

Taller de exploración planetaria

ACTIVIDADES DE PROFUNDIZACIÓN



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE DEFENSA

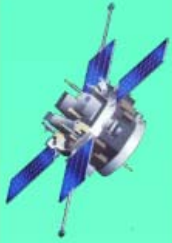


INSA
INGENIERIA Y SERVICIOS AEROSPAZIALES, S.A.



RED DE
UNIDADES DE
CULTURA CIENTÍFICA





Taller de
exploración
planetaria



SEGUIMIENTO DE LAS MISIONES ESPACIALES

Como ya sabes, el seguimiento de las naves de las diferentes misiones espaciales se realiza mediante las antenas de la *Red de Espacio Profundo* (DSN). A continuación te mostramos una imagen del MDSCC (*Madrid Deep Space Communications Complex*), en la que puedes ver las antenas que hay en el complejo y el nombre con el que se las denomina.

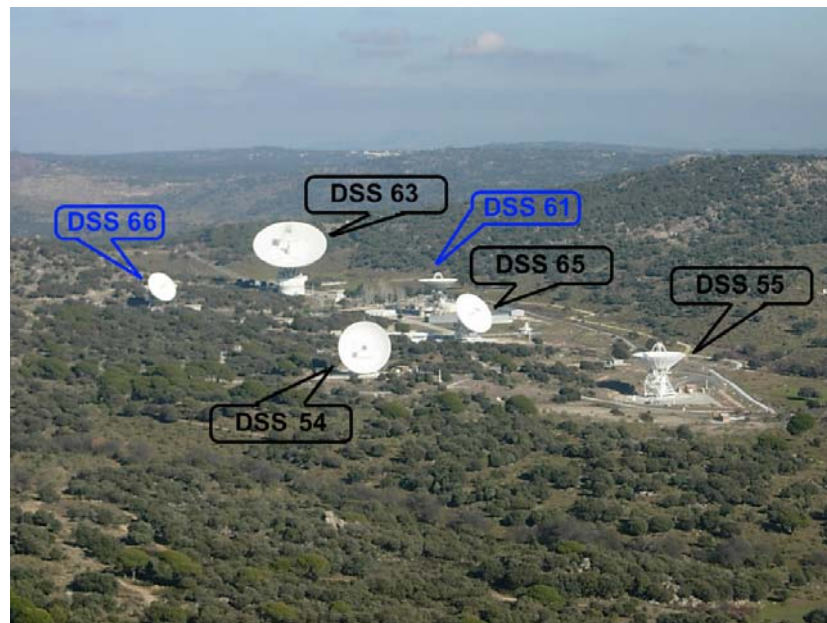
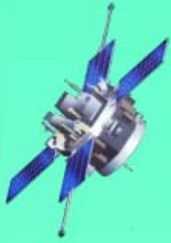


Imagen 1: Panorámica del MDSCC (Madrid Deep Space Communications Complex)

De las 6 antenas que puedes ver, sólo cuatro se dedican al seguimiento de las misiones. Las otras dos (61 y 66) han sido relevadas de esta función, dedicándose hoy en día la 61 a la divulgación de la radioastronomía entre los estudiantes.

A continuación te mostramos la agenda de seguimientos de cada una de las antenas en activo durante el mes de diciembre de 2009. En las tablas aparecen la hora de inicio y de fin de cada seguimiento, con lo que puedes calcular las horas que se dedican al seguimiento de cada misión. Al final de todo tienes una tabla en la que puedes ver el nombre completo y el objetivo de cada una de los proyectos.



Taller de exploración planetaria



DSS 54

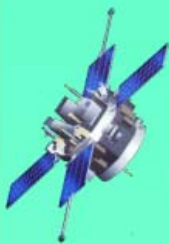
Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
25-dic	05:40	09:30	THC
	09:45	12:00	CHDR
	21:30	02:45	M010
26-dic	02:45	05:00	CHDR
	07:30	09:45	MEX
	10:00	17:30	SOHO
27-dic	18:20	20:10	GTL
	20:15	05:50	M010
	10:00	17:30	SOHO
28-dic	19:00	20:50	GTL
	21:50	00:50	MER1
	02:50	04:40	GTL
29-dic	06:20	10:45	WIND
	10:45	13:00	NHPC
	13:05	20:40	STB
30-dic	22:35	01:35	MER1
	10:20	12:10	GTL
	19:45	00:45	M010
31-dic	00:45	03:30	MER1
	05:40	06:45	CLU2
	15:00	20:15	STB
31-dic	20:15	22:30	CHDR
	23:20	02:20	MER1
	03:25	10:40	STA
31-dic	10:50	19:05	STB
	19:35	21:49	CHDR

