

Simulation du régulateur LUBIO avec PSIM



LUBIO est un régulateur-réducteur de tension dédié à l'alimentation des lampes d'éclairage public, de tous types (sauf celles équipées de ballasts électroniques). Il permet de diminuer la consommation énergétique et d'augmenter la durée de vie des lampes

Documentation à l'adresse <http://www.schneider-electric.fr/>

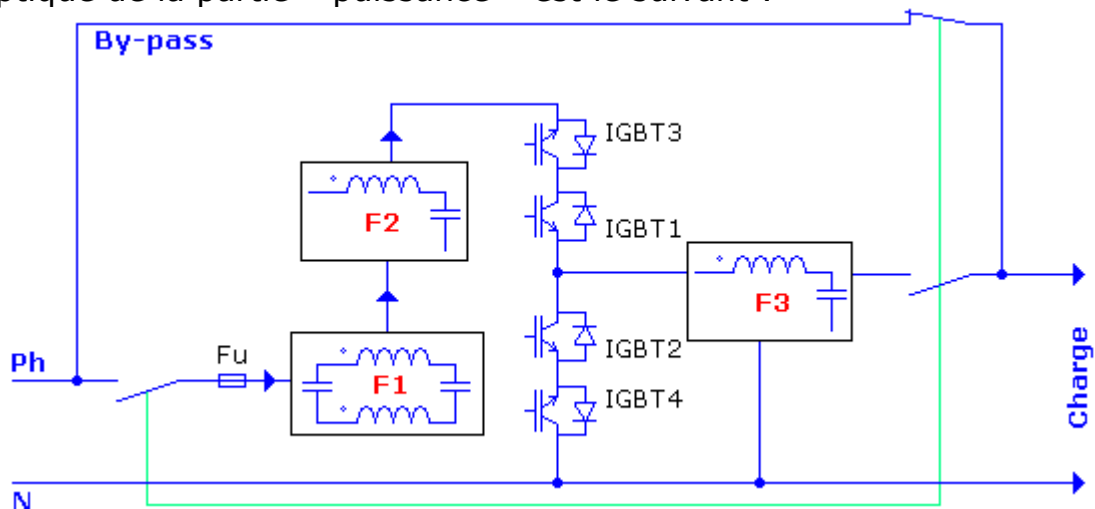


PSIM est un logiciel de simulation d'électronique de puissance. Une version de démonstration gratuite, limitée au niveau du nombre de composants pouvant être utilisés dans un même projet, est téléchargeable à l'adresse <http://www.powersys.fr/>

Cette version est suffisante pour réaliser la simulation proposée

L'étude porte sur un modèle LUBIO 3 kVA monophasé

Le synoptique de la partie « puissance » est le suivant :



L'alimentation se fait entre phase et neutre (230v – 50Hz)

Les IGBT sont pilotés à 25 kHz (fréquence supérieure au seuil audible)

F1 est un filtre HF destiné à éviter la pollution du réseau électrique

F2 permet d'atténuer les di/dt sur l'électronique de puissance

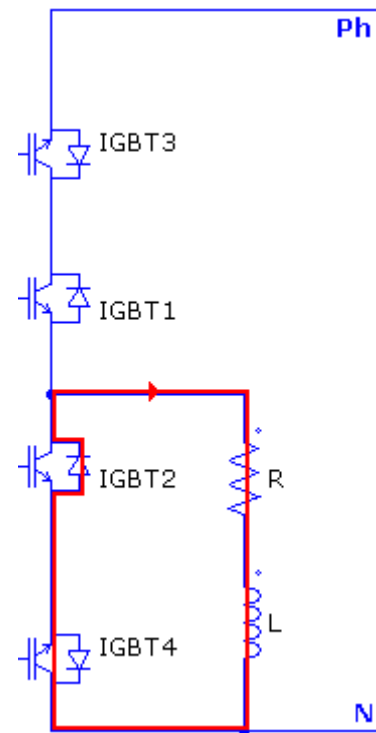
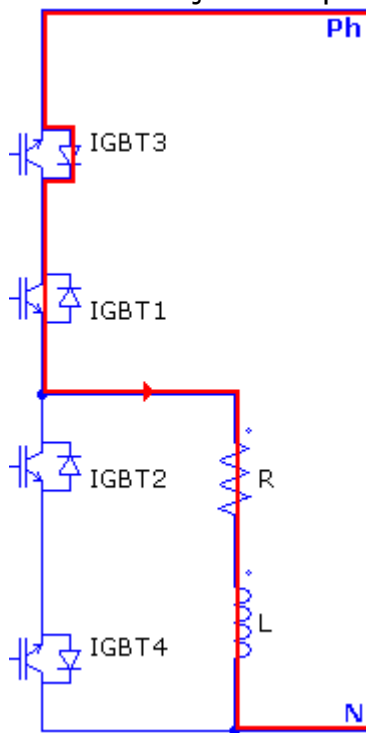
F3 permet de mettre en forme la sinusoïde de sortie ($L = 1\text{mH}$ et $C = 40\mu\text{F}$)

