

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

MARCHÉ PUBLIC DE FOURNITURES COURANTES ET DE SERVICES

**Développement et fabrication de convertisseurs Multi
Active Bridge (1 prototype + 9 préséries)**

N° du CCAP : 25FSM041

Université Grenoble Alpes

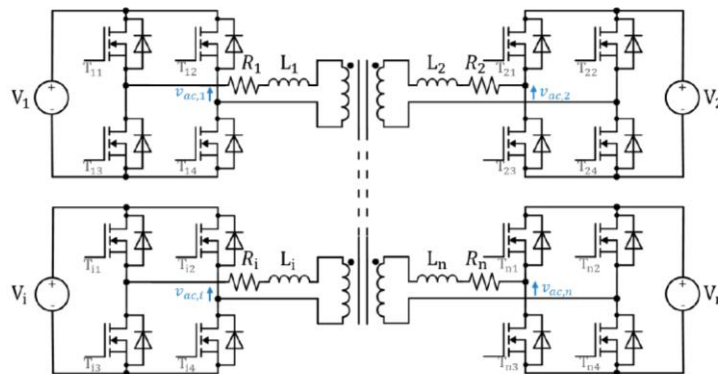
G2ELAB
Bâtiment.GreEn-ER
21 Avenue des Martyrs
38000 Grenoble

Cahier des charges

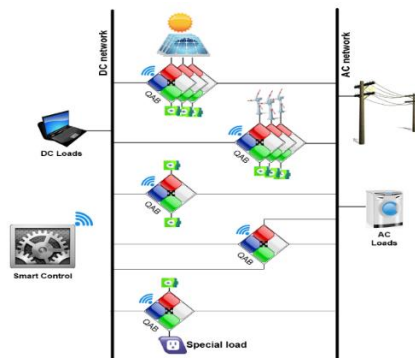
Présentation générale :

Convertisseur de type « quadruple active bridge » pour intégration dans les Microgrid DC/AC et brique de base pour les associer dans le cadre de SST.

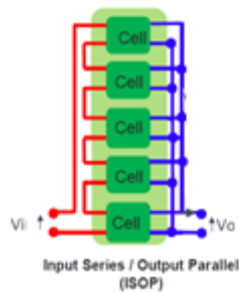
Le but est d'avoir des convertisseurs génériques DC/DC disposant de 4 entrées isolées entre elles.



L'objectif est d'avoir des maquettes de laboratoire packagées qui pourront être utilisées dans un Microgrid à l'interface entre des sources et des charges continues (réseaux DC ou AC redressé, moyens de stockage en continu, de production en continu ou des charges continues).



La montée en puissance sera réalisée par l'association de plusieurs de ces convertisseurs au niveau de leurs entrées. Soit en série pour augmenter la tension supportée, soit en parallèle pour augmenter la valeur du courant délivré. Tout type de configuration est envisageable, série sur certaines entrées - parallèle sur d'autres comme dans l'exemple ci-dessous, mais aussi série – série, parallèle – parallèle ou parallèle – série pour réaliser des configurations de type SST.



La tension maximale des réseaux en cas de mise en série sera alors de 1500V DC (bipolaire + /-750V) ou 1000V unipolaire.