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
17-dic	00:00	02:15	CHDR
	03:45	06:45	MER2
	06:45	10:00	WIND
18-dic	10:00	12:15	CHDR
	12:15	20:30	STB
	21:00	05:10	M010
18-dic	05:10	07:00	GTL
	07:00	09:40	WIND
	09:40	17:45	SOHO
19-dic	17:45	20:00	CHDR
	22:40	00:54	CLU2
	00:55	06:35	M010
20-dic	10:00	17:40	SOHO
	20:45	06:00	MRO
	06:00	08:45	MER2
21-dic	10:20	12:10	GTL
	12:10	17:30	SOHO
	23:25	04:30	M010
22-dic	15:00	16:50	GTL
	20:40	06:45	M010
	09:35	17:35	SOHO
23-dic	01:50	03:40	GTL
	04:30	11:45	STA
	11:45	16:30	ACE
24-dic	19:15	21:30	CHDR
	03:55	11:10	STA
	11:10	13:00	GTL
24-dic	13:00	20:15	STB
	20:15	05:40	M010
	20:15	05:40	MRO

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
09-dic	01:15	03:15	CHDR
	15:00	17:30	SOHO
	17:40	20:23	CHDR
10-dic	21:40	23:10	CLU2
	23:10	02:10	MER2
	09:25	17:45	SOHO
11-dic	21:25	06:35	MRO
	08:15	10:30	CHDR
	10:30	15:00	ACE
12-dic	15:15	17:30	CHDR
	17:45	19:35	GTL
	00:30	03:30	MER2
13-dic	03:33	04:55	CLU3
	04:55	09:40	THB
	11:20	16:05	ACE
14-dic	16:05	18:20	CHDR
	01:05	04:05	MER2
	04:05	11:20	STA
15-dic	12:05	19:20	SDU
	21:15	02:45	MEX
	02:45	05:00	CHDR
16-dic	05:00	12:15	STA
	12:15	17:35	SOHO
	23:45	02:35	CHDR
16-dic	03:00	10:15	STA
	10:15	13:55	WIND
	13:55	17:40	SOHO
16-dic	21:05	03:40	M010
	03:40	06:25	MER2
	15:00	17:45	SOHO
16-dic	17:45	19:35	GTL

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
01-dic	02:40	8:55	STA
	08:55	12:10	THC
	12:10	19:25	SDU
02-dic	21:05	22:55	GTL
	01:15	03:05	GTL
	12:15	16:00	WIND
03-dic	18:00	20:15	CHDR
	02:35	09:50	STA
	09:50	11:40	GTL
04-dic	11:40	15:25	WIND
	15:25	17:40	CHDR
	18:40	21:25	CLU3
05-dic	15:05	16:55	GTL
	16:55	19:10	CHDR
	21:45	02:45	M010
06-dic	02:45	05:00	CHDR
	05:00	09:35	THB
	09:35	17:35	SOHO
07-dic	17:50	19:40	GTL
	23:15	08:30	DAWN
	09:45	17:35	SOHO
08-dic	17:45	19:35	GTL
	01:00	03:35	CHDR
	03:35	08:50	STA
08-dic	10:20	17:35	SOHO
	03:00	05:15	CHDR
	08:45	10:35	GTL
08-dic	10:35	17:35	SOHO
	22:00	01:00	MER2

Tabla 1: Seguimientos realizados por la antena DSS 54 en diciembre de 2009.



