

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRES TUXTLA		PRODUCTO: SÍNTESIS (lista de cotejo)			
ASIGNATURA: MECANISMOS		GRUPO: 511-B	PERIODO: SEPTIEMBRE- DICIEMBRE		
DOCENTE: M.I. LORENA PALMA CRUZ		FECHA:04/12/2025			
NOMBRE DE (LOS) ALUMNO (S): MARCOS IXTEPAN POLITICO ADRIAN COBIX QUIALA ELIAS DE JESUS SANDOVAL HUERTA		UNIDAD No. 5			
		NOMBRE DE LA UNIDAD: SINTESIS DE MECANISMOS			
INSTRUCCIÓN					
Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.					
VALOR %	CARACTERÍSTICA A CUMPLIR (REACTIVO)	CUMPLE		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
5	<b>Formato de entrega:</b> Escrito a mano, limpio y ordenado, con márgenes: izquierdo 3 cm; derecho, superior e inferior de 2.5 cm.	✓			
5	<b>Ortografía:</b> El estudiante presenta un texto sin faltas de ortografía y con una puntuación correcta, de tal forma que el escrito es claro y fluido para leerse.		✓		
20	<b>Estructura.</b> La extensión de la síntesis tiene como mínimo 5 cuartillas de contenido (sin considerar la portada, la introducción y la conclusión).	✓			
20	<b>Preparación.</b> Entrega el documento proporcionado en donde se subrayaron las ideas principales y se hicieron notas al margen del texto.	✓			
15	<b>Introducción.</b> Da una idea clara del contenido del trabajo, motivando al lector a continuar con su lectura y revisión.	✓			
20	<b>Contenido.</b> El texto se interpretó adecuadamente reflejando la identificación y jerarquización de ideas, no hay frases copiadas.	✓			
15	<b>Conclusión.</b> Expresa con claridad las ideas claves, así como lo más relevante del tema utilizando un vocabulario adecuado.	✓			

100%	CALIFICACIÓN.	95%	
------	---------------	-----	--

\*\*En caso de entregar después de la fecha y hora señalada, se descontará 10% en su calificación final de la unidad.

Instituto Tecnológico Superior de San  
Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica  
Mecanismos.

M.I. Lorena Palma Cruz

Unidad 5. Síntesis de Mecanismos

5II - B

Marcos Ixtapan Polito

Adrián Cobiz Quiala

Elias de Jesús Sandoval Huerta

San Andrés Tuxtla, Ver

04/12/2025

## Introducción

El estudio de la síntesis busca determinar, desde las primeras etapas del diseño, la estructura más adecuada para que un conjunto de eslabones y juntas puedan cumplir su tarea específica.

Dentro de este proceso, la síntesis tipo constituye un paso esencial que que se definen la topología general del mecanismo antes de considerar dimensiones, posiciones y parámetros numéricos. En esta también se aborda las síntesis de mecanismos de yugo, ecuación de Gruebler, las síntesis gráfica para generación de trayectorias, el método de superposición (para generación de funciones), para un mejor entendimiento de los síntesis.

### 8.3 Síntesis de Tipo [160]

La síntesis de tipo trata de encontrar qué combinación de estabones y tipos de juntas permite resolver una función mecánica específica. El objetivo es determinar "qué clase de mecanismo" es adecuado antes de pensar en dimensiones o detalles cinematicos.

Muchos diseñadores suelen escoger soluciones que solo cumplen parcialmente los requisitos, mientras que los diseñadores con experiencia pueden reconocer, casi intuitivamente, qué topologías funcionarán y cuáles no. Esta intuición surge tras años de trabajar con mecanismos y es difícil de transmitir directamente.

Un error común en la etapa de síntesis de tipo es elegir una configuración que no es capaz de lograr el grado de libertad necesario para el problema. Por ejemplo, intentar diseñar un mecanismo con un solo grado de libertad usando estabones que por su naturaleza generan dos grados de libertad.

La síntesis se dividen en los siguientes tipos:

- Síntesis topológica
- Síntesis numérica
- Síntesis dimensional

Para el primer paso de la síntesis se utiliza la ecuación de Gruebler, esto para determinar el número y el tipo de estabones que se necesitan para formar estabonamientos con los grados de libertad correctos.

Ecuación de Gruebler.

$$n - (F + 3) = T + 2Q + 3P + \dots$$

donde:

B = Número de estabones binarios

n = Número total de estabones en un mecanismo

T = Número de estabones ternarios.

Q = Número de estabones cuaternarios

P = Número de estabones pentagonales.

F = El grado de libertad requerido para efectuar la tarea deseada.

Una cadena KLSS es un conjunto de estabones organizados para lograr cierto grado de libertad. Existen combinaciones de estabones que permiten generar soluciones válidas sin necesidad de probar cada una manualmente.

El concepto de isómeros, que son mecanismos con la misma cantidad de eslabones y juntas pero con configuraciones distintas. Algunos isómeros cumplen la distribución correcta que cambian grado de libertad y otras no.

Las inversiones topológicas: mecanismo que cambian la función dependiendo de cuál eslabón se toma como eslabón fijo.

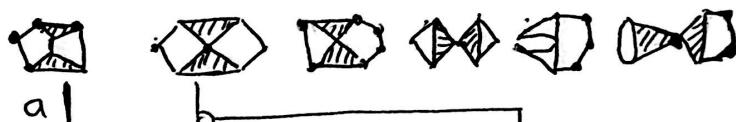
$$n = 6, f_i = 7$$

Dos soluciones de conjunto de eslabones cinemáticos para  $F = 1, n = 6$

Primera solución  
 $B = 4, T = 2$

Segundo solución  
 $B = 5, Q = 1$

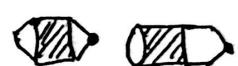
Seis isómeros



a |  
b  
Estos dos isómeros  
satisfacen el criterio  
de distribución de  
libertad

↓  
Los inversiones  
topológicas  
cadenas de Watt

Dos isómeros



Estas 6 no  
satisfacen el  
criterio de  
distribución de

libertad: los isómeros c, d y g  
tienen subcadenas estructurales;  
los isómeros e, f y h tienen subcadenas  
restringida en exceso.

La síntesis de tipo permite crear dispositivos prácticos como mecanismos que generan movimientos de traslación repetitivos. La idea es seleccionar la topología que mejor genere el tipo de movimiento deseado antes de entrar a cálculos más avanzados.

Síntesis de algunos mecanismos engranados - leva.

Un conjunto de engranajes es equivalente a una cadena cuadrática hipotética, un conjunto de engranajes acoplados tienen una cadena de cuatro barras como eslabonamiento asociado. Las reglas básicas es el eslabonamiento que interviene en la síntesis de un mecanismo que contenga un juego de engranajes acoplado son las siguientes.

1. Número de grados de libertad con un eslabón fijo debe ser de  $F = +1$
2. Debe contener un circuito cerrado con al menos cuatro lados.
3. El circuito cerrado de cuatro lados debe contener al menos un eslabón binario

Síntesis de algunos mecanismos que ejercen fuerzas internas.

Para un eslabonamiento adecuado debe tener  $F = 1$  para el número de grados de libertad con un eslabón fijo

Síntesis de palanca compuesta. Se diseñan tijeras de palanca compuesta y construcción sencilla para cortar materiales duros con un menor esfuerzo.

## Síntesis de remachadores de yugo.

El objetivo es diseñar nuevos mecanismos tipo remachador de yugo, tomando como referencia un diseño existente. Se establecen los principales requisitos para un remachador adecuado.

1. Construcción sencilla
2. Unidad autónoma y portátil
3. Alta amplificación de fuerza entre pistón y dado del remache.
4. Parte fija del dado y del cilindro unidas al bastidor
5. Parte móvil del dado y del pistón deben deslizar respecto al bastidor.

