Construcción y Montaje de una Rueda de Filtros

Oliver Christopher López, olichris26@gmail.com
Complejo Astronómico Andrés Bello www.olichris.jimdo.com

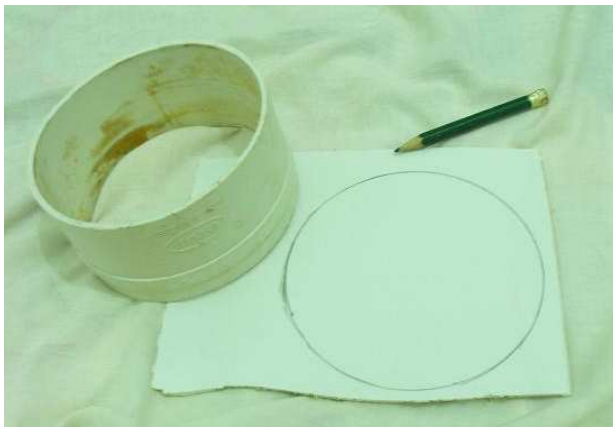
Para realizar astrofotografía en diferentes bandas del espectro, o donde sea necesario utilizar uno o varios filtros, es indispensable el uso de una rueda de filtros para cambiar cada uno de ellos en cada toma de imágenes, podemos comprar una o debido a la facilidad de su construcción, hacerla nosotros mismos. Este sencillo manual, nos indica paso por paso como construir una y equiparla para controlarla remotamente con un control manual.

El material principal es tubo PVC para aguas negras, y una fresadora. Para el cilindro de la rueda usaremos un codo o T de PVC de 4 pulgadas ya que los codos o las T, tienen un lado donde el plástico es mas grueso, este es el lado que usaremos, para las laminas de PVC, usamos el tubo, este se calienta y adopta la forma que tiene cuando lo enfriamos súbitamente con agua.

A los tubos los cortamos luego los calentamos y después de estar completamente flexibles, lo estiramos sobre una superficie plana, lo pisamos con algo muy plano y lo mantenemos así mientras le echamos agua fría, la lamina mantendrá esta forma permanentemente, también podemos recortar con una tijera la lamina cuando esta blandita por el calor.

Hay que dejarlo que quede tan blando como una gelatina para trabajar con el de manera precisa.

Ahora dibujamos las tapas de la rueda en las láminas aplanadas y las cortamos con el disco de cortar de la fresadora, yo fui desgastando los bordes con un esmerilcito que trae la fresadora hasta que encajara por la parte interna del cilindro.



Inicialmente pensé usar mi antiguo adaptador de mi cámara de película **Olympus OM2** para sujetar la Rueda al tubo del portaoculares, pero después me decidí a ponerla de **1 ¼** de pulgada por si necesito usarla con otros telescopios

Ahora marcamos la altura que vamos a dejar para el espacio interno con la rueda, no doy medidas porque puede variar, a gusto de si queremos usar el vidrio de los filtros solos, o el filtro con todo y su rosca.

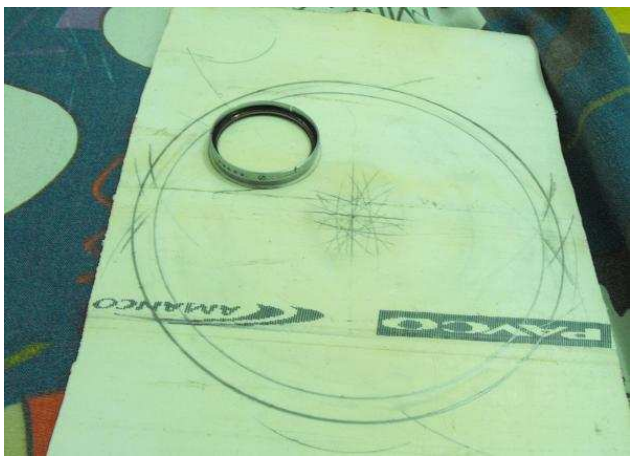
Yo use el porta ocular de mi telescopio y mande a hacer uno igual en aluminio en una tornaría que deje para el telescopio

Luego con un compás determinamos el centro y dibujamos un círculo para calcular la posición de los agujeros con relación al tamaño de los filtros que vamos a utilizar, y para soportar la rueda de filtros propiamente dicha.

En mi caso deje espacio para seis (6) filtros. La otra tapa de la rueda y cortan de la misma manera que la primera.

Usando uno de los círculos de un filtro hacer un agujero con el esmeril de la fresadora hasta que coincida con el tubo porta ocular.

Ahora dibujan el circulo para construir la rueda móvil donde van los filtros.



El filtro con que hice las medidas fue con el vidrio de un Filtro Naranja **Hoya 056** que desmontado de su rosca mide **32 mm** de diámetro, este es el que se ajusta mas al filtro R del Sistema Jonson ver trabajo Selección de Filtros para Sistemas de Banda Ancha en Astronomía CCD.

El filtro siguiente que compre en una tienda de artículos fotográficos donde tenían cámaras y filtro viejos Fue un **Tiffen RED 29** que era el que mas se ajustaba a los que buscaba, tenían varios de 42 mm, esto no tiene importancia ya que a todos los vamos a llevar al mismo diámetro.

Este lo corte primero con el disco de cortar de la fresadora, pero debemos tener la precaución de ir cortando y remojándolo en agua para que el vidrio no se caliente porque se puede partir, o por el calor se pueden despegar las dos laminas de vidrio, ya que en este caso los filtros Tiffen, estos están constituidos de dos laminas de vidrio de 1 mm que tienen una lamina de gelatina entre las dos caras, como los filtro Wratten de gelatina de la Kodak, solo que la lamina de gelatina esta protegida, en las imágenes de la pagina siguiente muestro uno de los pedazos sobrantes del filtros donde se ve la calidad de la lamina de gelatina, por esto debemos protegerlo de calentarse mientras lo cortamos, porque de no partirse las laminas de vidrio protectoras podría dañarse la lamina de gelatina con el calor, poniéndose opaca, como empañada.

