

RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ



**ACTUALIZACION DE
INSTRUMENTO ÓPTICO FPI EN
ESTACIÓN ÓPTICA DEL ROJ**

LUIS NAVARRO, OSCAR VELIZ

CIELO

SETIEMBRE, 2010

RESUMEN

En el presente reporte se detalla los cambios realizados al instrumento óptico Interferometro Fabry-Perot de la estación óptica del Radio Observatorio de Jicamarca ($11^{\circ}57'31.38''\text{S}$, $76^{\circ}51'36.84''\text{W}$) mediante los cuales se ha incrementado su sensibilidad al doble de órdenes interferométricos de la línea OI de la luminiscencia nocturna.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	DESARROLLO	4
2.1	Camino óptico original.....	5
2.1.1	Resultados obtenidos.....	5
2.2	Camino óptico actualizado	6
2.2.1	Resultados obtenidos.....	6
3	RESULTADOS	7
4	CONCLUSIONES	7
5	RECOMENDACIONES	7
	BIBLIOGRAFÍA.....	8

ACTUALIZACIÓN DE INSTRUMENTO ÓPTICO FPI EN ESTACIÓN ÓPTICA DEL ROJ

1 INTRODUCCIÓN

En agosto del 2009 fue inaugurada la estación óptica del ROJ en el cual se encuentra diferentes instrumentos científicos como un Interferómetro Fabry-Perot, una cámara All-Sky, una estación meteorológica y un magnetómetro.

El interferómetro Fabry-Perot (FPI) ha estado tomando datos desde entonces con una sensibilidad de cuatro (4) anillos interferométricos y estos datos han servido para estudiar el acoplamiento de los *ion drifts* observados con el radar del ROJ y de los vientos neutros ionosfericos observados con el FPI en la estación óptica. La sensibilidad mencionada corresponde al diseño del camino óptico original, sin embargo, se vio conveniente realizar cambios al camino óptico para mejorar esta sensibilidad y obtener el doble de órdenes sustituyendo ciertos componentes ópticos y eliminando otros.

2 DESARROLLO

El interferómetro Fabry-Perot (FPI) fue diseñado y construido en la Universidad de Clemson para realizar observaciones de vientos y temperatura de la ionosfera (Termosfera 200-300Km) mediante métodos de interferometría óptica. Este consta de diferentes elementos ópticos para poder guiar la luminiscencia nocturna que proviene del cielo, crear órdenes interferométricos para finalmente acabar sobre una cámara CCD.

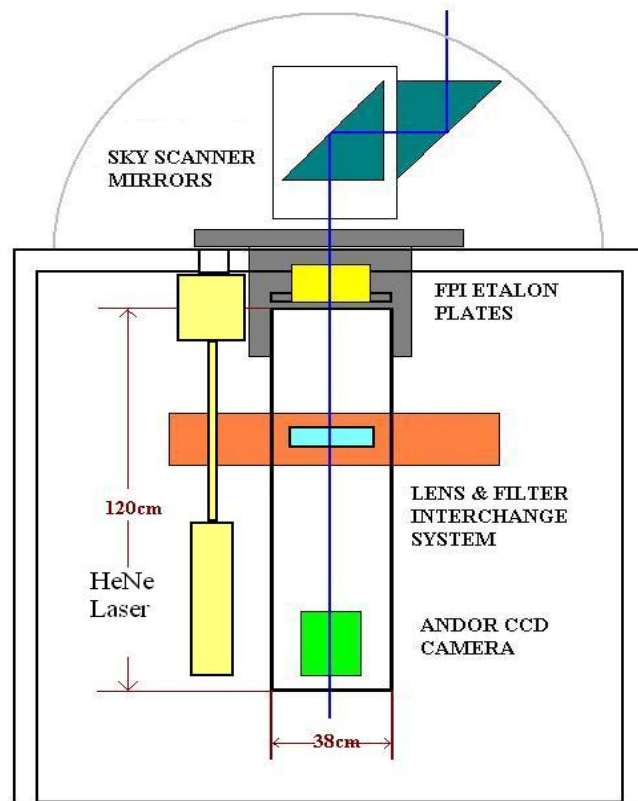


Figura 1 Esquema del interferómetro Fabry-Perot.

2.1 Camino óptico original

Tal como se puede observar en la Figura 1, la luminiscencia nocturna, que se genera en la atmósfera mediante diferentes reacciones químicas, sigue todo el camino mostrado en azul. Esta es recogida mediante un sistema de espejos y motores llamado SkyScanner que apunta a un punto en el cielo con un campo de vista de 1.5 grados.

