



ROYAUME DU MAROC
LE MINISTRE DE L'ÉDUCATION SUPÉRIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
LE CENTRE NATIONAL DE L'ÉVALUATION DES EXAMENS ET DE L'ORIENTATION
LE CENTRE NATIONAL DE L'ÉVALUATION DES EXAMENS ET DE L'ORIENTATION



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي

الأطر المرجعية المحينة الخاصة باختبارات الامتحان الوطني الموحد لنيل شهادة التقني العالي (BTS) - دورة 2021
الإطار المرجعي للاختبار الخاص بدراسة المحولات الكهربائية - تخصص تقنيات الكهرباء

Composante : Association convertisseur machine et régulation

Filière: Electrotechnique

L'épreuve **E1 : Association convertisseur-machine et régulation** s'appuie sur l'étude d'un système technique industriel commun pour les parties **E1.1, E1.2 et E1.3**

1. Finalités

Cette épreuve doit notamment permettre de vérifier les capacités du candidat à :

- Analyser une solution technique dans son contexte ;
- Mettre en œuvre des lois, principes et modèles appliqués à l'électrotechnique pour la compréhension d'un système technique industriel ;
- Exploiter des notices et des documents techniques ;
- Mener et justifier des calculs sur des modèles physiques équivalents ;
- Justifier l'intérêt d'un procédé ou de l'agencement de procédés dans le système ou l'application.

2. Description de l'épreuve

L'épreuve E1, Association convertisseur-machine et régulation, est une épreuve écrite de durée de 4 heures et de coefficient 30.

Le support de cette épreuve est un système technique industriel pluri technologique dans lequel le domaine d'électrotechnique a une place prépondérante. Cette épreuve est constituée de trois parties pouvant être traitées indépendamment les unes des autres. Cette épreuve peut porter sur tout ou partie du système.

L'élaboration et la correction du sujet est confiée à une équipe de professeurs de génie électrique.

L'évaluation porte sur :

Les savoirs et les savoir-faire listés dans le présent référentiel d'évaluation. Il pourra également être demandé aux candidats de :

- Commenter et d'analyser des résultats d'expérimentation ou de simulation ;
- Exploiter des données extraites de notices ou de documents scientifiques ou techniques ;
- Justifier le choix des méthodes et des appareils de contrôle, de mesure et d'instrumentation utilisés.

الأطر المرجعية المحينة الخاصة باختبارات الامتحان الوطني الموحد لنيل شهادة التقني العالي (BTS) - دورة 2021
الإطار المرجعي للاختبار الخاص بدراسة المحولات الكهربائية - تخصص تقنيات الكهرباء
المركز الوطني للتقويم و الامتحانات

الهاتف: 0537.71.44.53 / 52 - الفاكس: 0537.71.44.09 البريد الإلكتروني: cneebts@gmail.com ص 1 من 4

3. Descriptif du contenu des domaines principaux

E1.1 : Machines électriques

A. Transformateurs :

A.1. Transformateur monophasé :

- Identifier les éléments constitutifs ;
- Expliquer le principe de fonctionnement ;
- Modéliser un transformateur réel ;
- Exploiter les données de la plaque signalétique ;
- Exploiter les résultats des essais (à vide, en court-circuit et en charge) :
 - o Représenter caractéristiques, modèles et diagrammes ;
 - o Déterminer les éléments du modèle équivalent ;
 - o Exploiter le diagramme de Kapp ;
 - o Prédéterminer la chute de tension au secondaire ;
 - o Déterminer le rendement (méthode directe et méthode des pertes séparées) ;

A.2. Transformateur triphasé :

- Identifier les éléments constitutifs ;
- Décoder et exploiter une plaque signalétique ;
- Déterminer le couplage et l'indice horaire ;
- Représenter le schéma électrique équivalent d'une phase ;
- Déterminer les éléments du modèle équivalent ;
- Déterminer le rendement ;
- Réaliser un couplage de transformateurs en respectant les conditions.

