

PROYECTO L3

“RIM 161-Stándar SM3”

Longitud total:	3040 mm
Diámetro:	205 mm
Envergadura:	645 m
Peso en rampa:	19,8 Kgrs
Motor:	Aerotech M 1297-W
Coef. Resistencia:	0,75
Velocidad salida rampa:	68,0 Km/h
Vel. Max. Prevista:	815 Km/h
Altura max. Prevista:	1850,0 mts
Aceleración max.:	10,02 gg

por **JOAQUIM GAYA BELTRAN**

Barcelona (Spain), 11, septiembre, 2012

Capitulo 1. MOTIVACION E INTRODUCCION.

Capitulo 2. DISEÑO.

A. MODELO

B. MATERIALES

C. ROCKSIM

Capitulo 3. PROCESO DE CONSTRUCCION.

Capitulo 4. BODEGA.

Capitulo 5. RECUPERACION

Capitulo 6. LISTADO DE MATERIALES.

Capitulo 7. CHEQUEO ANTES DEL VUELO

Capitulo 8. CONCLUSION

Anexos:

Planos RIM 161, Versión L3

01. Vista general

02. 1º sección (motor)

03. 2ªsección (drogue)

04. 3ª y 4ª sección (Main y ojiva)

05. Main parachute

06. Esquema electrico

Ficha técnica Araldite LY5052 y Aradur HY5052

Capítulo 1. MOTIVACION E INTRODUCCION

Habiendo superado varias etapas constructivas con comienzos en la competición FAI, luego ya en modelos libres comenzando por kits y finalmente con modelos de diseño propio y autoconstruidos.

En los últimos SRM, he presentado cada año un proyecto cada vez más ambicioso, en los que iba aumentando mis metas y en ninguno de ellos he tenido el más mínimo incidente, siempre he contado con la estimable colaboración de algunos de mis compañeros de SPAINROCKETRY

Ejemplos de estos últimos:

Año	Nombre	Peso	Motor	Marca	Ø	Ns	Altura	Observaciones
2006	NoFumeu	1100	RMS H128	Aerotec	29	118	311	Certificacion L1
2007	Gegant del Pi	4430	J350W	Aerotec	38	700		MiniAlt, doble despliegue
2008	BlueRed	2000	I284W	Aerotec	24	59	660	DD., MiniAlfa (DMTC2team)
2008	Gegant del Pi	2000	J420R	Aerotec	38	650	890	Doble despliegue MiniAlt Certificacion L2
2009	Tricampio	3500	J 350	Aerotec	38	700	950	DD, Alt:MiniAlt+Mini Alfa DMTC3-3 Paracaídas
2010	TARTAR	5215	K-645R	Aerotec	54	1520	1498	Doble despliegue, altímetro redundante:SR Alt, Mini Alfa DMTC3
2011	Hercules-Coyote	9358	J-800 J-285	Aerotec CTI	54/54	1192	1600	Dos fases, doble despliegue,Alt. Mini AlfaDMT3, SR Alt, Altiaime+ acelerometro

Ya después del doble fase: **“HERCULES/COYOTE“**, se me presentaba una elección, continuar en esta línea o bien dar un salto hacia delante consiguiendo el nivel L3.

Decidí pues dar el salto animado por mis hermanos Luis (1942) y Jaime (1945), el primero Químico y experto en composites de poliéster y epoxy y Jaime arquitecto que me ha ayudado en la visión de la estructura para poder dar la rigidez y así conseguir una UNIDAD apta para la aceleración e impulso inicial del vector.

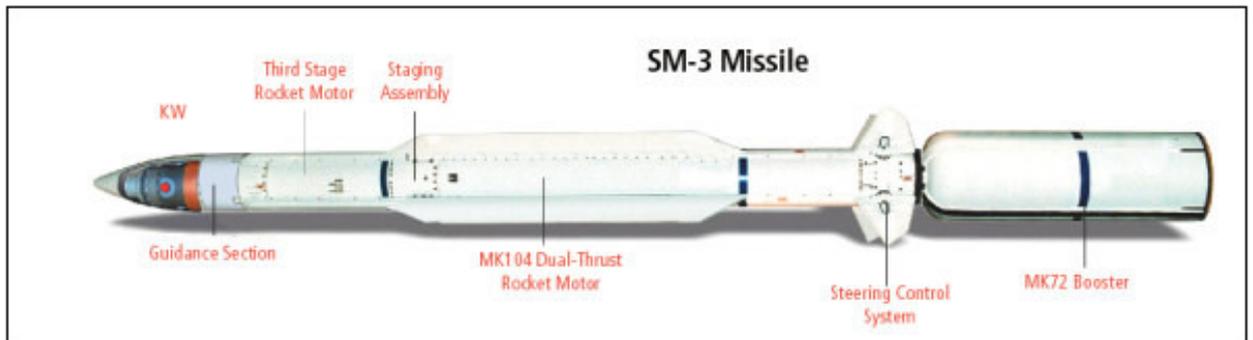
Respecto al diseño se presentaban dos aspectos:

- A. Elección del modelo.**
- B. Materiales a emplear.**

Elección del modelo.

Tengo un kit/maqueta del “BULLPUPY” que vuela excepcionalmente bien y que tiene un diseño singular al terminar en la parte inferior por una tronco de ojiva invertido, por lo que busque un modelo real que se adaptase mas o menos a la línea, pero al introducirlo en ROCKSIM, no daba una estabilidad suficiente para mis aspiraciones por lo que cambié al modelo real “RIM 161”

Que con una ligera modificación en las aletas laterales, es el que me decido a producir, sin el Booster.



Materiales a emplear.

En mis últimos cohetes he empleado el típico tubo de cartón reforzado mediante una capa de fibra de vidrio y epoxy diluido en alcohol metílico, para aumentar la rigidez, en este caso doy un salto cualitativo y voy a emplear, por recomendación de mi hermano Luis, un cuerpo laminado en fibra de vidrio y epoxy.

La fibra de vidrio se escoge la de 200 gr/m² de twill, ya que es deformable y al entrecruzar varias capas se consigue una rigidez mayor que si se emplease un gramaje superior.

Como resina epoxy se escoge una específica para estructuras de gran rigidez que ha dado muy buenos resultados en fuselajes de aeromodelos y hélices, y es empleada en cascos de barcos de competición, chasis de automóviles y entre otras aplicaciones hélices de náutica de competición por su rigidez.

Usos: aeroespacial, materiales compuestos de uso industrial, matricería, reparaciones aeronáuticas.

Baja viscosidad, fácil impregnación, excelente propiedades mecánicas y dinámicas, sistema aprobado por la Luftfahrtbundesamt (German Aircraft Authority).