Se usa la ecuación de Gruebler para evaluar el número de grados de libertad del mecanismo.

$$F = -1$$

Con base a esto se definen los requisitos para nuevas configuraciones:

- $F$  debe ser  $-1$ .
- Debe haber al menos dos eslabones binarios
- El bastidor debe incluir un eslabón cuaternario
- Los eslabones de potencia deben conectarse al bastidor
- Los eslabones ternarios deben conectarse al bastidor y permitir deslizamiento entre pistón y dado.

Síntesis gráfica-Generación de movimiento:  
Tres posiciones prescritas

Para tener tres posiciones arbitrarias:

- Seleccionan puntos circulares A y B en las tres posiciones
- Construyen normales medias entre posiciones.

- En la intersección de los normales define el punto central común.
- Existen infinitos conjuntos de soluciones dependiendo de A y B.
- Se obtienen mecanismos de cuatro barros adecuados a cada conjunto.

Síntesis gráfica para generación de trayectorias: tres posiciones prescritas [105]

Se diseña un mecanismo de cuatro barros tal que un punto P del eslabón acoplador pase por tres posiciones dadas.

El procedimiento incluye:

1. Selección de puntos  $P_1, P_2, P_3$ .
2. Escoger pivotes fijos  $A_0$  y  $B_0$ .
3. Trazar trayectorias y establecer longitudes
4. Realizar una inversión cinemática para encontrar la posición de B.
5. Construir perpendiculares y arcos para localizar los demás puntos del mecanismo.

Se obtienen dos conjuntos infinitos de soluciones según la ubicación del pivote  $A_0$  y el sentido del giro.

## Síntesis Gráfica para generación de Trajetorias.

Se puede emplear un procedimiento de diseño para la generación de trayectorias (sin temporalización prescrita) con cuatro puntos de precisión empleando el método de redacción punto-punto.

Este se basa en el hecho de que podemos dibujar un círculo que pase por tres puntos. Se determinan 3 posiciones relativas distintas para un punto de un eslabón y se traza un círculo que pase por esos puntos.

Generando de función, tres puntos de precisión. Esta técnica, basada en polinomios se emplea como "primera estimación", aunque solo es aplicable en casos especiales (como en las funciones simétricas). Una vez finalizada la síntesis, se puede determinar el error estructural resultante del mecanismo, seguido de una evaluación y colocación de los puntos de precisión para mejorar la exactitud del mismo.

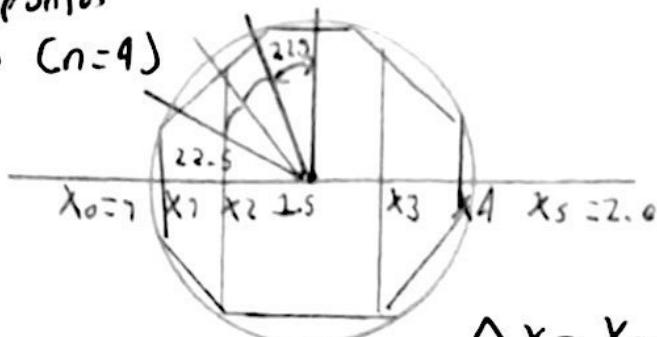
función  
 $y = 2x^2, 1 \leq x \leq 2$

$$x_0 = 1.00 \quad x_3 = 1.60$$

$$x_1 = 1.04 \quad x_4 = 1.26$$

$$x_2 = 1.32 \quad x_5 = 2.00$$

con cuatro puntos  
de precisión ( $n=4$ )



Evaluamiento de chebyshev de cuatro puntos de  
precisión.

El método de superposición (para generación  
de funciones).

Consiste en construir una parte de la solución del  
problema en papel transparente y otra parte en  
una hoja distinta la transparente (superposi-  
ción) se coloca sobre la otra hoja y se  
realiza la búsqueda moviendo la transparente  
hasta hacer coincidir puntos de precisión.

Modelado de estabonamiento con diadas  
Los estabonamientos planos pueden modelarse  
utilizando vectores para representar los  
estabones. Open diada del problema de síntesis  
que se desea resolver.

## Conclusion

Los métodos de síntesis gráfica, muestran como es posible diseñar mecanismos de cuatro barros capaces de cumplir posiciones y movimientos específicos mediante procedimientos geométricos precisos y visuales. Las técnicas analíticas gráficas complementan este método al permitir buscar soluciones más óptimas, especialmente cuando se requieren movimientos suaves, continuos y que representen trayectorias definidas. Con el diseño de mecanismos para cuatro y cinco posiciones, se observa que el análisis geométrico mediante arcos, bisectrices y polos instantáneos facilita la ubicación de eslabones y la verificación del funcionamiento final del mecanismo.

Todas las técnicas refuerzan la idea de que la síntesis cinemática no se limita a hallar dimensiones, si no a crear mecanismos funcionales, precisos y capaces de reproducir movimientos deseados con la mínima desviación posible.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRES TUXTLA		PRODUCTO: MEMORIA TÉCNICA (lista de cotejo)			
ASIGNATURA: Mecanismos		GRUPO: 511-B	PERIODO: Agosto-Diciembre 2025		
DOCENTE: M.I. LORENA PALMA CRUZ		FECHA: 15/12/2025			
NOMBRE DE (LOS) ALUMNO (S): Adrian Cobix Quiala Elías de Jesús Sandoval Huerta Carlos Karim Quino Belli Marcos Ixtepan Polito Jose Aziel Isidoro Vázquez		UNIDAD No. 5			
NOMBRE DE LA UNIDAD: Síntesis de mecanismos					
<b>INSTRUCCIÓN</b>					
Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.					
VALOR %	CARACTERÍSTICA A CUMPLIR (REACTIVO)	CUMPLE		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
5	<b>Formato de entrega:</b> En formato de word, limpio y ordenado, con márgenes: izquierdo 3 cm; derecho, superior e inferior de 2.5 cm.	✓			
15	<b>Objetivo:</b> Enuncia de forma clara y precisa: ¿qué?, ¿cómo? y ¿para qué?, iniciando la redacción con un verbo en infinitivo.	✓			
10	<b>Introducción:</b> Da una idea clara del contenido del trabajo, motivando al lector a continuar con su lectura y revisión.	✓			
15	<b>Desarrollo.</b> Debe cumplir con un sentido y una estructuración lógica en la descripción del funcionamiento del prototipo propuesto, en el planteamiento de las necesidades, variables involucradas y los resultados que se desean calcular.	✓			
15	<b>Cálculos.</b> Sigue una metodología y sustenta todos los pasos que se realizaron al aplicar los cálculos necesarios para lograr el resultado. Enuncia correctamente los criterios aplicados.	✓			
15	<b>Resultados.</b> Alcanza eficientemente los objetivos planteados así como beneficios tangibles en la vida cotidiana. Resuelve las problemáticas que se presentan en la búsqueda del logro.	✓			
15	<b>Conclusión.</b> La conclusión es breve, clara y acorde con el objetivo planteado.	✓			
10	<b>Referencias bibliográficas.</b> Presenta 5 citas y referencias IEEE.	✓			
100%	<b>CALIFICACIÓN.</b>	100	%		

\*\*En caso de entregar después de la fecha y hora señalada, se descontará 10% en su calificación final de la unidad.

