



Robot de Propósito General

Margarita Brengio
Carlos Rogelio Brengio

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2022

Robot de Propósito General

**Margarita Brengio
Carlos Rogelio Brengio**

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al
título de:
Ingeniero/a Mecánico/a

Director: Ing. Guillermo Rodriguez

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2022

La Familia, siempre la familia

***Tum variae veneres artes: labor omnia vincit improbus et duris urgens in
rebus egestas***

Virgilio, Georgicas,

Libro 1, 145 146

29 AC

Entonces aparecieron las técnicas diversas: el trabajo ímprobo y la necesidad que urge en las situaciones duras todo lo ha vencido.

Agradecimientos

A toda la familia y los amigos que nos han acompañado durante tantos años para que podamos progresar con el proyecto final.

A todos los docentes de la UNR en especial a Guillermo Rodríguez, por el acompañamiento y la paciencia.

A German Frisani y el equipo de automatización de Terragene SA, por permitirnos desarrollar el proyecto.

Resumen

La oportunidad de mejora surgió al conocer el Concurso Federal de Propuestas para la Innovación Tecnológica, en su especificación de Diseño y Desarrollo de Robots para Aplicaciones Productivas o de Servicios promovido por la Agencia Nacional de promoción de Investigación.

Investigando sobre la industria metalmecánica, la producción por arranque de viruta, ya sea en equipos semiautomáticos como tornos CNC y centros de mecanizado, enfrentamos un problema que es la carga y descarga de las piezas a tratar.

Con este proyecto intentamos resolver este problema aplicando un Robot de propósito general.

Planteamos un brazo robótico mecánico y fácil de programar, que tome y coloque en posición la pieza a mecanizar y retire la pieza terminada de ese proceso y la disponga en el sitio adecuado.

Evaluamos cualitativa y cuantitativamente la solución.

Palabras clave

- GPR
- Juntas robóticas
- Gripper
- Aluminio

Abstract

The opportunity arose when we learned about the Federal Competition for Proposals for Technological Innovation, in the area of Robot Design and Development for Productive or Service Applications, promoted by the Nacional Agency for Research Promotion.

While researching the metalworking industry and chip removal production, whether in semi-automatic equipment such as CNC lathes or machining centers, we encountered a problem involving the loading and unloading of the parts to be processed.

With this project, we attempt to solve this problem by applying a general-purpose robot.

We propose a mechanical robotic arm that is easy to program, which picks up and positions the part to be machined and removes the finished part from that process and places it in the appropriate location.

We evaluate the solution qualitatively and quantitatively.

Keywords

- GPR
- Robotic joints
- Gripper
- Aluminum

Contenido

AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
PALABRAS CLAVE	V
ABSTRACT	VI
KEYWORDS	VI
CONTENIDO	VII
ILUSTRACIONES	IX
TABLAS	X
PLANOS	X
INTRODUCCIÓN	1
INICIATIVA:	2
Justificación técnica y viabilidad	2
INTRODUCCIÓN A LOS CONCEPTOS	4
PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	5
PROPUESTA	6
ESTRUCTURA DE UN GPR	7
CARACTERÍSTICAS	7
Grados de libertad (GDL)	7
Espacio de trabajo	7
Precisión de los movimientos	8
Capacidad de carga	8
Velocidad	8
Tipo de actuadores	8
COMPONENTES	8
Manipulador:	8
Controlador:	8
Dispositivos de entrada/salida	9
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	10
ALTERNATIVA 1	10
Robot colaborativo	10
ALTERNATIVA 2	10
Placas de aluminio cortadas y mecanizadas	10
ALTERNATIVA 3	11
Impreso en 3D	11
COMPARATIVA	12
ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO ELEGIDO	13
GENERALIDADES	13
<i>Gripper</i>	14
<i>Detalles de componentes comerciales</i>	15
COMPROBACIONES MECÁNICAS	16
<i>Brazo 3</i>	17
Resultados	18
Tensión de von Mises	18
Desplazamientos	19
Deformaciones unitarias	19
<i>Brazo 2 y 3</i>	20
Resultados	21
Tensión de von Mises	21
Desplazamientos	21

Deformaciones unitarias	22
<i>Completo - posición 1</i>	23
Resultados	25
Tensión de von Mises	25
Desplazamientos	26
Deformaciones unitarias	26
<i>Robot completo en posición 2</i>	27
Resultados	28
Tensión de von Mises	28
Desplazamientos	28
Deformaciones unitarias	29
COSTOS Y TIEMPOS ESTIMADOS	30
MATERIALES E INSUMOS	30
DETALLES DE OTROS GASTOS INVOLUCRADO EN EL PROYECTO	31
COSTOS EN RECURSOS HUMANOS	32
ETAPAS Y DISTRIBUCIÓN DE TAREAS	33
VERIFICACIÓN DE COSTOS	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXO A: BASES Y CONDICIONES DEL PROYECTO NACIONAL	38
ANEXO B: PLANOS	48
ANEXO C: ELEMENTOS COMERCIALES	60
Fuente de alimentación 36 VDC 1200W	60
Motor paso a paso	61
Driver para motor paso a paso	61
Rodamiento 6204-2Z:	62
Junta motorizada M4230 (Robot Joint)	63
Junta motorizada 8025	65
PC LENOVO THINKCENTRE M60e Intel Core i5-1035G1	67

Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 : EQUIVALENCIA ROBOT-HUMANO	7
ILUSTRACIÓN 2 : COMPONENTES DE UN GPR	8
ILUSTRACIÓN 3 : EJEMPLO DE ROBOT COLABORATIVO	10
ILUSTRACIÓN 4 : DISEÑO PRELIMINAR 1	10
ILUSTRACIÓN 5 : DISEÑO PRELIMINAR 2	11
ILUSTRACIÓN 6 : CARGAS Y SUJECIONES DEL BRAZO 3	17
ILUSTRACIÓN 7 : MALLADO DEL BRAZO 3	17
ILUSTRACIÓN 8 : DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES DE VON MISES DEL BRAZO 3	18
ILUSTRACIÓN 9 : DISTRIBUCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS CALCULADAS DEL BRAZO 3	19
ILUSTRACIÓN 10 : DISTRIBUCIÓN DE DEFORMACIONES UNITARIAS DEL BRAZO 3	19
ILUSTRACIÓN 11 : MALLADO EN CONJUNTO DE BRAZO 2 Y 3	20
ILUSTRACIÓN 12 : DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES DE VON MISES EN CONJUNTO DE BRAZO 2 Y 3	21
ILUSTRACIÓN 13 : DISTRIBUCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN CONJUNTO DE BRAZO 2 Y 3	21
ILUSTRACIÓN 14 : DEFORMACIONES UNITARIAS EN CONJUNTO DE BRAZO 2 Y 3	22
ILUSTRACIÓN 15 : POSICIÓN 1 - SUJECIONES Y CARGAS	23
ILUSTRACIÓN 16 : MALLADO DE POSICIÓN 1	24
ILUSTRACIÓN 17 : DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES DE VON MISES EN POSICIÓN 1	25
ILUSTRACIÓN 18 : DETALLE DE DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES DE VON MISES EN POSICIÓN 1	25
ILUSTRACIÓN 19 : DISTRIBUCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN POSICIÓN 1	26
ILUSTRACIÓN 20 : DISTRIBUCIÓN DE DEFORMACIONES UNITARIAS EN POSICIÓN 1	26
ILUSTRACIÓN 21 : DISTRIBUCIÓN DE CARGAS Y SUJECIONES EN POSICIÓN 2	27
ILUSTRACIÓN 22 : MALLADO EN POSICIÓN 2	27
ILUSTRACIÓN 23 : DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES DE VON MISES EN POSICIÓN 2	28
ILUSTRACIÓN 24 : DISTRIBUCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN POSICIÓN 2	28
ILUSTRACIÓN 25 : DISTRIBUCIÓN DE DEFORMACIONES UNITARIAS EN POSICIÓN 2	29
ILUSTRACIÓN 26 : DETALLE DE DISTRIBUCIÓN DE DEFORMACIONES UNITARIAS EN POSICIÓN 2	29

Tablas

TABLA 1 : DETALLE DE LA PROPUESTA PLANTEADA	6
TABLA 2 : COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS	12
TABLA 3 : DATOS DEL ALUMINIO 6063 T6 – SEGÚN EL ASM HANDBOOK	16
TABLA 4 : DATOS DEL ALUMINIO 6063 T6 - SEGÚN SOLIDWORKS	16
TABLA 5 : TABLA DE COSTOS DE MATERIALES E INSUMOS	30
TABLA 6 : COSTOS DE CONSULTORIAS EXTERNAS	31
TABLA 7 : BIENES A ADQUIRIR PARA EL PROYECTO	31
TABLA 8 : RECURSOS HUMANOS INTERVINIENTES EN EL PROYECTO	32
TABLA 9 : ETAPAS Y DISTRIBUCIÓN DE TAREAS	34
TABLA 10 : VERIFICACIÓN DE COSTOS	35

Planos

PLANO 1 : 055-01-00 - GRIPPER	48
PLANO 2 : 055-00-00	49
PLANO 3 : 055-00-06 - BRAZO 2B	50
PLANO 4 : 055-00-03 BRAZO 1A	51
PLANO 5 : 055-00-04 BRAZO 1B	52
PLANO 6 : 055-00-05 BRAZO 2A	53
PLANO 7 : 055-00-01 BRIDA BASE	54
PLANO 8 : 055-00-02 BRIDA JUNTA	55
PLANO 9 : 055-00-08 EJE	56
PLANO 10 : 055-00-11	57
PLANO 11 : 055-00-09 REFUERZO BRAZO 1	58
PLANO 12 : 055-00-10 REFUERZO BRAZO 2	59

Introducción

En Argentina la industria metalmecánica reúne más de 24.000 establecimientos productivos distribuidos principalmente entre la provincia de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Mendoza, Entre Ríos y San Luis.

Casi en su totalidad se trata de pequeñas y medianas empresas (PyMEs) de capital nacional (88 %) y tienen un papel destacado en los procesos de diversificación de las economías regionales.

En términos generales el nivel de ocupación de estas empresas ronda entre 50 personas y 9 personas en promedio (hipótesis de mínima)

Casi el 70 % de los establecimientos productivos se concentran en la fabricación de productos elaborados de metal, productos metálicos para uso estructural y otros productos, fabricación de partes, piezas, accesorios para vehículos automotores, motores y carrocerías, y producción de maquinaria y equipos de uso general.

La industria metalmecánica representa aproximadamente un 20% del empleo industrial, implicando más de 300.000 ocupados en forma directa. Esto la convierte en la segunda industria generadora de empleo luego del sector de alimentos y bebidas.

El actual contexto de una cuarta revolución industrial caracterizada por cambios que renovarían el concepto de manufactura, trastocando la estructura de los mercados y borrando las fronteras entre los bienes y los servicios al integrar ambas esferas, el concepto de industria 4.0, inteligencia artificial, machine learning y big data, plantea un desafío interesante a la industria nacional argentina, en miras a alcanzar objetivos de crecimiento y desarrollo.

Argentina se caracteriza por contar con la presencia de recursos humanos altamente calificados con capacidad de adaptarse a entornos cambiantes, resolver problemas de manera creativa, innovadora e ingeniosa. Esa es la clave, otorgar herramientas de fácil uso y manipulación para que el profesional/operario pueda emplearlas y adaptarlas de manera sencilla a cualquier entorno con la intención de resolver un problema.

Siendo así, se procedió a evaluar uno de los principales procesos de la industria metalmecánica; la producción por arranque de virutas.

Alguno de los equipos más utilizados para este trabajo, en el sector metalmecánico, son los tornos CNC, los taladros, las fresadoras, centros de mecanizado, etc.

Si hablamos de equipos semiautomáticos como los tornos CNC y centros de mecanizado, surge un problema significativo que es la carga y descarga de material, en donde se utilizan recursos humanos para realizarlo. Estas tareas de carga y descarga, no posibilitan automatizar el proceso de mecanizado en su totalidad y producen desperdicios, ya que son tareas que son necesarias, pero no generan valor.

Uno de los objetivos perseguidos en este proyecto, es la optimización y automatización de dichas tareas, reduciendo al mínimo sus desperdicios y contribuyendo con una práctica amigable con el medioambiente. Alcanzado el mismo, la Pyme que lo emplee tendrá a su disposición una ventaja competitiva, con la

consecuente reducción de costos, tiempos de producción y reasignación de recursos en tareas que generen valor (empoderamiento).

Iniciativa:

Planteamos este proyecto basándonos en el Concurso Federal de Propuestas para la Innovación Tecnológica, en su especificación de Diseño y Desarrollo de Robots para Aplicaciones Productivas o de Servicios promovido por la Agencia Nacional de promoción de Investigación, Desarrollo Tecnológico y la Innovación junto con la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA). El objetivo del Concurso Federal - Robótica es promover el desarrollo de la oferta local de robots de bajo costo para usos específicos en pequeñas y medianas empresas y/o instituciones.

Tomando en cuenta esta premisa, decidimos plantear un brazo robótico que asista en los procesos de “pick and place” piezas, ya sea para la carga y/o descarga de piezas en máquinas herramientas, como el uso de los mismos para el acomodo de los productos en sus cajas para entregas.

Justificación técnica y viabilidad

Los equipos semiautomáticos, como los centros de mecanizado y tornos CNC, enfrentan puntos débiles, que son la carga, alimentación, de materia prima o semielaborado, y la descarga o evacuación del producto terminado o semiterminado.

Al observar detenidamente un proceso productivo, donde una máquina realiza un trabajo automático sobre una pieza a fabricar, podemos diferenciar varias tareas fundamentales:

Procesamiento de material: proceso de fabricación en sí mismo, realizado por la máquina automática.

Puesta a punto de máquina: operación que consiste en regular un mecanismo o una máquina para que funcione correctamente.

Carga de material: colocación de materia prima o semielaborado a transformar. Tarea asumida como manual.

Descarga del elemento: retiro del semielaborado o producto final de la máquina. Tarea asumida como manual.

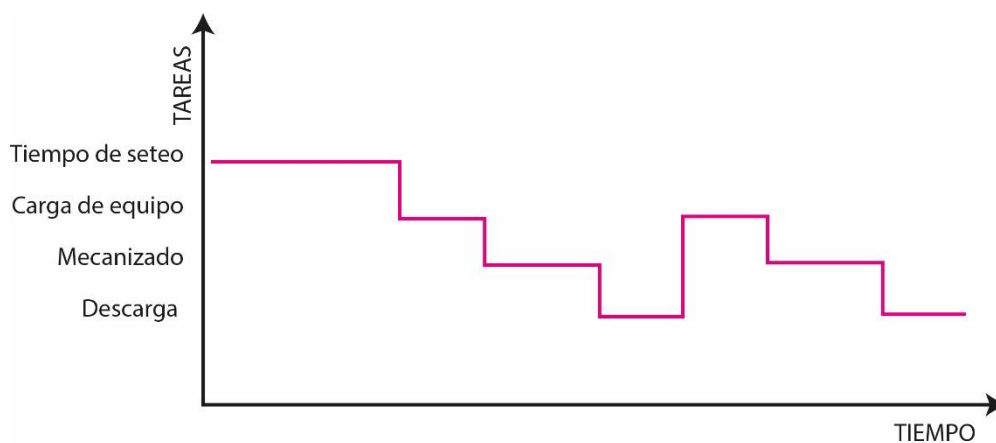


Gráfico 1 : Simograma

De estas tareas, hay dos que son necesarias, pero que no generan valor, no permiten la completa automatización del proceso, introducen demoras, riesgos a la seguridad del personal y el equipamiento, generan desperdicios y laboreo extra, sin ventajas para el medio ambiente: la carga y descarga de materiales.

La idea del proyecto es lograr un paso más hacia adelante en la automatización del proceso, reducir desperdicios, mejorar la seguridad, generar reducción de costos y obtener ventajas competitivas con baja inversión. Para esto último hemos pensado en el desarrollo de un Robot de Propósito General (General Purpose Robot - GPR)

Este robot será de brazos mecánicos y programación sencilla. Intentaremos desarrollar para una aplicación puntual, un concepto de amplias posibilidades dadas las características de bajo costo, versatilidad y fácil configuración.

Introducción a los conceptos

A continuación, procederemos a exponer los conceptos principales que vamos a utilizar a lo largo del proyecto, sin los cuales se complejiza la comprensión del mismo.

GPR - Robot de Propósito General: GPR por sus siglas en inglés “General Purpose Robot” así se le llama a todos aquellos robots que son usados para aplicaciones variadas. La mayoría de los robots industriales son considerados de propósito general pues son capaces de adecuarse a varios tipos de aplicaciones. Los GPR pueden cambiar de tarea día a día o completar una secuencia de tareas durante un ciclo productivo.

Industria 4.0: refiere a una nueva manera de producir mediante la adopción de tecnologías 4.0, es decir, de soluciones enfocadas en la interconectividad, la automatización y los datos en tiempo real.

Junta armónica motorizada (o junta robótica): Se le llama así al conjunto de servomotor de corriente continua con un reductor armónico integrado, encoder y driver.

Simograma: Representación gráfica de tareas y su ejecución en el tiempo, con fines de análisis. Incluye ciclos productivos, tiempos muertos, tareas superpuestas, correlatividades y combinaciones trabajos de máquinas, equipos y humanos.

Mantenibilidad: Es la habilidad de generar ambientes, entornos, maneras de pensar y ejecutar acciones, que permitan mejorar la relación que existe entre quienes son los dueños y responsables del activo en cuestión y las personas que lo operan y mantienen.

Tal que, las consecuencias de este accionar conjunto sean:

- Elevar la disponibilidad y confiabilidad del equipo,
- Aumentar la seguridad del personal, del equipo y evitar daños al medio ambiente,
- Asegurar la calidad del producto terminado,
- Prolongar la vida del equipo
- Efectivizar los costos
- Minimizar tiempos de puesta a punto,
- Mejorar lo ya diseñado para reducir los tiempos de mantenimiento, reducir el stock de repuestos, favorecer la intercambiabilidad de partes.

Estas mejoras, es conveniente distribuirlas adecuadamente entre quienes participan de la labor diaria. Estas políticas deben acompañar todo el desarrollo del proceso y así mejorar el rendimiento general.

Presentación del problema

A modo de síntesis de todo lo anterior, lo que se plantea es el desarrollo de un robot que sea útil para asistencia y mejora de la eficiencia y la calidad de los procesos dentro de una industria metalmecánica.

En Terragene SA (Alvear, Argentina) el grupo de mecanizado depende del departamento de Automación, pero responde tanto a los pedidos de piezas solicitados para la fabricación de máquinas y repuestos, así como para ciertos productos que son directamente productivos.

En el último caso, hay un producto en particular que cuando es solicitado, suele requerir el uso de uno de los tornos paralelos por lo menos, por 3 días continuos. Por otro lado, y como es de común conocimiento, hacer este producto de a poco implicaría mucho más pérdida de tiempo de configuración de equipo y puesta a punto por cada vez que se arranque el producto. Durante estos pedidos, es necesaria una persona debidamente capacitada y permanentemente asistiendo el proceso con la carga y descarga de productos, así como el control de calidad.

Normalmente, en este departamento, ninguna persona se dedica solo a 1 equipo por día, sino que se va rotando el personal y los equipos de acuerdo a las diferentes tareas para el día o a las piezas que se deban hacer.

El personal presente en planta suele ser suficiente para el flujo de fabricación habitual, por lo que contratar más personal resulta innecesario, excepto por 3 o 4 días al mes en los cuales, lo es. Por eso se planteó la alternativa de un robot para asistir el proceso de carga y descarga de piezas en el torno, y que durante el resto de los días pueda asistir para procesos de pick and place de otros equipos, sin necesidad de afectar a el personal en estas tareas repetitivas.

Propuesta

Apuntamos a un prototipo útil para las siguientes aplicaciones:

- Carga y descarga de materiales en centros de mecanizado y matrices de inyección.
- Aplicación de adhesivo.
- Línea de montaje.
- Ensamblaje.
- Paletización.
- Inspección de calidad.
- Pick and place.

Características	
Movimiento	5 grados de Libertad
Repetitividad	0,2 mm
Precisión	0,1 mm
Capacidad de Carga	2 kg
Alcance	
Radio	1100 mm
Ángulo de Giro	+100
Velocidad	
1-3 ejes	10 RPM
4-5 ejes	15 RPM
Propiedades	
Tensión de Alimentación	220 V
Potencia	1500W
Frecuencia	50 Hz
Protocolo de Comunicación	Modbus TCP
Entradas/Salidas Comunicación	16/16
Tensión de Trabajo	24 VDC
Puertos Ethernet	1

Tabla 1 : Detalle de la propuesta planteada

Para empezar a pensar en una solución específica investigamos sobre los conceptos más importantes a tener en cuenta a la hora de definir estas características

Estructura de un GPR

La estructura física de la mayoría de los robots industriales tiene mucha similitud con la anatomía de las extremidades superiores del cuerpo humano, por lo que, en ocasiones, para hacer referencia a los distintos elementos que componen el robot, se usan términos como cintura, hombro, brazo, codo, muñeca, etc.

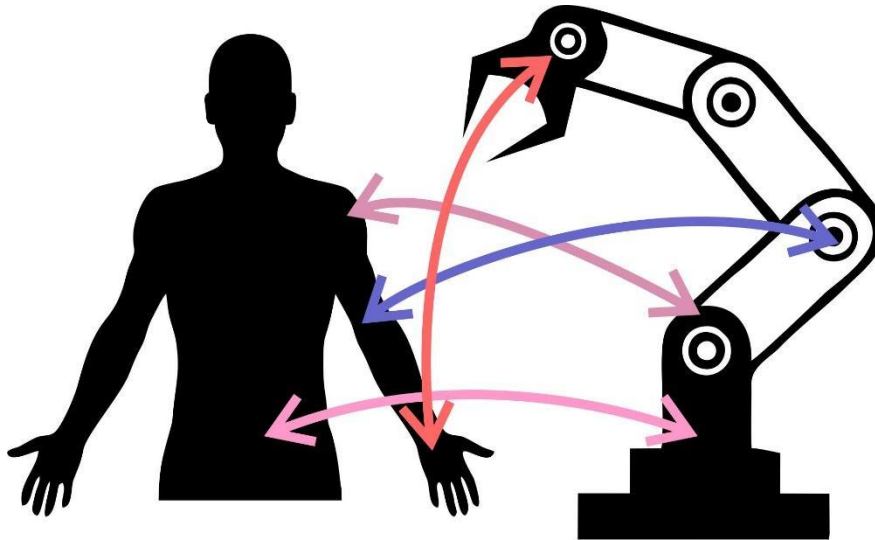


Ilustración 1 : Equivalencia Robot-Humano

Dentro de un robot industrial hay ciertas características y componentes que deben cumplirse o respetarse.

Características

Grados de libertad (GDL)

Cada uno de los movimientos independientes que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior. Son los parámetros que se precisan para determinar la posición y la orientación del elemento terminal del manipulador. El GDL de un robot suele coincidir con la cantidad de articulaciones que posee.

Un mayor número de GDL conlleva a un aumento de la flexibilidad en el posicionamiento del elemento terminal. La mayoría de las aplicaciones industriales requieren 6 GDL, y las más complejas (como el montaje y ajuste de piezas). Las tareas más comunes de posicionamiento y paletizado suelen exigir 4 o 5 GDL.

Espacio de trabajo

Las dimensiones de los elementos del manipulador, junto con los grados de libertad definen la zona de trabajo del robot, característica fundamental en las fases de selección e implementación del modelo adecuado. El volumen de trabajo de un robot hacer referencia únicamente al espacio dentro del cual puede desplazarse el extremo de su muñeca, no se toma en cuenta el tamaño o forma del gripper ya que el mismo es fácilmente adaptable y customizable.

Precisión de los movimientos

- **Resolución espacial:** incremento más pequeño de movimiento en el que el robot puede dividir su volumen de trabajo.
La resolución espacial depende de los sistemas que controlan la resolución y de las inexactitudes mecánicas.
- **Exactitud:** capacidad del robot para situar el extremo de su muñeca en un punto señalado, dentro del volumen de trabajo. Mide la distancia entre la posición especificada y la posición real del actuador terminal del robot. Mantiene una relación directa con la resolución espacial.
- **Repetitividad:** capacidad de regresar al punto programado las veces que sea necesario

Capacidad de carga

Es el peso, expresado en kg, que puede transportar la garra del manipulador.

