

Semestre 3 Master : Réseaux Electriques

Semestre: 3

UE Fondamentale Code : UEF2.1.1

Matière : Conduite des réseaux électriques

VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD 1H30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cours est de traiter les fonctions et l'architecture informatique des centres de conduite des réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique : rôle des centres de conduite; aspects temps réel; architecture; acquisition de données et télécommande; estimation et prédiction de l'état du réseau; réglages centralisés; optimisation; fiabilité et sécurité; échanges d'informations entre applications et entre centres de conduite.

Connaissances préalables recommandées:

- Réseaux de transport et de distribution électriques

Contenu de la matière

Chapitre I. Généralités sur le système «production-transport-Distribution» 1 semaine
Système électrique, Constitution du système électrique, Courant continu Courant alternatif, Transport de l'énergie électrique, Structure du réseau de transport, Postes haute tension, Lignes électriques à grandes distances, Perspective du transport en courant continu, Le système électrique algérien.

Chapitre II. Interconnexion des réseaux de transport et qualité de tension 2 semaines
Cas de deux réseaux interconnectés, Cas de plusieurs réseaux interconnectés, Raisons des interconnexions, Avantages de l'interconnexion, Planification des réseaux de transport et d'interconnexion.

Chapitre III. Conduite du RPT 2 semaines
Les centres de conduite, L'équilibre production-consommation, Prévion de la consommation et programmation de la production, Réglage de la fréquence, La gestion du plan de la tension sur le réseau de transport, La maîtrise des transits d'énergie dans un réseau d'interconnexion.

Chapitre IV. Réglage du réseau 3 semaines
Réglage de la fréquence (Réglage primaire, secondaire et tertiaire de la fréquence), Réglage de la tension (Réglage primaire, secondaire et tertiaire de la tension), Installations nouvelles – capacités constructives de référence.

Chapitre V. Acquisition de données et télécommande 3 semaines
Acquisition des données, Télésurveillance du système de puissance, Contrôle du système de puissance ou télécommande, Le système SCADA, Les différentes configurations des systèmes SCADA, Les outils d'aide à la décision, Systèmes informatiques de conduite,

Chapitre VI. Sûreté du système électrique et Plans de défense 2 semaines
Sûreté de fonctionnement du système électrique, Principaux phénomènes de dégradation, Sûreté du Système en régime normal et exceptionnel, Gestion des réseaux séparés - Reconstitution du réseau, Fonctionnement en régime exceptionnel et soutien du réseau, Maintien de l'efficacité des moyens de sauvegarde et de défense.

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 40%examen 60%

Références Bibliographiques

1. VIRLOGEUX, "Systèmes de téléconduite des postes électriques", Techniques de l'Ingénieur, D4850, 1999.
2. Pierre BORNARD, "Conduite d'un système de production-transport", Techniques de l'Ingénieur, D4080, 2000.
3. Gwilherm POULLENNEC, "A la découverte du système électrique", Ecole des Mines de Nantes, 2007.
4. RTE, "Contribution des utilisateurs aux performances du RPT", Réseau de Transport d'Electricité, 2014

Université de Chahin Hamra Lechata (EOST)
Faculté de Technologie
Département de Génie Électrique

Master 2: Module Fondamentaux du Réseau Électrique

Chapitre 1: Généralités sur le système production -
transport - distribution.

Système Électrique - Fonctionnement du Système Électrique -
Courant Continu - Courant Alternatif - Transport de l'Énergie
Électrique - Lignes Électriques.

1) Introduction:

L'énergie électrique provient d'une transformation
mécanique, magnétique, chimique ou lumineuse. Cette
source d'énergie peut se présenter sous forme d'une source
de tension continue ou alternative.

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures
permettant d'acheminer l'énergie électrique des
centres de production vers les consommateurs d'électricité.
Il est constitué de lignes électriques exploités à
différents niveaux de tension, connectés entre elles
dans des postes électriques. Les postes électriques permettent
de répartir l'électricité et de la faire passer d'une
tension à l'autre grâce aux transformateurs.

