

Sujet de stage cycle active bridge

Étude, modélisation et simulation du comportement d'un convertisseur mono-étage DC//AC triphasé Cyclo-Active-Bridge (CAB) pour une application d'interface réseau dans les architectures aéronaves du futur

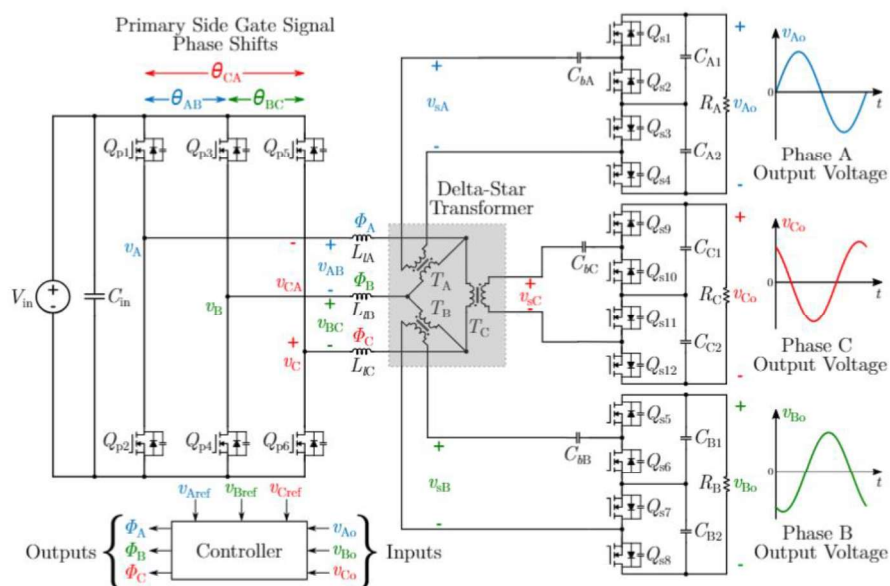
Contexte :

Parmi les concepts étudiés sur le sujet de l'électrification des avions (M.E.A. More Electric Aircraft ou M.E.P. More Electric Propulsion) certains proposent une génération électrique basée sur des génératrices à aimants permanents associés à un convertisseur statique. Dans ces architectures, on trouve en sortie du convertisseur statique une tension DC (540V, 800V), mais de nombreuses charges « legacy » ont été conçues pour fonctionner en AC (115V AC dans la majorité des cas). Une solution étudiée consiste à installer un convertisseur de réseau DC//AC isolé (N.A.C. Network Interface Converter) pour réaliser cette conversion pour une fraction de la puissance totale générée en DC. La sortie AC étant générée par le convertisseur, il est possible d'imposer une fréquence AC fixe de 400Hz, qui correspond au standard aéronautique des avions alimentés par des IDG (Integrated Drive Generator).

Les solutions techniques étudiées pour répondre à ce besoin se basent souvent sur des architectures de conversion en deux étages (DC/DC + DC/AC), l'isolation galvanique pouvant être réalisée lors de la conversion DC/DC (topologie DAB par exemple) ou par un onduleur DC/AC associé à un transformateur 400 Hz. Des travaux récents proposent de réaliser la conversion en un seul étage, en combinant les modes de fonctionnement DAB et cyclo-convertisseur (CAB, Cyclo Active Bridge), représenté Figure 1 [1]. Les avantages identifiés sont d'une part l'optimisation de la masse du transformateur, qui fonctionne en haute fréquence comme dans le cas du DAB, et d'autre part la conversion en un seul étage, qui doit bénéficier au rendement. Il faut également citer l'opportunité liée à l'émergence de transistors de puissance monolithiques bidirectionnels sur la simplification de la mise en œuvre de ce type de structures [2].

Objectif du stage :

Le sujet du stage consiste à comparer une solution DAB + onduleur à la solution CAB sur différents indicateurs de la performance du convertisseur. Une première partie de l'étude sera faite en monophasé afin de maîtriser la commande associée à l'étage de conversion (Figure 2), et pourra être complétée par l'étude de la structure triphasée. Les indicateurs pertinents sont à préciser, parmi la masse, le volume, le rendement sur différents points de fonctionnement, le nombre de composants, le nombre de drivers et d'alimentation de drivers, la qualité des formes d'onde, les contraintes de commande...



Un trait vertical ou un surlignage indique si nécessaire, une mise à jour du texte par rapport à la précédente édition. Seule la version signée électroniquement fait foi. Toute copie est réputée non contrôlée.

Ce document et les informations qu'il contient sont la propriété de SAFRAN. Ils ne doivent pas être copiés ni communiqués à un tiers sans l'autorisation préalable et écrite de Safran.

