

BRAZO ROBOTICO CILINDRICO

Integrantes:

- ✚ Faraci Masías Salvador Alejandro
- ✚ Ibarra Mercado Pedro Ignacio
- ✚ Pinedo Serrano David Octavio
- ✚ Solano Sandoval Jorge Alejandro
- ✚ Zepeda Rosales Ana Yadira

Carrera: Mecatronica

Grado/Grupo: 8 °A

Profesor: Razo Cerda Rosa María

Asignatura: Control Digital

Objetivo: tiene como propósito el diseño y construcción de un brazo robótico cilíndrico utilizando distintas herramientas de programación, mecánicas y electrónicas para completar una interfaz con la cual el robot sea capaz de cumplir instrucciones para que pueda desplazarse en distinta direcciones, alturas y tomar objetos de diferentes pesos.

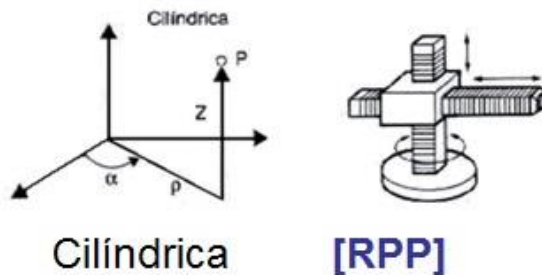
Justificación: reconocer las herramientas básicas que son necesarias para el armado y construcción de un robot; analizar los modelos matemáticos que son requeridos para utilizar los métodos geométricos necesarios para el desplazamiento y posicionamiento del robot dependiendo de los grados de libertad que este tenga.

Marco Teórico

El brazo cilíndrico es uno de los más sencillos de calcular. Si conocemos los ejes **XYZ**, tomamos las variables **X** e **Y** para saber el resto de parámetros; el eje **Z** no interviene en el cálculo porque es en sí mismo un resultado. Necesitamos calcular el ángulo de giro y el módulo (o también llamado radio). Esto nos recuerda al "sistema polar" visto el brazo desde arriba.

Robots de Configuración Cilíndrica (RPP)

La primera articulación es de tipo rotacional, produciendo por consiguiente rotación en torno a la base; en tanto que la segunda y tercera articulación es prismáticas. Se utilizan en operaciones de ensamblaje, manejo de máquinas-herramientas, soldaduras por puntos, y manejo, vaciado y moldeado de metales.



Un brazo robótico es un tipo de brazo mecánico, normalmente programable, con funciones parecidas a las de un brazo humano; este puede ser la suma total del mecanismo o puede ser parte de un robot más complejo.

Robot cilíndrico: Empleado para operaciones de ensamblaje, manipulación de máquinas herramientas, soldadura por punto y manipulación en máquinas de fundición a presión. Es un robot cuyos ejes forman un sistema de coordenadas cilíndricas.

Es una clase de robots que tienen movimiento rotacional en la base y dos ejes lineales perpendiculares, el segundo de ellos paralelo al de la base.

Usualmente este tipo de robots tiene una base rotativa, su primer segmento es capaz de deslizarse o extenderse hacia abajo o hacia arriba y lleva en su parte horizontal un segmento telescópico. Esta clase de robots son muy fáciles de graficar y su envolvente de trabajo es muy intuitiva, pero son muy difíciles de implementar de manera efectiva ya que se requieren dos segmentos con movimientos lineales. En lo que es su distribución básica el código para su manipulación es relativamente simple.

Tiene una configuración TLO

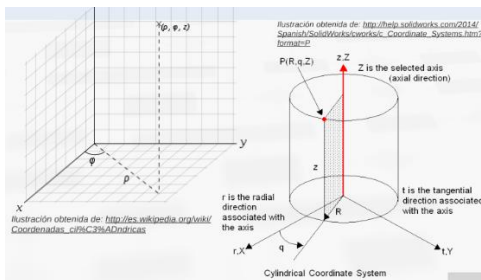
Sus movimientos los realiza mediante coordenadas cilíndricas (α , ρ , z), Cuando las tareas a desarrollar o las máquinas servidas se encuentran alrededor del robot esta clase de robots son de gran ventaja.

Espacio de trabajo específico.

Las coordenadas cilíndricas son un sistema de coordenadas para definir la posición de un punto del espacio mediante un ángulo, una distancia con respecto a un eje y una altura en la dirección del eje.

Funcionamiento: Esta configuración de este tipo puede ser de interés en una célula flexible, con el robot situado en el centro de la célula sirviendo a diversas máquinas dispuestas radialmente a su alrededor.

Coordenadas cilíndricas: Son un sistema de coordenadas para definir la posición de un punto del espacio mediante un ángulo, una distancia con respecto a un eje y una altura en la dirección del eje.



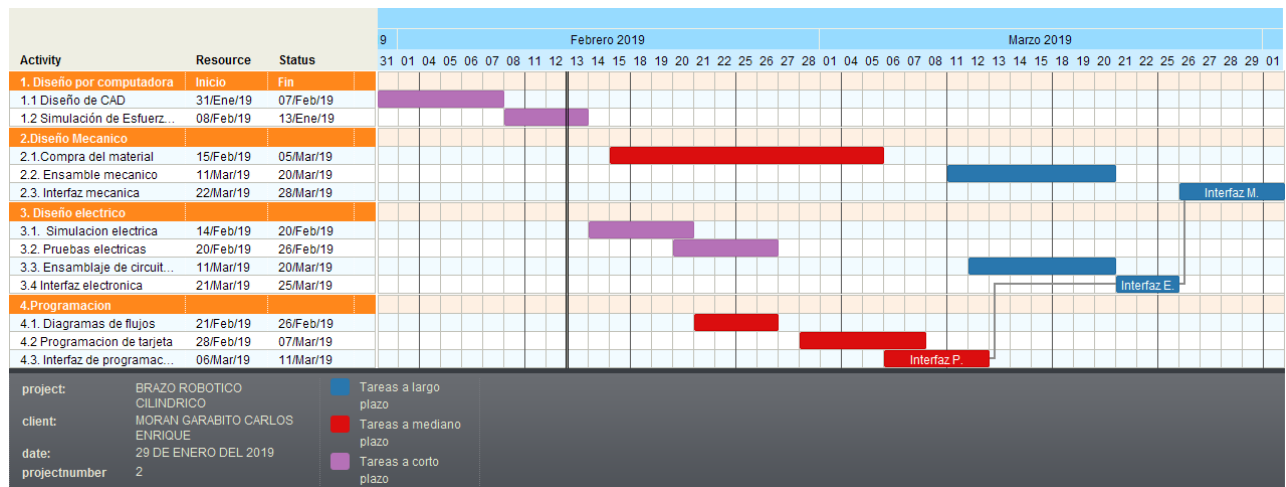
VENTAJAS:

- Pueden llegar alrededor de sí mismo
- El eje de rotación es más fácil de sellar
- Amplia área de trabajo por tamaño
- La programación es relativamente fácil
- Tiene alcance y altura de los ejes rígidos
- Es lo suficientemente rígido para manejar cargas pesadas a través del espacio de trabajo grande.
- Tiene un buen acceso en las cavidades y máquinas abiertas

Desventajas

- No se puede llegar por encima de sí mismo
- En ejes lineales es difícil de sellar
- No tendrá alcance alrededor de los obstáculos
- Unidades expuestas son difíciles de cubrir de polvo y líquidos

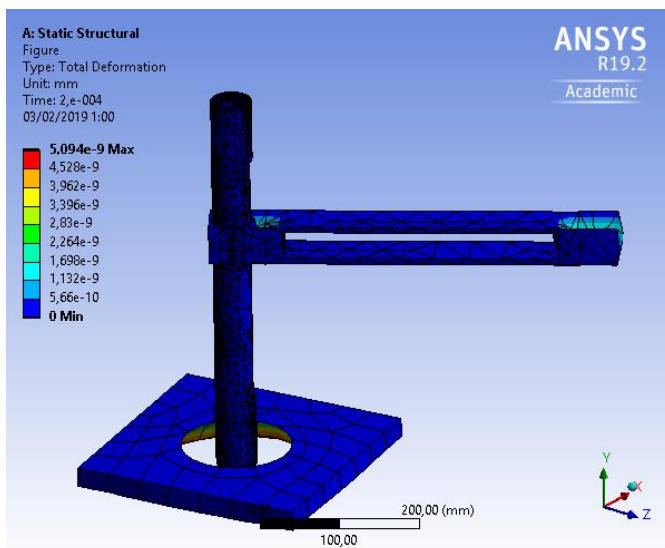
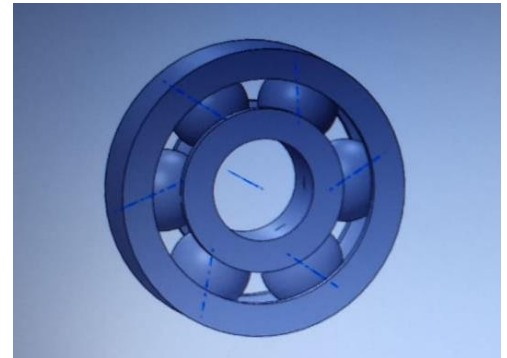
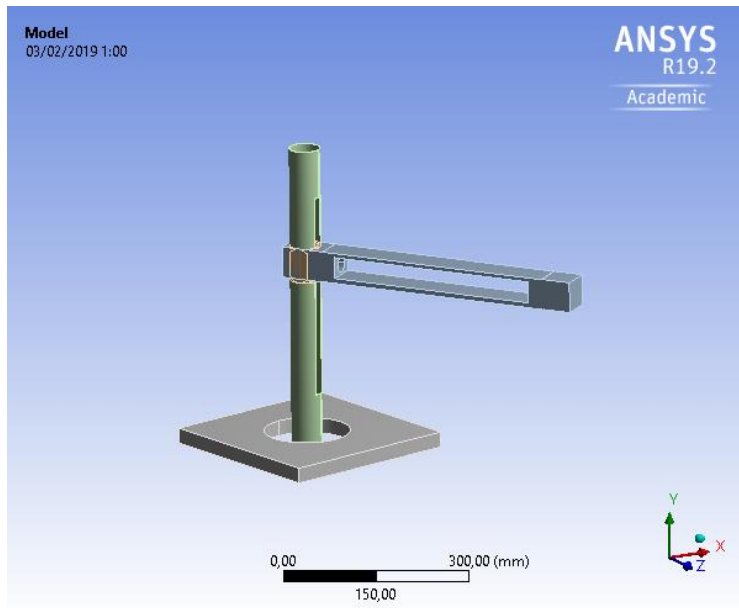
Definición de tareas



Propuesta de materiales

Material	Precio
Tubo de aluminio de 2 in	\$134
Baleros; 2 pulgadas ½ pulgada, 1 pulgada	\$ 60 c/u
Esparrago	\$ 80 c/m
Pinza del brazo robótico	\$346
Motores	\$
Engranes	\$50
Raspberry	\$1500
Total=	\$2350

