

## Examen Médian

Lundi 6 mai 2013

***Aucun document n'est autorisé – Calculatrice autorisée – Durée : 2h***

Ce sujet comporte 4 pages.

Lisez attentivement et entièrement l'énoncé des exercices proposés.

Respectez les instructions de l'énoncé.

Écrivez votre nom sur vos copies et numérotez-les.

Tout prêt de matériel et toute collaboration sont strictement interdits.

**Ce sujet comporte deux parties (A et B) qui sont à faire sur des copies séparées**

### **A) Partie A (sur 7 points)**

#### **Exercice 1 (3 pts)**

Une ligne de distribution triphasée a comme impédance  $Z_L = 1+j7 \Omega/\text{phase}$ . Sur cette ligne est connectée une charge triphasée équilibrée absorbant une puissance active de 600kW avec un facteur de puissance de 0,8. La tension composée aux bornes de la charge est considérée constante (13,2kV) et sans déphasage.

- 1) Calculer la tension au départ de la ligne.
- 2) Calculer les puissances active, réactive et apparente au départ de la ligne.

#### **Exercice 2 (4 pts)**

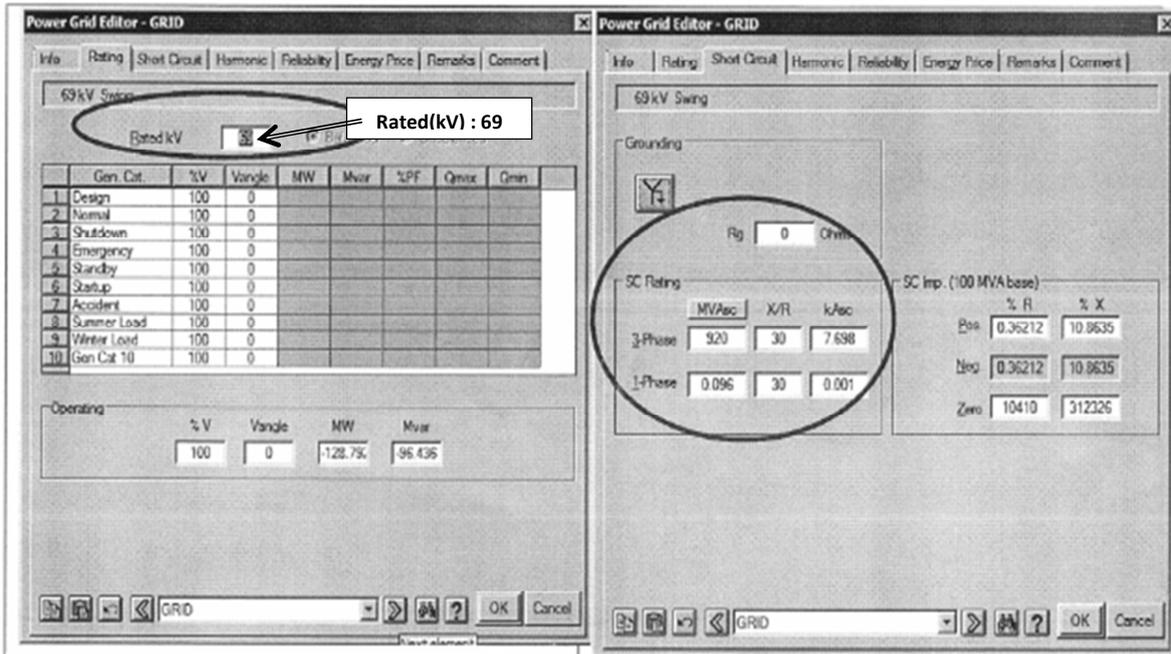
On considère un transformateur triphasé ayant respectivement  $N_1$  et  $N_2$  spires sur les enroulements primaires et secondaires. On souhaite effectuer les couplages suivants :

- Dyn7
- Yd5

- 1) Que signifient les lettres et les chiffres utilisés pour définir un couplage ?
- 2) Pour chaque couplage :
  - a. Donner le schéma de câblage.
  - b. Donner l'expression du rapport de transformation en justifiant l'indice horaire.
  - c. Donner la relation entre le rapport de transformation et celui par colonne.

