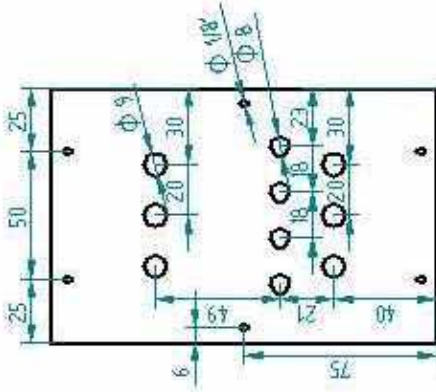


VISTA SUPERIOR

Nombre	Johana Carrillo	
Fecha	20/08/05	
Comprobado	David Mascosa	Jorge Meneses
Objeto	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección	
Curso	TAPA CAJA DE CONEXIÓN CONTACTOR	
Escala	1:2	Archivo: 02-01-12.04
Hoja	1 de 1	



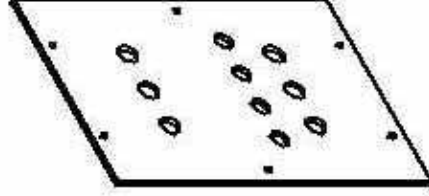
Salvo indicación contraria  
 todas en milímetros  
 ángulos en grados  
 tolerancias  $\pm 0.5$  y  $\pm 1$



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

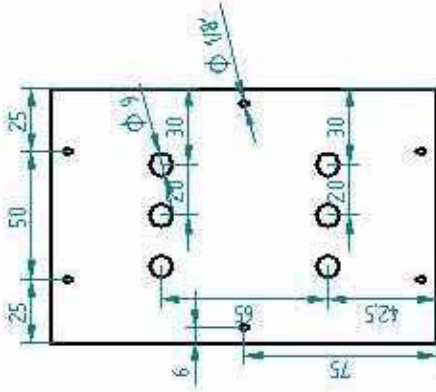


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

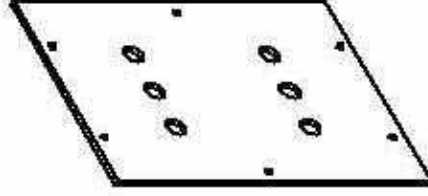
Nombre	Johana Carrillo	
Fecha	20/08/05	
Comprobado	David Mascosa	Jorge Meneses
Comprobado	20/08/05	
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$		
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección TAPA CAJA DE CONEXIÓN RELÉ DE SOBRECARGA A4 Escala 1 : 2 Archivo-02-01-13.dft Hoja 1 de 1		



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

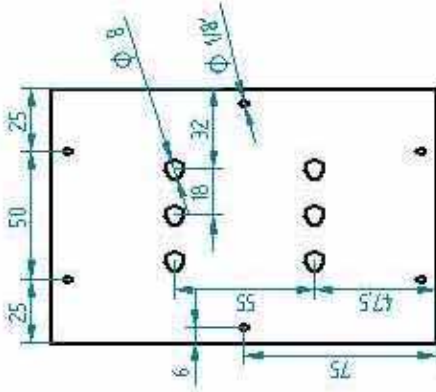


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección	
20/08/05	Johana Carrillo David Mascosa		
Comprobado	Fecha	TÍTULO DE CONEXIÓN GUARDAMOTOR	
20/08/05	Jorge Meneses	44	
	Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$		
	Escala	1 : 2	Archivo-02-01-14-04
		Hoja	1 de 1



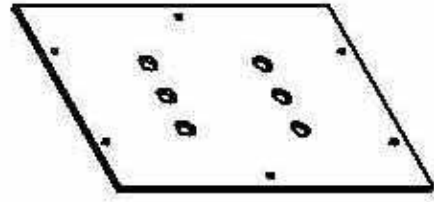
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



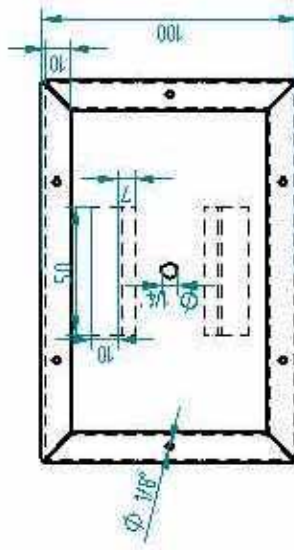
VISTA SUPERIOR



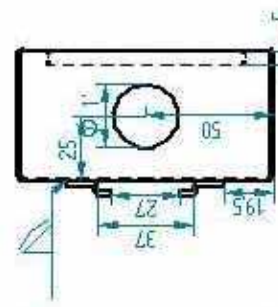
VISTA ISOMÉTRICA

Nombre	Johana Carrillo	
Fecha	20/08/05	
Comprobado	David Mascosa	Jorge Meneses
Descripción	Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$	
Escala	1:2	Archivo: 02-01-15.dwg
Hoja	1 de 1	

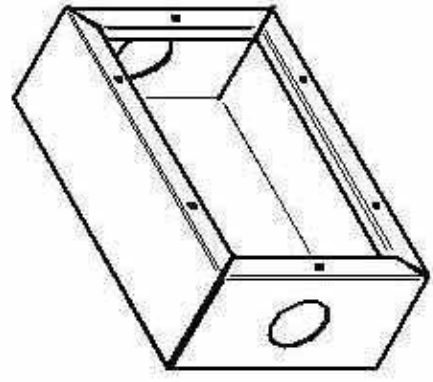
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
 Diseño de la Logística Física y Documental para la  
 Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y  
 Dispositivos de Protección  
 TAPA CAJA DE CONEXIÓN TEMPORIZADOR 44



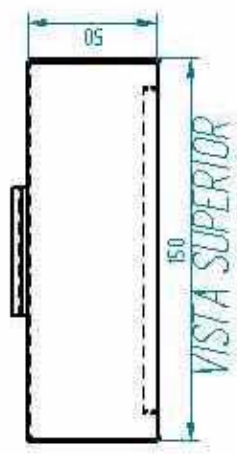
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

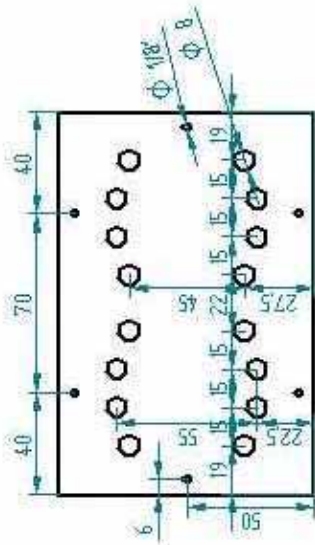


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

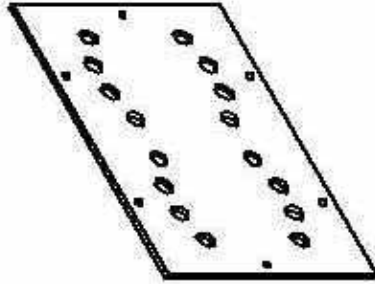
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
	Solvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1	CAJA DE CONEXIÓN DE 10 X 15 CM HORIZONTAL
Escala		1:2 Archivo-02-01-16-04
		Hoja 1 de 1



