

MI PROYECTO L-2
para Certificación Level 2 de
TRIPOLI ROCKETRY ASSOCIATION, INC.



RIM-66 Standard Missile SM-2MR

LUIS IGNOTO LEDO - TRA #14608 L2 – Madrid (Spain) 6 de Septiembre, 2014

INDICE

		<u>Páginas</u>
Capitulo 1º.-	Características generales y Materiales	2
Capitulo 2º.-	Diseño, Cálculo y Acabado (OpenRocket)	3
Capitulo 3º.-	Historia y participación actual	4 a 6
Capitulo 4º.-	Construcción	7 a 12
Capitulo 5º.-	Prueba estática	13
Capitulo 6º.-	Pintado y decoración	14
Capitulo 7º.-	Sistema de Recuperación	15
Capitulo 8º.-	Lanzamiento	16-17
Capitulo 9º.-	Etiquetas	18

Misil en el que está inspirada la adaptación



Capítulo 1.- Características generales:

Modelo: RIM-66 Standard Missile SM-2MR

Modelo de partida:

Kit **Level-2** de Apogee (Manufactured by: Madcow Rocketry)

Características del modelo modificado por adaptación a RIM-66 SM-2MR.

Materiales:

Ojiva: Plástico reforzado interiormente con fibra de vidrio.
Fuselaje, porta-motor, bahía electrónica y aletas principales en G10.
Aletas longitudinales en DM con bordes reforzados e impermeabilizadas.

Dimensiones:

Longitud total:	1.730 mm
Diámetro:	102 mm
Número de Aletas principales:	4
Envergadura aletas principales:	346 mm
Número de Aletas longitudinales:	4
Envergadura aletas longitudinales:	152 mm
Diámetro porta-motor:	54 mm
Coefficiente de Resistencia:	0,75

Motorización:

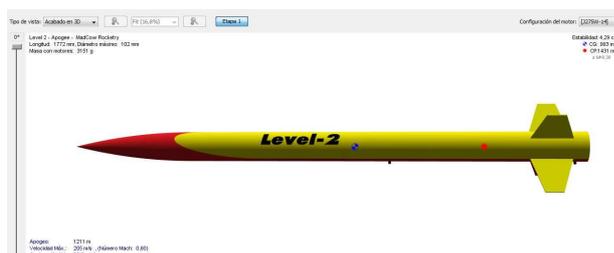
Motor, Marca / Tipo:	Aerotech / J275W-M
Impulso Total:	774 Ns
Empuje medio:	277 N
Empuje máximo:	350 N
Tiempo de quemado:	2,95 s

Pesos y performances:

Peso en vacío:	3,795 Kg
Peso en rampa c/este motor:	4,692 Kg
Velocidad salida rampa:	17,1 m/s <> 61,56 Km/h
Velocidad Máxima prevista:	143 m/s <> 515 Km/h (núm. Mach 0,42)
Altura Máxima prevista:	940 m
Aceleración Máxima:	65,8 m/s ² <> 6,7 g,s
Centro de presión:	1.362 mm
Centro de Gravedad p/1 calibre: < que	1.260 mm
Centro de gravedad s/cálculos:	1.158 mm

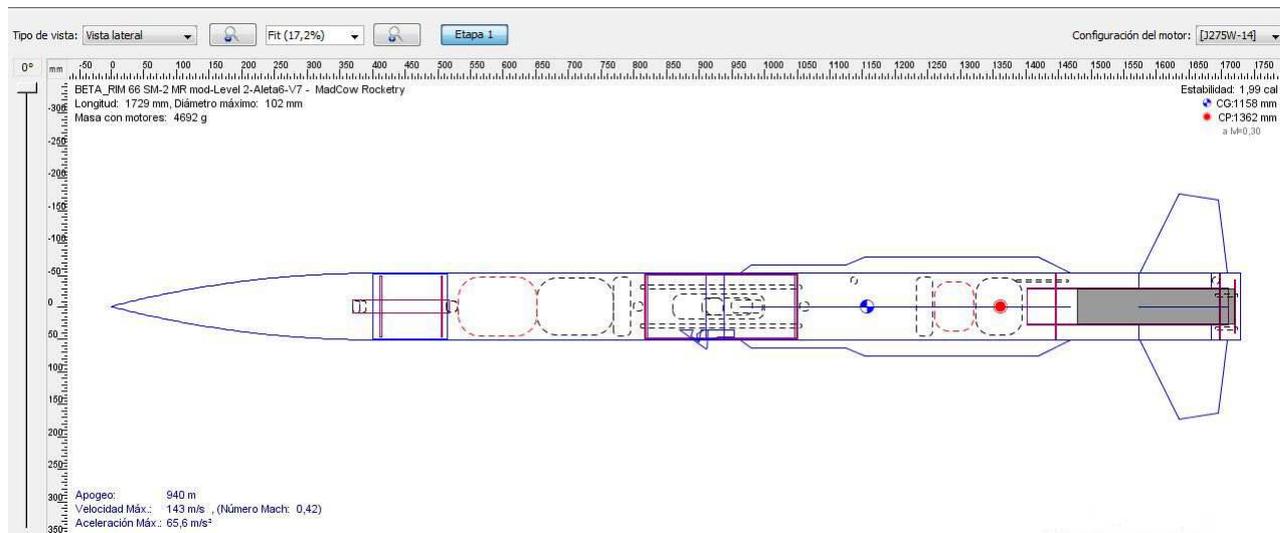
Modelo del kit básico de partida de Apogee - by: Madcow Rocketry

(Croquizado con OpenRocket)



Capítulo 2.- Diseño, Cálculo y Acabado

Diseño y cálculos con OpenRocket: Adaptación como RIM-66 SM-2MR



Detalle de Vista Lateral

La envergadura de las aletas es menor que las originales, así como su posición, que es más retrasada para asegurar un margen amplio de estabilidad (superior a un calibre) resultando en cálculos mayor de 1,9 calibres, incluyendo una pequeña cámara mini-DV con su carenado.



