

El SLS

toma fuerza

MANUEL MONTES PALACIO

EL SPACE LAUNCH SYSTEM (SLS), EL NUEVO COHETE GIGANTE DE LA NASA EQUIVALENTE AL FAMOSO SATURN-V QUE LLEVÓ ASTRONAUTAS A LA LUNA, AVANZA POCO A POCO EN SU DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN. MANTENIENDO ALGUNOS ELEMENTOS DEL CANCELADO ARES-V, DEL PROYECTO CONSTELLATION, PERO BASÁNDOSE SOBRE TODO EN TECNOLOGÍA DEL SPACE SHUTTLE, SU DESARROLLO INCORPORA ASPECTOS QUE PRETENDEN MANTENER SU COSTE BAJO CONTROL. NO OBSTANTE, POCAS SON AÚN LAS MISIONES PREVISTAS PARA ÉL, AL MENOS DE MOMENTO. MIENTRAS, LOS INGENIEROS TRABAJAN PARA DAR FORMA Y ENSAYAR TODOS Y CADA UNO DE SUS COMPONENTES

Lo mejor que puede decirse actualmente del SLS es que ya no es sólo un proyecto dibujado en un papel. Se han construido las máquinas que soldarán las piezas de los enormes tanques de combustible, se empiezan a probar los motores que los utilizarán y se efectúan ensayos de todo tipo relacionados con él. A pesar de todo, tendremos que esperar hasta al menos el año 2018 para contemplar el despegue del primer cohete de esta nueva generación de lanzadores que pretende devolver a los astronautas a rutas dirigidas más allá de la Tierra.

EN BUSCA DEL DISEÑO PERFECTO

A diferencia del programa Constellation, donde se contemplaron dos cohetes (Ares-I y V), el SLS busca un diseño general único que sirva para lanzar tanto astronautas como carga útil. Con la cancelación de los Ares en 2010 y la desaparición definitiva de la lanzadera espacial, el aprovechamiento de tecnología precedente de esta última posibilitaría además una reducción de los costes para hacer viable el deseado programa de exploración interplanetario.

El cohete sería único, pero la NASA desarrollaría varias versiones de él, progresivamente más potentes, para ajustar al máximo sus capacidades a las necesidades de cada misión, y al mismo tiempo contener la factura final. Cada versión recibiría un nombre (Block 0, I, IA, IB y II), y mostraría características propias, aunque lógicamente todas ellas compartirían un buen número de estructuras.

El SLS, aprobado el 14 de septiembre de 2011, ha evolucionado durante los últimos años, lo que no ha impedido que se haya avanzado



Ilustración de la primera misión del cohete SLS, en su versión Block I. (Foto: NASA/MSFC)



Primera cápsula Orion. (Foto: NASA)

mucho en cuanto a los elementos comunes. Paradójicamente, se encuentran mucho más en el aire las misiones que vayan a realizarse, de modo que la NASA ha decidido centrarse sólo en las versiones Block I, IB y II, aunque esta última no va tampoco a materializarse hasta dentro de bastante tiempo.

Después de una revisión de diseño preliminar el 31 de julio de 2013, que fue satisfactoria, a mediados de 2014 se inició oficialmente la construcción del primer cohete SLS en las instalaciones de la Michoud Assembly Facility, donde se halla la maquinaria de soldadura y de preparación de las estructuras que darán forma a cada una de las etapas principales. Eso quiere decir que la NASA ya ha iniciado el largo camino para dar forma al vehículo que hacia noviembre de 2018 enviará en ruta alrededor de la Luna una nave no tripulada Orion, en el marco de la misión EM-1 (SLS-1). La ver-

“El SLS busca un diseño general único que sirva para lanzar tanto astronautas como carga”

sión que se empleará es la Block I, la menos potente de la familia, tal como está actualmente prevista.

El SLS Block I consiste en una etapa principal (Core), común para todos los cohetes de la familia, dos aceleradores laterales y una segunda etapa. La etapa Core, de 8,4 metros de diámetro y con un peso al despegue de 979.452 Kg, consiste básicamente en el tanque externo del transbordador espacial, para el que aún se dispone de todo el utillaje de fabricación necesario, al que se le ha añadido en la base una estructura que contiene el sistema de propulsión principal (MPS), y en la cúspide un adaptador para la segunda etapa. La MPS dispone de 4 motores RS-25 (empuje total: 7.440 kN), una modificación de los motores reutilizables SSME de la lanzadera espacial que consumen hidrógeno y oxígeno líquido. De hecho, los antiguos motores utilizados en el programa del



La primera Orion voló en un cohete Delta-4H. (Foto: NASA)

transbordador espacial van a ser aprovechados para los dos primeros SLS previstos (RS-25D, empleados desde la misión STS-104). Cuando éstos se agoten (existen 16 almacenados), se fabricarán nuevos motores desechables (RS-25E), simplificados (sus antecesores se construyeron para ser usados en múltiples ocasiones) pero con mayor empuje, y por tanto más baratos. La compañía Aerojet ya tiene previsto iniciar la producción de una primera partida de 6 motores RS-25E.

