

SISTEMA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO EN CERCAS ELÉCTRICAS PARA GANADERÍA UTILIZANDO PANELES SOLARES.

Eje temático

Aplicaciones de concepto ecológico (5)

Autores

Ramiro Alejandro Plazas Rosas

Edna Joydeth Avella Rodríguez

Universidad

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

País

Colombia

Correo electrónico

ramioplazas@hotmail.com

ejar425@hotmail.com

Resumen

En este artículo describe la implementación de un sistema de suministro energético en cercas eléctricas para ganadería utilizando paneles solares, el prototipo consta de dos grados de libertad. El sistema es llamado SAPPS (Sistema automático de posicionamiento de paneles solares), esta es la fase inicial del proyecto, la siguiente parte es desarrollar los sistemas de almacenamiento y suministro de la energía eléctrica a las cercas eléctricas de ganadería.

Palabras claves

Control Digital, Paneles Solares, Cerca eléctrica, Almacenamiento, Suministro, Eficiencia, Radiación solar

SISTEMA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO EN CERCAS ELÉCTRICAS PARA GANADERÍA UTILIZANDO PANELES SOLARES.

Ramiro Alejandro Plazas Rosas*, Edna Joydeth Avella Rodríguez**

* *Escuela de Ingeniería de Electrónica, Uptc. Grupo inv. GIRA,*
ramiroplazas@hotmail.com .

** *Escuela de Ingeniería de Electrónica, Uptc. Grupo inv. GIRA,*
ejar425@hotmail.com

Resumen: En este artículo se describe la implementación de un sistema de suministro energético en cercas eléctricas para ganadería utilizando paneles solares, el prototipo consta de dos grados de libertad. El sistema es llamado SAPPs (Sistema automático de posicionamiento de paneles solares), esta es la fase inicial del proyecto, la siguiente parte es desarrollar los sistemas de almacenamiento y suministro de la energía eléctrica a las cercas eléctricas de ganadería.

Palabras clave: Control Digital, Paneles Solares, Cerca eléctrica, Almacenamiento, Suministro, Eficiencia, Radiación solar.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el ser humano es altamente dependiente de la energía eléctrica, sin embargo, la mayoría de esta energía se obtiene mediante combustibles de tipo fósil, es decir de fuentes que no son renovables y que generan cierto impacto sobre el medio ambiente. En el mundo actual se ha originado una gigantesca ola de tendencias que pretenden aplicar métodos alternativos de generación energética, como es el caso de la energía proveniente del sol. [25], [2] Esta tiene varias ventajas como los son la inagotabilidad, la eficiencia, la disponibilidad en cualquier sitio geográfico (sin dependencia de ningún tipo de red eléctrica) y la cualidad de tener una producción limpia.

Se quiere obtener un sistema automático para posicionamiento de paneles solares que sea capaz de suministrar energía a las cercas eléctricas para ganadería, ya que los sistemas actuales de distribución eléctrica resultan complicados, peligrosos y de mucho costo para el ganadero. La fase inicial está encargada de obtener la energía solar por medio de paneles solares [17], para esto se ha construido un prototipo llamado SAPPs (Sistema automático de posicionamiento de paneles solares), el cual esta conformado por dos moto reductores DC Faulhaber y Namiki.

Posee 4 fotorresistencias para saber en donde se encuentra la mayor cantidad lumínica. Para el sistema de control se está trabajando en un control digital utilizando un sistema gráfico de programación (Labiew 8.6®). [19] [23]

Se espera terminar con la fase de captación eficiente de energía y empezar a desarrollar los sistemas de almacenamiento y suministro de la energía eléctrica a las cercas eléctricas de ganadería.

2. CONTENIDO

2.1 Documental

Es necesario conocer acerca de las funciones y aplicaciones de un sistema de suministro energético en cercas eléctricas para ganadería utilizando paneles solares en un ambiente de trabajo.

¿Qué es la energía renovable?

Energía renovable es la que se aprovecha directamente de recursos considerados inagotables como el Sol, el viento, los cuerpos de agua, la vegetación o el calor del interior de la Tierra. [26]

¿Por qué se dice que esta energía es inagotable?

La energía que utilizamos convencionalmente proviene de recursos NO RENOVABLES (combustibles fósiles), de los cuales se dice que están "almacenados" y cuyas reservas se agotan a medida que se utilizan. El caso contrario ocurre con las energías RENOVABLES, las cuales provienen de recursos que están relacionados con los ciclos naturales de nuestro planeta, haciendo posible que dispongamos del recurso de manera permanente. [26]

¿Por qué existe interés en explotar las energías renovables?

La dependencia del petróleo, el carbón y el gas ha generado conflictos de orden político (guerras entre naciones) y ambiental (emisiones de dióxido de carbono, azufre, etc.); por esta razón, en los últimos años se ha hecho necesario invertir en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía que funcionen con recursos renovables. Para el ser humano es claro que estas fuentes de energía están disponibles en su entorno, entonces su interés por explotarlas también radica en una mejor administración de los recursos locales. Además, en el mundo entero el término renovable se asocia con la disminución de emisiones contaminantes y con la "no-producción" de desechos, lo cual garantiza un medio ambiente más limpio y apropiado para nosotros y para las futuras generaciones. Actualmente las energías renovables cubren cerca del 20% del consumo mundial de electricidad. [26]

¿Cuáles son las energías renovables?

