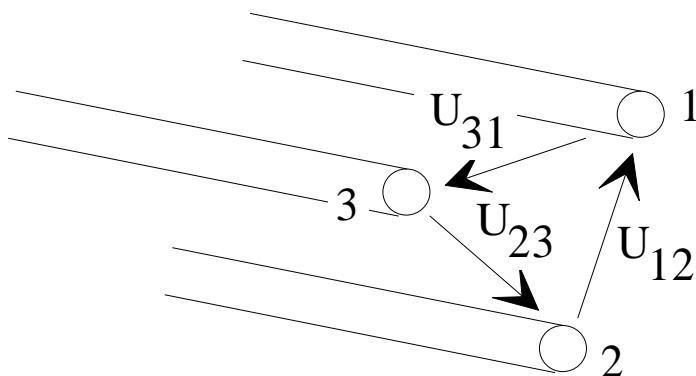


Réseaux d'alimentation électrique

Distribution idéal d'électricité :



$$\begin{cases} U_{12} = U\sqrt{2} \sin(2\pi f \cdot t) \\ U_{23} = U\sqrt{2} \sin(2\pi f \cdot t - 2\pi/3) \\ U_{31} = U\sqrt{2} \sin(2\pi f \cdot t - 4\pi/3) \end{cases}$$

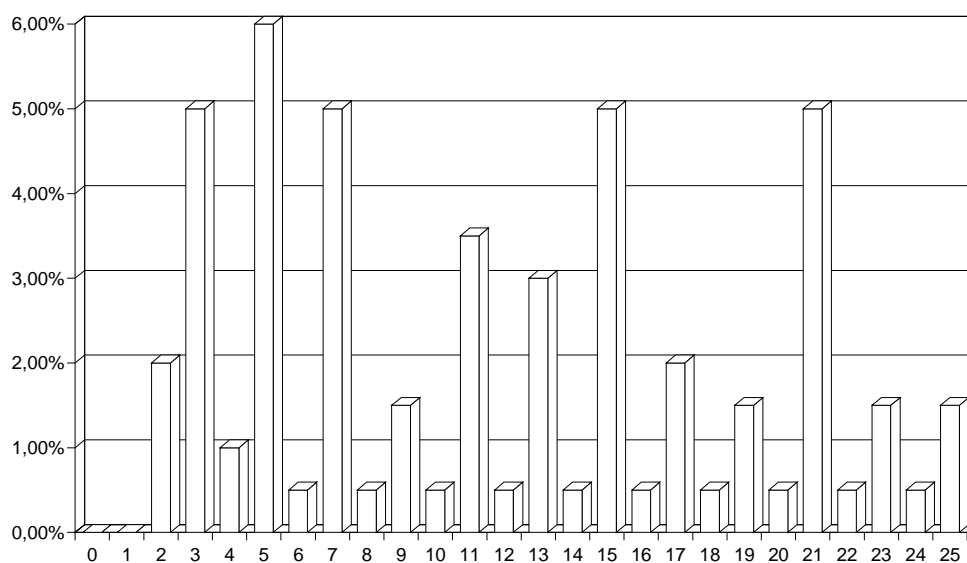
Caractéristiques de la tension (CENELEC, EN 50 160) :

- l'amplitude , 230 V / 400 V et 240 V / 415 V ;
- la fréquence , 50Hz \pm 1 % pendant 95 % d'une semaine ;
- les harmoniques de tensions ;
- les variations d'amplitude ;
- le facteur de puissance : $0,9 \leq \cos(\varphi) \leq 1$;
- le flicker, amplitude de fluctuation de tension à 10 Hz < 0,3 %.

Harmoniques de la tension

Tensions harmoniques en % de $U_n = U_1$:

Harmoniques impairs				Harmoniques pairs	
Non multiple de 3		Multiple de 3			
Rang h	Valeur	Rang h	Valeur	Rang	Valeur
5	6,00%	3	5,00%	2	2,00%
7	5,00%	9	1,50%	4	1,00%
11	3,50%	15	5,00%	6...24	0,50%
13	3,00%	21	5,00%		
17	2,00%				
19	1,50%				
23	1,50%				
25	1,50%				



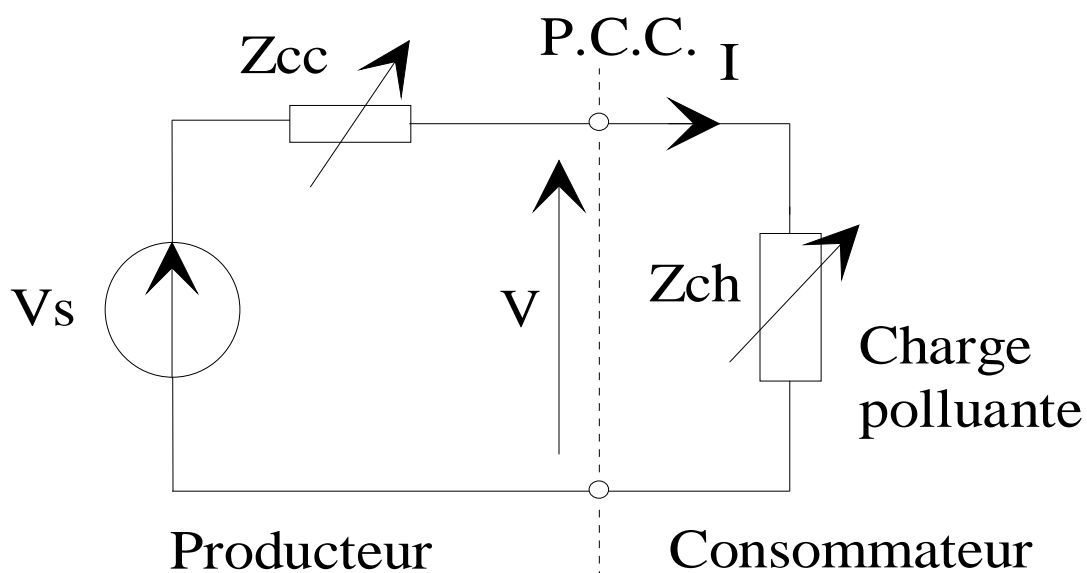
Taux global de distorsion harmonique THD :

