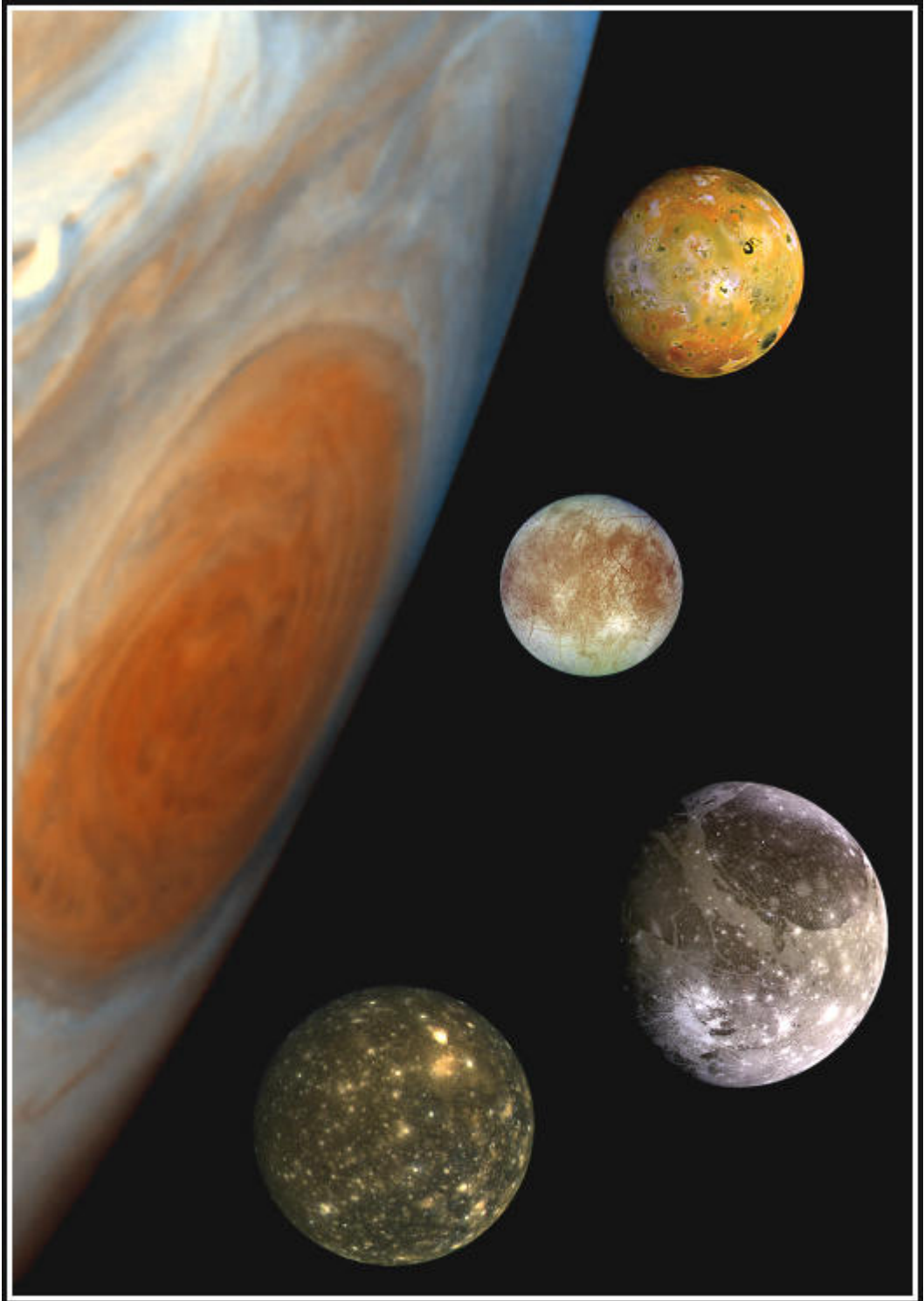


Misión Galileo



Júpiter y sus cuatro satélites mayores llamados Io, Europa, Ganímedes y Calisto, descubiertos por Galileo en 1610. Fuente JPL.

Sergio Conde Sánchez - Horneros.
Abraham del Río Bellisco
Jose Antonio Arias Carmona.

SECCIÓN 0. INTRODUCCIÓN.

Parecía que la misión Galileo era una misión que estaba gafada desde sus comienzos. El desastre del Challenger hizo que esta misión se retrasase desde su lanzamiento previsto en 1986 hasta el lanzamiento real el 18 de Octubre de 1989.

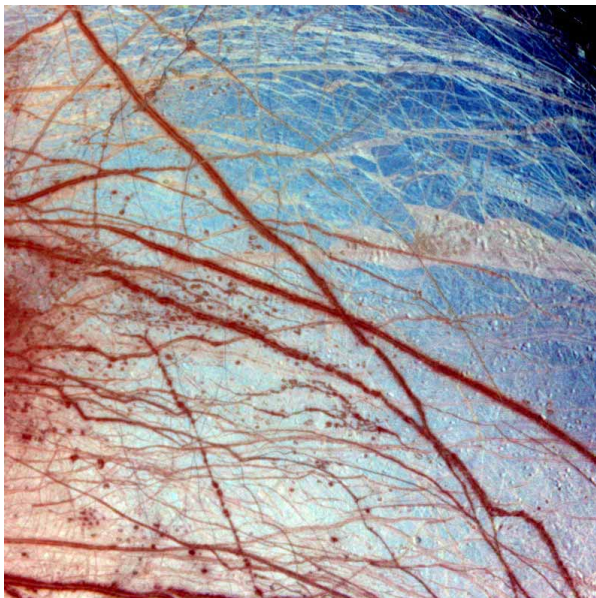
Una vez en su viaje los problemas de la sonda Galileo no cesaron, una serie de problemas técnicos hicieron que no se lograsen alcanzar los objetivos totales de la misión. Aun así los resultados que hemos tenido y los que todavía se están recogiendo hacen que el ser humano se sorprenda de lo que ha descubierto, a pesar de los fallos técnicos.

Como conclusión se pueden hacer dos lecturas como todo en la vida. La primera es una visión pesimista, porque con lo que hemos descubierto, ¿Cuáles habrían sido los resultados de la misión si no hubiese tenido la sonda las averías que ha tenido?. Pero en el otro lado existe una visión optimista, ya que ha quedado demostrada la capacidad del ser humano de construir un vehículo que este sometido a condiciones de funcionamiento muy duras y durante un espacio de tiempo muy prolongado, y como a pesar de ello y de las graves averías que ha tenido, la técnica ha permitido que el dinero invertido en la misión no haya sido en vano, y podamos conocer más datos acerca del pequeño sistema solar que existe dentro del nuestro, formado por una aspirante de estrella como es Júpiter, y por sus satélites, formando de este modo el sistema galileano.

Para más información acerca de esta misión se puede conectar con la página web del jet propulsión Laboratory (JPL) en <http://www.jpl.nasa.gov>.

Sergio Conde Sánchez Horneros
Abraham del Río Bellisco
Jose Antonio Arias Carmona

Mayo de 2000



Fotografía de la superficie helada de Europa Fuente: JPL





Los cuatro satelites galileanos colocados según su tamaño.
Desde la derecha From left: Ganymede, Callisto, Io and Europa. Fuente:JPL.

SECCIÓN 2 EL CAMINO HACIA JÚPITER

No hay mal que por bien no venga. Teniendo en cuenta el viaje de Galileo desde la tierra hasta Júpiter. Cuando el Challenger explotó en enero de 1986 las preparaciones seguían el camino de lanzar la sonda Galileo en Mayo. En este lanzamiento habríamos usado una lanzadera para llevar el vehículo espacial a una órbita terrestre baja. Galileo entonces habría seguido disparado hacia Júpiter usando el poder del cohete Centauro como etapa superior.

El proyecto Galileo fue doblemente maltratado por la mala suerte. Primero las misiones de a lanzadera fueron canceladas mientras los problemas eran detectados y reparados. En segundo lugar fue prohibido transportar el cohete Centauro a bordo de la lanzadera.

Los ingenieros de la misión trabajaron para encontrar otro camino hacia Júpiter. Algunas ideas fueron sugeridas. Una idea fue dividir el sistema de vuelo en dos piezas y lanzar cada una de ellas por separado. Todos los esquemas propuestos fueron demasiado costosos, o no eran compatibles con los objetivos científicos de la misión.

VEEGA -- LA SOLUCIÓN

Finalmente los expertos de trayectorias descubrieron que si lanzábamos el vehículo espacial hacia el planeta Venus, ellos serían capaces de llegar a Júpiter usando una serie de ayudas gravitatorias. El vehículo espacial podría volar hacia Venus y entonces dos veces alrededor de la tierra por sí mismo. Esos asistentes gravitatorios podrían suplir la energía química que se había perdido con la prohibición del cohete Centauro. La trayectoria fue llamada VEEGA ("Venus-Earth-Earth- Gravity Assist").

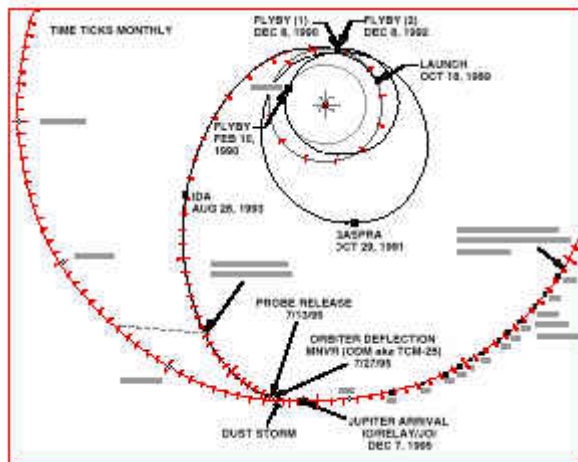
Una ayuda gravitatoria ocurre cuando un vehículo espacial pasa junto a un cuerpo masivo justo en el lugar correcto. El vehículo recibe entonces un "empujón" en energía (y un cambio de dirección) debido a la atracción gravitatoria del cuerpo.

Una de las grandes desventajas de la trayectoria VEEGA era que su aproximación a Venus sería que llevaría a la sonda Galileo más cerca del Sol de lo que había sido diseñado. (Venus está a solo dos tercios de la distancia al Sol que la tierra). Así que los ingenieros del vehículo cambiaron la protección térmica de Galileo para prevenir daños en su movimiento hacia el Sol. Otras desventajas incluían tener que añadir otra antena de baja ganancia, teniendo que realizar un montón de nuevos análisis para calcular el tiempo de vida aquí y en el espacio, y nuevos y extensos análisis de navegación.

Con la trayectoria VEEGA, los científicos comprobaron que había también un recubrimiento plateado. El complejo camino a Júpiter llevaría al vehículo Galileo por

algunos interesantes objetos. El desvío no solo era un irritante retraso. Oportunidades fascinantes se abrían ante nosotros.

La trayectoria VEEGA



¡DESPEGUE!

La sonda Galileo fue lanzada a bordo de la lanzadera Atlantis el 18 de Octubre de 1989. En lugar del cohete Centauro, La etapa superior Inercial (Inertial Upper Stage - IUS-), fue usada para acelerar el vehículo espacial en su viaje. En el camino hacia Júpiter habría encuentros con Venus (10 de Febrero de 1990), por primera vez con la tierra (8 de diciembre de 1990), con el asteroide 951 Gaspra (29 de Octubre de 1991), con la Tierra de nuevo (8 de diciembre de 1992), y con el asteroide 243 IDA (28 de Agosto de 1993). Esto hacia que añadiéndose a su valor científico, estos encuentros se usasen para calibrar y caracterizar los instrumentos del vehículo espacial para su utilización en las futuras actividades en Júpiter.

El 10 de febrero de 1990, la sonda Galileo voló a solo 16.000 kilómetros de la superficie de Venus. Las observaciones científicas, incluyendo 81 imágenes del planeta, fueron realizadas desde la aproximación más cercana -1 día a +7 días durante la duración del encuentro. Las imágenes de la cubierta nubosa de Venus revelaron nueva información de la estructura y de la dinámica de la densa atmósfera.



Galileo volvió a la tierra mas tarde aquel mismo año. El vehículo espacial pasó sobre el Atlántico Oeste a una altitud de 960 kilómetros. Galileo tomo mas de 1000 imágenes de la Tierra para crear una estupenda película acerca de la rotación de la Tierra. Esta película mostraba modelos meteorológicos desde la perspectiva única de la sonda Galileo.

Como nos verían los extraterrestres

En una conferencia de prensa realizada después del primer encuentro de la sonda con la tierra, el científico del proyecto, el Dr. Torrence Johnson, nos enseña una única vista del vuelo, Él imaginaba Galileo como una nave extraterrestre de alguien cercano de la estrella Arcturus. ¿Que podrían haber aprendido los extraterrestres acerca del planeta Tierra?. Ellos habrían conocido que los océanos de la Tierra no son muy profundos y hay cinco veces mas agua que tierra. Un campo magnético habría sido detectado. Este campo magnético podría permitirlos deducir la presencia de un núcleo fluido y conductor. La química de la atmósfera, con su poca cantidad total de dióxido de carbono, y su gran cantidad de oxígeno, indicaría la existencia de vida. Las señales de radio, la mayoría no serían de un origen natural, podrían haber sido detectadas. Esto hacia más cercana la posibilidad de vida. Probablemente habría volcanes, pero no se habrían observado volcanes activos. Las placas tectónicas no se habrían detectado. El

Dr. Johnson concluyó su charla diciendo que la Academia de ciencias de Arcturan, probablemente preguntaría a su gobierno financiación para otra misión a la Tierra, preferiblemente un orbitador.



LA ANTENA DE GRAN GANANCIA

En abril de 1991, el equipo de vuelo de la sonda Galileo se preparó para abrir la antena de malla de alta ganancia de 4.8 metros. La antena había estado plegada como un paraguas cerrado desde el lanzamiento. La gente estaba nerviosa acerca de realizar una gran tarea mecánica en el espacio. No podías ir allí con la caja de herramientas, si no funcionaba. En este tiempo los peores miedos se volvieron realidad, la antena falló al abrirse.

Durante muchos meses, el problema fue estudiado, y varias soluciones fueron probadas - calentar la antena usando la luz del Sol, enfriándola al girarla hacia la oscura frialdad del espacio profundo, e intentando abrirla forzosamente mediante sus motores. El dispositivo seguía enganchado

El análisis de las medidas de ingeniería que se hallaban disponibles mostraban que la antena solo se había abierto parcialmente. Por poco no se pudo usar como un dispositivo de comunicaciones. De mala gana el proyecto empezó a considerar como llevar la misión solo usando la antena de baja-ganancia para transmitir datos a la base.

La estrategia de recuperación tuvo dos principales empujones. Primero la sensibilidad de la red de espacio profundo (Deep Space Network - DSN) se incrementó sustancialmente. (La DSN es una red de tres centros de comunicaciones que facilitan la comunicación con el espacio al estar situados a lo largo de la tierra a unos 120 grados de distancia unos de otros lo que permite que siempre se pueda observar el vehículo espacial sin importar la rotación de la Tierra). En segundo lugar, los métodos de compresión de datos a bordo del vehículo espacial antes de que estos fuesen enviados a la tierra tenían que ser desarrollados. En aquel camino pocos bits tenían que hacer el trabajo de as. Así que según los estudios de los ingenieros de misión y del vehículo espacial se estimó que el 70 por ciento de los objetivos iniciales del proyecto Galileo serían completados

El asteroide 951 Gaspra fue el siguiente destino Cruzando el cinturón de Asteroides después del paso por la tierra. En la más cercana aproximación a Gaspra, el 29 de Octubre de 1991, estaba a 1600 kilómetros. La toma de imágenes del asteroide empezó un "día" Gaspra (dura 7 horas y 3 minutos) antes de la aproximación más cercana. Las imágenes fueron tomadas a unos 5000 kilómetros de distancia. Aproximadamente fue fotografiada el 60 por ciento de la superficie del asteroide. Los objetos pequeños de alrededor de 50 metros pueden ser vistos en algunas imágenes. Las imágenes se almacenaron en el grabador de cinta del vehículo espacial para la posterior transmisión usando la antena de baja ganancia. El primer encuentro espacial con un asteroide, lo mostró como un objeto irregular (19 por 12 por 11 kilómetros) cubierto de cráteres.

El vuelo alrededor de la Tierra en diciembre de 1992 fue sencillo. La aproximación mas cercana fue a una altitud de 305 kilómetros. (La Lanzadera Espacial, el sistema de transporte espacial - STS Space Transportation System-, orbitan típicamente la tierra a una altitud de 300 kilómetros). Los científicos volvieron a tomar imágenes del sistema Tierra-Luna, y calibraron los instrumentos de Galileo.

En encuentro final con Galileo, antes de su llegada a Júpiter, fue de lo mas excitante en términos de proveernos de información científica. El segundo encuentro del vehículo espacial con un asteroide, Ida, nos revela un objeto irregular, y lleno de cráteres de mas de dos veces el tamaño de Gaspra. La sonda voló a 2400 kilómetros de su superficie el 28 de Agosto de 1993.

La sorpresa se encontró en las imágenes analizadas algunos meses después del encuentro. ¡Una pequeña luna orbitaba IDA!. Este objeto de solo unos 1,5 kilómetros de



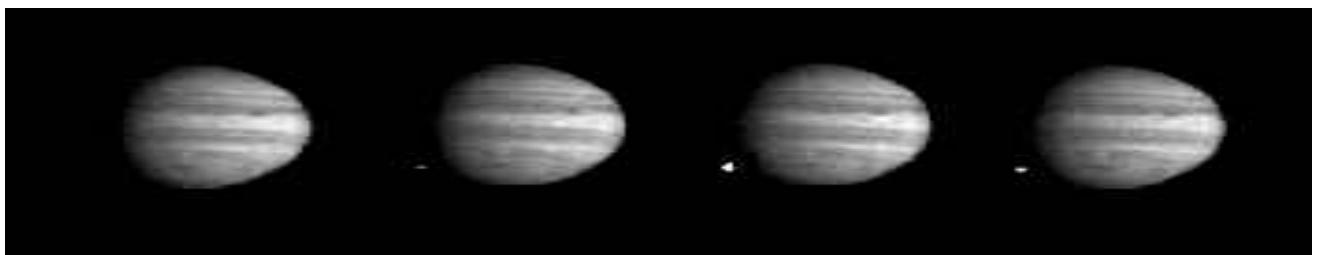
diámetro (la longitud de ida en el eje "X" es de 56 kilómetros), ha sido llamado "Dactyl". La luna orbitaba a unos 100 kilómetros del centro de Ida.

Inmediatamente después de las bases de los datos obtenidos de Ida, la sonda Galileo, pudo tener una visión directa de un extremadamente raro evento. Fue testigo del impacto de un cometa contra Júpiter. Ningún telescopio terrestre u orbital tuvo semejantes privilegios.

Gene y Carolyn Shoemaker y David Levy descubrieron un fragmento de un cometa el 24 de Marzo de 1993. Desde el cometa fue el noveno descubrimiento de este equipo, y fue llamado "Shoemaker-Levy 9" (S/L-9). El descubrimiento fue realizado con el telescopio Schmidt de 0,5 metros situado en el observatorio de Monte Palomar en California.

Originalmente era un cometa periódico en órbita alrededor del Sol, el cometa fue capturado por Júpiter. Este cometa se rompió en pedazos en Julio de 1992, cuando paso a unos 100.000 kilómetros del planeta gigante. En los estándares cósmicos, este es un paso muy cercano, pero cuando los astrónomos examinaron el futuro paso de los fragmentos del cometa, se quedaron anonadados de encontrar que en Julio de 1994 el cometa se estrellaría contra Júpiter.

