

23-5-2020

Proyecto final de carrera

Diseño de una máquina de ensayos de adhesión
para recubrimientos finos tipo Scratch Test
basada en la norma ASTM C-1624

AUTOR:

MASSIMO UCCELLINI

TUTORES:

ING. EDUARDO VELAZQUEZ
ING. RAÚL CHARADIA

DIRECCION DE PROYECTOS:

ING. GUSTAVO PUENTE
ING. ANIBAL DE CARLI

PROYECTO N°:

2005B

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO Y AGRADECIMIENTOS	pag. 3
INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	pag. 4
OBJETIVOS, ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO	pag. 10
NORMATIVAS DE APLICACIÓN	pag. 13
SISTEMA DE CODIFICACIÓN	pag. 18
INGENIERÍA BÁSICA	pag. 34
INGENIERÍA DE DETALLES	pag. 83
MEMORIAS DE CÁLCULO	pag. 186
MANUAL DE USUARIO	pag. 250
ANEXOS COMPLEMENTARIOS	pag. 263
REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS	pag. 284

Resumen ejecutivo

El proyecto se centra en el diseño/ingeniería y cálculo de una máquina de ensayos tipo Scratch Tester para para recubrimientos duros finos depositados sobre sustratos metálicos. Con ésta se busca aumentar la productividad y calidad de los ensayos realizados por becarios del Grupo de Ingeniería de Superficies que desempeña sus tareas en la Facultad Regional de Concepción del Uruguay (UTN FRCU) en la provincia de Entre Ríos. Además, permitirá generar un registro de los elementos ensayados.

Abstract

The project focuses on the design / engineering and calculation of a Scratch Tester type testing machine for thin hard coatings deposited on metallic substrates. This seeks to increase the productivity and quality of the tests carried out by scholarship holders from the Surface Engineering Group who perform their tasks at the Regional Faculty of Concepción del Uruguay (UTN FRCU) in the province of Entre Ríos. In addition, it will allow to generate a record of the elements tested.

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a mi familia por ser el pilar fundamental en mi educación, y que desde un principio me han acompañado y brindado su apoyo incondicional.

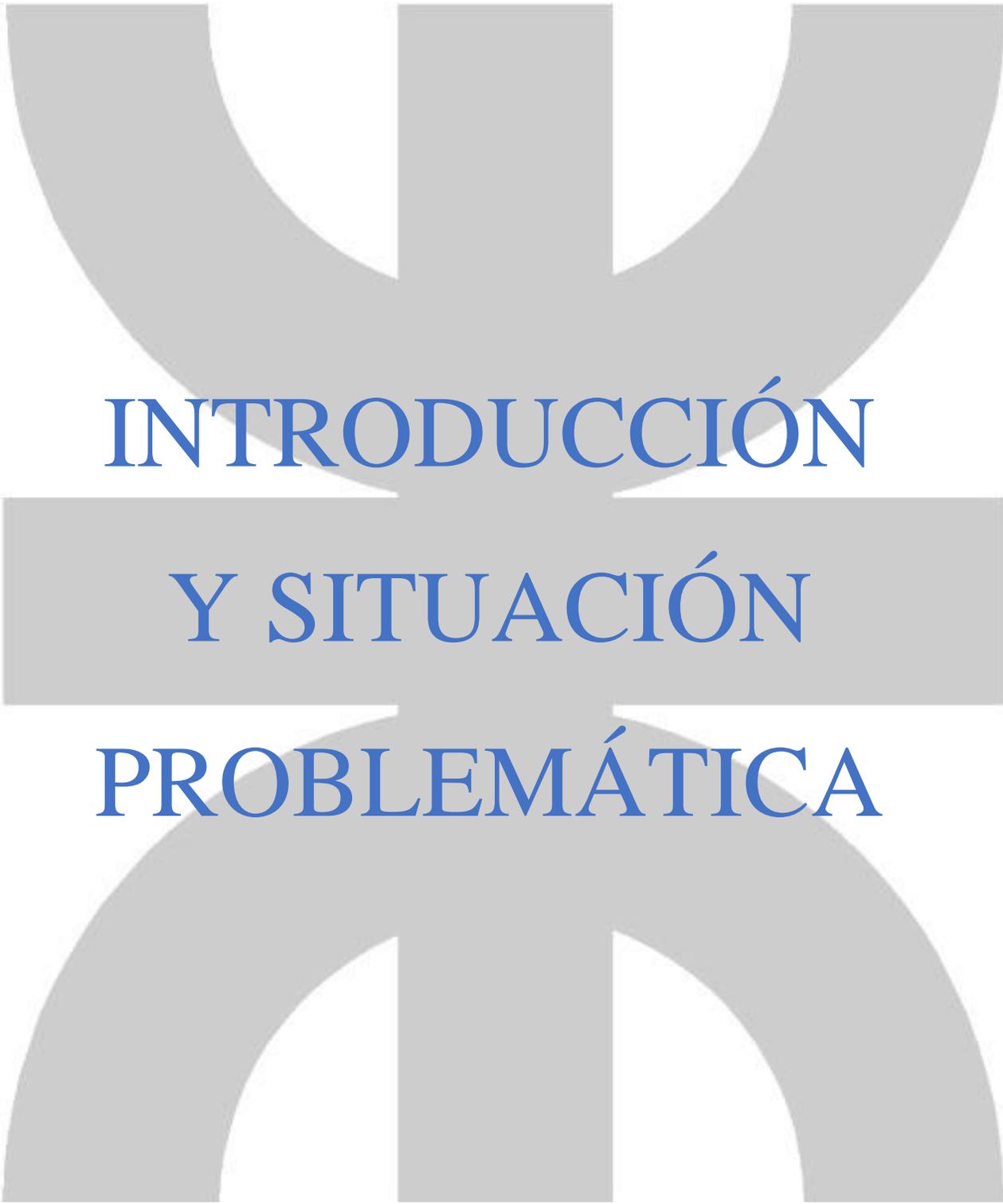
Al Ing. Eduardo Velázquez por su enorme ayuda teórica y su entera disposición para la realización del proyecto.

A los Ings. Gustavo Puente y Aníbal De Carli, por el seguimiento a lo largo de todas las etapas del proyecto.

A todos los docentes de la facultad, por su disposición a enseñar desde los inicios de la carrera. En especial al Ing. Raúl Charadia por asesorarme en la parte mecánica del equipo y por el apoyo brindado a lo largo de la carrera.

A la Dra. Sonia Brühl por bríndame la oportunidad de formar parte del grupo de ingeniería de superficies donde tuve la oportunidad de desarrollarme como becario de investigación y realizar mi proyecto de carrera.

A mis compañeros, amigos y personas que me ayudaron a recorrer todo el camino, que de una manera u otra aportaron para que pudiera realizar carrera carreras y el proyecto.



INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

ÍNDICE

Introducción y situación problemática	3
Marco teórico de referencia y del estado del arte	3
Glosario	6

Introducción y situación problemática

El Grupo de Ingeniería de Superficies (GIS) se dedica a la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico en el área de tratamientos superficiales de metales a través de técnicas que involucran plasmas. Su meta es aumentar la resistencia al desgaste y a la corrosión de componentes de acero para aumentar su vida útil y su rango de aplicación.

Los ensayos de Scratch Test son parte del proceso de análisis de recubrimientos y son utilizados esencialmente para determinar la resistencia práctica de adhesión. Contar con una máquina que realice este tipo de ensayos sería una ventaja para el grupo dado que le permitiría realizar análisis más completos, realizar comparativas entre diferentes recubrimientos y obtener información sobre el comportamiento de los recubrimientos frente a diferentes magnitudes de carga.

Marco teórico de referencia y del estado del arte

Un recubrimiento es una película fina de compuesto cerámico depositada sobre una superficie metálica (sustrato) con el fin de mejorar las propiedades superficiales. Existen varias técnicas utilizadas para depositar estos compuestos, como pueden ser las técnicas de PVD (Physical Vapor Deposition) o CVD (Chemical Vapor Deposition). Las mejoras superficiales que se pueden lograr son por ejemplo la disminución del coeficiente de fricción, el aumento de la dureza superficial, mejora del comportamiento frente a la corrosión, etc.

La diferencia fundamental entre un recubrimiento (Imagen A1) y un tratamiento superficial (Imagen A2) radica que en el primero existe una interfase bien marcada entre el sustrato (material base) y la lámina que se deposita sobre él. En cambio, en el tratamiento superficial se puede ver un gradiente de las propiedades desde la superficie del material hacia abajo.



Imagen A1



Imagen A2

Si bien los recubrimientos tienen ventajas sobre los tratamientos superficiales, como pueden ser, mayores durezas o coeficientes de fricción muy bajos, también tienen desventajas como por ejemplo incompatibilidad química entre el sustrato y el recubrimiento, falta de adhesión, etc.

El objetivo de la prueba de Scratch Test, también llamada prueba de rayado, es evaluar la integridad mecánica, los modos de falla y la fuerza de adhesión práctica de un recubrimiento depositado sobre un sustrato.

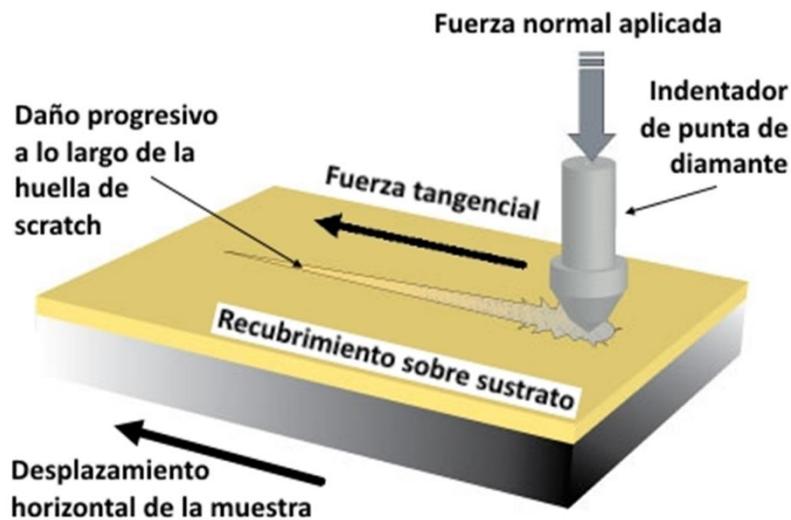


Imagen A 1

En este ensayo, una punta de diamante con una geometría determinada (Rockwell C, un indentador cónico de diamante con un ángulo de 120° y un radio de punta esférica de $200\ \mu\text{m}$) se traslada una distancia específica a través de la superficie plana de una probeta recubierta a una velocidad constante y una fuerza normal predefinida (constante o progresivamente creciente). El daño a lo largo del rayado se evalúa mediante microscopio óptico. Los niveles específicos de daño están asociados con el aumento de las fuerzas normales del indentador. Los niveles de fuerza que producen un tipo/nivel específico de daño en el recubrimiento se definen como la(s) carga(s) crítica(s). En el ensayo también utilizan la fuerza tangencial y las señales de emisión acústica como datos de prueba secundarios para identificar diferentes niveles de daños en el recubrimiento.

Los equipos comerciales evalúan el daño mediante un microscopio óptico incorporado. Los niveles específicos de daño están asociados con el aumento de las fuerzas normales del indentador que se toman mediante una celda de carga y se grafican en función

del desplazamiento relativo entre la probeta y el indentador. También se utiliza una celda de carga para medir la fuerza tangencial y las señales de emisión acústica como datos de prueba secundarios para calcular los coeficientes de fricción e identificar diferentes niveles de daños.

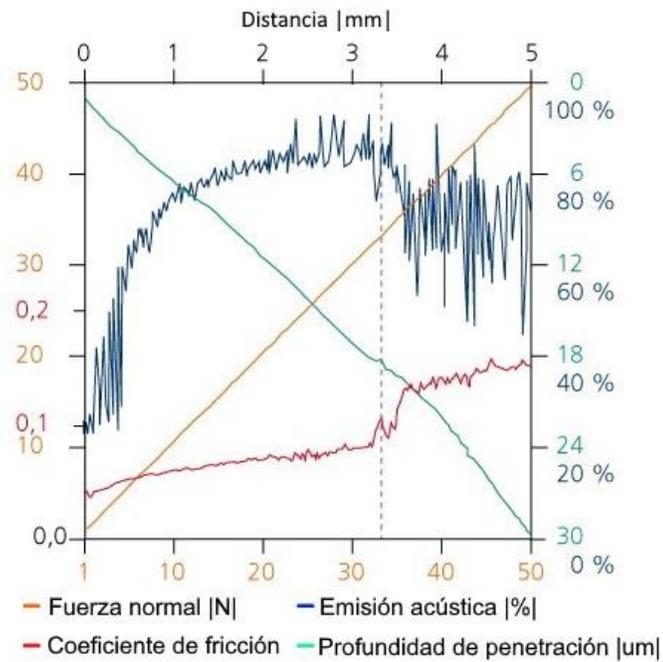


Imagen A 2

Glosario

- **Probeta:** En ciencia de materiales, una probeta es una muestra, constituida por un determinado material cuyas características se desean estudiar.
- **Microscopio óptico:** instrumento que permite observar en un tamaño aumentado elementos que son imperceptibles a simple vista por medio de lentes ópticas de aumento, hasta una magnificación de 800x.
- **Indentador:** Elemento utilizado para aplicar carga en el ensayo de indentación. Es de un material muy duro, diamante generalmente, y tiene una forma determinada en forma de cono o pirámide con radio en el vértice normalizado.



OBJETIVOS, ALCANCE

Y PLAN DE TRABAJO

ÍNDICE

Objetivos.....	3
Alcance	3
Plan de trabajo	3

Objetivos

1. Diseñar una máquina de ensayos de adhesión para recubrimientos finos tipo Scratch Tester.
2. Realizar los cálculos estructurales correspondientes para lograr precisión y repetitividad en los ensayos.
3. Cumplir con los requerimientos y parámetros de ensayo impuestos por la norma ASTM C-1624.

Alcance

1. Comprende:
 - Diseño de la estructura y partes mecánicas.
 - Diseño de la electrónica de control.
 - Programación de la placa de control Arduino UNO.
 - Procedimiento de ensayo.
 - Estudio de costos.
2. No comprende
 - Programación del software de computadora para la adquisición de datos del ensayo.
 - Fabricación y puesta en marcha.

Plan de trabajo

1. Estudio de los requerimientos designados por la norma.
2. Análisis y propuesta tecnológica (Ingeniería Básica).
3. Cálculo y diseño de procesos y equipos necesarios.



NORMATIVAS DE APLICACIÓN

ÍNDICE

Normativa utilizada.....	3
Conjunto de Normas IRAM para dibujo técnico.....	3
Normas para aceros	3
Normas para elementos de unión	3
Normas para rodamientos.....	3
Rodamientos rígidos de bola.....	3
Rodamientos de una hilera de rodillos cónicos.....	4
Normas para elementos eléctricos.....	4
Glosario.....	5

Normativa utilizada

La normativa internacional utilizada para el ensayo de Scratch Test en la ASTM C1624. A partir de esta me baso para diseñar la maquina y ajustar los parámetros de ensayo. Los mismos deben estar dentro de los rangos establecidos para asegurar la repetitividad y la repetibilidad de los sucesivos ensayos que se realizaran.

Además de esta norma existen otras utilizadas a lo largo del proyecto para el dibujo de planos y especificaciones técnicas de partes.

Conjunto de Normas IRAM para dibujo técnico

Todos los planos de especificaciones técnicas serán realizados de acuerdo con el paquete de normas IRAM para dibujo técnico.

Normas para aceros

- ASTM A36/SAE 1010.
- SAE 4140.
- SAE 1045.
- AISI 304

Normas para elementos de unión

- ASME B27.7M: Seguro seeger para ejes.
- ASME B18.3.1M: Tornillos Allen cabeza cilíndrica con hexágono interior.
- ASME B18.22M: Arandelas planas.
- ASME B18.3.6M: Prisioneros sin cabeza con hexágono interior.
- ASME B18.2.3.2M: Tornillos cabeza hexagonal
- ASME B18.6.7M: Tornillos Phillips base plana y base cónica
- ASME B18.2.4.1M: Tuerca hexagonal

Normas para rodamientos

Rodamientos rígidos de bola

- ISO 15:1998: Dimensiones generales de los rodamientos rígidos de bolas de acero inoxidable.
- ISO 492:2002: Tolerancias para los rodamientos rígidos de bolas de acero inoxidable.
- ISO 5753:1991: Juego interno para los rodamientos rígidos de bolas de acero inoxidable.

- AISI 440C: Material de las bolas y los aros.
- AISI 302: Material de los blindajes y las jaulas.

Rodamientos de una hilera de rodillos cónicos

- ISO 15:1998: Dimensiones generales de los rodamientos de una hilera de rodillos cónicos de acero inoxidable.
- ISO 246:1995: Dimensiones de los anillos de resalte de los rodamientos de una hilera de rodillos cónicos de acero inoxidable.
- ISO 492:2002: Tolerancias para los rodamientos de una hilera de rodillos cónicos de acero inoxidable.
- AISI 440C: Material de las bolas y los aros
- AISI 302: Material de los blindajes y las jaulas

Normas para elementos eléctricos

- Conjunto Normas IEC: Para elementos eléctricos.
- IRAM 247-3: Cables unipolares flexibles.
- IRAM 247-5: Cables flexible asilado PVC
- IEC 60529: Norma internacional para grados de protección

Glosario

- ASTM: American Society for Testing and Materials.
- IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- SAE: Society of Automotive Engineers
- AISI: American Iron and Steel Institute.
- ASME: American Society of Mechanical Engineers.
- ISO: International Organization for Standardization.
- IEC: International Electrotechnical Commission



SISTEMA DE CODIFICACIÓN

ÍNDICE

Codificación de partes	3
Proyecto	3
Código del sistema.....	3
Descripción del subsistema.....	3
Numeración de la parte	3
Codificación de conductores	4
Número del conductor	4
Codificación de planos	4
Proyecto	4
Tipo de plano	5
Código del sistema.....	5
Planos de partes	5
Descripción del subsistema	5
Planos de ensamblaje	6
Descripción del subsistema	6
Número de plano.....	6
Lista general de partes	6
Lista general de conductores	13
Lista de planos de partes.....	14
Lista de planos de ensamblajes.....	16

Codificación de partes

Proyecto

Ya que el código excede los límites de este proyecto, esta sección identifica a que máquina o aparato pertenece la parte. Para este proyecto todos los códigos tendrán el prefijo ST, refiriéndose a Scratch Tester.

Código del sistema

El código del sistema divide al Scratch Tester en 2, de esta forma resultará más fácil encontrar la parte en cuestión.

Código	Sistema
E	Elementos eléctricos
M	Elementos mecánicos

Tabla FB 1

Descripción del subsistema

Para facilitar la búsqueda de componentes se establece una división según al subsistema al que pertenece.

Código	Subsistema
ES	Estructura
CP	Conversión de par
BP	Brazo pivotante
TP	Traslación de probeta
CC	Cerramiento
EU	Elementos de Unión
EE	Elementos electrónicos
BG	Base giratoria

Tabla FB 2

Numeración de la parte

Este identifica a cada parte, siendo un número único e irrepetible asignado por el diseñador.

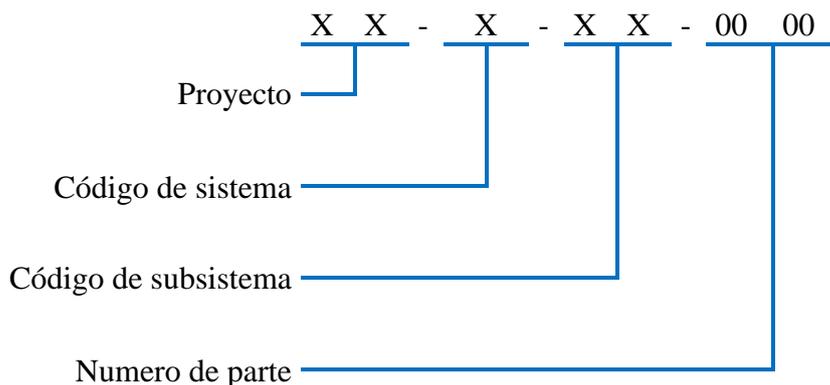


Tabla FB 3

Codificación de conductores

Para la codificación de los conductores se utilizará un código simple, compuesto por una letra que indicará la función y un número que lo identificará dentro de cada grupo.

Código	Función
P	Potencia
A	Alimentación
C	Comunicación

Tabla FB 4

Número del conductor

Es un número que identifica al conductor dentro de cada grupo.

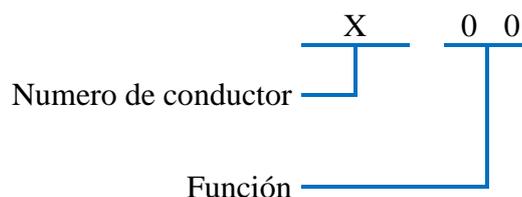


Tabla FB 5

Codificación de planos

Proyecto

Al igual que en la codificación de partes, esta sección del código identifica a que máquina o aparato pertenece el plano. Para este proyecto todos los códigos tendrán el prefijo ST, refiriéndose a Scratch Tester.

Tipo de plano

Este indica si es un plano de fabricación de alguna parte, si es un plano de ensamblaje de alguna parte del equipo o si es un plano con instrucciones para el montaje del equipo en el lugar de trabajo.

Código	Tipo de plano
E	Ensamblaje
F	Fabricación

Tabla FB 6

Código del sistema

De la misma forma que las partes, los planos se dividen en sistemas.

Código	Sistema
E	Planos eléctricos
M	Planos mecánicos

Tabla FB 7

Planos de partes

Descripción del subsistema

Para facilitar la búsqueda de componentes se establece una división según al subsistema al que pertenece.

Código	Subsistema
ES	Estructura
CP	Conversión de par
BP	Brazo pivotante
TP	Traslación de probeta
CC	Cerramiento
EU	Elementos de Unión
EE	Elementos electrónicos
BG	Base giratoria

Tabla FB 2

Planos de ensamblaje

Descripción del subsistema

Para facilitar la búsqueda de ensamblajes se establece una división según el tipo de ensamblaje al que se hace referencia.

Código	Sección
EC	Estructura y cerramiento
CP	Sistema de conversión de par
BP	Sistema de brazo pivotante
TP	Sistema de traslación de probeta
GC	Gabinete de control
BG	Sistema de base giratoria
EE	Elementos electrónicos

Tabla FB 8

Número de plano

Este identifica a cada plano, siendo un número único e irrepetible.

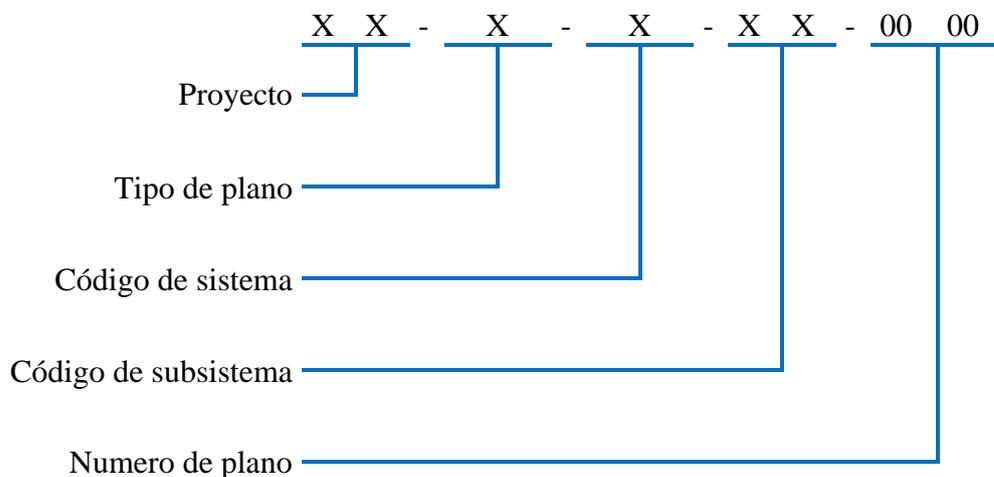


Tabla FB 9

Lista general de partes

La totalidad de las partes que componen la maquina se detallan a continuación.

Código parte	Descripción	Función	Cant.
ST-E-CP-021	Motorreductor eje horizontal	Desplazar porta probetas	1
ST-E-CP-042	Motorreductor eje vertical	Desplazar brazo pivotante	1
ST-E-EE-027	Celda de carga	Medir fuerza tangencia y fuerza de rozamiento	2
ST-E-EE-048	Encoder EC11	Medir desplazamiento horizontal	1
ST-E-EE-080	Caja estanca IP65	Sujetar y proteger elementos electrónicos	1
ST-E-EE-082	Conector 220v	Alimentar con tensión de red gabinete de control	1
ST-E-EE-084	Ventilador 80mm	Enfriar elementos electrónicos	1
ST-E-EE-086	Amplificador HX711	Amplifica la señal de la celda de carga	2
ST-E-EE-087	Llave de encendido	Encender la máquina	1
ST-E-EE-088	LCD 16x2 líneas	Interfaz con el usuario	1
ST-E-EE-090	Fuente alimentación 12v 60w	Alimentar cono 12v elementos electrónicos	1
ST-E-EE-091	Arduino UNO	Procesar datos y emitir señales de movimiento	1
ST-E-EE-092	Puente H L298N	Accionamiento de los motores de desplazamiento	1
ST-E-EE-093	Botones pulsadores	Permiten desplazare por los menús	1
ST-E-EE-099	DB9 hembra	Transmitir las señales de fuerza	2
ST-E-EE-113	Conector 4 pines	Transmitir las señales de movimiento	2
ST-E-EE-114	Interfaz I2C	Convertir señal de la pantalla LCD	1
ST-M-BG-035	Guía barras 8mm	Desplazamiento del brazo pivotante	2
ST-M-BG-036	Soporte barras 8mm	Fijación de las barras de desplazamiento vertical	2

ST-M-BG-037	Barra acero 8mm	Desplazamiento del brazo pivotante	4
ST-M-BG-040	Base giratoria	Desplazamiento del brazo pivotante	1
ST-M-BP-024	Rodamiento 30202	Permitir el giro del brazo pivotante	2
ST-M-BP-025	Eje brazo pivotante	Soporte del brazo pivotante	1
ST-M-BP-026	Soporte celda de carga fuerza normal	Fijación de la celda de fuerza normal	1
ST-M-BP-028	Indentador	Producir una huella sobre la probeta	1
ST-M-BP-029	Brazo pivotante izquierdo	Transmitir las fuerzas normales y tangenciales	1
ST-M-BP-030	Porta pin	Soportar el indentador	1
ST-M-BP-031	Soporte celda de carga fuerza rozamiento	Fijación de la celda de fuerza de rozamiento	1
ST-M-BP-032	Rodamiento 638-5-2Z	Permite el giro del porta pin	2
ST-M-BP-033	Soporte rodamiento 638-5-2Z	Fijación del rodamiento al brazo pivotante	2
ST-M-BP-034	Brazo pivotante derecho	Transmitir las fuerzas normales y tangenciales	1
ST-M-BP-038	Soporte rodamiento 30202 Izquierdo	Fijación del rodamiento a la base giratoria	1
ST-M-BP-039	Soporte rodamiento 30202 derecho	Fijación del rodamiento a la base giratoria	1
ST-M-BP-047	Soporte motorreductor eje vertical	Fijación del motorreductor de eje vertical	1
ST-M-BP-074	Tubo separador 8mm	Separador del soporte del porta pin	1
ST-M-BP-079	Guía empujador resorte	Impedir giro del empujador	1
ST-M-CC-100	Policarbonato base	Proteger la maquina de ensayos	1
ST-M-CC-101	Policarbonato borde corto	Proteger la maquina de ensayos	2
ST-M-CC-102	Policarbonato borde largo	Proteger la maquina de ensayos	2

ST-M-CC-103	Policarbonato fondo	Proteger la maquina de ensayos	1
ST-M-CC-104	Policarbonato frente	Proteger la maquina de ensayos	1
ST-M-CC-105	Policarbonato guías	Proteger la maquina de ensayos	8
ST-M-CC-106	Policarbonato manija	Proteger la maquina de ensayos	2
ST-M-CC-107	Policarbonato tapa frontal	Proteger la maquina de ensayos	1
ST-M-CC-108	Policarbonato tapa superior	Proteger la maquina de ensayos	1
ST-M-CC-109	Policarbonato techo	Proteger la maquina de ensayos	1
ST-M-CC-110	Policarbonato lateral derecho	Proteger la maquina de ensayos	1
ST-M-CC-111	Policarbonato lateral izquierdo	Proteger la maquina de ensayos	1
ST-M-CP-041	Resorte empujador brazo pivotante	Transmitir la fuerza normal	1
ST-M-CP-043	Empujador resorte brazo pivotante	Transmitir la fuerza normal	1
ST-M-CP-044	Empujador celda de carga	Transmitir la fuerza normal	1
ST-M-CP-045	Eje empuja celda de carga	Transmitir la fuerza normal	1
ST-M-CP-046	Empujador U celda de carga	Transmitir la fuerza normal	1
ST-M-CP-089	Seguro para eje 4mm	Transmitir la fuerza normal	2
ST-M-ES-001	Mesa	Soporte de todas las partes móviles	1
ST-M-ES-002	Pata	Separar la mesa de la superficie de apoyo	4
ST-M-ES-020	Base motorreductor eje horizontal	Soporte del mecanismo de desplazamiento	1
ST-M-ES-022	Separador base motorreductor eje horizontal	Soporte del mecanismo de desplazamiento	1
ST-M-ES-066	Soporte encoder	Fijación del encoder a la mesa	1

ST-M-ES-075	Tope base giratoria	Fijar posición de ensayo	1
ST-M-ES-076	Tubo separador 20mm	Permite ajustar la posición de ensayo	1
ST-M-ES-077	Manivela	Permite ajustar la posición de ensayo	1
ST-M-ES-081	Tubo separador 6mm	Soporte del mecanismo de desplazamiento	15
ST-M-ES-085	Tacos de goma	Separar el gabinete de la superficie de apoyo	4
ST-M-ES-094	Rejilla 80mm	Protección para el usuario	1
ST-M-EU-018	Tuerca porta probeta	Fijación de la probeta	1
ST-M-EU-049	Tuerca M3x0.5mm	Elemento de fijación	31
ST-M-EU-050	Tuerca M12x1.75mm	Elemento de fijación	2
ST-M-EU-051	Tornillo Allen M3x0.5x20mm	Elemento de fijación	20
ST-M-EU-052	Tornillo Allen M3x0.5x10mm	Elemento de fijación	34
ST-M-EU-053	Tornillo Allen M3x0.5x12mm	Elemento de fijación	14
ST-M-EU-054	Tornillo Allen M3x0.5x30mm	Elemento de fijación	1
ST-M-EU-055	Tornillo Allen M5x0.8x30mm	Elemento de fijación	1
ST-M-EU-056	Tornillo Allen M3x0.5x25mm	Elemento de fijación	8
ST-M-EU-057	Tornillo Allen M4x0.7x16mm	Elemento de fijación	2
ST-M-EU-058	Tornillo Allen M8x1.25x20mm	Elemento de fijación	1
ST-M-EU-059	Tornillo Allen M5x0.8x20mm	Elemento de fijación	8
ST-M-EU-060	Tornillo Allen M6x1.0x20mm	Elemento de fijación	2
ST-M-EU-061	Tornillo Allen M6x1.0x25mm	Elemento de fijación	4

ST-M-EU-062	Tornillo Allen M3x0.5x16mm	Elemento de fijación	5
ST-M-EU-063	Tornillo philip M3x0.5x10mm plano	Elemento de fijación	9
ST-M-EU-064	Tornillo philip M3x0.5x20mm plano	Elemento de fijación	15
ST-M-EU-065	Tornillo hexagonal M6x20mm	Elemento de fijación	2
ST-M-EU-067	Tornillo M16 hueco	Transmitir la fuerza normal	1
ST-M-EU-068	Arandela plana M10	Elemento de fijación	2
ST-M-EU-069	Tuerca M10x1.5mm	Elemento de fijación	4
ST-M-EU-070	Tuerca M5x0.8mm	Elemento de fijación	1
ST-M-EU-071	Varilla roscada M10x40mm	Elemento de fijación	2
ST-M-EU-072	Varilla roscada M5x60mm	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-EU-073	Varilla roscada M12x180mm	Elemento de fijación	1
ST-M-EU-078	Tornillo M14 sin cabeza	Elemento de fijación	1
ST-M-EU-083	Tornillo philip M3x0.5x13mm cónico	Elemento de fijación	6
ST-M-EU-095	Prisionero M3x0.5x5mm	Elemento de fijación	7
ST-M-EU-098	Tornillo Allen M5x0.8x12mm	Elemento de fijación	2
ST-M-EU-112	Varilla roscada M5x45mm	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-003	Guía lineal FAG LFS32-CEx140	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-004	Guía lineal FAG LFL32-SF	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-005	Guía lineal FAG LFS20-CEx80	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-006	Guía lineal FAG LFL20-SF	Desplazamiento del porta probetas	1

ST-M-TP-007	Soporte lateral derecho carro LFL	Soporte del mecanismo de desplazamiento	1
ST-M-TP-008	Soporte horizontal carro LFL	Soporte del mecanismo de desplazamiento	1
ST-M-TP-009	Soporte resorte - rueda carro LFL	Soporte del mecanismo de desplazamiento	2
ST-M-TP-010	Separador carro LFL	Soporte del mecanismo de desplazamiento	4
ST-M-TP-011	Empuja carro LFL20	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-012	Resorte empujador carro LFL	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-013	Guía resorte empujador carro LFL	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-014	Guía lado rueda	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-015	Rueda	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-016	Soporte lateral izquierdo carro LFL	Soporte del mecanismo de desplazamiento	1
ST-M-TP-017	Porta probeta	Fijación de la probeta	1
ST-M-TP-019	Bolilla 8mm	Nivelación de la probeta	1
ST-M-TP-023	Empuja carro LFL32	Desplazamiento del porta probetas	1
ST-M-TP-096	Engranaje conductor	Rotación del encoder	1
ST-M-TP-097	Engranaje conducido	Rotación del encoder	1

Tabla FB 10

Lista general de conductores

La totalidad de los conductores que componen la maquina se detallan a continuación

Código cable	Descripción	Plano
A01	Alimentación etapa lógica	ST-E-E-EE-060
A02	Puesta a tierra	ST-E-E-EE-063
A03	Alimentación etapa de potencia	ST-E-E-EE-063
A04	Alimentación fuente 12v	ST-E-E-EE-063
A05	Alimentación fuente 12v	ST-E-E-EE-063
A06	Alimentación fuente 12v	ST-E-E-EE-063
A07	Alimentación celda de carga rozamiento	ST-E-E-EE-058
A08	Alimentación celda de carga normal	ST-E-E-EE-058
C01	Comunicación amplificador HX711	ST-E-E-EE-058
C02	Comunicación amplificador HX711	ST-E-E-EE-058
C03	Comunicación amplificador HX711	ST-E-E-EE-058
C04	Comunicación amplificador HX711	ST-E-E-EE-058
C05	Comunicación encoder EC11	ST-E-E-EE-059
C06	Comunicación encoder EC11	ST-E-E-EE-059
C07	Comunicación puente H L298n	ST-E-E-EE-060
C08	Comunicación puente H L298n	ST-E-E-EE-060
C09	Comunicación puente H L298n	ST-E-E-EE-060
C10	Comunicación puente H L298n	ST-E-E-EE-060
C11	Comunicación puente H L298n	ST-E-E-EE-060
C12	Comunicación puente H L298n	ST-E-E-EE-060
C13	Comunicación modulo I2C	ST-E-E-EE-062
C14	Comunicación modulo I2C	ST-E-E-EE-062
C15	Comunicación con pulsador derecha	ST-E-E-EE-062
C16	Comunicación con pulsador arriba	ST-E-E-EE-062
C17	Comunicación con pulsador abajo	ST-E-E-EE-062
C18	Comunicación con pulsador izquierda	ST-E-E-EE-062
C19	Comunicación con pulsador seleccionar	ST-E-E-EE-062
C20	Comunicación celda de carga rozamiento	ST-E-E-EE-058
C21	Comunicación celda de carga rozamiento	ST-E-E-EE-058

C22	Comunicación celda de carga normal	ST-E-E-EE-058
C23	Comunicación celda de carga normal	ST-E-E-EE-058
P01	Potencia motorreductor eje horizontal	ST-E-E-EE-060
P02	Potencia motorreductor eje horizontal	ST-E-E-EE-060
P03	Potencia motorreductor eje vertical	ST-E-E-EE-060
P04	Potencia motorreductor eje vertical	ST-E-E-EE-060

Tabla FB 11

Lista de planos de partes

A continuación, se detalla una lista con la totalidad de planos de fabricación de partes.

Código plano	Descripción
ST-F-M-BG-024	Guía barras 8mm
ST-F-M-BG-025	Soporte barras 8mm
ST-F-M-BG-028	Base giratoria
ST-F-M-BP-017	Eje brazo pivotante
ST-F-M-BP-018	Soporte celda de carga fuerza normal
ST-F-M-BP-019	Brazo pivotante izquierdo
ST-F-M-BP-020	Porta pin
ST-F-M-BP-021	Soporte celda de carga fuerza rozamiento
ST-F-M-BP-022	Soporte rodamiento 638-5-2Z
ST-F-M-BP-023	Brazo pivotante derecho
ST-F-M-BP-026	Soporte rodamiento 30202 Izquierdo
ST-F-M-BP-027	Soporte rodamiento 30202 derecho
ST-F-M-BP-033	Soporte motorreductor eje vertical
ST-F-M-BP-036	Tubo separador 8mm
ST-F-M-BP-041	Guía empujador resorte
ST-F-M-CC-044	Policarbonato base
ST-F-M-CC-045	Policarbonato borde corto
ST-F-M-CC-046	Policarbonato borde largo
ST-F-M-CC-047	Policarbonato fondo
ST-F-M-CC-048	Policarbonato frente
ST-F-M-CC-049	Policarbonato guías
ST-F-M-CC-050	Policarbonato manija

ST-F-M-CC-051	Policarbonato tapa frontal
ST-F-M-CC-052	Policarbonato tapa superior
ST-F-M-CC-053	Policarbonato techo
ST-F-M-CC-054	Policarbonato lateral derecho
ST-F-M-CC-055	Policarbonato lateral izquierdo
ST-F-M-CP-029	Empujador resorte brazo pivotante
ST-F-M-CP-030	Empujador celda de carga
ST-F-M-CP-031	Eje empuja celda de carga
ST-F-M-CP-032	Empujador U celda de carga
ST-F-M-EE-056	Caja estanca IP55 P1
ST-F-M-EE-057	Caja estanca IP55 P2
ST-F-M-ES-001	Mesa
ST-F-M-ES-002	Pata
ST-F-M-ES-014	Base motorreductor eje horizontal
ST-F-M-ES-015	Separador base motorreductor eje horizontal
ST-F-M-ES-034	Soporte encoder
ST-F-M-ES-037	Tope base giratoria
ST-F-M-ES-038	Tubo separador 20mm
ST-F-M-ES-039	Manivela
ST-F-M-EU-013	Tuerca porta probeta
ST-F-M-EU-035	Tornillo M16 hueco
ST-F-M-EU-040	Tornillo M14 sin cabeza
ST-F-M-TP-003	Soporte lateral derecho carro LFL
ST-F-M-TP-004	Soporte horizontal carro LFL
ST-F-M-TP-005	Soporte resorte - rueda carro LFL
ST-F-M-TP-006	Separador carro LFL
ST-F-M-TP-007	Empuja carro LFL20
ST-F-M-TP-008	Guía resorte empujador carro LFL
ST-F-M-TP-009	Guía lado rueda
ST-F-M-TP-010	Rueda
ST-F-M-TP-011	Soporte lateral izquierdo carro LFL
ST-F-M-TP-012	Porta probeta
ST-F-M-TP-016	Empuja carro LFL32

ST-F-M-TP-042	Engranaje conductor
ST-F-M-TP-043	Engranaje conducido

Tabla FB 12

Lista de planos de ensamblajes

A continuación, se detalla una lista con la totalidad de planos de ensamblajes.

Código plano	Descripción de plano
ST-E-E-EE-058	Conexión de celdas de carga mediante módulos HX711
ST-E-E-EE-059	Conexión de encoder EC11 con Arduino UNO
ST-E-E-EE-060	Conexión de motorreductores mediante puente H L298n
ST-E-E-EE-061	Conexión de LCD keypad mediante modulo I2C
ST-E-E-EE-062	Alimentación puente H L298n
ST-E-E-EE-063	Pin Out conectores de gabinete
ST-E-E-EE-064	Alimentación ventilador
ST-E-M-BG-065	Sistema de base giratoria
ST-E-M-BP-066	Sistema de brazo pivotante - P1
ST-E-M-BP-066	Sistema de brazo pivotante - P2
ST-E-M-CP-067	Sistema de conversión de par P1
ST-E-M-CP-067	Sistema de conversión de par P2
ST-E-M-EC-068	Estructura y cerramiento P1
ST-E-M-EC-068	Estructura y cerramiento P2
ST-E-M-EE-069	Elementos electrónicos
ST-E-M-GC-070	Gabinete de control P1
ST-E-M-GC-070	Gabinete de control P2
ST-E-M-GC-070	Gabinete de control P3
ST-E-M-TP-071	Sistema traslación probeta P1
ST-E-M-TP-071	Sistema traslación probeta P2

Tabla FB 13



INGENIERÍA BÁSICA

ÍNDICE

Características constructivas.....	8
Principio de funcionamiento y tecnología aplicada.....	9
Diagrama de flujo de la secuencia de movimiento.....	11
Partes de la máquina.....	12
Gabinete de control.....	14
ST-E-EE-080 - Caja estanca IP55.....	16
ST-E-EE-099 - DB9 hembra.....	16
ST-E-EE-113 - Conector 4 pines.....	16
ST-E-EE-082 - Conector 220v.....	16
ST-E-EE-084 - Ventilador 80mm.....	16
ST-E-EE-086 - Amplificador HX711.....	17
ST-E-EE-087 – Llave de encendido.....	17
ST-E-EE-088 - LCD 16x2 líneas.....	17
ST-E-EE-114 – Interfaz I2C.....	17
ST-E-EE-090 - Fuente alimentación 12v 60w.....	17
ST-E-EE-091 - Arduino UNO.....	18
ST-E-EE-092 - Puente H - L298N.....	18
ST-E-EE-093 – Botón pulsador.....	18
ST-M-ES-081 - Tubo separador 6mm.....	18
ST-M-ES-085 - Tacos de goma.....	18
ST-M-ES-094 - Rejilla 80mm.....	19
ST-M-EU-049 - Tuercas M3x0.5mm.....	19
ST-M-EU-063 - ST-M-EU-064 - Tornillos philip M3x0.5 plano.....	19
ST-M-EU-083 - Tornillos philip M3x0.5x13mm cónico.....	19

Sistema de conversión de par.....	20
ST-E-MR-021 - Motorreductor eje horizontal	22
ST-E-MR-042 - Motorreductor eje vertical	22
ST-M-CP-041 - Resorte empujador brazo pivotante	22
ST-M-CP-043 - Empujador resorte brazo pivotante	22
ST-M-CP-044 - Empujador celda de carga.....	22
ST-M-CP-045 - Eje empuja celda de carga	23
ST-M-CP-046 - Empujador U celda de carga.....	23
ST-M-CP-089 - Seguro para eje 4mm	23
ST-M-ES-020 - Base motorreductor eje horizontal	23
ST-M-ES-022 - Separador base motorreductor	23
ST-M-EU-051 - ST-M-EU-052 - ST-M-EU-053 - ST-M-EU-054 - Tornillo Allen M3x0.5	24
ST-M-EU-065 - Tornillo hexagonal M6x20mm.....	24
ST-M-EU-067 - Tornillo M16 hueco.....	24
ST-M-EU-072 - Varilla roscada M5x60mm.....	24
ST-M-EU-095 - Prisionero M3x0.5x5mm.....	24
ST-M-TP-023 - Empujador carro LFL32	24
ST-M-TP-096 - Engranaje conductor	25
Cerramiento	25
ST-M-CC-100 - Policarbonato base.....	26
ST-M-CC-101 - Policarbonato borde corto	26
ST-M-CC-102 - Policarbonato borde largo	27
ST-M-CC-103 - Policarbonato fondo	27
ST-M-CC-104 - Policarbonato frente	27

ST-M-CC-105 - Policarbonato guías	27
ST-M-CC-110 - Policarbonato lateral derecho	27
ST-M-CC-111 - Policarbonato lateral izquierdo.....	27
ST-M-CC-106 - Policarbonato manija.....	28
ST-M-CC-107 - Policarbonato tapa frontal	28
ST-M-CC-108 - Policarbonato tapa superior	28
ST-M-CC-109 - Policarbonato techo	28
Sistema de brazo pivotante	29
ST-E-EE-027 – Celda de carga	31
ST-M-BP-024 - Rodamiento 30202.....	31
ST-M-BP-025 - Eje brazo pivotante	31
ST-M-BP-026 - Soporte CC FN.....	31
ST-M-BP-028 - Indentador	31
ST-M-BP-029 - Brazo pivotante izquierdo.....	32
ST-M-BP-030 - Porta pin.....	32
ST-M-BP-031 - Soporte CC FR.....	32
ST-M-BP-032 - Rodamiento 638-5-2Z.....	32
ST-M-BP-033 - Soporte rodamiento 638-5-2Z.....	32
ST-M-BP-034 - Brazo pivotante derecho	33
ST-M-BP-038 - Soporte rodamiento 30202 Izquierdo	33
ST-M-BP-039 - Soporte rodamiento 30202 derecho	33
ST-M-BP-047 - Soporte motorreductor eje vertical	33
ST-M-BP-074 - Tubo separador 8mm	34
ST-M-BP-079 - Guía empujador resorte.....	34
ST-M-EU-051 - ST-M-EU-052 - ST-M-EU-055 - ST-M-EU-062 - Tornillos Allen	

M3x0.5	34
ST-M-EU-068 - Arandela plana M10	34
ST-M-EU-069 - Tuercas M10x1.5mm y ST-M-EU-070 - Tuercas M5x0.8mm	34
ST-M-EU-071 - Varilla roscada M10x40mm	34
ST-M-EU-095 - Prisionero M3x0.5x5mm	34
Sistema de traslación de probeta	35
ST-M-EU-018 - Tuerca porta probeta	37
ST-M-EU-053 - Tornillos Allen M3x0.5 - ST-M-EU-057 - Tornillos Allen M4x0.7 - ST-M-EU-058 - Tornillos Allen M8x1.25 - ST-M-EU-059 - Tornillos Allen M5x0.8 - ST-M-EU-060 - Tornillos Allen M6x1.0 - ST-M-EU-098 - Tornillo Allen M5x0.8 ...	37
ST-M-EU-078 - Tornillo M14 sin cabeza	37
ST-M-EU-112 - Varilla roscada M5x45mm	37
ST-M-TP-003 - Guía lineal LFS 32-CE x 140mm	37
ST-M-TP-004 - Guía lineal LFL32-SF	37
ST-M-TP-005 - Guía lineal LFS20-CE x 80mm	38
ST-M-TP-006 - Guía lineal LFL20-SF	38
ST-M-TP-007 - Soporte lateral D carro	38
ST-M-TP-008 - Soporte horizontal carro LFL	38
ST-M-TP-009 - Soporte resorte - rueda	38
ST-M-TP-010 - Separador carro LFL	39
ST-M-TP-011 - Empuja carro LFL20	39
ST-M-TP-012 - Resorte empujador carro LFL	39
ST-M-TP-013 - Guía resorte carro LFL	39
ST-M-TP-014 - Guía lado rueda	39
ST-M-TP-015 - Rueda	40
ST-M-TP-016 - Soporte lateral I carro	40

ST-M-TP-017 - Porta probeta	40
ST-M-TP-019 - Bolilla 8mm	40
Sistema de base giratoria	41
ST-M-BG-035 - Guía barras 8mm	42
ST-M-BG-036 - Soporte barras 8mm	43
ST-M-BG-037 - Barra acero 8mm	43
ST-M-BG-040 - Base giratoria	43
ST-M-ES-075 - Tope base giratoria.....	43
ST-M-ES-076 - Tubo separador 20mm	43
ST-M-ES-077 - Manivela.....	43
ST-M-EU-050 - Tuercas M12x1.75mm	44
ST-M-EU-051 - Tornillo Allen M3x0.5 - ST-M-EU-053 - Tornillo Allen M3x0.5 - ST-M-EU-056 - Tornillo Allen M3x0.5 - ST-M-EU-062 - Tornillo Allen M3x0.5.....	44
ST-M-EU-073 - Varilla roscada M12x180mm.....	44
ST-M-EU-095 - Prisionero M3x0.5x5mm.....	44
Estructura	45
ST-M-ES-001 - Mesa	45
ST-M-ES-002 - Pata.....	45
ST-M-EU-061 - Tornillo Allen M6x1.0	46
Elementos electrónicos	46
ST-E-EE-048 - Encoder EC11	47
ST-E-EE-099 - DB9 hembra.....	48
ST-E-EE-113 - Conector 4 pines	48
ST-M-ES-066 - Soporte encoder.....	48
ST-M-EU-049 - Tuerca M3x0.5mm.....	48

ST-M-EU-052 - Tornillo Allen M3x0.5	48
ST-M-TP-097 - Engranaje conducido.....	48
Glosario	49

Características constructivas

La máquina será construida con una combinación de materiales metálicos y poliméricos impresos en 3D para obtener una relación de costo-resistencia adecuada. Las piezas que están sometidas a esfuerzos críticos serán metálicas y las piezas secundarias serán fabricadas con impresión 3D con filamento de material PLA (Ácido poli láctico).

El equipo se apoyará sobre una mesa provista exclusivamente para equipamientos y contendrá en sus apoyos tacos de goma para evitar que las vibraciones o golpes puedan influir en los resultados del ensayo. Para disminuir incluso más las probabilidades de distorsiones provenientes de agente externos se exhortará, a los becarios que están trabajando en un entorno cercano, no acercarse a la mesa mientras se realiza el ensayo.

Por último, el equipo contara con un cerramiento plástico, lo suficientemente estanco para evitar que diferentes agentes externos como el polvillo afecten su funcionamiento.

Principio de funcionamiento y tecnología aplicada

En la siguiente imagen se puede observar un esquema del modo de funcionamiento general del equipo durante un ensayo. Encendiendo la maquina y verificando que está apto para el funcionamiento, se procede a colocar la probeta en el porta probetas.

El brazo pivotante estará en la posición de reposo por lo cual habrá que girarlo hasta la posición de ensayo. En esta posición se debe verificar la altura del brazo pivotante, el indentador en esta altura debe quedar perpendicular a la probeta.

Verificado esto se deben configurar los parámetros del ensayo en el panel LCD que se encuentra en la parte superior del gabinete de control. Mediante los botones se elige la carga inicial del ensayo, la carga final del ensayo y la longitud de este.

Una vez seteados los parámetros se da comienzo al ensayo, la maquina cuenta con dos celdas de carga que medirán la fuerza normal y la fuerza de rozamiento que se genera por el movimiento relativo entre el indentador y la probeta. También cuenta con un encoder rotativo que tiene como finalidad medir la longitud que se desplaza la probeta y frenar el ensayo en la longitud antes seteada.

La máquina cuenta con dos motorreductores, uno encargado de desplazar la probeta y el otro se encarga de generar la fuerza normal que empuja el indentador contra la probeta. Este último acciona una rosca que convierte el movimiento rotacional del motorreductor en un movimiento axial de desplazamiento, este desplazamiento a su vez empuja un resorte que es el encargado de ejercer la fuerza sobre el brazo pivotante.

Una vez finalizado el ensayo los datos podrán ser recabados a través del puerto USB de la placa Arduino UNO para obtener los gráficos correspondientes de fuerza normal y fuerza de rozamiento versus desplazamiento.

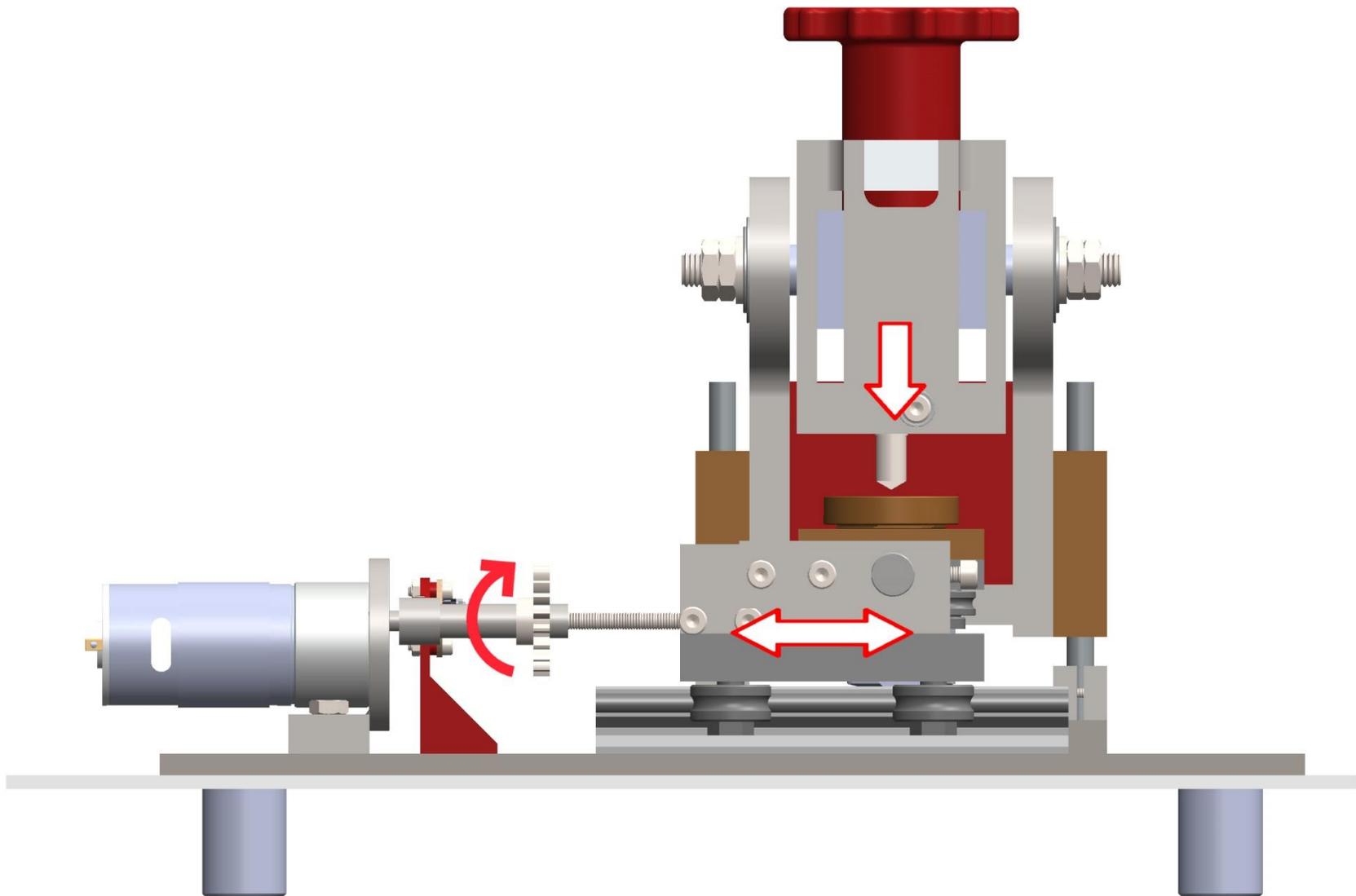


Imagen D 1

Diagrama de flujo de la secuencia de movimiento

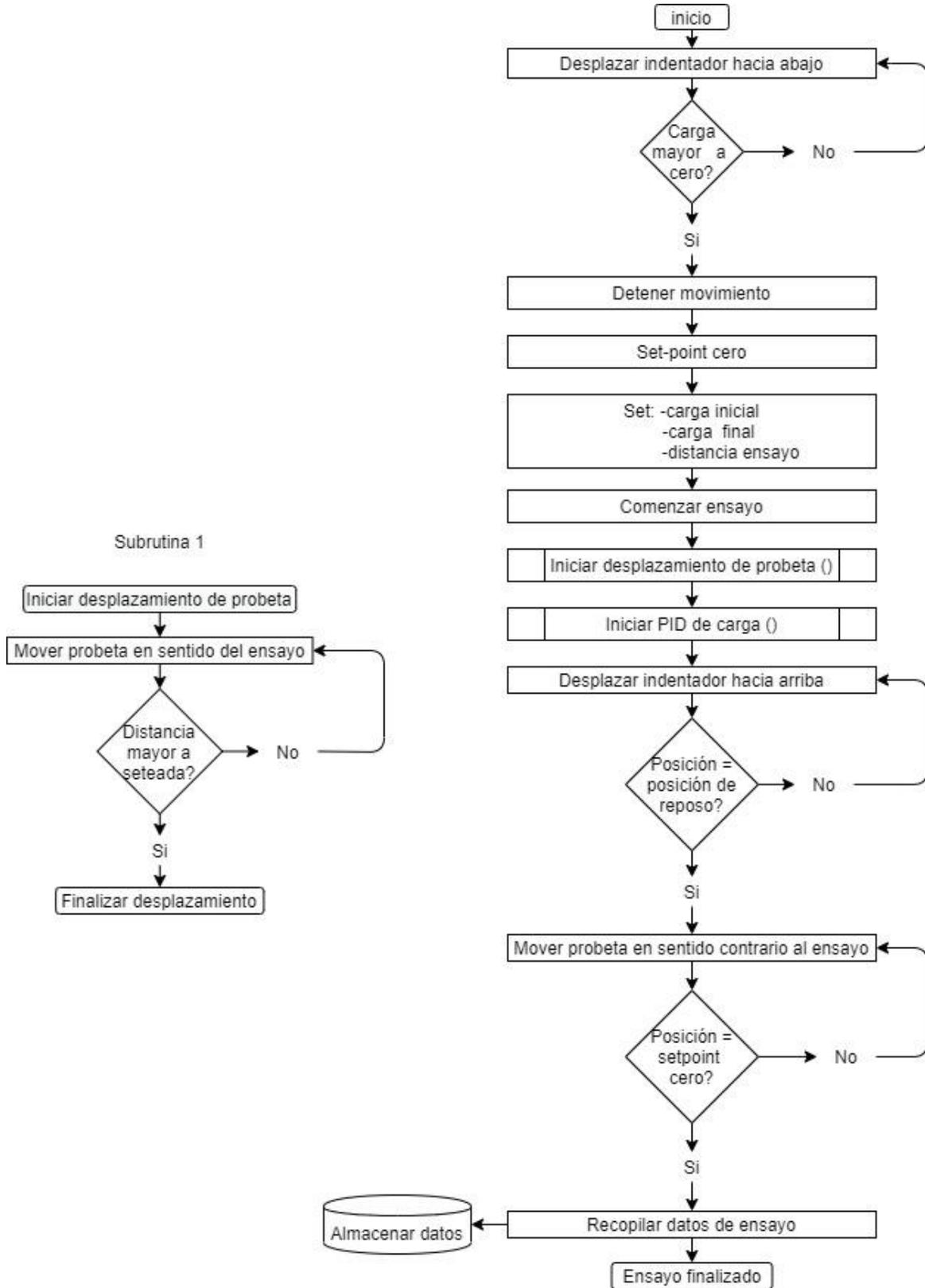


Imagen D 2

Partes de la máquina

1. Gabinete de control
2. Sistema de conversión de par
3. Cerramiento
4. Sistema de brazo pivotante
5. Sistema de traslación de probeta
6. Sistema de base giratoria
7. Estructura
8. Elementos electrónicos

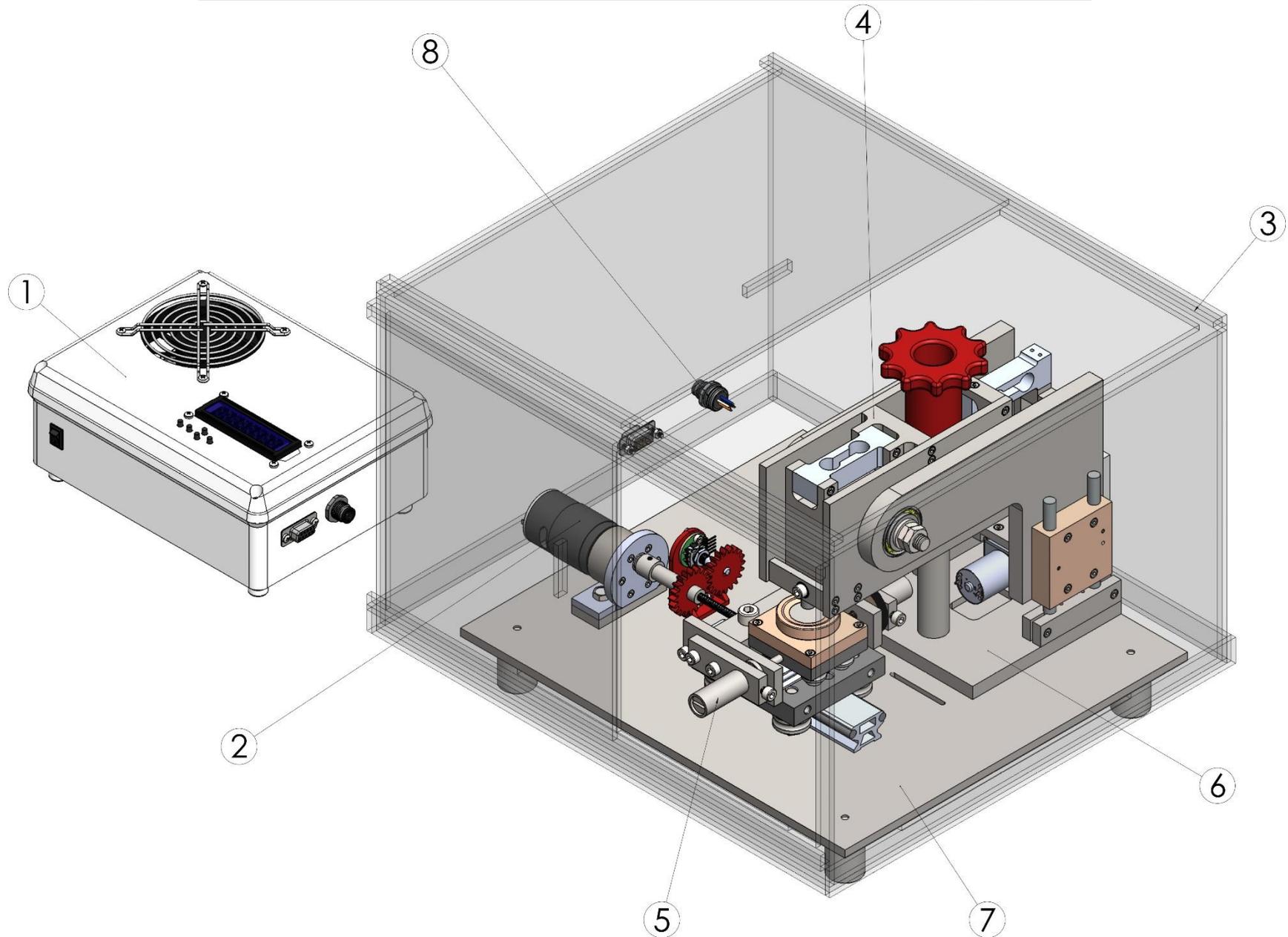


Imagen D 3

Gabinete de control

Lo componen todos los elementos electrónicos que controlan los movimientos de la máquina. En la siguiente tabla se enumeran cada uno de ellos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ST-E-EE-080	Caja estanca IP65	1
ST-E-EE-082	Conector 220v	1
ST-E-EE-084	Ventilador 80mm	1
ST-E-EE-086	Amplificador HX711	2
ST-E-EE-087	Llave de encendido	1
ST-E-EE-088	LCD 16x2 líneas	1
ST-E-EE-090	Fuente alimentación 12v 60w	1
ST-E-EE-091	Arduino UNO	1
ST-E-EE-092	Puente H L298N	1
ST-E-EE-093	Botón pulsador	5
ST-M-EU-112	Conector 4 pines	1
ST-E-EE-099	DB9 hembra	1
ST-M-ES-081	Tubo separador 6mm	15
ST-M-ES-085	Tacos de goma	4
ST-M-ES-094	Rejilla 80mm	1
ST-M-EU-049	Tuerca M3x0.5mm	27
ST-M-EU-063	Tornillo philip M3x0.5x10mm plano	6
ST-M-EU-064	Tornillo philip M3x0.5x20mm plano	15
ST-M-EU-083	Tornillo philip M3x0.5x13mm cónico	6

Tabla D 1

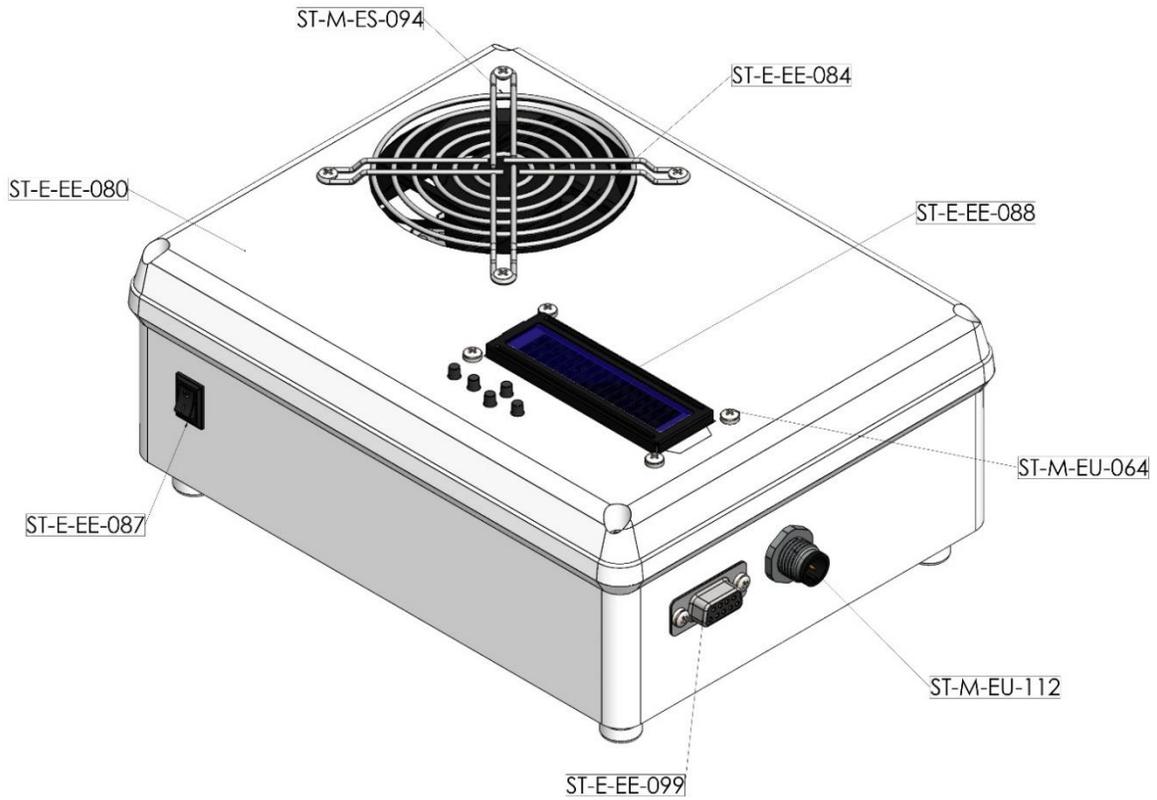


Imagen D 4

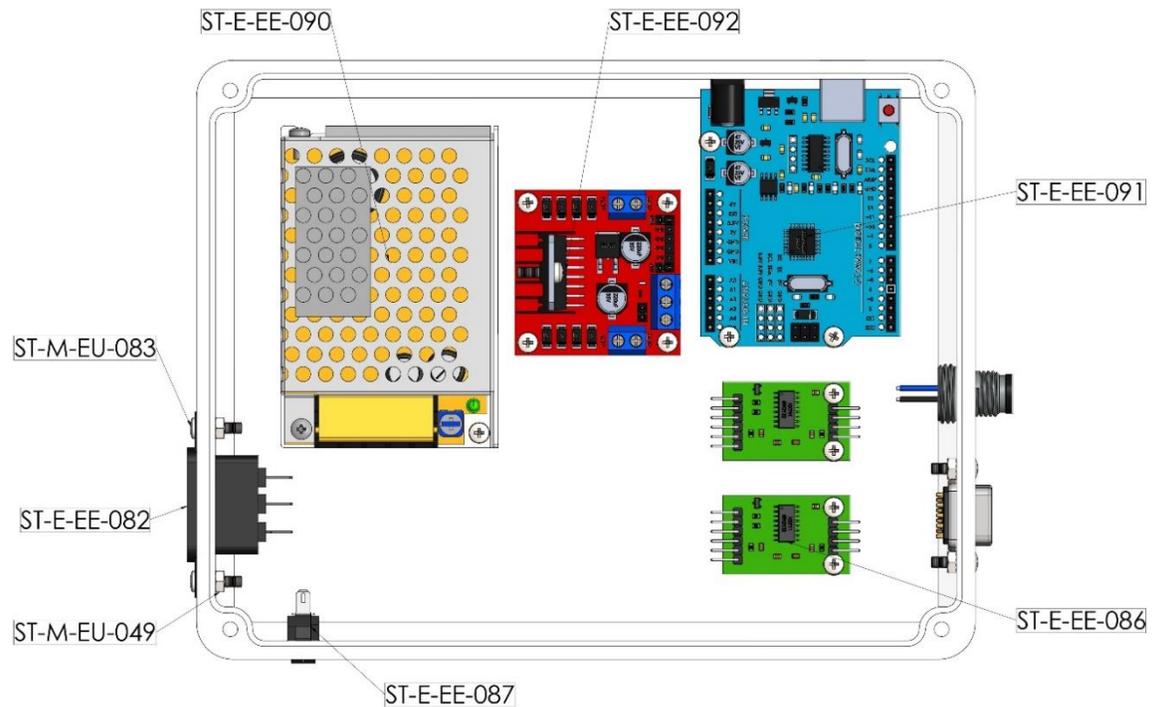


Imagen D 5

ST-E-EE-080 - Caja estanca IP55

Caja estanca plástica normalizada con grado IP55, sus dimensiones se elegirán en función de los componentes que contenga.



Imagen D 6

ST-E-EE-099 - DB9 hembra

La transmisión de datos y alimentación de las celdas de carga se realiza a través de una salida de señal de conexión tipo DB9 hembra.



Imagen D 7

ST-E-EE-113 - Conector 4 pines

Este conector se utilizará para llevar la señal de potencia hacia los motorreductores, la cual tendrá una forma de onda cuadrada y se modulará mediante el ancho del pulso. Esta forma de onda produce muchos armónicos por esto se

transmite separadamente de las señales de las celdas de carga.



Imagen D 8

ST-E-EE-082 - Conector 220v

A través de este conector el gabinete recibe la entrada de energía de la red para alimentar la fuente de alimentación.



Imagen D 9

ST-E-EE-084 - Ventilador 80mm

Este ventilador es encargado de retirar el calor dentro del gabinete, producido por los diferentes elementos electrónicos.



Imagen D 10

ST-E-EE-086 - Amplificador HX711

Modulo amplificador convertidor analógico/digital utilizado para amplificar y convertir la señal que se recibe la celda de carga y enviarla al microcontrolador Arduino UNO.



Imagen D 11

ST-E-EE-087 – Llave de encendido

Con esta llave se realizará el encendido y el apagado de la máquina.



Imagen D 12

ST-E-EE-088 - LCD 16x2 líneas

El LCD servirá de interfaz con el usuario para poder visualizar la configuración y cambiarla si así lo desea.



Imagen D 13

ST-E-EE-114 – Interfaz I2C

Este módulo se encarga de convertir la señal proveniente del LCD para ahorrar entradas y salidas del microcontrolador Arduino UNO.

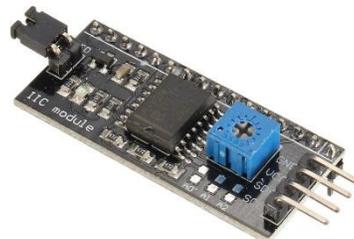


Imagen D 14

ST-E-EE-090 - Fuente alimentación 12v 60w

Esta fuente de alimentación proveerá la potencia suficiente para accionar toda la electrónica y los dos motorreductores que producen el movimiento y la carga sobre la probeta.



Imagen D 15

ST-E-EE-091 - Arduino UNO

Microcontrolador donde estará escrita toda la programación y la secuencia de movimiento de la máquina.



Imagen D 16

ST-E-EE-092 - Puente H - L298N

El integrado L298 posee internamente una configuración de puente en H que permite la inversión de giro de los motores de corriente continua.



Imagen D 17

ST-E-EE-093 – Botón pulsador

Servirá para desplazarse por los diferentes menús que se mostraran en la pantalla LCD.



Imagen D 18

ST-M-ES-081 - Tubo separador 6mm

Se utilizan para separar las placas electrónicas del piso de la caja estanca



Imagen D 19

ST-M-ES-085 - Tacos de goma

Separan el gabinete de la mesa donde estará apoyado y permiten el ingreso de aire fresco por las rejillas inferiores.



Imagen D 20

ST-M-ES-094 - Rejilla 80mm

Rejilla que cubre el ventilador superior por donde sale el aire caliente que refrigera los componentes electrónicos.

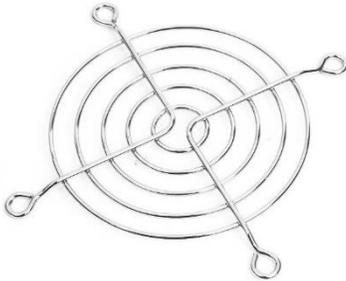


Imagen D 21

ST-M-EU-049 - Tuercas M3x0.5mm



Imagen D 22

ST-M-EU-063 - ST-M-EU-064 -
Tornillos philip M3x0.5 plano



Imagen D 23

ST-M-EU-083 - Tornillos philip
M3x0.5x13mm cónico



Imagen D 24

Sistema de conversión de par

Está compuesto por los elementos que convertirán el movimiento circular de los motorreductores en movimiento lineal necesario para trasladar la probeta y ejercer fuerza sobre la misma.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ST-E-MR-021	Motorreductor eje horizontal	1
ST-E-MR-042	Motorreductor eje vertical	1
ST-M-CP-041	Resorte empujador brazo pivotante	1
ST-M-CP-043	Empujador resorte brazo pivotante	1
ST-M-CP-044	Empujador celda de carga	1
ST-M-CP-045	Eje empuja celda de carga	1
ST-M-CP-046	Empujador U celda de carga	1
ST-M-CP-089	Seguro para eje 4mm	2
ST-M-ES-020	Base motorreductor eje horizontal	1
ST-M-ES-022	Separador base motorreductor	1
ST-M-EU-051	Tornillo Allen M3x0.5x20mm	4
ST-M-EU-052	Tornillo Allen M3x0.5x10mm	2
ST-M-EU-053	Tornillo Allen M3x0.5x12mm	6
ST-M-EU-054	Tornillo Allen M3x0.5x30mm	1
ST-M-EU-065	Tornillo hexagonal M6x20mm	2
ST-M-EU-067	Tornillo M16 hueco	1
ST-M-EU-072	Varilla roscada M5x60mm	1
ST-M-EU-095	Prisionero M3x0.5x5mm	2
ST-M-TP-023	Empujador carro LFL32	1
ST-M-TP-096	Engranaje conductor	1

Tabla D 2

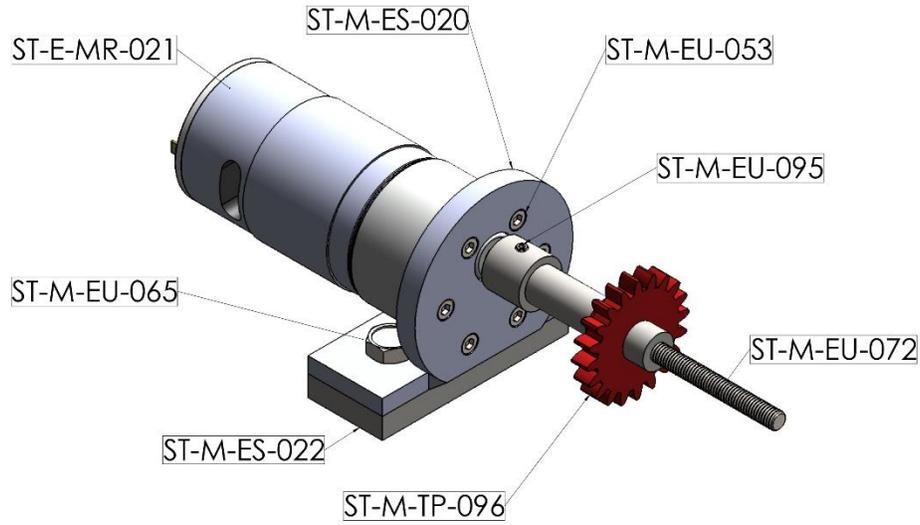


Imagen D 25

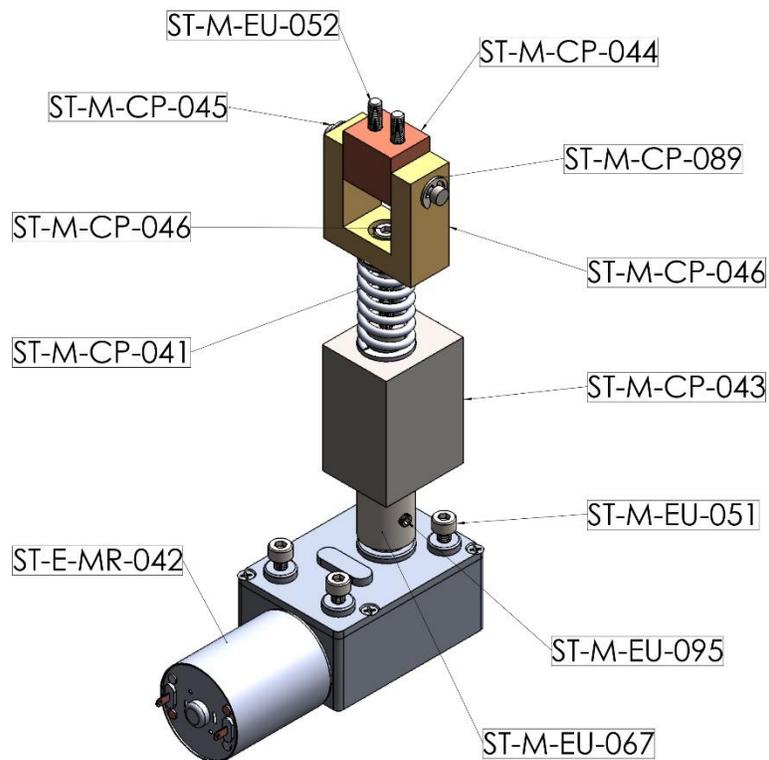


Imagen D 26

ST-E-MR-021 - Motorreductor eje horizontal

Este producirá el desplazamiento horizontal de la probeta a lo largo de toda la longitud del ensayo.



Imagen D 27

ST-E-MR-042 - Motorreductor eje vertical

Este motorreductor se utilizará para ejercer presión sobre la probeta mediante el indentador de punta de diamante.