$$\text{THD} = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} \left(\frac{U_h}{U_1} \right)^2} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} (U_h)^2}}{U_1} \leq 8\%$$

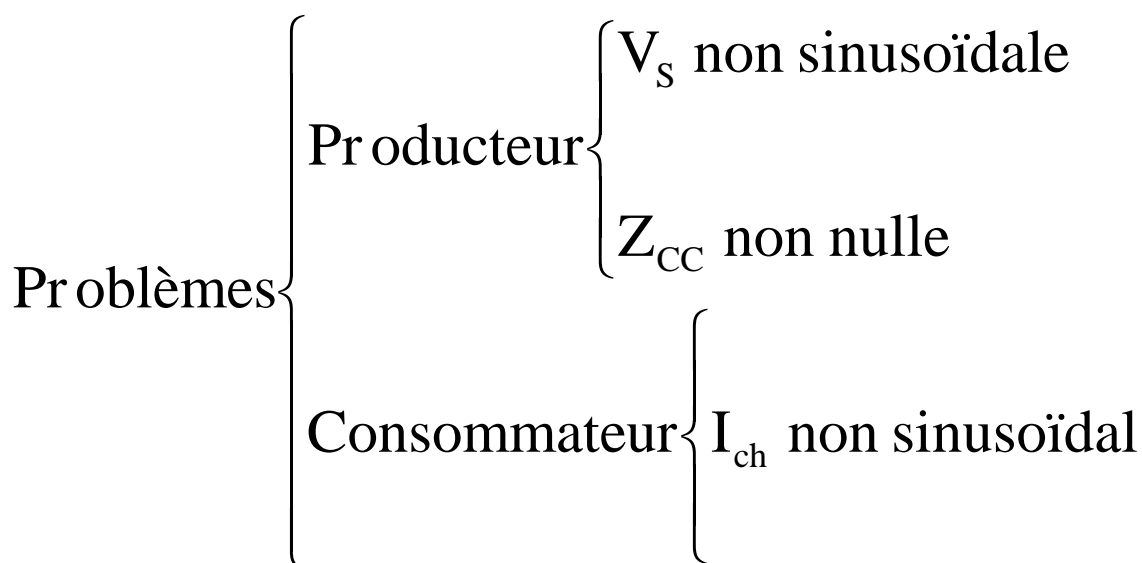
avec U_1 : valeur efficace du fondamentale de la tension.

Définition du problème des harmoniques

Au point de couplage commun :



