

CHAPITRE I

MODELISATION

DU REDRESSEUR TRIPHASE A TROIS NIVEAUX

I.1. INTRODUCTION

Dans le premier chapitre on présentera la modélisation respectivement du redresseur triphasé et le modèle de connaissance des redresseurs MLI à trois niveaux à structure NPC.

Ce chapitre se compose de deux parties :

- Elaboration des modèles des fonctionnements des redresseurs à trois niveaux sans a priori sur la commande .Ces modèles sont élaborés en utilisant la méthode DESIGN associé aux réseaux de PETRI.
- Définition des modèles de commande de ces types de redresseurs.

Plusieurs études sont faites sur les redresseurs à deux niveaux, aussi bien du point de vue modélisation que stratégie de commande. On va essayer surtout d'approfondir les parties concernant les redresseurs multi niveaux.[1]

I.2. REDRESSEUR TRIPHASÉ A TROIS NIVEAUX

I.2.1. La structure :

A fin d'élaborer un modèle du fonctionnement de ces redresseurs à trois niveaux sans a priori sur la commande ; on représente chaque paire transistor diode par un seul interrupteur bidirectionnel (fig.I-1) et on procède par bras (grâce à la symétrie de redresseur triphasé). [1] [9] [10]

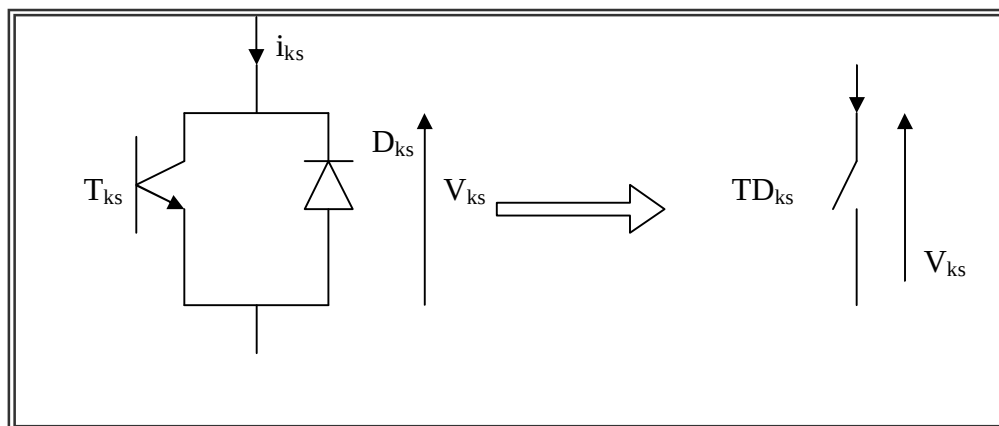
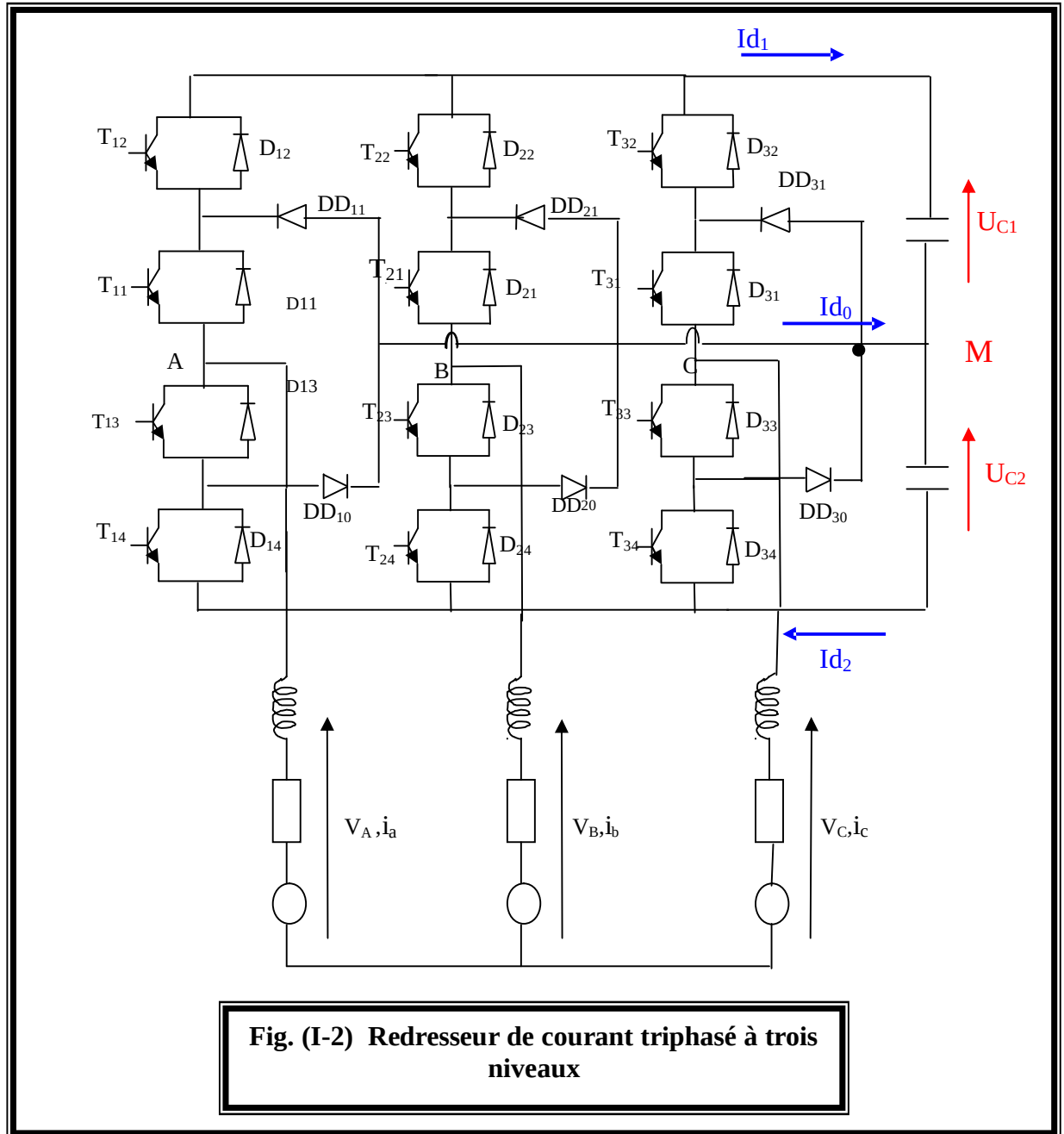


