

Señora Directora

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente No. NC2018/0000028

Asunto: Solicitud de patente para: SISTEMA DE CONTROL ROBUSTO POR MODOS DESLIZANTES DE UN MOTOR AC.

Solicitante: INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Fecha de solicitud: 02 de enero de 2018

RESPUESTA A PRIMER EXAMEN DE FONDO

Yo, **MONICA MARIA ZULUAGA MORENO**, identificada como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado del **INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO** solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio **4130**, notificado el 25 de marzo del 2021.

I. MODIFICACIONES AL CAPÍTULO REIVINDICATORIO

Antes de entrar a discutir las objeciones presentadas en el mencionado Oficio 4130, deseo resaltar qué, con el ánimo de clarificar el objeto reclamado, mi representada desea aportar un **Capítulo Reivindicatorio Modificado, constituido por 8 Reivindicaciones, el cual se basa completamente en el Capítulo actualmente presentado,** en donde se han realizado las siguientes modificaciones:

- Se incluyó dentro de la Reivindicación 1 las características adicionales del sistema de control robusto reclamado que eran consideradas en las Reivindicaciones 7 y 8 actualmente presentada.
- Como consecuencia de la modificación realizada en la Reivindicación 1, se han eliminado las Reivindicaciones 7 y 8 actualmente presentadas y las demás Reivindicaciones se han reenumerado en concordancia.

Considero pertinente resaltar que esta modificación cumple a cabalidad con lo estipulado en el Artículo 34 de la Decisión 486, ya que no constituye una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

II. ESTADO DE LA TÉCNICA

Dentro del Oficio 4130, el Examinador indica que existen tres documentos anteriores a la fecha de presentación que serían relevantes para realizar el análisis de patentabilidad de la presente invención:

Ítem	Documento	Título	Fecha de publicación
D1	US2007050115	“Model-based control for crane control and underway replenishment”	1 de marzo de 2007
D2	Arnanz Roberto	“Métodos de control de motores de inducción: síntesis de la situación actual”	1 de octubre de 2016
D3	Byrd, D	“Closed-loop motor control: An introduction to rotary resolvers and encoders”	2014

III. EN CUANTO A NOVEDAD

El Examinador señala que tanto el documento US2007050115 (D1) y como el documento de *Arnanz Roberto* (D2) anticiparían completamente el sistema de control robusto reclamado por la presente solicitud.

Respetuosamente, difiero de las conclusiones a las que llega el Examinador, ya que este pasa por alto características técnicas de la presente invención que la diferencian de los documentos citados, diferencias que son aún más claras en vista de del Capítulo Reivindicatorio Modificado, como lo expongo a continuación:

La presente invención revela un sistema de control robusto por modos deslizantes de un motor AC que permite proteger el motor y reduce el consumo energético del mismo.

Dicho sistema de control de la presente invención comprende un controlador (2), una planta (3) y un lazo de retroalimentación (4), donde la planta (3) tiene un variador de frecuencia (6) y un motor AC (5). Además, el variador de frecuencia (6) actúa como elemento final de control y la acción de control por modos deslizantes es ejecutada únicamente por el controlador (2). También, el lazo de retroalimentación (4) comprende un Encoder (7) o un Resolver.

Esta configuración permite que el sistema no solo sea estable ante perturbaciones y ruidos sino también conlleva a una reducción del tiempo que le toma al motor (5) en alcanzar un valor de referencia fijado por medio de una interfaz hombre-máquina (9). El sistema también permite disminuir la corriente de arranque del motor (5) proporcionando así, un ahorro energético e, igualmente, atenúa el desgaste mecánico que sufre el motor (5) aumentando su vida útil.

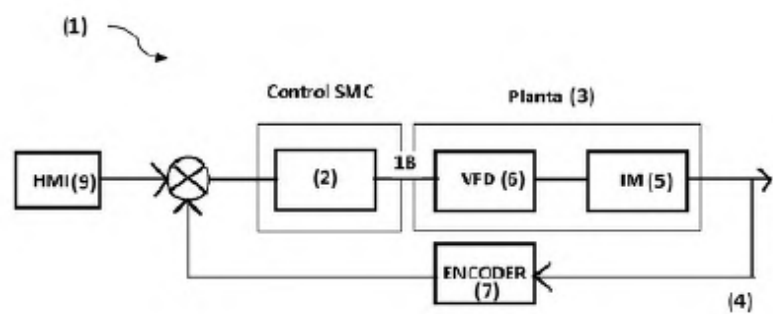


FIG. 2 de la presente invención

Por su parte, D1 divulga un control de grúa y anti-balanceo de dicha grúa que incluye un componente de diagnóstico que tiene un modelo y un componente de control. El componente de diagnóstico interactúa con un componente de análisis de datos intrínsecos y un componente de controlador. El componente de diagnóstico recibe información sobre las condiciones operativas del componente de análisis de datos extrínsecos y realiza un modelado predictivo, basado en un estado actual y la información almacenada. Además, el componente de diagnóstico predice el efecto de las condiciones operativas en una grúa e implementar acciones para mitigar el efecto de las condiciones operativas existente. El componente de diagnóstico mitiga aún más el balanceo de la grúa para reducir el tiempo de tránsito del contenedor.

