

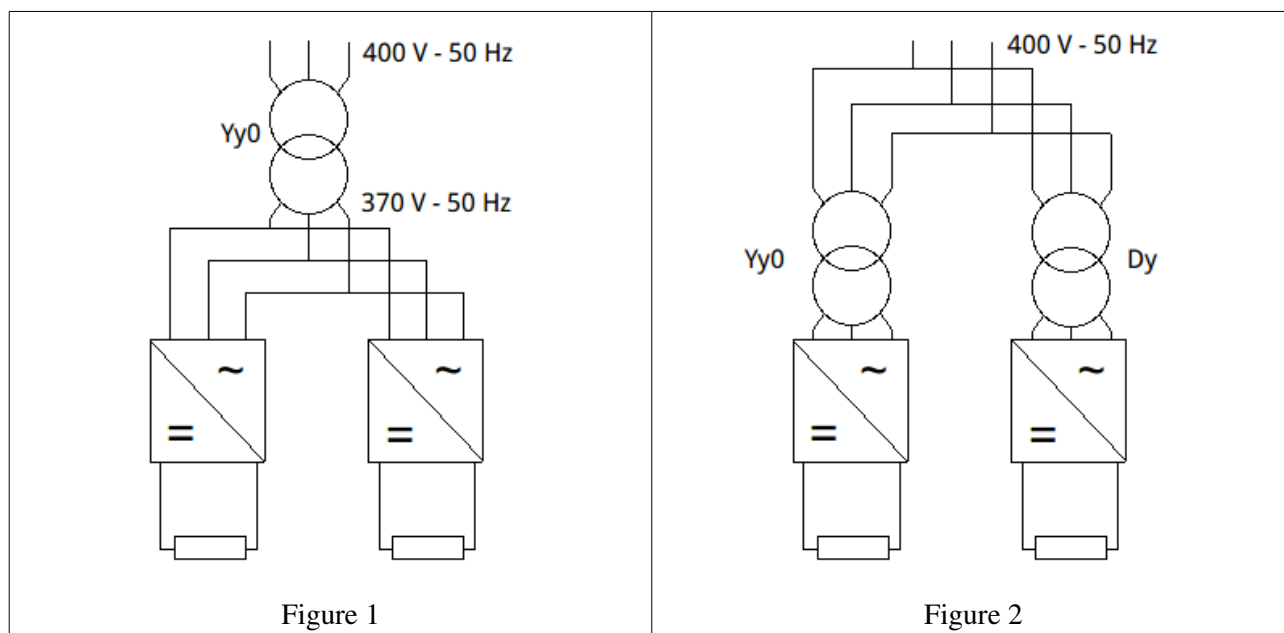
Devoir n° 1

Il est fortement conseillé de lire l'ensemble des énoncés avant de commencer.

Exercice 1 (15 points)

L'étude porte sur la comparaison de deux architectures de réseau comportant deux redresseurs triphasés PD3. Initialement, les deux redresseurs étaient reliés à un seul transformateur conformément à la figure 1. Cette configuration entraînait des perturbations au primaire.

Pour remédier à ces perturbations, la solution proposée est de relier chaque redresseur à un transformateur conformément à la figure 2.



Les dipôles placés en sortie des redresseurs symbolisent les dispositifs connectés du côté continu des redresseurs. Pour la suite, les courants côté continu sont supposés parfaitement lissés.

On étudiera successivement les transformateurs, puis les redresseurs et enfin l'association pour comparer ses performances avec celles de l'installation initiale.

1. Étude des transformateurs de l'installation modifiée (figure 2) (4 points)

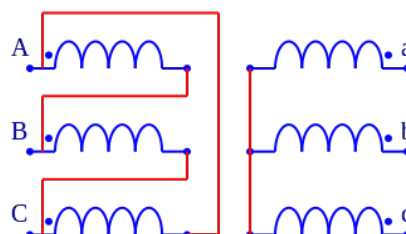
- a. Les redresseurs et leurs charges sont identiques à ceux de la solution initiale, calculer les rapports de transformation de chaque transformateur.

Le couplage des enroulements du transformateur Dy est représenté ci-dessous :

- b. Exprimer son rapport de transformation en fonction des nombres de spires n_{p2} de ses enroulements primaires et n_{s2} de ses enroulements

secondaires. En déduire la valeur de $\frac{n_{s2}}{n_{p2}}$.