Imagen D 28

ST-M-CP-041 - Resorte empujador brazo pivotante

Este resorte será el encargado de transmitir la fuerza del motorreductor a la

celda de carga



Imagen D 29

ST-M-CP-043 - Empujador resorte brazo pivotante

Pieza intermedia entre el resorte y el sinfín del motorreductor

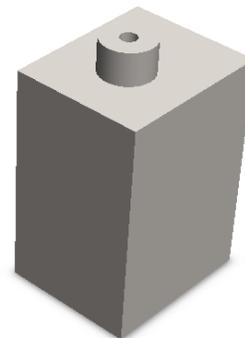


Imagen D 30

ST-M-CP-044 - Empujador celda de carga

Pieza anclada a la celda de carga donde pivota y permite el desplazamiento vertical

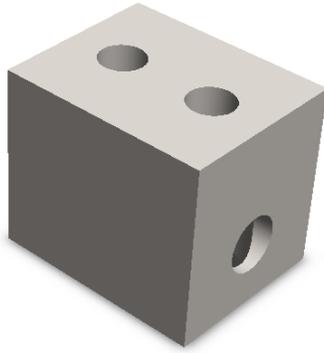


Imagen D 31

ST-M-CP-045 - Eje empuja celda de carga

Eje donde pivota la celda de carga y permite el desplazamiento vertical



Imagen D 32

ST-M-CP-046 - Empujador U celda de carga

Pieza superior al resorte donde pivota la celda de carga

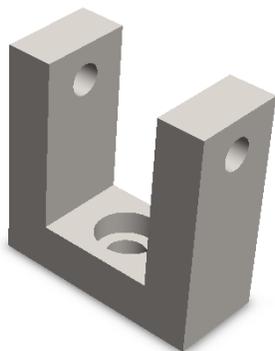


Imagen D 33

ST-M-CP-089 - Seguro para eje 4mm



Imagen D 34

ST-M-ES-020 - Base motorreductor eje horizontal

Servirá de soporte del motorreductor que desplazará la probeta horizontalmente

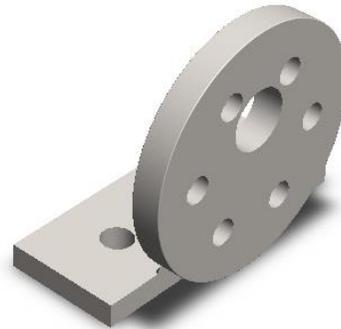


Imagen D 35

ST-M-ES-022 - Separador base motorreductor

Para ajustar la altura de la base y alinear el eje del motorreductor con el eje del carro de desplazamiento se colocará un separador

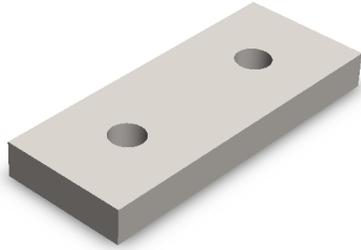


Imagen D 36

ST-M-EU-051 - ST-M-EU-052 - ST-M-EU-053 - ST-M-EU-054 - Tornillo Allen M3x0.5



Imagen D 37

ST-M-EU-065 - Tornillo hexagonal M6x20mm



Imagen D 38

ST-M-EU-067 - Tornillo M16 hueco

Se acopla al eje del motorreductor para transformar el movimiento circular para transformar el movimiento circular en movimiento rectilíneo

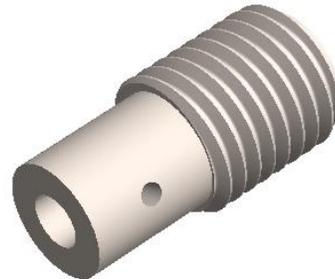


Imagen D 39

ST-M-EU-072 - Varilla roscada M5x60mm



Imagen D 40

ST-M-EU-095 - Prisionero M3x0.5x5mm



Imagen D 41

ST-M-TP-023 - Empujador carro LFL32

Se acopla a la varilla roscada para transformar el movimiento circular del motorreductor en movimiento lineal



Imagen D 42

ST-M-TP-096 - Engranaje conductor

Transmitirá el giro del motorreductor al engranaje conducido que



Imagen D 43

está ubicado en el eje del encoder rotativo para determinar la posición de la probeta.

Cerramiento

Se compone de placas de acrílico que impiden la entrada de polvo y cualquier agente externo que pueda causar el deterioro la máquina.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ST-M-CC-100	Policarbonato base	1
ST-M-CC-101	Policarbonato borde corto	2
ST-M-CC-102	Policarbonato borde largo	2
ST-M-CC-103	Policarbonato fondo	1
ST-M-CC-104	Policarbonato frente	1
ST-M-CC-105	Policarbonato guías	1
ST-M-CC-106	Policarbonato manija	1
ST-M-CC-107	Policarbonato tapa frontal	1
ST-M-CC-108	Policarbonato tapa superior	8
ST-M-CC-109	Policarbonato techo	1
ST-M-CC-110	Policarbonato lateral derecho	2
ST-M-CC-111	Policarbonato lateral izquierdo	1

Tabla D 3

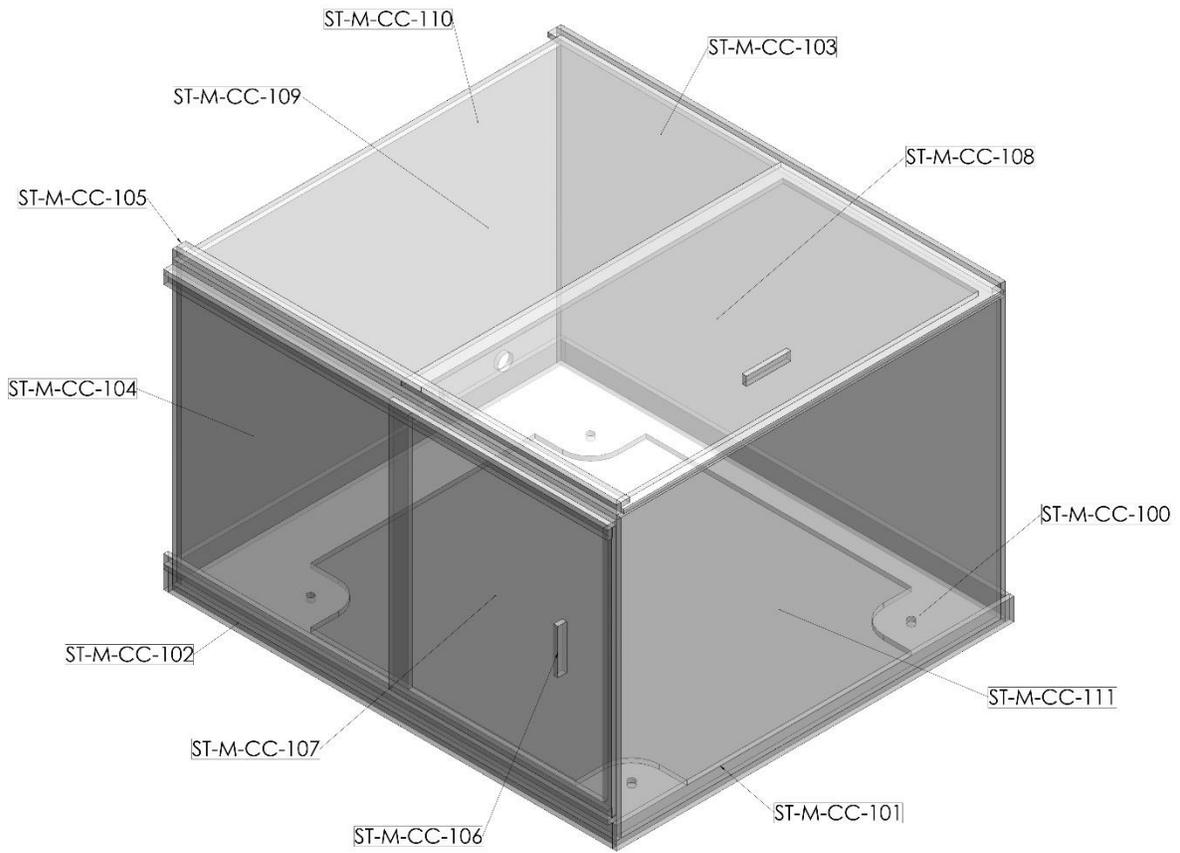


Imagen D 44

ST-M-CC-100 - Policarbonato base

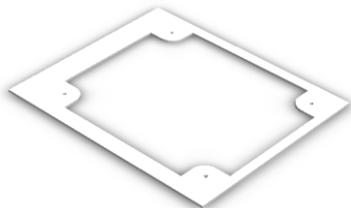


Imagen D 45

ST-M-CC-101 - Policarbonato borde corto

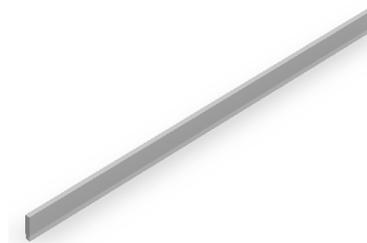


Imagen D 46

ST-M-CC-102 - Policarbonato borde
largo

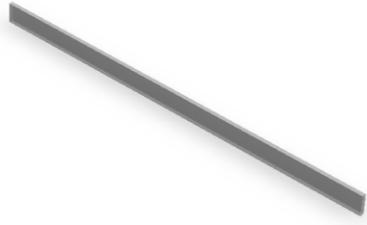


Imagen D 47

ST-M-CC-105 - Policarbonato guías



Imagen D 50

ST-M-CC-103 - Policarbonato fondo

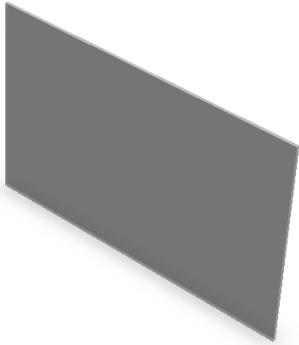


Imagen D 48

ST-M-CC-110 - Policarbonato lateral
derecho

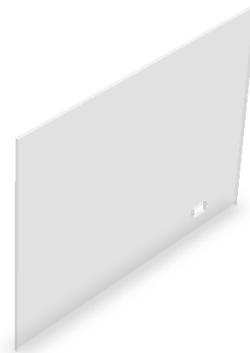


Imagen D 51

ST-M-CC-104 - Policarbonato frente

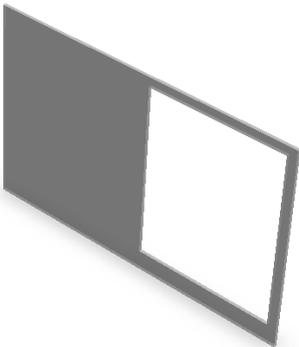


Imagen D 49

ST-M-CC-111 - Policarbonato lateral
izquierdo

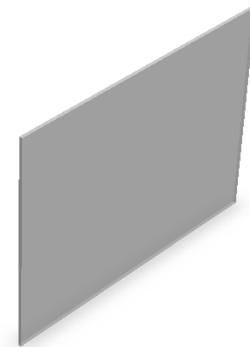


Imagen D 52

ST-M-CC-106 - Policarbonato manija

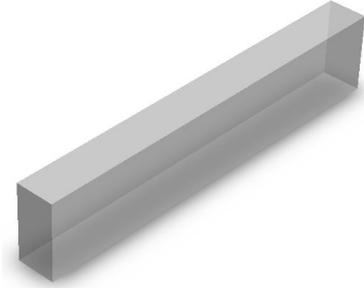


Imagen D 53

ST-M-CC-108 - Policarbonato tapa superior



Imagen D 55

ST-M-CC-107 - Policarbonato tapa frontal

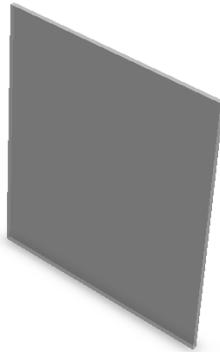


Imagen D 54

ST-M-CC-109 - Policarbonato techo

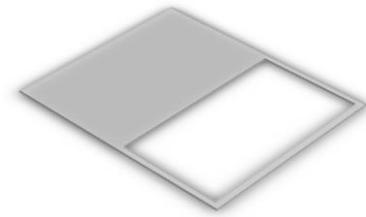


Imagen D 56

Sistema de brazo pivotante

El brazo pivotante tiene como principales funciones multiplicar la fuerza que realiza el motorreductor de desplazamiento vertical y alojar las celdas de carga encargadas de las mediciones de fuerza normal y fuerza de rozamiento.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ST-E-EE-027	Celda de carga	2
ST-M-BP-024	Rodamiento 30202	2
ST-M-BP-025	Eje brazo pivotante	1
ST-M-BP-026	Soporte CC FN	1
ST-M-BP-028	Indentador	1
ST-M-BP-029	Brazo pivotante izquierdo	1
ST-M-BP-030	Porta pin	1
ST-M-BP-031	Soporte CC FR	1
ST-M-BP-032	Rodamiento 638-5-2Z	2
ST-M-BP-033	Soporte rodamiento 638-5-2Z	2
ST-M-BP-034	Brazo pivotante derecho	1
ST-M-BP-038	Soporte rodamiento 30202 Izquierdo	1
ST-M-BP-039	Soporte rodamiento 30202 derecho	1
ST-M-BP-047	Soporte motorreductor eje vertical	1
ST-M-BP-074	Tubo separador 8mm	1
ST-M-BP-079	Guía empujador resorte	1
ST-M-EU-051	Tornillo Allen M3x0.5x20mm	12
ST-M-EU-052	Tornillo Allen M3x0.5x10mm	28
ST-M-EU-055	Tornillo Allen M5x0.8x30mm	1
ST-M-EU-062	Tornillo Allen M3x0.5x16mm	4
ST-M-EU-068	Arandela plana M10	2
ST-M-EU-069	Tuerca M10x1.5mm	4
ST-M-EU-070	Tuerca M5x0.8mm	1
ST-M-EU-071	Varilla roscada M10x40mm	2
ST-M-EU-095	Prisionero M3x0.5x5mm	1

Tabla D 4

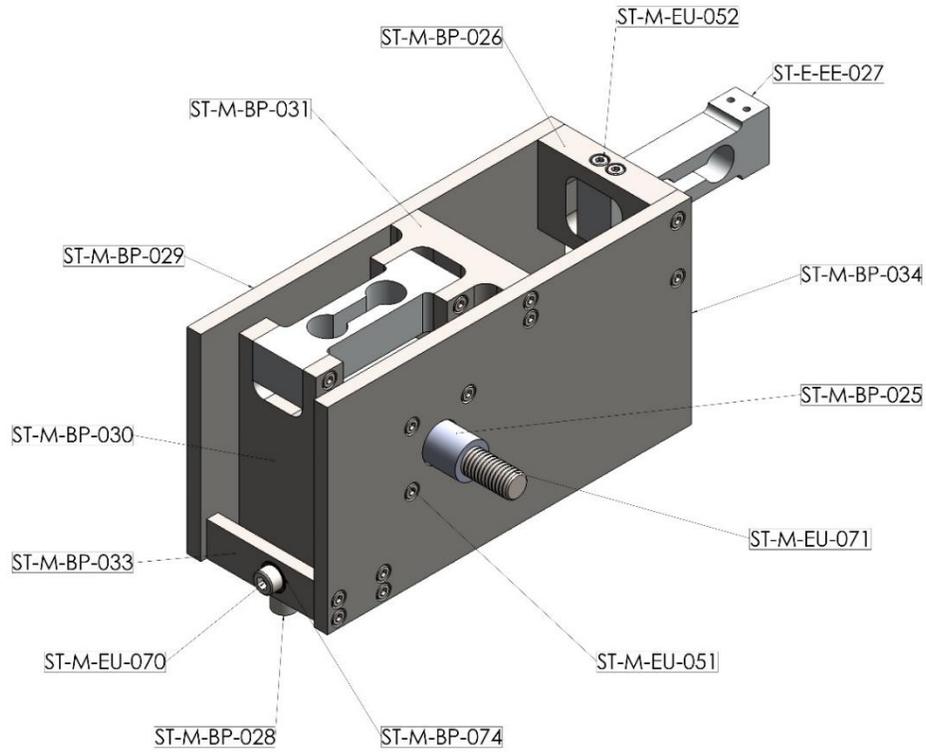


Imagen D 57

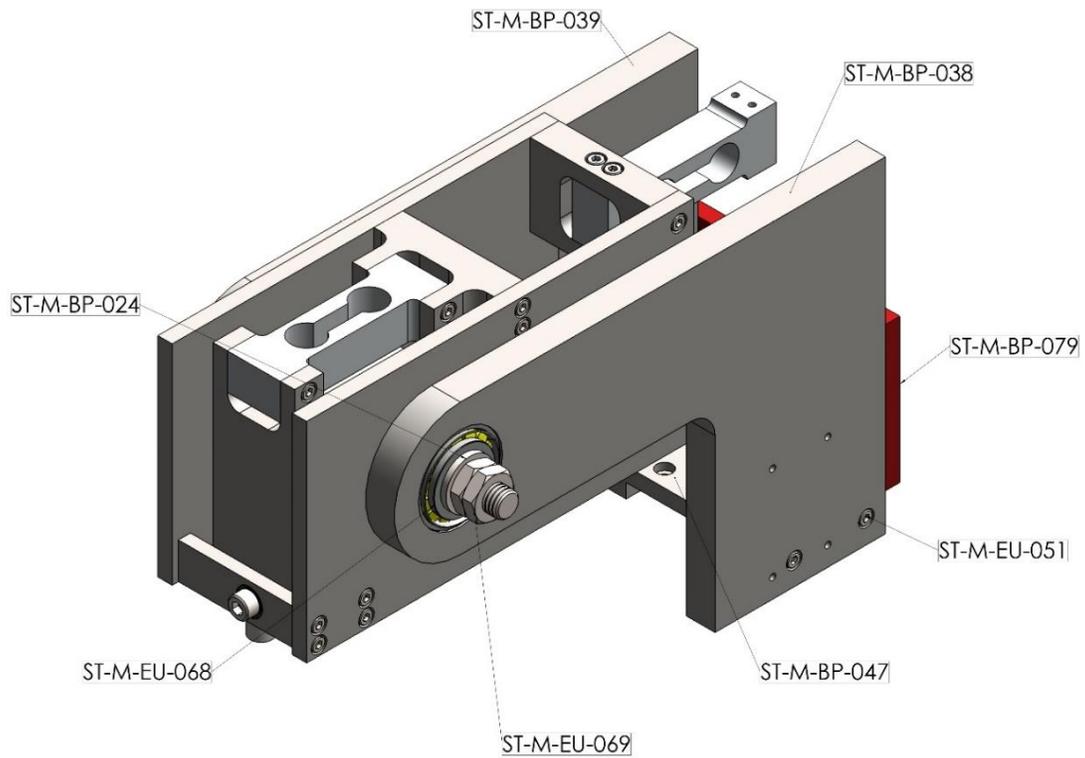


Imagen D 58

ST-E-EE-027 – Celda de carga

Las celdas de carga se utilizarán para medir la fuerza normal ejercida sobre la probeta y la fuerza de rozamiento que se generará entre el indentador y la probeta debido al movimiento relativo que habrá entre ellos.



Imagen D 59

ST-M-BP-024 - Rodamiento 30202

Estos rodamientos permitirán el movimiento oscilatorio del brazo pivotante sin que haya juegos ni desalineaciones.



Imagen D 60

ST-M-BP-025 - Eje brazo pivotante

Solidario al brazo pivotante gira sobre los rodamientos permitiendo el movimiento oscilatorio

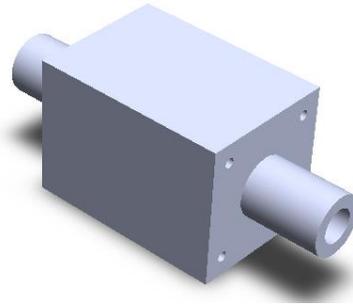


Imagen D 61

ST-M-BP-026 - Soporte CC FN

Pieza que fija la celda de carga que mide la fuerza normal al brazo pivotante.

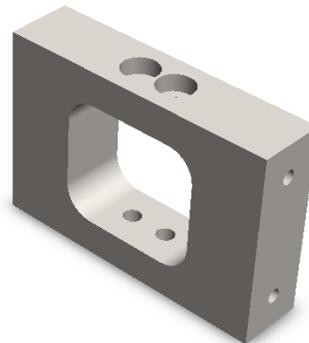


Imagen D 62

ST-M-BP-028 - Indentador

Es la pieza que se utiliza para realizar el rayado sobre la probeta.



Imagen D 63

ST-M-BP-029 - Brazo pivotante izquierdo

Pieza encargada de transmitir la fuerza normal sobre la probeta y sostener todos los elementos que están solidarios a él.

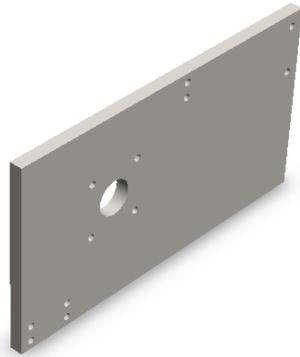


Imagen D 64

ST-M-BP-030 - Porta pin

Esta pieza sostiene el indentador y transmite la fuerza de rozamiento a la celda de carga.



Imagen D 65

ST-M-BP-031 - Soporte CC FR

Pieza que fija la celda de carga que mide la fuerza de rozamiento al brazo pivotante.

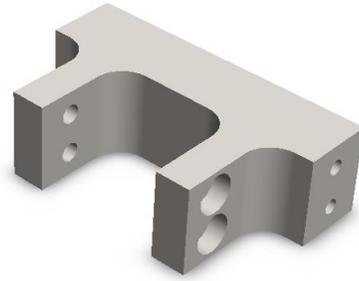


Imagen D 66

ST-M-BP-032 - Rodamiento 638-5-2Z

Estos rodamientos permitirán el movimiento oscilatorio del porta pin sin que haya juegos ni desalineaciones.



Imagen D 67

ST-M-BP-033 - Soporte rodamiento 638-5-2Z

Esta pieza esta fija en el brazo pivotante y sostiene los rodamientos 638/5-2Z.

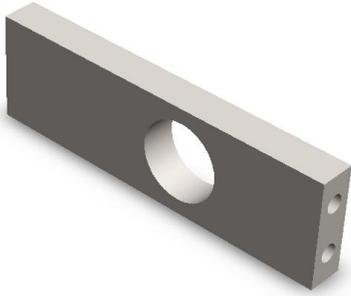


Imagen D 68

ST-M-BP-034 - Brazo pivotante derecho

Pieza encargada de transmitir la fuerza normal sobre la probeta y sostener todos los elementos que están solidarios a él.

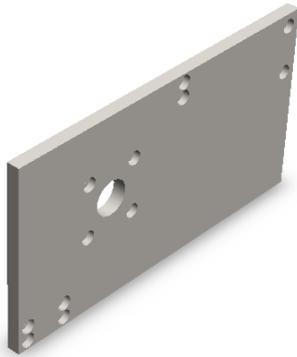


Imagen D 69

ST-M-BP-038 - Soporte rodamiento 30202 Izquierdo

Pieza que contiene los rodamientos que sostienen y permiten el movimiento de oscilación del brazo pivotante.

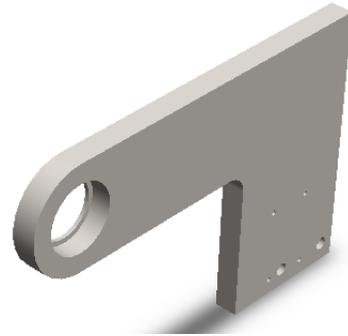


Imagen D 70

ST-M-BP-039 - Soporte rodamiento 30202 derecho

Pieza que contiene los rodamientos que sostienen y permiten el movimiento de oscilación del brazo pivotante.

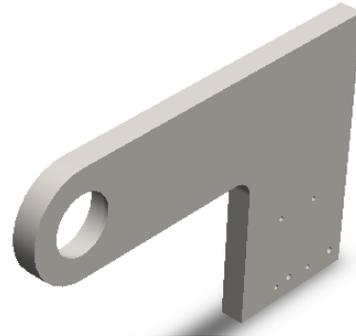


Imagen D 71

ST-M-BP-047 - Soporte motorreductor eje vertical



Imagen D 72

ST-M-BP-074 - Tubo separador 8mm

La función principal es la de separar la pista interna de los rodamientos 638/5-2Z evitando que se frenen cuando se los ajusta.



Imagen D 73

ST-M-BP-079 - Guía empujador resorte

Evita que el empujador del resorte de carga normal gire y por lo tanto deje de cumplir la función de empujador.

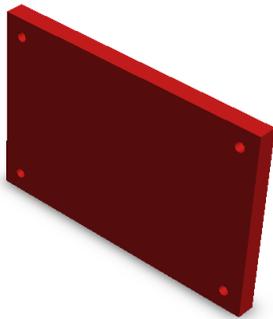


Imagen D 74

ST-M-EU-051 - ST-M-EU-052 - ST-M-EU-055 - ST-M-EU-062 - Tornillos Allen M3x0.5



Imagen D 37

ST-M-EU-068 - Arandela plana M10



Imagen D 75

ST-M-EU-069 - Tuercas M10x1.5mm y

ST-M-EU-070 - Tuercas M5x0.8mm



Imagen D 22

ST-M-EU-071 - Varilla roscada M10x40mm



Imagen D 40

ST-M-EU-095 - Prisionero M3x0.5x5mm



Imagen D 4

Sistema de traslación de probeta

Este sistema tiene como finalidad trasladar la probeta para que se efectúe el rayado sobre la misma, incluye dos movimientos perpendiculares para poder realizar sucesivos ensayos paralelos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ST-M-EU-018	Tuerca porta probeta	1
ST-M-EU-053	Tornillo Allen M3x0.5x12mm	4
ST-M-EU-057	Tornillo Allen M4x0.7x16mm	2
ST-M-EU-058	Tornillo Allen M8x1.25x20mm	1
ST-M-EU-059	Tornillo Allen M5x0.8x20mm	8
ST-M-EU-060	Tornillo Allen M6x1.0x20mm	2
ST-M-EU-078	Tornillo M14 sin cabeza	1
ST-M-EU-098	Tornillo Allen M5x0.8x12mm	2
ST-M-EU-112	Varilla roscada M5x45mm	1
ST-M-TP-003	Guía lineal LFS32-CE x 140mm	1
ST-M-TP-004	Guía lineal LFL32-SF	1
ST-M-TP-005	Guía lineal LFS20-CE x 80mm	1
ST-M-TP-006	Guía lineal LFL20-SF	1
ST-M-TP-007	Soporte lateral D carro	1
ST-M-TP-008	Soporte horizontal carro LFL	1
ST-M-TP-009	Soporte resorte - rueda	1
ST-M-TP-010	Separador carro LFL	4
ST-M-TP-011	Empuja carro LFL20	1
ST-M-TP-012	Resorte empujador carro LFL	1
ST-M-TP-013	Guía resorte carro LFL	1
ST-M-TP-014	Guía lado rueda	1
ST-M-TP-015	Rueda	1
ST-M-TP-016	Soporte lateral I carro	1
ST-M-TP-017	Porta probeta	1
ST-M-TP-019	Bolilla 8mm	1

Tabla D 5

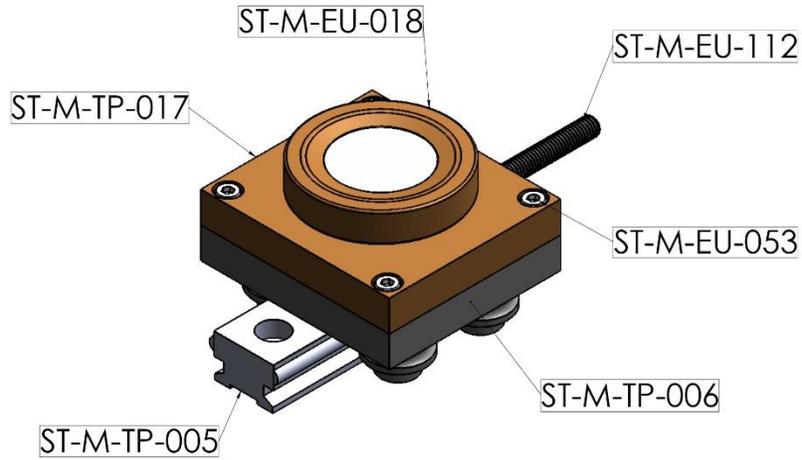


Imagen D 76

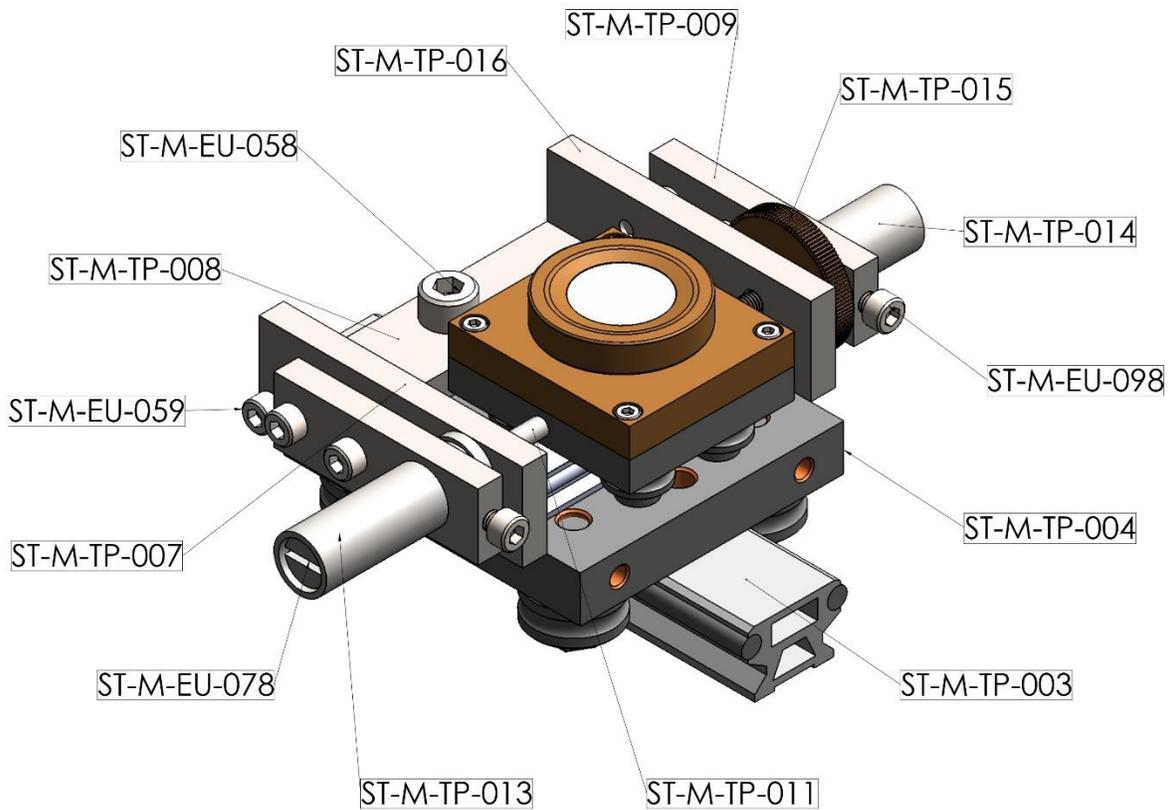


Imagen D 77

ST-M-EU-018 - Tuerca porta probeta

Tuerca de fijación de la probeta

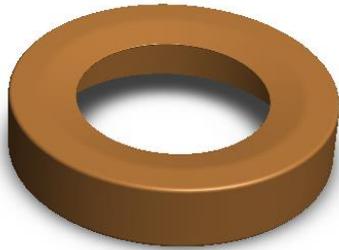


Imagen D 78

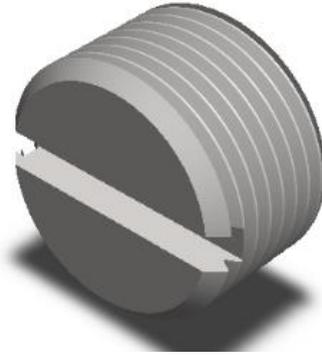


Imagen D 79

ST-M-EU-053 - Tornillos Allen M3x0.5 -

ST-M-EU-057 - Tornillos Allen M4x0.7 -

ST-M-EU-058 - Tornillos Allen M8x1.25

- ST-M-EU-059 - Tornillos Allen

M5x0.8 - ST-M-EU-060 - Tornillos Allen

M6x1.0 - ST-M-EU-098 - Tornillo Allen

M5x0.8



Imagen D 37

ST-M-EU-112 - Varilla roscada

M5x45mm



Imagen D 40

ST-M-TP-003 - Guía lineal LFS 32-CE x
140mm

Riel de desplazamiento en
dirección del ensayo.



Imagen D 80

ST-M-EU-078 - Tornillo M14 sin cabeza

Este tornillo sostiene el resorte
que desplaza la probeta de forma
perpendicular a la dirección del ensayo.

ST-M-TP-004 - Guía lineal LFL32-SF

Carro de desplazamiento
horizontal en dirección del ensayo.

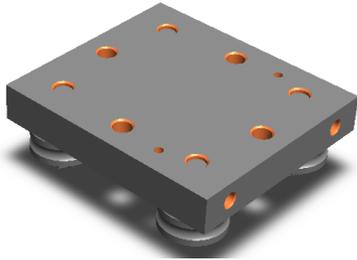


Imagen D 81

ST-M-TP-005 - Guía lineal LFS20-CE x
80mm

Riel de desplazamiento en
dirección perpendicular al ensayo.

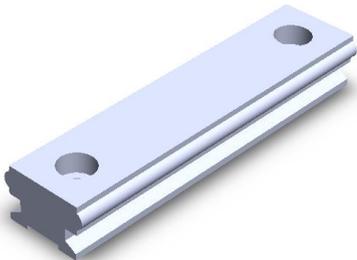


Imagen D 82

ST-M-TP-006 - Guía lineal LFL20-SF

Carro de desplazamiento
horizontal en dirección perpendicular al
ensayo.

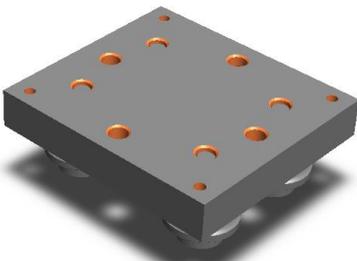


Imagen D 83

ST-M-TP-007 - Soporte lateral D carro

Sirve como soporte del resorte de
empuje trasversal.

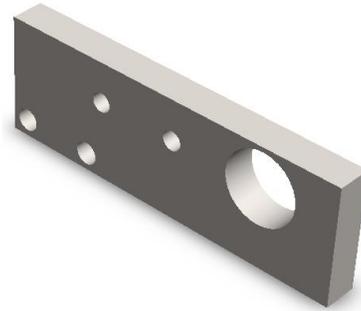


Imagen D 84

ST-M-TP-008 - Soporte horizontal carro
LFL

Pieza encargada de roscar la
varilla que transformara el movimiento
rotacional del motorreductor en
movimiento de traslación de la probeta.



Imagen D 85

ST-M-TP-009 - Soporte resorte - rueda

Sirve como soporte del resorte de
empuje trasversal y de la rueda de
desplazamiento trasversal.

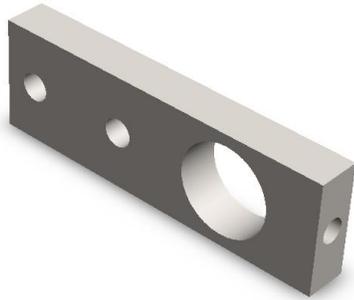


Imagen D 86

ST-M-TP-012 - Resorte empujador carro LFL

Resorte encargado de mantener en posición el carro de desplazamiento transversal.



Imagen D 29

ST-M-TP-010 - Separador carro LFL

Tubo separador de las partes que forman el sistema de traslación de probeta.

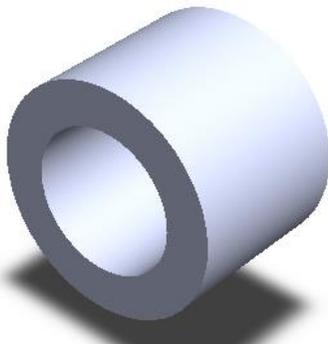


Imagen D 87

ST-M-TP-013 - Guía resorte carro LFL

Guía para el resorte de desplazamiento transversal.



Imagen D 89

ST-M-TP-011 - Empuja carro LFL20

Mediante esta pieza se desplaza la probeta de manera transversal a la dirección del ensayo.

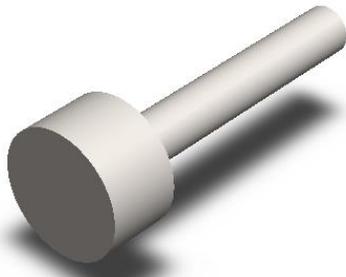


Imagen D 88

ST-M-TP-014 - Guía lado rueda

Cubre la parte que sobre sale de la varilla roscada que mueve el carro de desplazamiento transversal.



Imagen D 90

ST-M-TP-015 - Rueda

Con esta rueda se puede desplazar la probeta de manera transversal para realizar ensayos paralelos sucesivos.

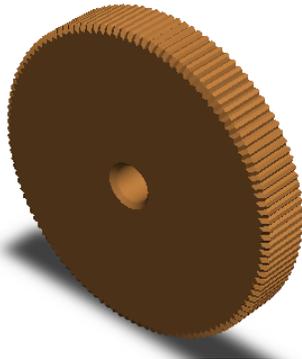


Imagen D 91

ST-M-TP-016 - Soporte lateral I carro.

Sirve como soporte de la rueda de desplazamiento transversal.

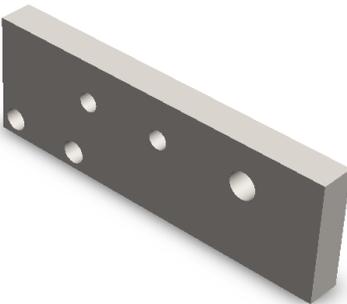


Imagen D 92

ST-M-TP-017 - Porta probeta

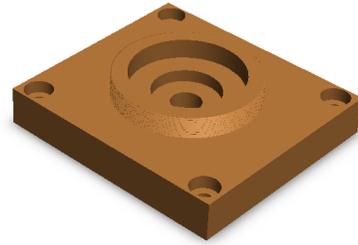


Imagen D 93

ST-M-TP-019 - Bolilla 8mm

Las caras superior e inferior de las probetas que se ensayan no siempre son paralelas, por lo que se utiliza una bolilla debajo para generar un único punto de contacto. De esta manera la cara superior queda apoyada en su totalidad en la tuerca que la ajusta garantizando que el indentador siempre este perpendicular a la probeta.



Imagen D 94

Sistema de base giratoria

La base giratoria permite que el barco pivotante rote y despeje el área donde se coloca la probeta, esto da libertad de movimiento y permite al operario de la maquina ajustar bien la probeta. El ajuste de la probeta es sumamente importante cuando se está trabajando con cargas altas.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ST-M-BG-035	Guía barras 8mm	2
ST-M-BG-036	Soporte barras 8mm	2
ST-M-BG-037	Barra acero 8mm	4
ST-M-BG-040	Base giratoria	1
ST-M-ES-075	Tope base giratoria	1
ST-M-ES-076	Tubo separador 20mm	1
ST-M-ES-077	Manivela	1
ST-M-EU-050	Tuerca M12x1.75mm	2
ST-M-EU-051	Tornillo Allen M3x0.5x20mm	4
ST-M-EU-053	Tornillo Allen M3x0.5x12mm	4
ST-M-EU-056	Tornillo Allen M3x0.5x25mm	8
ST-M-EU-062	Tornillo Allen M3x0.5x16mm	1
ST-M-EU-073	Varilla roscada M12x180mm	1
ST-M-EU-095	Prisionero M3x0.5x5mm	4

Tabla D 6

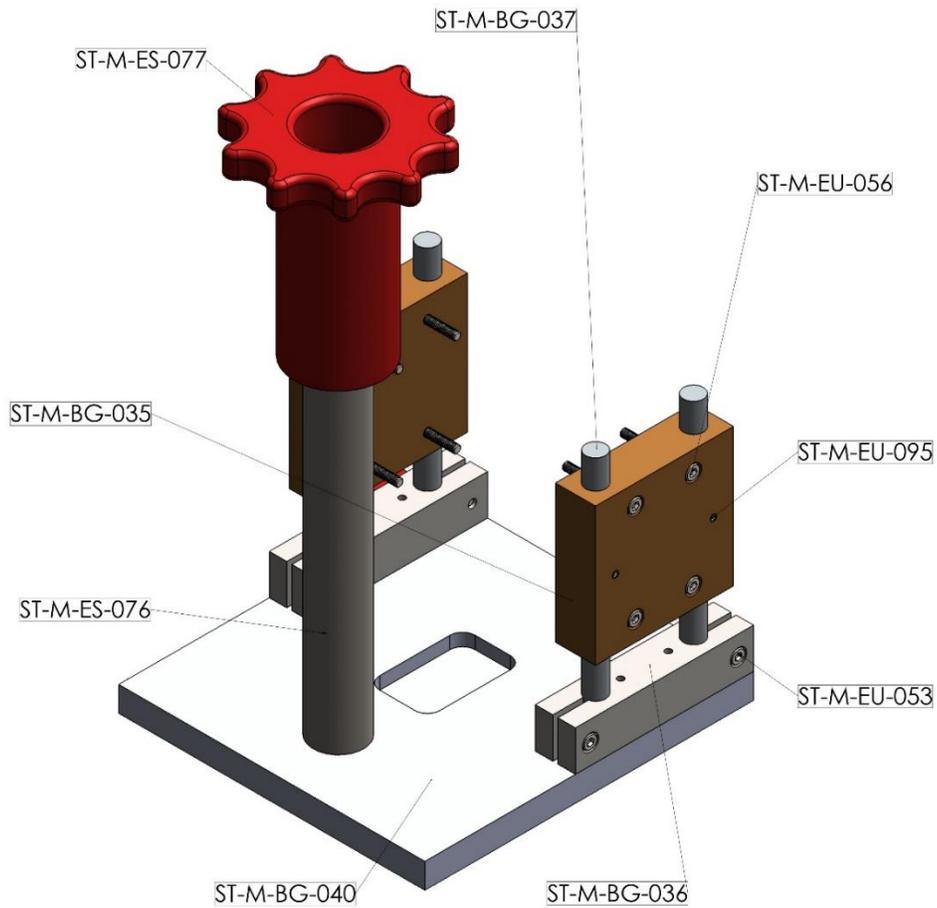


Imagen D 95

ST-M-BG-035 - Guía barras 8mm

Guía de bronce donde se deslizarán las barras para regular la altura del brazo pivotante. Esta altura permite mantener la perpendicularidad entre la probeta y el indentador.

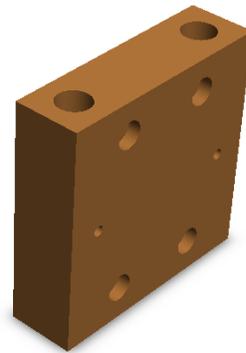


Imagen D 96

ST-M-BG-036 - Soporte barras 8mm

Pieza donde se fijarán las barras de acero.



Imagen D 97

ST-M-BG-037 - Barra acero 8mm



Imagen D 98

ST-M-BG-040 - Base giratoria

Pieza donde descansan todos los elementos del brazo pivotante y del sistema de conversión de par.

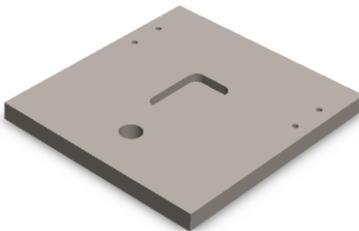


Imagen D 99

ST-M-ES-075 - Tope base giratoria

Para garantizar que la posición de ensayo siempre sea la misma al rotar el brazo pivotante, se coloca un tope sobre la cual apoyara la base pivotante.

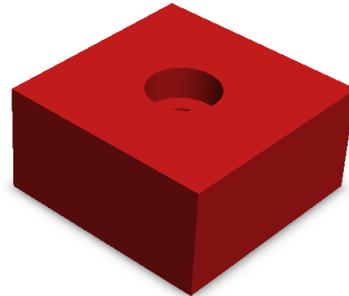


Imagen D 100

ST-M-ES-076 - Tubo separador 20mm

Mediante este separador se fija la base giratoria para evitar que se mueva durante el ensayo.



Imagen D 101

ST-M-ES-077 - Manivela

Mediante la manivela se ajusta la base giratoria para evitar que se mueva durante el ensayo.



Imagen D 102

ST-M-EU-073 - Varilla roscada
M12x180mm



Imagen D 40

ST-M-EU-050 - Tuercas M12x1.75mm



Imagen D 22

ST-M-EU-095 - Prisionero M3x0.5x5mm



Imagen D 41

ST-M-EU-051 - Tornillo Allen M3x0.5 -

ST-M-EU-053 - Tornillo Allen M3x0.5 -

ST-M-EU-056 - Tornillo Allen M3x0.5 -

ST-M-EU-062 - Tornillo Allen M3x0.5



Imagen D 37

Estructura

La estructura se compone de aquellas partes donde se fijan los ensamblajes principales de la máquina, da soporte y firmeza para que los movimientos sean precisos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ST-M-ES-001	Mesa	1
ST-M-ES-002	Pata	4
ST-M-EU-061	Tornillo Allen M6x1.0x25mm	4

Tabla D 7

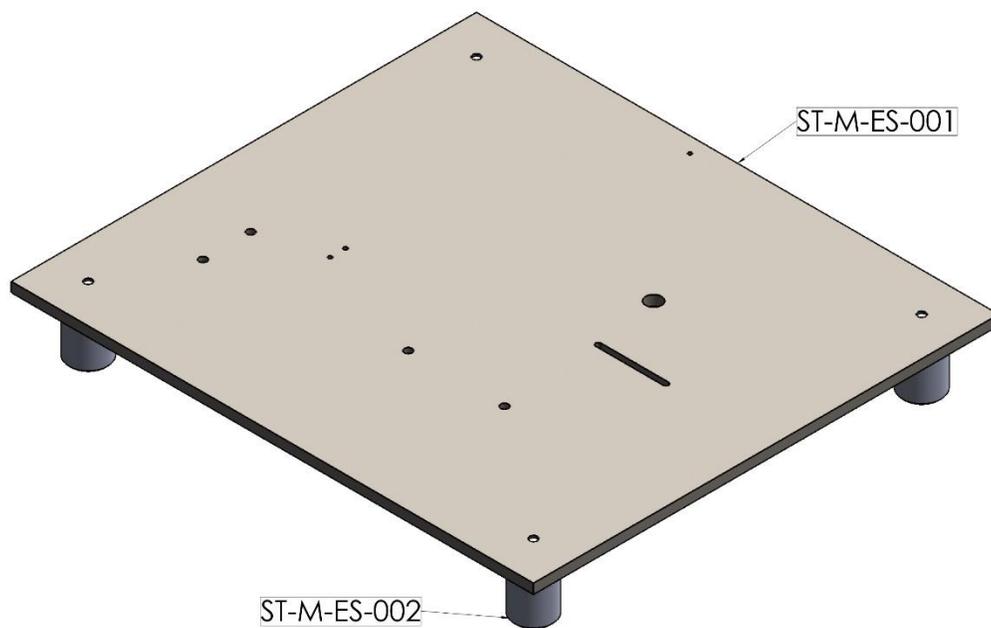


Imagen D 103

ST-M-ES-001 - Mesa

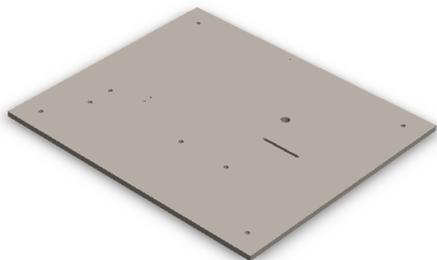


Imagen D 104

ST-M-ES-002 - Pata

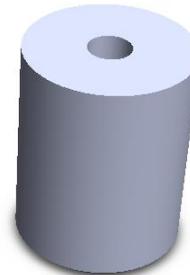


Imagen D 105

ST-M-EU-061 - Tornillo Allen M6x1.0



Imagen D 37

Elementos electrónicos

Elementos que complementan a la electrónica de la maquina pero que no están situados dentro del gabinete de control

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ST-E-EE-048	Encoder EC11	1
ST-E-EE-099	DB9 hembra	1
ST-E-EE-113	Conector 4 pines	1
ST-M-ES-066	Soporte encoder	1
ST-M-EU-049	Tuerca M3x0.5mm	4
ST-M-EU-052	Tornillo Allen M3x0.5x10mm	4
ST-M-EU-063	Tornillo philip M3x0.5x10mm plano	2
ST-M-TP-097	Engranaje conducido	1

Tabla D 8

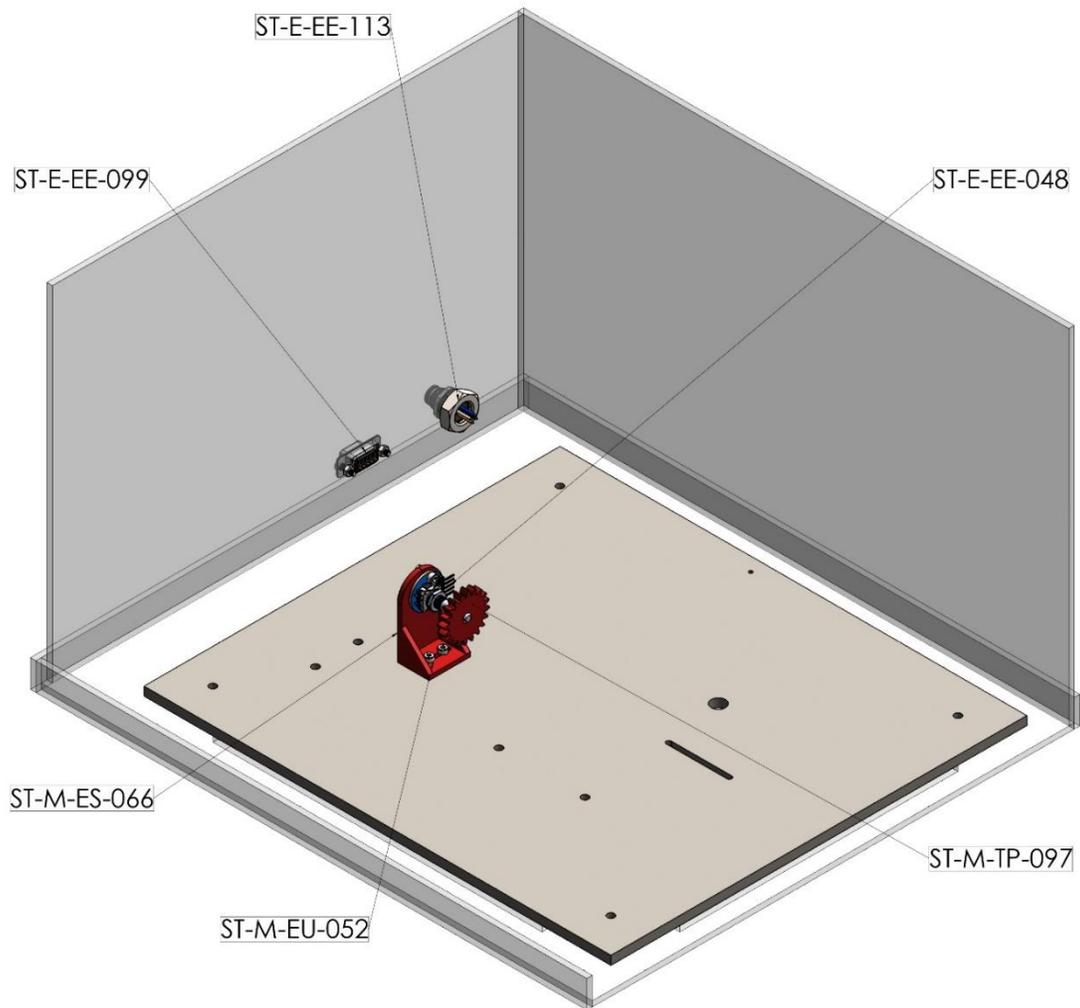


Imagen D 106

ST-E-EE-048 - Encoder EC11

Mediante este encoder se logra medir y controlar la velocidad a la que se desplaza la probeta.



Imagen D 107

ST-E-EE-099 - DB9 hembra

La transmisión de datos y alimentación de las celdas de carga se realiza a través de una conexión tipo DB9.



Imagen D 7

ST-E-EE-113 - Conector 4 pines

Este conector se utilizará para llevar la señal de potencia hacia los motorreductores, la cual tendrá una forma de onda cuadrada y se modulará mediante el ancho del pulso. Esta forma de onda produce muchos armónicos por esto se transmite separadamente de las señales de las celdas de carga.



Imagen D 8

ST-M-ES-066 - Soporte encoder



Imagen D 108

ST-M-EU-049 - Tuerca M3x0.5mm



Imagen D 22

ST-M-EU-052 - Tornillo Allen M3x0.5



Imagen D 37

ST-M-TP-097 - Engranaje conducido

Transmitirá el giro del motorreductor al eje del encoder rotativo para determinar la posición de la probeta.



Imagen D 109

Glosario

- **Material polimérico:** Es una sustancia compuesta por grandes moléculas, o macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión mediante enlaces covalentes de una o más unidades simples llamadas monómeros.
- **Impresión 3D:** El proceso de impresión 3D, también llamado manufactura por adición (inglés), consiste en producir objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D.
- **Encoder Rotativo:** Un codificador rotatorio, también llamado codificador del eje o generador de pulsos, suele ser un dispositivo electromecánico usado para convertir la posición angular de un eje a un código digital, lo que lo convierte en una clase de transductor.
- **IP55:** Significa que la entrada de polvo no puede evitarse, pero el mismo no debe entrar en una cantidad tal que interfiera con el correcto funcionamiento del equipamiento. Respecto del agua, protección contra chorros de agua.
- **Modulación de ancho de pulso:** La modulación por ancho de pulso o PWM (Pulse Width Modulation) se usa para controlar el ancho de una señal digital con el propósito de controlar a su vez la potencia que se entrega a ciertos dispositivos.
- **Microcontrolador:** Un microcontrolador (abreviado μC , UC o mCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria.
- **LCD:** Es una pantalla de cristal líquido nombrada por sus siglas en inglés Liquid Crystal Display, que se utiliza para ver imágenes fijas y en movimiento. Formada por gran cantidad de píxeles que consisten en moléculas de cristal líquido contenidas entre dos conjuntos de electrodos transparentes.



INGENIERÍA DE DETALES

ÍNDICE

Especificaciones técnicas y detalles constructivos	6
Diseño final:	6
ST-E-EE-080 - Caja estanca IP55	7
ST-E-EE-099 - DB9 hembra	7
ST-E-EE-113 - Conector 4 pines	7
ST-E-EE-082 - Conector 220v	8
ST-E-EE-084 - Ventilador 80mm	8
ST-E-EE-086 - Amplificador HX711	8
ST-E-EE-087 – Llave de encendido.....	9
ST-E-EE-093 – Botón pulsador	9
ST-E-EE-088 - LCD Keypad Shield.....	9
ST-E-EE-114 – Interfaz I2C	9
ST-E-EE-091 - Arduino UNO	10
ST-E-EE-092 - Puente H - L298N	10
ST-E-MR-021 - Motorreductor eje horizontal	10
ST-E-MR-042 - Motorreductor eje vertical	11
ST-E-EE-027 – Celda de carga	11
ST-E-EE-090 - Fuente alimentación 12v 60w	12
ST-M-CP-041 - Resorte empujador brazo pivotante	12
ST-M-CP-043 - Empujador resorte brazo pivotante	12
ST-M-CP-044 - Empujador celda de carga.....	12
ST-M-CP-045 - Eje empuja celda de carga	13
ST-M-CP-046 - Empujador U celda de carga.....	13
ST-M-ES-020 - Base motorreductor eje horizontal	13

ST-M-ES-022 - Separador base motorreductor	13
ST-M-EU-067 - Tornillo M16 hueco.....	13
ST-M-TP-023 - Empujador carro LFL32	14
ST-M-TP-096 - ST-M-TP-096 - Engranajes conductor y conducido	14
ST-M-CC-100 - Policarbonato base.....	14
ST-M-CC-101 - Policarbonato borde corto	14
ST-M-CC-102 - Policarbonato borde largo	14
ST-M-CC-103 - Policarbonato fondo	15
ST-M-CC-104 - Policarbonato frente	15
ST-M-CC-105 - Policarbonato guias	15
ST-M-CC-110 - Policarbonato lateral derecho	15
ST-M-CC-111 - Policarbonato lateral izquierdo.....	15
ST-M-CC-106 - Policarbonato manija.....	15
ST-M-CC-107 - Policarbonato tapa frontal	16
ST-M-CC-108 - Policarbonato tapa superior	16
ST-M-CC-109 - Policarbonato techo	16
ST-M-BP-024 - Rodamiento 30202.....	16
ST-M-BP-025 - Eje brazo pivotante	16
ST-M-BP-026 - Soporte CC FN.....	17
ST-M-BP-028 - Indentador	17
ST-M-BP-029 - Brazo pivotante izquierdo.....	17
ST-M-BP-030 - Porta pin.....	17
ST-M-BP-031 - Soporte CC FR.....	17
ST-M-BP-032 - Rodamiento 638-5-2Z.....	18
ST-M-BP-033 - Soporte rodamiento 638-5-2Z.....	18

ST-M-BP-034 - Brazo pivotante derecho	18
ST-M-BP-038 - Soporte rodamiento 30202 Izquierdo	18
ST-M-BP-039 - Soporte rodamiento 30202 derecho	18
ST-M-BP-047 - Soporte motorreductor eje vertical	19
ST-M-BP-074 - Tubo separador 8mm	19
ST-M-BP-079 - Guía empujador resorte	19
ST-M-EU-018 - Tuerca porta probeta.....	19
ST-M-EU-078 - Tornillo M14 sin cabeza.....	19
ST-M-TP-003 - Guía lineal LFS 32-CE x 140mm	19
ST-M-TP-004 - Guía lineal LFL32-SF	20
ST-M-TP-005 - Guía lineal LFS20-CE x 80mm	20
ST-M-TP-006 - Guía lineal LFL20-SF	20
ST-M-TP-007 - Soporte lateral D carro	20
ST-M-TP-008 - Soporte horizontal carro LFL.....	20
ST-M-TP-009 - Soporte resorte - rueda	20
ST-M-TP-010 - Separador carro LFL	21
ST-M-TP-011 - Empuja carro LFL20	21
ST-M-TP-012 - Resorte empujador carro LFL	21
ST-M-TP-013 - Guía resorte carro LFL.....	21
ST-M-TP-014 - Guía lado rueda	22
ST-M-TP-015 - Rueda.....	22
ST-M-TP-016 - Soporte lateral I carro.....	22
ST-M-TP-017 - Porta probeta	22
ST-M-BG-035 - Guía barras 8mm	22
ST-M-BG-036 - Soporte barras 8mm	23

ST-M-BG-037 - Barra acero 8mm	23
ST-M-BG-040 - Base giratoria	23
ST-M-ES-075 - Tope base giratoria.....	23
ST-M-ES-076 - Tubo separador 20mm	23
ST-M-ES-077 - Manivela.....	24
ST-M-ES-001 - Mesa	24
ST-M-ES-002 - Pata.....	24
ST-E-EE-048 - Encoder EC11	24
ST-M-ES-066 - Soporte encoder.....	25
ST-M-TP-097 - Engranaje conducido.....	25
Glosario	26

Especificaciones técnicas y detalles constructivos

Diseño final:

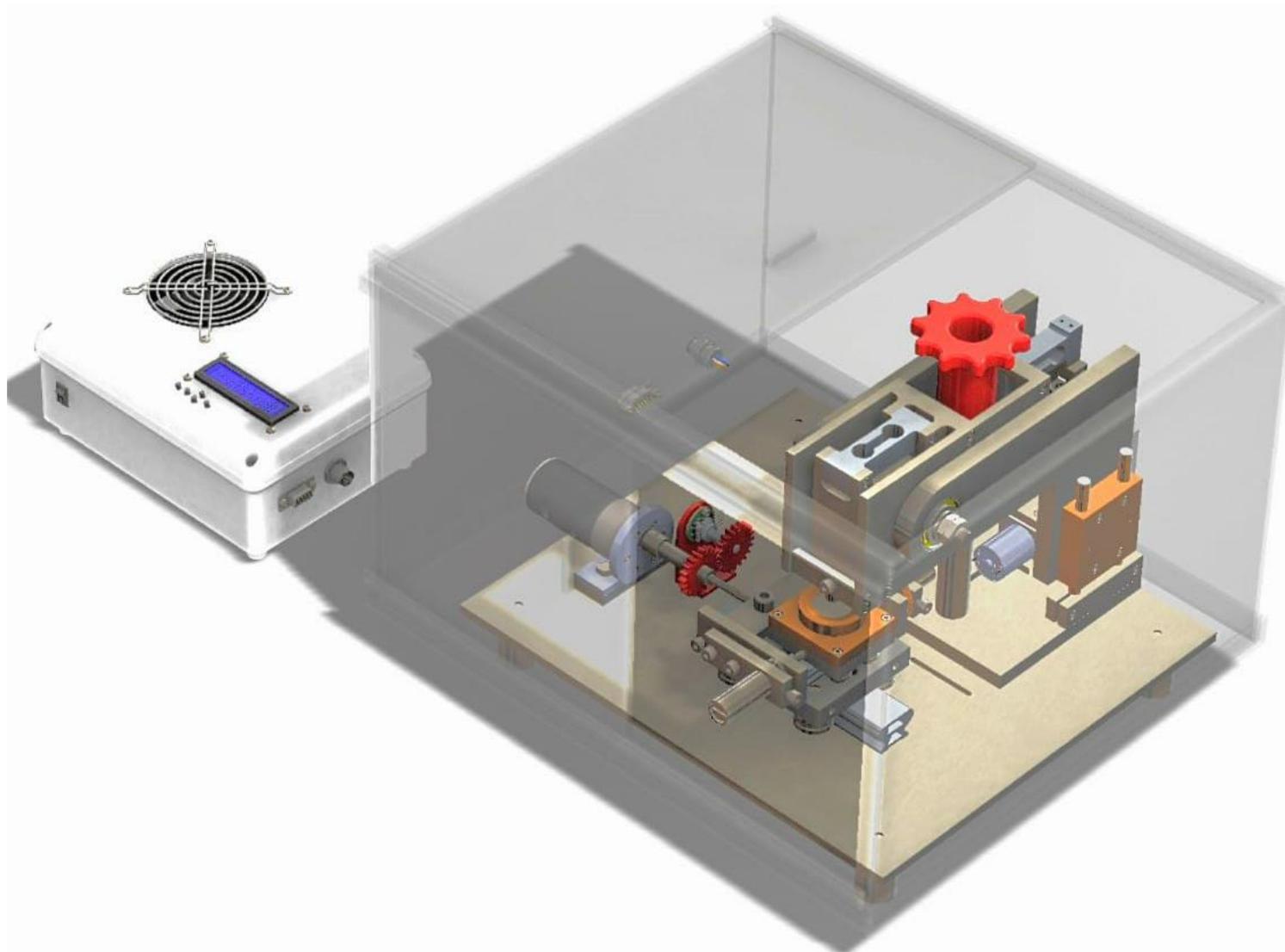


Imagen E 1

Elaboró: Massimo Uccellini

En este apartado se explica detalladamente todas las piezas que componen el Scratch Tester (imagen E1 y E2) y que se vieron en el tomo anterior “ingeniería básica”. Se dividirá de igual manera, subdividiéndose en cada grupo de componentes que integran, mencionados en “Sistema de codificación” (Anexo B). En cada elemento se indicarán, si poseen, las siguientes referencias:

- Planos de detalles constructivos.
- Cálculos realizados.
- Catálogos e información complementaria.

ST-E-EE-080 - Caja estanca IP55

El tamaño se eligió en función de la cantidad de componentes que se colocaran en su interior. Se selecciona una caja estanca plástica normalizada con grado IP55 (IEC, 2018) con las siguientes características.

- Resistencia al impacto: Ik08
- Voltaje de aislación: 5250V >6,5MΩ
- Dimensiones (HxLxP): 162mm x 212mm x 81mm
- Plano de parte: ST-F-M-EE-056 - ST-F-M-EE-057

ST-E-EE-099 - DB9 hembra

La transmisión de datos desde el gabinete de control se realiza a través de una salida de señal de conexión tipo DB9 hembra. Este conector tiene las siguientes características.

- Corriente nominal: 3A
- Tensión nominal: 300V
- Resistencia de aislamiento: 300MΩ min @ 500VCC
- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-063

ST-E-EE-113 - Conector 4 pines

Se selecciono un conector pasamuros de 4 pines con rosca M12 metálico, con las siguientes características.

- Corriente nominal: 4A

- Tensión nominal: 60V
- Resistencia de contacto: 3mΩ máx.
- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-063

ST-E-EE-082 - Conector 220v

A través de este conector el gabinete recibe la entrada de energía de la red para alimentar la fuente de alimentación. Se selecciona un conector tipo macho normalizado IEC-60320-c14

- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-062 - ST-E-E-EE-064

ST-E-EE-084 - Ventilador 80mm

Este ventilador es encargado de retirar el calor dentro del gabinete, producido por los diferentes elementos electrónicos. Se selecciono uno con las siguientes características.

- Tensión de operación: 5VCC \approx 13,8VCC
- Consumo de corriente: 80mA
- Temperatura de operación: -10°C \approx +70°C
- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-064

ST-E-EE-086 - Amplificador HX711

Para lograr la lectura de la celda de carga se utiliza un módulo transmisor HX711 entre la celda de carga y el Arduino. El chip HX711 realiza la lectura del puente de Wheatstone formado por las galgas de la celda de carga y efectúa la conversión analógica-digital con su conversor interno de 24 bits. Este módulo se comunica con el microcontrolador por medio de un protocolo de tipo serial mediante 2 pines (Clock y Data).

- Tensión de operación: 2,6VCC \approx 5,5VCC
- Consumo de corriente: 1,5mA
- Temperatura de operación: -40°C \approx +85°C
- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-058

ST-E-EE-087 – Llave de encendido

Se selecciono una llave de encendido de polo simple para realizar el encendido y apagado de la fuente de alimentación del equipo.

- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-062

ST-E-EE-093 – Botón pulsador

Mediante pulsadores podemos desplazarnos por los diferentes menús que se mostraran en pantalla y seleccionar las diferentes opciones. Con ellos podremos cambia la configuración de las cargas y mover diferentes partes de la máquina.

- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-061

ST-E-EE-088 - LCD 16x2 líneas

Consiste en una pantalla LCD de 1602 caracteres blancos con retroiluminación azul, mediante este módulo el usuario podrá seleccionar los distintos niveles de carga inicial y final, así como también controlar los movimientos de la máquina para establecer el mejor lugar donde comenzar en ensayo sobre la probeta.

- Tensión de alimentación: 5VCC
- Consumo de corriente: 200mA (Circuitar, s.f.)
- Integra un potenciómetro para ajustar la luz de fondo del LCD
- Dimensiones: 80mm x 58mm
- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-061

ST-E-EE-114 – Interfaz I2C

Para facilitar la conexión de la pantalla con el Arduino se utiliza un módulo adaptador de LCD a interfaz I2C, este permite manejar nuestro LCD utilizando solo 2 pines (SDA y SCL). El módulo está basado en el controlador PCF8574 de Texas Instruments que es un expansor de entradas y salidas digitales controlado por I2C.

- Tensión de operación: 2,5VCC \approx 6VCC
- Consumo de corriente: 25mA
- Temperatura de operación: -40°C \approx +85°C

- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-061

ST-E-EE-091 - Arduino UNO

Arduino Uno es una placa de microcontrolador basado en ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador cerámico de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio.

En este estará escrito el código de programación que dará instrucciones a la máquina para realizar las secuencias de movimiento y almacenar datos.

- Tensión de operación: 5VCC
- Corriente CC por pin de E / S: 20 mA
- Consumo de corriente: 46,5mA (Gadget Markers, s.f.)
- Planos eléctricos: ST-E-E-EE-058 - ST-E-E-EE-059 - ST-E-E-EE-060 - ST-E-E-EE-061

ST-E-EE-092 - Puente H - L298N

La alimentación del motor se da mediante transistores conectados formando un circuito “puente H”, con esta configuración se logra, en caso de ser necesario, invertir el sentido de giro del motor y realizar la variación de velocidad mediante la modulación por ancho de pulso (PWM). Para ello se utiliza un módulo basado en el Driver L298n de la marca STMicroelectronics.

- Tensión de operación: 7,5VCC \approx 46VCC
- Consumo de corriente (lógica): 50mA
- Máxima corriente de salida: 4A
- Plano eléctrico: ST-E-E-EE-060 - ST-E-E-EE-062

ST-E-MR-021 - Motorreductor eje horizontal

El motorreductor de eje horizontal desplaza la probeta de manera longitudinal mientras el indentador realiza un esfuerzo normal a esta. Esta fuerza ejercida produce una huella y además se crea una fuerza producto del rozamiento del indentador y la probeta. Esta

fuerza de rozamiento es la que debe vencer el motorreductor y a su vez tener fuerza suficiente para garantizar que la velocidad de desplazamiento sea constante. Se selecciono un motorreductor de las siguientes características:

- Tensión nominal: 12VCC
- Corriente nominal: 1,6A
- Velocidad nominal: 22.5RPM
- Par nominal: 6kgcm
- Pano eléctrico: ST-E-E-EE-060

ST-E-MR-042 - Motorreductor eje vertical

El motorreductor de eje vertical será el encargado de brindar la fuerza que empuje el indentador sobre la probeta. Mediante una rosca se transforma el movimiento rotacional del motorreductor en movimiento de desplazamiento longitudinal vertical. Mediante un mecanismo de resorte, se empuja el brazo pivotante mientras la fuera normal es medida. El brazo pivotante tiene la función de multiplicar la fuerza que se ejerce sobre la probeta. Se selecciono un motorreductor de las siguientes características:

- Tensión nominal: 12VCC
- Corriente nominal: 0,23A
- Velocidad nominal: 24RPM
- Par nominal: 3,7kgcm
- Pano eléctrico: ST-E-E-EE-060

ST-E-EE-027 – Celda de carga

Las celdas de carga se utilizarán para medir la fuerza normal ejercida sobre la probeta y la fuera de rozamiento que se generará entre el indentador y la probeta debido al movimiento relativo que habrá entre ellos. Se seleccionaron dos celdas de carga de la marca BSL modelo PME-1 con las siguientes características.

- Carga máxima: 5Kg
- Sensibilidad: $2.0 \pm 0,2$ mV/V
- Tensión de excitación: 10VCC \approx 15VCC
- Temperatura de funcionamiento: $-20^{\circ}\text{C} \approx +60^{\circ}\text{C}$

- Pano eléctrico: ST-E-E-EE-058

ST-E-EE-090 - Fuente alimentación 12v 60w

Esta fuente de alimentación proveerá la potencia suficiente para accionar toda la electrónica y los dos motorreductores que producen el movimiento y la carga sobre la probeta. Se selecciono un motorreductor de las siguientes características:

- Tensión nominal: 12VCC
- Corriente nominal: 5A
- Temperatura de funcionamiento: $-30^{\circ}\text{C} \approx +60^{\circ}\text{C}$
- Pano eléctrico: ST-E-E-EE-062 - ST-E-E-EE-064

ST-M-CP-041 - Resorte empujador brazo pivotante

Este movimiento no se puede transmitir directamente porque la flexibilidad de la celda de carga es muy baja y por lo tanto el rango de movimiento sería muy acotado. Por lo que intercalando un resorte entre el motorreductor y la celda el rango de movimiento es mayor y por lo tanto mayor precisión a la hora de imponer una carga sobre la probeta. Se selecciona un resorte con las siguientes características.

- Constante: 5,72 N/mm
- Longitud nominal: 25mm
- Diámetro exterior: 10,8mm
- Diámetro nominal alambre: 1,3mm
- Pano de ensamblaje: ST-E-M-CP-068

ST-M-CP-043 - Empujador resorte brazo pivotante

Pieza intermediaria entre el resorte y el sinfín del motorreductor, contiene una rosca interior que convierte el movimiento rotacional del motorreductor en movimiento lineal.

- Pano de parte: ST-F-M-CP-029

ST-M-CP-044 - Empujador celda de carga

Esta pieza forma el conjunto que empujara y desplazara la celda de carga. Esta

solidaria y tiene movimiento pivotante mediante un eje.

- Pano de parte: ST-F-M-CP-030

ST-M-CP-045 - Eje empuja celda de carga

Eje donde pivota el soporte de la celda de carga y permite el desplazamiento vertical, soportando toda la carga que el motorreductor ejerce sobre la celda.

- Pano de parte: ST-F-M-CP-031

ST-M-CP-046 - Empujador U celda de carga

Pieza empujada por el resorte que permite pivotar a la celda de carga y a su vez distribuir la carga en ambos lados del eje

- Pano de parte: ST-F-M-CP-032

ST-M-ES-020 - Base motorreductor eje horizontal

Servirá de soporte del motorreductor que desplazará la probeta horizontalmente y a su vez tendrá que soportar la fuerza de rozamiento que se produce entre la probeta y el indentador.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-014

ST-M-ES-022 - Separador base motorreductor

Para ajustar la altura de la base y alinear el eje del motorreductor con el eje del carro LFL se colocará un separador metálico, del mismo material que el resto de las partes.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-015

ST-M-EU-067 - Tornillo M16 hueco

Se acopla al eje del motorreductor de eje vertical mediante un prisionero y sirve para transformar el movimiento giratorio en movimiento lineal y empujar el resorte de carga normal.

- Pano de parte: ST-F-M-EU-035

ST-M-TP-023 - Empujador carro LFL32

Se acopla al motorreductor de eje horizontal mediante un prisionero para transformar el movimiento giratorio en movimiento lineal y empujar el carro LFL que contiene el porta probetas.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-016

ST-M-TP-096 - ST-M-TP-096 - Engranajes conductor y conducido

Transmitirán el giro del motorreductor al encoder encargado de medir el desplazamiento del carro que desplaza la probeta. Estos engranajes no soportan fuerzas ya que solo se utilizan para mover el encoder, por lo que estarán construidos mediante fabricación aditiva o también llamada impresión 3D. Se utilizará como material el PLA (Polylactic Acid), uno de los materiales mas utilizados para este tipo de fabricación con buenas propiedades de resistencia y terminaciones superficiales muy buenas.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-042
- Pano de parte: ST-F-M-TP-043

ST-M-CC-100 - Policarbonato base

Soporta los demás elementos del cerramiento, se ajusta con los mismos tornillos que las patas de la maquina y queda fija debajo de la mesa.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-044

ST-M-CC-101 - Policarbonato borde corto

Bordes inferiores laterales verticales, quedan solapados con los laterales superiores de manera que no tenga la posibilidad de desplazarse hacia los lados.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-045

ST-M-CC-102 - Policarbonato borde largo

Bordes inferiores posterior y anterior verticales, quedan solapados con los laterales superiores de manera que no tenga la posibilidad de desplazarse hacia los lados.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-046

ST-M-CC-103 - Policarbonato fondo

Esta pieza se coloca de forma vertical, que queda en la parte posterior del cerramiento y no tiene aberturas ni orificios.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-047

ST-M-CC-104 - Policarbonato frente

Es la pieza frontal vertical del cerramiento que posee una abertura por la cual el operador podrá manipular la probeta cómodamente.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-048

ST-M-CC-105 - Policarbonato guías

Piezas destinadas a formar guías para que la puerta frontal y la puerta superior del cerramiento puedan deslizarse hacia un costado.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-049

ST-M-CC-110 - Policarbonato lateral derecho

Pieza lateral vertical por la cual traspasan las señales de salida y de entrada de la máquina, posee 2 orificios destinados a los conectores DB9 y de 4 pines.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-054

ST-M-CC-111 - Policarbonato lateral izquierdo

Esta pieza se coloca de forma vertical, que queda en la parte lateral del cerramiento y no tiene aberturas ni orificios.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-055

ST-M-CC-106 - Policarbonato manija

Este pequeño rectángulo de policarbonato se pega sobre la superficie de las puertas frontal y superior permitiendo al operador deslizarlas hacia los costados.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-050

ST-M-CC-107 - Policarbonato tapa frontal

Se desliza hacia los costados permitiendo la manipulación de la probeta y el desplazamiento trasversal de la misma.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-051

ST-M-CC-108 - Policarbonato tapa superior

Se desliza hacia los costados permitiendo la manipulación del brazo pivotante de manera que se pueda retirar hacia un costado y dejar e área del porta probetas más libremente.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-052

ST-M-CC-109 - Policarbonato techo

Es la pieza superior horizontal del cerramiento que posee una abertura por la cual el operador podrá manipular el brazo pivotante cómodamente.

- Pano de parte: ST-F-M-CC-053

ST-M-BP-024 - Rodamiento 30202

Se opto rodamientos cónicos, los cuales se pueden ajustar para evitar que haya juego o desalineaciones a la hora de realizar el ensayo. Esto permitirá transmitir las cargas y vibraciones de la probeta directamente a la celda de carga y se verá reflejado en el grafico carga vs desplazamiento. Se selecciono dos rodamientos cónicos SKF 30202 con las siguientes características.

- Tipo: rodamiento de una hilera de rodillos cónicos
- Diámetro externo: 35mm
- Diámetro interno: 15mm
- Ancho total: 11,75mm
- Capacidad de carga estática: 14,6KN

ST-M-BP-025 - Eje brazo pivotante

Solidario al brazo pivotante gira sobre los rodamientos permitiendo el movimiento oscilatorio, soportando las cargas que se ejercen sobre la probeta.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-017

ST-M-BP-026 - Soporte CC FN

Permite que se transmita la fuerza directamente del brazo pivotante a la celda de carga que mide la fuerza normal.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-018

ST-M-BP-028 - Indentador

Es la pieza que se utiliza para realizar el rayado sobre la probeta, es un indentador Rockwell C cónico con punta de diamante con las siguientes características.

- Angulo del cono: 120°
- Radio de la punta de diamante: 200µm
- Carga máxima: 150N

ST-M-BP-029 - Brazo pivotante izquierdo

Pieza encargada de transmitir la fuerza normal sobre la probeta y sostener todos los elementos que están solidarios a él, como son, los soportes de las dos celdas de carga y el soporte de los rodamientos 638-5-2Z.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-019

ST-M-BP-030 - Porta pin

Esta pieza sostiene el indentador y transmite la fuerza de rozamiento a la celda de carga, pivotando sobre los rodamientos 638-5-2Z.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-020

ST-M-BP-031 - Soporte CC FR

Pieza que fija la celda de carga que mide la fuerza de rozamiento al brazo pivotante.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-021

ST-M-BP-032 - Rodamiento 638-5-2Z

Estos rodamientos permitirán el movimiento oscilatorio del porta pin sin que haya juegos ni desalineaciones. Soportan las cargas que generan la fuerza de rozamiento y la fuerza normal sobre la probeta. Se seleccionaron dos rodamientos de la marca SKF modelo 638-5-2Z con las siguientes características.

- Tipo: rodamiento rígido de bolas
- Diámetro externo: 11mm
- Diámetro interno: 5mm
- Ancho total: 5mm
- Capacidad de carga estática: 143N

ST-M-BP-033 - Soporte rodamiento 638-5-2Z

Este par de piezas están fijadas en el brazo pivotante sosteniendo los rodamientos 638/5-2Z y soportando las mismas cargas que estos.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-022

ST-M-BP-034 - Brazo pivotante derecho

Pieza encargada de transmitir la fuerza normal sobre la probeta y sostener todos los elementos que están solidarios a él, como son, los soportes de las dos celdas de carga y el soporte de los rodamientos 638-5-2Z.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-023

ST-M-BP-038 - Soporte rodamiento 30202 Izquierdo

Pieza en donde se alojan los rodamientos cónicos, encargada de sostener el brazo pivotante y otras piezas relacionadas con el movimiento oscilatorio del brazo.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-026

ST-M-BP-039 - Soporte rodamiento 30202 derecho

Pieza en donde se alojan los rodamientos cónicos, encargada de sostener el brazo pivotante y otras piezas relacionadas con el movimiento oscilatorio del brazo.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-027

ST-M-BP-047 - Soporte motorreductor eje vertical

Pieza encargada de sostener el motorreductor de eje vertical, se fija en los soportes laterales y se mueve en conjunto con el brazo pivotante.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-033

ST-M-BP-074 - Tubo separador 8mm

La función principal es la de separar la pista interna de los rodamientos 638/5-2Z evitando que se frenen cuando se los ajusta.

- Pano de parte: ST-F-M-BP-036

ST-M-BP-079 - Guía empujador resorte

Evita que el empujador del resorte de carga normal gire y por lo tanto deje de cumplir la función de empujador.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-041

ST-M-EU-018 - Tuerca porta probeta

Esta tuerca posee una rosca fina que permite que el ajuste sea lo suficientemente fuerte como para que la probeta no se mueva ni rote.

- Pano de parte: ST-F-M-EU-013

ST-M-EU-078 - Tornillo M14 sin cabeza

Este tornillo sostiene el resorte que desplaza la probeta de forma perpendicular a la dirección del ensayo.

- Pano de parte: ST-F-M-EU-040

ST-M-TP-003 - Guía lineal LFS 32-CE x 140mm

Guía lineal que desplaza la probeta en el sentido del ensayo. Se selecciono una guía lineal con perfil macizo de aluminio extruido y guías de acero al carbono LFS 32-CE de

140mm de longitud.

ST-M-TP-004 - Guía lineal LFL32-SF

Carro que desplaza la probeta en el sentido del ensayo. Se selecciono un carro guía formado por una placa de aluminio anodizado, cuatro tornillos y cuatro rodillos-guía LFL 32-SF.

ST-M-TP-005 - Guía lineal LFS20-CE x 80mm

Guía lineal que desplaza la probeta en el sentido transversal. Se selecciono una guía lineal con perfil macizo de aluminio extruido y guías de acero al carbono LFS 20-CE de 80mm de longitud.

ST-M-TP-006 - Guía lineal LFL20-SF

Carro que desplaza la probeta en el sentido transversal. Se selecciono un carro guía formado por una placa de aluminio anodizado, cuatro tornillos y cuatro rodillos-guía LFL 20-SF.

