

CHAPITRE II

SYSTEMES DE RECONFIGURATION

I – INTRODUCTION

Les dispositifs à semi-conducteurs utilisés dans les systèmes CP et qui servent à reconfigurer la topologie du réseau sont connus sous le nom de Switchgear et incluent les limiteurs de courant ; les disjoncteurs ; et les transmetteurs de courant.

Les noms techniques de ces dispositifs sont

- SSCL – Solid State Current Limiter (Limiteurs de courant à semi-conducteurs)
- SSB – Solid State Breaker (disjoncteur à semi-conducteurs)
- SSTS - Solid State Transfer Switch (interrupteur de transfert à semi-conducteurs).

II – SSCL

Le schéma (Figure 1) montre un SSCL. Il est composé d'une paire d'interrupteurs à pôles opposés à base de GTOs (Gate Turn Off Thyristor, ou thyristor à ouverture commandée par gachette) en général (opposite poled switches) en parallèle avec une inductance de limitation de courant et un limiteur à ZnO. Cette combinaison est branchée en série avec le feeder de distribution à protéger. Les interrupteurs à base de GTOs sont montrés sur la figure 2 et sont munis de snubbers à base RC.

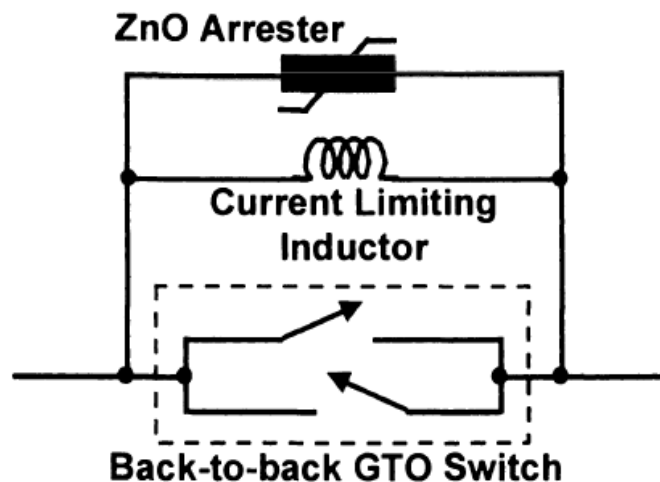


Figure 1 SSCL à base de GTOs

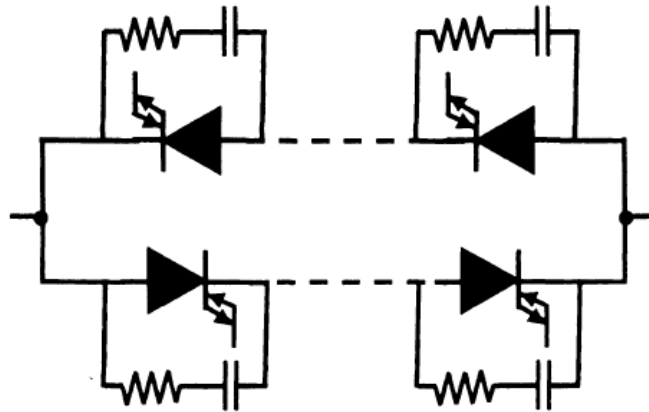


Figure 2 Interrupteurs du SSCL

En fonctionnement normal les GTOs sont allumés en pleine conduction. Une fois un défaut a lieu, Les GTOs sont ouverts juste après la détection du défaut. Le GTO répond en général en quelques microsecondes. Aussi le courant est coupé avant d'atteindre la valeur de crête qui peut être très dangereuse. Après l'ouverture des GTOs le courant est dévié vers la combinaison série de l'inductance du sscl et de celle du feeder en amont du défaut.

Le sscl retourne à son fonctionnement normal après l'élimination du défaut. Pour ce faire, la valeur du courant est détectée et un signal est appliqué sur la gachette une fois la valeur du courant est revenue à sa valeur normale.

