

td	td AL 6	TSI2 (Période 1)
	Redressement triphasé	1h
	Cycle 1 : Alimenter	1 semaine

Etude d'un variateur de vitesse pour machine synchrone

ANALYSER : Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.

RESOUDRE : Déterminer les signaux électriques dans les circuits.

RESOUDRE : Proposer une démarche permettant de déterminer des grandeurs électriques.

CONCEVOIR : Choisir la technologie des constituants de la chaîne de puissance.

CONCEVOIR : Dimensionner un constituant des chaînes fonctionnelles.

EXPERIMENTER : Identifier les constituants réalisant les principales fonctions des chaînes d'information et de puissance.

COMMUNIQUER : Produire des documents techniques adaptés à l'objectif de la communication.

On étudiera dans cette partie seulement le redresseur triphasé en vue de dimensionner ses composants. La structure interne du modulateur d'énergie est donnée ci-dessous :

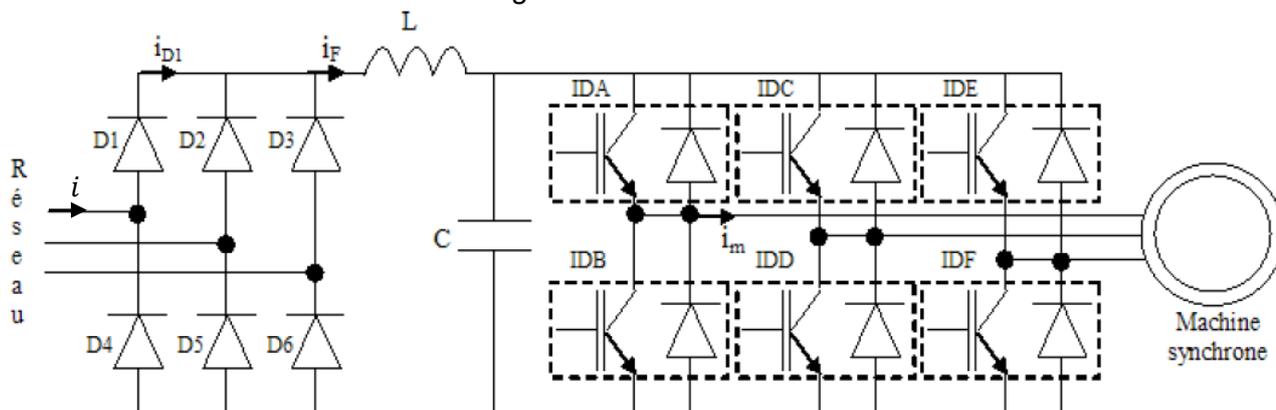


Figure 1 : Schéma électrique de la modulation (redressement PD3 et onduleur)

Le réseau d'alimentation est un réseau triphasé ayant pour tension entre phases $U = 400 \text{ V}$. Le modulateur d'énergie est constitué d'un pont redresseur triphasé à diodes du type PD3 associé à un onduleur de tension lui aussi triphasé commandé en MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion).

Un filtre du type LC second ordre passe-bas permet la limitation des variations de tension et de courant.

On suppose que l'inductance L du filtre est suffisamment importante pour imposer un courant constant de valeur $I_F = 14 \text{ A}$ (conduction continue), les 3 courants consommés par le moteur sont des courants équilibrés et parfaitement sinusoïdaux de valeur efficace $I_m = 20 \text{ A}$.

1 Signaux de redressement

- 1) Exprimer les amplitudes de la tension composée \hat{U} et de la tension simple \hat{V} en fonction de la valeur efficace U de la tension composée du réseau. Compléter la Figure 2, en reportant les valeurs correspondantes de \hat{U} et \hat{V} .
- 2) Compléter le tableau à 2 lignes de la Figure 3, en plaçant sur la première ligne les diodes qui conduisent parmi les diodes à cathode commune et sur la deuxième ligne les diodes qui conduisent parmi les diodes à anodes communes, en fonction de la phase $\theta = \omega.t$.
- 3) Tracer sur le schéma suivant, l'allure du courant dans la diode D1.

