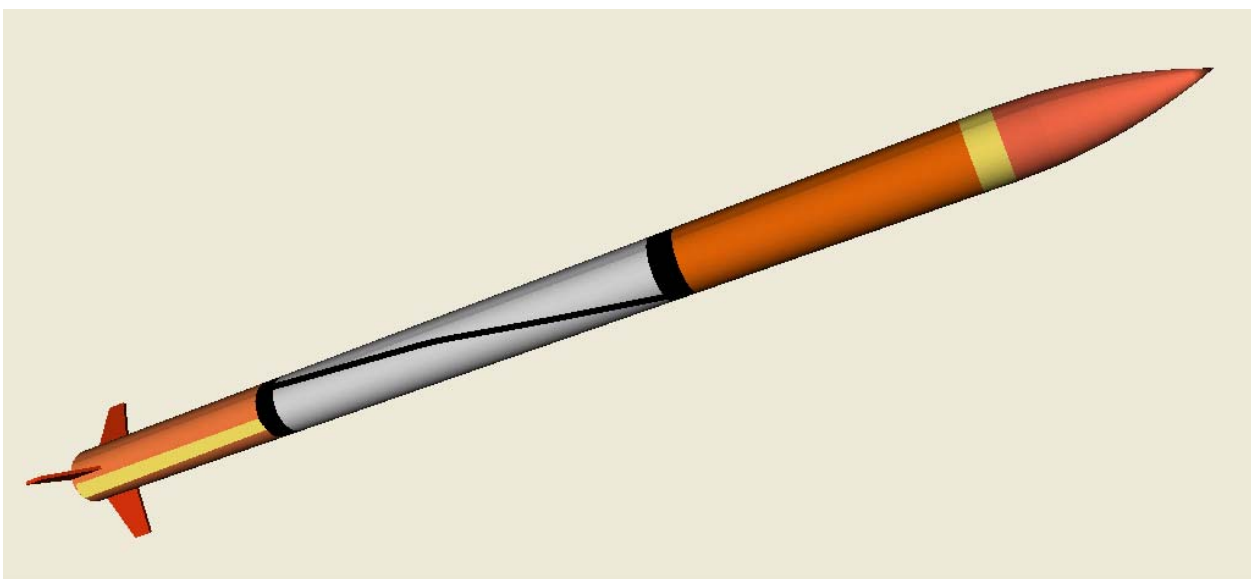


Reporte de Lanzamiento Vector EMIT-2



EMIT-2 - Interpretación Artística – Imagen simulada en RockSim V 5.0, retocada con MS-Paint.-

Diseñador / Constructor: Juan Parczewski

Ensayo efectuado el 5 de Enero de 2003, en el Campo de Pruebas Cuartel V
San Vicente, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

1. INDICE

1. INDICE	2
2. ALCANCE DEL PRESENTE REPORTE DEL LANZAMIENTO	3
3. VECTOR EMIT-2	3
3.1 Descripción general	3
3.2 Motor	4
3.3 Sistema de recuperación	4
3.4 Electrónica	4
3.5 Alimentación eléctrica	5
4. RELATO DE LA PRUEBA Y SUS RESULTADOS	5
5. MODELOS Y SIMULACIONES	7
6. SISTEMAS AUXILIARES	8
6.1 Consola de Disparo	8
6.2 Plataforma de lanzamiento	8
6.3 Entorno de la prueba	9
6.4 Seguimiento, intercomunicación y recuperación	9
6.5 Responsables del Proyecto	9
6.6 Personal de la Prueba	10
7. PROYECTOS FUTUROS	10
9. AGRADECIMIENTOS	11

2. ALCANCE DEL PRESENTE REPORTE DE LANZAMIENTO

El cometido del presente escrito es documentar los detalles del lanzamiento de un cohete impulsado por un motor de combustible sólido, denominado EMIT-2, de manera tal que los conocimientos adquiridos puedan ser empleados como referencia en futuros diseños y proyectos.