Taller de exploración planetaria



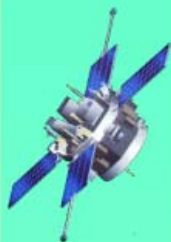
DSS 55

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
25-dic	21:00	23:50	MER1
	23:50	06:25	CAS
26-dic	09:10	17:35	MSGR
	20:20	08:45	MRO
27-dic	20:20	07:00	M010
28-dic	15:00	22:30	KEPL
	22:30	05:45	M010
29-dic	05:45	12:30	STA
	19:50	05:20	MRO
30-dic	23:40	05:20	M010
	09:30	18:45	SDU
31-dic	00:15	10:30	CAS
	10:30	17:15	MSGR
	19:55	05:05	MRO

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
11-dic	12:55	21:55	KEPL
	21:55	05:35	M010
12-dic	05:35	12:50	STA
	12:50	20:35	STB
13-dic	21:20	08:55	M010
	08:55	16:25	MSGR
14-dic	16:25	18:25	KEPL
	21:10	06:55	MRO
15-dic	15:00	22:30	KEPL
	01:15	11:30	CAS
16-dic	12:25	20:40	STB
	01:15	11:30	CAS
17-dic	13:30	20:40	STB
	00:45	11:30	CAS
18-dic	11:55	21:20	KEPL
	21:20	10:05	MRO
19-dic	04:05	05:40	M010
	11:50	21:20	KEPL
20-dic	00:30	11:15	CAS
	11:50	20:25	KEPL
21-dic	01:00	11:15	CAS
	20:45	07:30	MRO
22-dic	16:25	22:30	KEPL
	03:55	11:10	STA
23-dic	11:10	19:25	STB
	20:40	10:00	M010
24-dic	11:10	19:25	STB
	20:35	07:30	MRO
	14:05	21:00	KEPL

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
01-dic	04:30	07:15	MER1
	07:55	14:15	MSGR
02-dic	14:15	17:20	VGR1
	17:20	19:20	KEPL
03-dic	21:55	07:00	M010
	15:05	20:25	STB
04-dic	21:50	08:30	M010
	08:30	15:45	MSGR
05-dic	21:30	10:30	MRO
	00:55	06:40	M010
06-dic	14:30	22:05	KEPL
	02:00	12:15	CAS
07-dic	12:15	20:30	STB
	21:35	05:40	M010
08-dic	05:40	12:55	STA
	15:30	18:45	VGR1
09-dic	18:45	20:45	KEPL
	21:40	07:00	M010
10-dic	15:00	22:00	KEPL
	22:00	07:35	MEX
11-dic	08:40	13:20	MSGR
	13:20	20:35	STB
12-dic	21:30	05:40	M010
	05:40	12:55	STA
13-dic	12:55	20:35	STB
	20:55	01:55	M010
14-dic	21:55	05:15	MRO
	05:40	12:55	STA
15-dic	12:55	20:35	STB
	23:55	05:40	M010

Tabla 2: Seguimientos realizados por la antena DSS 55 en diciembre de 2009.



DSS 63

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
01-dic	21:20	07:00	M01O
	22:20	07:00	MRO
02-dic	15:00	18:55	VGR1
	18:55	20:55	MAP
03-dic	21:20	07:00	M01O
	22:20	07:00	MRO
04-dic	15:00	18:55	VGR1
	21:25	02:00	M01O
05-dic	12:15	12:15	CAS
	18:50	20:50	MAP
06-dic	21:15	11:05	M01O
	22:15	11:05	MRO
07-dic	11:05	18:30	VGR1
	18:30	20:30	MAP
08-dic	21:10	06:35	M01O
	22:10	11:00	MRO
09-dic	21:20	10:00	M01O
	21:20	10:00	MRO
10-dic	10:00	18:40	VGR1
	18:40	20:40	MAP
11-dic	21:05	10:55	M01O
	22:05	10:55	MRO
12-dic	10:55	18:35	VGR1
	21:00	07:00	M01O
13-dic	21:55	07:00	MRO
	15:05	18:30	VGR1
14-dic	21:32	23:52	CLU3
	00:20	07:00	M01O
15-dic	00:20	07:00	MRO
	17:10	18:55	CLU3
16-dic	19:10	21:10	MAP
	21:10	01:30	M01O
17-dic	21:10	01:30	MRO
	01:30	11:45	CAS
18-dic	20:50	08:35	M01O
	21:50	08:35	MRO
19-dic	08:35	18:20	VGR1
	01:30	11:45	CAS
20-dic	01:30	11:45	CAS
	20:30	01:00	M01O
21-dic	20:30	01:00	MRO
	01:00	11:15	CAS
22-dic	11:15	17:45	VGR1
	18:20	20:10	GTL
23-dic	20:10	07:00	M01O
	21:10	07:00	MRO
24-dic	17:15	20:15	STF
	20:20	07:45	M01O
25-dic	20:20	07:45	MRO
	20:20	06:00	M01O
26-dic	20:20	06:00	MRO
	06:00	16:40	VGR1
27-dic	16:40	18:40	MAP
	21:05	22:50	CLU3
28-dic	00:20	06:25	CAS
	06:25	16:35	VGR1
29-dic	00:30	10:45	CAS
	10:45	17:20	VGR1
30-dic	17:20	19:20	MAP
	19:30	07:00	M01O
31-dic	20:30	07:00	MRO
	07:00	15:00	VGR1
	15:00	16:50	GTL
	19:40	08:10	M01O
	19:40	08:10	MRO
	00:30	05:45	CAS
	17:30	19:30	MAP

