

Annexe A

Démonstration de la méthode de Venturini

La Figure (A.1) illustre un système de tensions triphasées et équilibrées et la construction de la tension de référence $V_{o,ref}$ à un instant donné.

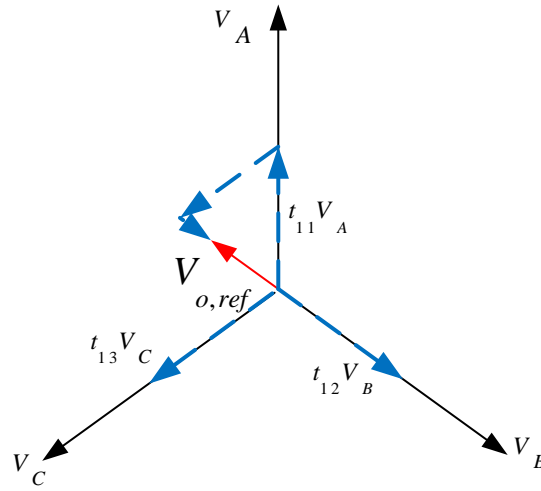


Figure (A.1) : Synthèse de la tension de sortie, pour une séquence k, à partir des tensions d'entrées.

En considérant un cas général, le phaseur résultant évoluera de séquence en séquence tel que montré sur la Figure (A.2).

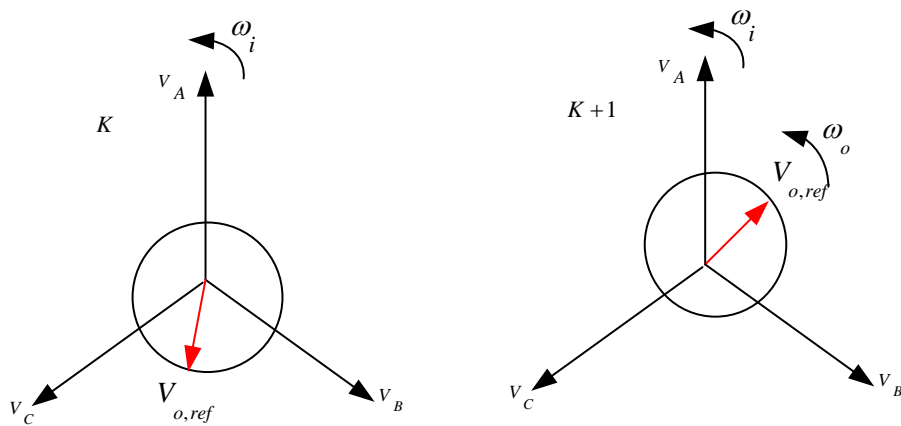


Figure (A.2) : Évolution de la référence $V_{o,ref}$ de la séquence k à k+1 (cas général).

Dans le cas de la Figure (A.2), il devient évident que le phaseur résultant évoluera à une vitesse quelconque par rapport au plan de référence tournant à ω_i . En fait la vitesse et le sens de rotation de V_o sont ceux de la consigne de référence.

Détermination des temps de fermeture des interrupteurs

Les tensions d'entrée peuvent être exprimées sous forme complexe comme suit :

$$\begin{cases} V_A = V_{im} \cos(\omega_i t) + jV_{im} \sin(\omega_i t) \\ V_B = V_{im} \cos(\omega_i t - \frac{2\pi}{3}) + jV_{im} \sin(\omega_i t - \frac{2\pi}{3}) \\ V_C = V_{im} \cos(\omega_i t - \frac{4\pi}{3}) + jV_{im} \sin(\omega_i t - \frac{4\pi}{3}) \end{cases} \quad (A.1)$$

Le vecteur de la tension de sortie peut être mis sous la forme complexe suivante :

$$V_o = \text{Re}\{V_o\} + j\text{Im}\{V_o\} = V_{om} \cos(\omega_o t) + jV_{om} \sin(\omega_o t) \quad (A.2)$$

Sachant que:

$$T_c R_e \{V_o\} = t_{11} V_{im} \cos(\omega_i t) + t_{12} V_{im} \cos(\omega_i t - \frac{2\pi}{3}) + t_{13} V_{im} \cos(\omega_i t) \quad (A.3)$$

$$T_c I_m \{V_o\} = t_{11} V_{im} \sin(\omega_i t) + t_{12} V_{im} \sin(\omega_i t - \frac{2\pi}{3}) + t_{13} V_{im} \sin(\omega_i t) \quad (A.4)$$

En posant $q = V_{om}/V_{im}$ le gain en tension du convertisseur, on peut écrire :

$$\begin{aligned} T_c q \cos(\omega_o t) &= t_{11} \cos(\omega_i t) + t_{12} \cos(\omega_i t - \frac{2\pi}{3}) + t_{13} \cos(\omega_i t - \frac{4\pi}{3}) \\ T_c q \sin(\omega_o t) &= t_{11} \sin(\omega_i t) + t_{12} \sin(\omega_i t - \frac{2\pi}{3}) + t_{13} \sin(\omega_i t - \frac{4\pi}{3}) \end{aligned} \quad (A.5)$$

De plus, t_{11} , t_{12} et t_{13} doivent satisfaire l'équation suivante :

$$t_{11} + t_{12} + t_{13} = T_c \quad (A.6)$$

En multipliant la première équation de (A.5) par $\cos(\omega_i t)$ et la deuxième par $\sin(\omega_i t)$, il vient :

$$T_c q \cos(\omega_o t) \cos(\omega_i t) = t_{11} \cos(\omega_i t) \cos(\omega_i t) + t_{12} \cos(\omega_i t - \frac{2\pi}{3}) \cos(\omega_i t) + t_{13} \cos(\omega_i t - \frac{4\pi}{3}) \cos(\omega_i t) \quad (A.7)$$

$$T_c q \sin(\omega_o t) \sin(\omega_i t) = t_{11} \sin(\omega_i t) \sin(\omega_i t) + t_{12} \sin(\omega_i t - \frac{2\pi}{3}) \sin(\omega_i t) + t_{13} \sin(\omega_i t - \frac{4\pi}{3}) \sin(\omega_i t) \quad (A.8)$$

En sommant les deux équations (A.7) et (A.8) et après simplification on trouve :

$$T_c q \cos(\omega_o t - \omega_i t) = t_{11} + t_{12} \cos(-\frac{2\pi}{3}) + t_{13} \cos(-\frac{4\pi}{3}) \quad (A.9)$$

En utilisant l'équation (A.6), l'équation (A.9) peut être simplifié à :

$$T_c q \cos(\omega_o t - \omega_i t) = t_{11} - \frac{1}{2}(T_c - t_{11}) \quad (\text{A.10})$$

A partir de l'équation (A.10) t_{11} est calculé par :

$$t_{11} = T_c \frac{1 + 2q \cos(\omega_o t - \omega_i t)}{3} \quad (\text{A.11})$$

L'équation (A.11) permet de calculer le rapport cyclique correspondant par :

$$m_{11} = \frac{t_{11}}{T_c} = \frac{1 + 2q \cos(\omega_o t - \omega_i t)}{3} \quad (\text{A.12})$$

De la même manière, en multipliant les deux équations de (A.5) par $\cos(\omega_i t - 2\pi/3)$ et $\sin(\omega_i t - 2\pi/3)$ on peut calculer m_{21} et pour calculer m_{13} il suffit de multiplier les deux équations de (A.5) par $\cos(\omega_i t - 4\pi/3)$ et $\sin(\omega_i t - 4\pi/3)$.