

The device keeps in a locked position a shaft that is attached to the reefing line of the parachute, the locked position is achieved with bearings. The shaft has a cavity where the bearings fit.

The device has a cap that moves along the axis of the device, when this cap is in the retracted position the bearings have enough movement to allow the shaft to get inside the device. When the cap returns to the repose position, this fixes the bearings. This way the shaft is locked in that position until the cap is retracted.

It is expected that the conditions of operation of the mechanism secure the correct release of the cables.

We hope the device achieve an easy connection and connection of the reefing lines of the parachute, allowing the release without explosions.

We also consider that if another row of bearings is added, the loads should be more distributed and could hold more force before the device fails.

We use Solid Works to create the parts of the device, generate animations of the movement and analyze the behavior of the device under a determined force.

Also, we realize some calculations with MATLAB.

Next, we expose some calculation we do

Parachute diameter = 25.45 ft = 25.45 m

Parachute weight = 127 pounds = 57.6 kg

3 Parachutes weight = 380.95 pounds = 172.8 kg

Cabin weight = 5374.87 pounds = 2438 kg

Total weight = 5755.82 pounds = 2610.8 kg

Descent speed with 3 parachutes and cabin = 22 miles/h = 35.40 km/h = 9.83 m/s

Calculations

$$W - kV^2 = 0 \quad W - kV^2 = 0$$

$$2610.8 - k(9.83)^2 \quad 2610.8 - k(9.83)^2$$

$$= 0$$

$$-k(96.62) - k(96.62)$$

$$= -2610.8$$

$$k = -2610.8 / 96.62 \quad k = -2610.8 / 96.62$$

$$k = 27.0 \text{ kg m/s}^2 \quad k = 27.0 \text{ kg m/s}^2$$

---- Air resistance force

Our differential equation

$$172.8V' = 2610.8 - 27V \quad 172.8V' = 2610.8 - 27V$$

Solving using Laplace

$$2610.8S - 27V(S) = 172.8V(S) \quad 2610.8S - 27VS = 172.8V(S)$$

$$V(S)[172.8 + 27] = 2610.8S \quad VS[172.8 + 27] = 2610.8S$$

$$V(S) = 2610.8S / [172.8S + 27] \quad VS = 2610.8S / [172.8S + 27]$$

$$V(S) = 2610.8 / 172.8 \cdot S^2 + 27 \quad SV(S) = 2610.8 / 172.8 \cdot S^2 + 27 \cdot S$$

Using Inverse Laplace transform

$$V(S) = (2610.8)(1172.8 S^2 + 27 S) V S = (2610.8) 1172.8 S^2 + 27 S$$

$$V(S) = (15.10)(1S^2 + 0.15 S) V S = (15.10) 1S^2 + 0.15 S$$

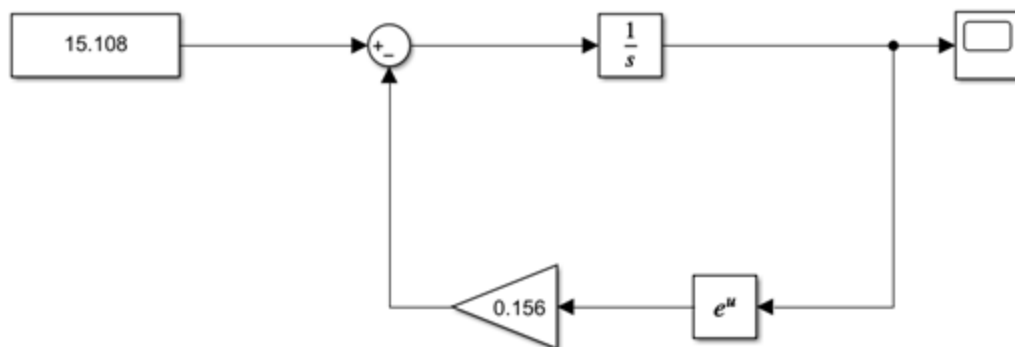
$$V(S) = (15.10)(1S)(1S + 0.15) V S = (15.10) 1S 1S + 0.15$$

