

مباراة ملء بعض المراكز الشاغرة في

ملاك مؤسسة كهرباء لبنان

لوظيفة مهندس أو مهندس رئيس قسم / كهرباء

الوقت: ثلاث ساعات

مسابقة خطية في الاختصاص المطلوب بإحدى اللغتين الفرنسية أو الإنكليزية

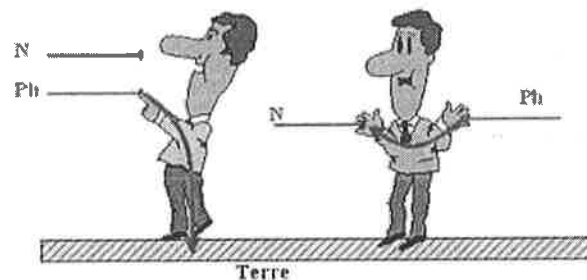
I- QCM

1. Le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone est semblable à :
 - a. Un transformateur à secondaire court-circuité
 - b. Un transformateur à secondaire à circuit ouvert
 - c. Moteur Synchrone
 - d. Moteur à courant continu
2. Deux alternateurs fonctionnent en parallèle. Si la puissance d'entrée d'un des alternateurs est arrêtée, alors cet alternateur va :
 - a. Continuer à fonctionner en tant que moteur synchrone tournant dans le même sens.
 - b. Continuer à fonctionner en tant que moteur synchrone tournant dans le sens inverse.
 - c. Arrêter de tourner.
 - d. Etre endommagé dû aux échauffements des enroulements statorique et rotorique.
3. Un compensateur synchrone est :
 - a. un banc de condensateur statique ordinaire
 - b. Un moteur synchrone surexcité entraînant une charge mécanique
 - c. Un moteur synchrone surexcité entraînant aucune charge mécanique
 - d. Aucune de ces réponses
4. Dans un transformateur, la puissance électrique est transférée d'un circuit à l'autre sans changer:
 - a. La tension
 - b. Le courant
 - c. La fréquence
 - d. Les tours
5. Le rendement de transmission augmente quand :
 - a. La tension et le facteur de puissance augmentent
 - b. La tension et le facteur de puissance diminuent
 - c. La tension augmente mais le facteur de puissance diminue
 - d. La tension diminue mais le facteur de puissance augmente

6. Quand un courant alternatif traverse un conducteur :
 - a. Il reste uniformément distribué par rapport à la section du conducteur
 - b. La portion du conducteur proche de la surface aura plus de courant comparé au centre du conducteur
 - c. La portion du conducteur proche de la surface aura moins de courant comparé au centre du conducteur
 - d. La totalité du courant passera par le centre du conducteur

II- Répondre brièvement aux questions suivantes :

1. Dire comment on maintient la tension constante à la sortie d'un alternateur. Faire le diagramme vectoriel dans le cas de non saturation.
2. Quelle différence y a-t-il entre la théorie de Ben Eschenberg et celle de Potier pour les machines synchrones ?
3. Que se passe-t-il si le courant varie brusquement dans une bobine ? Justifier par une équation.
4. Tracer le cycle d'hystérésis pour un matériau ferromagnétique donné. Expliquer-le et dire quelle est la conséquence sur les pertes fer.
5. Citer les causes, conséquences et moyens de protection contre les surintensités.
6. A quoi sert la mise à la terre du point neutre du transformateur de distribution ? Faire le schéma correspondant.
7. Comment se produit une foudre ? Comment alors assurer la protection en BT ?
8. Pour la figure suivante :



(a)

(b)

- a. Quelle est la situation la plus dangereuse ? Expliquer.
 - b. Dessiner le schéma équivalent pour chaque situation.
 - c. Calculer le courant I_H qui traverse le corps humain. On donne : La résistance du corps humain $R_H = 1500 \text{ Ohms}$, $V=230\text{V}$.
 - d. Que faut-il faire dans ce cas pour assurer la protection dans les installations BT?
9. Citer les modes de coupure d'arc dans les disjoncteurs moyenne et haute tension.
 10. Donner les conditions de choix d'une section de conducteur alimentant une charge déterminée située à une distance connue.

11. Citer les modes de protection contre les défauts internes d'un transformateur de puissance THT/HT ou HT/MT.
12. Quels sont les causes et conséquences des courants harmoniques dans un réseau électrique ?
13. Citez les facteurs nous permettant d'évaluer la qualité du réseau électrique.
14. Comment un moteur synchrone démarre ?

III- Un court-circuit triphasé-terre survient sur un réseau triphasé équilibré.