Galileo estaba a aproximadamente a 240 millones de kilómetros de Júpiter, cuando ocurrieron los impactos. Los 23 fragmentos se estrellaron contra la atmósfera de Júpiter ente el 16 y el 22 de Julio, mientras Galileo realizaba abundantes observaciones científicas desde su única perspectiva.



La siguiente tabla resume los eventos mas destacados que se realizaron durante el viaje e identifica los instrumentos que se usaron en ellas (Ver la sección dedicada al orbitador Galileo para una descripción detallada de los instrumentos).

Venus Confirmación de tormentas. (PWS)

Imágenes de nubes de medio nivel. (NIMS, SSI).

Imágenes de superficie (NIMS).

Observaciones de colisiones de arco (EPD).

Tierra y Luna Únicas cuantificaciones de regiones distantes del magnetocola (MAG, PLS)

Descubrimiento de vida inteligente. (PWS).
Grabación de la rotación de la tierra (SSI)
Película de la Luna pasando enfrente de la Tierra (SSI)
Imágenes de la Antártida (SSI)
Imágenes visuales y con infrarrojos de la cordillera de los Andes (NIMS , SSI)
Imágenes visuales y por infrarrojos de la cara oculta de la luna y de las regiones polares (NIMS, SSI).
Asteroides (Gaspera, Ida). Primer y segunda gran aproximación a un asteroide (todos los instrumentos excepto HIC).
Descubrimiento del primer asteroide confirmado con una luna, Dactyl (NIMS, SSI).
Inesperada interacción entre el viento solar y los asteroides (¿Firma magnética?). (MAG).
Colisión de un cometa con Júpiter (Shoemaker- Levy 9) Solo observaciones directas de los impactos (SSI, PPR, NIMS, UVS).
Solo caracterización directa del tamaño y temperatura del impacto de la bola de fuego (NIMS, PPR, UVS).
Detección de la "salpicadura" de material lanzada debido a los impactos (NIMS).
Viaje interplanetario Descubrimiento de la mas intensa tormenta de polvo detectada por un vehículo espacial (DDS).
Mapeo de la distribución del hidrógeno y del helio en el sistema Solar (EUV, UVS)
Caracterización de grandes fulguraciones solares. (HIC).
Ingeniería Demostración de comunicación óptica en el espacio profundo usando láser (SSI).
Reconstrucción y recarga completa del software de la computadora principal (AACs, CDS)

Nota: Definición de Acrónimos.

AACS Attitude and Articulation Control Subsystem Subsistema de control de posicionamiento y de articulación.
CDS Command and Data Subsystem Subsistema de comandos y datos
DDS Dust Detector Subsystem Subsistema detector de polvo
EPD Energetic Particles Detector de partículas energéticas
EUV Extreme Ultraviolet (Spectrometer) Expectrometro
HIC Heavy Ion Counter Contador de iones pesados
MAG Magnetometer Magnetometro
NIMS Near-Infrared Mapping Spectrometer
PLS Plasma Subsystem Subsistema de plasma
PPR Photopolarimeter Radiometer
PWS Plasma Wave Subsystem Subsistema de onda de plasma
SSI Solid State Imaging
UVS Ultraviolet Spectrometer

SOLTADO DE LA SONDA Y ODM

El mayor evento final de la misión para prepararla para la llegada a Júpiter ocurrió en Julio de 1995. El 13 de Julio la sonda atmosférica fue separada del orbitador. La sonda fue suavemente movida hacia una trayectoria que la guío hacia la atmósfera de Júpiter el 7 de Diciembre. Debido a su diseño la sonda no se comunicó con el orbitador durante su viaje a Júpiter.

El orbitador tenía que ser desviado de su camino para que no siguiera a la sonda dentro de la atmósfera de Júpiter. La maniobra de desvío del orbitador (orbiter deflection maneuver -ODM) ocurrió el 27 de Julio. Fue el primer uso de motor principal del vehículo espacial de más de 400 newton; después de 6 años en el espacio, el sistema funcionó bien (excepto de un arranque de "wake-up" de 2 segundos de duración 3 días antes, el motor no había sido arrancado desde 1984).

En la ODM el motor estuvo encendido durante 308,1 segundos. Los datos valiosos de las características del motor fueron adquiridos. Esos datos se usaron para planificar la secuencia de funcionamiento para insertar el orbitador en una órbita alrededor de Júpiter. Después de una quema continuada de 49 minutos, el orbitador pudo comenzar su visita de 2 años al gigante de gas y a sus correspondientes satélites, anillos, y magnetosfera.

El reto del grabador de cinta.

La fase de aproximación a Júpiter comenzó oficialmente el 9 de Octubre de 1995. El 11 de Octubre, el orbitador grabó una imagen general de Júpiter con el sitio de entrada de la sonda a la vista. Cuando el grabador de cinta fue ordenado para rebobinar, de modo que esa imagen fuese transmitida a la Tierra, el personal del Proyecto recibió un inesperado golpe. Los datos del vehículo espacial mostraron que el grabador de cinta había fallado al parar de rebobinar.

Después que los comandos fuesen enviados en tiempo real para parar el grabador, los ingenieros comenzaron rápidamente a realizar un extenso análisis del problema. ¿Se habría roto la cinta?. ¿Estaría salida de su sitio?. ¿Habría estado el grabador de cinta parado, pero envió una lectura errónea?.

El 20 de Octubre, el grabador de cinta fue testado y unos pocos segundos de datos fueron reproducidos otra vez. ¡El grabador de cinta todavía funcionaba!. Sin embargo un estudio preliminar indicaba que el grabador de cinta podría no ser fiable en bajo alguna de las condiciones operativas de la planeada aproximación a Júpiter.

El 24 de octubre, el vehículo espacial ejecuta comandos para que la grabadora de disco enrollara en el carrete un extra de 25 veces alrededor de la zona de la cinta que sufrió la anomalía. Esta zona posiblemente estaba debilitada cuando el grabador cuando se atasco en el modo de bobinado durante alrededor de 15 horas. Las indicaciones fueron que la cinta no debía moverse durante todo este tiempo. Los mecanismos de manejo e la cinta se habían salido y probablemente habían rozado contra la cinta. Los ingenieros del vehículo no estaban seguros de la condición de esa zona de la cinta, así que ahora es "fuera de límites" para grabaciones futuras. La cinta extra se enrolló sobre ella asegurando esa área de la cinta, y eliminando el estrés que pudiera romper la cinta en este punto potencialmente débil. Desafortunadamente, la imagen de aproximación de Júpiter que Galileo tomo el 11 de Octubre se almacenó en la zona fuera de límites, y no será reproducida otra vez.

Los ingenieros continuaron analizando las condiciones del grabador de cinta hasta que pudieron comprender completamente sus capacidades, y sus debilidades potenciales. Esperaban encontrar caminos de hacer funcionar el grabador de cinta, con la menor perdida de los objetivos de la misión orbital. Consecuentemente, la decisión que se tomo fue la de usar la cinta en la llegada solo para grabar los datos de la sonda, ya que estos eran de lejos los datos más importantes de la llegada, y requerían la óptima operación del grabador. Todas las imágenes y otros datos de gran tamaño (incluyéndose las imágenes de Europa y de Io) fueron eliminados de la secuencia de llegada. A última hora la capacidad de una única toma de datos de partículas y de datos en el "toroide de Io" fue también incluida.

Mirando atrás, la fase de viaje de Galileo fue muy valiosa. El vehículo espacial fue caracterizado, indicando su rendimiento que podríamos esperar de él. Los instrumentos fueron calibrados. Añadimos conocimientos acerca de Venus, la Tierra y la Luna. Rescribimos el libro sobre los asteroides. Tuvimos la mejor perspectiva el show cósmico ofrecidos por Shoemaker-Levy 9 A la misión principal estaba todavía ante nosotros...

SECCIÓN 3 EL PLANETA JÚPITER

Por miles de años, la gente ha mirado una luz brillar errante en el espacio. Solo otra mas errante(Venus) era más brillante, pero nunca aparecía alta en el cielo de la noche. Esta "estrella errante" o planeta era llamado Júpiter en honor a los gobernantes romanos y el más poderoso de los dioses romanos de la mitología.

Júpiter es el mayor planeta del sistema solar. Es dos veces y media más grande que los ocho planetas restantes juntos. Si estuviera hueco cabrían en el mas de 1400 veces la tierra. Sin embargo la densidad de Júpiter es solo un poco mayor que la del agua. Es un planeta gaseoso y no una roca como la tierra.

A través de un telescopio Júpiter aparece como un disco amarillento, cruzado por bandas rojo-anaranjadas. Desde mediados de 1600, astrónomos han observado manchas moviéndose alrededor de la superficie de Júpiter siguiendo la rotación del planeta. Algunos de estas manchas y otra nube características han sobrevivido por años en el tiempo, mas que algunos sistemas nubosos o de tormentas en la tierra. La mayor de estas manchas observada es la "Gran mancha roja". Este gigantesco ovalo rojo (tiene aproximadamente tres veces el diámetro de la tierra) fue visto por primera vez en 1664 y a durado hasta nuestros días.

Los astrónomos han usado el moviendo de estas manchas para medir el periodo de rotación del planeta. Un "día" de Júpiter dura aproximadamente 10 horas. Júpiter tiene el periodo de rotación mas alto de cualquier planeta, causando la aparición de pequeños aplastamiento en el disco. El radio ecuatorial es de 4300 kilómetros mas que el radio polar (142.984 kilómetros).



LAS PRIMERAS EXPLORACIONES

Cinco naves de la tierra han hecho ya el viaje a Júpiter. Pioneer 10 y 11, lanzados en 1972 y 1973, respectivamente, fueron las primeras naves en explorar el espacio más allá de la órbita de Marte, atravesando el cinturón de asteroides, y suministrando al final una visión del gigante planeta. Las sondas

Pioneer eran de tipo "Rotatorio" ellas rotaban constantemente como peonzas gigantes. Este diseño era muy estable y requería de menos orientación que una nave no giratoria.

Los instrumentos podrían recolectar datos de direcciones muy diversas mientras la nave estuviera girando. Los instrumentos medidores de partículas de energía y de campo magnético actuarían bien sobre una nave giratoria. Otro tipo de instrumentos, tales como cámaras, no tan bien. Imagine intentando tomar imágenes mientras vas montado sobre un tío vivo. El Pioneer transportaba 11 instrumentos. Algunos eran para sentir pequeñas partículas de meteorito y partículas cargadas. Algunas eran para medir el campo magnético de Júpiter y su radiación. Un instrumento, el fotopolarímetro de impresión, medía el brillo de una estrecha franja del planeta. Esta tomaba mediciones en cada giro de la nave. Una imagen de Júpiter era formada a partir de estas franjas.

Voyagers 1 y 2 fueron lanzados en un viaje fuera del sistema solar en 1977. La misión Voyager fue diseñada para estudiar los sistemas planetarios en más detalle de lo que fueron estudiados por la Pioneer. La sonda Voyager era más sofisticada y automatizada que la Pioneer. Es por esto, que la sonda no era giratoria sino que era de "Tres ejes estabilizados". Voyager podía mantener una orientación fija, o posición en el espacio. La nave suministra precisión y un punto fijo para los instrumentos. Sin embargo los instrumentos no podían hacer un muestreo en diferentes direcciones. La Voyager llevaba diez instrumentos, incluida televisión. Tales como cámaras, espectrómetros, detectores de partículas, y un magnetómetro.

ciento de helio. Si Júpiter hubiera tenido entre cincuenta y cien veces más masa, este podría haberse convertido en una estrella en vez de un planeta. Nuestro sistema solar podría convertirse en un sistema de estrellas binarias. A la vez que hidrógeno y helio han sido descubiertos en la atmósfera de Júpiter pequeñas cantidades de metano, amoníaco, fósforo, vapor de agua y multitud de hidrocarburos.

La atmósfera de Júpiter muestra de forma alternada cinturones oscuros con zonas luminosas. La localización y tamaño de los cinturones y zonas cambia gradualmente con el tiempo. Junto a estos cinturones y zonas existen sistemas de tormentas y nubes que han perdurado por años. Uno de estas gigantescas tormentas es la "Gran mancha roja" que existe desde al menos 300 años. Esta mancha rota una vez en el sentido de las agujas del reloj cada 6 días. Desde su situación en el hemisferio sudeste del planeta, esta dirección de rotación indica que es una zona de altas presiones (diferente a los ciclones de la tierra que son zonas de bajas presiones). El color rojizo es un misterio para los científicos, pero varios agentes químicos, como el fósforo, han sido propuestos. En la actualidad, el color y los mecanismos que determinan el color de la atmósfera no están muy claros. Este misterio no puede ser resuelto tomando fotografía, es necesario tomar medidas directas desde dentro de la atmósfera, medidas como las que harán la sonda Galileo.

Júpiter es barrido por una docena de vientos reinantes, de rachas de 150 metros por segundo (335 millas por hora) en el ecuador. Sobre la tierra, los vientos son conducidos por la gran diferencia de temperaturas, más de 40 grados Celsius (100 grados Fahrenheit) entre los polos y el ecuador. Pero los polos y el ecuador de Júpiter tienen la misma temperatura. 130 grados Celsius (-200 grados Fahrenheit), el por lo menos la cercanía de las nubes altas. Esto es otro de los misterios a resolver por el Galileo.

EL INTERIOR

Se ha estimado que el núcleo del planeta Júpiter tiene una vez y media el diámetro de la tierra, y de 10 a 30 veces más masa. Se ha estimado también que la temperatura del núcleo ronda los 30.000 grados Celsius (unos 50.000 grados Fahrenheit). Esta alta temperatura es producto de una presión de al menos cientos de millones de atmósferas (una atmósfera es igual a la presión del aire a nivel del mar)

Envolviendo este núcleo se encuentra un mar profundo de unos 40.000 kilómetros de metal de hidrógeno líquido. Desconocido en la tierra el metal de hidrógeno líquido se forma debido a la extrema presión que existe en Júpiter. A esta profundidad, la presión es de más de tres millones de atmósferas. Las moléculas de hidrógeno son tan fuertemente presionadas que se rompen y se convierten en conductor eléctrico. Los científicos creen que es este líquido conductor eléctrico el que causa el increíble campo magnético de Júpiter.

Después hay una fina capa de hidrogeno y helio de 21.000 kilómetros (13.000 millas.) Esta capa cambia gradualmente de liquido a gas según la presión va cayendo del orden de 10 atmósferas.

Finalmente, en la región mas alta de la atmósfera, la temperatura y la presión, bajan lo suficiente como para permitir la formación de nubes.

EL ANILLO

Uno de los sorprendentes descubrimientos que hizo el Voyager fue la detección de un casi imperceptible anillo alrededor de Júpiter. Los científicos que diseñaron el observador del Voyager decidieron tomar fotografías del área donde ellos creían se encontraba el anillo. La iluminación era la correcta para que ellos fotografiasen el anillo formado por partículas oscuras y del tamaño del polvo. El anillo, formado por tres bandas, se extendía desde la atmósfera superior hasta aproximadamente 53.000 kilómetros(33.000 millas) sobre las nubes altas. La banda mas brillante esta en el limite superior y es de 800 kilómetros de ancho(500 millas).

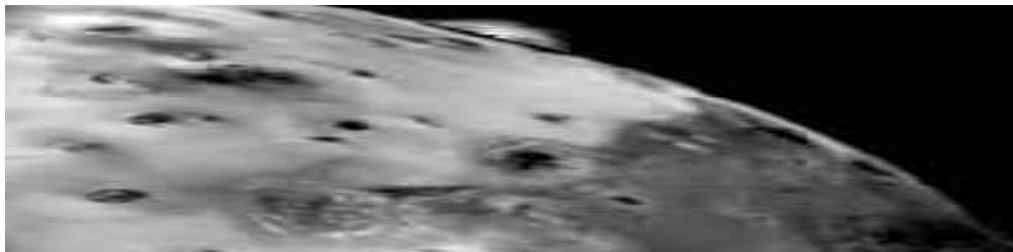
LA MAGNETOSFERA

Uno de los principales efectos del océano de metal hidrogeno liquido es un campo magnético mas fuerte que el de cualquier planeta del sistema solar. El campo magnético de Júpiter es opuesto al de la tierra. Una brújula en Júpiter apuntaría al sur en lugar de al norte. La región del espacio dominada por el campo magnético de un planeta es llamada magnetosfera. La magnetosfera de Júpiter es moldeada por el viento solar (la corriente de partículas cargadas "impulsada" fuera del sol) en forma de lagrima. Si la magnetosfera de Júpiter fuera visible desde la tierra, esta seria varias veces mas grande que la luna llena en el cielo nocturno.

La magnetosfera esta dominada por el comportamiento del planeta, el campo magnético, y una multitud de partículas y gases. Los iones de baja energía, los protones, y los electrones son llamados "Plasma". El limite entre el viento solar y la magnetosfera se denomina "magnetopausa."

Distribuido alrededor de la magnetosfera esta un plasma de baja energía, fuertemente concentrado con un pequeño radio del plano ecuatorial. El plasma forma una lamina debido a la concentración del flujo de corriente eléctrica.

El Pionner y el Voyager observaron una gran colección de partículas cargadas alrededor de Júpiter en forma de donut del tamaño de la órbita de Io: Este es conocido como "el toroide de plasma" resultado del material que escapa de la atmósfera de Io o de la superficie y entonces es capturado por el campo magnético de Júpiter.



En Júpiter, el plasma dentro de la magnetosfera tiende a rotar en la dirección de rotación del campo magnético. Si este rota a la misma velocidad, es denominado como "Corotación rígida". Procesos dentro de la magnetosfera empujan al plasma a rotar en menos que la velocidad de Corotación rígida en algunas regiones.

LOS SATELITES

Trece de los 16 lunas conocidas de Júpiter eran descubiertas desde la tierra. Las otras tres fueron vistas por primera vez por el Voyager. Las cuatro lunas más grandes – Io, Europa, Ganymedes y Calisto – eran observadas en 1610 por Galileo Galilei de Italia. Él usó un nuevo invento llamado "telescopio". Estas cuatro lunas fueron denominadas en su honor como "Los satélites Galelianos" ¿Qué sabemos realmente de estas lunas? Su rango en tamaño va de la más pequeña con el tamaño de nuestra luna a la más grande con el tamaño de Mercurio.

IO

Io, uno de los satélites galelianos más próximos a Júpiter, ha sido descrito como una gigantesca pizza (debido a los discos rojos, naranjados y blancos de su superficie) o como el lugar más parecido al infierno del sistema solar. Volcanes lanzan bolas de gas y partículas sólidas a cientos de kilómetros sobre la superficie. Una colección de estas partículas, atrapadas por el campo magnético de Júpiter, forman el toroide de lo que orbita alrededor del planeta tomando la forma de donut. Flujo de lava sulfurosa es radiada desde los volcanes. Aproximadamente una tercera parte de la superficie es con la brillante blanca nieve sulfúrica. Esta nieve es causada por la intensa actividad volcánica de Io resultado de las mareas provocadas por la influencia de la gravedad de Júpiter. Galileo descubrió que Io tiene un gran, denso núcleo de hierro, siendo su diámetro de la mitad de la luna.