Para un mejor entendimiento y estudio se han clasificado estas energías en seis grupos principales: [26]

ENERGÍA SOLAR. [10]

ENERGÍA HIDRÁULICA. [8]

ENERGÍA EÓLICA. [6]

ENERGÍA DE LOS OCÉANOS. [9] [11]

ENERGÍA DE LA BIOMASA.

ENERGÍA DE LA GEOTERMIA. [7]

¿Cómo se aprovechan las energías renovables?

Cada una de las energías implica diferentes tipos de tecnologías que utilizan distintos elementos o equipos de transformación [12], según los

cuales se obtiene energía en forma de electricidad, fuerza motriz, calor o combustibles. La tabla N° 1 nos brinda un panorama general de cómo las energías renovables pueden ayudarnos a suplir nuestras necesidades energéticas. [26]

Tabla 1. Las energías renovables

Recurso	Tecnología	Elementos	Aplicación
SOLAR	Fotovoltaica	Celdas solares	Electricidad
	Térmica	Colectores	Calor, electricidad
	Pasiva	Muros, ventanas, etc.	Calor, iluminación
EÓLICA	Generación eléctrica	Aerogeneradores	Electricidad
	Fuerza motriz	Aerobombéo	Fuerza motriz
BIOMASA	Digestión anaerobia	Biodigestor	Biogás combustible
	Gasificación	Gasificador	Gas combustible
	Pirólisis	Pirólizador	Combustible
	Fermentación alcohólica	Destilería	Bioetanol
	Esterificación	Unidad de esterificación	Biodiesel
	Combustión	Hornos, calderas	Calor, electricidad
HIDRÁULICA	Centrales hidroeléctricas	Pequeñas centrales hidráulicas	Electricidad
	Pequeños aprovechamientos	Ruedas	Fuerza motriz
OCÉANOS	Mareas	Barreras, turbinas	Electricidad
	Olas	Flotadores, columnas, aparatos focalizantes	Electricidad
	Diferencia de temperatura	Turbinas, condensadores	Electricidad
	Corrientes marinas		Electricidad
GEOTERMIA	Generación eléctrica	Plantas de energía	Electricidad
	Usos directos	Aguas termales	Calor, recreación, salud

Fuente [26]

Las Energías Renovables Son El Futuro

La edad de piedra no acabó por falta de piedras, y la era de los combustibles fósiles tampoco terminará por el agotamiento del petróleo, el gas natural y el carbón.

Las energías renovables solucionarán muchos de los problemas ambientales, como el cambio climático, los residuos radiactivos, las lluvias ácidas y la

contaminación atmosférica. Pero para ello hace falta voluntad política y dinero. En 2003 el consumo mundial de energía superó los 10.500 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep): 2.400 Mtep de carbón, 3.600 Mtep de petróleo, 2.300 Mtep de gas natural, 610 Mtep de nuclear, 590 Mtep de hidroeléctrica y cerca de 950 Mtep de biomasa, fundamentalmente leña, y cantidades aún pequeñas de geotermia, solar y eólica. [13]

¿Qué es la energía solar?

La energía solar se define como la energía producida por reacciones nucleares al interior del Sol, que son transmitidas en forma de ondas electromagnéticas a través del espacio (radiación solar). [26]

Radiación solar en la Tierra.

El Sol irradia energía a una tasa de 3.9×10^{26} vatios, y perpendicularmente, sobre la parte superior de la atmósfera, nuestro planeta recibe una radiación solar promedio de 1 367 vatios por cada metro cuadrado.

Las variaciones en la cantidad de radiación solar recibida dependen de los cambios en la distancia al Sol como consecuencia de la órbita elíptica que recorre la Tierra alrededor del mismo. Otras variaciones son ocasionadas por pequeñas irregularidades en la superficie solar en combinación con la rotación del Sol y posibles cambios temporales de su luminosidad.

La radiación solar directa no tiene cambios en su dirección desde el Sol hasta la superficie terrestre. Una vez dentro del planeta, las características

físicas y la composición química de la atmósfera afectan la cantidad y el tipo de radiación que alcanza la superficie, razón por la cual durante períodos de abundante nubosidad o bruma, (ver Tabla N° 2) la radiación que incide es esencialmente dispersada por partículas y moléculas del aire (radiación difusa). [26]

Cantidad de radiación solar

Para conocer la cantidad de energía que se puede obtener del Sol, es necesario medir la cantidad de radiación solar (directa más difusa) que recibe realmente una región (ver Figura N° 1). Esta cantidad de radiación disponible para convertir en energía útil en una localidad depende de varios factores: posición del Sol en el cielo, que varía diaria y anualmente [31]; condiciones atmosféricas generales y del microclima; altura sobre el nivel del mar y la duración del día (época del año). La máxima cantidad disponible sobre la superficie de la Tierra en un día claro, fluctúa alrededor de 1 000 vatios pico por metro cuadrado. [26]