## B) Partie B (sur 13 points)

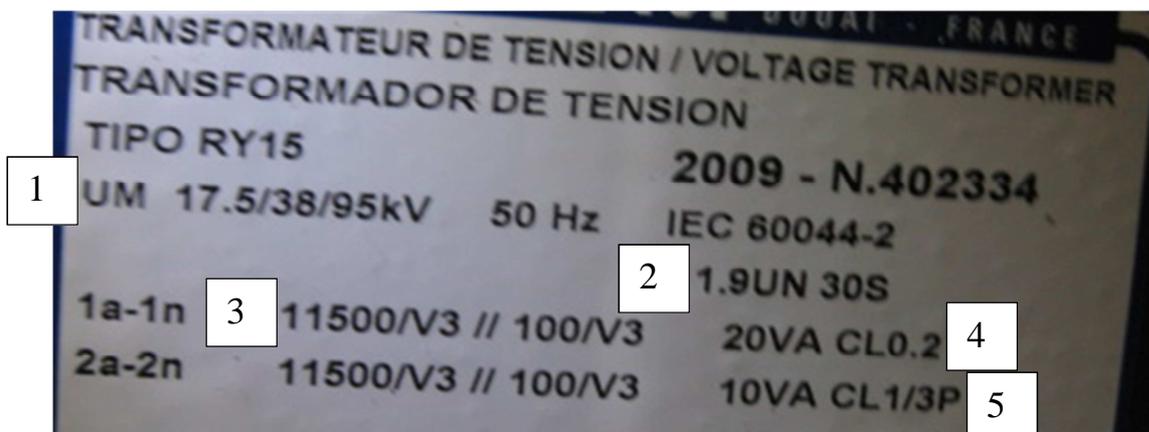
### Exercice 1 (2 pts)



Le logiciel ETAP recalcule dans la nouvelle base de 100MVA les données entourées, êtes-vous d'accord avec le calcul de l'impédance positive (R et X) ?

### Exercice 2 (3 pts)

Sur la figure ci-dessous se trouve la plaque signalétique d'un transformateur de tension avec diverses indications de 1 à 5 :



- 1) Que représentent les indications 1 à 5 ?
- 2) Quel serait l'usage le plus approprié de l'enroulement 1a-1n puis de 2a-2n. Justifiez votre réponse.

**Exercice 3 (8 pts)**

Soit le transformateur triphasé de distribution Dyn7 tel que :

$S_n=12\text{MVA}$ ,  $U_{1n} = 69\text{kV}$  et  $U_{20} = 11\text{kV}$ , on notera le rapport  $X/R = 20$  de l'impédance  $Z_{cc}$  (impédance de court-circuit). La tenue sur un court-circuit triphasé est de 0,5sec.

Suite aux différents essais :

- A vide sous  $U_{1n}$ , on relève  $P_{10} = 25\text{kW}$
- En court-circuit à  $I_{2cc} = I_{2n}$ , on relève  $U_{1cc} = 8300\text{V}$

1) Calculer :

- a. Le rapport de transformation
- b. La valeur nominale du courant au primaire et au secondaire

2) Calculer ramenée au secondaire:

- a. La résistance **R** et la réactance totale de fuite **X**
- b.  $Z_{cc}$  en **Ohm** et en **pu** mis sous la forme complexe  $Z = a + jb$

3) Le transformateur fourni à la charge  $Z_c$  raccordée au secondaire, une puissance de 8MW avec un facteur de puissance = 0.8 (retard/lagging).

- a. De quelle nature est la charge  $Z_c$  ?
- b. Calculer le courant débité  $I_2$  (indiquer le module et la phase du courant)
- c. Le rendement du transformateur

4) En cas de court-circuit triphasé au secondaire :

- a. Calculer en pu et en kA la valeur du courant  $I_{2cc}$ .

Afin de réaliser la protection du transformateur contre les surcharges et les court-circuits on installe au secondaire de ce transformateur un TC (transformateur de courant), dont la résistance totale des charge raccordées au secondaire est  $R_{TC} = 0,45 \text{ Ohm}$ .

5) Indiquer clairement les caractéristiques du TC que vous choisirez, à partir des données constructrices données à la page suivante, pour assurer la protection du transformateur.

