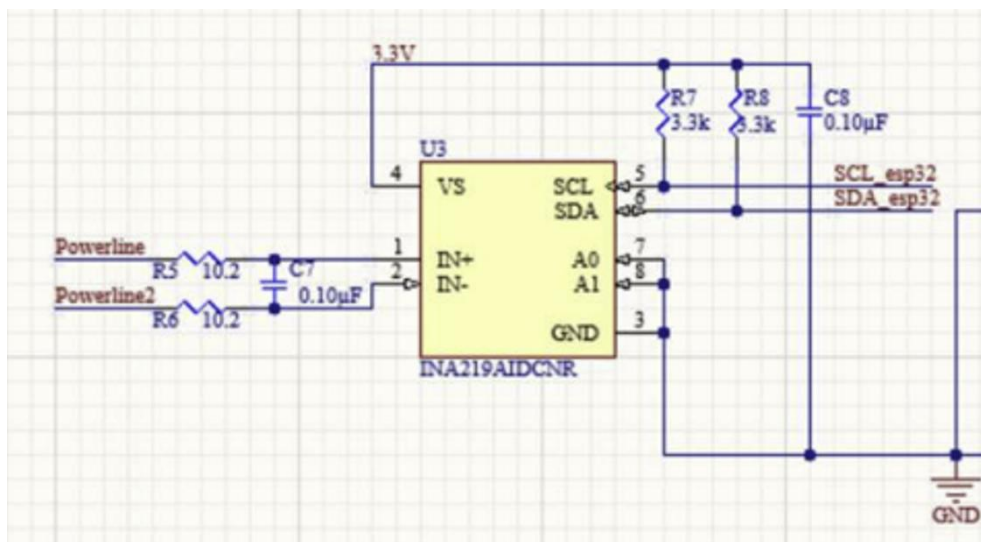


Séances du 20/01/2026 et du 21/01/2026

1- Introduction

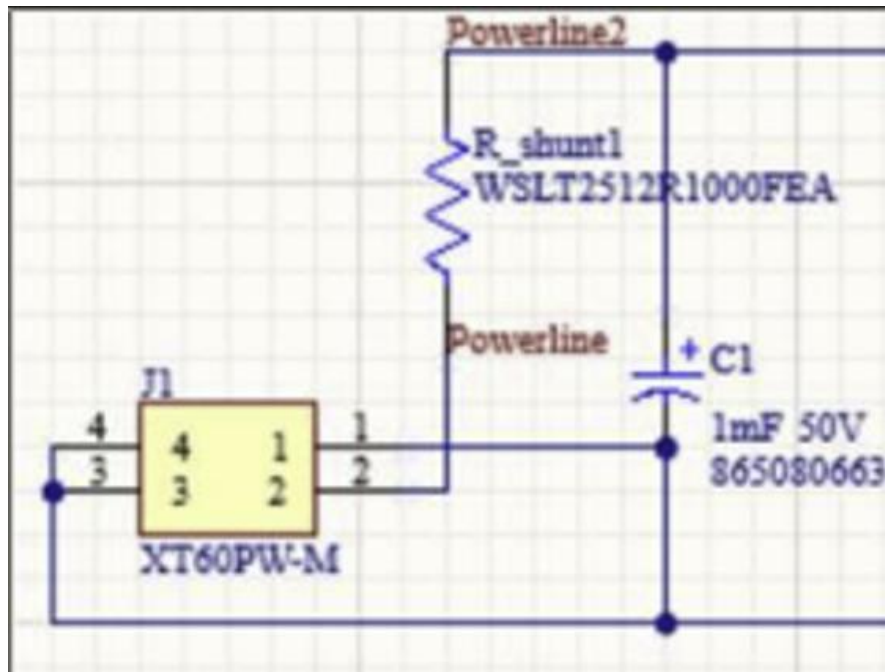
Le but de ces deux séances était de comprendre le concept de Maximum Power Point (MPP) dans les panneaux solaires, puis d'étudier la méthode que l'on va mettre en œuvre afin de rester en permanence sur ce point de puissance maximale. Dans cette partie, on se concentre uniquement sur l'extraction maximale de puissance du panneau solaire et on n'intègre pas encore la partie commande de température dans le raisonnement.