Le but premier d'un réseau électrique d'énergie est
de pouvoir alimenter la demande des consommateurs.
Comme on ne peut encore stocker économiquement

et en grande quantité l'énergie électrique il faut pouvoir maintenir en permanence l'égalité :

$$\text{Production} = \text{Consommation} + \text{pertes} \quad (1)$$

C'est le problème de la continuité du réseau.
Dans nos réseaux les pertes (transport et distributions) sont de l'ordre 5 à 6% de la consommation.

2.1 Structure générale du réseau électrique :

Un réseau électrique est toujours dissocié en quatre grandes parties :

- Production :

Elle consiste la génération de l'ensemble de la puissance active consommée par le réseau tout entier. En grande majorité les tensions associées à cette production sont produites sous la forme de système triphasés par l'intermédiaire d'alternateurs entraînés à partir de divers types de pompes d'énergie dites « primaires »

- Transport :

Il consiste à acheminer les puissances produites par les unités de production auprès des lieux de consommation. Le grand transport consiste à parcourir de longues distances. Le grandeur de grandeurs de ces distances impose, entre autre, le fait de véhiculer l'énergie électrique

Dans les haute tension

- Répartition :

Le réseau de répartition prend sa source dans le réseau de transport à partir des postes d'interconnexion THT / HT (MT) et sert à fournir les gros consommateurs industriels par haute ou moyenne tension et à répartir les puissances dans différentes régions rurales ou urbaines. Le type de réseau utilisé est typique 60 et 30 kV.

Distribution :

La distribution sert à alimenter les consommateurs en moyenne ou en basse tension 400V grâce à des postes de transformation MT/BT.

- Tensions normalisées :

Les tensions normalisées du réseau électrique en Algérie (SONELGAZ) sont indiqués dans le Tableau

	usage Tension	Tension normalisé	Niveau Norme
HTB	Gros consommateurs national et Interconnexion	220 / 400 kV	HTB / 50 kV à 400 kV
		THT	HTB3 : 400 kV
		60 kV	HTB2 : 225 kV
		HT	HTB1 : 90 et 63 kV

HTA	Ligne répartition régionales	MT 30kV	HTA 1kV à 50kV
-----	---------------------------------	------------	-------------------

BT	Utilisation et consommation	220V (monophasé) 380V (triphasé)	BT < 1kV.
----	--------------------------------	---	-----------

- Transport en haute tension, facteur de puissance quasi unitaire.

Le transport de l'énergie électrique revient de façon générale à la liaison par une ligne (ou un câble) d'une source vers un récepteur. L'objectif principal de cette liaison est la fourniture de la puissance

$$P = VI \cos \varphi$$

V: tension efficace appliquée à la charge.

I: courant efficace

$\cos \varphi$: facteur de puissance du récepteur

La puissance perdue par effet Joule dans la ligne peut aussi

$$P_J = RI^2 = R \cdot \frac{P^2}{V^2 \cos^2 \varphi}$$

Pour acheminer la puissance P avec un minimum de pertes :

- la tension V doit être la plus grande possible
- le facteur de puissance doit être le plus proche possible de l'unité.

Comparaison des régimes alternatifs et continus dans le transport de l'énergie électrique.

	Régime Alternatif	Régime Continu
Avantages	<ul style="list-style-type: none">- Permet l'utilisation de transformateurs pour élever et abaisser la tension.- Facilite le calcul des courants- production directe par alternateurs	<ul style="list-style-type: none">- Pas d'effets réactionnels, le facteur de puissance est univoque- Facile d'interconnexion de deux réseaux, il suffit d'avoir pratiquement la même tension- Pas d'effet de peau
Inconvénient	<p>Implique des effets inductifs et capacitifs</p> <ul style="list-style-type: none">- difficile d'interconnexion	<p>difficile de calculer les courants</p>

Exercice :

Le lieu de la production peut à 50 km du lieu de consommation. Le consommateur ait besoin de

$$P = 5 \text{ MW pour } \cos \varphi = 1$$

- Le transport peut en monophasé.

La densité de courant admissible pour les lignes

$$\text{pour } S = 24 \text{ /mm}^2$$

résistivité de l'Aluminium $\rho_{Al} = 3,2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ à 20°C

résistivité de Cuivre : $\rho_{Cu} = 1,72 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ à 20°C

1^{er} cas : Pour les lignes $U = 250 \text{ V}$.

