



## Thème 1 : Distribution de l'énergie électrique. Charge triphasée déséquilibrée.

Rédiger un compte rendu avec un traitement de texte. PAS de photo

Enregistrer ce fichier sous la forme « TP4 - 1 -Nom de l'auteur ».

vous avez 1 semaine pour m'envoyer ce fichier à l'adresse « arnaud65.chelle@orange.fr »

### OBJECTIFS :

Diminuer les effets d'une charge déséquilibrée sur le réseau : on propose 2 méthodes :  
rééquilibrage des phases par compensateur ou utilisation d'un transformateur

### DOCUMENTS.

Document réponse

Cours « RSP monophasé et triphasé »/« transformateurs triphasés »/« équilibrage charge triphasée »

### TRAVAIL DEMANDÉ.

La charge est donnée sur le schéma du document réponse

#### SANS NEUTRE

##### Comprendre :

Identifier le déséquilibre de la charge :

- calcul des courants lignes – construire le diagramme de Fresnel

##### ESSAIS :

- réalisation du montage – valider les résultats précédents

Analyser et Compenser le déséquilibre :

- décrire et analyser le déséquilibre
- calculer des composantes directes, indirectes et homopolaire
- compléter le diagramme de Fresnel
- compenser la composante homopolaire
- compenser la composante indirecte

Valider vos calculs

##### ESSAIS :

- Valider vos calculs par un essai.
- mise au point => diagramme de Fresnel
- calcul des courants dans le compensateur => diagramme de Fresnel
- justification des éléments du compensateur à partir du diagramme de Fresnel des courants

#### AVEC NEUTRE sur la charge

##### ESSAIS :

Câbler le Transformateur avec le couplage  $Yz_n$  ;

Justifier que le transformateur délivre 200V entre Phase et Neutre.

La charge se compose de 2 résistances (330  $\Omega$  / 200 V) en parallèle sur une phase, 1 résistance (330  $\Omega$  / 200 V) sur une autre phase, la 3<sup>o</sup> phase n'étant pas chargée.

vérifier que le couplage rééquilibre les courants fournis par le réseau.

Valider votre essai par calcul



## Thème 2 : Transformation de l'énergie électrique Onduleur de tension (charge RL).

Rédiger un compte rendu avec un traitement de texte. PAS de photo

Enregistrer ce fichier sous la forme « TP4 - 2 -Nom de l'auteur ».

vous avez 1 semaine pour m'envoyer ce fichier à l'adresse « arnaud65.chelle@orange.fr »

### OBJECTIFS.

- Exploiter des relevés.
- Performances d'un onduleur

### DOCUMENTS.

- Cours : « Onduleurs » ; « Modélisation de systèmes LP1 et LP2 »
- Fichiers Psim Onduleurs avec les 3 commandes
- Feuille de calcul « Calc\_Ond » pour calculer les harmoniques de courant en fonction des harmoniques de tension.

### TRAVAIL DEMANDÉ.

Expliquer le fonctionnement de l'onduleur « pont en H » sur charge RL série avec commande symétrique :

- donner les schémas équivalents au fonctionnement pour les différentes zones de fonctionnement

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• analyser les formes d'onde en <u>sortie</u></li><li>• justifier l'allure de la tension et du courant</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• analyser les formes d'onde à <u>l'entrée</u>,</li><li>• justifier l'allure du courant</li></ul> |
|--|---|

Donner les 3 types de commande d'un onduleur.

Justifier le filtrage de la tension. Quel est l'intérêt de la MLI calculée ?

Donner les critères de contrôle (ou performance) d'un onduleur

Donner les applications des onduleurs de tension.

### ESSAIS :

Une installation photovoltaïque fournit une tension continue de 100V à l'entrée d'un onduleur.

Cet onduleur doit alimenter une charge monophasée (représentée par une charge  $R=10\Omega$ ) avec les performances (cahier des charges) suivantes : fréquence  $f=50\text{Hz}$ , TDH courant  $< 5\%$ , courant fondamental efficace  $I_f=6,4\text{A}$ .