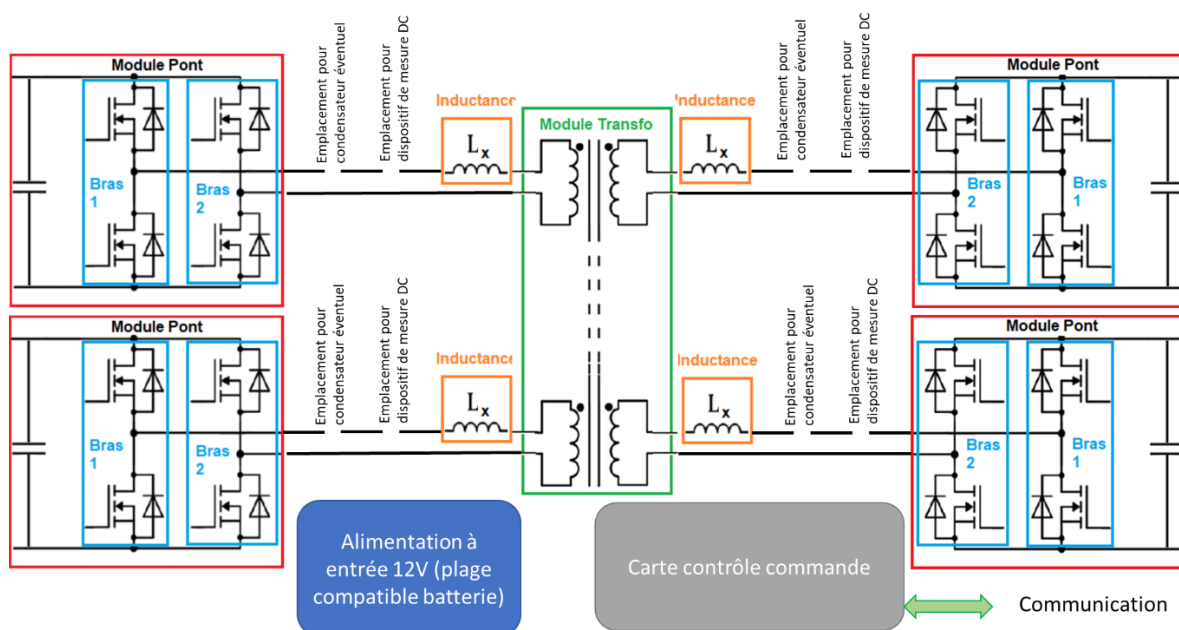
Structure d'électronique de puissance :

- La configuration de base est un quadruple active bridge avec filtre capacitif sur chaque entrée.
- Il sera nécessaire d'avoir la possibilité de déconnecter des entrées du transformateur pour fonctionner en DAB (2 entrées) ou TAB (3 entrées) sans perturbation de l'entrée flottante. Cela pourra être réalisé soit avec une déconnection physique (jumper ou équivalent, retrait de la carte de puissance sur cette entrée) ou remplacement du transformateur. Cette modification se fera hors charge.

Architecture interne :

L'architecture interne du convertisseur devra être modulaire. Par exemple, sur la base d'une carte centrale qui assurera la liaison entre les différents éléments, la conception doit permettre de changer les étages de conversion et le transformateur par l'intermédiaire de cartes mezzanines. La description des différents modules individuels et connexions à prévoir est décrit sur la figure ci-dessous.

La tension nominale sur les entrées du convertisseur est fixée à 200V DC et le transformateur présente un ratio unitaire entre ses différents bobinages.



Présentation :

Il est important que le convertisseur soit packagé afin d'éviter tout contact entre les conducteurs sous tension et l'opérateur. On devra toutefois pouvoir ouvrir le boîtier pour remplacer les différents modules et pouvoir effectuer des mesures (placement de sondes). Il sera nécessaire de prévoir des fenêtres de sortie pour les câbles d'alimentation, de commande et de mesure.

Sur le convertisseur il sera nécessaire d'avoir des points de mesure de tension, mais également des courants (entrées modules pont et entrées transformateur) avec des pinces de courants type Tektronix P6021 ou TCP312A.

Quantité :

- 1 prototype, avec possibilité de fournir jusqu'à 9 préséries.

L'objet du marché est de livrer un prototype correspondant au cahier des charges avec par la suite la possibilité de livrer jusqu'à 9 modules de préséries.

Spécifications générales :

