



المدرسة الحسنية للأشغال العمومية  
ECOLE HASSANIA DES TRAVAUX PUBLICS

Mini-projet:

---

## **REALISATION D'UN DISPOSITIF NUMERIQUE POUR LA COMMANDE ET LE CONTROLE DU DISJONCTEUR TRIPHASE BT**

---

Réalisé par : Yacoubi Mohamed Reda  
Jeafar Manale  
Jaouhari Tissafi M'hamed

Encadré par : MADAME ELABBASSI

## Remerciement

Ce travail a été le fruit d'un travail acharné et une implication mais aussi grâce à plusieurs personnes qu'il est primordial de les remercier pour leurs efforts fournies.

Aux termes de ce travail, on tient à adresser nos sincères remerciements à l'égard de notre enseignante Madame Abassi pour la qualité de son enseignement, son attention et sa gentillesse, qui ont fait des séances d'enseignement de l'élément de module appareillage électrique BT un moment très intéressant d'apprentissage et de partages d'information et qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce travail.

On réserve aussi une reconnaissance spéciale à tous les enseignants de l'Ecole Hassania des travaux publics qui ont su donner une formation didactique et appréciable durant notre cursus.

On ne terminera pas sans avoir exprimé des remerciements envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mini-projet.

*merci*

## Table des matières

<b>I</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>II</b>	<b>Étude des transformateurs de courant et de tension pour les dispositifs de protection .....</b>	<b>5</b>
1.	Transformateur de courant .....	5
2.	Transformateur de tension.....	8
<b>III</b>	<b>Description de la constitution du dispositif numérique pour la protection .....</b>	<b>11</b>
1.	Les relais numériques .....	11
2.	Les disjoncteurs .....	15
<b>IV</b>	<b>Simulation par MATLAB/SIMULINK pour le déclenchement automatique du disjoncteur .....</b>	<b>17</b>
<b>V</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>21</b>
<b>VI</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>22</b>

# I Introduction

L'appareillage électrique est l'ensemble du matériel nécessaire pour commander et contrôler l'alimentation électrique des dispositifs de conversion d'énergie tels que les moteurs ou autres machines.

Ainsi un appareillage électrique doit transporter, créer et interrompre la charge normale de courant, à la façon d'un interrupteur. En effet, il doit également pouvoir régler les anomalies du système. En plus de tout cela, il doit être habilité au mesurage et à la régularisation des différents paramètres du système électrique.

Ce mini-projet consiste sur la réalisation d'un dispositif numérique pour la commande et le contrôle du disjoncteur triphasé BT et son déclenchement automatique en cas de défaut.

Ce dispositif va permettre la réalisation de différentes fonctions de protection dans le même appareil, de faire du traitement de signal ainsi que l'enregistrement des événements et l'effectuation du diagnostic.

Par ce fait notre travail va être bien structuré en suivant trois étapes principales :

- Etape 1 : Vu que les réseaux électriques sont équipés de dispositifs de protection connectés par le biais des transformateurs de courant et de tension, cette étape sera dédiée à l'étude de ces genres de transformateurs.
- Etape 2 : Cette étape sera consacrée à la description de la constitution du dispositif numérique pour la protection (contre court-circuit,...), la commande et le contrôle du disjoncteur triphasé BT.
- Etape 3 : C'est l'une des étapes importantes de ce mini-projet, elle s'intéresse à l'effectuation d'une simulation par le logiciel MATLAB/SIMULINK pour le déclenchement automatique du disjoncteur dans les cas de faible et forte surcharges, de court-circuit et de manque de tension ainsi que l'enclenchement et le déclenchement à distance dans le fonctionnement normal.

## II Étude des transformateurs de courant et de tension pour les dispositifs de protection

### 1. Les transformateurs de courant:

Un transformateur de courant est un transformateur de mesure dans lequel le courant secondaire est (dans les conditions normales d'emploi) pratiquement proportionnel au courant primaire.

Les transformateurs de courant ont deux fonctions essentielles :

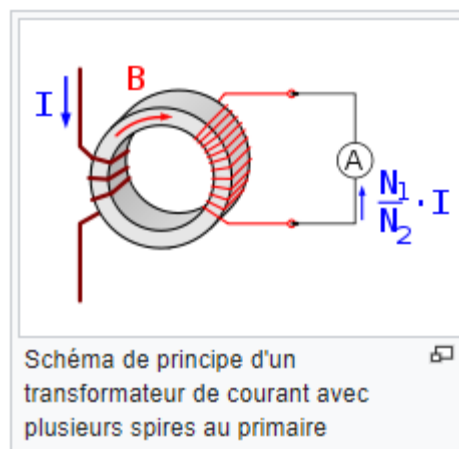
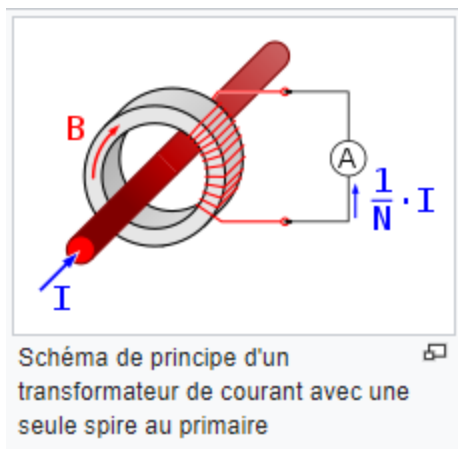
- ❖ Adapter la valeur du courant HT du primaire aux caractéristiques des appareils de mesure ou de protection en fournissant un courant secondaire d'intensité proportionnelle réduite
- ❖ Isoler les circuits de puissance du circuit de mesure et/ou de protection

Les transformateurs sont constitués d'un noyau d'un bobinage primaire et un autre secondaire. Lorsqu'un courant alternatif s'écoule dans le bobinage primaire, un flux magnétique est créé qui induit ensuite un courant alternatif dans le bobinage secondaire. Ce courant est proportionnel au courant primaire. Une fois le courant est **réduit** on le surveille en toute sécurité et le **mesuré** à l'aide d'un ampèremètre



Parmi les TC on trouve :

- Les TC bobiné : lorsque le primaire et le secondaire comportent un bobinage enroulé sur le circuit magnétique
- traversant : primaire constitué par un conducteur non isolé de l'installation
- tore : primaire constitué par un câble isolé.



Le comportement du circuit magnétique des transformateurs de courant (TC) joue un rôle essentiel. Ce circuit est soumis au flux magnétique créé par le courant primaire et en particulier par la composante apériodique du régime transitoire du court-circuit. Selon les amplitudes et les polarités respectives de ces flux le risque de saturation du circuit magnétique est plus ou moins grand. Lorsque la saturation se produit le courant secondaire est déformé et n'est plus l'image du courant primaire, en d'autres termes une information incorrecte est présentée à l'entrée des différentes fonctions des protections peuvent en être affectées : fonction directionnelle, mesure de distance, fonction différentielle.... Ces phénomènes sont à prendre en compte non seulement à l'établissement du court-circuit mais également lors d'un réenclenchement automatique sur défaut.

#### a. Tableau des caractéristiques des transformateurs de courant

Caractéristiques	Valeurs assignées				
Tension assignée (kV)	7,2	12	17,5	24	36
Niveau d'isolement :					
■ tenue à fréquence industrielle (kV) 1 mn	20	28	38	50	70
■ tenue au choc de foudre (kV - crête)	60	75	95	125	170
Fréquence (Hz)	50 - 60				
Courant primaire Ipn (A)	25 - 50 - 75 - 100 - 200 - 400 - 600...				
Courant de courte durée admissible Ith (1 s)	12,5 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 kA ou 40 - 80 - 100 - 200 - 300 x In				
Courant secondaire Isn (A)	1 - 5				
Puissance de précision Pn (VA)	2,5 - 5 - 7,5 - 10 - 15				

#### b. Proportion de transformation nominal (Kn) :

C'est la proportion entre le courant primaire nominal et le courant secondaire nominal.

$$K_n = I_{pn} / I_{sn}$$

#### c. A court délais un courant nominal thermique (Ith) :

Ceci est la valeur efficace du courant primaire, qui le secondaire du transformateur de courant peut résister pendant une seconde sans aucun dommage dans un état de court-circuit.

#### d. Fréquence assignée

50 ou 60 Hz.