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

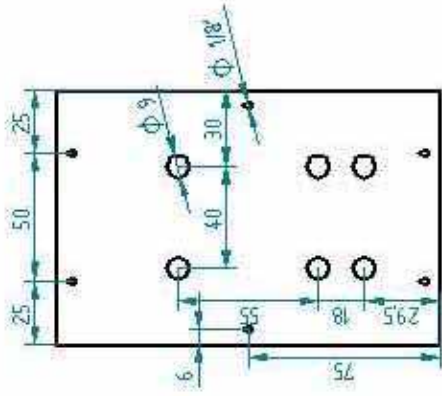


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

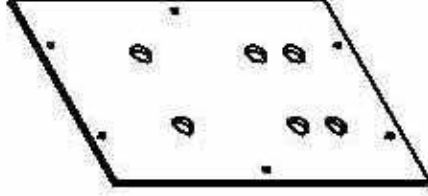
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Máquinas Eléctricas y Dispositivos de Protección
	Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$	TAPA CAJA DE CONEXIÓN RELÉ
		A4
		Escala 1:2 Archivo-02-01-17.dwt Hoja 1 de 1



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

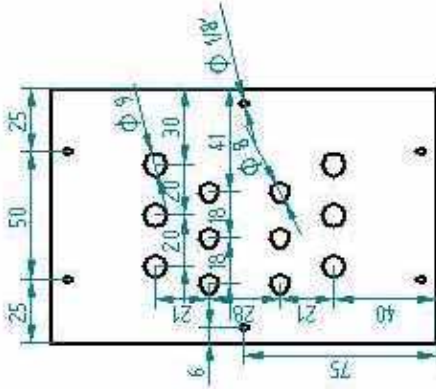


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

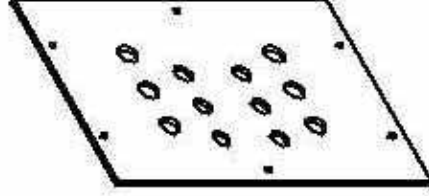
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascarosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$		TAPA CAJA DE CONEXIÓN FUSIBLE
		A4
Escala 1:2		Archivo: 02-01-18-04
		Hoja 1 de 1



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA ISOMÉTRICA

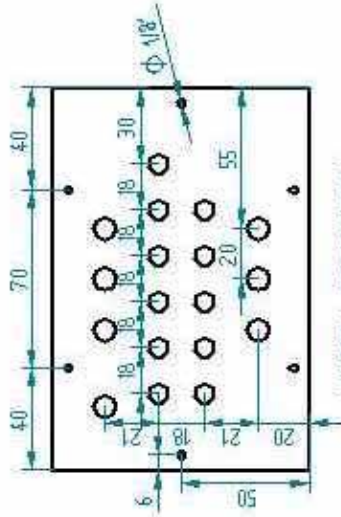


VISTA SUPERIOR

Nombre	Johana Carrillo	
Fecha	20/08/05	
Comprobado	David Mascosa	Jorge Meneses
Objeto	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección	
Curso	TAPA CALA DE CONEXIÓN ARRANCADOR SURVE	
Escala	1:2	Archivo: 02-01-19.dft
Hoja	1 de 1	



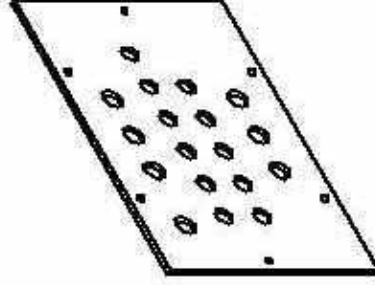
Salvo indicación contraria  
cotas en milímetros  
ángulos en grados  
tolerancias  $\pm 0.5$  y  $\pm 1$



