

## AMPLIACIÓN DE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL. 28 junio 2003

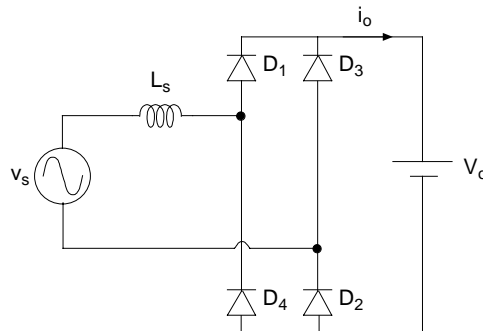
1.- Calcular, para el convertidor elevador (boost), qué valores del ciclo de trabajo,  $D$ , garantizan una operación en conducción discontinua.

Datos: Frecuencia de conmutación  $f_s=100\text{kHz}$ ,  $L=20\mu\text{H}$ ,  $R=30\Omega$ .

2.- Un convertidor flyback opera en conducción discontinua, garantizando un tiempo sin intensidad por la inductancia de  $1\mu\text{s}$ . Obtener: Relación de transformación, valor de la inductancia, intensidad máxima por la inductancia, ciclo de trabajo máximo, modelo de variables promedio visto desde la tensión de alimentación con  $D=D_{\text{max}}$ .

Datos:  $V_{\text{in}}=48\text{V} \pm 20\%$ ,  $f_s=100\text{kHz}$ ,  $V_{\text{dsmax}}=400\text{V}$ ,  $V_o=100\text{V}$ ,  $P_o=100\text{W}$ .

3.- Para el circuito de la figura obtener una expresión de la intensidad instantánea y media  $i_o$ . Indicar los valores posibles de  $V_o$  y obtener una gráfica aproximada de  $i_o$  vs  $V_o$ .

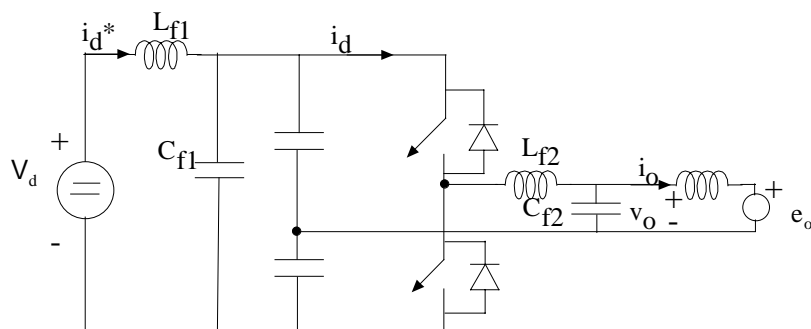


4.- Un inversor medio puente con control PWM bidireccional alimenta un motor monofásico cuya fuerza contraelectromotriz es  $e_o$ , ver esquema de la figura. El primer armónico de la tensión aplicada al motor es  $v_o$ . Obtener la expresión de la intensidad de la fuente  $i_d^*$  y dibujar las formas de onda de: tensión de salida del inversor,  $v_o$ ,  $i_o$  e  $i_d$ .

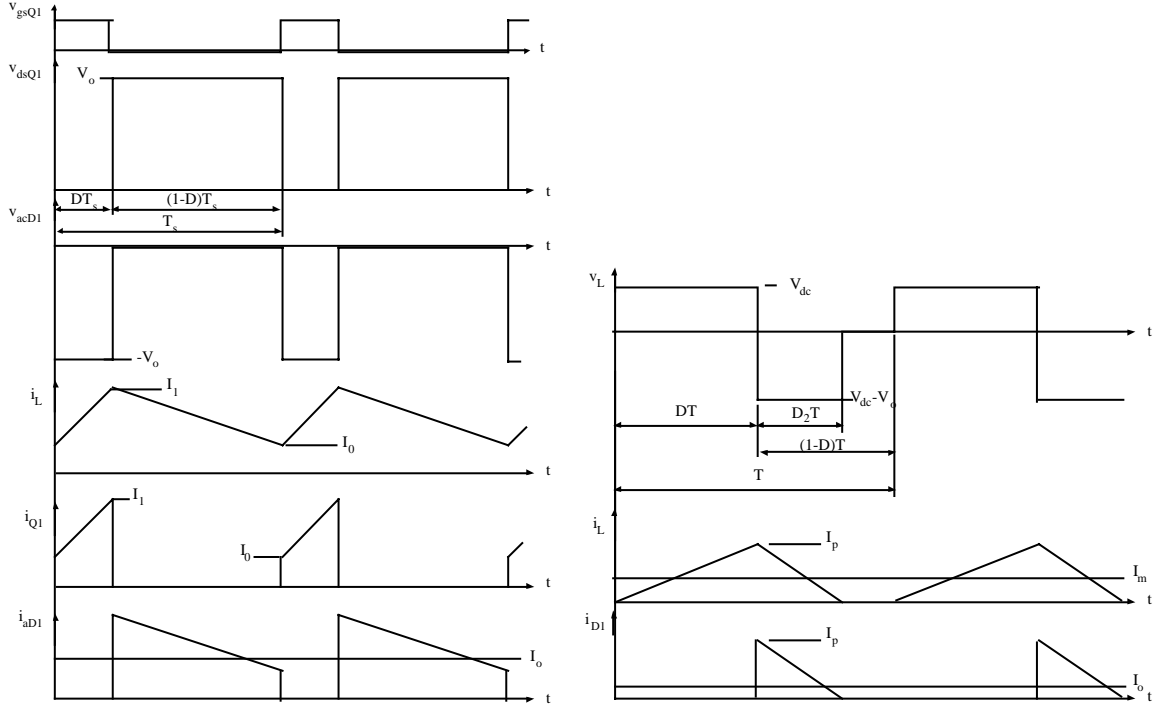
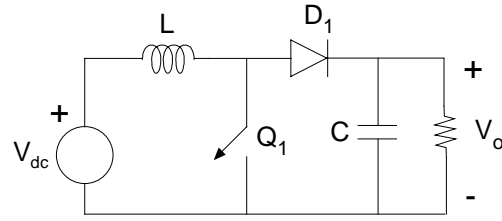
Datos: índice de modulación de frecuencia  $f_s=15$ , índice de modulación de amplitud  $m_a=0,8$ .