1. En déduire le courant qui circule dans la terre.

Le court-circuit est maintenant triphasé isolé non lié à la terre.

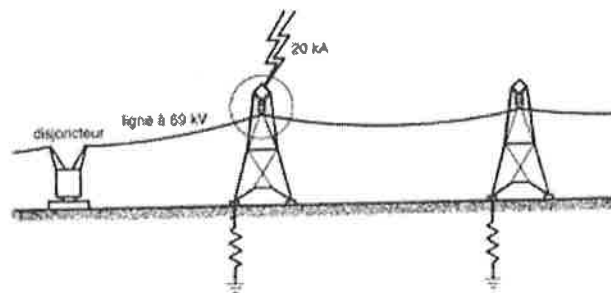
2. En déduire la tension du neutre virtuel.
3. Est-ce que le courant qui circule dans chaque phase est modifié si on passe du court-circuit du premier cas au court-circuit du deuxième cas. Discutez.

IV- Un moteur asynchrone tétrapolaire, 480 V, 50 Hz, 50 hp absorbe un courant de 60 A à un facteur de puissance de 0.85 AR.

Les pertes cuivre statoriques du moteur sont de 2 kW, et les pertes cuivre rotoriques sont de 700 W. Les pertes de frottement et de ventilation sont de 600 W, les pertes fer sont de 1800 W, on néglige les autres types de pertes.

1. Calculer la vitesse et le rendement du moteur
2. Où se trouvent exactement les pertes fer ?

V- Considérons une ligne triphasée à 69 kV (composée) dont les isolateurs ont une tension de tenue à l'onde de choc (BIL – Basic Impulse Insulation Level) de 350 kV.

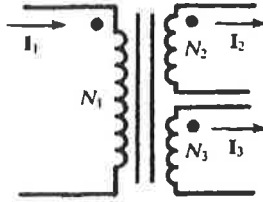


Une foudre frappe l'un des pylônes, en libérant un courant soudain de 20 kA.

Discuter de l'incidence de la foudre sur la tension du pylône quand la résistance de prise de terre du pylône est respectivement 20Ω et 3Ω .

VI- Les trois bobines du transformateur montré dans la figure ci-dessous ont les caractéristiques suivantes: $N_1 = 20, N_2 = N_3 = 10$.

Calculez I_1 sachant que $I_2 = 10.0e^{-j53.13^\circ}$ A, $I_3 = 10.0e^{-j45^\circ}$ A.



VII- On dispose d'un four électrique monophasé 220 V, 6.6 kW. Un dispositif de réglage lui permet de fonctionner à courant constant à 30 A lorsque la tension à ses bornes varie de $\pm 10\%$. Pour alimenter ce four, on dispose d'une distribution monophasée 4600 V, 50 Hz et deux transformateurs monophasés T1 et T2. Les caractéristiques de T1 et T2 sont :

Pour T1 : 4600 V – 220 V – 50 Hz – 2.2 kVA

Pour T2 : 4600 V – 220 V – 50 Hz – 4.4 kVA

On décide alors de coupler ces deux transformateurs en parallèle pour alimenter le four. Un essai préalable en court-circuit a donné les résultats suivants :

T1 : $I_{1cc} = 0.5$ A $I_{2cc} = 10$ A $P_{1cc} = 40$ W $U_{1cc} = 100$ V

T2 : $I_{1cc} = 1$ A $I_{2cc} = 20$ A $P_{1cc} = 200$ W $U_{1cc} = 400$ V

Alors qu'un essai à vide a donné :

T1 : $U_1 = 4600$ V $U_{20} = 230$ V

T2 : $U_1 = 4600$ V $U_{20} = 230$ V

Dans tout le problème, on supposera que les pertes fer et les réluctances de chaque transformateurs sont négligeables.

1. Déterminer pour chaque transformateur, la résistance totale ramenée au secondaire et la réactance totale de fuites ramenée au secondaire;
2. On couple en parallèle les deux transformateurs pour qu'ils fournissent au four un courant de 30 A. Déterminer :
 - a) le rapport des courants qu'ils débitent;
 - b) chacun de ces courants;
 - c) la tension aux bornes du four
 - d) Que faut-il faire pour répartir également les courants.

VIII- On considère un alternateur synchrone triphasé étoile. Nombre de pôles=4. Ses caractéristiques nominales sont: La puissance apparente S_n , le facteur de puissance $\cos\phi_n=1$, la tension simple nominale V_n et la fréquence $f_n=50\text{Hz}$.

