



المملكة المغربية
وزارة التكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي



المملكة المغربية
وزارة التكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي

الأطر المرجعية المكيفة الخاصة باختبارات الامتحان الوطني الموحد لنيل شهادة التقني العالي (BTS) - دورة 2020
الإطار المرجعي للاختبار الخاص بمكون الهندسة الكهربائية تخصص الصيانة الصناعية
Composante: Génie Electrique
Filière: Maintenance Industrielle

A. PRESENTATION

1. INTITULE DU BTS :

Maintenance Industrielle

2. CONTEXTE PROFESSIONNEL :

Pour assurer leur pérennité, les entreprises doivent fournir un produit ou un service de qualité. Pour cela, le produit ou le service doit :

- ✓ satisfaire le client ;
- ✓ être fourni à un prix compétitif ;
- ✓ générer un profit pour l'entreprise.

Afin d'atteindre ces objectifs, l'entreprise doit être en mesure de rentabiliser ses investissements en assurant, entre autres, la disponibilité de ses moyens de production et la sécurité des personnes, au moindre coût.

La complexité croissante des systèmes de production, leur caractère pluri-technologique et l'incidence économique des arrêts de production nécessitent que l'entreprise puisse disposer de personnels polyvalents, capables de contribuer à l'optimisation de la sûreté de fonctionnement¹ de ses installations. Ces personnels devront être capables de contribuer à l'organisation de la maintenance, d'améliorer la disponibilité des équipements à travers ses composantes de fiabilité et de maintenabilité, et être capables de développer la maintenance préventive.

Cette capacité à optimiser la maintenance et à améliorer la disponibilité des moyens de production, implique l'existence de personnels disposant de solides compétences dans les domaines de l'analyse et de la recherche de solutions s'appuyant sur de solides connaissances scientifiques et techniques, tant théoriques que pratiques, des domaines du génie mécanique et du génie électrique.

Cependant, si le niveau de compétences technico-économique s'avère important, il ne saurait se dispenser de solides compétences dans le domaine de la communication, de l'animation et de l'encadrement.

C'est pour répondre à cette demande, que le Ministère de l'Education Nationale a décidé de créer un Brevet de Technicien Supérieur en maintenance industrielle.

¹ Sûreté de fonctionnement : la sûreté de fonctionnement se caractérise par ses composantes de disponibilité et de sécurité

3. PROFIL DE L'EMPLOI DU TECHNICIEN SUPERIEUR EN MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Le technicien supérieur de maintenance industrielle, par ses aspects pragmatiques, est capable, au sein des entreprises de production et de service de :

- ✓ assurer des fonctions d'animation et d'encadrement ;
- ✓ assurer des fonctions techniques destinées à optimiser la sûreté de fonctionnement des moyens de production de l'entreprise.

4. FONCTIONS ET ACTIVITES

Les activités professionnelles du technicien supérieur en maintenance industrielle, peuvent être regroupées dans le cadre des fonctions suivantes :

- ✓ **Fonctions d'animation et d'encadrement**
 - Assurer l'animation et l'encadrement
- ✓ **Fonctions techniques**
 - Fonctions principales :
 - Définir, mettre en œuvre et optimiser la maintenance corrective
 - Définir, mettre en œuvre et optimiser la maintenance préventive
 - Améliorer la sûreté de fonctionnement des moyens de production de l'entreprise
 - Fonction secondaire :
 - Intégrer des moyens nouveaux