ST-M-TP-007 - Soporte lateral D carro

Sirve como soporte del resorte de empuje trasversal y elemento de unión para diferentes piezas que componen el sistema de traslación de probeta.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-003

ST-M-TP-008 - Soporte horizontal carro LFL

Pieza encargada de roscar la varilla que transformara el movimiento rotacional del motorreductor en movimiento de traslación de la probeta.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-004

ST-M-TP-009 - Soporte resorte - rueda

Sirve como soporte del resorte de empuje trasversal, de la rueda de desplazamiento trasversal y elemento de unión para diferentes piezas que componen el sistema de traslación

de probeta.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-005

ST-M-TP-010 - Separador carro LFL

Tubo separador de las partes que forman el sistema de traslación de probeta, como lo son el soporte resorte rueda y los soportes laterales izquierdo y derecho.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-006

ST-M-TP-011 - Empuja carro LFL20

Esta pieza es empujada por el resorte de movimiento transversal que evita que la pieza se mueva durante el ensayo.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-007

ST-M-TP-012 - Resorte empujador carro LFL

Resorte encargado de mantener en posición el carro de desplazamiento transversal presionándolo contra la rosca situada el otro lado de este. De forma transversal a la dirección del ensayo las fuerzas involucradas son casi nulas, por lo que se selecciona un resorte de constante baja para que pueda ser fácilmente desplazado el carro por el operario. Además, por las características de diseño este no deberá exceder los 10mm en el estado comprimido y deberá tener una longitud extendido que supere los 40mm para garantizar que el carro no quede suelto. El resorte seleccionado tiene las siguientes características.

- Constante: 0,8 N/mm
- Longitud nominal: 50mm
- Diámetro exterior: 12mm
- Diámetro nominal alambre: 0,95mm
- Pano de ensamblaje: ST-E-M-TP-072

ST-M-TP-013 - Guía resorte carro LFL

Su función es contener el resorte y permitir el deslizamiento del empuja carro LFL de movimiento transversal.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-008

ST-M-TP-014 - Guía lado rueda

Cubre la parte que sobre sale de la varilla roscada que mueve el carro de desplazamiento transversal protegiendo la rosca.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-009

ST-M-TP-015 - Rueda

Con esta rueda se puede desplazar la probeta de manera transversal para realizar ensayos paralelos sucesivos. Gira sobre la varilla roscada que empuja el carro LFL de movimiento transversal.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-010

ST-M-TP-016 - Soporte lateral I carro.

Sirve como soporte de la rueda de empuje trasversal y elemento de unión para diferentes piezas que componen el sistema de traslación de probeta.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-011

ST-M-TP-017 - Porta probeta

Su función es contener la probeta durante el ensayo, su forma es tal que puede alojar bolillas de diferentes diámetros para variar la altura de la probeta y mantener siempre la perpendicularidad con el indentador.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-012

ST-M-BG-035 - Guía barras 8mm

Guía de bronce donde se deslizarán las barras para regular la altura del brazo pivotante. Esta altura se regulará de manera manual mediante un par de prisioneros alojados en cada una de las guías y permitirá mantener la perpendicularidad entre la probeta y el indentador

- Pano de parte: ST-F-M-BG-024

ST-M-BG-036 - Soporte barras 8mm

Pieza donde se fijarán las barras de acero a la base pivotante. Cada pieza ajusta las barras mediante un par de prisioneros impidiendo el giro y el desplazamiento.

- Pano de parte: ST-F-M-BG-025

ST-M-BG-037 - Barra acero 8mm

Estas barras estarán fijas en la base giratoria y permitirán que el brazo pivotante se deslice hacia arriba y abajo para que el indentador siempre este perpendicular a la probeta. Se selecciono barras de acero al carbono templadas, rectificadas y pulidas con recubrimiento de cromo duro con las siguientes características.

- Tipo: F125
- Diámetro: 8mm
- Limite elástico: 605N/mm²
- Dureza del recubrimiento: 900-1150HV
- Espesor del cromado: 25±5µm

ST-M-BG-040 - Base giratoria

Pieza donde descansan todos los elementos del brazo pivotante y del sistema de conversión de par. Esta base gira para permitir al operador de la maquia manipular cómodamente la probeta sin que el brazo pivotante interfiera.

- Pano de parte: ST-F-M-BG-028

ST-M-ES-075 - Tope base giratoria

Se colocará un tope para evitar que la base giratoria rote mientras se está realizando el ensayo y para garantizar que la posición de ensayo siempre sea la misma al rotar el brazo pivotante desde la posición de reposo hasta la pasión de ensayo.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-037

ST-M-ES-076 - Tubo separador 20mm

Mediante este separador se fija la base giratoria para evitar que se mueva durante el

ensayo.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-038

ST-M-ES-077 - Manivela

La manivela gira sobre un par de tuercas que contiene en su interior sobre una varilla roscada fija a la mesa de la máquina. Mediante la manivela se ajusta la base giratoria para evitar que se mueva durante el ensayo y se afloja para girar el brazo pivotante y poder manipular la probeta cómodamente.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-039

ST-M-ES-001 - Mesa

Es la base donde se fijan toda la estructura de la máquina, esta contiene todas las perforaciones necesarias para roscar las piezas y se afirma sobre 4 patas.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-001

ST-M-ES-002 - Pata

Sobre estas patas se afirma la maquina completa, estas construidas de acero y su función es separar la mesa del lugar donde este colocada la máquina para evitar que las fijaciones de las piezas que sobresalgan hacia abajo generen puntos de apoyo inestables.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-002

ST-E-EE-048 - Encoder EC11

Se utiliza para medir y controlar la velocidad a la que se desplaza la probeta. Se encuentra ligado al eje del motor vertical mediante un par de engranajes y gira a la misma velocidad que el motor. Emite un tren de pulsos que se analizan con el microprocesador Arduino UNO y con esto se logra corregir la velocidad en función de la fuerza de rozamiento que genera el indentador contra la probeta. Se selecciono un encoder rotativo con las siguientes características.

- Tensión de alimentación: 5VDC
- Consumo de corriente: 10mA

- Numero de pulsos por vuelta: 20
- Botón pulsador: Si
- Recorrido botón pulsador: 0,5mm
- Vida útil: 15000 ciclos

ST-M-ES-066 - Soporte encoder

Esta base se diseñó para se soporte en encoder, estará fabricada mediante impresión 3D de material plástico PLA. Posee una corredera para poder ajustar sobre el encoder sobre el engranaje y de esta manera evitar que el juego pueda producir errores en la medición.

- Pano de parte: ST-F-M-ES-034

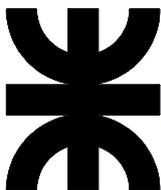
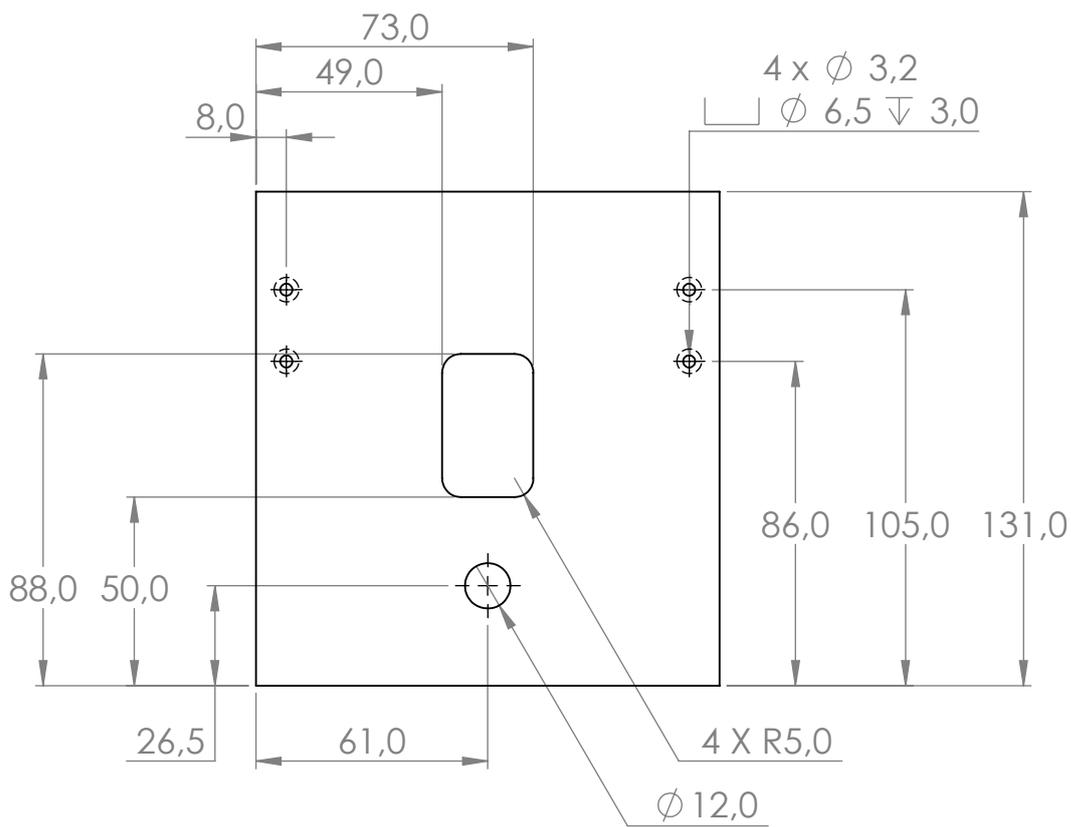
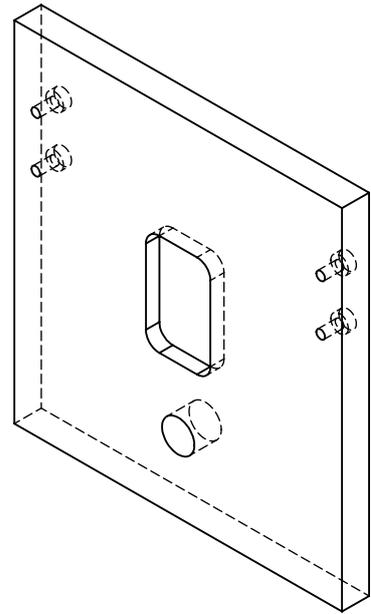
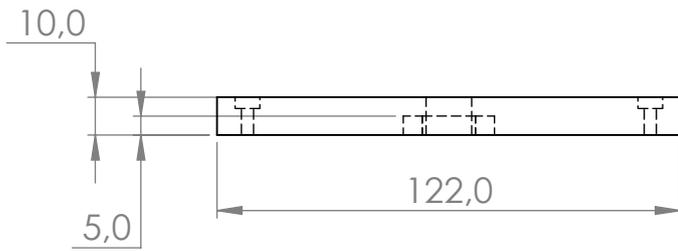
ST-M-TP-097 - Engranaje conducido

Transmitirá el giro del motorreductor al eje del encoder rotativo para determinar la posición de la probeta. Estará fabricado mediante impresión 3D de material plástico PLA.

- Pano de parte: ST-F-M-TP-042

Glosario

- Comunicación SPI: El Bus SPI (del inglés Serial Peripheral Interface) es un estándar de comunicaciones, usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos.
- I2C: Circuito inter-integrado (I²C, del inglés Inter-Integrated Circuit) es un bus serie de datos desarrollado en 1982 por Philips Semiconductors (hoy NXP Semiconductors, parte de Qualcomm1). Se utiliza principalmente internamente para la comunicación entre diferentes partes de un circuito, por ejemplo, entre un controlador y circuitos periféricos integrados.
- ATmega328P: El ATmega328p es un chip microcontrolador creado por Atmel y pertenece a la serie megaAVR.
- ISCP: Programación serie en circuito (ICSP por las siglas del inglés: In-Circuit Serial Programming), es la habilidad de algunos dispositivos lógicos programables, de ser programados mientras están instalados en un sistema completo, en lugar de requerir que el chip sea programado antes de ser instalado dentro del sistema.



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:2

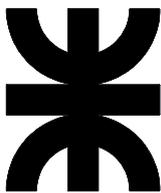
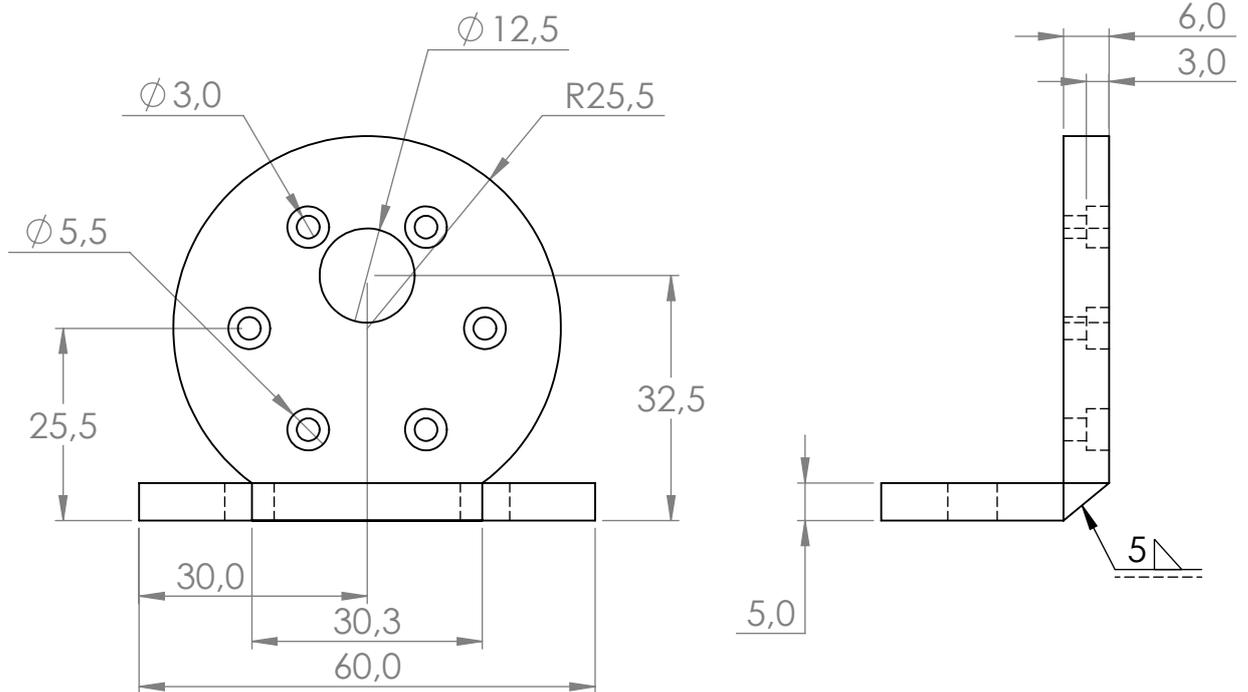
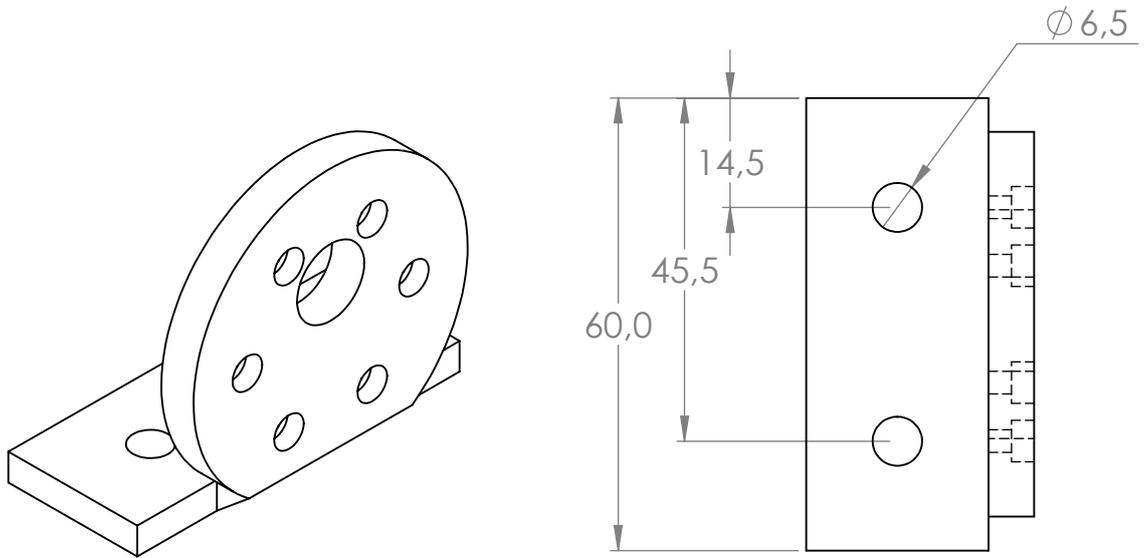
Base giratoria

Código de parte: ST-M-ES-040

Código de plano:
ST-F-M-BG-028

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1/5

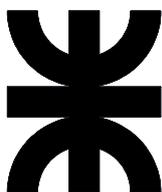
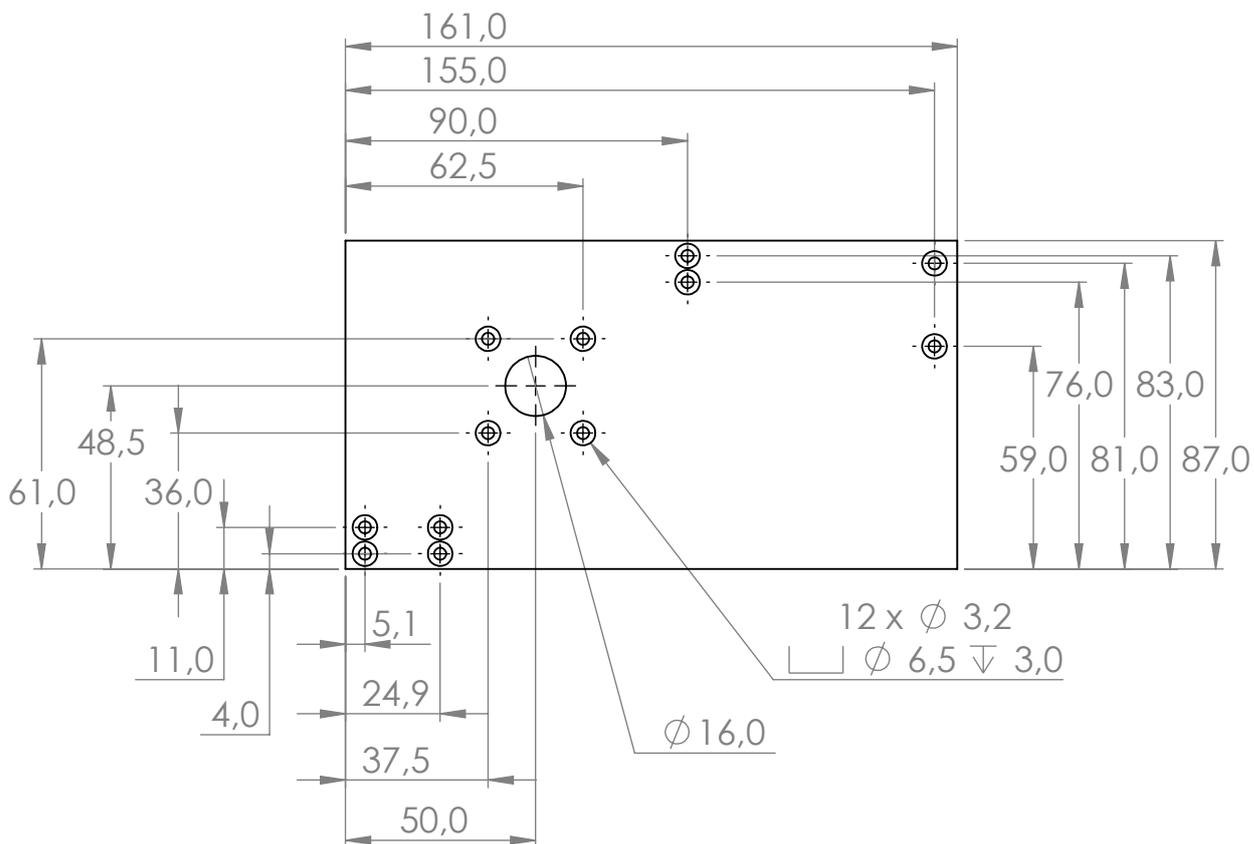
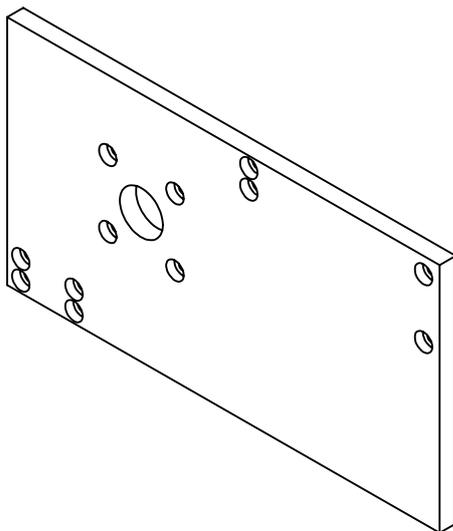
**Base motorreductor
eje horizontal**

Código de parte: ST-M-ES-020

Código de plano:
ST-F-M-ES-014

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:2

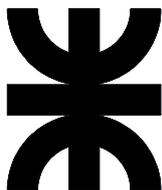
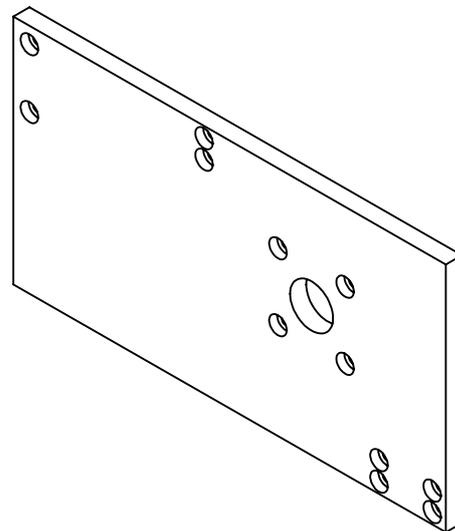
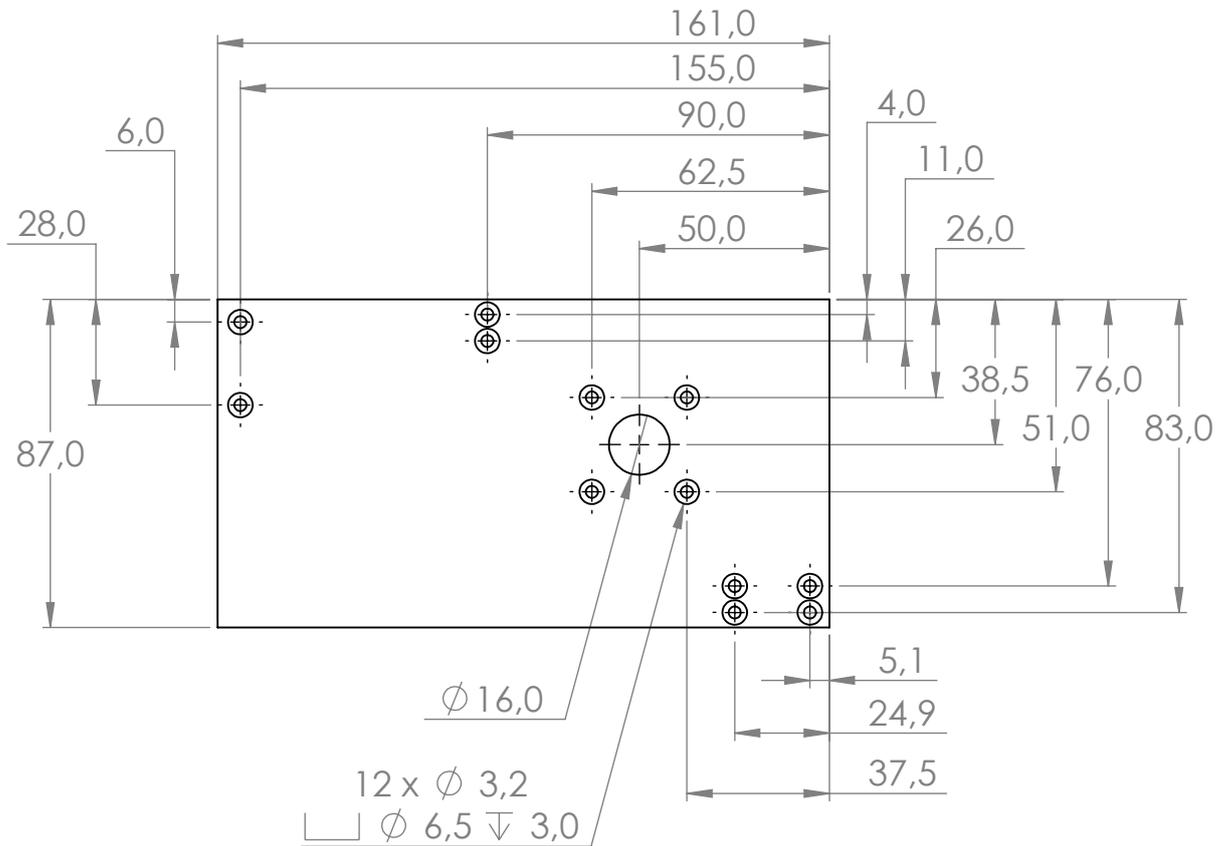
**Brazo pivotante
derecho**

Código de parte: ST-M-BP-034

Código de plano:
ST-F-M-BP-023

Material: AISI 304 espesor 6mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:2

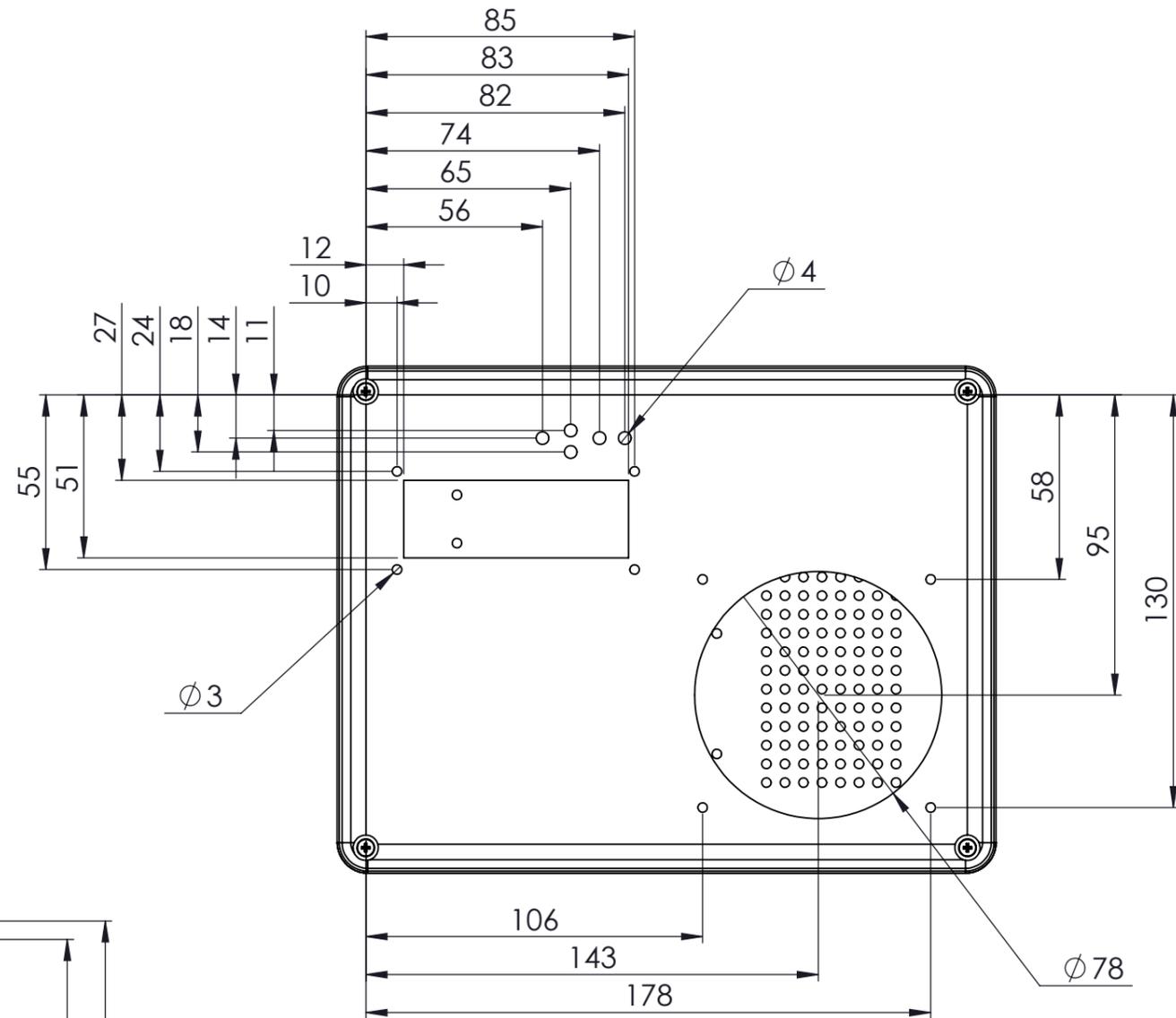
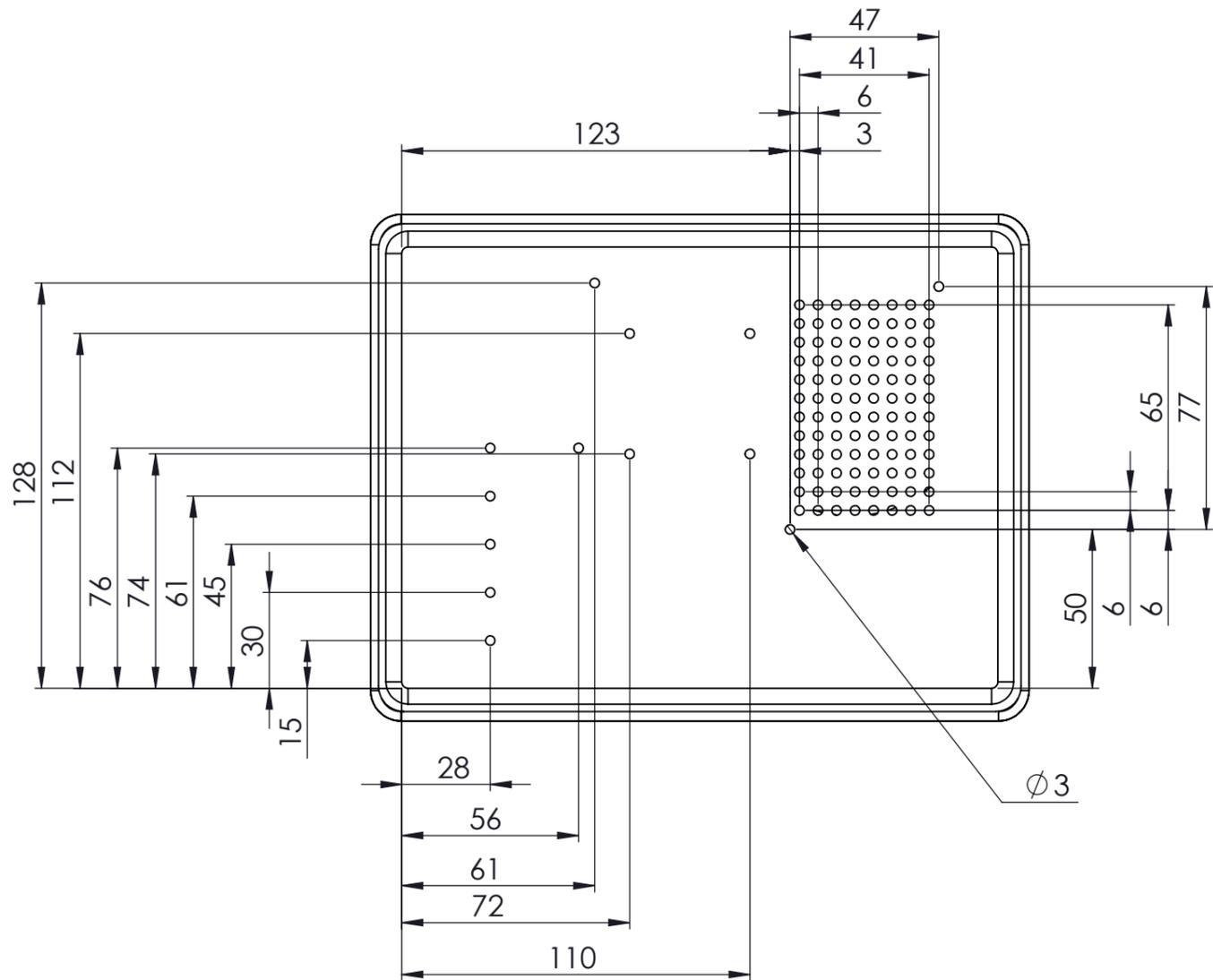
**Brazo pivotante
izquierdo**

Código de parte: ST-M-BP-029

Código de plano:
ST-F-M-BP-019

Material: AISI 304 espesor 6mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puentes
Apr.	03/2021	G. Puentes

Proyecto final de
carrera
N°: 2005B

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Esc:

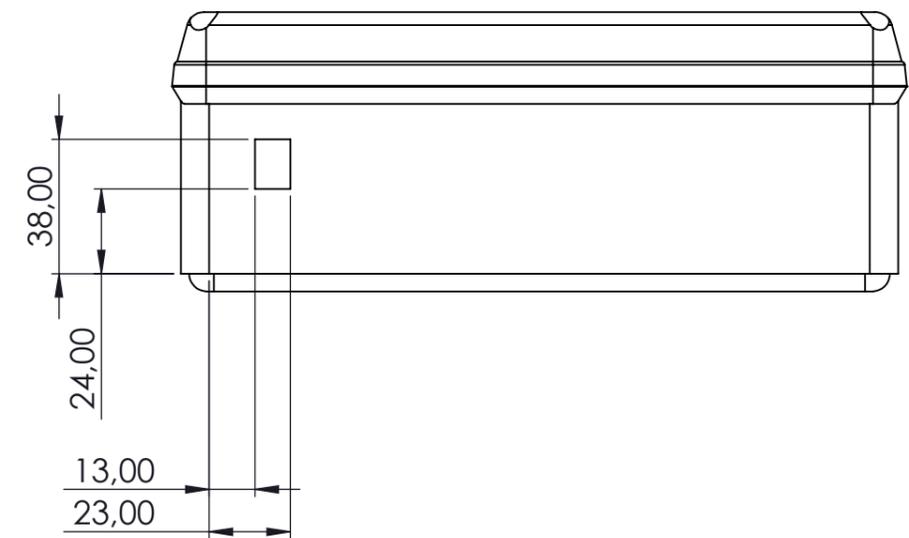
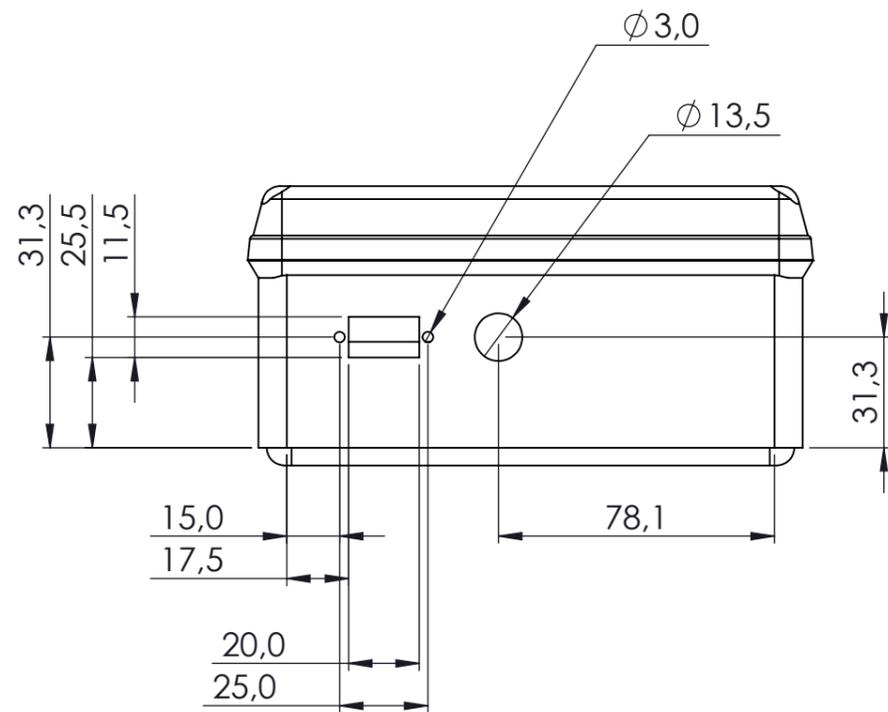
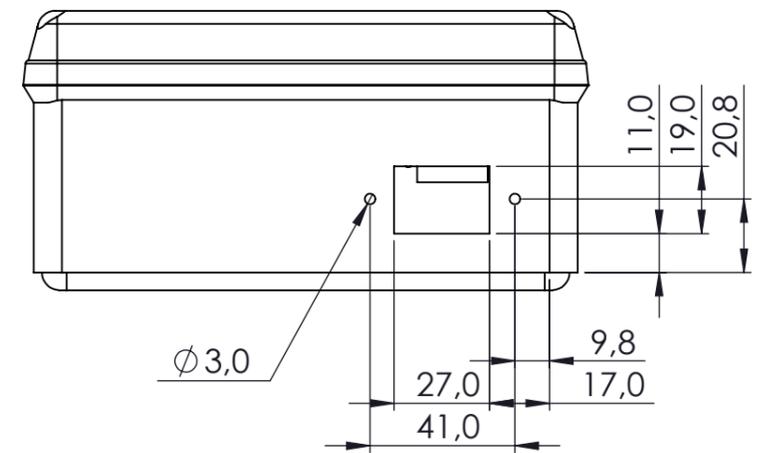
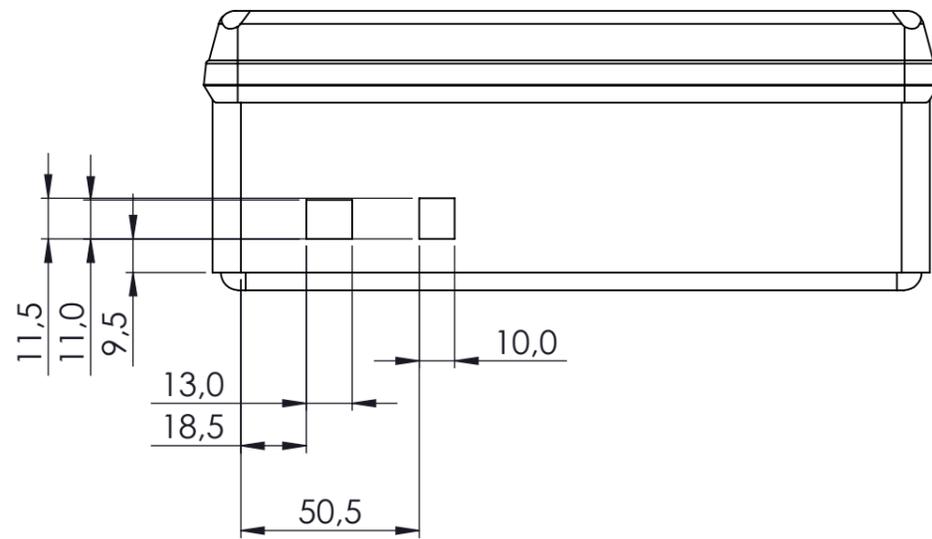
1:2

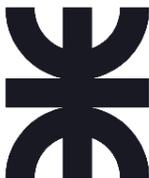
Caja estanca IP55

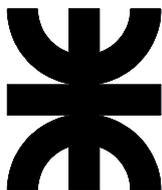
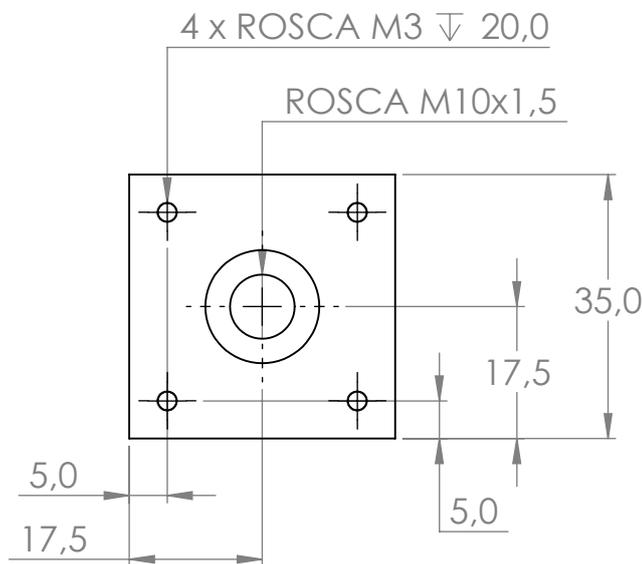
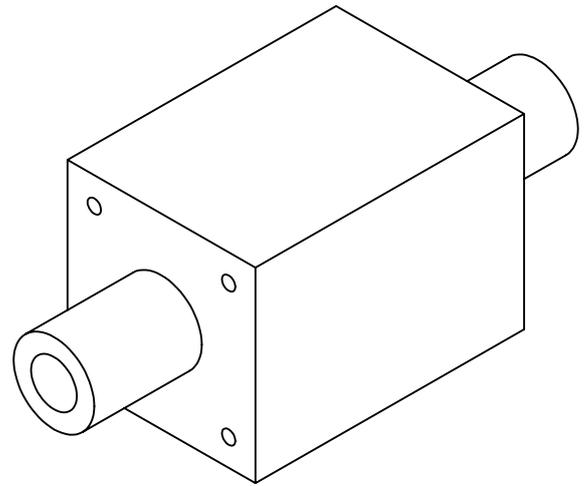
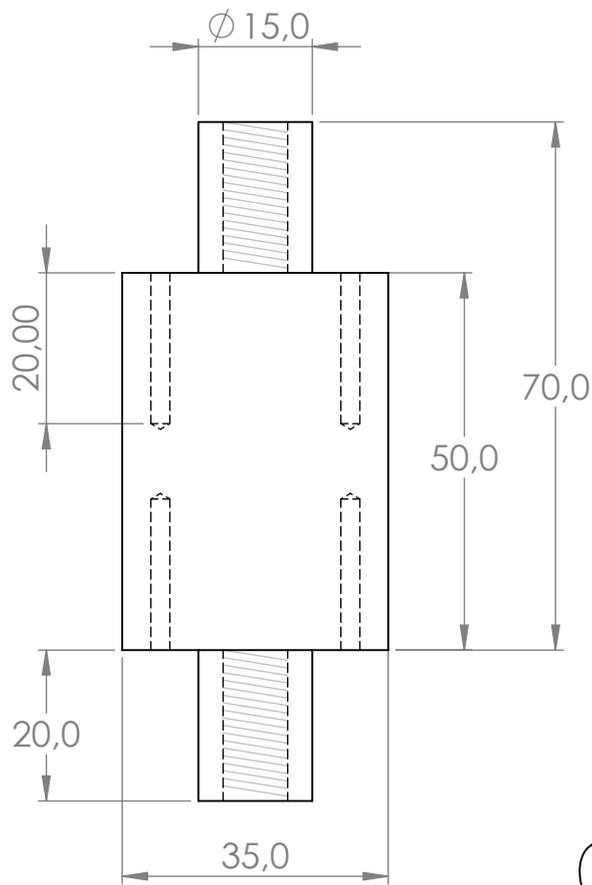
Código de plano:
ST-F-M-EE-056

Parte 1

Fecha de entrega: 16/04/2021



	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm				
			Caja estanca IP55		Código de plano: ST-F-M-EE-057
Esc:			1:2		Parte 2
					Fecha de entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

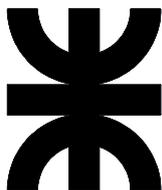
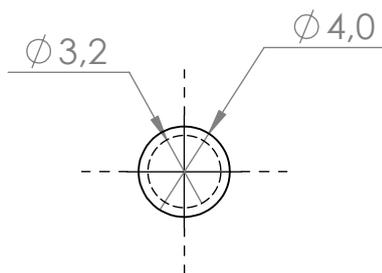
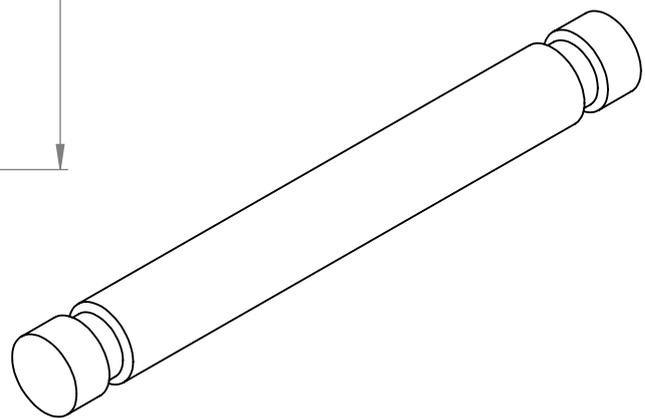
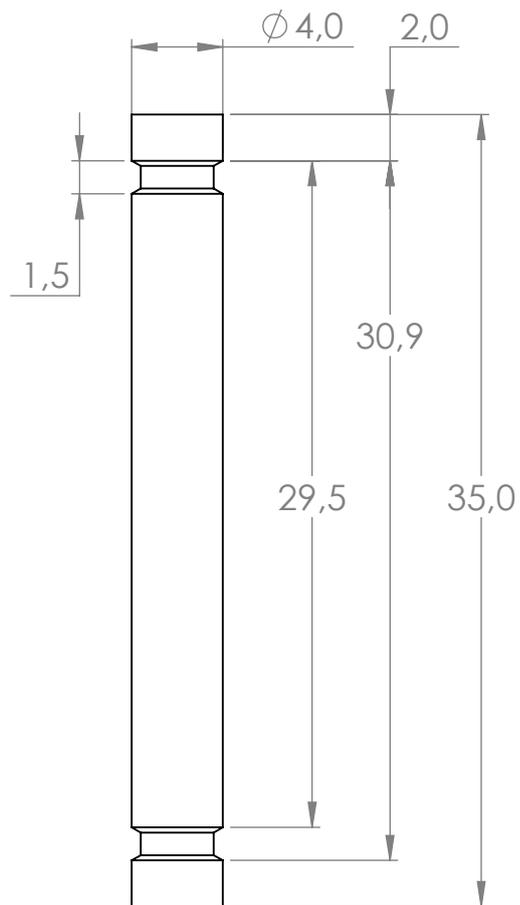
Eje brazo pivotante

Código de parte: ST-M-BP-025

Código de plano:
ST-F-M-BP-017

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
3:1

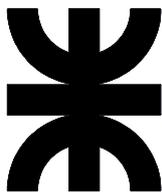
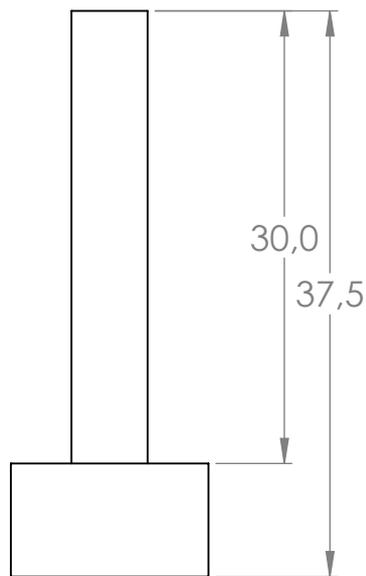
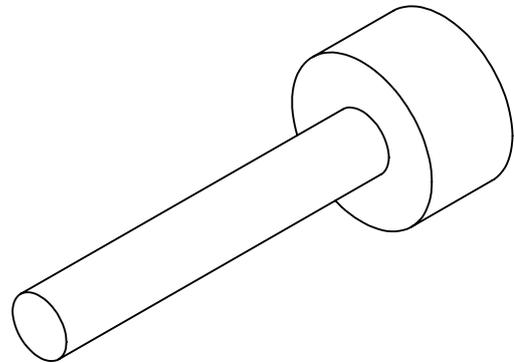
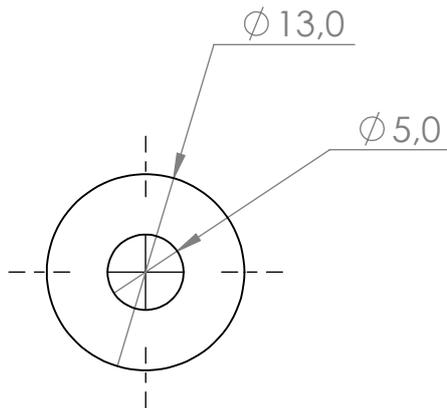
**Eje empuja celda de
carga**

Código de parte: ST-M-BP-045

Código de plano:
ST-F-M-CP-031

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

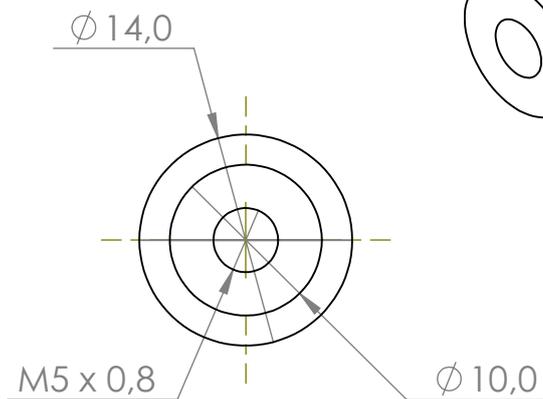
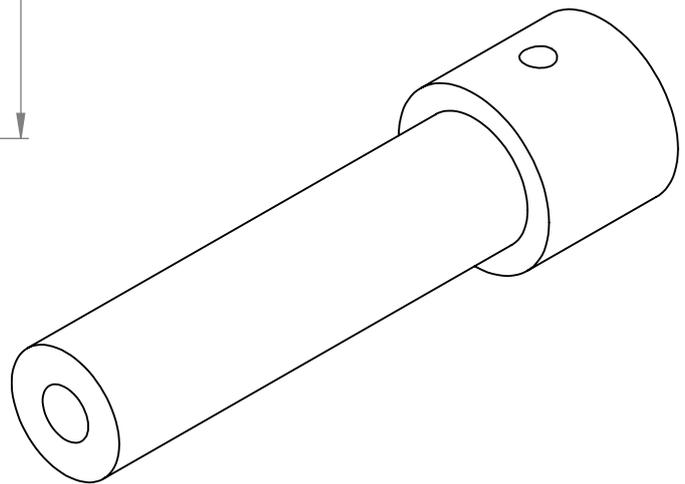
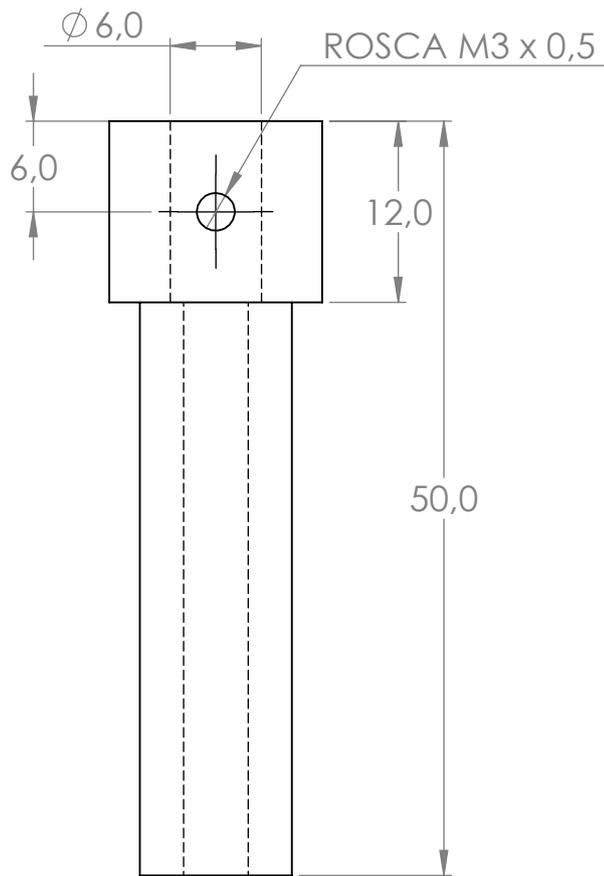
Empuja carro LFL20

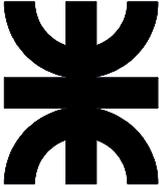
Código de parte: ST-M-TP-011

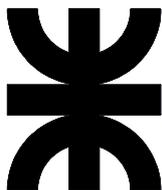
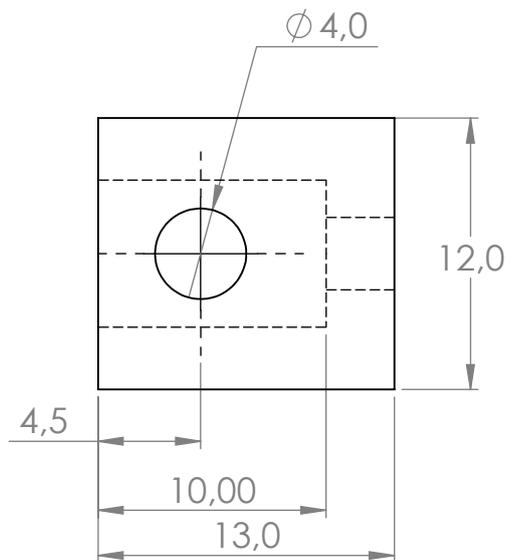
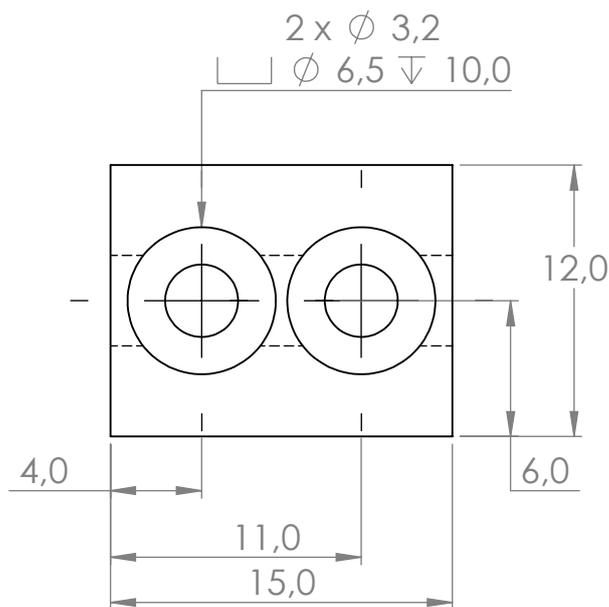
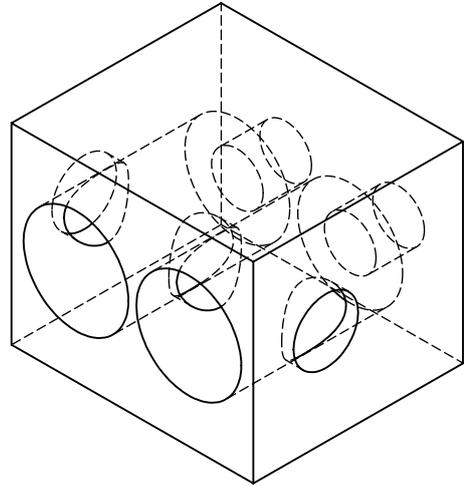
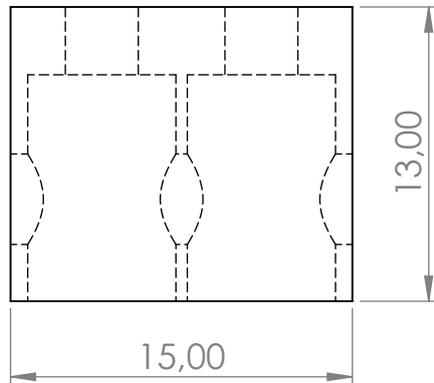
Código de plano:
ST-F-M-TP-007

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm				
	Empuja carro LFL32			Código de plano: ST-F-M-TP-016	
Escala 2:1	Código de parte: ST-M-TP-023			Material: AISI 304	
				Fecha entrega: 16/04/2021	



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
3:1

**Empujador celda de
carga**

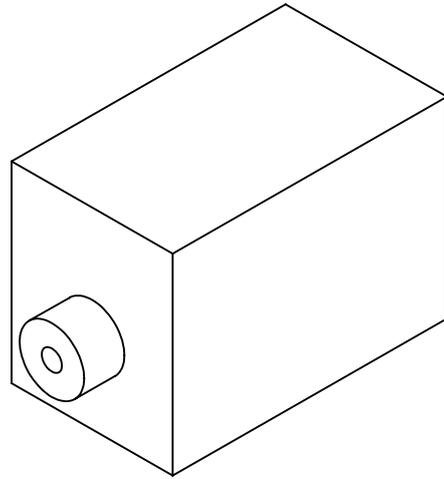
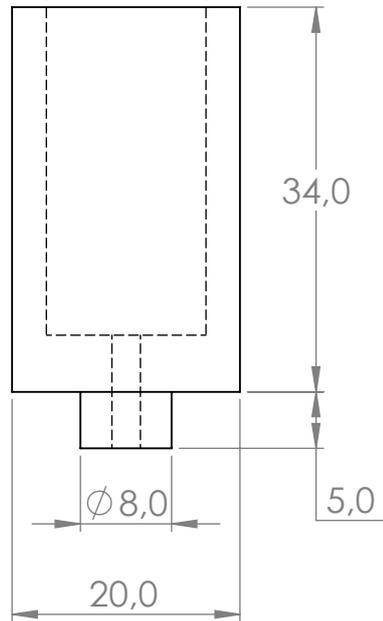
Código de parte: ST-M-BP-044

Código de plano:
ST-F-M-CP-030

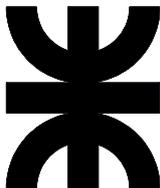
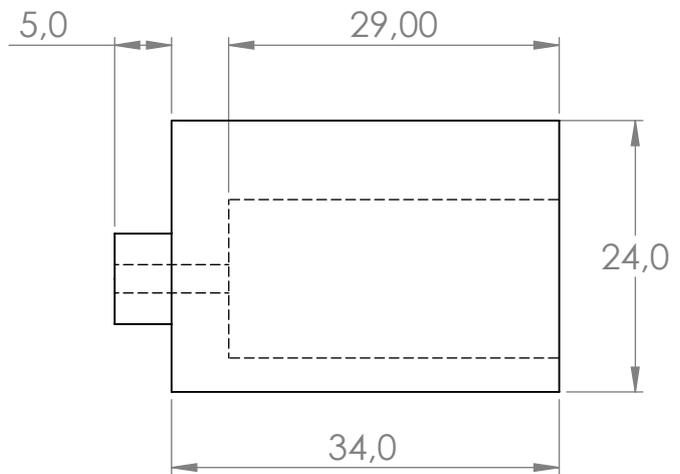
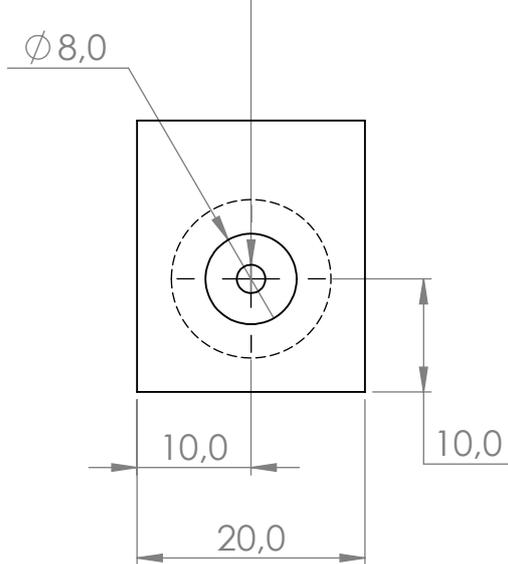
Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021

ROSCA M16 x 2,0



ROSCA M3 x 0,5



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
3:2

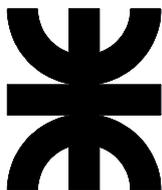
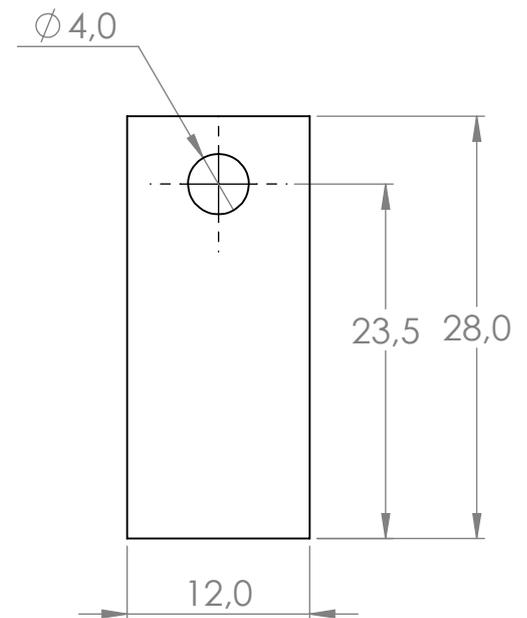
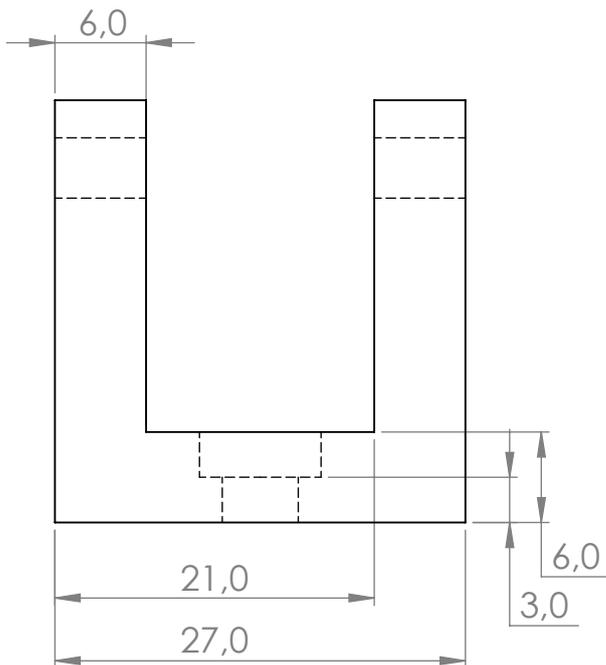
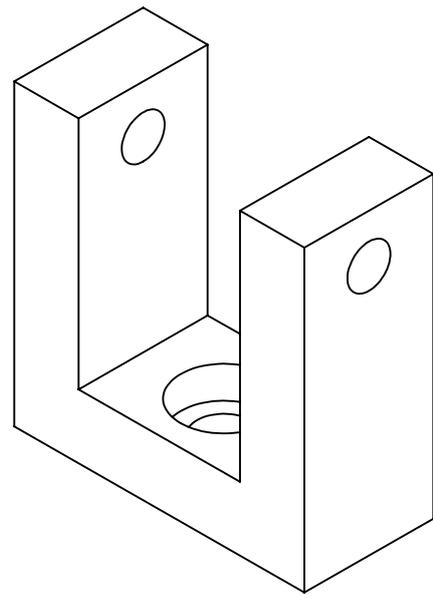
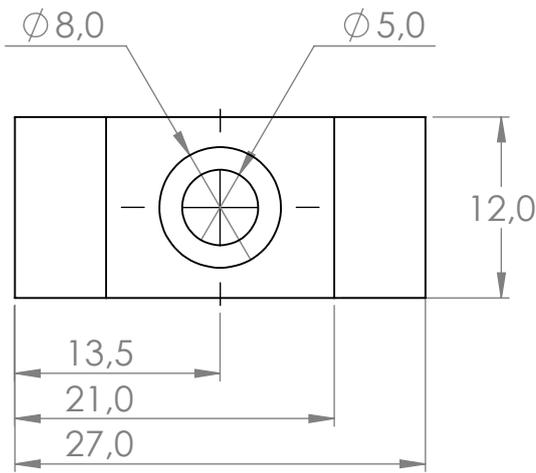
**Empujador resorte
brazo pivotante**

Código de parte: ST-M-BP-043

Código de plano:
ST-F-M-CP-029

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

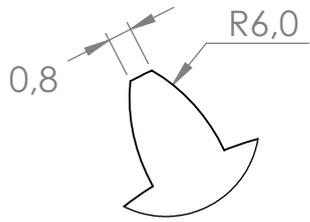
**Empujador U celda
de carga**

Código de parte: ST-M-BP-046

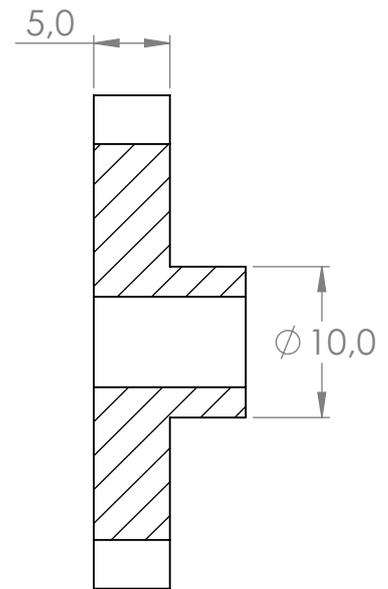
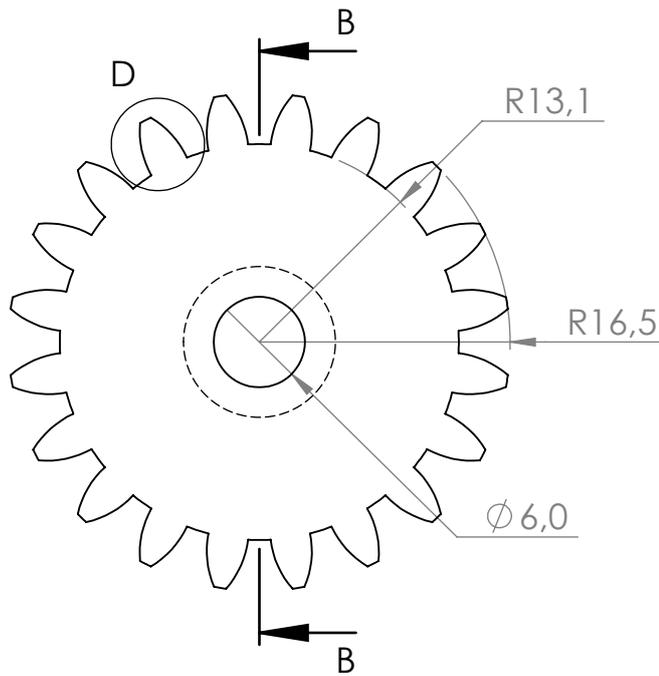
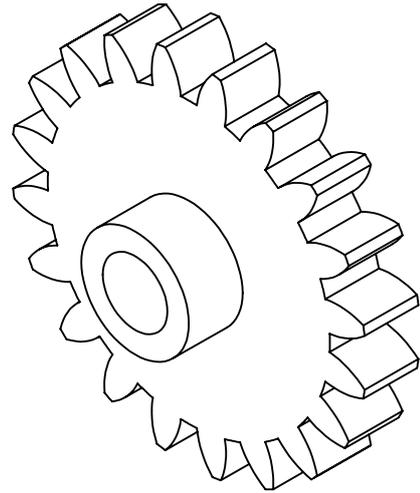
Código de plano:
ST-F-M-CP-032

Material: AISI 304

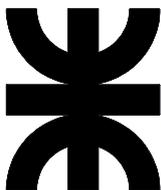
Fecha entrega: 16/04/2021



DETALLE D
ESCALA 4 : 1



SECCIÓN B-B



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

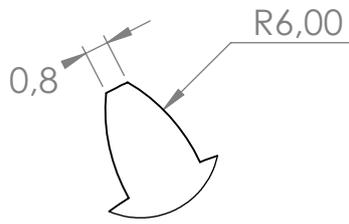
**Engranaje
conducido**

Código de parte: ST-M-TP-096

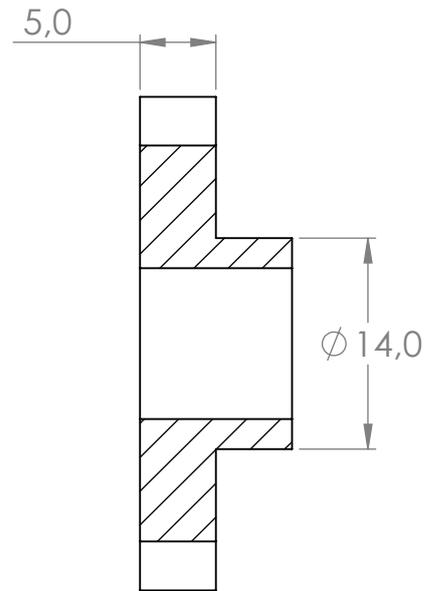
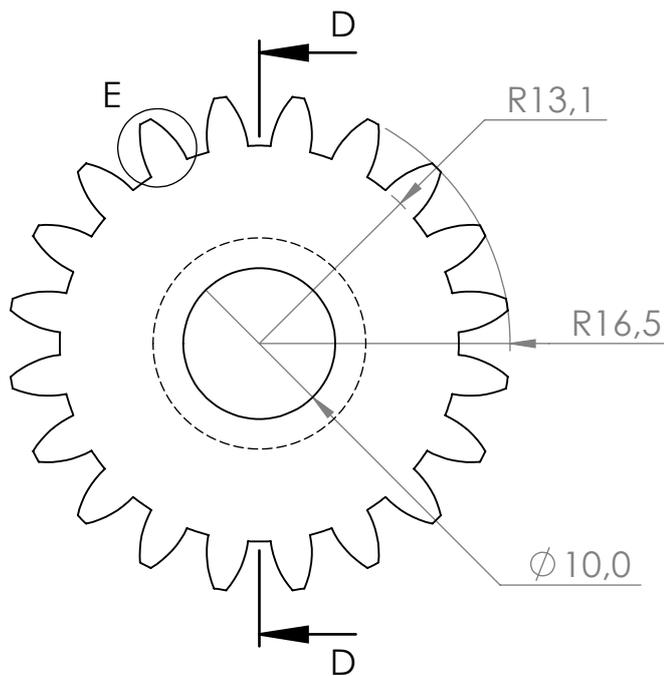
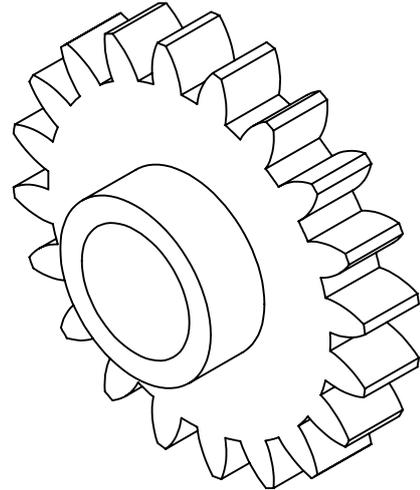
Código de plano:
ST-F-M-TP-042

Material: PLA

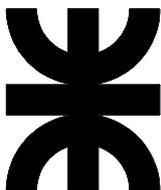
Fecha entrega: 16/04/2021



DETALLE E
ESCALA 4 : 1



SECCIÓN D-D



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

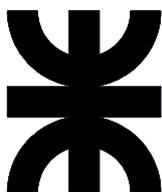
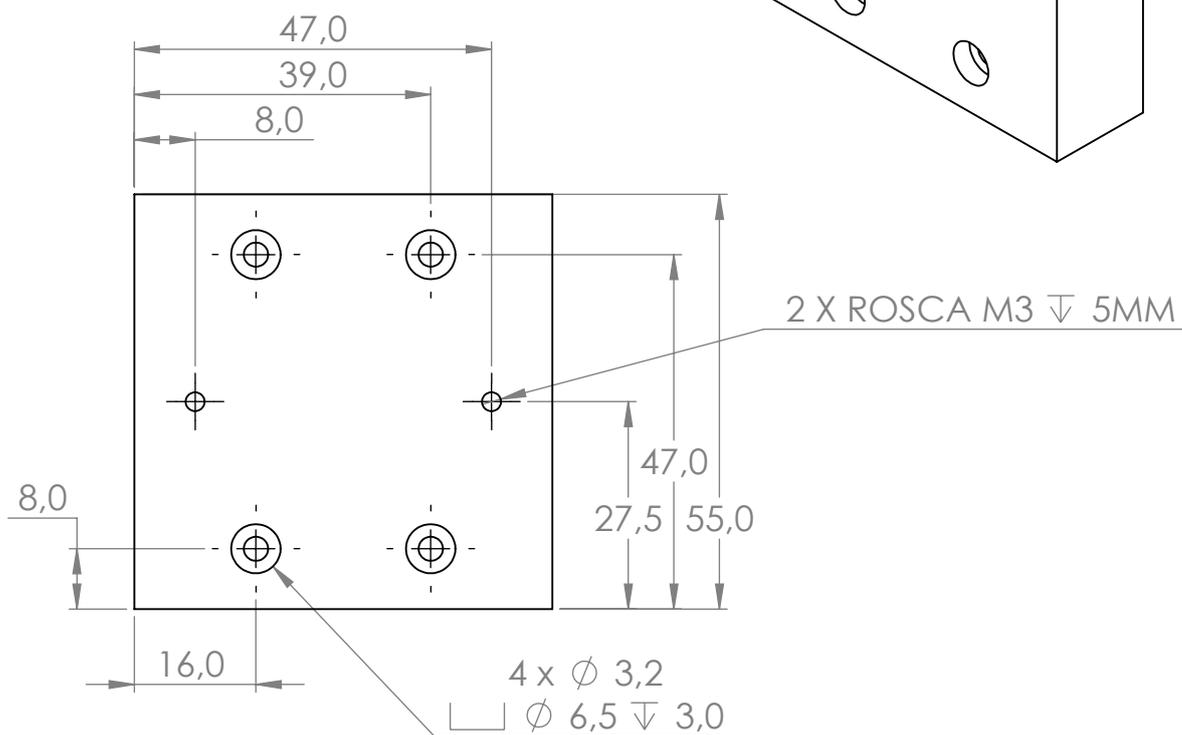
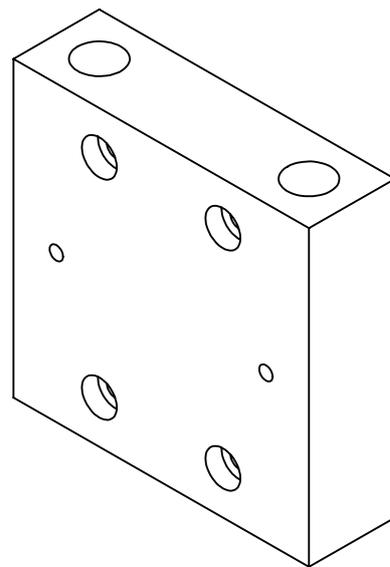
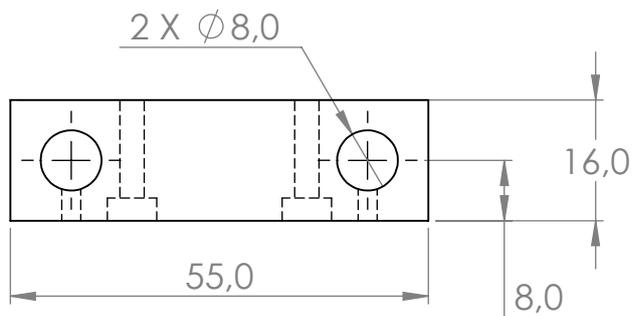
**Engranaje
conductor**

Código de parte: ST-M-TP-097

Código de plano:
ST-F-M-TP-043

Material: PLA

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

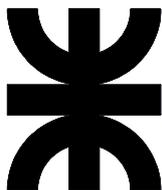
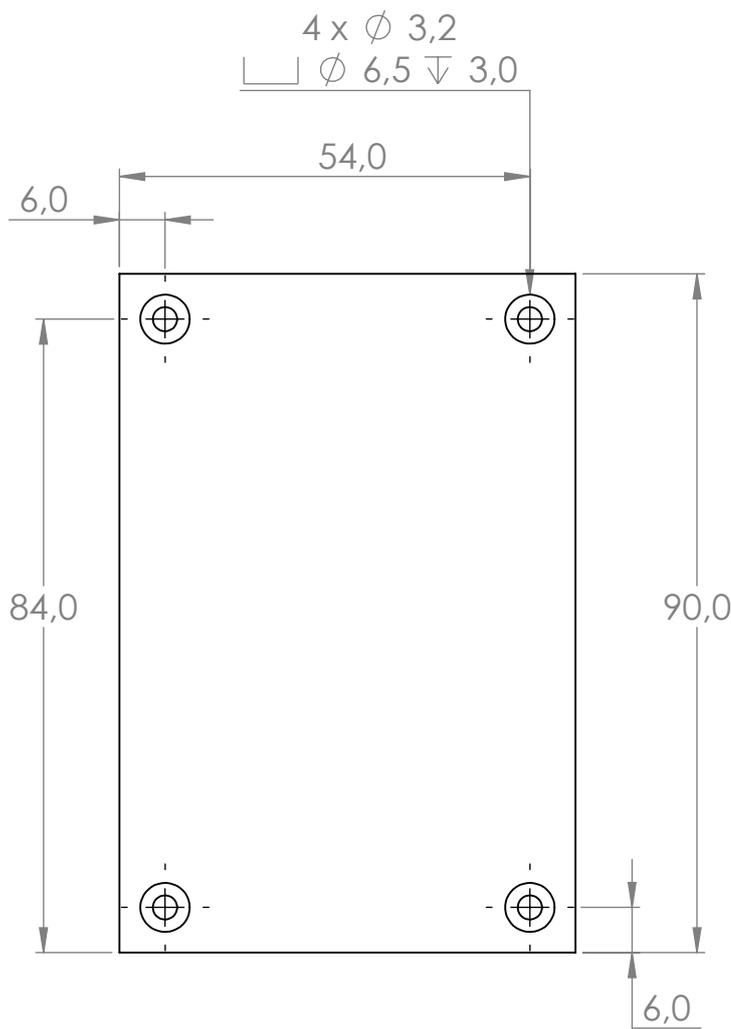
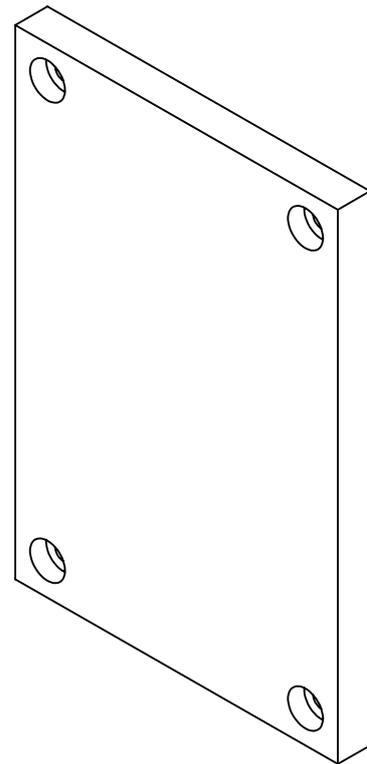
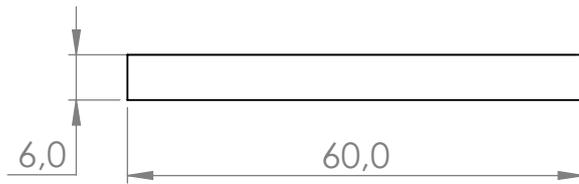
Guía barras 8mm

Código de parte: ST-M-ES-035

Código de plano:
ST-F-M-BG-024

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

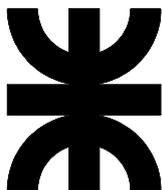
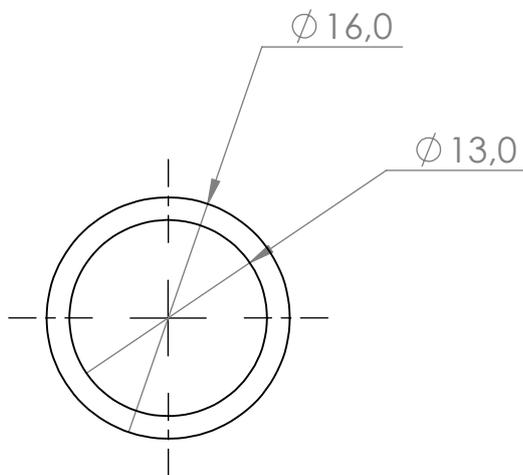
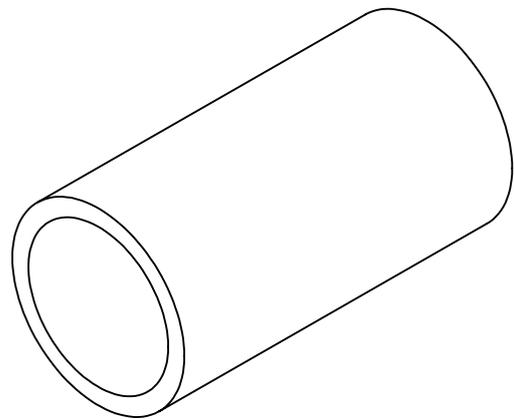
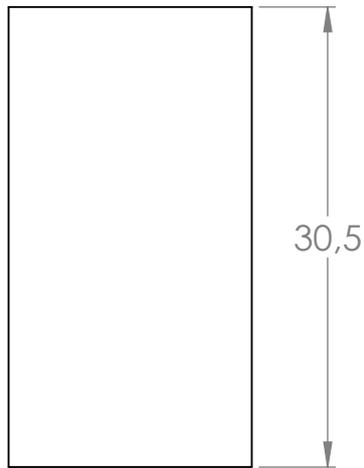
**Guía empujador
resorte**