Fig. (I-1): Interrupteur bidirectionnel

Plusieurs structures sont possibles pour le redresseur à trois niveaux. Nous avons choisi d'étudier la structure NPC de redresseur est présenté à la figure (I.2).



Remarque :

- Les tensions U_{C1} et U_{C2} sont deux tensions continues qui sont égales dans le cas idéal.
- Certains auteurs nomment le redresseur à trois niveaux un redresseur à cinq niveaux.

I.2.2 Modèle du fonctionnement d'un bras de redresseur à trois niveaux :

La symétrie des redresseurs triphasés à trois niveaux permet leur modélisation par un bras. Ainsi, on commence par définir un modèle global d'un bras sans a priori sur la commande. On montrera ensuite comment déduire celui d'un redresseur complet.

Dans le but de réduire, tout en considérant toutes les configurations possibles d'un bras, le nombre de places du réseau de **PETRI** décrivant le fonctionnement de ce bras et par suite celui de redresseur, on représente chaque paire transistor T_{KS} diode D_{KS} par un seul interrupteur bidirectionnel TD_{KS} comme il a été déjà signalé.

1.2.2. A. Différentes configurations d'un bras de redresseurs à trois niveaux :

Une analyse topologique d'un bras montre cinq configurations possibles pour ce dernier. Ces différentes configurations sont présentées à la figure (I.3). Les grandeurs électriques caractérisant chacune de ces configurations sont données dans le tableau (I-1) (avec M origine des potentiels et V_k le potentiel du nœud k du bras k). Pour les configurations E_0 le potentiel V_k dépend de la source d'énergie alternative.

E_0	$I_k=0$
E_1	$U_{C1}=U_C=V_k$
E_2	$V_k=0$
E_3	$U_{C2}=U_C=-V_k$
E_4	$V_k=0$

Tableau (I.1) : configurations d'un bras k d'un redresseur à trois niveaux.

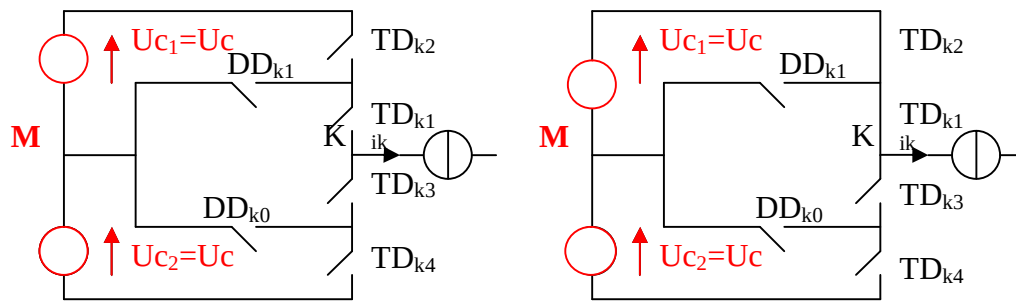


Fig.(I.3.a) : la configuration E0. **Fig.(I.3.b) :** la configuration E1.

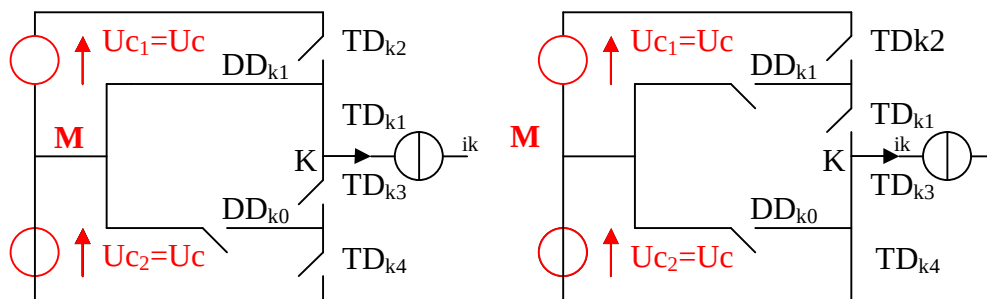


Fig.(I.3.c) : la configuration E2.

Fig.(I.3.d) : la configuration E3.

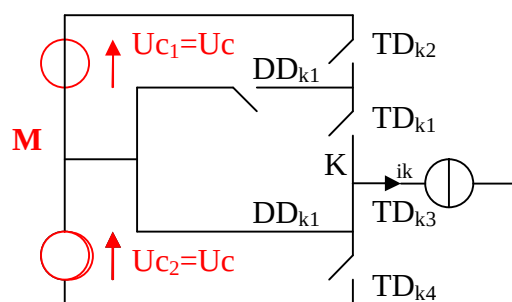


Fig.(I.3. e) : La configuration E4.

