

# TPE EA8

## Convertisseurs DC-DC

Il s'agit de réaliser le bloc alimentation (3.3V - 80mA) d'une application portable. La source d'énergie sera un ensemble d'accumulateurs. Nous allons évaluer deux approches, une à base de régulateur linéaire, l'autre à base d'un convertisseur à découpage de type "BUCK".

### 1.0 Introduction

#### 1.1 Les accumulateurs

Les accumulateurs utilisés sont des cellules NiMH (Nickel Metal Hybride) de type HR-3/2AAAUC dont les principales caractéristiques sont les suivantes:

tension à pleine charge  $V_{Bmax} = 1,4 \text{ V}$   
tension en fin de décharge  $V_{Bmin} = 1,0 \text{ V}$   
Capacité nominale: 400 mAh

La capacité d'un accumulateur (exprimée en Ah - ampère x heure) permet de déterminer, connaissant le courant qu'il débite, la durée nécessaire pour passer de  $V_{Bmax}$  à  $V_{Bmin}$  (il ne faut jamais décharger un accumulateur en dessous de  $V_{Bmin}$  sous peine de l'endommager). La courbe typique de décharge est donnée ci-dessous:

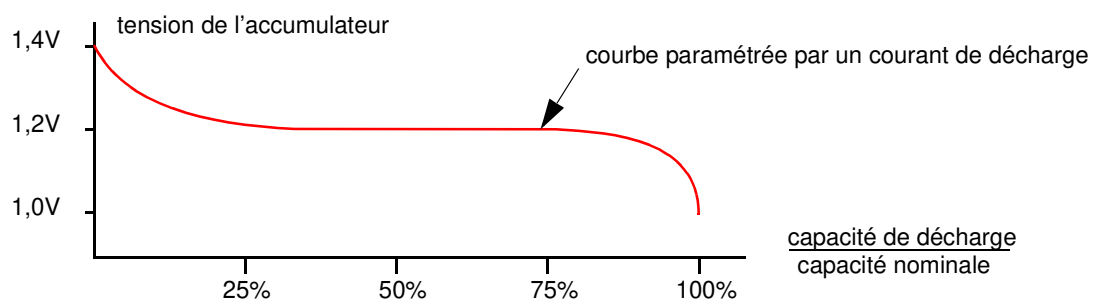


FIGURE 1.

Courbe de décharge typique d'un accumulateur

On peut distinguer 3 parties: pour une décharge entre 0 et 25% de la capacité nominale, la tension de l'accumulateur décroît assez rapidement de 1,4V à 1,2V. La tension reste ensuite relativement stable pour une décharge comprise entre 25% et 75% de la capacité nominale. Au delà, la tension chute assez rapidement jusqu'à la valeur minimale  $V_{Bmin}$ . Par exemple, pour une capacité de 400mAh et un courant de décharge constant de 100mA, l'accumulateur ci-dessus se déchargerait complètement en  $400/100 = 4$  heures. la tension de 1,2V serait atteinte au bout d'une heure (25% de 4h) , puis resterait stable durant 2h et enfin passerait à 1V au bout de la dernière heure de fonctionnement.

## 2.0 Etude de l'approche avec régulateur linéaire

L'approche utilisant un régulateur linéaire va être évaluée pour deux types de régulateurs. Le premier, ancienne génération, est une variante à tension de sortie ajustable qui nécessite de ce fait deux résistances externes. Le second , plus récent, est à tension de sortie fixe, les condensateurs sur  $V_{in}$  et  $V_{out}$  sont optionnels, mais généralement présents. Les schémas d'application pour l'alimentation 3.3V-80mA sont les suivants:

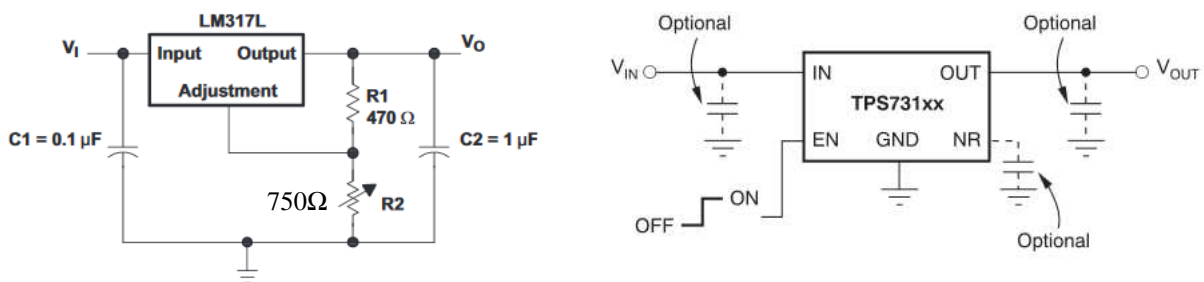


FIGURE 2.

