

Mejora en la ubicación del centro de gravedad del cabezal de un seguidor solar fotovoltaico a dos ejes.

Improvement in the location of the center of gravity of the head of a two-axis photovoltaic solar tracker.

Presentación: 26/10/2023

Walter Soto

GRUDIM-UTN-Facultad Regional Reconquista
waltersoto2007@gmail.com

Sebastian Braidia

GRUDIM-UTN-Facultad Regional Reconquista
braidaseba@gmail.com

Resumen:

El presente trabajo consiste en una mejora estructural del proyecto Seguidor solar fotovoltaico a dos ejes con una fuerza motriz, el cual se conforma de un eje vertical que otorga a la instalación de paneles FV un seguimiento al Sol de Este a Oeste, y de un eje horizontal que otorga a dicha instalación un seguimiento al Sol en su altitud. En su seguimiento al Sol a las primeras y últimas horas del día, al quedar la instalación con una gran pendiente, el peso de los paneles fotovoltaicos y de la estructura pasan a situarse por delante del eje horizontal del cabezal. Para mejorar lo anterior se rediseño su configuración pasando los brazos y de la estructura soporte por detrás de la dirección de su eje de giro, y así poder bajar el centro de gravedad del conjunto e independizarse de él en el movimiento del cabezal.

Palabras clave: Centro de gravedad, Cabezal móvil, Seguidor solar.

Abstract:

The present work consists of a structural improvement of the two-axis photovoltaic solar tracker project with a driving force, which is made up of a vertical axis that gives the installation of PV panels a tracking of the Sun from East to West, and an axis horizontal that gives said installation a tracking of the Sun at its altitude. In its tracking of the Sun at the first and last hours of the day, as the installation has a steep slope, the weight of the photovoltaic panels and the structure come to be located in front of the horizontal axis of the head. To improve the above, its configuration was redesigned by passing the arms and the support structure behind the direction of its axis of rotation, and thus be able to lower the center of gravity of the assembly and become independent of it in the movement of the head.

Keywords: Center of gravity, Moving head, Solar tracker.

Introducción

En base al proyecto Seguidor solar fotovoltaico a dos ejes con una fuerza motriz, el cual consiste de un eje vertical (eje azimutal) para el seguimiento al Sol de Este a Oeste y de un eje horizontal para un seguimiento al Sol en su altitud, genera sus movimientos gracias a las siguientes vinculaciones mecánicas; el movimiento del eje vertical se logra por medio de su corona central que recibe el movimiento de una fuerza motriz, mientras que el movimiento del cabezal (eje horizontal) se debe a otro engranaje de igual característica a la corona central con un brazo pivote, este brazo a la vez se vincula a la parte baja de la estructura del panel por medio de una rótula y tensor. El sistema con el mecanismo propuesto logra en su funcionamiento, durante el giro de su columna central de Este a Oeste, un distanciamiento mecánico de la parte baja del cabezal respecto a la columna central al mediodía, donde se tiene mayor altitud solar, y un acercamiento de la parte baja del cabezal a dicha columna central para las primeras y últimas horas del día en la que hay menor altitud solar. De esto último se depende que, tanto para las primeras como para las últimas horas del día al quedar la instalación con una gran pendiente, con el fin de ofrecer una máxima perpendicularidad a los rayos solares, el peso de los paneles fotovoltaicos y de sus soportes y por lo tanto del centro de gravedad del conjunto pasan a situarse por delante del eje horizontal del cabezal, dificultando así al mecanismo pivote a trabajar por empuje en lugar de por tracción que es para lo que fue concebido.

Desarrollo

En las dos figuras siguientes se muestra el cabezal del sistema de seguimiento solar a dos ejes con una fuerza motriz, donde en la figura 1 se tiene una vista de perfil y se indica el tensor como vinculación mecánica de la parte baja del cabezal al mecanismo engranaje-pivote ubicado en la columna vertical móvil. En figura 2, que es una imagen posterior del cabezal, se indican sus partes constitutivas.