Como cometido en particular este lanzamiento del EMIT-2 está centrado en un trabajo que se inscribe dentro de un proyecto mayor, que consiste en alcanzar mediante el diseño, y construcción de cohetes, ciertas cotas de altura fijadas de antemano. Es una manera de dividir el trabajo necesario para alcanzar la cota mayor en varias etapas, de manera tal de solucionar los inconvenientes propios de cada paso de manera organizada.

Escapa al alcance de este reporte la descripción constructiva detallada del cohete EMIT-2.



Juan Parczewski preparando su EMIT-2

3. VECTOR EMIT-2

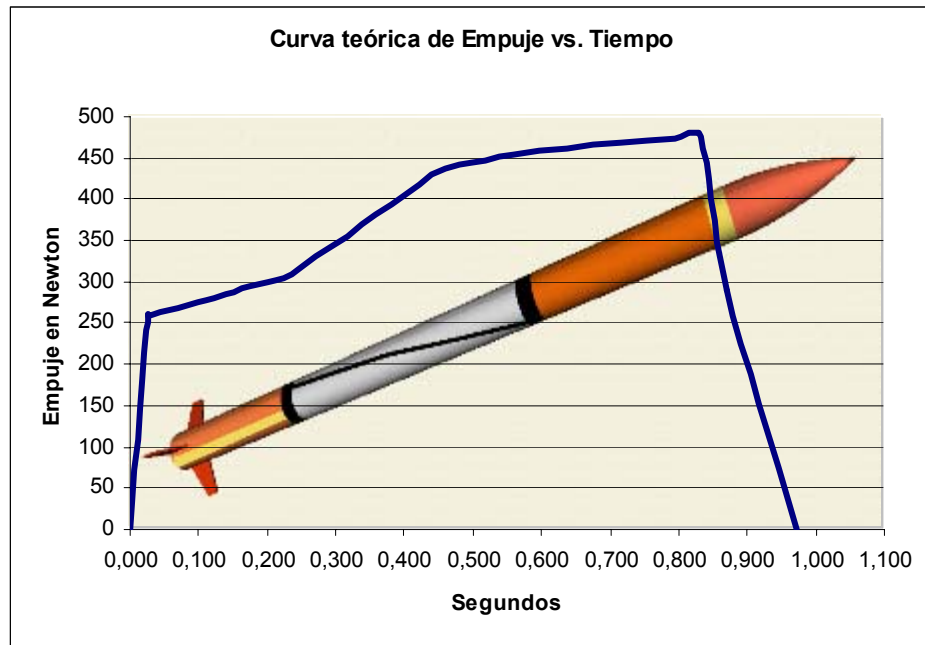
3.1 Descripción general

El EMIT-2 es parte de una serie de cohetes con apogeo del orden de un kilómetro. Es el segundo cohete de un total de dos equipos gemelos diseñados y construidos de manera simultánea durante finales del año 2002 y principios de 2003.

Longitud:	953 mm
Diámetro:	50 mm
Aletas:	3, construidas en plástico (PVC)
Diámetro con aletas:	149,2 mm
Peso al despegue:	2.5 Kg. aproximadamente
Material del Fuselaje:	Tubo de PVC
Cono:	Forma ojival tangente, construido con Cedro rojo

3.2 Motor

Modelo del motor:	Tango J8-2
Propelente:	Dextrosa / Nitrato de Potasio (35/65)
Peso del grano:	257 gramos
Impulso total:	335 N-seg.
Empuje promedio:	373 N.
Tiempo de impulso:	0,90 seg.
Impulso específico:	133 seg.
Clasificación del motor:	I 373



3.3 Sistema de recuperación

Paracaídas de nylon de formato elipsoidal, color rojo, con un diámetro de 1,20 metros. Eyección pirotécnica mediante mortero con una carga de 0,8 g de pólvora negra tipo FFF, encendida por un ignitor de nichrome.- Se provee de redundancia en el encendido de la carga mediante un segundo ignitor. Ambos del tipo micropirógeno, desarrollados por J. Parczewski.