L'onduleur est livré avec une inductance à mettre en série avec la charge  $L=12\text{mH}$ .

L'onduleur dispose de 3 commandes : « symétrique », « décalée », « MLI calculée 5Angles ».

On vous demande :

- d'expliquer le rôle de l'inductance,
- d'analyser les performances des 3 commandes en utilisant la feuille de calcul fournie (fréquence, TDH courant,  $V$ ,  $V_f$ ,  $I$ ,  $I_f$ , DPF, puissance, IM), comparer avec le cahier des charges.
- de mesurer les performances des 3 commandes à partir des simulations.



### Thème 3 : Qualité de l'énergie électrique. Transformateur triphasé : Couplage Yz

Rédiger un compte rendu avec un traitement de texte. PAS de photo

Enregistrer ce fichier sous la forme « TP4 - 3 -Nom de l'auteur ».

vous avez 1 semaine pour m'envoyer ce fichier à l'adresse « arnaud65.chelle@orange.fr »

#### **OBJECTIFS.**

Utiliser les couplages Yz pour améliorer la qualité et le transport de l'énergie électrique.

#### **DOCUMENTS.**

Chap 13 : transformateurs triphasés

#### **TRAVAIL DEMANDÉ.**

##### **ESSAIS :**

Déterminer pratiquement et théoriquement le couplage et l'indice horaire du transformateur du doc réponse ;

*La charge est constituée de 1 ampoule fluocompacte sur chaque phase (on fera 10 tours de fils pour simuler 10 ampoules).*

*Les ampoules forment une charge équilibrée, elles sont connectées entre Phase et Neutre :*

Sous quelle tension seront alimentées les ampoules ?

Câbler le secondaire .

Relever les spectres et chronogrammes des courants  $i_r$  et  $i_R$

Vérifier que le  $THD_i$  au primaire du transformateur est plus faible qu'au secondaire.

Analyser les courants :

- Décrire les spectres des courants obtenus,
- Écrire les équations horaires des courants obtenus,
- Les courants de phase au primaire sont ils déséquilibrés ?

##### **INTERPRÉTATION :**

*Les courants  $i_r(t)$  ,  $i_s(t)$  et  $i_t(t)$  forment toujours un système triphasé équilibré.*

Justifier que les harmoniques de rang 3 des courants primaires ont été éliminés ;

Conclure sur le rôle du transformateur et du couplage sur la qualité de l'énergie électrique



## Thème 4 : Moteurs électriques. Alternateur

Rédiger un compte rendu avec un traitement de texte. PAS de photo

Enregistrer ce fichier sous la forme « TP4 - 4 -Nom de l'auteur ».

vous avez 1 semaine pour m'envoyer ce fichier à l'adresse « arnaud65.chelle@orange.fr »

### OBJECTIFS.

Alimenter une charge à l'aide d'un groupe électrogène.

Raccorder un alternateur à un réseau électrique. Régler la production d'électricité d'un alternateur couplé au réseau.

Le couplage d'un alternateur au réseau est une opération dangereuse pour le matériel et les personnes si on ne respecte pas scrupuleusement le protocole de couplage.

### DOCUMENTS.

Chap 17 : Machine synchrone

### TRAVAIL DEMANDÉ.

Donner le synoptique d'un groupe électrogène et d'un alternateur couplé au réseau.

#### PLAQUE SIGNALÉTIQUE DE LA MACHINE.

Pour une machine synchrone, dire où sont situés l'inducteur, l'induit et dire quelle est la nature des signaux de chaque circuit.

Quel couplage doit on faire pour un réseau 400V ? quel sera le courant de ligne en fonctionnement nominal ?

#### ESSAIS :

Mesure des puissances active, réactive et apparente échangées par l'alternateur.