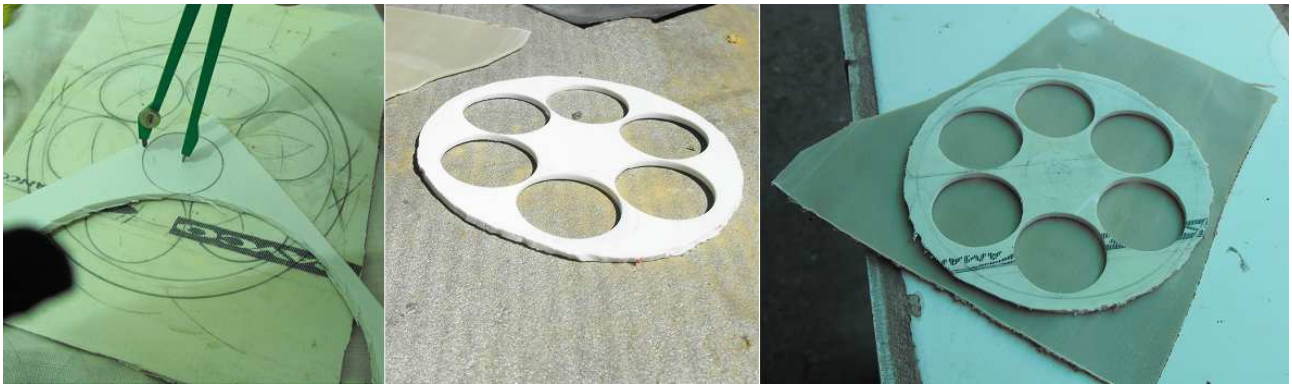
Otra cosa, nunca debemos tocar las caras del vidrio mientras lo estamos cortando, siempre lo sujetamos por los bordes, también lo hacemos así cuando lo estemos rebajando con la lija para ponerlo del tamaño adecuado, y nunca lo lijemos en dirección de sus caras porque se pueden despegar las laminas, sino a lo largo del borde, esto hace el proceso algo lento pero el filtro vale la pena conservarlo en perfectas condiciones para cuando realicemos los trabajos de investigación, se aproveche el esfuerzo y la precaución.

Luego de cortar la rueda para poner los filtros, abrimos los agujeros y vamos probando que en todos encaje libremente los filtros, ponemos una servilleta debajo para proteger a los filtros de tocar otra superficie.

De igual manera se procederá con los filtros infrarrojos, ellos tienen el peligro de que estallan con el calor, por esto debemos marcar bien la línea por donde lo vamos a cortar con el disco de la fresadora de manera superficial a todo lo largo.

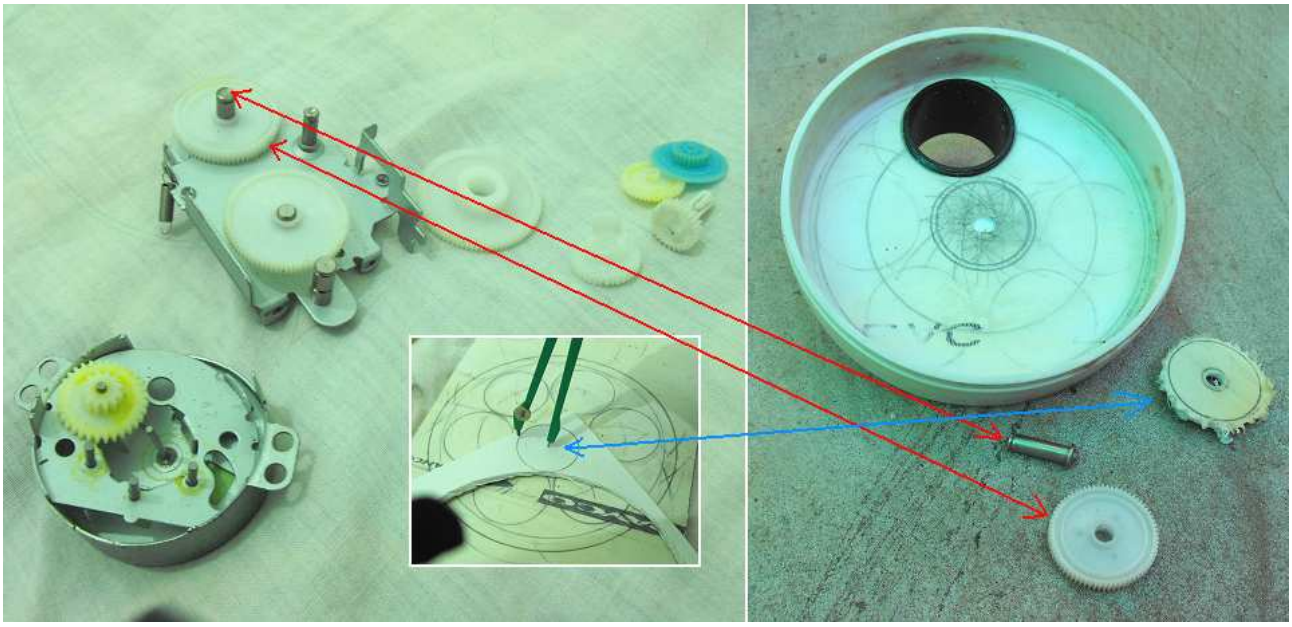
En la imagen superior, el filtro infrarrojo B+W 093 montado en su rosca y luego de adaptarse al tamaño de la rueda.

Después de terminar de abrir los agujeros aplanamos otra lámina de tubo PVC para una segunda cara, la cual vamos a pegar de la rueda con los agujeros de los filtros, esta va a tener el diámetro de los agujeros un poco mas pequeños, para sujetar a los mismos de manera que no se salgan.