EUROPA

Si Io es una pizza, entonces Europa, el siguiente satélite de Júpiter, es un huevo rajado. Este tiene una superficie blanca brillante, recorrida por multitud de fisuras oscuras. Tiene montañas en lugar de valle, cráteres en lugar de volcanes. Recientes observaciones desde la tierra indican que la luna tiene una fina atmósfera de oxígeno y sodio. Algunos científicos creen que un gigante océano podría ocultarse bajo la capa de hielo que se resquebraja y congela a temperaturas de al menos -146 grados Celsius (-230 grados Fahrenheit). Sería este el único lugar en el sistema solar donde la tierra podría tener un suministro de agua. Solo que un poco frío para nadar!



GANIMEDES

El tercer Satélite galeliano, ganimedes, es la mayor luna del sistema solar. Tiene una variedad de formaciones geológicas, incluyendo cráteres y cuencas, grietas, y quebradas áreas montañosas. Casi la mitad de la superficie esta cubierta con el agua helada con rocas oscuras. Estas regiones oscuras fuertemente crateadas son bastante ancianas. Las nuevas, luminosas regiones dan evidencia de actividad tectónica que quizá han roto la capa helada. Un fina capa de ozono ha sido detectada rodeando ganimedes.



CALISTO

La ultima y con menos actividad de los satélites galelianos es Calisto. Como ganimedes, este presenta un núcleo rocoso rodeado por un océano de hielo. La superficie esta cubierta completamente con cráteres formados por el impacto de meteoritos; no se conocen zonas "planas". La cantidad exacta de impacto se desconoce, los científicos estiman que son necesarios varios billones de año para acumular la cantidad de cráteres encontrados en Calisto. Por lo tanto, la luna ha estado inactiva al menos un largo periodo, un fino recuerdo del pasado.

LOS SATELITES MENORES

Todos los otros satélites son comparativamente objetos menores, de a lo sumo 170 kilómetros (100 millas) de diámetro. Ocho están en órbitas inclinadas lejos del planeta, y cuatro están cerca del planeta, dentro de la órbita de Io. En sentido ascendente de distancia de Júpiter los 16 satélites son Metis, Adrastea, Amalthea, Thebe, Io, Europa, Ganimedes, Calisto, Leda, Himalia, Lisitea, Elara, Ananke, Carme, Pasifae y sinope.

QUE DESEAMOS APREDENDER

Estudiar Júpiter podría ayudarnos a comprender como se formaron y desarrollaron nuestro sistema solar y nuestro planeta. La misión de vuelo del Pioneer, Voyager y Ulysses nos dieron un pequeño vistazo de este excitante mundo. Ahora es el tiempo de colocar y tomar a largo plazo, medidas detalladas del sistema.

La misión Galileo esta compuesta de dos elementos para hacer justamente eso. La sonda descendió dentro de la atmósfera para tomar muestras directamente. El orbitador debe permanecer al menos 2 años estudiando el planeta, sus satélites, y la vasta magnetosfera. Galileo permanecerá en una órbita próxima a los 650.000 y 800.000 kilómetros.

La composición de la atmósfera de Júpiter debe decirnos sobre el material estelar del cual están formado todos los planeta. Hay algunas preguntas sin respuesta sobre Júpiter que Galileo deberá intentar responder. ¿Cuál es la actual situación de la atmósfera de Júpiter? ¿De que están hechas las nubes? ¿Cómo cambia la temperatura y la presión con la altura? ¿Cuál es la fuerza de los vientos? ¿Qué fuerzas hay detrás del modelo de clima? ¿Que es lo que produce las luces que el Voyager vio en la cara oculta del planeta? La misión sonda ha suministrado ya algunas pista. Aprendiendo mas sobre la atmósfera de Júpiter avanzaran nuestros conocimientos sobre la naturaleza de todas las atmósferas planetarias, incluyendo la nuestra.

Estudiando los satélites nosotros esperamos determinar el efecto de las condiciones iniciales, tamaño, fuentes energéticas, bombardeo meteórico, y procesos tectónicos en el camino de desarrollo de los planetas. Multitud de enigmas sobre los satélites son las siguiente: ¿Cómo se desarrollaron los volcanes y que cual es su composición química? ¿Cómo de gruesa es la capa de hielo de Europa y que hay debajo? ¿Qué ha causado la aparición de elevaciones sobre Ganimedes? ¿Cómo son los cráteres de Calisto en comparación con los del planeta? ¿De que esta hecho el interior de los satelites? ¿Cómo son sus atmosfera? ¿Tienen campo magnético?.

Las observaciones de la magnetoesfera nos ayudaran a comprender la compleja interacción entre las fuerzas magnéticas y el resto del universo. Existen algunas

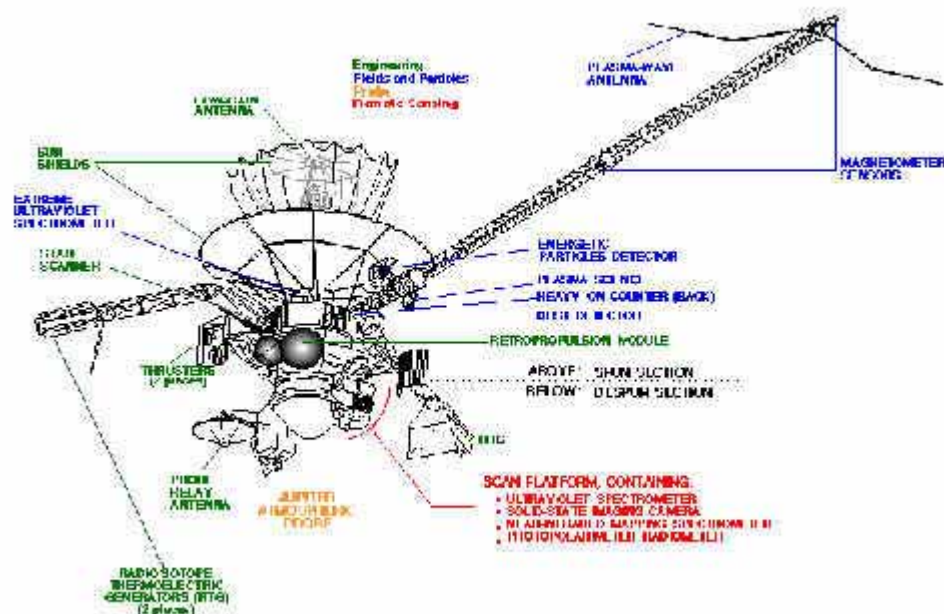
cuestiones sobre la magnetosfera. ¿Qué tipo de interacción existe entre los planetas y la magnetosfera? ¿Qué origina los vientos magnéticos?

SECCIÓN 4. EL ORBITADOR GALILEO.

El orbitador Galileo fue construido en los laboratorios JPL (Jet Propulsion Laboratories), combina las características de los vehículos espaciales giratorios (los Pioneers y Ulysses) y los vehículos espaciales estabilizados en los tres ejes (Los Voyagers). El orbitador es un innovador diseño denominado "dual spin". Parte del orbitador (conteniendo las antenas y algunos mástiles de instrumentos) tocaban, mientras que otra parte,(conteniendo la plataforma de instrumentos) permanece fija en el espacio inercial. Esto significa que el orbitador es una buena plataforma para experimentos de campos y de partículas; esto funcionaba mejor cuando se captaban rápidamente datos desde diferentes posiciones. El orbitador también es una buena plataforma para experimentos de percepción que requieren un apunte muy exacto y estable.

En el lanzamiento, el orbitador pesaba 223 kilogramos, incluyendo 118 kilogramos de instrumentos científicos y 925 kilogramos de combustible utilizable como cohetes. La longitud completa desde el punto mas alto de la antena de alta ganancia, al fondo de la sonda medía 5,3 metros; el mástil del magnetómetro se extendía 11 metros desde el centro del vehículo espacial.

The Galileo Orbiter



Subsistemas del vehículo espacial El orbitador Galileo esta compuesto por los siguientes subsistemas principales e instrumentos científicos.

Subsistema de alimentación. Galileo usa dos generadores termoeléctricos de radioisotopos (RTGs), para proveer energía eléctrica a los dispositivos del vehículo espacial. La desintegración radiactiva del plutonio produce calor, el cual es convertido a electricidad. Los RTGs producían alrededor de 750 vatios de potencia en el momento del lanzamiento. La salida de potencia decrece a razón de 0,6 vatios por mes, y era de 493 vatios cuando Galileo llego a Júpiter.

Telecomunicaciones. El problema con la antena de alta ganancia hacia necesario comunicar Galileo con la tierra -recepción de datos y envío de comandos- a través una antena de baja ganancia. En vez de los 134 kilobits por segundo a través de la antena de alta ganancia de 4,8 metros, ocupados por 160 kilobits por segundo se enviarían desde la Tierra hasta Júpiter.

Subsistema de comandos y de datos CDS El Subsistema de comandos y de datos (CDS) (el verdadero "cerebro" de Galileo) tenia bastantes funciones. Primeramente debía ejecutar las instrucciones, transmitidas desde la base, que debían hacer funcionar el vehículo espacial y recoger los datos de los instrumentos científicos. En segundo lugar, algunas porciones de la memoria del CDS podían servir como lugar de almacenamiento de datos científicos. En tercer lugar, el CDS debe comprimir los datos para su transmisión a la tierra. Y finalmente, el CDS debe de alertar y responder ante cualquier problema con alguno de los subsistemas del vehículo espacial.

Los comandos enviados desde la tierra podían ser en tiempo real (haz esto ahora) o como secuencia, un juego de instrucciones para el manejo del vehículo espacial. Las secuencias son cuidadosamente construidas (con la intervención de muchos científicos e ingenieros) y completamente comprobadas antes de ser enviadas hacia el vehículo espacial. En Galileo, una secuencia podía controlar las operaciones del vehículo espacial desde un periodo de horas hasta bastantes meses, dependiendo de la actividad que tuviese el vehículo en ese momento.

En Febrero de 1995, la capacidad de escribir datos de la sonda en la memoria del CDS se añadió para servir como un limitado backup para el grabador de cinta, para guardar los datos de la sonda. En primavera de 1996, los métodos de compresión de datos fueron añadidos al software del CDS. Esos métodos permitían la retención de la más interesante y científicamente más valiosa información, mientras que minimizaba o eliminaba los datos menos valiosos (tales como el oscuro fondo del espacio) antes de la transmisión. El función final crucial del CDS es la activación de la protección ante fallos. Los algoritmos de protección ante fallos hacían al vehículo espacial semi-autónomo y le permitía actuar rápidamente para protegerse asimismo. Son ocasiones en las vidas de

la mayoría de los vehículos espaciales cuando las emergencias deben de ser manejadas, y no hay tiempo para esperar respuestas desde el equipo de vuelo en la tierra.

Subsistema de memoria de datos Los datos o son transmitidos a la tierra al tiempo al que son obtenidos (llamados "datos de tiempo real" "real time data"), o son almacenados a bordo para una futura transmisión. El lugar donde los datos pueden ser almacenados en el subsistema de memoria de Galileo (Data Memory Subsystem - DMS), un grabador de cinta de cuatro pistas que puede almacenar 900 megabits (Mbs) de datos.

Subsistema de control de posicionamiento y de articulación El subsistema de control de posicionamiento y de articulación (Attitude and Articulation Control Subsystem AACS) es el responsable de la determinar la posición (determinando la orientación del vehículo en el espacio Inercial), la propagación de la posición (manteniendo la pista de la orientación del vehículo espacial entre las determinaciones de la posición), y un control de la posición (cambiando la orientación, las zonas de apunte de instrumento, la tasa de giro, o el balanceo del vehículo espacial). El software de la computadora del AACS lleva a cabo los cálculos necesarios para realizar estas funciones. En la primavera de 1996, el software fue actualizado para incluir la función de comprimir los datos de imágenes y onda de plasma hasta un 1/80 de su volumen original.

Subsistema de propulsión. El Subsistema de propulsión consiste en el motor principal de 400 newton y doce empujadores de 10 newtons junto con el combustible, tanques de almacenamiento y de presurización, y conducciones asociadas. El combustible para el sistema es monometilo hidracina, el cual es quemado usando tetróxido de nitrógeno. El Subsistema de propulsión fue desarrollado y construido por Daimler Benz Aerospace AG (DASA) (anteriormente Messerschmitt-Bolkow-Blohm) y aportado por Alemania, el mayor socio internacional en le Proyecto Galileo.

El Newton es una unidad de fuerza usada para media, entre otras cosas, el empuje de los motores cohete. Un empuje de 10 N podría soportar alrededor de 1 kilogramo (2,2 libras) en la superficie de la Tierra.

Investigaciones científicas. A bordo del orbitador Galileo hay 12 experimentos científicos. La sección no giratoria es el hogar de cuatro instrumentos de percepción remota. Estos están situados sobre una plataforma móvil de rastreo, con sus ejes ópticos alineados, de tal modo que pueden ver una área cercana común. La sección giratoria contiene seis instrumentos que investigan partícula y campos magnéticos. (Un adjunto al espectrometro ultravioleta - el extremo espectrometro ultravioleta - es también llevado en la sección giratoria). Las dos investigaciones que quedan usan el sistema de radio del orbitador con un oscilador especial ultraestable.

Instrumentos de percepción remota Para Júpiter y sus Lunas, los instrumentos de percepción remota, los cuales adquirirán datos que puedan revelar la historia del sistema Joviano y su presente composición y procesos. El esquema muestra los rangos de longitud de onda del espectro electromagnético que esos instrumentos monitorizaran durante ambos encuentros y periodos de viaje.

Solid-State Imaging Camera. Los objetivos científicos de la cámara de estado sólido (solid-state imaging - SSI), tienen un variado rango: un estudio de las ciencias de los satélites, un estudio de la atmósfera Joviana, caracterización de los fenómenos de aureola en Júpiter y satélites, y una evaluación de los anillos de Júpiter. Para los satélites Galileos Io, Europa, Ganímedes, y Calixto, los investigadores de imágenes esperaban cartografiar una porción de cada superficie con una resolución de 1 kilómetro o mejor. En algunas pocas áreas, las formas mas pequeñas de 100 metros podrían ser distinguidas. Además de esto las variaciones de color y reflectancia serían cartografiados a una escala de alrededor de 2 kilómetros. Los científicos podrán observar los cambios en las superficies durante todo el tiempo. También está planeado caracterizar la forma y la localización del eje de giro de cada satélite galileano.

Los otros satélites mas pequeños serán estudiados durante el viaje orbital. Nuevos pequeños satélites pueden ser encontrados en o cerca de los anillos.

El SSI será usado para determinar la estructura, movimientos y propiedades radiactivas de la atmósfera de Júpiter. También se harán estudios de los anillos de Júpiter. Se medirán los perfiles de viento por medio de mirar cuan rápido se mueven las nubes en diferentes altitudes. Las propiedades radiactivas de la atmósfera, son importantes para comprender el manejo de energía serán determinadas por la medición de la dispersión de la luz desde determinados puntos en diferentes longitudes de onda y en varios ángulos de iluminación. Las observaciones de los fenómenos aureales serán relacionados con las mediciones de campos y de partículas hechos con otros instrumentos.

El SSI es una cámara de estado sólido de 800X800 pixeles consiste en un array de sensores de silicio llamados como "charge-coupled device" (CCD). La porción óptica de

la cámara esta construida como un telescopio Cassegrain (reflectante). La luz es captada por el espejo principal y dirigida a un mas pequeño espejo secundario cuyos canales son empujados a un agujero en el centro del espejo primario y dentro del CCD. El sensor de CCD esta sellado para la radiación, un problema particular, dentro de la dura magnetosfera Joviana. El escudo cumple su función debido a una capa de 1 centímetro de grosor de tántalo que rodea el CCD excepto, de acuerdo, cuando la luz entre en el sistema.

Un filtro circular de 8 posiciones se usa para obtener imágenes de escenas a través de diferentes filtros. Las imágenes pueden ser combinadas electrónicamente en la Tierra para producir imágenes a color.

El rango de respuesta espectral del SSI va desde 0,4 a 1,1 micrómetros (Un micrómetro es una millonésima parte de metro). La luz visible tiene una longitud de onda que cubre la banda desde 0,4 a 0,7 micrómetros.

El SSI pesa 29,7 Kilogramos y consume una media de 15 vatios de potencia.

Near infrared mapping spectrometer (NIMS) es un instrumento pionero para la captación remota de elementos para el vehículo espacial planetario. Combina un espectroscopio y una cámara en un instrumento. ¡La parte mas fría del vehículo espacial es el radiador del NIMS a 55 kelvines!

NIMS tiene dos objetivos principales. El primer objetivo es mirar a las superficies de los satélites de Júpiter para ver de que están compuestos. El segundo objetivo es el estudio de la atmósfera de Júpiter para determinar algunas cosas como las características de las capas de nubes Jovianas, las variaciones sobre el espacio y el tiempo de los constituyentes de la atmósfera, y el perfil de la temperatura contra la altitud.

Para los satélites, las estructuras geológicas serán mapeadas para determinar las distribuciones de los minerales. Resoluciones de 25 kilómetros por pixel del NIMS o mejores son las previstas para los satélites Galileano Europa, Ganímedes y Calixto. NIMS hará observaciones distantes de la luna volcánica de Júpiter lo, con resoluciones de 120 a 600 kilómetros, para determinar la composición de la superficie de la luna, y medir la temperatura de los puntos calientes. NIMS monitorizará la actividad volcánica de lo en cada órbita de Galileo. Ademas se harán análisis espectrales para algunos pequeños satélites y para los anillos.

Desde las mediciones de NIMS de la radiación infrarroja desde la atmósfera de Júpiter contribuirán a los estudios composicionales, la naturaleza de la nubes, movimientos y balances de energías. NIMS es capaz de detectar el amoniaco, vapor de agua, fosfina (gas venenoso PH₃), metano (CH₄), y germanio, y buscaran moléculas no detectadas previamente. La fosfina, la cual es formada en el interior profundo (mas de 100

kilómetros por debajo de las nubes a temperaturas cercanas a los 1000 kelvin) es rápidamente destruido a altitudes observables y es un trazador de anchas columnas de desde las profundidades del planeta. NIMS mapeará la abundancia de fosfina sobre un amplio rango de latitudes y de longitudes. El propósito es comprender la mayoría de los modelos de circulación profunda que potencian la meteorología "cerca de la superficie" ("parrilleando" las zonas nubosas, cinturones más secos, y localizando los sistemas de tormentas ciclónicas como el Gran punto Rojo).

La sensibilidad del NIMS va desde 0,7 a 5,2 micrómetros, solapando el rango de longitud de onda de SSI. El telescopio asociado con NIMS es completamente reflectante (usa espejos y no lentes) con una apertura de 229 milímetros. El espectómetro de NIMS usa una red de barras que dispersa la luz recogida por el telescopio. Este método es a menudo usado para instrumentos bastante usados desde el prisma familiar. El espectro de la luz dispersa es enfocado hacia detectores de antimonio de indio y silicio.

El NIMS pesa 18 kilogramos y gasta una media de 12 vatios de potencia.

Photopolarimeter / radiometer

El photopolarimeter/radiometer (PPR) será usado para medir la intensidad y la polarización de la luz del sol, en la porción visible del espectro, que es reflejada desde - dispersada desde- los satélites jovianos y Júpiter. El PPR es muchos aspectos tres instrumentos combinados en uno solo: un "polarímetro", un fotómetro y un radiómetro.

El polarímetro detecta tres bandas espectrales. La polarización es una propiedad importante de la luz (un hecho conocido por los usuarios de algunos tipos de gafas de sol) y puede revelar información acerca de la naturaleza del objeto desde el cual la luz viene.

