

# Autoguiado

---

Para realizar astrofotografía es necesario hacer tomas de larga exposición, lo que requiere que el objeto fotografiado este "fijo" en un punto del sistema óptico. Esto requiere que la montura del telescopio tenga un sistema de motores eléctricos que le imprimen un movimiento que contrarreste el de la tierra, haciendo que el telescopio haga seguimiento de los objetos en la bóveda celeste.

Para realizar un adecuado seguimiento se requiere que la montura del telescopio tenga una configuración ecuatorial, en la que un eje está alineado con el norte geográfico y el otro hace el seguimiento en ascensión recta.

Todos los sistemas tienen error periódico que mueve el telescopio adelante y atrás en ascensión recta (en periodos de minutos), si no hay una perfecta alineación polar se presentarían defectos de movimiento en declinación. Puede haber flexión de los elementos del telescopio. Cambios mínimos en la electricidad a los motores y finalmente los propios cambios atmosféricos llevan a errores de seguimiento de los objetos celestes.

El autoguiado es el proceso por el cual se fija la posición de una estrella que se toma como guía a través del telescopio principal o uno accesorio y mediante un software se realizan los ajustes al movimiento de la montura para mantener la estrella guía en el mismo punto, como resultado, el seguimiento del movimiento aparente del cielo será preciso.

El proceso incluye:

- Tomar una imagen con la cámara guía.
- Determinar la posición de la estrella guía (esto es, del centroide de la estrella guía).
- Tomar una segunda imagen (guiado)
- Determinar de nuevo el centroide de la estrella guía.
- Calcular la corrección y mover la montura del modo necesario para alinear el centroide de la estrella en las imágenes.
- Repetir el proceso

Aunque sencillo hay algunos errores que pueden alterar la realización del autoguiado:

La respuesta de la montura a la corrección enviada puede no ser adecuada. En el primer caso, la montura no se mueve a pesar de que se le envía la corrección calculada, un ejemplo es el Backlash de DEC; todas las monturas con engranajes tienen mayor o menor holgura cuando se revierte la carga sobre el engranaje, esto ocasiona que no pueda responder inmediatamente a la corrección de guiado. También la falta de respuesta puede deberse a que algo impide el movimiento del (fricción, impulso, rozamiento, cables colgantes, etc.). En este caso, la energía se almacena y cuando finalmente se libera lleva a oscilaciones. Para la corrección de este error a más de mantener una montura ajustada y con buen mantenimiento, es muy importante que la carga esté bien balanceada para que el apoyo de los engranajes de los ejes sea adecuado. También se debe como principio fundamental **configurar el sistema para que requiera el menor número posible de correcciones de guiado.**

El cambio en el centroide de la estrella guía puede o no, representar la cantidad real de corrección de guiado que necesita ser aplicada a la montura. En este caso el desplazamiento del centroide entre dos ciclos de guiado puede obedecer a diferentes razones:

1. Algún defecto en el sistema, por ejemplo: movimiento causado por cables colgantes, caída del espejo, flexión de la cámara/montura, etc.
2. Deriva por una alineación polar inadecuada.
3. Error periódico (PE).
4. Errores inducidos por la visibilidad o turbulencia atmosférica (seeing)

Los análisis realizados han evidenciado que los errores que necesitan ser corregidos (Deriva y EP) pueden ser 20 veces más pequeños que los errores que no deben ser corregidos (turbulencia).

Para eliminar los primeros tres errores es indispensable la puesta a punto del sistema, tener una alineación polar lo más precisa posible, siendo el mejor método para obtenerla el de la deriva explicado en otra parte. También es clave la corrección del error periódico.

Los errores por el cuarto punto o seeing (debidos turbulencia atmosférica), son bastante variables y dependen de muchos factores. Estos causan que la posición de la estrella oscile alrededor de un punto generando correcciones innecesarias y la imagen acabará apareciendo corrida. Debido a esto se debe ***hacer lo que sea posible para no capturar la turbulencia.***

La estrella guía seleccionada debe ser lo suficientemente brillante para que el algoritmo de determinación del centroide sea preciso. Alcanzar una buena imagen (relación Señal Ruido (S/R) de la estrella guía), está en función del brillo y tiempo de exposición. Cuando las imágenes son demasiado ruidosas el centroide detectado no es siempre preciso, en este caso se debe incrementar el tiempo de exposición o elegir una estrella guía más brillante.

Una segunda forma de utilizar el término S/R es referida al guiado (relación S/R de Guiado) que relaciona los errores anteriormente nombrados es:

Señal = cambios del centroide detectado que necesitan ser corregidos (EP/deriva)  
Ruido = cambios del centroide detectado que no deben ser corregidos (turbulencia)

Se debe obtener la mejor S/R de guiado, para lo cual hay pocas elecciones:

- Aumentar el numerador (aumento en la señal)
- Disminuir el denominador (disminuir el ruido).
- Ambas.

La manera más eficaz de mejorar la señal de guiado es aumentando la cantidad de tiempo por ciclo de guiado. Esto incrementará el tamaño de los errores detectados que necesitan ser corregidos por ciclo de guiado, hasta un límite determinado en donde el tiempo entre correcciones es demasiado largo y la imagen se correrá.

