

TP - 12

Conversion Alternatif-Continu

Dans ce TP, on se limite à l'étude de la conversion alternatif→continu qui est un dispositif qui transforme de l'énergie électrique alternative en énergie électrique continue.

Liste du matériel

- GBF ; Oscilloscope ; Multimètre ;
- Transformateur 230 V/12 V ; Pont de diode (de GREATZ) ; Diode de redressement 1N4007 (x1) ;
- Condensateur électrochimique 2200 μF (x1) ; Boite à décades de capacités et de résistance ;
- Résistances : 1k (x2) ; Régulateur intégré de tension (R.I.T) 7810 (x1) ; Plaque d'essai ;

12.1 Étude théorique

12.1.1 Introduction

Un convertisseur est un dispositif qui transforme de l'énergie électrique d'une forme initiale disponible en une forme finale utile. Il existe quatre types de convertisseurs statiques :

- convertisseurs alternatif \rightarrow continu : redresseur ; convertisseur continu \rightarrow continu : hacheur ;
- convertisseur alternatif \rightarrow alternatif : gradateur ; convertisseur continu \rightarrow alternatif : onduleur.

12.1.2 Caractéristiques d'une tension

Soit $u(t)$ une tension périodique de période T : $u(t + T) = u(t)$.

12.1.2.1 Valeur moyenne

La valeur moyenne $\langle u \rangle$ de u est définie par :

$$\langle u \rangle = \lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{1}{\Delta t} \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} u(t) dt$$

Dans le cas d'une fonction périodique, il suffit de calculer $\langle u \rangle$ sur une période :

$$\langle u \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

Pour mesurer la valeur moyenne d'une tension quelconque on peut utiliser un voltmètre numérique sur la position continue (DC : Direct Current).

12.1.2.2 Tension alternative

On appelle tension alternative, une tension de valeur moyenne nulle $\langle u_{alt} \rangle = 0$.

- Calculer la valeur moyenne d'une tension sinusoïdale d'amplitude U_m après redressement monoalternance.
- Répondre à la même question pour un redressement bialternance.
- Comparer les deux valeurs trouvées et conclure.

12.1.2.3 Valeur efficace

La valeur efficace U_{eff} de u est définie par :

$$U_{eff} = \sqrt{\langle u^2(t) \rangle} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

Pour mesurer la valeur efficace d'une tension quelconque on utilise le voltmètre numérique sur la position AC+DC.

- Calculer la valeur efficace pour une tension sinusoïdale d'amplitude U_m ainsi que pour une tension triangulaire symétrique d'amplitude U_m et rectangulaire symétrique d'amplitude U_m .
- Répondre à la même question pour une tension sinusoïdale après redressement monoalternance.
- Répondre à la même question pour une tension sinusoïdale après redressement bialternance.
- Comparer les deux derniers résultats et conclure.

12.1.2.4 Facteur de forme

Le facteur de forme F d'un signal périodique $u(t)$ quelconque est défini par :

$$F = \frac{U_{eff}}{\langle u \rangle}$$

- Calculer F pour une tension sinusoïdale après redressement monoalternance ainsi qu'après redressement bialternance.
- Que vaut F pour une tension continue? Commenter.

12.1.2.5 Taux d'ondulation

u étant une tension variable quelconque, on peut écrire : $u(t) = \langle u \rangle + u_{alt}(t)$

où :

- $\langle u \rangle$ est la valeur moyenne de $u(t)$ appelée aussi composante continue(offset) ;
- u_{alt} est la composante alternative de $u(t)$ ou ondulation.

On caractérise l'ondulation par le taux d'ondulation τ , donnés par :

$$\tau = \frac{U_{alt,eff}}{\langle u \rangle}$$

où :

- $U_{alt,eff}$ est la valeur efficace de l'ondulation $u_{alt}(t)$. Elle peut être mesurée par le voltmètre numérique sur la position AC ;
- $\langle u \rangle$ est la valeur moyenne de $u(t)$.

☞ Montrer que : $F^2 = 1 + \tau^2$

☞ En déduire la relation entre les incertitudes relatives $\frac{\Delta F}{F}$ et $\frac{\Delta \tau}{\tau}$.

