

INGENIERÍA MECATRÓNICA



DI_CERO

DIEGO CERVANTES RODRÍGUEZ

DISEÑO AVANZADO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CÁLCULO ANALÍTICO Y SIMULACIÓN SOLIDWORKS

Diseño de una Caja de Engranes:
Cálculo Analítico, Problemas 20 y 33

Contenido

Problema 20.....	2
20.1 Para el cálculo de los ejes	2
20.2 Selección de anillo	3
20.3 Selección de rodamientos.....	4
20.4 Diámetros de exterior, de fondo, base, primitivo, ángulo de paso y paso circular.....	5
20.5 Modelo en Solidworks del engrane:	7
Problema 33.....	9
Referencias:.....	11



Problema 20.

Un piñón de paso 8, con 18 dientes, engrana con un engrane de 64 dientes. El piñón gira a 2450 rpm.

a) Distancia entre centros

$$c = \frac{N_p + N_G}{2P_d} = \frac{18 + 64}{2(8)} = 5.125 \text{ in} = 130.175 \text{ mm}$$

b) Módulo

$$m = \frac{25.4}{P_d} = \frac{25.4}{(8)} = 3.175 \text{ mm}$$

c) Relación de velocidades

$$RV = \frac{N_g}{N_p} = \frac{64}{18} = 3.556$$

d) Velocidad del engrane

$$\frac{N_g}{N_p} = \frac{n_p}{n_g}; n_g = n_p \frac{N_p}{N_g} = (2450 \text{ rpm}) \frac{18}{64} = 689 \text{ rpm}$$

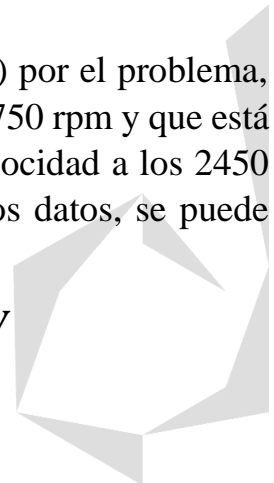
e) Velocidad de la línea de paso

$$v_p = \frac{\pi D n_p}{12} = \frac{n N_p n_p}{12 P_d} = \frac{n(18)(2450 \text{ rpm})}{12(8)} = 1443 \text{ ft/min}$$

20.1 Para el cálculo de los ejes

Para que el piñón pueda girar a la velocidad indicada (2450 rpm) por el problema, se supondrá que el motor que mueve a este piñón es de 10 HP a 1750 rpm y que está conectado por medio de una banda con el fin de aumentar la velocidad a los 2450 rpm requeridos, obteniendo el 91% de eficiencia. Teniendo estos datos, se puede calcular el momento de torsión como se sigue:

$$Pot \text{ reductor} = 0.91 (10 \text{ HP}) = 6785.89 \text{ W}$$



Se sabe que.

$$Pot = T\omega$$

Por lo tanto.

$$T = \frac{Pot}{\omega} = \frac{6785.89 \text{ W}}{2450 \left(\frac{2\pi}{60} \right)} = 26.4491 \text{ Nm} = 234.09 \text{ lb in}$$

Una vez calculado el torque, se propuso el diámetro del eje en cuestión que en este caso resulta ser de 10 mm, que es equivalente a 0.3937 in.

Teniendo este diámetro, se pueden seleccionar los rodamientos y anillos necesarios.

20.2 Selección de anillo

De acuerdo con el catálogo RotorClip 2005, se usará un anillo DSH-10, ya que es el que más se adecua al diámetro del diámetro de nuestro eje.