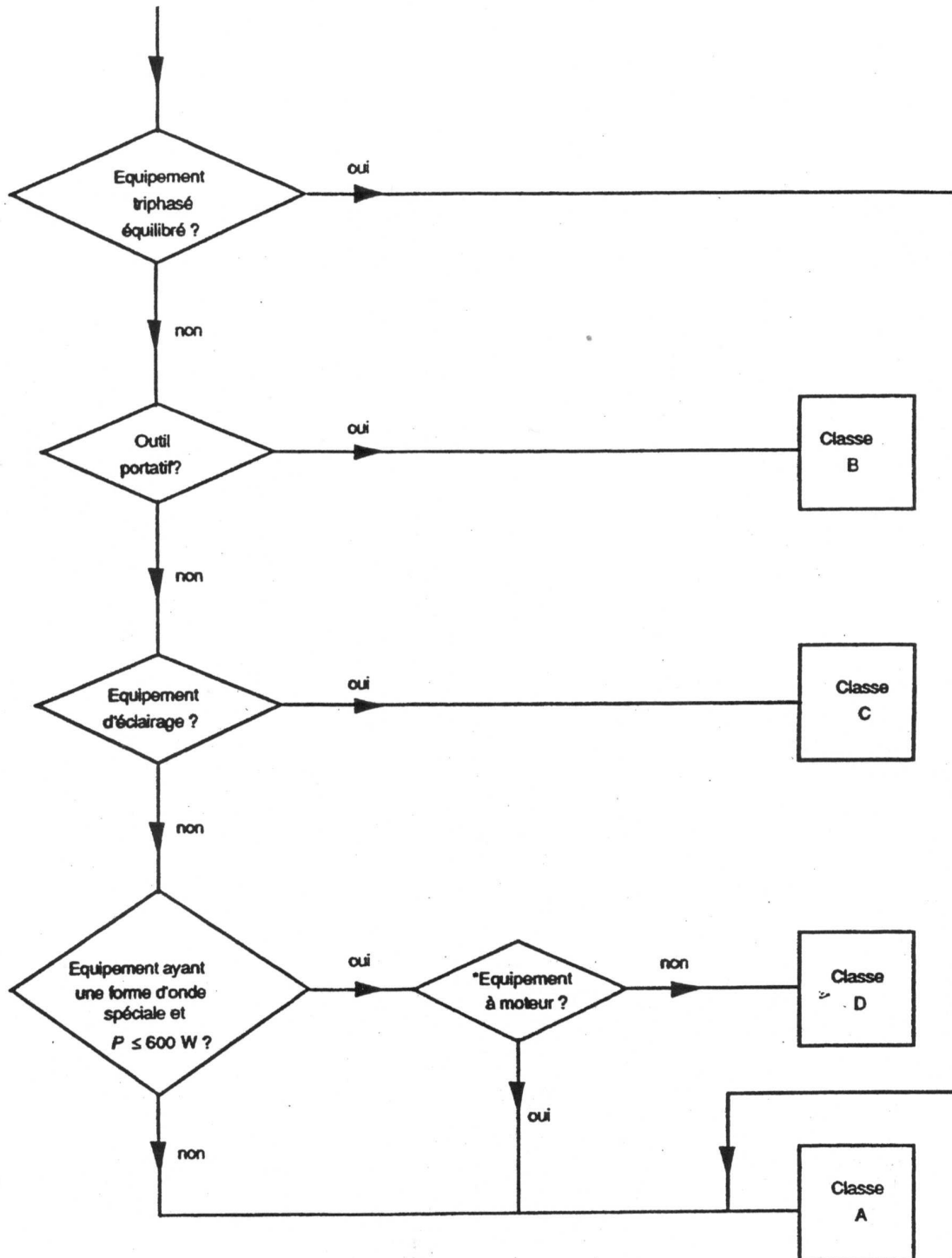
$$V = V_S - Z_{cc} \times I$$



Limitation des harmoniques conduits

Obligatoire depuis le 1er janvier 1997 : la norme NF EN 61000-3-2

pour des équipements ayant un courant par phase ≤ 16 A



* Commandé par angle de phase

Classification des appareils Norme NF EN 61000-3-2

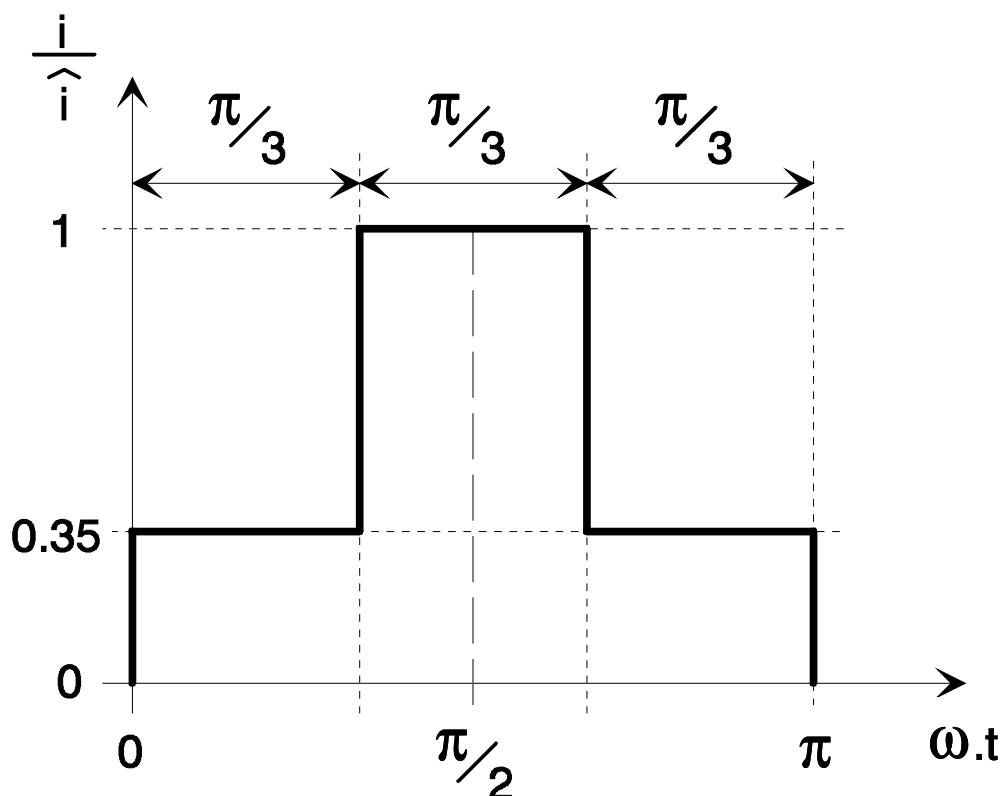
Classe A : équipements triphasés équilibrés et tous autre équip. exceptés ceux définis dans les classes suivantes

Classe B : équipement portatif.

Classe C : éclairages, y compris les gradateurs.

Classe D : équipement ayant une forme de courant définit par la figure ci-dessous et une puissance active $\leq 600W$.