I.2.2. B. Cellule de commutation multi- tri pôle :

Chaque bras de redresseur à trois niveaux constitue une cellule de commutation multi-tripôle, les trois cellules **(a)**, **(b)** et **(c)** sont montrées à la figure ci-dessous **(Fig. I.4)** :

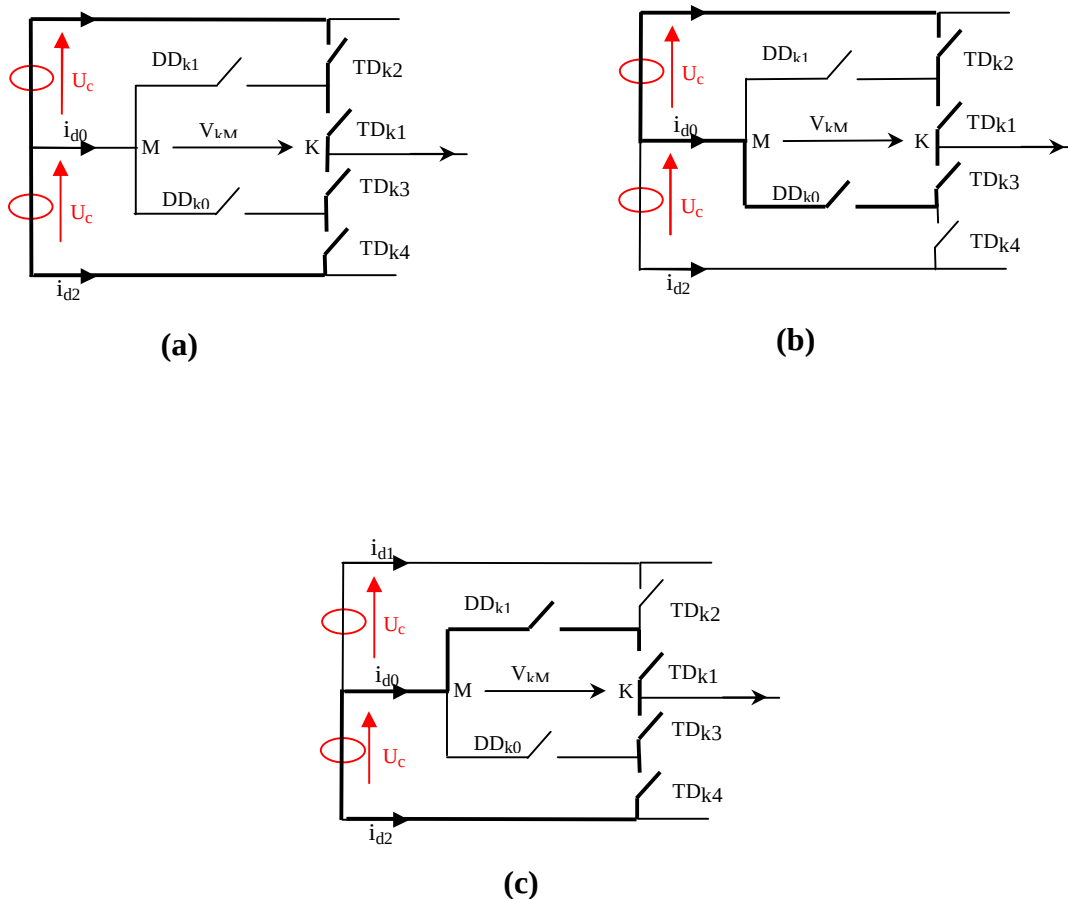


Fig.I.4. Les trois cellules tripôles d'un bras redresseur.

I.2.3. Réseau de Petri d'un bras redresseur à trois niveaux :

I.2.3.1. Réseau de Petri serie

Une fois les cinq configurations du bras de redresseur sont déterminées, l'analyse des conditions de transition entre ces différentes configurations donne les réceptivités du réseau de Pétri. La figure [I-5], montre le réseau de Pétri série de fonctionnement de ce bras redresseur, ce réseau est un graphe orienté, défini par un ensemble fini de transitions, de place et des arcs qui assurent la liaison d'une place vers une transition ou d'une transition vers une place . [1]

La variable R_{mn} intervenant dans ce réseau de Petri représente la réceptivité de transition de la configuration E_m à la configuration E_n . Les conditions de transition donnant les réceptivités du réseau de Petri de fonctionnement de ce bras sont des fonctions logiques :

- Ø Une commande externe B_{KS} (l'ordre d'amorçage ou de blocage du semi-conducteur).
- Ø Une commande interne définie par les signes du courant du bras et des tensions aux bornes des interrupteurs de ce bras.

