ALIMENTATION DES ÉLECTROAIMANTS D’UN ACCÉLÉRATEUR DE PARTICULES

Guide d’utilisation des simulations

Par l’équipe ÉlectroSim

Table of Contents

[2. À propos 2-3](#_Toc384681249)

[Public cible 2-3](#_Toc384681250)

[Requis système 2-3](#_Toc384681251)

[3. Présentation 4](#_Toc384681252)

[Explication du projet 4](#_Toc384681253)

[Simulations produites 4](#_Toc384681254)

[Nom des simulations 4](#_Toc384681255)

[SPS 4](#_Toc384681256)

[PSIM 4](#_Toc384681257)

[Opal-RT 5](#_Toc384681258)

[4. Fonctionnement pour SPS 6](#_Toc384681259)

[Explication de base 6](#_Toc384681260)

[Outil de pré-programmation 6](#_Toc384681261)

[Présentation de l’interface de base de SPS 6](#_Toc384681262)

[Simulation 1 – AFE 2 niveaux sur charge idéale 7](#_Toc384681263)

# À propos

## Public cible

Ce document sert de manuel de référence pour tous les utilisateurs des différents simulateurs produits par l’équipe ÉlectroSim dans le cadre du projet intitulé « Simulation d’une alimentation des électroaimants d’un accélérateur departicules ».

## Requis système

* Simulateur Matlab/Simulink/SimPowerSystems (SPS)
  + Version 2011b ou ultérieure;
  + Windows 7 ou ultérieur ou;
  + Mac OSX 10.6 ou ultérieur
* Simulateur PSiM
  + Version 9.1.1 ou ultérieur;
  + Windows 7 ou ultérieur
* Simulateur OPAL-RT
  + Plateforme OPA500;
  + LAB-RT version XXXX ou ultérieur;
  + RT-EVENTS version XXX ou ultérieur;
  + Matlab/Simulink/SimPowerSystems (SPS) version 2011b seulement;
  + Windows 7 ou ultérieur;
  + Une connexion Ethernet de type RJ-45 10/100 mbps

# Présentation

## Explication du projet

L’objectif du projet était de procéder à la conception de différents simulateurs pour représenter l’implantation pratique de la nouvelle alimentation utilisée au « CERN » à Genève en Suisse pour le « Booster » du « Synchrotron à Proton ». Les simulations ont été séparées en 3 grands groupes, soit : les simulations sur « Matlab/Simulink/SimPowerSystems » de la compagnie MathWorks, abrégé SPS pour le reste du document, les simulations sur « PSim » de la compagnie PowerSimTech et les simulations sur le simulateur en temps réel OPA500 de la compagnie Opal-RT. Il était nécessaire de produire les différents sous-systèmes de la nouvelle alimentation du « Booster » ainsi que l’assemblage final sur chacune des plateformes de simulations. Finalement, il était nécessaire d’effectuer une contre-vérification de chaque implantation des sous-systèmes entre chaque plateformes pour s’assurer que les résultats produits sont valables pour chacune des simulations.

## Simulations produites

Pour représenter l’alimentation du « Booster », il a été nécessaire de séparer celui-ci en deux sections. La première section est le convertisseur « Courant alternatif / Courant continu » que l’on nomme « AFE ». La seconde section est le convertisseur « Courant Continu / Courant continu » que l’on nomme « DCP – DCN ». Pour bien vérifier le fonctionnement des deux sous-systèmes, ceux-ci ont été modélisé suivant une méthodologie croissante permettant de partir d’un modèle simple jusqu’au modèle complexe final. Ainsi, dans le cas de « l’AFE », trois simulations ont été produite, soit : le convertisseur « CA/CC » 2 niveaux sur source idéale, le convertisseur « CA/CC » 2 niveau sur charge « RC » et le convertisseur « CA/CC » 3 niveaux sur charge « RC. Pour le « DCP-DCN », encore une fois, trois simulations ont été produites, soit : le hacheur 4 quadrants simple, le hacheur DCP à 3 niveaux et le hacheur DCP-DCN à 3 niveau. Finalement, un assemblage de « L’AFE » 2 niveaux sur charge « RC » et hacheur 4 quadrants simple ainsi qu’un assemble de « l’AFE » 3 niveaux avec le hacheur « DCP-DCN » à 3 niveaux ont été produits. Pour simplifier, 8 simulations ont été produites pour vérifier le fonctionnement de chacune des sections des modèles avec une complexité croissante plus l’assemblage est proche du modèle physique implanté au « CERN ». Pour une explication plus poussée de chacun modèle utilisé, se référer au document XXXX.