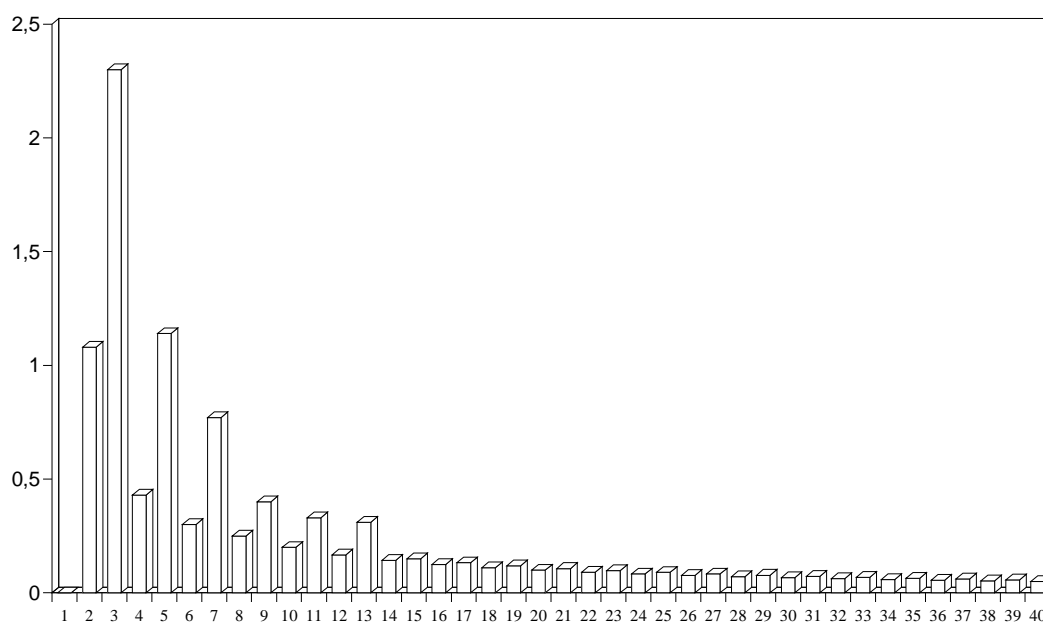
Enveloppe du courant pour la classe D : 1000-3-2©IEC:1995



Limites harmoniques de la norme 1000-3-2©IEC:1995

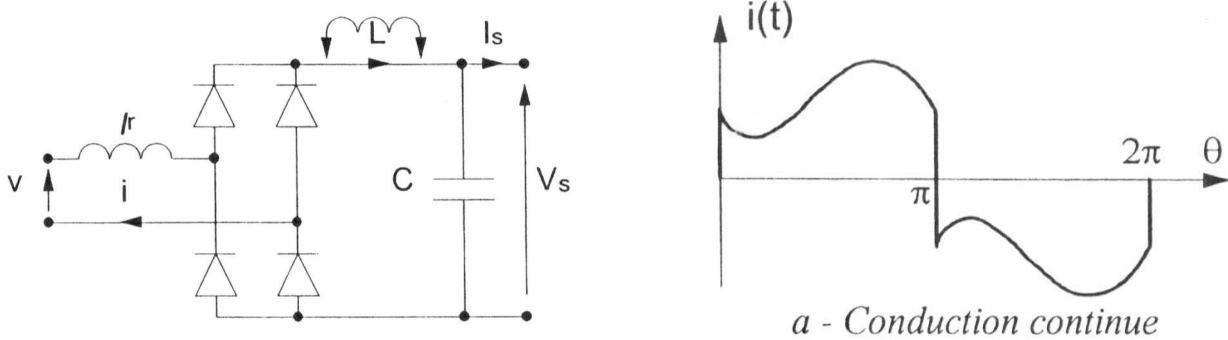
Rang harmonique	classe A (Aeff)	classe B (Aeff)	classe C (%)	classe D (mA/W)
<i>impair</i>				
3	2,3	3,45	30.FP	3,4
5	1,14	1,71	10	1,9
7	0,77	1,15	7	1
9	0,4	0,6	5	0,5
11	0,33	0,5	3	0,35
13	0,21	0,315	3	0,3
15 à 39	0,15.(15/n)	0,225.(15/n)	3	3,85/n
<i>pair</i>				
2	1,08	1,62	2	
4	0,43	0,645		
6	0,3	0,45		
8 à 40	0,23.(8/n)	0,345.(8/n)		

Limites en Ampère des harmoniques du courant en classe A :



Exemple de pollueur : le redressement classique

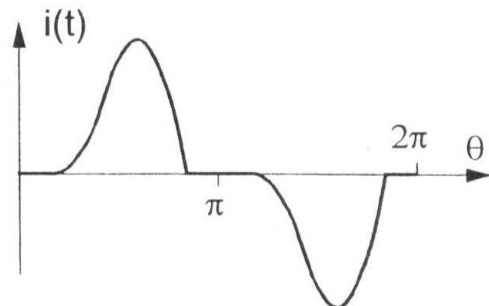
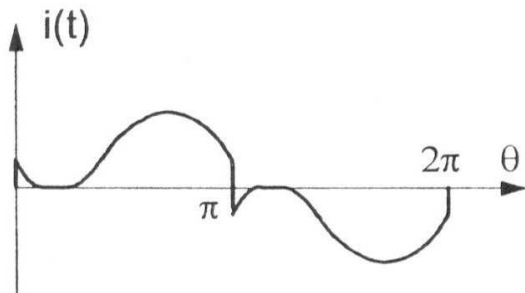
Fonctionnement en conduction continue - L de valeur élevée :



