



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA**  
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

### 3.1 Descripción de elementos finitos al robot.

Alvarado Contreras César Omar

Fonseca Camarena Jonathan

Manzo Torres Marcos

Robles Vázquez Eduardo

Víctor Gabriel Tapia Casillas

Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara

Profesor: Carlos Enrique Morán Garabito

1 de Noviembre del 2019

---

# Índice general

---

<b>1</b>	<b>Módulo de Young</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Coeficiente de Poisson</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Módulo de cizalladura</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Primera prueba</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Segunda prueba</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Cargas</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Cargas en primera prueba</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>Cargas en segunda prueba</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>22</b>

## **Módulo de Young**

---

El módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés del siglo XIX Thomas Young, aunque el concepto fue desarrollado en 1727 por Leonhard Euler, y los primeros experimentos que utilizaron el concepto de módulo de Young en su forma actual fueron hechos por el científico italiano Giordano Riccati en 1782, 25 años antes del trabajo de Young. El término módulo es el diminutivo del término latino *modus* que significa "medida".

Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de Young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero: si se tracciona una barra, aumenta de longitud.

Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente mediante ensayo de tracción del material. Además de este módulo de elasticidad longitudinal, puede definirse el módulo de elasticidad transversal de un material.

---

## **Coeficiente de Poisson**

---

El coeficiente de Poisson es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento. El nombre de dicho coeficiente se le dio en honor al físico francés Simeon Poisson.

---

## **Módulo de cizalladura**

---

El módulo de elasticidad transversal, también llamado módulo de cizalla, es una constante elástica que caracteriza el cambio de forma que experimenta un material elástico (lineal e isótropo) cuando se aplican esfuerzos cortantes.

Este módulo recibe una gran variedad de nombres, entre los que cabe destacar los siguientes: módulo de rigidez transversal, módulo de corte, módulo de cortadura, módulo elástico tangencial, módulo de elasticidad transversal, y segunda constante de Lamé. Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de elasticidad transversal es una constante con el mismo valor para todas las direcciones del espacio. En materiales anisótropos se pueden definir varios módulos de elasticidad transversal, y en los materiales elásticos no lineales dicho módulo no es una constante sino que es una función dependiente del grado de deformación.

## Capítulo 4

---

# Primera prueba

---

En el primer análisis realizado se contaba con placas de acero y barras de aluminio.

En este caso se deforma debido al peso del material, ya que el acero, al ser más denso que el aluminio, las barras de soporte tienen una gran carga que soportar y al no poder con ello, estas ceden ante el peso y se doblan.

Propiedades físicas de la primera prueba:

Masa	14.0317 kg
Área	491909 mm <sup>2</sup>
Volumen	2006750 mm <sup>3</sup>
Centro de gravedad	x=71.1574 mm y=-86.3313 mm z=165.562 mm

Figura 4.1: Propiedades del brazo arrojadas por el software.

:

Nombre	Acero , carbono	
General	Densidad de masa	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	350 MPa
	Resistencia máxima a tracción	420 MPa
Tensión	Módulo de Young	200 GPa
	Coefficiente de Poisson	0.29 su
	Módulo cortante	77.5194 GPa
Nombre(s) de pieza	<u>PRS_baseprincipal.ipt</u> <u>PRS_soportemotor1.ipt</u> <u>PRS_tapabase2.ipt</u> <u>PRS_brazobase.ipt</u> <u>PRS_brazobase2.ipt</u> <u>PRS_brazotapaxl.ipt</u> <u>PRS_soportefinal.ipt</u> <u>PRS_xx.ipt</u> <u>PRS_xx.ipt</u> <u>chica.ipt</u> <u>PRS_brazobase12.ipt</u> <u>osilo2.ipt</u>	

Figura 4.2: Lista con las propiedades del acero y piezas que están compuestas de dicho material.

:

Nombre	Aluminio 6061-AHC	
General	Densidad de masa	2.7 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	275 MPa
	Resistencia máxima a tracción	310 MPa
Tensión	Módulo de Young	68.9 GPa
	Coefficiente de Poisson	0.33 su
	Módulo cortante	25.9023 GPa
Nombre(s) de pieza	<u>PRS_barabase.ipt</u> <u>PRS_barabase.ipt</u> <u>PRS_barabase.ipt</u> <u>PRS_barabase.ipt</u> <u>PRS_barabrazo.ipt</u> <u>PRS_barabrazo.ipt</u> <u>PRS_barabrazo.ipt</u> <u>PRS_barabrazo.ipt</u> <u>PRS_barafase.ipt</u> <u>PRS_barafase.ipt</u> <u>PRS_barafase.ipt</u> <u>PRS_barafase.ipt</u>	

Figura 4.3: Lista con las propiedades del aluminio y piezas que están compuestas de dicho material.