Para asistir a su localización cercana esta provisto de un sistema de emisión sonora mediante un dispositivo con una potencia de 130dB. La emisión del sonido es intermitente para posibilitar una mayor duración de la fuente de energía eléctrica.

3.4 Electrónica

El EMIT-2 lleva un computador de a bordo basado en un microcontrolador de la familia PIC producido por la firma Microchip, Inc. Este micro está programado en base a la técnica de detección de eventos y ejecución de acciones y es un desarrollo de Juan Carlos Goyheix.

El computador del EMIT-2 hace lo siguiente:

- En primer lugar determina el estado de "activado y en rampa" del cohete al iniciarse la operación mediante la conexión de la alimentación y mediante la lectura de un sensor magnético. El sensor magnético (un "reed switch") indica que la nave está estática y en su posición de lanzamiento. El estado de "activado" del computador está referido a los elementos electrónicos del vector y no a la motorización del

mismo, la cual se controla manualmente desde una consola remota. La detección de este primer estado habilita al inicio de la ejecución del programa de vuelo.

- Una vez detectada la posición "en rampa", el computador indica que se encuentra activado con tonos audibles emitidos por un transductor cerámico. Esos tonos deben cesar luego de alejarse de su posición inicial en la rampa, indicando que el cohete ha pasado al siguiente estado que es el de "encendido, armado y en conteo de tiempo".
- Si se lo regresa a su posición inicial en la rampa se reinicia la emisión del tono sonoro y vuelve a estado de "activado y en rampa".
- Estos dos primeros estados permiten al personal de tierra, luego de la conectar la alimentación de la bahía electrónica, verificar que el sistema esta activado y que al iniciar el cohete su movimiento en la rampa se inicie el conteo de tiempo. Esto permite cerrar el cohete y alejarse de la plataforma de lanzamiento mientras se oyen los tonos de audio. Toda la operación de encendido, verificación de funcionamiento del sensor magnético y cierre de la bahía de instrumentación del cohete es muy breve.
- Al cesar el tono audible, el computador de a bordo indica que se han efectuado tres comprobaciones :
 - 1) Se ha iniciado correctamente el programa.
 - 2) Se ha podido leer correctamente el sensor magnético.
 - 3) El sensor magnético está listo para detectar el despegue.
- El estado siguiente arranca justamente con la detección del despegue mediante el sensor magnético, estado que da inicio a la corrida de un temporizador, el cual se programa de antemano de acuerdo al cálculo de tiempo necesario para alcanzar el apogeo.
- Una vez transcurrido el tiempo programado, el computador asume que el cohete ha alcanzado el apogeo y dispara la primer carga pirotécnica, que debe eyectar el paracaídas. Envía un pulso de energía durante 20 segundos. Luego de un segundo lapso (de un segundo) el computador envía otra señal de disparo pirotécnico a una segunda carga de encendido. Esto se hace para prever la falla de la ignición con la primera señal, como una forma de brindar redundancia a la eyección.
- Por último, el programa de control pasa a su estado final de reposo, que consiste en dar inicio a la operación de una alarma auditiva de 130dB. Esta sirena está también temporizada por el computador a intervalos regulares para prolongar la duración de las baterías y es útil para encontrar el cohete en tierra. El ciclo es de 10 segundos activado y 20 desactivado.

3.5 Alimentación eléctrica

La fuente de energía eléctrica es una batería alcalina de 9 voltios, sin uso previo y verificada su tensión de alimentación.

4. RELATO DE LA PRUEBA Y SUS RESULTADOS

Luego de un intento fallido de lanzamiento debido a la posición errónea de un conmutador en la consola de disparo, se corrigió esa falta y con un potente silbido, que denunció el correcto arranque de su motor Tango J8-2, el EMIT-2 inició su ascenso de manera recta y a gran velocidad.