Una vez de haber sido recogida mediante el sistema de apunte SkyScanner, la ondas de la luminiscencia atraviesan el camino óptico indicado en la Figura 2. El primer elemento del camino mostrado es el etalón, que es un sistema formado por dos (2) platos de espejos paralelos. Este elemento genera copias paralelas retardadas de la onda de entrada. Es importante mencionar que exactitud del sistema puede ser gravemente alterada si las condiciones de temperatura y presión internas del etalón varían, ya que estas realizarían variaciones sobre la fase de las copias generadas a la salida del etalón.

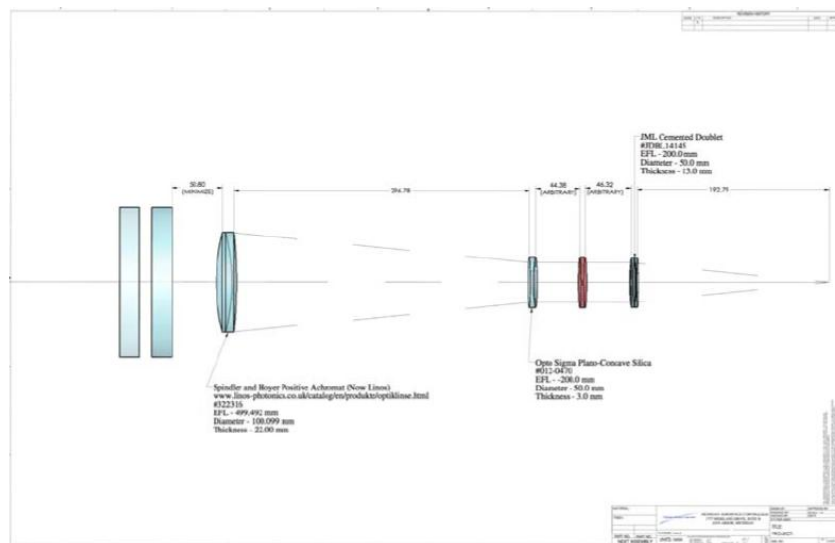


Figura 2 Elementos ópticos del Interferómetro Fabry-Perot: Etalón, lente objetivo, lente plano-concavo, filtro de oxígeno, lente objetivo secundario.

Luego se atraviesa el lente objetivo que es el encargado de generar las interferencias al reducir el campo de vista y juntar todos los rayos a la salida del etalón. Estos rayos ya interferidos necesitan ser filtrados, por lo que se paralelizan mediante un lente plano-cóncavo. De esta manera, se atraviesa el filtro de oxígeno de 630nm dejando pasar solo la línea OI correspondiente a la onda generada por las moléculas de oxígeno en el *airglow*. Finalmente, los rayos filtrados resultantes se concentran con un nuevo lente objetivo secundario sobre el chip CCD de la cámara Andor DU434.

2.1.1 Resultados obtenidos

Con la óptica descrita anteriormente, se han obtenido resultados durante los meses de agosto 2009 hasta julio 2010. Estos han sido importantes para el estudio de la dinámica ion-neutral de vientos ionosféricos. Un ejemplo de estos puede observarse en la Figura 3.

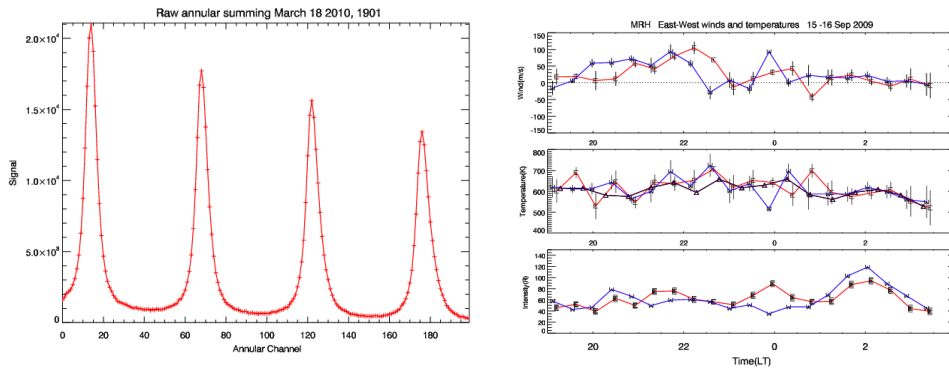


Figura 3. Derecha: Órdenes interferométricos de laser. Izquierda: Vientos y temperaturas ionosféricas Este-Oeste para el 15-16 Sep 2009

En los gráficos mostrados en la Figura 3 se observa en la parte superior los vientos con dirección Este y Oeste con una declinación de 45 grados con respecto al Zenith, que corresponde al plano perpendicular sobre la superficie terrestre, en la parte media podemos ver la temperatura y en la parte inferior la intensidad de la señal.

