

LA MAGNETOSFERA

Oscar Diez Higuera

Este artículo es continuación de otro reciente en el que hablamos del campo magnético terrestre, por lo que las figuras llevan una numeración consecutiva a las de aquel.

MORFOLOGIA DE LA MAGNETOSFERA. Como ya se ha visto, el campo a nivel del suelo queda modificado por la presencia de anomalías magnéticas. Al alejarnos sin embargo, se parece cada vez mas a un campo dipolar Pero a mayores distancias comienza a desviarse de nuevo, siendo ahora la causa la inte-

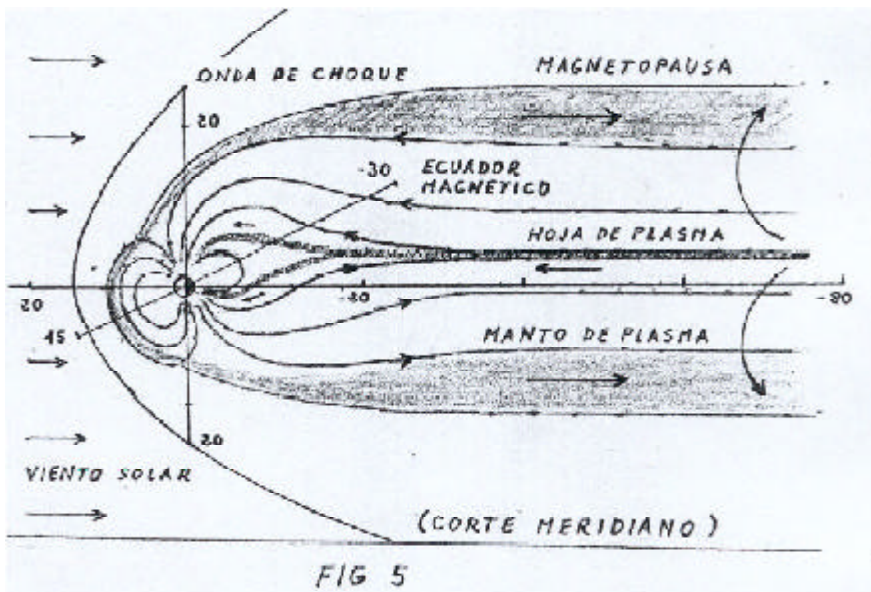
que. En ella el campo es por eso muy variable, turbulento.

Los cornetas polares son dos zonas en forma de embudo, situadas sobre cada polo, en las cuales, dada la forma y baja intensidad del campo magnético, es fácil que penetren partículas del viento solar hasta la atmósfera polar.

La cola de la magnetosfera, que se extiende en sentido antisolar hasta distancias enormes (miles de radios), Es importante a la hora de considerar las interacciones con el viento solar, a las cuales queda sometida.

POBLACION DE LA MAGNETOSFERA. Se encuentran en ella iones y electrones. Una parte proviene del viento solar, mientras que la otra tiene su origen en la ionosfera. Los iones que dominan con mucho son los protones H^+ , pero también se detectan: He^+ , O^+ , He^{++} , deuterio D^+ , O^{++}

a) La plasmasfera. Debido a la forma de las líneas de fuerza del campo magnético interior, que parten de latitudes medias, resulta que el plasma ionosférico se encuentra en equilibrio difusivo a través de ellas, con regiones mas altas, que constituyen la plasmasfera. (v. fig 6 y 5).

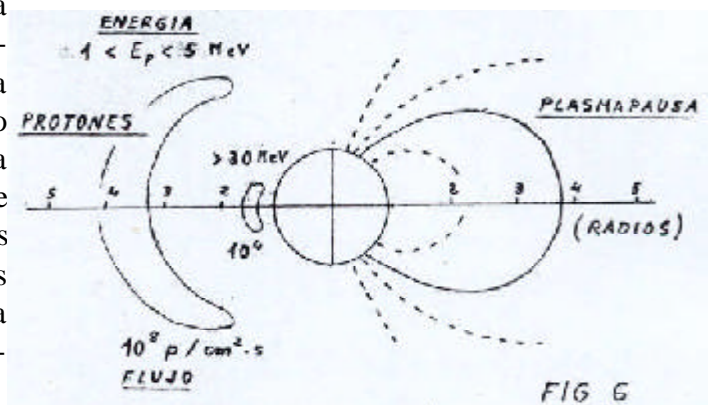


En lo que sigue nos referiremos a la magnetosfera como a la zona en la cual predomina el campo magnético terrestre en su influencia sobre un medio en el que no existen ya prácticamente especies neutras, sino ionizadas Según esto la magnetosfera comenzaría en sentido estricto por encima de la ionosfera, pues en esta aún dominan ampliamente los procesos que implican especies neutras. De esta forma colocaremos el límite inferior a unos 1000 km de altura. El límite superior, denominado magnetopausa, está sometido a la deformación causada por el choque con el viento solar, por lo que es variable y esta bien definido solamente en el área frontal, donde es de unos 10 radios terrestres.

