

VARIACION DE LA TEMPERATURA ELECTRONICA EN LA REGION E CON LA
ACTIVIDAD MAGNETICA

M.C.Azpiazu

Depto. de Fisica, Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales, U.B.A., CONICET.

Resumen

La temperatura T_e del gas de electrones en la region E de la ionosfera varia fuertemente con la actividad solar y la magnetica. En dias geomagneticamente quietos, la variacion con la actividad solar de los perfiles de T_e/T_n , siendo T_n la temperatura del gas neutro, esta bien representada por una funcion de Lorentz. En el presente trabajo se proponen relaciones empiricas que vinculan T_e/T_n en dias geomagneticamente no quietos con las actividades solar y magnetica para latitudes medias.

Abstract

In the E region of the ionosphere the electron gas temperature, T_e , varies strongly with solar and magnetic activities. On geomagnetically quiet days, a Lorentzian function is a good representation of the variation with solar activity of the T_e/T_n profiles, where T_n denotes the neutral gas temperature. In the present paper, empirical relation between T_e/T_n and magnetic and solar activities on geomagnetically quiet days and middle latitudes are proposed.

1. INTRODUCCION

En un trabajo previo, (Duhau y Azpiazu, 1985) se ha parametrizado la variación de T_e/T_n con la actividad solar, representada por el índice $F_{10.7}$, y la altura en días geomagnéticamente quietos, es decir $A_p \leq 7$ y $K_p \leq 1^+$ durante todo el día. Se concluyó que los perfiles de T_e/T_n no dependen de la latitud.

En el presente trabajo se analizan mediciones de T_e realizadas en días geomagnéticamente no quietos y, dado que las corrientes ionosféricas varían con la actividad magnética de modo aún no parametrizado, y que no se conoce aún el mecanismo por el cual el gas de electrones es calentado se ha limitado el análisis a las mediciones realizadas en latitudes medias y se proponen relaciones empíricas que dan cuenta de la variación de T_e/T_n con las actividades solar y magnética.

En la sección 2 se detalla la metodología empleada y en la 3 los resultados obtenidos. En la sección 4 se resumen las conclusiones.

2. METODO

En días geomagnéticamente quietos los perfiles de T_e/T_n pueden ser representados por una función de Lorentz con coeficientes que dependen de la actividad solar (Duhau y Azpiazu, 1985):

$$T_e / T_n = \frac{A(F_{10.7})}{\left[\frac{h - h_0(F_{10.7})}{D(F_{10.7})} \right]^2} + B(F_{10.7}) \quad (1)$$

donde

$$A(F_{10.7}) = 1.00 \times 10^{-8} \exp(F_{10.7} / 20) + 0.48 \quad (2)$$

$$B(F_{10.7}) \begin{cases} 1.34 & \text{si } F_{10.7} > 110 \\ 1.20 & \text{si } F_{10.7} < 110 \end{cases} \quad (3)$$

$$D(F_{10.7})(\text{km}) \begin{cases} -1.35 \times 10^{-1} F_{10.7} + 39.42 & ; F_{10.7} > 110 \\ -1.39 \times 10^{-2} F_{10.7} + 13.47 & ; F_{10.7} < 110 \end{cases} \quad (4)$$

$$h_o(F_{10.7})(\text{km}) = 5.84 \times 10^{-8} (F_{10.7})^2 \exp(-(F_{10.7} / 104)^2) + 87 \quad (5)$$

En el presente trabajo se utiliza este modelo empírico para normalizar los perfiles medidos de T_o / T_n en días geomagnéticamente no quietos. Para ello se calculan los perfiles de la función Δ que se define como:

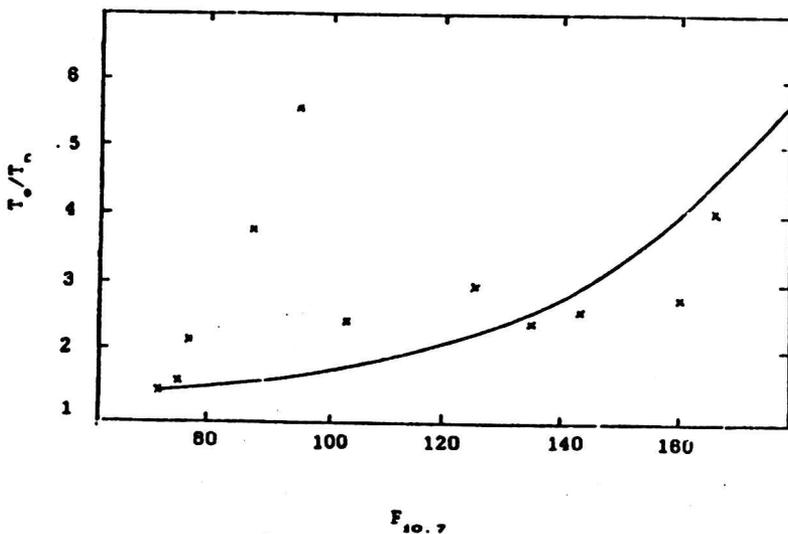
$$\Delta = (T_o / T_n)_{\text{perturbado}} - (T_o / T_n)_{\text{quieto}}$$

