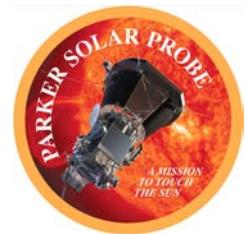


Radio física de la heliosfera interna

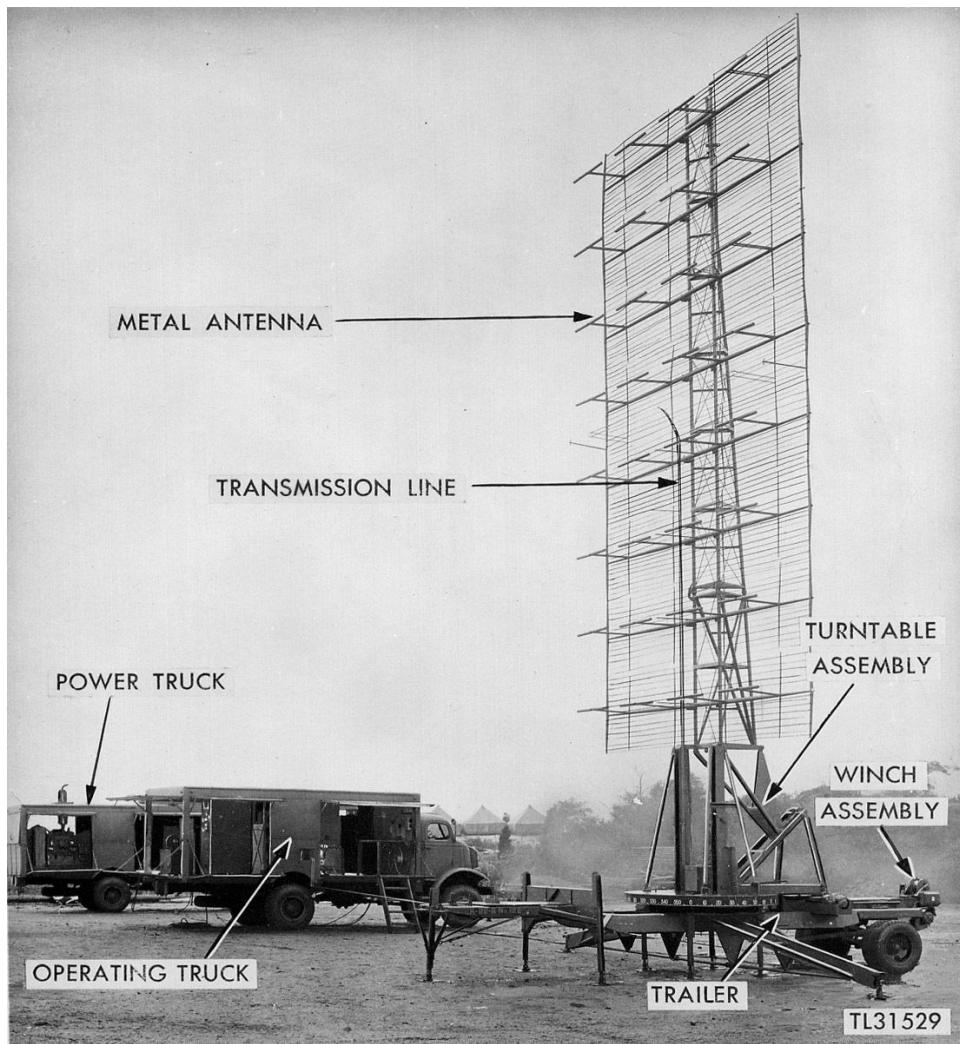
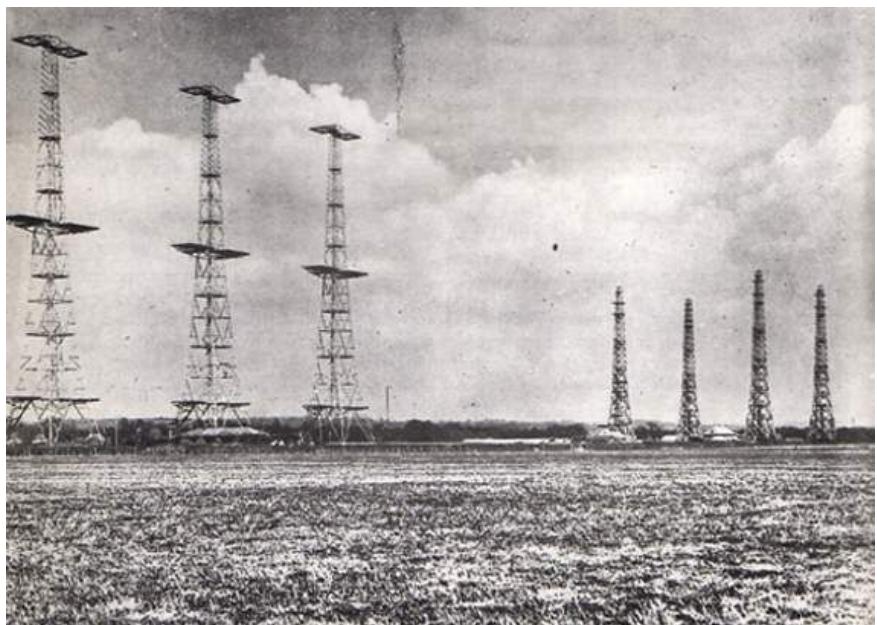


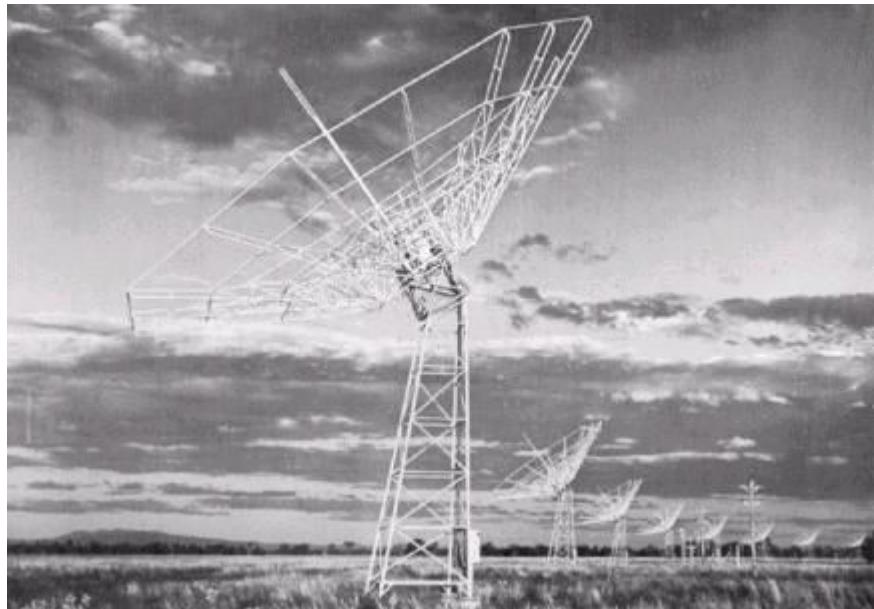
Juan Carlos Martínez Oliveros
Space Sciences Laboratory
University of California Berkeley



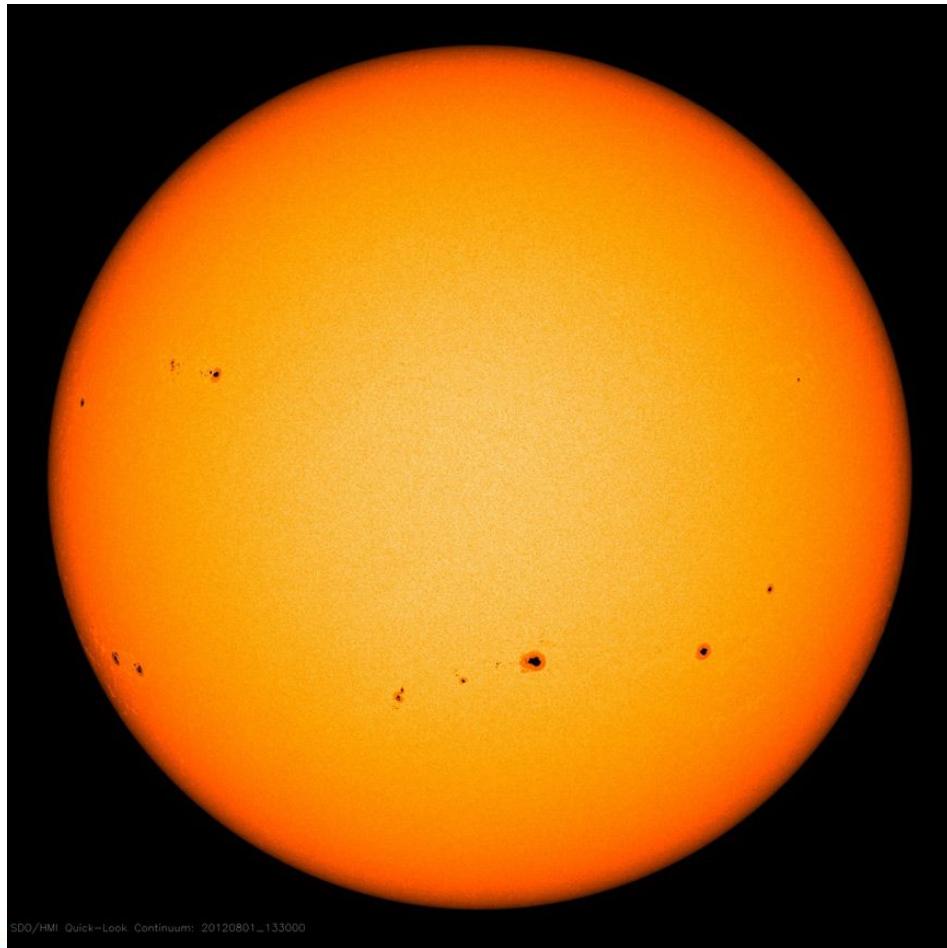
Idea de esta charla

- Breve historia de la radio física o radio astronomía solar
- Mediciones in-situ y física de plasmas
- ~~Solar Probe Plus~~
Parker Solar Probe



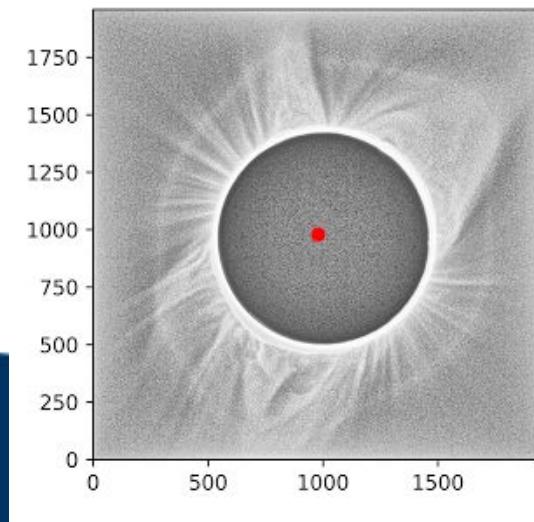


El Sol



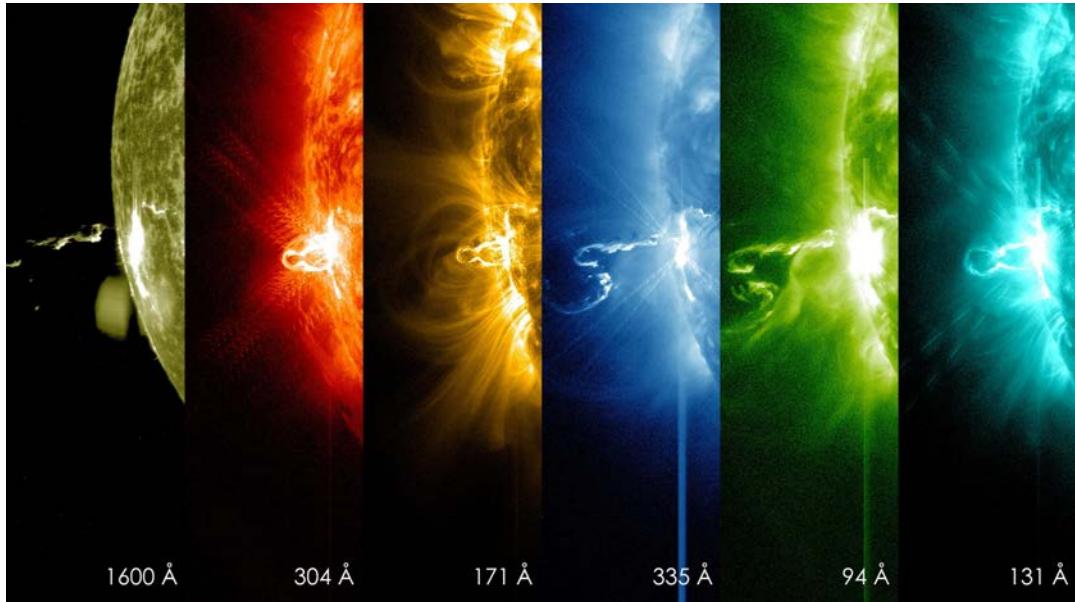
- El Sol es una estrella relativamente común.
- Su temperatura superficial (OTOSFERA) es de ~6000 K
- En el visible es posible ver estructuras de carácter magnético sobre la fotosfera, como lo son las manchas solares.

