

## **Método fotográfico para verificar y mejorar la alineación polar- v3.0**

Por Fernando Gómez  
2014-11-15

### **Prólogo**

Para quienes hacemos astrofotografía y estamos obsesionados con el tema del seguimiento, con las benditas cámara guía, con el software PHD y toda esa parafernalia hay un principio básico que siempre debemos tener presente

“El mejor sistema de guiado de una montura es aquél que no guía en absoluto”

Parece un contrasentido pero la verdad es que si el motor de Ascensión Recta gira sincrónicamente con la Tierra (esto con la electrónica de hoy en día está descartado) y el error periódico de los engranajes está corregido, entonces la única razón teórica para que las estrellas aparezcan con trails en las fotos es que la alineación polar sea imprecisa.

Creo que no hay nadie que no haya experimentado la frustración de intentar fotografiar objetos cerca del polo y que el sistema de autoguiado jamás puede corregir las derivas.

El problema en esos casos no está en el sistema de autoguiado sino que se debe a una alineación polar imprecisa.

### **Aspectos previos**

El método para lograr una alineación polar lo suficientemente precisa para poder hacer fotografías de larga exposición fue desarrollado por Edward Skinner King profesor de Astronomía del Observatorio de Harvard en la década de los 30.

Este método tiene su utilidad una vez que ya hemos hecho la alineación polar gruesa (con una brújula, una tabla de declinaciones magnéticas y un nivel) y la alineación fina por el método de la deriva.

Hay mucha documentación sobre la alineación por el método de la deriva disponible en Internet y en este propio Foro por lo que no voy a ahondar en ellas.

### **Introducción**

El método al que me voy a referir, si bien se puede aplicar por sí sólo, tiene su mayor utilidad para terminar de corregir los errores residuales que pueden quedar luego de la alineación por el método de la deriva.

También tiene mucha utilidad para verificar si una vez culminada la alineación polar, la misma es lo suficientemente precisa.

### **Principio del método.**

El método consiste en fotografiar la zona polar y analizar los trials de las estrellas.

El procedimiento se realiza en dos etapas primero se deja el reloj de la montura corriendo por un determinado tiempo (xej 5 min) y luego se lo apaga por otro tiempo igual (digamos también 5 min).

Analizando la fotografía obtenida se puede concluir a partir de ella en que sentido se deben realizar las correcciones de azimuth e inclinación .

### Un poco de teoría.

Si la montura está perfectamente alineada entonces la foto obtenida debería mostrar estrellas puntuales (correspondientes a los primeros 5 min) y luego un arco circular (correspondiente a los segundos 5 min)



Si la montura no está perfectamente alineada entonces en la fotografía aparecerá un pequeño trial correspondiente a los primeros 5 minutos y luego el arco circular del movimiento sideral diurno.



Analizando la figura que se forma con el trial y con el arco circular se puede determinar en que sentido se debe corregir la montura.

Intentaré explicarlo

Los trials durante los primeros 5 min se deben a que el centro de rotación de la montura no coincide con el polo.

En esa condición va a existir un desplazamiento en la placa fotográfico proporcional a la diferencia vectorial entre los radios que van a la estrella y que están centrados respectivamente en el polo celeste y en el centro de rotación de la montura.

NOTA 1-En realidad este método considera el polo refractado y no el polo celeste verdadero. La refracción atmosférica introduce una complicación adicional ya que las estrellas las vemos en posiciones diferentes a través de la atmósfera a las que en realidad se encuentran. El fenómeno de la refracción es mayor sobre el horizonte y disminuye a medida que nos acercamos al zenit

Este desplazamiento relativo es igual a la diferencia vectorial entre los radios multiplicado -en cuadratura- por la velocidad angular de rotación de la tierra y por el tiempo de la exposición (5 min)

Es la simple fórmula matemática del desplazamiento en un movimiento circular uniforme

$$ds = r \times \omega dt$$

Supongamos que la montura está perfectamente alineada en Azimut (cosa que es muy probable si hubiésemos utilizado previamente el método de la deriva con una estrella sobre el meridiano) pero que está apuntando por debajo del polo.