donde el perfil perturbado se calcula con datos de T_o y un modelo de T_n y el perfil quieto se evalúa utilizando el perfil antes descripto para la misma actividad solar que la medición correspondiente. Se agrupan los perfiles de Δ según correspondan a baja, moderada o alta actividad solar y ,para baja actividad solar se encuentra que una función del tipo gaussiana los representa satisfactoriamente. Este análisis no se puede realizar a otras actividades solares por la escasez de mediciones .

3.RESULTADOS

Se seleccionaron mediciones de perfiles de T_o realizadas "in situ" con sondas de Langmuir en latitudes medias y lejos de losvórtices de corriente S_q en horas cercanas al mediodía y se calcularon, utilizando el modelo de Jacchia (1977) de atmósfera neutra, los perfiles de T_n .

En la figura 1 se han graficado los valores de T_{\bullet}/T_n así obtenidos, a los 110 km de altura como función del índice de actividad solar $F_{10.7}$. La línea llena corresponde a las condiciones geomagnéticamente quietas. Obsérvese la dispersión en los valores y que, a baja actividad solar T_{\bullet}/T_n en día no quieto supera el valor correspondiente a su misma actividad solar en día geomagnéticamente quieto; en cambio, para alta actividad solar ocurre lo contrario.



$F_{10.7}$

Figura 1

Variación de T_{\bullet}/T_n con la actividad solar a los 110 km de altura, latitudes medias y horas cercanas al mediodía, las cruces corresponden a mediciones de T_{\bullet} realizadas en días geomagnéticamente no quietos y la curva al modelo de T_{\bullet}/T_n (ecs. 1 a 5)

En la figura 2 se han graficado los perfiles de Δ correspondientes a las mediciones seleccionadas en días geomagnéticamente no quietos. Notese que, para todos los casos analizados $|\Delta|$ tiene un valor máximo alrededor de los 100km de altura y que para actividad solar moderada $|\Delta|$ es mínima en toda la región. Esta actividad solar es la misma para la cual se produce un "salto" en los coeficientes de la función Lorentziana (ver ecs. 3 y 4).

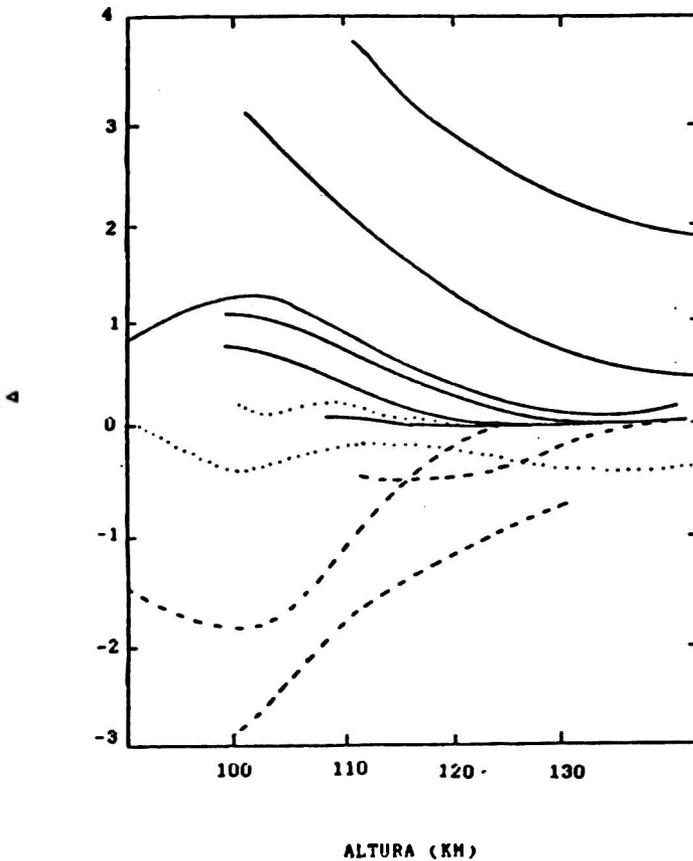


Figura 2

Perfiles de Δ para latitud media en horas cercanas al mediodía, para: - - - $F_{10.7} > 135$, $105 < F_{10.7} < 135$ y --- $F_{10.7} < 105$.