5. DESCRIPTION DES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES ET DES TÂCHES ASSOCIÉES

ACTIVITÉS	TÂCHES ASSOCIÉES
Définir, mettre en œuvre et optimiser la maintenance corrective	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifier et prévenir les risques liés aux opérations de maintenance corrective ; ✓ Localiser et diagnostiquer les défaillances ; ✓ Préparer les interventions ; ✓ Assurer le suivi des interventions ; ✓ Participer à l'élaboration et/ou à la mise en place d'un système de gestion et d'analyse des interventions (historiques, coûts, indicateurs, ...) ; ✓ Participer à l'élaboration et /ou à la mise en place d'un système de gestion de la documentation technique ; ✓ Elaborer des aides aux interventions ; ✓ Définir les pièces de rechange et les consommables à tenir en stock ; ✓ Mettre à jour et enrichir les ressources concernées par l'intervention (historiques, schémas, ...).
Définir, mettre en œuvre et optimiser la maintenance préventive	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Définir et préparer les opérations de maintenance préventive systématique ; ✓ Planifier les opérations de maintenance préventive systématique ; ✓ Définir et préparer les opérations de maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle ; ✓ Planifier les opérations de maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle ; ✓ Mettre en œuvre les opérations de surveillance des équipements et exploiter les informations recueillies ; ✓ Mettre à jour et enrichir les ressources concernées par les opérations de maintenance préventive.
Améliorer la sûreté de fonctionnement des moyens de production de l'entreprise Nota : Sûreté = disponibilité + sécurité Disponibilité = fiabilité + maintenabilité + logistique	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Analyser la disponibilité des moyens ; ✓ Identifier et analyser les risques d'accident ; ✓ Participer à l'élaboration d'AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) ; ✓ Proposer des solutions ; ✓ Mettre en œuvre les modifications ; ✓ Assurer le suivi des travaux ; ✓ Contribuer aux processus de certification qualité (ex : ISO 9000).
Intégrer des moyens nouveaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contribuer à la conception des moyens dans ses aspects fiabilité et maintenabilité ; ✓ Contribuer à l'installation et à la réception des moyens ; ✓ Contribuer à la mise en service.
Assurer l'animation et l'encadrement	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Animer une réunion de travail ; ✓ Participer à la formation du personnel ; ✓ Encadrer un groupe de personnes.



6. TABLEAU DES CAPACITES ET COMPETENCES TERMINALES

C1	S'EXPRIMER ORALEMENT OU PAR ÉCRIT SUR DES PROBLÈMES TECHNIQUES, ECONOMIQUES, HUMAINS	
	<i>C11 Rédiger une note, un rapport</i>	
	<i>C12 Exposer Un Dossier</i>	
C2	ANALYSER LES MOYENS DE PRODUCTION DANS SES ASPECTS FONCTIONNEL, STRUCTUREL, TEMPOREL, DE DISPONIBILITÉ ET DE SÉCURITÉ	
	<i>C21 Analyser les moyens de production dans ses aspects fonctionnel, structurel, temporel</i>	
	✓ C 211 Analyser les moyens de production d'un point de vue fonctionnel	
	✓ C 212 Analyser le fonctionnement d'un point de vue mécanique	
	✓ C 213 Analyser le fonctionnement d'un point de vue automatisme	
	✓ C 214 Analyser le fonctionnement d'un moyen, d'un point de vue gestion et/ou distribution de l'énergie électrique	
	<i>C22 Analyser la disponibilité des moyens de production</i>	
	✓ C 221 Analyser l'utilisation et le comportement opérationnel et prévisionnel des moyens	
	✓ C 222 Analyser l'efficacité de la maintenance à l'aide d'indicateurs, et les coûts liés à la maintenance	
	<i>C23 Analyser les risques d'accident et d'atteinte à la santé liés aux activités de la fonction maintenance</i>	
C3	AMÉLIORER LES MOYENS DE PRODUCTION DANS SES ASPECTS FONCTIONNEL, STRUCTUREL, DE DISPONIBILITÉ ET DE SÉCURITÉ, ET CONTRIBUER À LA CONCEPTION DES MOYENS NOUVEAUX	
	<i>C31 Décrire les fonctions satisfaisant à un besoin et proposer des solutions d'amélioration</i>	
	✓ C 311 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration des ensembles mécaniques	
	✓ C 312 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration de l'automatisation	
	✓ C 313 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration des installations électriques	
	✓ C 314 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration de l'organisation et de la logistique de maintenance	
	<i>C32 Préparer, optimiser et ordonnancer les travaux de maintenance, d'amélioration et les travaux neufs</i>	
	✓ C 321 Préparer, optimiser et ordonnancer la maintenance corrective	
	✓ C 322 Préparer, optimiser et ordonnancer la maintenance préventive	
	✓ C 323 Préparer et ordonnancer les travaux d'amélioration et les travaux neufs	
	<i>C33 Définir les mesures de prévention liées aux activités de la fonction maintenance</i>	
	<i>C34 Participer à la politique de protection de l'environnement de l'entreprise</i>	
	C4	Mettre en œuvre Les travaux de maintenance et D'AMÉLIORATION
		<i>C41 Mettre en œuvre les opérations de maintenance corrective</i>
<i>C42 Mettre en œuvre les opérations de maintenance préventive</i>		
<i>C43 Mettre en œuvre les travaux d'amélioration</i>		
C5	ASSURER DES FONCTIONS D'ANIMATION ET D'ENCADREMENT	
	<i>C51 Animer, former et conseiller le personnel en responsabilité.</i>	
	<i>C52 Détecter les besoins des personnels en responsabilité et informer la hiérarchie</i>	



