**Asignatura**: Electrónica de Potencia
**Especialidad**: Grado de Ing. Tecn. Industriales
**Preactas**: 10/06/2018
**Nombre**:________________________________________

**Fecha**: 30/05/2018
**Convocatoria**: Junio
**Revisión**: 12/06/2018
**Número de Matrícula**:______________

## PROBLEMA 1. (3 puntos)

Un rectificador trifásico controlado de doble onda se alimenta desde una red trifásica de 220/380Vef, 50Hz. Para un ángulo de disparo α=90º, y asumiendo todos los componentes ideales, se pide dibujar la forma de onda de tensión en la carga, y las intensidades por la fase S y por el tiristor $T_A$, para los circuitos de las figuras "a" y "b". Datos: L=800mH ; R=50Ω

$\tau = \frac{L}{R} = \frac{800m}{50} = 16\ ms$

$5\tau >> 3.3\ ms$

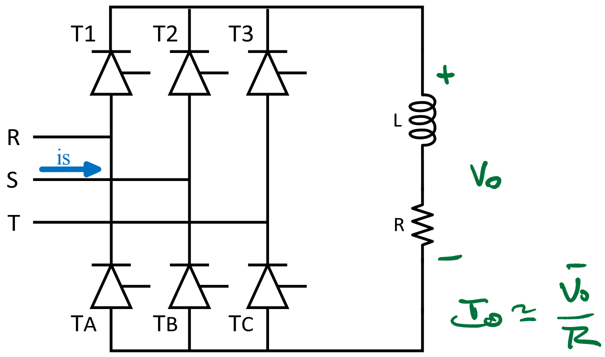



Fig. a

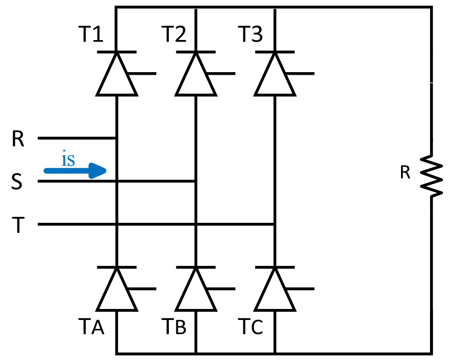


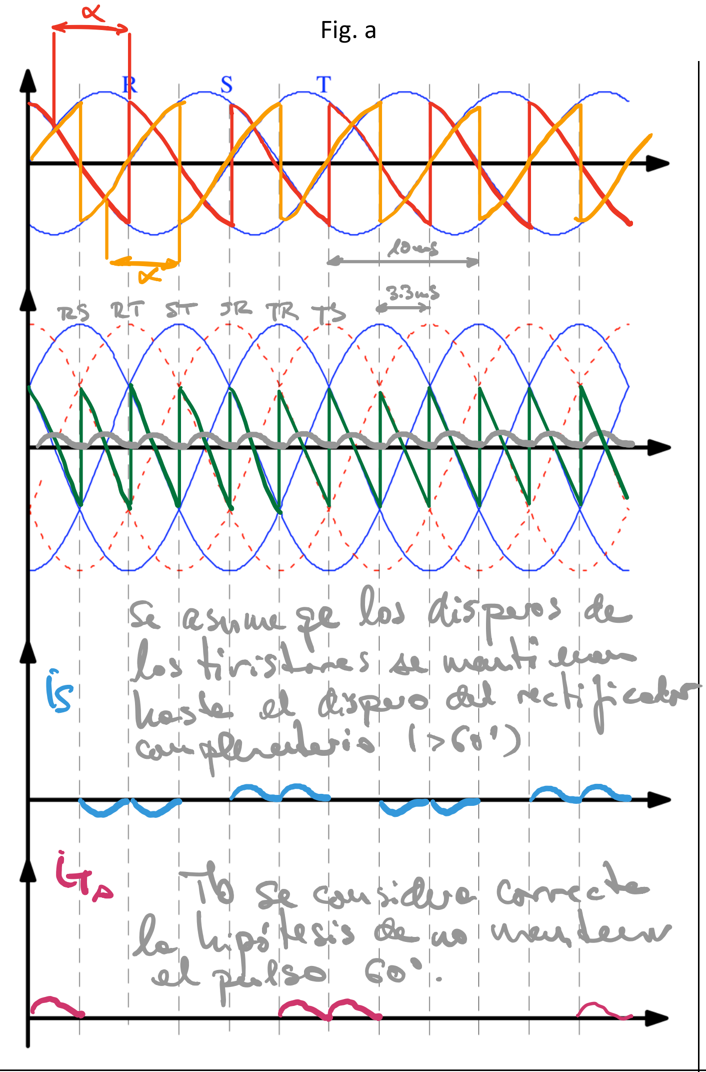

Fig. b

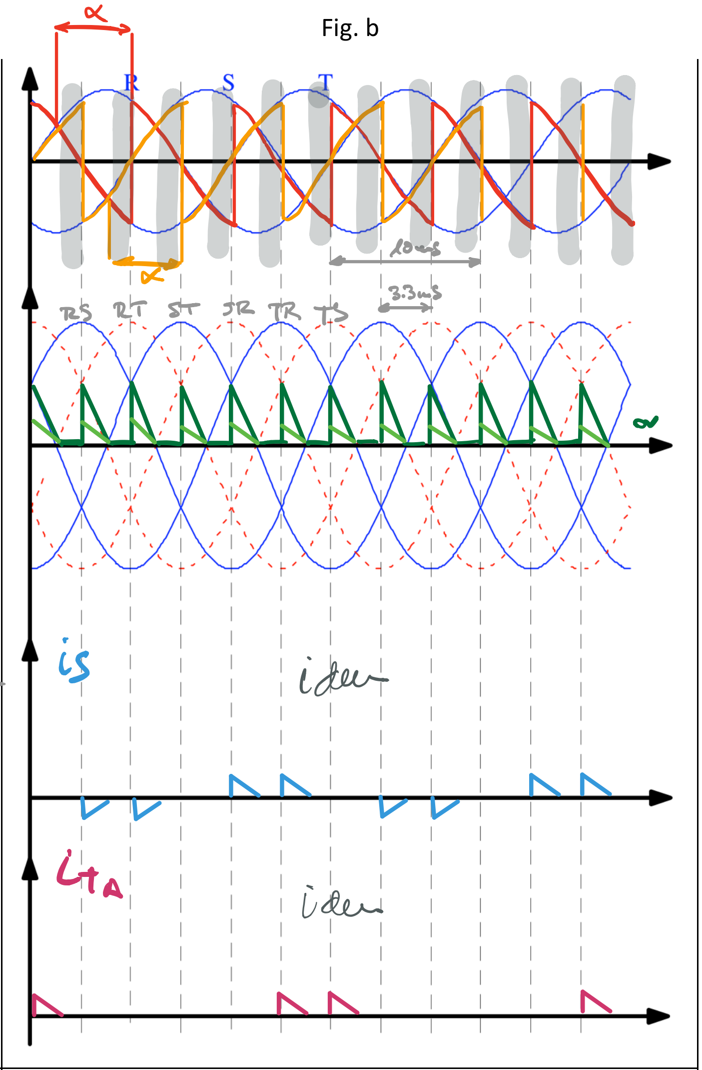
0.5

0.5

0.5

0.5




0.5 + 0.5

| Obtener la ecuación del valor medio de la tensión en la carga en función del ángulo α: | Obtener la ecuación del valor medio de la tensión en la carga en función del ángulo α: |