Observaciones de Eclipses y la Atmósfera Solar



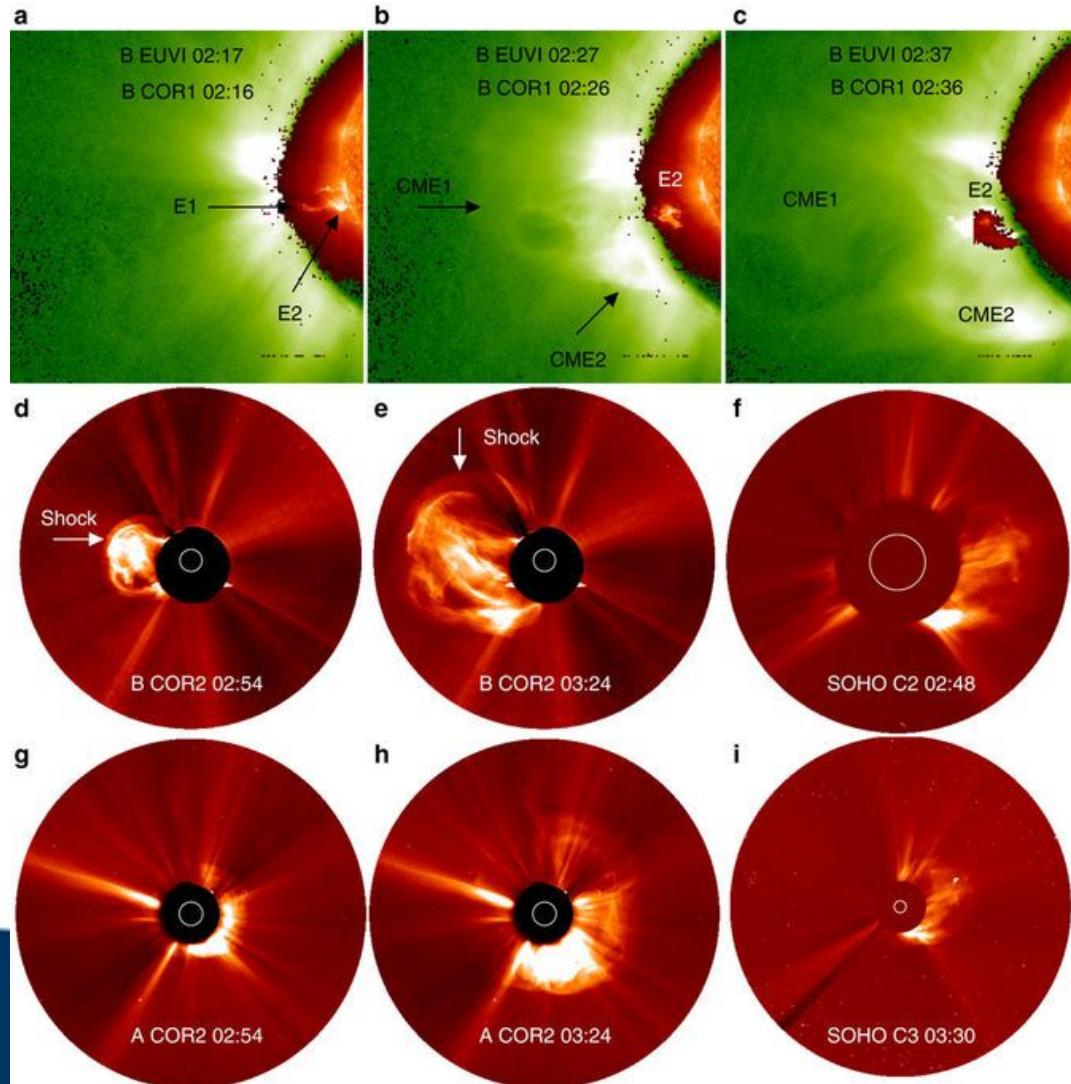
The Eclipse Megamovie Project

Actividad Solar



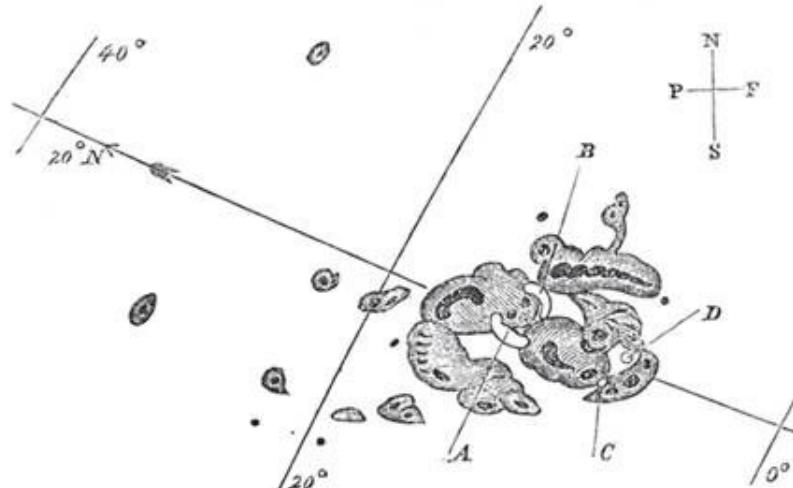
- La actividad solar está regida por la actividad magnética.
- Los ejemplos más espectaculares de eventos explosivos en el Sol son las fulguraciones y las eyecciones de masa coronal.

Actividad Solar



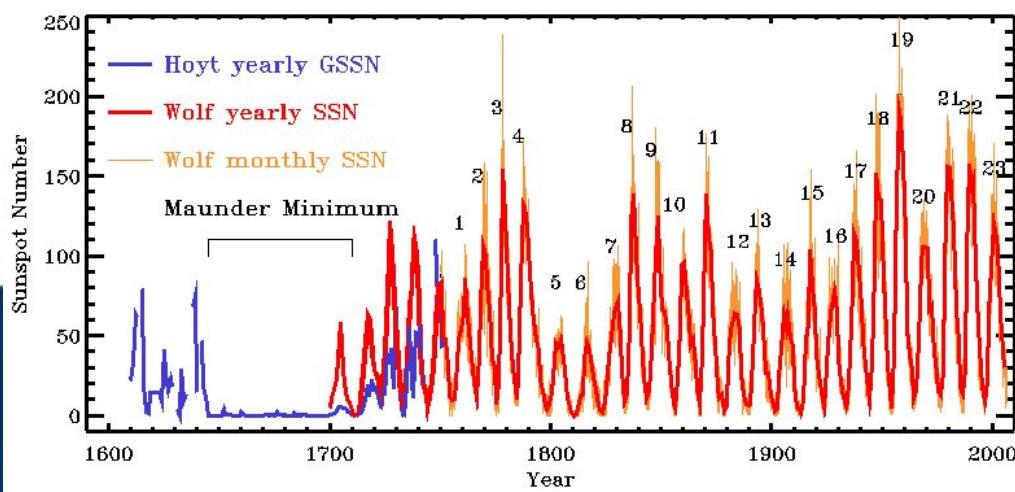
- La actividad solar está regida por la actividad magnética.
- Los ejemplos más espectaculares de eventos explosivos en el Sol son las fulguraciones y las eyecciones de masa coronal.

Efectos de la Actividad Solar

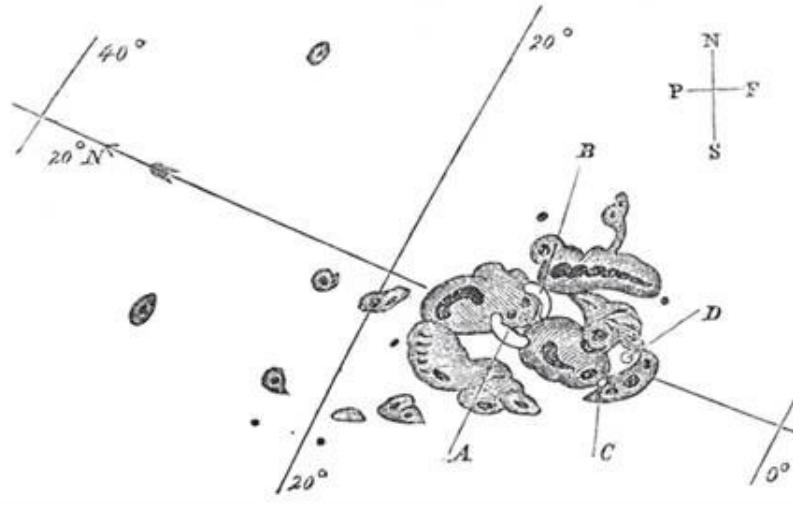


Carrington, 1859

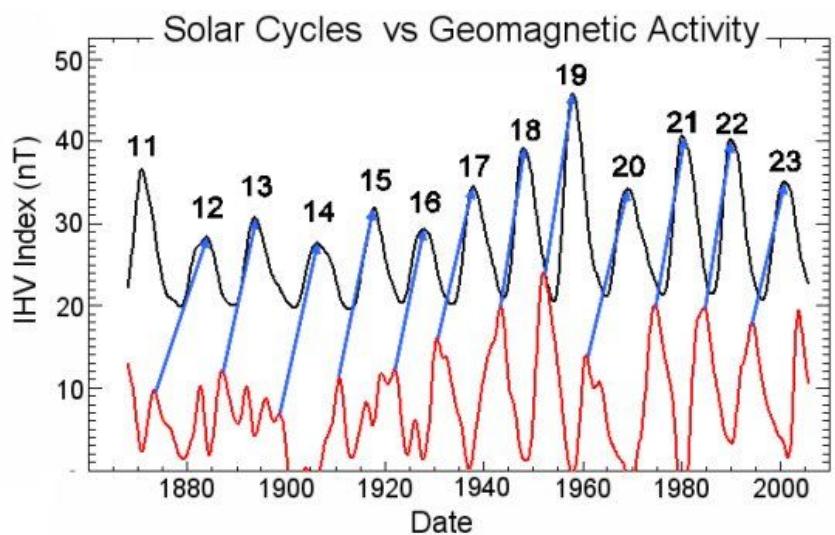
- Con el evento de Carrington en 1859, quedó demostrado que cambios en el Sol están relacionados con eventos geomagnéticos terrestre.
- Durante este evento, se observaron auroras boreales en latitudes bajas, se quemaron líneas de telégrafo.
- El ciclo solar está correlacionado con el campo magnético terrestre



Efectos de la Actividad Solar



Carrington, 1859



- Con el evento de Carrington en 1859, quedó demostrado que cambios en el Sol están relacionados con eventos geomagnéticos terrestre.
- Durante este evento, se observaron auroras boreales en latitudes bajas, se quemaron líneas de telégrafo.
- El ciclo solar está correlacionado con el campo magnético terrestre

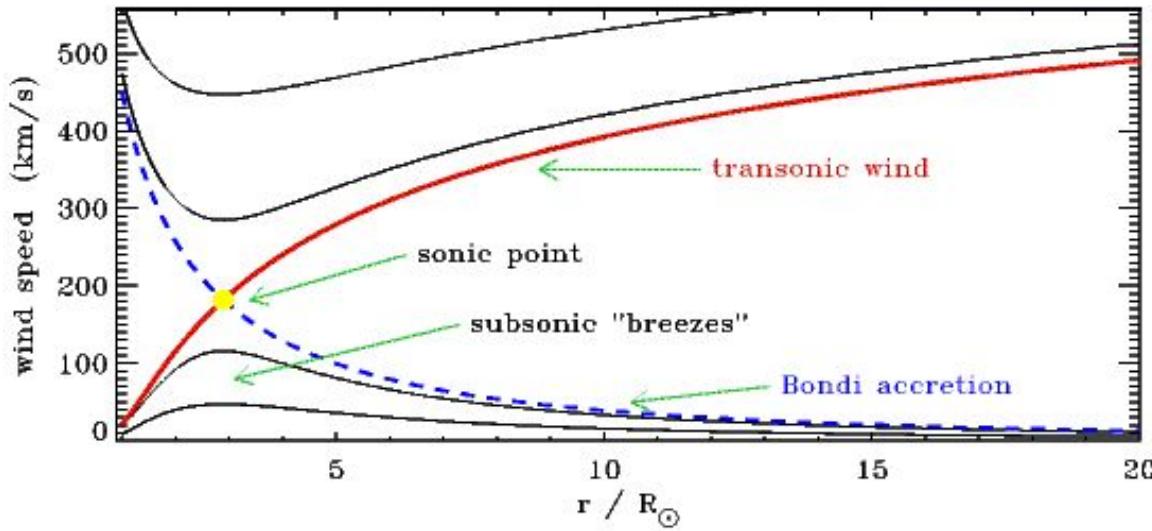
La Corona Solar

- Dónde termina la corona solar?
- Qué sucede con el plasma solar?
- Biermann (1951) predijo la naturaleza del viento solar, argumentando que partículas de origen solar eran necesarias para la formación de colas cometarias.