Pour mieux comprendre l'opération du sscl, on va voir l'exercice ci-dessous.

Exercice 1

Soit le réseau de distribution radial simple alimentant une charge RL. La tension simple est de 6,35 kV. Le feeder possède une résistance de $3,025\Omega$ et une inductance de 38,5mH tandis que les valeurs de la charge sont $60,5\ \Omega$ et 770,3mH. Ceci implique que pour une tension composée de base de 11 kV et une puissance de base de 1 MVA, l'impédance du feeder est de $0,025+j0,1$ pu et l'impédance de charge est de $0,5+j2$ pu (per unit ou valeur relative). Le courant avant défaut est de 24,25A ou 0,462pu.

Considérons le cas où le SSCL n'est pas opérationnel. Si un court-circuit apparaît aux bornes de la charge, le courant de défaut n'est limité que par l'impédance de la source d'alimentation et de du feeder. Dans ce cas la forme de courant est montrée dans la Figure 3 dans deux cas : Quand le défaut est appliqué à 0,04s (cas a) et à 0,041s (cas b). On voit que, selon le temps d'application du défaut, le courant peut être dans son alternance positive ou négative. On voit aussi que la valeur de maximale du courant atteint 1200A, c'est-à-dire 20 pu.

Si on utilise un interrupteur de thyristors ordinaires antiparallèles dans le SSCL au lieu des GTOs, même si les thyristors sont bloqués après défaut, le courant de défaut continuera à circuler jusqu'à son passage par zéro. Ceci est évidemment inacceptable.

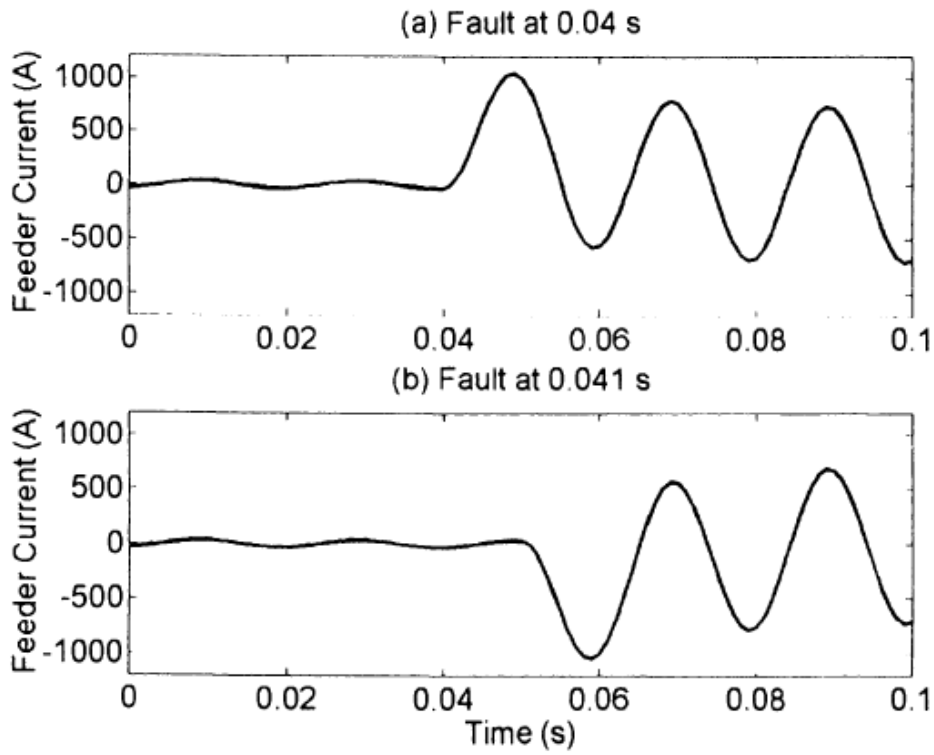


Figure 3

Supposons maintenant le SSCL montré en Figure 4 protège le feeder. L_m est prise 500mH.