Velocidad

Se refiere a la velocidad máxima alcanzada por el gripper. En muchos casos, de esta característica depende la utilidad del robot, por lo que es una magnitud de valor considerable a la hora del diseño o selección del robot.

Tipo de actuadores

Tipo de elementos motrices que generan el movimiento del robot. De esto depende el tipo de alimentación energética que necesita el robot.

Componentes

Se pueden detectar al menos cuatro componentes necesarios para que un robot cumpla las características necesarias para ser un GPR.

Manipulador:

Mecánicamente, es el componente principal. Está conformado por eslabones, articulados entre sí, que permiten el movimiento relativo entre ellos. Por lo general reciben el nombre de cuerpo, brazo, muñeca y gripper.

Cada una de estas articulaciones brinda al robot al menos un grado de libertad.

El gripper es un dispositivo que se une a la muñeca del brazo del robot con la finalidad de activarlo para la realización de una tarea específica. Por lo general es la parte del robot que más se customiza de acuerdo a las tareas que vaya a realizar el robot. Es decir, un robot con dos grippers intercambiables puede realizar actividades totalmente distintas.

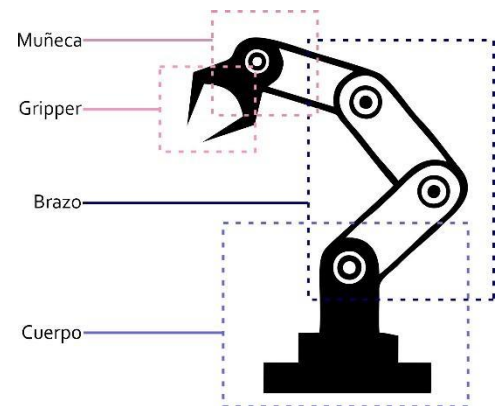


Ilustración 2 : Componentes de un GPR

Controlador:

El, como su nombre lo indica, el que regula cada uno de los movimientos del manipulador, las acciones, cálculos y procesamiento de información.

Existen varios grados de control en función del tipo de parámetros que se regulan, lo que da lugar a diferentes tipos de controladores:

- **De posición:** El controlador interviene únicamente en el control de la posición del elemento terminal.
- **Cinemático:** El control se realiza tanto en la posición como en la velocidad.

- **Dinámico:** además de controlar la posición y la velocidad, controla las propiedades dinámicas del manipulador y de los elementos asociados a él.
- **Adaptativo:** engloba a todas las regulaciones anteriores y, además, se ocupa de controlar la variación de las características del manipulador al variar la posición del mismo.

Otra clasificación de control es la que distingue entre control de bucle abierto y control de bucle cerrado.

El bucle de control abierto da lugar a demasiados errores por lo que no es apto para las aplicaciones industriales. El bucle cerrado funciona mediante realimentación de información.

Este control se lleva a cabo mediante el uso de sensores de posición del elemento terminal del manipulador. La información recibida del sensor se compara con el valor inicial deseado y se actúa en función del error obtenido. Esto permite un mejor control y una mayor precisión.

Dispositivos de entrada/salida

Los dispositivos de entrada y salida permiten introducir y, a su vez, ver los datos del controlador.

Para mandar instrucciones al controlador y para dar de alta programas de control, comúnmente se utiliza una computadora adicional.

Análisis de alternativas

Para comenzar a analizar las posibilidades de fabricación de un GPR se buscaron primeramente alternativas comerciales y se analizó la factibilidad de producción en de las mismas en suelo nacional. También, de acuerdo a las bases de condiciones del concurso en el cual este diseño participa, hay que tener muy en cuenta la cantidad de partes y proporción del costo que pueden importarse y las que deben ser industria nacional.

Alternativa 1

Robot colaborativo

Primeramente, quisimos reproducir una versión dentro de nuestras posibilidades de los tan conocidos “robots colaborativos”, cuya construcción se basa en una estructura hecha de tubo redondo de aluminio, que no solo hace de soporte sino también de carcasa protectora con todos los motores, cables y accesorios escondidos dentro y con una sola posibilidad de configuración.

El peso aproximado de tubos de aluminio necesarios para construir este tipo de robot es de entre 13 y 15 kg y el costo de esta materia prima, ya en suelo argentino, es de U\$S 122.

En el anexo (ver anexo) se puede ver el detalle de las importaciones con los valores mínimos de importación que se solicitan para conseguir el material. Por este material solo hemos conseguido presupuestos de importación por tonelada, por lo que sería material para aproximadamente 65 robots.

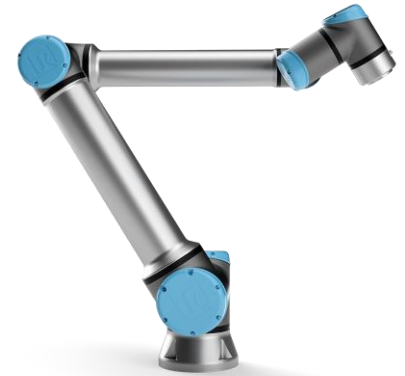


Ilustración 3 : Ejemplo de robot colaborativo

Alternativa 2

Placas de aluminio cortadas y mecanizadas

Esta propuesta está basada en la facilidad técnica y los recursos de fabricación disponibles en las instalaciones propias de la empresa. Uno de las delimitaciones principales de este proyecto es la capacidad de la empresa de importar materiales y los métodos constructivos.

Por este motivo, basamos la estructura en placas de aluminio cortadas por corte por agua y luego mecanizadas en las instalaciones. donde se utilizan los restantes de los cortes para los soportes internos de los brazos del robot.

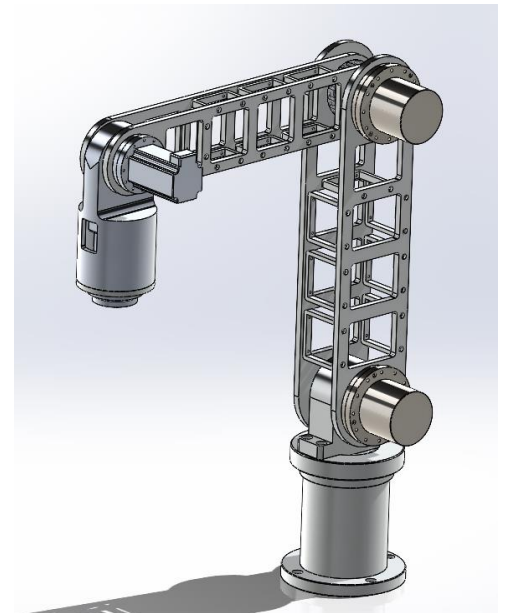


Ilustración 4 : Diseño preliminar 1

Alternativa 3

Impreso en 3D

La propuesta es imprimir los tubos que componen la estructura del robot en ABS, mientras que toda la estructura de las juntas y uniones serían impresas en aluminio.

La gran ventaja de este caso es su facilidad al montaje, ya que la mayoría de las piezas fueron diseñadas para encastrar entre sí sin necesidad de elementos externos para mantenerlas unidas. Es decir, salvo por las uniones a los motores y a los tubos que están atornilladas, las piezas de aluminio impresas en 3D que forman las carcasas de los motores y las uniones entre los brazos son tipo “lego”.

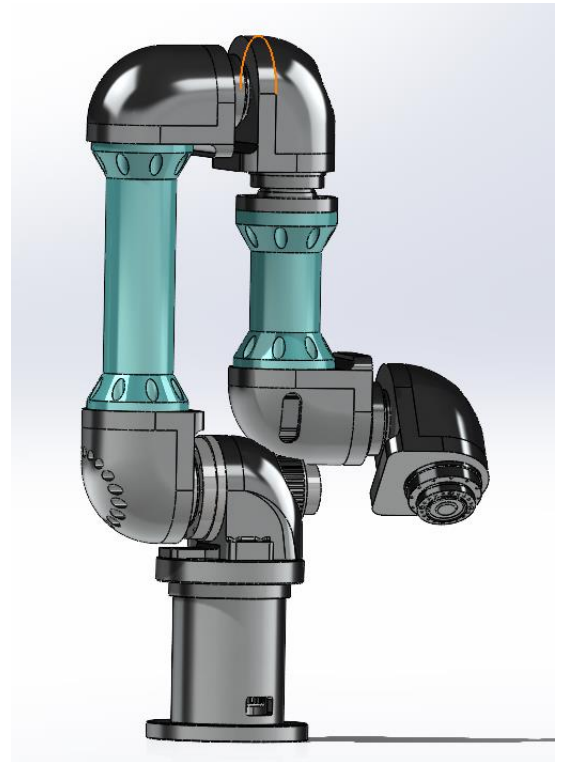


Ilustración 5 : Diseño preliminar 2

Cabe aclarar que para todas las alternativas de construcción se utilizarían los mismos motores, que en este caso son unos modelos denominados juntas robóticas, así como los mismos cables, componentes eléctricos y electrónicos y el mismo prototipo de gripper. Por lo que la diferencia en costo va a ser siempre dependiente estilo mecánico del robot.

Comparativa

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Características	5 grados de libertad Cumple con las velocidades Cumple con la capacidad de carga	5 grados de libertad Cumple con las velocidades Cumple con la capacidad de carga	5 grados de libertad Cumple con las velocidades Cumple con la capacidad de carga
Costo	Fuera del presupuesto por la importación de los tubos de aluminio.	Dentro del presupuesto	EL costo de compra de impresoras 3D para lograr este tipo de producción supera el costo permitido por el proyecto
Tiempo de fabricación	Dentro de los planificado	Dentro de los planificado	No es reproducible a nivel industrial acorde a las características de Terragene
Customización	No es customizable	Customizable	Customizable

Tabla 2 : Comparación de alternativas

Cabe aclarar que los cálculos de costos que se realizaron para esta etapa fueron aproximados, y teniendo en cuenta que muchos de los materiales necesarios solo se consiguen importando en grandes cantidades o por complicaciones en las compras internacionales de maquinaria.

Especificaciones del diseño elegido

Generalidades

El modelo se basa principalmente en una estructura de aluminio 6063, el cual se caracteriza por ser un aluminio destinado para la construcción, tanto de partes de equipos, estructuras independientes, perfiles y tubos, chapas y sólidos mecanizables, especialmente por su buen límite de fluencia, lo que ayuda a que mantenga su forma cuando es sometido a tensiones, además es altamente resistente a la corrosión y si bien tiene una dureza considerable, se combina con una buena maquinabilidad y excelente soldabilidad.

La estructura se obtiene a partir de placas de 10 mm de espesor en la cual se cortan piezas para armar los dos brazos más largos del robot.

Estas 4 placas que forman la estructura principal, se le realizan recortes, de los que se obtienen los soportes internos que mantienen la estructura armada y deja espacio suficiente para pasar el cableado de las juntas motorizadas y de los componentes eléctricos y electrónicos que lleva el robot.

Estos recortes sobre la estructura principal también ayudan a reducir el peso total del robot, lo que nos interesa para no tener que conseguir motores excesivamente grandes. Así mismo, de esta forma se logra reducir la cantidad de material base necesario para cada parte del robot.

En el diseño de estas piezas, los suplementos del brazo 2 entran dentro de los vaciados del brazo 1 y los suplementos del brazo uno se sacan del vaciado del brazo 2.

Luego de los cortes por agua, los brazos se perforan y se mecanizan para obtener los puntos de montaje tanto con los soportes entre los brazos como para las conexiones con las juntas robóticas.

Tanto la base como las bridas de anclaje parten de redondos de aluminio 6063 que se mecanizan en los centros de mecanizado dentro de Terragene.

La base se puede anclar sobre cualquier superficie con 6 tornillos. El diseño está preparado para poder ubicarse sobre una superficie plana horizontal, pero también puede ser montado en una pared lateral o también colgado de un techo o una estructura. Dentro de la base encontramos la primera junta robótica. Esta es la que hace que todo el resto del robot gire en un ángulo de 110°.

De forma perpendicular a la línea media de la estructura encontramos montadas todas las demás juntas.

El denominado brazo 3 tiene una estructura diferente a los brazos 1 y 2 pero similar a la de la brida base. Partiendo de un redondo de aluminio, tiene en un extremo una brida que se conecta con la junta robótica 4, la cual es la primera de las juntas del modelo pequeño (Junta motorizada M4230) y con el brazo 2. El otro extremo es hueco y en esta parte se aloja la última junta robótica (Junta motorizada M4230) que es la encargada de girar el gripper. Este último está soportado por un anillo bridado.

Los 5 accionamientos que componen los movimientos del robot, están especificados de la siguiente manera:

En la base, dando giro de 110 grados a todo el conjunto, una junta motorizada M8025E25B100, la misma que compone los movimientos entre la base y el primer brazo, y el movimiento entre el primer y segundo brazo.

En el accionamiento entre el segundo brazo y el tercero, y entre éste último y el gripper, dándole el giro necesario, una junta motorizada M4230E17B80.

Para la apertura y cierre de las mordazas del gripper, está montado un motorreductor 14HS20-1504, que acciona dos poleas dentadas

Gripper

El análisis del gripper decidimos hacerlo por separado ya que su conformado y funcionalidad varía respecto del resto del robot. La función del grippers es la de tomar, sostener y soltar la pieza o elemento que el robot necesite mover.

Para este primer prototipo, se diseñó un modelo que usa un motor paso a paso que mueve unas correderas que abren y cierran las pinzas de agarre. Es de destacar la posibilidad de cambiar ese conjunto, en parte o totalmente para adaptarlo a las piezas a manipular.

Luego de que estén terminados todos los detalles constructivos de las piezas, se mandan a anodizar de color negro para mejorar la estética y el acabado superficial del robot.

Detalles de componentes comerciales

Detalles de los componentes comerciales que se han utilizado que no figuran en los planos

Juntas motorizadas: este componente incluye el servomotor de corriente continua, rodamientos, dos encoders, driver y cables de comunicación, así como la entrada de alimentación eléctrica de forma accesible. Están pensados para este uso debido a su facilidad de aplicación. Permiten comandar, controlar y corregir la posición y velocidad del robot en tiempo real. Los 5 motores son los que brindan los 5 grados de libertad al GPR.

Módulo USB to CAN: es el módulo de conexión que transforma la señal de salida/entrada de los motores a la entrada/salida de la mini pc.

Break discharge module: su función es reducir el voltaje de la fuente de alimentación (la de 36V) en caso de que los motores comiencen a actuar como generadores de tensión. En caso de detectar una corriente mayor a la normal, activa una resistencia que reduce la tensión y frena los motores.

Fuente de alimentación 36VDC 1000W es la que alimentará a las juntas rotativas y al motor paso a paso del gripper, mientras que la fuente de 24VDC y 10A es la encargada de alimentar el circuito de control.

Mini PC industrial: Destinada para utilizar ROS como sistema operativo. Este mismo está preparado con las herramientas y capacidad para resolver los cálculos y las operaciones necesarias para la utilización de programas relacionados a la robótica. Es el elemento que interconecta todos los módulos y programas que van a estar corriendo dentro del robot. Tanto el servidor de movimiento de los motores, la interfaz gráfica que muestra en tres dimensiones el movimiento en tiempo real del robot, módulo de entrada salida, etc.

Tablet: Una vez programado todo desde la PC, la Tablet va a ser el elemento que funcione como display de comando, conocido como TEACH, desde el cual el usuario va a “enseñar al robot” a hacer los movimientos requeridos, esperar las señales correctas, etc.

Placa controladora entrada/salida: Va a recibir toda la información del entorno necesaria para el comienzo o fin de los movimientos del robot, y desde donde va a salir la información del robot para que el entorno comience o finalice la tarea indicada.

Comprobaciones mecánicas

A continuación, mostraremos una serie de comprobaciones mecánicas que hicimos sobre las distintas partes de la estructura del robot para corroborar que efectivamente, el robot, de ser fabricado, pueda cumplir con las características que se le pidieron al diseño desde un principio. Para ello, vamos a tener en cuenta la siguiente tabla de propiedades del material elegido (extraída del libro ASM HandBook - Vol 02 - Properties and Selection Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials), que los resultados van a depender de las cualidades del material y esta será nuestra base de comparación.

Alloy and temper	Ultimate tensile strength		Tensile yield strength		Elongation 50 mm (2 in.), % in		Hardness HB ^(a)	Ultimate shearing strength		Fatigue endurance limit ^(b)		Modulus of elasticity ^(c)	
	MPa	ksi	MPa	ksi	1.6 mm (1/16 in.) thick specimen	1.3 mm (1/2 in.) diam specimen		MPa	ksi	MPa	ksi	GPa	10 ⁶ psi
6063-O	90	13	50	7	...	...	25	70	10	55	8	69	10.0
6063-T1	150	22	90	13	20	...	42	95	14	60	9	69	10.0
6063-T4	170	25	90	13	22	...	...	...	...	...	...	69	10.0
6063-T5	185	27	145	21	12	...	60	115	17	70	10	69	10.0
6063-T6	240	35	215	31	12	...	73	150	22	70	10	69	10.0
6063-T83	255	37	240	35	9	...	82	150	22	...	...	69	10.0

Tabla 3 : Datos del Aluminio 6063 T6 – según el ASM HandBook

También compartimos la información que aporta SolidWorks

Property	Value	Units
Elastic Modulus	7.000000102e+10	N/m^2
Poisson's Ratio	0.3896999955	N/A
Shear Modulus	2.700000051e+10	N/m^2
Mass Density	2700	kg/m^3
Tensile Strength	75000000	N/m^2
Compressive Strength		N/m^2
Yield Strength	25000000	N/m^2
Thermal Expansion Coefficient	2.400000085e-05	/K
Thermal Conductivity	204	W/(m·K)
Specific Heat	940	J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

Tabla 4 : Datos del Aluminio 6063 T6 - Según SolidWorks

Brazo 3

Empezando por la parte menos sufrida del modelo, es decir el brazo 3, el cual solo debe soportar el peso del gripper y de la carga estimada de uso.

Para ello hicimos un estudio en SolidWorks Simulation.

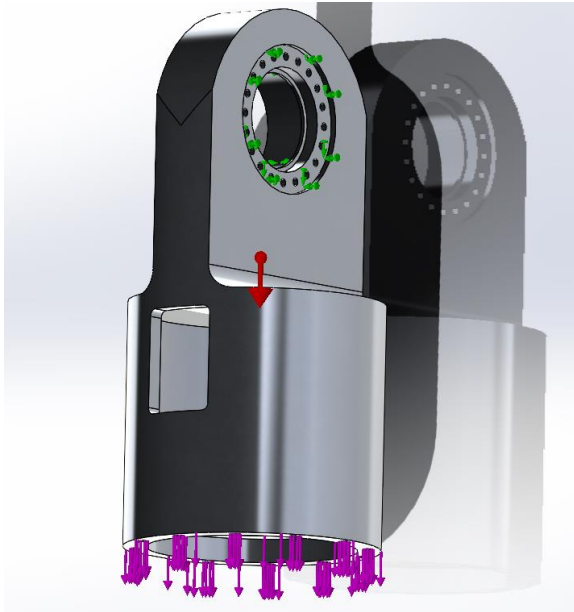


Ilustración 6 : Cargas y sujeciones del brazo 3

En este caso aplicamos una sujeción fija en la cara que está en contacto con el motor que lo rota (por todos los tornillos que lo unen al motor) y una sujeción flexible en la sujeción con el rodamiento

También aplicamos la fuerza de gravedad en posición en la cual el brazo 3 esté perpendicular al piso, y la carga que se ve en violeta es la sumatoria de cargas generadas por el motor que lleva el brazo 3 dentro, más el gripper y la carga de 3 kg, que es la carga máxima para la cual se ha estimado este brazo robótico.

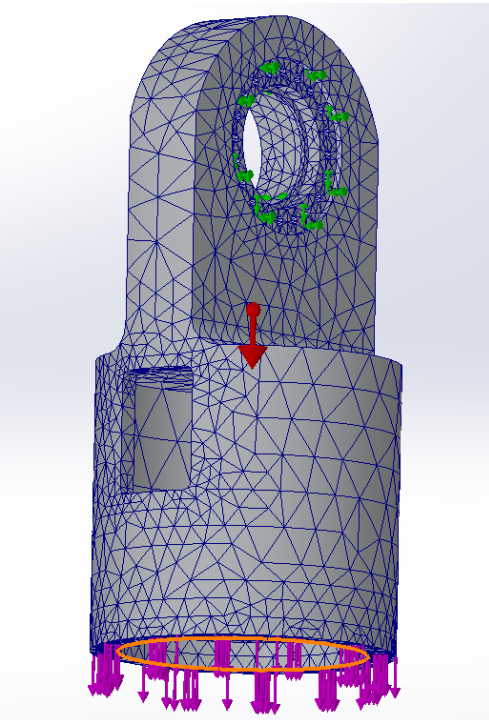


Ilustración 7 : Mallado del brazo 3

Se le aplicó un mallado conforme a la curvatura de la pieza y haciendo énfasis en los posibles puntos de mayor acumulación de cargas como los agujeros de los tornillos y el agujero por el cual sacar los cables del motor interno.

Resultados

Al correr el estudio, los resultados de cargas y deformaciones fueron los siguientes

Tensión de von Mises

Las imágenes muestran que las tensiones equivalentes de Von Mises no se acercan a los valores de tensión admitidos por el material.

Por otro lado, y cómo habíamos previsto, la mayor acumulación de tensiones se encuentra en el agujero rectangular que funciona como salida de los cables del motor.

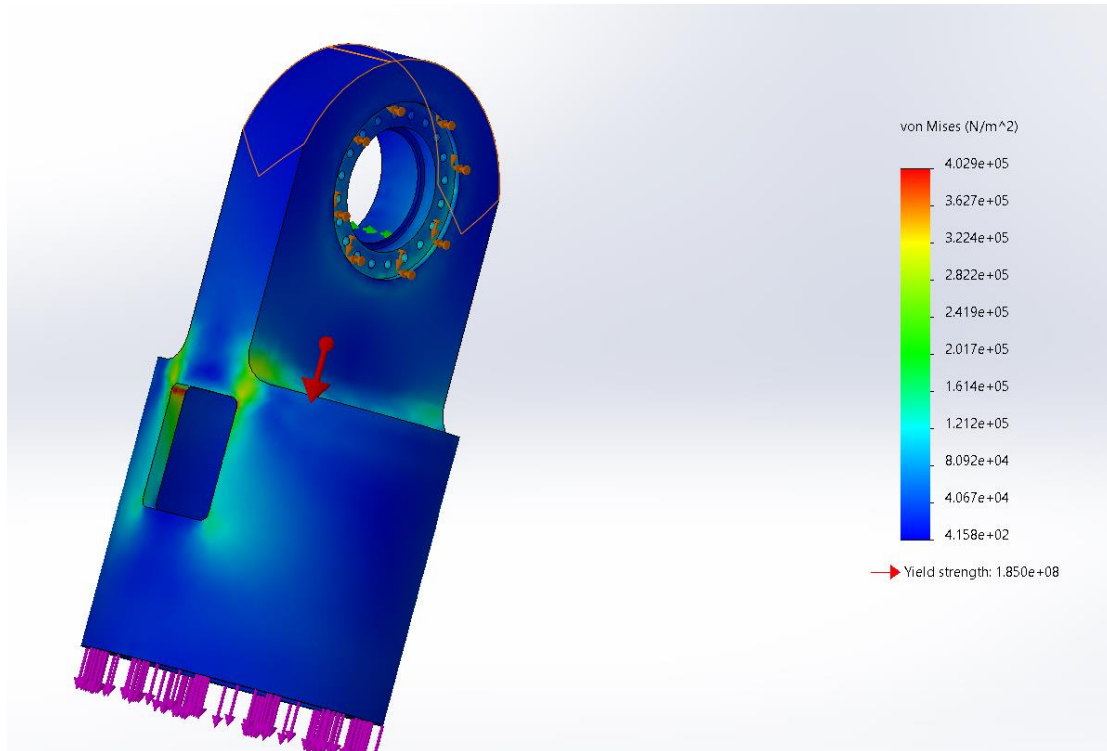


Ilustración 8 : Distribución de tensiones de von Mises del brazo 3

Desplazamientos

Como vemos en los resultados de las imágenes los desplazamientos están por debajo del milímetro, por lo que podemos descartarlas.