7. TABLEAUX D'EVALUATION

a. Introduction

L'évaluation au sein du BTS MI vise à contrôler l'acquisition des différents savoirs nécessaires au développement des compétences requises du technicien supérieur en Maintenance Industrielle.

L'évaluation s'effectue selon deux modes :

- ✓ Une évaluation en cours de formation sous forme de contrôles continus ;
- ✓ Une évaluation ponctuelle sous forme :
 - D'un examen de passage à la deuxième année ;
 - D'un examen national de fin de formation.

b. Pondération des notes :

Niveau	Contrôle continu	Examen
Première année	50%	50%
Deuxième année	25%	75%



c. Modalités

- ✓ **Évaluation en première année de formation**
 - **Évaluation en cours de formation (contrôles continus)** :Elle est étalée sur l'année de formation.
 - **Évaluation en fin de première année (examen de passage)**:Elle est située en fin de la première année et organisée par le centre de formation.
- ✓ **Évaluation en deuxième année de formation**
 - **Évaluation en cours de formation (contrôles continus)**: Cette évaluation concerne uniquement les candidats scolarisés. Elle est étalée sur la deuxième année de formation.
 - **Évaluation en fin de formation (examen national)** : Cette évaluation concerne les candidats scolarisés et libres. Elle est située en début du mois de Mai de la deuxième année de formation.

La forme des épreuves, leurs coefficients ainsi que les temps alloués sont donnés dans le tableau suivant.

Unité	Constituant de l'unité	1 ^{ère} Année					2 ^{ème} Année				
		Evaluation en Cours de Formation		Examen de Passage		Coef	Evaluation en Cours de Formation		Examen de Sortie		Coef
		N° CC	Forme	Forme	Nb Heurs		N° CC	Forme	Forme	Nb Heurs	
Langue & Communication	Langue Arabe	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10
	Langue Française	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10
	Langue Anglais	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10
	TEC	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10
Sciences & Techniques	Environnement Juridique & Economique	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10					
	Mathématique	3	Ecrit/Oral	Ecrit	3	20	3	Ecrit/Oral	Ecrit	3	15
	Sciences Physiques	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	10
	Analyse Fonctionnelle et Structurale	3	Ecrit/TP	Ecrit	6	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	6	15
	Automatismes	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	15
	Génie Électrique	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	15
Professionnelle	Méthodes de Maintenance	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	10
	Diagnostic Sur Systèmes Industrielle	3	TP			30	3	TP		45 Min	30
	Rapport de Stage									30 Min	20
	Rapport de Projet									30 Min	30
Total		36			31	200	33				200



B. SPÉCIFICATION DES NIVEAUX D'ACQUISITION ET DE MAÎTRISE DES CONTENUS



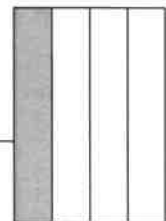
**Indicateur de niveau d'acquisition
et de maîtrise des contenus**

Niveau

1	2	3	4
---	---	---	---

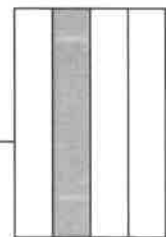
Le contenu est relatif à l'appréhension d'une vue d'ensemble d'un sujet :
les réalités sont montrées sous certains aspects de manière partielle ou globale.

