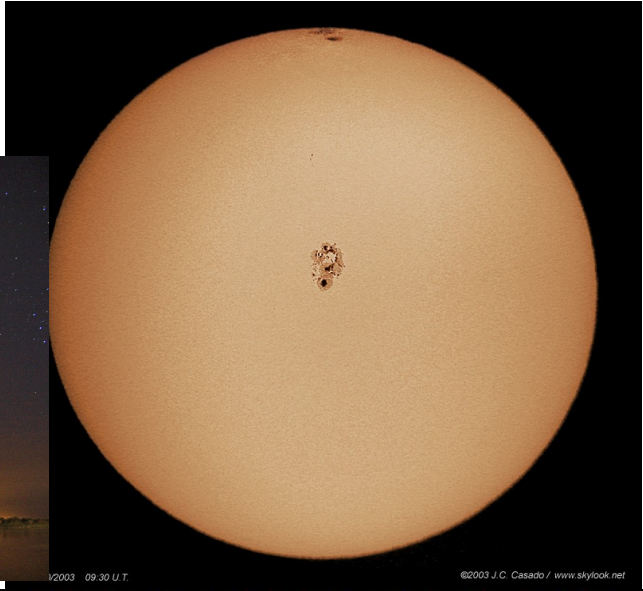
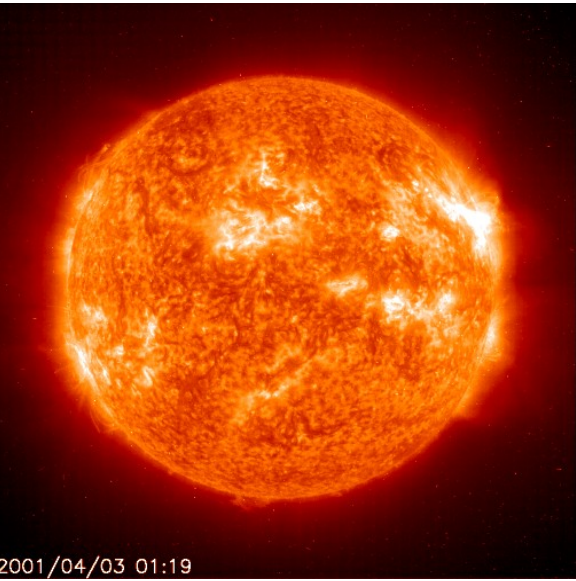