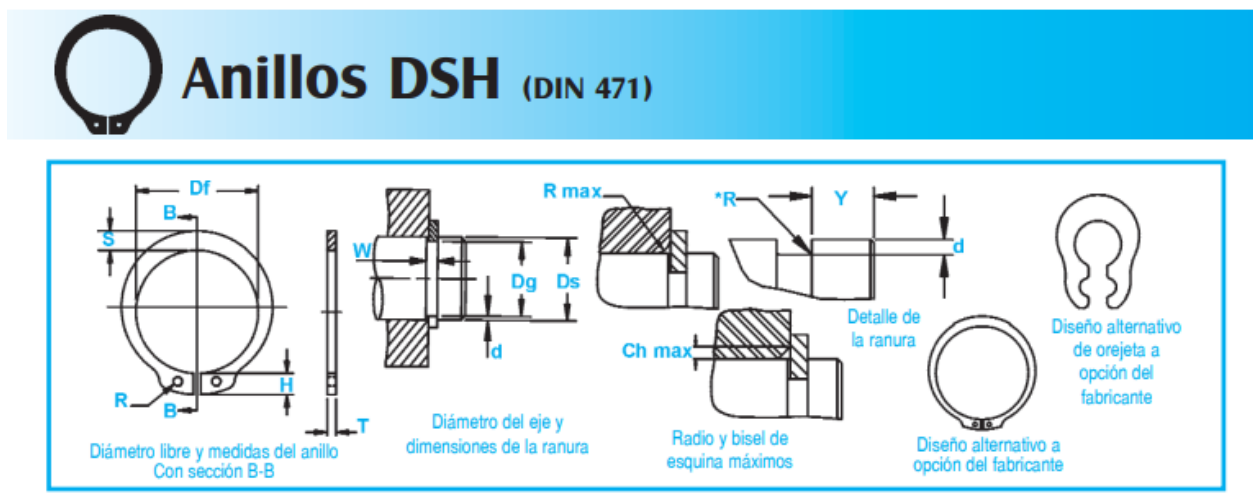


Figura 1 Diagrama de anillos DSH, tomado de catalogo RotorClip 2005.

En la siguiente figura se muestra la selección de la tabla de esos modelos.

No. de Anillo	EJE		TAMANO DE RANURA				TAMANO Y PESO DEL ANILLO								DATOS SUPLEMENTARIOS						
	DIAM.		DIÁMETRO	ANCHUR	PROFUDIDAD	*** ESPESOR		DIÁMETRO LIBRE		ALTURA DE LA OREJETA	SECCIO MAX.	DIÁMETR DEL AGUJERO.	PESO	MARGE DEL BORDE	CARGA DE EMPUJE Anillo	CARGA DE EMPUJE Ranura	Radio y bisel admisibles	Carga máx. c/Ch máx.	LÍMITE DE RPM		
	Ds	Dg				TOL.	W Min.	d	T											Tol.	Df
DSH-3	3	2.8	-0,04	0.50	0.10	0.40	-0,05	2.7	+0,04 -0,15	1.9	0.8	1.0	0.017	0.3	0.47	0.1	0.5	0.27	360000		
DSH-4	4	3.8		0.50	0.10	0.40		3.7		2.2	0.9	1.0	0.022	0.3	0.50	0.2	0.5	0.30	211000		
DSH-5	5	4.8		0.70	0.10	0.60		4.7		2.5	1.1	1.0	0.066	0.3	1.00	0.2	0.5	0.80	154000		
DSH-6	6	5.7	-0,06	0.80	0.15	0.70	-0,06	5.6	+0,06 -0,18	2.7	1.3	1.2	0.084	0.5	1.45	0.4	0.5	0.90	114000		
DSH-7	7	6.7		0.90	0.15	0.80		6.5		3.1	1.4	1.2	0.121	0.5	2.60	0.5	0.5	1.40	121000		
DSH-8	8	7.6		0.90	0.20	0.80		7.4		3.2	1.5	1.2	0.158	0.6	3.00	0.8	0.5	2.00	96000		
DSH-9	9	8.6	-0,11	1.10	0.20	1.00	-0,10	8.4	+0,10 -0,36	3.3	1.7	1.2	0.300	0.6	3.50	0.9	0.5	2.40	85000		
DSH-10	10	9.6		1.10	0.20	1.00		9.3		3.3	1.8	1.5	0.340	0.6	4.00	1.0	1.0	2.40	84000		
DSH-11	11	10.5		1.10	0.25	1.00		10.2		3.3	1.8	1.5	0.410	0.8	4.50	1.4	1.0	2.40	70000		
DSH-12	12	11.5	-0,11	1.10	0.25	1.00	-0,36	11.0	-0,36	3.3	1.8	1.7	0.500	0.8	5.00	1.5	1.0	2.40	75000		
DSH-13	13	12.4		1.10	0.30	1.00		11.9		3.4	2.0	1.7	0.530	0.9	5.80	2.0	1.0	2.40	66000		
DSH-14	14	13.4		1.10	0.30	1.00		12.9		3.5	2.1	1.7	0.640	0.9	6.40	2.1	1.0	2.40	58000		
DSH-15	15	14.3		1.10	0.35	1.00		13.8		3.6	2.2	1.7	0.670	1.1	6.90	2.6	1.0	2.40	50000		

Figura 2 Anillo seleccionado de acuerdo al diametro del eje.

