

SATELITES METEREOLÓGICOS

F.Herrera y M.Arbelo

Dpto. Física Fundamental y Experimental, Universidad de La Laguna
38204-La Laguna, España

ABSTRACT

It's described the system used to obtain APT images from geostationary and polar orbit satellites and the data supplied by them in order to interpret meteorological phenomena like low pressure areas, saharian dust, volcanic activity and Persian Gulf events that disturbs globally or locally our planet.

KEY WORDS : Teledetection, APT, Meteosat, NOAA, Meteor, radiometer, IR, WV.

RESUMEN

Se describe el sistema utilizado para la obtención de imágenes APT de satélites de órbita polar y geostacionaria y los datos aportados por estas para la interpretación de situaciones meteorológicas como borrascas, polvo sahariano, actividad volcánica y bélica, que afectan de forma global o local a nuestro planeta.

PALABRAS CLAVE : Teledetección, APT, Meteosat, NOAA, Meteor, radiómetro, IR, WV.

INTRODUCCION

Dentro de la línea de Sistemas de Comunicaciones por Satélite, actualmente desarrollamos la Teledetección, y mas concretamente, lo que se refiere a la información recibida en baja resolución (APT) de los sensores remotos de los Satélites

Metereológicos, que nos permiten investigar la superficie y la envolvente de nuestro planeta .

En la recepción de imágenes APT, incluimos la de los satélites geostacionarios METEOSAT'S y los de órbita polar de la serie NOAA y METEOR.

El METEOSAT está situado a unos 35.800Km de altura en el plano ecuatorial a una longitud de 0°, lo que corresponde a la intersección del meridiano de Greenwich con el ecuador, en un punto situado sobre el Golfo de Guinea.

El satélite dispone de un radiómetro multiespectral con sensores remotos para captar la radiación en las bandas de 0.4-1.1µm VIS (visible), 5.7-7.1µm WV (banda infrarroja de absorción del vapor de agua) y 10.5-12.5µm IR (infrarrojo) los cuales generan imágenes en visible, IR y WV que son transmitidas durante 24 horas, estando el hemisferio observado por el satélite comprendido entre aprox. la longitud 60°W y 60°E.

Las imágenes en el visible corresponden a simples fotografías tomadas en el rango de 0.4-1.1µm y las correspondientes a IR y WV dan los valores de temperatura de continentes, océanos, nubes etc., correspondiendo las zonas oscuras de la imagen a temperaturas altas y las claras a las bajas.

Estas imágenes son transmitidas primero a Darmstad(Alemania) donde procesadas y divididas en 9 sectores, se realzan, se corrigen las distorsiones causadas por la curvatura terrestre y otras fuentes de distorsión y se le añaden las líneas de costa constituidas por una serie de puntos para

facilitar la identificación de los continentes, siendo devueltas al satélite donde son retransmitidas con algunos minutos de retraso a una velocidad de 240 líneas/min. a todas las estaciones terrestres.

La serie NOAA y METEOR está constituida por satélites de órbita polar que situados a unos 850Km de altitud, circunvalan la Tierra aprox. cada 102 minutos, de forma que el desplazamiento del satélite y la rotación de la Tierra dan lugar c/u a unos 4 pases diarios sobre nuestras coordenadas, 2 matutinos y 2 vespertinos, barriendo la franja de superficie terrestre que vá desde aprox. 50°N (Canal de la Mancha) a 0°N (Golfo de Guinea) y desde 45°W a 25°E. Las imágenes captadas por los sensores remotos operando en las bandas de 0.58-0.68 μ m en el visible y 10.3-11.3 μ m en el IR permiten obtener información similar a la de los METEOSAT'S, debiendo ser tratadas en las estaciones terrestres a fin corregir las distorsiones.

La señal que recibimos corresponde a la salida analógica de los sensores remotos modulando una subportadora de 2400Hz, la cual también lleva incorporada las señales de sincronismo que luego constituirán la base de tiempo del Frame Store donde los 2400Hz son filtrados recuperándose los datos de imagen.