# Experimentos híbridos usando el Radar de Jicamarca

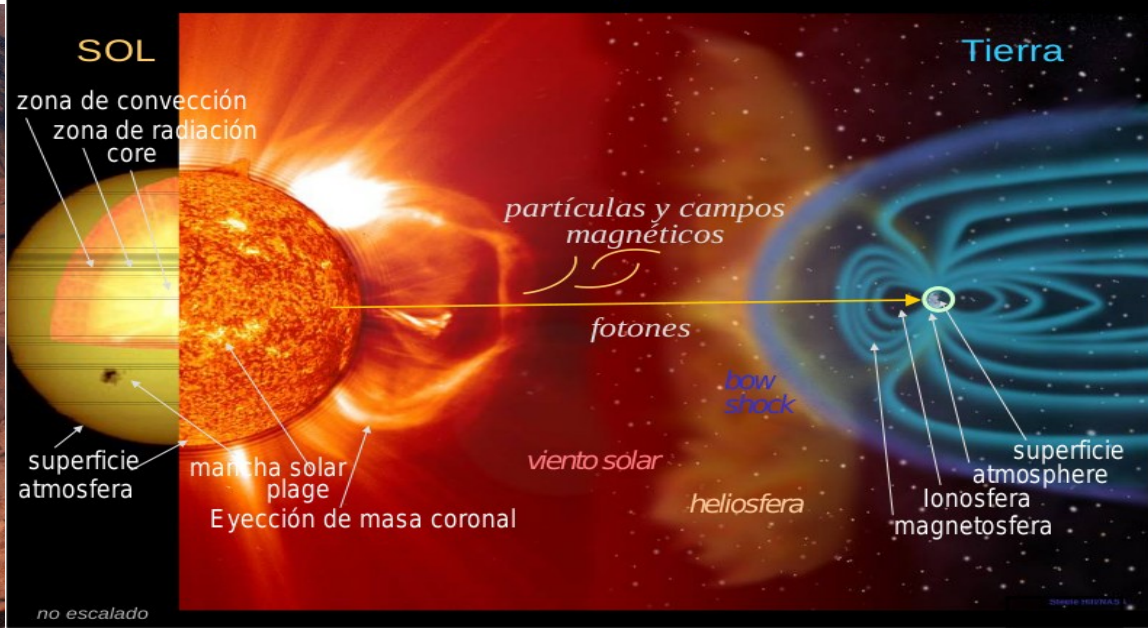
Luis Condori

(Radio Observatorio de Jicamarca)

# Espacio Cercano a la Tierra

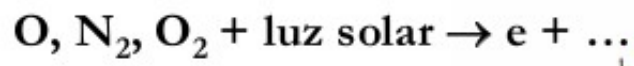


## Sistema Sol-Tierra: Acoplamiento de Energía

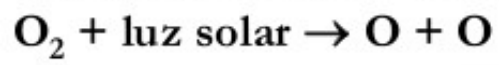


# Plasma en la Atmosfera terrestre

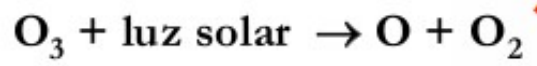
Ionización:



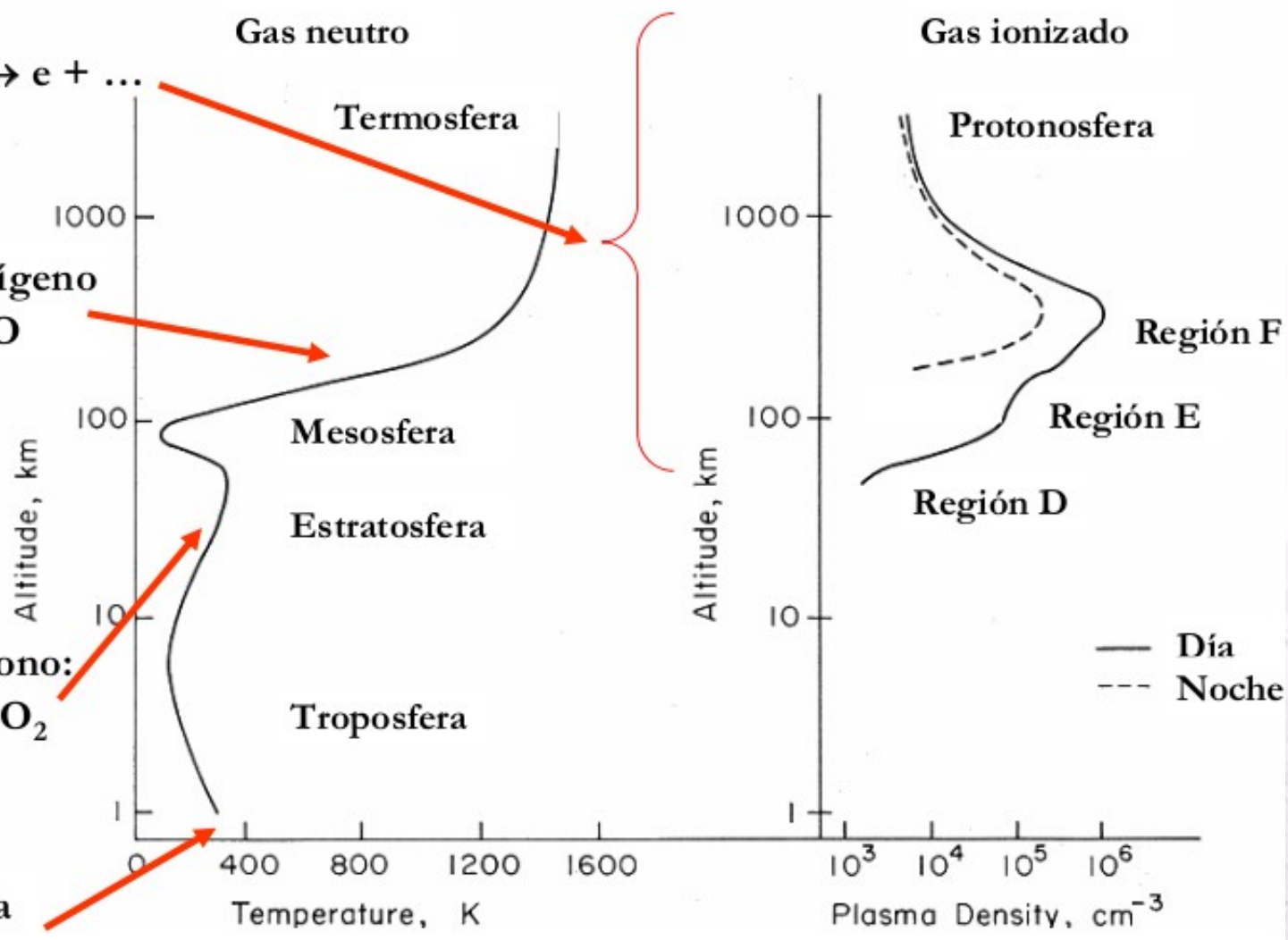
Calentamiento por Oxígeno



Calentamiento por Ozono:



Calentamiento de la Superficie



# Ionosfera

- Porción Ionizada de la alta atmósfera (60-1000km), rodea completamente la tierra.
- Producida por la foto-ionización de moléculas neutras por la radiación solar EUV y X-ray.
- Medio altamente dispersivo para ondas electromagnéticas hasta frecuencias de Ghz, métodos de **radio y radar** han sido aplicados par el estudio científico de esta parte de la atmósfera terrestre.
- La mayor parte del conocimiento de la Ionosfera proviene de observaciones realizadas con Radar(técnicas **de radar de dispersión incoherente**)

- Entender y profundizar los conocimientos acerca de los complejos fenómenos que ocurren en nuestro ambiente.
- Clima espacial.
- Comunicaciones y tecnología espacial.

# Técnicas é instrumentos usados para la investigación del espacio cercano a la tierra

## In-Situ:

- Cohetes (**PERSEUS**)
- Satélites con instrumentos a bordo (**C/NOFS**)
- Globos

## Remota(Estaciones en tierra):

- Radar (**Jicamarca ISR**)

# Algunas Mediciones realizadas en Jicamarca (Ionosfera 100-2000km)

---

- Velocidad de las Derivas del Plasma (Verticales y Horizontales), Campo Eléctrico

Jicamarca proporciona estas medidas con mucha precisión (orden de 0.5 m/s), el Drift Vertical esta relacionado con el campo eléctrico.