Código de parte: ST-M-ES-079

Código de plano:
ST-F-M-ES-041

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

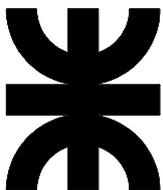
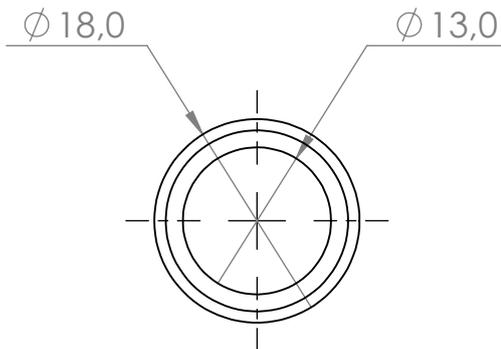
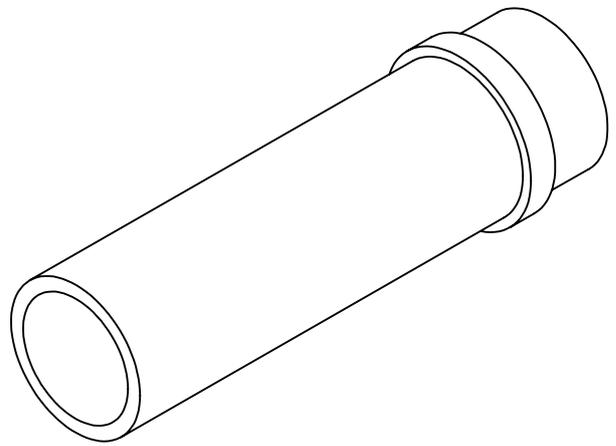
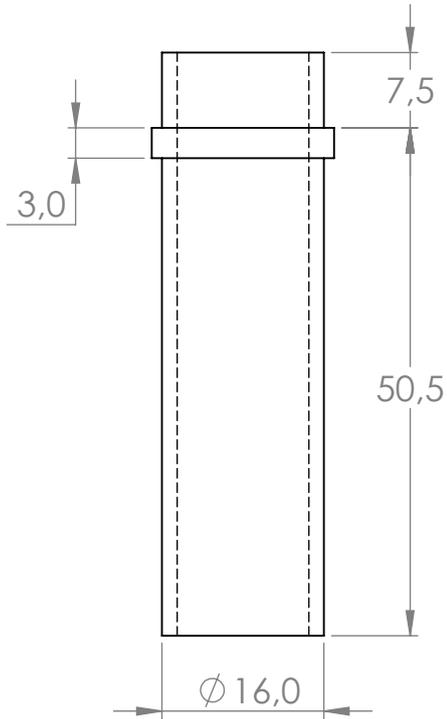
Guía lado rueda

Código de parte: ST-M-TP-014

Código de plano:
ST-F-M-TP-009

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala

3:2

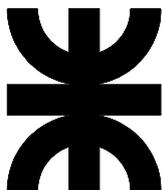
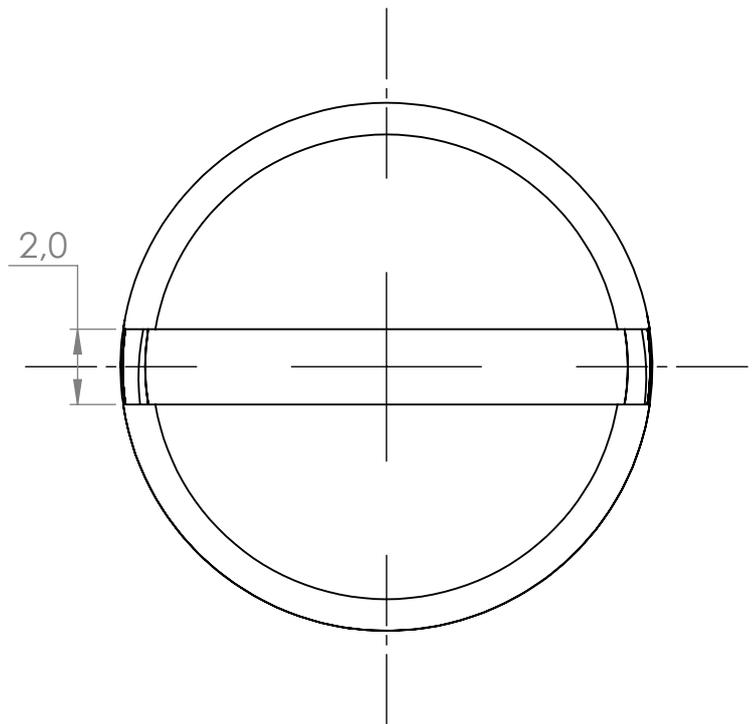
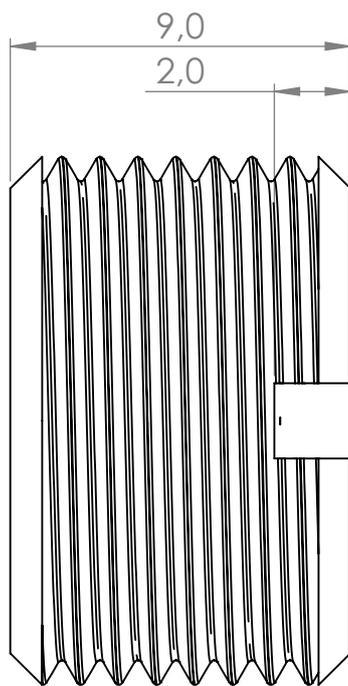
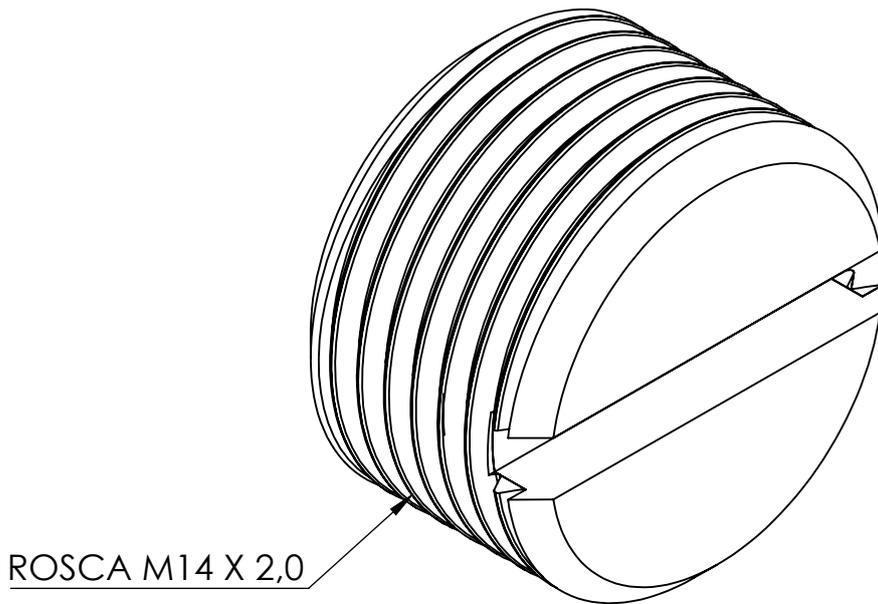
**Guía resorte
empujador carro LFL**

Código de parte: ST-M-TP-013

Código de plano:
ST-F-M-TP-008

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
5:1

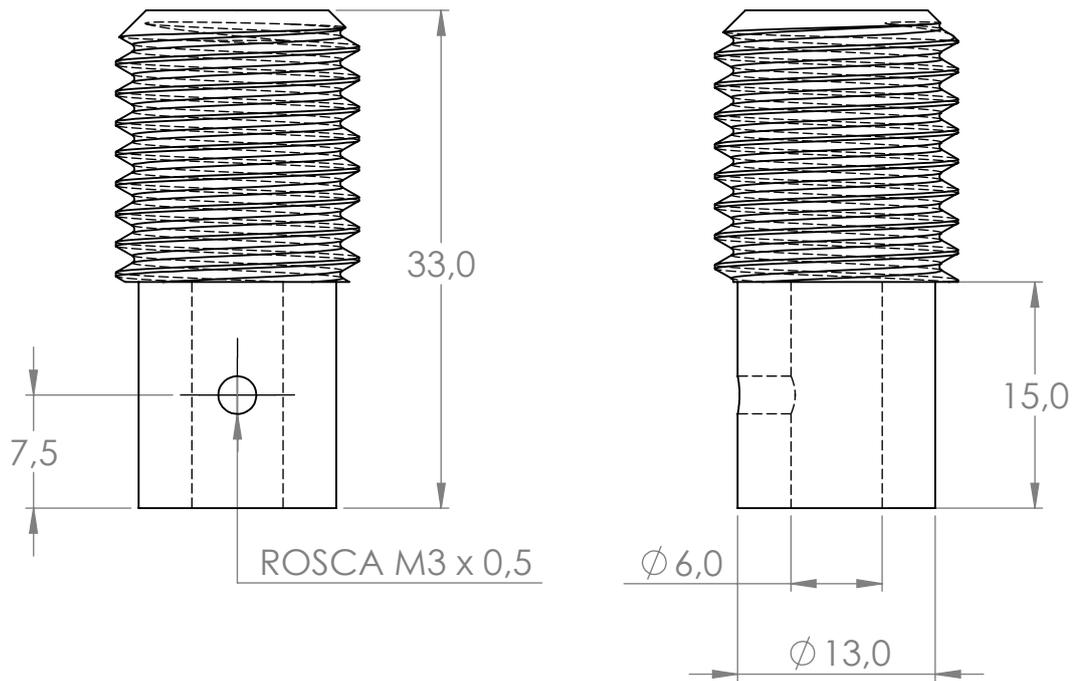
**Tornillo M14 sin
cabeza**

Código de parte: ST-M-EU-078

Código de plano:
ST-F-M-EU-040

Material: AISI 304

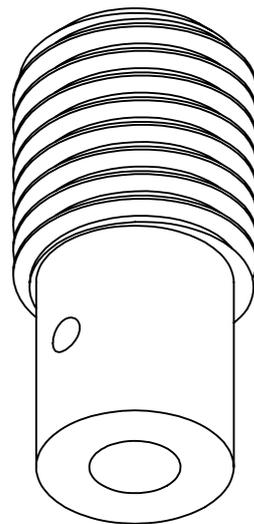
Fecha entrega: 16/04/2021



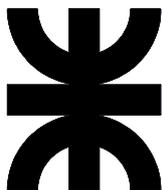
ROSCA M3 x 0,5

$\phi 6,0$

$\phi 13,0$



ROSCA M16 X 2,0



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

Proyecto final de
carrera
N°: 2005B

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

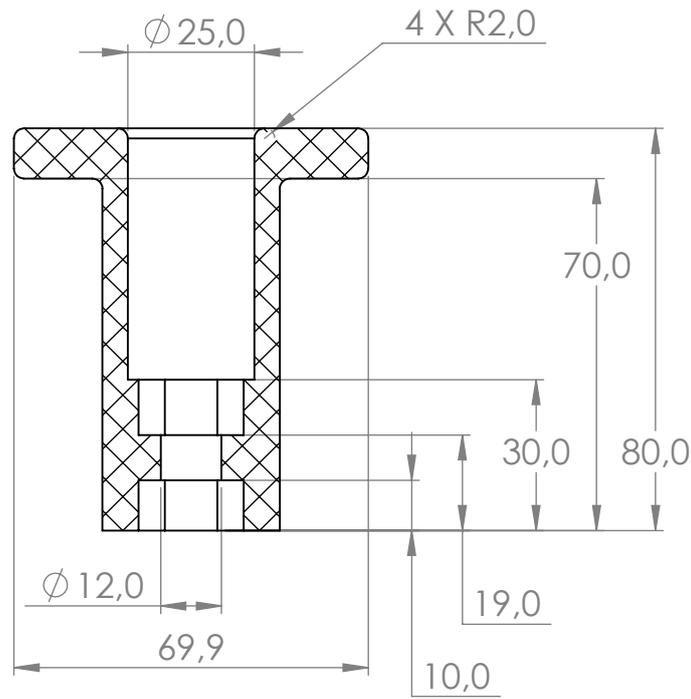
Tornillo M16 hueco

Código de parte: ST-M-EU-067

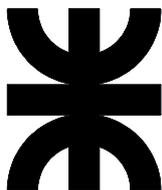
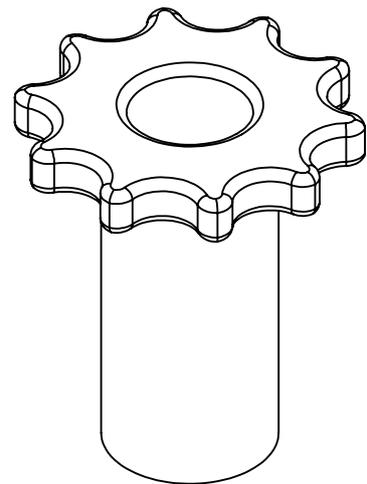
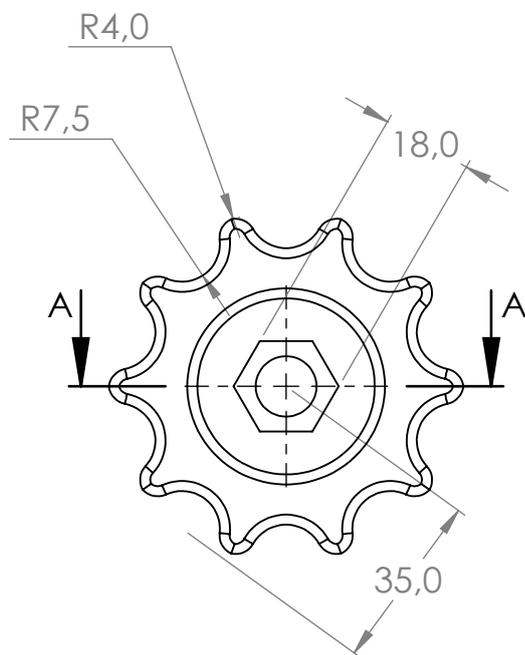
Código de plano:
ST-F-M-EU-035

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1.5



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

Proyecto final de
carrera
Nº: 2005B

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:3

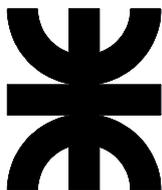
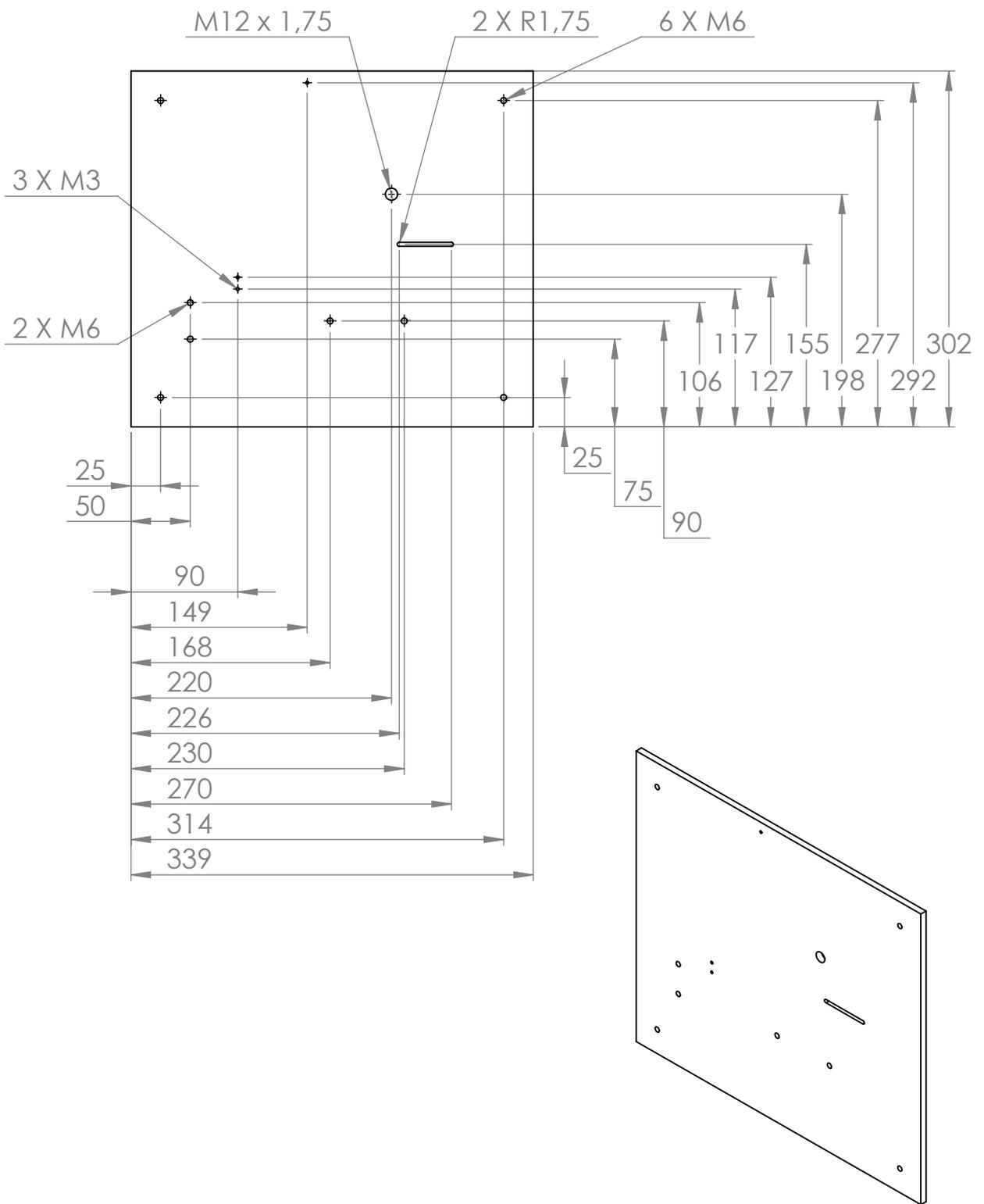
Manivela

Código de parte: ST-M-ES-077

Código de plano:
ST-F-M-ES-039

Material: PLA

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:5

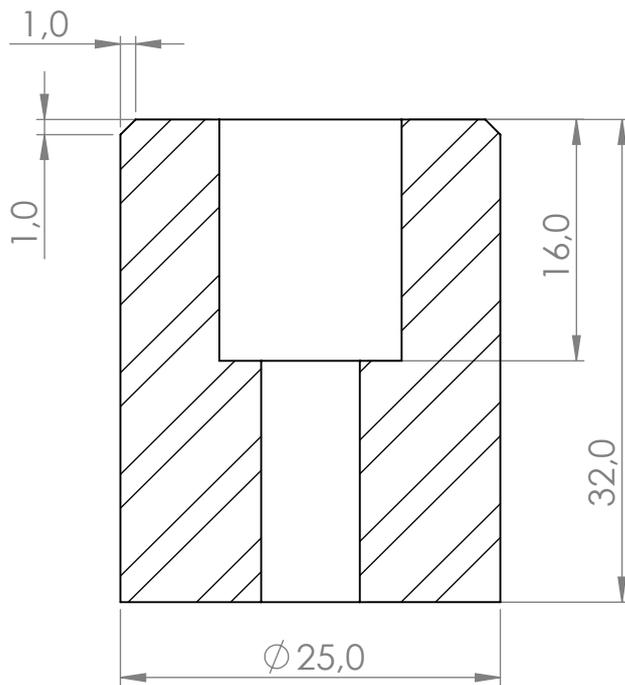
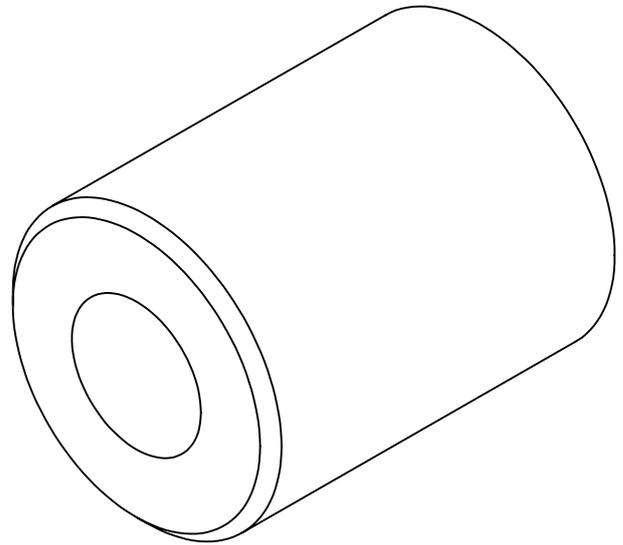
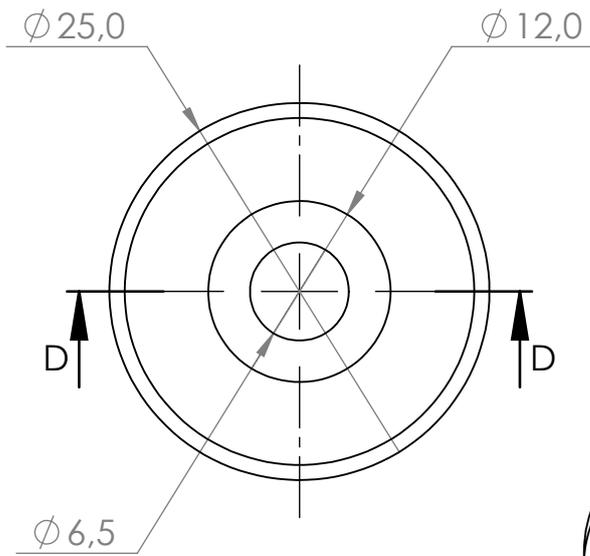
MESA

Código de parte: ST-M-ES-001

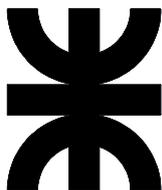
Código de plano:
ST-F-M-ES-001

Material: AISI 304 espesor 1/4

Fecha entrega: 16/04/2021



SECCIÓN D-D



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

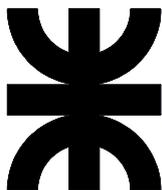
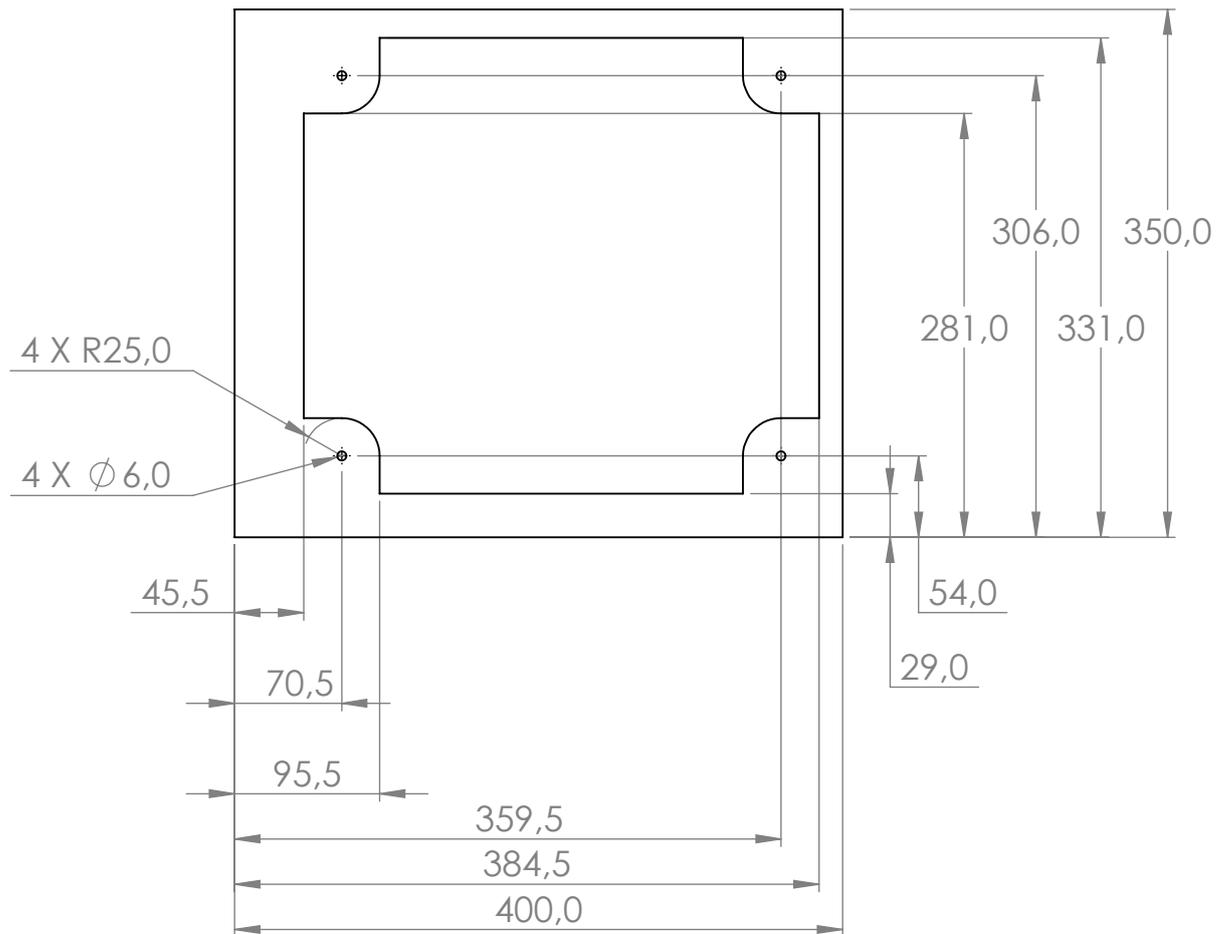
PATA

Código de parte: ST-M-ES-002

Código de plano:
ST-F-M-ES-002

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:5

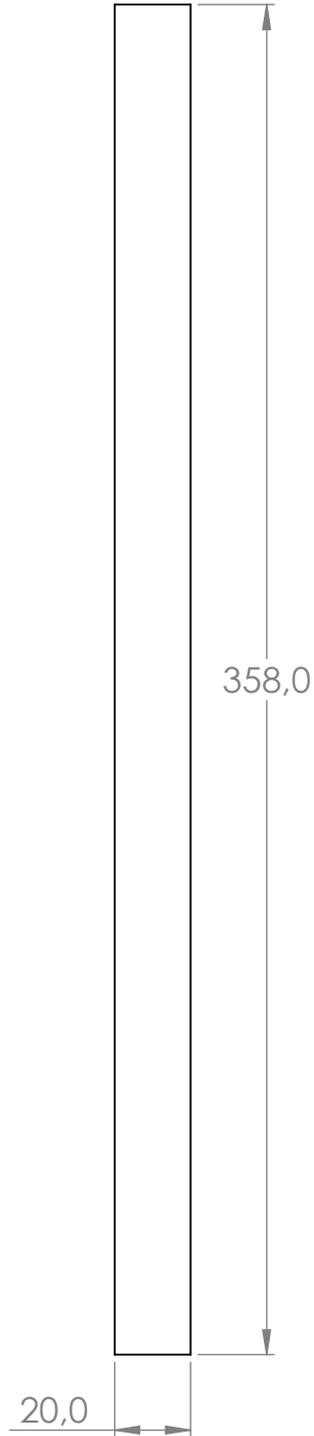
Policarbonato base

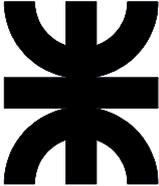
Código de parte: ST-M-CC-100

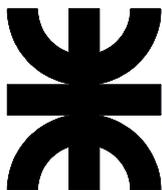
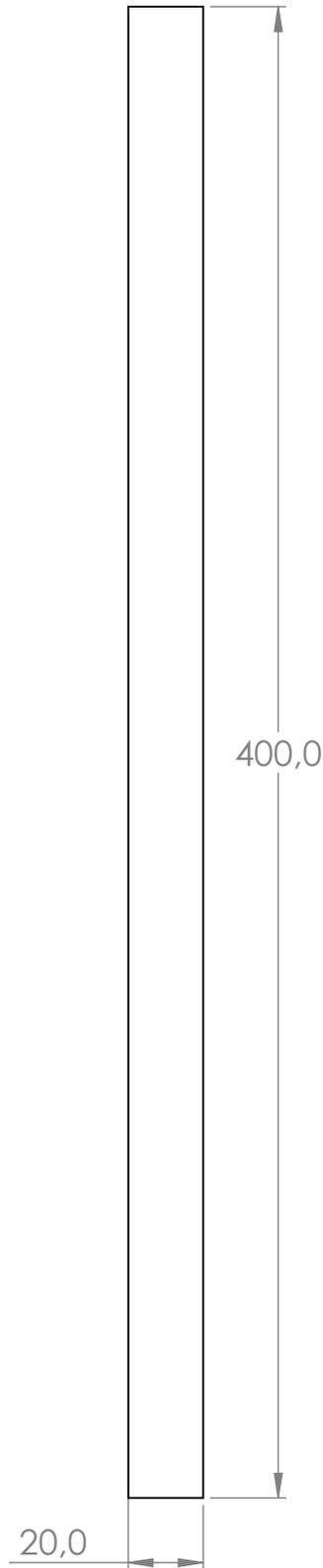
Código de plano:
ST-F-M-CC-044

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm				
			Material: Policarbonato espesor 4mm		
Escala 1:2	Código de parte: ST-M-CC-101		Fecha entrega: 16/04/2021		



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:2

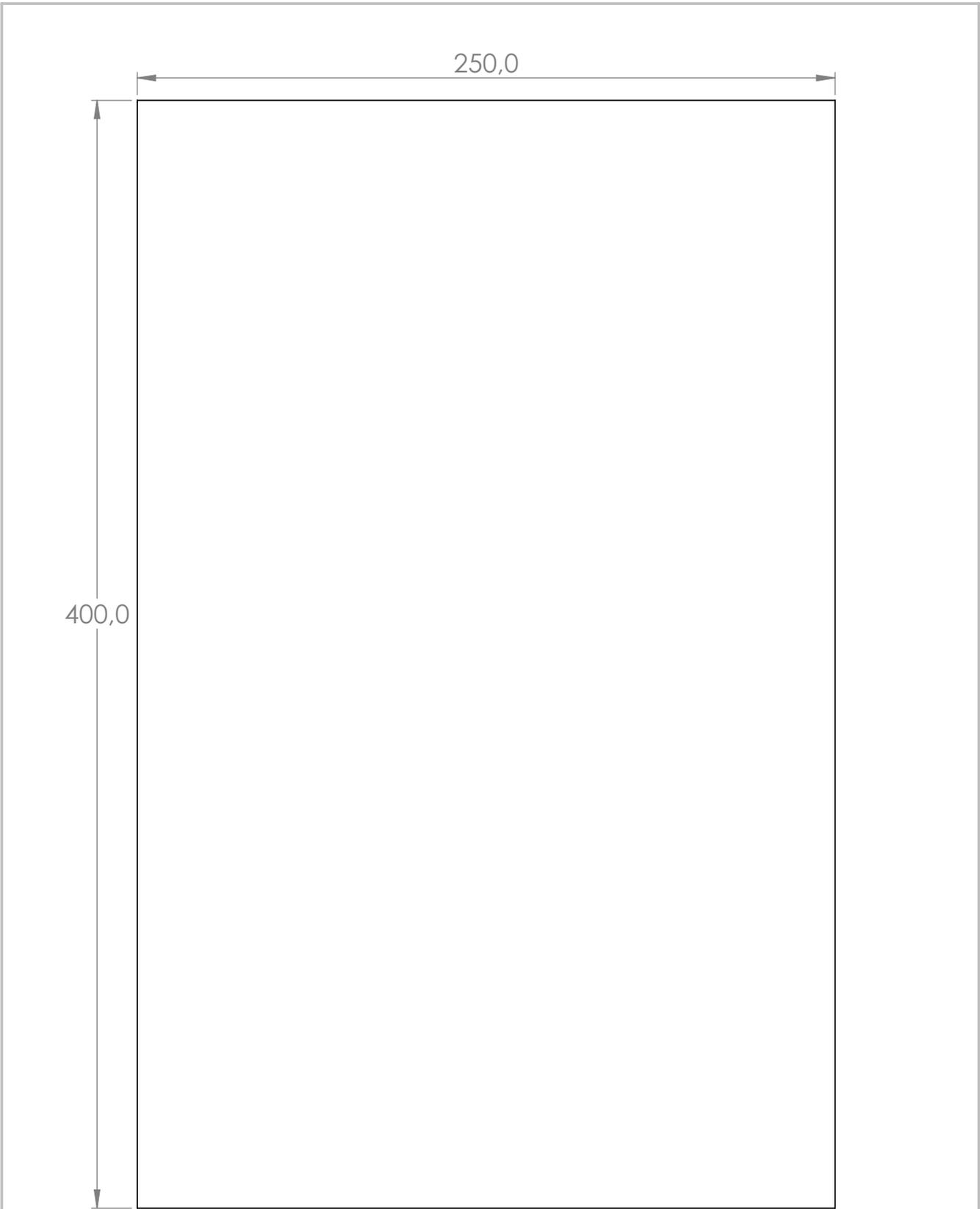
**Policarbonato
borde largo**

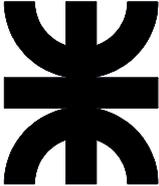
Código de parte: ST-M-CC-102

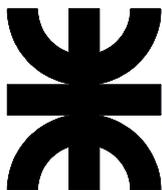
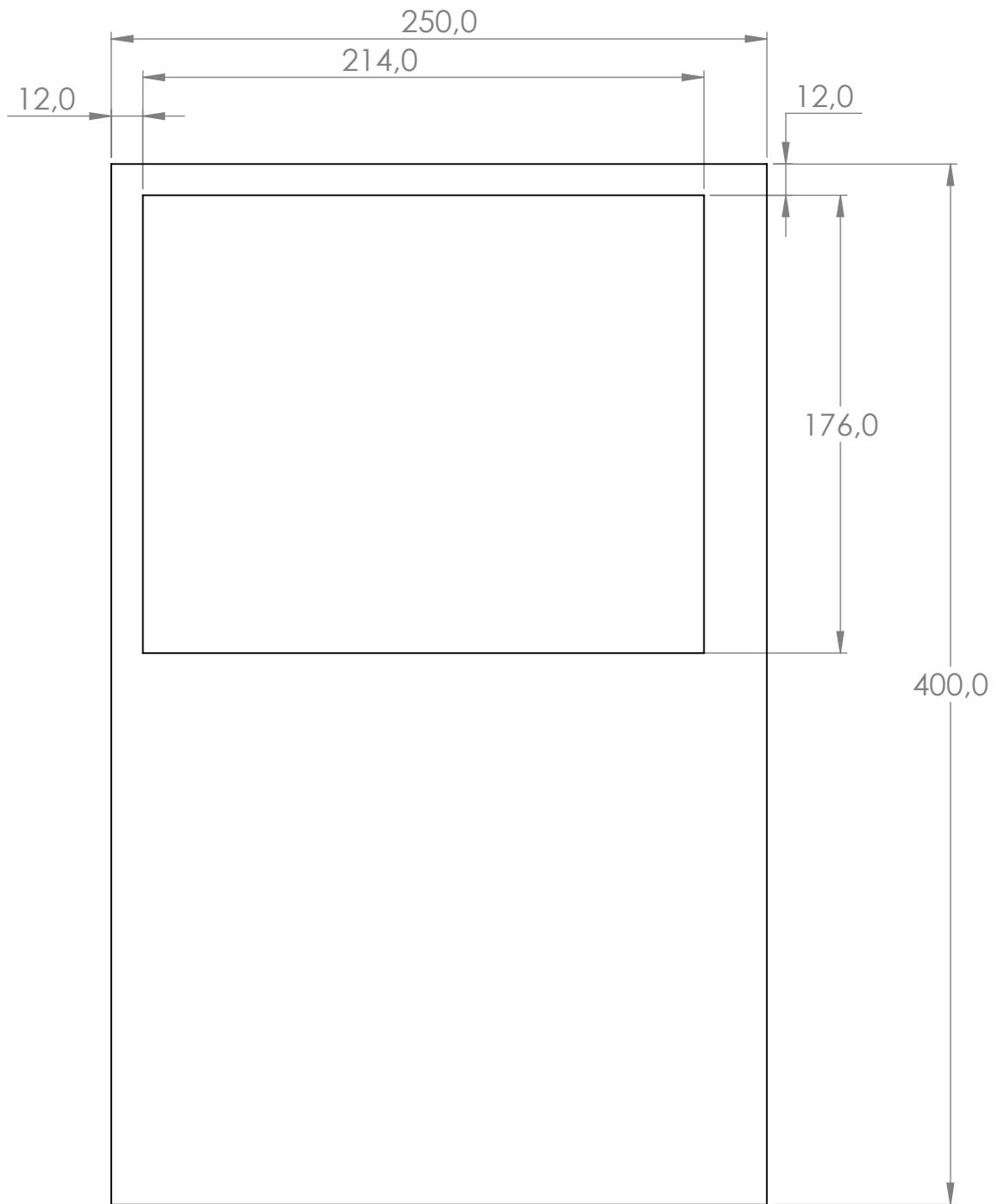
Código de plano:
ST-F-M-CC-046

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm				
			Material: Policarbonato espesor 4mm		
Escala 1:2	Código de parte: ST-M-CC-103		Fecha entrega: 16/04/2021		



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:5

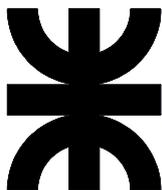
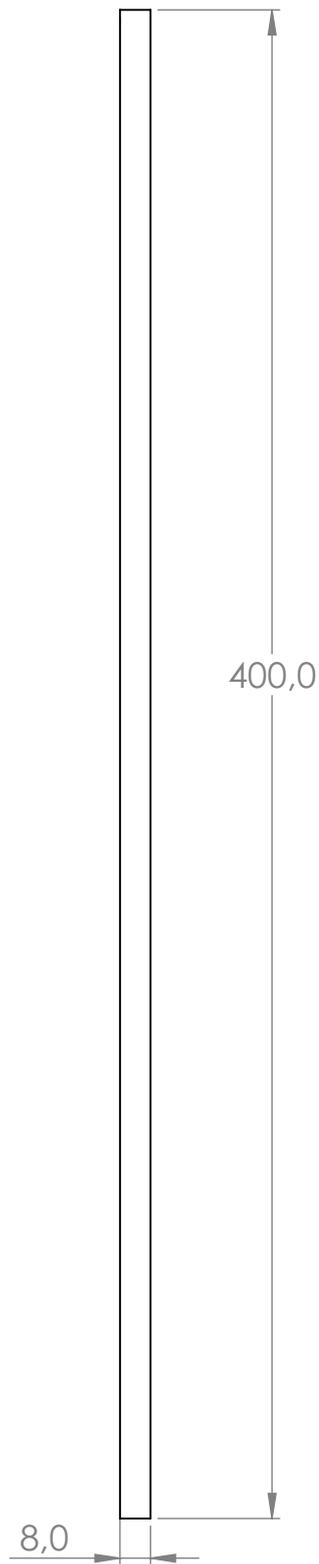
**Policarbonato
frente**

Código de parte: ST-M-CC-104

Código de plano:
ST-F-M-CC-048

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021

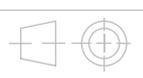


	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:2

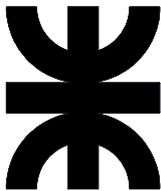
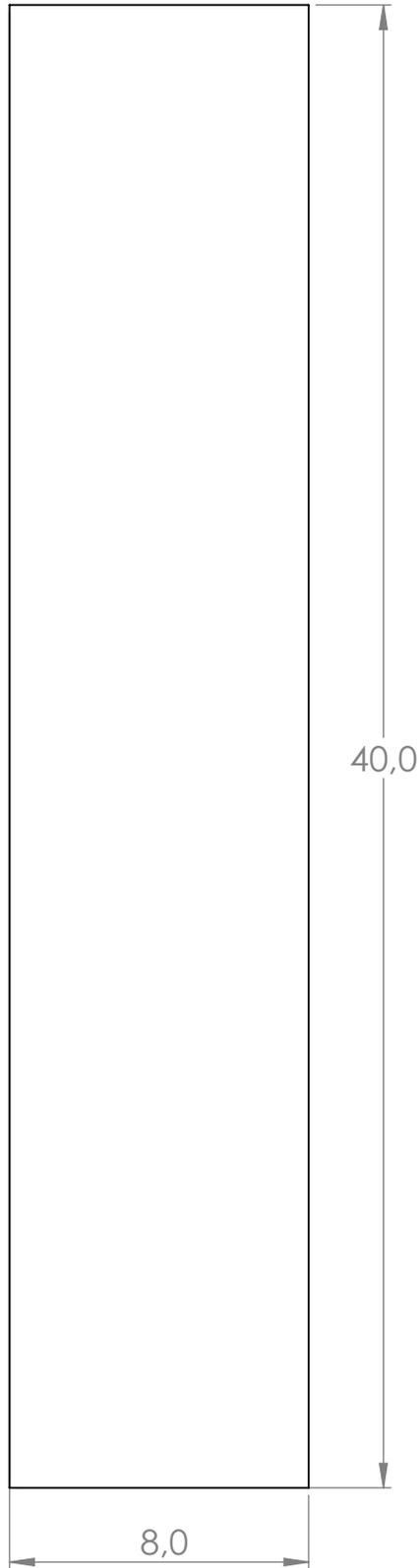
Policarbonato guías

Código de parte: ST-M-CC-105

Código de plano:
ST-F-M-CC-049

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
5:1

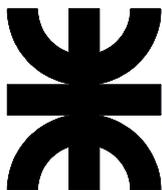
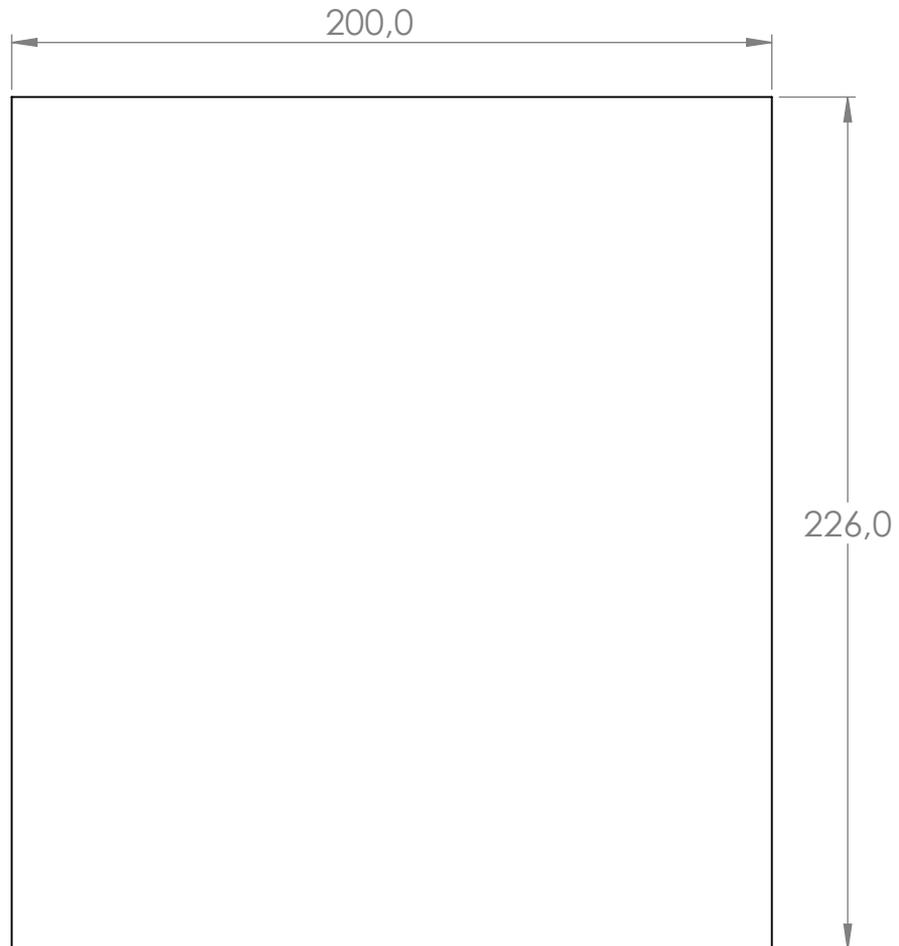
**Policarbonato
manija**

Código de parte: ST-M-CC-106

Código de plano:
ST-F-M-CC-050

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:2

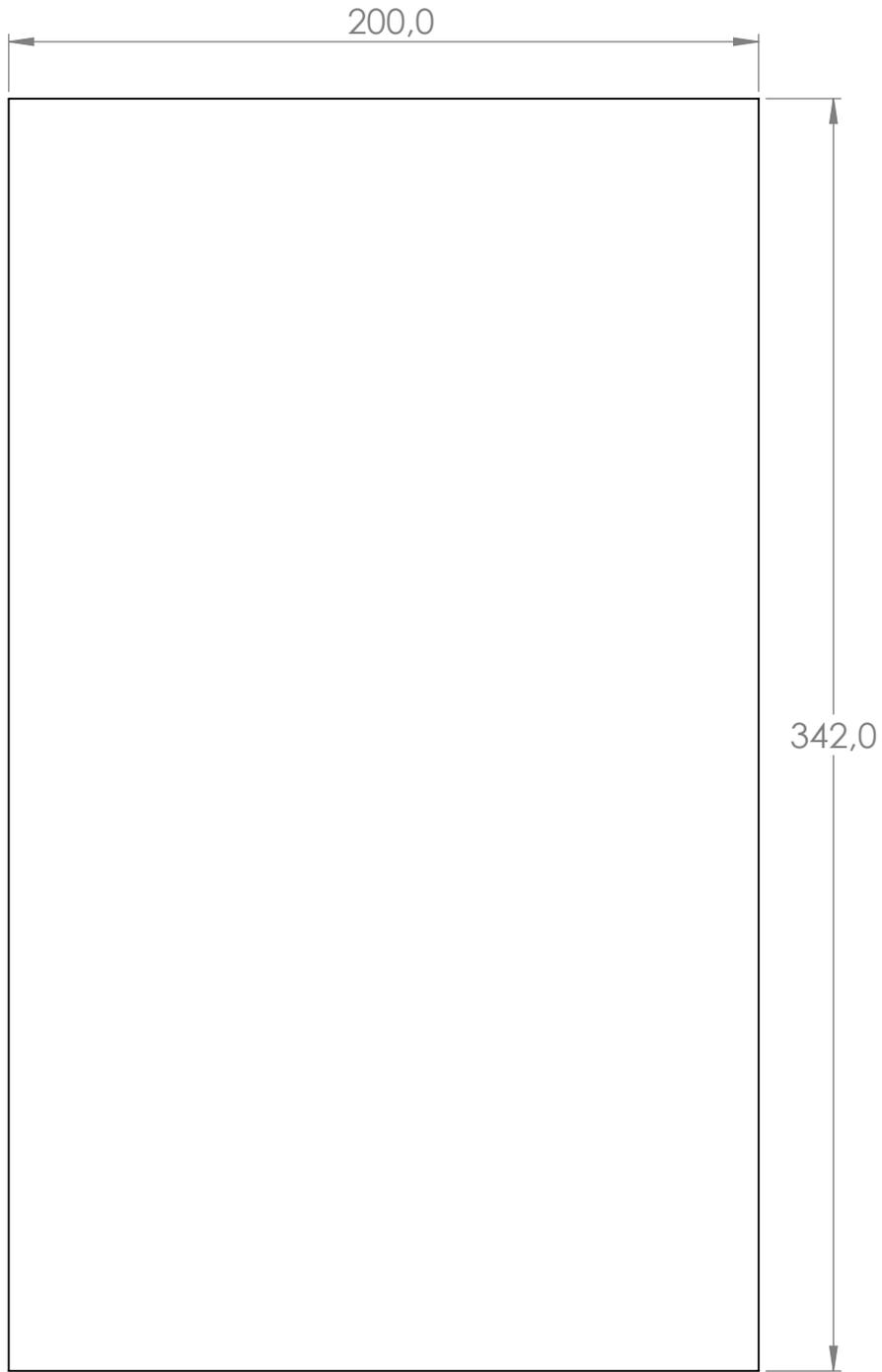
**Policarbonato tapa
frontal**

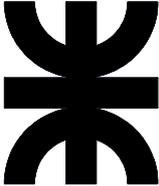
Código de parte: ST-M-CC-107

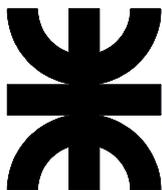
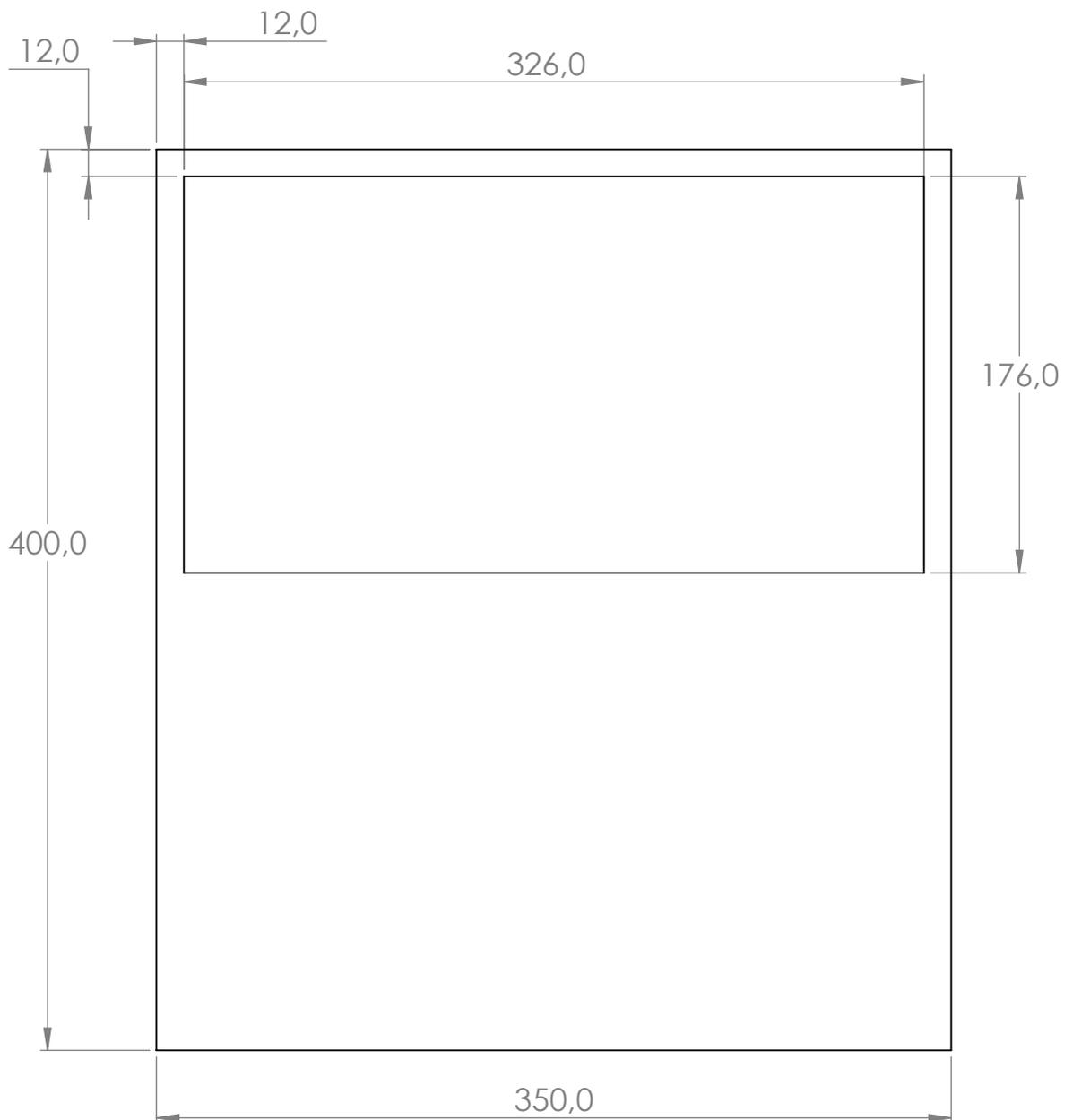
Código de plano:
ST-F-M-CC-051

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm				
			Material: Policarbonato espesor 4mm		
Escala 1:2	Código de parte: ST-M-CC-108		Fecha entrega: 16/04/2021		



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:3

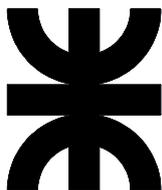
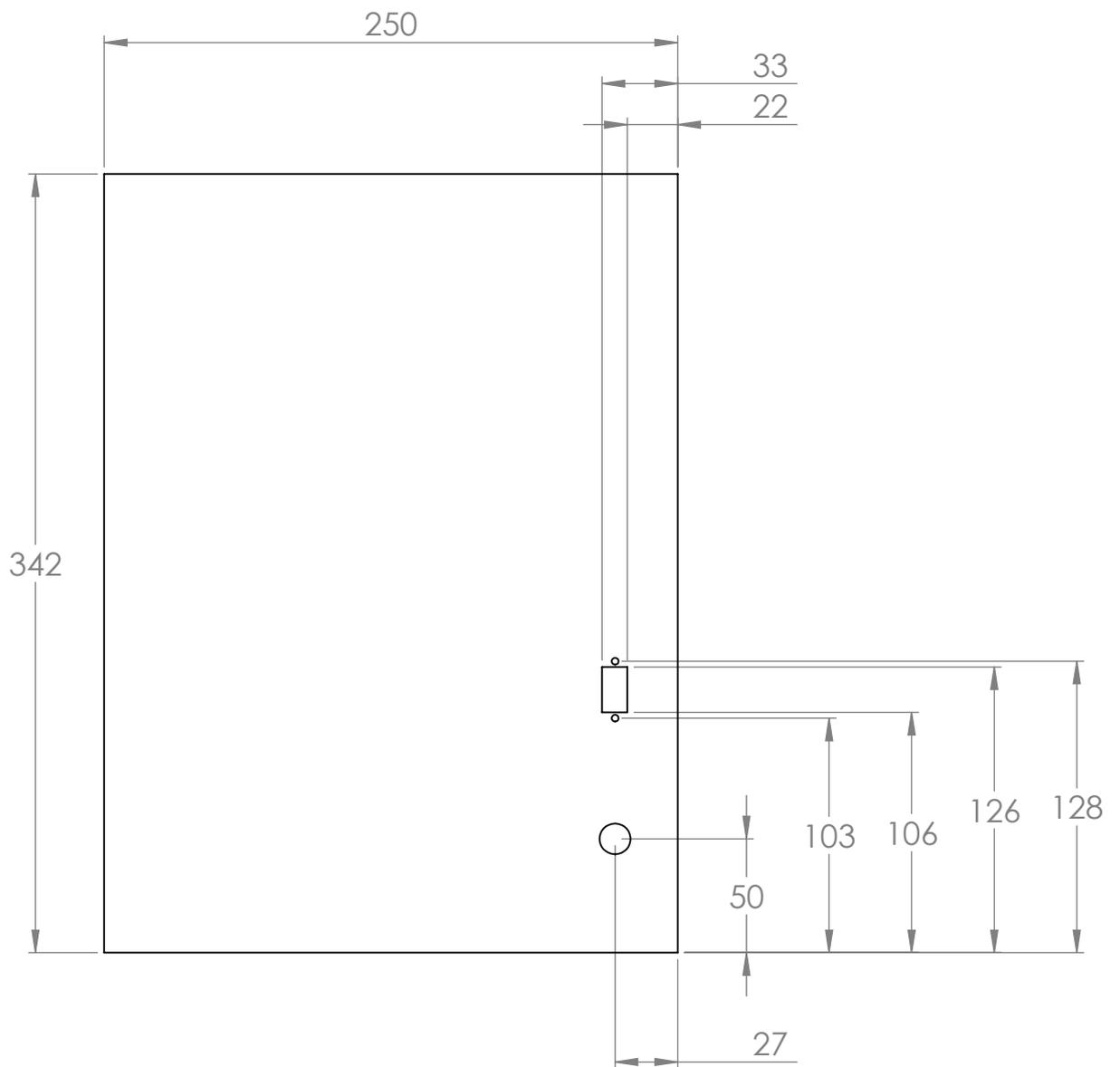
Policarbonato techo

Código de parte: ST-M-CC-109

Código de plano:
ST-F-M-CC-053

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:3

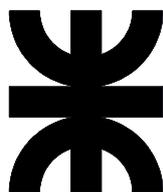
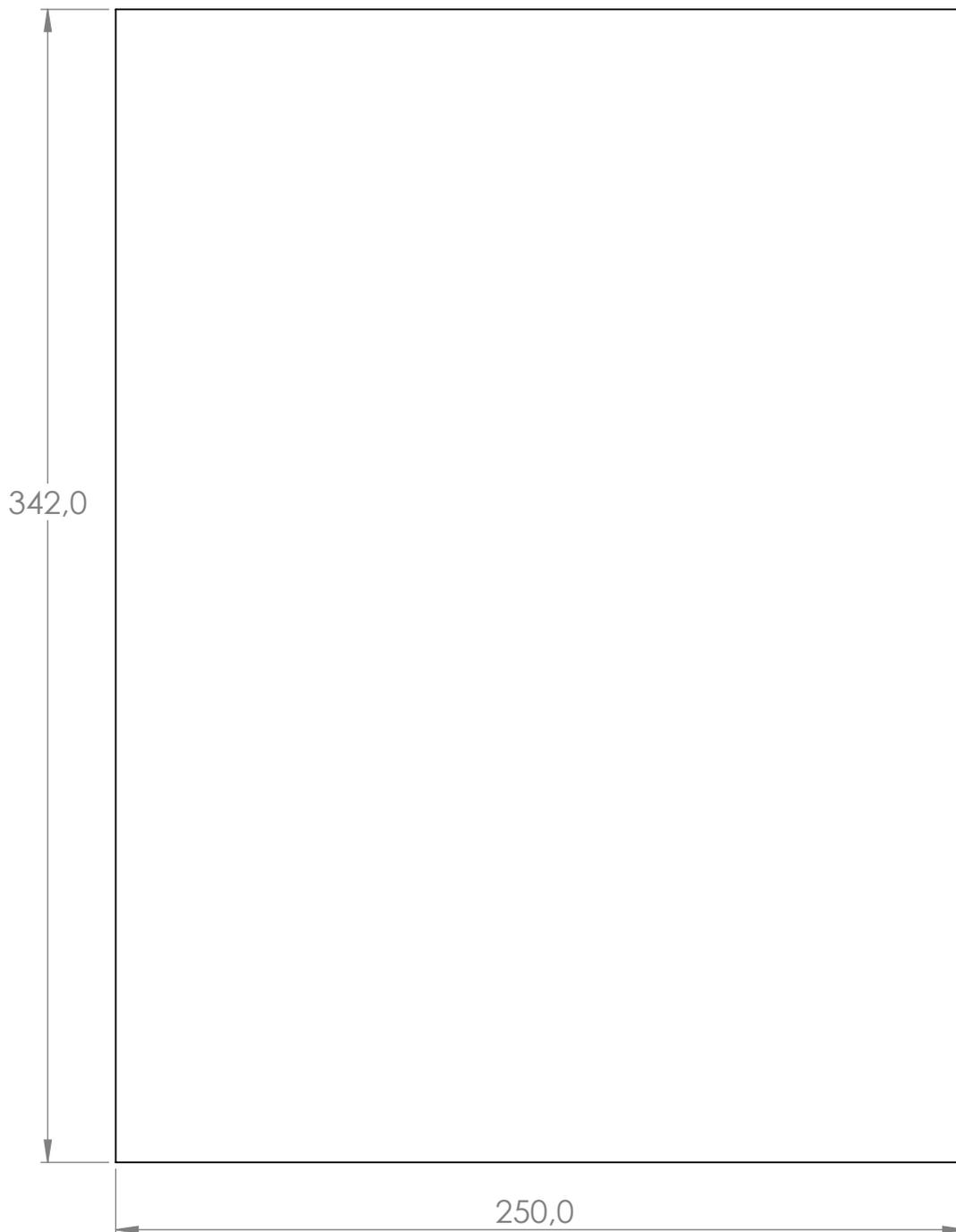
**Policarbonato
lateral derecho**

Código de parte: ST-M-CC-110

Código de plano:
ST-F-M-CC-054

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:2

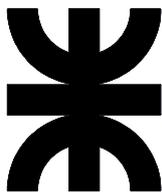
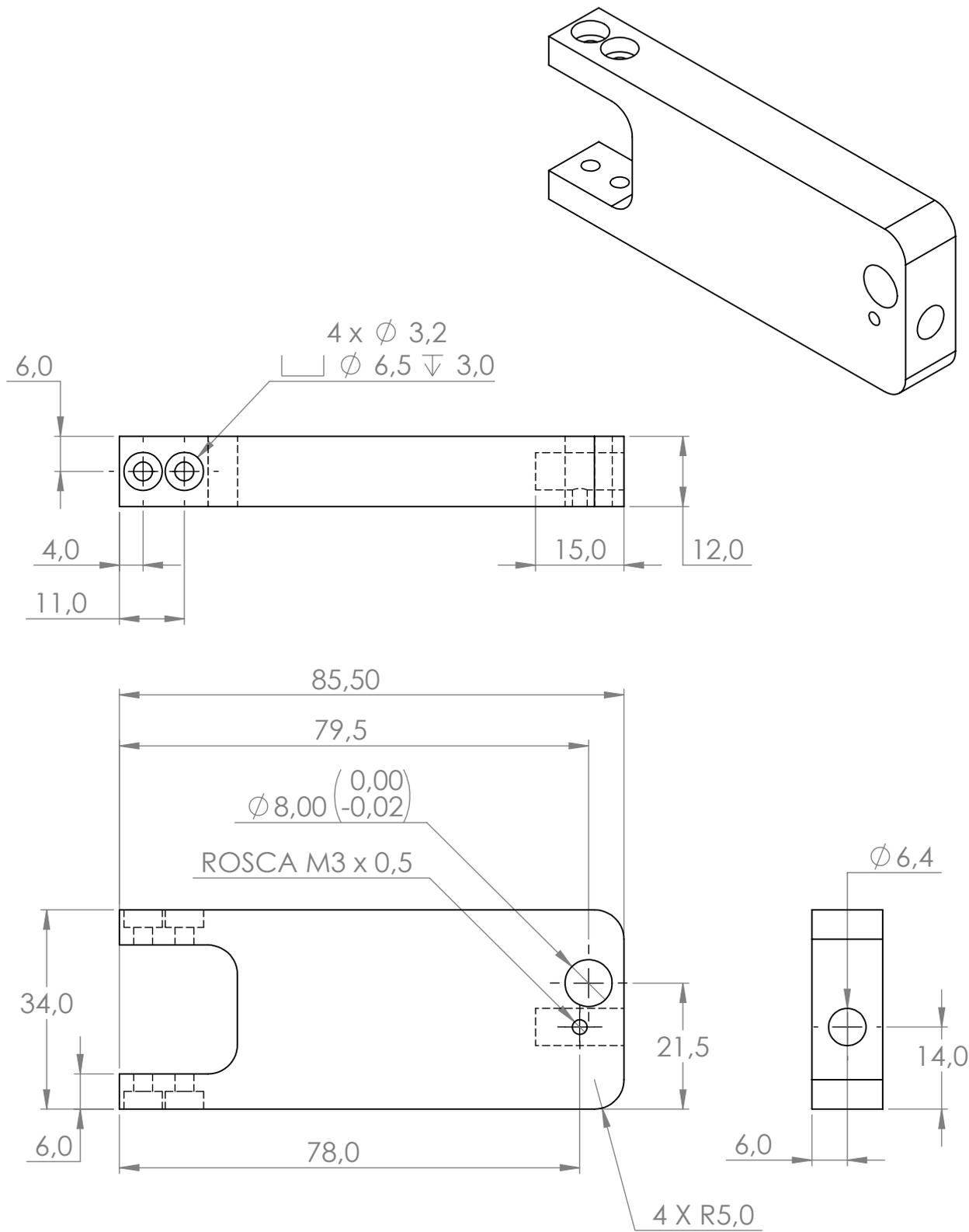
**Policarbonato
lateral izquierdo**

Código de parte: ST-M-CC-111

Código de plano:
ST-F-M-CC-055

Material: Policarbonato espesor 4mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
 carrera
 N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
 Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

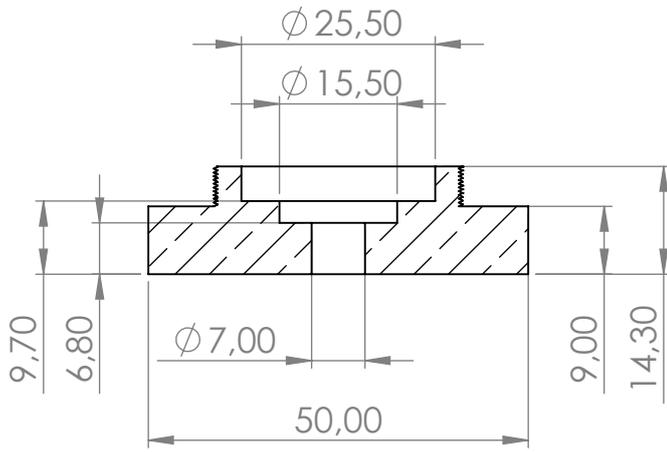
Porta pin

Código de parte: ST-M-BP-030

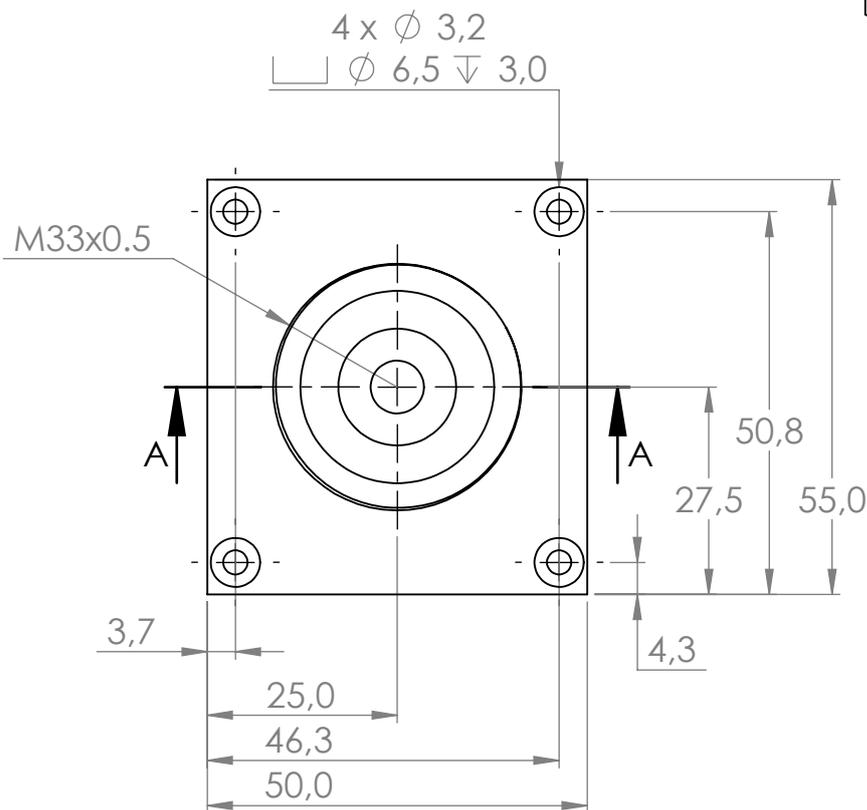
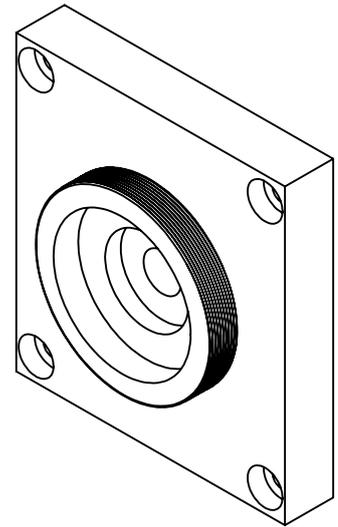
Código de plano:
 ST-F-M-BP-020

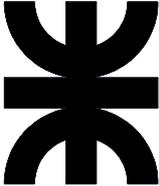
Material: AISI 304

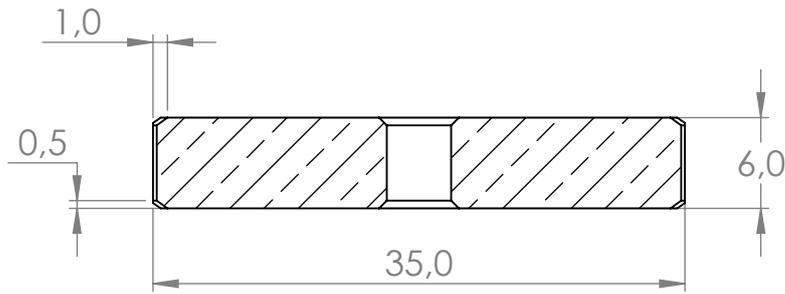
Fecha entrega: 16/04/2021



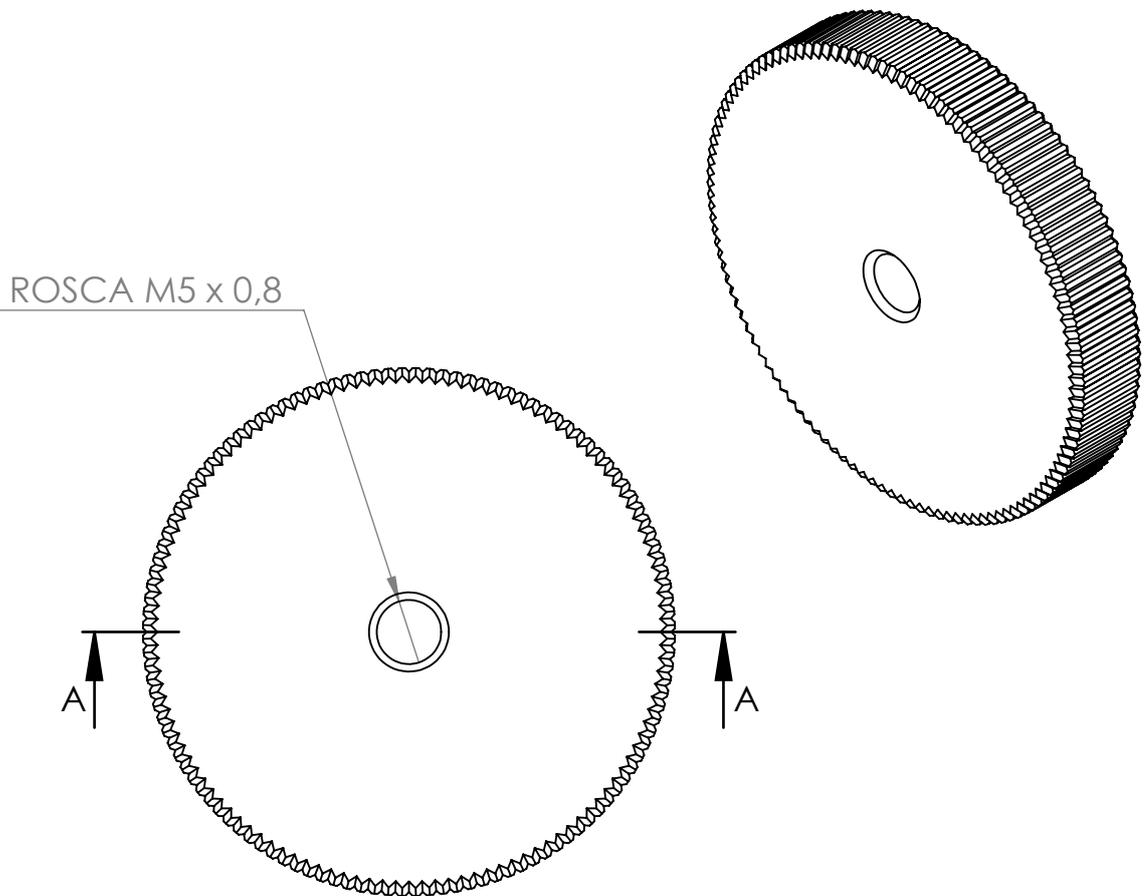
SECCIÓN A-A

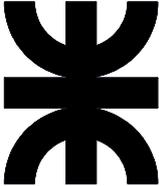


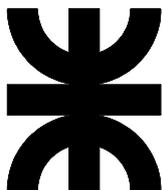
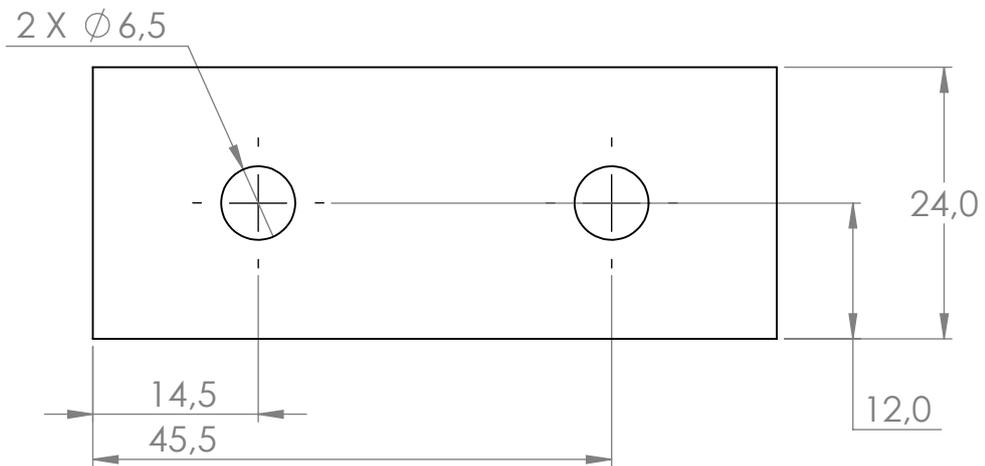
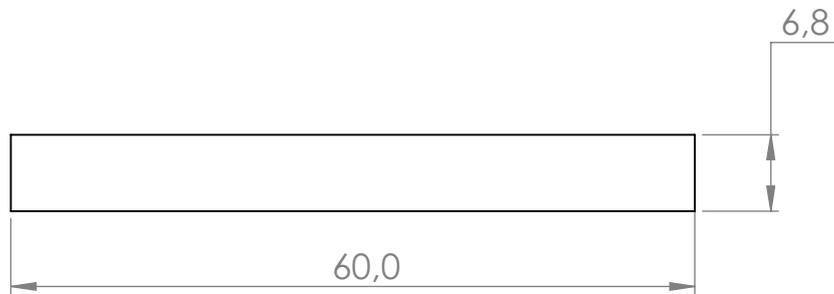
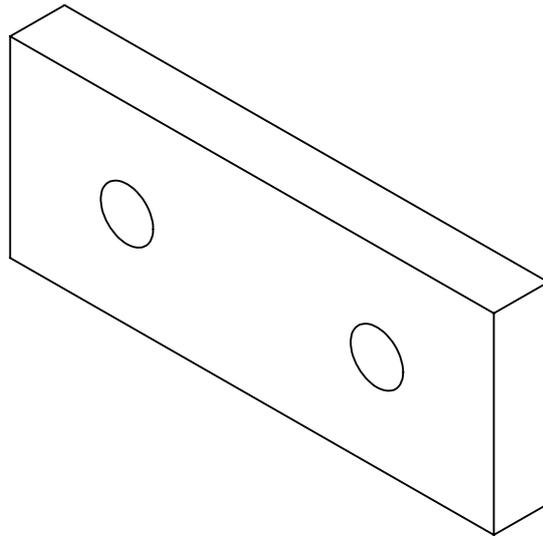
	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Fecha	Nombre			
Unidad: mm	Porta probeta Código de parte: ST-M-TP-017			Código de plano: ST-F-M-TP-012	
				Material: Bronce	
Escala 1:1				Fecha entrega: 16/04/2021	



SECCIÓN A-A



	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm				
	<h1>Rueda</h1>			Código de plano: ST-F-M-TP-010	
Escala 2:1	Código de parte: ST-M-TP-015			Material: AISI 304	
				Fecha entrega: 16/04/2021	



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala

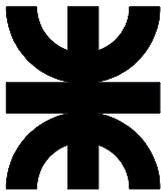
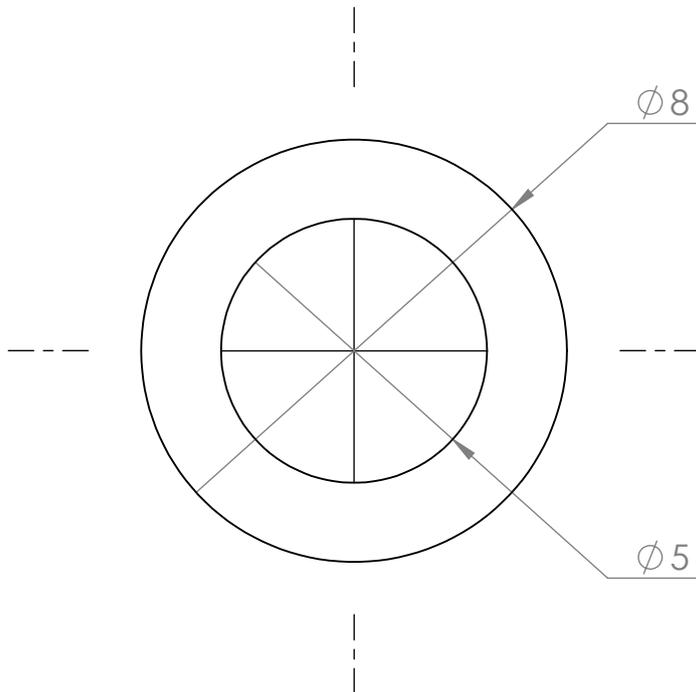
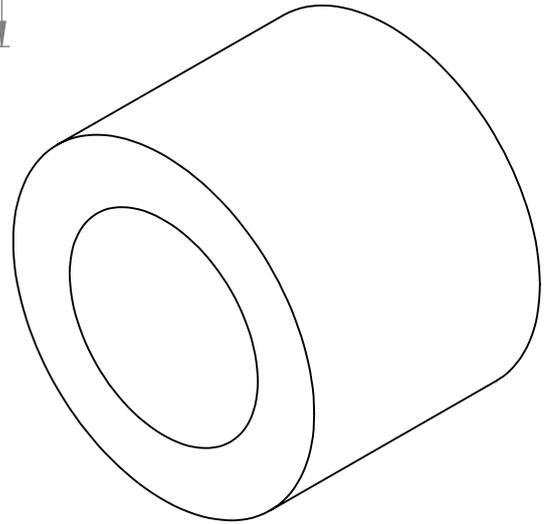
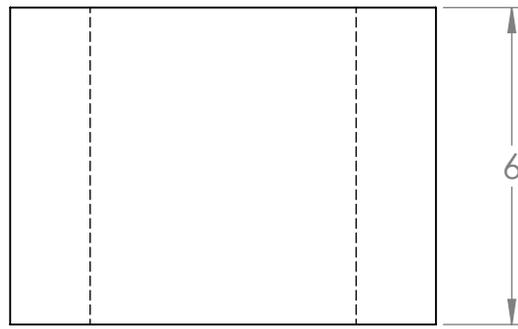
3:2

