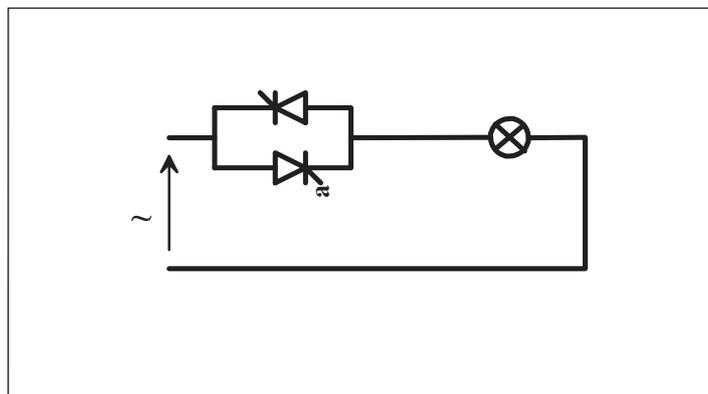


ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

TP n° 4

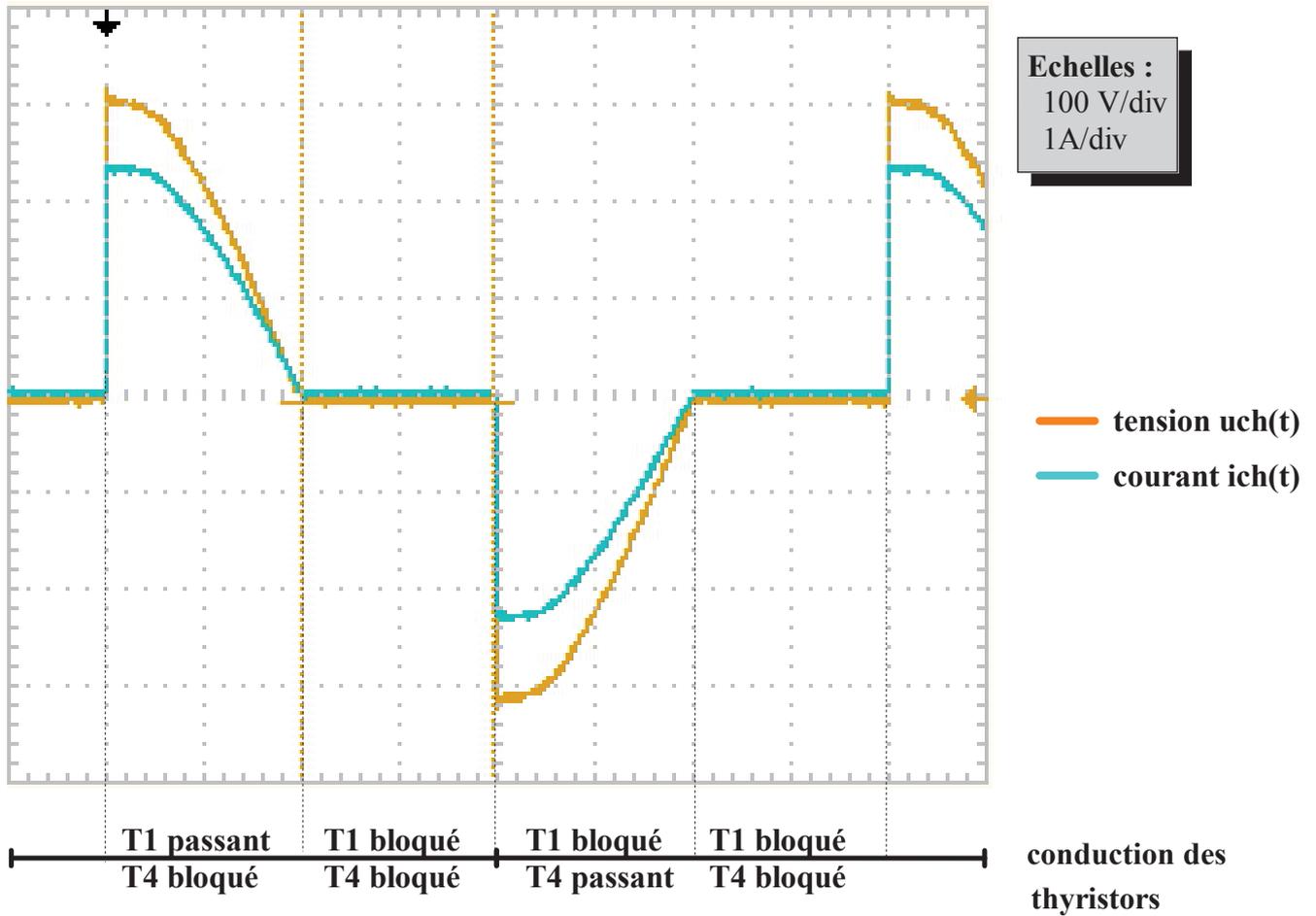
Gradateur monophasé à angle de phase sur charge résistive