Visualiser la tension simple de sortie de l'alternateur et la tension simple du réseau ou le courant dans le plan de charge.

#### RÉGLAGES DE BASE D'UN ALTERNATEUR.

Faire le câblage « Groupe électrogène ».

Régler le plan de charge résistif à 0% : l'alternateur fonctionne à vide. La tension d'enroulement que nous observons est la fem  $e(t)$

Régler le courant d'excitation de la génératrice à  $I_e=1A$ .

Relever les courbes  $E(n)$  et  $f(n)$ .

Quelle est la relation entre la fréquence  $f$  et la vitesse ?

Quelle est l'influence de la vitesse sur la fem ?

Régler la vitesse pour obtenir  $f = 50Hz$ .

Pour un courant d'excitation  $I_e < 1.5A$ , relever la courbe  $E(I_e)$ .

Montrer en particulier qu'il y a un phénomène de saturation magnétique.

Déduire de ces courbes les conditions pour que cette génératrice fournisse une tension de 230V-50Hz.

#### PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ AUTONOME :

##### GROUPE ÉLECTROGÈNE

Placer l'interrupteur en position « 1 »

Effectuer les réglages permettant de fournir au plan de charge une tension simple à vide de 230V-50Hz.

Tracer  $V(I)$ .

Analyser cette courbe : Que se passe t'il lorsqu'on charge l'alternateur ? Comment fait on pour maintenir la fréquence constante ? la tension constante ?

#### PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RACCORDÉE AU RÉSEAU.

Faire le câblage « alternateur ».

~~La manipulation sera réalisée par l'enseignant.~~

Donner les conditions à respecter pour raccorder un alternateur au réseau ? Expliquer comment on obtient ces 3 conditions.

Quel est le rôle des ampoules ?

Que se passe t il une fois que l'alternateur est couplé au réseau ?

Expliquer comment on règle la puissance fournie par l'alternateur.

Régler la puissance produite à 300W : Relever les courbes  $I(I_e)$  et  $Q(I_e)$ . Analyser ces courbes : Influence de l'excitation ?

En production autonome, comment régler la puissance, la tension et la fréquence produites par un alternateur ?

En production raccordée, comment régler les puissances produites par un alternateur ?



## Thème 5 : Piloter les moteurs électriques. Performances du Contrôle vectoriel.

Rédiger un compte rendu avec un traitement de texte. PAS de photo

Enregistrer ce fichier sous la forme « TP4 - 5 -Nom de l'auteur ».

vous avez 1 semaine pour m'envoyer ce fichier à l'adresse « arnaud65.chelle@orange.fr »

### OBJECTIFS.

Performances d'un variateur à contrôle vectoriel de flux avec commande en couple et limites.

### DOCUMENTS.

chap 16.3 : « Machine asynchrone à fréquence variable »

doc UMV-4301

### TRAVAIL DEMANDÉ.

DYNAMIQUE DU MOTEUR  $C \leq C_N$

#### ESSAIS :

#### Commande en fréquence : Dynamique du moteur en BO et en BF

Régler les paramètres pour diminuer au maximum la durée du démarrage. Influence du couple fourni sur le courant, sur la durée de démarrage.

#### PERFORMANCES EN BF : $C \leq C_N$

#### Performances lors du Démarrage : <https://youtu.be/qYJpl7SNoww> (régler vitesse lecture à 0,25)

Comparer un démarrage avec rampe linéaire (trapézoïdale) et rampe en S. Citer l'intérêt d'une rampe en S.

Régler l'accélération de la rampe en S : Faire varier la pente maxi de l'accélération pour une même durée.

Tracer l'allure de l'accélération en concordance de temps avec la vitesse.

#### Influence du gain de la boucle de vitesse lors d'un échelon

- Influence du gain proportionnel lors d'un échelon de charge (C à 0).
- Influence du gain intégral lors d'un échelon de charge (C à 0).