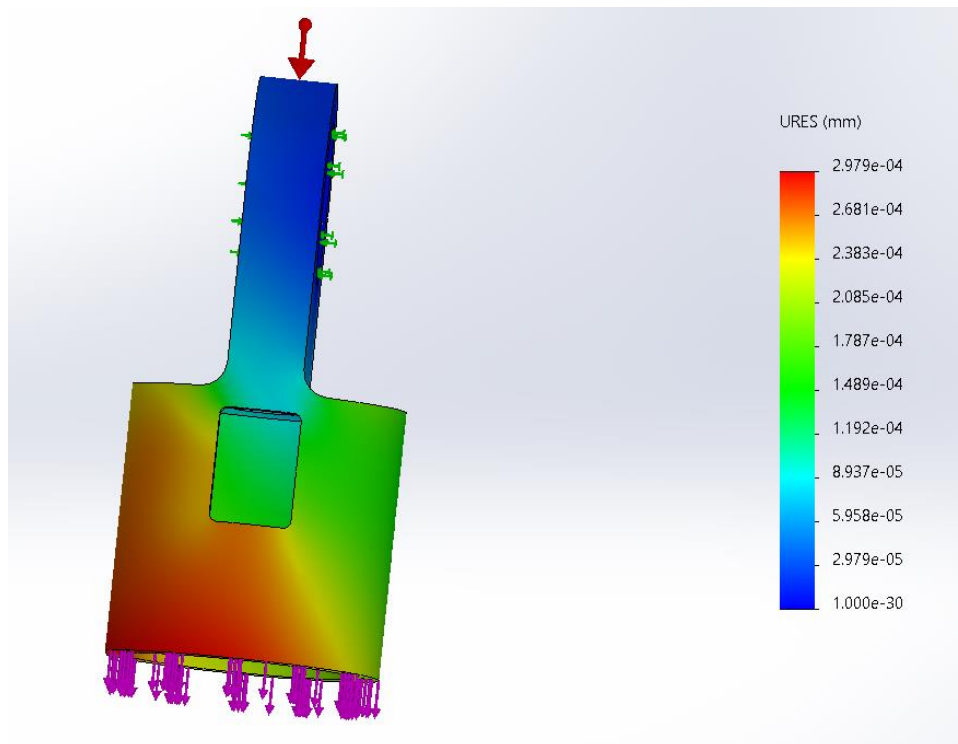


Ilustración 9 : Distribución de desplazamientos calculadas del brazo 3

Deformaciones unitarias

Nuevamente estas deformaciones son totalmente despreciables.

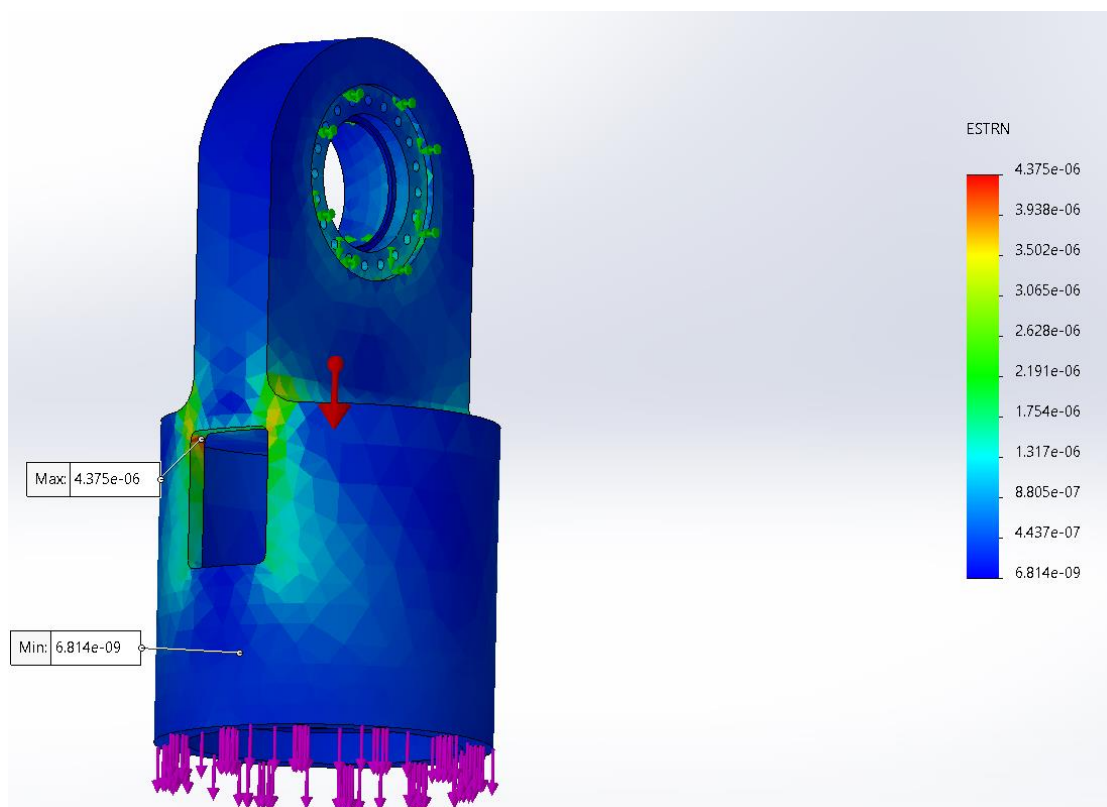


Ilustración 10 : Distribución de deformaciones unitarias del brazo 3

Brazo 2 y 3

Seguimos por unir el brazo 2, que es el segundo brazo largo, junto con uno de los motores, al brazo anterior.

Para este caso tuvimos que analizar un conjunto de varias partes y elementos comerciales. Para poder realizar el estudio, asumimos que la junta robótica que se ve en la imagen estaba sin movimiento, por lo que los brazos permanecen bloqueados a 90° entre ellos por la fuerza de la misma. El brazo 2 se encuentra en posición horizontal (paralelo a la superficie de apoyo) y el brazo 3, vertical, igual que en el análisis anterior.

Por lo demás, todas las piezas del brazo 2 están estudiadas individualmente en su posición, haciendo que no haya interferencias mecánicas entre ellas.

Nuevamente hicimos el mallado de control acorde a la geometría del conjunto y aplicamos la misma carga que en el caso anterior, así como la fuerza gravitatoria.

Las sujeciones se mantienen las mismas que las anteriores ya que el mecanismo de sujeción, teniendo en cuenta que la sujeción entre el brazo 2 y el brazo 1 también está dado por la junta robótica que allí se encuentra, un eje y un rodamiento.

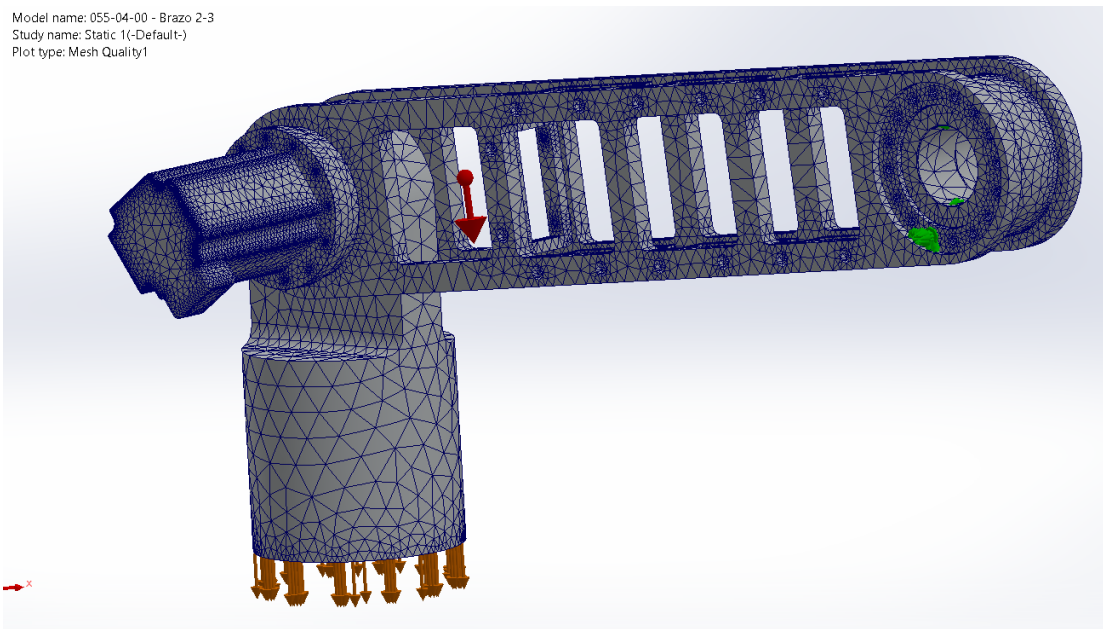


Ilustración 11 : Mallado en conjunto de brazo 2 y 3

Resultados

Al correr el estudio, los resultados de cargas y deformaciones fueron los siguientes.

Tensión de von Mises

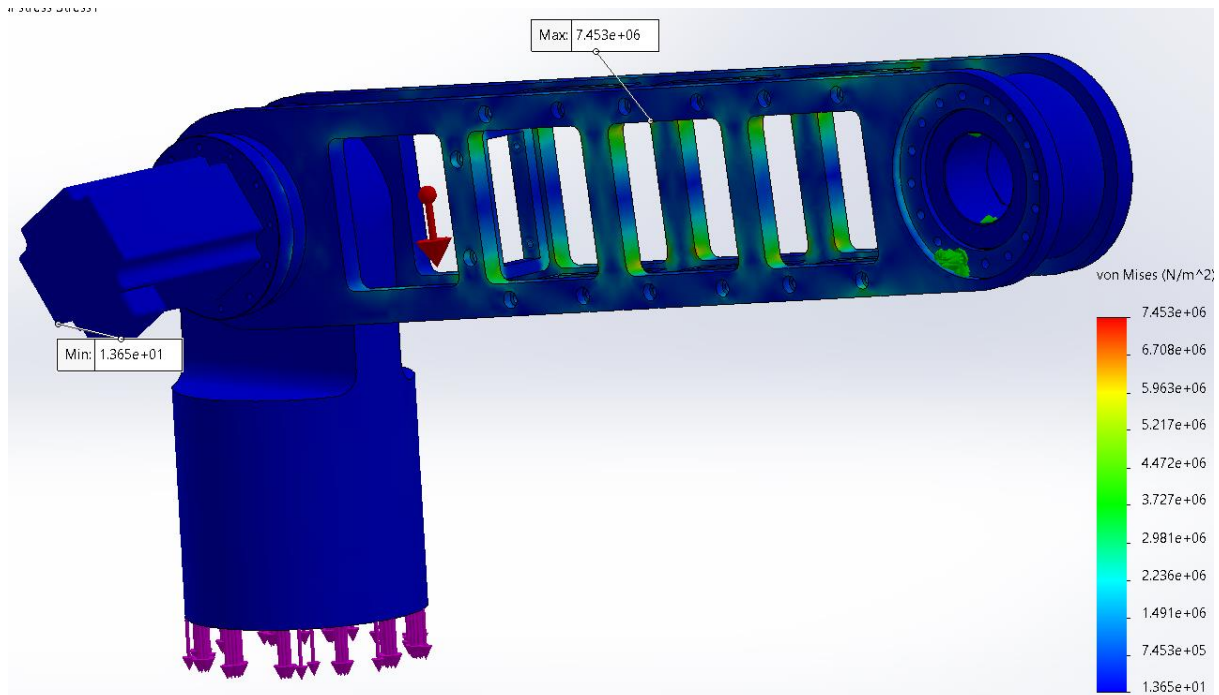


Ilustración 12 : Distribución de tensiones de von Mises en conjunto de brazo 2 y 3

Nuevamente observamos que las mayores tensiones acumuladas se encuentran en puntos de la geometría de la pieza que eran esperados, es decir, en las curvaturas de los huecos del brazo. Aún así las tensiones permanecen en valores aceptables.

Desplazamientos

Nuevamente podemos ver que los desplazamientos son despreciables.

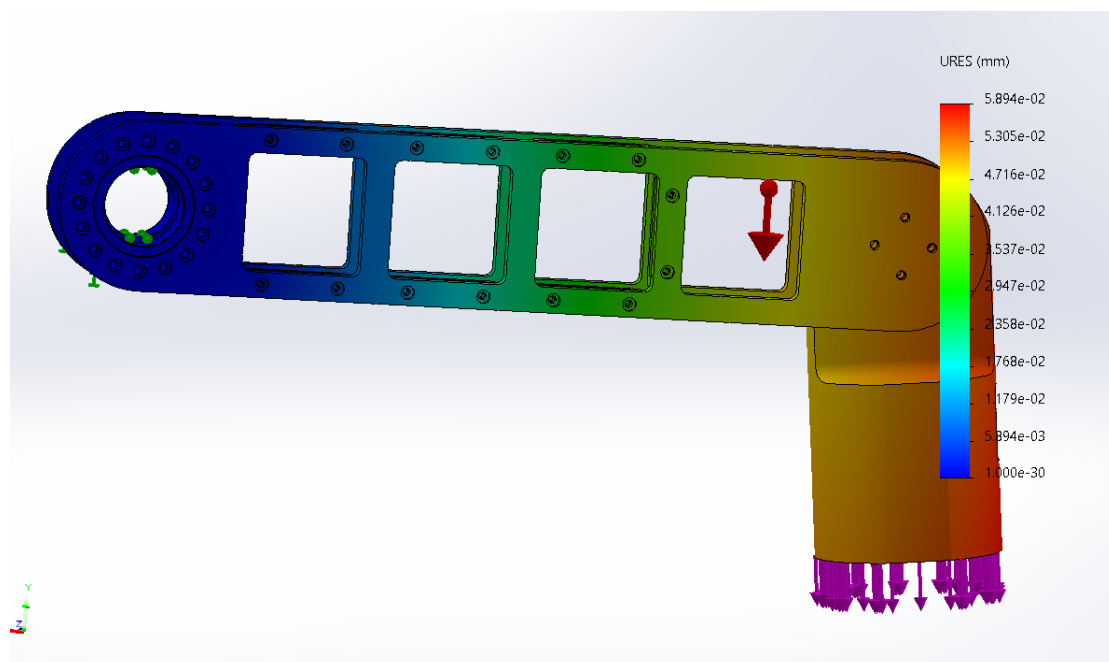


Ilustración 13 : Distribución de desplazamientos en conjunto de brazo 2 y 3

Deformaciones unitarias

Aquí podemos ver que, si bien las deformaciones unitarias son despreciables, pero las podemos encontrar en las zonas más endebles o vulnerables de la estructura.

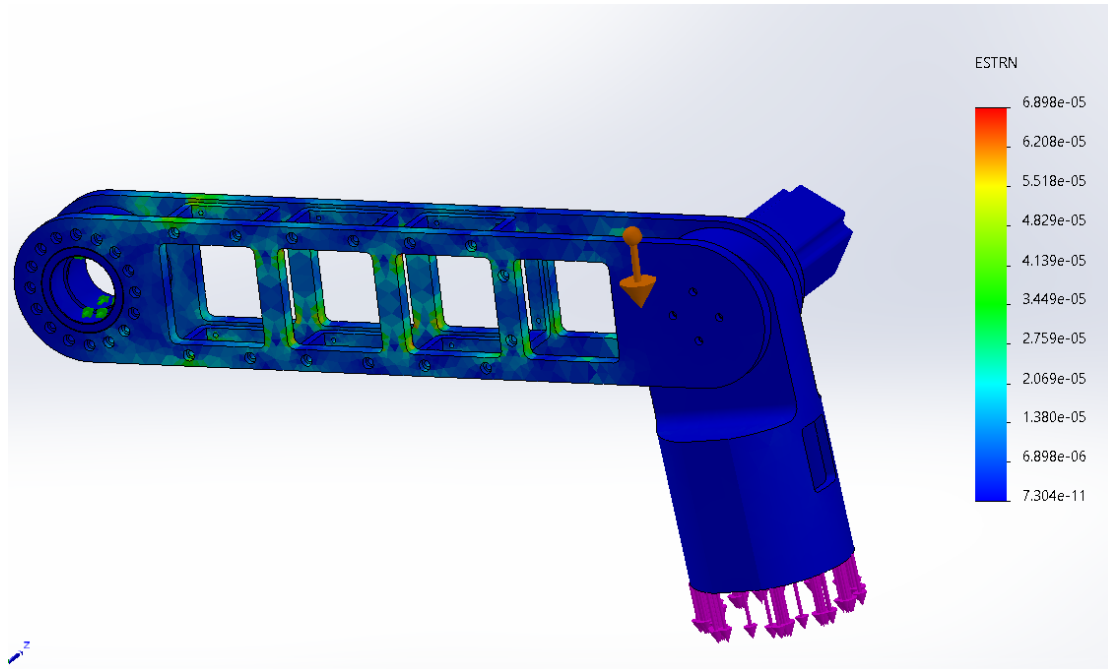


Ilustración 14 : Deformaciones unitarias en conjunto de brazo 2 y 3

Luego de analizar estas dos secciones de los brazos vamos a proceder a analizar el conjunto completo en dos posiciones, que son las que consideramos más críticas a la hora de analizar las prestaciones mecánicas.

Completo - posición 1

En este caso, el brazo 1 se encuentra en posición vertical, con el brazo 2 perpendicular a él, tal cual lo encontramos en el caso anterior.

En este caso, lo que queremos ver es el balance lateral del robot, ya que todas las juntas robóticas se encuentran montadas del mismo lado, De esta forma podemos ver cómo afectarían respecto del centro geométrico del equipo.

Nuevamente consideramos que las juntas robóticas están bloqueadas por lo que los brazos no tienen movimiento relativo entre ellos y los componentes entre sí no pueden tener interferencias mecánicas.

La sujeción está planteada desde la base a la superficie de montaje a través de los tornillos de sujeción.

La carga aplicada es la misma que en los casos anteriores y como se ve en la siguiente figura, el centro de gravedad está desplazado hacia el lado donde vemos las juntas robóticas.

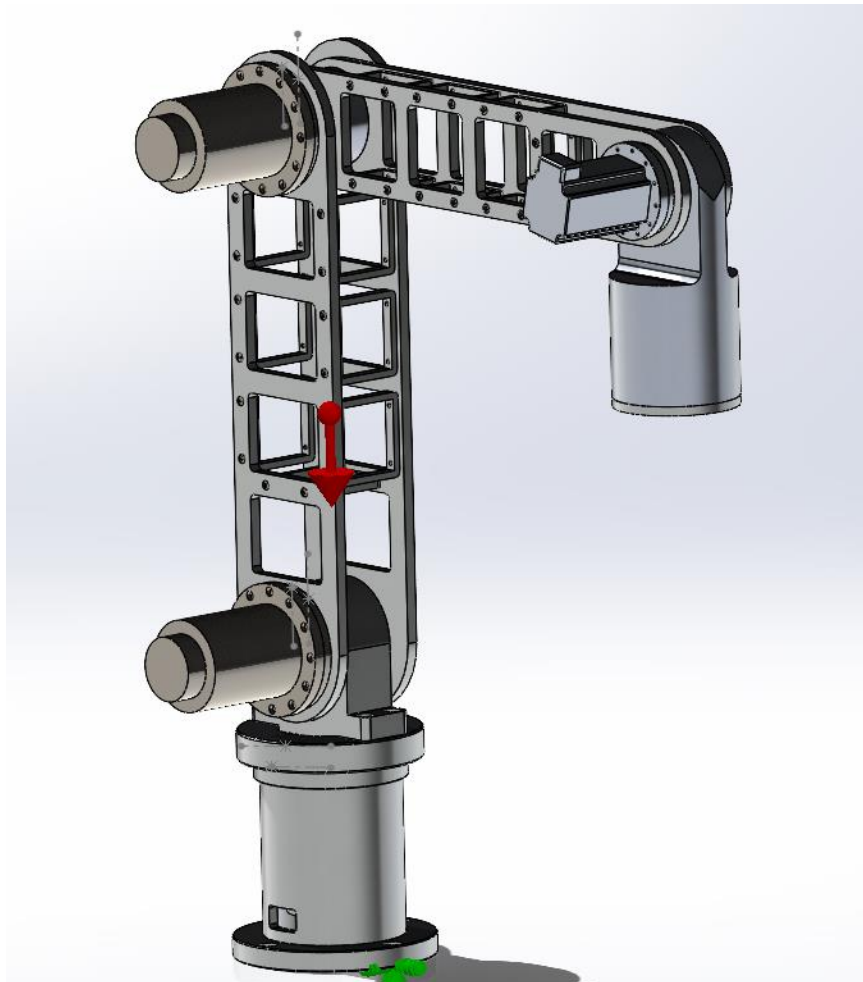


Ilustración 15 : Posición 1 - sujeciones y cargas

Acá mostramos el mallado de conjunto, nuevamente un mallado controlado acomodado a la geometría de las partes.

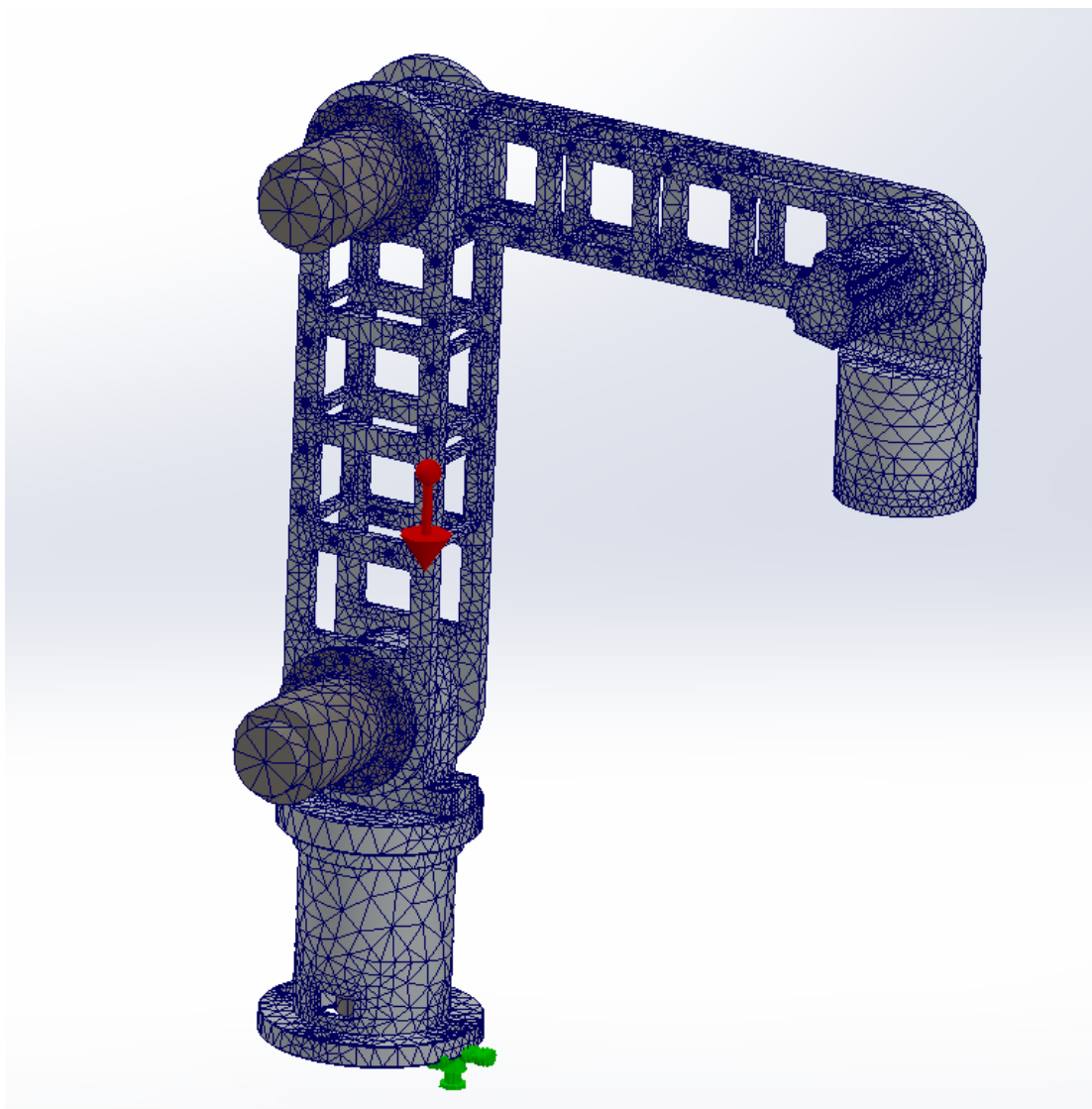


Ilustración 16 : Mallado de posición 1

Resultados

Al correr el estudio, los resultados de cargas y deformaciones fueron los siguientes

Tensión de von Mises

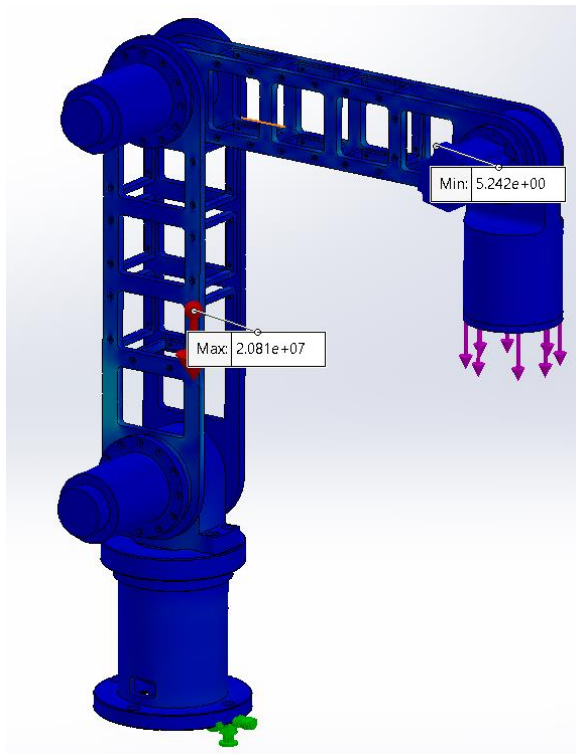


Ilustración 17 : Distribución de tensiones de von Mises en posición 1

En este caso también incluimos algunos detalles de las zonas donde también encontramos algunas tensiones acumuladas, ya que por la distribución de colores parece que no hay acumulaciones en ningún lado.