En la figura 3 se han graficado los perfiles de Δ para baja actividad solar. En esta figura se han indicado la época del año, latitud e índices magnéticos A_p y K_p correspondientes a cada medición. Obsérvese que Δ aumenta en general con la actividad magnética; la escasez de mediciones impide hacer un análisis de variación con otros parámetros ionosféricos, sin embargo se puede

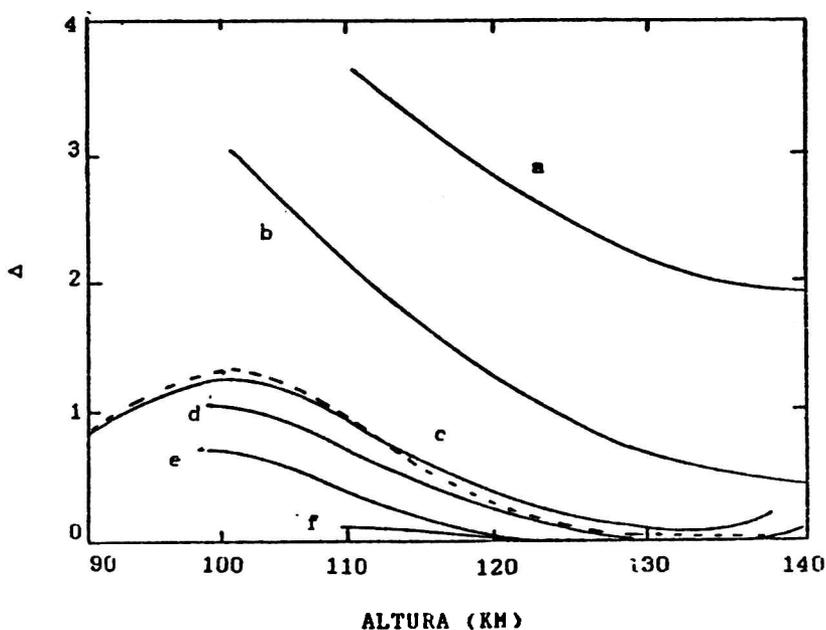


Figura 3

Variación del perfil de Δ con la actividad magnética para baja actividad solar, la línea de trazos corresponde al ajuste empírico con una función gaussiana y las curvas llenas a las mediciones de T_e realizadas en las siguientes condiciones:

a: 21-6-87, $F_{10.7}=96$; $A_p=30$; $K_p=4^+$; b: 18-4-63, $F_{10.7}=88$; $A_p=27-38$; $K_p=4^+$; c: 23-1-69; $F_{10.7}=102$; $A_p=5$; $K_p=2$; d: 3-8-73; $F_{10.7}=76$; $A_p=7$; $K_p=2^-$; e: 10-8-73; $F_{10.7}=75$; $A_p=4$; $K_p=2^-$; f: 5-10-64; $F_{10.7}=71$; $A_p=20$; $K_p=3^+$.

inferir que serán de segundo orden respecto de las variaciones con las actividades solar y magnética. A estos perfiles se les ha ajustado una función gaussiana :

$$\Delta = M \exp - \left[\frac{h-h_0}{W} \right]^2 + N \quad (6)$$

Los coeficientes que mejor ajustan los perfiles se sintetizan en la tabla 1. En la figura 2 se ha superpuesto un perfil de Δ así calculado (línea de trazos).

