

ELECTRÓNICA DE POTENCIA (66.27) – 2º parcial / 2ª fecha / Curso 2012.

Alumno :
Fecha :
e-mail (opcional) :

Padrón :
Cantidad de hojas :

Problema único

Para el convertidor de la figura, que alimenta una máquina que puede comportarse como motor o como generador (con las mismas tensiones y corrientes), se pide:

A) Para la condición de funcionamiento de la máquina de corriente continua como motor:

A.1) Calcular la potencia de dimensionamiento del transistor T1.

A.2) Calcular las pérdidas de conmutación de los transistores T1 y T2.

A.3) Calcular la corriente eficaz en cada bobinado.

B) Para la condición de funcionamiento de la máquina de corriente continua como generador:

B.1) Calcular las pérdidas de conmutación del transistor T3.

B.2) Calcular la corriente eficaz en cada bobinado.

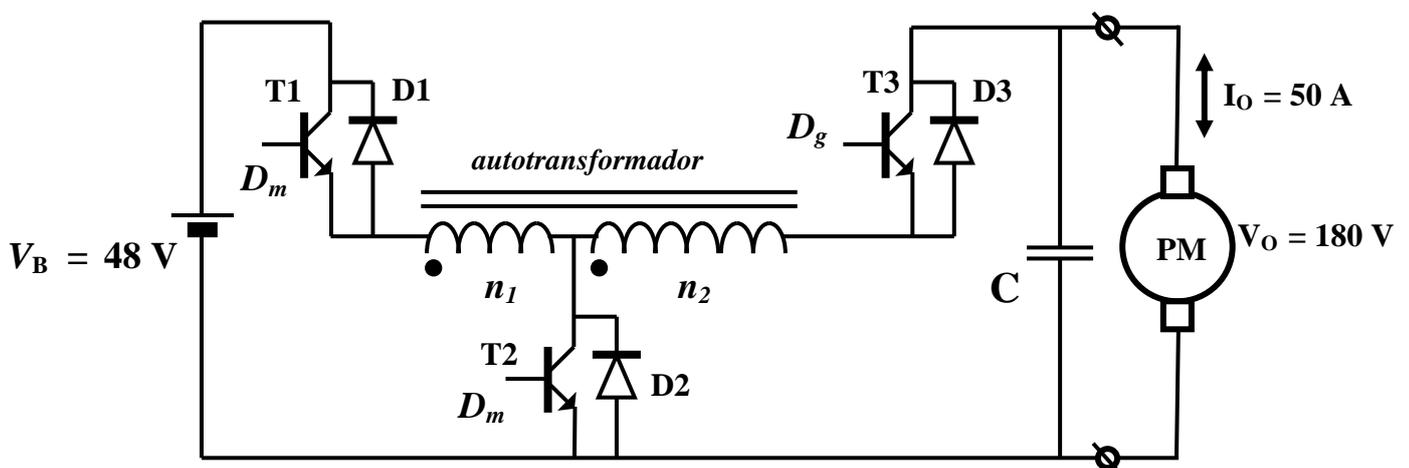
C) Considerando ambos modos de funcionamiento:

C.1) Calcular el factor total de aprovechamiento de los transistores (potencia de salida / potencia total de dimensionamiento máxima de los tres transistores).

