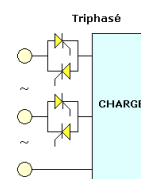
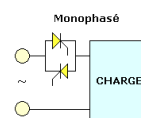


## MODULATION D'ENERGIE PAR TRAINS D'ONDES



## INSTRUCTIONS PERMANENTES DE SÉCURITÉ



1. Avant toute mise sous tension, le professeur vérifie le montage et contrôle le calibrage des appareils de mesure.
2. La mise sous tension et hors tension du poste (consignation, déconsignation) est effectuée en présence du professeur.
3. Toute intervention nécessitant l'ouverture d'un circuit électrique (installation d'un appareil) est effectuée hors tension.
4. Pendant la phase où le poste est sous tension, l'élève travaille sans modifier le câblage du circuit (relevés de mesures ...).
5. En cas de problèmes sur un poste de travail voisin, vous devez impérativement couper l'alimentation du poste en activant le bouton d'arrêt d'urgence le plus proche.



**C'EST LE PROFESSEUR QUI DONNE, APRÈS AVOIR  
PROCÉDÉ À LA CONSIGNATION DU POSTE,  
L'AUTORISATION DE DÉMONTAGE**

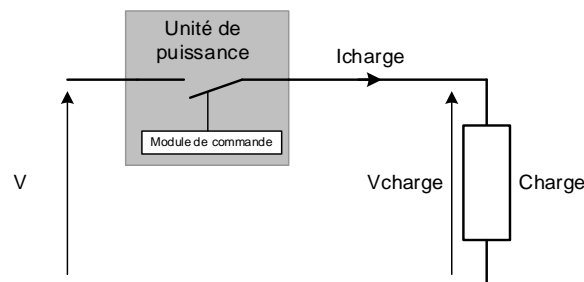


# 1. Modulation de puissance

## 1.1. Présentation

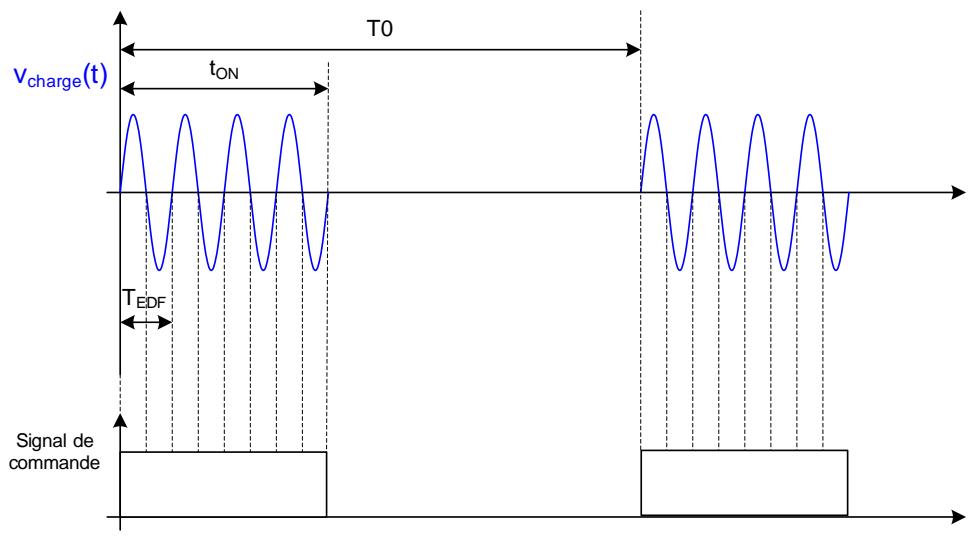
Un gradateur à train d'ondes est un convertisseur alternatif/alternatif qui permet, dans la plupart des applications, de piloter et d'alimenter des systèmes ou des produits électrothermiques à très grande inertie : chauffage par éléments résistifs.

## 1.2. Synoptique



## 1.3. Principe de fonctionnement

Le gradateur à trains d'ondes est constitué d'une unité de puissance (relais électromécanique ou relais statique à composants) et d'un module de commande. Il alimente la charge à partir du réseau alternatif par « salves » d'ondes. Il agit par interruption périodique sans modifier la forme et la fréquence de la tension.



