

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA PARA EL MOTOR
PROPFAN ROLLS ROYCE RB 3011”**

POR:

ALFREDO SHAMIR SALAZAR QUINATOA

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES**

2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el señor Alfredo Shamir Salazar Quinatoa, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES

TLGO.SEBASTIÁN SEVILLANO.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

DEDICATORIA

A todas las personas que día a día apuestan a lo que muchos dicen imposible, a esas personas que van en contra de la corriente, a esos seres que demuestran que lo imposible es un mito, que la mayor limitante es uno mismo y nadie, ni nada más.

Con mucho cariño dedico este proyecto a todos mis compañeros de aviación, ya que la elaboración de este tipo de proyectos hace que nosotros como estudiantes, aclaremos dudas e inquietudes.

A mis padres que siempre me apoyaron en todas las circunstancias de mi vida siendo así los cimientos de mi formación.

A mis hermanas que gracias a su dulzura y entendimiento me enseñaron que cuando uno tiene un sueño no está solo, tiene un batallón gigante que se llama familia.

A mis amigos que a pesar de muchas diferencias ideológicas llevamos una hermandad y comprensión mutua.

Alfredo Shamir Salazar Quinatoa

AGRADECIMIENTO

"El futuro tiene muchos nombres. Para los débiles es lo inalcanzable. Para los temerosos, lo desconocido. Para los valientes es una oportunidad."

Al realizar todo el trabajo requerido me he visto en la necesidad de mediante este espacio dar a conocer a la personas que han hecho posible este paso tan grande en mi vida. Por consiguiente, es para mí, un orgullo nombrar y reconocer a los seres que han sido una fuente del saber en este proceso de superación.

Principalmente agradezco a DIOS, por ser parte fundamental en mi vida.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA); que me acogió durante todo este tiempo y vio en mí un buen material para moldear de la mejor manera y en su proceso hacerme conocer a excelentes personas que laboran en el plantel.

Debo agradecer también de manera especial a mi única y perfecta amiga, mi madre Lic. Martha Cecilia Quinatoa que gracias a ella he superado todas las adversidades de la vida, siendo ella mi amiga, madre, consejera y simplemente en una palabra mi todo, siempre en la vida uno tiene un héroe pero para mí llego una heroína, y se me hace muy difícil querer agradecerle en un párrafo al ángel que Dios me envió y simplemente lo haré con un te amo mamita.

A los señores tutores y docentes que gracias a sus apreciaciones, documentos certeros se vieron plasmados de una manera precisa nuestro trabajo.

Al señor. Ing. Ernesto Quinatoa que gracias a su apoyo y colaboración presencial en el proyecto se vio plasmado todas las ideas de manera factible a nuestras necesidades. Y por últimos con mucho amor a mi padre, hermanas y compañeros que supieron darme el ánimo suficiente para seguir mis sueños.

Alfredo Shamir Salazar Quinatoa

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice De Contenidos.....	v
Índice De Tablas.....	ix
Índice De Figuras.....	x
Índice De Anexos.....	xiii
Resumen.....	1
Summary.....	2

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Definición Del Problema.....	4
1.3	Justificación.....	4
1.4	Objetivos.....	4
1.4.1	General.....	4
1.4.2	Específicos.....	5
1.5	Alcance.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Motor Aeronáutico.....	6
2.1.1	Motores Propfan.....	7
2.1.1.1	Open Rotor De Transmisión Directa Y Con Caja De Reducción	8
2.2	Rolls Royce.....	12
2.2.1	Rolls Royce Rb 3011.....	13
2.2.2	Componentes De Un Udf.....	14

2.3	Maqueta.....	16
2.3.1	Tipos De Maquetas.....	17
2.3.1.1	Mecanomaquetas.....	17
2.3.1.2	Maquetas Lúdicas.....	18
2.3.2	Materiales De Maquetas.....	18
2.4	Acrílico.....	19
2.4.1	Propiedades.....	20
2.4.2	Usos.....	22
2.4.3	Características.....	23
2.5	Acero.....	24
2.5.1	Clasificación.....	25
2.5.1.1	Según Los Usos.....	25
2.5.1.2	Características Mecánicas Y Tecnológicas Del Acero.....	26
2.5.1.3	Aceros Para Construcción De Partes De Maquinaria.....	29
2.5.1.4	Serie De Aceros Aisi-Sae.....	30
2.6	Soldadura.....	33
2.6.1	Soldadura Eléctrica.....	34
2.6.1.1	Soldadura Por Arco.....	35
2.6.1.2	Soldadura Fuerte.....	36
2.6.2	Procedimiento Para Soldar.....	37
2.6.3	Posición De Soldadura.....	39
2.6.4	Electrodo.....	40
2.6.5	Electrodo 6011 Y 6013.....	42
2.7	Diseño.....	42
2.7.1	Solidworks.....	44
2.7.2	Aplicaciones.....	45
2.8	Pintura Y Acabados.....	46
2.8.1	Clasificación Por Su Función.....	47
2.8.2	Preparación De Superficie De Trabajo.....	48

CAPÍTULO III
CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

3.1	Preliminares.....	50
3.2	Adquisición De Materiales.....	51
3.3	Dimensiones Establecidas Para Su Correcto Funcionamiento	52
3.3.1	Dimensiones De Componentes Externos.....	52
3.3.2	Partes Internas.....	53
3.4	Diseño.....	54
3.4.1	Ideas Previas.....	54
3.4.2	Base.....	55
3.4.3	Sistema Contra Rotatorio.....	55
3.5	Cálculos.....	56
3.5.1	Análisis Del Eje.....	56
3.5.2	Cálculos De La Base.....	60
3.6	Construcción.....	62
3.6.1	Base.....	63
3.6.2	Parantes Y Bases De Sujeción.....	65
3.6.3	Plancha De Madera.....	70
3.6.4	Chumaceras.....	71
3.6.5	Case.....	71
3.6.6	Motor Eléctrico.....	76
3.6.7	Engranajes De Cadena.....	78
3.6.8	Ruliman De Retención Del Eje Al Engranaje Grande.....	79
3.6.9	Cadena.....	80
3.6.10	Domo Inicial Con Su Respectiva Hélice.....	80
3.6.11	Discos De Acrílico.....	82
3.6.12	Hélices.....	82
3.6.13	Domo Final.....	87
3.6.14	Ruedas.....	89
3.7	Ensamblaje.....	89
3.8	Pruebas De Funcionamiento.....	89
3.9	Acabados.....	90

3.9.1	Base.....	91
3.9.2	Case.....	91
3.9.3	Domos.....	92
3.10	Diagrama De Procesos.....	92
3.10.1	Diagrama De Procesos De La Construcción De Base.....	94
3.10.2	Diagrama De Procesos De La Construcción De Las Hélices...	96
3.10.3	Diagrama De La Construcción De Domo Trasero.....	98
3.10.4	Diagrama De Rectificación De Hélice De Entrada.....	100
3.10.5	Diagrama De Construcción De Planchas De Acrílico.....	102
3.10.6	Diagrama De Proceso De Ensamblaje.....	104
3.11	Estudio Económico.....	105
3.11.1	Análisis Económico.....	105
3.11.2	Costo De La Investigación.....	105
3.11.3	Costo De Materiales.....	106
3.11.4	Costo De Mano De Obra.....	107
3.11.5	Gastos Varios.....	108
3.11.6	Gastos Totales.....	108

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones.....	109
4.2	Recomendaciones.....	111
	Siglas.....	112
	Glosario.....	113
	Bibliografía.....	116
	Anexos.....	118
	Hoja De Vida.....	145
	Hoja De Legalización De Firmas.....	148
	Cesión De Derechos De Propiedad Intelectual.....	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Designaciones Sae Y Elementos Principales En Aceros.....	31
Tabla 2.2	Sistema De Designación Asis/Sae.....	32
Tabla 2.3	Tipos De Posicionado De Suelda.....	40
Tabla 3.1	Simbología Del Diagrama De Procesos.....	93
Tabla 3.2	Proceso De Construcción De Base.....	95
Tabla 3.3	Proceso De Construcción De Hélices.....	97
Tabla 3.4	Proceso De Construcción De Domo.....	99
Tabla 3.5	Proceso De Rectificación De La Hélice Inicial.....	101
Tabla 3.6	Proceso De Construcción De Base.....	103
Tabla 3.7	Costos De La Investigación.....	105
Tabla 3.8	Cantidad Y Costo De Materiales.....	106
Tabla 3.9	Gastos Varios.....	108
Tabla3.10	Costo Total.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Fig.2.1	Motor Aeronáutico.....	6
Fig.2.2	Antonov.....	8
Fig.2.3	UDF.....	9
Fig.2.4	Interno UDF.....	9
Fig.2.5	Interno UDF.....	10
Fig.2.6	Interno Epicicloidal.....	11
Fig.2.7	Placa Original.....	12
Fig.2.8	2d Udf.....	14
Fig.2.9	Motor Designado Componentes.....	15
Fig.2.10	Hélices Y Sus Partes.....	16
Fig.2.11	Maqueta Plástica.....	16
Fig.2.12	Mecanomaqueta.....	17
Fig.2.13	Materiales De Maquetismo.....	19
Fig.2.14	Acrílico.....	20
Fig.2.15	Acrílico Formado.....	22
Fig.2.16	Acrílico Formado Tubular.....	23
Fig.2.17	Publicidad.....	24
Fig.2.18	Acero.....	24
Fig.2.19	Hilo De Acero.....	28
Fig.2.20	Carbono.....	30
Fig.2.21	Suelda.....	33
Fig.2.22	Suelda Eléctrica.....	34
Fig.2.23	Suelda Eléctrica Por Arco.....	35
Fig.2.24	Suelda Eléctrica Fuerte.....	37
Fig.2.25	Partes De La Suelda.....	38
Fig.2.26	Partes Del Electrodo.....	41
Fig.2.27	Partes Del Electrodo Central.....	42
Fig.2.28	Gama De Color.....	44
Fig.2.29	Diseño Robótico.....	45

Fig.2.30	Esfuerzos.....	46
Fig.2.31	Pintura.....	46
Fig.2.32	Pintura Por Sección.....	48
Fig.2.33	Lijado Y Pulido.....	49

CAPÍTULO III

Fig.3.1	Elaboración De Base.....	63
Fig.3.2	Desbaste De Material.....	64
Fig.3.3	Soporte Central.....	64
Fig.3.4	Base Completa.....	65
Fig.3.5	Diseño De Soporte.....	66
Fig.3.6	Centrado DE Tubo.....	66
Fig.3.7	Soporte Frontal Con Medida.....	67
Fig.3.8	Diseño De Soporte De Placa.....	68
Fig.3.9	Diseño Para Soporte Del Eje.....	68
Fig.3.10	Soldada De Soporte Vertical.....	69
Fig.3.11	Soporte Total.....	69
Fig.3.12	Diseño De Maqueta Completa.....	70
Fig.3.13	Piso De Base.....	70
Fig.3.14	Ensamblaje De Chumaceras.....	71
Fig.3.15	Diseño Inicial Del Case.....	72
Fig.3.16	Estructura Interna Del Case.....	72
Fig.3.17	Cubierta Externa Del Case Inicial.....	73
Fig.3.18	Diseño De Maqueta Inicial Completa.....	74
Fig.3.19	Diseño Interno Del Case.....	74
Fig.3.20	El Case.....	75
Fig.3.21	Estructura De La Maqueta.....	76
Fig.3.22	Motores Eléctricos.....	77
Fig.3.23	Motor.....	77
Fig.3.24	Engranaje De Cadena.....	78
Fig.3.25	Engranaje Principal.....	79
Fig.3.26	Ruliman.....	79

Fig.3.27	Cadena.....	80
Fig.3.28	Hélice De Domo Inicial.....	81
Fig.3.29	Domo Delantero.....	81
Fig.3.30	Molde Para Hélices.....	83
Fig.3.31	Base De Las Palas.....	83
Fig.3.32	Mesa Para Cortar Acrílico.....	84
Fig.3.33	Pala De Hélice.....	85
Fig.3.34	Molde De Palas.....	85
Fig.3.35	Palas Cortadas.....	86
Fig.3.36	Horno Para Calentar El Acrílico.....	86
Fig.3.37	Diseño De Las Hélices.....	87
Fig.3.38	Sección Del Domo.....	88
Fig.3.39	Diseño Del Domo.....	88
Fig.3.40	Tesis Final.....	90
Fig.3.41	Parte Inferior Terminada.....	91
Fig.3.42	Case Final.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A	Características De Los ElectrodoS 6011 Y 6013.....	119
Anexo B	Prototipo Real.....	122
Anexo C	Planos De La Estructura Y Sistema Contrarotatorio.....	124
Anexo D	Diseños Iniciales.....	140
Anexo E	Diseños Artísticos Reales.....	142

RESUMEN

Se ha diseñado y realizado los componentes de un motor Rolls Royce rb 3011 Propfan por el sistema de funcionamiento ya que permite dar un paso grande en el conocimiento de tracción de un motor que para muchos no está establecido.

En esta descripción de proyecto se establece puntos concretos de diseño, movimiento y fabricación de componentes. Dando cabida al desarrollo de proyectos con sistemas contra rotatorios o en su vez con sistema de engranajes epicicloidales.

El conocimiento general de los proceso dan referente a el estudio no solo de este tipo de motores sino a tipos de motores recíprocos que tienen sistemas planetarios para su tracción.

En el proceso de desarrollo se aplica algunos programas de interés, como podemos ver Solidworks y MDSolids los cuales el uno permite establecer diseños reales y sus datos de proceso y funcionamiento, mientras el otro establece fórmulas para el desarrollo de los sólidos o un componente en sí.

Se establece formas de soldado, formas de posición, usos, mantenimientos y en general todo lo que comprende a la operatividad de una maqueta de un motor udf.

En general se establece puntos y parámetros de conocimiento teoría y práctico para la elaboración de Mecanomaquetas con adaptaciones personales y factibles.

SUMMARY

It has been designed and implemented components of a Rolls Royce engine Rb 3011 propfan by operating system since it provides a big step in the knowledge of a traction motor for many not established.

In this description of project specific design points, movement and component manufacturing is established. Allowing for the development of projects with systems from rotating or turn with epicycles gear system.

General knowledge of the process given concerning the study not only of this engine but types of reciprocating engines that have planetary systems for traction.

In the process of developing some programs of interest applies, as we see MDsolids Solidworks and one which allows for real designs and data processing and operation, while the other provides formulas for the development of solid or component itself.

Welded forms, shapes position, use, maintenance and generally everything that includes the operation of a model of an udf engine is established.

Overall points and parameters theory and practical knowledge for the development of personal and Mecanomaquetas adaptations feasible set.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico comienza sus trabajos en el campo del aprendizaje en el año de 1999 siendo así uno de los primeros y únicos en el Ecuador en dar su aporte por esta carrera, plasmando así diferentes carreras y constituyéndose como el único centro de formación tecnológica el cual prepara a personal civil para el desempeño en las áreas designadas en el campo aeronáutico.

Debido a que no se puede encontrar ningún tipo de datos referente a su funcionamiento y mucho más sus diseños, implementación en el campo aeronáutico, ni el hecho de que se lo puede encontrar en las amplias partes del internet siendo esto muy difícil de comprender y mucho más de establecer con veracidad echo que sean factibles en su uso.

Tomando como base lo anteriormente mencionado, se implanto una exhaustuosa investigación de la problemática presente en el cual nos dio a conocer que es necesaria la IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA PARA EL MOTOR PROPFAN ROLLS ROYCE RB 3011 el cual tiene como finalidad mejorar y ampliar los conocimientos sobre la operación de los motores UDF.

1.2 Definición del problema

IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA PARA EL MOTOR PROPFAN ROLLS ROYCE RB 3011.

1.3 Justificación

Considerando el continuo avance tecnológico en aviación y el gran potencial que los motores propfan poseen en cuanto a eficiencia en el consumo de combustible se considera indispensable la implementación de material didáctico que permite ampliar el conocimiento sobre este tipo de motores.

El conocimiento sobre los motores contra rotatorios es importante debido a que los principales fabricantes de motores están apostando nuevamente por estos, debido a los beneficios que estos pueden ofrecer y al ahorro económico que estos pueden ofrecer.

El presente trabajo de investigación contribuye a una mejora en el conocimiento de los motores UHB y de esta manera aportan al aprendizaje de los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica.

Debido a la poca información expuesta sobre el funcionamiento de los motores contra rotatorios la implementación de una maqueta ilustrativa del funcionamiento principal de los motores UDF.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Implementar una maqueta ilustrativa representando el motor propfan Rolls Royce rb 3011, dando así un apoyo didáctico y aplicable en la materia de ventiladores sin ductos para la formación teórica de los estudiantes de Mecánica Aeronáutica Motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.4.2 Específicos

- Investigar, conseguir y establecer información necesaria para sustentar el problema de crear una maqueta interactiva del motor
- Analizar los funcionamiento del sistema contra rotatorio
- Realizar el diseño, esquemas, bocetos y planes estratégicos para su creación.
- Proceder a dar datos factibles de elaboración para su adecuado funcionamiento.
- Realizar los planos respectivos.
- Ejecutar la construcción de los componentes.
- Realizar pruebas de comprobación de funcionamiento.

1.5 Alcance

El presente proyecto facilitará el estudio en base a herramientas de instrucción e interpretación física del proceso de propulsión del motor ya establecido, en base de construcción e implementación del mismo, mejorando de ésta forma las operaciones de funcionamiento y con lo dicho promover el interés de los estudiantes en el estudio del funcionamiento, de la incorporación del importante sistema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Motor Aeronáutico



Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.1: Motor Aeronáutico.

Un motor aeronáutico o motor de aviación es aquel que se utiliza para la propulsión de aeronaves mediante la generación de una fuerza de empuje.

Existen distintos tipos de motores de aviación aunque se dividen en dos clases básicas: motores recíprocos (o de pistón) y de reacción. Recientemente y gracias al desarrollo de la NASA y otras entidades, se ha comenzado también

la producción de motores eléctricos para aeronaves que funcionen con energía solar fotovoltaica.¹

Según la definición de la OACI un motor de aeronave es todo motor utilizado, o destinado a utilizarse, para la propulsión de aeronaves e incluye la totalidad de las partes, los aditamentos y los accesorios que lo constituyen, aparte de las hélices.²

2.1.1 Motores Propfan

Los motores propfan fueron desarrollados en la década de 1980 en respuesta a los precios crecientes del combustible provocados por la escasez. En 1980 se desarrolló y probó el concepto de UDF, como los precios del combustible comenzaron a disminuir hacia el final de la década de 1980.

PRATT & WHITNEY en alianza con ALLISON también fabricó un prototipo de propfan que a diferencia del de GE y la NASA las hélices giraban en sentido contrario, a pesar de que llevaban una sección de engranajes reductor.

Los primeros motores propfan se probaron a bordo de un md-80 y los resultados fueron bastante prometedores: un 30% menos de consumo frente a los JT8D que montaban la serie 80 de MDD. Todo un logro para un primer prototipo con aún muchas cosas que pulir.

Rediseños de la hélice y del sistema mecánico consiguieron que cumpliera las normativas de la etapa 3 y reducir la vibración a valores admisibles, con modelos capaces de cumplir la normativa de la etapa 4 en el tablero de diseño.

BOEING y MCD comenzaron a sacar diseños de aviones que usaban propfan, el BOEING 7J7 y el MD-94X. Era el motor del futuro, iba a dejar desfasados todos los demás motores, comenzaron a aparecer diseños cada vez más avanzadas en los tableros de los mayores fabricantes de motores. Y de

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_aeron%C3%A1utico

² <http://www.icao.int/Pages/default.aspx>

repente, todo se paró, se acabó. Los fabricantes abandonaron todos sus proyectos y volvieron a su antiguo turbofán. Rusia sin embargo continuó su desarrollo, pero versiones más convencionales y parecidas a un turbohélice que a un propfan realmente.



Fuente: www.motoresespeciales.com

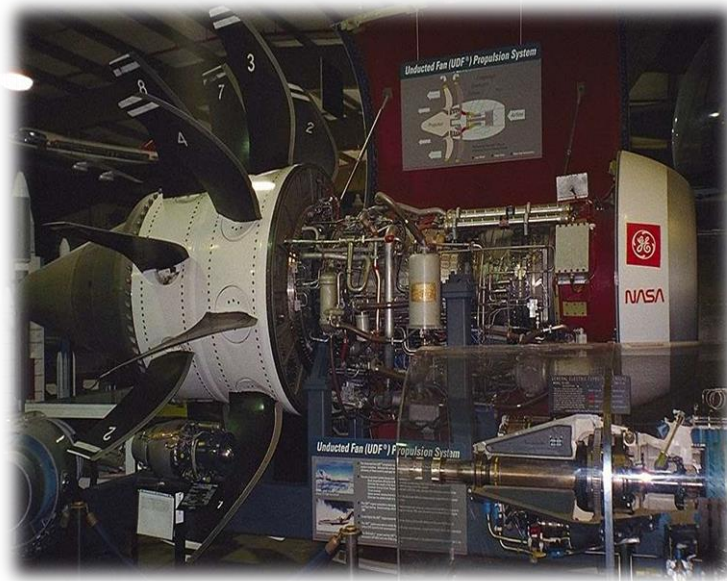
Figura 2.2: Antonov

2.1.1.1 Open Rotor De Transmisión Directa Y Con Caja De Reducción.

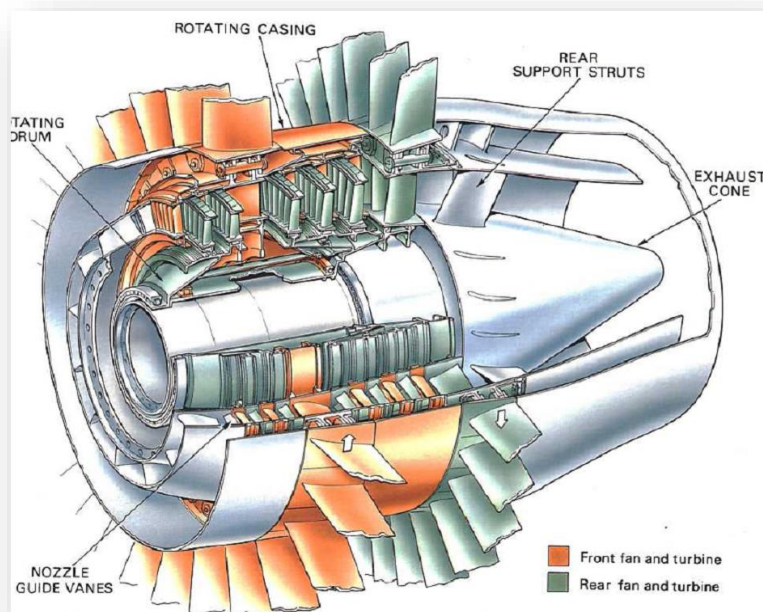
- Open Rotor De Transmisión Directa.

El GE36 es un propfan tipo pusher con dos juegos de rotores contra rotarios de ocho palas cada uno. La turbina mueve uno de los rotores mientras que el otro es accionado por una turbina libre en sentido contrario³.

