



unl

Universidad
Nacional
de Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Carrera de ingeniería en sistemas/Computación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos
Naturales No Renovables.

COMPUTACIÓN

TEORIA DE LA PROGRAMACION INFORME

Avance 1. Proyecto PIS

Docente: Ing. Coronel Romero Edison Leonardo

Estudiantes:

- Leonardo Sánchez
- Servio Vega
- Steven Narváez
- Ana Panamito
- Fernando Ortega

Ciclo: 1er ciclo "A"

1859

LOJA - ECUADOR

2024

INDICE

TITULO: CARGADOR SOLAR.....	4
INTRODUCCION.....	4
OBJETIVOS.....	4
Objetivos específicos	4
MARCO TEÓRICO	5
Cargador solar.....	5
Energía solar.....	6
Tipos de energía solar	6
Panel solar.....	8
Efecto De La Temperatura En Un Panel Solar	9
Ángulo de declinación solar.....	10
Longitud y latitud.....	12
Ángulo horario (HRA)	13
Tiempo juliano.....	13
Hora solar	14
Tiempo Solar Local (LST) y la hora local (LT).....	14
Ángulo de elevación solar	15
Azimut	16
PSeInt	17
Discusión sobre nuestro diseño	17
Desarrollo del algoritmo en PSeInt.....	18
Diagramas de flujo del algoritmo	20
Desarrollo del Algoritmo en C	22
Descripción del Problema y Objetivo del Algoritmo	22
Análisis de las variables involucradas y Explicación de las estructuras de datos y funciones utilizadas en el código.	23
Código en C.....	26
Diagrama de flujo desarrollado del algoritmo en C.....	28
Discusión sobre la implementación de nuestro código en un sistema real de paneles solares.....	30
Conclusiones	31
Recomendaciones	31
Bibliografía	32

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Componentes de un cargador solar	5
Ilustración 2. Energía solar fotovoltaica	7
Ilustración 3. Energía solar térmica.....	7
Ilustración 4. Energía solar pasiva	8
Ilustración 5. Energía solar híbrida	8
Ilustración 6. Panel solar	9
Ilustración 7. Curva de como baja el rendimiento del panel solar al aumentar la temperatura...	10
Ilustración 8. Cambio de ángulo de inclinación del solsticio de verano en el hemisferio norte (o el invierno en el hemisferio sur) hasta el solsticio de invierno del hemisferio norte (verano en el sur).....	11
Ilustración 9. Corrección de tiempo EoT	14
Ilustración 10. Orientación y altura solar	16

TITULO: CARGADOR SOLAR

INTRODUCCION

Este informe se enfoca en el inicio del proceso de creación de un cargador solar, equipado con un panel de energía solar que va tener la capacidad de moverse. Este panel se ajustará a la presencia de la luz solar como a la posición de las coordenadas (latitud y longitud), así como la fecha y hora ya que esos serán los datos que tendremos disponibles. Estos datos serán fundamentales para calcular la posición del sol y con eso se llevarán a cabo cálculos mediante respectivas fórmulas para determinar la trayectoria del panel solar. Estos cálculos serán la base para la elaboración de un algoritmo que se ejecutará actualizando la posición del panel solar a medida que transcurre el tiempo. El proceso inicial incluyó en la aplicación de las fórmulas, las cuales luego fueron realizadas en un lenguaje de programación el cual se utilizó PSeInt, que es un programa de pseudocódigo que facilita la implementación de algoritmos. Este enfoque proporciona una base sólida para el desarrollo futuro del algoritmo, que será completado y permitiendo un óptimo desarrollo para nuestro cargador solar.

OBJETIVOS

Desarrollar un algoritmo que determine la orientación óptima de paneles solares en tiempo real para maximizar la captación de luz solar.

Objetivos específicos

Implementar las fórmulas astronómicas investigadas que sean más factibles y dirigidas específicamente a lo que necesitamos en nuestro algoritmo.

Diseñar y documentar el proceso de la base de un panel solar que cuenta con movilidad tanto por cálculos como por un sensor de luz

MARCO TEÓRICO

Cargador solar

Los cargadores solares obtienen energía directamente del Sol, convirtiéndola en energía eléctrica. Son aparatos modernos que utilizan energía limpia, mediante paneles solares captan la energía solar y la almacenan en una batería incorporada a cada cargador solar, para poderla consumir cuando se requiere. Podemos decir que, con estos equipos, utilizamos de manera gratuita la energía del Sol para cargar nuestros equipos móviles como teléfonos celulares, computadoras, GPS, tabletas, reproductores MP3, cámaras fotográficas, entre otros, mientras estamos fuera de la ciudad, en el campo, en la playa, en el bosque y en el mar.

Componentes de un cargador solar: Sus componentes varían según el dispositivo a cargarse, pero todos constan de lo siguiente: Paneles solares, diodo protector, cargador/regulador, la batería y la salida, en la que pueden conectarse los diferentes dispositivos. [1]

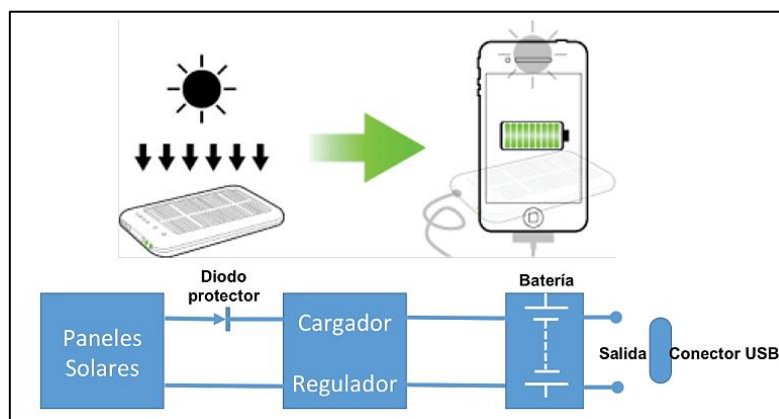


Ilustración 1. Componentes de un cargador solar

Energía solar

De divinidad a objeto de estudio de *Albert Einstein*, desde los albores de la humanidad la luz solar ha ido de la mano del ser humano. Hemos aprendido a respetarla, a estudiarla y, por último, a usarla para garantizar un futuro más brillante desde todos los puntos de vista.

La energía solar es uno de los principales tipos de energía renovable y tiene un papel clave en la transición energética. Ayuda a impulsar economías más limpias que protejan el medio ambiente, mejoren el bienestar de las personas y garanticen la sostenibilidad de las empresas.