Los ensayos estáticos de los motores RS-25 se iniciaron el 9 de enero de 2015. Uno de ellos se probó en las instalaciones A-1 del Stennis Space Center, funcionando durante 500 segundos para recopilar información sobre su unidad controladora y las condiciones de presión internas. El motor había recibido algunas modificaciones respecto a su configuración en el Space Shuttle. Por ejemplo, la versión para el SLS actuará bajo una mayor presión (la etapa es más alta y la acele-



El SLS Block I partirá desde la rampa 39B del centro espacial Kennedy. (Foto: NASA/MSFC)

ración será también mayor) y usará un oxidante (oxígeno líquido) a más baja temperatura que en la lanzadera. Además, la tobera se calentará más debido a la presencia de un cuarto motor en comparación con el Shuttle. La nueva unidad controladora ensayada es la que se encargará de vigilar la salud del motor, así como de ordenar el desarrollo del empuje deseado y la mezcla adecuada de los propergoles. Ha sido necesario renovarla debido a la aviónica más avanzada del SLS. La NASA ha programado un total de 8 pruebas (totalizando 3.500 segundos de funcionamiento) para el citado motor. Pero también está previsto probar una segunda unidad que experimentará 10 ensayos y 4.500 segundos, y que utilizará nuevos controladores de vuelo.

El SLS Block I utilizará también dos aceleradores sólidos laterales, como ocurría en la lanzadera espacial. Se trata de la misma tecnología que en esta última pero, sin embargo, para aumentar su empuje, los llamados SRB



utilizarán cinco segmentos, en vez de cuatro. Funcionarán durante 124 segundos, y proporcionarán 16.000 kN de empuje cada uno (32.000 kN en total). No está previsto que sean recuperados para su reutilización, de modo que carecerán de los elementos que permitían esto en el Shuttle (paracaídas, etc.). Cuando sean desprendidos, simplemente se hundirán en el océano Atlántico tras el despegue desde el centro espacial Kennedy. Los aceleradores de cinco segmentos son alguno de los elementos del SLS que llevan más tiempo siendo probados en tierra. La tecnología ya era muy madura, pero la adición del segmento adicional propició nuevos ensayos. El primero (DM-1) se realizó el 10 de septiembre de 2009, el segundo (DM-2) el 31 de agosto de 2010, y el tercero (DM-3) el 8 de septiembre de 2011. Todos funcionaron perfectamente, y además los dos últimos se utilizaron en condiciones extremas de temperatura exterior. Posteriormente se han realizado otros con igual éxito.

Con la etapa Core y los dos aceleradores, el SLS Block I desarrollará al despegue un empuje total de 39.440 kN, superior a los 34.000 kN del Saturn-V lunar.

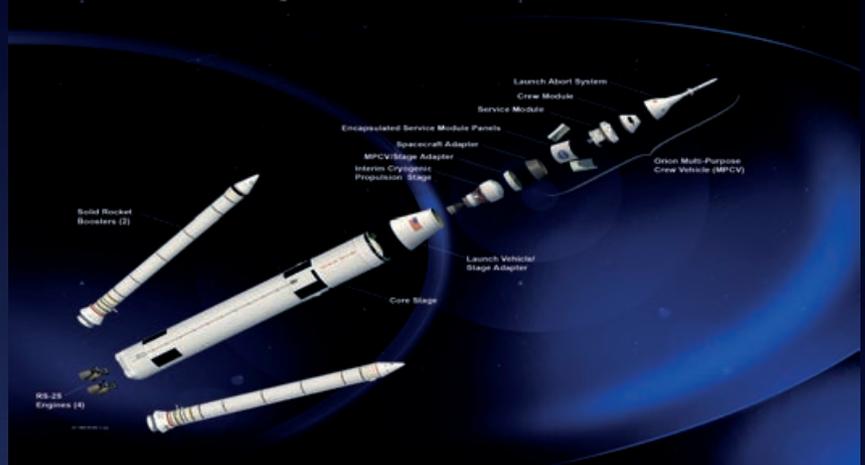
En cuanto a la segunda etapa, la NASA contempló durante muchos meses, para el cohete Ares-V, una fase basada en el motor J-2X, a su vez descendiente del J-2 que se usó en el Saturn-V. Estaba prevista la utilización

de este mismo motor en el SLS, pero finalmente esto se ha descartado debido a su coste. Los ingenieros han preferido utilizar un motor más sencillo y menos potente, pero con un ya largo historial de funcionamiento. Se trata del RL10B-2, criogénico, que se ha usado en el cohete Delta-IV durante algunos años. De hecho, las primeras versiones del RL-10 debutaron a principios de los años 60 y se usaron también en los cohetes Saturn-I.