|---|---|
| $\bar{V_o} = 2\cdot\frac{3}{\pi}\int_{-\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{\pi}{3}+\alpha} 220\sqrt{2}\cos\omega t\, d\omega t = \frac{440}{\sqrt{2}\cdot\pi}\cdot 3\cdot\left[\operatorname{sen}\omega t\right]_{-\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{\pi}{3}+\alpha}$ $= \frac{2\cdot 440\cdot 3}{\sqrt{2}\cdot\pi}\cdot\operatorname{sen}\frac{\pi}{3}\cdot\cos\alpha = \frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{2}\cdot\pi}\cdot 440\cdot\cos\alpha = \boxed{515\cdot\cos\alpha}$ | $\bar{V_o} = \frac{1}{\pi/6}\int_{\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\pi}\sqrt{3}\sqrt{2}\cdot 220\cdot\operatorname{sen}\omega t = 1029\left[-\cos\omega t\right]_{+\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\pi} = 1029\cdot\left(1-\cos\left(\frac{\pi}{3}+\alpha\right)\right) =$ $= 1029\cdot\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \boxed{137V}$ |

## PROBLEMA 2. (3,5 puntos)

El circuito de la figura "a" es un convertidor CC-CC de capacidades conmutadas (Switched Capacitor, SC) de ganancia 2, por lo que $V_{out} = 2V_{in}$. El condensador C toma energía de la entrada ($C_2$) cuando se encienden $Q_2$ y $Q_4$. Esta energía se transfiere a la salida al encender los transistores Q1 y Q3. Los condensadores C1 y C2 son suficientemente grandes como para poder despreciar el rizado de su tensión en cada ciclo de conmutación. Sin embargo, el condensador C aumenta y disminuye su tensión un $\pm\Delta V_c$ respecto a su valor nominal $V_{in}$. El circuito de la figura "b" tiene el mismo principio de funcionamiento, pero incluye una bobina resonante $L_r$ para eliminar las pérdidas de conmutación. Sus formas de onda son las de la figura "c". Se sabe que la potencia que debe procesar $C_r$ es la mitad de la potencia nominal $P_{out}/2$.

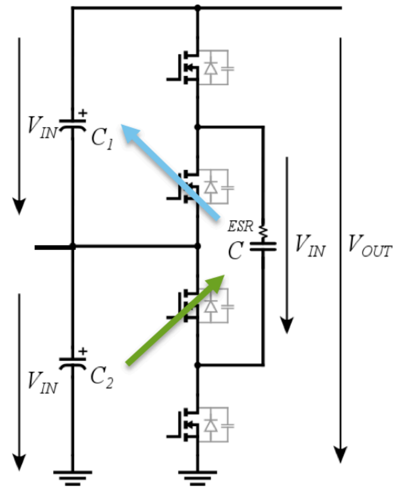



Fig. a

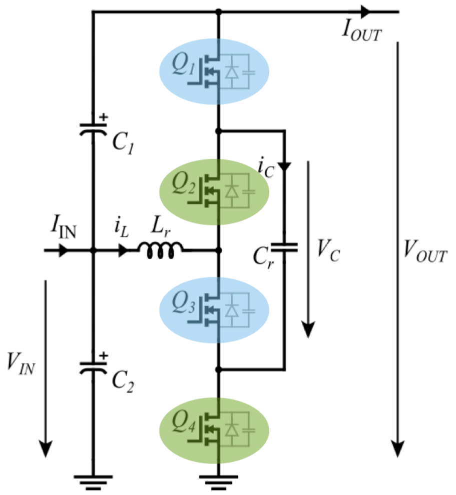



Fig. b

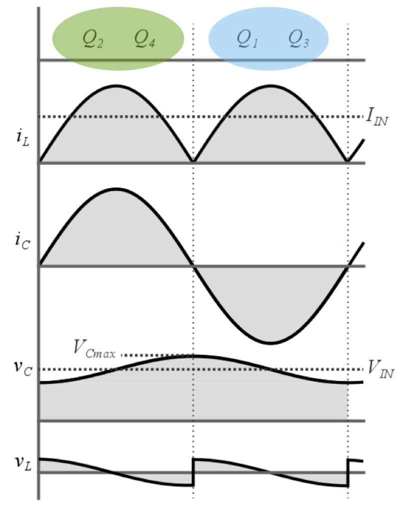



Fig. c

Datos: $V_{in}$ = 400 V; $V_{out}$ = 800 V; $P_{out} \approx P_{in}$ =10kW; $f_s$ = 200 kHz