La energía solar es aquella que se obtiene a partir del sol en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta). Mediante la instalación de paneles solares o colectores, se puede utilizar para obtener energía térmica (sistema fototérmico) o para generar electricidad (sistema fotovoltaico). [2]

Tipos de energía solar

- **Energía solar fotovoltaica:** Este tipo de energía solar funciona por medio de un sistema fotovoltaico. Se trata de una instalación que produce electricidad utilizando módulos fotovoltaicos, los cuales son capaces de transformar la radiación solar directamente en energía eléctrica. Los paneles solares contienen células fotovoltaicas que, al recibir la luz de forma directa, se ionizan y liberan electrones que al interactuar entre sí generan corriente eléctrica.



Ilustración 2. Energía solar fotovoltaica

- **Energía solar térmica:** Los equipos de energía solar térmica utilizan colectores o captadores solares para transformar la radiación solar en calor. Estos captadores recogen y almacenan la radiación solar para calentar el agua que más tarde se utiliza como apoyo a los sistemas de calefacción o agua caliente para uso higiénico, residencial o industrial.



Ilustración 3. Energía solar térmica

- **Energía solar pasiva:** En el caso de la energía solar pasiva se aprovecha directamente la energía del sol por medio de materiales y soluciones constructivas, sin necesidad de tener que transformarla en otro tipo de energía, como hemos visto en los casos anteriores (que podríamos considerar activos).



Ilustración 4. Energía solar pasiva

- **Energía solar híbrida:** En este último caso se combina cualquiera de los tipos de energía solar que hemos visto anteriormente con otras energías, principalmente renovables, para lograr así una mayor aportación energética. El ejemplo más habitual lo encontramos en la combinación de la energía solar y la eólica. [3]



Ilustración 5. Energía solar híbrida

Panel solar

Los paneles solares son el intermediario que hace que la luz solar nos sirva de energía. Su diseño es simple, muy eficaz y permite el autoconsumo, lo que fomenta la sostenibilidad. En un futuro próximo, los paneles generarán electricidad incluso de noche. Una sola hora de sol bastaría para abastecer las demandas energéticas de la humanidad durante todo un año. La afirmación no es exagerada y explica mejor de lo que lo haría cualquier gráfica, la importancia de que el ser humano sea capaz, a través de diferentes procesos, de convertir en energía eléctrica lo que el sol regala. La energía solar como alternativa de futuro para la humanidad. Y, en concreto, a través de la eficiencia de los paneles solares.

El futuro de los paneles pasa por el presente de la investigación científica. En la Universidad de Stanford (EE. UU.) acaban de desarrollar una instalación capaz de generar electricidad cuando el sol ya se ha ido. Las placas solares ‘a la inversa’ aprovechan la energía que irradian las placas después de muchas horas de sol. Este fenómeno se conoce como ‘enfriamiento radiactivo’ y se produce cuando un cuerpo va perdiendo calor después de altas temperaturas. Recuperar ese calor que se desprende, incluso de noche, podría ser una solución para que los paneles rindan más. [4]



Ilustración 6. Panel solar

Efecto De La Temperatura En Un Panel Solar

Según aumenta la temperatura ambiente, menor es la potencia de salida de un módulo fotovoltaico. De hecho, un panel solar puede alcanzar perfectamente a 60°C o 80°C en su superficie.

Menor temperatura = más rendimiento: Es decir, un panel solar trabaja más eficientemente, o lo que es lo mismo, convierte en electricidad una mayor proporción de la radiación solar que reciben, cuanto menor es la temperatura a la que están sometidos. A este fenómeno se le conoce como coeficiente de temperatura, y siempre va indicado en las fichas técnicas de todas las placas solares que están a la venta hoy en día. Podemos

verlo en la siguiente gráfica: Aquí se aprecia cómo, al aumentar la temperatura bajo las mismas condiciones de radiación, el rendimiento del panel, también se va reduciendo. [5]

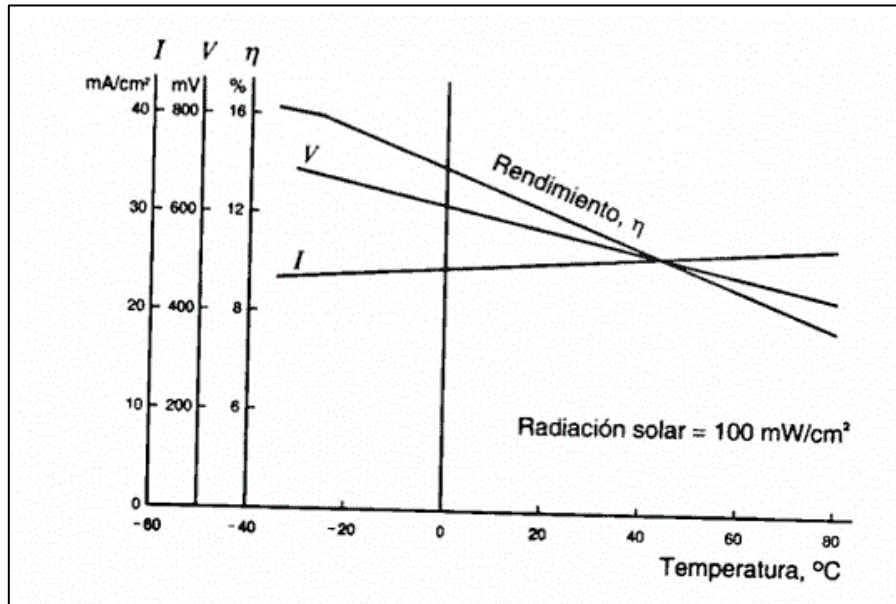


Ilustración 7. Curva de como baja el rendimiento del panel solar al aumentar la temperatura

Ángulo de declinación solar

El ángulo de declinación, denotado por δ , varía estacionalmente debido a la inclinación de la Tierra sobre su eje de rotación y a la rotación de la Tierra alrededor del sol. Si la Tierra no se inclinara sobre su eje de rotación, la declinación siempre sería 0° . Sin embargo, la Tierra está inclinada $23,45^\circ$ y el ángulo de declinación varía negativa o positivamente alrededor de esa cantidad. Sólo en los equinoccios de primavera y otoño el ángulo de declinación es igual a 0° . La rotación de la Tierra alrededor del Sol y el cambio en el ángulo de declinación se muestra en la siguiente animación.