³<http://www.google.com.ec/#hl=es&client=psyb&q=desarrollo+del+motor+propfan>



Fuente: www.motoresespeciales.com
Figura 2.3: UDF

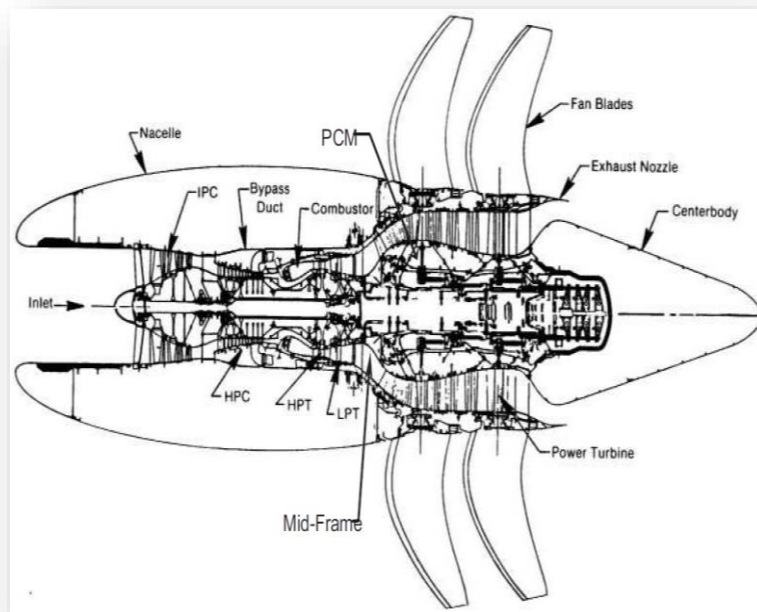


Fuente: www.wikiestudios_res/motor/plus.com
Figura 2.4: Interno UDF

El motor GE-36, es el único OR a transmisión directa construido hasta el momento. El DDOR cuenta con una turbina de baja presión contra rotativa y cada hélice del motor está conectada directamente a una parte de la turbina. Este tipo de turbinas a diferencia de las turbinas convencionales no está compuesta de una sucesión de rotores y estatores, sino de rotores que giran en

sentidos opuestos (las etapas impares giran en un sentido, y las etapas pares en sentido contrario).

Por esta razón, todos los componentes que en la figura están a la derecha del componente señalado como "Mid-Frame" son rotativos (incluyendo al "Centerbody"). Esto hace que este componente sea una pieza estructural clave en la arquitectura DDOR y uno de los puntos de anclaje del motor al avión. Al mismo tiempo el "Mid-Frame" está expuesto al flujo de gases calientes (~1100° K) por lo que requiere una adecuada refrigeración para poder cumplir con sus funciones estructurales. El aire de refrigeración necesario (20% del aire de entrada al motor) es tomado del final del IPC y llevado hasta el "Mid-Frame" a través del bypass ("Bypass Duct" en la figura)⁴.



Fuente: Patentes
Figura 2.5: Interno UDF

➤ Open rotor con caja de reducción

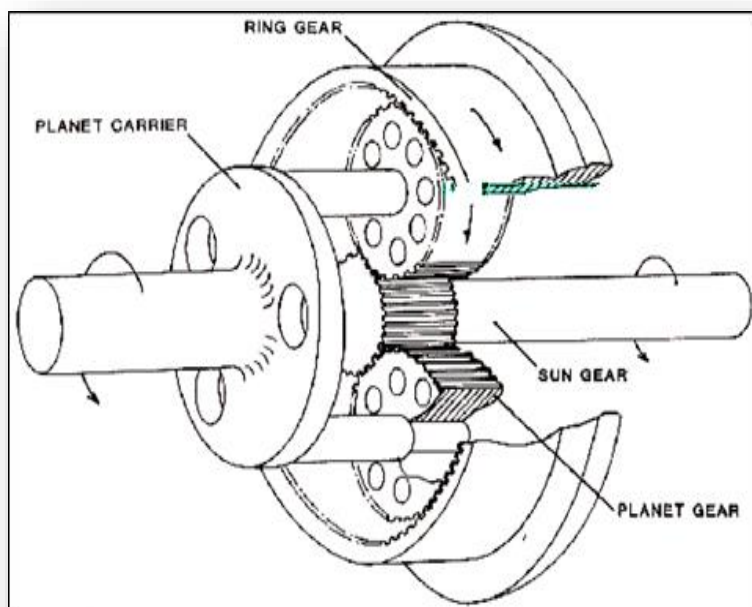
El motor tiene dos fan rotores contra-rotativos exteriores, ya sea en la parte delantera del conjunto ("tractor") o en la parte trasera ("pusher). El diseño de

⁴http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_227_Evaluacionmotoresopenrotorcontrarotativos_Bellocq_Pilidis_Sethi.pdf

rotor abierto se sabe que tiene aumento de ruido en comparación con los motores de turboventilador normales, donde el ruido es contenido por el conducto del motor. El rotor hacia adelante es más grande en diámetro que el rotor de posición posterior, para evitar problemas con los remolinos de las puntas del rotor hacia adelante. Los rotores son accionados por el eje del motor a través de una caja de engranajes epicicloidales.

➤ Caja De Reducción Planetaria Diferencial

A continuación la siguiente figura muestra la configuración de la caja de reducción utilizada en el GOR. Esta tiene tres ejes (sun, carrier y ring) que pueden ser usados tanto como entrada como salida de potencia. En la aplicación del GOR se conecta el sun a la turbina de baja presión, el carrier a la hélice delantera y el ring a la hélice trasera. A diferencia de las cajas de reducción planetarias convencionales, la DPGB no tiene una relación de velocidades fija sino una relación de torques fija y las velocidades de giro provienen de las cargas aplicadas en las salidas⁵.



Fuente: Patentes
Figura 2.6: Interno epicicloidales

⁵http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_227_Evaluacionmotoresopenrotorcontrarotativos_Bellocq_Pilidis_Sethi.pdf

2.2 Rolls Royce



Fuente: www.rolls_royce.com

Figura 2.7: Placa original

Rolls-Royce es una compañía global que proporciona soluciones de energía integradas para clientes en el sector aeroespacial civil y de defensa, marina y los mercados energéticos. Apoyamos a los clientes a través de una red mundial de oficinas, fabricación e instalaciones de servicios.

En la última década, Rolls-Royce ha transformado su negocio. Hoy en día, son más globales, con más de la mitad de la cartera de pedidos desde el Medio Oriente y Asia. La cartera se ha diversificado, tanto a través de crecimiento orgánico y adquisiciones, y están aumentando significativamente los ingresos generados por el mantenimiento de los sistemas de energía que producen.

El negocio aeroespacial es una fuente muy importante para el desarrollo de un fabricante de motores de avión para todos los sectores de las aerolíneas y el mercado de aviones corporativos. Por eso Rolls-Royce tiene más de 30 tipos de aviones comerciales y tiene 12.500 motores en servicio con los clientes de

todo el mundo. La demanda de los productos sigue siendo robusto y dé soporte a sus fuertes.⁶

2.2.1 Rolls Royce rb 3011

El Rolls Royce rb3011 (previamente llamado rb2011) es un prototipo de motor Propfan en desarrollo con Rolls Royce plc. Este diseño es también conocido como motor de "rotor abierto".

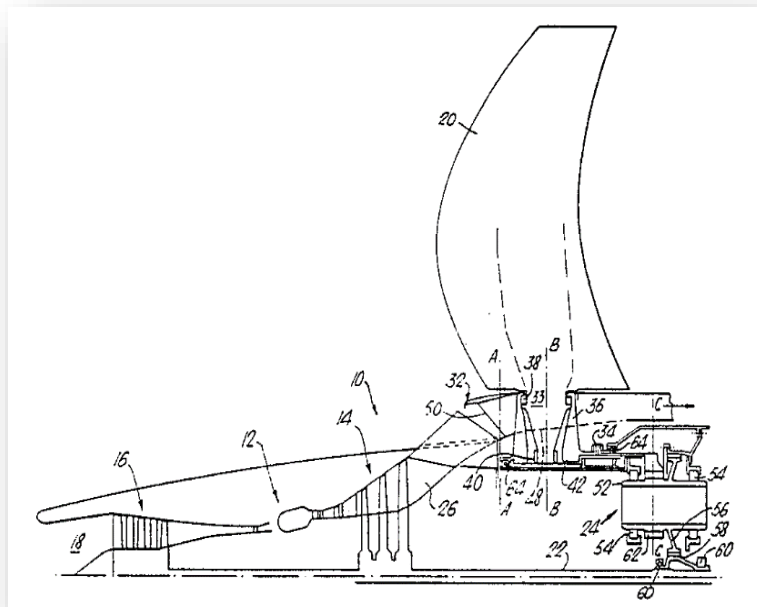
El rb3011 es diseñado para aviones de 180 a 300 pasajeros como el Boeing 737 o el Airbus a320. Rolls Royce compro la compañía Allison Engine en 1995 y están estableciendo los estudios de Pratt & Whitney/ Allison 578-dx de un tipo de construcción anterior de motores udf que fueron hechos en 1980.

El motor tiene dos rotores externos de rotación contraria (ventiladores) en el exterior de la góndola del motor, ya sea en la parte delantera del conjunto ("tractor ") o en la parte trasera ("empujador "). Diseños de rotor abierto Tanto empujadores y tractores forman parte del RR a largo plazo " 15-50 " visión, que está examinando las diversas arquitecturas para abordar el mercado de los asientos de aviones de 150. Dentro de 15-50 grupo - llamado así por las reducciones específicas de consumo de combustible de 15 a 50 % en comparación con la generación actual de motores - hay varias opciones en función de la disponibilidad y madurez de la tecnología.

El diseño de rotor abierto se sabe que ha aumentado el ruido en comparación con los motores de turbohélices normales, donde el ruido está contenido por el conducto del motor. El rotor hacia adelante es más grande en diámetro que el rotor de posición posterior, para evitar problemas con los remolinos de la punta del rotor hacia adelante. Los rotores son accionados por el eje del motor a través de una caja de engranajes epicicloidales. Estos producen una gran cantidad de calor.

⁶ <http://www.rolls-royce.com/>

El motor ha sido probado en la Asociación de Investigación de Aviones en Bedford, Bedfordshire. Pruebas de túnel de viento ha tenido lugar en DNW en Marknesse en los Países Bajos. Se espera reducir el consumo de combustible de una aeronave en comparación con aquellos con motores de turboventilador normales, hasta en un 30 %. Esta es la razón principal para elegir este diseño del motor. La certificación está prevista para el 2017-8, con entrada en el mercado con las compañías aéreas para el año 2020.⁷



Fuente: Patentes
Figura 2.8: 2d udf

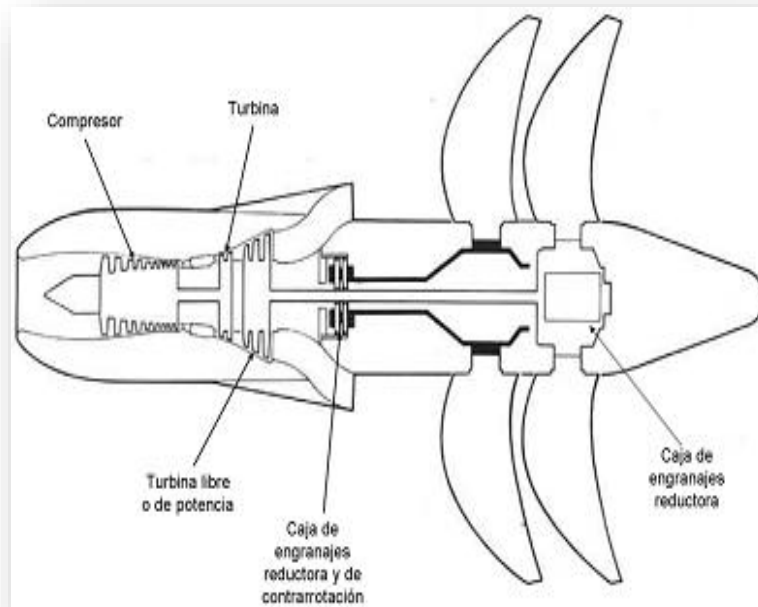
2.2.2 Componentes de un UDF

Los principales componentes de un motor udf son básicamente los mismos que los motores convencionales con una diferencia que su de acción se base principalmente en un sistema contra rotatorio.

La velocidad óptima de operación para los turbohélices es de aproximadamente 700 kph, o 450 mph. A velocidades mayores las hélices pierden eficiencia. Generalmente esto ocurre porque la velocidad en la puntas

⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Rolls-Royce_RB3011

de las hélices es tan elevada que se alcanzan números de Mach muy elevados e inclusive superar la velocidad del sonido.



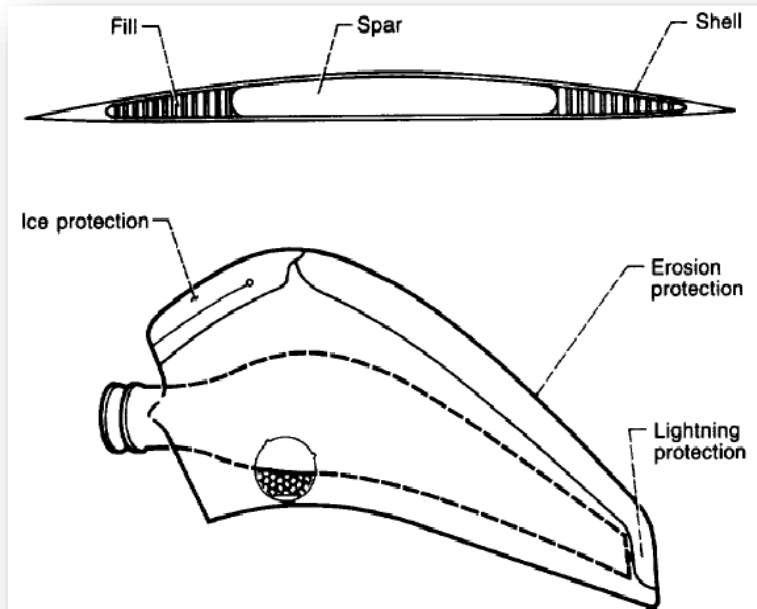
Fuente: Patentes
Figura 2.9: motor designado componentes.

Esto produce resistencia de onda (resistencia que se produce por efectos de compresibilidad del aire y/o formación de ondas de choque) y desprendimiento de la capa límite sobre la hélice, haciendo que la hélice pierda eficiencia. En la década de 1940 los aviones que alcanzaban grandes velocidades experimentaron por primera vez este fenómeno.

Una forma de contrarrestar este problema es añadiendo más palas a la hélice, para entregar más potencia con menos velocidad de rotación (bajas RPM). Sin embargo, cuando el aeroplano se desplaza a velocidades elevadas, la velocidad resultante en las puntas de la hélice es también muy alta, y el fenómeno mencionado reaparece⁸.

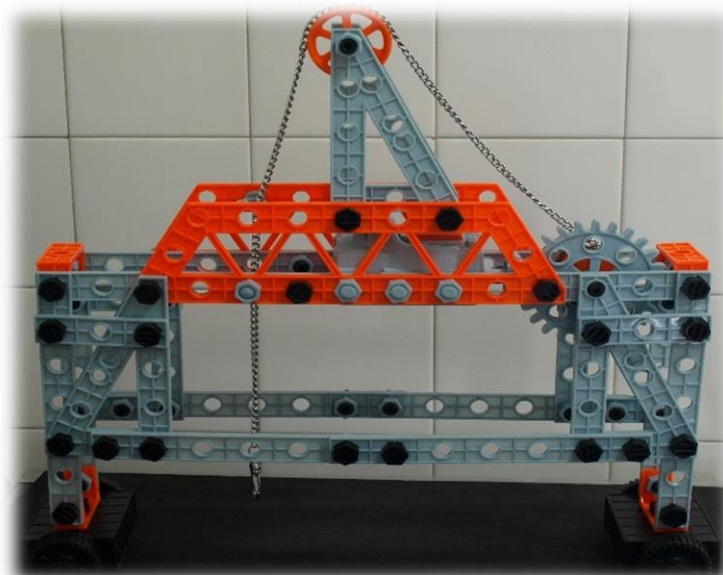
⁸http://www.google.com.ec/#hl=es&client=psyb&q=desarrollo+del+motor+propfan&oq=desarrollo+del+motor+propfan&gs_l=serp.3...761021.782245.0.783107.43.28.1.7.7.3.1090.6464.0j16j6j2j1j71.26.0...0.0...1c.1.8.psyb.RVQo_H4L8Rg&pbx=1&bav=on.2,or.r_qf.&fp=8f36360f9cd2d3cb&biw=1024&bih=605

“Para evitar el problema de la resistencia de onda en las palas científicos alemanes propusieron en la década de 1940 utilizar palas con flecha. Hoy en día, los turbohélices que vuelan a velocidades mayores a los 450 km/h este tipo de palas.



Fuente: Patentes
Figura 2.10: hélices y sus partes

2.3 Maqueta

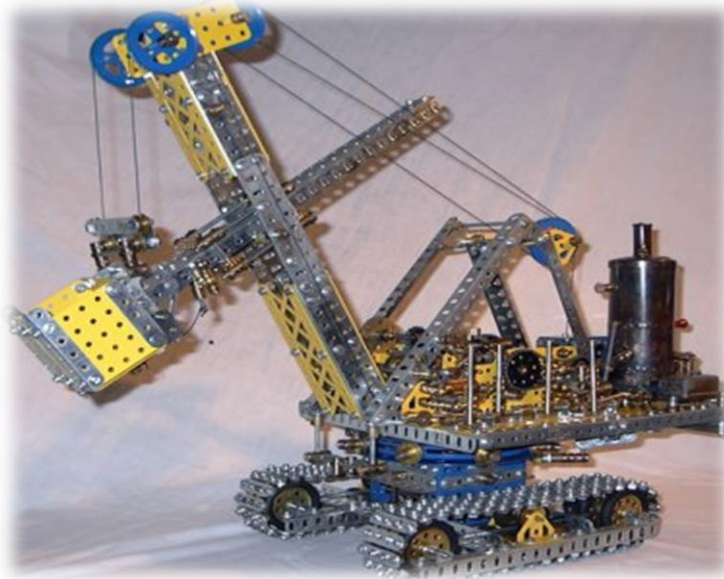


Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.11: Maqueta Plástica

Una maqueta es un montaje funcional, a menor "escala", con materiales pensados para resaltar, en su funcionalidad, la atención de aquello que, en su escala real, presentará como innovación, mejora o sencillamente el gusto de quien lo monta.

2.3.1 Tipos De Maquetas

2.3.1.1 Mecanomaquetas



Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.12: Mecanomaqueta

Por ejemplo, una maqueta de un avión, dependiendo la escala, puede ser únicamente aerodinámico y planear, por lo que es funcional en el aspecto aerodinámico. Ese mismo modelo de avión, a otra escala distinta, pudiera ser únicamente a nivel de diseño e imagen corporativo; así, por ejemplo, la compañía Airbus puede presentar a la Lufthansa un modelo en maqueta que se integra perfectamente en su imagen corporativa; un segundo modelo que pone de relieve la aerodinámica y un tercer modelo que resalta lo oportuno de la colocación de los motores y cómo estos pueden continuar rindiendo al 100% a alturas insospechadas gracias a los tanques de oxígeno enriquecido que aportan el diferencial que la atmósfera no puede por los límites de altura; un cuarto modelo a escala real que pone a prueba la presurización de las distintas áreas, y quizás la puesta a prueba del vuelo estratosférico en una sala que imita la presión y la densidad atmosféricas a esas alturas.

La escala de cada modelo viene dada por la necesidad de mostrar el objetivo a resaltar. Así, el modelo aerodinámico puede ser de una escala mucho menor y de unos materiales menos especializados, que la escala del modelo que trata de resaltar el rendimiento de los motores.

2.3.1.2 Maquetas lúdicas

Es la reproducción física y a escala, en tres dimensiones, por lo general, en tamaño reducido, de algo real o ficticio. También pueden existir modelos en tamaño grande de algún objeto pequeño y hasta microscópico representado en alguna especie de maqueta.

Otras definiciones de maqueta, con variantes en el sistema de presentación, son: los dioramas, los vehículos teledirigidos o radios controlados, como automóviles, trenes y barcos, etc.

El maquetismo puede ser estático (modelo estático) o modelo dinámico o de movimiento (modelos telecontrolados).

La maqueta no solamente puede ser "a escala", sino que también representa la simulación de cualquier cosa en otro material (por ejemplo, la maqueta de un teléfono celular hecha en cartón), sin el acabado ni la apariencia real.

2.3.2. Materiales de maquetas

El maquetista, a diferencia del modelista, se provee de fotografías, historia, planos y variantes de colores y esquemas.

Posteriormente, y ya definida la versión a construir, comienza el armado, usando pegamentos, aerógrafos, masillas de relleno, pigmentos, pinzas, alicates, plasticard, alambres, latones para dar la mayor sensación de realismo al modelo.

Los materiales pueden variar desde el plástico, resina a madera o metal o combinación de estos elementos.

La esencia del maquetismo es brindar una sensación visual de realismo a escala de la maqueta o modelo construido.

El maquetista intentará además reproducir el intemperizado (weathering), simulando el paso del tiempo tal cual le ocurriría a un modelo tamaño real, usando filtros de pigmentos muy diluidos en solventes de rápida evaporación.



Fuente: <http://bricolaje.facilísimo.com/materiales-para-belenes>

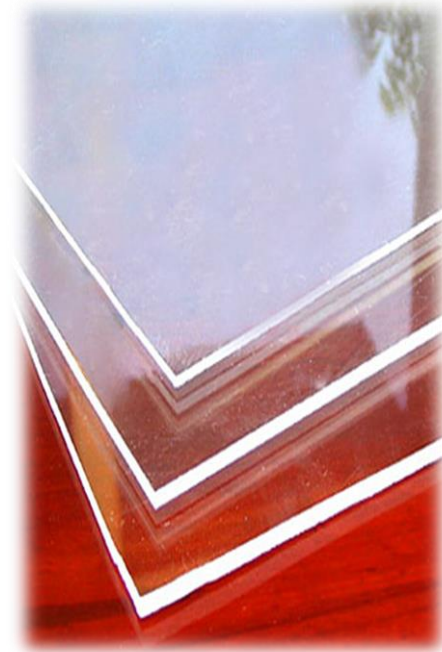
Figura 2.13: materiales de maquetismo.

2.4 Acrílico

El material sólido, conocido como PMMA. Dentro de los plásticos de ingeniería podemos encontrarlo como polimetilmetacrilato, también conocido por sus siglas PMMA. La placa de acrílico se obtiene de la polimerización del metacrilato y la presentación más frecuente que se encuentra en la industria del plástico es en gránulos o en placas. Los gránulos son para el proceso de inyección o extrusión y las placas para termo formado o para mecanizado.

Compite en cuanto a aplicaciones con otros plásticos como el policarbonato (PC) o el poli estireno (PS), pero el acrílico se destaca frente a otros plásticos transparentes en cuanto a resistencia a la intemperie,

transparencia y por estas cualidades es utilizado en la industria del automóvil como el faro del coche, iluminación, cosméticos, espectáculos, construcción y óptica, entre muchas otras.



Fuente: <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico.html>

Figura 2.14: acrílico.

2.4.1 Propiedades

Entre sus propiedades destacan:

- Transparencia de alrededor del 93 %. El más transparente de los plásticos.
- Alta resistencia al impacto, de unas diez a veinte veces la del vidrio.
- Resistente a la intemperie y a los rayos ultravioleta. No hay un envejecimiento apreciable en diez años de exposición exterior.
- Excelente aislante térmico y acústico.
- Ligero en comparación con el vidrio (aproximadamente la mitad), con una densidad de unos 1190 kg/m^3 es sólo un poco más denso que el agua.