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

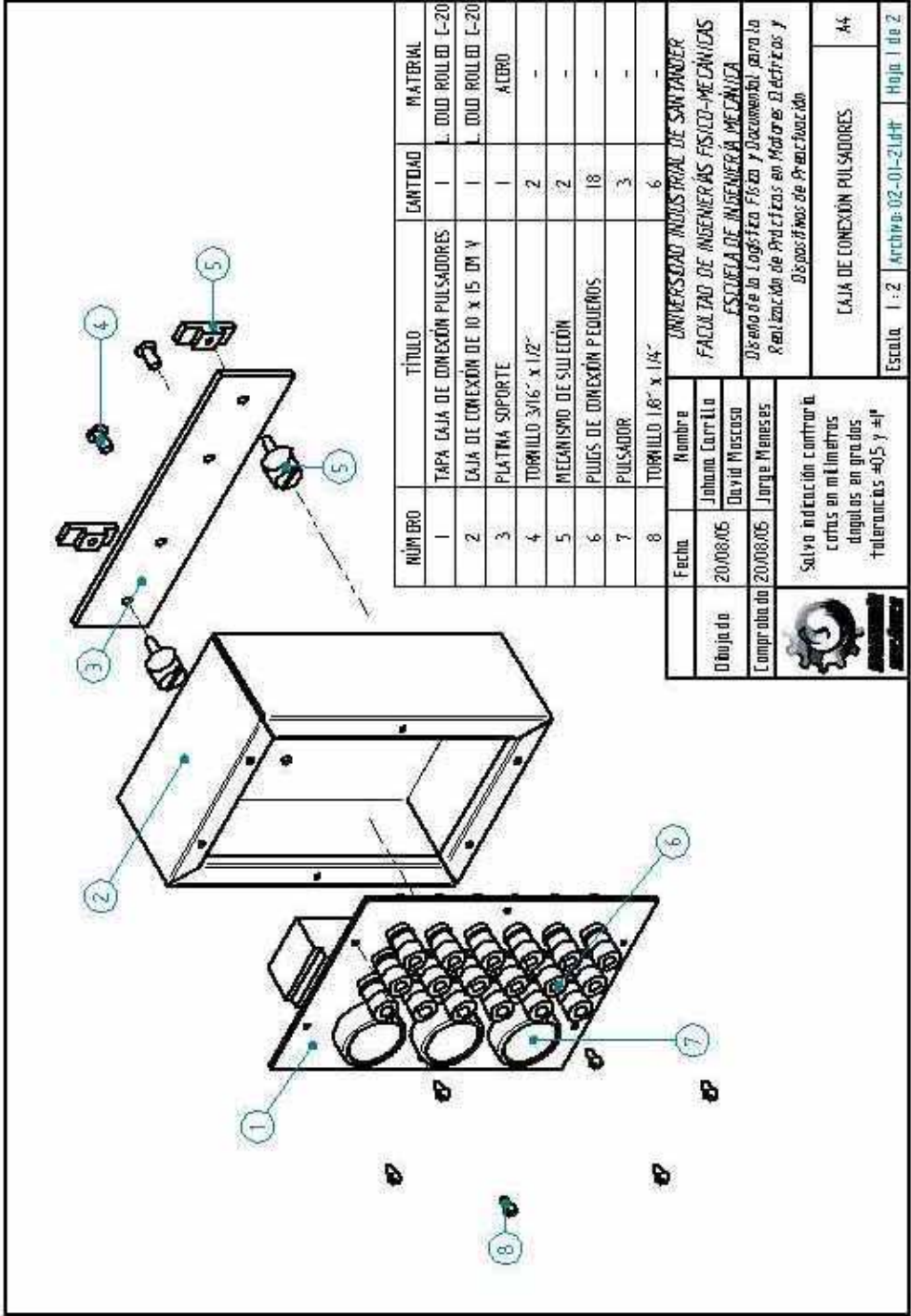


VISTA ISOMÉTRICA



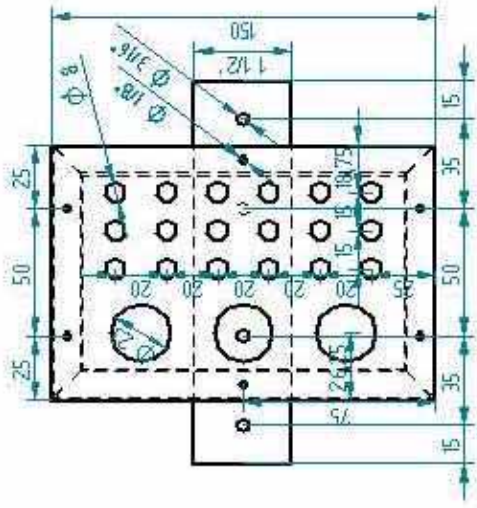
VISTA SUPERIOR

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Dibujo de	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
Comprobado de	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección
	Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$	TAPA CALA DE CONEXIÓN VARIADOR DE VELOCIDAD
		A4
		Escala 1 : 2
		Archivo: 02-01-20.dwg
		Hoja 1 de 1



NÚMERO	TÍTULO	CANTIDAD	MATERIAL
1	TAPA CAJA DE CONEXIÓN PULSADORES	1	L. COLO. ROLLED L-20
2	CAJA DE CONEXIÓN DE 10 x 15 CM V	1	L. COLO. ROLLED L-20
3	PLATINA SOPORTE	1	ACERO
4	TORNILLO 3/16" x 1/2"	2	-
5	MECANISMO DE SUJECIÓN	2	-
6	PLUGS DE CONEXIÓN PEQUEÑOS	18	-
7	PULSADOR	3	-
8	TORNILLO 1/8" x 1/4"	6	-

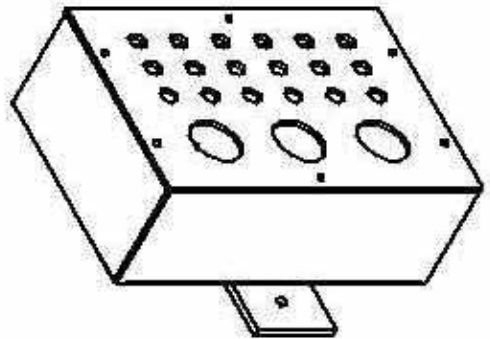
Fecha:	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Dibujado:	Nombre Carrilla	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
Comprobado:	David Mascarosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
	Jorge Meneses	Departamento de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección
	Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias ±0.5 y ±1/	
	CAJA DE CONEXIÓN PULSADORES	
	A4	
Escala:	1:2	Archivo: 02-01-2144
		Hoja 1 de 2



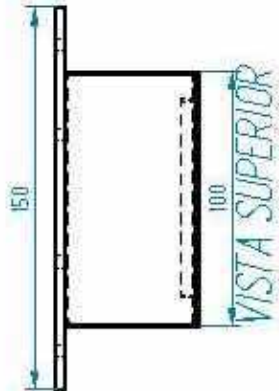
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



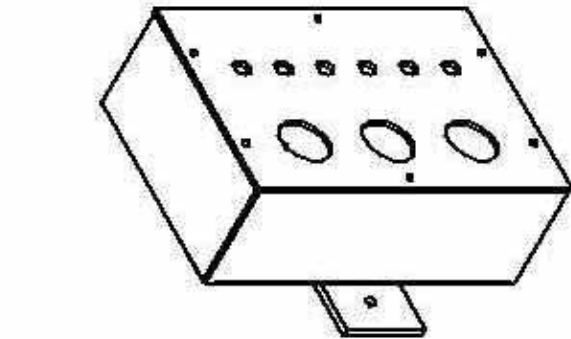
VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Nombre	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Objeto	Diseño de la Logística Física y Documental para la	
Comprobado	Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y	
	Dispositivos de Protección	
	CAJA DE CONEXIÓN PULSADORES	A4
	Escala 1:2	Archivo-02-01-2144
		Hoja 2 de 2

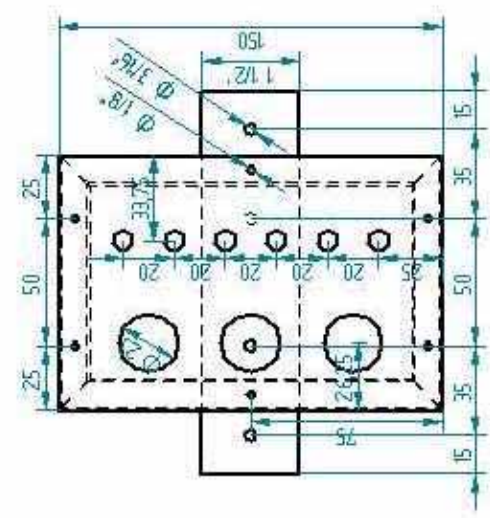




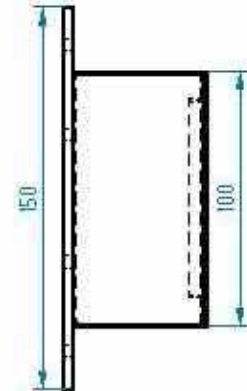
VISTA ISOMÉTRICA



VISTA LATERAL

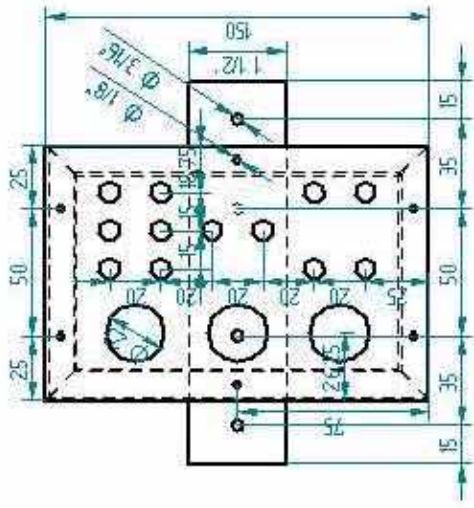


VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

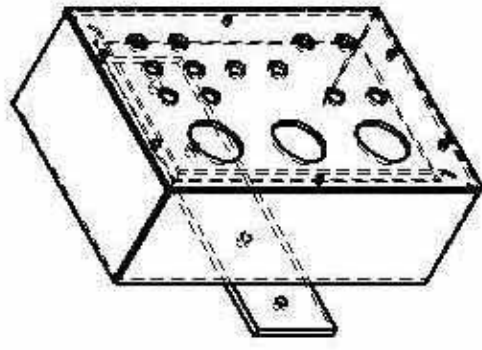
Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Nombre	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Curso	Quinto de la Logística Física y Documental para la	
Comprobado	Realización de Prácticas en Máquinas Eléctricas y	
	Dispositivos de Protección	
	CAJA DE CONEXIÓN PILOTOS LUMINOSOS	A4
Escala	1 : 2	Archivo-02-01-22.dwg Hoja 1 de 1



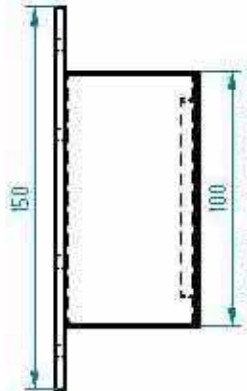
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

