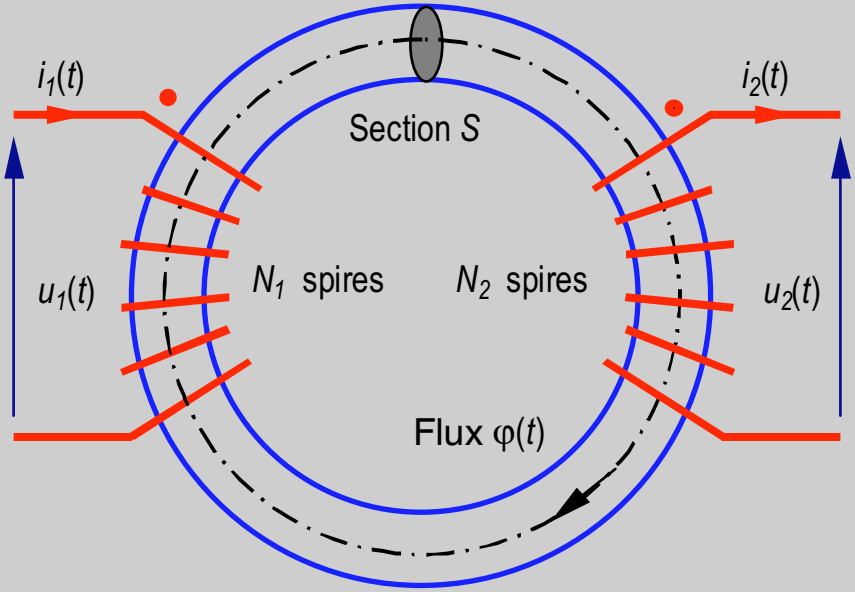
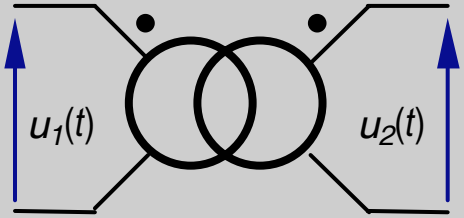
Mise en place

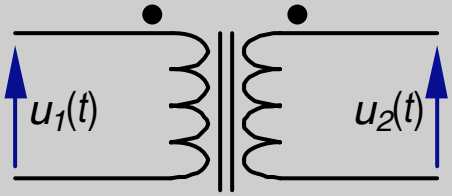
- Circuit magnétique sans entrefer.
- Longueur moyenne l.
- Section S constante.
- Bobinage primaire de N_1 spires et secondaire de N_2 spires.

$\Rightarrow$ **Constitution d'un transformateur**.



Symboles





WWW.DZPEN.COM | موقع الجزائر

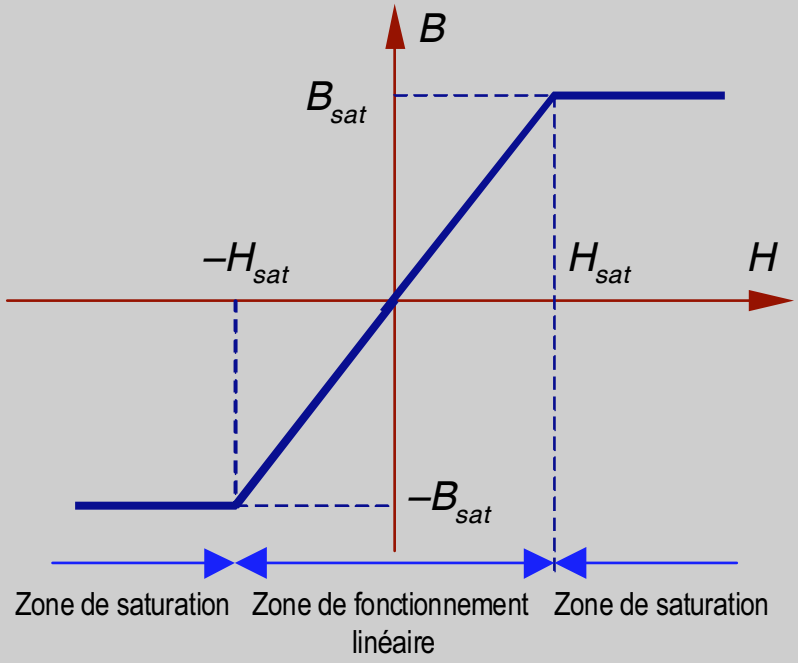
Hypothèses de travail : enroulements et matériau du circuit magnétique