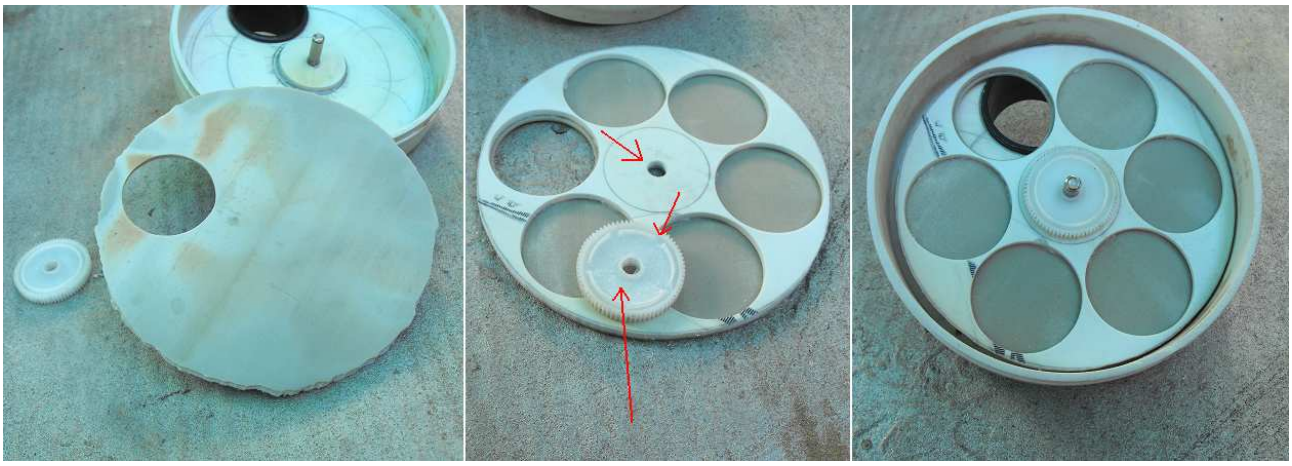
La pegamos bien, yo use pega loca, y le montamos un gran peso encima para que no queden espacios entre las dos láminas de plástico.

Luego buscamos un aparato dañado que tenga ruedas dentadas, yo use una impresora dañada, y cortamos un disco pequeño de PVC para fijar unos de los tubitos que sujetan las ruedas dentadas de la impresora para usarla como eje central en la rueda de filtros, a este disco le abrimos un orificio en el centro del tamaño del eje metálico.

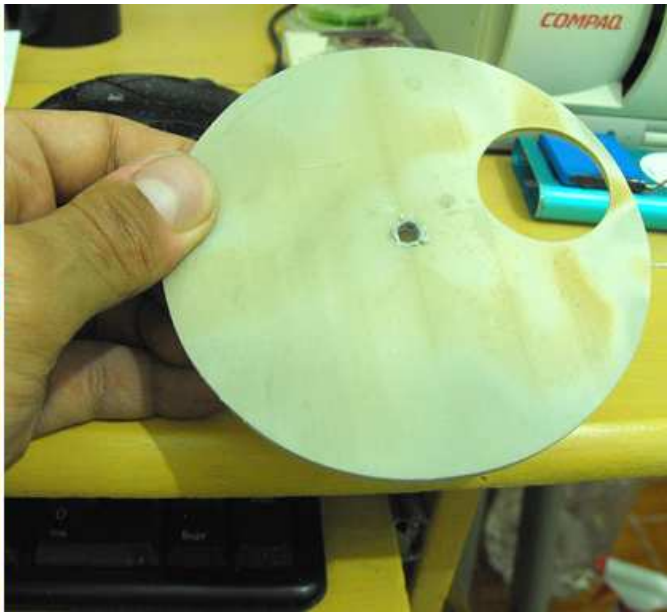


Luego le rebajamos la parte el borde de el orificio central para que quede un escalón para que entre la base del tubito metálico y con la rueda para corte hacemos zanjas a manera de que el pegamento instantáneo penetre en las mismas y deje completamente fijo a este disco de soporte, en la lamina de PVC también hacemos un desgaste parra que el eje metálico quede en su lugar sin juegos, aunque esto puede variar según el tipo de tubo que usemos para el eje de la rueda, la idea es que este quede completamente fijo, ya que va a ser el apoyo para que la rueda gire.

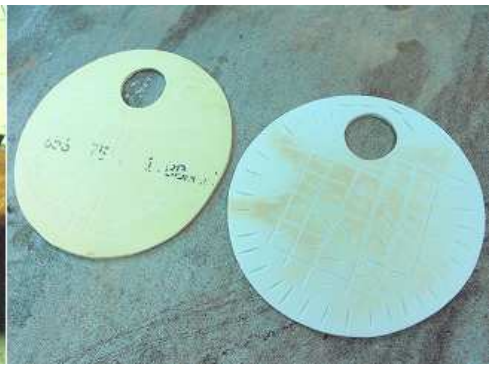
Después de pegar el eje abrimos los agujeros de la segunda lámina de la rueda un poco más estrechos para sujetar los filtros y pegamos una rueda dentada a la rueda de PVC que no sea de gran diámetro para que no llegue a la parte donde están colocados los filtros.



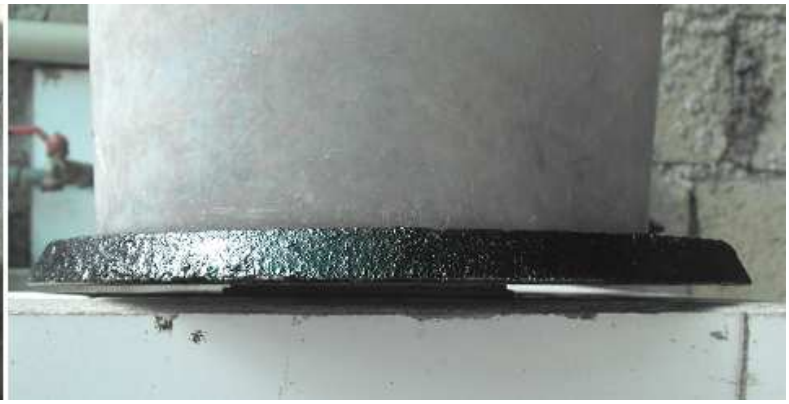
Con el polvillo que queda de lijar el plástico PVC y la pega instantánea se rellena cualquier espacio del agujero de la rueda de PVC para que no exista ni el más mínimo juego al girar la rueda alrededor del eje.



Luego preparamos otra lamina para la tapa de la rueda hacerla doble, en forma de escalón.



El agujero para poner el aro que entra en el portaoculares lo hacemos de manera que coincida perfectamente con la visual asomándonos por el otro lado de la rueda, y le hacemos unos desgastes en el borde para que la unión sea mas sólida.



A las dos laminas también le hacemos zanjas para una unión sólida y pegamos el cilindro, en mi caso mande a hacer uno de varios centímetros de largo y lo corto con el disco de cortar de la fresadora para los diferentes aparatos que he construido ponerle medida **1 ¼** de pulgada.

Luego de esto hay que poner varios engranajes reductores a manera de reducir la velocidad del motor que hará girar la rueda. Para colocar las ruedas dentadas abrimos agujeros en la tapa teniendo la precaución de que estén del lado contrario al camino óptico de la luz que llega del telescopio.