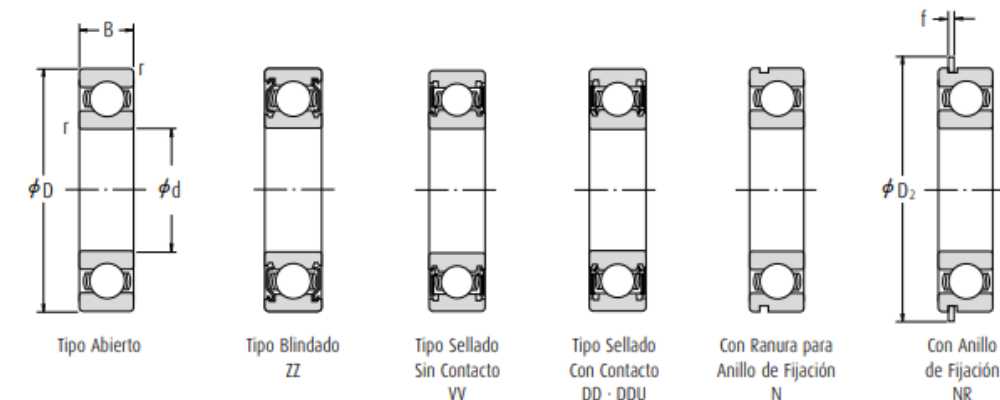
20.3 Selección de rodamientos

De acuerdo con el catálogo de rodamientos NKS 2018, un rodamiento de la serie 6800 que cumple con el diámetro del eje.

En la siguiente figura se muestra el rodamiento seleccionado, así como los datos técnicos del mismo.

Rodamientos de bolas de ranura profunda de una sola hilera

Diámetro interior 10 - 17 mm



Dimensiones (mm)				Índices de Carga Básica (N) (kgf)				Factor	Velocidad Límite (rpm)			Números de Rodamiento			
d	D	B	r min.	C _r	C _{or}	C _i	C _{or}		Grasa		Aceite	Abierto	Blindado	Sellado	
									Abierto Z - ZZ V - VV	DU DDU	Abierto Z				
10	19	5	0,3	1 720	840	175	86	14,8	34 000	24 000	40 000	6800	ZZ	VV	DD
	22	6	0,3	2 700	1 270	275	129	14,0	32 000	22 000	38 000	6900	ZZ	VV	DD
	26	8	0,3	4 550	1 970	465	201	12,4	30 000	22 000	36 000	6000	ZZ	VV	DDU
	30	9	0,6	5 100	2 390	520	244	13,2	24 000	18 000	30 000	6200	ZZ	VV	DDU
	30	9	0,6	5 350	2 390	—	—	13,2	28 000	18 000	34 000	6200*	ZZ	VV	DDU
	35	11	0,6	8 100	3 450	825	350	11,2	22 000	17 000	26 000	6300	ZZ	VV	DDU
	35	11	0,6	8 500	3 450	—	—	11,2	26 000	17 000	30 000	6300*	ZZ	VV	DDU

Figura 3 Rodamiento seleccionado.

20.4 Diámetros de exterior, de fondo, base, primitivo, ángulo de paso y paso circular.

En la siguiente figura se muestran los datos necesarios generados para el diseño del piñón de acuerdo con los resultados del diseño, es decir, las medidas necesarias, la vista isométrica del modelo y la previsualización de los dientes.

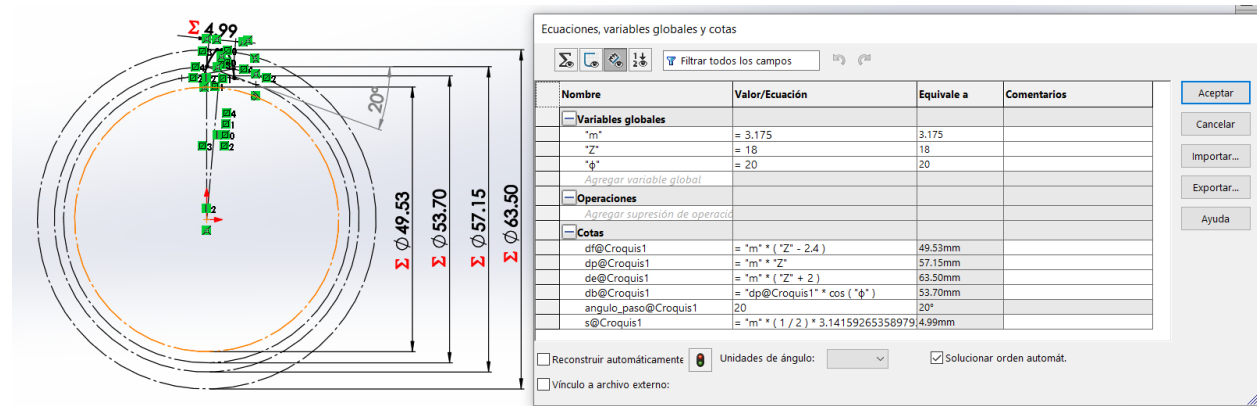


Figura 4 Modelo de Piñón visto en 2D en Solidworks.