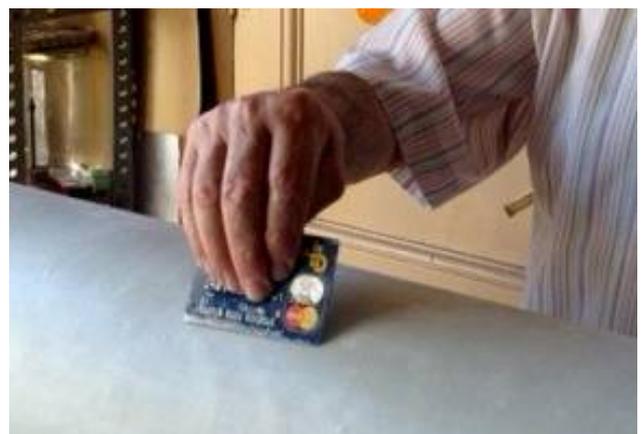
Esta resina es “ARALDIT LY5052” junto con el endurecedor “ARADUR HY5052”, da un tiempo de trabajo (Pot-life) de 110/160 minutos a 25°C. Al final de esta memoria se adjuntan las especificaciones técnicas de la resina. La mezcla se colorea de blanco con el pigmento específico “ARALDIT DW 131 Blanco”.

He adquirido la resina, directamente al distribuidor para España, lo que garantiza que su fabricación no sobrepasa los tres meses, no perdiendo ninguna de las propiedades.

Después de evaluar las técnicas de laminado:

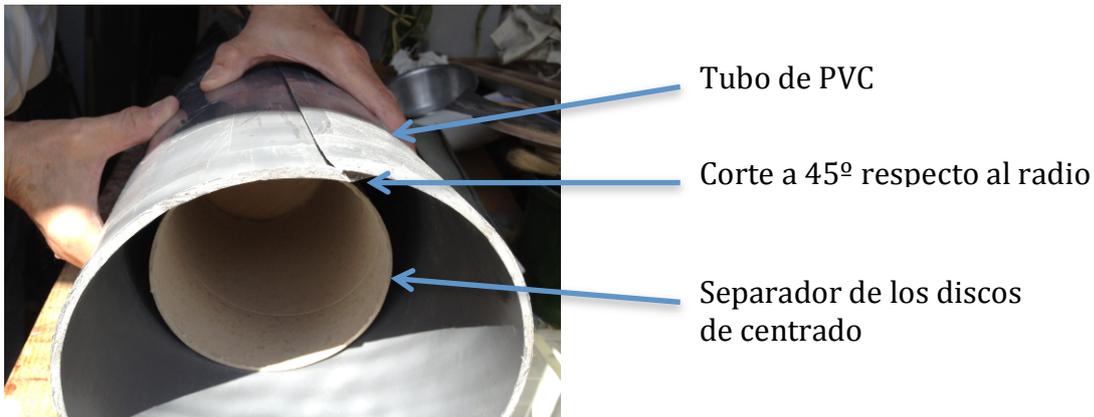
- a) al Vacío y
- b) Técnica de la tarjeta de crédito

Me decanto por esta última ya que en el proceso de vacío se forman unas cresta en la unión del saco de vacío que después se deben lijar y se constituye un punto débil, que no interesa.



Por el método de la tarjeta de crédito, se logra una relación muy buena de resina/fibra de vidrio, que en mi caso se ha calculado de aproximadamente de 39/61, técnicamente se recomienda una proporción desde la 50/50, hasta la 30/70, así pues se ha conseguido un buen resultado.

Como molde se usa un tubo de PVC de desagüe sanitario de \varnothing 200m/m, al que se la practica un corte longitudinal a 45° respecto a la línea del radio, para poder efectuar el desmoldeo fácilmente que a su vez se une con cinta adhesiva, se recubre mediante un film de polietileno de 200 μ (no es conveniente utilizar desmoldeante ya que después aparecerían problemas en el pegado y pintado de las piezas, por la parte interior se colocan discos de madera de contrachapado comercial con un centrador y unos separadores, de este modo se asegura una perfecta forma cilíndrica.



A partir de este momento se puede empezar a laminar.

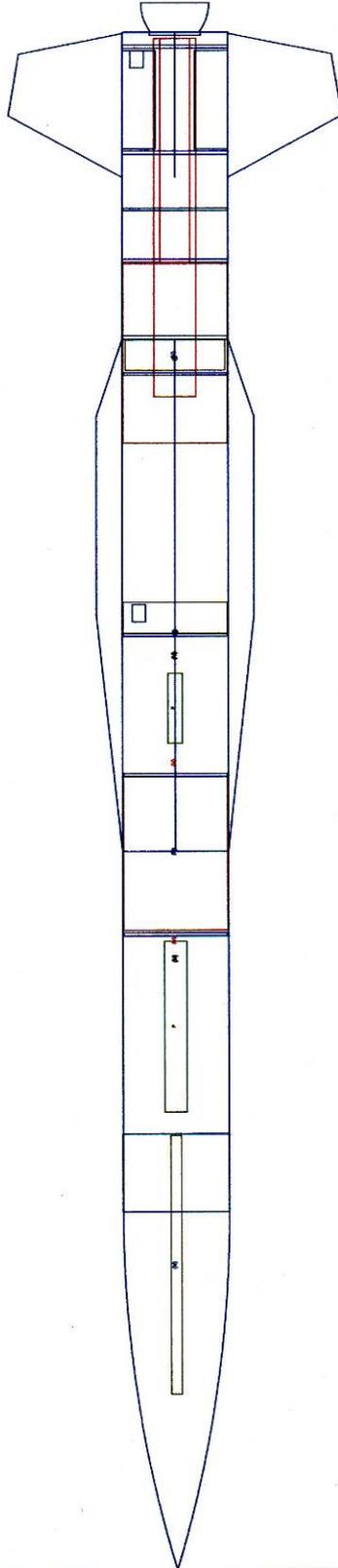
Para el tercio inferior del vector se lamina a un espesor de 2,25 mm (que corresponde a 11 capas de fibra de vidrio de 200 gr/m^2 , este mismo tercio a partir del disco superior de centrado del portamotor, se coloca un tubo acoplador de 10 capas de fibra, (2,1mm). El tercio medio, que es de 2,1 mm de grosor (10 capas), el tercio superior es de 1,9 mm (9 capas) y el cono se lamina con 5 capas directamente sobre la matriz de porspan de 22 gr/lts . Todos después de un pulido se terminan con una capa de 50 gr/m^2 .

