

Examen National Du Brevet De Technicien Supérieur – Session 2021

Spécialité/Option: ELECTROTECHNIQUE (ET)

Epreuve écrite : EPREUVE PROFESSIONNELLE DE SYNTHESE (EPS)

Crédit : 14

Durée: 6 Heures

PREMIERE PARTIE : MACHINES ELECTRIQUES

6points

I. MACHINE A COURANT CONTINU

4pts

L'énergie d'un treuil est fournie par un moteur à courant continu à excitation indépendante dont l'induit et l'inducteur sont alimentés sous une tension $U = 230\text{ V}$. La masse M soulevée par le treuil.

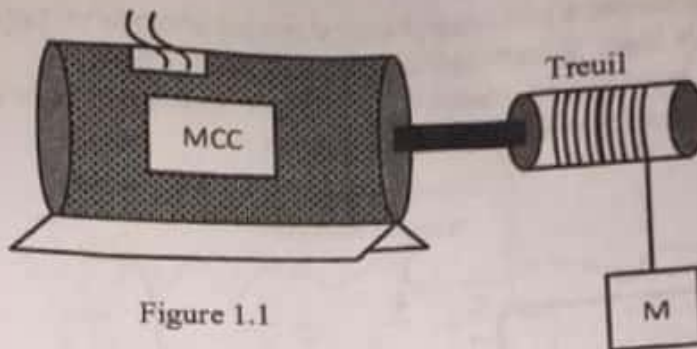


Figure 1.1

En charge, le treuil soulevant verticalement une charge à la vitesse de 4 m/s , le moteur tourne à une vitesse de 1200 tr/min et son induit absorbe une puissance électrique de $17,25\text{ kW}$. La résistance de l'induit est de $0,1\ \Omega$; celle de l'inducteur de $46\ \Omega$; les pertes dites constantes ont pour valeur 1 kW ; l'accélération de la pesanteur sera prise égale à $g = 10\text{ m/s}^2$; le rendement du treuil est de $0,75$.

1. Dessiner le schéma équivalent du moteur **1pt**
2. Calculer :

- 2.1. Les courants I_a et I_r absorbés par l'induit et l'inducteur ; **0,5pt**
- 2.2. La force électromotrice du moteur ; **0,5pt**
- 2.3. La puissance utile du moteur ; **0,5pt**
- 2.4. Le couple utile T_U du moteur ; **0,5pt**
- 2.5. Le rendement du moteur ; **0,5pt**
- 2.6. Le rendement global η_G de l'équipement ; **2pts**

I.2. ALTERNATEUR TRIPHASE

Un alternateur triphasé, dont les enroulements sont montés en étoile, alimente sous une tension composée de valeur efficace 380 V , un récepteur triphasé équilibré inductif, de facteur de puissance $\cos\phi = 0,80$. Le courant en ligne a une intensité efficace $I = 40\text{ A}$. L'impédance synchrone d'une phase du stator a pour expression complexe :

$Z = 0,20 + j2,0$ (en ohms).

- I.2.1. Donner la f.é.m. synchrone E d'un enroulement. **0,5pt**
- I.2.2. Calculer les pertes par effet Joule dans le stator. **0,5pt**

- 1.2.3. Le rotor de l'alternateur ainsi que celui de l'excitatrice se trouvant en bout d'arbre de l'alternateur, sont entraînés par un moteur à courant continu M traversé par un courant d'intensité 100 A sous une tension de 260V. Le rendement de M pour cette charge est de 88 %.
- 1.2.3.1. Calculer le rendement de l'alternateur pour le point de fonctionnement choisi (380V - 40A, $\cos\varphi = 0,8$). **0,5pt**
- 1.2.3.2. Déterminer le rendement du groupe **0,5pt**

DEUXIEME PARTIE : PRODUCTION ET INSTALLATION ELECTRIQUE **14points**

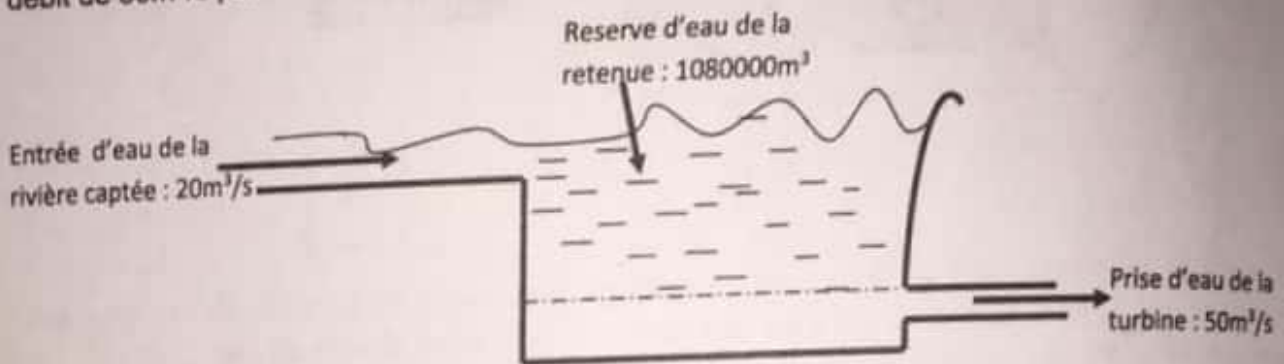
II.1. PRODUCTION **4points**

Une chute d'eau ayant un débit de $50\text{m}^3/\text{s}$ et une hauteur h de 195m entraîne un groupe turbine alternateur

L'alternateur triphasé, couplé en étoile, a 14 pôles et un nombre total de conducteurs actifs $N=4410$. on prendra $g=9,8\text{N/kg}$

II.1.1. Donner la tension fournie, à vide entre phases si chaque pôle crée un flux Φ de $40,6\text{mwb}$ à la fréquence industrielle de 50Hz, le coefficient de Kapp valant 2,10. **0,5pt**

II.1.2. La retenue d'eau présente une réserve d'eau telle que l'on puisse turbiner sans arrêt avec un débit de $50\text{m}^3/\text{s}$ pendant un intervalle de temps de durée t_1 :



II.1.2.1. Faire le bilan des quantités d'eau entrant et sortant de la retenue d'eau. **0,5pt**

II.1.2.2. En déduire la durée t_1 (en heure) pendant laquelle on peut turbiner sans arrêt avec un débit de $50\text{m}^3/\text{s}$ **0,75pt**

II.1.2.3. Si la turbine ne fonctionne pas, calculer le temps t_2 nécessaire pour que la rivière remplisse la réserve d'eau de la retenue **0,75pt**