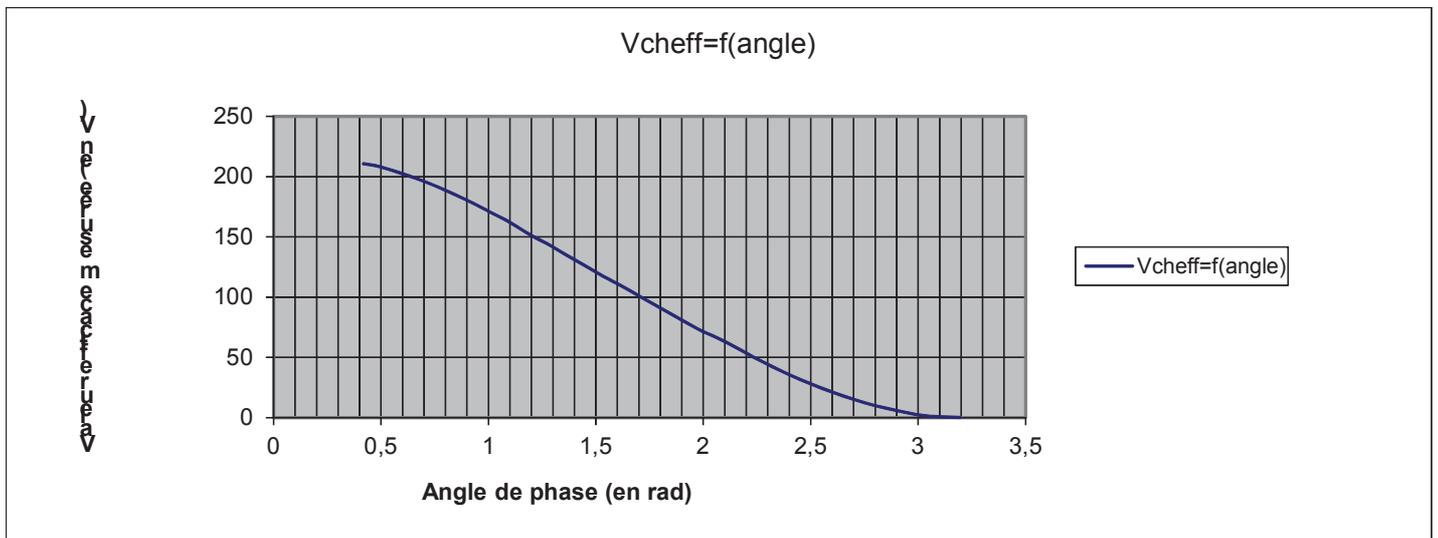
CORRECTION

DOCUMENT REPONSE A

Oscillogramme de la tension et du courant pour un angle α mesuré égal à $\frac{\pi}{2}$