Tabla 3: Seguimientos realizados por la antena DSS 63 en diciembre de 2009.



Taller de exploración planetaria



DSS 65

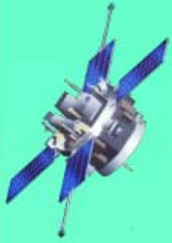
Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
24-dic	05:00	09:45	THB
	09:45	17:35	SOHO
	01:00	03:15	CHDR
25-dic	03:15	10:30	STA
	10:30	17:30	SOHO
	17:30	19:45	CHDR
	20:10	09:35	MRO
	01:40	09:35	M010
	11:00	14:45	WIND
26-dic	14:45	16:35	GTL
	18:10	20:25	CHDR
	21:05	00:05	MER1
27-dic	06:00	10:45	THC
	11:00	14:45	WIND
	14:45	16:35	GTL
	23:40	01:20	CLU3
	03:35	10:50	STA
	10:50	17:25	SOHO
28-dic	17:25	19:40	CHDR
	19:40	23:50	M010
	20:40	05:35	MRO
29-dic	17:00	19:15	CHDR
	01:55	04:10	CHDR
	04:10	10:45	CAS
30-dic	11:45	13:35	GTL
	13:35	17:00	SOHO
	20:05	04:15	M010
31-dic	04:15	09:00	THC
	12:25	21:25	KEPL

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
16-dic	04:15	11:30	STA
	13:35	15:20	WIND
	16:34	17:55	CLU2
	21:00	22:45	MEX
	21:00	05:15	M010
	05:15	10:00	THC
17-dic	10:05	17:45	SOHO
	17:45	20:00	CHDR
	02:00	04:15	CHDR
18-dic	04:30	07:30	MER2
	07:55	09:45	GTL
	09:45	14:30	ACE
	14:30	20:45	STB
	22:34	00:05	CLU3
	05:30	12:45	STA
19-dic	21:55	02:45	MEX
	04:15	09:00	THB
	11:20	15:05	WIND
20-dic	15:05	16:55	GTL
	17:00	19:15	CHDR
	03:30	10:45	STA
21-dic	10:45	16:45	SOHO
	16:45	19:35	CLU3
	19:35	21:50	CHDR
	21:50	02:45	MEX
	02:45	05:00	CHDR
	16:45	20:15	STF
22-dic	20:55	23:50	MER1
	05:00	09:45	THC
	10:00	17:35	SOHO
23-dic	20:55	23:45	MER1

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
09-dic	01:00	11:00	CAS
	11:00	14:45	WIND
	14:45	16:35	GTL
	16:35	18:35	KEPL
	05:45	10:30	THB
	15:15	17:05	GTL
10-dic	17:05	18:15	CLU3
	18:55	20:55	KEPL
	21:35	23:50	CHDR
11-dic	23:50	02:50	MER2
	02:50	05:35	THC
	05:35	09:05	THB
	09:20	18:10	SOHO
	21:20	01:30	MEX
	03:38	04:55	CLU2
12-dic	09:30	17:45	SOHO
	17:45	19:45	KEPL
	21:15	06:50	MRO
13-dic	07:25	09:15	GTL
	09:30	17:55	SOHO
	19:00	21:15	CHDR
14-dic	23:55	06:05	M010
	06:05	07:50	DAWN
	07:50	12:25	WIND
	12:25	20:40	STB
	21:10	02:45	M010
	02:45	05:30	MER2
15-dic	15:05	16:55	GTL
	17:00	19:15	CHDR
	23:35	02:20	MEX