### **e. Courant primaire assigné (I<sub>pn</sub>)**

Valeur efficace du courant primaire maximum permanent. Les valeurs usuelles sont 25, 50, 75, 100, 200, 400, 600 A.

### **f. Courant secondaire assigné (I<sub>sn</sub>) :**

Il est égal à 1 A ou 5 A.

### **g. Valeur crête du courant de courte durée admissible**

Cette valeur est normalisée à partir de I<sub>th</sub> - 1 s à :

- CEI : 2,5 I<sub>th</sub> en 50 Hz et 2,6 I<sub>th</sub> en 60 Hz
- ANSI : 2,7 I<sub>th</sub> 60 Hz.

### **h. Erreur composé (ε<sub>c</sub>) :**

C'est l'erreur résultant de la mesure du courant due à l'inégalité de la proportion de transformation du transformateur à la proportion de transformation nominale. L'erreur du courant est trouvée avec l'égalité suivante en pourcentage.

$$\epsilon_c = \frac{100}{I_b} \sqrt{\frac{1}{T} \int (K_n \cdot I_s - I_p)^2 dt}$$

Ici : K<sub>n</sub> = Proportion de transformation nominal I<sub>b</sub> = Courant primaire I<sub>s</sub> = Ceci est l'équivalent du courant secondaire lorsque I<sub>p</sub> passe par l'enroulement primaire lors de la mesure.

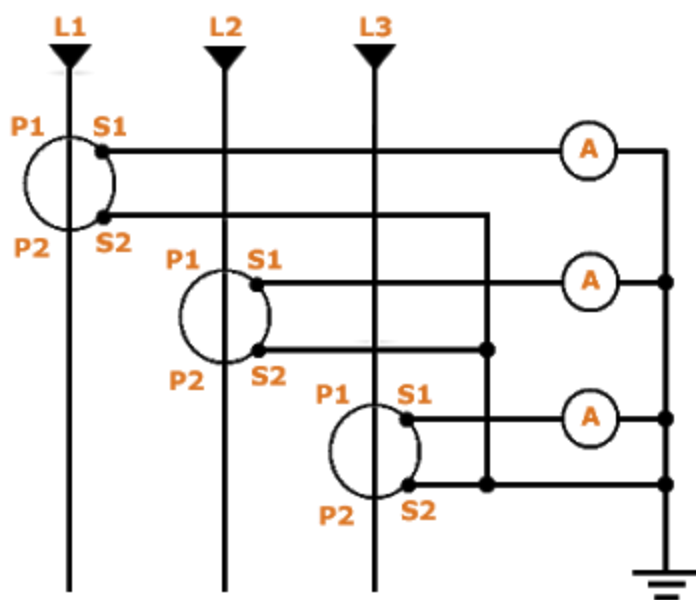
### **i. Déphasage :**

À condition que la direction du vecteur courant soit choisie pour avoir la phase zéro différence dans un transformateur idéal (avec la perte zéro), c'est la phase différence entre les vecteurs de courants primaires et secondaires dans n'importe quel transformateur de courant. Si la phase du vecteur du courant secondaire est devant la phase du vecteur actuel primaire, la différence de phase est positive ; si c'est derrière, la différence de phase est négative

### **j. Charge Z<sub>c</sub> :**

À condition que le coefficient de puissance soit exposé, c'est l'impédance du courant secondaire exprimé en ohm (ou volt ampères dans le courant secondaire nominal) La charge est généralement exprimée avec la puissance apparente, en un coefficient de puissance déterminé qui est pris un courant secondaire nominal et le courant nominal qui est exposé dans l'ampère volt.

- **Couplage des transformateurs de courant (triphase) :**



## 2. Les transformateurs de tension:

Un transformateur de tension est un transformateur de mesure dans lequel la tension secondaire est (dans les conditions normales d'emploi) pratiquement proportionnelle à la tension primaire et déphasée par rapport à celle-ci d'un angle voisin de zéro, pour un sens approprié des connexions

La fonction d'un transformateur de tension est de fournir à son secondaire une tension image de celle qui lui est appliquée au primaire. L'utilisation concerne autant la mesure que la protection. Les transformateurs de tension (TT ou TP) sont constitués de deux enroulements, primaire et secondaire, couplés par un circuit magnétique.

Il s'agit donc d'un appareil utilisé pour la mesure de fortes tensions électriques. Il sert à faire l'adaptation entre la tension élevée d'un réseau électrique HTA ou HTB (jusqu'à quelques centaines de kilovolts) et l'appareil de mesure (voltmètre, ou wattmètre par exemple) ou le relais de protection, qui eux sont prévus pour mesurer des tensions de l'ordre de la centaine de volts

La caractéristique la plus importante d'un transformateur de tension est donc son rapport de transformation, par exemple 400 000 V/100 V.



- Tableau des caractéristiques des transformateurs de tension



Caractéristiques	Valeurs assignées				
Tension d'isolement (kV)	7,2	12	17,5	24	36
■ tenue à fréquence industrielle (kV) <sup>(1)</sup> 1 mn	20	28	38	50	70
■ tenue choc de foudre (kV - crête)	60	75	95	125	170
Fréquence (Hz)	50 - 60				
Tension primaire U <sub>1n</sub> (kV) (divisée par $\sqrt{3}$ si monophasé)	3 - 3,3 - 5 - 5,5 - 6 - 6,6 - 10 - 11 - 13,8 - 15 - 20 - 22 - 30 - 33				
Tension secondaire U <sub>2n</sub> (V)	100 - 110 ou $100/\sqrt{3}$ - $110/\sqrt{3}$				
Puissance de précision (VA)	30 - 50 - 100				

(1) Lorsqu'il y a une différence importante entre la tension la plus élevée pour le matériel ( $U_m$ ) et la tension primaire assignée, la tension de tenue à fréquence industrielle doit être limitée à cinq fois la tension primaire assignée.

#### a. Isolement

Caractérisé par les tensions assignées :

- + d'isolement, qui sera celle de l'installation (ex. : 24 kV)
- + de tenue à fréquence industrielle 1 mn (ex. : 50 kV)
- + de tenue à l'onde de choc (ex. : 125 kV).

#### b. Fréquence assignée

50 ou 60 Hz.

#### c. Tension primaire assigné ( $U_{pn}$ )

Suivant leur conception, les transformateurs de tension sont raccordés :

- + soit entre phase et terre et dans ce cas  $U_{pn} = U/3$  (ex. : 20/3)
- + soit entre phases et dans ce cas  $U_{pn} = U$ .

#### d. Tension secondaire assigné ( $U_{sn}$ )

Elle est égale à 100 ou 110 V pour les transformateurs de tension phase/phase. Pour les transformateurs monophasés phase/terre, la tension secondaire doit être divisée par 3 (ex. : 100/3).

#### e. Puissance de précision $P_n$

Puissance apparente (VA) que peut fournir le TT au secondaire pour la tension

Secondaire assignée pour lequel la précision est garantie (charge de précision).

Valeur normalisées 30, 50, 100 VA (CEI).

#### f. Rapport de transformation ( $KN$ )

Rapport de la tension primaire assignée à la tension secondaire assignée

#### g. Erreur de mesure ( $F_u$ ) et déphasage ( $\delta u$ )

L'erreur de tension et de déphasage, à fréquence assignée et avec une charge comprise entre 25% et 100% de la puissance assignée, un facteur de puissance de 0,8, ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous.

Classe de précision	+/-Erreur de tension	+/-Déphasage
0.2	0.2	10
0.5	0.5	20
1	1	40

#### h. Puissance thermique limite de l'enroulement de détection du défaut terre

La puissance limite thermique de l'enroulement de mise à la terre est indiquée en voltampère (VA). Comme ces enroulements des trois transformateurs à un pôle isolé sont connectés en triangle ouvert (montage en série), ils ne seront chargés qu'en cas de défaut terre. C'est pour ça que la puissance thermique limite se réfère à une durée de sollicitation de 8 heures par exemple.

### i. Facteur de surtension

Le facteur de surtension est déterminé par la tension la plus élevée apparaissant en service, qui dépend du réseau et des conditions de mise à la terre. Dans le cas d'un transformateur de tension à un pôle isolé, il est courant de choisir un facteur de surtension égal à 1,9 fois UN pour un temps assigné de 8 heures. Pour les autres transformateurs de mesure, un facteur de 1,2UN est utilisé.