Bosquejo



Denavit-Hatemberg

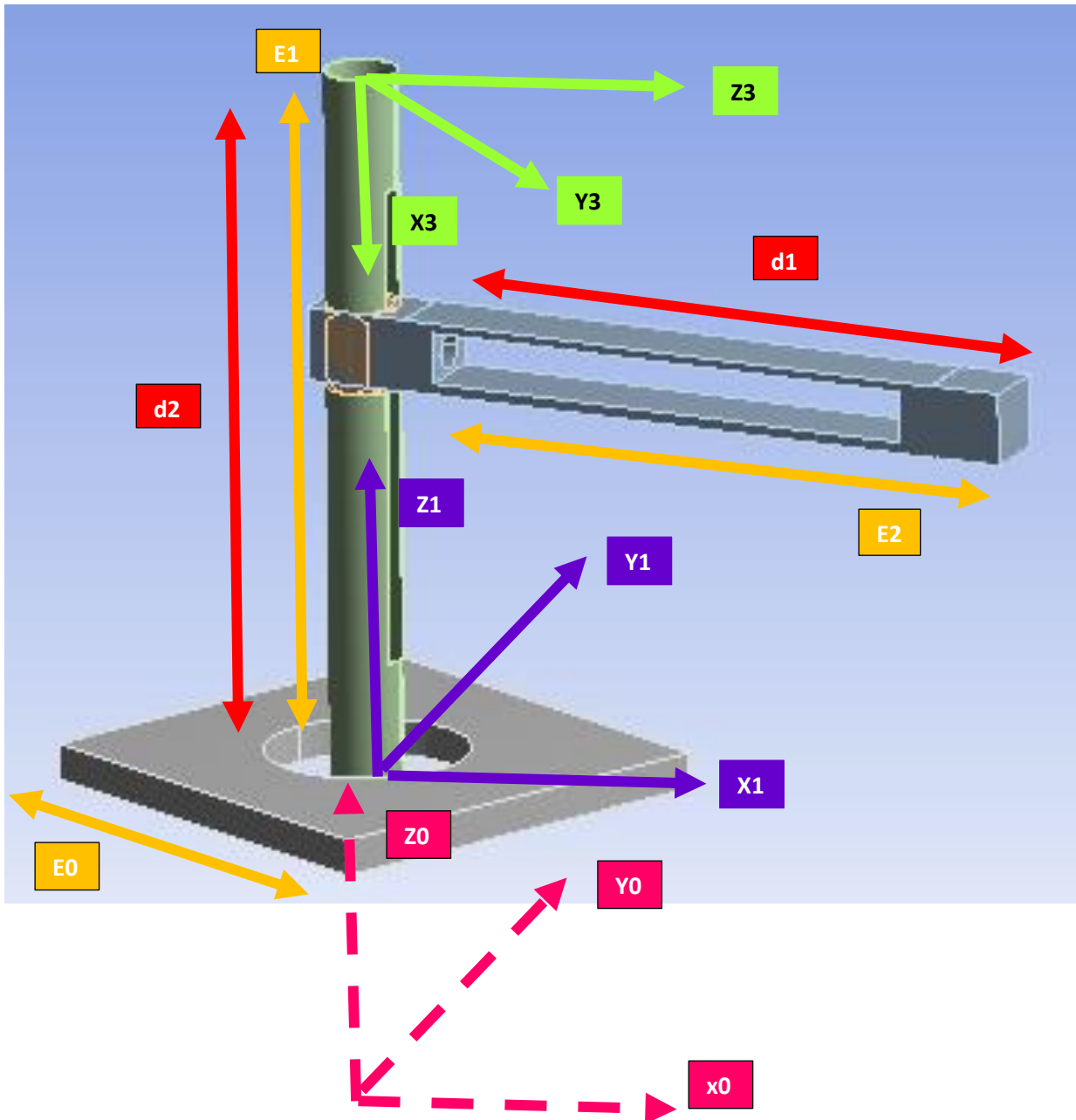
Se trata de un procedimiento sistemático para describir la estructura cinemática de una cadena articulada constituida por articulaciones con. Un solo grado de libertad. Para ello, a cada articulación se le asigna un Sistema de Referencia Local con origen en un punto Q_i y ejes ortonormal es $\{X_i Y_i Z_i\}$, comenzando con un primer S.R fijo e inmóvil dado por los ejes $\{X_0 Y_0 Z_0\}$, anclado a un punto fijo Q_0 de la Base sobre la que está montada toda la estructura de la cadena. Este Sistema de Referencia no tiene por qué ser el Universal con origen en $(0,0,0)$ y la Base canónica.

Los pasos del algoritmo genérico para la obtención de los parámetros DH se detallan a continuación (ver [1]):

1. **Numerar los eslabones:** se llamará "0" a la "tierra", o base fija donde se ancla el robot. "1" el primer eslabón móvil, etc.
2. **Numerar las articulaciones:** La "1" será el primer grado de libertad, y "n" el último.
3. **Localizar el eje de cada articulación:** Para pares de revolución, será el eje de giro. Para prismáticos será el eje a lo largo del cuál se mueve el eslabón.
4. **Ejes Z:** Empezamos a colocar los sistemas XYZ. Situamos los Z_{i-1} en los ejes de las articulaciones i , con $i=1, \dots, n$. Es decir, Z_0 va sobre el eje de la 1ª articulación, Z_1 va sobre el eje del 2º grado de libertad, etc.
5. **Sistema de coordenadas 0:** Se sitúa el punto origen en cualquier punto a lo largo de Z_0 . La orientación de X_0 e Y_0 puede ser arbitraria, siempre que se respete evidentemente que XYZ sea un sistema dextrógiro.
6. **Resto de sistemas:** Para el resto de sistemas $i=1, \dots, N-1$, colocar el punto origen en la intersección de Z_i con la normal común a Z_i y Z_{i+1} . En caso de cortarse los dos ejes Z, colocarlo en ese punto de corte. En caso de ser paralelos, colocarlo en algún punto de la articulación $i+1$.
7. **Ejes X:** Cada X_i va en la dirección de la normal común a Z_{i-1} y Z_i , en la dirección de Z_{i-1} hacia Z_i .
8. **Ejes Y:** Una vez situados los ejes Z y X, los Y tienen su direcciones determinadas por la restricción de formar un XYZ dextrógiro.
9. **Sistema del extremo del robot:** El n-ésimo sistema XYZ se coloca en el extremo del robot (herramienta), con su eje Z paralelo a Z_{n-1} y X e Y en cualquier dirección válida.
10. **Ángulos teta:** Cada θ_i es el ángulo desde X_{i-1} hasta X_i girando alrededor de Z_i .
11. **Distancias d:** Cada d_i es la distancia desde el sistema XYZ $i-1$ hasta la intersección de las normales común de Z_{i-1} hacia Z_i , a lo largo de Z_{i-1} .
12. **Distancias a:** Cada a_i es la longitud de dicha normal común.
13. **Ángulos alfa:** Ángulo que hay que rotar Z_{i-1} para llegar a Z_i , rotando alrededor de X_i .
14. **Matrices individuales:** Cada eslabón define una matriz de transformación:

$${}^{i-1}\mathbf{A}_i = \left(\begin{array}{ccc|c} \cos \theta_i & -\cos \alpha_i \sin \theta_i & \sin \alpha_i \sin \theta_i & a_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \alpha_i \cos \theta_i & -\sin \alpha_i \cos \theta_i & a_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

15. Transformación total: La matriz de transformación total que relaciona la base del robot con su herramienta es la encadenación (multiplicación) de todas esas matrices:
 $T = {}^0A_1 A_2 \cdots {}^{n-1}A_n$



Eslabon	$\alpha i - 1$	$\alpha i - 1$	d_i	θ_i
1	0	360°	0	θ_1
2	L	0	d1	0
3	40 L	0	d2	0

Multiplicacion de matrices de los parametros D-H realizados en Matlab

The screenshot shows the MATLAB R2017b environment. The Editor window displays a script named 'matrices.m' with the following code:

```

1 - syms ctetal;
2 - syms stetal;
3
4
5 - syms dL;
6 - syms d2;
7 - t1=[ctetal,-stetal,0,0;0,ctetal,0,0;0,0,1,0;0,0,0,1];
8 - t2=[0,0,0,1;0,0,0,0;0,0,dL;0,0,0,1];
9 - t3=[0,0,0,40;0,0,0,0;0,0,0,d2;0,0,0,1];
10 - t4=t3*t2;
11 - t5=t4*t1;
12
13

```

The Command Window shows the result of the calculation for t5:

```

t5 =
[ 0, 0, 0, 40]
[ 0, 0, 0, 0]
[ 0, 0, 0, d2]
[ 0, 0, 0, 1]

```

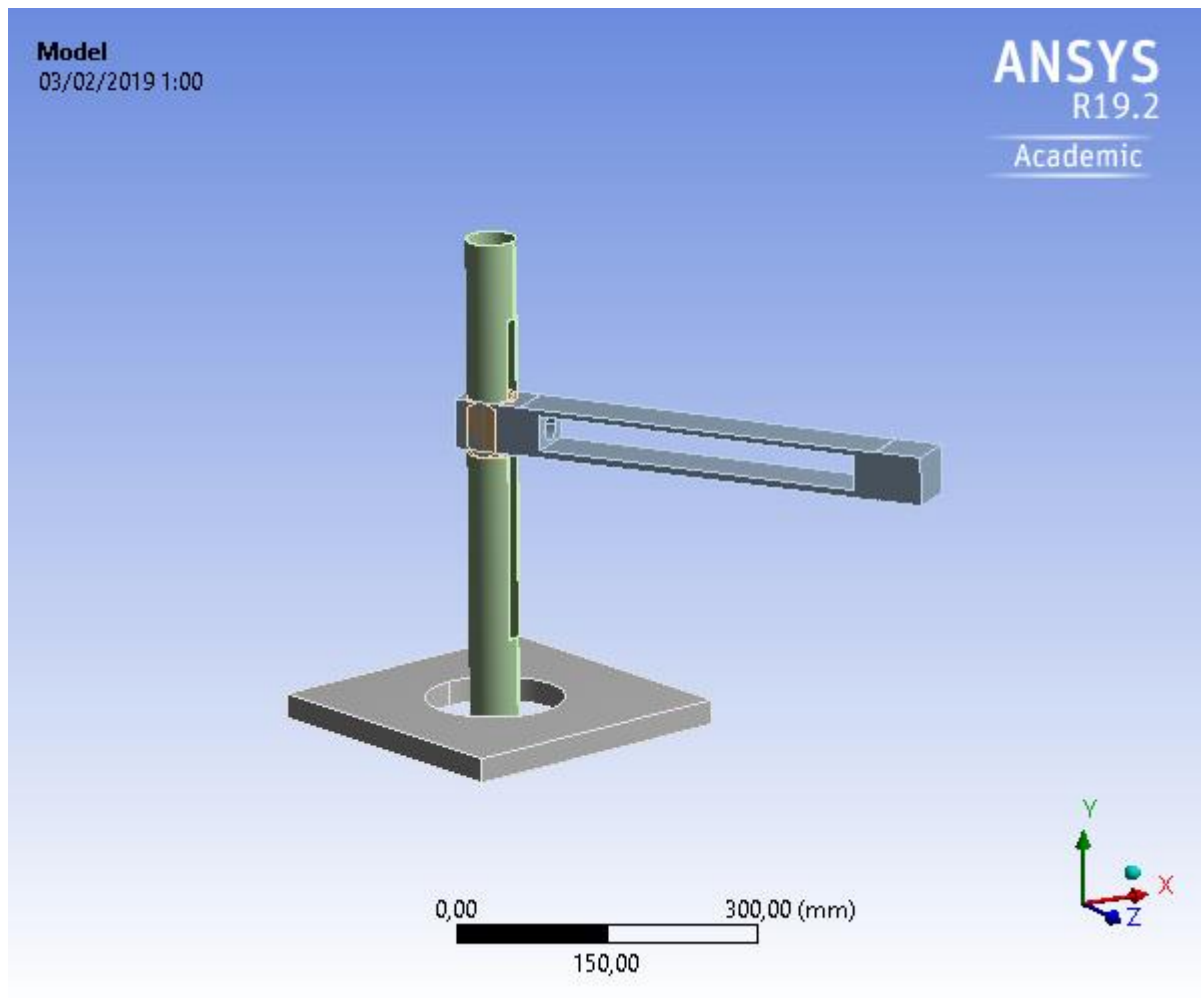
The Workspace window shows the following variables:

Name	Value
ctetal	1x1 sym
d1	1x1 sym
d2	1x1 sym
dL	1x1 sym
stetal	1x1 sym
t1	4x4 sym
t2	4x4 sym
t3	4x4 sym



Project

First Saved	Sunday, February 3, 2019
Last Saved	Sunday, February 3, 2019
Product Version	19.2 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (A4)

Geometry

TABLE 2
Model (A4) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	C:\Users\pedro\Desktop\piezas listas\Brazo esfuerzos en Ansys\Simulación de Brazo Cilíndrico_files\dp0\SYS\DM\SYS.scdoc
Type	SpaceClaim
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	459,49 mm
Length Y	505,31 mm
Length Z	585,11 mm
Properties	
Volume	2,63e+006 mm ³
Mass	7,2851 kg
Scale Factor Value	1,
Statistics	
Bodies	7

Active Bodies	4
Nodes	17185
Elements	8215
Mesh Metric	None
Update Options	
Assign Default Material	No
Basic Geometry Options	
Solid Bodies	Yes
Surface Bodies	Yes
Line Bodies	Yes
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes
Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D

Mixed Import Resolution	None
Clean Bodies On Import	No
Stitch Surfaces On Import	No
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 11
Model (A4) > Static Structural (A5) > Loads

Object Name	Pressure	Fixed Support	Pressure 2	Fixed Support 2	Fixed Support 3	Fixed Support 4
State	Fully Defined					
Scope						
Scoping Method	Geometry Selection					
Geometry	3 Faces		2 Faces	4 Faces	2 Faces	6 Faces
Definition						
Type	Pressure	Fixed Support	Pressure	Fixed Support		
Define By	Normal To		Normal To			
Applied By	Surface Effect		Surface Effect			
Magnitude	5,e-006 MPa (ramped)		1,e-005 MPa (ramped)			
Suppressed	No					

FIGURE 1
Model (A4) > Static Structural (A5) > Pressure

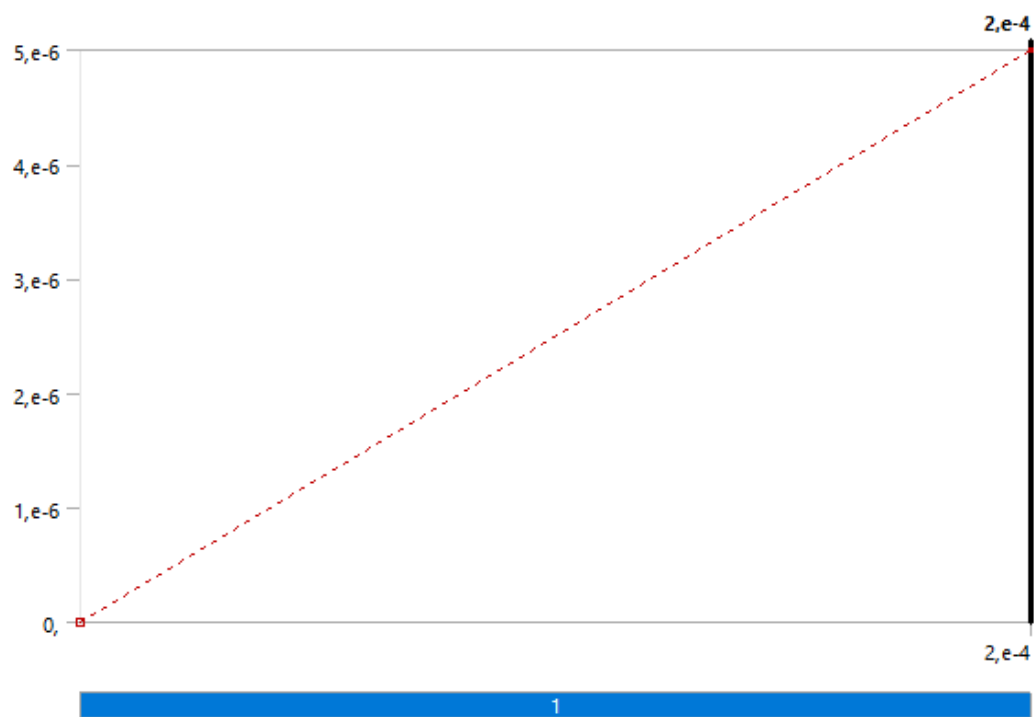
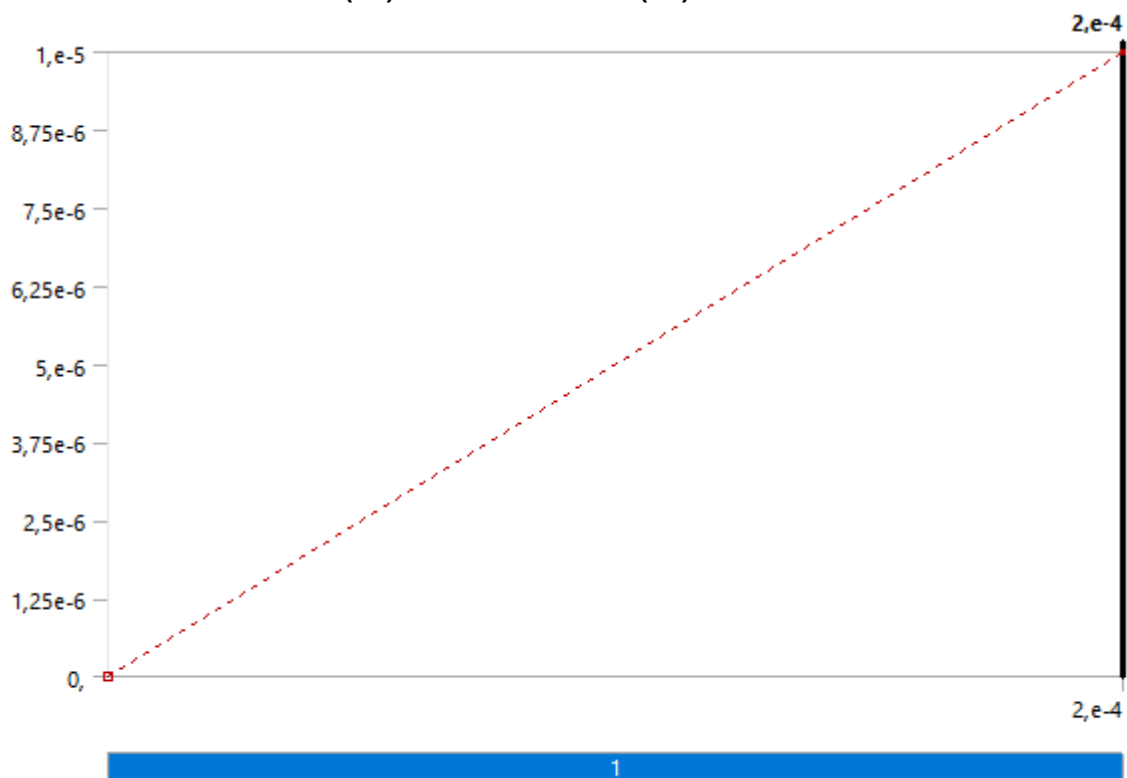