En la primera imagen vemos que las mayores tensiones se encuentran en el lado de las juntas robóticas del robot.

Podemos entender que este lado está más exigido debido a la carga adicional que se presenta allí.

En la imagen siguiente podemos ver algunas otras acumulaciones de tensiones en la zona inferior del brazo 2 y en las curvaturas de los agujeros. Aún así las tensiones se encuentran dentro del rango de lo aceptable.

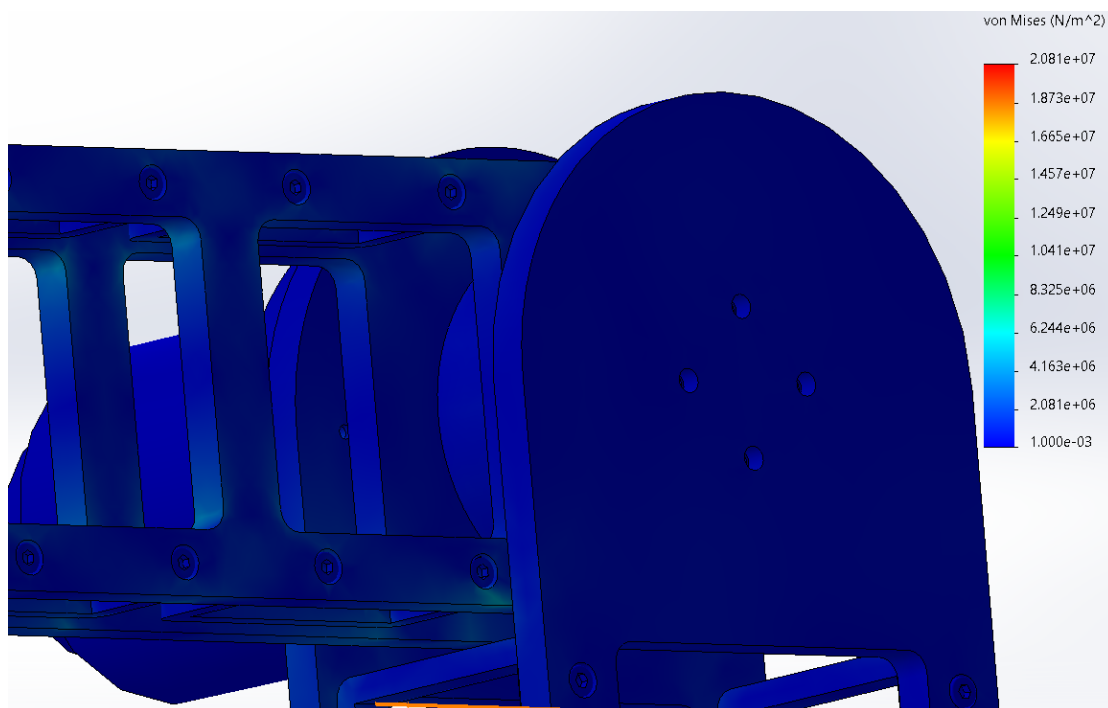


Ilustración 18 : Detalle de distribución de tensiones de von Mises en posición 1

Desplazamientos

Nuevamente podemos ver que los desplazamientos son despreciables, aunque es notorio que en caso de aumentar las cargas a mover del robot, la parte superior del robot sufriría las mayores desplazamientos.

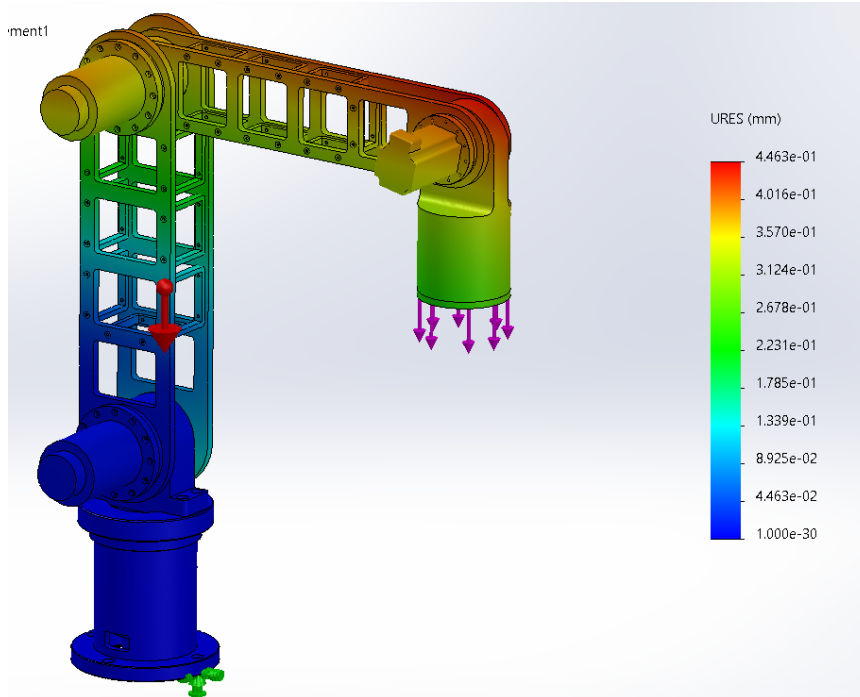


Ilustración 19 : Distribución de desplazamientos en posición 1

Deformaciones unitarias

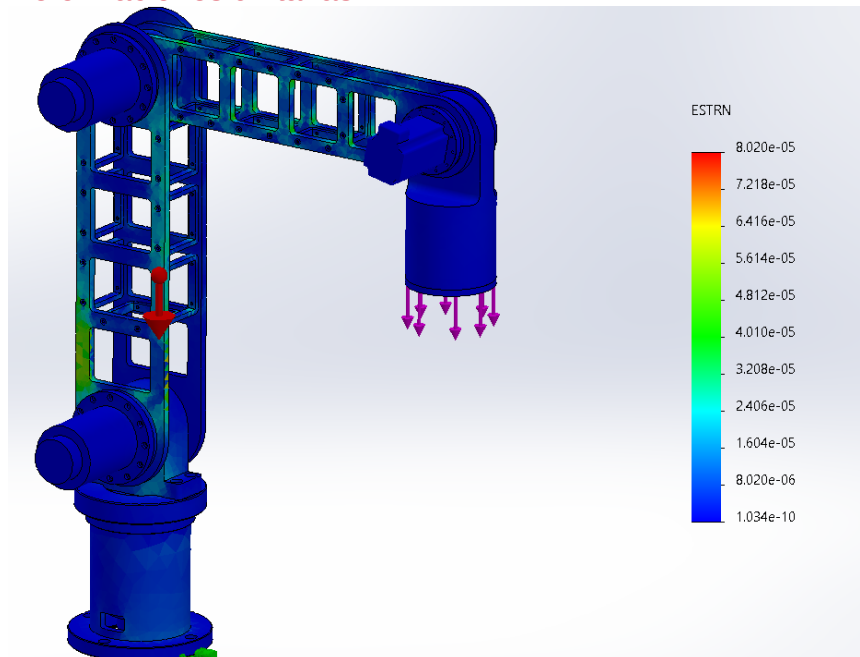


Ilustración 20 : Distribución de deformaciones unitarias en posición 1

Las deformaciones unitarias se acumulan, al igual de las tensiones, en el lado del robot dónde están las juntas robóticas, a pesar de que puedan distinguirse una mayor concentración de deformaciones, las mismas siguen siendo despreciables.

Robot completo en posición 2

Para esta configuración, el brazo robótico se encuentra en su posición de máximo alcance, es decir, con todos los brazos paralelos a la superficie de apoyo y por ende, perpendiculares a la base de sujeción.

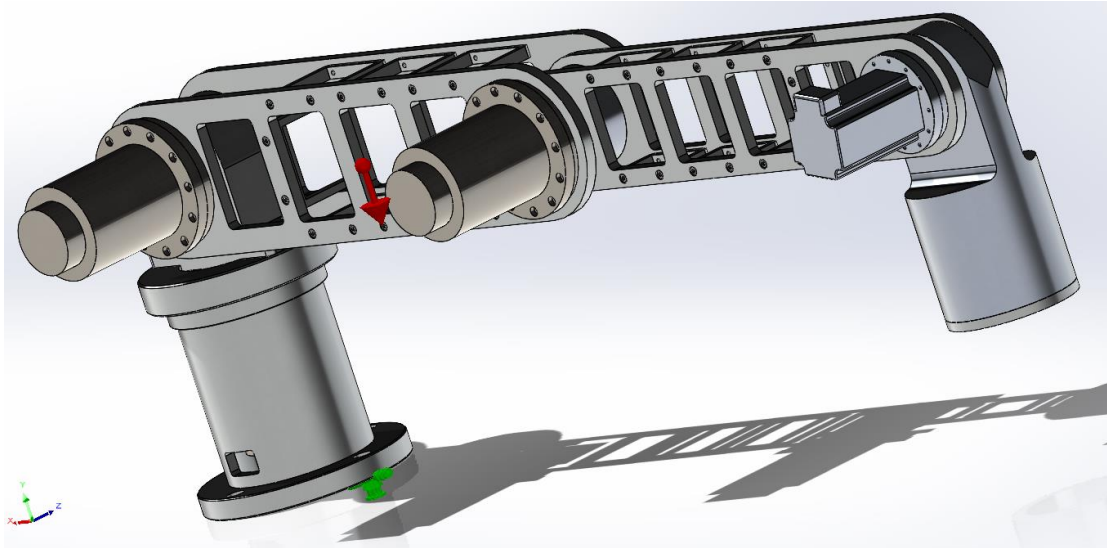


Ilustración 21 : Distribución de cargas y sujeciones en posición 2

Como en el caso anterior, las juntas bloquean el movimiento relativo entre los brazos y la base está sujeta a la superficie de apoyo mediante tornillos de sujeción.

Nuevamente, aplicamos un mallado controlado acorde a la geometría.

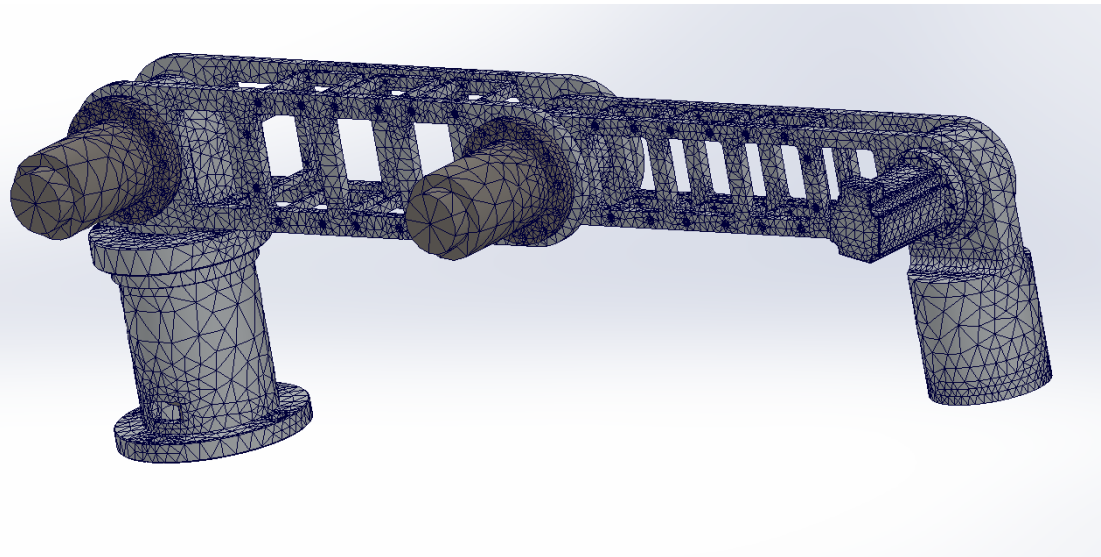


Ilustración 22 : Mallado en posición 2

Resultados

Al correr el estudio, los resultados de cargas y deformaciones fueron los siguientes

Tensión de von Mises

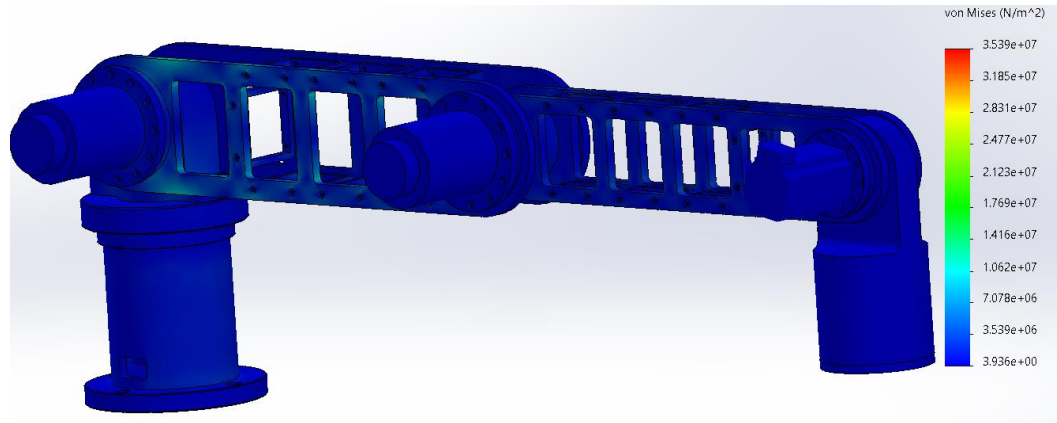


Ilustración 23 : Distribución de tensiones de von Mises en posición 2

Nuevamente vemos que las tensiones se acumulan mucho más en el lado de las juntas robóticas.

Desplazamientos

Nuevamente podemos ver que los desplazamientos son despreciables, aunque es notorio que en caso de aumentar las cargas a mover del robot, la punta del robot y el gripper van a ser las partes más afectadas.

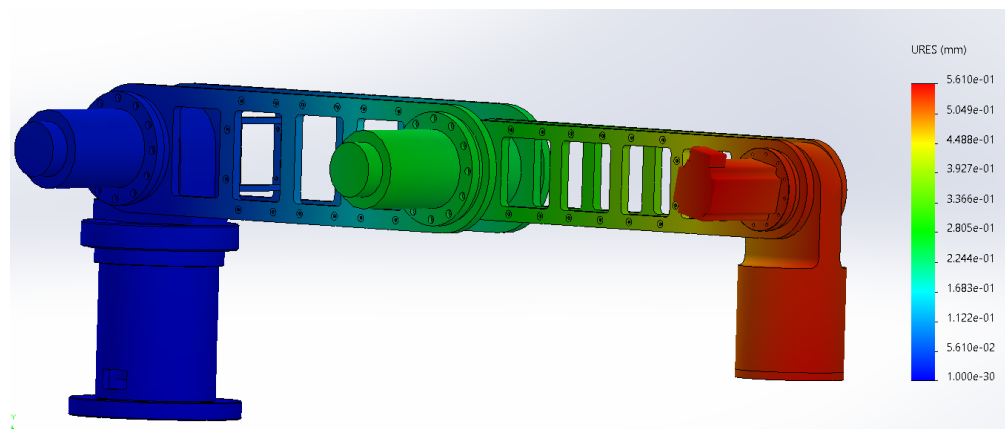


Ilustración 24 : Distribución de desplazamientos en posición 2

Deformaciones unitarias

Vemos como las deformaciones se concentran en el lado que soporta los motores, en

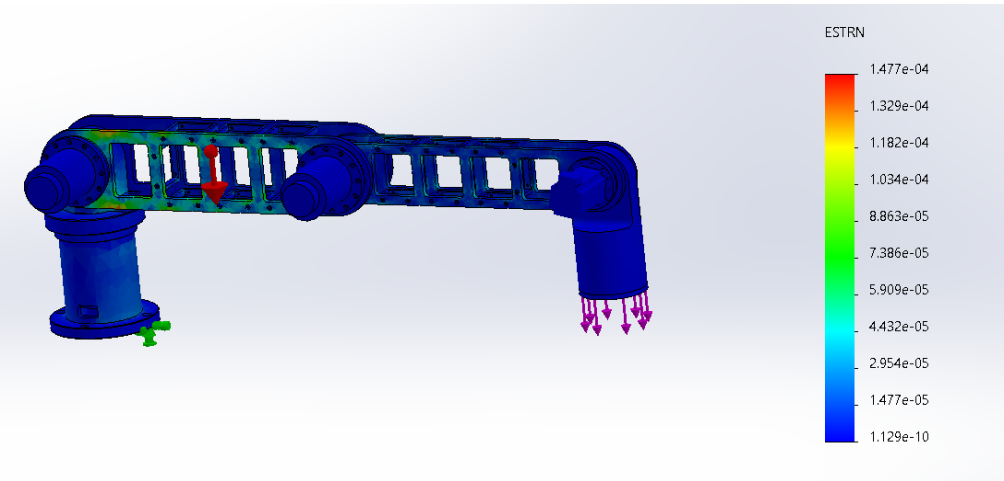


Ilustración 25 : : Distribución de deformaciones unitarias en posición 2

la cara externa de del brazo, donde vemos que se acumulan en las cercanías del primer vaciado.

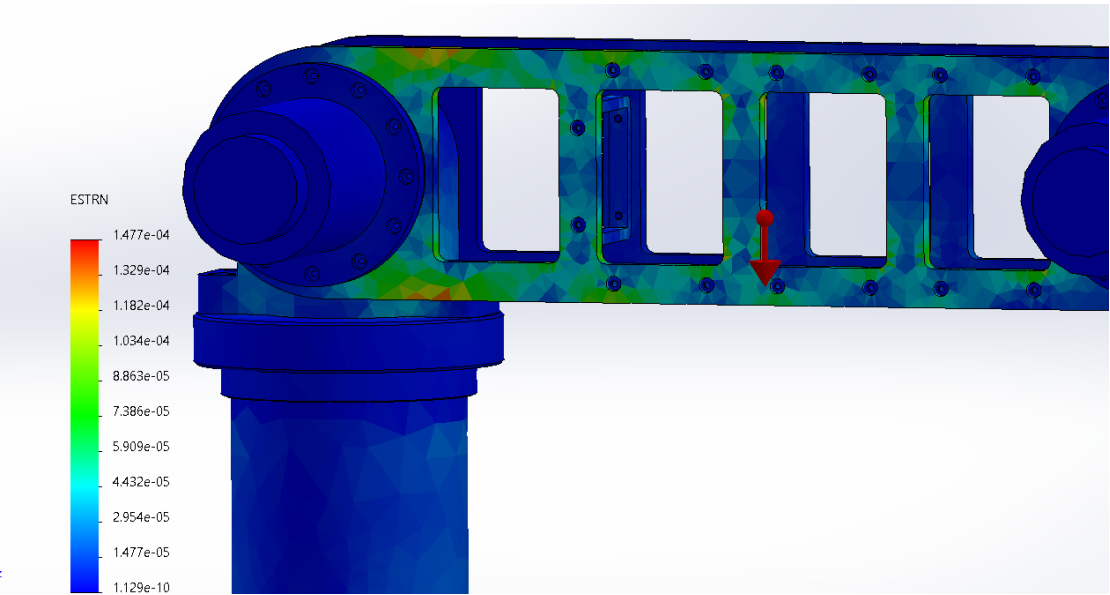


Ilustración 26 : Detalle de distribución de deformaciones unitarias en posición 2

Costos y tiempos estimados

Una parte importante de este proyecto fue la estimación de los costos para adaptarse al presupuesto propuesto por el concurso y a los tiempos en los cuales se exige la entrega del primer prototipo.

A continuación, exponemos los costos tomados en cuenta para la planificación del proyecto, junto con un breve comentario sobre la selección de ciertos componentes críticos.