INSTITUCION: TECNM ITSSAT (SAN ANDRES)

DIVISION DE INGENIERIA MECATRONICA

ASIGNATURA: MECANISMOS

DOCENTE: ING. LORENA PALMA CRUZ

GRUPO: 511-B

SEMESTRE: 5TO

P. ESCOLAR: AGOSTO-DICIEMBRE 2025

ACT: MEMORIA TECNICA – PROYECTO U.5

ALUMNOS:

- ADRIAN COBIX QUIALA
- ELIAS DE JESUS SANDOVAL HUERTA
- JOSE AZIEL ISIDORO VAZQUEZ
- MARCOS IXTEPAN POLITICO
- CARLOS KARIM QUINO BELL

ENTREGA: 15/12/2025



# INDICE

<b>OBJETIVO .....</b>	3
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	4
<b>DESARROLLO .....</b>	5
<b>DESCRIPCION DEL PROYECTO .....</b>	5
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....</b>	5
<b>CARACTERISTICAS TÉCNICAS.....</b>	6
<b>FINALIDAD .....</b>	6
<b>CRITERIOS EMPLEADOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES .....</b>	7
<b>DISEÑO DE LOS MECANISMOS APLICADOS.....</b>	7
<b>CÁLCULOS DEL DISEÑO DE LEVAS (GEOMÉTRIA Y CINEMÁTICA).....</b>	9
<b>CÁLCULOS DEL DISEÑO DE LOS ENGRANES (GEOMETRIA Y CINEMATICA).....</b>	12
<b>CALCULOS Y DISEÑO DEL TREN DE ENGRANES .....</b>	14
<b>RELACION DE TRANSMISION TOTAL Y PARCIALES .....</b>	14
<b>DISEÑO DEL TREN DE ENGRANES .....</b>	15
<b>DATOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO .....</b>	15
<b>RESULTADOS.....</b>	16
<b>DESCRIBE LOS RESULTADOS ALCANZADOS.....</b>	16
<b>DESCRIBE LOS BENEFICIOS OBTENIDOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.....</b>	20
<b>DESCRIBE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.....</b>	20
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	21
<b>CONCLUSIONES DE ACUERDO CON EL OBJETIVO PLANEADO INICIALMENTE. ....</b>	21
<b>REFLEXIONES INDIVIDUALES.....</b>	22
<b>FUENTES DE INFORMACION .....</b>	23
<b>Referencias.....</b>	23

## **OBJETIVO**

Diseñar y verificar el correcto funcionamiento de un tren de engranajes compuesto de cuatro engranajes en dos etapas (piñón–rueda / piñón–rueda), que transmita el movimiento desde un motor reductor hasta la salida, considerando una velocidad de entrada de 120 rpm y un módulo de referencia de 1.5 mm, mediante la selección de números de dientes y la realización de los cálculos correspondientes.

# INTRODUCCIÓN

Los engranajes rectos constituyen el punto de partida clásico en el estudio de la transmisión mecánica de potencia, ya que combinan una geometría relativamente simple con una base teórica muy sólida apoyada en la teoría de la evolución y en la denominada ley del engrane desarrollada en la literatura de diseño de máquinas y teoría de engranajes. Desde los manuales de elementos de máquina hasta los artículos especializados, se los describe como engranajes cilíndricos con dientes paralelos al eje de rotación, diseñados para transmitir movimiento y par entre ejes paralelos con una relación de velocidad esencialmente constante, lo que los convierte en un componente fundamental en sistemas de potencia y de precisión. (Juarez, 2024)

## **Fundamento teórico y geométrico**

Los textos de diseño de engranajes y manuales industriales resaltan que el comportamiento correcto de un engranaje recto se apoya en la ley del engrane, que exige que la relación de velocidades angulares de las ruedas sea constante durante todo el contacto entre los dientes. Para satisfacer esta condición, el perfil de diente más empleado es el evolvente de círculo, puesto que permite mantener la relación de transmisión incluso ante pequeñas variaciones en la distancia entre ejes, mejorando la tolerancia a errores de montaje y fabricación.

## **Importancia en el diseño de máquinas**

La bibliografía de diseño de máquinas subraya que los engranajes rectos son el tipo de engranaje más utilizado cuando se trata de ejes paralelos, por su facilidad de cálculo, estandarización de parámetros (módulo, número de dientes, ángulo de presión) y amplia disponibilidad comercial. Estos engranajes se emplean como base para introducir conceptos de resistencia del diente, fatiga de flexión, tensiones de contacto y modos típicos de falla, que luego se extienden a engranajes más complejos como helicoidales, cónicos o de tornillo sin fin. (Escobedo, 2022)

## **Ventajas y limitaciones**

Los manuales técnicos y estudios aplicados coinciden en que los engranajes rectos ofrecen ventajas como su construcción sencilla, bajo coste, alto rendimiento y ausencia de empuje axial, lo que simplifica el diseño de apoyos y cojinetes. Sin embargo, los trabajos sobre dinámica y ruido en engranajes muestran que el contacto brusco entre dientes genera niveles de vibración y ruido superiores a los de engranajes helicoidales, lo que limita su uso en aplicaciones de alta velocidad o donde el ruido es crítico.

# DESARROLLO

## DESCRIPCION DEL PROYECTO

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Los engranajes rectos son rentables y ofrecen resultados de primer nivel para procesos con velocidades periféricas moderadas. Tienen una correa dentada engranada con contacto simultáneo en todo su ancho, y la operación a alta velocidad puede ser ruidosa. Sin embargo, no hay empuje axial debido al empuje axial. El uso de un lubricante apropiado ayudará a reducir el ruido y el desgaste.

Los engranajes rectos son de tres tipos principales:

- Diente externo
- Diente interno
- Y el piñón y cremallera se utiliza en varios tipos de aplicaciones como
- Aspersores oscilantes
- Despertadores de cuerda
- Lavadoras
- Batidoras
- Molinos

Y equipos de construcción.

Los engranajes rectos que comprenden engranajes cilíndricos tienen dientes con bordes rectos que se proyectan desde su periferia exterior del radio. Estos dientes permanecen en alineación paralela al eje de rotación. El par engranado de los engranajes rectos tiene tamaños variados: el más grande se conoce como engranaje y el más pequeño se conoce como piñón. (Julia, 2023)

Mecanismo de trabajo del engranaje recto

Los ejes paralelos giran y los dientes engranados de los engranajes rectos ayudan a transmitir el movimiento. Sin embargo, el diente no transfiere la carga de empuje.



Par de engranes rectos

## CARACTERISTICAS TÉCNICAS

### **Fabricación de engranajes rectos mediante impresión 3D con filamento PLA**

La fabricación de engranajes rectos ha evolucionado con la incorporación de la tecnología de impresión 3D, especialmente mediante el uso de filamento PLA (Ácido Poliláctico). Este método permite la creación rápida de prototipos funcionales, reducción de costos y flexibilidad en el diseño, siendo ideal para aplicaciones educativas, de baja carga y pruebas mecánicas.

(Filamento de PLA en la impresion 3d, 2021)

### **Pasos en la fabricación de engranajes rectos mediante impresión 3D:**

#### **Diseño CAD:**

El proceso inicia con el modelado del engranaje en software CAD, donde se definen parámetros como el módulo, número de dientes, ángulo de presión y ancho de cara, asegurando la compatibilidad con el sistema mecánico.

#### **Preparación del material:**

Se utiliza filamento PLA debido a su facilidad de impresión, bajo costo y buena estabilidad dimensional. El filamento se carga en la impresora y se ajustan parámetros como temperatura del extrusor y de la cama.

#### **Impresión 3D:**

El engranaje se fabrica capa por capa mediante una impresora 3D, generalmente utilizando tecnología FDM. Durante este proceso se controlan variables como la altura de capa, velocidad de impresión e infill para lograr un equilibrio entre resistencia y calidad superficial.

#### **Postprocesado:**

Una vez impreso, el engranaje puede requerir eliminación de soportes, lijado ligero o ajuste dimensional para mejorar el acoplamiento entre dientes y reducir la fricción.

#### **Pruebas y ajuste:**

Finalmente, el engranaje se somete a pruebas de funcionamiento para verificar su correcto engrane, alineación y desempeño bajo las condiciones previstas de carga y velocidad.

