

3 段移相多重トランスの一モデリング法

高橋 広樹・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

電力変換器の高圧大容量化の手法としてトランスの直列多重化がある⁽¹⁾。多重トランスを用いたダイオード整流回路では、入力電流高調波を低減するため、トランスの巻線による移相が必要となる。本論文では、トランスの移相を考慮した3段移相多重トランスの簡易モデリング法を提案する。そして、シミュレーションより提案する簡易等価回路の妥当性を確認したので報告する。

2. モデリング法

図1に3段移相多重トランスを含むダイオード整流回路を示す。トランスの入力1相分に注目すると、1つのコアに対して6巻線トランスが形成される。6巻線トランスは各巻線間の相互インダクタンスや漏れインダクタンスの影響で解析が難しく、3段移相トランスの場合は更に困難になる⁽²⁾。

図2に図1の破線で囲んだ出力1相分の提案簡易等価回路を示す。提案するモデリング法では、5相の出力巻線電流を励磁インダクタンスに並列に流れる電流源とみなし、その電流源に相当する電圧源をT型等価回路に追加する。電圧源を追加する理由は、電流源とインダクタンスによるサージ電圧を回避するためである。図2において、電圧源 v_{Rd} 、 v_{Sd} と出力相電圧 v_{r1} は次式で表される。

$$v_{Rd} = \frac{Z_{MR}}{Z_R + Z_{MR}} \left(v_R - 3Z_R e^{j7/18} i_{r1} \right) \quad (1)$$

$$v_{Sd} = \frac{Z_{MS}}{Z_S + Z_{MS}} \left(v_S - 3Z_S e^{-j5/18} i_{r1} \right)$$

$$v_{r1} = \frac{Z_{out}}{Z_{out} + Z_{r1y} + Z_{r1x}} (y v_{Rd} + x v_{Sd}) \quad (2)$$

ここで、 Z_{out} は出力インピーダンスである。

3. シミュレーション結果

図3に3段移相多重トランスの定常状態でのシミュレーション結果を示す。図3(a)は6巻線トランスの等価回路、(b)は提案する出力一相等価回路の結果である。ただし負荷は正弦波電流源とする。入力電流 i_R 、 i_S 及び出力電圧 v_{r1} とともに(a)と(b)でほぼ一致する。出力一相等価回路の誤差は、出力電圧が 1.64%、入力電流が 3.44%と良好な結果が得られる。この誤差の原因は、モデリングにおいて出力5相巻線電流を1つの電流源とみなす際、漏れインダクタンスと巻線抵抗の影響を無視して電流源を出力電流の3倍に設定するためである。

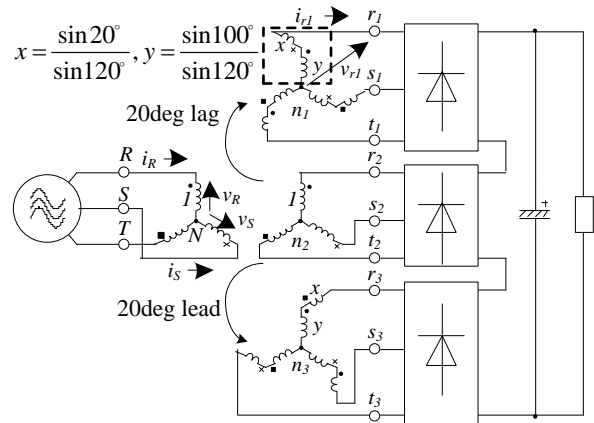


Fig. 1. Diode rectifier circuit with a 3 level transformer.

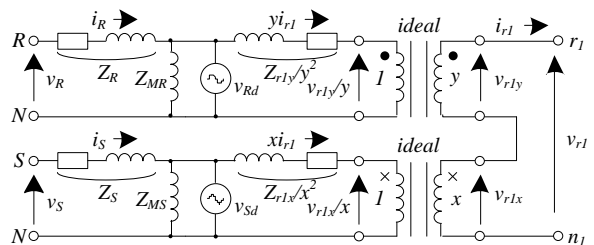
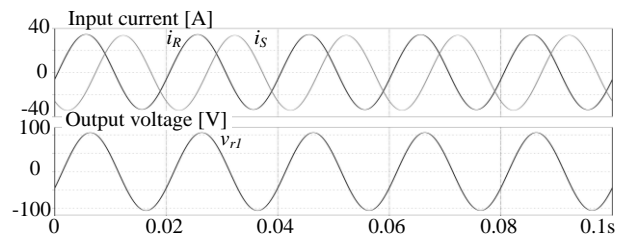
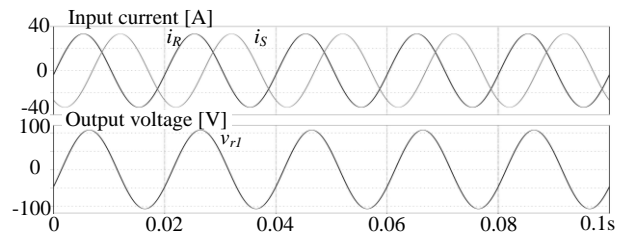


Fig. 2. The proposed equivalent circuit.



(a) The equivalent circuit of six-winding transformers.



(b) The proposed equivalent circuit.

Fig. 3. Input and output waveforms with simulation.

以上より、提案する出力一相等価回路では、6巻線トランスの等価回路を用いずとも3段移相多重トランスと同等の入出力波形を得ることができる。

文 献

- (1) 電気学会 半導体電力変換回路 1987 P184
- (2) Qing Chen et al, PESC 1994, P864