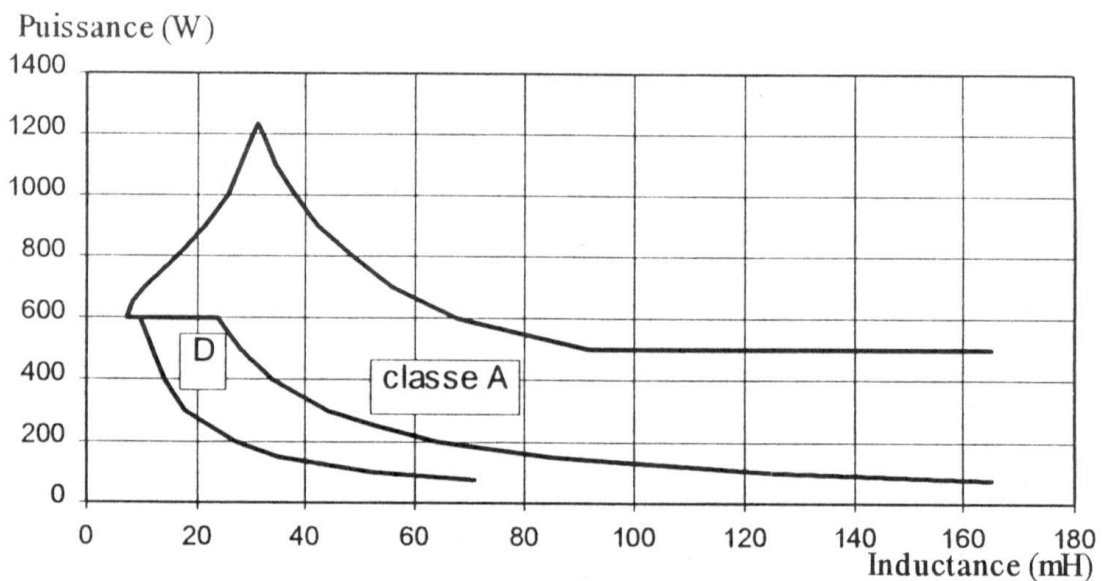
Fonctionnement en conduction discontinue - L de valeur faible :

1er cas : $0,027 \frac{V_{eff}^2}{PF} \leq L \leq 0,0426 \frac{V_{eff}^2}{PF}$

2ème cas : $L \leq 0,027 \frac{V_{eff}^2}{PF}$

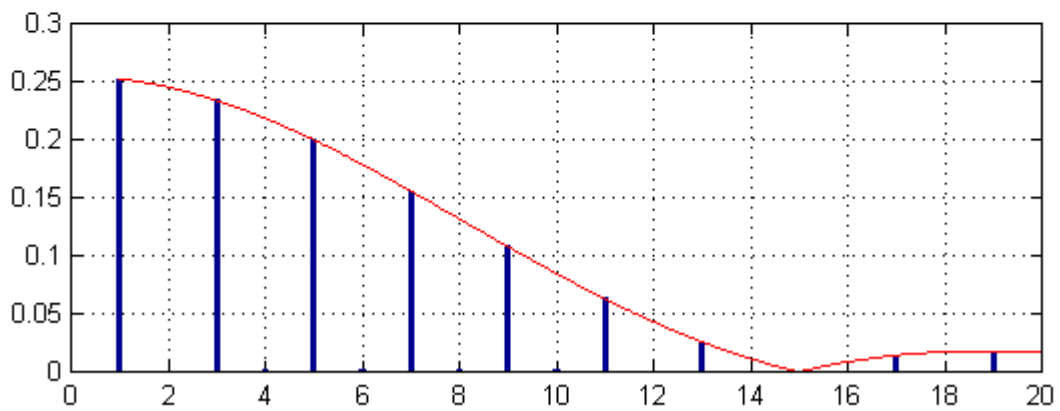
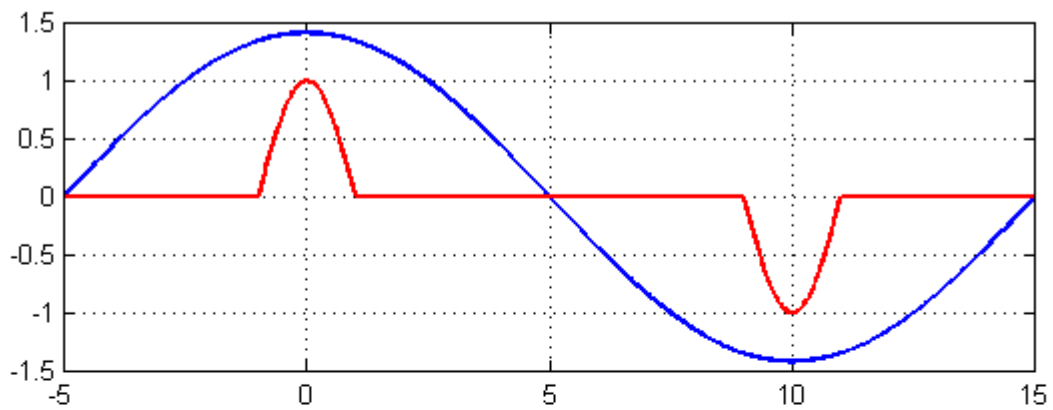
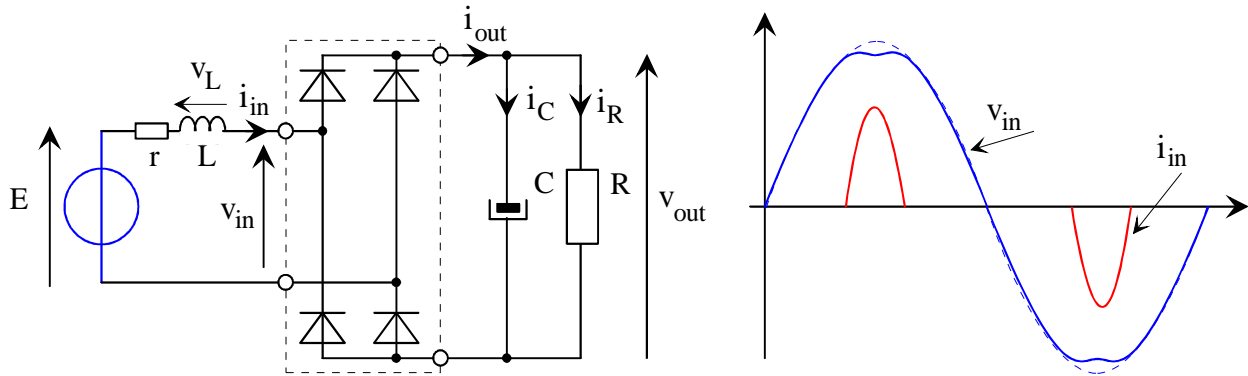


