

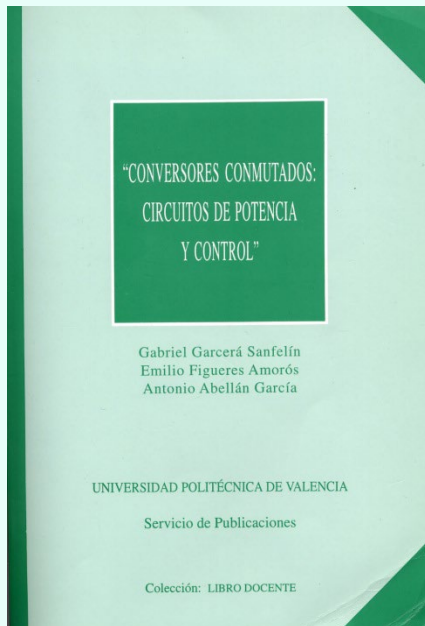


UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

CAMPUS DE ALCOY



DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA



TEMA X

UNIDAD DIDÁCTICA X. DISEÑO PRÁCTICO DE FUENTES DE ALIMENTACION CONMUTADAS.

X.1 Diseño de inductores de potencia.

Bibliografía:

- [1] G. Garcerá, E. Figueres, A. Abellán. “Conversores conmutados: circuitos de potencia y control”. Capítulo 6. SPUPV – 98.122
- [2] N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. “Power Electronics : converters, applications and design”. John Wiley & Sons 1989 (1ª ed.) y 1994 (2ª ed.).

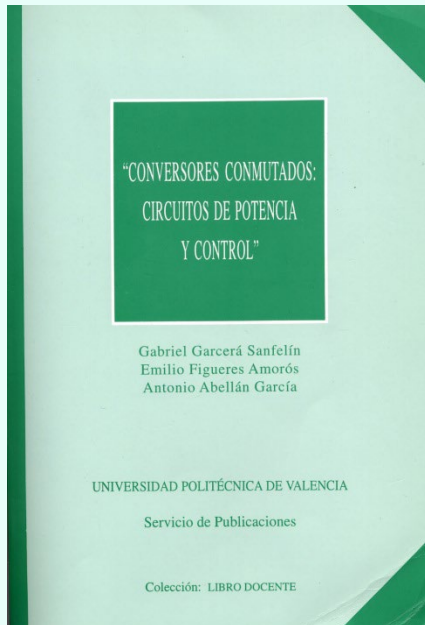


UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

CAMPUS DE ALCOY



DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA



TEMA X

UNIDAD DIDÁCTICA X. DISEÑO PRÁCTICO DE FUENTES DE ALIMENTACION CONMUTADAS.

X.1 Diseño de inductores de potencia.

Bibliografía:

- [1] G. Garcerá, E. Figueres, A. Abellán. “Conversores conmutados: circuitos de potencia y control”. Capítulo 6. SPUPV – 98.122
- [2] N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. “Power Electronics : converters, applications and design”. John Wiley & Sons 1989 (1ª ed.) y 1994 (2ª ed.).

X.1 Diseño de inductores de potencia.

$$v(t) = L \cdot \frac{di}{dt} = N \cdot \frac{d\phi}{dt} = N \cdot A_e \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$L = \frac{N \cdot \phi}{i} = \mathfrak{R}^{-1} \cdot N^2$$

$$\phi = A_e \cdot B = \mathfrak{R}^{-1} \cdot N \cdot i = \frac{\mu \cdot A_e}{l_e} \cdot N \cdot i$$