PARTE EXPERIMENTAL

El sistema que utilizamos para el seguimiento, recepción, decodificación y registro de las señales APT (fig.1) consta de los siguientes equipos:

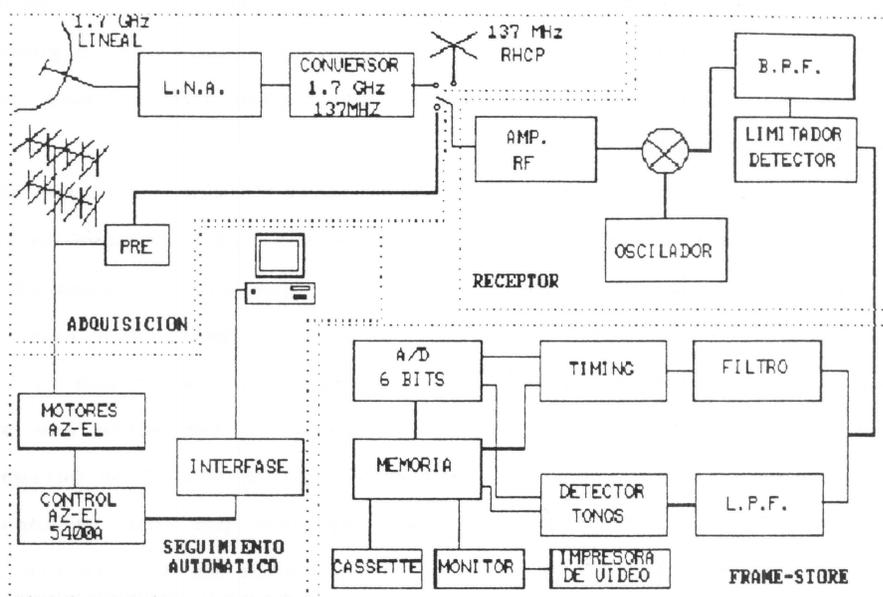


Fig.1.- Diagrama de bloques del sistema de recepción APT

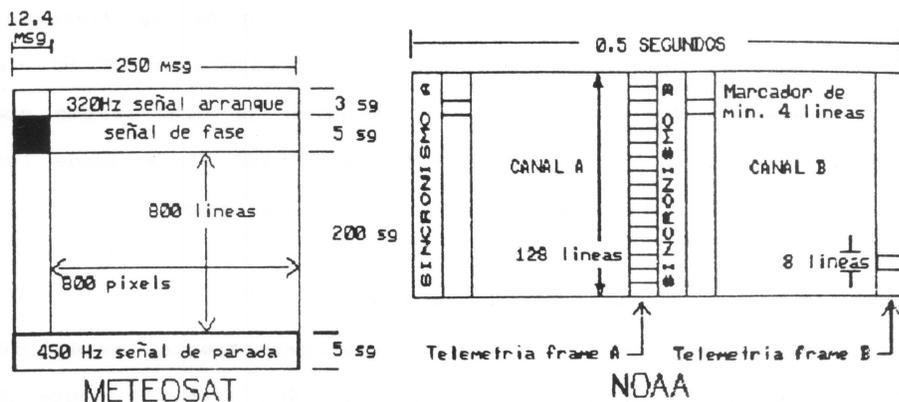


Fig.2.- Formato de la imagen APT correspondiente a los satélites de la serie Meteosat y NOAA

ANTENAS y SISTEMA DE SEGUIMIENTO. -

Serie METEOSAT'S

Consta de un paraboloide de 90cm orientado hacia el satélite, operando en 1.7GHz, seguido de un LNA (con GaAsFET con un NF <1.0 dB) cuya salida va conectada por medio de una línea coaxial de 5 db de atenuación a un conversor de 1.7GHz-137MHz.

Serie NOAA'S y METEOR'S

Utilizamos una antena omnidireccional constituida por un dipolo cruzado operando en RHCP, cuya ganancia de 3db es suficiente dada la potencia de emisión (5w)de estos vehiculos. El dipolo es seguido de un PRE con un NF de 1.5db, cuya salida va conectada al receptor, el cual recibe las señales de 137MHz del conversor y del PRE.