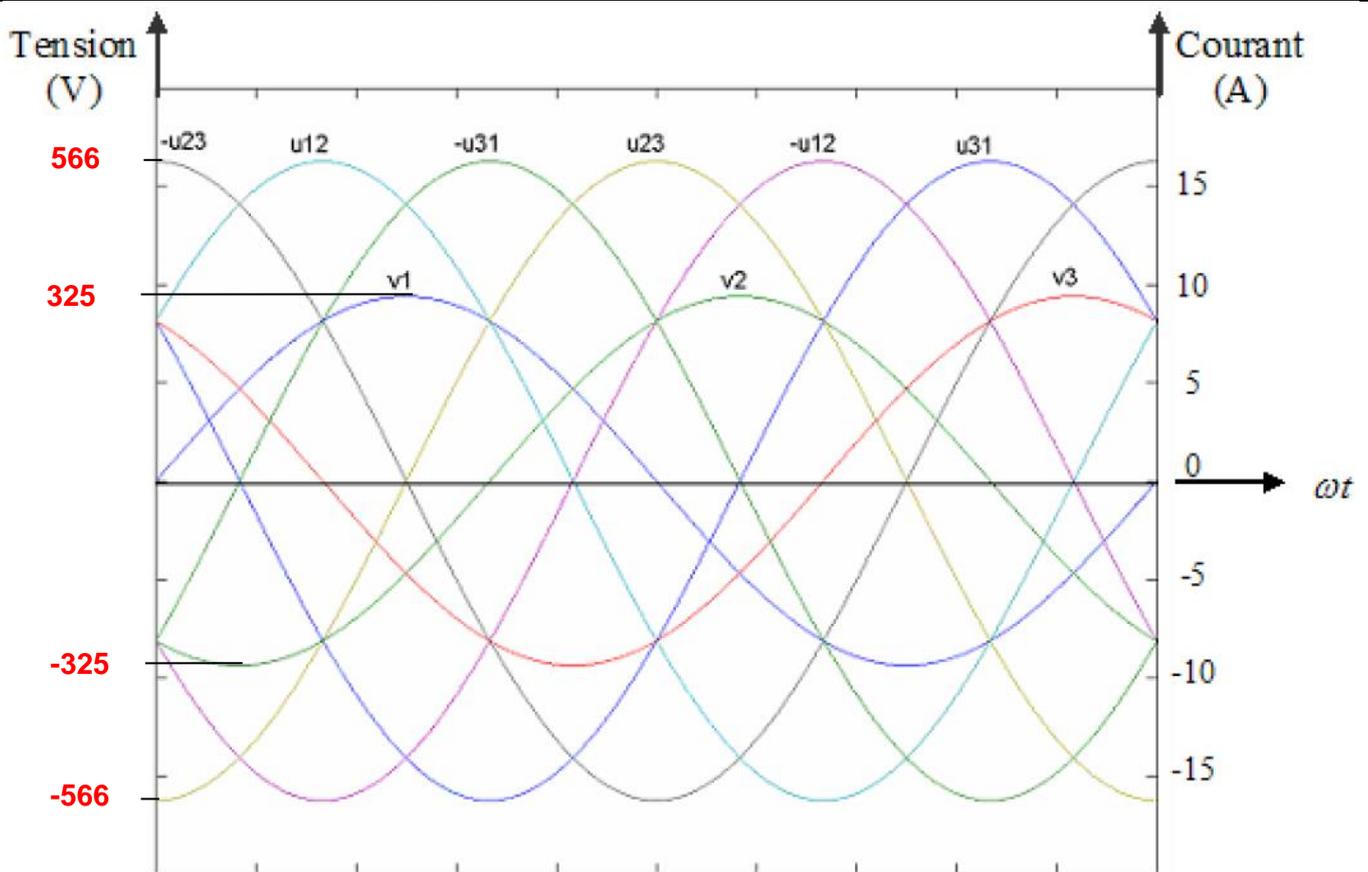


Figure 2 : Evolution des tensions d'alimentation et de la tension redressée.

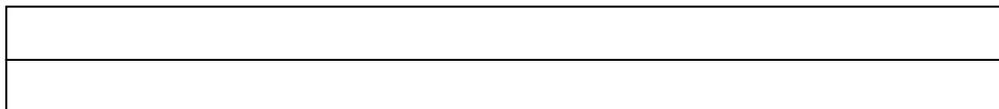


Figure 3 : Diodes en conduction.

- 4) Tracer sur le graphe précédent l'allure de la tension U_{d1} aux bornes de la diode 1.
En déduire la tension inverse maximale notée V_{RRM} à laquelle seront soumises les diodes du montage.
- 5) Représenter la tension redressée U_s .
- 6) Calculer la tension moyenne $\langle U_s \rangle$ en sortie du pont redresseur PD3 en fonction de U .

2 Vérification du dimensionnement des diodes

Les diodes de redressement utilisées sont formées de 6 modules ayant pour caractéristiques :

- I_{FAV} : courant direct moyen = 16A ;
- I_D : courant efficace = 18A ;
- V_{RRM} : tension inverse maximale = 600V.

- 7) Calculer la valeur efficace des courants circulant dans les diodes (D1 à D6) notée I_{Def} .

