



Projet de Système électronique

Etude d'une alimentation à découpage régulée à structure Forward

Réalisé par :

Mohamed Elhedi BOUSSAMA

Classe :

2AGE2

Encadré par :

Joseph Haggeg

1. Introduction générale

Ce projet de simulation est élaboré dans le cadre d'un mini projet effectué au sein de la matière Systèmes Electroniques.

Notre but est la synthèse d'une alimentation à découpage régulée à structure Forward capable d'élaborer une tension régulée 12V.

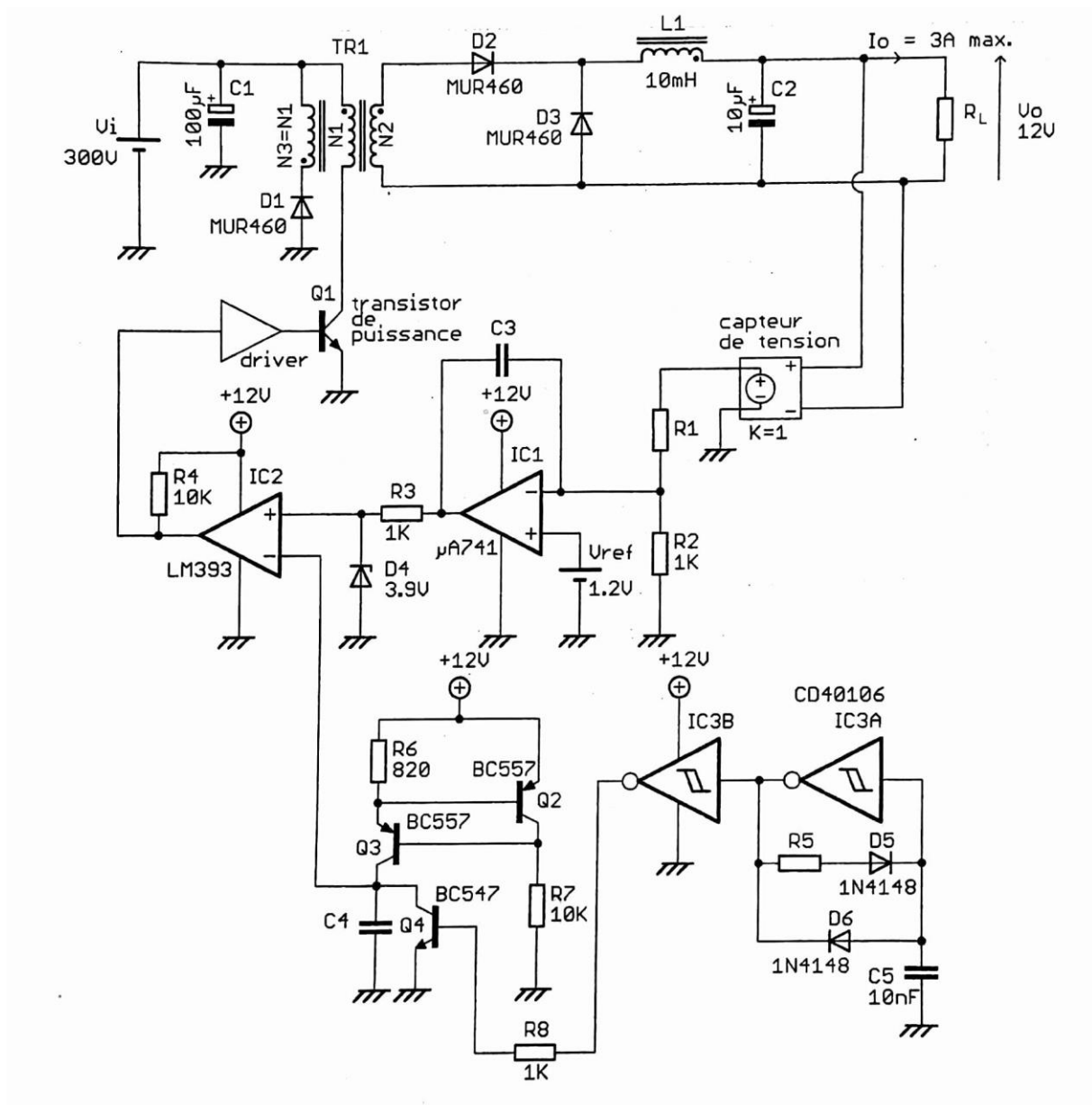
Notre projet se compose de deux parties, la première est une Etude théorique et la seconde est une simulation sous PSPICE.

Chapitre 1

Etude théorique

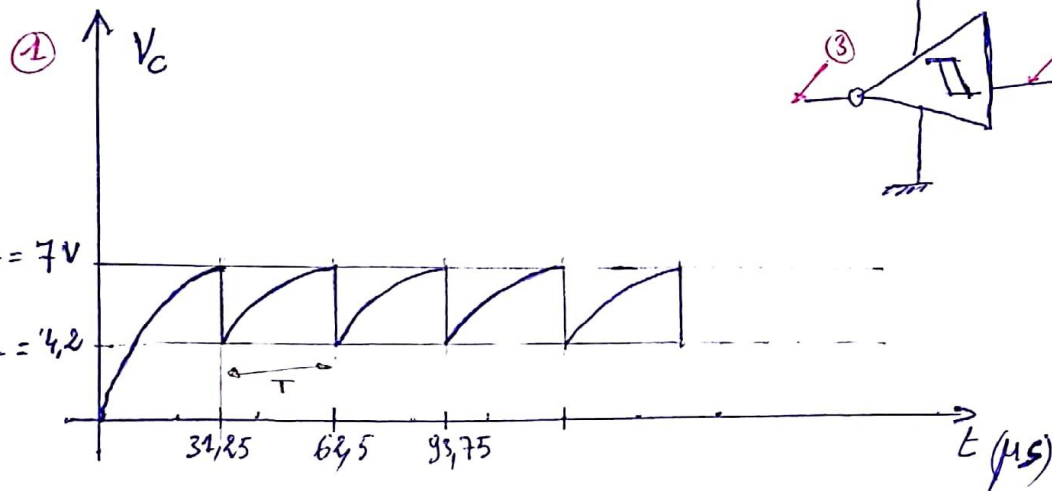
Introduction

Le schéma de l'alimentation à découpage régulée est le suivant :