:

---

## Segunda prueba

---

### *"Placas de aluminio y barras de acero"*

Al administrar de una manera más óptima la selección de materiales para cada componente, se decidió utilizar el aluminio, un material menos denso y pesado que el acero, para la composición de las piezas de mayor volumen en el brazo y las piezas críticas, como las barras de soporte, se utilizará acero, siendo este un material más resistente. Con esta configuración se crea un equilibrio entre los materiales, dejando en menor cantidad el material más denso, pero en partes donde se requiere resistencia, y los materiales livianos para el resto de las piezas del brazo.

El resultado de este cambio no solo beneficia en el hecho de que ya no tiene tanta deformación el brazo, sino que también el peso es disminuido con respecto al análisis previo.

Propiedades físicas de la segunda prueba:

Masa	10.1021 kq
Área	491909 mm <sup>2</sup>
Volumen	2006750 mm <sup>3</sup>
Centro de gravedad	x=58.5033 mm y=-83.2266 mm z=145.385 mm

Figura 5.1: Propiedades del brazo arrojadas por el software.

:



Nombre	Acero, carbono	
General	Densidad de masa	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	350 MPa
	Resistencia máxima a tracción	420 MPa
Tensión	Módulo de Young	200 GPa
	Coefficiente de Poisson	0.29 su
	Módulo cortante	77.5194 GPa
Nombre(s) de pieza	<u>PRS_baseprincipal.ipt</u> <u>PRS_barabase.ipt</u> <u>PRS_barabase.ipt</u> <u>PRS_barabase.ipt</u> <u>PRS_barabase.ipt</u> <u>PRS_brazobase.ipt</u> <u>PRS_barabrazo.ipt</u> <u>PRS_barabrazo.ipt</u> <u>PRS_barabrazo.ipt</u> <u>PRS_barabrazo.ipt</u> <u>PRS_barafase.ipt</u> <u>PRS_barafase.ipt</u> <u>PRS_barafase.ipt</u> <u>PRS_barafase.ipt</u> <u>PRS_xx.ipt</u> <u>PRS_xx.ipt</u> <u>chica.ipt</u>	

Figura 5.2: Lista con las propiedades del acero y piezas que están compuestas de dicho material.

:

Nombre	Aluminio 6061	
General	Densidad de masa	2.7 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	275 MPa
	Resistencia máxima a tracción	310 MPa
Tensión	Módulo de Young	68.9 GPa
	Coefficiente de Poisson	0.33 su
	Módulo cortante	25.9023 GPa
Nombre(s) de pieza	<u>PRS_soportemotor1.ipt</u> <u>PRS_tapabase.ipt</u> <u>PRS_tapabase2.ipt</u> <u>PRS_brazobase2.ipt</u> <u>PRS_brazotapaxl.ipt</u> <u>PRS_soportefinal.ipt</u> <u>PRS_brazobase12.ipt</u> <u>osilo2.ipt</u> <u>motor1.ipt</u> <u>motor2.ipt</u> <u>cople.ipt</u> <u>basemotor.ipt</u> <u>motor1.ipt</u> <u>motor2.ipt</u> <u>cople.ipt</u> <u>basemotor.ipt</u>	

Figura 5.3: Lista con las propiedades del aluminio y piezas que están compuestas de dicho material.

:

## *Capítulo 6*

---

# **Cargas**

---

A continuación se presenta de manera gráfica la aplicación de cargas sobre la estructura del robot:

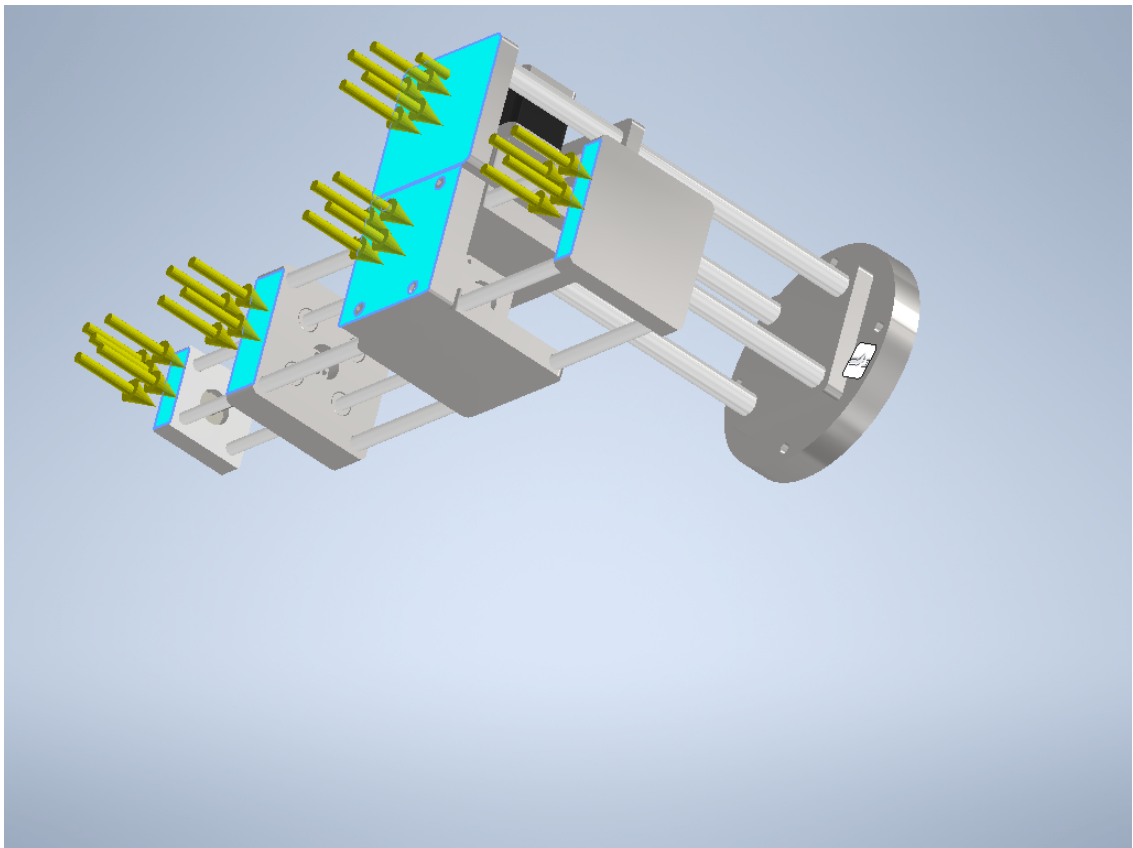


Figura 6.1: Vista general con simbolización de cargas ejercidas.

:

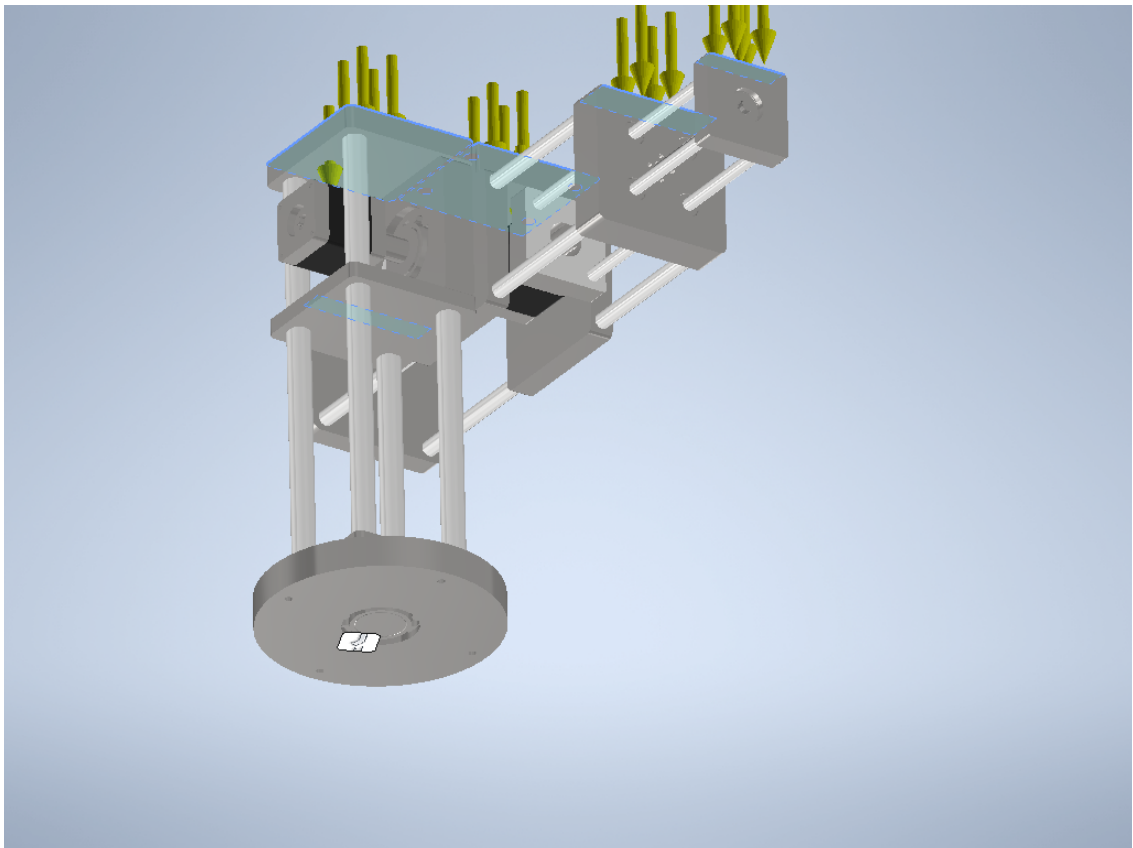


Figura 6.2: Vista general desde otro ángulo con simbolización de cargas ejercidas.