2.2 Camino óptico actualizado

A pesar de que los resultados obtenidos hasta el momento eran significativos, se observó la posibilidad de poder incrementar la sensibilidad con simples modificaciones ópticas sin tener que rediseñar el sistema. Para lograr este objetivo se propuso el esquema mostrado en la Figura 4.



Figura 4. Actualizacion de sistema óptico de FPI

En la Figura 4 se observa que la propuesta corresponde a un incremento en tamaño del lente objetivo y del filtro de oxígeno, así como la extracción del lente objetivo secundario y del lente plano-cóncavo.

Lo anterior genera que las ondas de entrada sean filtradas antes de atravesar el etalón, además de cambiar la distancia focal del lente objetivo a la cámara CCD teniendo que acercar la cámara CCD.

2.2.1 Resultados obtenidos

Con la óptica descrita anteriormente, se obtuvieron los resultados esperados de incremento de la sensibilidad al duplicarse el número de órdenes interferométricos. Esto influyó directamente en la reducción del error y en el incremento de datos obtenidos como se puede observar en la Figura 5.

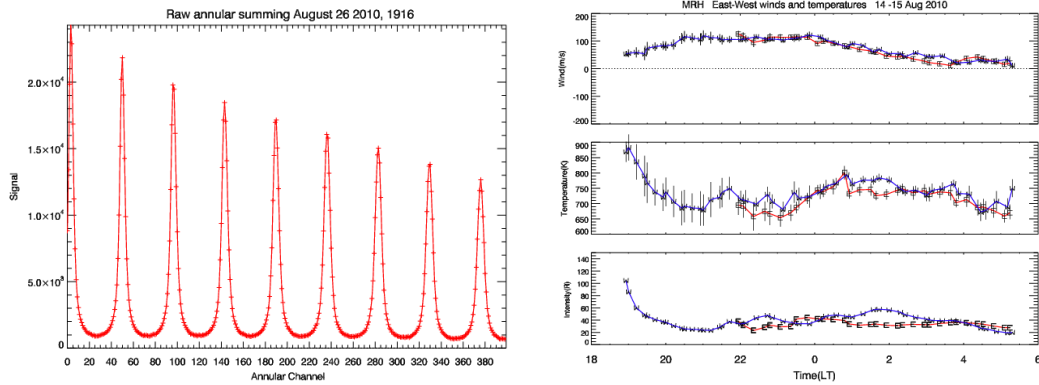


Figura 5. Derecha: Órdenes interferométricos de láser. Izquierda: Vientos y temperaturas ionosféricas Este-Oeste para el 14-15 Agos 2010

3 RESULTADOS

- Fue posible realizar una actualización del sistema óptico del FPI-MRH con simples modificaciones y de esta manera incrementar la sensibilidad al doble.
- Se tiene una reducción del error y un incremento del número de datos aun para periodos de luna llena.

4 CONCLUSIONES

El trabajo realizado muestra la importancia del diseño para un instrumento científico. Una vez controlado la presión y temperatura del etalón y la temperatura del ambiente que ocupa el instrumento, el diseño del camino óptico, así como de sus elementos, brinda la oportunidad de aprovechar al máximo los componentes que conforman el instrumento. Asimismo, se concluyen los siguientes puntos:

- Fue posible incrementar la sensibilidad del equipo sin rediseñar todo el sistema.
- Brinda facilidades para el mantenimiento y calibración del enfoque del sistema óptico del instrumento.

5 RECOMENDACIONES

- Evaluar la posibilidad de realizar un *upgrade* similar para el equipo de Arequipa.

BIBLIOGRAFÍA

- HERNANDEZ, G., Fabry-Perot interferometers, Cambridge and New York: Cambridge University Press (Cambridge Studies in Modern Optics, No. 3), 1986
- HECHT-ZAJAC, Optica. 1era edición. USA: Addison-Wesley Iberoamericana, 1974
- MERIWETHER, J. W., M. A. Biondi, F. A. Herrero, C. G. Fesen, and D. C. Hallenbeck. Optical interferometric studies of the nighttime equatorial thermosphere: Enhanced temperatures and zonal wind gradients, Journal of Geophys. Res., 102, 20,041–20,058, 1997.
- BIONDI, M. A., J. W. Meriwether Jr., B. G. Fejer, S. A. Gonzalez, and D. C. Hallenbeck, Equatorial thermospheric wind changes during the solar cycle: Measurements at Arequipa, Peru, from 1983 to 1990, Journal of Geophys. Res., 96, 15,917–15,931, 1991. (Correction, J. Geophys. Res., 100, 7863, 1995.)
- BIONDI, M. A., S. Y. Sazykin, B. G. Fejer, J. W. Meriwether, and C. G. Fesen, Equatorial and low-latitude thermospheric winds: Measured quiet time variations with season and solar flux from 1980 to 1990, J. Geophys. Res., 104, 17,091–17,106, 1999.