



SYSTÈME DE BASE DE SUIVI SOLAIRE INTÉRIEUR



DL SUN-TRACKER 2.0

INTRODUCTION

Les panneaux photovoltaïques fixes ne peuvent capter la lumière du soleil lorsque celui-ci n'est pas à l'angle d'incidence optimal. Cependant, les systèmes de suivi solaire permettent aux panneaux de s'orienter vers le soleil, augmentant ainsi la production de 10 à 25 %. Grâce à leur capacité à capter la lumière du soleil tout au long de la journée et en toutes saisons, l'efficacité des panneaux solaires s'en trouve considérablement accrue.

Le **DL SUN-TRACKER 2.0** est un système éducatif conçu pour **orienter automatiquement un panneau solaire** de manière à optimiser la captation d'énergie solaire tout au long de la journée. L'objectif est de maintenir les rayons du soleil perpendiculaires à la surface du panneau afin de maximiser l'absorption d'énergie et, par conséquent, son rendement.

Son fonctionnement réglable repose sur une structure mécanique qui modifie l'orientation des panneaux solaires.

Il utilise:

- **Des capteurs de lumière** qui détectent la position du soleil en repérant la direction du rayonnement le plus intense et en envoyant des signaux à des moteurs (actionneurs) pour déplacer la structure.
- **Des actionneurs** (moteurs électriques) qui assurent le déplacement de la structure, et
- **Des algorithmes de contrôle** qui garantissent un alignement précis.



Il existe deux grandes catégories basées sur les degrés de liberté de mouvement (toutes deux alimentées par l'électricité du système solaire):

- **Single-axis (Mono-axe):** Les panneaux pivotent autour d'un seul axe (généralement est-ouest) pour suivre la course du soleil.
- **Dual-axis (Bi-axe):** Ce système se déplace sur deux axes, ajustant à la fois l'orientation horizontale et l'inclinaison verticale (hauteur du soleil), comme c'est le cas pour notre système. Il prend en compte le mouvement quotidien du soleil et les variations saisonnières, assurant un positionnement optimal des panneaux et permettant ainsi une production d'énergie maximale tout au long de la journée.

En conclusion, comparés aux structures fixes, les trackers solaires permettent une augmentation significative du rendement – de 15 % à 30 % dans les systèmes à un seul axe et jusqu'à 40 % dans les systèmes à deux axes – assurant une meilleure utilisation de la surface installée et un retour d'énergie plus élevé.

Elles ont atteint un niveau de maturité technologique élevé : des composants plus robustes, des algorithmes de contrôle précis et des solutions mécaniques fiables réduisent les risques de panne et simplifient la maintenance courante. Leur déploiement à grande échelle témoigne également de leur compétitivité économique et de leur capacité à s'intégrer efficacement aux réseaux électriques.

Leur adoption demeure un élément clé dans la conception des systèmes solaires modernes, avec des avantages tangibles tant en termes de performance que de longue durée de vie du système.

DESCRIPTION DU SYSTÈME

Le cours de formation **DL SUN-TRACKER 2.0** est structuré en **deux sections complémentaires**, dans le but de fournir aux étudiants les compétences fondamentales nécessaires à la compréhension d'un système de suivi solaire.

Première section

La première section consiste en une fiche ou carte de formation permettant une analyse détaillée des composants mécaniques et électriques intégrés à un système de suivi motorisé. Cette fiche vise à fournir les compétences fondamentales relatives aux principes de la commande automatique et à la logique du suivi solaire.





La carte comprend un ensemble de composants permettant d'étudier et de comprendre les caractéristiques matérielles et les techniques de contrôle d'un système de suivi solaire utilisant un microcontrôleur open source. Les cartes du kit incluent tous les composants, capteurs et actionneurs nécessaires au développement d'un tel système.

Grâce à cette carte, les étudiants peuvent apprendre à piloter un tel système via un microcontrôleur programmé. Sa conception permet de connecter les composants du kit et de les rendre compatibles entre eux.