La puissance moyenne à la charge est alors donnée par l'expression :

$$P_{\text{moy}} = \alpha \cdot P_n \quad \text{avec} \quad P_n : \text{puissance nominale en W}$$

$$\text{Rapport cyclique } \alpha = \frac{T_{\text{ON}}}{T_0}$$


$$T_0 : \text{Pseudo période}$$

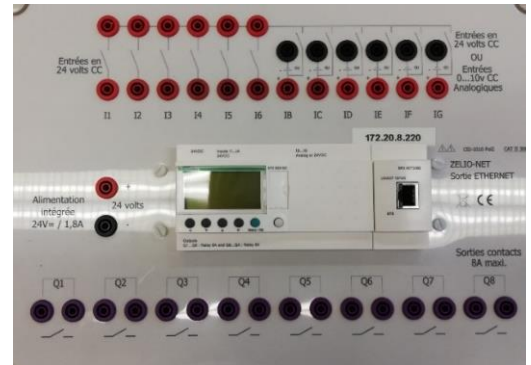
On peut déterminer cette puissance en mesurant l'énergie consommée  $E_c$  divisée par le temps de mesure.

$$P_{\text{moy}} = \frac{E_c}{\text{Temps mesure}}$$

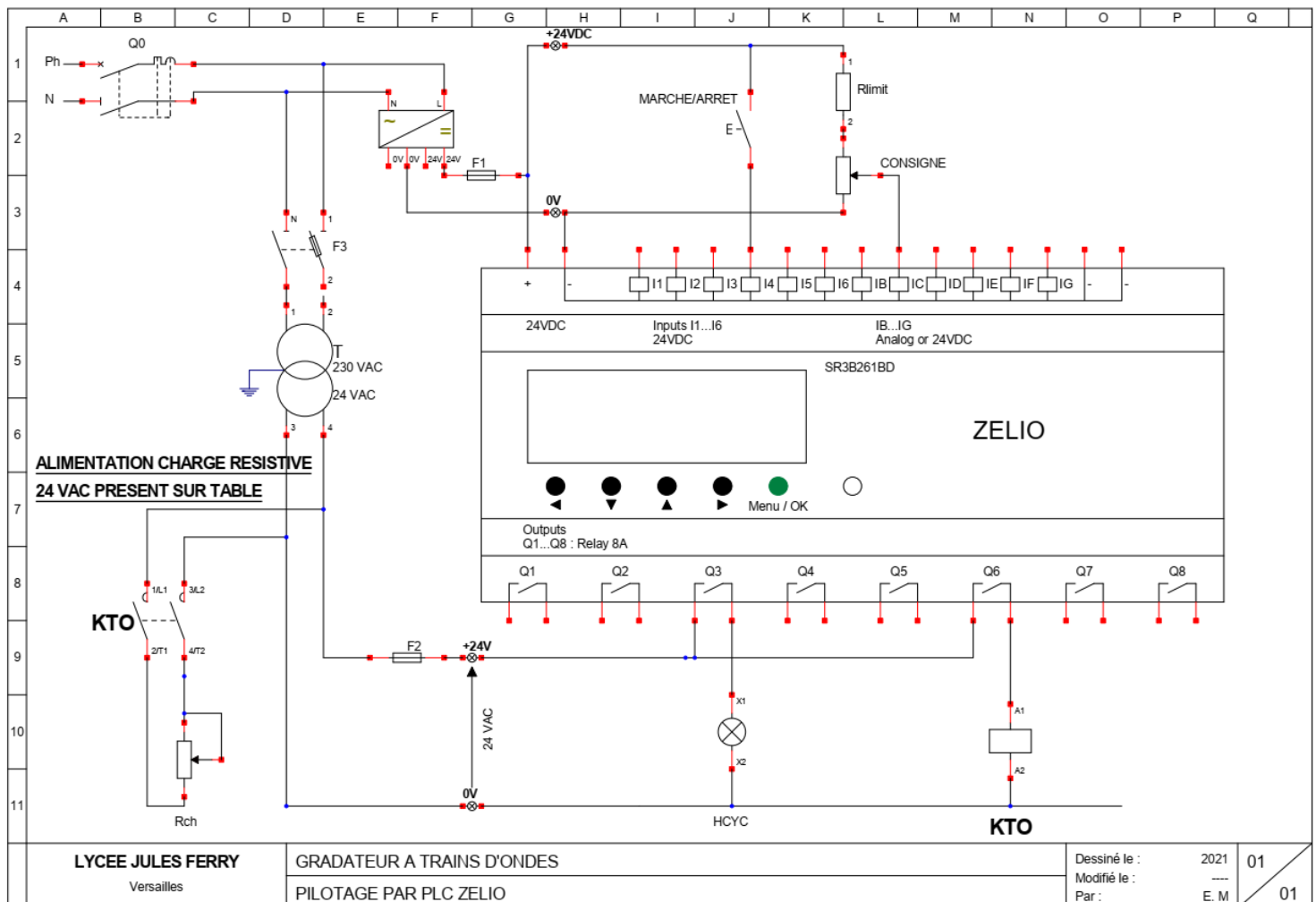
## 2. Mise en œuvre d'un gradateur à trains d'ondes par contacteur

