



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

MAQUETA DIDÁCTICA DE UNA CAJA CAMBIOS AUTOMÁTICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: ISRAEL MARTÍN GALARZA MERCHÁN

MATEUS DAVID NACIPUCHA HIDALGO

TUTOR: ING. FABRICIO ESTEBAN ESPINOZA MOLINA, PhD.

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Israel Martín Galarza Merchán con documento de identificación N° 0106518855 y Mateus David Nacipucha Hidalgo con documento de identificación N° 0150097376; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Israel Martín Galarza Merchán

0106518855



Mateus David Nacipucha Hidalgo

0150097376

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Israel Martín Galarza Merchán con documento de identificación N° 0106518855 y Mateus David Nacipucha Hidalgo con documento de identificación N° 0150097376, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Maqueta didáctica de una caja cambios automática”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de julio del 2023

Atentamente,

Israel Martín Galarza Merchán

0106518855

Mateus David Nacipucha Hidalgo

0150097376

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fabricio Esteban Espinoza Molina con documento de identificación N° 0301232757, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: MAQUETA DIDACTICA DE UNA CAJA CAMBIOS AUTOMATICA realizado por Israel Martín Galarza Merchán con documento de identificación N° 0106518855 y por Mateus David Nacipucha Hidalgo con documento de identificación N° 0150097376, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Fabricio Esteban Espinoza Molina, PhD.

0301232757

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mis padres Rene y Wilma, ya que han sido un soporte y apoyo primordial en esta meta que me propuse alcanzar.

A mi hermana Cristina quien con su alegría y motivación me ha acompañado durante estos 22 años en cada logro.

A mis compañeros de trabajo Fabián, Aníval, Andrés y a mi jefe Carlos, ya que con cada uno de sus consejos y recomendaciones el proyecto se ha logrado realizar.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de avanzar día a día, con la mente clara en cada objetivo.

Agradezco a mi tutor de tesis por el seguimiento y disposición en el desarrollo del proyecto, ya que continuamente nos apoyó en este con sus conocimientos.

A mi compañero de tesis Mateus, por estar siempre a disposición y colaboración en la ejecución de este proyecto, por ser ese amigo que cualquier persona necesita.

A mis compañeros desde primer ciclo Moisés, Fernanda, Jonnathan y Sebastián que estuvieron en cada actividad de clase, anécdota y recuerdo a lo largo de estos 5 años.

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este proyecto a mis padres Catalina y Ruperto, quienes han sido un apoyo incondicional a lo largo de estos 5 años.

A mi hermana Sandra y su esposo Fernando quienes con sus palabras de aliento han sido mi motivación para alcanzar este logro

A mi sobrina Luna, ya que ha sido mi mayor inspiración para poder concluir con cada una de mis metas en estos años de formación.

De manera especial a mi primo Hernán, por su colaboración en este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme a lo largo de estos años y por permitir que mi familia siempre esté presente en cada logro.

Agradezco a mi tutor de tesis por el acompañamiento y colaboración en el desarrollo del proyecto, ya que aportó de manera significativa con sus conocimientos.

A mi compañero de tesis Israel, por ser un soporte y por acompañarme a alcanzar cada objetivo de este proyecto.

A mis compañeros de clase Moises, Fernanda y Jonnathan que estuvieron a lo largo de formación académica.

RESUMEN

Este proyecto de titulación tiene como objetivo, la construcción de una maqueta didáctica de caja de cambios automática, para conseguir este objetivo se utilizaron tres métodos los cuales fueron bibliográfico, práctico y descriptivo.

El método bibliográfico fue utilizado para realizar un marco teórico sobre los fundamentos necesarios para la determinación de los parámetros esenciales que debe cumplir la maqueta, para el método práctico aquí se basó en la construcción una maqueta didáctica de una caja de cambios automática esto a partir de que la misma será ensamblada, probada a partir de esto se generaran guías de práctica para la manipulación de la maqueta y el método descriptivo se va a basar directamente en los (ORA), con estos se llegará a verificar si los participantes de la fundación PACES han logrado adquirir el conocimiento a partir del aprendizaje que se puede generar con esta nueva maqueta didáctica.

Como resultado final, se obtuvo una maqueta funcional que proporciona todos los modos de marcha de la caja de cambios automática, además en la misma se presenta diferentes diagramas de flujo del aceite, también el cuadro de operaciones de sus elementos, e incluido con esto se tiene los diferentes manómetros para medir la presión de aceite de la caja.

Palabras Claves: PACES, portasatelites, epicicloidal, automática

ABSTRACT

This titling project has as objective, the construction of a didactic model of automatic gearbox, to achieve this objective, three methods were used, which were bibliographic, practical and descriptive.

The bibliographic method was used to carry out a theoretical framework on the necessary foundations for the determination of the essential parameters that the model must meet, for the practical method here it was based on the construction of a didactic model of an automatic gearbox, this from which it will be assembled, tested from this, practice guides for the manipulation of the model will be generated and the descriptive method will be based directly on the (ORA), with these it will be possible to verify if the participants of the PACES foundation They have managed to acquire knowledge from the learning that can be generated with this new didactic model.

As a final result, a functional model was obtained that provides all the modes of operation of the automatic gearbox, in addition, different oil flow diagrams are presented, as well as the operations chart of its elements, and included with this are the different manometers to measure the oil pressure of the box.

Keywords: PACES, satellite carrier, epicyclic, automatic

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VI
ABSTRACT	1
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PROBLEMA	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Importancia y Alcances.....	3
3. Delimitación	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo General	5
4.2. Objetivos específicos.....	5
5. CAPITULO I.....	6
5.1.1 Características fundamentales de la maqueta de caja de cambios.	7
5.1.1.1 Funcionalidad	7
5.1.1.3 Ergonomía.....	7
5.1.1.4 Seguridad.....	9
5.1.1.5 Maniobrabilidad	10
5.1.1.6 Estetica	10
5.2 Análisis de las maquetas didácticas ya existentes	11
5.3 Objetivos Renovables de Aprendizaje.....	12
5.3.1 Generacion de ORAS	14
5.4 Historia sobre las cajas de cambios de tipo automático	15
5.4.1 Caja de cambios automática de la maqueta didáctica.	16
5.5 Constitución de las cajas de cambios automáticas	18
5.5.1 Trenes epicicloidales	19
5.5.1.2 Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal sencillo.....	20
5.5.1.3 Punto muerto	21
5.5.1.4 Relación directa 1:1.....	22
5.5.1.5 Relación de transmisión con desmultiplicación de giro	23
5.5.1.6 Relación de transmisión con multiplicación de giro	23
5.5.1.7 Inversiones de giro	24
5.5.2 Frenos y embragues:.....	24
5.5.2.1 Frenos:	24
5.6 Funcionamiento de las diferentes velocidades	26
5.6.1 Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas.....	27
5.6.1.1 Flujos.....	27
5.6.1.2 Cuadros de operación	33
6. CAPITULO II	40
6.1 Diseño de la maqueta didáctica de la caja de cambios automática	40
6.1.1 Análisis del problema.....	43

6.1.2	Diseño conceptual	43
6.1.3	Dar forma a los esquemas	44
6.1.4	Fase de evaluación	44
6.1.5	Fase de ejecución	44
6.2	Construcción de la maqueta didáctica.....	46
6.2.1	Diagnostico de la caja de cambios.	46
6.2.2	comprobación de cada elemento de la caja de cambios	47
6.2.3	Planos de la caja de cambios automática.	48
7.	CAPITULO III	49
7.1	Objetos Renovables de Aprendizaje de la maqueta didáctica de caja de cambios automática.	49
7.1.1	Realización de los Objetos de Aprendizaje Renovables	49
7.1.2	Guías de práctica.	67
8.	CONCLUSIONES	68
9.	RECOMENDACIONES	69
10.	ANEXOS.....	70
Anexo 1	70
Anexo 2	99
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	107

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1	Delimitación de zona del proyecto de titulación	4
Figura 2	Posicionamiento para control de maquinaria vista superior	8
Figura 3	Posicionamiento para control de maquinaria vista lateral	8
Figura 4	Proceso seguido para la generación de ORAS	14
Figura 5	Tren epicicloidal tipo Wilson con tren epicicloidal extra.....	18
Figura 6	Engranaje epicicloidal	21
Figura 7	Punto muerto.....	22
Figura 8	Relación directa 1:1	22
Figura 9	Relación de transmisión con desmultiplicación de giro	23
Figura 10	Relación de transmisión con multiplicación de giro.....	23
Figura 11	Frenos Multidisco	25
Figura 12	Freno de cinta	26
Figura 13	Esquema de caja de cambios Toyota RAVA.....	26
Figura 14	Flujo hidráulico primera marcha	28
Figura 15	Flujo hidráulico de segunda marcha.....	29
Figura 16	Flujo hidráulico de tercera marcha	30
Figura 17	Flujo hidráulico de cuarta marcha	31
Figura 18	Flujo hidráulico de marcha atrás.....	32
Figura 19	Primera marcha caja de cambios Toyota RAV4.....	34
Figura 20	Segunda marcha caja de cambios Toyota RAV4	35
Figura 21	Tercera marcha caja de cambios Toyota RAV4	36
Figura 22	Cuarta marcha caja de cambios Toyota RAV4.....	37
Figura 23	Marcha lenta caja de cambios Toyota RAV4.....	38
Figura 24	Marcha reversa caja de cambios Toyota RAV4	39
Figura 25	Procesos del diseño de French.....	40
Figura 26	Diagrama de French.....	42
Figura 27	Diseño French para maqueta didáctica de caja de cambios automática	45
Figura 28	Caja de cambios en la situación inicial.....	46
Figura 29	Esquema de ORAS	50
Figura 30	Hoja de contenido del ORA.....	51
Figura 31	los objetivos de aprendizaje que se tiene en este ORA	52
Figura 32	Que es una caja de cambios automática	53
Figura 33	¿Que se sabe sobre las cajas de cambios automáticas?	53
Figura 34	Características de funcionamiento que deben cumplir las cajas de cambios automáticas.....	54
Figura 35	Historia de las cajas de cambio automáticas parte 1.....	55
Figura 36	Historia de las cajas de cambio automáticas parte 2.....	55
Figura 37	Historia de las cajas de cambio automáticas parte 3.....	56
Figura 38	Historia de las cajas de cambio automáticas parte 4.....	56
Figura 39	Historia de las cajas de cambio automáticas parte 5.....	57
Figura 40	Constitución de las cajas de cambios automáticas	58

Figura 41	Elementos	59
Figura 42	Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal sencillo	60
Figura 43	Trenes epicicloidales de la caja de cambios de Toyota RAV4.....	61
Figura 44	Frenos y embragues	62
Figura 45	Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4.....	63
Figura 46	Cuadro de operación de la caja de cambios de Toyota RAV4	64
Figura 47	Flujos de operación de todas las marchas de la caja.....	65
Figura 48	Video interactivo de la caja de cambios	66
Figura 49	Evaluación final.....	67
Figura 50	Caja automática Toyota RAV4 2013.....	70
Figura 51	Caja automática Toyota RAV4 2013 vista frontal	71
Figura 52	<i>Base embrague portasatelites</i>	72
Figura 53	<i>Base rejilla</i>	73
Figura 54	<i>Bomba</i>	74
Figura 55	<i>Corona 1</i>	75
Figura 56	<i>Corona 2</i>	76
Figura 57	<i>Corona 3</i>	77
Figura 58	<i>Eje 1</i>	78
Figura 59	<i>Eje bomba</i>	79
Figura 60	<i>Eje sol 3</i>	80
Figura 61	<i>Embrague 1</i>	81
Figura 62	<i>Engranaje diferencial</i>	82
Figura 63	<i>Engranaje parking</i>	83
Figura 64	<i>Engranaje unión 1</i>	84
Figura 65	<i>Engrane unión 2</i>	85
Figura 66	<i>Florero diferencial</i>	86
Figura 67	<i>Pista eje</i>	87
Figura 68	<i>Pistón 1</i>	88
Figura 69	<i>Pistón 2</i>	89
Figura 70	<i>Portasatelites 2</i>	90
Figura 71	Rejilla de embrague	91
Figura 72	<i>Rodillo sol</i>	92
Figura 73	<i>Satélite 1</i>	93
Figura 74	<i>Satélite 2</i>	94
Figura 75	<i>Satélite 3</i>	95
Figura 76	<i>Sol 1</i>	96
Figura 77	<i>Sol 2</i>	97
Figura 78	<i>Sol 3</i>	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis de las maquetas didácticas ya existentes	11
Tabla 2	Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal sencillo1	20
Tabla 3	Cuadro de operaciones de Toyota RAV4.....	33
Tabla 4	Comprobación de elementos de la caja	47

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto que se va a presentar es una maqueta didáctica de una caja cambios automática para la fundación Proyecto Académico Artesanal de Capacitación Especial (PACES), en la cual se va a evidenciar sobre los diferentes modos de funcionamiento que ofrece la misma, esto será útil para que los estudiantes puedan alcanzar los objetivos de aprendizaje, propuestos en su programa de estudios.

Como se explicó en el párrafo anterior, el objetivo planteado dentro del proyecto es realizar la construcción de una maqueta didáctica de caja de cambios, para conseguir esto se tendrá el desarrollo de tres objetivos los cuales son: realizar un marco teórico sobre los fundamentos esenciales que deba cumplir la maqueta, la construcción de la maqueta y como objetivo final hacer los Objetos Renovables de Aprendizaje (ORA).

La importancia de este proyecto es proporcionar material de didáctico a la fundación PACES, siendo partícipes del objetivo que tiene dicha fundación el cual es apoyar a los jóvenes en situación de vulnerabilidad para que los estudiantes que cursan el programa mecánico artesanal automotriz puedan alcanzar sus objetivos de aprendizaje.

La metodología aplicada para este proyecto son:, el método bibliográfico será utilizado para realizar un marco teórico sobre los fundamentos necesarios para la determinación de los parámetros esenciales que debe cumplir la maqueta en este aspecto se revisará artículos científicos, libros técnicos y documentos que tengan relevancia para este proyecto, además ayudarnos a revisar los fundamentos educativos, método practico aquí se basa en la construcción una maqueta didáctica de una caja de cambios automática esto a partir de que la misma será ensamblada, probada y se generaran guías de práctica para la manipulación de la misma otorgando así la posibilidad de adquirir nuevo conocimiento para los participantes de la fundación PACES, método descriptivo se va a basar directamente en los (ORA), con estos se llegará a verificar si los participantes de la

fundación pases han logrado adquirir el conocimiento a partir del aprendizaje que se puede generar con esta nueva maqueta didáctica.

Se comenzará con la parte bibliográfica del proyecto donde se analizará información valiosa de las diferentes fuentes de investigación científica, con la finalidad de establecer los parámetros fundamentales para el diseño de la maqueta didáctica.

En un segundo instante, se procederá a realizar la comprobación del estado de la caja de cambios automática y se realizará los elementos que estén averiados, y finalmente se procederá al montaje y comprobación de la caja de cambios automática.

Y como parte final, se procederá al desarrollo de los objetos renovables de aprendizaje en donde los mismos serán útiles para la comprobación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes de PACES.

2. PROBLEMA

Inicialmente en el sistema de educación superior no se ha incentivado a las universidades y escuelas politécnicas para que oferten carreras en modalidades distintas a la presencial, incluso debido a la fase de regulación en que entran las instituciones de educación superior a partir de la emisión de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES).

Además, se debe recalcar que, de la normativa secundaria “Asimismo este problema causa el incremento del costo de oportunidad de estudiar, esto porque el interesado deberá incurrir en más costos de los normales agregar que muchos prefieren desistir y empezar trabajando abandonando sus objetivos y proyectos de vida” (Secretaria de Educación Superior, 2018, pág. 21)

2.1 Antecedentes

En el sistema de educación superior del Ecuador se ha tenido una ausencia de procesos de planificación adecuados conforme a las necesidades de las instituciones educativas para cubrir la demanda actual esto referente a los recursos para innovar procesos de enseñanza y aprendizaje.

De acuerdo al ministerio de educación se registran 4.374.799 estudiantes en todos los niveles educativos donde el 7% está en inicial, 73% en educación básica y 20% en bachillerato, la primera problemática que se tiene es referente al porcentaje de personas ente 18 y 29 años con bachillerato completo el cual es de 69.75%, otra de las problemáticas que se presenta es una tasa bruta de matrícula en educación terciaria del 37.34%, y otro de los problemas que se tiene es la tasa de deserción en el primer año de educación básica superior que es de 21.84%.

2.2 Importancia y Alcances

En la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) se desarrollan diferentes proyectos de vinculación con la sociedad aquellos que buscan promover y trabajar en el desarrollo integral de niños, niñas, adolescentes y jóvenes en situación de vulnerabilidad, la UPS ha sido participe de varios de ellos y algunos de dichos proyectos se han vinculado con el Proyecto Académico Artesanal de Capacitación Especial (PACES), el mismo que tiene como objetivo apoyar a estos jóvenes en situación de vulnerabilidad que debido al uso que le dan a las maquetas

se deterioran con el pasar de los años y a esto se suma el avance vertiginoso que se tiene en la Ingeniería automotriz, se han visto la necesidad de realizar maquetas didácticas funcionales para el aprendizaje de los estudiantes que cursan el programa mecánico artesanal automotriz (PACES, 2011).

3. Delimitación

El proyecto, se llevará a cabo en la Provincia del Azuay, en la Ciudad de Cuenca, ubicada al sur del Ecuador, la cual tiene una altitud de 2500 m.s.n.m, una extensión de 70.59 km² y una población aproximada de 603.269 habitantes, como se puede observar en la figura 1.

Figura 1

Delimitación de zona del proyecto de titulación



Nota. Zona del proyecto de titulación [Fotografía], por Google Maps, 2023, (<https://n9.cl/wmvtx>)

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Realizar la construcción de una maqueta didáctica de una caja cambios automática para la fundación PACES de la especialidad mecánica automotriz.

4.2. Objetivos específicos

- Realizar un marco teórico sobre los fundamentos necesarios para la determinación de los parámetros esenciales que deban cumplir la maqueta didáctica para el aprendizaje en mecánica automotriz.
- Construir una maqueta didáctica de una caja de cambios automática para la instrucción artesanal del área de mecánica automotriz de la fundación PACES.
- Hacer los Objetos Renovables de Aprendizaje (ORA) de la maqueta para el aprendizaje de los estudiantes de la fundación PACES.

5. CAPITULO I

5.1 Marco teórico sobre los fundamentos necesarios de la maqueta didáctica.

Las maquetas con fines didácticos tienen como propósito que los estudiantes comprendan los elementos que componen un objeto de estudio. Estos elementos didácticos son cruciales para la formación estudiantil despertando el interés colectivo, de esta manera se llega a tener ambientes de clases mucho más interactivos. Ahora, las maquetas son consideradas como una de las ramas principales del diseño, esto porque deben mostrar algo real, pero a una menor escala. La selección de maquetas va a servir como garantía de que se cumplan con los objetivos para el proceso de aprendizaje-enseñanza.

Las maquetas físicas son herramientas eficaces para el desarrollo de diferentes proyectos o presentaciones en el ámbito estudiantil, mientras que en campo profesional son útiles en diversos sectores como la arquitectura, la edificación, etc. Esta es considerada un tipo de metodología que es muy útil para varias disciplinas en la educación como por ejemplo el dibujo técnico.

Por su parte, Ferre y Saltos (2013), arguyen que el uso de los materiales didácticos en el proceso educativo favorece las habilidades cognitivas, psicomotoras y psicoafectivas. De hecho, cuando se hace uso de material didáctico pertinente, las clases se vuelven interactivas, lo cual es bueno para el aprendizaje de los estudiantes.

Gracias al uso este tipo de metodología, se tiene una serie de ventajas, una de las ventajas principales es que brinda la capacidad para comprender un tema en específico, también será útil para una mejor explicación del tema teniendo como efecto un aprendizaje más significativo; como conclusión se puede afirmar que el aprendizaje a través del uso de la maquetación es una forma de aporte para el aprendizaje, esto porque va a facilitar la explicación de la parte teórica esto a partir de la manipulación de material.

La confección de un material didáctico por los estudiantes puede favorecer el proceso enseñanza aprendizaje en asignaturas que requieren de un nivel práctico elevado, pues permiten dar salida a los núcleos básicos de la asignatura y garantizar las habilidades prácticas en los estudiantes y docentes-metodológicas en los profesores.

5.1.1 Características fundamentales de la maqueta de caja de cambios.

Ahora los parámetros esenciales que deberá cumplir la maqueta didáctica de la caja de cambios automática son cinco: 1) funcionalidad, 2) ergonomía, 3) seguridad, 4) maniobrabilidad y 5) estética. Todas serán explicadas de forma que se pueda evidenciar cada una de las características y a partir de esto se desarrollara el diseño de la maqueta didáctica.

5.1.1.1 Funcionalidad

La funcionalidad se considera como un conjunto o grupo de características que hacen que algún elemento sea práctico.

La maqueta didáctica, debe mostrar las diferentes características y capacidades de una caja de cambios automática, esto en términos de operación, de esta manera se obtendría la simulación de cómo se realizan las relaciones de transmisión en este tipo de caja y como está estructurada de manera interna, llegando así a la identificación de los elementos que se unen para los diferentes tipos de marchas.

5.1.1.3 Ergonomía.

Referente a la ergonomía se debe considerar que los operarios de la maqueta didáctica se van a mantener de pie, para esto se tener las siguientes consideraciones como: el tamaño de las personas que operan la máquina en nuestro país la altura promedio es de 1.64 cm (El telegrafo, 2017), y segundo la distancia de la persona a la maqueta para que pueda maniobrarla, considerando esto se tomó como referencia el libro: Manual de Ergonomía y Seguridad para exponer dichas distancias.

En las Figuras 2 y 3 a continuación, se muestra un ejemplo de la posición que el operario o estudiante, debe tener al momento de manipular el banco didáctico referente a ángulos y distancias que se debe conservar para no tener inconvenientes.

Figura 2

Posicionamiento para control de maquinaria vista superior

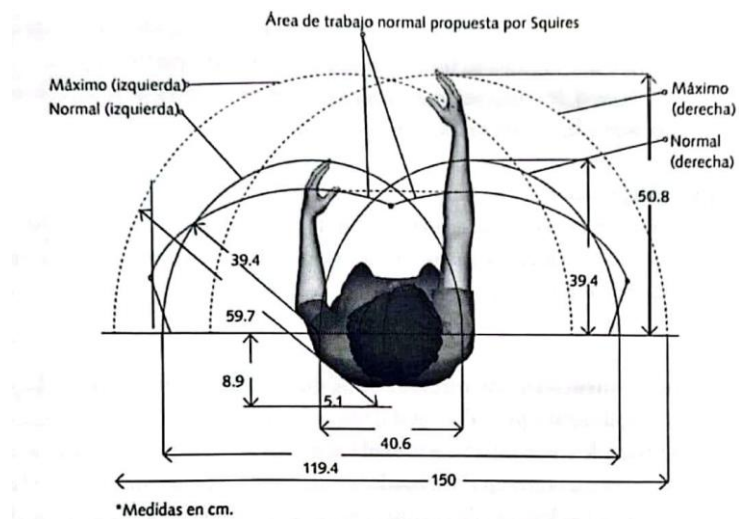
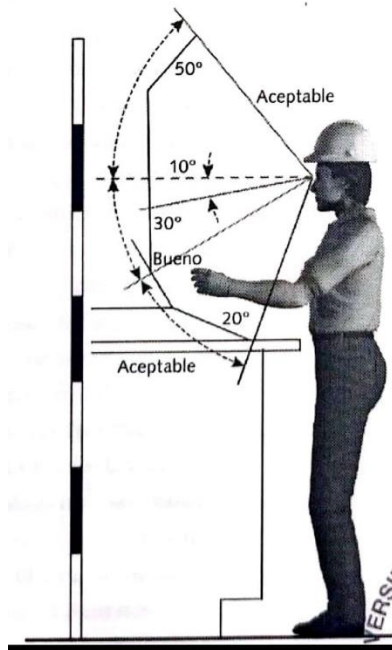


Figura 3

Posicionamiento para control de maquinaria vista lateral



La maqueta tendra un peso aproximado de 140 kg con lo cual el operador o estudiante no debe intentar de ninguna forma despegar la misma del suelo ya que podria llegar a producirse una lesion grave.

Otro aspecto a considerar de forma ergonomica es el lugar donde se va hacer que la maqueta funcione, en este caso las consideraciones de diseño referente al largo y ancho de la misma son de un espacio amplio, y los otros aspectos importantes es la produccion de vibraciones y de calor por parte de la maqueta esto debido a la caja de cambios y el motor son un mismo conjunto, las vibraciones para este caso seran de 8Hz esto debido a que se usa un motor de tipo trifasico, mismas vibraciones que estraran a la caja de cambios.

El calor que se llegue a tener producido por la maqueta sera controlado por el sistema hidraulico de aceite de la misma caja, mientras que el motor producira 40 °C, el ambiente que tendra en un cuarto amplio por lo que la disipacion de calor no sera un inconveniente.

5.1.1.4 Seguridad

La maqueta didactica debe considerarse segura para si misma, de esta forma debe garantizar las salud de las personas que la utilizan, por lo que su diseño tiene que cumplir una serie minima de requisitos de seguridad.

Tambien indicaciones en forma de señalizacion a un costado en caso de que el usuario quiera tratar de colocar las manos en sitios donde pueda sufrir quemaduras o algun otro daño fisico para el usuario.

La consideracion final, sera sobre los implementos en caso de una situacion de emergencia esto debido a que los fluidos y componentes pueden llegar a producir incendios para evitar esto se tiene un boton de seguridad para frenar el funcionamiento del motor en caso de ser necesario y un extintor en la parte inferior en caso de producirse un incendio.

5.1.1.5 Maniobrabilidad

La maniobrabilidad o también conocida como manejabilidad hace referencia al comportamiento de una máquina y la sensibilidad de los mandos de la misma en todos sus modos de funcionamiento.

Referente a la maniobrabilidad se tendrán dos aspectos; el primero será la manipulación de los mandos de la maqueta didáctica, para este aspecto de toma como base la consideración de ergonomía presentadas anteriormente, el elemento de mando va a ser la palanca de cambios.

El otro aspecto referente a la maniobrabilidad, será como se desplazara la maqueta didáctica esto debido a que no puede estar estática en un solo punto sino debe ser capaz de llevarse a cualquier parte donde se permita esto considerando su peso y su tamaño.

Para esto como se presentó anteriormente en los planos la maqueta tendrá 2 soportes a cada uno de los costados para la maniobrabilidad además, de que cada maqueta tiene un juego de ruedas de varias direcciones sin tener algún problema en sitios curvos o sin que la maqueta se arrastre por el piso dañándose en el proceso.

5.1.1.6 Estética

En la parte estética es el último aspecto que se llega a considerar esto debido a que son los toques finales para la presentación de la maqueta terminada.

Entre algunos aspectos se considera que los elementos se encuentren con el debido control y limpieza como el motor y la caja, el estado del banco donde se coloca es de color verde.

Otra consideración es referente a el cableado de la maqueta el cual no deberá estar regado por toda la maqueta sino correctamente unido o siendo en caso correspondiente seccionado para ser agradable a la vista.

La última consideración es más referente a los elementos anterior mencionados los cuales son la placa de aluminio en la parte superior de la maqueta donde se evidencia la estructura y

características de la caja de cambios esta misma debería ser legible y estar con una letra clara sin generar dificultad al leerla.

5.2 Análisis de las maquetas didácticas ya existentes.

En esta sección lo que realizo es una investigación sobre los diferentes tipos de maquetas que se llegan a encontrar en el mercado y cual se puede ajustar de mejor forma a las necesidades de la maqueta que se está construyendo, la misma se puede evidenciar en la tabla 1.

Tabla 1

Análisis de las maquetas didácticas ya existentes

Procedencia	Nombre	Funcionamiento	Medidas
DAESUNG G-3 CO.,LTD	CVT System Educational Trining Equitment	Simulación de marchas a diferentes velocidades de entrada, visualización de presiones de aceite, demuestra la estructura de los componentes de la caja.	1500x1300x1500mm
	Automatic Transmition System Computer Educational Trinign Equipmet	Simulación de marchas a diferentes velocidades de entrada, visualización de presiones de aceite, demuestra la estructura de los componentes de la caja, modo de diagnóstico de fallas, visualización de códigos de falla.	1220x1100x1600mm
	Automatic Transmission Actuate System Educational Trainig Equipment	Simulación de marchas a diferentes velocidades de entrada, demuestra la estructura de los componentes de la caja.	1220x800x1600mm
AutoEDU - Automotive Training Equipment	Automatic Transmission Educational Trainer	Caja seccionada para visulaizacion de la estructura interna, visualizacion de la salida de marcha.	800x900x1000mm
	Automatic Transmission Cutaway Educational Trainer	Caja seccionada para visulaizacion de la estructura interna, visualizacion de la salida de marcha.	700x900x9000mm

Procedencia	Nombre	Funcionamiento	Medidas
Made-in-china connecting Buyers with Chinese Supplies	Toyota A341e Automatic Transmission Training Bench Automotive Training Equipment Educational Supply	Simulación de marchas, valor de cambio de velocidad, modo de diagnóstico de fallas, visualización de códigos de falla.	1500x1000x1800mm
	Volkswagen 01n Automatic Transmission Training Bench Vocational Training Educational Equipment	Simulación de marchas a diferentes velocidades de entrada, visualización de presiones de aceite, demuestra la estructura de los componentes de la caja, modo de diagnóstico de fallas, visualización de códigos de falla	1260x850x1800mm
	Automatic Transmission Training Equipment Automotive Training Equipment Vocational Training Educational Equipment	Simulación de marchas, valor de cambio de velocidad, modo de diagnóstico de fallas, visualización de códigos de falla.	2200x1500x2100mm

5.3 Objetivos Renovables de Aprendizaje

También, se debe hacer mención especial a los Objetos Renovables de Aprendizaje (ORA) esto debido a que con las consideraciones de diseño establecidas los ORA son el recurso didáctico de un sistema educativo, formando parte de los elementos facilitadores del aprendizaje, los mismos que pueden ser utilizados por cualquier estudiante que desea aprender un tema, o, por un docente/investigador que desea preparar material didáctico para su clase, estos objetos deben ser diseñados y adecuados a los estándares actuales.

Se garantiza tanto la calidad de los contenidos educativos, la reusabilidad en varios contextos de aprendizaje, también se puede llegar a definir como una unidad accesible, reutilizable e interoperable, que tiene sentido por sí mismo, constituido por objetivos, contenido, actividades de aprendizaje, evaluación, y estructura externa que facilite su almacenamiento, identificación, recuperación en diferentes contextos educativos, esto será útil para la última parte del desarrollo

de la maqueta debido a que con ellos se puede comprobar el nivel de conocimiento adquirido gracias a la maqueta didáctica.

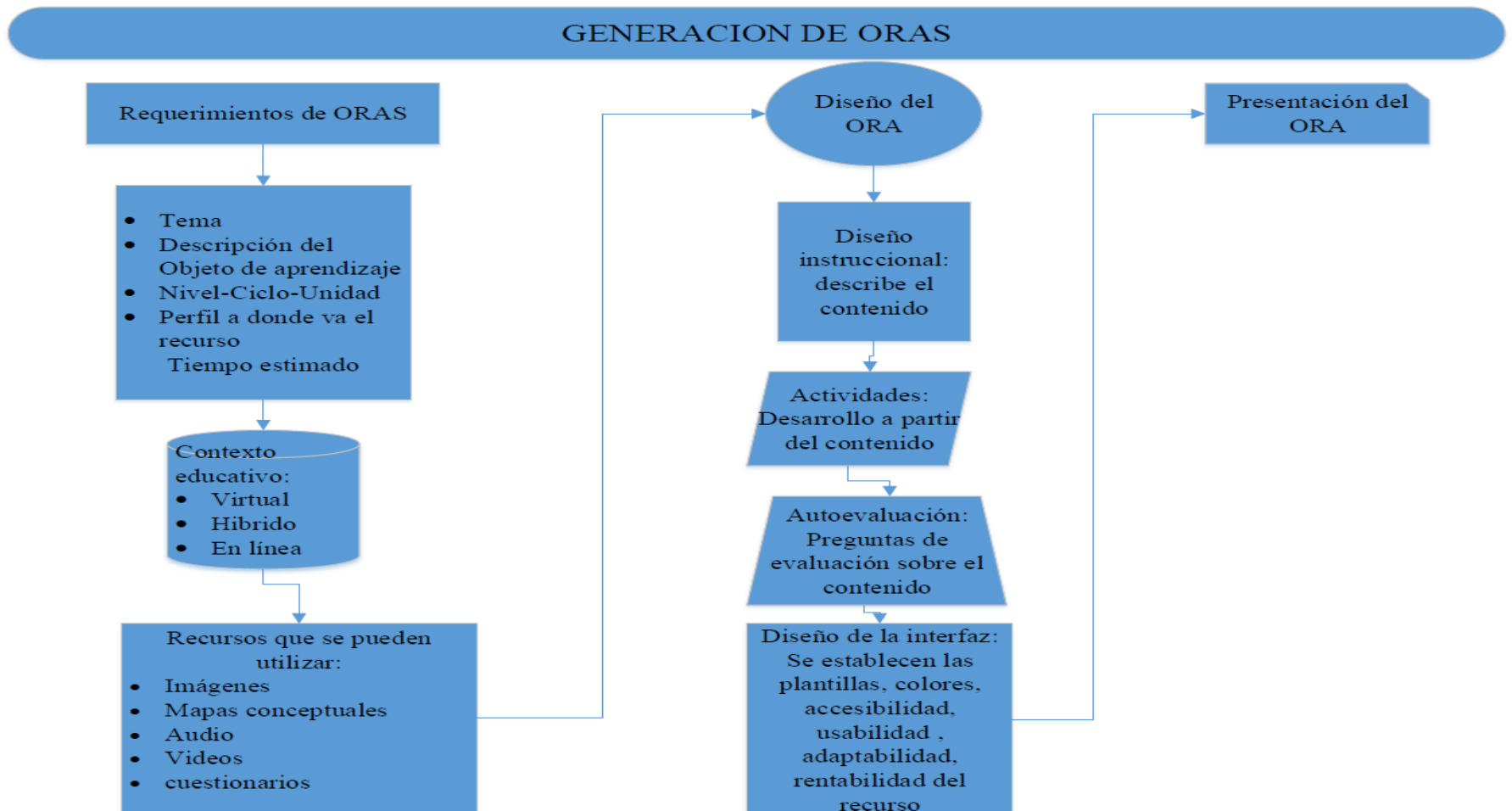
En esta división la UPS a partir del plan de acción para la transformación digital plantea una serie de objetivos denominados como: Objetivos de transformación digital estos incluyen mejorar la educación a distancia, mejorar la eficiencia en los procesos y operaciones, mejorar la colaboración y el intercambio de información (Tapia, 2023).

5.3.1 Generación de ORAS

A continuación en la figura 4 se presenta un esquema donde se explica como es la generación de ORAS.

Figura 4

Proceso seguido para la generación de ORAS



5.3.2 Características de los ORA:

A continuación, se enumera las características que deben cumplir un ORA, para su correcta elaboración.