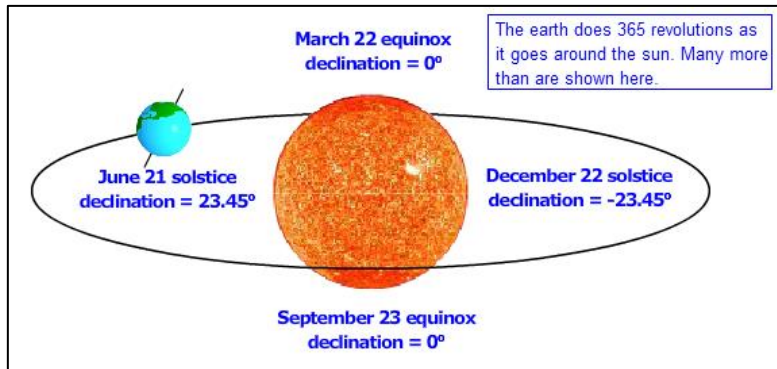
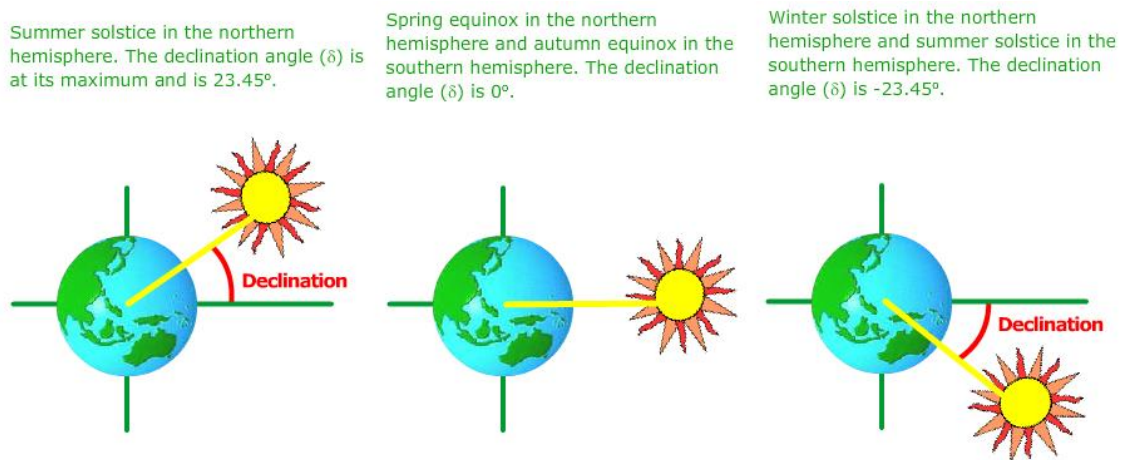


Ilustración 8. Cambio de ángulo de inclinación del solsticio de verano en el hemisferio norte (o el invierno en el hemisferio sur) hasta el solsticio de invierno del hemisferio norte (verano en el sur).

A pesar del hecho de que la Tierra gira alrededor del Sol, es más sencillo pensar que el sol gira alrededor de una Tierra estacionaria. Esto requiere una transformación de coordenadas. Bajo este sistema de coordenadas alternativo, el sol se mueve alrededor de la Tierra.



El ángulo de declinación se puede calcular con la ecuación

$$\delta = -23.45^\circ \times \cos\left(\frac{360}{365} \times (N + 10)\right)$$

Donde

- δ es la declinación solar en grados
- N es el numero del día del año, comenzando desde 1 para el 1 de enero. [6]

Longitud y latitud

❖ Longitud

La longitud puede designar diferentes nociones, dependiendo del ámbito específico, pero siempre en el sentido de una distancia plana y lineal. De hecho, el Diccionario de la Lengua Española la define como una “magnitud física” y como la “dimensión lineal de una superficie plana”. La longitud se simboliza con la letra griega lambda, λ .

En el ámbito geográfico y cartográfico, en cambio, se entiende por longitud la distancia angular entre un punto cualquiera del globo terráqueo y el meridiano cero (o meridiano de Greenwich), que divide el planeta en dos hemisferios: occidental (oeste) y oriental (este). Dicha distancia se mide respecto al paralelo más cercano y teniendo como centro el centro de la Tierra. Se trata, pues, de una construcción imaginaria que permite ubicar en el eje horizontal del globo un punto cualquiera y que forma, junto con la latitud un sistema de coordenadas empleado en la geolocalización.

La longitud se mide en grados sexagesimales, desde el 0° al 360° a lo largo del plano ecuatorial e indica el hemisferio en el que se está: Oeste (O, a veces W) o Este (E). [7]

❖ Latitud

Es el ángulo imaginario que determina la distancia entre un punto cualquiera y el ecuador (la línea imaginaria horizontal que divide al mundo en dos hemisferios: Norte y Sur). En otras palabras, se trata de qué tan lejos o tan cerca está un punto de la referencia del ecuador y de los trópicos que le son paralelos: el trópico de Cáncer y el de Capricornio. La latitud se simboliza con la letra griega phi, ϕ . [8]

Ángulo horario (HRA)

El ángulo horario convierte la hora solar local (LST) en el número de grados que el sol se mueve a través del cielo. Por definición, el ángulo horario es 0° al mediodía solar.

Dado que la Tierra gira 15° por hora, cada hora del mediodía solar corresponde a un movimiento angular del sol en el cielo de 15° . Por la mañana el ángulo horario es negativo, por la tarde el ángulo horario es positivo.

$$HRA = 15^\circ(LST - 12)$$

La hora solar local (LST) se puede encontrar utilizando las dos correcciones anteriores para ajustar la hora local (LT). [9]

Tiempo juliano

El calendario juliano es un método para identificar el día actual a través de la cuenta del número de días que han pasado desde una fecha pasada y arbitraria. El número de días se llama día juliano, abreviado como DJ. El origen, $DJ=0$, es el 1 de enero de 4713 A.C. (o 1 de enero de -4712, ya que no hubo año 0). Los días julianos son muy útiles porque hacen que sea muy sencillo determinar el número de días entre dos eventos, solo con restar los números de sus días julianos. Hacer ese cálculo con el calendario normal (gregoriano) es muy difícil, ya que los días se agrupan en meses, que contienen un número variable de días, complicado además por la presencia de los años bisiestos. [10]

La fórmula para calcular el tiempo juliano (JD) a partir de la fecha es:

$$JD = 367 \times \text{año} - \left(\frac{7 \times \left(\text{año} + \left(\frac{\text{mes} + 9}{12} \right) \right)}{4} \right) + \frac{275 \times \text{mes}}{9} + \text{día} + 1721013.5 + \frac{\text{hora}}{24} + \frac{\text{minuto}}{1440} + \frac{\text{segundo}}{86400}$$

Hora solar

Tiempo Solar Local (LST) y la hora local (LT)

Doce del mediodía hora solar local (LST) se define como la hora en la que el Sol está en lo alto del cielo. Por lo general, la hora local (LT) varía de la LST debido a la excentricidad de la órbita de la Tierra, y debido a los ajustes humanos tales como las zonas de tiempo y horario de verano.