Para sujetar los filtros del otro lado de la rueda, use tornillos de los antiguos cassettes de cinta magnética que tenia por allí de lejanas épocas, con una mecha fina abrimos agujeros en el espacio entre cada filtro (imagen inferior derecha), y luego con el mismo tornillo lo apretamos y para crear la rosca en el plástico PVC.

Por el otro lado de la rueda vamos a abrir un surco con el disco de cortar de la fresadora del centro hasta el borde, este llevara corriente a los contactos alrededor de la parte interna de la rueda para encender los LEDs de diferentes colores que indicaran cada vez que un filtro este centrado en el eje óptico, de este modo solo nos preocupamos por ver cuando encienda cada LED para saber que filtro estamos usando, el LED no va a encender si el contacto de la rueda no toca alguna de las laminas alrededor, y esto solo sucede cuando el filtro esta perfectamente alineado, ya que colocaremos cada lamina con precaución probando la posición antes de ponerla fija, esto se muestra mas adelante.

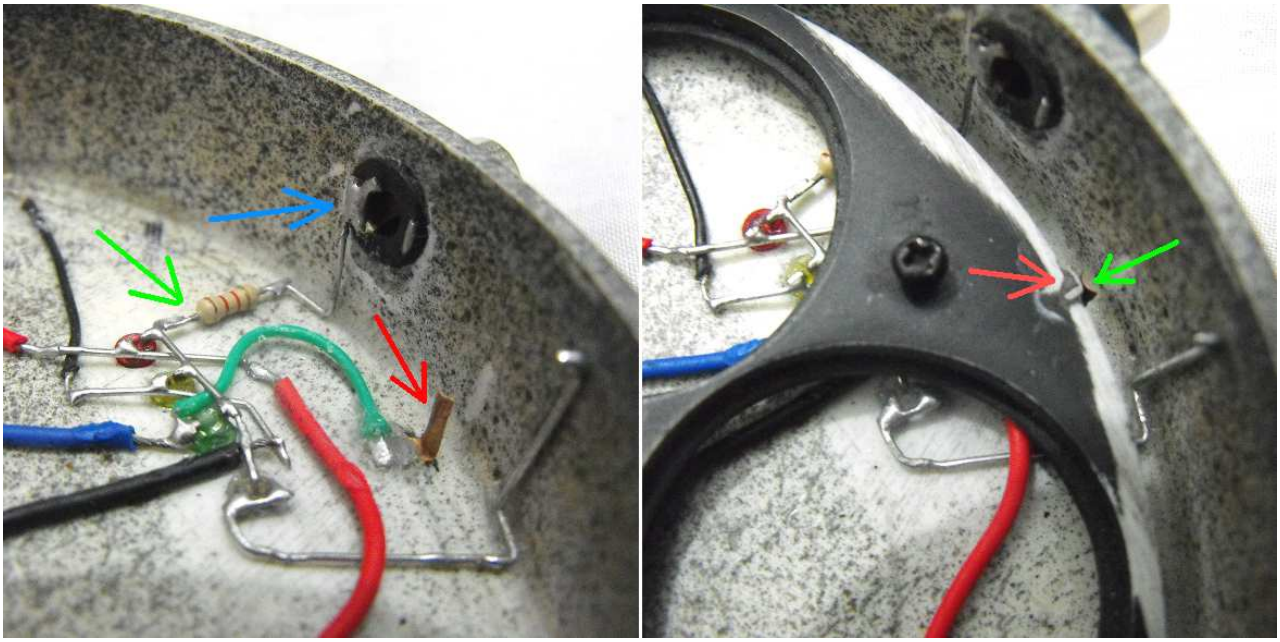
Después de esto vamos a colocar un plus hembra RCA para la alimentación de corriente del motor.

Para los contactos alrededor de la rueda que indican las posiciones de los filtros use el latón que sostiene un fieltro que mantiene la cinta de los cassettes pegada al cabezal, esta es muy flexible, así se flexiona fácilmente cuando pasa el contacto de la rueda por el.

Como los LED solo vienen en tres colores y son 6 filtros compre un led adicional bicolor (rojo - verde) si le unimos los pines de los dos colores se ve como de un color rosado, así tenemos un color para los tres primeros filtros y para los otros tres tenemos los mismos colores pero en compañía del led rosado, aunque este led adicional puede ser de cualquier color, la idea es que enciendan los tres colores de nuevo pero acompañado de otro led y así se cubres las seis posiciones de los filtros.

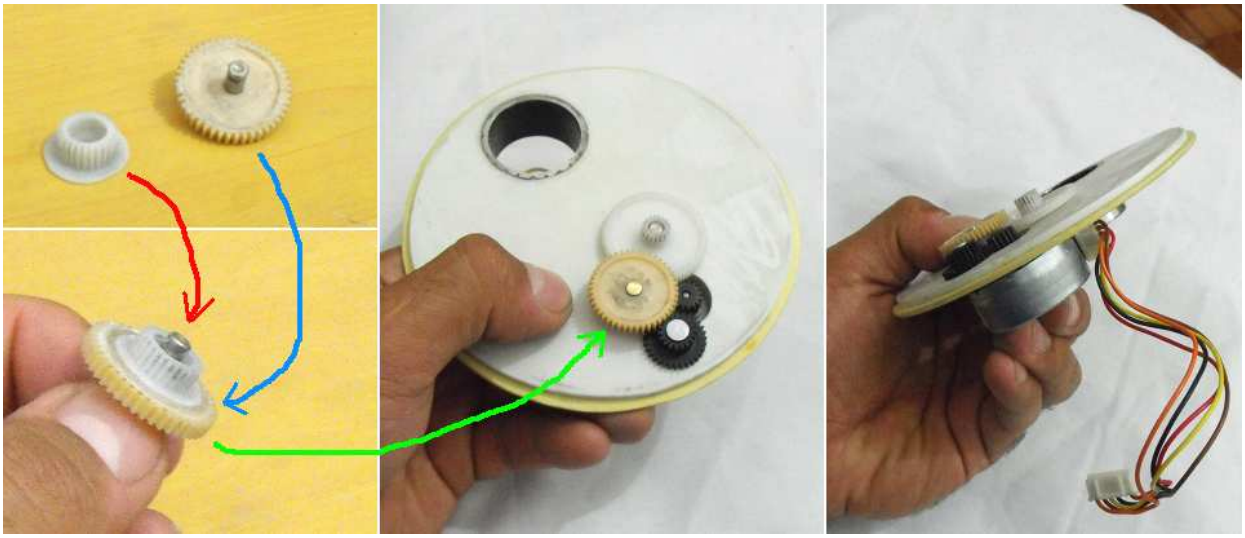
Luego se abren agujeros para los led en la tapa de la rueda que da hacia fuera para poder verlos cuando este en funcionamiento desde donde estemos. Hay un cable para todos los positivos del los led y para los negativos el cable viene de cada contacto alrededor, cada led va a tener dos cables los que vienen de los contactos alrededor uno diametralmente opuesto al otro para cada led, el cuarto led enciende con otro sistema de contactos en otra parte de la rueda, explicado mas adelante.

