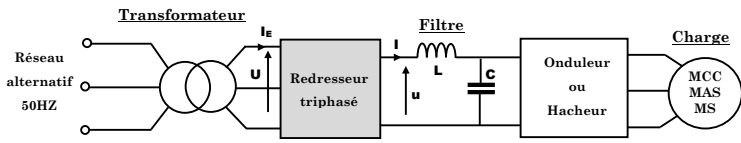


Les redresseurs triphasés à diodes convertissent un courant alternatif triphasé (AC) en courant continu (DC) à l'aide de diodes de puissance. Simples, fiables et économiques, ils servent à l'alimentation des moteurs, à la recharge des batteries et constituent la base des variateurs de vitesse modernes.

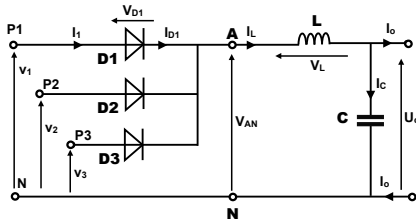


Note : Dans ce cours, on étudie les redresseurs à diodes non commandés pour la conversion AC-DC, en commençant par les P3 simples puis les PD3 doubles, à des fins pédagogiques.

Le redresseur parallèle triphasé P3 convertit une tension triphasée équilibrée en continu. Il existe deux configurations, P3 positif et P3 négatif.

Redresseur P3 le plus positif

1 - Structure d'un redresseur P3 Sup



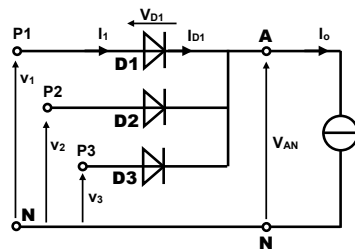
Hypothèses retenues :

- ✓ La source d'entrée est un réseau triphasé sinusoïdal équilibré de type **tension**.
- ✓ La charge intègre un filtre LC, équivalent à une source de **courant**.
- ✓ Les diodes D1 à D3 sont **idéales (pas de pertes au niveau de redresseur)**.
- ✓ L'inductance L est assez grande pour rendre le courant **quasi constant** : $i_L(t) \cong I_o$
- ✓ Le condensateur C est de forte valeur pour **réduire** l'ondulation tension : $u_C(t) \cong U_o$

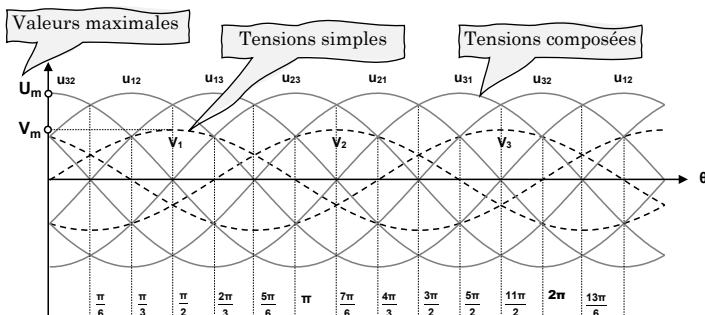
Avec ses hypothèses on se ramène vers le schéma suivant :

Le redresseur est alimenté par un réseau triphasé équilibré, caractérisé par trois tensions qui s'expriment par :

- $v_1(t) = V_m \sin(\theta)$
- $v_2(t) = V_m \sin(\theta - \frac{2\pi}{3})$
- $v_3(t) = V_m \sin(\theta - \frac{4\pi}{3})$

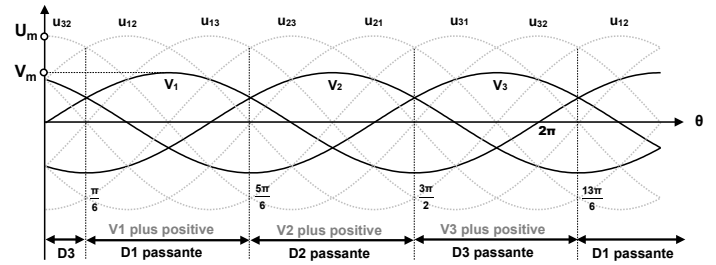


- $V_m = \sqrt{2} \cdot V$ la valeur maximale (V c'est la valeur efficace), $\omega = 2\pi f$ est la pulsation, où $f = 50$ H est la fréquence (cas de Maroc).
- Les tensions composées u_{12}, u_{23}, u_{31} ont pour valeur efficace : $U = \sqrt{3} V$