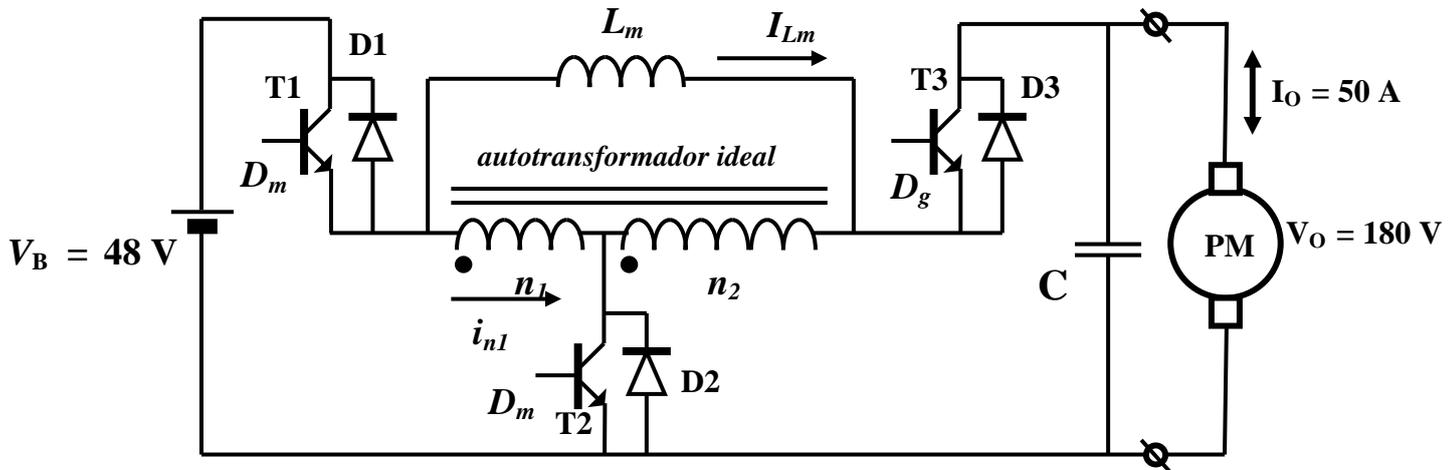
C.2) ¿Es necesario que T2 sea un transistor rápido? ¿Cuál es el máximo ciclo de servicio con el cual puede operar cuando la máquina se comporta como un motor?

DATOS :

La relación de espiras es: $k = n_2 / n_1 = 2$. La inductancia de magnetización del transformador tiende a infinito. Despreciar las resistencias de los bobinados del transformador. Despreciar las inductancias de fuga. La capacidad del filtro de salida C, tiende a infinito. Asumir diodos ideales. La frecuencia de conmutación es: $f_s = 10$ kHz, el tiempo de conmutación a la puesta en conducción de los transistores es: $t_{\text{Con}} = 0,1 \mu\text{s}$ y el tiempo de conmutación al bloqueo: $t_{\text{Coff}} = 0,6 \mu\text{s}$. Durante el funcionamiento de la máquina como motor, los transistores T1 y T2 se comandan con ciclo de servicio D_m , mientras que el transistor T3 solamente conduce durante el funcionamiento de la máquina como generador, con un ciclo de servicio D_g (estando T1 y T2 bloqueados).



SOLUCIÓN



A) Durante $0 \leq t \leq D_m T$: $V_{L_m(+)} = V_B (1 + k)$ (1)

Durante $D_m T < t \leq T$: $V_{L_m(-)} = V_O \left(1 + \frac{1}{k}\right)$ (2)

El balance de tensión en la inductancia de magnetización implica:

$$V_B (1 + k) D_m = V_O \left(1 + \frac{1}{k}\right) (1 - D_m) \quad (3)$$

de donde resulta la ec. de transferencia: $V_O = \frac{D_m}{1 - D_m} \left(\frac{1+k}{1+\frac{1}{k}}\right) V_B$ (4)

de allí se despeja: $D_m = \frac{1}{\left[1 + \frac{V_B}{V_O} \left(\frac{1+k}{1+\frac{1}{k}}\right)\right]} = 0,652$ (5)

La potencia de salida es: $P_O = V_O I_O = 9000 \text{ W}$

de donde se despeja: $I_{B_{med}} = P_O / V_B = 187,5 \text{ A}$

Siendo: $I_{B_{med}} = I_{C1_{max}} D_m$ (6)

se obtiene: $I_{C1_{max}} = 287,5 \text{ A}$

Por otra parte, en el autotransformador ideal debe cumplirse:

$$I_{L_m(+)} + I_{n_1(+)} = I_{C1_{max}} \quad (7)$$

$$I_{L_m(+)} n_2 = I_{n_1(+)} n_1 \quad (8)$$

Con las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$I_{L_{m(+)}} = I_{C1_{max}} / (1 + k) = 95,83 \text{ A} \quad (9)$$

De la ec. 8 se obtiene: $I_{n_{1(+)}} = 191,67 \text{ A}$ (10)