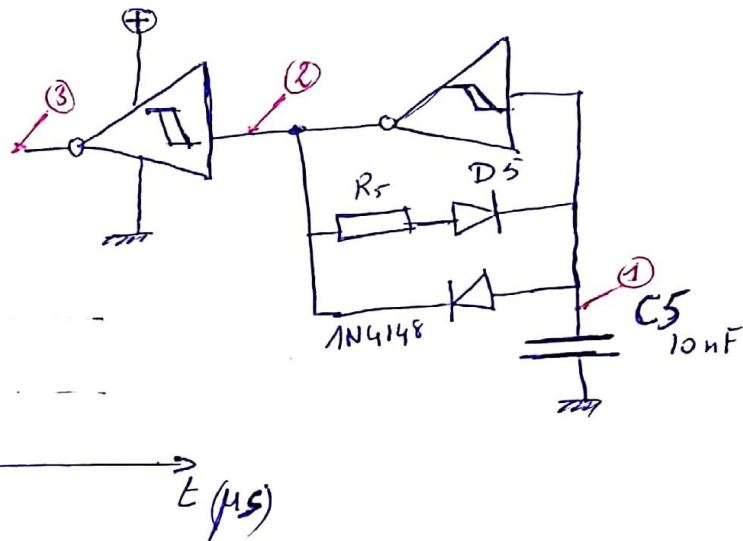
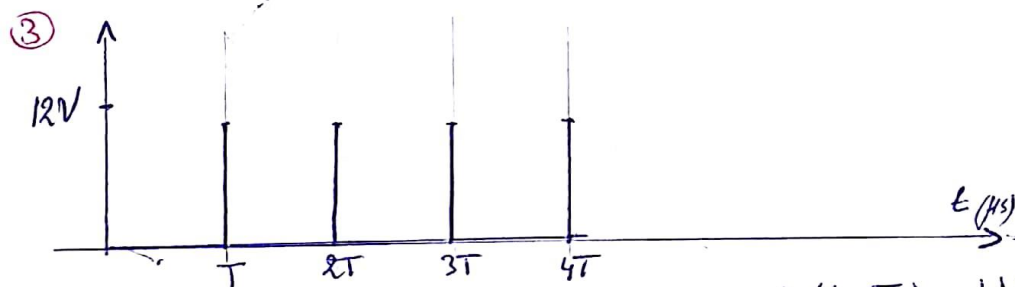
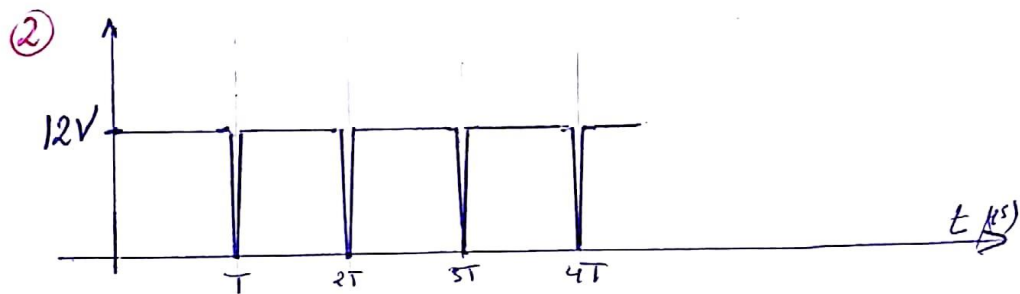


2) Etude Préliminaire

2.1 Générateur d'impulsions:



$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{32 \times 10^3} = 31,25 (\mu s)$$



Calculer R_5 ?

on a: $U_c(t) = K e^{-t/\tau} + E$;

à $t=0$: $U_c(t=0) = K + E = V_{T-}$

so $K = (V_{T-} - E)$;

l'expression devient:

$$U_c(t) = (V_{T-} - E) e^{-t/\tau} + E$$

à $t=T$: $U_c(T) = V_{T+}$
 $U_c(t=T) = (V_{T-} - E) e^{-T/\tau} + E$; $\tau = R_5 \cdot C_5$;

so $\frac{(V_{T+} - E)}{(V_{T-} - E)} = e^{-T/\tau}$;

$\tau = R_5 \cdot C_5 = \frac{-T}{\ln \left(\frac{V_{T+} - E}{V_{T-} - E} \right)}$

AN: $E = 12V$
 $C = 10nF$
 $T = 31,25 \mu s$

$R_5 = 7027 \pm 7K$

①

2.2 Génération de dent de Scie:

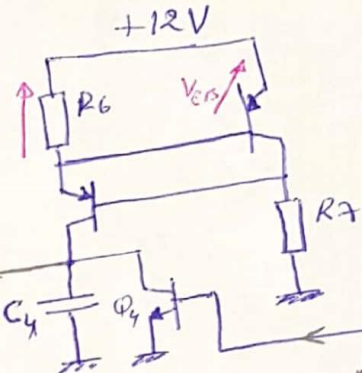
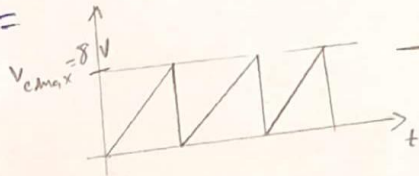
+ Le signal dent de scie est obtenu à travers le Condensateur C_4 ; C_4 dernier est chargé par un courant constant à l'aide de la source du courant suivante:

$$V_{EBQ2} = R_6 \cdot I_{C4};$$

data sheet. BC 547

$$I_{C4} = \frac{V_{EBQ2}}{R_6} = \frac{0,6}{820} =$$

$$\boxed{I_{C4} = 0,731 \text{ (mA)}}_{\text{r}}$$



au niveau du Condensateur C_4 on a les relation suivante:

$$i = \frac{dq}{dt}; \quad V = \frac{q}{C} = \frac{I \times T}{C} = \frac{I}{f \times C}$$

$$C_4 = \frac{I_{C4}}{f \times V_{max}} = \frac{0,731 \text{ (mA)}}{32,10^3 \times 8 \text{ (V)}} = 2,855 \text{ (nF)}$$

$$\boxed{C_4 \approx 3 \text{ (nF)}}_{\text{r}}$$

2.3 Circuit de Régulation de la Tension de Sortie:

+ L'AOP est fonctionne en Régime linéaire retour sur l'entrée inverseuse;

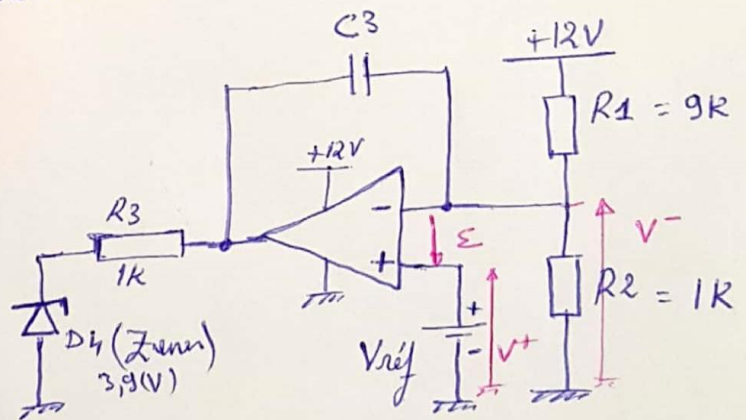
$$\Sigma = V^+ - V^- = 0 \rightarrow \boxed{V^+ = V^-};$$

$$V_{ref} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot V_0$$

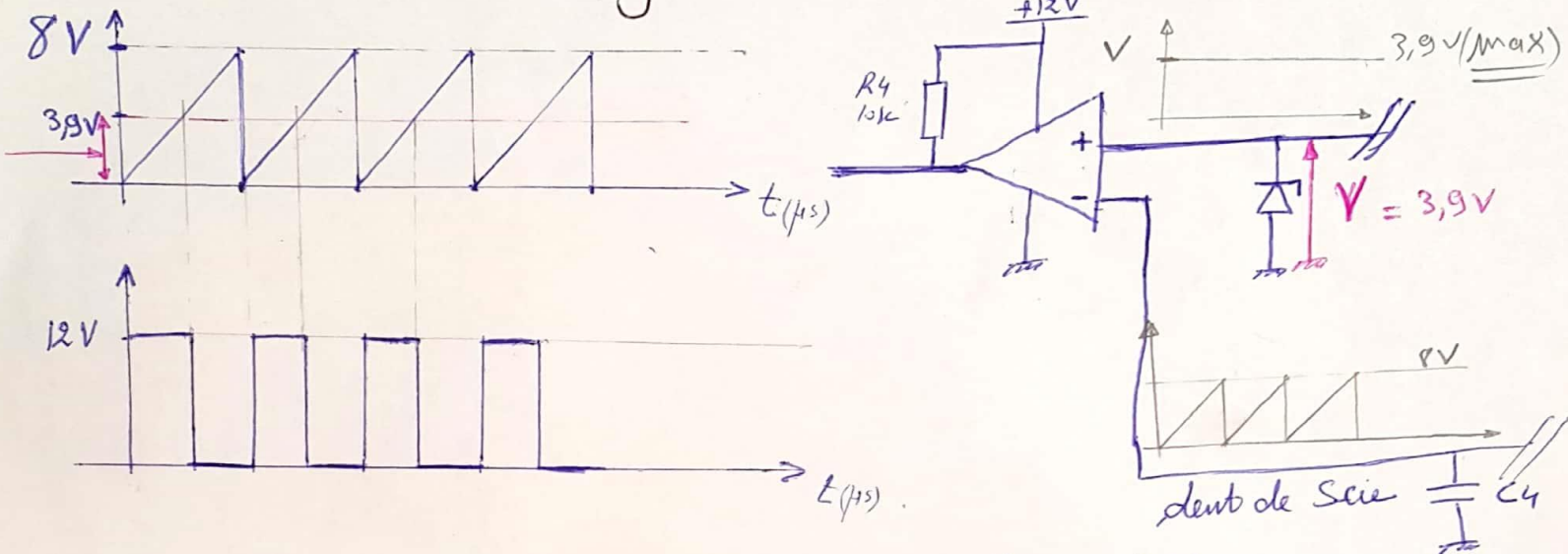
$$V_0 = \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) V_{ref}$$