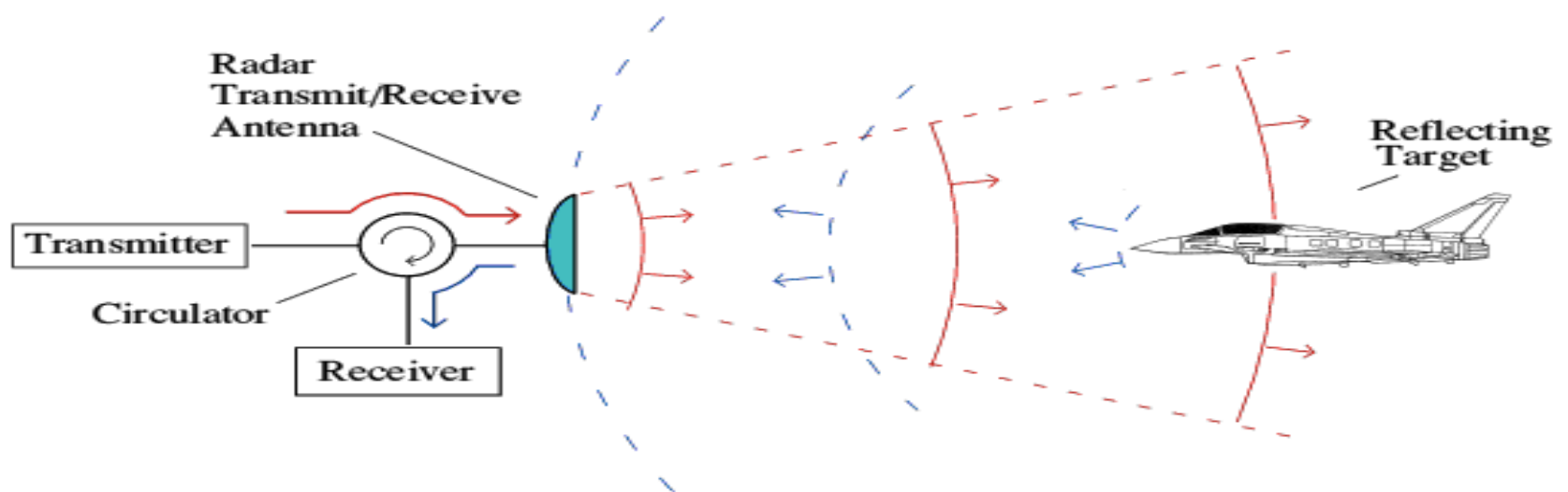
- Densidad de Electrones

Medidas absolutas son conseguidas usando el efecto de rotación Faraday sobre las ondas electromagnéticas.

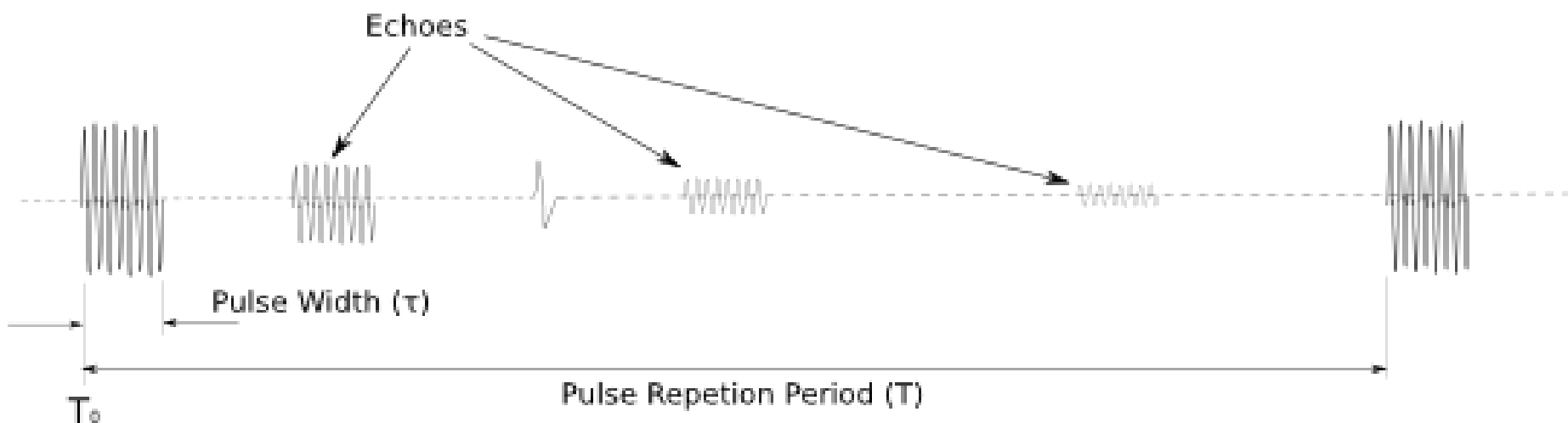
- Temperaturas y composición iónica

Obtenidas usando la técnica de doble pulso y pulso largo para generar funciones de auto-correlación (ACF).