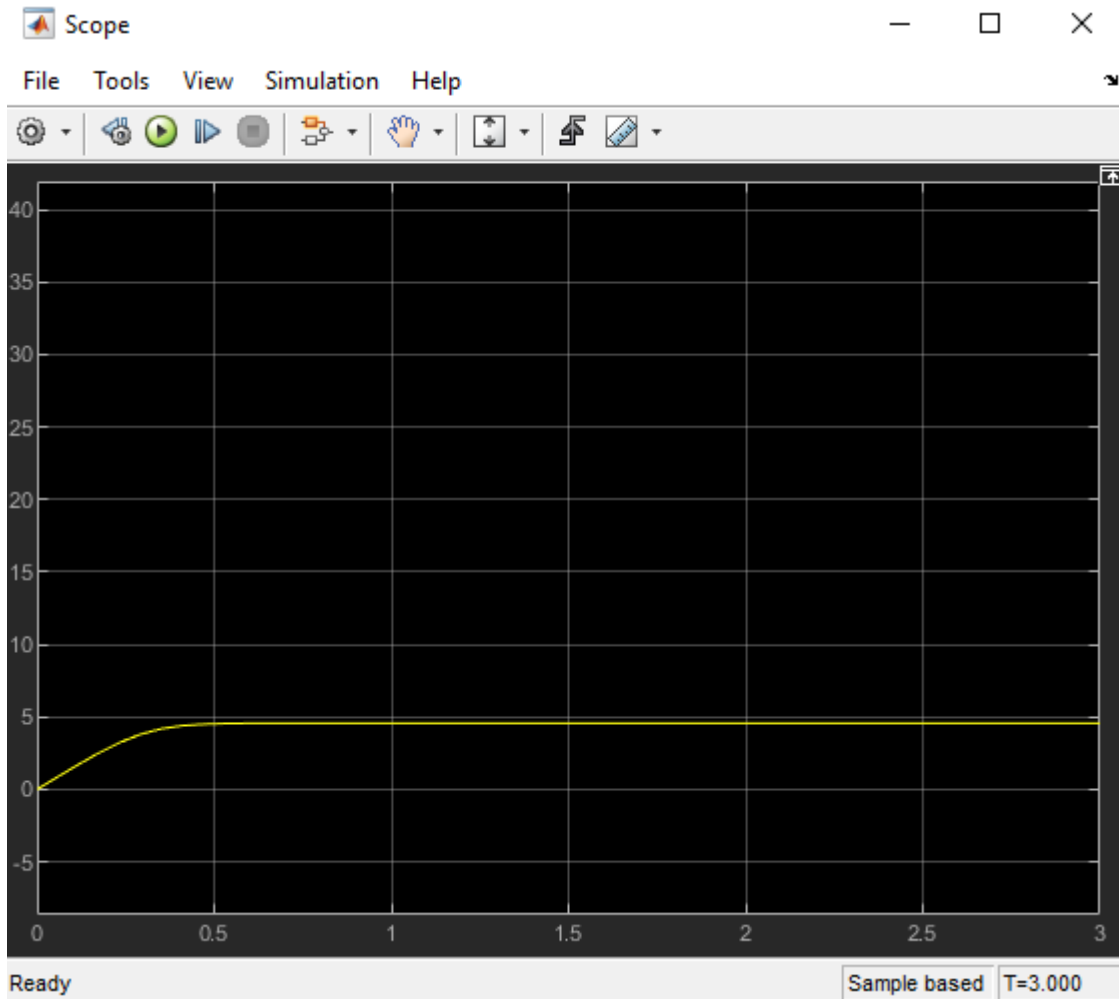
Speed formula

$$V = (96.15)(1 - e^{-0.15t}) V = (96.15) 1 - e^{-0.15t}$$

Using our differential equation to calculate parachute speed using Simulink

$$\dot{V} = 15.108 - 0.156V \quad \dot{V} = 15.108 - 0.156V$$





As we can see in the graph the speed of the cabin with the parachutes is 5 m/s.

Speed previous parachutes deployment

$$V_{22} - V_{21} = 2g(\Delta h) \quad V_{22} - V_{12} = 2g(\Delta h)$$

$$h_1 = 10000 \text{ ft} = 3048 \text{ m} \quad h_1 = 10000 \text{ ft} = 3048 \text{ m}$$

(post deployment height)

$$h_2 = 24000 \text{ ft} = 7315.2 \text{ m} \quad h_2 = 24000 \text{ ft} = 7315.2 \text{ m}$$

