



Compte Rendu

Ecole Nationale Supérieure de l'Electronique et de ses Applications

Conversion d'énergie

TP3 : Flyback

2^{eme} Année

Année : 2023 - 2024

Camille Lanfredi

Rémi Weidle

1. Etude magnétique, formes d'onde

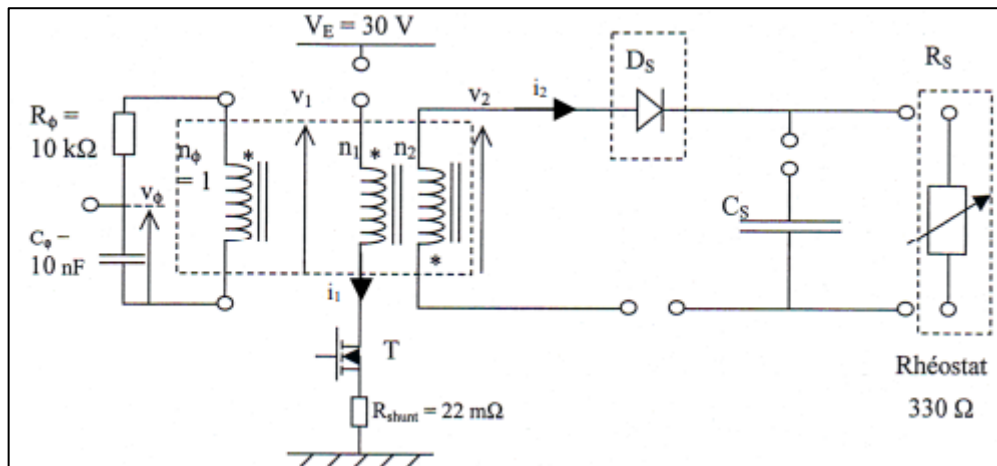
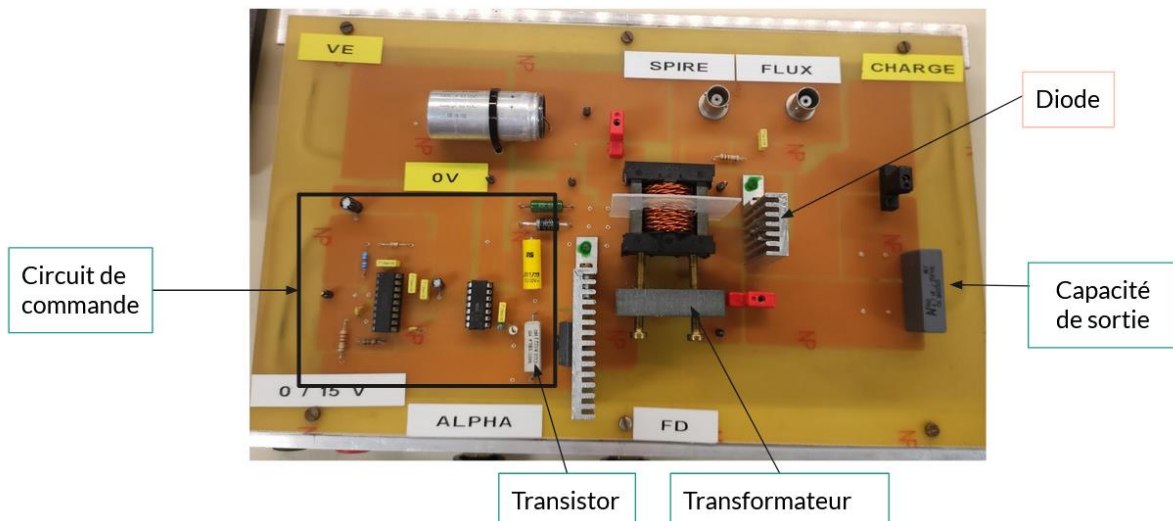


Schéma électrique de la Flyback



Dans un premier temps et après avoir câblé la flyback, nous réglons sa fréquence de découpage à 50KHz à l'aide de la molette FD. Par la suite, nous plaçons une résistance à 300 Ω . On relève ainsi une tension aux bornes du Rhéostat de 72,3V.

Nous réglons le rapport cyclique au maximum à l'aide de la molette ALPHA et nous obtenons d'après les chronogrammes ci-dessous un $\alpha = 0,5$.