A_p	K_p	$F_{10.7}$	h_0 (km)	W (km)	M	N
27-38	4^+	88	100	14	2.196	0.811
5	2	102	101	14	1.298	6.76×10^{-2}
7	2^-	76	100	12	0.904	0.208
4	2^-	75	98	9	0.824	1.67×10^{-2}

TABLA 1

Coefficientes de la función gaussiana que mejor ajusta las mediciones a baja actividad solar

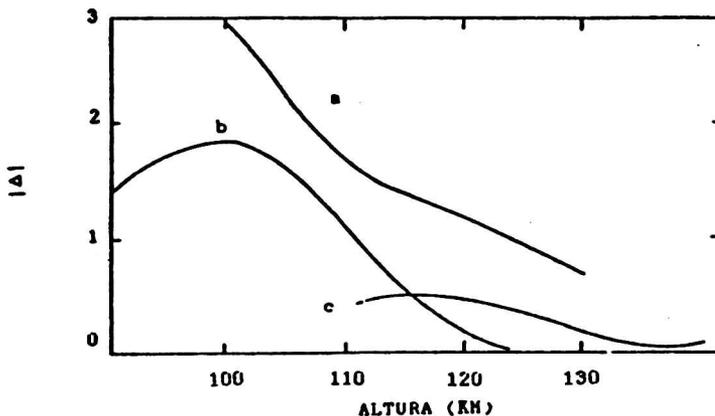


Figura 4

Variación del perfil $|\Delta|$ con la actividad magnética para alta actividad solar para: a: 30-3-68; $F_{10.7}=160$; $A_p=27$; $K_p=3^+$; b: 10-6-69; $F_{10.7}=164.4$; $A_p=7$; $K_p=2^-$; c: 8-8-68; $F_{10.7}=141.8$; $A_p=6$; $K_p=3^-$.

Los resultados obtenidos para alta actividad solar están graficados en la figura 4. Ahora $\Delta < 0$ en todos los casos y su valor absoluto aumenta con A_p . En este caso no se puede realizar un ajuste empírico a los datos así obtenidos debido al escaso número de los mismos.

Un análisis similar realizado para las mediciones obtenidas en condiciones de actividad solar moderada, ver figura 5, permite inferir que el comportamiento de T_e en días geomagnéticamente no quietos es el mismo que para los días quietos correspondientes, dentro de los errores de medición y de los modelos utilizados.

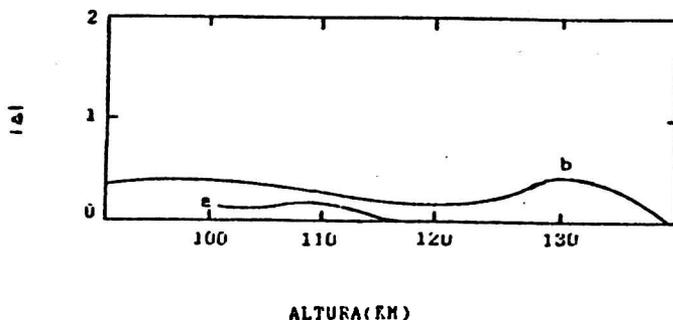


Figura 5
Variación del perfil de $|\Delta|$ para actividad solar moderada
para: a: 21-1-69; $F_{10.7}=131.9$; $K_p=2$; $A_p=6$; b: 17-3-68;
 $F_{10.7}=135$; $K_p=2$; $A_p=12$.

4. DISCUSION

El mecanismo por el cual el gas de electrones se encuentra a una temperatura superior que la del gas neutro en la región E es, hasta el presente desconocido. Esta parametrización de los perfiles de T_e medidos en días geomagnéticamente no quietos puede contribuir a encontrar dicho mecanismo, ya que estos resultados muestran que, aun en estas condiciones, el fenómeno se encuentra totalmente localizado en la región cercana al pico de densidad electrónica. Además, parecería que la radiación solar es la que regula el fenómeno mientras que la actividad magnética lo refuerza. La escasez de mediciones "in situ" en las condiciones especificadas en este trabajo impide intentar la elaboración de

un modelo empírico que las prediga.

REFERENCIAS

Andreyeva, L.A., Burakov, Yu.B., Kavasev, L.A., Komarev, G.R., Nesterov, V.P., Vrasov, O.B., Khryukin, V.G. y Chasovitin, Yu.K., 1971, Rocket investigations of the ionosphere at mid-latitudes, Space Res. 11, 1043.

Duhau, S. y Azpiazu, M.C., 1985, Empirical model of the electron temperature in the E-region, Planet. Space Sci., 33, 909.

Jacchia, L.G., 1977. Smithsonian Astrophys. Observ. Special Rep. 375.

Pfister, W., 1972. Critical survey of electron and ion temperatures measured with probes, Space Res. 12, 1263.

Spencer, N.W., Brace, L.H., Carignan, G.R., Tausch, D.R. and Niemann, N., 1965. Particle temperature and density in the thermosphere, J. Geophys. Res., 70, 2665.