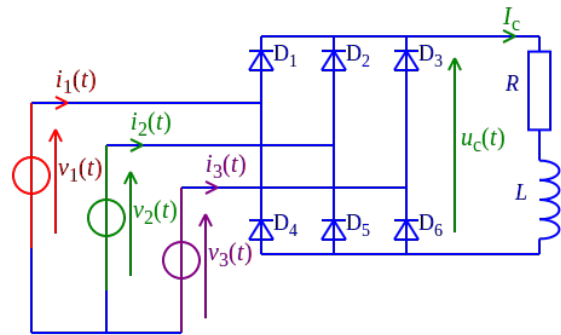
- c. Déterminer son indice horaire.



2. Étude d'un redresseur (6,5 points)

Le schéma d'un redresseur est représenté ci-contre.

La charge côté continu peut être représentée par une résistance de 20Ω en série avec une inductance de 20 mH .



- Indiquer les intervalles de conduction des diodes sur le document réponse n°1 (page 3).
- Tracer la tension redressée sur le document réponse n°1 et calculer sa valeur moyenne.

Selon le type de redresseur, la valeur moyenne de la tension de sortie est calculée par :

- Redresseur triphasé P3 : $\bar{u}_c = \frac{3V\sqrt{2}}{\pi}$ avec V la valeur efficace des tensions simples en entrée.
 - Redresseur triphasé PD3 : $\bar{u}_c = \frac{3V\sqrt{2}\sqrt{3}}{\pi}$ avec V la valeur efficace des tensions simples en entrée.
 - Redresseur monophasé PD2 : $\bar{u}_c = \frac{2V\sqrt{2}}{\pi}$ avec V la valeur efficace de la tension en entrée.
- Calculer la valeur moyenne du courant côté continu.
 - Représenter sur le document réponse n°1 le courant $i_{D2}(t)$ dans la diode D_2 (axes juste sous les intervalles de conduction) et le courant $i_2(t)$ (axes sous les précédents).
 - Déterminer l'expression de la valeur efficace de $i_2(t)$ et en déduire le facteur de puissance.

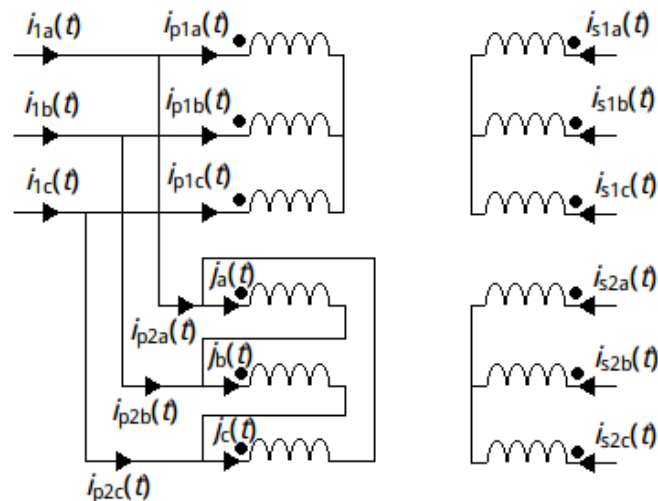
3. Étude de l'installation modifiée (4,5 points)

Le schéma ci-contre représente les deux transformateurs et les différents courants.

Pour le transformateur Yy, les lois de compensation des ampères-tours s'écrivent : $n_{p1} i_{p1x} = n_{s1} i_{s1x}$ avec x correspondant à « a » ou « b » ou « c ».

Pour les calculs : $\frac{n_{s1}}{n_{p1}} = 0,925$

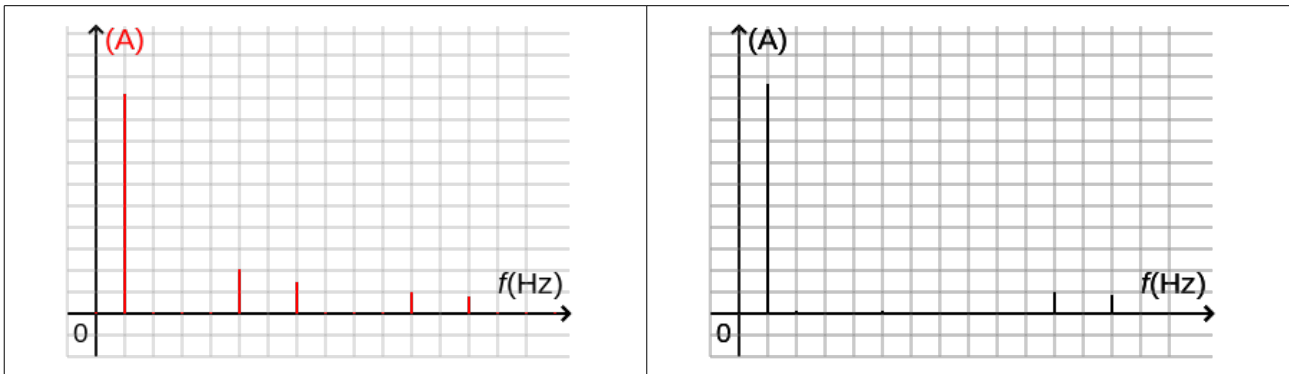
Pour le transformateur Dy, les lois de compensation des ampères-tours s'écrivent : $n_{p2} j_x = n_{s2} i_{s2x}$ avec x correspondant à « a » ou « b » ou « c ».



