

<b>td</b>	<b>td MOD 2.1</b>	<b>TSI1 (Période 2)</b>
	<b>Ondulation en courant</b>	<b>1h</b>
	Cycle 4 : Moduler	2 semaines

**MODELISER** Modéliser le signal d'entrée.

**RESOUDRE** Proposer une démarche permettant de déterminer des grandeurs électriques.  
Déterminer les signaux électriques dans les circuits.

**EXPERIMENTER** Mettre en œuvre un appareil de mesure adapté à la caractéristique de la grandeur à mesurer.

**CONCEVOIR** Choisir la technologie des composants de la chaîne de puissance.

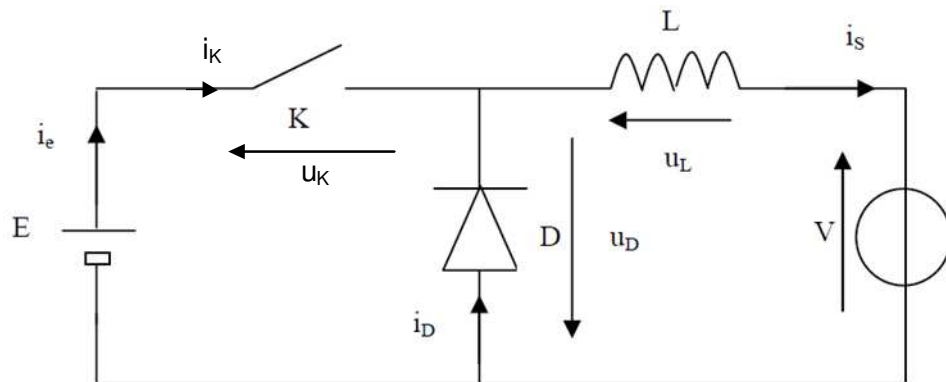
## Conversion continu-continu

L'objectif de ce td est d'apporter des améliorations sur la qualité d'énergie (taux d'ondulation), d'une structure d'un convertisseur statique existant, sans majorer les sollicitations des interrupteurs utilisés.

### 1 Hacheur série

Schéma de principe :

De :  
0 à  $\alpha T$  : K fermé  
 $\alpha T$  à T : K ouvert



**Hypothèse** : la tension  $V$  est constante et  $0 < V < E$ .

La diode est considérée comme parfaite : condition de conduction :  $u_D > 0$

L'interrupteur  $K$  est considéré comme parfait

#### 1.1 Etude sur l'intervalle 0 à $\alpha T$

- 1) Etablir la loi des mailles en entrée du convertisseur et justifier que durant cet intervalle, la diode  $D$  est bloquée.
- 2) Donner la relation liant  $E$ ,  $V$ ,  $L$  et  $i_s$  en utilisant la maille qui convient.
- 3) En déduire l'expression de  $i_s(t)$  en considérant que  $i_s(0) = I_{s\min}$ .  
Que vaut  $i_e(t)$  ?  $i_D(t)$  ?  $u_L(t)$  ?

#### 1.2 Etude sur l'intervalle $\alpha T$ à T

- 4) La diode  $D$  conduit. Que vaut la tension  $u_D(t)$  ? En déduire la relation liant  $V$ ,  $L$  et  $i_s$ .
- 5) Déterminer l'expression de  $i_s(t)$  en considérant que  $i_s(\alpha T) = I_{s\max}$  et  $\alpha T$  pris comme origine des temps. Que vaut alors  $i_e(t)$  ?  $i_D(t)$  ?  $u_L(t)$  ?

### 1.3 Tracé des formes d'ondes

- 6) Tracer les chronogrammes sur le **document réponse 1** de :
  - $i_s(t)$ ,  $i_e(t)$ ,  $i_D(t)$
  - $u_D(t)$ ,  $u_L(t)$
- 7) Compléter la caractéristique statique de l'interrupteur K en plaçant ses segments pour les phases 1 et 2 du tracé précédent sur le document réponse 1. En déduire le type d'interrupteur à utiliser.