Fecha	Desde	Hasta	Proyecto
01-dic	01:00	03:15	CHDR
	03:15	07:00	THB
	15:00	17:20	VGR1
	18:40	20:55	CHDR
	21:50	00:15	MEX
	05:00	08:00	MER1
02-dic	12:00	17:30	SOHO
	17:30	19:30	KEPL
	21:55	02:35	MEX
03-dic	15:05	17:05	KEPL
	18:35	20:55	CLU3
	21:50	00:50	MEX
04-dic	05:10	12:25	STA
	12:25	17:35	SOHO
	22:35	07:50	DAWN
05-dic	07:50	11:35	THC
	11:35	15:50	WIND
	17:35	19:50	CHDR
	19:50	21:40	KEPL
	21:40	00:55	MEX
	02:45	05:00	CHDR
06-dic	05:00	08:35	THC
	08:35	16:15	MSGR
	16:15	18:45	VGR1
07-dic	15:05	17:20	NHPC
	19:00	21:15	CHDR
	21:45	10:55	M010
08-dic	11:05	15:15	WIND
	15:15	17:15	CHDR
	17:15	19:15	KEPL

Tabla 4: Seguimientos realizados por la antena DSS 65 en diciembre de 2009.



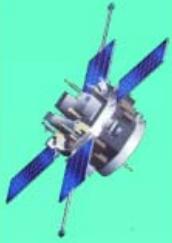
Taller de
exploración
planetaria



Proyecto	Nombre completo	Descripción	NASA	ESA
ACE	Advanced Composition Explorer	Estudio de la composición de distintos tipos de materia (viento solar, medio interestelar, materia galáctica, etc).	X	
CAS	Cassini	Exploración del sistema de Saturno (planeta, anillos y lunas)	X	
CHDR	Chandra	Observatorio de Rayos X	X	
CLU2	Cluster	Estudio de la magnetosfera terrestre		X
CLU3				
DAWN	Dawn	Estudio de dos de los protoplanetas más grandes del cinturón de asteroides (Ceres y Vesta)	X	
GTL	Geotail	Estudio de la magnetosfera y la magnetocola terrestres	X	
KEPL	Kepler	Búsqueda de planetas extrasolares de características similares a la Tierra	X	
M01O	Mars Odyssey	Orbitador de Marte	X	
MAP	Wilkinson Microwave Anisotropy Probe	Mapeo de la radiación microondas cósmica de fondo (CMB)	X	
MER1	Mars Exploration Rover (MER1: Opportunity, MER2: Sprit)	Rovers de exploración de la superficie marciana.	X	
MER2				
MEX	Mars Express	Orbitador de Marte		X
MRO	Mars Reconnaissance Orbiter	Orbitador de Marte. Mapeo del planeta en alta resolución para futuras misiones	X	
MSGR	Messenger	Orbitador de Mercurio	X	
NHPC	New Horizons	Exploración de Plutón, sus lunas y algunos objetos del cinturón de Kuiper	X	
SDU	Stardust	Recogida de muestras de material de cometas	X	
SOHO	Solar and Heliospheric Observatory	Observación solar	X	X
STA	STEREO (Solar TERrestrial RELations Observatory)	Observación estereoscópica del Sol para obtener imágenes en 3D	X	
STB				
STF	Spitzer	Observatorio espacial en Infrarrojos	X	
THB	Themis	Estudio del origen de las tormentas magnéticas que producen las auroras polares	X	
THC				
VGR1	Voyager	Exploración de los planetas exteriores	X	
WIND	WIND	Estudio del viento solar	X	

Tabla 5: Nombre completo y descripción de las misiones.

Nota: Pincha en los links para ir a la página web oficial de cada uno de los proyectos.



Taller de exploración planetaria



Como podrás ver hay varias naves que se dedican al estudio del mismo objeto.

- Atendiendo al número de horas de seguimiento, ¿cuál dirías que es el planeta que más se está investigando?
- ¿Por qué crees que se dedican tantos esfuerzos a investigar ese planeta en concreto?
- Después del anterior, ¿cuál es el objeto del Sistema Solar que más se está estudiando?