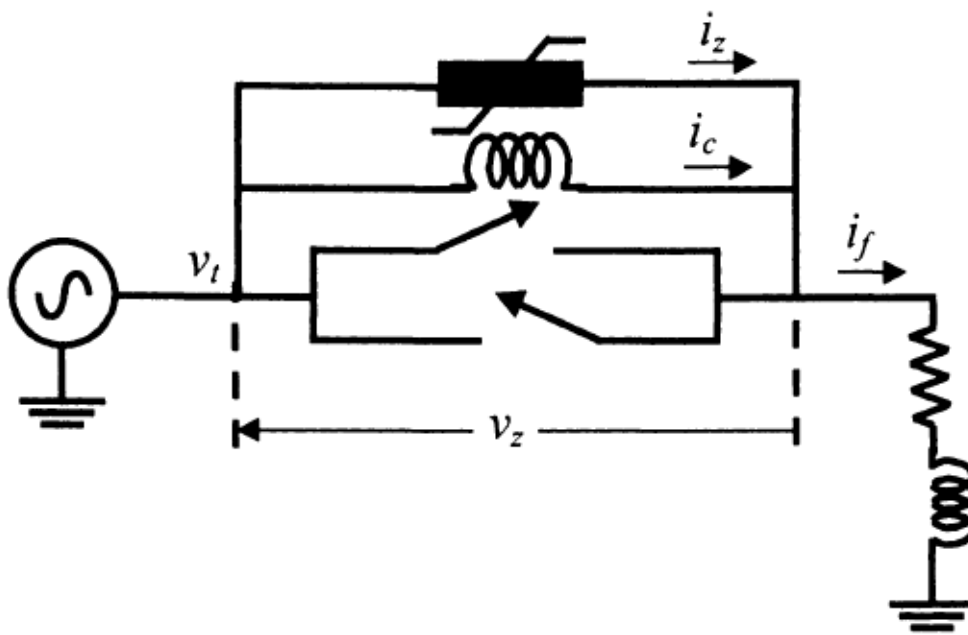


Figure 4

On va voir l'effet du limiteur de surtension à ZnO sur le courant. Réglons la limite de tension à 6,9 kV. Les courants résultants sont montrés en Figure 5. On voit que la tension du limiteur v_z était presque nulle avant le défaut et devient égale à la tension de source v_t après défaut. Cependant puisque cette tension est limitée à 6,9 kV, le courant dans l'inductance ne peut pas augmenter linéairement, et ainsi il sera beaucoup plus faible que le courant de défaut. La majeure partie du courant contribuant à i_f est donc i_z .