El fotómetro usa siete estrechas bandas espectrales en las longitudes de onda de la luz visible y de los infrarrojos cercanos a esta. Las bandas en las cuales se usan para realizar estos experimentos han sido cuidadosamente seleccionadas. Por ejemplo, los lugares que están cubiertos por metano y amoníaco, absorben fuertemente la luz.

El PPR tiene siete bandas de "radiometría". Una de ellas no usa filtros y observa toda la radiación, tanto la solar como la térmica. Otras bandas solo dejan que pase la radiación solar. La diferencia entre los canales solar+térmica y solar-solo, nos da el total de la radiación térmica emitida. EL PPR además puede medir en cinco canales de a bordo que abarcan el rango espectral desde 17 hasta 110 micrometros. El radiómetro obtiene datos de las temperaturas de los satélites jovianos y de la atmósfera de Júpiter.

El diseño del instrumento está basado en un instrumento embarcado en el vehículo espacial Pioneer Venus. Un telescopio reflectante de 10 centímetros de apertura capta

la luz, la dirige a una serie de filtros, y desde ahí las medidas son realizadas por los detectores del PPR.

El PPR pesa 5 kilogramos y consume alrededores de 5 vatios de potencia.

Ultraviolet spectrometer / Extreme ultraviolet spectrometer El espectrometro ultravioleta de investigación de la sonda galileo consiste en dos instrumentos: El espectrometro ultravioleta (UVS) y el espectrometro ultravioleta extremo (EUV). El UVS trabaja en las longitudes de onda justo mas cortas que la luz visible, operando desde 113 a 432 nanometros. El EUV es una económica modificación del espectrometro ultravioleta del Voyager y cubre el rango desde 54 a 128 nanometros.

El UVS/EUV estudiara las propiedades de la atmósfera y "aurora", las superficies y atmósferas de los satélites galileanos y la nube de plasma ionizado con forma de buñuelo (doughnut-shaped) en la órbita de Io. El espectro que la atmósfera de Júpiter y sus Satélites absorben o reflejan, característico de ciertas moléculas y átomos, se combinan con el estudio de las emisiones de "aire luminoso" (airglow) (emisiones que ocurren porque la luz del sol y un electrón impactan).

Las propiedades ultravioletas reflexivas del satélite ayudan a los científicos a determinar la composición y el estado físico de los materiales que componen la superficie. Uno puede buscar hielo o escarcha y la cantidad de el.

Las erupciones volcánicas de Io son verificadas desde la fuente del toro de Io. Las temperaturas de los iones de sulfuros y de oxigeno en el plasma del toro pueden ser más de 10 veces las temperaturas en la superficie del Sol. Estas observaciones ultravioletas nos ayudaran a proveer una imagen acerca de la evolución de Io y su relación con el campo magnético de Júpiter.

El telescopio Cassegrain que tiene el UVS tiene una apertura de 250 milímetros y capta la luz desde el objetivo observado. Ambos, el UVS y el EUV usan una parrilla rayada para dispersar esta luz para un análisis espectral. Esta luz entonces pasa a través de una ranura de salida a un cilindro fotomultiplicador (photomultiplier tube) que produce pulsos o "sprays" de electrones. Esos pulsos de electrones son contados, y esos conteos son los datos que son enviados a la tierra.

El UVS esta montado en la plataforma de scan y puede ser apuntado hacia un objeto del estado inercial. El EUV esta montado en la sección giratoria del vehículo espacial. Cuando Galileo gira, el EUV observa una estrecha franja del espacio perpendicular al giro axial.

Los dos instrumentos combinados pesan alrededor de 9,7 kilogramos y consumen 5,9 vatios de potencia.

Instrumentos de campos y de partículas.

Como conjunto, los instrumentos de campos y partículas son designados para estudiar numerosos fenómenos dentro de la magnetosfera de Júpiter.

El plasma (como en el toro de Io) es un ingrediente muy importante de la magnetosfera. Las fuentes de plasma están siendo investigadas. ¿Cuales partículas provienen de la ionosfera de Júpiter, cuales provienen del viento solar, y cuales provienen de los satélites?

Las interacciones del plasma con los satélites y particularmente los parámetros del toro de Io son de interés. Los cinturones de radiación joviana y otras estructuras de la magnetosfera estarán también bajo examen. Y es posible que un viento de plasma sea encontrado escapando de Júpiter como un magnetotail.

Un conjunto básico de mediciones para campos y partículas es la determinación de la intensidad y dirección del campo magnético dentro
Magnetómetro de la magnetosfera.

El magnetómetro (MAG) usa dos conjuntos de tres sensores. Los tres sensores permiten comprobar las tres componentes ortogonales de la sección de campo magnético que va a ser medida. Uno de ellos es localizado al final del mástil del magnetómetro, y en esta posición esta a unos 11 metros del eje de giro del vehículo. El segundo conjunto esta diseñado para detectar grandes campos, esta situado a 6,7 metros del eje de giro. El mástil es usado para evitar al MAG la proximidad del vehículo espacial y minimizar los efectos magnéticos del vehículo. Sin embargo, no todos esos efectos pueden ser eliminados distanciando el instrumento. La rotación del vehículo espacial es usada para separar los campos magnéticos naturales de los inducidos por el vehículo.

Otra fuente de potencial error en las medidas viene debido al cimbreo y la torsión del largo mástil del magnetómetro. Para tener en cuenta estos movimientos, una bobina de calibración esta montada rígidamente en el vehículo espacial, y produce un campo magnético de referencia durante las calibraciones.

La intensidad de un campo magnético esta medida mediante la unidad llamada "Tesla" (T). El campo magnético en la superficie de la tierra es cercano a 50.000 nT (nanotesla = 10^{-9} Tesla). En Júpiter el conjunto de sensores fuera de borda (11 metros) podía medir una intensidad de campo magnético que oscilaba desde ± 32 a ± 512 nT, mientras que el conjunto a bordo (6,7 metros) esta activado en el rango entre ± 512 hasta ± 16.384 .

El experimento MAG pesa 7 kilogramos y consume 3,9 vatios de potencia.

Instrumento de plasma Como se ha remarcado anteriormente, el plasma consiste de partículas eléctricamente cargadas, iones que portan una carga positiva, y electrones, los cuales portan una carga negativa. Usualmente, el número de iones en el plasma es igual al número de electrones, con lo cual como conjunto, el plasma es eléctricamente neutro, pero iones y electrones viajan por diferentes caminos dentro de la magnetosfera. El instrumento de plasma (Plasma Instrument PLS), mide las energías y direcciones de aproximación de los iones y electrones que componen el plasma. PLS también se usa como un espectrometro de masas para identificar la composición de los iones.

La información proveniente del PLS nos ayuda a determinar la temperatura del plasma y la manera en la cual las partículas se distribuyen en el espacio. Esta información ayuda a los científicos a comprender la dinámica de partículas de la magnetosfera, como por ejemplo, donde las partículas pierden energía, y donde las partículas reciben energía.

El PLS usa siete campos de exposición para recoger partículas para un análisis de energía y de masas. Esos campos de exposición cubren la mayoría de los ángulos desde 0 a 180 grados, extendiéndose desde el eje de giro. La rotación del vehículo espacial lleva a cada campo de exposición a través de un círculo completo. El PLS podrá medir partículas en un rango de energías desde 9 voltios a 52 kilovoltios.

El PLS pesa 13,2 kilogramos y consume una media de 10,7 vatios de potencia.

Detector de partículas energéticas El detector de partículas energéticas (Energetic Particles Detector EPD) está diseñado para medir el número y las energías de los iones y electrones cuya energía exceden de unos 20 keV (kilo-electrón-voltio) (un electrón-voltio, eV, es la unidad de energía en la cual un electrón adquiere un potencial de 1 voltio). El EPD puede también medir la dirección de viaje de ese tipo de partículas, y, en el caso de iones, puede determinar su composición (si el ion es de oxígeno o de sulfuro, por ejemplo).

El EPD usa detectores de estado sólido de silicio, y un sistema de detección en tiempo de vuelo, para medir los cambios en la cantidad de partículas energéticas en Júpiter, como función del tiempo y posición. Esas medidas nos dirán como las partículas adquieren su energía y como son transportadas a través de la magnetosfera de Júpiter.

El EPD pesa 10,5 kilogramos y consume 10,1 vatios de potencia como media.

Subsistema de plasma de onda PWS Las partículas de plasma son encerradas por el campo magnético. Los movimientos dentro del plasma pueden perturbar los campos

magnéticos y eléctricos que la rodean. Los cambios con el tiempo de los campos eléctricos y magnéticos dentro del plasma son llamados "ondas de plasma" ("plasma waves"). Hay una gran variedad de ondas que afectan al plasma o son excitadas por el plasma. Algunas de esas ondas pueden hacer que se pierdan partículas desde la magnetosfera. El Subsistema de onda de plasma (Plasma Wave Subsystem ,PWS) esta diseñado para medir las propiedades de los campos eléctricos variables en un rango de frecuencias desde los 5 hertzios (Hz) hasta los 5,6 megahertzios (MHz), y de los campos magnéticos variables desde los 5 Hz hasta los 160 Khz, además de identificar las ondas de plasma presentes.

Una antena eléctrica de dipolos (una simple antena de forma que una siempre ve una recepción de radio mejorada desde la Tierra) estudiará los campos eléctricos del plasma, mientras que dos antenas magnéticas de bobina de búsqueda (search coil magnetic antennas), estudiarán los campos magnéticos. La antena de dipolo eléctrico es montada en el extremo del mástil del magnetómetro . Las antenas magnéticas de bobina de búsqueda están montadas en la alimentación de la antena de gran ganancia. Medidas simultáneas y cercanas del espectro de los campos eléctricos y magnéticos nos permitirán distinguir las ondas electrostáticas de las ondas electromagnéticas.

El PWS pesa 7,1 kilogramos y consume una media de 9,8 vatios.

Subsistema detector de polvo DDS. Polvo ("Dust") es un termino usado por los astrónomos para describir pequeños granos de materia encontrados no solo en los sistemas planetarios, sino que también en el espacio interestelar, a menudo mezcladas en nubes de gas interestelares. El polvo puede ser una parte natural de la magnetosfera, o puede venir desde Júpiter, los satélites, o incluso desde fuerzas externas como el cometa Shoemaker-Levy 9.

El subsistema detector de polvo (Dust Detector Subsystem DDS). Se usara para medir las masas, la carga eléctrica y la velocidad de las partículas que lleguen., Las masas de las partículas de polvo que el DDS puede detectar van desde los 10-16 a los 10-7 gramos. La velocidad de esas pequeñas partículas que puede ser detectada esta en el rango desde 1 a 70 kilómetros por segundo (Km/s), Este instrumento puede medir las tasas de impacto de las partículas en un rango que va desde 1 partícula cada 115 días hasta 100 partículas por segundo. Esas partículas nos ayudaran a determinar el origen del polvo y su dinámica dentro de la magnetosfera.

El DDS

pesa 4,2 kilogramos y consume una media de 5,4 vatios
Experimentos de ingeniería.

Contador de iones pesados HIC. de potencia.

El experimento del contador de iones pesados (Heavy Ion Counter HIC) fue originalmente introducido dentro de la carga de pago como un experimento de ingeniería. Este experimento medirá y monitorizará los iones de muy alta energía (tales como los núcleos de los átomos de oxígeno) que golpean el vehículo espacial.

Estas mediciones nos darían información básica acerca de una forma de radiación que puede causar cambios inesperados en la electrónica del vehículo espacial y tal vez, proveernos de la base para el diseño de componentes electrónicos que resistan mejor a la radiación para misiones futuras. Sin embargo, los datos del HIC podrán ser también útiles para los científicos. Por ejemplo, los iones pesados observados por el HIC durante las fulguraciones solares, tendrán que ser analizados para determinar la composición del Sol.

El HIC es realmente una versión reconstruida y actualizada de algunas partes del "Voyager Cosmic Ray System", (Sistema de rayos cósmicos del Voyager). El HIC detecta los iones pesados usando pilas de placas de cristal de silicio de una capa (singel-crystal silicon wafers). El HIC puede medir los iones pesados con energías tan bajas como 6 MeV y tan altas como 200 MeV por nucleón (lo que sería 6400 MeV para una masa de sulfuro de 32 nucleones). Este rango incluye todas las sustancias atómicas entre el carbono y el níquel.

El HIC y el EUV comparten un enlace de comunicaciones y, por eso, deben compartir el tiempo de observación.

El HIC pesa 8 kilogramos y consume una media de 2,8 vatios de potencia.

Radio science. Hay dos experimentos científicos que usan el sistema de telecomunicaciones por radio de la sonda Galileo. "Radio science" ha sido usado durante algunas décadas dentro de la comunidad científica espacial para denotar los experimentos conducidos de esta manera. Hay dos categorías de Radio science, que serán hechas en Júpiter como mecánicas celestiales y propagación de radio.

Los mecánicas celestiales (celestial mechanics), experimenta el uso del sistema de radio para producir pequeños cambios en la trayectoria del vehículo espacial. El transmisor de tardío del vehículo espacial envía una señal a una frecuencia estable bien conocida. Cualquier cambio en la velocidad que el vehículo espacial experimente causará que la frecuencia de la señal recibida en la tierra cambie. El aumento del cambio depende directamente del cambio en la velocidad, relativa a la tierra, del vehículo espacial. Cuando el vehículo espacial pase cerca de Júpiter o de un satélite galileano, el empuje del cuerpo en el vehículo espacial hará que la velocidad de este cambie. El aumento del cambio de la velocidad depende no solo de la masa del cuerpo y de la distancia del vehículo espacial a ese cuerpo, sino que además depende de como este internamente distribuida la masa en ese cuerpo. De esta manera, midiendo el

cambio de la frecuencia de radio que se recibe en la tierra, la masa y la estructura interna de Júpiter o de uno de los satélites galileanos puede ser estimada.

Los resultados nos permitirán realizar una mejor selección de los modelos para el interior de los satélites. Esto es posible porque Galileo se aproximará a los satélites mucho más que lo que lo ha hecho cualquier sonda espacial anterior, así que los efectos gravitatorios serán mucho mayores y fáciles de observar. Los datos del día de llegada ya nos confirmaron que lo tenía un gigantesco núcleo de hierro (Ver la sección de llegada a Júpiter).

Propagación de radio. La señal de radio del vehículo espacial se usará para investigar la atmósfera e ionosfera neutral de Júpiter, la ionosfera de Io, y para buscar ionosfera en los otros satélites galileanos (Europa, Ganímedes y Calisto). Esto se hizo durante los experimentos de ocultaciones de radio, cuando el orbitador Galileo pasa detrás del planeta o satélite que es visto desde la tierra.

La propagación de la señal de radio desde el vehículo espacial hacia la tierra experimenta los efectos de reflexión y dispersión en la atmósfera del cuerpo que oculta al vehículo (La atmósfera puede desviar o frenar la señal de radio debido al proceso de refracción; adicionalmente, la atmósfera puede "difuminar" las ondas electromagnéticas de la señal mediante el efecto de dispersión). Esto causa cambios en la frecuencia y en la amplitud de la señal recibida en la DSN estación de seguimiento en la tierra. El análisis de esos cambios producirá información acerca de las atmósferas y de las ionosferas del sistema Joviano.

Los resultados anticipados incluyen perfiles de la densidad del número de electrones respecto al radio de la ionosfera -perfiles de índice de refracción, presión y temperatura respecto al radio en la atmósfera neutral. De particular importancia será la multiplicidad de las medidas de la ionosfera de Júpiter en una variedad de latitudes y de longitudes magnéticas.

El viaje de 18 meses de duración por el sistema joviano incluye ocho ocultaciones de la tierra por Júpiter y más de 10 ocultaciones de la tierra por los satélites galileanos.

SECCION 5

En el día de la llegada, la sonda Galileo cumplió esencialmente todos sus objetivos. Esta había sido diseñada y construida para tomar muestra y medir la atmósfera de Júpiter. La sonda, con una masa de 339 kilogramos, fue llevada a bordo del satélite hasta ser lanzada en julio de 1995 para entrar dentro de la atmósfera de Júpiter el 7 de diciembre de 1995. La sonda llevaba un conjunto de seis instrumentos desde los cuales los datos eran enviados al satélite para retransmitirlos a la tierra.

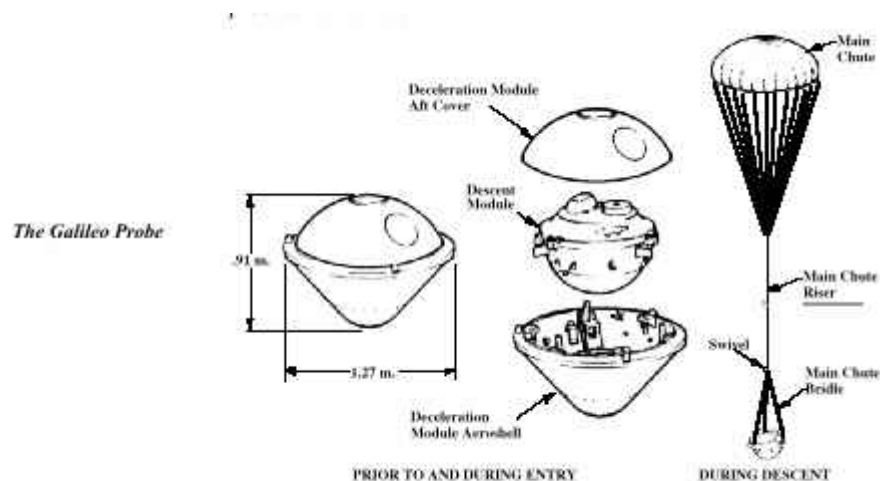
La sonda no contaba con motor o propulsor por lo que no podía cambiar la ruta seleccionada por el satélite. La sonda era estabilizada en su giro, manteniendo el giro del satélite antes del lanzamiento de 10.5 r.p.m. No había comunicación entre el satélite y la sonda durante el descenso ha Júpiter por que la sonda no contaba con la capacidad de recibir radio señal. Y esta solo podría transmitir después de la entrada en la



atmósfera.

La sonda estaba formada por dos partes, El modulo de deceleración y el modulo de descenso. El modulo de deceleración era requerido por que la transición desde el vacío y frío espacio interplanetario a un caluroso y estructuralmente cargado medio podría darse en durante una entrada hipersónica dentro de una atmósfera planetaria - y desde una velocidad de diez kilómetros por segundo a una apacible caída para un paracaídas. El modulo de descenso contiene los instrumentos científicos y los subsistemas de soporte técnico que recogieran los datos y enviaran con precisión científica al satélite sobre el.

La sonda fue desarrollada por Centro de investigación Ames de la NASA. La compañía espacial y de comunicaciones Hughes diseño y construyo la sonda. Sistemas hipersónicos Martín Lockheed construyo el escudo térmico de la sonda.



EL MODULO DE DECELERACION

En la entrada, El exterior de la sonda aparece un cono afilado con una base de 1.3 metros de diámetro y un ángulo cónico de 45 grados. La forma es muy parecida al diseño de la sonda Venus del Pionner.

La alta velocidad de entrada de la sonda requiere una protección por el calor del rozamiento. Escudos térmicos son usados para este propósito desde los comienzos del programa espacial. El material usado en los dos escudos térmicos de la sonda del Galileo – carbón fenolico para la parte posterior y nilon fenolico para la parte frontal del escudo – son muy usados por para los vehículos que reentran en la tierra.