## FINALIDAD

La finalidad del presente proyecto es integrar los fundamentos teóricos y prácticos del diseño de engranajes rectos mediante el desarrollo de un tren de engranajes de cuatro elementos, fabricados por impresión 3D con filamento PLA, capaz de transmitir el movimiento proveniente de un motor reductor hacia una leva con su respectivo seguidor. A través de este sistema se busca demostrar la correcta transformación de velocidad y par, así como la conversión del movimiento rotatorio en un movimiento alternativo, validando el funcionamiento mecánico del conjunto bajo condiciones de baja carga. De esta manera, el proyecto permite aplicar criterios de diseño, fabricación y ensamblaje, fortaleciendo la comprensión del comportamiento dinámico y geométrico de los engranajes rectos y su interacción con mecanismos de levas en un contexto académico y experimental.

## CRITERIOS EMPLEADOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

### Rapidez y prototipado iterativo

La impresión 3D permite fabricar engranes en un tiempo relativamente corto, generalmente en pocas horas, sin la necesidad de contar con un taller de mecanizado especializado ni con moldes. Esto hace que el proceso de diseño sea más rápido y flexible, ya que es posible imprimir un engrane, probarlo en el sistema y, si es necesario, modificar parámetros como el módulo, el número de dientes, el ancho de cara o la forma del cubo. Posteriormente, el engrane se vuelve a imprimir y se evalúa su funcionamiento, repitiendo este proceso hasta obtener un diseño que cumpla adecuadamente con los requerimientos del proyecto.

### Costos y facilidad de fabricación

Desde el punto de vista económico, la impresión 3D resulta una alternativa accesible para la fabricación de piezas individuales o series pequeñas, ya que no requiere herramientas especiales, matrices ni equipos de alto costo, como ocurre en el mecanizado CNC o en el moldeo por inyección. Además, el consumo de material es menor, pues el filamento se deposita únicamente donde es necesario, lo que reduce el desperdicio y facilita el control del presupuesto en proyectos académicos y de prototipado.

### Consideraciones de seguridad y ruido

Los engranes fabricados en material plástico, como el PLA, suelen generar menos ruido durante su funcionamiento en comparación con los engranes metálicos, especialmente en aplicaciones de baja carga y velocidad moderada. Esto los hace adecuados para maquetas, prácticas de laboratorio y dispositivos didácticos. Asimismo, en caso de falla, los engranes plásticos tienden a romperse de manera menos peligrosa, reduciendo el riesgo de daños graves o accidentes. En muchos casos, incluso pueden actuar como un “fusible mecánico”, protegiendo al motor y a otros componentes del sistema ante sobrecargas inesperadas.

## DISEÑO DE LOS MECANISMOS APLICADOS.

### Conceptos previos del engrane

Antes de dibujar en AutoCAD se definen parámetros como número de dientes, módulo o paso, ángulo de presión, y diámetros principales, de base y exterior.

Estos datos permiten calcular radios (primitivo, de base, de cabeza, de pie) y el espesor del diente, que son la base geométrica del mecanismo.

### Geometría del diente recto

En engranes modernos se busca un perfil de diente aproximadamente involuto, determinado por el ángulo de presión típico de 20°.

En el dibujo se construyen los flancos del diente mediante arcos y polígonos que parten del círculo de base y se ajustan al espesor de diente en el círculo primitivo.

## Procedimiento básico en AutoCAD 2D

Normalmente se dibuja primero el círculo primitivo y los círculos de cabeza y pie que delimitan el diente.

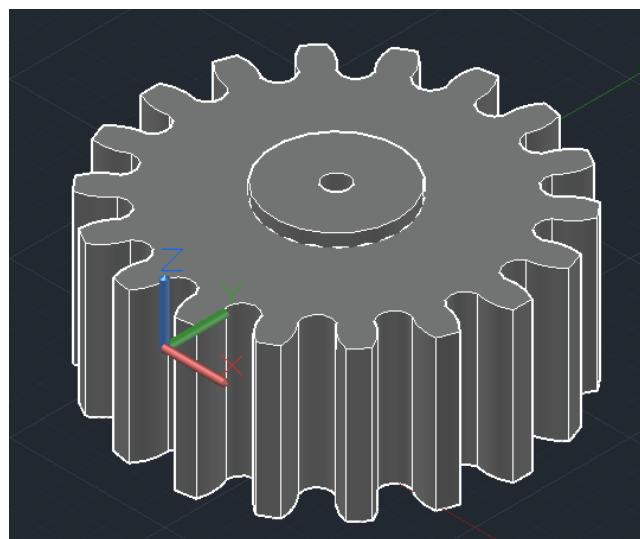
Luego se genera un “diente patrón” mediante líneas y polígonos y se repite alrededor del centro usando arreglos polares para completar todos los dientes.

## Generación del mecanismo (piñón–rueda)

Para un mecanismo funcional se diseñan al menos dos engranes con el mismo módulo y paso circular, ajustando el número de dientes y diámetros según la razón de transmisión deseada.

En AutoCAD se colocan concéntricamente con la distancia entre centros igual a la suma de los radios primitivos, de modo que los dientes del piñón y la rueda engranen sin interferencia.

Así se ve un engrane de 18 dientes terminado en el software AutoCAD mismo el cual fue usado en el proyecto



# CÁLCULOS DEL DISEÑO DE LEVAS (GEOMÉTRIA Y CINEMÁTICA)

## PRACTICA 2

Una leva de placa debe proporcionar la siguiente ley de movimiento a un seguidor reciprocamente de cara plana. Si la leva debe tener un circulo base de 5 in y girar en sentido antihorario a una velocidad de 60 rpm

a) Ascenso de 2 in con movimiento armónico durante 90°.