Pegamentos

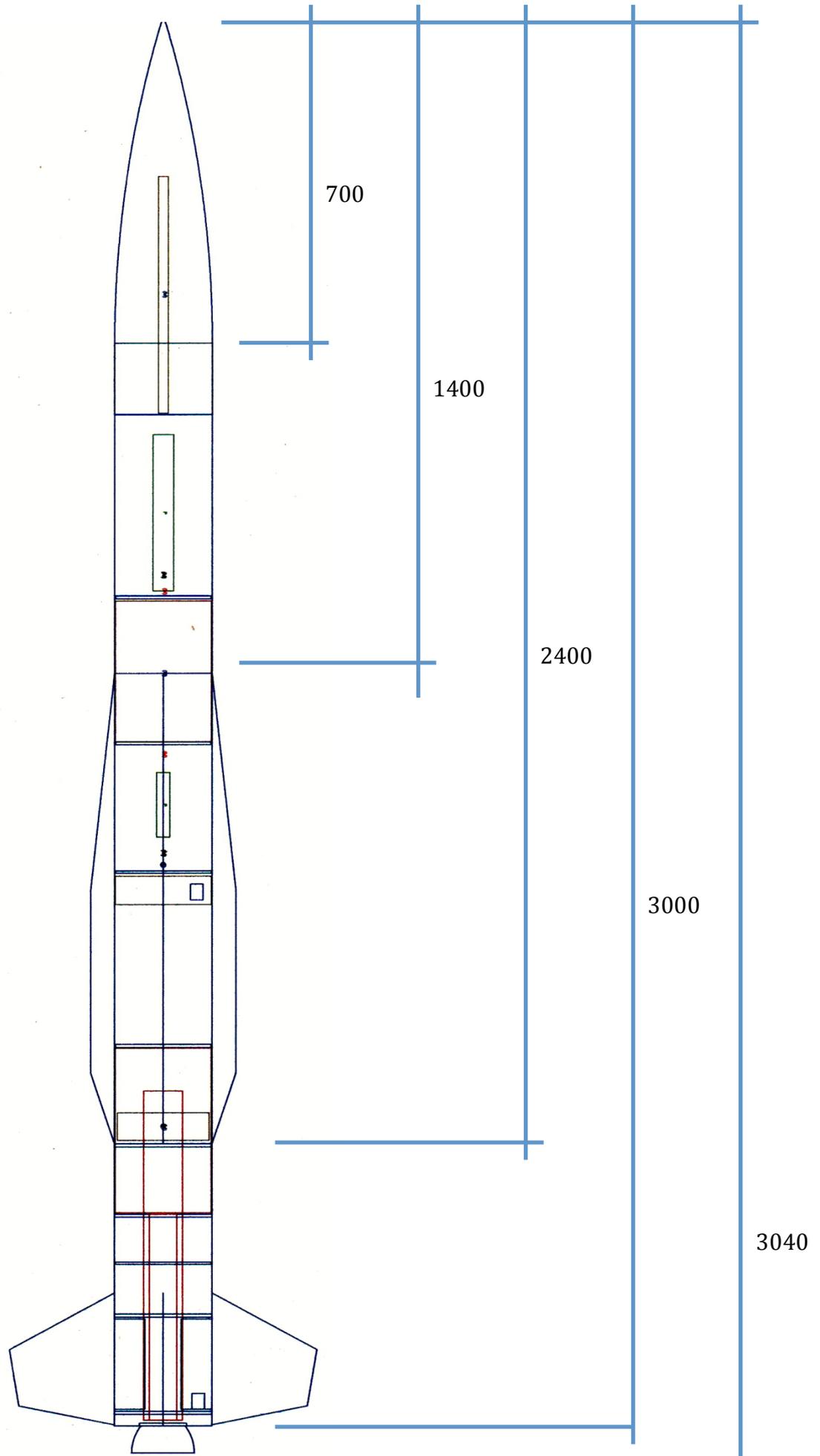
Se emplea para las uniones epoxi 30 min, para fijar las piezas y después se complementa con la resina de laminar añadiéndole un elemento tixotrópico (aerosil 200), para dar cuerpo y a su vez no derrame, de este modo se consigue reforzar todas las uniones, en algunas zonas se añaden virutas de fibra de vidrio (hilos cortados a 6 mm) para hacer las uniones mas fuertes. En cuanto a las uniones de piezas metálicas se utiliza ARALDIT azul (24Horas), ya que hemos comprobado que da un mejor rendimiento

ROCKSIM

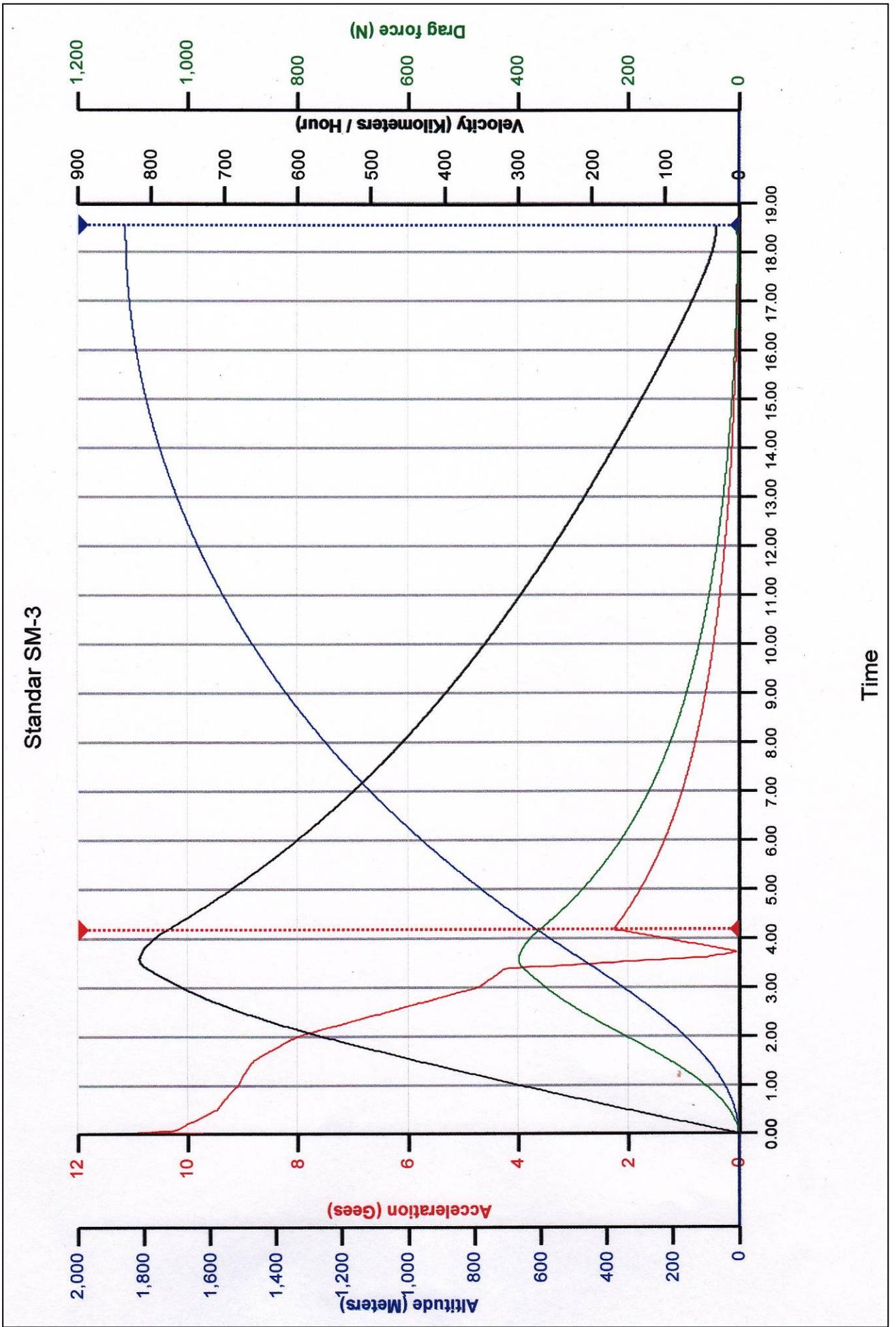
Standar SM-3
Length: 306.111 cm , Diameter: 20.500 cm , Span diameter: 64.500 cm
Mass 14323.529 g , Selected stage mass 14323.529 g
CG: 183.027 cm, CP: 236.565 cm, Margin: 2.61 Overstable
Shown without engines.