Puissance maximale pour les classes A et D en fonction de L :



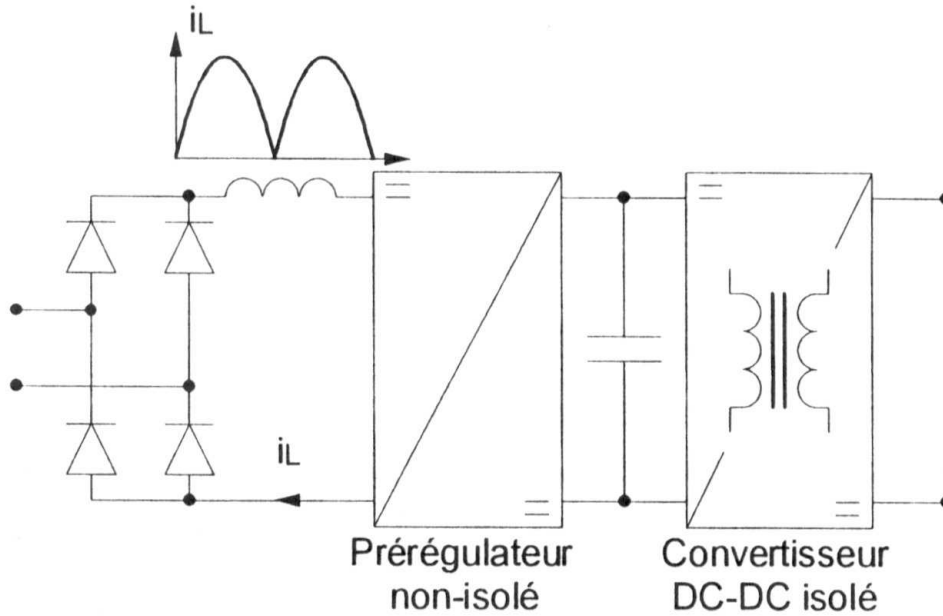
Harmoniques du redresseur à filtrage capacitif

Schéma de principe :

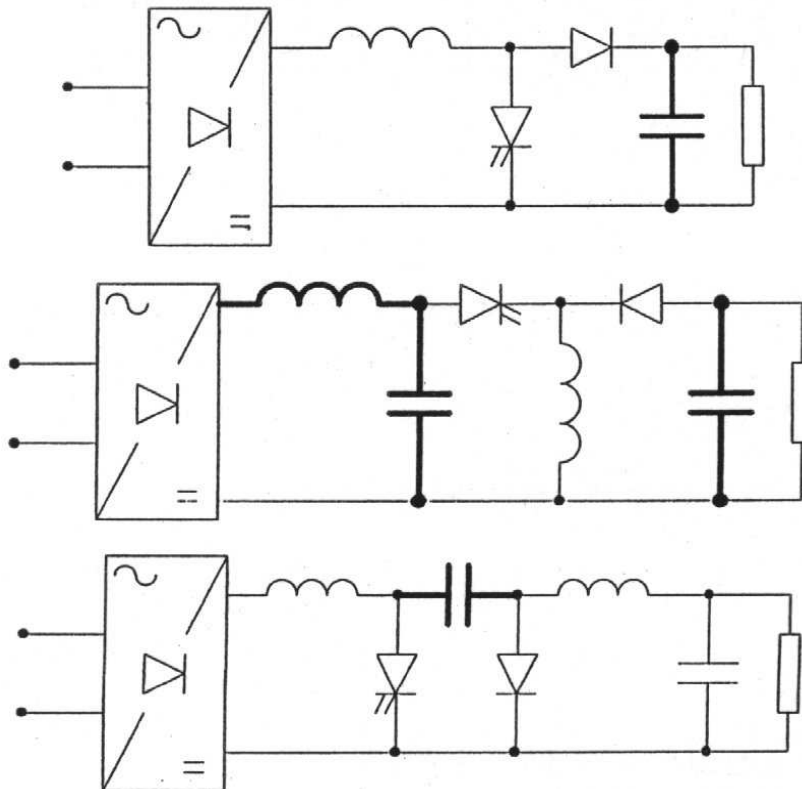


Amélioration en entrée : le prélèvement SINUSOÏDALE

Structure à deux étages utilisée en absorption sinusoidale :

