

EFFECTOS DE LA ANOMALIA MAGNETICA DEL ATLANTICO SUR Y LA CLIMATOLOGIA ESPACIAL SOBRE LA CONSTELACION DE SATELITES.

Julio César Gianibelli, Ezequiel García, Guillermo Rodríguez y Nicolás Quaglino.

Universidad Nacional de La Plata – Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas

La Anomalia Magnética del Atlántico Sur es el efecto en superficie de la expresión del Geodínamo. Su expresión matemática mediante el desarrollo en esféricos armónicos muestran que la energía de la representación del campo bipolar está en constante disminución, mientras que la componente cuadrupolar aumenta considerablemente. La energía de los efectos bipolares y cuadrupolares se calcula mediante la siguiente ecuación

$$W_n(t) = \frac{1}{2n+1} \sum_{m=0}^n \left\{ \left[g_n^m(t) \right]^2 + \left[h_n^m(t) \right]^2 \right\}$$

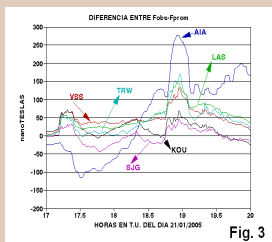
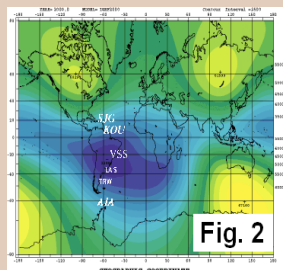


Fig. 3

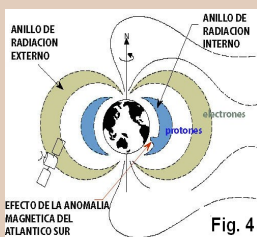


Fig. 4

La red de Observatorios Permanentes permite estudiar la Intensidad Total (F en nT) del Campo Magnético de la Tierra (CMT) en superficie para evaluar su tasa de cambio anual. En este trabajo se muestran los resultados de la disminución del CMT con una amplificación de la anomalía que puede llegar hasta las regiones subantárticas

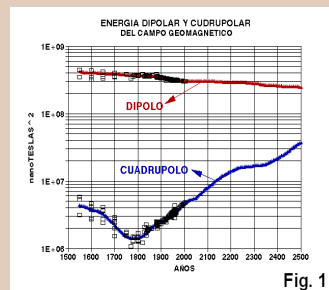


Fig. 1

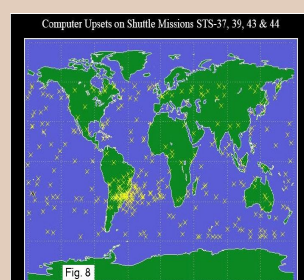
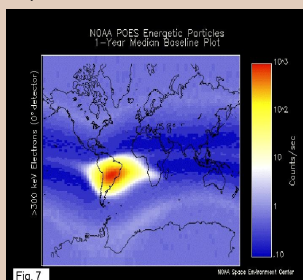
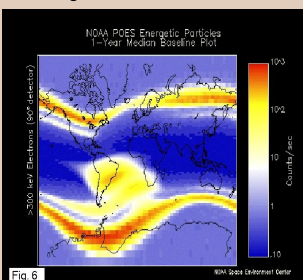
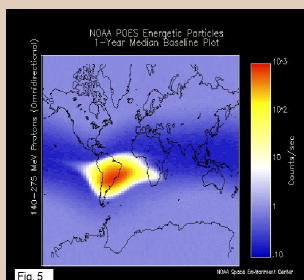


La anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS), se encuentra representada en la Fig. 2, donde en color azul oscuro, se identifican los valores mínimos de la Intensidad Total del CMT. Para este estudio se tomó como ejemplo el efecto de una eyección de masa coronal que produjo el día 21 de Enero de 2005, una intensa tormenta magnética registrada por la Red de Observatorios Permanentes. En particular, los de San Juan de Puerto Rico (SJC), Kourou (KOU), Vassouras (VSS), Las Acacias (LAS), Trelew (TRW), e Islas Argentinas (AIA). En la Fig. 3 se muestran los registros de F para dichos Observatorios. VSS, TRW y LAS, que se encuentran en el foco de la AMAS, tienen un efecto diferente a los de SJC, KOU y AIA, los que se encuentran en el borde, mostrando el efecto de la corriente anillo en su fase principal. Esto indica que para la región de la AMAS, el anillo de captura interno penetra sobre las regiones de la Ionósfera (ver figura 4).