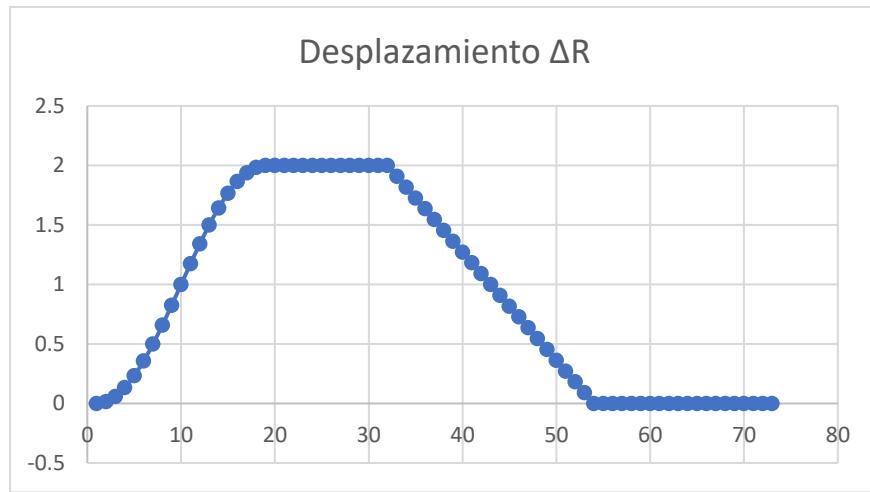
b) Reposo durante 60°

c) Descenso de 2 in con velocidad constante durante 110°

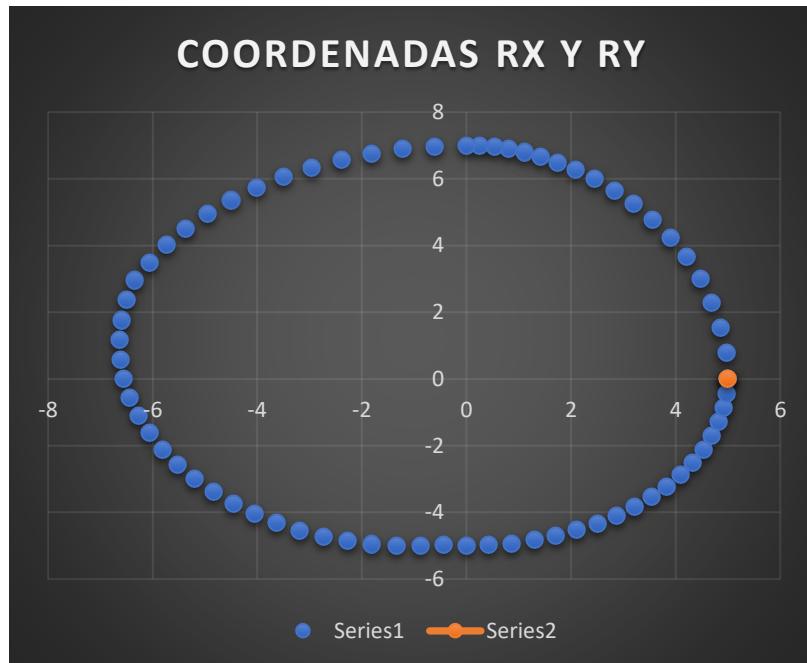
d) Reposo el resto del ciclo

$\Delta\phi$	Radianes	$\Delta R$	v	a	$\delta(\alpha)$	Rx	Ry
0	0	0	0	3.99989138	0	5	0
5	0.08726646	0.01519225	0.34729164	3.93912405	0.06913849	4.96583905	0.78307759
10	0.17453293	0.06030738	0.684031	3.75866842	0.13436316	4.86464759	1.55236133
15	0.26179939	0.1339746	0.99998642	3.46400755	0.19237216	4.70021961	2.29469623
20	0.34906585	0.23395556	1.28555777	3.06409457	0.24085407	4.47861679	2.99816378
25	0.43633231	0.35721239	1.53206808	2.57108062	0.27855105	4.20779456	3.65259988
30	0.52359878	0.5	1.73202729	1.99994569	0.30508652	3.89711432	4.25
35	0.61086524	0.65797986	1.87935973	1.36804342	0.32069906	3.55677468	4.78478619
40	0.6981317	0.82635182	1.96958876	0.69457385	0.32599219	3.19719999	5.25391977
45	0.78539816	1	1.99997285	2.4502E-16	0.32175055	2.82842712	5.65685425
50	0.87266463	1.17364818	1.96958876	-0.6945738	0.30882817	2.45953154	5.99533332
55	0.95993109	1.34202014	1.87935973	-1.3680434	0.28809432	2.09813105	6.27304985
60	1.04719755	1.5	1.73202729	-1.9999457	0.26041817	1.75	6.49519053
65	1.13446401	1.64278761	1.53206808	-2.5710806	0.22667563	1.41881926	6.66789888
70	1.22173048	1.76604444	1.28555777	-3.0640946	0.18776577	1.10607794	6.79769466
75	1.30899694	1.8660254	0.99998642	-3.4640076	0.14462776	0.81113231	6.89089031
80	1.3962634	1.93969262	0.684031	-3.7586684	0.09825187	0.5314168	6.95304545
85	1.48352986	1.98480775	0.34729164	-3.939124	0.04968076	0.26279132	6.98849732
90	1.57079633	2	2.4503E-16	-3.9998914	3.5004E-17	4.288E-16	7
95	1.65806279	2	0	0	0	-0.6100902	6.97336289
100	1.74532925	2	0	0	0	-1.2155372	6.89365427
105	1.83259571	2	0	0	0	-1.8117333	6.76148078
110	1.91986218	2	0	0	0	-2.394141	6.57784835
115	2.00712864	2	0	0	0	-2.9583278	6.34415451
120	2.0943951	2	0	0	0	-3.5	6.06217783
125	2.18166156	2	0	0	0	-4.0150351	5.73406431
130	2.26892803	2	0	0	0	-4.4995133	5.3623111
135	2.35619449	2	0	0	0	-4.9497475	4.94974747
140	2.44346095	2	0	0	0	-5.3623111	4.49951327
145	2.53072742	2	0	0	0	-5.7340643	4.01503505
150	2.61799388	2	0	0	0	-6.0621778	3.5

155	2.70526034		2	0	0	0	-6.3441545	2.95832783
160	2.7925268		1.90909091	0	0	0	-6.4924217	2.36304826
165	2.87979327		1.81818182	0	0	0	-6.5858579	1.76467531
170	2.96705973		1.72727273	0	0	0	-6.6250703	1.16817865
175	3.05432619		1.63636364	0	0	0	-6.6111103	0.5783972
180	3.14159265		1.54545455	0	0	0	-6.5454545	8.0192E-16
185	3.22885912		1.45454545	0	0	0	-6.429984	-0.5625507
190	3.31612558		1.36363636	0	0	0	-6.2669584	-1.1050339
195	3.40339204		1.27272727	0	0	0	-6.0589893	-1.6235013
200	3.4906585		1.18181818	0	0	0	-5.8090089	-2.1143063
205	3.57792497		1.09090909	0	0	0	-5.5202383	-2.5741294
210	3.66519143		1	0	0	0	-5.1961524	-3
215	3.75245789		0.90909091	0	0	0	-4.8404439	-3.3893153
220	3.83972435		0.81818182	0	0	0	-4.4569859	-3.7398552
225	3.92699082		0.72727273	0	0	0	-4.0497934	-4.0497934
230	4.01425728		0.63636364	0	0	0	-3.6229847	-4.317705
235	4.10152374		0.54545455	0	0	0	-3.1807421	-4.5425704
240	4.1887902		0.45454545	0	0	0	-2.7272727	-4.7237749
245	4.27605667		0.36363636	0	0	0	-2.2667707	-4.8611054
250	4.36332313		0.27272727	0	0	0	-1.8033789	-4.9547429
255	4.45058959		0.18181818	0	0	0	-1.3411532	-5.005252
260	4.53785606		0.09090909	0	0	0	-0.8840271	-5.0135667
265	4.62512252		0	0	0	0	-0.4357787	-4.9809735
270	4.71238898		0	0	0	0	-9.189E-16	-5
275	4.79965544		0	0	0	0	0.43577871	-4.9809735
280	4.88692191		0	0	0	0	0.86824089	-4.9240388
285	4.97418837		0	0	0	0	1.29409523	-4.8296291
290	5.06145483		0	0	0	0	1.71010072	-4.6984631
295	5.14872129		0	0	0	0	2.11309131	-4.5315389
300	5.23598776		0	0	0	0	2.5	-4.330127
305	5.32325422		0	0	0	0	2.86788218	-4.0957602
310	5.41052068		0	0	0	0	3.21393805	-3.8302222
315	5.49778714		0	0	0	0	3.53553391	-3.5355339
320	5.58505361		0	0	0	0	3.83022222	-3.213938
325	5.67232007		0	0	0	0	4.09576022	-2.8678822
330	5.75958653		0	0	0	0	4.33012702	-2.5
335	5.84685299		0	0	0	0	4.53153894	-2.1130913
340	5.93411946		0	0	0	0	4.6984631	-1.7101007
345	6.02138592		0	0	0	0	4.82962913	-1.2940952
350	6.10865238		0	0	0	0	4.92403877	-0.8682409
355	6.19591884		0	0	0	0	4.98097349	-0.4357787
360	6.28318531		0	0	0	0	5	-1.225E-15



Perfil de leva con coordenadas



# CÁLCULOS DEL DISEÑO DE LOS ENGRANES (GEOMETRIA Y CINEMATICA)

Para el desarrollo del diseño del tren de engranajes rectos se realizan los cálculos geométricos correspondientes a cada uno de los engranajes, considerando un ángulo de presión de  $\phi=20^\circ$  y un módulo equivalente de  $m=0.0590\text{in}$

## Engrane 1 (Piñón)

Datos:

- Número de dientes:

$$N_1 = 18$$

- Diámetro de paso diametral:

$$P_d = 16.93 \text{ in}^{-1}$$

- Ángulo de presión:

$$\phi = 20^\circ \Rightarrow \cos \phi = 0.9396$$

Diámetro del círculo de paso

$$d = \frac{N}{P_d} = \frac{18}{16.93} = 1.0629 \text{ in}$$

Diámetro del círculo base

$$d_b = d \cos \phi = 1.0629 \cos 20^\circ = 0.9987 \text{ in}$$

Diámetro del círculo de la adenda

$$d_a = d + 2m = 1.0629 + 2(0.0590) = 1.1809 \text{ in}$$

Diámetro del círculo del dedendo

$$d_d = d - 2.5m = 1.0629 - 2.5(0.0590) = 0.9154 \text{ in}$$

## Engrane 2 (Rueda)

Datos:

- Número de dientes:

$$N_2 = 32$$

Diámetro del círculo de paso

$$d = \frac{N}{P_d} = \frac{32}{16.93} = 1.8897 \text{ in}$$

Diámetro del círculo base

$$d_b = d \cos \phi = 1.8897 \cos 20^\circ = 1.7757 \text{ in}$$

Diámetro del círculo de la adenda

$$d_a = d + 2m = 1.8897 + 2(0.0590) = 2.0077 \text{ in}$$

Diámetro del círculo del dedendo

$$d_d = d - 2.5m = 1.8897 - 2.5(0.0590) = 1.7422 \text{ in}$$

### Engrane 3 (Piñón)

El engrane 3 es geométricamente idéntico al engrane 1.

Diámetro del círculo de paso

$$d = \frac{18}{16.93} = 1.0629 \text{ in}$$

Diámetro del círculo base

$$d_b = 1.0629 \cos 20^\circ = 0.9987 \text{ in}$$

Diámetro del círculo de la adenda

$$d_a = 1.0629 + 2(0.0590) = 1.1809 \text{ in}$$

Diámetro del círculo del dedendo

$$d_d = 1.0629 - 2.5(0.0590) = 0.9154 \text{ in}$$

### Engrane 4 (Rueda)

Datos:

- Número de dientes:

$$N_4 = 72$$

Diámetro del círculo de paso

$$d = \frac{72}{16.93} = 4.2519 \text{ in}$$

Diámetro del círculo base

$$d_b = d \cos \phi = 4.2519 \cos 20^\circ = 3.9954 \text{ in}$$

Diámetro del círculo de la adenda

$$d_a = d + 2m = 4.2519 + 2(0.0590) = 4.3699 \text{ in}$$

Diámetro del círculo del dedendo

$$d_d = d - 2.5m = 4.2519 - 2.5(0.0590) = 4.1044 \text{ in}$$

# CALCULOS Y DISEÑO DEL TREN DE ENGRANES

## RELACION DE TRANSMISION TOTAL Y PARCIALES

Primera etapa (Engranes 1–2)

$$i_{1-2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{32}{18} \approx 2$$

Segunda etapa (Engranes 3–4)

$$i_{3-4} = \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{72}{18} = 4$$

Relación de transmisión total

$$i_{1-4} = i_{1-2} \cdot i_{3-4} = 2 \cdot 4 = 8$$

### Cálculo de la velocidad de salida

Dada la velocidad de entrada del motor:

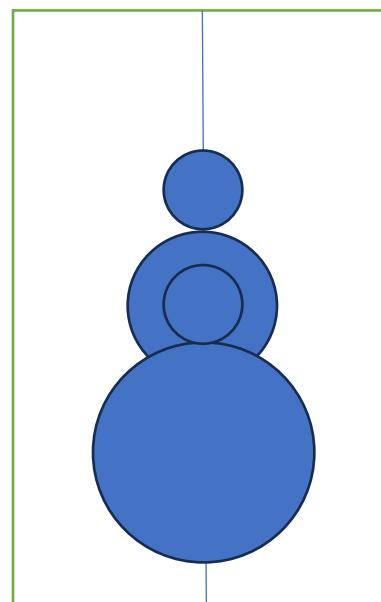
$$\omega_1 = 120 \text{ rpm}$$

Velocidad del engrane 3:

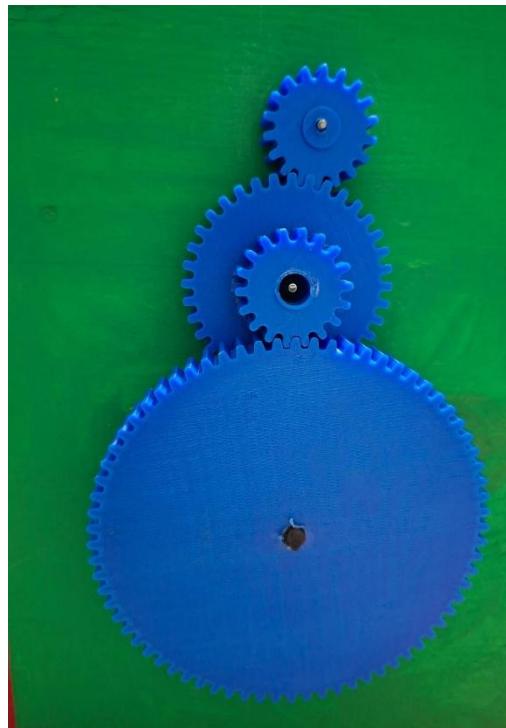
$$\omega_3 = \frac{\omega_1}{i_{1-2}} = \frac{120}{2} = 60 \text{ rpm}$$

Velocidad de salida (engrane 4):

$$\omega_4 = \frac{\omega_3}{i_{3-4}} = \frac{60}{4} = 15 \text{ rpm}$$



# DISEÑO DEL TREN DE ENGRANES



## DATOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO

Número de dientes

$$\begin{aligned}N_1 &= 18 \\N_2 &= 32 \\N_3 &= 18 \\N_4 &= 72\end{aligned}$$

Ángulo de presión

$$\begin{aligned}\phi &= 20^\circ \\ \cos \phi &= \cos 20^\circ = 0.9396 \\ \sin \phi &= \sin 20^\circ = 0.3420\end{aligned}$$

### Paso diametral

Módulo seleccionado:

$$m = 1.5 \text{ mm}$$

Conversión del módulo a pulgadas:

$$m = \frac{1.5}{25.4} = 0.0590 \text{ in}$$

Paso diametal:

$$P_d = \frac{25.4}{m} = \frac{25.4}{1.5} = 16.93 \text{ in}^{-1}$$

## CÁLCULO DEL PASO CIRCULAR

$$p = \pi m$$

Sustituyendo:

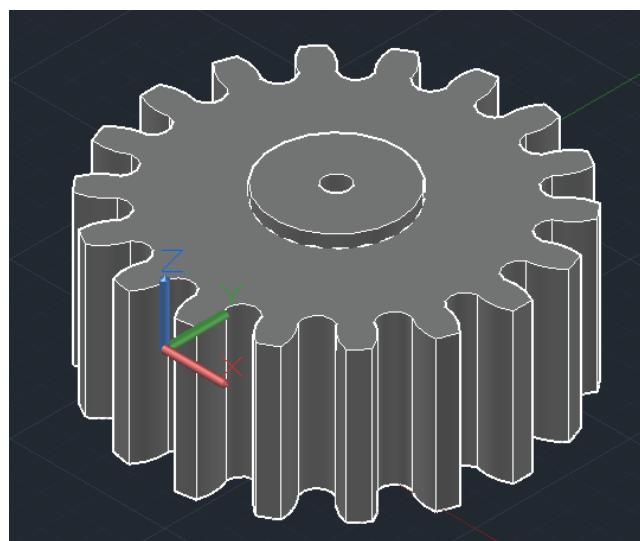
$$p = \pi(0.0590) = 0.1855 \text{ in}$$

## RESULTADOS

### DESCRIBE LOS RESULTADOS ALCANZADOS

En cuanto a la leva, hasta ya había sido diseñada e implementada anteriormente, misma la cual fue reciclada.