- De dureza similar a la del aluminio: se raya fácilmente con cualquier objeto metálico, como un clip. El metacrilato se repara muy fácilmente con una pasta de pulir.
- De fácil combustión, no es auto extingible (no se apaga al ser retirado del fuego). Sus gases tienen olor afrutado y crepita al arder. No produce ningún gas tóxico al arder por lo que se puede considerar un producto muy seguro para elementos próximos a las personas al igual que la madera.
- Gran facilidad de mecanización y moldeo.
- Se comercializa en planchas rectangulares de entre 2 y 120 mm de espesor. Existe con varios grados de resistencia (en unas doce calidades diferentes) y numerosos colores. Se protege su superficie con un film de polietileno para evitar que se raye al manipularlo.
- Se puede mecanizar en frío pero no doblar (serrado, esmerilado, acuchillado, pulido, etc.). Para doblarlo hay que aplicar calor local o calentar toda la pieza. Esto último es un proceso industrial complejo que requiere moldes y maquinaria especializada.
- El metacrilato presenta gran resistencia al ataque de muchos compuestos pero es atacado por otros, entre ellos: etilo, acetona, ácido acético, ácidosulfúrico, alcohol, amílico, benzol, butanol, diclorometano, triclorometano (cloroformo), tolueno⁹.

⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/PMMA>



Fuente: <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico.html>

Figura 2.15: acrílico formado.

2.4.2 Usos

El acrílico, es una de las tantas variantes del plástico. La gracia del acrílico, es que puede permanecer largo tiempo, en la intemperie, sin sufrir daño alguno. Por lo mismo, el acrílico es un material, largamente utilizado en las construcciones. Debido principalmente, a lo antes señalado, como al hecho de que es un tipo de plástico, más flexible de lo normal. Lo que lo hace aún más fácil de trabajar. Pero en la construcción, no es el único campo donde se utiliza el acrílico. También es utilizado el acrílico en ciertos medios de transporte, como lo son las motos y las lanchas a motor. Ya que éste material, se utiliza para la fabricación de los parabrisas que utilizan estos medios de transporte. Asimismo, el acrílico es ocupado en la protección de equipos eléctricos, para letreros luminosos, señaléticas, incluso en la fabricación de muchas de las bandejas que hoy en día, se utilizan en las casas.

Dentro de sus distintas aplicaciones podemos mencionar su uso en los siguientes sectores:

- Publicitario: Letreros Luminosos, Exhibidores de Productos (Displays), Señaléticas, Cúpulas, Esferas, Bandejas, llaveros, y otros productos.

- Industrial Y Científico: Protectores de Maquinaria Industrial, Tapas para paneles de control de equipo, Laminas de acrílico para la protección de instalaciones, Acrílicos Termo formados y estriados de formas determinadas.
- Construcción Y Luminario: Cúpulas termo formadas, Utilización de Laminas de Acrílico impacta para prisiones de alta seguridad, Estadios, Museos, Exposiciones de Arte, etc.
- Transporte: En la fabricación de Parabrisas para Motos y para Lanchas a Motor, Implementación Acrílica para la Aviación Comercial.



Fuente: http://www.ehowenespanol.com/plastico-acrilico-como_88873/
Figura 2.16: acrílico formado tubular.

2.4.3 Características

Dentro de sus características técnicas, podemos señalar, que el acrílico soporta largas horas a la exposición de los rayos ultravioletas, sin dañar su estructura y los colores del mismo. Con lo cual, uno no se tiene que preocupar, en posición estará el acrílico a utilizar. Por lo mismo, es tan utilizado en las señaléticas. Hay que pensar, que ellas siempre están a la intemperie.

Por otra parte, el acrílico es muchísimo más resistente que el vidrio. Con lo cual, no es fácil que se rompa y, de hacerlo, no se astilla. Con lo cual, uno no corre riesgos de lesiones, debido a cortes producidos por su quebradura. Por otra parte, para los más ecologistas, el acrílico es sumamente útil, ya que puede ser reciclado, en un 100%



Fuente: <http://www.slideshare.net/hilat/211-proceso-de-produccion-de-acrilico>
Figura 2.17: Publicidad.

2.5 Acero



Fuente: <http://www.andecsa.com>
Figura 2.18: Acero.

El acero es una aleación de hierro y carbono (máximo 2.11% de carbono), al cual se le adicionan variados elementos de aleación, los cuales le confieren propiedades mecánicas específicas para su diferente utilización en la industria.

El término acero sirve comúnmente para denominar, en ingeniería metalúrgica, a una aleación de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,03% y el 1,075% en peso de su composición, dependiendo del grado. Si la aleación posee una concentración de carbono mayor al 2,0% se producen fundiciones que, en oposición al acero, son mucho más frágiles y no es posible forjarlas sino que deben ser moldeadas.

No se debe confundir el acero con el hierro, que es un metal relativamente duro y tenaz.

La diferencia principal entre el hierro y el acero se halla en el porcentaje del carbono: el acero es hierro con un porcentaje de carbono de entre el 0,03% y el 1,075%, a partir de este porcentaje se consideran otras aleaciones con hierro. El acero conserva las características metálicas del hierro en estado puro, pero la adición de carbono y de otros elementos tanto metálicos como no metálicos mejora sus propiedades físico-químicas.¹⁰

2.5.1 Clasificación

2.5.1.1 Según los usos

- Acero Para Imanes O Magnético

- Acero Auto Templado

- Acero De Construcción

- Acero De Corte Rápido

¹⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>

- Acero De Decoletado
- Acero De Corte
- Acero Indeformable
- Acero Inoxidable
- Acero De Herramientas
- Acero Para Muelles
- Acero Refractario
- Acero De Rodamientos

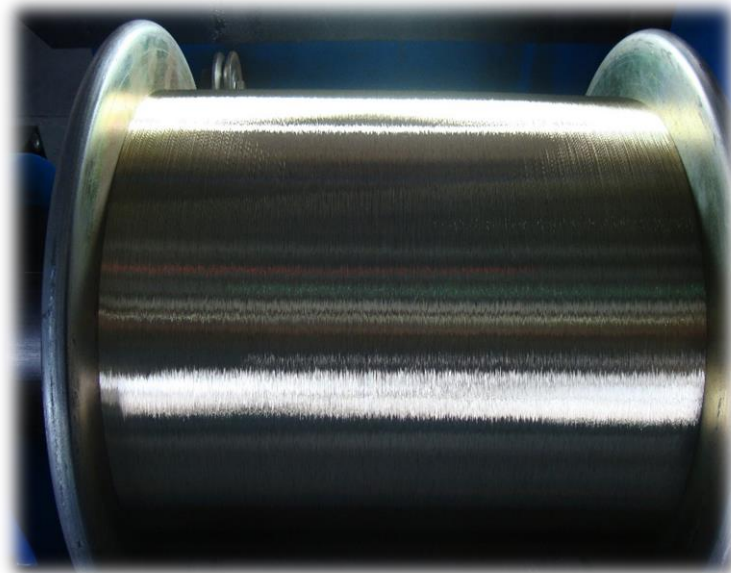
2.5.1.2 Características mecánicas y tecnológicas del acero

Aunque es difícil establecer las propiedades físicas y mecánicas del acero debido a que estas varían con los ajustes en su composición y los diversos tratamientos térmicos, químicos o mecánicos, con los que pueden conseguirse aceros con combinaciones de características adecuadas para infinidad de aplicaciones, se pueden citar algunas propiedades genéricas:

- En función de la temperatura el acero se puede contraer, dilatar o fundir.
- Es un material muy tenaz, especialmente en alguna de las aleaciones usadas para fabricar herramientas.
- Relativamente dúctil. Con él se obtienen hilos delgados llamados alambres.
- Es maleable. Se pueden obtener láminas delgadas llamadas hojalata. Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.

- Algunas composiciones y formas del acero mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico.
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos o químicos entre los cuales quizá el más conocido sea el templeado del acero, aplicable a aceros con alto contenido en carbono, que permite, cuando es superficial, conservar un núcleo tenaz en la pieza que evite fracturas frágiles. Aceros típicos con un alto grado de dureza superficial son los que se emplean en las herramientas de mecanizado, denominados aceros rápidos que contienen cantidades significativas de: cromo, wolframio, molibdeno y vanadio. Los ensayos tecnológicos para medir la dureza son Brinell, Vickers y Rockwell, entre otros.
- Se puede soldar con facilidad.
- La corrosión es la mayor desventaja de los aceros ya que el hierro se oxida con suma facilidad incrementando su volumen y provocando grietas superficiales que posibilitan el progreso de la oxidación hasta que se consume la pieza por completo. Tradicionalmente los aceros se han venido protegiendo mediante tratamientos superficiales diversos. Si bien existen aleaciones con resistencia a la corrosión mejorada como los aceros de construcción «corten» aptos para intemperie (en ciertos ambientes) o los aceros inoxidable.
- Posee una alta conductividad eléctrica. Aunque depende de su composición es aproximadamente de $3 \cdot 10^6$ S/m. En las líneas aéreas de alta tensión se utilizan con frecuencia conductores de aluminio con alma de acero proporcionando éste último la resistencia mecánica necesaria para incrementar los vanos entre la torres y optimizar el coste de la instalación.
- Se utiliza para la fabricación de imanes permanentes artificiales, ya que una pieza de acero imantada no pierde su imantación si no se la calienta hasta cierta temperatura. La magnetización artificial se hace por contacto, inducción o mediante procedimientos eléctricos. En lo que respecta al acero inoxidable, al acero inoxidable ferrítico sí se le pega el imán, pero al acero inoxidable

austenítico no se le pega el imán ya que la fase del hierro conocida como austenita no es atraída por los imanes. Los aceros inoxidable contienen principalmente níquel y cromo en porcentajes del orden del 10% además de algunos aleantes en menor proporción.



Fuente: <http://www.andecsa.com>

Figura 2.19: hilo De Acero.

➤ Un aumento de la temperatura en un elemento de acero provoca un aumento en la longitud del mismo. Este aumento en la longitud puede valorarse por la expresión: $\delta L = \alpha \delta t^\circ L$, siendo α el coeficiente de dilatación, que para el acero vale aproximadamente $1,2 \cdot 10^{-5}$ (es decir $\alpha = 0,000012$). Si existe libertad de dilatación no se plantean grandes problemas subsidiarios, pero si esta dilatación está impedida en mayor o menor grado por el resto de los componentes de la estructura, aparecen esfuerzos complementarios que hay que tener en cuenta. El acero se dilata y se contrae según un coeficiente de dilatación similar al coeficiente de dilatación del hormigón, por lo que resulta muy útil su uso simultáneo en la construcción, formando un material compuesto que se denomina hormigón armado. El acero da una falsa sensación de seguridad al ser incombustible, pero sus propiedades mecánicas fundamentales se ven gravemente afectadas por las altas temperaturas que pueden alcanzar los perfiles en el transcurso de un incendio.

2.5.1.3 Aceros Para Construcción De Partes De Maquinaria

En 1912, la Sociedad Americana de Ingenieros Automotores (SAE) promovió una reunión de productores y consumidores de acero, con el fin de establecer una nomenclatura de la composición de los aceros. Más tarde, el Instituto Americano de Hierro y del Acero (AISI) tomó esa nomenclatura y la expandió.

En el sistema AISI / SAE, los aceros para partes de maquinaria se clasifican con cuatro dígitos.

El primer dígito especifica la aleación principal, el segundo modifica al primero y los dos últimos dígitos dan la cantidad de carbono en centésimas más 0.02 % o menos 0.03 %. En algunos aceros al cromo de alto carbono hay números de cinco dígitos, los tres últimos dan el porcentaje de carbono.

Las convenciones para el primer dígito son:

1. Carbono
2. Níquel
3. Níquel - Cromo. Principal aleante el Níquel
4. Molibdeno
5. Cromo
6. Cromo - Vanadi
7. No se fabrican.
8. Níquel - Cromo - Molibdeno, principal aleante el Molibdeno
9. Níquel - Cromo - Molibdeno, principal aleante el Níquel

Se observa que si el primer dígito es 1 se sabe que es un acero al carbono; si el dígito siguiente es el cero, se trata de un acero sin aleación. Así AISI 1030 es un acero al carbono con 0.3 % C. Si el segundo dígito es 1, la designación es 11XX y significa que se trata de un acero re sulfurado, es decir que se le añadió azufre para hacerlo más maquinable. Si el segundo dígito es 3, la designación es 13XX y se trata de un acero con manganeso entre 1.5 y 2.0.

Si el primer dígito es 3, se trata de un acero al Ni - Cr. Por ejemplo el AISI / SAE 3135 es un acero con 1.10 - 1.40 % de Níquel y 0.55 - 0.75 de Cromo. (Ver tabla 2.1 y 2.2)



Fuente: www.wikipedia.com

Figura 2.20: carbono.

2.5.1.4 Series de aceros AISI-SAE

Un sistema muy usado para la designación de los grados de los aceros al carbono y aleados fue desarrollada por American Iron and Steel Institute (AISI) y Society of Automotive Engineers (SAE). Debido a que AISI no escribe especificaciones, actualmente sólo se usan las designaciones SAE. El sistema SAE consiste en una numeración de cuatro dígitos AISI/SAE para los varios grados químicos de los aceros. Los primeros dos dígitos especifican los elementos aleantes mayoritarios, y si no hay ninguno presente, como en aceros al carbono, los primeros dos dígitos son 10. Los segundos dos dígitos especifican el contenido de carbono nominal en centésima por ciento. En las Tablas 2.1 y 2.2 se presenta el sistema AISI/SAE para aceros al carbono y aleados. Los aceros al carbono con contenidos menores que 1.65% Mn, 0.60% Si y 0.6% Cu comprenden los grupos 1xxx en el sistema AISI/SAE y se dividen en cuatro series. En los aceros al carbono del grupo 10xx, los rangos y límites de las composiciones químicas dependen de la forma del producto. Las designaciones para aceros de calidad comercial incluyen el prefijo M. La

designación con la letra B inserta entre el segundo y tercer dígito indica que el acero contiene 0.0005 a 0.003% B. De igual forma, la letra L inserta entre el segundo y tercer dígito indica que el acero contiene 0.15 a 0.35% Pb para mejorar la Maquinabilidad. Los aceros al carbono desulfurados están en el grupo 11xx y los desulfurados y refosforizados en el 12xx. Estos dos grupos de aceros se producen para aplicaciones que requieren buena Maquinabilidad. Las designaciones 15xx son para aquellos aceros con contenidos nominales de manganeso entre 0.9 y 1.5% pero sin otros elementos aleantes. Algunos aceros poseen requerimientos de templabilidad además de los límites y rangos de composiciones químicas. Éstos se distinguen de los grados similares que no poseen requerimientos de templabilidad con el uso del sufijo H.

Tabla 2.1. Designaciones SAE y los elementos principales en aceros al carbono y aleados.

Type	Description
Carbon steels	
10XX	Nonresulfurized, 1.00 manganese maximum
11XX	Resulfurized
12XX	Reosphorized and refurized
15XX	Nonresulfurized, over 1.00 manganese maximum
Alloy steels	
13XX	1.75 manganese
40XX	0.20 or 0.25 molybdenum or 0.25 molybdenum and 0.042 sulfur
41XX	0.50, 0.80, or 0.95 chromium and 0.12, 0.20, or 0.30 molybdenum
43XX	1.83 nickel, 0.50 to 0.80 chromium, and 0.25 molybdenum
46XX	0.85 or 1.83 nickel and 0.20 or 0.25 molybdenum
47XX	1.05 nickel, 0.45 chromium, 0.20 or 0.35 molybdenum
48XX	3.50 nickel and 0.25 molybdenum
51XX	0.80, 0.88, 0.93, 0.95, or 1.00 chromium
51XXX	1.03 chromium
52XXX	1.45 chromium
61XX	0.60 or 0.95 chromium and 0.13 or 0.15 vanadium minimum
86XX	0.55 nickel, 0.50 chromium, and 0.20 molybdenum
87XX	0.55 nickel, 0.50 chromium, and 0.25 molybdenum
88XX	0.55 nickel, 0.50 chromium, and 0.35 molybdenum
92XX	2.00 silicon or 1.40 silicon and 0.70 chromium
50BXX	0.28 or 0.50 chromium
51BXX	0.80 chromium
81BXX	0.30 nickel, 0.45 chromium, and 0.12 molybdenum
94BXX	0.45 nickel, 0.40 chromium, and 0.12 molybdenum
Source: Ref 1.3	

Además de las composiciones nominales que se listan en las Tablas 2.1 y 2.2 se requiere de mucha más información acerca de la química, el procesado y la calidad de los varios grados de aceros. Por ejemplo, como no puede producirse comercialmente contenidos exactos de los elementos, se deben especificar rangos aceptables de carbono y otros elementos para un dado grado. Tales especificaciones no sólo están escritas por SAE sino también por otras organizaciones que representan a varios grupos de usuarios de aceros. Éstos incluyen a American Petroleum Institute (API), Steel Founders Society of América (SFSA), Aerospace Materials Specifications (AMS), American National Standards Institute Estructura y Propiedades de las Aleaciones-Facultad de Ingeniería-UNLP Designación de aceros

(ANSI), American Society of Mechanical Engineers (ASME), American Society for Testing and Materials (ASTM), American Welding Society (AWS) y Military Specifications (MIL). Además, muchos países tienen sus propios sistemas de especificaciones y de designaciones.

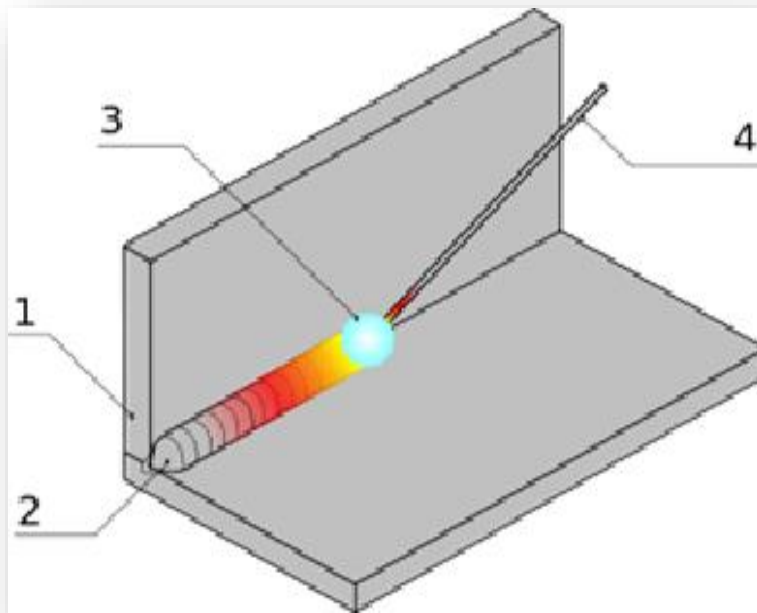
Estructura y Propiedades de las Aleaciones-Facultad de Ingeniería-UNLP Designación de aceros

Tabla 2.2. Sistema de designación ASIS/SAE.

Numerals and digits	Type of steel and nominal alloy content, %	Numerals and digits	Type of steel and nominal alloy content, %	Numerals and digits	Type of steel and nominal alloy content, %
Carbon steels		Nickel-chromium-molybdenum steels		Chromium (bearing) steels	
10xx(a)	Plain carbon (Mn 1.00 max)	43xx	Ni 1.82; Cr 0.50 and 0.80; Mo 0.25	50xxx	Cr 0.50
11xx	Resulfurized	43BVxx	Ni 1.82; Cr 0.50; Mo 0.12 and 0.25; V 0.03 min	51xxx	Cr 1.02
12xx	Resulfurized and rephosphorized	47xx	Ni 1.05; Cr 0.45; Mo 0.20 and 0.35	52xxx	Cr 1.45
15xx	Plain carbon (max Mn range: 1.00-1.65)	81xx	Ni 0.30; Cr 0.40; Mo 0.12	} C 1.00 min	
Manganese steels		86xx	Ni 0.55; Cr 0.50; Mo 0.20	Chromium-vanadium steels	
13xx	Mn 1.75	87xx	Ni 0.55; Cr 0.50; Mo 0.25	61xx	Cr 0.60, 0.80, and 0.95; V 0.10 and 0.15 min
Nickel steels		88xx	Ni 0.55; Cr 0.50; Mo 0.35	Tungsten-chromium steel	
23xx	Ni 3.50	93xx	Ni 3.25; Cr 1.20; Mo 0.12	72xx	W 1.75; Cr 0.75
25xx	Ni 5.00	94xx	Ni 0.45; Cr 0.40; Mo 0.12	Silicon-manganese steels	
Nickel-chromium steels		97xx	Ni 0.55; Cr 0.20; Mo 0.20	92xx	Si 1.40 and 2.00; Mn 0.65, 0.82, and 0.85; Cr 0 and 0.65
31xx	Ni 1.25; Cr 0.65 and 0.80	98xx	Ni 1.00; Cr 0.80; Mo 0.25	High-strength low-alloy steels	
32xx	Ni 1.75; Cr 1.07	Nickel-molybdenum steels		9xx	Various SAE grades
33xx	Ni 3.50; Cr 1.50 and 1.57	46xx	Ni 0.85 and 1.82; Mo 0.20 and 0.25	Boron steels	
34xx	Ni 3.00; Cr 0.77	48xx	Ni 3.50; Mo 0.25	xxBxx	B denotes boron steel
Molybdenum steels		Chromium steels		Leaded steels	
40xx	Mo 0.20 and 0.25	50xx	Cr 0.27, 0.40, 0.50, and 0.65	xxLxx	L denotes leaded steel
44xx	Mo 0.40 and 0.52	51xx	Cr 0.80, 0.87, 0.92, 0.95, 1.00, and 1.05		
Chromium-molybdenum steels					
41xx	Cr 0.50, 0.80, and 0.95; Mo 0.12, 0.20, 0.25, and 0.30				

(a) The xx in the last two digits of these designations indicate that the carbon content (in hundredths of a percent) is to be inserted.

2.6 Soldadura



Fuente: www.wikipedia.com

Figura 2.21: suelda.

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y pudiendo agregar un material de relleno fundido (metal o plástico), para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fija. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda (en inglés soldering) y la soldadura fuerte (en inglés brazing), que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo.

Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico. La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente.

Mientras que con frecuencia es un proceso industrial, la soldadura puede ser hecha en muchos ambientes diferentes, incluyendo al aire libre, debajo del agua y en el espacio. Sin importar la localización, sin embargo, la soldadura sigue siendo peligrosa, y se deben tomar precauciones para evitar quemaduras, descarga eléctrica, humos venenosos, y la sobreexposición a la luz ultravioleta.

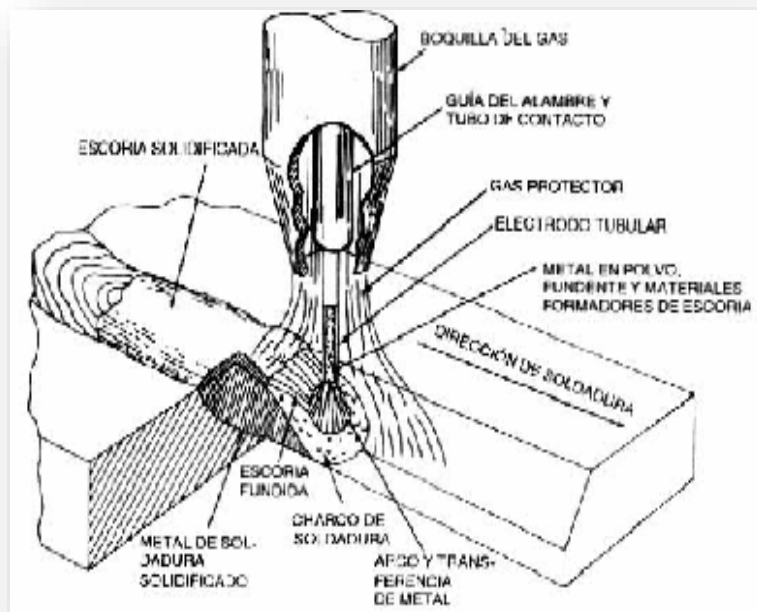
2.6.1 Soldadura eléctrica

En la actualidad, la soldadura eléctrica resulta indispensable para un gran número de industrias. Es un sistema de reducido coste, de fácil y rápida utilización, resultados perfectos y aplicable a toda clase de metales. Puede ser muy variado el proceso.



Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.22: suelda eléctrica.

2.6.1.1 Soldadura por arco



Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.23: suelda eléctrica por arco.

Estos procesos usan una fuente de alimentación de soldadura para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Pueden usar tanto corriente continua (DC) como alterna (AC), y electrodos consumibles o no consumibles los cuales se encuentran cubiertos por un material llamado revestimiento. A veces, la región de la soldadura es protegida por un cierto tipo de gas inerte o Semi inerte, conocido como gas de protección, y el material de relleno a veces es usado también.

El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante el calor intenso desarrollado por un arco eléctrico. Los bordes en fusión de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezclan íntimamente, formando, al enfriarse, una pieza única, resistente y homogénea.

Al ponerse en contacto los polos opuestos de un generador se establece una corriente eléctrica de gran intensidad. Si se suministra la intensidad necesaria, la sección de contacto entre ambos polos -por ser la de mayor

resistencia eléctrica se pone incandescente. Esto puede provocar la ionización de la atmósfera que rodea a la zona de contacto y que el aire se vuelva conductor, de modo que al separar los polos el paso de corriente eléctrica se mantenga de uno a otro a través del aire.

Antes de empezar cualquier operación de soldadura de arco, se debe hacer una inspección completa del soldador y de la zona donde se va a usar. Todos los objetos susceptibles de arder deben ser retirados del área de trabajo, y debe haber un extintor apropiado de PQS o de CO₂ a la mano, no sin antes recordar que en ocasiones puede tener manguera de espuma mecánica.

Los interruptores de las máquinas necesarias para el soldeo deben poderse desconectar rápida y fácilmente. La alimentación estará desconectada siempre que no se esté soldando, y contará con una toma de tierra

Los porta electrodos no deben usarse si tienen los cables sueltos y las tenazas o los aislantes dañados.

La operación de soldadura deberá llevarse a cabo en un lugar bien ventilado pero sin corrientes de aire que perjudiquen la estabilidad del arco. El techo del lugar donde se suelde tendrá que ser alto o disponer de un sistema de ventilación adecuado. Las naves o talleres grandes pueden tener corrientes no detectadas que deben bloquearse.

2.6.1.2 Soldadura fuerte

También se llama dura o amarilla. Es similar a la blanda, pero se alcanzan temperaturas de hasta 800 °C. Como metal de aportación se suelen usar aleaciones de plata, y estaño (conocida como soldadura de plata); o de cobre y cinc. Como material fundente para cubrir las superficies, desoxidándolas, se emplea el bórax. Un soplete de gas aporta el calor necesario para la unión. La soldadura se efectúa generalmente a tope, pero también se suelda a solape y en ángulo.



Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.24: suelda eléctrica fuerte.

Este tipo de soldadura se lleva a cabo cuando se exige una resistencia considerable en la unión de dos piezas metálicas, o bien se trata de obtener uniones que hayan de resistir esfuerzos muy elevados o temperaturas excesivas. Se admite que, por lo general, una soldadura fuerte es más resistente que el mismo metal que une.

2.6.2 Procedimiento para soldar

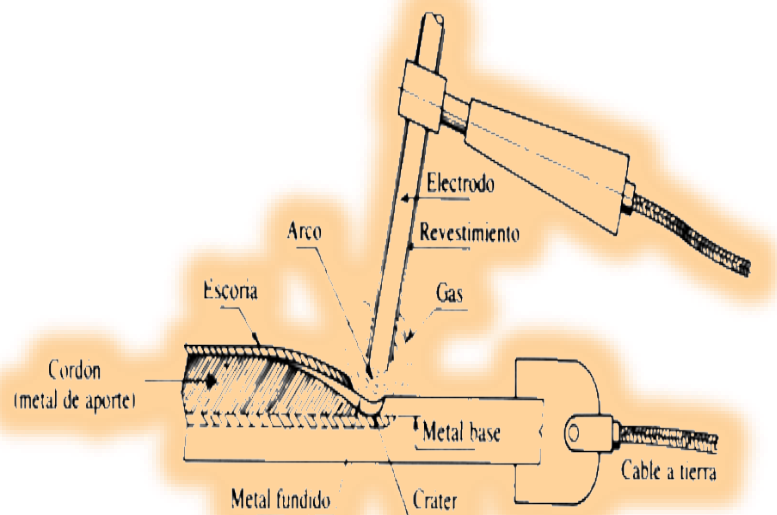
Lo primero que se debe hacer es limpiar las superficies, tanto mecánicamente como desde el punto de vista químico, es decir, desengrasarlas, desoxidarlas y posteriormente recubrirlas con una capa de material fundente que evite la posterior oxidación y facilite el Procedimientos de unión. A continuación se calientan las superficies con un soldador y, cuando alcanzan la temperatura de fusión del metal de aportación, se aplica éste; el metal corre libremente, (moja) las superficies y se endurece cuando enfría. El estaño se une con los metales de las superficies que se van a soldar. Comúnmente se estañan, por el procedimiento antes indicado, ambas caras de las piezas que se van a unir y posteriormente se calientan simultáneamente, quedando así unidas.

En muchas ocasiones, el material de aportación se presenta en forma de hilo enrollado en un carrete. En este caso, el interior del hilo es hueco y va relleno con la resma antioxidante, lo que hace innecesario recubrir la superficie.

Tiene multitud de aplicaciones, entre las que destacan:

- Electrónica. Para soldar componentes en placas de circuitos impresos.
- Soldaduras de plomo. Se usan en fontanería para unir tuberías de plomo, o tapar grietas existentes en ellas.
- Soldadura de cables eléctricos.
- Soldadura de chapas de hojalata.

Aunque la soldadura blanda es muy fácil de realizar, presenta el inconveniente de que su resistencia mecánica es menor que la de los metales soldados; además, da lugar a fenómenos de corrosión.¹¹



Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.25: partes de la suelda.

¹¹ <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf>

2.6.3 Posición de soldadura

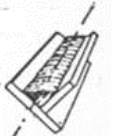
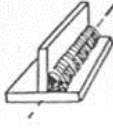
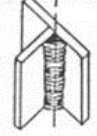
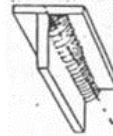

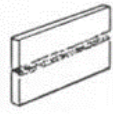
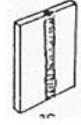

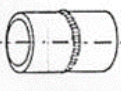
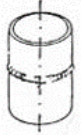
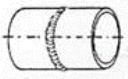
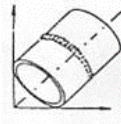
Los electrodos están diseñados para ser usados en posiciones específicas. Siempre que sea posible hay que llevar la pieza a una posición plana, que es la más cómoda y con mayor rendimiento

En soldadura existen distintas posiciones de soldeo, tanto en ángulo o de rincón designada con la letra F y la soldadura a tope designada con la letra G según la normativa americana (A.W.S.) según la normativa europea (U.N.E.) siempre se denomina con la letra P.

1. Posición **1F** (UNE = PA). Soldadura acunada o plana y una de las chapas inclinadas a 45° más o menos.
2. Posición **2F** (UNE = PB). Soldadura horizontal y una de las chapas en vertical.
3. Posición **3F** (UNE = PF). Soldadura vertical con ambas chapas en vertical; en la normativa americana tanto la soldadura ascendente como descendente sigue siendo la 3F, pero en la normativa europea la soldadura vertical ascendente se denomina PF y en vertical descendente se le denomina PG
4. Posición **4F** (UNE = PD). Soldadura bajo techo.¹²

¹²<http://www.mailxmail.com/curso-soldadura-arco-manual-electrico-fundamentos/posicion-soldadura-tipos-soldaduras>

Tabla 2.3. Tipos de posicionado de suelda.

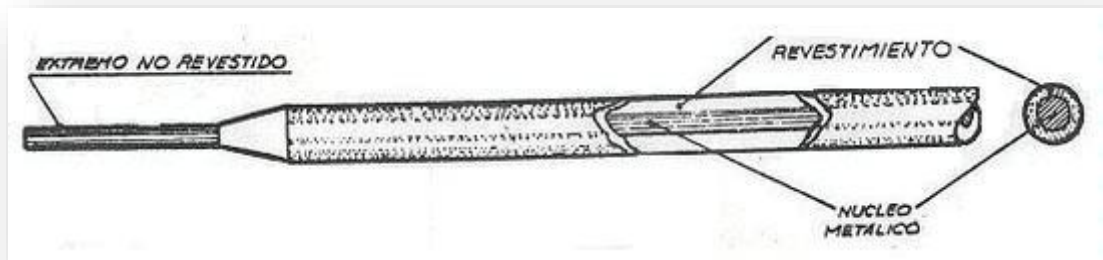
PLANO	HORIZONTAL	VERTICAL	SOBRECABEZA
			
			
			

2.6.4 Electrodo

Es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, por ejemplo un semiconductor, un electrolito, el vacío (en una válvula termoiónica), un gas (en una lámpara de neón), etc. La palabra fue acuñada por el científico Michael Faraday y procede de las voces griegas electrón, que significa ámbar y de la que proviene la palabra electricidad; y hodos, que significa camino.

En la soldadura por arco se emplea un electrodo como polo del circuito y en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos, también sirve como material fundente. El electrodo o varilla metálica suele ir recubierta por una combinación de materiales diferentes según el empleo del mismo. Las funciones de los recubrimientos pueden ser: eléctrica para conseguir una buena ionización, física para facilitar una buena formación del cordón de soldadura y metalúrgica para conseguir propiedades contra la oxidación y otras características.

Electrodo Revestido: Tiene un núcleo metálico, un revestimiento a base de sustancias químicas y un extremo no revestido para fijarlo en el porta electrodo.

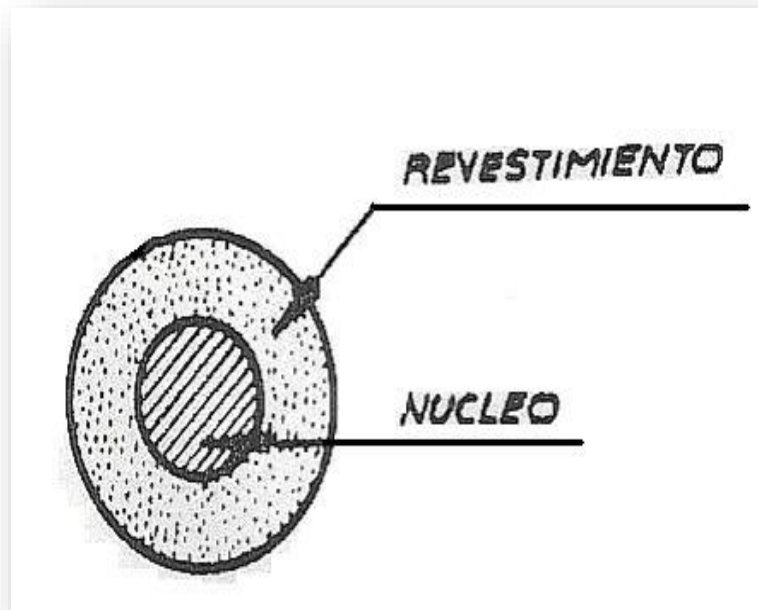


Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.26: partes del electrodo.

El núcleo es la parte metálica del electrodo que sirve como material de aporte. Su composición química varía de acuerdo a las características del material a soldar.

El revestimiento es un material que está compuesto por distintas sustancias químicas. Tiene las siguientes funciones:

- a) Dirige el arco conduciendo a una fusión equilibrada y uniforme.
- b) Crea gases que actúan como protección evitando el acceso del Oxígeno y el Nitrógeno.
- c) Produce una escoria que cubre el metal de aporte, evitando el enfriamiento brusco y también el contacto del Oxígeno y del Nitrógeno.
- d) Contiene determinados elementos para obtener una buena fusión con los distintos tipos de materiales.
- e) Aporta al baño de fusión elementos químicos que darán al metal depositado las distintas características para las cuáles fue formulado
- f) Estabiliza el arco eléctrico.



Fuente: www.wikipedia.com
Figura 2.27: partes del electrodo central.

2.6.5 Electrodo 6011 y 6013 (Ver Anexo A)

2.7 Diseño

El diseño se define como el proceso previo de configuración mental, "prefiguración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la industria, ingeniería, arquitectura, comunicación y otras disciplinas creativas.

Etimológicamente deriva del término italiano *disegno* dibujo, *designio*, *signare*, signado "lo por venir", el porvenir visión representada gráficamente del futuro, lo hecho es la obra, lo por hacer es el proyecto, el acto de diseñar como prefiguración es el proceso previo en la búsqueda de una solución o conjunto de las mismas. Plasmar el pensamiento de la solución o las alternativas mediante esbozos, dibujos, bocetos o esquemas trazados en cualquiera de los soportes, durante o posteriores a un proceso de observación de alternativas o investigación. El acto intuitivo de diseñar podría llamarse creatividad como acto de creación o innovación si el objeto no existe o se modifica algo existente inspiración abstracción, síntesis, ordenación y transformación.

Referente al signo, significación, designar es diseñar el hecho de la solución encontrada. Es el resultado de la economía de recursos materiales, la forma, transformación y el significado implícito en la obra, su ambigua apreciación no puede determinarse si un diseño es un proceso estético correspondiente al arte cuando lo accesorio o superfluo se antepone a la función o solución del problema.

El acto humano de diseñar no es un hecho artístico en sí mismo, aunque puede valerse de los mismos procesos en pensamiento y los mismos medios de expresión como resultado; al diseñar un objeto o signo de comunicación visual en función de la búsqueda de una aplicación práctica, el diseñador ordena y dispone los elementos estructurales y formales, así como dota al producto o idea de significantes si el objeto o mensaje se relaciona con la cultura en su contexto social.

El verbo "diseñar" se refiere al proceso de creación y desarrollo para producir un nuevo objeto o medio de comunicación (objeto, proceso, servicio, conocimiento o entorno) para uso humano. El sustantivo "diseño" se refiere al plan final o proposición determinada fruto del proceso de diseñar: dibujo, proyecto, plano o descripción técnica, maqueta al resultado de poner ese plan final en práctica (la imagen, el objeto a fabricar o construir).

Diseñar requiere principalmente consideraciones funcionales, estéticas y simbólicas. El proceso necesita numerosas fases como: observación, investigación, análisis, testado, ajustes, modelados (físicos o virtuales mediante programas de diseño informáticos en dos o tres dimensiones), adaptaciones previas a la producción definitiva del objeto industrial, construcción de obras ingeniería en espacios exteriores o interiores arquitectura, diseño de interiores, o elementos visuales de comunicación a difundir, transmitir e imprimir sean: diseño gráfico o comunicación visual, diseño de información, tipografía. Además abarca varias disciplinas y oficios conexos, dependiendo del objeto a diseñar y de la participación en el proceso de una o varias personas.

Diseñar es una tarea compleja, dinámica e intrincada. Es la integración de requisitos técnicos, sociales y económicos, necesidades biológicas, ergonomía

con efectos psicológicos y materiales, forma, color, volumen y espacio, todo ello pensado e interrelacionado con el medio ambiente que rodea a la humanidad. De esto último se puede desprender la alta responsabilidad ética del diseño y los diseñadores a nivel mundial. Un buen punto de partida para entender éste fenómeno es revisar la Gestalt y como la teoría de sistemas aporta una visión amplia del tema.

Un filósofo contemporáneo, Vilém Flusser, propone, en su libro Filosofía del diseño, que el futuro (el destino de la humanidad) depende del diseño.



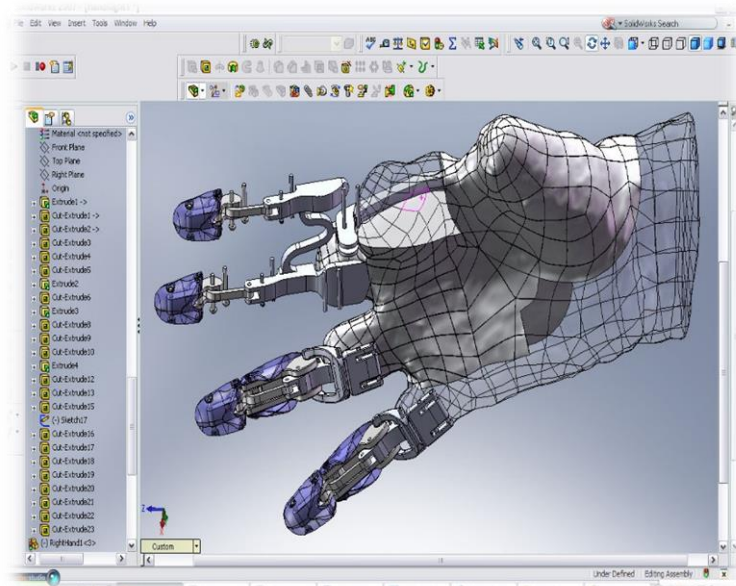
Fuente: www.birdfindmotion.com

Figura 2.28: gama de color

2.7.1 Solidworks

Solidworks es un programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico desarrollado en la actualidad por Solidworks Corp., una subsidiaria de Dassault Systèmes (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows. Es un modelador de sólidos paramétrico. Fue introducido en el mercado en 1995 para competir con otros programas CAD como Pro/ENGINEER, NX, Solid Edge, Autodesk Inventor, CATIA.

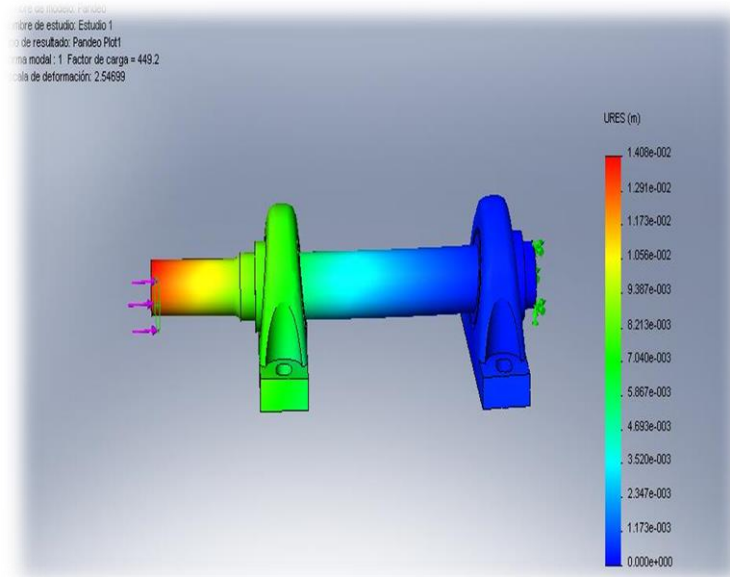
El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasvasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.



Fuente: www.solidworks.com
Figura 2.29: diseño robótico

2.7.2 Aplicaciones

En las áreas que ayuda este software es en cinemática y dinámica de cuerpos rígidos, presenta los conceptos básicos de los análisis cinemático y dinámico de cuerpos rígidos y sus beneficios, Demuestra la sencillez de uso y el proceso conciso para realizar estos análisis, Presenta las reglas básicas para los análisis cinemático y dinámico de cuerpos rígidos.



Fuente: www.solidworks.com
Figura 2.30: esfuerzos.

2.8 Pintura y acabados



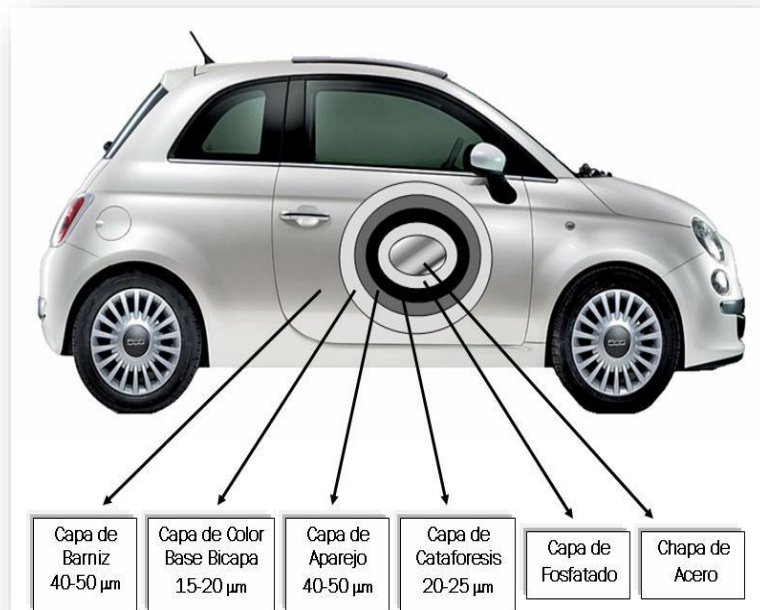
Fuente: www.cologama.com
Figura 2.31: pintura.

La Pintura Industrial tiene dos objetivos principales. Por un lado, proteger los diferentes soportes de las agresiones a las que puedan ser sometidos, tanto físicas como químicas. Y por otro lado conferir a la pieza un mejor aspecto estético para conseguir un mejor acabado, llegando incluso a incrementar su

valor añadido. Dado que el aspecto estético es algo subjetivo y cambiante en función de los ambientes y mercados a los que la pieza irá destinada y más propio del marketing, centraremos este apartado en la búsqueda de un sistema de pintado que nos garantice la resistencia al medio en el que vaya a estar expuesto.

2.8.1 Clasificación por su función

- **Imprimaciones.-** Primeras capas de pintura en contacto directo con el sustrato, fuertemente pigmentadas y con bajos contenidos de ligante. Su misión es servir de anclaje para las siguientes manos y evitar la oxidación en superficies metálicas por medio de los pigmentos anticorrosivos.
- **Capa intermedia.-** Se aplican sobre la imprimación, generalmente con la misión de aumentar el espesor del sistema de pintura, para evitar dar varias capas de acabado. La relación Pigmento/Ligante es inferior a la de las imprimaciones pero superior a las pinturas de terminación. Hoy día son muy utilizadas las capas intermedias de alto espesor con las que se consiguen películas de 100 o 200 micras por mano con el consiguiente ahorro en el proceso de aplicación.
- **Acabado.-** Como indica su nombre, son aquellas que se aplican como última capa del sistema, bien sobre la imprimación o sobre la capa intermedia. Formuladas con relación Pigmento/Ligante baja para conseguir las mejores propiedades de permeabilidad y resistencia. Son normalmente brillantes, aunque cada vez hay mayor demanda de satinados y mates.
- **Barnice.-** Son recubrimientos no cubrientes por opacidad, es decir compuestos del ligante y disolventes. Se emplean para embellecer y proteger metales, plástico, madera, etc.



Fuente: www.cologama.com
Figura 2.32: pintura por sección.

2.8.2 Preparación de superficie de trabajo

Es un factor primordial previo a las operaciones de pintado. Una deficiente preparación superficial seguida de un buen sistema de pintura normalmente acarrea peores resultados que el empleo de productos de baja calidad sobre una superficie bien preparada. La naturaleza del material, su estado superficial, la existencia de óxido o capas de pintura viejas, su tamaño y el costo de la operación, determinarán el procedimiento de limpieza o preparación a seguir, entre los que destacan:

- **Desengrase.**- La presencia de grasas y aceites es corriente en los materiales estructurales y debe ser eliminada por completo antes de comenzar las operaciones de pintado. Los procedimientos más usuales son la limpieza con desengrasantes al disolvente o incluso acuosos. La limpieza con disolvente puede realizarse mediante trapos empapados, este es el método más habitual. También se puede realizar esta limpieza por pulverización, aspersion e incluso inmersión en fase vapor. El disolvente utilizado deberá poseer un buen poder solvente de grasas, ser suficientemente volátil y de baja toxicidad. Los trapos con los que se realiza la operación deben renovarse a menudo para evitar el

engrasado, rociando finalmente con disolvente limpio. También puede considerarse el lavado con agua a muy alta presión 750-1.000 kg/cm² con un consumo de agua de hasta 4.000 l/hora, pudiendo eliminar sales, óxido, grasas, viejas pinturas, etc.