Figura 1, perfil del seguidor solar a dos ejes, tensor.

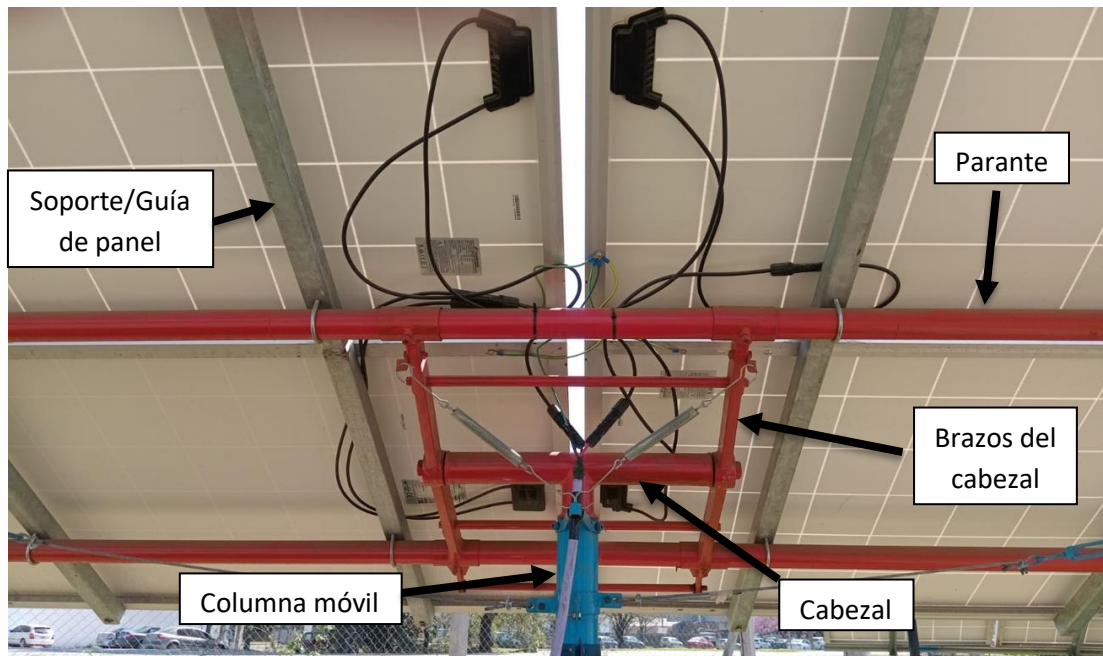


Figura 2, imagen posterior del cabezal del seguidor solar con sus partes constitutivas.

En su seguimiento al Sol por parte del seguidor fotovoltaico a dos ejes y con una fuerza motriz, en función al mecanismo de funcionamiento descrito, los paneles fotovoltaicos describen los siguientes ángulos de inclinación en función a cada hora o ángulo horario, como se muestra en la tabla 1 siguiente. Se debe aclarar que el movimiento del sistema de seguimiento no es continuo sino discreto y lo hace por hora.

Angulo de inclinación del Panel vs ángulo horario													
	(-)90º	(-)75º	(-)60º	(-)45º	(-)30º	(-)15º	0º	15º	30º	45º	60º	75º	90º
	6hs	7hs	8hs	9hs	10hs	11hs	12hs	13hs	14hs	15hs	16hs	17hs	18hs
β	75,20	73,40	67,40	55,40	41,80	32,30	29,00	32,30	41,80	55,40	67,40	73,40	75,20

Tabla 1, valores de ángulos de inclinación de los paneles FV según el ángulo horario.

En base a las dos imágenes siguientes se puede observar que, si se ubican las dos filas de paneles FV centrados a cada lado del eje del cabezal, se tiene que desde el ángulo horario de las 6hs para un ángulo de inclinación de los paneles de 75° hasta el mediodía (12hs) para un ángulo de 29°, el centro de gravedad de estos más sus soportes/guía se encuentran por delante del eje baricéntrico del cabezal. Esta observación es intuitiva al observar, por brazos de palanca, las distancias de los centros de gravedad de la fila de paneles superior, los soportes/guías y de la fila de paneles FV, ver figura 3 para el ángulo de inicio de 75° y la figura 4 para 29° al medio día. Esto se sucede también desde el mediodía hasta las 18hs.