Ces différentes réceptivités R_{mn} sont explicitées ci-dessous :

$$\begin{aligned}
 R_{01} &= [B_{k1} \& (U_{mk1} > 0) \& B_{k2} \& (U_{mk2} > 0)] + [(U_{mk1} < 0) \& (U_{mk2} < 0)] \\
 R_{02} &= (U_{mk1} < 0) \& B_{k1} \& [\overline{B_{k2}} + (U_{mk2} > 0)] \\
 R_{03} &= [(U_{mk3} > 0) \& B_{k3} \& (U_{mk4} > 0) \& B_{k4}] + [(U_{mk3} < 0) \& (U_{mk4} < 0)] \\
 R_{04} &= (U_{mk3} < 0) \& B_{k3} \& [\overline{B_{k4}} + (U_{mk4} > 0)] \\
 R_{10} &= (i_k = 0) \\
 R_{12} &= \overline{B_{k2}} \& (i_k > 0) \\
 R_{13} &= [\overline{B_{k1}} \& (i_k > 0)] + [B_{k3} \& B_{k4} \& (i_k < 0)] \\
 R_{14} &= \overline{B_{k4}} \& B_{k3} \& (i_k < 0) \\
 R_{20} &= (i_k = 0 \downarrow) \& \overline{B_{k3}} \& [\overline{B_{k2}} + \overline{B_{k1}}] \\
 R_{21} &= B_{k1} \& B_{k2} \& (i_k > 0) \\
 R_{23} &= \overline{B_{k1}} \& (i_k > 0) \\
 R_{30} &= (i_k = 0) \\
 R_{31} &= [\overline{B_{k3}} \& (i_k < 0)] + [B_{k1} \& B_{k2} \& (i_k > 0)] \\
 R_{32} &= [B_{k1} \& \overline{B_{k2}} \& (i_k > 0)] \\
 R_{34} &= [B_{k3} \& \overline{B_{k4}} \& (i_k < 0)] \\
 R_{40} &= (i_k = 0 \uparrow) \& \overline{B_{k1}} \& [\overline{B_{k3}} + \overline{B_{k4}}] \\
 R_{41} &= \overline{B_{k3}} \& (i_k < 0) \\
 R_{43} &= B_{k3} \& B_{k4} \& (i_k < 0)
 \end{aligned} \tag{I.1}$$

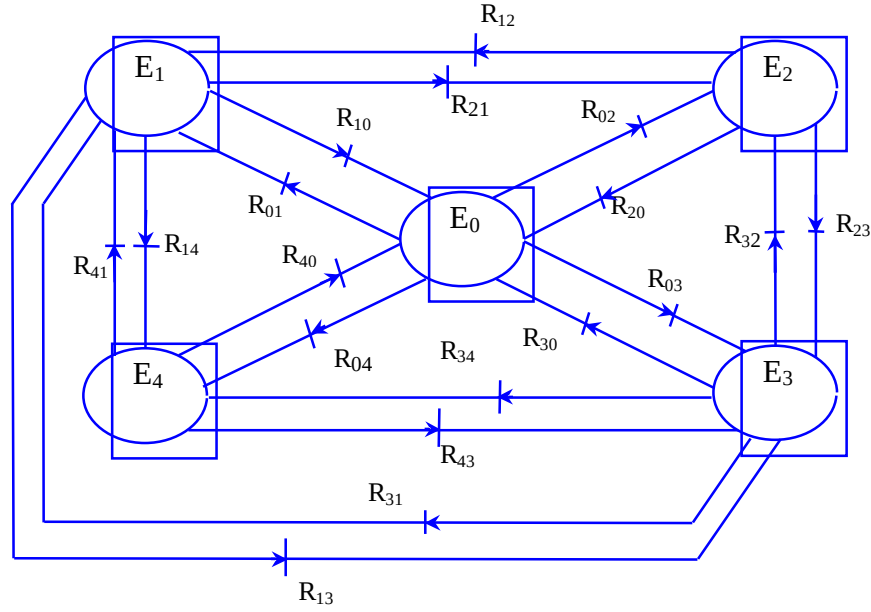


Fig.I.5 Réseau de Pétri série de fonctionnement d'un bras redresseur à trois niveaux

I.2.3.2. Réseau de Petri parallèle

Les différentes réceptivités d'entrée **Re** et de sortie **Rs** du réseau de Petri parallèle (**Fig.I.6**) s'expriment en fonction des réceptivités de transition R_{mn} comme suit :

a- Réceptivité d'entrée du réseau de Petri parallèle :

$$Re(E_0) = (PRdp = E_1) \& R_{10} + (PRdp = E_2) \& R_{20} + (PRdp = E_3) \& R_{30} + (PRdp = E_4) \& R_{40}$$

$$Re(E_1) = (PRdp = E_0) \& R_{01} + (PRdp = E_2) \& R_{21} + (PRdp = E_3) \& R_{31} + (PRdp = E_4) \& R_{41}$$

$$Re(E_2) = (PRdp = E_0) \& R_{02} + (PRdp = E_1) \& R_{12} + (PRdp = E_3) \& R_{32} \quad (I.2)$$

$$Re(E_3) = (PRdp = E_0) \& R_{03} + (PRdp = E_1) \& R_{13} + (PRdp = E_2) \& R_{23} + (PRdp = E_4) \& R_{43}$$

$$Re(E_4) = (PRdp = E_0) \& R_{04} + (PRdp = E_1) \& R_{14} + (PRdp = E_3) \& R_{34}$$

b- Réceptivité de sortie du réseau de Petri parallèle :

$$Rs(E_0) = (PRdp = E_0) \& (R_{01} + R_{02} + R_{03} + R_{04})$$

$$Rs(E_1) = (PRdp = E_1) \& (R_{10} + R_{12} + R_{13} + R_{14})$$

$$Rs(E_2) = (PRdp = E_2) \& (R_{20} + R_{21} + R_{23}) \quad (I.3)$$

$$Rs(E_3) = (PRdp = E_3) \& (R_{30} + R_{31} + R_{32} + R_{34})$$

$$Rs(E_4) = (PRdp = E_4) \& (R_{40} + R_{41} + R_{43})$$

Remarque : **PRdp** est une variable qui indique la configuration du bras de redresseur à trois niveaux.