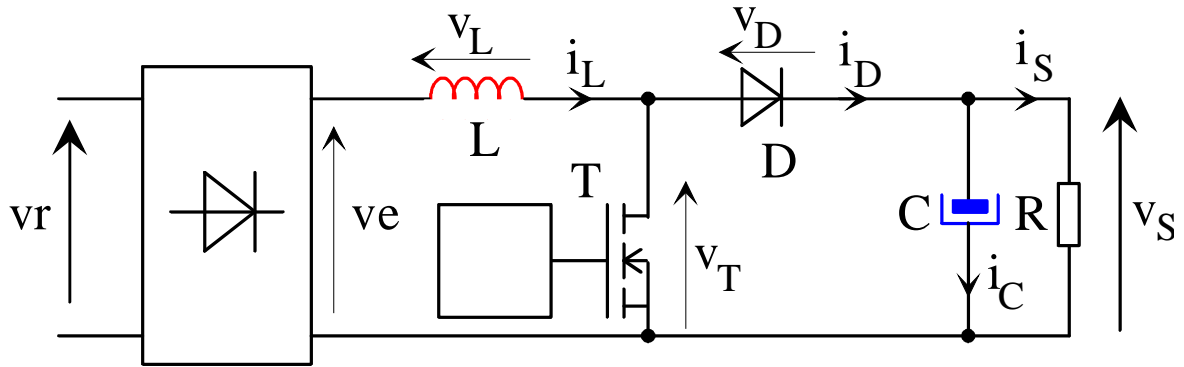


Particularités de dimensionnement :

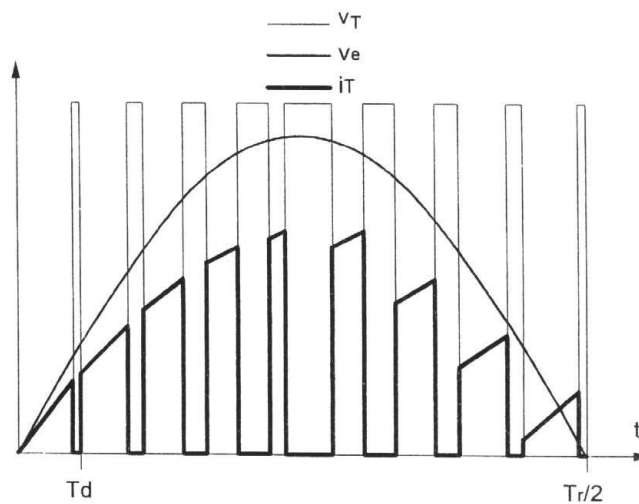


Hacheur parallèle utilisé en absorption sinusoidale

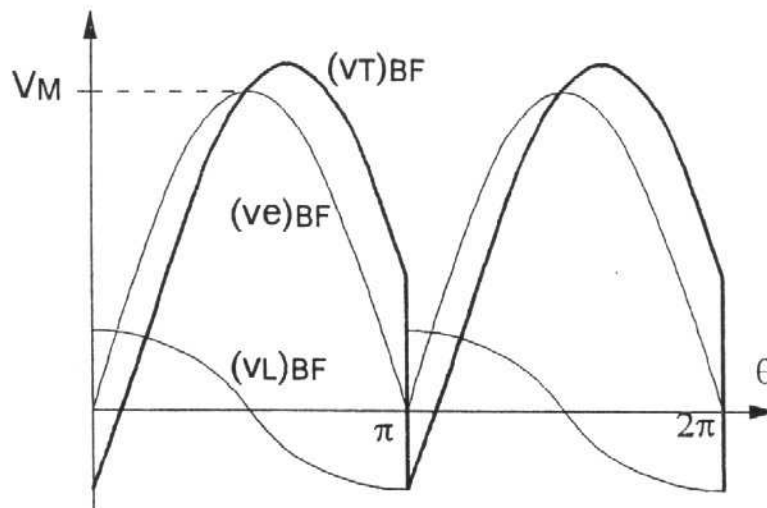
Exemple du hacheur parallèle



Formes d'ondes simplifiées :



Formes d'ondes Basse Fréquence :



Evolution du rapport cyclique

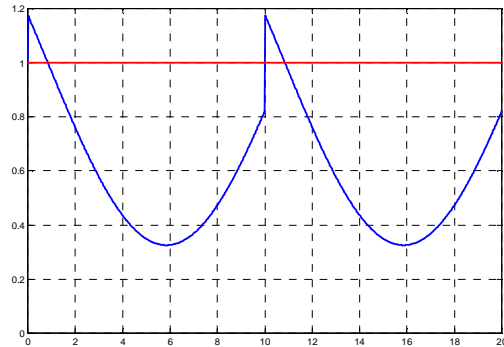
Evolution théorique de α :