En el dibujo  $r_p$  es el radio que va desde el polo celeste (PC) a la estrella en análisis y  $r_m$  es el radio que va desde el centro de la montura (PM) a la estrella en análisis.

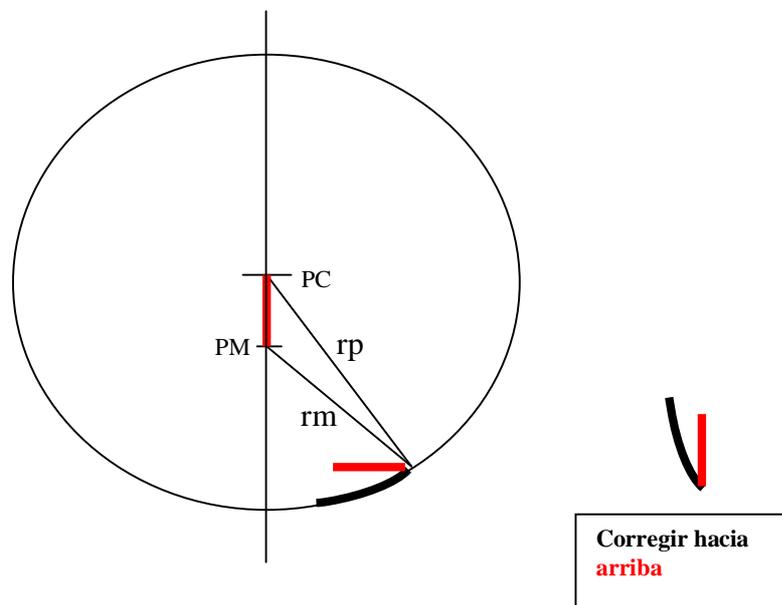
La diferencia vectorial entre  $r_p - r_m$  es el segmento vertical que se indica en la figura.

El desplazamiento de la estrella será entonces perpendicular a esta dirección y de una magnitud proporcional a la velocidad de rotación terrestre (24 horas/día) multiplicado por el tiempo de exposición (supongamos 5 min)

En definitiva nos queda un segmento horizontal proporcional a la distancia que separa el centro de la montura al polo.

Si luego apagamos la montura la estrella recorrerá un segmento de arco centrado en el polo celeste y proporcional a la duración de la exposición.

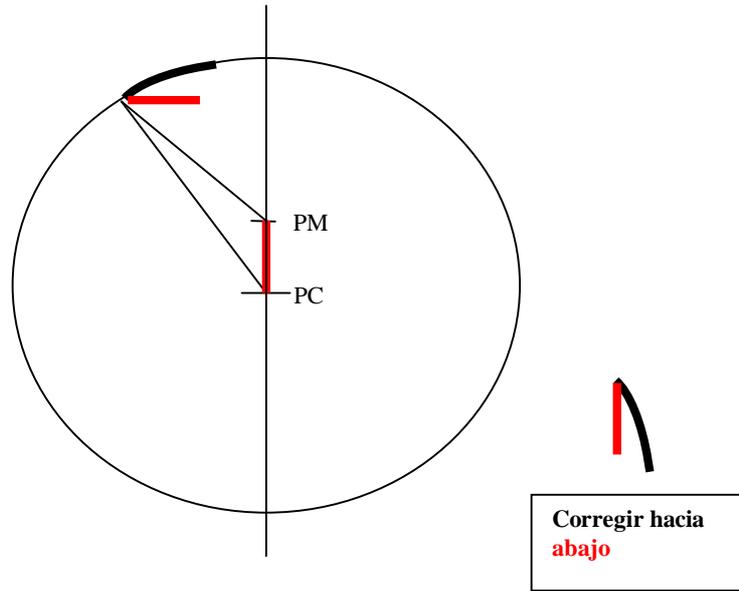
Algo así



Ahora viene la magia: Si rotamos la foto  $90^\circ$  y analizamos el trial veremos un segmento vertical hacia arriba.