# Técnicas de Radar (radar pulsado, rango, detección, resolución, objetivo o blanco, eco, retardo, periodo de repetición del pulso)



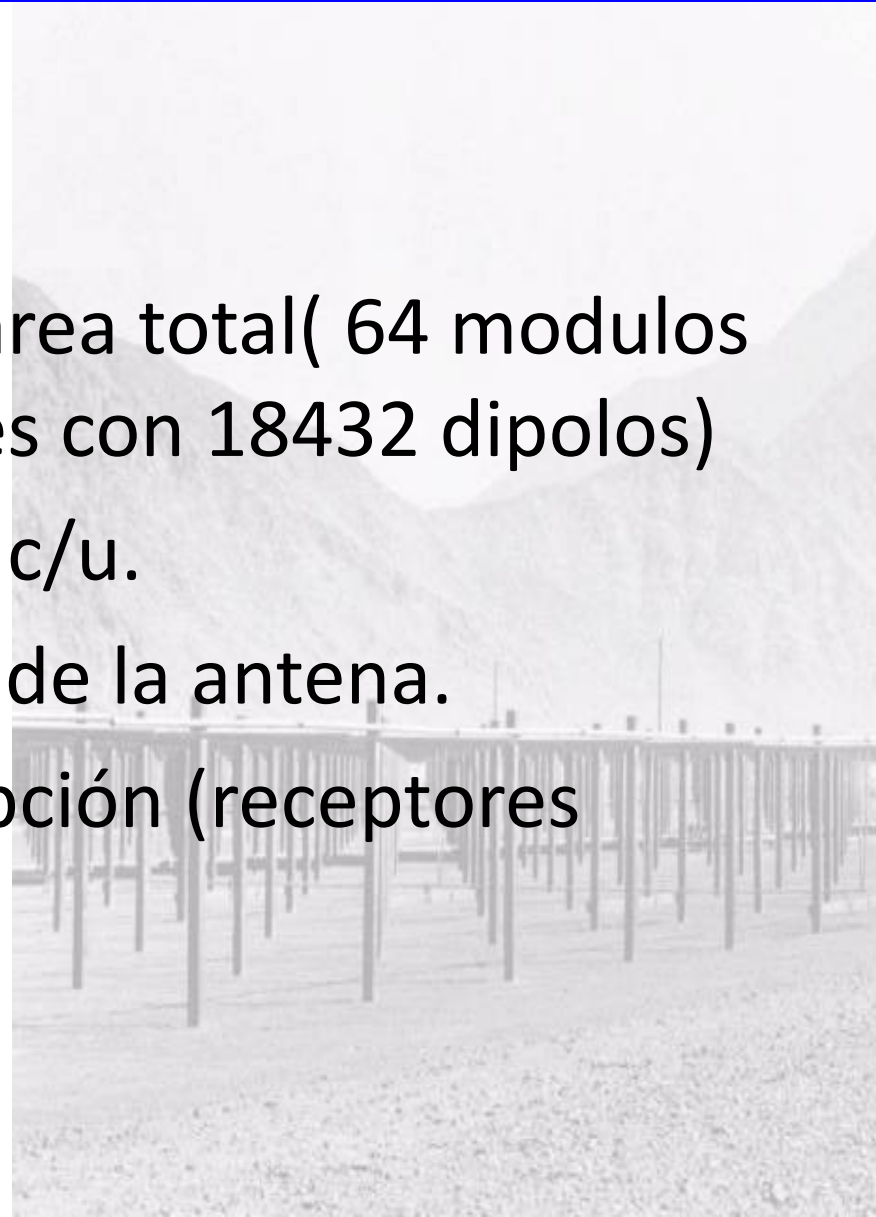
retardo 1mseg = 150km de distancia  $(v=e/t)$





# Radar de Jicamarca

- Radar Pulsado, 50MHz.
- Antena de 10,000 m<sup>2</sup> de area total( 64 modulos ortogonales independientes con 18432 dipolos)
- 3 transmisores de 1.5MW c/u.
- Apunte variable del beam de la antena.
- Multiples canales de recepción (receptores digitales).