Tabla 2. Tipos de cielos y su equivalencia en radiación

TIPO DE CIELO	RADIACIÓN SOLAR en W/m ²
Constantemente nublado	Menos de 300
Nubosidad media	Entre 300 y 400
Nubosidad mínima	Entre 400 y 500
Cielo despejado	500 en adelante

Fuente [26]

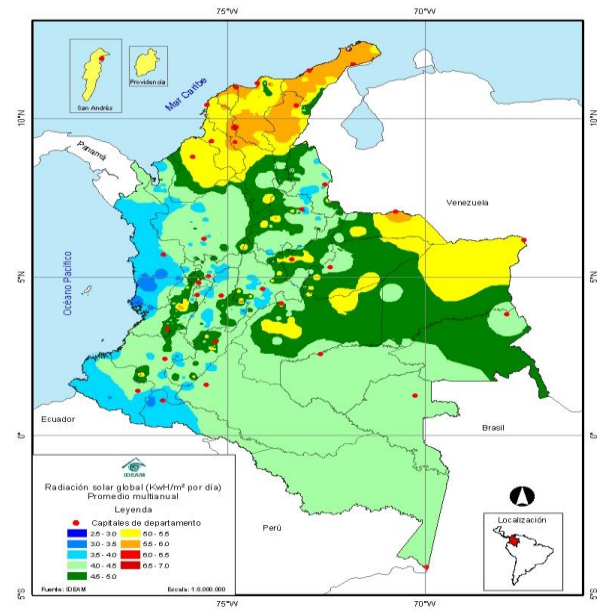


Figura 1. Radiación global de Colombia. [25]

¿Cómo aprovechar la energía solar?

Para transformar la energía solar se utilizan principalmente tres tipos diferentes de tecnologías: energía solar fotovoltaica, energía solar térmica y energía solar pasiva. [26]

Energía solar fotovoltaica

La luz del Sol se puede convertir directamente en electricidad mediante celdas solares, conocidas también como celdas fotovoltaicas, que son artefactos que utilizan materiales semiconductores. La corriente eléctrica puede ser utilizada inmediatamente o puede ser almacenada en una batería para utilizarla cuando se necesite. Una celda fotovoltaica típica puede ser cuadrada y medir 10 centímetros por lado y producir cerca de 1 vatio de electricidad, más que suficiente para que un reloj de pulsera funcione, pero no para encender un radio. Las celdas individuales se ensamblan para formar módulos (40 celdas); si se necesita generar más electricidad los módulos se agrupan para formar lo que se

conoce como arreglo (10 módulos).
Usos. Los sistemas simples (sin almacenamiento de energía) producen energía donde y cuando se necesita (ver Tabla N° 3); por lo tanto, no se necesitan cables, almacenamiento o sistemas de control. [26]

Tabla 3. Usos del sistema simple

SISTEMAS SIMPLÉS	Hogares, granjas, ranchos	Comercial, industrial	Servicios públicos: parques, paraderos	Transporte: terrestre, aéreo, fluvial	Edificios: oficinas, escuelas, apartamentos	Utilidades: energía, gas, agua
Bombeo de agua de pozo.	•	•	•			•
Bombeo de agua de lagunas o ríos.	•		•			
Purificación de agua	•	•	•			
Evaporación	•	•	•	•	•	•
Ventiladores	•	•	•	•	•	•
Aírear depósito de agua	•	•	•			

Fuente [26]

Los sistemas fotovoltaicos con batería de almacenamiento pueden diseñarse para equipos que utilicen corriente del tipo directa (DC) o alterna (AC). [15] Si se quiere utilizar un equipo que funciona con corriente AC, debe acondicionarse un inversor para alimentar la carga. Entre los usos más frecuentes que se dan en hogares, fincas, industria, comercio, transporte, edificios, comunicaciones se encuentran [28]:

- Iluminación interior o exterior.
- Señales de advertencia: luces, sirenas.
- Monitoreo: agua, aire, temperatura, flujo, movimiento.
- Batería para vehículo.
- Protección catódica contra la corrosión.
- Interruptores: eléctricos, válvulas,

apertura compuertas.

- Control de encendido, radio, teléfono, telemetría.
- Bombeo de aceite y combustible.
- Refrigeración. [26]

El Cercado Eléctrico

Un cercado eléctrico esta formado por un energizador o pulsador, el cual debe ser alimentado por una fuente de energía que puede ser la red eléctrica convencional, un acumulador o batería o las llamadas pilas alcalinas. El pulsador lo que hace es elevar el voltaje a niveles de 5000 a 9000 voltios pero con niveles de energía muy bajos lo que solamente provoca un “choque” eléctrico sin peligro para quien lo recibe. Para que este efecto de “Choque” funciones deberá de haber una conexión directa a tierra, de ahí que el otro elemento importante del sistema es la conexión a tierra, la cual deberá ser muy firme y el terreno deberá tener un nivel de conductividad aceptable, de ahí que se recomienda que este húmedo. El ultimo elemento del cercado eléctrico es el alambre o hilos de corriente que serán quienes lleven los “pulsos” de corriente a todo lo largo del cerco. [22] [28]

