

Master's thesis and Internship : Integration of a supercritical carbon dioxide cycle with a solid oxide electrolyser

Auteur : Roomans, Noam

Promoteur(s) : Lemort, Vincent; 30030

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master : ingénieur civil en génie de l'énergie à finalité spécialisée en Energy Conversion

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/26206>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Integration of a supercritical carbon dioxide cycle with a solid oxide electrolyser

By **ROOMANS Noam**

Supervisor: **LEMORT Vincent**

Master thesis submitted in partial fulfillment of the requirements
for the Master's degree in Energy Engineering

Academic year: **2025–2026**

Abstract

Hydrogen production via solid oxide electrolysis (SOE) is the most efficient production method to produce green hydrogen, but its high temperature operation requires a significant energy demand. While SOE system-level optimisation studies only consider heat integration and recovery between high and low temperature streams within the process, the potential advantage of a bottoming power cycle on the high-temperature anode side exhaust remains uninvestigated.

This work first defines the base process by modifying a previous model in Aspen HYSYS™ and putting in alignment with designs in the literature. Afterwards, two steady-state models of a supercritical carbon dioxide Brayton cycle are modelled in EES. Finally, the anode side of the electrolyser is chosen as the location of integration for the sCO₂ cycle. This integration is then assessed under two different analyses: an exergy one and a primary energy one. From an exergetic perspective, using a power cycle increases the exergy destruction within the system compared to the base case without any bottoming cycle. The results from the primary energy analysis show that the primary energy consumption of the system can be decreased by 0.7% using a simple recuperative sCO₂ bottoming cycle and by 1.17% using a recompressed recuperative one. Finally, a scenario in which the cycle net power is maximised is considered, and it turns out that the cycle can cover up to 20% of the electrolyser's electricity consumption.

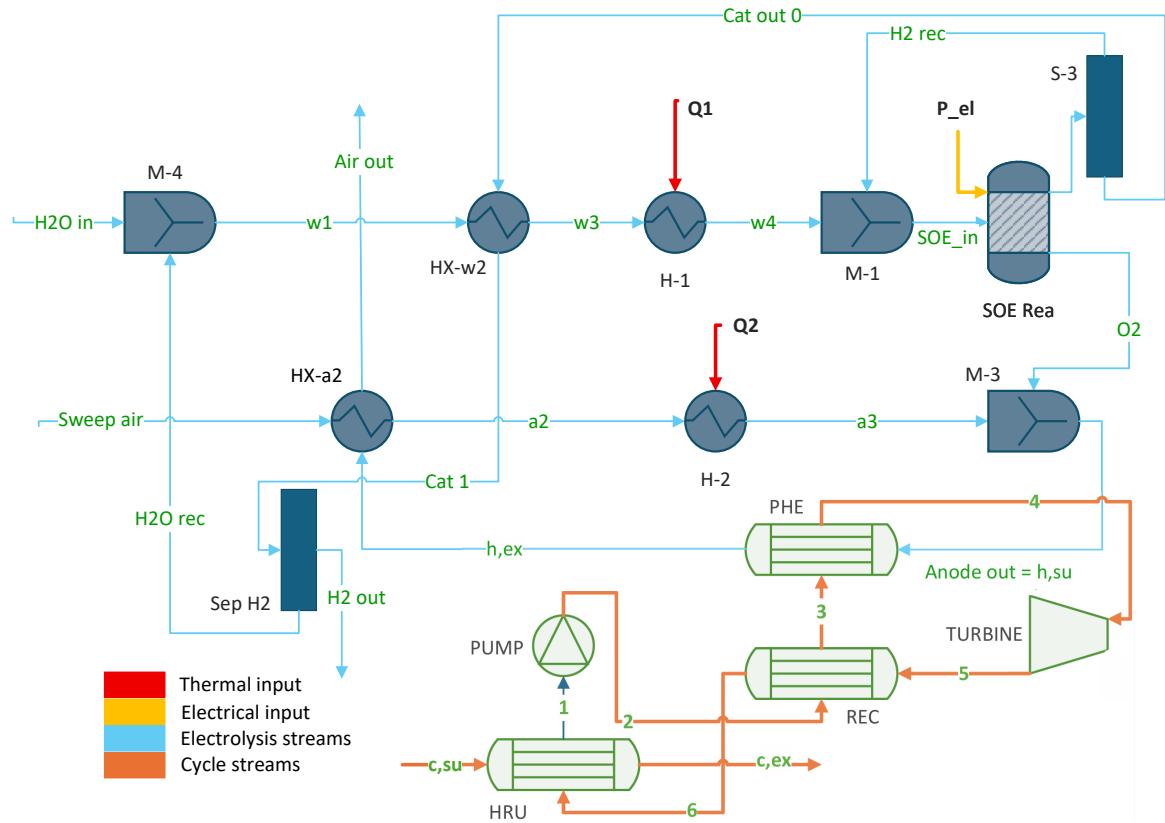


Figure 1: Block diagram of the process integrated with the bottoming cycle.