## Matériel à disposition

- Maquette contrôleur ZELIO, SR3 B261 BD
  - Boite à boutons + voyant
  - Potentiomètre 1 k $\Omega$  avec résistance de limitation pour travailler en 0-10V sur entrée analogique
  - Cordon de communication
  - Logiciel ZELIOSOFT
  - Un contacteur KTO commandé en 24 VAC
  - Un rhéostat Rch 24  $\Omega$  / 2 A
- 




## Schéma de raccordement

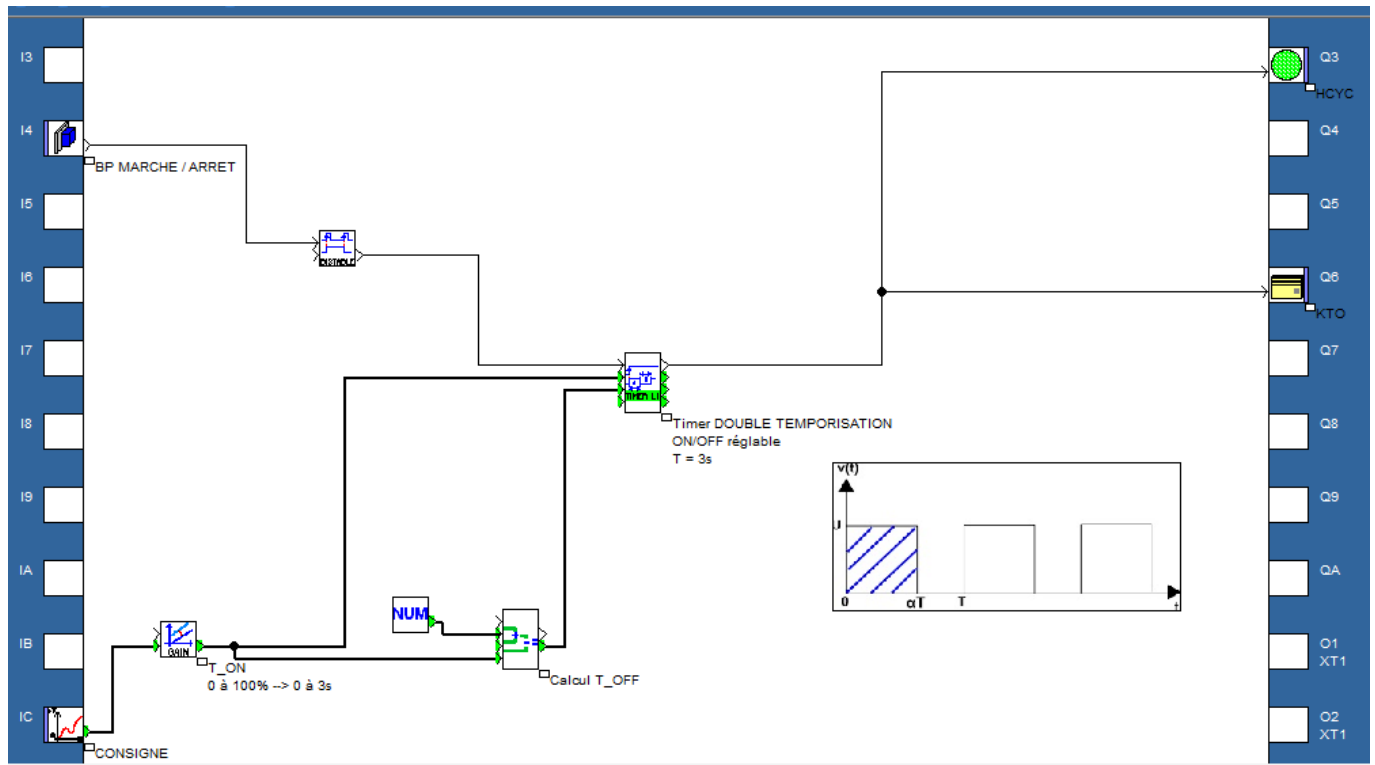


- Q1.** Redessiner la partie « Alimentation charge résistive » et insérer les appareils permettant de :
- Mesurer la tension  $V_{ch}$  aux bornes du rhéostat
  - Relever l'image du courant  $i_{ch}(t)$  traversant  $R_{ch}$ , qui sera réglée à  $16 \Omega$ .
- Q2.** A partir du schéma de raccordement, réaliser hors tension, le montage complet et régler l'oscilloscope.