Sin embargo, contrario a lo afirmado por el Examinador, D1 no comprende todas y cada una de las características del sistema de control robusto de la presente invención ya que:

- D1 no divulga que el lazo de retroalimentación del sistema de control comprenda un Encoder o un Resolver.
- D1 no divulga que el control de modos deslizantes sea ejecutado únicamente por un controlador y este se conecte al lazo de retroalimentación.
- D2 no divulga que el sistema tenga un modo de control deslizante.

Es así como el sistema de control de D1 está orientado a un control de grúa que emplea varios tipos de modelos como lo son: modelos de grúa, modelo ambiental, modelo de operación de la grúa y un modelo de control además de otros componentes, y es completamente silencioso con respecto a que el sistema use un lazo de retroalimentación que comprende un Encoder o un Resolver. Por el contrario, D1 Menciona que la señal de error emitida por el motor entra directamente en el al variador de frecuencia (VFD) lo que conlleva a determinar que se hace un control clásico o PID ya que el VFD no hace estrategias de control robusto, pero no hace referencia a que tipo de lazo de retroalimentación incluye.

Adicionalmente, D1 divulga métodos de optimización de control como lo son modos deslizantes (SMC), pero no menciona que este método se conecte al lazo de retroalimentación por medio de un controlador. Contrario a esto, según se evidencia en la FIG. 2 de la presente solicitud, en la invención el lazo de retroalimentación tiene un Encoder o un Resolver, la señal de error se procesa en el control por modos deslizantes a través del controlador (2) y cuando se procese la señal, el control por modos deslizantes da la instrucción al variador de frecuencia VFD de que **solo funcione como actuador**, por ejemplo, para reducir su velocidad.

Esta configuración en la cual el lazo de retroalimentación se conecta al control por modos deslizantes del actuador, al variador de frecuencia y al motor, permite que la señal del motor (5) sea transmitida por el lazo de retroalimentación (4) y se lleve como entrada al controlador (2) y no directamente al variador de frecuencia VFD (6)., haciendo que el sistema sea estable ante perturbaciones y ruido, además de reducir el tiempo que le podría tomar al motor (5) en arrancar. Adicionalmente se obtiene un ahorro energético y una atenuación del desgaste mecánico aumentando la vida útil del sistema.

Por lo tanto, resulta claro que D1 no revela todas y cada una de las características del sistema reclamado y, por lo tanto, dicho sistema es nuevo con respecto al arte previo.

Por otro lado, D2 se refiere a un artículo científico el cual menciona Método de control de motores de inducción. El artículo de D2 analiza la situación actual de los métodos de control de motores de inducción que se aplican en la industria, desde los métodos clásicos hasta los modernos, además de proporcionar una visión general de las tendencias de control actuales en cada uno de los métodos.

Sin embargo, D2 no menciona el uso de modos deslizantes como método de atenuación. De hecho, D2 menciona que existen sistemas para variar la velocidad de un motor, pero no señala el uso un elemento aparte para lograrlo, sino que, con la misma fuente, varía la velocidad de dicho motor. Es decir, en D2 se regula la velocidad mediante el variador de frecuencia VFD y no con un modo deslizante como lo hace la presente invención.

Así mismo, D2 menciona que un inversor ($S_{1...6}$) controla la potencia del motor. El inversor permite enviar señales al convertidor de potencia para prenderse o apagarse. En contraste, la presente invención depende del error que entra al controlador y la salida del controlador se conecta al modo deslizante la cual define la acción del valor que tomara el variador de frecuencia VFD (6).

Como consecuencia, ninguno de los documentos citados divulga **explícitamente todas y cada una de las características de la invención** y, por lo tanto, la presente solicitud es a todas luces nueva frente al arte previo citado.

IV. EN CUANTO A NIVEL INVENTIVO

Por otro lado, el Examinador considera que el sistema de control tal como se reclama en la Reivindicación 8 actualmente presentada, resultaría obvio a la luz de las enseñanzas de los documentos US2007050115 (D1) y *Byrd, D* (D3).

En este sentido quisiera resaltar que, tal como se discutió anteriormente en el presente memorial, dentro del Capítulo Reivindicatorio modificado la Reivindicación 1 incluye las características antes consideradas en la Reivindicación 8. Por lo tanto, procederé a discutir

porqué la Reivindicación 1 modificada si cumple con el nivel inventivo exigido por la legislación.