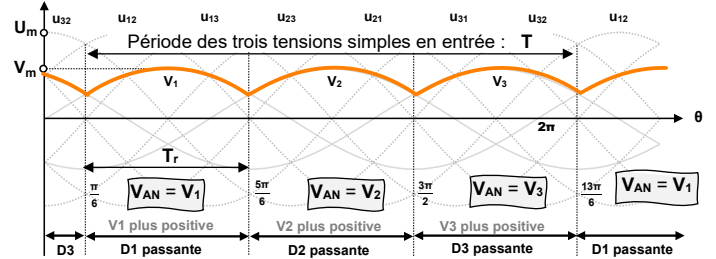
2 - Conduction des diodes du redresseur

La diode conduit lorsque sa phase possède la tension la plus élevée parmi les trois phases, ce qui définit le fonctionnement dit « plus positif » du redresseur.



3 - Allure et valeur moyenne de la tension de sortie VAN(t)

La tension de sortie est égale à la tension la plus positive, grâce à la conduction de la diode reliée au potentiel maximal ; l'allure de la tension devient alors :



La tension redressée $v_{AN}(t)$ est formée de trois sommets de sinusoïde par période du réseau :

Période T_r (s)	Fréquence f_r (Hz)	Valeur maximale V_{max}
$T_r = \frac{T}{3}$	$f_r = 3 f$	$V_{max} = V_m = \sqrt{2} \cdot V$

• Valeur moyenne de la tension de sortie VAN(t)

La valeur moyenne de $V_{AN}(t)$ correspond à la composante continue fournie par le redresseur :

$$\langle V_{AN} \rangle = \frac{1}{T_r} \int_0^{T_r} V_{AN}(t) dt = \frac{1}{T/3} \int_{T/12}^{5T/12} V_1(t) dt \Rightarrow \langle V_{AN} \rangle = \frac{3}{T} \int_{T/12}^{5T/12} V_m \sin(\omega t) dt$$

Après, changement de variable : $\theta = \omega t \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} = \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow dt = \frac{T}{2\pi} d\theta$

Donc :

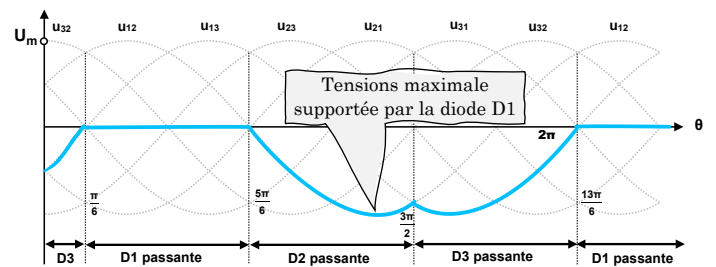
$$\langle V_{AN} \rangle = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} V_m \sin(\theta) dt \Rightarrow \langle V_{AN} \rangle = \frac{3 V_m}{2\pi} \left[-\cos(\theta) \right]_{\pi/6}^{5\pi/6}$$

D'où : $\langle V_{AN} \rangle = \frac{3\sqrt{3} V_m}{2\pi}$ ou $\langle V_{AN} \rangle = \frac{3\sqrt{6} V}{2\pi}$

3 - Allure de la tension vD1(t)

On isole la diode D1 comme le montre dans le tableau :

La tension la plus grande	La tension $v_{AN}(t)$	La tension aux bornes de la diode D1 : $v_{D1}(t)$	
v_1 (D1 passante)	v_1	$v_{D1}(t)$	$v_1 - v_1 = 0$
v_2 (D2 passante)	v_2	$v_1 - v_2$	u_{12}
v_3 (D3 passante)	v_3	$v_1 - v_3$	u_{13}