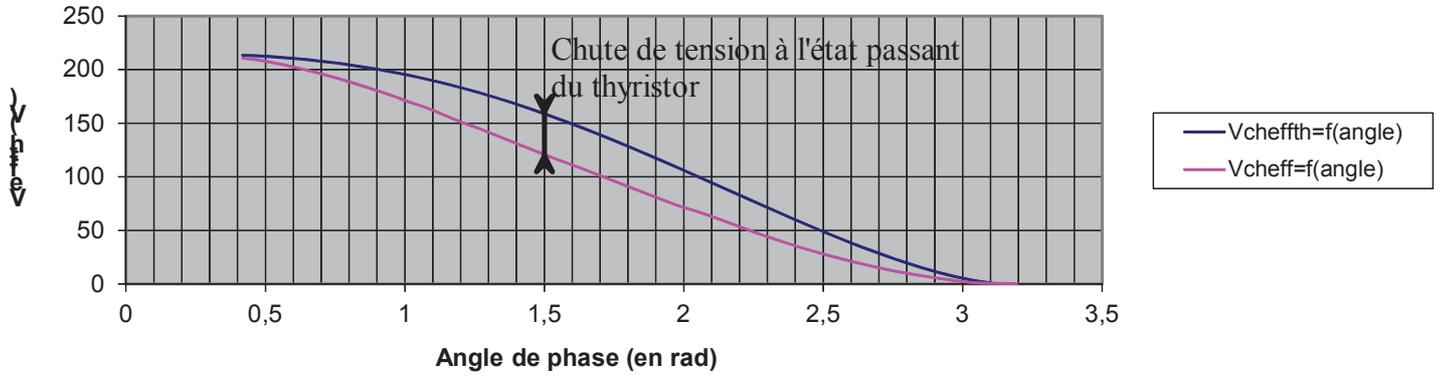


1.2- $V_{cheff} = f(\alpha_{afficheur})$:



1.2 et 1.3- $V_{cheffth}=f(\alpha_{mesur\acute{e}})$ $V_{cheff}=f(\alpha_{mesur\acute{e}})$:

Valeurs efficaces théorique et pratique aux bornes de la charge en fonction de l'angle de phase

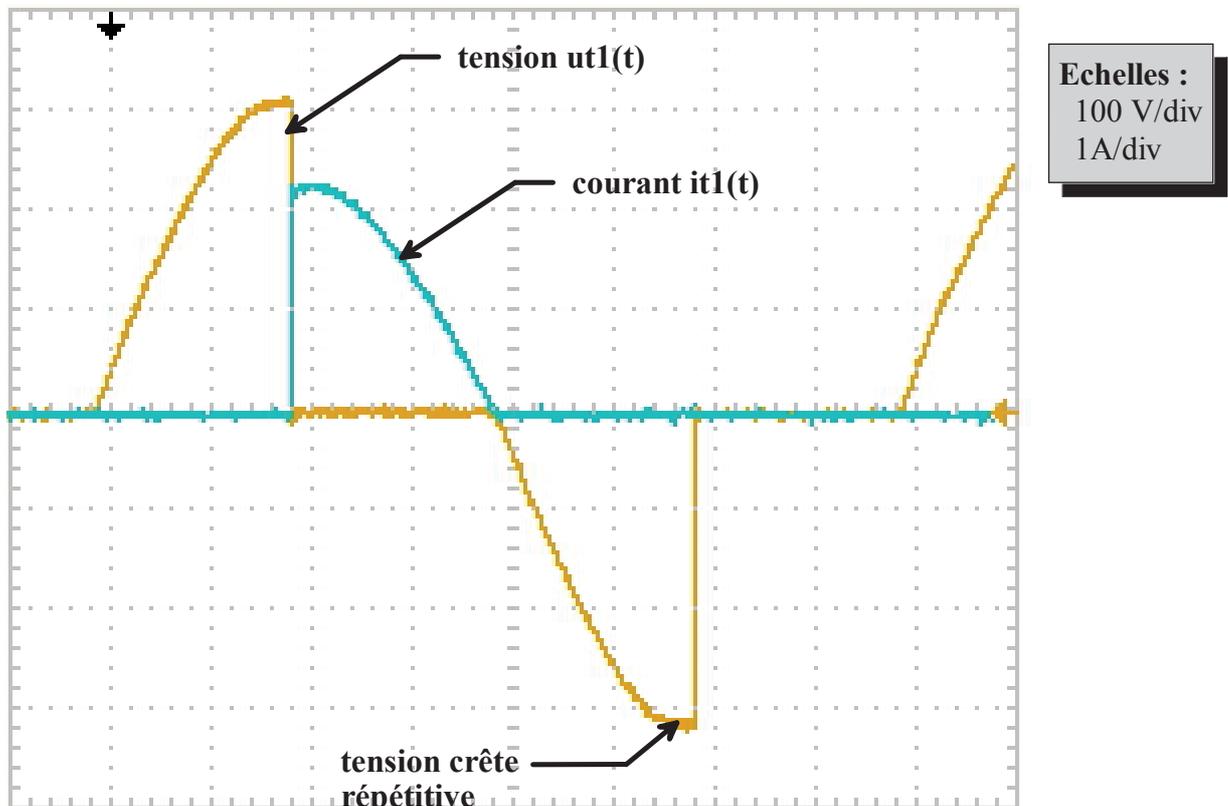


2.1- Critères de choix d'un thyristor :

Les trois principaux critères sont :

- le courant moyen qui le traverse I_{TAV} ,
- le courant efficace I_{TRMS} ,
- la tension inverse maximale répétitive V_{RRM} .