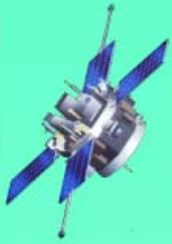
Si observas con atención las tablas, podrás ver que hay antenas que en un mismo momento realizan el seguimiento de más de una nave a la vez.

- Pon un ejemplo de ello.
- ¿Cómo crees que esto es posible?

En otras ocasiones, lo que sucede es que dos antenas realizan el seguimiento de la misma nave simultáneamente.

- Busca algún ejemplo en los datos suministrados.
- ¿Por qué crees que se hace esto?





Taller de
exploración
planetaria



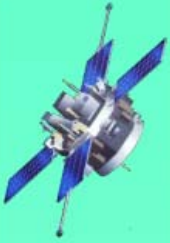
ASISTENCIA GRAVITACIONAL

Uno de los principales problemas a la hora de explorar los diferentes planetas del Sistema Solar es la enorme distancia a la que se encuentran de nosotros, sobre todo los planetas exteriores.

Júpiter y Saturno, aunque estén lejos pueden ser asequibles en un viaje directo, pero Urano y Neptuno están tan lejos que se tardaría unos 30 años en realizar el viaje. Esto es demasiado tiempo para una misión espacial, sobre todo porque los instrumentos científicos que van en las naves se ven sometidos a la temperatura extrema del espacio profundo, con lo cual es muy posible que se estropearan antes de poder llegar el destino.

Para solventar este problema, acortando los viajes, comenzó a utilizarse una ingeniosa técnica llamada "asistencia gravitacional". Esta técnica consiste en utilizar la energía del campo gravitacional de un planeta para obtener una aceleración de la nave espacial, a la vez que se cambia su trayectoria. Si un vehículo espacial "cae" hacia un planeta, adquiere velocidad. Los motores del vehículo deben encenderse en el momento adecuado, calculado previamente, lo que lo lanza fuera de la órbita manteniendo la energía añadida a su paso a través del campo gravitatorio de su benefactor. De esta forma es como si la nave se apoyara en un planeta para impulsarse y poder llegar más rápidamente a su destino.

Esta es una técnica muy utilizada en las misiones espaciales destinadas a la exploración de los planetas exteriores. Se diseñan complicadas trayectorias que hacen pasar las naves espaciales cerca de uno o varios planetas y consiguen ahorrar combustible y tiempo. El inconveniente es que para poder hacer esto los planetas implicados deben estar alineados de una forma muy concreta, y esto suele ocurrir pocas veces. Por ello las misiones espaciales que utilizan esta técnica se ven obligadas a ceñirse a estrechas "ventanas de lanzamiento". Si por algún motivo la nave no puede ser lanzada en las fechas previstas, la misión tiene que aplazarse hasta que se vuelven a dar las condiciones de alineamiento necesarias, lo cual puede tardar varios años, e incluso puede llegar a verse canceladas.



Taller de exploración planetaria

La asistencia gravitacional también se puede utilizar para frenar una nave espacial. La *Mariner 10* lo hizo en 1974 y la *Messenger* también lo está haciendo, ambas para llegar a Mercurio.

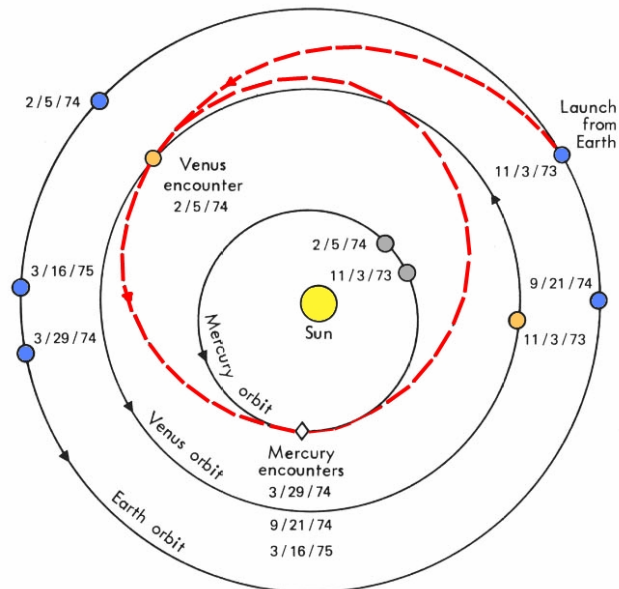
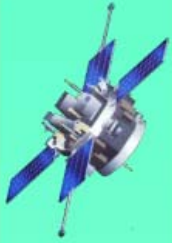