Description de la partie puissance

- Tensions d'entrée : 200V DC par entrée +/-20% au nominal.
- Puissance nominale : minimum 1kW (somme globale des puissances en entrées sur les 4 modules ponts)
- Puissance maximale par port 1kW max (dans cette configuration, un seul port est en entrée)
- Fréquence de fonctionnement (variable dans la plage 20kHz – 100kHz avec un nominal à 40kHz). Le dimensionnement des éléments passifs sera fait pour la fréquence nominale.
- Modules pont
 - o Transistors de type MOSFETs (Si ou SiC au choix)
 - o Les transistors d'un même bras seront commandés de manière complémentaire. Les signaux complémentaires devront être générés au niveau de la carte de commande principale et pas au niveau du module pont.
 - o Les temps morts devront être prévus pour éviter les courts-circuits de bras.
 - o Prévoir les protections en sur-courant pour chaque bras de pont, le niveau de protection devra pouvoir être fixé par la carte de commande.
- Liaison transformateur-convertisseurs :
 - o L'emplacement des inductances Lx, sur le schéma de la structure, doit être accessible et permettre leur remplacement aisé. La connectique pourra être en soudage traversant ou à vis par exemple.
 - o Prévoir un emplacement pour installer des capacités série (compensation DC ou résonnance)
 - o Prévoir un emplacement pour l'insertion d'un système de mesure de la valeur continue du courant dans les entrées du transformateur pour le compenser (voir thèses Soleiman GALESHI et Rebecca TARRAF réalisées au G2Elab et disponibles sur la plateforme HAL).

Prestations supplémentaires éventuelles facultatives

- Fourniture d'un transformateur 4 enroulements pour la structure sur mezzanine pour pouvoir être inséré dans le support prévu à cet effet. La fréquence de dimensionnement sera de 40kHz ;
 - Fourniture de la carte de mesure de courant continue sur la base des thèses énoncées précédemment (GALESHI et TARRAF) ;
 - Alimentation par l'intermédiaire d'un des ports d'entrées du convertisseur.
- L'alimentation des cartes électronique devra être réalisée par une alimentation externe 12V. La plage de tension d'entrée devra être compatible avec une alimentation par batterie 12V type Plomb.

Description du contrôle commande

- Contrôleur embarqué permettant
 - De générer des signaux créneaux avec un rapport cyclique de 50% pour chacun des 8 bras (2 par entrée) et de piloter le déphasage des deux bras d'un même module pont et des modules ponts les uns par rapport aux autres. En tout, 8 signaux sont nécessaires pour lesquels les sorties complémentaires seront disponibles et 7 déphasages au total. Le pas de déphasage devra être au plus de 0,5° pour une fréquence de 40kHz.
 - De générer les niveaux de sur-courant des bras.
- Contrôleur embarqué programmable en C et/ou Python et/ou VHDL en fonction de la cible choisie à préciser. Circuits pressentis acceptés :
 - DSP Texas Instruments famille TMS320;
 - Processeurs ST Microelectronics STM32;
 - D'autres possibilités sont envisageables avec justification ;
 - Une compatibilité avec les outils de développements MATLAB/Simulink est un plus mais pas obligatoire.
- Le code devra être fourni et documenté afin de pouvoir être modifié pour des évolutions futures liées à nos activités de recherche, par nos soins.
- Contrôle commande :
 - Possibilités de commande à intégrer :
 - Commande des déphasages internes et externes des 4 ponts.
 - 16 signaux à générer.
 - Mesures :
 - 4 courants d'entrées (en amont du condensateur) pour asservissement des puissances
 - 4 tensions d'entrées pour asservissement de tension ou référence
 - Prévoir 4 emplacements pour raccordement des cartes de mesure de courants moyens des entrées de transformateur (voir ci-dessous).
- Interfaçage de communication
 - Liaison de communication : de préférence Ethernet avec support
 - Filaire RJ45 ou
 - Sans fil WiFi

Attention : les modules pouvant être connectés en série, une isolation galvanique devra être apportée.

- Fonctions :
 - Remontée des données (Courants/tensions/ déphasages/courant DC/prévoir des possibilités de remonter des mots supplémentaires) pour IHM ;
 - Pilotage à distance (Déphasages entre les bras, possibilité de forcer l'ouverture des bras des modules pont (1 bit par bras), prévoir des possibilités d'ajouter des mots supplémentaires) ;
 - 2 entrées et 2 sorties TOR isolées (signaux de synchronisation/communication) entre modules ou avec une source externe.
- Mesures externes
- Possibilité de mesurer les courants et tensions en sortie (côté transformateur) des modules pont, de préférence, sans démontage du capot de protection

Prestation supplémentaire éventuelle facultative

- Mesure optionnelle
- Mesure de l'état magnétique du transformateur (détection de saturation) : sortie externe pour monitoring par oscilloscope.