(pre-deployment height)

$$t = 12 \text{ s (deployment time)}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$s^2/s^2$$

$$V_1 V_1$$

$$= 28000 \text{ km/h} = 7777.77 \text{ m/s (speed of entry to earth)}$$

68 suspension lines per parachute

$$V_{22} - (7777.77)^2 = 2(9.81)(7315.2 - 3048) \quad V_{22} - 7777.77^2 = 2(9.81)(7315.2 - 3048)$$

$$V_{21} = -7783.15 \text{ m/s} \quad V_{21} = -7783.15 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 7783.15 \text{ m/s}$$

The speed before deployment is
 7783.15 m/s

Calculations of tension in suspension lines

Considering previous constant speed = 96.15 m/s (taken from Speed formula)

Using second Newton Law =

$$F = ma$$

$$a =$$

$$\frac{V_4 - V_3}{t}$$

$$m = 172.8 \text{ kg}$$

$$V_3 = 5 \text{ m/s}$$

$$V_4 = 96.15 \text{ m/s}$$

$$F = (96.15 - 5)(172.8) = 19831.20 \text{ N}$$

$$T = \frac{F}{3} = \frac{19831.20}{3} = 6610.4 \text{ N}$$

The tension in each suspension line is 291.635 N

The tension in each parachute is 19831.20 N

The total tension of three parachutes is 59493.6 N

We use the tension of each parachute which is 19831.20 N to calculate deformation and maximum equivalent stress on project.



Descripción

This mechanism allows two parts to be deployed without any kind of rupture or explosion. The mechanism consists of contracting a tube that secures the two parts with small balls of steel.

Simulación de Ensamblaje Proptotipo

Fecha: domingo, 3 de octubre de 2021

Diseñador: Astro Quetzales

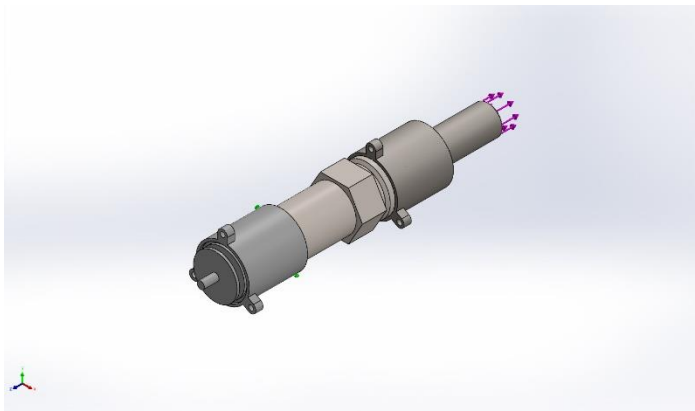
Nombre de estudio: Análisis estático 2

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción.....	5
Suposiciones	6
Información de modelo.....	7
Propiedades de estudio.....	10
Unidades	10
Propiedades de material	11
Cargas y sujeciones.....	12
Información de malla.....	13
Fuerzas resultantes.....	15
Vigas.....	Error! Bookmark not defined.
Resultados del estudio	16
Conclusión.....	Error! Bookmark not defined.

Suposiciones

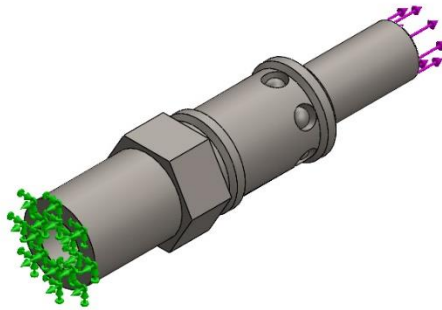


Modelo original



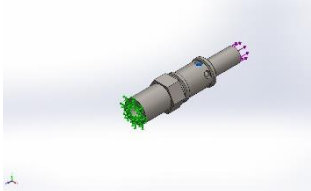
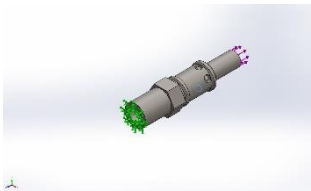
Modelo analizado

Información de modelo



Nombre del modelo: Ensamblaje Proptotipo
Configuración actual: Default

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Revolución1 	Sólido	Masa:0.000579939 lb Volumen:0.00204493 in^3 Densidad:0.283599 lb/in^3 Peso:0.000579546 lbf	C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\N ASA Space Challenge\Prototipo 2\Balín 4mm.SLDPRT Oct 3 15:21:38 2021
Revolución1 	Sólido	Masa:0.000579939 lb Volumen:0.00204493 in^3 Densidad:0.283599 lb/in^3 Peso:0.000579546 lbf	C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\N ASA Space Challenge\Prototipo 2\Balín 4mm.SLDPRT Oct 3 15:21:38 2021
Revolución1	Sólido	Masa:0.000579939 lb Volumen:0.00204493 in^3 Densidad:0.283599 lb/in^3	C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\N ASA Space Challenge\Prototipo 2\Balín 4mm.SLDPRT Oct 3 15:21:38 2021