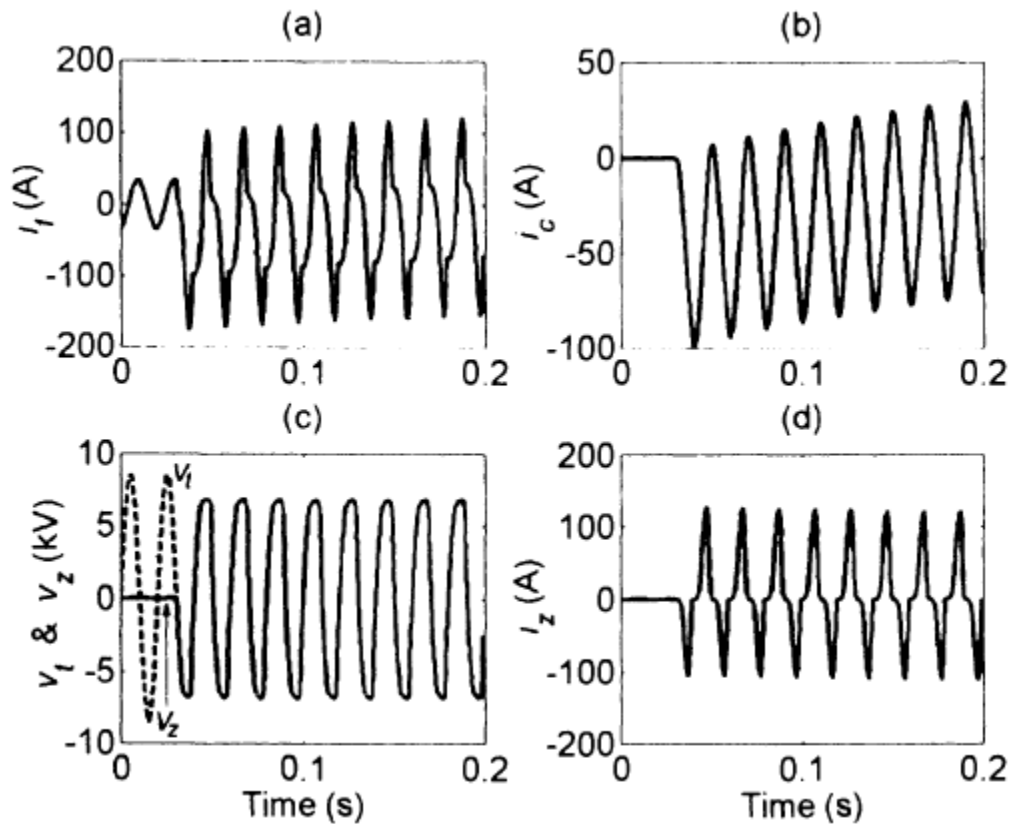


Figure 5

Si on veut réduire le courant i_f on doit augmenter la limite de tension. Ainsi pour une tension de 11 kV ; comme montré en Figure 6, le courant dans le ZnO a diminué beaucoup et le courant de défaut est presque égal à celui de l'inductance.