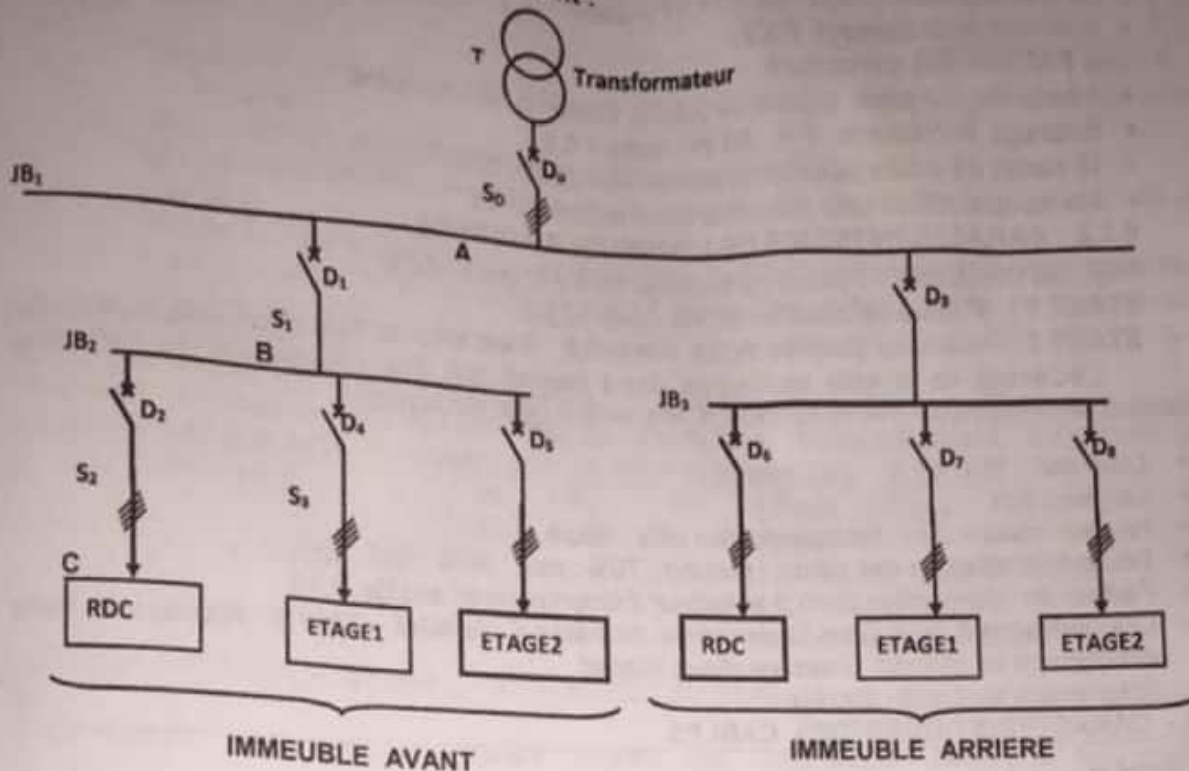
II.3.1. Montrer que la centrale électrique ne peut fonctionner que 41,7 % du temps dans les conditions précédentes. En déduire l'énergie annuelle produite par la centrale si on suppose le rendement du groupe turbo-alternateur égale à 89% **1pt**

II.3.2. Indiquer si Cette centrale peut- être utilisée comme outil permanent de production d'énergie électrique ou comme outil temporaire permettant de répondre à la demande des heures de pointes. **0,5pt**

II.2. INSTALLATION ELECTRIQUE : THEME : ETUDE DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE D'UN COMPLEXE COMMERCIAL

10 points

On désire étudier l'installation électrique d'un complexe commercial comprenant deux immeubles : L'immeuble avant et l'immeuble arrière.
Le complexe est alimenté à partir d'un transformateur 20KV/380 V + N
Le Synoptique de l'installation est le suivant :



II.2.1 : CARACTERISTIQUES DE L'IMMEUBLE AVANT

Il est constitué de deux étages 1 et 2 et d'un rez de chaussée.

Chaque étage est constitué de :

- > 10 chambres ayant chacune :
 - 02 tubes fluorescents de 40W avec $\cos\phi = 0,86$ chacun.
 - 03 socles de prises de courant confort 2P+T - 16A - 220V
 - 01 climatiseur de 2,4CV
 - Une salle de bain ayant une lampe à incandescence de 60 W
- > Une Cuisine comportant 1 luminaire à 2 tubes fluorescents de 40 W - 0,86 chacun et un congélateur de 8 CV $\cos\phi = 0,80$

Le Rez de- chaussée est constitué de :

- > De 04 bureaux. Chaque bureau a pour caractéristiques :

Désignation	P(W)	$\cos\phi$
Eclairage incandescent	100	1
Cafetier	1000	1
Ordinateur + imprimante	400	1
climatiseur	3000 - $\eta = 70\%$	0,8

- > Un **CYBER** comportant :
 - 20 postes N computing de 1W pour le terminal et 196W pour l'écran plat 32" chacun
 - 1 climatiseur de 2CV $\cos\phi = 0,8$ - $\eta = 79\%$
 - un serveur de 800W
 - Eclairage fluorescent $P = 1000W$, $\cos\phi = 0,9$.
- > un point de **VENTE DES PRODUITS BRASSERIES** comportant :
 - 12 socles prises confort 16A - 2P+T - 220V
 - Eclairage incandescent: 200W
- > Une **PÂTISSERIE** comportant
 - 1 batteuse sur prise spécial de 3,5CV. $\cos\phi = 0,85$; $\eta = 84\%$
 - Eclairage fluorescent : $P = 180 W$; $\cos\phi = 0,9$
 - 16 socles de prises de courant confort 16A-220V- 2P+T
 - 1 prise spécialisée pour mini four électrique de 3KW

II.2.2. : CARACTERISTIQUES DE L'IMMEUBLE ARRIERE

- ✓ **REZ DE CHAUSSEE** : Puissance installée 35 KVA $\cos\phi = 0,89$
- ✓ **ETAGE 1** : Puissance installée 3KVA $\cos\phi = 0,86$
- ✓ **ETAGE 2** : Puissance installée 6KVA $\cos\phi = 0,8$. Il est en plus doté d'une salle multimédia.

L'éclairage de la salle multimédia direct intensif doit être assurée par les luminaires d'équation photométrique $PH = 0,62C + 0T$. Cette salle a pour dimension :

- Longueur : 15m
- Largeur : 9m
- hauteur totale = 3 m ; hauteur du plan utile : 85cm
- Facteur de réflexion des parois : plafond : 70% ; mur : 50% ; Sol : 10%
- Facteur de dépréciation $D_1 = 1,5$ et facteur d'empoussièrement $D_2 : 1,10$
- Les luminaires à deux tubes fluorescents de classe C, de 40W - 3250 lm chacun sont fixés directement au plafond. Eclairage direct intensif
- Eclairage souhaité : 300 lux.

II.2.3.- CARACTERISTIQUES DES CABLES

Repère câble	Longueur (m)	MODE POSE
S ₀	6	Un circuit constitué de câble monoconducteur PR posé seul sur chemin de câble perforé
S ₁	40	Un circuit constitué de câble monoconducteur PR posé avec 4 autres circuits sur chemin de câble perforé
S ₂	35	Câble multipolaire PR avec 2 autres circuits sur chemin de câble
S ₃	80	Câble multipolaire PR posé sur échelles avec 2 autres circuits

Les câbles en cuivre sont posés conjointement sous une température ambiante de 60°C.