Fuente: www.pinturamastyle.com
Figura 2.33: lijado y pulido.

- Limpieza Manual Y Mecánica.- Por limpieza manual se entiende un procedimiento de preparación de superficies mediante el cepillado, rascado, picado o lijado del metal para eliminar el óxido, cascarilla de laminación poco adheridas o pinturas viejas. Es un método lento y trabajoso con el que no se eliminan totalmente aquellas pero muy utilizado cuando existe imposibilidad de emplear otros procesos por dificultades de acceso, configuración o costo. Los cepillos normalmente utilizados son de alambre o púas de acero. Grados de preparación por rascado y cepillado.

Se eliminan la cascarilla de laminación, la herrumbre y los recubrimientos de pintura y la materia extraña débilmente adheridos. La superficie debe mostrar aspecto metálico. St 3. Se eliminan la cascarilla de laminación, la herrumbre y los recubrimientos de pintura y la materia extraña débilmente adheridos. Sin embargo, la superficie debe ser tratada más intensamente que para el grado St 2, para proporcionar un brillo metálico procedente del sustrato.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Luego de analizar y determinar las posibilidades de realizar una maqueta de estas condiciones se vio en la necesidad de establecer parámetros y datos técnicos sobre el funcionamiento, previo a esto, realizar experimentos con materiales que nos demuestren en parte que los movimientos requeridos van a ser los adecuados y factibles.

Recopilando documentos y viendo la forma más adecuada para construir dicha tesis se vio la realización un proceso arduo y de mucha satisfacción personal.

Se procedió a establecer datos reales mediante a algunos componentes previamente ya adquiridos para en base a dichos materiales dimensionar los siguientes componentes y por lo mismo dar cabida a la realización de un proyecto.

Previo a todo lo establecido se dio los siguientes puntos a seguir para elaborar de la mejor manera la tesis y de esta punto tener la mejor representación del proyecto:

1. Adquisición de los materiales.
2. Dimensiones.

3. Diseño de componentes.
4. Análisis del funcionamiento.
5. Construcción de los componentes.
6. Ensamblaje.
7. Pruebas de funcionamiento.
8. Acabados.

3.2 Adquisición de materiales.

En el aspecto primordial para el funcionamiento se dio como propuesta de búsqueda de un sistema planetario epicicloidales el cual por motivos económicos no se puede mandar a hacer ya que el producto en sí tiene un costo muy elevado, viendo eso como una falencia se dio el siguiente paso, buscar algún lugar el cual nos pueda ayudar con un auspicio, y se lo encontró, mediante este paso ya realizado y luego de una búsqueda se vio que el los ejes de los camiones tienen un similar forma para dar su tracción, pero en este sistema un componente estaba fijo y se dio la forma de realizar cambios para el uso de la necesidad actual. **(Ver Anexo B)**

Previo a la compra del sistema se le dio un diseño previo, se realizó su modificación que en su mayoría la realizo mi compañero (Luis Orlando Jácome Maila), y el producto quedo de la siguiente manera para en si realizar el sistema respectivo contra rotatorio. **(Ver tesis de Implementación de un sistema contra rotatorio para la maqueta didáctica del motor rolls royce rb 3011)**

Luego de la adquisición del componente principal para su correcta modificación se procedió a comprar todo los componentes que no se puedan crear o es de difícil acceso económico o de forma y diseño complejo, Los cuales fueron:

- Chumaceras

- Anillos de retención

- Engranajes de cadena

- Cadena doble

- Motor eléctrico

- Rodamientos

- Tuercas

- Pernos

- Arandelas

- Tornillos

- Prisioneros

Los cuales se especifican la forma y medidas (**Ver Anexo C**)

3.3 Dimensiones establecidas para su correcto funcionamiento.

Para establecer datos apropiados en la resolución del proyecto se vio como prioridad establecer dimensiones adecuadas por su forma y soporte.

3.3.1 Dimensiones de componentes externos.

En estos componentes los dividimos en las secciones que se los puede visualizar de una manera externa y sin realizar ningún desmontaje.

- Base
- Case
- Par de hélices
- Domo delantero
- Domo y hélices del sistema compresor representativo

Todos los datos establecidos en formatos a escala (**Ver Anexo C**)

3.3.2 partes internas

En estos componentes los dividimos en las secciones que se los pueden visualizar previo a un desmontaje y colocación respectiva del componente.

- Eje
- Motor eléctrico
- Chumaceras
- Cadena
- Bocines
- Ruliman de retención
- Engranaje de cadena
- Abrazadera
- Porta planetas

- Engranaje de cadena pequeño
- Hub delantera
- Anillos de retención
- Disco de soporte
- Hub posterior
- Corona
- Fijador de eje
- Engranaje sol
- Rodamiento de rodillo
- Eje sostenido
- Sol

Todos los datos establecidos en formatos a escala se adjuntan **(Ver Anexo C)**

3.4 Diseño

3.4.1 Ideas Previas (Bosquejos)

Previo a la realización de toda la estructura se estableció diseños en papel para tener una idea de más o menos cuales son los elementos requeridos y sus formas más adecuadas para que sea factible su proceso.

Asociando la base se dio como siguiente paso hacer las demás partes y dar unas formas estimadas. **(Ver Anexo D)**

3.4.2 Base (Estructura)

Estableciendo ya los pesos estimados de los componentes y previamente dando relaciones de los demás componentes se dispuso realizar el primer diseño real de la estructura en la cual se va a soportar todo el peso establecido por la tesis, previsto esto también se dispuso hacer un diseño estético y de gran resistencia.

Luego de varios procesos de diseño se estableció (en el hecho de forma) dar un diseño simple para que no acapare la atención del espectador ya que en si el motor y su funcionamiento debe ser el punto más destacado.

Dando los puntos más destacados se procedió a hacer un diseño en el programa solidworks ya mencionado en el capítulo 2 , en el cual se dio los materiales adecuados para su resistencia y se realizó los diseños en base del acero 1213 el cual tiene la funcionalidad de resistir mayor peso, por sus compuestos de elaboración.

Los componentes los cuales se establecieron fueron los siguientes:

4 tubos cuadrados

5 tubos circulares

4 planchas metálicas con las dimensiones de las chumaceras

6 tubos rectangulares

3.4.3 Sistema contra rotatorio

Dando prioridad a la estética y al diseño realista se procedió dar diseños y datos de calidad para realizar procesos adecuados y factibles para su desarrollo posterior.

Estimando los componentes principales se obtuvo como resultado preceder a realizar el proyecto desde el conjunto del sistema contra rotatorio dando así la

pauta de bosquejos previos para la elaboración de diseños y cálculos respectivos para su proceso.

En el diseño estético y real del sistema contra rotatorio se establecieron los siguientes componentes (los cuales serán detallados cada uno) **(Ver Anexo B)**

Dando mayor realce se procedió a diseñar en base a documentos informativos un diseño artístico del motor real y siendo así, demostrar la complejidad del sistema y en sí de su desarrollo, provistos de estos datos se realizó un rediseño de partes para poder dar el mismo funcionamiento disminuyendo tamaño y forma siendo así una maqueta ilustrativa en su contexto real. **(Ver Tesis de Implementación de un sistema contra rotatorio para la maqueta didáctica del motor rolls royce rb 3011)**

3.5 Cálculos

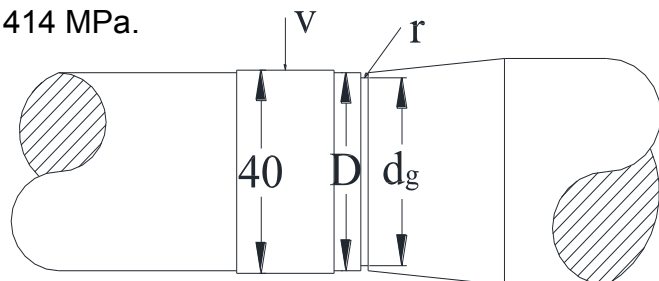
3.5.1 Análisis Del Eje

Del eje conocemos los siguientes datos:

Dado que el eje originalmente trabajaba como transmisión de un vehículo pesado se puede conocer sus propiedades tales como el tipo de acero y sus rangos de trabajo.

El acero de alta resistencia utilizado para flechas es el AISI 4130 el cual tiene una resistencia a la sedencia de 414 MPa.

$D = 0,039 \text{ m}$
 $d_g = 0,037 \text{ m}$
 $r = 0,00075 \text{ m}$



Adicionalmente se sabe que el eje va a soportar el peso de todo el conjunto de engranajes y hélices y el mayor esfuerzo va a estar colocado donde se apoya el segundo cojinete de rodillo.

Según los datos tomados del programa solidworks el peso aproximado total del conjunto es de aproximadamente 21 Kg así que la fuerza aplicada V sería:

$$F = V = mxg$$
$$V = 21 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$
$$V = 205,8 \text{ N}$$

Con los datos anteriores se puede determinar el esfuerzo cortante al que está sometido el eje

Esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{V}{A}$$
$$A = \pi r^2 \text{ De donde } r \text{ es } 0,04 \text{ m}$$
$$A = \pi(0,04\text{m})^2$$
$$\tau = \frac{205,8 \text{ N}}{5,02 \times 10^{-2} \text{m}^2}$$
$$\tau = 40942,6 \text{ Pa}$$

Este valor es el esfuerzo cortante al cual está sometido el eje cuando se encuentra de manera estática.

Analizando el eje cuando se encuentra en funcionamiento vemos que está sometido a un torque que es producido por el motor que lo impulsa.

El torque producido por el motor eléctrico se puede calcular de la siguiente manera:

La potencia del motor es $P = 500 \text{ W}$

La velocidad máxima del motor es 2500 rpm

Con estos datos podemos calcular el torque con la siguiente fórmula:

$$P = T \times n;$$

Donde:

P = potencia;

T = torque, y;

n = es la velocidad angular en rad/s

Primero convertimos las rpm en rad/s:

$$n = 2500 \frac{rev}{min} \times 2\pi \frac{rad}{rev}$$
$$n = 261,8 \text{ rad/s}$$

Despejando T y reemplazando valores

$$T = \frac{P}{n}$$
$$T = \frac{500 \text{ W}}{261,8}$$

$$T = 1,9 \text{ Nm} \quad \text{Par torsional del motor eléctrico}$$

Como la transmisión de movimiento del motor al eje se lo realiza por medio de una cadena la velocidad y torque transmitido dependerán del número de dientes entre el engranaje conductor (Z1) y el engranaje conducido (Z2) así:

$$Z_2 = 38 \text{ Dientes}$$

$$Z_1 = 19 \text{ Dientes}$$

Para calcula la relación de transmisión dividiremos Z2 para Z1

R = 2 lo que significa que por dos vueltas de Z1 Z2 girará una vez

Con esta relación podemos calcular la velocidad de giro del eje:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{2}$$
$$\omega_2 = \frac{2500 \text{ rpm}}{2}$$

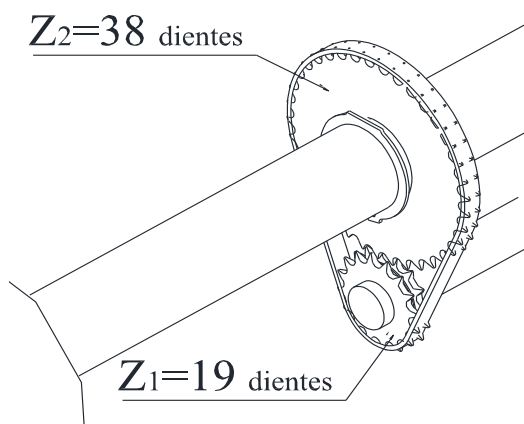
$$\omega_2 = 1250 \text{ rpm}$$

El torque en el eje aumenta a la misma razón que se reduce la velocidad así:

$$T = \frac{Z_2}{Z_1} T_M$$

$$T = \frac{38}{19} \times 1,9 \text{ Nm}$$

$$T = 3,8 \text{ Nm}$$



Calculamos después el máximo esfuerzo cortante torsional que se produce en el punto con más desgaste en el eje.

$$\tau_{max} = k_t \times \tau_{nom}$$

Calculo de k_t mediante tablas

$$\frac{D}{d_g} = \frac{0,039}{0,037}$$

$$\frac{D}{d_g} = 1,05$$

$$\frac{r}{d_g} = \frac{0,00075}{0,037}$$

$$\frac{r}{d_g} = 0,02$$

Por tablas $k_t = 1,85$

$$\tau_{nom} = \frac{T}{\frac{\pi d_g^3}{16}}$$

$$\tau_{nom} = \frac{3.8}{\frac{\pi(0,037)^3}{16}}$$

$$\tau_{nom} = 382074,92 \text{ Pa}$$

$$\tau_{max} = 1,85 \times 382074,92 \text{ Pa}$$

$$\tau_{max} = 706838,6 \text{ Pa}$$

La resistencia a la sedencia cíclica viene dada por:

$$\tau_{max} = \frac{S_y}{8}$$

$$S_y = \tau_{max} \times 8$$

$$S_y = 706838,6 \text{ Pa} \times 8$$

$$S_y = 5654708,8 \text{ Pa} < 414 \text{ MPa}$$

De esta manera vemos que el material del cual está hecho el eje es resistente y soportara sin problemas el trabajo al cual será sometido.

3.5.2 Cálculos De La Base

En la base los cálculos a tomarse en cuenta son los básicos debido a que los materiales utilizados soportan cargas superiores a los que va a estar sometida la base.

La longitud del eje es de 1,13 m el cual está sujeto mediante chumaceras situadas a 0,1 m y 0,81 m.

Las distancias y cargas aplicadas son de 11 Kg a 0,565m, y 21 kg a 1m

Las fuerzas aplicadas son:

$$F_1 = m \times g$$

$$F_1 = 11\text{Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

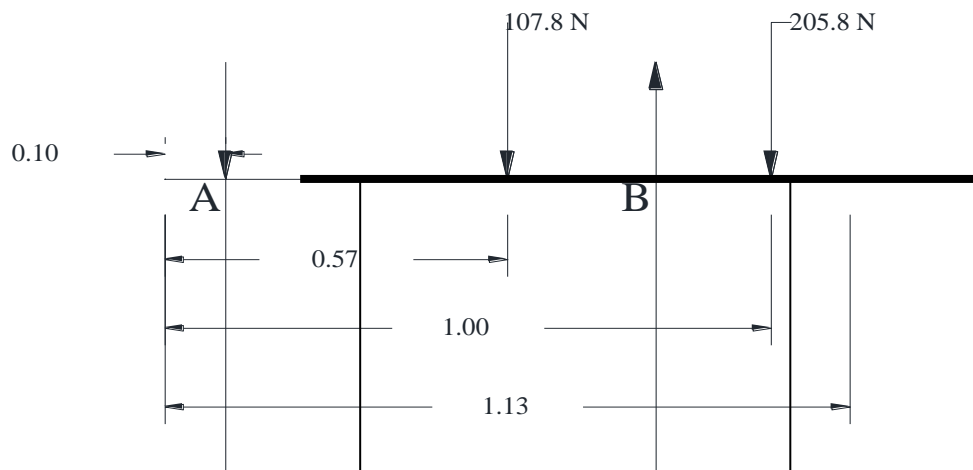
$$F_1 = 107,8 \text{ N}$$

$$F_2 = m \times g$$

$$F_2 = 21\text{Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_2 = 205,8 \text{ N}$$

Representado en un diagrama de cuerpo libre las fuerza aplicadas:



Tomando como referencia el punto A calculamos las reacciones producidas:

$$\sum M_A = 0$$

$$-107,80 \text{ N} \times 0,465 \text{ m} + (0,71 \text{ m})B_y - 205,80 \text{ N} \times 0,90 \text{ m} = 0$$

$$B_y = 331,47 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-A_y - 107,80 \text{ N} + B_y - 205,80 \text{ N} = 0$$

$$A_y = -107,80 \text{ N} + 331,47\text{N} - 205,80 \text{ N}$$

$$A_y = 17,87\text{N}$$

$$E_o = 38$$

$$E_T = 19$$

$$T = \frac{Z_G}{Z_T} T_M$$

$$T = \frac{38}{19} (0.12 \text{ N}_m)$$

$$T = 2(0.12 \text{ N}_m)$$

$$T = 2.12 \text{ Nm}$$

$$Z_{\text{nom}} = \frac{T}{Z_p}$$

$$Z_p = 1.165 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$Z_{\text{nom}} = \frac{2.12}{1.165 \times 10^{-5}}$$

$$Z_{\text{nom}} = 182758,62 \text{ Nm}^2$$

3.6 Construcción

En el hecho de construcción como el sistema contra rotatorio ya fue previamente entregado se estableció la construcción y la adquisición de los siguientes componentes:

- Base y su respectiva ventana de información
- Parantes y bases de sujeción
- Plancha de madera
- Chumaceras
- Case
- Motor eléctrico
- Engranajes de cadena (pequeño y grande)
- Ruliman de retención del eje a el engranaje grande
- Anillos de retención
- Domo inicial con su respectiva hélice

- Discos de acrílico
- Hélices
- Domo final

3.6.1 Base

En inicio previamente comprado ya el material (4m de tubo cuadrado 3,6 cm) se procedió a cortar 2 tubos (1, 07m) y 2 (0,69m) los cuales luego de colocar en un lugar plano y con un nivel mirar su rectitud se unió con puntos de suelda (6011) previos a sus terminado final ya que si no está nivelado se lo puede corregir y dar su medida adecuada, luego de haber fijado de manera correcta se procedió a dar cordón de suelda para su fijación final.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.1: Elaboración de base.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.2: Desbaste de material.

Luego de dar los acabados de suelda se procedió a lijar y dejar correctamente los acabados, siempre pensando en la estética del sólido.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.3: soporte central.



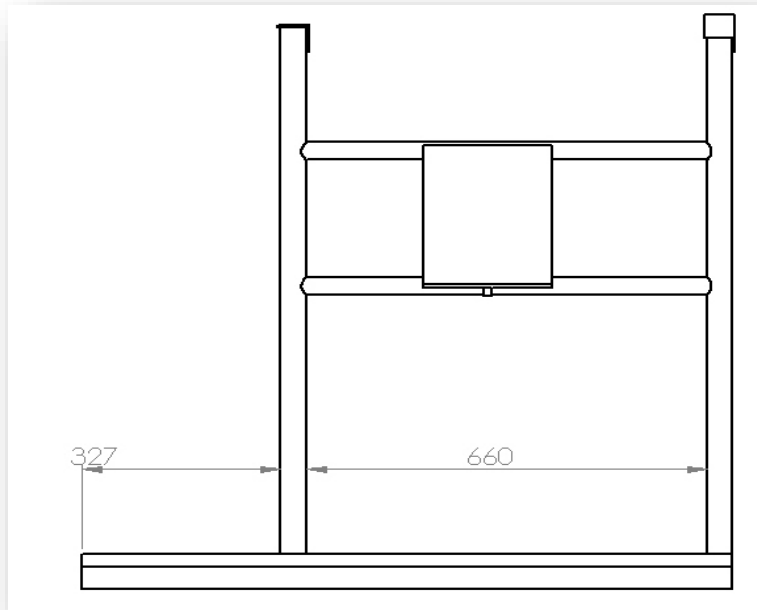
Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.4: base completa.

Luego de haber terminado los lijados respectivos se procedió a soldar en la parte media del rectángulo un tubo redondo los cuales se compraron (2,5m) para los parantes explicados en el siguiente ítem (\varnothing 42) el cual tenía las medidas adecuadas (0,99m) para poder dar un cordón de suelda en la parte central con el objetivo de soporte y al mismo tiempo estableciendo los puntos correctos de sujeción para que el proyecto quede estético y a la vez con suficiente resistencia para el proyecto ya mencionado. Y repetimos el procedimiento de lijado previo dado el cordón de suelda.

3.6.2 Parantes y bases de sujeción

Luego de proceder a tener la base ya fija y sujeta se procedió a establecer los puntos designado ya vistos en el programa para colocar los dos parantes (1m)



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.5: Diseño de soporte.

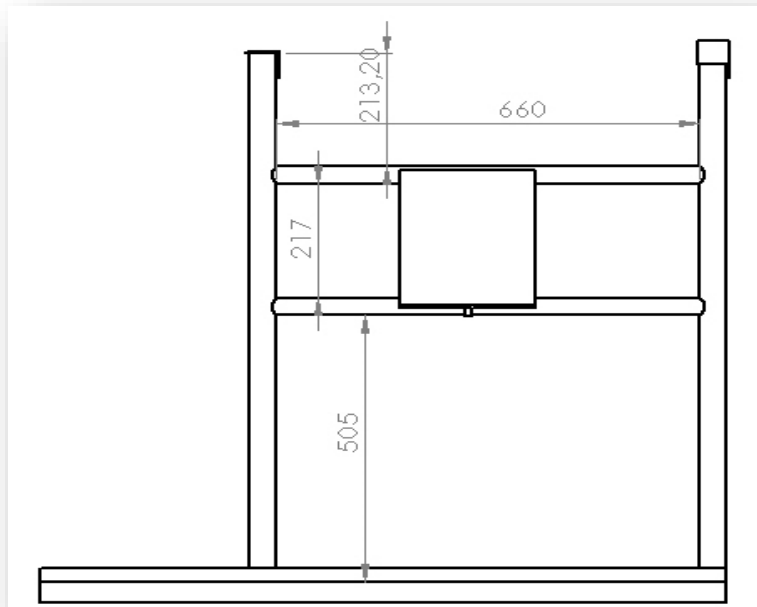
Previo a la colocación de los parantes de los coloco en el torno para poder corregir las bases de los parantes



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.6: Centrado De Tubo.

Luego de colocar los 2 parantes (1m) correctamente se dio dos puntos de suelda para una fijación previa. Y se procedió a cortar 2 tubos redondos (0,66m) los cuales estableciendo la separación correspondiente aplique las fuerzas de soporte en la base, mediante sus parantes.

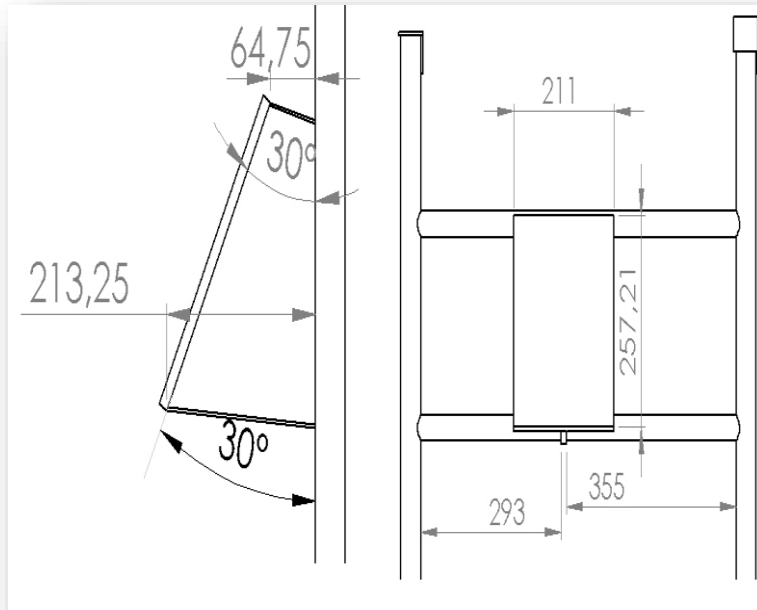


Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.7: Soporte frontal con medida.

