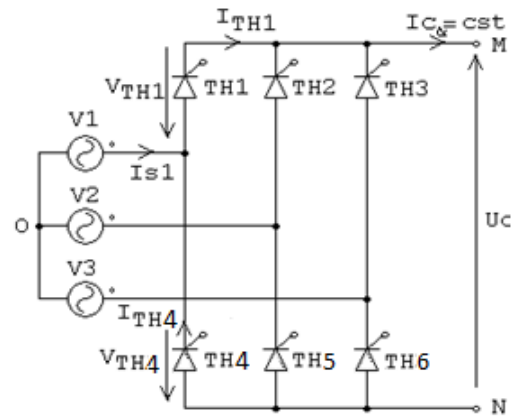


Exercice N°01

Un redresseur triphasé à thyristor PD3, comporte des thyristors. Le transformateur dont le secondaire branché en étoile, délivre une tension par phase $V = 220 \text{ volt}$, la fréquence du réseau est $f = 50 \text{ Hz}$. Le courant qui passe dans la charge est supposé constante $I_{ca} = cst$, la résistance des thyristors est négligeable.



$$\begin{aligned} V_1 &= V\sqrt{2} \sin(\omega t) & V_2 &= V\sqrt{2} \sin(\omega t - 2\pi/3) & V_3 &= V\sqrt{2} \sin(\omega t + 2\pi/3) \\ V_1 - V_2 &= V\sqrt{6} \cos(\omega t - \pi/3), & V_2 - V_3 &= V\sqrt{6} \cos(\omega t - \pi) & V_3 - V_1 &= V\sqrt{6} \cos(\omega t + \pi/3) \end{aligned}$$

Pour l'angle d'amorçage des thyristors TH1 et TH4 : $\alpha_1 = \alpha = \frac{\pi}{3}$ (à votre choix).

Les autres angles d'amorçages des thyristors sont décalés de $\frac{2\pi}{3}$ successivement.

- Tracer sur la feuille attachée – pour une période - les chronogrammes des tensions :
 $V_{M0}(\omega t) = V_M(\omega t) - V_0(\omega t)$ (réseau supérieur) et $V_{N0}(\omega t) = V_N(\omega t) - V_0(\omega t)$ (réseau inférieur)
 - En déduire les chronogrammes de la tension redressée : $U_c(\omega t) = V_{MN}(\omega t) = V_M(\omega t) - V_N(\omega t)$.
 - Tracer en fonction de ωt , la tension V_{TH1} aux bornes de thyristor TH1 ainsi que la tension V_{TH4} aux bornes de thyristor TH4.
 - Calculer la tension moyenne U_{c0} aux bornes de la charge.
 - Calculer la tension efficace U_{c_eff} aux bornes de la charge.
 - Tracer sur une période, les chronogrammes des courants I_{s1} , I_{TH1} et I_{TH4} en fonction de I_{ca} .
 - Calculer le courant efficace I_{s1_eff} .
 - Calculer le facteur d'ondulation Kuc .
 - Calculer le facteur de forme $FFuc$.
 - Calculer le taux d'ondulation (harmoniques) τ_{uc} .
 - Calculer la valeur efficace de la tension de l'ondulation résiduelle dans la charge
 $U_{c_eff_ond} = \tau_{uc} \cdot U_{c0}$
 - Calculer la tension inverse maximale V_{TH1_Max} que peut supporter le thyristor TH1.
- **Refaire les mêmes questions pour un PD3 Mixte** (réseau inférieur = diodes : TH4 = D4, TH5 = D5, TH6 = D6).
- **Refaire les mêmes questions pour un PD3 à diodes et en charge résistant (R).**

1..Tension moyenne aux bornes de la charge

Si la tension redressée U_d est périodique de période T , sa valeur moyenne U_{d0} est :

$$U_{d0} = \frac{1}{T} \int_0^T U_d d\omega t$$

2..Tension efficace U_{deff} (SRM)

La tension efficace est donnée par :

$$U_{deff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U_d^2 d\omega t}$$

3..Facteur d'ondulation K_{ud}

Il définit l'écart entre la tension redressée maximale U_{dmax} et celle minimale U_{dmin} :

$$K_{ud} = \frac{U_{dmax} - U_{dmin}}{2U_{d0}}$$

La tension redressée est meilleur quand K_{ud} tend vers 0 (petit).

4..Facteur de forme FF_{ud}

Il exprime l'ondulation de la tension :

$$FF_{ud} = \frac{U_{deff}}{U_{d0}}$$

La tension redressée est meilleur moyenne d'ondulation quand FF_{ud} tend vers 1.

Le facteur de forme est surtout utilisé pour calculer le taux harmonique τ_{ud} .

5..Taux harmonique τ_{ud}

Le taux harmonique τ_{ud} est défini par :

$$\tau_{ud} = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} U_{hn}^2}}{U_{d0}}$$

U_{hn} : Valeur efficace de l'harmonique d'ordre n

Le développement de U_d en série de Fourier

$$\text{donne : } U_d = U_{d0} + \sum_{n=1}^{\infty} U_{hn}$$

$$\text{Avec : } \begin{cases} U_{hn} = A_n \cos(n\omega t) + B_n \sin(n\omega t) \\ A_n = \frac{2}{T} \int_0^T U_d \cos(n\omega t) d\omega t \\ B_n = \frac{2}{T} \int_0^T U_d \sin(n\omega t) d\omega t \end{cases}$$

Un théorème mathématique montre que :

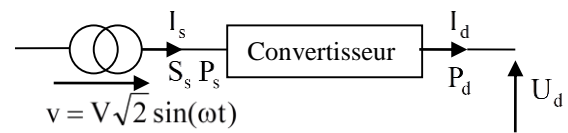
$$U_{deff}^2 = U_{d0}^2 + \sum_{n=1}^{\infty} U_{hn}^2 \quad \text{D'où : } U_{deff}^2 - U_{d0}^2 = \sum_{n=1}^{\infty} U_{hn}^2$$

$$\frac{U_{deff}^2 - U_{d0}^2}{U_{d0}^2} = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} U_{hn}^2}{U_{d0}^2} = \tau_{ud}^2$$

$$\text{On aura alors : } \tau_{ud}^2 = \left(\frac{U_{deff}}{U_{d0}} \right)^2 - 1$$

$$\text{Donc : } \tau_{ud} = \sqrt{\left(\frac{U_{deff}}{U_{d0}} \right)^2 - 1} = \sqrt{FF_{ud}^2 - 1}$$

6..Facteur de puissance au secondaire de transfo F_s



Le facteur de puissance au secondaire de transfo

$$\text{est : } F_s = \cos(\varphi) = \frac{P_s}{S_s}$$

P_s et S_s sont la puissance active et apparente successivement au secondaire de transfo.

Si on a q phases (q transfos), alors : $S_s = q \cdot V I_s$

P_d est la puissance active coté charge, donc on a :

$$P_d = \frac{1}{T} \int_0^T U_d I_d d\omega t$$

Si on néglige les pertes dans les semi-conducteurs on aura alors : $P_s = P_d$