

LA IONOSFERA

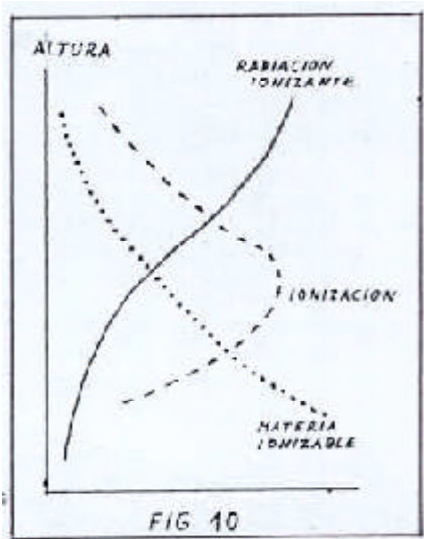
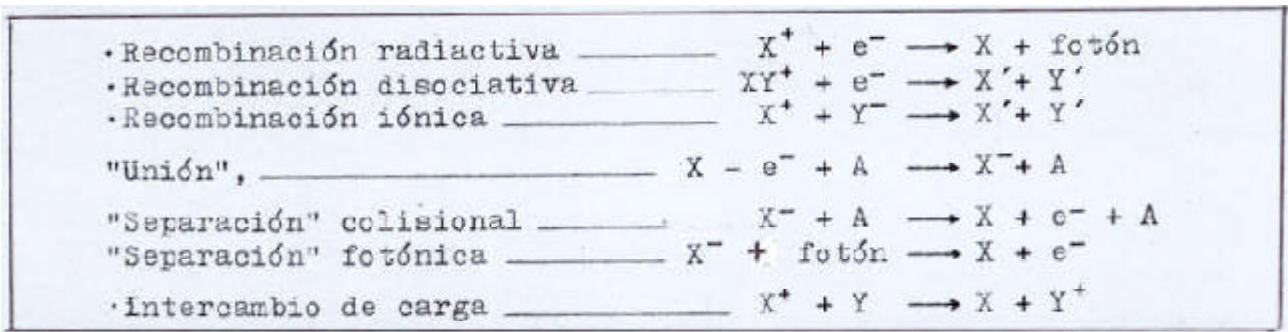
Óscar Díez.Higuera

Siguiendo con el estudio somero de las capas que rodean nuestro planeta, pasamos ahora a la ionosfera, ya por debajo de la magnetosfera de la que tratamos en el último número de nuestra revista. La numeración de las figuras sigue el orden consecutivo a las de ese número.

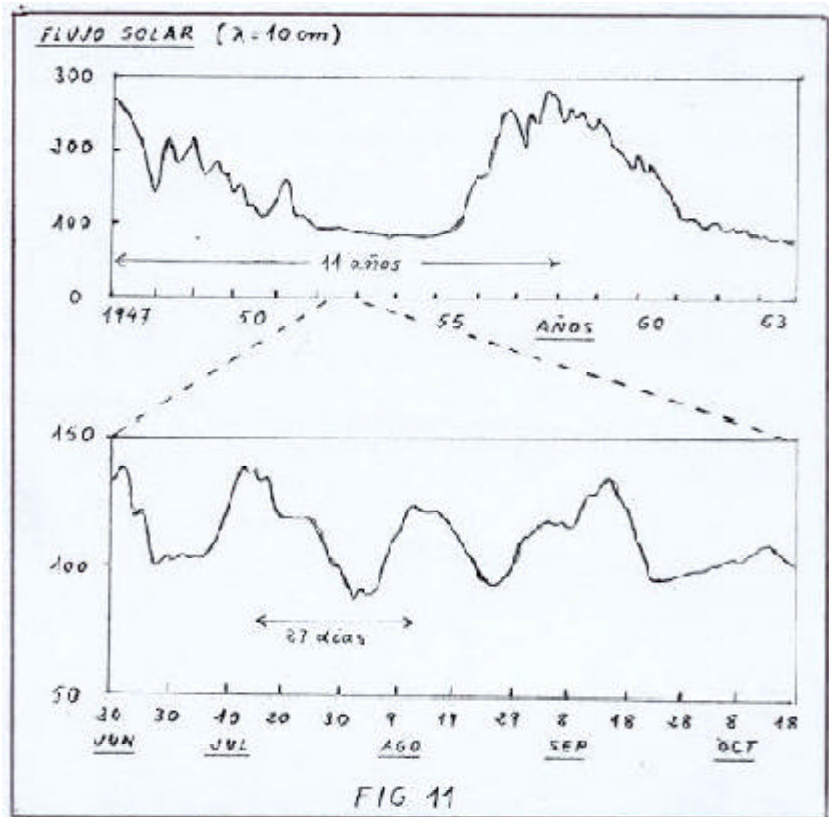
El proceso más importante **productor de iones** es la fotoionización producida por la radiación solar, aunque existen otros procesos que pueden adquirir importancia en determi-

ciéndose un equilibrio entre procesos de formación y de pérdida que origina capas en la ionosfera de distintas características.