Notes :

- Pour l'éclairage fluorescent, à la puissance installée sera ajoutée la puissance perdue dans les ballasts (estimée à 25% de la puissance des tubes ou de la puissance donnée).
- Les facteurs de simultanéité (K_s) et d'utilisation (K_u) des différents récepteurs sont donnés dans le tableau suivant :
- 1CV = 735W.
- Ne tenir compte que des facteurs de simultanéité ci-dessous donné.

Nature du récepteur	K_u	K_s
Conditionnement d'air (congélateur ; climatiseur)	1	1
Eclairage	1	1
Prises	1	$0,1 + \frac{0,9}{N}$
Matériels informatique	1	1
Chauffage électrique (cafetière, four)	1	1

- Prendre $N \leq 05$ prises par circuits. Pour l'évaluation de la puissance des prises monophasées.
- **on supposera que les prises sont dans une installation monophasée**
- Le coefficient de simultanéité des jeux de barres JB_2 et JB_3 vaut 0, 8 et celui de JB_1 vaut 0, 9.
- Ne pas tenir compte de l'éclairage de la salle multimédia dans l'évaluation de puissance.
- Pour l'indice du local, prendre la valeur normalisée la plus proche ou égale à celle obtenue par calcul.

II.2.4. TRAVAIL DEMANDE

II.2.4.1 BILAN DES PUISSANCES ET CHOIX DU TRANSFORMATEUR

a) Calculer la puissance appelée (en KVA) de l'étage 1 de l'immeuble avant. En déduire son courant I_4 (Voici le modèle du tableau pour le bilan de puissance). **0,5pt**

Equipement	η	P_u (KW)	K_u	K_s	P_{app} (KW)	$\cos\phi$	Q_{app} (KVar)

b) Calculer la puissance appelée (en KVA) au RDC de l'immeuble avant. En déduire son courant I_2 . **0,5pt**

c) En déduire la puissance appelée (KVA) par l'immeuble avant et son courant. **0,5pt**

d) Evaluer la puissance appelée (en KVA) par l'immeuble arrière. En déduire le courant I_3 appelé par cet immeuble. **0,5pt**

e) Calculer la puissance appelée en (KVA) du complexe commercial en prévoyant une extension de 10%. **0,5pt**

f) Calculer le facteur de puissance globale. **0,25pt**

g) Choisir le transformateur nécessaire pour l'alimentation du complexe et donner ses caractéristiques de ce transformateur. **1pt**

II.2.4.2. Dimensionnement de l'équipement

II.2.4.2.1 DETERMINATION DE LA SECTION DES CONDUCTEURS

Déterminer les sections normalisées des conducteurs S_0 , S_1 , S_2 et S_3 En remplissant le tableau ci-dessous : **0,25pt x 4**

Repère Câble	Isolant	Lettre de Sélection	Facteur de correction $K = k_1 k_2 k_3$	Courant calculé (A)	Courant corrigé (A)	Section Nominale (mm^2)
S_0						
S_1						
S_2						
S_3						

II.2.4.2 Déterminer les valeurs des courants de court-circuit aux points A, B et C. 0,75pt

II-3 CHOIX DES DISJONCTEURS

Choisir les disjoncteurs de l'installation en précisant leurs caractéristiques en remplissant le tableau suivant : 0,5pt x 4

Disjoncteur	Référence	Courant Nominal en (A)	Tension nominale en (V)	Nombre de pôles	PDC en KA
D ₀					
D ₁					
D ₂					
D ₄					

II-4 Déterminer en % les chutes de tension aux câbles C₀(S₀) et C₁(S₁).
(Prendre cosφ = 0,85) 0,5pt

III. PROJET D'ECLAIRAGE DE LA SALLE MULTIMEDIA 2pts

- III - 1 Calculer L'indice du local ; 0,25pt
 - III - 2 Déterminer l'utilance 0,25pt
 - III - 3 L'efficacité lumineuse d'un luminaire. 0,25pt
 - III - 4 Calculer le flux lumineux total. 0,25pt
 - III - 5 Déterminer le nombre total de points lumineux. 0,25pt
 - III - 6 Produire un plan d'implantation des luminaires en précisant l'espacement réel entre eux. 0,75pt
- Chaque luminaire étant assimilé à un point.

TROISIÈME PARTIE : COMMANDE DE PUISSANCE ET ASSERVISSEMENT 20points

III.1. COMMANDE DE PUISSANCE 14 points

EXERCICE I

III.1.1. Onduleur de tension en commande "Pleine onde"

Cet onduleur a pour fonction de générer un système triphasé de tensions v_{an} , v_{bn} , v_{cn} dont l'amplitude et la fréquence soient réglables. Le schéma de montage simplifié est donné à la **Figure 3.1**.

U_c est la f.é.m. de la source de tension continue parfaite qui alimente l'onduleur. La technique permettant l'élaboration des ordres de commande des interrupteurs dépend de la fréquence désirée pour le moteur. Elle débute en modulation de largeur d'impulsions (permettant le fonctionnement à $(\frac{v}{f})$ constant) pour finir en mode pleine onde. Les intervalles de conduction des interrupteurs sont donnés sur le document réponse N°1. Seul ce fonctionnement particulier est étudié.

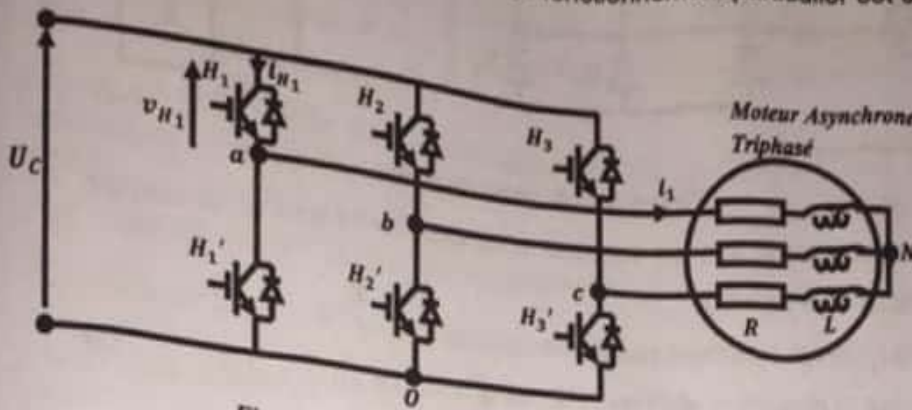


Figure 3.1 : Schéma de montage

III.1.1.1. Formes d'ondes.

a. Représenter sur le document réponse N°1 les tensions composées $u_{ab}(t)$, $u_{bc}(t)$, $u_{ca}(t)$.

1,5 pt

b. Sachant que $v_{aN} = \frac{1}{3}(u_{ab} - u_{ca})$; Représenter $v_{aN}(t)$ sur le document réponse N°1

0,5 pt

c. Représenter les grandeurs $i_{H1}(t)$ et $v_{H1}(t)$ relatives à l'interrupteur H_1 . 1pt

III.1.1.2. Dimensionnement + Etude harmonique.

a. Montrer que le terme fondamental du développement en série de Fourier de $v_{aN}(t)$ est: $v_{aNf}(t) = \frac{2 \times U_c}{\pi} \sin \omega t$.

1pt

b. Calculer la valeur à donner à U_c pour que la valeur efficace V_{aNf} du fondamental ait pour valeur 230V à 50HZ.