Entonces lo que hay que hacer es levantar el eje de la montura para compensar el defecto.

Si por el contrario la montura estuviese apuntando por encima del polo entonces la fotografía indicaría lo siguiente.

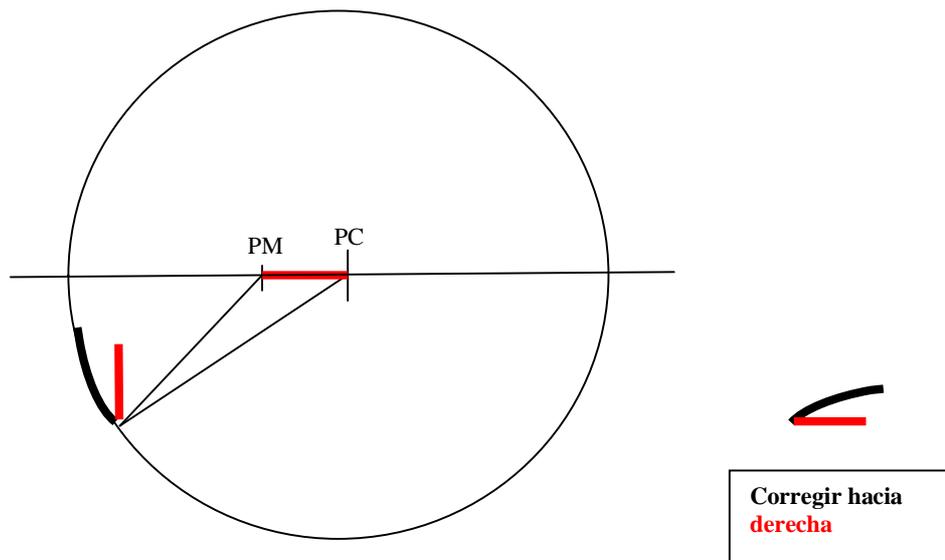


y rotándola  $90^\circ$  nos mostraría un segmento hacia abajo lo que significa que debemos bajarla para compensarla.

Ahora supongamos que la montura estaba correctamente inclinada pero que estuviese rotada hacia el oeste.

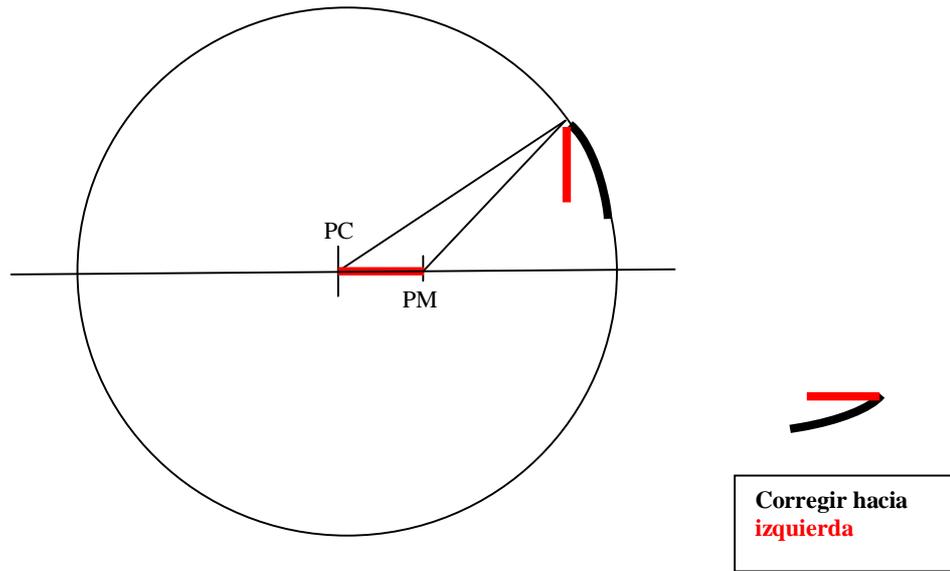
La diferencia vectorial entre los radios  $r_m$  y  $r_p$  ahora será horizontal y el desplazamiento del trial (x estar en cuadratura) será entonces vertical