La tension aux bornes de la charge est réglable entre 180v et 230v: l'excursion du rapport cyclique est donc limitée (entre 0,6 et 1)

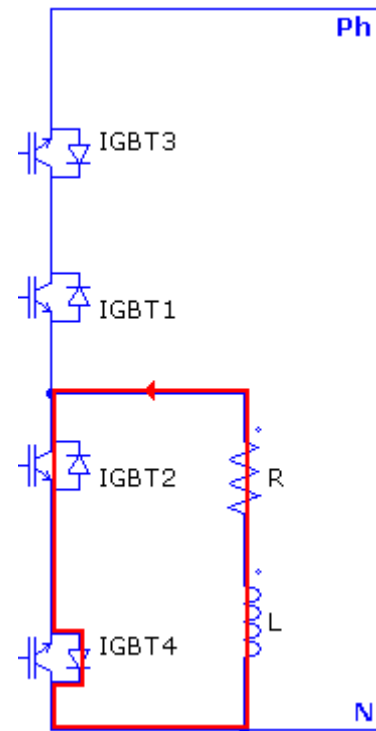
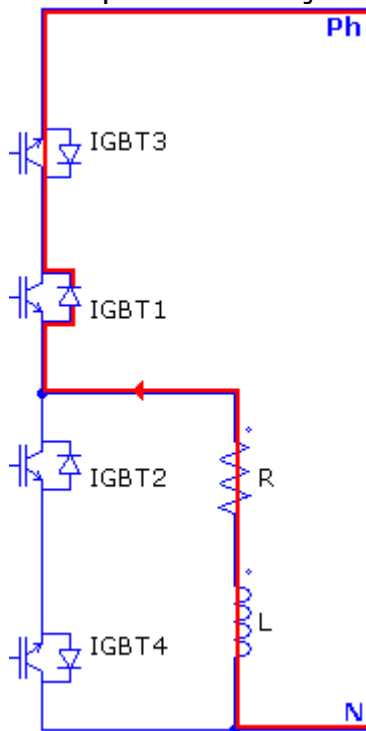
Un By-pass permet d'alimenter directement la charge, sur demande de l'utilisateur ou en cas de défaut sur l'électronique de puissance

Les schémas ci-dessous indiquent la circulation du courant pour les différentes phases de fonctionnement (sur charge R-L)

Lorsque la tension phase-neutre est positive, ce sont les transistors IGBT1 et IGBT4 qui sont pilotés de façon complémentaire