Résistance des enroulements

- Résistances du primaire et du secondaire supposées nulles : $r_1 = r_2 = 0$

Matériau du circuit magnétique

- Zone linéaire : la réluctance $\mathcal{R}$ est définie.
- Partie saturée :
  - invariance des grandeurs,
  - perméabilité relative nulle,
  - réluctance infinie



Aspect énergétique

- Pas de puissance dissipée dans le circuit magnétique.
- Transformateur sans perte à rendement unitaire nul.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

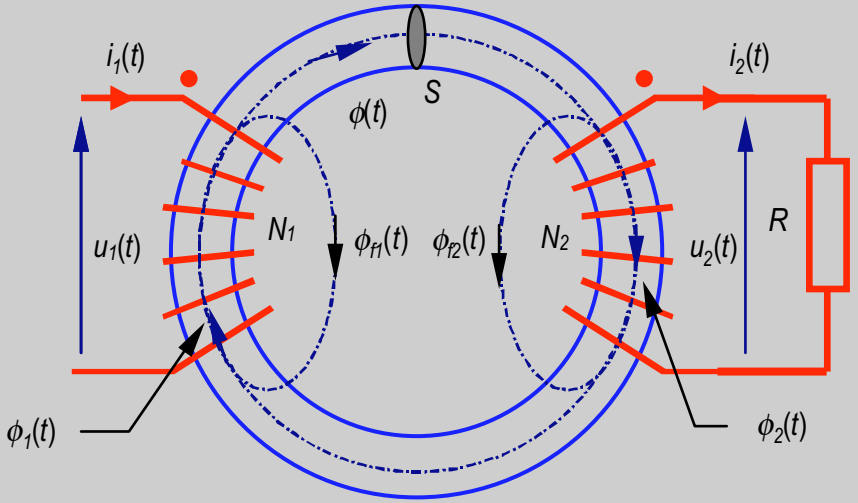
Mise en place des coefficients d'auto-induction (inductances)

- Matériau linéaire : perméabilité relative constante et $B = \mu_0 \mu_r H$
- Réluctance du circuit magnétique : $\mathcal{R} = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \frac{l}{S}$
- Relation d'Hopkinson (secondaire à vide) : $N_1 i_1(t) = \mathcal{R} \phi(t)$
- Flux total à travers toutes les spires du primaire : $\phi_T(t) = N_1 \phi(t) = N_1 S B(t)$
- En combinant, on obtient : $\phi_T(t) = \frac{N_1^2}{\mathcal{R}} i_1(t)$
- Coefficient d'auto-induction au primaire : $L_1 = \frac{N_1^2}{\mathcal{R}}$
- De même au secondaire : $L_2 = \frac{N_2^2}{\mathcal{R}}$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Hypothèses de travail : inductances de fuite

Mise en place des inductances de fuite



- Flux dans le primaire : $\phi_1(t) = \phi(t) + \phi_{f1}(t)$
- Et dans le secondaire : $\phi_2(t) = \phi(t) - \phi_{f2}(t)$
- Tension au primaire : $u_1(t) = N_1 \dfrac{d\phi_1(t)}{dt} = N_1 \dfrac{d\phi(t)}{dt} + N_1 \dfrac{d\phi_{f1}(t)}{dt}$
- Et au secondaire : $u_2(t) = N_2 \dfrac{d\phi_2(t)}{dt} = N_2 \dfrac{d\phi(t)}{dt} - N_2 \dfrac{d\phi_{f2}(t)}{dt}$
- Fuites dans l'air, amagnétique, de perméabilité constante μ_0 : la réluctance est définie.
- Inductance de fuite au primaire : $L_{f1} = \dfrac{N_1^2}{\mathcal{R}_{f1}}$
- De même au secondaire : $L_{f2} = \dfrac{N_2^2}{\mathcal{R}_{f2}}$