Estando abiertos T3 y D3, de la figura se deduce que:

$$I_{C2_{max}} = I_{C1_{max}} = 287,5 \text{ A} \quad (11)$$

Cuando T1 está abierto:

$$V_{CE1_{max}} = V_B + \frac{V_O}{k} = 138 \text{ V} \quad (12)$$

Por lo tanto, la potencia de dimensionamiento del transistor 1 resulta:

A.1) $P_{d1} = V_{CE1_{max}} I_{C1_{max}} = 39675 \text{ VA}$

A.2) La conmutación es inductiva, por ende:

$$p_{C1} = \frac{1}{2} V_{CE1_{max}} I_{C1_{max}} f_s (t_{C_{on}} + t_{C_{off}}) = 139 \text{ W}$$

En T2 casi no hay pérdidas de conmutación pues la tensión colector emisor es muy baja.

Cuando T1 conduce, la tensión sobre T3 es:

$$V_{CE3_A} = V_O + k V_B = 276 \text{ V} \quad (13)$$

A.3) Los valores eficaces de las corrientes que circulan por los alambres de los arrollamientos 1 y 2 son:

$$I_{1_{ef}} = \sqrt{D_m} I_{C1_{max}} = 232 \text{ A}(rms)$$

$$I_{2_{ef}} = \sqrt{1 - D_m} I_{D3_{max}} \quad \text{donde} \quad I_{D3_{max}} = I_O / (1 - D_m) = 143,7 \text{ A}$$

con lo cual resulta: $I_{2_{ef}} = 84,8 \text{ A}(rms)$.

B) Cuando T3 está cerrado durante $0 \leq t \leq D_g T$: $V_{L_{m(+)}} = V_O - V_B$ (14)

y durante $D_g T < t \leq T$: $V_{L_{m(-)}} = V_B(1 + k)$ (15)

Por lo tanto: $(V_O - V_B) D_g = V_B(1 + k)(1 - D_g)$ (16)

de donde se despeja:

$$D_g = (1 + k) / \left(\frac{V_O}{V_B} + k \right) = 0,522 \quad (17)$$

Cuando T3 está abierto, resulta: $V_{CE3\ B} = V_O + k V_B = 276\ V$

que es igual al valor obtenido en el caso A, con lo cual: $V_{CE3\ max} = 276\ V$.

Así se obtiene: $I_{C3\ max} = I_O / D_g = 95,83\ A$

Cuando T3 está en conducción: $V_{CE2\ max} = V_B + (V_O - V_B) \left(\frac{1}{1+k} \right)$ (18)

de donde se despeja: $V_{CE2\ max} = \frac{V_B + k V_B}{1+k} = 92\ V$ (19)

B.1) La conmutación es inductiva:

$$p_{C3} = \frac{1}{2} V_{CE1\ max} I_{C1\ max} f_s (t_{C\ on} + t_{C\ off}) = 92,57\ W$$

B.2) La corriente eficaz por los bobinados es:

$$I_{1\ ef} = \sqrt{D_g + (1 - D_g)(1 + k)^2} I_{C3\ max} = 210,5\ A(rms)$$

$$I_{2\ ef} = \sqrt{D_g} I_{C3\ max} = 69,2\ A(rms)$$

C)

C.1) Las potencias de dimensionamiento son:

$$P_{d1} = V_{CE1\ max} I_{C1\ max} = 39.675\ VA$$

$$P_{d2} = V_{CE2\ max} I_{C2\ max} = 92.287\ VA$$

$$P_{d3} = V_{CE3\ max} I_{C3\ max} = 26.450\ VA$$

Con lo cual el factor de aprovechamiento total resulta:

$$F_{ap} = P_O / (P_{d1} + P_{d2} + P_{d3}) = 0,097$$

C.2) No es necesario que T2 sea rápido pues casi no tiene pérdidas de conmutación. Además, puede emplearse como transistor de direccionado, haciéndolo conducir en permanencia cuando la máquina funciona como motor, conservándolo bloqueado cuando la máquina actúa como generador. En tal caso, el máximo ciclo de servicio para T2 sería 1.