Diseño De Un Sistema De Seguimiento Solar De Un Eje Para El Aprovechamiento De La Energía Solar En Sistemas Fotovoltaicos

En este proyecto se hace el diseño y la implementación de un Sistema de Seguimiento Solar automatizado basado en el microcontrolador PIC 16F84. En la memoria del PIC esta embebido un programa de aplicación que envía una secuencia de pulsos digitales a un motor de posicionamiento angular. El motor esta

acoplado a un engranaje de un eje rotacional que permite el desplazamiento horario de un panel fotovoltaico durante un tiempo de 6,7 minutos y un desplazamiento en giro antihorario de retorno a la posición inicial. [14]

Sistema Controlador De Posicionadores Angulares De 2 Gdl Para Instalaciones Fotovoltaicas

En este artículo se describe la implementación de un dispositivo diseñado para el control de posicionadores angulares de dos grados de libertad, en especial los posicionadores de paneles fotovoltaicos. El diseño de dicho dispositivo, en adelante denominado unidad de control, ha sido diseñado íntegramente en el departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Sevilla atendiendo a tres especificaciones básicas: autonomía, robustez y versatilidad. [24]

2.2 Experimental



Figura 2. SAPPs Fuente autores

El prototipo SAPPs (Figura 2) consta de una base trapezoidal donde se encuentra un motorreductor de marca FAULHABER, el cual dará un grado

de libertad, en la parte intermedia existen acoples mecánicos entre el eje del motorreductor FAULHABER y el soporte del otro motorreductor de marca NAMIKI, este último tiene acoplado a su eje un plato donde se ubicarán los sensores.

INSTRUMENTACIÓN

Sensores: Están situados en el plato, estos se ubicarán a una distancia equidistante (Figura 3) entre sí para poder tener una intensidad de luz homogénea. Para la escogencia del sensor se tuvo en cuenta parámetros que se observan en la tabla 4. Y se escogió la fotorresistencia debido a su fácil adquisición en el comercio.

Tabla 4. Características de los sensores empleados

	LX1972	FOTO RESISTENCIA
Operating Temperature Range	-40°C to 85°C	-25 a 75
Tensión	-0.3V to 6V	150
Peak Spectral Response	520 nm	570 nm
Costo	6003	1000
Tipo de respuesta	Lineal	Logarítmico

Fuente Datasheet



Figura 3. Ubicación de sensores. Fuente autores

Actuadores: como actuadores se implemento un puente H el cual era encargado de dar el cambio de sentido de giro con un pulso en un determinado pin, realizando pruebas para el manejo de los motores el puente H L293, se calentaba demasiado y al no contar con un disipador para encapsulado tipo DIP, se opto por el L298, este cuenta con mayor disipación de potencia y también es de un costo similar al escogido anteriormente (Tabla 5). El Microcontrolador 16F877A, también puede considerarse parte del actuador debido a que este solo realizaba el conversión de un voltaje a un PWM, con el propósito de cambiar el sentido de giro del motor (Figura 4).

Tabla 5. Características de los puentes H

	L293	L298
Operating Temperature Range °C	-40 to +150	-40 to 150
Tensión (V)	36	50
Total Power Dissipation (W)	5	25
Peak Output Current (A)	2	2.5
Costo	6699	6989

Fuente Datasheet

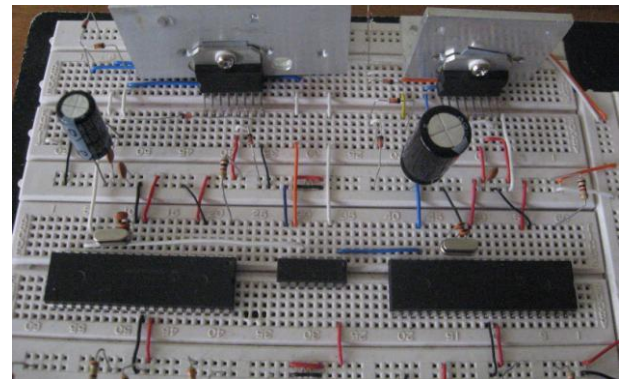


Figura 4. Actuadores. Fuente autores

OBTENCION DEL MODELO

Para la obtención del modelo matemático de los motores y actuadores se realizo un programa (figura 5) con el software LabVIEW versión estudiantil 8.5 de la empresa National Instruments® y con la tarjeta de adquisición de datos USB-6009 (Figura 6) se pudieron adquirir los datos hacia el PC, ya que los motores cuentan con encoders, se convirtió la frecuencia de los encoders a voltaje [3]. Después de obtener el voltaje estos fueron almacenados en una tabla y graficados en MATLAB® [18], donde se obtuvo las curvas de reacción de los motores FAULHABER (Figura 7) y NAMIKI (Figura 8).