**Separador base
motorreductor eje
horizontal**
Código de parte: ST-M-ES-022

Código de plano:
ST-F-M-ES-015

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
7:1

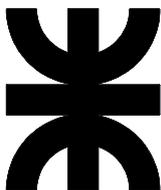
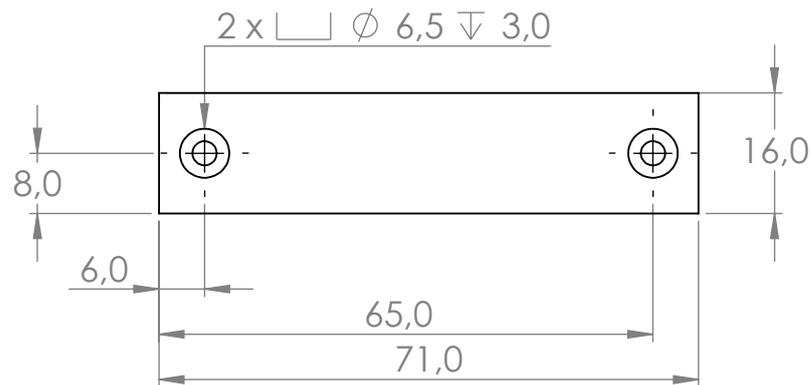
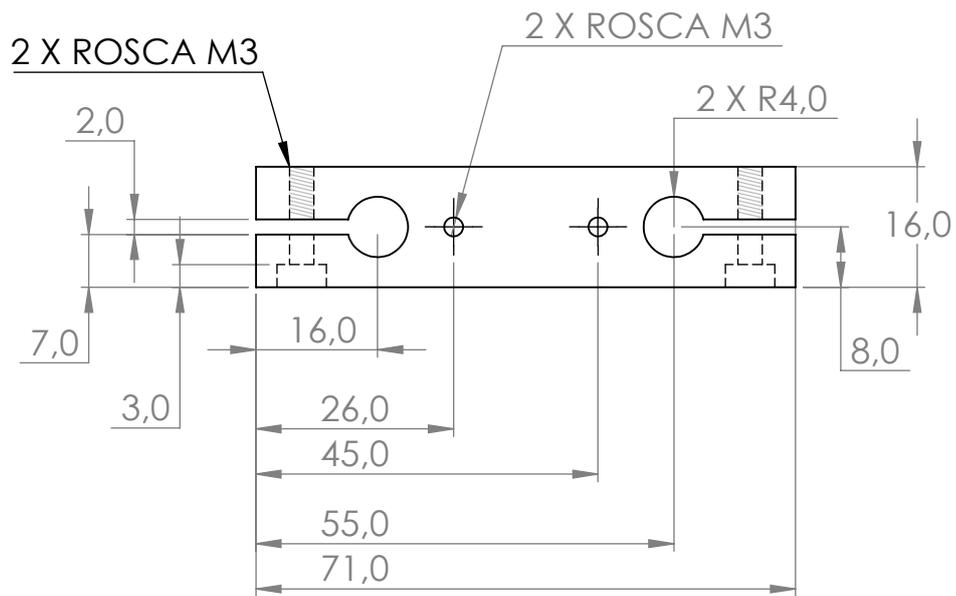
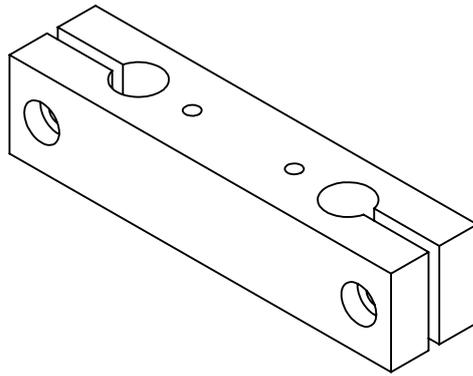
Separador carro LFL

Código de parte: ST-M-TP-010

Código de plano:
ST-F-M-TP-006

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

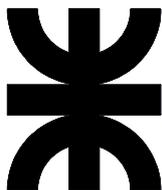
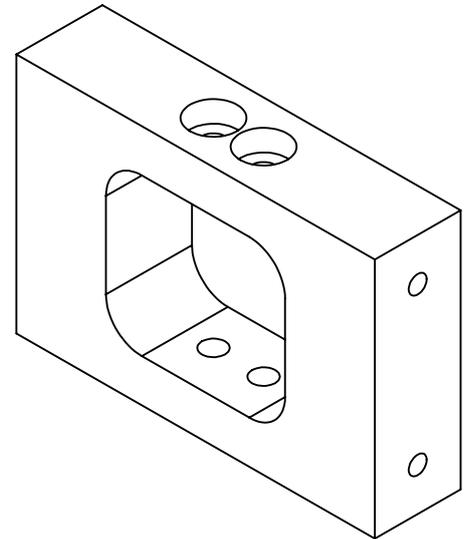
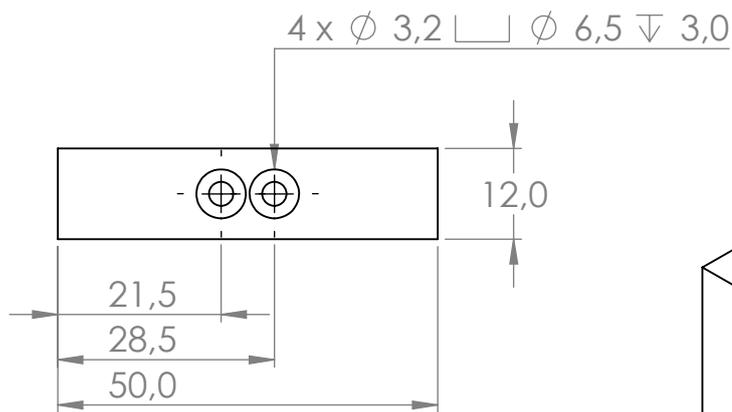
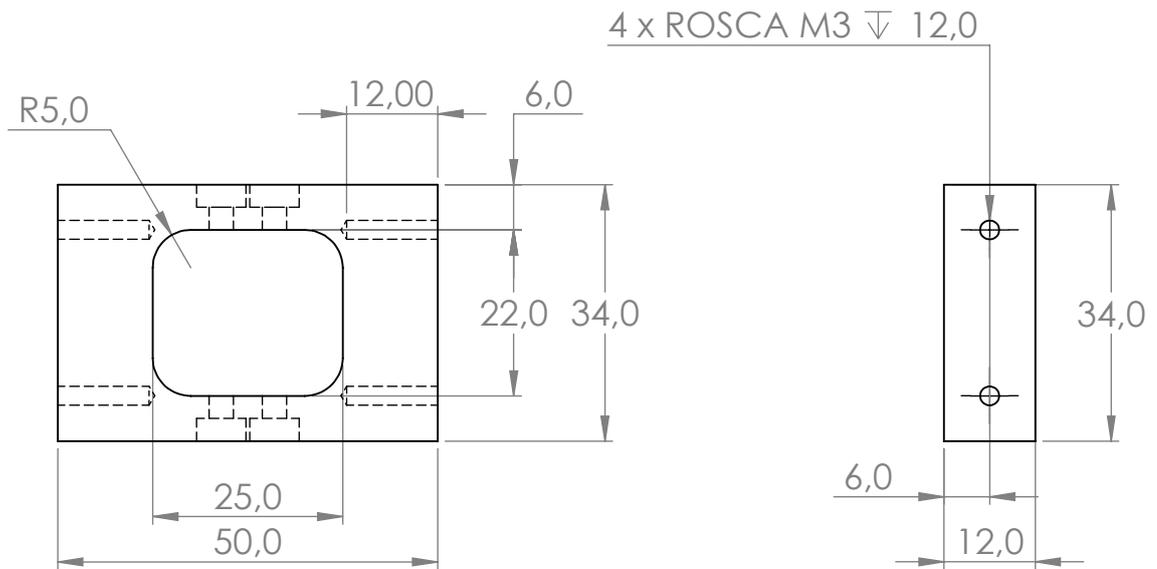
Soporte barras 8mm

Código de parte: ST-M-ES-036

Código de plano:
ST-F-M-BG-025

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

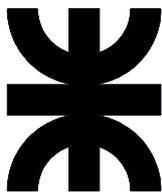
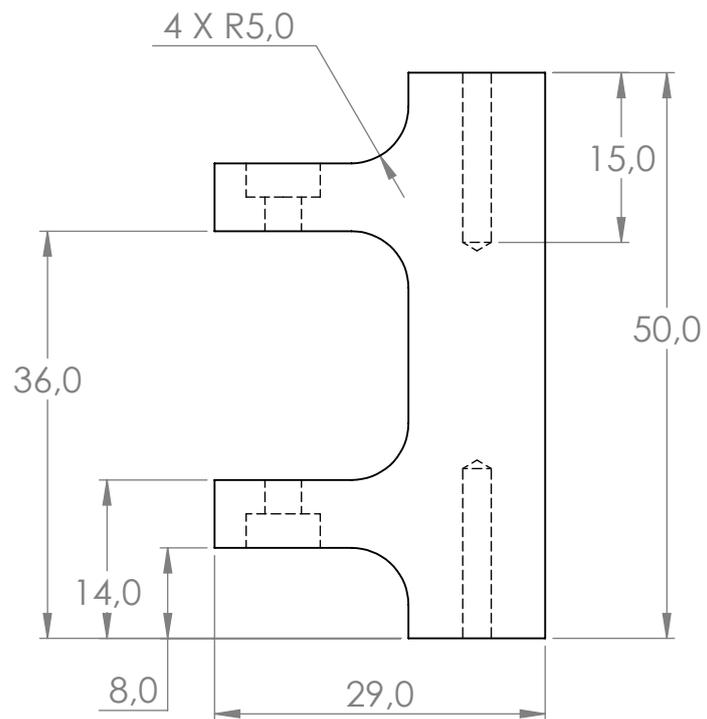
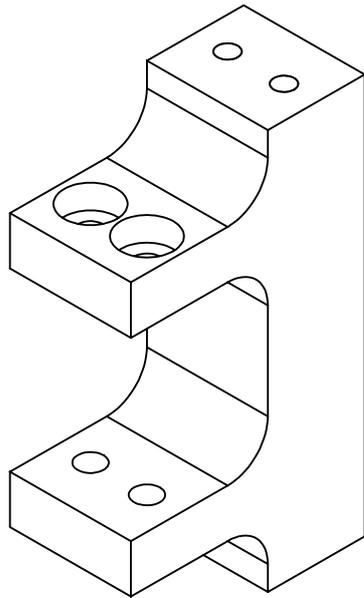
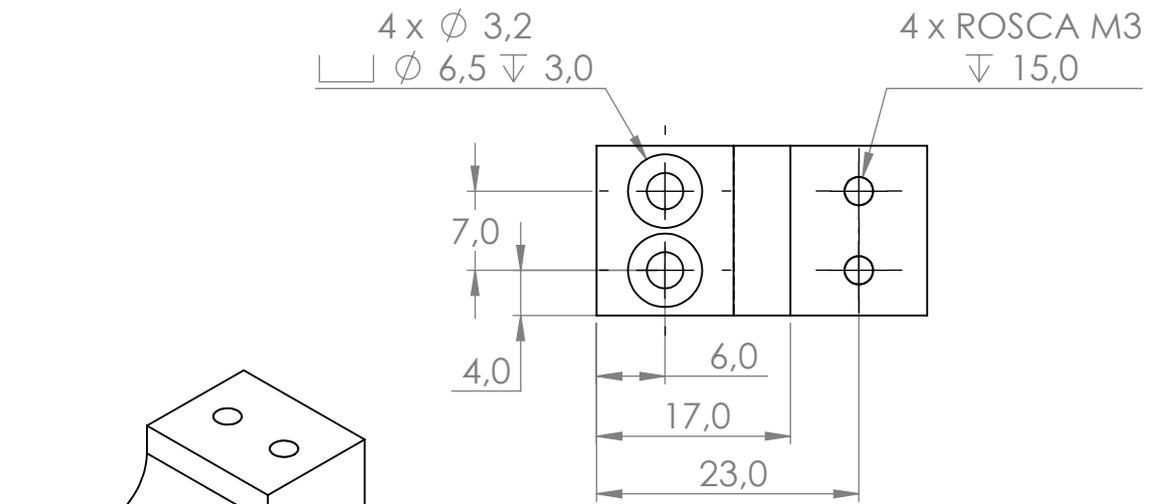
**Soporte celda de
carga fuerza normal**

Código de parte: ST-M-BP-026

Código de plano:
ST-F-M-BP-018

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
3:2

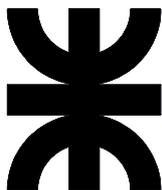
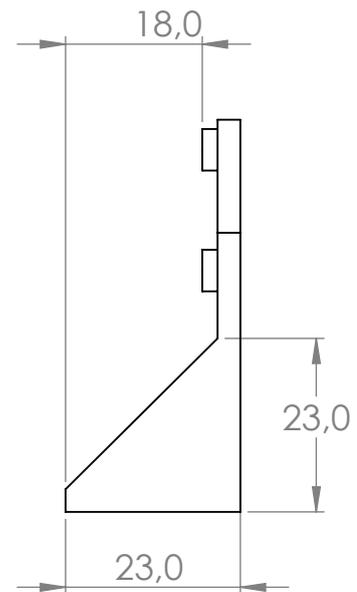
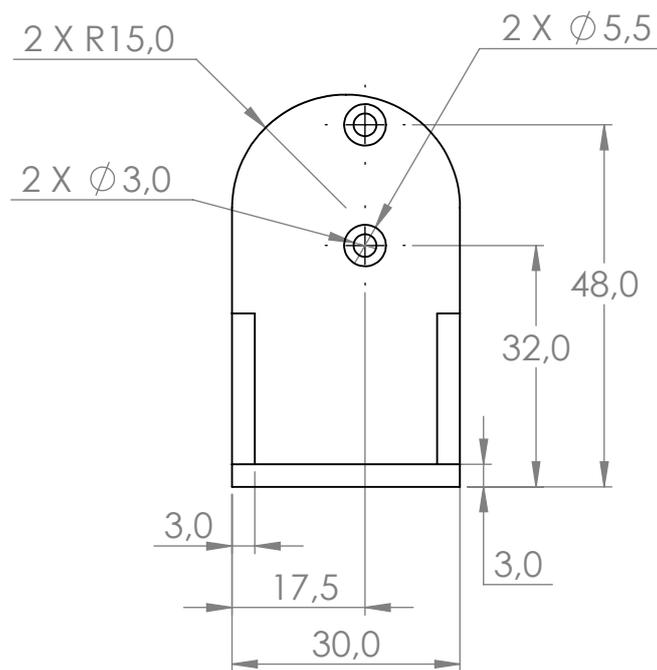
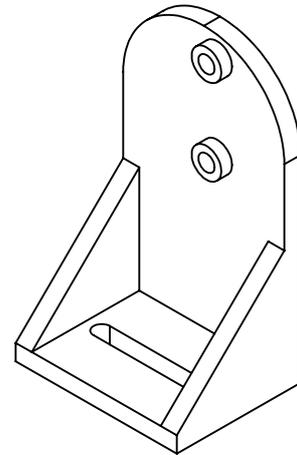
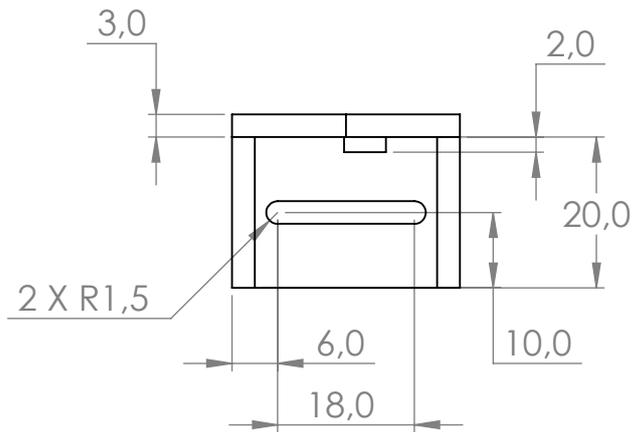
**Soporte celda de
carga fuerza
rozamiento**

Código de parte: ST-M-BP-031

Código de plano:
ST-F-M-BP-021

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

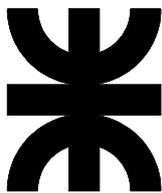
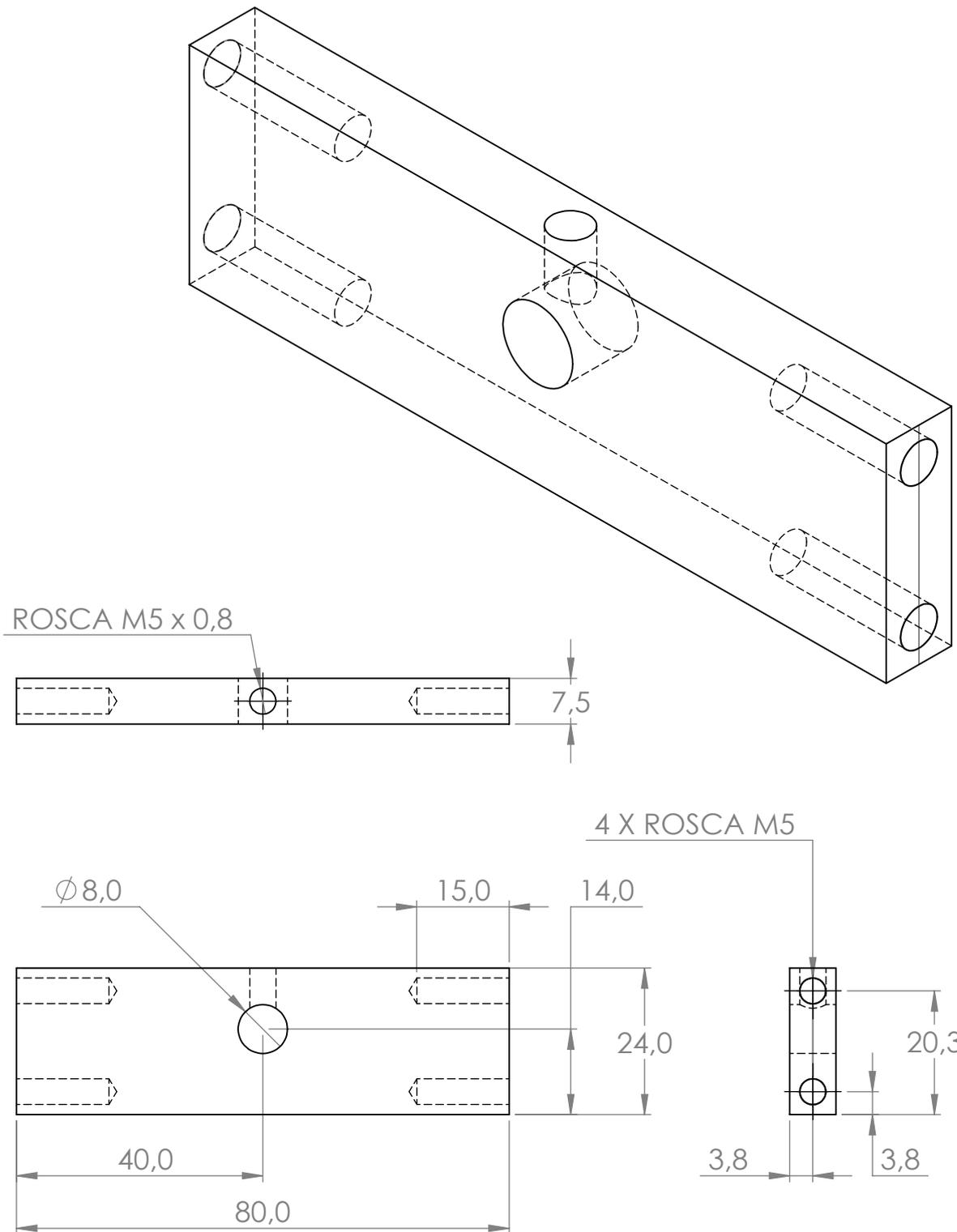
Soporte encoder

Código de parte: ST-M-ES-066

Código de plano:
ST-F-M-ES-034

Material: PLA

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

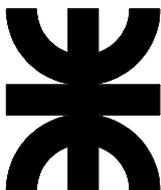
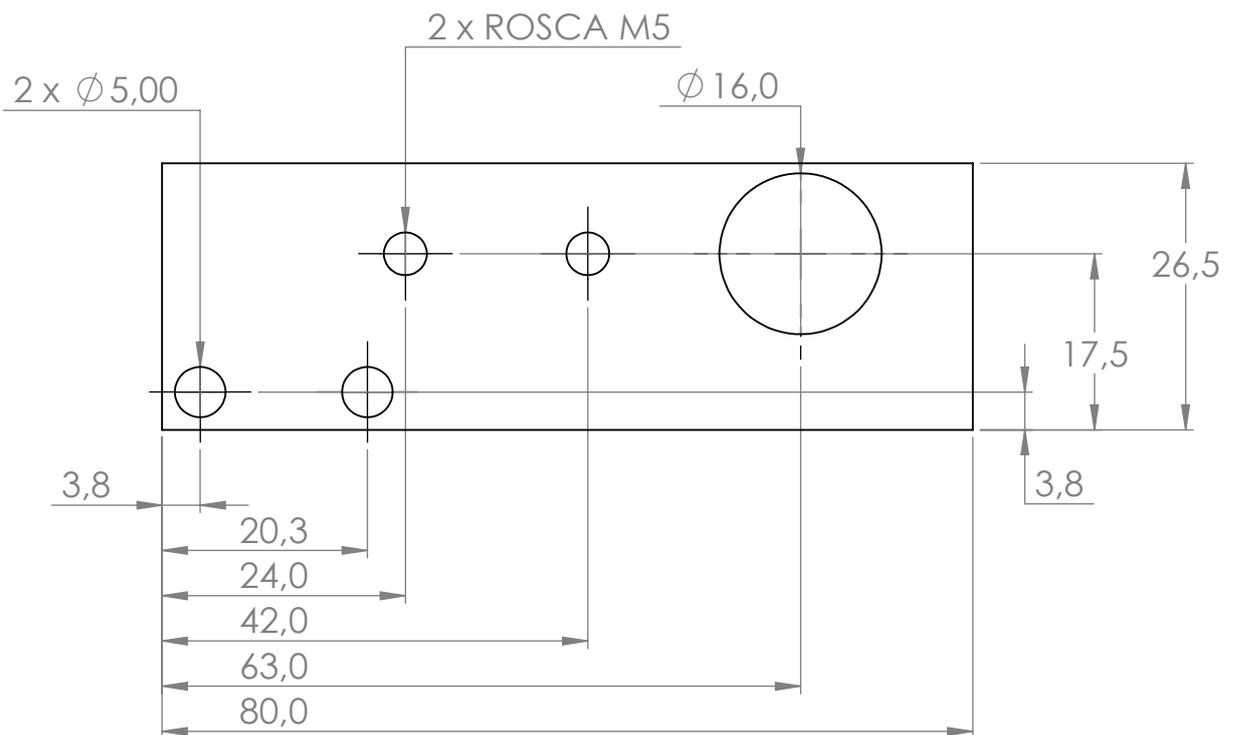
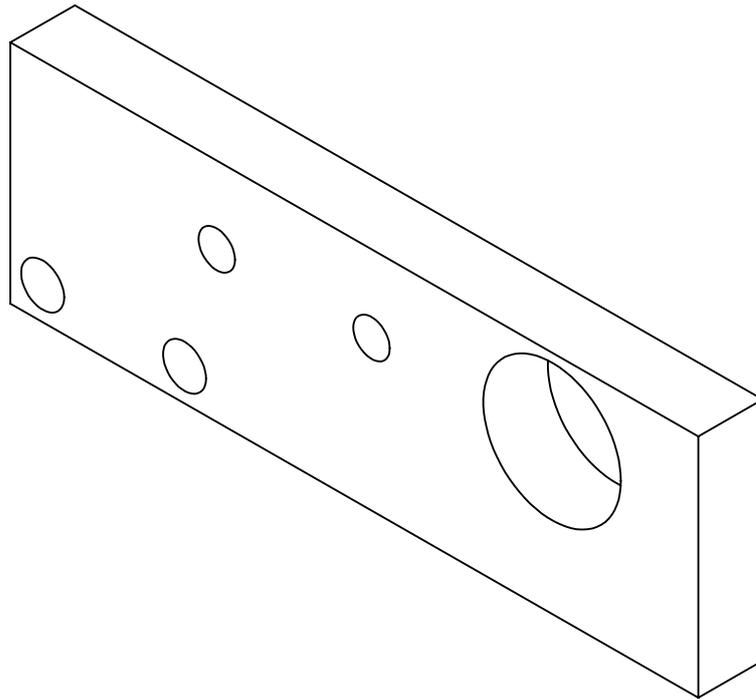
**Soporte horizontal
carro LFL**

Código de parte: ST-M-TP-008

Código de plano:
ST-F-M-TP-004

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
4:3

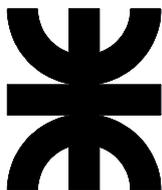
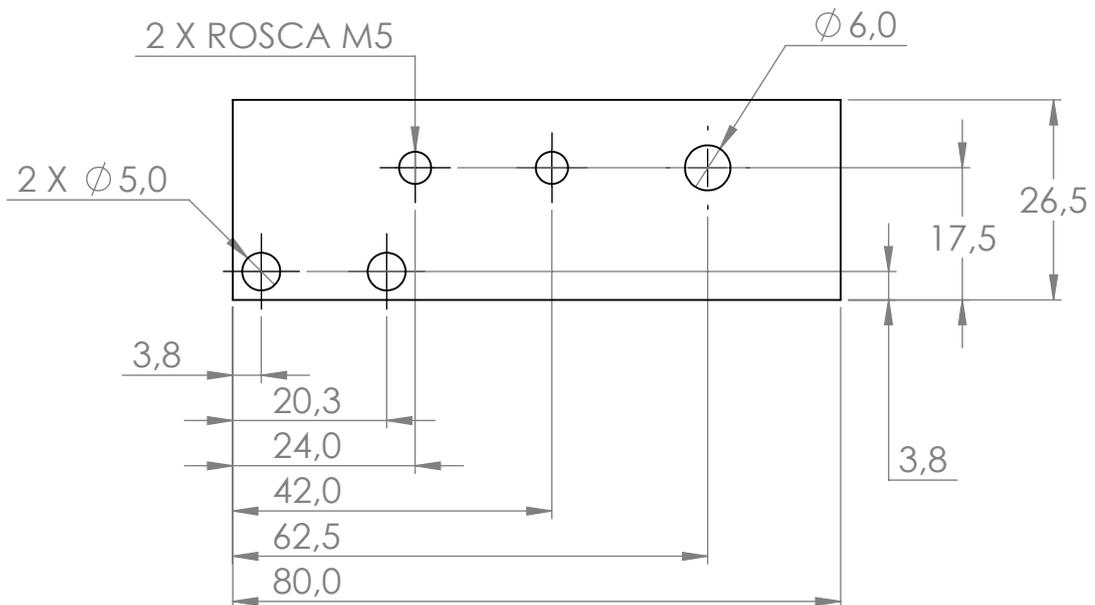
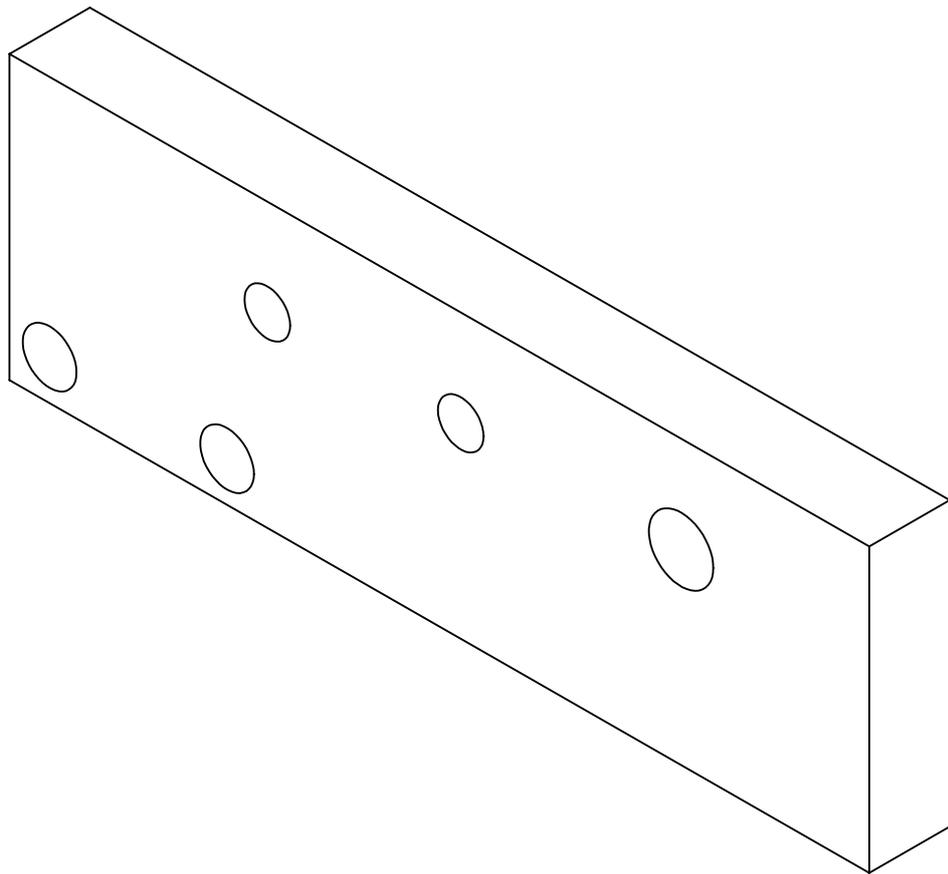
**Soporte lateral derecho
carro LFL**

Código de parte: ST-M-TP-007

Código de plano:
ST-F-M-TP-003

Material: AISI 304 espesor 7.5mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

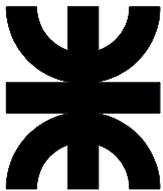
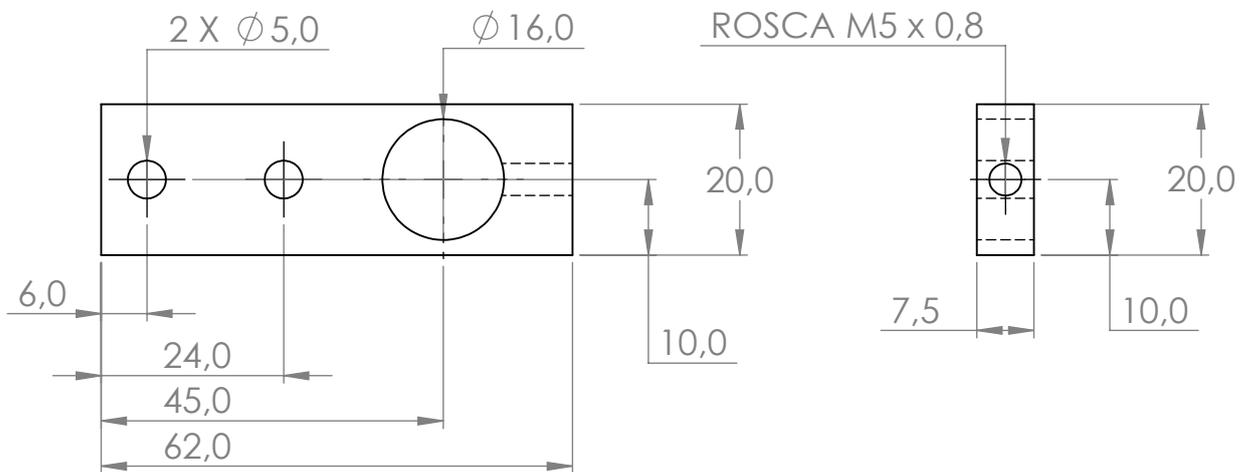
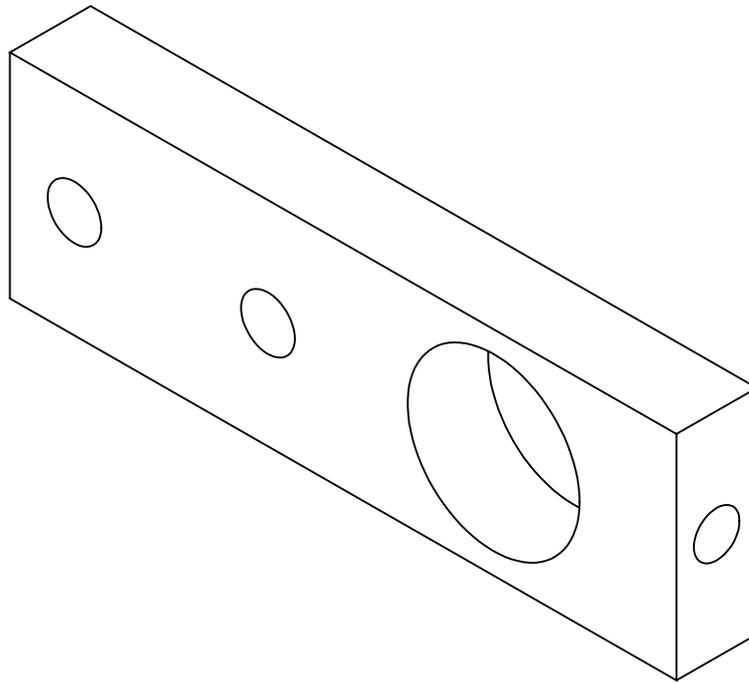
**Soporte lateral
izquierdo carro LFL**

Código de parte: ST-M-TP-016

Código de plano:
ST-F-M-TP-011

Material: AISI 304 espesor 7.5mm

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

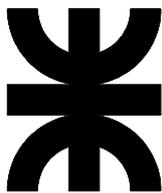
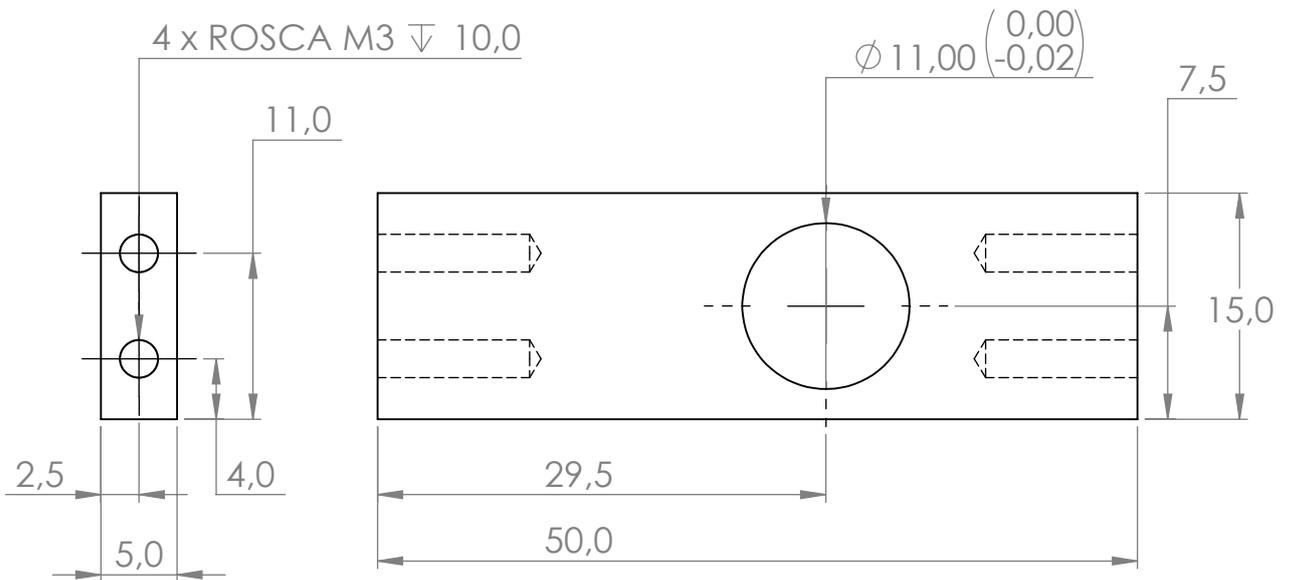
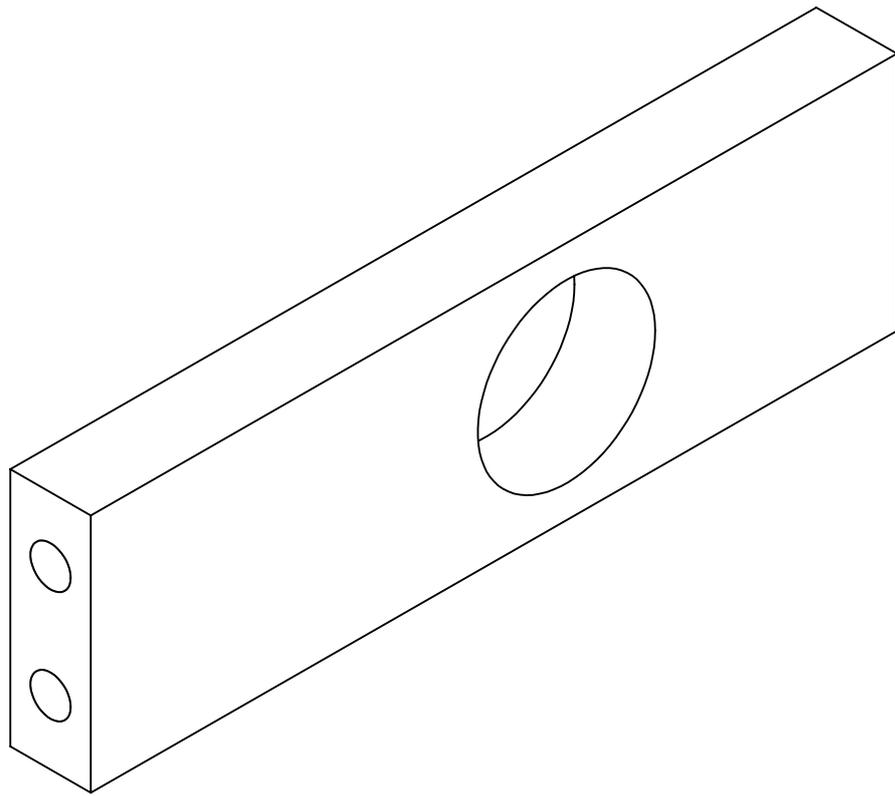
**Soporte resorte -
rueda carro LFL**

Código de parte: ST-M-TP-009

Código de plano:
ST-F-M-TP-005

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

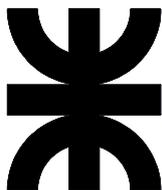
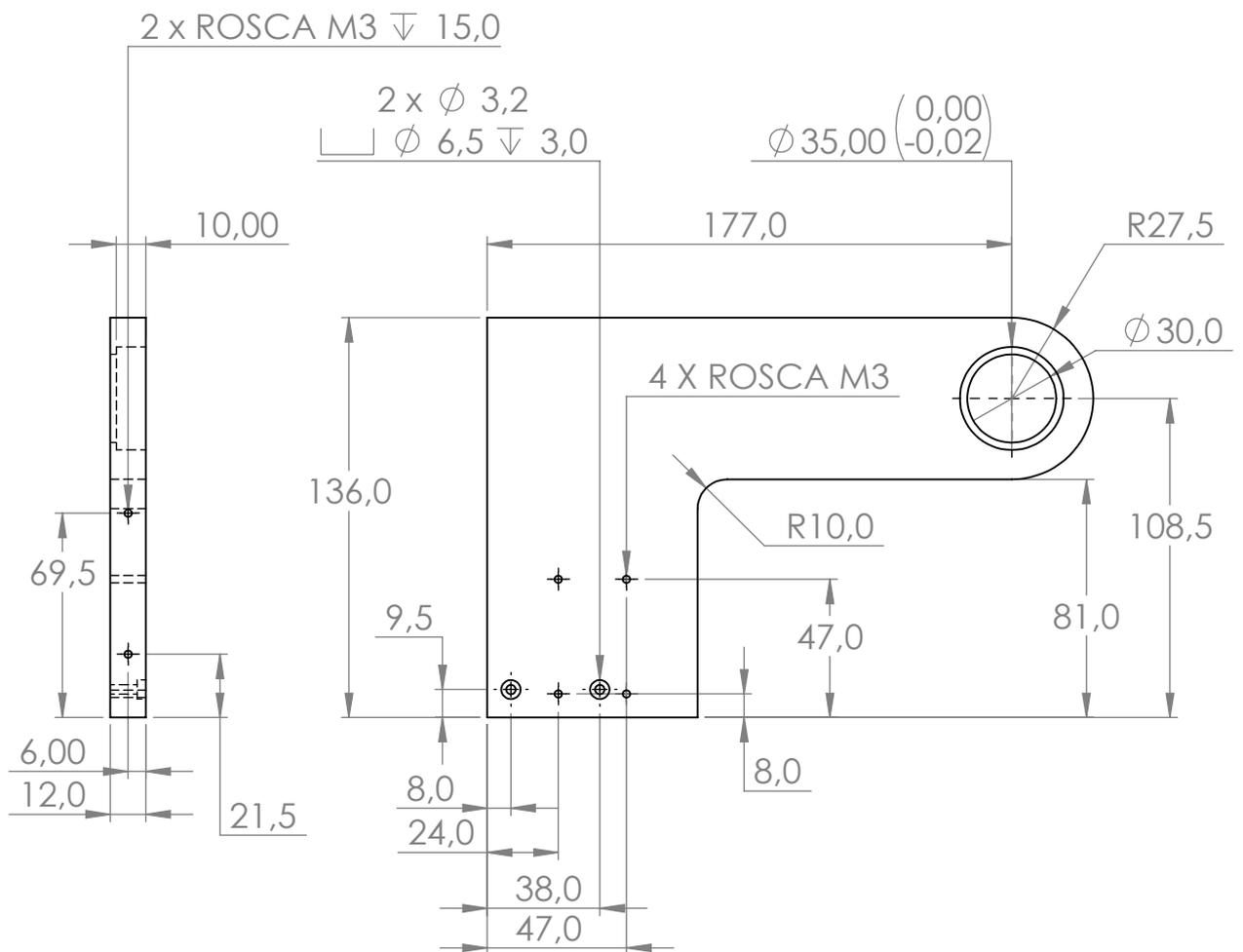
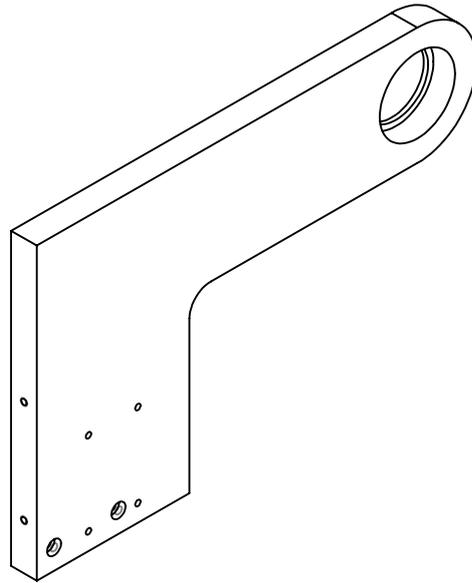
**Soporte rodamiento
638-5-2Z**

Código de parte: ST-M-BP-033

Código de plano:
ST-F-M-BP-022

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:5

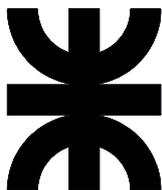
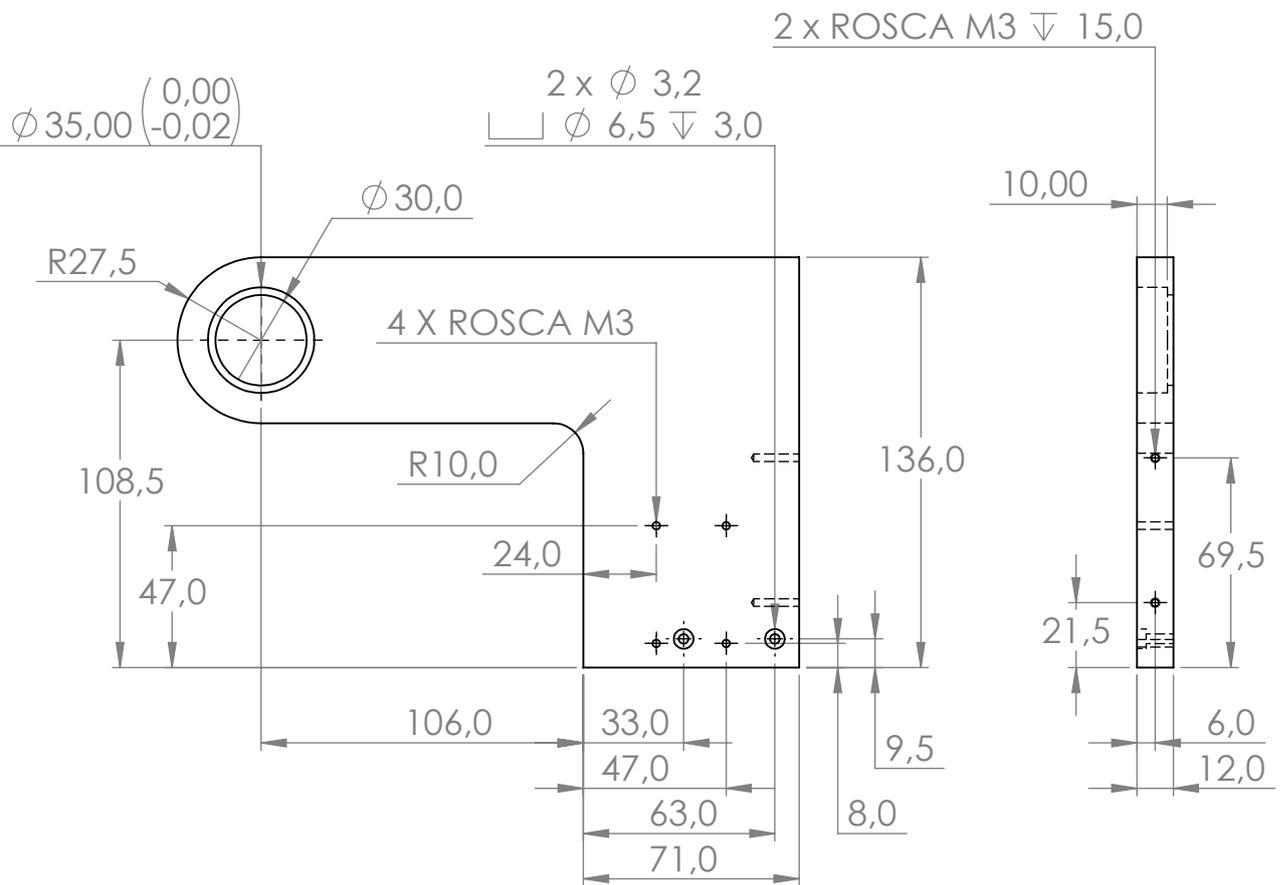
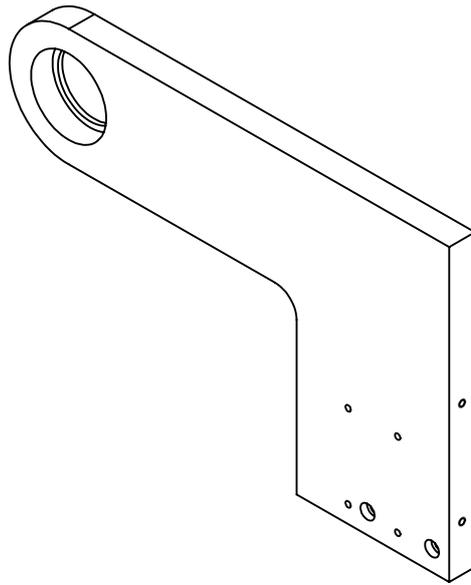
**Soporte rodamiento
30202 derecho**

Código de parte: ST-M-ES-039

Código de plano:
ST-F-M-BP-027

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

Proyecto final de
carrera
Nº: 2005B

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:5

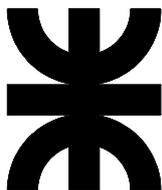
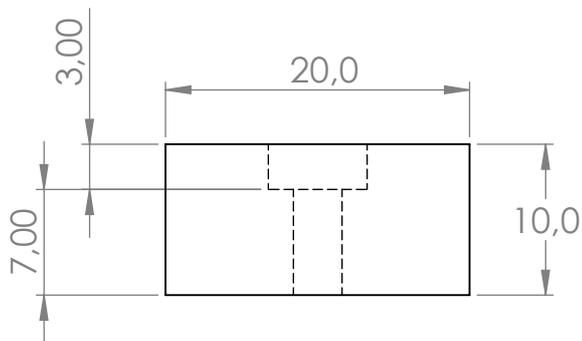
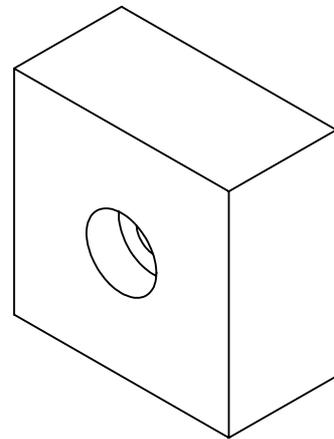
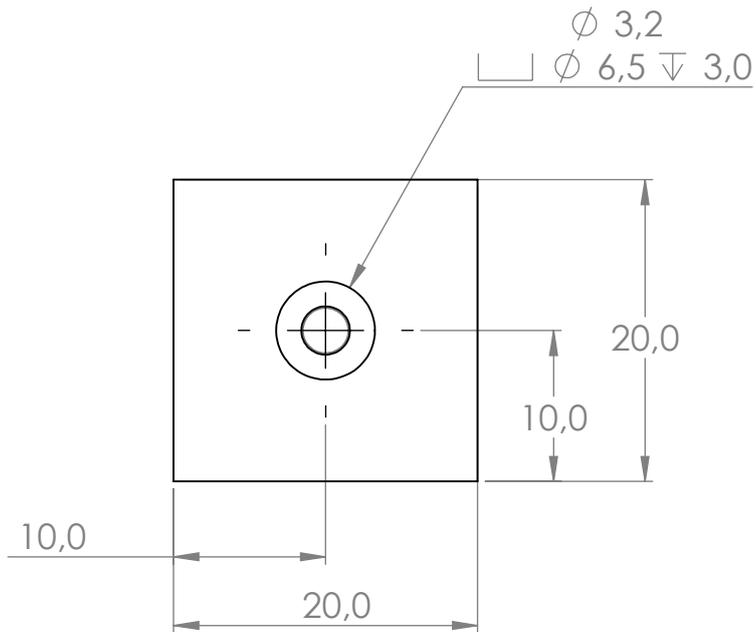
Soporte rodamiento
30202 Izquierdo

Código de parte: ST-M-ES-038

Código de plano:
ST-F-M-BP-026

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2020	M. Uccellini
Rev.	03/2020	G. Puente
Apr.	03/2020	G. Puente

**Proyecto final de
 carrera
 N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
 Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

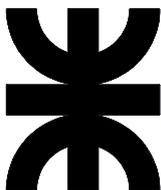
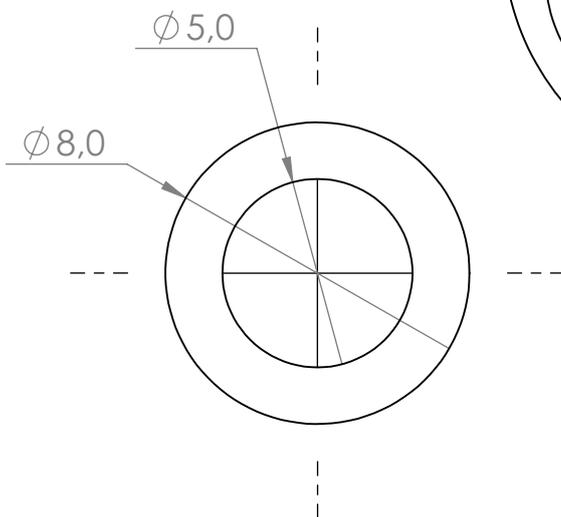
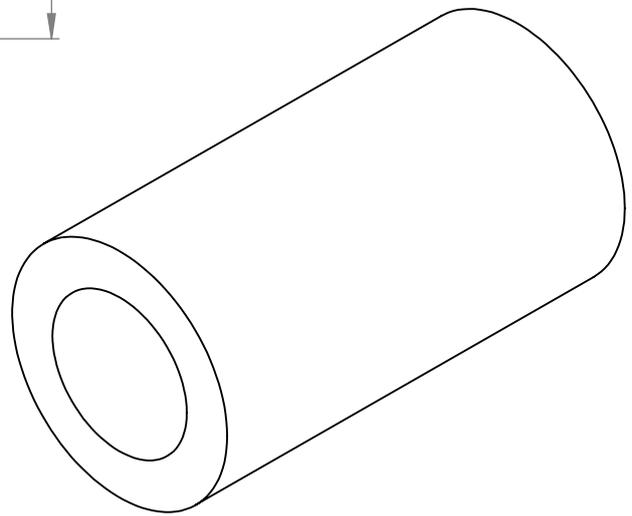
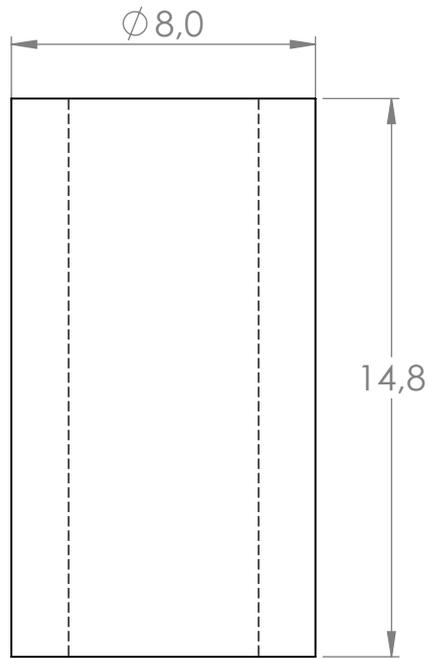
Tope base giratoria

Código de parte: ST-M-ES-075

Código de plano:
 ST-F-M-ES-037

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2020	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
5:1

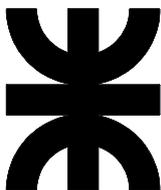
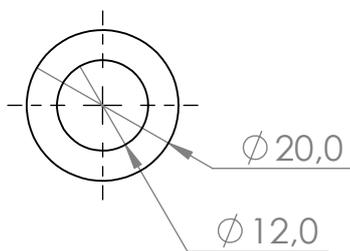
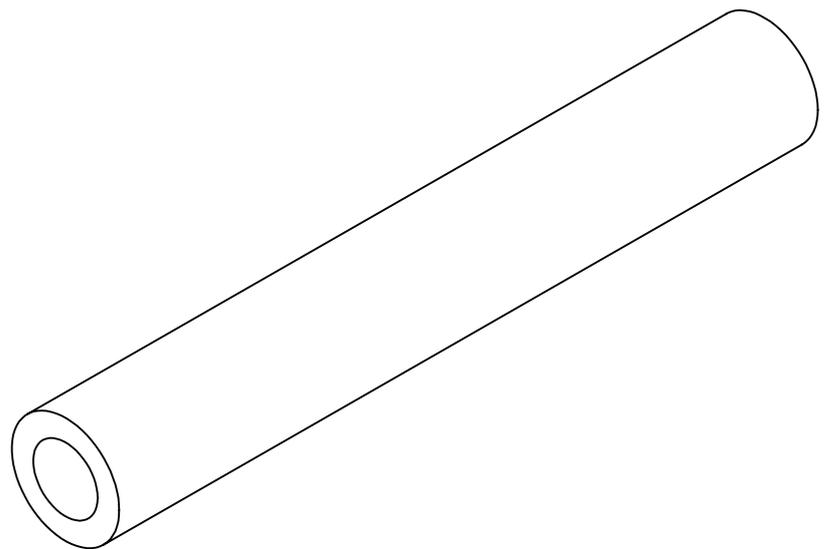
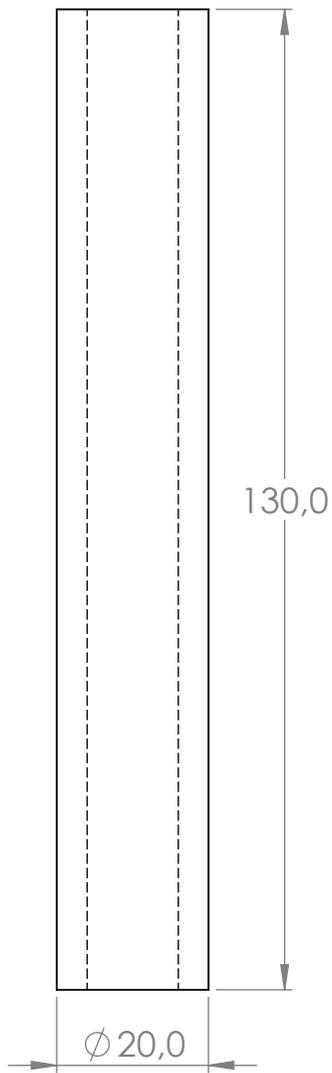
**Tubo separador
8mm**

Código de parte: ST-M-ES-074

Código de plano:
ST-F-M-BP-036

Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
1:1

**Tubo separador
20mm**

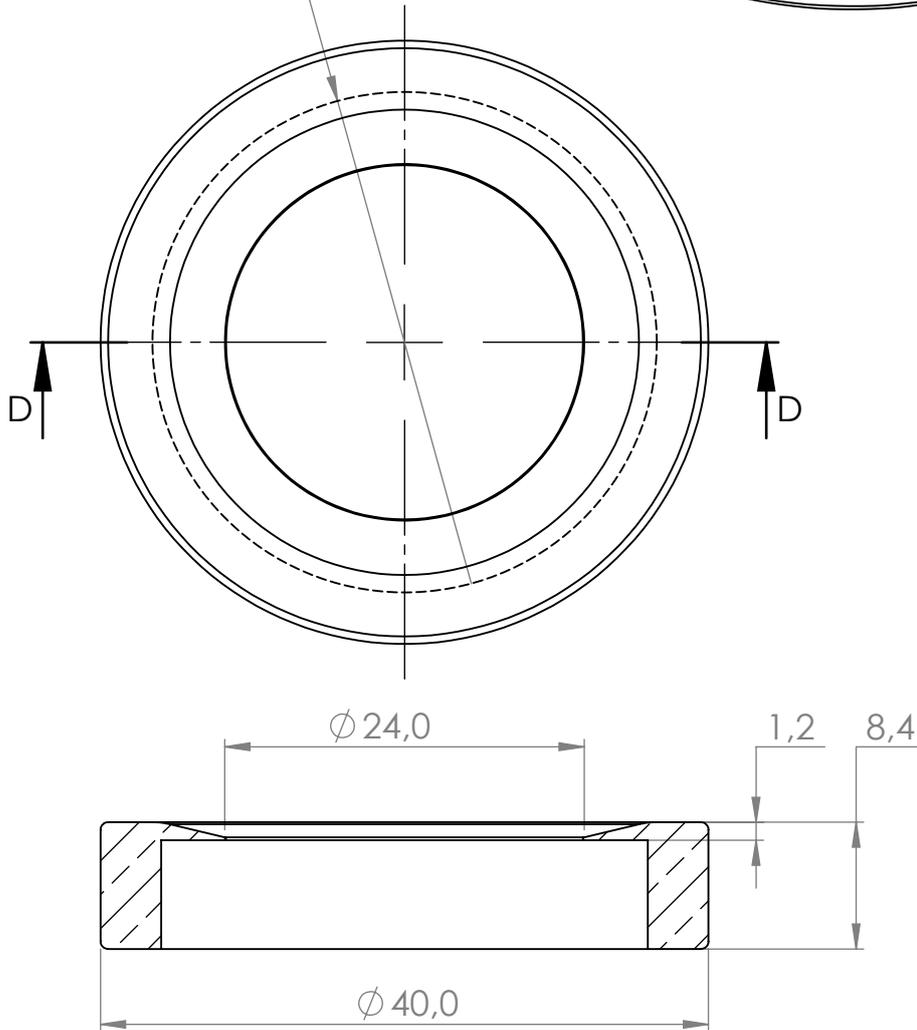
Código de parte: ST-M-ES-076

Código de plano:
ST-F-M-ES-038

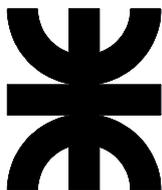
Material: AISI 304

Fecha entrega: 16/04/2021

ROSCA M33 x 0,5



SECCIÓN D-D
ESCALA 2 : 1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Escala
2:1

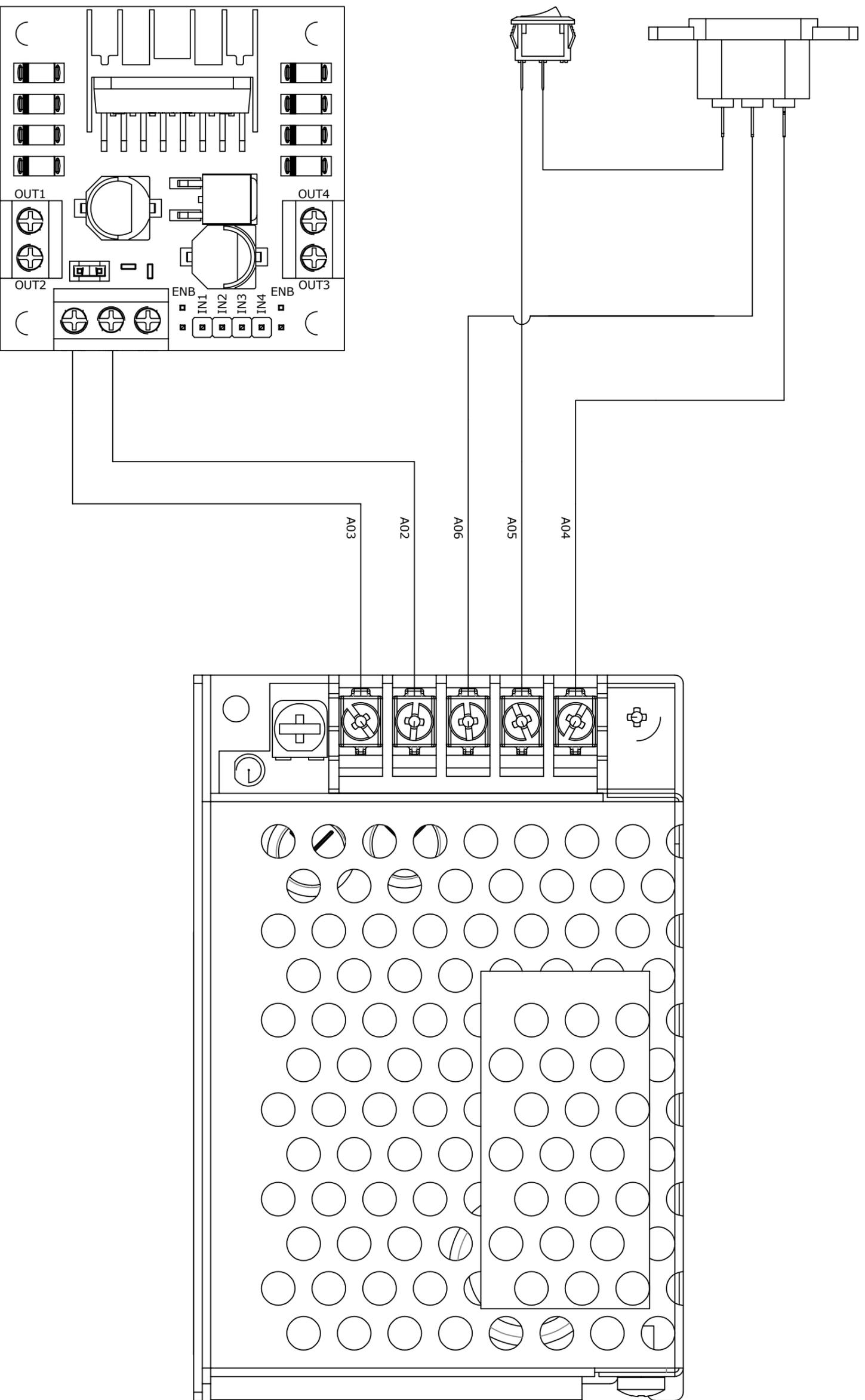
Tuerca porta probeta

Código de parte: ST-M-EU-018

Código de plano:
ST-F-M-EU-013

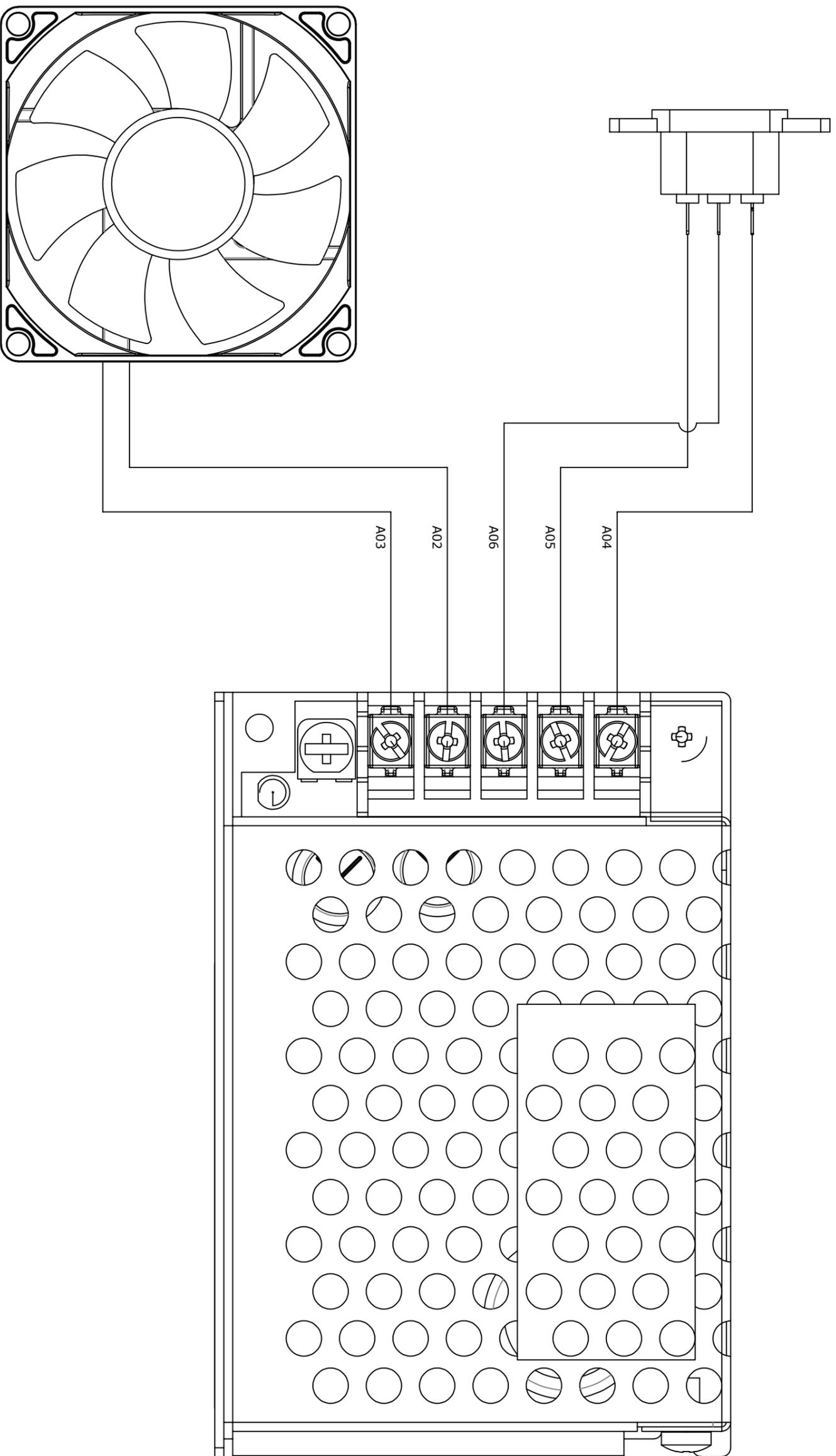
Material: Bronce

Fecha entrega: 16/04/2021



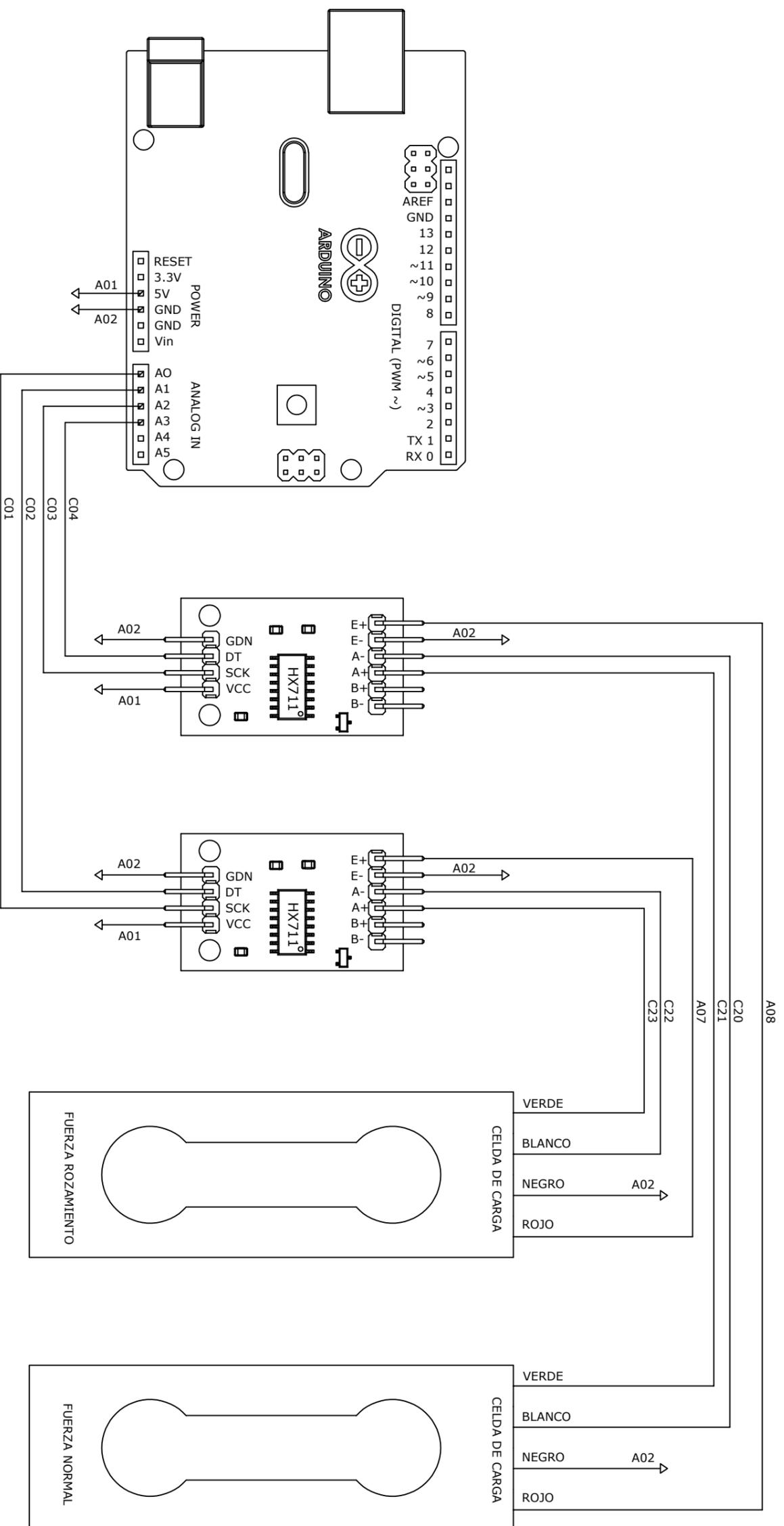
Código	Descripción	Cantidad
ST-E-EE-090	Fuente alimentación 12v 60w	1
ST-E-EE-092	Puente H L298n	1
ST-E-EE-082	Conector 220v	1
ST-E-EE-087	Llave de encendido	1

		Dib.	Fecha	Nombre	Proyecto final de Carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay	
		Rev.	02/2021	M. Uccellini			
 Escala		Unidad: mm	Apr.	03/2021	G. Puente	Código de plano: ST-E-EE-062	
Alimentación puente H L298n							Material: Varios
Fecha entrega: 16/04/2021							



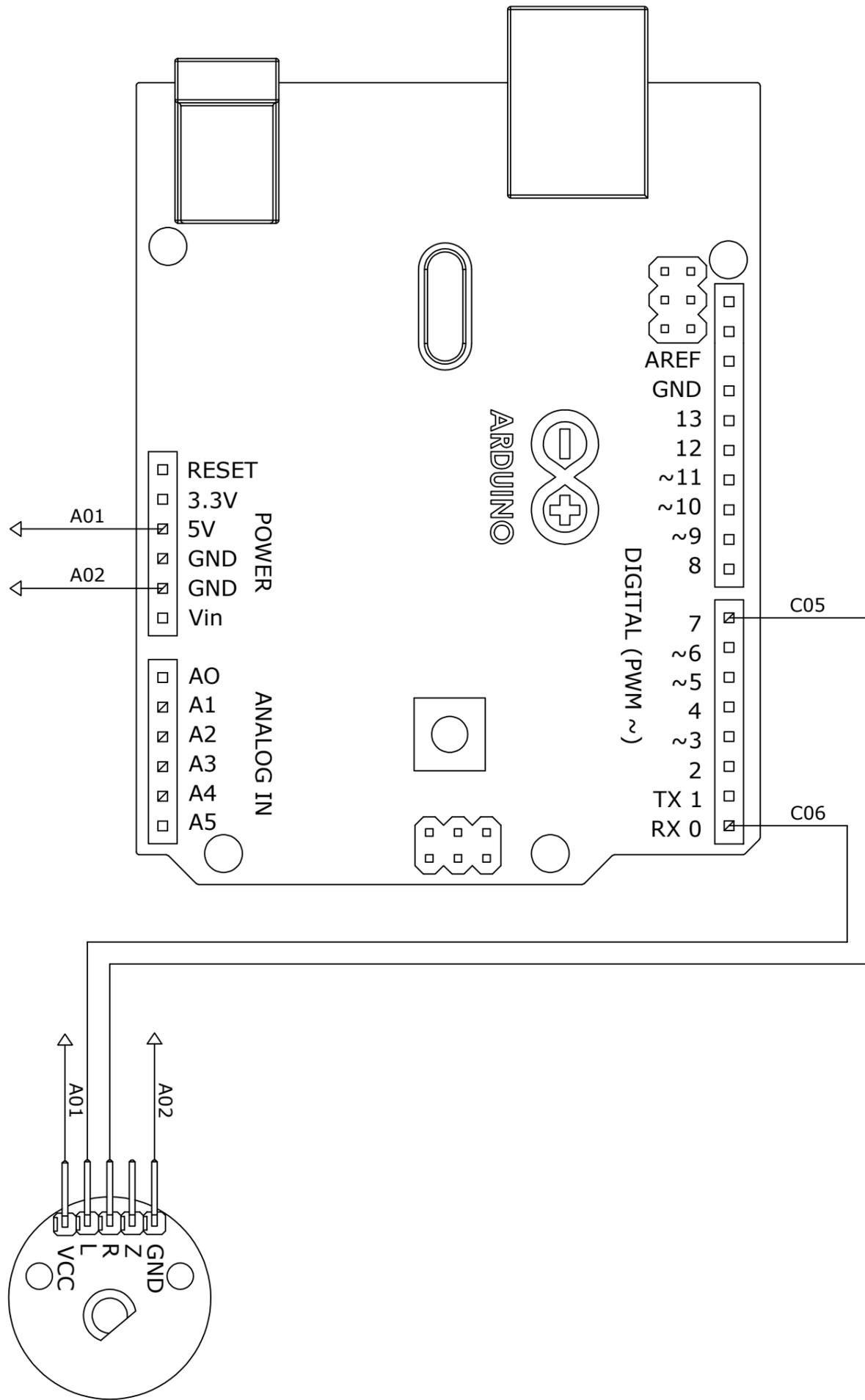
Código	Descripción	Cantidad
ST-E-EE-090	Fuente alimentación 12v 60w	1
ST-E-EE-084	Ventilador 80mm	1
ST-E-EE-082	Conector 220v	1

		Dib.	Fecha	Nombre	Proyecto final de Carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
		Rev.	02/2021	M. Uccellini		
Escala		Apr.	03/2021	G. Puente		
Unidad: mm		Alimentación ventilador				
Material: Varios		Código de plano: ST-E-E-EE-064				
Fecha entrega: 16/04/2021						



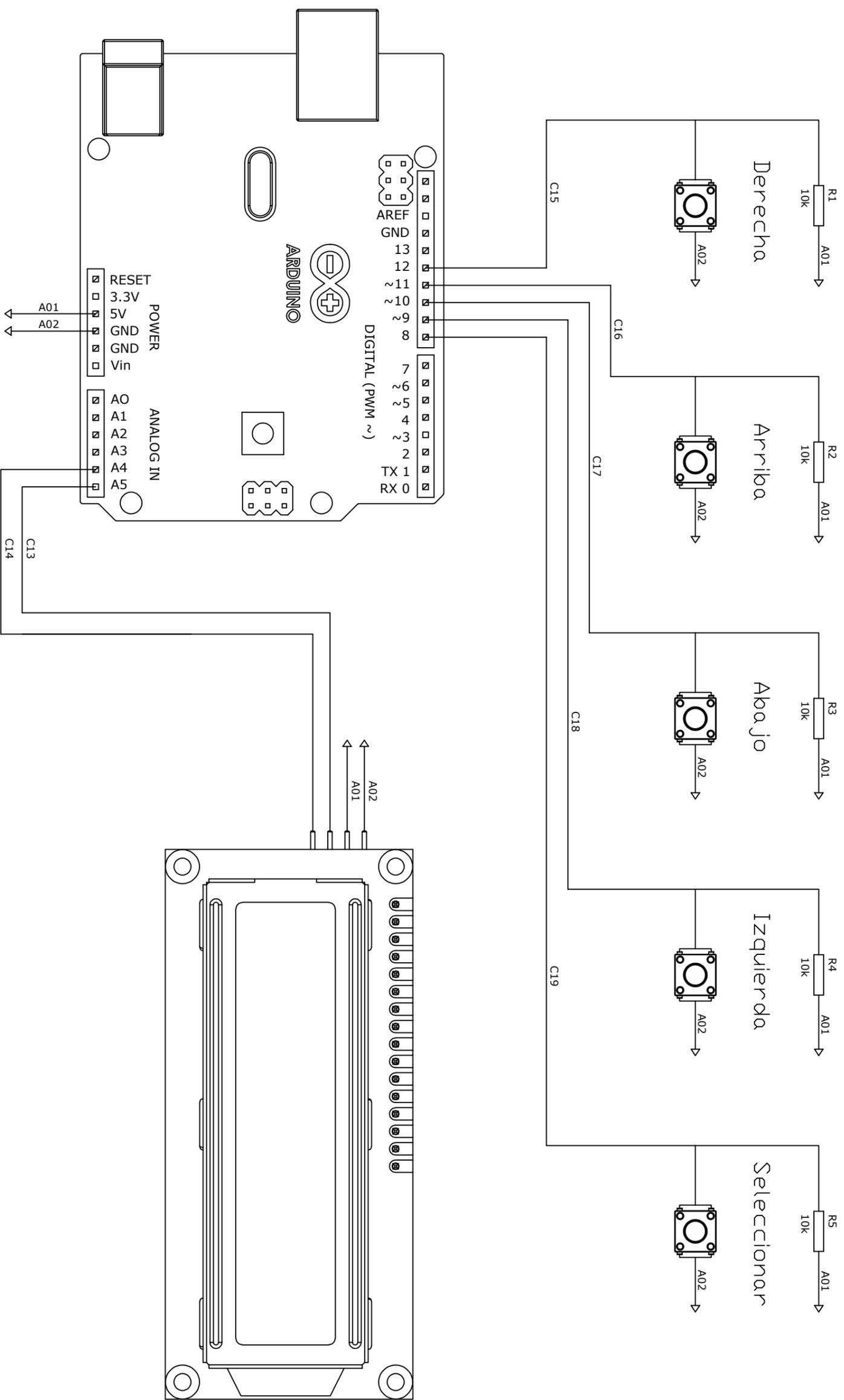
Código	Descripción	Cantidad
ST-E-EE-091	Arduino UNO	1
ST-E-EE-086	Amplificador HX711	2
ST-E-EE-027	Celda de carga	2

		Unidad: mm	
Dib.	Fecha	Nombre	Proyecto final de CARRERA N°: 2005B
Rev.	02/2021	M. Uccellini	
Apr.	03/2021	G. Puenente	
Escala		G. Puenente	
Conexión de celdas de carga mediante módulos HX711			
Código de plano: ST-E-EE-058		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay	
Material: Varios		Fecha entrega: 16/04/2021	