En aproximadamente 12 segundos de vuelo alcanzó el apogeo e inició el arco descendente de su trayectoria balística.

Luego de la eyección (que se notó y oyó perfectamente desde tierra alrededor de los 13 segundos desde el despegue), el paracaídas del EMIT-2 se enredó en su shock cord de acero, cayendo sin abrirse el paracaídas.

El cohete sufrió daños menores en dos sectores de fuselaje, realizados con tubo de PVC. Tanto el motor como la electrónica y la ojiva quedaron en perfectas condiciones de uso. Se previó en su diseño que estos sectores colapsaran y absorbieran la energía del impacto, y protegiesen en alguna medida los componentes delicados del cohete.

La altura medida para el vuelo del EMIT-2 fue de 960 metros y corresponde la medición a la altura donde se vio la nube de la carga de eyección.

En las imágenes de más abajo se observa al EMIT-2 en vuelo y la estela de humo que dejó.



Despegue del EMIT-2

5. MODELOS Y SIMULACIONES

Además de los cálculos previos al diseño se efectuaron simulaciones mediante la aplicación RockSim V 5.

Los resultados más relevantes que arrojaron las simulaciones fueron los siguientes

Max data values:

Maximum acceleration: Vert: 24.334 g , Horz: 0.013 g , **Magnitude: 24.343 g**

Maximum velocity: Vert: 557.075 km/hr , Horz: 5.000 km/hr , **Magnitude: 557.204 km/hr**

Maximum range from launch site: 390.575 m

Maximum altitude: 1031.123 m

Recovery system data

Parachute Deployed at : **14.480 Seconds**

Velocity at deployment: 9.579 km/hr

Altitude at deployment: 1031.121 m

Range at deployment: -37.258 m

Time data

Time to burnout: 0.900 Sec.

Time to apogee: 14.480 Sec.

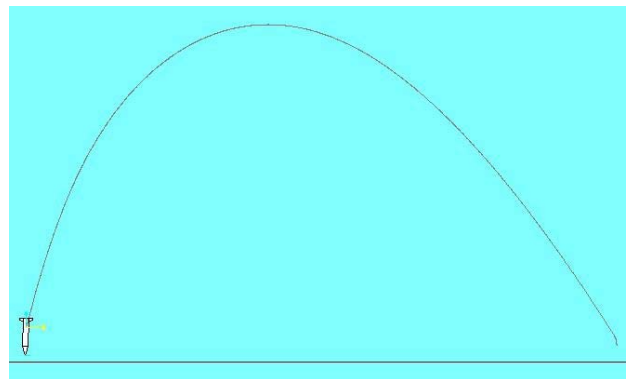
Optimal ejection delay: 13.580 Sec.

Landing data

Range at landing: 390.575

Trayectoria balística del EMIT-2, según RockSim

Para estos cálculos se empleó un muestreo de 50 tomas por segundo y se configuró la aplicación para que emplee las ecuaciones de Barrowman y el método de simulación de 4° orden de Runge–Kuta.



El valor de altura medido en la práctica fue de 960 metros, versus los 1031 metros que dieron los cálculos efectuados con el sistema RockSim. Más allá de la dispersión entre estos valores debido a los errores propios de una medición de campo, las diferencias son mínimas y es posible validar la altura alcanzada como de alrededor de 1 Km. Señalemos que la medición de la altura fue donde se vio la nube de la carga de eyección, por lo que se asume que la altura real de apogeo puede ser un poco mayor.

Por otra parte, el punto de toque luego de la trayectoria balística que siguió el EMIT-2, al no abrirse correctamente el paracaídas, está a poco más de unos 400 metros de la plataforma de lanzamiento; los cálculos de RockSim arrojan un rango en el aterrizaje de 390 metros, confirmando también esta medida.

Por lo tanto podemos inferir entonces que los cálculos de velocidad y aceleración del sistema son correctos, y el EMIT-2 viajó a una velocidad de más de 557 Km/h, y soportó una aceleración compuesta de más de 24g.