Se debe señalar que los paneles FV se representan mediante el color rojo al igual que sus cotas, el soporte/guía con el color cian y el cabezal en color negro, mientras que su eje baricéntrico vertical en color verde.

Una solución momentánea consistió en desplazar las dos filas de paneles FV hacia atrás o hacia arriba como se observa en la figura 5, pero se encuentra el mecanismo de seguimiento limitado al intervalo entre 9hs a 15hs, es decir, a 90° de desarrollo en el plano horizontal.

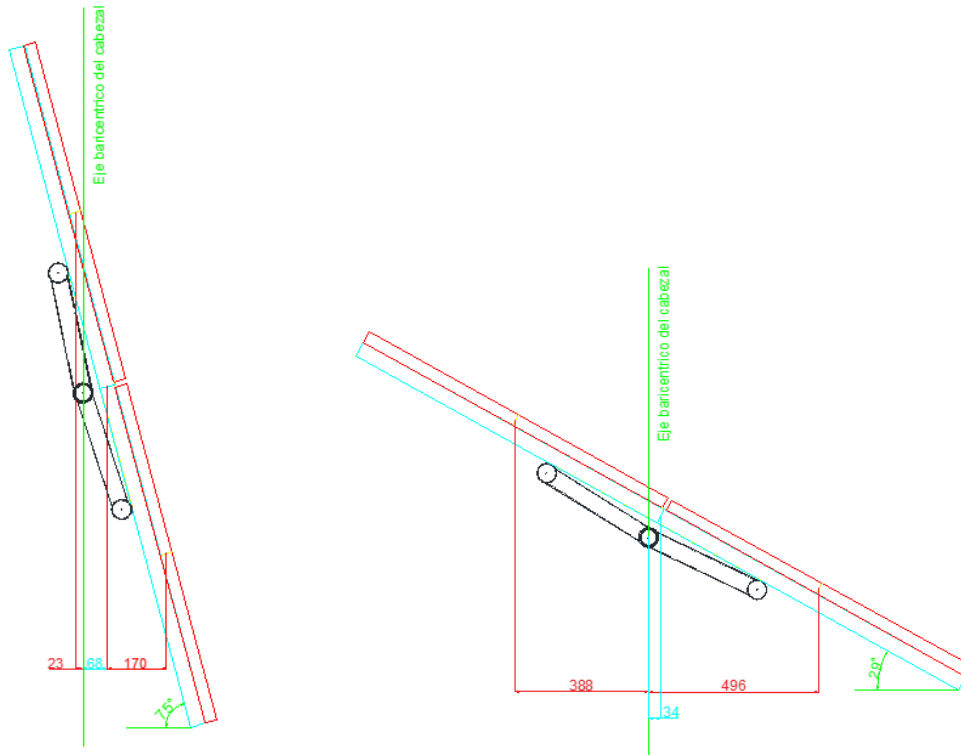


Figura 3 y 4, Panel FV a 75° y Panel FV a 29° respectivamente.

En la figura siguiente 5 se observa la distancia del CG de la fila de paneles superior e inferior en la que se ha corrido el centro de gravedad de los paneles y soportes/guías a 250mm hacia arriba respecto a su ubicación de diseño como se observa en la figura 6;