Niveau d'information



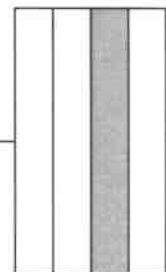
Le contenu est relatif à l'acquisition de moyens d'expression et de communication :
définir, utiliser les termes composant la discipline.
Il s'agit de maîtriser un savoir.
Ce niveau englobe le niveau précédent.

Niveau d'expression



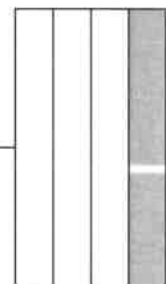
Le contenu est relatif à la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action :
utiliser, manipuler des règles ou des ensembles de règles (algorithmes), des principes, en vue d'un résultat à atteindre.
Il s'agit de maîtriser un savoir-faire.
Ce niveau englobe de fait, les deux niveaux précédents.

Niveau de la maîtrise d'outils



Le contenu est relatif à la maîtrise d'une méthodologie de pose et de résolution de problèmes :
assembler, organiser les éléments d'un sujet, identifier les relations, raisonner à partir de ces relations, décider en vue d'un but à atteindre.
Il s'agit de maîtriser une démarche : induire, déduire, expérimenter, se documenter.
Ce niveau englobe de fait, les trois niveaux précédents.

Niveau de la maîtrise méthodologique



Nota : les évaluations permettant la certification ne peuvent porter que sur des compétences utilisant des savoirs, savoir-faire et démarches de niveau 2, 3 et 4.

C. DEFINITIONS DEL'EPREUVE

Génie Électrique

• Finalités et objectifs de l'épreuve :

Cette épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable d'utiliser les connaissances acquises pour :

- ✓ appréhender l'analyse fonctionnelle et structurelle d'un sous-système de distribution et/ou de gestion et/ou de conversion d'énergie électrique mis en œuvre dans un système de production (en se limitant à l'approche externe des composants);
- ✓ concevoir, dans le cadre de l'amélioration des moyens existants, des modifications de tout ou partie d'un sous-système de distribution et/ou de gestion et/ou de conversion d'énergie électrique, en vue d'optimiser la sûreté de fonctionnement;
- ✓ déterminer, dans le cadre de la conception de moyens nouveaux, la structure fonctionnelle d'un sous-système de distribution et/ou de gestion et/ou de conversion d'énergie électrique.

Cette épreuve a pour but de valider une ou plusieurs des compétences suivantes du référentiel de certification :

- C 214 Analyser le fonctionnement d'un moyen, d'un point de vue gestion et/ou distribution de l'énergie électrique
- C 313 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration des installations électriques

• Conditions de réalisation :

Le support technique d'étude est issu du monde industriel.

Le questionnement est relatif à des problèmes techniques réels dont la complexité est caractéristique de ce niveau d'enseignement. Leur résolution doit permettre la mobilisation des connaissances des candidats, conformément aux niveaux d'acquisition et de maîtrise des contenus définis dans le référentiel.

Le candidat sera placé en totale autonomie.

• Forme de l'évaluation :

- ✓ Épreuve écrite ponctuelle
- ✓ Durée : 3 heures
- ✓ Coefficient : 15



D. CONTENUS

S3 1 - Organisation générale – représentation graphique	Niveau			
	1	2	3	4
<p>Organisation des installations électriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Générateurs ; ✓ Récepteurs ; ✓ Conducteurs et canalisations ; ✓ Appareils de connexions et de commande ; ✓ Appareils de protection ; ✓ Appareils de réglage, de mesure, de comptage. <p>Représentation graphique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Principaux symboles ; ✓ Normalisation des schémas ; ✓ Principaux types de schémas ; ✓ Modes de représentation. 				
S3 2 - La production, Le transport, la distribution de l'énergie électrique	Niveau			
	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> • Production de l'énergie électrique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Différents modes de production: hydraulique, thermique, nucléaire, etc ▪ Principe de fonctionnement; ▪ Couplage d'un alternateur triphasé sur le réseau électrique. • Réseaux de transport : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonction et constitution d'un poste d'interconnexion ; ▪ Pertes d'énergie dans les lignes électriques. • Distribution de l'énergie électrique : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schéma synoptique de la distribution radiale, en boucle, en peigne ; ▪ Poste de transformation : implantation d'un poste, constitution générale ▪ Mise en parallèle des transformateurs ; ▪ Protection du transformateur : relais « Buchholz » ; ▪ entretien : surveillance et contrôle, traitement du diélectrique. • Tarification de l'énergie électrique. • Alimentation secourue : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alimentation sans coupure (onduleurs + batteries de secours) ; ▪ Alimentation de remplacement par groupe électrogène. • Gestion de l'énergie électrique : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Abonnements et tarification : optimisation de la fourniture d'énergie ; ▪ Bilan de puissance, puissance installée ; ▪ Economie d'énergie : délestage, relevage, Décalage des consommations, programmation, gestion technique centralisée. ▪ Compensation du facteur de puissance : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rappel d'électrotechnique ; ✓ Inconvénients d'un mauvais facteur de puissance ; ✓ Installation d'une batterie de condensateurs. 				