Les blocs de circuit montés sur la **carte de développement de base** sont les suivants:

- Carte microcontrôleur,
- Carte d'affichage pour la surveillance,
- Carte de commande de moteur à courant continu,
- Carte de moteur CC + interrupteurs de fin de course,
- Carte RTC (**R**eal-**T**ime **C**lock/horloge en temps réel),
- Carte de joystick,
- Carte Bluetooth
- Carte DAC (**D**igital to **A**nalog **C**onverter/convertisseur numérique-analogique),
- Carte LDR (**L**ight **D**ependent **R**esistor/résistance photosensible).

Le kit comprend également une carte externe avec un potentiomètre variable à plusieurs décades.

Les leçons et les outils du logiciel de supervision **OPEN SCADA-WEB** permettent d'aborder tous les sujets d'intérêt liés aux cartes mentionnées précédemment, et les expériences pédagogiques couvrent les thèmes suivants:

- Programmation de microcontrôleurs open source.
- Mesures électriques d'un panneau solaire de 5 W.
- Étude d'un circuit de commande de moteur à courant continu.
- Commande d'un moteur à deux axes par joystick.
- Commande d'un moteur à deux axes par Bluetooth.
- Commande d'un moteur à deux axes par capteur d'éclairement LDR (**L**ight **D**ependent **R**esistor / photorésistance).
- Affichage des données sur un écran LCD.

Seconde section

La deuxième session consiste en un système de suivi solaire intérieur à deux axes (inclinaison et rotation) offrant une solution pédagogique avancée pour l'analyse des modèles de suivi solaire. Ce dispositif permet une étude approfondie de la dynamique de suivi et de l'optimisation de l'efficacité énergétique en environnement expérimental.





ÉNERGIES RENOUVELABLES



Il est composé de deux panneaux de 5 W chacun, pouvant être connectés en série ou en parallèle. Grâce à ce système, l'étudiant expérimentera différentes méthodes de contrôle d'un système de suivi solaire intérieur à deux axes et développera ses compétences en conception matérielle et en programmation logicielle.

Les activités pédagogiques expérimentales sont les suivantes:

- *Commande manuelle analogique:* Expérimentation du positionnement assisté du module photovoltaïque à l'aide d'un joystick multiaxes afin de comprendre la dynamique du mouvement mécanique.
- *Commande PAN-TILT à distance via le protocole Bluetooth:* Commande sans fil des actionneurs via une application dédiée, destinée à étudier la communication point à point entre les appareils mobiles et le microcontrôleur.
- *Suivi photométrique (suivi solaire):* Mise en œuvre d'algorithmes de pointage automatique basés sur des capteurs de luminosité. Le système oriente le panneau vers la source lumineuse (naturelle ou artificielle) afin d'optimiser l'efficacité énergétique.
- *Caractérisation et analyse optoélectroniques:* Analyse des effets du rayonnement lumineux sur les performances du panneau, avec surveillance en temps réel des principaux paramètres électriques (tension, courant, puissance).
- *Supervision et contrôle via logiciel SCADA:* Intégration du système avec le logiciel SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) pour l'archivage des données historiques et l'analyse détaillée des courbes caractéristiques du module photovoltaïque.

OPEN SCADA-WEB



Le logiciel intégré à ce système est mis en œuvre avec une supervision SCADA qui permet à l'utilisateur final de:

- *Une approche didactique:* Le programme est structuré selon une approche didactique, qui comprend les informations théoriques et pratiques nécessaires à la réalisation des exercices proposés.



ÉNERGIES RENOUVELABLES



- *Un code source ouvert:* La licence permet aux étudiants de modifier les projets fournis avec le système et de les personnaliser pour afficher les paramètres qui les intéressent.
- *Formation à distance:* Grâce à ce logiciel, vous pouvez surveiller votre système à distance depuis un PC local ou distant via une connexion Internet.

Le logiciel SCADA échange des informations avec tous les sous-systèmes de l'équipement, affichant les données des capteurs et l'état du système pour une surveillance en temps réel. Il sert également de logiciel d'enseignement assisté par ordinateur (**Computer-Aided Instruction - CAI**) qui guide l'apprenant tout au long de son parcours.

La communication avec le PC s'effectue via le protocole Modbus RS485.

Alimentation électrique: monophasé du réseau, 50/60 Hz.

Fourni avec tous les accessoires nécessaires (câbles, logiciel et clé de protection de port USB pour le logiciel SCADA) et avec un manuel pratique détaillé.