12.2 Redressement monoalternance

12.2.1

Réaliser le montage représenté figure 12.1. La cathode "|" de la diode D de redressement est en général repérée par un anneau.

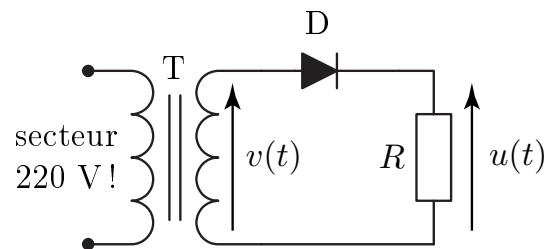


FIGURE 12.1 – Circuit de redressement mono-alternance avec $R = 1 \text{ k}\Omega$, D une diode de redressement du type 1N4007 et T un transformateur 220/12 V, 100 VA.

- ☞ Quel est le courant maximal que peut délivrer le transformateur T sous une tension de 10 V ?
- ☞ Visualiser les tensions $u(t)$ et $v(t)$.
- ☞ Mesurer le facteur de forme F et l'ondulation τ en expliquant la méthode adoptée. Commenter.

12.2.2 Redressement bialternance

On utilise pour cela un pont formé de quatre diodes de redressement appelé pont de GRAETZ

12.2.2.1 Caractérisation de la tension redressée

- Expliquer le fonctionnement du pont de GRAETZ.
- ☞ Câbler le montage représenté figure 12.2 en veillant à ne pas confondre les bornes alternatives (\sim) et les bornes continues (+, -).

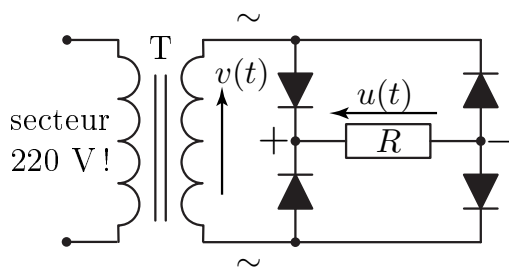


FIGURE 12.2 – Circuit de redressement double-alternance à pont de GREATZ, avec $R = 1 \text{ k}\Omega$ et T un transformateur 220/12 V, 100 VA.

Attention ! :

- **La permutation des bornes alternatives et continues peut entraîner la destruction du transformateur et des diodes.**
- Exprimer $u(t)$ en fonction de $v(t)$ en supposant toutes les diodes idéales.
- Pourquoi n'est il pas possible de visualiser simultanément les deux tensions $u(t)$ et $v(t)$ à l'aide de l'oscilloscope ?
- ☞ Visualiser la tension $u(t)$ et relever son allure.
- ☞ Mesurer F , τ et la valeur efficace de la tension $u(t)$ en expliquant la méthode adoptée et précisant les appareils utilisés.
- ☞ Comparer avec les résultats théoriques et commenter.
- Quel est l'intérêt du redressement bialternance par rapport au redressement monoalternance ?

Dans toute la suite de la manipulation on s'intéressera au redressement bialternance.

12.3 Filtrage de la tension redressée

Afin de réduire l'ondulation de la tension et du courant redressés, on utilise un filtre RC passe-bas (figure 12.5).

Attention ! : Pour les valeurs élevées de la capacité C , les seuls condensateurs utilisables sont de type « condensateur électrochimique » qui sont *polarisés* ! Par conséquent toute inversion de la polarité des bornes d'un condensateur chimique peut entraîner son explosion !

12.3.1 Filtre à capacité

- ☞ Relever la tension $u'_s(t)$. Expliquer le principe de fonctionnement du montage. Quel est le rôle de la diode D_5 ?
- ☞ Mesurer le taux d'ondulation τ' et la valeur efficace de $u'_s(t)$ pour différentes valeurs du produit RC (remplir le tableau 12.1). Comment varie τ' avec le produit RC ? Expliquer.