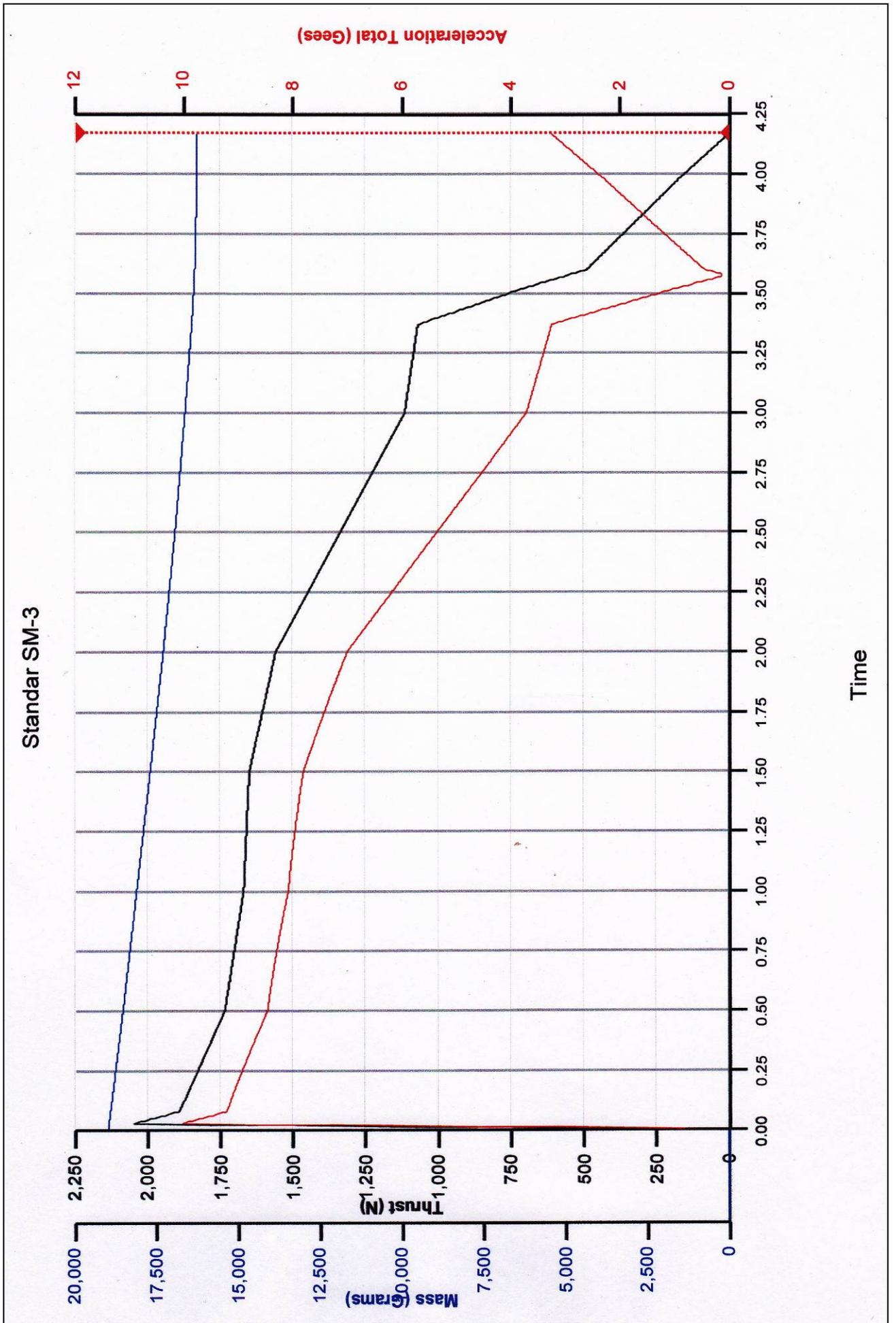


Medidas



Medidas en mm





Capítulo 3. PROCESO DE CONSTRUCCION

1er TRAMO

Construcción tubo en fibra de vidrio de \varnothing 200mm, 11 capas de fibra de 200 gr/m², lijado y una capa de 50 gr/m², para acabado final, grueso total de pared 2,25 mm.



Marcado de la ranura para las aletas (4)

Corte de las mismas



Corte y ajuste de los discos centradores en varios materiales.



Refuerzo en fibra de vidrio de 100 gr/m², del tubo portamotor (foto)

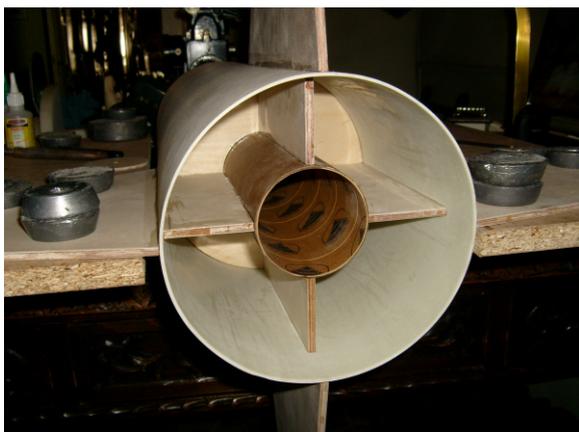
Construcción de las aletas en contrachapado aviación de 5mm, reforzadas con fibra de vidrio de 200 gr/m² mas una de 50 gr/m² para acabado final. (fotos)