Dans l'étude en régime impulsionnel, on suppose les inductances de fuite nulles

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Mise en équation du transformateur : dans le domaine linéaire

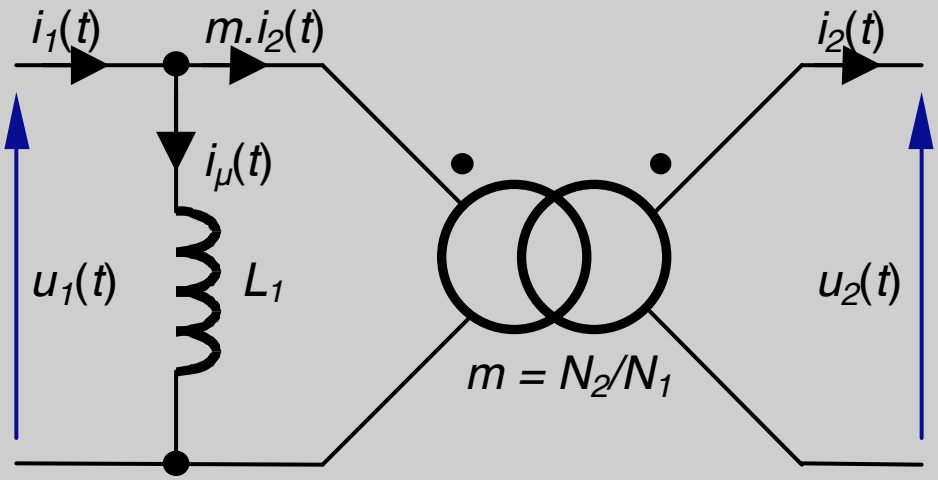
- Lois de fonctionnement : $u_1(t) = N_1 \frac{d\phi(t)}{dt}$ $u_2(t) = N_2 \frac{d\phi(t)}{dt}$

$$N_1 i_1(t) - N_2 i_2(t) = \mathcal{R}\phi(t)$$

- Réluctance : $\mathcal{R} = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \frac{l}{S}$
- Définition de l 'inductance spécifique (par les constructeurs de CM) : $AL = \frac{1}{\mathcal{R}}$
- Relations sur les courants : $i_1(t) - \frac{N_2}{N_1} i_2(t) = \frac{\phi(t)}{N_1.AL} = i_\mu(t)$
- Courant de magnétisation : $i_\mu(t) = \frac{\phi(t)}{N_1.AL}$
- Relations sur les tensions : $u_1(t) = N_1 \frac{d\phi(t)}{dt} = N_1^2.AL \frac{di_\mu(t)}{dt} = L_1 \frac{di_\mu(t)}{dt}$
- Inductance de magnétisation : $L_1 = \frac{N_1^2}{\mathcal{R}} = N_1^2 AL$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

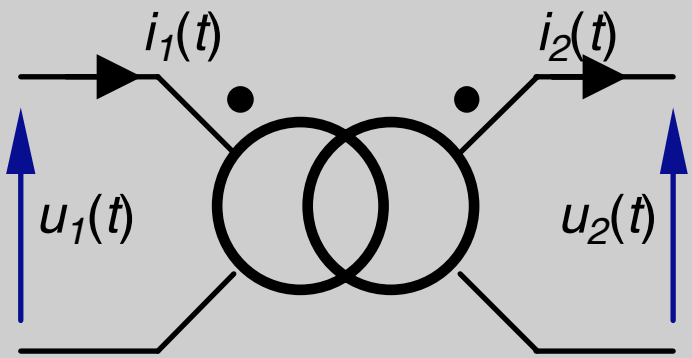
Modèle du transformateur dans le domaine linéaire



Rappels

- Relations sur les courants : $i_1(t) - \frac{N_2}{N_1} i_2(t) = \frac{\phi(t)}{N_1.AL} = i_\mu(t)$
- Relations sur les tensions : $u_1(t) = N_1 \frac{d\phi(t)}{dt} = N_1^2.AL \frac{di_\mu(t)}{dt} = L_1 \frac{di_\mu(t)}{dt}$
- Inductance de magnétisation : $L_1 = \frac{N_1^2}{\mathcal{R}} = N_1^2 AL$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