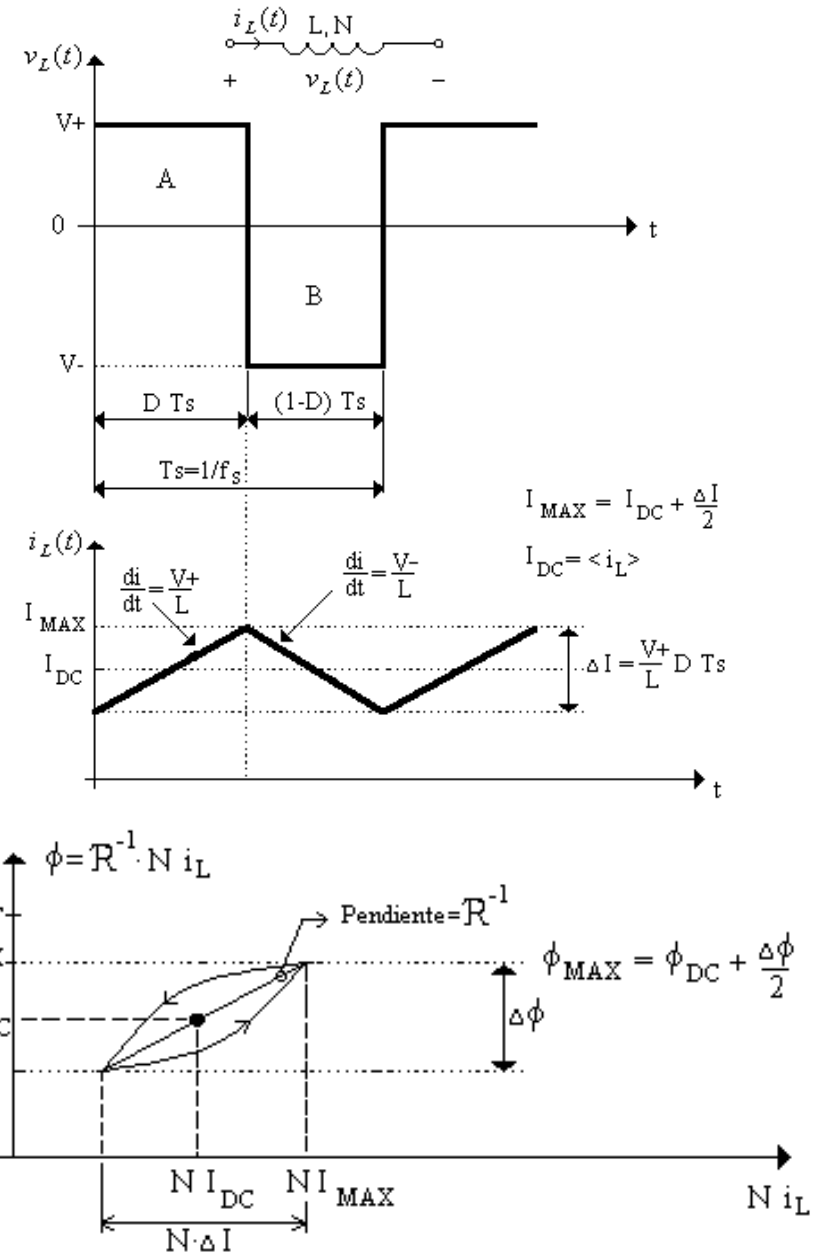
(condición de no saturación del núcleo)

$$\phi_{MAX} = \phi_{DC} + \frac{\Delta\phi}{2} < \phi_{SAT}$$

$$\frac{\mu \cdot A_e}{l_e} \cdot N \cdot I_{MAX} < A_e \cdot B_{SAT}$$

$$\frac{L}{N^2} \cdot N \cdot I_{MAX} < A_e \cdot B_{SAT} \Rightarrow N > \frac{L \cdot I_{MAX}}{A_e \cdot B_{SAT}}$$

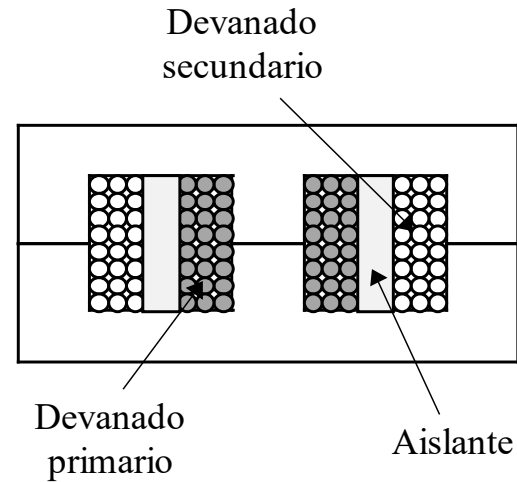
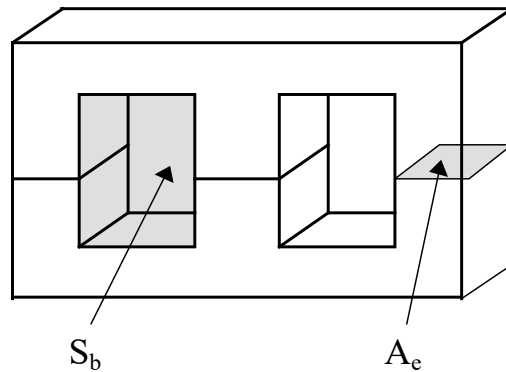
$$A_e(N) > \frac{L \cdot I_{MAX}}{N \cdot B_{SAT}}$$



CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA DEL NÚCLEO: A_E

- **CASO 1) Limita B_{SAT} :** Para frecuencias inferiores a 50 ó 100KHz $A_e(N) > \frac{L \cdot I_{MAX}}{N \cdot B_{SAT}}$

- **CASO 2) Limita ΔB_{MAX} (limitan las pérdidas por histéresis):** $A_e(N) > \frac{L \cdot \Delta I_{MAX}}{N \cdot \Delta B_{MAX}}$



DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL NÚCLEO (AREA PRODUCTO)

- **CASO 1) Limita B_{SAT} :**

$$AP(cm^4) = A_e(cm^2) \cdot A_w(cm^2) > \frac{L \cdot I_{MAX} \cdot I_{DC} \cdot 10^4}{K \cdot J_{MAX} \cdot B_{SAT}}$$

| | K_u | K_p | $K = K_u K_p$ |
|---|-------|-------|---------------|
| Buck (cond. continua y discontinua) Boost en conducción continua | 0.7 | 1 | 0.7 |
| Boost en conducción discontinua | 0.7 | 1 | 0.7 |
| Flyback en conducción continua | 0.4 | 0.5 | 0.2 |
| Flyback en conducción discontinua | 0.4 | 0.5 | 0.2 |

Si la **ventilación del núcleo es natural** (aire):

$$J_{MAX}(\Delta T) = K_j(\Delta T) \cdot AP^{-2x} \left(\frac{A}{cm^2} \right)$$

| TIPO | $K_j(\Delta T=25^\circ C)$ | $K_j(\Delta T=50^\circ C)$ | x |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|------|
| Pot core | 433 | 632 | 0.17 |
| Powder core | 403 | 590 | 0.12 |
| Lamination (EI, EE) | 366 | 534 | 0.12 |
| C core | 323 | 468 | 0.14 |

$$J_{MAX}(\Delta T = 30^{\circ}C) = 420 \cdot AP^{-0.24} \left(\frac{A}{cm^2} \right)$$

$$AP(cm^4) = A_e(cm^2) \cdot A_w(cm^2) > \left(\frac{L \cdot I_{MAX} \cdot I_{DC} \cdot 10^4}{420 \cdot K \cdot B_{SAT}} \right)^{1.31}$$

- **CASO 2) Limita ΔB_{MAX} (limitan las pérdidas por histéresis):**

$$AP(cm^4) = A_e(cm^2) \cdot A_w(cm^2) > \frac{L \cdot \Delta I_{MAX} \cdot I_{DC} \cdot 10^4}{K \cdot J_{MAX} \cdot \Delta B_{MAX}}$$

$$J_{MAX}(\Delta T = 15^{\circ}C) = 297 \cdot AP^{-0.24} \left(\frac{A}{cm^2} \right)$$

$$AP(cm^4) = A_e(cm^2) \cdot A_w(cm^2) > \left(\frac{L \cdot \Delta I_{MAX} \cdot I_{DC} \cdot 10^4}{297 \cdot K \cdot \Delta B_{MAX}} \right)^{1.31}$$

X.1 Diseño de inductores de potencia.