Courant en ligne :

$$I = \frac{P}{U} = \frac{5 \times 10^6}{250} = 20000 \text{ A} = 20 \text{ kA}$$

Section du conducteur :

$$S = \frac{I}{g} = \frac{20000}{2} = 10000 \text{ mm}^2 \text{ soit } 0,01 \text{ m}^2$$

$$R_T = 2 \rho \frac{L}{S} = \frac{2 \times 3,2 \times 10^{-8} \times 50 \times 10^3}{0,01} = 3200 \times 10^{-5} = 0,32 \Omega$$

Perte Joule

$$P_J = R_T I^2 = 0,32 \times (20 \times 10^3)^2 = 0,32 \times 400 \times 10^6 = 128 \times 10^6 = 128 \text{ MW}$$

Puissance Produite :

$$P = P + P_J = 50 + 128 = 178 \text{ MW}$$

$$\text{Puissance perdue} = \frac{128}{178} = 71,91\%$$

Tension produite par le Sunak

$$U_s = U + \Delta U = U + RI = 250 + 0,32 \times 2000 = 6650 \text{ V}$$

Volume de l'Aluminium :

$$V = 2 \times S \times L = 2 \times 0,01 \times 5000 = 100 \text{ m}^3$$

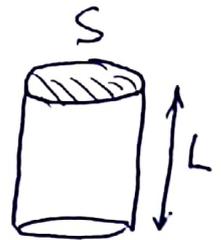
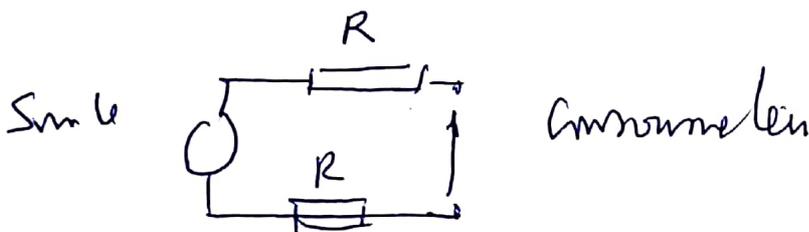
densité en kg/m^3

$$d = 8900 \text{ kg/m}^3 \quad \text{Cuivre}$$

$$d = 2700 \text{ kg/m}^3 \quad \text{Al}$$

Masse de l'Aluminium :

$$M = 2700 \times 100 = 27 \times 10^5 \text{ kg}$$



2^e cas : $U = 400 \text{ kV}$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{5 \times 10^6}{400 \times 10^3} = 12,5 \text{ A} \quad (1600 \text{ fois moins})$$

$$S = \frac{I}{\delta} = \frac{12,5}{2} = 6,25 \text{ mm}^2 = 6,25 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$R_T = 2 \rho \frac{L}{S} = \frac{2 \times 3,2 \times 10^{-8} \times 50 \times 10^3}{6,25 \times 10^{-6}} = 512 \Omega$$

$$P_T = R_T I^2 = 512 \times 12,5^2 = 80000 \text{ W} = 80 \text{ kW}$$

$$P_s = P + P_T = 5000 + 80000 = 85000 \text{ W} = 85 \text{ kW}$$

$$P_{\text{pertes}} \text{ perdue} : \frac{80}{5080} = 1,57\%$$

$$U_s = V + RI = 400000 + 512 \times 1215 = 406,4 \text{ kV}$$

Volume de l'Aluminium:

$$V = 2 \times S \times L = 2 \times 6,25 \times 10^{-6} \times 50 \times 10^3 = 625 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Conclusion:

Plus la tension est élevée pour un même besoin:
 - moins on doit produire d'énergie qui s'écrase
 chez le matériel.
 - moins on a besoin d'aluminium pour transporter.