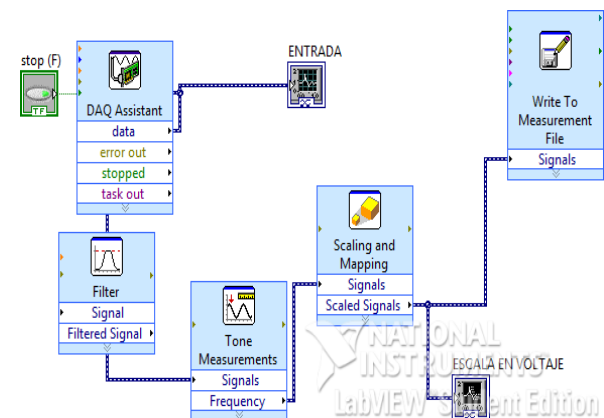


Figura 5. LabVIEW 8.5 Student Edition. Fuente Autores



Figura 6. Tarjeta de adquisición de datos USB-6009. Fuente Autores

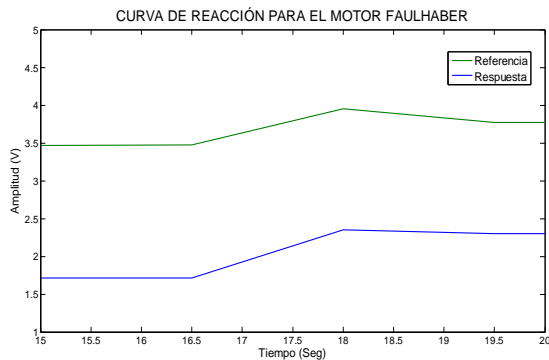


Figura 7. Simulink MATLAB. Fuente Autores

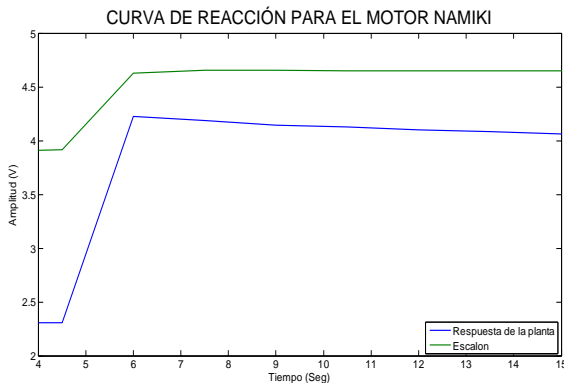


Figura 8. Simulink MATLAB. Fuente Autores

Para la obtención del modelo matemático se realizó por medio de la curva de reacción [20], el cual consiste en aplicarle una variación a la entrada del sistema y ver su comportamiento en la salida, y de acuerdo con unos criterios (Tabla 6) obtenidos de las

curvas se puede representar matemáticamente el proceso [21]. Pero las funciones de transferencia halladas representan la velocidad por este motivo se integra la velocidad y se obtiene así la posición de los motorreductores, siendo esta la variable a la cual se le realizara el control.

Como el tiempo característico de las plantas o procesos es mucho mayor que el tiempo muerto (t_m), este tiempo se puede despreciar.

Tabla 6. Resultado de las curvas de reacción

CRITERIOS DE DISEÑO	MOTOR FAULHABER	MOTOR NAMIKI
K	1.927	2.30
τ	0.8	0.867
t_m	0.132	0.091
T	1.66	1.74
Función de Transferencia	$G = \frac{2.4}{S+1.25}$	$G = \frac{2.65}{S+1.15}$

Fuente Autores

2.3 Aplicada

DISEÑO DEL CONTROLADOR

Para la realización del controlador se utilizo la función de transferencia hallada anteriormente, esta función se discretizo con la ayuda de MATLAB, esto para desarrollar los criterios que son utilizados para la realización del controlador por métodos algebraicos. [29], [4], [30].

Después de realizar los cálculos necesarios se obtiene las funciones de transferencia que servirá para realizar el controlador del proceso, en la figura

9 se observa el diagrama de bloques y como debe ser el montaje del mismo.

Diagrama De Bloques Para El Modelo Del Controlador Algebraico

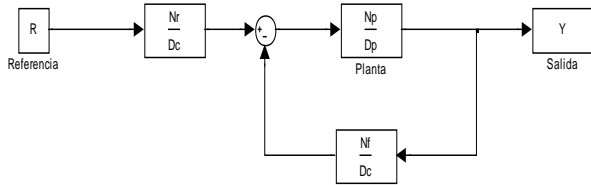


Figura 9. Fuente Simulink MATLAB

Ecuación del controlador algebraico para el motor FAULHABER

$$U(Z,Tm) = \frac{1.07z + 4.14 \times 10^{-14}}{z + 0.684} R(Z,Tm) - \frac{1.41z - 0.339}{z + 0.684} Y(Z,Tm) \quad (1)$$

Ecuación del controlador algebraico para el motor NAMIKI

$$U(Z,Tm) = \frac{1.213z + 5.1 \times 10^{-14}}{z + 0.6623} R(Z,Tm) - \frac{1.562z - 0.348}{z + 0.6623} Y(Z,Tm) \quad (2)$$

Antes de realizar pruebas con el prototipo SAPPs, se realizó simulaciones en MATLAB con el bloque de Simulink, los bloques azules corresponden a las funciones halladas matemáticamente (ecuaciones 1 y 2) y los bloques de color verde corresponden a las plantas a controlar, para observar como es el comportamiento de los controladores diseñados, en el diseño de los controladores se diseña un modelo al cual se le denomina modelo a seguir, este bloque recoge todo el proceso, el controlador y según la respuesta en las simulaciones (Figura 10), (Figura 11) el modelo se comportó muy bien, por tanto el controlador diseñado se comportó perfecto, la línea azul en las simulaciones corresponde al pulso en la entrada y la línea roja corresponde a la respuesta del proceso con el

controlador, esta respuesta tiene un retardo de un 1 segundo, debido a que la tarjeta USB-6009 tiene la característica de 1 muestra por segundo, por este motivo se diseñó de esta forma.