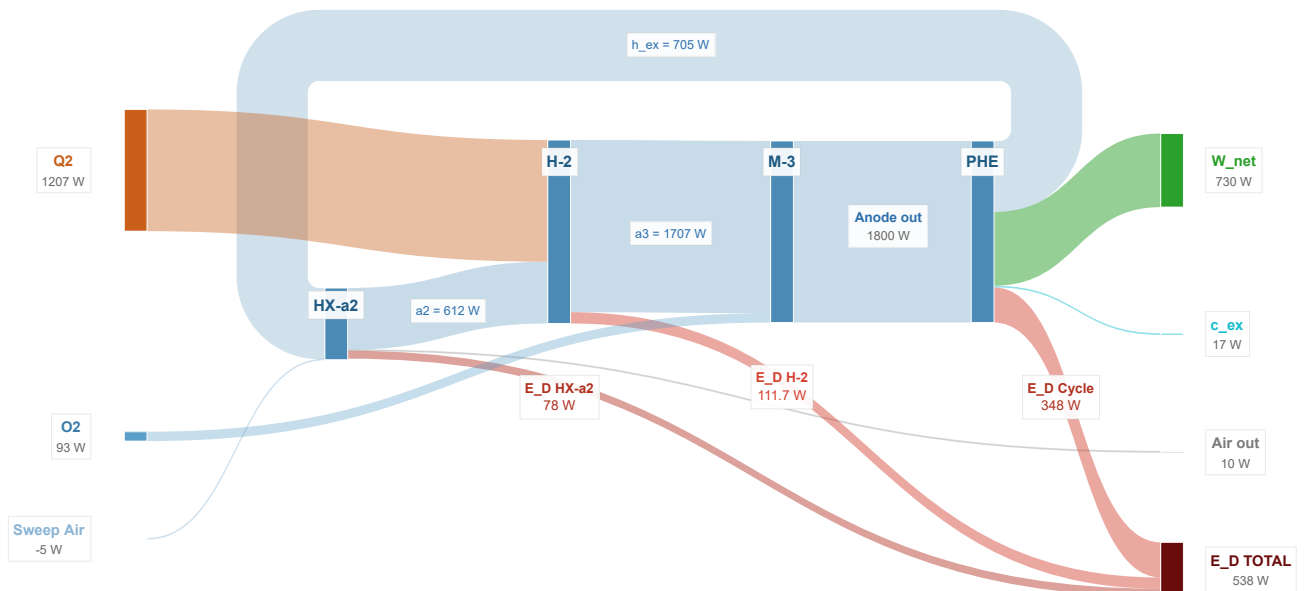


Figure 2: Grassmann diagram with simple recuperative configuration for a 45% hot source cooling grade.

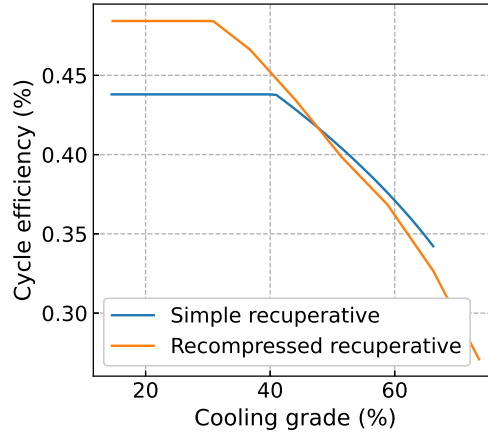


Figure 3: Cycle efficiency as a function of the cooling grade for both cycle configurations.

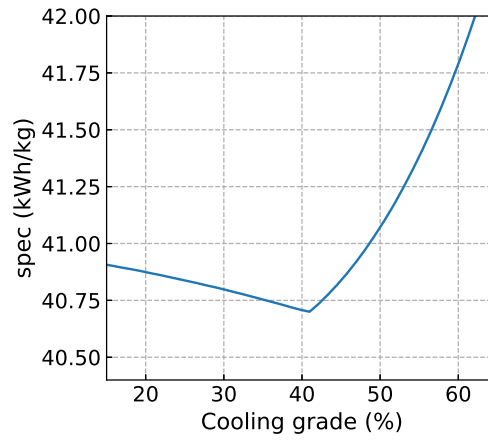


Figure 4: Specific primary energy consumption as a function of the hot source cooling grade for the simple recuperative configuration.

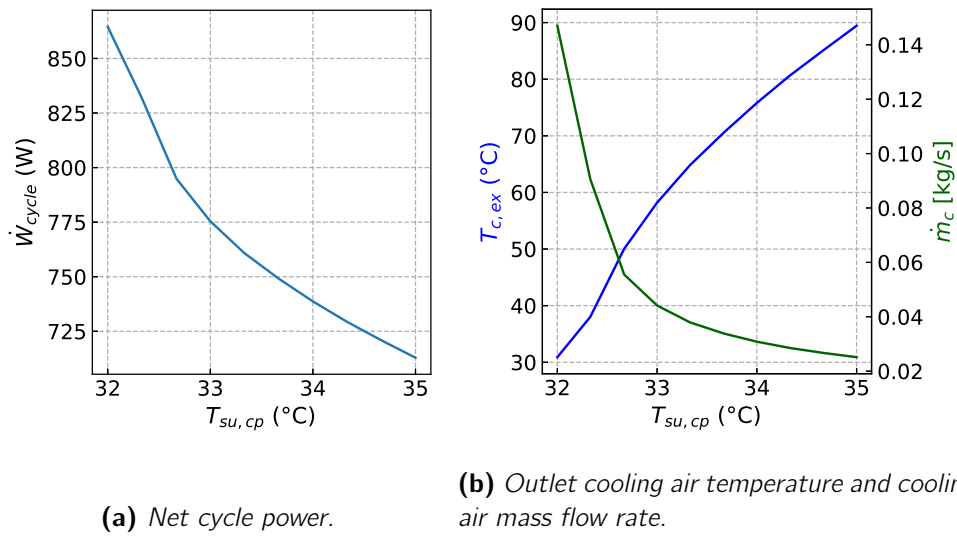


Figure 5: Cycle net power and cooling air characteristics as a function of the compressor supply temperature.