

<b>GEL22230 A</b>	<b>Appareillage électrique et matériaux</b>	<b>Bac</b>
No(s) cours, groupe(s)	Titre du cours	Niveau

## TP4 : SURTENSIONS SUR LES LIGNES DE TRANSPORT - PARAFOUDRE

### 1. Objectifs

Étudier les surtensions sur une ligne de transport et l'effet d'un coup de foudre direct sur une ligne de transport.

### 2 Surtensions sur une ligne triphasée

Considérons le réseau triphasé 60 Hz montré dans la figure 1.

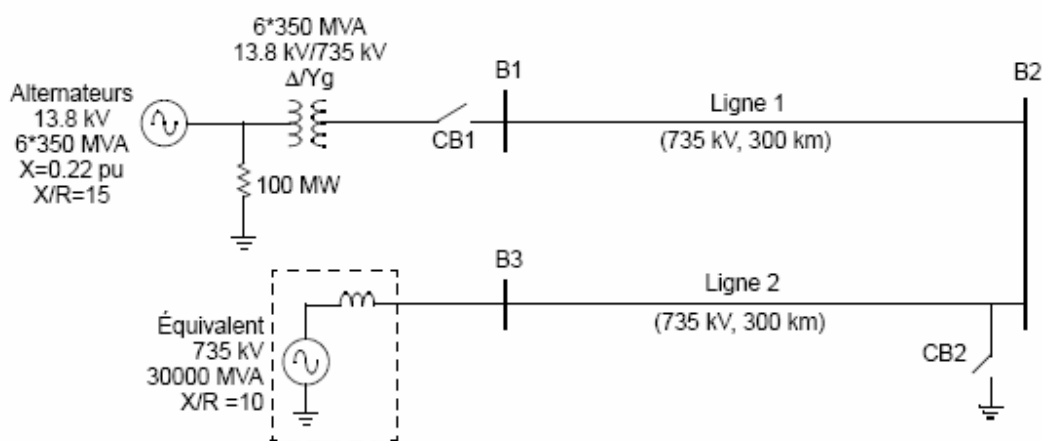


Figure 1

On désire étudier les surtensions sur les lignes de transport lors de la mise sous tension à vide et lors d'un court-circuit ligne-terre simple à la barre B2.

### 2.1 Modélisation

- Construire un diagramme Simulink représentant le réseau triphasé à l'aide des blocs du *SimPowerSystems*.
- Les paramètres du transformateur sont:
  - 2100 MVA, 60 Hz
  - Primaire: 13.8 kV,  $R = 0.002$  pu,  $X = 0.08$  pu
  - Secondaire: 735 kV,  $R = 0.002$  pu,  $X = 0.08$  pu
  - $R_m = 500$  pu,  $X_m = 500$  pu.
- Les paramètres des lignes sont:

$R1 = 0.01273 \Omega/\text{km}$   $R0 = 0.3864 \Omega/\text{km}$   
 $L1 = 0.9337 \text{ mH}/\text{km}$   $L0 = 4.1264 \text{ mH}/\text{km}$   
 $C1 = 12.74 \text{ nF}/\text{km}$   $C0 = 7.751 \text{ nF}/\text{km}$

- Le disjoncteur CB1 est modélisé par un bloc *Three-Phase Breaker*. Le disjoncteur CB2 est modélisé par un bloc *Three-Phase Fault*.
- Ajouter des capteurs de tension et de courant pour mesurer V1 et I1 à la barre B1, V2 et I2 à la barre B2, et V3 et I3 à la barre B3.