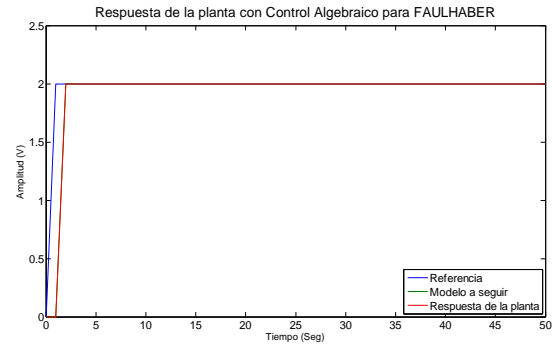
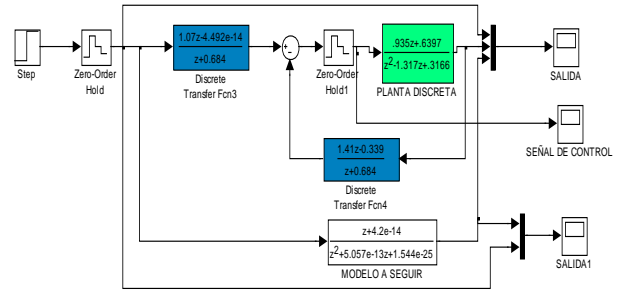


Figura 10. Simulink MATLAB. Fuente Autores

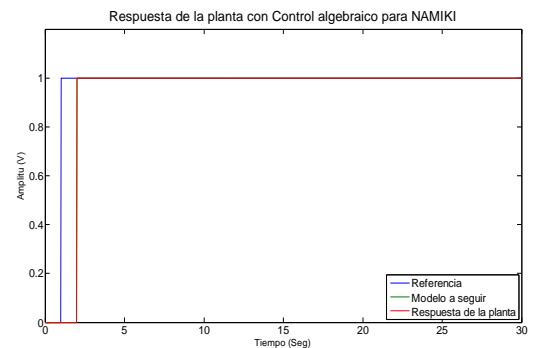
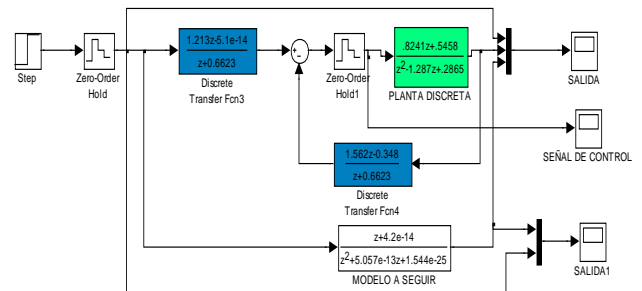


Figura 11. Simulink MATLAB. Fuente Autores

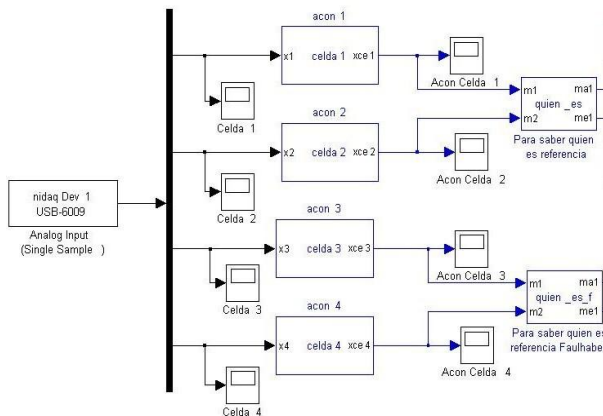


Figura 12. Simulink MATLAB Adquisición de datos. Fuente Autores

instante de tiempo actúan como referencia.

En la figura 13 los bloques amarillos corresponde a las funciones de transferencia representadas en las ecuaciones 1 y 2, los bloques “res1, res2, out, out1”, sirven para acondicionar los valores provenientes del control, para poder sacar los datos por la tarjeta, ya que esta trabaja en un rango de 0a 5V, la ayuda de estos últimos bloques permite proteger la tarjeta y que el programa no llegue a bloquearse.