Asumiendo todos los componentes ideales, se pide:

a) Calcular los valores medio, de pico y eficaz de $i_L$

1

$I_{in} = \frac{10kW}{400V} = 25A = \bar{I}_L = I_{Lp} \cdot \frac{2}{\pi} \Rightarrow I_{Lp} = \frac{25 \cdot \pi}{2} = 39'2A$

$I_{ef} = \frac{I_p}{\sqrt{2}} = 27'8A$

b) Calcular el valor de $C_r$ para que $\pm\Delta V_c = \pm 20V$.
Calcular $L_r$ para que la frecuencia de resonancia sea 200kHz

0.5

$\frac{P_{out}}{2} = 5kW = \Delta E_c \times f \Rightarrow \Delta E_c = \frac{5kW}{200kHz} = 25mJ = \frac{1}{2}C\left((V+\Delta V)^2 - (V-\Delta V)^2\right) = \frac{1}{2}C \cdot 2 \cdot V \cdot \Delta V = C \cdot V \cdot \Delta V \Rightarrow C = \frac{25mJ}{400 \cdot 20V^2} = \frac{25}{8}\mu F \simeq \boxed{3\mu F}$

$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 200k \Rightarrow \sqrt{LC} = \frac{1}{2\pi \cdot 200k} \Rightarrow L = \frac{1}{C}\left(\frac{1}{2\pi \cdot 200k}\right)^2 = \boxed{0'21\mu H}$

c) Calcular la potencia disipada en cada transistor, sabiendo que su equivalente eléctrico en conducción es $R_{dson}$ = 30mΩ

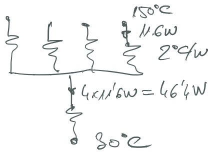
0.5


$i_{ef}^2 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} I_p^2 \cdot \sin^2\omega t \, d\omega t = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot 27'8 = 19'6A$

$P = i_{ef}^2 \cdot R_{DSon} = 19'6^2 \cdot 30m\Omega = \boxed{11.6W}$

d) Sabiendo que los 4 transistores están montados sobre un mismo disipador, calcular su resistencia térmica para que la temperatura de la unión no supere 150ºC. Datos: Tamb = 40ºC, Rjc = 2ºC/W

1

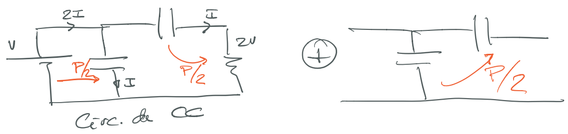



$150 = 30 + 46'4 \cdot R_{sa} + 11'6W \cdot 2°C/W \Rightarrow R_{sa} = \frac{120 - 23'2}{46'4} = \boxed{2°C/W}$

e) Justificar por qué la potencia procesada por $C_r$ es sólo la mitad de la potencia de salida, $P_{out}/2$.

