

Amélioration d'un émulateur photovoltaïque *open-source* basé sur la suite technologique OwnTech

Gabriel Ceolin de Brito¹, Noemi Lanciotti¹, Giacomo Galli¹, Loïc Queval¹

¹Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, CNRS, Laboratoire de Génie Électrique et Électronique de Paris, 91192, Gif-sur-Yvette, France.

gabriel.ceolindebrito@centralesupelec.fr

Afin d'améliorer les technologies associées aux panneaux photovoltaïques (PV), il est indispensable de poursuivre les travaux expérimentaux en laboratoire afin de mieux comprendre leur fonctionnement et leurs caractéristiques intrinsèques. Toutefois, les systèmes PV sont fortement influencés par les conditions météorologiques, ce qui entraîne des difficultés importantes concernant la reproductibilité des essais expérimentaux. Dans ce contexte, les émulateurs PV se révèlent particulièrement utiles, car ils permettent de reproduire avec précision le comportement électrique réel d'un panneau PV sans aucune dépendance aux conditions extérieures. Cependant, la plupart des émulateurs disponibles actuellement sur le marché commercial ou dans leur version académique fonctionnent en mode « boîte noire », ce qui limite leur flexibilité et empêche une compréhension approfondie du système et des résultats associés. Face à cette problématique, un émulateur photovoltaïque entièrement open-source a été développé et testé par CEOLIN DE BRITO et al. [1], basé sur une carte électronique conçue par l'entreprise toulousaine OwnTech [2], qui vise à démocratiser l'accès à l'électronique de puissance via des technologies totalement ouvertes. Les travaux présentés dans cet article ont pour objectif d'améliorer la compréhension et les performances de l'émulateur précédemment conçu, afin d'obtenir un système plus robuste. Pour ce faire, une investigation approfondie des effets non expliqués dans l'article cité a tout d'abord été menée. Afin de comprendre pourquoi une erreur relative moindre dans l'émulation de la caractéristique I-V est obtenue pour des valeurs élevées de α_0 , la reconstruction de la courbe caractéristique I-V d'un panneau PV a été réalisée pour différentes valeurs de α_0 . Ensuite, le phénomène de saturation du niveau de courant dans les points de test a été étudié en reconstruisant la courbe caractéristique I-V avec un courant d'entrée inférieur. Concernant les points de test présentant un comportement décalé par rapport aux attentes, une étude comparative entre les comportements en boucle ouverte et en boucle fermée de la carte OwnTech a été effectuée. Une fois ces phénomènes élucidés, une version améliorée de l'émulateur a été proposée (disponible sur [3]) et validée par la reconstruction des courbes caractéristiques I-V de trois panneaux PV différents. Enfin, une analyse du rendement de la carte a également été réalisée et analysée. La Figure 1 illustre l'une des reconstructions obtenues avec la version améliorée de l'émulateur, et le Tableau 1 présente le rendement du système pour chacun des points d'émulation.

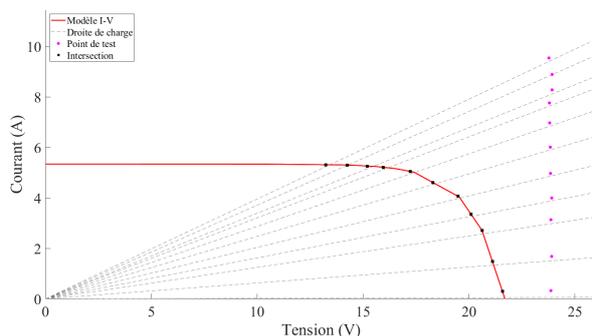


Figure 1: Courbe I-V du panneau Kyocera KC85TS reconstruite par la nouvelle version de l'émulateur PV.

| P_e (W) | P_s (W) | η (%) |
|-----------|-----------|------------|
| 72,50 | 65,00 | 89,65 |
| 79,00 | 71,19 | 90,11 |
| 82,00 | 74,30 | 90,60 |
| 86,50 | 77,90 | 90,06 |
| 89,50 | 81,55 | 91,12 |
| 86,50 | 79,65 | 92,09 |
| 81,00 | 74,99 | 92,58 |
| 69,50 | 63,85 | 91,87 |
| 57,00 | 51,77 | 90,82 |
| 31,50 | 27,63 | 87,71 |
| 6,00 | 1,14 | 18,99 |

Tableau 1: Rendement de chaque point d'émulation – Kyocera KC85TS.

References

- [1] Gabriel Ceolin de Brito et al. "Développement d'un émulateur photovoltaïque open-source à l'aide de la suite technologique OwnTech". In: *Symposium de Génie Electrique* (2025).
- [2] *Owntech Foundation*. URL: <https://www.owntech.org/>.
- [3] *PV Emulator GitHub*. URL: <https://github.com/GCBrito/PV-emulator/tree/main/Simplified%20exponential%20model>.