# Pre-procesamiento de datos (voltajes)

$v(t) \rightarrow$  Voltaje en cada canal de recepcion

## Transformacion de dominios

$$v(t) \rightarrow F(f) \quad (\text{FFT : Transformada de Fourier})$$

$$v(t) \rightarrow \rho(\tau) \quad (\text{ACF : Funciones de correlacion})$$

## Transformada de Fourier

$$F(f) = \int v(t) e^{-2\pi jft} dt$$

$$F_i = \sum_{k=0}^{n-1} v_k e^{-2\pi(ji/n)k} \quad i=0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (\text{Discrete FT})$$

## Funciones de Correlacion

$$R_v(\tau) = \int \bar{v}(t) v(t+\tau) dt \quad (\text{ACF : Funcion de Auto Correlacion de } v(t))$$

$$R_i = \sum_n \bar{v}_n v_{n-i} \quad i=0, 1, 2, \dots, n-1$$

# Analisis de datos

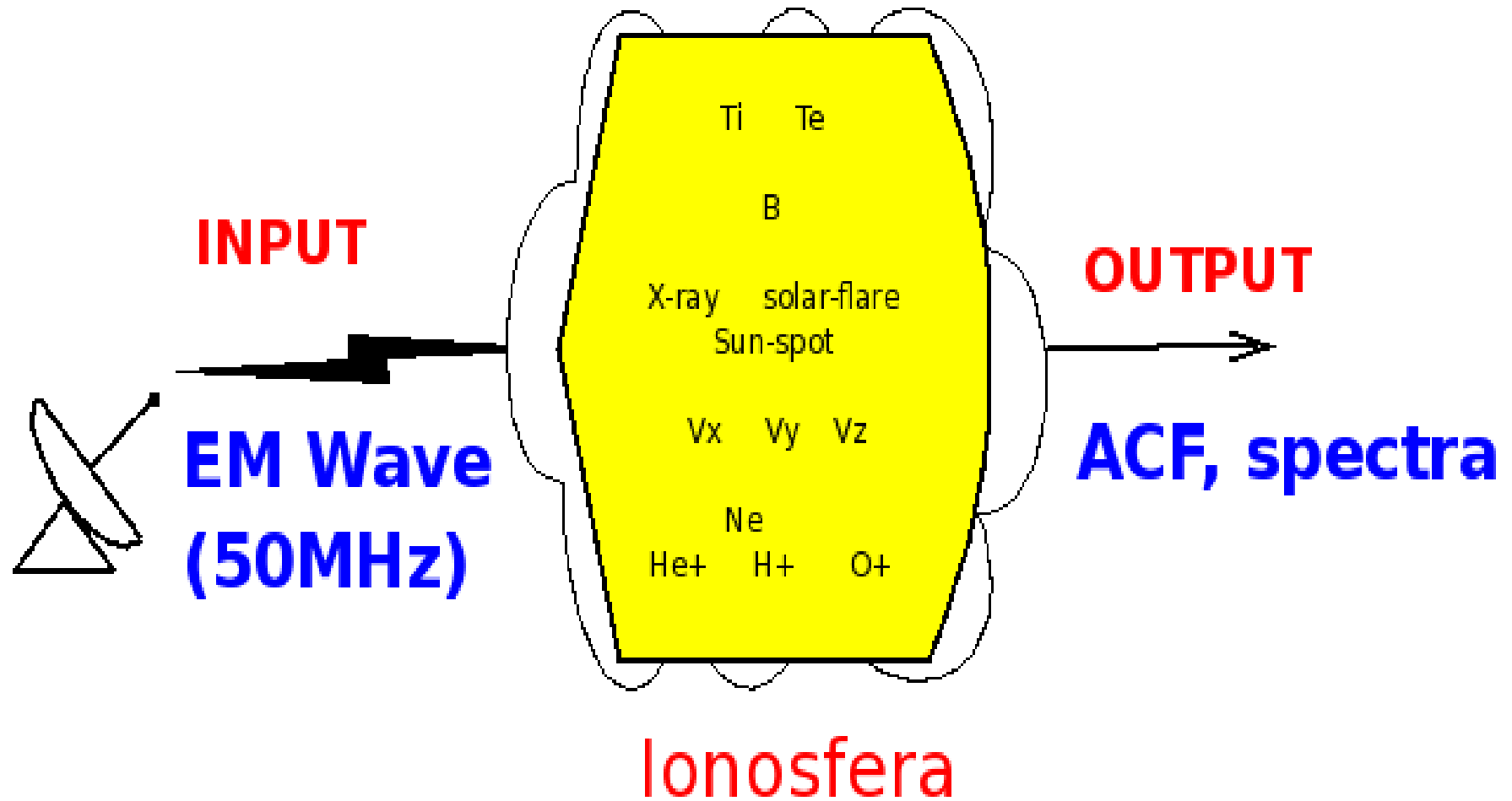
- Los Espectros/ACF proporcionados por el radar son comparados con modelos ionosfericos (ISR theory), para encontrar los valores de los parametros ionosfericos que mejor se ajustan.