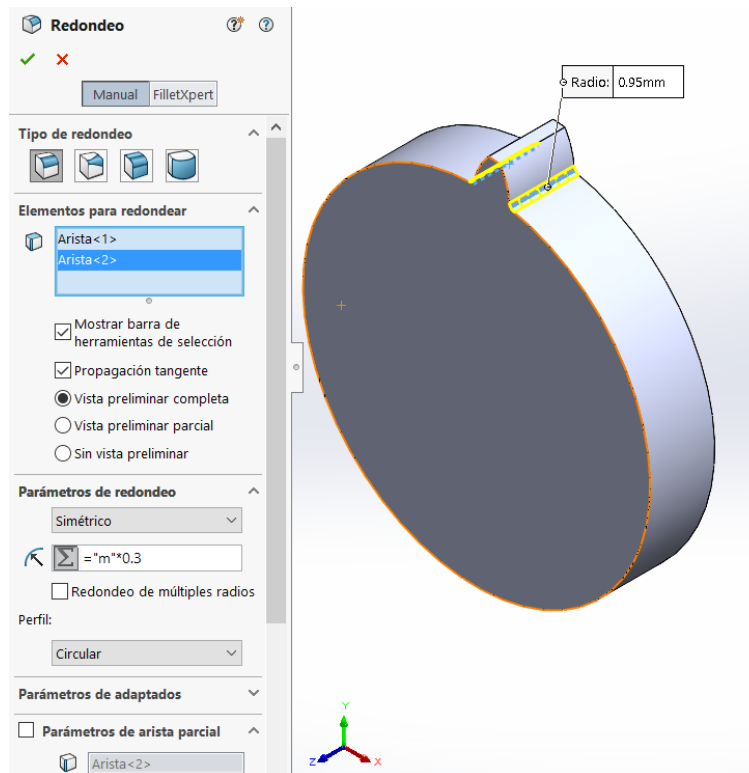


Figura 5 Vista isométrica del piñón con la aproximación de un diente.

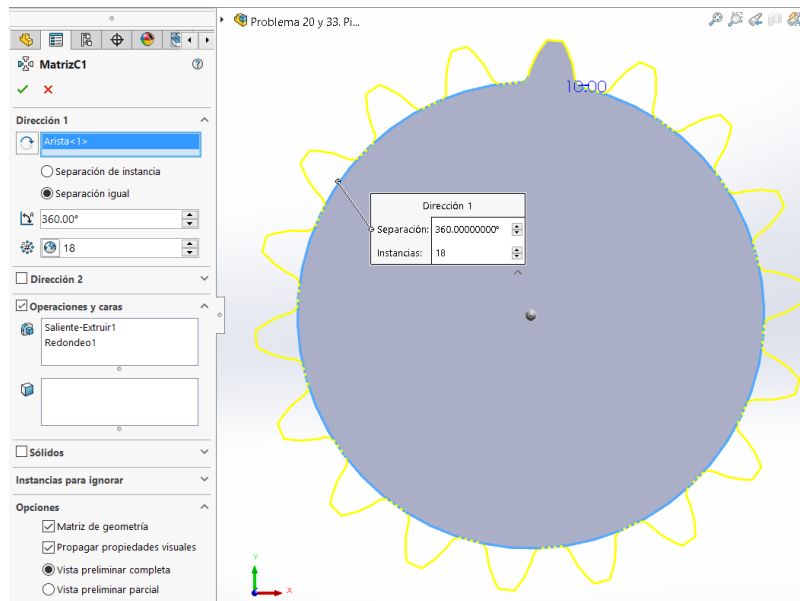


Figura 6 Previsualización de los dientes resultantes del piñón visto en 2D.



Figura 7 Modelo renderizado final del piñón.

20.5 Modelo en Solidworks del engrane:

En la siguiente figura se muestran los datos necesarios generados para el diseño del engrane, es decir, los cálculos resultantes de la sección anterior.

