

# ZONES WITH QUASI-DISCONTINUOUS MAGNETIC CONNECTIONS IN THE PHOTOSPHERE AND SOLAR FLARES

## ZONAS CON CONEXIONES MAGNETICAS CUASI-DISCONTINUAS EN LA FOTOSFERA Y FULGURACIONES SOLARES

L.G.Bagalá <sup>1</sup>, C.H. Mandrini <sup>1</sup> y P.Démoulin <sup>2</sup>

1. Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)- Buenos Aires.

2. DASOP- Observatoire de Paris - France

### Abstract

The topological structure of active regions is related with flare brightenings. (Mandrini et al, 1991, 1993; Démoulin et al, 1992, 1993, 1994). In these works, we modeled the observed longitudinal magnetic field by means of a discrete number of subphotospheric magnetic poles, and derived the magnetic topology taking into account the connections between these poles (*source method, MF*). We present here a new method (*quasi-discontinuity method, MQD*). It finds the regions above the photosphere where the connectivity of field lines changes drastically.

### Resumen

La estructura topológica de las regiones activas está relacionada con los brillantamientos debidos a las fulguraciones (Mandrini et al, 1991, 1993; Démoulin et al, 1992, 1993, 1994). En estos trabajos, el campo magnético fotosférico se modelaba en base a un conjunto de fuentes ubicadas por debajo de la fotosfera y la topología se definía teniendo en cuenta las conexiones entre éstas (*método de fuentes, "MF"*). Aquí presentamos un método nuevo, llamado de *cuasi-discontinuidad (MQD)*. La finalidad de éste es encontrar las regiones en donde ocurren cambios rápidos en la conectividad de las líneas de campo por encima de la fotosfera.

### Introducción

Se han desarrollado varios modelos en 2D y 2D1/2 en los que el proceso de reconexión del campo magnético tiene lugar en láminas de corriente que pueden formarse en los alrededores de los puntos

nulos o en las separatrices. En las láminas las líneas de campo cambian su conectividad en forma discontinua. Sin embargo, no está claro aún como procede este mecanismo en 3D. En nuestros estudios usando el MF, hemos encontrado que los brillantamientos de las fulguraciones están ubicados sobre las separatrices y que su posición coincide con las zonas donde las conexiones magnéticas "parecen ser discontinuas". Se tienen entonces tanto argumentos teóricos como observacionales para desarrollar un método que permita encontrar las regiones que presentan una drástica variación en las conexiones magnéticas a nivel fotosférico.

### Breve descripción del método

Sean  $(x,y)$  y  $(x',y')$  las coordenadas de la posición inicial y final respectivamente de una línea fotosférica de campo. La conectividad de las líneas de campo de la región activa está caracterizada por:  $X=x'-x$ ,  $Y=y'-y$  como función de la posición inicial  $(x,y)$ . Por variación drástica en la conexión de una línea entendemos que:  $X(x,y)$ ,  $Y(x,y)$  se modificarán apreciablemente frente a una variación leve de  $(x,y)$ . Se define una función  $F(x,y)$  que caracteriza a estas variaciones drásticas como:

$$F(x,y) = \sqrt{\left(\frac{dX}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dY}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dX}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dY}{dx}\right)^2}$$

$F(x,y)$  satisface las siguientes características: 1) es adimensional, 2) es independiente del sistema de coordenadas, 3) acumula la variación de la conexión de una línea de campo en ambas direcciones,  $x$  e  $y$ , y 4) la ubicación espacial de los valores más altos de  $F$  determina las regiones donde la conexión de las líneas de campo en la fotosfera cambia drásticamente. La estimación numérica de la función  $F$ , en una región fotosférica dada, requiere del cálculo de un inmenso número de líneas de campo. Luego, se comienza con una grilla numérica rectangular gruesa. Esta permite tener una primera estimación del valor de  $F$  en todos los puntos de la grilla, usando diferencias finitas centradas. Las  $N$  ubicaciones donde  $F$  es mayor que un cierto valor se conservan y el cálculo se repite usando una grilla dos veces más fina, sólo en los puntos cercanos a los  $N$

anteriores. El proceso se repite hasta que se obtiene una precisión espacial adecuada. El valor de  $N$  se impone en cada iteración para obtener resultados más rápidos y precisos.

## Conclusiones

Aplicamos el *MQD* a varias regiones activas cuya topología había sido estudiada anteriormente usando el *MF*. De este estudio preliminar vemos que:

- El *MQD* define zonas abiertas que no pueden asociarse uno a uno con las clásicas celdas de conectividad dadas por el *MF*.
- Las bandas dadas por el *MQD* coinciden con porciones de las separatrices definidas por el *MF*.
- En las regiones activas bipolares el *MQD* define dos bandas elongadas con dos zonas en donde las conexiones varían drásticamente, mientras que en las regiones cuadrupolares aparecen 4 zonas de conectividad discontinua. Esto está de acuerdo con las observaciones de la morfología de los brillantamientos.
- Dado que se ha demostrado (Démoulin et al, 1994 en preparación) que cualquier movimiento fotosférico, en particular aquellos que ocurren a gran escala, induce la formación de corrientes concentradas en la zona de *cuasi-discontinuidad*; la coincidencia de las corrientes fotosféricas derivadas de los magnetogramas vectoriales con las zonas de variación drástica y los brillantamientos sugieren, que éstas son las que proveen la energía que luego se libera por reconexión durante las fulguraciones. Las zonas de reconexión estarían ubicadas sobre superficies abiertas cuya intersección con la fotosfera son las bandas de *cuasi-discontinuidad*.

## Referencias

- Démoulin, P., Hénoux, J.C., Mandrini, C.H.: 1992, *Solar Phys.* 139, 105.  
Démoulin, P., van Driel-Gesztelyi L., et al: 1993, *Astron. Astroph.* 271, 292.  
Démoulin, P., Mandrini, C., Rovira M., et al: 1994, *Solar Phys.* 150, 221.  
Mandrini, C., Démoulin, P., et al: 1991, *Astron. Astroph.* 250, 541.  
Mandrini, C., Rovira, M., Démoulin, P., et al: 1993, *Astron. Astroph.* 272, 609.