FIGURE 2
Model (A4) > Static Structural (A5) > Pressure 2



Solution (A6)

TABLE 12
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution

Object Name	<i>Solution (A6)</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	7, s
MAPDL Memory Used	343, MB
MAPDL Result File Size	27,625 MB
Post Processing	
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 13
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors
Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type

Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 14
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Results

Object Name	<i>Total Deformation</i>
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Total Deformation
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Suppressed	No
Results	
Minimum	0, mm
Maximum	5,094e-009 mm
Average	4,9193e-011 mm
Minimum Occurs On	SYS\Base cuadrada\Sólido1
Maximum Occurs On	SYS\Base cuadrada\Sólido1
Minimum Value Over Time	
Minimum	0, mm
Maximum	0, mm
Maximum Value Over Time	
Minimum	1,0188e-009 mm
Maximum	5,094e-009 mm

Information	
Time	2,e-004 s
Load Step	1
Substep	4
Iteration Number	5

FIGURE 3
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation

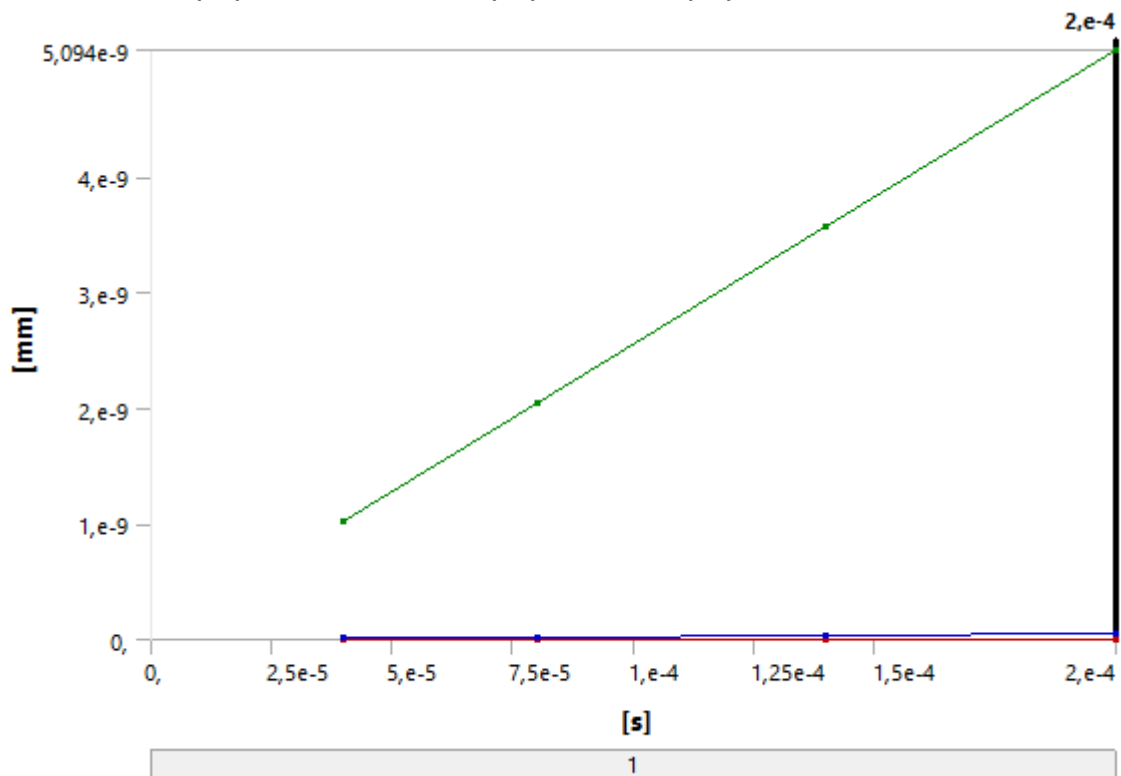


TABLE 15
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
4,e-005	0,	1,0188e-009	9,8392e-012
8,e-005		2,0376e-009	1,9678e-011
1,4e-004		3,5658e-009	3,4435e-011
2,e-004		5,094e-009	4,9193e-011