La machine fonctionne en régime linéaire:

$$E=k.I_f$$

k est une constante, E est la force électromotrice et I_f , le courant d'excitation .

On donne la réactance synchrone X_d .

1. Donner l'expression de la réactance synchrone en pu. Quelle est la vitesse de cet alternateur?
2. Cet alternateur est relié à un réseau de puissance infinie: V_n, f_n
 - a. Calculer, le courant d'excitation I_{fn} pour le régime nominal de l'alternateur.
 - b. On diminue la valeur de I_f à partir de I_{fn} . Que deviennent les puissances active et réactive de la machine? Quelle valeur I_{fo} peut- on atteindre si on veut maintenir le synchronisme entre la machine et le réseau?

بيروت، في 2013/1/26

اللجنة الفاحصة

مباراة لملء بعض المراكز الشاغرة في
ملاك مؤسسة كهرباء لبنان

لوظيفة مهندس أو مهندس رئيس قسم / كهرباء

الوقت: ثلاث ساعات

مسابقة خطية في الاختصاص المطلوب بإحدى اللغتين الفرنسية أو الإنكليزية

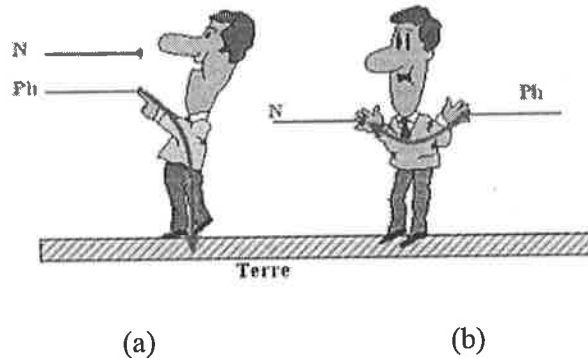
I- MCQ :

1. The principle of operation of a 3-phase induction motor closely resembles to that of a
 - a. two winding transformer with its secondary short-circuited.
 - b. two winding transformer with its secondary open-circuited.
 - c. synchronous motor.
 - d. dc shunt motor.
2. When two alternators are operating in parallel, if the power input to one of the alternators is cut-off, then this alternator will:
 - a. continue to run as a synchronous motor rotating in the same direction.
 - b. continue to run as a synchronous motor rotating in opposite direction.
 - c. stop running.
 - d. get damaged due to burning of stator and rotor windings.
3. Synchronous capacitor is
 - a. an ordinary static capacitor bank.
 - b. an over-excited synchronous motor driving mechanical load.
 - c. an over-excited synchronous motor without mechanical load.
 - d. none of the above
4. In a transformer, electrical power is transferred from one circuit to another without change a
 - a. an voltage.
 - b. current.
 - c. frequency.
 - d. turns.
5. Transmission efficiency increases as
 - a. voltage and power factor both increase
 - b. voltage and power factor both decrease
 - c. voltage increases but power factor decreases
 - d. voltage decreases but power factor increases.

6. When alternating current passes through a conductor
 - a. it remains uniformly distributed throughout the section of conductor
 - b. portion of conductor near the surface carries more current as compared to the core
 - c. portion of conductor near the surface carries less current as compared to the core
 - d. entire current passes through the core of the conductor.

II- Answer briefly the following questions :

1. Explain how to maintain a constant voltage at the output of an alternator. Give the phasor diagram in the case of non-saturation.
2. What is the difference between the theories of Ben Eschenberg and Potier concerning the synchronous machines?
3. What happens if the current changes suddenly in a coil? Justify using an equation.
4. Plot the hysteresis cycle for a given ferromagnetic material. Explain and give the consequence on iron losses.
5. State the reasons, the consequences and the techniques used for over-current protection.
6. What is the objective of earthing the neutral in a distribution transformer? Plot the corresponding schematic.
7. How is lightning produced? Then, how to obtain the protection in low voltage ?
8. For the following figure



- a. What is the most dangerous situation (a) or (b) ? Explain.
 - b. Draw the equivalent circuit for each situation.
 - c. Calculate the current I_H inside the human body given that the body resistance $R_H = 1500 \text{ Ohms}$, $V = 230 \text{ V}$.
 - d. What should be done to ensure the protection in this case for low voltage installation?
9. State the different techniques of spark extinction in the medium and high voltage circuit breakers?
 10. What are the selection criteria for the cross section of a conductor to feed a certain load located at a known distance?

11. State the different protection techniques against internal faults inside a power transformer VHV/HV or HV/MV.
12. What are the reasons and the consequences of the harmonic currents for an electrical network ?
13. State the factors that permit to evaluate the power quality of an electrical network.
14. How to start a synchronous motor?