MONTAJE

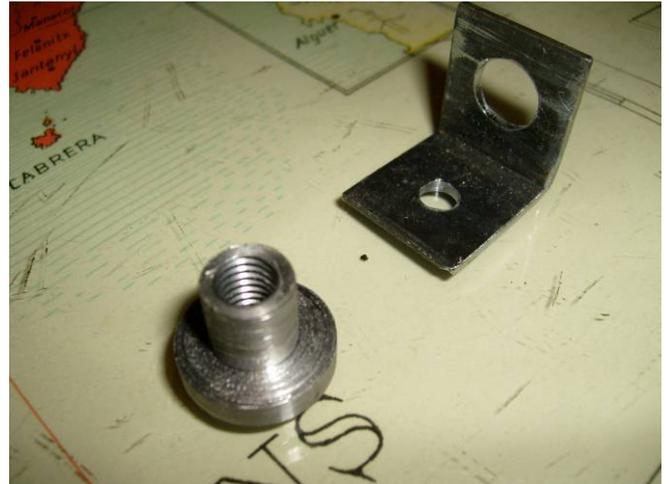
Colocación y montaje con epoxi 30 min, del disco centrador nº 1 de contrachapado aviación de 5 mm.

Colocación del tubo portamotor (para su alineación con el disco nº 3, sin encolar)



Colocación de las aletas con el tubo portamotor, de dos en dos opuestas.

Preparación del disco centrador nº 4 con el soporte del lug y tornillos tuerca para sujeción del motor.



Pieza ya soldada que une el lug con el disco doble inferior

Tabiques colocados entre disco y disco alineados en la posición de las aletas, así se reparte el esfuerzo, en la foto el primer piso de 3.

Colocación del disco centrador nº 2 de contrachapado aviación de 5 mm.

Colocación del disco centrador nº 3 de contrachapado aviación de haya de 5 mm mas otro contrachapado aviación de 3 mm de abedul pegados entre si por capa de fibra de vidrio de 200 gr/m² y epoxy, ya que sostiene el soporte del paracaídas (drogue y el main) junto con el disco nº 5 que va pegado dentro del tubo acoplador.



En esta foto se ve el sanwix de los discos , formado por dos discos de madera, abedul/abedul o abedul haya, pegados entre si mediante capa intermedia de f.v. y epoxy.

Colocación sucesiva de discos , siempre alternada con tabiques siguiendo la vertical de la parte interior de las aletas, también se puede apreciar la f.v. que está preparada para unir el tubo portamotor con los tabiques.(es una sugerencia de J. L. Sánchez)



A partir de disco nº 4 (comenzando a contar desde la tobera) en la imagen se inserta varilla roscada de M6 con tuerca y arandela en ambas caras del disco, pegadas con Araldit, el proceso se repite en el disco nº5 culminando en cáncamo hembra para sujetar el sistema de recuperación.



Tuercas especiales para sujetar el motor, fabricadas torneando un tornillo y roscando a M5.



Vista, por ambas caras, de las tuercas insertadas en el disco nº1



Disco nº1 ya colocado y pegado con un aro de f.v. y a su vez pegado con fibra de vidrio y epoxy.

Por una sugerencia de Andreas Mueller, secundada por José Luis Sánchez, para reforzar la sujeción de las aletas y que no hagan de página de libro, se rellenan los cuatro espacios delimitados por las aletas, el tubo portamotor y los discos 1 y 2, con espuma rígida de poliuretano, que queda totalmente adherida a las cuatro caras de cada espacio.



Falsa tobera construida en aluminio y f.v. y los dos aros de aluminio, que irán en el siguiente orden:

- 1er disco del cohete
- aro aluminio
- falsa tobera
- motor
- aro aluminio

Todo sujeto con 4 tornillos de M5x50

Presentación del conjunto descrito



2º y 3ER TRAMO

Después de la complejidad del 1er tramo , el proceso constructivo del 2º y del 3er tramo partiendo de los tubos de f.v., parece pan comido.

El 2º tramo tiene tres largas aletas laterales y el empalme a través del tubo acoplador con el 1er tramo, esta unión se realiza mediante 12 tuercas especiales, como las fotografiadas en la pag 15 que se colocan en diagonales de tres en la zona de proyección entre aletas, estas tuercas van pegadas al tubo acoplador



Respecto a las aletas del 2º tramo, van pegadas en superficie con unos tetones que atraviesan la pared del tubo principal.

En la foto se aprecia las incisiones para los tetones de las aletas y un grupo de los agujeros mencionados en el primer párrafo de esta página.

Pegado de las aletas del 2º tramo, como se aprecia mediante un regle de aluminio se ajustan exactamente con la alineación de las del primer tramo.



En la fotografía se aprecian los cuatro tramos incluida la ojiva, a pesar de ser una vivienda de 2,90 mts no cabe montado por las dimensiones totales



Detalle de las aletas principales siguiendo la pauta del modelo original, en este caso representa el punto de movimiento para la guía del misil

Detalle de las aletas auxiliares



REFUERZO EN ESPUMA PU DE LAS ALETAS

De los cuatro espacios delimitados por dos aletas disco 1º, disco 2º y tubo portamotor.



Practicando cuatro taladros en disco 1º correspondientes a los cuatro huecos.

Protección de la parte inferior mediante film de polietileno y cinta adhesiva para que el excedente de PU no se pegue.



Rociando con agua el interior de los huecos para que se pegue la espuma de PU.

Inyectando la espuma de PU



Salida del sobrante de la espuma de PU al expandirse.

OJIVA



Se construye a partir de planchas de porexpan de 22 gr/l. De 50mm de grosor que se pegan insertando un listón redondo de madera.

Se da forma cilíndrica poniendo dos discos de cartón en los extremos y con el arco con hilo de nicrom de 0,4mm y 18 volts se corta para dar la forma.

El cilindro obtenido se coloca en un cajón donde puede girar libremente y los laterales del cajón son las plantillas para el desbaste con el arco de nicrom.



Como paso posterior se gira con el taladro y se pule siguiendo las plantillas como patrón.

El ultimo paso es dar 4 capas de f.v. de 200 gr/m² mas una de 50 gr/m² después de pulir.

Se remata por la parte inferior con disco de contraplacado aviación de 5 mm + 2 mm donde se acoplará la radio-baliza y el geolocalizador GSM/GPS.





Vista general pre ensamblado.