Detalle en Vista 3D con acabado de pintura y decoración.

Se incluye cámara mini-DV a bordo con su carenado.

En documento anexo se aporta fichero de diseño de OpenRocket, software libre que se puede descargar de: <http://openrocket.sourceforge.net/>

Capítulo 3.- Historia y participación actual

Reencuentro con el Modelismo Espacial

Después de haber hecho Aeromodelismo en casi todas sus facetas me inicié en el Modelismo Espacial de competición F.A.I. en 1977, animado por mi amigo **Ángel Infante Moratilla**, continuando en los años 80 y mitad de los 90 a nivel internacional consiguiendo varios éxitos.

Así que estuve inmerso, en este Deporte-Ciencia, desde el lógico aprendizaje inicial como en la posterior enseñanza en la Escuela provincial a nuevos aficionados, en el diseño de modelos para competición, en la programación informática de una Aplicación para el cálculo de estabilidad de los modelos (adaptándola a medida que los medios informáticos avanzaban). Fui Subdelegado de Modelismo Espacial en CIAM-FAI durante los 80 y parte de los 90.

En ese tiempo estuve dirigiendo el **Club Grupo Empresa Talbot-RVI**, con el cual organizamos concursos de Aeromodelismo y Modelismo Espacial a niveles autonómicos, nacionales, colaborando para un europeo en Lleida bajo la dirección de la entonces FENDA – actualmente RFAE - junto con el Club Aeromodelismo Madrileño y el R.A.C.B.S, y la participación de muchos amigos deportistas, particularmente **Ángel Infante Moratilla**, Jefe del Equipo Nacional en los encuentros Internacionales de M. Espacial.

Con el paso del tiempo ya no pensaba tener la oportunidad de volver a practicar esta afición

Pero llegó Internet y Facebook y en Enero de 2011 nuestro gran amigo y compañero **Jesús Manuel Recuenco Andrés** contactó conmigo, y me invitó a Fontanar – en las instalaciones del Club Alcarreño - para enseñarme sus modelos de Alta Potencia H.P.R. y “tirar” unos cohetes de baja potencia, que por cierto yo guardaba con esmero incluyendo kits aún no construidos.

En 2011 en febrero y para ese encuentro construí un viejo kit de un pequeño modelo, el **Condor**, que porta un ligero planeador canard, además llevé mi *veterana maleta de competición* porta-modelos y demás, así como un Maxi ALFA y otros más. Jesús Manuel llevó entre otros su **NOVA-L2**, con el que pude apreciar las esencias de un Modelo Espacial HPR.

Después de ese día me entró *el gusanillo* y a partir de ahí empecé a desempolvar y hacer modelos (un **Interceptor** de Estes - todavía me queda un kit para mis niet@s).

En el **SRM-2011** de Setiembre llevé el **Interceptor** a Aerocinca junto con un **Space Shuttle** ya histórico y otros. Pero en este encuentro sobretodo observé con detalle todo y fotografié todo y todos los modelos de todos *(al estilo de espionaje japonés)*.

Mi mujer, Charo, ya se sospechó que eso no iba a acabar ahí, como así ha sido.

En 2012 solicité el Alta en el CLUB SPAIN ROCKETRY M.E. AEROMODELISME para poder practicar con seguridad este deporte-ciencia. En este año acudí a Fontanar en Febrero (con un frío infernal) donde solo lancé el Interceptor y desafortunadamente el motor hizo un CATO. Había construido un modelo que denominé **NOVA-L0**, a partir de restos de un viejo Maxi Alfa junto con un Kit que me quedaba del mismo, y a escala del NOVA-L2 de Jesús Manuel, pero no pude lanzarlo por las adversas condiciones climatológicas.

Para **Junio** en Aerocinca preparé un diseño para altitud, el **PROTO ALT 33.3F**.

Al **SRM-2012** no pudimos acudir por motivos de fuerza mayor.

En 2013, para el encuentro de Mayo en Velilla de la Sierra - Soria, además de modelos de baja potencia, llevé el **NOVA-L0** con las variantes de 1 y de 2 fases, el **NOVA-L0 2E**, así como el **Weasel 24**, un diseño a escala para motor D12-5, incorporando una cámara mini-DV, adaptación basada en un modelo de Rodrigo Borjabad (*el Yellow Arrow - de algo me tenía que servir el espionaje*).

En el **SRM-2013** me decidí a dar el salto y preparé un modelo para intentar la Certificación **Level 1** de TRIPOLI. Para lo cual solicité mi asociación a dicha Association y con un Kit de PML, que adquirí a SierraFox, el **QUASAR**, obtuve dicha **Certificación L-1**.

En 2014 practiqué *el doble despliegue*, tanto en **Derde** como en **Soria**, con un modelo totalmente custom, el **BETA-2P**, además diseñé otro de dos diámetros, el **Beta-Cargo**, y modifiqué el **QUASAR** sustituyendo la bahía original de carga (de 9") por una mayor (de 18") también para *doble despliegue* con sus paracaídas drogue y *main*, incorporando la electrónica correspondiente, convirtiéndolo en el **QUASAR Big Bay**, que funcionó correctamente.

En el SRM-2014, después de esas pruebas, me decidí a realizar un modelo para intentar la Certificación L-2 de TRIPOLI ROCKETRY ASSOCIATION INC., así que partiendo de un KIT de Apogee en fibra de vidrio, el **Level 2** lo reconvertí; recorté el perfil de las aletas, incorporé unas aletas longitudinales, lo doté de electrónica, etc. creando algo que se pareciese al misil **RIM-66 Standard Missile SM-2MR**, que trato en este dossier y con el cual obtuve la **Certificación L-2**.