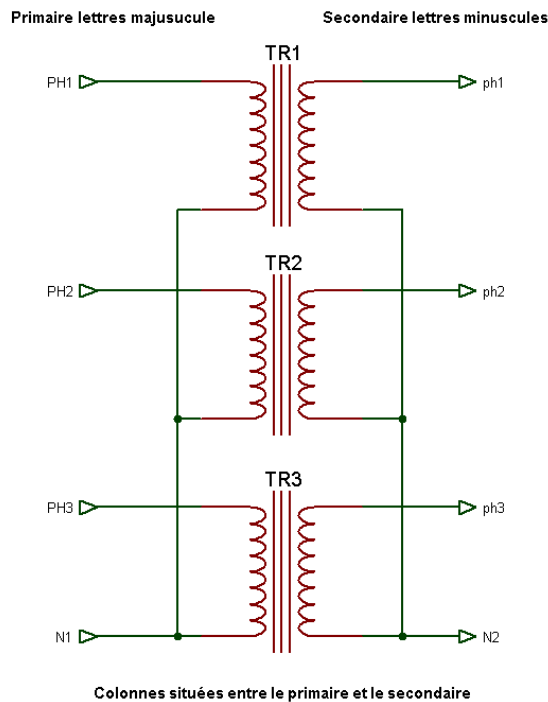
### j. Calcul de l'erreur de tension $\varepsilon$ (%) :

$$\varepsilon (\%) = \frac{K_n * U_s - U}{U_p} * 100$$

avec  $K_n$  Rapport de transformation

### k. Couplage des transformateurs de tension TT (triphasé) :

Montage à 3 transformateurs en étoile :



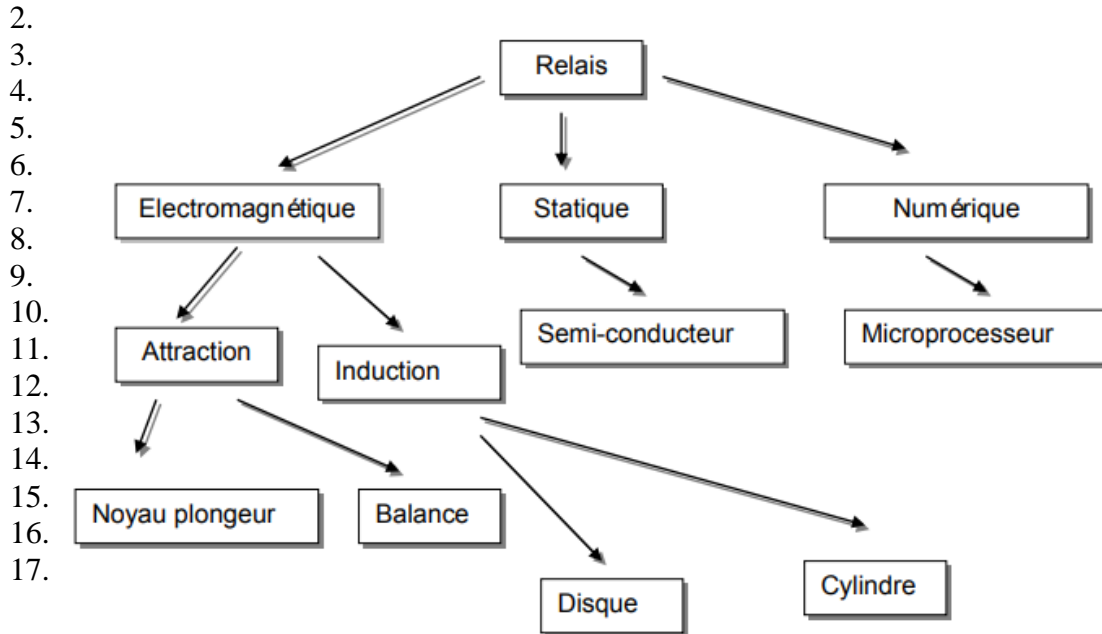
### III Description de la constitution du dispositif numérique pour la protection

#### 1. Les relais numériques :

##### a) Préliminaire:

Le relais est un dispositif à action mécanique ou électrique provoquant le fonctionnement des systèmes qui isolent une certaine zone du réseau en défaut ou actionnant un signal en cas de défaut ou de conditions anormales de marche (alarme, signalisation,...).

Il existe essentiellement trois classes de relais selon l'organigramme suivant :



##### a) Introduction:

La technologie numérique a fait son apparition au début des années 1980. Avec le développement des microprocesseurs et des mémoires, les puces numériques ont été intégrées aux équipements de protection. Les protections numériques, sont basées sur le principe de la transformation de variables électriques du réseau, fournies par des transformateurs de mesure, en signaux numériques de faible tension. Ces dispositifs nécessitent une source auxiliaire, offrent un excellent niveau de précision et un haut niveau de sensibilité. Ils procurent de nouvelles possibilités, comme l'intégration de plusieurs fonctions pour réaliser une fonction de protection complète dans une même unité, le traitement et le stockage de données et l'enregistrement des perturbations du réseau (perturbographe). Cette génération intègre des possibilités d'autotest et d'autocontrôle qui augmente leur continuité de fonctionnement tout en réduisant la durée et la fréquence des opérations de maintenance.

Dans ce qui suit nous allons exposer le principe de fonctionnement, les propriétés, les avantages des relais numérique.



### b) Principe de fonctionnement :

Le relais numérique est équipé d'un software (qui permet la communication et la programmation) et d'un hardware. Ce dernier consiste en un ou plusieurs microprocesseurs.

Tout le fonctionnement de l'acquisition des grandeurs mesurées (U, I, etc.) jusqu'à l'émission des ordres au disjoncteur sont traités par voie numérique. Le fonctionnement est réparti comme suit :

- ✓ Acquisition des mesures (U, I etc.).
- ✓ Adaptation des signaux au niveau interne avec :
- ✓ Découplage galvanique.
- ✓ Suppression des bruits (filtrage).
- ✓ Obtention de signaux analogiques prêts au traitement.
- ✓ Amplification.
- ✓ Échantillonneurs-bloqueurs.
- ✓ Multiplexage.
- ✓ Conversion analogique-numérique.
- ✓ Modules de mémoires.
- ✓ Transmission des données au bus du micro-processeur.
- ✓ Traitement des signaux par les algorithmes de calcul et de filtrage numérique.
- ✓ Traitement des signalisations (contacts, leds).
- ✓ Traitement des entrées binaires.
- ✓ Traitement des ordres de commandes.
- ✓ Le signal d'entrée est filtré puis échantillonné, et la mise au point d'algorithmes (placé sur mémoire EPROM) performant permet, sur base de la topologie de l'état des disjoncteurs
- ✓ (ouvert, fermé) ainsi que des tensions et courants mesurés d'en déduire une décision à prendre
- ✓ (ouverture de disjoncteurs).

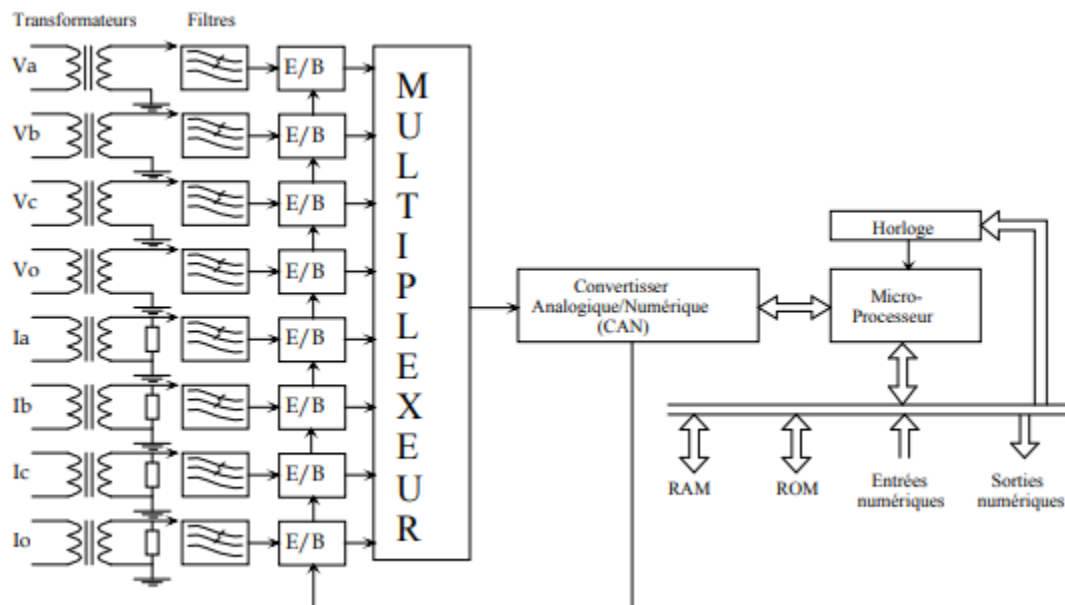
### c) Propriétés:

Les propriétés des relais numérique sont nombreux parmi lesquelles on peut citer :

- ✓ Traitement numérique complet de l'échantillonnage des valeurs de mesure.
- ✓ Gammes de réglage extrêmement vastes et paliers précis pour les réglages de valeurs de mesure et de temps.
- ✓ Autorisation de réglage à l'aide d'un mot de passe pour éviter toute action hostile. Le mot de passe défini par l'utilisateur, lui-même
- ✓ Auto surveillance permanente du logiciel et du support informatique
- ✓ Possibilité d'échanges de données avec une centrale de contrôle commande grâce à l'interface RS485.
- ✓ Large domaine de tensions d'alimentation (CA/CC)
- ✓ Composants de précision et garantie surdimensionnée: - Précision - Durée de vie - Fiabilité

### d) Schéma bloc d'un relais numérique:

Le relais numérique est un dispositif à base de microprocesseur qui utilise un logiciel pour le traitement des signaux échantillonnés et mettre en application la logique du relais. La majeure partie de la recherche dans le secteur de la protection à relais numériques est liée au développement des algorithmes pour des applications spécifiques. Les éléments de base d'un relais numérique sont résumés sur la Figure ci-dessous :



### e) Avantages:

Les relais numériques présentent des avantages nombreux, à noter :

- ✓ Intégration de plusieurs fonctions de protection dans un boîtier compact
- ✓ Haute précision de mesure par le procédé numérique
- ✓ Réglage numérique vaste et nombreux paliers précis
- ✓ Paramétrage facile grâce à l'affichage, aux diodes et aux touches

- ✓ Indication des données de mesure et des défauts par l'afficheur alphanumérique • Echange de données avec le contrôle commande au moyen de ports sériels.
- ✓ Sécurité de fonctionnement par l'auto surveillance permanente avec des fonctions plus limitées.
- ✓ Une large gamme de modèles permet une adaptation précise à chaque application.
- ✓ L'interrogation à distance évite les déplacements trop fréquents sur le site.
- ✓ La localisation précise des défauts, même sur les lignes en parallèle, avec les autres renseignements sur les défauts, permet de réduire la durée d'indisponibilité.
- ✓ Les renseignements précis sur les défauts permettent leur analyse approfondie.
- ✓ Une simple commande permet de passer d'un groupe de réglage à un autre.
- ✓ La fonction d'autodiagnostic réduit les coûts de maintenance.
- ✓ Le relais peut être interfacé avec des protections existantes.
- ✓ Le relais remplit également le rôle de base d'un SCADA, sans coût supplémentaire.

#### **f) Composition :**

Le relais numérique est constitué :

- ✓ Des capteurs tels que les transformateurs de courant, les transformateurs de tension (intégrés ou externes) pour les mesures des courants et tensions.
- ✓ Une unité de traitement (microprocesseur et mémoires) ayant une bonne puissance de traitement et de capacité mémoire. Des programmes d'applications intégrées et paramétrables.
- ✓ Des entrées TOR et des sorties TOR à relais. -Des entrées analogiques.
- ✓ Des bus de communications pour les échanges de données et le contrôle. Ces nouvelles générations de produits permettent de réduire les coûts depuis la conception jusqu'à l'exploitation en réduisant les coûts de maintenance et les temps d'arrêt.

#### **g) Les logiciels de supervision et de configuration :**

Les logiciels à fournir doivent permettre la configuration, la supervision et le contrôle (système Micro SCADA) des disjoncteurs. Les logiciels à fournir doivent pouvoir fonctionner et être installés :

- ✓ Sur un PC fixe situé au Centre de télé conduite ONEE pour assurer la configuration, la supervision et le contrôle à distance des disjoncteurs ;  
Où
- ✓ Sur un PC portable pour assurer la configuration et la supervision en local des disjoncteurs. Les logiciels à développer et fournir doivent s'exécuter sur n'importe quelle plateforme PC
- ✓ Windows. Son interface doit être en langue française. 12 Chaque logiciel doit être défini dans le détail par ses caractéristiques et les fonctions qu'il réalise telles que :
- ✓ La programmation et configuration - La supervision et le contrôle ;
- ✓ L'aide à l'utilisation,
- ✓ La mise à jour des données ;
- ✓ La consultation des fichiers, l'impression, etc. Les logiciels à fournir ainsi que la documentation associée doivent être en langue française et fournis sur support magnétique (CD Rom ou clef USB) et sous support papier.

#### **h) Conditions d'utilisation :**

- ✓ Les dispositifs de commande et les équipements auxiliaires sont prévus pour être installés à l'extérieur, dans les conditions atmosphériques suivantes :

- ✓ Température de l'air ambiant : - 10 à + 55°C
- ✓ Les limites extrêmes de stockage sont : - 10°C à + 70°C
- ✓ Le taux d'humidité peut atteindre : 90% à 20°C
- Sauf spécifications contraires au niveau du cahier des charges :
- ✓ La vitesse du vent est de 60 m/s, équivalent à une pression de 240daN/m<sup>2</sup> ;
- ✓ L'altitude ne dépassant pas 1000 m.

### 3. Les disjoncteurs :

#### a) Propriétés

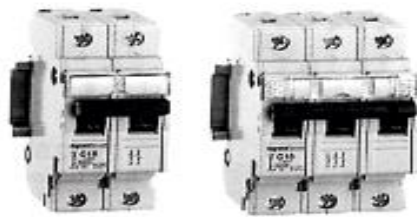
Les disjoncteurs sont à la fois des organes de commande et de protection, ils sont pratiquement tous magnétothermiques, c'est-à-dire composés:

- ✓ D'un relais de protection thermique (protection contre les surcharges) ;
- ✓ Et d'un relais de protection magnétique (protection contre les courts-circuits).

#### b) Les Types de disjoncteur

La famille des disjoncteurs à basse tension (moins de 600 V) regroupe deux principaux types de disjoncteur (figure suivante) :

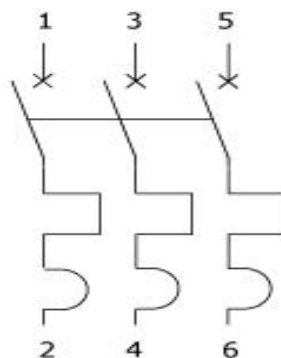
- ✓ Le premier constitue l'appareillage modulaire et correspond à la gamme de courant de 1 à 125 A. Ils existent en unipolaire (230/400 V ~), unipolaire + neutre (230 V ~), bipolaire, tri et tétrapolaire (400 V ~) ;
- ✓ Le second, correspond à la gamme des disjoncteurs de puissance de 63 à 630 A. Ils existent en tri et tétrapolaire (600 V ~).



Disjoncteur magnéto-thermique :  
 - bipolaire ;  
 - tripolaire ;  
 - tétrapolaire de puissance.