Tal como se discutió anteriormente, la invención se refiere a un sistema de control robusto por modos deslizantes de un motor AC (5) que comprende un controlador (2), una planta (3) y un lazo de retroalimentación (4). La planta (3) comprende un variador de frecuencia (6) y un motor AC (5).

Según la invención, el variador de frecuencia (6) actúa como elemento final de control y la acción por modos deslizantes es ejecutada únicamente por el controlador (2), y donde el lazo de retroalimentación (4) comprende un Encoder (7) o un Resolver.

Adicionalmente, el sistema permite utilizar el control robusto (SMC) utilizando el variador de frecuencia (VFD) como elemento final de control y no como controlador. Lo anterior permite instalar el sistema en sistemas PLC tradicionales con base en bloques matemáticos para mejorar el control clásico y aceptar el control robusto para mejorar características de control.

Si bien es cierto que D1 divulga un sistema basado en modelo que incluye la mayoría de las características estructurales de la presente invención, ya que incluye un control de grúa y anti-balanceo de dicha grúa que incluye un componente de diagnóstico que tiene un modelo y un componente de control. El componente de diagnóstico interactúa con un componente de análisis de datos intrínsecos y un componente de controlador.

Sin embargo, D1 no divulga que el lazo de retroalimentación del sistema de control comprenda un Encoder o un Resolver, tampoco divulga que el control de cambios deslizantes sea ejecutado únicamente por un controlador y donde el controlador, el variador de frecuencia y el motor se conecten a un lazo de retroalimentación.

Contrario a la opinión del Examinador, el efecto asociado al incluir un lazo de retroalimentación conectado a la salida del motor y conectado al controlador consiste en que se puede reducir la corriente al arranque del motor. Por lo tanto, el problema técnico a ser resuelto por la presente invención debería ser planteado de la siguiente manera: *¿Cómo modificar el control de grúa conocido en D1 para obtener un sistema de control*

robusto que permita reducir perturbaciones del motor y reducir el tiempo para que un motor alcance el valor de una referencia?

En la opinión del Examinador, estas características ya estarían reveladas en D3 ya que este se refiere a un artículo de control de motores en lazo cerrado. Dicho documento se refiere a varios controles de motor analizando en particular dos tipos de control que implementan una cadena de señal analógica alrededor de un sensor de posición, Resolver o Encoder.

Ahora bien, consideramos resaltar que, a pesar de que D3 divulgue un Resolver o un Encoder, al combinarlo con D1 no llegaría a la presente invención, toda vez que obtendría un control de grúa en la cual procesaría las señales de salida de un motor a partir de un Resolver o Encoder. Este Resolver o Encoder se conectaría directamente al variador de frecuencia (VFD) y no un control robusto por modos deslizantes, como lo hace la presente invención. El conectar el Resolver o Encoder directamente al variador de frecuencia no permitiría al sistema de control dar instrucciones al variador de frecuencia de reducir el tiempo para que un motor alcance el valor de una referencia dada por una interfaz hombre-máquina. Por el contrario, el disponer de Resolver o Encoder no resolvería el problema técnico planteado anteriormente, un Resolver o un Encoder son maneras de procesar señales de manera analógica o digital con la finalidad de modular o amplificar dichas señales eléctricas.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, una persona medianamente versada en la materia no hubiera llegado de manera obvia a la presente invención a partir de las enseñanzas de D1 y D3, especialmente si se considera que ninguno de dichos documentos divulga las características específicas del sistema de control reclamado en la presente solicitud:

- D1 no divulga que el lazo de retroalimentación del sistema de control comprenda un Encoder o un Resolver.
- D1 no divulga que el control de modos deslizantes sea ejecutado únicamente por un controlador y este se conecte al lazo de retroalimentación.
- D3 no divulga un variador de frecuencia que actúa como elemento final de control.

- D3 no divulga que el control por modo deslizante sea ejecutado únicamente por el controlador.

De acuerdo con lo anterior, la persona medianamente versada en la materia no hubiera llegado de manera evidente al sistema de control de la presente invención dado que nada de D1 y D3 sugiere que el incluir un lazo de retroalimentación que comprende un Encoder o un Resolver permitiría reducir de forma significativa el tiempo que le toma al motor alcanzar un valor de referencia. De hecho, como lo detalle anteriormente, si una persona medianamente versada en la materia incluiría el Resolver o Encoder en D1 no hubiera llegado a la presente invención porque además de las diferencias anteriormente descritas, en ninguno de los dos documentos hace mención a que el lazo de retroalimentación se conecte a un controlador y que este se conecte a un variador de frecuencia.