En las siguientes dos imágenes se puede ver como doble la lamina de forma curva para que el contacto con la lamina de la rueda entre y salga lo mas suave posible, y en la imagen de la derecha detalle de las dos laminas haciendo contacto.

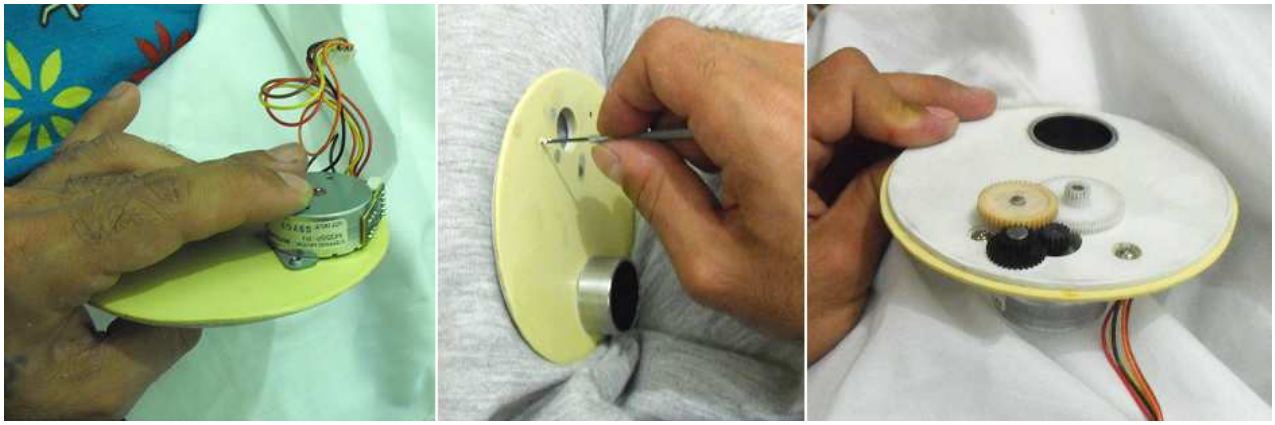


La resistencia es porque los leds los vamos a alimentar con la misma corriente que Viena del puerto USB (5V) y estos son de 2,5V el motor de pulsos lo sustituí al final por un motor de 5V de los que usan las unidades de CD de la PC cuando se dañan.

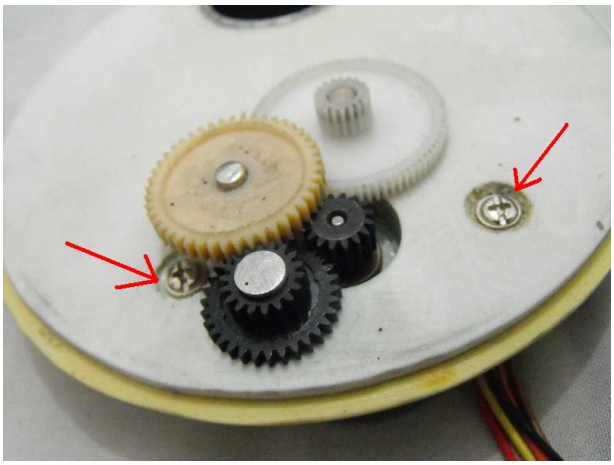
Las ruedas dentadas las presentamos para cerciorarnos que no choquen con nada, había una rueda que tuve que usar dos de mecanismos diferentes y unirlas en una nueva ya que el tamaño de los dientes de un lado no coincidía con los de las demás ruedas, esta es la imagen inferior izquierda.

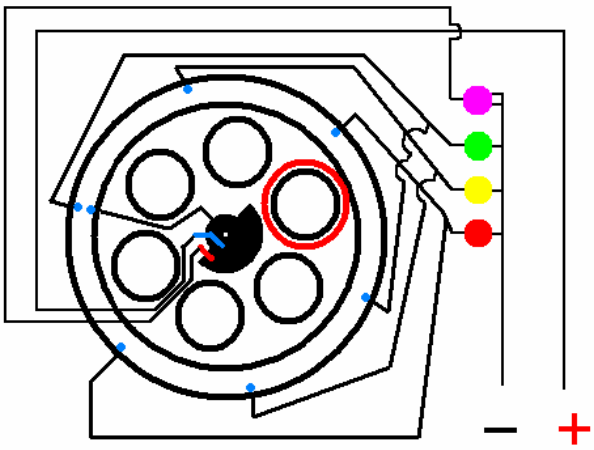


Después de abrir el agujero para el eje de todas las ruedas dentadas marcamos la posición del motor para abrir los huecos de los tornillos, también podemos hacer un zócalos de PVC como hice en el diseño final para insertar el motor.