B. Machine asynchrone triphasé :

- Expliquer la création du champ magnétique tournant et le principe de fonctionnement du moteur asynchrone triphasé ;
- Décoder et exploiter les données de la plaque signalétique ;
- Déterminer les éléments du schéma électrique monophasé équivalent en exploitant les résultats des essais (à vide, en synchronisme, à rotor calé et en charge) ;
- Déterminer les pertes, le rendement et établir le bilan de puissances ;
- Etablir les expressions du couple $T_{em}=f(g)$ ou $T_{em}=f(\Omega)$;
- Représenter ou exploiter la caractéristique mécanique $T_{em}(\Omega)$ pour différentes fréquences de tensions d'alimentation (pour un fonctionnement en moteur, en génératrice ou en frein) ;
- Présenter les procédés de variation de vitesse du moteur asynchrone en utilisant la conversion de fréquence et la commande scalaire ($U/f = cste$) ;
- Citer les domaines d'utilisation ;
- Exploiter un moteur asynchrone triphasé en monophasé.



E1.2 Convertisseurs Statiques

C. Conversion continu - alternatif : Onduleurs

C.1. Onduleur de tension monophasé :

C.1.1 Onduleurs en demi-pont :

- Analyser le fonctionnement et modéliser les interrupteurs ;
- Représenter les différents chronogrammes ;
- Faire l'étude des tensions et des courants (valeur efficace, harmoniques, TDH, spectre) ;
- Etablir le bilan des puissances.

C.1.2 Onduleurs en pont : Commande symétrique et décalée

- Analyser le fonctionnement ;
- Représenter les différents chronogrammes ;
- Faire l'étude des tensions et des courants (valeur efficace, harmoniques, TDH, spectre) ;
- Etablir le bilan des puissances.

C.2. Onduleur de tension triphasé :

- Analyser le fonctionnement ;
- Représenter les différents chronogrammes.

C.3. Onduleur à commande MLI (Modulation de largeur d'impulsion) :

- Identifier et analyser une onde MLI unipolaire et MLI bipolaire ;
- Représenter les chronogrammes et les spectres ;
- Proposer un circuit de commande MLI ;

C.4. Applications des onduleurs :

C.4.1 : Variateurs de vitesse pour moteur asynchrone triphasé

- Identifier les procédés de variation de vitesse du moteur asynchrone ;
- Identifier les blocs constituant un variateur industriel ;
- Etablir le schéma de raccordement d'un variateur industriel ;
- Distinguer les différentes stratégies de contrôle de la machine asynchrone :
 - Principe de la commande scalaire (en V/f constante) ;



D. Structure des Gradateurs Monophasés

- Donner la structure des gradateurs monophasés ;
- Connaître les modes de réglage de la valeur efficace ;
- Tracer les formes d'ondes et spectre pour une charge purement résistive et purement inductive ;
- Calculer la valeur efficace de la tension ;
- Calcul des puissances.

E. Qualité de l'énergie électrique

- Connaître les normes CEM
- Comprendre la notion de pollution harmonique ;
- Distinguer les effets des perturbations dues aux harmoniques sur les équipements ;
- Calculer le facteur de puissance et le TDH avant et après la mise en place d'un filtre.

E1.3 Régulation et Asservissement Industriels

A. Régulation et asservissement analogique :

- Dresser le schéma fonctionnel d'une boucle de régulation ;
- Connaître les propriétés en boucle fermée ;
- Établir l'expression de la fonction de transfert d'une chaîne de commande ;
- Déterminer la précision, la stabilité et le temps de réponse d'un processus ;
- Vérifier les performances du système avec son correcteur ;
- Applications :
 - o Régulation de tension, de courant ou de couple ;
 - o Asservissement de vitesse ;
 - o Variateur de vitesse réversible avec boucles de courant et de vitesse imbriquées
 - o Régulation de température.

B. Régulation et asservissement numérique :

- Comprendre la notion d'échantillonnage ;
- Connaître l'utilité de la conversion analogique numérique et numérique analogique ;
- Maîtriser l'outil mathématique : transformée en Z ;
- Analyser les boucles de régulation/asservissement numériques : régime transitoire, stabilité et précision ;
- Calculer la transmittance échantillonnée (fonction de transfert) ;
- Faire la synthèse de quelques régulateurs numériques : élaboration des lois de commandes.