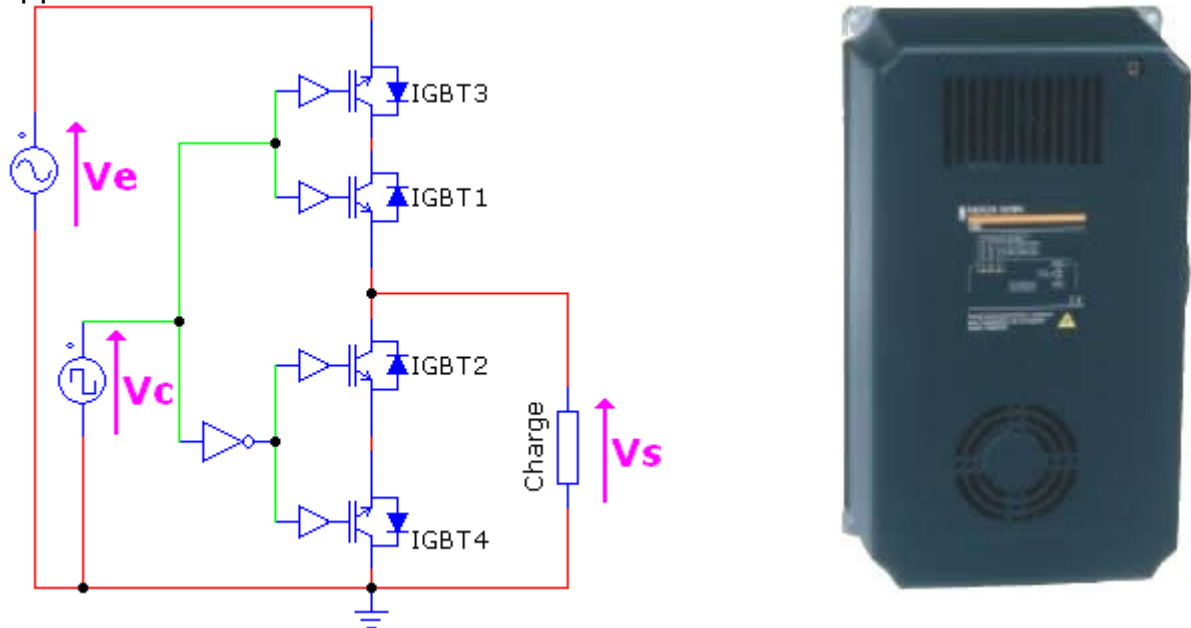
Lorsque la tension phase-neutre est négative, ce sont les transistors IGBT3 et IGBT2 qui sont pilotés de façon complémentaire



