

応用電力変換工学

舟木剛

第10回 ダブルエンドフォワードコン バータ

プッシュプルコンバータ

平成19年12月12日

ダブルエンド形フォワードコンバータ

- フォワードコンバータの欠点
 - 磁化インダクタンスに蓄えられたエネルギーの解放のため、三次巻線が必要
- フォワードコンバータの回路ず
 - 2つのスイッチを同時にオンオフさせる
 - スイッチオン時
 - 変圧器一次側に電源電圧 V_S 印加
 - 変圧器二次側に電圧発生D1オン, D2オフ。電力伝送
 - 変圧器磁化電流増加
 - スイッチオフ時
 - D1オフし, 二次側に電流が流れない。D2オン環流
 - 磁化電流がD3,D4オンし, 電源側に回生
 - デューティ比0.5以下で磁化電流がリセットされる
 - 出力電圧は, 原型と同じ
 - スイッチに印加される電圧

$$V_S \left(1 + \frac{N_1}{N_3}\right) \quad \longrightarrow \quad V_S$$

プッシュプルコンバータ

- プッシュプルコンバータの回路^ず
 - センタタップ付トランス全波整流回路と似ている
 - SW1とSW2は独立に制御
 - 片方のみオン, 両方オフの動作モードがある
 - 磁化エネルギーは負荷に放出される
- 動作解析
 - SW1オン, SW2オフ時 $v_{p1} = V_S$
 - 一次側巻線P1に電圧が印加される
 - P1が他の巻線に発生する電圧 $v_{p2} = V_S$

プッシュプルコンバータ

- 動作解析

- SW1オン, SW2オフ時

- D1:順バイアス, D2:逆バイアス

- 出力電流

- » 出力電圧 V_o 一定として

$$v_{L_x} = L_x \frac{d}{dt} i_{L_x} = v_{S2} - V_o = \frac{N_s}{N_p} V_s - V_o$$

- オン中の電流増加分

$$\Delta i_{L_x D1on} = \frac{\frac{N_s}{N_p} V_s - V_o}{L_x} DT$$

プッシュプルコンバータ

- 動作解析

- SW1オフ, SW2オン時

- 一次側巻線P2に電圧が印加される $v_{p2} = -V_S$
 - P2が他の巻線に発生する電圧 $v_{p1} = -V_S$

$$v_{s1} = v_{s2} = -V_S \frac{N_S}{N_P}$$

- D1:逆バイアス, D2:順バイアス

- 出力電流

- » 出力電圧 V_O 一定として

$$v_{L_x} = L_x \frac{d}{dt} i_{L_x} = -v_{s1} - V_O = \frac{N_S}{N_P} V_S - V_O$$

- オン中の電流増加分

$$\Delta i_{L_x D2on} = \frac{\frac{N_S}{N_P} V_S - V_O}{L_x} DT \quad \text{SW1オン時と同様}$$

プッシュプルコンバータ

- 動作解析

- SW1, SW2オフ時

- 一次側巻線に電流が流れない

- L_x に流れていた電流は瞬間的に止まらない

- » D1,D2を順バイアスして電流を流す

- » 2次巻線S1,S2に大きさが等しい逆向き電流が流れる

- 出力電流

- » 出力電圧 V_o 一定として $v_{L_x} = L_x \frac{d}{dt} i_{L_x} = -V_o$

- オフ中の電流減少分

$$\Delta i_{L_{xoff}} = -\frac{V_o}{L_x} \left(\frac{1}{2} - D \right) T$$

SW1オン時と同様

プッシュプルコンバータ

- 動作解析

- 連続導通モードにおいて

- L_x の電流は一周期毎に同じ値に戻る

$$\Delta i_{L_x D1on} + \Delta i_{L_x off} = \frac{\frac{N_S}{N_P} V_S - V_O}{L_x} DT - \frac{V_O}{L_x} \left(\frac{1}{2} - D\right) T = 0$$

- 入出力電圧の関係 $V_O = 2 \frac{N_S}{N_P} V_S D$

- 出力電圧の脈動率

$$\frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{1-D}{8 \cdot 2^2 L_x c f^2} = \frac{1-D}{32 L_x c f^2}$$

バックコンバータと同様
但し, 周期T/2

ブリッジコンバータ

- プッシュプルコンバータと一次側が異なる

– フルブリッジコンバータの回路ず

- SW1とSW2オン時 $v_p = V_s$
- SW3とSW4オン時 $v_p = -V_s$
- オフ時 $v_p = 0$
- 出力電圧 $V_o = 2 \frac{N_s}{N_p} V_s D$

– ハーフブリッジコンバータの回路ず

- 直流電源電圧をCで分割
- 動作はフルブリッジコンバータと同様
- 出力電圧 $V_o = \frac{N_s}{N_p} V_s D$