- a) **Interoperable** : Puede ser desplegado en diversos entornos que permitan estándares homogéneos.
- b) **Educativo**: Su finalidad es educativa de tal manera que permita la representación, comprensión y expresión.
- c) **Generativo**: Es escalable, puede construir nuevo conocimiento, modulo, ensamblajes, etc.
- d) **Accesible**: Capacidad para ser entendido sin barreras, de manera independiente por cualquier estudiante , tenga discapacidad o no.
- e) **Reutilizable**: Puede crear nuevos niveles, componentes y ser usado como recurso educativo digital en cualquier contexto tecnológico educativo.
- f) **Granular**: Especificar una estructura que facilite la reutilización.

5.4 Historia sobre las cajas de cambios de tipo automático

Referente a la historia de la transmisión automática se considera su nacimiento desde el año 1930 sin embargo se tiene un antecedente que la transmisión de tipo automático se comenzó a producir desde el año 1939. Todo comienza con Ford el modelo del vehículo era el tipo T, aquí se tenía una característica que el engranaje planetario era manipulado con el pie, esto fue parte en la impulsión de más de 15 millones de unidades que fueron parte del ensamblaje durante los años 1908 y 1927, otras empresas también fueron participes en el desarrollo del sistema de control de tipo hidráulico por parte de General Motors por parte de Chrysler además del desarrollo del convertidor de par.

La conocida General Motors se tuvo la división Hydra-Matic, esta división fue la responsable de tener la primera transmisión completamente automática para sus modelos, en octubre de 1939 ya con 6 meses de tener la decisión formada. Un año más tarde los Oldsmobile llegaron a la fabricación de cajas automáticas, mientras tanto la división Hydra-Matic promovía 220 transmisiones y comenzaron a emplearlas para Cadillac, más información sobre las cajas de tipo automático fue su desarrollo durante la guerra a partir de esto se llegó a la creación del

convertidor de par, este último es un elemento utilizado para la impulsión que no tenía una gran transferencia de par cuando se estaba a bajas velocidades pero, cuando se tenía velocidad crucero se tenía una eficiencia alta. Para el año 1950 los fabricantes ya brindaban transmisiones automáticas y ya en varios vehículos se entregaba como una medida estándar. Ya aquí los principales mecanismos de la transmisión automática los cuales son: trenes epicicloidales, el acoplamiento hidráulico y los sistemas de control surgieron desde la década de 1940. Ahora él durante los siguientes años no se ha tenido una gran variedad de cambios el más importante es sobre el control de tipo electrónico de las cajas de cambios automáticas el mismo que se ha desarrollado desde el año 1980.

Con el desarrollo de diferentes tipos de motores con niveles de tracción y par bastante elevados ya sea para gasolina o diésel se tuvo algunas características para el desarrollo de transmisiones, el objetivo de estas es la reducción de costos, economía de combustible o efectividad. Para concretar este aspecto la electrónica es un elemento fundamental para el mejoramiento del diseño, las cajas de cambios actuales deben cumplir:

- Cambios de marcha precisos aquí el movimiento de la palanca de cambios será mínimo.
- Las relaciones de transmisión correctamente elegidas para el tipo de motor que se emplea.
- La caja debe cumplir unos estándares de calidad excepcionales, teniendo así una larga vida y funcionar de manera silenciosa.
- Pérdidas producidas por la fricción de los elementos que sean mínimas.
- El diseño de la misma debe ser compacto debe ser resistente y con dimensiones estandarizadas.
- El peso de las mismas debe ser reducido.
- Cambios adaptativos.
- Patrones de conducción.

5.4.1 Caja de cambios automática de la maqueta didáctica.

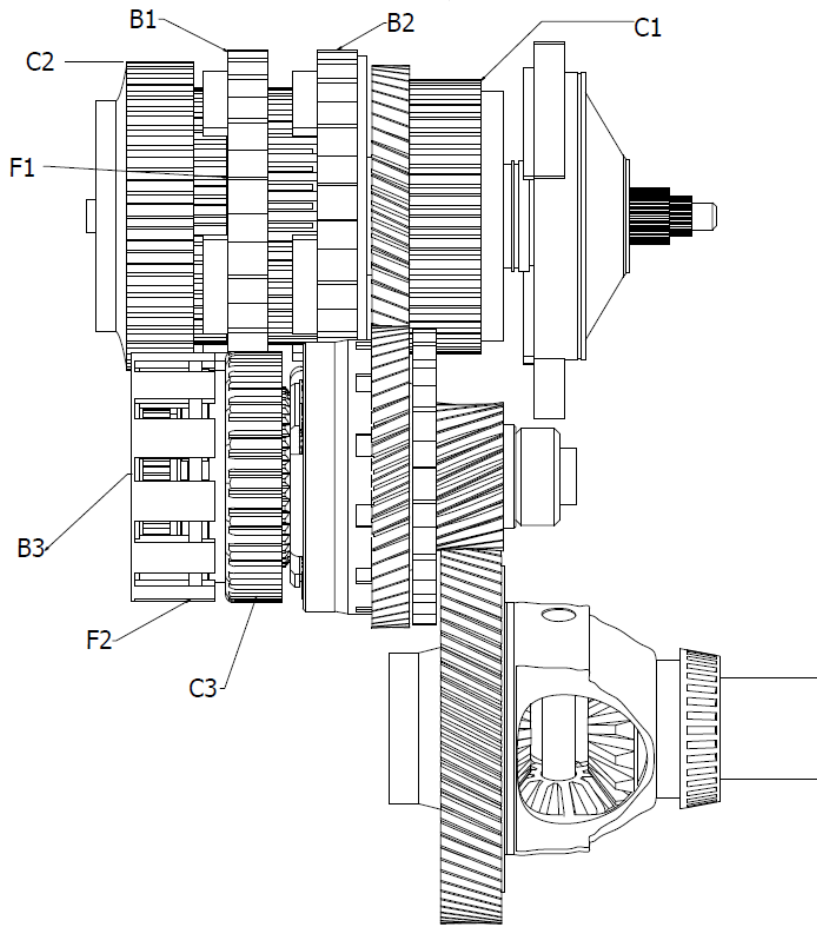
Para la realización de la maqueta didáctica la caja escogida fue de una Toyota R4VA del año 2013 el tipo de caja en este caso es con trenes epicicloidales tipo Wilson, se escogió esta caja de cambios debido a que dentro del mercado ecuatoriano es un vehículo que llega a comercializarse de manera masiva con lo cual es un modelo de múltiples estudios en el campo automotriz.

En esta se emplean varios trenes epicicloidales colocados en serie y acoplados entre si la entrada de fuerza se realiza por el eje planetario del primer tren el eje porta satélites del primer tren se acopla al eje planetario del segundo tren la salida de par se realiza por el eje porta satélites del último tren (Dominguez & Ferrer, 2012, pág. 122).

La figura 5 representar el esquema de la caja de cambios automática tipo Wilson, sin embargo, esta presentar un tren epicicloidal extra para la función de quinta marcha siendo un modelo diferente a la convencional.

Figura 5

Tren epicicloidal tipo Wilson con tren epicicloidal extra



5.5 Constitución de las cajas de cambios automáticas

Como se especificó anteriormente el sistema de transmisión automática tiene una serie de elementos que se deben en unos casos conectar y en otros accionar para que se realice el funcionamiento de la caja.

Ahora el sistema de cajas automáticas está constituido por los siguientes elementos:

- Trenes epicicloidales
- Frenos y embragues
- Rodamientos y ruedas libres
- Dispositivo de Parking
- Bomba de aceite

- Caja de válvulas
- Sensores
- ECU
- Actuadores (electroválvulas, electroimán bloqueo de llave, electroimán de bloqueo de palanca selectora)

Con los elementos ya especificados se explicarán los elementos principales relacionados con el accionamiento de las diferentes marchas los cuales serán: trenes epicicloidales, frenos y embragues.

A continuación, se van a explicar los diferentes componentes que se expusieron en este apartado de una manera concisa y breve.

5.5.1 Trenes epicicloidales

Lo trenes epicicloidales es uno de los elementos principales dentro de la transmisión automática estos van a ser usado sustituyendo a las parejas de piñones que son los usados en las cajas de cambio de tipo convencional, en los trenes de engranajes se tiene una mayor capacidad y más relaciones de transmisión también se tiene la opción de inversión de giro y no se necesita que se interrumpa el giro para el cambio de marcha o velocidad.

Domínguez nos dice que el tren epicicloidal es un conjunto formado por un juego de engranajes epicicloidales, piñón, planetario, satélites y corona de dentado interior los trenes epicicloidales se emplean para obtener las relaciones de transmisión de cada velocidad de esta manera sustituyen a las parejas de ruedas dentadas de las cajas manuales (Domínguez & Ferrer, 2012, pág. 120).

Los trenes epicicloidales proporcionan una serie de ventajas:

- Permiten realizar varias relaciones de transmisión según se frene o se accione un componente del tren.
- Los trenes epicicloidales son capaces de invertir el sentido de giro de transmisión no se necesitan un tercer piñón.

- Los trenes epicicloidales realizan el cambio de velocidad con carga y no es necesario cortar la salida de fuerza del motor para el cambio de marcha.

5.5.1.2 Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal sencillo.

Las relaciones de transmisión que se obtienen se un tren epicicloidal dependen del elemento del tren que se encuentra detenido o frenado, así como del elemento por el que entra el giro al tren y del componente del tren por donde va a salir la fuerza.

En la tabla 2, se demuestra las diferentes relaciones de transmisión que se tiene en un tren epicicloidal sencillo el mismo se tomara como base para la caja de cambios en la que se está trabajando.

Tabla 2

Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal sencillo1

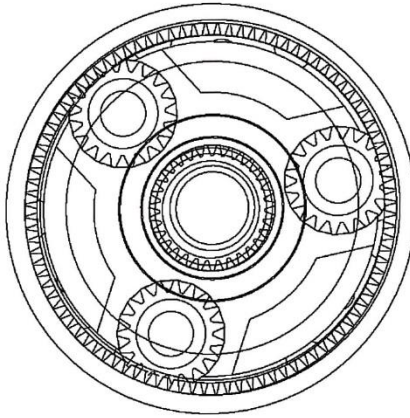
Variante	Entrada	Salida	Detenido
0	Gira como una unidad-2 elementos conectados entre si		
1	Corona	Portasatelites	Piñón Planetario
2	Portasatelites	Corona	Piñón Planetario
3	Piñón Planetario	Corona	Portasatelites
4	Corona	Piñón Planetario	Portasatelites
5	Piñón Planetario	Portasatelites	Corona
6	Portasatelites	Piñón Planetario	Corona

Se considera un tren epicicloidal que es de tipo convencional las partes que subdividen al mismo serian: 1 planetario, 3 satélites y una corona. Ahora el funcionamiento de los mismos seria a partir de bloquear uno de los elementos transformando a los otros 2 en entrada y salida respectivamente.

En la Figura 6, se puede evidenciar la forma de un tren epicicloidal de la caja de cambios automática de Toyota RAV4.

Figura 6

Engranaje epicicloidal



Algo que se debe tener en consideración es que, para frenar el planetario, portasatélites o la corona, un elemento indispensable son los frenos y embragues los cuales se describirán a detalle en el desarrollo del proyecto.

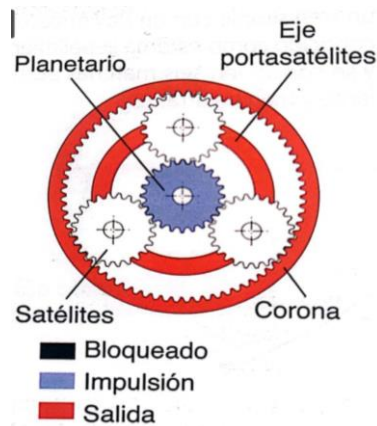
Ahora las relaciones de transmisión que se llegan a conseguir a partir de los trenes serán:

5.5.1.3 Punto muerto

Si el tren epicicloidal no llega a frenar a ningún elemento, se considera que el conjunto gira de manera libre sin accionar ningún tipo de relación de transmisión esto es lo considerado como punto muerto, si la entrada de giro se realiza a través del eje planetario, sin frenar a ningún elemento tanto, corona y eje portasatélites giran libremente, se considera que tanto la corona como el eje portasatélites se someten a carga, se tendrá una transmisión a los 2 elementos que tienen carga esto es exclusivo para ciertos tipos de modelos, esto se puede evidenciar en la figura 7 extraído de (Domínguez & Ferrer, 2012, pág. 122).

Figura 7

Punto muerto

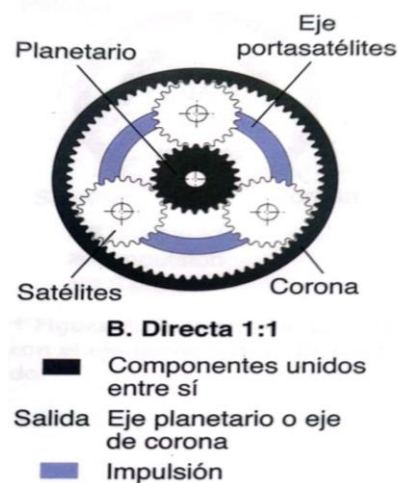


5.5.1.4 Relación directa 1:1.

Esta relación se produce cuando interviene el embrague uniendo el giro de dos de los componentes del tren epicycloidal y teniendo el freno del elemento restante y así girando todo el conjunto. No se realiza la multiplicación ni desmultiplicación teniendo la relación de transmisión 1:1, un ejemplo de esto sería tanto la corona como el planetario se unen entre sí, entrando el giro por el eje del portasatelites y de la corona o por el eje portasatelites y planetario, esto se puede evidenciar en la figura 8 extraído de (Domínguez & Ferrer, 2012, pág. 122).

Figura 8

Relación directa 1:1

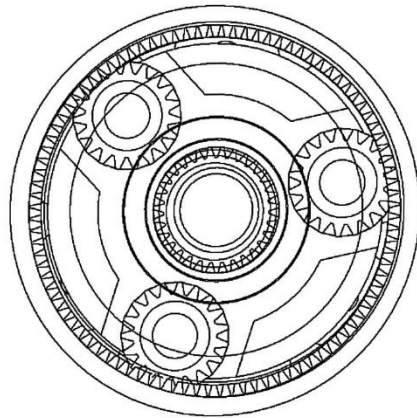


5.5.1.5 Relación de transmisión con desmultiplicación de giro

Aquí en cambio se va a bloquear al planetario y hace que el giro de la corona salga por el portasatélites la otra opción es el bloqueo de la corona y se la transmite por el planetario sacando el giro por el portasatélites como se puede observar en la figura 9.

Figura 9

Relación de transmisión con desmultiplicación de giro

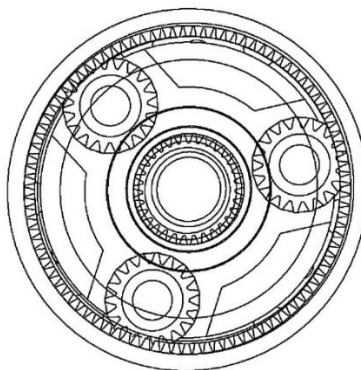


5.5.1.6 Relación de transmisión con multiplicación de giro

Para esta transmisión se realiza todo lo contrario explicado en el punto anterior, se procede a bloquear al planetario produciendo así el giro del portasatélites saliendo el giro por la corona, la otra opción ofrecida es bloquear la corona realizar la transmisión por los portasatélites y el giro saldría por el planetario, esto se puede observar en la figura 10.

Figura 10

Relación de transmisión con multiplicación de giro



5.5.1.7 Inversiones de giro

Se puede tener 2 tipos de inversiones o marcha trasera una que es mucho más lenta que la otra, en ambas ocasiones se debe bloquear el portasatélites para la inversión de entrada, para la marcha atrás rápida se bloquea al portasatélites y dar el giro por parte de la corona saliendo el giro por el portasatélites, si se desea una marcha atrás más lenta se realiza lo contrario, bloquear el portasatélites para dar giro al planetario moviendo así a los satélites en dirección contraria teniendo así el giro de la corona.

5.5.2 Frenos y embragues:

Domínguez (2012), nos dice: “frenos y embragues son los dispositivos empleados para frenar unir o liberar un elemento del tren epicicloidal (corona, eje portasatelite o eje planetario)”. Se denominan también elementos de mando. Los frenos más empleados son de cinta y de discos, los embragues son todos de discos.

5.5.2.1 Frenos:

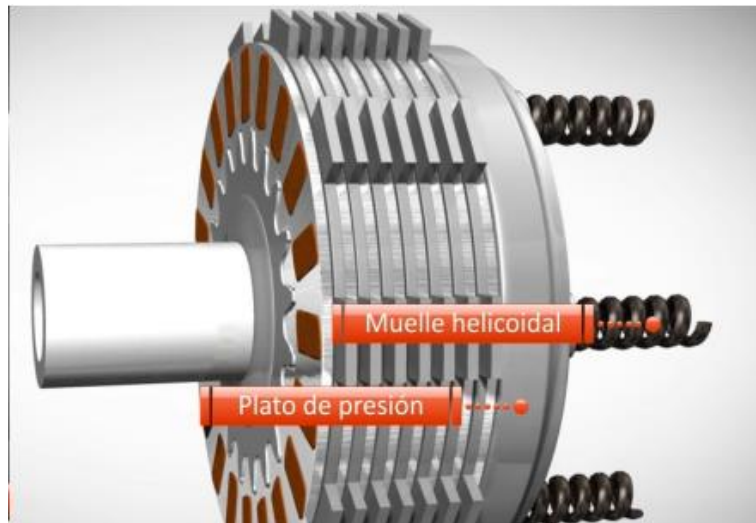
En el caso de los frenos se pueden tener de dos tipos estos pueden ser de multidisco o de cinta.

- Frenos multidisco

Estos tipos de freno son utilizados para la inmovilización de un elemento del tren epicicloidal estos son similares a los embragues multidisco los cuales se mencionan en la siguiente sección, estos van a poseer discos tanto exteriores como interiores. Los últimos mencionados están formados por un forro de fricción pegado compuesto por celulosa, material plástico conocido como “aramid o aramida” el mismo es altamente resistente también, van a encontrarse unidos mediante salientes al elemento giratorio a diferencia de los exteriores que se colocan fijos, esto en cambio esta compuestos por acero sin forro de fricción, y están apoyados en la propia caja de cambios. Lo discos van a friccionar entre sí a través de un sistema que puede ser un plato o embolo coaxial, esto se puede observar en la figura 11 que fue extraída de (Sócola, 2019).

Figura 11

Frenos Multidisco



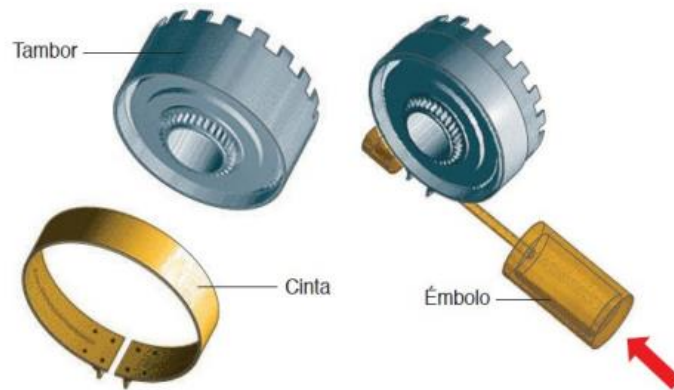
Aquí la activación se realiza con un émbolo de tipo hidráulico el cual es que comprime a los discos, cuando se tiene presión en el conjunto el aceite va a empujar al embolo de accionamiento realizando la compresión de los discos teniendo así el frenado y reteniendo el componente del cambio, a partir de esto al cesar la presión el resorte del platillo empuja el embolo liberando los discos de la presión dejando así, que los discos giren de manera libre, ahora se tiene que mencionar que el émbolo se encuentra fijo así que no va a girar al igual que el conjunto, en mención una parte importante en este tipo de frenos es el juego entre los discos para el funcionamiento del acople de marchas los mismos deben ser ajustados por separado.

- Frenos de cinta

Los frenos de cinta en cambio simplemente se consideran como una cinta que va a cerrar sobre un tambor metálico, este tambor puede estar fijado al piñón planeta o en la superficie exterior de la corona, cuando la misma se usa o se acciona quedara inmovilizado el piñón planetario y el engranaje epicicloidial actuara como un reductor de velocidad. Aquí la corona interior se mantendrá girando ya que la misma está montada sobre el eje de entrada esto hace que giren los piñones satélites a la vez que circunden el piñón planeta, arrastrando consigo al portasatélites, el cual girara animado de una velocidad de rotación inferior a la de la corona interior, esto se puede evidenciar en la figura 12 extraído de (Domínguez & Ferrer, 2012, pág. 122).

Figura 12

Freno de cinta

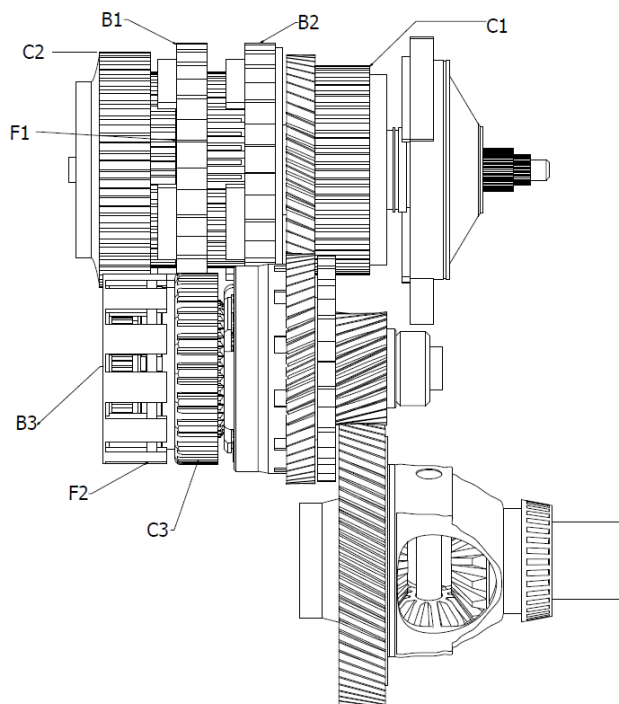


5.6 Funcionamiento de las diferentes velocidades

A continuación, en la figura 13 se puede observar el esquema de la caja de cambios automática de una Toyota RAV4 de la que se está realizando la maqueta didáctica, donde se pueden observar los elementos constituyentes a partir de esto se explicarán los diferentes modos de funcionamiento.

Figura 13

Esquema de caja de cambios Toyota RAVA



A través de los embragues C1, C2 y C3 además de los frenos B1, B2 y B3 se tendrá la conexión desde primera hasta cuarta marcha y la marcha atrás, los trenes epicicloidales del conjunto I y II se conectan a través de la corona interior del planetario I y el portasatélites número II, a través del cual se tiene la entrega de par el piñón A, en cambio el piñón B se une con la corona del conjunto III, el planetario y el portasatélite gira solidariamente con el segundo conjunto.

Ahora el embrague C1 se va a encargar de impulsar al planetario de del conjunto II el cual se conecta desde la primera marcha hasta la cuarta marcha, el embrague C2 se encarga de impulsar al planetario del primer conjunto el cual se conecta para la cuarta marcha y el retro, el embrague C3 se encarga de impulsar al planetario del conjunto III el cual se conecta para la tercera marcha.

Con respecto a los frenos, el B1 va a retener al planetario del conjunto I el cual se conecta para segunda marcha, el freno B2 es el encargado de retener a la corona del conjunto II el cual se va a conectar para la marcha atrás, por último, el freno B3 va a retener al planetario del conjunto III el cual va a ser activado para primera, segunda, tercera y marcha atrás.

5.6.1 Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas

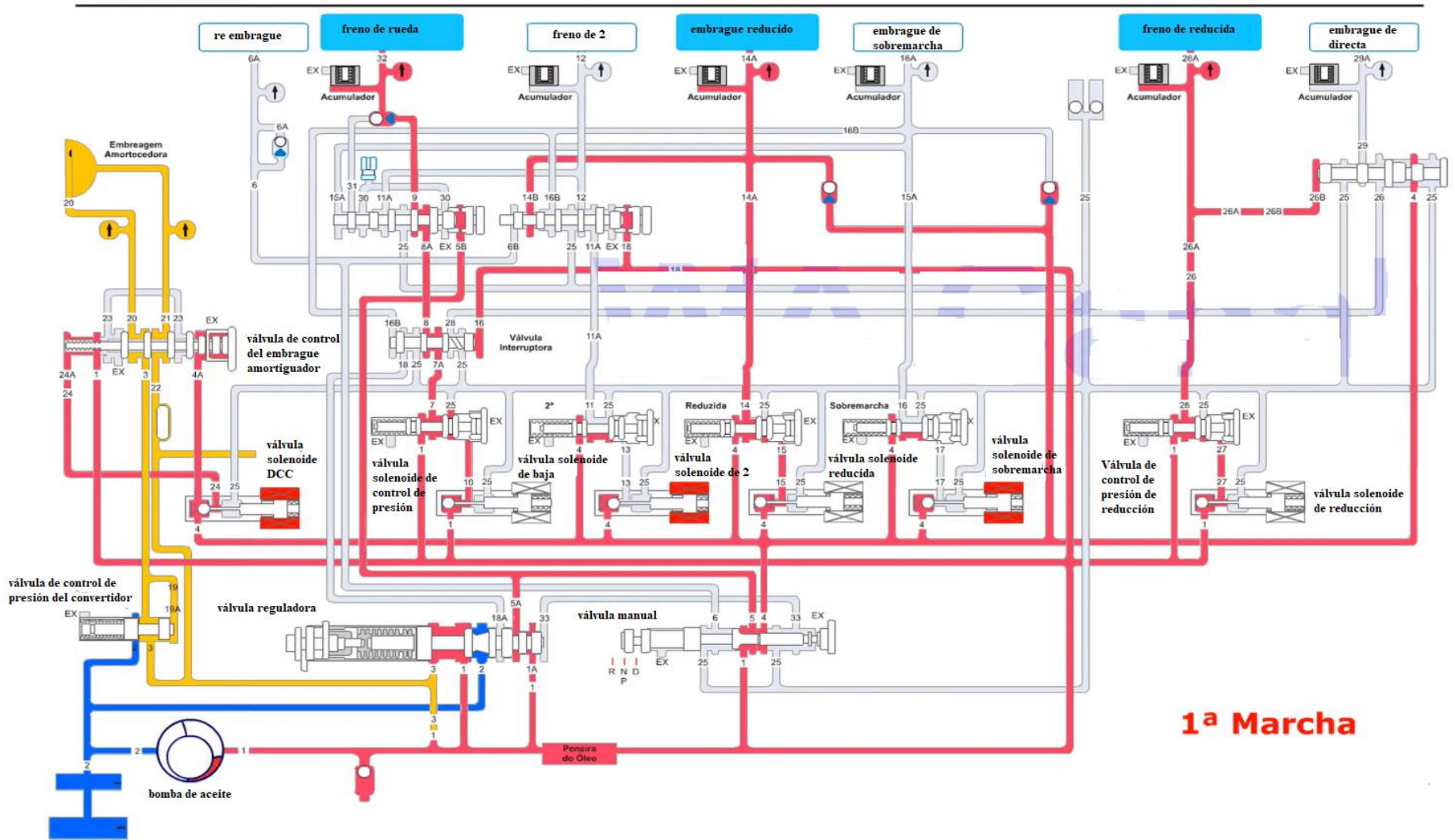
5.6.1.1 Flujos

En esta sección, se van a mostrar los diferentes flujos de marcha que se presenta en la caja de cambios automática de Toyota RAV4, además de esto, se presentara los cuadros de operación de dichas marchas, las mismas se sacaron del manual de taller (Toyota, 2012).

- **Primera marcha**, en la figura 14, se puede observar el flujo hidráulico para la operación en funcionamiento del primer cambio de velocidad de la caja de cambios automática.

Figura 14

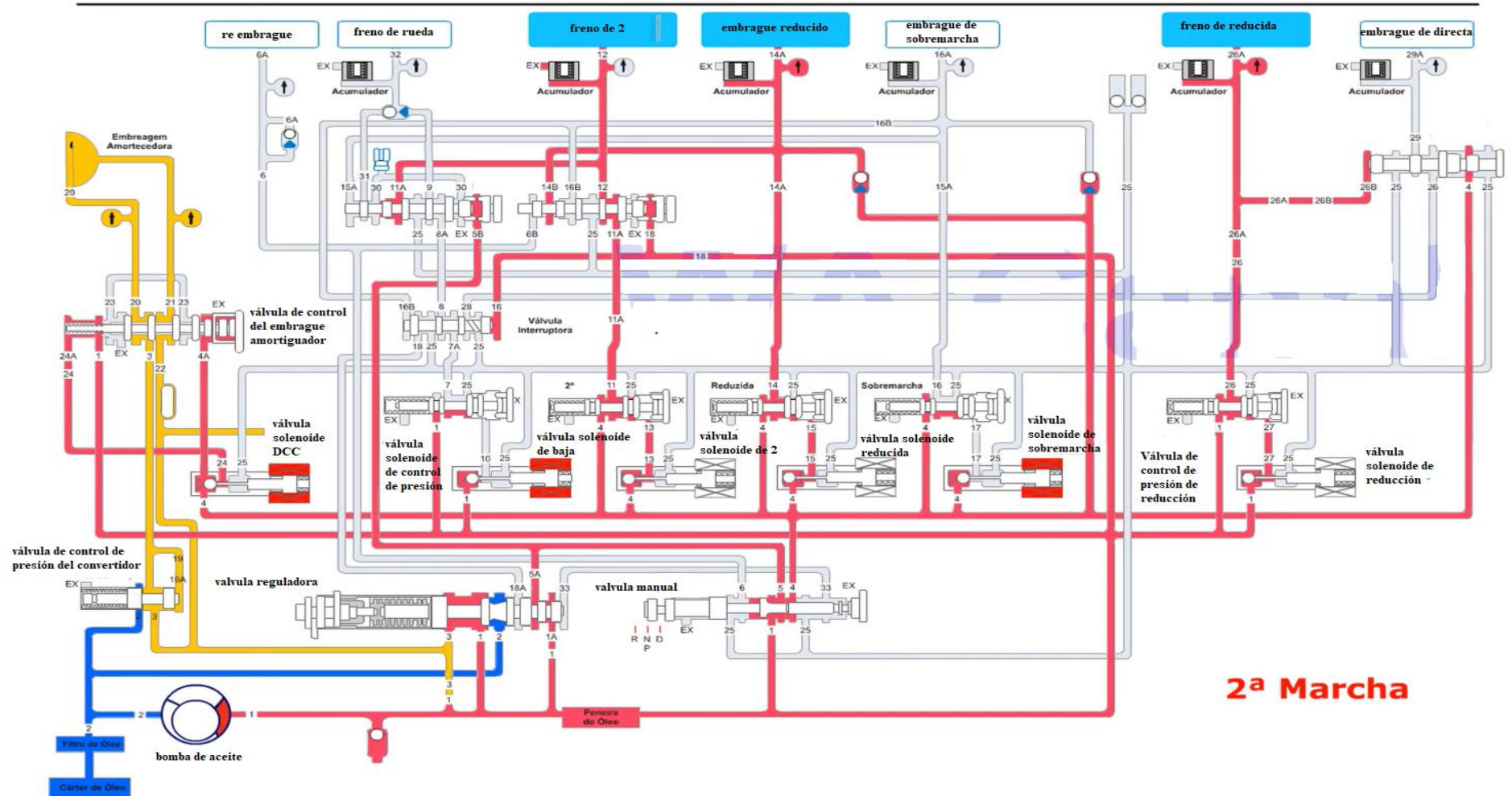
Flujo hidráulico primera marcha



- **Segunda marcha**, en la figura 15, se puede observar el flujo hidráulico para la operación en funcionamiento del segundo cambio de velocidad de la caja de cambios automática.

Figura 15

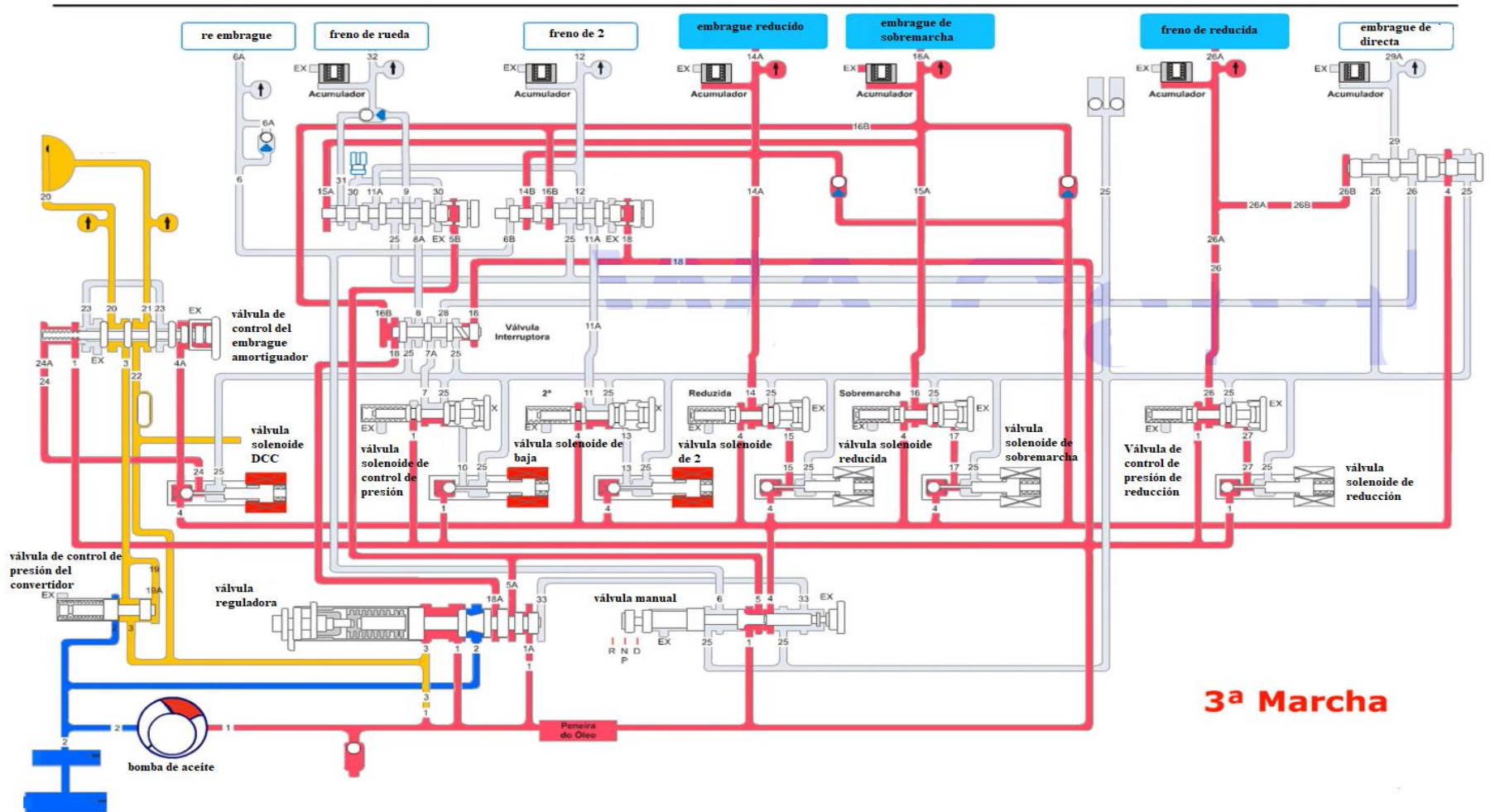
Flujo hidráulico de segunda marcha.