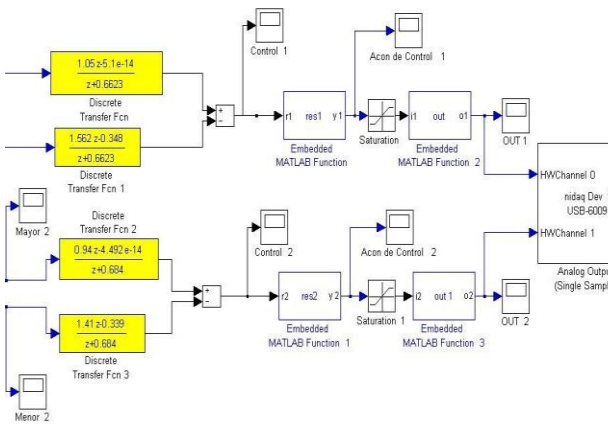


Figura 13. Simulink MATLAB Control por métodos algebraicos. Fuente Autores

En la figura 14 se observa el prototipo SAPPS, con la tarjeta de adquisición de datos y los actuadores, por ser el primer prototipo, esté aun no cuenta con baquelitas y con un cableado estructurado, ya que se requieren realizar muchas pruebas más.

IMPLEMENTACION DEL CONTROLADOR AL PROTOTIPO SAPPSS

Para realizar el controlador se empleo Simulink de MATLAB, en la figura 12 se observa como se realizo la adquisición de datos por medio de la tarjeta USB-6009, los bloques denominados “Acon” sirven para realizar el acondicionamiento, linealización y así haya homogeneidad con los rangos a trabajar, los bloques “quien_es”, es para determinar quien es la referencia y quien es el sensor, ya que en algún momento determinado los sensores actúan como tal y en otro

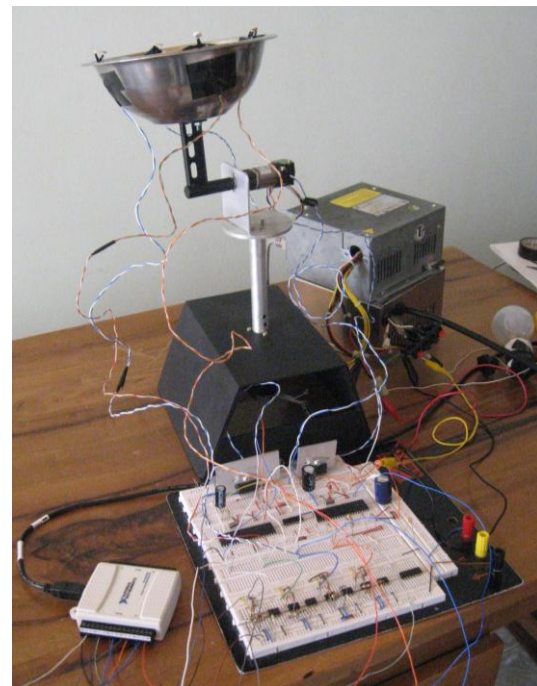


Figura 14. Prototipo implementado para el posicionamiento del panel solar. Fuente Autores

2.4 Divulgatorio

Puesto que es necesario la divulgación de los resultados de las pruebas que se le realizaron al sistema.

Recopilación de información, adquisición de materiales, interpretación de información, realización de pruebas, recolección de datos, análisis de datos y mejoras de acuerdo a los resultados.

Ponencia en el VII Encuentro Regional de Semilleros de investigación en la modalidad: Investigación en Curso

3. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó un estado del arte y se concluyó que en la región es viable implementar el sistema de paneles solares.
- ✓ Se ha observado que la energía solar tiene características como la inagotabilidad, disponibilidad en cualquier sitio geográfico y la cualidad de tener una producción limpia.
- ✓ El controlador diseñado debe tener una característica integral ya que el error en estado estacionario debe ser cero.
- ✓ El sistema no requiere cambios rápidos de posición ya que la incidencia de los rayos solares no tienen movimientos drásticos.
- ✓ Se ha obtenido un sistema de control digital para el sistema de funcionamiento de los paneles

- ✓ Se ha obtenido el prototipo para la utilización del sistema

4. IMPACTO REGIONAL

- La potencialidad esta enfocada en poder suplir los inconvenientes que se presentan a los ganaderos minifundistas de la región de Boyacá.
- Colaborar con el ahorro de la energía eléctrica en Boyacá a través del aprovechamiento de energías limpias.
- Optimizar el uso energético que realiza varios de los sistemas que existen en la actualidad referente a cercas eléctricas.
- Viabilidad de implementar este dispositivo para otras aplicaciones en la industria, hogares y demás.

5. ACTIVIDADES A REALIZAR

- Adquisición e implementación del panel solar.
- Almacenamiento y distribución de la energía.
- Diseño e implementación del sistema con la cerca eléctrica.
- Realización de pruebas.
- Actividades de socialización del proyecto

6. REFERENCIAS

- [1] Atlas de Radiación Solar de Colombia obtenida en http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_

