

応用電力変換工学

舟木剛

第9回 プッシュプルコンバータ

平成18年11月29日

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
- 動作解析
 - SW1オン, SW2オフ時
 - 一次側巻線P1に電圧が印加される $v_{p1} = V_S$
 - P1が他の巻線に発生する電圧

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

$$v_{p2} = V_S$$

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

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

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 の電流は一周毎に同じ値に戻る

$$\Delta i_{L_x \text{D1on}} + \Delta i_{L_x \text{off}} = \frac{\frac{N_s}{N_p} V_s - V_o}{L_x} DT - \frac{V_o}{L_x} \left(\frac{1}{2} - D \right) T = 0$$

- 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 $V_o = \frac{N_s}{N_p} V_s D$

宿題

- プッシュプルコンバータの回路シミュレーション
 - 定常状態における理論値比較
 - 昇降圧比
ターンオン・オフ時の境界値
 - リップル率
 - 連続導通・不連続導通
 - 効率(入出力電力比)
 - 過渡応答
 - コンバータ起動
 - 設計条件
 - 入力電圧 10V, 10W
 - 変圧比1:10
 - スイッチング周波数 10kHz
 - フィードバック制御を入れる
 - 指令値/負荷変更しても, 出力電圧が追従するようにする
 - ブリッジコンバータの構成にして, 同様の検討を行う