Materiales e insumos

MATERIALES E INSUMOS				
DETALLE	Origen	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (en U\$D)
Junta motorizada M8025E25B100	Chino	3.00	560.00	1,680.00
Junta motorizada M4230E17B80	Chino	2.00	490.00	980.00
USB to CAN communication module	Chino	1.00	42.00	42.00
Brake discharge module	Chino	5.00	28.00	140.00
Rodamiento 6204-2Z	Nacional	3.00	2.52	7.56
Tornillo cabeza cilíndrica allen M8x20	Nacional	20.00	0.34	6.80
Tornillo cabeza cilíndrica allen M4x40 inoxidable	Nacional	100.00	0.10	10.00
Tornillo cabeza cilíndrica allen M4x20 inoxidable	Nacional	100.00	0.12	12.00
Tornillo cabeza cilíndrica allen M4x50 inoxidable	Nacional	100.00	0.18	18.00
Tornillo cabeza cilíndrica allen M4x30 inoxidable	Nacional	100.00	0.12	12.00
Tornillo cabeza cilíndrica allen M5x20 inoxidable	Nacional	100.00	0.10	10.00
Anillo de seguridad din 471 Ø20	Nacional	100.00	0.11	11.00
Tornillo cabeza cilíndrica allen M4x12 inoxidable	Nacional	100.00	0.09	9.00
Aluminio 6063 Ø180 x 100	Nacional	1.00	114.92	114.92
Aluminio 6063 80 x 140 x 150	Nacional	1.00	73.08	73.08
Aluminio 6063 Ø115 x 400	Nacional	1.00	186.28	186.28
Fuente 36VDC 1000W	Chino	1.00	71.16	71.16
Fuente 24VDC 10A	Nacional	1.00	243.84	243.84
Corte por agua plano "brazo 1B" c/material	Nacional	1.00	50.98	50.98
Corte por agua plano "brazo 2B" c/material	Nacional	1.00	44.87	44.87
Corte por agua "Refuerzo brazo 1" c/material	Nacional	8.00	5.44	43.52
Corte por agua plano "brazo 1A" c/material	Nacional	1.00	35.90	35.90
Corte por agua plano "brazo 2A" c/material	Nacional	1.00	37.20	37.20
Corte por agua "Refuerzo brazo 2" c/material	Nacional	8.00	3.88	31.04
Motor paso a paso con caja de reducción Nema 14	Nacional	1.00	32.07	32.07
Driver YB	Nacional	1.00	40.00	40.00
Poleas y correas sincronica	Nacional	1.00	100.00	100.00
Switch industrial 8 puertos	Nacional	1.00	151.76	151.76
Mini PC industrial Intel pentium I5 Fanless	Nacional	1.00	1,293.98	1,293.98
Camara industrial visión Hikvision MV-CA013-30GC	Chino	1.00	90.00	90.00
Tablet industrial LCD 10" 64gb	Nacional	1.00	629.29	629.29
Placa controladora robotica industrial (IO señales)	Chino	1.00	574.00	574.00
			TOTAL:	6,782.25

Tabla 5 : Tabla de costos de materiales e insumos

Para este momento del proyecto el valor del dólar es de \$99,5, por lo que el costo total de uno de los equipos en esta etapa es de: **\$ 674.834,15**. Esto está dentro de los límites impuestos por el concurso, donde se estipulaba que el costo máximo del robot debía ser de **\$800.000**

Detalles de otros gastos involucrado en el proyecto

BIENES A ADQUIRIR PARA EL PROYECTO		
MAQUINARIAS, EQUIPOS E INSTRUMENTOS		
DESCRIPCION		COSTO TOTAL
Notebook para programación (Notebook i5+12gRAM+SSD480+HDD1TB)		1,150.00
Pcs de diseño (IP S540 14" FHD Ryzen 7-3700U 12GB 5 AMD Radeon RX Vega 10)		1,500.00
	SUBTOTAL USD	2,650.00
	SUBTOTAL ARS:	264,337.50

Tabla 7 : Bienes a adquirir para el proyecto

CONSULTORIA Y SERVICIOS TECNOLOGICOS A CONTRATAR			
DESCRIPCION	COSTO MENSUAL	MESES DE PARTICIPACION EN EL PROY.	COSTO TOTAL
Consultoría en Inteligencia Artificial	350,000.00	2	700,000.00
Consultoría Programación - ML - BD	200,000.00	12	2,400,000.00
		TOTAL (ARG):	3,100,000.00

Tabla 6 : Costos de consultorias externas

Las consultorías, en principal la de IA, es para utilizar la cámara de inspección con un software de detección de calidad que pueda usarse para muestreo de piezas, control de producción entre otras cosas.

Costos en recursos humanos

En esta tabla vemos la distribución de personal especializado y el tiempo que este es necesario para el desarrollo de todo el proyecto y fabricación del GPR. Este, junto con los cuadros anteriores y las tablas que le siguen forman parte de la memoria de cálculo y el análisis de viabilidad. Según las bases y condiciones del proyecto, los costos de personal deben ser asumidos por Terragene SA.

RECURSOS HUMANOS PROPIOS QUE INTERVENDRAN EN EL PROYECTO						
PROFESION U OFICIO	EMPRESA A LA QUE PERTENECE	FUNCION EN EL PROYECTO	SUELDO MENSUAL ASIGNADO	% DEDICACION AL PROYECTO	MESES DE PARTICIPACION	COSTO TOTAL
Ingeniero Mecanico	Terragene	Lider de proyecto	260,000.00	7	18	327,600.00
Programador PLC y Robotica industrial -	Terragene	Diseño electronica y programación	130,000.00	10	5	65,000.00
Estudiante Ing. Industrial	Terragene	Administrativo, compras y documental	104,000.00	10	9	93,600.00
Estudiante Ing. Mecanica	Terragene	Administrativo, compras y documental	104,000.00	10	9	93,600.00
Estudiante Ing. Mecanica - Tecnico	Terragene	Diseño y desarrollo mecanico	130,000.00	10	9	117,000.00
Programador PLC y desarrollador	Terragene	Diseño electronica y programación	130,000.00	10	5	65,000.00
Diseñador industrial - Programador PLC y	Terragene	Diseño mecanico y electrónica	130,000.00	10	9	117,000.00
Ingeniero electronico	Terragene	Diseño y desarrollo electronica	260,000.00	10	4	104,000.00
Ingeniero Mecanico	Terragene	Diseño y desarrollo mecanico	130,000.00	10	9	117,000.00
Ingeniero Mecanico	Terragene	Diseño y desarrollo mecanico	130,000.00	10	9	117,000.00
Ingeniero en sistemas	Terragene	Diseño y desarrollo de software	260,000.00	10	12	312,000.00
Ingeniero en sistemas	Terragene	Diseño y desarrollo de software	182,000.00	10	12	218,400.00
Ingeniero en sistemas	Terragene	Diseño y desarrollo de software	182,000.00	10	12	218,400.00
Tecnico mecatronica, especialista en	Terragene	Montaje	91,000.00	10	5	45,500.00
Estudiante tecnico mecatronica	Terragene	Montaje y mecanizado	91,000.00	10	5	45,500.00
Contador público	Terragene	Jefe de proyectos	260,000.00	7	18	327,600.00
Especialista en mecanizado	Terragene	Operario de mecanizado	104,000.00	10	3	31,200.00
Especialista en mecanizado	Terragene	Operario de mecanizado	104,000.00	10	3	31,200.00
					TOTAL:	2,446,600.00

Tabla 8 : Recursos humanos intervinientes en el proyecto

ETAPA H	Testeo	01/03/23	20/04/23										
Actividad 1	Programación de robot para testeo	01/03/23	16/03/23										
Actividad 2	Pruebas generales de movimiento y fuerza	16/03/23	31/03/23										
Actividad 3	Evaluación de performance	31/03/23	15/04/23										
Actividad 4	Aceptación de prototipo	15/04/23	20/04/23										

Equipo funcionando

Tabla 9 : Etapas y distribución de tareas

Verificación de costos

Esta tabla representa un resumen de los costos generales del proyecto. El estado de verificación se hace teniendo en cuenta las bases y condiciones que pueden encontrarse en el **ANEXO 1**.

CUADROS DE VERIFICACION		
DESCRIPCIONES	RESUMEN DE COSTOS	TOTAL
BIENES A ADQUIRIR	264,337.50	OK
Subtotal RRHH propios	2,446,600.00	OK
Subtotal RRHH adicionales	0.00	
RECURSOS HUMANOS	2,446,600.00	OK
CONSULTORIAS Y SERVICIOS	3,100,000.00	OK
MATERIALES E INSUMOS	676,529.72	OK
OTROS COSTOS	0.00	
Total	6,487,467.22	OK

Tabla 10 : Verificación de costos

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Es posible fabricar un GPR, dentro de los parámetros establecidos por el concurso mencionado y bajo las características propuestas a la hora de plantear una primera aproximación.

Si bien la estética del robot es extraña y dadas las condiciones iniciales del proyecto, se logra alcanzar los objetivos planteados, haciendo posible su construcción.

El GPR está construido y funcionando.

Por otro lado, todos los costos estudiados y planteados durante este proyecto fueron tomados al momento de ejecución del proyecto, por lo que todo está basado en la convertibilidad del dólar en ese momento (segunda mitad del año 2021).

Otra conclusión más personal tiene más que ver con la complejidad que tuvimos que atravesar al ser dos personas en etapas tan distintas de la vida, siendo familia, y estando en dos países distintos a la hora de formalizar todos los datos que habíamos generado durante el diseño del robot, y el tiempo que luego nos llevó plasmar todo en un documento.

Recomendaciones

Está previsto incorporar una cámara industrial (Hikvision MV-CA013-30GC), que cumplirá funciones de control de piezas, al comparar las imágenes tomadas con los diseños y estándares de calidad requeridos. Para procesar esa información, se prevé consultoría en IA y programación.

Analizando los movimientos del robot, notamos que con algún cambio en el gripper podríamos mejorar los tiempos de producción del equipo que se está asistiendo con la alimentación de piezas a tratar y su evacuación.

La mejora consiste en reemplazar el gripper simple por uno doble, de manera que al momento de alimentar por primera vez, al comienzo del trabajo, se presentan dos piezas, una para alimentar el equipo (mordaza 1) y la otra en espera (mordaza 2).

Cuando el ciclo de trabajo del equipo se haya completado, con la mordaza 1 se toma el material procesado, e inmediatamente, con la mordaza 2 se alimenta al equipo.

En ese momento, y mientras el equipo sigue su proceso productivo, se deposita la pieza terminada y se recoge una nueva para procesar, acercando la pieza a procesar al equipo, repitiendo la operatoria descrita anteriormente, dando comienzo a un nuevo ciclo de trabajo, prácticamente sin interrupciones.

Por otro lado, también se sugiere que las placas de aluminio del equipo pasen de ser de 10mm de espesor a de 12mm de espesor. De esta forma se podrá dar más estabilidad al brazo robótico y a su vez, reducir las tensiones acumuladas en las cercanías de los vaciados de los brazos.

El desarrollo de estas innovaciones va más allá del alcance de este proyecto.

Bibliografía

Anexo A: Bases y condiciones del proyecto nacional

CONCURSO FEDERAL DE PROPUESTAS PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

DISEÑO Y DESARROLLO DE ROBOTS PARA APLICACIONES PRODUCTIVAS O DE SERVICIOS

BASES y CONDICIONES

CLÁUSULA I. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN

La Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i) es un organismo descentralizado en la órbita del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación que tiene entre sus misiones la de atender a la organización y la administración de instrumentos para la promoción, fomento y financiamiento del desarrollo científico, tecnológico y la innovación.

Entre sus líneas de trabajo estimula y promueve la identificación y desarrollo de soluciones a distintas problemáticas sociales, económicas y ambientales aplicando herramientas del conocimiento y la tecnología, fortaleciendo además la articulación y coordinación de las acciones de actores públicos y privados para potenciar la sinergia entre sus distintas capacidades, a efectos de mejorar la competitividad de un modelo de desarrollo productivo eficiente en un marco sustentable e inclusivo.

En el actual contexto de una cuarta revolución industrial caracterizada por cambios que renovarán el concepto de manufactura, trastocando la estructura de los mercados y borrando las fronteras entre los bienes y los servicios al integrar ambas esferas, el concepto de industria 4.0 ya comenzó a orientar inversiones, a influir en las estrategias empresariales y a moldear la agenda pública. En tal sentido, resulta necesario realizar acciones que reduzcan la brecha tecnológica entre las capacidades de las PyMES nacionales y los requerimientos de calidad, sustentabilidad y eficiencia requeridos para sostener y ampliar su participación en mercados locales, regionales y globales. Complementariamente, movilizar las capacidades locales de empresas y centros tecnológicos en materia de diseño, construcción y ampliación de la oferta de instrumentos de trabajo de última generación que se puedan poner a disposición de dichas PyMES, integrando cadenas de valor virtuosas para orientar la acumulación productiva en un sendero de crecimiento equilibrado.

En el marco de dicha política, las autoridades de la Agencia I+D+i, -en consulta con la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA) y con el aporte de expertos nacionales en el tema, coinciden en la conveniencia de ampliar la utilización de la robótica para usos específicos en procesos productivos y de prestación de servicios, principalmente para las PyMES argentinas. Por otra parte, se aprecia que desde el punto de vista de la oferta nacional existen recursos humanos y tecnológicos a nivel local que podrían sumar sus capacidades y encarar exitosamente el desafío de diseñar y construir instrumentos robóticos con potencialidad comercial, y a precios accesibles.

En función de lo expuesto, la Agencia I+D+i ha decidido convocar a empresas, diseñadores y tecnólogos locales a aplicar esfuerzos en el diseño y construcción de prototipos de robot que apoyen el mejoramiento de la calidad, sustentabilidad, higiene industrial, eficiencia y/u otros beneficios a distintos actores del entramado productivo y de servicios nacional, con proyección regional e internacional, en las condiciones que se describen en las presentes Bases y Condiciones.

CLÁUSULA II. LLAMADO A CONCURSO

La Agencia I+D+i , con el apoyo de la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA), convoca a un Concurso Federal de Propuestas para la Innovación Tecnológica, orientado al Diseño y Desarrollo de Robots para Aplicaciones Productivas o de Servicios, en adelante CF-Robótica .

CLÁUSULA III. AUTORIDAD DEL CONCURSO

La Agencia de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación es la autoridad del CF-Robótica.

CLÁUSULA IV. OBJETIVOS DEL CONCURSO

El objetivo del CF-Robótica es promover el desarrollo de la oferta local de robots de bajo costo para usos específicos en pequeñas y medianas empresas y/o instituciones.

CLÁUSULA V. RESULTADOS ESPERADOS

Se espera que el CF-Robótica seleccione proyectos de robots de apoyo a la producción y la prestación de servicios, las que en una etapa posterior recibirán apoyo financiero para su desarrollo y producción a nivel de prototipo, generando un aprendizaje y mayor dominio en sus distintos componentes por parte de empresas, recursos humanos especializados y centros tecnológicos locales. Asimismo, se premiarán ideas-proyecto de robot que demuestren potencialidad de aplicaciones y factibilidad constructiva.

Los resultados obtenidos beneficiarán a un rango mayor de emprendedores y tecnólogos, ya que los productos premiados de ambas categorías deberán ser diseñados en fuente abierta, habilitando a que la Agencia I+D+i pueda disponibilizar los conocimientos logrados a otros actores del Sistema Nacional de Innovación.

Los desarrollos posteriores que realicen los creadores originales u otros adoptantes de los resultados del concurso no tendrán condicionamientos en cuanto a la aplicación de prácticas de protección industrial por las que se opte.

CLÁUSULA VI. CATEGORÍAS DEL CONCURSO.

El CF-Robótica está organizado en dos categorías, con diferente alcance en cuanto a su desarrollo tecnológico y dirigido a distintos tipos de actores, tal como se presenta inicialmente en la siguiente tabla, y se amplía en distintas cláusulas de esta convocatoria.

CATEGORÍA	ACTORES CONVOCADOS
1. DISEÑO Y PROTOTIPO	EMPRESAS (unipersonales, sociedades comerciales, o cooperativas)
2. DISEÑO PRELIMINAR	PERSONAS HUMANAS

CATEGORÍA 1. DISEÑO Y PROTOTIPO

Dirigida a empresas, las que podrán contar, a su vez, con el apoyo de profesionales ad-hoc, centros tecnológicos, otras empresas, etc.

En esta Categoría, el premio a las mejores propuestas será una subvención para desarrollar el prototipo en un lapso de 18 meses, para lo cual se celebrará un contrato específico entre la empresa ganadora y la Agencia I+D+i a través del FONTAR, y cuyas condiciones generales se describen más adelante. En otras palabras, el proceso tendrá una primera etapa constituida por este concurso, cuyo resultado será la selección de propuestas, y una segunda etapa de contratación y ejecución del subsidio para la construcción del prototipo.

CATEGORÍA 2. DISEÑO PRELIMINAR

Dirigida a personas humanas, las que podrán presentarse a la convocatoria de manera individual o asociadas con otras personas.

En esta categoría el concurso tendrá esta única etapa, cuyo premio consistirá en un reconocimiento monetario.

CLÁUSULA VII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

La evaluación contemplará criterios de pertinencia y calidad de las propuestas, a la luz de los objetivos y resultados esperados del concurso.

En particular, y sin perjuicio de otros aspectos que el jurado considere aplicar según su experticia, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

CATEGORÍA 1. DISEÑO Y PROTOTIPO

Presenta alguna innovación en relación con la oferta existente, la que deberá ser señalada en la propuesta

Las funcionalidades del robot tienen usos potenciales adecuados en uno o más campos productivos o de prestación de servicios, los que deberán ser descriptos en la propuesta señalando sus efectos específicos en cuanto a calidad, costos de producción, seguridad e higiene industrial, entre otros rasgos positivos para un eventual adquirente.

El prototipo puede ser desarrollado a nivel ejecutivo y construido en un lapso máximo de 18 meses.

El costo estimado del diseño del proyecto ejecutivo y la producción del prototipo puede ser cubierto por el monto del instrumento de promoción previsto en el premio de esta categoría.

En perspectiva, una vez estabilizada y en régimen su producción en series cortas, podría razonablemente comercializarse a un precio no superior a pesos \$800.000, en base a costos estimados a fecha determinada dentro del tercer trimestre de 2021.

la empresa, *per se* o con el aporte de otros actores identificados en la propuesta (empresas, centros tecnológicos, especialistas, etc.) cuenta con las capacidades técnicas para llevarlo a cabo.

Existe oferta local de los insumos / servicios requeridos para su construcción, o su importación es viable en el lapso de desarrollo y ejecución.

CATEGORÍA 2. DISEÑO PRELIMINAR

Presenta alguna innovación en relación con la oferta existente, la que deberá ser señalada en la propuesta

Las funcionalidades del robot tienen usos potenciales adecuados en uno o más campos productivos o de prestación de servicios, los que deberán ser descriptos en la propuesta señalando sus efectos específicos en cuanto a calidad, costos de producción, seguridad e higiene industrial, entre otros rasgos positivos para un eventual adquirente.

En perspectiva, una vez estabilizada y en régimen su producción en series cortas, podría razonablemente comercializarse a un precio no superior a pesos \$800.000, en base a costos estimados actuales.

Existe oferta local de los insumos / servicios requeridos para su construcción, o su importación es viable.

El equipo demuestra las capacidades y trayectoria tecnológica que avala su presentación.

CLÁUSULA VIII. CONTENIDOS MÍNIMOS DE LA PROPUESTA

La propuesta deberá contener la información necesaria y suficiente como para que el jurado pueda emitir opinión razonada sobre el cumplimiento de los criterios particulares de evaluación y otros aplicables según su experticia en el tema.

Sin perjuicio de otra información que los proponentes quieran anexar, la propuesta deberá contener los siguientes contenidos mínimos por categoría.

CATEGORÍA 1. DISEÑO Y PROTOTIPO

Características generales del prototipo. Capacidad de movimientos, alcance, velocidad, repetibilidad, precisión, capacidad de carga, y/u otras características relevantes.

Innovación / mejoramiento / reducción de costos u otra ventaja en relación con la oferta existente. Indicar si existen antecedentes en el mercado que permitan sustentar la solución tecnológica elegida en este proyecto.

Usos potenciales. Se valorará el nivel de precisión, razonabilidad, y base empírica de la fundamentación (funciones específicas, empresas particulares, sectores económicos, etc.)

Información Técnica: Como mínimo se deberá presentar la siguiente información

1 plano general o de conjunto con cotas. Formato PDF.

1 plano 3D (Formato PDF ó imagen JPG)

1 hoja de datos y especificaciones técnicas preliminares (formato PDF)

Cómputo y presupuesto – Plan de Trabajos del Prototipo.

A efectos de elaborar el cómputo y presupuesto, se deberán utilizar planillas de cálculo elaboradas por la Agencia I+D+i cuya imagen se adelanta en el Anexo 1. Dichas planillas en formato Excel deberán solicitarse a través de correo electrónico a la siguiente dirección:

info.concursosideas-agencia@mincyt.gob.ar

Agregar explicación razonada de la estimación de precio de comercialización no superior a pesos \$800.000, en base a costos estimados a fecha determinada dentro del tercer trimestre de 2021

Insumos críticos. Disponibilidad y procedencia

Memoria constructiva de los principales componentes (hardware-software).

Indicar los métodos y las técnicas que habrán de utilizarse para el logro de los objetivos propuestos. La descripción de la metodología debe permitir la comprensión, desde el punto de vista tecnológico, de las características centrales del proyecto. Incluir descripción sucinta de alternativas u opciones tecnológicas consideradas y descartadas.

Identificación de actores que participarán en el diseño y construcción del prototipo, los roles específicos que cumplirá cada uno, y una descripción de la experiencia que acredita su capacidad para desempeñarlo.

Anexos: Se deberán acompañar cartas de intención de participación de los otros actores identificados en la propuesta

CATEGORÍA 2. DISEÑO PRELIMINAR

Para esta categoría se deberá presentar la información correspondiente a los puntos 1 a 6 de la Categoría 1. Diseño y Prototipo. El punto 7 contendrá:

7. Descripción de la especialidad, experiencia y formación académica de cada miembro del equipo.

CLÁUSULA IX. PREMIOS

CATEGORÍA 1. DISEÑO Y PROTOTIPO

Como reconocimiento a las tres mejores propuestas, se las preseleccionará para el otorgamiento, a través del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), de un subsidio de hasta PESOS TRES MILLONES QUINIENTOS MIL (\$ 3.500.000) a cada una de ellas, aplicable al desarrollo y construcción de un prototipo de robot, bajo las siguientes condiciones generales, las que serán precisadas y detalladas en la etapa de negociación del contrato:

Una vez adjudicado y comunicado formalmente el premio a una propuesta, la empresa que lo hubiera presentado tendrá un plazo de hasta 90 días para elaborar una solicitud de subsidio para desarrollar el proyecto ejecutivo y ejecutar el prototipo. Las características de dicha solicitud serán oportunamente definidas por la Agencia I+D+i a través del FONTAR, para cuya compleción la empresa contará con orientación técnica de dicho Fondo.

La solicitud de subsidio deberá incluir el contrato o acuerdo que dé cuenta de la participación en el proyecto de otros actores identificados en la propuesta para participar en el diseño ejecutivo y en la construcción del prototipo.

Se prevé realizar un primer desembolso contra la presentación y aprobación del Proyecto Ejecutivo.

El proyecto será realizado en OPEN SOURCE, y la Agencia I+D+i estará habilitada para poner a disposición la documentación técnica a industrias o instituciones locales. Las versiones sucesivas del producto podrán ser protegidas por la empresa beneficiaria.

Una vez finalizado, el prototipo podrá ser entregado temporalmente en comodato a la AGENCIA I+D+i para su exposición en ferias o demostraciones tecnológicas, tales como técnopolis.

CATEGORÍA 2. DISEÑO PRELIMINAR

El premio a cada una de las 5 mejores propuestas será de PESOS TRESCIENTOS MIL (\$ 300.000.-), los que serán transferidos a una única cuenta bancaria acordada por el equipo premiado.

El anteproyecto será realizado en OPEN SOURCE, y la Agencia I+D+i estará habilitada para poner a disposición la documentación técnica a industrias o instituciones locales.

ASPECTOS GENERALES

Adicionalmente a los premios señalados en cada categoría, el Jurado podrá otorgar menciones honoríficas a aquellos trabajos que considere merecedores de tal distinción.

El pronunciamiento del Jurado será irrecurrible y el Jurado podrá declarar desierto el premio si así lo estimare pertinente.

La Agencia I+D+i, como organizador del certamen, podrá solicitar que los/las autores/as efectúen una presentación del proyecto, exponiendo las ideas fundamentales de las propuestas premiadas, y respondiendo a la consulta de los asistentes.

CLÁUSULA X. CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS PARTICIPANTES

CATEGORÍA 1. DISEÑO Y PROTOTIPO

En esta categoría se podrá presentar una empresa argentina administrada ya sea por personas humanas, sociedades comerciales o cooperativas. El proceso de inscripción, en caso de personas jurídicas, deberá ser realizado por su representante legal, con sus datos identificatorios personales y de la empresa, tal como lo requiere el formulario respectivo. Una vez recibida la clave en el mismomail que se registró como *contacto principal*, deberá reingresar al módulo de inscripciones, y completar la declaración jurada.

CATEGORÍA 2. DISEÑO PRELIMINAR

En esta categoría se presentarán equipos de personas humanas, con un número mínimo de 1 y hasta 6 personas.

Las personas que se presenten de manera individual o integrando dichos grupos deberán cumplir con los siguientes requisitos tanto individuales como relativos a la composición del equipo:

La totalidad de los postulantes deberán ser residentes en territorio nacional.

Las personas que se postulen, ya sea de manera grupal o individual, deberán contar con experiencia demostrable sobre el tema en instituciones o empresas (académica y /o práctica).

ASPECTOS GENERALES

Las empresas y personas sólo se podrán inscribir y por lo tanto participar en la presentación de una única propuesta.