Symboles d'un disjoncteur magnéto-thermique tripolaire

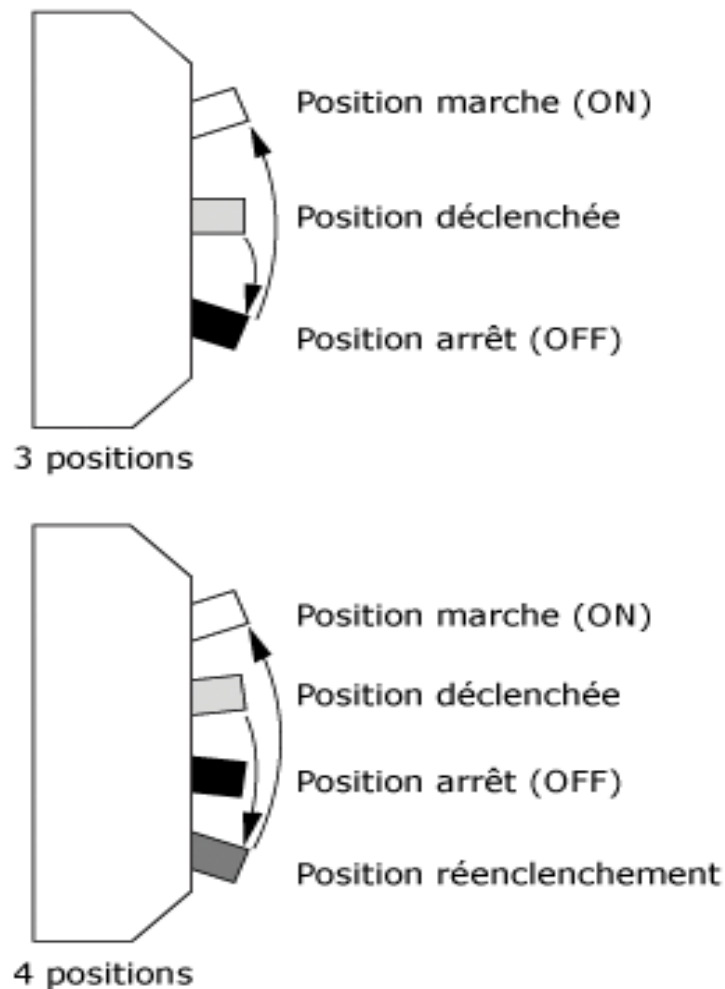


### c) Fonctionnement

La description précise du fonctionnement interne des disjoncteurs ne sera pas abordée. Cependant, il est bon de savoir que trois principes de fonctionnement des disjoncteurs à basse tension existent :

- thermique ;
- magnétique ;
- magnétothermique (en majorité).

La figure suivante présente la façon de ré-enclencher un disjoncteur qui a provoqué l'ouverture du circuit à la suite d'une surintensité.



Lorsqu'il s'agit d'un disjoncteur à trois positions, il suffit de passer par la position "arrêt" avant de le replacer à la position "marche".

La remise en marche du disjoncteur à quatre positions, quant à elle, nécessite un passage par la position de ré-enclenchement avant de pouvoir remettre le circuit en marche.

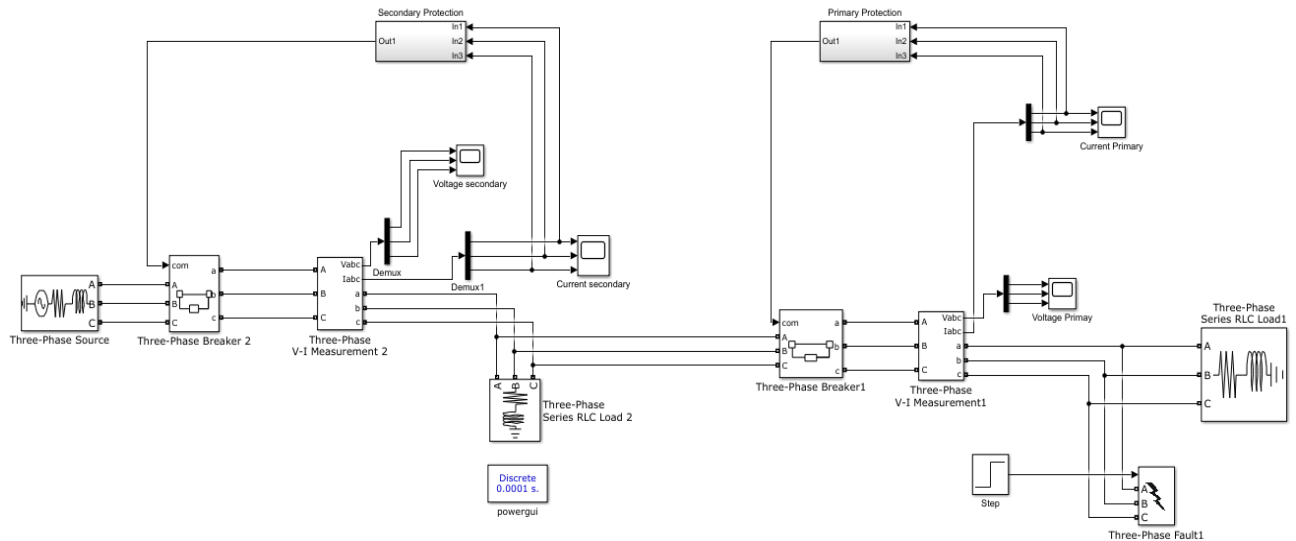


## IV Simulation par MATLAB/SIMULINK pour le déclenchement automatique du disjoncteur

### Essai de détection de défaut :

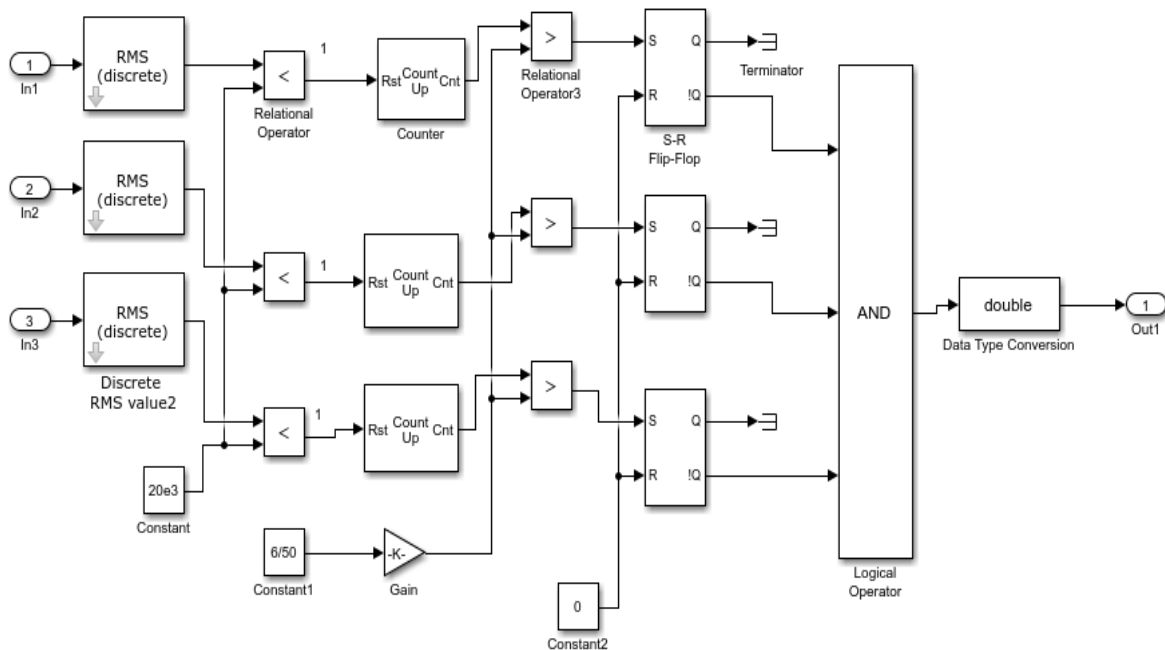
Nous avons essayé de réaliser un dispositif de protection primaire et secondaire avec MATLAB/SIMULINK

