

Les fiches techniques

50

La transmission & l'isolement des signaux Le transformateur d'impulsions



50 Transformateur d'impulsions

50.1 Rôle

Il permet de commander des interrupteurs statiques de puissance (thyristor, triac, transistor) par train d'impulsions, en assurant une isolation galvanique entre les circuits de commande et de puissance.

50.2 Constitution

Le circuit magnétique est constitué d'un tore de ferrite sur lequel sont bobinés les enroulements.

Le rapport de transformation est généralement égal à 1 :

$$m = N_2/N_1.$$

La tension d'isolement entre les enroulements est supérieure à 1 kV.

50.3 Fonctionnement

Le transistor T fonctionne en hacheur série.

■ $0 < t < \alpha.T$: magnétisation $i_b = i_{b1} \Rightarrow$ le transistor T est saturé.

$$v_1 = +E; V_{ce} = V_{ceSat} \approx 0.$$

Généralement R_p étant faible, on peut écrire :

$$E = L_p \cdot \frac{di_1}{dt} \Rightarrow i_1 = \frac{E \cdot t}{L_p} + Cte.$$

Cette constante représente le courant secondaire i_2 ramené au primaire soit $m \cdot i_2$.

$$i_1 = \frac{E \cdot t}{L_p} + m \cdot i_2 = i_{magnétisant} + m \cdot i_2$$

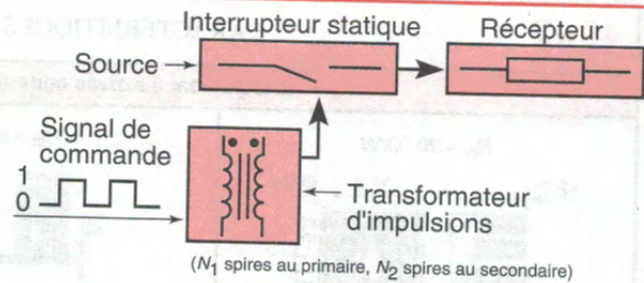
Le courant i_1 croît linéairement, le circuit magnétique se magnétise.

Le transformateur est en régime de flux variable :

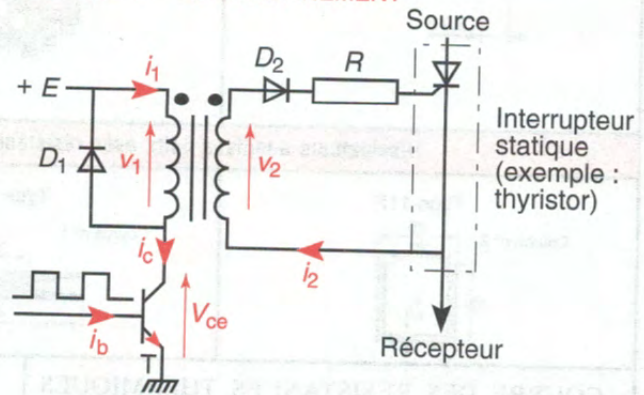
$$v_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot v_1 = m \cdot v_1.$$

v_2 permet de créer un courant susceptible de commander l'interrupteur statique. i_2 est limité par R .

■ $t = \alpha.T$: $i_b = 0$, le transistor T se bloque. Le flux ne pouvant subir de discontinuité, la diode D_1 permet d'assurer la continuité des ampères-tours. i_1 se reboucle dans D_1 .



