

OBTENCIÓN DE IMÁGENES DE LA SUPERFICIE TERRESTRE Y MARINA MEDIANTE RADIOMETRÍA DE MICROONDAS

A. BROQUETAS, L. JOFRE Y A. BREY.
Dep. TSC, Grupo AMR, U. Politéc. Cataluña. Barcelona

1. INTRODUCCIÓN

La utilización del espectro de microondas en la formación de imágenes radiométricas presenta la ventaja de aportar información complementaria a otras técnicas de teledetección, particularmente en la estima del contenido de agua del suelo y cultivos, además de la temperatura, salinidad y viento sobre el mar. El principal inconveniente de esta técnica es su baja resolución espacial, que está siendo gracias a los avances en la tecnología de antenas. La comunicación presenta un estudio mediante simulación en ordenador de las aplicaciones de la radiometría en teledetección que permite optimizar las características de trabajo del sensor para cada una de ellas.

2. RADIACIÓN TÉRMICA EN MICROONDAS

La ley de Rayleigh-Jeans (Ulaby et. al. 1982) describe adecuadamente el comportamiento emisor de un cuerpo negro

a frecuencias de microondas. De esta forma el brillo B en una dirección θ, ϕ viene dado para un ancho de banda Δf por:

$$B(\theta, \phi) = \frac{2k}{\lambda^2} T \Delta f$$

k es la constante de Boltzmann, λ la longitud de onda observada y T es la temperatura física del cuerpo. Un cuerpo real puede modelarse con una temperatura de brillo $T_B(\theta, \phi)$ inferior a la física. La potencia de señal recogida por un radiómetro puede expresarse en función de la temperatura equivalente de ruido T_{AP} observada en que suelen expresarse los resultados

$$P = k T_{AP} \Delta f$$

La temperatura aparente obtenida en aplicaciones de teledetección proviene de varias contribuciones: radiación gene-