Ecuación del Tiempo (EoT)

La ecuación del tiempo (EoT) (en minutos) es una ecuación empírica que corrige la excentricidad de la órbita de la Tierra y la inclinación del eje de la Tierra.

$$EoT = 9.87 \sin(2B) - 7.53 \cos(B) - 1.5 \sin(B)$$

Donde

$$B = \frac{360}{365} (d) (-81)$$

En grados y d es el numero de días desde el comienzo del año. [11]

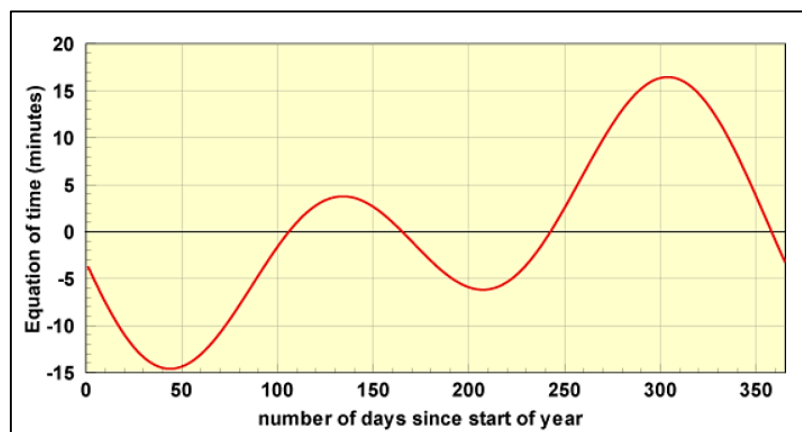


Ilustración 9. Corrección de tiempo EoT

Ángulo de elevación solar

El ángulo de elevación (usado indistintamente como ángulo de altitud) es la altura angular del sol en el cielo medido desde la horizontal. Confusamente, tanto altitud y elevación se utilizan para describir la altura en metros sobre el nivel del mar. La altitud es de 0 ° a la salida del sol y 90 ° cuando el sol está directamente encima (lo que ocurre por ejemplo en el ecuador en los equinoccios de primavera y otoño).

El ángulo de elevación varía a lo largo del día. También depende de la latitud del lugar particular y el día del año.

Fórmula

$$\text{sen}(\alpha) = \text{sen}(\phi) \times \text{sen}(\delta) + \cos(\phi) \times \cos(\delta) \times \cos(H)$$

- α es el ángulo de elevación solar
- ϕ es la latitud del lugar
- δ es la declinación solar
- H es el ángulo horario, que se calcula como $H = 15 \times (t - 12)$, donde t es la hora solar local en horas [12]

Azimut

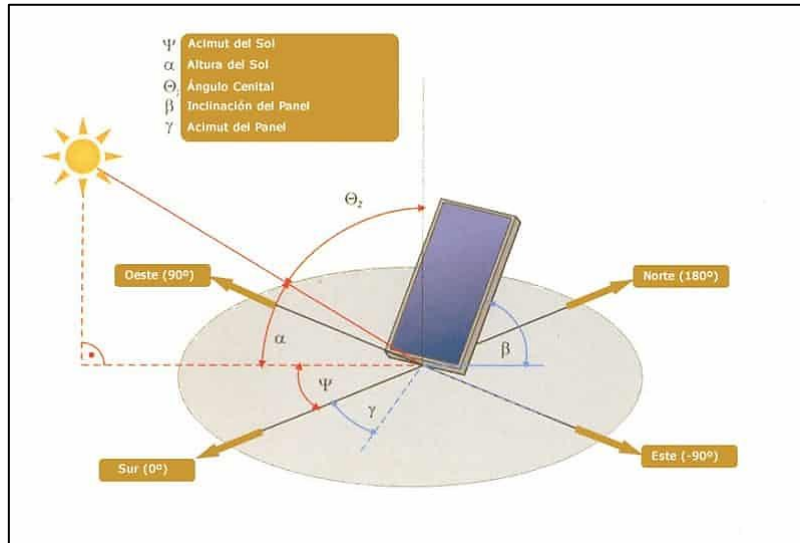


Ilustración 10. Orientación y altura solar

El Azimut solar es el ángulo que forma con el sur (si estamos ubicados en el hemisferio norte) o con el norte (si lo estamos en el hemisferio sur), la proyección de la línea que une la posición del Sol con el punto de donde se observa. Ósea, si fuéramos capaces de tirar una línea recta desde donde estemos hasta el Sol y otra línea recta hacia el Sur de la Tierra, el ángulo del resultado de ambas líneas sería el Azimut. Tomando las proyecciones sobre el plano horizontal desde donde observamos, se mide en sentido horario si estamos en la zona norte y antihorario si estamos en la zona sur. Su valor es negativo durante la mañana, 0° o 180° al mediodía, y positivo después del mediodía. En las instalaciones solares es importante porque recordar que el Sol no está siempre en la misma posición, depende la estación del año está más cerca o lejos de la Tierra y así mismo está más alto en verano y más bajo en invierno.

El azimut solar se lo puede calcular con la siguiente formula:

$$\text{sen}(A) = \frac{\text{sen}(H)}{\cos(\alpha)}$$

Donde

- A es el azimut solar
- H en el ángulo horario
- α es el ángulo de elevación solar

[13]

PSeInt

PSeInt es un entorno de desarrollo y una herramienta educativa diseñada para enseñar programación a personas que recién comienzan en este mundo. Su nombre proviene de "Pseudo-Intérprete", lo que significa que es un programa que simula la ejecución de código, lo que lo hace ideal para aprender programación sin preocuparte por los aspectos más complejos de la implementación. PSeInt es ampliamente utilizado en entornos educativos y es conocido por su sencillez y eficacia. [14]

Discusión sobre nuestro diseño

Para implementar el diseño de un cargador solar en un sistema real de paneles solares, es crucial considerar varios aspectos clave como:

- Asegurarnos de que el diseño del cargador solar sea compatible con la energía generada por los paneles solares, considerando la potencia del panel solar y la capacidad de transferencia energética.
- Prioriza la eficiencia del sistema asegurándote de que los paneles solares estén orientados adecuadamente hacia el sol para maximizar la captación de energía. Un diseño que permita ajustar la inclinación de los paneles puede ser beneficioso.
- Si el cargador de baterías está controlado por un algoritmo de Punto de Máxima Potencia, asegúrate de que esté optimizado para maximizar la eficiencia de carga utilizando la energía generada por los paneles solares.