III- A three-phase to ground short-circuit appears on an electrical balanced network

1. Deduce the current circulating in the ground.

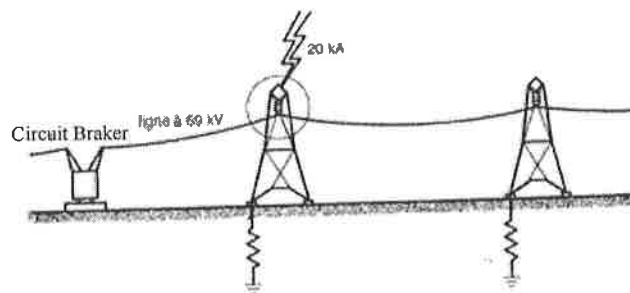
If the short-circuit is now an isolated three-phase and not linked to the ground.

2. Deduce the voltage of the virtual neutral.
3. Is the current circulating in each phase line will change if we move from the first short-circuit case to the second one ? Discuss

IV-A 480-V, 60 Hz, 50-hp, 4 poles three phase induction motor is drawing 60A at 0.85 PF lagging. The stator copper losses are 2 kW, and the rotor copper losses are 700 W. The friction and windage losses are 600 W, the core losses are 1800 W, and the stray losses are negligible.

1. Calculate the speed and the efficiency of the motor.
2. Where do we find exactly the core losses?

V- Consider a three-phase line at 69 kV (line to line) where the insulators have a basic insulation level of 350 kV.

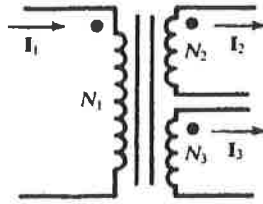


A lightning strikes one of the towers and causes a sudden current of 20 kA.

Discuss the effects on the tower voltage when the tower grounding resistor is respectively 20 Ω and 3 Ω .

VI-The three-winding transformer shown in the figure below has turns $N_1 = 20$, $N_2 = N_3 = 10$.

Find I_1 given that $I_2 = 10.0e^{-j53.13^\circ}$ A, $I_3 = 10.0e^{-j45^\circ}$ A.



VII- We have a single phase electric oven 220 V, 6.6 kW. A regulating system enables it to operate at a fixed current 30 A when the voltage at its terminals varies of $\pm 10\%$. The input power supply of this oven is provided using a single phase distribution system 4600 V, 50 Hz and two single phase transformers T1 and T2. The characteristics of T1 and T2 are :

For T1 : 4600 V – 220 V – 50 Hz – 2.2 KVA

For T2 : 4600 V – 220 V – 50 Hz – 4.4 kVA

We decide to connect these two transformers in parallel to supply the oven. The short-circuit tests values of these transformers are:

T₁ : $I_{1sc} = 0.5$ A $I_{2sc} = 10$ A $P_{1sc} = 40$ W $U_{1sc} = 100$ V

T₂ : $I_{1sc} = 1$ A $I_{2sc} = 20$ A $P_{1sc} = 200$ W $U_{1sc} = 400$ V

and the open circuit test results are :

T₁ : $U_1 = 4600$ V $U_{20} = 230$ V

T₂ : $U_1 = 4600$ V $U_{20} = 230$ V

In all the questions, we assume that iron losses and reluctances of each transformer are neglected.

1. For each transformer, find the total equivalent resistance and reactance referred to the secondary side;
2. We connect these two transformers in parallel to supply the oven with a current of 30 A. Determine :
 - a) The ratio of the supplied currents;
 - b) The current of each transformer;
 - c) The voltage at the oven terminals.
 - d) What should you do to get equal currents for both transformers?

VIII- A star connected three phase synchronous alternator, number of poles=4. The nominal characteristics are: Apparent power S_n , power factor $\cos\phi_n=1$, nominal phase voltage V_n and frequency $f_n=50\text{Hz}$.

The machine operates in linear region:

$$E=k.I_f$$

k is a constant, E the electromotive force and I_f the excitation current.

The synchronous reactance is X_d .

1. Give the expression of the synchronous reactance in pu. What is the speed of this alternator?
2. This alternator is connected to an infinite power network: V_n, f_n
 - a. Calculate the excitation current I_{fn} for the nominal operation of the alternator.
 - b. If I_{fn} is reduced to I_f , what will become the active and reactive powers of the machine? What value I_{f0} could we attain to maintain the synchronism between the machine and the network?

بيروت، في 2013/1/26

اللجنة الفاحصة