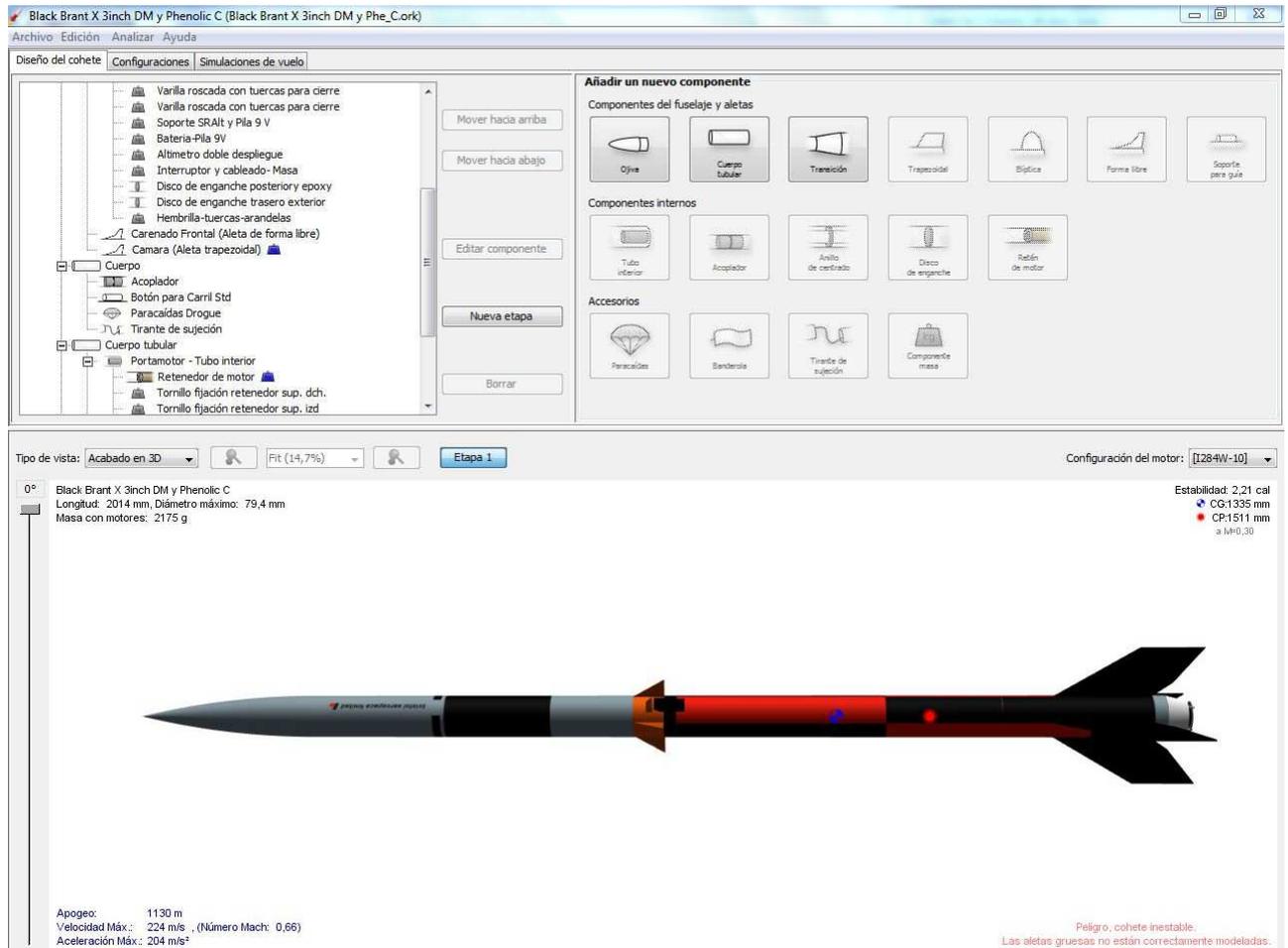
En estos años y hasta el momento he realizado un total de 33 lanzamientos con un peso total lanzado de 15.954 gr y un Impulso Total acumulado de 1.925 Ns.