1pt

c. Déterminer la valeur efficace V_{aN} de la tension $v_{aN}(t)$.

1pt

d. Calculer le taux de distorsion harmonique THD_v de la tension $v_{aN}(t)$ sachant qu'il a pour expression: $THD_v = \frac{V_{aNh}}{V_{aNf}} \times 100$, avec V_{aNh} : la valeur efficace de l'ensemble des harmoniques.

1pt

III.1.2. Étude de la source de tension continue.

Cette source est constituée d'un pont redresseur PD3 à diodes avec sa cellule de filtrage. Le système de tensions triphasées qui alimente le pont est équilibré.

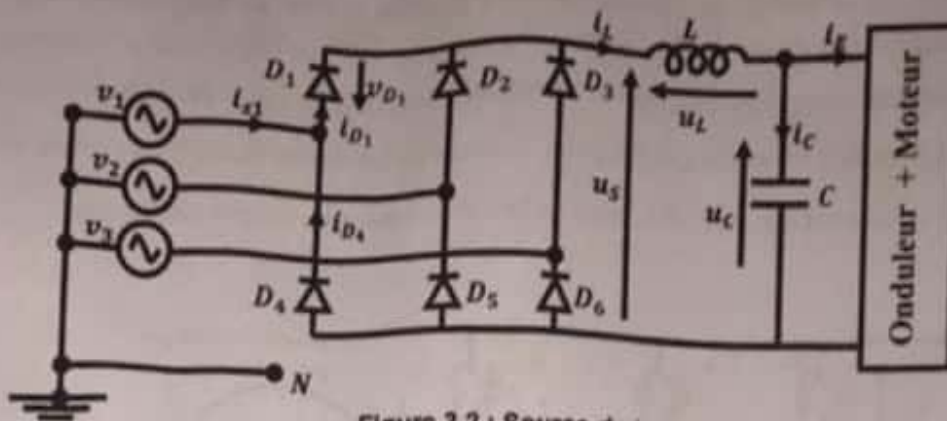


Figure 3.2 : Source de tension continue

L'étude sera faite en régime permanent ; on suppose la conduction du pont ininterrompue.

III.1.2.1. Représentation des signaux.

L'intensité $i_L(t)$ est supposée constante.

a. Représenter, sur le document réponse N°2, les grandeurs $u_s(t)$, $i_{s1}(t)$. 1pt

III.1.2.2. Dimensionnement de la source triphasée.

On donne : $U_{Cmoy} = 511 \text{ V}$.

a. Calculer la valeur efficace V des tensions $v_1(t)$, $v_2(t)$, $v_3(t)$. 1pt

b. Le moteur absorbe une puissance $P_E = 90 \text{ kW}$. L'onduleur étant supposé sans pertes.

Calculer la valeur efficace I_{seff} de $i_{s1}(t)$. 1pt

c. En déduire la puissance apparente S que doit fournir la source de tension triphasée. 1pt

EXERCICE II : Etude du hacheur

3pts

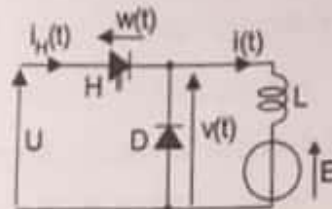
Dans le montage représenté sur la figure ci-contre:

⇒ U est une tension continue, constante,

⇒ H désigne un élément unidirectionnel commandé, dont le

fonctionnement est caractérisé par :

- $w(t) < 0$: $i_H(t) = 0$
- $w(t) \geq 0$: $\begin{cases} i_H(t) = 0 & \text{en l'absence de commande} \\ i_H(t) > 0 & \text{en présence de commande ; alors, } H \text{ est fermé et } w(t) = 0. \end{cases}$



En fonctionnement périodique de période T , H est commandé à la fermeture pour $0 \leq t \leq \alpha T$, n'est pas commandé pour $\alpha T \leq t \leq T$, $0 \leq \alpha \leq 1$.

α , le rapport cyclique, est réglé par la commande.

⇒ D est une diode idéale.

⇒ La charge est constituée par l'induit d'une machine à courant continu, compensée, à excitation séparée constante, de sorte que la f.é.m. peut s'écrire par la suite $E = K\Omega$, E étant exprimé en volts, Ω en radians par seconde.

⇒ La résistance de l'induit est négligée et on rend compte de son caractère inductif en l'incluant dans la bobine sans pertes, de coefficient d'auto-induction L , montée en série. La vitesse reste invariable pendant la période T du hacheur.

La machine, alimentée sous tension continue, à même excitation séparée constante, a été essayée en moteur sous la tension nominale de 150 V, à la vitesse nominale de 1500 tr/min. L'intensité du courant appelé par l'induit est :

- à vide : $I_0 = 1,5$ A.
- à charge nominale : $I_n = 10$ A.

T_0 , T_e , T_u désignent respectivement les moment du couple à vide, du couple électromagnétique, du couple utile.

III.2.1. Etude du moteur

- Calculer la constante K. 0,25pt
- A la vitesse de 1500 tr/min calculer T_0 puis, T_e et T_u à charge nominale. 0,5pt
- On admet que les pertes à vide sont proportionnelles à la vitesse de rotation. Déduire T_0 , pour tout Ω . 0,25pt

III.1.2. Fonctionnement en alimentation découpée. Conduction continue :

Le moteur fonctionne à T_e constant, à vitesse établie, dans des conditions telles que $i(t)$ est ininterrompu.

- Exprimer I_{moy} en fonction de T_e ; exprimer $\left[L \frac{di}{dt} \right]_{moy}$ puis V_{moy} . 0,5pt

Représenter sur un même graphe l'allure de $w(t)$ et de $v(t)$.
En déduire E en fonction de U et de α .

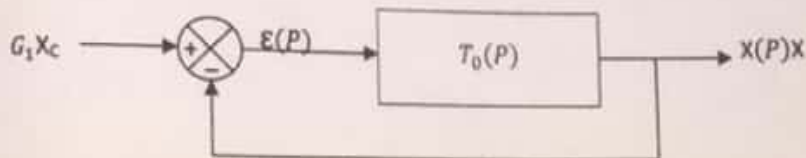
Application numérique : U = 200 V. Calculer α pour obtenir des vitesses de 1000 et 1500 tr/min.