## 2 Choix des composants

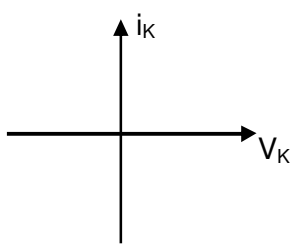
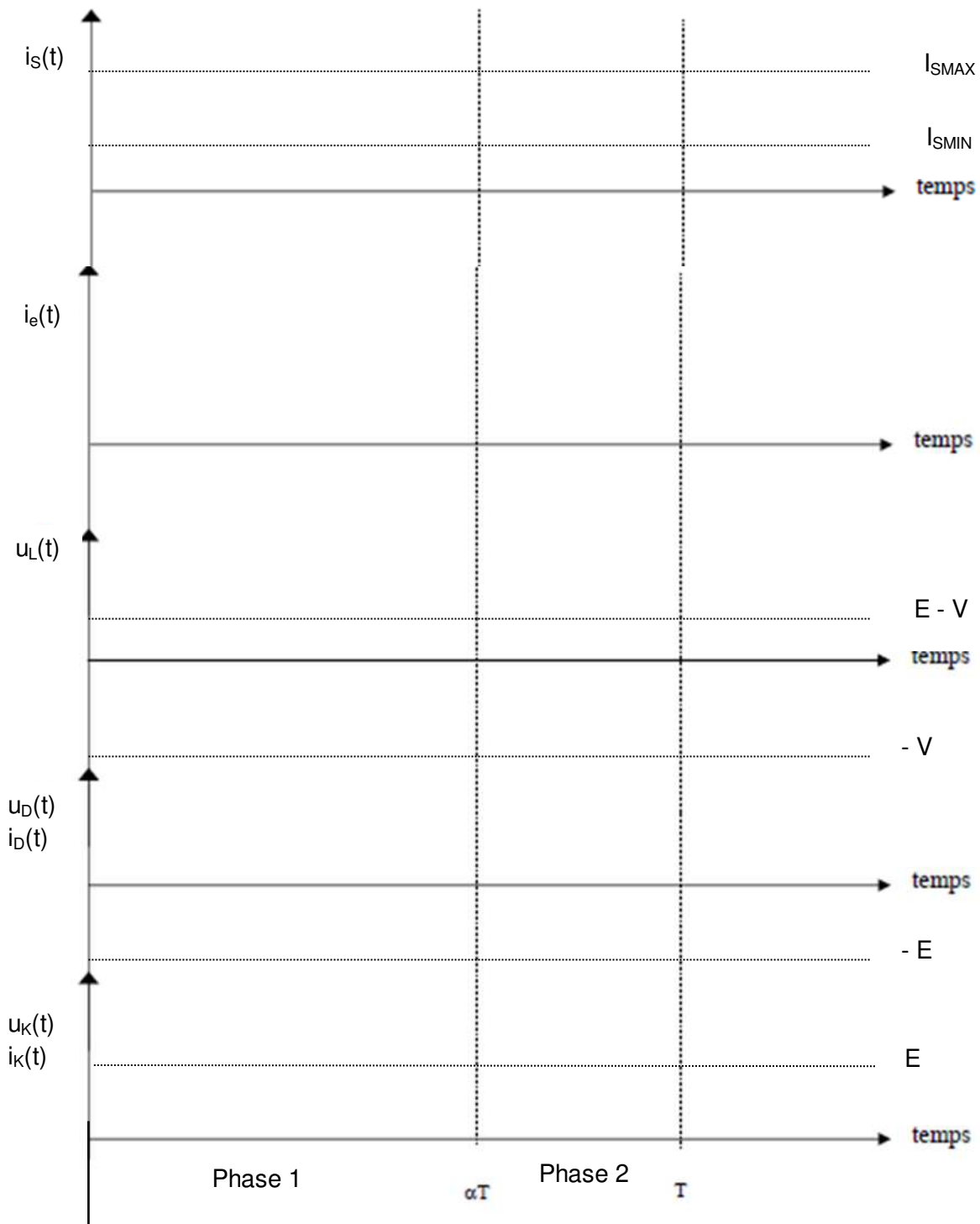
On désire choisir la diode qui convient à notre application. On prendra les valeurs suivantes pour quantifier les grandeurs nécessaires à ce choix :

- Fréquence de découpage du hacheur : 20kHz
  - $E = 207V$
  - $I_{smax} = 1,9A$
  - Le rapport cyclique  $\alpha$  constant à 0,5 (différent de celui du document réponse).
  - $L = 13mH$
- 8) Exprimer de manière littérale la valeur moyenne de  $i_D(t)$  notée  $\langle i_D \rangle$  en fonction de  $V$ ,  $\alpha$ ,  $f$ ,  $L$  et  $I_{smax}$  puis faire l'application numérique.
  - 9) Choisir la diode qui convient en utilisant le document annexe en précisant les grandeurs nécessaires à ce choix.