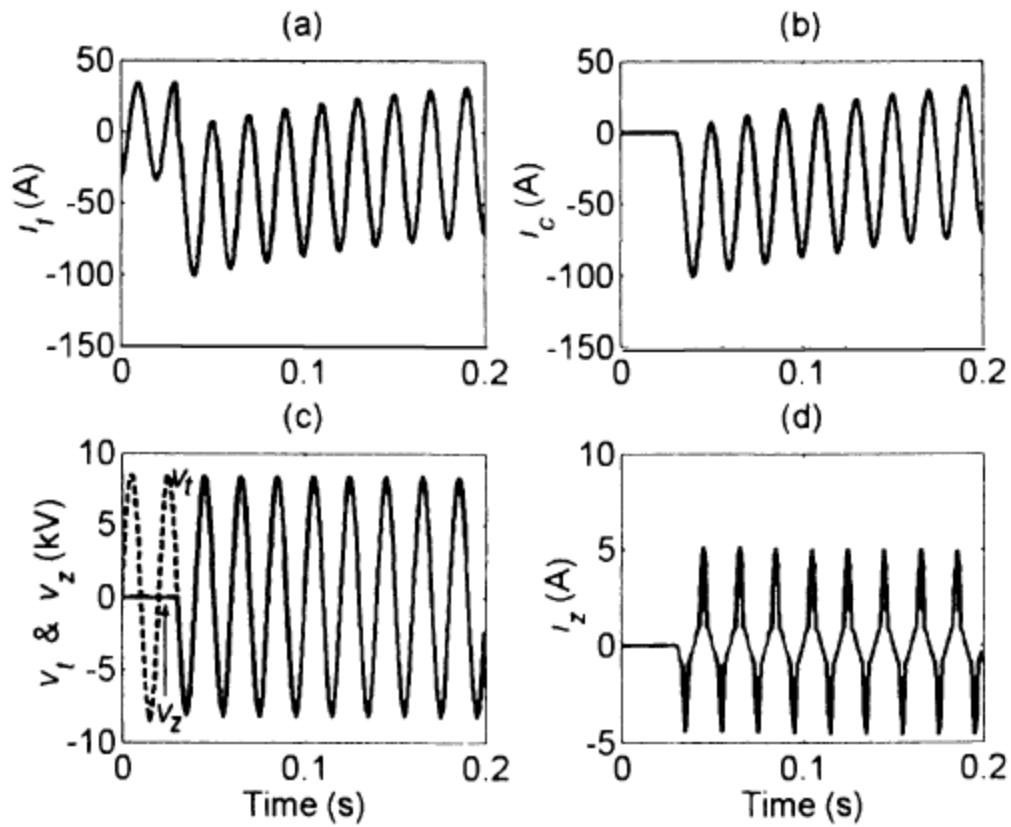


Figure 6

III – SSB (Solid State Breaker)

Le schéma de la Figure 7 montre un disjoncteur à semi-conducteurs (SSB). Il est presque similaire au SSCL excepté qu'un thyristor antiparallèle est placé en série avec l'inductance de limitation de courant. Vue la technologie actuelle, le SSB ne peut pas remplacer le disjoncteur conventionnel mais il peut être appliqué dans les applications où la rapidité de coupure est exigée.

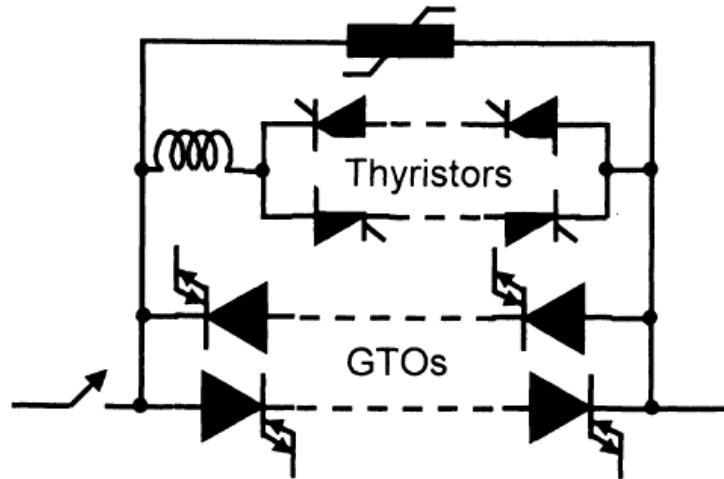


Figure 7

Les GTOs sont les porteurs de courant normaux. Lors d'un défaut ils essayent des déclenchements – réenclenchements et si le défaut n'est pas éliminé les GTOs sont ouverts et les thyristors sont actionnés pour conduire le courant à travers l'inductance de limitation. Ensuite ce courant est éliminé en ouvrant les thyristors.

Considérons le réseau discuté dans l'exemple 1 dans lequel on a remplacé le SSCL par le SSB. La réponse de ce système est montrée Figure 8.