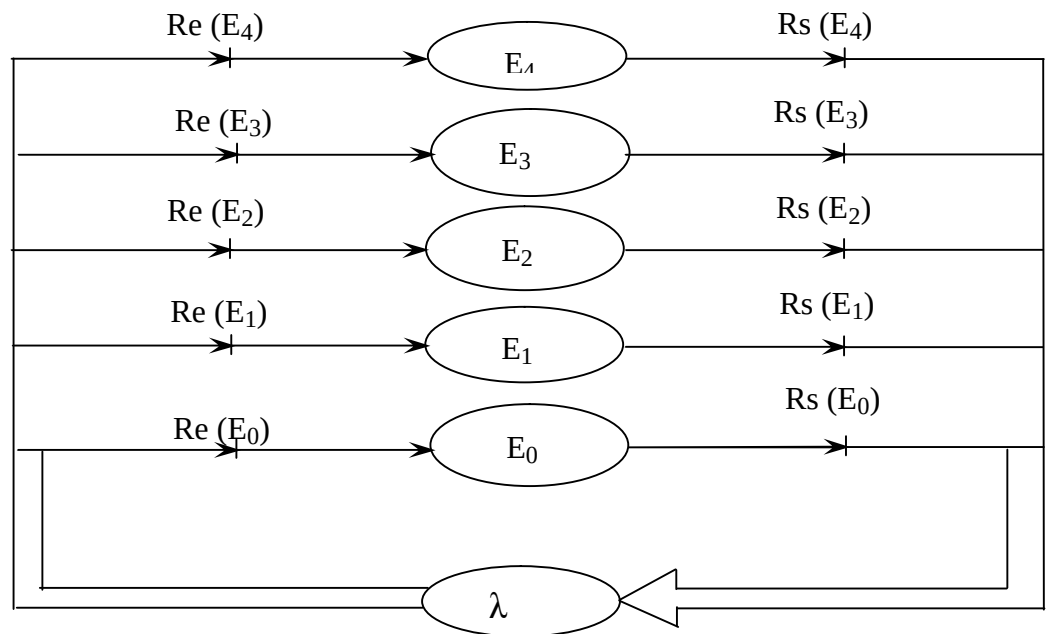


Fig.I.6. Réseau de Petri parallèle de fonctionnement d'un bras redresseur à trois niveaux.

I.3. MODELISATION DES REDRESSEURS TRIPHASES A TROIS NIVEAUX :**I.3.1 Modèle de connaissance de redresseur triphasé à trois niveaux****I.3.1.1 Commandabilité d'un bras redresseur [1] [2] [3] [11] [12]**

Afin d'avoir un fonctionnement totalement commandable qui permet au redresseur de délivrer les trois niveaux de tensions désirés. On doit le faire fonctionner en son mode commandable. C'est-à-dire les transitions entre ses différentes configurations dépendant uniquement de la commande externe des transistors.

Trois commandes complémentaires peuvent être appliquées sur un bras :

$$\begin{cases} B_{k1} = \overline{B_{k2}} \\ B_{k3} = \overline{B_{k4}} \end{cases} \quad \begin{cases} B_{k1} = \overline{B_{k3}} \\ B_{k2} = \overline{B_{k4}} \end{cases} \quad \begin{cases} B_{k1} = \overline{B_{k4}} \\ B_{k2} = \overline{B_{k3}} \end{cases} \quad (I.4)$$

Cette dernière est la seule qui donne les trois niveaux de tensions U_c , 0 , $-U_c$ d'une façon optimale donc qui permet le fonctionnement en mode commandable.

I.3.1.2. Fonction de connexion F_{ki} [5]

Elle définit l'état de l'interrupteur, elle vaut 1 si l'interrupteur est fermé et 0 dans le cas contraire. En mode commandable, les fonctions de connexions de redresseur à trois niveaux sont liées par la relation suivante :

$$\begin{cases} F_{k1} = 1 - F_{k4} \\ F_{k2} = 1 - F_{k3} \end{cases} \quad (I.5)$$

On définit les fonctions de connexion de demi bras comme suit :

$$\begin{cases} F_{k1}^b = F_{k1} \cdot F_{k2} \\ F_{k0}^b = F_{k3} \cdot F_{k4} \end{cases} \quad (I.6)$$

On désigne par :

$$\begin{cases} 1: \text{le demi bras de haut} \\ 0: \text{le demi bras de bas} \end{cases}$$

I.3.1.3. Fonction de commutation [5]

Cette fonction est liée à une cellule de commutation. Dans une telle cellule à n interrupteurs, chaque interrupteur introduit sa fonction de connexion f_i définie par :

$$f_i = \frac{1}{n} \cdot \left\{ 1 + f_c \cdot \left[t - (i-1) \cdot \frac{T}{n} \right] \right\} \quad (I.7)$$

Avec f_c la fonction de commutation de cette cellule, et T sa période de fonctionnement et celle des fonctions de connexion et de commutation

I.3.1.4. Fonctions de conversion

Pour ce redresseur, les relations entre les fonctions de connexions des interrupteurs et les fonctions de commutations des cellules correspondantes, s'expriment comme suit :

Bras 1 :

$$\begin{cases} F_{11} = \frac{1}{2} \cdot (1 + F_1^1(t)) \\ F_{12} = \frac{1}{2} \cdot (1 + F_1^2(t)) \end{cases} \quad \begin{cases} F_{14} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + F_1^1\left(t - \frac{T}{2}\right)\right) \\ F_{13} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + F_1^2\left(t - \frac{T}{2}\right)\right) \end{cases} \quad (I.8)$$