S3 3 - Équipement général des locaux industriels	Niveau			
	1	2	3	4
Identification d'équipement général des locaux industriels : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Eclairage, éclairage de secours ; ✓ Chauffage électrique, climatisation ✓ Signalisation et alarme, contrôle d'accès ; ✓ Alimentation secourue ; ✓ Système de production d'énergies fluidiques ; ✓ Réseaux de communication ; ✓ Traitement de perturbation et pollution harmonique de réseau. 				

S3 4 - Appareillage électrique	Niveau			
	1	2	3	4
Généralités : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Degré de protection des enveloppes ; ✓ Le sectionneur : fonction, constitution, utilisation ; ✓ Les contacts électriques ; Établissement et interruption d'un courant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ L'arc électrique ; ✓ Constitution d'un appareil de commande ; ✓ Fonction « commutation » (pouvoir de fermeture, coupure, relation : service / durée de vie, catégorie d'emploi) ; ✓ Contacteur, disjoncteur-moteur ; ✓ Caractéristiques essentielles ; ✓ Choix du matériel de commande. Protection des circuits électriques : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protection contre les surintensités : pouvoir de coupure ; <ul style="list-style-type: none"> ✓ Coupe-circuits à fusibles : Constitution, caractéristiques, différentes classes, courbes de fusion, cartouche gI ou aM ; ✓ Relais thermique ; ✓ Relais magnétique ; ✓ disjoncteur : définition, principe de fonctionnement, caractéristiques ✓ Disjoncteur ou interrupteur différentiel : principe de fonctionnement, installation, sensibilité ; ✓ Choix de matériel de protection (calibre en fonction de la section du conducteur) ; ▪ Protection contre le manque de tension. ▪ Réglage des protections : intensité, tension ... 				



Le risque électrique :

- ✓ Effets physiologiques du courant ;
- ✓ Contacts directs, contacts indirects ;
- ✓ La protection des biens ;
- ✓ Les niveaux de tensions, les zones à risque ;

Le principe de protection : mise à la terre des masses métalliques ;

- ✓ Le relais différentiel (description, principe de fonctionnement) ;
- ✓ Installations dans les locaux humides.

Les régimes de Neutre (Systèmes de Liaison à la Terre) :

▪ SLT : TT

- ✓ Schéma TT, neutre à la terre ;
- ✓ Règles d'installation ;
- ✓ Protection associée au régime (description, principe de fonctionnement) ;
- ✓ Vérification des conditions de déclenchement.

▪ SLT : TN

- ✓ Schéma TN, mise au neutre ;
- ✓ Conditions d'installation ;
- ✓ Principe de la protection associée au régime;
- ✓ Liaisons équipotentielles ;
- ✓ Courbes de sécurité ;
- ✓ Vérification des conditions de déclenchement.

▪ SLT: IT

- ✓ Schéma IT, neutre isolé ;
- ✓ Conditions d'installation, applications ;
- ✓ Principe de la protection (premier défaut, deuxième défaut) ;
- ✓ Contrôleur permanent d'isolement ;
- ✓ Vérification des conditions de déclenchement.

▪ Choix de régime de neutre pour une installation.