FIGURE 4
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation > Figure

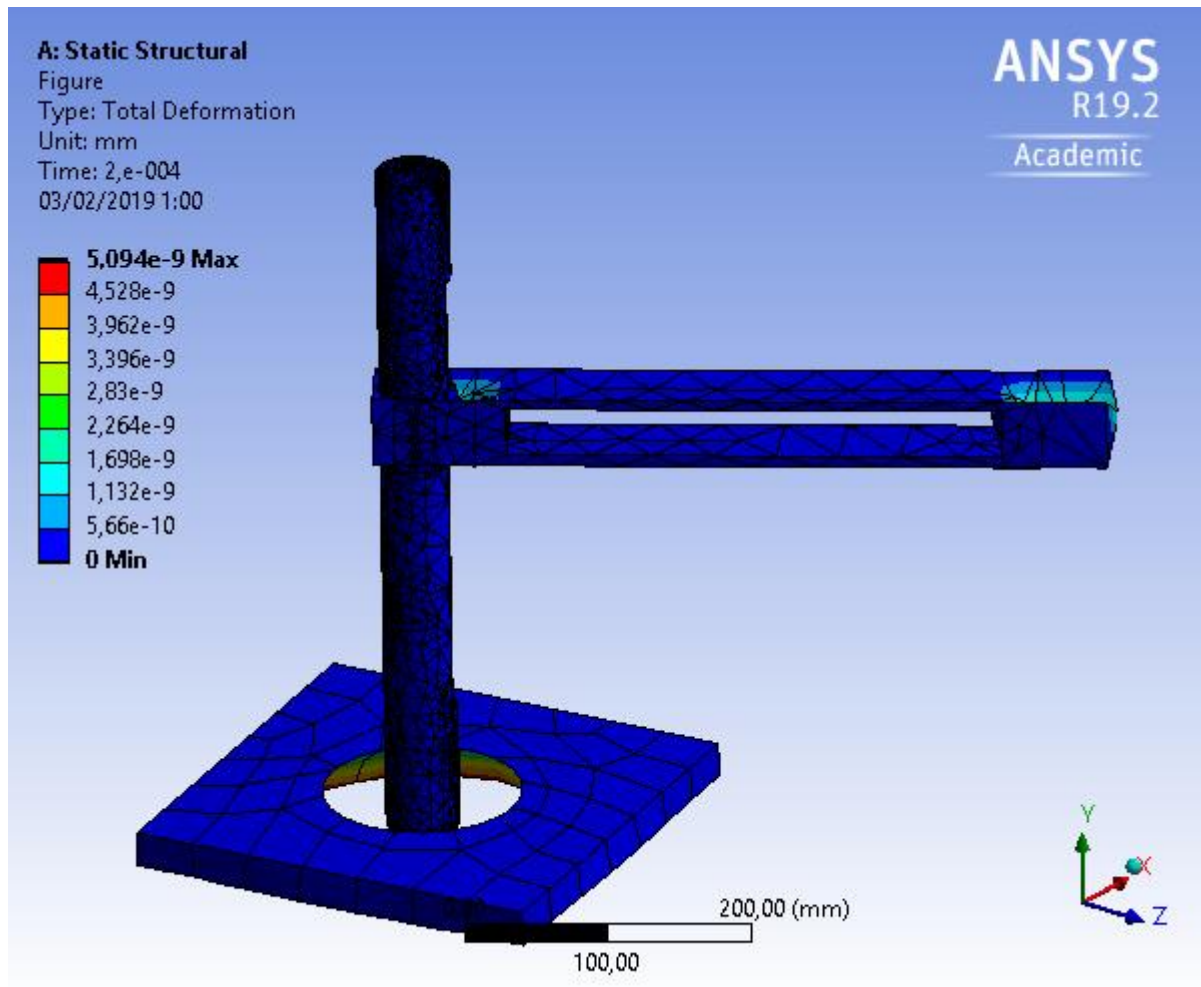
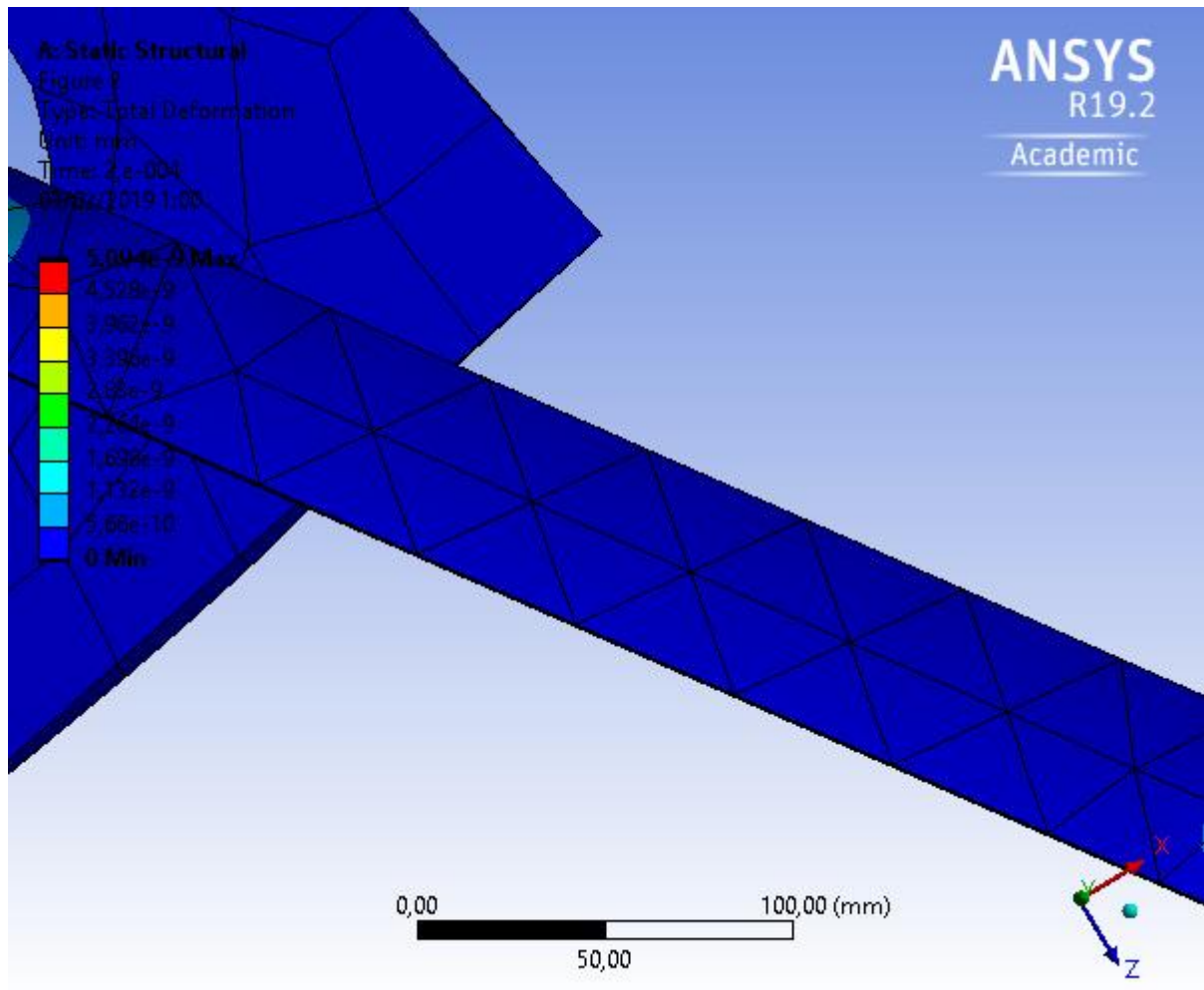