Asimismo, para el seguimiento disponemos de un sistema automático controlado por ordenador, el cual hemos diseñado y construido permitiendo el movimiento en AZ y EL de un sistema de antenas Yagi de distinta ganancia y polarización operando en 137,145 y 435 MHz. Estas se utilizan tanto para los satélites metereológicos, como para los Microsatélites que tambien recibimos.

RECEPTOR.-

El receptor, que opera a Xtal., permite recibir la banda de 137MHz de los NOAA'S y METEOR'S y los 1.691MHz (canal 1) y 1.694,5MHz (canal 2) de los METEOSAT'S. Tiene una sensibilidad de 0,4 μ V, un ancho de banda de 3MHz en RF y 50KHz en IF, un factor de rechazo de imagen >70db y una salida de 800mV conectada al

Frame Store y a un cassette estéreo que provee los 2400Hz necesarios para el sincronismo en el caso de algunos METEOR'S.

DECODIFICADOR.-

Constituido por el Frame Store transforma la información analógica a la salida del receptor en digital, mediante un filtro que extrae la información de la subportadora de 2400Hz que contiene los datos de imagen y canales de telemetría, los cuales, en forma de pulsos, van a un Conversor A/D de 6 bits y a la unidad de Memoria. Simultáneamente, la señal del receptor pasa por un filtro paso bajo y un detector de tonos para extraer la información de sincronismo de comienzo y final de línea, además de comienzo y final de imagen, la cual difiere, según se trate de satélites de órbita geoestacionaria (METEOSAT'S) o polar (NOAA'S y METEOR'S) y cuyas características pueden observarse en la fig. 2. La salida del detector de tonos va conectada también al A/D y a la unidad de Memoria, donde tenemos almacenada, en forma digital, toda la información, la cual debe ser transformada mediante un Conversor D/A en la señal que es mostrada en el subsistema de registro.

REGISTRO.-

Además de un monitor RGB de 14 pulgadas, utilizamos un cassette estéreo con cintas normales que nos permite grabar unos 6 pases y una impresora de video de baja resolución. Para el procesamiento de los datos de NOAA'S, utilizamos una interfase y el software adecuado que nos permiten pasar a diskettes la información. Actualmente se encuentra en proceso de desarrollo lo relativo a METEOSAT'S y METEOR'S.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los datos recibidos de los geoestacionarios permiten analizar situaciones a nivel global, como es el caso de fenómenos meteorológicos, actividad volcánica, etc., mientras que los polares permiten identificar más detalles, pero de superficies menores, circunscritas al área de recepción, de ahí que se complementen. Como prueba de ello, analizaremos diferentes situaciones que confirman esto.

SITUACIONES METEOROLOGICAS.-

Las imágenes en el visible del área de Canarias (fig.3 y 4), que hemos recibido el 4 de Julio de 1991 a las 08:17 TUC y 07:40 TUC corresponden a los satélites polares NOAA12 y METEOR3/4 respectivamente en su desplazamiento de N a S y barriendo aprox. la misma superficie. En ellas se puede observar la mejor resolución del METEOR, así como unas franjas horizontales debidas a cambios de contraste ocasionados por el sistema radiométrico de este satélite al adaptarse a las condiciones de radiancia a medida que se desplaza en su órbita.

En la imagen en visible de la fig.5, recibida el 4 de Enero de 1989 a las 13:31 TUC del METEOR3/2, se puede observar una borrasca sobre el área de Azores puesta en evidencia por una espiral nubosa en sentido ciclónico como corresponde al hemisferio norte en el que nos encontramos, al contrario de lo que ocurre en anticiclones o centros de altas presiones. Es evidente que el anticiclón que normalmente está situado en estas islas y de las que recibe el nombre ha quedado

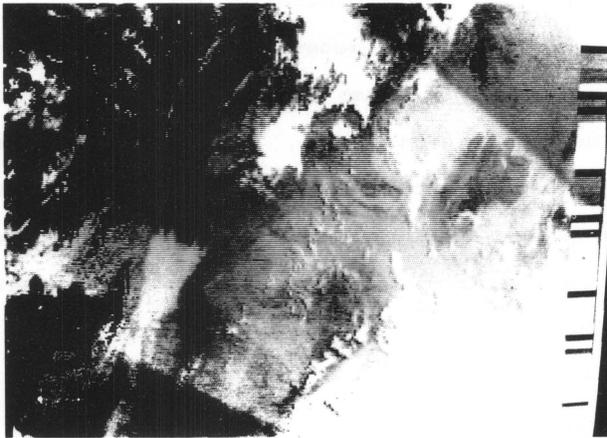


Fig.3.- Imagen en visible del área de Canarias, recibida el 4 Julio 1991 a las 08:17 TUC del satélite polar NOAA12(F.Herrera)