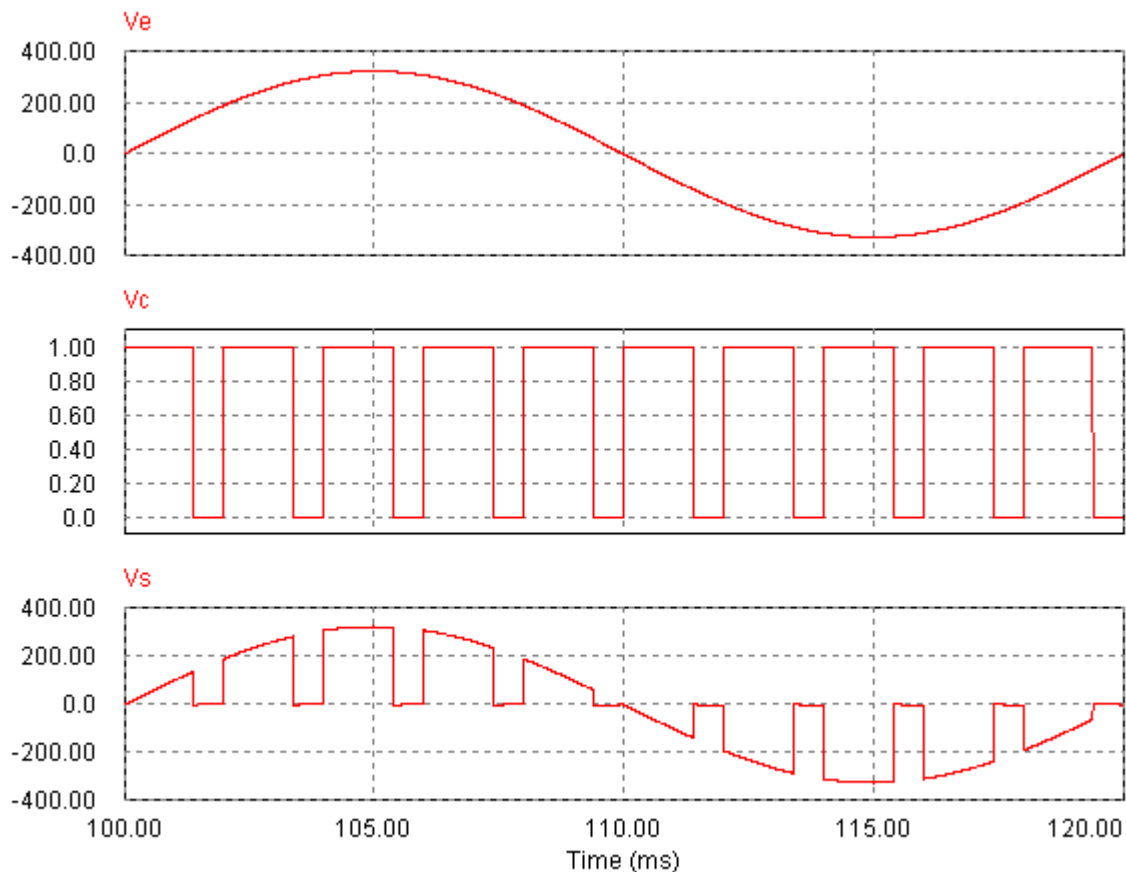
Principe de fonctionnement

IGBT3 et IGBT1 sont pilotés simultanément : suivant le signe de la tension, c'est le transistor qui conduit ou bien la diode qui lui est associée

IGBT2 et IGBT4 sont aussi pilotés simultanément, mais de façon complémentaire par rapport à IGBT3 et IGBT1



Pour faciliter la compréhension, les courbes qui suivent ont été tracées pour un signal de commande V_c de fréquence = 500 Hz (10 fois la fréquence du réseau), de rapport cyclique = 0,7



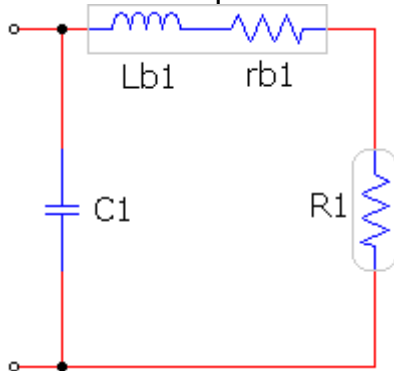
Modélisation de la charge → Voir le [document de Sylvain VOSSOT](#) sur la modélisation d'une lampe à vapeur de sodium haute pression

Le tableau suivant donne le nombre de lampes maximal pour la puissance du Lubio

BF	3 kVA	6 kVA	SHP ou IM	3 kVA	6 kVA
50 W	40 lampes	80 lampes	50 W	40 lampes	80 lampes
80 W	27 lampes	54 lampes	70 W	30 lampes	60 lampes
125 W	18 lampes	36 lampes	100 W	22 lampes	44 lampes
250 W	9 lampes	18 lampes	150 W	15 lampes	30 lampes
400 W	6 lampes	12 lampes	250 W	9 lampes	18 lampes
			400 W	5 lampes	11 lampes
			1000 W	2 lampes	5 lampes

La charge est un groupe de 15 luminaires avec lampes à vapeur de sodium haute pression (SHP), de puissance 150 W et ballast magnétique (Lb1, rb1) compensé (C1). La lampe SHP peut être modélisée par une résistance (R1)

Le schéma équivalent d'un luminaire est le suivant:



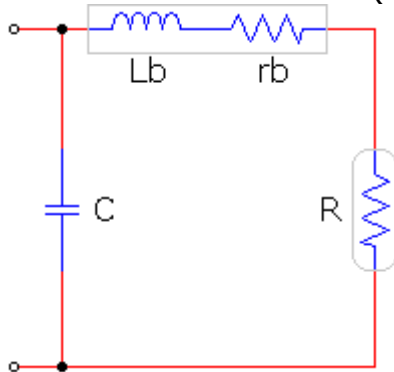
$$Lb1 = 370,8 \text{ mH}$$

$$C1 = 20 \text{ } \mu\text{F}$$

$$rb1 = 6,17 \text{ } \Omega$$

$$R1 = 46,3 \text{ } \Omega$$

Pour les 15 luminaires (en parallèle) les valeurs deviennent:



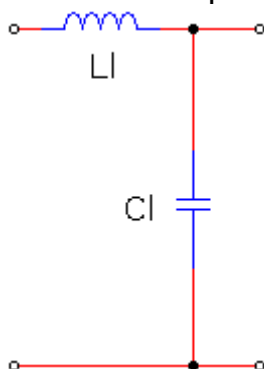
$$Lb = Lb1 / 15 \approx 25 \text{ mH}$$

$$rb = rb1 / 15 \approx 0,4 \text{ } \Omega$$

$$C = C1 \times 15 = 300 \text{ } \mu\text{F}$$

$$R = R1 / 15 \approx 3,1 \text{ } \Omega$$

La sortie du Lubio dispose d'un filtre (F3) dont la structure est la suivante:

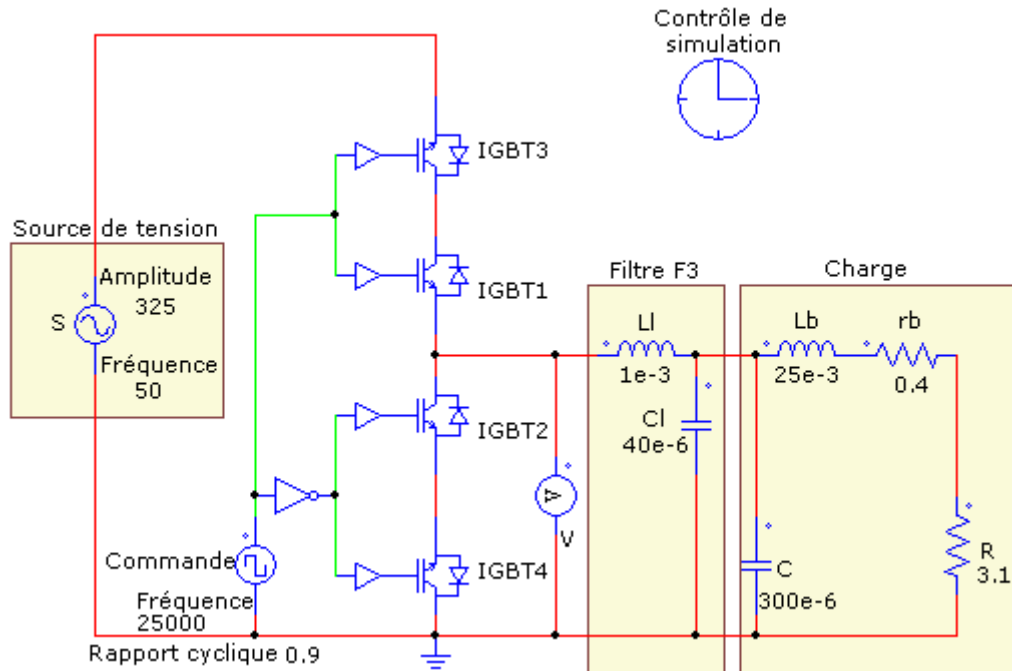


$$LI = 1 \text{ mH}$$

$$CI = 40 \text{ } \mu\text{F}$$

Schéma PSIM

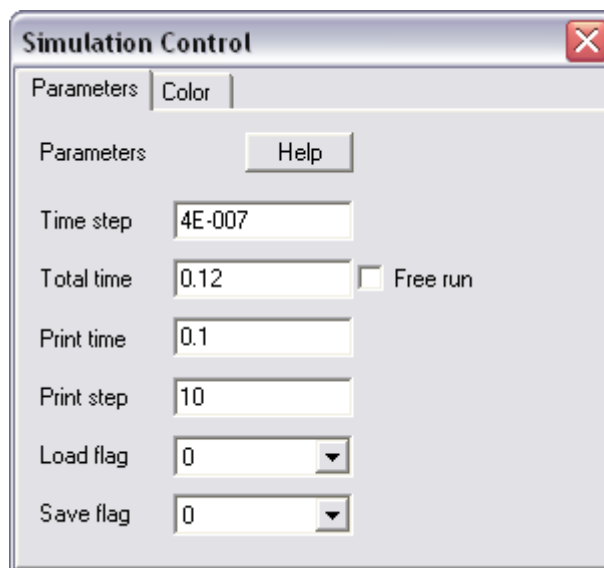
La simulation ne concerne que l'étage de sortie du Lubio (alimenté par une source de tension sinusoïdale)