- **Tercera marcha**, en la figura 16, se puede observar el flujo hidráulico para la operación en funcionamiento del tercer cambio de velocidad de la caja de cambios automática.

Figura 16

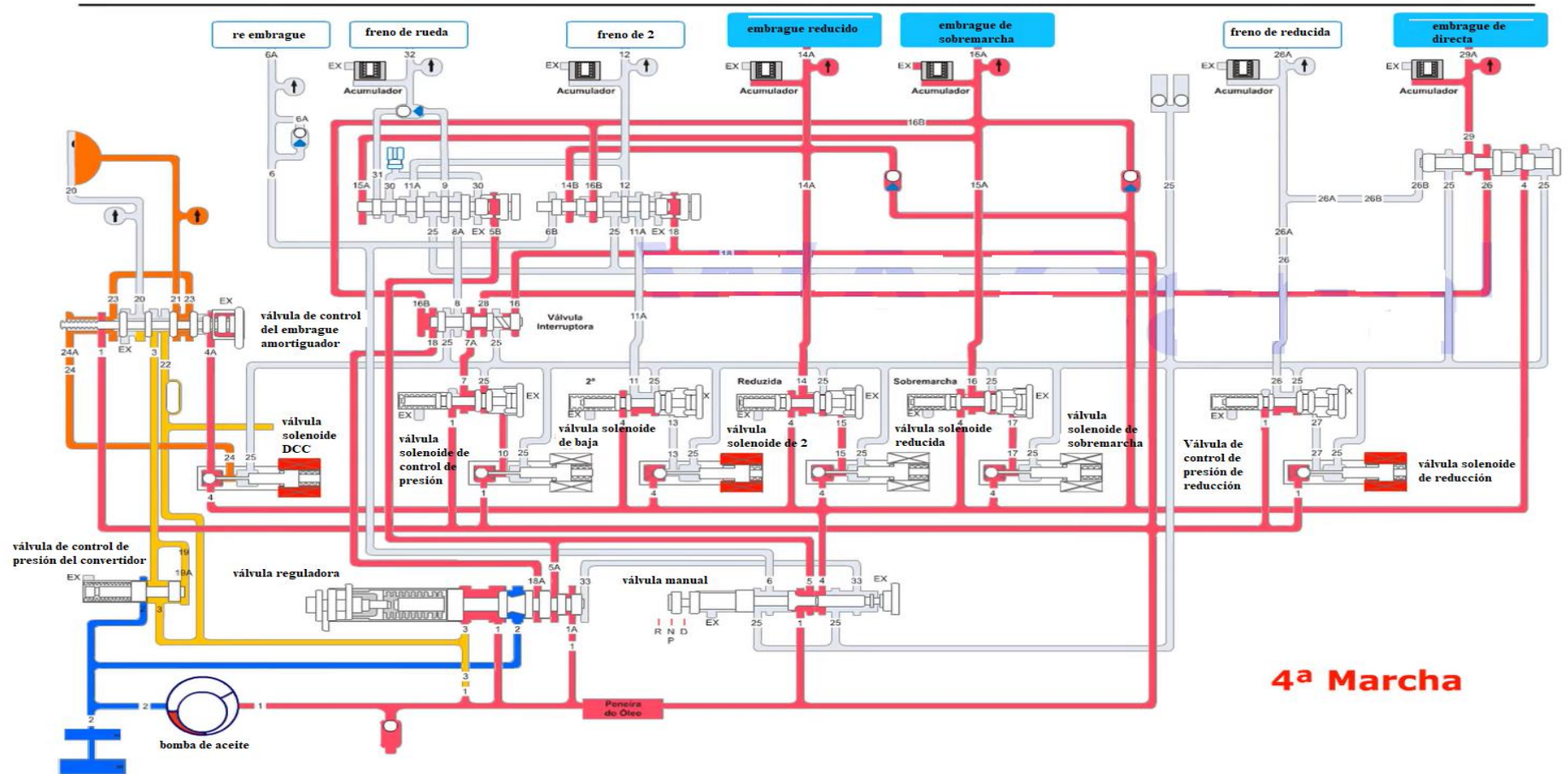
Flujo hidráulico de tercera marcha



- **Cuarta marcha**, en la figura 17, se puede observar el flujo hidráulico para la operación en funcionamiento del cuarto cambio de velocidad de la caja de cambios automática.

Figura 17

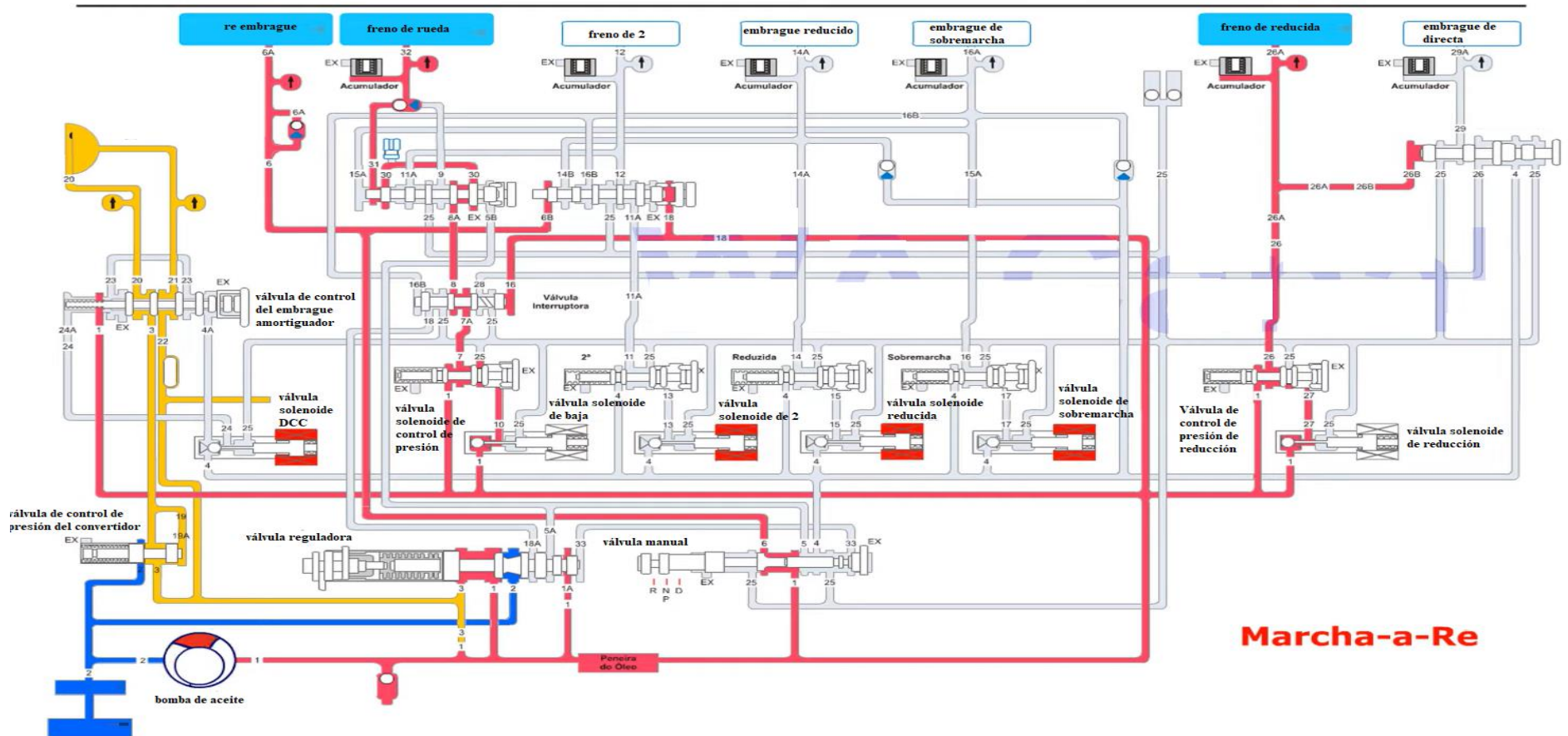
Flujo hidráulico de cuarta marcha



- **Marcha atrás**, en la figura 18, se puede observar el flujo hidráulico para la operación en funcionamiento del cambio de velocidad de retro de la caja de cambios automática.

Figura 18

Flujo hidráulico de marcha atrás



5.6.1.2 Cuadros de operación

En esta parte, se presenta el cuadro de operación de las marchas de caja automática de Toyota RAV4, ver la Tabla 3, aquí se explica la posición en la que se encuentra la palanca de cambios y los solenoides que se accionan, además, se tiene una sección donde se puede observar los elementos que se conectan para las diferentes marchas, donde B hace referencia a los frenos y C a los embragues que se accionan.

Tabla 3

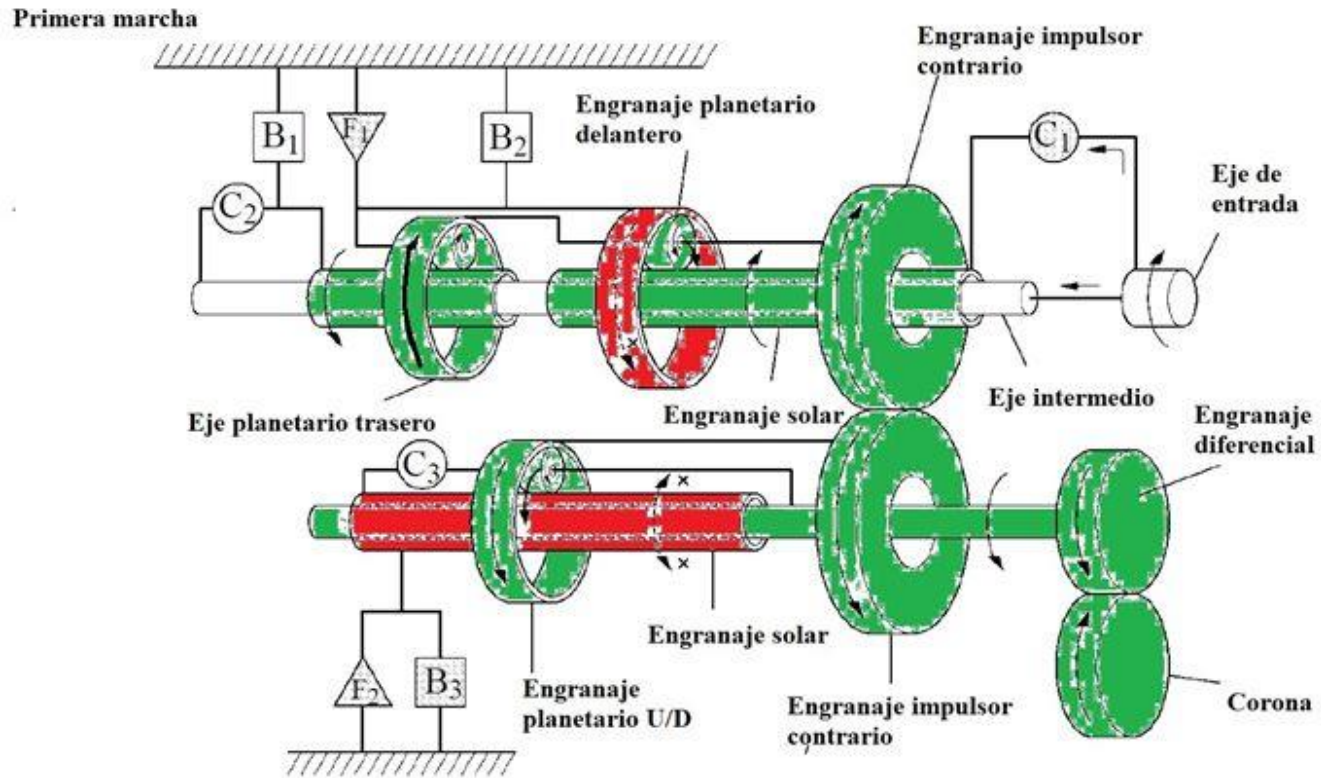
Cuadro de operaciones de Toyota RAV4

Posición de la palanca de cambios	Marcha	válvula solenoide				C1	C2	C3	B1	B2	B3	F1	F2
		SL1	SL2	S4	DSL								
P	Parking	ON	ON	OFF	OFF						•		
R	Reversa	ON	OFF	OFF	OFF		•			•	•		
N	Neutro	ON	ON	OFF	OFF						•		
D	1st	ON	ON	OFF	OFF	•					•	•	•
	2nd	OFF	ON	OFF	OFF	•			•		•		•
	3rd	OFF/ ON*	OFF	OFF	OFF	•	•				•		•
	4th	OFF/ ON*	OFF	ON	OFF	•	•	•					
2	1st	ON	ON	OFF	OFF	•					•	•	•
	2nd	OFF	ON	OFF	OFF	•			•		•		•
L	1st	ON	ON	OFF	ON	•				•	•	•	•

Para las figuras 19,20,21,22,23 y 24 se va a observar las diferentes conexiones de las diferentes marchas, aquí el color rojo representa el elemento bloqueado mientras, que el color verde representa el elemento en movimiento, agregado a esto en cada imagen se tiene una leve explicación del funcionamiento

Figura 19

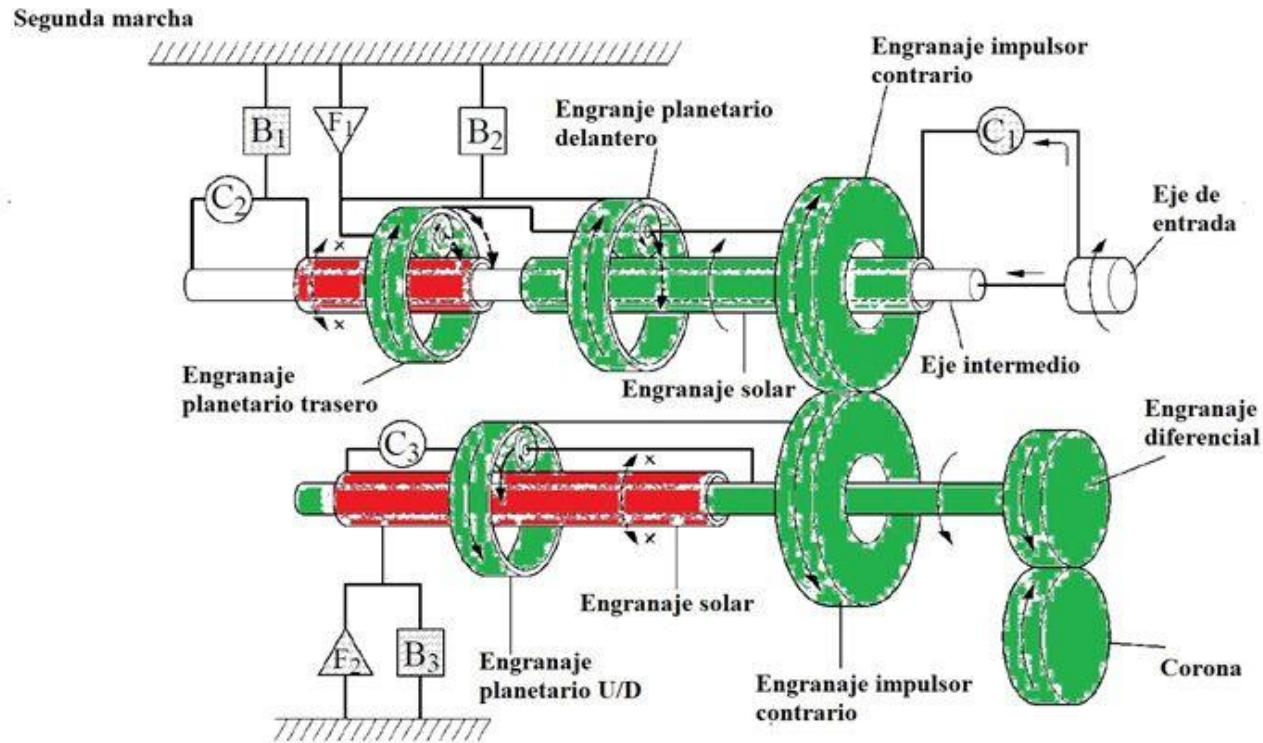
Primera marcha caja de cambios Toyota RAV4



Nota. Esta figura muestra la primera marcha, se va a conectar el embrague C1 el cual va a pasar el movimiento al planetario del segundo conjunto este engrane va a pasar el movimiento a los satélites, los cuales van a mover el portasatélites el cual está unido a la corona del tercer conjunto, este va a pasar el movimiento al portasatélites y tiene bloqueado el planetario (B3) del tercer conjunto para que pueda transferirse el movimiento al diferencial.

Figura 20

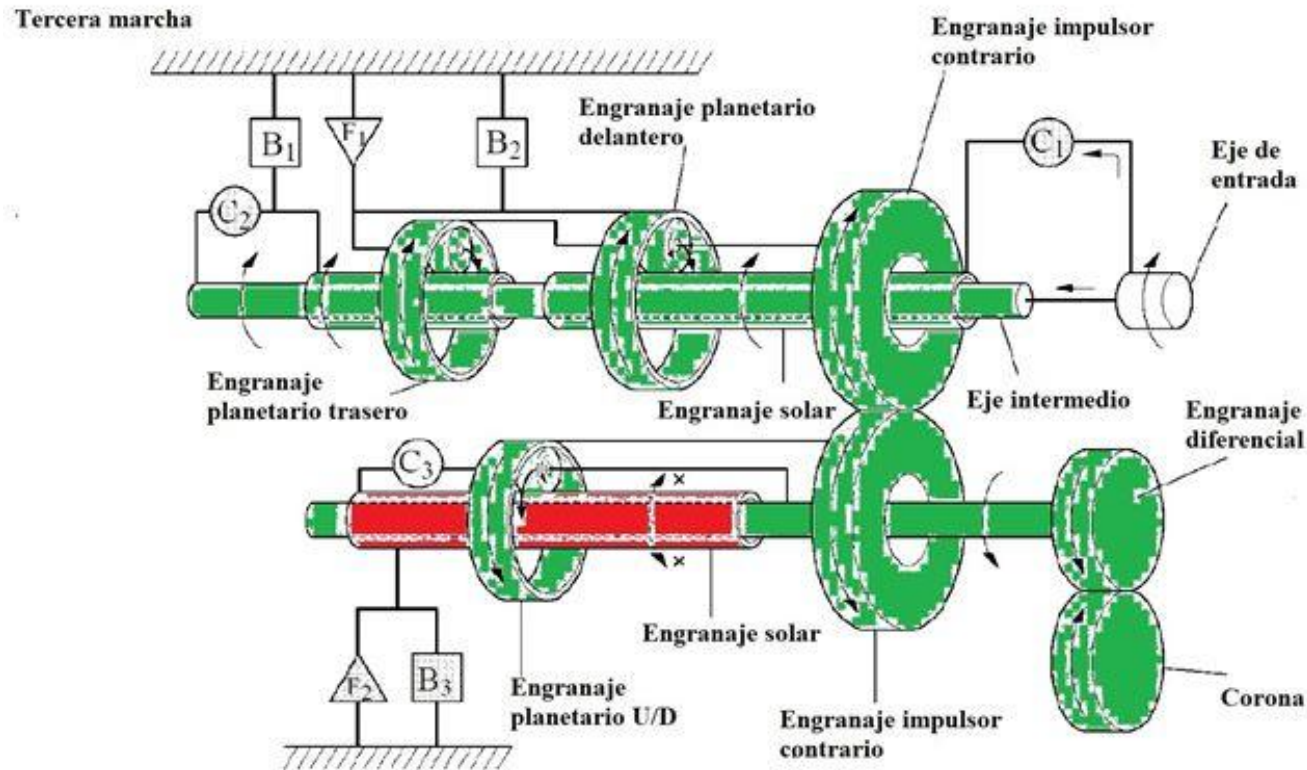
Segunda marcha caja de cambios Toyota RAV4



Nota. Esta figura muestra la segunda marcha se mantiene conectado el embrague C1 y el bloqueo en el planetario del tercer conjunto (B3), en esta ocasión también se va a bloquear el planetario del primer conjunto generando que la corona de este se mueva conjuntamente con el portasatélites del segundo conjunto el cual va a mover la corona del tercer conjunto y este va a mover el portasatelites del mismo el cual rota sobre su planetario ya que se mantiene bloqueado para el paso de movimiento al diferencial.

Figura 21

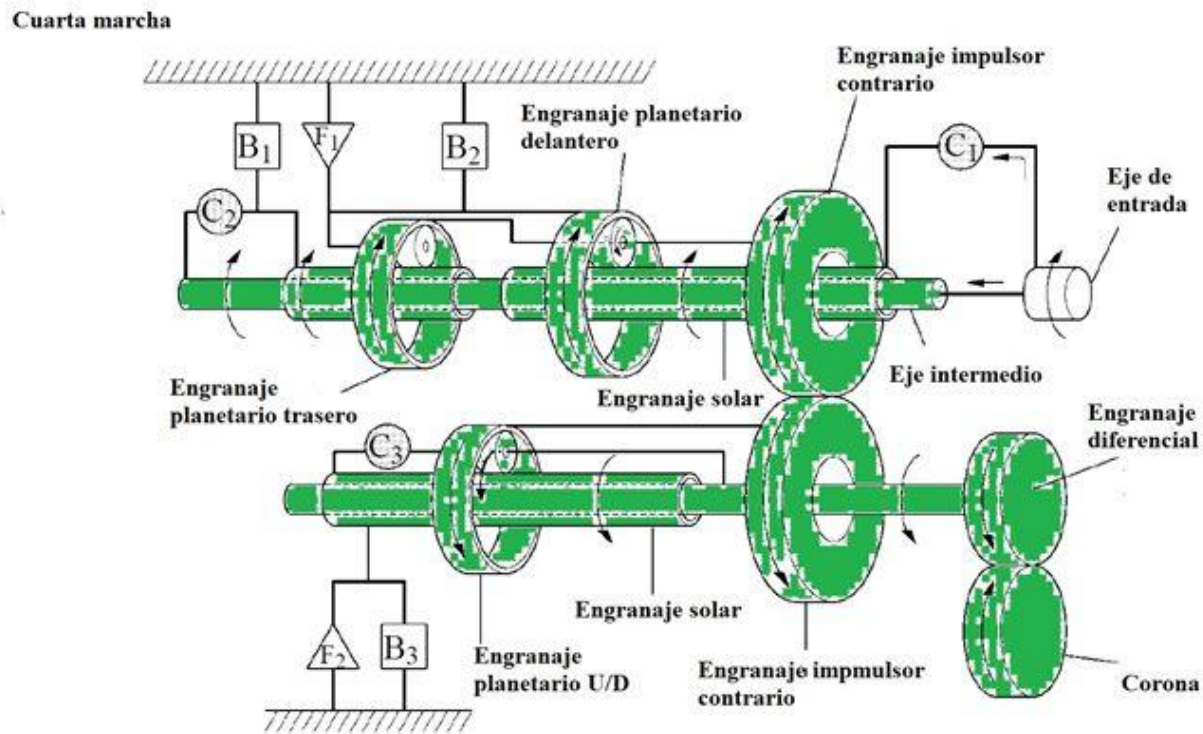
Tercera marcha caja de cambios Toyota RAV4



Nota. Esta figura muestra la tercera marcha, permanece bloqueado el planetario del tercer conjunto, el embrague C1 se mantiene conectado y a su vez se conecta el embrague C2 por lo que ahora el planetario del primer conjunto transfiere movimiento a su corona mediante los planetarios, esta corona mueve al portasatelites del segundo conjunto y en este tren se tiene el ingreso de movimiento por el planetario por lo que tanto el porta satélites como el planetario del segundo conjunto transfiere movimiento a la corona del del tercer conjunto, permitiendo al portasatelites rotar sobre su planetario y de esta forma moviendo al diferencial.

Figura 22

Cuarta marcha caja de cambios Toyota RAV4

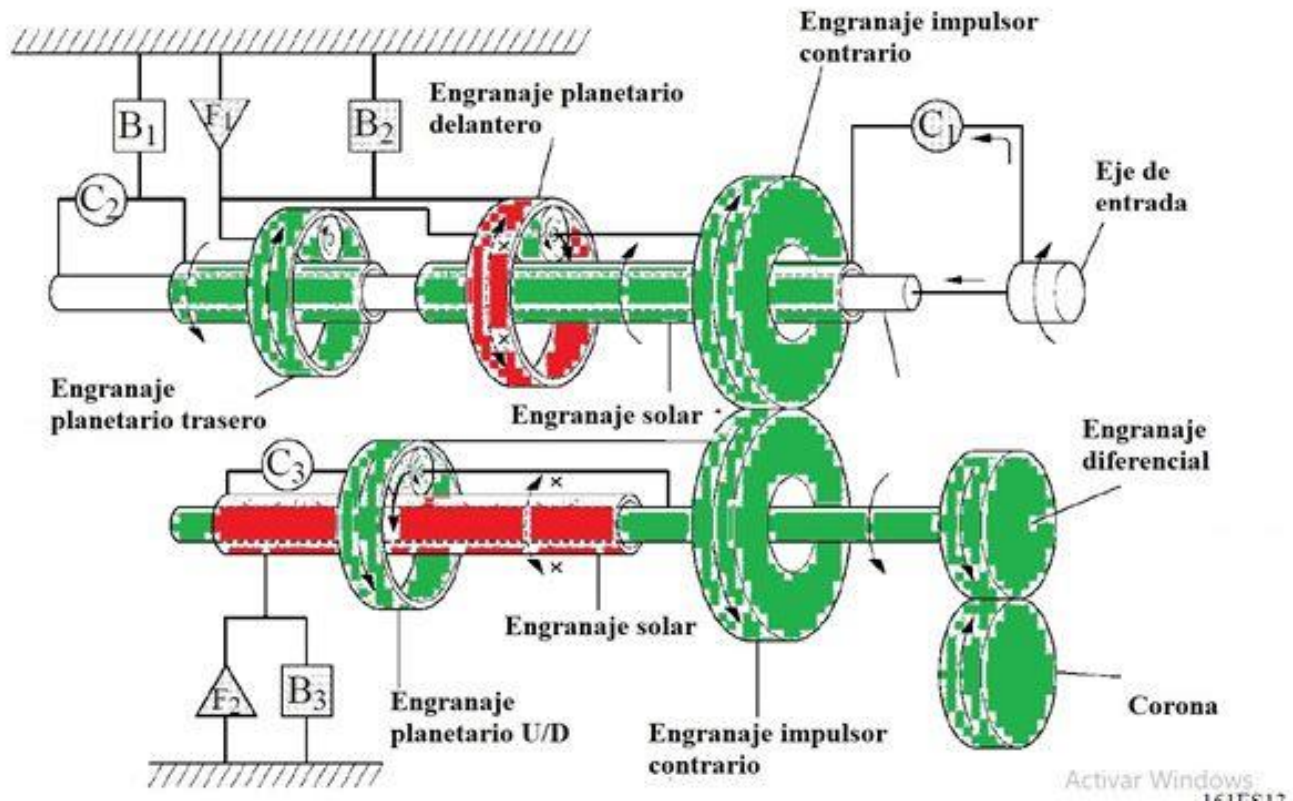


Nota. Esta figura muestra la cuarta marcha, se tiene una triple entrada de movimiento, es decir los embragues C1, C2 y C3 se van a conectando permitiendo que pase movimiento del planetario del conjunto 1 a los satélites y estos mueven a la corona, este movimiento llegue al portasatélites del segundo conjunto y a la vez los satélites de este son desplazados por el movimiento brindado por el segundo planetario, el movimiento circula a la corona del tercer conjunto y en este el porta satélites va a ser desplazado por el movimiento brindado a la corona generado en los conjuntos previos y por el paso de movimiento que se tiene en el planetario de este conjunto el cual se mantiene conectado al porta satélites.

Figura 23

Marcha lenta caja de cambios Toyota RAV4

Marcha lenta



Nota. Esta figura muestra la marcha lenta, se va a bloquear la corona del segundo conjunto (B2), el movimiento se transmite mediante el embrague C1, el cual va al planetario de este conjunto y de esta forma se desplaza el portasatelites del mismo, este movimiento se transmite a la corona del tercer conjunto el cual mueve a los satélites y por ende al portasatelites, los satélites van a desplazarse sobre su planetario ya que este va a permanecer bloqueado para que se pase el movimiento al diferencial.

6. CAPITULO II

6.1 Diseño de la maqueta didáctica de la caja de cambios automática

En el proceso del diseño se va a tener una serie de consideraciones para llegar al producto final, para este caso tomando como base del diseño de French (Becerra, 2018), como se puede ver en la figura 25, se tiene los pasos:

Figura 25

Procesos del diseño de French

- **Análisis del problema**
- **El diseño conceptual**
- **Dar forma a los esquemas**
- **Fase de evaluación**
- **Fase de ejecución**

a) Análisis del problema:

Ahora, el análisis del problema se va a centrar en 3 aspectos principales los cuales son: un planteamiento del propio problema de diseño, las limitaciones que se imponen a la solución, el criterio de excelencia hacia el que se va a trabajar, estos aspectos son parte de las restricciones, metas y criterios del planteamiento.

b) El diseño conceptual

Se va a usar el planteamiento del problema generando diferentes soluciones esta fase impone la mayor cantidad de demandas aquí se va a tener el desarrollo práctico, métodos de producción y donde se llegan a tener las decisiones, más importantes.

c) Dar forma a los esquemas

Cuando se refiere a forma de los esquemas, se trabajan con mayor detalle como producto final es una base de dibujos con una cantidad amplia de retroalimentación desde la fase del diseño conceptual, esto se hace a consideración de todos los puntos pequeños que nos falte por terminar, la calidad del trabajo deber ser buena para evitar pérdidas de gastos o demoras que puedan generar un fracaso.

d) fase de evaluación

Aquí lo que se debe conseguir como valido de un diseño, como base se tiene la creación de prototipos esto para la comprobación de las suposiciones antes propuestas de esta manera se comprueba si se satisface la necesidad anteriormente planteada.

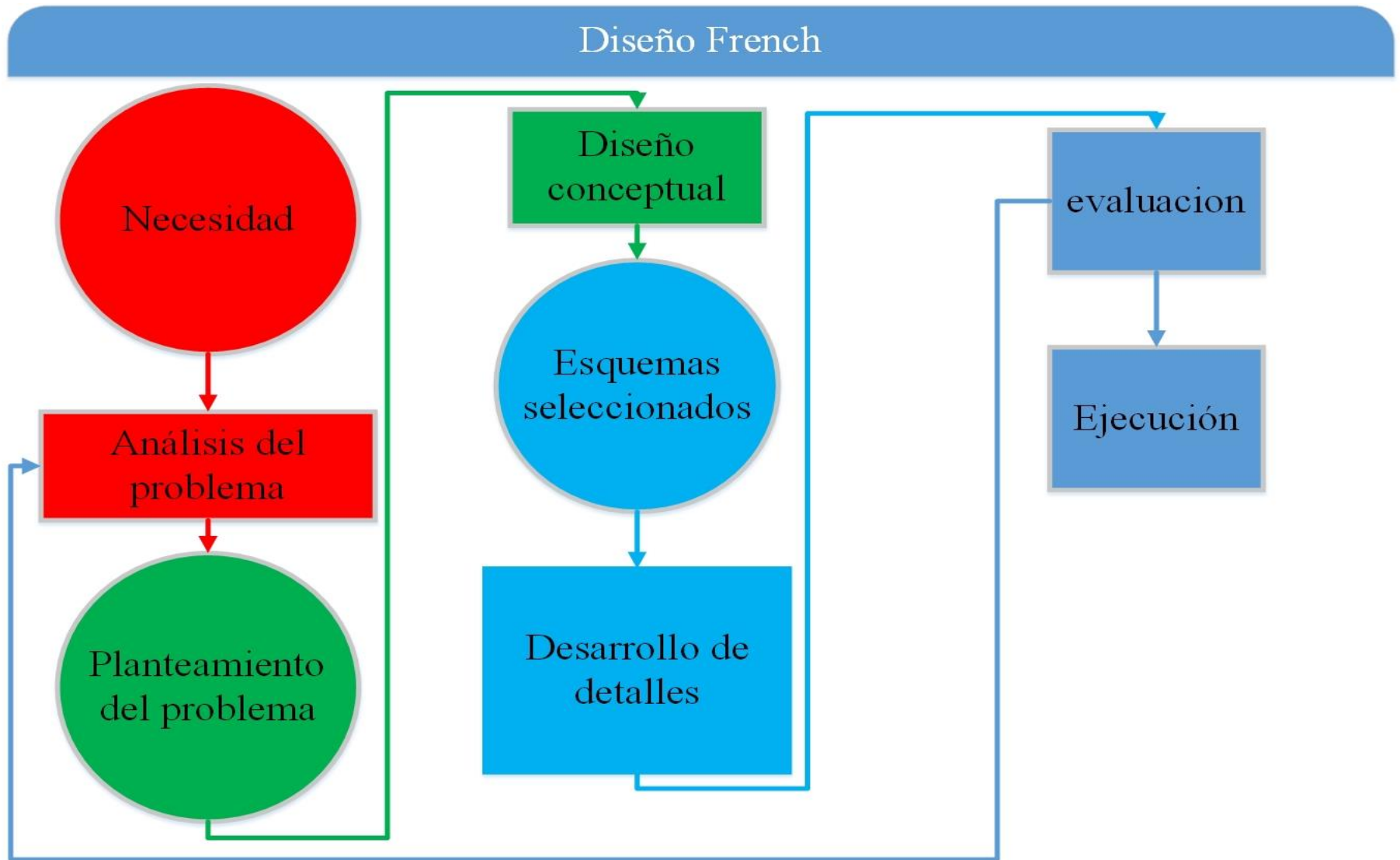
e) Fase de ejecución

El último paso es conocido como ejecución o presentación del diseño final, aquí se trata de comunicar sobre los diferentes resultados alcanzados a las demás personas aquí se demuestra que nuestra solución es la mejor.

A continuación, en la figura 26, se muestra la representación gráfica del diagrama de French que se utilizará para nuestra maqueta didáctica de caja de cambios automática.

Figura 26

Diagrama de French



En el diagrama los círculos representaran las etapas o los resultados que se lleguen a alcanzar mientras, que los rectángulos van a representar las actividades o trabajo en curso, ahora considerando estos aspectos se construye el esquema a partir de las consideraciones de la maqueta didáctica.

6.1.1 Análisis del problema

Para el análisis del problema se tomara en consideración el alcance planteado, sobre los diferentes proyectos de vinculación con la sociedad aquellos que buscan promover y trabajar en el desarrollo integral de niños, niñas, adolescentes y jóvenes en situación de vulnerabilidad, este Proyecto Académico Artesanal de Capacitación Especial (PACES), el mismo que tiene como objetivo apoyar a estos jóvenes en situación de vulnerabilidad que debido al uso que le dan a las maquetas se deterioran con el pasar de los años y a esto se suma el avance vertiginoso que se tiene en la Ingeniería automotriz, se han visto la necesidad de realizar maquetas didácticas funcionales para el aprendizaje de los estudiantes que cursan el programa mecánico artesanal automotriz, aquí la maqueta cumple la serie de consideraciones expresadas durante el marco teórico.

6.1.2 Diseño conceptual

Para el diseño conceptual de la maqueta didáctica las consideraciones serán a partir de las necesidades de la misma, la funcionalidad debe ser optima y los elementos de la misma tienen que estar en buenas condiciones además, mencionar que la maqueta será construida desde cero con lo cual los elementos principales motor y caja de cambios deberán estar correctamente ajustados mientras, que los elementos auxiliares y de control deberán estar a la altura y la distancia apropiada para que se pueda manipular sin riesgo alguno, esto se logra a partir de los planos de las maquetas que ya se tienen en la universidad las cuales servirán como guía para construir la nueva maqueta didáctica.