**FAIRE VERIFIER LE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR.**

- Q3.** Lancer le logiciel ZELIOSOFT®  et ouvrir le fichier disponible sur le serveur « Train\_ondes\_3s.zm2 », vérifier que le programme correspond bien à votre raccordement et au FBD suivant :

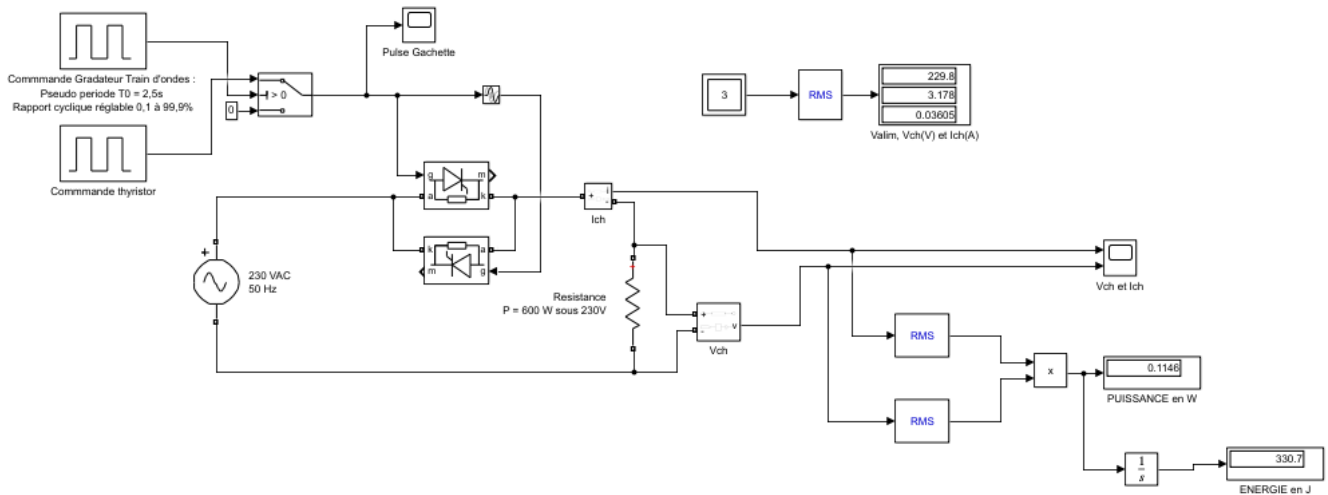


- Q4.** Sous tension, transférer le programme sur la cible PC → Module, en cochant la mise en RUN et le mode monitoring.
- Q5.** Après une impulsion sur le bouton poussoir Marche/Arrêt, relever le temps  $T_{ON}$  et  $T_0$  pour différentes positions de la consigne en % (0 à 9,9V → 0 à 255 → 0 à 100%).
- Q6.** Si on appelle  $\alpha$  le rapport cyclique correspondant au rapport entre  $T_{ON}$  et  $T_0$ , sur tableur, tracer  $\alpha$  en fonction de la consigne :  $\alpha = f(\% \text{consigne})$
- Q7.** Régler la consigne à 40% , mesurer  $V_{ch}$  et effectuer le relevé de l'image du courant  $i_{ch}(t)$  sur une pseudo période  $T_0$ . Exploiter la courbe en vérifiant  $T_{ON}$ ,  $T_0$ ,  $\alpha$  et en déterminant  $I_{ch}$  (A).
- Q8.** Rappeler la formule de la puissance consommée par une charge en monophasé. Que vaut le terme  $\cos\varphi$  si la charge est purement résistive. Déterminer alors la puissance  $P_n$  en conduction.
- Q9.** Pour ce réglage, déterminer alors la puissance moyenne  $P_{moy}$  délivrée à la charge
- Q10.** D'après vous, quel est l'inconvénient majeur d'un gradateur à train d'ondes par contacteur électromécanique ?

## METTRE HORS TENSION

### 3. Gradateur à train d'ondes - SIMULATION

On donne le schéma de simulation SIMULINK® « Gradateur\_Trains\_ondes.slx » suivant :



Le montage est maintenant réalisé à partir de 2 thyristors montés tête-bêche, qui vont commuter le réseau selon la commande

**Q11.** Un peu de recherches...Qu'est-ce qu'un thyristor ? Expliquer le terme « un montage tête-bêche » ?

**Q12.** Quelle est la différence majeure entre un gradateur à contacteur et celui à thyristors ?

**Q13.** Calculer la valeur de la résistance  $R_{ch}$  permettant de consommer  $P_{max}=600W$  sous 230V. Le fichier Simulink étant fourni, saisir la valeur de la résistance

**Q14.** Relever le signal de  $V_{ch}(t)$  et  $I_{ch}(t)$  pour un rapport cyclique de  $\alpha=50\%$  ( $T_{on}=1,25s$ )

**Q15.** Pour différentes valeurs de  $\alpha$ , relever la valeur de l'énergie  $E_c$  en Joules

**Q16.** Pour chaque valeur, sur un tableur, calculer la puissance moyenne consommée  $P_{moy}$  en W.

**Q17.** Tracer la courbe de  $P_{moy} = f(\alpha)$

**Q18.** Vérifier que  $P_{moy} = \alpha P_{max}$

FIN