		Peso:0.000579546 lbf	
Revolución1 	Sólido	Masa:0.000579939 lb Volumen:0.002044 93 in^3 Densidad:0.283599 lb/in^3 Peso:0.000579546 lbf	C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\N ASA Space Challenge\Prototipo 2\Balin 4mm.SLDPRT Oct 3 15:21:38 2021
Revolución1 	Sólido	Masa:0.000579939 lb Volumen:0.002044 93 in^3 Densidad:0.283599 lb/in^3 Peso:0.000579546 lbf	C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\N ASA Space Challenge\Prototipo 2\Balin 4mm.SLDPRT Oct 3 15:21:38 2021
Revolución1 	Sólido	Masa:0.000579939 lb Volumen:0.002044 93 in^3 Densidad:0.283599 lb/in^3 Peso:0.000579546 lbf	C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\N ASA Space Challenge\Prototipo 2\Balin 4mm.SLDPRT Oct 3 15:21:38 2021
Saliente-Extruir1 	Sólido	Masa:0.190538 lb Volumen:0.671856 in^3 Densidad:0.283599 lb/in^3 Peso:0.190409 lbf	C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\N ASA Space Challenge\Prototipo 2\Cuerpo.SLDPRT Oct 3 16:54:07 2021
Chaflán1 	Sólido	Masa:0.0730624 lb Volumen:0.257625 in^3 Densidad:0.283599 lb/in^3 Peso:0.0730128 lbf	C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\N ASA Space Challenge\Prototipo 2\Sujetador.SLDPRT Oct 3 05:23:43 2021

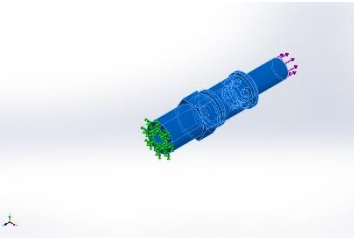
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 2
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\alana\OneDrive\Documentos\NASA Space Challenge\Prototipo 2)

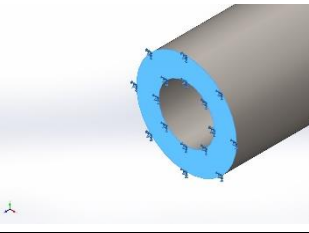
Unidades

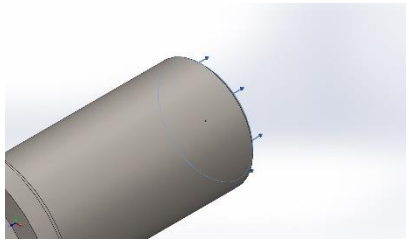
Sistema de unidades:	Inglés (IPS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	psi

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades		Componentes
	Nombre:	AISI 4340 Acero normalizado	Sólido 1(Revolución1)(Bali n 4mm-1),
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	Sólido 1(Revolución1)(Bali n 4mm-10),
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.	Sólido 1(Revolución1)(Bali n 4mm-11),
	Límite elástico:	102,977 psi	Sólido 1(Revolución1)(Bali n 4mm-12),
	Límite de tracción:	160,992 psi	Sólido 1(Revolución1)(Bali n 4mm-8),
	Módulo elástico:	2.97327e+07 psi	Sólido 1(Revolución1)(Bali n 4mm-9),
	Coefficiente de Poisson:	0.32	Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Cuerpo-1),
	Densidad:	0.283599 lb/in^3	Sólido 1(Chaflán1)(Sujeta dor-1)
	Módulo cortante:	1.1603e+07 psi	
	Coefficiente de dilatación térmica:	6.83333e-06 /Fahrenheit	
Datos de curva:N/A			

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: Tipo:		1 cara(s) Geometría fija	
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Re	
Fuerza de reacción(lbf)	-2.63705e-05	-1.37212e-05	4,458.23	4,4	
Momento de reacción(lbf.in)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Fuerza-1		Entidades: Tipo: Valor:	1 cara(s) Aplicar fuerza normal -19,831.2 N		