$$R_1 = \frac{(V_0 - V_{ref}) R_2}{V_{ref}} = \frac{(12 - 1,2) \cdot 1k}{1,2} = 9k\Omega;$$

$$\boxed{R_1 = 9k\Omega}_{\text{r}}$$



2.4 : Générateur de Signal MLI :



• Diode Zener : sert à limiter la Tension de référence max à 3.9V ; En effet la Tension au borne est proportionnel au courant qu'elle traverse et ne peut pas dépasser la valeur max (3.9V) ;

• Cette limitation de Tension de référence va affecter directement / va limiter le rapport cyclique maximale α peut atteindre le signal MLI ;

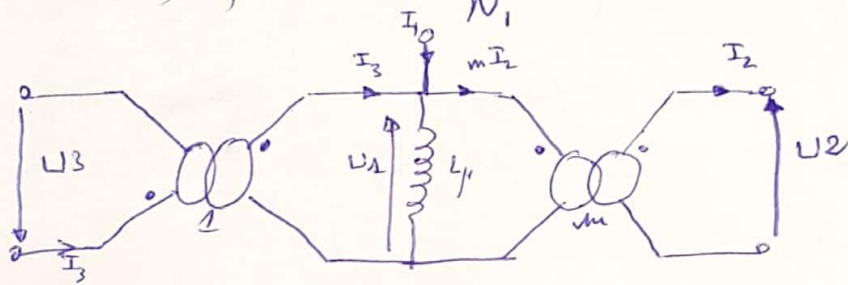
$$\alpha = \frac{\text{Tension de Référence}}{V_{max}} ; \quad \alpha_{max} = \frac{3.9}{8} = 0.4875 ;$$

$$\boxed{\alpha_{max} = 0.4875} ;$$

③ Ce limitation de rapport cyclique ($\leq \frac{1}{2}$) est primordiale pour éviter l'emballement du courant au circuit de puissance ;

2.5 Circuit de Puissance:

$$V_i = 300(V) ; \quad m = \frac{N_2}{N_1} = 0,25 ; \quad f = 32 \text{ KHz} ;$$



$$U_1 = L_u \frac{dI_u}{dt} ;$$

$$\Rightarrow I_u = I_{u\min} + \frac{U_1}{L_u} t \quad \text{avec} \quad I_{u\min} = I_H(t=0)$$

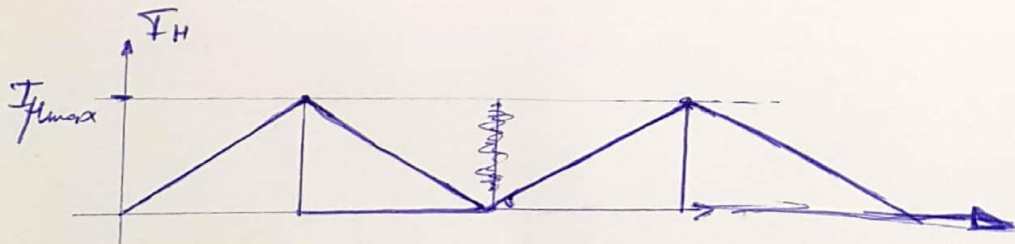
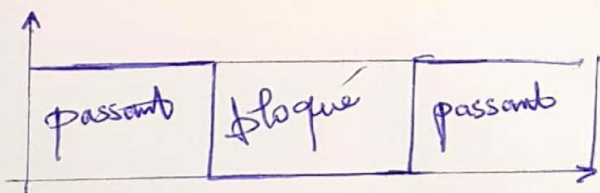
2 phases //

• Si passant: $I_u = I_{u\min} + \frac{U_1}{L_u} t = I_{u\min} + \frac{V_i \alpha \cdot T}{L_u}$ avec $T = \frac{1}{f}$;

• Si bloqué: $I_u = I_{u\min} + 0$; $I_{u\min} = 0$; $\alpha = 0,4875$;

Donc:
$$L_{u\min} = \frac{V_i \times \alpha \times T}{I_{u\max}} = \frac{300 \cdot 0,4875 \cdot \frac{1}{32 \text{ KHz}}}{1(A)} = 4,57 \text{ mH} ;$$

$$\boxed{L_{u\min} = 4,57 \text{ mH}} ;$$



Simulation « PSpice »