Estarán excluidos empleados de la Administración Pública Nacional que trabajen en la Agencia I+D+i.

CLÁUSULA XI. OBLIGACIONES DE LOS PARTICIPANTES

El hecho de intervenir en este Concurso implica el conocimiento y aceptación de todas las disposiciones de estas Bases y Condiciones.

CLÁUSULA XII. FASES Y CRONOGRAMA DEL CONCURSO

La convocatoria se gestionará a través de la Plataforma de Concursos Interinstitucionales de Ideas de la Agencia I+D+i. La misma irá habilitando progresivamente los 6 módulos interactivos, los que de modo secuencial permitirán:

Descargar las Bases y Condiciones del Concurso.

Efectuar consultas.

Bajar las respuestas periódicas del Consejo Asesor a las preguntas formuladas, e informarse de las novedades (entre otras, las fechas de apertura y cierre del proceso de inscripciones, las fechas de apertura y cierre para la presentación de los trabajos, eventuales prórrogas)

Iniciar y completar las dos fases del proceso interactivo de inscripción.

Presentar los trabajos.

Informarse de los resultados del Concurso.

Las fechas críticas del Concurso, en particular aquellas referidas a los períodos de inscripción de los equipos y de presentación de los trabajos, serán informadas oportunamente a través del sitio de la convocatoria. No obstante, a efectos orientativos, se informa que la presentación de trabajos se realizaría durante la última semana de septiembre del corriente año.

Se ha previsto que la publicación de la nómina de ganadores de premios se realizará en el mes de noviembre.

CLÁUSULA XIII. FORMULACIÓN DE LAS CONSULTAS

A los 10 días de publicadas las bases, se habilitará la formulación de consultas sobre las Bases y Condiciones. Las consultas serán contestadas periódicamente por el Consejo Asesor, al menos hasta siete (7) días previos al momento en que se habilite la presentación de los trabajos.

Durante este período, a través de la plataforma del concurso se podrán publicar notificaciones, tales como ajustes en las Bases y Condiciones o en las fechas previstas. Los interesados en participar del Concurso deberán consultar periódicamente la *Plataforma de Concursos Interinstitucionales de Ideas* de la Agencia I+D+i a efectos de mantenerse actualizados.

CLÁUSULA XIV. INSCRIPCIÓN

Los concursantes deberán completar las dos fases del proceso de inscripción previo a la presentación de los trabajos, siguiendo las indicaciones de la plataforma interactiva.

Fase 1: Inscripción inicial EN LA CATEGORÍA CORRESPONDIENTE, de la persona postulante que cumplirá el rol de "*contacto principal*", cuyo correo electrónico será utilizado como canal de comunicación. Esta fase culmina con la remisión de una CLAVE a la dirección electrónica informada por dicho *contacto principal*.

Fase 2: Reingreso a la plataforma, utilizando la CLAVE recibida, para completar el proceso de inscripción con la información adicional que sea requerida para cada categoría en el formulario respectivo, y culminar con la presentación como postulante inscripto (tanto para empresas, como para equipos unipersonales o

grupales). Como resultado final, la plataforma informa que se ha completado exitosamente la inscripción, y remite por correo electrónico la LLAVE que habilita la presentación de la propuesta.

El formulario de inscripción online determinará los campos de información obligatorios a completar de acuerdo con las características del Concurso, las que podrán ser diferentes según las categorías que hayan sido definidas. La presentación de dicho formulario se considerará como declaración jurada a través de la cual el/la/los/las firmante/s se hará/n expresamente responsable/s de la veracidad y exactitud de la totalidad de los datos informados, como asimismo de la aceptación de las Bases y Condiciones. Oportunamente las autoridades del concurso requerirán la presentación de documentación que verifique el cumplimiento de las condiciones de inscripción al mismo.

Nota: En caso de **dificultades técnicas durante el proceso de inscripción o de presentación de trabajos**, los interesados deberán comunicarse con la siguiente dirección de correo electrónico:

ayuda.concursosideas-agencia@mincyt.gob.ar

Desde esta dirección no se contestarán las preguntas referidas a aspectos sustanciales, las que deberán realizarse a través del Módulo de Consultas de la Plataforma de Concursos Interinstitucionales.

CLÁUSULA XV. CONDICIONES DE PRESENTACIÓN de los TRABAJOS

La presentación del trabajo se realizará a través de la Plataforma de Concursos Interinstitucionales de Ideas de la Agencia I+D+i, una vez que se habilite la fase pertinente (ver CLÁUSULA XII)

Para habilitar el módulo de presentación de trabajos, se requiere la LLAVE INFORMÁTICA que se obtiene al completar las dos fases del proceso de inscripción.

Cada uno de los archivos que se presenten, los que deberán contener la información requerida en la CLÁUSULA VIII, no deberán exceder los 10 Mgb de peso.

NOTA IMPORTANTE

Los postulantes en cada una de las categorías podrán ser citados a realizar una exposición sobre distintos aspectos de su propuesta ante el jurado del concurso, para lo cual se coordinarán fechas y horario a través de los datos provistos en el formulario de inscripción. La negativa a presentarse o ausencia injustificada en la fecha y horario acordados habilitará al jurado a desestimar la propuesta presentada.

CLÁUSULA XVI. JURADO

El Jurado está integrado por siete (7) personas especialmente seleccionadas por su trayectoria y experiencia en la temática y/o en la promoción en la innovación. Uno de sus miembros asumirá el rol de presidente del Jurado a efectos de organizar las tareas que les han sido encomendadas.

Las resoluciones del Jurado se adoptarán por simple mayoría, dejándose constancia de ello en actas que suscribirá la presidencia del Jurado y serán ratificadas a través de comunicaciones electrónicas de conformidad, habida cuenta de la situación de pandemia. Asimismo, a criterio del Jurado podrán establecerse menciones honoríficas no pecuniarias.

Aceptar las condiciones de las Bases y Condiciones del Concurso, así como respetar sus disposiciones.

Recibir del Consejo de Asesores al que hace referencia en la CLÁUSULA XVI los trabajos presentados y un informe describiendo el proceso de convocatoria, el que incluirá todos los elementos de juicio que requiera el Jurado para realizar su tarea, tal el caso de las aclaraciones y anuncios realizados que impliquen modificaciones en algún punto de estas Bases y Condiciones.

Definir los procedimientos a los que se ajustará su tarea, de manera que se asegure una valoración justa y objetiva de todos los trabajos.

Declarar fuera de concurso los trabajos en los que no se hayan respetado los requerimientos obligatorios de las Bases y Condiciones.

Respetar el cumplimiento de las disposiciones obligatorias contenidas en las Bases y Condiciones.

Recomendar la adjudicación de los premios y demás distinciones previstas en las Bases y Condiciones.

Recomendar el otorgamiento, además de los premios establecidos, de menciones honoríficas cuando lo considere conveniente.

Labrar el Acta del Fallo en el que se deje constancia de los fundamentos de sus recomendaciones, explicando los criterios de selección de premios y menciones honoríficas, si fuere el caso.

CLÁUSULA XVII. CONSEJO DE ASESORES

El Consejo de Asesores monitoreará el cumplimiento de las distintas fases del Concurso, responderá las eventuales consultas que realicen los postulantes, asesorará a las Autoridades del Concurso para su mejor implementación. Una de los miembros del Consejo Asesor asumirá el rol de Secretario/a Técnico/a, a efectos de apoyar la compilación de las consultas y su respuesta.

El Consejo de Asesores deberá:

Monitorear el desarrollo del proceso del Concurso

Compilar y responder las consultas que se formulen, interpretando la letra y objetivos de la convocatoria en los casos que sea necesario,

Convocar al Jurado a una reunión inicial, la que podrá ser virtual de acuerdo con las condiciones sanitarias imperantes, informando al Jurado sobre la cantidad de trabajos presentados en cada categoría, como asimismo de las respuestas a consultas que eventualmente hubieran implicado una interpretación de las bases que el jurado deberá conocer a efectos del proceso de evaluación.

Verificar que el Jurado reciba los archivos digitales de los trabajos presentados.

Asesorar al Jurado y/o colaborar técnicamente si este lo requiriere.

Colaborar con las Autoridades del Concurso en el proceso de verificación de las condiciones de elegibilidad de los inscriptos.

CLÁUSULA XVIII. DETERMINACIÓN DE LOS AUTORES PREMIADOS

Una vez verificada la elegibilidad de las empresas y personas cuyos trabajos hubieren sido preseleccionados por el jurado para el otorgamiento de premios, las autoridades del Concurso determinarán la nómina final de ganadores/as.

CLÁUSULA XIX. INCUMPLIMIENTOS Y PENALIDADES

Aquel participante que incumpla, altere, modifique y/o reemplace, parcial y/o totalmente los requisitos que lo habiliten a participar del Concurso, será descalificado y perderá derecho a reclamar el premio o mención para sí y para todo el equipo que hubiere integrado, si así lo hubiere obtenido, y su pago.

CLÁUSULA XX. SOBRE LA PROPIEDAD INTELECTUAL DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS

Es condición para que los trabajos sean considerados elegibles que el software desarrollado sea de código abierto (open source), salvo situaciones excepcionales debidamente justificadas. En cuanto a la titularidad de los activos intangibles - surgidos total o parcialmente en ocasión de la presentación de los proyectos ante la AGENCIA I+D+i- pertenecerá a los beneficiarios.

Sin embargo, una vez satisfechos los reconocimientos económicos o finalizado el desembolso del subsidio a cargo del FONTAR, y con el objetivo de primordial de difundir el conocimiento a distintos actores del Sistema Nacional de Innovación, la AGENCIA I+D+i tendrá derecho, según corresponda,

(a) a obtener una licencia gratuita sublicenciable, exclusiva o no exclusiva, en los casos en los que el beneficiario haya titularizado el activo intangible; (b) a obtener la titularidad o cotitularidad del activo en los casos en los que no se hubiera producido la titularización.

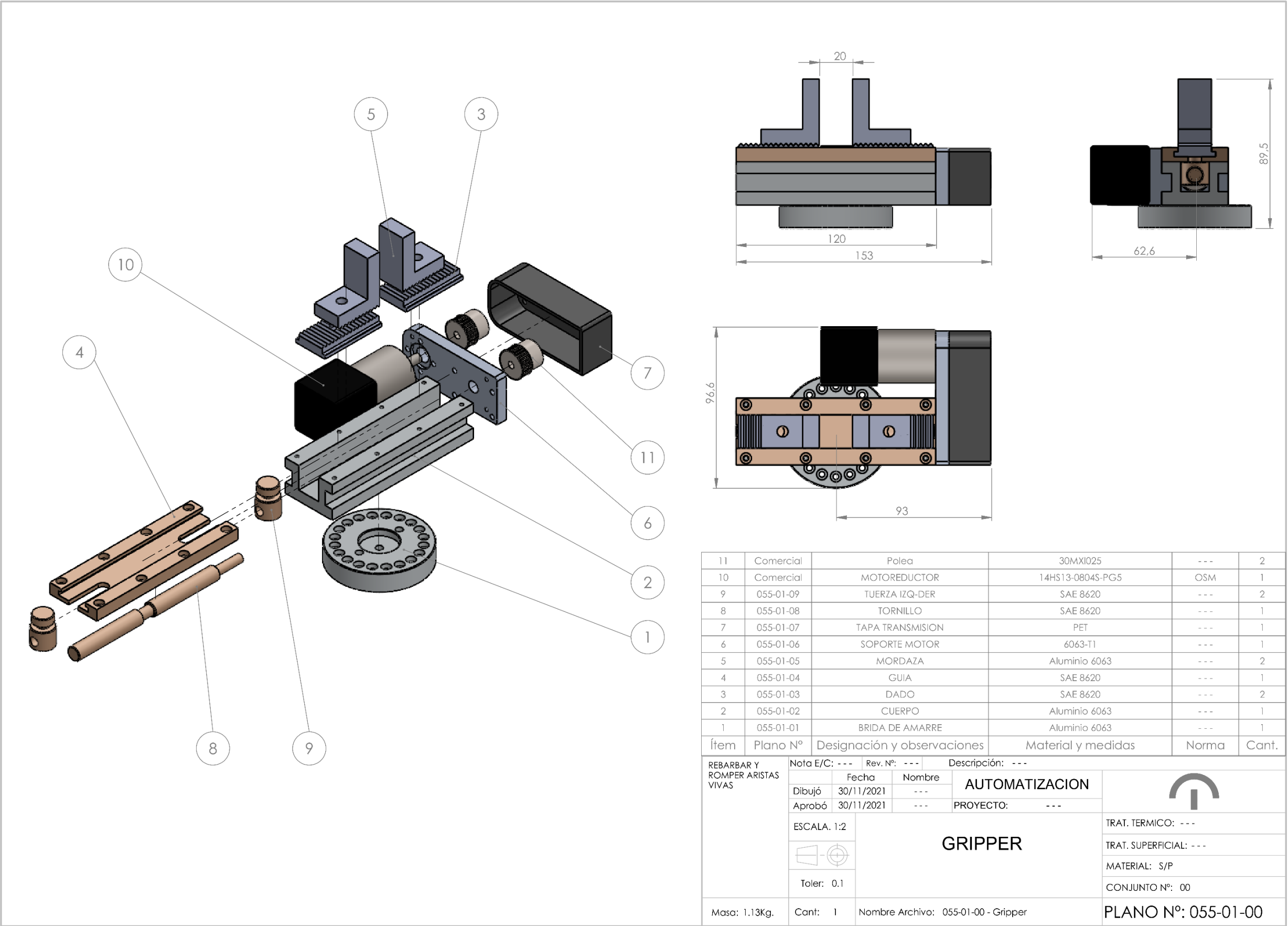
CLÁUSULA XXI. INFORMACIÓN GENERAL

En la *Plataforma de Concursos Interinstitucionales de Ideas* de la Agencia I+D+i se anunciarán los nombres de los/las autores/as cuyos trabajos fueron premiados.

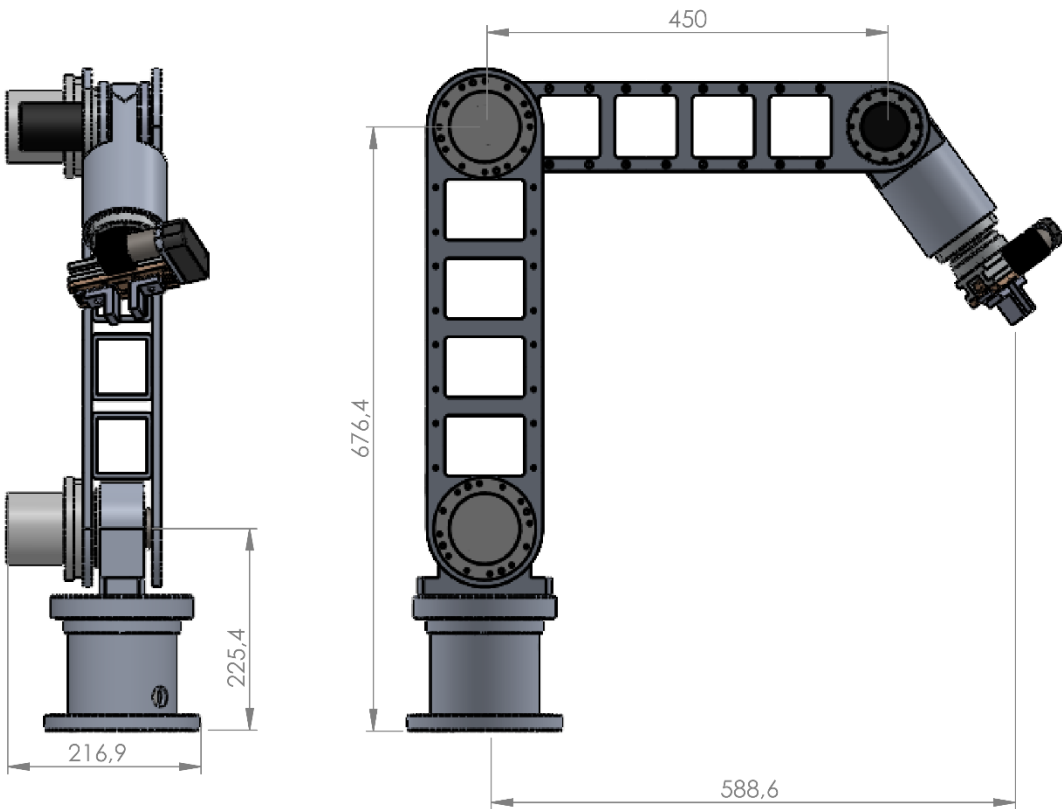
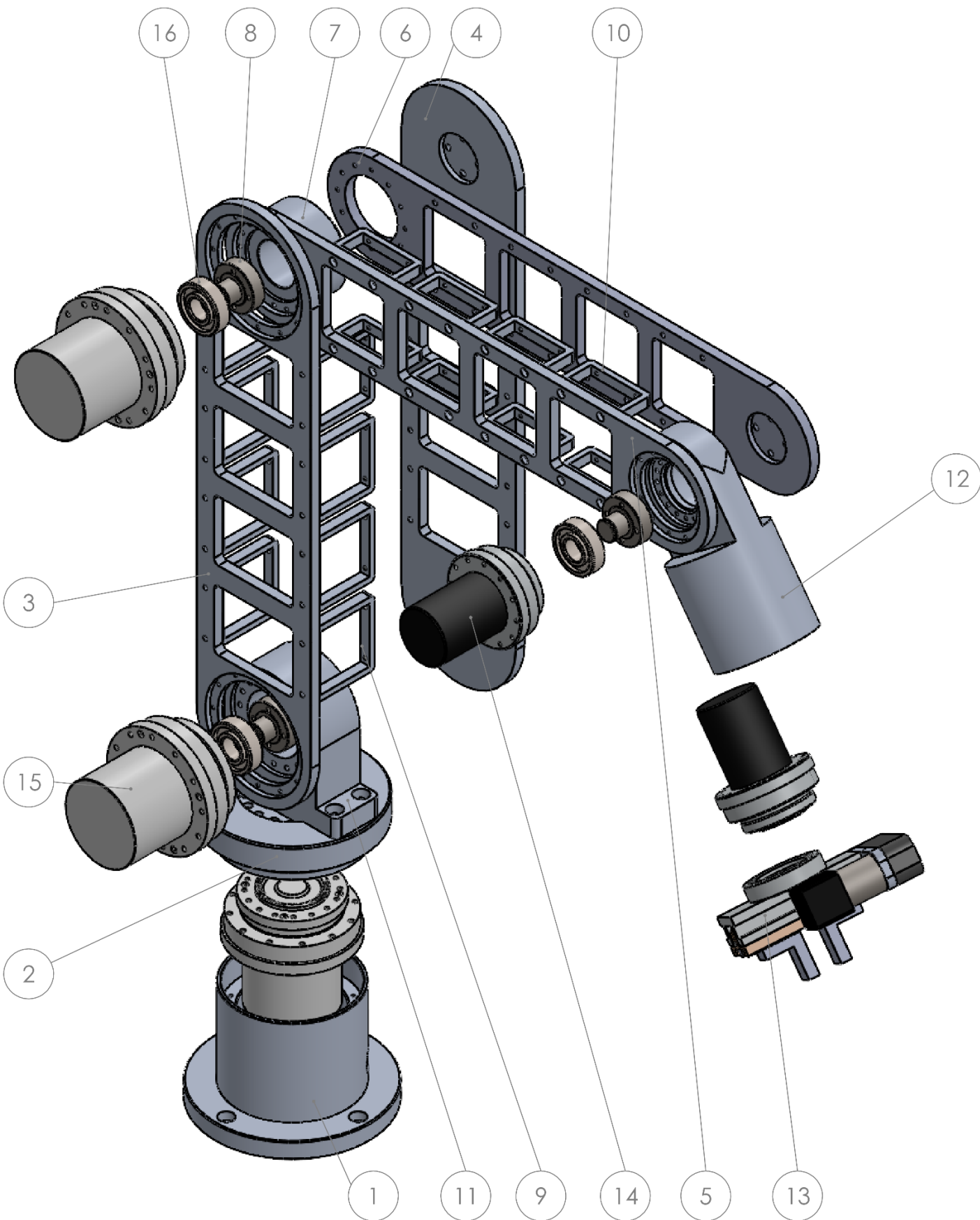
La presentación de los trabajos implica la aceptación por parte de los concursantes de todas y cada una de las condiciones establecidas en estas Bases. Cualquier situación no prevista será resuelta por el Jurado, siendo todas ellas irrecurribles.

Los plazos que se estipulen para acompañar la documentación para acreditar la elegibilidad de las personas inscriptas tal como se define en las presentes Bases y Condiciones, o para el cumplimiento de cualquier otro recaudo que sea exigido a los participantes, se contará por días hábiles administrativos, salvo que expresamente se especifique que se computará por días corridos.