Chronogrammes de : V_{spire} (jaune), V_{ϕ} (Rose), i_1 (bleu) et i_2 (vert)

Nous souhaitons ensuite déterminer l'excursion crête à crête ΔB . On sait d'après la documentation que l'on a : $\Delta B = B_{max} - B_{min}$

On souhaite ensuite déterminer l'excursion crête à crête ΔB . On sait d'après la documentation que l'on a $\Delta B = B_{max} - B_{min}$

Nous savons que : $v_{spire} = n_{\phi} \frac{d\phi}{dt}$

$$v_{\phi} = \frac{\frac{1}{jC_{\phi}w}}{R + \frac{1}{jC_{\phi}w}} v_{spire} = \frac{1}{1 + jR_{\phi}C_{\phi}w} v_{spire}$$

Nous obtenons donc :

$$\Delta v_{\phi} = \frac{1}{jR_{\phi}C_{\phi}w} \Delta v_{spire} = \frac{n_{\phi} \Delta_{\phi}}{R_{\phi}C_{\phi}} car \Delta v_{spire} = jn_{\phi} \Delta_{\phi} w$$

$$\text{Or } \Delta_{\phi} = \Delta B \cdot A_e \text{ d'où on a } \Delta B = \frac{R_{\phi} C_{\phi} \Delta v_{\phi}}{n_{\phi} A_e} = \frac{10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot 0,217}{1 \cdot 1,76 \cdot 10^{-6}} = 141 \text{ mT}$$

Cette valeur semble assez cohérente puisqu'elle se situe entre 100mT et 200mT qui est une zone typique. Nous pouvons remarquer que nous sommes assez loin de la saturation qui est de l'ordre de 300mT.

Désormais, nous allons comparer les V_{spire} , V_1 et V_2 .



Chronogrammes des tensions V_{spire} (jaune), V_1 (bleu) et V_2 (vert).

L'ordre $V_1 < V_2 < V_{\text{spire}}$ est généralement respecté dans un convertisseur Flyback, car le but du circuit est de convertir la tension d'entrée (V_1) en une tension de sortie (V_2) tout en maintenant la tension de pic du commutateur (V_{spire}). Pour cela, le rapport cyclique du commutateur est ajusté de manière à obtenir la tension de sortie souhaitée, tout en contrôlant V_{spire} pour éviter toute surtension.

Pour déterminer le nombre de spires on utilise les relations suivantes :

$$v_{\text{spire}} = n_{\phi} \frac{d\phi}{dt} = \frac{d\phi}{dt} \text{ car } n_{\phi} = 1$$

De plus :

$$\Delta_{v1} = n_1 \Delta_{v\text{spire}} \text{ et } \Delta_{v2} = n_2 \Delta_{v\text{spire}}$$

$$n_1 = \frac{\Delta_{v1}}{\Delta_{v\text{spire}}} = \frac{30}{0,87} = 34,48 \simeq 35 \text{ spires}$$

Les valeurs des tensions sont obtenues à partir du chronogramme suivant :

Chronogrammes des tensions V_{spire} (jaune), V_1 (bleu).



Pour cela, nous utilisons les curseurs en ordonnée :

- $Y1 (V_1) = 30V$
- $Y2 (V_{spire}) = 0,87V$

De plus, nous remarquons que les 2 bobinages (coté primaire et coté secondaire) sont torsadés ensemble par conséquent on a autant de spires entre le primaire et le secondaire d'où : $n_2 = n_1 = 35$



Photo des bobinages primaire et secondaire

Maintenant, nous observons les courants i_1 , i_2 en les comparants au flux.



Chronogrammes de : V_{spire} (jaune), V_{ϕ} (Rose), i_1 (bleu) et i_2 (vert)

Nous pouvons observer que les courants i_1 et i_2 ont une conduction alternée, mais également que la somme de leur forme correspond à V_{ϕ} .

Puis, nous en déduisons la valeur de l'inductance magnétisante au primaire L_1 .

$$\text{On utilise la relation suivante : } v = L_i \frac{di}{dt} = L_i \frac{2,23}{9 \times 10^{-6}} = L_i * 247\,778$$

$$\text{Par conséquent on a } L_i = \frac{30}{247\,778} = 121 \mu H$$

Le terme $\frac{di}{dt}$ correspond à la pente croissante du courant.



Chronogrammes : Détermination de la pente du courant

Puis, à partir des documentations, nous allons déterminer la valeur de l'inductance spécifique A_L et l'épaisseur de l'entrefer.

Pour cela, nous utilisons l’expression de l’inductance :

$$L = \frac{n_i^2}{R} \text{ d'où } L = n_i^2 \cdot A_L$$

$$\text{Donc } A_L = \frac{L}{n_i^2} = \frac{121 \cdot 10^{-6}}{35^2} = 98,7 \simeq 100 \text{ nH/spire}$$

En outre, la documentation fournit l’expression de l’épaisseur de l’entrefer :

$$s = \left(\frac{A_L}{K_1} \right)^{\frac{1}{K_2}} \quad \begin{array}{l} s = [\text{mm}] \\ A_L = [\text{nH}] \end{array}$$

$$\text{Donc } s = \left(\frac{A_{L_{\text{experimental}}}}{K_1} \right)^{\frac{1}{K_2}} = \left(\frac{121}{124} \right)^{-0,7} = 1,01 \text{ mm}$$

Gapped				
Material	g mm	A _L value approx. nH	μ _e	Ordering code ** = 27 (N27) = 87 (N87)
N27, N87	0.10 ± 0.02	621	457	B66358G0100X1**
	0.20 ± 0.02	383	281	B66358G0200X1**
	0.50 ± 0.05	201	148	B66358G0500X1**
	1.00 ± 0.05	124	91	B66358G1000X1**

Or on est sensé trouver pour l’entrefer 2*0.5 soit 1mm donc on est proche avec le bon ordre de grandeur.



