

مباراة على أساس الألقاب لوظيفة مهندس أو مهندس رئيس قسم
في الفئة الثالثة الرتبة الثانية (أ) من السلك الفني
في مؤسسة كهرباء لبنان

الاختصاص : الهندسة الكهربائية

مسابقة في الاختصاص المطلوب بإحدى اللغتين الفرنسية أو الإنكليزية وفق البرنامج المرفق بالقرار رقم ٢/١٦٥ تاريخ ٢٧/٣/٢٠١٠ : المدة : ثلاث ساعات

- I - Exprimer la composante homopolaire des courants en régime triphasé déséquilibré et en déduire le rôle d'un relais homopolaire .
- II - Comment on crée le point neutre artificiel sur un réseau moyenne tension .
- III - Citer quatre normes nationales et internationales relatives à l'appareillage électrique des réseaux.
- IV - Tracer le cycle à vapeur d'une turbine ayant trois soutirages en coordonnées du diagramme de Mollier ou du diagramme entropique .
- V - Citer les composants principaux d'une tranche de production d'énergie électrique fonctionnant en cycle combiné.
- VI - Comment on règle :
a- La puissance active
b- La puissance réactive
d'un groupe de production d'énergie électrique débitant sur un réseau supposé de puissance infinie.
- VII - Donner les conditions de choix d'une section de conducteur alimentant une charge déterminée située à une distance connue.
- VIII - Quelles sont les grandeurs à définir pour choisir :
a- Un transformateur de potentiel
b- Un transformateur de courant
c- Un câble isolé
- IX - Citer les modes de coupure d'arc dans les disjoncteurs moyenne et haute tension
- X - Citer les modes de protection contre les défauts internes d'un transformateur de puissance THT/HT ou HT/MT

XI-

A- Donner le schéma monophasé équivalent d'un transformateur avec impédance ramenée au secondaire :

- En négligeant le courant magnétisant
- En tenant compte du courant magnétisant

B- Les essais sur un transformateur triphasé U_{1n} / U_{2n} (Volts) , S_n (KVA) , ont donné les valeurs suivantes :

à vide : $U_{10} = U_{1n}$ (entre phases au primaire), U_{20} (entre phases au secondaire) , I_{10} (courant primaire), P_{10} (Puissance mesurée au primaire).

en court-circuit : U_{1cc} (entre phases au primaire), $I_{2cc} = I_{2n}$ (courant nominal), P_{1cc} (Puissance mesurée au primaire).

Exprimer les paramètres du schéma monophasé équivalent à ce transformateur en fonction des grandeurs mesurées à vide et en court-circuit ci-haut mentionnées.

C- Sur la plaque signalétique d'un transformateur triphasé, on a relevé les indications suivantes :

- Dyn11 (Δ yn11)
- $z_{cc} = 5\%$

Donner la signification de ces indications.

XII - 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 .

- a) Quelle est la vitesse de cet alternateur?
- b) Donner l'expression de la réactance synchrone en pu/ en pourcent / en valeurs réduites.
- c) Cet alternateur est relié à un réseau de puissance infinie: V_n, f_n

c_1) Calculer en fonction des données, le courant d'excitation I_{fn} pour le régime nominal de l'alternateur.