Anexo B: Planos

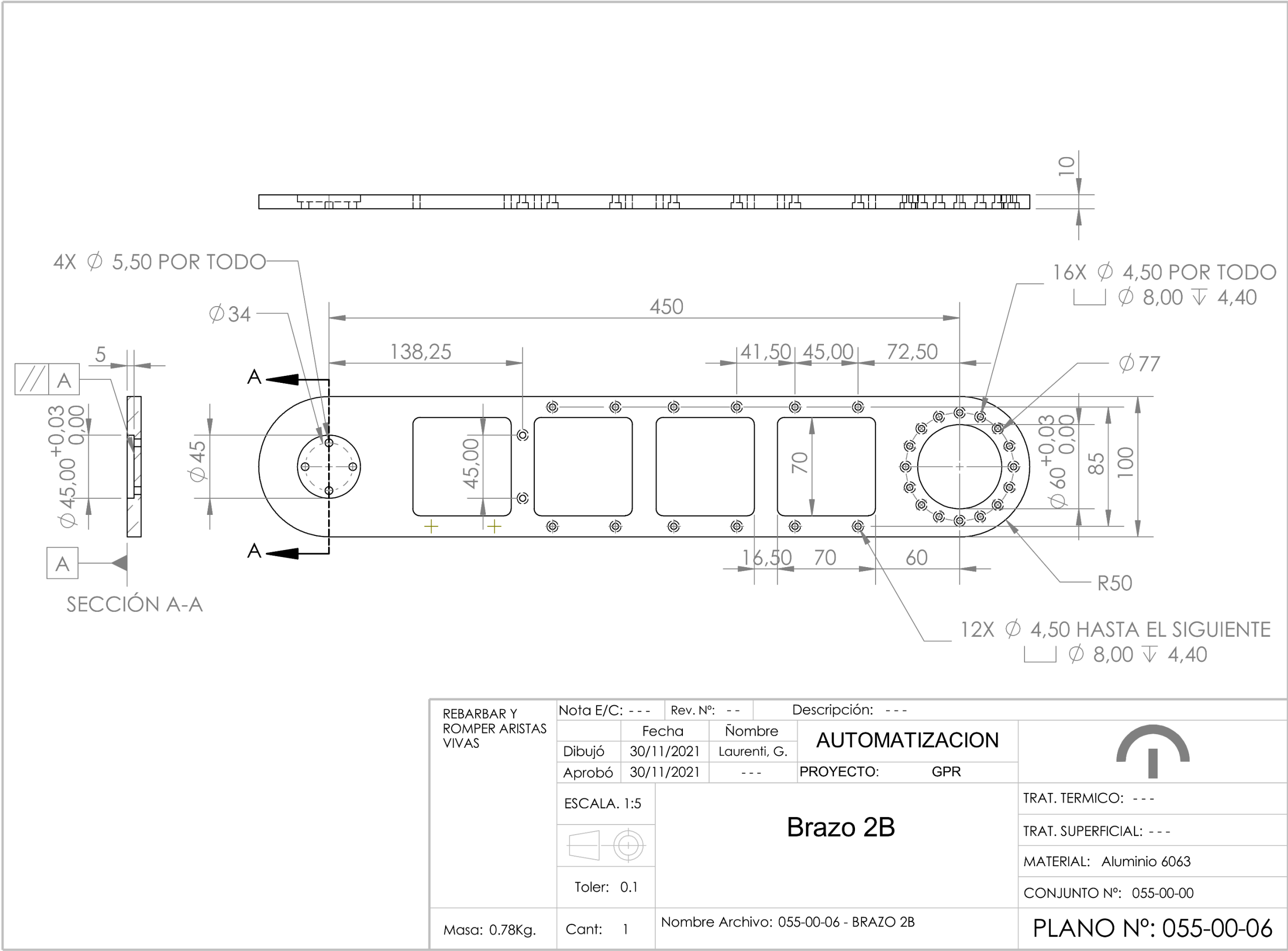


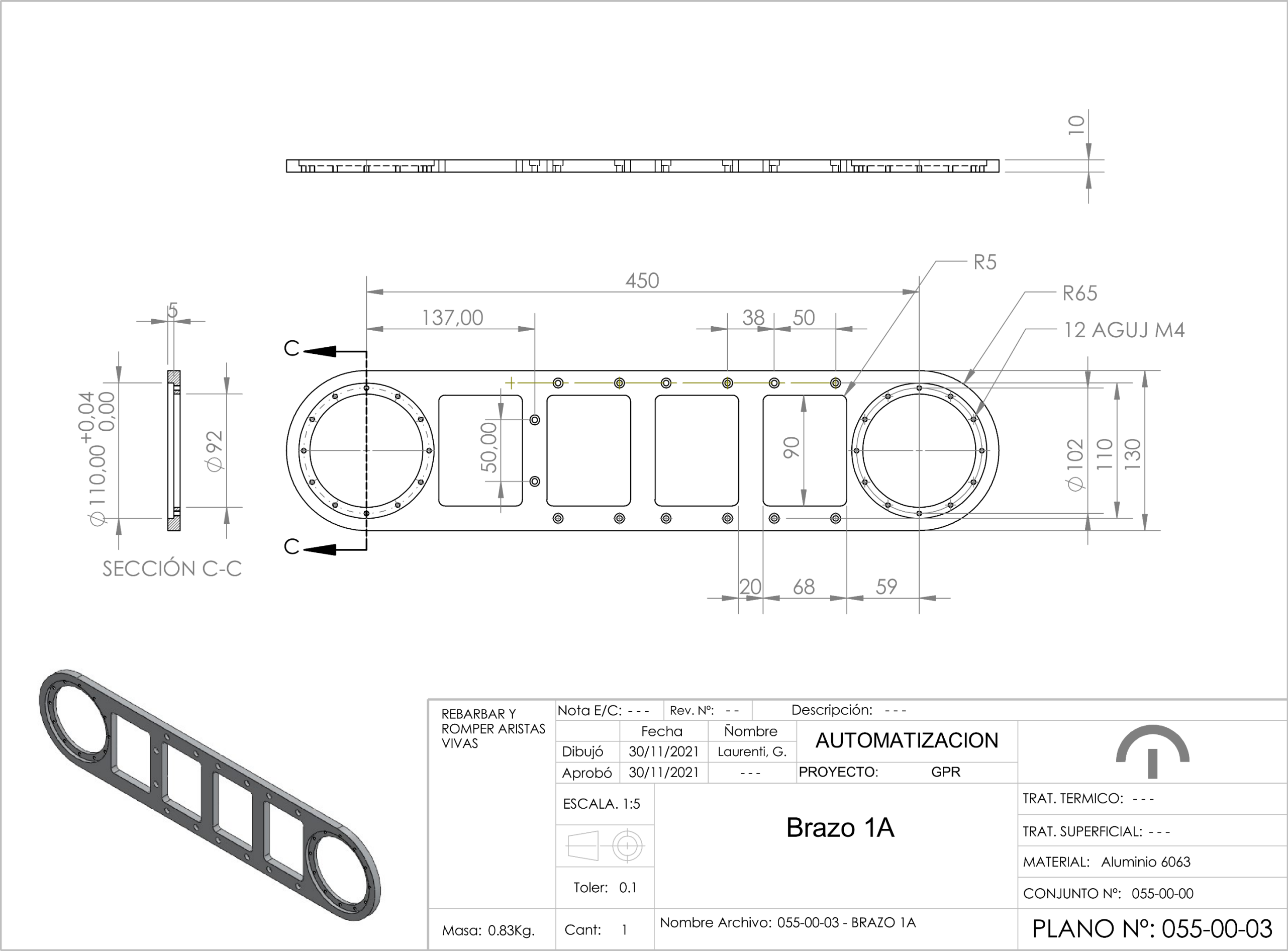
Plano 1 : 055-01-00 - Gripper

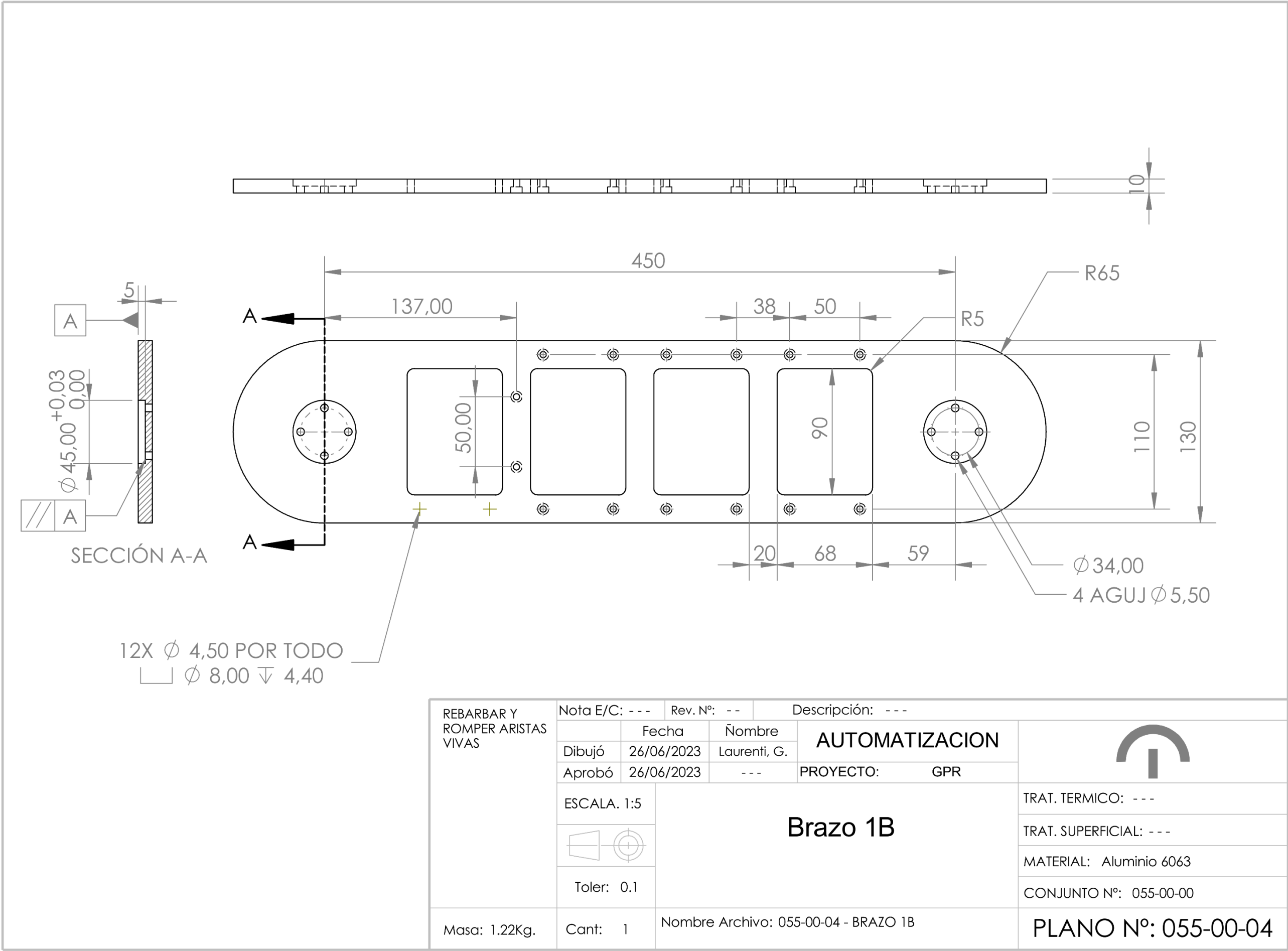


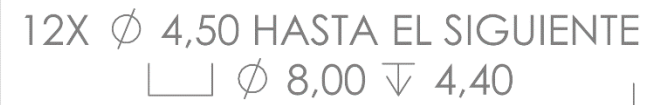
16	Comercial	Rodamiento	6204	SKF	3
15	Comercial	M8025	S/P	---	3
14	Comercial	M4230	S/P	---	2
13	055-01-00	GRIPPER	S/P	---	1
12	055-00-12	BRAZO 3	6063-T1	---	1
11	055-00-11	SOPORTE	6063-T1	---	1
10	055-00-10	REFUERZO BRAZO 2	6063-T1	---	8
9	055-00-09	REFUERZO BRAZO 1	6063-T1	---	8
8	055-00-08	EJE	AISI 1045 Acero estirado en frío	---	3
7	055-00-07	BRIDA CODO	6063-T1	---	1
6	055-00-06	BRAZO 2B	Material <sin especificar>	---	1
5	055-00-05	BRAZO 2A	6063-T1	---	1
4	055-00-04	BRAZO 1B	6063-T1	---	1
3	055-00-03	BRAZO 1 A	6063-T1	---	1
2	055-00-02	BRIDA JUNTA 1	6063-T1	---	1
1	055-00-01	BRIDA BASE	6063-T1	---	1
Ítem	Plano N°	Designación y observaciones	Material y medidas	Norma	Cant.

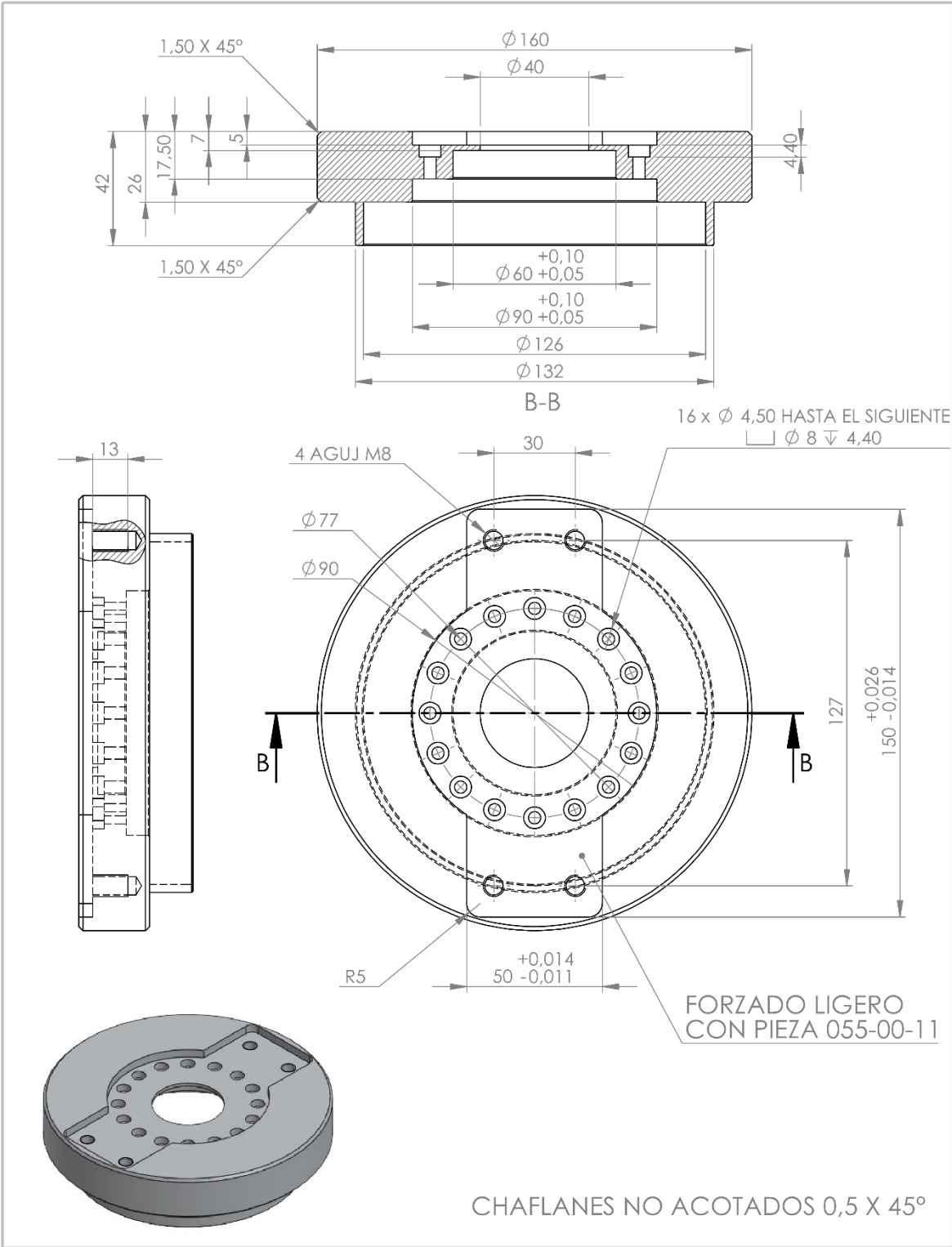
REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	Nota E/C: ---		Rev. N°: ---	Descripción: ---	
		Fecha	Nombre	AUTOMATIZACION	
	Dibujó	30/11/2021	---		
	Aprobó	30/11/2021	---	PROYECTO: ---	
	ESCALA. 1:4		GPR		
					
	Toler: 0.1				
	Masa: 13.56Kg.	Cant: ---	Nombre Archivo: 055-00-00 - GPR		
			PLANO N°: 055-00-00		



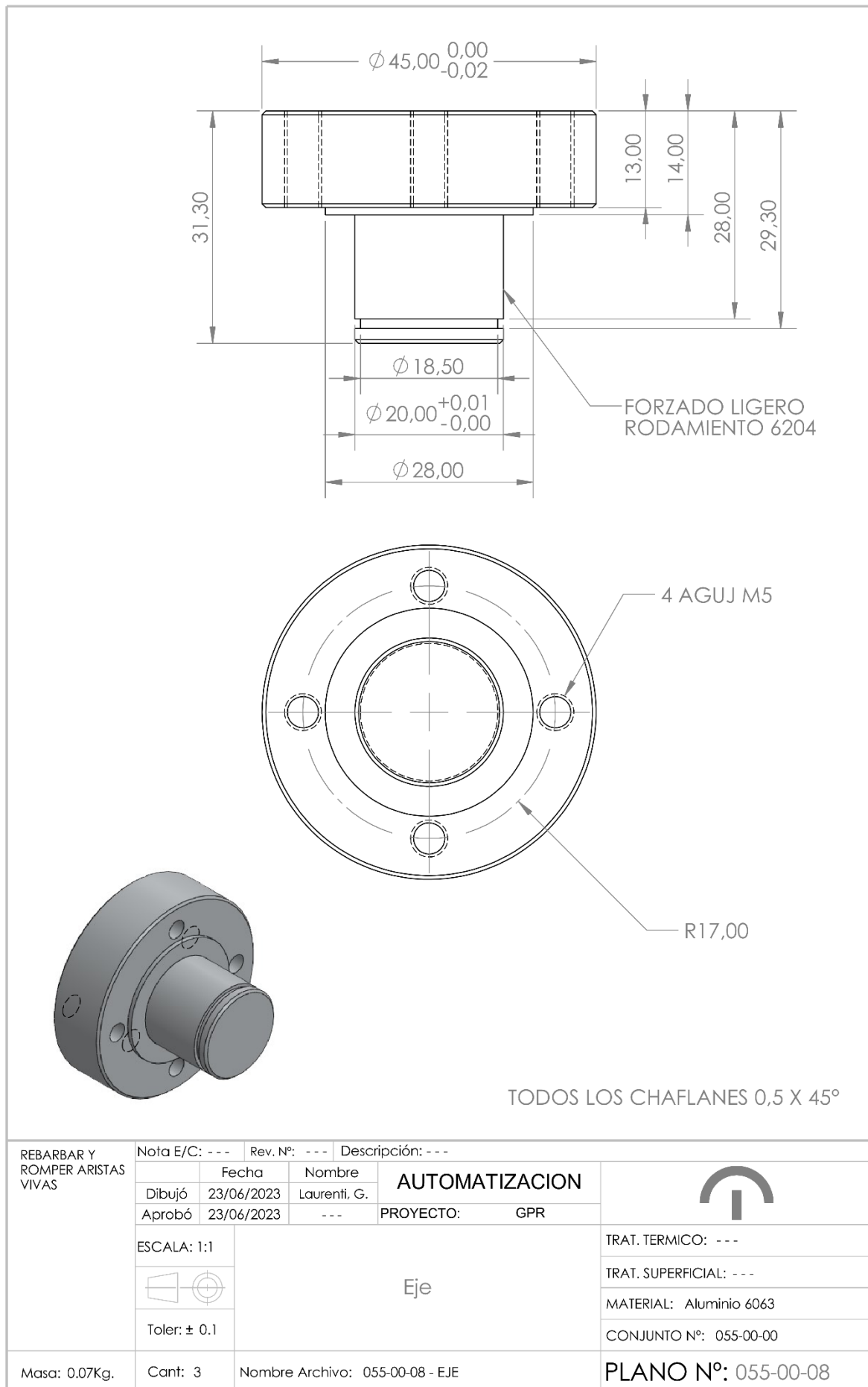


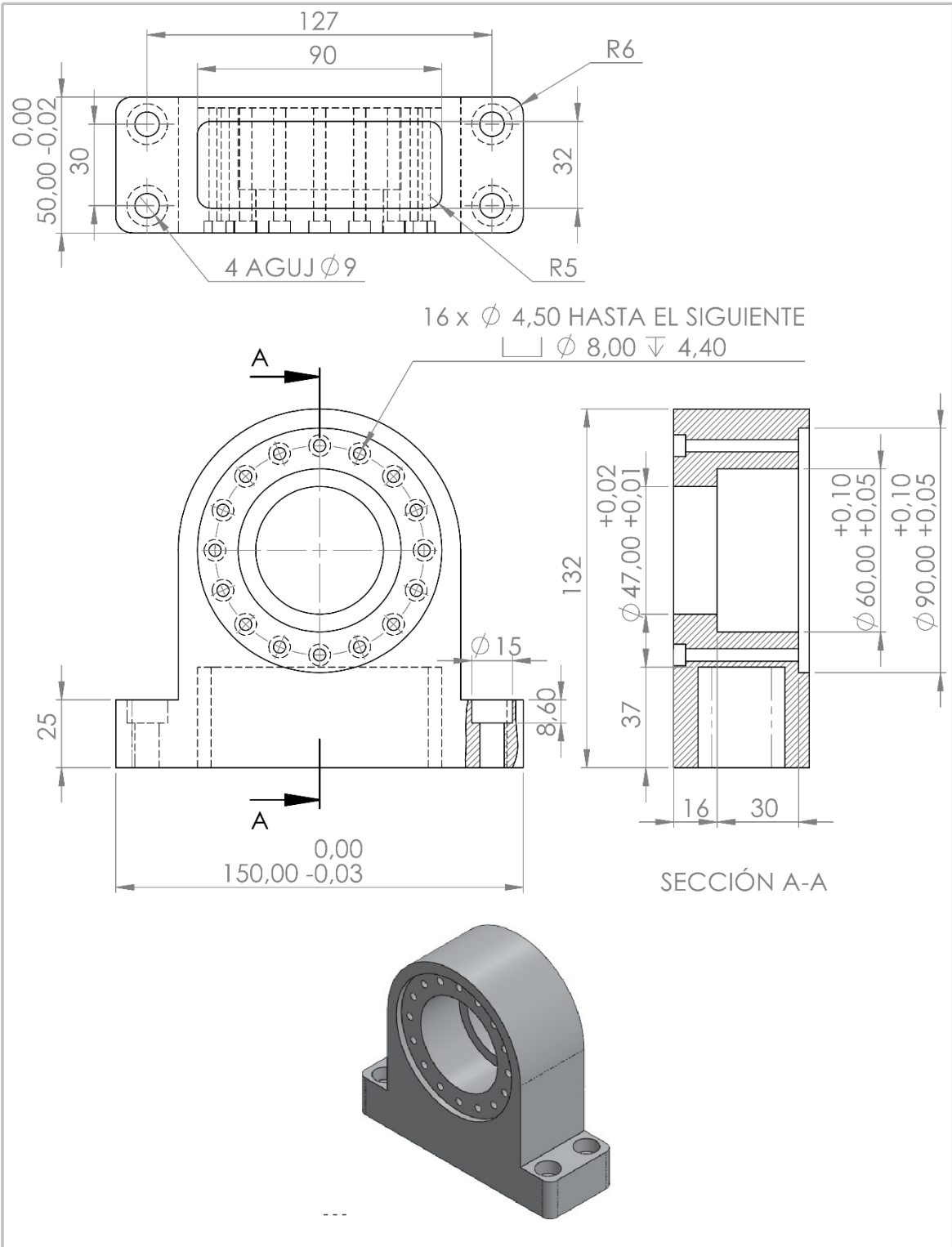


Plano 6 : 055-00-05 BRAZO 2A

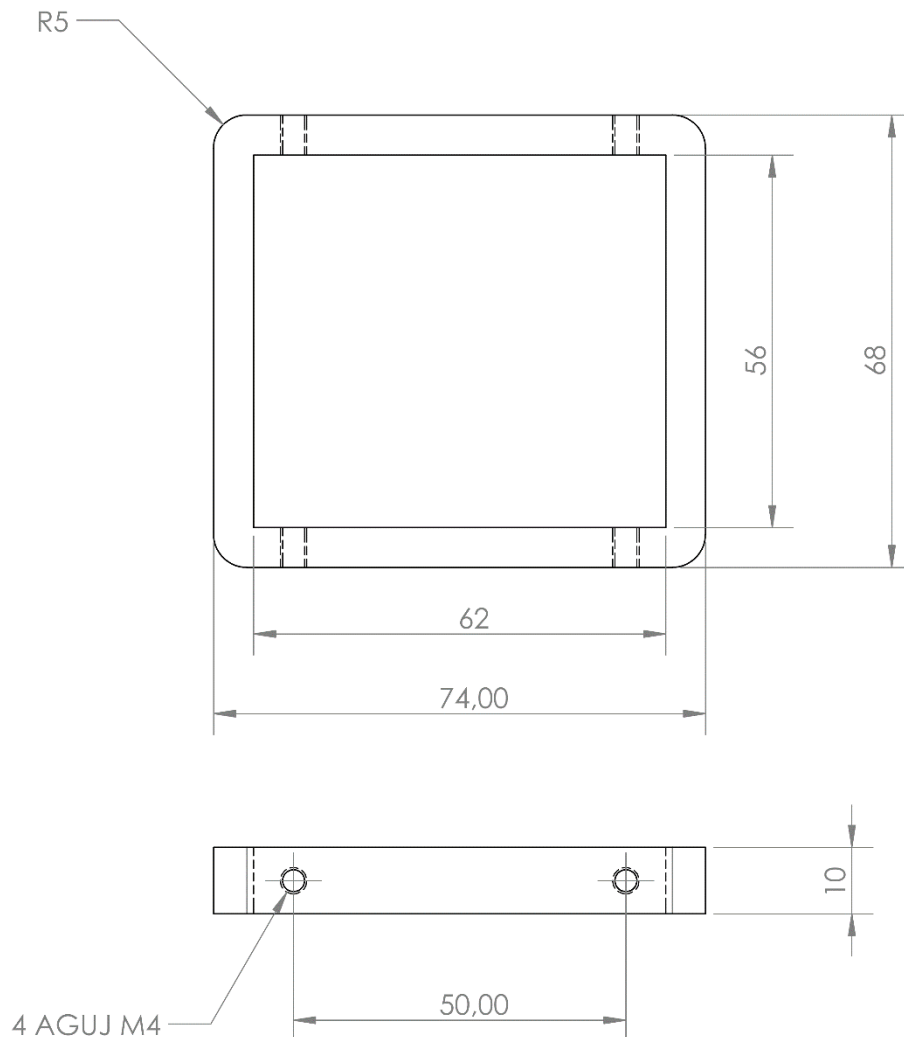


REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	Nota E/C: ---		Rev. Nº: ---	Descripción: ---	
		Fecha	Nombre	AUTOMATIZACION	
	Dibujó	23/06/2023	Laurenti, G.		
	Aprobó	23/06/2023	---	PROYECTO: GPR	
	ESCALA: 1:5		Brida Junta 1		
	Toler: ± 0.1				
			TRAT. TERMICO: ---		
			TRAT. SUPERFICIAL: ---		
		MATERIAL: Aluminio 6063			
		CONJUNTO Nº: 055-00-00			
Masa: 1.08Kg.	Cant: 1	Nombre Archivo: 055-00-02 - BRIDA JUNTA 1			PLANO Nº: 055-00-02