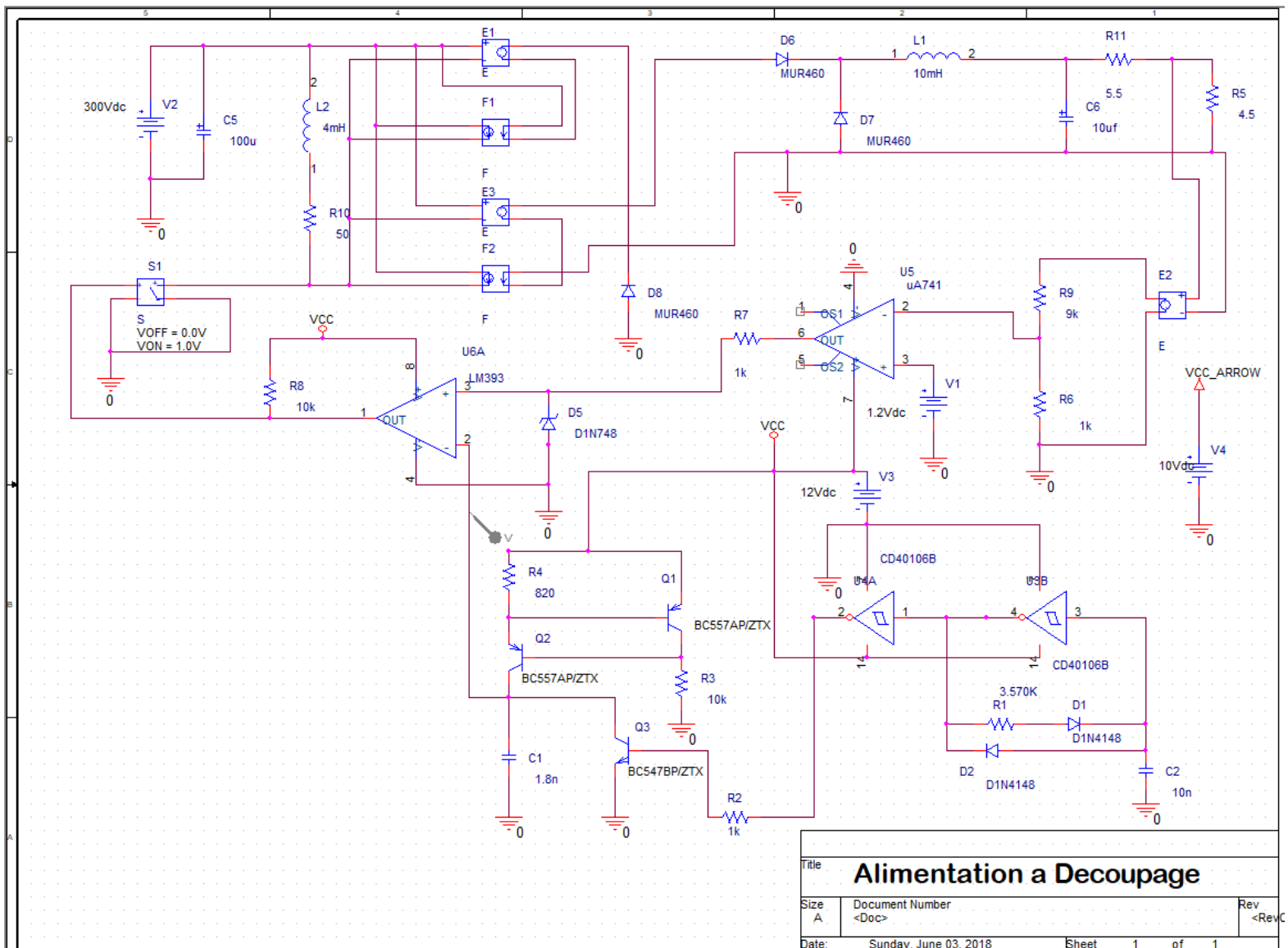


Schéma de l'ensemble

2.1 Générateur d'impulsion :

C'est un générateur composé des inverseurs à trigger de Schmitt qui permet la fixation de la fréquence de découpage.

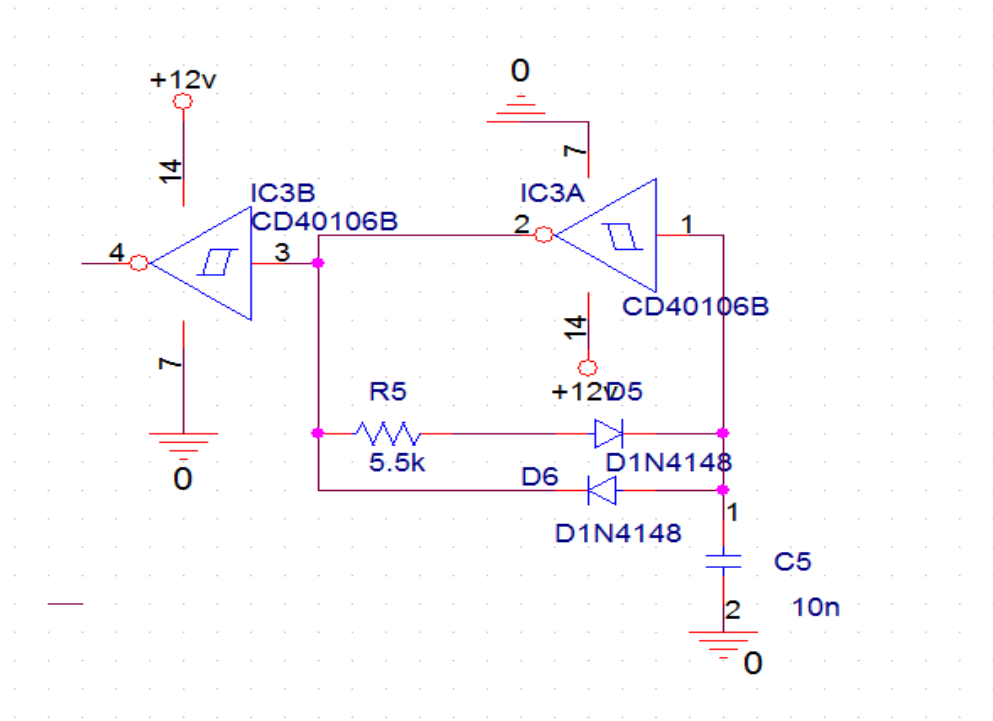
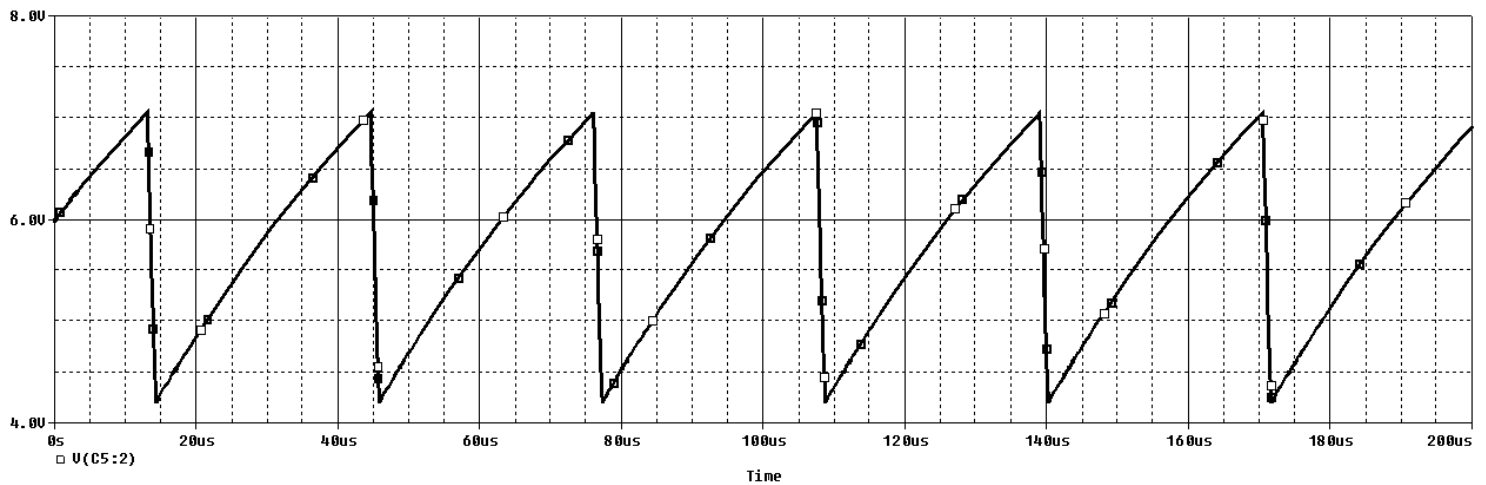
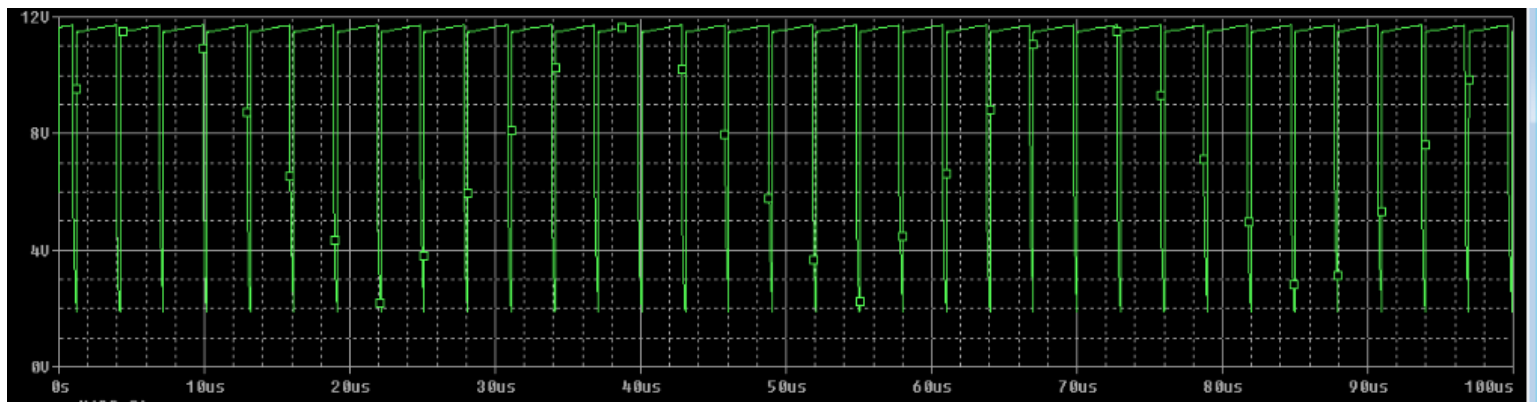