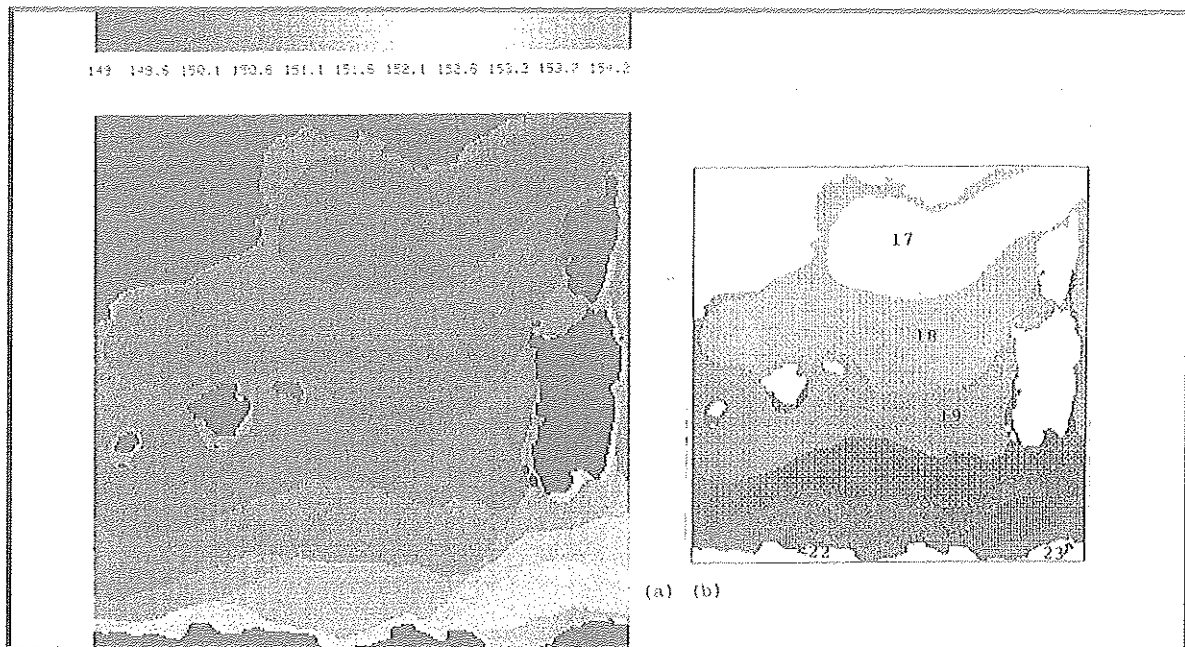


Imagen 1.- a) Simulación de una imagen radiométrica del Mediterráneo occidental. b) Temperaturas físicas de la zona.

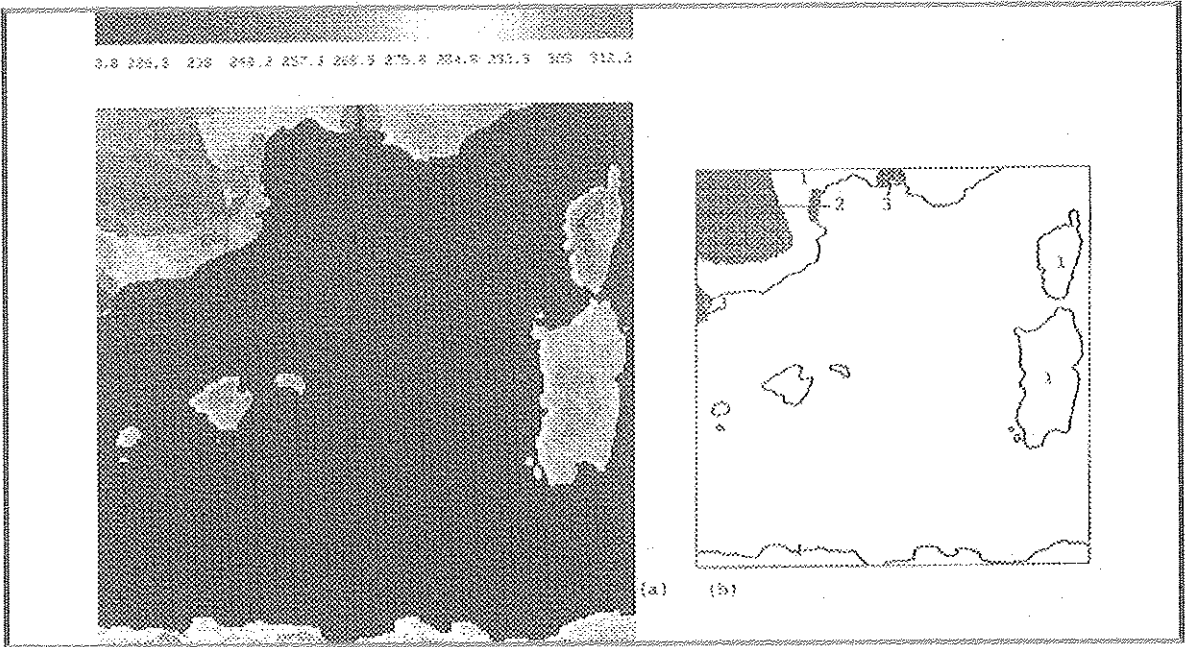


Imagen 2.- a) Simulación de la zona continental del Mediterráneo occidental. b) Mapa de humedad del suelo de dicha zona.

rada por la atmósfera, por la superficie terrestre y reflejada por ésta en la dirección de observación, procedente de la atmósfera u otras fuentes extraplanetarias.