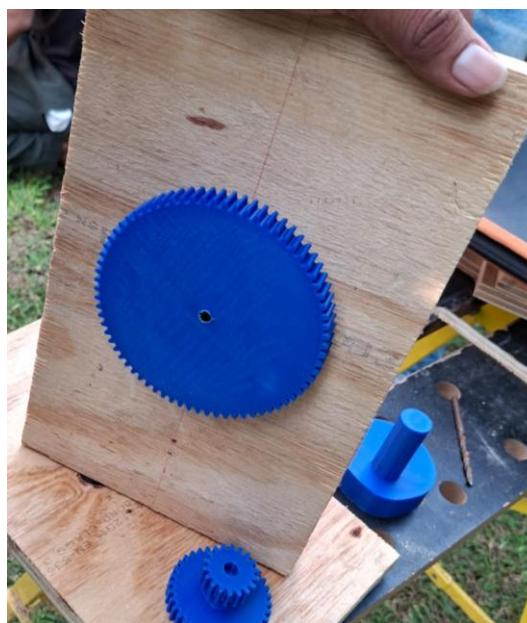
Posteriormente se hicieron los cálculos del número de dientes que iba a requerir cada engrane para así pasar a poder diseñar los engranes en el software AutoCAD.



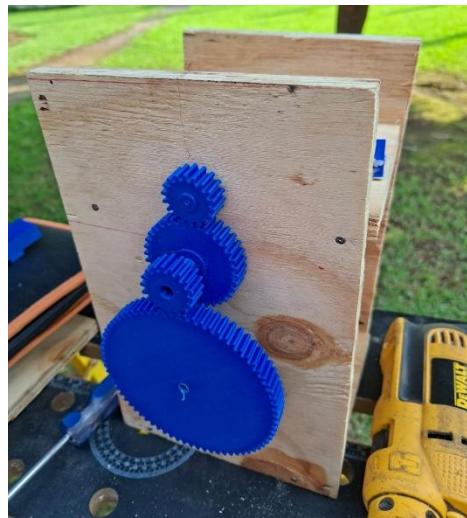
Consecuentemente al contar con las medidas, diseño del mecanismo, cantidad de dientes, paso diametral, así como diámetros de los engranes, pudimos proceder a imprimir los mismo en filamento de PLA, mismo el cual es sumamente útil para este tipo de aplicaciones en mecanismos, pues presenta una rigidez considerable y las impresoras generalmente son muy precisas, cosa vital en engranes pues el paso diametral determina si los engranes podrán embonar o no, pues de no contar con un material adecuado y tener mucho rango de error, puede representar un serio problema a la hora de juntar el sistema de engranes, y es por eso que el filamento de PLA en la impresión 3d fue la decisión tomada y parece ser que también acertada.



Posteriormente cortamos retazos de madera de simbraplay con la que contábamos, pues es importante reutilizar para no gastar material innecesariamente, acondicionamos a la medida de los engranes y de la leva, para verificar que el cuadro o chasis de madera quedara de la medida adecuada, se procedió a cortar y a realizar los huecos correspondientes para verificar que embonaran bien los engranes.



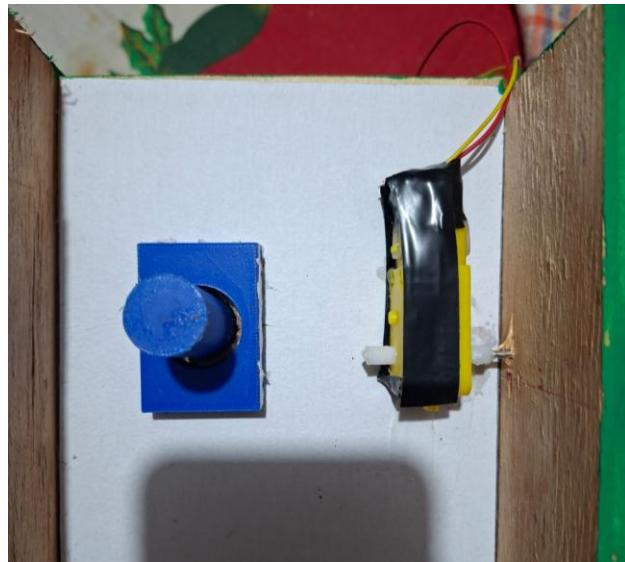
Realizamos una rápida verificación del chasis con los engranes y corroboramos que las medidas efectivamente hayan sido las adecuadas y que los engranes corran correctamente.



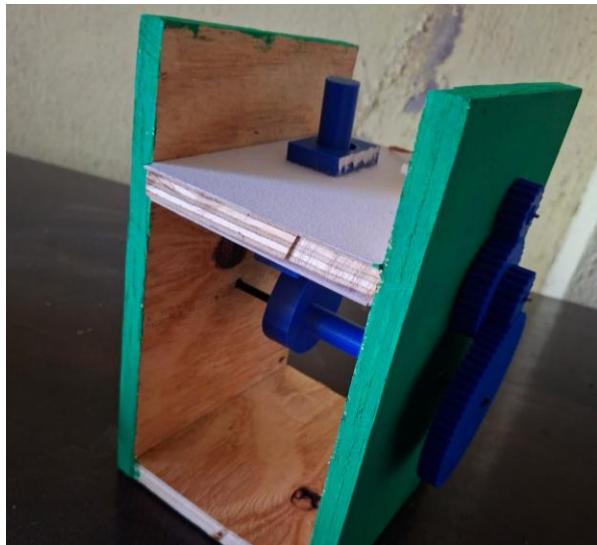
Continuamos implementando la leva al mecanismo y la ajustamos adecuadamente para un correcto desplazamiento de la leva y del seguidor.



Después de checar que todo este correctamente ensamblado, soldamos las terminales del motor utilizado para brindarle un movimiento constante a la leva sin ayuda de intervención manual, y el motor es un reductor de 120rpm que incluso siendo micromotor cuenta con la potencia suficiente para generar el movimiento en el mecanismo completo y pegamos el motor a él engrane de entrada.



Por último, realizamos un ultimo chequeo y probamos que el mecanismo haya funcionado correctamente, y así fue, el mecanismo completo mostro un movimiento constante sin interrupciones.



## **DESCRIBE LOS BENEFICIOS OBTENIDOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO**

La implementación del prototipo permitió comprobar el correcto funcionamiento del tren de engranajes de cuatro elementos y su integración con la leva y su seguidor. La leva utilizada ya había sido diseñada previamente y se reutilizó sin presentar problemas durante su montaje, lo que ayudó a ahorrar tiempo y materiales.

Con base en los cálculos realizados, se definió el número de dientes y las dimensiones de cada engrane, los cuales fueron diseñados en AutoCAD. Posteriormente, los engranes se fabricaron mediante impresión 3D utilizando filamento PLA, material que mostró una buena rigidez y precisión, permitiendo que los dientes embonaran correctamente y que el movimiento fuera uniforme.

El chasis se construyó con madera reutilizada, ajustada a las medidas del sistema. Al montar los engranes, se verificó que giraran libremente y sin atascos. Después, se integró la leva al mecanismo y se realizaron pequeños ajustes para asegurar un movimiento correcto del seguidor.

Finalmente, se instaló un motor reductor de 120 rpm, el cual proporcionó el movimiento necesario para accionar todo el sistema. Tras las pruebas finales, el prototipo presentó un movimiento constante y continuo, cumpliendo con el funcionamiento esperado.

## **DESCRIBE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.**

Durante el desarrollo del proyecto presentamos múltiples problemas y fallas durante la elaboración del mecanismo en sí, pues no contábamos con las herramientas necesarias para una correcta elaboración del mecanismo en sí, sobre todo en las piezas que no pudimos lograr imprimir, estas requieren una elaboración y acabado manual.

Como problema principal tuvimos la elaboración de la caja o chasis del mecanismo, pues al ser de madera, tomamos la iniciativa de cortar manualmente, por lo tanto, fue muy complicado escuadrarlo, y en más de una ocasión nos toco desarmarlo para volver a armarlo de una manera mas precisa, principalmente el problema estuvo en el hueco de la flecha del seguidor, pues este es muy grande y no contábamos con las herramientas necesarias para realizar un correcto trabajo.