$$F(\omega) \text{ ó } \rho(\tau) = f(B, N_e, T_e, T_i, \nu, He^+, H^+, O^+, \dots)$$

$$N_e(h) = K * d\phi(h) / dh \text{ (Densidad de electrones)}$$

(  $\phi(h)$  es la rotacion de faraday a una altura determinada)

# Analisis de datos



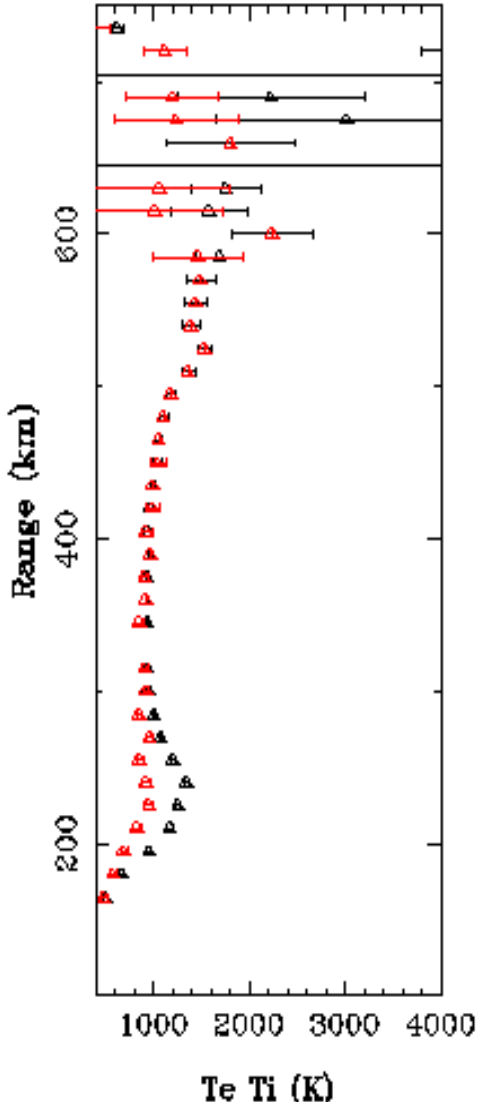
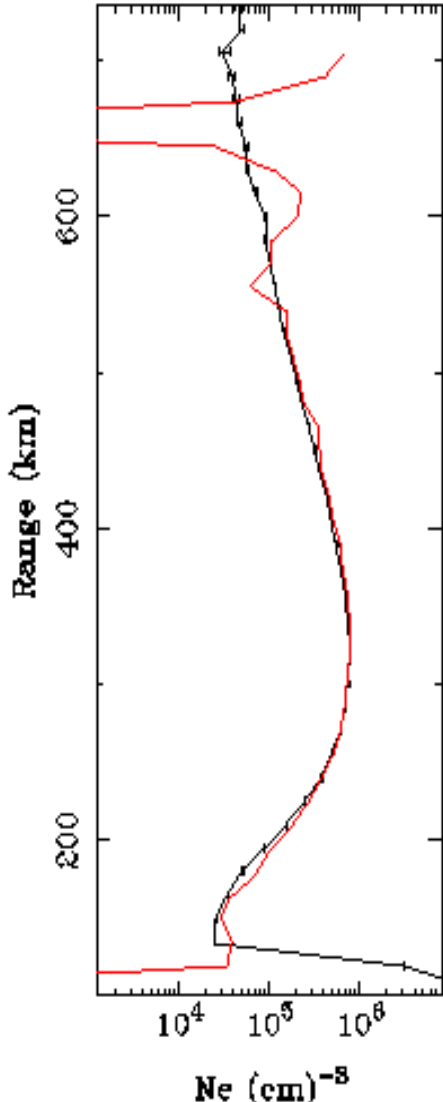
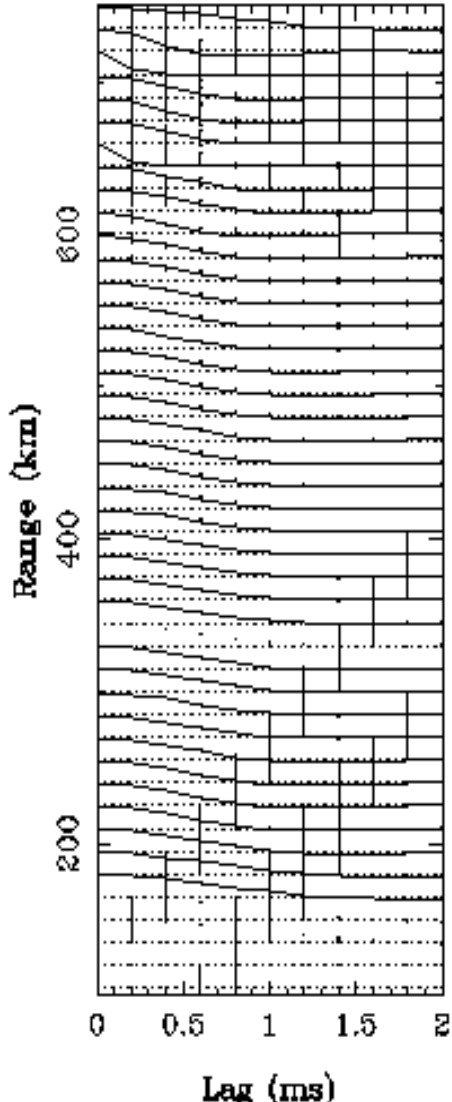
# Experimentos híbridos en Jicamarca

- **Experimento convencionales** (Faraday DP:densidades y temperaturas):
  - Ancho del pulso 15km (ionosfera quieta, resolución de 15km)
  - Medidas aceptables hasta 500-600km de altura
- **Experimento híbridos** (convencional + específico):
  - Ancho del pulso 240-300km aumento de sensibilidad(topside)
  - Medidas aceptables desde 450 hasta 1000-2000km de altura
- **Extender el rango de mediciones hasta por encima de 1000km de altura.**
- **“Extreme solar minimum”** (la mas baja ionización histórica registrada, en el presente ciclo solar)

# Densidad de electrones, Temperaturas de iones y electrones

## Experimento: Rotacion Faraday DP

JRO, Faraday DP: Tue May 11 17:37:38 2010 -> Tue May 11 17:52:20 2010



# Densidad de electrones, Temperaturas de iones y electrones, Composicion (Experimento: Rotacion Faraday DP y Pulso Largo (Hybrid-2))