:

---

## **Cargas en primera prueba**

---

Como se puede notar, en esta configuración de materiales se puede observar los puntos de deterioro en la estructura del brazo, principalmente en las barras de soporte, esto debido a lo previamente mencionado de la “poca rigidez” que presenta el aluminio con el peso del robot más la carga.

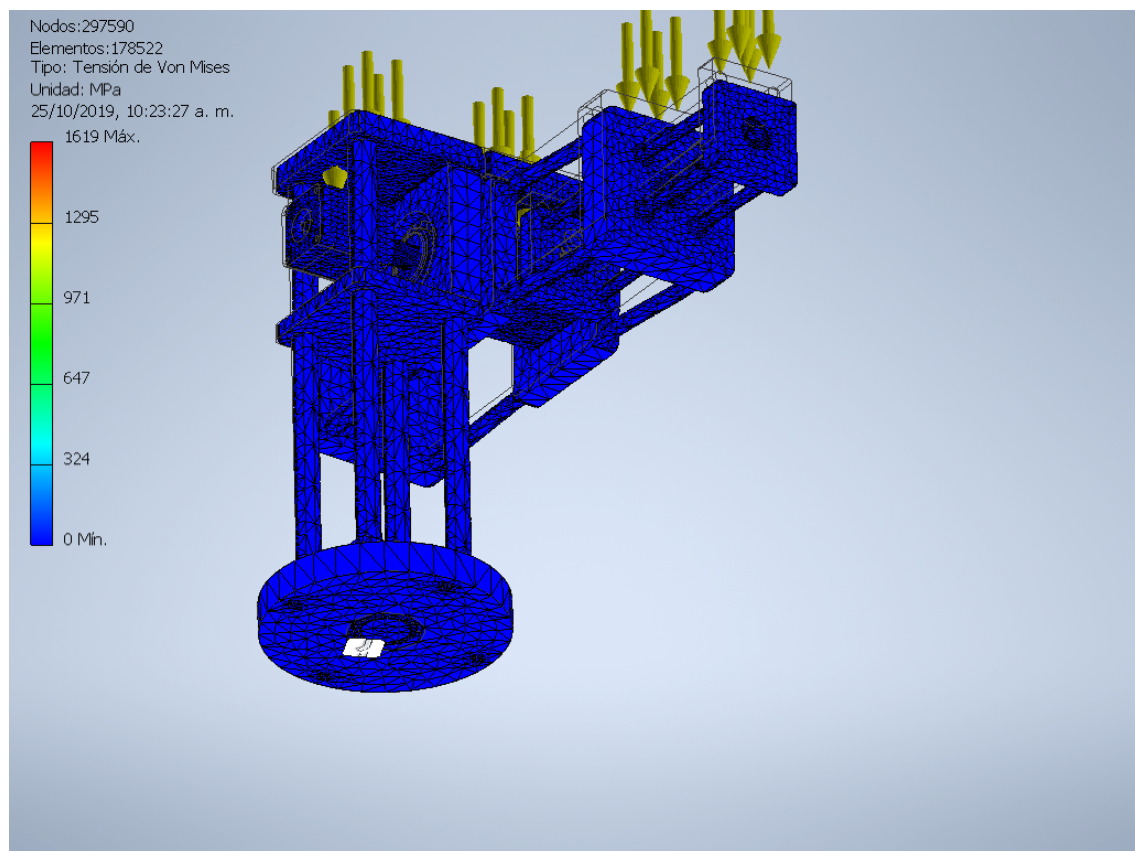


Figura 7.1: Vista general con simbolización de cargas ejercidas y desfaseamiento con respecto a la posición original.

:

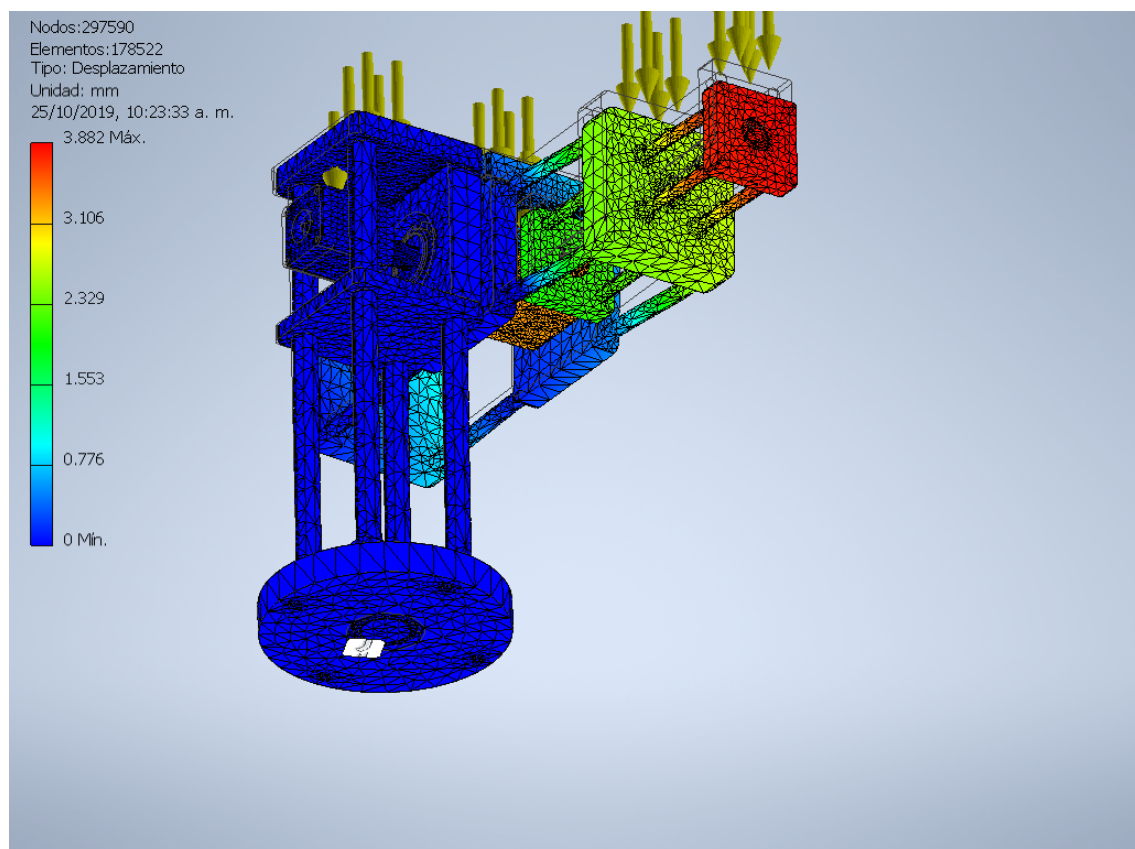


Figura 7.2: Vista general con simbolización de cargas ejercidas y colorimetría sobre las áreas de presión.

:

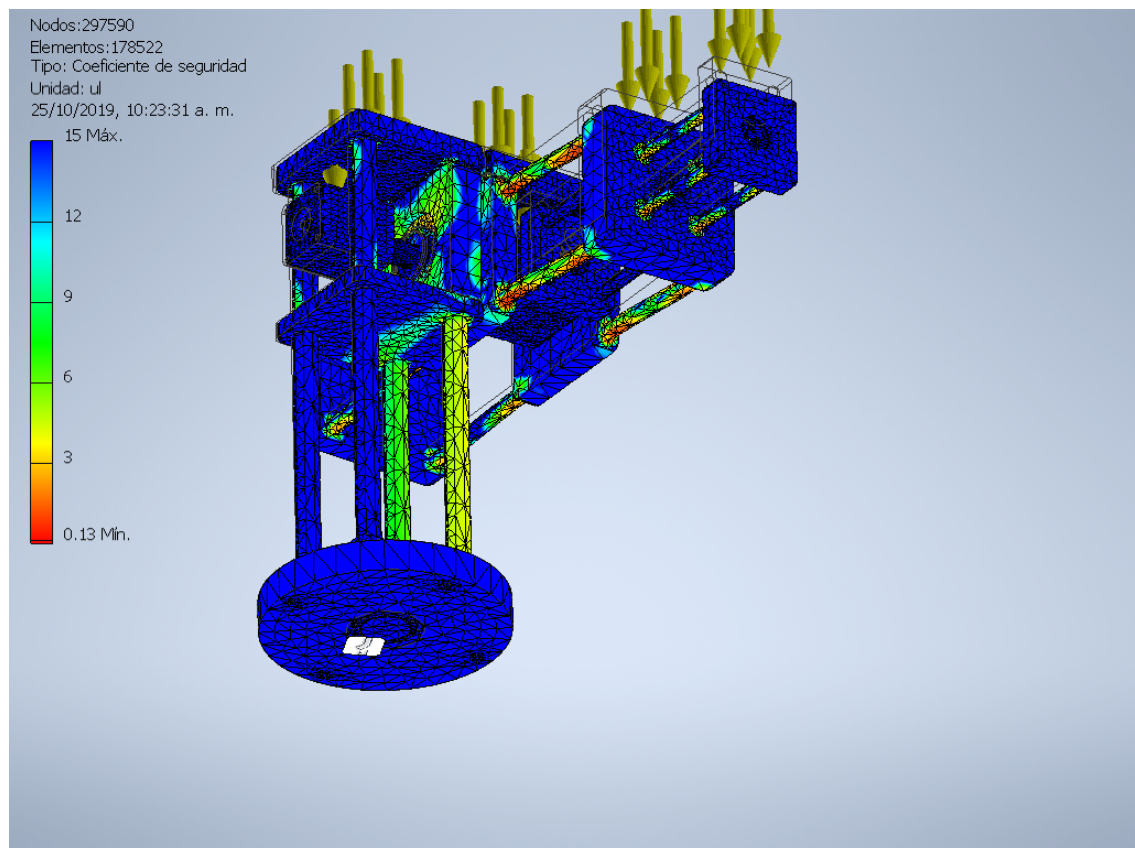


Figura 7.3: Vista general con simbolización de cargas ejercidas y colorimetría sobre las áreas de deformación.