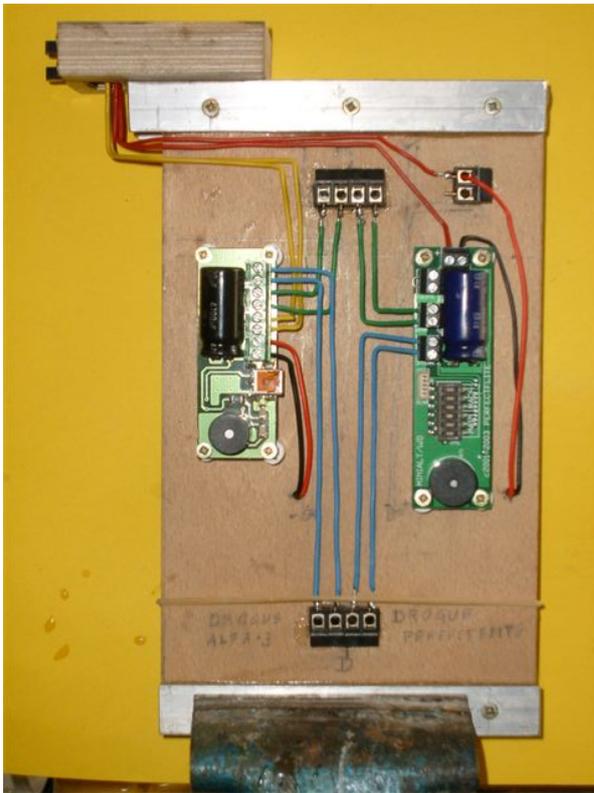
|



Finalizado,
pintado y
decorado

Capitulo 4. BODEGA

El diseño y la construcción de la bodega es exacto al que he utilizado en anteriores cohetes, consta de dos altímetros, que en el apogeo accionan una sola carga explosiva de forma redundante para asegurar y en el segundo despliegue esta previsto un delay de 50 mts para asegurar el mismo,



Vista por las dos caras de la bodega electrónica, en la primera se aprecian los dos altímetros, las regletas de conexiones y en la parte superior los dos interruptores que quedaran a nivel del fuselaje.

En la foto inferior las dos baterías independientes para cada altímetro, así se asegura la independencia de cada uno de ellos previendo la posible avería de cualquiera de ellos.



Adjunto PDF del esquema electrico

El paracaídas principal está compuesto de 16 sectores o piezas cortadas individualmente de una tela 'Nylite' anti desilachado (strip) especial para paracaídas o spinnaker de 40 g/m^2 , con revestimiento especial deslizante de poliuretano (PU) tipo 'dynakote' construida con filamento de 30x30 deniers. Es de destacar que el alargamiento (elongación) de la tela, a igualdad de esfuerzo de tracción, es muy similar en todas las direcciones.

Las dimensiones de los sectores han sido calculados geoméricamente (ver plano) en base a obtener un paracaídas semielipsoidal con una relación ente semiejes de $b/a = 0.707$. Esta relación, según los cálculos de *Richard Nakka*, es la que produce una distribución de tensiones perfectamente repartidas en la tela del paracaídas. Esta relación no es casual, la elipse (para el caso de $a=1$ y $b=0,707$) tiene también una distancia del centro a los focos de 0,707 y una excentricidad de 0,707 . El semielipsoide se prolonga 10 cm en sección cilíndrica (ver plano). Como dato curioso apuntamos que esta forma semielipsoidal es la que se utiliza en construcciones de calderería cuando se pretende una distribución de las presiones internas lo más uniforme posible en espacio reducido.

(También puede obtenerse el desarrollo de un sector o "gajo" de este tipo de paracaídas en <http://www.nakka-rocketry.net/paracon.html>

El resultado, atendiendo al peso del cohete (alrededor de 18 kg) cuya velocidad de descenso se quiere reducir hasta los 3-4 m/s, es un paracaídas de 2,80 metros de diámetro y una superficie (de la sección horizontal máxima) de 6,07 m² con un cordaje de 16 elementos de 4,20 m lo que supone una separación de 4,00 m del punto de suspensión de la carga a la base del dosel o paracaídas.

Respecto al cordaje, se ha seleccionado un cabo de estructura multitubular de fibras de polietileno (PE) 'dyneema' SK-75, también con recubrimiento deslizante de poluretano (PU), de 2 mm de diámetro con una capacidad de carga individual de 320 kg lo cual supone una capacidad conjunta, para los 16 cabos, de 5.120 kg.

Dada la escasa o casi nula permeabilidad de la tela se ha optado por disponer un agujero de escape central de 30 cm de diámetro que evitará que los flujos succionantes de aire alrededor del borde del dosel produzcan movimientos de vaivén o en espiral, con lo que se pretende un descenso uniforme.

Respecto a la construcción se ha utilizado una costura triple de unión de los sectores entre sí como la que se utiliza para las velas de los barcos (aunque en la actualidad también se utilizan adhesivos) o los paracaídas en general. Este tipo de costura produce una cinta de unos 7 mm de anchura y de 4 espesores de tela con lo que se evitan –para el caso que nos ocupa- otros refuerzos que se pretenden innecesarios. En los bordes, una costura de doble plegado y, en el caso del agujero o escape de aire, se reforzará con una cuerda dispuesta circularmente en ese borde para evitar su desgarro.

Se ha optado por que todas las puntadas de las costuras sean en zig-zag tipo lockstitch de 3-4 mm de anchura (en lugar de puntadas chainstitch, también flexibles) separadas también 3-4 mm. Con ello se pretende absorber los movimientos elásticos de la tela sin que se rompan las costuras, cosa que sucedería en caso de puntadas rectas. La tensión del hilo (polytetrafluorethylene (PTFE)) se gradúa para que las telas queden fuertemente apretadas entre sí, consiguiéndose un plus de resistencia corrigiendo la gran 'deslizabilidad' de una tela sobre otra. El hilo PTFE de Gütermann, está preparado para resistir radiación UV y algunos agresivos químicos.

El cordaje se ancla a la tela en una longitud de 12 cm mediante una costura en zig-zag que atraviesa alternativamente la cuerda y la tela justo en la costura reforzada de unión de las distintas piezas. Antes de la costura del cordaje, la unión se refuerza con tejido de poliéster adhesivo que quedará sujeto por encima del cabo y las susodichas costuras y evita que pueda romperse el tejido en esta zona por las múltiples costuras que, por otro lado, serán con puntada más espaciada..

En el plano se ha establecido una separación de 20 partes de la longitud total del sector y se han acotado las anchuras (a las que se deberá añadir la merma de tela por el doblado de las costuras) para proceder al corte de la plantilla.

CALCULOS:

DROGUE

Masa suspendida = 17,145 kg

Superficie 0,78 m²

La velocidad límite resulta de la ecuación del equilibrio del paracaídas en descenso
 $mg = kv^2$

siendo mg el peso

v la mencionada velocidad en el equilibrio

k el coeficiente de proporcionalidad o de resistencia al avance

$$k = \rho A \delta / 2$$

en donde ρ es la densidad del medio (aire = 1,29 kg/m³)

A = área de la sección transversal frontal expuesta al aire (en el caso de drogue

A = 0,78 m²)

δ = coeficiente de forma que para el drogue asumimos 1,2 (coeficiente de un disco plano)

Por tanto $k = 0,604$

Y la velocidad $v = \sqrt{mg/k} = \sqrt{17,145 \cdot 9,8 / 0,604} = 16,681 \text{ m/s}$

Tenemos que suponer que la apertura del drogue se producirá cuando el rocket adquiriera una velocidad suficiente, por supuesto siempre ligeramente superior a la mencionada velocidad límite ya que su desplegamiento se habrá producido en el momento que se disparen los controles altimétricos con el retardo programado para evitar que se halle en el punto de recorrido casi horizontal en donde, sin ganar

prácticamente altura (se disparan los controles altimétricos) sigue con una cierta velocidad.