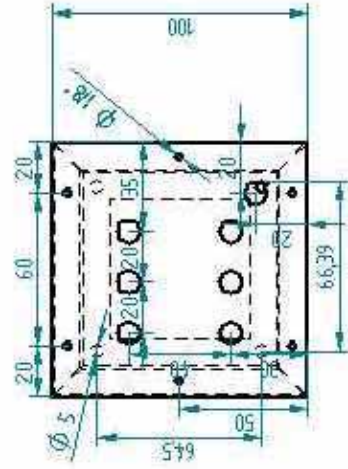


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

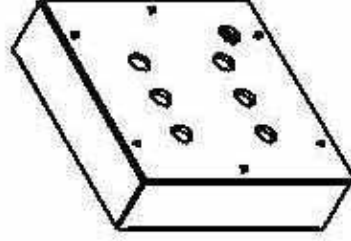
Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Dibujado	Johana Carrillo	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado	David Mascaró	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección
	Jorge Meneses	CAJA DE CONEXIÓN INTERRUPTOR, SELECTOR PARADA DE EMERGENCIA
		44
		Escala 1:2
		Archivo: 02-01-23.dwg
		Hoja 1 de 1



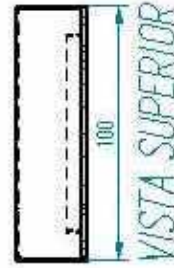
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

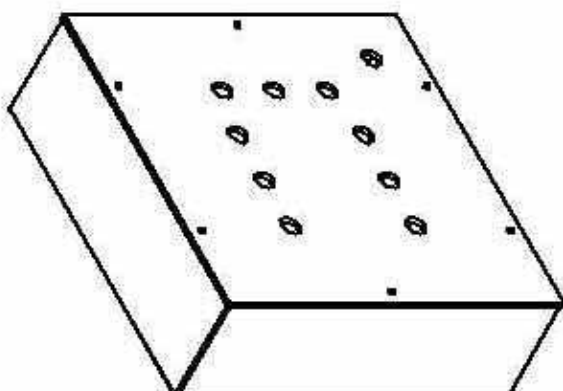


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

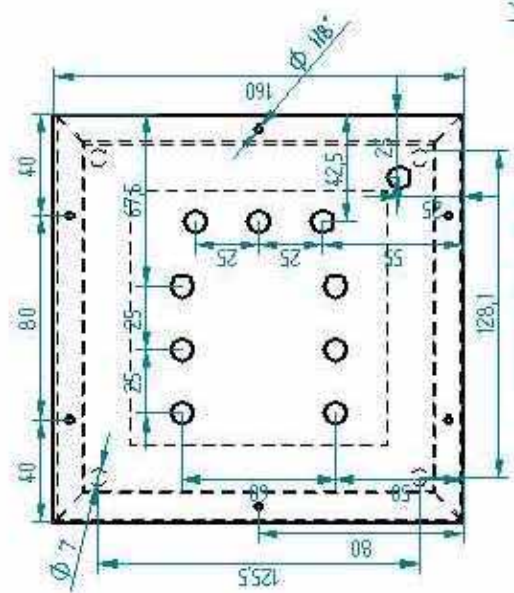
Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Dibujo de	Johana Carrillo	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado de	David Mascosa	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
	Jorge Meneses	CAJA DE CONEXIÓN MOTOR TAMANO CONSTRUCTIVO 90
	Salvo indicación contraria en milímetros ángulos en grados Tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$	
	Escala   : 2   Archivo: 02-01-24.dft   Hoja 1 de 1	



VISTA ISOMÉTRICA



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

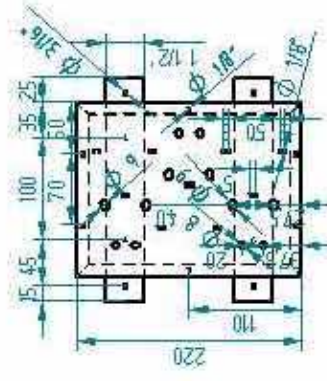


VISTA SUPERIOR

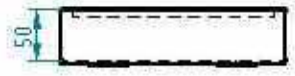
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Nombre	
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS		Johanna Carrillo	
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		David Mascosa	
Departamento de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección		Fecha	
CAJA DE CONEXIÓN MOTOR TAMAÑO CONSTRUCTIVO B2 SM		20/08/05	
A4		Comprobado	
Escala 1:2		20/08/05	
Hoja 1 de 1			

Salvo indicación contraria  
 cotas en milímetros  
 ángulos en grados  
 tolerancias  $\pm 0.5$  y  $\pm 1$

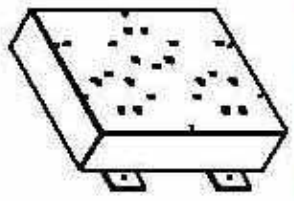




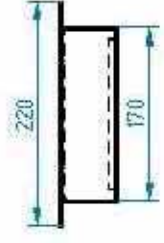
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

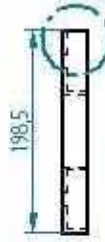


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

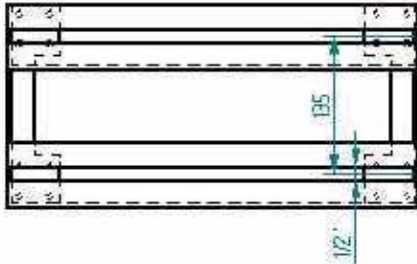
Fecha:	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Prueba
20/08/05	Johann Carrillo David Mascoso	
Comprobado:	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Prueba
20/08/05	Jorge Meneses	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Prueba
		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Prueba
Solvo indicación contraria cortos en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0.5$ y $\neq 1$		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Prueba
Escala: 1:2		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Prueba
Hoja 1 de 1		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Prueba



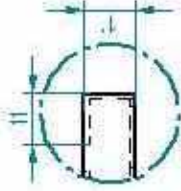
VISTA FRONTAL



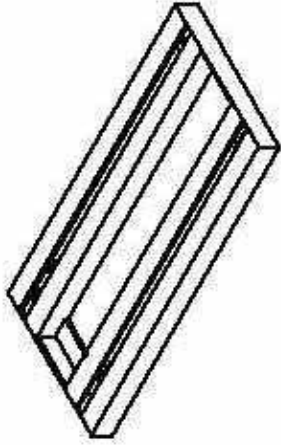
VISTA SUPERIOR



VISTA SUPERIOR

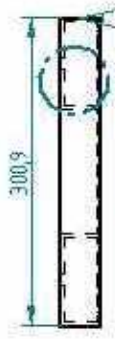


DETALLE A

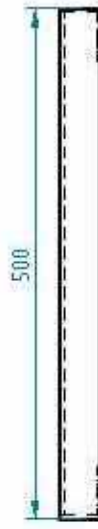


VISTA ISOMÉTRICA

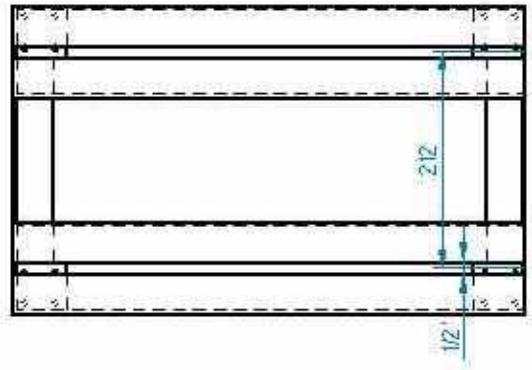
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
		BASE MOTOR TAMAÑO CONSTRUCTIVO 90
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$		A4
Escala		1:2 Archivo-02-01-28.dwg Hoja 1 de 1