MODELISTA: LUIS IGNOTO LEDO, TRA #14.608 L2 Club Spain Rocketry												
Listado de vuelos de Cohetes desde Febrero de 2011 - Actividad con el Club de H.P.R. (En Baja, Media y ALTA POTENCIA)												
CAMPO: Lugar/Evento	Fecha	Cant	ROCKET	PESO - gr	MOTOR	MARCA	RMS	SU	Ø	I.T. - Ns	Alt.Estim. m	Observaciones
Fontanar	05-feb-2011	1	Condor	41	1/2A3-2T	Estes		X	13	1,1	50	Portador de Planeador. R. Paraca y Planeo
		2	MAXI ALFA	195	C5-3	Estes		X	18	9,1	70	Altitud simulador - R. Paracaídas
		3	Condor	46	1/2A3-2T	Estes		X	13	1,1	50	Portador de Planeador. R. Paraca y Planeo
		4	MAXI ALFA	203	D12-5	Estes		X	24	16,8	150	Altitud simulador - R. Paracaídas
Aerocinca SRM 2011	9a11 Sep 2011	5	DELTA 18-95 Escuela	44	A8-5	Estes		X	18	2,5	80	Altitud simulador - R. Paracaídas
		6	SPACE SHUTTLE	172	C6-5	Estes		X	18	10	70	Altitud simulador - R. Paracaídas
		7	INTERCEPTOR Estes	126	C6-5	Estes		X	18	10	170	Altitud simulador - R. Paracaídas
Fontanar	11-feb-2012	8	INTERCEPTOR Estes	113	C6-5	Estes		X	18	10	135	Cato
Aerocinca	17-jun-2012	9	PROTO ALT 33.3F	80	C6-5	Estes		X	18	10	220	Altitud simulador - R. Paracaídas
Velilla de la Sierra SORIA	11-12 May 2013	10	NOVA-L0	332	D12-3	Estes		X	24	16,8	90	Modelo custom
		11	NOVA-L0 2E	380	D12-0 + D12-5	Estes		X	24	33,6	212	Modelo custom, 1er vuelo con dos etapas
		12	WEASEL 24	180	C5-3	Estes		X	18	16,8	83	Modelo custom
		13	WEASEL 24	193	D12-5	Estes		X	24	16,8	205	Modelo custom, 1er vuelo con motor D
AstroYebees Yebees, Guadalajara	25-ago-2013	14	PROTO ALT 33.3F	80	B6-4	Quest		X	18	4,6	120	Altitud simulador - R. Paracaídas
		15	MAXI ALFA	195	C6-3	Weco		X	18	8,8	90	Altitud simulador - R. Paracaídas
		16	INTERCEPTOR Estes	113	C6-5	Weco		X	18	8,8	205	Altitud simulador - R. Paracaídas
Aerocinca SRM 2013	6a8 Sep 2013	17	NOVA-L0 SHORT	315	D12-5	Estes		X	24	16,8	90	Altitud simulador - R. Paracaídas
		18	QUASAR (L1)	1.514	H165 R	Aerotech	X		29	165	392	Con AltimeterOne. Vuelo Certificación L1
		19	IGNO MINI	16	A3-4T	Estes		X	13	3	150	El más pequeño de las tres jornadas
		20	PROTO ALT 33.3F	78	B6-4	Weco		X	18	5	150	Altitud simulador - R. Paracaídas
		21	WEASEL 24	196	D12-5	Estes		X	24	16,8	196	Con cámara de vídeo a bordo
AstroYebees, GU	08-mar-2014		Taller de Cohetes de Agua de AstroYebees									
DERDE - Almería	18a20 Abr 2014	22	BETA-CARGO	684	F40-7W	Aerotech		X	29	80	400	Altitud simulador - R. Paracaídas
		23	BETA-2P	936	G79W	Aerotech		X	29	107	412	Doble D. Altim. SR Alt + AltimeterOne (Custom)
Velilla de la Sierra SORIA	17-18 May 2014	24	CENTURY ESTES	98	C6-5	Weco		X	18	10	178	Altitud simulador - R. Paracaídas
		25	DOS ETAPAS - IG	110	C6-0 + B4-4	Century/Estes		X	18	15	322	Dos fases, modelo Custom
		26	BETA-2P	945	G77R	Aerotech		X	29	104	420	Doble D. Altim. SR Alt + AltimeterOne (Custom)
		27	QUASAR Big Bay	1.900	H123W	Aerotech		X	28	230	481	Doble D. Altim. SR Alt + AltimeterOne
Aerocinca SRM 2014	5a7 Sep 2014	28	BETA-2P	922	G64W	Aerotech		X	29	115	478	Doble Despliegue Altim. SR Alt (Custom)
		29	DOS ETAPAS - IG	105	B14-0 + B4-6	Century/Estes		X	18	10	162	Modelo de dos etapas
		30	RIM-66 SM-2MR (L2)	4.692	J275W	Aerotech		X	54	774	815	Doble Despliegue Altim. SR Alt. Certificación L2
		31	SATURN V	407	E18W-4	Aerotech		X	24	40	193	Maqueta Estes 1974
		32	NOVA-L0	347	E18W-4	Aerotech		X	24	40	250	AltimeterOne a bordo
		33	WEASEL 24	196	D12-5	Estes		X	24	16,8	198	Cámara a bordo
				15.954						1.925		

Historial de Lanzamientos desde 2011 .xls

21/12/2014

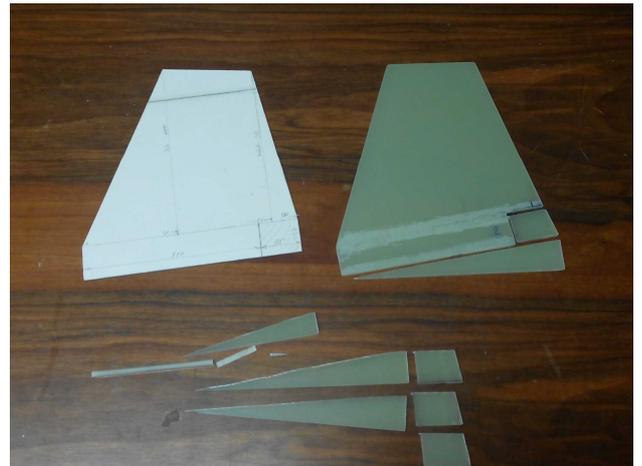
Actualmente estoy construyendo un **Black Brant X** de 3" de diámetro, básicamente custom exceptuando el tubo porta-motor, anillos de centrado del mismo y Ojiva.



Capítulo 4.- Construcción del RIM-66 Standard SM-2MR

ALETAS: Partiendo del KIT especificado y para seguir el diseño elegido y habiendo conseguido amplio margen de estabilidad, procedo a recortar las aletas según la plantilla que preparé.

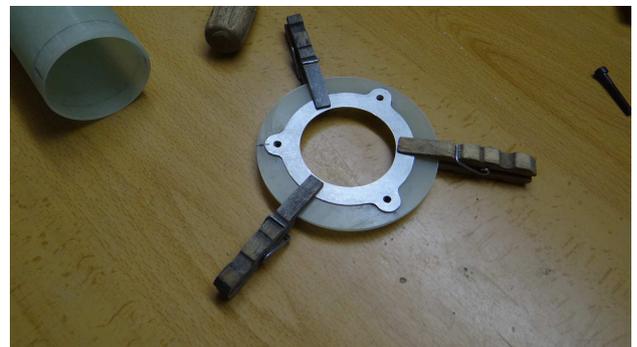
Para retrasar su posición en el fuselaje recorto también la trasera de la raíz y así posicionarla en base al diseño preparado.



Así mismo procedo a rellenar la parte delantera que sobra de los slots para la longitud de la raíz actual, rellenando los huecos con pequeñas tiras de la fibra cortada y pegándolo con epoxy. Posteriormente se lija alisándolos.