MAIN

Superficie = 6,07 m²

En este caso, asumiendo un coeficiente de forma de $\delta = 1,8$ $k = 7,047$

y la velocidad límite $v = 4,882$ m/s

Por tanto, en el momento de apertura del paracaídas principal se produce un descenso brusco de la velocidad de $16,681 - 4,882 = 11,799$ m/s, siendo equivalente a un “tirón” o impacto sobre el sistema del paracaídas de $E_c = \frac{1}{2} mv^2 = 1.193,432$ J

Anexo:

*Plano “Main parachute” con las modificaciones incorporadas
Plano “Sección 2ª (paracaídas 1º)”*



Probando el Main al viento en Alcolea de Cinca (Huesca), con los colores del Fútbol Club Barcelona (BARÇA)

Capitulo 6. LISTADO DE MATERIALES

GENERAL	DESCRIPCION	CANTIDAD	ORIGEN
	Fibra de vidrio twill 200 gr/m2	22 mts	comercial
	Fibra de vidrio 50 gr/m2	2 mts	comercial
	Fibra de vidrio de 100 gr/m2	3 mts	comercial
	Fibra de vidrio 160 gr/m2	1 mts	comercial
	Film politeno 200 micras x 1mt	3 mts	comercial
	Tubo PVC 200x30000	1	comercial
	Resina ARALDIT LY 5052	3,5 Kgrs	comercial
	Catalizador ARADUR HY 5052	1,4 Kgrs	comercial
	Pequeño material de ferreteria		comercial
	Pegamentos varios		comercial
	MOTOR: RMS 75-5120 M-1297-W	1	comercial

SECCION COHETE	DESCRIPCION	CANTIDAD	ORIGEN
1er CUERPO	Tubo F.V. 200x205x600 (11 capas de 200 gr/m2)	1	self made
	Aletas abedul de 5 mm, recubiertas por ambas caras por f.v. de 200 gr/m2 + f.v. 50 gr/m2	4	self made
	tubo portamotor PML 75	1	comercial
	Discos centradores reforzados (haya + f.v. + abedul) total 9 mm	2	self made
	Discos centradores abedul, 5 mm	5	self made
	Discos dobles centradores (abeldul+ f.v + abedul) 9 mm	1	self made
	Tabique contraplacado abedul 59x10	4	self made
	Tabique contraplacado abedul 59x11	4	self made
	Tabique contraplacado abedul 59x 11,5	4	self made
	Disco centrador sujeta perdigones 5 mm	1	self made
	Disco aluminio soporte motor 2mm	1	self made
	Disco aluminio soporte motor 2 mm	1	self made
	Falsa tobera/parachoques Al + f.v.	1	self made
	Tornillos M5x50 sujeta motor	4	comercial
	Tuercas especiales sujeta motor	4	self made
	Tubo acoplador, formando unidad con tubo cuerpo 1 (194,5x200)de f.v.	1	self made
	Tuercas especial M5	12	self made
	Tuercas especiales sujeta saco perdigones	2	self made
	Varilla para sujetar sistema de recuperación M6	2	comercial
	Tuercas para varillas M6	8	comercial
	Arandelas para varillas	8	comercial
	Cáncamo hembra M6 para sujetar sistema recuperación	2	self made
	Saco toroidal para perdigones	1	self made
	Adornos aletas, simulación articulación	8	self made
	Soporte para tuerca especial para lug	1	self made
	Tuerca especial para lug	1	self made
	Tornillo M6 sujeta soporte para lug a disco inferior	1	comercial
	Lug y tornillo sujeta lug de M8	1	comercial

SECCION COHETE	DESCRIPCION	CANTIDAD	ORIGEN
2º CUERPO	Tubo f.v.200x204,5x1000	1	self made
	Tornillos M5 cabeza gota de sebo, para sujetar entre si los cuerpos 1 y 2	12	comercial
	Aro/anillo refuerzo, en f.v., para sujetar lug y apoyo disco de apoyo drogue	1	self made
	Disco apoyo sistema de recuperación, abedul 5 mm	1	self made
	Cinta alpinismo 2mts	1	comercial
	Cordón elástico 3 mts. calidad náutica	1	comercial
	Cuerda poliéster pretensado 0,20 mts	1	comercial
	Protector ignifugo para cordón		
	Sacavuelas	1	comercial
	Paracaídas Ø 1 mt	1	self made
	Cuerda sistema recuperación poliéster pretensado 3mts de 6,5 mm	1	comercial
	Protector ignífugo para paracaídas	1	self made
	Mosquetones	2	comercial
	Aletas laterales abedul 3 mm	4	self made
	Adorno aletas laterales	8	self made
	Tuerca especial para el lug	1	self made
	Lug y tornillo sujeta lug M8	1	comercial

SECCION COHETE	DESCRIPCION	CANTIDAD	ORIGEN
BODEGA ELCTRONICA y TUBO ACOPLADOR	Tubo f.v. (195,5x200x300)	1	self made
	Disco tapa inferior 5+3 mm de abedul	1	self made
	Disco tapa superior 5+4 abedul	1	self made
	Placa soporte altímetros y baterías hayal 5mm	1	self made
	Soporte placa e interruptores superior de Al	1	self made
	Soporte interruptores	1	self made
	Tornillos soporte	2	comercial
	Soporte placa inferior de Al	1	self made
	Tubos guía varillas roscadas 6x7mm	2	comercial
	Varillas roscadas M6, 325mm longitud	2	comercial
	Tuercas M6 hexagonales	8	comercial
	Cáncamos hembra M6	4	comercial
	Cordón 6 mm para sistema recuperación, 20 cms	2	comercial
	Protector ignífugo para cordón	2	comercial
	Soporte protector ignitores para expulsión	3	self made
	Protector ignitores	3	self made
	Tornillos sujeta altímetros	8	comercial
	Tornillos sujeta soporte de Al	6	comercial
	Regletas mini	5	comercial
	Interruptor de corredera	2	comercial
	Conectores para baterías de 9V	2	comercial
	Cables conexiones	varios	comercial
	Tuercas especiales para sujetar 3er cuerpo M5	8	self made
	Altímetro Perfec Lite	1	comercial
	Altímetro Alfa	1	comercial
	Batería 9v	2	comercial