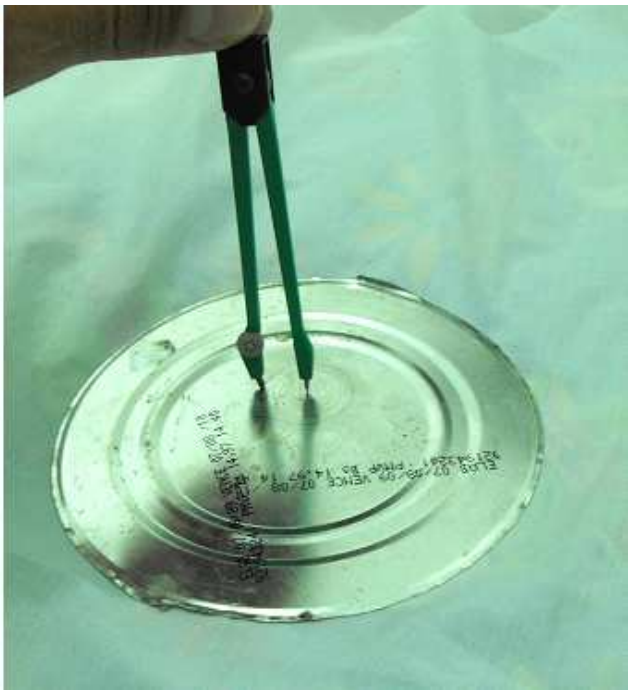


Si usamos tornillos desgastamos un poco la parte de adentro con un esmeril pequeño de la fresadora el nivel de manera que los tornillos no sobresalgan, esto esta señalado en la imagen inferior izquierda con las flechas rojas. A la derecha se muestra el esquema del circuito para el encendido de los leds, las escobillas en azul y rojo hacia el centro de la rueda, muestran como enciende el 4to leds, los tres led (verde, amarillo, rojo) se alimentan con la escobilla azul por eso siempre tienen corriente para encender en sus contactos a todo alrededor de la rueda, pero el led bicolor solo recibe corriente de la escobilla roja esta solo contacta con la parte exterior del disco en forma de media luna la mitad del recorrido.





Ahora con latón de cualquier envase de alimentos enlatados marcamos un círculo con un compás para hacer el contacto para que encienda el cuarto led.

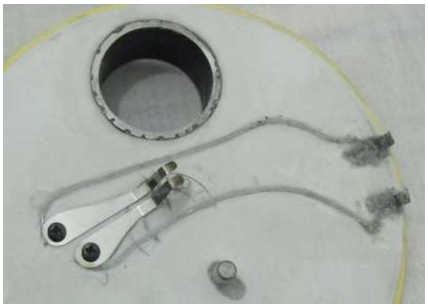


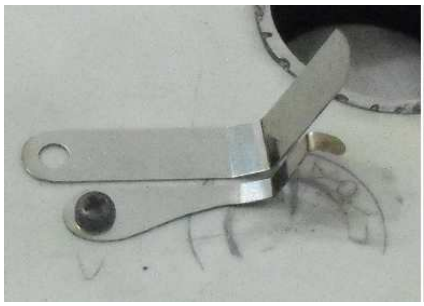
Para el orificio central usamos la fresadora para no doblar la lámina ya que debe estar muy plana porque por encima de ella se van a deslizar los contactos para la alimentación del cuarto led.

Ahora vamos a abrir un agujero que atraviese la rueda pasando por la rueda dentada, por este va a pasar el cable que lleva corriente a los contactos alrededor de la parte interna de la rueda para encender los diferentes leds, este cable va soldado a la lamina en forma de media luna que acabamos de cortar, esta lamina controla el encendido del cuarto led.

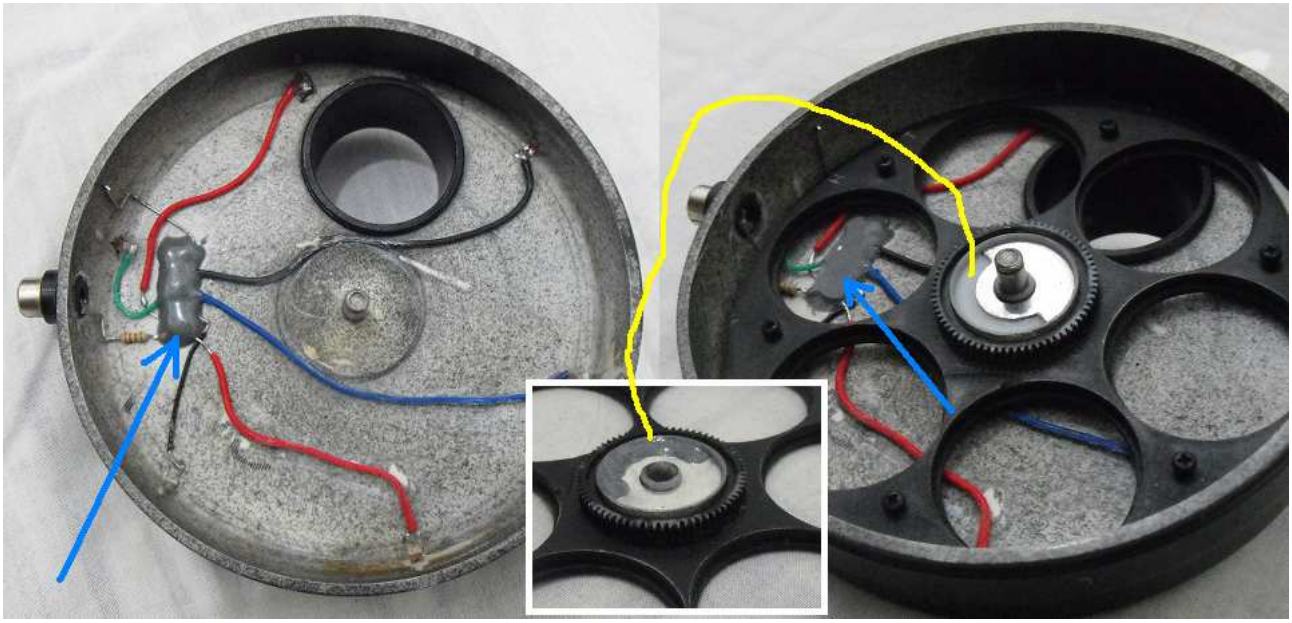
Se van a colocar dos laminas que van a deslizarse por los dos lugares señalados de la media luna (marcas Azul y Roja), la lamina interior (Azul), siempre va a tener contacto con la lamina central, este es el que va a llevar corriente los tres primeros leds, el contacto mas externo (Lamina Roja), solo lleva corriente al cuarto led, vamos a posicionar esa parte de la media luna faltante, de manera que coincida con la posición de los tres filtros donde no queremos que encienda el 4to led,

Estas láminas son las que deslizaran por el contacto giratorio en forma de media luna, a ellas llevamos corriente de manera que podamos quitar la tapa a la rueda para cambiar los filtros.