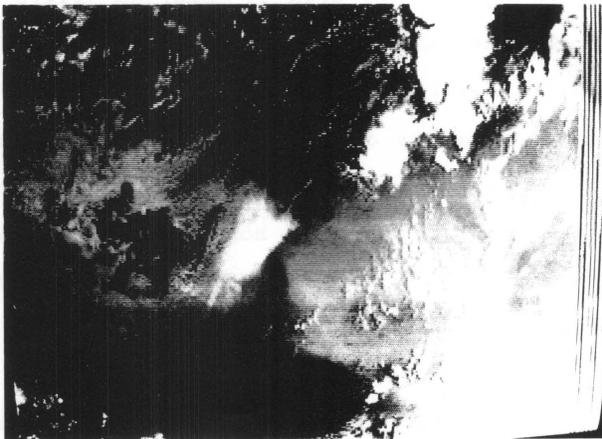


Fig.4.- Imagen en visible del área de Canarias, recibida el 4 Julio 1991 a las 17:40TUC del satélite polar METEOR3/4 (F.Herrera)

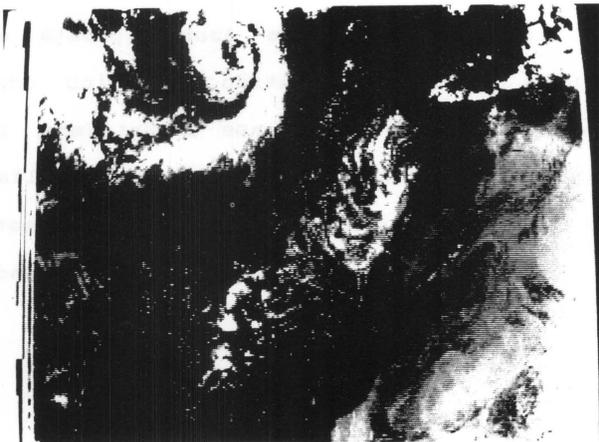


Fig.5.- Imagen en visible del 4 Enero 1989 a las 13:31 TUC del satélite polar METEOR/217, donde se aprecia una borrasca en el área de Azores(F.Herrera)

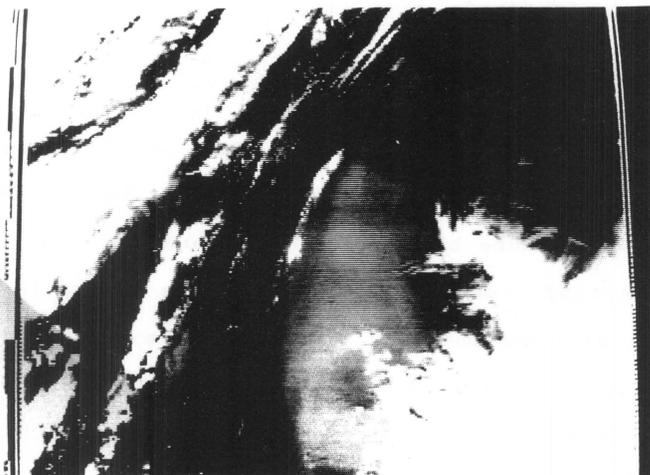


Fig.6.- Imagen en visible del área de Canarias, recibida el 18 Febrero 1989 a las 16:41 TUC, del satélite polar MET/217, donde se aprecia una nube de polvo sahariano que dificulta la visión del continente africano y se adentra en el océano (F.Herrera)