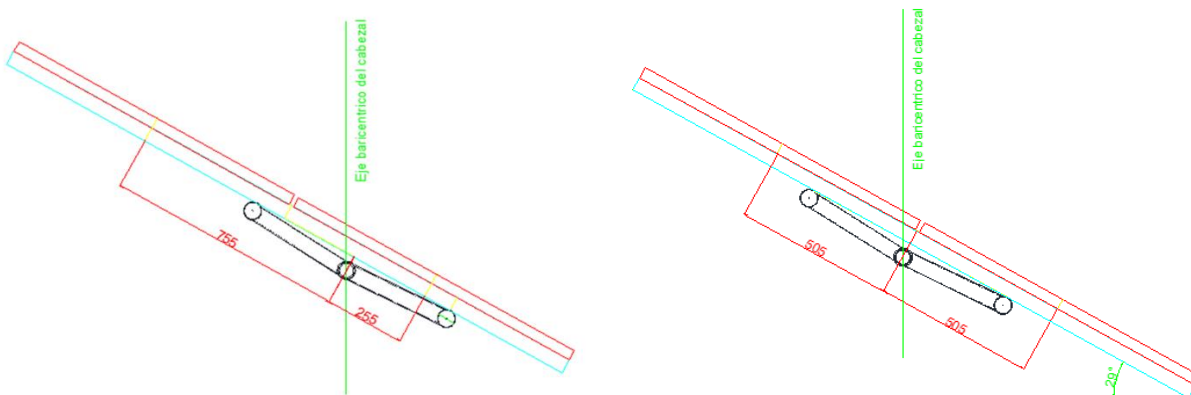


Figura 5 y 6, filas desplazadas hacia arriba respecto al CG del cabezal y filas de los paneles FV centrado respecto al cabezal respectivamente.

Según la reubicación de los paneles FV mostrado en la figura 6 anterior, se tiene el siguiente ángulo de inclinación de los paneles sin que se comprometa el CG del conjunto soporte/paneles a pasar por delante del CG del cabezal, en función a la teoría

de brazos de palancas como se observa en la figura 7 siguiente. El valor de 66° es el valor máximo de posición del sistema de seguimiento solar del cual puede comenzar a trabajar a primeras horas de la mañana y de terminar para las últimas horas de la tarde. Según la tabla 1 el intervalo del ángulo horario cubierto en su funcionamiento de seguimiento de Este a Oeste es aproximadamente de las 9hs a las 15hs.

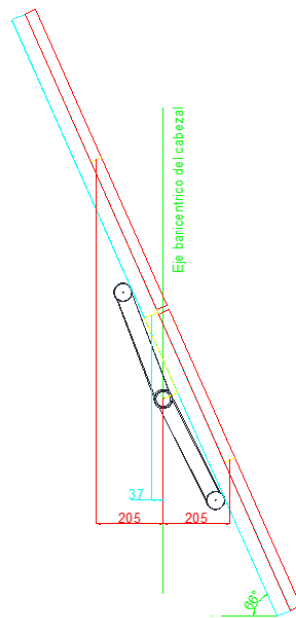


Figura 7, ángulo máximo de inclinación de arranque y fin de funcionamiento del seguidor solar.

En la figura 8 siguiente se observa la propuesta o solución a implementar para resolver el inconveniente del corrimiento del centro de gravedad (CG) cuando los paneles FV adoptan valores mayores de ángulos de inclinación, presentándose estos valores a las primeras horas del día como a las últimas. En la figura 8 se aprecia como los brazos del cabezal, que soportan los paneles) se han corrido perpendicularmente hacia atrás respecto al plano que contiene la superficie de los paneles.

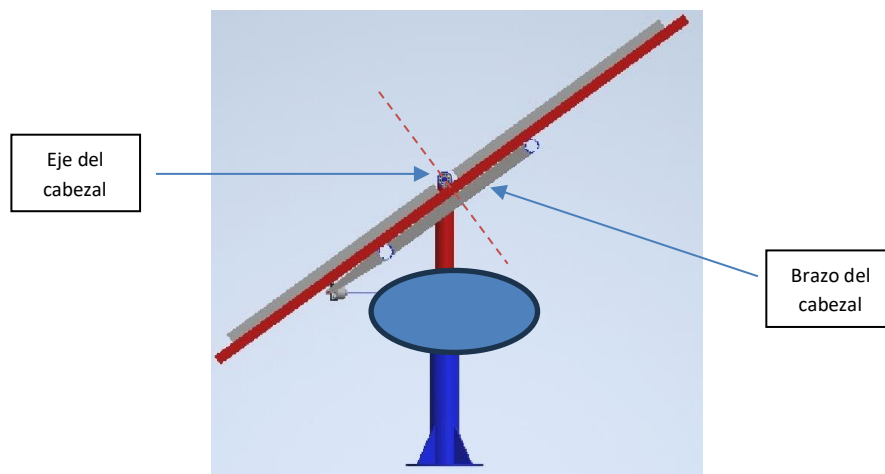


Figura 8, Diseño de cabezal propuesto.