$$\Delta T = 15^{\circ} C = R_{TH} \cdot P_{CORE} = R_{TH} \cdot \frac{P_{CORE}}{cm^3} \cdot Vol(cm^3)$$

$$R_{TH} \left(\frac{^{\circ}C}{W} \right) \approx 23 \cdot AP(cm^4)^{-0.37}$$

$$Vol(cm^3) \approx 5.7 \cdot AP(cm^4)^{0.68}$$

$$\frac{P_{CORE}}{cm^3} = \Delta B_{MAX}^{2.4} \cdot (k_H \cdot f + k_E \cdot f^2)$$

$$k_H = 4 \cdot 10^{-5}; k_E = 4 \cdot 10^{-10}$$

$$\Delta B_{MAX} = \frac{0.405 \cdot AP(cm^4)^{-0.129}}{(k_H \cdot f + k_E \cdot f^2)^{0.417}}$$

$$AP(cm^4) > \left(\frac{L \cdot \Delta I_{MAX} \cdot I_{DC} \cdot 10^4}{120 \cdot K} \right)^{1.58} \cdot (k_H \cdot f + k_E \cdot f^2)^{0.66}$$

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ESPIRAS DEL BOBINADO (N).

Si limita la saturación del núcleo:
$$N > \frac{L \cdot I_{MAX}}{A_e (cm^4) \cdot B_{SAT}} \cdot 10^4$$

Si limitan las pérdidas magnéticas del núcleo:
$$N > \frac{L \cdot \Delta I_{MAX}}{A_e (cm^4) \cdot \Delta B_{MAX}} \cdot 10^4$$

Escoger un número de vueltas lo menor posible
que cumpla las dos ecuaciones anteriores

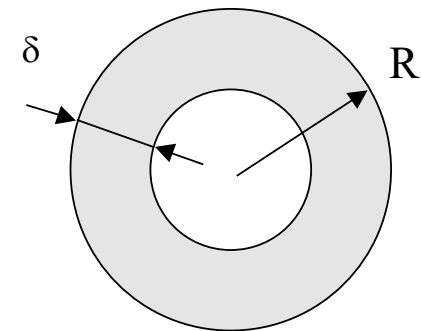
CÁLCULO DEL ENTREHIERRO (GAP).

$$L = \frac{N^2}{\mathfrak{R}_{total}} = \frac{N^2 \cdot A_e}{\frac{l_h}{\mu_h} + \frac{l_g}{\mu_o}}$$

$$Si \frac{l_g}{\mu_o} \gg \frac{l_h}{\mu_h} \Rightarrow L \approx \frac{N^2 \cdot A_e \cdot \mu_o}{l_g}$$

$$l_g (cm) \approx \frac{N^2 \cdot A_e (cm^2) \cdot \mu_o}{L} \cdot 10^{-2}; \mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

En núcleos toroidales: $\mu_r \leq \frac{L \cdot l_e (cm)}{\mu_o \cdot N^2 \cdot A_e (cm^2)} \cdot 10^2$



ELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

$$A_{Cu}(cm^2) \geq \frac{I_{RMS}}{J_{MAX} \left(\frac{A}{cm^2} \right)} = \frac{\sqrt{I_{DC}^2 + I_{AC}^2}}{J_{MAX} \left(\frac{A}{cm^2} \right)}$$

$$N \cdot A_{Cu} < K_u \cdot K_p \cdot A_w$$

EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS. INCREMENTO DE TEMPERATURA EN EL NÚCLEO

$$P_{CORE} = \frac{P_{CORE}}{cm^3} \cdot Vol(cm^3) = \frac{P_{CORE}}{g} \cdot Masa(g)$$

$$\rho(\Omega \cdot cm) = 1.724 \cdot \left[1 + 0.0042 \cdot (T(^{\circ}C) - 20^{\circ}C) \right] \cdot 10^{-6}$$

$$P_{Cu} = \frac{I_{RMS}^2 \cdot l_{Cu}(cm) \cdot \rho(\Omega \cdot cm)}{A_{Cu}(cm^2)}$$

$$\Delta T(^{\circ}C) \approx \Psi \left(\frac{mW}{cm^2} \right)^{0.833}$$

$$P_{TOT} = P_{CORE} + P_{Cu}$$

Siendo:

$$\Psi \left(\frac{W}{cm^2} \right) = \frac{P_{TOT}(W)}{A_t(cm^2)}; A_t(cm^2) \approx K_S \cdot AP(cm^4)^{0.5}; K_S \approx 37$$