Bras 2 :

$$\begin{cases} F_{21} = \frac{1}{2} \cdot (1 + F_2^1(t)) \\ F_{22} = \frac{1}{2} \cdot (1 + F_2^2(t)) \end{cases} \quad \begin{cases} F_{24} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + F_2^1\left(t - \frac{T}{2}\right)\right) \\ F_{23} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + F_2^2\left(t - \frac{T}{2}\right)\right) \end{cases} \quad (I.9)$$

Bras 3 :

$$\begin{cases} F_{31} = \frac{1}{2} \cdot (1 + F_3^1(t)) \\ F_{32} = \frac{1}{2} \cdot (1 + F_3^2(t)) \end{cases} \quad \begin{cases} F_{34} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + F_3^1\left(t - \frac{T}{2}\right)\right) \\ F_{33} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + F_3^2\left(t - \frac{T}{2}\right)\right) \end{cases} \quad (I.10)$$

Les potentiels des nœuds A, B, C, par rapport au point milieu M de redresseur triphasé à trois niveaux, s'expriment comme suit :

$$\begin{cases} V_{AM} = (F_{11} \cdot F_{12} - F_{13} \cdot F_{14}) \cdot U_c \\ V_{BM} = (F_{21} \cdot F_{22} - F_{23} \cdot F_{24}) \cdot U_c \\ V_{CM} = (F_{31} \cdot F_{32} - F_{33} \cdot F_{34}) \cdot U_c \end{cases} \quad (I.11)$$

On utilise les fonctions de connexions demi bras :

$$\begin{cases} V_{AM} = (F_{11}^b - F_{10}^b) \cdot U_c \\ V_{BM} = (F_{21}^b - F_{20}^b) \cdot U_c \\ V_{CM} = (F_{31}^b - F_{30}^b) \cdot U_c \end{cases} \quad (I.12)$$

Les tensions simples s'expriment sous la forme matricielle suivante :

$$\begin{bmatrix} V_A \\ V_B \\ V_C \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{11} \cdot F_{12} - F_{13} \cdot F_{14} \\ F_{21} \cdot F_{22} - F_{23} \cdot F_{24} \\ F_{31} \cdot F_{32} - F_{33} \cdot F_{34} \end{bmatrix} \cdot U_c \quad (I.13)$$

Pour les courants, on peut écrire la relation suivante donnant les courant i_{d1} , i_{d2} de redresseur triphasé à trois niveaux en fonction des courants i_1 , i_2 , et i_3 d'alimentation de ce dernier en utilisant les fonctions de connexions des interrupteurs :

$$\begin{cases} i_{d1} = F_{11} \cdot F_{12} \cdot i_1 + F_{21} \cdot F_{22} \cdot i_2 + F_{31} \cdot F_{32} \cdot i_3 \\ i_{d2} = F_{13} \cdot F_{14} \cdot i_1 + F_{23} \cdot F_{24} \cdot i_2 + F_{33} \cdot F_{34} \cdot i_3 \end{cases} \quad (I.14)$$

En utilisant les fonctions de connexions des demi bras:

$$\begin{cases} i_{d1} = F_{11}^b \cdot i_1 + F_{21}^b \cdot i_2 + F_{31}^b \cdot i_3 \\ i_{d2} = F_{10}^b \cdot i_1 + F_{20}^b \cdot i_2 + F_{30}^b \cdot i_3 \end{cases} \quad (I.15)$$

Le courant i_{d0} , dans ce cas, est lié aux différents courants de redresseur triphasé à trois niveaux par la relation suivante :

$$i_{d0} = F_{11} \cdot F_{13} \cdot i_1 + F_{21} \cdot F_{23} \cdot i_2 + F_{31} \cdot F_{33} \cdot i_3 \quad (I.16)$$

Pour ce redresseur, le vecteur des grandeurs d'état est $[U_c \ U_c \ i_1 \ i_2 \ i_3]^t$, et ses sorties internes sont $[V_A \ V_B \ V_C \ i_{d1} \ i_{d2} \ i_{d0}]^t$ ou $[V_{AB} \ V_{BC} \ V_{CA} \ i_{d1} \ i_{d2} \ i_{d0}]^t$.

On définit les relations de conversion simples et composées :

a- Relations de conversions simples

$$\begin{bmatrix} V_A \\ V_B \\ V_C \\ i_{d1} \\ i_{d2} \\ i_{d0} \end{bmatrix} = [N(t)] \cdot \begin{bmatrix} U_c \\ U_c \\ i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{bmatrix} \quad (I.17)$$

Avec :

$$[N(t)] = \begin{bmatrix} \frac{2F_{11}^b - F_{21}^b - F_{31}^b}{3} - \left(\frac{2F_{10}^b - F_{20}^b - F_{30}^b}{3} \right) & 0 & 0 & 0 \\ \frac{-F_{11}^b + 2F_{21}^b - F_{31}^b}{3} - \left(\frac{-F_{10}^b + 2F_{20}^b - F_{30}^b}{3} \right) & 0 & 0 & 0 \\ \frac{-F_{11}^b - F_{21}^b + 2F_{31}^b}{3} - \left(\frac{-F_{10}^b - F_{20}^b + 2F_{30}^b}{3} \right) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & F_{11}^b & F_{21}^b & F_{31}^b \\ 0 & 0 & F_{10}^b & F_{20}^b & F_{30}^b \\ 0 & 0 & \left(1 - F_{11}^b - F_{10}^b \right) & \left(1 - F_{21}^b - F_{20}^b \right) & \left(1 - F_{31}^b - F_{30}^b \right) \end{bmatrix} \quad (I.18)$$