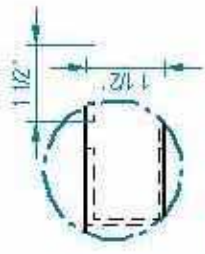
VISTA FRONTAL



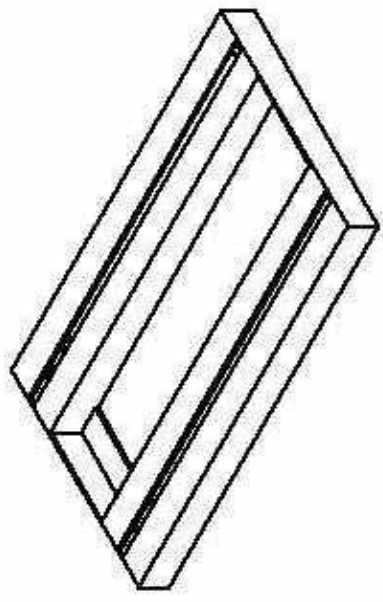
VISTA SUPERIOR



VISTA SUPERIOR

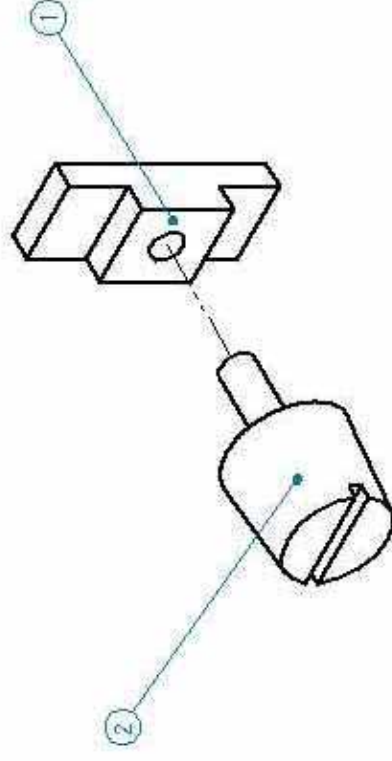


DETALLE A

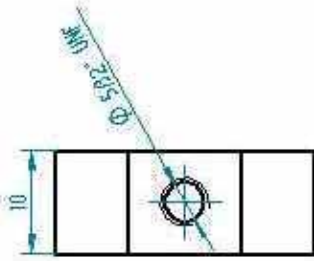


VISTA ISOMÉTRICA

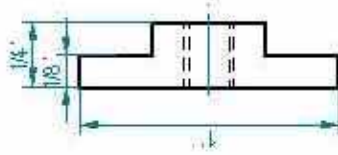
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johann Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1		BASE MOTOR TAMAÑO CONSTRUCTIVO B2 SM A4
		Escala 1:2 Archivo-02-01-29.dft Hoja 1 de 1



NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO	CANTIDAD	MATERIAL
1	02-02-01	TUERCA 5/32 UNF	1	ALUMINO
7	02-02-02	TORNILLO 5/32 UNF	1	
	Fecha:	Nombre		
Dibujado	20/08/05	Johana Carrillo		
Comprobado	20/08/05	David Mascosa		
		Jorge Meneses		
		Salvo indicación contraria, cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1		
		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección		MECANISMOS DE SUJECIÓN A4
		Escala: 2:1		Archivo: 02-02-001.dwg Hoja 1 de 1



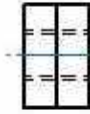
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

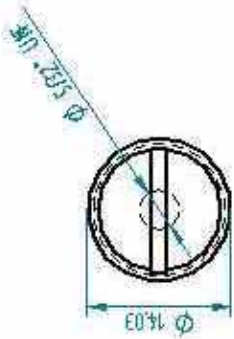


VISTA ISOMÉTRICA

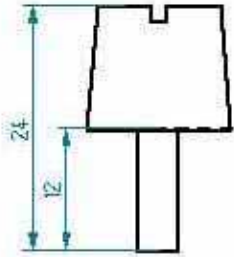


VISTA SUPERIOR

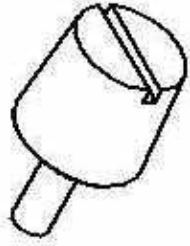
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y Dispositivos de Protección
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$	TUERCA 5/32" UNF	A4
Escala: 2:1		Archivo: 02-02-01dH Hoja 1 de 1