6.1.3 Dar forma a los esquemas

La forma de los esquemas será a partir de los planos de la caja de cambios y también del banco didáctico, se tendrá fotografías del proceso como parte de los anexos, el resultado final de este aspecto es tener la maqueta completamente armada y a partir de este punto comenzar con la última fase del diseño, para esta parte del desarrollo se tendrá que dar toques finales al armado de la maqueta lo referente a esto es la placa superior donde se verá evidenciado el interior de la caja de cambios además de diferentes señalizaciones de seguridad de la misma para informar sobre que procedimientos se debe tener especial cuidado al momento de realizar las diferentes prácticas.

6.1.4 Fase de evaluación

En este apartado ya se tiene la maqueta armada, la realización de pruebas y comprobaciones del funcionamiento, a partir de esto se ajustará pequeños detalles ya sea en sincronización de elementos o ajustes en los mismos además, de evidenciar a la maqueta funcionando óptimamente, para este tipo de pruebas lo primordial es revisar el accionamiento de todas las marchas que ofrece la caja de cambios en este caso son un total de cuatro marchas más la marcha de reversa, además de los estados neutro y parking, también, se revisan los acoples realizados entre la caja de cambios y el motor no llegue a separarse o causar algún problema posterior.

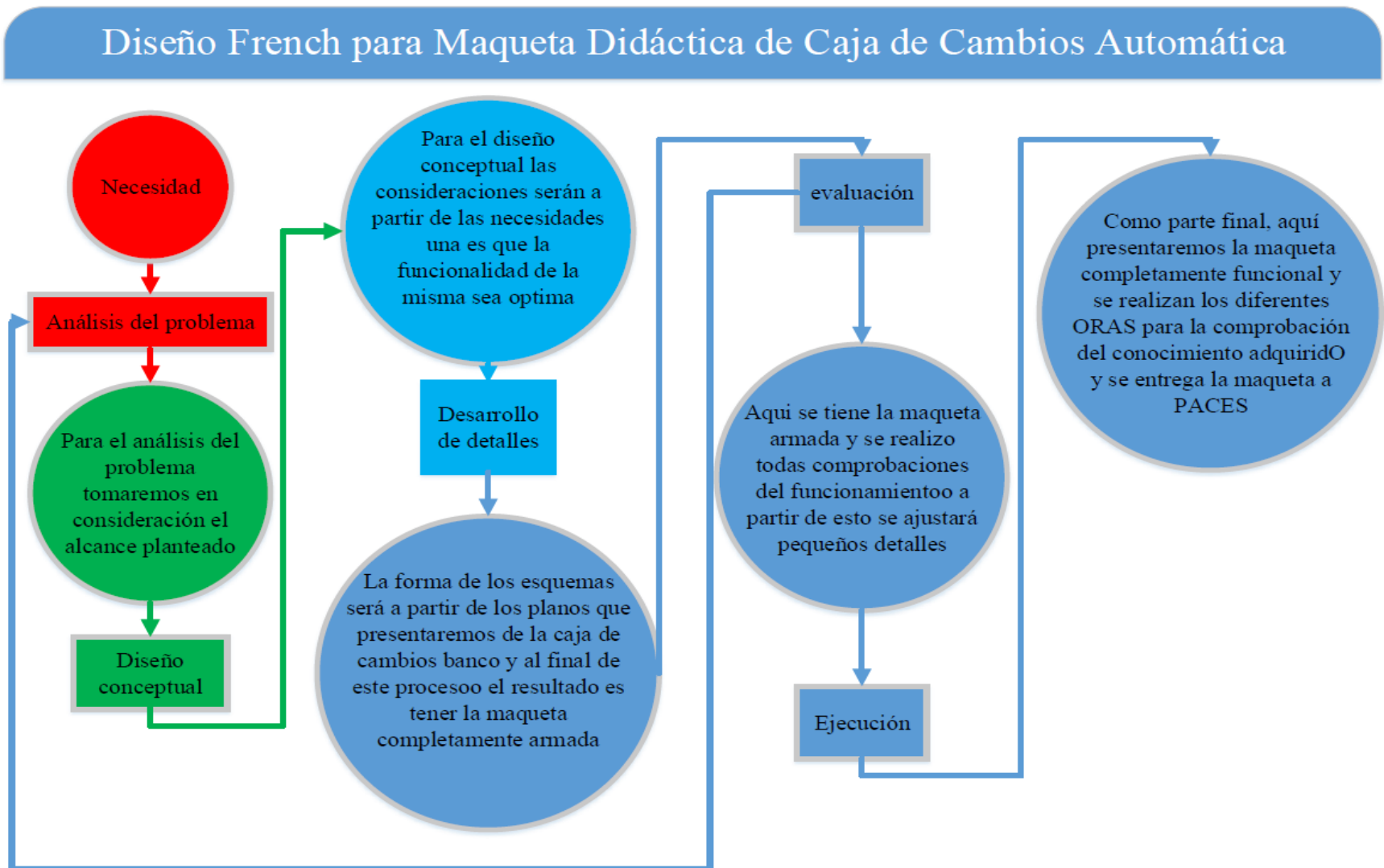
6.1.5 Fase de ejecución

Esta es la última parte del proyecto aquí se presentará la maqueta completamente armada y funcional, además, de la realización de los diferentes ORAS para su manipulación y comprobación del conocimiento adquirido de la misma, en esta fase la maqueta se entregaría a la fundación PACES para que los mismos puedan usarla de forma didáctica llegando de esta forma con esto se cumplen todos los objetivos planteado al inicio del proyecto.

Al final, el diseño quedara de la siguiente manera cómo se puede observar en la figura 27:

Figura 27

Diseño French para maqueta didáctica de caja de cambios automática



6.2 Construcción de la maqueta didáctica

Para la construcción de la maqueta didáctica de caja de cambios, se considerará las características fundamentales de la maqueta de caja de cambios que se explicaron en el capítulo I, y se seguirá como guía del diseño de FRENCH presentado en este capítulo.

A partir de esto, los pasos que se siguieron para la construcción fueron: a) la limpieza de la caja de cambios, b) el diagnóstico de todos los elementos, c) el armado de la caja de cambios, d) el montaje en el banco y e) las pruebas de funcionamiento.

6.2.1 Diagnóstico de la caja de cambios.

Lo primero que se realizó, fue la limpieza de la caja de cambios automática la misma llegó en las siguientes condiciones como se puede observar en la figura 28:

Figura 28

Caja de cambios en la situación inicial



La caja de cambios automática presentaba un problema, que no ingresaba la segunda marcha, se empieza a diagnosticar las causas, seguido del desarmado de la caja, se proseguirá con la revisión de los elementos para esto se tendrá la tabla 4, donde se mostrará la comprobación para cada elemento de la misma.

6.2.2 comprobación de cada elemento de la caja de cambios

Como se mencionó anteriormente, la caja de cambios es de un Toyota R4VA del 2013, en la tabla 4 se observará el estado y el proceso a realizar con cada elemento de la misma.

Tabla 4

Comprobación de elementos de la caja

Elemento	Estado	Proceso a realizar
Frenos de primera marcha	✓	Limpieza
Embragues de primera marcha	✓	Limpieza
Frenos de segunda marcha	X	Reemplazar
Embragues de segunda marcha	X	Reemplazar
Frenos de tercera marcha	✓	Limpieza
Embragues de tercera marcha	✓	Limpieza
Frenos de cuarta marcha	✓	Limpieza
Embragues de cuarta marcha	✓	Limpieza
Frenos de quinta marcha	✓	Limpieza
Embragues de quinta marcha	✓	Limpieza
Conjunto de engranajes de primera marcha	✓	Limpieza
Conjunto de engranajes de segunda marcha	✓	Limpieza

Elemento	Estado	Proceso a realizar
Conjunto de engranajes de tercera marcha	✓	Limpieza
Conjunto de engranajes de cuarta marcha	✓	Limpieza
Engranaje de parking	✓	Limpieza
Carcasa de la caja de cambios	✓	Limpieza
Carter	✓	Limpieza
Caja de válvulas	✓	Limpieza

Durante el diagnostico, se encontró el problema principal el cual es que los discos de freno y embragues de segunda marcha estaban completamente quemados a partir de esto se remplazan dichos discos luego de esto se lava por completo la caja de cambios, se realizan los planos de la caja de cambios, después de monta la caja de cambios con el motor en el banco, junto con los demás elementos adicionales.

6.2.3 Planos de la caja de cambios automática.

Los planos de la caja de cambios automática, se pueden revisar en el Anexo 1 al final de este documento.

7. CAPITULO III

7.1 Objetos Renovables de Aprendizaje de la maqueta didáctica de caja de cambios automática.

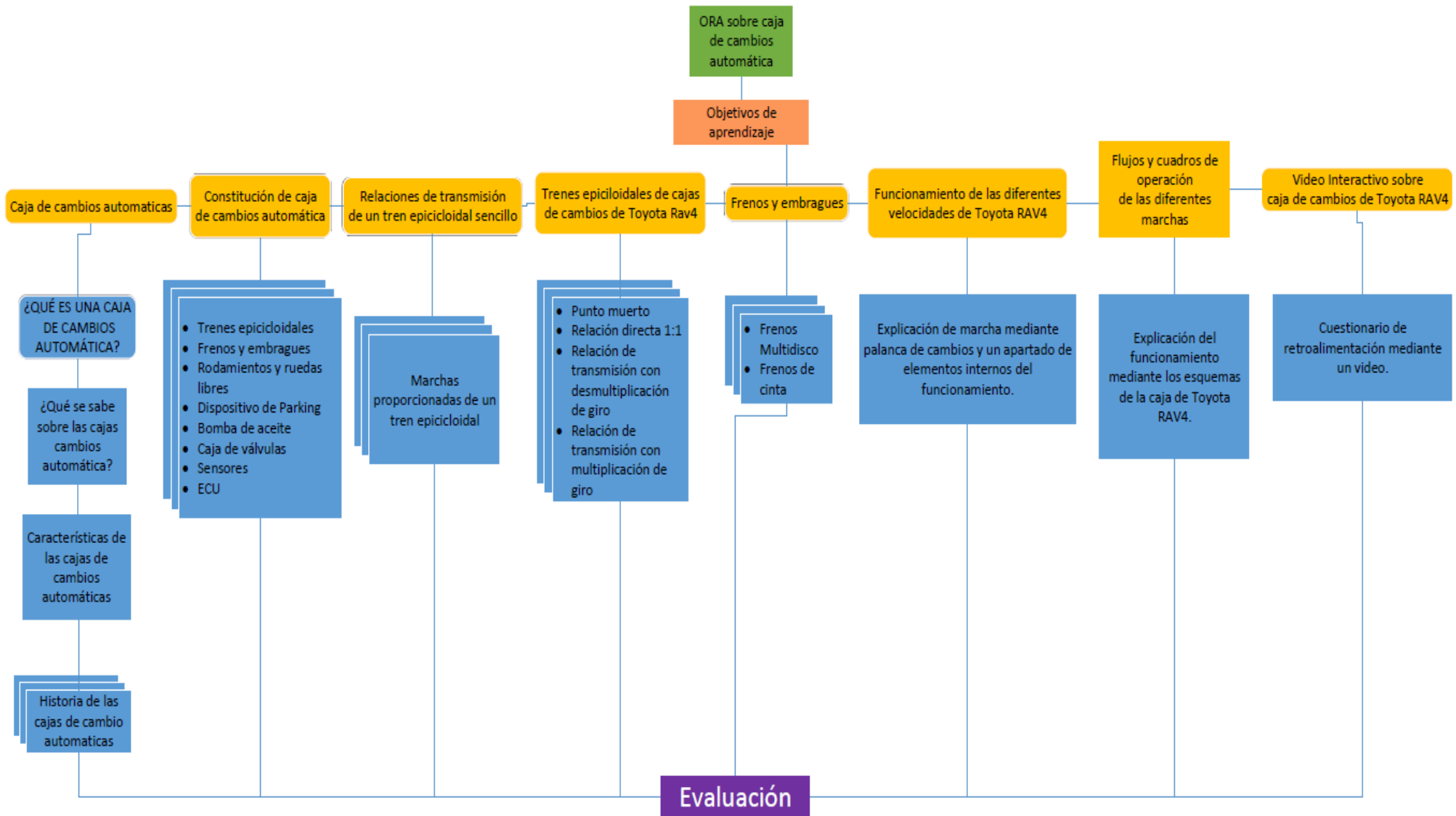
Como se mencionó en el capítulo I, los ORA son elementos utilizados para la comprobación de conocimientos, para este caso se plantea tres ORA: a) Video explicativo del funcionamiento y estructura de la maqueta, b) Cuestionario sobre los conocimientos adquiridos a partir de la maqueta didáctica y c) Las guías de práctica.

- a) Video interactivo: El Video interactivo es una animación que cuenta de forma fácil y breve una IDEA, un PRODUCTO o un SERVICIO respondiendo a las preguntas: qué es y para qué sirve. Su misión es transformar un mensaje complicado en un discurso entendible por y para todos. Al ser breve, el contenido se transmite antes y puede llegar a mayor público objetivo.
- b) Cuestionario: Un cuestionario es una técnica de recolección de datos cuantificables que adopta la forma de una serie de preguntas formuladas en un orden determinado. Te sirve de instrumento de estudio y está conformado típicamente por una mezcla de preguntas cerradas y abiertas. Esta herramienta se utiliza con fines de investigación que pueden ser tanto cualitativos como cuantitativos.
- c) Guías de práctica: las guías de práctica son un conjunto de lineamientos o recomendaciones desarrolladas de forma sistemática para ayudar a profesionales o próximos profesionales en la toma de decisiones sobre los procesos que deben realizar.

7.1.1 Realización de los Objetos de Aprendizaje Renovables

El ORA que se realizó, tiene un esquema que se presenta en la figura 53 en el esquema el color verde representa el tema principal del ORA, el color naranja son los objetivos de aprendizaje, el color amarillo representa a todos los temas presentados, el color azul representa los contenidos de cada tema, y como color morado es la culminación del ORA, esto se representa de la siguiente manera:

Figura 29
Esquema de ORAS



En la figura 30, se puede observar el menú completo de la estructura del ORA que se diseñó, además, se puede observar cada una de las secciones a ser estudiadas, es importante recalcar que se cuenta con, un audio explicando el tema, para que sea accesible para la mayoría de estudiantes, en este caso si tiene alguna discapacidad visual.

Figura 30

Hoja de contenido del ORA

The screenshot shows the ORA interface for the topic 'Cajas de cambios automáticas'. On the left is a table of contents with items like 'Constitución de caja de cambios automática', 'Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple', and 'Evaluación'. The main content area is titled 'Cajas de cambios automáticas' and includes 'Objetivos de aprendizaje' (learning objectives) and 'Desarrollo del tema' (topic development). An audio player is visible at the bottom of the main content area. Annotations with arrows point to various elements: 'Caja de cambios automatica' points to the title; 'flecha de avance' points to a right arrow; 'Titulo de la seccion' points to the section title; 'Tema' points to the learning objectives; 'Audio explicativo sobre el tema' points to the audio player; and 'Indice' points to the table of contents.

A continuación, se mostrará cada sección que se presenta en el ORA con una explicación de su contenido, en la figura 31 se puede observar el primer punto que son los objetivos de aprendizaje que se tiene en este ORA.

Figura 31

los objetivos de aprendizaje que se tiene en este ORA

Caja de cambios automática

Menú

Cajas de cambios automáticas

Cajas de cambios automáticas

Objetivos de aprendizaje

los objetivos de aprendizaje son:

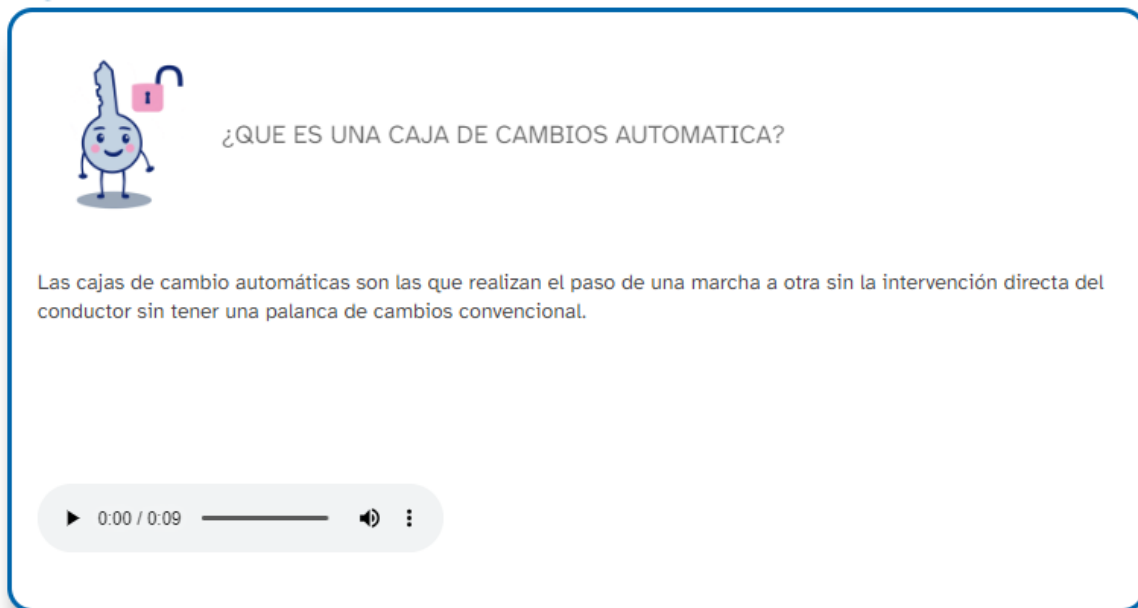
- Comprender el funcionamiento de una caja de cambios automática.
- Distinguir los distintos tipos de elementos que constituyen la caja de cambios.
- Determinar los diferentes tipos de flujos para todos los modos de marcha que tiene la caja de cambios y revisar que elementos se accionan en cada una de ellas.

0:00 / 0:19

En la figura 32 se tiene una pregunta sobre que es una caja de cambios automática, en las figuras 33 y 34 también, se hablara sobre que se sabe sobre las cajas de cambios automáticas y las características de funcionamiento que deben cumplir las cajas de cambios automáticas.

Figura 32

Que es una caja de cambios automática



¿QUE ES UNA CAJA DE CAMBIOS AUTOMATICA?

Las cajas de cambio automáticas son las que realizan el paso de una marcha a otra sin la intervención directa del conductor sin tener una palanca de cambios convencional.

0:00 / 0:09

Figura 33

¿Que se sabe sobre las cajas de cambios automáticas?



¿Qué se sabe sobre las cajas cambios automática?

Con el desarrollo de diferentes tipos de motores tanto para gasolina o diésel, las cajas de cambios adquirieron una serie de características nuevas, el objetivo de estas es la reducción de costos, economía de combustible o efectividad. Para concretar este aspecto la electrónica es un elemento fundamental para el mejoramiento del diseño, de las cajas de cambios actuales.



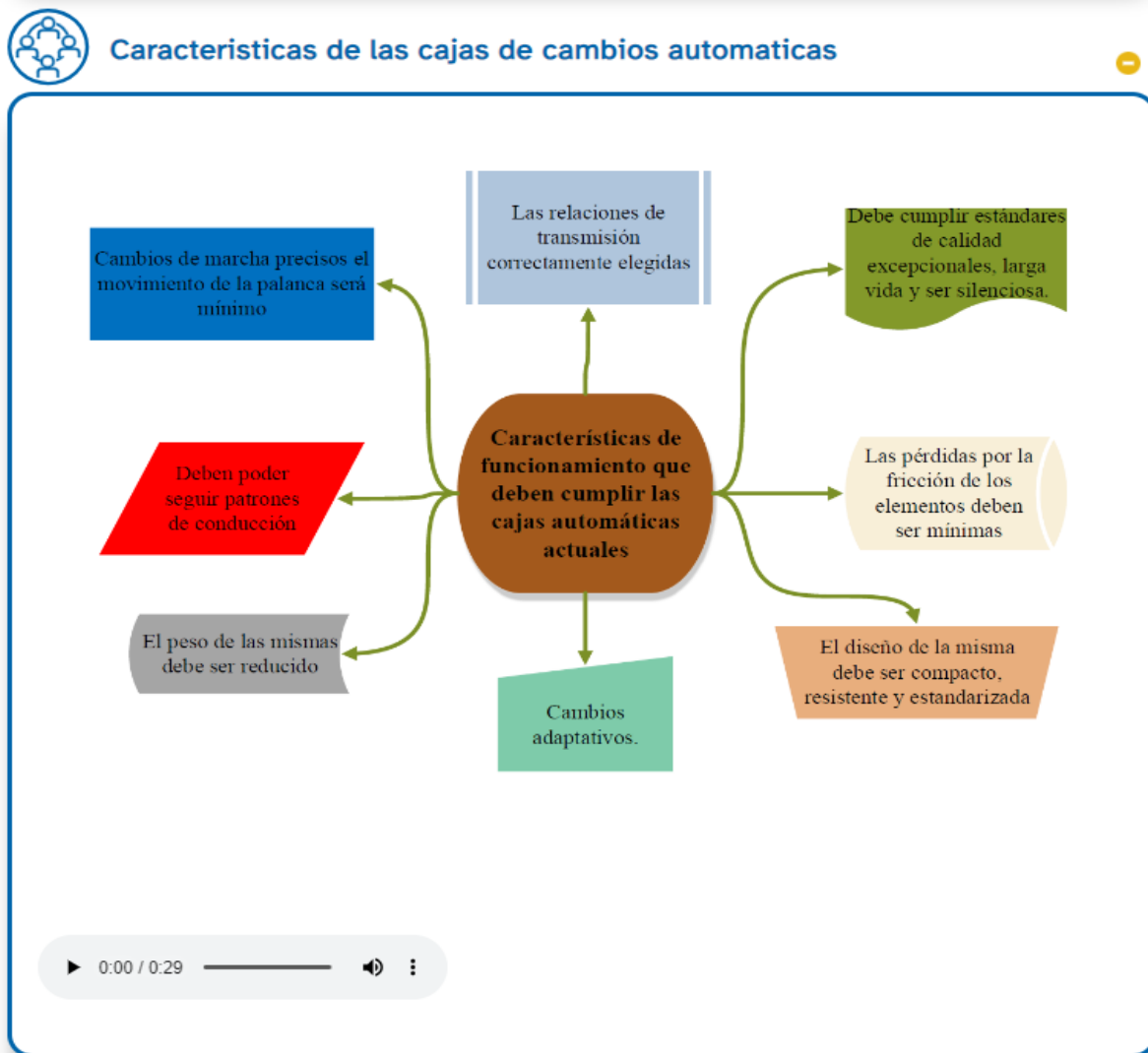
Extraído de: <https://www.motor.es/que-es/caja-de-cambios>

Video sobre cajas de cambio automáticas:
<https://youtu.be/sF84T7jz7yE>

0:00 / 0:20

Figura 34

Características de funcionamiento que deben cumplir las cajas de cambios automáticas



Para las figuras 35,36,37,38 y 39, se hablará directamente sobre la historia de las cajas de cambios automáticas.

Figura 35

Historia de las cajas de cambio automáticas parte 1

Año 1908-1927



Todo comienza con Ford el modelo del vehículo era el tipo T, aquí se tenía una característica, que el engranaje planetario era manipulado con el pie, esto fue parte en la impulsión de más de 15 millones de unidades que fueron parte del ensamblaje durante estos años.

Extraído de: <https://www.iprofesional.com/actualidad/324627-ford-t-cumple-anos-asi-fue-como-este-auto-revoluciono-al-mundo>

Figura 36

Historia de las cajas de cambio automáticas parte 2

1939



En General Motors se tuvo la división Hidra-Matic, esta división fue la responsable de tener la primera transmisión completamente automática para sus modelos, en octubre de 1939, Un año más tarde los Oldsmobile llegaron a la fabricación de cajas automáticas, mientras tanto la división Hidra-Matic promovía 220 transmisiones y comenzaron a emplearlas para Cadillac.

Extraído de: <https://www.macsmotorcitygarage.com/inside-the-1940-gm-hydra-matic-the-first-modern-automatic-transmission/>

Figura 37

Historia de las cajas de cambio automáticas parte 3

Suceso histórico muy relevante



Un evento muy importante para las cajas de tipo automático fue la guerra a partir de esto se llegó a la creación del convertidor de par, este último es un elemento utilizado para la impulsión que no tenía una gran transferencia de par cuando se estaba a bajas velocidades, pero, cuando se tenía velocidad crucero se tenía una eficiencia alta.

Extraído de: https://www.abc.es/historia/abci-pavor-y-muerte-horrible-vida-dentro-tanque-segunda-guerra-mundial-segun-tripulaciones-202012290042_noticia.html

Figura 38

Historia de las cajas de cambio automáticas parte 4

1950

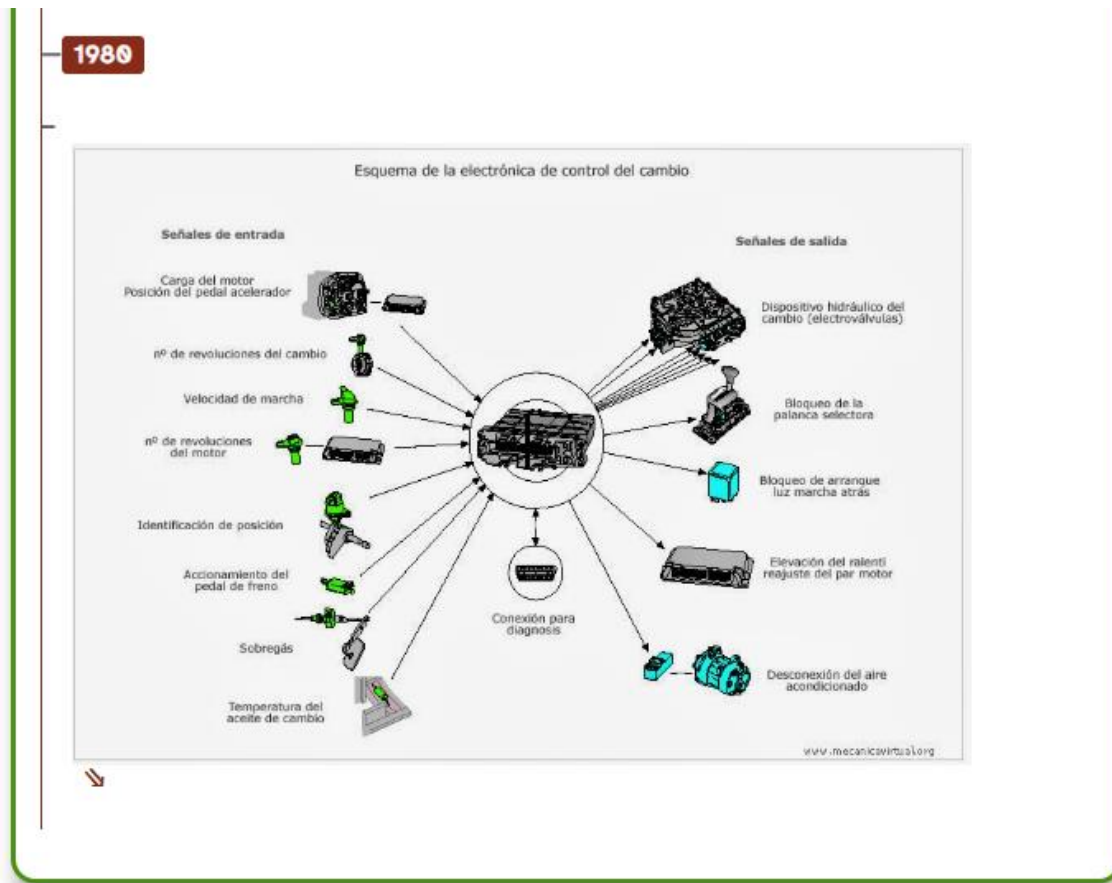


Para este año los fabricantes ya brindaban transmisiones automáticas y ya en varios vehículos se entregaba como una medida estándar. Ya aquí los principales mecanismos de la transmisión automática los cuales son: trenes epicicloidales, el acoplamiento hidráulico y los sistemas de control.

Extraído de: <https://www.carrosyclassicos.com/historia/item/4619-cadillac-1950-1953>

Figura 39

Historia de las cajas de cambio automáticas parte 5



Para la figura 40, se explicará la constitución de las cajas de cambios automáticas y en la figura 41 se tendrá un ejemplo de cómo se explicará cada elemento señalado en la figura anterior.

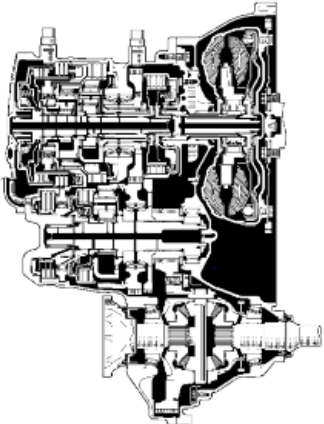
Figura 40

Constitución de las cajas de cambios automáticas

Constitución de caja de cambios automática
Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple
Trenes epicicloidales de cajas de cambios de Toyota Rav4
Frenos y embragues
Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4
Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas
Vídeo Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4
Evaluación

Constitución de caja de cambios automática

- Trenes epicicloidales
- Frenos y embragues
- Rodamientos y ruedas libres
- Dispositivo de Parking
- Bomba de aceite
- Caja de válvulas
- Sensores
- ECU



0:00 / 0:10

Extraído de: Manual de Toyota RAV4

Vídeo sobre constitución de las cajas automáticas: <https://youtu.be/vDetlFHqkaM>

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Figura 41

Elementos

Constitución de caja de cambios automática

Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple

Trenes epicicloidales de cajas de cambios de Toyota Rav4

Frenos y embragues

Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4

Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas


Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4

Evaluación

Constitución de caja de cambios automática

trenes epicicloidales

Es un sistema formado por 1 o mas engranajes, estos se encargan de la desmultiplicación y transmisión de marchas al eje de salida del vehículo.



0:00 / 0:08

Extraído de: <https://www.ingenierizando.com/maquinas-y-mecanismos/engranajes-planetarios/>



Extraído de: <https://e.exam-10.com/doc/11848/index.html?page=7>

En la figura 42, se tendrá una leve explicación de las relaciones se transmisión de un tren epicicloidal sencillo.

Figura 42

Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal sencillo

- Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple
- Trenes epicicloidales de cajas de cambios de Toyota Rav4
- Frenos y embragues
- Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4
- Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas
- Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4
- Evaluación

Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal sencillo

Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal sencillo

Las relaciones de transmisión que se obtienen se un tren epicicloidal dependen del elemento del tren que se encuentra detenido o frenado, así como del elemento por el que entra el giro al tren y del componente del tren por donde va a salir la fuerza.

Tabla 1:

Velocidad	Entrada	Salida	Detenido
0	El eje como un elemento o elemento conectado al eje de entrada		
1	Corona	Planos/Planos	Planos
2	Planos/Planos	Corona	Planos
3	Planos/Planos	Corona	Planos/Planos
4	Corona	Planos/Planos	Planos/Planos
5	Planos/Planos	Planos/Planos	Corona
6	Planos/Planos	Planos/Planos	Corona

En la tabla 1, se demuestra las diferentes relaciones de transmisión que se tiene en un tren epicicloidal sencillo el mismo se tomara como base para la caja de cambios en la que se esta trabajando.

Extraído de: SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y FRENADO, Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2012).

Videos sobre las relaciones de transmisión de cajas automaticas:
<https://youtu.be/KWTuMyas5wo>

1 2

Para la figura 43, se expondrá sobre los trenes epicicloidales de la caja de cambios de Toyota RAV4 con una explicación de las relaciones de transmisión que se presentan para los mismos.

Figura 43

Trenes epicicloidales de la caja de cambios de Toyota RAV4

Trenes epicicloidales de cajas de cambios de Toyota Rav4

Frenos y embragues

Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4

Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas

Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4

Evaluación

Para los trenes epicicloidales, en la Figura 2, se puede evidenciar la forma de un tren epicicloidal de la caja de cambios automática de Toyota RAV4.

Algo que debemos tener en consideración es que, para frenar planetario, portasatelites o corona un elemento indispensable son los frenos y embragues.

Figura 2
Engranaje epicicloidal



0:00 / 0:18

Punto muerto

Si el tren epicicloidal no llega a frenar a ningún elemento, se considera que el conjunto gira de manera libre sin accionar ningún tipo de relación de transmisión, si la entrada de giro se realiza a través del eje planetario, sin frenar a ningún elemento tanto, corona y eje portasatelites giran libremente.

Figura 3
Punto muerto



Planetario
Eje portasatelites
Corona
Salidas

■ Bloqueado
■ Impulsión
■ Salida

Ahora si consideramos que tanto la corona como el eje portasatelites se someten a carga, se tendrá una transmisión a los 2 elementos que tienen carga esto es exclusivo para ciertos tipos de modelos, esto se puede evidenciar en la figura 3 extraido de (Dominguez & Ferrer, 2012, pág. 122).

0:00 / 0:36

1 2 3 4

En la figura 44, se muestra el tema de frenos y embragues en los que representa tantos los de tipo disco y de cinta.

Figura 44

Frenos y embragues

Cajas de cambios automáticas
Constitución de caja de cambios automática
Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple
Trenes epicicloiales de cajas de cambios de Toyota Rav4
Frenos y embragues
Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4
Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas
Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4
Evaluación

Frenos y embragues

Dominguez (2012), nos dice: "frenos y embragues son los dispositivos empleados para frenar unir o liberar un elemento del tren epicicloidal (corona, eje portasatelite o eje planetario)". Se denominan también elementos de mando. Los frenos más empleados son de cinta y de discos, los embragues son todos de discos.

0:00 / 0:20

Video sobre frenos multidisco: <https://www.youtube.com/watch?v=CADe8EJRa2E>
Video sobre frenos de cinta: <https://www.youtube.com/watch?v=4MzEJXHkMwA>

Frenos Multidisco Frenos de cinta

Estos tipos de freno son utilizados para la inmovilización de un elemento del tren epicicloidal, son similares a los embragues multidisco, estos van a poseer discos tanto exteriores como interiores, van a encontrarse unidos mediante salientes al elemento giratorio a diferencia de los exteriores que se colocan fijos, esto en cambio esta compuesto por acero sin forro de fricción, y están apoyados en la propia caja de cambios.



Extraído de: <https://makeagif.com/gif/como-funciona-un-embrague-multidisco-animacion-GFCvc1>

0:00 / 0:53



Aquí la activación la tenemos con un embolo de tipo hidráulico cuando se tiene presión en el conjunto el aceite va a empujar al embolo de accionamiento realizando la compresión de los discos teniendo así el frenado y reteniendo el componente del cambio, al cesar la presión se

En la figura 45, se explica sobre el funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4.

Figura 45

Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4

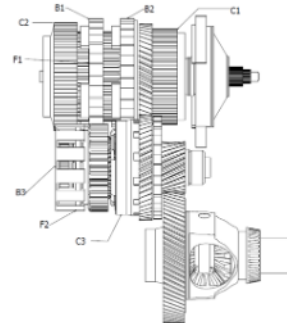
Constitución de caja de cambios automática
Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple
Trenes epicicloidales de cajas de cambios de Toyota Rav4
Frenos y embragues
Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4
Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas
Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4
Evaluación

Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4

A continuación, en la figura 10 se puede observar el esquema de la caja de cambios automática de una Toyota RAV4 de la que se está realizando la maqueta didáctica, donde se pueden observar los elementos constituyentes a partir de esto se explicarán los diferentes modos de funcionamiento.