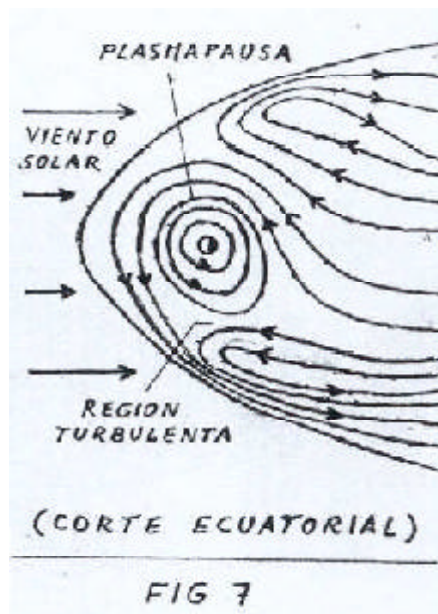
racción con el viento solar. La forma que adquiere puede verse en corte meridiano en la fig.5.

La onda de choque aparece como consecuencia de la velocidad supersónica (ondas de Alfvén) del viento solar.

La vaina magnética contiene plasma que proviene del viento solar, cuya energía «ordenada» se ha transformado en energía cinética de movimientos caóticos, tras atravesar la onda de cho-



La densidad de partículas en su interior es del orden de 500 part/cm³, y su energía (térmica) de 1 eV (10000 K). Su límite exterior es denominado plasmapausa (v fig.6 y 9).



La plasmasfera está muy poco sometida a los fenómenos magnetosféricos, y se mueve a la vez que la atmósfera, con el globo terrestre. El cambio brusco que se observa en la plasmapausa se debe a la acción del campo de convección que luego veremos (fig.7), y que hace que la densidad de partículas disminuya.

b) La hoja de plasma. Está localizada entre la mitad norte y la sur de la cola magnética (lámina neutra). Su población posee una energía (térmica) de varios 1000 eV. Está recorrida por una corriente transversal, eléctrica, como está indicado a la derecha en la fig.5 y que es acorde con la diferencia de sentidos de las líneas de campo al norte y sur.

e) El manto de plasma. En las regiones más externas de la magnetosfera, bajo la magnetopausa, también se encuentra plasma.(fig.5) La energía (térmica) de sus partículas es de unos 1000 eV y proceden

también del viento solar que consigue penetrar por el frente, sobretodo por los cornetas polares.

d) Cinturones de radiación. Están constituidos por electrones y protones de energía considerable, del orden de 10⁶ eV(1 MeV) para. los protones.

En función de la distribución de la densidad de flujo de partículas pueden distinguirse zonas como las representadas en la fig.6, para diferentes energías.

Las partículas se encuentran capturadas por el campo y realizan un movimiento complejo a lo largo de sus líneas. El movimiento posee una componente circular centrada sobre la línea de fuerza; otra longitudinal a lo largo de la línea, que le lleva de un hemisferio a otro; y una última componente de deriva, hacia el Este para los electrones y hacia el Oeste para los protones. Esta deriva debe a la anisotropía del campo, que es más fuerte en la parte más próxima a la Tierra de la trayectoria de la compo-

nente «circular», produciendo así una mayor curvatura en su parte baja y distorsionando así la trayectoria.

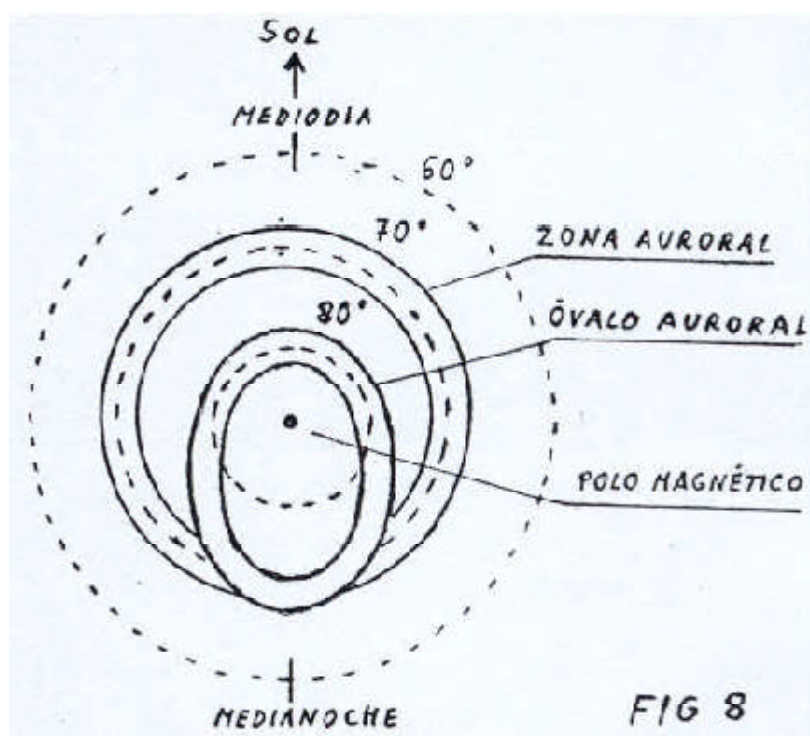
El movimiento global hace pues que las partículas recorran el cinturón en toda su extensión, pero con diferentes periodos para cada componente.