VISTA FRONTAL



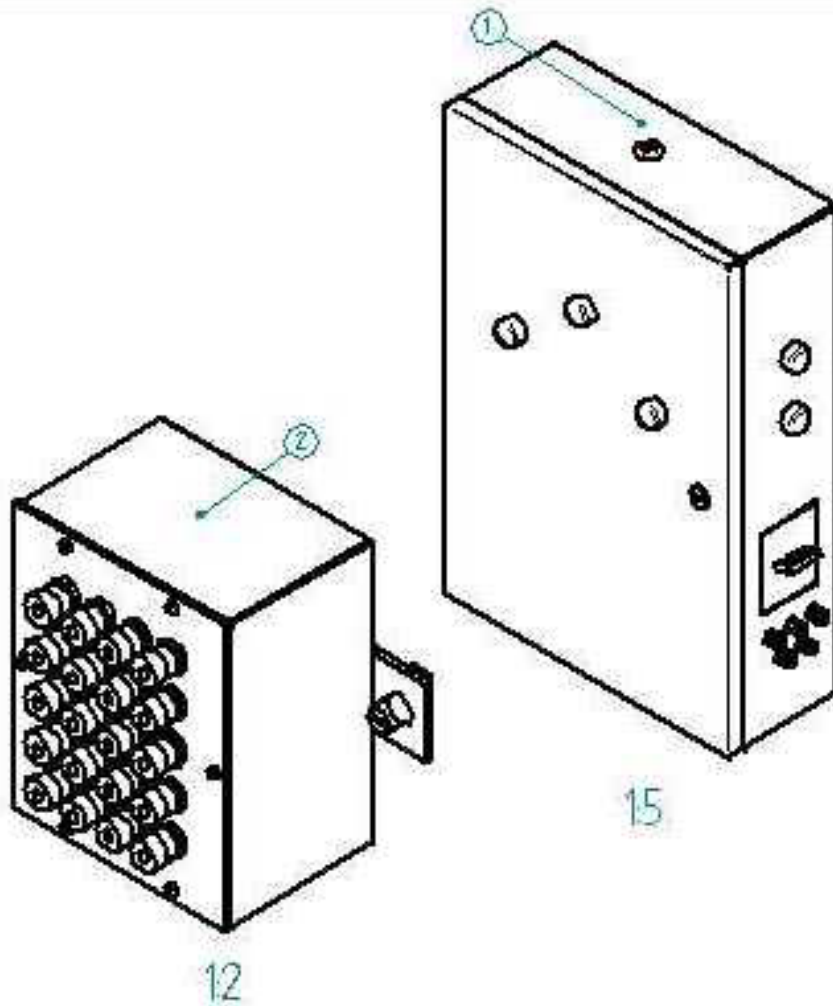
VISTA LATERAL



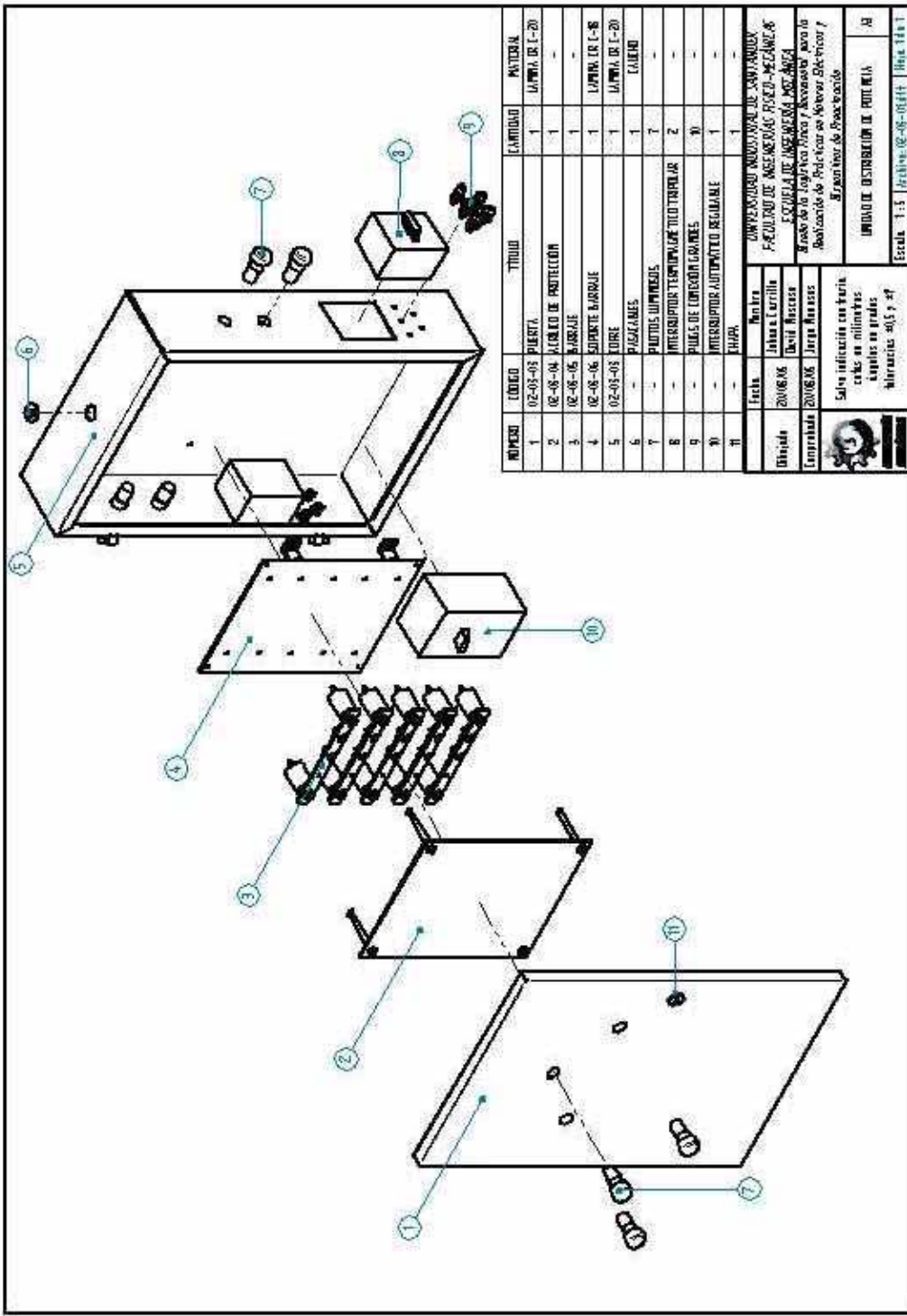
VISTA ISOMÉTRICA

Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Dibujo	Johana Carrillo	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado	David Mascosa	Diseño de la Logística Física y Documental para la
	Jorge Meneses	Realización de Prácticas en Máquinas Eléctricas y
		Dispositivos de Protección
		TORNILLO 5.927 UNF
		A4
		Escala: 2:1
		Archivo: 02-02-02.dft
		Hoja 1 de 1





NUMERO	EDICION	TITULO	CANTIDAD	MATERIAL
1	02-08-01	UNIDAD DE DISTRIBUCION DE POTENCIA	1	-
2	02-03-02	UNIDAD DE SUMINISTRO DE ENERGIA	1	-
	Fecha:	Nombre	ZWPERSTAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA Grupo de la Ingeniería Física y Mecánica para la Realización de Prácticas de Motores Eléctricos y Sistemas de Propulsión	
Diseñada	20/08/06	Johann Carrillo		
		David Rascasa		
Comprobada	20/08/06	Jorge Ramos		
		Salvo indicación contraria, cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 0,1$	UNIDADES DE ENERGIA	
			Escala: 1:5	Archivo: 02-08-00.dwg Hoja: 1 de 1



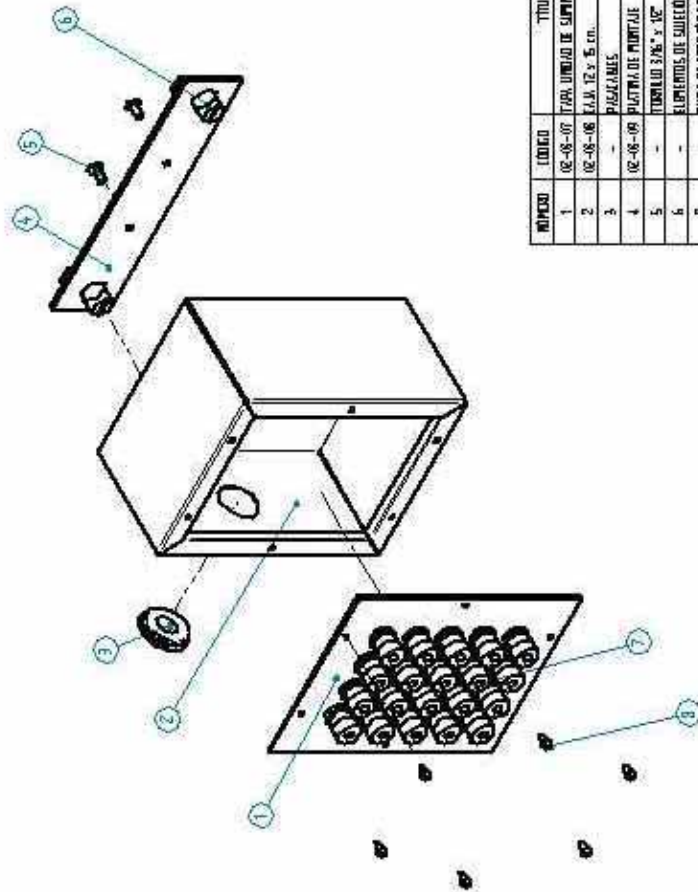
ORDEN	CODIGO	TITULO	CANTIDAD	NOTAS
1	02-03-03	PUERTA	1	LAMPARA DE 1-20
2	02-05-04	ALCANTARAL DE PROTECCION	1	-
3	02-08-05	BARRAJE	1	-
4	02-08-06	SOPORTE BARRAJE	1	LAMPARA DE 1-20
5	02-03-03	TORRE	1	LAMPARA DE 1-20
6	-	PLACAJES	1	CABLE
7	-	PLACAJES	7	-
8	-	INTERRUPTOR TEMPORAL DE TIPO THERMOL	2	-
9	-	PLUGUE DE CONTACTO CORRIENTE	10	-
10	-	INTERRUPTOR AUTOMATICO REGULABLE	1	-
11	-	TRABA	1	-