Temperaturas de 14.000 grados kelvin son generados durante la entrada de la sonda dentro de la atmósfera joviana. En comparación el calor en la superficie del sol es de 6.000 grados kelvin.

Los paracaídas son usados para dos funciones claves, separar los modulos de descenso y deceleración y suministrar una apropiada razón de descenso a través de la atmósfera. Antes de extender el paracaídas principal, uno menor, el paracaídas piloto fue disparado a una velocidad de 30 metros por segundo mediante un mortero para

iniciar el proceso de extensión. El descenso ocurre en menos de 2 segundos, empujando la cobertura aft y desplegando el paracaídas principal. El diámetro del paracaídas principal es de 2.5 metros. El pabellón y las líneas están hechas de Dacron y Kevlar, respectivamente. Una vez el paracaídas principal está totalmente desplegado, el escudo térmico frontal es expulsado.

MODULO DE DESCENSO

EL modulo de descenso del Galileo, transportando seis instrumentos científicos, no son herméticamente sellado contra los influjos de la atmósfera joviana (no como aquella diseñada para el Pionner): La necesidad de salvar peso era un factor en esta decisión. Sin embargo, cierto equipamiento fue herméticamente sellado con alojamiento diseñado para soportar presiones de hasta 20 bars y probados hasta 16 bars.

El bar es una unidad de presión aproximadamente igual a la presión atmosférica de la tierra al nivel del mar.

SUBSISTEMAS TECNICOS

Los subsistemas técnicos de la sonda son aquellos sistemas que mantienen los instrumentos científicos en buen estado; permitiendo controlar las necesidades térmicas y eléctricas durante el descenso a través de la atmósfera; y procesando y transmitiendo los datos científicos resultantes al satélite. Para eliminar fallos catastróficos en la misión la sonda está diseñada con subsistemas eléctricos y electrónicos redundantes. Dos bandas simultáneas de datos fluyen desde los instrumentos al satélite.

SUBSISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Los subsistemas de comunicación suministran dos canales de banda L (la banda L es una región del espectro de radio que es efectiva para transmisiones a través de la atmósfera de Júpiter) Los dos canales para la sonda están en 1387.0 y 1387.1 megaherzios. Ambos canales transmiten sus señales a través de una antena de par-dipolo-cruzado.

El hardware de retransmisión de radio (RRH), montado en el satélite, suministra los enlaces de comunicación con la sonda. La antena RRH es un disco parabólico extensible de 1.1 metros. El receptor digital del RRH atrapa las altamente dinámicas señales de la sonda y las procesa para guardar en el grabador y la memoria extendida del satélite.

SUBSISTEMAS DE ENERGIA

Una vez libre del satélite, la energía de la sonda llega desde la energía química alojada en tres baterías modulares, que contienen células de litio/dióxido sulfuroso. (estas baterías tienen una capacidad energética de unos 700 watios/hora, aproximadamente la misma capacidad que una batería de coche). Adicionalmente, un conjunto redundante de baterías termales suministran la corriente de alto amperaje para disparar el hardware pirotécnico requerido durante el descenso de entrada. Los subsistemas de energía también controlan la distribución de la energía para los sistemas técnicos y los instrumentos científicos.

SUBSISTEMAS DE MANEJO DE DATOS Y COMANDOS

Como su nombre indica, el Subsistema de manejo de datos y comandos (C&DH) se refiere a dos de los componentes más importantes en una misión espacial: datos y comandos. El Subsistema C&DH está formado por un procesador de datos y comandos, la unidad de control pirotécnico, y los interruptores de aceleración. En el camino a Júpiter, procesa e interpreta comandos desde el satélite durante las pruebas de la sonda, algunos de los cuales son solamente principales para el desensamblaje.

Después del desensamblaje, el Subsistema de manejo de datos y comandos está en disposición de distribuir todos los comandos internos a la sonda. Sin embargo, la sonda está intencionadamente situada en un estado de descanso durante su periodo de aproximación de 5 meses. Durante este intervalo, solo el circuito temporal de aproximación y los interruptores de aceleración son alimentados.

Al final de la aproximación, seis horas antes de la entrada en la atmósfera, el contador cae a cero y la sonda se "despierta". Durante el descenso a través de la atmósfera, una secuencia de comandos almacenados en una memoria de solo lectura no volátil se ejecuta. En conjunto con la filosofía de diseño mencionada anteriormente, dos "cadenas" electrónicas (o canales) son implementadas en el Subsistema de manejo de datos y comandos. Lo primero a la entrada en la atmósfera es ejecutar un programa de autotesteo.

LOS INSTRUMENTOS CIENTIFICOS

Los instrumentos científicos toman muestras de la atmósfera joviana y acercan su comportamiento a el satélite galileo.

INTRUMENTO DE ESTRUCTURA ATMOSFERICA

El principal propósito del ASI es determinar como varia la temperatura, presión y densidad de la atmósfera con la altura. El ASI esta diseñado para tomar medidas desde unos 1000 kilómetros sobre las nubes hasta el fin de la misión de la sonda.

El instrumento esta formado por sensores de temperatura, aceleración y presión además de la electrónica asociada a cada uno. EL sensor de temperatura tiene un rango desde los 0 a los 500 grados kelvin (La mayor temperatura de la superficie de la tierra es de 300 grados kelvin o 80 grados fahrenheit). El sensor de presión esta diseñado cubrir un amplio rango de presiones desde 0.1 a 28 bars. Los sensores de presión son similares a los dispositivos usados en las dos misiones viking a Marte. Su fiabilidad esta demostrada a través de operaciones en la superficie de Marte por muchos años.

El tercer tipo de sensores del ASI, acelerómetros, cubren un amplio rango de medidas: desde una millonésima parte de un g a 400 g (un g es una medida de aceleración igual a la aceleración de la gravedad en la superficie de la tierra y es igual a 9.8 metros/segundos.) . La masa del instrumento es de 4.1 kilogramos y la energía consumida es de 6 vatios.

ESPECTROMETRO DE MASA NEUTRAL

La composición de la atmósfera de Júpiter ha sido estudiada intensamente con base terrestre y espacial pero muchas preguntas continúan sin respuesta. El espectrometro de masa neutral(NMS) fue diseñado para suministrar un análisis detallado de la composición química de la atmósfera y además para comprender el proceso responsable del color de las nubes.

La sonda Galileo usa un espectrometro de masa quadripolar. En este dispositivo los iones son pasados entre cuatro varillas paralelas. Estas varillas tienen una combinación de corriente alterna y corriente continua que permite a los iones de cierta masa pasar a través, mientras que el resto es expulsado. Durante el descenso, el voltaje es ajustado para permitir diferentes masas pasen a través.

Los gases atmosféricos entran el espectrometro a través de dos puertos de entrada y llegan a la parte superior de la sonda. Estos puertos están sellados con dispositivos metal-cerámico y mantienen al vacío hasta que la sonda entra en la atmósfera. Los dispositivos pirotécnicos entonces despegan la cobertura, permitiendo a los gases atmosféricos entrar y ser empujados hasta las células de test.

Este instrumento pesa 13.3 kilogramos y consume 25 vatios.

NEFELOMETRO

El nefelometro(NEP) es usado para investigar la estructura de las nubes y las características de las partículas en la atmósfera de Júpiter. Descubriendo las propiedades de las nubes permitiendo el modelado de las vías de energía para Júpiter.

Los detallados objetivos científicos del NEP son unir la altitud, como medida de presión, con la atmósfera. El NEP esta diseñado para mapear estructuras nubosas a una resolución de 1 kilometro desde los 0.1 a los 10 bars. También, el NEP mide el numero y la dimensión de las partículas y determina , mediante su forma, cuales de ellas están en estado liquido o solido(hielo).

El NEP dispara un haz láser desde la sonda atraves de la nube de partículas adyacente a la sonda. Un reflector sobre un brazo extendido desde la sonda refleja la luz dentro del instrumento detector.

EL instrumento pesa 4.7 kilogramos y opera con una alimentación de 11 watios.

INSTRUMENTO DE PARTICULAS ENERGETICAS/ DETECTOR DE EMISION DE RADIO Y LUZ

El LRD busca rayos luminosos durante el descenso por la atmósfera de Júpiter y también mide el espectro de ruido de radio frecuencia de la atmósfera. Ademas, el LRD hace medidas de radio frecuencia según la sonda se aproxima ha Júpiter.

El hardware del LRD se forma de tres sensores básicos. Un sensor es una antena de radio frecuencia que mide en un rango de frecuencia de 10 hertzios hasta 100 kiloherzios. El sensor luminoso opera en el rango óptico. Dos fotodiodos sensibles son situados detrás de dos lentes de ojos de pez que son colocados perpendicularmente al eje de giro de la sonda.

El EPI estudia la porción inerte de la magnetoesfera y la parte exterior de la atmósfera. El objetivo de este estudio son cuatro especies de partículas: electrones, protones, partículas alfa, y iones pesados(con un numero atómico mayor que dos)

El EPI hace mediciones omnidireccionales de particulas. EL detectores de silicio del EPI estan montados

SECCION 7

Bajo la vigilancia de telescopios aquí en la tierra como por el telescopio espacial Hubble, las observaciones de Júpiter muestran que la sonda al parecer entró a la altamente variable atmósfera de Júpiter cerca del sur de un infrarrojo cálido lugar. Todos los instrumentos operaron satisfactoriamente. El retorno de los datos de la misión de la sonda grabados en la memoria del ordenador fue completado en Abril. Los científicos mostraron sus resultados preliminares el 22 de Enero en una rueda de prensa. El 18 de Marzo de 1996 en la Conferencia Científica Lunar y Planetaria en Houston, Texas, han llegado a sus actuales conocimientos.

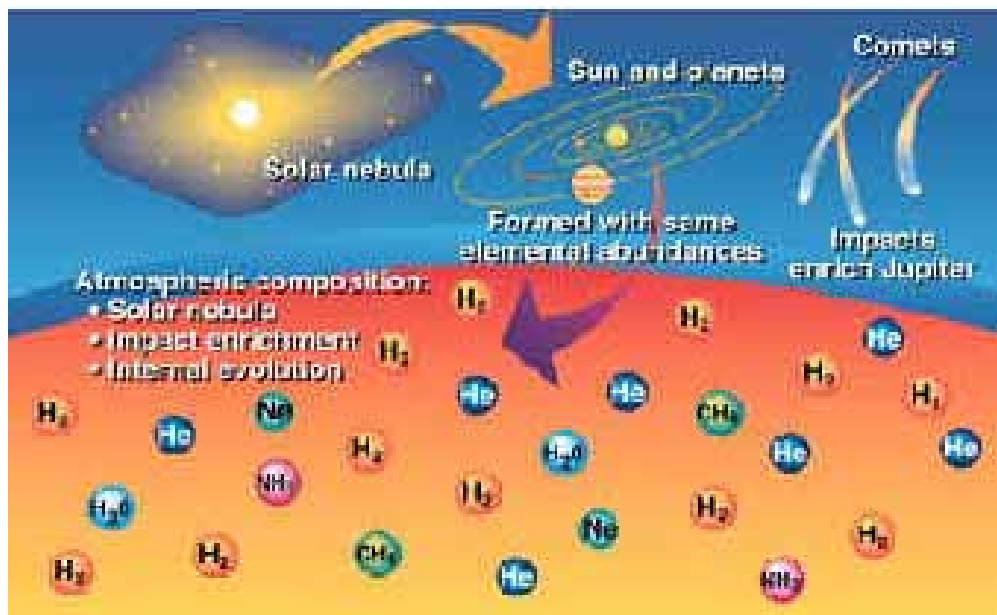
¿Qué hemos aprendido de los datos de la sonda? El análisis global llevará años. Hasta el momento podemos examinar los descubrimientos preliminares. Ellos nos han dado algunas respuestas sobre el carácter de la atmósfera de Júpiter (y aún más preguntas).



ESTRUCTURA ATMÓSFERICA

La presión, temperatura y la medición de la estructura de la densidad por el ASI durante el descenso, son fundamentales para el entendimiento de la atmósfera de Júpiter y esencial en la interpretación de resultados de otros experimentos.

Las temperaturas en las capas altas de la atmósfera eran mucho mayores de lo que podrían ser consideradas si la luz del sol fuera la única fuente de calor, algunos otras fuentes de calor deben existir. Las lecturas de la presión en la parte alta de la atmósfera también muestran una región más densa de la que se predijo. En las regiones bajas la temperatura se incrementa con la presión como se esperaba, aunque en una proporción un poco menor. Esto implica que las regiones más profundas de la atmósfera de Júpiter no puede ser tan densas como se penso previamente.



Los científicos se ocuparon de un mejor entendimiento de la influencia del (la lluvia torrencial) vapor caliente interno procedente del centro de Júpiter.

ABUNDANCIA DE HELIO

Los datos del detector de la abundancia de helio (HAD) revelan que la atmósfera de Júpiter es un 13.6% helio, cerca del Sol. Los científicos piensan que estos datos son representativos de la nébula por la cual el sistema solar se formó. Esto implica que el helio no ha llovido o se ha asentado en el centro de la tierra como parecía habría pasado en Saturno, donde el ratio es solo del 3%. La teoría de la evolución planetaria debe ahora tener en cuenta el hecho de que ha habido un pequeño cambio en la abundancia de helio en la atmósfera de Jovian desde el nacimiento del sistema solar.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

El espectrometro neutral de masa (NMS) detecto la presencia de elementos duros (carbón, nitrógeno y azufre) sugiriendo que meteoritos y otros pequeños cuerpos han contribuido a la composición del planeta. Unos pocos complejos compuestos orgánicos (basados en carbón e hidrógeno) eran evidentes que la probabilidad de encontrar vida como nosotros sabemos en la Tierra eran extremadamente remota.

Evidentemente, la atmósfera de Júpiter es mucho más seca de lo que se anticipó. Mejor que encontrar una abundancia de oxígeno, doble o más que el sol (basado en el contenido del agua de Júpiter), resulta que la abundancia en la atmósfera de Jovian es más o menos la quinta parte de la del sol. El oxígeno es altamente mermado de la abundancia del sol, un resultado que forzó a nuevas formas de pensar de la formación y evolución de Júpiter.

NUBES

Los datos del NEP sorprendieron a los científicos. Ninguno de los espesores esperados, nubes densas fueron encontrados. Concentrados de partículas de nubes y neblina en la de la prueba era mínima. El timón del láser del NEP detectó solo una estructura distinta de nubes, posiblemente se esperaban capas de nubes de hidrosulfuro de amonio.

Todavía las observaciones de la tierra y el viajero indican que Júpiter está encerrado entre nubes. Los científicos pensaron que había 3 capas de nubes: una capa superior de cristales de amonio, una capa media de hidrosulfuro de amonio y una capa espesa de agua y cristales de hielo. Podía ser que el lugar de la sonda no sea típico.

TERMAL/ PERFIL DE LA ENERGÍA SOLAR

La (NFR) aparentemente detectó la parte profunda de la capa de la nube de amonio midiendo el descenso en la luz del sol directa como prueba del descenso. Estas nubes pueden haber estado a la misma distancia de la sonda. *La NFR midió un flujo de energía de canales de infrarrojos radioactivos que fluían a consecuencia de la atmósfera seca.*

RELÁMPAGOS//RAYOS

Los rayos//relámpagos y el detector de emisión de radio no encontraron evidencias de relámpagos en la proximidad de la sonda. Las señales de radio revelaron descargas distantes-quizás del diámetro de la tierra pero más fuerte que estos en la tierra. Aparentemente los rayos son de 3 a 10 veces menos comunes por Km²/h que en la tierra. Desde que se cree que los rayos están compuestos de productos orgánicos, estos descubrimientos apoyan la escasez de dichas moléculas encontradas por la NMS.

UN NUEVO CINTURÓN DE RADIACIÓN

Como la sonda pasó a través de la región entre el anillo de Júpiter y la parte superior de la atmósfera durante 3 horas antes de entrar, la EPI hizo un descubrimiento sorprendente. Detectó átomos de helio de alta energía (fuente desconocida) y un cinturón de radiación 10 veces más fuerte que el cinturón de radiación de Van Allen de la tierra. Un estudio de este fenómeno puede darle a los científicos una nueva intuición en las emisiones de radio de alta frecuencia de

VIENTOS FUERTES

Finalmente, el experimento de viento de Doppler indicó que en esta zona (Este-Oeste) la velocidad del viento cerca del nivel de las nubes es de aproximadamente de 540 Km/h. El poder del viento existe en lo alto de las nubes, de acuerdo con las observaciones del telescopio espacial Hubble. Hasta el declive de la sonda, la actividad del viento bajo las nubes ha estado escondido de la vista. Utilizando el efecto Doppler, los cambios en la frecuencia en la señal de radio desde la sonda flotaban hacia abajo entre las corrientes de turbulencias, dice la historia de la variación vertical de la fuerza del viento.

Hacia el final de la misión, la profundidad del viento sostenía de 680 a 720 Km/h. Esta consistencia en la velocidad del viento, sugiere que el intenso calor radiactivo del interior del planeta es responsable de los vientos fuertes.

UN SITIO DE ENTRADA ATIPICO

Eran las condiciones del punto de entrada de la sonda típicos de la atmósfera. Para encontrar más acerca de esto, las mediciones adquiridas por los instrumentos de la sonda 6 continuarán para ser estudiados para ser estudiados y serán aumentados por un ancho campo de datos los instrumentos científicos de la órbita durante el tour del Jovian.

SECCIÓN 8

EL TOUR

El tour del Jovian es mucho más que sólo una serie de objetivos encontrados con el satélite Galileo. El tour es la culminación de una estrategia desarrollada hace 20 años explorado completamente por el sistema de Júpiter. La primera parte de la estrategia fue concluida por la sonda. La segunda parte fue asignada a la órbita, la extensa examinación de la magnetosfera de Júpiter, satélites y atmósfera llevó al menos un periodo de 2 años.

El tour se lanzó por la asistencia de la gravedad desde la flyby 10 y la inserción de la órbita de Júpiter (JOI), el cuál hizo maniobrar la órbita dentro de la primera, y a lo lejos del más largo, la altamente senda elíptica alrededor del planeta.

Galileo está ahora en el camino de un encuentro cercano (844 Km) con Ganymede el 27 de Junio de 1996.

Una ojeada a la figura de abajo te mostrará las series de 11 órbitas en forma de pétalo de flor del viaje. La vista es desde el plano norte de la órbita del satélite. Un total de 4 encuentros con Ganymede, 3 con Europa y 3 con Calisto son planeados. Después del 1º encuentro, la órbita será mucho más corta, y el tiempo para cada uno oscilará entre uno o dos meses y medio. Después de que la misión haya sido completada (Diciembre de 1997), Galileo continuará a la órbita de Júpiter por probablemente cientos de años.

NOMBRES DE LA ÓRBITAS

¿Primero, como llamamos a una órbita? "Órbita Nm" (Donde m es la primera letra de la luna y N por los números de las órbitas desde el 1 hasta el 11). Los nombres actuales del total de las observaciones y de las actividades de las naves desempeñado entre sucesivos encuentros del viaje.

La inserción de la órbita fue en la órbita 0. Desde que hizo la maniobra de inserción de la órbita, Galileo ha estado en la órbita inicial alrededor de Júpiter, JO, en su viaje a Ganymede. E1 es el 1º encuentro con Ganymede y comienza la segunda revolución completa alrededor de Júpiter. En cada órbita subsiguiente (excepto nº 5) habrá un encuentro cercano del satélite.