- Ecrire l'équation différentielle à laquelle satisfait $i(t)$ pour $0 \leq t \leq \alpha T$. En déduire l'expression de $i(t)$. On posera $i(0) = I_m$. 0,5pt
- Mêmes questions pour $\alpha T \leq t \leq T$. On posera $i(\alpha T) = I_m$. 0,5pt
- Calculer $\Delta i = I_M - I_m$ en fonction de α , U, L et T. 0,25pt
- Montrer que pour U, L et T fixés, Δi passe par un maximum pour une valeur de α que l'on précisera. 0,25pt
- Application numérique : U = 200 V ; f = 1 kHz. Calculer L pour $(\Delta i)_{max} = 4$ A. 0,25pt
- Représenter $i(t)$ à 1500 tr/min pour le couple $T_e = 4,8$ Nm et pour les valeurs de U, f et L précédentes. Echelles : 1 cm pour 1 A et 1 cm pour 0,1 ms. 0,25pt

III.2. ASSERVISSEMENT

6 points

Un robot est destiné à positionner une pièce saisie, malgré les perturbations. Pour cela un asservissement permet de régler la position verticale réelle $x(t)$ de la colonne du robot en fonction de la position de consigne $x_c(t)$. L'écart entre $x(t)$ et $x_c(t)$ représente le signal d'erreur $\epsilon(t)$. La modélisation de l'asservissement, a conduit au schéma bloc suivant :



III.2.1. Etablir l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée $T(P)$, en fonction de $T_0(P)$. 0,5pt

III.2.2. On donne $T_0(P) = \frac{100}{P(P+20)}$

- Donner l'expression de la transmittance complexe $T_0(j\omega)$ et en déduire l'expression du module $T_0(\omega) = |T_0(j\omega)|$ et de l'argument $\varphi(\omega)$. 0,5pt x 3

b) Mettre $T_0(j\omega)$ sous la forme $T_0(j\omega) = T_1(j\omega) \times T_2(j\omega) \times T_3(j\omega)$ avec $T_1(j\omega) = K$; $T_2(j\omega) = -j \frac{\omega_1}{\omega}$ et $T_3(j\omega) = \frac{1}{1+j\frac{\omega}{\omega_2}}$ **0,5pt**

c) Déterminer l'expression du gain $G(\omega)$ de l'asservissement, sous la forme $G(\omega) = G_1(\omega) + G_2(\omega) + G_3(\omega)$ **0,5pt**

d) Tracer les diagrammes de BODE de $G_1(\omega)$; de $G_2(\omega)$; de $G_3(\omega)$ et de $\varphi(\omega)$ et en déduire celui de $G(\omega)$ **0,25pt x 5**

III.2.3. On introduit un correcteur analogique constitué d'un bloc amplificateur $A(P) = 4$ dans la chaîne

a) Donner le schéma bloc subséquent **0,75pt**

b) Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $T'(P)$ de l'asservissement corrigée et le mettre sous la forme $T'(P) = \frac{K}{1 + 2m\frac{p}{\omega_0} + \frac{p^2}{\omega_0^2}}$ **1pt**

ANNEXE 3: Détermination des sections de câbles

Les tableaux ci-contre permettent de déterminer la section des conducteurs de phase d'un circuit.

Ils ne sont utilisables que pour des canalisations non enterrées et protégées par disjoncteur.

Pour obtenir la section des conducteurs de phase, il faut :

- déterminer une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose
- déterminer un coefficient K qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation.

Ce coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de correction, K1, K2, K3, Kn et Ka :

- le facteur de correction K1 prend en compte le mode de pose
- le facteur de correction K2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte
- le facteur de correction K3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant
- le facteur de correction du neutre chargé Kn
- le facteur de correction dit de symétrie Ka.

Lettre de sélection

Type d'isolant / conducteurs et câbles multiconducteurs	Mode de pose	lettre de sélection
isolants conducteurs et câbles multiconducteurs	à sec, enterré, protégé ou graville, en appentil ou soutenu à sec ou vide de construction, sans plafond	B
	à sec, enterré, protégé ou graville, en appentil ou soutenu à sec ou vide de construction, sans plafond	C
câbles multiconducteurs	à sec, enterré, protégé ou graville, en appentil ou soutenu à sec ou vide de construction, sans plafond	E
	à sec, enterré, protégé ou graville, en appentil ou soutenu à sec ou vide de construction, sans plafond	F

Facteur de correction K1

lettre de sélection	cas d'installation	K1
B	à câbles dans des produits enterrés directement dans des matériaux perméablement isolants	0,70
	à câbles enterrés dans des matériaux perméablement isolants	0,77
	à câbles multiconducteurs	0,80
	à vide de construction et soutenu	0,85
C	à vide de construction et soutenu	0,85
	à sec sans plafond	1
K, C, E, F	à autres cas	1

Facteur de correction K2

lettre de sélection	disposition des câbles joints	facteur de correction K2											
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
B, C	enterrés ou soutenus dans les parois	1,00	0,90	0,75	0,65	0,55	0,47	0,34	0,27	0,20	0,15	0,10	0,08
	simple couche sur les murs ou les plafonds ou isolants non perforés	1,00	0,90	0,75	0,65	0,55	0,47	0,34	0,27	0,20	0,15	0,10	0,08
C	simple couche sur les plafonds	0,85	0,81	0,72	0,62	0,52	0,44	0,32	0,25	0,21	0,15	0,10	0,08
	simple couche sur les plafonds	1,00	0,90	0,75	0,65	0,55	0,47	0,34	0,27	0,20	0,15	0,10	0,08
E, F	simple couche sur des isolants perforés ou sur isolants verticaux	1,00	0,87	0,82	0,72	0,64	0,52	0,44	0,34	0,27	0,20	0,15	0,08
	simple couche sur des isolants à câbles, coffres, etc.	1,00	0,87	0,82	0,72	0,64	0,52	0,44	0,34	0,27	0,20	0,15	0,08
	simple couche sur des isolants à câbles, coffres, etc.	1,00	0,87	0,82	0,72	0,64	0,52	0,44	0,34	0,27	0,20	0,15	0,08

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer en plus un facteur de correction de :

- 0,80 pour deux couches
- 0,73 pour trois couches
- 0,70 pour quatre ou cinq couches.

Facteur de correction K3

température ambiante (°C)	lettre de sélection		
	diélectrique (parachouze)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PE) butyle, éthylène, propylène (BEP)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,87	0,87	0,91
45	0,81	0,79	0,87
50	0,75	0,71	0,82
55	—	0,67	0,79
60	—	0,60	0,71

Facteur de correction Kn

(selon la norme NF C15-100 § 523.5.2)

- Kn = 0,84

Facteur de correction dit de symétrie Ka

(selon la norme NF C15-105 § B.5.2)

- Ka = 1 pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie
- Ka = 0,8 pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non respect de la symétrie.

ANNEXE 1 : CHOIX DES TRANSFORMATEURS

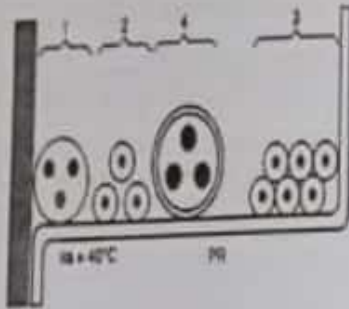
	Puissances des transformateurs en KVA													
	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
220V														
$I_n(A)$	120	157	200	250	313	400	500	625	789	1000	1250	1575	2000	2500
$I_n(KA)$	3.1	3.9	4.8	6.2	7.8	9.9	12.4	15.4	19.4	24.5	31.2	38.2	38.35	44.4
$U_{sc}(\%)$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Pertes cuivres	1.1	1.1	1.1	1.8	1.8	2.4	2.85	3.25	3.9	4.81	5.95	8.95	12	13.9
380V														
$I_n(A)$	72	91	115	140	180	232	290	360	450	580	720	910	1155	1445
$I_n(KA)$	1.8	2.3	2.9	3.7	4.5	5.7	7.14	8.9	11.2	14.2	17.6	22.1	24.8	27.8
$U_{sc}(\%)$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.5	5
Pertes cuivres	1.1	1.1	1.1	1.8	1.8	2.4	2.85	3.25	3.9	4.81	5.5	8.95	10.2	12.1