Les intensités $i_{s1a}(t)$, $j_a(t)$ et $j_c(t)$ sont représentées sur le document réponse n°2 (page 4).

- Représenter $i_{p1a}(t)$ sur le document réponse.
- Écrire la relation entre $j_a(t)$, $j_c(t)$ et $i_{p2a}(t)$ et représenter $i_{p2a}(t)$ sur le document réponse.
- Écrire la relation entre $i_{p1a}(t)$, $i_{p2a}(t)$ et $i_{1a}(t)$ et représenter $i_{1a}(t)$ sur le document réponse.

Les graphiques ci-dessous représentent les spectres en amplitude pour chaque installation ; à gauche pour celle avec un transformateur, à droite pour l'autre (une graduation verticale pour 5 A, une graduation horizontale pour 50 Hz).



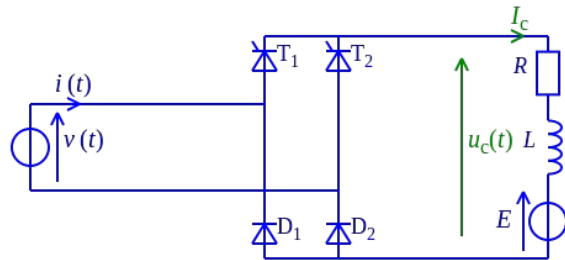
d. Quelle(s) amélioration(s) apporte la nouvelle installation ?

Exercice 2 (5 points)

Le schéma ci-dessous représente un pont mixte, sa charge est constituée d'une fém E , d'une résistance R et d'une inductance L . Le courant côté continu est supposé parfaitement lissé.

1. Indiquer les intervalles de conduction des thyristors des diodes et représenter la tension côté continu sur le document réponse n°3 pour un angle de retard à l'amorçage de 60° .

La valeur moyenne de la tension de sortie est donnée par $\bar{u}_c = \frac{V\sqrt{2}}{\pi}(1 + \cos \psi)$ avec ψ l'angle de retard à l'amorçage et V la valeur efficace de la tension alternative.



2. La valeur moyenne maximale de la tension de sortie du redresseur doit être égale à 220 V.

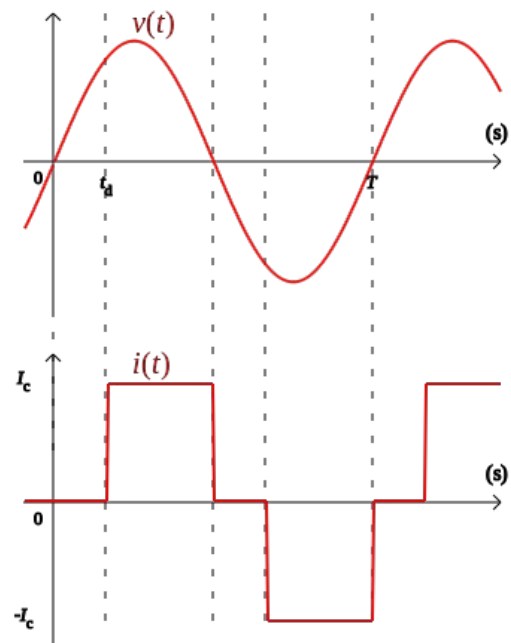
- a. Pour quel angle de retard à l'amorçage obtient-on cette valeur de tension ?
- b. Calculer la valeur efficace de la tension du côté alternatif.

3. Les mesures suivantes de tensions et intensités ont été réalisées :

Valeurs moyennes côté continu : 20 A et 165 V ; valeurs efficaces côté alternatif : 16,3 A et 245 V.

L'oscillogramme ci-contre représente les allures de la tension et de l'intensité en entrée du redresseur.

- a. Déterminer le facteur de puissance.
- b. Tracer l'allure du fondamental du courant en ligne et en déduire son déphasage avec la tension.
- c. Déduire de ce qui précède l'intensité efficace du fondamental du courant en ligne.
- d. Calculer la puissance réactive.