LOS FENOMENOS MAGNETOSFERICOS.

A continuación veremos algunos procesos que ocurren en la magnetosfera y que pueden tener interés a la hora de establecer su influencia sobre regiones más próximas al suelo.

a) La convección magnetosférica.

Consiste en una corriente de plasma que circula por el interior de la magnetosfera. Entra por la zona frontal, constituyendo el manto de plasma, el cual se va deslizando hacia atrás. A grandes distancias algunas de sus partículas pasan a la lámina neutra, y por la parte central de la cola, constituyendo la hoja de plasma, vuelven de nuevo hacia la parte frontal de la magnetosfera, fig. 5 y 7.



Interacción con la plasmasfera. Debido a la movilidad de las partículas a lo largo de las líneas de campo se produce un acoplamiento entre el plasma magnetosférico y el plasmasférico que da lugar a que en determinadas zonas se produzcan contracorrientes que originan turbulencia. También se produce una disipación energética y la aparición de corrientes eléctricas.

b) Campos electrostáticos. Surgen al aparecer diferencia de potencial de varios 10^3 V a lo largo de las líneas de campo magnético, que se mantienen en función de la resistividad del medio causada por la formación de inestabilidades de plasma o dobles capas eléctricas.

Esas diferencias de potencial producen haces de electrones que llegan a la ionosfera con energías del orden de 10000 eV, tras haber sido acelerados. Estos electrones son la causa de algunas auroras y están ligados a la emisión de radioondas por

la Tierra, centrada en 250 kHz (1,2 km) También se aceleran los iones positivos, pero en sentido contrario, desde la ionosfera hasta la magnetosfera.

e) La corriente anular. Consiste en un anillo de corriente que rodea la Tierra a una distancia de 5-6 radios. Esta causada por la deriva hacia Este y Oeste de las partículas de signo contrario que se acercan a la Tierra, efecto que ya vimos anteriormente. Cuando se incrementa la convección y la energía de las partículas, también lo hace dicha corriente y produce cambios magnéticos a nivel del suelo, a la vez que alimenta el circuito auroral que veremos a continuación.

d) El circuito auroral. Está constituido por una corriente que partiendo de la magnetosfera llega, a través de las líneas de campo hasta la zona de crepúsculo del óvalo auroral (fig.9), sigue por él originando el electrochorro polar, y sale por la zona

del alba de nuevo hacia la magnetosfera a través de las líneas de campo (fig.9).

El origen de la asimetría radica de nuevo en la deriva S-W ya mencionada, que hace que se produzca una zona de carga positiva en la zona en que anochece y otra negativa en la que amanece, en la magnetosfera.

Cuando aumenta la eficacia de este circuito se producen a nivel del suelo variaciones del campo magnético conocidas con el nombre de subtormentas polares, así como la aparición de auroras.

e) Tormentas y subtormentas magnetosféricas. Consisten en aumento de la energía de los procesos magnetosféricos.

Es debido a que la eficacia de la dínamo que transforma la energía cinética del viento solar en electromagnética de campos y corrientes magnetosféricas, depende mucho de la velocidad del viento y del campo magnético que arrastra, los cuales fluctúan con frecuencia. Es importante el hecho de que el campo magnético arrastrado, alcanza la Tierra unas veces con componente Norte y otras con Sur. Cuando ocurre esto último la eficacia es mayor y se acumula energía en la cola, hasta que se dispara y surge la subtormenta magnetosférica: De esta forma se incrementan los fenómenos ya estudiados, que a su vez causan efectos detectables en la superficie terrestre.

Con esto dejamos la zona superior del medio que rodea la Tierra, para pasar a ver, en un próximo número de nuestra revista, la ionosfera, en la que dominan otros procesos, pero sobre la cual influyen ampliamente los que ocurren en el exterior.