Para reducir el ruido de guiado se debe incrementar le exposición. La idea es que una exposición de guiado más larga reducirá las variaciones de la turbulencia por ciclo de guiado. De la misma manera que en el anterior tiene un límite. Para tener un efecto

significativo efecto la S/R de Guiado, las exposiciones necesitan ser del orden de 10+ segundos antes de que las variaciones de la turbulencia (el ruido de guiado) comiencen a compensar el EP/deriva (la señal de guiado).

A manera de resumen se puede decir que **es mejor pecar por usar exposiciones de guiado largas que cortas**. Para la mayor parte de las configuraciones, la S/R de Guiado probablemente será bastante baja para todas o casi todas las exposiciones de guiado e incrementar la duración de la exposición de guiado la mejorará.

Como conclusiones de lo anterior tenemos:

1. Cuando la turbulencia es muy escasa la relación S/R de guiado será relativamente alta, lo cual permitirá una exposición de guiado más corta.
2. Si la configuración del sistema es susceptible de anomalías físicas y/o el EP y la deriva son excesivas, la razón S/R será relativamente alta, permitiendo una exposición de guiado más corta. Realmente, pueden ser necesarias exposiciones de guiado más cortas para mantener el error de la montura por ciclo de guiado lo bastante pequeño para que las correcciones puedan seguir adelante pese a los errores.
3. Si la montura es muy buena, con bajo EP y un excelente alineamiento polar, la razón S/R de guiado será baja, y probablemente nos beneficiaremos de utilizar exposiciones de guiado más largas para mejorar la razón S/R de Guiado.

El último uso de la relación señal ruido es la llamada relación señal ruido de la montura (S/R de Guiado de la Montura).

Recomendaciones prácticas de guiado

1. Resolver todos los problemas físicos posibles. Ejemplos son: cables flojos o colgantes, malas conexiones mecánicas (montura, tubo, tubo guía, cámaras), alteraciones mecánicas, protección contra el viento, etc.).
2. Minimizar la necesidad de hacer correcciones de guiado en la medida de lo posible.
  - a. Optimizar al máximo la alineación polar de la montura (método de deriva)
  - b. Minimizar el error periódico de la montura mediante el entrenamiento de la PEC (corrección del error periódico).
  - c. Maximizar la S/R de Guiado de la Montura.

Para maximizar la S/R de guiado de la montura se debe optimizar los parámetros de guiado del software deben ser configurados para minimizar el número de correcciones debidas al ruido y/o minimizar sus efectos. En el programa de autoguiado se debe modificar la configuración de los parámetros que pueden reducir el denominador del Ruido de Guiado de la Montura que son:

1. Agresividad: cuánto del movimiento calculado se aplica (10 = 100%, 0 = 0%).
2. Movimiento máximo: el movimiento calculado más grande que puede ser aplicado.
3. Movimiento mínimo: el movimiento calculado más pequeño que será aplicado

Los movimientos máximo y mínimo están en segundos, por ejemplo, 0.100 representa un pulso de 100 milisegundos enviado a la montura. A una velocidad de guiado de 1x sidérea, esto representa un movimiento de 1.5 arcsec.

Configuración de la Agresividad. Al configurar una agresividad relativamente baja se reduce considerablemente el potencial de oscilación causado por una baja S/R de guiado. La infra corrección no es un problema significativo, pues los ciclos de guiado no son lo bastante largos como para impedir que la mayoría de los movimientos de guiado requeridos no puedan ser conseguidos en unos pocos ciclos.

Configuración del Movimiento Máximo. Se deben configurar los parámetros tan bajos como sea posible para la configuración física. Esto puede ser un problema cuando ocurren errores muy grandes que necesitan ser corregidos, usualmente debido a una importante alteración física por lo que estas deben ser corregidas.

Configuración del Movimiento Mínimo corregido. Se deben ignorar las correcciones que sean mucho más pequeñas que las variaciones de la turbulencia. Usado en conjunto con una agresividad relativamente baja, es una manera muy efectiva de minimizar las oscilaciones causadas por la captura de la turbulencia. Obviamente, fijar este parámetro demasiado alto causará que el guiado ignore correcciones que necesitan ser hechas. La otra consideración con esta orden es determinar cuán pequeño es el error al que la montura es capaz de responder de forma precisa y consistente. Ajustar la configuración a cualquier nivel inferior a éste causará que el guiado sea inconsistente.

Parametros de Guiado como ejemplo

Montura: AP1200GTO

Tubo principal: LX200 10" F10 longitud focal = 2575 mm

Cámara de imágenes: ST8E

Escala de imagen: 0.7 arcsec/pixel

Telescopio guía: Orion 80 mm tubo corto; operando a longitud focal = 213 mm

Cámara de guiado: ST237A

Escala de la imagen de guiado: 7.12 arcsec/pixel

Turbulencia: rara vez permite una FWHM menor de 2.5 arcsec; normalmente alrededor de 3.0 arcsec

Parámetros de guiado en MaxIm:

Agresividad: 5

Movimiento Máximo: 0.1 seconds

Movimiento Mínimo: 0.040 seconds

Compensación de la DEC: off

Compensación de la Holgura en DEC (backlash): 0.60 segundos (específico para mi montura)

Exposición de Guiado: nunca menos de un segundo. Dada la corta longitud focal de mi telescopio guía, rara vez necesito incrementarla por encima de un segundo para alcanzar una razón S/R de la estrella guía suficiente. Si la turbulencia es tal que necesito incrementar la exposición por encima de un segundo para alcanzar una S/R de Guiado razonable, probablemente no es muy buena noche para hacer fotografías con una razón focal larga.