## 2.2 Simulation

***Le pas de simulation est de une microseconde (  $T_s=1e-6$ ). Simuler sur  $[0,0.4s]$***

- Mise sous tension des lignes à vide
  - Débrancher le réseau équivalent de la barre B3.
  - Dans la fenêtre de dialogue du bloc *Three-Phase Breaker*, spécifier le temps de fermeture correspondant à une crête de la tension de la source.
  - Simuler le réseau. Tracer les formes d'onde de V1, V2, V3, et I1. Expliquer et commenter les transitoires et les surtensions.
  - Faire varier l'instant de fermeture des disjoncteurs et observer l'impact sur les tensions transitoires aux deux bouts de la ligne. Commenter les surtensions observées.
- Court-circuit ligne-terre simple à la barre B2
  - Brancher le réseau équivalent à la barre B3.
  - Dans la fenêtre de dialogue des blocs *Three-Phase Breaker*, choisir l'état initial (Initial status of breakers) comme «closed» et «désélectionner» les commutation des trois phases (Switching of phase A, B, C). Ainsi programmés, les disjoncteurs vont demeurer à leur état initial (fermé). La simulation commencera en régime permanent.
  - Dans la fenêtre de dialogue du bloc *Three-Phase Fault*, spécifier un court-circuit ligne-neutre simple de durée 3 cycles commençant à un cycle après le début de la simulation:
    - sélectionner Phase A Fault
    - Fault resistance  $R_{on}$  0.001
    - sélectionner Ground Fault
    - Ground resistance  $R_g$  1
    - Transition status [1 0]
    - Transition time [1/60 4/60]
  - Simuler le réseau. Tracer les formes d'onde de V1, V2, et V3. Expliquer et commenter les transitoires et les surtensions sur les trois phases des lignes.

## 3 Protection d'une ligne triphasée – Coup de foudre

Dans cette section, on simulera l'effet d'un coup de foudre direct sur la phase A du réseau de transport 735kV précédent avec l'hypothèse que le fil de garde est absent.

### 3.1 Modélisation

Le coup de foudre sera modélisé par un profile de courant triangulaire approximatif du type 8/20  $\mu\text{s}$  (Figure 2)

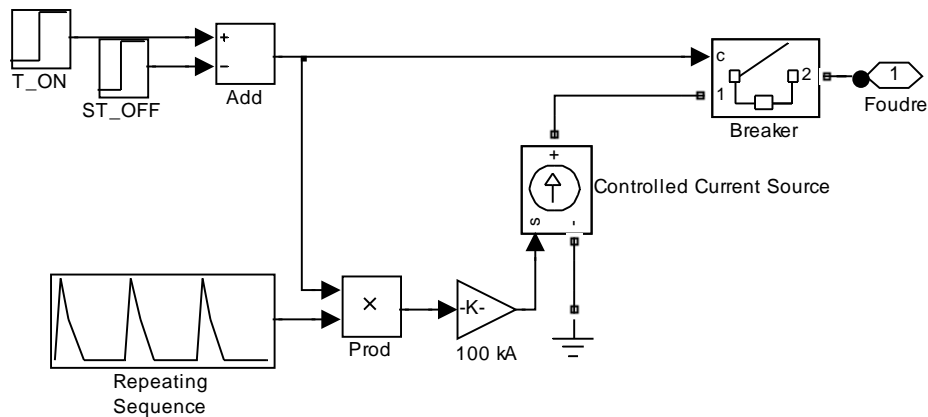


Figure 2 Modélisation approximative du coup de foudre

- Utiliser le diagramme Simulink représentant le réseau triphasé de la section 2. Placer des jeux de barres et des disjoncteurs de protection.
- Lire le “*Help*” relatif au block “*Arrester*” disponible sur Simulink/SimpowerSystems pour bien comprendre la modélisation et le fonctionnement du parafoudre.

### 3.2 Simulation

- Dans la figure 2, utiliser le block “*Repeating Sequence*” de Simulink pour modéliser le profile de courant du coup de foudre répétitif (triangulaire approximatif du type 8/20  $\mu\text{s}$ ).  $(t, i) = \{(0 \mu\text{s}, 0), (8 \mu\text{s}, 1), (20 \mu\text{s}, 0.5), (100 \mu\text{s}, 0), (200 \mu\text{s}, 0)\}$ .  $T_{\text{ON}} = 0.1\text{s}$  et  $T_{\text{OFF}} = 0.100100\text{s}$ . La valeur  $T_{\text{OFF}}$  sera utilisée pour augmenter le nombre de coup de foudre. L’amplitude du coup de foudre est de 100 kA. **Le pas de simulation est de une microseconde ( $T_s = 1e-6$ ). Simuler sur  $[0, 0.4\text{s}]$**

