

# USAL0A - Électricité pour ingénieur

## Présentation

### Objectifs pédagogiques

L'objectif de cet enseignement est d'expliquer les principes de fonctionnement et les lois fondamentales des machines électriques tournantes. Pour chaque machine, l'utilisation est reliée au mode d'alimentation comme indiquée sur le schéma en annexe. On restera aux principes sans rentrer dans le détail de la commande, des protections, des comportements qui sont normalement réservés aux spécialistes. Qu'elle assure l'éclairage, la force motrice, ou l'opération thermique, l'électricité est présente dans de nombreuses entreprises industrielles, commerciales, prestataire de service et autres. L'ingénieur confronté à la conception d'un projet utilisateur d'énergie électrique doit être capable d'appréhender le mieux possible tous les aspects liés à l'électrification des procédés.

Il s'agit de décrire des applications industrielles dans l'objectif d'en comprendre le fonctionnement, d'en connaître les différentes utilisations d'apprécier les dysfonctionnements possibles et d'y porter remède.

## Programme

### Contenu

#### Electricité générale

- Lois générales
- Conventions d'écriture
- Lois de Kirchhoff
- Conventions de fléchage
- Diviseurs de tension et de courant
- Générateurs : modèles de Thévenin et Norton, théorème de Thévenin-Norton
- Théorème de superposition
- Régimes sinusoïdaux monophasés
- Représentations d'une grandeur alternative sinusoïdale : expression instantanée, complexe, construction de Fresnel
- Impédance et admittance complexes d'un dipôle linéaire
- Puissance : active, réactive et apparente. Facteur de puissance
- Application aux dipôles passifs linéaires élémentaires
- Bilan de puissance
- Systèmes triphasés équilibrés
- Représentations
- Ordre des successions des phases
- Couplages étoile et triangle
- Théorème de Kennely
- Régimes périodiques non sinusoïdaux
- Valeurs moyenne et efficace
- Développements en série de Fourier-Spectre
- Électromagnétisme
- Rappels des grandeurs physiques
- Induction électromagnétique. Lois de Lenz et Faraday
- Théorème d'Ampère
- Inductance propre d'un circuit
- Milieux ferromagnétiques : réluctance : loi d'Hopkinson, phénomène d'hystérésis, courants de Foucault

#### Les machines tournantes

- La machine à courant continu
- Principe, Constitution, Equations de fonctionnement, Réversibilité
- Caractéristiques du moteur à excitation indépendante
- Les machines à courants alternatifs

Mis à jour le 22-04-2025



**Code : USAL0A**

Unité spécifique de type cours

3 crédits

**Responsabilité nationale :**

EPN05 - Informatique / Lotfi  
MOSTEFAOUI

**Contact national :**

Cnam Picardie

Avenue des Facultés

80025 Amiens Cedex 01

03 22 33 65 68, 03 22 33 65 50

Eicnam Picardie

[eicnam@cnam-picardie.fr](mailto:eicnam@cnam-picardie.fr)

- Puissances en régime triphasé équilibré
- Principe des machines tournantes à courants alternatifs
- Notion de champ magnétique tournant
- Constitution
- La machine synchrone triphasée
- Diagramme à réactance synchrone
- Machine synchrone reliée au réseau : réversibilité
- Caractéristiques
- Autopilotage : machine BRUSHLESS

- La machine asynchrone triphasée
- Schéma monophasé équivalent
- Formulaire
- Caractéristiques
- Démarrage, Freinage, Réglage de la vitesse

### **Électronique de puissance**

- Les composants de l'électronique de puissance
- Diode, thyristor, thyristor GTO, transistors de puissance (bipolaire, MOSFET, IGBT).
- Domaines d'application
- Les montages redresseurs (monophasés et triphasés)
- Redressement non commandé
- Formes d'onde, tension redressée moyenne
- Filtrage en courant et tension
- Redressement commandé
- Montages tout thyristors : formes d'onde, tension redressée moyenne, réversibilité
- Application à la variation de vitesse des machines à courant continu
- Les hacheurs
- Hacheurs non réversibles : hacheur série et parallèle
- Hacheurs réversibles :
- Hacheurs réversibles en courant
- Hacheurs réversibles en courant et tension
- Application à la variation de vitesse des machines à courant continu
- Les onduleurs de tension
- Onduleurs monophasés :
- Onduleur à deux interrupteurs
- Onduleur à quatre interrupteurs (commande symétrique et décalée)
- Onduleur triphasé
- Formes d'ondes
- Application à la variation de vitesse des machines à courants alternatifs
- Commande MLI (modulation de largeur d'impulsions)
- Les gradateurs (monophasé et triphasé)
- Gradateurs par train d'ondes entières. Applications.
- Gradateurs à angle de phase. Formes d'ondes. Applications

### **Équipements et distribution électrique**

#### **Production, transports et distribution de l'électricité**

- Caractéristiques de la production d'électricité
- Structure générales des réseaux
- Fonctionnement des réseaux en régime normal permanent

Qualité de service, la qualité de l'Energie électrique, les perturbations

- La pollution harmonique des réseaux, origines, conséquences et remèdes.

Raccordement au réseau, postes de livraison

- Choix de la structure de raccordement les différentes catégories
- Les protections d'un poste de livraison
- Éléments constitutifs d'un poste, choix des cellules

- Habilitation, normes

#### Tarification française

- Les tarifs industriels français
- Détermination de la puissance de raccordement, puissance souscrite, puissance réduite
- Les dépassements, la modulation de la puissance souscrite
- L'énergie réactive, le facteur de puissance, la compensation d'énergie réactive
- Le comptage d'énergie en HT et en BT
- La gestion économique et technique de l'électricité

#### Le transformateur triphasé

- Couplages, indices horaires, rappels des lois électrique
- Protections
- Marche en parallèle
- Surcharges admissibles en marche secours ou surcharges brèves
- Courants de court-circuit

#### Protection contre les chocs électriques

- Les chocs électriques, contacts directs et indirects
- Les régimes du neutre
- Mise en œuvre du schéma TT
- Mise en œuvre du schéma IT avec Neutre
- Mise en œuvre du schéma IT sans Neutre
- Mise en œuvre du schéma TNS
- Mise en œuvre du schéma TNC

#### Protection des circuits

- Protection contre les courants de défaut et les surtensions
- Détermination de la section minimale des conducteurs actifs
- Détermination des chutes de tension
- Calcul des courants de court-circuit
- Détermination de la section du conducteur de neutre, influence de la pollution harmonique sur la section du conducteur neutre.
- Détermination de la section du conducteur de protection PE
- Rôle du DDR

#### Les fonctions de base de l'appareillage électrique BT

- Choix de l'appareillage
- La solution disjoncteur
- Choix des disjoncteurs
- Les sélectivités en BT

#### L'alimentation et récepteurs

- Protection des circuits alimentés par un alternateur
- Les onduleurs ou alimentations sans interruption

### Description des modalités de validation

- Contrôle continu : 50%
- Examen final : 50%