#### Performances lors de l'arrêt

Comparer les arrêts roue libre, rampe de décélération, arrêt sans rampe, arrêt avec position.

Réglage de la durée, limites.

#### Cycle de fonctionnement

Simulation du démarrage d'un véhicule de type Tramway : accélération maximale :  $+0,92\text{m/s}^2$  ; freinage maximal  $-1,5\text{m/s}^2$  ; freinage urgence  $-2,9\text{m/s}^2$  ; (montrer les mesures)

Valider un cycle démarrage/arrêt par un essai en prenant en compte le confort des clients et une urgence.

Justifier vos choix.

Faire l'inventaire des limites de performances du variateur dans votre configuration.

## Thème 6 : Asservissements. Réglages du correcteur d'un asservissement

Rédiger un compte rendu avec un traitement de texte. PAS de photo

Enregistrer ce fichier sous la forme « TP4 - 6 -Nom de l'auteur ».

vous avez 1 semaine pour m'envoyer ce fichier à l'adresse « arnaud65.chelle@orange.fr »

### OBJECTIFS.

Réglages des correcteurs P et PI.

### DOCUMENTS.

Chap 20 : C\_Action\_Assvt

Fichiers « TP6\_Corr\_Assvt\_1 » et « TP6\_Corr\_Assvt\_2 »

### TRAVAIL DEMANDÉ.

Quel est le rôle du correcteur ? Définir l'erreur corrigée.

Donner les différents types de correcteurs.

Quelles sont les actions des différents correcteurs ?

Précision, Rapidité, Stabilité : Quel correcteur pour quel critère ?

Réglage perturbation :

Vpeak_peak	1
Frequency	1
Duty Cycle	0.5
DC Offset	0
Tstart	0.1

**ESSAIS** : le point de départ est votre fichier « TP6\_Corr\_Assvt\_1 »

Transformer votre schéma afin de le présenter comme un système à retour unitaire.

**Mise en place du correcteur Proportionnel (P) : Précision : < 2 % ; Rapidité : 10ms ; 1 dépassement < 2 %**

- Quelle est la fonction de transfert  $C(p)$  du correcteur Proportionnel ?
- Compléter votre schéma Psim avec un correcteur Proportionnel. Régler K.
- Quelle est l'influence du correcteur P sur Précision, Rapidité, Stabilité ? (influence d'une perturbation)
- Quelle est l'influence du correcteur P sur l'erreur statique, de traînage ? (influence d'une perturbation)

**Mise en place du Correcteur Proportionnel Intégral (PI) : Précision : < 2 % ; Rapidité : 10ms ; 1 dépassement < 2 %**

- Quelle est la fonction de transfert  $C(p)$  du correcteur Proportionnel Intégral ?
- Compléter votre schéma Psim avec un correcteur Proportionnel Intégral. Régler K et Ti.
- Quelle est l'influence du correcteur PI sur Précision, Rapidité, Stabilité ? (influence d'une perturbation)
- Quelle est l'influence du correcteur PI sur l'erreur statique, de traînage ? (influence d'une perturbation)

### Bilan des types de correcteurs

Avec boucle de régulation, le système peut-il réagir plus vite que lors d'une réponse à un échelon en BO ?

Limites de stabilité.

### Cycle de fonctionnement (« TP6\_Corr\_Assvt\_2 »)

Simulation du démarrage d'un système de caractéristiques :  $\tau = 5 \text{ s}$  ,  $v_{Max} = 70 \text{ km/h}$  pour  $V_{cons} = 10 \text{ V}$

(rq : la sortie du système est donnée en m/s).

Régler l'accélération : +0,92m/s<sup>2</sup> ; freinage normal -1,5m/s<sup>2</sup> ; freinage urgence -2,9m/s<sup>2</sup> ;

Valider par un essai un cycle démarrage/arrêt en fonctionnement normal et une urgence.

Justifier vos choix pour les valeurs des paramètres.