E. Kolmhofer, H. Raab; Johannes-Kepler-Observatory, Linz, Austria

El Modelo de Viento Solar de Parker

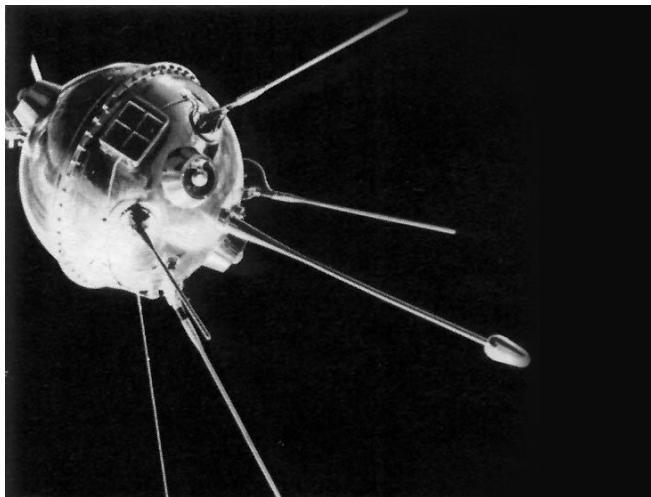


$$\rho v \frac{dv}{dr} = - \frac{dp}{dr} - \frac{GM_{\odot}\rho}{r^2},$$



Foto tomada por Jean Lachat

Primeras Observaciones



(National Space Science Data Center)



JPL

- En Enero de 1959, la nave soviética Luna 1 detectó por primera vez el viento solar y comprobado por las naves Luna 2, Luna 3 y Venera 1.
- Estos usaron trampas de iones y el descubrimiento se le atribuye a Konstantin Gringauz.
- Tres años después otras mediciones fueron realizadas por Neugebauer et al usando datos obtenidos por la nave Mariner 2.

Primeras Observaciones

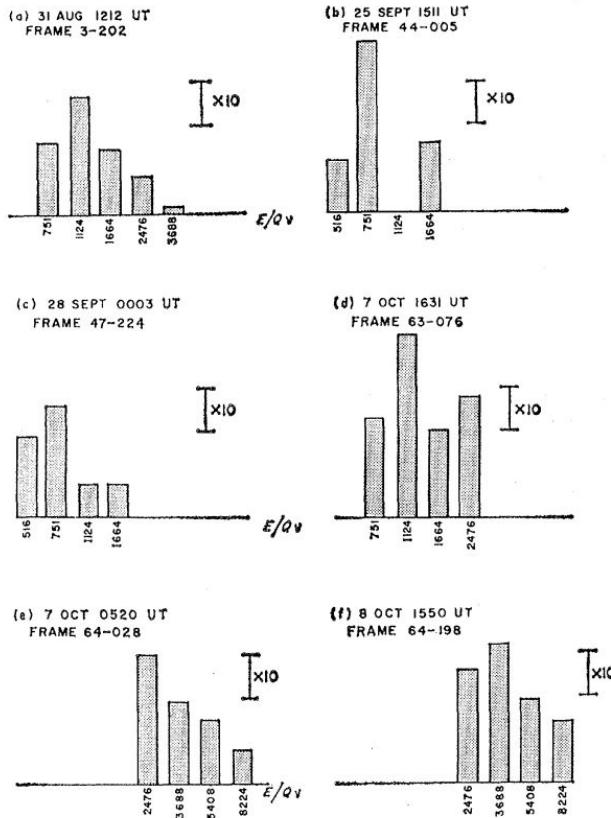
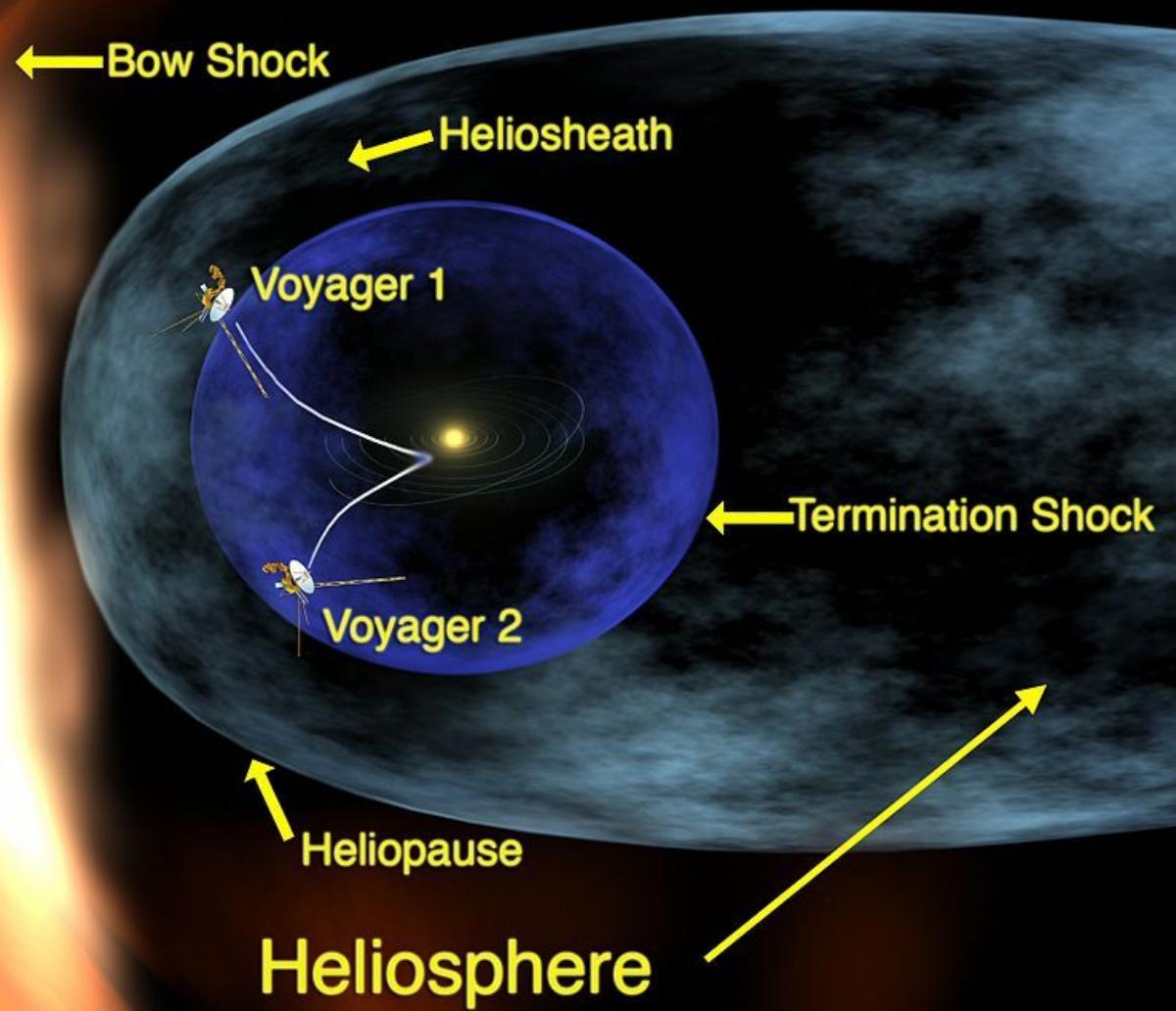


Fig. 2. Selected plasma spectra.

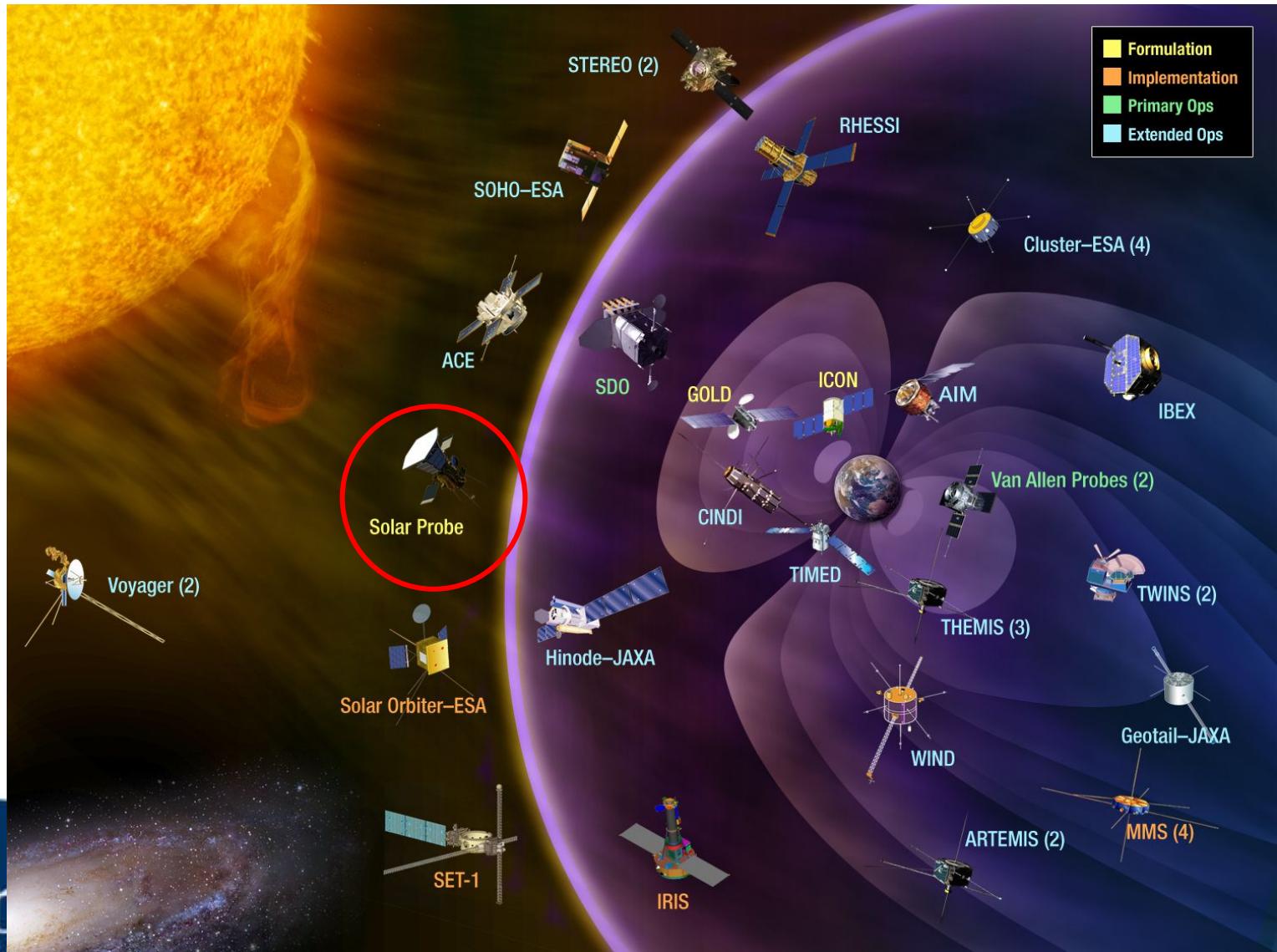
Neugebauer and Snyder, 1962

- En Enero de 1959, la nave soviética Luna 1 detectó por primera vez el viento solar y comprobado por las naves Luna 2, Luna 3 y Venera 1.
- Estos usaron trampas de iones y el descubrimiento se le atribuye a Konstantin Gringauz.
- Tres años después otras mediciones fueron realizadas por Neugebauer et al usando datos obtenidos por la nave Mariner 2.
- Se encontró que la velocidad media del viento solar es de 500 km/s y una temperatura media de $\sim 1.7 \times 10^5$ K.