2- Mesure du courant, de la tension et de la puissance à l'aide de l'INA219



L'INA219 est un capteur qui mesure le courant circulant dans un circuit tout en surveillant la tension d'alimentation. À partir de ces mesures, il peut calculer la puissance consommée en multipliant le courant par la tension. Toutes ces informations sont ensuite transmises via le protocole I²C à notre ESP32.

Pour mesurer le courant, on ajoute une résistance shunt et on connecte les bornes de cette résistance à l'INA219, qui applique la loi d'Ohm afin de déduire courant circulant dans le circuit.



Les deux signaux de sortie connectés à l'ESP32 sont :

SCL (Serial Clock Line) : la ligne d'horloge. L'ESP32, en tant que maître I²C, génère les impulsions d'horloge pour synchroniser les échanges de données.

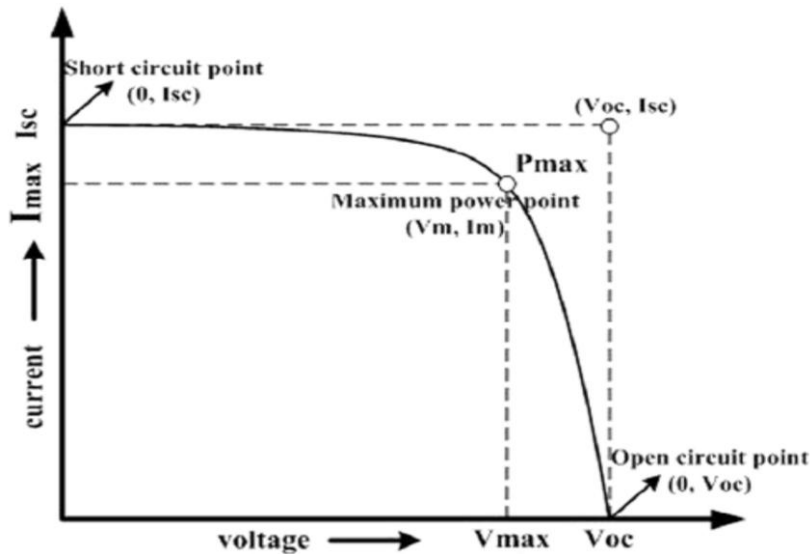
SDA (Serial Data Line) : la ligne de données par laquelle transitent les mesures de tension, courant et puissance envoyées par l'INA219.

Enfin, on remarque que l'INA219 est alimenté grâce au régulateur de tension TLS850 et qu'il ne sera actif que lorsque la tension délivrée par le panneau solaire dépasse la tension de référence fixée par la diode Zener.

3- Caractéristique courant-tension et Maximum Power Point

Un panneau solaire est loin d'être un générateur idéal (ni de courant ni de tension). Tirer du courant a donc un impact direct sur la tension délivrée. La relation entre courant et

tension est décrite par la caractéristique courant-tension (I-V) du panneau solaire :



Credit : https://www.researchgate.net/figure/characteristics-curve-of-a-PV-cell_fig2_313450163