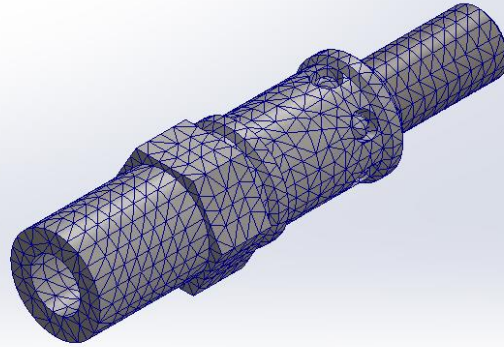
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño de elementos	2.49062 mm
Tolerancia	0.124531 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	15889
Número total de elementos	9189
Cociente máximo de aspecto	15.834
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	95.3
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.294
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: Ensamblaje Prototipo
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Default-)
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	lbf	-2.63705e-05	-1.37212e-05	4,458.23	4,458.23

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	lbf.in	0	0	0	0

Fuerzas de cuerpo libre

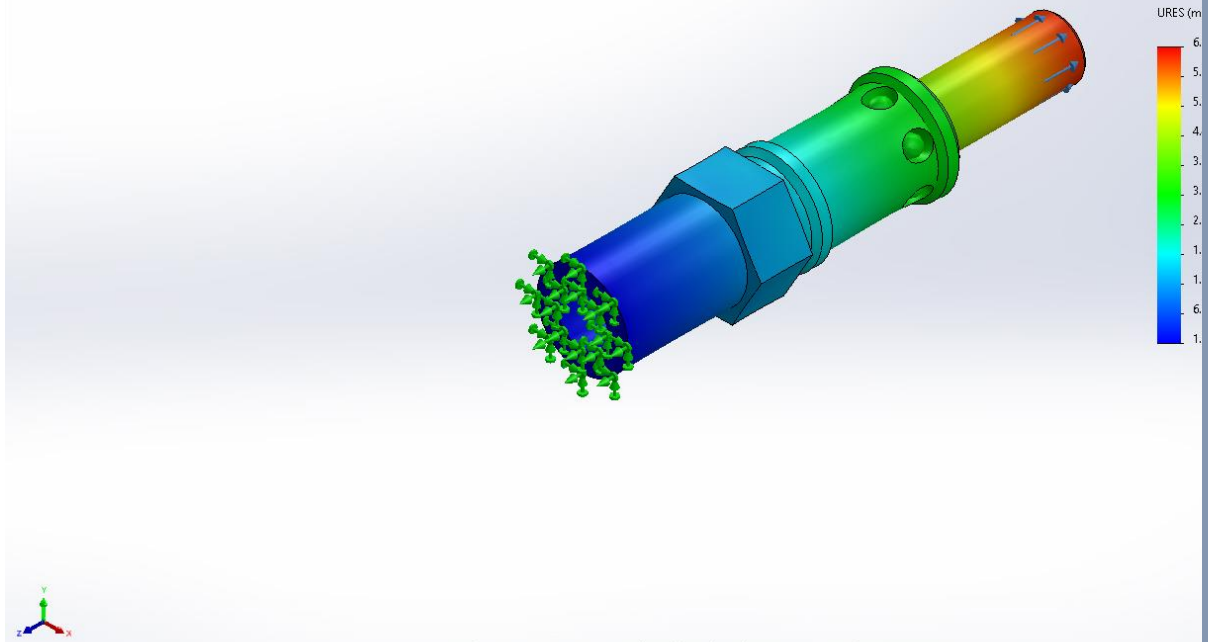
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	lbf	-0.000586222	-0.000748543	0.00114915	0.00149149

Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	lbf.in	0	0	0	8.85075e-33

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00mm Nodo: 695	6.317e-02mm Nodo: 12512

Nombre del modelo: Ensamblaje Proptotipo
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Default-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 135.34