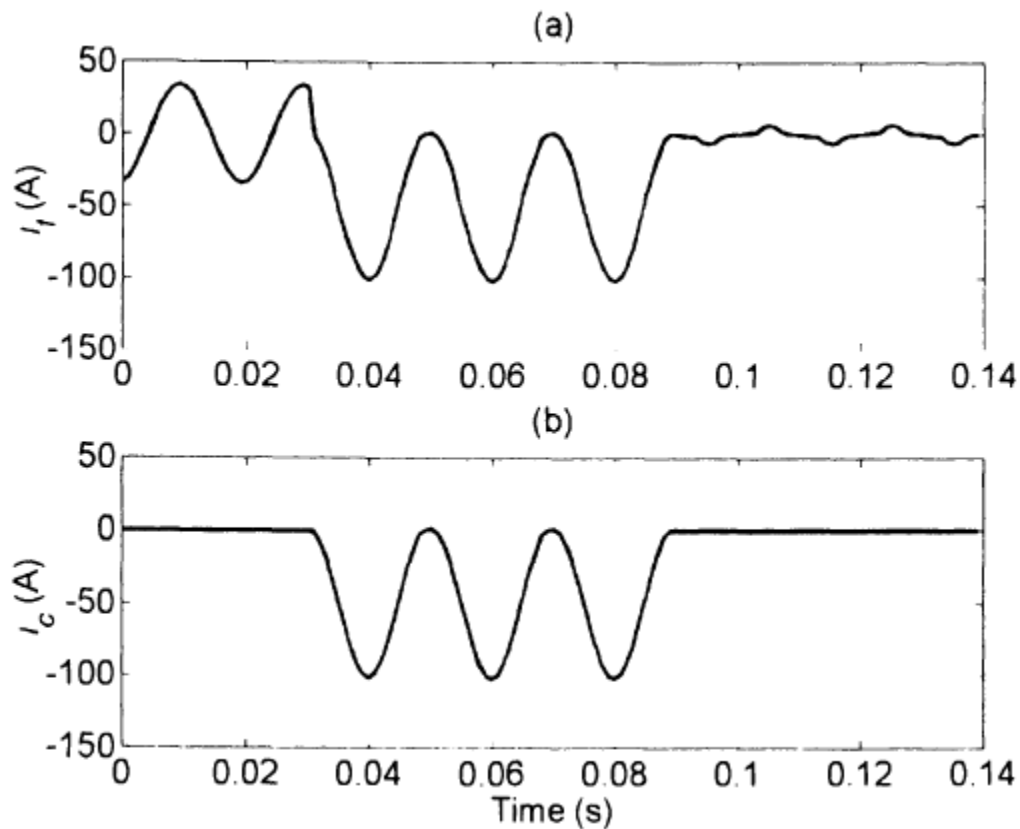


Figure 8

Notez que le temps de coupure est choisi arbitrairement juste pour montrer le principe de fonctionnement. Après que l'interrupteur à thyristor est bloqué le courant i_c devient nul. Mais un faible courant circule dans le feeder à travers le limiteur de surtension à ZnO. Le courant est coupé définitivement par ouverture de l'interrupteur conventionnel.

IV – SSTS (Solid State Transfer Switch)

Le SSTS peut protéger une charge sensible contre les abaissements ou coupures de tension en transférant rapidement la charge vers un feeder sain. Un tel dispositif est montré dans la figure 9 dans laquelle le SSTS comporte un interrupteur d'une paire de thyristors antiparallèles et une paire de limiteurs de tension à ZnO. Normalement la charge est alimentée par le feeder préféré et le courant passe par l'interrupteur Sw_1 . Quand un abaissement ou une coupure de tension est détecté sur ce feeder, la charge est transférée rapidement vers un autre feeder. Cette action est appelée make-before-break, c'est-à-dire avant que l'interrupteur Sw_1 est ouvert l'interrupteur Sw_2 est fermé. Une fois que le courant commence à circuler à travers Sw_2 l'interrupteur Sw_1 est ouvert.