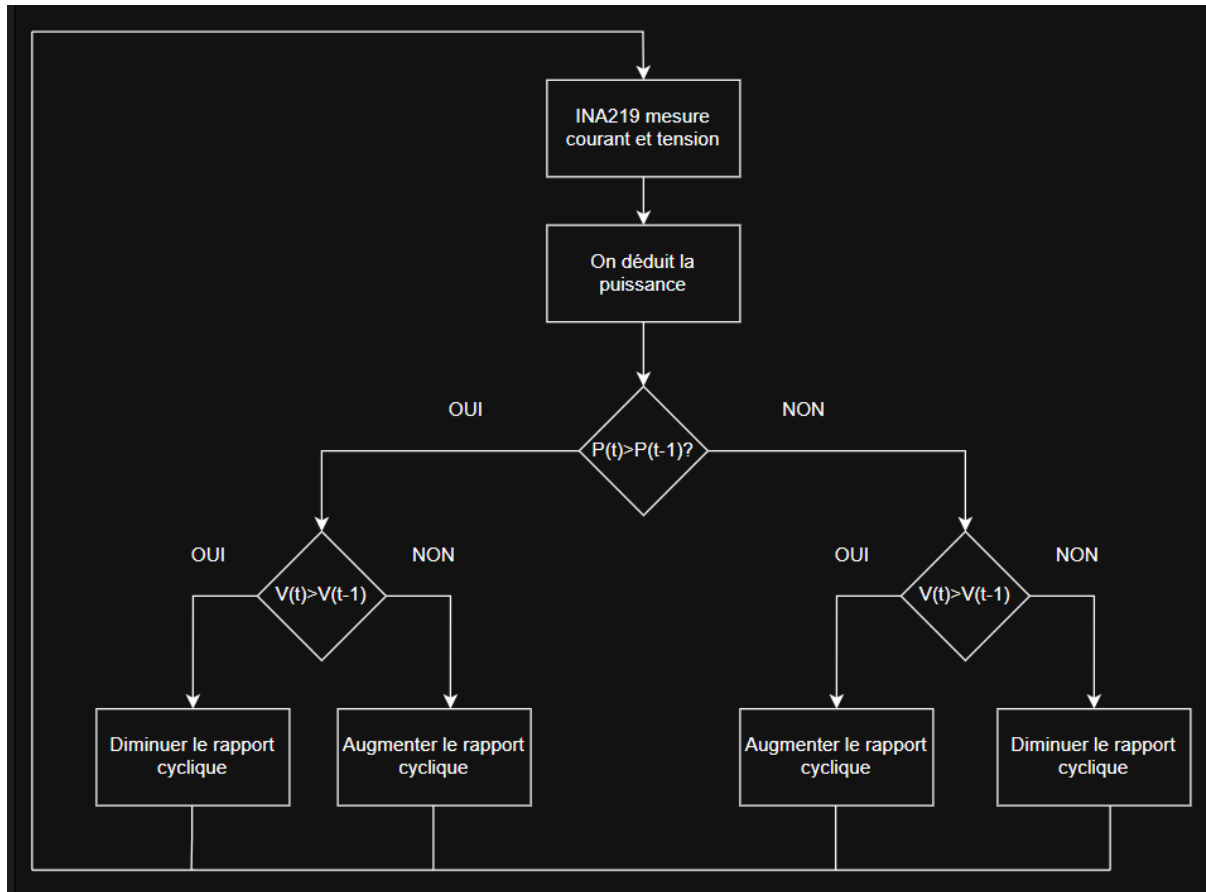
Idéalement, on souhaite toujours se positionner au point de puissance maximale P_{max} . Il faut comprendre que c'est la charge connectée au panneau qui détermine le point de fonctionnement sur cette caractéristique.

Pour extraire le maximum de puissance, l'ESP32 fait varier la charge vue par le panneau afin de déplacer le point de fonctionnement vers le MPP. On utilise un signal PWM pour piloter la charge, ce qui modifie le courant moyen tiré et donc l'impédance vue par le panneau : augmenter le rapport cyclique (donc les transistors NMOS et par conséquent PMOS reste passant pour une durée plus longue sur un cycle) augmente le courant et diminue l'impédance effective, tandis que le diminuer a l'effet inverse. L'algorithme consiste à mesurer la tension et le courant pour calculer la puissance, modifier légèrement le rapport cyclique, mesurer à nouveau et comparer la puissance obtenue. Si la puissance augmente, on continue dans la même direction ; si elle diminue, on inverse le sens de variation. Ce processus se répète en boucle afin de maintenir le panneau au MPP malgré les variations d'intensité lumineuse.

Par la suite, on va éclairer le panneau solaire de manière contrôlée tout en mesurant le courant et la tension afin de tracer nos propres courbes courant-tension et puissance-tension à l'aide d'une résistance variable. On a choisi une source lumineuse artificielle plutôt que la lumière solaire directe afin d'éviter les fluctuations de luminosité (nuages ou autres) qui pourraient fausser nos mesures. Des tests seront également réalisés pour différents niveaux d'éclairement afin d'observer l'évolution du MPP.

4- Conclusion

Voici l'algorithme MPPT :



Les prochaines étapes seront de modéliser les courbes I-V de notre panneau solaire et d'établir précisément la relation entre la résistance effective vue par le panneau et la résistance de charge réelle en fonction du rapport cyclique du signal PWM.