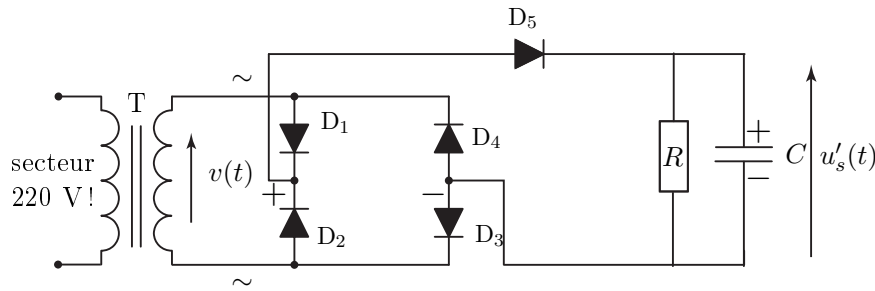


FIGURE 12.3 – Circuit de redressement double-alternance à pont de GREATZ et filtrage. On donne $R = 100 \Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$ puis $1 \mu\text{F}$ puis $2200 \mu\text{F}$. T est un transformateur 220/12 V, 100 VA.

C	100 nF	1 μF	2200 μF
RC			
τ'			

TABLE 12.1 – Influence du produit RC sur le taux d'ondulation.

12.4 Régulation de la tension filtrée

12.4.1 Introduction

Pour minimiser l'ondulation résiduelle de la tension u'_s , on utilise un stabilisateur ou un régulateur. La régulation est destinée à minimiser les variations ΔU_s de la tension de sortie U_s (du régulateur représenté figure 12.4) vis à vis des variations ΔU_e de la tension d'entrée U_e , des variations ΔI_s du courant de sortie I_s mais aussi des variations extérieures (variations de température, de rayonnement, ...).

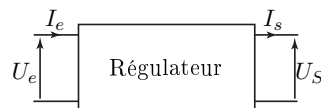


FIGURE 12.4 – Le régulateur est un quadripôle interposé entre la source de tension redressée et filtrée et la charge.

Le régulateur est caractérisé par des facteurs de régulation amont A et aval ρ :

$$A = \left(\frac{\Delta U_e}{\Delta U_s} \right)_{I_s = \text{cste}} \quad \text{et} \quad \rho = - \left(\frac{\Delta U_s}{\Delta I_s} \right)_{U_e = \text{cste}}$$

➤ Quelles sont les dimensions respectives de A et de ρ ?

Exemple de régulateur : Le régulateur intégré de tension qui est à base d'une diode ZENER (voir annexe).

12.4.2 Régulation de la tension

On peut stabiliser la tension de sortie en mettant en cascade (figure ??) :

- le circuit donnant la tension redressée et filtrée étudié en 12.3.1 ;
- un régulateur de tension (R.I.T) 7810 qui permet de fixer la tension à une valeur de +10 V.

- ☞ Câbler le montage et comparer les taux d'ondulation des tensions d'entrée $v(t)$ et de sortie u_s du régulateur.

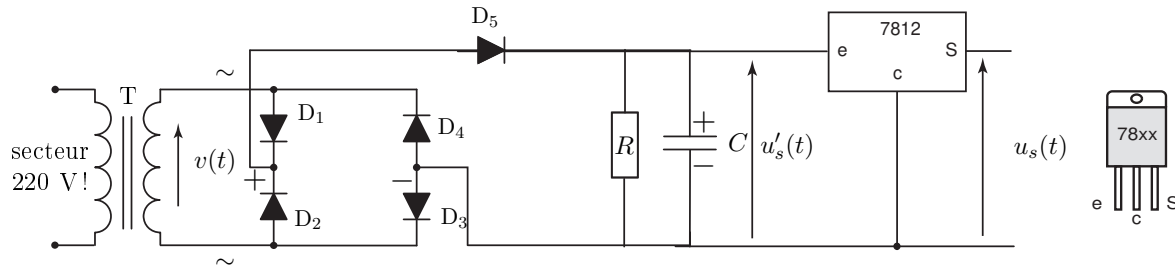


FIGURE 12.5 – Circuit de redressement double-alternance à pont de GREATZ avec filtrage et régulation. On donne $R = 100 \Omega$ et $C = 2200 \mu\text{F}$. T est un transformateur 220/12 V, 100 VA.