FORM-0009 2.0

CX / NIVEAU DE CONFIDENTIALITE

Figure 1 : Single-Stage 3-φ Cyclo-Active-Bridge (CAB) Inverter [1]

Bien que la structure soit présentée dans la littérature scientifique, il y a un travail important à réaliser pour s'approprier les modes de fonctionnement et de commande de ce type de convertisseur. D'autre part, les indicateurs de performances peuvent être très dépendant de la spécification du convertisseur (plage de puissance, plage de tension DC, ...)

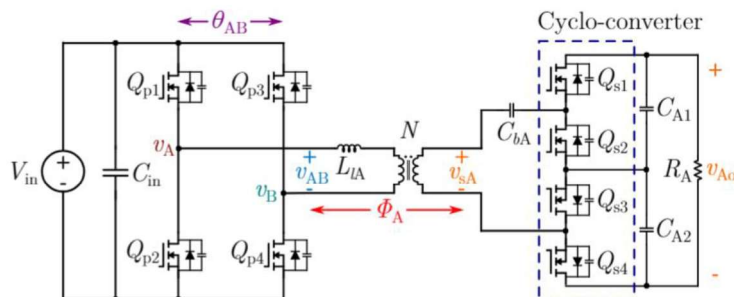


Figure 2 : Single-phase Cyclo-Active-Bridge

Sur la base des travaux en cours à Safran Tech et d'une revue de la littérature scientifique, l'objectif principal du stage est la modélisation, l'élaboration des lois de commande et la simulation d'un convertisseur Cyclo-Active-Bridge, en mono-phasé dans une première étape. Des éléments de dimensionnement seront également à mener (sélection de semi-conducteurs, estimation des pertes, dimensionnement des circuits magnétiques et des condensateurs). Une comparaison sera à mener avec la structure DAB + Onduleur deux niveaux (la comparaison pertinente étant probablement celle de la structure triphasé, suivant l'avancement des travaux).

Les attentes du stage incluent :

- Une étude approfondie des architectures de convertisseurs DC/AC isolées en un étage.
- Une analyse des commandes à générer pour la réalisation de la fonction Cyclo-Active-Bridge.
- La mise en œuvre de simulations de type LT-Spice implémentant la structure et sa commande.
- Une comparaison CAB / DAB dans des conditions similaires.

Travail à réaliser :

- Revue bibliographique des architectures de convertisseurs DC/AC « one-stage ».
- Des éléments de dimensionnement permettant de sélectionner des composants adaptés en fonction des spécifications.
- La définition des commandes nécessaires au fonctionnement de la structure.
- La simulation du CAB et du DAB+onduleur deux niveaux en monophasé sur certains point de fonctionnement.
- L'identification des avantages / inconvénients par la comparaison des résultats de modélisation et de simulation.
- Rédaction d'un rapport d'essais et de synthèse du stage.

Environnement du stage :

Le stage se déroulera en collaboration entre un laboratoire de recherche partenaire et le centre de recherche Safran, avec un partage du temps de présence à définir.

Profil candidat :

Etudiant(e) en électronique ou génie électrique en 3^{ème} année d'école d'ingénieur ou Master 2 ayant eu un module de formation en électronique de puissance au cours du cursus. Une méthodologie rigoureuse sera appréciée au cours de ce stage.

Spécificités :

- **Durée du stage** : 5 à 6 mois

Contact : cyrille.gautier@safrangroup.com

Un trait vertical ou un surlignage indique si nécessaire, une mise à jour du texte par rapport à la précédente édition. Seule la version signée électroniquement fait foi. Toute copie est réputée non contrôlée.

Ce document et les informations qu'il contient sont la propriété de SAFRAN. Ils ne doivent pas être copiés ni communiqués à un tiers sans l'autorisation préalable et écrite de Safran.

FORM-0009 2.0

CX / NIVEAU DE CONFIDENTIALITE

 SAFRAN C2 - Confidential Safran Tech	MCT - Mémo de Coordination Technique <i>ECM - Engineering Coordination Memo</i>		Référence / Reference:	
			Revision / Issue:	
			Pages / Sheet:	5/8

Référence :

- [1] M. Liao, T. Sen, Y. Wu and M. Chen, "Analysis and Design of a Cyclo-Active-Bridge Inverter for Single-Stage Three-Phase Grid Interface," *2025 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, Atlanta, GA, USA, 2025, pp. 139-146, doi: 10.1109/APEC48143.2025.10977301.
- [2] J. Huber and J. W. Kolar, "Monolithic Bidirectional Power Transistors," in *IEEE Power Electronics Magazine*, vol. 10, no. 1, pp. 28-38, March 2023, doi: 10.1109/MPEL.2023.3234747

Un trait vertical ou un surlignage indique si nécessaire, une mise à jour du texte par rapport à la précédente édition. Seule la version signée électroniquement fait foi. Toute copie est réputée non contrôlée.

Ce document et les informations qu'il contient sont la propriété de SAFRAN. Ils ne doivent pas être copiés ni communiqués à un tiers sans l'autorisation préalable et écrite de Safran.

FORM-0009 2.0

CX / NIVEAU DE CONFIDENTIALITE