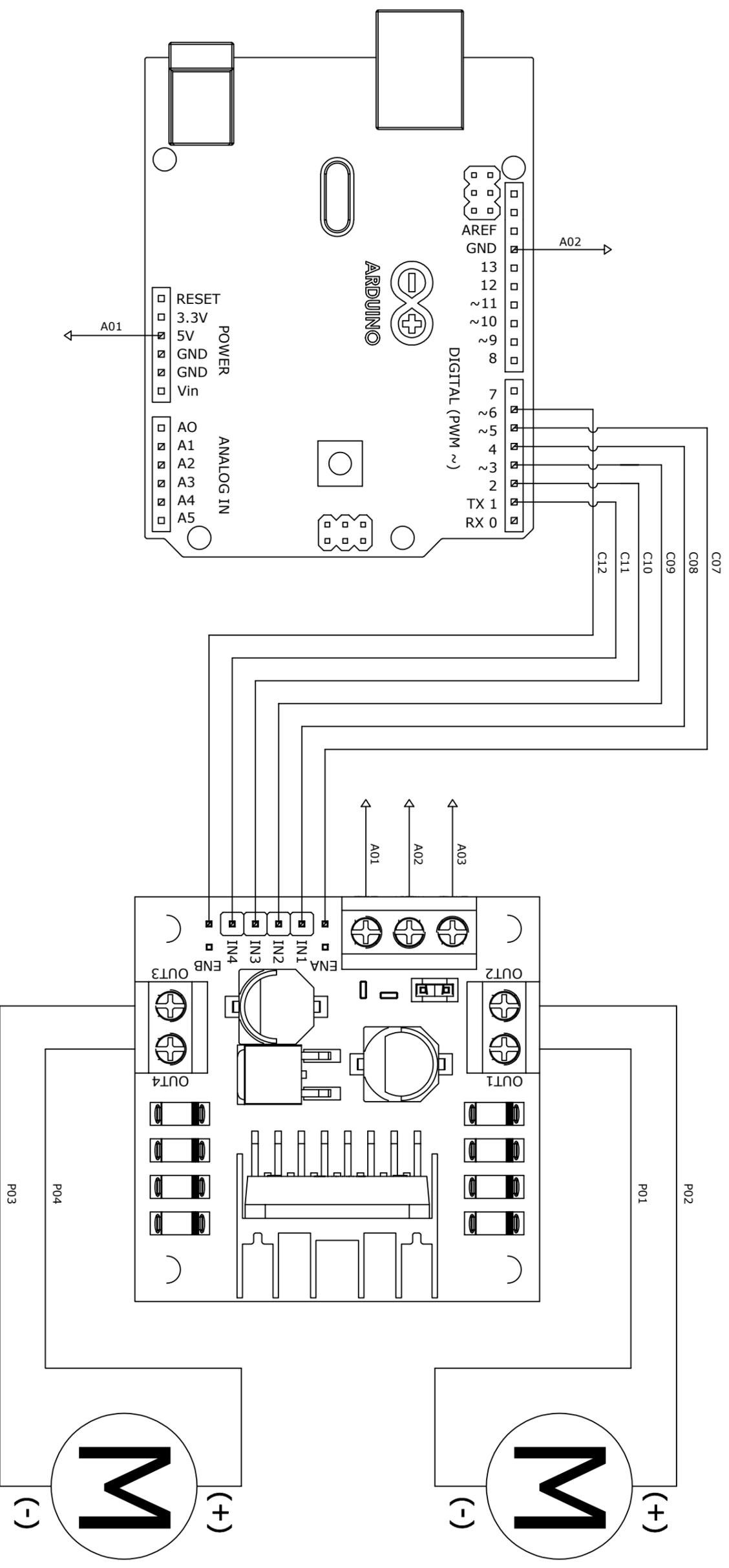
Código	Descripción	Cantidad
ST-E-EE-091	Arduino UNO	1
ST-E-EE-048	Encoder EC11	1

		Fecha	Nombre	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Dib.	02/2021	M. Uccellini		
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm	Conexión de encoder EC11 con Arduino UNO			Código de plano: ST-E-E-EE-059
	Escala				
					Material: Varios
					Fecha entrega: 16/04/2021



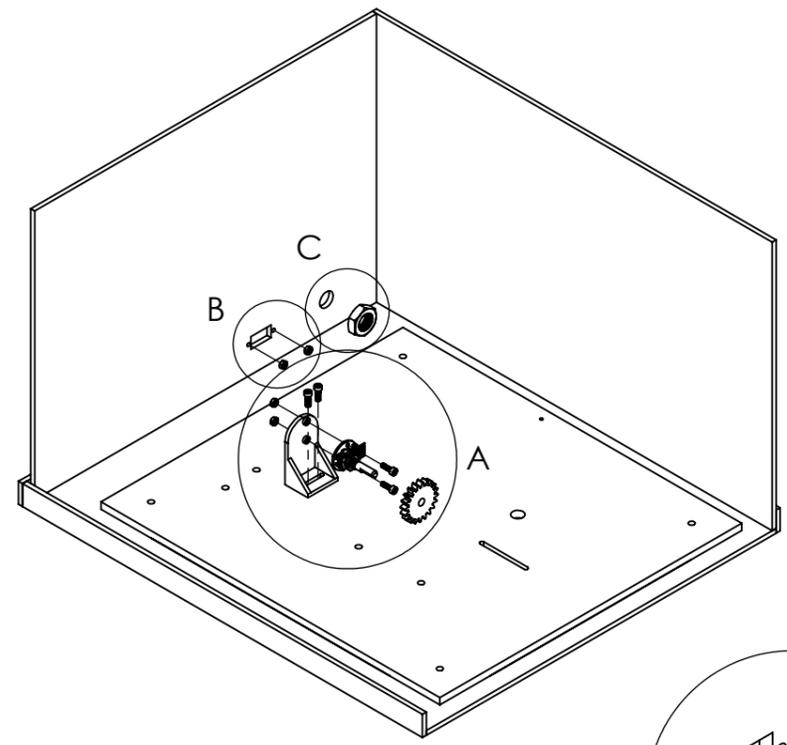
Código	Descripción	Cantidad
ST-E-EE-091	Arduino UNO	1
ST-E-EE-088	LCD 16x2 líneas	1
ST-E-EE-114	Interfaz I2C	1
ST-E-EE-093	Botón pulsador	5

		Dib.	Fecha	Proyecto final de Carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
		Rev.	02/2021		
Unidad: mm		Apr.	03/2021	Nombre M. Uccellini G. Puente G. Puente	Código de plano: ST-E-EE-061
Escala		Conexión de LCD 16x2 líneas mediante módulo I2C			
					Fecha entrega: 16/04/2021

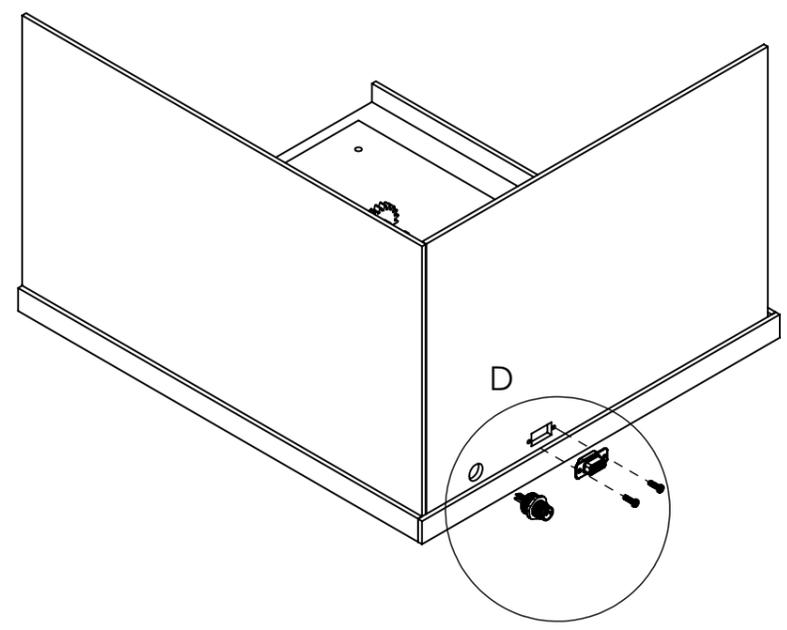


Código	Descripción	Cantidad
ST-E-EE-091	Arduino UNO	1
ST-E-EE-092	Puente H L298n	1
ST-E-CP-021	Motorreductor eje horizontal	1
ST-E-MR-042	Motorreductor eje vertical	1

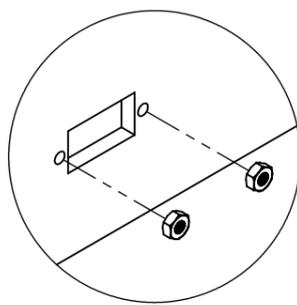
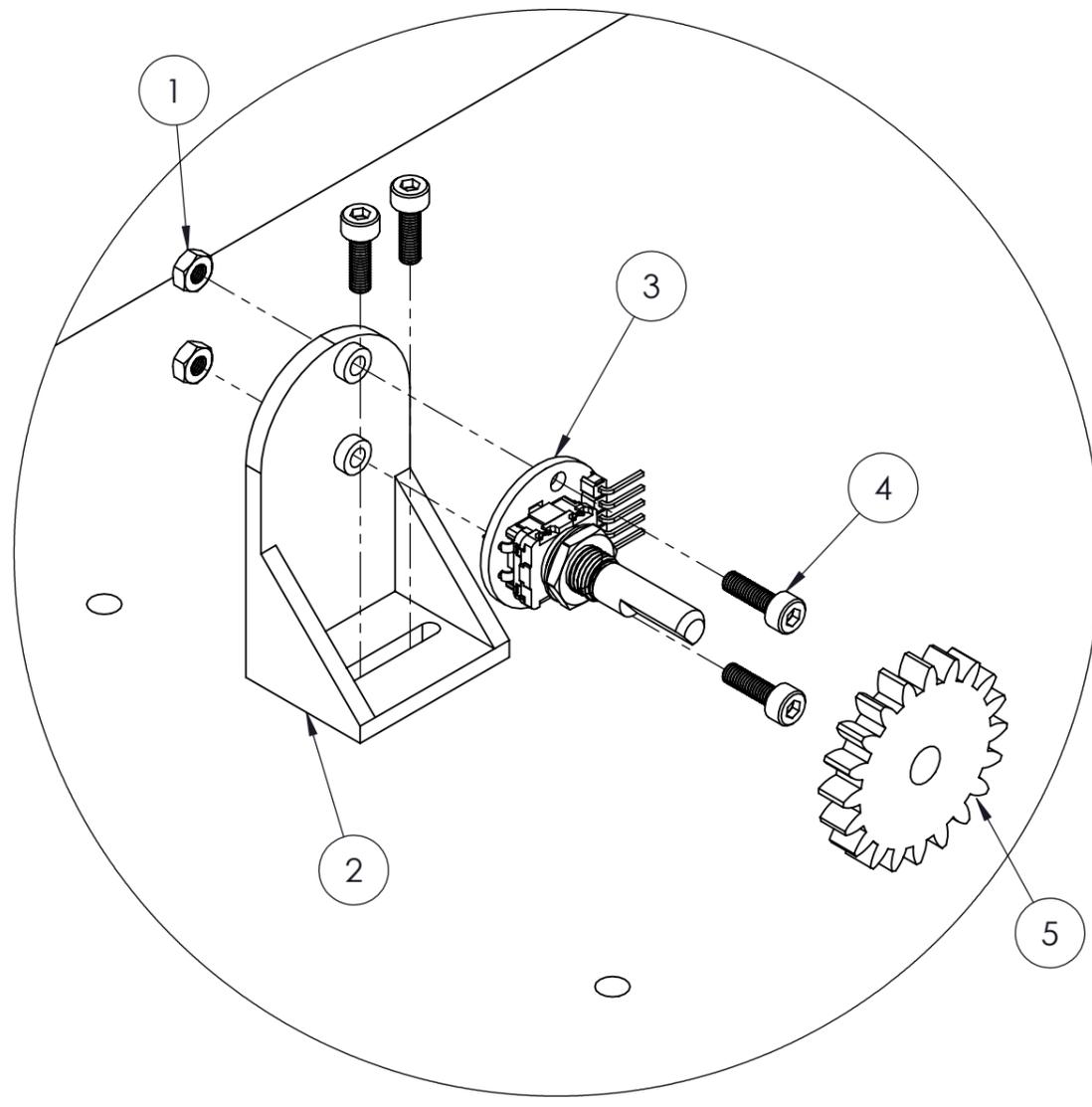
		Dib.	Fecha	Proyecto final de Carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
		Rev.	02/2021		
		Apr.	03/2021		
		Nombre	M. Uccellini		
Unidad: mm		G. Puente		Conexión de motorreductores mediante puente HL298n	
Escala		G. Puente		Código de plano: ST-E-EE-060	
Material: Varios		Fecha entrega: 16/04/2021			



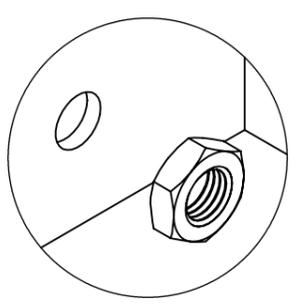
DETALLE A
ESCALA 1 : 1



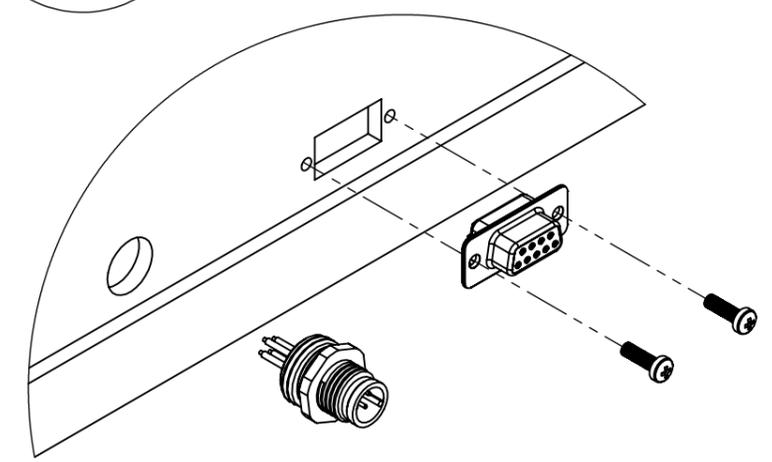
DETALLE D
ESCALA 2 : 3



DETALLE B
ESCALA 2 : 3



DETALLE C
ESCALA 2 : 3



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-EU-049	Tuerca M3x0.5mm	4
2	ST-M-ES-066	Soporte encoder	1
3	ST-E-EE-048	Encoder EC11	1
4	ST-M-EU-052	Tornillo Allen M3x0.5x10mm	4
5	ST-M-TP-097	Engranaje conducido	1
6	ST-E-EE-099	DB9 hembra	1
7	ST-M-EU-063	Tornillo philip M3x0.5x10mm plano	2
8	ST-E-EE-113	Conector 4 pines	1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

Proyecto final de carrera
Nº: 2005B

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

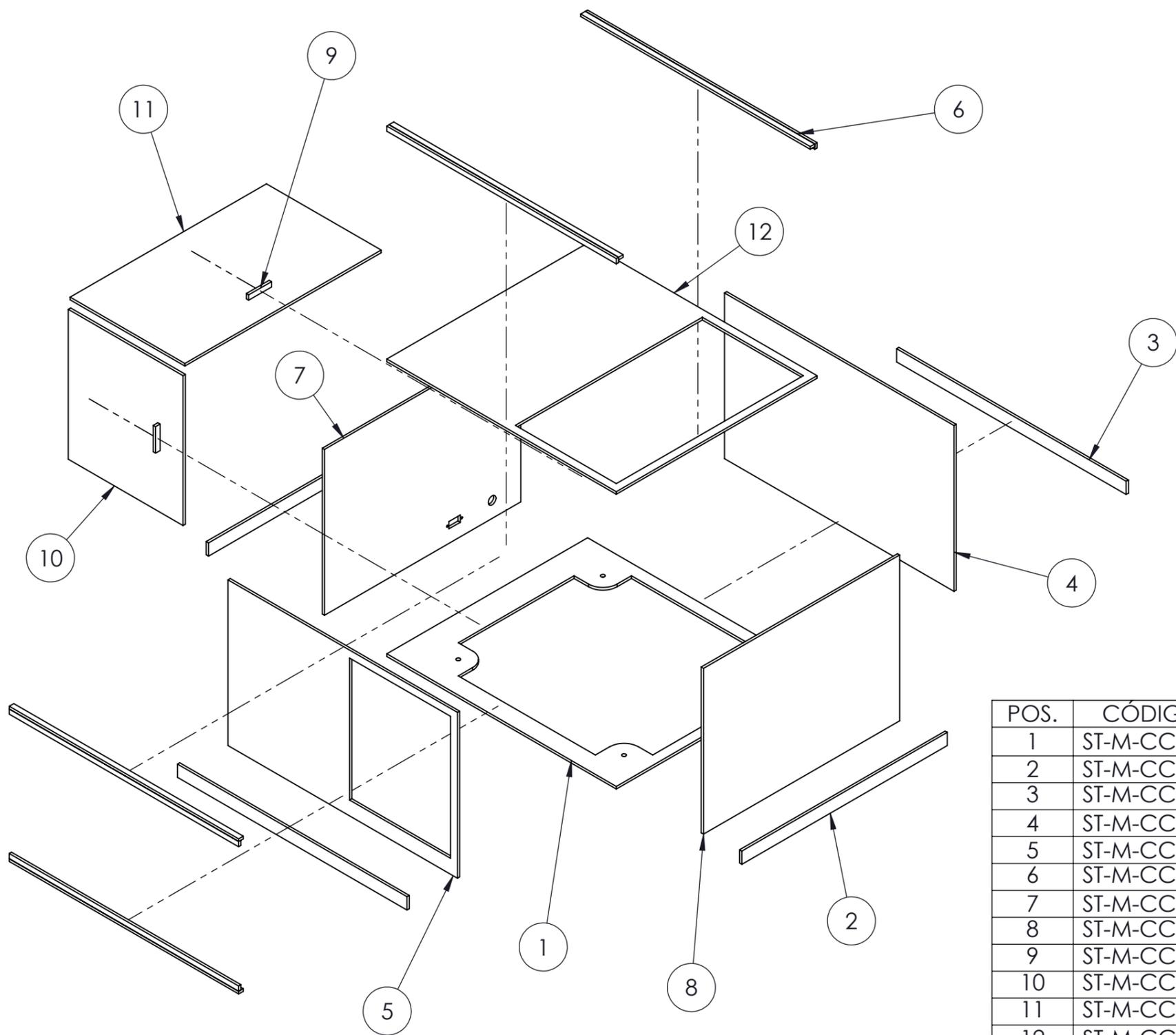
Unidad: mm
Esc: **1:1**

Elementos electrónicos

Código de plano:
ST-E-M-EE-069

Plano único

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-CC-100	Policarbonato base	1
2	ST-M-CC-101	Policarbonato borde corto	1
3	ST-M-CC-102	Policarbonato borde largo	1
4	ST-M-CC-103	Policarbonato fondo	1
5	ST-M-CC-104	Policarbonato frente	1
6	ST-M-CC-105	Policarbonato guías	8
7	ST-M-CC-110	Policarbonato lateral derecho	1
8	ST-M-CC-111	Policarbonato lateral izquierdo	1
9	ST-M-CC-106	Policarbonato manija	2
10	ST-M-CC-107	Policarbonato tapa frontal	1
11	ST-M-CC-108	Policarbonato tapa superior	1
12	ST-M-CC-109	Policarbonato techo	1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



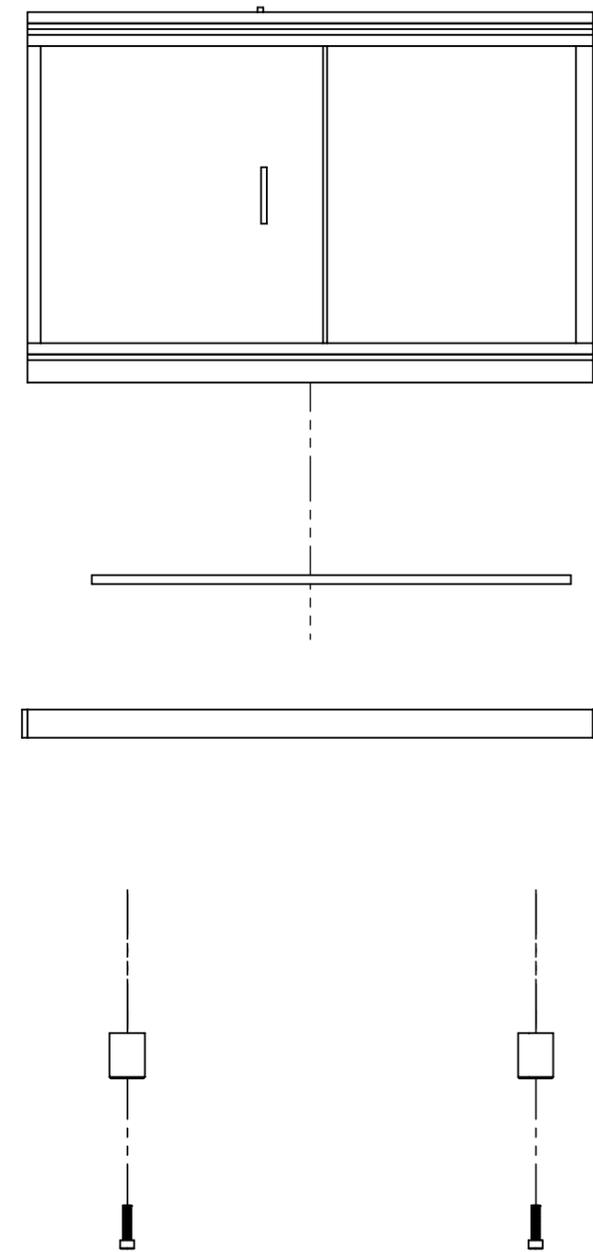
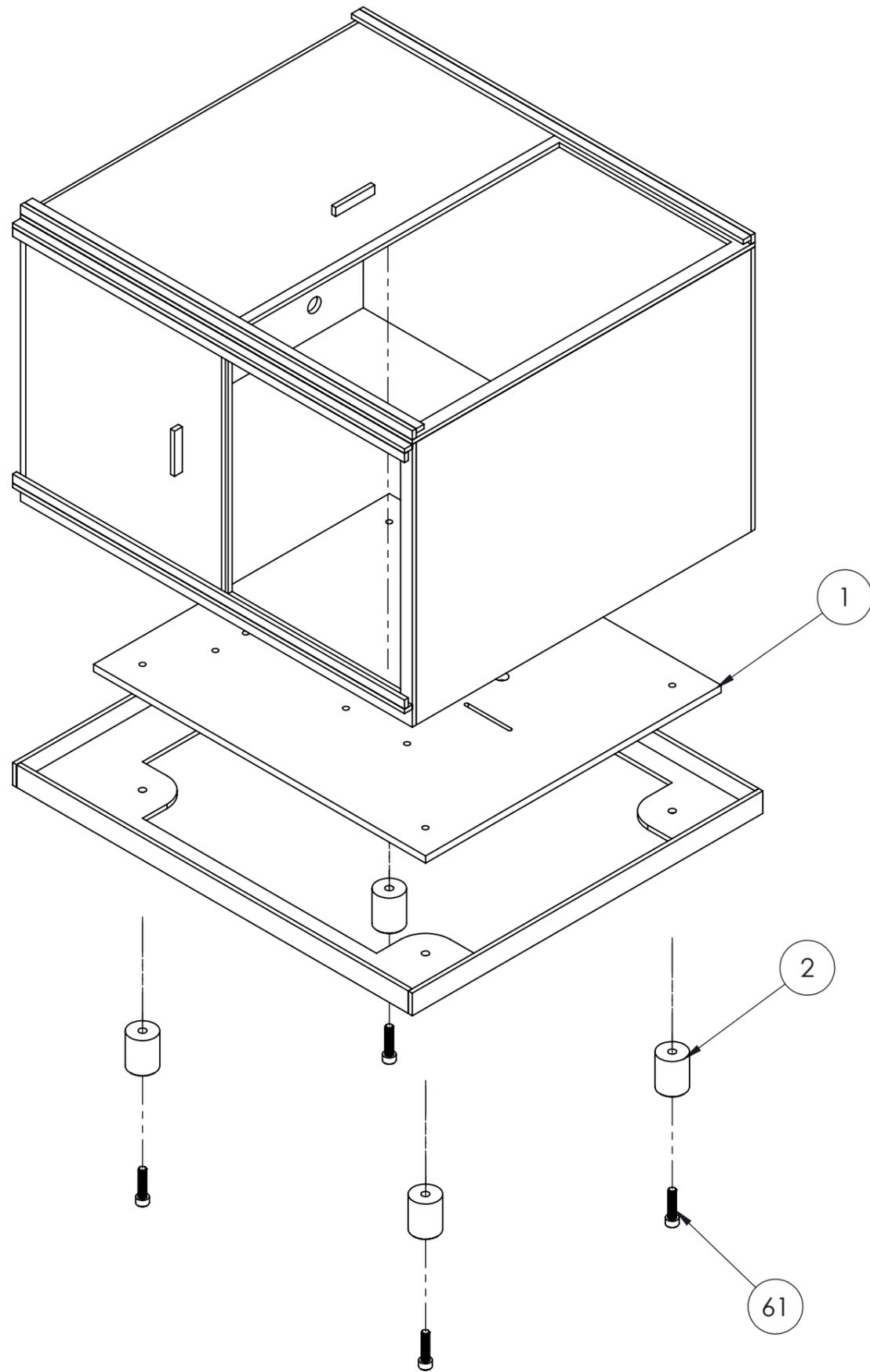
Esc:
1:6

**Estructura y
cerramiento**

Código de plano:
ST-E-M-TP-068

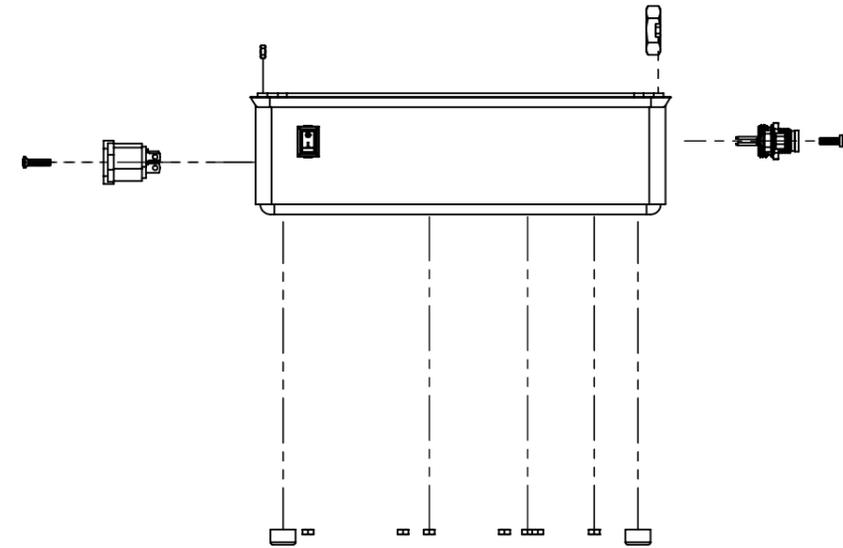
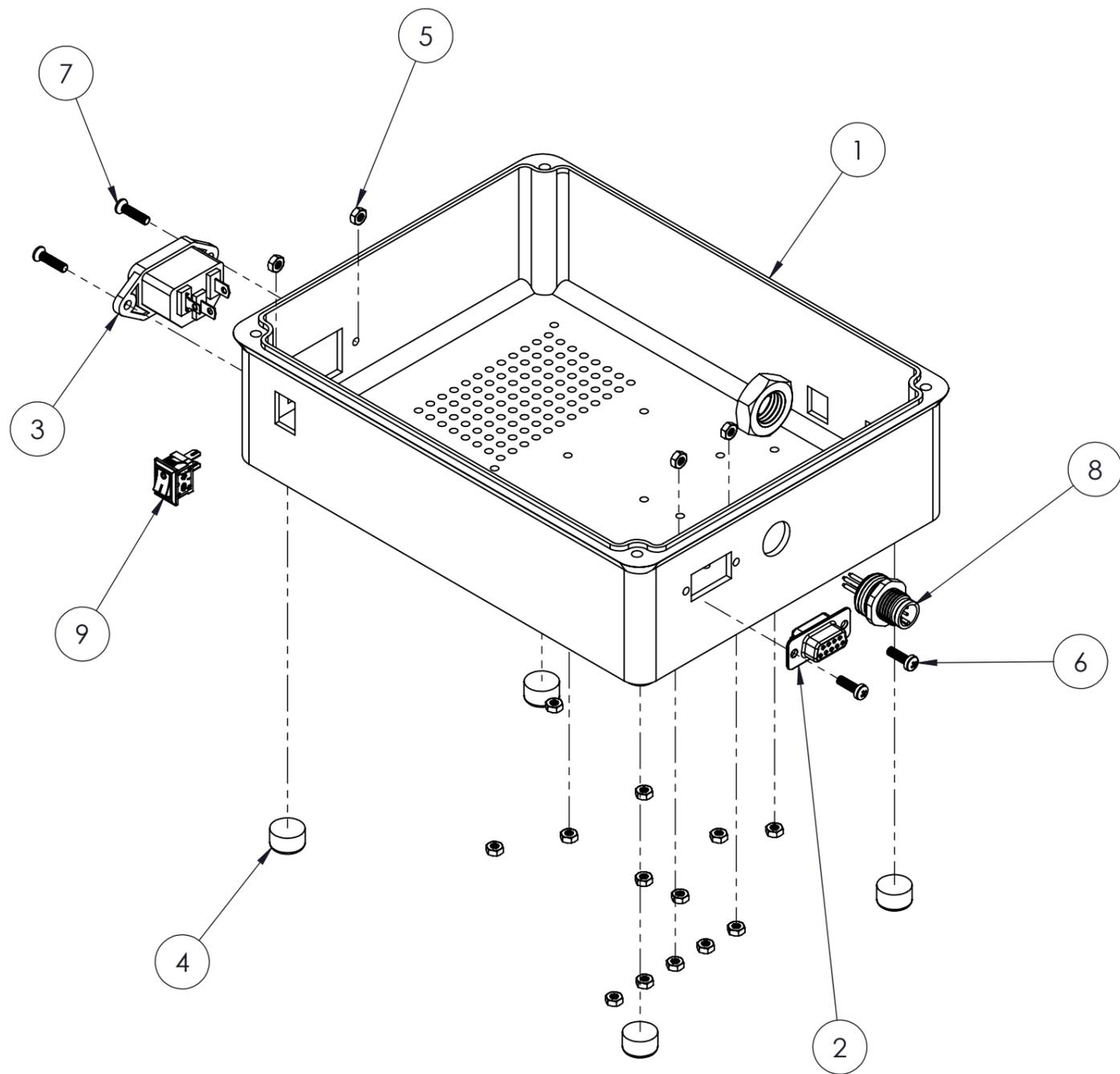
Parte 1

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-ES-001	Mesa	1
2	ST-M-ES-002	Pata	4
3	ST-M-EU-061	Tornillo Allen M6x1.0x25mm	4

	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm	Esc: 1:4		Estructura y cerramiento	Código de plano: ST-E-M-EC-068
					Parte 2
					Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-E-EE-080	Caja estanca IP65	1
2	ST-E-EE-099	DB9 hembra	1
3	ST-E-EE-082	Conector 220v	1
4	ST-M-ES-085	Tacos de goma	4
5	ST-M-EU-049	Tuerca M3x0.5mm	19
6	ST-M-EU-063	Tornillo philip M3x0.5x10mm plano	2
7	ST-M-EU-083	Tornillo philip M3x0.5x13mm cónico	2
8	ST-E-EE-113	Conector 4 pines	1
9	ST-E-EE-088	Llave de encendido	1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Esc:

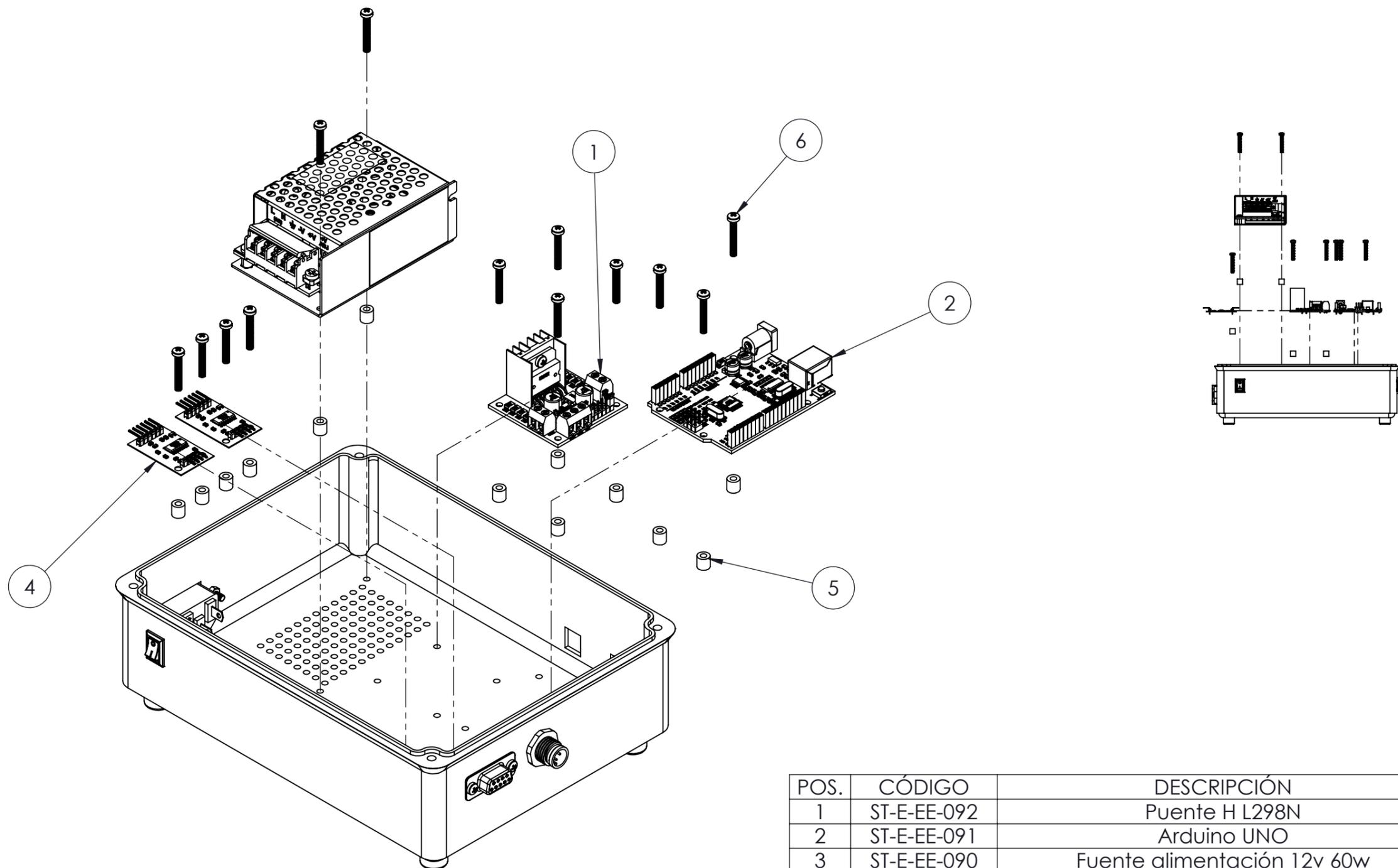
1:2

**Gabinete de
control**

Código de plano:
ST-E-M-GC-070

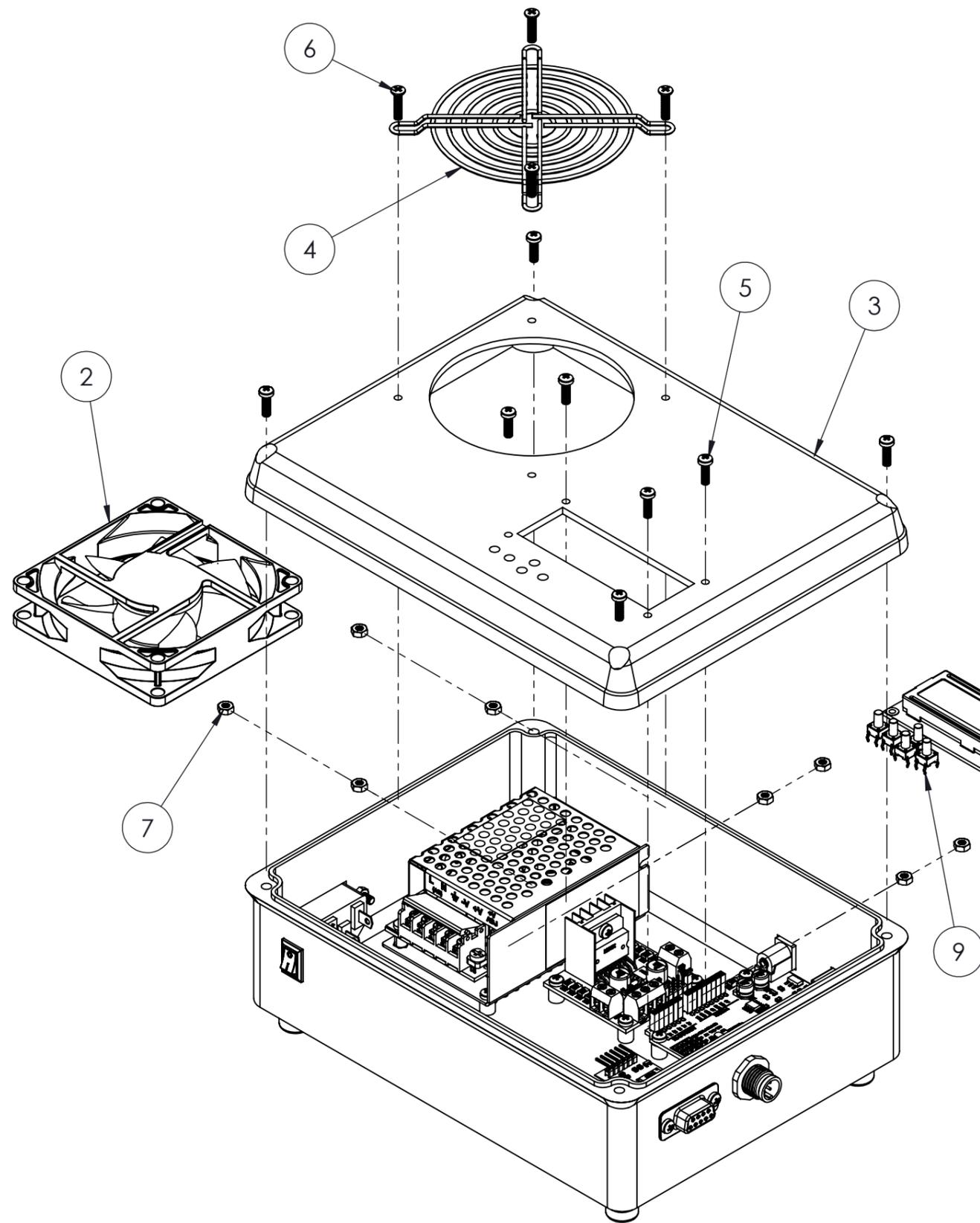
Parte 1

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-E-EE-092	Puente H L298N	1
2	ST-E-EE-091	Arduino UNO	1
3	ST-E-EE-090	Fuente alimentación 12v 60w	1
4	ST-E-EE-086	Amplificador HX711	2
5	ST-M-ES-081	Tubo separador 6mm	15
6	ST-M-EU-064	Tornillo philip M3x0.5x20mm plano	15

	Dib.	02/2021	M. Uccellini	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
	Unidad: mm			Gabinete de control	Código de plano: ST-E-M-GC-070
Esc: 1:2	Parte 2				
					Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-E-EE-088	LCD 16x2	1
2	ST-E-EE-084	Ventilador 80mm	1
3	ST-E-EE-080	Caja estanca IP55	1
4	ST-M-ES-094	Rejilla 80mm	1
5	ST-M-EU-063	Tornillo philip M3x0.5x10mm plano	4
6	ST-M-EU-083	Tornillo philip M3x0.5x13mm cónico	4
7	ST-M-EU-049	Tuerca M3x0.5mm	8
8	ST-E-EE-114	Interfaz I2C	1
9	ST-E-EE-093	Botón pulsador	5



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



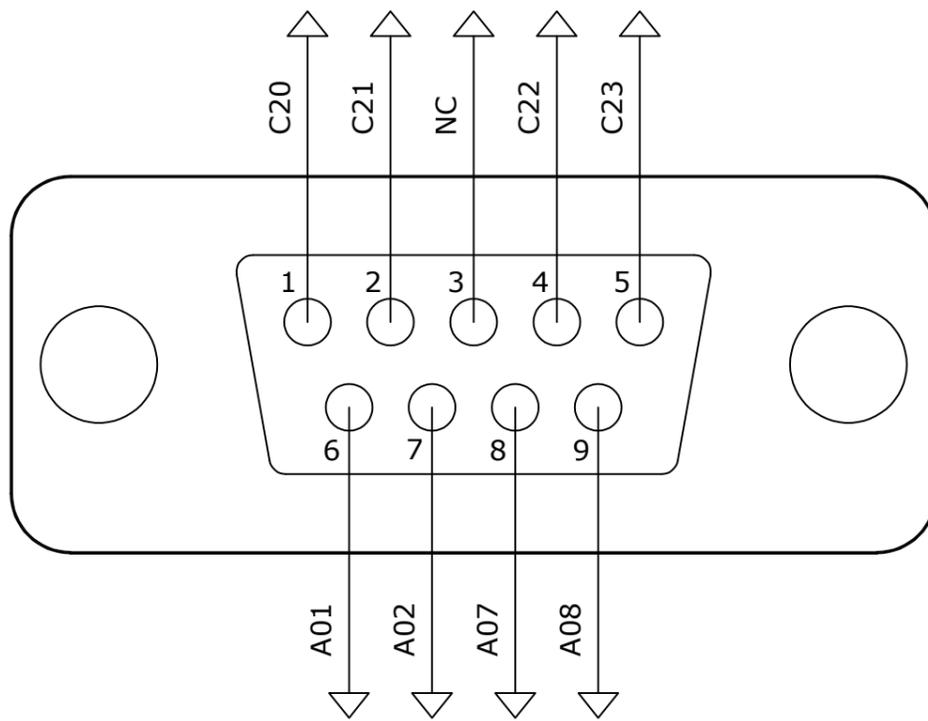
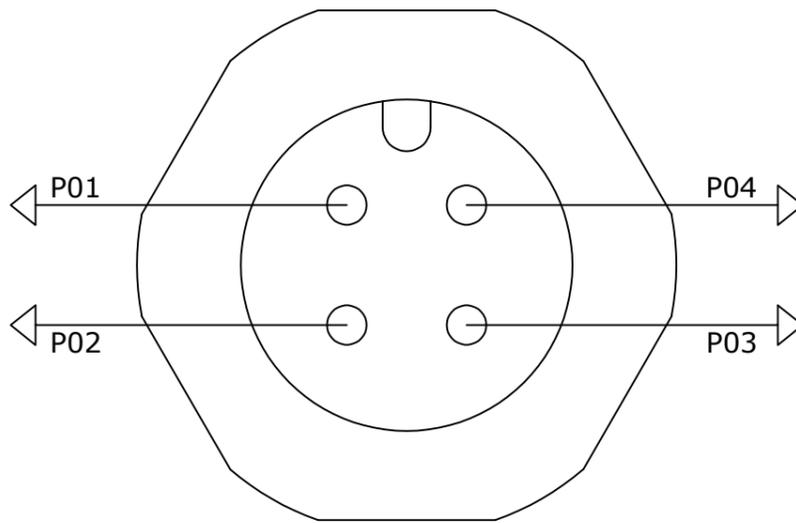
Esc:
1:2

**Gabinete de
control**

Código de plano:
ST-E-M-GC-070

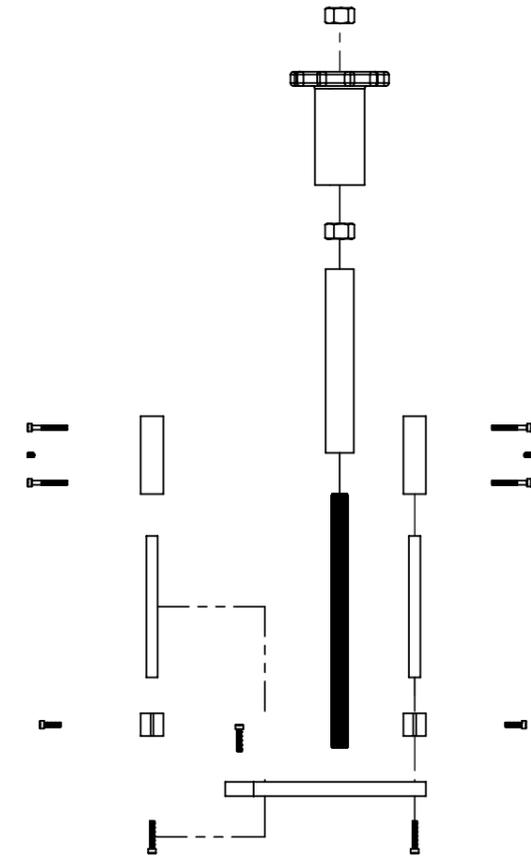
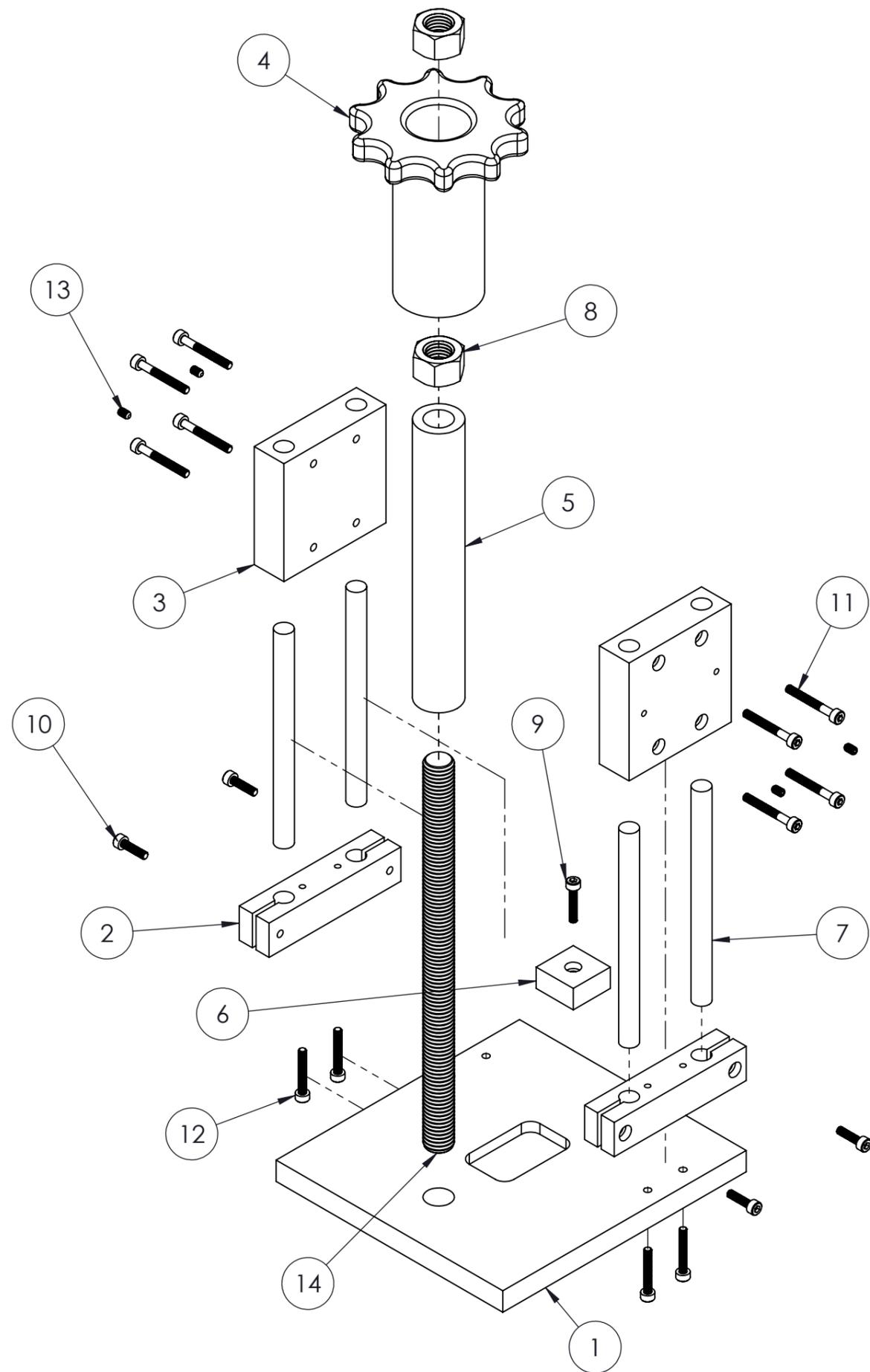
Parte 3

Fecha de entrega: 16/04/2021



Código	Descripción	Cantidad
ST-E-EE-099	DB9 hembra	1
ST-E-EE-113	Conector 4 pines	1

		Fecha	Nombre	Proyecto final de carrera N°: 2005B	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concepción del Uruguay
	Dib.	02/2021	M. Uccellini		
	Rev.	03/2021	G. Puente		
	Apr.	03/2021	G. Puente		
Unidad: mm	Pin Out conectores de gabinete			Código de plano: ST-E-E-EE-063	
				Material: Varios	
Escala				Fecha entrega: 16/04/2021	



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-BG-040	Base giratoria	1
2	ST-M-BG-036	Soporte barras 8mm	2
3	ST-M-BG-035	Guía barras 8mm	2
4	ST-M-ES-077	Manivela	1
5	ST-M-ES-076	Tubo separador 20mm	1
6	ST-M-ES-075	Tope base giratoria	1
7	ST-M-BG-037	Barra acero 8mm	4
8	ST-M-EU-050	Tuerca M12x1.75mm	2
9	ST-M-EU-062	Tornillo Allen M3x0.5x16mm	1
10	ST-M-EU-053	Tornillo Allen M3x0.5x12mm	4
11	ST-M-EU-056	Tornillo Allen M3x0.5x25mm	8
12	ST-M-EU-051	Tornillo Allen M3x0.5x20mm	4
13	ST-M-EU-095	Prisionero M3x0.5x5mm	4
14	ST-M-EU-073	Varilla roscada M12x180mm	1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



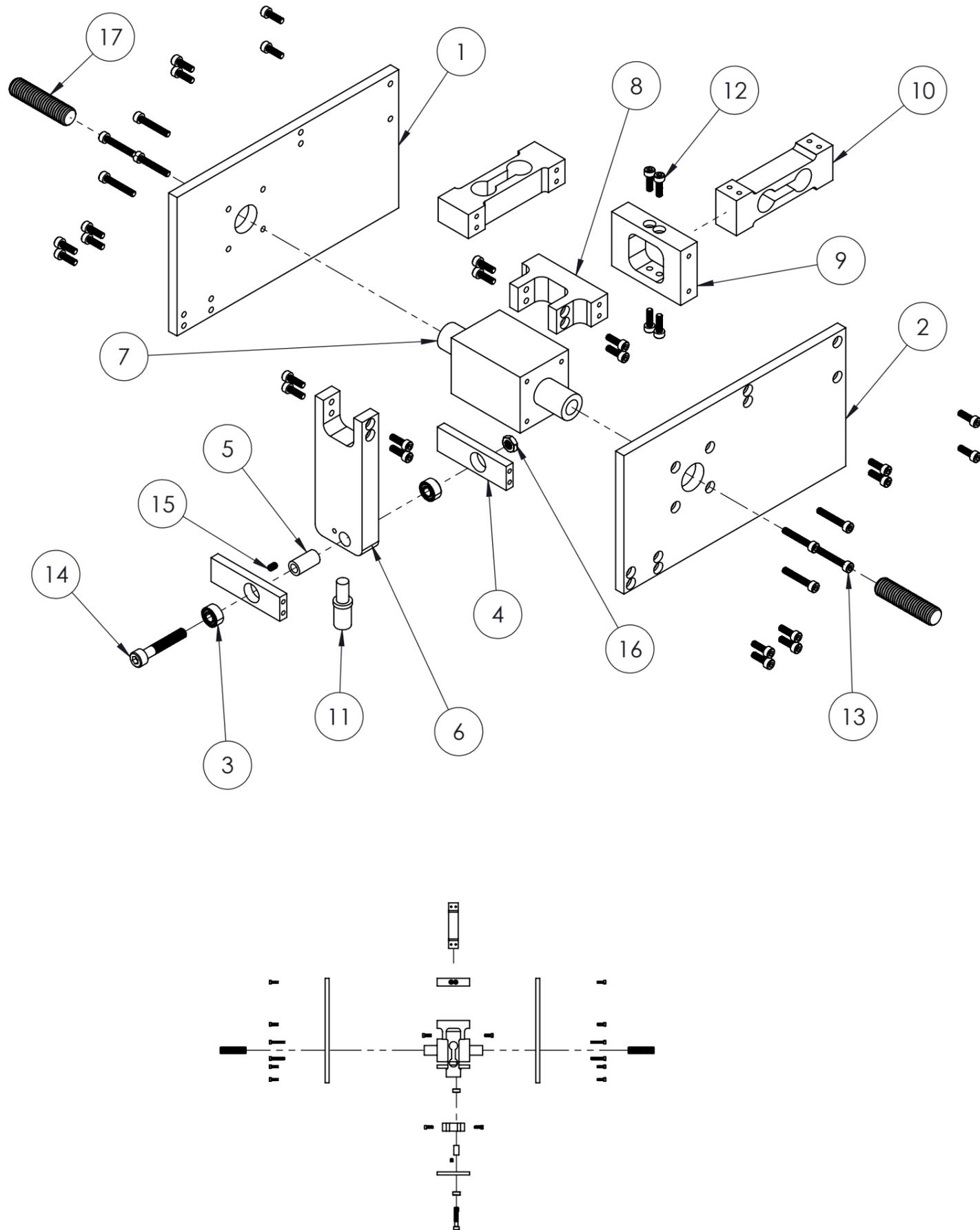
Esc:
1:2

**Sistema de base
giratoria**

Código de plano:
ST-E-M-BG-065

Plano único

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-BP-029	Brazo pivotante izquierdo	1
2	ST-M-BP-034	Brazo pivotante derecho	1
3	ST-M-BP-032	Rodamiento 638-5-2Z	2
4	ST-M-BP-033	Soporte rodamiento 638-5-2Z	2
5	ST-M-BP-074	Tubo separador 8mm	1
6	ST-M-BP-030	Porta pin	1
7	ST-M-BP-025	Eje brazo pivotante	1
8	ST-M-BP-031	Soporte CC FR	1
9	ST-M-BP-026	Soporte CC FN	1
10	ST-E-EE-027	Celda de carga	2
11	ST-M-BP-028	Indentador	1
12	ST-M-EU-052	Tornillo Allen M3x0.5x10mm	28
13	ST-M-EU-051	Tornillo Allen M3x0.5x20mm	8
14	ST-M-EU-055	Tornillo Allen M5x0.8x30mm	1
15	ST-M-EU-095	Prisionero M3x0.5x5mm	1
16	ST-M-EU-070	Tuerca M5x0.8mm	1
17	ST-M-EU-071	Varilla roscada M10x40mm	2



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



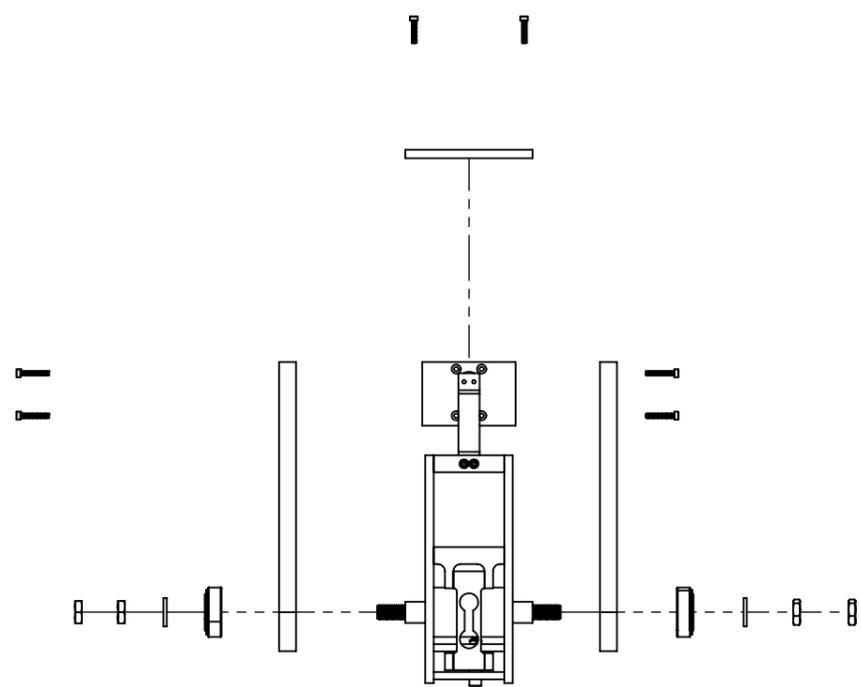
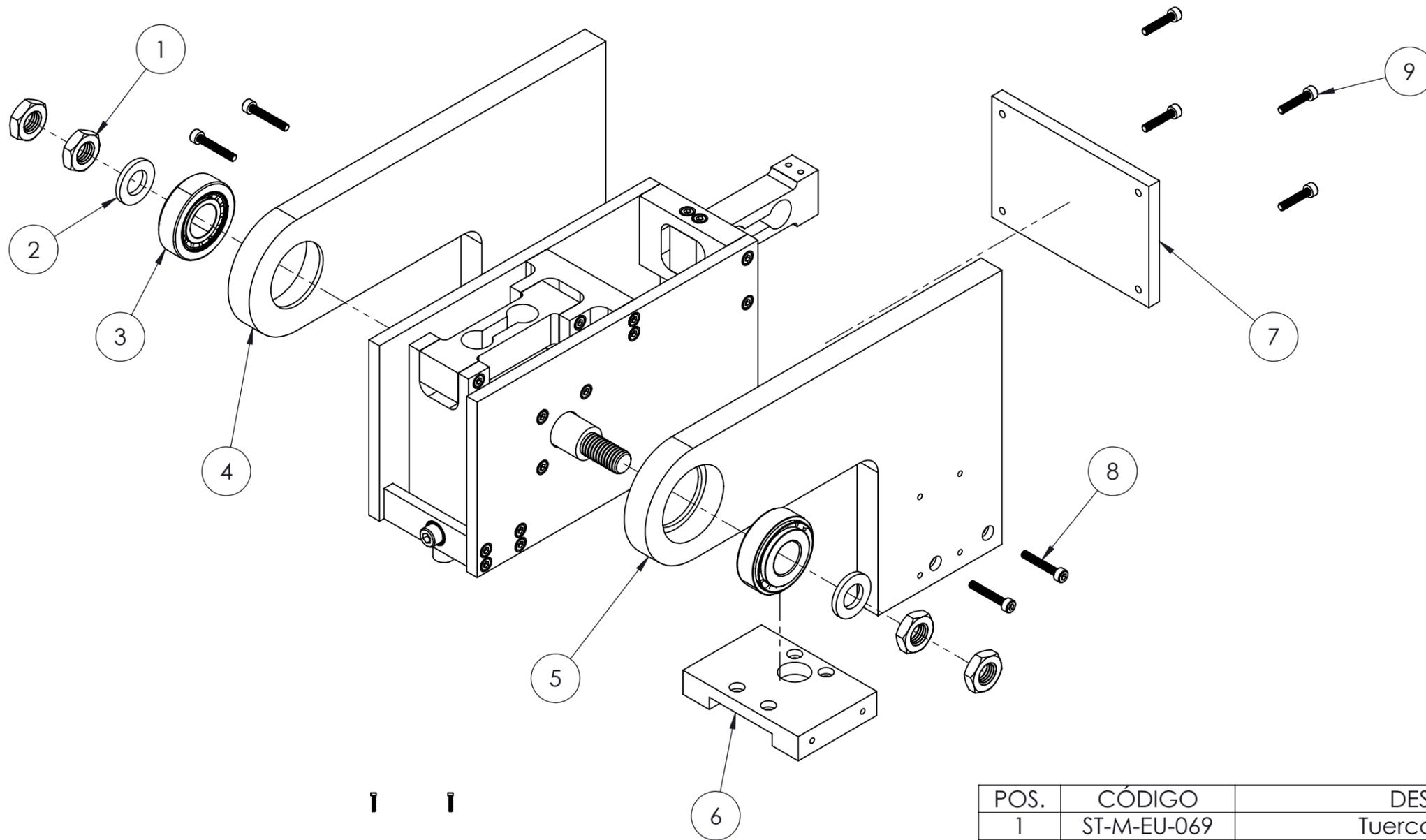
Esc:
2:5

**Sistema de brazo
pivotante**

Código de plano:
ST-E-M-BP-066

Parte 1

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-EU-069	Tuerca M10x1.5mm	4
2	ST-M-EU-068	Arandela plana M10	2
3	ST-M-BP-024	Rodamiento 30202	2
4	ST-M-BP-039	Soporte rodamiento 30202 derecho	1
5	ST-M-BP-038	Soporte rodamiento 30202 izquierdo	1
6	ST-M-BP-047	Soporte motorreductor eje vertical	1
7	ST-M-BP-079	Guía empujador resorte	1
8	ST-M-EU-051	Tornillo Allen M3x0.5x20mm	4
9	ST-M-EU-062	Tornillo Allen M3x0.5x16mm	4



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



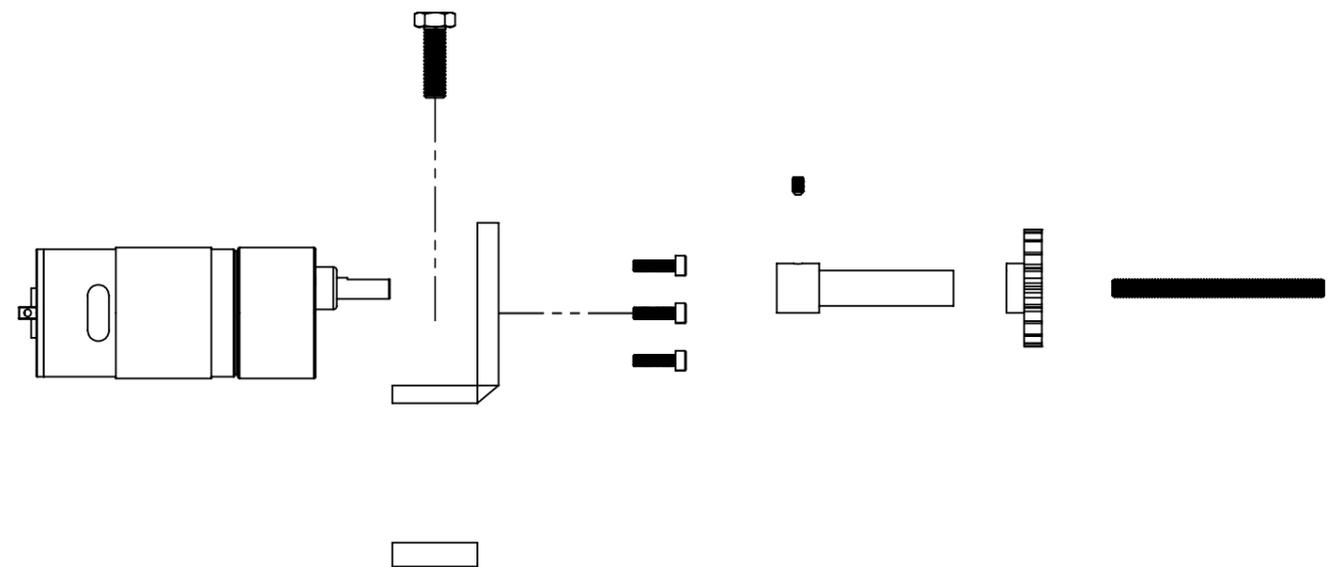
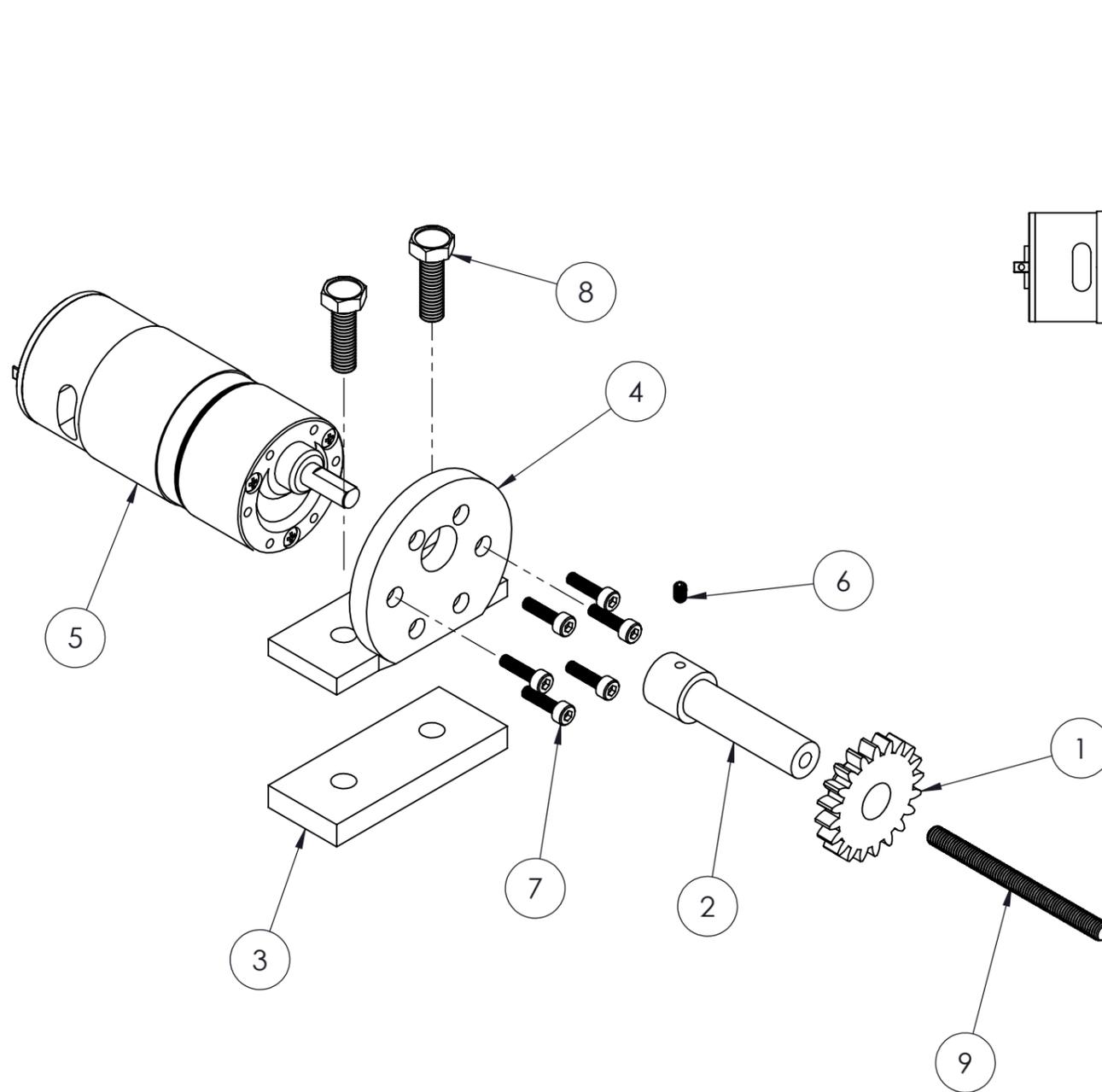
Esc:
1:2

**Sistema de brazo
pivotante**

Código de plano:
ST-E-M-BP-066

Parte 2

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-TP-096	Engranaje conductor	1
2	ST-M-TP-023	Empujador carro LFL32	1
3	ST-M-ES-022	Separador base motorreductor	1
4	ST-M-ES-020	Base motorreductor eje horizontal	1
5	ST-E-CP-021	Motorreductor eje horizontal	1
6	ST-M-EU-095	Prisionero M3x0.5x5mm	1
7	ST-M-EU-053	Tornillo Allen M3x0.5x12mm	6
8	ST-M-EU-065	Tornillo hexagonal M6x20mm	2
9	ST-M-EU-072	Varilla roscada M5x60mm	1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



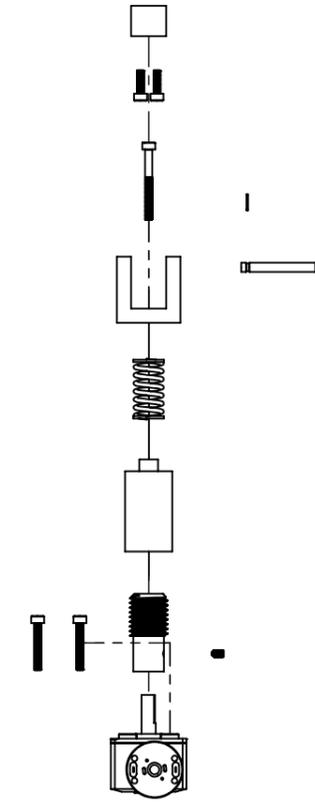
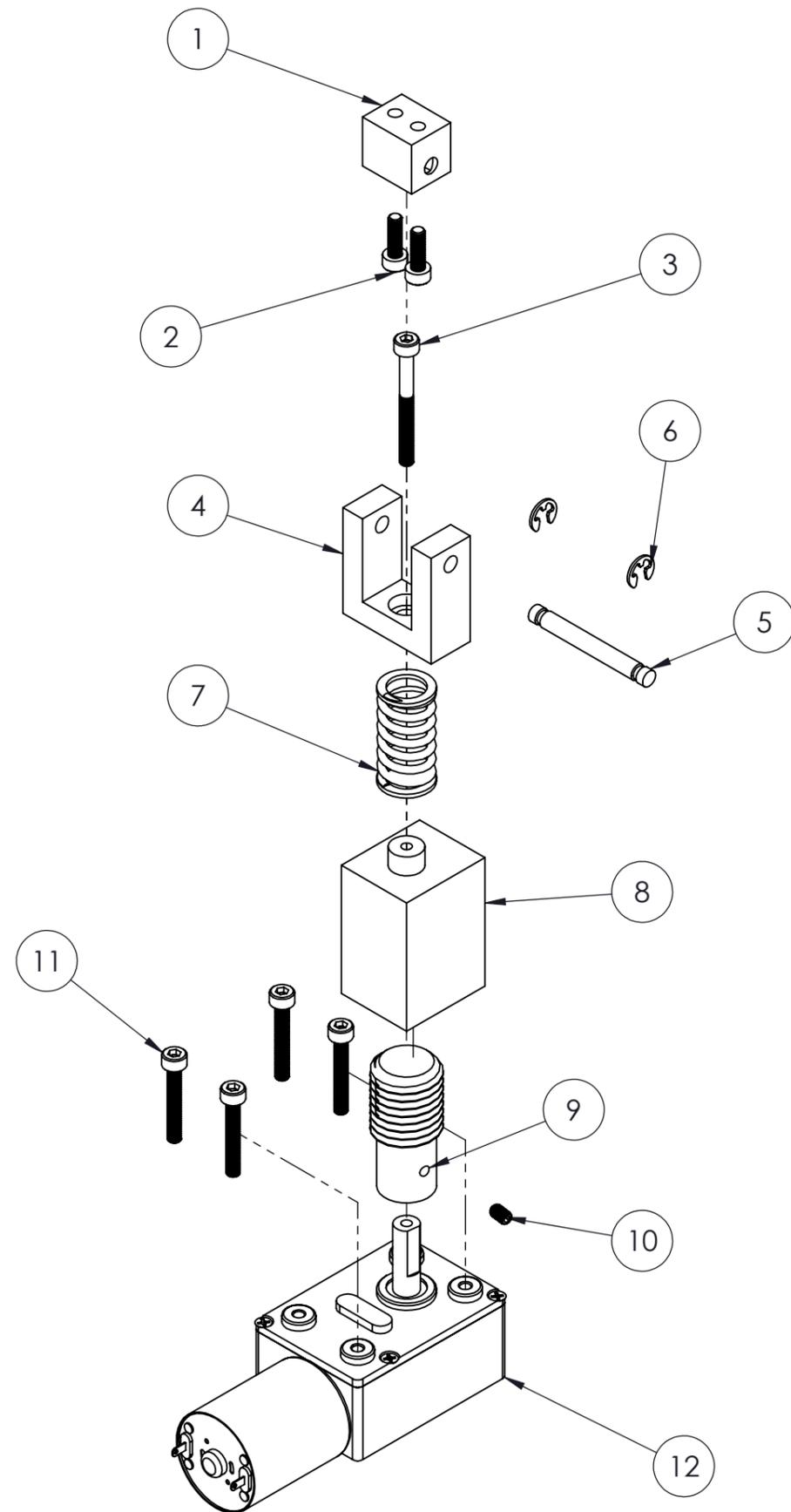
Esc:
2:3

**Sistema de
conversión de par**

Código de plano:
ST-E-M-CP-067

Parte 1

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-CP-044	Empujador celda de carga	1
2	ST-M-EU-052	Tornillo Allen M3x0.5x10mm	2
3	ST-M-EU-054	Tornillo Allen M3x0.5x30mm	1
4	ST-M-CP-046	Empujador U celda de carga	1
5	ST-M-CP-045	Eje empuja celda de carga	1
6	ST-M-CP-089	Seguro para eje 4mm	2
7	ST-M-CP-041	Resorte empujador brazo pivotante	1
8	ST-M-CP-043	Empujador resorte brazo pivotante	1
9	ST-M-EU-067	Tornillo M16 hueco	1
10	ST-M-EU-095	Prisionero M3x0.5x5mm	1
11	ST-M-EU-051	Tornillo Allen M3x0.5x20mm	4
12	ST-E-CP-042	Motorreductor eje vertical	1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



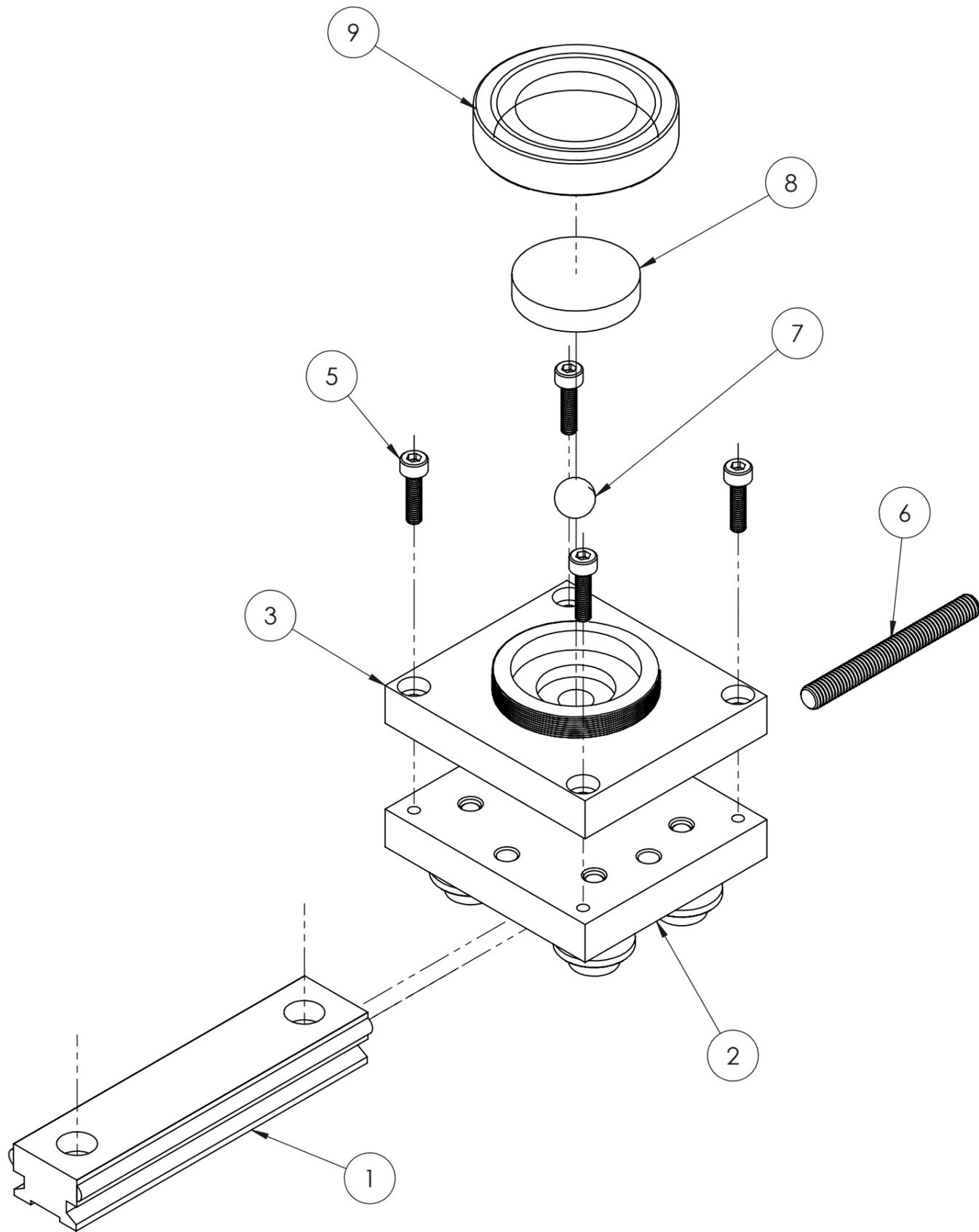
Esc:
3:4

**Sistema de
conversión de par**

Código de plano:
ST-E-M-CP-067

Parte 2

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-TP-005	Guía lineal LFS20-CE x 80mm	1
2	ST-M-TP-006	Guía lineal LFL20-SF	1
3	ST-M-TP-017	Porta probeta	1
4	ST-M-EU-057	Tornillo allen M4x0.7x16mm	2
5	ST-M-EU-053	Tornillo allen M3x0.5x12mm	4
6	ST-M-EU-112	Varilla roscada M5x45mm	1
7	ST-M-TP-019	Bolilla 8mm	1
8		PROBETA	
9	ST-M-EU-018	Tuerca porta probeta	1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Punte
Apr.	03/2021	G. Punte

**Proyecto final de
carrera
Nº: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



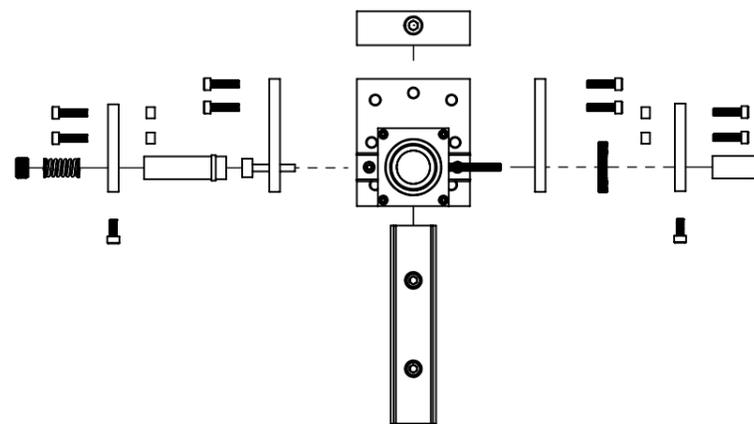
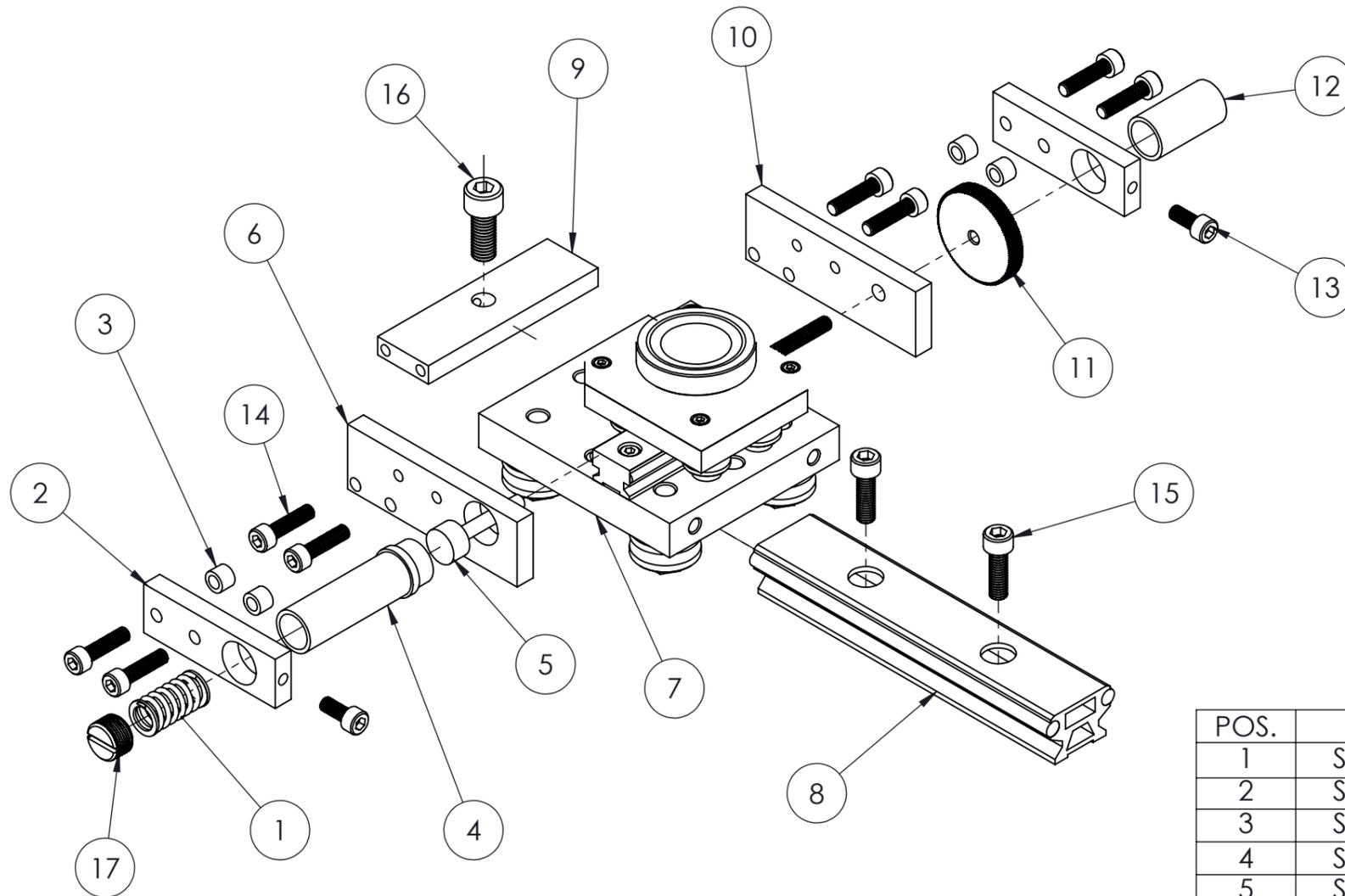
Esc:
1:1

**Sistema traslación
probeta**

Código de plano:
ST-E-M-TP-071

Parte 1

Fecha de entrega: 16/04/2021



POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ST-M-TP-012	Resorte empujador carro LFL	1
2	ST-M-TP-009	Soporte resorte - rueda	1
3	ST-M-TP-010	Separador carro LFL	4
4	ST-M-TP-013	Guía resorte carro LFL	1
5	ST-M-TP-011	Empuja carro LFL20	1
6	ST-M-TP-007	Soporte lateral D carro	1
7	ST-M-TP-004	Guía lineal LFL32-SF	1
8	ST-M-TP-003	Guía lineal LFS32-CE x 140mm	1
9	ST-M-TP-008	Soporte horizontal carro INA	1
10	ST-M-TP-016	Soporte lateral I carro	1
11	ST-M-TP-015	Rueda	1
12	ST-M-TP-014	Guía lado rueda	1
13	ST-M-EU-098	Tornillo Allen M5x0.8x12mm	2
14	ST-M-EU-059	Tornillo Allen M5x0.8x20mm	8
15	ST-M-EU-060	Tornillo Allen M6x1.0x20mm	2
16	ST-M-EU-058	Tornillo Allen M8x1.25x20mm	1
17	ST-M-EU-078	Tornillo M14 sin cabeza	1



	Fecha	Nombre
Dib.	02/2021	M. Uccellini
Rev.	03/2021	G. Puente
Apr.	03/2021	G. Puente

**Proyecto final de
carrera
N°: 2005B**

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional de Concepción del Uruguay

Unidad: mm



Esc:
1:2

**Sistema traslación
probeta**

Código de plano:
ST-E-M-TP-071

Parte 2

Fecha de entrega: 16/04/2021



MEMORIAS DE CÁLCULO

ÍNDICE

ST-E-EE-080 - Caja estanca IP55	4
ST-E-EE-099 - DB9 hembra	5
ST-E-EE-084 - Ventilador 80mm	6
ST-E-EE-086 - Amplificador HX711.....	7
ST-E-EE-088 - LCD 16x2 líneas.....	8
ST-E-EE-114 – Interfaz I2C.....	9
ST-E-EE-091 - Arduino UNO.....	10
ST-E-EE-092 - Puente H - L298N	11
ST-E-EE-113 - Conector 4 pines.....	12
ST-E-MR-021 - Motorreductor eje horizontal	12
ST-E-MR-042 - Motorreductor eje vertical.....	15
ST-E-EE-027 – Celda de carga	17
ST-E-EE-090 - Fuente alimentación 12v 60w	18
ST-M-CP-041 - Resorte empujador brazo pivotante.....	20
ST-M-CP-045 - Eje empuja celda de carga.....	21
ST-M-ES-020 - Base motorreductor eje horizontal	24
ST-M-BP-024 - Rodamiento 30202	29
ST-M-BP-025 - Eje brazo pivotante.....	36
ST-M-BP-032 - Rodamiento 638-5-2Z.....	42
ST-M-BP-033 - Soporte rodamiento 638-5-2Z.....	45
ST-M-BP-038 - Soporte rodamiento 30202 Izquierdo.....	51
ST-M-BP-039 - Soporte rodamiento 30202 derecho	55
ST-M-TP-003 - Guía lineal LFS 32-CE x 140mm.....	56
ST-M-TP-004 - Guía lineal LFL32-SF	57

ST-M-TP-005 - Guía lineal LFS20-CE x 80mm.....	59
ST-M-TP-006 - Guía lineal LFL20-SF	60
ST-M-TP-012 - Resorte empujador carro LFL	61
ST-M-BG-037 - Barra acero 8mm	62
ST-E-EE-048 - Encoder EC11	63
Glosario	64

ST-E-EE-080 - Caja estanca IP55





Grado de Protección	IP 55		
Resistencia al Impacto	Ik 08		
Prueba de filamento incandescente	650 °C		
Deformación de bola	< 1,4 mm	70 °C	
Prueba al envejecimiento	168 hs	70°C	
Voltaje de aislación (V)	5250 V	> 6,5 MΩ	
Conforme de norma	IEC 60670-1 (ed. 1.1):2011 & IEC 60670-22 (ed. 1):2003		
Temperatura durante la instalación	-5 °C hasta +60°C		

CARACTERISTICAS

- Tornillos imperdibles
- Tornillos de larga durabilidad
- Soportes internos
- Posicionadores de amurado con protección aislante.