- Asegurarse de que el sistema de conversión de energía entre los paneles solares, el cargador y las baterías esté diseñado para minimizar las pérdidas y maximizar la eficiencia energética. [15]

Desarrollo del algoritmo en PSeInt

Algoritmo posición

```
//Calculo de la declinación solar
Escribir "El valor de N es"
Leer N
 $d = -23.44 * \cos(360/365 * N + 10)$ 

Escribir "La declinación es"
Escribir d

//Conseguir el ángulo solar
 $B = (360/365) * N - 81$ 
 $B = B * \text{PI}/180$ 
//Calculo de Eot
 $\text{Eot} = 9.87 * \sin(2*B) - 7.53 * \cos(B) - 1.5 * \sin(B)$ 

//Conseguir Hora local
Escribir "Ingrese la hora actual"
Leer h
Escribir "Ingrese los minutos actuales"
Leer m
 $h1 = h + m/60$ 
Escribir "La longitud es"
```

```
Leer l
le = -5 * 15
TSV = hl + ((4 * (1-le) + Eot)/60)
Escribir "El TSV es " TSV
H = 15 * (TVS - 12)

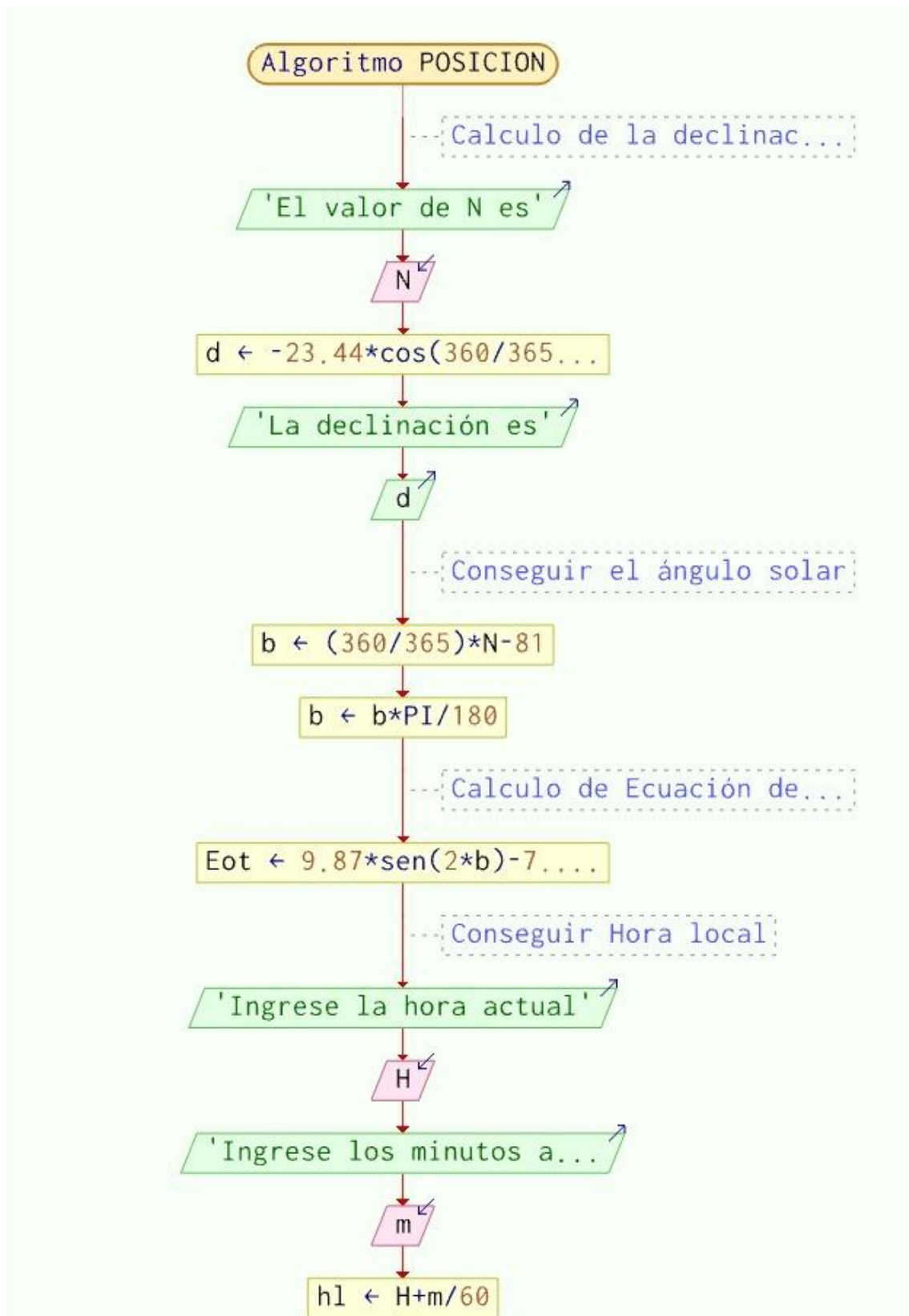
//Conseguir la elevación solar
Escribir "La latitud es"
Leer b
e = asen[sen(b) * sen(d) + cos(b) * cos(d) *
cos(H)]
et = e * 180 / PI
Escribir "La elevación es"
Escribir et " grados"

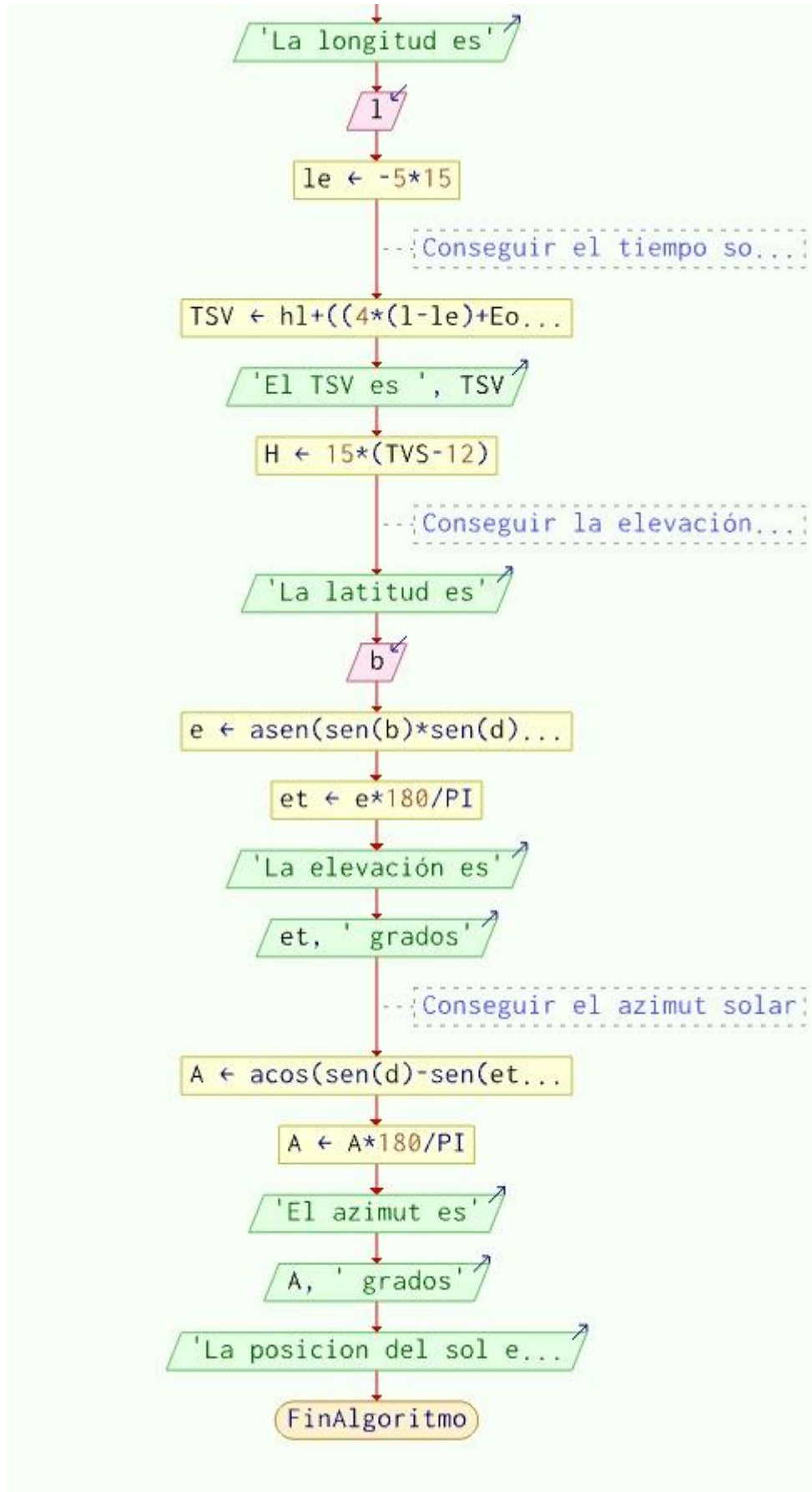
//Conseguir el azimut solar
A = acos[sen(d) - sen(et) * sen(b)] / (cos(b) *
cos(et)]
A = A * 180/PI

Escribir "El azimut es"

Escribir A " grados"
Escribir "La posición del sol está a " A " grados
hacia el horizonte y " et " grados de altura solar"
FinAlgoritmo
```