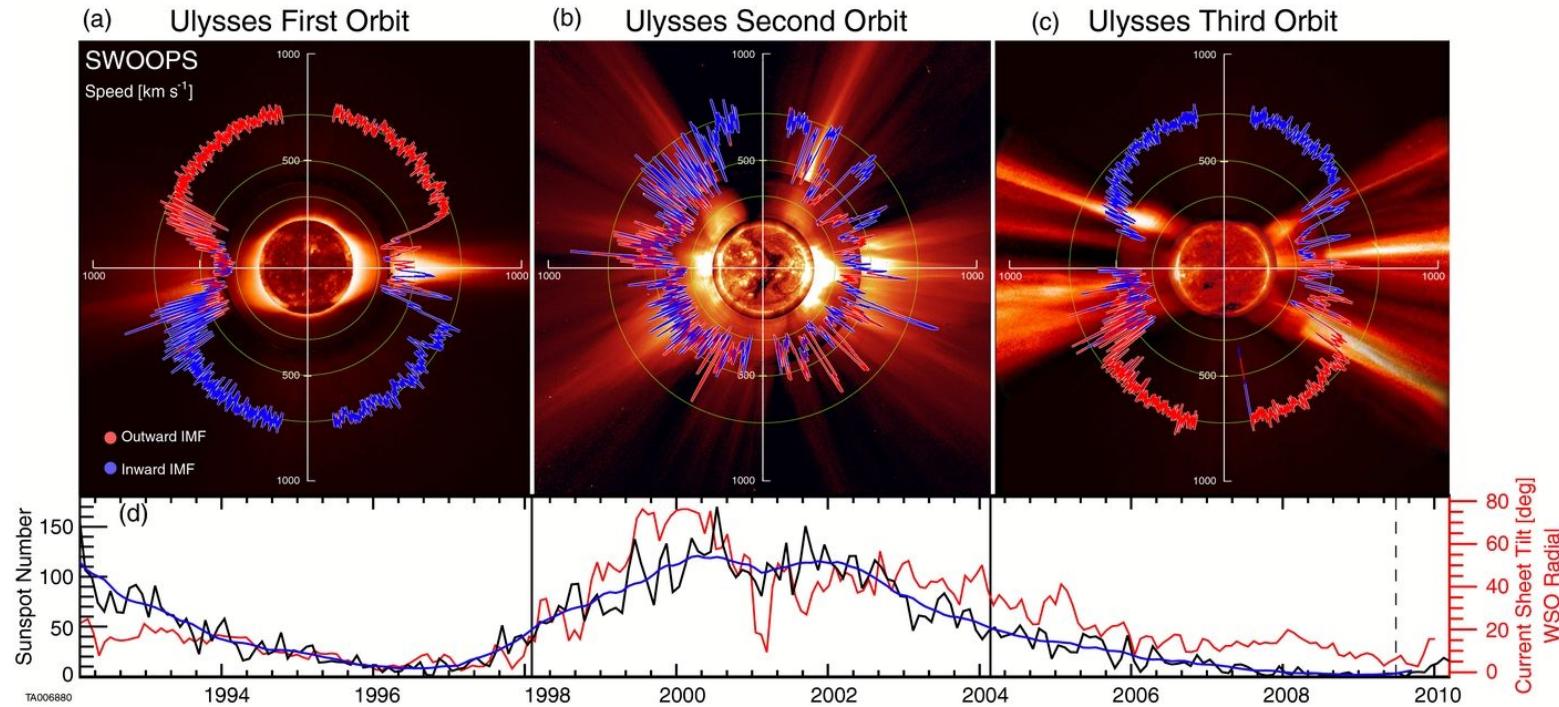
La Heliósfere solar



Cómo estudiamos la Heliosfera



Variabilidad del Viento Solar



McComas et al., 2008

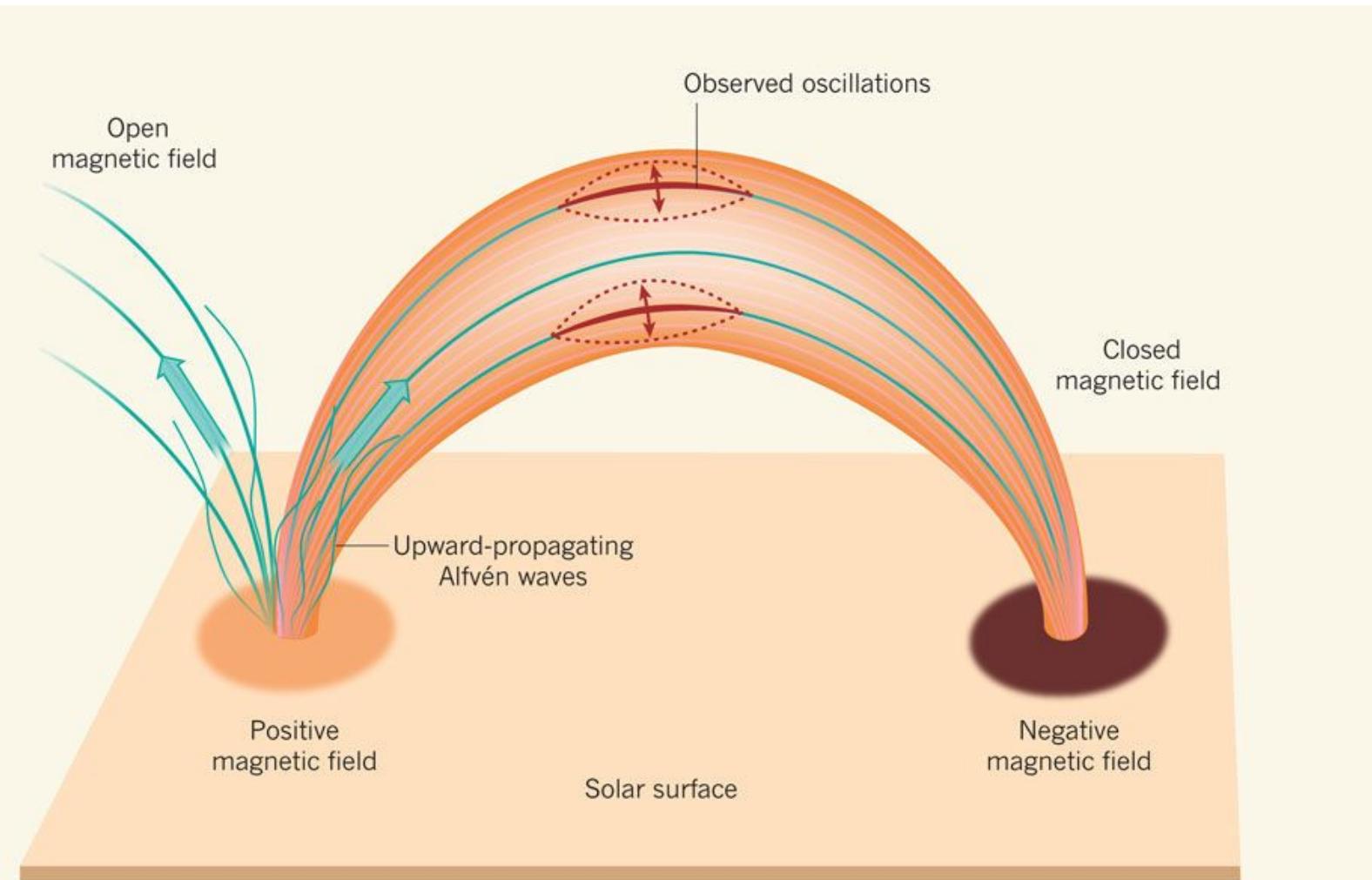
El viento rápido tiene velocidades típicas de ~ 650 km/s y es menos denso, más caliente y proviene de regiones de campo magnético abierto.

El viento solar lento se propaga con velocidades de ~ 400 km/s, más denso, frío.

Preguntas Abiertas

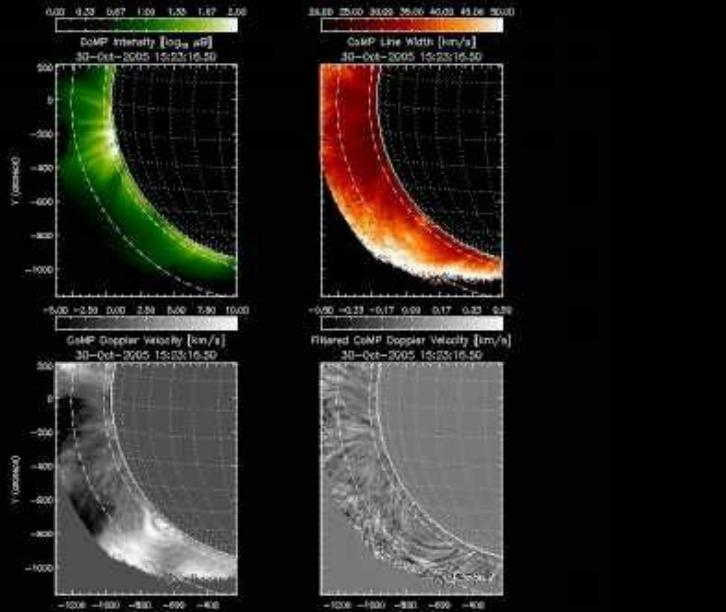
- ¿Cómo se calienta la corona solar?
- ¿Cómo es acelerado el viento solar?
- ¿Cómo distinguir observacionalmente los diferentes mecanismos de calentamiento coronal o de aceleración del viento solar?
 - Identificación de ondas (Alfven, acústicas, etc.)
 - Determinación de las propiedades de las distribuciones de partículas