Imagen 2 : Trayectoria de la *Mariner 10*

Como hemos dicho, esta técnica es absolutamente fundamental en las misiones destinadas a la exploración de los planetas exteriores. La primera misión espacial de este tipo que utilizó esta técnica fue la *Voyager*. Esta misión fue diseñada para sacar ventaja de un extraño alineamiento de los planetas exteriores que se produjo a finales de la década de los años 70. Este alineamiento de los cuatro planetas tan solo se produce cada 175 años. De esta manera, la misión espacial pretendía aproximarse al primero de los planetas, estudiarlo tomando todos los datos posibles y posteriormente impulsarse utilizando su energía gravitacional hasta el siguiente planeta.





Taller de exploración planetaria

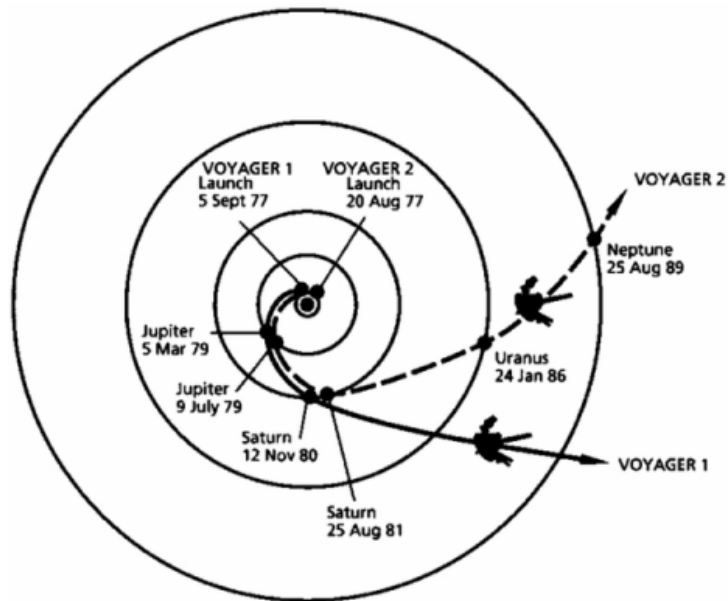


Imagen 3 : Trayectorias de la *Voyager 1* y *2*.

La misión *Voyager* constaba de dos naves: la *Voyager 1* que se acercó a los planetas Júpiter y Saturno; y la *Voyager 2* que amplió la misión acercándose también a Urano y Neptuno.

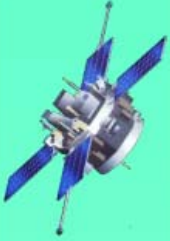
La misión fue todo un éxito y permitió obtener datos que revolucionaron el conocimiento que se tenía del Sistema Solar. A partir de ésta y comprobado que la técnica funcionaba bien, muchas otras misiones espaciales han utilizado la “asistencia gravitacional”.



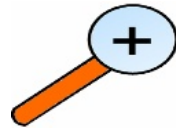
Observa el esquema anterior en el que se describen las trayectorias de las naves *Voyager 1* y *Voyager 2* y responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cuántas asistencias gravitacionales llevó a cabo la *Voyager 1*? ¿Sobre qué planetas?
- ¿Y la *Voyager 2*?
- ¿Cuánto duró el viaje a Neptuno? ¿Cuánto se hubiera tardado sin utilizar la asistencia gravitacional?
- De no haberse podido realizar la misión en la fecha prevista, ¿en que año se podría volver a intentar la misión?





Taller de exploración planetaria



En los dos esquemas siguientes se describen las trayectorias de otras dos misiones espaciales.

En primer lugar dedica un poco de tiempo a recopilar algo de información sobre éstas.

Posteriormente analiza los esquemas y describe las trayectorias, indicando si utilizan la técnica de “asistencia gravitacional” y cómo lo hacen.