ORBITA	ENCUENTRO DEL SATÉLITE	FECHA (UTC)	ALTITUD (KM)	ALTITUD (MILLAS)
--------	------------------------	-------------	--------------	------------------

G1	GANYMEDE	27 de Junio de 1996	844	524
G2	GANYMEDE	6 de Septiembre	250	155
C3	CALISTO	4 de Noviembre	1104	686
E4	EUROPA	19 de Diciembre	692	430
J5	Conjunción solar		No close flyby	
E6	EUROPA	20 de Febrero de 1997	587	365
G7	GANYMEDE	5 de Abril	3059	1901
G8	GANYMEDE	7 de Mayo	1585	985
C9	CALISTO	25 de Junio	416	258
	Magnetotail	8 de Agosto		
	Apojove			
C10	CALISTO	17 de Septiembre	524	326
E11	EUROPA	6 de Noviembre	1125	699

LA ORBITA EN EL TRABAJO

¿Qué estará haciendo la órbita durante el viaje del satélite? Cada órbita está dividida entre un periodo de encuentros de aproximadamente una semana y un periodo de cruceros de varias semanas de duración, el resto de las órbitas anteriores al siguiente encuentro (ver la figura, órbita típica, ~ 1 a 2 meses). Durante parte de cada periodo de encuentros, Galileo grabará datos .

A estos datos grabados se les incluirán imágenes, y el espectro ultravioleta e infrarrojo, y una alta proporción de mediciones de campos y partículas (especialmente según se vaya aproximando al objetivo del satélite para esta órbita). Durante el periodo del viaje de la órbita, los datos serán enviados a la Tierra, entremezclándolos con más datos de campo y partículas en tiempo real.

LA OPORTUNIDAD CIENTIFICA

Los elementos científicos para una típica órbita son sentidos remotamente por los satélites del Galileo y la atmósfera de Júpiter (previamente lo hizo dentro unos pocos días de cada satélite encontrado) y en el momento mide la magnetoesfera, adquiriendo una continuidad cercana pero con alta resolución cerca del satélite encontrado y durante el viaje del Galileo bajo el magnetismo de Júpiter (entre C4 y C10). Muchos de los sensores remotos de datos serán grabados para repetirlos entre encuentros, a pesar de que algunas mediciones de NIMS y UVS están enviados en tiempo real. La medición de campos y partículas, el centro de los datos de la magnetoesfera, serán también

grabados durante el encuentro, además de ser editado para una inclusión en tiempo real en el

Tres grupos de trabajo (Atmósfera, satélites y magnetoesfera) fueron estabilizados pronto en el proyecto para designar los objetivos del viaje (ver la sección de órbita de Galileo). Cada grupo tiene sus propios focos y necesidades para adquirir y recuperar los datos. Pero como tu puedes imaginar, hay restricciones en como los datos son viables para cada disciplina. Por lo tanto negocian el trabajo en grupos y hacen tráfico para negociar con las limitaciones operacionales impuestas por la cantidad de cintas viables grabadas del espacio, el nº de bits de datos que pueden ser enviados a la Tierra previos al siguiente encuentro, y la cifra de memoria viable de naves espaciales para retener las secuencias observadas/ingeniería.

PROPOSITO DE LA NAVE ESPACIAL

¿Cómo guiará el equipo del proyecto Galileo la nave espacial de modo que encontrará las otras lunas de Galileo? La propulsión del cohete puede haber hecho el trabajo, pero la cantidad de propulsión requerida para cumplir la maniobra en el fuerte campo gravitacional de Júpiter puede haber sumado mucha más masa a la nave. ¿Recuerda VEEGA? (ver la sección del viaje a Júpiter). Sí, la gravedad asistida será la respuesta. En cada encuentro, la fuerza gravitacional del satélite será usada para alterar el curso de la órbita. Esta técnica requiere sólo una pequeña cantidad de propulsión para fine-tune la trayectoria de la nave. El viaje entero puede ser volado, por lo tanto, necesita empujes para suministrar un cambio en la velocidad de cerca de 100 m/s, 60 veces menos que podría ser necesitado de otra manera. ¡Nosotros pensamos en el diseño de esta trayectoria como un disparo a 10 bandas en un juego celestial de billar!. (Si tú puedes hacer pequeñas correcciones a lo largo del camino).

Tanto el radio-rastreo como los datos ópticos (satélite e imágenes estelares) son necesarias para conducir la órbita. Los rastreos de la navegación espacial son suministrados tres veces por semana y más a menudo para la maniobra de ordenamiento alrededor de la órbita (OTMs) y en el encuentro de satélites. Después de la maniobra de encuentro de satélites (+3 días) será típicamente usado para corregir el encuentro previo del satélite flyby energy. La maniobra para apojove y antes de los encuentros (-3 días) son típicamente usados como objetivo para el siguiente encuentro del satélite.

El propósito para el cierre flybys para Ganymedes, Calisto y Europa, son mostrados en las siguientes tres figuras. Las posiciones de la nave espacial para estos encuentros cercanos son superpuestos sobre las imágenes del Voyager del satélite para acentuar como de cerca (sobre unas 350 veces) el Galileo volará por cada luna. Incluso el desobjetivado flybys que ocurre cuando la nave está en ruta hacia o para una diferente luna está más cerca que los flybys del Voyager. Observe estos desobjetivados

flybys por Galileo, comparados con los flybys cercanos del Voyager muestran en la escala de grabados en lo alto de la figura.

La pequeña caja de la derecha (con el objetivo del satélite en el centro) representa una escogida versión de la figura entera. (Estas perspectivas son exactas en altitud, latitud y tiempo de día y de noche, pero ellos no pueden representar exactamente la longitud o cara presentada durante cada uno de los encuentros cercanos).

TOMANDO UN EMPUJE

Conducir la nave hacia G1 fue crítico para realizar el viaje. La máquina de 400-Newton fue llamada (por tercera y última vez) para cambiar el curso del Galileo el 14 de Marzo de 1996, cuando cumplió el PJR. Lo mismo con la ODM y JOI, la máquina de 400-Newton hizo este trabajo bien, esta vez doblando la velocidad orbital de la nave mientras está estaba apojove, esta gran distancia del planeta. Y PJR subió el perijove de la nave (acercándose más) de 4 Rj a 11 Rj (radio de Júpiter) mientras creaba condiciones para G1.

¿Por qué fue esta maniobra esencial? Como tu sabes, Júpiter tiene unos intensos cinturones de radiación que pueden dañar los instrumentos científicos y a la propia órbita. Las partes electrónicas del Galileo fueron diseñadas y protegidas para withstand 150 Krad durante su vida, una dosis letal para humanos. En la llegada, la órbita estaba sujeta a aproximadamente un tercio de su vida permitida, volando a través del perijove a una altitud de 215000 Km y alrededor de 3 Rj (4 Rj desde el centro del planeta). No había daños en esta fecha (a pesar de que la estrella del escáner fue temporalmente saturada, como se esperaba) pero repitió dosis de radiación que probablemente será una historia diferente. Esta es la razón por la que PJR fue hecho.

Para limitar más exposición a la radiación que es menor en altitudes mayores, PJR aumentó el perijove a una altitud justo encima de la órbita de Europa.

INDICANDO A LA NAVE

La tarea de la economía de la nave incluye actitud de mantenimiento para mantener el punto de la nave dentro de 4 grados de la Tierra para el desempeño de la conexión de las telecomunicaciones e ingeniería monitorizada. Los datos en tiempo real de ingeniería (RTE) son sustituidos por, tanto 2 bits como 10 bits por segundo (la menor cifra es nominal). En la mayoría de las órbitas, turnos especiales de la nave son planeados para permitir el explorar los instrumentos de la plataforma para ver partes del cielo las cuales son bloqueadas de otra manera por los relámpagos o el cuerpo principal

de la nave. Estos turnos son llamados "turnos de inercia de la nave" o SITURNS, pero ellos son más conocidos como "turnos científicos".

Los objetivos que son permitidos por SITURNS son las observaciones de la cara oculta de Júpiter, como una aurora, la luz de la noche, y las observaciones del anillo. Durante la misión, 20 kg de propulsor es presupuestados por SITURNS, un típico turno de 90 grados y coste del regreso acerca de 3 kg.

TELECOMUNICACIONES

Recibiendo y enviando señales de radio desde la Tierra

La radio del Galileo aumentó cerca de 20 Watios de poder, más o menos el poder de una bombilla de frigorífico. El bajo aumento del ancho del timón de la antena dispersa este poder tan extensamente que por el tiempo la señal ha viajado los 750 millones de Km (término medio) para encontrar las antenas de DSN en la Tierra. Una antena de 70 metros es capaz de recoger rápidamente sola más o menos una parte de 10 de los 20^o Watios, en otras palabras 0.000 000 000 000 000 01 Watios. Nuevos receptores, intensifican la recepción de la banda S (ultracono), y la habilidad para ordenar la capacidad de recibir estas pequeñas señales desde la nave. Estos cambios aumentaran de 8 a 16 bits por segundo la cifra de transmisión de datos por encima de 10 veces.

Las estaciones de la DSN están en Goldstone, California; Madrid, España; y Camberra, Australia. Camberra está en la mejor posición para la recepción la mayoría del tiempo. Galileo aparece en el cielo de Camberra durante 12 horas al día, frente a las 9 y 7 horas de Goldstone y Madrid, respectivamente. Comienza en Noviembre de 1996, cerca del telescopio de Parker que ayudará a una ayuda del alcance. No solo habrá un ordenamiento de antenas en Australia en el sitio de Camberra y Parkes, sino también entre continentes cuando la antena de 70 metros de Goldstone sea ordenada con Camberra. (La figura muestra las estaciones 42,45 y 43 de izquierda a derecha; la estación 46, que esta más a la derecha no forma parte del ordenamiento para el proyecto Galileo).

Nave a Tierra, "Ahora escucha esto"

La señal de radio de Galileo para la Tierra es nuestra única línea de comunicación y debe llevar toda la navegación, ingeniería y datos científicos (tiempo real y grabado) para recibir por el DSN para análisis del proyecto Galileo. El nuevo software de la nave que hará más efectivo el uso de las mejoras de la telecomunicación eran uploaded en la primavera de 1996. Este nuevo software modificó la mayoría de los instrumentos científicos, el Subsistema de datos y comandos (CDS), el Subsistema de control de actitud y articulación (AACS) y la mayoría de los sistemas de datos de la

Tierra del proyecto Galileo. La mejora permite editar y comprender el chorro de datos científicos e ingenieros y suministran un mecanismo de almacenamiento de la procedencia de los datos en tiempo real y del Subsistema de memoria de datos (DMS) grabados en una cinta en el canal downlink.

Previo a ser enviado a la Tierra, los datos son almacenados en el almacenamiento multiusos (MUB). El MUB es una región de 71 Kbytes en CDS usado para almacenar temporalmente datos científicos puros en tiempo real, datos puros grabados y datos procesados previos al downlinking. La comprensión de los datos contribuye al uso efectivo del downlink.

Una vez los datos están en el MUB la computadora del Galileo (CDS) está procesándolos, usando instrucciones de la secuencia de almacenamiento. Estas instrucciones aplican reglas especiales que borran los datos no requeridos y aplica formulas especiales para los datos restantes para reducir el volumen de datos mientras retiene la información contenida. Los datos son codificados más allá, usando técnicas de telecomunicación que permite la corrección de errores de los datos recibidos en la Tierra; este proceso permite la transmisión de datos a una menor señal de fuerza al Galileo.

Instrumentación científica del orbitador Galileo.

Introducción.

El orbitador Galileo consta de una serie de instrumentos de investigación destinados a obtener el mayor número de datos que nos permitan conocer el sistema joviano, así como los campos (Gravitatorios, magnéticos, etc....) e interacciones que entre ellos se producen. Estos aparatos científicos solo suponen 100,1 kg. de los 2223 kg. de masa que posee el orbitador, y consumen en conjunto una media de 80,6 vatios, lo cual es soportado ampliamente por el sistema de alimentación de la sonda, el cual a su llegada a Júpiter podía ofrecer 493 vatios de potencia (potencia que se iría reduciendo a razón de 0,6 vatios por mes).

Clasificación de los instrumentos.

Estos instrumentos se pueden dividir en varios apartados según su

Campo	Siglas	Nombre
Instrumentos de detección remota	• NIMS	Near-Infrared Mapping Spectrometer
	• PPR	Photopolarimeter/Radiometer
	• UVS/EUV	
	• SSI	Solid-State Imaging Camera
Instrumentos para la detección de campos y partículas	• MAG	Magnetometer
	• PLS	Plasma Subsystem
	• EDP	Energetic Particles Detector

misión a realizar. La

siguiente tabla clasifica de este modo a los instrumentos:

Además de estos instrumentos que se usan para diferentes experimentos, hay otro tipo de experimentos relacionados con el sistema de radio y que se usan para desde detectar cambios en la trayectoria del orbitador, gracias al efecto Doppler, hasta para detectar la ionosfera de un satélite, gracias a la propagación de radio.

A continuación haremos una descripción mas detallada de los instrumentos que posee el orbitador.

Instrumentos para la detección de campos y partículas.

DDS Subsistema detector de polvo.

Investigadores

El subsistema detector de polvo es un experimento cuyo investigador principal es Investigador principal Eberhard Grun del Max-Planck-Institute fuer Kernphysik, Heidelberg, Alemania.

Introducción.

Se denomina polvo ("Dust") a los pequeños granos de materia que se encuentran tanto en los sistemas planetarios como en el espacio interestelar, a menudo mezclados en nubes de gas.

El origen del polvo puede ser variado, ya que este puede ser una parte natural de la magnetosfera del planeta, puede provenir desde Júpiter en nuestro caso, desde uno de sus satélites, o por el contrario este polvo puede venir desde fuerzas externas como el cometa Shoemaker-Levy 9.

Con el DDS mediremos masas, cargas eléctricas y las velocidades de las partículas que lleguen. Gracias a esto podremos determinar el origen del polvo detectado y su dinámica dentro de la magnetosfera.

Objetivos de la misión.

Los objetivos de la misión de sistema detector de polvo son básicamente:

- Investigar la interacción de los satélites Galileanos, con su ambiente, esto es, la relación entre las propiedades de la superficie de los satélites y el

impacto del polvo, y medir directamente las partículas expulsadas desde los satélites.

- Examinar la interacción de las partículas de polvo con el ambiente de plasma y de campos magnéticos.
- Determinar los efectos del campo magnético joviano en las trayectorias de las partículas de polvo cargadas.
- Buscar anillos alrededor de Júpiter y medir la influencia del campo gravitatorio de Júpiter en la cantidad de polvo interplanetario.

Rangos de medida.

El DDS puede medir masas en un rango que va desde los 10^{-16} a los 10^{-7} gramos. En cuanto a la carga de las partículas, el rango que puede ser detectado va desde $1 \cdot 10^{-14}$ hasta $1 \cdot 10^{-10}$ C (Culombios) para cargas negativas y desde $1 \cdot 10^{-14}$ hasta $1 \cdot 10^{-12}$ C (Culombios) para las cargas positivas. En cuanto a velocidades el rango se sitúa entre 1 y 70 km/s. Además el instrumento puede medir unas tasas de impacto que van desde 1 partícula cada 115 días a 150 partículas por segundo. De este modo podemos realizar una medidas bastante precisas del polvo circundante por el orbitador.

Descripción del DDS.

El DDS consiste en un detector de impactos, una caja electrónica que se usa para acondicionar la señal, y la interfaz electrónica con el vehículo espacial.

El sensor esta compuesto por un hemisferio que hace la función de “diana”, acompañado de un sistema de rejilla para la medición de las partículas cargadas, un colector de iones, fuentes de alimentación de alta tensión, amplificadores susceptibles a la carga, un “channeltron” (canal de electrones) y pre-amplificadores.

Un instrumento idéntico se encuentra a bordo del vehículo espacial “Ulysses”. Ambos están derivados del instrumento HEOS 2.

Detalles de diseño.

El DDS esta basado en el fenómeno de la ionización por impacto, el cual es extremadamente bueno para la detección de pequeñas partículas a gran velocidad.

El DDS puede medir desde $3 \cdot 10^{-7}$ hasta $1 \cdot 10^2$ impactos por segundo.

La masa de las partículas que se pueden detectar a 40 km/s va desde $1 \cdot 10^{-19}$ hasta $1 \cdot 10^{-13}$ kg. A a 5 km/s este rango oscila ente $1 \cdot 10^{-16}$ hasta $1 \cdot 10^{-10}$ kg.

En cuanto a la carga de las partículas, el rango que puede ser detectado va desde $1 \cdot 10^{-14}$ hasta $1 \cdot 10^{-10}$ C (Culombios) para cargas negativas y desde $1 \cdot 10^{-14}$ hasta $1 \cdot 10^{-12}$ C (Culombios) para las cargas positivas.

La mínima velocidad que debe tener una partícula para ser detectada es de 1 Km/s.

El área del detector es de $0,1 \text{ m}^2$.

Características del instrumento.

- Masa del instrumento: 4,2 kg.
- Consumo de potencia:
- Instrumento: 2,4 W.
- Radiadores de suministro: 3,0 W.
- Microprocesador: Tipo 1802.
- ROM / RAM: 3 Kb / 2 Kb.
- Campo de visión: 140° (grados).
- Tamaño de la caja electrónica: 28,3 x 10,0 x 10,0 cm.

- Sensor: 44,2 cm de diámetro y 30,1 cm de longitud.
- Rango de temperaturas:
- Operativo (GLL 3-210):
- Detectores: -25 °C hasta 45 °C.
- No operativo (GLL 3-210):
- Detectores: -25 °C hasta 45 °C.
- Modos del instrumento:
- Off.
- POR.
- On
- Sci. Col.
- Memory readout.
- Set point.

EPD Detector de partículas energéticas.

Investigadores.

El detector de partículas energéticas es un experimento cuyo investigador principal D. J. Williams. The Johns Hopkins University, APL.

Introducción.

El detector de partículas energéticas es un instrumento diseñado para medir el número y las energías de los iones y electrones, siempre que la energía de estos sea superior a unos 20 keV (kilo-electrón-voltio) (un electrón-voltio, eV, es la unidad de energía en la cual un electrón adquiere un potencial de 1 voltio). El EPD puede también medir la trayectoria ese tipo de partículas, y, en el caso de iones, puede determinar su composición (si el ion es de oxígeno o de sulfuro, por ejemplo).

El EPD usa detectores de estado sólido de silicio, y un sistema de detección en tiempo de vuelo, para medir los cambios en la cantidad de partículas energéticas en Júpiter, en función del tiempo y la posición. Estas medidas servirán para saber como las partículas adquieren su energía y como son transportadas a través de la magnetosfera de Júpiter.

Objetivos de la misión.

- Medir la energía y la distribución angular, composición y estabilidad de la radiación atrapada en Júpiter.
- Estudia la interacción de esas partículas energéticas con los satélites Galileanos y el viento solar.
- Obtener como resultado las velocidades y temperaturas del flujo de plasma.

- Examinar los procesos adiabáticos y no termales en la radiación atrapada.

Descripción del EPD.

El instrumento está dividido en dos sistemas: El sistema de medida magneto esférica de baja energía (Low-Energy Magnetospheric Measurements System LEMMS), el sistema de composiciones de medida (Composition Measurements System CMS).

El LEMMS y el CMS están contenidos en la misma carcasa.

El LEMMS y el CMS son telescopios bidireccionales detectores de estado sólido montados sobre una plataforma que gira debido a un motor paso a paso de ocho posiciones.