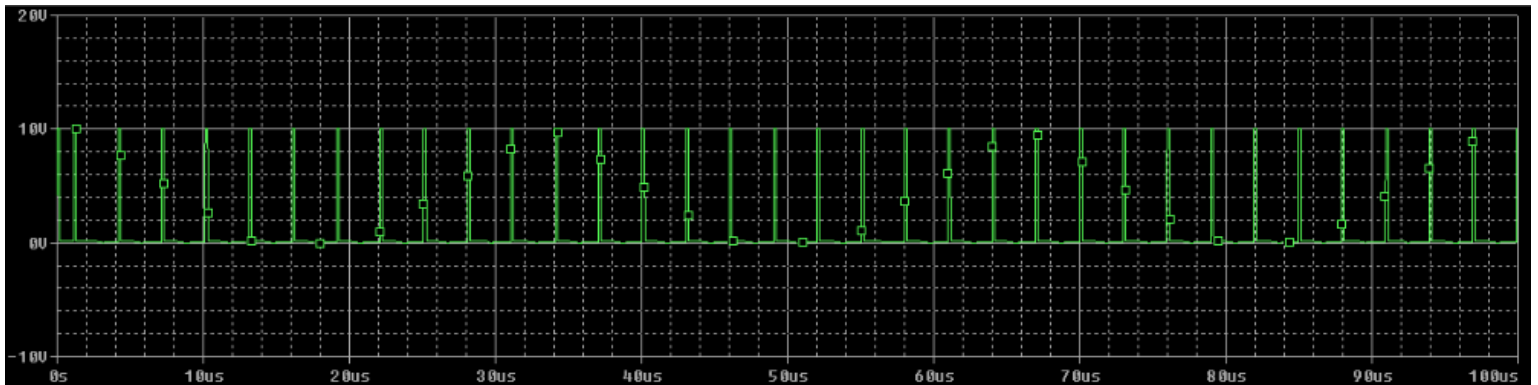
Schéma du générateur d'impulsion



Tension aux bornes du capacité C5



Sortie IC3A



Sortie IC3B

2.2 Générateur de dent de scie :

Le signal dent de de scie est obtenu à travers le condensateur C4, ce dernier est chargé par un courant constant à l'aide de la source de tension par les transistors Q2 et Q3 et déchargé instantanément par les impulsions de l'étage précédent qui commute le transistor Q4.

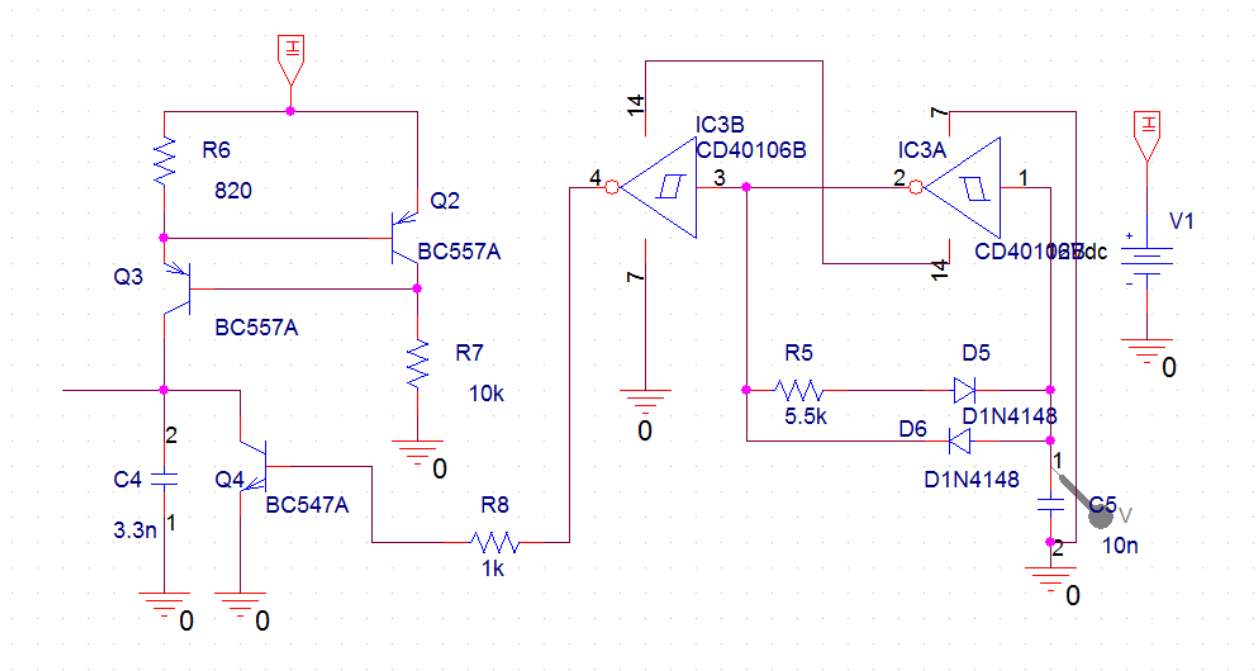
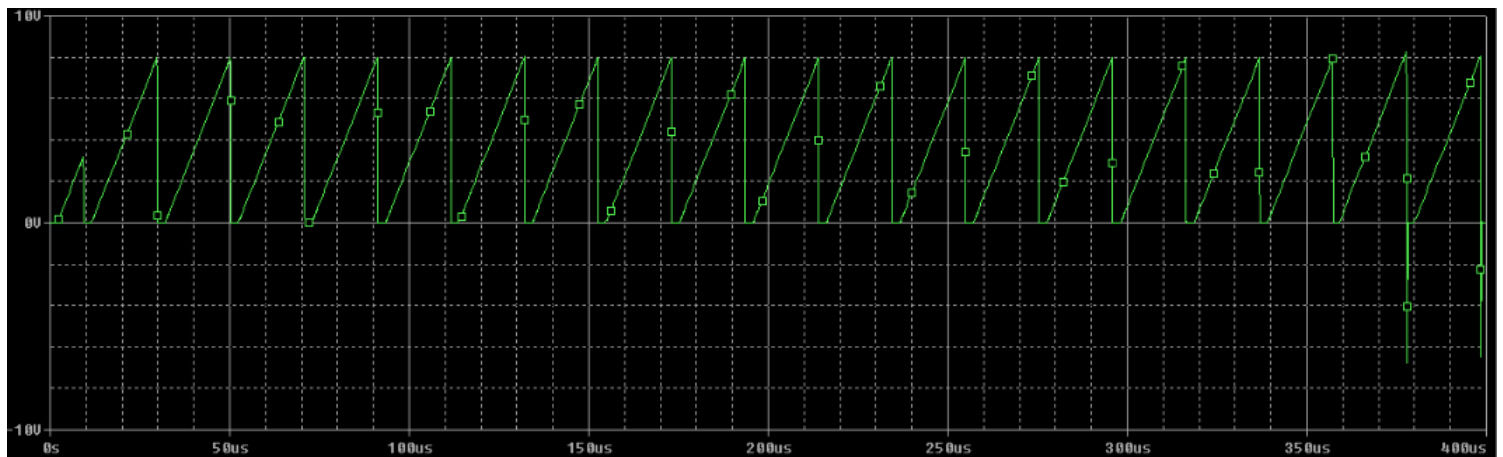