A través de los embragues C1, C2 y C3 además de los frenos B1, B2 y B3 se tendrá la conexión desde primera hasta cuarta marcha y la marcha atrás los trenes epicicloidales del conjunto I y II se conectan a través de la corona interior del planetario I y el portasatélites número II, a través del cual se tiene la entrega de par al piñón A, en cambio el piñón B se une con la corona del conjunto III, el planetario y el portasatélite gira solidariamente con el segundo conjunto.

Figura 10
Esquema de caja de cambios Toyota RAV4



Ahora el embrague C1 se va a encargar de impulsar al planetario de del conjunto II el cual se conecta desde la primera marcha hasta la cuarta marcha, el embrague C2 se encarga de impulsar al planetario del primer conjunto el cual se conecta para la cuarta marcha y el retro, el embrague C3 se encarga de impulsar al planetario del conjunto III el cual se conecta para la tercera marcha.

Con respecto a los frenos, el B1 va a retener al planetario del conjunto I el cual se conecta para segunda marcha, el freno B2 es el encargado de retener a la corona del conjunto II el cual se va a conectar para la marcha atrás, por último, el freno B3 va a retener al planetario del conjunto III el cual va a ser activado para primera, segunda, tercera y marcha atrás.

▶ 0:00 / 0:44

▶ 0:00 / 0:42

Para la figura 46, se tiene el cuadro de operación de la caja de cambios de Toyota RAV4 y en la figura 47, se tiene un ejemplo de cómo se presentarán los flujos de operación de todas las marchas de la caja.

Figura 46

Cuadro de operación de la caja de cambios de Toyota RAV4

Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple

Trenes epicicloidales de cajas de cambios de Toyota Rav4


Frenos y embragues

Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4

Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas

Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4

Evaluación



Cuadros y Flujos de operación

◀ 1 2 3 4 5 6 7 ▶

Elemento accionado

Elemento bloqueado

Cuadro de Operación

Posición de la palanca de cambios	Marcha	válvula solenoide				C1	C2	C3	B1	B2	B3	F1	F2
		SL1	SL2	S4	DSL								
P	Parking	ON	ON	OFF	OFF							•	
R	Reversa	ON	OFF	OFF	OFF		•			•	•		
N	Neutro	ON	ON	OFF	OFF							•	
D	1st	ON	ON	OFF	OFF	•					•	•	•
	2nd	OFF	ON	OFF	OFF	•			•		•	•	•
	3rd	OFF/ ON*	OFF	OFF	OFF	•	•					•	•
	4th	OFF/ ON*	OFF	ON	OFF/	•	•	•					
2	1st	ON	ON	OFF	OFF	•					•	•	•
	2nd	OFF	ON	OFF	OFF	•			•		•	•	•
L	1st	ON	ON	OFF	ON	•				•	•	•	•


Extraído de: Manual de Toyota RAV4

Aquí se explica la posición de la palanca de cambios y la marcha en la que se encuentra la caja, además de esto se tiene una sección donde se puede observar los elementos que se conectan para las diferentes marchas, donde B hace referencia a los frenos y C a los embragues que se accionan en cada marcha, F hace referencia a las ruedas libres, aquí los elementos bloqueados están en color rojo y por donde va el flujo verdes.

Figura 47

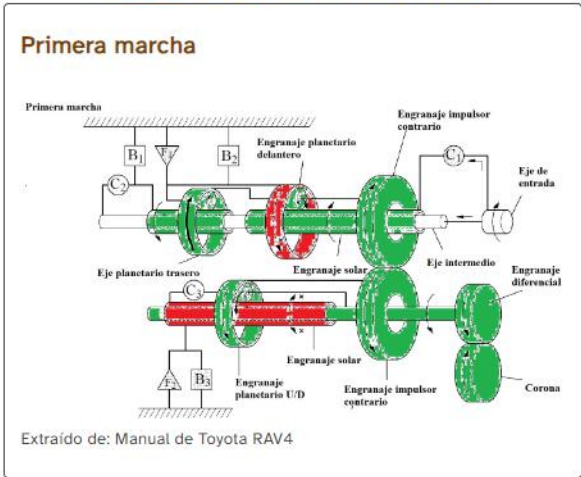
Flujos de operación de todas las marchas de la caja.

Relaciones de transmisión de un tren epicicoidal Simple
Trenes epicicoidales de cajas de cambios de Toyota Rav4
Frenos y embragues
Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4
Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas
Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4
Evaluación

**Cuadros y Flujos de operación**

◀ 1 2 3 4 5 6 7 ▶

Primera marcha



Extraído de: Manual de Toyota RAV4

	Elemento accionado
	Elemento bloqueado

Aquí se explica la posición de la palanca de cambios y la marcha en la que se encuentra la caja, además de esto se tiene una sección donde se puede observar los elementos que se conectan para las diferentes marchas, donde B hace referencia a los frenos y C a los embragues que se accionan en cada marcha, F hace referencia a las ruedas libres, aquí los elementos bloqueados están en color rojo y por donde va el flujo verdes.

En la figura 48, se tiene el tema sobre el video interactivo de la caja de cambios que se seleccionó en el cual se tiene una serie de preguntas sobre los elementos que se accionan en cada marcha.

Figura 48

Video interactivo de la caja de cambios

The image shows a screenshot of an interactive learning interface. On the left is a vertical navigation menu with orange highlights, listing various topics related to automatic transmissions. The main content area is titled "Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4" and contains two sections. The first section, "Simulación y Cuestionario sobre la caja de cambios automática de Toyota RAV4", includes a video player with a play button and a progress bar showing 0:00 / 0:07. The second section, "Simulación de marchas Toyota RAV4", features a 3D model of transmission gears and a blue "Inicio" button.

Cajas de cambios automáticas
Constitución de caja de cambios automática
Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple
Trenes epicicloidales de cajas de cambios de Toyota Rav4
Frenos y embragues
Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4
Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas
Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4
Evaluación

Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4

Simulación y Cuestionario sobre la caja de cambios automática de Toyota RAV4

Dele click en simulación de marchas Toyota RAV4, luego a iniciar con el video y responda las preguntas presentadas.

0:00 / 0:07

Simulación de marchas Toyota RAV4

Inicio

En la figura 49, se tiene una representación de cómo será la evaluación final sobre la información presentada en las secciones anteriores.

Figura 49

Evaluación final

Cajas de cambios automáticas	<h2>Evaluación</h2> <hr/> <p> Cuestionario</p> <p>1.) ¿Seleccione cuál es el nombre de elemento mostrado en la imagen?</p>  <p><input type="radio"/> a. Bomba de aceite <input type="radio"/> b. Radiador <input type="radio"/> c. Engranaje planetario <input type="radio"/> d. Engranaje solar</p> <p>2.) ¿Seleccione cuál es el nombre del elemento mostrado en la imagen?</p> 
Constitución de caja de cambios automática	
Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal Simple	
Trenes epicicloidales de cajas de cambios de Toyota Rav4	
Frenos y embragues	
Funcionamiento de las diferentes velocidades de Toyota RAV4	
Flujos y cuadros de operación de las diferentes marchas	
Video Interactivo sobre caja de cambios de Toyota RAV4	
Evaluación	

7.1.2 Guías de práctica.

La guía de practica se encuentran en el anexo 2.

8. CONCLUSIONES

Se concluye que, al realizar la revisión del marco teórico sobre los fundamentos necesarios para la determinación de los parámetros esenciales que deban cumplir la maqueta didáctica de la caja de cambios automática para el aprendizaje en mecánica automotriz, es fundamental tener en cuenta dichos parámetros antes de construir como: funcionalidad, ergonomía, seguridad, maniobrabilidad, a base esto se realizó el diseño de la maqueta didáctica.

Ahora, para construir una maqueta didáctica de una caja de cambios automática para la instrucción artesanal del área de mecánica automotriz de la fundación PACES, se realizó el diseño aquí se escogió el diseño de French el cual consta en: análisis del problema, diseño conceptual, dar forma a los esquemas, fase de evaluación y fase de ejecución, luego de definir cada una de las fases se procedió con el armado de la maqueta, primero se hizo un diagnóstico y reparación de la caja de cambios, seguido por la planos de la misma, con esto terminado se ensambló en el banco y se procedió con las pruebas de funcionamiento, dando como resultado una maqueta funcional de caja de cambios automática.

Se realizaron los Objetos Renovables de Aprendizaje (ORA) de la maqueta para el aprendizaje de los estudiantes de la fundación PACES, para esto se utilizó la aplicación eXe Learning versión: 2.8.1, con esto se realizó un ORA con toda la información necesaria para el desarrollo de un cuestionario y se hizo un video interactivo sobre el funcionamiento de la caja automática, dando como punto final se presentó la guía de practica que se usara en la maqueta didáctica.

9. RECOMENDACIONES

Como recomendación se puede agregar que sería óptimo, que se desarrollen maquetas con otros tipos de modelo de cajas de cambio automáticas.