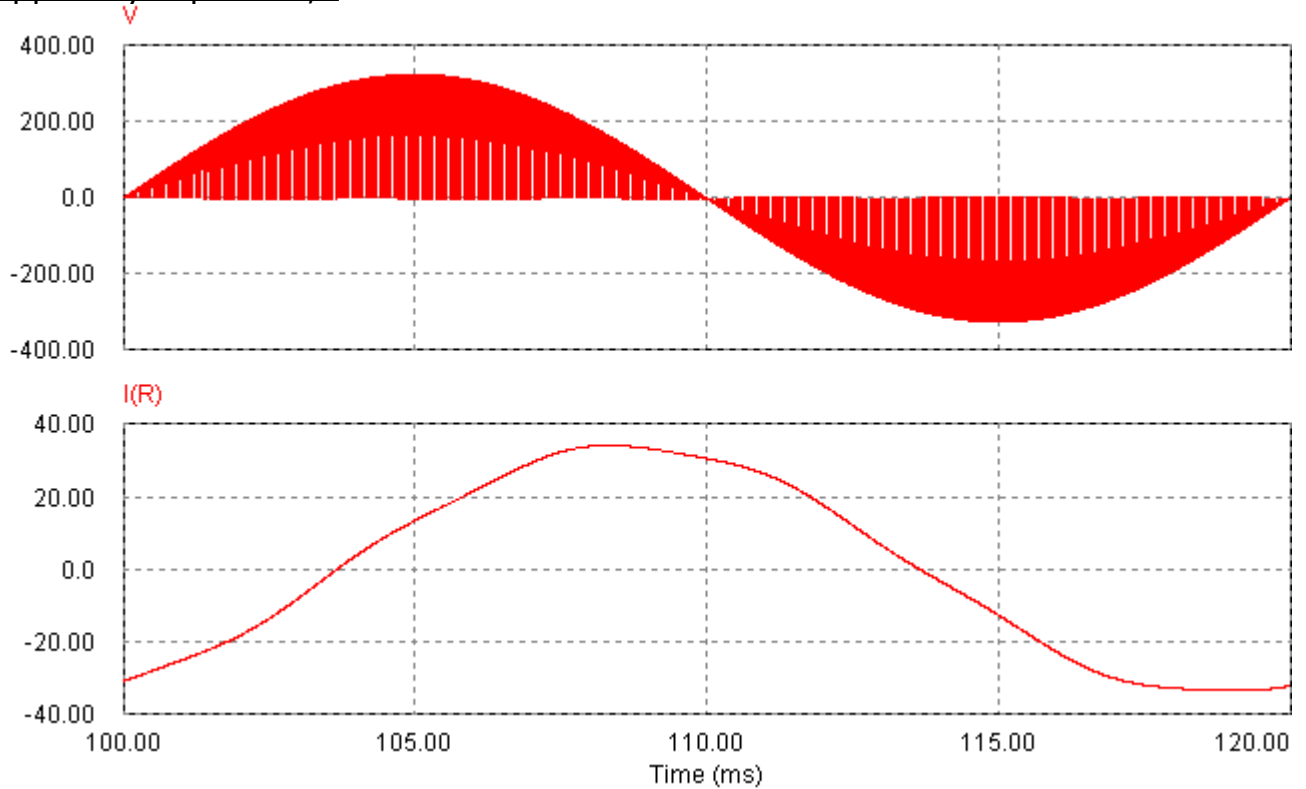
Le fichier de simulation PSIM est téléchargeable à l'adresse <http://stielec.ac-aix-marseille.fr/cours/abati/lubio/lubio.sch>