Ondas de Alfvén

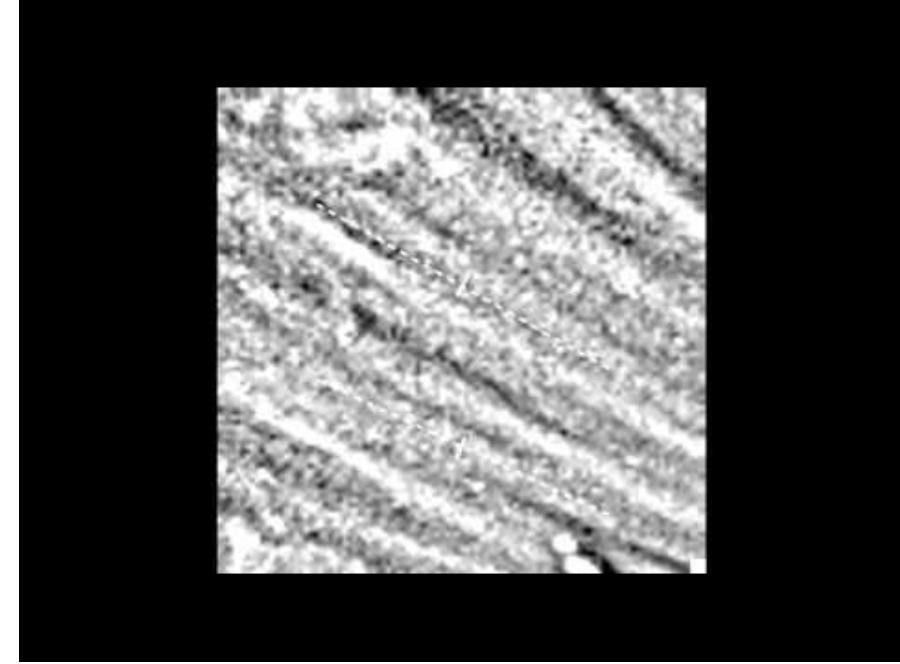


Cargill and De Moortel, 2011

Ondas de Alfvén

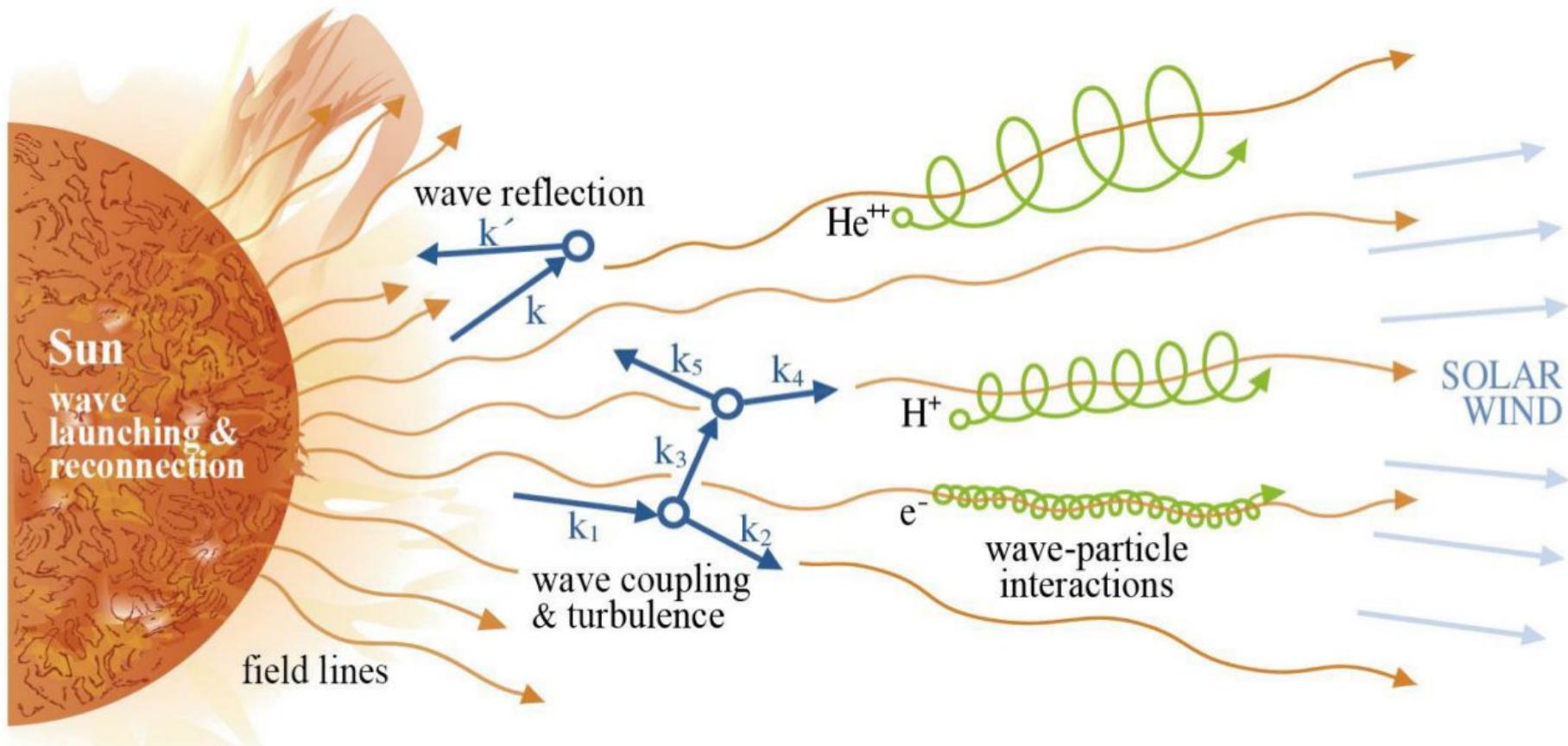


NCAR/UCAR



NCAR/UCAR

Procesos cinemáticos



Chandran

Parker Solar Probe y Solar Orbiter



JHU/APL

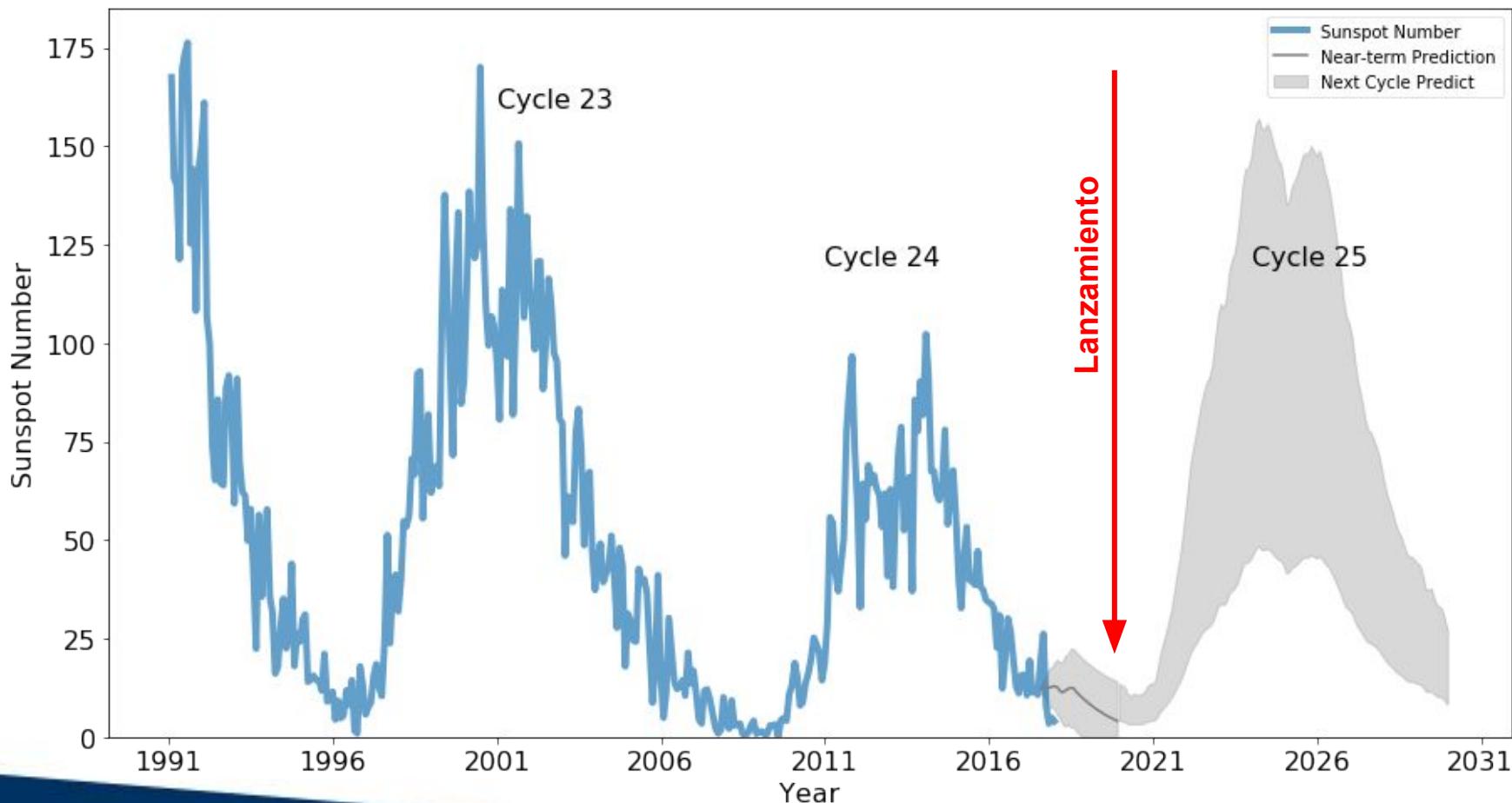
- Parker Solar Probe
 - NASA
 - Lanzamiento: 2018
 - Eclíptica
 - Max. Aprox. < 10 Rs
 - Tipo de inst.: In-situ y luz blanca.



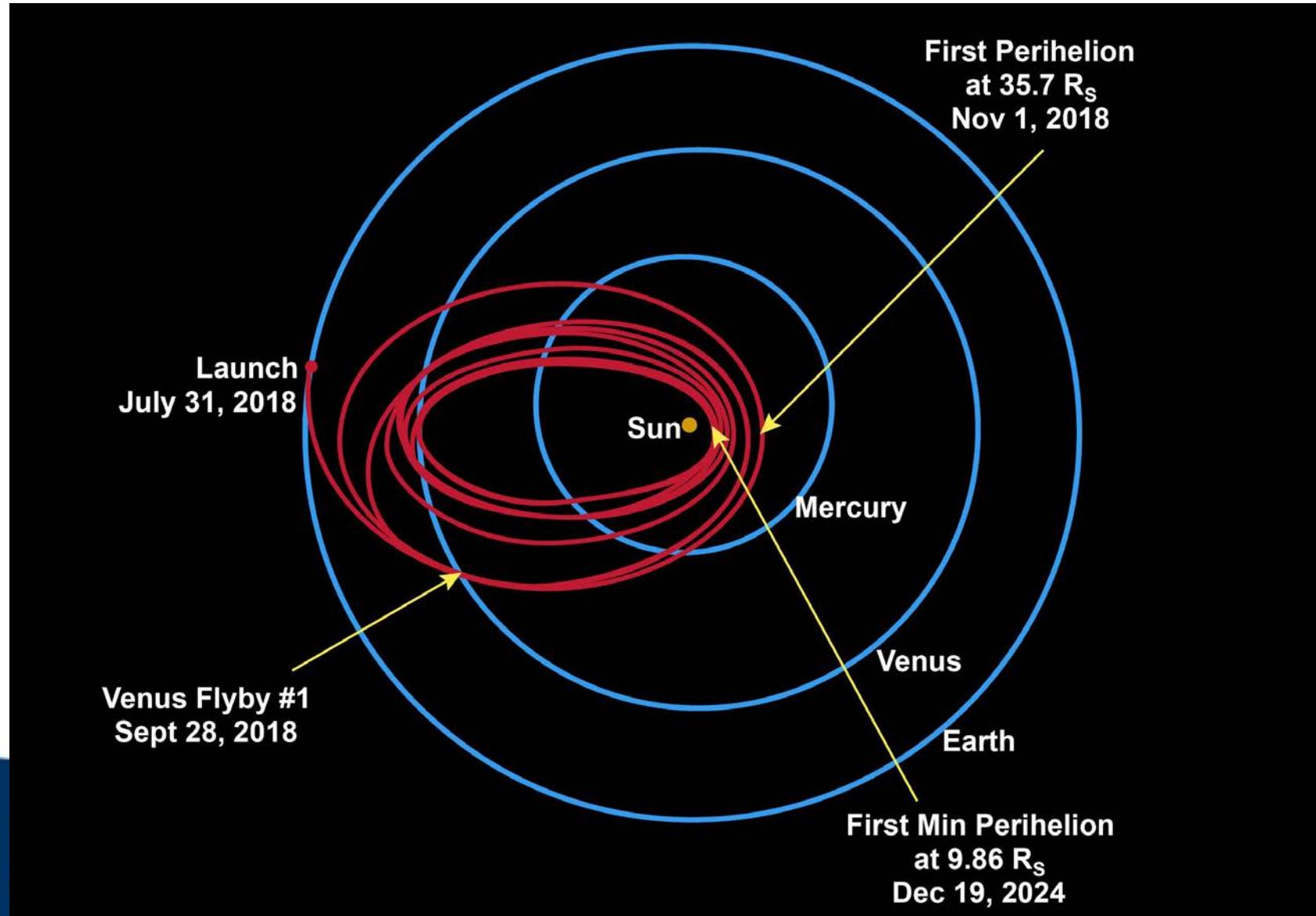
ESA

- Solar Orbiter
 - ESA
 - Lanzamiento: 2018
 - Incl. 30° de la eclíptica
 - Max. Aprox. ~0.3 AU
 - Tipo de inst.: In-situ y luz blanca, EUV, HXR

Parker Solar Probe y Solar Orbiter

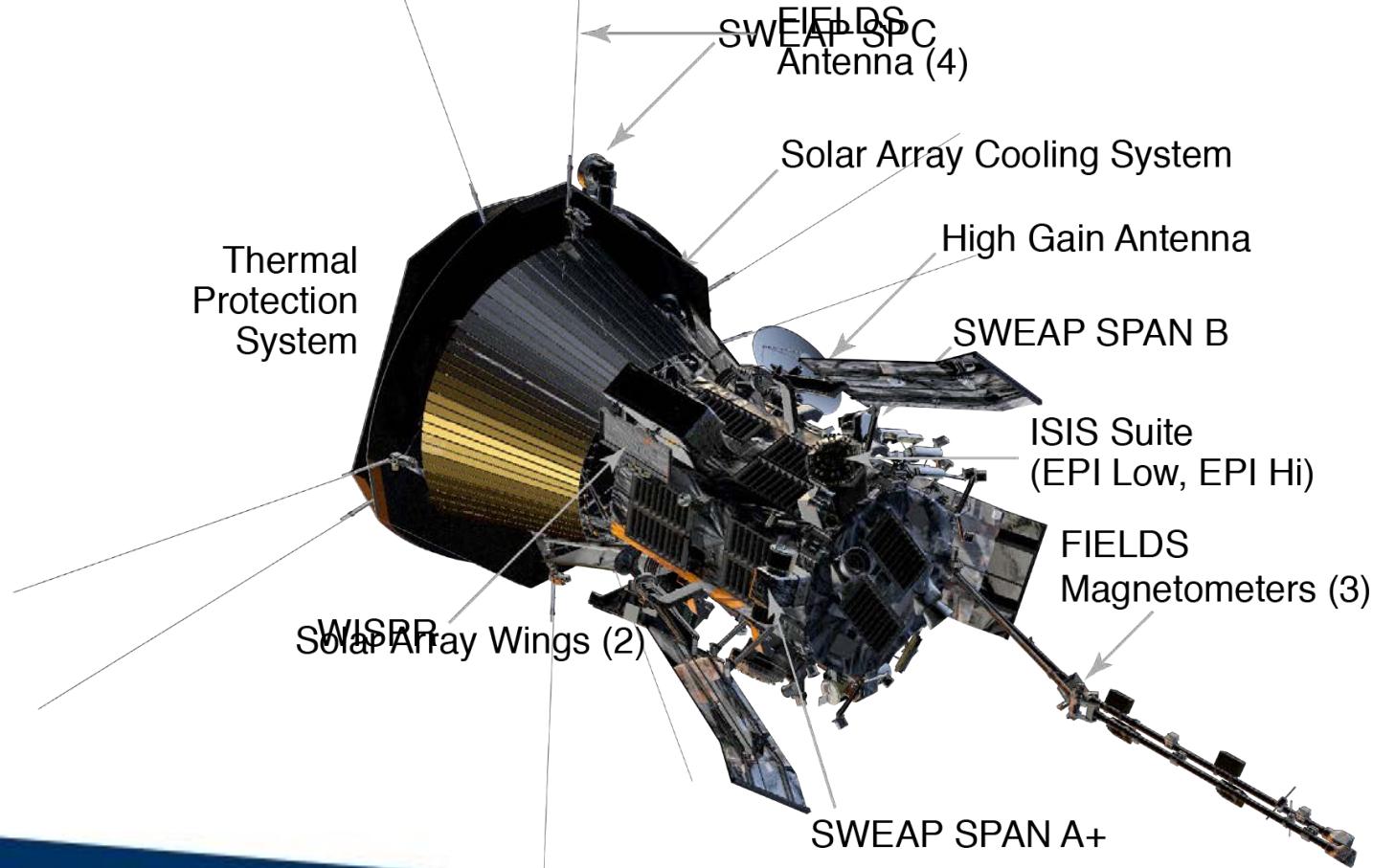


Parker Solar Probe



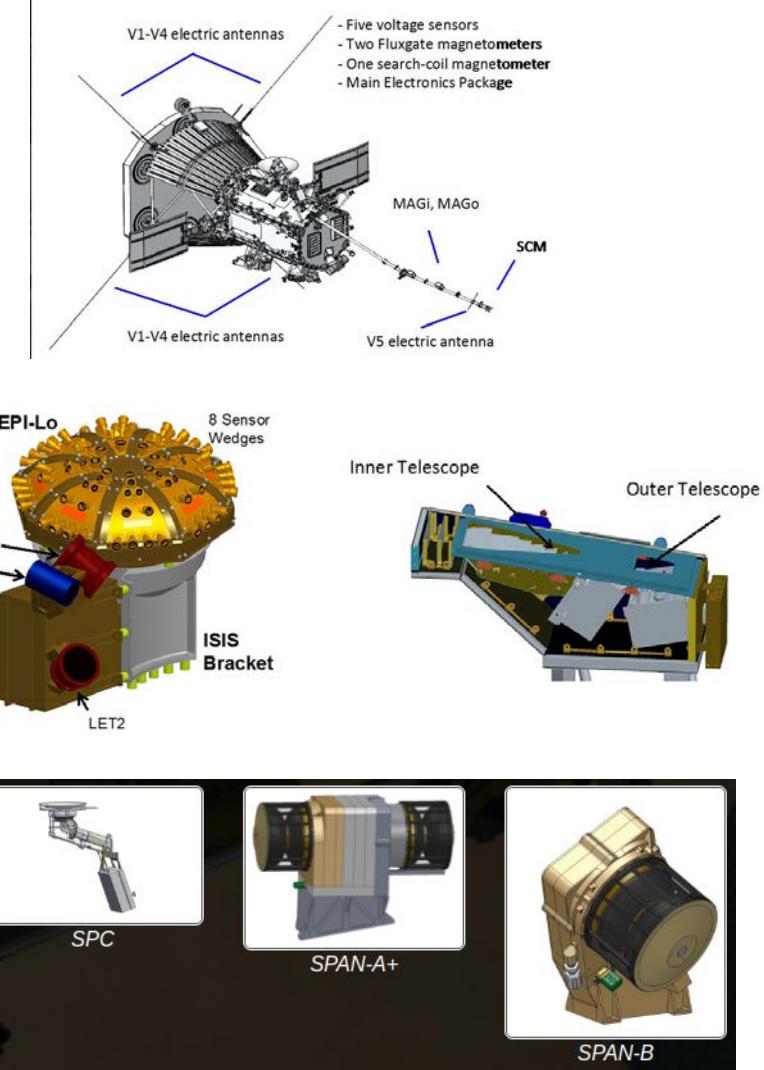
JHU/APL

Parker Solar Probe



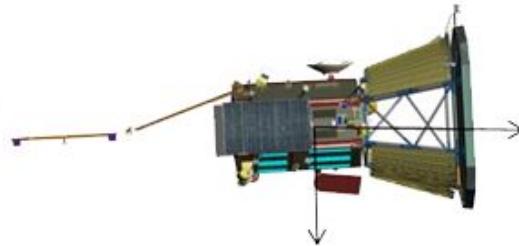
Solar Probe: Instrumentos

- **Fields Experiment (FIELDS)**
Estudio de campos eléctricos y magnéticos, densidad de plasma, temperatura de electrones y radio emisiones solares. (UC Berkeley, PI: Bale)
- **Integrated Science Investigation of the sun (IS \odot IS)**
Estudio de partículas aceleradas hasta 100 MeV y su correlación con estructuras solares. (Univ. de Princeton, PI: McComas)
- **Wide-field Imager for Solar PRobe (WISPR)**
Estudio de la corona, heliosfera y el viento solar en luz blanca. (NRL, PI: Howard)
- **Solar Wind Electrons Alphas and Protons (SWEAP) Investigation**
Investigación de las abundancias en el viento solar y medición de sus propiedades (velocidad, presión, densidad). (Univ. de Michigan/ SAO, PI: Kasper)