Fecha:	Revista:	EMPRESA INDUSTRIAL DE SANTIAGO
20/08/06	Johana Larrilla	FABRICA DE ARMARIOS PRED-HECUBIC
02/01/06	David Herrera	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
20/08/06	Jorge Barrios	Trabajo de Ingeniería de Materiales para la
Abastecido de: Fabrica de Armarios PRED-HECUBIC y Distribuidor de Productos		
Sección de:		UNIDAD DE DISTRIBUCION DE POTENCIA
Escala: 1:15		Revisión: 02-08-06/11

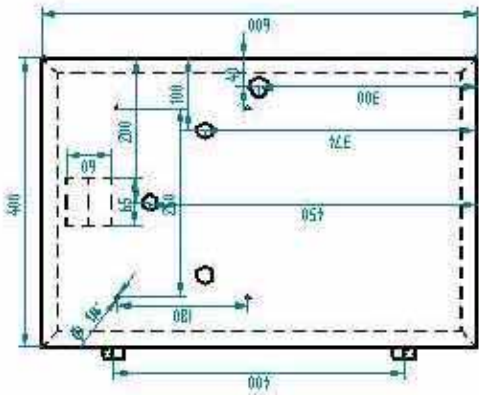


Sección de:
   
 Escala: 1:15
   
 Revisión: 02-08-06/11

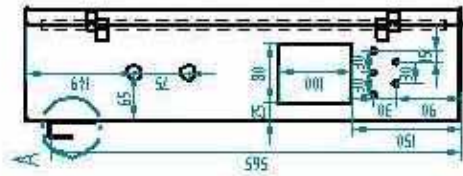


NÚMERO	CÓDIGO	TÍTULO	CANTIDAD	MATERIAL
1	02-08-07	TAPA UNIDAD DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	1	LAMINA DE 1-20
2	02-08-08	LAJA 12 x 5 cm.	1	LAMINA DE 1-20
3	-	PIRULAMAS	1	ALUMINIO
4	02-08-09	PLATA DE MONTAJE	1	ALUMINIO
5	-	TORNILLO 3/16" x 1/2"	2	-
6	-	ELIPSE DE SUJECION	2	-
7	-	PIRULAS DE CUBIERTA	20	-
8	-	TORNILLO 1/8" x 1/4"	6	-
<b>Fecha:</b> Roma <b>Diseño:</b> 20/08/06 <b>Elaborado:</b> 20/08/06				
<b>EMPRESA INDUSTRIAL DE SANTIAGO</b> <b>FABRICA DE ASEROS Y MECANICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b> Paseo de la Independencia 7, Alameda, Santiago, Chile Laboratorio de Prácticas de Materiales y Mecánica y Laboratorio de Prácticas de Mecánica y Laboratorio de Prácticas de Mecánica				
<b>UNIDAD DE SUMINISTRO DE ENERGÍA</b> Escala: 1:2 (Folios: 02-08-02-01) (Hoja 1 de 1)				

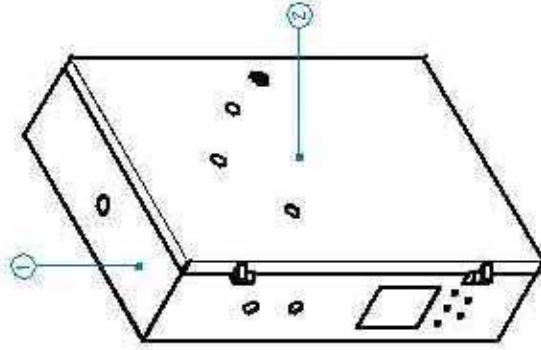
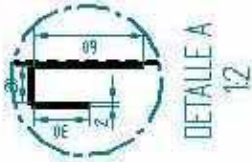
Se ha indicado en forma  
 clara en milímetros  
 todos los datos  
 necesarios para la  
 fabricación de la pieza



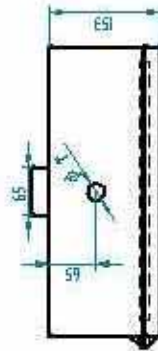
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA ISOMÉTRICA

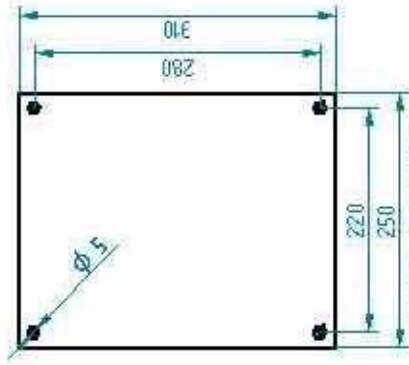


VISTA SUPERIOR

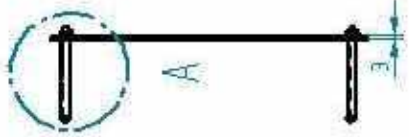
RÚBICO		TÍTULO	CANTIDAD
1	DEPE		1
2	PIPIPIA		1

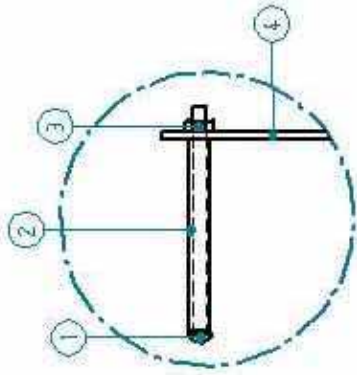
Fecha:	20/08/06	Nombre:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Dibujado:	20/08/06	Unidad:	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
Comprobado:	20/08/06	Curso:	5º semestre de Ingeniería Mecánica
Se ha indicado en turquesa los milímetros y en gris los milímetros y en negro los milímetros y en negro los milímetros.		Escala: 1:1	
Autor:		Profesor:	
Fecha:		Lugar:	