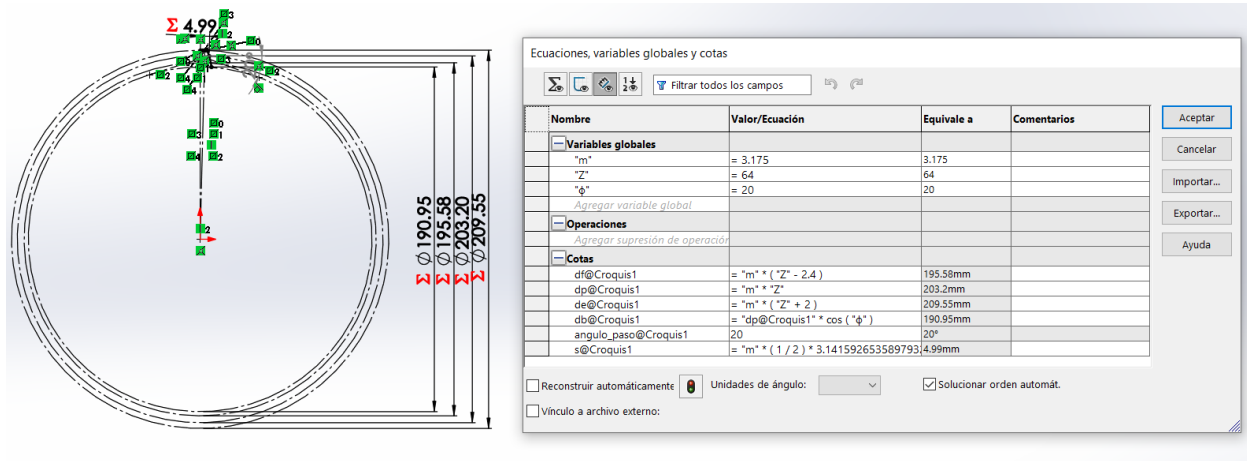


Figura 8 Modelo del engrane visto en 2D en Solidworks.

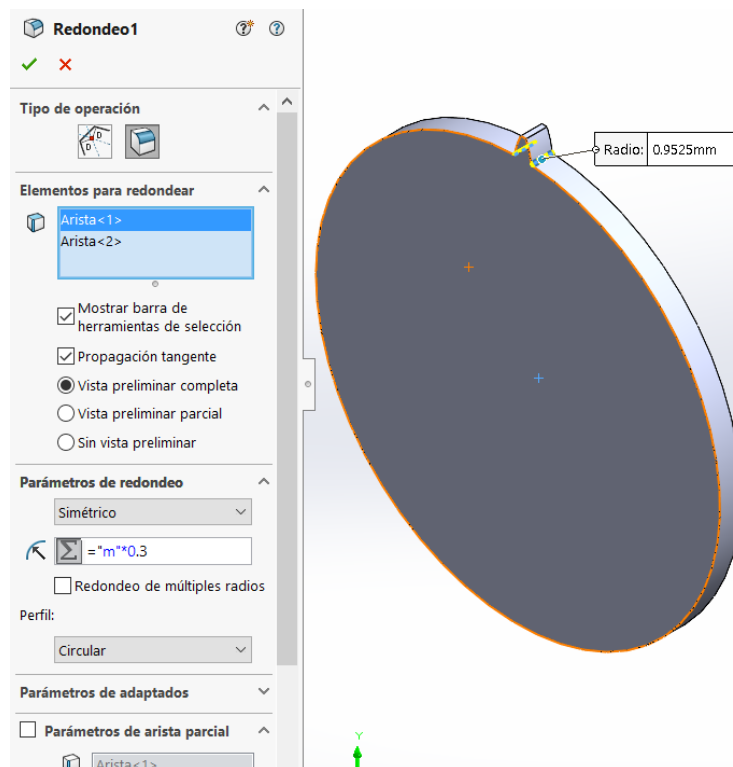


Figura 9 Vista isométrica del engrane con la aproximación de un diente.