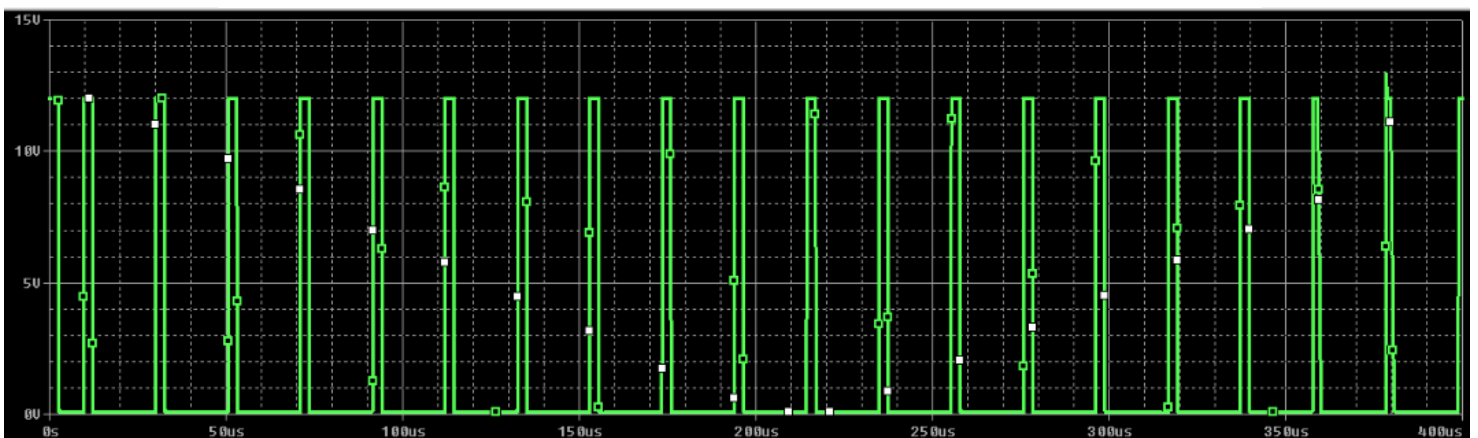
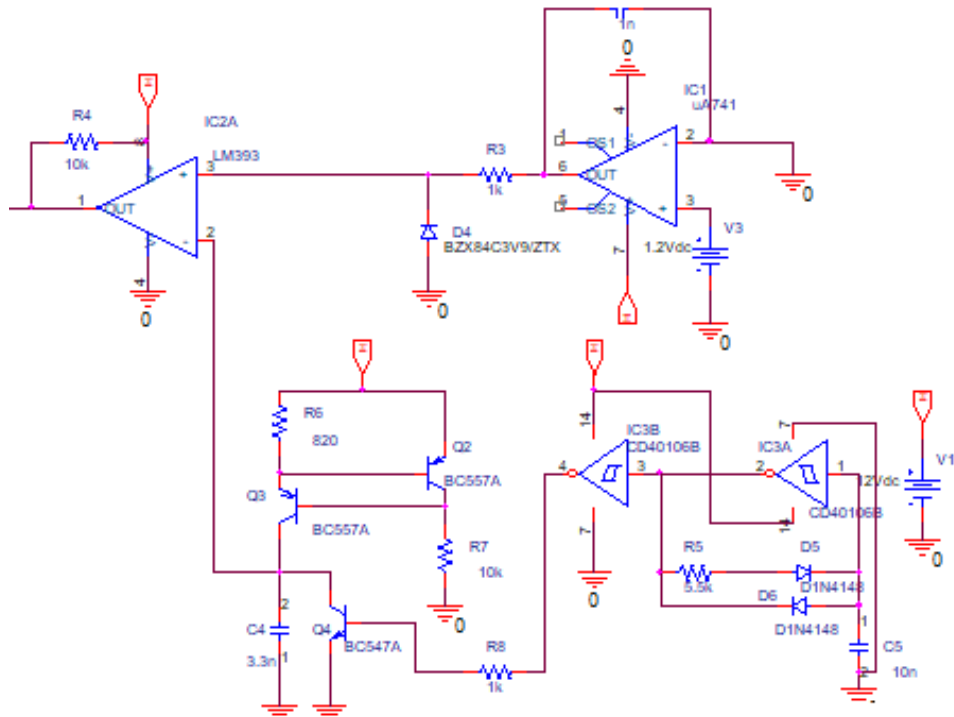
Schéma du générateur de dent de scie



Visualisation aux bornes du Capacité C4

2.3 Générateur de signal MLI :

Au niveau de cet étage de système on compare la tension de référence au signal de dent de scie pour générer un signal de modulation à largeur d'impulsion Voici son schéma au niveau du montage :



Signal MLI a la sortie de IC2

2.5 Circuit de puissance

Ce circuit est donné par un convertisseur électrique continue /continue à structure Forward suivi d'un hacheur abaisseur