On montre que la valeur moyenne du courant dans une diode est par ailleurs $I_{Dmoy} = I_F / 3 = 4,7A$.

- 8) Conclure sur la possibilité d'utiliser ces composants de puissance.

3 Dimensionnement du dissipateur de chaleur

Les caractéristiques thermiques de fonctionnement sont les suivantes :

- $T_a = 40^\circ\text{C}$ (température ambiante)
- $T_{j\text{max}} = 150^\circ\text{C}$ (température maximale de jonction)
- $R_{\text{thb-r}} = 0.5^\circ\text{C/W}$ (résistance thermique boîtier-radiateur)
- $R_{\text{thj-b}} = 4^\circ\text{C/W}$ (résistance thermique jonction-boîtier)
- $R_{\text{thr-a}}$ (résistance thermique radiateur-air)

- 9) Déterminer, à partir des courbes de la Figure 4, la chute de tension maximale aux bornes d'une diode pour le courant I_D admissible et $T_j = 25^\circ\text{C}$.
- 10) En déduire pour chaque diode les pertes moyennes P_c par conduction.
- 11) Etablir le schéma thermique équivalent qui utilise un seul dissipateur par cellule de commutation (pour 3 diodes reliées à un boîtier individuel).
- 12) Calculer la résistance thermique maximale des dissipateurs à utiliser pour satisfaire les données ci-dessous :

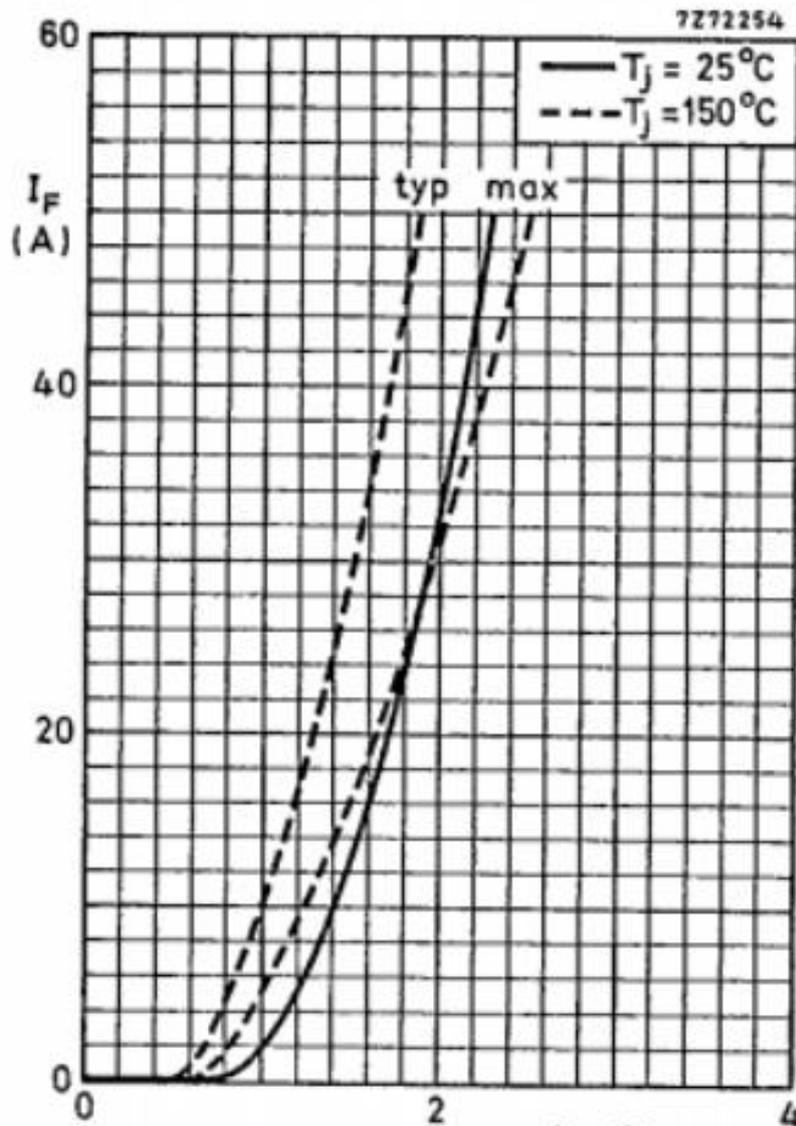


Figure 4 : Relation entre le courant I_F traversant la diode et sa tension inverse V_F .

4 Performances du pont redresseur PD3

Une simulation avec des diodes non parfaites a donné les résultats suivant et une valeur efficace en entrée évaluée à $I_e = 11,4A$.