• Valeur maximale supportée par la diode D1

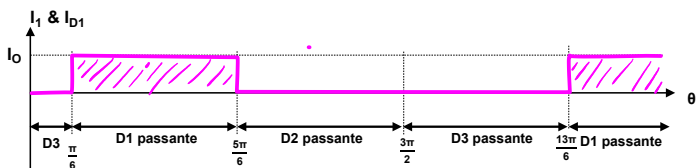
Il est essentiel de connaître la tension maximale supportée par une diode. C'est la tension V_{RRM} représente la tension inverse répétitive maximale que la diode peut supporter sans risque de défaillance à l'état bloquée : $V_{RRM} = U_m$

D'après l'allure de $v_{D1}(t)$ $V_{RRM} = U_m = \sqrt{3} V_m = \sqrt{6} V$

2 - Étude des courants i_1 et i_{D1}

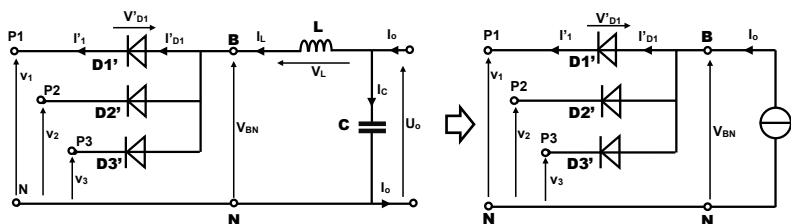
Conformément à l'hypothèse initiale, la bobine L est choisie avec une valeur suffisamment élevée pour limiter fortement l'ondulation du courant $i_L(t)$.

Etat de la diode D1	$i_1(t)$	$i_{D1}(t)$
Passante	I_o	I_o
Bloquée	0	0



Redresseur P3 le plus négatif (Inf)

1 - Structure d'un redresseur P3 Inf

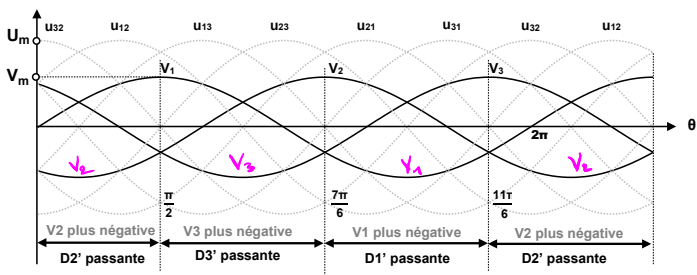


Hypothèses retenues :

- ✓ La source d'entrée est un réseau triphasé sinusoïdal équilibré de type **tension**.
- ✓ La charge intègre un filtre LC, équivalent à une source de **courant**.
- ✓ Les diodes D1' à D3' sont **idéales** (pas de pertes au niveau de redresseur).
- ✓ L'inductance L est assez grande pour rendre le courant **quasi constant** : $i_L(t) \cong I_o$
- ✓ Le condensateur C est de forte valeur pour **réduire** l'ondulation tension : $u_c(t) \cong U_o$

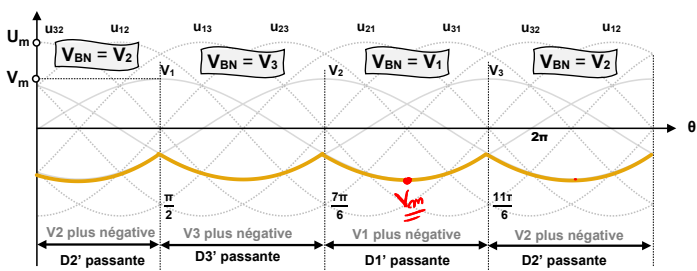
2 - Conduction des diodes du redresseur P3 Inf

La diode conduit lorsque sa phase possède la tension la plus basse parmi les trois phases, ce qui définit le fonctionnement dit « plus négative » du redresseur.