“El SLS Block I utilizará también dos aceleradores sólidos laterales, como ocurría en la lanzadera espacial”

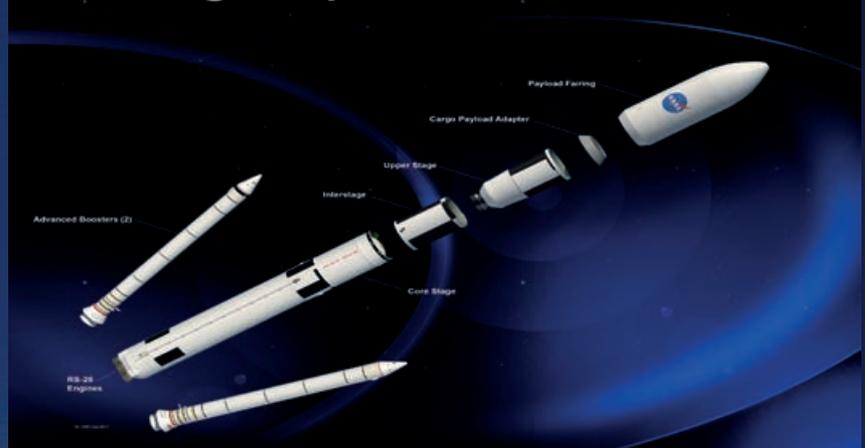
Dado que la primera misión del SLS no va a incluir astronautas y sólo va a tener que rodear la Luna, la NASA ha decidido utilizar una segunda etapa provisional, menos potente. Se llama Delta Cryogenic Second Stage (DCSS) y tiene 5 metros de diámetro y 13,7 metros de largo. En el SLS se denominará Interim Cryogenic Propulsion Stage (ICPS). Pesa 30.710 Kg y utiliza un único motor RL10B-2, de 110,1 kN de empuje, que funcionará durante 1.125 segundos. Es básicamente la misma etapa usada en el

70t Crew Expanded View



Configuración del SLS Block I. (Foto: NASA/MSFC)

130t Cargo Expanded View



Configuración del SLS Block II. (Foto: NASA/MSFC)



cohete Delta-IV, por lo que ya está prácticamente disponible. Sus únicas mejoras son una ligera prolongación del tanque de hidrógeno líquido y un aumento del número de botellas de hidracina para el control de orientación, así como cambios en la aviónica para hacerla compatible con la del resto del cohete.

Con esta configuración, el SLS Block I tiene una carga útil de 70 toneladas. Durante su en principio único vuelo (la misión EM-1), las etapas inferiores colocarán a la etapa ICPS y a la nave Orion (aquí sin tripulantes), en una ruta suborbital. La ICPS funcionará entonces unos segundos para alcanzar una órbita baja preliminar, y reanudará después su funcionamiento para colocar al conjunto en dirección a la Luna, como hacía la etapa S-IVB del cohete Saturn-V. Está previsto que la Orion dé la vuelta a nuestro satélite y regrese a la Tierra. Se habrá demostrado así el funcionamiento general del cohete SLS. Una versión inicial de la Orion ya fue probada recientemente con éxito, el 5 de diciembre de 2014, a bordo de un cohete Delta-IV, en una misión llamada EFT-1 de 4,5 horas de duración para probar el funcionamiento de algunos de sus sistemas, como el

escudo térmico a velocidades próximas a las que supone regresar de la Luna. Durante la misión EM-1, la Orion intentará demostrar que está a punto para incluir astronautas en su interior.

El Block I podría también enviar 20,2 toneladas en dirección a Marte y 2,9 toneladas hacia la luna Europa de Júpiter. Podría usarse sin etapa superior para enviar cápsulas Orion hacia la estación espacial internacional e incluso suministros, aunque esto es improbable pues su capacidad es excesiva para esta tarea. Sólo se haría en caso necesario, como la imposibilidad de disponer de otros medios de transporte.