ANNEXE 8 : Choix des disjoncteurs Multi 9

Type de disjoncteur	TC14		TC14P		IT14		OT14M		CIRL 40 A, 63 A, 80 A, 100 A	CIRL 25-40 A	CIRL 50-63 A	C120M 125 A, 160 A, 200 A	C120M 125 A, 160 A, 200 A	C120M 125 A, 160 A, 200 A	ICT10M 125 A, 160 A, 200 A	ICT10M 125 A, 160 A, 200 A
	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A								
Disjoncteur 100 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 160 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 200 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 250 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 315 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 400 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 500 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 630 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A
Disjoncteur 800 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 1000 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 1250 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 1600 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 2000 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 2500 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 3150 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 4000 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 5000 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 6300 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 8000 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A
Disjoncteur 10000 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	125 A	100 A	100 A	125 A	125 A

ANNEXE 4 : Détermination des sections de câbles

Exemple d'un circuit à calculer selon la méthode NF C15-100 § 523.7
 Un câble polyéthylène réticulé (PR) triphasé + neutre (4^e circuit à calculer) est tiré sur un chemin de câbles perforé, conjointement avec 3 autres circuits constitués :
 ■ d'un câble triphasé (1^{er} circuit)
 ■ de 3 câbles unipolaires (2^e circuit)
 ■ de 6 câbles unipolaires (3^e circuit) : ce circuit est constitué de 2 conducteurs par phase.
 La température ambiante est de 40 °C et le câble véhiculé 58 ampères par phase.
 On considère que le neutre du circuit 4 est chargé.



La lettre de sélection donnée par le tableau correspondant est E.
 Les facteurs de correction K1, K2, K3 donnés par les tableaux correspondants sont respectivement :
 ■ K1 = 1
 ■ K2 = 0,77
 ■ K3 = 0,91.
 Le facteur de correction neutre chargé est :
 ■ Kn = 0,84.
 Le coefficient total $K = K1 \times K2 \times K3 \times Kn$ est donc
 $1 \times 0,77 \times 0,91 \times 0,84$ soit :
 ■ $k = 0,59$.

Détermination de la section
 On choisira une valeur normalisée de In juste supérieure à 58 A, soit In = 63 A.
 Le courant admissible dans la canalisation est Iz = 63 A.
 L'intensité fictive I'z prenant en compte le coefficient K est $I'z = 63 / 0,59 = 106,8$ A.
 En se plaçant sur la ligne correspondant à la lettre de sélection E, dans la colonne PR3, on choisit la valeur immédiatement supérieure à 106,8 A, soit, ici :
 ■ pour une section cuivre 127 A, ce qui correspond à une section de 25 mm²,
 ■ pour une section aluminium 122 A, ce qui correspond à une section de 35 mm².

Détermination de la section minimale

Connaissant Iz et K (Iz est le courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation : $Iz = Iz/K$), le tableau ci-après indique la section à retenir.

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 7)									
	caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR						
	B	PVC3	PVC3		PR3		PR2			
C			PVC3		PVC2	PR3		PR2		
E				PVC3		PVC2	PR3		PR2	
F					PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	28	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	38	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	78	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	248	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	278	299	322	348	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		840
	500					748	868	949		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254
section aluminium (mm ²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	28	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	58	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	88	90	96	103	112	122	128	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	196	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	318	324	348	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		858
	630					711	808	899		996

ANNEXE 6

J = 0

		K = 1									
Facteur réflexion (%)	plaf	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	murs	70	50	30	10	50	30	10	30	10	00
Classe des luminaires	A	0,92	0,88	0,84	0,81	0,87	0,83	0,81	0,83	0,81	0,79
	B	0,86	0,80	0,76	0,72	0,79	0,75	0,72	0,74	0,72	0,70
	C	0,81	0,73	0,67	0,63	0,71	0,66	0,62	0,65	0,62	0,60
	D	0,76	0,67	0,60	0,55	0,65	0,59	0,55	0,59	0,55	0,52
	E	0,71	0,61	0,53	0,48	0,59	0,53	0,47	0,52	0,47	0,45
	F	0,71	0,60	0,53	0,47	0,59	0,52	0,47	0,51	0,46	0,44
	G	0,68	0,56	0,48	0,42	0,54	0,47	0,41	0,46	0,41	0,39
	H	0,65	0,53	0,45	0,38	0,52	0,44	0,38	0,43	0,38	0,35
	I	0,64	0,51	0,42	0,35	0,49	0,41	0,35	0,40	0,35	0,32
	J	0,60	0,47	0,37	0,29	0,46	0,38	0,29	0,35	0,29	0,26

J = 1/3

		K = 1									
Facteur réflexion (%)	plaf	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	murs	70	50	30	10	50	30	10	30	10	00
Classe des luminaires	A	0,91	0,86	0,83	0,81	0,86	0,83	0,81	0,83	0,81	0,79
	B	0,85	0,79	0,75	0,72	0,78	0,74	0,71	0,74	0,71	0,70
	C	0,78	0,71	0,66	0,62	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60
	D	0,74	0,65	0,59	0,55	0,64	0,58	0,54	0,58	0,54	0,52
	E	0,69	0,59	0,52	0,47	0,58	0,52	0,47	0,51	0,47	0,45
	F	0,68	0,58	0,51	0,46	0,57	0,51	0,46	0,51	0,46	0,44
	G	0,65	0,54	0,46	0,41	0,53	0,46	0,41	0,46	0,41	0,39
	H	0,63	0,51	0,43	0,38	0,50	0,43	0,37	0,42	0,37	0,35
	I	0,61	0,49	0,41	0,35	0,48	0,40	0,34	0,40	0,34	0,32
	J	0,57	0,44	0,35	0,29	0,43	0,35	0,29	0,35	0,29	0,26

K = 1,25

		K = 1,25									
Facteur réflexion (%)	plaf	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	murs	70	50	30	10	50	30	10	30	10	00
Classe des luminaires	A	0,95	0,92	0,88	0,86	0,90	0,88	0,85	0,87	0,85	0,84
	B	0,91	0,85	0,81	0,78	0,84	0,80	0,78	0,80	0,77	0,75
	C	0,86	0,79	0,74	0,70	0,78	0,73	0,69	0,72	0,69	0,67
	D	0,82	0,74	0,68	0,63	0,72	0,67	0,62	0,66	0,62	0,60
	E	0,78	0,68	0,61	0,56	0,67	0,60	0,55	0,60	0,55	0,53
	F	0,78	0,69	0,62	0,57	0,67	0,61	0,56	0,60	0,56	0,54
	G	0,74	0,63	0,55	0,49	0,61	0,54	0,49	0,53	0,48	0,46
	H	0,71	0,60	0,52	0,45	0,58	0,51	0,45	0,50	0,44	0,42
	I	0,71	0,60	0,51	0,44	0,58	0,50	0,44	0,49	0,43	0,41
	J	0,66	0,53	0,44	0,36	0,51	0,43	0,36	0,42	0,36	0,33