$V = 230 \text{ V}$

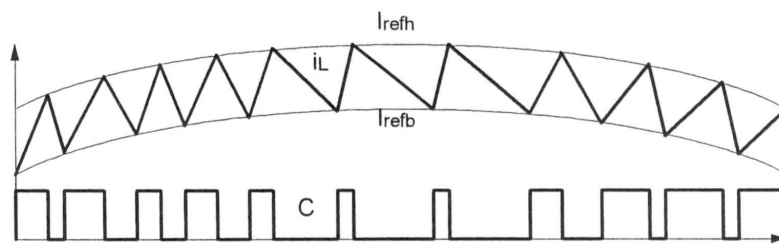
$I = 10 \text{ A}$

$L = 1 \text{ mH}$

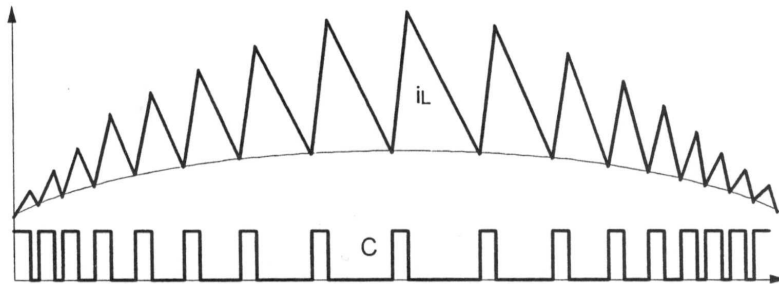
$V_s = 500 \text{ V}$



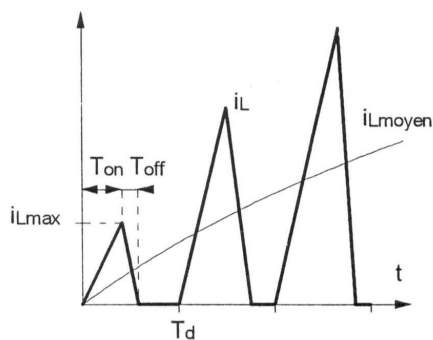
Commande par hystérésis



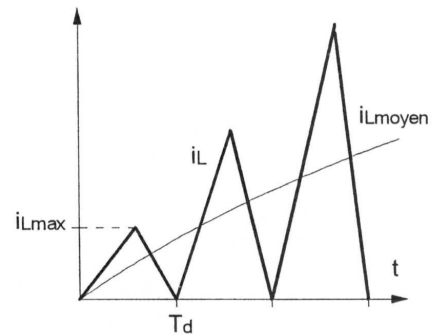
Commande à temps de conduction fixé



Fonctionnement en conduction discontinue



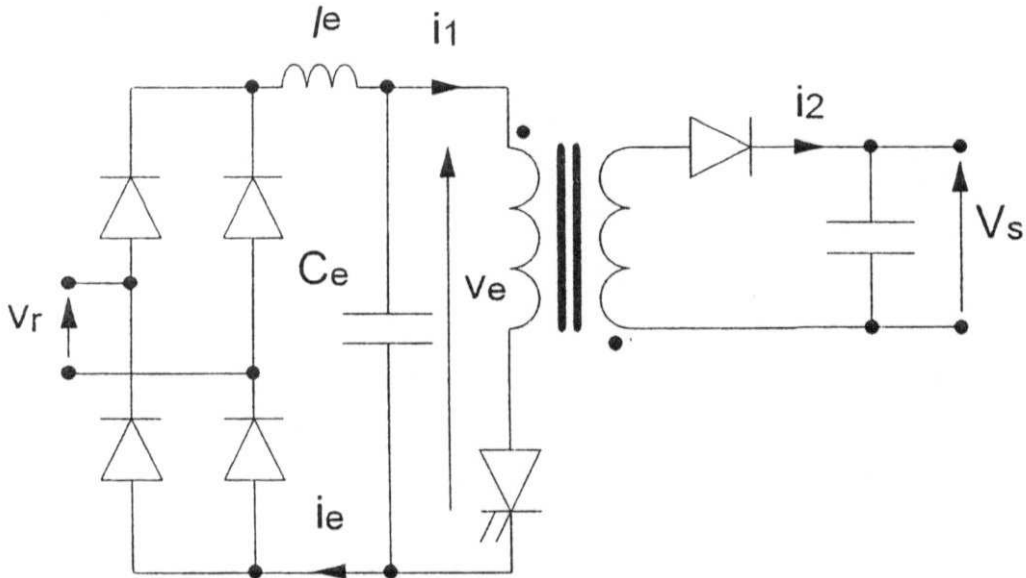
à fréquence fixe



à temps de conduction fixé

Exemple de l'alimentation FLYBACK

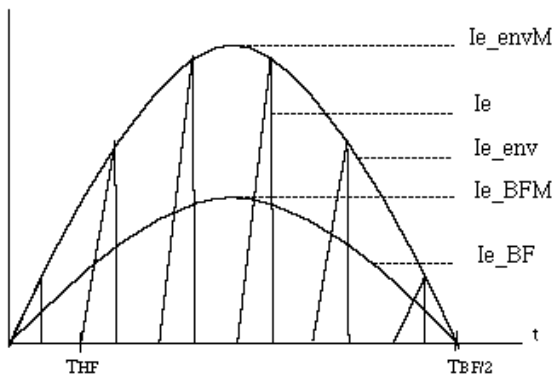
Alimentation FLYBACK en absorption sinusoidale



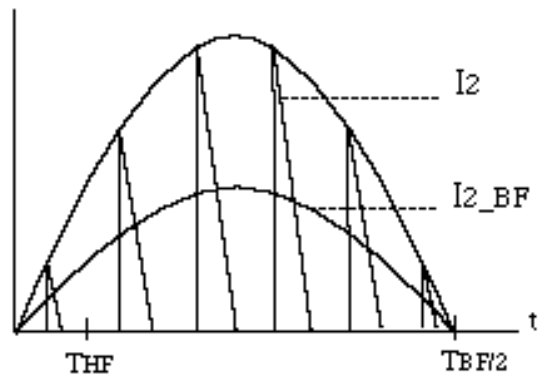
Equation différentielle de fonctionnement :

$$\frac{1}{2} L \omega_r \frac{d(i_L)_{BF}^2}{d\theta} + \frac{V_S}{m} i_L = I_M \cdot \sin(\theta) \left(V_m \sin(\theta) + \frac{V_S}{m} \right)$$

Analyse en conduction discontinue (alimentation sinusoidale redressée) :



Courants "primaire" – Bobine 1



Courants "secondaire" – Bobine 2

[99ART179] P. TOUSSAINT, revue 3E.I., N°4, décembre 1995, pp. 12-18.