- Rapport de transformation : $\dfrac{u_2(t)}{u_1(t)} = m$
- Rendement unitaire : $p_1(t) = p_2(t)$
- Conséquence : $u_1(t)i_1(t) = u_2(t)i_2(t)$
- Rapport des tensions et des courants : $\dfrac{u_2(t)}{u_1(t)} = \dfrac{i_1(t)}{i_2(t)} = m$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Mise en équation du transformateur : la saturation est atteinte

Incidence de la saturation

- La saturation est atteinte : $B(t) = B_{sat}$ donc $\phi(t) = \phi_{sat}$ (= cte).
- Conséquences : $u_1(t) = N_1 \dfrac{d\phi_{sat}}{dt} = 0$ de même : $u_2(t) = N_2 \dfrac{d\phi_{sat}}{dt} = 0$

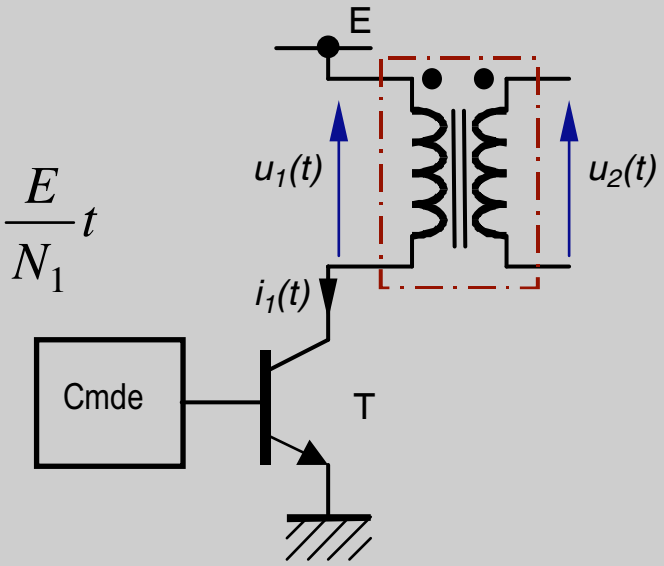
Conséquences et remèdes

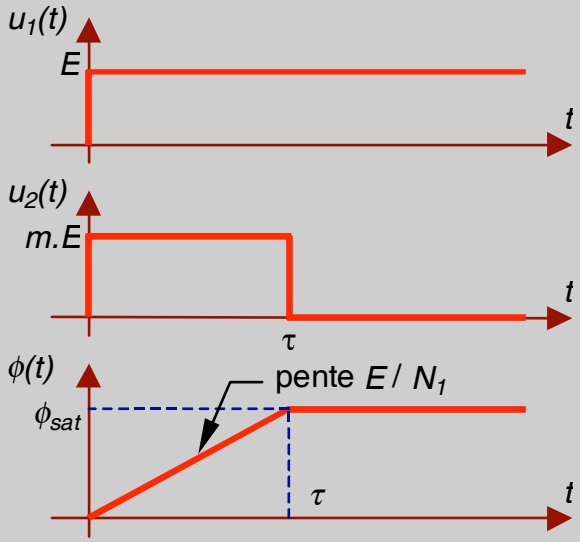
- L'annulation de la tension secondaire n'a pas de conséquence préoccupante.
- Mais l'annulation de la tension primaire ⇒ augmentation du courant dans l'enroulement.
- Le commutateur (transistor) risque d'être endommagé.

il faut prendre toutes les précautions nécessaires afin de ne pas atteindre la saturation

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Tensions : $u_2(t) = m.u_1(t) = m.E$
- Flux : $\phi(t) - \phi(0) = \frac{1}{N_1}\int_0^t u_1(t)dt$
- On considère une démagnétisation initiale, donc : $\phi(t) = \frac{E}{N_1}t$
- Lorsque la saturation est atteinte : $\phi_{sat} = \frac{E\tau}{N_1}$





Le produite $E.\tau$ ne doit pas être atteint pour éviter la saturation du matériau.