K = 1,25

		K = 1,25									
Facteur réflexion (%)	plaf	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	murs	70	50	30	10	50	30	10	30	10	00
Classe des luminaires	A	0,94	0,90	0,87	0,85	0,90	0,87	0,85	0,87	0,85	0,84
	B	0,89	0,84	0,80	0,77	0,83	0,80	0,77	0,79	0,77	0,75
	C	0,84	0,77	0,72	0,68	0,76	0,72	0,69	0,72	0,68	0,67
	D	0,80	0,72	0,66	0,62	0,71	0,66	0,62	0,65	0,62	0,60
	E	0,76	0,66	0,60	0,55	0,65	0,58	0,55	0,59	0,55	0,53
	F	0,76	0,67	0,61	0,56	0,66	0,60	0,56	0,60	0,56	0,54
	G	0,71	0,61	0,54	0,48	0,60	0,53	0,48	0,53	0,48	0,46
	H	0,69	0,58	0,50	0,44	0,57	0,50	0,44	0,49	0,44	0,42
	I	0,68	0,57	0,49	0,44	0,56	0,49	0,43	0,48	0,43	0,41
	J	0,63	0,51	0,42	0,36	0,50	0,42	0,35	0,41	0,35	0,33

K = 1,50

		K = 1,50									
Facteur réflexion (%)	plaf	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	murs	70	50	30	10	50	30	10	30	10	00
Classe des luminaires	A	0,97	0,93	0,90	0,88	0,92	0,90	0,87	0,89	0,87	0,85
	B	0,93	0,89	0,84	0,81	0,87	0,83	0,81	0,82	0,80	0,78
	C	0,89	0,83	0,78	0,74	0,81	0,77	0,73	0,78	0,73	0,71
	D	0,85	0,78	0,72	0,68	0,75	0,71	0,67	0,70	0,66	0,64
	E	0,82	0,73	0,67	0,61	0,71	0,66	0,61	0,65	0,60	0,58
	F	0,83	0,75	0,69	0,63	0,73	0,67	0,63	0,66	0,62	0,60
	G	0,78	0,68	0,61	0,55	0,66	0,60	0,54	0,58	0,54	0,51
	H	0,75	0,65	0,57	0,50	0,63	0,55	0,50	0,54	0,49	0,46
	I	0,78	0,65	0,57	0,51	0,63	0,56	0,50	0,55	0,50	0,47
	J	0,70	0,58	0,49	0,41	0,56	0,47	0,41	0,46	0,40	0,37

K = 1,50

		K = 1,50									
Facteur réflexion (%)	plaf	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	murs	70	50	30	10	50	30	10	30	10	00
Classe des luminaires	A	0,96	0,92	0,89	0,87	0,91	0,89	0,87	0,88	0,86	0,85
	B	0,92	0,87	0,83	0,80	0,86	0,83	0,80	0,82	0,80	0,78
	C	0,87	0,81	0,76	0,73	0,80	0,76	0,73	0,75	0,72	0,71
	D	0,84	0,76	0,71	0,67	0,75	0,70	0,66	0,70	0,66	0,64
	E	0,80	0,72	0,65	0,61	0,70	0,65	0,60	0,64	0,60	0,58
	F	0,81	0,73	0,67	0,63	0,72	0,67	0,62	0,66	0,62	0,60
	G	0,76	0,66	0,59	0,54	0,65	0,59	0,54	0,58	0,53	0,51
	H	0,73	0,63	0,55	0,49	0,61	0,54	0,49	0,54	0,49	0,46
	I	0,74	0,63	0,56	0,50	0,62	0,55	0,50	0,54	0,49	0,47
	J	0,68	0,56	0,47	0,40	0,54	0,46	0,40	0,45	0,40	0,37

K = 2

		K = 2									
Facteur réflexion (%)	plaf	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	murs	70	50	30	10	50	30	10	30	10	00
Classe des luminaires	A	1,00	0,97	0,94	0,92	0,95	0,93	0,91	0,92	0,90	0,87
	B	0,97	0,93	0,90	0,87	0,91	0,88	0,86	0,87	0,85	0,83
	C	0,93	0,88	0,84	0,81	0,86	0,83	0,80	0,82	0,79	0,77
	D	0,91	0,85	0,80	0,75	0,83	0,78	0,75	0,77	0,74	0,71
	E	0,88	0,81	0,75	0,70	0,79	0,74	0,70	0,73	0,69	0,66
	F	0,89	0,83	0,77	0,73	0,81	0,76	0,72	0,75	0,72	0,69
	G	0,84	0,76	0,69	0,64	0,74	0,68	0,63	0,66	0,62	0,59
	H	0,81	0,72	0,65	0,58	0,70	0,63	0,58	0,62	0,57	0,54
	I	0,83	0,74	0,67	0,61	0,72	0,66	0,61	0,64	0,60	0,57
	J	0,76	0,65	0,57	0,49	0,63	0,55	0,48	0,53	0,48	0,45

K = 2

		K = 2									
Facteur réflexion (%)	plaf	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	murs	70	50	30	10	50	30	10	30	10	00
Classe des luminaires	A	0,99	0,95	0,93	0,91	0,94	0,92	0,90	0,91	0,90	0,89
	B	0,96	0,92	0,88	0,86	0,90	0,88	0,85	0,87	0,85	0,83
	C	0,92	0,87	0,83	0,79	0,86	0,82	0,79	0,81	0,78	0,77
	D	0,89	0,83	0,78	0,74	0,82	0,77	0,74	0,77	0,73	0,71
	E	0,86	0,79	0,74	0,69	0,78	0,73	0,69	0,72	0,68	0,66
	F	0,88	0,81	0,75	0,72	0,80	0,75	0,72	0,74	0,71	0,69
	G	0,82	0,74	0,68	0,63	0,73	0,67	0,62	0,66	0,62	0,59
	H	0,80	0,70	0,63	0,57	0,69	0,62	0,57	0,61	0,57	0,54
	I	0,81	0,72	0,66	0,60	0,71	0,65	0,60	0,64	0,59	0,57
	J	0,74	0,63	0,55	0,48	0,62	0,54	0,48	0,53	0,47	0,45

ANNEXE 5 : DETERMINATION DES CHUTES DE TENSION ADMISSIBLES

K44 Etude d'une installation
Protection des circuits

Détermination des chutes de tension admissibles

La chute de tension en ligne en régime permanent est à prendre en compte pour l'utilisation du récepteur dans des conditions normales (limites fixées par les constructeurs des récepteurs).

Le tableau ci-contre donne les formules usuelles pour le calcul de la chute de tension.

Plus simplement, les tableaux ci-dessous donnent la chute de tension en % dans 100 m de câble, en 400 V/50 Hz triphasé, en fonction de la section du câble et du courant véhiculé (In du récepteur). Ces valeurs sont données pour un cos φ de 0,85 dans le cas d'un moteur et de 1 pour un récepteur non inductif. Ces tableaux peuvent être utilisés pour des longueurs de câble L ≠ 100 m : il suffit d'appliquer au résultat le coefficient L/100.