#### 3.2.1 Coup de foudre direct sur une : présence de Parafoudres

- Connecter le modèle du coup de foudre sur la phase A en lieu et place du bloc réalisant les fautes triphasées (bloc *Three-Phase Fault*).
- Afin de voir l’effet d’un seul coup de foudre sur le réseau, fermer initialement les disjoncteurs et simuler l’effet d’un coup de foudre de 100kA sur la phase A.
- Afin de voir l’effet d’un coup de foudre répétitif sur le réseau, laisser les disjoncteurs fermés et simuler l’effet du coup de foudre répétitif de 100kA sur la phase A.

- Tracer sur la même figure, les allures du courant  $I_a$  débité par la source de 2100MVA en fonctionnement normal, coup de foudre unique et coup de foudre double (successif). Comparer et conclure.
- Tracer sur la même figure, les allures de la tension  $V_a$  au jeu de barre 3, en fonctionnement normal, coup de foudre unique et coup de foudre double (successif). Comparer et conclure.

### 3.2.2 Coup de foudre direct sur une ligne : présence de Parafoudres

Comme dans le cas d'un coup de foudre non répétitif vu dans la section 3.2.1, Placer au niveau des jeux de barre B1 et B3, des parafoudres reliant chacune des phases A, B, C à la masse. Pour ce faire utiliser le block "Arrester" de SimPowerSystems.

- Régler adéquatement la tension des parafoudres :
  - Mettre protection voltage  $V_{ref}$  (V) à :  $\sqrt{2} \cdot 735 \times 10^3 / \sqrt{3}$
- Simuler l'effet d'un coup de foudre unique de 100kA sur la phase A.
- Tracer sur la même figure, les allures du courant  $I_a$  débité par la source de 2100MVA.
- Comparer en traçant sur la même figure, les allures du courant  $I_a$  de la phase A au jeu de barre 1 avant et après la protection dudit jeu de barre par des parafoudres. Comparer et conclure.
- Comparer en traçant sur la même figure, les allures de la tension de la phase A au jeu de barre 3 avant et après la protection dudit jeu de barre par des parafoudres. Comparer et conclure.

**GEL-22230 Appareillage électrique**  
 TP4 Transitoires sur les lignes de transport \_  
 Protection des lignes électriques\_Parafoudre

Discrete,  
 $T_s = 1e-006$  s.