SECCION COHETE	DESCRIPCION	CANTIDAD	ORIGEN
3er CUERPO	Tubo de f.v. 200x204,5x700 (9capas de 200 gr/m2	1	Self made
	Tornillos para sujetar acoplador M5	8	comercial
	Mosquetón sistema recuperación	2	comercial
	cinta 25mm de 3 mts	1	comercial
	Anilla sujeta cinta	2	comercial
	Cordón elástico 10 mm de 3mts	1	comercial
	Cordón de poliéster pretensado 6,5 mm de 3 mts	1	comercial
	Paracaídas semielipsoide base circular Ø 2.5 mts	1	Self made
	Tela ignifuga	1	Self made
	Mosquetón para sujetar la ojiva	1	comercial

SECCION COHETE	DESCRIPCION	CANTIDAD	ORIGEN
4º CUERPO OJIVA	Ojiva Porex + 4 capas de f.v. De 200 g/m2 + 1 capa de 50 gr/m2	1	self made
	Tubo PVC Ø 20 mm x 40 cm, para rellenar de Pb para ajustar CdG	1	comercial
	Disco de contrachapado de abedul de 5 mm	1	self made
	Varilla roscada 6 mm	2	comercial
	Cáncamo hembra de 6 mm	1	comercial
	Radio Baliza	1	
	Geolocalizador GSM/GPS.	1	comercial
	Batería Radio Baliza 9v.	1	comercial

Capítulo 7. CHEQUEO ANTES DEL VUELO

1er y 2º CUERPOS

1. Colocar rosco de perdigones.
2. Poner disco sujetador.
3. Atornillar (2 tornillos y dos tuercas en varillas).
4. Colocar cáncamos hembra (2), en varillas.
5. Colocar cuerda sistema de recuperación con mosquetón, cerrarlo.
6. Colocar Choc cord con mosquetón , cerrarlo.
7. Pasar choc cord por dentro
8. Colocar 2º CUERPO en manguito de unión
9. Poner tornillos de sujeción 1er y 2º cuerpo (12)
10. Pasar choc cord por dentro del apoyo del drogue.
11. Ponerlo en su sitio.
12. Colocar choc cord bien plegado en su lugar.
13. Plegar drogue.
14. Sujetar drogue al choc cord con el mosquetón (cerrarlo).
15. Meterlo dentro del segundo cuerpo.

BODEGA ELECTRONICA Y MANGUITO DE UNION

16. Colocar ignitores (4 Davifire) en las dos tapas.
17. Colocar altímetros en su alojamiento (2).
18. Conectar altímetro Alfa 3 a batería interruptor OFF e ignitores (drogue y main).
19. Comprobar altímetro Alfa 3.
20. Conectar altímetro Perfeclite a batería, interruptor OFF e ignitores (drogue y Main).
21. Comprobar altímetro Perfeclite.
22. Colocar bodega (4 cáncamos hembra).
23. Colocar cuerda del sistema de recuperación en ambas tapas
24. Poner pólvora negra (3)
25. Sujetar la cuerda del Main a la cuerda superior con mosquetón (cerrar mosquetón).

3er CUERPO

26. Pasar el choc cord del Main por su interior.
27. Colocar la Bodega-manguito de unión al 3er cuerpo, atornillarla (8 tornillos)
28. Sujetar el choc cord 1º a la cuerda inferior con mosquetón (cerrarlo).
29. Conectar el 3er cuerpo con el 2º.

OJIVA

30. Colocar perdigones para equilibrar.
31. Poner tuerca y arandelas sujeta perdigones.
32. Poner tapa.
33. Poner cáncamo hembra.
34. Colocar batería radiobaliza en su alojamiento y cerrar.
35. Colocar radiobaliza y fijarla.
36. Colgar GSM/GPS con cinta elástica al cáncamo hembra del mosquetón del choc cord.
37. Sujetar el choc cord al cáncamo hembra de la ojiva (cerrar el mosquetón).

38. Poner la ojiva en el 3er cuerpo.

MOTOR

39. Montar el motor según instrucciones del fabricante (RMS 75-5120, M1297 W Aerotech.

40. Colocar el disco de Al de apoyo, la falsa tobera-parachoques, el motor, el disco de Al y sujetar todo el conjunto con 4 tornillos.

EN RAMPA

41. Colocar cohete en rampa comprobando el perfecto deslizamiento.

42. Conectar Radiobaliza y GSM/GPS en ojiva.

43. Conectar altímetros (dos interruptores).

44. Comprobar continuidad, indicación audible.

45. Introducir ignitor en motor.

46. Comprobar continuidad.

47. Seguir instrucciones del LCO.

NOTA: Marcar cada acción realizada por un ayudante.

Ya sólo me falta algún detalle final: pulir, pintar y decorar.

He construido esta maqueta del RIM 161, para obtener el nivel L3, basándome en la experiencia que he ido adquiriendo en la construcción y perfecto vuelo de mis modelos anteriores, etapas que fue culminada con el perfecto lanzamiento y vuelo de un dos etapas.

Estoy completamente seguro de que este RIM 161 tendrá un comportamiento perfecto, se han sobredimensionado todos los aspectos constructivos para asegurar en sobre medida que no haya ningún problema.

Se han tenido en cuenta varias observaciones de **José Luis Sánchez** y **Andreas Mueller** para que se aplicase fibra de vidrio con epoxy en las uniones de las alertas y de los tabiques del primer cuerpo con el tubo portamotor que a su vez se rellenará el hueco con espuma de poliuretano rígida para asegurar mejor el anclaje de las aletas (ver pag. 16) y otra sugerencia de, indicando que la velocidad horizontal en el apogeo es muy elevada y el drogue puede cortar el fuselaje se ha procedido a poner un primer tramo de cinta de 25mm de alpinismo para que la superficie en contacto se mas ancha que con un cabo, una tercera sugerencia hace referencia a la velocidad de descenso con el paracaídas desplegado que se había calculado entre 6 y 7 m/s y se ha cambiado por 3-4 m/s aumentando el diámetro a 2,80 mts.

Espero y estoy convencido que no se presentará ningún problema y el lanzamiento transcurrirá según lo previsto y constituirá UN COMPLETO ÉXITO.

Doy las gracias a mis hermanos Luis y Jaime que han colaborado activamente en el proyecto tanto en el aspecto de diseño y técnico como el simplemente en el esfuerzo personal.

ANEXO 1

Planos RIM 161, Versión L3

01. Vista general
02. 1º sección (motor)
03. 2ªsección (drogue)
04. 3ª y 4ª sección (Main y ojiva)
05. Main parachute
06. Esquema eléctrico

ANEXO 2

Ficha técnica Araldite LY5052 y Aradur HY5052

Nota: Prohibición expresa de la reproducción parcial o total, tanto del texto como de los planos anexos, sin el consentimiento escrito del autor.