Diagramas de flujo del algoritmo





Desarrollo del Algoritmo en C

C es un lenguaje de programación originalmente desarrollado por Dennis M. Ritchie entre 1969 y 1972 en los Laboratorios Bell, como evolución del anterior lenguaje B, a su vez basado en BCPL.

C es apreciado por la eficiencia del código que produce y es el lenguaje de programación más popular para crear software de sistemas, aunque también se utiliza para crear aplicaciones. Uno de los objetivos de diseño del lenguaje C es que sólo sean necesarias unas pocas instrucciones en lenguaje máquina para traducir cada elemento del lenguaje, sin que haga falta un soporte intenso en tiempo de ejecución. [16]

Descripción del Problema y Objetivo del Algoritmo

Descripción del problema:

La creciente demanda de energía que vivimos hoy en día debido a los avances tecnológicos ha llevado al uso de los recursos renovables para obtener energía como lo es la energía solar.

Sabemos que existen paneles solares que recolectan la energía del sol, pero tiene un problema, que al ser instalados estos quedan en un lugar estático lo cual limita a que los paneles aprovechen el máximo de luz solar disponible durante las 12 horas aproximadamente que dura el día, reduciendo así su eficiencia en la generación de energía.

Para dar solución a este problema hemos puesto en marcha nuestro proyecto integrador de saberes (PIS), el cual consiste en un panel solar móvil, que mediante un algoritmo al que otorgaremos latitud, longitud y hora, este va a calcular la posición del sol, y

determinará cual es el ángulo de inclinación más eficaz para maximizar la captación de luz solar en cada momento ya que como sabemos el sol constante movimiento.

Esto lo lograremos mediante la aplicación de fórmulas que hemos recopilado y encontrado una óptima que nos ayudara a facilitar el trabajo.

Objetivo del Algoritmo

El objetivo del algoritmo es ajustar automáticamente la posición del panel solar para que siempre esté en el mejor ángulo para captar la mayor cantidad de luz solar posible. Para poder realizar esto utilizamos datos de latitud longitud, y hora, el algoritmo que es un bucle que se va reiniciando a medida que avanza el tiempo, mueve el panel a lo largo del día para asegurar una orientación óptima. Esto maximiza la generación de energía de manera eficiente y sostenible.

Análisis de las variables involucradas y Explicación de las estructuras de datos y funciones utilizadas en el código.

Estructura de la posición del sol:

double azimut: Almacena el ángulo del azimut, que representa la dirección del sol en el plano horizontal medido desde el norte.

double elevacion: Almacena el ángulo de elevación, que representa la altura del sol sobre el horizonte.

Funciones auxiliares:

gradosARadianes(double grados): Convierte un ángulo de grados a radianes.

radianesAGrados(double radianes): Convierte un ángulo de radianes a grados.

Función main:

double latitud: La latitud del lugar en grados.

double longitud: La longitud del lugar en grados.

time_t t: Variable para almacenar el tiempo actual en formato de tiempo.

struct tm *timeinfo: Es una estructura que almacena la hora local desglosada en componentes (año, mes, día, hora, etc.).

Función calculoSolPosicion:

int dayOfYear: Almacena el día del año (de 1 a 365/366), calculado a partir de *timeinfo*->*tm_yday* + 1.

double hora: La hora del día en formato decimal (incluye minutos y segundos).

double declinacion: La declinación solar, que es el ángulo entre los rayos del sol y el plano del ecuador terrestre.

double medioDiaSolar: El mediodía solar, ajustado según la longitud del lugar.

double anguloHora: El ángulo horario, que es la diferencia entre la hora actual y el mediodía solar en términos de grados.

double azimuthRadians: El azimuth en radianes, calculado usando la función *atan2*.

double azimuth: El azimuth en grados, convertido a partir de *azimuthRadians*.

Detalle de las variables y su cálculo

dayOfYear o díaDelAño:

```
int dayOfYear = timeinfo->tm_yday + 1;
```

Calcula el día del año. *tm_yday* es el día del año desde 0 (1 de enero es 0), por eso se le suma 1.

Hora:

```
double hora = timeinfo->tm_hour + timeinfo->tm_min / 60.0 +  
timeinfo->tm_sec / 3600.0;
```

Convierte la hora actual en una representación decimal. Por ejemplo, 14:30:00 se convierte en 14.5.