En las figuras 9 y 10 siguientes se observa mediante la regla de la palanca, tanto para el ángulo de menor inclinación al mediodía como para los mayores valores a las primeras y últimas horas del día, los valores de las distancias de los centros de gravedad respecto al eje de giro del cabezal de; los paneles FV de la fila superior, de los brazos y de los soportes guías en comparación a la ubicación del CG de la fila inferior de paneles FV, siendo los únicos que poseen su CG por delante del cabezal (hacia la derecha).

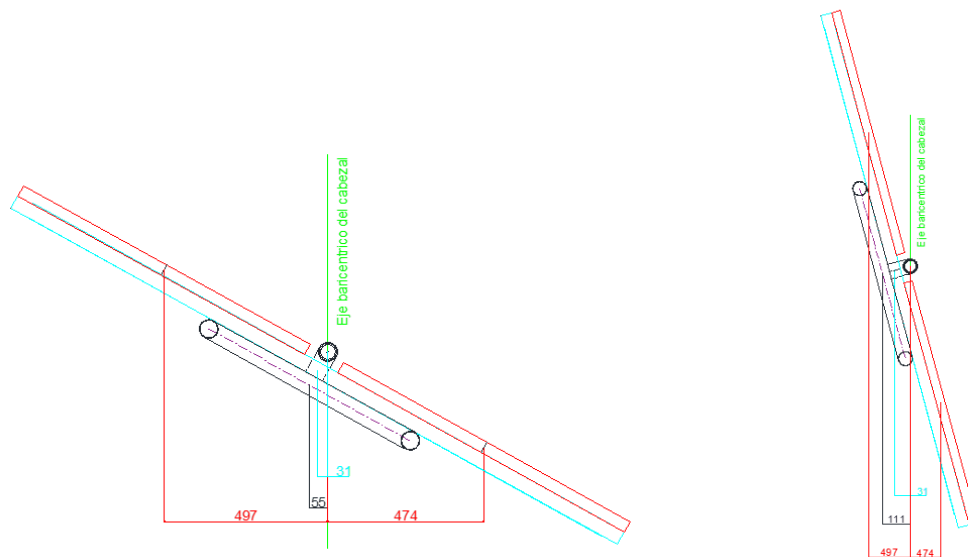


Figura 8 y 9, ángulo de inclinación al mediodía (29°) y de arranque y final máximo (75°).

Conclusiones

Se concluye que, desplazando los brazos del cabezal hacia atrás del eje horizontal del mismo, en sentido perpendicular al plano de la superficie del panel, se corrige el inconveniente del corrimiento del CG del conjunto; paneles, brazos, parantes y soporte-guía por delante del eje del cabezal dificultando así la actuación del mecanismo engranaje-pivote y su tensor, obligando a trabajar a este a compresión en lugar de a tracción. A la vez se tiene una simetría en la ubicación de las filas de paneles superiores e inferiores respecto al eje del cabezal.

Referencias

- César M. Raffo. (11^a Edición). Introducción a la Estática y Resistencia de Materiales. Librería y editorial Alsina.
- M.F. Spotts. (2da edición). Proyecto de Elementos de Máquinas. Editorial Reverté.
- Martín Fernández, D. (2023). Planta fotovoltaica para seguidores solares. Diseño de estructura e implantación.

Agradecimientos

Este proyecto se llevó adelante con el apoyo de la Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Reconquista. Se agradece el trabajo y acompañamiento de la SCyT, Ing. Mario Alberto Ros.