La extremidad delantera del LEMMS y del CMS tienen una vista libre sobre la unidad esférica que puede ser posicionada detrás de un blindaje que contiene las fuentes de calibración, y que previene de la entrada de la radiación que llega.

Detalles de diseño y rangos de medida.

El LEMMS es un telescopio con dos extremidades que contiene ocho detectores de silicio altamente blindados.

El LEMMS mide la energía del electrón desde 15 keV hasta más de 11 MeV, y los iones desde 22 keV hasta aproximadamente 55 MeV.

El CMS tiene dos tipos de telescopios de partículas eléctricas. Un telescopio de tiempo-de-vuelo (Time - of - flight TOF) y un par de ^{106}ExE telescopios detectores de estado sólido.

El CMS mide iones con energías que van desde más de 10 keV hasta más de 10 MeV por nucleón e identifica los elementos desde el Hidrógeno (H) hasta el hierro (Fe).

El EPD esta localizado en el mástil científico.

El EPD tiene un monitor interno de alarma que chequea cuatro temperaturas, un voltaje y un flujo respecto de los limites de alarmas definidos.

Parámetros del instrumento.

- Masa del instrumento: 10,5 kg.
- Consumo de potencia:
- Instrumento: 6,0 W
- Calentadores: 4,0 W
- Microprocesador: tipo 1802.
- ROM / RAM: 6 Kb / 2,25 Kb.
- Campo de visión:
- LEMMS: 15 y 45 grados
- CMS: 18, 23, y 54 grados.
- Tamaño: 19,5 x 27 x 36,1 cm.
- Rango de temperaturas:
- Operativo (GLL 3-210):
- Electrónica: Desde -25 °C hasta 40 °C.
- Detectores: Desde -25 °C hasta 25 °C.
- Log. Amp.: Desde 15 °C hasta 35 °C.
- Motor: Desde -30 °C hasta 60 °C.

- No operativo (GLL 3-210)
- Electrónica: Desde -25 °C hasta 40 °C.
- Detectores: Desde -25 °C hasta 25 °C.
- Log. Amp.: Desde -25 °C hasta 40 °C.
- Motor: Desde -30 °C hasta 60 °C.
- Modos de funcionamiento
- Off.
- POR .
- On.
- Safe.

MAG Magnetómetro.

Investigadores.

El magnetómetro es un experimento cuya investigadora principal es Margaret G. Kivelson, de la University of California, Los Angeles.

Introducción.

En las mediciones de campos y partículas, la determinación e intensidad del campo magnético dentro de la magnetosfera se convierte en un conjunto indispensable de medidas.

El magnetómetro MAG usa dos conjuntos de tres sensores. Estos sensores permiten comprobar las tres componentes perpendiculares que componen la sección de campo magnético que va a ser medida. La colocación de estos sensores es fundamental. Uno de ellos está colocado al final del mástil del magnetómetro, a unos 11 metros del eje de giro del vehículo. El segundo conjunto de sensores está colocado en el mismo mástil a 6,7 metros del eje de giro del vehículo. El motivo por el cual es usado este mástil es de evitar al magnetómetro la proximidad del vehículo espacial, y así de este modo poder minimizar los efectos magnéticos que produce el propio vehículo, sin embargo no todos estos efectos pueden ser eliminados distanciando el instrumento. Es por ello por la que la rotación del vehículo es usada para separar los campos magnéticos naturales (los que tenemos que medir) de los que son inducidos por el vehículo (que pueden dar lugar a medidas erróneas). Otra fuente potencial de error en las medidas viene dada por la torsión y el movimiento del mástil donde se sitúa los sensores del magnetómetro. Para tener en cuenta estos movimientos que nos pueden dar lugar a mediciones erróneas, se ha colocado en el vehículo espacial una bobina de calibración, la cual provoca un campo magnético de referencia que se usa durante la calibración del instrumento.

La intensidad de un campo magnético está medida mediante la unidad llamada "Tesla" (T). El campo magnético en la superficie de la tierra es cercano a 50.000 nT (nanotesla = 10^{-9} Tesla). En Júpiter el conjunto de sensores fuera de borda (11 metros) podía medir una intensidad de campo magnético que oscilaba desde ± 32 a ± 512 nT,

mientras que el conjunto a bordo (6,7 metros) esta activado en el rango entre ± 512 hasta ± 16.384 .

Objetivos de la misión.

- Trazar un mapa de la magnetosfera de Joviana y analizar su dinámica.
- Medir las fluctuaciones en el ambiente del campo magnético.
- Investigar el acoplamiento magnetosferico-ionosférico.
- Determinar si los satélites Galileanos tienen campos magnéticos intrínsecos.
- Investigar la naturaleza de la interacción de la magnetosfera con los satélites.

Descripción del MAG.

El magnetómetro consiste en una caja electrónica y dos conjuntos de sensores magnéticos (ring core triaxial fluxgate sensors). El sensor interior esta montado en el mástil del magnetómetro a 6,87 metros del eje de giro del vehículo, el sensor exterior está montado a 11,03 metros del eje de giro del vehículo.

Cada uno de los sensores de puerta de flujo triaxiales esta formado por tres puertas de flujo (fluxgates) perpendiculares montadas sobre un mecanismo oscilante similar al diseño utilizado en el Pioneer 9. El mecanismo oscilante gira al sensor 90 grados hacia atrás el eje del sensor usando un mecanismo eléctricamente calentado por resortes bimetálicos u una serie de palancas. Cada sensor tiene una puerta de flujo (fluxgate) cercanamente alineada a lo largo del eje de giro del vehículo espacial, y los otros dos en el plano de giro del vehículo espacial, cada una perpendicular a las otras.

Detalles de diseño y rangos de medida.

La caja electrónica principal esta montada en el cuerpo del vehículo, cerca de la base del mástil del magnetómetro y contiene el manejador del sensor, la electrónica de percepción, los convertidores analógico-digital (ADC's), microprocesadores, y circuitería de control y de acondicionamiento de la alimentación.

Cada una de las puertas de flujo (fluxgates) contiene bobinas sensoras y inductoras alrededor de un núcleo magnéticamente permeable. Las bobinas inducen al núcleo permeable a un estado de saturación en un modo simétrico (positivo y negativo) dos veces en cada ciclo de inducción. Un campo externo rompe la simetría de la saturación periódica del núcleo y produce armónicos de la frecuencia del inductor. La segunda amplitud del armónico que es proporcional a la componente del campo magnético externo a lo largo del eje de la bobina sensora. Es medido y una corriente de realimentación es generada en la bobina a lo largo del sensor para hacer que la amplitud sea cero. Una medición digitalizada de este voltaje, proporcional a la corriente de realimentación es transmitida a la tierra, como la medida del campo magnético.

Los sensores exteriores tienen unos rangos dinámicos de entre +/- 32 nT y +/- 512 nT. Los sensores interiores tienen unos rangos dinámicos de entre +/- 512 nT y +/- 16384 nT.

Parámetros del instrumento.

- Masa del instrumento: 7,2 kg.
- Consumo de potencia:
- Instrumento: 3,9 W
- Empujadores: 3,45 W
- Microprocesador: Tipo 1802.
- ROM / RAM: 4 Kb / 4 Kb.

- Tamaño 41,8 x 17,8 x 14,6 cm
- Rango de temperaturas:
- Operativo (GLL 3-210)
- Sensores magnéticos: -15 °C hasta 110 °C.
- No operativo (GLL 3-210)
- Sensores magnéticos: -20 °C hasta 110 °C.
- Modos de funcionamiento:
- Off
- On
- POR
- Snapshot
- Internal Cal
- Inboard sensor On/Off.
- Outboard sensor On/Off
- Inbd / Outbd Sensor select
- Flip right / left
- Flip (a toggle command).
- Hi / Low range
- Despin select

- Optimal averaging
- Flipper power On / Off.

PLS Subsistema de Plasma.

Investigadores.

El investigador principal de este experimento es Lou Frank de la University of Iowa.

Introducción.

El plasma consiste en partículas eléctricamente cargadas, iones que portan una carga positiva, y electrones, los cuales portan una carga negativa. Normalmente, el número de iones en el plasma es igual al número de electrones, con lo cual como conjunto, el plasma es eléctricamente neutro, pero iones y electrones viajan por diferentes caminos dentro de la magnetosfera. El instrumento de plasma (Plasma Instrument PLS), mide las energías y direcciones de aproximación de los iones y electrones que componen el plasma. PLS también se usa como un espectrometro de masas para identificar la composición de los iones.

La información proveniente del PLS nos ayuda a determinar la temperatura del plasma y la manera en la cual las partículas se distribuyen en el espacio. Esta información ayuda a los científicos a comprender la dinámica de partículas de la magnetosfera, como por ejemplo, donde las partículas pierden energía, y donde las partículas reciben energía.

El PLS usa siete campos de exposición para recoger partículas para un análisis de energía y de masas. Estos campos de exposición cubren la mayoría de los ángulos desde 0 a 180 grados, extendiéndose desde el eje de giro. La rotación del vehículo espacial lleva a cada campo de exposición a través de un círculo completo. El PLS puede medir partículas en un rango de energías desde 9 voltios a 52 kV (kilovoltios).

Objetivos de la misión.

- Determinar las fuentes del plasma de origen magneto esférico.

- Investigar la interacción entre el plasma y los satélites Jovianos.
- Examinar el papel del plasma como fuente de partículas energéticas en las zonas de radiación.
- Determinar la naturaleza de la lámina de corriente ecuatorial Joviana.
- Evaluar los papeles jugados, en la dinámica de la magnetosfera Joviana, de las fuerzas co-rotacionales, y de las corrientes de campos alineados, y de los magnéticos asociados.

Descripción del PLS.

El PLS consiste en un conjunto de cuatro analizadores electrostáticos en forma de placas esféricas y tres espectrometro de masas magnéticos miniaturizados.

Cada analizador consiste en tres segmentos de placas esféricas de 70 grados, con las placas interior y el exterior colocadas a masas. La placa central está alimentada con unas series de voltajes programados.

Multiplicadores de electrones de canal continuo (Spiraltrons) están posicionados en la apertura de salida de los analizadores.

El PLS esta dividido en dos sistemas analizadores para prevenir los fallos simples.

La cubierta de la apertura adapta a los campos de vista a los sensores internos gracias a moldeadores cuando esta de frente.

Detalles de diseño y rangos de medida.

El PLS tiene siete detectores para iones y siete para electrones.

El PLS mide la energía del plasma en 64 bandas de paso diferentes que van desde los 0,9 eV a los 52 keV con una resolución de $\Delta E/E$ aproximadamente 0,11.

Cada espectrometro tiene sensores integrales y diferenciales. La resolución media de la masa de cada uno de los sensores diferenciales es de $\Delta M/M = 0,24$ y la de los sensores integrales es de $\Delta M/M = 0,5$.

Los sensores diferenciales pueden identificar H⁺, H₂⁺/He⁺⁺, He⁺, O⁺⁺, O⁺, Na⁺, S⁺, Y K⁺.

Los sensores integrales pueden identificar H⁺, H₂⁺/He⁺⁺, O⁺⁺, s⁺ y SO₂⁺.

Las especies de iones con la misma masa y misma proporción de carga no pueden ser detectados.

El PLS está localizado en el mástil científico y casi cubre completamente la unidad esférica.

El PLS tiene un monitor interno de alarma que detecta el sobrecalentamiento y alerta al vehículo espacial el fallo de protección para apagar el radiador suplementario.

Parámetros del instrumento.

- Masa del instrumento: 13,2 kg.
- Consumo de potencia:
- Instrumento: entre 5 y 10,5 W
- Repl. radiador: 4.0 W
- Radiador de alimentación: 4,8 W (máximo).

- Instrumentos + radiadores de alimentación: 11 W (constante)
- Microprocesador: Tipo 1802.
- ROM / RAM: 4 Kb / 4 Kb (dos conjuntos redundantes).
- Tamaño 20,3 x 38,1 x 44,7 cm
- Campos de visión
- Total: 4 Pi str. -1 %
- Placas del analizador 168 grados (cono) x 12 grados (reloj).
- Espectrometro de masas 8 grados (cono) x 2 grados (reloj).
- Rango de temperaturas:
- Operativo (GLL -210)
- Sensores: -20 °C hasta 35 °C.
- Electrónica: -10 °C hasta 35 °C.
- No operativo (GLL 3-210)
- Sensores: -25 °C hasta 40 °C.
- Electrónica: -15 °C hasta 50 °C.
- Modos de funcionamiento:
- Off
- On
- POR

PWS Subsistema de onda de plasma.

Investigadores.

El subsistema de plasma de onda es un experimento dirigido por Donald A. Gurnett de la University of Iowa.

Introducción.

Las partículas de plasma están ligadas al campo magnético. Los movimientos dentro del plasma pueden perturbar los campos magnéticos y eléctricos circundantes. Los cambios con el tiempo de los campos eléctricos y magnéticos dentro del plasma son los conocidos por "ondas de plasma". Hay muchísimas y diferentes formas de onda que afectan al plasma o que son excitadas por el plasma. Algunas de esas ondas pueden hacer que se pierdan partículas desde la magnetosfera. El subsistema de plasma de onda (PWS "Plasma Wave Subsystem") está diseñado para medir las propiedades de los campos eléctricos variables entre un rango de frecuencias que oscila entre los 5 Hz y los 5,6 MHz y los campos magnéticos variables desde los 5 Hz hasta los 160 Khz, además de identificar las ondas de plasma presentes.

Una antena eléctrica dipolar (una simple antena de forma que a menudo se ve para mejorar la recepción de radio en la Tierra) estudiará los campos eléctricos de plasmas, mientras que dos antenas de bobinas magnéticas de búsqueda estudiarán los campos magnéticos. La antena eléctrica dipolar está montada en la punta del mástil del magnetómetro. Las antenas de bobinas magnéticas de búsqueda están montadas en la alimentación de la antena de gran ganancia. Las medidas casi simultáneas del espectro de los campos eléctricos y magnéticos permitirá distinguir las ondas electrostáticas de las ondas electromagnéticas.

Objetivos de la misión.

Investigar el papel que juegan las ondas de plasma y las emisiones de radio el control de la dispersión y/o pérdida de la radiación atrapada en la magnetosfera de Júpiter.

Derivar los parámetros fundamentales del plasma, como pueden ser la densidad de electrones, a partir de observaciones del fenómeno de la onda de plasma.

Descripción del PWS.

El PWS consiste en una antena de dipolos eléctricos de 6,6 metros de punta a punta (montada al final del mástil del magnetómetro de 10,6 metros de longitud) y dos antenas de bobina de búsqueda magnética (montadas en la alimentación de la antena de gran ganancia).

La antena dipolar tiene dos elementos, con un preamplificador ensamblado entre ellos, montada en direcciones opuestas y perpendiculares al mástil del magnetómetro y al eje de giro del vehículo espacial.

La antena dipolar mide las ondas electrostáticas en un rango de frecuencias entre 5,62 Hz hasta los 5,6 MHz.

Una de las antenas de bobina de búsqueda magnética esta optimizada para bajas frecuencias (5 hasta 3,5 Khz) y esta orientada paralela a la antena eléctrica dipolar. La otra antena de bobina de búsqueda magnética esta optimizada para altas frecuencias 5 hasta 50 Khz y esta orientada perpendicularmente a la otra bobina. Los dos preamplificadores de las bobinas de búsqueda están montadas en la antena de gran ganancia cerca de estas bobinas.

La electrónica necesaria para el proceso de la señal proveniente desde los preamplificadores de las antenas esta contenida en una única carcasa.

Detalles de diseño y rangos de medida.

La carcasa anteriormente mencionada esta montada en el cuerpo principal del vehículo espacial, cerca de la base del mástil del magnetómetro y contiene un sistema de baja precisión indice para examinar los espectros y un sistema de alta tasa para los espectros del ancho de banda de los espectros.

El sistema de baja precisión contiene tres analizadores de espectro:

1. Un analizador de altas frecuencias con 42 frecuencias entre 100,8 Khz y 5,645 MHz con un rango dinámico de 100 dB, un tiempo de barrido del espectro de 18,67 segundos y un ancho de banda de 1,34 Khz.
2. Un analizador de frecuencias medias con 112 frecuencias entre 40 Hz y 160 Khz, con un rango dinámico de 100 dB, y un tiempo de barrido del espectro de 18,67 segundos. Este rango de frecuencias esta dividido en cuatro bandas de 28 frecuencias.
3. Un analizador de bajas frecuencias con cuatro canales espaciados logaritmicamente entre 5,62 y 31,1 Khz un rango dinámico de 110 dB. Los cuatro canales son muestreados en 2,67 segundos.

El detector de alta precisión hace medidas de la forma de onda en tres bandas de frecuencia que son. 5 Hz hasta 1 Khz, de 50 Hz a 10 Khz y de 50 Hz hasta 80 Khz.

Características del instrumento.

- Masa del instrumento: 7,14 kg.
- Consumo de potencia:
 - Instrumento: 6,8 W.
 - Radiadores de suministro: 3,0 W.
- Microprocesador: Tipo 1802.

- ROM / RAM: 0 / 512 bytes.
- Campo de visión: 140° (grados).
- Tamaño: 41,8 x 17,8 x 12,2 cm.
- Rango de temperaturas:
 - Operativo (GLL 3-210):
 - Bobinas magnéticas de búsqueda: Desde -105 °C hasta 80 °C.
 - Preamplificador de campo magnético: Desde -20 °C hasta 82 °C.
 - Preamplificador del campo eléctrico: Desde -25 °C hasta 55 °C.
 - Antena eléctrica dipolar Desde -190 °C hasta 151 °C.
 - Latch del dipolo eléctrico Desde -15 °C hasta 40 °C.
 - Bisagras del dipolo eléctrico: Desde -171 °C hasta 40 °C.
 - No operativo (GLL 3-210):
 - Bobinas magnéticas de búsqueda: Desde -105 °C hasta 80 °C.
 - Preamplificador de campo magnético: Desde -20 °C hasta 90 °C.
 - Preamplificador del campo eléctrico: Desde -40 °C hasta 55 °C.

- Antena eléctrica dipolar Desde-190 °C hasta 151 °C.
- Modos del instrumento:
 - Off.
 - POR.
 - On
- Modos de ancho de banda de la forma de onda:
 - Modo 1 (50 Hz hasta 10 Khz)
 - Modo 2 (50 Hz hasta 80 Khz)
 - Modo 3 (5 Hz hasta 1 Khz)
- Modos de resolución de la forma de onda.
 - Modo 1 (4 bits, 25200 samples/seg)
 - Modo 2 (4 bits, 201600 samples/seg)
 - Modo 3 (4 bits, 3150 samples/seg)

Instrumentos de detección remota.

NIMS (Near infrared mapping spectrometer).
Espectrometro mapeador por infrarrojos.

Investigadores

El investigador principal de este instrumento es Robert Carlson del JPL ("Jet Propulsion Laboratory").

Introducción.

Near infrared mapping spectrometer (NIMS) es un instrumento pionero para la captación remota de elementos para el vehículo espacial planetario. Combina un espectroscopio y una cámara en un instrumento. ¡La parte mas fría del vehículo espacial es el radiador del NIMS a 55 kelvines!.

NIMS tiene dos objetivos principales. El primer objetivo es mirar a las superficies de los satélites de Júpiter para ver de que están compuestos. El segundo objetivo es el estudio de la atmósfera de Júpiter para determinar algunas cosas como las características de las capas de nubes Jovianas, las variaciones sobre el espacio y el tiempo de los constituyentes de la atmósfera, y el perfil de la temperatura contra la altitud.