Le transport se fait en alternatif car cette tension est
 facile à produire:

Ces monophasés ($\cos \varphi = 1$)

$$I = \frac{P}{U}$$

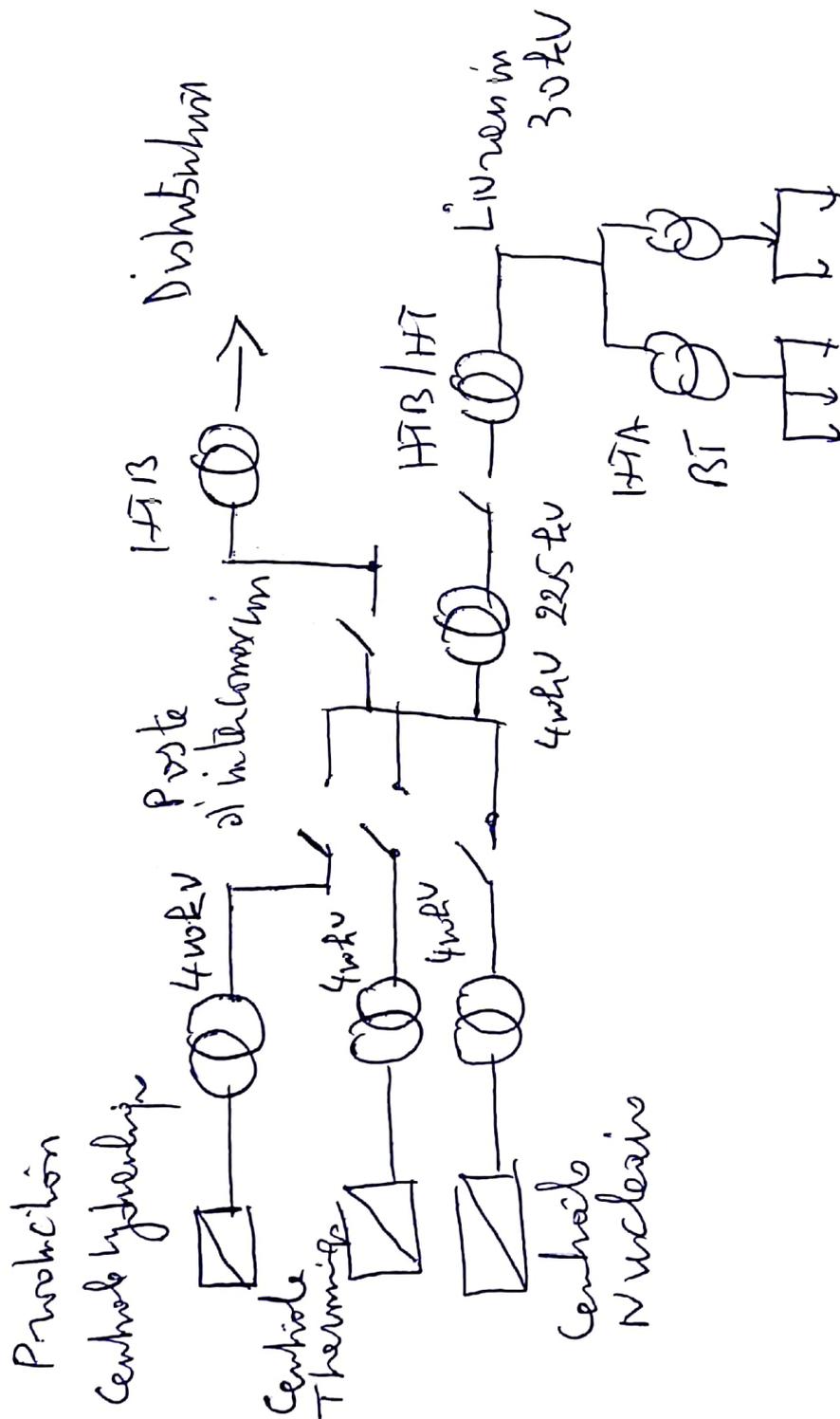
$$S = \frac{I}{\delta} = \frac{P}{\delta U}$$

$$V_1 = 2 L \times S$$

$$V_1 = 2 L \times \frac{P}{\delta U}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{3 \times L \times \frac{P}{\sqrt{3} \delta U}}{2 \times L \times \frac{P}{\delta U}} = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{3}{3,46} = 0,87$$

Le rapport du Volume de l'Aluminium triphasé ramené au monophasé est 0,87. La production se fait donc en triphasé car le Volume de l'Aluminium nécessaire pour le transport est plus faible qu'en monophasé pour ~~un~~ même besoin.



Le schéma général de la production et du transport et distribution d'énergie