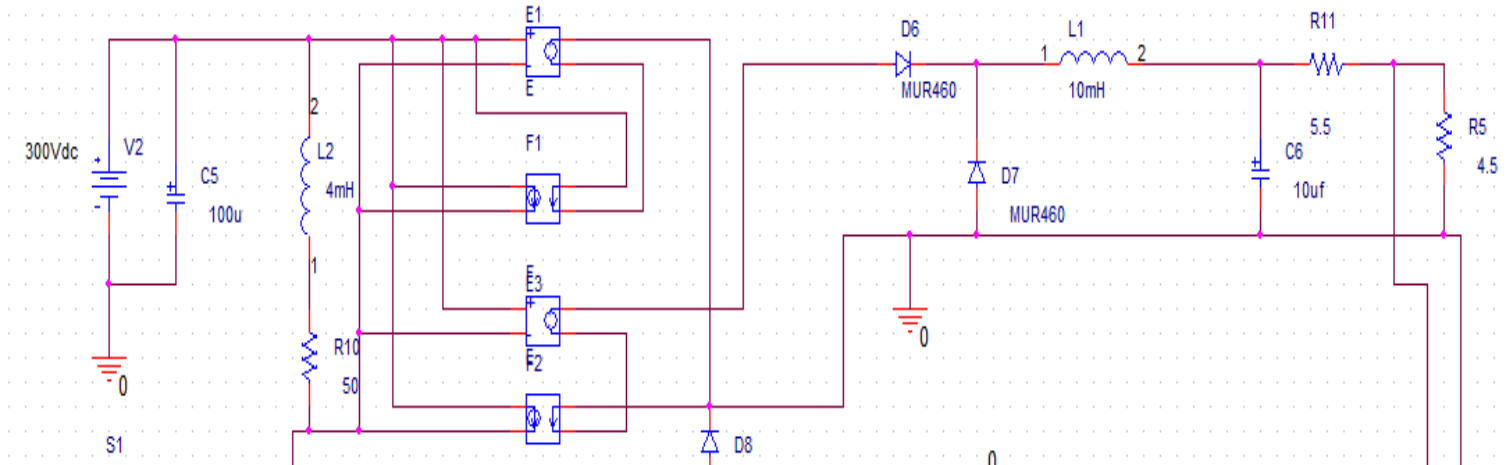
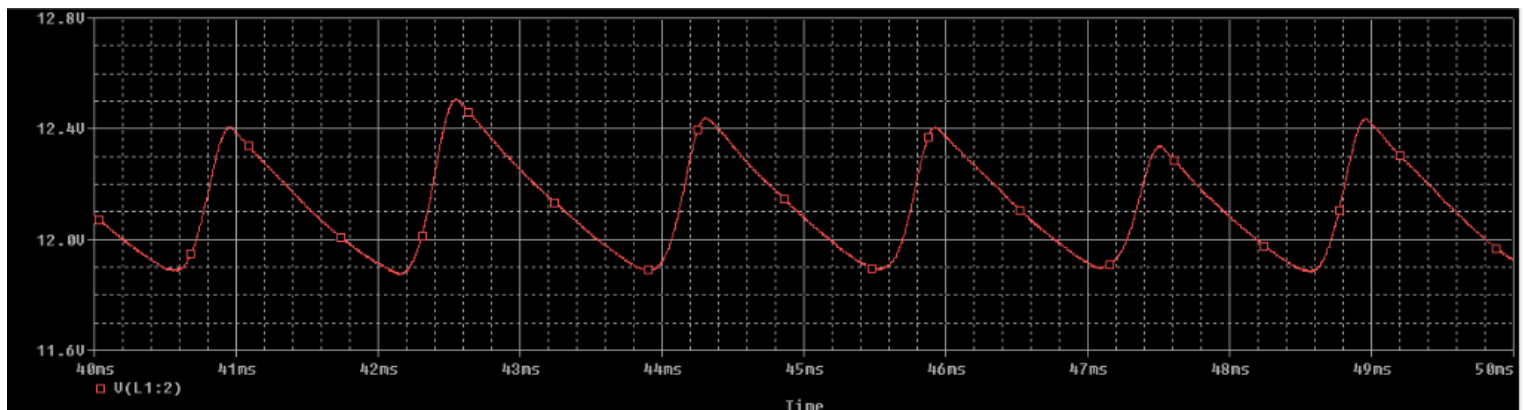


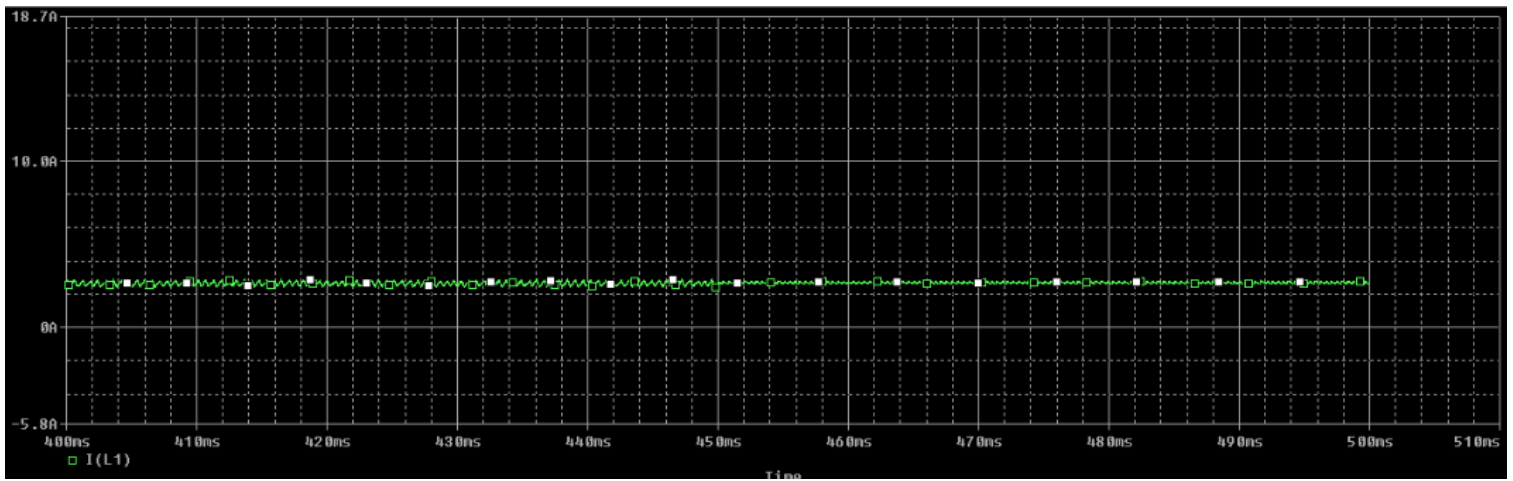
Schéma du circuit de puissance

L'aspect de Tension et de Courant a travers les différent composant de l'étage de puissance

1- L'inductance L1



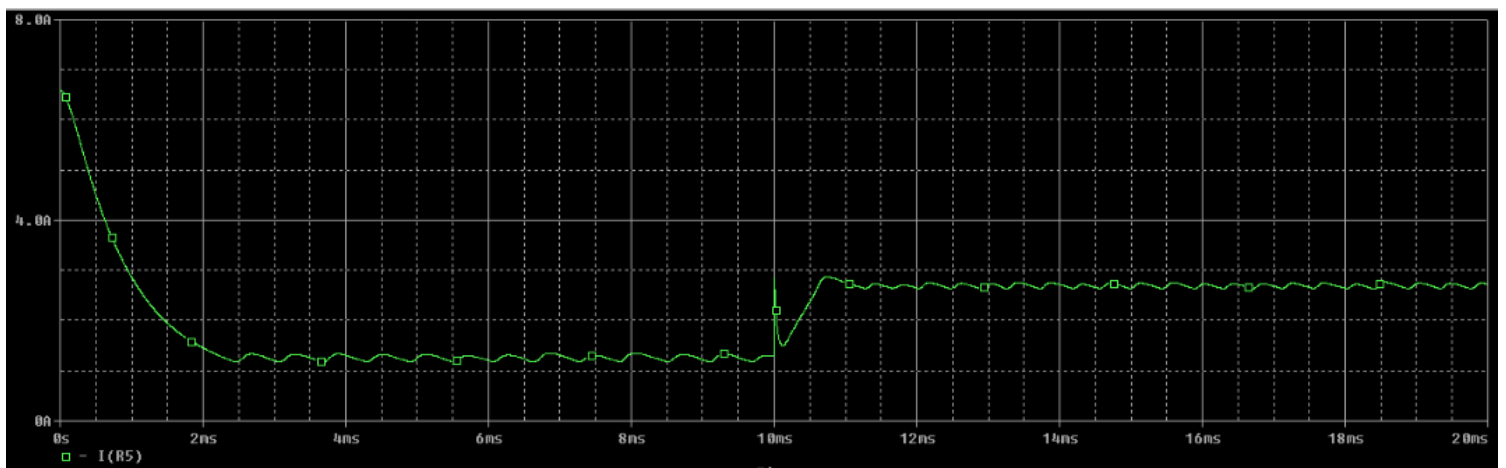
Forme de Tension dans Inductance L1



Forme de Courant dans Inductance L1

⇒ Au niveau de l'inductance L1, on trouve que le courant est bien laissé autour de la valeur 2.3A

2- La Resistance de Sortie R5



Forme de Courant dans la Resistance de sortie R5



Forme de Tension dans la Resistance de sortie R5

- ⇒ Au premier lieux la tension a la sortie du l'alimentation est légèrement oscillée autour de la valeur 12V,
- ⇒ Après 450ms (le temps de repense de la boucle de retour/d'asservissement) la tension a la sortie garde une valeur moyenne égale a 12V + une très légère ondulation supérieure à cette valeur

Conclusion Générale

A travers les différentes simulations on vérifie bien les résultats prévus dans la partie préliminaire. Finalement, cette Alimentation a découpage nous permet d'obtenir une source de tension parfaitement régler de 12V (peux fixer autre valeur en changeant le V_{ref}) avec un courant maximal de 3A, à partir d'une source de 300V avec une boucle D'auto régulation de la tension.