2.2- Tension $u_{T1}(t)$ et courant $i_{T1}(t)$:



2.3- Expressions de I_{T1Moy} et I_{T1Eff} :

Par définition , on a :

$$\begin{aligned} I_{T1Moy} &= \frac{1}{2.\pi} \int_0^{2\pi} i_{T1}(\theta).d\theta \\ &= \frac{1}{2.\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \hat{I}.\sin(\theta).d\theta \\ &= \frac{\hat{I}}{2.\pi} [-\cos \theta]_{\alpha}^{\pi} \\ &= \frac{-\hat{I}}{2.\pi} (-1 - \cos \alpha) \end{aligned}$$

$$\text{D'où : } I_{T1Moy} = \frac{\hat{I}}{2.\pi} .(1 + \cos \alpha)$$

Pour obtenir la valeur efficace, il suffit de partir de la définition :

$$\begin{aligned} I_{T1eff}^2 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_{T1}^2(\theta).d\theta \\ &= \frac{1}{2.\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \hat{I}^2 \frac{1-\cos(2\theta)}{2} d\theta \\ &= \frac{\hat{I}^2}{4\pi} \left([\theta]_{\alpha}^{\pi} - \left[\frac{1}{2} \sin(2\theta) \right]_{\alpha}^{\pi} \right) \\ &= \frac{\hat{I}^2}{4.\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{1}{2} \sin(2\alpha) \right) \\ &= \frac{\hat{I}^2}{4} \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi} \right) \\ &= \frac{(I_{Cheff}.\sqrt{2})^2}{4} \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi} \right) \end{aligned}$$

On obtient pour la valeur efficace :

$$I_{T1eff} = \frac{I_{Cheff}}{\sqrt{2}} . \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}}$$

2.4- Choix des thyristors du gradateur :

En se plaçant dans le cas le plus défavorable ($\alpha=0$) :

- $I_{RMS} > 3,54A$,
- $I_{TAV} > 2,25A$,
- $V_{RRM} > 2.340.\sqrt{2} \Rightarrow V_{RRM} > 962V$

On prendra des thyristors de référence 30TPS12.

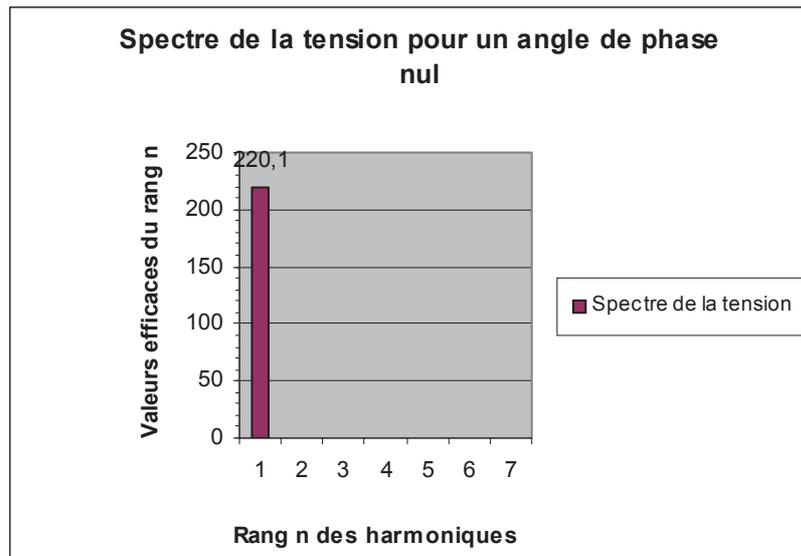
3.1.1- Spectres de la tension et du courant : pour $\alpha=0$ rad

Quand l'angle de découpage est nul, la tension aux bornes de la charge $u_{CH}(t)$ et le courant $i_{CH}(t)$ sont sinusoïdaux et tels que :