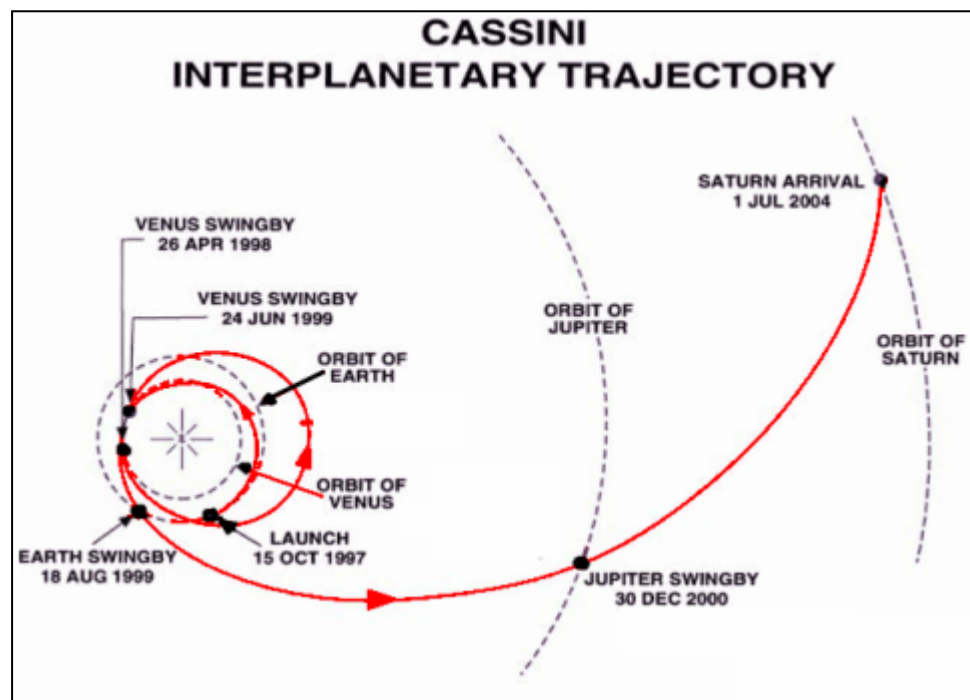
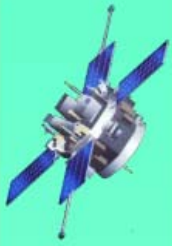


Imagen 4 : Trayectorias de la misión *Cassini*.





Taller de exploración planetaria

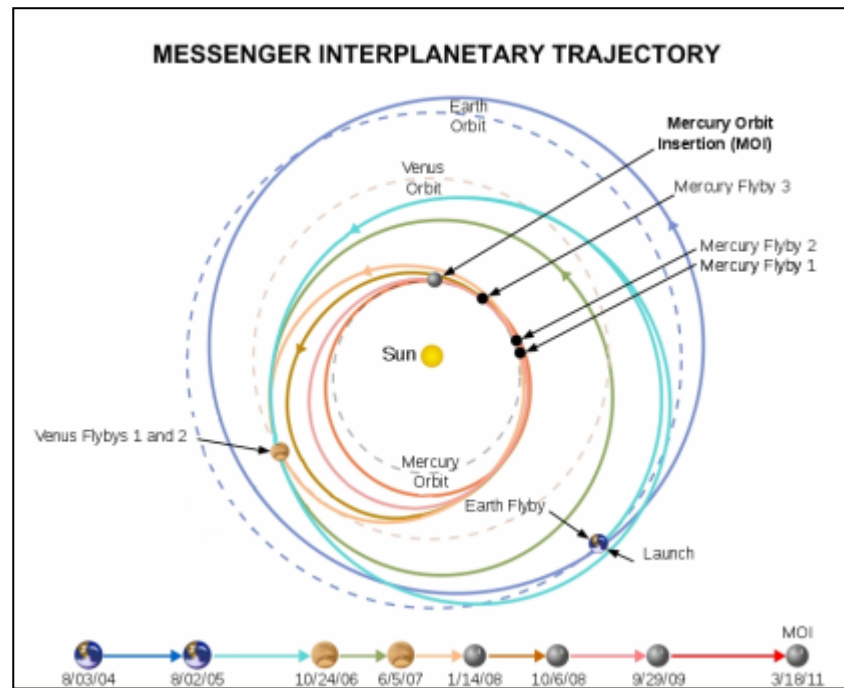


Imagen 5 : Trayectorias de la misión *Messenger*.