S3 6 - Les conducteurs et les câbles

Niveau

1 2 3 4

Conducteurs isolés, câbles unipolaires, multipolaires :

- ✓ Caractéristiques électriques ;
- ✓ Caractéristiques mécaniques ;
- ✓ Désignation des conducteurs et des câbles ;
- ✓ Classification et choix des câbles.

Canalisations électriques :

- ✓ Caractéristiques générales ; désignation ;
- ✓ Détermination de la chute de tension dans une canalisation : limites maximales, calcul de la chute de tension en ligne ;
- ✓ vérification de la section des conducteurs par rapport à la chute de tension
- ✓ Protection d'une canalisation contre les surcharges ;
- ✓ Calcul du courant de court-circuit dans une installation triphasée (impédance, résistance, réactance des différents éléments constituant l'installation électrique) ;
- ✓ Choix d'un conduit ou d'une canalisation.

Les différents modes de pose des canalisations électriques :

- ✓ Codification, conditions générales de pose ;
- ✓ Choix du mode de pose, pose en canalisations préfabriquées ;
- ✓ Etude d'une installation : aménagement d'un atelier.

S3 7 - Principaux actionneurs et circuits de commande associés

Niveau

1 2 3 4

Le moteur à courant continu

- Rappel
 - ✓ lois générales
 - ✓ Constitution générale : induit, inducteur, circuit magnétique, refroidissement, ...
 - ✓ Caractéristiques principales ;
- Critères de choix d'un moteur à courant continu ;
- Maintenance des machines à courant continu.

Le variateur de vitesse pour moteur à courant continu

- Applications industrielles de la variation - régulation de vitesse ;
- Caractéristiques mécaniques (inerties, frottements, réducteurs) ;
- Constitution, synoptique général du variateur ;
- ✓ Le fonctionnement 4 quadrants ;
- ✓ Dialogue avec l'opérateur ;
- ✓ Montage et installation d'un variateur.
- ✓ Choix d'un variateur



Le moteur asynchrone

▪ Rappels

- ✓ Principe de fonctionnement ;
- ✓ Caractéristiques principales ;
- ✓ Constitution générale : stator, rotor, enroulements, refroidissement, etc
- ✓ Indice de protection, classes d'isolation ;

▪ Les modes de démarrage (procédés électromécaniques de démarrage) :

- ✓ Démarrage semi-automatique, un sens de marche, deux sens de marche ;
- ✓ Démarrage étoile-triangle des moteurs asynchrones triphasés à cage ;
- ✓ Démarrage rotorique pour moteurs asynchrones à rotor bobiné ;
- ✓ Démarrage des moteurs asynchrones triphasés à cage, à deux vitesses ;
- ✓ Avantages et inconvénients, domaine d'utilisation.

▪ Le démarreur progressif (démarrage électronique, gradateur) :

- ✓ Constitution, principe de fonctionnement ;
- ✓ Schémas de raccordement.

▪ Freinage des moteurs asynchrones triphasés :

- ✓ Freinage par contre-courant ;
- ✓ Freinage par injection de courant continu ;
- ✓ Freinage par électroaimant.
- ✓ Freinage électronique.

▪ Choix d'un moteur et de son type de démarrage en fonction :

- ✓ Du réseau d'alimentation (fréquence, puissance, appel de courant, chute de tension) ;
- ✓ De la machine entraînée (couple résistant, inertie au démarrage).

▪ La variation de vitesse pour moteur à courant alternatif

- ✓ Applications industrielles de la variation - régulation de vitesse ;
- ✓ Caractéristiques mécaniques (types de charge, inerties, frottements, réducteurs) ;
- ✓ Fonctionnement d'un moteur asynchrone à vitesse variable (paramètre de variation de vitesse) ;
- ✓ Les variateurs de vitesse à contrôle scalaire
 - Constitution, synoptique général du convertisseur MLI ;
 - Conditions de fonctionnement ;
 - Possibilité de fonctionnement dans les 4 quadrants ;
 - caractéristiques : compensation du glissement, freinage ;
 - Dialogue avec l'opérateur ;
 - Montage et installation d'un variateur.
- ✓ Le variateur à contrôle vectoriel de flux ;
 - Schéma synoptique
 - Principe de fonctionnement
- ✓ Choix du système { variateur - moteur } ;