EL BLOCK IB

La segunda misión del cohete SLS estará protagonizada en principio por la versión Block-IB (aún podría volar otro Block I dependiendo de la misión a realizar, ya que ésta no está clara). Lo que sí es probable es que incluya la presencia de hombres a bordo, y debería ocurrir antes de 2021. Su destino aún se está debatiendo: podría suponer un simple viaje de circunvalación lunar, pero también se habla de visitar a un asteroide previa-

mente capturado y situado en órbita lunar.

El SLS Block IB utilizará básicamente los mismos componentes que su antecesor, pero incluirá una nueva segunda etapa. Como se ha dicho, se había contemplado el uso del motor J-2X, dos o tres de los cuales habrían sido instalados en la llamada Earth Departure Stage, pero tras su cancelación la NASA se ha centrado en la Exploration Upper Stage (EUS), que utilizará cuatro motores de la serie RL-10C, es decir, una etapa que tendrá un empuje cuatro veces más grande que la ICPS, alcanzando los 440 kN. La EUS tendrá un diámetro de 8,4 metros y unos 18 metros de alto como máximo, así como suficiente combustible (129.000 Kg) para permitir que el cohete SLS Block IB pueda enviar 93 toneladas hasta una órbita baja. Como su predecesor, la segunda etapa EUS completará el ascenso hasta alcanzar la velocidad orbital, y después situará a la nave Orion en dirección a la Luna.

Esta versión del cohete también está siendo considerada para otro tipo de misiones, como el lanzamiento de sondas interplanetarias muy pesadas. La Block IB podría enviar 32 toneladas a Marte o también 8,1 toneladas hacia Europa. En estos casos, llevaría un carenado específico.

FUTURAS MEJORAS

La NASA está desarrollando el SLS con vistas a poder enviar a su nave de



El SLS Block I utiliza aceleradores sólidos de 5 segmentos, que se separarán 2 minutos después del despegue. (Foto: NASA/MSFC)

exploración Orion incluso más allá de la Luna, como los asteroides o Marte. Ello requeriría una capacidad de carga útil de al menos 130 toneladas, para lo cual los ingenieros están preparando la versión Block II. Dado que ésta no tendrá que emplearse hasta los años 30, como mínimo, aún queda mucho tiempo para su definición exacta. Actualmente, se sabe que el vehículo será básicamente idéntico al Block-IB, pero sustituyendo sus aceleradores sólidos convencionales por otros avanzados. En función de si éstos siguen siendo sólidos o se construyen en base a un sistema de propulsión líquida, podrían proporcionar a la Block II una carga útil de 130 a 155 toneladas, mucho más potente pues que el viejo Saturn-V.

Originalmente, los aceleradores avanzados debían entrar en servicio en la versión Block IA, ahora cancelada. Se calculó que la aceleración resultante sería excesiva para la tripulación de una nave Orion situada a bordo. Ahora se espera que se usen sólo en la Block II, pero sometiendo probablemente a un cierto rediseño a la etapa Core para solucionar los problemas de aceleración. La NASA abandonó su intención de seleccionar un diseño para los ace-

leradores avanzados en 2015, ya que no se utilizarán a corto plazo, pero si la agencia quiere ir a Marte con astronautas deberá llevar a cabo dicha elección antes o después.

Las alternativas propuestas hasta ahora son varias. En cuanto a los aceleradores de propulsión líquida, se había considerado emplear motores rusos NK-33 (más bien su versión americana AJ-26) en su base, pero la pérdida de un cohete

“La NASA está desarrollando el SLS con vistas a poder enviar a su nave de exploración Orion”

Antares durante el despegue por el fallo en uno de ellos ha hecho desestimar esta opción. Otra propuesta consiste en usar dos motores F-1B por acelerador. Los F-1 se usaron en la primera etapa del cohete Saturn-V, y podrían elevar la carga útil del SLS hasta las 155 toneladas. En cuanto a posibles aceleradores sólidos, mejoras en el perergol y en el peso de sus carcasas podrían llevar la carga útil del SLS hasta las 113 toneladas.

También se ha hablado de una etapa superior nuclear, que reduciría el tiempo de viaje de una expedición tripulada a Marte de 9 meses a 3. Una misión de este tipo, sin embargo, requeriría de dos o más SLS Block II, ya que el vehículo marciano sería pesado y complejo, compuesto de un módulo habitáculo, la nave Orion, la etapa de propulsión nuclear, etc., todo lo cual sería ensamblado en órbita terrestre.