FORMACION DE LA IONOSFERA



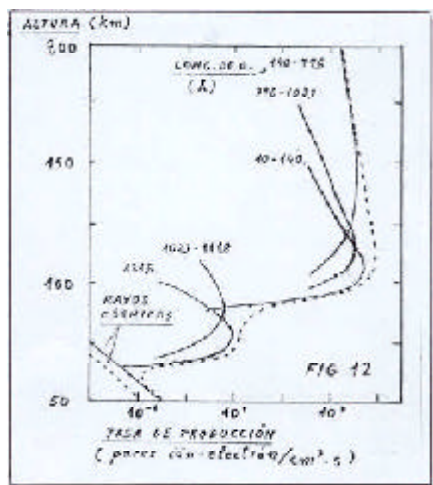
Denominaremos **ionosfera** a la región de la atmósfera en la que la concentración de partículas ionizadas es mas elevada. Comienza a unos 60 km de altura, donde los procesos de ionización empiezan a ser efectivos, y termina hacia los 1000 km de altura, donde la concentración de iones cae bruscamente. A partir de aquí el me-



nadas condiciones. Por otra parte también ocurren fenómenos que dan lugar a la **pérdida de iones**, estable-

Para comprender mejor como pueden formarse en la ionosfera capas con una mayor ionización vere-

mos primero un caso sencillo como es la formación de **zonas de Chapman**.



La aparición se debe a que la tasa de producción de ionización es proporcional a la intensidad de la radiación por una parte, y por otra a la concentración de partículas ionizables. Pero ocurre que su variación con la altura evoluciona en sentidos opuestos (**fig.10**) por lo que se produce un máximo en la tasa de ionización a una determinada altura.

En la ionosfera real concurren otros procesos, por lo que el modelo se complica, pero es la base de lo que en realidad ocurre.

1) Producción de ionización.

De todos los procesos el más importante con mucho es el de **fotoionización** del que luego nos ocuparemos detenidamente. Seguidamente enumeramos otros menos importantes, pero que pueden producir ionización en determinadas regiones y circunstancias. Son los siguientes:

Rayos cósmicos procedentes del espacio profundo.

Protones y electrones de los **cintrones de radiación**. Protones y electrones procedentes del **viento solar**.

Fotones UV difundidos por átomos de H y He.

Radiación X galáctica.

Meteoroides que atraviesan la atmósfera.

Reacciones químicas, en la región D.

Fotoionización por la radiación solar.

En este proceso solo son importantes las **radiaciones de corta longitud de onda** (UV, X) que se encuentran por debajo del espectro visible. Es interesante saber que en su mayor proporción proceden de la parte mas exterior del Sol, la corona, que se encuentra a una temperatura de unos millones de Kelvin.

También deben considerarse algunas rayas de emisión del espectro solar en la zona UV, siendo las mas importantes la Lyman alfa del H (121,6 nm)(1216 Å), la Lyman beta (102,6 nm) y la C_{III} (97,7 nm).

Ahora debemos considerar el hecho de que, aunque en la zona visible del espectro la variación de la intensidad de radiación es muy pequeña cuando varía la actividad solar, no ocurre lo mismo en cortas longitudes de onda. Por ejemplo, por debajo de 1 nm la diferencia entre el máximo y el mínimo solar es de 50 veces.

Así pues, aunque el flujo total de energía en esa zona del espectro es muy pequeña (por debajo de 100 nm solo 1/100000 del total) ella es la que produce la ionización, y además depende fuertemente de la actividad solar. De aquí se deduce la importancia de los ciclos solares en los fenómenos que estamos estudiando. En la **fig.11** puede verse como cambia el flujo con

el ciclo undecenal y con el paso de «regiones activas». Se ha tomado como índice el flujo a una longitud de onda de 10,7 cm (ondas de radio).

En la **fig.12** se ha representado como varía la tasa de producción de ionización con la altura, correspondiente a diversas longitudes de onda de la zona del espectro que produce ionización.

Proceso de ionización.

Para que un fotón produzca ionización, debe poseer una energía superior a la del **potencial de ionización** del átomo o molécula correspondiente. El exceso de energía aparece sobre todo como energía cinética del electrón liberado. De ello se deduce que los fotones deberán poseer una longitud de onda inferior a un determinado umbral para cada especie ionizable. Para las más importantes se tiene:

N₂(79,6 nm), N(85,3 nm), O(91,1 nm), O₂(102,7nm),

NO(134,0 nm).

La **tasa de producción** es el número de pares ión-electrón producidos por unidad de volumen y tiempo. Es proporcional a la concentración de especie ionizable y a la intensidad de la radiación considerada. La constante de proporcionalidad se denomina sección eficaz de ionización.

2) Pérdida de ionización. Después de que ocurre la ionización, los iones resultantes se ven envueltos en una serie de reacciones que los transforman y que en definitiva pueden hacer que pierdan su carga. Vemos los mas importantes en la Tabla adjunta, donde X' Y' son estados excitados, y A solo aporta energía cinética Los estados excitados pasan de nuevo al fundamental emitiendo un fotón.

En el próximo artículo continuaremos viendo la estructura de la ionosfera, consecuencia de los procesos que acabamos de analizar.