

## Reconexión tipo Petschek bajo el marco de la RRMHD.

### RESUMEN

En el presente trabajo se estudia de forma numérica procesos de reconexión tipo Petschek (1964) [Petschek 1964], utilizando el marco conceptual de la Magnetohidrodinámica Resistiva Relativista (Relativistic Resistive Magnetohydrodynamics; RRMHD). Para ello exploramos la evolución de las tasas de reconexión, en diferentes valores de magnetización y con velocidades de Alfvén moderadas ( $0,2c \leq VA \leq 0,5c$ ). La reconexión magnética es un proceso fundamental en la física de plasmas, presente en escalas de laboratorio como astrofísico. Este proceso permite la conversión de energía magnética en energía térmica, dentro de la región de difusión. En los últimos años, los procesos de reconexión son el foco de atención para explicar eventos explosivos en el espacio, como los flares, GRB y aniquilación magnética en ambientes de plasmas relativistas, entre otros.

Watanabe & Yokoyama (2006) [Watanabe 2006] realizan el primer intento de modelar procesos de reconexión dentro del marco de la RRMHD, pero sus simulaciones resultan numéricamente inestables. Luego con los aportes de Komissarov (2007) [Komissarov 2007] y Palenzuela et al. (2009) [Palenzuela 2009], quienes por primera vez resuelven numéricamente de forma estable las ecuaciones de la RRMHD, varios trabajos han surgido, entre ellos los de Zenitani et al. (2010) [Zenitani 2010], Takahashi et al. (2011) [Takahashi 2011] y Takeshige et al. (2019) [Takeshige 2019]. Este estudio fue realizado con ayuda de la herramienta computacional CUEVA [Miranda 2014], la cual incorpora los métodos numéricos más recientes para resolver las ecuaciones de la RRMHD. Como son, los integradores temporales tipo Runge-Kutta, IMEX [Palenzuela 2009] y MIRK [Aloy 2016] y el resolvidor de flujos aproximado de Riemann HLLC [Miranda 2018], herramientas diseñadas exclusivamente para la RRMHD.

Cómo setup inicial, asumimos un campo magnético anti-paralelo (modelo de capa de corriente relativista de Harris), una resistividad espacialmente constante y de igual forma una entrada de flujo constante a la región de reconexión. Bajo estas condiciones iniciales, las simulaciones han revelado una reconexión de tipo Petschek cuasi-estacionaria, caracterizada por un chorro de reconexión rápida que se desplaza a través de un estrecho conducto. En este estudio encontramos que las tasas de reconexión, concuerdan con las predichas por el modelo de Petschek [Petschek 1964], para velocidades de Alfvén ( $VA$ ) en el régimen clásico. De igual forma verificamos que cuando  $VA$  se acerca a valores relativistas y la magnetización ( $\sigma$ ) aumenta, la rapidez con la que las líneas de campo magnético se aniquilan aumenta y por tanto también la rapidez de conversión de energía magnética a cinética en el plasma.

### REFERENCIAS

- [Aloy 2016] Aloy, M.Á., Cordero-Carrión, I., 2016. Minimally implicit Runge-Kutta methods for Resistive Relativistic MHD. *Journal of Physics: Conference Series* 719, 012015. URL: <http://stacks.iop.org/1742-6596/719/i=1/a=012015>
- [Komissarov 2007] Komissarov S. S., 2007, *MNRAS*, 382, 995, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2007.12448.x>
- [Miranda 2014] Miranda-Aranguren, S., Aloy, M.A., 2014. Building a numerical relativistic non-ideal magnetohydrodynamics code for astrophysical applications, Cambridge University Press. *IAUS*, 302, 64. doi:10.1017/S1743921314001732.
- [Miranda 2018] Miranda-Aranguren, S., Aloy, M.A., Rembiasz, T., 2018. An hllc riemann solver for resistive relativistic magnetohydrodynamics. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 476, 3837–3860. doi:10.1093/mnras/sty419.
- [Palenzuela 2009] Palenzuela, C., Lehner, L., Reula, O., Rezzolla, L., 2009. Beyond ideal MHD: towards a more realistic modelling of relativistic astrophysical plasmas. *MNRAS* 394, 1727–1740. doi:10.1111/j.1365-2966.2009.14454.x, arXiv:0810.1838.
- [Petschek 1964] Petschek H. E., 1964, *NASA Special Publication*, 50, 425.
- [Takahashi 2011] Hiroyuki R. Takahashi et al., 2011, *ApJL*, 739, L53. doi:10.1088/2041-8205/739/2/L53
- [Takeshige 2019] Satoshi Takeshige et al., 2019, *Astronomical Society of Japan*, Volume 71, Issue 3, 63., <https://doi.org/10.1093/pasj/psz038>
- [Watanabe 2006] Naoyuki Watanabe and Takaaki Yokoyama., 2006, *ApJ*, 647 L123. doi:10.1086/507520
- [Zenitani 2010] Seiji Zenitani et al., 2010, *ApJL*, 716, L214. doi:10.1088/2041-8205/716/2/L214

## **Nivel de formación**

Pregrado

**Autores primarios:** PINEDA MORALES, Angie Lorena (Universidad Distrital Francisco José de Caldas); HUERTAS ARCHILA, Camilo Andrés (Universidad Distrital Francico José de Caldas); MIRANDA-ARANGUREN, S. (Universidad Distrital Francico José de Caldas)

**Presentadores:** PINEDA MORALES, Angie Lorena (Universidad Distrital Francisco José de Caldas); HUERTAS ARCHILA, Camilo Andrés (Universidad Distrital Francico José de Caldas)

**Clasificación de la sesión:** Posters