10. ANEXOS

Anexo 1

Figura 50

Caja automática Toyota RAV4 2013

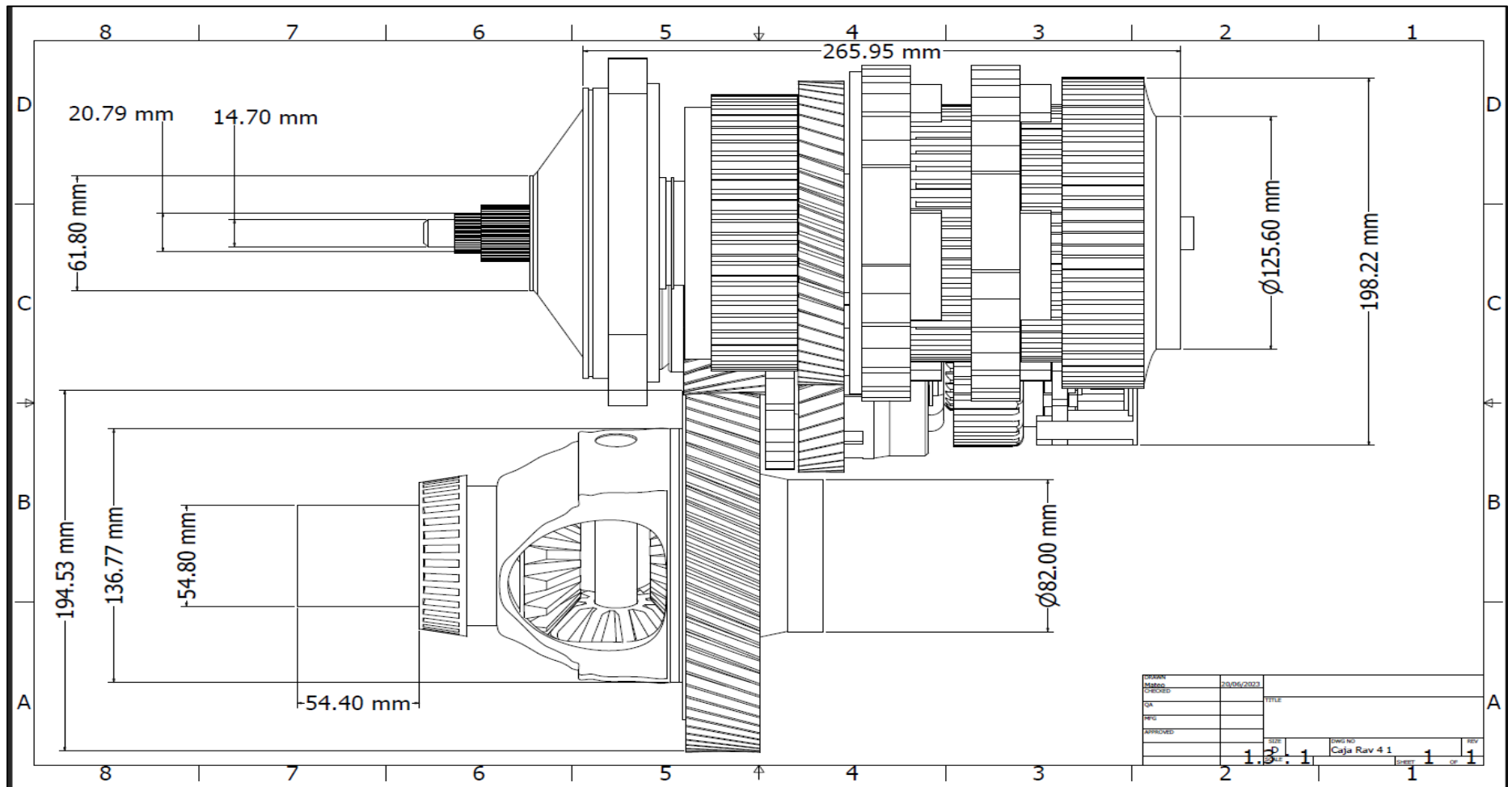


Figura 51

Caja automática Toyota RAV4 2013 vista frontal

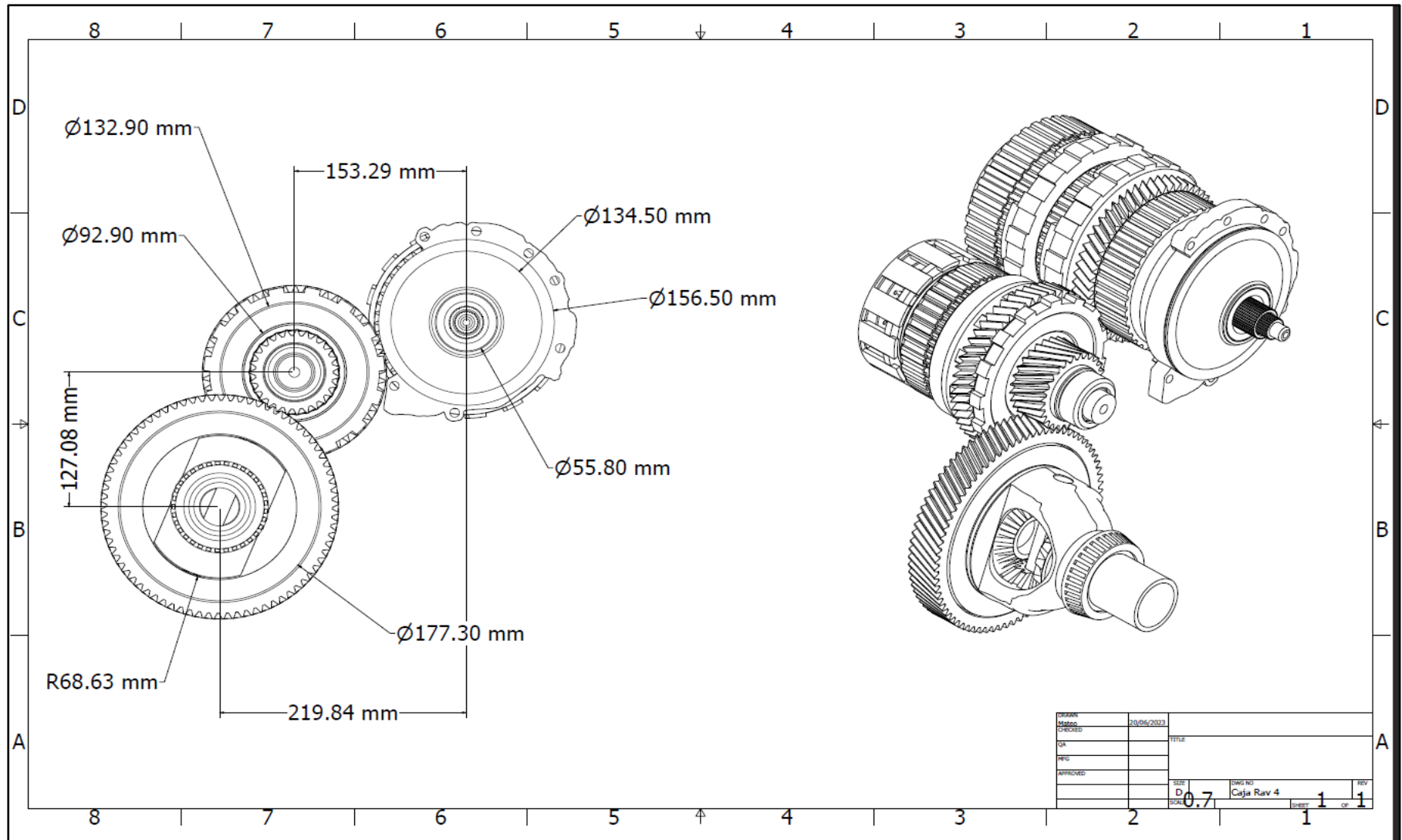


Figura 52

Base embrague portasatelites

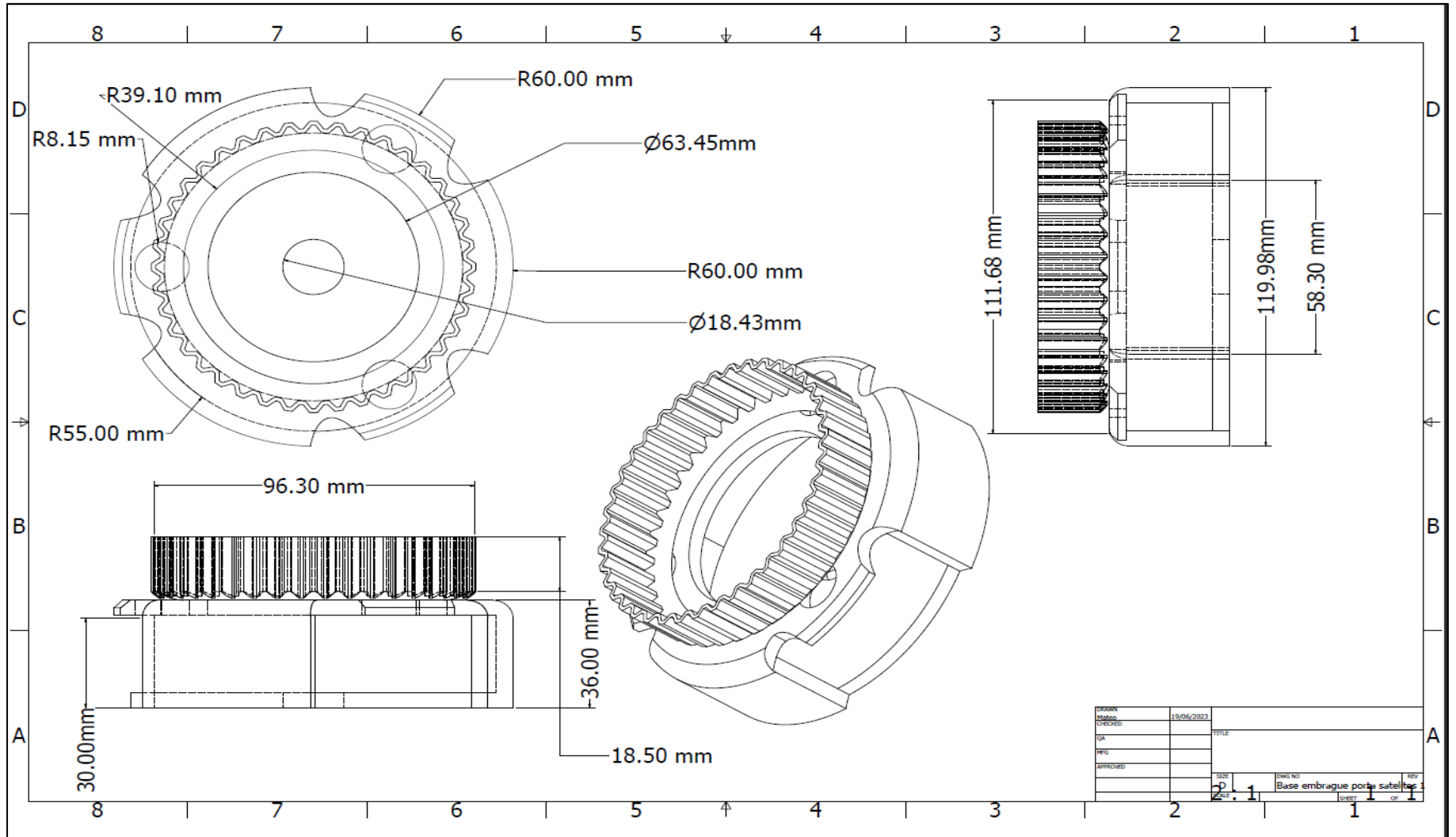


Figura 53

Base rejilla

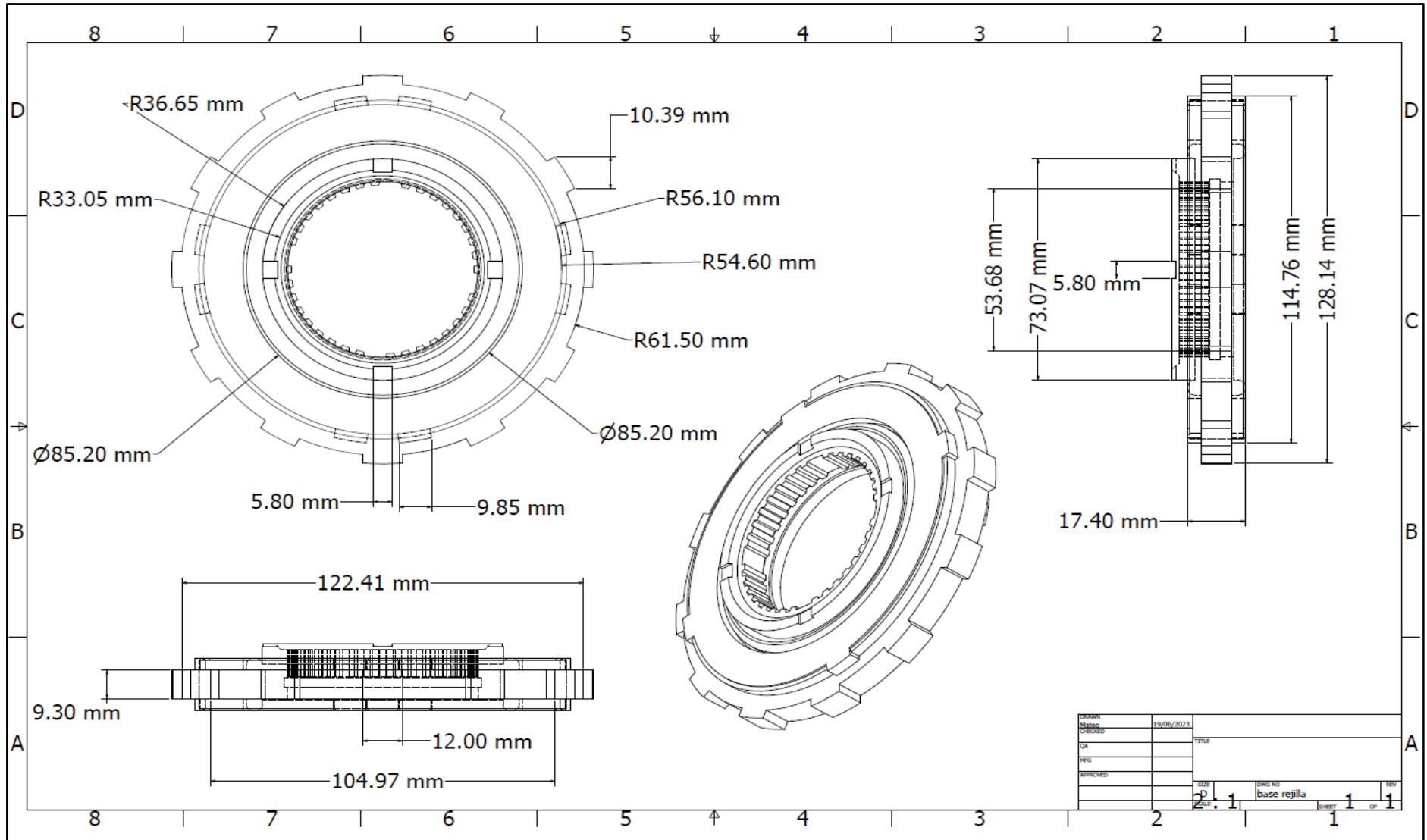


Figura 54

Bomba

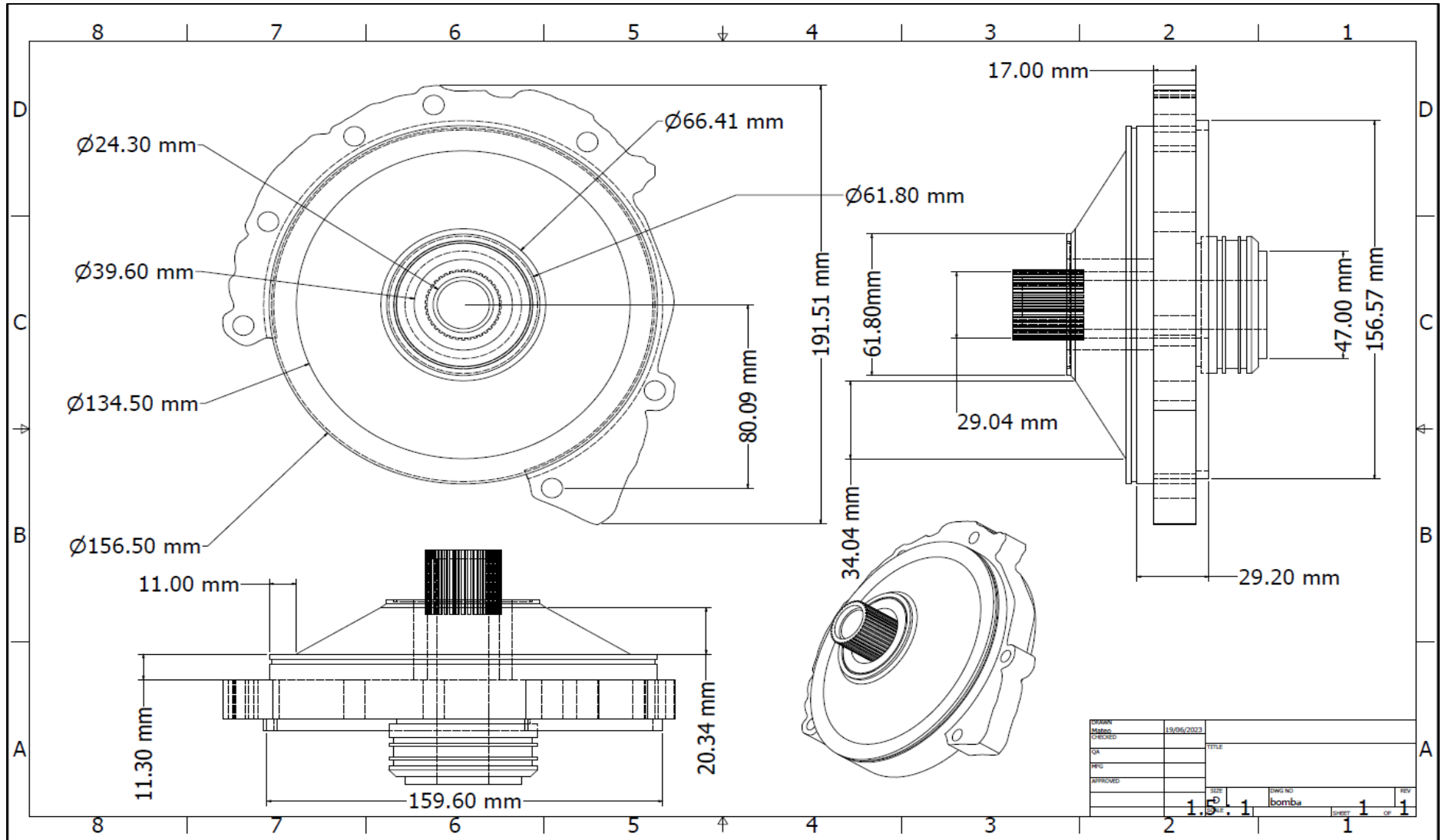


Figura 55

Corona 1

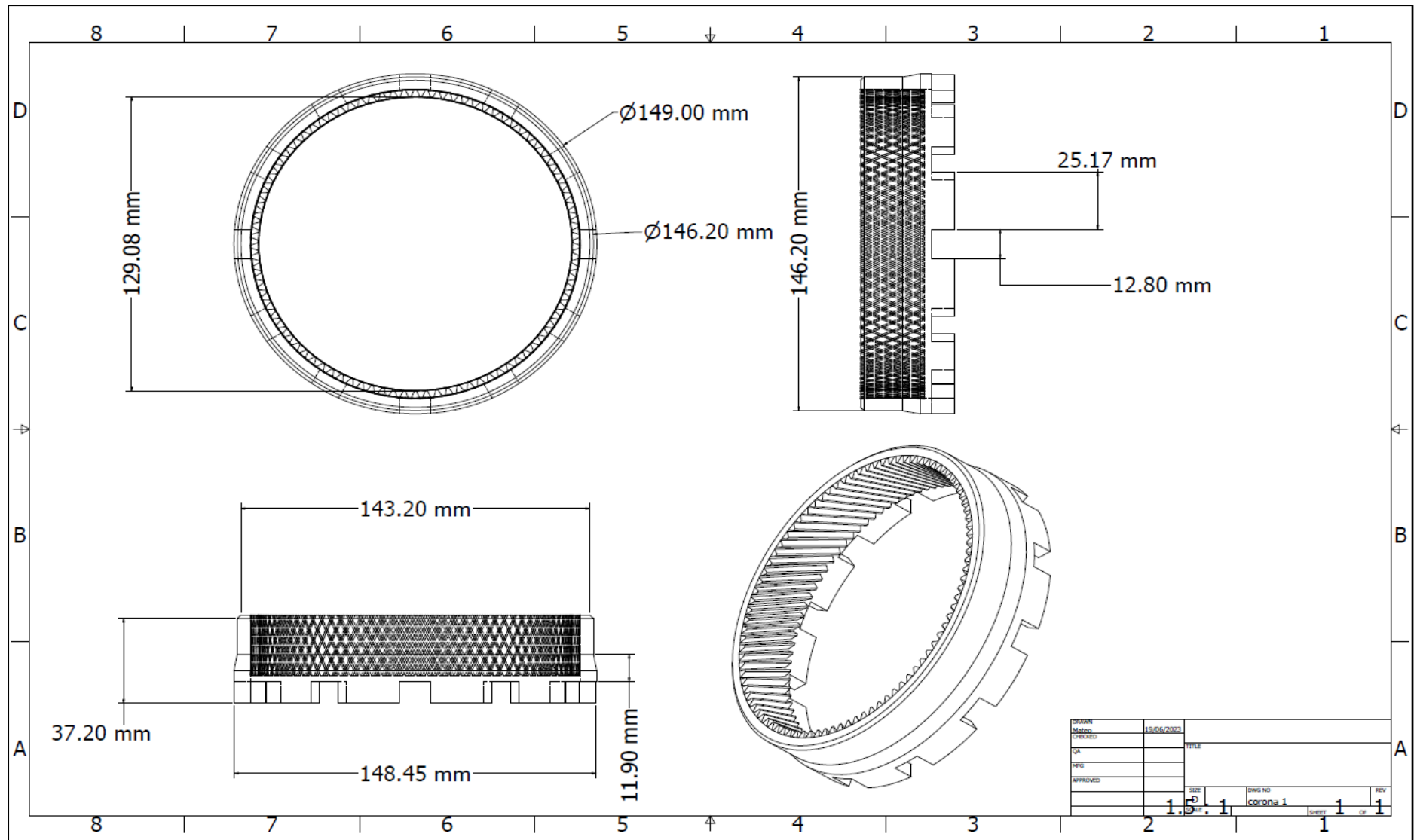


Figura 56

Corona 2

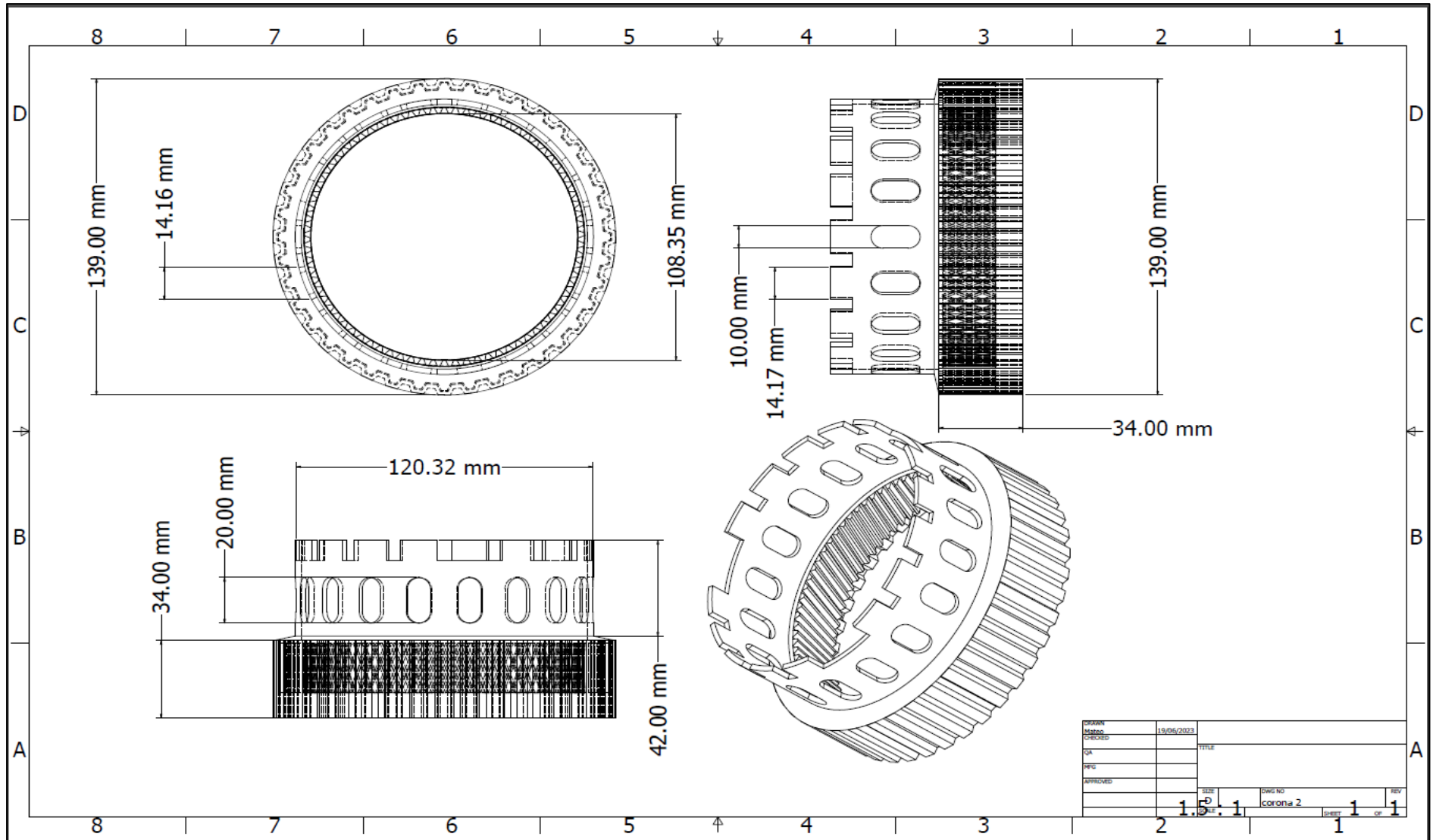


Figura 57

Corona 3

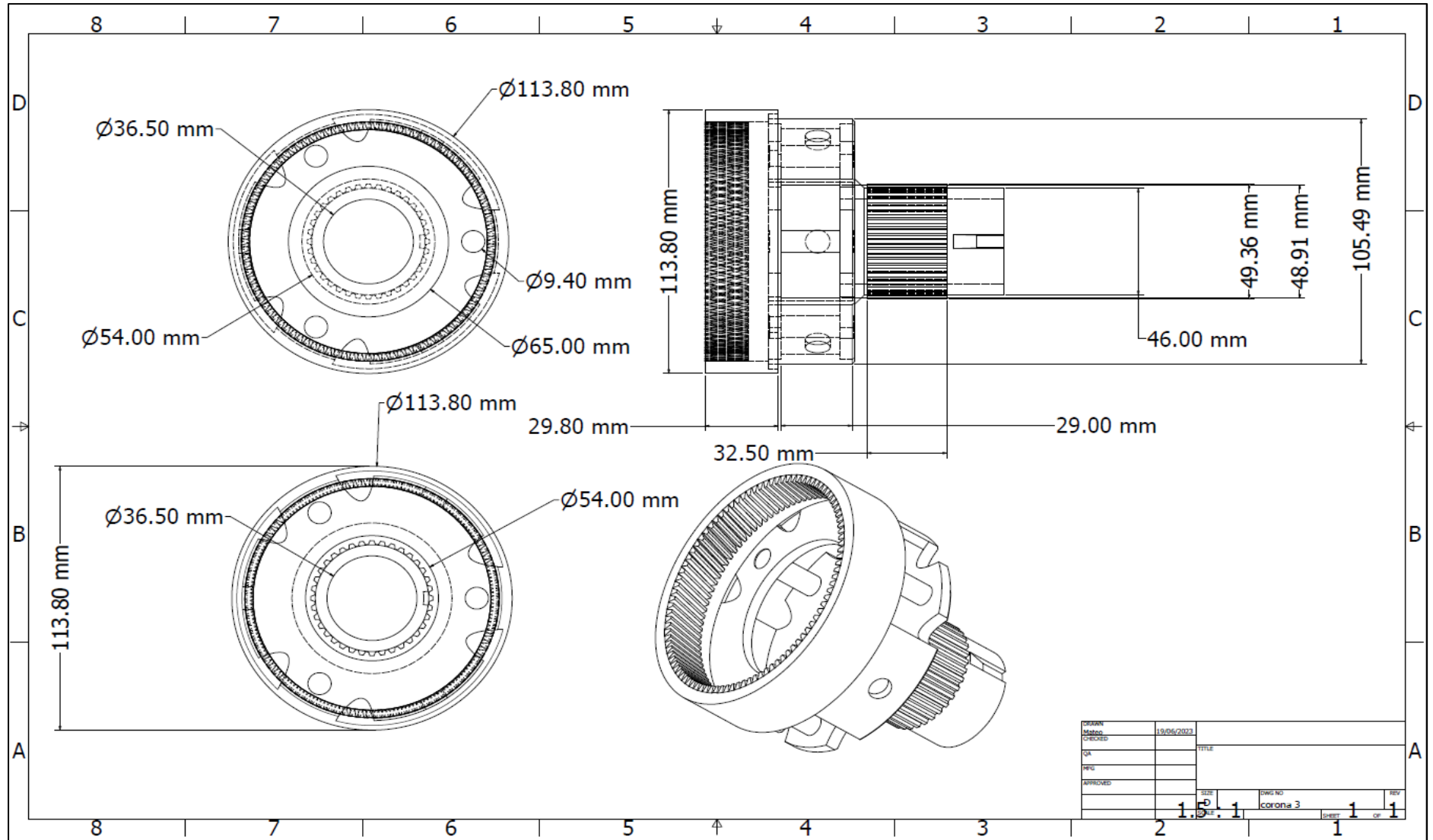


Figura 58

Eje 1

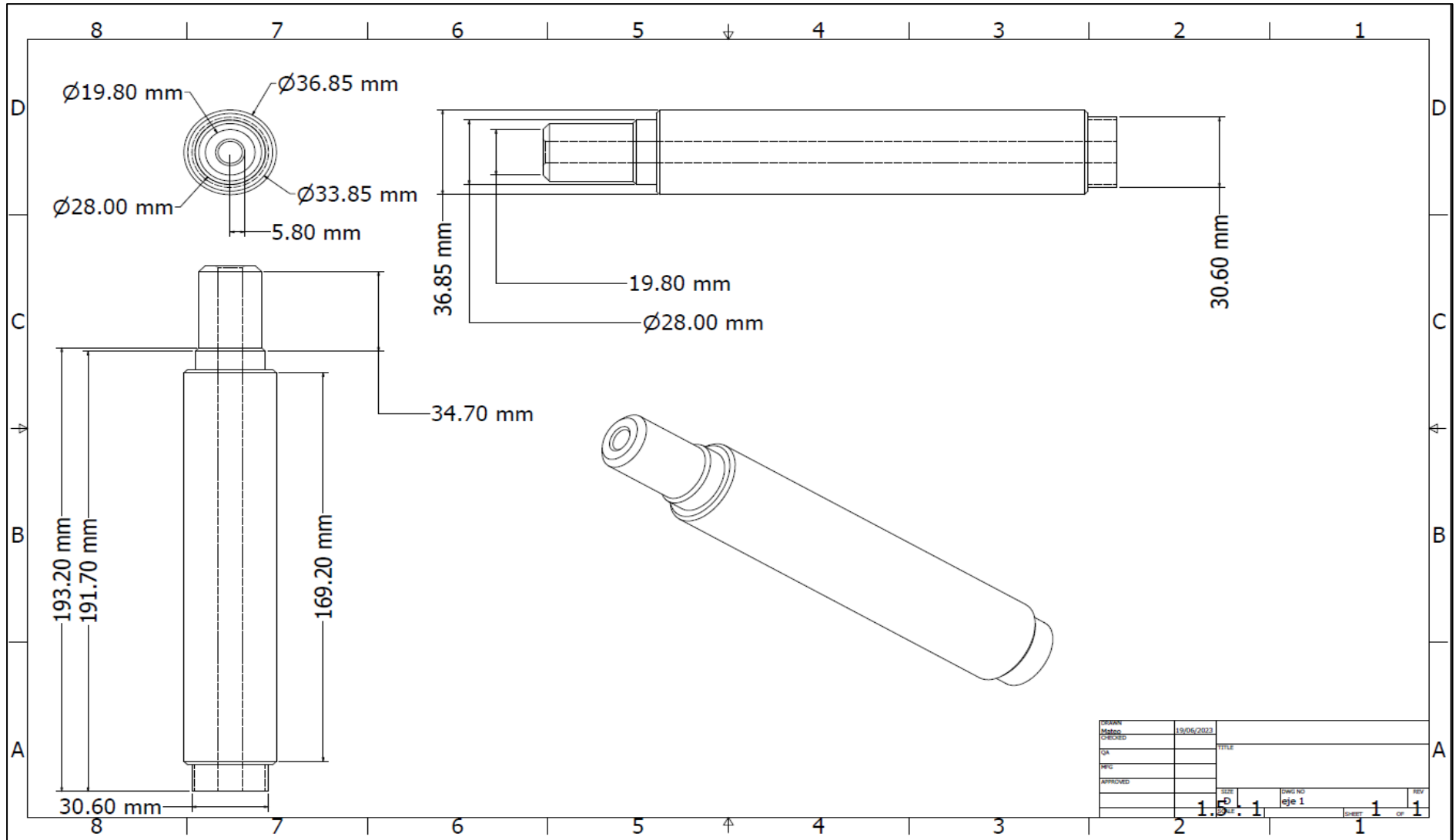


Figura 59

Eje bomba

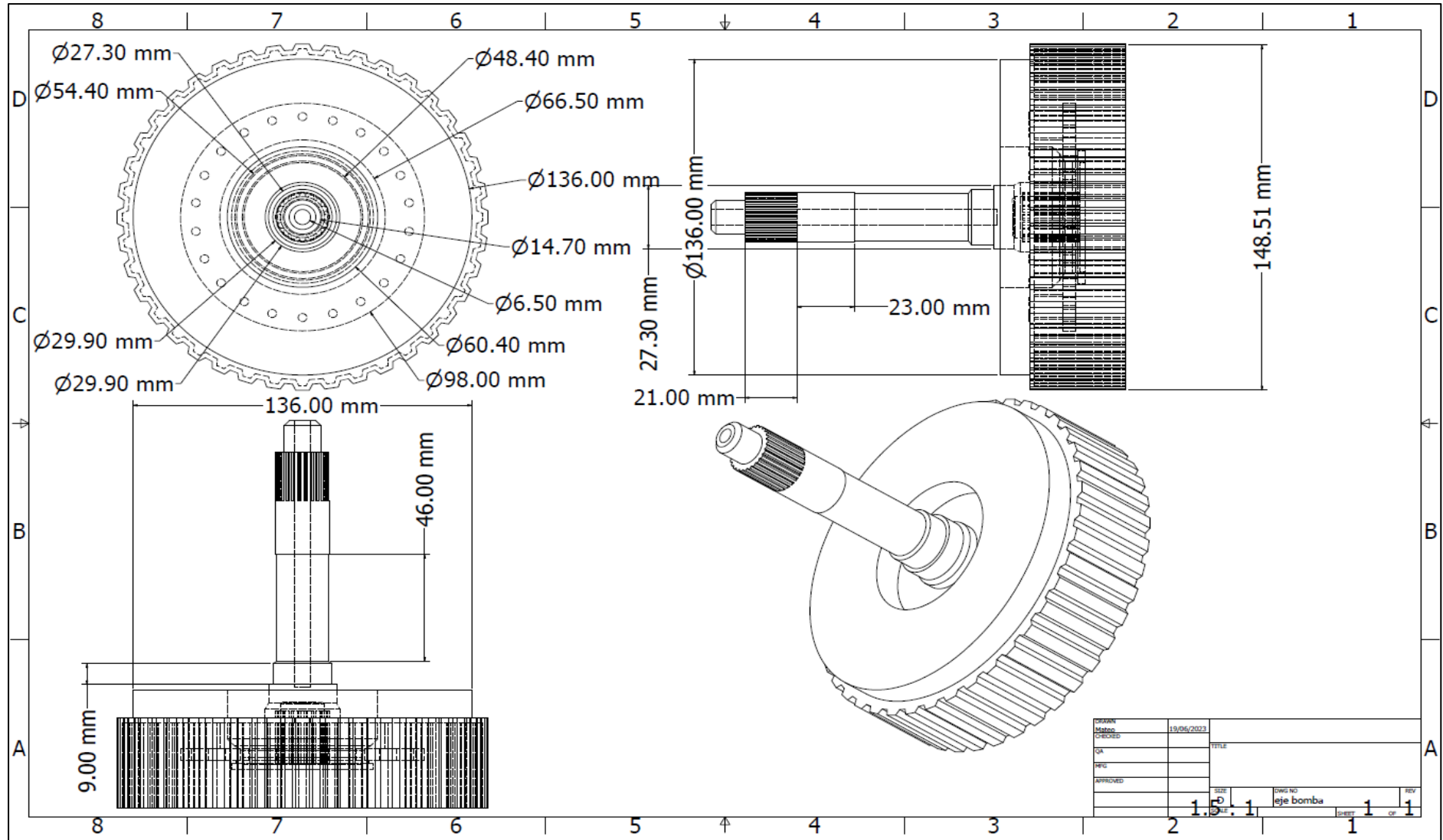


Figura 60

Eje sol 3

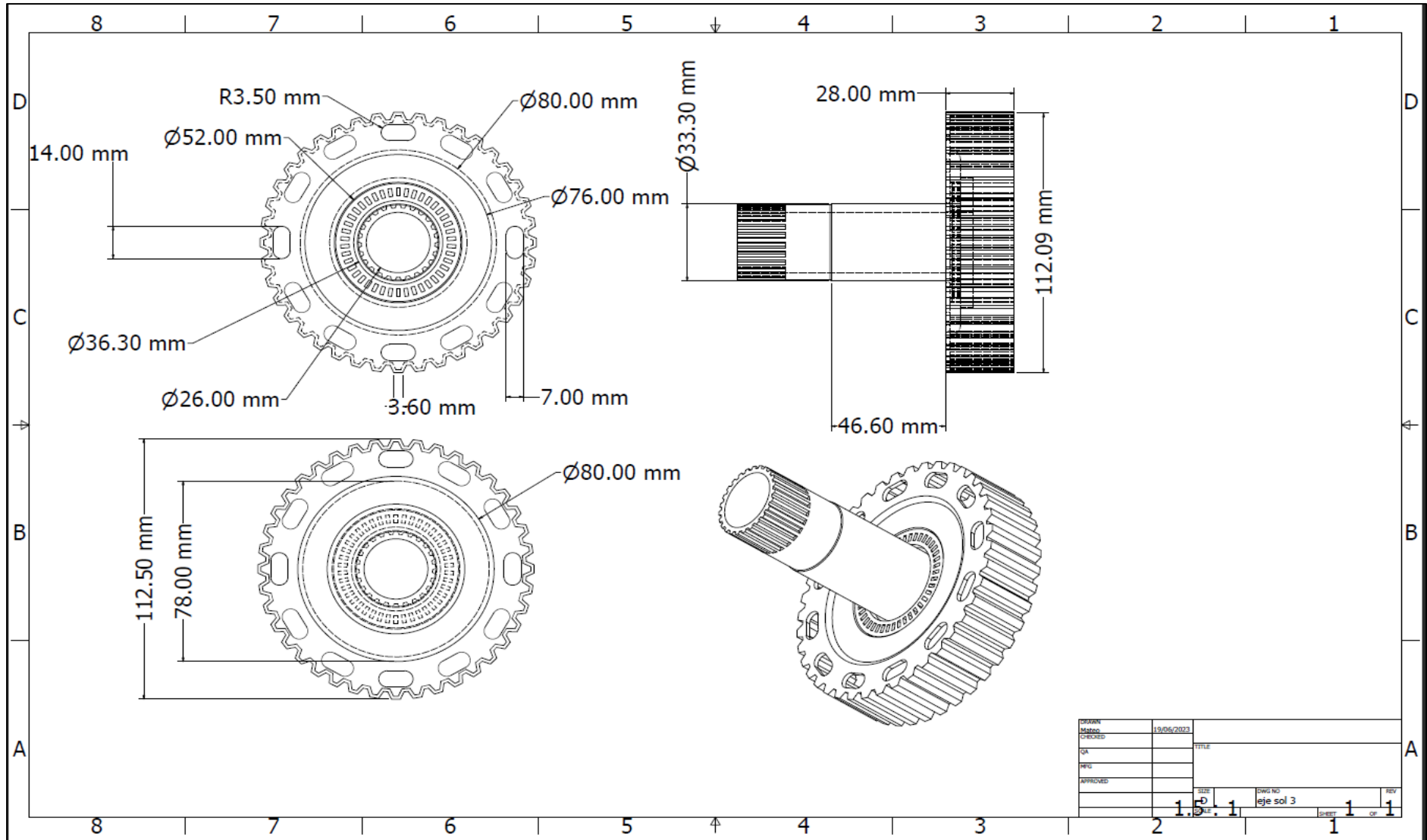


Figura 61

Embrague 1

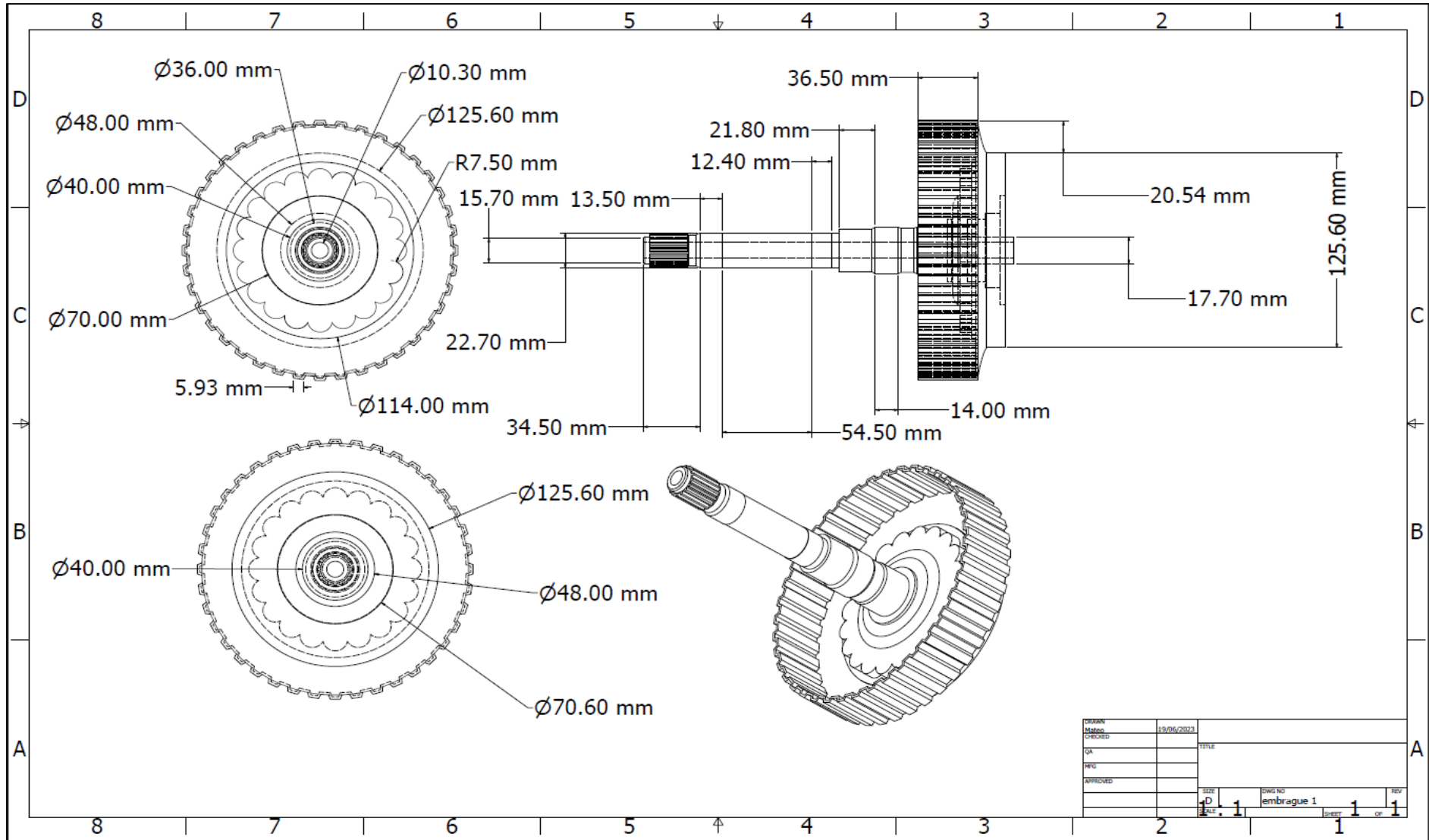


Figura 62

Engranaje diferencial

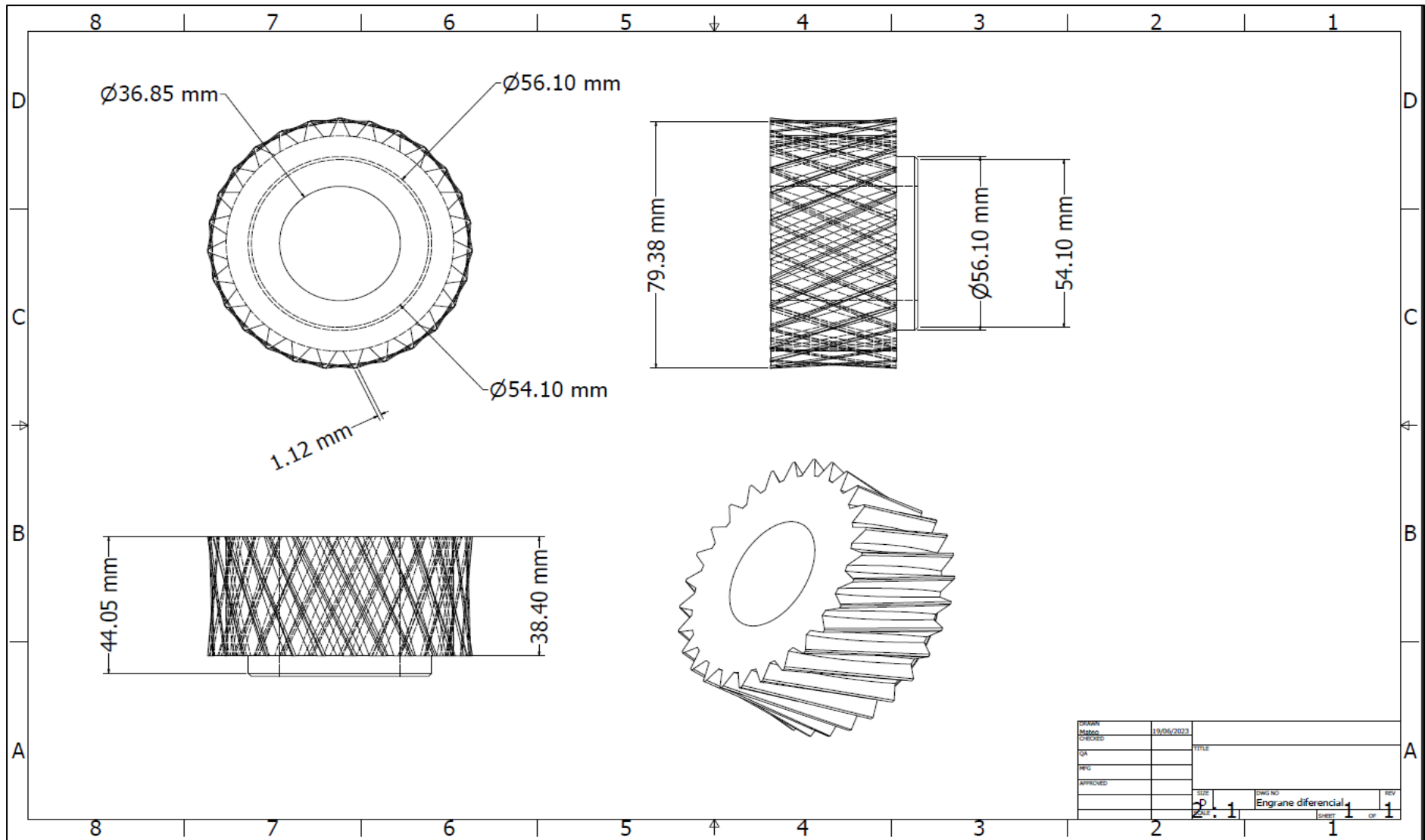


Figura 63

Engranaje parking

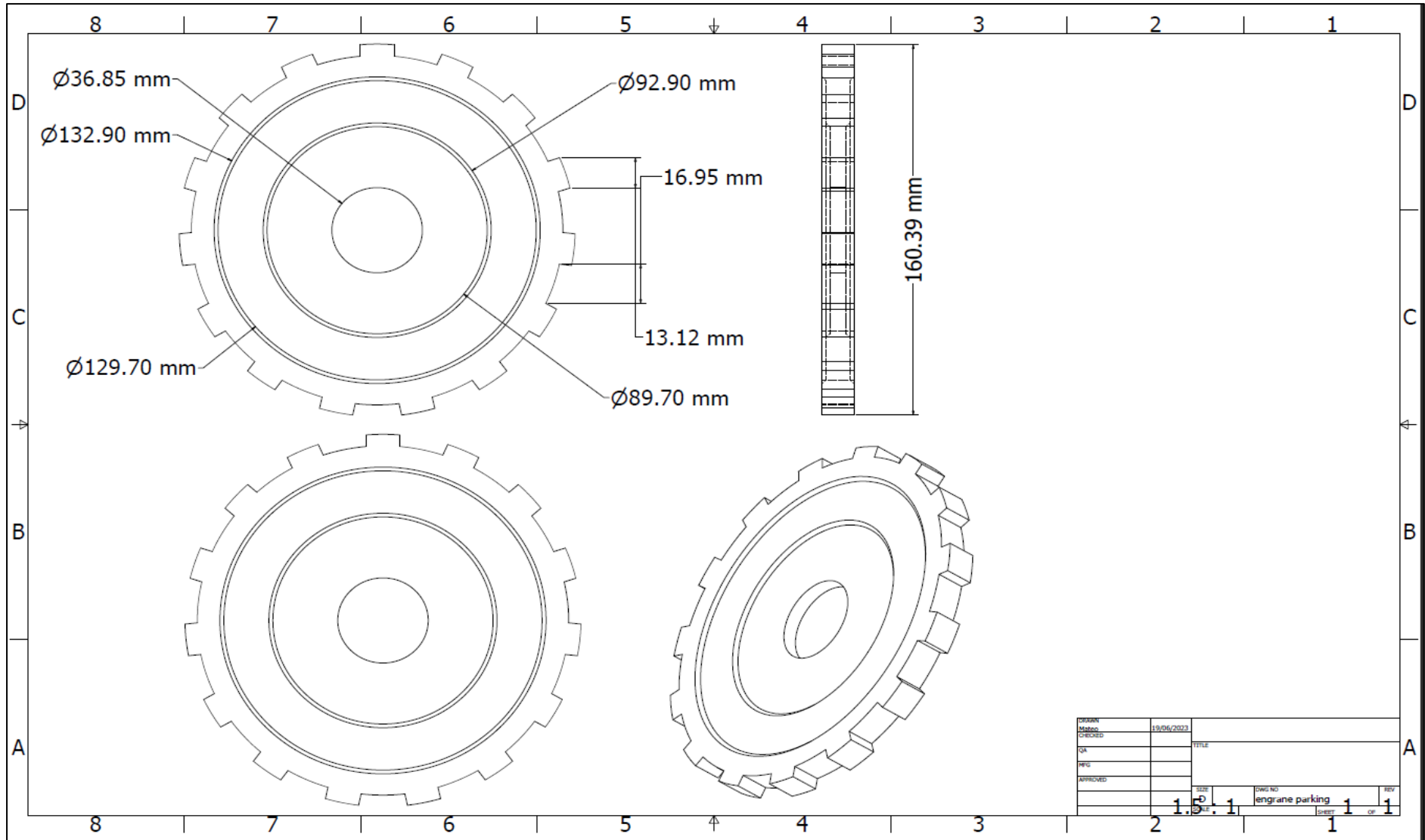


Figura 64

Engranaje unión 1

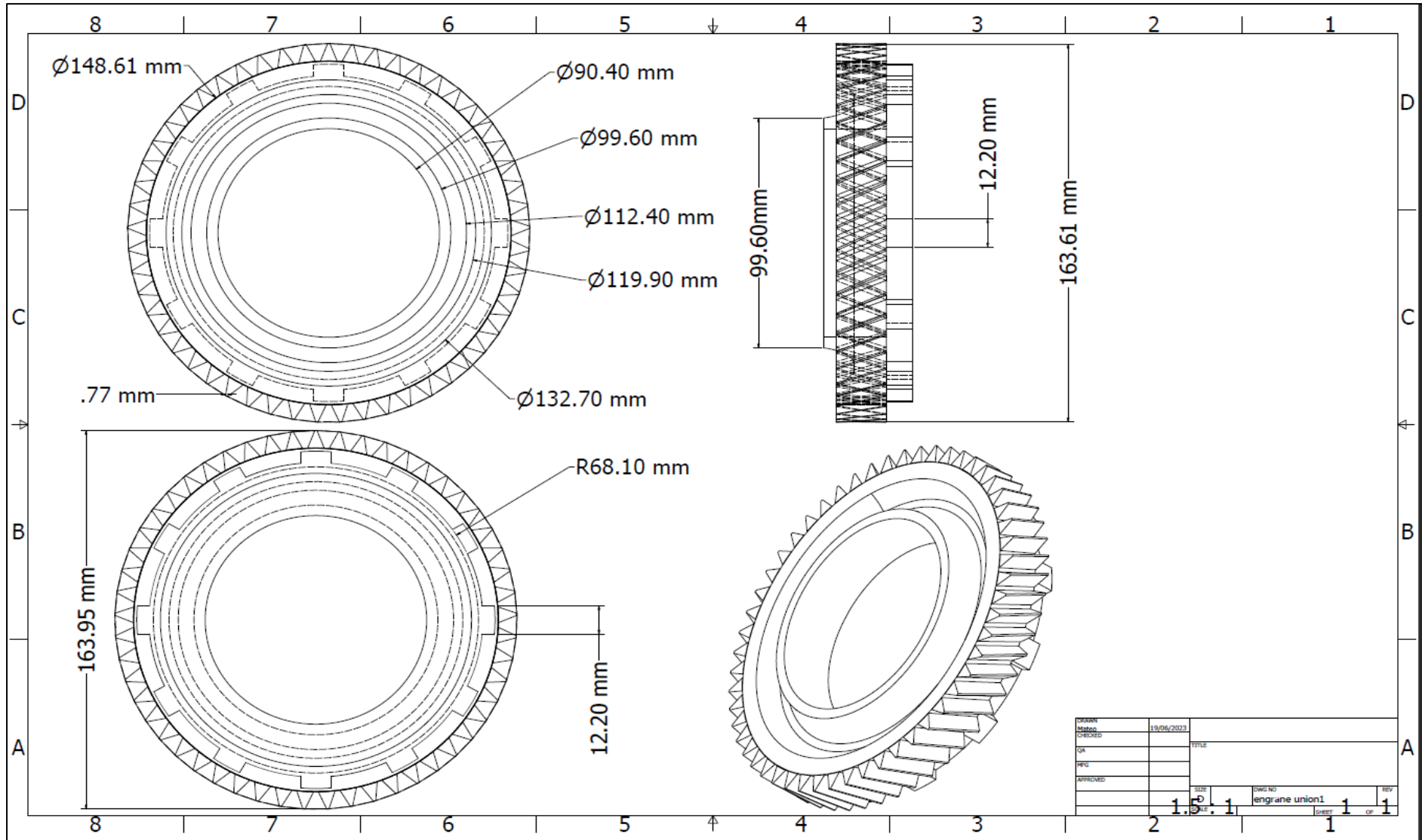


Figura 65

Engrane unión 2

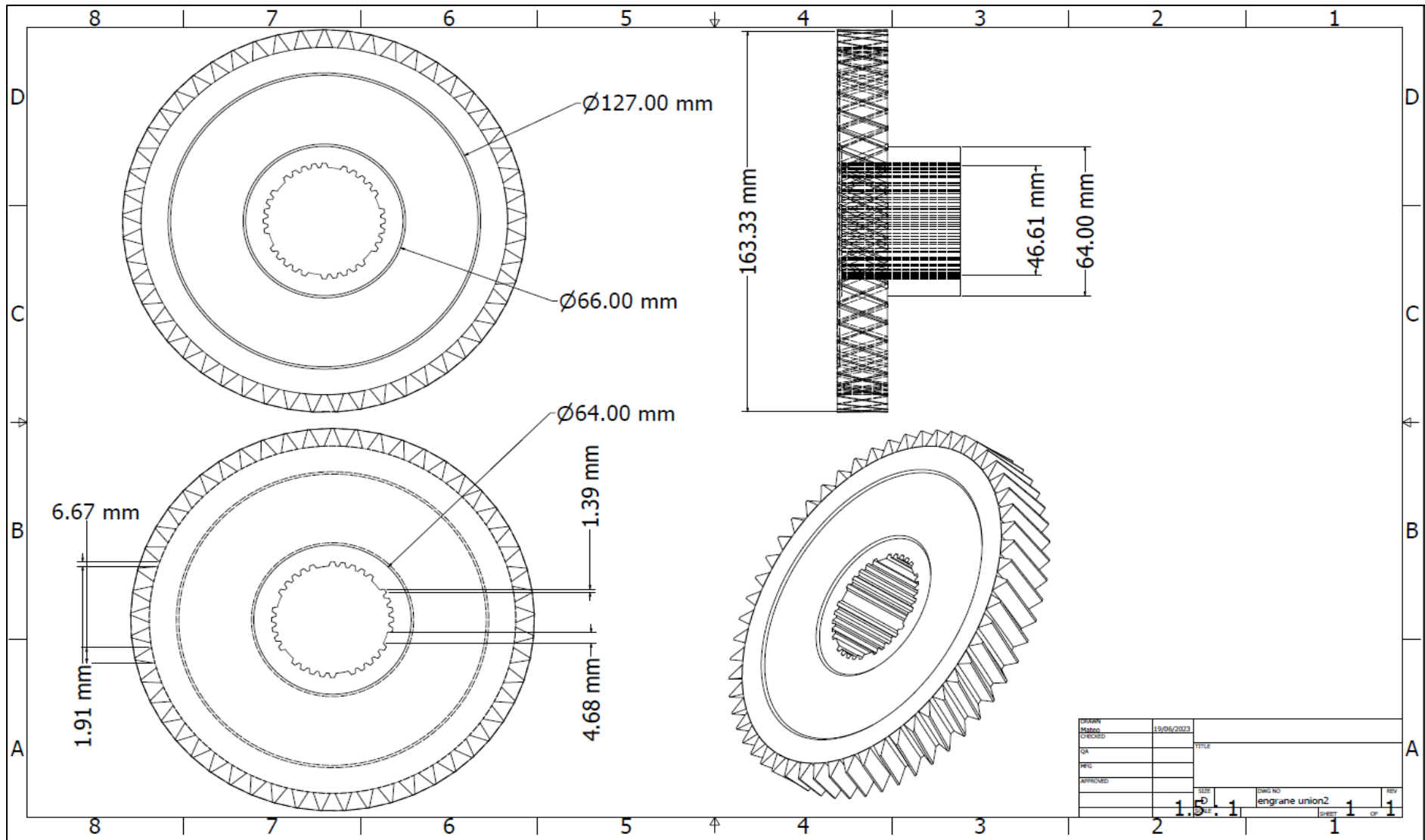


Figura 66

Florero diferencial

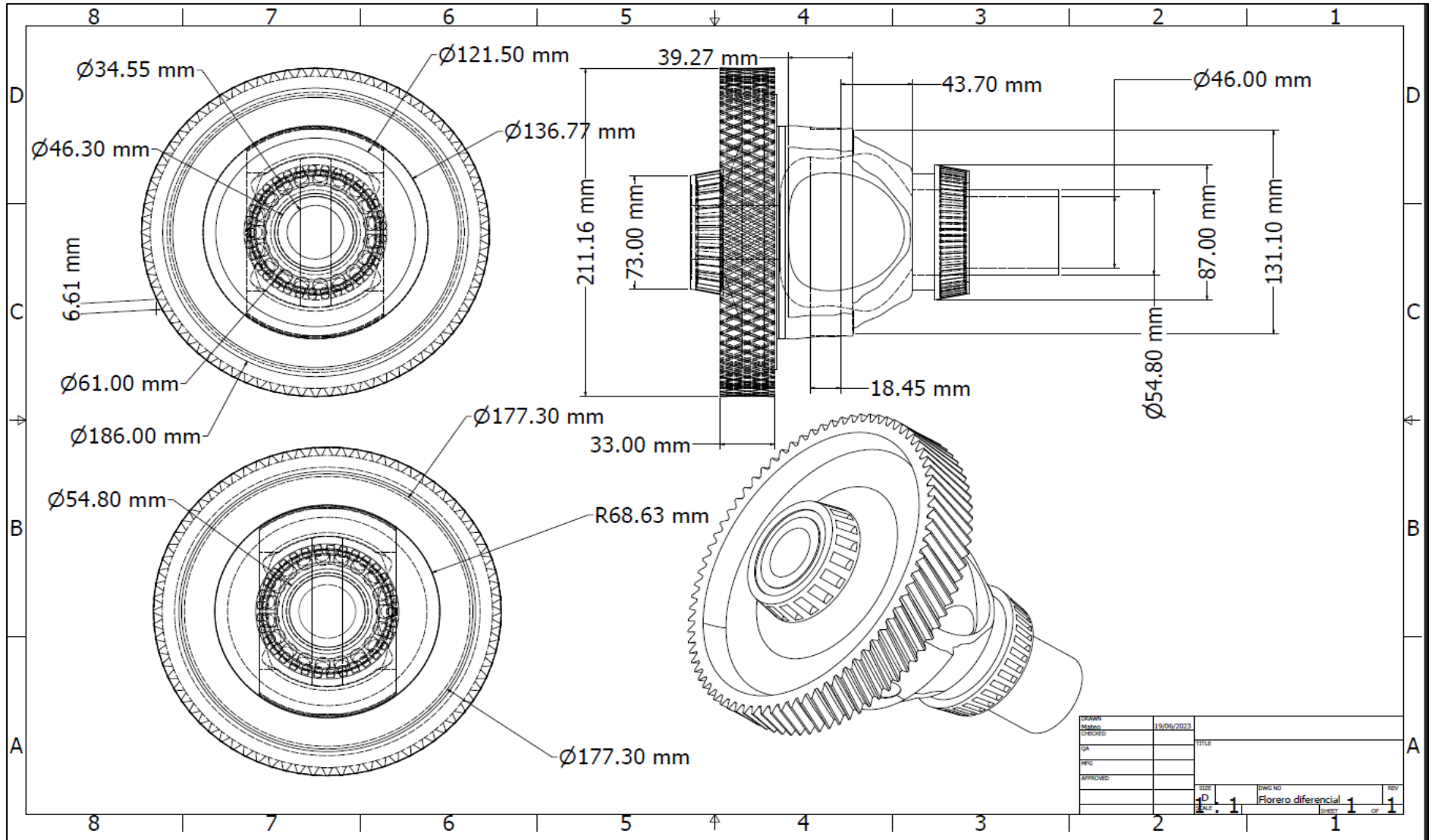


Figura 67

Pista eje

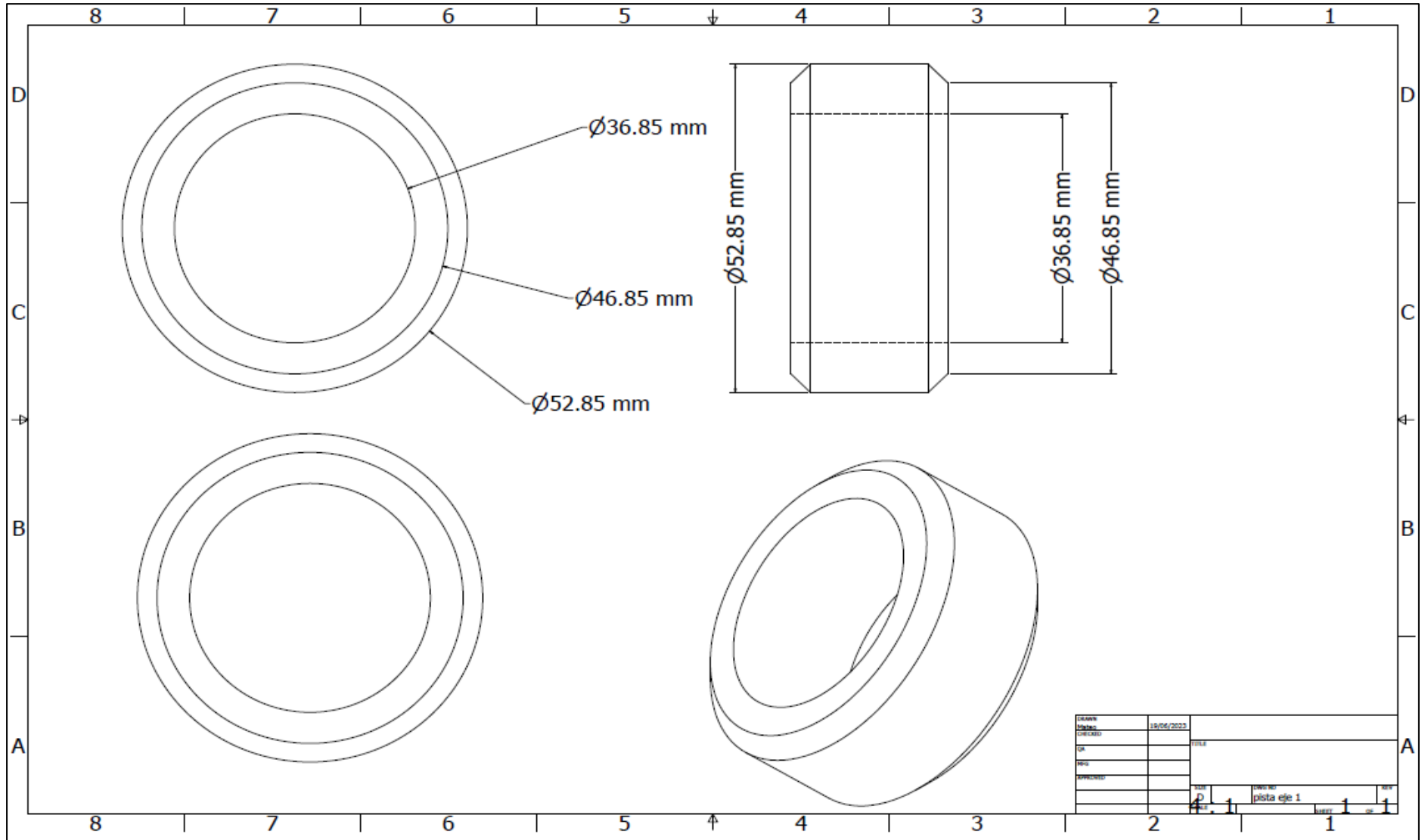


Figura 68

Pistón 1

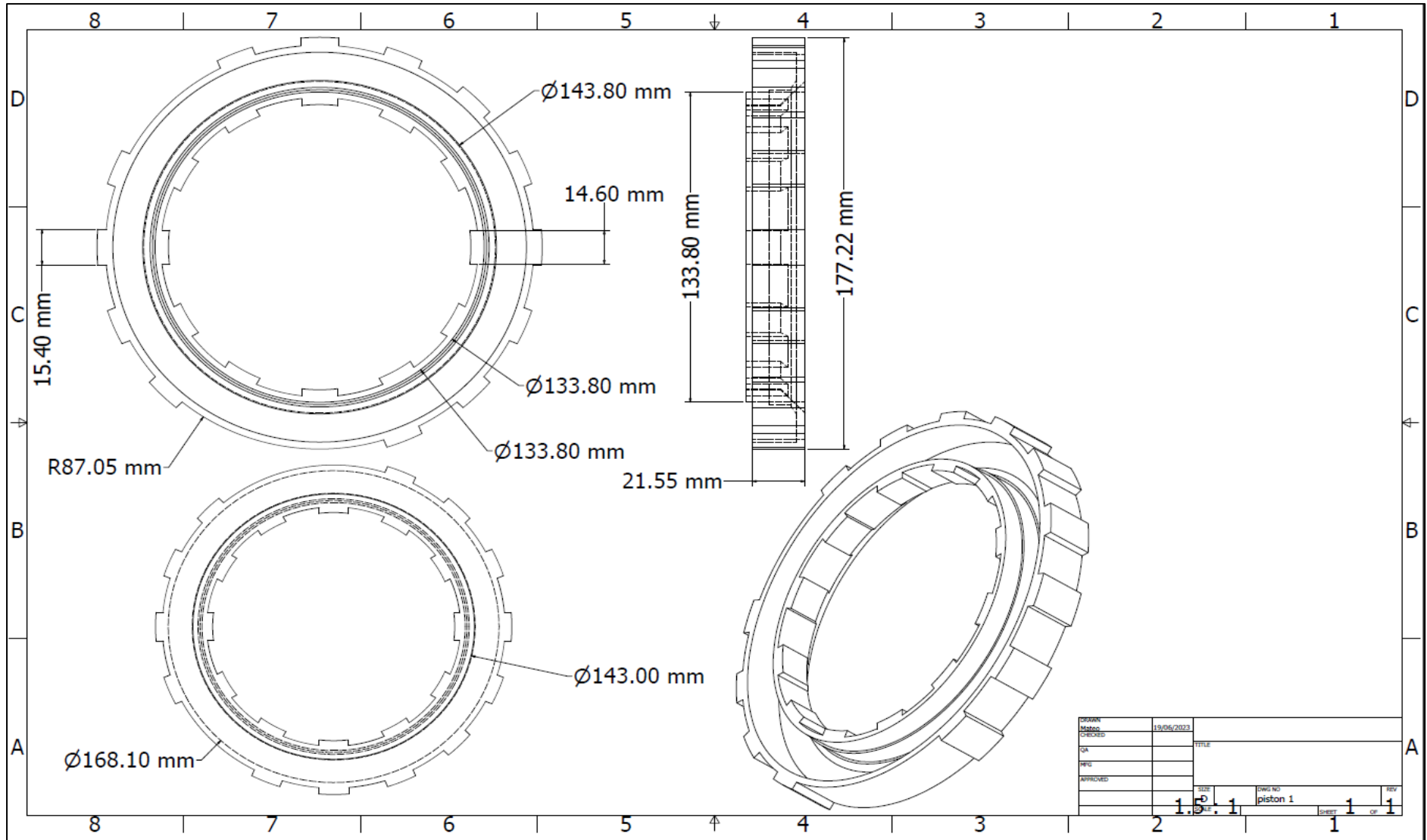


Figura 69

Pistón 2

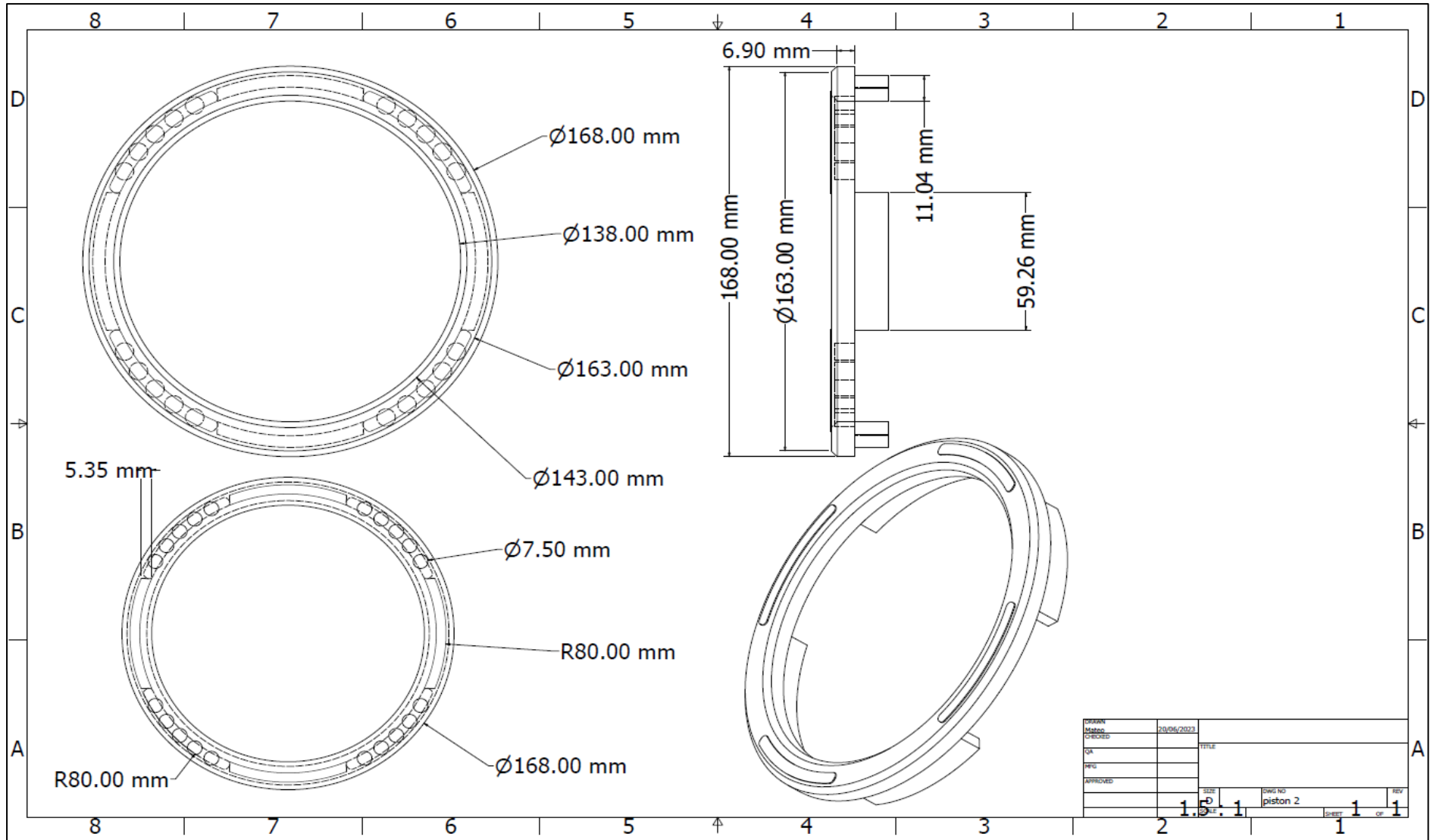


Figura 70

Portasatelites 2

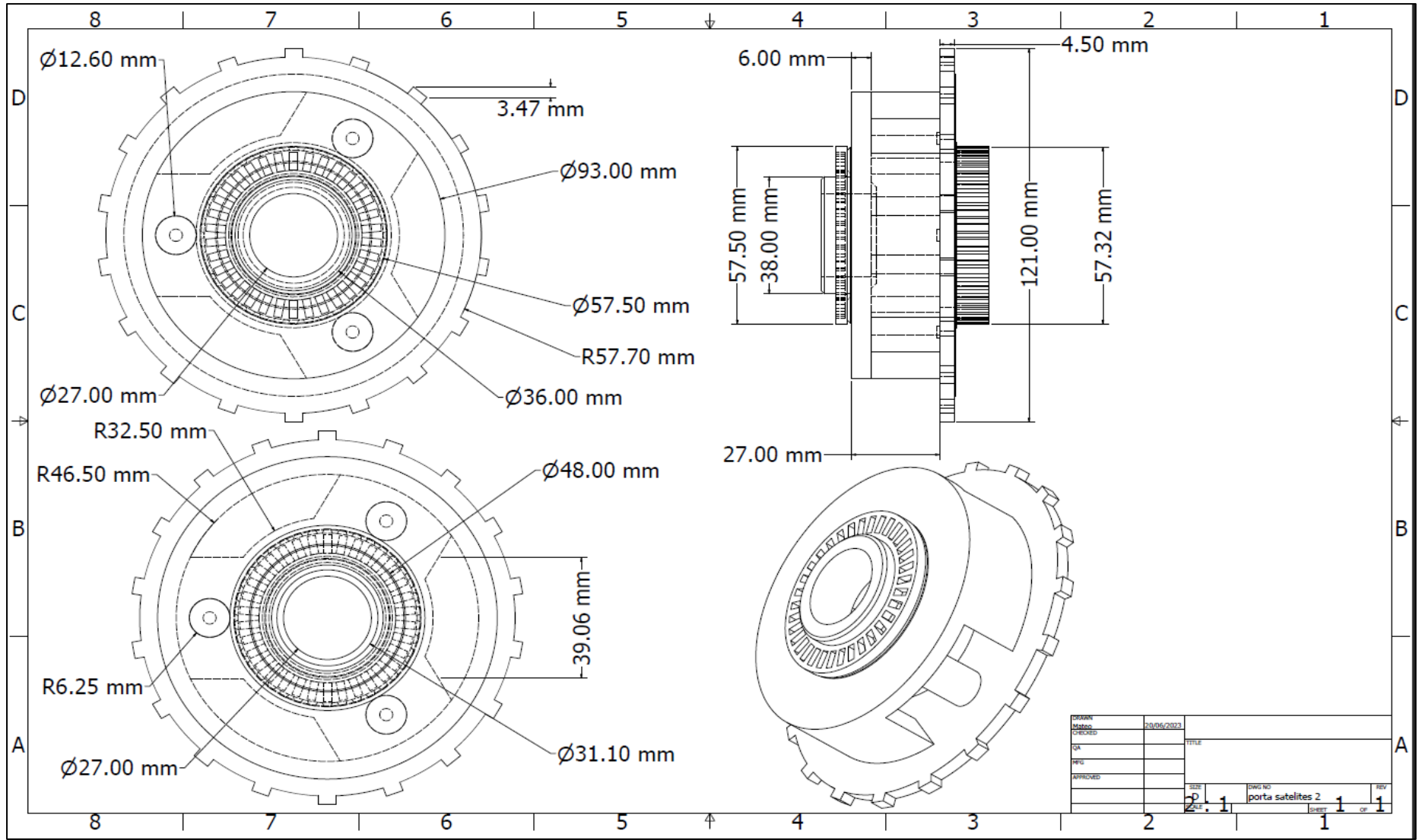


Figura 71

Rejilla de embrague

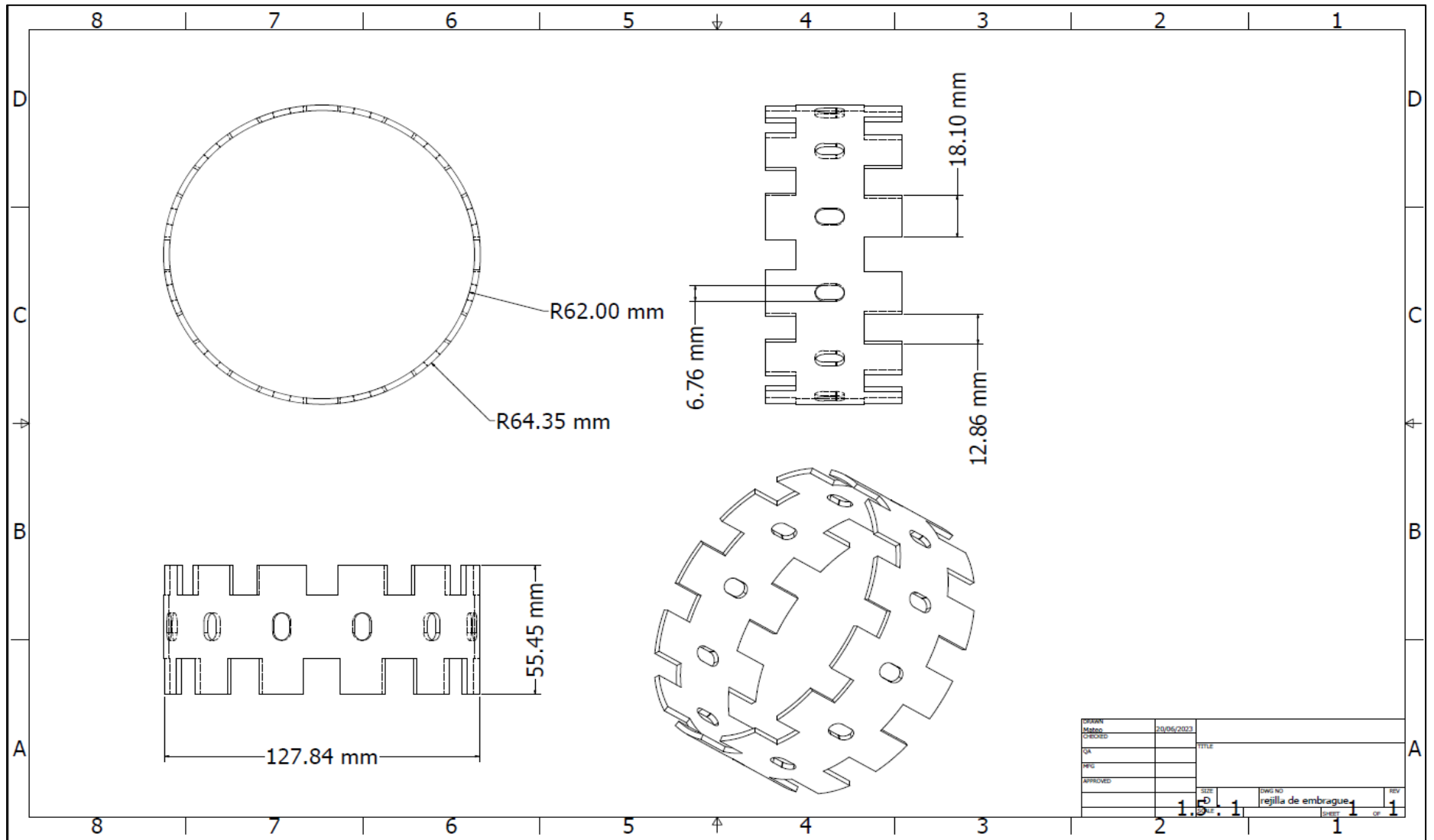


Figura 72

Rodillo sol

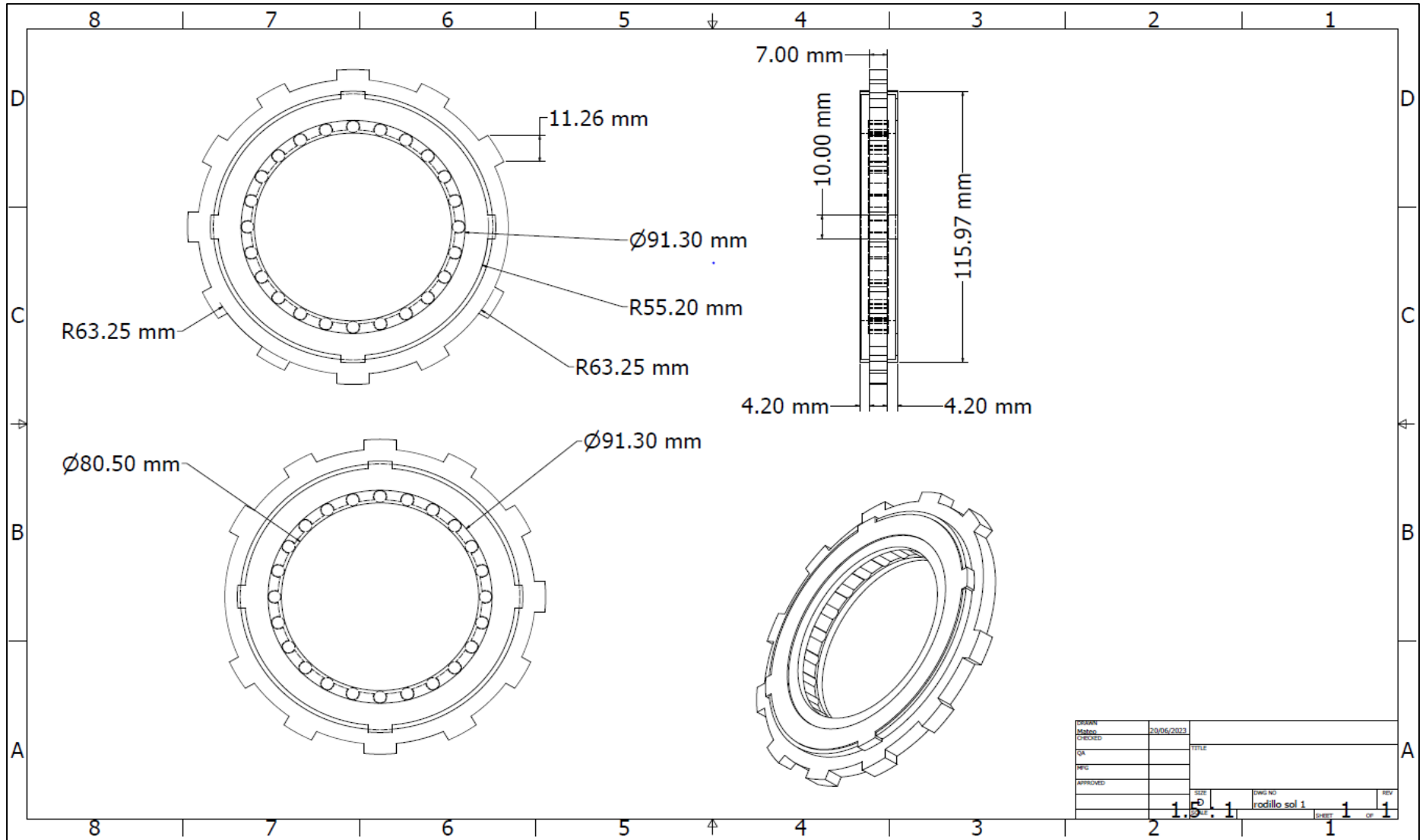


Figura 73

Satélite 1

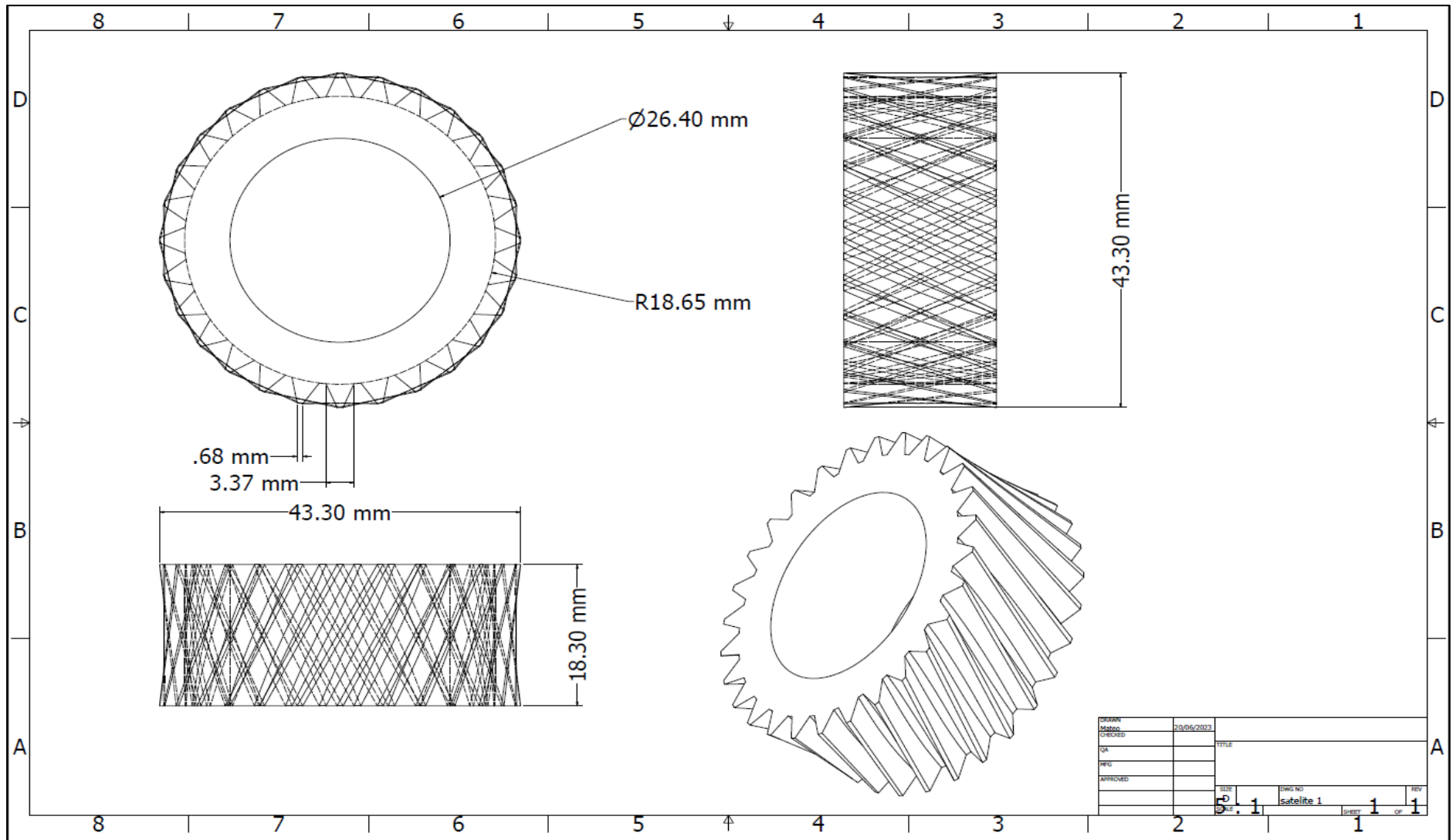


figura 74

Satélite 2

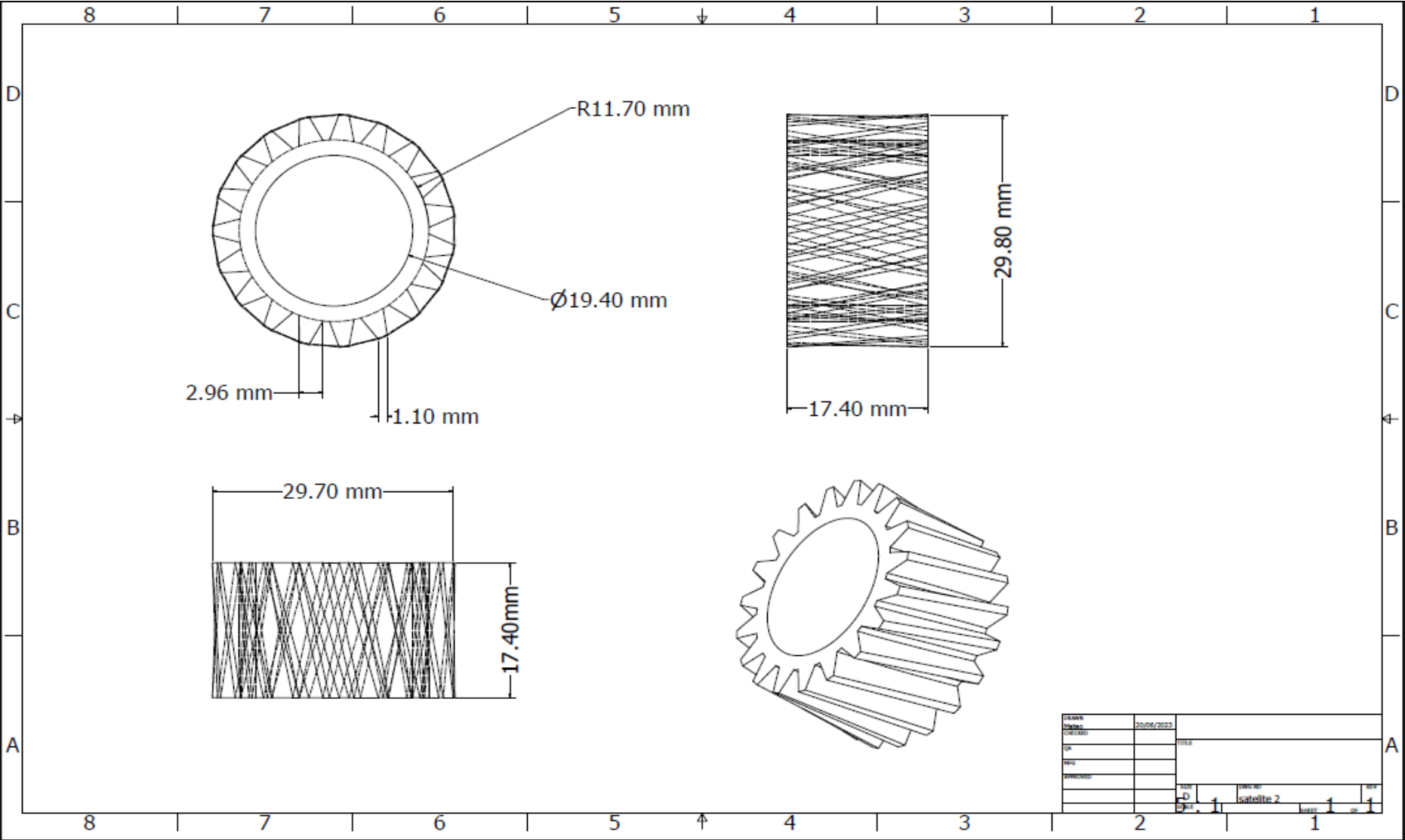


Figura 75

Satélite 3

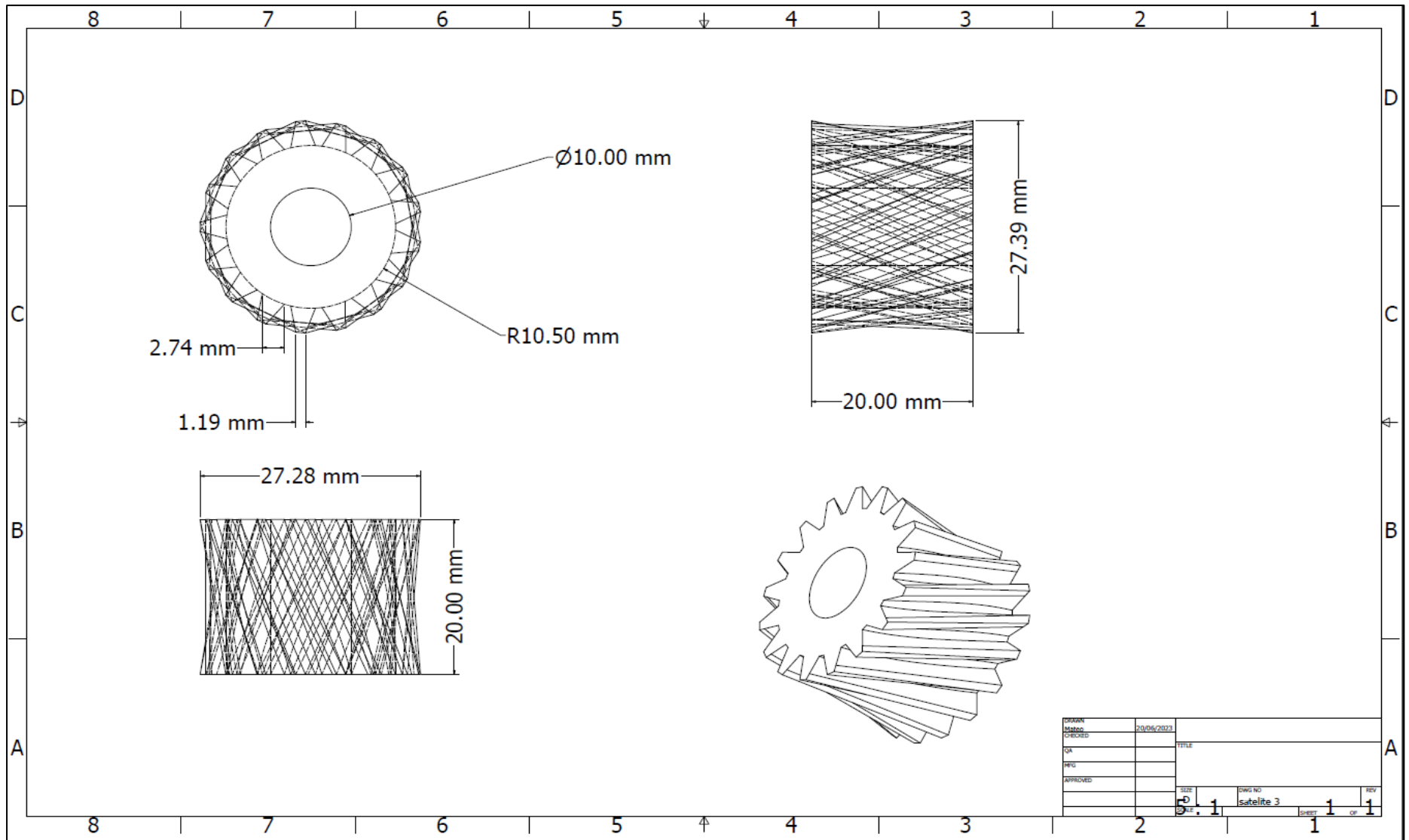


Figura 76

Sol 1

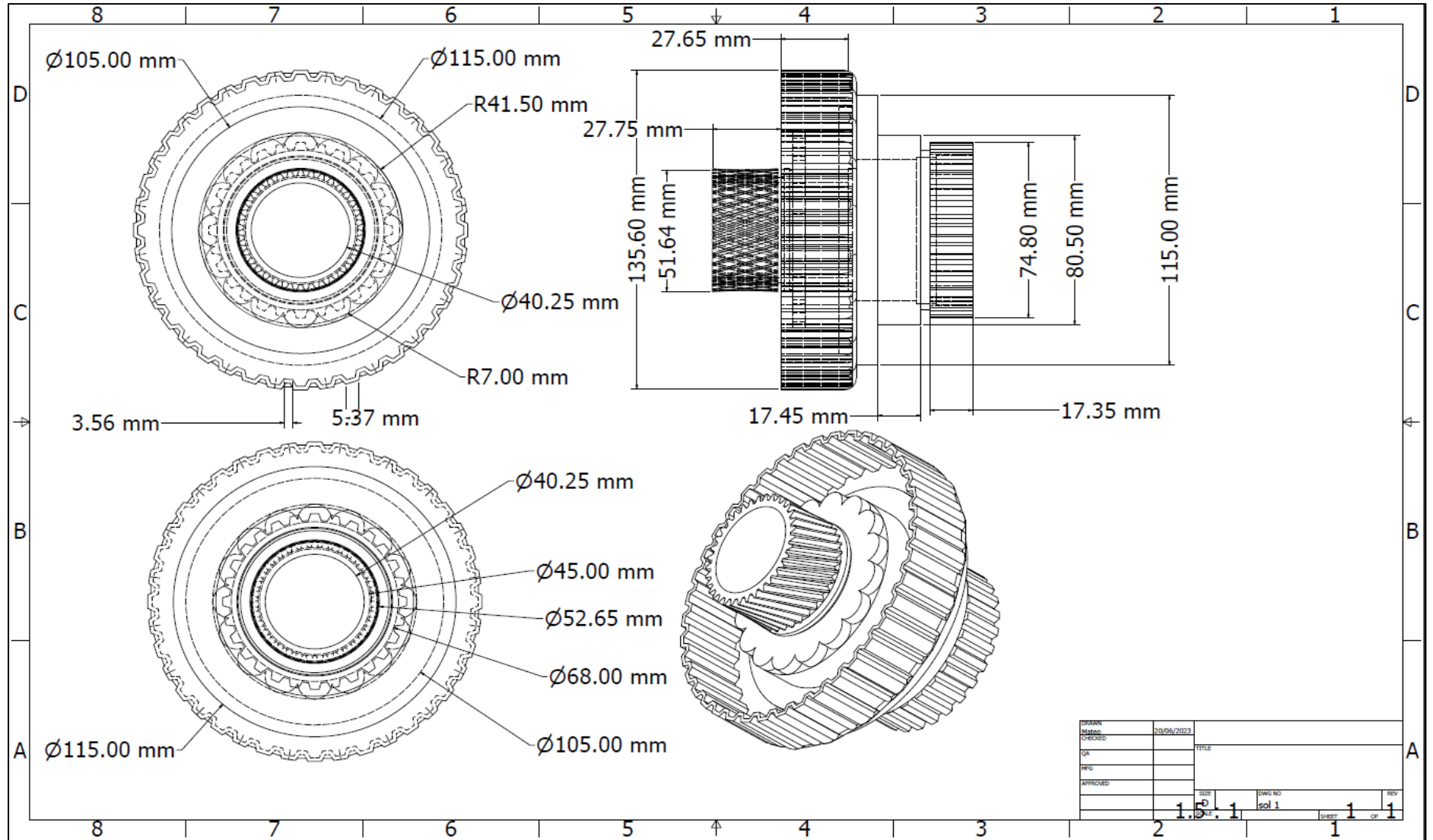


Figura 77

Sol 2

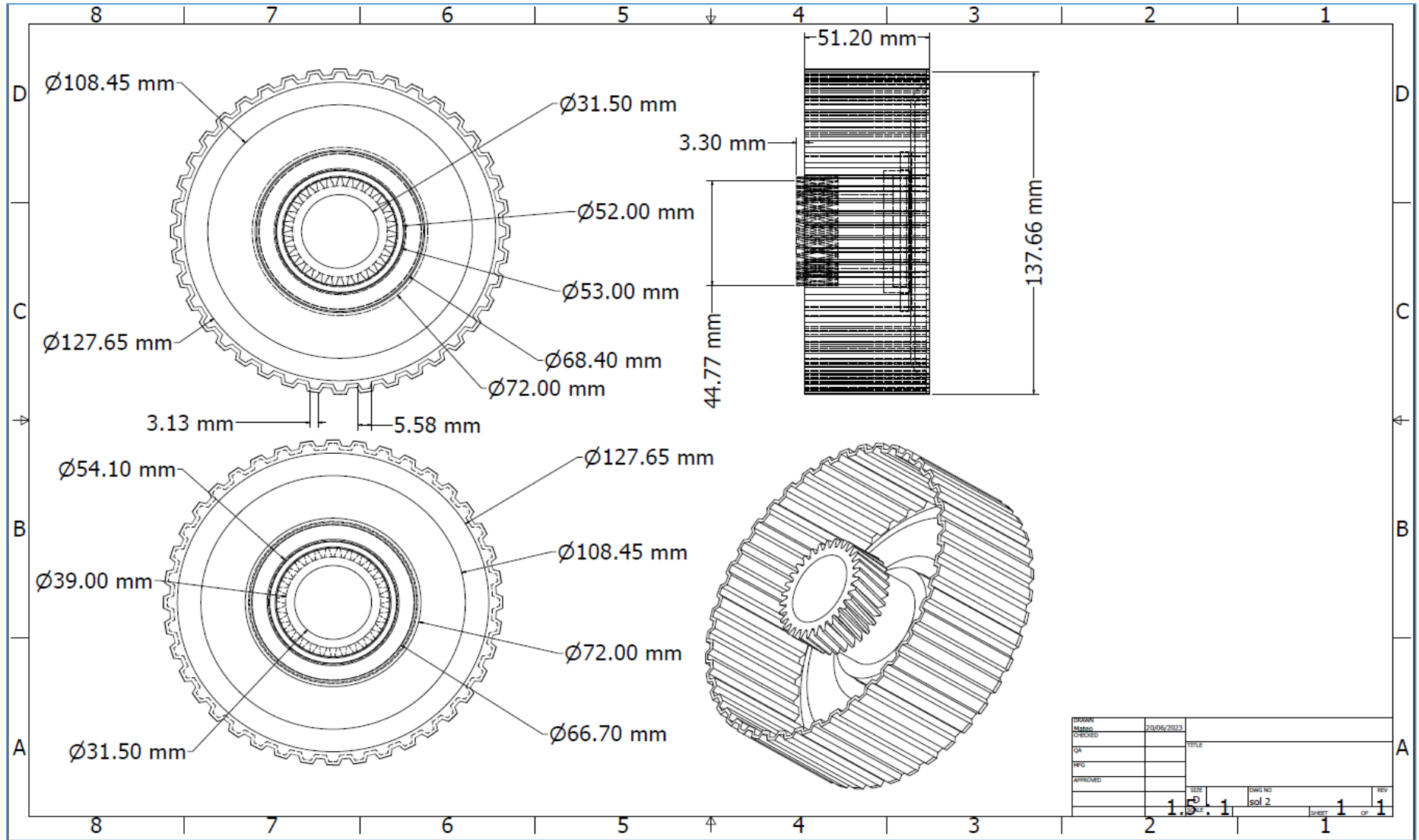
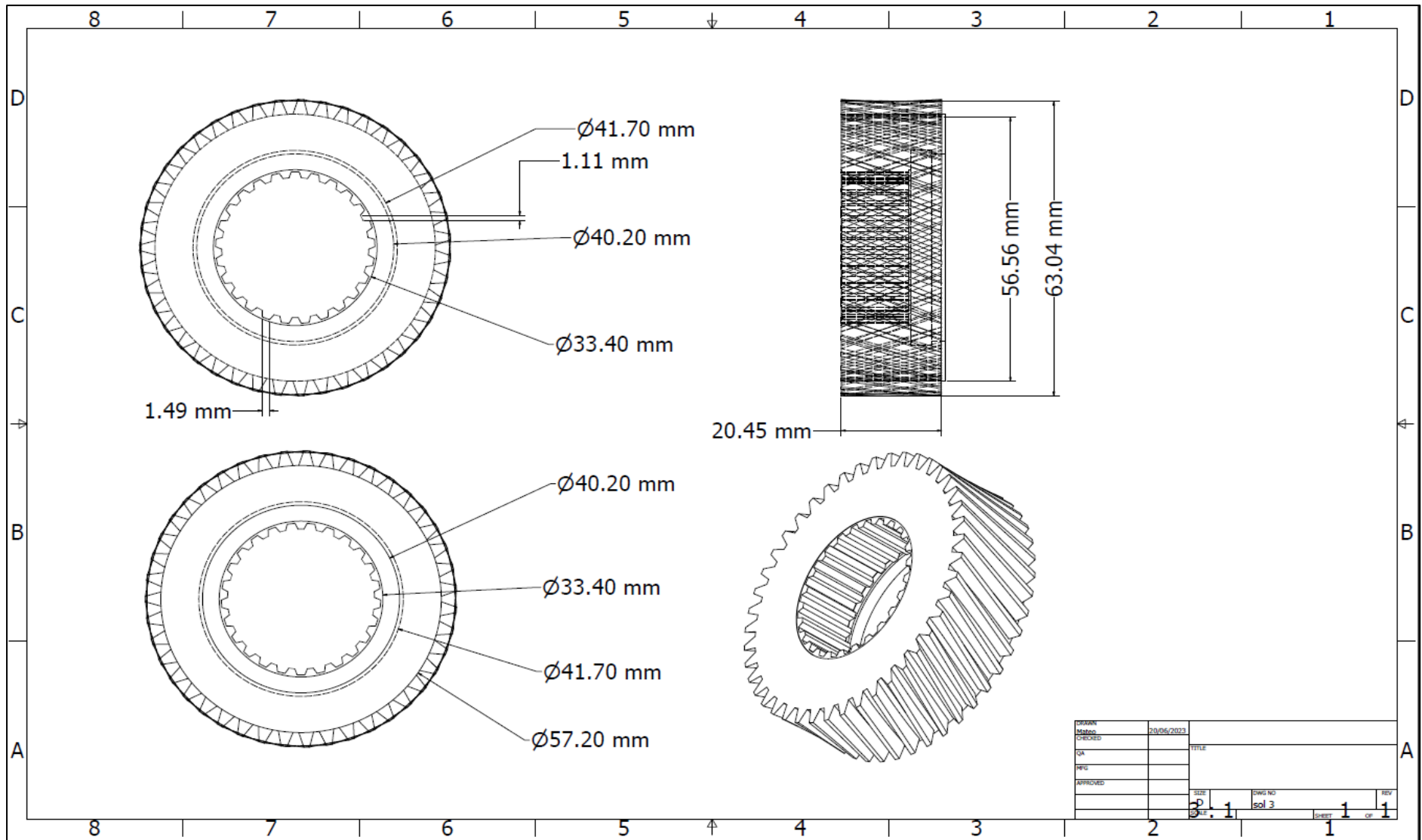



Figura 78

Sol 3



Anexo 2

		REVISION 1/1
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS
LABORATORIO		
CARRERA	INGENIERÍA AUTOMOTRIZ	
SEDE	CUENCA	
No. DE PRÁCTICA	1	
NÚMERO DE ESTUDIANTES	2	
NOMBRE DOCENTE		
NOMBRE ESTUDIANTE		
TIEMPO ESTIMADO	2 horas	

a. DATOS DE LA PRÁCTICA

TEMA: Simulación de marchas de una caja automática.

OBJETIVO GENERAL

Comprender el funcionamiento de una caja de cambios automática.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar los diferentes tipos de flujos para todos los modos de marcha que proporciona la caja de cambios.
- Distinguir los distintos tipos de elementos que constituyen la caja de cambios.
- Reconocer los niveles de presión y velocidad de una caja de cambios automática.

b. MARCO TEÓRICO

Historia sobre las cajas de cambios de tipo automático

Referente a la historia de la transmisión automática se considera su nacimiento desde el año 1930 sin embargo se tiene un antecedente que la transmisión de tipo automático se comenzó a producir desde el año 1939. Todo comienza con Ford el modelo del vehículo era el tipo T, aquí se tenía una característica que el engranaje planetario era manipulado con el pie, esto fue parte en la impulsión de más de 15 millones de unidades que fueron parte del ensamblaje durante los años 1908 y 1927, otras empresas también fueron participes en el desarrollo del sistema de control de tipo hidráulico por parte de General Motors por parte de Chrysler además del desarrollo del convertidor de par, las cajas de cambios actuales deben cumplir:

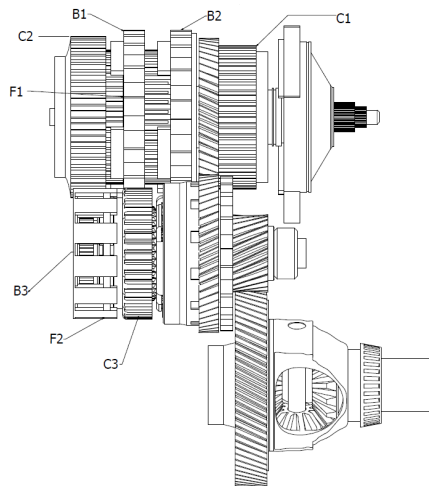
- Cambios de marcha precisos aquí el movimiento de la palanca de cambios será mínimo.
- Las relaciones de transmisión correctamente elegidas para el tipo de motor que se emplea.
- La caja debe cumplir unos estándares de calidad excepcionales, teniendo así una larga vida y funcionar de manera silenciosa.
- Pérdidas producidas por la fricción de los elementos que sean mínimas.
- El diseño de la misma debe ser compacto debe ser resistente y con dimensiones estandarizadas.
- El peso de las mismas debe ser reducido
- Cambios adaptativos.
- Patrones de conducción

Caja de cambios automática de la maqueta didáctica.

Para la realización de la maqueta didáctica la caja escogida fue de una Toyota R4VA del año 2013 el tipo de caja en este caso es con trenes epicicloidales tipo Wilson, se escogio esta caja de cambios debido a que dentro del mercado ecuatoriano es un vehiculo que llega a comercializarse de manera masiva con lo cual es un modelo de múltiples estudios en el campo automotriz.

En esta se emplean varios trenes epicicloidales colocados en serie y acoplados entre si la entrada de fuerza se realiza por el eje planetario del primer tren el eje porta satélites del primer tren se acopla al eje planetario del segundo tren la salida de par se realiza por el eje porta satélites del último tren (Dominguez & Ferrer, 2012, pág. 122).