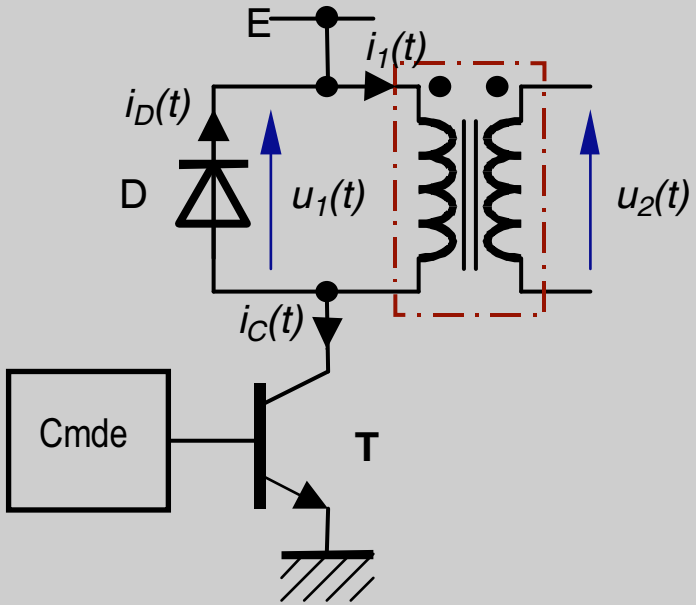
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

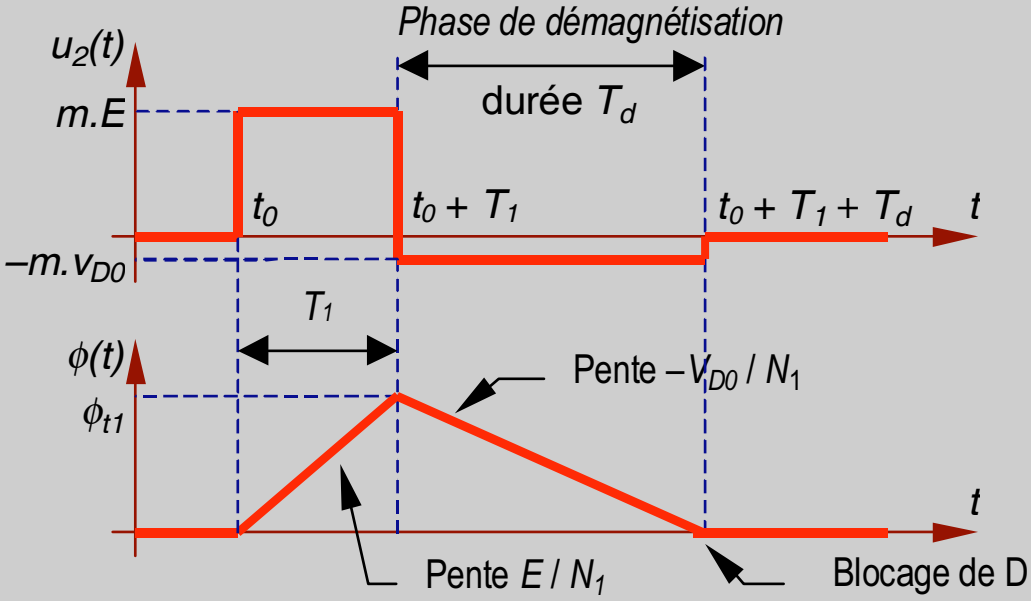
Phase de démagnétisation : montage de base avec diode de démagnétisation

- A la fin de la phase de magnétisation : $\phi_{T1} = \frac{E}{N_1} T_1$
- Expression du flux : $\phi(t) = \int \frac{(-V_{D0})}{N_1} dt + \phi_{T1} = \phi_{T1} - \frac{V_{D0}}{N_1} t$
- Le flux décroît : son annulation entraîne celle de i_D.
- La diode se bloque : $T_d = \frac{N_1}{V_{D0}} \phi_{T1} = \frac{E}{V_{D0}} T_1$