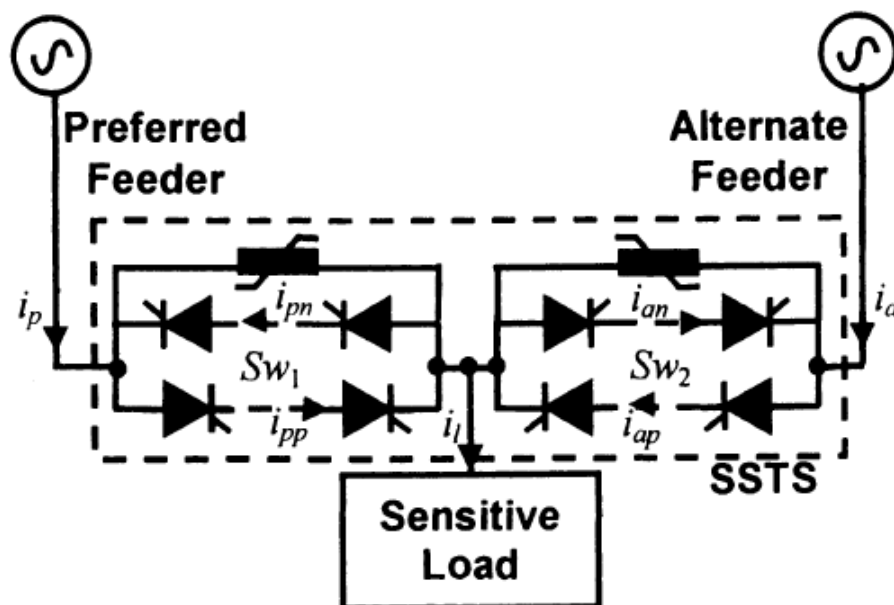


Figure 9

On va observer le comportement des courants montrés dans la figure 9 à l'aide l'exemple ci-dessous.

Exercice 2

Soit le réseau de distribution de la Figure 9 alimenté par deux sources de 6,35 kV que l'on suppose synchronisées. La résistance de chaque feeder est de 3,025 Ohms et l'inductance de chaque est de 38,5 mH. Celles de la charge sont 60,5 Ohms et 770,3 mH. On va étudier le

comportement du système quand le disjoncteur connectant le feeder préféré à la charge s'ouvre accidentellement.

La figure 10 montre l'opération de transfert vers l'autre feeder. On suppose que l'ouverture accidentelle du disjoncteur a lieu à 0,035 s. Le transfert commence en fermant Sw2 7 ms après l'ouverture accidentel du disjoncteur. L'interrupteur Sw1 est bloqué 3 ms après la fermeture de Sw2. On voit que le courant est commuté sans transitoires.