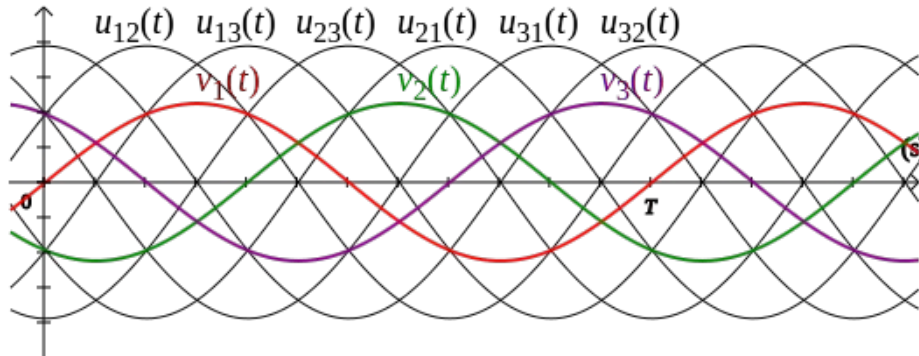


Relations donnant les puissances active et réactive pour un dipôle dont les tension et intensité sont périodiques

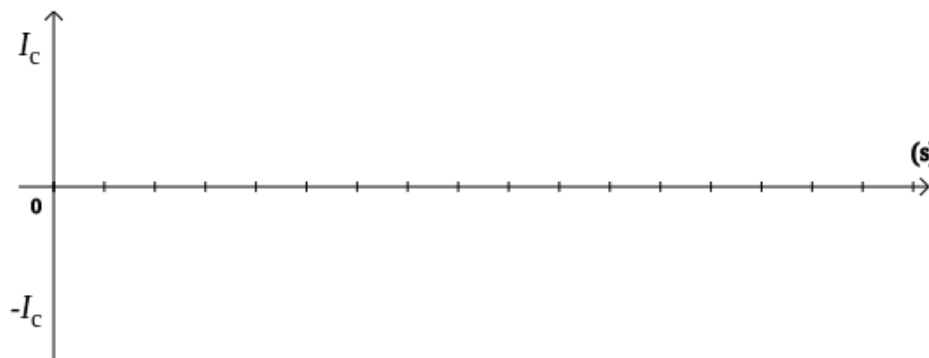
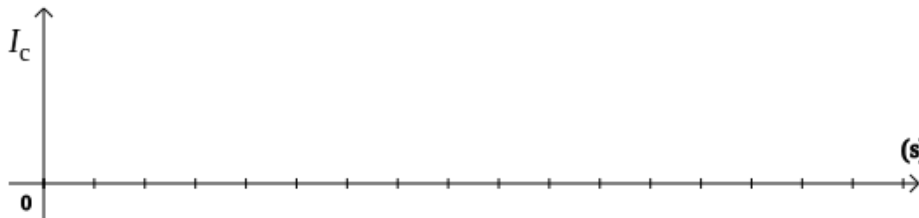
Puissance active : $P = U_0 I_0 + \sum_{n=1}^{n=\infty} U_n I_n \cos \varphi_n$ avec U_0 et I_0 les composantes continues de la tension et de l'intensité ; U_n et I_n les valeurs efficaces des harmoniques de rang n de la tension et de l'intensité et φ_n le déphasage entre les harmoniques de rang n de la tension et de l'intensité.

Puissance réactive : $Q = \sum_{n=1}^{n=\infty} U_n I_n \sin \varphi_n$

Document réponse n°1 (question 2 de l'exercice 1)