Para los satélites, las estructuras geológicas serán mapeadas para determinar las distribuciones de los minerales. Resoluciones de 25 kilómetros por pixel del NIMS o mejores son las previstas para los satélites Galileano Europa, Ganímedes y Calixto. NIMS hará observaciones distantes de la luna volcánica de Júpiter Io, con resoluciones de 120 a 600 kilómetros, para determinar la composición de la superficie de la luna, y medir la temperatura de los puntos calientes. NIMS monitorizará la actividad volcánica de Io en cada órbita de Galileo. Además se harán análisis espectrales para algunos pequeños satélites y para los anillos.

Desde las mediciones de NIMS de la radiación infrarroja desde la atmósfera de Júpiter contribuirán a los estudios composicionales, la naturaleza de la nubes, movimientos y balances de energías. NIMS es capaz de detectar el amoniaco, vapor de agua, fosfina (gas venenoso PH_3), metano (CH_4), y germanio, y sigue en la búsqueda de moléculas no detectadas previamente. La fosfina, la cual es formada en el interior profundo (mas de 100 kilómetros por debajo de las nubes a temperaturas cercanas a los 1000 kelvin) es rapidamente destruido a altitudes observables y su rastro traza la forma de los anchos pozos de gas que se elevan desde las profundidades del planeta. NIMS mapeará la abundancia de fosfina sobre un amplio rango de latitudes y de longitudes. El propósito es comprender la mayoría de los modelos de circulación profunda que potencian la meteorología “cerca de la superficie” (“parrilleando” las zonas nubosas, cinturones mas secos, y localizando los sistemas de tormentas ciclónicas como el Gran Punto Rojo). La sensibilidad del NIMS va desde 0,7 a 5,2 micrómetros, solapando el rango de longitud de onda de SSI. El telescopio asociado con NIMS es completamente reflectante (usa espejos y no lentes) con una apertura de 229 milímetros. Es espectrometro de NIMS usa una red de barras que dispersa la luz recogida por el telescopio. Este método es a menudo usado para instrumentos bastante usados desde el prisma familiar. El espectro de la luz dispersa es enfocado hacia detectores de antimonio de indio y silicio.

Objetivos de la misión.

Cartografiar la superficie mineral de los satélites Galileanos con una resolución espacial entre 5 hasta 30 km

Identificar las etapas y mezclas minerales en la superficie de los satélites Galileanos,

Cotejar las distribuciones minerales halladas con las imágenes obtenidas del SSI.

Determinar la estructura nubosa de la atmósfera Joviana desde un amplio rango de ángulos.

Descripción del NIMS.

El NIMS consiste en un telescopio de tipo Ritchey-Cretien de 22,8 cm de diámetro con 80 cm de longitud focal con un espejo secundario dedicado a la exploración espacial.

Los detectores de InSb (Antimoniuro de Indio) están enfriados a temperaturas criogénicas (64 Kelvines) gracias a un radiador radiactivo de etapa simple.

La abertura del telescopio esta enfocada hacia los detectores via un colimador (instrumento óptico que produce haces de luz paralelos) de Dall-Kirkham de 40 cm de longitud focal que esta seguido de una cámara de campo plano.

Detalles de diseño.

El espectrometro emplea una plano de rejilla de difracción con una densidad de 39 lineas/mm. (el 30% del área es para la primera formación de la rejilla y el 70% para la segunda).

Los 15 detectores de antimoniuro de Indio InSb son usados con la primera formación de la rejilla para longitudes de onda mayores que 1.9×10^6 m y los 2 detectores de silicio usan la segunda formación de la rejilla para las longitudes de onda más cortas.

El rango espectral del NIMS va desde 0,7 hasta $5,2 \times 10^6$ m

Todos los espejos y la rejilla están construidos con sílice fundido.

Los 17 detectores tiene un área activa de $0,2 \times 0,2$ mm y se cuantifica su eficiencia en más del 70 %

El NIMS tiene un campo angular de visión de 10 mrad x 0,5 mrad (20 pixels en la dirección del cono de intersección) y una resolución angular de 0,5 mrad x 0,5 mrad (un pixel)

El espejo de escaneo y la rejilla están dirigidos mediante motores.

Un sintonizador de 63 Hz de frecuencia de resonancia modula la radiación detectada con un ciclo de trabajo de aproximadamente del 50%.

Características del instrumento.

- Masa del instrumento: 18 kg.
- Consumo de potencia:
- Instrumento: 12,0 W.
- Microprocesador: Tipo 1802.
- ROM / RAM: 3 Kb / 3 Kb.
- Campo de visión: 10 x 0,5 mrad (mili radianes).
- Tamaño:
- Ópticas 83 x 37 x 39 cm
- Electrónica 20 x 25 x 13.
- Rango de temperaturas:
- Operativo (GLL 3-210):

- Electrónica: Desde -20 °C hasta 35 °C.
- Ópticas: Desde -163 °C hasta -118 °C.
- Array de plano focal: Desde -203 °C hasta -173 °C.
- No operativo (GLL 3-210):
- Electrónica: Desde -20 °C hasta 35 °C.
- Ópticas: Desde -163 °C hasta 50 °C.
- Array de plano focal: Desde -203 °C hasta 50 °C.
- Modos del instrumento:
- Off.
- POR.
- On.
- Safe.
- Full Map.
- Full Spec.
- Long Map.
- Long Spec.
- Short Map.
- Short Spec.

- Fixed Map.
- Band Edge Map
- Band Edge Spec.
- Stop & slide Map.
- Stop & slide Spec

PPR (Photopolarimeter- Radiometer) Fotopolarímetro-radiómetro.

Investigadores

El investigador principal de este instrumento es James E. Hansen del Goddard Institute for Space Studies (Instituto Goddard para Estudios Espaciales).

Introducción.

El fotopolarímetro / radiómetro (PPR) es un instrumento usado para medir la intensidad y la polarización (es un fenómeno que se da en las ondas electromagnéticas en la que la dirección de desplazamiento de las ondas es constante o varía en una dirección definida) de la luz del Sol, en la porción visible del espectro, que es reflejada por los satélites Jovianos y por Júpiter. El PPR es, en muchos aspectos tres instrumentos combinados en uno solo: polarímetro, fotómetro y un radiómetro (un radiómetro es un detector de radiación térmica de microondas, y señales análogas débiles de banda ancha).

El polarímetro detecta tres bandas espectrales. La polarización es una propiedad importante de la luz y puede revelar información acerca de la naturaleza del objeto desde el cual nos llega la luz.

El fotómetro utiliza siete bandas espectrales, las cuales son bastante estrechas, y que están situadas en las longitudes de onda de los infrarrojos cercanos al espectro de la radiación visible (near-infrared). Las bandas en las cuales realiza las mediciones están cuidadosamente seleccionadas. Por ejemplo, los lugares que están cubiertos con metano (CH_4) y amoníaco (NH_3), absorben abundantemente la luz solar.

El PPR tiene siete bandas de radiometría. Una de ellas no usa filtros, por lo que observa tanto la radiación solar como la térmica. Otras bandas solo dejan pasar la radiación solar. Esto hace que la diferencia existente entre las medidas de una banda (radiación

solar + térmica) y la otra (radiación solar) nos da como resultado el total de la radiación térmica emitida. El PPR también puede medir en cinco canales de banda ancha, en los cuales el rango espectral se extiende desde 17 hasta 110 μm (micrometros). El radiómetro suministra datos de la temperatura, tanto de los satélites Jovianos, como de la atmósfera de Júpiter.

El diseño del instrumento está basado en uno montado a bordo del vehículo espacial Pioneer Venus. Un telescopio de 10 centímetros de apertura recoge la luz, la dirige a una serie de filtros, y desde allí los detectores del PPR realizan las medidas.

Objetivos de la misión.

Determinar la distribución, tanto vertical como horizontal de las nubes de partículas en la atmósfera de Júpiter, incluyendo en las mediciones, su forma, tamaño e índice de refracción.

Determinar el balance energético de Júpiter y las variaciones en la cantidad y la distribución espacial de la radiación solar reflejada y de la radiación térmica emitida por Júpiter y sus satélites incluyendo la estructura térmica de la atmósfera de Júpiter.

Medir y mapear las propiedades fotométricas, polarimétricas y radiométricas de los satélites Galileanos, y de otros posibles objetivos.

Descripción del PPR.

El PPR es un telescopio de Cassegrain Dall-Kirkham, con una apertura de 10 centímetros, una longitud focal de 50 centímetros y un campo de visión de 2,5 mrad (miliradianes).

La vista del espacio que usa el telescopio proviene de la reflexión de un espejo y un y un telescopio de espejo plano usado para las medias radiométricas.

El PPR esta montado sobre la electrónica y consiste en una serie de cuatro módulos apilados, los cuales están montados sobre una base plana.

Detalles de diseño.

El PPR realiza mediadas de polarimetría y de fotometría por el paso de flujo luminoso desde los telescopios a través de los elementos ópticos localizados en la rueda filtradora/retardadora, el prisma de Wollastom (que es un prisma utilizado para producir haces de luz linealmente polarizada y que consiste en dos cuñas de cuarzo adyacentes una con el eje óptico perpendicular a la otra y a la dirección de la luz incidente), y las ranuras de dos lentes que están enfocadas a dos fotodiodos de silicio.

Para las medidas de fotometría y polarimetría el “chopper” (podría traducirse como cortador) esta estacionario y bloque el flujo luminoso desde el telescopio espacial. Para las medidas de radiometría el “chopper” se dirige el flujo alternativamente hacia los dos telescopios (scene-view y space-view) parando el campo en un detector piroeléctrico de litio tántalo.

La fotopolarímetros se realiza en las longitudes de onda de 410, 678, y 945 nm (nanometro 10^{-9} m). La fotometría se realiza en las longitudes de onda de 789, 829, 840 y 892 nm. Finalmente la radiometría se realiza en longitudes de onda de menos de 4 μ m (solar), 17, 21, 27, 36 y mas de 42 μ m.

Características del instrumento.

- Masa del instrumento: 5,2 kg.
- Consumo de potencia:
- Instrumento: 11,0 W.
- Radiadores: 4,5 W.

- Microprocesador: Tipo 1802.
- ROM / RAM: 4 Kb / 256 bytes.
- Campo de visión: Circular de 2,5 mrad (mili radianes).
- Tamaño: 44,8 x 39,1 x 32,7 cm.
- Rango de temperaturas:
- Operativo (GLL 3-210):
- Electrónica: Desde -20 °C hasta 5 °C.
- No operativo (GLL 3-210):
- Electrónica: Desde -25 °C hasta 30 °C.
- Modos del instrumento:
- Off.
- POR.
- On.
- PP/PH.
- PH.
- RAD.

UVS (Ultraviolet spectrometer). Espectrometro ultravioleta.

Investigadores

El investigador principal de este instrumento es el Dr. A. Ian F. Stewart de la University of Colorado.

Introducción.

Las propiedades reflexivas de las superficies de los satélites en el espectro ultravioleta ayuda a los científicos a determinar la composición y el estado físico de los materiales que contiene la superficie. Uno puede buscar hielo o deducir el tamaño de las partículas.

Se cree que las erupciones volcánicas en Io son la fuente que crea el toro de Io. Las temperaturas de los iones de sulfuro y oxígeno en este plasma pueden ser más de 10 veces la temperatura de la superficie del Sol. Estas observaciones ultravioletas ayudan a dar una imagen de la evolución de Io y de su relación con el campo magnético de Júpiter.

El telescopio tipo Cassegrain del UVS tiene una apertura de 250 milímetros y recoge la luz del objetivo que va a ser observado. Tanto el EUV como el UVS usan una rejilla controlada para dispersar la luz que será utilizada para los análisis espectrales. Esta luz entonces pasa a través de una ranura de salida hacia un tubo multiplicador el cual produce pulsos de electrones. Esos pulsos de electrones son contados, y el conteo total de los pulsos son los datos enviados a la tierra.

El UVS está montado en la plataforma de observación y puede ser apuntado hacia un objeto en el espacio inerte. El EUV está montado en la sección de giro del vehículo espacial. Según gira la sonda, el EUV observa una pequeña franja del espacio perpendicular al eje de giro.

Objetivos de la misión.

Estudiar la composición y la estructura de la capa superior de la atmósfera de Júpiter.

Determinar las tasas de pérdidas de gases volátiles de los satélites Galileanos.

Examinar los procesos físicos que ocurren dentro del toro de lo.

Descripción del UVS.

El UVS es un telescopio del tipo Cassegrain Dall-Kirkham con una apertura de 5,03 x 5,28 centímetros y una longitud focal de 25,0 cm.

El telescopio es el frontal de un espectrometro tipo Ebert-Fastie de 12,5 cm de longitud focal.

El telescopio tiene un parasol en el frontal y el conjunto telescopio/ espectrometro tiene el control lógico montado encima de él.

Los detectores fotomultiplicadores están situados en la plano focal del espectrometro.

Detalles de diseño.

Tres detectores fotomultiplicadores cubren completamente el espectro ultravioleta y el espectro de la luz visible cuyas longitudes de onda están entre 113 y 432 nm

El espectrometro usa un único espejo esférico y una rejilla de difracción plana.

El campo de visión del UVS está limitado por la ranura de entrada del espectrometro a unas dimensiones de 1 x 0,1 grados para dos de los detectores (cuyos rangos varían entre 113 192 nm el primero y entre 282 y 432 nm el segundo), y por una de las ranuras de salida del espectrometro para el tercero de los detectores (cuyo rango se sitúa entre los 162 y los 323 nm) en 0,4 x 0,1 grados.

La resolución de longitudes de onda del UVS es de 0,7 nm por debajo de 190 nm y de 1,3 nm por encima de 190 nm.

Características del instrumento.

- Masa del instrumento: 5,2 kg.
- Consumo de potencia:
- Instrumento: 2,4 W.
- Radiadores de alimentación: 4,0 W.
- Microprocesador: Tipo 1802.
- ROM / RAM: 0 Kb / 0,5 bytes.
- Tamaño: 41,7 x 16,3 x 13,5 cm.
- Rango de temperaturas:
- Operativo (GLL 3-210):
- Electrónica: Desde -10 °C hasta 30 °C.
- No operativo (GLL 3-210):
- Electrónica: Desde -20 °C hasta 30 °C.

- Modos del instrumento:
- Off.
- POR.
- On.
- Scan.
- Mini-scan.
- Fixed Wavelength.
- Cold Start.

SSI (Solid State Imaging). Cámara de estado solido.

Investigadores

El investigador principal de este instrumento es Michael J. S. Belton, National Optical Astronomy Observatories.

Introducción.

Los objetivos de la investigaciones científicas del SSI tiene una amplio ámbito: un estudio comparativo de las superficies de los satélites, un estudio de la atmósfera joviana, y del fenómenos aureales de los satélites, y una evaluación de los anillos de Júpiter. Para los satélites Galileanos Io, Europa, Ganímedes y Calisto, los investigadores esperan cartografiar una gran porción de cada superficie con una resolución mínima de 1 km. En algunas áreas los objetos menores de 10 metros pueden ser distinguidas con este experimento. Además las variaciones de color y albedo (proporción de la reflexión de la luz de un cuerpo que no ilumina por si mismo o reflectividad) pueden ser cartografiadas con una escala de alrededor de 2 km. Los científicos con estos datos buscarán cambios en las superficies desde el paso del "Voyager". La forma y la localización del eje de giro de cada satélite también será medida.

El SSI será usado para determinar la estructura, movimientos y propiedades radiantes de la atmósfera de Júpiter. Se medirán los perfiles de viento siguiendo el movimiento de las nubes a varias altitudes. Las propiedades radiantes de la atmósfera son importantes para comprender la conservación de la energía, y será determinado midiendo la dispersión de la luz en diferentes puntos y en varios ángulos de iluminación y longitudes de onda. Las observaciones de los fenómenos aureales serán cotejadas con las medidas de campos y partículas hechas por otros instrumentos.

El SSI es una cámara de estado solido con un array de detectores de silicio (CCD) de 800 x 800 pixels. La porción óptica

de la cámara esta construida como un telescopio tipo Cassegrain. La luz es recogida por el espejo principal dirigida a un espejo secundario más pequeño y de ahí a través de un agujero en el espejo principal, dirigida al CCD. El CCD esta blindado ante las radiaciones, un problema de particular importancia dentro de las duras condiciones de la magnetosfera joviana. Este blindaje se completa con una gruesa lámina de tántalo de 1 cm de grosor que rodea el CCD, excepto donde la luz entra al sistema.

Objetivos de la misión.

Cartografiar los satélites Galileanos con una resolución espacial de menos de 1 km.

Investigar la atmósfera joviana y la estructura de las nubes que existen en esta.

Investigar la dinámica de la atmósfera de Júpiter.

Determinar las formas y tamaños de los satélites Galileanos de determinar su eje de giro con un rango de +/- 3 km.

Mapear la estructura de anillos de Júpiter y buscar pequeños satélites asociados.

Mapear y caracterizar el fenómeno aureal en la atmósfera Joviana y en los satélites.

Caracterizar el estado de la atmósfera en el momento del descenso de la sonda.

Descripción del SSI.

El SSI es un telescopio catadrioptico con 150 cm de longitud focal.

El SSI tiene un ángulo de visión de 8,1 mrad (miliradianes) y una resolución angular de 10,16 μ rad/píxel (1 μ rad=10⁻⁶ radianes).

El sistema óptico del SSI es un sistema modificado del telescopio de ángulo estrecho de vuelo auxiliar que incorporaba el "Voyager".

La cortinilla de la cámara del SSI tiene una rueda filtradora de ocho posiciones que es heredada del "Voyager".

Detalles de diseño.

La rueda filtradora tiene ocho posiciones, que actúan realizando una interferencia, y que están centradas en 611, 404, 559, 671, 734, 756, 887, y 986 nm.

El detector del SSI es un CCD con una resolución de 800 x 800 píxels.

El SSI tiene un sistema de "pre-flash" que elimina las imágenes residuales después de cada exposición. Este sistema "baña" el CCD con infrarrojos de longitud de onda cercana a la luz visible (aproximadamente 930 nm) varias veces y lee el CCD varias veces a gran velocidad.

El SSI tiene cinco elementos transmisores además de dos espejos.

El elemento óptico frontal tiene una cubierta antirreflejante con un factor de transmisión del 62% a una longitud de onda de 576 nm.

La óptica frontal está recubierta para minimizar el calor que se pierde por emisión, y los calentadores suministran una estabilidad térmica a lo largo de la apertura frontal, así como dentro del telescopio.

El límite máximo de longitud de onda que se puede detectar (aproximadamente 110 nm) viene dado por las limitaciones del detector, y el límite inferior (aproximadamente 375 nm) están impuestos por los recubrimientos antirreflejantes.

Características del instrumento.

- Masa del instrumento: 28 kg.
- Consumo de potencia:
- Instrumento: 23,0 W.
- Microprocesador: Tipo 1802.
- ROM / RAM: 4 Kb / 256 bytes.
- Ángulo de visión: Circular de 8,1 mrad (mili radianes).
- Tamaño: 90 x 25 x 30 cm.
- Rango de temperaturas:
- Operativo:
- Electrónica: Desde -10 °C hasta 18 °C.
- Ópticas posteriores: -10 °C hasta 18 °C.
- Detector: desde -113 °C hasta -107 °C.
- No operativo:
- Electrónica: Desde -10 °C hasta 30 °C.

- Ópticas posteriores: -10 °C hasta 30 °C.

Detector: desde -130 °C hasta 50 °C.