La figura 5 representar el esquema de la caja de cambios automática tipo Wilson, sin embargo, esta presentar un tren epicicloidal extra para la función de quinta marcha siendo un modelo diferente a la convencional.



Constitución de las cajas de cambios automáticas

Como se especificó anteriormente el sistema de transmisión automática tiene una serie de elementos que se deben en unos casos conectar y en otros accionar para que se realice el funcionamiento de la caja.

Ahora el sistema de cajas automáticas está constituido por los siguientes elementos:

- Trenes epicicloidales
- Frenos y embragues
- Rodamientos y ruedas libres
- Dispositivo de Parking
- Bomba de aceite
- Caja de válvulas
- Sensores
- ECU
- Actuadores (electroválvulas, electroimán bloqueo de llave, electroimán de bloqueo de palanca selectora)

Con los elementos ya especificados se explicarán los elementos principales relacionados con el accionamiento de las diferentes marchas los cuales serán: trenes epicicloidales, frenos y embragues.

c. MARCO PROCEDIMENTAL

- Proceder a la revisión del reglamento de uso de laboratorios de Carrera de Ingeniería Automotriz.
- Realizar el reconocimiento de los elementos principales de la caja de cambios a partir del panel en la maqueta.
- Analizar el funcionamiento de la caja de cambios a partir del flujo demostrado en la misma.
- Tomar los datos necesarios para calcular las relaciones de transmisión de los diferentes modos de operación de la transmisión.
- Identificar los elementos que constituyen la transmisión y analizar su funcionamiento.

d. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

Herramientas y equipos:

Materiales e insumos:

- Franela
- Diapositivas

Material didáctico:

- Manuales
- Datos técnicos
- Maqueta de la caja de cambios automática

Equipo de seguridad:

- Extintor

e. REGISTRO DE RESULTADOS

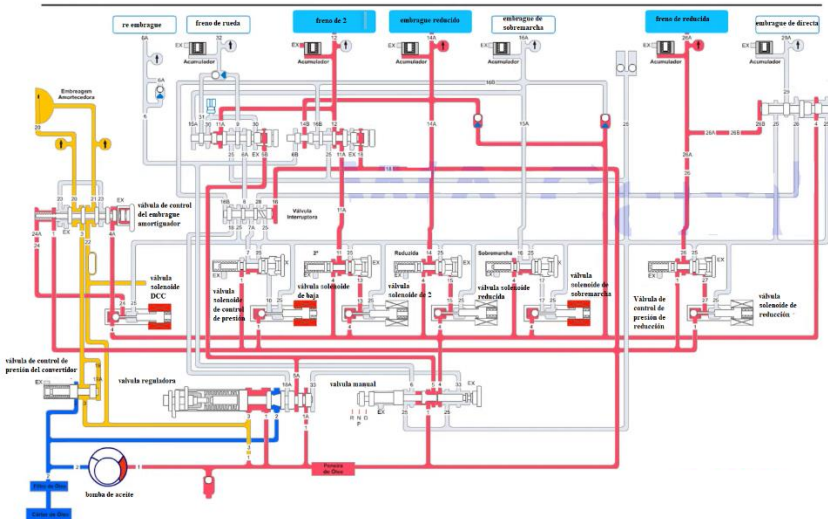
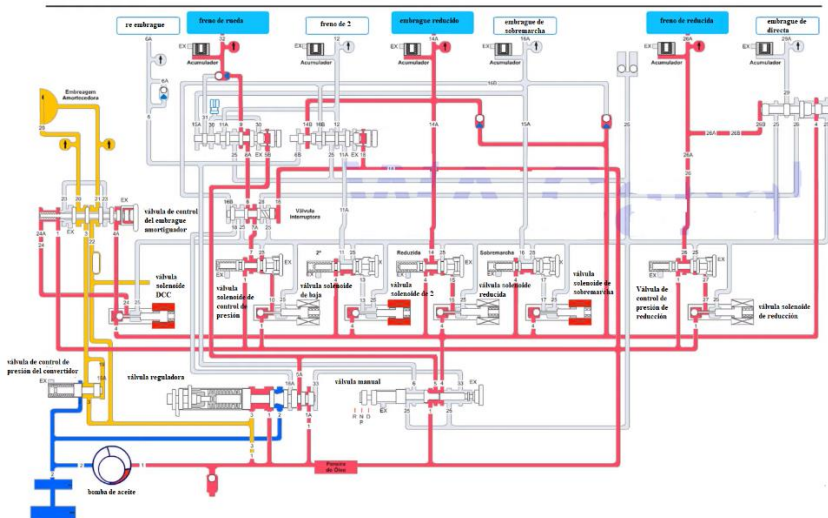
I. Realice los diferentes cambios en la maqueta didáctica de caja de cambios, para esto encienda el motor eléctrico pulsado el botón verde a un costado

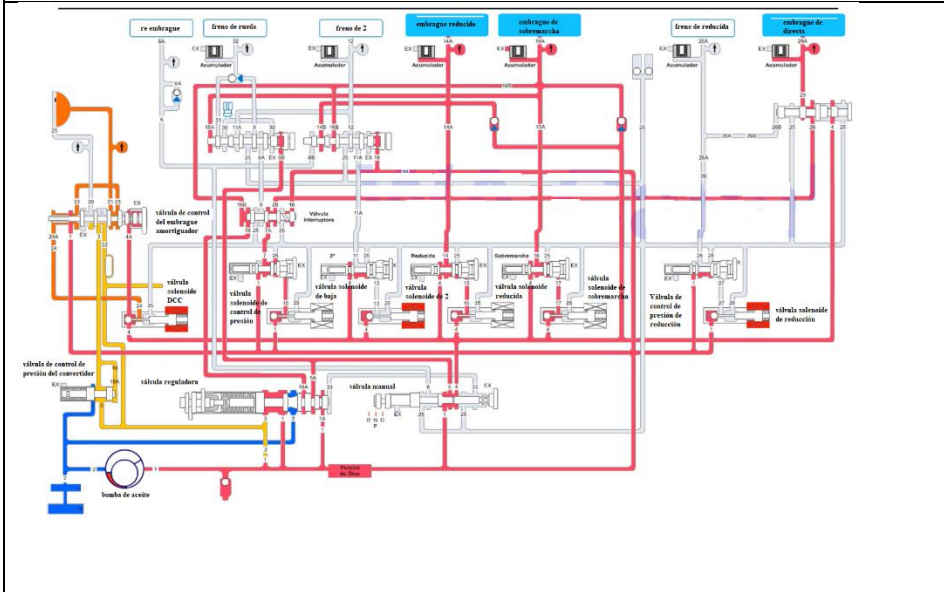
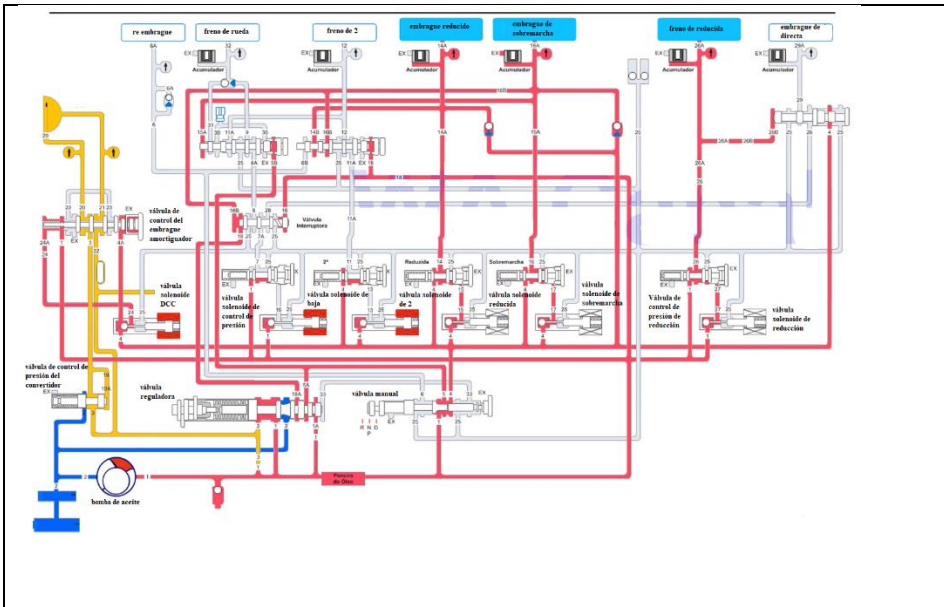
Marchas	Foto	Datos de presión y velocidad	
Neutro			
Primera marcha			
Segunda marcha			
Tercera marcha			
Cuarta marcha			
Reversa			

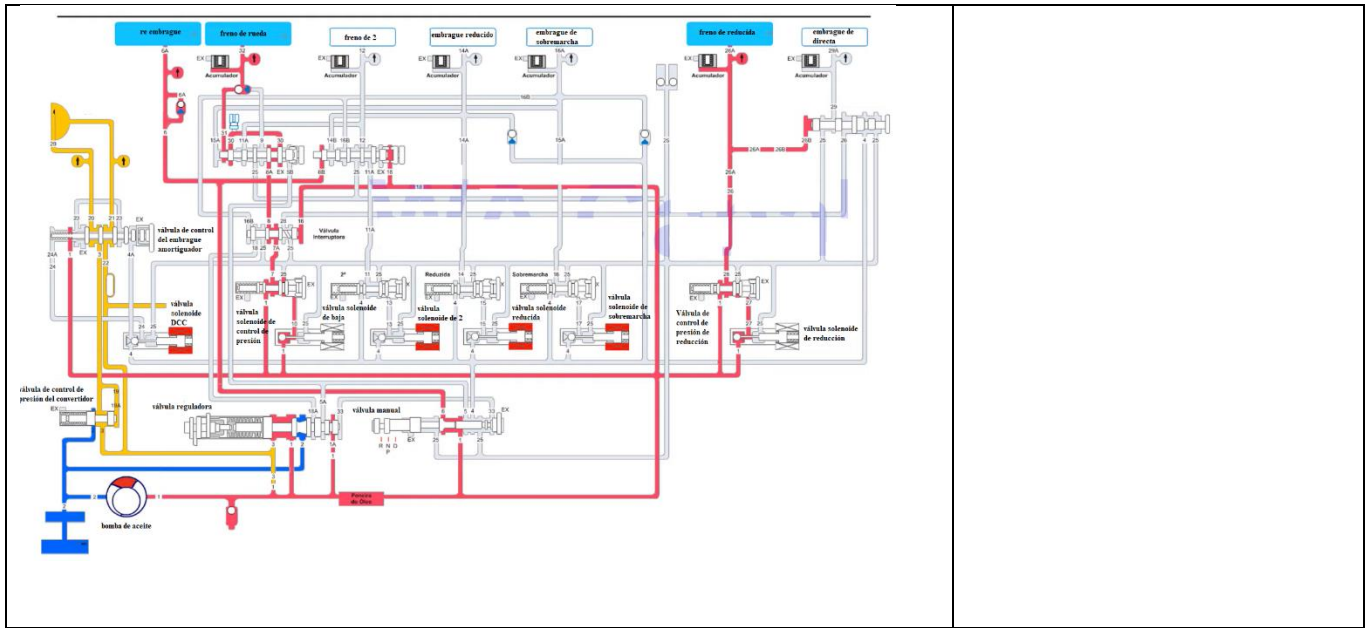
A partir de los siguientes diagramas determinar a qué marcha pertenece cada flujo los mismos se encuentran en la parte superior de la maqueta.

Foto del flujo

Marcha a la que corresponde







Cálculos de la transmisión

En este punto deberá calcular las diferentes relaciones de transmisión a partir de los datos que se le proporcionen.

TREN EPICICLOIDAL	El número de dientes de la corona 1	
	El número de dientes sol 1	
	El número de dientes del planetario 1	
	El número de dientes de la corona 2	
	El número de dientes sol 2	
DIFERENCIAL	Engranaje reductor 1	
	Engranaje reductor 1	
	Diferencial	

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alamy. (25 de Abril de 2023). *Caja de cambios automática Imágenes De Stock*. Obtenido de Caja de cambios automática Imágenes De Stock: <https://www.alamy.es/imagenes/caja-de-cambios-autom%C3%A1tica.html?sortBy=relevant>
- Alcala. (28 de Abril de 2020). Obtenido de <https://www.desguacesalcala.com/blog/las-partes-que-componen-un-motor-diesel/>
- Armando, L. (14 de Junio de 2016). *Elementos que constituyen la trasmision automatica*. Obtenido de Elementos que constituyen la trasmision automatica: <https://es.slideshare.net/armandochocha/elementos-que-constituyen-la-trasmision-automatica>
- AUTOAVANCE. (12 de Julio de 2019). Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/prueba-de-inyectores-diesel/>
- AUTOMOTOR.WIKI. (s.f.). Obtenido de AUTOMOTOR.WIKI: <https://autofit-spain.es/mejores-comprobadores-inyectores/>
- Becerra, O. R. (2018). *Ergonomia y procesos de diseño*. Bogota: Alfaomega.
- Bosh. (s.f.). *Bosh*. Obtenido de https://senatielectronica.files.wordpress.com/2018/03/catalogo_toberas_2015.pdf
- Cáceres, C. (s.f.). *Academia.edu*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/14374466/PRUEBAS_DE_INYECTORES
- CASADO, E. A. (2012). *SISTEMAS DE TRANSMISION Y FRENADO*. España: EDICIONES PARANINFO.

DAESUNG G-3 CO.,LTD. (2023). *Profesional in educational system for technology DAESUNG*

G-3 CO.,LTD. Obtenido de Profesional in educational system for technology DAESUNG
G-3 CO.,LTD.:

http://www.dsg3.com/index.php?mid=sub34_1_ko&page=4&document_srl=4515

Den. (08 de Junio de 2021). *AUTODOC*. Obtenido de <https://club.autodoc.es/magazin/motor-diesel-caracteristicas-problemas-mejores-modelos>

Derco Center. (s.f.). Obtenido de Derco Cener: <https://www.dercocenter.cl/noticias/como-funciona-un-motor-diesel>

Dominguez, E. J., & Ferrer, J. (2012). *SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y FRENADO*. EDITEX.

Ecured. (s.f.). Obtenido de https://www.ecured.cu/Motor_di%C3%A9sel