***Justifier votre choix à partir d'au moins 2 critères de dimensionnement que vous avez considéré pour choisir votre TC.***

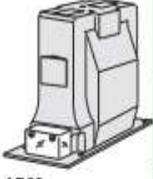
6) Calculer :

- a. La valeur min du  $V_k$  pour que le TC ne sature lors d'un défaut triphasé de court-circuit.
- b. La valeur du courant de défaut (triphase) vu du secondaire du TC choisi.

**TC double secondaire mesure et protection**

Niveau d'isolement et fréquence	Rapport de transformation A / A	Tenue thermique kA x 1 s	Secondaire mesure : puissance, classe de précision, facteur de sécurité FS	Secondaire mesure : puissance et classe de précision (double utilisation éventuelle)	Type	Référence	Qté
<b>Ur 12 kV</b> <b>Ud 28 kV - 1 mn</b> <b>Up 75 kV crête</b>  <b>fr 50/60 Hz</b>    <b>AD12</b> Dimensions page 26	50 / 5-5	12,5	7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD12/N2	03811396N0	
		16			AD12/N2	03811397N0	
	75 / 5-5	16			AD12/N2	03811398N0	
		25			AD12/N2	03811399N0	
		25			AD12/N2	03811400N0	
	100 / 5-5	31,5			AD12/N2	03811401N0	
		25	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	AD12/N2	03811402N0	
	31,5	AD12/N2			03811403N0		
	400 / 5-5	40	7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD12/N2	03811404N0	
		40	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	AD12/N2	03811405N0	
	600 / 5-5	50	20 VA cl. 0,5 Fs < 10	10 VA 5P20	AD12/N2	03811406N0	
		50	750 / 5-5		AD12/N2	03811407N0	
1000 / 5-5	50	30 VA cl. 0,5 Fs < 10	AD13/N2	03811408N0			
1250 / 5-5	50		AD13/N2	03811409N0			

**TC double secondaire mesure et protection**

Niveau d'isolement et fréquence	Rapport de transformation A / A	Tenue thermique kA x 1 s	Secondaire mesure : puissance, classe de précision, facteur de sécurité FS	Secondaire mesure : puissance et classe de précision (double utilisation éventuelle)	Type	Référence	Qté		
<b>Ur 24 kV</b> <b>Ud 50 kV - 1 mn</b> <b>Up 125 kV crête</b>  <b>fr 50/60 Hz</b>    <b>AD21</b>    <b>AD23</b>    <b>ARJD</b>	25 / 5-5	16	7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD22/N2	03811466N0			
		20			ARJD/N2	03811467N0			
	50 / 5-5	16			15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	AD21/N2	03811468N0	
		16					ARJD/N2	03811469N0	
		25					AD22/N2	03811470N0	
	75 / 5-5	25			7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD22/N2	03811471N0	
		31,5	7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	ARJD/N2	03811472N0			
		16	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	AD21/N2	03811473N0			
		25	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	AD21/N2	03811474N0			
		31,5	7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD22/N2	03811475N0			
		31,5	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	ARJD/N2	03811476N0			
	100 / 5-5	40	7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	ARJD/N2	03811477N0			
		25	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	AD21/N2	03811478N0			
		31,5	7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD21/N2	03811479N0			
		31,5	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	AD22/N2	03811480N0			
		40	7,5 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD21/N2	03811481N0			
		40	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	ARJD/N2	03811482N0			
	200 / 5-5	31,5	15 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD21/N2	03811483N0			
40		AD21/N2			03811484N0				
40		AD21/N2			03811485N0				
40		AD22/N2			03811486N0				
400 / 5-5	40	20 VA cl. 0,5 Fs < 10	15 VA 5P10 - 7,5 VA 5P20	AD21/N2	03811487N0				
	40			AD21/N2	03811488N0				
	40	30 VA cl. 0,5 Fs < 10	7,5 VA 5P10	AD21/N2	03811489N0				
	40			AD23/N2	03811490N0				
	40			AD23/N2	03811491N0				
	40			AD23/N2	03811492N0				
	40			AD23/N2	03811493N0				
	40			AD23/N2	03811494N0				