:



---

## **Cargas en segunda prueba**

---

Aquí podemos decir que el brazo se encuentra en condiciones más óptimas comparándolo con la versión anterior con otra configuración de materiales, el nivel de deformidad es muchísimo menos notorio, a pesar de aún presentar leves deformidades a menor escala, nuestro siguiente paso a corregir este problema es aumentar en grosor las barras de soporte, para así, darle una mayor firmeza al brazo.

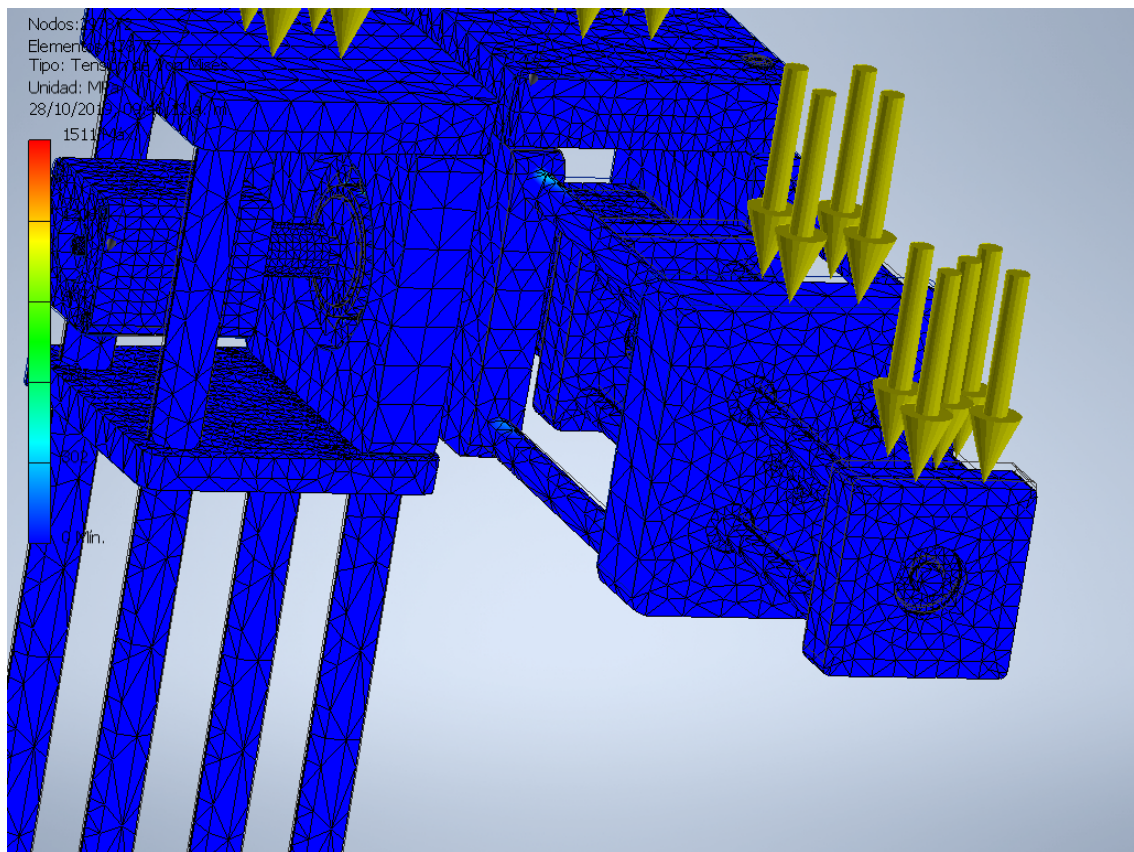


Figura 8.1: Vista general con simbolización de cargas ejercidas y desfaseamiento con respecto a la posición original.

:

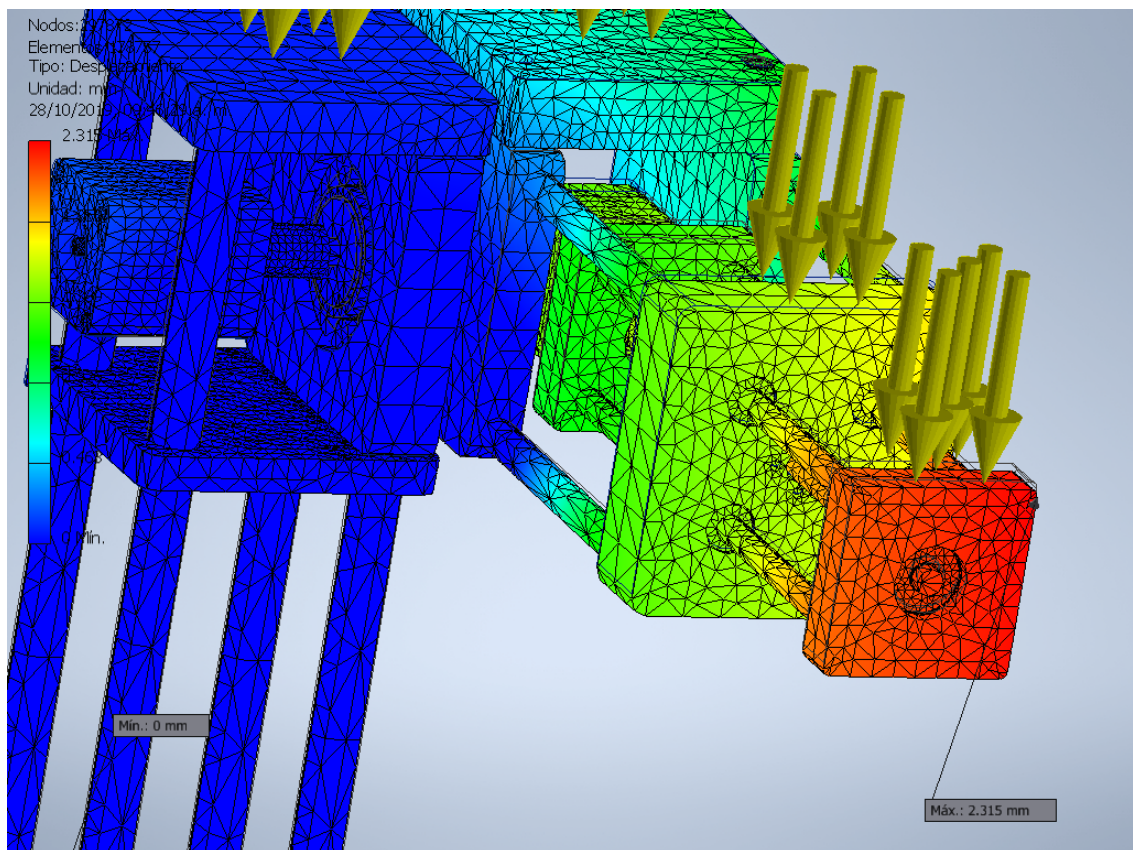


Figura 8.2: Vista general con simbolización de cargas ejercidas y colorimetría sobre las áreas de presión.

:

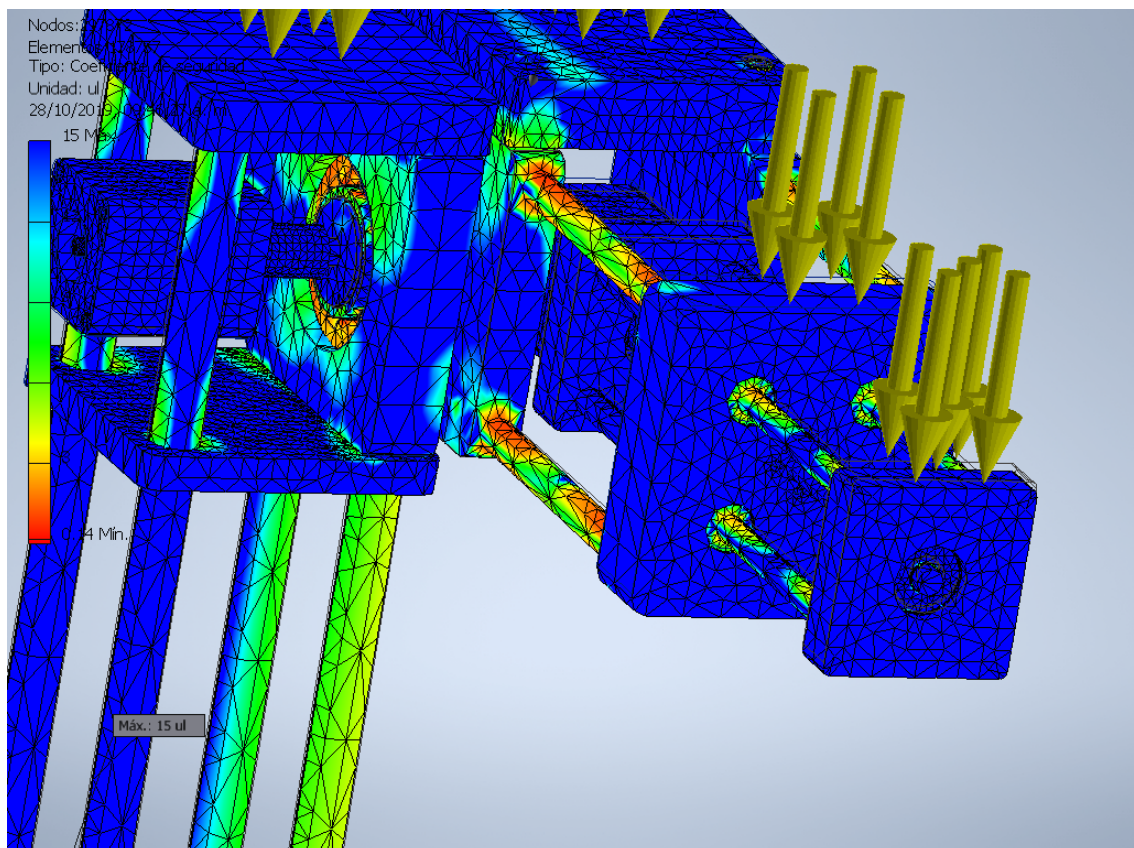


Figura 8.3: Vista general con simbolización de cargas ejercidas y colorimetría sobre las áreas de deformación.

:

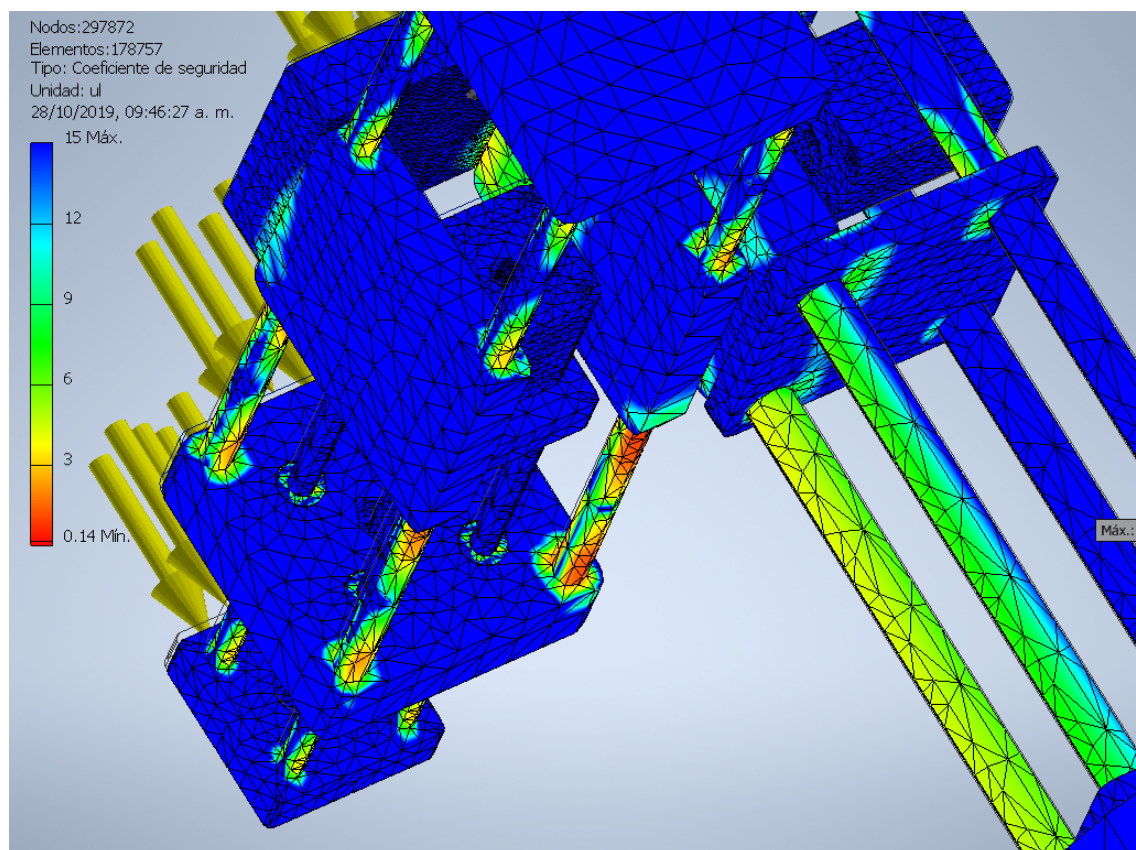


Figura 8.4: Vista general desde otro ángulo con simbolización de cargas ejercidas y colorimetría sobre las áreas de deformación.

:

---

## **Conclusiones**

---

Se ha cumplido el objetivo del desarrollo de un modelo numérico de mecanismo con características de brazo mecánico sencillo y el estudio del comportamiento del mismo ante cargas, para el ajuste del diseño final y realización del primer prototipo.

[?]

---

## Bibliografía

---

- [1] ASIGNATURA DE CINEMATICA DE ROBOTS. Ingeniería mecatrónica en competencias profesionales. 2017.
- [2] María Victoria Granja Oramas. Modelación y análisis de la cinemática directa e inversa del manipulador stanford de seis grados de libertad. B.S. thesis, Quito, 2014., 2014.