Contrôle de simulation

Ce contrôle doit être programmé de la façon suivante:

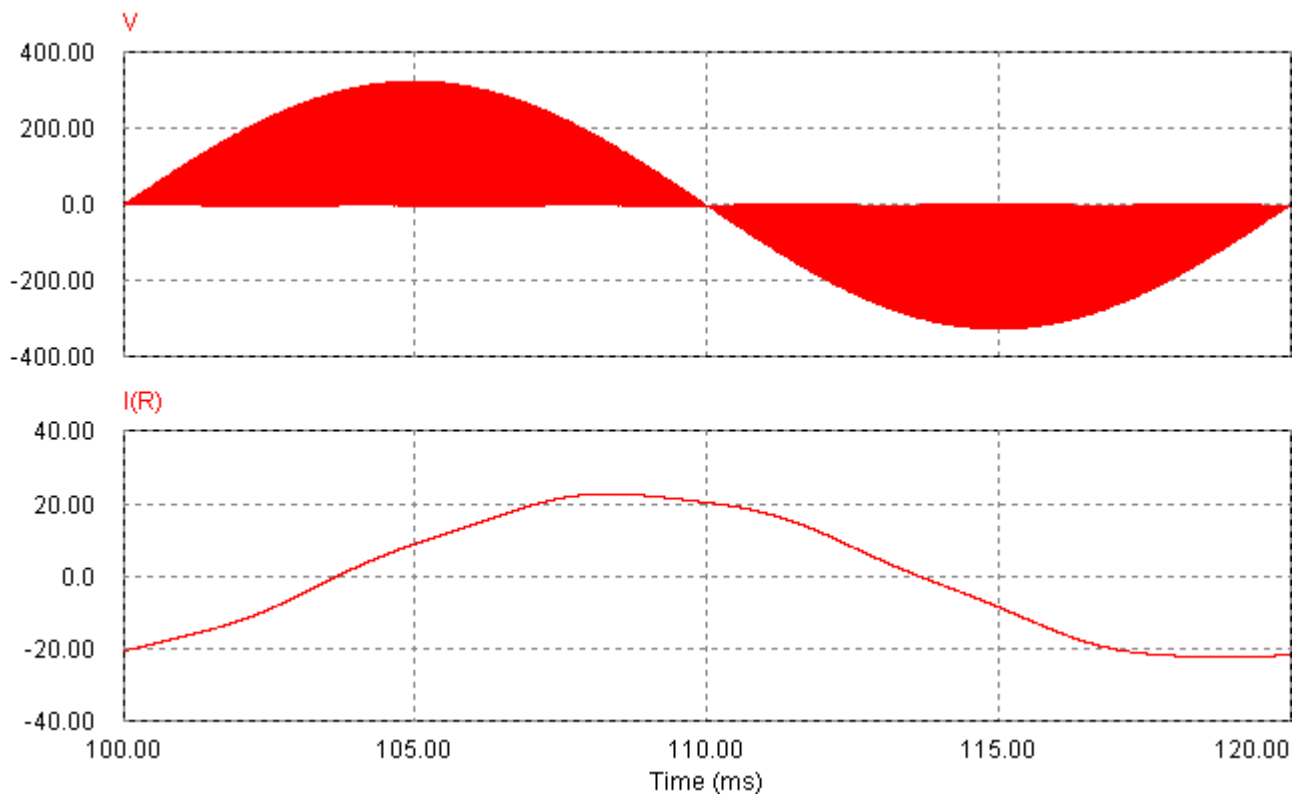


Rapport cyclique = 0,9



$V_{eff} = 218 \text{ V}$ $I_{eff} = 24 \text{ A}$
Puissance fournie aux lampes = $R \times I_{eff}^2 = 3,1 \times 24^2 \approx 1785 \text{ W}$