Luego de fijar con un cordón de suelda los dos tubos horizontales y con sus espacios respectivos se fijó los dos parantes verticales, luego de este proceso se dio el respectivo lijado

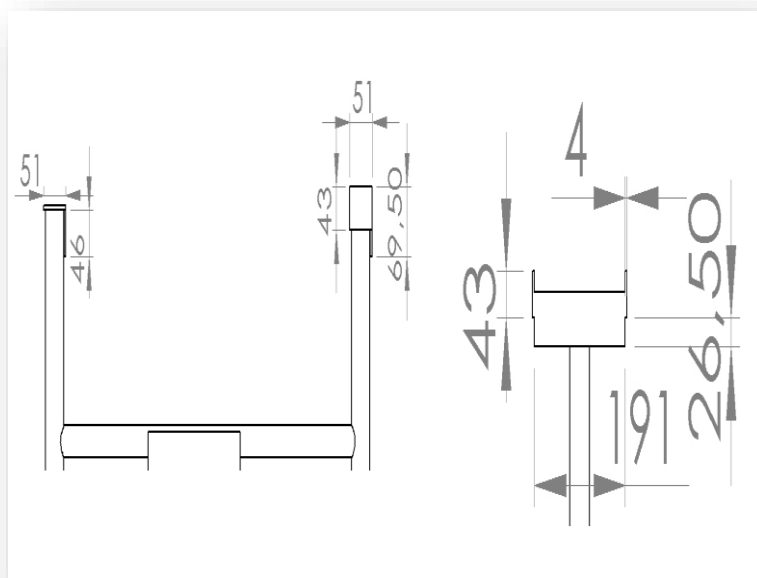
El siguiente paso fue establecer el lugar correcto para el panel informativo, en el cual se compró tubo rectangular (0,30m) y se los corto para dar ángulos de 30° para que sea la visualización adecuada al espectador. Luego de dar las posiciones adecuadas y los ángulos correctos se procedió a soldar previamente hecho el marco base para la información, el cual fue elaborado de la misma manera que el rectángulo de la base.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.8: Diseño de soporte de placa.

Y para finaliza se procedió a cortar planchas de acero (0,5cm) para crear las base para las chumaceras las cuales deben estar simétricas y las mismas tener sus topes.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.9: Diseño para soporte del eje.

Luego de tener las placas ya establecidas se dio un cordón de suelda para la fijación correspondiente.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.10: Soldada de soporte vertical.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.11: soporte total.

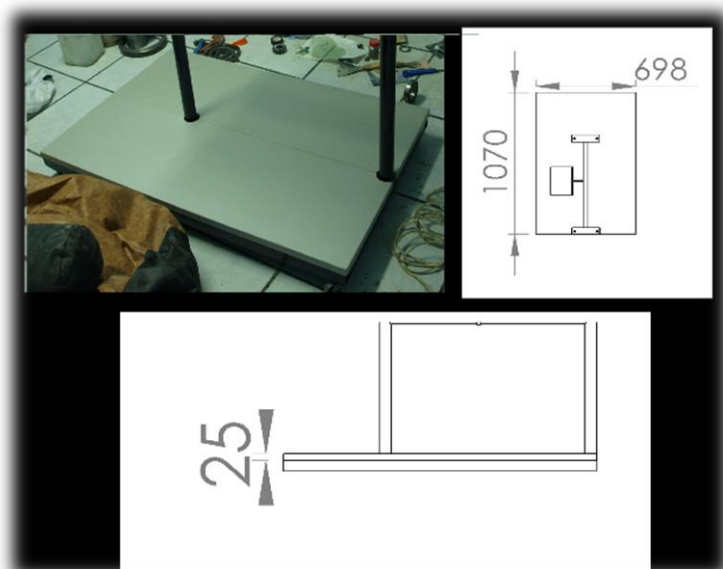


Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.12: Diseño de maqueta completa.

3.6.3 Plancha de madera

Esta plancha de madera se buscó como cobertor de base para que la visualización y el soporte sean mayor y se usó tipo de topes plásticos en la misma.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.13: Piso de base.

Teniendo la plancha lista se procedió a córtala a lo largo en la mitad para que puedan ingresar como 2 piezas las cuales con una caladora se realizó destajes circulares para su correcto embone.

3.6.4 Chumaceras



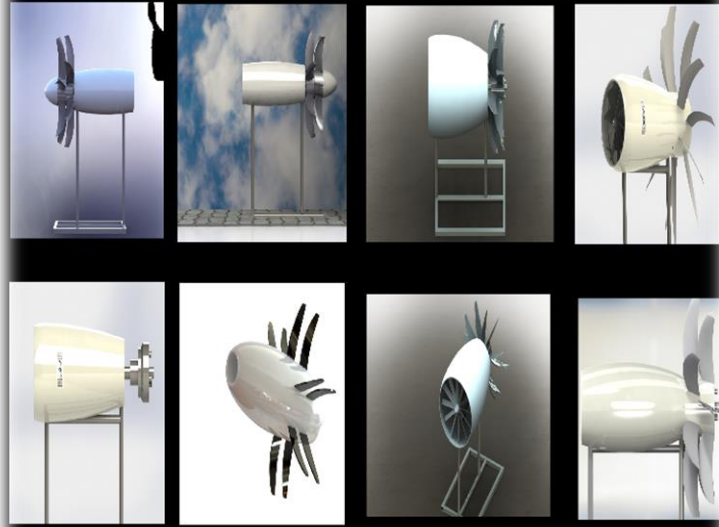
Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.14: Ensamblaje de chumaceras.

Las chumaceras previamente a su compra se procedieron a una correcta forma de uso y el respectivo sistema de lubricación (5W-40) el cual procedía a desmontar sus rodamientos para una inspección y toma de medidas.

3.6.5 Case

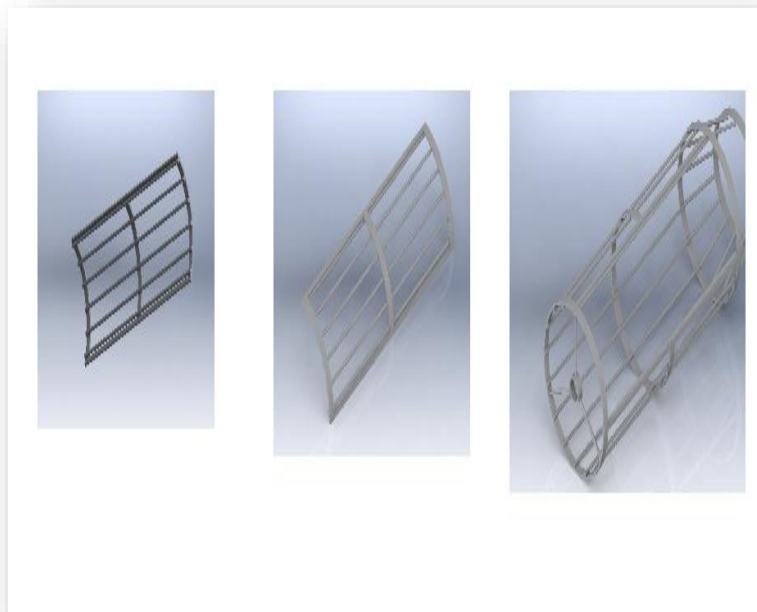
En el proceso de realización de case se hizo muchos estudios los cuales se dio resultados muy favorables en el proceso, se estableció varios diseños los cuales mediante la estética fueron descartados.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.15: Diseño inicial del case.

Previamente se escogió un diseño para realizar el cual se adaptó de un rodillo cilíndrico de acero inoxidable para montar a la base.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.16: Estructura interna del case.

El cual una vez montado en la base se procedió a dar cálculos y se estableció que el peso con los acabados eran factibles.



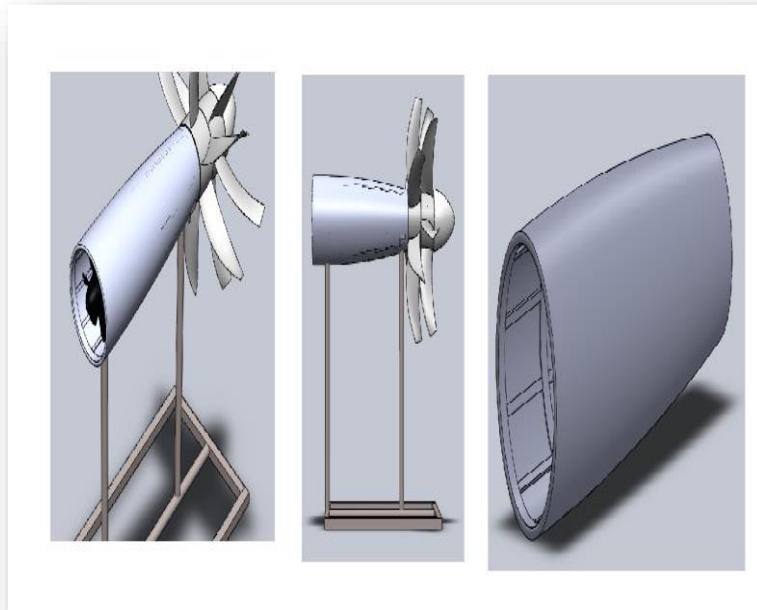
Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.17: Cubierta externa del case inicial.

El cual prosiguiendo el acabado con fibra de vidrio (para dar la dureza) y masilla para autos (la más resistente y rápida de usar) se estableció pesos superiores y el mismo estéticamente daba desinformidad al conjunto rotatorio.

Y se llegó a una conclusión de retirar todo el case y realizar un case con materiales más livianos y de mejor estética.

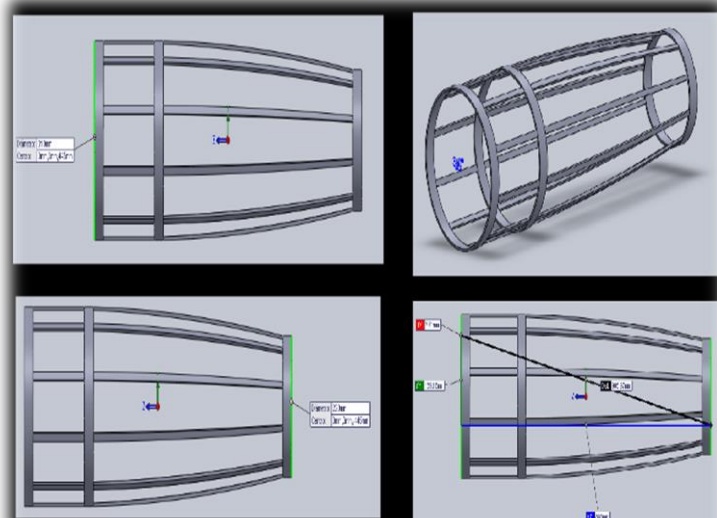
Viendo la necesidad de presentar un diseño asemejado a un motor real se optó por dar pasos y ayuda técnica los cuales nos asesoraron en la construcción con varilla plana y tol, tomando eso como iniciativa, se estableció realizar de esa manera.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.18: Diseño de maqueta inicial completa.

Luego de haber diseñado se procedió a la incorporación de material (15m), varilla plana, se concretó realiza primero los componentes circulares, los cuales se realizaron en base de moldes metálicos de las medida requerida.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.19: Diseño interno del case.

Estos se dieron forma en moldes de esta medida y cogidos con suelda para su forma circular, luego de ese proceso y terminados los componentes se procedió al centrado, ya cortadas las barrillas (0,9m) se soldaron las primeras 4 ya que era necesario la fijación mediante un torno, ya soldado se los coloco en los dientes del torno la primera parte y continuo se puso la circunferencia pequeña en los dientes de sujeción del torno y se precedió a soldar ya una vez centrado.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.20: El case.

Una vez realizado el case se procedió a forrar con tol delgado ya que ayuda a reducir el peso y da elegancia a el proyecto, previo dimensionar para cortes se soldó hasta que de una forma redondeada y agradable a la vista.

Para la sujeción con la base se midió los componentes contra rotatorios para que estos tengan el mismo centrado. Se soldó la base al case para que la fuerza aplicada sea en la base y no en el sistema para no interrumpir su funcionamiento.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.21: Estructura de la maqueta.

Una vez ya realizado todo esto se fijó una bisagra corrida para dar los terminados en la puerta y esta sea en la entrada de los componentes de acción del proyecto.

3.6.6 Motor eléctrico

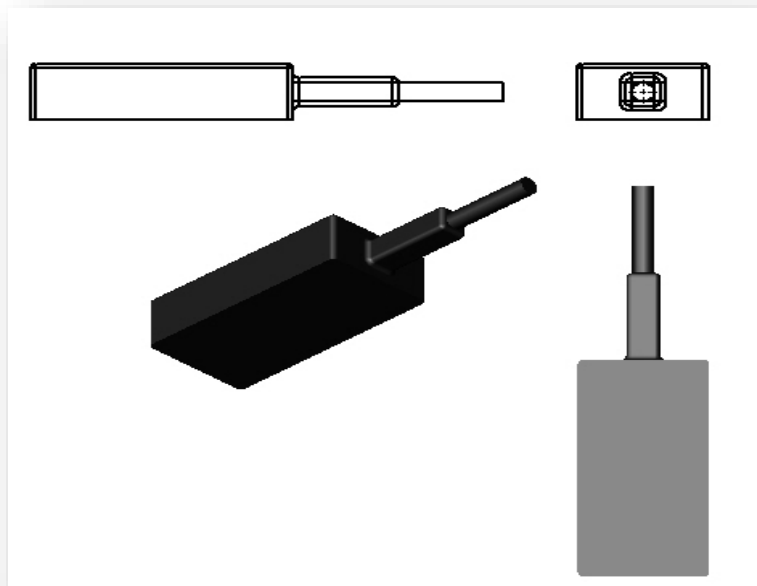
Una vez realizado los componentes y puestos en ejecución se vio en la necesidad de establecer una fuente de poder externa para dar la representación de acción de un motor udf, viendo en los cálculos sometidos se procedió a comprar varios motores con ello se estableció los mejores para el funcionamiento sin que el proyecto se vea afectado.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.22: Motores eléctricos.

Luego de varias pruebas se estableció que debe ser un motor que nos permita censar la velocidad ya que la tesis funciona en base de torques igual no de velocidades similares.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

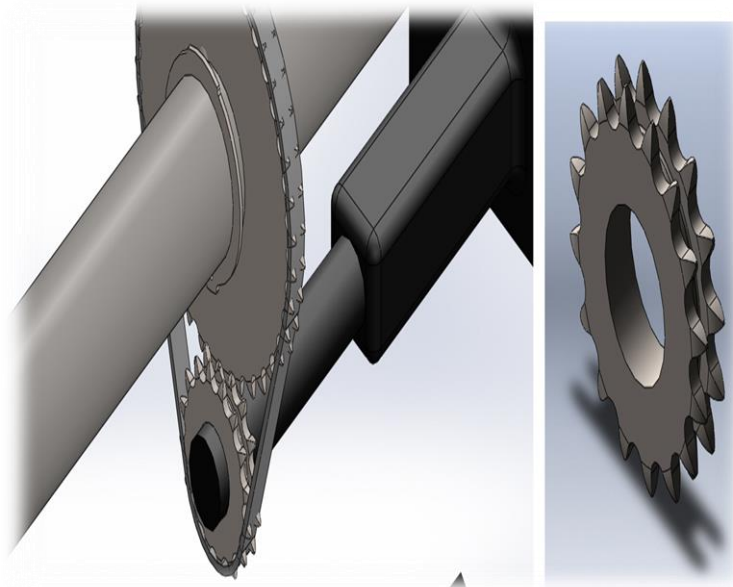
Fig. 3.23: Motor.

Previsto ya eso se modificó un motor de un taladro para que se cense su velocidad en base de un dimmer el cual nos ayudó a dar grande y bajas velocidades y así demostrar realmente su funcionamiento.

Luego de ya establecer velocidades se realizó un soporte para poder fijar el motor al case y que en base de engranajes de cadena se puedan mover sin dar restricción al movimiento y al tiempo tenga una gran adherencia.

3.6.7 Engranajes de cadena (pequeño y grande)

Los engranajes fueron modificados en base a la necesidad de dar adherencia al taladro con el engranaje pequeño para que esta se pueda sujetar de la misma forma que una broca y de esta manera tener una sujeción centrada y precisa.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.24: Engranaje de cadena.

Dado ya las dimensiones para el movimiento del componente se procedió a centrarla y al engranaje grande se le hizo una ceja para que pueda ingresar un Ruliman el cual tiene una hendidura en el eje y permite que se sujete en base de presiones, con eso permitir dar adherencia y para los lados se dio como

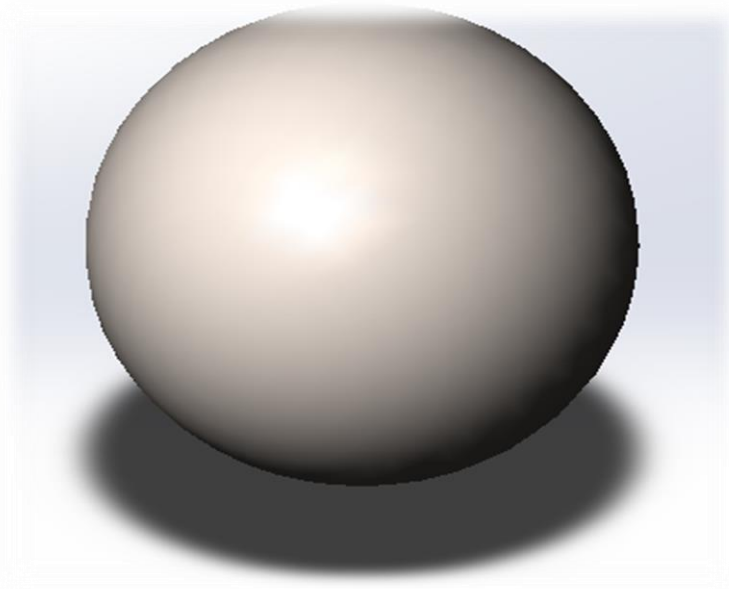
sujetadores a los anillos de sujeción valga la redundancia para dar movimiento continuo y sin presión como tenía que soportar una banda.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.25: Engranaje principal.

3.6.8 Ruliman de retención del eje al engranaje grande



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.26: Ruliman.

Este Ruliman permite que el engranaje modificado grande se sujete al eje mediante un orificio que permite ingresar un 50% y el otro 50% lo da el engranaje.

3.6.9 cadena

Todo el sistema de engranajes y cadena se sacó de la piñonera de un motor de un automóvil y el cual para nuestro uso y beneficio se adecuó a nuestras necesidades siendo esta que la cadena fuera reducida de tamaño.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.27: Cadena.

3.6.10 Domo inicial con su respectiva hélice

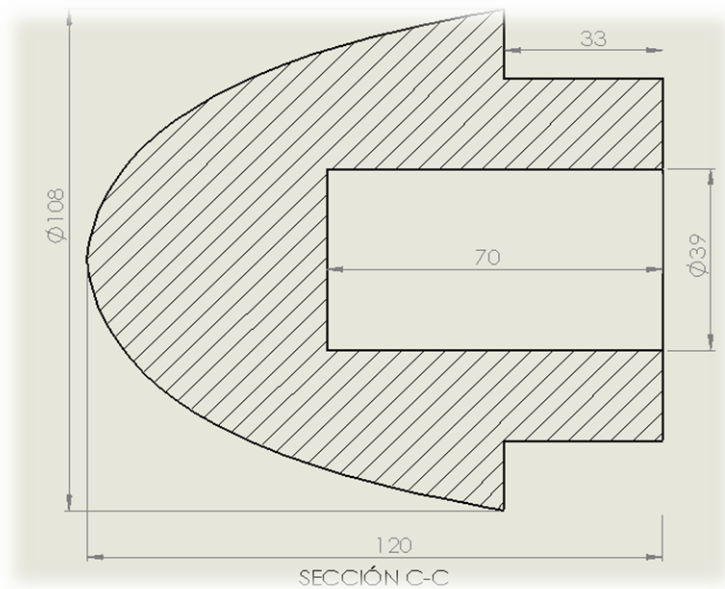
Para el proceso de realización de un domo con su hélice del sistema representativo de entrada de aire inicial se tomó como base realizarlo en madera el domo, siendo que antes se adquirió una hélice de refrigeración de carburador de automóviles a la medida del case para que tenga relación y por el nivel del costo en su realización.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.28: hélice de domo inicial.

Luego de haber tomado las dimensiones se estableció un diseño para poder enviar a tornear, ya que no poseemos un torno para madera, siendo esta una limitante pero se envió las dimensiones adecuadas.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.29: Domo delantero.

Luego de tener el domo se procedió a dar una mano de impermeabilizante ya que este ayuda a que se sellen los poros y ayuden a que la pintura de los acabados dé una adherencia óptima.

Y listo todo esto se acoplo a precio con el elemento plástico y el elemento quedo consolidado y unido de una manera adecuada.

3.6.11 Discos de acrílico

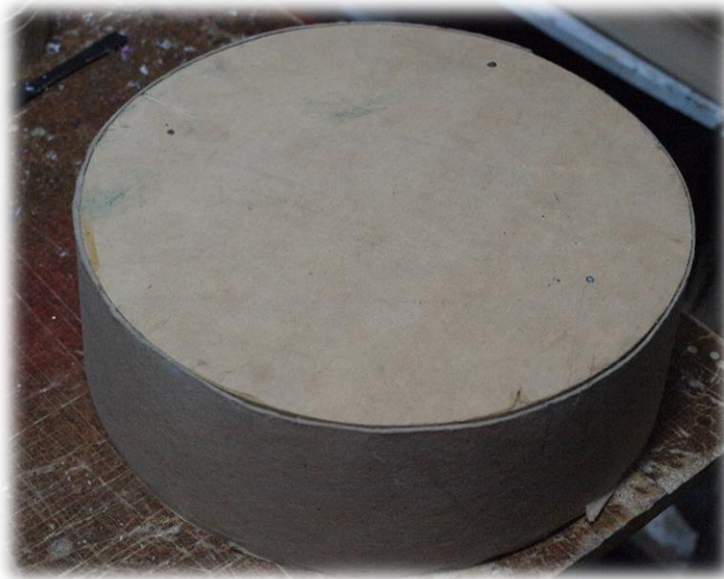
Los discos acrílicos se dieron para dar soporte a la hélice trasera y con esta llevar a la misma dimensión que la primera, se optó por este material ya que aligera el peso y también es un material con características de dureza.

Se dio las medidas en base al Hub trasero para que con esto que el movimiento ejerza de ahí ver **(Ver anexo B)**.

3.6.12 Hélices

En el proceso de las hélices fue uno de los factores más importantes y de mayor complejidad, ya que si el elementos produce resistencia ejerce una fuerza opuesta e interfiere con el movimiento dando con esto el estudio previo de las patentes de hélices después de haber analizado se procedió a dar componentes que sean resistentes y que tengan una buena maleabilidad.

Dando como primordial la base de las palas unidas se buscó realizar un molde adecuado a nuestro requerimiento **(Ver anexo B)**



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.30: Molde para hélices.

Se colocó el acrílico cortado en una tira ya definida el cual fue metido al horno a 150 grados el cual se retiró del horno y con planchas metálicas, se procedió a colocar en el molde, este ser rápidamente prensado con un componente pesado en este caso placas angulares metálicas.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.31: Base de las palas.

Echo esto luego de dejar secar 60 minutos se procede a pegar (Resistol) los filos y de esta manera que esta quede en un solo cuerpo, hecho esto se deja secar 24 horas aproximadamente para que tenga una excelente adherencia.