#### ➤ Schéma :

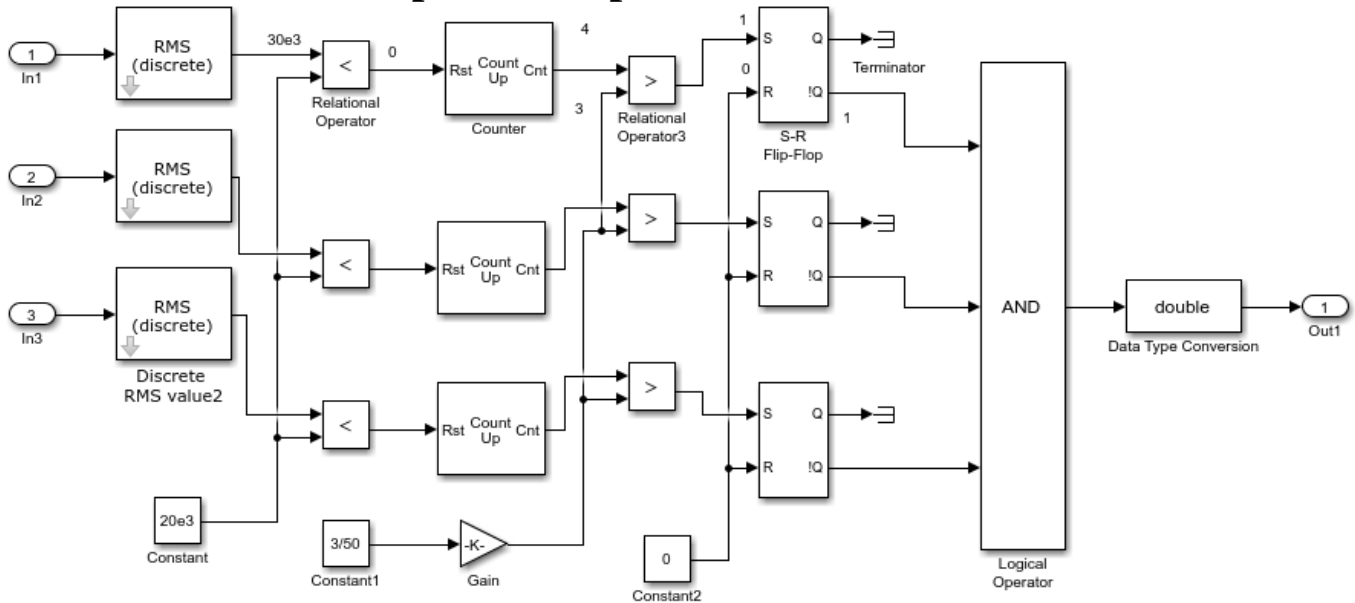


#### ➤ Vue interne des relais :

##### ○ Le relai de protection secondaire :



## ○ Le relais de protection primaire :



## ➤ Résultats :

✓ Défaut sans la terre entre les phases 1 et 2 :

**Block Parameters: Three-Phase Fault1**

Three-Phase Fault (mask) (link)

Implements a fault (short-circuit) between any phase and the ground. When the external switching time mode is selected, a Simulink logical signal is used to control the fault operation.

**Parameters**

Initial status: [0 0 0]

**Fault between:**

☒ Phase A ☒ Phase B ☐ Phase C ☐ Ground

Switching times (s): [ 1/60 5/60] ☒ External

Fault resistance Ron (Ohm): 0.001

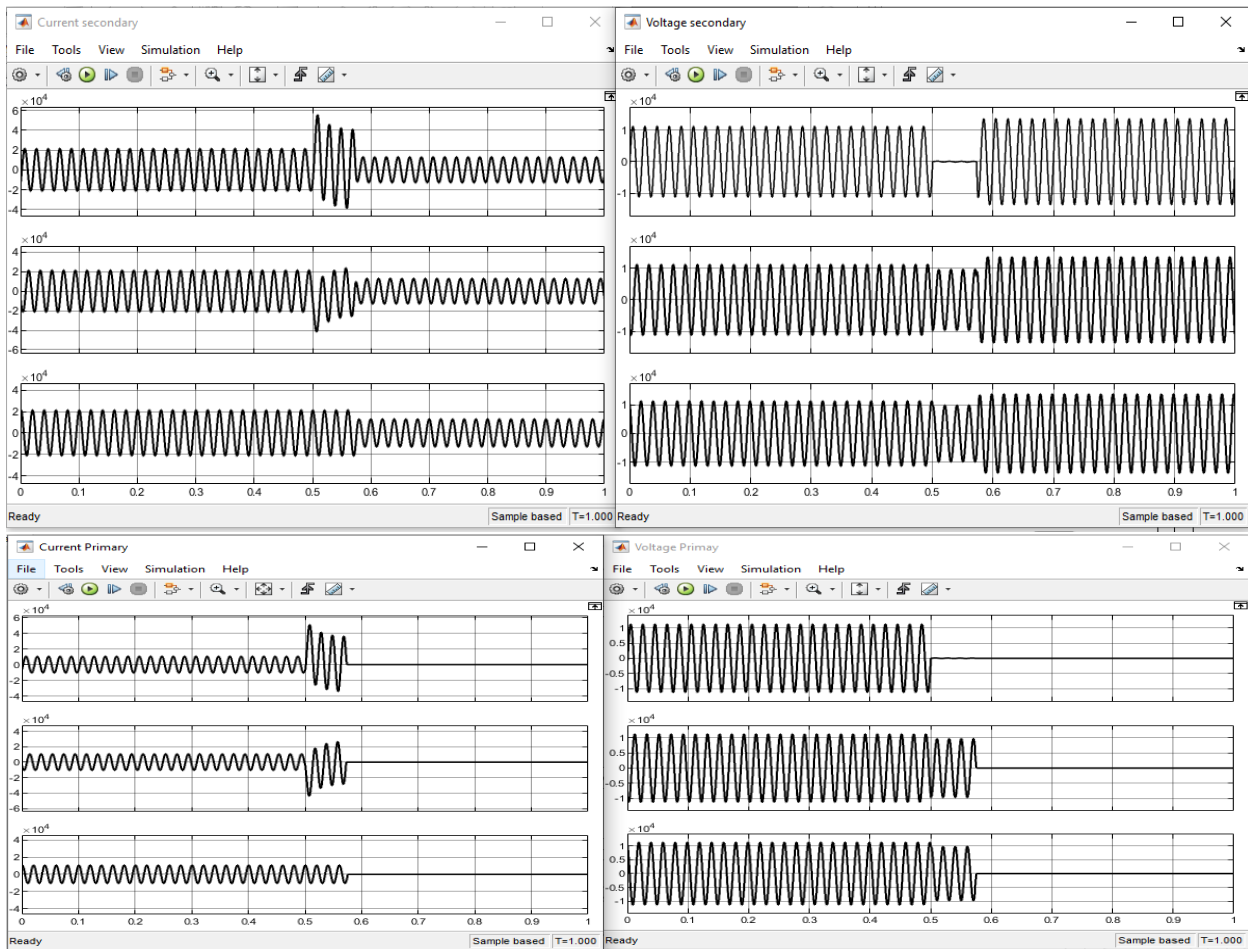
Ground resistance Rg (Ohm): 0.001

Snubber resistance Rs (Ohm): 1e6

Snubber capacitance Cs (F): inf

Measurements: None

OK Cancel Help Apply



✓ Défaut avec la terre entre les phases 1 et 2 :

**Block Parameters: Three-Phase Fault1**

Three-Phase Fault (mask) (link)

Implements a fault (short-circuit) between any phase and the ground. When the external switching time mode is selected, a Simulink logical signal is used to control the fault operation.

**Parameters**

Initial status: [0 0 0]

Fault between:

☒ Phase A ☒ Phase B ☐ Phase C ☒ Ground

Switching times (s): [1/60 5/60] ☒ External

Fault resistance Ron (Ohm): 0.001

Ground resistance Rg (Ohm): 0.001

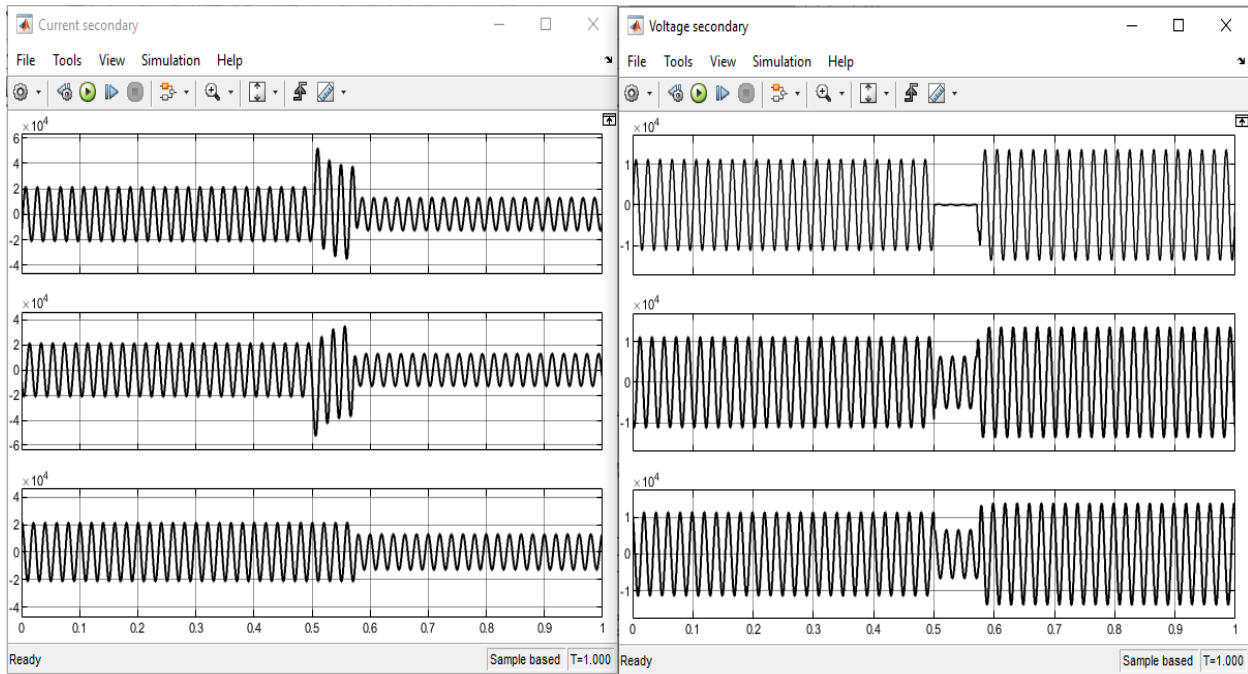
Snubber resistance Rs (Ohm): 1e6

Snubber capacitance Cs (F): inf

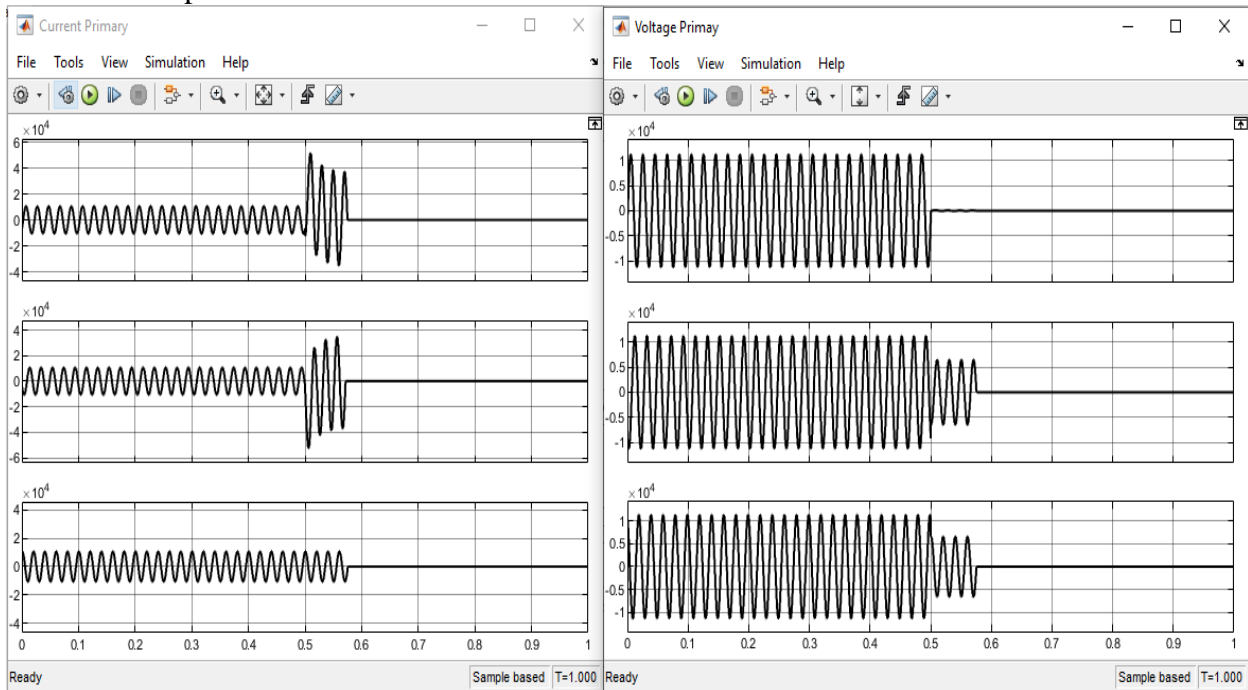
Measurements: None

OK Cancel Help Apply

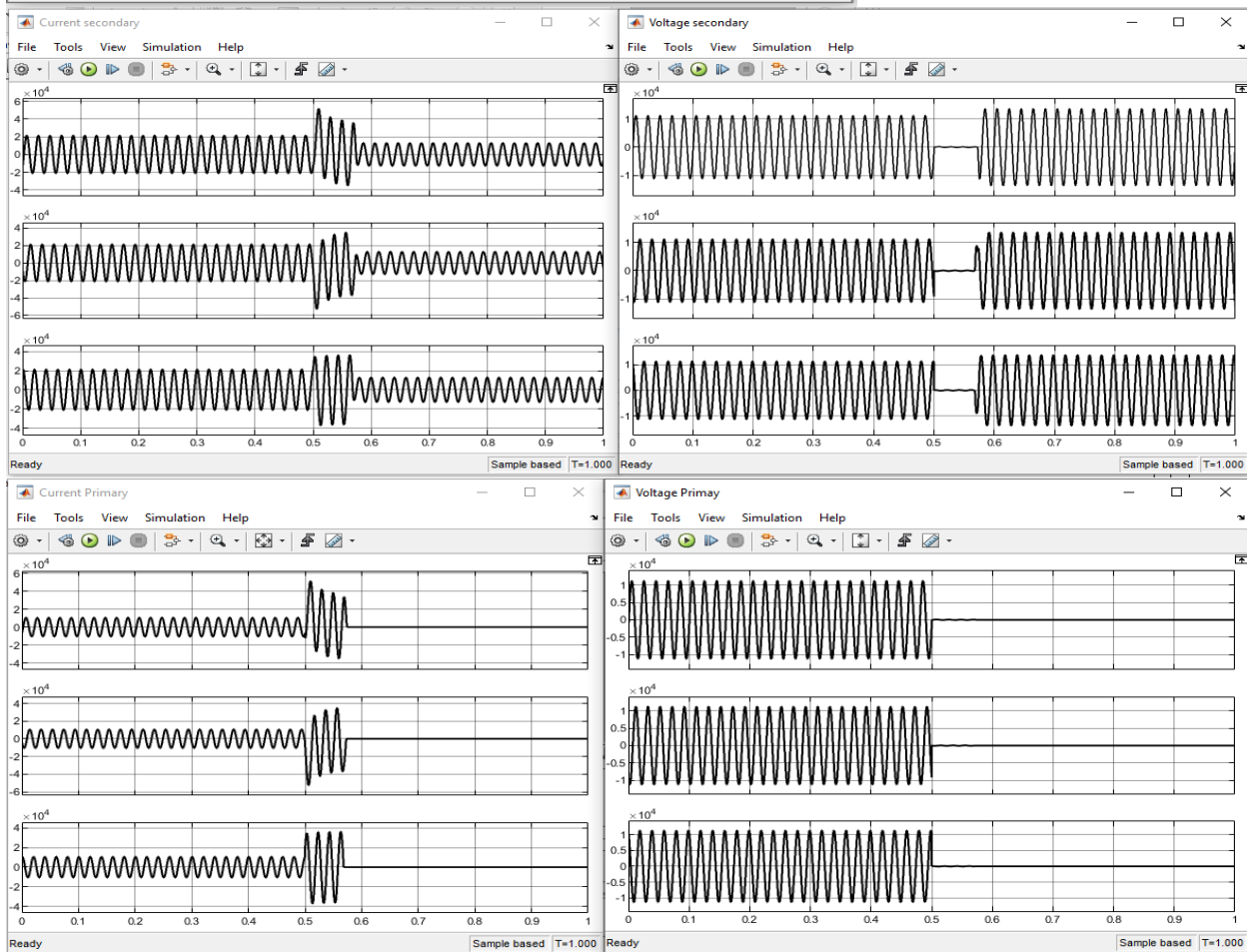
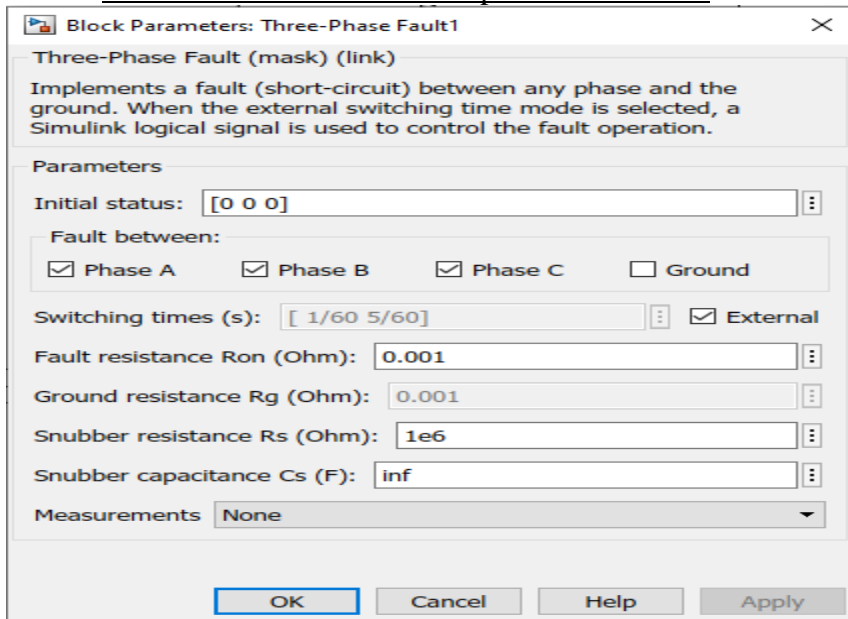
✓ Partie secondaire :