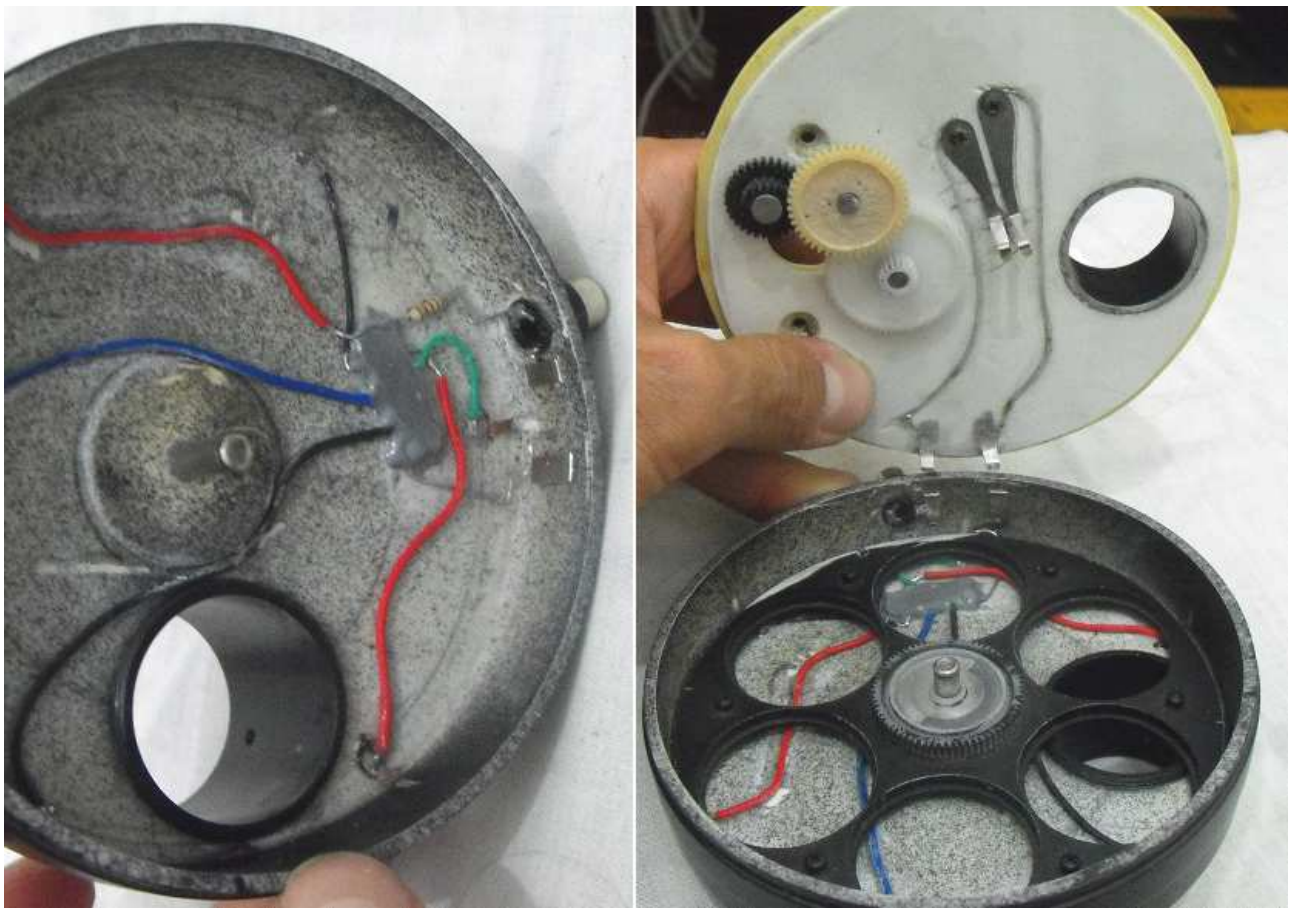


Así mismo los pines de los led lo vamos a sellar con (Acero Plástico) para que la luz de los leds no legue al interior de la rueda entrando en la cámara CCD

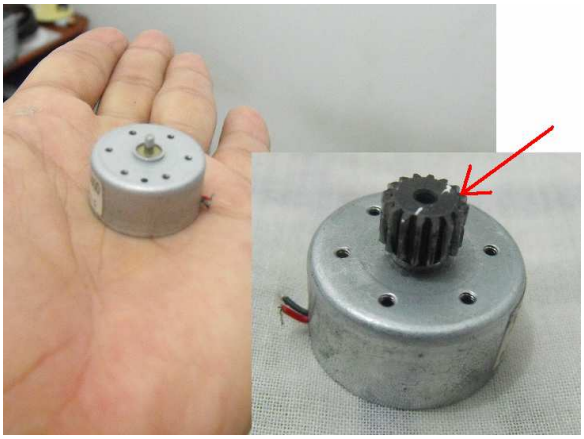


Por otro lado a la parte faltante en el contacto móvil en forma de media luna lo rellenaremos con Soldimix (Acero Plástico) para luego ligarlo dejando lo al ras de la lamina (imagen derecha) de esta manera las laminas que deslizan sobre la media luna no se obstaculizan por la diferencia de nivel al girar la rueda cuando cambiemos los filtros.

Esta es la manera en que queda los contactos al destapar la rueda para cambiar los filtros