3. EMISIÓN SUPERFICIAL

Existen varios modelos del comportamiento emisor de los medios marino y terrestre. En general la emisividad puede calcularse a partir de los coeficientes de dispersión radar biestáticos utilizando las expresiones de Peake (1959). En el mar únicamente es necesario considerar los parámetros superficiales al no existir penetración apreciable en el agua salada. El modelo utilizado considera el mar como una superficie con rugosidades mucho mayores que la longitud de onda de trabajo, con una distribución de inclinaciones de tipo gaussiano. Los modelos existentes para el medio continental son de tipo semiempírico, pues la gran diversidad de situaciones dificulta una caracterización física profunda (A. Stogiyn, 1967) El modelado de la capa vegetal es especialmente complejo al existir interacciones múltiples involucrando la estructura de las plantas y del suelo. Los factores con mayor incidencia en el comportamiento emisor continental son su contenido acuoso, su textura y composición, la rugosidad, la capa vegetal y el grado de hidratación de dicha capa (Ulaby et. al., 1982).

4. EMISIÓN ATMOSFÉRICA Y OTRAS FUENTES

La atmósfera se puede tratar como un medio absorbente en

la banda de microondas sin dispersión apreciable. Su contribución directa se modela como una temperatura ascendente y el cálculo de la contribución reflejada por la superficie terrestre se lleva a cabo conociendo la temperatura atmosférica descendente (Ulaby et. al., 1982). El cálculo de la absorción atmosférica se realiza a partir de las concentraciones de oxígeno, vapor de agua y de las formaciones nubosas.

Para completar las simulaciones se han añadido las fuentes de radiación extraterrestre de carácter puntual como el sol y otras radiofuentes y distribuido como el ruido de fondo del universo y el de nuestra galaxia.

5. SIMULACIONES REALIZADAS

Se ha confeccionado una biblioteca de modelos del medio continental y marino, teniendo en cuenta las contribuciones atmosféricas y externas. Estos modelos se han introducido en un conjunto de programas de simulación con el objetivo de estudiar aplicaciones concretas. Se han realizado simulaciones correspondientes a un sensor embarcado en satélite de órbita baja. La Imagen 1a corresponde a una simulación en la zona del Mediterráneo occidental, con un barrido cónico de 50 grados de inclinación, polarización vertical y una frecuencia de trabajo de 6,6 GHz. Se puede comprobar que la sensibilidad a la temperatura en estas condiciones es máxima. Por otra parte se minimizan las contribuciones de otros factores como salinidad, rugosidad superficial, etc. La escala de temperaturas es lineal entre 149° K y 154° K. En la Imagen 1b se presenta la temperatura física de la superficie marina en °C.

