

DEVOIR DE SYNTHÈSE GLOBAL

PROTECTION DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

Préparé par : Mme Smail L.

Durée : 1h30

Documents : Non autorisés (sauf calculatrice)

Nom de l'étudiant : _____

Note : _____ / 20

Exercice 1 : Questions de Cours et Technologies (5 points)

Objectif : Vérifier les connaissances fondamentales des chapitres 1 et 3.

1. **Définition et Objectifs** : Quelles sont les quatre qualités principales qu'un système de protection doit posséder pour assurer la sécurité du réseau ? Expliquez brièvement l'une d'entre elles.
2. **Chaîne de protection** : Donnez le schéma synoptique d'un système de protection en nommant les trois parties fondamentales qui le composent. Quel est le rôle spécifique des réducteurs de mesure dans ce schéma ?
3. **Technologie des relais** : Citez trois avantages des relais numériques par rapport aux relais électromécaniques.
4. **Fusibles** : Quelle est la différence d'utilisation entre une cartouche fusible de type **gI** (ou gG) et une cartouche de type **aM** ?

Exercice 2 : Composantes Symétriques (5 points)

Objectif : Application des outils mathématiques du chapitre 2 pour l'analyse des défauts.

On considère un réseau triphasé déséquilibré. Les courants de ligne mesurés sont $\vec{I}_1$, $\vec{I}_2$ et $\vec{I}_3$.

1. **Théorie** : Énoncez le théorème de Fortescue concernant la décomposition d'un système triphasé déséquilibré.
2. **Calcul** : Donnez la formule matricielle ou les équations permettant de calculer les composantes symétriques (I_d, I_i, I_0) en fonction des courants de ligne (I_1, I_2, I_3) et de l'opérateur a (avec $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$).
3. **Analyse Homopolaire** :
 - (a) Quelle est la condition nécessaire pour que la composante homopolaire I_0 soit nulle ?
 - (b) Dans un couplage triangle sans neutre sorti, que peut-on dire de la composante homopolaire des courants de ligne ?
4. **Application aux impédances** : Si un élément du réseau est symétrique (équilibré), quelle est la particularité de sa matrice d'impédance $[Z]$ dans le repère des composantes symétriques ?

Exercice 3 : Sélectivité**(4 points)**

Objectif : Comprendre la coordination des protections du chapitre 1.

Soit un réseau radial simple : **Source** → **Disjoncteur A** → **Jeu de barres** → **Disjoncteur B** → **Charge**.

1. **Sélectivité Ampèremétrique** : Expliquez le principe du réglage des seuils de courant pour assurer la sélectivité ampèremétrique entre le disjoncteur A et le disjoncteur B.
2. **Sélectivité Chronométrique** : Si un défaut de court-circuit apparaît en aval du disjoncteur B, et que ce défaut est vu par les deux protections (A et B), comment la sélectivité chronométrique permet-elle de n'ouvrir que le disjoncteur B ?
3. **Sélectivité Logique** : Quel est l'avantage principal de la sélectivité logique par rapport à la sélectivité chronométrique classique ?

Exercice 4 : Étude de Cas - Protection des Machines (6 points)

Objectif : Choisir les protections adéquates selon le chapitre 4.

On étudie la protection d'un départ moteur haute tension et d'un transformateur de puissance.

Partie A : Protection Moteur

Un moteur asynchrone subit différents types de contraintes. Pour chaque défaut ci-dessous, indiquez le code ANSI de la protection appropriée et le type de capteur nécessaire (TC, TT, ou Sonde).

1. **Surcharge thermique lente** : Quelle protection utiliser si l'on veut surveiller l'image thermique du moteur à partir du courant absorbé ?
2. **Blocage du rotor (Fortes surintensités)** : Quelle protection doit intervenir pour couper rapidement un court-circuit ou un blocage rotor ?
3. **Démarrage trop long** : Si le temps de démarrage dépasse la durée normale, quel risque court le moteur et comment le détecte-t-on ?

Partie B : Protection Transformateur

Un transformateur 63kV/20kV immergé dans l'huile doit être protégé.

1. **Défaut interne (gaz)** : Quel dispositif mécanique spécifique aux transformateurs à huile permet de détecter un dégagement gazeux suite à un défaut d'isolement interne ?
2. **Court-circuit interne violent** : Pour un transformateur de forte puissance, quelle protection rapide, basée sur la comparaison des courants d'entrée et de sortie (Loi des nuds), doit-on installer ? Donnez son code ANSI.
3. **Défaut à la terre (Masse cuve)** : Comment réalise-t-on la protection "Masse cuve" (ANSI 51G) d'un transformateur dont la cuve est isolée de la terre ?