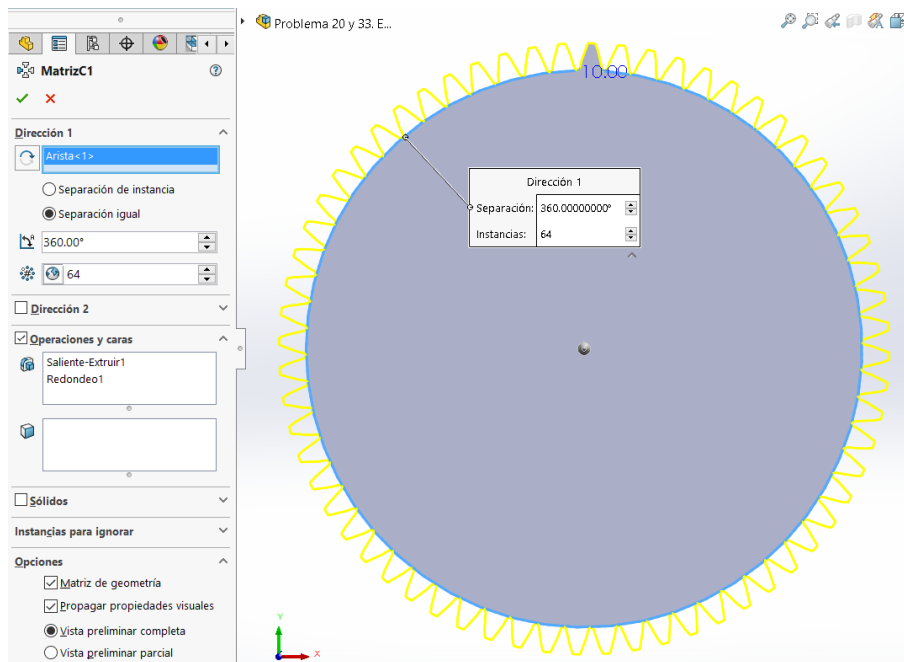


Figura 10 Previsualización de los dientes resultantes del piñón visto en 2D.

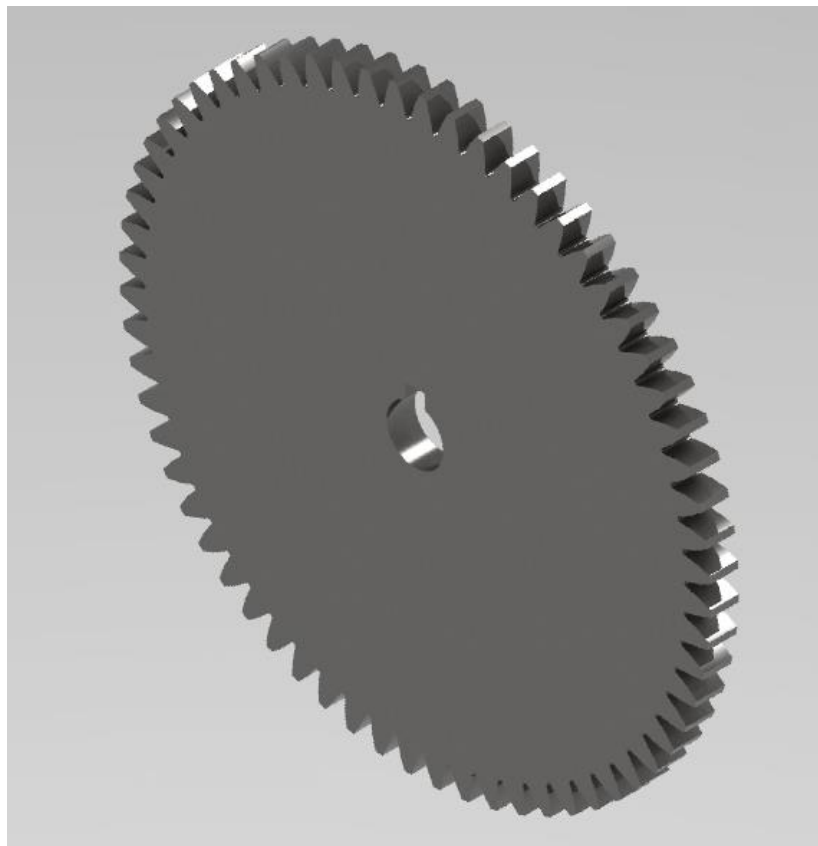


Figura 11 Modelo renderizado final del piñón.

Problema 33

El par de engranes que se describió en el problema 20 se debe instalar una caja rectangular. Especifique las dimensiones X y Y que permitirían una holgura mínima de 0.10 pulgadas.

$$a = \frac{1}{P_d} = \frac{1}{8} = 0.125 \text{ in}$$

$$D_{OG} = \frac{N_G + 2}{P_d} = \frac{66}{8} = 8.25 \text{ in}$$

$$Y = 8.25 + 2(0.10)$$

$$Y = 8.45 \text{ in} = 214.63 \text{ mm}$$

$$X = d + 0 + 2a + 2(0.10) = \frac{N_P}{P_d} + \frac{N_a}{P_d} + \frac{2}{P_d} + 2(0.10)$$

$$X = 2.25 + 8 + 0.25 + 0.20$$

$$X = 10.7 \text{ in} = 271.78 \text{ mm}$$

Por lo que, de acuerdo con los cálculos resultantes, el modelo que se muestra en la siguiente figura es el resultado generado en SolidWorks.