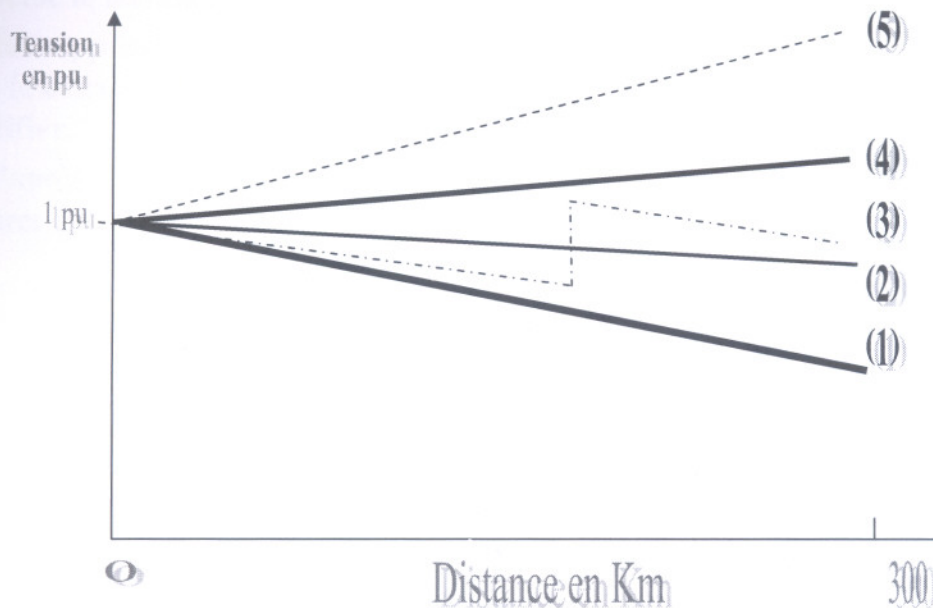
c_2) On diminue la valeur de I_f à partir de I_{fn} . Que deviennent les puissances active et réactive de la machine? Quelle valeur I_{f0} peut-on atteindre si on veut maintenir le synchronisme entre la machine et le réseau?

Comment obtient-on dans ce cas le courant stator et la puissance réactive? Ce fonctionnement est-il surexcité ou sousexcité ?

XIII - On considère une ligne longue et on trace ses profils de tension pour cinq cas différents.

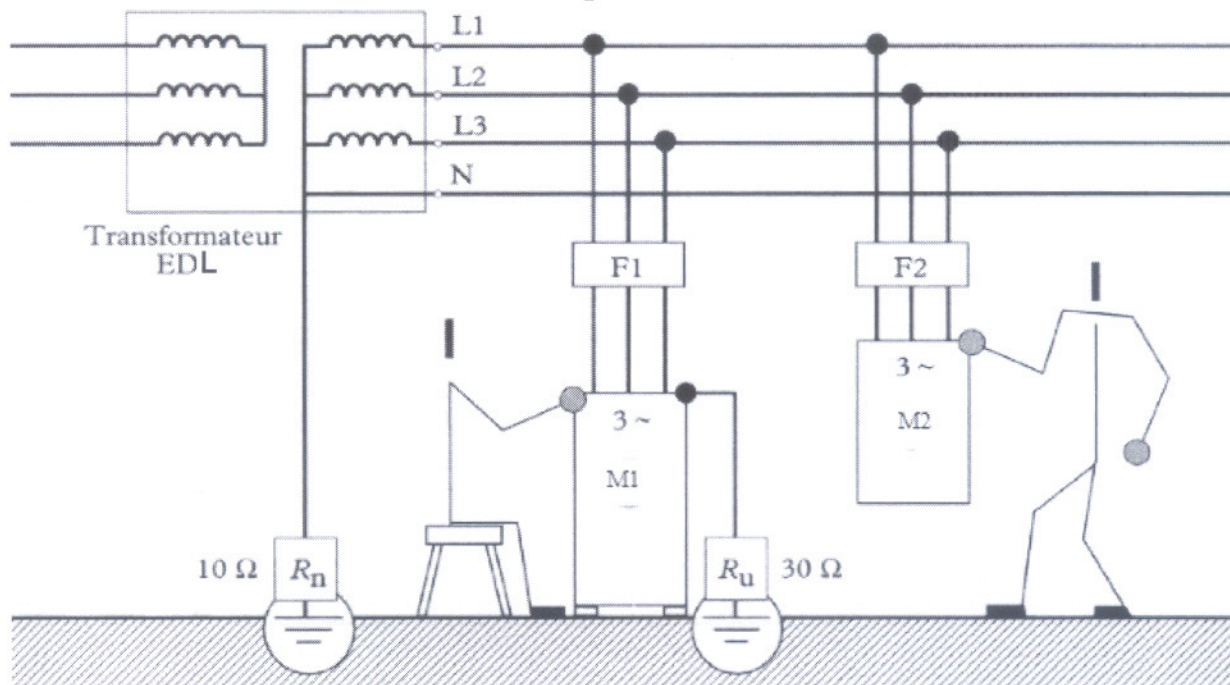
- a- Ligne en charge avec compensation (Compensation série à l'aide des condensateurs)
- b- Ligne en charge sans compensation
- c- Ligne à vide avec compensation (Compensation shunt à l'aide des inductances)
- d- Ligne en charge avec compensation (Compensation shunt à l'aide des condensateurs)
- e- Ligne à vide sans compensation.