Algo así



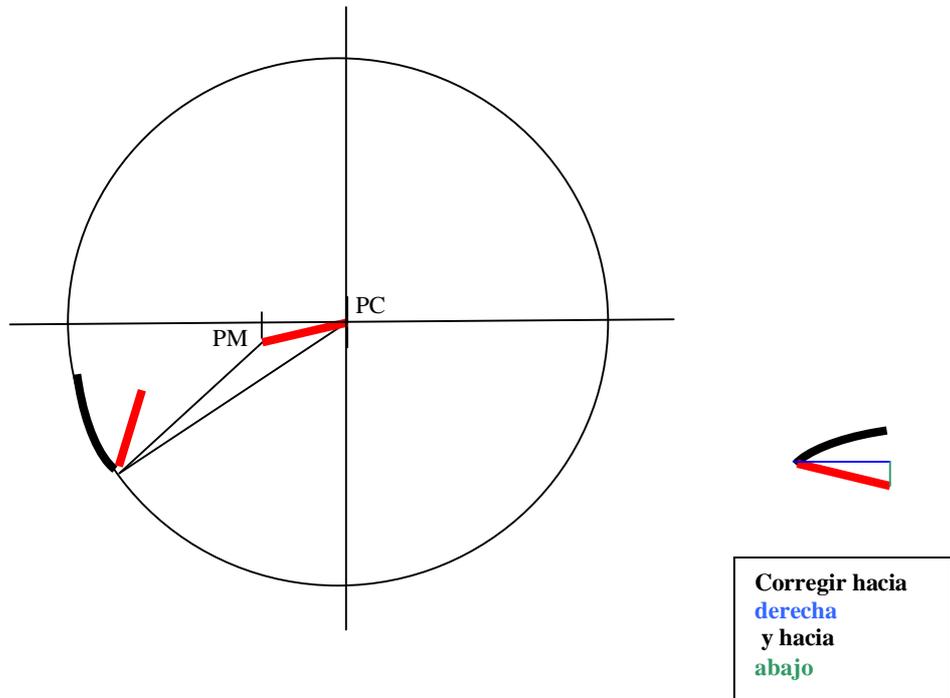
Al rotar la foto  $90^\circ$  nos quedará un segmento horizontal apuntando hacia el este. Entonces hay que rotar la montura en ese sentido para corregir el error.

En forma similar si el eje de la montura estuviese desplazado hacia el este, los diagramas serían



y rotando la foto el segmento indica que se debe rotar la montura hacia el oeste.

En el caso general en que el centro de la montura esté ubicado en cualquier posición respecto al polo tendríamos un diagrama del siguiente tipo:



Rotando la foto y descomponiendo en los ejes x e y tendremos idea de como debemos actuar con los ajustes de azimuth y de inclinación en la montura para lograr el ajuste necesario.

Por prueba y error se puede ir haciendo los ajustes cada vez más finos hasta lograr la perfecta alineación polar.

Una vez que ya se está cerca del punto óptimo se puede ir aumentando los tiempos de exposición y así lograr mayor. Por ejemplo pasar de 5 min , a 10 min, o 15 min.

NOTA 2- En las fotos los trails de las estrellas son siempre todos paralelos entre sí y los arcos circulares están todos centrados en el Polo Celeste.

### **Aplicación práctica**

La alineación polar debe comenzar con una primera aproximación mediante brújula y nivel y luego afinarla con el método de la deriva.

El método de la deriva implica un ajuste de Azimuth con una estrella guía en el meridiano próxima al Ecuador y luego un ajuste de Declinación con una estrella guía en el Este o el Oeste.