El telegrafo. (2017). Obtenido de

https://www.espol.edu.ec/sites/default/files/docs_escrbe/La%20estatura%20de%20los%20ecuatorianos%20se%20increment%C3%B3%20en%20cuatro%20d%C3%A9scadas.pdf

Farfab, B. G., & Sanchez, R. A. (2010). *diseño, contruccion y automatizacion del cambio de marchas de una caja de velocidades mecanica de un vehiculo marcca chevrolet y montaje en banco didactico*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.

FRAM. (s.f.). Obtenido de [https://www.fram-europe.com/es/productos/filtros-de-](https://www.fram-europe.com/es/productos/filtros-de-diesel.html#:~:text=La%20funci%C3%B3n%20del%20filtro%20de,almacenamiento%2C%20las%20reparaciones%2C%20etc.)

[diesel.html#:~:text=La%20funci%C3%B3n%20del%20filtro%20de,almacenamiento%2C%20las%20reparaciones%2C%20etc.](https://www.fram-europe.com/es/productos/filtros-de-diesel.html#:~:text=La%20funci%C3%B3n%20del%20filtro%20de,almacenamiento%2C%20las%20reparaciones%2C%20etc.)

Garcia, F. (19 de Octubre de 2010). *TRANSMISION AUTOMATICA*. Obtenido de

TRANSMISION AUTOMATICA:

<http://travelsmontana.blogspot.com/2010/10/transmision-automatica.html>

Jomafa. (s.f.). Obtenido de jomafa.com/alimentacion-e-inyeccion/5706-bomba-para-comprobar-inyectores-diesel.html

Laboratorio de Inyección tecnología y servicios Diesel. (s.f.). Obtenido de

https://tecservdiesel.com/blog/dt_portfolios/venta-de-inyectores-diesel/

Luis, L., & Saul, V. (2013). *IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE*. Obtenido

de IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3044/1/65T00093.pdf>

motoresymas. (16 de Abril de 2012). Obtenido de <https://motoresymas.com/cont->

[tecnico/funcionamiento-del-filtro-de-combustible-diesel/](https://motoresymas.com/cont-tecnico/funcionamiento-del-filtro-de-combustible-diesel/)

MUNDOCARROS.INFO. (s.f.). Obtenido de MUNDOCARROS.INFO:

<https://mundocarros.info/tipos-de-pistones-para-motores-diesel/>

OrestesAdrianzenGuer. (19 de Noviembre de 2018). *Engranaje planetario*. Obtenido de

Engranaje planetario: <https://es.slideshare.net/OrestesAdrianzenGuer/engranaje-planetario>

Ortiz, M. J. (2013). *Manual de ergonomía y seguridad*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor S.A de C.V.

PACES. (2011). *Fundación Salesiana PACES.* (Universidad Politecnica Salesiana) Recuperado el 6 de Marzo de 2023, de <https://paces.org.ec/>

Paulina, Y., & Narvárez, C. (17 de Julio de 2015). *Diseño y valoración de Objetos de aprendizaje basándose en estándares-learning*. Recuperado el 6 de Marzo de 2023, de

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11690/1/Collaguazo%20Narv%C3%A1ez%2C%20Yuri%20Paulina.pdf>

Power Diesel. (s.f.). Obtenido de <https://www.powerdiesel.com.ar/tienda/producto/injector-hyundai-santa-fe-tucson-sportage-2-0-crdi-2-2-crdi/>

Reynasa. (15 de abril de 2019). *REYNASA*. Obtenido de <https://www.reynasa.es/partes-y->
funcionamiento-de-los-inyectores-

[diesel/#:~:text=El%20combustible%20penetra%20hacia%20la,portatobera%20con%20un](https://www.reynasa.es/partes-y-)

%20manguito%20roscado.&text=Ese%20cierre%20estanco%20de%20la,orificio%20de%20salida%20del%20inyector.

Rodes. (s.f.). Obtenido de <https://www.ro-des.com/mecanica/averias-inyectores-coches-gasolina-o-diesel/>

Sanchez, C. (16 de Septiembre de 2014). Obtenido de

<https://seguros.elcorteingles.es/blog/motor/automovil/importancia-de-cambiar-el-filtro-del-aire-del-coche/#:~:text=Por%20cada%20litro%20de%20gasolina,grave%20en%20no%20mucho%20tiempo.>

Sanchez, m. A. (2010). *sistemas auxiliares del motor*. Obtenido de sistemas auxiliares del motor:

https://www.academia.edu/42994072/Presentaci%C3%B3n_sistemas_encendido

Secretaria de Educacion Superior, c. t. (2018). Ampliación de la oferta de carreras y programas públicos con calidad y pertinencia. En *Ampliación de la oferta de carreras y programas públicos con calidad y pertinencia* (pág. 20). Quito: Secretaria de educacion superior, ciencia tecnologia e innovacion.

SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE FUERZAS Y TRENES DE RODAJE. (17 de Abril de 2014). *SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE FUERZAS Y TRENES DE RODAJE*. Obtenido

de SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE FUERZAS Y TRENES DE RODAJE:

<http://sistemasdetransmisiondefuerzas.blogspot.com/2014/04/tren-epicicloidal-introduccion-las.html>

Sócola, B. E. (Noviembre de 2019). *Cajas Automáticas*. Machala. Obtenido de Cajas Automáticas.

Tapia, J. C. (Febrero de 2023). *Plan de acción para la transformación digital en la Universidad Politécnica Salesiana*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana. Obtenido de Plan de acción para la transformación digital en la Universidad Politécnica Salesiana.

Toyota. (2012). *Manual de mecánica Toyota Rav4*. Estados Unidos.

Tunap. (s.f.). Obtenido de

https://www.tunap.es/es/tunap/bereiche_produkte/automotive/sortiment/kraftstoff/Fuelsystem.php