Identifier le profil de tension correspondant à chacun de ces cinq cas.



XIV-

Des techniciens installent des machines dans un atelier alimenté en 230/400 V. Cet atelier est considéré comme local sec. La protection de ces machines est faite par des disjoncteurs différentiels F1 et F2. **La résistance du corps humain est $R_c = 1000 \text{ Ohms}$.**



a- A quel régime correspond ce schéma ? Justifier

La phase L1 de la machine M1 touche la masse avec une résistance de défaut $R_d = 40 \text{ ohms}$. Le technicien touche la carcasse métallique, et on considère comme nulle la résistance de contact main-carcasse.

b-Calculer le courant de défaut I_d .

c-Calculer la tension de contact U_{c1} (entre la terre et le point de contact) et le courant I_c qui traverse le technicien. Cette personne est-elle en danger ? **justifier.**

d- En supposant qu'il y a une liaison équipotentielle entre la machine M1 et la machine M2 et que le deuxième technicien vient de toucher M2 en présence du défaut sur M1. Que risque-t-il ? **justifier.**

e-D'après les normes internationales, quelle est la sensibilité du disjoncteur différentiel pour assurer la protection des personnes (locaux secs).

بيروت ، في ٢٠١٠/٥/٨

اللجنة الفاحصة

مباراة على أساس الألقاب لوظيفة مهندس أو مهندس رئيس قسم
في الفئة الثالثة الرتبة الثانية (أ) من السلك الفني
في مؤسسة كهرباء لبنان

الاختصاص : الهندسة الكهربائية

مسابقة في الاختصاص المطلوب بإحدى اللغتين الفرنسية أو الإنكليزية وفق البرنامج المرفق بالقرار رقم ٢/١٦٥ تاريخ ٢٧/٣/٢٠١٠ : المدة : ثلاث ساعات

I – Knowing the real currents in a three phase unbalanced system, give the zero-sequence current, and conclude what is the role of a zero-sequence relay (homopolar relay).

II - How can we create the artificial neutral point for a medium voltage network.

III – Give four international or national standards related to electrical equipment of networks.

IV – Draw the steam cycle of a steam turbine with three extractions, with as coordinates enthalphy – entropy or temperature – entropy.

V – Give the main components of a power plant with combined cycle mode of generation.

VI – How is the regulation of:

a) The active power.

b) The reactive power.

made for a generation unit in a power plant connected to an infinite bus.

VII – Give the conditions to choice the cross-section of a conductor feeding a given load located at a known distance.

VIII – Give the characteristics to be defined to choice:

a) A voltage transformer

b) A current transformer

c) An insulated cable.

IX – Give the modes of arc extinction in the MV and HV circuit-breakers.

X – Give the modes of protection against the internal defaults in a power transformer EHV/HV or HV/MV.

XI - A- Give the equivalent phase diagram of a transformer with impedance in secondary side

- without magnetizing current
- with magnetizing current

B- The tests on a Three-phase transformer U_{1n} / U_{2n} V, S_n KVA, have given the following values:

unloaded test: $U_{10} = U_{1n}$ (between primary phases), U_{20} (between secondary phases), I_{10} (primary current) P_{10} (Power measured on primary side).

short-circuit test: U_{1cc} (between primary phases), $I_{2cc} = I_{2n}$ (rated current), P_{1cc} (Power measured on primary side).

Express the parameters of equivalent phase diagram to this transformer based on test results

C- On the plate of a three phase transformer, the following data are indicated:

- Dyn11 (Δ yn11)
- $z_{CC} = 5\%$

what these indications mean.

XII - A 4-pole, 3-phase, Y connected synchronous generator has the rated specifications: Apparent power S_n , power factor = 1, voltage V_n (line to ground), $f_n = 50$ Hz.

The operation of this machine is linear: $E = kI_f$: k is a constant, E is the electromotive force, and I_f is the field current.

Let X_d be the synchronous reactance.