ABERTURAS DE INSTALACION

- Realizar las aberturas con una mecha caladora múltiple o mecha copa teniendo en cuenta el diámetro del conector a acoplar.
- Colocar el conector para caño Roker que brinda un acople exacto entre una caja y un caño del Sistema de Canalización Roker.

Recomendamos tener en cuenta el grado de IP a la hora de realizar todo tipo de acoples.

INSTRUCTIVO DE MONTAJE

- Amurar la caja perforando los posicionadores de amurado ubicados en el fondo de la caja (uno en cada esquina).
- Luego atornillar con cuatro tornillos de 8mm o similar, colocar la protección aislante suministrada cubriendo la cabeza de cada tornillo.
- Asegurarse que la caja este perfectamente derecha.
- Realizar las conexiones eléctricas utilizando los soportes internos y asegurándose previamente que el suministro eléctrico este cortado.
- Una vez terminada la instalación colocar los tornillos suministrados de larga durabilidad en la tapa para que estos no se pierdan y luego a la base, utilizando un destornillador tipo phillips.

Recomendamos asegurarse que quede todo correctamente amurado y atornillado para que la caja no pierda su IP original.

ARTICULO	DIMENSIONES		
	h	L	P
PR 994/50	70	70	50
PR 994/35	70	70	35
PR 995/67	100	170	67
PR 995/81	100	170	81
PR 996/54	92	92	54
PR 997/75	92	92	75
PR 998/50	115	115	50
PR 998/67	115	115	67
PR 998/81	115	115	81
PR 999/110	115	115	110
PR 1000/50	122	166	50
PR 1000/67	122	166	67
PR 1000/81	122	166	81
PR 1001/110	122	166	110
PR 1002/110	162	212	110
PR 1002/50	162	212	50
PR 1002/67	162	212	67
PR 1003/110	211	211	110
PR 1003/157	211	211	157
PR 1003/81	211	211	81
PR 1004/170	305	305	170
PR 1005/81	162	212	81
PR 1006/50	165	165	50
PR 1006/67	165	165	67
PR 1006/81	165	165	81
PR 1007/110	165	165	110
PR 1008/100	162	285	100
PR 1009/109	285	300	109
PR 1010/106	230	300	106
PR 1010/136	230	300	136
PR 1011/108	437	285	108
PR 1012/95	164	231	95
PRT 1000/81	122	166	81
PRT 998/81	115	115	81
PRC 1003/81	211	211	81





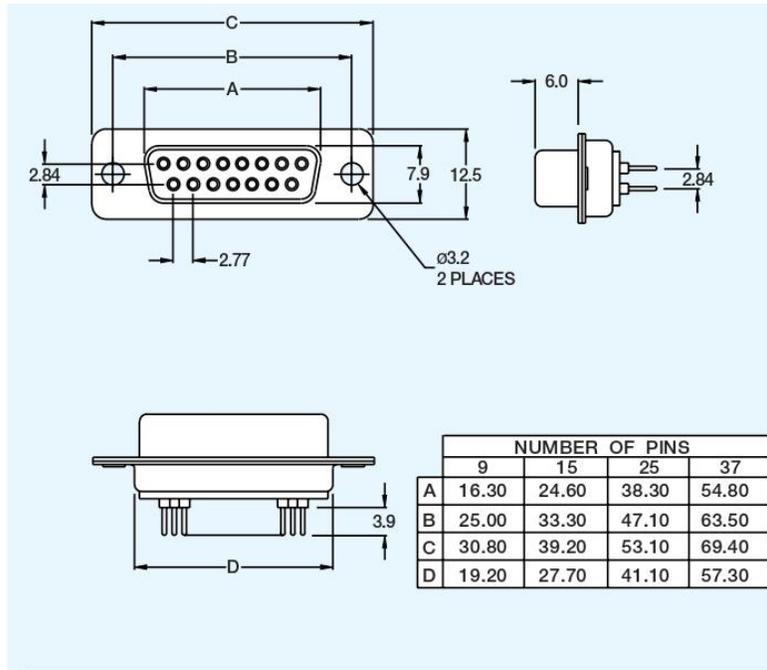
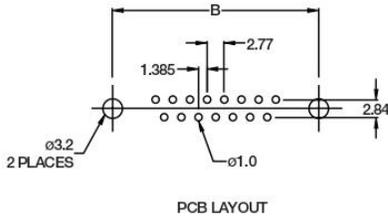
www.roker.com.ar

Imagen C 1

ST-E-EE-099 - DB9 hembra



PDI-09RS-W-H
 (shown)



SPECIFICATIONS

MATERIAL AND FINISH:

Shell:

Material: Steel
 Plating: Tin or Nickel
 Thickness: Base Copper: 40µ"
 Tin: 80~120µ"

Contacts:

Material: Brass (male)
 Phosphor Bronze (female)
 Plating: Gold Plate or Tin
 Thickness: Gold Flash
 40µ" Nickel base
 80~100µ" Tin

Insulator:

P.B.T. and glass-fiber reinforced
 UL 94V-0

Mechanical:

Mating Force: **9 PIN 15 PIN 25 PIN 37 PIN**
 minimum: 1.5 kg 2.0 kg 3.0 kg 3.0 kg
 maximum: 5.0 kg 7.0 kg 8.0 kg 12.0 kg

Unmating Force: **9 PIN 15 PIN 25 PIN 37 PIN**
 minimum: 1.5 kg 2.0 kg 3.5 kg 3.5 kg
 maximum: 5.0 kg 7.0 kg 8.0 kg 12.0 kg



ELECTRICAL SPECIFICATIONS:

Rated Current: 3A
Rated Voltage: 300 VDC
Insulator Resistance:
 3000 Megaohm min. @ 500 VDC
Contact Resistance: 15 milliohm max.
Dielectric Withstanding Strength:
 1000 VAC for 1 minute
Temperature: -55°C to 105°C

Imagen C 2

ST-E-EE-084 - Ventilador 80mm

DC Fan

80x80x25 mm

San Ace 80 9S type Silent Fan  Model 9S0812H401 is not TÜV certified.



General Specifications

- Material Frame: Plastic (Flammability: UL 94V-0), Impeller: Plastic (Flammability: UL 94V-1)
- Expected life See the table below. (L10 life: 90% survival rate for continuous operation in free air at 60°C, rated voltage)
 Expected life at 40°C is for reference only.
- Motor protection function Locked rotor burnout protection, Reverse polarity protection
 For details, please refer to p. 573.
- Dielectric strength 50/60 Hz, 500 VAC, for 1 minute (between lead wire conductors and frame)
- Insulation resistance 10 MΩ or more with a 500 VDC megger (between lead wire conductors and frame)
- Sound pressure level (SPL) ... At 1 m away from the air inlet
- Storage temperature -30 to +70°C (Non-condensing)
- Lead wire ⊕Red ⊖Black Sensor Yellow
- Mass 75 g

Specifications

The models listed below **have ribs and pulse sensors**. For models without ribs, append "1" to the end of model numbers.

Model no.	Rated voltage [V]	Operating voltage range [V]	Rated current [A]	Rated input [W]	Rated speed [min ⁻¹]	Max. airflow [m ³ /min] [CFM]	Max. static pressure [Pa] [inchH ₂ O]
9S0812H401	12	5.0 to 13.2	0.23	2.76	3400	1.12 39.5	52.15 0.2
9S0812F401		5.0 to 13.8	0.11	1.32	2800	0.93 32.8	35.5 0.143
9S0812M401		6.0 to 13.8	0.08	0.96	2500	0.83 29.3	27.5 0.11
9S0812L401		6.0 to 13.8	0.05	0.6	2000	0.66 23.3	18.1 0.073
9S0824M401	24	10 to 26.4	0.06	1.44	2500	0.83 29.3	27.5 0.11
9S0824L401			0.04	0.96	2000	0.66 23.3	18.1 0.073

Available for all models. **Lock sensor**

Differs according to the model. Refer to the table on p. 609. **Without sensor** **PWM control**

The  mark indicates Short LeadTime Service applicable models. See p. 626 for details.

Airflow - Static Pressure Characteristics

9S0812H401 With pulse sensor

9S0812F401 With pulse sensor

9S0812M401 With pulse sensor

Operating voltage range

Operating voltage range

Operating voltage range

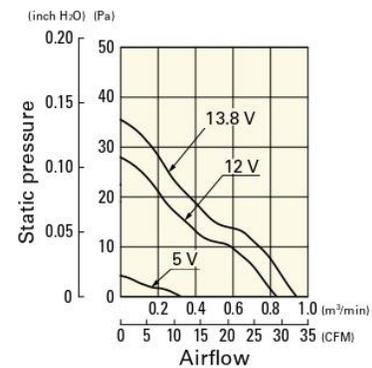
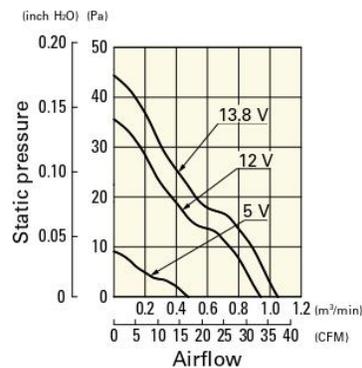
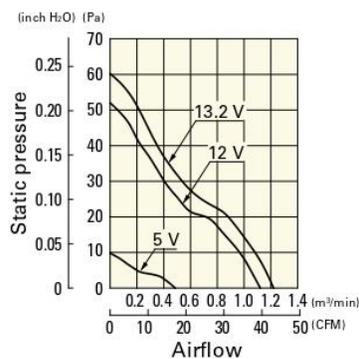


Imagen C 3

ST-E-EE-086 - Amplificador HX711

AVIA SEMICONDUCTOR

HX711

24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales

DESCRIPTION

Based on Avia Semiconductor's patented technology, HX711 is a precision 24-bit analog-to-digital converter (ADC) designed for weigh scales and industrial control applications to interface directly with a bridge sensor.

The input multiplexer selects either Channel A or B differential input to the low-noise programmable gain amplifier (PGA). Channel A can be programmed with a gain of 128 or 64, corresponding to a full-scale differential input voltage of $\pm 20\text{mV}$ or $\pm 40\text{mV}$ respectively, when a 5V supply is connected to AVDD analog power supply pin. Channel B has a fixed gain of 32. On-chip power supply regulator eliminates the need for an external supply regulator to provide analog power for the ADC and the sensor. Clock input is flexible. It can be from an external clock source, a crystal, or the on-chip oscillator that does not require any external component. On-chip power-on-reset circuitry simplifies digital interface initialization.

There is no programming needed for the internal registers. All controls to the HX711 are through the pins.

FEATURES

- Two selectable differential input channels
- On-chip active low noise PGA with selectable gain of 32, 64 and 128
- On-chip power supply regulator for load-cell and ADC analog power supply
- On-chip oscillator requiring no external component with optional external crystal
- On-chip power-on-reset
- Simple digital control and serial interface: pin-driven controls, no programming needed
- Selectable 10SPS or 80SPS output data rate
- Simultaneous 50 and 60Hz supply rejection
- Current consumption including on-chip analog power supply regulator:
 - normal operation $< 1.5\text{mA}$, power down $< 1\mu\text{A}$
- Operation supply voltage range: 2.6 ~ 5.5V
- Operation temperature range: $-40 \sim +85^\circ\text{C}$
- 16 pin SOP-16 package

APPLICATIONS

- Weigh Scales
- Industrial Process Control

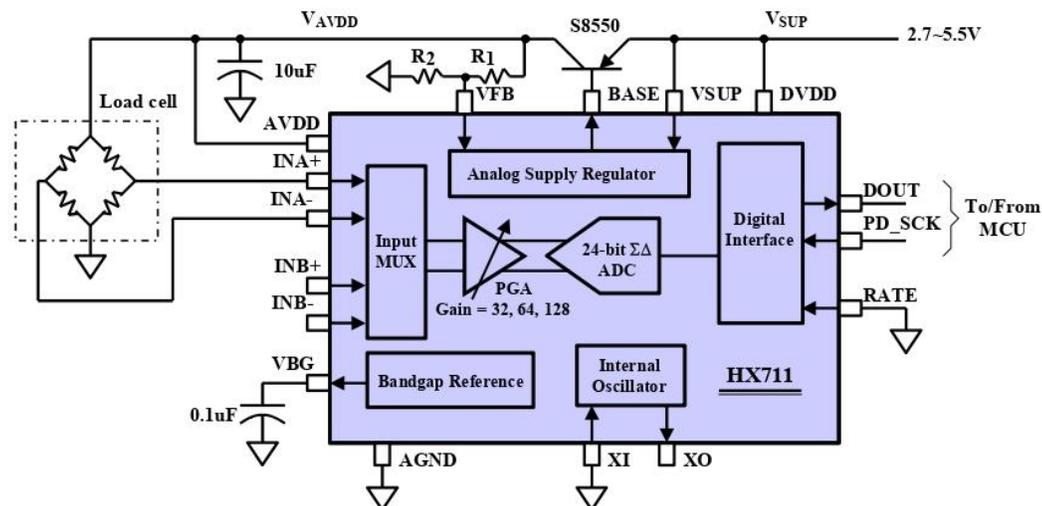


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram

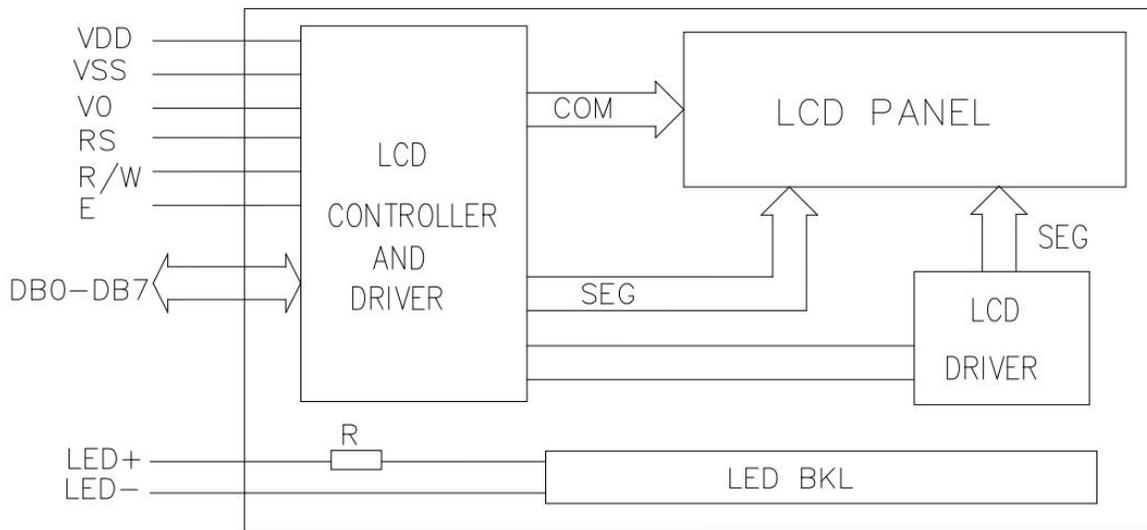
Imagen C 4

ST-E-EE-088 - LCD 16x2 líneas

4. Absolute maximum ratings

Item	Symbol	Standard			Unit
Power voltage	$V_{DD}-V_{SS}$	0	-	7.0	V
Input voltage	V_{IN}	VSS	-	VDD	
Operating temperature range	V_{OP}	0	-	+50	°C
Storage temperature range	V_{ST}	-10	-	+60	

5. Block diagram



9. Electrical characteristics

DC characteristics

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply voltage for LCD	$V_{DD}-V_0$	$T_a = 25^\circ\text{C}$	-	3.0	-	V
Input voltage	V_{DD}		3.1	3.3	3.5	
Supply current	I_{DD}	$T_a = 25^\circ\text{C}, V_{DD} = 3.3\text{V}$	-	1.5	2.5	mA
Input leakage current	I_{LKG}		-	-	1.0	μA
"H" level input voltage	V_{IH}		2.2	-	V_{DD}	V
"L" level input voltage	V_{IL}	Twice initial value or less	0	-	0.6	
"H" level output voltage	V_{OH}	LOH=-0.25mA	2.4	-	-	
"L" level output voltage	V_{OL}	LOH=1.6mA	-	-	0.4	
Backlight supply voltage	V_F		-	3.0	-	
Backlight supply current	I_{LED}	$V_{LED} = 3.3\text{V } R = 25\ \Omega$			16	mA

Imagen C 5

ST-E-EE-114 – Interfaz I2C



PCF8574

SCPS068J – JULY 2001 – REVISED MARCH 2015

www.ti.com

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾

	MIN	MAX	UNIT	
V _{CC} Supply voltage range	-0.5	7	V	
V _I Input voltage range ⁽²⁾	-0.5	V _{CC} + 0.5	V	
V _O Output voltage range ⁽²⁾	-0.5	V _{CC} + 0.5	V	
I _{IK} Input clamp current	V _I < 0	-20	mA	
I _{OK} Output clamp current	V _O < 0	-20	mA	
I _{OK} Input/output clamp current	V _O < 0 or V _O > V _{CC}	±400	µA	
I _{OL} Continuous output low current	V _O = 0 to V _{CC}	50	mA	
I _{OH} Continuous output high current	V _O = 0 to V _{CC}	-4	mA	
Continuous current through V _{CC} or GND			±100	mA
T _J Junction temperature		150	°C	
T _{stg} Storage temperature range	-65	150	°C	

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions* is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) The input negative-voltage and output voltage ratings may be exceeded if the input and output current ratings are observed.

6.2 ESD Ratings

	VALUE	UNIT
V _(ESD) Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	1500
	Charged-device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101 ⁽²⁾	2000

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process. Manufacturing with less than 500-V HBM is possible with the necessary precautions.
- (2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process. Manufacturing with less than 250-V CDM is possible with the necessary precautions.

6.3 Recommended Operating Conditions

	MIN	MAX	UNIT
V _{CC} Supply voltage	2.5	6	V
V _{IH} High-level input voltage	0.7 × V _{CC}	V _{CC} + 0.5	V
V _{IL} Low-level input voltage	-0.5	0.3 × V _{CC}	V
I _{OH} High-level output current		-1	mA
I _{OL} Low-level output current		25	mA
T _A Operating free-air temperature	-40	85	°C

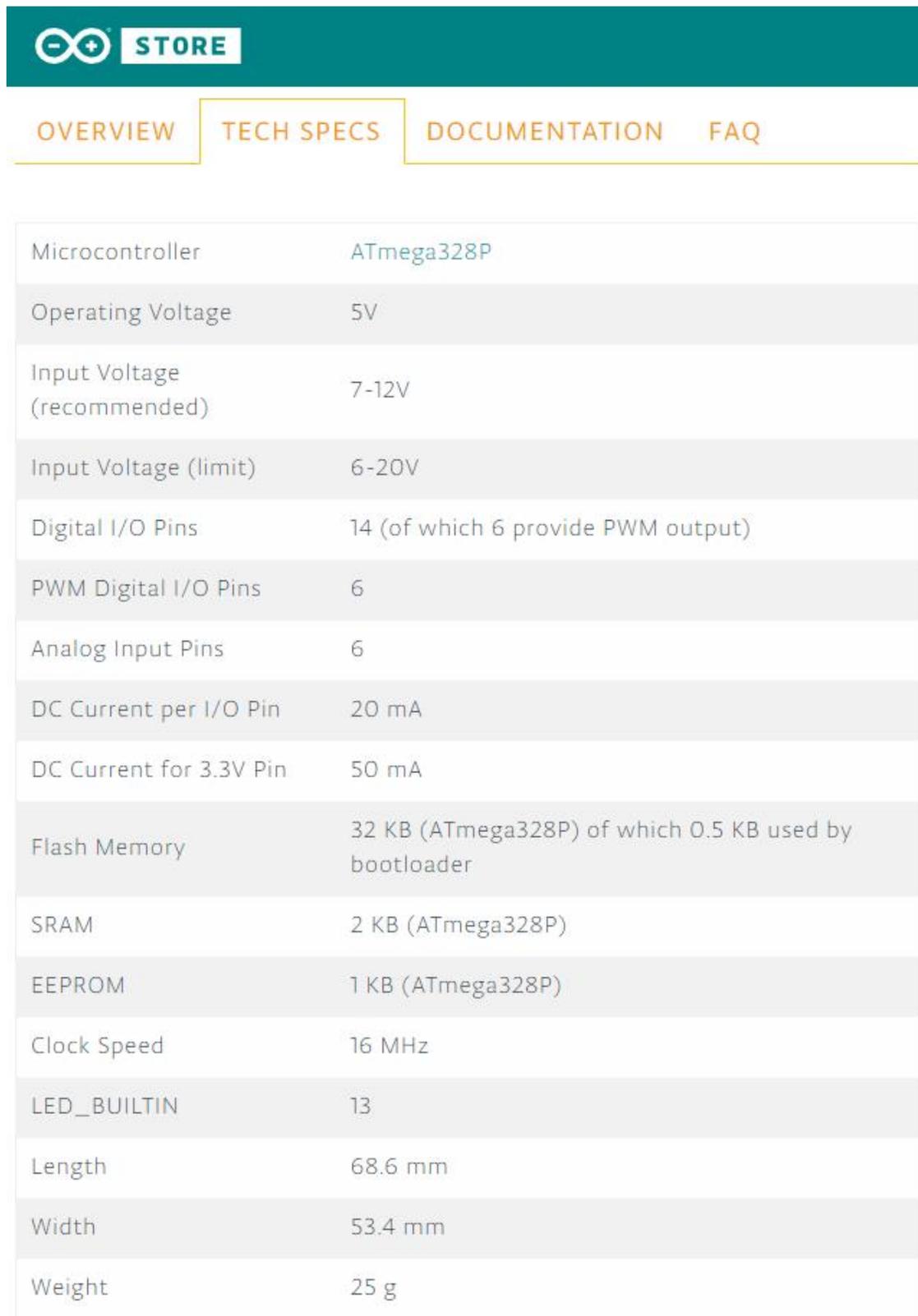
6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾	PCF8574						UNIT
	DGV	DW	N	PW	RGT	RGY	
	20 PINS	16 PINS	16 PINS	20 PINS	16 PINS	20 PINS	
θ _{JA} Junction-to-ambient thermal resistance	92	57	67	83	53	37	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *IC Package Thermal Metrics* application report (SPRA953).

Imagen C 6

ST-E-EE-091 - Arduino UNO



The image shows a screenshot of the Arduino UNO product page. At the top, there is a teal header with the Arduino logo and the word 'STORE'. Below the header, there are four navigation tabs: 'OVERVIEW', 'TECH SPECS', 'DOCUMENTATION', and 'FAQ'. The 'TECH SPECS' tab is selected. Below the tabs is a table of technical specifications for the Arduino UNO.

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Imagen C 7

ST-E-EE-092 - Puente H - L298N

L298

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_S = 42V$; $V_{SS} = 5V$, $T_j = 25^\circ C$; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	$V_{IH} + 2.5$		46	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I_S	Quiescent Supply Current (pin 4)	$V_{en} = H$; $I_L = 0$ $V_i = L$		13	22	mA
				50	70	mA
I_{SS}	Quiescent Current from V_{SS} (pin 9)	$V_{en} = L$ $V_i = X$			4	mA
		$V_{en} = H$; $I_L = 0$ $V_i = L$		24	36	mA
I_{SS}	Quiescent Current from V_{SS} (pin 9)	$V_i = H$		7	12	mA
		$V_{en} = L$ $V_i = X$			6	mA
V_{iL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
V_{iH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V_{SS}	V
I_{iL}	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	$V_i = L$			-10	μA
I_{iH}	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	$V_i = H \leq V_{SS} - 0.6V$		30	100	μA
$V_{en} = L$	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{en} = H$	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V_{SS}	V
$I_{en} = L$	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	$V_{en} = L$			-10	μA
$I_{en} = H$	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	$V_{en} = H \leq V_{SS} - 0.6V$		30	100	μA
$V_{CEsat(H)}$	Source Saturation Voltage	$I_L = 1A$	0.95	1.35	1.7	V
		$I_L = 2A$		2	2.7	V
$V_{CEsat(L)}$	Sink Saturation Voltage	$I_L = 1A$ (5)	0.85	1.2	1.6	V
		$I_L = 2A$ (5)		1.7	2.3	V
V_{CEsat}	Total Drop	$I_L = 1A$ (5)	1.80		3.2	V
		$I_L = 2A$ (5)			4.9	V
V_{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V



Imagen C 8

ST-E-EE-113 - Conector 4 pines

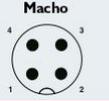
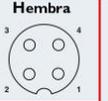
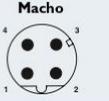
Señal – M12, con cable, montaje en pared trasera		4 polos			
Cable confeccionado/ pasamuros de armario de control	Codificación	A		D	
	Tensión asignada	250 V		250 V	
	Corriente nominal	4 A		4 A	
 Código web: #0210	Esquema de polos				
		Variantes para sujeción atornillada, apantalladas			
	M16 x 1,5 Longitud de cable 1 m, PUR negro	1419399	1419302	–	–
	M16 x 1,5 Longitud de cable 2 m, PUR negro	1419386	1419315	–	–
Pasamuros de armario de control para sujeción atornillada					
	M16 x 1,5 Macho en hembra	–	–	–	–
	M16 x 1,5 Hembra en hembra	–	–	–	1424326

Imagen C 9

ST-E-MR-021 - Motorreductor eje horizontal

Las fuerzas de rozamiento que se producen en estos ensayos están en el orden de magnitud que las fuerzas normales ejercidas por el indentador (referencia bibliográfica), por lo que se tomara como fuerza máxima de rozamiento un valor de 150N.

El motorreductor transmite el torque a través de una varilla roscada que convierte el movimiento giratorio en un movimiento longitudinal. Al hacer esto parte de la fuerza se utiliza para el desplazamiento y parte para vencer las fuerzas de rozamiento entre la varilla y la tuerca solidaria al eje del motorreductor.

La varilla que produce el desplazamiento posee rosca métrica normalizada con las siguientes características.

- Rosca triangular de 60°
- Paso de rosca: 0.8mm
- Diámetro primitivo: 4.605mm

Para calcular el torque necesario se utilizará la siguiente formula:

$$T = \frac{F * D_p}{2} * \frac{(P + \pi * \mu * D_p * \sec\theta)}{(\pi * D_p - \mu * P * \sec\theta)}$$

Donde:

- F: Fuerza de desplazamiento
- D_p : Diámetro primitivo
- P: Paso de rosca
- μ : Coeficiente de rozamiento
- θ : Mitad del ángulo de la rosca

Para el valor del coeficiente de rozamiento se toma la fricción del acero-acero y considera de 0.74 (Serway, 1992). Reemplazando valores:

$$T = \frac{150N * 4,605mm}{2} * \frac{(0,8mm + \pi * 0,74 * 4,605mm * \sec30^\circ)}{(\pi * 4,605mm - 0,74 * 0,8mm * \sec30^\circ)}$$

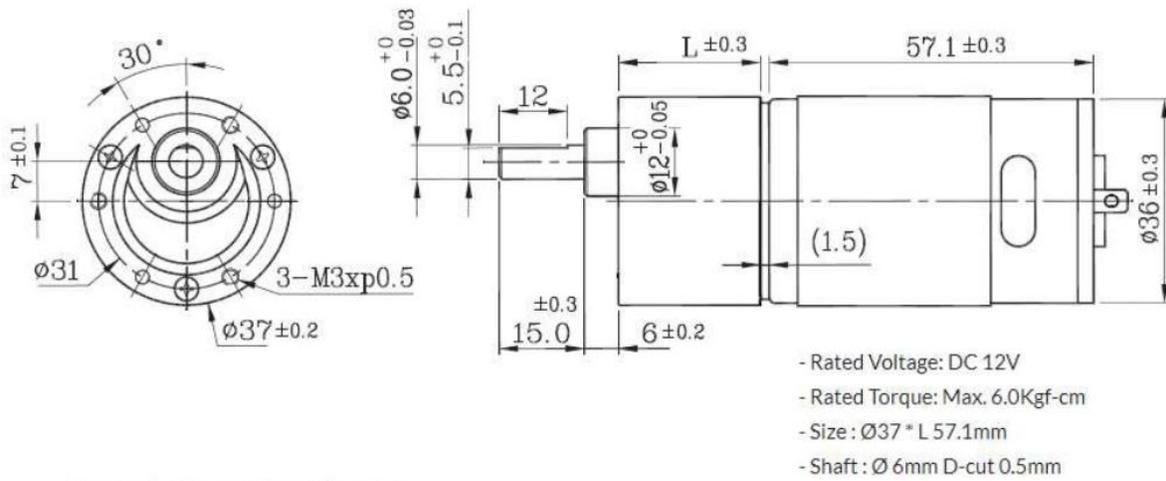
$$T = 328,34Nmm = 3,35kgcm$$

Se calcula la velocidad de salida del motorreductor en función de la velocidad de desplazamiento necesaria dada por la norma del ensayo (ASTM C1624, 2005) y del paso de la rosca utilizada.

$$N_{rev} = \frac{V_{desp}}{P} = \frac{10 mm/min}{0,8 mm/rev} = 12,5RPM$$

Con el valor de torque y RPM necesarios se pasa a seleccionar un motorreductor con las siguientes características.

Dimensions



Geared Motor Specification

감속기길이(m) Gear Head L	19.5	22	24.5	27	29.5												
중량(g)	306	313	320	326	332												
감속비 Reduction ratio	1/6	1/10	1/18	1/30	1/50	1/60	1/75	1/90	1/100	1/120	1/150	1/180	1/200	1/250	1/300	1/400	
07TYPE 12V	정격토크(kgf-cm) Rated torque	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
	정격 회전수(RPM) Rated speed	821	528	313	185	109	95	76	63	55	47	36	31.5	29	22.5	19.5	12.5
	무부하 회전수(RPM) No Load speed	1000	600	333	200	120	100	80	66	60	50	40	33	30	24	20	15

Installed Motor Specification

07TYPE MOTOR (DC 12V)	
정격 토크 Rated torque	250(gf-cm)
정격 회전수 Rated speed	4,930(RPM)
정격 전류 Rated current	1,600(mA)
무부하 회전수 No load speed	6,000(RPM)
무부하 전류 No load current	250(mA)
정격 출력 Rated output	12.8(W)

Graph

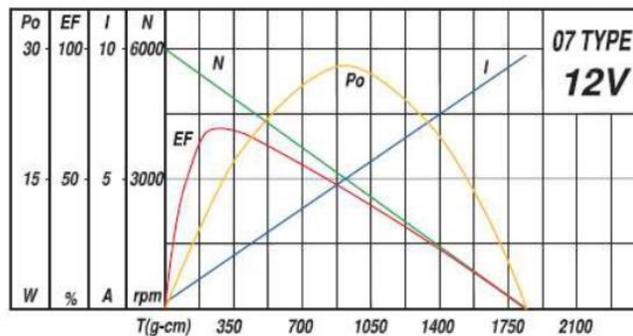


Imagen C 10

ST-E-MR-042 - Motorreductor eje vertical

Se calculará el torque necesario para imponer sobre la probeta una fuerza del 150N, se parte de la base que el brazo pivotante tiene una relación de palancas de 3 a 1 por diseño, por lo tanto, del lado del motorreductor nuestra fuerza será solo de 50N.

La varilla que produce el desplazamiento posee rosca métrica normalizada con las siguientes características.

- Rosca triangular de 60°
- Paso de rosca: 2mm
- Diámetro primitivo: 14.701mm

Para el cálculo se utilizará la misma ecuación que en el apartado anterior.

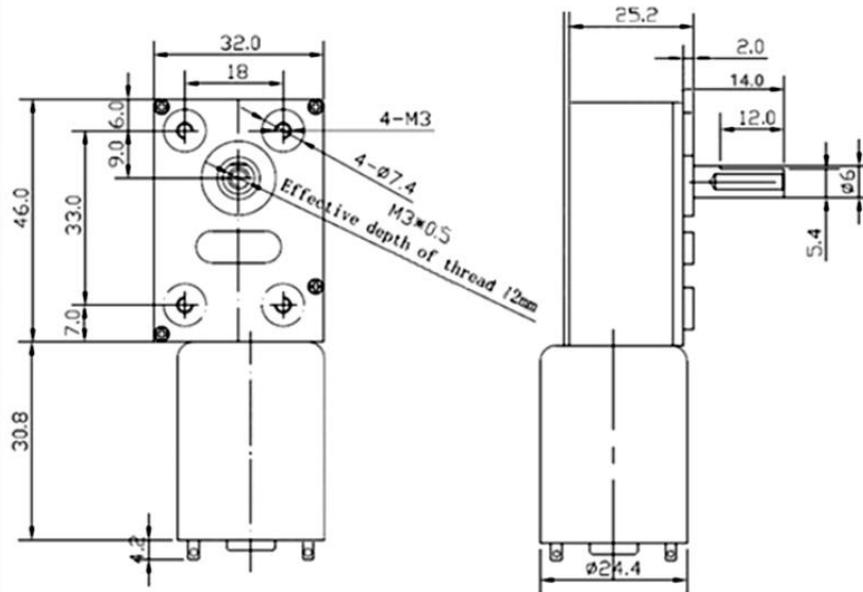
$$T = \frac{F * D_p}{2} * \frac{(P + \pi * \mu * D_p * \sec\theta)}{(\pi * D_p - \mu * P * \sec\theta)}$$

Reemplazando valores:

$$T = \frac{50N * 14,701mm}{2} * \frac{(2mm + \pi * 0.74 * 14,701mm * \sec30^\circ)}{(\pi * 14,701mm - 0,74 * 2mm * \sec30^\circ)}$$
$$T = 341,25Nmm = 3,48kgcm$$

Con el valor de torque necesario se pasa a seleccionar un motorreductor con las siguientes características.

ASLONG JGY-370 12V DC Worm Gear Motor



Model	Voltage		Noload		At Max.Efficiency				Stall		Speedreducer	
	Using	The	Speed	Current	Speed	Current	Torque	Power	Torque	Current	Redction	(L)Size
	Range	Rated	r/min	ma	r/min	ma	kg.cm	W	kg.cm	A	Ratio	mm
JGY-370-12V	6-12V	12V	160	45	128	270	0.55	1.7	2.8	1.5	37.3	46
	6-12V	12V	40	45	32	230	2.2	1.7	11	1.5	150	46
	6-12V	12V	24	45	19	230	3.7	1.7	18	1.5	250	46
	6-12V	12V	18	45	15	230	4.8	1.7	24	1.5	324	46
	6-12V	12V	10	45	8	230	9	1.7	45	1.5	600	46
	6-12V	12V	6	45	5	220	14	1.7	禁止	1.5	972	46
	6-12V	12V	3	45	2	200	25	1.7	禁止	1.5	1700	46

Imagen C 11

ST-E-EE-027 – Celda de carga

Se calculará la corriente consumida por cada celda de carga, este dato nos servirá para obtener la potencia de la fuente. Se obtiene los datos de resistencia de entrada de la hoja de datos de la celda y se calcula la corriente que circulara por ella.

Datos técnicos gales .	Unit	Technical quota	
Sensibilidad	m V/V	1 ±0.1(0.3-3kg)	2 ±0.1(6-250kg)
Alinealidad	% FS	± 0.02	
Histeresis	% FS	± 0.02	
Repetibilidad	% FS	± 0.01	
Creep	% FS/30min	± 0.02	
Balance de cero	% FS	± 1	
Coefficiente temp. en cero	% FS / 10°C	± 0.02	
Coefficiente temp. en carga	% FS / 10°C	± 0.02	
Resistencia de entrada	Ω	410 ± 15	
Resistencia de salida	Ω	350 ± 3	
Resistencia de aislación	M Ω	≥ 5000	
Tensión excitación	V	10 (DC /AC)	
Rango compensado de temp.	°C	-10~+50	
Temperatura límite	°C	-20~+60	
Seguridad de sobrecarga	% FS	120	
Cable de conexión	mm	Ø4 x 400(3000)	
Método de conexión	input: Red (+) Black (-) Output Green (+)White (-)		

Imagen C 12

- $T_a = \text{Tensión alimentación}$
- $R_e = \text{Resistencia de entrada}$

$$I = \frac{T_a}{R_e} = \frac{5v}{410\Omega} = 12mA$$

ST-E-EE-090 - Fuente alimentación 12v 60w

Para el funcionamiento del equipo se necesita una fuente de alimentación. A continuación, se calcula potencia necesaria.

- Ventilador 80mm: 12VCC, 80mA
- HX711: 5VCC, 1.5mA
- LCD 16x2 líneas: 5VCC, 200 mA
- Interfaz I2C: 5VCC, 25mA
- Arduino UNO: 5VCC, 46.5mA
- Puente H L298n: 12VCC, 50mA
- Motorreductor eje horizontal: 12VCC, 1,6A
- Motorreductor eje vertical: 12V, 230mA
- Celda de carga: 5VCC, 12mA

Como la alimentación de 5VCC se obtienen de la placa L298n, solo se necesita una fuente que entregue 12VCC.

$$P_t = 5v * (2 * 1,5mA + 200mA + 25mA + 46,5mA + 2 * 12mA) + 12v * (80mA + 50mA + 1600mA + 230mA)$$

$$P_t = 25w$$

Corriente mínima que la fuente debe ser capaz de entregar.

$$I_{min} = \frac{25w}{12v} = 2,1A$$

Se selecciona una fuente de 12v 60w la cual es capaz de entregar 5A y con esto se cubre posibles picos de consumo que el circuito requiera y a su vez posibles mejoras en la instalación.

Especificaciones técnicas

CÓDIGO	8PS120060DCU	8PS240060DCU
---------------	--------------	--------------

OUTPUT

DC Voltage	12V	24V
Rated current	5A	2.5A
Rated power	60W	60W
Ripple & noise (max)	<100mVp-p	<1500mVp-p
Setup, rise time	1500ms/230VAC	1500ms/230VAC
Line regulation	1%	1%
Load regulation	1%	1%

INPUT

Voltage	170~250V	170~250V
Frecuency	50/60Hz	50/60Hz
Efficiency	82%	82%
Power factor	0.6	0.6
Current	230V:1A max.	230V:1A max.
Inrush current	40A	40A

PROTECTION

Open circuit	Yes, output voltage drops if overload 10~20%	Yes, output voltage drops if overload 10~20%
Short circuit	Yes, hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed	

ENVIRONMENT AND OTHERS

Working temperature	-30~60°C	-30~60°C
Working humidity	20~90%RH	20~90%RH
Storage temp.	-40~80°C	-40~80°C
Storage humidity	10~95%RH	10~95%RH
Life span	50K hours @ 20 °C working temperature	

STANDARD REQUEST

Safety	EN61347-2-13	EN61347-2-13
Withstand voltage	I/P-0/P:3.75KVAC I/P-GND:1.5KVAC	I/P-0/P:3.75KVAC I/P-GND:1.5KVAC
Isolation resistance	I/P-0/P:>100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70%RH	I/P-0/P:>100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70%RH

Imagen C 13

ST-M-CP-041 - Resorte empujador brazo pivotante

Por diseño se tendrá un rango de desplazamiento de 10mm de manera vertical para lograr cargar los 50N que deberá ejercer el motorreductor sobre el resorte. La constante del resorte se calculará de la siguiente manera.

- C: Carga
- D: Desplazamiento

$$K = \frac{C}{D} = \frac{50N}{10mm} = 5N/mm$$

A partir de esto se selecciona un resorte que cumple con las características de diseño en cuanto a longitud y diámetro y que se ajusta a la constante que se calcula anteriormente.

NÚMERO DE PARTE LEE	DIÁMETRO EXTERIOR		DIÁMETRO DEL AGUJERO		DIÁMETRO DEL ALAMBRE NOMINAL		DIÁMETRO DE POSTE		CARGA @ APROX ALTURA SÓLIDA		LONGITUD SIN CARGA NOMINAL		CONSTANTE		ALTURA SÓLIDA	
	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.	N	LBS.	MM	PULG.	N/MM	LBS/PULG.	MM	PULG.
LCM090F 01											12.50	0.492	3.15	18.01	3.780	0.149
LCM090F 02											14.00	0.551	2.77	15.80	4.060	0.160
LCM090F 03											15.50	0.610	2.46	14.07	4.340	0.171
LCM090F 04											17.00	0.669	2.22	12.68	4.620	0.182
LCM090F 05											19.00	0.748	1.96	11.21	5.000	0.197
LCM090F 06											21.00	0.827	1.75	10.01	5.380	0.212
LCM090F 07	10.80	.425	11.30	.445	.90	.035	8.50	.335	27.50	6.180	23.00	0.906	1.59	9.09	5.740	0.226
LCM090F 08											25.00	0.984	1.46	8.31	6.120	0.241
LCM090F 09											27.50	1.083	1.31	7.50	6.580	0.259
LCM090F 10											30.00	1.181	1.20	6.83	7.060	0.278
LCM090F 11											35.00	1.378	1.02	5.81	8.000	0.315
LCM090F 12											40.00	1.575	0.88	5.05	8.920	0.351
LCM090F 13											45.00	1.772	0.78	4.46	9.860	0.388
LCM090F 14											50.00	1.969	0.70	4.00	10.800	0.425
LCM130F 01											12.50	0.492	12.94	73.91	6.070	0.239
LCM130F 02											14.00	0.551	11.24	64.18	6.580	0.259
LCM130F 03											15.50	0.610	9.93	56.72	7.110	0.280
LCM130F 04											17.00	0.669	8.90	50.81	7.620	0.300
LCM130F 05											19.00	0.748	7.81	44.61	8.330	0.328
LCM130F 06											21.00	0.827	6.96	39.76	9.020	0.355
LCM130F 07											23.00	0.906	6.28	35.87	9.730	0.383
LCM130F 08	10.80	.425	11.30	.445	1.30	.051	7.70	.303	83.40	18.750	25.00	0.984	5.72	32.66	10.440	0.411
LCM130F 09											27.50	1.083	5.15	29.38	11.300	0.445
LCM130F 10											30.00	1.181	4.68	26.70	12.170	0.479
LCM130F 11											35.00	1.378	3.95	22.58	13.920	0.548
LCM130F 12											40.00	1.575	3.43	19.56	15.670	0.617
LCM130F 13											45.00	1.772	3.02	17.26	17.420	0.686
LCM130F 14											50.00	1.969	2.70	15.44	19.150	0.754
LCM130F 15											55.00	2.165	2.44	13.96	20.900	0.823
LCM130F 16											60.00	2.362	2.23	12.75	22.660	0.892

Imagen C 14

ST-M-CP-045 - Eje empuja celda de carga

Se verificará la sección transversal del eje a tensiones de corte y aplastamiento. Como el empujador en U está muy cerca del empujador de la celda de carga no se considera la flexión del eje y se adopta como una carga puramente cortante.

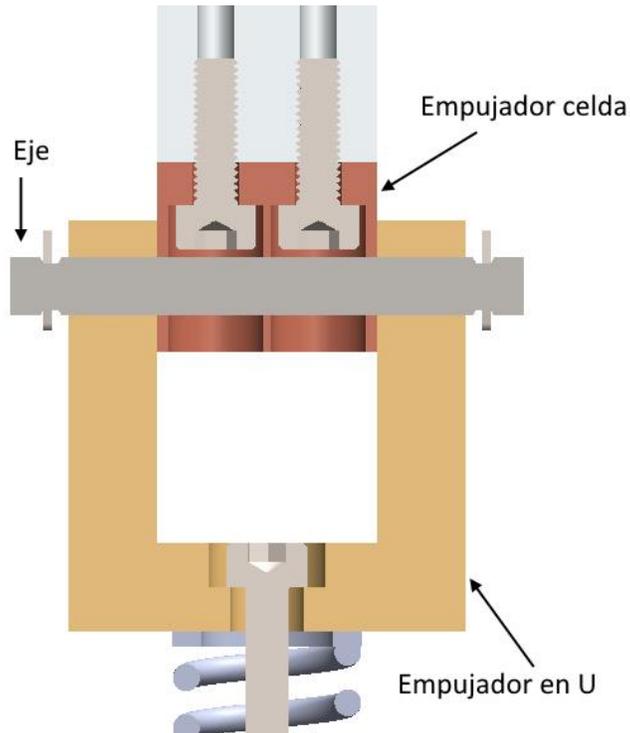


Imagen C 15

Se calcula la sección necesaria para que soporte las tensiones de corte que se producen en ambos lados del eje.

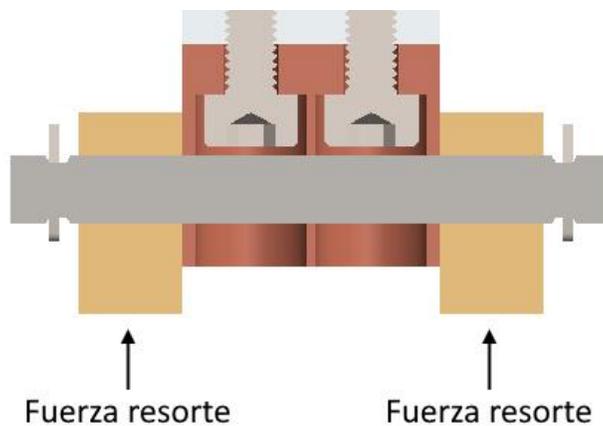


Imagen C 16

$$S_t = \frac{F_r}{\tau_{adm}}$$

Donde:

- F_r : Fuerza ejercida por el resorte
- τ_{adm} : Tensión admisible de corte

Se utilizan los valores de tensión de fluencia del acero inoxidable AISI 304 laminado en caliente (UNE, 2015) ya que las piezas estructurales estarán construidas en este material para obtener buena rigidez y a su vez una excelente estética sin necesidad de pintarlas.

$$\sigma_f = 210MPa = 2141 kg/cm^2$$

Adoptando el criterio de “Elementos de máquinas, cálculo, diseño y construcción” Ing. G. Niemann, la tensión admisible será:

$$\sigma_{adm} = 0,6 * \sigma_f = 0,6 * 2141 kg/cm^2 = 1285 kg/cm^2$$

La tensión de corte admisible será entonces:

$$\tau_{adm} = 0,5 * \sigma_{adm} = 0,5 * 1285 kg/cm^2 = 642 kg/cm^2$$

Se reemplaza en la primera ecuación y se despeja el diámetro del eje.

$$D = \sqrt[2]{\frac{4 * F}{\pi * \tau_{adm}}} = \sqrt[2]{\frac{4 * 2,55kg}{\pi * 642 kg/cm^2}} = 0,07cm = 0,7mm$$

Como el diámetro obtenido por formula es demasiado pequeño para poder manipularlo se adoptará un diámetro de eje que se pueda maquinar para poder colocar en los extremos los seguros que impedirán que se mueva de su sitio.

El diámetro adoptado es 4mm

Se procede a calcular al aplastamiento la sección que está en contacto con el empujador de la celda, marcada en la siguiente figura en color amarillo. Como esta sección no es uniforme se adopta la menor como el caso más desfavorable.

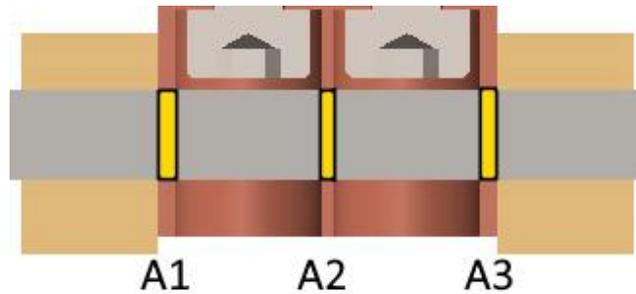


Imagen C 17

$$A_{apl} = D * (A_1 + A_2 + A_3) = D * A_t$$

La tensión admisible de aplastamiento será.

$$\sigma_{admapl} = 2 * \sigma_{adm} = 2 * 1285 \text{ kg/cm}^2 = 2570 \text{ kg/cm}^2$$

El área necesaria resulta de la siguiente ecuación.

$$A_t = \frac{F_r}{D * \sigma_{admapl}} = \frac{2,55 \text{ kg}}{0,4 \text{ cm} * 2570 \text{ kg/cm}^2} = 0,002 \text{ cm} = 0,02 \text{ mm}$$

Nuevamente como el ancho calculado es demasiado pequeño, por razones constructivas se diseñó el empujador de la celda con los siguientes anchos mínimos para cada una de las secciones.

$$A1=0,75 \text{ mm}$$

$$A2=0,5 \text{ mm}$$

$$A3=0,75 \text{ mm}$$

ST-M-ES-020 - Base motorreductor eje horizontal

Esta pieza está formada por dos componentes soldados entre sí, que brindaran la rigidez suficiente para sostener el motorreductor y a su vez soportar la fuerza de rozamiento que se genera entre la probeta y el indentador. Se verificará la unión soldada como una soldadura en ángulo sometida a flexión, tomando la sección transversal como se muestra en las siguientes figuras.

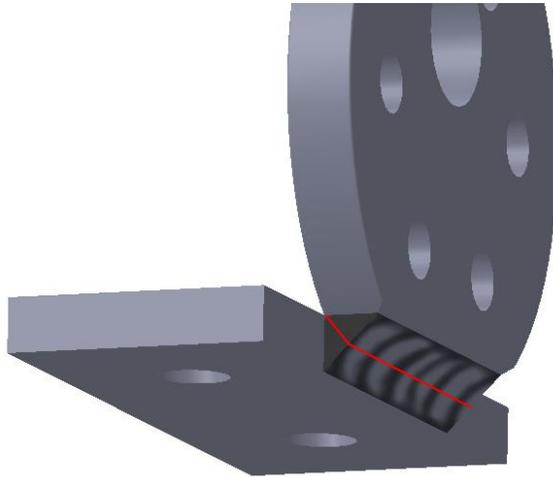


Imagen C 18



Imagen C 19

El espesor mínimo del cordón de soldadura se calcula a partir del espesor de la planchuela y el largo del cordón esta dado según plano constructivo.

$$h = \frac{E}{\sqrt[2]{2}} = \frac{5mm}{\sqrt[2]{2}} = 3,5mm$$

Para el caso de una viga sometida a flexión simple con la sección transversal rectangular el módulo resistente resulta de la siguiente manera.

$$W = \frac{I}{y_{max}}$$

Donde:

- I : Momento de inercia que pasa por el centroide de área
- y_{max} : distancia maxima del centroide de área al punto mas alejado

En este caso: $y_{max} = \frac{h}{2}$

El momento de inercia del área involucrada se calcula de la siguiente manera.

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

Donde:

- *b*: ancho del cordón de soldadura
- *h*: espesor del cordón de soldadura

Se reemplaza y se calcula el módulo resistente de la sección.

$$W = \frac{b * h^2}{6} = \frac{30mm * (3,5mm)^2}{6} = 61,25mm^3 = 0,06125cm^3$$

Se calculará el momento que ejerce la fuerza de rozamiento sobre la base del motorreductor, tomando el eje del motor como punto de aplicación de la fuerza y la distancia a la planchuela interior como brazo de la palanca del momento como se muestra en la figura.

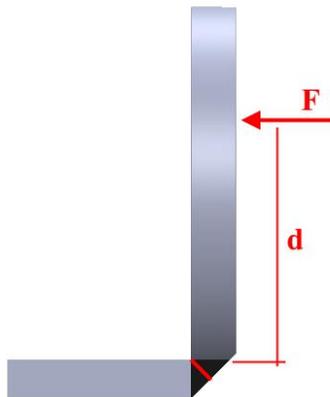


Imagen C 20

Donde:

- $F = 150N$
- $d = 27,5mm$

$$M = F * d = 150N * 27,5mm = 4125Nmm = 42,09kgcm$$

La tensión admisible máxima a la que estará sometida la soldadura vendrá dada por la siguiente ecuación.

$$\sigma_{maxsol} = \frac{M}{W} = \frac{42,09kgcm}{0,06125cm^3} = 687 kg/cm^2$$

Adoptando el criterio de “Diseño en ingeniería mecánica de Shingley” Richard G. Budynas, la tensión admisible para la unión soldada será:

$$\sigma_{admsol} \leq 0,6 * \sigma_{adm} \leq 0,6 * 1285 kg/cm^2 \leq 771 kg/cm^2$$

$$\sigma_{maxsol} \leq \sigma_{admsol} \therefore Verifica$$

Se realizó la simulación de los esfuerzos calculados anteriormente en el software de diseño SOLIDWORKS donde se obtuvieron las tensiones máximas producidas por la fuerza de rozamiento.

Propiedades del material

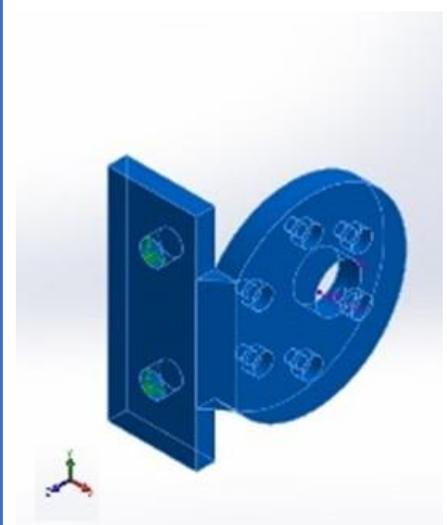
Referencia de modelo	Propiedades	
	Nombre:	AISI 304
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.
	Límite elástico:	2.07e+08 N/m ²
	Límite de tracción:	5e+08 N/m ²
	Módulo elástico:	1.9e+11 N/m ²
	Coefficiente de Poisson:	0.29
	Densidad:	8000 kg/m ³
	Módulo cortante:	7.5e+10 N/m ²

Tabla C 1

Cargas y sujeciones

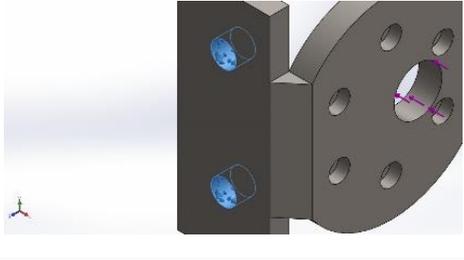
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades:	2 cara(s)	
		Tipo:	Geometría fija	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción (N)	149.997	-0.0107906	-0.00667384	149.997
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0

Tabla C 2

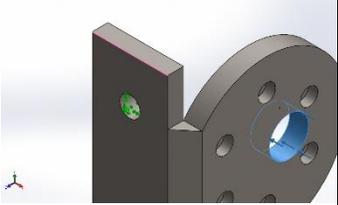
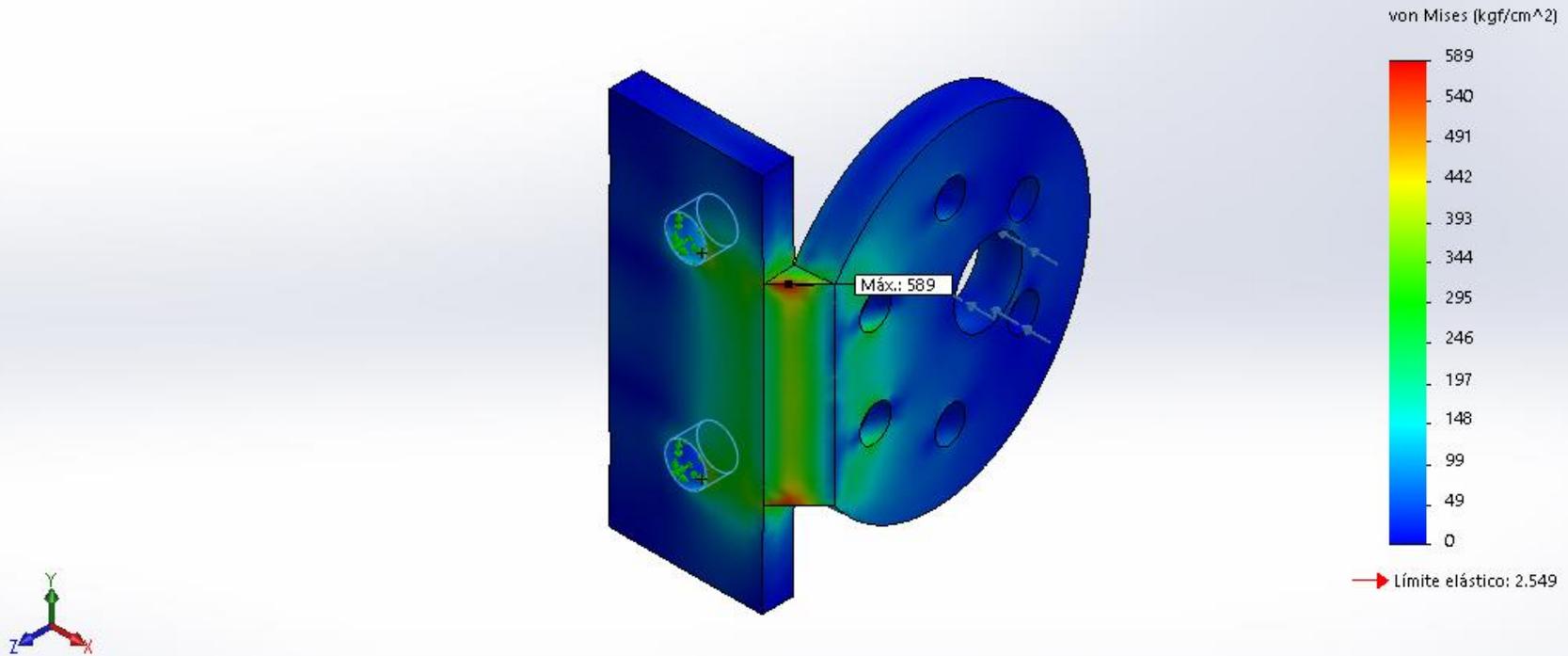
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		Entidades:	1 cara(s)
		Referencia:	Arista < 1 >
		Tipo:	Aplicar fuerza
		Valores:	---, ---, -150 N

Tabla C 3

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 kgf/cm ² Nodo: 301	589 kgf/cm ² Nodo: 5747

Nombre del modelo: Base motorreductor eje horizontal
 Nombre de estudio: Análisis estático (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 91.4052



Base motorreductor eje horizontal-Análisis estático-Tensiones-Tensiones1

Tabla C 4

Conclusiones del estudio:

- A pesar de que simplifiqué al máximo el cálculo tomando la soldadura como si estuviera sometida solo a flexión simple, las tensiones resultantes son muy similares a las obtenidas mediante las simulaciones por elementos finitos
- En ambos casos se verifica que las tensiones están por debajo de la tensión admisible considerada para la soldadura y el cálculo manual resulta más conservador que la simulación.

ST-M-BP-024 - Rodamiento 30202

Estos rodamientos soportan la carga normal ejercida sobre la probeta y de manera transversal la carga de la fuerza de rozamiento. Para obtener estas fuerzas se realizan los diagramas de cuerpo libre del brazo pivotante incluyendo todas las cargas involucradas. Como hipótesis consideramos que todas las cargas actúan en el centro de los rodamientos, de esta manera, tomando un sistema de ejes cartesianos resultan tres diagramas de cuerpo libre. Los dos primeros, considerando solo la fuerza de rozamiento, obtenemos las componentes verticales y horizontales de las fuerzas actuantes en los rodamientos debido al momento que resulta de la fuerza de rozamiento y la distancia desde la punta del indentador al eje del brazo pivotante. Luego se utilizarán estas fuerzas para calcular la resultante total vertical sobre los rodamientos en un diagrama de cuerpo libre que involucra la fuerza normal que se ejerce sobre la probeta.

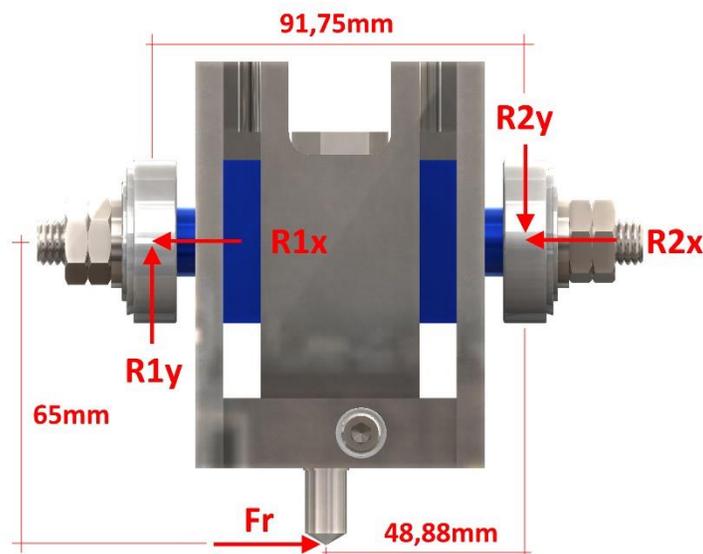


Imagen C 21

La sumatoria de fuerzas en el eje x involucra la fuerza de rozamiento y la dos reacciones en cada uno de los rodamientos.

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ F_r - R_{1x} - R_{2x} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

En el eje y la sumatoria de las fuerzas solo involucra las reacciones sobre los rodamientos.

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ R_{1y} - R_{2y} &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

La tercera ecuación involucra las componentes verticales y la fuerza de rozamiento. Realizamos la sumatoria de momentos y tomamos como referencia el punto 1 donde se aplican las reacciones del rodamiento.

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ F_r * 65mm - R_{2y} * 91,75mm &= 0 \\ R_{2y} &= \frac{F_r * 65mm}{91,75mm} = \frac{150N * 65mm}{91,75mm} = 106,3N \end{aligned}$$

Sustituimos en (2) y obtenemos la otra reacción.

$$R_{1y} = 106,3N$$

Para resolver el sistema el sistema de ecuaciones es necesario una 4ta ecuación que involucre tanto las reacciones verticales como las horizontales, por esto tomamos como punto base para el momento en donde se aplica la fuerza de rozamiento.

$$\sum M = 0$$

$$R_{1y} * 42,87mm + R_{2y} * 48,88mm - R_{1x} * 65mm - R_{2x} * 65mm = 0$$

$$R_{1x} = \frac{R_{1y} * 42,87mm + R_{2y} * 48,88mm}{65mm} - R_{2x} = 0$$

Sustituimos en (1) y obtenemos la otra reacción.

$$R_{2x} = F_r - \frac{R_{1y} * 42,87mm + R_{2y} * 48,88mm}{2 * 65mm}$$

$$R_{2x} = 150N - \frac{106,3N * 42,87mm + 106,3N * 48,88mm}{2 * 65mm} = 75N$$

Por lo tanto:

$$R_{1x} = 75N$$

Tomamos una vista inferior y calculamos las reacciones en el eje z

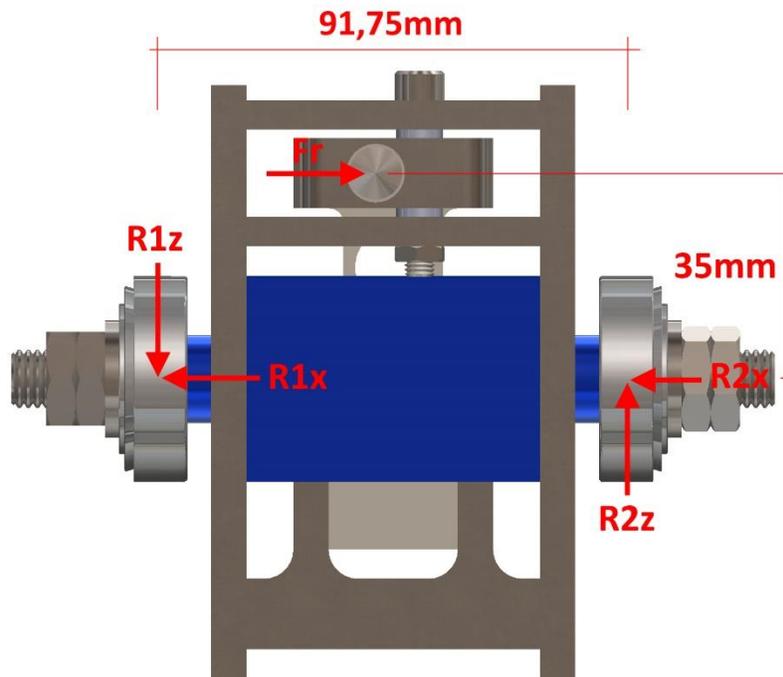


Imagen C 22

$$\sum F_z = 0$$

$$R_{2z} - R_{1z} = 0$$

Tomamos los momentos de las fuerzas con respecto al punto 1

$$\sum M = 0$$

$$F_r * 35mm - R_{2z} * 91,75mm = 0$$

$$R_{2z} = \frac{F_r * 35mm}{91,75mm} = \frac{150N * 35mm}{91,75mm} = 57,2N$$

Sustituimos en la ecuación anterior y obtenemos el valor de otra reacción.

$$R_{1z} = 57,2N$$

Ahora que tenemos las reacciones producidas por la fuerza de rozamiento calcularemos las reacciones totales sumando estas a las producidas por la fuerza normal.

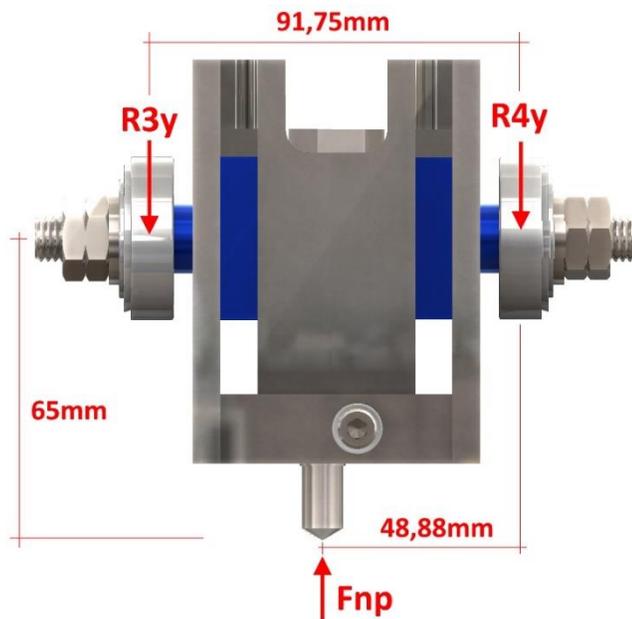


Imagen C 23

De la siguiente ecuación se obtiene la relación de esfuerzos que soporta cada rodamiento debido a que el indentador no está centrado en el brazo pivotante. Se toma como base para el momento el punto donde se ejerce la fuerza normal.

$$\sum M = 0$$

$$R_{4y} * 48,88mm - R_{3y} * 42,87mm = 0$$

$$\frac{R_{4y}}{R_{3y}} = 0,88 \quad (3)$$

La carga resultante del esfuerzo de la fuerza normal resulta del siguiente diagrama de cuerpo libre.

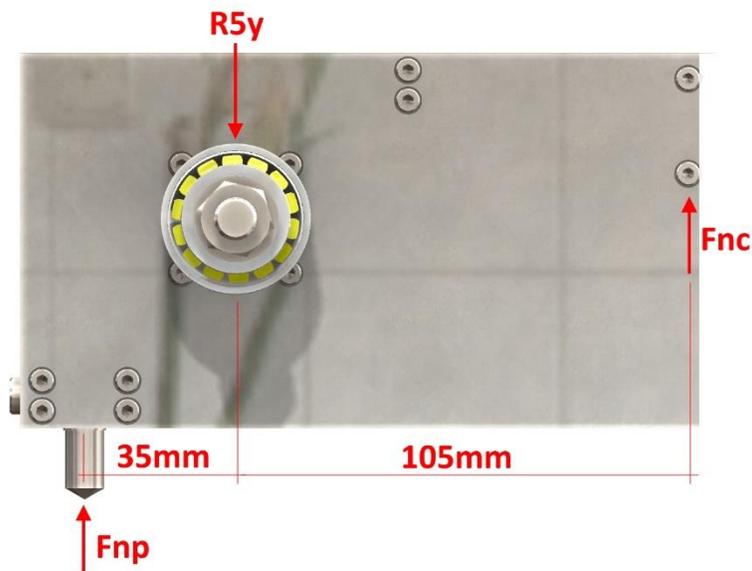


Imagen C 24

$$\sum M = 0$$

$$F_{np} * 35mm - F_{nc} * 105mm = 0$$

$$F_{nc} = \frac{F_{np} * 35mm}{105mm} = \frac{150N * 35mm}{105mm} = 50N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{np} - R_{5y} + F_{nc} = 0$$

$$R_{5y} = F_{np} + F_{nc} = 150N + 50N = 200N$$

Las reacciones individuales vienen dadas por la siguiente ecuación.

$$R_{5y} = R_{3y} + R_{4y}$$

Sustituimos la ecuación (3) y obtenemos las reacciones individuales.

$$R_{5y} = R_{3y} + 0,88 * R_{3y}$$

$$R_{3y} = \frac{R_{5y}}{1,88} = \frac{200N}{1,88} = 106,4N$$

$$R_{4y} = 0,88 * R_{3y} = 93,6N$$

Las reacciones totales sobre ambos rodamientos vienen dadas por las siguientes expresiones.

$$R_{1t} = \sqrt{(R_{1y} - R_{3y})^2 + R_{1z}^2}$$

$$R_{1t} = \sqrt{(106,3N - 106,4N)^2 + (57,2N)^2} = 57,2N$$

$$R_{2t} = \sqrt{(-R_{2y} - R_{4y})^2 + R_{2z}^2}$$

$$R_{2t} = \sqrt{(-106,3N - 93,6N)^2 + (57,2N)^2} = 208N$$

Se selecciona un par de rodamientos SKF con las siguientes características.

SKF



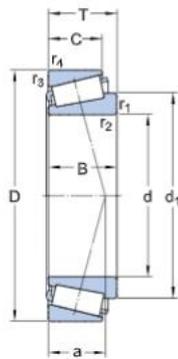
30202

Producto popular
SKF Explorer

Rodamientos de una hilera de rodillos cónicos

Especificación técnica

DIMENSIONES



d	15 mm
D	35 mm
T	11.75 mm
d ₁	≈ 25.6 mm
B	11 mm
C	9.25 mm
r _{1,2}	min. 0.6 mm
r _{3,4}	min. 0.6 mm
a	8.308 mm

DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	18.5 kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	14.6 kN
Carga límite de fatiga	P _u	1.43 kN
Velocidad de referencia		17 000 r/min
Velocidad límite		20 000 r/min
Factor de cálculo	e	0.35
Factor de cálculo	Y	1.7
Factor de cálculo	Y ₀	0.9

Imagen C 25

ST-M-BP-025 - Eje brazo pivotante

Este eje soportara las mismas cargas que los rodamientos y se calculara cada uno de sus extremos como vigas empotradas sometidas a flexión simple con la sección transversal anular, el módulo resistente resulta de la siguiente manera.

$$W = \frac{I}{y_{max}}$$

Donde:

- *I*: Momento de inercia que pasa por el centroide de área
- *y_{max}*: distancia maxima del centroide de área al punto mas alejado

En este caso:

$$y_{max} = \frac{D}{2}$$

El momento de inercia del área involucrada se calcula de la siguiente manera.

$$I = \frac{\pi * (R^4 - r^4)}{4}$$

Donde:

- *R*: radio exterior del eje
- *r*: radio interior del eje

Se reemplaza y se calcula el módulo resistente de la sección.

$$W = \frac{\pi * (R^3 - r^3)}{4} = \frac{\pi * ((7,5mm)^3 - (4,25mm)^3)}{4} = 271mm^3 = 0,271cm^3$$

Se calculará el momento que ejerce la fuerza de rozamiento y la fuerza normal sobre el eje tomando como punto de aplicación de las fuerzas calculadas anteriormente el centro de los rodamientos. Como una de las fuerzas resultantes es mayor a la otra, se tomará en cuenta solo la mayor que es el caso más desfavorable, también para simplificar el cálculo se omiten las reacciones que comprimen y traccionan el eje de manera longitudinal.

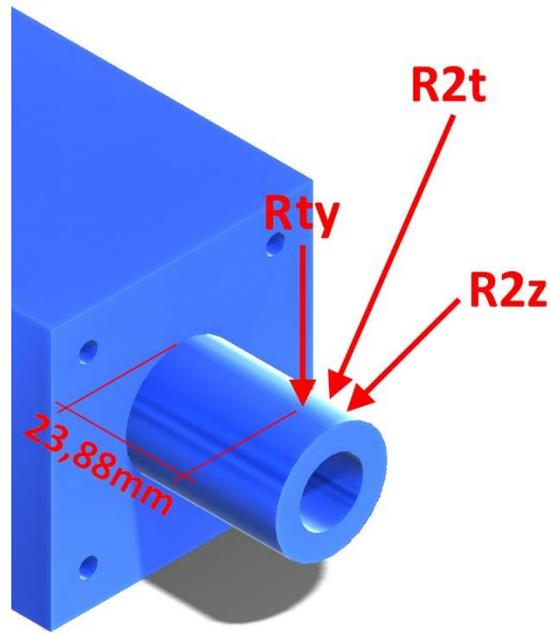


Imagen C 26

$$M = F_{2t} * d = 208N * 23,88mm = 4967Nmm = 49,67kgcm$$

La tensión admisible máxima a la que estará sometida la sección transversal vendrá dada por la siguiente ecuación.

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} = \frac{49,67kgcm}{0,271cm^3} = 183,3 kg/cm^2$$

Verificamos que las tensiones no superen las tensiones admisibles del material

$$\sigma_{max} = 183,3 kg/cm^2 \ll \sigma_{adm} = 1285 kg/cm^2$$

∴ Verifica

Se realizó la simulación de los esfuerzos calculados anteriormente en el software de diseño SOLIDWORKS donde se obtuvieron las tensiones máximas producidas por las fuerzas aplicadas.