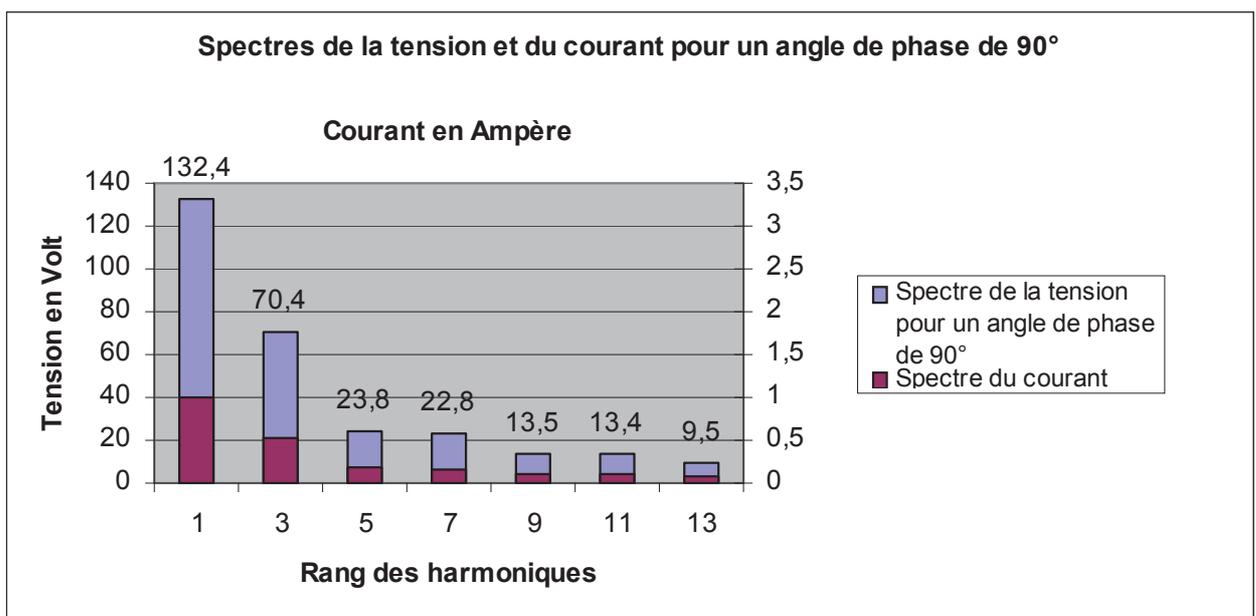
$$u_{ch}(t) = V_{RESEAUeff} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega.t) \quad \text{avec } \omega = 2.\pi.f \text{ et } f=50 \text{ Hz}$$

$$i_{ch}(t) = I_{CHeff} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega.t)$$

Il n'y a pas d'harmoniques (voir fichier Excel).



3.1.2- Spectres de la tension et du courant : pour $\alpha = \frac{\pi}{2}$ rad



3.2.1- Comparaison des spectres :

Dès que l'angle de découpage α est non nul, des harmoniques de tensions et de courants apparaissent. Ces harmoniques sont de rangs impairs (3, 5, 7, 9, ...).

3.2.2 et 3.2.3- Rapport $\frac{V_{CHneff}}{I_{CHneff}}$ et explications :

Le rapport est compris entre $132,2 \Omega$ et $139,2\Omega$. Il reste sensiblement égal et correspond à la valeur de la résistance R de la charge. La loi d'Ohm s'applique donc pour chaque harmonique : ($V_{CHneff} = R.I_{CHneff}$).

Les variations du rapport $\frac{V_{CHneff}}{I_{CHneff}}$ s'expliquent par les erreurs de mesures (liées à la précision des appareils) et aux variations éventuelles de la température de la résistance.

3.2.4- Expression de la valeur efficace du courant en fonction des valeurs efficaces des harmoniques :

Puisque la loi d'Ohm s'applique à chaque harmonique (de rangs identiques), la puissance dissipée par effet Joule peut se calculer de la manière suivante :

$$P = R.I_{CHeff}^2 = R.I_{CH1eff}^2 + R.I_{CH2eff}^2 + \dots + R.I_{CHneff}^2 = R. \sum_{n=1}^{\infty} I_{CHneff}^2$$

D'où :

$$I_{CHeff}^2 = \sum_{n=1}^{\infty} (I_{CHneff})^2 \Rightarrow I_{CHeff} = \sqrt{\left(\sum_{n=1}^{\infty} I_{CHneff}^2\right)}$$