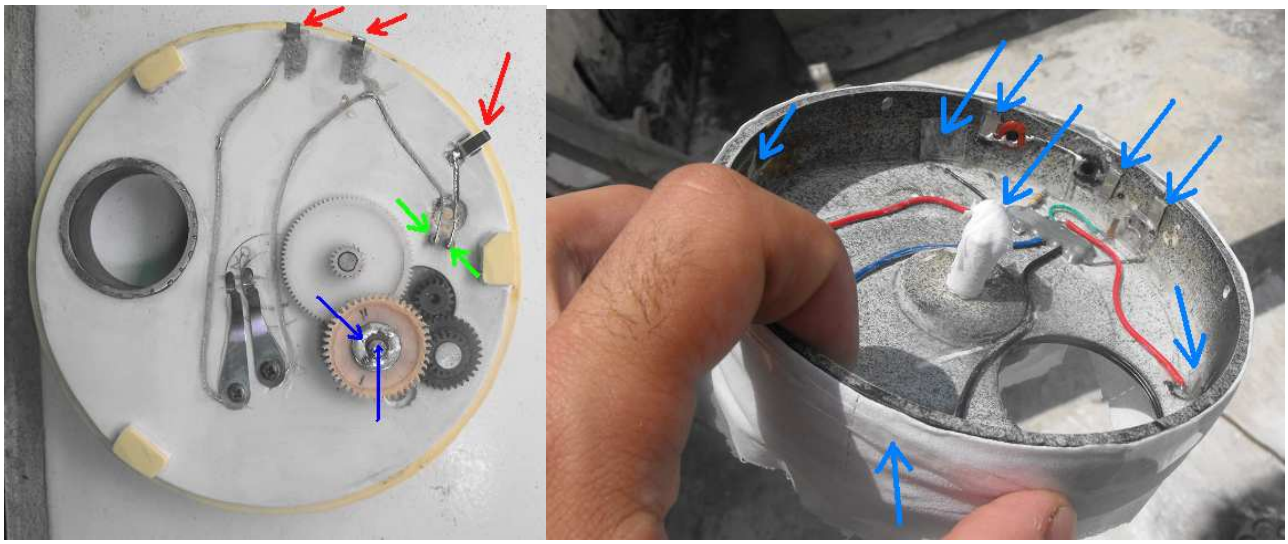


Finalmente utilice un motor de 5.9V de los que usan las unidades de CD de las PC, el cual adapte a la rueda en vez de un motor de pulsos, a este le construí un anillo de PVC para que ajustara el motor, este anillo lo fije con pegamento instantáneo a la tapa inferior de la rueda de filtros, esto se aprecia en la imagen de la pagina siguiente.



Para controlar el motor construí un dispositivo que funciona con dos pulsadores, uno tiene una velocidad media y el otro tiene una resistencia para una resistencia para bajar el voltaje y obtener una velocidad mas reducida de manera de posicionar el filtro con precisión.

A la izquierda vista de los engranajes del sistema de reducción de velocidad del motor y mercados con flechas rojas las lengüetas que sirven como contacto en la tapa para el paso de la corriente, a la derecha se muestra con flechas azules, de que manera se cubre con cinta adhesiva todos los contactos antes de pintar con el spray.

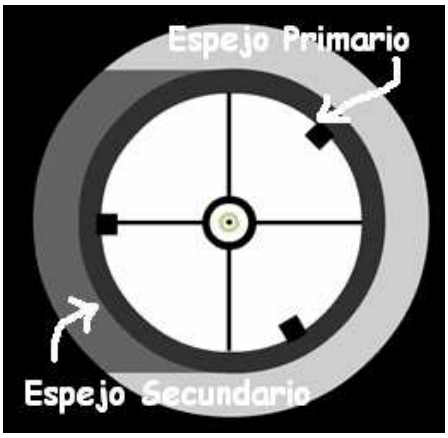


Con el plástico de las tapas de envases de mantequilla se saca una arandela para que la rueda no haga contacto directamente con el soporte para evitar cualquier roce que pudiera levantar la pintura y crear pequeñas conchas que se depositen sobre los filtros, y vista de los enchufes RCA para el control de la rueda y su alimentación.

En la pagina siguiente la vista final de la rueda, arriba la verificación después de pintar el interior con pintura spray negro mate, abajo a la izquierda una vista superior donde se ve el disco giratorio por el orificio del portaoculares y los led de colores indicadores de las posiciones, y abajo a la derecha la parte inferior donde se ve el motor y el anillo que se inserta en el telescopio.

en todas las fases de la construcción de la rueda tenemos que probar el funcionamiento para ver como se esta comportando, el giro de la rueda no debe ser interferido por nada que no sean los contactos para encender los leds, para sujetar los filtro de manera que puedan ser cambiados en cualquier momento de orden, o por filtros de otras trasmisiones, necesitamos construir seis pequeños discos con un agujero en el centro para que sean atornillados a la rueda, yo utilice el plástico de las carátulas de discos CD, su parte negra es la mejor para no producir reflejos de luz dentro del aparato, dibujamos con un compás los círculos en el plástico y luego los tallamos con el esmeril de la fresadora, el agujero debe quedar del tamaño exacto de la rosca del tornillo para que no haga juegos, para esto desgastamos la mecha cuanto sea necesario comparando en grosor con el de el tornillo. En la pagina siguiente imágenes del proceso y de la rueda terminada, y luego su montaje.

Montaje de la Rueda de Filtros



Los aficionados que disponemos de telescopios reflectores Newton y muchos modelos refractores tendremos el siguiente problema al montar la rueda de filtros a nuestro telescopio para comenzar a usarla, y es que la cremallera del nuestro telescopio tiene un tope en ambos sentidos, esto no va a permitir el foco se forme en el portaoculares de la rueda porque estamos aumentando el camino entre el espejo primario y el portaoculares y esto no lo podemos solventar de ninguna manera ya que esa es el diseño del tubo, si este es el caso de nuestro telescopio debamos cortar el tubo del telescopio en la misma medida del grosor adicional que ocupa la rueda de filtros o no podríamos usar nuestra rueda, esto implica volver a abrir los agujeros para los tornillos de la base de espejo primario, sin embargo antes de hacerlo debemos verificar algo primordial, el tamaño del espejo segundario es tal que debe recoger todo el cono de luz que viene del espejo primario, si nosotros acortamos la distancia del tubo indiscriminadamente podríamos dejar parte del cono fuera del campo del secundario, por esto vamos es a asomarlos por el portaoculares de nuestro telescopio, y vamos a verificar que entre la imagen reflejada del espejo primario en el secundario hay un espacio considerable, la mayoría de los reflectores de mediano diámetro lo tienen, la imagen del borde del espejo primario no debe salirse del campo del secundario ya que perderíamos un pequeña fracción de la luz cosas que no debemos permitir.

En mi caso tengo montados tres telescopios en paralelo: un refractor de 80 mm que tiene el espacio para la rueda por lo que tiene que funcionar obligatoriamente con un espejo diagonal, en cuanto a los otros dos telescopios: un Celestron 6” f 750 mm y un Orion 8” f 1000 mm les realice el corte y se comportaron muy bien, recomiendo hacer el corte con el disco de una fresadora para garantizar la mayor precisión no usen segueta porque se maltrata el tubo, la idea es dejarlo intacto, en las imágenes izquierdas se muestra la porción de tubo cortado de estos dos telescopios y en la proporción con respecto a la rueda de filtros.

Una vez realizado todo el trabajo podemos utilizar finalmente nuestra rueda, pero de ahora en adelante si no vamos a usar la rueda debemos colocarle un espejo diagonal al portaoculares para compensar el recorte del recorrido yo recomiendo usar un prisma de 45º para no quedar con la cara pegada al telescopio.