FIGURE 5
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation > Figure 2



Material Data

Aluminum Alloy NL

TABLE 16
Aluminum Alloy NL > Constants

Density	2,77e-006 kg mm ⁻³
Specific Heat	8,75e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹

TABLE 17
Aluminum Alloy NL > Isotropic Elasticity

Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa	Temperature C
71000	0,33	69608	26692	

TABLE 18
Aluminum Alloy NL > Bilinear Isotropic Hardening

Yield Strength MPa	Tangent Modulus MPa	Temperature C
280,	500,	

TABLE 19
Aluminum Alloy NL > Color

Red	Green	Blue
130,	181,	143,

Structural Steel

TABLE 20
Structural Steel > Constants

Density	7,85e-006 kg mm ⁻³
Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat	4,34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 21
Structural Steel > Color

Red	Green	Blue
132,	139,	179,

TABLE 22
Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 23
Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
250,

TABLE 24
Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 25
Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
460,

TABLE 26
Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 27
Structural Steel > S-N Curve

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,
262,	10000	0,
214,	20000	0,
138,	1,e+005	0,
114,	2,e+005	0,
86,2	1,e+006	0,

TABLE 28
Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 29
Structural Steel > Isotropic Elasticity

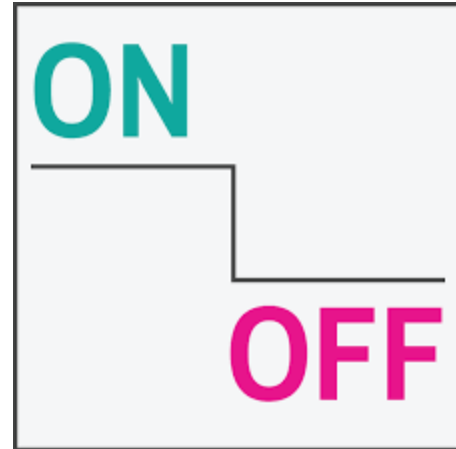
Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa	Temperature C
2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923	

Propuesta de control

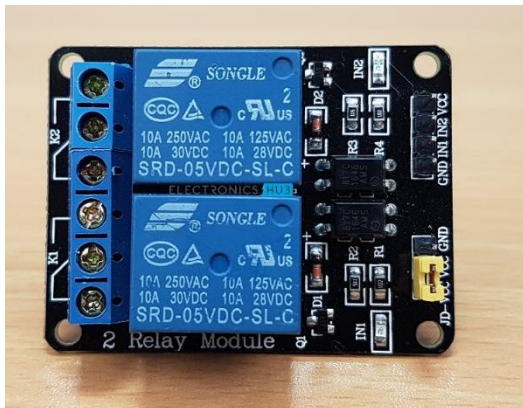
Control ON/OFF o Todo/Nada

Este tipo de controlador, también llamado Todo o Nada, usa un algoritmo simple para solamente revisar si la variable de proceso está por encima o por debajo de un setpoint determinado. En términos prácticos, la variable manipulada o la señal de control del controlador cambian entre “totalmente ON” o totalmente OFF, sin estados intermedios. Este tipo de accionamiento provoca un control muy impreciso de la variable de proceso, un ejemplo muy común es el control de temperatura con termostatos en aires acondicionados. El termostato activa el aire frío si (ON) la temperatura es mayor a la de referencia o setpoint y lo desactivan (OFF) cuando la temperatura es menor (o igual) al setpoint.

La aplicación del control para los motores en la



fase de potencia se utilizará relevadores, para poder realizar los cambios de giro con los motores, evitando una posible falla o daño a la Raspberry pi 3 B+.



Applications

- Al controlar un Relé con Raspberry Pi, puede controlar diferentes cargas eléctricas como:
 - Luces
 - Aficionados
 - Tiras de LED
- Además, puede implementar un proyecto de automatización del hogar utilizando

Circuito