Otro problema fue el motor, pues el que reutilizamos ya está muy usado y por lo mismo las terminales fueron complicadas de soldar, sobre todo porque parte de las terminales del motor se encontraba hundido en el plástico del mismo.

Por último, tuvimos problemas para rectificar los engranes, pues por las medidas de la madera, conseguir que quedaran completamente rectos fue una tarea realmente desafiante.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **CONCLUSIONES DE ACUERDO CON EL OBJETIVO PLANEADO INICIALMENTE.**

De acuerdo con el objetivo planteado, se logró diseñar y verificar el correcto funcionamiento de un tren de engranajes compuesto por cuatro engranes en dos etapas, el cual transmite el movimiento desde un motor reductor hasta la salida de manera adecuada. Los cálculos realizados para la selección del número de dientes, módulo y relación de transmisión permitieron obtener una reducción total de velocidad acorde a lo esperado, lo que confirma la validez del diseño teórico.

La fabricación de los engranajes mediante impresión 3D utilizando filamento PLA resultó una opción adecuada para este tipo de aplicación, ya que se obtuvo una buena precisión dimensional y un correcto engrane entre los dientes. Esto permitió que el sistema funcionara de manera continua y sin interrupciones, demostrando que la impresión 3D es una alternativa viable para la elaboración de prototipos mecánicos de baja carga.

Asimismo, la integración del tren de engranajes con el mecanismo de leva y seguidor permitió comprobar la correcta transformación del movimiento rotatorio en un movimiento alternativo, cumpliendo con la finalidad del sistema. El motor reductor de 120 rpm proporcionó la potencia suficiente para accionar todo el mecanismo sin presentar fallas durante su operación.

Finalmente, el desarrollo del prototipo permitió reforzar los conocimientos teóricos sobre engranajes rectos, relaciones de transmisión y fabricación de componentes mecánicos, demostrando la importancia de realizar cálculos previos y un diseño adecuado para garantizar el correcto funcionamiento de un sistema mecánico. (Enganajes, 2025)



## REFLEXIONES INDIVIDUALES

### Reflexión de: Adrian Cobix Quiala

Durante el desarrollo de este proyecto pude comprender mejor la importancia de realizar cálculos correctos antes de fabricar cualquier elemento mecánico. Al ver el funcionamiento real del tren de engranajes y la leva, confirmé que un pequeño error en el diseño puede afectar todo el sistema. Este trabajo me ayudó a relacionar la teoría con la práctica y a valorar el uso de la impresión 3D como herramienta para el prototipado.

### Reflexión de: Elías de Jesús Sandoval Huerta

Este proyecto me permitió aprender cómo los engranajes rectos pueden trabajar en conjunto para transmitir movimiento de forma eficiente. La fabricación de los engranes en impresión 3D con PLA me pareció una experiencia muy útil, ya que facilitó la corrección de errores y el ajuste del diseño. Además, trabajar en equipo fue fundamental para lograr un buen resultado final.

### Reflexión de: Carlos Karim Quino Belli

A lo largo del proyecto entendí que el diseño mecánico no solo depende de los cálculos, sino también del material y del proceso de fabricación. El uso del filamento PLA demostró ser adecuado para este tipo de prototipos, ya que permitió obtener piezas funcionales y precisas. Ver el mecanismo funcionando correctamente fue una experiencia satisfactoria y reforzó mis conocimientos de engranajes y mecanismos.

### Reflexión de: Marcos Ixtapan Polito

La construcción del prototipo me ayudó a desarrollar habilidades prácticas, como el diseño en CAD, el montaje de componentes y la verificación del funcionamiento del sistema. También aprendí que reutilizar materiales, como la madera del chasis, es una buena práctica que reduce costos y desperdicios. Este proyecto fortaleció mi comprensión del funcionamiento real de los sistemas mecánicos.

### Reflexión de: Jose Aziel Isidoro Vásquez

Este trabajo me permitió comprender de manera más clara cómo se transmite el movimiento desde un motor hasta un mecanismo más complejo, como la leva y su seguidor. La correcta coordinación entre los engranajes fue clave para lograr un movimiento continuo y estable. Considero que este proyecto fue una buena experiencia para aplicar conocimientos de ingeniería y enfrentar problemas reales de diseño.

## FUENTES DE INFORMACION

### Referencias

- Enganajes.* (30 de 09 de 2025). Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Engranaje>
- Escobedo, G. R. (2022). *Engranes.* Obtenido de Diseño de elementos de maquinas: <https://sites.google.com/ulsalaguna.edu.mx/diseodeelementosdemaquinas/unidad-3-dise%C3%B1o-de-engranes/engranes-rectos>
- Filamento de PLA en la impresion 3d.* (2021). Obtenido de 3Dnatives: <https://www.3dnatives.com/es/guia-filamento-pla-en-la-impresion-3d-190820192/>
- Juarez, G. M. (2024). *Engrane recto.* Obtenido de Ingenierizando: <https://www.ingenierizando.com/maquinas-y-mecanismos/engranaje-recto/>
- Julia, T. (06 de 03 de 2023). *Engrane.* Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/que-es-un-engrane/>

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRES TUXTLA		PRODUCTO: PROTOTIPO (lista de cotejo)							
ASIGNATURA: MECANISMOS		GRUPO: 511-B	PERIODO: Agosto – Diciembre 2025						
DOCENTE: M.I. LORENA PALMA CRUZ		FECHA: 15/12/2025							
NOMBRE DE (LOS) ALUMNO (S): Adrian Cobix Quiala Elías de Jesús Sandoval Huerta Carlos Karim Quino Belli Marcos Ixtepan Polito Jose Aziel Isidoro Vázquez		UNIDAD No. 5 NOMBRE DE LA UNIDAD: Síntesis de mecanismos							
<b>INSTRUCCIÓN</b>									
Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.									
VALOR %	CARACTERÍSTICA A CUMPLIR (REACTIVO)	CUMPLE		OBSERVACIONES					
		SI	NO						
10	Presentación: Contiene una tarjeta de presentación (ver anexo en la asignación)	✓							
10	Resumen: Incluye una tarjeta de resumen en donde brevemente describe en qué consiste el prototipo.	✓							
15	Presentación física: El prototipo es presentado de forma limpia, prolja y formal.	✓							
15	Ingenio. El equipo utiliza su ingenio para la realización del prototipo.	✓							
15	Originalidad. Originalidad en la creación del prototipo.	✓							
10	Objetividad: Contiene una leva que cinemáticamente funciona de acuerdo a las necesidades planteadas inicialmente.	✓							
10	Objetividad: Contiene un tren de engranes que cinemáticamente funciona de forma correcta.	✓							
15	Aplicación. Cumple con el objetivo planteado, elaborando un prototipo aplicado a la vida cotidiana, experimentando los conocimientos adquiridos en el aula.		✓						
100%	CALIFICACIÓN.	85%							

\*\*En caso de entregar después de la fecha y hora señalada, se descontará 10% en su calificación final de la unidad.

INSTITUCION: TECNM ITSSAT (SAN ANDRES)

DIVISION DE INGENIERIA MECATRONICA

ASIGNATURA: MECANISMOS

DOCENTE: ING. LORENA PALMA CRUZ

GRUPO: 511-B

SEMESTRE: 5TO

P. ESCOLAR: AGOSTO-DICIEMBRE 2025

ACT: FOTOS – PROYECTO U.5

ALUMNOS:

- COBIX QUIALA ADRIAN
- ELIAS DE JESUS SANDOVAL HUERTA
- JOSE AZIEL ISIDORO VAZQUEZ
- MARCOS IXTEPAN POLITICO
- CARLOS KARIM QUINO BELL

ENTREGA: 15/12/2025