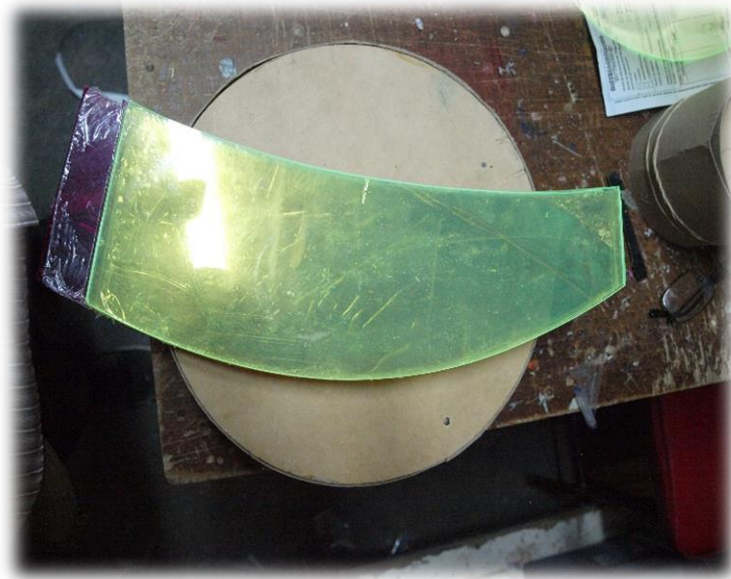
Luego de ya tener listo las base se cortó láminas de acrílico para las palas, ya que las palas difieren de tamaño, pero en el caso de visualización es imperceptible pero en funcionamiento aplica resistencia y tracción.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.32: Mesa para cortar acrílico.

Luego de determinar que el acrílico cumplía con todo los requisitos, vimos la forma de determinar el ángulo correcto, ya que estos componentes tienden a tener forma de flecha o semitarra el cual en la elaboración se tenía que definir correctamente ya que si las hélices son diferentes presentan fuerzas opuesta y por el mismo echo desprendimientos.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.33: Pala de hélice.

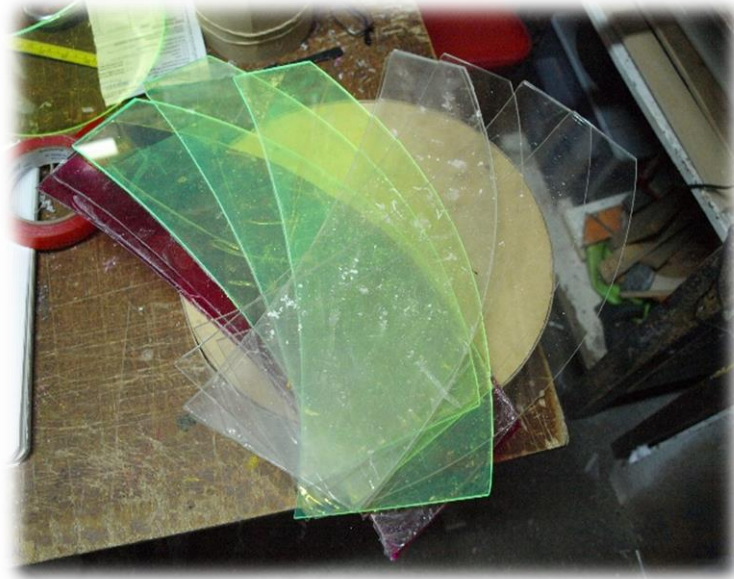
Luego de haber cortado las palas planas en acrílico y esto también aclarando que tienen diferente dirección de torsión se procedió a realizar los respectivos moldes ya que todas tienen que ser iguales en su Angulo.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.34: Molde de palas.

Para tener mejor resistencia se mandó a realizar moldes de madera para que no tienda a sufrir cambios de ángulos.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.35: Palas cortadas.

Previo a sus corte se introduce a la misma temperatura las palas en el horno para dado su así su temperatura adecuada, proceder al moldeado



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.36: Horno para calentar el acrílico.

Una vez listas las palas se las coloca en los moldes de madera para que con esto de su forma final.

Listo el secado adecuado que se dio 3 horas, se procede a la unión con la base, y esta unión se dio en base a pedazos de acrílico más gruesos y la misma fórmula Resistol para el pegado de excelencia.

Listo todas las palas se procede a dejar el secado por 48 horas ya que en este caso se usa mayor cantidad de Resistol por el hecho de mayor adherencia.

Y por último las hélices son puestas a grandes revoluciones mediante un motor (1hp) el cual permite ver si existen falencias.

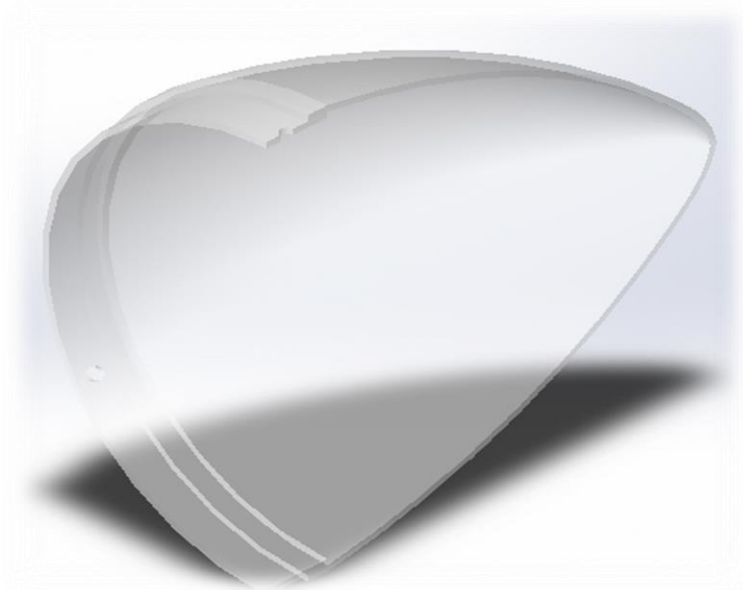


Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.37: Diseño de las hélices.

3.6.13 Domo final

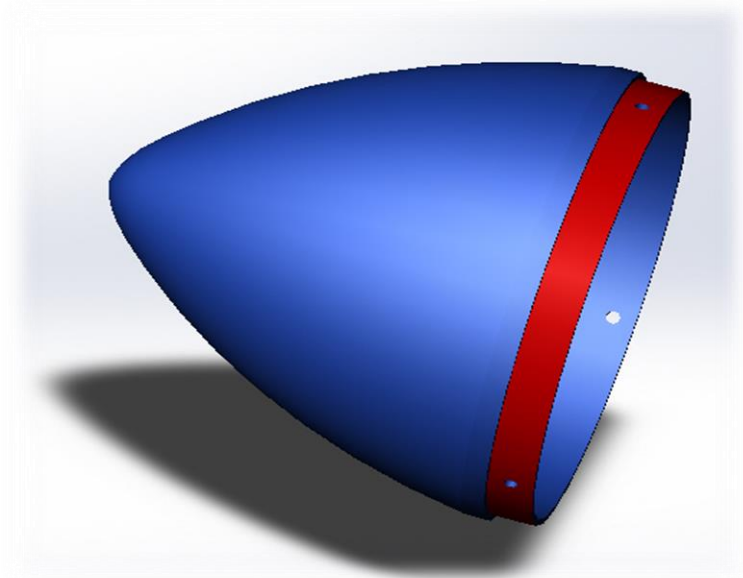
En el proceso de domo final se procedió a establecer formas mediante factibilidad de componente, y el mejor componente fue el nailon pero por su nivel económico se vio descartable y se tomó nuevamente el acrílico como elemento de elaboración, visto esto se produjo a realizar en dos partes para que tenga una forma adecuada o en el caso lo más cercana a la realidad.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.38: Sección del domo.

Provisto de las piezas mediante moldes y fundición adecuada ya mencionada anteriormente encima de la cúpula ya formada se colocó una circunferencia de acrílico para su embone real.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.39: Diseño del domo.

Para colocarlo con la corona se estableció los mismos puntos de sujeción que tiene la corona para que se utilice el mismo material en la base de la hélice.

3.6.14 Ruedas

Para que pueda darse mejor movilidad del proyecto se optó por colocar ruedas en las esquinas de la maqueta y con esto dar mayor facilidad de movimiento

3.7 Ensamblaje.

Luego de haber procedido a la construcción de todos los componentes y dar los acabados pertinentes referente a la forma de acople de los mismos, se procedió a colocar los componentes en los lugares ya situados previamente y dar movimiento real para su funcionamiento.

Para su ensamblaje real y sus procesos véase la **(Tesis de Implementación de un sistema contra rotatorio para la maqueta didáctica del motor rolls royce rb 3011)**

3.8 Pruebas de funcionamiento.

Dada las revoluciones necesarias se llegó a muchas variables y conclusiones las cuales nos dieron que el desarrollo del sistema se establece luego de ciertas revoluciones porque para que el sistema funcione de esta manera se igualan torque y no velocidades.

Sometida a grandes revoluciones en un ambiente seguro se procedió a ver su resistencia, el cual en este estudio de campo nos dio parámetros excelentes visualmente.

Especificando que la maqueta es ilustrativa y por motivos de seguridad se recomienda el uso en bajas revoluciones.

3.9 Acabados.

En el proceso de acabados y terminados se estableció los componentes en su estado liso o en su producto bruto, para dar sus debidos tratamientos y precedentemente sus acabados.



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.40: tesis final.

Los acabados exteriores se los dieron a los siguientes componentes;

Base

Case

Domos

Hélices

Motor eléctrico

Placa

Y los componentes internos solo se les dio tratamientos para la corrosión lacando las partes que no interfieren con el movimiento, ya que si se lo hace en todo el componente no embonara adecuadamente por el hecho de que el proyecto es milimétrico.

3.9.1 Base



Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.41: parte inferior terminada

Para los terminados se limpió y lijo los tubos, posteriormente se dio una capa de pintura blanca o fondo para que se adhiriera mejor la pintura final.

Finalmente se dio la capa de pintura negra, luego del secado una capa de barniz.

3.9.2 Case

Primero se dio tratamientos con removedor de óxido y se lijo par después masilla las partes que den un contorno y forma cónica, luego de ver seca la masilla se procedió a dar un fondo, y luego a diseñar las olas para un diseño exclusivo y de muy buen acabado.



Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

Fig. 3.42: case final

Previo a pintar se colocó cinta masking para poder dar la forma requerida y así dividir las partes a pintar con diferentes colores.

Luego de dar los pintados respectivos se procedió a remachar placas metálicas de la empresa y de la misma manera a pegar las letras adhesivas Rolls Royce. Y por último dar capa de barniz para su brillo realista.

3.9.3 Domos






Dando referencia a los domos se tomó no darle color al domo acrílico para su mejora en su visualización del sistema epicicloidal.

Y en el caso del domo delantero solo se pintó encima del acrílico ya que se adhiere de la mejor manera

3.10 Diagrama de procesos

El diagrama de procesos es la representación gráfica de todos los procesos productivos, los mismos que contienen pasos secuenciales y lógicos permitiendo visualizar el ensamblaje y sub - ensamblaje del sistema.

Tabla 3.1: simbología del diagrama de procesos.

Nº	Simbología	Significado
1		Operación
2		Inspección y comprobación
3		Pieza terminada
4		Producto terminado
5		Conector

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

3.10.1 Diagrama de procesos de la construcción de base

Materiales: 4m de tubo cuadrado y redondo de acero AISI 1213 de 3,6 cm de diámetro externo.

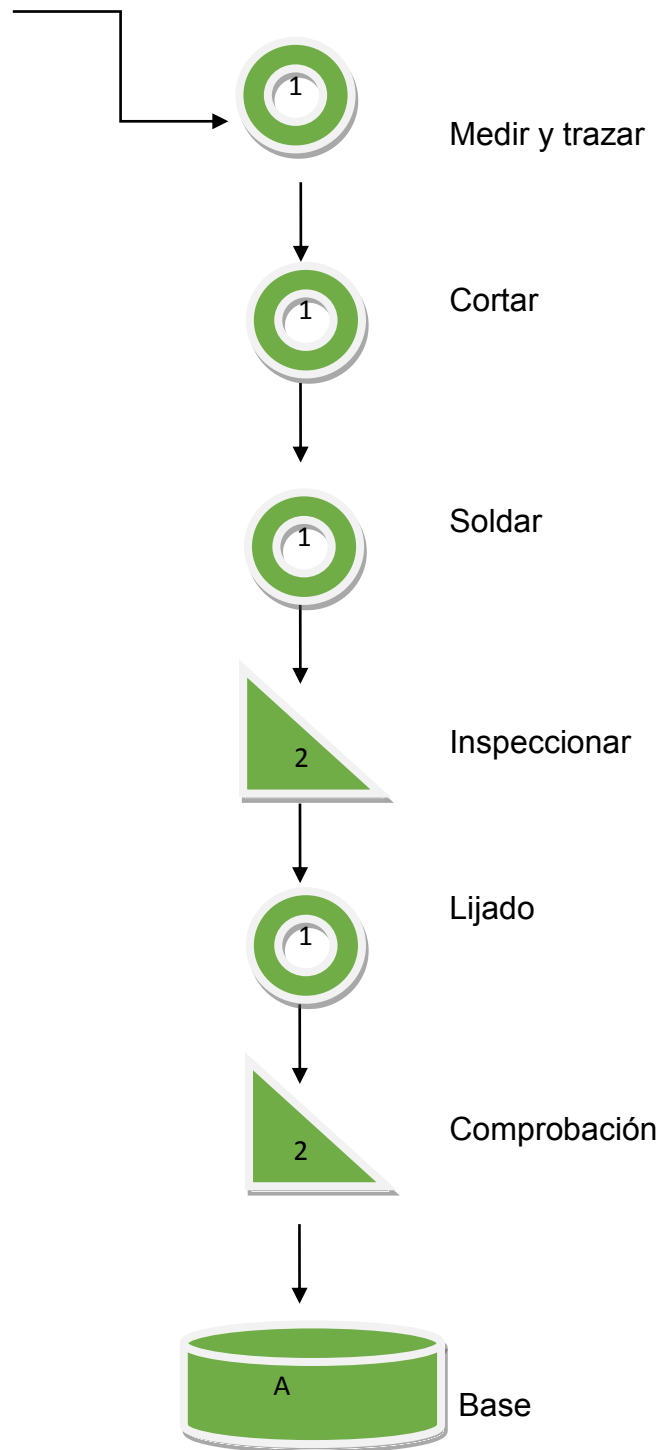


Tabla 3.2: Proceso de construcción de base.

Número		Descripción
Operación	Inspeccionar	
1		Se toma las medidas y se coloca señales de corte
2		Se corta y refrenta las bases
3		Se suelda en función a su posición
	1	Se inspecciona sus adherencia
4		Se lija para eliminar la viruta sobrante.
	2	Se comprueba la medida, y soporte de la misma.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

3.10.2 Diagrama de procesos de la construcción de las hélices

Materiales: 3mx3m de plancha de acrílico de 1cm de grosor.

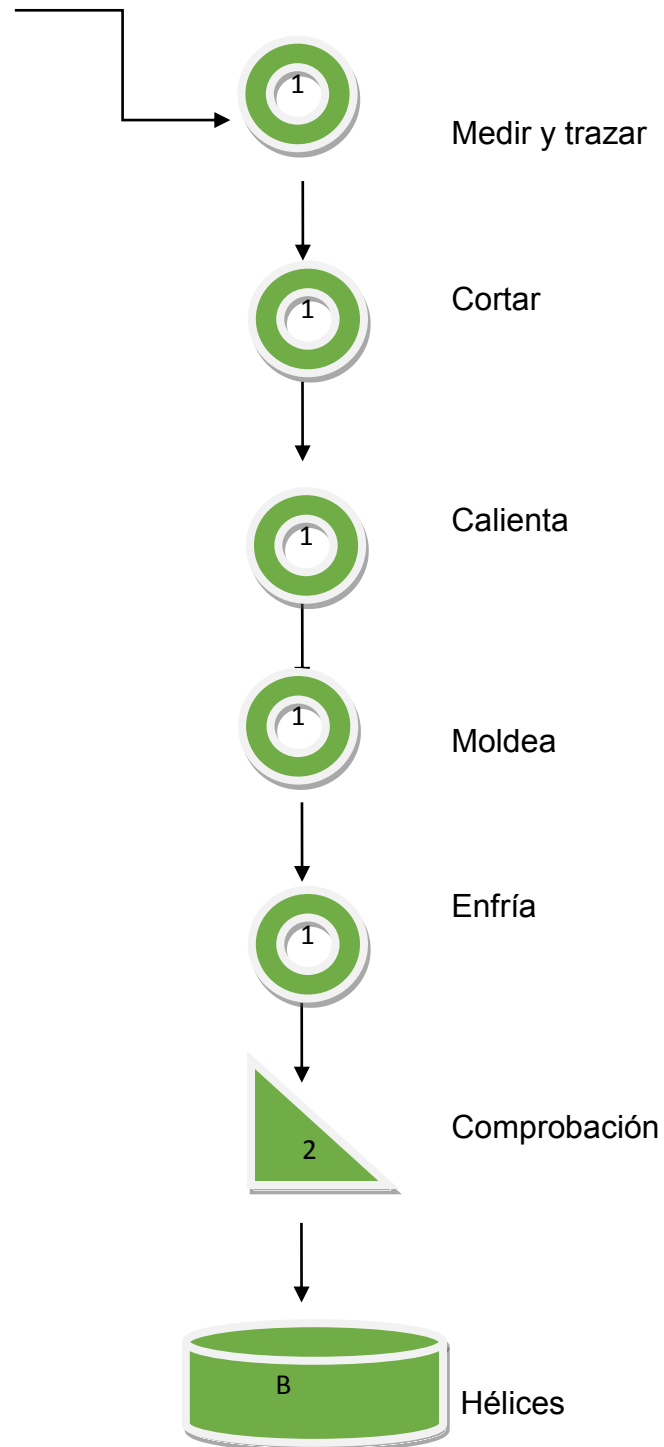


Tabla 3.3: Proceso de construcción de hélices.

Número		Descripción
Operación	Inspeccionar	
1		Se toma las medidas y se coloca señales en la plancha.
2		Se corta siguiendo las señales ya dadas.
3		Se le coloca en el horno
4		Se moldea al calor y se retira del horno
5		Se enfría
	1	Se comprueba la medida, y se bisela los lados

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

3.10.3 Diagrama de procesos de la construcción de domo trasero

Materiales: 1mx1m de plancha de acrílico de 1cm de grosor

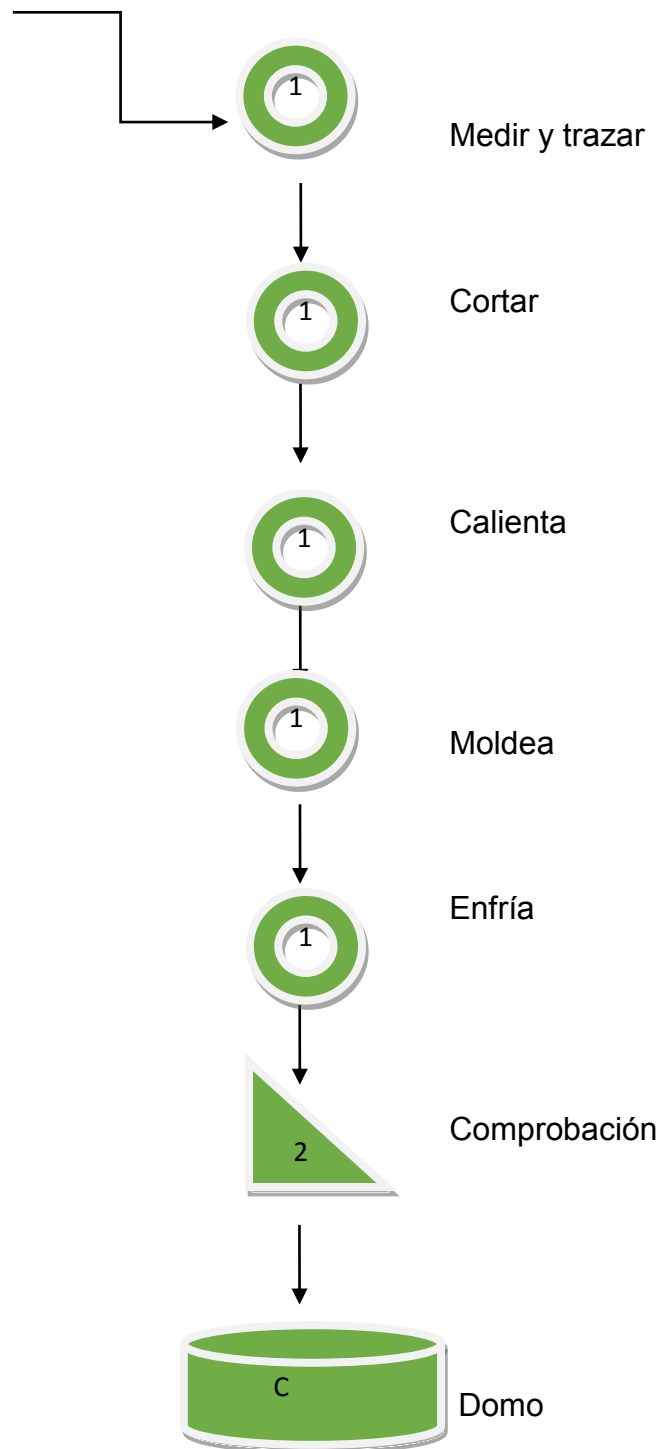


Tabla 3.4: Proceso de construcción de domo

Número		Descripción
Operación	Inspeccionar	
1		Se toma las medidas y se coloca señales en la plancha.
2		Se corta siguiendo las señales ya dadas.
3		Se le coloca en el horno
4		Se moldea al calor y se retira del horno
5		Se enfría y pega las partes para crear una sola pieza
	1	Se comprueba la medida.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

3.10.4 Diagrama de procesos para la rectificación de hélice de entrada

Materiales: hélice adquirida de enfriamiento de radiador y domo de madera.