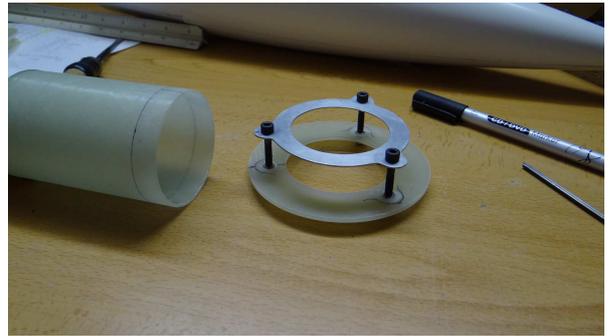
Como retenedor realizo uno del tipo de la foto en chapa de aluminio para porta-motor de 54 mm, adecuando sus medidas a las de las carcasas de Aerotech.

Sitúo la posición de las tuercas embutidas en el Anillo trasero de centrado del portamotor.



Preparé un útil sobre una pieza de madera para asegurar la perpendicularidad de dichas tuercas mientras fraguaba el epoxy.

Presentando el retenedor una vez pegadas las tuercas sobre el Anillo de centrado. Marco una circunferencia en el exterior del final del fuselaje en la posición deseada de montaje del anillo.



Presentación del conjunto pero sin pegar.

Presentando la *hembrilla* para el shock-cord de fijación en el anillo de centrado delantero del portamotor.



Hembrilla para cordón de fijación sujeta con tuercas, arandela de presión y asegurado con masilla epoxy al anillo de centrado delantero. Pegado del anillo al portamotor con epoxy. El posterior no lo pegó aún.

Previamente ato el cordón de suspensión a la *hembrilla*, metiendo dentro del porta-motor toda la madeja restante para que no estorbe y no se pegue en los pasos siguientes.

A continuación en el interior del fuselaje inferior marco un círculo interno a la altura en donde debe situarse el anillo delantero y aplico un cordón de epoxy auxiliándome de una varilla para extenderlo por el interior del tubo, a continuación introduzco el porta-motor en el interior del fuselaje asegurando que el anillo delantero quede en su posición.

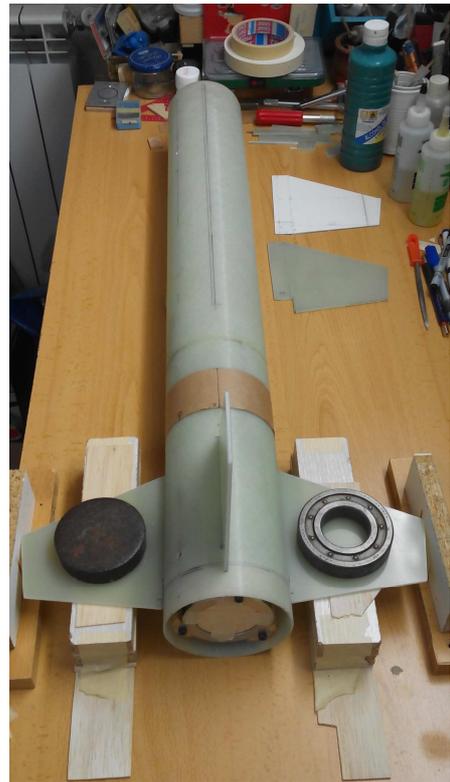
El anillo trasero de centrado solo lo coloco para centrar el portamotor pero sin pegar.

El objeto es el de poder reforzar posteriormente las pegaduras interiores.

A continuación pego las aletas laterales dando un cordón de epoxy tanto al borde interior como a las dos líneas laterales que coinciden con los bordes del slot.

Introduzco por sus slots y presiono contra el tubo porta-motor. Previamente preparo unos soportes de la altura correspondiente al plano de montaje de las aletas (previo cálculo) y que servirán de apoyo y permitirán situarlas en un mismo plano paralelo al fuselaje.

Todas las pegaduras las repaso posteriormente perfilándolas.



Las otras dos aletas perpendiculares a esta las pego buscando esa perpendicularidad a base de un sistema de medición y tensión desde las aletas anteriores pegadas.

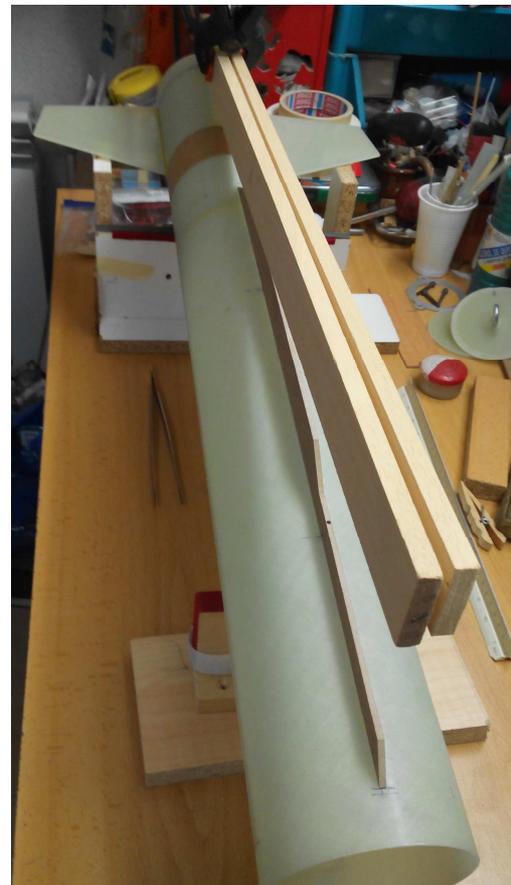
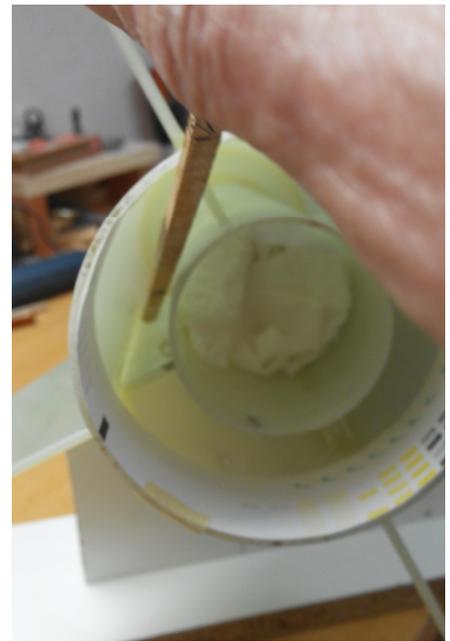
Tal como se puede apreciar en la foto. Primero una y después la opuesta.