Es así como D3 únicamente se refiere a un control de motores en lazo cerrado, específicamente a dos tipos de control como lo son Resolver y Encoder, pero no revela o sugiere cómo reducir los tiempos que le tomaría a un motor alcanzar un valor de referencia. El documento D3 solo discute los métodos de control con Resolver y Encoder, que, si bien permiten procesar la señal, no se indica que dicha señal se conecte a un controlador o el efecto que esto tendría. Complementando mis argumentos, las deficiencias de D1 para llegar a la invención no están en D3 ya que D3 no divulga un variador de frecuencia que actúa como elemento final de control, además, no divulga que el control por modos deslizantes sea ejecutado únicamente por el controlador.

En vista de las diferencias estructurales de la presente invención y los documentos, vale la pena notar que en el momento de realizar el examen de fondo, el Examinador debe seguir los lineamientos de la *“Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad”*¹ en cuanto a la evaluación de nivel inventivo, ya que ésta debe basarse únicamente en si existen sugerencias explícitas y suficientes en el arte previo que indicarían de manera clara cómo desarrollar, de manera obvia, el sistema de control robusto reclamado, el cual, como se demostró anteriormente, no existe.

¹ Superintendencia de Industria y Comercio, *Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad* (Bogotá, Colombia, 2014). Sección 2.13, página 127.

Por lo tanto, una persona medianamente versada en la materia, si bien hubiera recurrido a los documentos citados para desarrollar el sistema de control por modos deslizantes, no obtendría lo desarrollado en la presente invención, por lo que el presente invento es inventivo a la luz del arte citado.

De igual manera, me permito señalar que el análisis no debe limitarse a mencionar una diferencia y a señalar similitudes inexistentes entre la presente solicitud y el arte previo citado. No es apropiado anticiparse a los resultados presentados por la invención, ya que así, siempre resultará “obvio” todo objeto de una solicitud de patente, pues inevitablemente esta parecerá derivada de la teoría en que se basa su desarrollo, sin dar mayor importancia al trabajo, intelecto y creatividad involucrados en la invención para llegar a la solución del problema planteado en la solicitud.

En conclusión, a la luz de la clara evidencia en favor del nivel inventivo suministrada anteriormente la invención no habría podido ser dilucidada ni mucho menos prevista a partir de la información aportada por D1 o D3. La persona medianamente versada en la materia no habría encontrado sugerencia o motivación alguna que la condujera directamente a desarrollar el sistema de control robusto por modos deslizantes reclamado en la presente solicitud.

Teniendo en cuenta que las Reivindicaciones 2 a 8 del Capítulo Reivindicatorio modificado son dependientes de la Reivindicación 1, estas incluyen sus características esenciales y son nuevas e inventivas por las mismas razones descritas anteriormente

V. PETICIÓN

1. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, se solicita proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.

2. De manera subsidiaria, y en caso de que su Despacho considere que la modificación introducida al Capítulo Reivindicatorio amerita revisión adicional, solicito que se requiera un examen de fondo adicional de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 10 de la Resolución 59669 de 25 de septiembre de 2020.

VI. ANEXOS

1. Capítulo Reivindicatorio Modificado por 8 reivindicaciones.
2. Pago por concepto de modificaciones voluntarias.

Señora Directora,


MONICA MARIA ZULUAGA MORENO

C.C. 43.976.060

T.P. 160.427

CVN\AFB\ID-775954\WPC21675

Agte: 16093 - 5

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control robusto (1) por modos deslizantes de un motor AC (5) que comprende un controlador (2), una planta (3) y un lazo de realimentación (4), caracterizado porque:

la planta (3) comprende un variador de frecuencia (6) y un motor AC (5);

donde el variador de frecuencia (6) actúa como elemento final de control; y

donde la acción de control por modos deslizantes es ejecutada únicamente por el controlador (2); y

donde el lazo de retroalimentación (4) comprende un Encoder (7) o un Resolver.

2. El sistema de control robusto (1) de acuerdo con la Reivindicación 1 en donde el controlador (2) es un controlador lógico programable (PLC).

3. El sistema de control robusto (1) de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones anteriores en donde el control por modos deslizantes comprende un algoritmo que se implementa en bloques matemáticos compatibles con el PLC.

4. El sistema de control robusto (1) de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones anteriores que además comprende una interfaz hombre-máquina (9).

5. El sistema de control robusto (1) de acuerdo con la Reivindicación 3 en donde el valor de referencia de la velocidad del motor AC (5) se fija a través de la interfaz hombre- máquina (9).

6. El sistema de control robusto (1) de acuerdo con las Reivindicaciones 4 o 5 en donde el valor de referencia del torque del motor AC (5) se fija a través de la interfaz hombre-máquina (9).

7. El sistema de control robusto (1) de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones anteriores en donde la planta (3) se considera como una planta (3) de primer orden con tiempo muerto (FOPDT).

8. El sistema de control robusto (1) de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones anteriores en donde el motor AC (5) se selecciona del grupo que comprende: motores de inducción y motores síncronos.

AFB\AFB\ID-775957\WPC216