Declinación:

```
double declinacion = 23.44 * sin (degreesToRadians(360.0 /  
365.0 * (dayOfYear - 81)));
```

Calcula la declinación solar en función del día del año. La declinación varía entre ± 23.44 grados durante el año.

medioDiaSolar:

```
double medioDiaSolar = 12.0 - (4.0 * (longitude - 15.0 *  
round(longitude / 15.0))) / 60.0;
```

Calcula el mediodía solar ajustado por la longitud del lugar. Cada grado de longitud este/oeste ajusta el tiempo solar en 4 minutos.

anguloHora:

```
double anguloHora = 15.0 * (hora - medioDiaSolar);
```

Calcula el ángulo horario en grados, que es la diferencia entre la hora actual y el mediodía solar multiplicada por 15 grados por hora.

elevacion:

```
solPos.elevacion = radianesAGrados  
(asin(sin(gradosARadianes (latitud)) * sin(gradosARadianes  
(declinacion)) + cos(gradosARadianes (latitud)) *  
cos(gradosARadianes (declinacion)) * cos(gradosARadianes  
(anguloHora)))));
```

Calcula la elevación solar usando la fórmula de ángulo de elevación. La función asin devuelve el ángulo en radianes, que se convierte a grados.

azimutRadianes:

```
double azimutRadianes = atan2(sin(gradosARadianes  
(anguloHora)), cos(gradosARadianes (anguloHora)) *  
sin(gradosARadianes (latitud)) - tan(gradosARadianes  
(declinacion)) * cos(gradosARadianes (latitud)));
```

Calcula el azimut en radianes utilizando atan2, que tiene en cuenta el signo y la cuadrante correcta del ángulo horario.

azimuth:

```
solPos.azimut = radianesAGrados (azimutRadianes);
```

Convierte el azimut de radianes a grados.

```
if (solPos.azimut < 0) { solPos.azimut += 360.0; }
```

Ajusta el azimut para que esté en el rango de 0 a 360 grados.

```
solPos.azimut = fmod((sunPos.azimuth + 180.0), 360.0);
```

Ajusta el azimut para que se mida desde el sur en sentido antihorario, ósea se mide de sentido contrario a las manecillas del reloj.

Código en C

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <time.h>
#include <stdbool.h>
#include <stdlib.h>

// Definimos la estructura que sirve como almacenamiento para la
// orientación del sol
typedef struct {
    double azimut; // Azimut (ángulo en el plano horizontal desde el
    norte)
    double elevacion; // Elevación (ángulo desde el horizonte)
} SolPosicion;

// Función para calcular la posición del sol
SolPosicion calculoSolPosicion(double latitud, double longitud, struct tm
*timeinfo);

// Función que nos ayuda a convertir grados a radianes
double gradosARadianes(double grados) {
    return grados * M_PI / 180.0;
}

// Función que nos ayuda a convertir radianes a grados
double radianesAGrados(double radianes) {
    return radianes * 180.0 / M_PI;
}

// Función para calcular la posición del sol basada en una fórmula
// simplificada
SolPosicion calculoSolPosicion(double latitud, double longitud, struct tm
*timeinfo) {
    SolPosicion solPos;

    // Convertir la hora local en hora solar
    int dayOfYear = timeinfo->tm_yday + 1; // tm_yday cuenta desde 0
    double hora = timeinfo->tm_hour + timeinfo->tm_min / 60.0 + timeinfo->tm_sec / 3600.0;

    // Calcular la declinación solar
    double declinacion = 23.44 * sin(gradosARadianes(360.0 / 365.0 *
(dayOfYear - 81)));

    // Calcular el ángulo horario
    double medioDiaSolar = 12.0 - (4.0 * (longitud - 15.0 *
round(longitud / 15.0))) / 60.0;
```

```
double anguloHora = 15.0 * (hora - medioDiaSolar);

// Calcular la elevación solar
solPos.elevacion = radianesAGrados(asin(sin(gradosARadianes(latitud))
* sin(gradosARadianes(declinacion)) +
                                cos(gradosARadianes(latitud
)) * cos(gradosARadianes(declinacion)) *
cos(gradosARadianes(anguloHora))));

// Calcular el azimut solar usando la fórmula proporcionada
double elevacionRad = gradosARadianes(solPos.elevacion);
double declinacionRad = gradosARadianes(declinacion);
double latitudRad = gradosARadianes(latitud);

double azimutRad = acos((sin(declinacionRad) - sin(elevacionRad) *
sin(latitudRad)) / (cos(elevacionRad) * cos(latitudRad)));
double azimut = radianesAGrados(azimutRad);

// Ajustar el azimut para que se mida desde el sur en sentido
antihorario
if (anguloHora > 0) {
    azimut = 360.0 - azimut;
}

solPos.azimut = azimut;

return solPos;
}

// Función para leer un double de forma segura
double leerDouble(const char *prompt) {
    double valor;
    char buffer[100];
    while (true) {
        printf("%s", prompt);
        if (fgets(buffer, sizeof(buffer), stdin) != NULL) {
            char *endptr;
            valor = strtod(buffer, &endptr);
            if (endptr != buffer && (*endptr == '\n' || *endptr == '\0'))
            {
                break;
            }
        }
        printf("Entrada inválida. Por favor ingrese un número.\n");
    }
    return valor;
}
```

```
// Función principal
int main() {
    // Leer la latitud y longitud de forma segura
    double latitud = leerDouble("Ingrese la latitud: ");
    double longitud = leerDouble("Ingrese la longitud: ");