Se ha sujetado con cinta de enmascarar el fuselaje para poder manipular el conjunto y observar la perpendicularidad.

Una vez endurecidas todas las uniones quito el anillo de centrado trasero (que no había pegado) y procedo a reforzar interior y exteriormente todos las uniones realizadas.

Protejo previamente con papel la superficie interior del final del fuselaje, por donde luego tendré que deslizar el anillo trasero de centrado que posteriormente pegaré, reforzando incluso con un cordón de masilla epoxy la unión del anillo al borde interior del fuselaje.

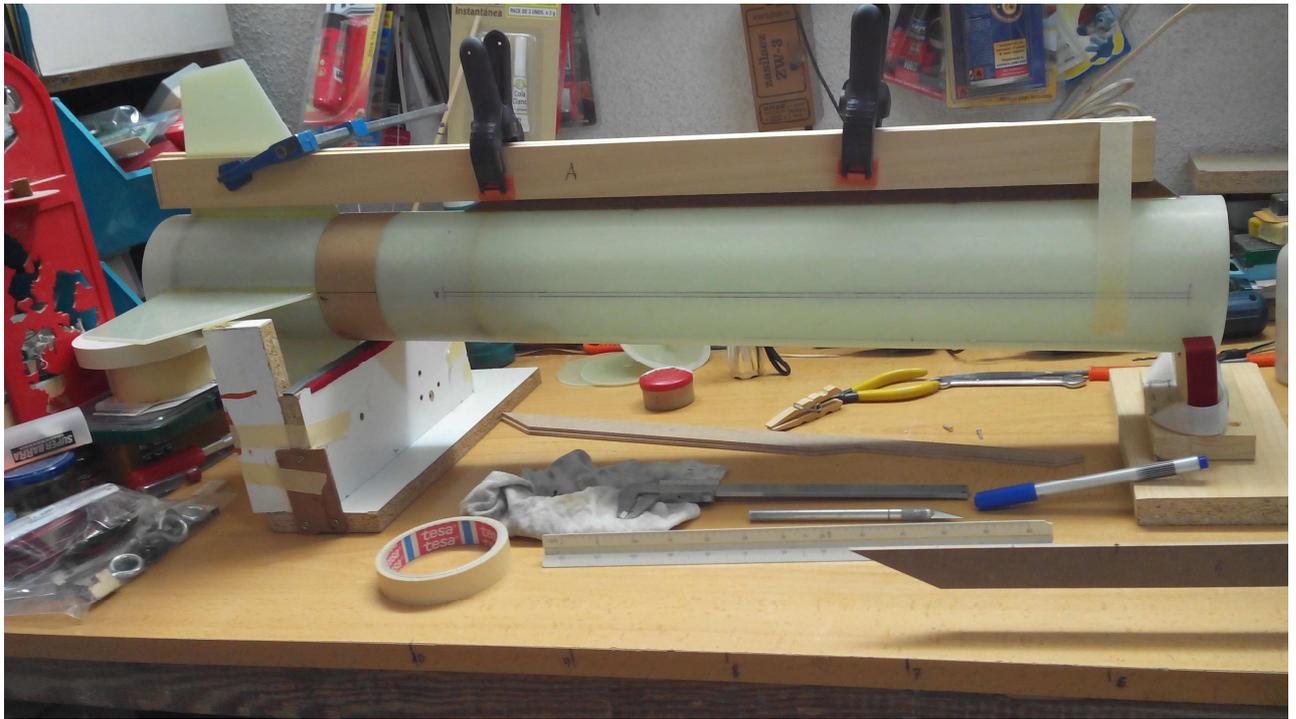
A continuación procedo con las aletas longitudinales, para lo cual me auxilié de unos listones que aseguraran la alineación.



Trazo la situación de la aletas longitudinales que previamente he recortado y redondeado sus bordes externos e impermeabilizado con solución de celuloide con acetona.

Sitúo unos pasadores (*usé remaches de aluminio de \varnothing 2 mm*) para encajarlos en sendos taladros de la base de la aleta como refuerzo de la encoladura (todas las zonas a pegar con epoxy las lijé previamente).

Con los dos listones sujetos a las aletas principales aseguramos la alineación de las aletas longitudinales, como se puede observar en la siguiente foto. Se procede así con cada una de ellas.



A continuación procedo a montar la Bahía electrónica, para lo que empiezo por pegar dos juegos de arandelas de fibra, una del diámetro exterior y otra del interior, que van a ser las tapas superior (up) e inferior (down) de dicha bahía.

Mecanizo las mismas haciendo los taladros para las hembrillas de enganche, las varillas de conexión de ambas, las cazoletas de cargas de eyección, cables, clemas y para los cables de conexión de los ignitores de dichas cargas.

Las tuercas de fijación de las hembrillas las aseguro con masilla epóxica.



Procedo a ensamblar el soporte de contrachapado, para la electrónica, la pila y el interruptor, que se soporta por las dos varillas roscadas que unen la tapa inferior con la superior junto con el tubo acoplador (de los fuselajes superior e inferior) que conforman la bahía electrónica. Se prevé un conector aéreo en el cable de conexión del ignitor trasero (para eyección del drogue) que posibilite el desmontaje de la bahía. La situación longitudinal se ajusta posteriormente de manera que el interruptor sea accesible desde fuera por el orificio de equilibrado de presión, mediante dos tuercas que hagan tope delante y detrás.