3 - Allure et valeur moyenne de la tension de sortie $V_{BN}(t)$

La tension de sortie est égale à la tension la plus négative, grâce à la conduction de la diode reliée au potentiel minimal ; l'allure de la tension V_{BN} devient alors :



La tension redressée $v_{AN}(t)$ est formée de trois sommets de sinusoïde par période du réseau :

Période T_r (s)	Fréquence f_r (Hz)	Valeur maximale V_{max}
$T_r = \frac{T}{3}$	$f_r = 3 f$	$V_{max} = V_m = \sqrt{2} \cdot V$

⊗ Valeur moyenne de la tension de sortie $V_{BN}(t)$

La valeur moyenne de $V_{BN}(t)$ correspond à la composante continue fournie par le redresseur :

$$\langle V_{BN} \rangle = \frac{1}{T_r} \int_0^{T_r} V_{BN}(t) dt = \frac{1}{T/3} \int_{7\pi/12}^{11\pi/12} V_1(t) dt \Rightarrow \langle V_{BN} \rangle = \frac{3}{T} \int_{7\pi/12}^{11\pi/12} V_m \sin(\omega t) dt$$

Après, changement de variable : $\theta = \omega t \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} = \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow dt = \frac{T}{2\pi} d\theta$

Donc :

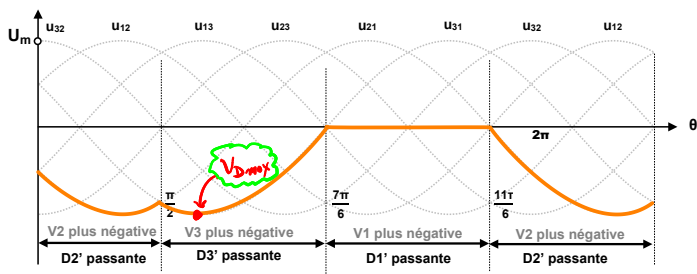
$$\langle V_{BN} \rangle = \frac{3}{2\pi} \int_{7\pi/6}^{11\pi/6} V_m \sin(\theta) d\theta \Rightarrow \langle V_{BN} \rangle = \frac{3 V_m}{2\pi} \left[-\cos(\theta) \right]_{7\pi/6}^{11\pi/6}$$

D'où : $\langle V_{BN} \rangle = -\frac{3\sqrt{3} V_m}{2\pi}$ ou $\langle V_{BN} \rangle = -\frac{3\sqrt{6} V}{2\pi}$

3 - Allure de la tension $v_{D1}'(t)$

On isole la diode D1' comme le montre dans le tableau :

La tension la plus grande	La tension $V_{BN}(t)$	La tension aux bornes de la diode D1 : $v_{D1}(t)$	
V_1 (D1' passante)	V_1		$V_1 - V_1$
V_2 (D2' passante)	V_2		$V_2 - V_1$
V_3 (D3' passante)	V_3		$V_3 - V_1$



⊗ Valeur maximale supportée par la diode D1'

Il est essentiel de connaître la tension maximale supportée par une diode. C'est la tension V_{RRM} représente la tension inverse répétitive maximale que la diode peut supporter sans risque de défaillance à l'état bloquée : $V_{RRM} = U_m$

D'après l'allure de $V_{D1}'(t)$: $V_{RRM} = U_m = \sqrt{3} V_m = \sqrt{6} V$

Remarque importante : La valeur moyenne du redresseur P3 le plus positif est égale à l'opposée de celle du P3 le plus négatif :

$$\langle V_{BN}(t) \rangle = - \langle V_{AN}(t) \rangle$$

Conclusion :

Le redresseur parallèle triphasé est peu utilisé en raison de son faible facteur de puissance ($f_p \approx 0,67$), ce qui limite son intérêt dans les applications industrielles. À l'inverse, le redresseur PD3 est privilégié dans les variateurs de vitesse industriels grâce à sa meilleure efficacité et à sa large adoption.