Parker Solar Probe

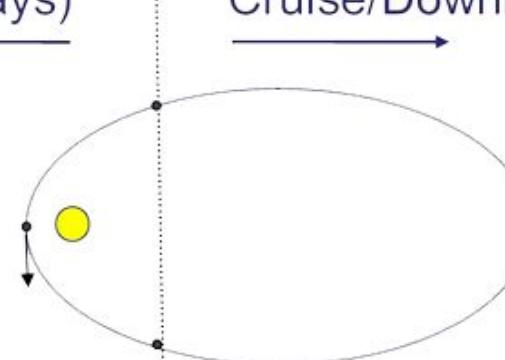
Primary Science (~11 days)



Perihelion

35Rs - 9.86Rs

Cruise/Downlink (~158-77 days)

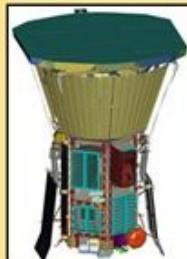


Aphelion

1.02AU – 0.73AU
(45° slew 1.02AU to 0.82AU)



Solar
Array
Position



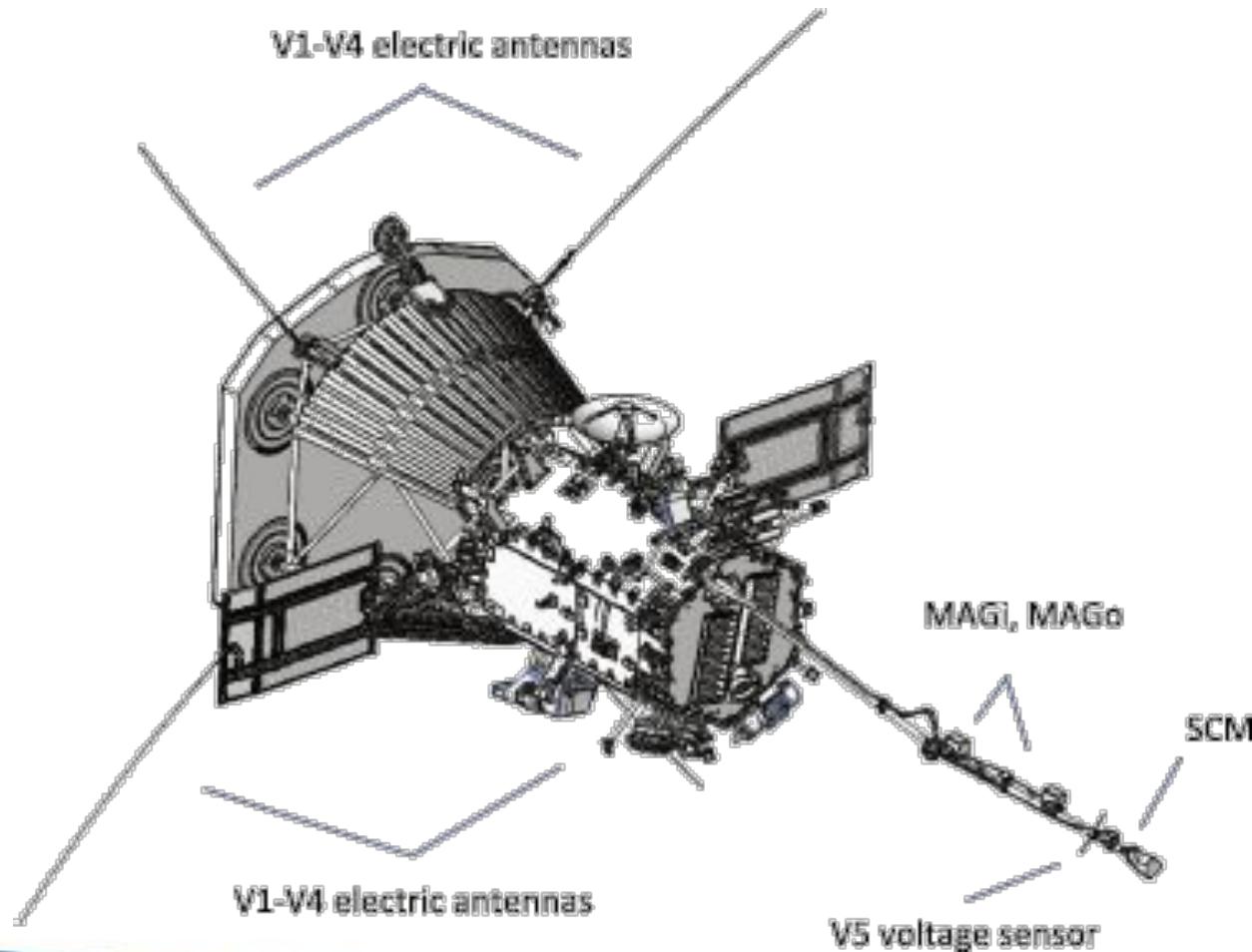
Parker Solar Probe: FIELDS

Fields se compone de varios instrumentos:

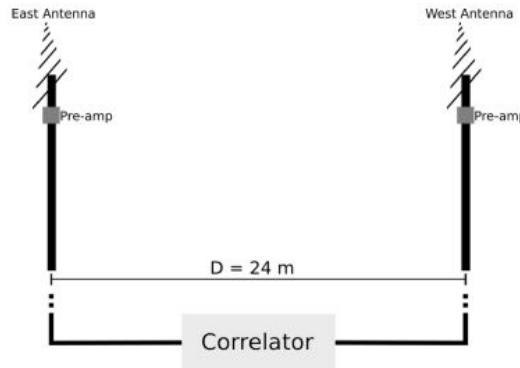
- RFS: Radio Frequency Spectrometer o RuFuS
- TDS: Time Domain Sampler
- MAGi,MAGo y SCM: Flux gates y magnetómetros.



Parker Solar Probe: FIELDS



Parker Solar Probe: FIELDS

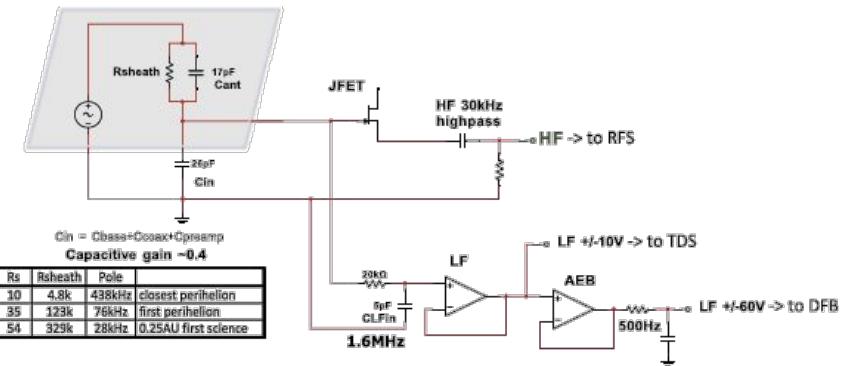
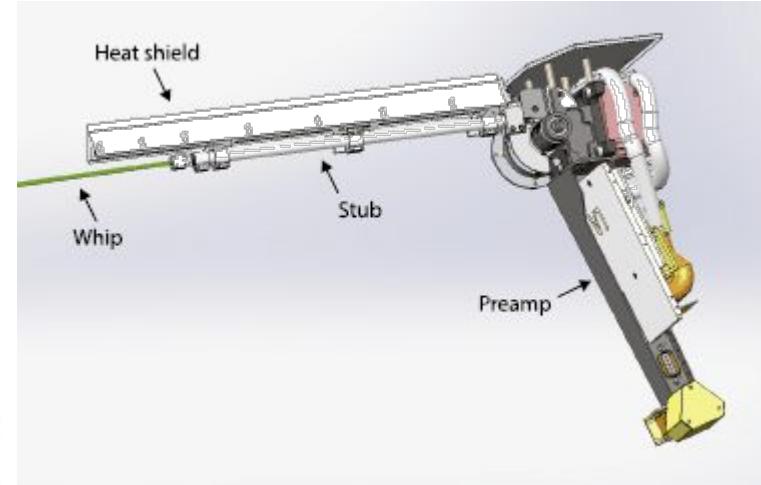


(a) Sketch of the complete FiCoRI instrument.

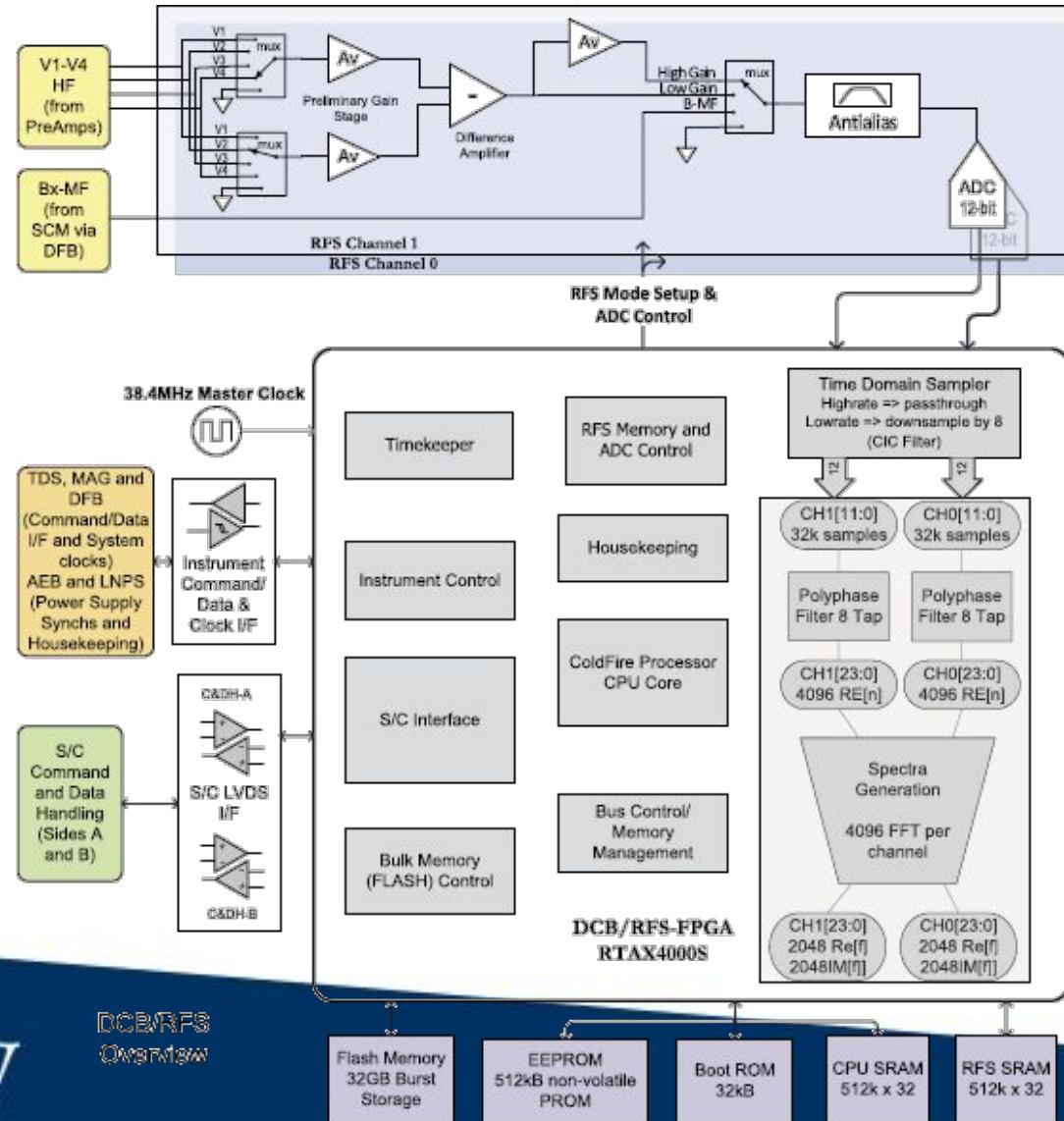


(b) Antennas picture.