Centrado en el tubo de la bahía electrónica pego la pequeña sección de tubo externo de fuselaje con epoxy, que va servir de tope del fuselaje inferior y a su vez empuje del superior.

Teniendo en cuenta el tamaño de la bahía se realiza un taladro de \varnothing 6 mm, que es el necesario según cálculo, para equilibrar la presión interior con la exterior y que el sensor barométrico la detecte.

Por este orificio se va a actuar además sobre el interruptor de encendido/apagado de dicho circuito.

Una vez mecanizado monto el conjunto para proceder a situar los taladros de sujeción de la bahía al fuselaje superior del cuerpo del cohete.

Una vez realizados procedo a terrajar las roscas a la medida de los tornillos seleccionados. En este caso M3x8 de cabeza cónica, con la intención que avellanando el orificio externo dejar la cabeza a ras de la superficie del fuselaje.

Una vez roscados dichos tornillos coloco por la parte interior unas tuercas que una vez apretadas procedo a pegar con masilla epóxica para afianzar la sujeción del conjunto.



Procedo ahora a ajustar la situación del soporte de electrónica, teniendo en cuenta que el interruptor tiene que ser accesible desde el orificio que hice para la equilibrar la presión barométrica.

Este dispositivo electrónico dará la orden de apertura del Drogue en Apogeo y del paracaídas principal -main- a la altura que se programe (aconsejable un mínimo de 150 m para dar tiempo a la apertura total del main y frenado del rápido descenso con el drogue).



Presentación del fuselaje inferior con sus dos juegos de aletas y del superior con la Ojiva y la Bahía electrónica acoplada.

Capitulo 5º.- Prueba estática



Realizo una prueba estática de eyección de la Ojiva, ya que va asegurada con tres pequeños tornillos de plástico (shear pins) de \varnothing 2,2 mm que alojé en sendos taladros roscados equidistantes alrededor del cuello de la Ojiva.

Esta prueba era para mí muy importante ya que nunca había utilizado este sistema para evitar la salida prematura de la Ojiva en el momento de la eyección del Drogue, lo que provoca la salida del main y por tanto la apertura simultanea de ambos paracaídas.

Cosa no deseada y sancionada en una Certificación.

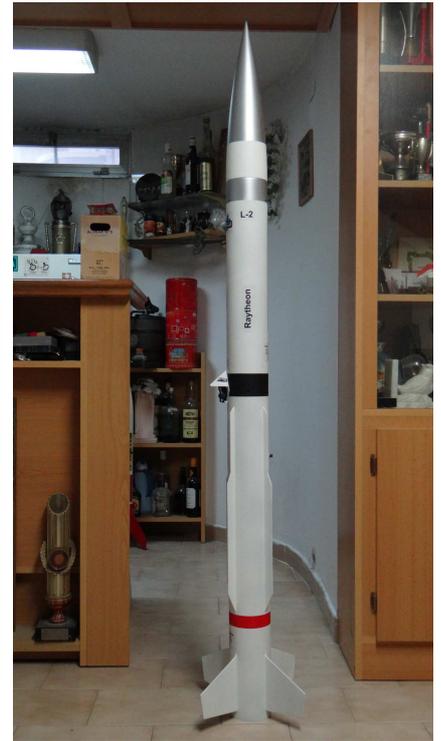


La prueba resultó totalmente satisfactoria, ya que yo quería comprobar si la carga de eyección podría cizallar los Pins y resultó perfecto.

Se puede observar como quedan y la forma de extraer los restos.

Ya solo faltaba pintarlo y decorarlo, pero también idear un soporte para una pequeña cámara DV que grabara el vuelo. Y así lo resolví.

Capitulo 6º.- Pintado y decoración



Capítulo 7º.- Sistema de Recuperación

DROGUE - Paracaídas de frenado

Si el cohete cayera a una velocidad razonable sin un drogue, entonces no es necesario a menos que se desee poner uno pequeño (\varnothing 12" a 18") para añadirle estabilidad sin afectar de manera significativa la tasa de descenso.

Si se necesita un drogue, a continuación la *ecuación de velocidad terminal* puede reordenarse para calcular el tamaño deseado de un paracaídas circular. La ecuación simplificada se muestra a continuación, y asume una tasa de descenso deseada de 15 m/s (50 pies/segundo).

$$W = Mc \cdot g = k \cdot V^2 \quad \text{siendo, } k = \rho \cdot A \cdot C_d / 2 \quad \text{y } A = \pi \cdot D^2 / 4; \text{ despejando,}$$

$$D = \text{Raiz} \left((8 \cdot W / (\pi \cdot \rho \cdot C_d \cdot V^2)) \right), \text{ donde}$$

D = Diámetro

W = Peso en Nw

ρ_0 = densidad aire en C. N.

ρ = Densidad del aire a 15º y 300 m de altitud

M = Masa del cohete en rampa

C_d = Coeficiente de forma

Velocidad deseada,

Masa del propelente

Masa del Cohete en caída, $Mc = M - Mp =$

$$W = Mc \cdot g$$

$$\rho_0 = 1,29 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho = 1,18 \text{ Kg/m}^3$$

$$M = 4,692 \text{ Kg}$$

$$C_d = 0,8$$

$$V = 15 \text{ m/s}$$

$$Mp = 420 \text{ gr}$$

$$Mc = 4,692 - 0,42 = 4,272 \text{ Kg}$$

$$D = \text{Raiz} \left((8 \cdot Mc \cdot g / (\rho \cdot \pi \cdot C_d \cdot V^2)) \right)$$

$$D = \text{Raiz} (8 \cdot 4,272 \cdot 9,81 / (3,14 \times 1,18 \times 0,8 \times 15^2)) = \mathbf{0,71 \text{ m} \Leftrightarrow 27,9''}$$

Por lo que podría usarse un Drogue entre 24 y 30 pulgadas. Yo disponía un 20", algo justo.