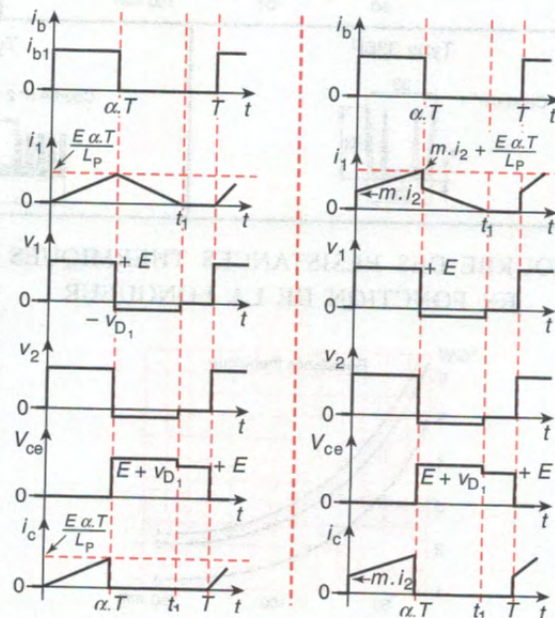
ANALYSE DE FONCTIONNEMENT



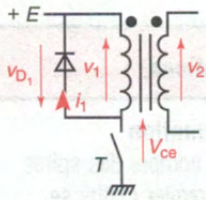
R_p : résistance de l'enroulement primaire.
 L_p : inductance de l'enroulement primaire.
 α : rapport cyclique du signal de commande.

Fonctionnement à vide ($i_2 = 0$)

Fonctionnement en charge ($i_2 \neq 0$)



■ $\alpha \cdot T \leq t < T$



$$v_1 = -v_{D1} \approx -0,6 \text{ V}$$

$$i_1(t) = at + b$$

$$a = -\frac{V_{D1}}{L_p}$$

(La diode D_2 est polarisée en inverse.)
 i_1 décroît et s'annule au temps $t = T$.

■ $t = T$, un nouveau cycle recommence.

50.4 Influence de la durée des impulsions

Lors de la magnétisation, i_1 croît : régime de flux variable.
 Pour une certaine valeur de i_1 appelée I_s , on obtient la saturation du circuit magnétique :

$$i_1 = Cte \Rightarrow \frac{di_1}{dt} = 0, \text{ flux constant} \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow v_1 = v_2 = 0.$$

L'alimentation E , dans ce cas, est mise en court-circuit par le transistor et $i_1 = i_c = \beta i_b$ (β facteur d'amplification du transistor T).

Il est indispensable d'obtenir $i_1 < I_s \Rightarrow$

$$\frac{E \cdot \alpha \cdot T}{L_p} < I_s \Rightarrow E \cdot \alpha \cdot T < L_p \cdot I_s$$

$L_p \cdot I_s$ est une caractéristique du transformateur donnée par le constructeur sous la forme $V_0 \cdot \tau_0$.

$$V_0 \cdot \tau_0 = L_p \cdot I_s = N_1 \cdot \Phi_{\text{saturation}}$$

$$E \cdot \alpha \cdot T < V_0 \cdot \tau_0$$

50.5 Amélioration de la démagnétisation

Lors de la démagnétisation ($\alpha \cdot T < t < T$), le transistor est bloqué et on impose aux bornes du primaire une tension négative à l'aide d'une diode Zéner Z .

On augmente le coefficient directeur de $i_1(t)$.

On réduit ainsi le temps de démagnétisation : le flux doit être nul avant la nouvelle impulsion.

t_d : durée de la démagnétisation : $t_1 - (\alpha \cdot T)$.

On démontre que :

$$t_d = \frac{E \cdot \alpha \cdot T}{V_{D1} + V_Z}$$

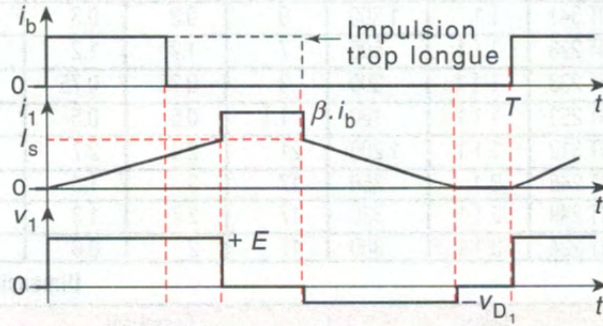
REMARQUE : si $V_Z = E$ et si V_{D1} est négligée,
 $\Rightarrow t_d = \alpha T \Rightarrow \alpha = 1/2$.