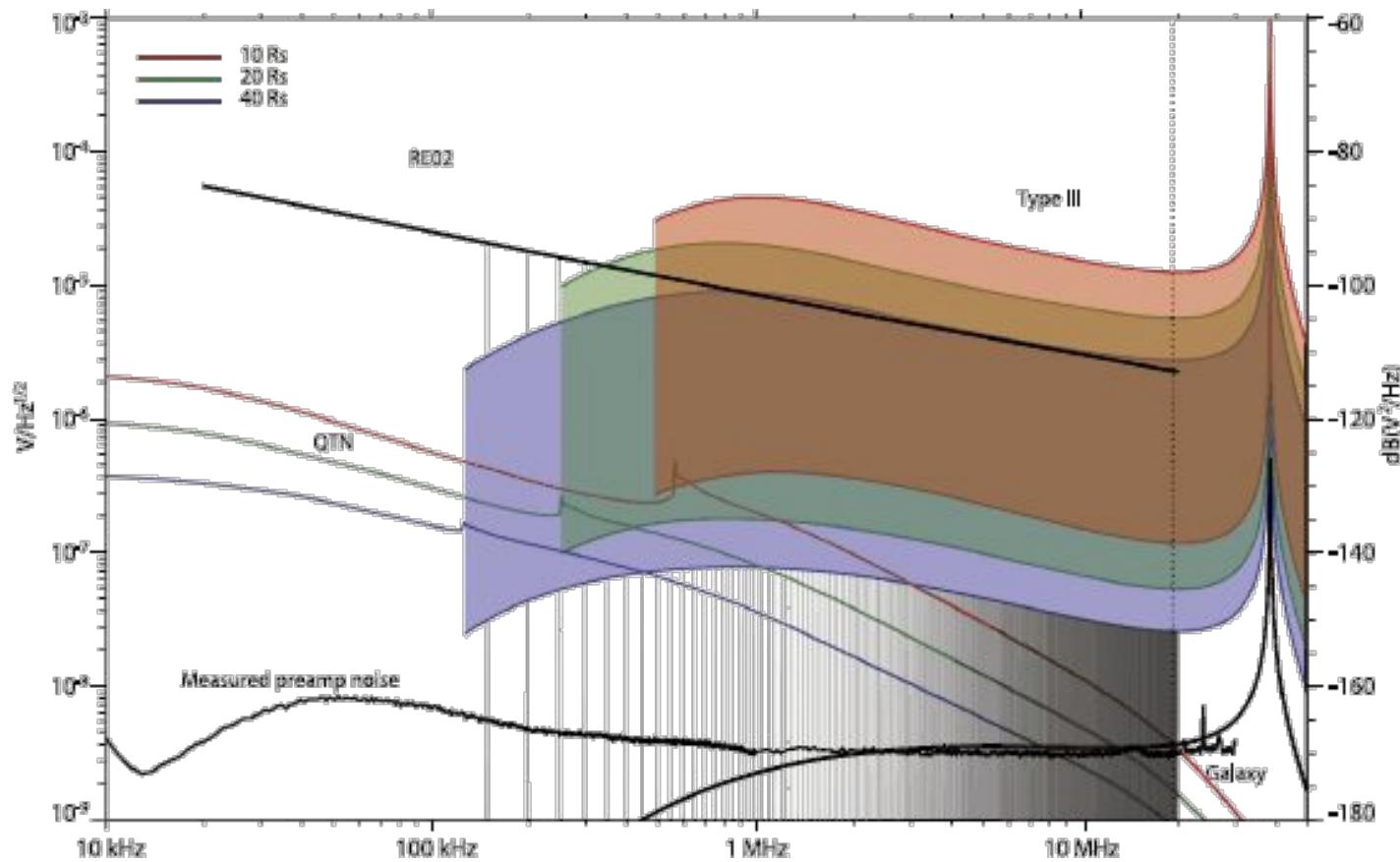
Guevara Gómez (2017)



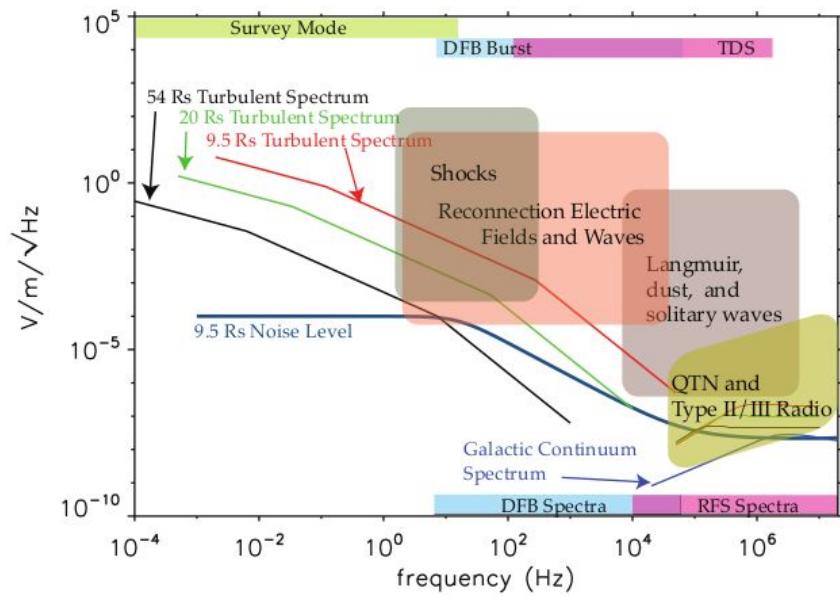
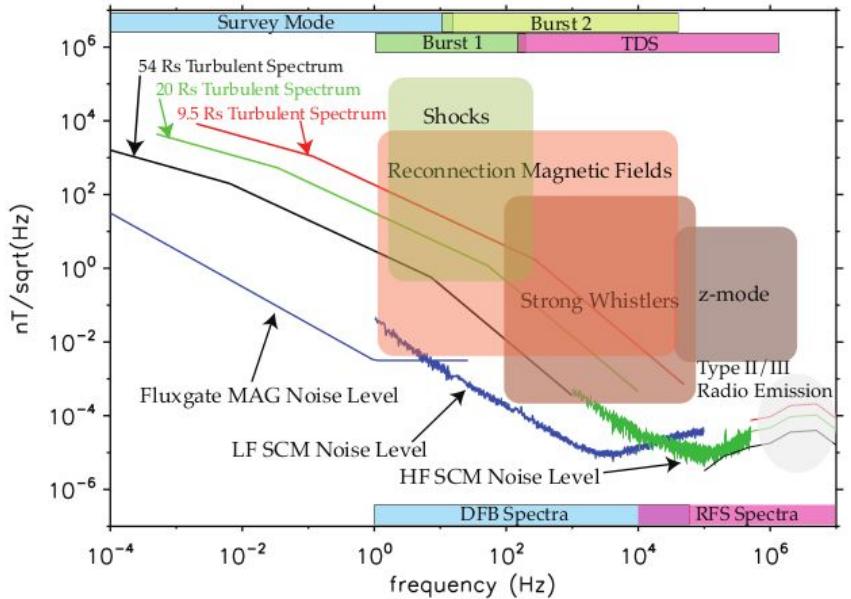
Parker Solar Probe: FIELDS