6. SISTEMAS AUXILIARES

6.1 Consola de Disparo

El motor Tango J8-2 del EMIT se dispara por medio de un sistema de disparo de alta tensión y baja corriente. Esto permite emplear cableados largos entre la plataforma de lanzamiento y la consola de disparo, tal como se observa en la imagen de más abajo, lo cual provee un lanzamiento seguro. A la derecha se puede ver la consola de disparo y el rollo de cable coaxial que la une con la plataforma.

La parte activa de la consola consiste en un dispositivo de descarga capacitiva que almacena una gran diferencia de potencial que es descargada sobre el ignitor a voluntad del operador –siguiendo la cuenta regresiva en el lanzamiento– en el momento del arranque del motor/despegue. La consola también posee elementos de seguridad y medición.



6.2 Plataforma de lanzamiento

La plataforma o base de lanzamiento del EMIT-2 está construida en aluminio y posee una corredera que sirve de guía al cohete en la primera parte de su recorrido, hasta que las aletas puedan estabilizar el vuelo por si mismas. Mide 2,9 metros.



A la izquierda se observa el EMIT-2 preparado y en su plataforma, minutos antes del lanzamiento.-

6.3 Entorno de la prueba

El lugar del lanzamiento fue el Establecimiento “Cuartel V°”, de Orlando N. Descalzo e Hijos, San Vicente, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

El “Cuartel V°” es una pequeña propiedad ubicada a 21 Km de la planta urbana de San Vicente, cabecera del partido del mismo nombre. A su vez, la ciudad de San Vicente está situada a unos 55 Km de Buenos Aires. Pese a su escaso tamaño, los campos lindantes hacen que el espacio libre para la recuperación posterior a lanzamientos sea superior a las 3000 (tres mil) hectáreas.

Meteorología del 5 de enero 2003:

Día soleado, con vientos fuertes a moderados del NW

Salida del Sol 5:48 AM

Puesta del Sol 8:11 PM

Temp. Máx.: 29° C - Mín. 17° C - Promedio 23 ° C

Horario de la prueba: primeras horas de la tarde.

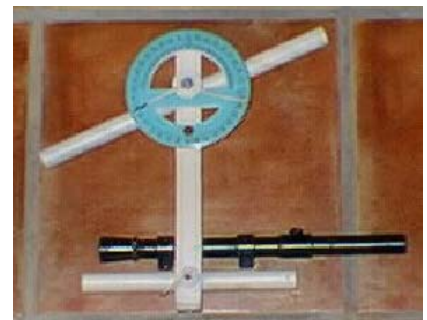
6.4 Seguimiento, intercomunicación y recuperación

Se utilizó un sistema de medición de altura por método óptico y cálculo trigonométrico. Se empleó una sola estación de seguimiento y se asumió que el vector desarrollaría una trayectoria recta y esencialmente vertical, cosa que se comprobó en la práctica.

Se efectuó un seguimiento óptico directo en vuelo y óptico asistido en tierra, usando un equipamiento de órdenes de plataforma consistente en par de transceptores en la frecuencia de 72 Mhz.



*A la derecha se observa el goniómetro de nivel (empleado para medir el ángulo de vuelo), y a la izquierda el instrumento en su trípode y en posición para efectuar la medición.-
(Instrumento construido por Fernando “Peto” Descalzo)*



Para la etapa de recuperación se emplearon dos equipos compuestos por tres personas. El guiado de estos equipos de recuperación se efectuó desde la estación de seguimiento mediante equipos transceptores Yaesu (frecuencia central en 140 MHz, banda de 2 m).