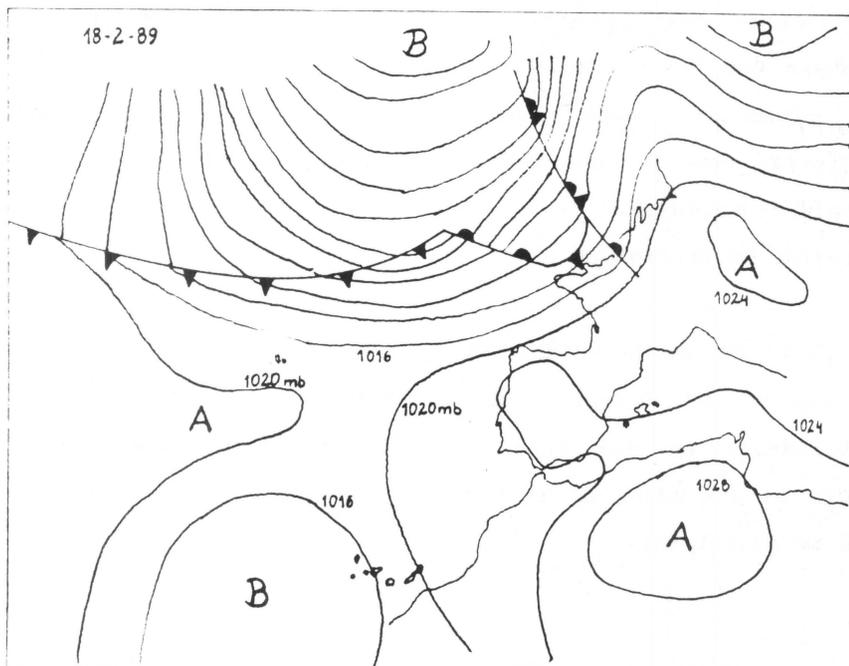


Fig.7.- Mapa sinóptico del 18 Febrero 1989, correspondiente al área anterior

desplazado, no pudiendo apreciarse en la imagen del satélite soviético.

POLVO SAHARIANO.-

La imagen en visible del area de Canarias (fig.6), recibida el 18 Febrero de 1989 a las 16:41 TUC del METEOR/217, muestra una tenue nube blanca que atravesando la foto, constituye un clásico episodio de tiempo sahariano que dificulta la visión de la costa africana, pudiendo observarse como ésta masa de aire cargada de polvo invade el Atlántico hasta los 15°W y desde 20 hasta los 35°N. Esta situación se corresponde con el mapa sinóptico mostrado (fig.7). Canarias se encuentra en medio de una borrasca y un anticiclón centrado en el norte del continente africano que provoca el desplazamiento de aire cargado de polvo hacia las islas orientales, estableciendo su circulación hacia el norte entre las isobaras de 1016 y 1020mb. En el resto del archipiélago, la depresión y las partículas en suspensión, que se comportan como núcleos de condensación, provocan precipitaciones de consideración, destacando los 22 litros/m² en la isla de La Palma.

ACTIVIDAD EN EL PERSICO.-

La fig.8 en el visible, recibida el 24 Febrero de 1991 a las 12:40 TUC desde el METEOSAT-4, muestra una nube de humo sobre la región de Kuwait como consecuencia del inicio de las hostilidades en esa zona. Imágenes posteriores nos permiten seguir la evolución de esta nube y la aparición de otras en la zona de conflicto.

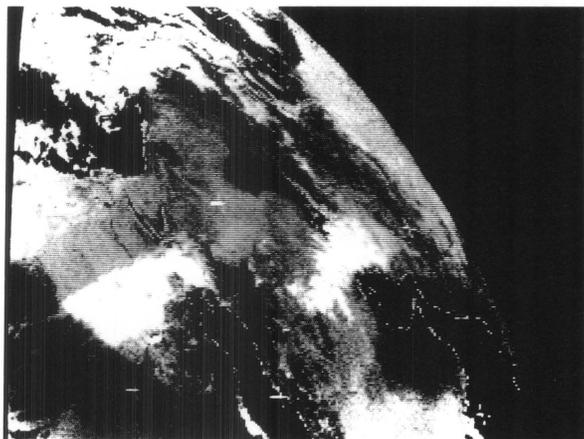


Fig.8.- Imagen en visible del Golfo Pérsico, recibida del Meteosat-4, el 24 Febrero 1991 a las 12:40TUC, donde se aprecia una nube sobre el área de Kuwait originada al comienzo del conflicto bélico (F.Herrera)