Los estudios estadísticos, provistos por los operadores de satélites, de los tiempos y locaciones en el espacio de las anomalías en el funcionamiento de los satélites orbitando la Tierra, indican que la causa principal es el ambiente espacial magnetosférico. Las dos regiones magnetosféricas más expuestas a los peligros del medio ambiente espacial son la región de la Anomalia Magnética del Atlántico Sur (AMAS) y las zonas aurorales, según relevamientos hechos por sondas de la NASA y NOAA (Sonda POES). Ver Figuras 5, 6 y 7. En dichas regiones, en épocas de tormentas magnéticas, los mayores flujos de electrones y protones de altas energías acelerados en los cinturones de radiación de Van Allen, exponen a los satélites a dos tipos comunes de anomalías operacionales: los upsets de memoria y los comandos fantasmas. Otros fenómenos que degradan la vida útil del satélite son la descarga dieléctrica profunda y la degradación de los paneles solares.

Durante las tormentas magnéticas, los satélites quedan inmersos en un medio de electrones calientes que cargan la superficie del mismo con voltajes negativos los que pueden ser lo suficiente altos, en ciertos puntos de dicha superficie como para producir chispas. Estas chispas causan disrupciones en los circuitos eléctricos que pueden parecer señales electrónicas reales: *los comandos fantasma*, los que provocan cambios repentinos e inesperados en el modo de operación de los satélites.

Los protones energéticos acelerados en los Cinturones de Radiación hasta velocidades muy altas, provenientes del Viento Solar y el espacio interplanetario, pueden penetrar un satélite y sus circuitos eléctricos y producir cambios en el estado electrónico de los chips de memoria por ionización directa del material semiconductor. Estos eventos se llaman upsets simples (single event upset, SEU). Todos los satélites están expuestos a los SEU, incluyendo las sondas del Sistema de Posicionamiento Satelital GPS y las sondas de observación espacial, como por ejemplo la sonda SOHO, el telescopio espacial HUBBLE y las misiones Shuttle, de las cuales se muestra en la fig. 8, la ocurrencia de estos eventos para varias misiones.



CONCLUSIONES: Los modelos del campo geomagnético, permiten establecer las intensidades del geodínamo en la superficie de la tierra y a diferentes alturas. Asimismo, se estimó un modelo lineal para la tasa de cambio anual del campo, para los años comprendidos entre el 2000 y 2500 en el cálculo de la energía del campo geomagnético, comprobándose que la disminución de este en su efecto dipolar es comparativamente menor que el aumento del efecto cuadrupolar (Fig. 9). Esto permite predecir una mayor cantidad de fallas en las constelaciones satelitales en la región de la AMAS y ecuatoriales en los próximos 500 años. Otro de los efectos producidos en la región magnetosférica será sus cambios de simetría, ya que los valores estimados de campo magnético en el foco de la AMAS para el año 2100, predicen mínimos en la Intensidad del orden de 18000 nT. Este campo es sustancialmente menor que aquel que se tendría si el campo fuera totalmente dipolar. Finalmente el campo en la región Ionosférica para el año 2500, tendrá un aporte del efecto cuadrupolar de notable importancia frente al dipolar.

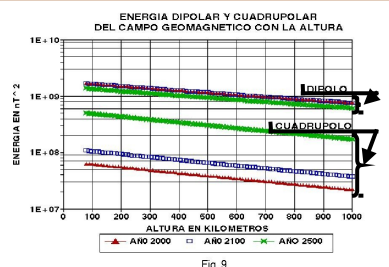


Fig. 9