6.5 Responsables del Proyecto

Jefe de Proyecto: Juan Parczewski

Construcción del EMIT-2 y del motor Tango J8-2: Juan Parczewski

Electrónica de control: Juan Carlos Goyheix

Terminación y pintura del EMIT-2: Juan Carlos Zabalgaitía

6.6 Personal de la Prueba

Apoyo en tierra

Operador de Consola de Disparo: Juan Parczewski
Personal de Plataforma: J. Parczewski, J. C. Goyheix, G. Descalzo, G. Trinidad
Coordinador de Lanzamiento: Guillermo Descalzo
Coordinador de seguridad: Gastón Trinidad
Estación de Seguimiento: Fernando "Peto" Descalzo
Equipo principal de recuperación: Agustín y Emilio Descalzo, Ignacio Cacace,
Recuperó el EMIT-2: Mateo Gonzalez

Servicios Auxiliares

Fotografía Digital: Raúl "Tito" Martínez
Fotografía Convencional: Juan Carlos Zabalgoitia
Cámaras de video en formato VHS y VHS-C: Agustín Descalzo
Equipos de Radiocomunicaciones: Fernando "Peto" Descalzo

Veedores externos

Sra. de Martínez
Sra. de Goyheix
Orlando Descalzo
Walter Trinidad
Francisco Pino
Carlos Vega

Catering

G. Descalzo
Francisco Pino
Orlando Descalzo
Asador: Carlos Vega

7. ANALISIS DE LOS RESULTADOS y PROYECTOS FUTUROS

La exitosa serie de lanzadores EMIT (compuesta hasta Enero del 2003 por el EMIT 1 y 2) forma parte de un proyecto más amplio destinado a alcanzar alturas de importancia mediante cohetes de categoría amateur.

El próximo paso en este plan consiste en afianzar los resultados alcanzados y mejorar las técnicas de recuperación y seguimiento. Para este último asunto se dotará al próximo cohete (denominado EMIT-3) de una radiobaliza de seguimiento.

Luego del EMIT-3, la próxima etapa del plan consiste en el desarrollo y lanzamiento del cohete LITEX-1. Este cohete está destinado a alcanzar una altura de alrededor de 3000 metros, medirá 75 mm de diámetro, 1,9 metros de longitud, y tendrá un peso de unos 5 Kg aprox.

En razón de las alturas que se ambiciona alcanzar, para el buen desempeño del LITEX-1 y cohetes subsiguientes es crucial el desarrollo de técnicas de seguimiento y recuperación avanzadas, ya que en cotas superiores al kilómetro es difícil o imposible efectuar un seguimiento óptico.

Para dominar técnicas de recuperación más avanzadas, se usará como radiobaliza de búsqueda y posicionamiento en el EMIT-3 un transmisor que transmite en la banda de

frecuencia de 433.92 MHz. La recepción se logrará mediante un puesto móvil en tierra, que estará equipado con una antena Yagi portátil.

Otro aspecto importante es modificar el sistema de plegado del paracaídas y la ubicación de las riendas del paracaídas y del shock cord.

8. AGRADECIMIENTOS

- Mi agradecimiento a Guillermo Descalzo quien fue el autor del reporte original fechado Enero 2003. Él me dio la posibilidad de usarlo como base para preparar el presente escrito y poder publicarlo. Respecto a su escrito original he realizado solo unas pocas revisiones/cambios.

Para quien no conozca su sitio WEB invito a visitarlo en www.gdescalzo.com.ar

- Mi agradecimiento a toda la familia Descalzo por la hospitalidad prestada.
- Mi agradecimiento por realizar la electrónica de control a Juan Carlos Goyheix.
- Mi agradecimiento por realizar la terminación y pintura del EMIT-2 a Juan Carlos Zabalgoitía.
- Mi agradecimiento por acompañarme en este proyecto y en las pruebas de la serie de motores Tango a Raúl "Tito" Martínez.
- Mi agradecimiento a los que realizaron el rescate del EMIT-2 y a todos los que participaron en forma tan entusiasta en una jornada cohetera donde hubo lanzamientos de otros cohetes de menor porte.
- **NUEVAMENTE GRACIAS A TODOS!**

Ing. Juan Parczewski

Junio 2003