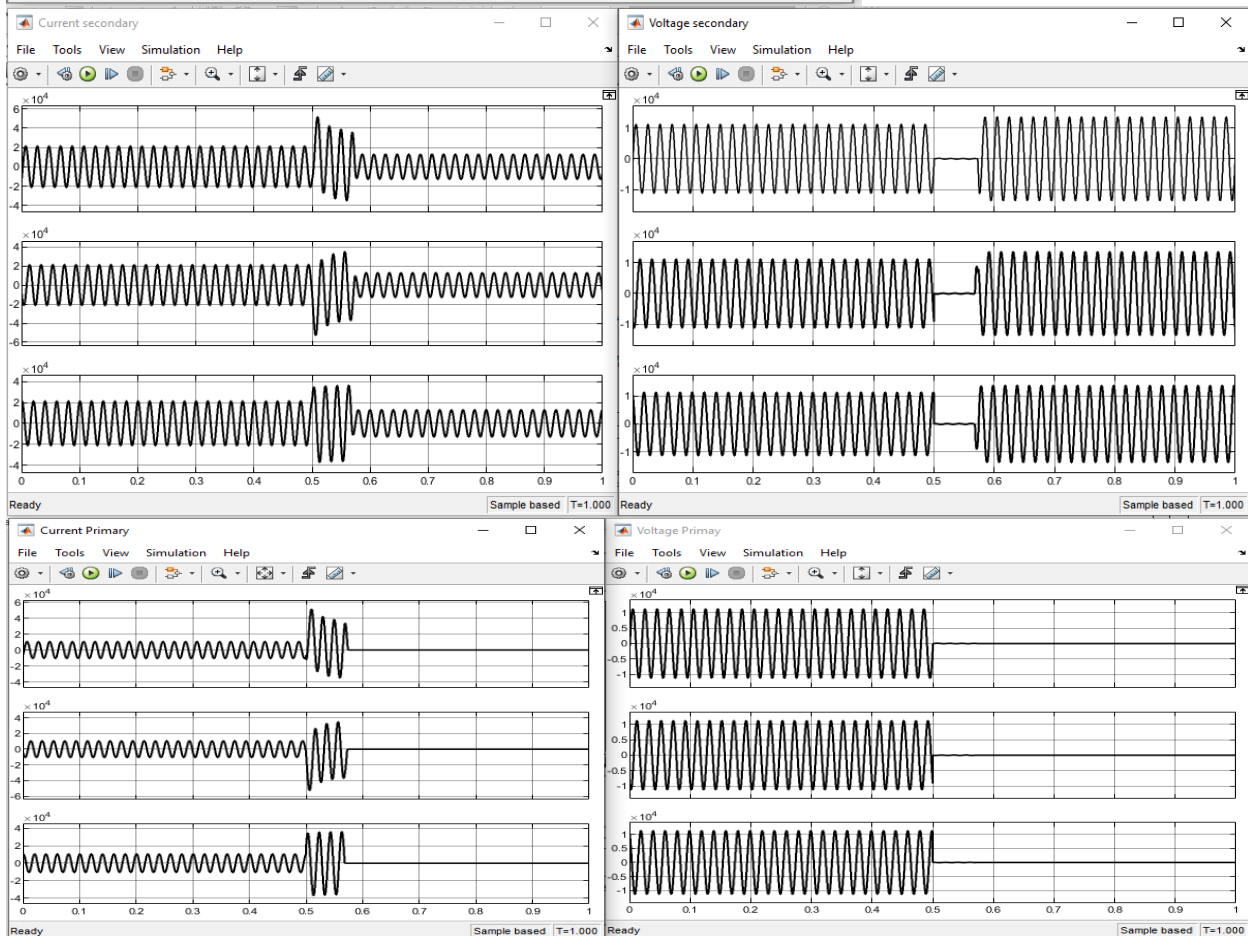
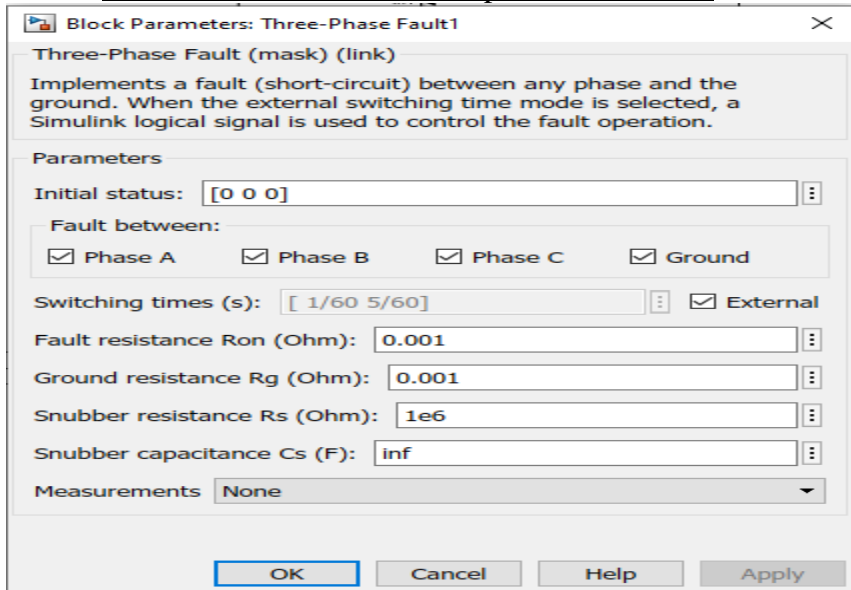
✓ Partie primaire :



✓ Défaut sans la terre entre les phases 1 et 2 et 3:



✓ Défaut avec la terre entre les phases 1 et 2 et 3:



# V Conclusion

Ce travail nous a été très utile en termes d'amélioration de nos compétences et nos acquis, ainsi il s'est avéré que l'objectif de ce travail présent dans ce mini-projet que nous avons réalisé est l'étude du relais numérique à plusieurs fonctions : Protection à maximum de courant, protection directionnel, protection de distance et détection, classification, localisation des défauts dans la zone de protection.

# VI Bibliographie

<http://thesis.univ-biskra.dz/1873/3/chapitre%2001.pdf>  
[http://www.univ-usto.dz/theses\\_en\\_ligne/doc\\_num.php?explnum\\_id=2135](http://www.univ-usto.dz/theses_en_ligne/doc_num.php?explnum_id=2135)  
<https://www.maxicours.com/se/cours/appareillage-electrique/>  
[https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Transformateur\\_de\\_courant](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Transformateur_de_courant)  
[https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Transformateur\\_de\\_tension#:~:text=Selon%20la%20d%C3%A9finition%20donn%C3%A9e%20par,celle-ci%20d'un%20angle](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Transformateur_de_tension#:~:text=Selon%20la%20d%C3%A9finition%20donn%C3%A9e%20par,celle-ci%20d'un%20angle)  
<http://blog.formatis.pro/tc-transformateurs-de-courant>