En general, se puede decir que la NASA se halla en el camino correcto para disponer del cohete SLS dentro de unos años. Más complicado parece definir las misiones que podría llevar a cabo, más allá de las dos primeras ya previstas. Todo ello depende de la financiación disponible, y el tiempo que falta también permite aventurar que las cosas podrían aún cambiar mucho hasta entonces.

MANOS A LA OBRA

Mientras tanto, la agencia sigue trabajando con vistas a preparar a su primer cohete en las fechas esperadas. El Congreso aprobó un presupuesto para el programa en 2015 incluso más elevado que la cifra solicitada por la Casa Blanca, pero no está claro si la agencia



Ensayo de un motor RS-25 para el programa SLS y pruebas acústicas con un modelo en fase de lanzamiento. (Foto: NASA/David Olive)

está recibiendo el dinero necesario (como ha ocurrido en años anteriores) para mantener el calendario, que de este modo podría retrasarse. En cuanto a los costes operativos, se ha dicho que cada cohete costará 500 millones de dólares, comparado con los 1.200 millones que costaría hoy en día un Saturn-V, pero es improbable que dicha cifra pueda alcanzarse, sobre todo si la cadencia de vuelo es tan baja. De nuevo, se han propuesto misiones interesantes, como vuelos tripulados a la órbita geostacionaria o los puntos de Lagrange, a los asteroides y más allá, y también vuelos para situar en el espacio grandes telescopios espaciales e incluso una estación orbital como la Skylab, sondas a los planetas exteriores, etc. Pero en cierta manera, parece que la principal justificación para construir los SLS es hacer posible algún día un viaje tripulado a Marte. Sería paradójico disponer de los medios de propulsión para ello, y no los presupuestos adecuados para tal misión.

Lo cierto es que ya se está cortando y doblando metal, y que las nuevas máquinas de soldadura, todo un logro de ingeniería por sí mismas, están trabajando a buen ritmo. Por ejemplo, el Vertical Assembly Center, una instalación robótica de 55 metros de alto, se encargará de unir domos, anillos y segmentos cilíndricos para dar for-

ma a los tanques de combustible del cohete.

Más en el futuro, cuando la primera etapa del primer cohete esté completa, y mucho antes de ser lanzada al espacio, será enviada a una plataforma de pruebas llamada B-2 en la que será sometida a un encendido de sus motores para comprobar su comportamiento dinámico (vibraciones, etc.). La misma plataforma se usó para probar la etapa principal del cohete Saturn-V en los años 60.

Los ingenieros están también haciendo pruebas sobre nuevas tecnologías, como la impresión 3D, que está permitiendo construir rápidamente piezas complejas de motores. Se ha utilizado esta técnica para construir inyectores, a base de polvo metálico fundido con láseres. El resultado ha sido un elemento de dos piezas, que con las técnicas tradicionales requeriría de hasta 163 piezas individuales. Los inyectores de pruebas se han ensayado durante 5 segundos, en encendidos que han demostrado su buen funcionamiento. Se espera así una reducción de los costes en los sistemas de propulsión del SLS.

Otra área a la que se está prestando mucha atención es aquella que supone el uso de materiales compuestos para construir tanques de combustible criogénico, y por tanto que deben operar a muy bajas temperaturas. Los inge-

nieros del Marshall Space Flight Center han construido uno de los mayores tanques de esta clase (5,5 metros de diámetro) y lo han probado con éxito, sometiéndolo a las tensiones y cargas de un lanzamiento. Su inferior peso respecto a los depósitos convencionales metálicos (hasta un 30 por ciento) implica que se reducirán sus costes hasta un 25 por ciento y se aumentará la carga útil de los cohetes.

La NASA ha sometido asimismo a modelos del SLS a escala a pruebas en túneles aerodinámicos, y ha simulado lanzamientos con ellos para comprobar cómo podrían afectarle las ondas acústicas. Y por supuesto, se ha ensayado la resistencia hasta el límite de las carcasas de las etapas de propulsión.

La agencia está construyendo instalaciones diversas para hacer realidad el nuevo cohete. Se deberá adaptar el edificio de ensamblaje de vehículos (VAB), donde se montarán sus etapas una encima de la otra, y se está modificando la rampa de despegue que deberá usar, lo cual implicará ajustar la nueva torre de servicio que se construyó para el programa Constellation.

En resumen, la actividad es alta, y el objetivo claro. Si los retrasos no lo impiden, el cohete más potente de este siglo rugirá en Florida dentro de unos tres años, iniciando una nueva era para la exploración espacial. •



Esta prueba demostró la resistencia de piezas fabricadas con impresión en 3D, para futuros motores del SLS. (Foto: NASA/David Olive)