Durée de la démagnétisation :

$$T_d = \frac{E}{V_{D0}} T_1$$



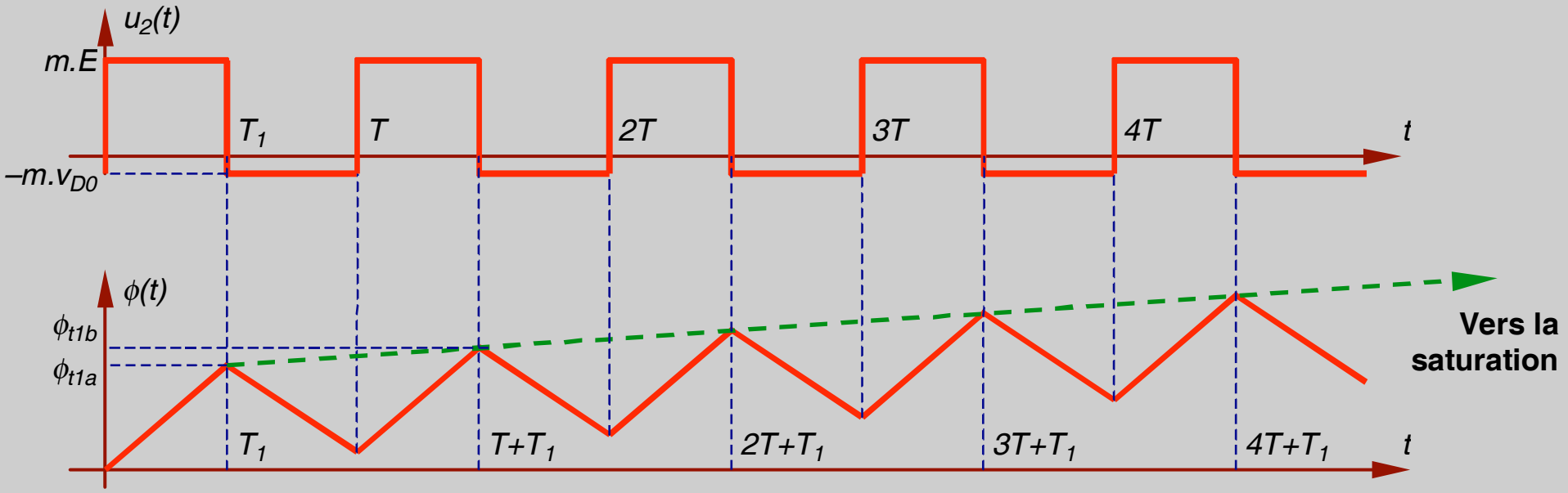


WWW.DZPEN.COM

En cas de démagnétisation incomplète

- La phase de démagnétisation se termine,
- Le flux n'est pas nul dans le circuit magnétique,
- Le flux croît au-delà du flux maximal de la magnétisation précédente,
- La saturation est irrémédiable.

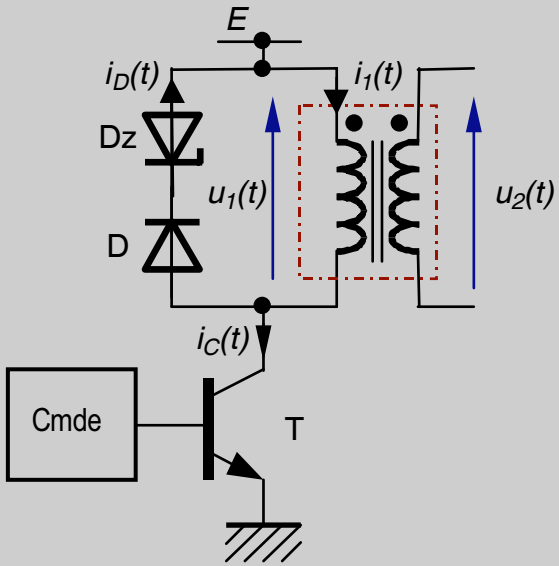
La démagnétisation doit être totale avant toute remagnétisation .