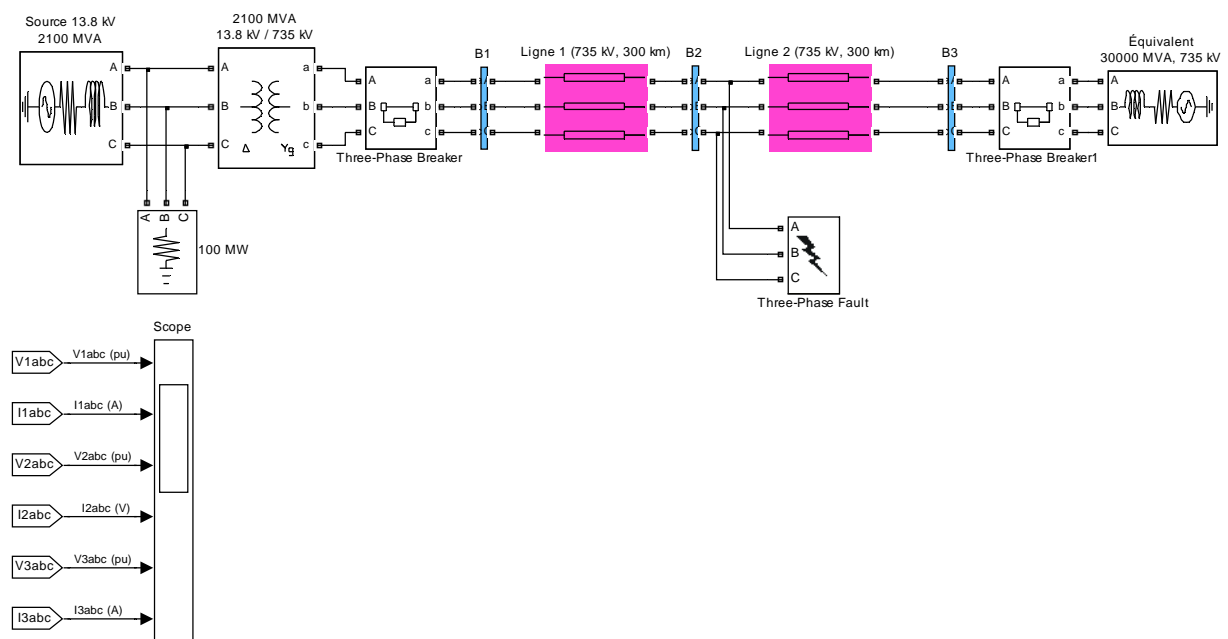


Figure 3 Modèle SimPowerSystems de la section 2

**GEL-22230 Appareillage électrique**  
 TP4 Transitoires sur les lignes de transport \_  
 Protection des lignes électriques\_Parafoudre

Discrete,  
 $T_s = 1e-006$  s.

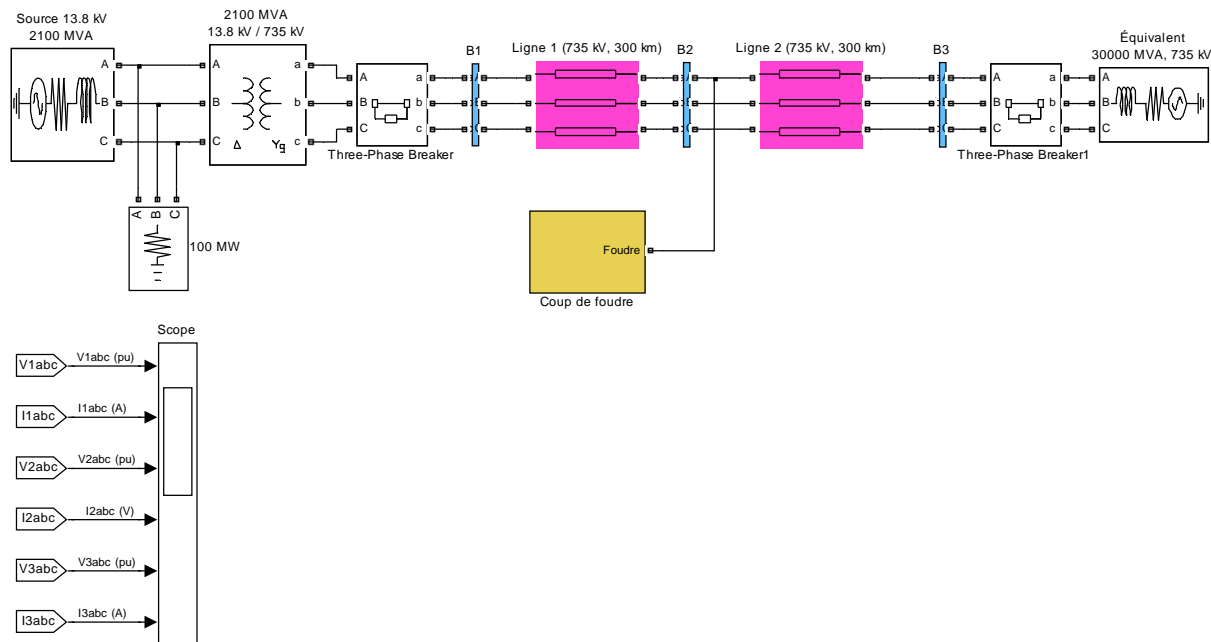


Figure 4 Modèle SimPowerSystems de la section 3 avant installation des parafoudres

#### 4 Rapport

Remettre votre compte-rendu bien structuré contenant une bonne préparation du TP, les courbes et les conclusions au plus tard vendredi 25 Avril à 17h00, délai de rigueur.

*Bon courage,*

Nom du chargé du cours : <b>M. MOUSSA ZERBO</b>	Département : <b>Génie électrique et génie informatique</b>