## Nom des simulations

Voici le nom de chacune des simulations produite pour chacun des simulateurs.

### SPS

* **AFE :**
  + **XXX.sym**
  + **XXX.sym**
* **DCP/DCN :**
  + **XXX.sym**
* **Assemblage final :** 
  + **XXX.sym**

### PSIM

* **AFE :**
  + **XXX.sym**
  + **XXX.sym**
* **DCP/DCN :**
  + **XXX.sym**
* **Assemblage final :** 
  + **XXX.sym**

### Opal-RT

* **AFE :**
  + **XXX.sym**
  + **XXX.sym**
* **DCP/DCN :**
  + **XXX.sym**
* **Assemblage final :** 
  + **XXX.sym**

# Fonctionnement pour SPS

## Explication de base

Les 8 simulations implantées sur SPS fonctionne de la même façon. Chacune des simulations est séparée en trois sections : le circuit électrique, la commande et les instruments de mesure et d’affichage. Les sections de mesure et d’affichage sont entourées d’un rectangle rouge, les sections de commande sont entourées d’un rectangle vert et le circuit électrique ne possède pas de bordure de couleur. La figure XXX présente les trois séparations. Il est possible de contrôler les simulations de deux méthodes distinctes. La première façon de contrôler les simulations est de passer directement par l’interface de SPS. Ainsi, il est possible de choisir les résultats à afficher en utilisant les différents systèmes d’affichage pré insérés dans les simulations ou de modifier la simulation pour en afficher d’autre. La deuxième méthode consiste à utiliser l’interface de contrôle présenté à la section XXX de concert avec l’interface SPS pour obtenir un contrôle plus aisé ainsi qu’une corrélation avec les résultats provenant d’autres simulations. Toutefois, la section 4 ne va s’attarder que sur le fonctionnement des simulations au travers de l’interface de SPS.

## Outil de pré-programmation

Pour se servir des simulations SPS, il est nécessaire de comprendre le fonctionnement de l’outil de pré-programmation présenté à la figure XXX. Celui-ci permet de modifier les paramètres de simulation tels que le pas de calcul, les paramètres de régulation de la commande et les paramètres des composantes du circuit électrique. La figure XXX montre les différents paramètres ajustables. Voici une liste de chacun des paramètres disponibles, leur description ainsi que les valeurs usuelles possibles :

* Groupe A :
  + Truc – Effectue quelque chose – 57nF.
* Groupe B :
  + Truc – Effectue quelque chose – 57nF.
* Groupe C :
  + Truc – Effectue quelque chose – 57nF.

Pour modifier des paramètres, il suffit d’ouvrir le fichier XXX livré avec les simulations à l’aide de Matlab et de modifier les différentes valeurs. Par la suite, il suffit d’enregistrer le fichier et d’appuyer sur le bouton « Triangle » vert (Point 1 de la figure XXXX).

## Présentation de l’interface de base de SPS

La figure XXXX présente l’interface de base de SPS. SPS permet d’effectuer la simulation et celui-ci est composé de 3 sections principales.

La première section est la barre de contrôle qui permet de démarrer ou d’arrêter la simulation ainsi que de changer le temps de simulation. Le point XXX est le bouton de mise en marche, le point XXX est le bouton d’arrêt et le carré XXX est le champ du temps de simulation. Il est possible d’entrer n’importe laquelle valeur numérique ainsi que le mot « inf » pour obtenir une simulation qui n’arrête jamais.

La seconde section consiste en l’affichage de la simulation et est représenté par l’encadré rouge sur la figure XXXX. Dans cette section, il est possible de voir chacune des composantes de la simulation et d’interagir avec ceux-ci.

La troisième section est la librairie des composantes disponibles et est représenté par l’encadré bleu dans la figure XXX. Il est possible de modifier la simulation en utilisant les composantes présentes dans la librairie et en effectuant un glissé-déposé de celles-ci dans la section d’affichage de la simulation.

Ainsi, à l’aide des trois sections, il est possible de contrôler, modifier et interagir avec la simulation et ses résultats. Ces résultats sont présentés de deux façon dans SPS, soit : l’utilisation des différents oscilloscopes intégrés ou l’utilisation de boîte d’affichage instantané. Ces deux dispositifs sont présentés à la figure XXXX.

## Simulations

### Simulation 1 – AFE 2 niveaux sur charge idéale

La figure XXX présente cette simulation dans son ensemble. L’AFE 2 niveaux sur charge idéale est composée des même 3 sections expliquées dans la section « Explication de base».