$[N(t)]$: La matrice de conversion simple

b- Relations de conversions composées

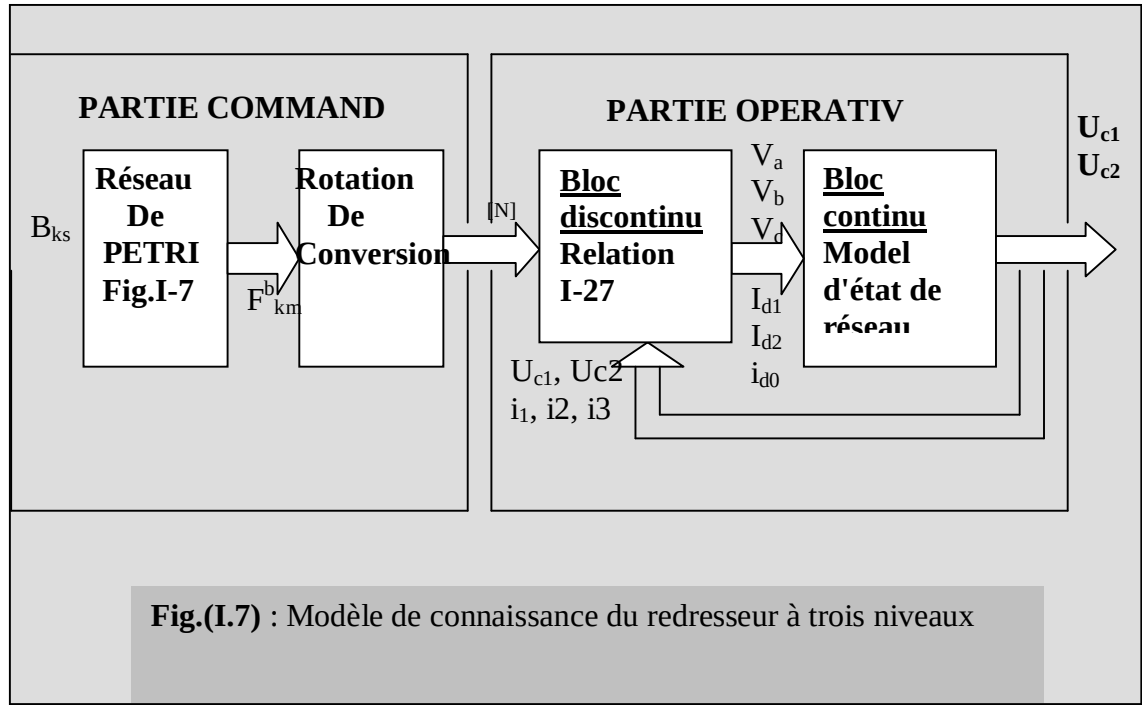
$$\begin{bmatrix} V_{AB} \\ V_{BC} \\ V_{CA} \\ i_{d1} \\ i_{d2} \\ i_{d0} \end{bmatrix} = [M(t)] \cdot \begin{bmatrix} U_c \\ U_c \\ i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{bmatrix} \quad (I.19)$$

Avec :

$$[M(t)] = \begin{bmatrix} \left(F_{11}^b - F_{21}^b \right) - \left(F_{10}^b - F_{20}^b \right) & 0 & 0 & 0 \\ \left(F_{21}^b - F_{31}^b \right) - \left(F_{20}^b - F_{30}^b \right) & 0 & 0 & 0 \\ \left(F_{31}^b - F_{11}^b \right) - \left(F_{30}^b - F_{10}^b \right) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & F_{11}^b & F_{21}^b & F_{31}^b \\ 0 & 0 & F_{10}^b & F_{20}^b & F_{30}^b \\ 0 & 0 & \left(1 - F_{11}^b - F_{10}^b \right) & \left(1 - F_{21}^b - F_{20}^b \right) & \left(1 - F_{31}^b - F_{30}^b \right) \end{bmatrix} \quad (I.20)$$

$[M(t)]$: la matrice de conversion composée.

La figure (I.10) montre le modèle de connaissance globale



I.3.1.5. Fonction génératrice [1]

Une fonction génératrice de connexion F_{ig} est une fonction continue qui représente la valeur moyenne de la fonction discontinue F_i de connexion sur une période de commutation T_e . Cette période T_e est supposée infiniment petite. La fonction génératrice de connexion F_{ig} est donnée par l'expression suivante :

$$F_{ig}(t) = \frac{1}{T_e} \cdot \int_{k \cdot T_e}^{(k+1) \cdot T_e} F_i(\tau) d\tau \quad (I.21)$$

k : est un entier naturel

F_{ig} : est un nombre réel compris entre 0 et 1.

De même, on définit la fonction génératrice de commutation F_{cg} comme suit :

$$F_{cg}(t) = \frac{1}{T_e} \cdot \int_{k \cdot T_e}^{(k+1) \cdot T_e} F_c(\tau) d\tau \quad (I.22)$$

En utilisant les fonctions génératrices, les relations de conversions simples et composées de ce redresseur deviennent.

$$\begin{bmatrix} V_A \\ V_B \\ V_C \\ i_{d1} \\ i_{d2} \\ i_{d0} \end{bmatrix} = [N_g(t)] \cdot \begin{bmatrix} U_c \\ U_c \\ i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{bmatrix} \quad (I.23)$$