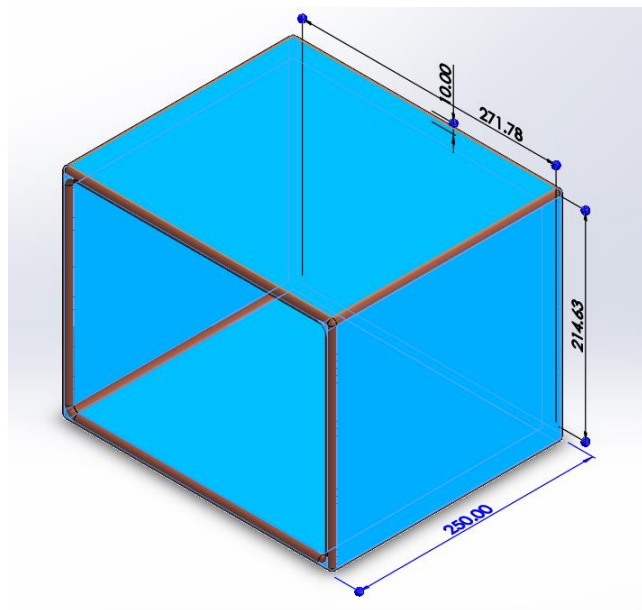


Figura 12 Caja generado de acuerdo con los cálculos obtenidos, vista isométrica.

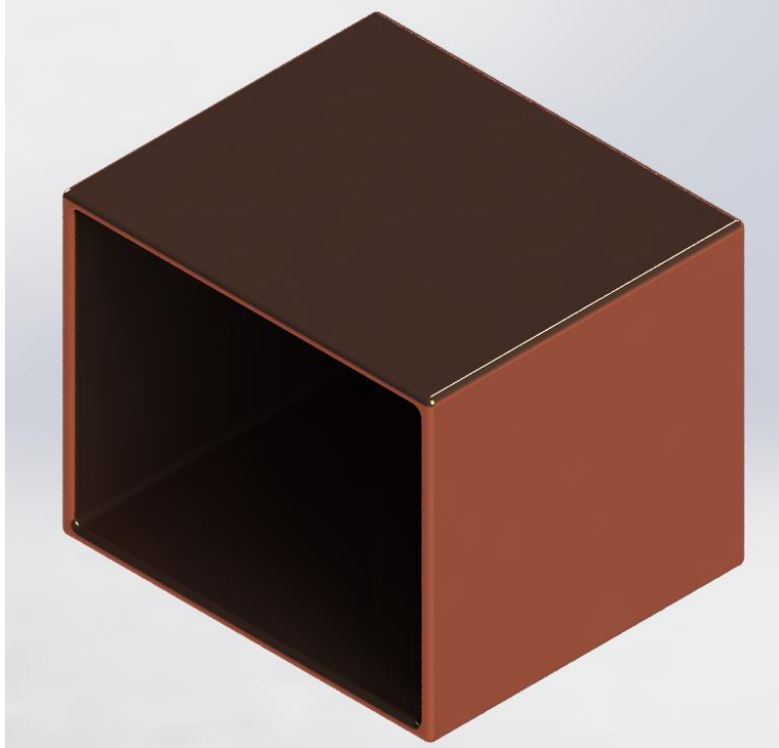


Figura 13 Modelo de la caja con renderizado, sin elementos mecánicos.