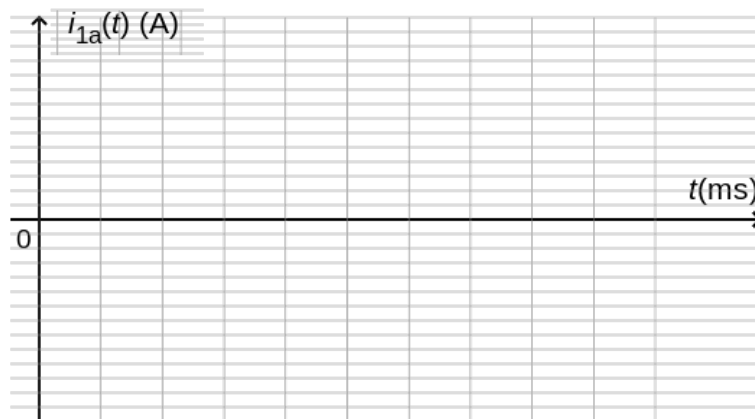
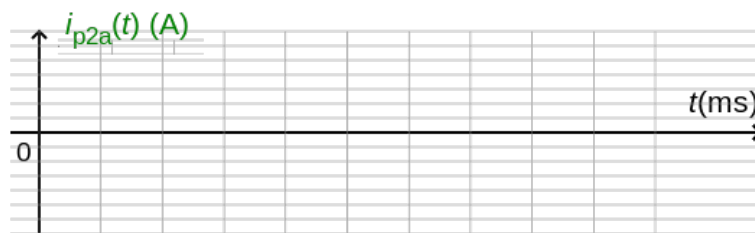
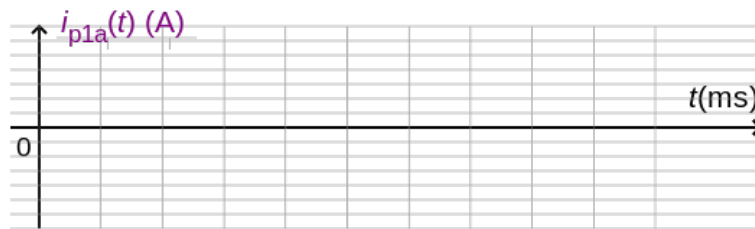
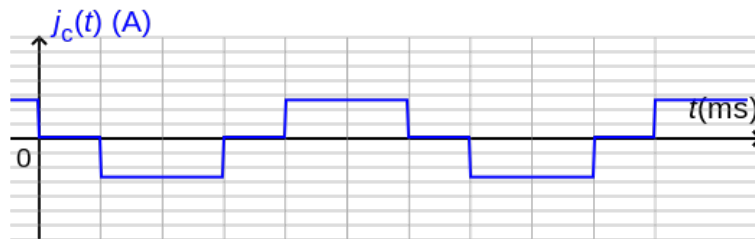
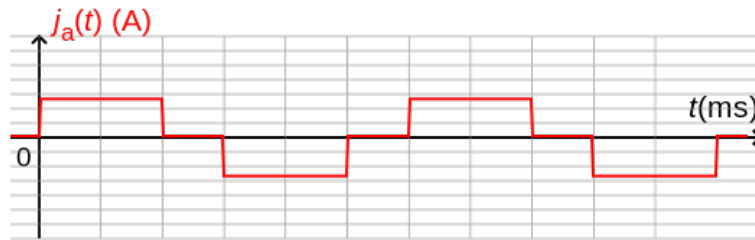
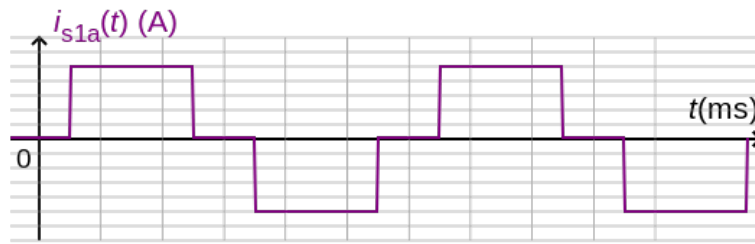


- D₁ _____
- D₂ _____
- D₃ _____
- D₄ _____
- D₅ _____
- D₆ _____

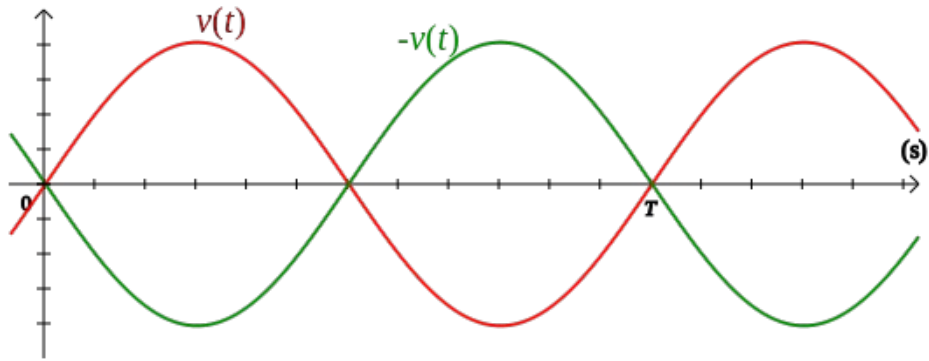


Document réponse n°2 (question 3 de l'exercice 1)

Échelle horizontale : 6 divisions pour une période de 20 ms ; échelle verticale : 5 A pour une division.



Document réponse n°3 (question 1 de l'exercice 2)



T_1 _____
 T_2 _____
 D_1 _____
 D_2 _____