Paracaídas Main

En este caso calcularemos la velocidad de descenso partiendo del paracaídas proporcionado en el Kit que es de \varnothing 55" \Leftrightarrow 1,4 m.

$$V_{\text{desc}} = \text{Raiz} (Mc \cdot g / k) \quad \text{donde } k = (\rho \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \cdot C_d) / 2$$

Siendo:

$$\text{Masa del cohete en caída} \quad Mc = 4,272 \text{ Kg}$$

$$\text{Aceleración Gravedad} \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Coeficiente de forma} \quad C_d = 0,8$$

$$\text{Densidad del aire} \quad \rho_0 = 1,29 \text{ Kg / m}^3 \text{ en C.N.}$$

$$\text{Densidad del aire} \quad \rho = 1,18 \text{ Kg / m}^3 \text{ a } 15^\circ \text{ C y } 300 \text{ m de altitud}$$

$$\text{Diámetro del main en m} \quad D = 1,4 \text{ m}$$

$$k = (\rho \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \cdot C_d) / 2 = (1,18 \cdot 3,14 \cdot 1,4^2 / 4 \cdot 0,8) / 2 = 0,72766$$

$$V_{\text{desc}} = \text{Raiz} (Mc \cdot g / k) = \text{Raiz} (4,272 \cdot 9,81 / 0,72766) = \mathbf{7,59 \text{ m/s}}$$

En próximos vuelos intentaré hacerme con un *Main* de unos 2 m de diámetro, con él la velocidad de descenso sería:

$$k = (1,18 \cdot 3,14 \cdot 2^2 / 4 \cdot 0,8) / 2 = 1,483$$

$$V_{\text{desc}} = \text{Raiz} (4,25 \cdot 9,81 / 1,483) = \mathbf{5,30 \text{ m/s}}$$

más recomendable, sobre todo en terrenos duros como el de Aerocinca.

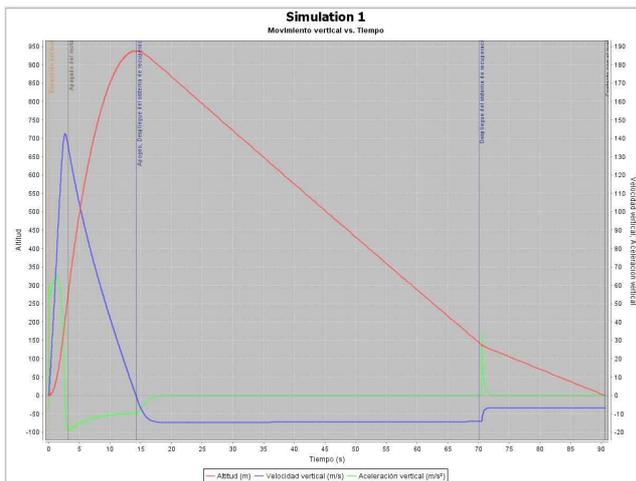
Capítulo 8º.- Lanzamiento

El vuelo se efectuó en el campo de Aerocinca, campo habitual de nuestro Club SpainRocketry y durante el S.R.M. 2014 el 6 de Septiembre, realizando un vuelo prácticamente perfecto y sin prácticamente "spin", abriendo los paracaídas en los momentos previstos, aterrizando muy cerca de la rampa de lanzamiento, dado el escaso viento reinante, por lo que el Prefecto de TRIPOLI SPAIN, D. José Luis Cortijos me certificó el Level 2.

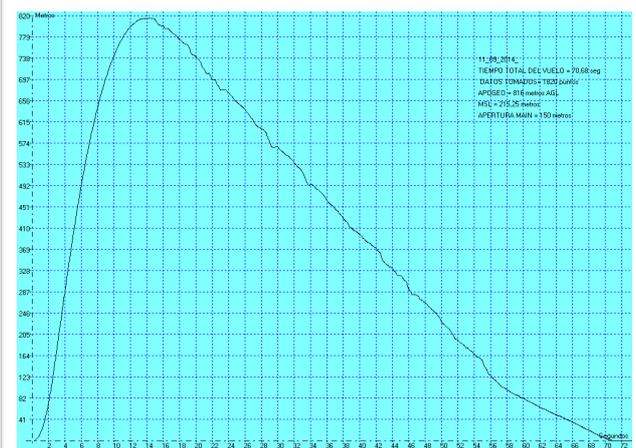




Gráficas de Vuelo con el motor seleccionado para la prueba, un Aerotech J275W de 774 Ns.



Gráficas del Simulador



Gráfica del vuelo real según Altímetro SR Alt.

Etiquetas

Un juego de Etiquetas adhesivas de decoración se incluye a continuación. Solo falta el letrero grande de “**Level 2**” que venía con el kit original.



Centers
with camera

Centers
without camera



C.P.
w/cam.



C.G.
1 cal.



C.P.
w/cam.



C.G.
2 cal.



C.P.
wo/cam.



C.G.
1 cal.



C.P.
wo/cam.



C.G.
2 cal.

RIM-66 Standard SM-2MR

RIM-66 Standard SM-2MR

mod. by L. IG. mod. by L. IG. L-2

SpainRocketry

Modelo: RIM-66 SM-2MR - Level 2
Set. 2014 - Luis Ignoto Ledo
TRA #14608 - Tif.: 659 925 756



SpainRocketry

Modelo: RIM-66 SM-2MR - Level 2
Set. 2014 - Luis Ignoto Ledo
TRA #14608 - Tif.: 659 925 756



C.G.
1 cal.



C.G.
2 cal.



C.G.
1 cal.



C.G.
2 cal.



Raytheon

Level-2

Raytheon

Etiquetas en papel transparente autoadhesivo para impresora de tinta de APLI ref. 10290