La intensidad  $i_o$  tiene un desfase  $\phi$  con respecto a  $v_o$ . Considerar filtros ideales.

Nota:  $2\text{sen}\alpha\text{sen}\beta = -(\cos(\alpha + \beta) - \cos(\alpha - \beta))$



1.-



Conducción continua:  $V_o = V_{dc} \frac{1}{1-D}$ .

Conducción discontinua:  $D_2 = D \frac{V_{dc}}{V_o - V_{dc}}$  ;  $\frac{V_o}{R_o} = \frac{DT}{2} \frac{V_{dc}}{L} D_2$

Utilizamos el parámetro  $k = \frac{2L}{RT}$ . Así,  $V_o = V_{dc} D D_2 \frac{1}{k}$

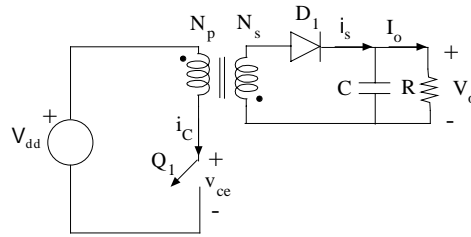
En el límite entre conducción continua y discontinua  $D_2=1-D$ , y también

$V_o = V_{dc} \frac{1}{1-D} = V_{dc} D(1-D) \frac{1}{k_{crit}}$  ;  $k_{crit} = D(1-D)^2$

$k > D(1-D)^2$  conducción continua,  $k < D(1-D)^2$  conducción discontinua

Con los datos si  $D < 0,218$  conducción continua, si  $D > 0,464$  conducción continua. Si  $D > 0,218$  y además  $D < 0,464$  existe conducción discontinua.

2.-



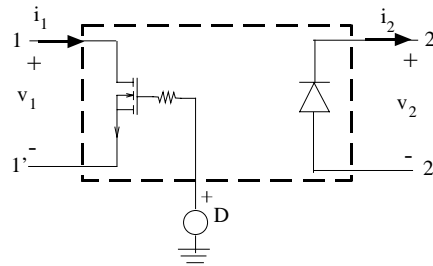
$$V_{ce,max} = V_{dd,max} + \frac{N_p}{N_s} V_o \quad ; \quad \frac{N_p}{N_s} = 3$$

$$V_{dd} = L_{\mu 1} \frac{\hat{I}_1}{DT} \quad ; \quad \frac{N_1}{N_2} V_o = L_{\mu 1} \frac{\hat{I}_1}{D_2 T} \quad ; \quad V_{dd,min} D_{max} = \frac{N_1}{N_2} D_2 V_o \quad ; \quad D_{max} + D_2 = 0,9$$

$$D_{max} = 0,8.$$

$$P_o = \frac{1}{2} L_{\mu 1} \hat{I}_1^2 f_s \quad ; \quad L_{\mu 1} \hat{I}_1 = V_{dd} DT \quad ; \quad \hat{I}_1 = 6,5A \quad ; \quad L_{\mu 1} = 47,34 \mu H.$$

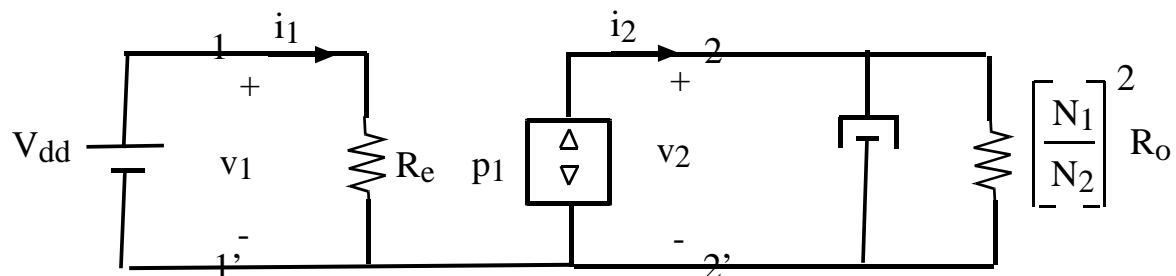
El modelo corresponde al del convertidor reductor elevador