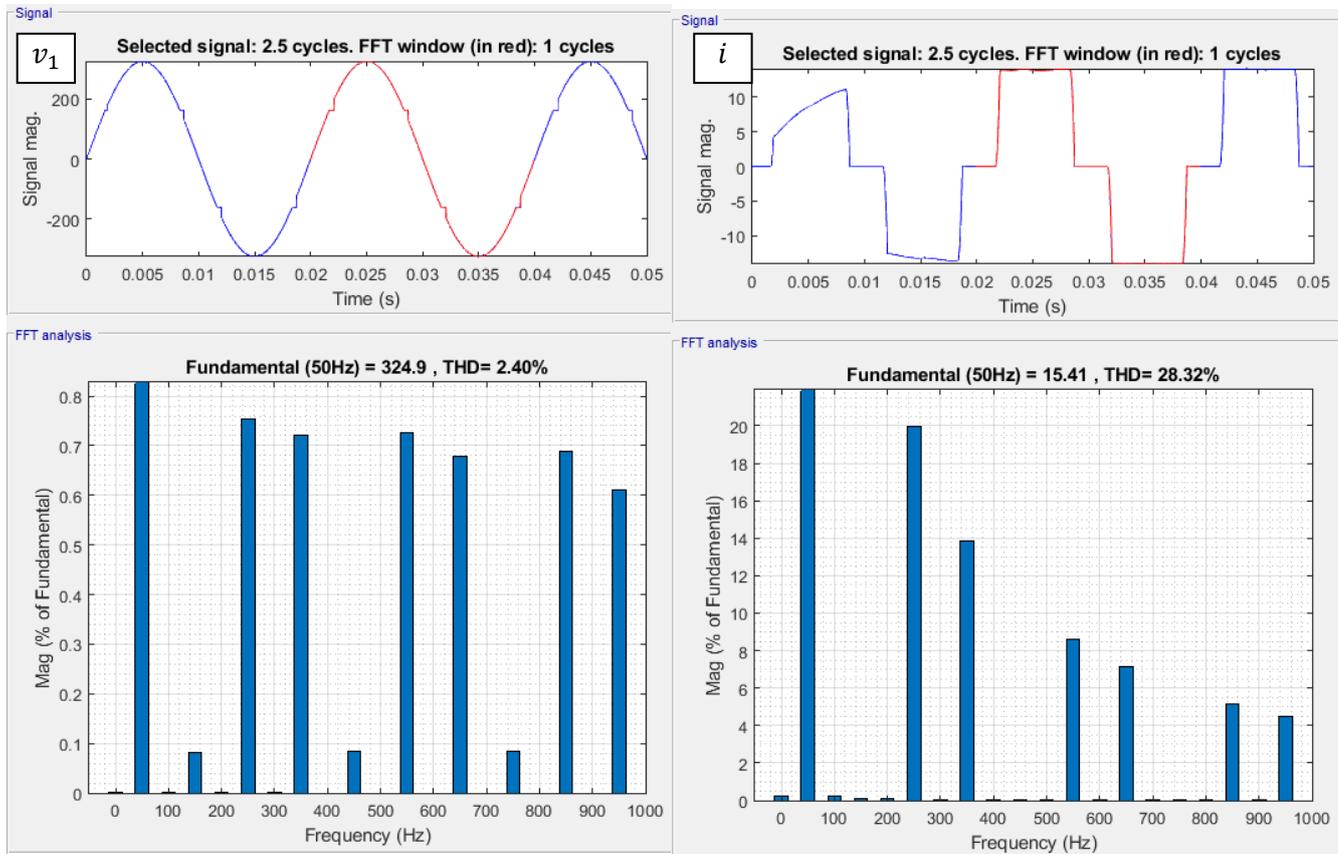


Figure 5 : Spectre de la tension $V_1(t)$ et du courant $I(t)$ à l'entrée du pont redresseur ("Fundamental" donné en amplitude).

- 13) Justifier à partir de ces spectres que l'on puisse supposer la tension sinusoïdale et le courant non sinusoïdal.
- 14) A partir du spectre de courant, déterminer la valeur efficace du fondamental I_1 .
- 15) Calculer la puissance à l'entrée P_e sachant que le courant et la tension sont en phase et que la tension composée U est effectivement celle du réseau.
- 16) Sachant qu'avec les pertes dans les diodes $\langle U_F \rangle = 535 \text{ V}$, déterminer la valeur de la puissance P_F en sortie de redresseur. En déduire le rendement η du pont de diodes.
- 17) En utilisant les résultats précédents, déterminer la valeur du facteur de puissance F_p . Comparer avec la valeur théorique $F_{p_{th}} = 0,995$.