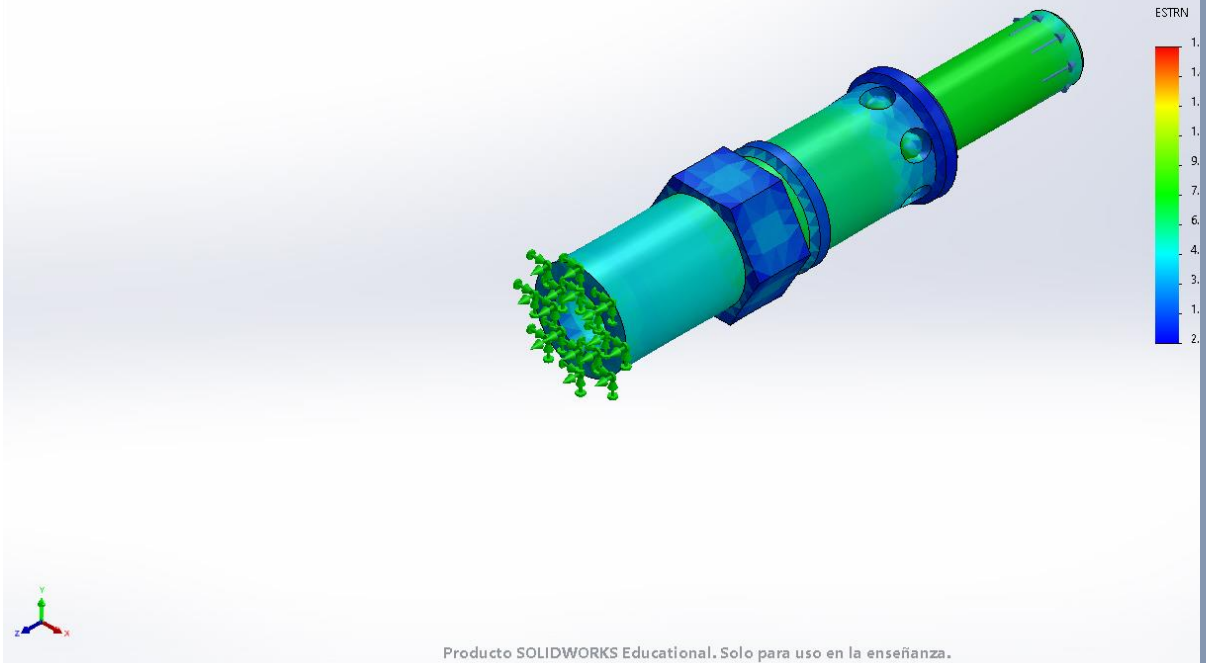


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Ensamblaje Proptotipo-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.647e-06 Elemento: 8776	1.564e-03 Elemento: 141

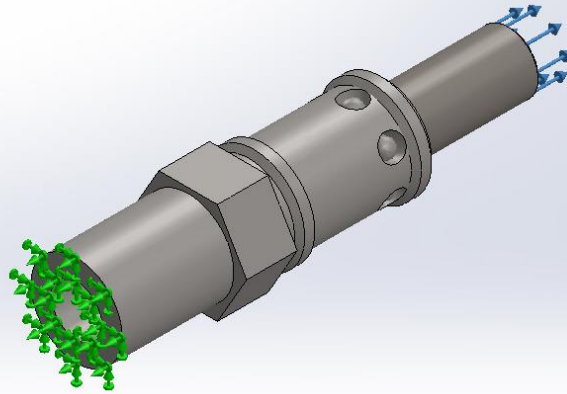
Nombre del modelo: Ensamblaje Proptotipo
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Default-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 135.34



Ensamblaje Proptotipo-Análisis estático 2-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo
Desplazamientos1 { 1 }	Deformada

Nombre del modelo: Ensamblaje Proptotipo
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Default-)
 Tipo de resultado: Deformada Desplazamientos1{1}
 Escala de deformación: 1



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Ensamblaje Proptotipo-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1 {1}

the next step calculates the reference to the cables and the motor

the force to lift the cap is calculated, considering its power and the force of the internal spring

Cap force calculation

$$F = F_s - F_w$$

$$F = k \cdot x - w \cdot g$$

$$F = 5.46 \cdot 10.6 - 15 \cdot 9.81$$

$$F = 57.72N$$

Force per cable

$$F1 = 57.72/3$$

$$F1 = 19.24N$$

the deformation of the cable is calculated

$$\delta = \frac{F \cdot L}{A \cdot y}$$

$$\delta = \frac{19.24 \cdot 61}{.098 \cdot 1936000}$$

$$\delta = .006174mm$$

torque is calculated for motor power

if the spool behaves like a pulley

$$\tau = r \cdot F$$

$$\tau = 19.24 \cdot 8$$

$$\tau = .4617N.m$$

Motor is selected with the next characteristic

Voltage=5v

Vel.= 11600rpm

Load=0. 49N.m

Load Amperage =270mA

P=5v*.270A=1.35w