### 2.1 Etude de l'ondulation du courant de sortie

- 10) En écrivant la loi des mailles sur la maille composée de la diode et la bobine, et en utilisant le fait que la tension moyenne aux bornes d'une inductance pure  $L$  est nulle pour un courant périodique, donner la relation reliant  $\langle V \rangle$  (ici  $\langle V \rangle = V$ ),  $E$  et  $\alpha$ . (On pourra s'aider des tracés précédents pour déterminer  $\langle u_D \rangle$ )
- 11) En reprenant l'équation trouvée à la question 3, et en notant  $\Delta I_s = (I_{smax} - I_{smin})$  l'ondulation du courant de sortie  $i_s$ , donner l'expression de  $\Delta I_s$  en fonction de  $E$ ,  $\alpha$ ,  $L$  et  $f$ .
- 12) Pour quelle valeur de  $\alpha$  l'ondulation du courant  $i_s$  est-elle maximale. Justifier la par le calcul. En déduire l'ondulation maximale  $\Delta I_{smax}$ .
- 13) Proposer deux méthodes pour diminuer l'ondulation du courant. Préciser pour chacune d'elles, les inconvénients que cela engendre.

# Document réponse 1



Nature de l'interrupteur :

## Annexe : Choix de diode



1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

[www.vishay.com](http://www.vishay.com)

Vishay General Semiconductor

### General Purpose Plastic Rectifier



DO-41 (DO-204AL)

#### FEATURES

- Low forward voltage drop
- Low leakage current
- High forward surge capability
- Solder dip 275 °C max. 10 s, per JESD 22-B106
- Material categorization: for definitions of compliance please see [www.vishay.com/doc?99912](http://www.vishay.com/doc?99912)



RoHS  
COMPLIANT

PRIMARY CHARACTERISTICS	
$I_{F(AV)}$	1.0 A
$V_{RRM}$	50 V, 100 V, 200 V, 400 V, 600 V, 800 V, 1000 V
$I_{FSM}$ (8.3 ms sine-wave)	30 A
$I_{FSM}$ (square wave $t_p = 1$ ms)	45 A
$V_f$	1.1 V
$I_R$	5.0 $\mu$ A
$T_J$ max.	150 °C
Package	DO-41 (DO-204AL)
Circuit configuration	Single

#### TYPICAL APPLICATIONS

For use in general purpose rectification of power supplies, inverters, converters, and freewheeling diodes application.

#### MECHANICAL DATA

**Case:** DO-41 (DO-204AL), molded epoxy body  
Molding compound meets UL 94 V-0 flammability rating  
Base P/N-E3 - RoHS-compliant, commercial grade

**Terminals:** matte tin plated leads, solderable per J-STD-002 and JESD 22-B102

E3 suffix meets JESD 201 class 1A whisker test

**Polarity:** color band denotes cathode end

MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25$ °C unless otherwise noted)									
PARAMETER	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNIT
Maximum repetitive peak reverse voltage	$V_{RRM}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS voltage	$V_{RMS}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC blocking voltage	$V_{DC}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5 mm) lead length at $T_A = 75$ °C	$I_{F(AV)}$	1.0							A
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load	$I_{FSM}$	30							A
Non-repetitive peak forward surge current square waveform $T_A = 25$ °C (fig. 3)	$t_p = 1$ ms	45							A
	$t_p = 2$ ms	35							
	$t_p = 5$ ms	30							
Maximum full load reverse current, full cycle average 0.375" (9.5 mm) lead length $T_A = 75$ °C	$I_{R(AV)}$	30							$\mu$ A
Rating for fusing ( $t < 8.3$ ms)	$I^2t$ (†)	3.7							A <sup>2</sup> s
Operating junction and storage temperature range	$T_J, T_{STG}$	-50 to +150							°C

#### Note

(†) For device using on bridge rectifier application