- Radiacion_Solar/1-Atlas_Radiacion_Solar.pdf
- [2] AUSTRALIA LANZA INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SOLAR <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2009/02/03/australia-lanza-instituto-de-investigacion-solar/>
- [3] Blume, Peter A. DSP for MATLAB and LabVIEW Volume I: Fundamentals of Discrete Signal Processing, Prentice Hall PTR; 1 edition, 2007. ISBN 0131458353.
- [4] Burden, Richard L, Douglas Fairens J. Análisis numérico. Cengage Learning Editores Edición: 7, 2002. ISBN 9706861343, 9789706861344
- [5] Celdas Solares. 2005. Obtenido en <http://www.textoscientificos.com/energia/celulas>
- [6] ENERGÍA EÓLICA obtenida en http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica
- [7] ENERGÍA GEOTÉRMICA obtenida en http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_geot%C3%A9rmica
- [8] ENERGÍA HIDRÁULICA Obtenida en http://www.profesorenlinea.cl/swf/links/frame_top.php?dest=http%3A//www.profesorenlinea.cl/fisica/EnergiaHidraulica.htm
- [9] ENERGÍA MAREOMOTRIZ obtenida en http://es.wikipedia.org/wiki/Central_mareomotriz
- [10] ENERGIA SOLAR obtenida en <http://www.eco2site.com/arquit/energiasolar.asp>
- [11] ENERGÍA UNDIMOTRIZ obtenida en http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_undimotriz
- [12] ESTUDIO DEL POTENCIAL EN COLOMBIA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA NO CONVENCIONAL DE LOS OCEANOS obtenida en <http://www.si3ea.gov.co/Default.aspx?tabid=73>
- [13] Gavin D J Harper. "Solar Energy Projects for the Evil Genius". Primera edición McGraw-Hill/TAB Electronics. 2007. ISBN-10 0071477721
- [14] Gonzáles Gámez Manuel Benigno. Cohaila Barrios Alberto Enrique. Paredes Choque Edith Carmen. (2008). Diseño De Un Sistema De Seguimiento Solar De Un Eje Para El Aprovechamiento De La Energía Solar En Sistemas Fotovoltaicos. Obtenido en <http://www.unjbg.edu.pe/coin/pdf/01011000906.pdf>
- [15] How DC/AC Power Inverters Work obtenida en: <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/automotive/dc-ac-power-inverter.htm>
- [16] How Solar Cells Work disponible <http://www.howstuffworks.com/solar-cell.htm>
- [17] INTELLIGENT SUN-TRACKING SYSTEM FOR EFFICIENCY MAXIMIZATION OF PHOTOVOLTAIC ENERGY PRODUCTION obtenida en <http://www.icrepq.com/icrepq-08/224-figueiredo.pdf>
- [18] Isen, Forrester W. DSP for MATLAB and LabVIEW Volume II: Discrete Frequency Transforms, Morgan & Claypool Publishers, 2008. ISBN 1598298933
- [19] Jeffrey Travis, Jim Kring, LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun, Prentice Hall PTR; 3 edition, 2006, ISBN-10 0131856723

- [20] Kuo, Benjamin C. Automatic Control Systems, Wiley; 8 edition, 2002. ISBN 0471134767
- [21] Lawrence (Larry) M. Thompson, Basic Electricity and Electronics for Control: Fundamentals and Applications, ISA, 2008. ISBN 155617988X
- [22] Manual simplificado del cercado eléctrico, guía sencilla para la selección, instalación, operación y mantenimiento de los cercos eléctricos operados con energía fotovoltaica. (2002). Obtenido en. <http://www.ionapel.com/manual.cercos.electricos.90502.pdf.pdf>
- [23] Nasser Kehtarnavaz, Namjin Kim, Digital Signal Processing System-Level Design Using LabVIEW, Newnes, 2005, ISBN-10 075067914X
- [24] O. Collazo, M.G. Ortega, F.R. Rubio, F. Gordillo. (2003). Sistema Controlador De Posicionadores Angulares De 2 Gdl Para Instalaciones Fotovoltaicas. Obtenido en <http://www.ceafiac.es/actividades/jornadas/XXIV/documentos/incon/148.pdf>
- [25] Photosynthesis Solar Tree Concept Is the World's Best Looking Solar Gadget Charger <http://gizmodo.com/5043007/photosynthesis-solar-tree-concept-is-the-worlds-best-looking-solar-gadget-charger>
- [26] Romero R Luis Carlos. Zapata L Henry Josué. Valles F. Carlos F. Vesga Daniel Unión Temporal ICONTEC – AENE. Energías Renovables: Descripción, Tecnologías Y Usos Finales. 2003. Obtenido en [http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/energias_](http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/energias_alternativas/material_difusion/Cartilla.pdf)
- alternativas/material_difusion/Cartilla.pdf
- [27] Santamarta José, Las energías renovables son el futuro. Obtenida en <http://nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/renovables.pdf>
- [28] SISTEMA DE SEGUIMIENTO SOLAR obtenida en http://www.alumnos.utfsm.cl/~eduardo.sotos/archivos/proy_seguir_el_solar.pdf
- [29] Spurgeon, Charles E, Balcells Sendra, Josep, Romeral, José Luis, Automatas programables, Marcombo, Edición: ilustrada, 1997. ISBN 8426710891, 9788426710895
- [30] Tewari, Ashish. Modern Control Design With MATLAB and SIMULINK, Wiley, 2003. ISBN 0471496790
- [31] THE TRACKING SOLAR COOKER obtenida en <http://solarcooking.org/plans/Cookerbo.pdf>