Schéma d'application du régulateur linéaire

### 2.1 Caractéristiques des régulateurs

Dans les feuilles de caractéristiques du LM317L et du TPS73133, retrouvez les valeurs (éventuellement approchées si les conditions d'utilisation ne sont pas rigoureusement identiques) de la tension maximale applicable en entrée, de la tension minimale de drop-out, du courant de sortie maximal et du courant de repos maximal pour les deux régulateurs.

### 2.2 Limites de tension

a/ Pour chaque type de régulateur envisagé, déterminez la tension d'entrée minimale nécessaire ( $V_{in\_min}$ ) pour un fonctionnement correct du régulateur. En déduire le nombre d'accumulateurs à utiliser pour pouvoir utiliser les accumulateurs jusqu'à la limite de la décharge.

b/ Pour le nombre d'accumulateurs déterminé précédemment, déterminer la valeur  $V_{Bmax}$  de la tension  $V_B$  fournie par les accumulateurs. Cette tension est-elle compati-

ble avec les régulateurs employés? Dans la négative, déterminez le nombre maximal d'accumulateurs à utiliser.

### 2.3 Durée d'utilisation des accumulateurs

Déterminez le courant lin absorbé par le régulateur. Quelle est la durée d'utilisation des accumulateurs?

### 2.4 Puissance dissipée, rendement

Déterminez le rendement du régulateur pour les valeurs extrêmes de  $V_{in}$ .

## 3.0 Etude de l'approche avec régulateur à découpage de type "BUCK"

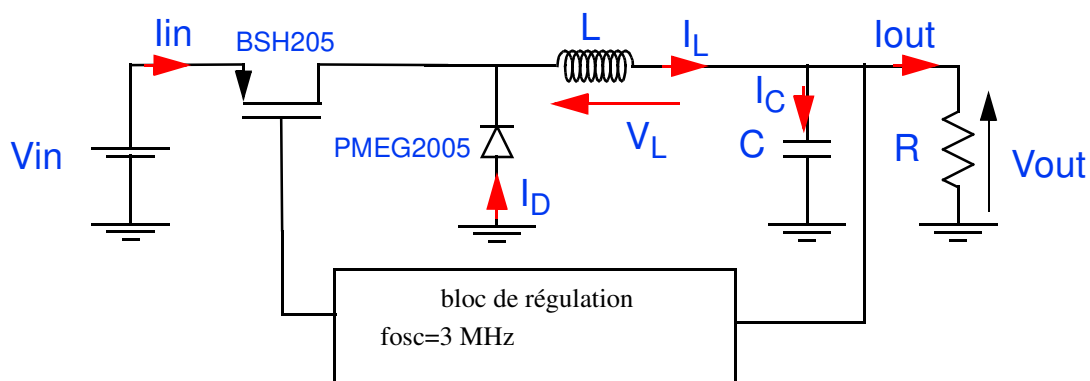


FIGURE 3.

Schéma de principe du convertisseur BUCK

Le schéma de principe du convertisseur est donné figure 3. Le transistor PMOS BSH205 fonctionne en interrupteur commandé par le bloc de régulation qui ajuste le temps de conduction  $\theta T$  afin de maintenir  $V_{out} = 3.3V$  quelles que soient les variations de  $V_{in}$  et/ou  $I_{out}$  dans le circuit. On suppose que le bloc de régulation fournit une tension de commande suffisante durant le temps de conduction  $\theta T$  du transistor (celui-ci est dans ce cas assimilable à un interrupteur fermé) et une tension de commande nulle durant  $(1-\theta)T$ , le transistor étant dans ce cas assimilable à un interrupteur ouvert.

**Rappel:** pour l'étude du convertisseur, on se place en régime établi en supposant  $I_{out} = 80mA = Cte$  et en supposant que les variations  $\Delta V_{out}$  autour de  $V_{out} = 3.3V$  sont négligeables (la valeur de la capacité de filtrage  $C$  serait calculée par la suite pour remplir cette condition).

### 3.1 Détermination de la fonction de transfert

a/ Dessinez la forme de la tension  $V_L$  aux bornes de la self en négligeant la chute de tension aux bornes de la diode à l'état passant et en considérant le transistor comme un interrupteur idéal. En déduire la fonction de transfert  $V_{out}/V_{in}$  du convertisseur.

Le bloc de régulation impose, pour un fonctionnement correct, que le temps de conduction  $\theta$  reste compris dans la plage  $0,05 \leq \theta \leq 0,95$ .

---

---

b/ Quelle est la valeur minimale permise pour  $V_{in}$ ? Déterminez, pour 3 et 4 éléments d'accumulateur, la valeur minimale de la tension d'un élément d'accumulateur permettant de satisfaire la condition précédente. Quelle est la durée d'utilisation des accumulateurs (rendement idéal de 100%)? Quelle est la valeur minimale de  $\theta$ ?

## 4.0 Synthèse

---

Présenter les résultats obtenus précédemment sous forme de tableau faisant apparaître le nombre d'accumulateurs utilisés, le rendement, l'autonomie, la complexité du circuit et conclure sur les mérites respectifs de chaque approche.