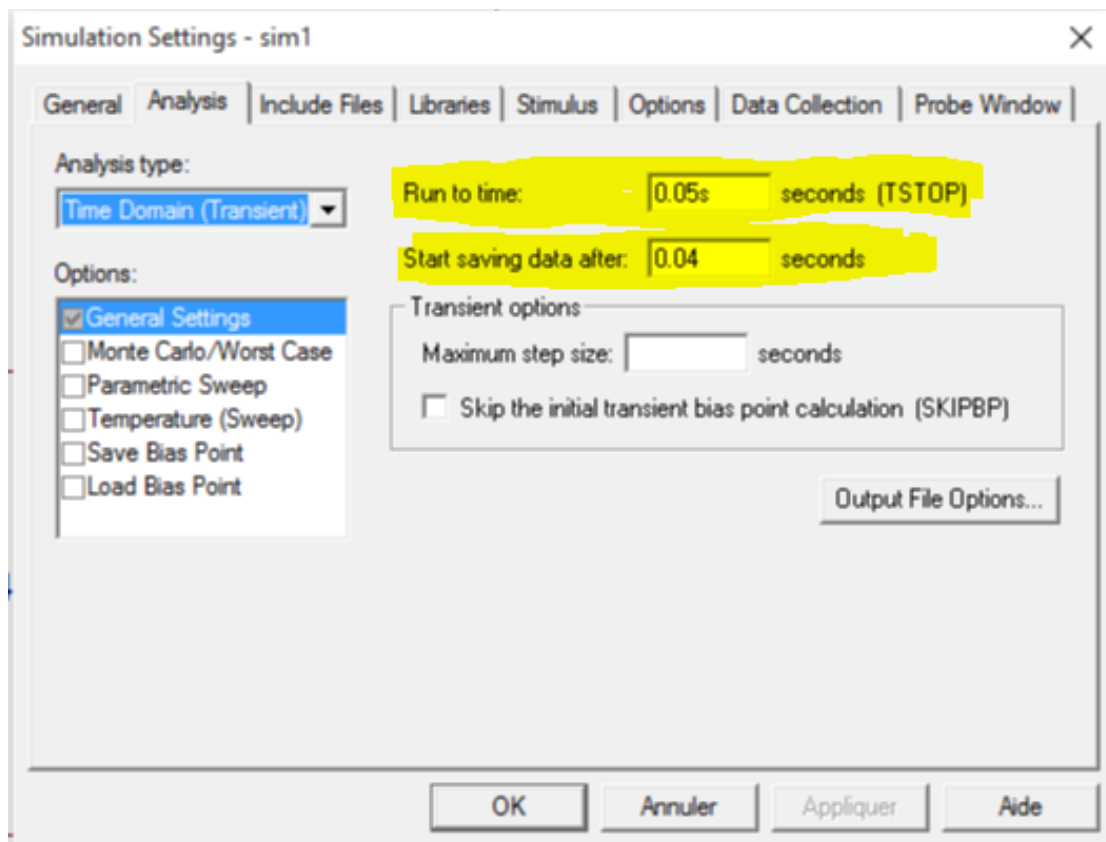
Now after the verification of the different parts of our switching power supplies, We can go safely throw the implementation phase ... to the next step To the PCB.

The End.

Remarque :

- Temps de simulation

Pour des raison inconnue la simulation se bloque toujours au premier temps dans le régime transitoire Pour éviter se blocage certain simulation sont commencer au-delà de cette phase par exemple on peut commencer la simulation a partie de 400ms jusqu'à 500ms.

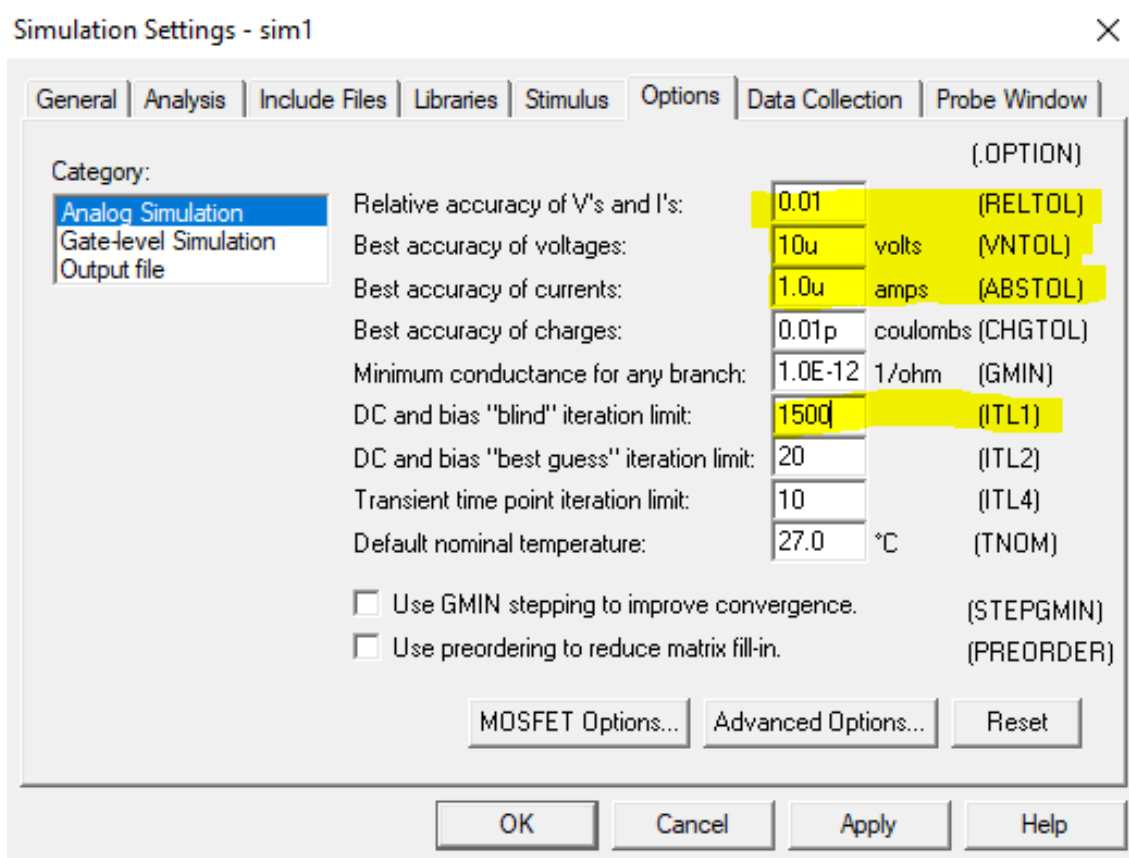


Set Run Time

- Paramètre de simulation

Aux cours de simulation plusieurs paramètre doit être changer pour que les chose passe d'une manière fluide Les principaux paramètres qu'il doit changer sont :

- RELTOL 0.001 ➔ 0.01
- VNTOL 1.0u ➔ 10uV
- ITL1 150 ➔ 1500
- ABSTOL 10pA ➔ 10uA



Paramètre de Simulation