El ajuste sobre una estrella en el meridiano es el más fácil de hacer y se debe iterar hasta lograr que la estrella guía no derive en declinación por varios minutos. Con esto se logra una buena aproximación del ajuste en azimuth.

El ajuste de la altura (inclinación de la montura) se debe hacer con una estrella sobre el este o el oeste pero debido a las turbulencias en la atmósfera es difícil lograr una buena precisión.

NOTA 3- Además hay un problema de sensibilidad en este ajuste ya que en la fórmula matemática que lo justifica se está actuando sobre el máximo de una función sinusoidal en la que la sensibilidad es mínima (la derivada allí es nula). Por el contrario cuando se actúa sobre el azimuth el ajuste corresponde al pasaje por cero de la función sinusoidal en donde la sensibilidad es máxima (la derivada es uno)

Una vez culminada la alineación polar por la deriva entonces se pasa a aplicar el método que expliqué precedentemente.

Lo que hay que hacer es simplemente apuntar al Polo (en el hemisferio Sur lo más fácil es apuntar a Sigma Octanis) obturar la cámara y dejar transcurrir unos 5 a 10 min. Luego se apaga el motor de Ascensión Recta y se continúa fotografiando unos 5 min más.

La foto nos indicará cuan bien ha sido nuestra alineación polar. Si vemos las estrellas como puntos seguidas de arcos circulares entonces nuestra alineación polar es buena.

Si en lugar de estrellas puntuales vemos trails seguidos luego de arcos circulares entonces rotamos la foto 90° y los trails nos indicarán la dirección en que debemos retocar los ajustes de la montura.

Por prueba y error se va avanzando hasta lograr estrellas puntuales.

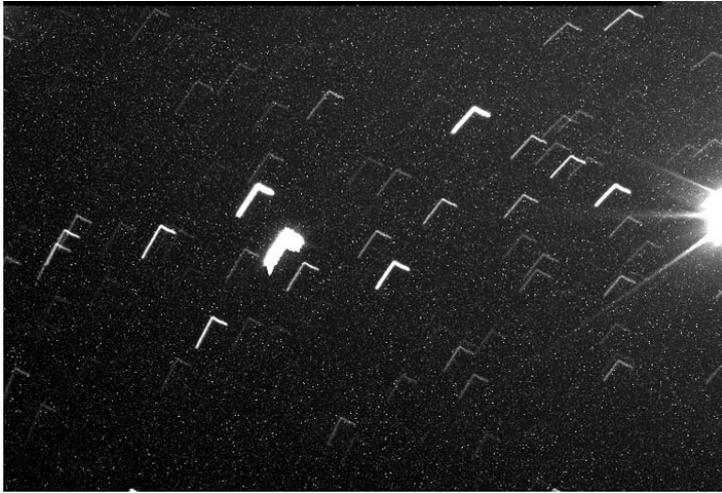
El procedimiento completo puede parecer algo largo pero para aquellos que tienen monturas instaladas en forma permanente es simplemente dedicarle una noche a esto.

NOTA 4- El sentido de giro para analizar la foto dependerá del número de reflexiones internas de la óptica (efecto espejo). Al igual que en el método de la deriva hay que analizarlo un poco en función de nuestro set-up pero el método de prueba y error siempre termina funcionando

NOTA 5- El tiempo de exposición dependerá de la escala de la imagen y de la precisión requerida. La escala de la imagen depende a su vez de la distancia focal del sistema óptico.  
Con distancias focales largas se requieren tiempos más cortos y sucede a la inversa si la distancia focal es corta.

**Ejemplos** (corresponden al hemisferio norte)

**Montura con una pobre alineación**



**Montura prácticamente alineada**



**Montura perfectamente alineada**



Algunas imágenes propias (sobre el Polo Sur)

Caso 1



El eje de la montura debería ser desplazado hacia abajo y hacia la izquierda

Caso 2



El eje de la montura debería ser desplazado hacia abajo y hacia la derecha

**Caso 3**



El eje de la montura debería ser desplazado hacia arriba y hacia la derecha