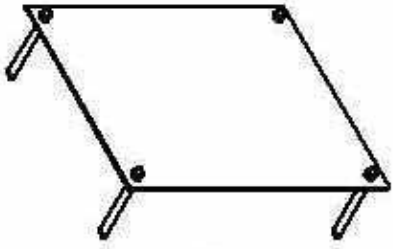
VISTA FRONTAL



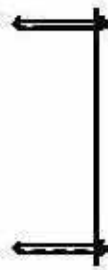
VISTA LATERAL



DETALLE A  
12



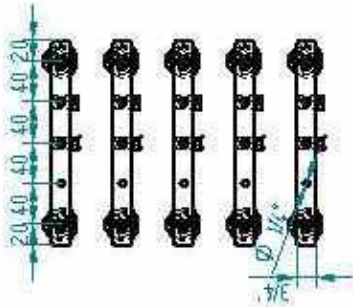
VISTA ISOMÉTRICA



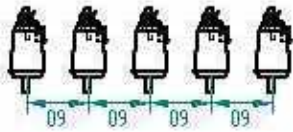
VISTA SUPERIOR

NÚMERO	TÍTULO	CANTIDAD
1	TORNILLO 3/16" X 35"	4
2	SEPARADOR	4
3	TUERCA 3/16"	4
4	ACRILICO	1

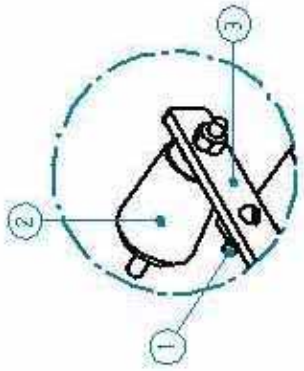
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
04 de mayo de 2008/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
Comprobado	David Moscoso	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
20/08/05	Jorge Meneses	Departamento de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección
	Salvo indicación contraria, cotas en milímetros, ángulos en grados, tolerancias $\pm 0.5$ y $\pm 1$	ACRILICO DE PROTECCIÓN
		A4
Escala 1:5		Archivo: 02-03-04-df
		Hoja 1 de 1



VISTA FRONTAL

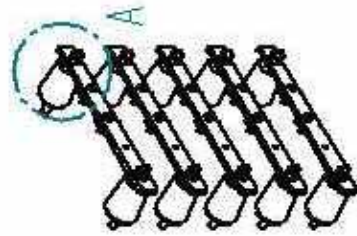


VISTA LATERAL

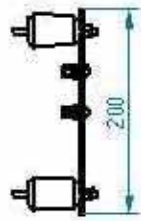


DETALLE A

1/2



VISTA ISOMETRICA



VISTA SUPERIOR

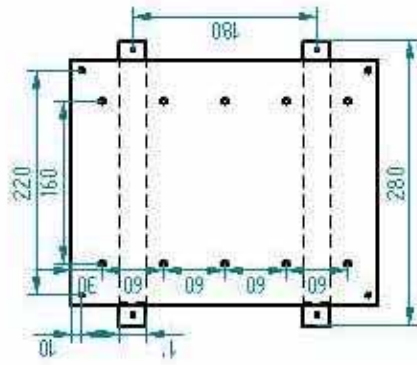
NÚMERO	TÍTULO	CANTIDAD
1	TERMINAL BRISTOL	10
2	AISLADOR	10
3	PLATINA DE COBRE 3/4" x 20 cm	5

Fecha	Nombre
20/08/05	Johana Carrillo
20/08/05	David Mucosca
	Jorge Meneses
Escuela de Ingeniería Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección	
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Borrache	
A4	

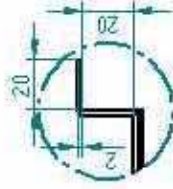
Dibujo de 20/08/05 Comprobado de 20/08/05 	Escala   : 5 Archivo-02-03-05.dft Hoja   de   1
--	---



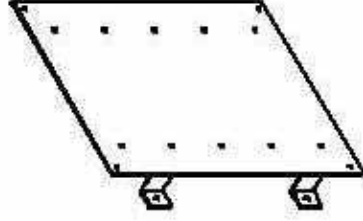
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



DETALLE A  
1:2

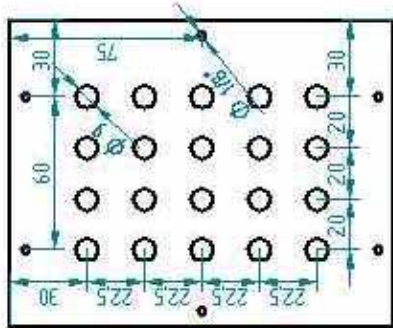


VISTA ISOMÉTRICA



VISTA LATERAL

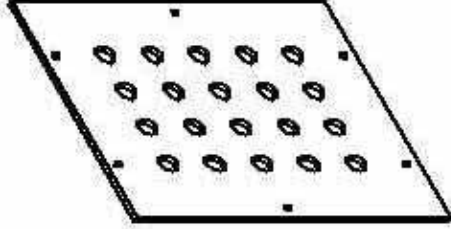
Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
20/08/05	David Mascaró	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección	
 Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados Tolerancias ±0.5 y ±1		SOPORTE BARRAJE	A4
Escala		1:5	Hoja 1 de 1



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA ISOMÉTRICA

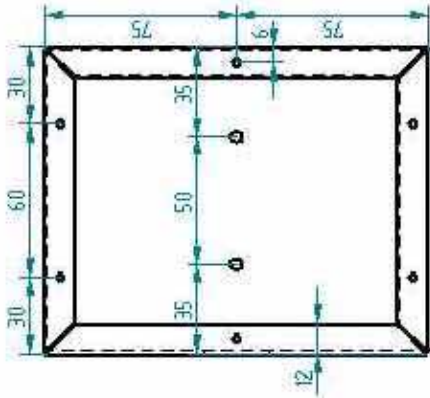


VISTA SUPERIOR

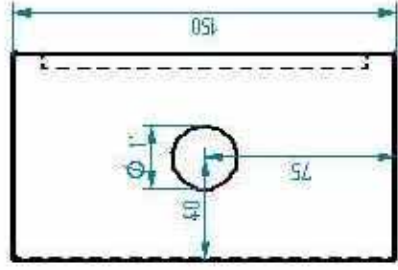
Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Fecha	FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Nombre	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Obtención	Diseño de la Logística Física y Documental para la	
Comprobación	Realización de Prácticas en Motores Eléctricos y	
	Dispositivos de Protección	
	TAPA UNIDAD DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	
	A4	
Escala	1:2	Archivo: 02-03-07.dwg Hoja 1 de 1



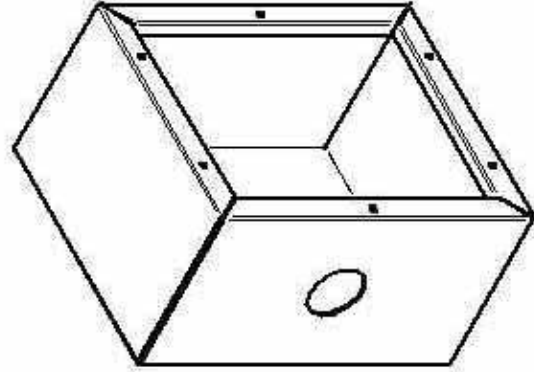
Salvo indicación contraria  
 cotas en milímetros  
 ángulos en grados  
 tolerancias  $\pm 0.5$  y  $\pm 1$



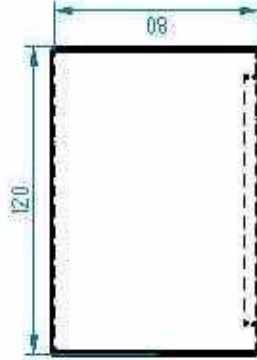
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA ISOMÉTRICA



VISTA SUPERIOR

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
20/08/05	Johana Carrillo	FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
20/08/05	David Mascosa	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
20/08/05	Jorge Meneses	Diseño de la Logística Física y Documental para la Realización de Prácticas en Materias Eléctricas y Dispositivos de Protección
		CAJA 12 x 15 CM
		A4
		Escala 1:2 Archivo:02-03-08.dwg Hoja 1 de 1



Salvo indicación contraria  
 cotas en milímetros  
 ángulos en grados  
 tolerancias ±0.5 y ±1