Calcul de la chute de tension en ligne en régime permanent

Formules de calcul de chute de tension

alimentation	chute de tension (V CA)	en %
monophasé : deux phases	$\Delta U = 2 \sqrt{L} (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$	100 $\Delta U / U_n$
monophasé : phase et neutre	$\Delta U = \sqrt{L} (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$	100 $\Delta U / U_n$
triphasé : trois phases (avec ou sans neutre)	$\Delta U = \sqrt{3} \sqrt{L} (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$	100 $\Delta U / U_n$

Un : tension réduite entre phases.
Vn : tension réduite entre phase et neutre.

Chute de tension dans 100 m de câble en 400 V/50 Hz triphasé (%)

cos φ = 0,85	câble cuivre															aluminium															
	S (mm²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	S	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	
1	0,5	0,4																0,4													
2	1,1	0,8	0,4															0,8	0,4												
3	1,8	1	0,6	0,4														1,2	0,8	0,5											
5	2,8	1,6	1	0,8	0,4													2,1	1,2	0,8	0,8										
10	5,2	3,2	2	1,4	0,8	0,8												4,1	2,6	1,8	1,2	0,9	0,6	0,5							
16	8,4	5	3,2	2,2	1,3	0,8	0,5											6,4	4,1	2,8	1,9	1,4	1	0,7	0,6	0,5					
25		8,5	4	2,8	1,8	1	0,8											8	5	3,2	2,3	1,7	1,3	0,9	0,8	0,6					
35			7,9	5	3,2	2	1,3	0,8	0,8									10	6	3,7	2,6	1,9	1,4	1	0,7	0,6	0,5				
50				8,3	4,2	2,6	1,6	1,1	0,8	0,5								13	8	4,5	3,2	2,4	1,9	1,4	1	0,7	0,6	0,5			
70					7,9	5,3	3,2	2,1	1,4	1	0,7	0,6						17	10	5,1	3,7	2,8	2,1	1,6	1,1	0,8	0,6	0,5			
95						6,7	4,1	2,5	1,8	1,2	0,9	0,6	0,5					21	13	6,4	4,1	2,8	1,9	1,4	1	0,7	0,6	0,5			
120							8,4	5	3,2	2,1	1,5	1,1	0,8	0,6				26	16	8	5	3,2	2,3	1,7	1,3	0,9	0,8	0,6			
150								5,8	3,3	2,2	1,7	1,3	0,9	0,7	0,5			32	19	9,8	6,5	4,2	2,9	2,1	1,6	1,1	0,8	0,7			
180									6,4	4,1	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,6	0,5	39	23	11,5	7,8	5,1	3,6	2,6	1,9	1,4	1	0,8			
240										8	5	3,5	2,4	1,7	1,3	1	0,8	0,7	0,6	13	9	6,2	4,3	3,1	2,2	1,6	1,2	1	0,8		
300											4,4	3,1	2,2	1,6	1,3	1	0,9	0,7	0,6	17	11	8,8	6,1	4,5	3,2	2,4	1,8	1,3	1	0,9	
360												5,3	3,9	2,8	2,1	1,6	1,4	1,1	1	21	13	10,5	7,3	5,3	3,8	2,8	2,1	1,6	1,2	1	1
420													6,4	4,9	3,5	2,6	2	1,6	1,4	25	15	12,2	8,6	6,2	4,5	3,3	2,5	1,9	1,4	1,1	1,1
480														8	4,3	3,2	2,5	2,1	1,7	30	18	14,5	10,4	7,5	5,4	3,9	2,9	2,2	1,6	1,2	1,2
540															8,8	4,1	3,2	2,6	2,3	36	21	16,5	11,8	8,5	6,1	4,4	3,3	2,5	1,9	1,4	1,2
600																8,9	5,1	4	3,3	42	24	18,2	13,1	9,5	6,8	4,9	3,5	2,6	2	1,4	1,2

cos φ = 1	câble cuivre															aluminium																
	S (mm²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	S	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300		
1	0,6	0,4																0,5														
2	1,2	0,7	0,5															0,7	0,5													
3	1,9	1,1	0,7	0,5														1,4	0,9	0,6												
5	3,1	1,9	1,2	0,8	0,5													2,3	1,4	1	0,7											
10	5,1	3,2	2,3	1,6	0,9	0,5												4,6	2,8	1,9	1,4	1	0,7	0,5								
16	10,7	5,9	3,7	2,4	1,4	0,9	0,6											9	5,6	3,7	2,7	1,9	1,4	1	0,8	0,7	0,6					
25		7,4	4,8	3,1	1,9	1,2	0,7											14	8,7	5,6	4,1	3	2,1	1,6	1,1	0,8	0,6	0,5				
35			9,3	5,8	3,9	2,3	1,4	0,9	0,6									21	13	10,5	7,3	5,1	3,6	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,7	0,6		
50				7,4	5	3	1,9	1,2	0,8	0,6								26	16	13,2	9,3	6,5	4,6	3,3	2,4	1,8	1,3	1	0,8	0,7	0,6	
70					9,3	5,1	3,2	2,2	1,4	1,1	0,7	0,5						32	19	15,9	11,1	7,8	5,5	3,9	2,8	2,1	1,6	1,2	1	0,9	0,7	
95						7,7	4,6	2,9	1,9	1,4	0,9	0,6	0,5					39	23	18,7	13,2	9,5	6,7	4,8	3,4	2,5	1,9	1,4	1	0,9	0,7	
120							9,7	5,9	3,6	2,3	1,6	1,2	0,8	0,6				47	28	22,1	15,7	11,1	7,9	5,6	4,1	3	2,2	1,7	1,3	1	1,1	
150								8,5	4,1	2,6	1,9	1,3	0,9	0,7	0,5			56	33	26,1	18,8	13,3	9,5	6,7	4,8	3,4	2,5	1,9	1,4	1,1	1,1	
180									7,4	4,6	3	2,1	1,4	1,1	0,8	0,6	0,5	66	39	30,1	21,5	15,3	11,1	7,9	5,6	4,1	3	2,2	1,7	1,3	1,1	
240										9,3	5,8	3,7	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,7	0,6	81	47	36,1	25,5	18,1	13,1	9,5	6,7	4,8	3,4	2,5	1,9	1,4
300											7,2	4,6	3,2	2,3	1,6	1,2	1	0,9	0,7	0,6	97	56	43,1	30,5	21,8	15,7	11,1	7,9	5,6	4,1	3	2,2
360												8,9	4,2	3	2,1	1,5	1,2	1	0,8	0,6	114	66	51,1	36,5	25,8	18,1	13,1	9,5	6,7	4,8	3,4	2,5
420													7,4	5,3	3,7	2,6	2	1,5	1,4	1,3	1	0,8										
480														6,7	4,6	3,3	2,4	1,9	1,7	1,4	1,2	0,9										
540															8,9	4,2	3,2	2,4	2,3	1,9	1,5	1,2										
600																7,4	5,3	3,9	3,1	2,9	2,3	1,9	1,4									

Pour un réseau triphasé 230 V, multiplier ces valeurs par $\sqrt{3} = 1,73$.
Pour un réseau monophasé 230 V, multiplier ces valeurs par 2.