Propiedades del material

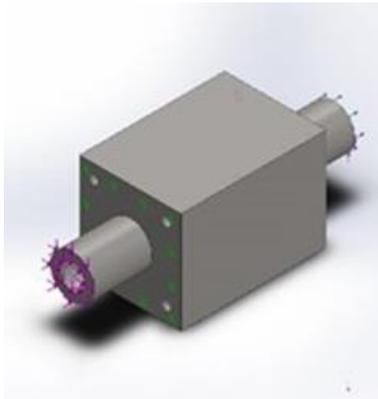
Referencia de modelo	Propiedades
	<p>Nombre: AISI 304</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error Tensión de von Mises predeterminado: máx.</p> <p>Límite elástico: 2.06807e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 5.17017e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 1.9e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 8000 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.5e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación 1.8e-05 /Kelvin térmica:</p>

Tabla C 5

Cargas y sujeciones

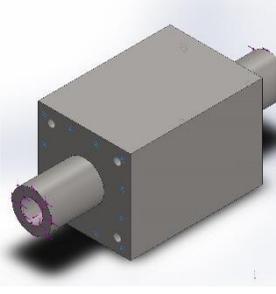
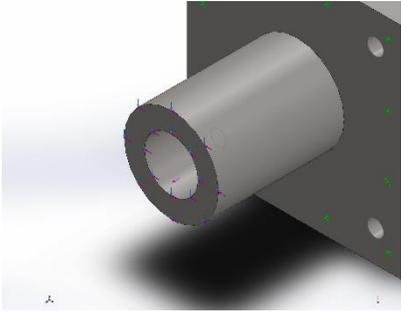
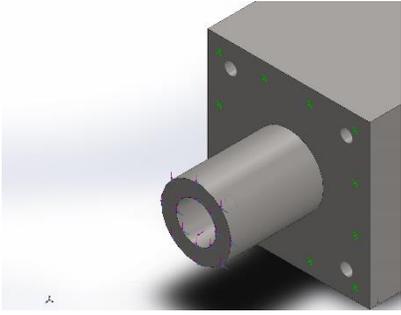
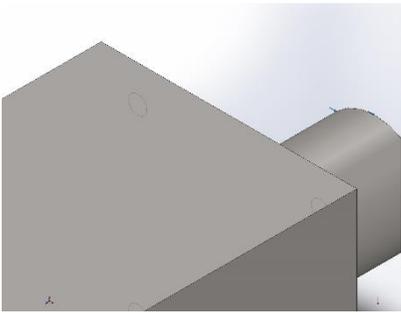
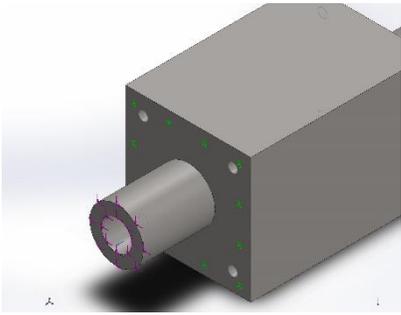
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 2 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción (N)	0.00470317	199.954	-150.096	250.021
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0

Tabla C 6

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -200 N</p>
Fuerza-2		<p>Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 57 N</p>
Fuerza-3		<p>Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 57 N</p>
Fuerza-6		<p>Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -75 N</p>

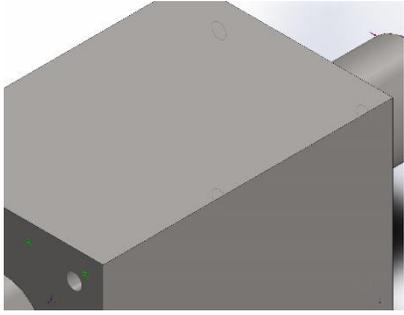
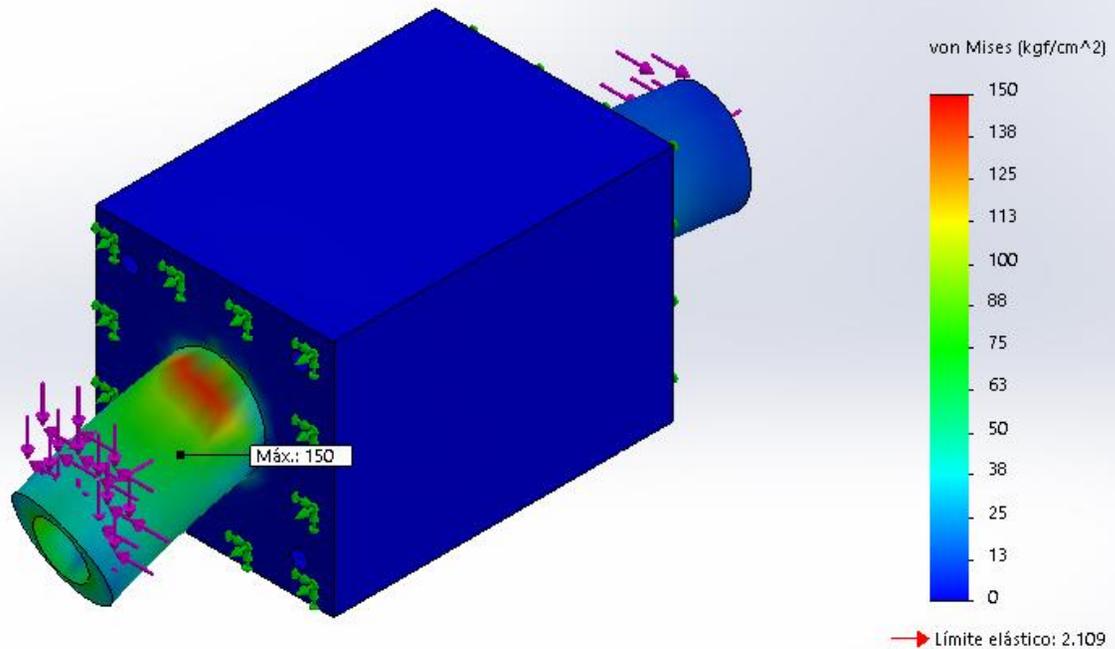
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-7		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -75 N

Tabla C 7

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,0 kgf/cm ² Nodo: 533	150,3 kgf/cm ² Nodo: 24283

Nombre del modelo: Eje brazo pibotante
 Nombre de estudio: Análisis estático (-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 4065,41



Eje brazo pibotante-Análisis estático-Tensiones-Tensiones1

Tabla C 8

Conclusiones del estudio:

- A pesar de que se tomaron simplificaciones en el cálculo, las tensiones resultantes son muy similares a las obtenidas mediante las simulaciones por elementos finitos
- En ambos casos se verifica que las tensiones están por debajo de la tensión admisible considerada y el cálculo manual resulta más conservador que la simulación.

ST-M-BP-032 - Rodamiento 638-5-2Z

Al igual que los rodamientos del brazo pivotante, se calcularán las componentes de las fuerzas a las que están sometidos mediante diagramas de cuerpo libre y se tomara como punto de aplicación de las fuerzas el centro de cada rodamiento. En este caso también se toma como hipótesis de calculo que la fuerza de reacción de la celda de carga pasa por el centro de esta.

En el diagrama de cuerpo libre se ve el porta pin aislado sometido a la fuerza de rozamiento y la fuerza normal, la carga se distribuye de igual manera en los dos rodamientos ya que geoméricamente están a la misma distancia del indentador.



Imagen C 27

Calculamos la reacción en el eje y haciendo la sumatoria de las fuerzas en este eje

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ F_{np} - R_y &= 0 \\ R_y &= 150N\end{aligned}$$

Realizamos la sumatoria de momentos en el punto central de los rodamientos para calcular la reacción sobre la celda de carga.

$$\begin{aligned}\sum M &= 0 \\ F_{rc} * 72mm + F_{np} * 7,5mm - F_r * 24mm &= 0\end{aligned}$$

$$F_{rc} = \frac{F_r * 24mm - F_{np} * 7,5mm}{72mm} = \frac{150N * 24mm - 150 * 7,5mm}{72mm} = 34,4N$$

Como el indentador no está centrado con respecto al eje donde pivota el porta pin, se tendrá una componente de la fuerza normal que afecte a la medición de la fuerza de rozamiento. Esta componente es lineal con el aumento de la fuerza normal por lo que se tendrá en cuenta para corregir la medición una vez realizado el ensayo.

Se realizamos la sumatoria de fuerzas en x para obtener la reacción del rodamiento en ese eje.

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ F_r - R_x + F_{rc} &= 0 \\ R_x &= 150N + 34,4N = 184,4N\end{aligned}$$

La fuerza total que actúa sobre el rodamiento es la siguiente.

$$R_t = \sqrt{R_y + R_x} = \sqrt{(150N)^2 + (184,4N)^2} = 237,7N$$

Esta fuerza se divide entre los dos rodamientos soportando cada uno de ellos una fuerza total de 119N. Los rodamientos seleccionados son los que se muestran a continuación.



638/5-2Z

Rodamientos rígidos de bolas

Datos de los rodamientos

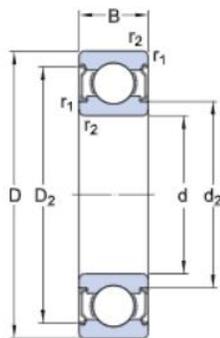
Tolerancias,
 Normal (métrica), P6, P5, Normal (en pulgadas),
 Juego radial interno,
 Pares de rodamientos apareados,
 Acero inoxidable d < 10 mm, Otros rodamientos

Interfaces del rodamiento

Tolerancias de los asientos
 para condiciones estándares,
 Tolerancias y ajustes resultantes

Especificación técnica

DIMENSIONES



d	5 mm
D	11 mm
B	5 mm
d ₂	≈ 6.2 mm
D ₂	≈ 9.9 mm
r _{1,2}	min. 0.15 mm

DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	0.468 kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	0.143 kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.006 kN
Velocidad de referencia		120 000 r/min
Velocidad límite		60 000 r/min
Factor de cálculo	k _r	0.015
Factor de cálculo	f ₀	7.1

Imagen C 28

ST-M-BP-033 - Soporte rodamiento 638-5-2Z

A partir de las cargas calculadas anteriormente para los rodamientos, se calcularán las tensiones a las que están sometidas este par de piezas y se verificara mediante simulación por elementos finitos. La carga critica para estos elementos es la fuerza normal que se ejerce sobre la probeta ya que la fuerza de rozamiento cargara a la pieza en el sentido longitudinal. Por lo tanto, se toma como hipótesis para simplificar los cálculos que la pieza está sometida solamente a flexión simple y el punto de aplicación es el centro del rodamiento. La sección transversal AA' que se analizara se muestra en la siguiente figura.

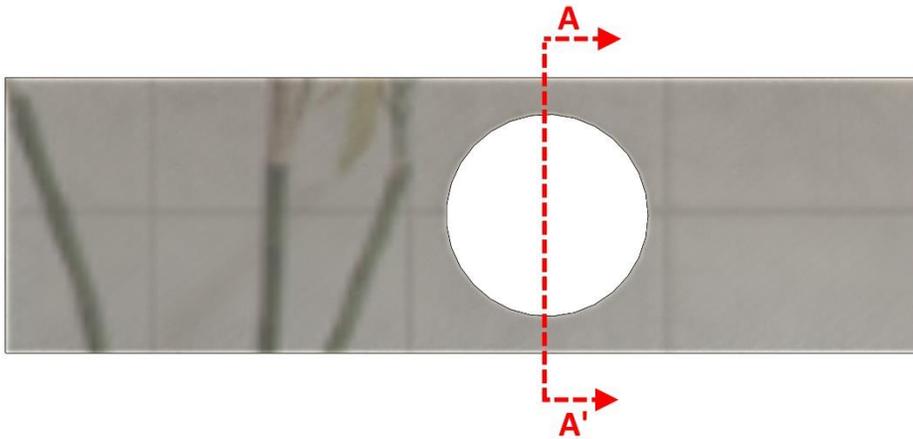


Imagen C 29

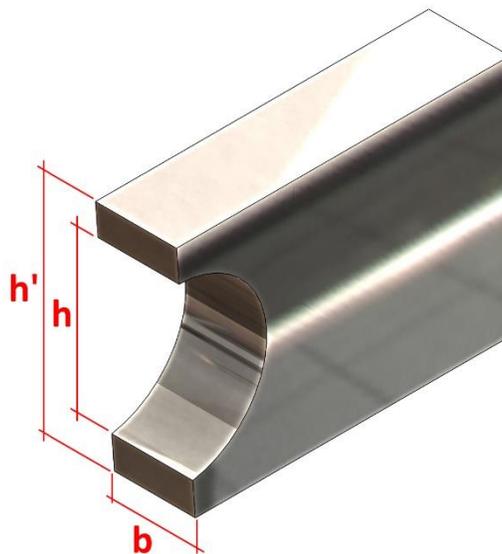


Imagen C 30

Para el caso de una viga sometida a flexión simple con la sección transversal rectangular el módulo resistente resulta de la siguiente manera.

$$W = \frac{I}{y_{max}}$$

Donde:

- I : Momento de inercia que pasa por el centroide de área
- y_{max} : distancia máxima del centroide de área al punto mas alejado

En este caso:

$$y_{max} = \frac{h}{2}$$

El momento de inercia del área involucrada se calcula de la siguiente manera.

$$I = \frac{b * (h'^2 - h^2)}{12}$$

Se reemplaza y se calcula el módulo resistente de la sección.

$$W = \frac{b * (h'^2 - h^2)}{6} = \frac{5mm * ((15mm)^2 - (11mm)^2)}{6} = 86,67mm^3 = 0,08667cm^3$$

Se realiza el diagrama de cuerpo libre de la pieza para calcular el momento flector máximo a la cual está sometida.

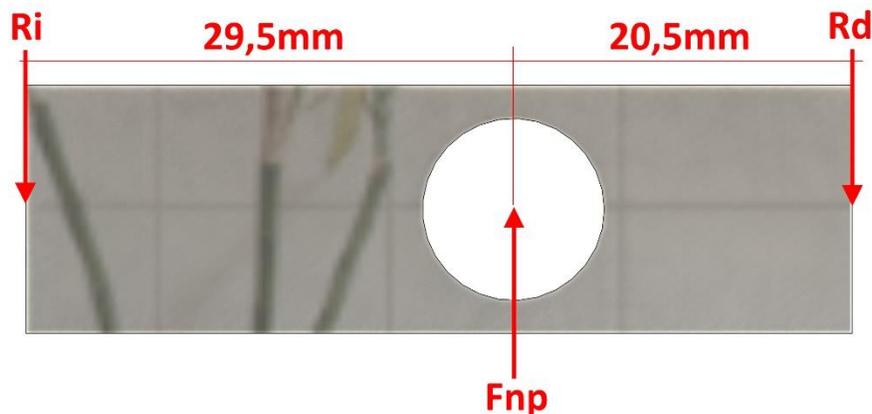


Imagen C 31

Se realiza la sumatoria de fuerzas en el punto d y se obtiene.

$$\sum M = 0$$
$$F_{np} * 20,5mm - R_i * 50mm = 0$$
$$R_i = \frac{F_{np} * 20,5mm}{50mm} = \frac{150N * 20,5mm}{50mm} = 61,5N$$

Por lo tanto, el momento flector vendrá dado por la siguiente ecuación.

$$M_f = R_i * 29,5mm = 61,5N * 29,5mm = 1814,25Nmm = 18,5kgcm$$

La tensión admisible máxima a la que estará sometida la pieza vendrá dada por la siguiente ecuación.

$$\sigma_{max} = \frac{M_f}{W} = \frac{18,5kgcm}{0,08667cm^3} = 213,4 kg/cm^2$$

$$\sigma_{max} = 213,4 kg/cm^2 \ll \sigma_{adm} = 1285 kg/cm^2$$

\therefore Verifica

Se realizo la simulación de los esfuerzos calculados anteriormente en el software de diseño SOLIDWOKS donde se obtuvieron las tensiones máximas producidas por las fuerzas aplicadas

Propiedades del material

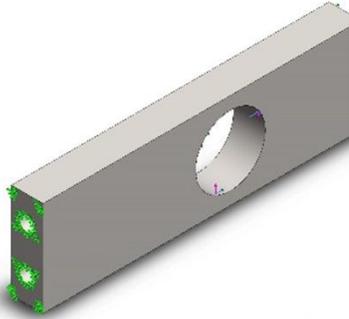
Referencia de modelo	Propiedades
	<p>Nombre: AISI 304</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error: Tensión de von Mises</p> <p>predeterminado: máx.</p> <p>Límite elástico: 2.06807e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 5.17017e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 1.9e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 8000 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.5e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.8e-05 /Kelvin</p>

Tabla C 9

Cargas y sujeciones

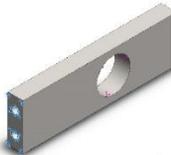
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 2 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción (N)	-0.00697316	-150	184.001	237.395
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0

Tabla C 10

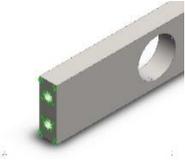
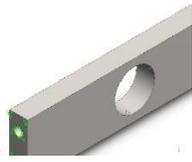
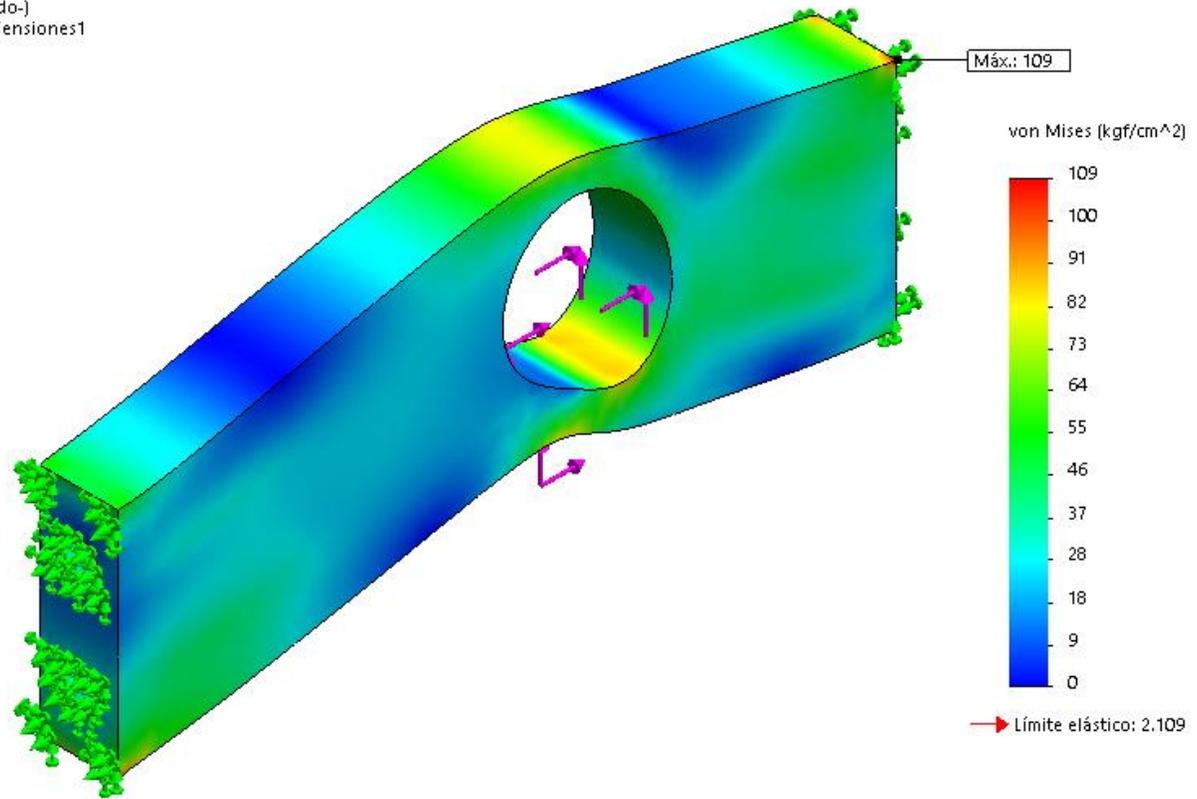
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 150 N
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 184 N

Tabla C 11

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,3 kgf/cm ² Nodo: 622	109,4 kgf/cm ² Nodo: 270

Nombre del modelo: SR 638-5-2Z
 Nombre de estudio: Análisis estático-(Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 5295.1



SR 638-5-2Z-Análisis estático-Tensiones-Tensiones1

Tabla C 12

Conclusiones del estudio:

- A pesar de que se tomaron simplificaciones en el cálculo, las tensiones resultantes son muy similares a las obtenidas mediante las simulaciones por elementos finitos
- En ambos casos se verifica que las tensiones están por debajo de la tensión admisible considerada y el cálculo manual resulta más conservador que la simulación.

ST-M-BP-038 - Soporte rodamiento 30202 Izquierdo

Está sometida a los esfuerzos que se transmiten a los rodamientos causados por la fuerza normal y la fuerza de rozamiento. Se tomarán las cargas que se calcularon anteriormente para los rodamientos 30202 y se realizaran las simulaciones en el software SolidWorks para obtener los esfuerzos máximos a los que está sometida esta pieza.

Propiedades del material

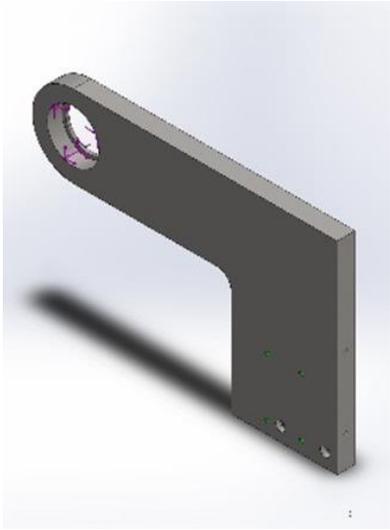
Referencia de modelo	Propiedades
	<p>Nombre: AISI 304</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error Tensión de von Mises predeterminado: máx.</p> <p>Límite elástico: 2.06807e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 5.17017e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 1.9e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 8000 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.5e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.8e-05 /Kelvin</p>

Tabla C 13

Cargas y sujeciones

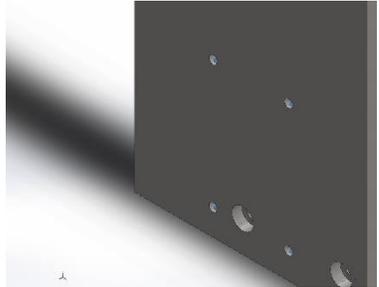
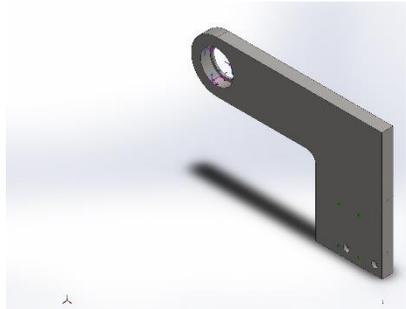
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-57.0064	-200.017	-75.0231	221.099
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Tabla C 14

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista < 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 200 N		

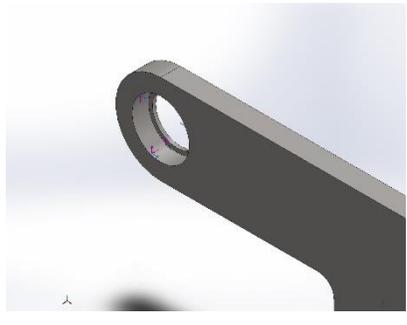
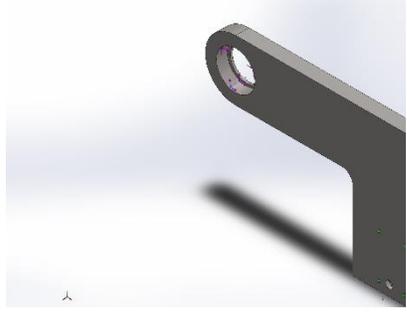
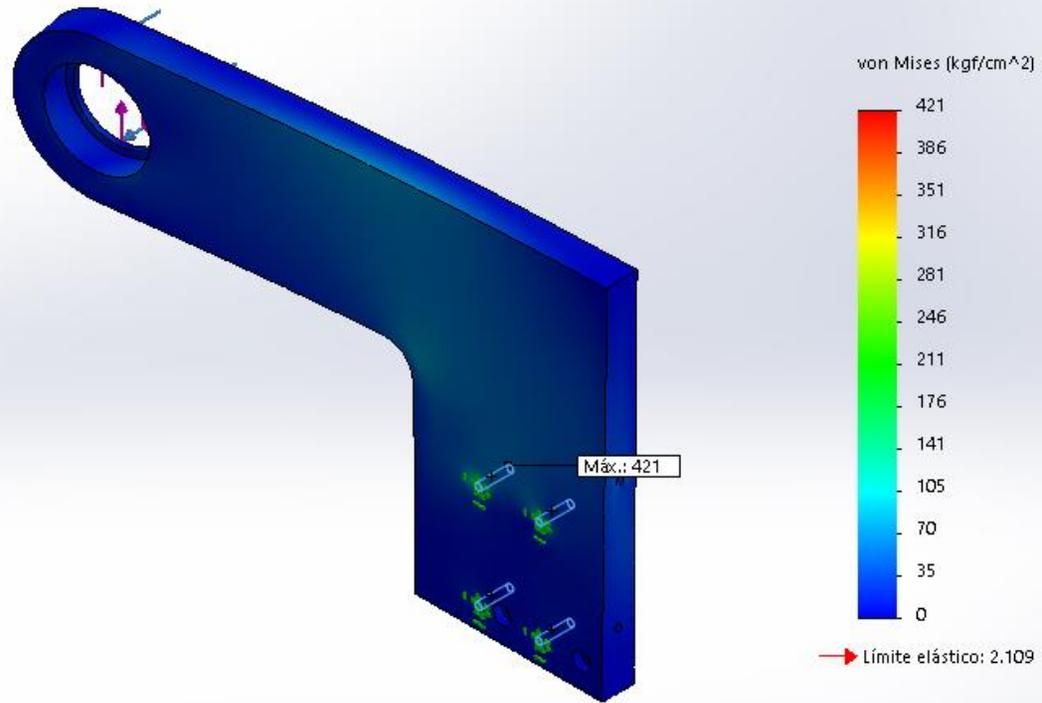
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -57 N
Fuerza-3		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -75 N

Tabla C 15

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 kgf/cm ² Nodo: 18015	421 kgf/cm ² Nodo: 123

Nombre del modelo: SR 30202 Izquierdo
 Nombre de estudio: Análisis estático (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 268,462



SR 30202 Izquierdo-Análisis estático-Tensiones-Tensiones1

Tabla C 16

Conclusión del estudio:

- Las tensiones están por debajo de la tensión admisible considerada para el acero inoxidable AISI 304.

ST-M-BP-039 - Soporte rodamiento 30202 derecho

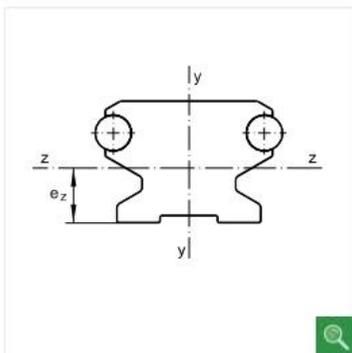
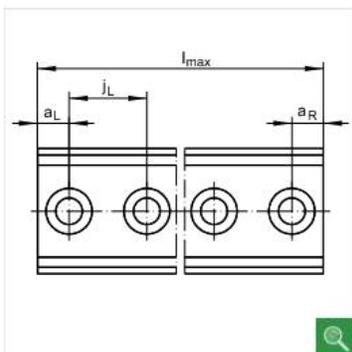
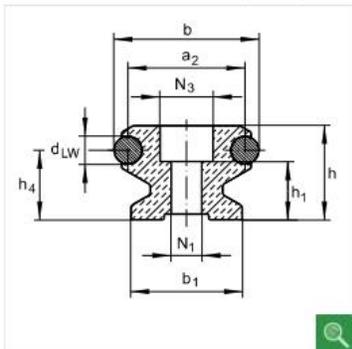
Teniendo en cuenta los cálculos realizados anteriormente para los rodamientos, esta pieza soportara menores esfuerzos que la del lado izquierdo, por lo que no se realizara la simulación de esfuerzos por elementos finitos mediante software.

ST-M-TP-003 - Guía lineal LFS 32-CE x 140mm

LFS32

Carriles-guía

perfil macizo, con dos ejes; ejecución con protección anticorrosiva posible



Ejes de simetría

h	20 mm	
b	32 mm	
l_{max}	6000 mm	longitud máxima del carril-guía; los carriles-guía más largos se suministran en varios tramos, convenientemente marcados.
a₂	26 mm	
a_{L max}	116 mm	aL y aR dependen de la longitud L del carril-guía
a_{L min}	11 mm	aL y aR dependen de la longitud L del carril-guía
a_{R max}	116 mm	aL y aR dependen de la longitud L del carril-guía
a_{R min}	11 mm	aL y aR dependen de la longitud L del carril-guía
b₁	24 mm	
d_{LW}	6 mm	
e_z	10,4 mm	
h₁	12 mm	
h₄	15 mm	
j_L	125 mm	
I_y	20100 mm ⁴	
I_z	14100 mm ⁴	
LF_Q	440 mm ²	Valor para la zona de la sección
N₁	6,5 mm	
N₃	12 mm	Con carga máxima Fz o Foz se requieren arandelas especiales DIN 433 y el momento de apriete máximo (ver instrucciones de montaje).
W_y	1440 mm ³	
W_z	1360 mm ³	

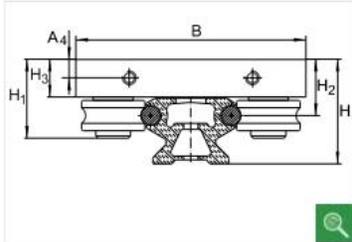
Imagen C 32

ST-M-TP-004 - Guía lineal LFL32-SF

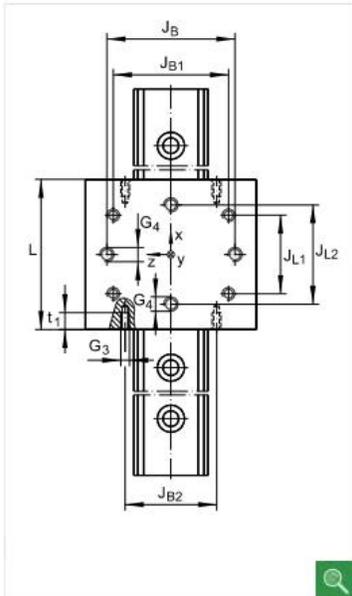
LFL32-SF

Carro

carro abierto, ejecución estándar, sin juego; ejecución con protección anticorrosiva posible



LFL con LFS, -C, -CE, -CEE, -E, -EE, -N, -NZZ



LFL con LFS, -C, -CE, -CEE, -E, -EE, -N, -NZZ, -M, -F, -FE

- H₁** 30 mm
- B** 80 mm
- L** 90 mm

- A₄** 7 mm
- G₃** M6
- G₄** M8

H Altura total del carro y de la guía:
 H = 35,5 mm
 en LFS, -C, -CE, -CEE, -E, -EE, -N, -NZZ

H = 25,5 mm
 en LFS..-F, -FE

H = 81,5 mm
 en LFS..-M

El carril-guía LFS..-M puede combinarse únicamente con carros con juego regulable. Para la utilización de carros SF y LFKL se ruega consultar.

H₂ 20,5 mm Tolerancia: +0,3/0

H₃ 14 mm

J_B 59 mm Tolerancia: +0,2/-0,2

J_{B1} 54 mm

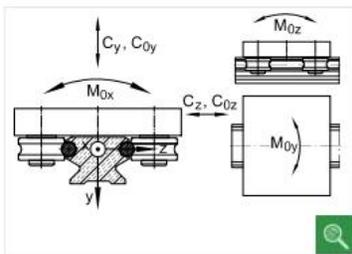
J_{B2} 56 mm

J_{L1} 60 mm

J_{L2} 70 mm Tolerancia: +0,2/-0,2

t₁ 7 mm

Imagen C 33



Direcciones de la carga

m_w	400 g	Peso del carro
M_A	15 Nm	se cumple para ejecución estándar. Momento de apriete para pernos para rodillos-guía, los pernos céntricos se suministran apretados con MA.
M_A	12 Nm	se cumple para la ejecución "RB", resistente a la corrosión. Momento de apriete para pernos para rodillos-guía, los pernos céntricos se suministran apretados con MA. Las capacidades de carga no son válidas para las ejecuciones "-RB".
C_y	4100 N	Capacidad de carga dinámica en dirección y
C_{0y}	2400 N	Capacidad de carga estática en dirección y
C_z	6600 N	Capacidad de carga dinámica en dirección z
C_{0z}	4200 N	Capacidad de carga estática en dirección z
M_{0x}	30 Nm	Momento estático alrededor del eje X
M_{0y}	130 Nm	Momento estático alrededor del eje X
M_{0z}	70 Nm	Momento estático alrededor del eje Z.
		Designación de pedido: - Ejecución resistente a la corrosión: Carros: LFCL..-RB Carril-soporte: LFS..-RB. Rodillo-guía: LFR..-2RSR-RB - Carril-soporte sin agujero de fijación: LFS..-OL
	LFRI50/8-6-2Z	rodillo-guía utilizado para diámetro del eje: 6 mm ¡Para pedidos de recambios se ruega consultar!
	LFS32	El cálculo de las capacidades de carga y de los momentos se basan en la utilización de este carril-guía

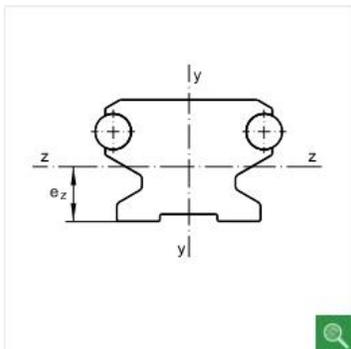
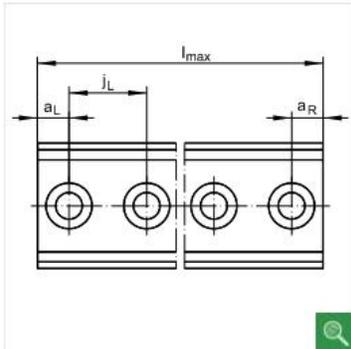
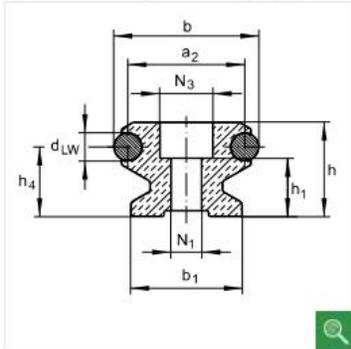
Imagen C 34

ST-M-TP-005 - Guía lineal LFS20-CE x 80mm

LFS20

Carriles-guía

perfil macizo, con dos ejes; ejecución con protección anticorrosiva posible



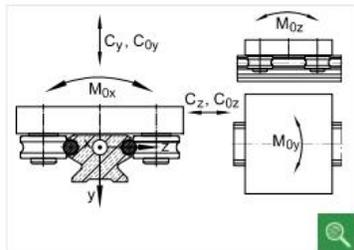
Ejes de simetría

h	12,2 mm	
b	20 mm	
l_{max}	2400 mm	longitud máxima del carril-guía; los carriles-guía más largos se suministran en varios tramos, convenientemente marcados.
1)		Superficie inferior marcada
a₂	16 mm	
a_{L max}	54 mm	aL y aR dependen de la longitud L del carril-guía
a_{L min}	9 mm	aL y aR dependen de la longitud L del carril-guía
a_{R max}	54 mm	aL y aR dependen de la longitud L del carril-guía
a_{R min}	9 mm	aL y aR dependen de la longitud L del carril-guía
b₁	17 mm	
d_{LW}	4 mm	
e_z	6,4 mm	
h₁	7,6 mm	
h₄	9 mm	
j_L	62,5 mm	
I_y	3065 mm ⁴	
I_z	2053 mm ⁴	
LF_Q	165 mm ²	Valor para la zona de la sección
N₁	4,5 mm	
N₃	8 mm	Con carga máxima Fz o Foz se requieren arandelas especiales DIN 433 y el momento de apriete máximo (ver instrucciones de montaje).
W_y	362 mm ³	
W_z	324 mm ³	

Imagen C 35

ST-M-TP-006 - Guía lineal LFL20-SF

LFL con LFS, -C, -CE, -CEE, -E, -EE,
 -N, -NZZ, -M, -F, -FE



Direcciones de la carga

m_W	160 g	Peso del carro
M_A	2,5 Nm	se cumple para ejecución estándar. Momento de apriete para pernos para rodillos-guía, los pernos céntricos se suministran apretados con MA.
M_A	2,5 Nm	se cumple para la ejecución "RB", resistente a la corrosión. Momento de apriete para pernos para rodillos-guía, los pernos céntricos se suministran apretados con MA. Las capacidades de carga no son válidas para las ejecuciones "-RB".
C_y	1350 N	Capacidad de carga dinámica en dirección y
C_{0y}	870 N	Capacidad de carga estática en dirección y
C_z	2400 N	Capacidad de carga dinámica en dirección z
C_{0z}	1700 N	Capacidad de carga estática en dirección z
M_{0x}	7 Nm	Momento estático alrededor del eje X
M_{0y}	20 Nm	Momento estático alrededor del eje X
M_{0z}	10 Nm	Momento estático alrededor del eje Z.
		Designación de pedido: - Ejecución resistente a la corrosión: Carros: LFCL..-RB Carril-soporte: LFS..-RB. Rodillo-guía: LFR..-2RSR-RB - Carril-soporte sin agujero de fijación: LFS..-OL
	LFR50/5-4-2Z	rodillo-guía utilizado para diámetro del eje: 4 mm ¡Para pedidos de recambios se ruega consultar!
	LFS20	El cálculo de las capacidades de carga y de los momentos se basan en la utilización de este carril-guía

Imagen C 36

ST-M-TP-012 - Resorte empujador carro LFL

NÚMERO DE PARTE LEE	DIÁMETRO EXTERIOR		DIÁMETRO DEL AGUJERO		DIÁMETRO DEL ALAMBRE NOMINAL		DIÁMETRO DE POSTE		CARGA @ APROX ALTURA SÓLIDA		LONGITUD SIN CARGA NOMINAL		CONSTANTE		ALTURA SÓLIDA	
	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.	N	LBS.	MM	PULG.	N/MM	LBS/PULG.	MM	PULG.
LCM160FG 01†											18.50	0.728	19.12	109.18	8.800	0.346
LCM160FG 02†											27.00	1.063	12.15	69.38	12.000	0.472
LCM160FG 03†	11.60	.457	12.10	.476	1.60	.063	7.90	.311	187.84	42.229	40.50	1.594	7.86	44.88	16.800	0.661
LCM160FG 04†											58.50	2.303	5.32	30.38	23.200	0.913
LCM160FG 05†											85.00	3.346	3.61	20.61	32.800	1.291
LCM095G 01											12.50	0.492	3.61	20.63	3.530	0.139
LCM095G 02											15.50	0.610	2.82	16.08	4.010	0.158
LCM095G 03											19.00	0.748	2.24	12.79	4.550	0.179
LCM095G 04											22.00	0.866	1.91	10.88	5.000	0.197
LCM095G 05											25.00	0.984	1.66	9.47	5.490	0.216
LCM095G 06											30.00	1.181	1.36	7.78	6.250	0.246
LCM095G 07	12.00	.472	12.70	.500	.95	.037	9.60	.378	32.40	7.280	35.00	1.378	1.16	6.61	7.040	0.277
LCM095G 08											40.00	1.575	1.01	5.74	7.800	0.307
LCM095G 09											45.00	1.772	0.89	5.07	8.590	0.338
LCM095G 10											50.00	1.969	0.80	4.55	9.350	0.368
LCM095G 11											55.00	2.165	0.72	4.12	10.130	0.399
LCM095G 12											60.00	2.362	0.66	3.76	10.900	0.429
LCM095G 13											65.00	2.559	0.61	3.47	11.660	0.459
LCM095G 14											70.00	2.756	0.56	3.21	12.450	0.490
LCM095G 15											75.00	2.953	0.52	2.99	13.210	0.520
LCM140G 01											12.50	0.492	13.91	79.44	6.150	0.242
LCM140G 02											15.50	0.610	10.63	60.67	7.190	0.283
LCM140G 03											19.00	0.748	8.33	47.57	8.410	0.331
LCM140G 04											22.00	0.866	7.03	40.13	9.450	0.372
LCM140G 05											25.00	0.984	6.08	34.71	10.490	0.413
LCM140G 06											30.00	1.181	4.96	28.33	12.220	0.481
LCM140G 07	12.00	.472	12.70	.500	1.40	.055	8.70	.343	88.30	19.850	35.00	1.378	4.19	23.93	13.940	0.549
LCM140G 08											40.00	1.575	3.63	20.71	15.670	0.617
LCM140G 09											45.00	1.772	3.20	18.26	17.400	0.685
LCM140G 10											50.00	1.969	2.86	16.33	19.130	0.753
LCM140G 11											55.00	2.165	2.58	14.76	20.850	0.821
LCM140G 12											60.00	2.362	2.36	13.47	22.580	0.889
LCM140G 13											65.00	2.559	2.17	12.39	24.310	0.957
LCM140G 14											70.00	2.756	2.01	11.47	26.060	1.026
LCM140G 15											75.00	2.953	1.87	10.67	27.790	1.094
LCM200G 01†											18.00	0.709	46.58	265.98	11.000	0.433
LCM200G 02†											26.50	1.043	29.70	169.59	15.000	0.591
LCM200G 03†	12.00	.472	12.50	.492	2.00	.079	7.50	.295	344.19	77.376	38.50	1.516	19.21	109.69	21.000	0.827
LCM200G 04†											55.00	2.165	13.05	74.52	29.000	1.142
LCM200G 05†											79.50	3.130	8.81	50.31	41.000	1.614

Imagen C 37

ST-M-BG-037 - Barra acero 8mm

Tipo de barra cromada <i>Chrome Bar / Tige chromée</i>	F114	F125
Acero <i>Steel grade</i> <i>Nuance d'acier</i>	CK45 -> DIN 17200	42CrMo4 -> DIN 17200
Espesor del Cromado <i>Chrome layer thickness</i> <i>Épaisseur de la couche de chrome</i>	25±5 µm	25±5 µm
Tolerancias <i>Tolerances</i> <i>Tolérances</i>	ISO f7	ISO f7
Dureza del recubrimiento <i>Coating hardness</i> <i>Dureté du revêtement</i>	900 - 1150 HV (0,1)	900 - 1150 HV (0,1)
Características mecánicas / mechanical properties / propriétés mécaniques		
Resistencia a la rotura <i>Breaking load</i> <i>Charge de rupture</i>	650-830 N/mm ²	900-1200 N/mm ²
Límite Elástico <i>Yield strength</i> <i>Limite d'élasticité</i>	Min 440 N/mm ²	Min 650 N/mm ²
Alargamiento min. <i>Minimum Elongation</i> <i>Allongement minimal</i>	15%	11%

(*) Para Ø <20 mm Rating 9 despues de 120h
 (*) For Ø <20 mm Rating 9 after 120h
 (*) Pour Ø <20 mm Rating 9 après 120h.

REF.	Ø (mm)	Ø (")	Peso (kg) <i>Weight</i> <i>Poids</i>
6	6		0,22
8	8		0,39
10	10		0,62
12	12		0,88
12,7	12,7	1/2	1,00
14	14		1,21
15	15		1,40
15,87	15,87	5/8	1,56
16	16		1,58
17	17		1,78
18	18		2,00
19,05	19,05	3/4	2,23
20	20		2,47
22	22		2,98
22,22	22,22	7/8	3,04
24	24		3,58
25	25		3,85
25,4	25,4	1	3,98
26	26		4,16
28	28		4,83
28,58	28,58	1 1/8	5,00
30	30		5,55
31,75	31,75	1 1/4	6,21

REF.	Ø (mm)	Ø (")	Peso (kg) <i>Weight</i> <i>Poids</i>
32	32		6,31
34,92	34,92	1 3/8	7,52
35	35		7,55
36	36		7,99
38	38		8,90
38,1	38,1	1 1/2	8,95
40	40		9,86
41,27	41,27	1 5/8	10,50
42	42		10,90
44,45	44,45	1 3/4	12,18
45	45		12,48
47,62	47,62	1 7/8	15,40
50	50		15,41
50,8	50,8	2	15,91
55	55		18,65
56	56		19,34
57,15	57,15	2 1/4	20,00
60	60		22,20
60,33	60,33	2 3/8	22,40
63	63		24,50
63,5	63,5	2 1/2	24,70
65	65		26,05
69,85	69,85	2 3/4	30,01

REF.	Ø (mm)	Ø (")	Peso (kg) <i>Weight</i> <i>Poids</i>
70	70		30,21
75	75		34,68
76,2	76,2	3	35,80
80	80		39,46
82,55	82,55	3 1/4	42,01
85	85		44,54
88,9	88,9	3 1/2	48,72
90	90		49,94
95	95		55,64
100	100		61,65
101,6	101,6	4	63,64
105	105		67,97
110	110		74,60
114,3	114,3	4 1/2	80,54
115	115		81,54
120	120		88,54
125	125		88,78
127	127	5	96,33
130	130		104,20
140	140		120,84
150	150		138,72
160	160		158,00
180	180		199,76

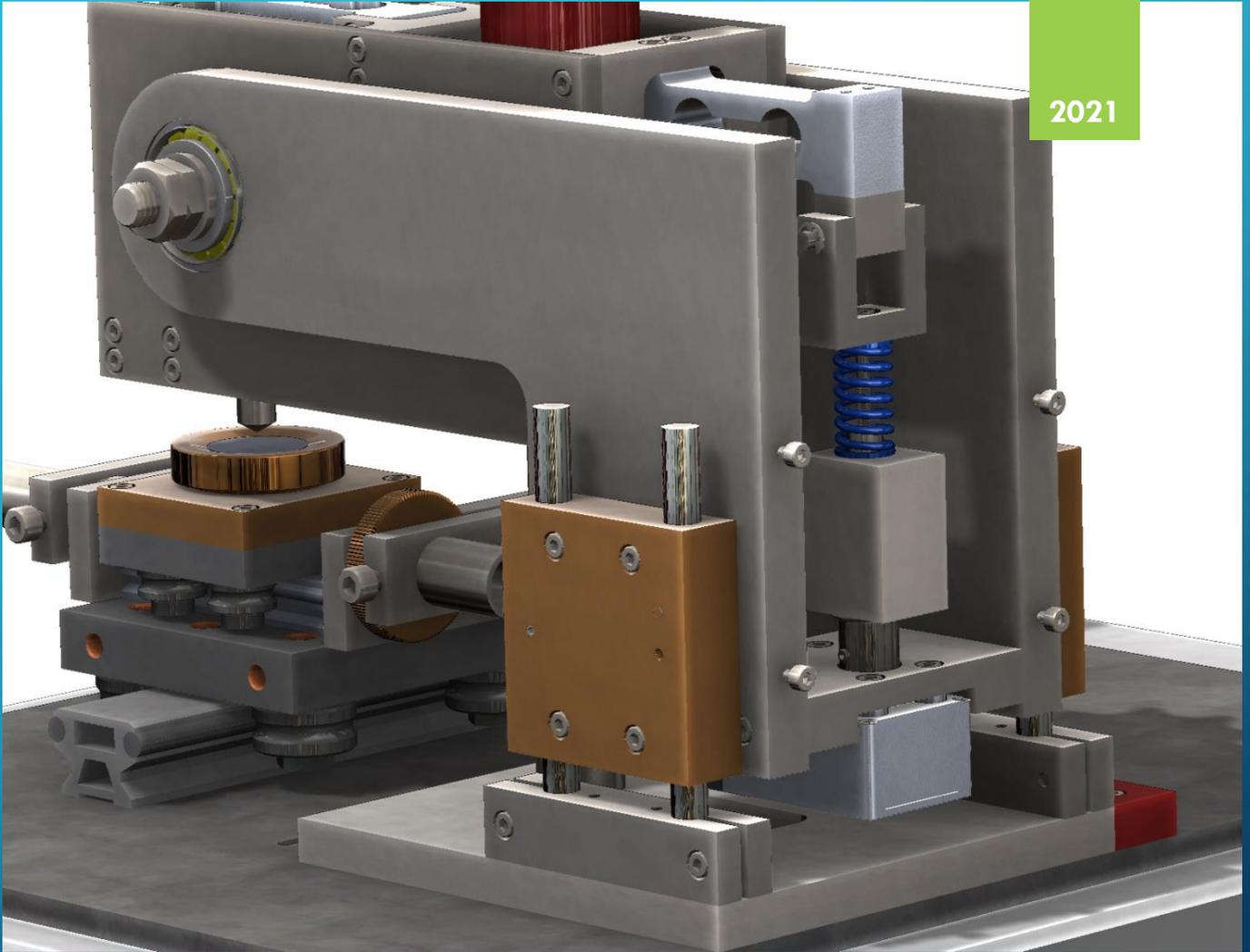
Otros diámetros bajo consulta / Other diameters on request / Autres diamètres sur demande

Imagen C 38

Glosario

- Motorreductor: Se conoce como motorreductor a una máquina muy compacta que combina un reductor de velocidad y un motor. Estos van unidos en una sola pieza y se usa para reducir la velocidad de un equipo.
- RPM: revoluciones por minuto.
- Celda de carga: Es una estructura diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior se encuentra uno o varios sensores de deformación llamados Strain Gauges que detectan los valores de deformación.
- UNE: Asociación Española de Normalización.
- Momento de inercia: Es una medida de la inercia rotacional de un cuerpo.
- Centroide de área: Es el punto donde se considera concentrada el área total de una figura.
- Modulo resistente: Es una magnitud geométrica que caracteriza la resistencia de un prisma mecánico sometido a flexión.
- Tensión admisible: Es aquella que asegura las no deformaciones permanentes en los materiales.

2021



Manual de Usuario

SCRATCH TESTER
DESARROLLADO POR MASSIMO UCCELLINI

PROYECTO FINAL DE CARRERA 2005B | Facultad Regional de Concepción del Uruguay

ÍNDICE

Introducción.....	2
Consejos y advertencias.....	2
Encendido	3
Operación.....	3
Menú principal	4
1. Mover indentador.....	4
2. Mover probeta	5
3. Carga inicial	6
4. Carga final	7
5. Iniciar ensayo.....	8
¡ADVERTENCIA!	9
Solución de problemas	9
Especificaciones técnicas	11
Limpieza, inspección y lubricación	12
Contacto.....	12

INTRODUCCIÓN



El Scratch Tester cuenta con la tecnología capaz de automatizar el proceso de rayado de una probeta recubierta ofreciendo ventajas sobre el rayado manual e incrementando la repetitividad de los ensayos. Para que usted pueda aprovechar las funcionalidades de este equipo al máximo será indispensable una correcta instalación y configuración de los procesos que desee realizar.

CONSEJOS Y ADVERTENCIAS



- Las instalaciones o reparaciones realizadas por personas no calificadas pueden dar lugar a peligros para usted y otras personas.
- El equipo deberá ser instalado de acuerdo con las regulaciones nacionales para instalaciones eléctricas.
- El equipo deberá ser instalado de acuerdo con las normas nacionales de cableado.
- Utilice una toma con conexión a tierra. En caso contrario, podría haber peligro de descargas eléctricas o fallos del equipo.
- No instale el equipo sobre una superficie inestable, porque podría caerse. Podrían producirse lesiones graves o dañarse el producto.
- Evite la instalación del equipo a la intemperie dado que no está preparado para dicho uso.
- Evite manipular o tocar el equipo durante el ensayo ya que podría causar que no se realice correctamente.
- El equipo posee piezas en movimiento durante el ensayo. Evite cualquier contacto mientras esté operando, podría resultar en un daño no deseado sobre la muestra o podrían producirse lesiones en el operador.
- El equipo posee dos puertas de acceso que lo hacen seguro para el contacto involuntario. Pero dado que éstas podrían quedar abiertas accidentalmente, se recomienda evitar contactos innecesarios con el equipo durante los ensayos.
- El equipo se entrega seteado con las configuraciones óptimas. Evite cambiar las configuraciones si no está seguro de las implicaciones.
- Lea detenidamente y cumpla con las instrucciones de este manual. De lo contrario, el equipo podrá no funcionar correctamente, o producirse lesiones graves y daños materiales.

ENCENDIDO



Para encender la máquina, utilice la llave que se encuentra del lado izquierdo del tablero del quipo sobre el lateral. Al encenderlo, deberá ver luz en la pantalla y luego el menú de operación.

OPERACIÓN



Para la operación del equipo se dispone de un menú interactivo en la parte superior del tablero de control del equipo. Para la navegación se cuenta con cinco pulsadores debajo de la pantalla que manipulan el cursor de selección: dos para navegar hacia arriba o hacia abajo, dos para navegar hacia la derecha o la izquierda y uno para confirmar la selección. En la siguiente imagen se muestra la disposición.

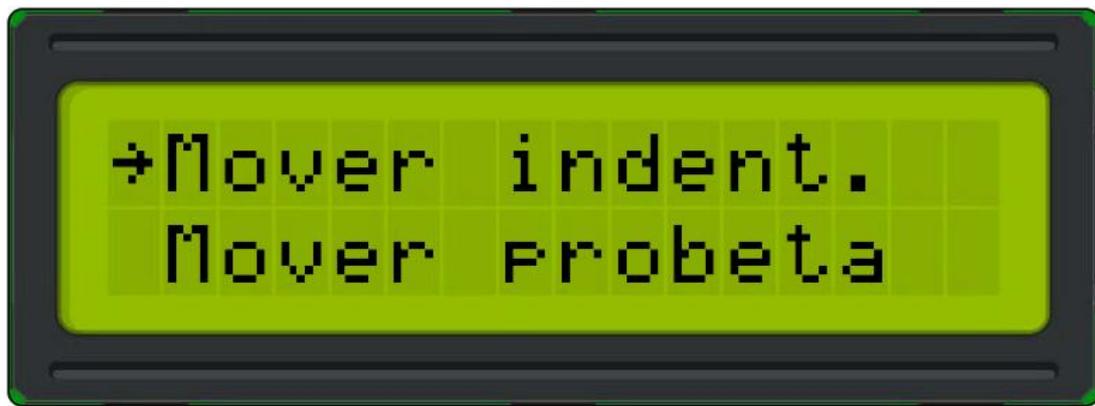


Ilustración 1

Menú principal

Este es el menú que nos mostrara la pantalla cuando encendamos la máquina, en este podemos encontrar las siguientes opciones:

- Mover indent.
- Mover probeta
- Carga inicial
- Carga final
- Iniciar ensayo

Para desplazarnos sobre el menú principal debemos utilizar los botones ARRIBA y ABAJO. Para seleccionar una opción utilizaremos el botón SELECCIONAR.

1. Mover indentador

Esta opción nos permite mover el indentador hacia arriba o hacia abajo para alejarnos o acercarnos de la probeta respectivamente. Para realizar esto nos posicionamos con el cursor en la opción “Mover indent.” y pulsamos la tecla SELECCIONAR. La pantalla nos mostrara las dos opciones de movimiento y si nos desplazamos hacia abajo tendremos la opción “Atrás” para volver al menú principal.



Ilustración 2



Ilustración 3

Para mover el indentador simplemente mantenemos presionado el botón SELECCIONAR con el cursor posicionado sobre la acción que queremos realizar. En pantalla se mostrará lo siguiente.



Ilustración 4

2. Mover probeta

Esta opción nos permite mover la probeta hacia la derecha o hacia la izquierda para posicionarnos correctamente debajo del indentador. Para realizar esto nos posicionamos con el cursor en la opción "Mover probeta" y pulsamos la tecla SELECCIONAR. La pantalla nos mostrara las dos opciones de movimiento y si nos desplazamos hacia abajo tendremos la opción "Atrás" para volver al menú principal.



Ilustración 5



Ilustración 6

Para mover la probeta simplemente mantenemos presionado el botón SELECCIONAR con el cursor posicionado sobre la acción que queremos realizar. En pantalla se mostrará lo siguiente.



Ilustración 7

3. Carga inicial

Esta opción nos permite seleccionar la carga con la que se comenzara el ensayo. Para realizar esto nos posicionamos con el cursor en la opción "Carga inicial" y pulsamos la tecla SELECCIONAR.



Ilustración 8

La pantalla nos mostrará la opción de aumentar o disminuir la carga, el valor de la carga actual seleccionada y si nos desplazamos hacia abajo tendremos la opción "Atrás" para volver al menú principal.

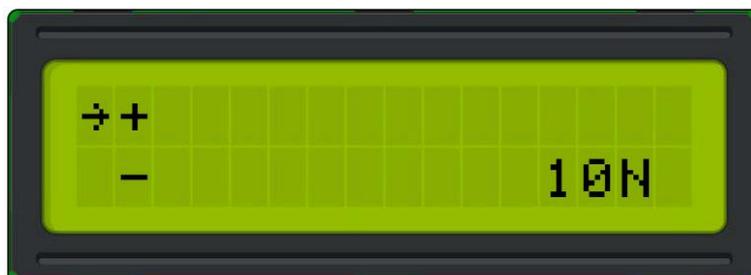


Ilustración 9



Ilustración 10

4. Carga final

Esta opción nos permite seleccionar la carga con la que se finalizara el ensayo. Para realizar esto nos posicionamos con el cursor en la opción “Carga final” y pulsamos la tecla SELECCIONAR.



Ilustración 11

La pantalla nos mostrara la opción de aumentar o disminuir la carga, el valor de la carga actual seleccionada y si nos desplazamos hacia abajo tendremos la opción “Atrás” para volver al menú principal.

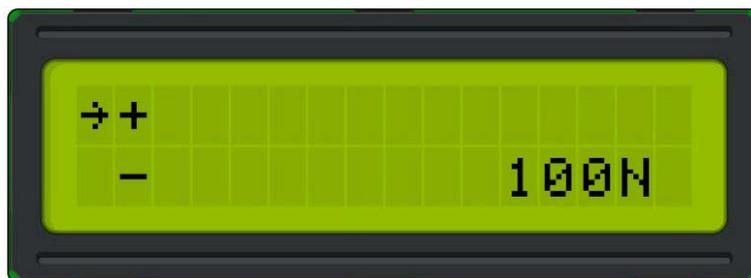


Ilustración 12



Ilustración 13

Una vez configurados los parámetros de carga el programa de la maquina ajustara automáticamente la rampa de carga entre el valor inicial y final.

5. Iniciar ensayo

Luego de posicionar el indentador correctamente donde queremos comenzara el ensayo y de configurar las cargas inicial y final que impondremos sobre nuestra probeta estamos en condiciones de comenzar el ensayo. Para esto nos desplazamos con el cursor hasta la opción “Iniciar ensayo” y pulsamos el botón de SELECCIONAR.



Ilustración 14

La pantalla nos mostrará la leyenda “ENSAYO EN PROCESO” indicando que la máquina comenzará a moverse y realizará el ensayo de manera automática, desplazando la probeta y ejerciendo la carga configurada anteriormente sobre el indentador.



Ilustración 15

¡ADVERTENCIA!

El equipo posee piezas en movimiento durante el ensayo. Evite cualquier manipulación de este mientras esté operando, podrían producirse lesiones graves.

Una vez realizado el ensayo la pantalla mostrará “ENSAYO FINALIZADO” por unos segundos y luego se volverá a visualizar el menú principal con todas las opciones de configuración antes mencionadas.



Ilustración 16

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Compruebe lo siguiente antes de ponerse en contacto con un experto. Si el problema no se soluciona, póngase en contacto con un experto.

Problema	Causas probables	Acción correctiva
La pantalla no enciende y/o enciende y muestra	El dispositivo no se encuentra enchufado	Compruebe que el enchufe se encuentra conectado a la toma de red
	Ha actuado una protección interna del equipo	Compruebe que el fusible de la fuente de alimentación se encuentra operativo
	Se ha producido un fallo de corriente	Apague el equipo cuando se produzca un fallo de alimentación eléctrica. Cuando se haya recuperado el suministro eléctrico espere 3 minutos antes de volver a encender el equipo

mensajes erráticos o ininteligibles	La tensión es demasiado baja	Apague el equipo cuando se produzca un fallo de alimentación eléctrica. Cuando se haya recuperado el suministro eléctrico espere 3 minutos antes de volver a encender el equipo
No se inicia el desplazamiento de la probeta	El motor de desplazamiento horizontal no está funcionando correctamente	Verifique que los cables con el enchufe "hembra" que salen del motor de desplazamiento horizontal estén conectados. Si se encuentran conectados y aun así no funciona, llame a un experto.
La carga normal no aumenta durante el ensayo	Se ha configurado la carga inicial y final con los mismos valores	Revise la configuración de las cargas inicial y final en las opciones del menú
	El sensor de desplazamiento no está funcionando correctamente	Verifique que el cable con el enchufe "hembra" que sale del sensor de desplazamiento está conectado. Si se encuentra conectado y aun así no funciona, llame a un experto.
	El motor de carga normal no está funcionando correctamente	Verifique que los cables con el enchufe "hembra" que salen del motor de desplazamiento vertical estén conectados. Si se encuentran conectados y aun así no funciona, llame a un experto.
	La conexión al gabinete de control esta floja o desconectada	Conecte nuevamente el cable que lleva la seña y la alimentación a las celdas de carga. De estar conectado verifique que estén bien apretados los tornillos del conector DB9

Error "CELDA CN NO CONECT."	El cable está cortado o sufrió una avería	Llame a un experto para que reemplace el cable que alimenta las celdas de carga
	Se ha averiado la celda de carga normal	Llame a un experto para que realice un diagnóstico y en caso de ser necesario reemplace la celda de carga
Error "CELDA CR NO CONECT."	La conexión al gabinete de control esta floja o desconectada	Conecte nuevamente el cable que lleva la seña y la alimentación a las celdas de carga. De estar conectado verifique que estén bien apretados los tornillos del conector DB9
	El cable está cortado o sufrió una avería	Llame a un experto para que reemplace el cable que alimenta las celdas de carga
	Se ha averiado la celda de carga de rozamiento	Llame a un experto para que realice un diagnóstico y en caso de ser necesario reemplace la celda de carga

Tabla 1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Características	Valor	Unidad
Velocidad de desplazamiento	10	milímetros por minuto
Longitud de desplazamiento	10	milímetros
Desplazamiento transversal	30	milímetros
Carga normal máxima	150	newtons
Máxima fuerza de rozamiento admisible	150	newtons
Resolución de carga	1	newtons
Tensión de alimentación	220	volts
Potencia nominal	60	watts
Peso	20	kilogramos
Tipo de indentador	Rockwell	Cónico 120°

Almacenamiento de datos	Tarjeta microSD	
Largo	756	milímetros
Ancho	358	milímetros
Alto	298	milímetros

Tabla 2

LIMPIEZA, INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN



Se recomienda que mensualmente se inspeccione el equipo de manera que se puedan prevenir desgastes prematuros de algunas piezas.

En la rutina de inspección es conveniente limpiar el equipo de cualquier suciedad o polvillo que pueda estar depositado sobre las superficies.

Se aconseja lubricar las roscas, guías y rodamientos que posee la máquina para un correcto funcionamiento.

CONTACTO



Correo electrónico: uccellini.tecc@hotmail.com



ANEXOS

COMPLEMENTARIOS

PROGRAMACIÓN MICROCONTROLADOR ARDUINO

Programación LCD

```
//Programación Scratch Tester
```

```
//Autor: Massimo Uccellini
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#include <LiquidMenu.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

```
//LECTURA DE BOTONES
```

```
int derecha = 12;
```

```
int arriba = 11;
```

```
int abajo = 10;
```

```
int izquierda = 9;
```

```
int selec = 8;
```

Elaboró: Massimo Uccellini

//MENU PRNCIPAL

```
LiquidLine linea1(1, 0, "Mover indent. ");  
LiquidLine linea2(1, 1, "Mover probeta ");  
LiquidLine linea3(1, 0, "Carga inicial ");  
LiquidLine linea4(1, 1, "Carga final ");  
LiquidLine linea5(1, 0, "Iniciar ensayo ");  
LiquidScreen pantalla1(linea1,linea2,linea3,linea4,linea5);
```

//SUBMENU "MOVER INDENTADOR"

```
LiquidLine linea1_1(1, 0, "Mover arriba ");  
LiquidLine linea2_1(1, 1, "Mover abajo ");  
LiquidLine linea3_1(1, 0, "Atras ");  
LiquidScreen pantalla2(linea1_1,linea2_1,linea3_1);
```

//SUBMENU "MOVER PROBETA"

```
LiquidLine linea1_2(1, 0, "Mover derecha ");  
LiquidLine linea2_2(1, 1, "Mover izquierda");  
LiquidLine linea3_2(1, 0, "Atras ");  
LiquidScreen pantalla3(linea1_2,linea2_2,linea3_2);
```

```
//SUBMENU "CARGA INICIAL"
```

```
LiquidLine linea1_3(1, 0, "+      ");
```

```
LiquidLine linea2_3(1, 1, "-      10N ");
```

```
LiquidLine linea3_3(1, 0, "Atras  ");
```

```
LiquidScreen pantalla4(linea1_3,linea2_3,linea3_3);
```

```
//SUBMENU "CARGA FINAL"
```

```
LiquidLine linea1_4(1, 0, "+      ");
```

```
LiquidLine linea2_4(1, 1, "-      100N ");
```

```
LiquidLine linea3_4(1, 0, "Atras  ");
```

```
LiquidScreen pantalla5(linea1_4,linea2_4,linea3_4);
```

```
LiquidMenu menu(lcd,pantalla1,pantalla2,pantalla3,pantalla4,pantalla5);
```

```
void setup() {
```

```
  for(char i=8; i<12; i++) pinMode(i, INPUT_PULLUP);
```

```
  lcd.begin(16, 2);
```

```
  lcd.backlight();
```

```
  menu.init();
```

```
//MENU PRNCIPAL
```

```
linea1.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea2.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea3.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea4.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea5.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea1.attach_function(1, fn_mover_indentador);
```

```
linea2.attach_function(1, fn_mover_probeta);
```

```
linea3.attach_function(1, fn_carga_inicial);
```

```
linea4.attach_function(1, fn_carga_final);
```

```
linea5.attach_function(1, fn_ensayo);
```

```
menu.add_screen(pantalla1);
```

```
//SUBMENU "MOVER INDENTADOR"
```

```
linea1_1.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea2_1.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea3_1.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea1_1.attach_function(1, fn_arriba);
```

```
linea2_1.attach_function(1, fn_abajo);  
linea3_1.attach_function(1, fn_atras);  
menu.add_screen(pantalla2);
```

```
//SUBMENU "MOVER PROBETA"
```

```
linea1_2.set_focusPosition(Position::LEFT);  
linea2_2.set_focusPosition(Position::LEFT);  
linea3_2.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea1_2.attach_function(1, fn_derecha);  
linea2_2.attach_function(1, fn_izquierda);  
linea3_2.attach_function(1, fn_atras);
```

```
menu.add_screen(pantalla3);
```

```
//SUBMENU "CARGA INICIAL"
```

```
linea1_3.set_focusPosition(Position::LEFT);  
linea2_3.set_focusPosition(Position::LEFT);  
linea3_3.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea1_3.attach_function(1, fn_inicial_aumentar);  
linea2_3.attach_function(1, fn_inicial_disminuir);  
linea3_3.attach_function(1, fn_atras);  
menu.add_screen(pantalla4);
```

```
//SUBMENU "CARGA FINAL"
```

```
linea1_4.set_focusPosition(Position::LEFT);  
linea2_4.set_focusPosition(Position::LEFT);  
linea3_4.set_focusPosition(Position::LEFT);
```

```
linea1_4.attach_function(1, fn_final_aumentar);  
linea2_4.attach_function(1, fn_final_disminuir);  
linea3_4.attach_function(1, fn_atras);
```

```
menu.add_screen(pantalla5);
```

```
pantalla1.set_displayLineCount(2);  
pantalla2.set_displayLineCount(2);  
pantalla3.set_displayLineCount(2);  
pantalla4.set_displayLineCount(2);
```

```
pantalla5.set_displayLineCount(2);
```

```
menu.set_focusedLine(0);
```

```
menu.update();
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  selectOption();
```

```
    if (digitalRead(arriba) == LOW)
```

```
    {
```

```
      delay(500);
```

```
      menu.switch_focus(false);
```

```
      menu.update();
```

```
    }
```

```
    if (digitalRead(abajo) == LOW)
```

```
    {
```

```
      delay(500);
```

```
      menu.switch_focus(true);
```

```
      menu.update();
```

```
    }
```

```
}
```

```
//Funciones:::::
```

```
void selectOption(){  
    if(digitalRead(selec) == LOW)  
    {  
        delay(500);  
        menu.call_function(1);  
        delay(500);  
    }  
}
```

```
//SUBMENU "MOVER INDENTADOR"
```

```
void fn_mover_indentador(){  
    menu.change_screen(2);  
    menu.set_focusedLine(0);  
}
```

```
//SUBMENU "MOVER PROBETA"
```

```
void fn_mover_probeta(){
```

```
    menu.change_screen(3);  
    menu.set_focusedLine(0);  
}  
//SUB MENU "CARGA INICIAL"  
void fn_carga_inicial(){  
    menu.change_screen(4);  
    menu.set_focusedLine(0);  
}  
  
//SUB MENU "CARGA FINAL"  
void fn_carga_final(){  
    menu.change_screen(5);  
    menu.set_focusedLine(0);  
}  
  
//ACCIONES DEL SUBMENU "MOVER INDENTADOR"  
void fn_arriba(){  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("  MOVIENDO  ");
```

```
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("  INDENTADOR  ");  
    delay(10000);  
}  
  
void fn_abajo(){  
}  
//ACCIONES DEL SUBMENU "MOVER PROBETA"  
void fn_derecha(){  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("  MOVIENDO  ");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("  PROBETA  ");  
    delay(10000);  
}  
void fn_izquierda(){  
}  
  
//ACCIONES DEL SUBMENU "CARGA INICIAL"
```

```
void fn_inicial_aumentar(){
}
void fn_inicial_disminuir(){
}

//ACCIONES DEL SUBMENU "CARGA FINAL"
void fn_final_aumentar(){
}
void fn_final_disminuir(){
}

//ACCIONES DEL MENU "ENSAYO"
void fn_ensayo(){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("  ENSAYO  ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  FINALIZADO  ");
    delay(10000);
}
```

```
void fn_atras(){  
    menu.change_screen(1);  
    menu.set_focusedLine(0);  
}
```

Programación controladores PID

```
//INTERRUPCIONES  
#include "TimerOne.h" // Libreria para manejar interrupciones temporales  
  
//MODULO Hx711  
#include "HX711.h"  
const int DOUT1 = A0;  
const int CLK1 = A1;  
const int DOUT2 = A2;  
const int CLK2 = A3;  
HX711 CELNORM;  
HX711 CELROZA;
```

```
//MODULO I2C PCF8574 Y LCD
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C LCD(0x27,16,2); // Establece la dirección LCD en 0x27 para una pantalla de 16 caracteres y 2 líneas
```

```
//CONTROLADOR PID
```

```
#include <PID_v1.h>
```

```
#define TIME_PID 100 // Intervalo de tiempo que se actualiza el controlador
```

```
#define MINIMO 0 // Valor minimo de salida
```

```
#define MAXIMO 255 // Valor maximo de salida
```

```
//DEFINICION DE PINES
```

```
int IN4 = 1; // Entradas del puente H canal 1
```

```
int IN3 = 2; // Entradas del puente H canal 1
```

```
int IN2 = 3; // Entradas del puente H canal 2
```

```
int IN1 = 4; // Entradas del puente H canal 2
```

```
int ENA = 5; // Entrada PWM al PIN 5
```

```
int ENB = 6; // Entrada PWM al PIN 6
```

```
int A = 0; // Variable A a PIN digital 2 del encoder de desplzamiento
```

```
int B = 7; // Variable B a PIN digital 4 del encoder de desplzamiento
```

//CONSTANTES

```
int ANTERIOR = 0;           // Almacena valor ANTERIOR de la variable POSICION
int RESOLUCION = 30;       // RESOLUCION del encoder del motor de desplazamiento
```

//VARIABLES DE LAS INTERUPCIONES

```
long PULSOS = 0;           // variable para contar los PULSOS
double RPM;                // Variable para almacenar el calculo de la velocidad en RPM
```

//VARIABLES DEL CONTROLADOR DE VELOCIDAD

```
double SETVEL = 12.5;      // Velocidad deseada
double INPUT_PIDV;         // Sera el valor de entrada al controlador
double OUTPUT_PIDV;        // Sera el valor de salida del controlador
double KPV = 1;            // Constante proporcional
double KIV = 1;            // Constante integral
double KDV = 1;            // Constante derivativa
```

//VARIABLES DEL CONTROLADOR DE CARGA

```
double POSICION = 0;       // Variable POSICION con valor inicial 0 y definida como global al ser usada en loop e ISR
(encoder)
double INPUT_PIDC;         // Sera el valor de entrada al controlador
```

```
double OUTPUT_PIDC;           // Sera el valor de salida del controlador
double KPC = 1;               // Constante proporcional
double KIC = 1;               // Constante integral
double KDC = 1;               // Constante derivativa

float CNORMAL;                // Valor leído en la celda de carga normal
float CROZAMI;                // Valor leído en la celda de carga de rozamiento

//DECLARACION DE LOS CONTROLADORES
PID CARGAPID(&INPUT_PIDC,&OUTPUT_PIDC,&POSICION,KPC,KIC,KDC,DIRECT);
PID VELOCPID(&INPUT_PIDV,&OUTPUT_PIDV,&SETVEL,KPV,KIV,KDV,DIRECT);

void setup()
{
  //DESIGNO ENTRADAS Y SALIDAS
  pinMode(ENA, OUTPUT);
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(ENB, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
```

```
pinMode(IN4, OUTPUT);
```

```
pinMode(A, INPUT);
```

```
pinMode(B, INPUT);
```

```
//INTERRUPCION PARA MEDICION DE POSICION
```

```
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(A), deteccion, LOW); // Interrupcion sobre pin A con funcion ISR encoder y modo LOW
```

```
//CELDA DE CARGA NORMAL
```

```
CELNORM.begin(DOUT1, CLK1);
```

```
CELNORM.set_scale(-36000); // Se establece escala para la celda normal
```

```
CELNORM.tare(20);
```

```
//CELDA DE CARGA ROZAMIENTO
```

```
CELNORM.begin(DOUT2, CLK2);
```

```
CELNORM.set_scale(-36000); // Se establece escala para la celda rozamiento
```

```
CELNORM.tare(20);
```

```
//CONTROLADOR DE VELOCIDAD
```

```
VELOCPID.SetMode(AUTOMATIC); // Seleccionamos el modo del PID
```

```
VELOCPID.SetOutputLimits(MINIMO,MAXIMO); // Ajusta los valores de nuestra salida
```

```
VELOCPID.SetSampleTime(TIME_PID);           // Configuramos el tiempo de muestreo

//CONTROLADOR DE CARGA NORMAL
CARGAPID.SetMode(AUTOMATIC);                // Seleccionamos el modo del PID
CARGAPID.SetOutputLimits(MINIMO,MAXIMO);    // Ajusta los valores de nuestra salida
CARGAPID.SetSampleTime(TIME_PID);          // Configuramos el tiempo de muestreo

//INTERRUPCION PARA MEDICION DE VELOCIDAD
Timer1.initialize(1000000);                 // Cada 1 segundo se ejecuta la interrupción
Timer1.attachInterrupt(segundo);           // Se establece función de interrupción

//LCD
LCD.begin(16,2);                            // Inicializa LCD 16 x 2
}

void loop()
{
if (POSICION != ANTERIOR)
{
// Si el valor de POSICION es distinto de ANTERIOR asigna a ANTERIOR el valor actualizado de
POSICION
```

```
    ANTERIOR = POSICION ;
}

control();           // Llamo a la funcion void control mas abajo
giro();              // Llamo a la funcion void giro mas abajo

LCD.setCursor(0,0);  // Posiciona cursor en la columna 0, linea 0
LCD.print("Velo: "); // Imprime un mensaje
LCD.setCursor(6,0);
LCD.print(RPM);
LCD.setCursor(0,1);
LCD.print("PID: ");
LCD.setCursor(5,1);
LCD.print(OUTPUT_PIDV);
}

void control()
{
    INPUT_PIDV = RPM;           // Valor de entrada del controlador de velocidad
    INPUT_PIDV = CELNORM.get_units(20); // Valor de entrada del controlador de carga normal
    VELOCPID.Compute();        // Activo el controlador de velocidad
}
```

```
CARGAPID.Compute();           // Activo el controlador de carga normal
analogWrite(ENA, OUTPUT_PIDC); // Aplico salida en el puente H para el motor de desplazamiento vertical
analogWrite(ENB, OUTPUT_PIDV); // Aplico salida en el puente H para el motor de desplazamiento horizontal
}

void giro()
{
  digitalWrite (IN1, HIGH);      // Establezco los sentidos de giro de los motores
  digitalWrite (IN2, LOW);
  digitalWrite (IN3, HIGH);
  digitalWrite (IN4, LOW);
}

void deteccion()
{
  static unsigned long ultimaInterrupcion = 0;      // Variable static con ultimo valor de tiempo de interrupcion
  unsigned long tiempoInterrupcion = millis();     // Variable almacena valor de funcion millis
  if (tiempoInterrupcion - ultimaInterrupcion > 5)
  {
    // Rutina antirebote desestima PULSOS menores a 5 mseg.
    if (digitalRead(B) == HIGH)                    // Si B es HIGH, sentido horario
  }
}
```

```
{
    POSICION++;                // Incrementa POSICION en 1
}
else
{
    // Si B es LOW, senti anti horario
    POSICION--;                // Decrementa POSICION en 1
}
//POSICION = min(100, max(0, POSICION));        // Establece limite inferior de 0 y superior de 100 para POSICION
ultimaInterrupcion = tiempoInterrupcion;        // Guarda valor actualizado del tiempo de la interrupcion en variable static
}
{
    // Función que se ejecuta cuando hay interrupción externa
    PULSOS++;                    // Se incrementa la variable pulso en uno.
}
}

void segundo()
{
    // Función que se ejecuta cuando se cumple el tiempo de interrupción temporal
    RPM = ((double)PULSOS/RESOLUCION)*60;        // Calculo de velocidad en RPM
    PULSOS = 0;                            // Reseteo el contador PULSOS
}
```

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

Referencias

Amplificador HX711. (s.f.). Obtenido de

https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf

Arduino UNO. (s.f.). Obtenido de <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

ASTM C1624. (2005). *Standard Test Method for Adhesion Strength and Mechanical Failure Modes of Ceramic Coatings by Quantitative Single Point Scratch Testing.*

Barra de acero cromada. (s.f.). Obtenido de <https://www.cirosa.com/wp-content/uploads/barra-cromada-tubo-cromado.pdf>

Caja estanca IP55. (s.f.). Obtenido de <https://www.roker.com.ar/productos/linea-paso/>

Celdas de carga BSL. (s.f.). Obtenido de <http://bsl.com.ar/wp-content/uploads/2019/09/PME-1.pdf>

Conector 4 pines. (s.f.). Obtenido de

https://www.phoenixcontact.com/assets/downloads_ed/global/web_dwl_promotion/52003573_ES_INT_Circular_M5-M12_LoRes.pdf

Conector DB9 hembra. (s.f.). Obtenido de <https://datasheet.octopart.com/PDI-15RH-Power-Dynamics-datasheet-12552829.pdf>

Encoder EC11. (s.f.). Obtenido de https://hfo.pl/pdf/E/ec11_alps.pdf

Fuente switching. (s.f.). Obtenido de <https://www.wlgled.com/estaticos/media/producto-pdf/Fuente-Switching-60W.pdf>

Gadget Markers. (s.f.). Obtenido de <https://www.gadgetmakersblog.com/arduino-power-consumption/>

Guias lineales. (s.f.). Obtenido de <https://medias.schaeffler.es/es>

IEC. (2018). *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).* Ginebra.

LCD 16x2 líneas. (s.f.). Obtenido de

<https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/ADM1602K-NSW-FBS-3.3v.pdf>

Motorreductor eje horizontal. (s.f.). Obtenido de

<https://www.komachine.com/en/companies/d-j-with/products/81190-RB-35GM/#tab-none-7>

Motorreductor eje vertical. (s.f.). Obtenido de

<http://archive.communica.co.za/Content/Catalog/Documents/D2723501099.pdf>

Puente H L298. (s.f.). Obtenido de <https://www.st.com/resource/en/datasheet/l298.pdf>

Resortes de catálogo. (s.f.). Obtenido de <https://www.leespring.mx/es>

Rodamiento 638/5-2Z. (s.f.). Obtenido de <https://www.skf.com/uy/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/productid-638%2F5-2Z>

Rodamiento SKF 30202. (s.f.). Obtenido de <https://www.skf.com/uy/products/rolling-bearings/roller-bearings/tapered-roller-bearings/single-row-tapered-roller-bearings/productid-30202>

Serway, R. A. (1992). *Física para ciencias e ingeniería.*

Texas Instruments. (s.f.). Obtenido de

https://www.ti.com/lit/ds/symlink/pcf8574.pdf?ts=1612092493900&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F

UNE. (2015). Aceros inoxidables. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro para chapas y bandas de acero resistentes a la corrosión para usos generales.

Ventiladores Sanyo Denki. (s.f.). Obtenido de

https://www.sanyodenki.com/archive/document/product/cooling/catalog_E_pdf/San_Ace_E.pdf