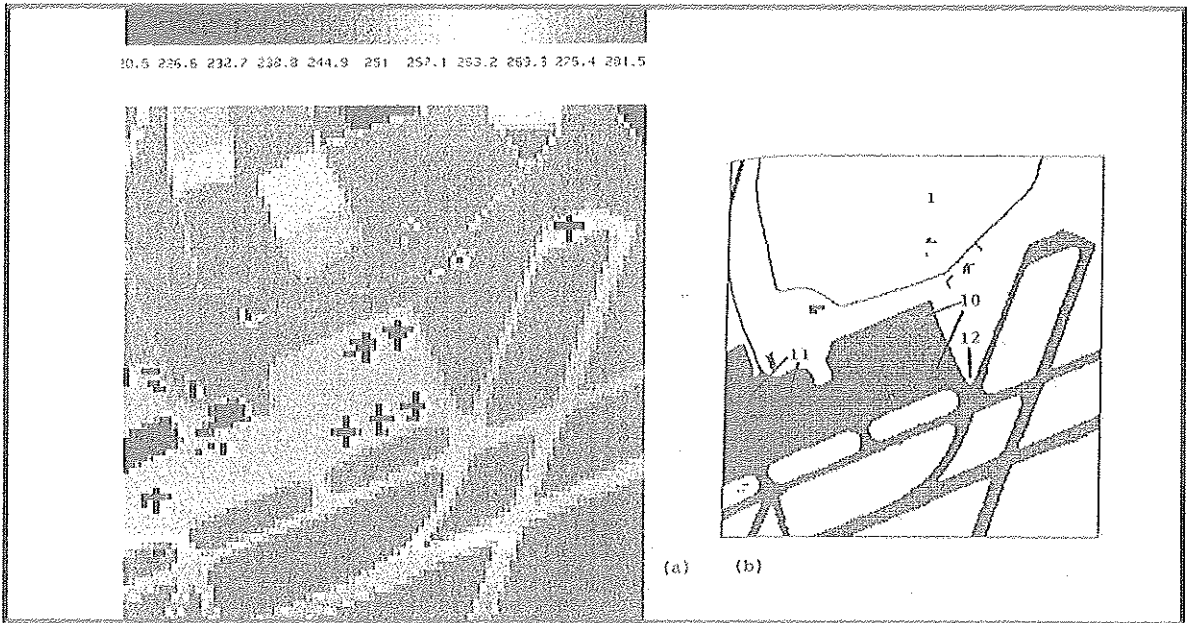


Imagen 3.- a) Imagen simulada correspondiente al aeropuerto del Prat (Barcelona). b) Materiales básicos constitutivos de cada zona.

La Imagen 2a muestra los resultados de una simulación correspondiente al medio continental de la misma zona, trabajando a 1,4 GHz, barrido cónico de 50 grados de inclinación y polarización vertical. La escala de temperaturas aparentes es lineal entre 220° K y 315° K. Se puede observar la influencia de la humedad del suelo en la imagen que se representa en la Imagen 2b, donde las diferentes zonas poseen unos contenidos acuosos de 0,1(1), 0,2(2) y 0,3(3) gr/cm³.

También se ha simulado la obtención de imágenes radiométricas utilizando sensores aerotransportados. La Imagen 3a corresponde a una zona del aeropuerto de Barcelona, observada a 35 GHz y utilizando una antena de 0,6 m de diámetro. El radiómetro está embarcado en un helicóptero que vuela a 500 m de altitud y a una velocidad de 100Km/h. La resolución espacial en este caso es de unos 10 m lo que permite observar algunos detalles de interés. La figura incluye la escala de temperaturas en el margen 220-280 K. Los aviones, objetos metálicos, poseen una temperatura de brillo muy baja, del orden de 40° K que se ha repre-

sentado al nivel mínimo de la escala. La simulación se ha realizado en condiciones de niebla de 50 m de espesor, con una visibilidad de 30 m, lo que impediría la utilización de frecuencias ópticas para visualizar la zona. La Imagen 3b indica la naturaleza de cada zona (1 suelo arenoso, 10 cuerpos metálicos, 11 cemento, 12 asfalto). Se han simulado también en la parte superior de la imagen una serie de cultivos produciendo diferentes temperaturas aparentes.

6. CONCLUSIONES

Se han confeccionado los modelos numéricos necesarios para simular aplicaciones de la radiometría de microondas para teledetección, incluyendo las contribuciones atmosféricas y extraterrestres. El software desarrollado se ha empleado en un estudio preliminar de visualización de escenas marinas y terrestres desde satélite, en las condiciones óptimas según el parámetro de interés. Finalmente se han simulado imágenes obtenidas desde plataformas aéreas, mostrando la capacidad del sensor de trabajar en ausencia de visibilidad óptica.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ F.T. ULABY; R.K. MOORE; A.K. FUNG, (1982): *Microwave Remote Sensing*, Volume I,II,III, Addison Wesley, Reading MA, USA.
- ✓ W.H. PEAKE, (1959): "Interaction of electromagnetic waves with some natural surfaces", *IRE Trans.*, AP-7, p.5342.
- ✓ A. STOGRYN (1967): "The apparent temperature of the sea at microwaves frequencies", *IEEE Trans. on Antennas & Prop.*, AP-15, pp.278-276.