IMPORTANT :

Afin d'éviter la saturation du circuit magnétique, il faut totalement démagnétiser le transformateur \Rightarrow flux nul à l'instant de la nouvelle impulsion c'est-à-dire à $t = T$.

Cette contrainte impose : $\alpha \ll 1/2$ car la pente du courant $i_1(t)$ lors de la démagnétisation est faible.

RÉGIME DE SATURATION

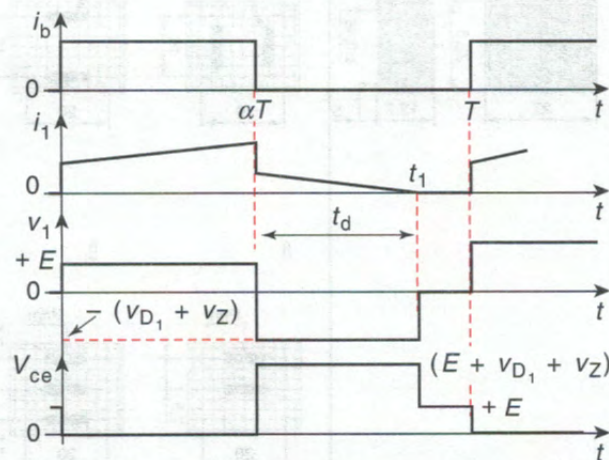
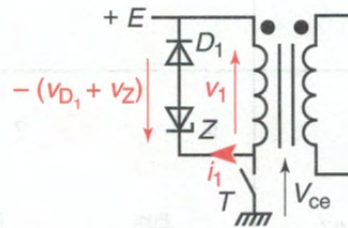


(Secondaire à vide $i_2 = 0$.)

AMÉLIORATION DE LA DÉMAGNÉTISATION

$$i_1(t) = a \cdot t + b$$

$$a = -\frac{V_{D1} + V_Z}{L_p}$$



Fonctionnement en charge, démagnétisation complète

50.6

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Type	Rap sp	$V_0 \cdot \tau$ (V.μs)	L_p (mH)	R_p (Ω)	R_s (Ω)	Boîtier	Connexions	Explications
IT 235	1 1	300	3	0.75	0.75	5	8	<p>Rapport de transformation Dans la proportion du nombre des spires (par ex. 2 : 1 : 1), le premier chiffre se rapporte à la bobine qualifiée de « primaire » :</p> <p>$V_0 \cdot \tau$: surface tension x temps représentant la surface maximale de l'impulsion à transmettre</p> <p>L_p : inductance primaire</p> <p>R_p : résistance à la bobine primaire</p> <p>R_s : résistance à la bobine secondaire</p>
IT 237	1 1	1 100	25	1.8	2.2	5	8	
IT 238	1 1	300	3	0.8	0.8	5	7	
IT 239	1 1	350	3	0.8	0.8	5	6	
IT 255	1 1	250	2.2	0.7	0.7	3	3	
IT 341	1 1	1 300	9	0.3	0.3	8	14	
IT 223	1 1 1	500	7	1.2	1.2	6	11	
IT 233	1 1 1	300	3	0.75	0.75	5	9	
IT 253	1 1 1	180	1.1	0.5	0.5	3	4	
IT 312	1 1 1	1 200	21	2.4	2.7	7	13	
IT 248	2 1	350	17	3	1.5	3	3	
IT 249	2 1 1	330	17	2.7	1.3	3	4	
IT 234	3 1 1	300	17	2	0.6	5	9	

Dimensionnement

Boîtiers	Connexions		Boîtiers	Connexions
<p>Typ 3</p>	3	4	<p>Typ 6</p>	11
<p>Typ 5</p>	6	7	<p>Typ 7</p>	13
	8	9	<p>Typ 8</p>	14

D'après Schaffner.