- a) What is the speed of this generator?
- b) Give the expression of X_d in pu form/ in percent%.
- c) This generator is connected to an infinite bus V_n , f_n .
 - c₁) Calculate the rated field current I_{fn} using provided parameters.
 - c₂) The field current I_f is decreased from I_{fn} . How do the active and reactive powers vary?

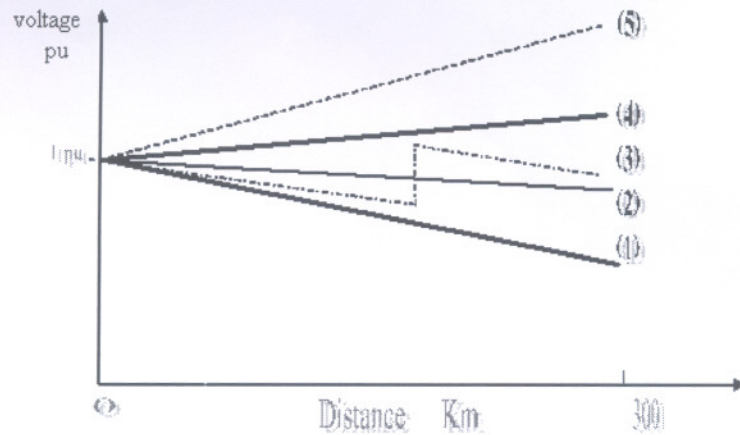
What value I_{f0} can we reach for maintaining synchronism between generator and infinite bus?

How can we calculate the stator current and reactive power in the machine? Is this operation under or over excited?

XIII - Consider a long line and plot its voltage profiles for five different cases:

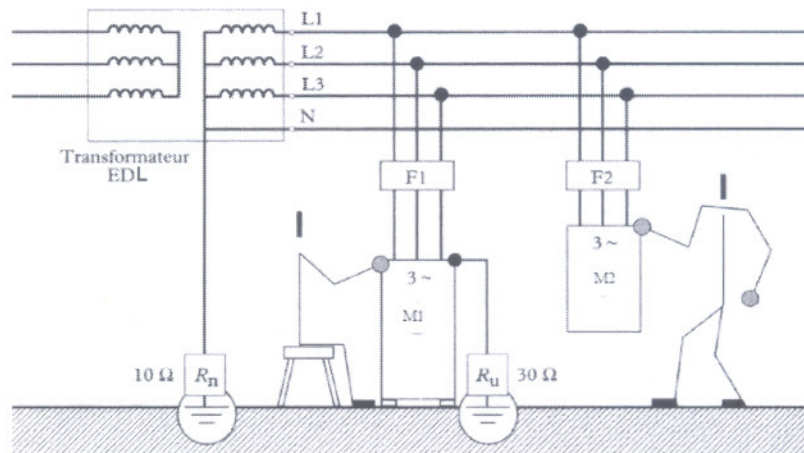
- a- loaded line with compensation (compensation series with capacitors)
- b- loaded line uncompensated
- c- unloaded line with compensation (compensation using shunt reactors)
- d- loaded line with compensation (shunt compensation using capacitors)
- e- unloaded line without compensation.

Identify the profile of voltage corresponding to each of these five cases



XIV -

Technicians install machines in a factory powered by 230/400 V. This workshop is considered dry place. The protection of these machines is made by RCD F1 and F2 switching power 30 A and 500 mA sensitivity. The resistance of the human body will be $R_c = 1000 \text{ Ohms}$.



a- which neutral system corresponds to this scheme? Justify.

Phase L1 Machine M1 affects the mass with a fault resistance $R_d = 40 \text{ ohms}$. The technician touches the metal frame, and it does not recognize the contact resistance-hand frame.

b- Calculate the fault current I_d

c- Calculate the contact voltage U_{c1} (between earth and the metal frame) and the current I_c in the person's body. The person is in danger? **Justify**

d- Assuming that there is a potential equalization between the machine M1 and M2 machine and the second technician came to touch M2 in the presence of default on M1. What risk does it? **Justify**

e- based on the international standards, what is the differential sensitivity of the circuit breaker to ensure the protection of persons (dry area)

بيروت ، في ٢٠١٠/٥/٨

اللجنة الفاحصة