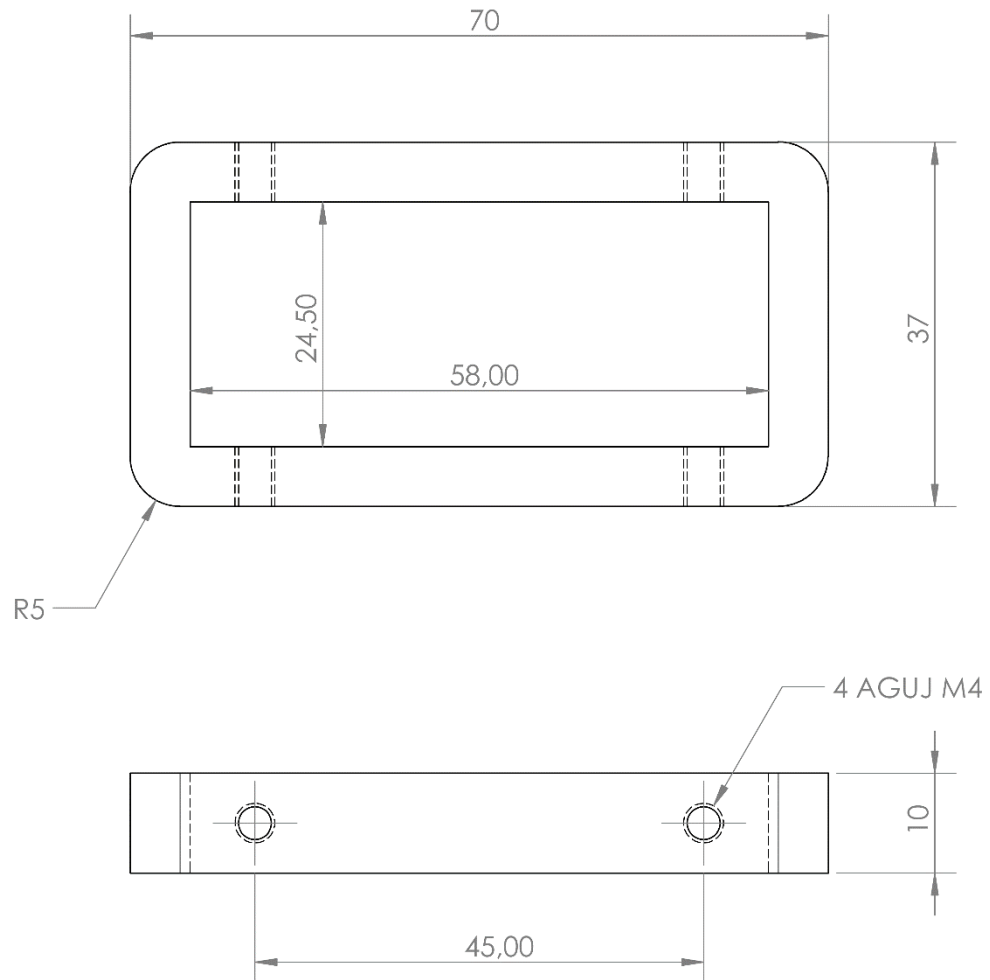




REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	Nota E/C: ---		Rev. N°:	Descripción: ---	
		Fecha	Nombre	AUTOMATIZACION	
	Dibujó	23/06/2023	Laurenti, G.		
	Aprobó	23/06/2023	---		
	ESCALA: 1:2		Soporte		
					
	Toler: ± 0.1				
	Masa: 1125.70Kg.	Cant: 1	Nombre Archivo: 055-00-11 - SORPOTE		
				PLANO N°: 055-00-11	



REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	Nota E/C: ---		Rev. N°: ---	Descripción: ---		
		Fecha	Nombre		AUTOMATIZACION	
	Dibujó	30/11/2021	Laurenti, G.			
	Aprobó	30/11/2021	---		PROYECTO: GPR	
	ESCALA: 1:1		Refuerzo Brazo 1			
	TRAT. SUPERFICIAL: ---					
Toler: ± 0.1	MATERIAL: Aluminio 6063					
					CONJUNTO N°: 055-00-00	
Masa: 0.04Kg.	Cant: 8	Nombre Archivo: 055-00-09 - REFUERZO BRAZO 1				PLANO N°: 055-00-09



REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	Nota E/C: ---		Rev. N°: ---	Descripción: ---	
		Fecha	Nombre	AUTOMATIZACION	
	Dibujó	30/11/2021	Laurenti, G.		
	Aprobó	30/11/2021	---	PROYECTO:	GPR
	ESCALA: 1:1		Refuerzo Brazo 2		
		TRAT. SUPERFICIAL: ---			
Toler: ± 0.1		MATERIAL: Aluminio 6063			
		CONJUNTO N°: 055-00-00			
Masa: 0.03Kg.	Cant: 8	Nombre Archivo: 055-00-10 - REFUERZO BRAZO 2			PLANO N°: 055-00-10

Anexo C: elementos comerciales

Fuente de alimentación 36 VDC 1200W



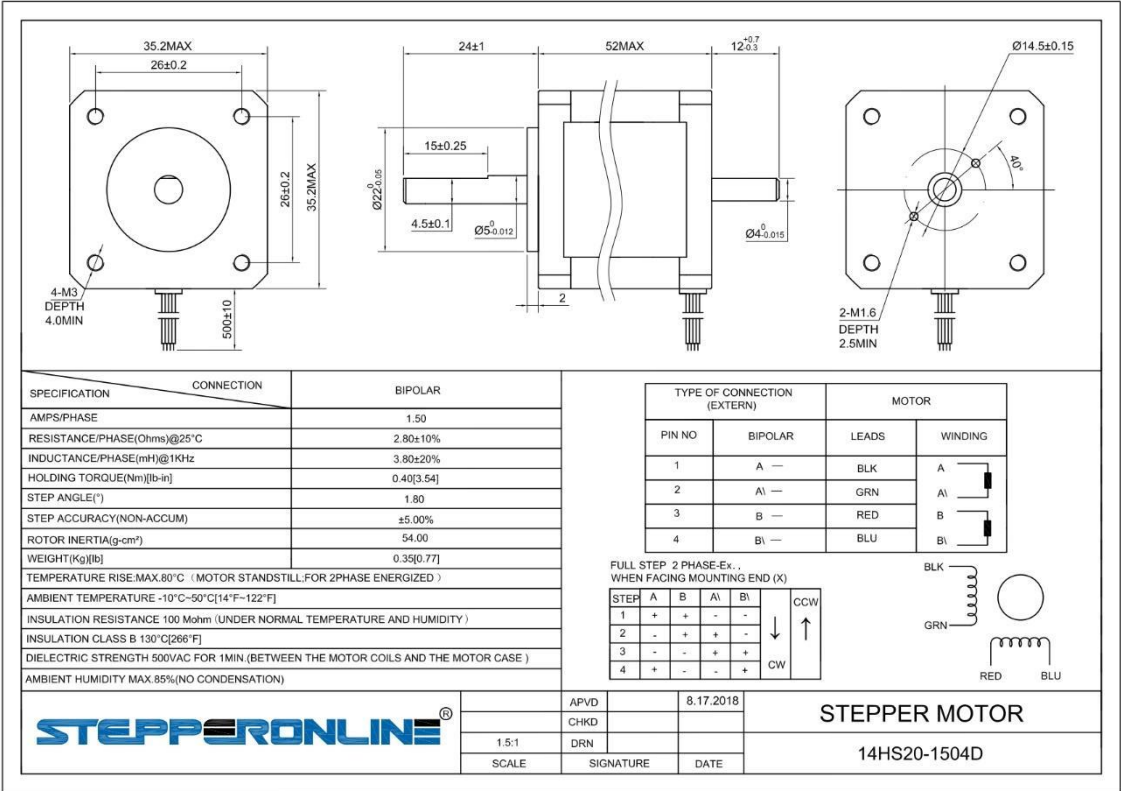
Guangzhou Kaihui Electronics Co.,Ltd

K19H-UP1200S

1200W Single Output AC/DC Switching Power Supply

		Features: ● High efficiency, low temperature rise; ● Built-in filter, low output noise; ● full range of AC input voltage; ● Short circuit, overload, over voltage, over-temperature protection.			
		Specification			
Model No.		K19H-UP1200 S12	K19H-UP1200S28	K19H-UP1200S36	K19H-UP1200S48
Output	Output Voltage	+12V	+28V	+36V	+48V
	Rated Current	80A	42A	33A	25A
	Current Range	0-80A	0-42A	0-33A	0-25A
	Rated power	960W	1200W	1200W	1200W
	Ripple	240mVp-p	280mVp-p	360mVp-p	480mVp-p
	Adjustable output range	±5%			
	Output Accuracy	±2%			
	Line Regulation	±0.5%			
	Load Regulation	±1%			
	Set up,Rise,Keep up time	1000ms, 30ms, 10ms/115VAC 500ms, 30ms, 20ms/230VAC			
Input	Input Voltage range	88~264V AC			
	Input current	12A/115V	6A/230V		
	Input frequency	47~63Hz			
	Efficiency	90%	92%	92%	93%
	Inrush current	40A@230V			
	Leakage Current	<3.5mA@240V			
	Power Factor	>0.9@220V,>0.95@110V			
Protection	Over load	105~150% protection,automatic recovery.			
	Short circuit	Automatic recovery			
	Output over-voltage	16~18V	33-37V	40-43V	56-60V
	Over temperature	The cover temperature>105℃,the output shut up,later automatic recovery.			
Others		With additional 12V0.5A for cooling.			
Environment	Working Temp.,Humidity	-20~+60℃, 10~90% RH,no consideration.			
	Storage Temp.,Humidity	-40~85℃, 10~95% RH			
	Temp.,Drift	±0.03%/℃(0~50℃)			
	Vibration	10~500Hz, 2G 10min./1cycle, PERIOD FOR 60min. EACH AXES			
Safety&EMC Standards	Safety standards	GB4943			
	Withstand voltage	I/P-O/P, I/P-FG: 1.5KV; O/P-FG:0.5KV DC 1min.			
	Insulation resistance	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:500VDC / 100M Ohms			
	EMC standards	EN55022 CLASS A,EN61000-4-2			
Others	Dimension	180*82*48mm doesn't including the terminals length.			
	Weight	1.5Kg			

Motor paso a paso



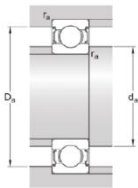
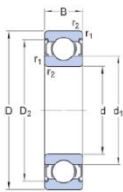
Driver para motor paso a paso



Rodamiento 6204-2Z:



6204-2Z



Dimensiones

d	20 mm	Diámetro del agujero
D	47 mm	Diámetro exterior
B	14 mm	Ancho
d ₁	≈ 28.8 mm	Diámetro del resalte
D ₂	≈ 40.59 mm	Diámetro de rebaje
r _{1,2}	min. 1 mm	Dimensión del chaflán

Dimensiones de los resaltes

d _a min. 25.6 mm	Diámetro del resalte del eje
d _a max. 28.7 mm	Diámetro del resalte del eje
D _e max. 41.4 mm	Diámetro del resalte del soporte
r _a max. 1 mm	Radio del eje o de acuerdo del soporte

Junta motorizada M4230 (Robot Joint)

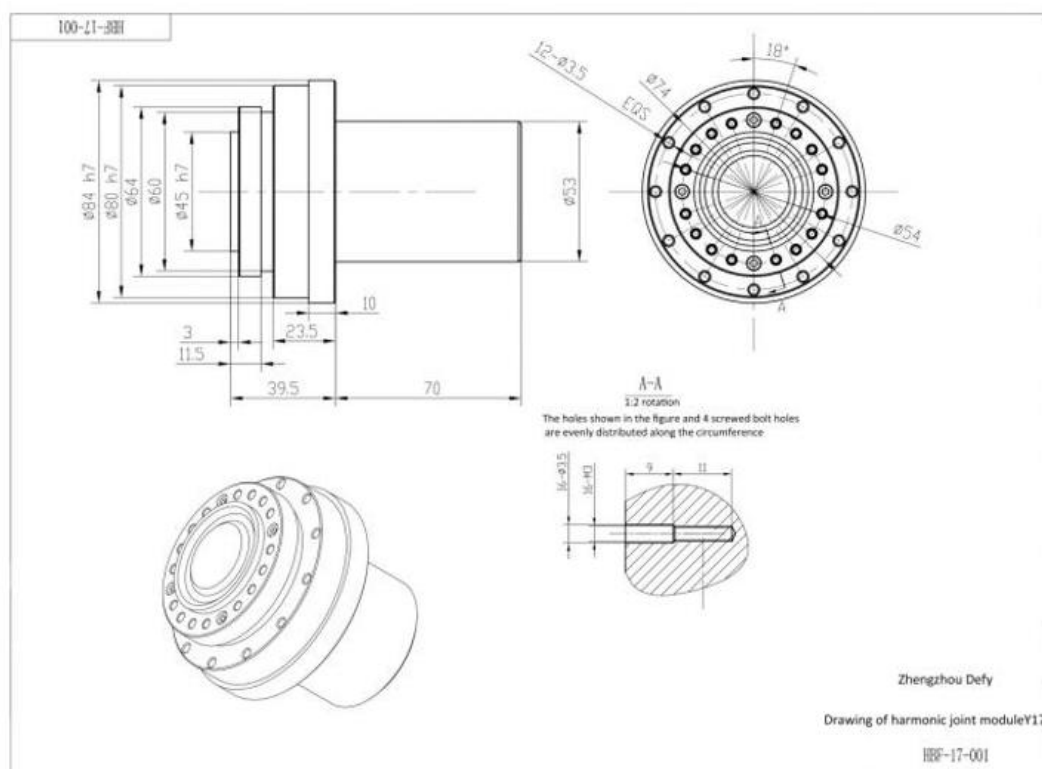


M4230 Robot Joint

M4230 Robot Joint Module integrated absolute encoder, driver, DC motor and harmonic reducer. This model Robot Joint Modules is the best choice for Robot Arm manufacturer with much lower cost, modular design and compact structure.

- Reduction Ratio: 50/80
- Motor Rated Voltage: 36VDC±10%
- Motor Rated Current: 3.5A
- Output Torque After Deceleration: 34NM / 35NM
- Speed Range After Deceleration: 0~30RPM/0~15RPM
- Power: 100W

Model parameters		M4230E17B50	M4230E17B80
Overall parameters	Motor rated voltage	36VDC±10%	36VDC±10%
	Motor rated current	3.5 A	3.5 A
	Output torque after deceleration	34NM	35NM
	Weight	1KG	1KG
	Speed range after deceleration	0~30 RPM	0~15 RPM
Reducer parameters	Reduction ratio	50	80
	Output rated torque	34NM	35NM
	Peak start-stop torque	44NM	56NM
	Backspace	less than 20 arc seconds	less than 20 arc seconds
	Design life	hour 8500	hour 8500
Motor parameters	Torque	1NM	1NM
	Rated speed	1500RPM	500RPM
	Maximum rotational speed	2000RPM	2000RPM
	Power	100W	100W
	Resistance	0.86	0.86
	Inductance	0.8 mh	0.8 mh
	Rotary inertia	0.69 x 10 ⁻⁴ KG /M²	0.69 x 10 ⁻⁴ KG /M²
Feedback signal		Multi-loop absolute encoder (single-loop 15 bit multi-loop 9 bit)	
Cooling mode		Natural cooling	
Position Control Mode	Maximum input pulse frequency	500KHz	
	Pulse instruction mode	Pulse + direction, A phase +B phase	
	Electronic gear ratio	Set up ~65535 to 65535	
	Location sampling frequency	2KHz	
Protection function		Overcurrent alarm	
Communication interface		EasyCAN (CAN communication, rate 1 M)	
Environment	Ambient temperature	0~40°	
	Maximum permissible temperature of motor	85°	
	Humidity	5~95%	



Junta motorizada 8025



M8025 Robot Joint

OD 80mm Small size robot joint actuator servo motor is mainly used for Robot Arm, integrated harmonic reducer, encoder, dc motor and driver.

Reduction Ratio: 50,80,100

Rated Torque: 72NM, 113NM,140NM

Speed Range After Deceleration:
0~30RPM,0~18RPM,0~10RPM

Motor Rated Voltage: 36VDC±10%

Motor Rated Current: 7A

Communication: CAN

Model	Parameter	M8025E25B50	M8025E25B80	M8025E25B100
Overall parameter	Motor rated voltage	36VDC±10%	36VDC±10%	36VDC±10%
	Motor rated current	7A	7A	7A
	Output torque after deceleration	72NM	113NM	140NM
	Weight	2.5KG	2.5KG	2.5KG
	Speed range after deceleration	0~30RPM	0~18RPM	0~10RPM
Reducer parameter	Reduction ratio	50	80	100
	Output rated torque	72NM	113NM	140NM
	Peak start-stop torque	127NM	178NM	204NM
	Backspace	Less than 20 arc seconds	Less than 20 arc seconds	Less than 20 arc seconds
	Design life	8500hour	8500hour	8500hour
Motor parameter	Torque	2NM	2NM	2NM
	Rated speed	1000RPM	1000RPM	1000RPM
	Maximum rotational speed	1500RPM	1500RPM	1500RPM
	Power	200W	200W	200W
	Resistance	0.53	0.53	0.53
	Inductance	0.5mh	0.5mh	0.5mh
	Rotary inertia	1.74x10 ⁻⁴ KG / m²	1.74x10 ⁻⁴ KG / m²	1.74x10 ⁻⁴ KG / m²
Feedback signal		Multi-loop absolute encoder (single-loop 15 bit multi-loop 9 bit)		
Cooling mode		Natural cooling		
Position Control Mode	Maximum input pulse frequency	500KHz		
	Pulse instruction mode	Pulse + direction, A phase +B phase		
	Electronic gear ratio	Set up 1-65535 to 1- 65535		
	Location sampling frequency	2KHz		
Protection function		Clogged rotation alarm, over current alarm		
Communication interface		EasyCAN (CAN communication, rate 1M)		
Environment	Ambient temperature	0~40°		
	Maximum permissible temperature of motor	85°		
	Humidity	5~95%		

Position mode,
Support Pulse + Direction signal, encoder follow

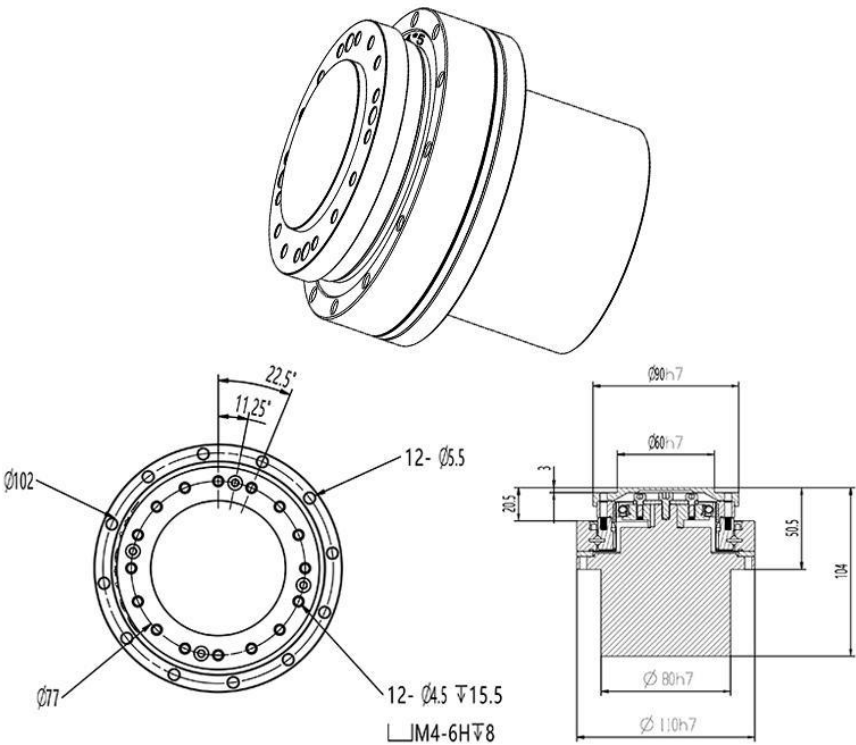
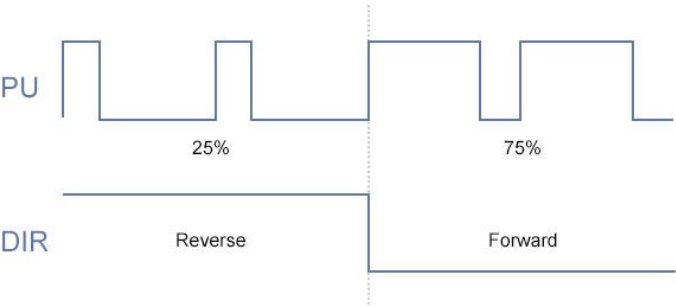
Pulse form	command	ccw	cw	Parameter setting value
Pulse train symbol				Command pilse+direction
				

Speed mode,
Support PWM duty cycle signal speed regulation

PU duty cycle=(target speed/3000)*80%+10%

For example: Need to rotate speed 2000

PU duty cycle=(2000/3000)*0.8+0.1=63.3%



PC LENOVO THINKCENTRE M60e Intel Core i5-1035G1

- Mini Pc Lenovo M60e I5 1035g1 Free Dos

PERFORMANCE

- Processor: Intel Core i5-1035G1 (4C / 8T, 1.0 / 3.6GHz, 6MB)
- Graphics: Integrated Intel UHD Graphics
- Chipset: Intel SoC Chipset
- Memory: 1x 8GB SO-DIMM DDR4-2666
- Memory Slots: Two DDR4 SO-DIMM slots, dual-channel capable
- Max Memory: Up to 32GB DDR4-2666
- Storage: 256GB SSD M.2 2242 PCIe 3.0x4 NVMe
- Optane Memory: None
- Storage Support:
Up to two drives, 1x 2.5" HDD + 1x M.2 SSD
- 2.5" HDD up to 2TB
- M.2 SSD up to 512GB
- Optical: None
- Audio Chip: High Definition (HD) Audio
- Speakers: Internal Speaker
- Power Supply: 65W 89% Adapter

DESIGN

- Keyboard: USB Calliope Keyboard, Black, Spanish (LA)
- Mouse: USB Calliope Mouse, Black
- Expansion Slots:
One M.2 slot (for WLAN)
One M.2 slot (for SSD)
- Case Color
Black
- Stand: None
- Adapter Cage: None
- Toolless Chassis Screw: None
- Dust Filter: None
- Mounting: VESA Mount
- Form Factor: Tiny (1L)
- Dimensions (WxDxH): 179 x 182.9 x 36.5 mm (7.05 x 7.20 x 1.4 inches)
- Weight: Around 1.25 kg (2.76 lbs)

CONNECTIVITY

- Ethernet: Integrated 100/1000M
- WLAN + Bluetooth: RTL8822CE 11ac, 2x2 + BT5.0
- Front Ports:
1x USB 3.2 Gen 2
1x USB-C 3.2 Gen 1
1x headphone / microphone combo jack (3.5mm)
- Rear Ports
2x USB 2.0
2x USB 3.2 Gen 1
1x HDMI
1x DisplayPort
1x Ethernet (RJ-45)
- Optional Rear Ports (configured): None
- Monitor Cable: None

SOFTWARE

- Operating System: None
- Bundled Software: None