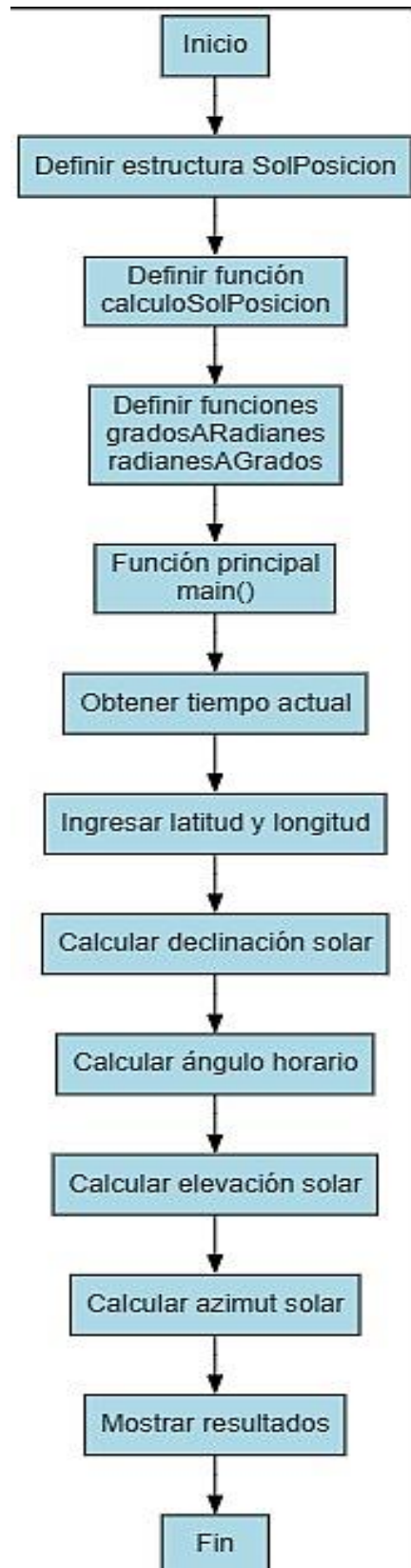
    // Obtener la hora actual
    time_t t = time(NULL);
    struct tm *timeinfo = localtime(&t);

    // Calcular la posición del sol
    SolPosicion solPos = calculoSolPosicion(latitud, longitud, timeinfo);

    // Mostrar los resultados
    printf("Azimut: %.2f grados\n", solPos.azimut);
    printf("Elevacion: %.2f grados\n", solPos.elevacion);

    return 0;
}
```

Diagrama de flujo desarrollado del algoritmo en C



Discusión sobre la implementación de nuestro código en un sistema real de paneles solares

Para implementar este código en un sistema de paneles solares, necesitará

- El código se pueda integrar en sistemas de control de paneles con funciones de seguimiento. Utilizando servomotores, el panel se puede ajustar continuamente según los valores del azimut y elevación calculados en el código
- Este código puede ser parte del software que ejecuta el controlador de seguimiento solar. Este controlador ajusta automáticamente la orientación de los paneles solares para que permanezcan perpendiculares a los rayos del sol durante todo el día.
- El código podría adaptarse para ejecutarse en microcontroladores como Arduino o Raspberry Pi, que controlarían directamente el sistema de paneles.

Posibles mejoras futuras

- Optimice los algoritmos para reducir el consumo de energía del controlador, especialmente en sistemas autónomos alimentados por baterías.
- La integración de datos meteorológicos en tiempo real puede aumentar la eficiencia. Esto nos ayuda en los días nublados, el sistema puede ajustar los paneles para reducir el daño del viento en lugar de aumentar la energía solar.
- Desarrollar una interfaz gráfica para visualizar la posición del sol y la orientación de los paneles.
- Implementar un sistema de registro para almacenar datos y analizarlas a largo plazo.

Conclusiones

Se puede determinar que la energía solar es fundamental en el progreso del ser humano y de la sociedad en general, ya que la misma nos permite manipular los rayos solares para que estos se transformen en energía mediante algunos mecanismos. Estos avances han mejorado la calidad de vida del ser humano, ya que pueden generar múltiples beneficios a la vida cotidiana y doméstica.

Los paneles solares nos ayudan a obtener energía de los rayos del sol, los mismos que contribuyen a la conservación del medio ambiente, ya que este es un tipo de energía limpia, que no necesita alguna combustión. Mediante estos avances que se ha obtenido con el uso del panel solar se han descubierto métodos para mejorar su eficiencia como la placa inversa, aquellos avances son efectivos ya que mejoran el funcionamiento de estos paneles solares.

En este informe podemos ver y calcular lo que sería más eficiente para medir a donde se mueve el sol a que distancia se encuentra y vemos los algoritmos necesarios para calcularlo.

Recomendaciones

- Reemplazar el uso de energías tradicionales, por un tipo de energía limpia como es la que se obtiene mediante el uso de paneles solares con lo cual contribuiremos a la conservación del medio ambiente, reduciremos gastos y contribuiremos a la soberanía energética del país.
- Desarrollar un tipo de panel solar que aproveche la energía del sol sin importar la posición en la cual se encuentre, con lo cual tendremos un panel más eficiente que

capte la mayor cantidad de energía solar y esta pueda ser aprovechada por la población en sus diferentes actividades cuando sea necesaria el uso de energía.

Bibliografía

- [1] «sabermas,» [En línea]. Available: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/249-numero-28/443-cargadores-solares-para-dispositivos-moviles.html>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [2] «Enel Green Power,» [En línea]. Available: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar>. [Último acceso: 10 mayo 2014].
- [3] «Repsol,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/energia-solar/index.cshtml>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [4] «BBVA,» [En línea]. Available: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-paneles-solares-como-funcionan-y-cual-es-su-futuro/>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [5] J. A. Alonso, «SUNFIELDS Europe,» 23 marzo 2024. [En línea]. Available: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/efecto-de-la-temperatura-en-los-paneles-solares/>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [6] C. H. y. S. Bowden, «pveducation,» [En línea]. Available: <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/2-propiedades-de-la-luz-del-sol/angulo-de-declinaci%C3%B3n>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [7] «concepto,» Etecé, [En línea]. Available: <https://concepto.de/longitud/>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [8] «concepto,» Etecé, [En línea]. Available: <https://concepto.de/latitud-y-longitud/>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [9] C. H. y. S. Bowden, «pveducation,» [En línea]. Available: <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/2-propiedades-de-la-luz-del-sol/hora-solar>. [Último acceso: 10 mayo 2024].

- [10] «docs.kde,» [En línea]. Available: <https://docs.kde.org/trunk5/es/kstars/kstars/ai-julianday.html>. [Último acceso: 2024].
- [11] C. Honsberg, «pveducation,» [En línea]. Available: <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/2-propiedades-de-la-luz-del-sol/hora-solar>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [12] C. H. y. S. Bowden, «pveducation,» [En línea]. Available: <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/2-propiedades-de-la-luz-del-sol/el-%C3%A1ngulo-de-elevaci%C3%B3n>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [13] «eSOSTenibles,» Created for free using WordPress and Colibri, 8 julio 2022. [En línea]. Available: <https://esostenibles.com/?p=328>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [14] V. A. Flores, «codersfree,» 18 septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://codersfree.com/posts/introduccion-a-la-programacion-con-pseint-conceptos-basicos>. [Último acceso: 10 mayo 2024].
- [15] T. N. y. T. M. Maletto Antonela, «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA INSTALACION PRODUCTORA DE CARGADORES SOLARES,» TecnoSOL, 2021.
- [16] C. Yañez, «deustoformacion,» 23 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.deustoformacion.com/blog/programacion-diseno-web/que-es-lenguaje-c>. [Último acceso: 15 junio 2024].