Epaisseur de l’entrefer primaire et secondaire (1mm)

2. Caractérisations statiques de la Flyback

Le but de ces mesures est de relever le réseau des caractéristiques statiques en sortie de l’alimentation. La fréquence de découpage est dans un premier temps maintenue constante égale à 50 kHz ;

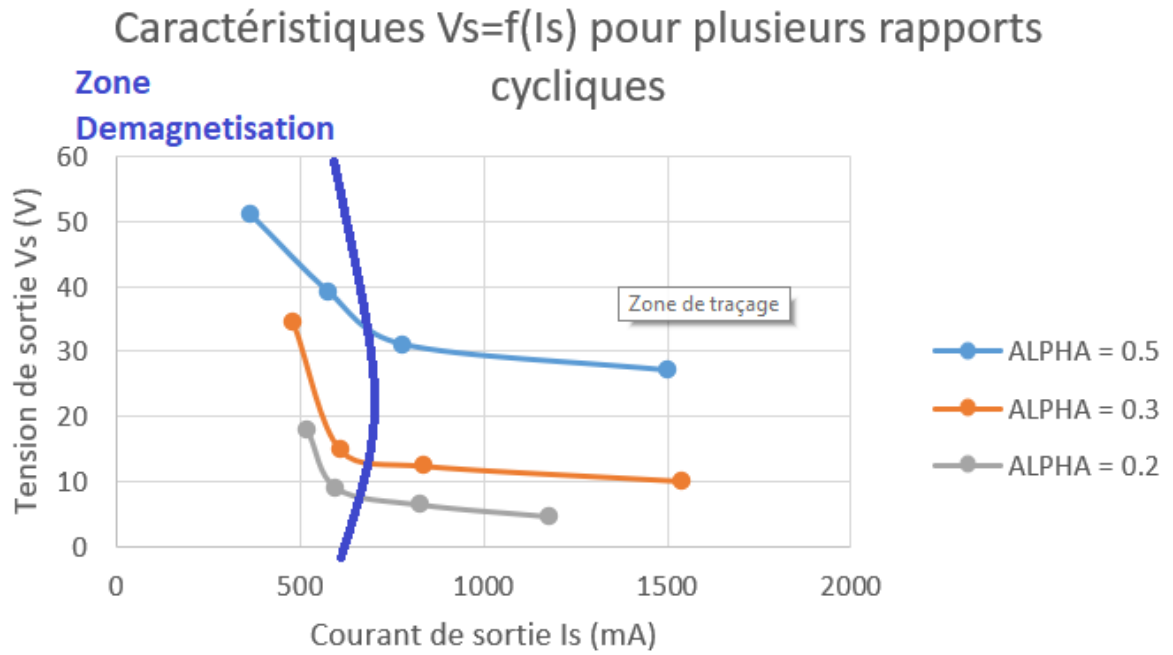
Dans un premier temps, nous relevons les valeurs moyennes du courant débité par l’alimentation de puissance V_E , I_E , du courant de sortie, I_S , et de la tension de sortie, V_S .

alpha = 0,5				
V_E (V)	30	30	30	30
I_E (A)	0,6	0,65	0,7	1,3
V_S (V)	51	39	31	27
I_S (mA)	367	580	780	1500
P_E (W)	18	19,5	21	39
P_S (W)	18,717	22,62	24,18	40,5