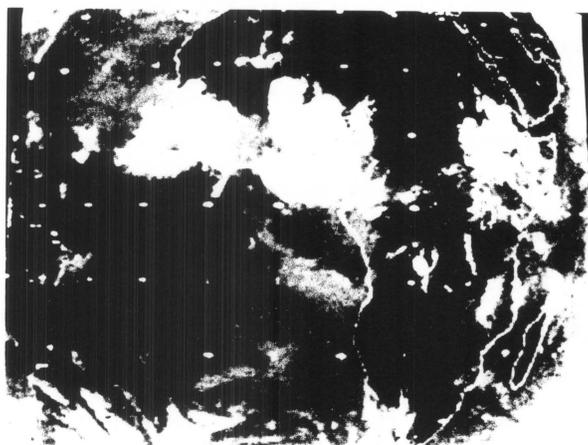


Fig.9.- Imagen en infrarrojo del hemisferio terrestre, recibida del Meteosat-4, el 4 Julio 1991 a las 12:14 TUC, donde se observa sobre la zona ecuatorial del continente africano, la nube de SO₂ y cenizas eyectada por el volcán filipino Pinatubo (F.Herrera)

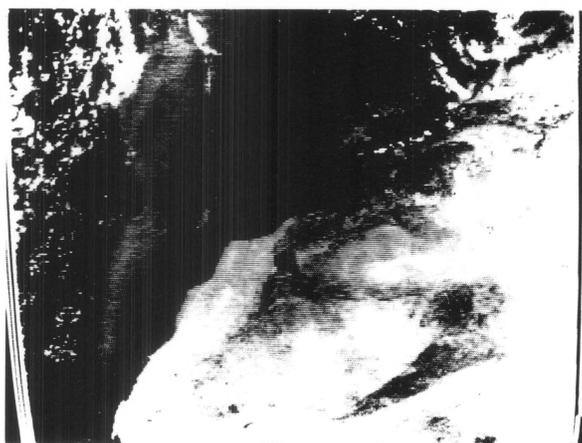


Fig.10.- En ésta imagen en visible, recibida el 29 Diciembre 1988 a las 09:27 TUC, del Meteor/217 se pueden observar las Islas Canarias y la costa africana con la cordillera del Atlas (F.Herrera)

ACTIVIDAD VOLCANICA DEL PINATUBO.-

En la imagen en el infrarrojo (fig.9), recibida el 4 de Julio de 1991 a las 12:14 TUC desde el METEOSAT-4, se puede observar el hemisferio terrestre visto desde el satélite. En ella se aprecia una franja nubosa sobre el centro del continente africano, entre las latitudes 15°N y 5°S originada por el SO₂ y cenizas eyectados por el volcán filipino Pinatubo alcanzando la estratosfera. Dicha nube se ha ido desplazando sobre la región ecuatorial, causando, en el caso que nos ocupa, una absorción de la radiación solar que llega al suelo, lo que se pone en evidencia por la disminución de temperatura observada en el IR en todo ese area . En esta imagen, también se puede observar la disminución progresiva de temperatura hacia el Sur, como consecuencia de la inclinación del eje terrestre(Invierno en el hemisferio Sur) y hacia el W debido a la posición del Sol (inicio del día en el continente americano).

BIBLIOGRAFIA

- Arthur Schwalb, "THE TIROS-N/NOAA A-G SATELLITE SERIES".NOAA Technical Memorandum NESS 95 (1978)
- F.A.Herrera Priano, "Sistema de Seguimiento Automático de Satélites". Proyecto de fin de Carrera presentado en la Escuela de Ingenieria Técnica de Telecomunicación de Las Palmas (1989)
- F.Herrera Cabello, "Experiencias de la Física Actual". Revista de la Academia Canaria de Ciencias., I, 273-283 (1990)
- F.Herrera, "Space Education in La Laguna University". The Proceedings of the AMSAT-UK Colloquium '90. University of Surrey, 93-100, 124-126, (July 1990)

Recibido: 29 de Julio de 1991