

# 応用電力変換工学

## 舟木剛

第8回 本日のテーマ  
プッシュプルコンバータ

平成17年12月07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~~す~~
  - 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
      - $L_x$ に流れている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

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

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 $\text{す}$ 
    - 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 $\text{す}$ 
    - 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