WWW.DZPEN.COM | موقع الجزائر

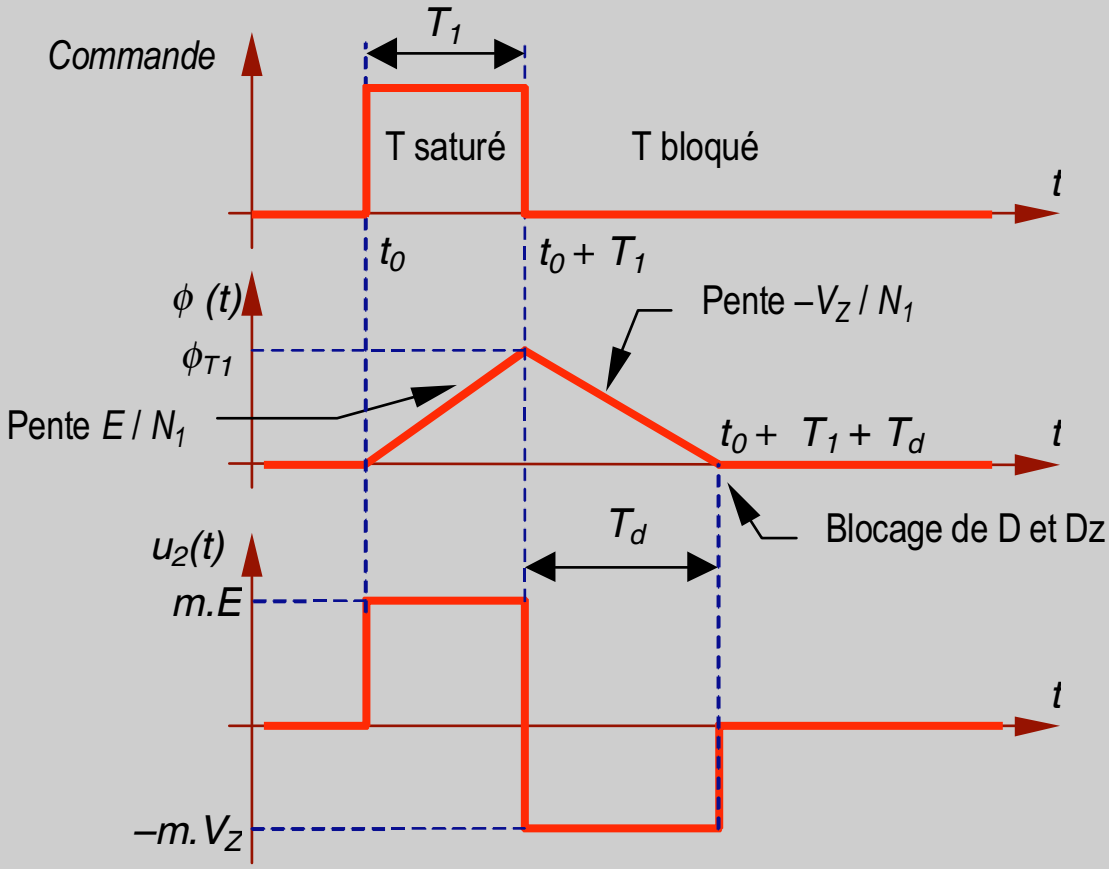
Accélération de la démagnétisation : utilisation d'une diode Zener

- La durée de démagnétisation limite la fréquence fonctionnement : **accélérer cette phase**



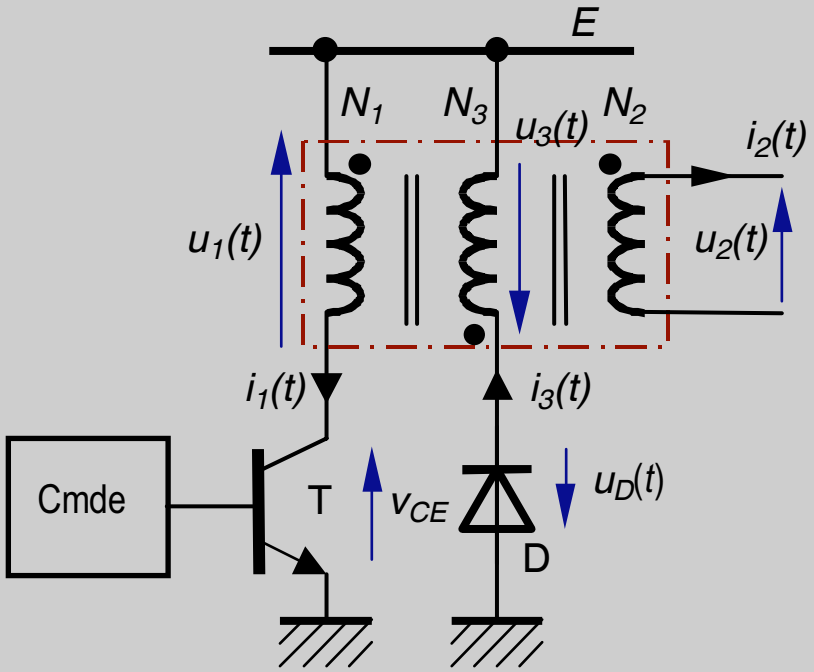
Durée de la démagnétisation :