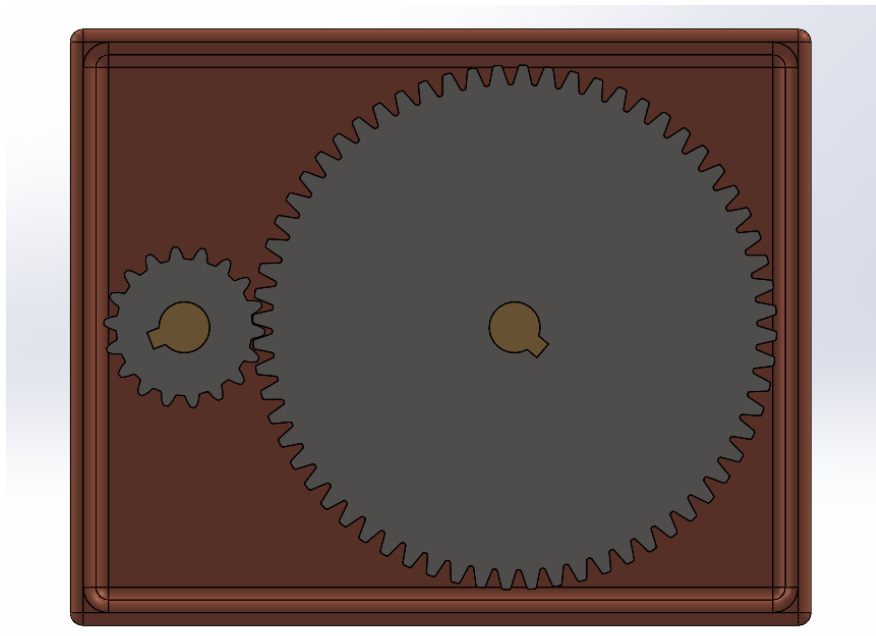


Figura 14 Vista lateral de la caja con los elementos mecánicos integrados.

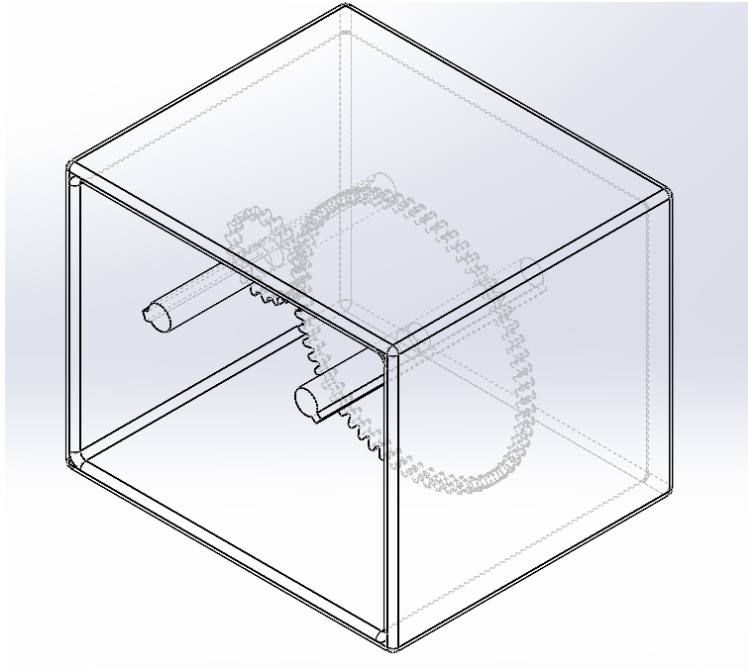


Figura 15 Vista isométrica de la caja con todos los elementos mecánicos integrados, vista de la forma líneas ocultas visibles.

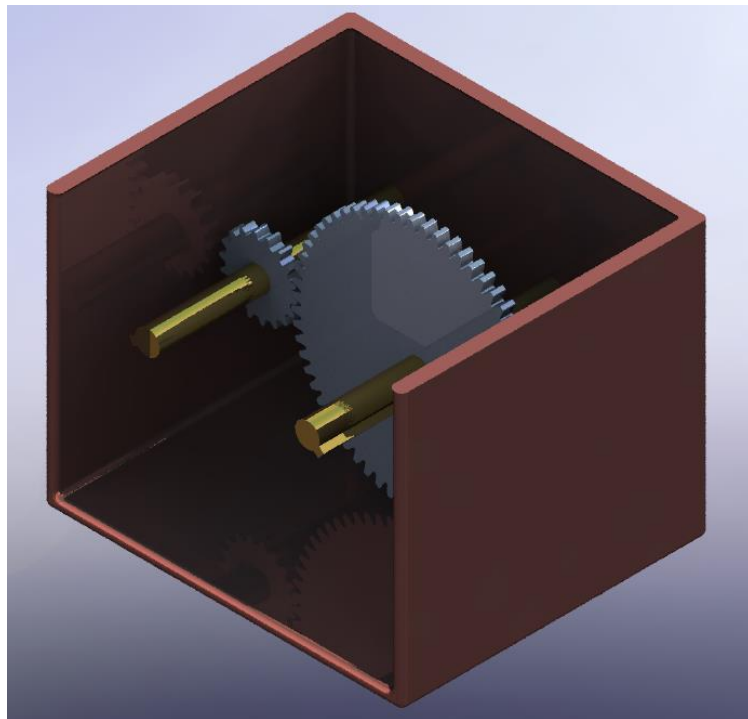


Figura 16 Resultado final de la caja con elementos mecánicos integrados, renderizado.

Referencias:

CAD CAM para todos, “tutorial solidworks desde cero”, 2022 [Online], Available: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLrcIFMPHNOOr3wX5WQwpFatuX4D9N-7guA>