Avec :

$$[N_g(t)] = \begin{bmatrix} \frac{2F_{11g}^b - F_{21g}^b - F_{31g}^b}{3} - \left(\frac{2F_{10g}^b - F_{20g}^b - F_{30g}^b}{3} \right) & 0 & 0 & 0 \\ \frac{-F_{11g}^b + 2F_{21g}^b - F_{31g}^b}{3} - \left(\frac{-F_{10g}^b + 2F_{20g}^b - F_{30g}^b}{3} \right) & 0 & 0 & 0 \\ \frac{-F_{11g}^b - F_{21g}^b + 2F_{31g}^b}{3} - \left(\frac{-F_{10g}^b - F_{20g}^b + 2F_{30g}^b}{3} \right) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & F_{11g}^b & F_{21g}^b & F_{31g}^b \\ 0 & 0 & F_{10g}^b & F_{20g}^b & F_{30g}^b \\ 0 & 0 & \begin{pmatrix} 1-F_{11g}^b & -F_{10g}^b \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1-F_{21g}^b & -F_{20g}^b \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1-F_{31g}^b & -F_{30g}^b \end{pmatrix} \end{bmatrix} \quad (I.24)$$

$[N_g(t)]$: la matrice génératrice de conversion simple

$$\begin{bmatrix} V_{AB} \\ V_{BC} \\ V_{CA} \\ i_{d1} \\ i_{d2} \\ i_{d0} \end{bmatrix} = [M_g(t)] \cdot \begin{bmatrix} U_c \\ U_c \\ i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{bmatrix} \quad (I.25)$$

Avec :

$$[M_g(t)] = \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} F_{11g}^b & -F_{21g}^b \\ F_{21g}^b & -F_{31g}^b \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} F_{10g}^b & -F_{20g}^b \\ F_{20g}^b & -F_{30g}^b \end{pmatrix} & 0 & 0 & 0 \\ \begin{pmatrix} F_{21g}^b & -F_{31g}^b \\ F_{31g}^b & -F_{11g}^b \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} F_{20g}^b & -F_{30g}^b \\ F_{30g}^b & -F_{10g}^b \end{pmatrix} & 0 & 0 & 0 \\ \begin{pmatrix} F_{31g}^b & -F_{11g}^b \\ F_{11g}^b & -F_{21g}^b \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} F_{30g}^b & -F_{10g}^b \\ F_{10g}^b & -F_{20g}^b \end{pmatrix} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & F_{11g}^b & F_{21g}^b & F_{31g}^b \\ 0 & 0 & F_{10g}^b & F_{20g}^b & F_{30g}^b \\ 0 & 0 & \begin{pmatrix} 1-F_{11g}^b & -F_{10g}^b \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1-F_{21g}^b & -F_{20g}^b \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1-F_{31g}^b & -F_{30g}^b \end{pmatrix} \end{bmatrix} \quad (I.26)$$

$[M_g(t)]$: la matrice de conversion composée

Comme le neutre de l'alimentation de redresseur triphasé à trois niveaux est isolé alors on a :

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ V_A + V_B + V_C = 0 \\ V_{AB} + V_{BC} + V_{CA} = 0 \\ i_{d0} = -(i_{d1} + i_{d2}) \end{cases} \quad (I.27)$$

Dans ce cas les relations de conversion simples et composées sont données par :

$$\begin{bmatrix} V_A \\ V_B \\ i_{d1} \\ i_{d2} \end{bmatrix} = [N_{rg}(t)] \cdot \begin{bmatrix} U_c \\ i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} \quad (I.28)$$

Avec :

$$[N_{rg}(t)] = \begin{bmatrix} \frac{2(F_{11g}^b - F_{10g}^b) - (F_{21g}^b - F_{20g}^b) - (F_{31g}^b - F_{30g}^b)}{3} & 0 & 0 \\ \frac{-(F_{11g}^b - F_{10g}^b) + 2(F_{21g}^b - F_{20g}^b) - (F_{31g}^b - F_{30g}^b)}{3} & 0 & 0 \\ 0 & (F_{11g}^b - F_{31g}^b) & (F_{21g}^b - F_{31g}^b) \\ 0 & (F_{10g}^b - F_{30g}^b) & (F_{20g}^b - F_{30g}^b) \end{bmatrix} \quad (I.29)$$

$[N_{rg}(t)]$: la matrice réduite de conversion simple.

REMARQUE :

Les fonctions définies dans ce chapitre sont bien adaptées à la simulation, et donc la validation des stratégies de commandes. Pour la synthèse des algorithmes de commande ; il est indispensable de transformer ces fonctions pour obtenir des relations biunivoques entre les différentes grandeurs mises en jeu. Pour ce faire, et dans l'hypothèse d'un fonctionnement du convertisseur en mode commandable ; On introduit la notion de fonction génératrice. Une fonction F_g est une fonction continue qui représente la valeur moyenne de la fonction F sur une période de commutation T_e . Cette période est supposée infiniment petite.

I.4. CONCLUSION :

Dans ce chapitre on a présentée le modèle de fonctionnement du redresseur triphasé à trois niveaux sans a priori sur la commande en utilisant les réseaux de pétri. Ainsi on a présenté les différentes configurations de ce redresseur.

En vue de la commande du redresseur à trois niveaux, on a élaboré le modèle de commande de ce redresseur sans a priori sur la source de tension et de courant, on a commencé par présenter l'hypothèse de commandabilité. Ensuite, on a présenté la notion de fonction de connexion des interrupteurs et la fonction de connexion des demi-bas, et on a définie son unique commande complémentaire possible pour avoir un fonctionnement totalement commandable.

L'utilisation de ce modèle sera effectuée particulièrement au cours du chapitre II relatif aux stratégies de commande de ce redresseur et ainsi qu'aux chapitres (III et IV) consacrés respectivement à la simulation et l'asservissement de la cascade.