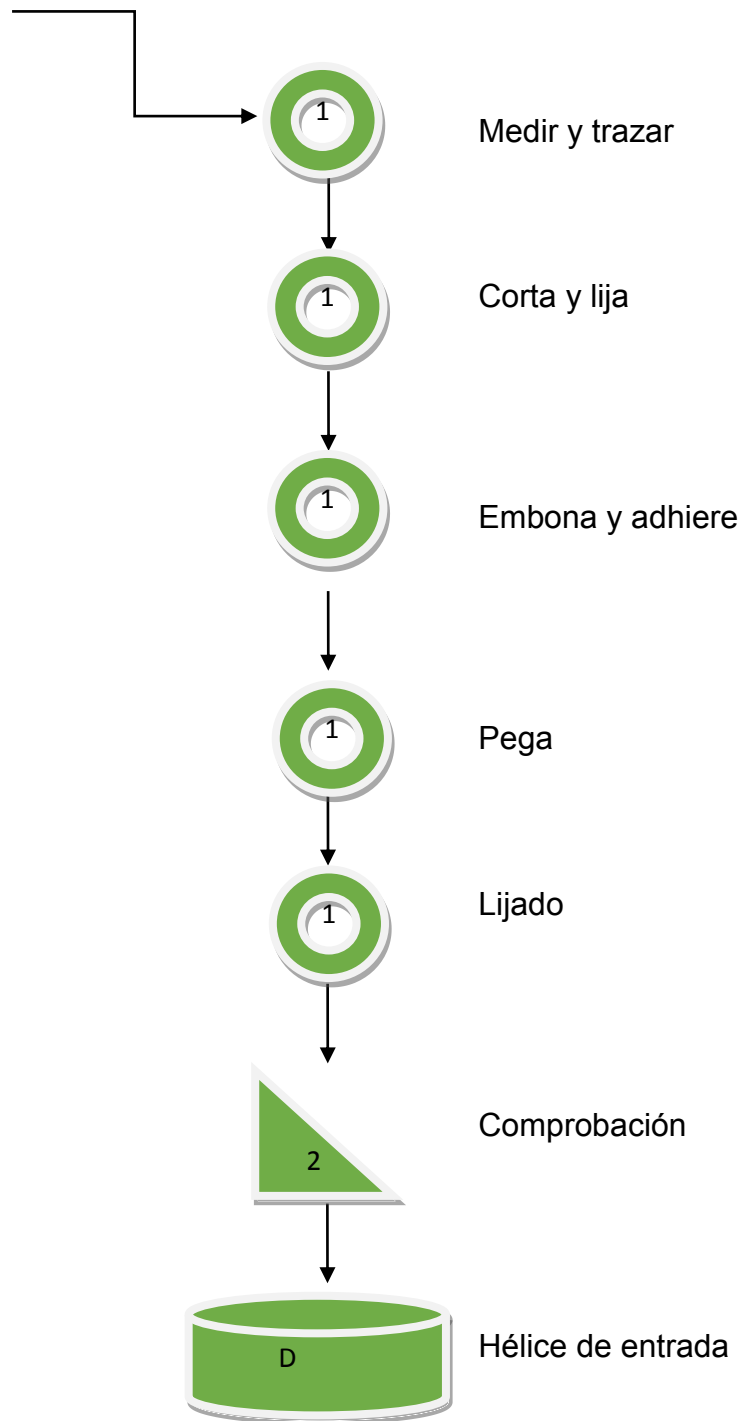


Tabla 3.5: Proceso de rectificación de la hélice inicial.

Número		Descripción
Operación	Inspeccionar	
1		Se toma las medidas respectivas de los puntos a rectificar.
2		Desbastar el exceso de material, se cilindra y se rectifica.
3		Se adhiere a la hélice con presión
4		Se pega todo para que forme una sola pieza
5		Se lija para que esta ayude a su proceso de pintura
	1	Se comprueba la medida

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

3.10.5 Diagrama de procesos de la construcción de planchas de acrílico

Materiales: 1m de plancha de 1,3cm de grosor

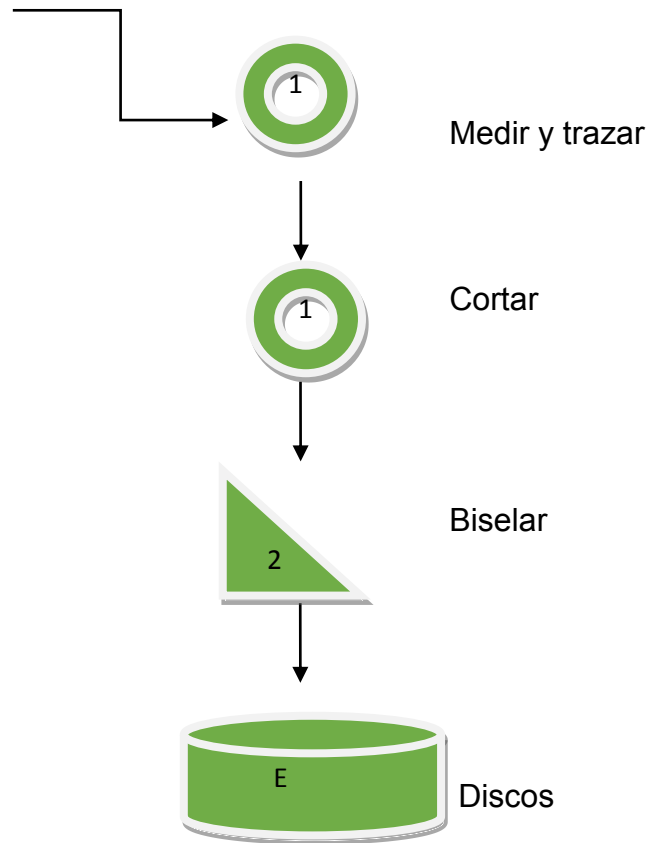


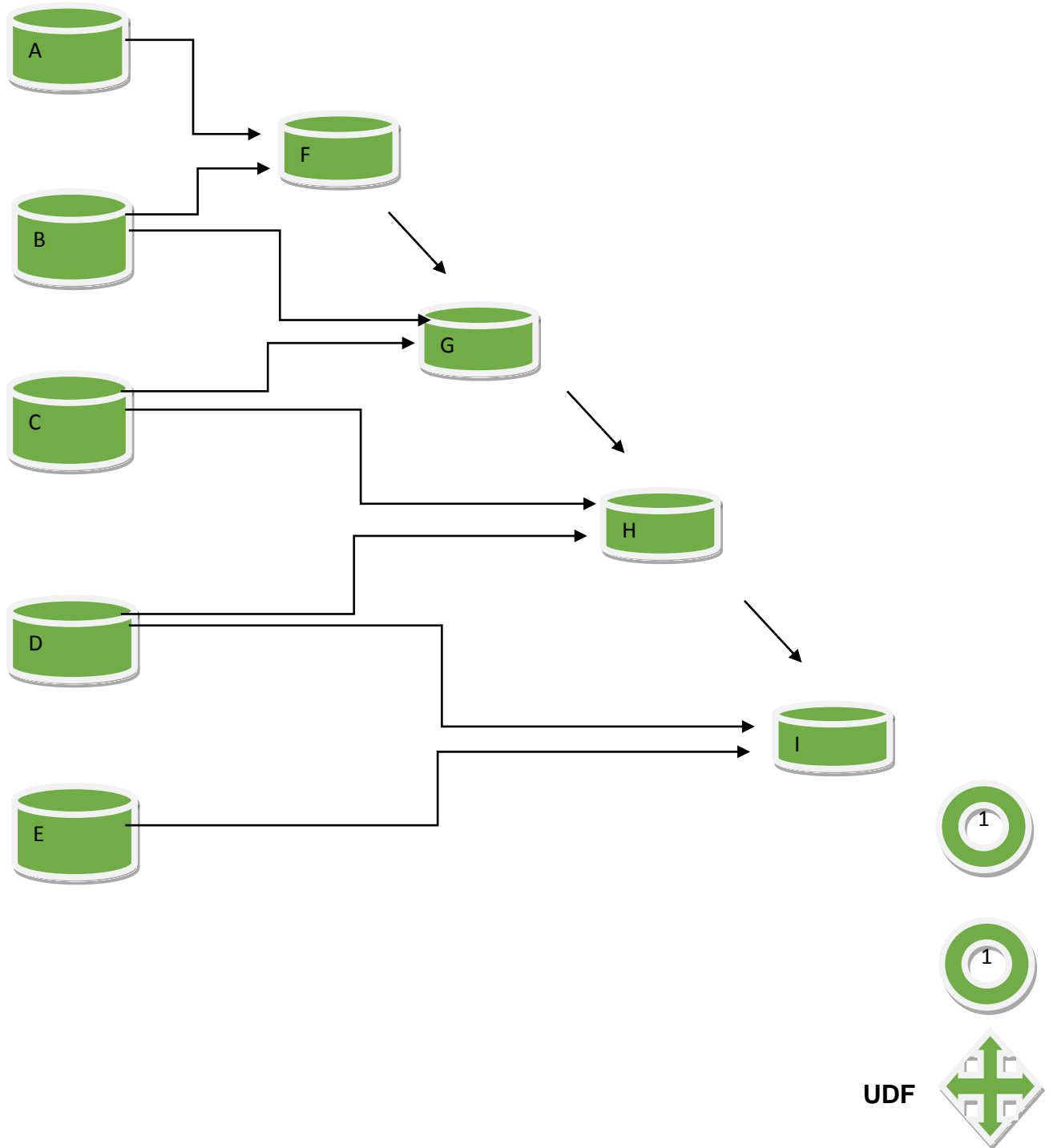
Tabla 3.6: Proceso de construcción de base.

Número		Descripción
Operación	Inspeccionar	
1		Se toma las medidas y se coloca señales de corte
2		Se corta
	1	Se comprueba y lija

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

3.10.6 Diagrama de proceso de ensamblaje



3.11 Estudio económico

La elaboración del proyecto fue económicamente factible ya que se tomó en cuenta los costos de todos los materiales, herramientas y maquinaria utilizados para la construcción de la maqueta ilustrativa del motor propfan, los mismos que estuvieron dentro del presupuesto establecido para la elaboración del mismo.

3.11.1 Análisis económico

El análisis económico consideró los costos de cada material en el mercado, las herramientas, maquinaria y equipos empleados para la construcción, además se valora el factor humano tomando en cuenta la mano de obra utilizada.

El costo económico se ha dividido tomando en cuenta los siguientes factores:

1. Costo de investigación.
2. Costo de materiales.
3. Costo de mano de obra.
4. Gastos varios.

3.11.2 Costo de la investigación

Tabla 3.7: costos de la investigación.

Costo de la investigación			
Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total
5	Información	10	50
100	Aprendizaje de torneado y suelda	2	200
40	Introducción a solidworks	2,5	100
Total			350

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar

Comprende los costos de la información recopilada en un período de 18 meses así como el aprendizaje del uso del torno y curso básico de solidworks los cuales son detallados en la siguiente tabla:

3.11.3 Costo de materiales

Es todos los costos de los materiales adquiridos para la construcción de la maqueta ilustrativa los cuales son detallados en la siguiente tabla.

Tabla 3.8: Cantidad y costo de materiales

Cantidad y costo de los materiales			
Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total
1	Engranaje de corona	150	150
1	Engranaje sol	40	40
3	Engranajes planetarios	40	120
1	Porta planetas	150	150
1	Eje	50	50
2	Hélices	100	200
2	Domos	75	150
2	Discos	25	50
2	Rodamiento NTN 6210	30	60
1	Rodamiento FAG 6219	170	170
2	Rodamiento JIS 4021D	24	48
80	lbs. tubo de acero AISI 1213 varios diámetros	0,8	64
1	lbs. lámina de acero AISI 1030	0,8	0,8
1	lbs. varilla de acero AISI 1213	0,4	0,4
6	Pernos M12	0,6	3,6
6	Tuercas	0,4	2,4
1	Abrazadera	7	7
6	Arandelas de presión	0,3	1,8
10	lbs. electrodo 6011	1,5	15

15	lbs. electrodo 6013	2,25	33,75
3	Disco de corte	3,5	10,5
5	Disco de desbaste	4,5	22,5
7	Hoja de Sierra	1,5	10,5
12	Lija	0,7	8,4
3	Cuchilla de widia	25	75
3	Cuchilla de acero rápido	15	45
1	Piedra de esmeril	40	40
2	Chumaceras	45	90
5	Pinturas	20	100
1	Masilla	30	30
4	Ruedas	3	12
1	Material eléctrico	6	76
6	Brocas	1,8	10,8
Total			1722

Nota: Cabe mencionar que los costos finales fueron divididos en dos ya que la realización del proyecto físico esta dado para Alfredo Salazar y Luis Jácome.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

3.11.4 Costo de mano de obra

Comprende el uso de herramientas, máquinas y equipos para operaciones de soldado, corte, medición, fabricación, entre otros, además del diseño de la estructura en computadora, todos y cada uno de ellos para la elaboración del proyecto.

La fabricación de los componentes fue ejecutada íntegramente por el Sr. Luis Jácome compañero de tesis y mi persona debido a que el costo de la mano de obra sobrepasaba los costos planificados para la ejecución del proyecto.

3.11.5 Gastos varios

Contempla todos los gastos necesarios para la realización directa o indirecta del proyecto.

Tabla 3.9: gastos varios.

Gastos varios		
Ítem	Detalle	Valor/USD
1	Transporte y movilización	100
2	Alimentación	100
3	Asesoramiento externo	100
4	Imprevistos	100
5	Impresiones	50
Total		450

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

3.11.6 Gastos totales

Tabla 3.10: costo total.

Costo total para la elaboración del sistema contra-rotatorio		
Ítem	Detalle	Valor/USD
1	Costo de la investigación	350
2	Costo de materiales	1722
3	Gastos varios	450
Total		2522

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Alfredo Salazar.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber terminado satisfactoriamente el proyecto y posteriormente probar su correcto funcionamiento y desempeño, se obtuvo los objetivos planteados al inicio del programa, de igual forma se plantearon conclusiones y se darán las recomendaciones con el propósito de que a la maqueta ilustrativa se le dé un uso adecuado y de esta manera se logre conservarla en excelente estado y operable.

4.1 Conclusiones

- ✓ La documentación encontrada permitió comprender el desempeño y funcionamiento de todos los componentes utilizados en la maqueta.
- ✓ El diseño de la estructura y de sus componentes cumplió con los parámetros tanto de funcionalidad como de estética.
- ✓ Los materiales utilizados para la elaboración del proyecto cumplieron con todos los parámetros técnicos determinando que son estructuralmente resistentes para los esfuerzos a los que estarán sometidos y soporta tres veces más para con ello dar un mayor tiempo de vida a la maqueta.
- ✓ Los cálculos establecidos para la maqueta se los complementó con programas determinados de diseño estructural procediendo así a dar realce y calidad del proyecto.

- ✓ Los diseños desarrollados son de fácil comprensión y proporcionan un mejor entendimiento de la funcionalidad de la estructura simuladora de movimientos.
- ✓ El proceso de construcción de los componentes de la maqueta necesitaron una elaboración sofisticada ya que sus partes son estrictamente milimétricas para garantizar su buen funcionamiento y su posterior funcionamiento simulado operable.
- ✓ El montaje y desmontaje de la maqueta requiere de sus respectivos manuales y procedimientos adecuados para con ello cumplir su operatividad y funcionamiento correcto.
- ✓ La maqueta ilustrativa cumplió satisfactoriamente su funcionamiento contra rotario y ilustración respectiva de su comportamiento

4.2 Recomendaciones

- ✓ Utilizar los manuales de mantenimiento y seguridad para dar un uso adecuado y conservación de la maqueta ilustrativa.
- ✓ Mantener el espacio usado por la maqueta ilustrativa libre de elementos que no correspondan al mismo y que comprometan su correcto funcionamiento.
- ✓ No exceder el límite de tiempo de uso del simulador para evitar posibles riesgos a la integridad física de los entes humanos y de la estructura en general.
- ✓ Utilizar los manuales respectivos para el proceso de montaje y desmontaje de la maqueta con el fin de evitar daños estructurales.
- ✓ Cumplir constantemente con las indicaciones de mantenimiento establecidas a fin de conservarlo en buen estado y alargar su vida útil.
- ✓ Para el trabajo adecuado de enseñanza y manejo se recomienda trabajar adjunta la tesis de Implementación de un sistema contra rotatorio para la maqueta didáctica del motor rolls royce rb 3011
- ✓ Evitar la manipulación de los componentes sin antes haberse adiestrado en el uso manejo y funcionamiento del mismo.

SIGLAS

NASA. -	National Aeronautics and Space Administration. Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio.
OACI. -	International Civil Aviation Organization. Organización de Aviación Civil Internacional.
UDF. -	Unducted fan.
GE. -	General Electric Company.
MDD. -	McDonnell Douglas.
OR. -	Open rotor.
GOR. -	Open rotor con caja de reducción.
DDOR. -	Open rotor de transmisión directa.
IPC. -	Compresor de baja presión.
DPGB. -	Caja de reducción planetaria diferencial.
DNW. -	German-Dutch Wind Tunnels.
PMMA. -	Polimetilmetacrilato.
SAE. -	Society of Automotive Engineers. Sociedad de Ingenieros Automotores.
AISI. -	American Iron and Steel Institute. Instituto americano del hierro y el acero).
AWS. -	American Welding Society.
ISO. -	International Organization for Standardization.

GLOSARIO

A

Aerodinámica: Es la rama de la mecánica de fluidos que estudia las acciones que aparecen sobre los cuerpos sólidos cuando existe un movimiento relativo entre éstos y el fluido que los baña, siendo éste último un gas y no un líquido.

Aleación: Es una mezcla homogénea, de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal.

B

Báscula: Balanza para medir pesos grandes.

D

Ductilidad.- La propiedad de un material que le permite soportar deformaciones generales sin fallar.

E

Eficacia.- Es la capacidad de lograr un efecto deseado o esperado.

Eficaz.- Que surte efecto y da buen resultado.

Estructura.- Parte esencial del fuselaje del avión, que sostiene todos los componentes que forman parte de está.

F

Fotovoltaica.- Es un tipo de energía renovable obtenida a partir de la radiación solar.

Factible.- Que se puede hacer.

Flexión: Un cuerpo está sometido a flexión cuando actúan sobre él dos fuerzas iguales con una separación, y otra en sentido contrario en el centro de las dos, igual a la suma de éstas.

G

Grasa de lubricación: Sirve de colchón de aceite y no permite la fricción entre superficies evitando el desgaste del conjunto.

H

Herramienta: Cualquier instrumento o accesorio de uso manual o mecánico empleado en ingeniería, manufactura, albañilería, carpintería para facilitar la operación de reparación o construcción de algún componente o elemento.

I

Inoxidable.-Que no sufre los efectos de la oxidación.

L

Límite de fluencia: Límite superior en el cual el material se comporta elásticamente y a partir del cual el material se deforma plásticamente.

M

Mantenimiento: Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, máquinas, componentes, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Maquinabilidad: Es la facilidad que posee un material de permitir el proceso de mecanizado por arranque de viruta.

Montaje: Acción y efecto de montar (II armar las piezas de un aparato o máquina).

P

Propfan.- Motor turbopropulsor que mueve una o más hélices. Similar a un turbofán.

Primer: Pintura de fondo que sirve como adherente a la pintura principal.

R

Resistencia a la tensión o fluencia: Se define como el esfuerzo que deja al material con una deformación permanente establecida o se rompe.

S

Soporte: Sustancia inerte que en un proceso proporciona la adecuada superficie de contacto o fija alguno de sus reactivos.

Soportes: Los soportes son elementos verticales sometidos principalmente a compresión. Son los elementos que transmiten las cargas verticales al terreno a través de los cimientos y las bases.

Sustentación: Momento en que se mantiene vuelo, se consigue con medios de tipo aerostático (globos), aerodinámicos (alas, rotores) o propulsión (motores a reacción).

T

Tensión: Cuando sobre un elemento actúa una fuerza externa perpendicular a su sección transversal, el efecto que produce es un alargamiento longitudinal al que se le asocia una disminución en la sección transversal.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- Sandvik Coromant (2006). Guía Técnica de Mecanizado. AB Sandvik Coromant 2005.10.
- Croft, John. "Open rotor noise not a barrier to entry: GE" Flight International, 5 July 2012. Retrieved: 21 July 2012.
- Willie, Chad. «Rotary Engines and why they spin» (HTML). Old Rhinebeck Aerodrome. Consultado el 01-05-2008.
- Nahum, Andrew (1999). The Rotary Aero Engine.
- El motor de reacción y sus sistemas auxiliares. Edición 9 de Valentin Sainz Diez
- PÉREZ, Alonso y JULIO, Jacinto (1992). Ajustes y tolerancias: mecanismos y engranajes. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica.
- Modulo 17. Hélices. Jorge Lopez Crespo
- Manual de soldadura GMAW-Larry Jeffus
- Kalpakjian, Serope and Steven R. Schmid (2001). Manufacturing Engineering and Technology
- Mecanica vectorial para ingenieros. Estatica. Decima edición. Hibbeler

Linkografía:

- <http://usuarios.fceia.unr.edu.ar/~adruker/Clasificaci%F3n%20de%20aceros%20Mat%20y%20Pro.pdf>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Propfan>
- http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/3_ano/mecanica_electrica/CADENAS_DE_TRANSMISION.pdf
- <http://www.motorpasionmoto.com/tecnologia/transmisiones-por-cadena-correa-dentada-o-cardan-para-gustos-los-colores>
- http://www.es.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/z-es/downloads/RECIPROC_Motors_Folder_es_rev0.pdf
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Eje>
- <http://elblogdelprofesordetecnologia.blogspot.com/2011/04/como-fabricar-helices-en-el-taller-de.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Chumacera>
- <http://www.mecapedia/enciclopediavirtualdeingenieríamecánica.ec>
- http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf
- <http://www.foroaviones.com/foro/comercial-general/4372-prototipos-motor-ge39-udf-unducted-fan.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Alfredo Shamir Salazar Quinatoa

NACIONALIDAD: Ecuatoriano.

FECHA DE NACIMIENTO: 11 de Junio de 1990

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 172571236-6

TELÉFONOS: 022610418

CORREO ELECTRÓNICO: assq_1990@hotmail.com

DIRECCIÓN: Quito (Barrio-Solanda)



ESTUDIOS REALIZADOS

Estudios Primarios:

Escuela "Fernández Salvador" 1997-2003.

Estudios Secundarios:

Colegio Particular "Nuevo Ecuador" 2003-2008.

Bachiller en Físico Matemático.

Universitarios:

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica, mención motores.

Latacunga – 2010-2013.

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico – Centro de Idiomas Suficiencia en el Idioma Inglés.

Latacunga - 2009-2012.

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Físico Matemático.

Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica, mención aviones.(Egresado).

Suficiencia en el Idioma Inglés.

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

ALA 11

CARGO: Prácticas pre profesionales en el Ala 11.

FUNCIONES: Mantenimiento al avión AVRO.

Agosto 2011 – Septiembre 2011 (160 Horas).

E.S.M.A

CARGO: Prácticas pre profesionales.

FUNCIONES: Mantenimiento a la aeronave CESSNA-150 y T-34.

Febrero 2012 – Marzo 2012 (160 Horas).

ALA 11

CARGO: Prácticas pre profesionales en el Ala 11.

FUNCIONES: Mantenimiento al avión C-130.

Julio 2012 – Agosto 2012 (200 Horas).

SEGURIDAD AÉREA POLICIAL (SAP)

CARGO: Pasante – Departamento de Mantenimiento Aeronáutico

FUNCIONES: Mantenimiento helicópteros

Febrero 2013 – Marzo 2013 (200 Horas)

CURSOS Y SEMINARIOS

Curso: Trazabilidad - Latacunga

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

8 Horas

Curso: Suficiencia en el idioma Inglés.
International Languages And Systems School
480 Horas

Curso: Lectura Dinamica.
Academia de lectura diámica
200 Horas

Curso: Jornadas de telecomunicaciones
Supertel
8 Horas

Curso: The Amazing Web 2.0 Projects in Education
IBEC
8 Horas

EXPERIENCIA LABORAL

Diseñador gráfico:
Organización: Digmarel
Cargo: Encargado de mantenimiento
Certifica: Ing. Sonia Calderón Pinto
Años de Duración: 1 Años

Diseñador gráfico:
Organización: Loren Publicidad
Cargo: servidor de mantenimiento.
Certifica: Sr. Mario Jiménez
Años de Duración: 1 Año

Imprenta:
Organización: Impresos Publicitarios
Cargo: Asist. De manto. De maquinaria.
Certifica: Sr. Alfredo Salazar
Años de Duración: 2 Años

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

Alfredo Shamir Salazar Quinatoa.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECANICA AERONÁUTICA

Subs.Téc.Avc.Ing. Hebert Atencio V.

Latacunga, Marzo 13 del 2014.

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **ALFREDO SHAMIR SALAZAR QUINATOA**, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año 2014, con Cédula de Ciudadanía N° 172571236-6, autor del Trabajo de Graduación **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA PARA EL MOTOR PROPFAN ROLLS ROYCE RB 3011”**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Alfredo Shamir Salazar Quinatoa.

Latacunga, Marzo 13 del 2014.