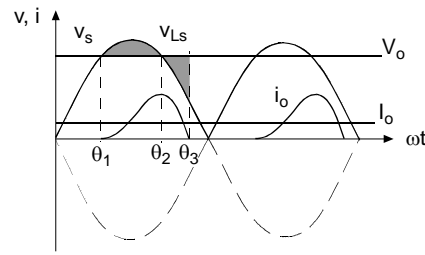
$$\bar{V}_1 = V_o \frac{N_1}{N_2} D_2 + V_{dd} (1-D); \quad \bar{I}_1 = \frac{V_{dd} D^2 T}{2L_{\mu 1}}; \quad \bar{V}_2 = V_{dd} D + (1-D_2) V_o \frac{N_1}{N_2}; \quad \bar{I}_2 = \frac{V_{dd} D D_2 T}{2L_{\mu 1}};$$

$$D_2 = D \frac{V_{dc}}{V_o} \frac{N_2}{N_1}$$

$$\bar{V}_1 = V_{dd}; \quad \bar{I}_1 = \frac{V_{dd} D^2 T}{2L_{\mu 1}}; \quad \bar{V}_2 = V_o \frac{N_1}{N_2}; \quad \bar{I}_2 = \frac{V_{dd}^2 D^2 T}{2L_{\mu 1} V_o}; \quad R_e = \frac{2L_{\mu 1}}{D^2 T} = 14,8 \Omega$$



3.-



$$v_L = v_s - V_o \text{ si } i_o > 0 ; \quad v_L = 0 \text{ si } i_o = 0$$

De la figura se observa

$$V_o = \sqrt{2}V_s \sin \theta_1 \quad ; \quad \theta_2 = \pi - \theta_1$$

Durante el tiempo de conducción de intensidad: desde  $\theta_1$  hasta  $\theta_3$  la tensión en la inductancia  $v_{Ls}$  es la diferencia entre la tensión de alimentación  $v_s$  y la de salida  $V_o$ .

$$v_L = L_s \frac{di_d}{dt} = \sqrt{2}V_s \sin(\omega t) - V_o \quad ; \quad i(\omega t) = \frac{1}{\omega L_s} \int_{\theta_1}^{\omega t} (\sqrt{2}V_s \sin(\omega t) - V_o) d\omega t$$

El punto en el que los voltios-radianes por la inductancia,  $L_s$ , se hacen cero corresponde a  $\theta_3$ .

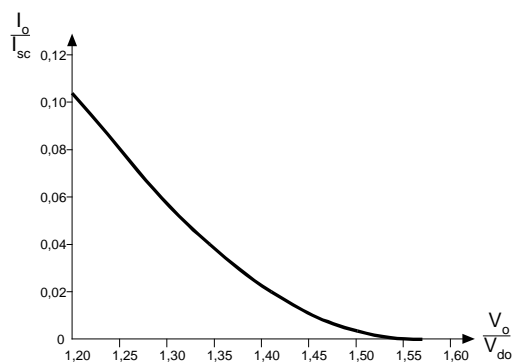
$$0 = \int_{\theta_1}^{\theta_3} (\sqrt{2}V_s \sin(\omega t) - V_o) d\omega t$$

Aplicando la definición de valor medio se obtiene  $I_o$

$$I_o = \frac{1}{\pi} \int_{\theta_1}^{\theta_3} i(\omega t) d\omega t$$

$$I_{sc} = \frac{V_s}{\omega L_s} \quad ; \quad V_{do} = \frac{2}{\pi} \sqrt{2}V_s \quad ; \quad V_{do} = 0,9V_s$$

Máxima tensión de salida  $V_{o,\max} = \sqrt{2}V_s$ . Mínima tensión de salida  $V_{o,\min} = V_{do}$



Tecnología Electrónica Ingeniería de Sistemas y Automática, TEISA  
E.T.S. Ingenieros Industriales y Telecomunicación. Universidad de Cantabria

4.-

$$v_o = \hat{V}_o \sin(\omega t) \quad ; \quad \hat{V}_o = \frac{V_d}{2} m_a \quad ; \quad i_o = \hat{I}_o \sin(\omega t - \phi)$$

$$V_d i_d^* = V_o I_o = \frac{V_d}{2} m_a \hat{I}_o \sin(\omega t) \sin(\omega t - \phi) \quad ; \quad V_d i_d^* = \frac{V_d}{2} m_a \hat{I}_o \frac{1}{2} (\cos \phi - \cos(2\omega t - \phi))$$

$$i_d^* = \frac{m_a \hat{I}_o}{4} \cos \phi - \frac{m_a \hat{I}_o}{4} \cos(2\omega t - \phi)$$