$$T_d = \frac{E}{V_Z} T_1$$



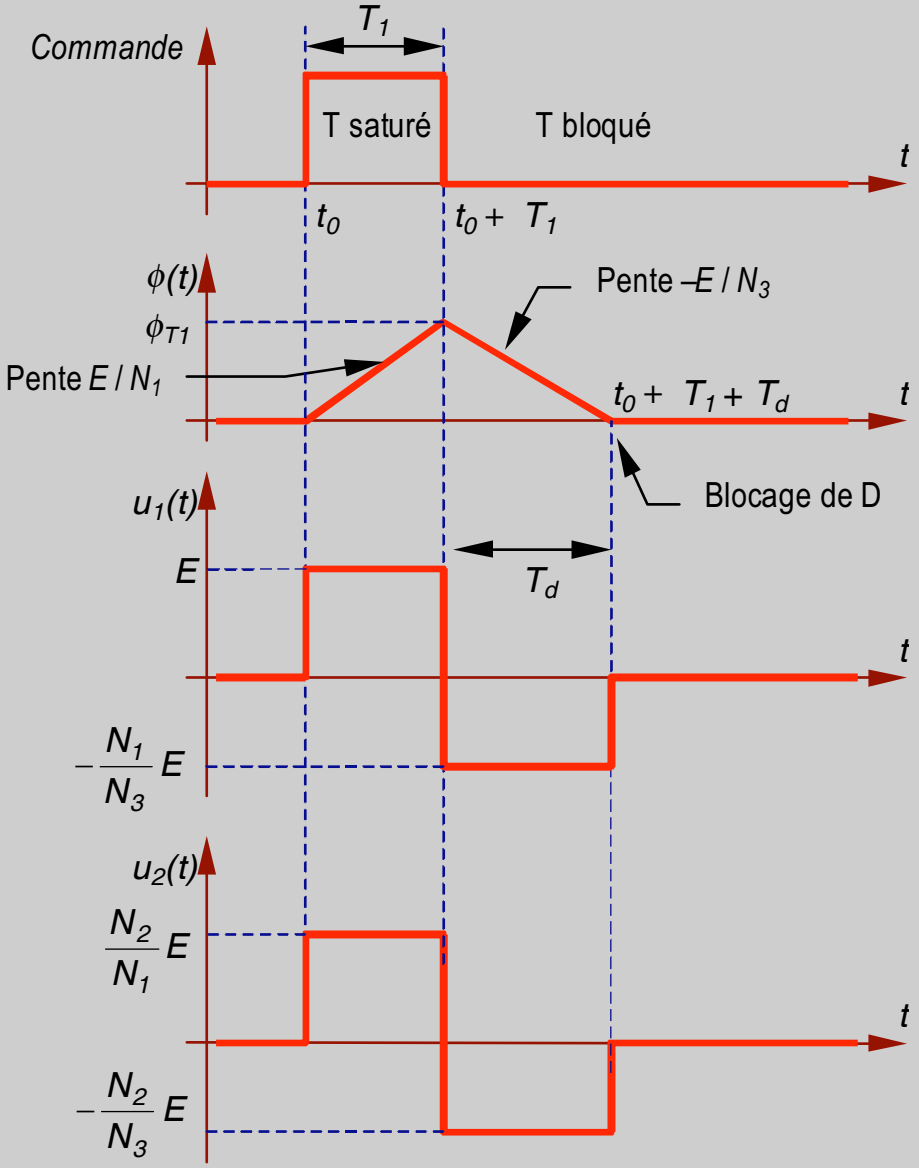
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Accélération de la démagnétisation : insertion d'un troisième enroulement



Durée de la démagnétisation :

$$T_d = \frac{N_3}{N_1} T_1$$



WWW.DZPEN.COM | موقع الجزائر