Parker Solar Probe: FIELDS

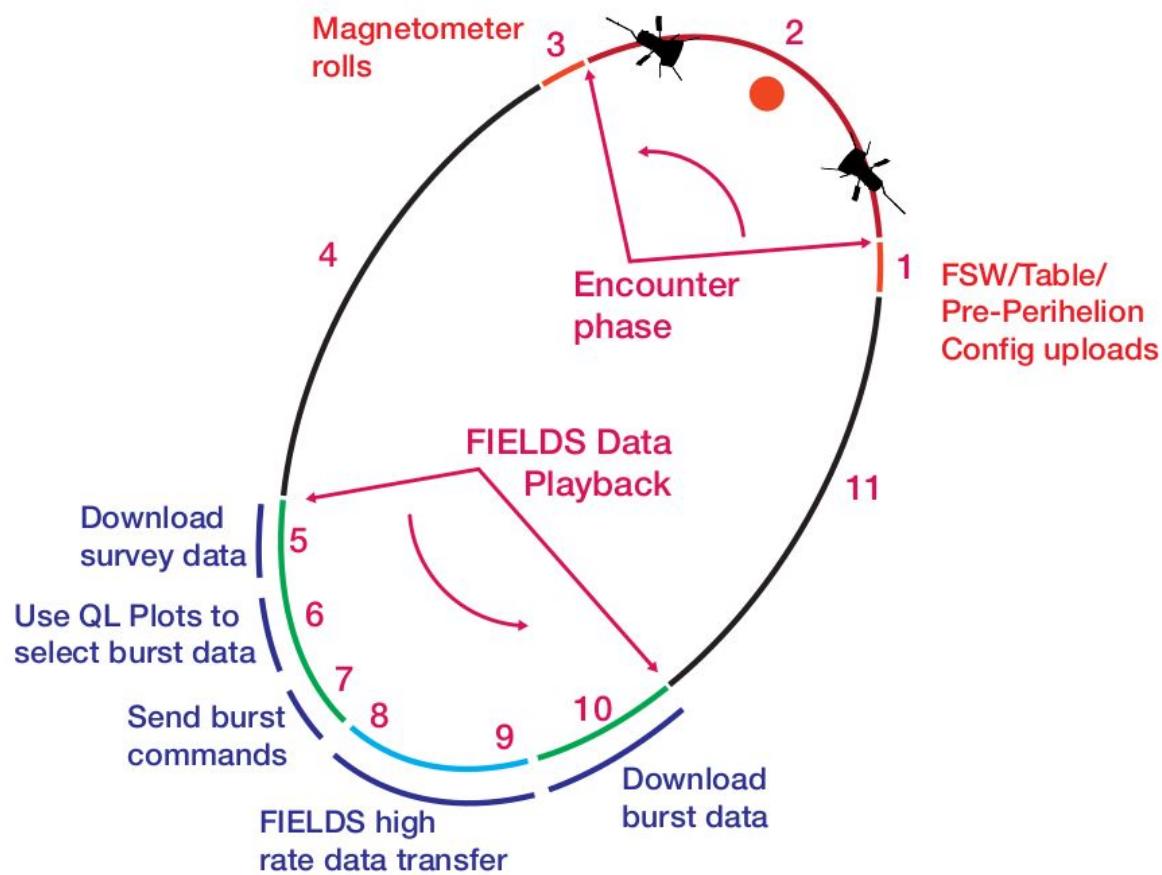


Parker Solar Probe: FIELDS

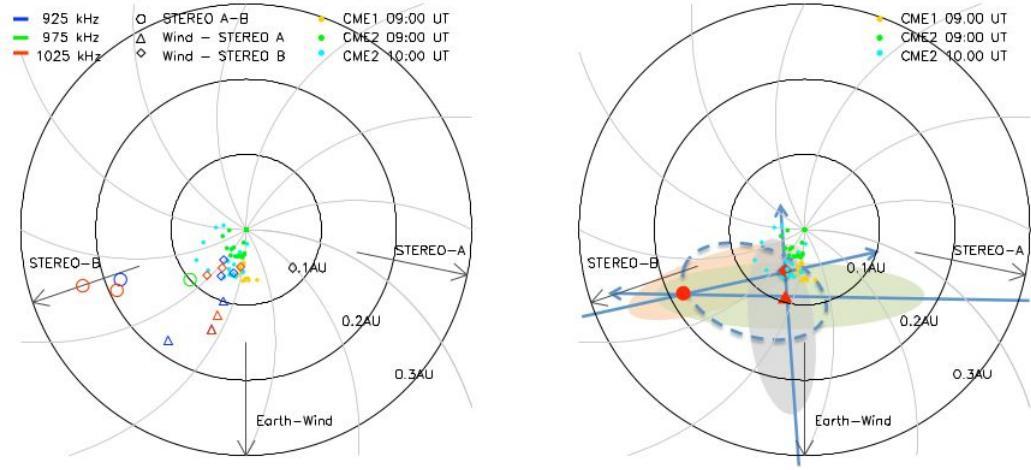
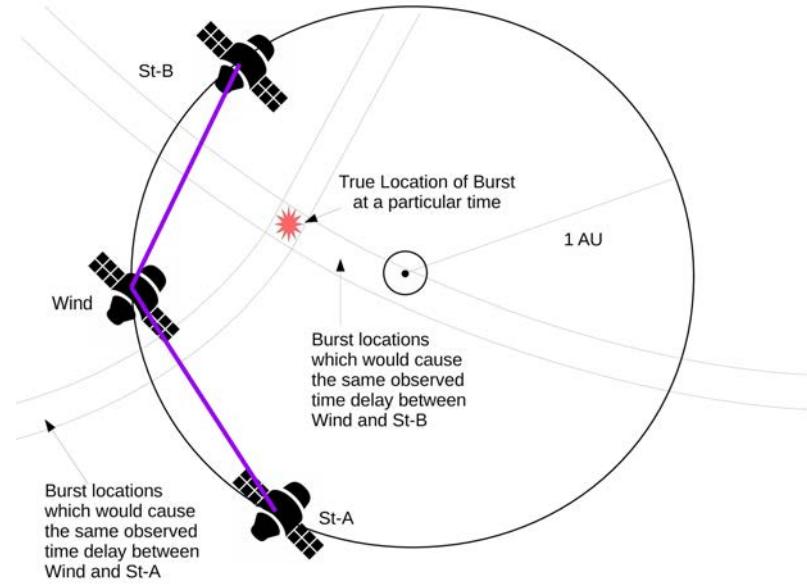
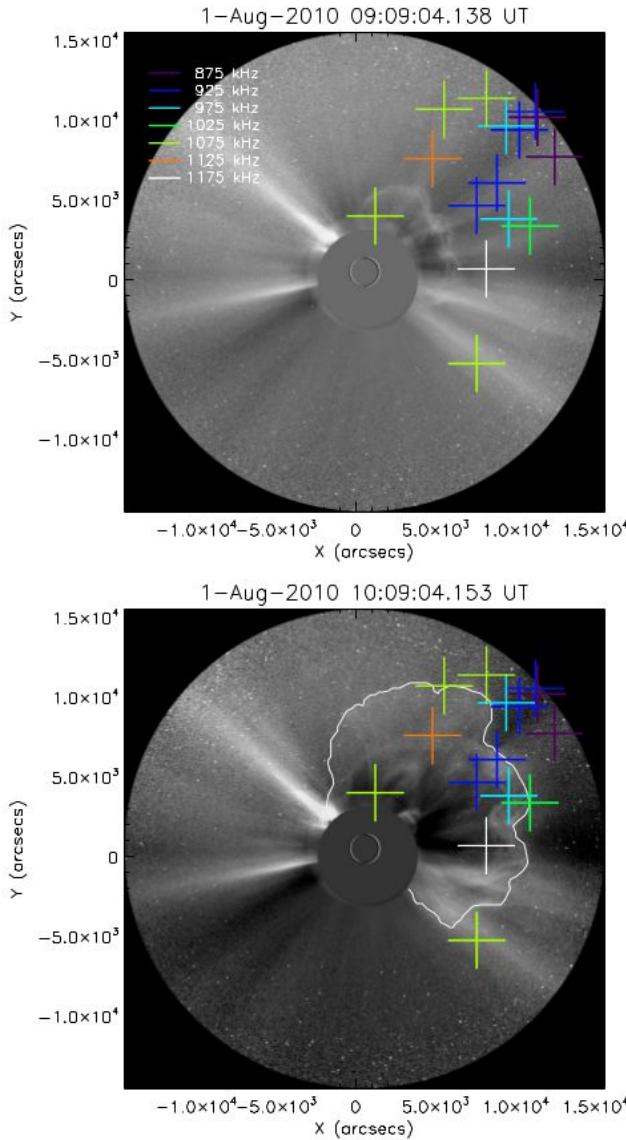


- Series temporales de campos magnéticos y eléctricos hasta con 293 samples/sec
- Espectros hasta 1 MHz (campo magnético) o 19 MHz (campo eléctricos)
- Snapshots de los campos magnéticos y eléctricos con una cadencia hasta de ~2 MHz

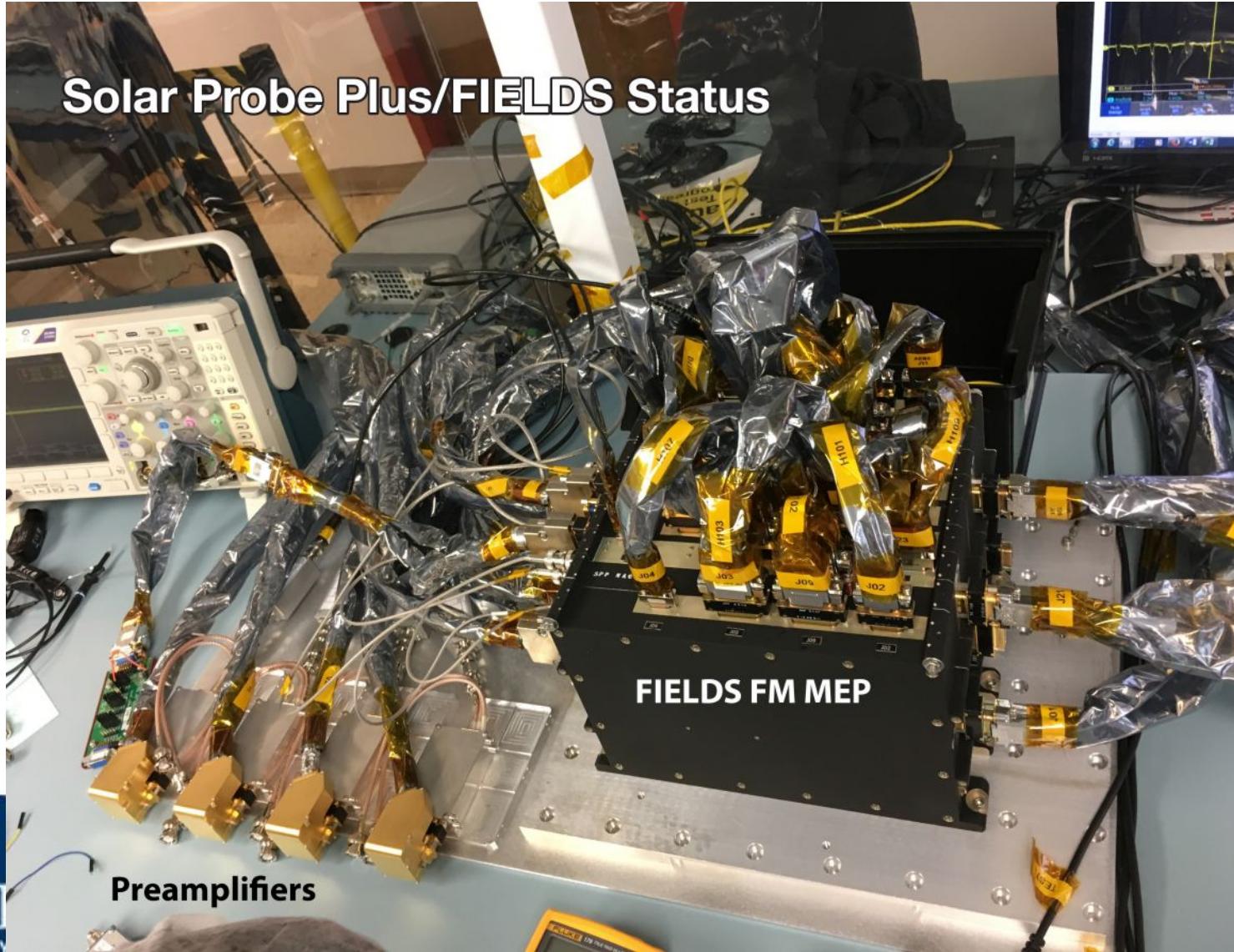
Parker Solar Probe: FIELDS



Parker Solar Probe: FIELDS



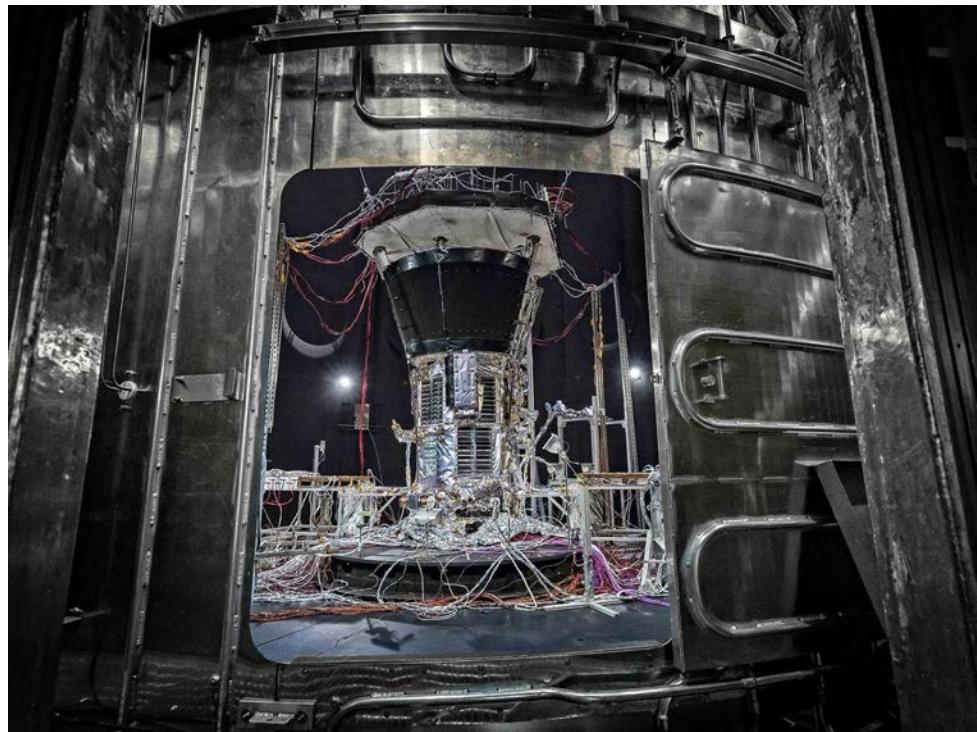
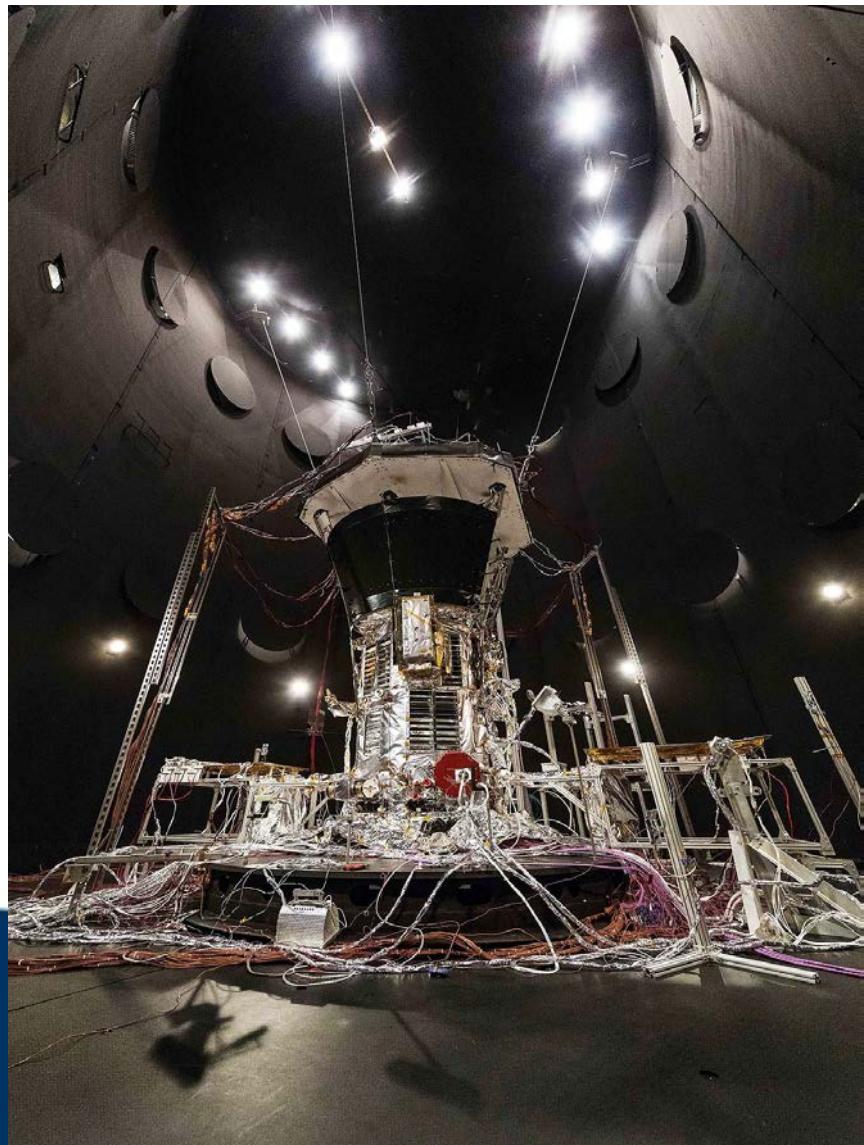
Parker Solar Probe: Status



Parker Solar Probe: Status



Parker Solar Probe: Status



GRACIAS **ARIGATO** **SHUKURIA** **JUSPAXAR** **TASHAKKUR ATU** **YAQHANYELAY** **GRAZIE** **MEHRBANI** **BOLZİN** **THANK YOU** **SHUKRIA**

DANKSCHEEN
SPASSIBO SNACHALHYA CHALTU NUHUN TASHAKKUR ATU YAQHANYELAY SUKSAMA EKHMET HUI YUSPAGARATAM
TINGKI
GU
HATUR
EKOJU SIKOMO
MAKETRI
MINMONCHAR
BAINKA MEDAWAGE TAVTAPUCH GAEJTHO KOMAPSUMNIDA MAAKE ATTO ANHHA DHANYABAD WABEEJA MAITEKA HUI SPASIBO DENKAUJA UNALCHEESH
MERASTAWHY SANCO LAH PALLIES FAKAAUE AGUYJE