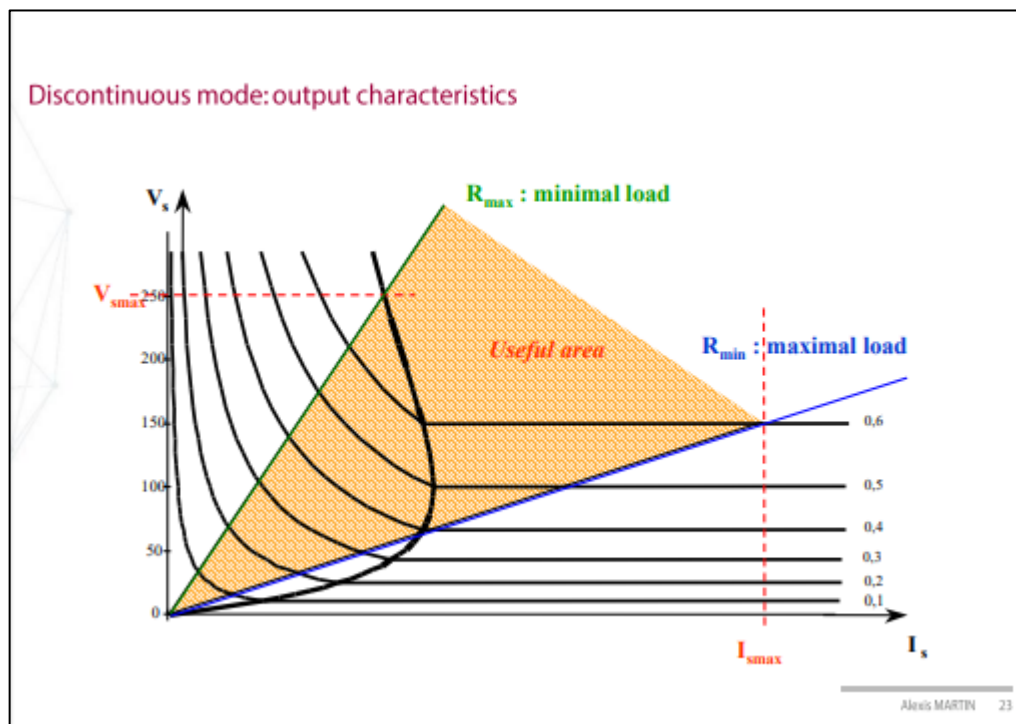
alpha = 0,3				
V_E (V)	30	30	30	30
I_E (A)	0,2	0,24	0,35	0,6
V_S (V)	34,4	14,77	12,4	10,1
I_S (mA)	480	610	840	1540
P_E (W)	6	7,2	10,5	18
P_S (W)	16,512	9,0097	10,416	15,554

alpha = 0,2				
V_E (V)	30	30	30	30
I_E (A)	0,04	0,05	0,09	0,13
V_S (V)	17,8	8,9	6,4	4,6
I_S (mA)	520	600	830	1180
P_E (W)	1,2	1,5	2,7	3,9
P_S (W)	9,256	5,34	5,312	5,428

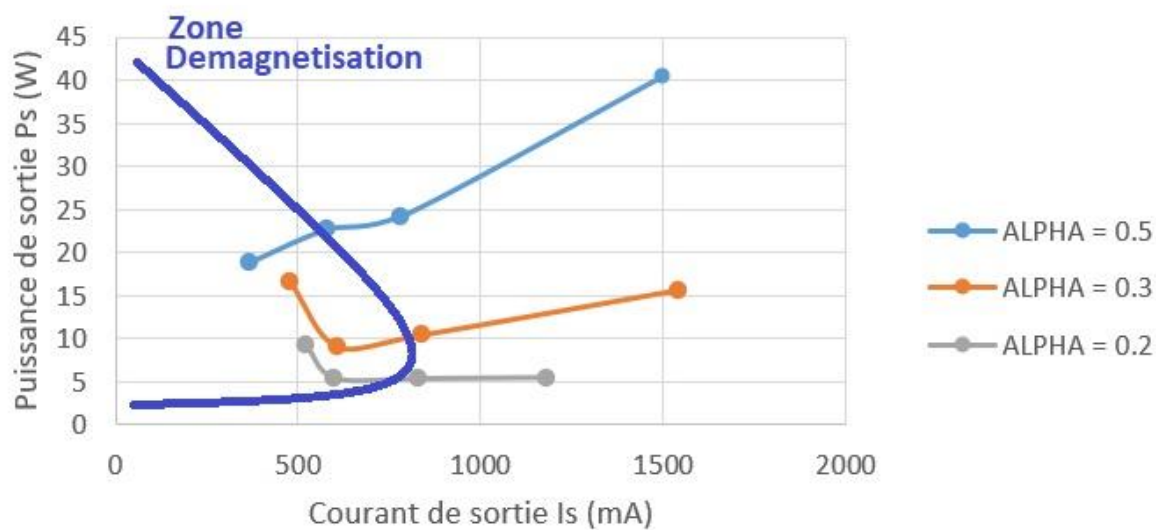
Puis nous traçons les caractéristiques $V_S(I_S)$ et $P_S(I_S)$ (puissance de sortie) paramétrées par α , $P_S(P_E)$, en faisant apparaître les zones de fonctionnement.



L'allure de la caractéristique expérimentale correspond assez bien à l'allure théorique. La tension de sortie dépend bien du rapport cyclique.



Caractéristiques $P_s=f(I_s)$ pour plusieurs rapports cycliques



Caractéristiques $P_s=f(P_e)$ pour plusieurs rapports cycliques