Rapport cyclique = 0,6

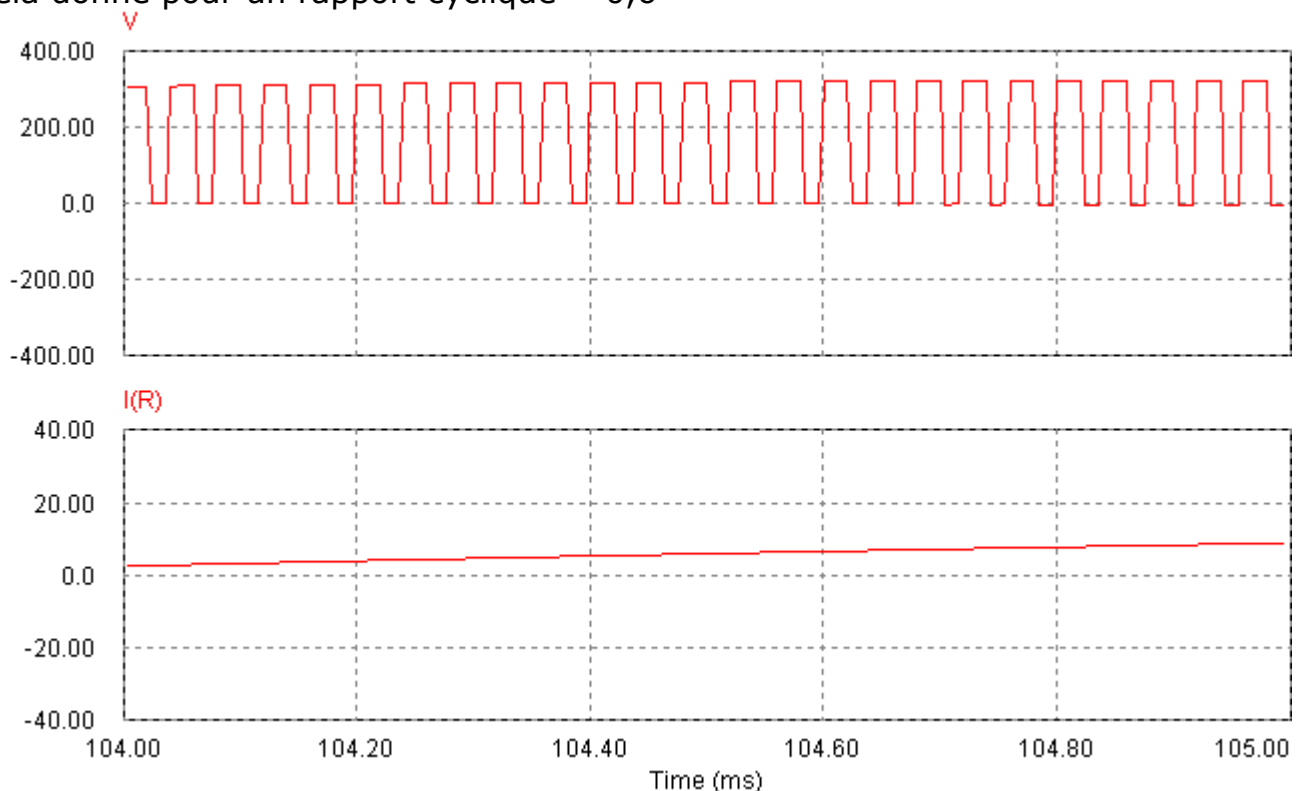


$V_{eff} = 178 \text{ V}$ $I_{eff} = 16 \text{ A}$
Puissance fournie aux lampes = $R \times I_{eff}^2 = 3,1 \times 16^2 \approx 795 \text{ W}$

Pour visualiser le détail de la tension V, il faut paramétrer le contrôle de simulation de la façon suivante:



Cela donne pour un rapport cyclique = 0,6



Le système Lubio permet de réaliser des économies d'énergie sur l'éclairage public et d'augmenter la durée de vie des lampes. Sa principale utilisation concerne les équipements anciens (à ballast ferro-magnétique)

Dans les nouvelles installations, l'emploi de ballasts électroniques semble se généraliser. Une télégestion permet de contrôler et de piloter chaque point lumineux