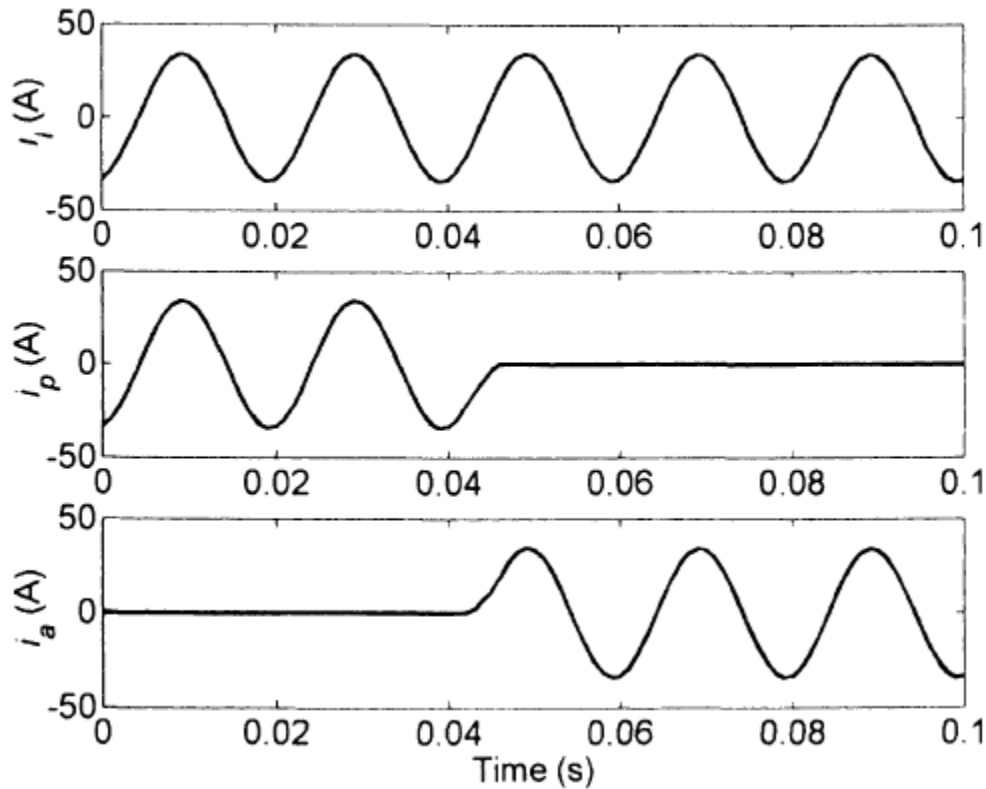


Figure 10

La Figure 11 montre les courants dans les interrupteurs pendant l'opération de transfert. Une fois le défaut détecté et l'interrupteur Sw2 est activé, le courant i_{ap} commence à conduire. Cependant le courant i_{pn} conduit toujours malgré que Sw2 est bloqué, mais il s'annulera au prochain passage par zéro, et ainsi la charge sera alimentée seulement par l'autre feeder.

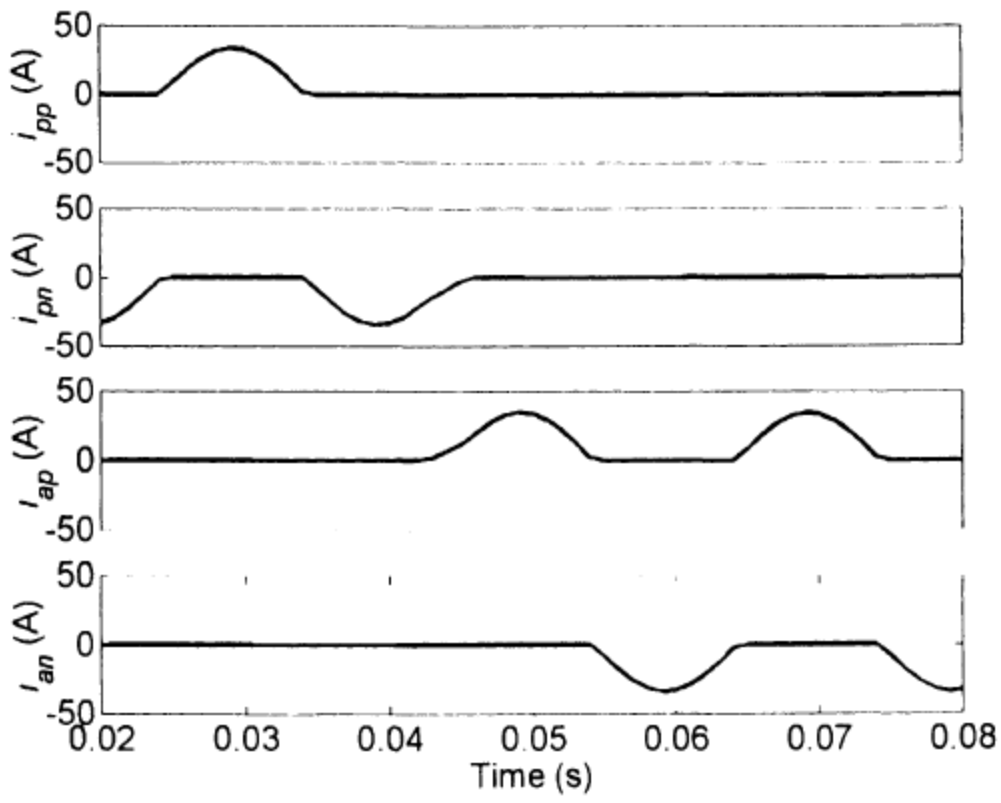


Figure 11