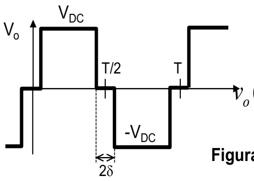
0.5

Podemos analizarlo como un circuito de continua y otro de conversión de potencia



## PROBLEMA 3. (3,5 puntos)

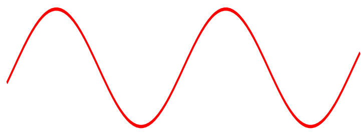
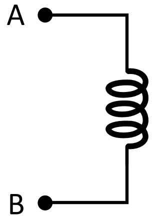
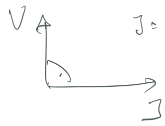
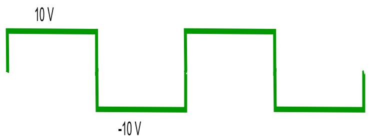
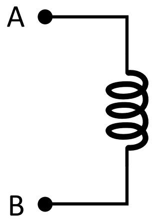
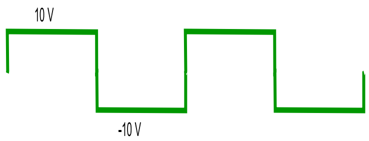
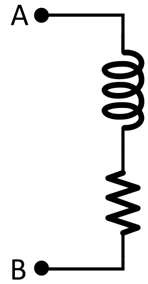
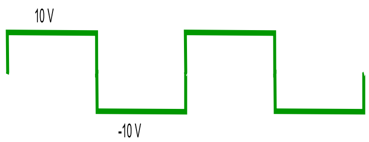
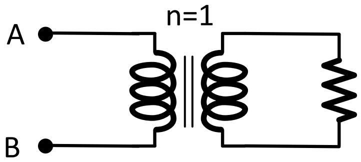
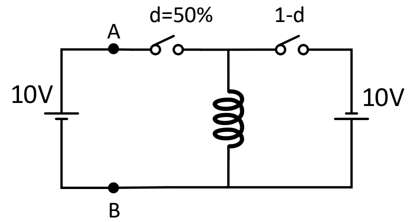
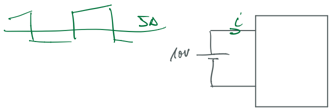
Sabiendo que una forma de onda cuadrada como la de la figura 1 se puede expresar como la suma de infinitos armónicos descrita en la ecuación, se pide calcular las potencias activa y reactiva consumidas por cada uno de los dipolos A-B de la tabla adjunta. Nota: se considera suficiente la contribución de los 3 primeros armónicos en caso de no poder calcularse de forma exacta. La intensidad media en las bobinas, incluida la magnetizante, es $\bar{\imath}_L = 10\ A$ , salvo cuando esté definida por el propio circuito




$$v_o(t) = V_{DC} \sum_{n=1,3,5} \frac{4}{n\pi} \cos(n\delta)\sin(n\omega t)$$

Figura 1

Datos:
$V_{dc}$ = 10V
L = $L_m$ = 100 μH
R = 1 Ω
T = 100 μs

| | | |
|---|---|---|
| $v_{AB} = 40/\pi \sin\omega t$  |  | P = $\varnothing$<br>Q = $V \cdot I \cdot \sin\varphi = \frac{V^2}{\omega L} = \left(\frac{40}{\sqrt{2}\pi}\right)^2 \cdot \frac{1}{2\pi}$ \| $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ; $\omega = \frac{2\pi}{100\mu}$ ; $\omega L = 2\pi$<br> $I = \frac{V}{j\omega L}$ $\boxed{Q = \frac{1600}{4\pi^3} = 12.9\ VA}$ |
| $v_{AB} = \pm 10V$  |  | P = $\varnothing$ $Q = \sum_j V_j I_j \cdot \sin\varphi_j$ ; $I_j = \frac{V}{\omega_j L} = \frac{V}{2\pi f_j \cdot L}$<br>Q = 14'9 VA<br>$V_1 = \frac{40}{\pi}\sin\omega t$<br>$V_3 = \frac{40}{3\pi}\cdot\sin 3\omega t$<br>$V_5 = \frac{40}{5\pi}\sin 5\omega t$<br>$\left(\frac{40}{\sqrt{2}\pi}\right)^2\left[\frac{1}{\omega L} + \frac{1}{3^2\omega L} + \frac{1}{5^2\omega L}\right] = \frac{1600}{2\pi^2}\cdot\frac{1}{2\pi f}\cdot\frac{1}{100\mu}\left(1+\frac{1}{9}+\frac{1}{25}\right)$<br>$= \frac{400}{\pi^3}\cdot\left(\frac{259}{225}\right) = \frac{400}{\pi^3}\cdot 1'15 = 14'9\ VA$ |
| $v_{AB} = \pm 10V$  |  | P = 2 W<br>Q = 13 VA<br>$I_n = \frac{V_n}{R + j\omega_n L}$ ; $I_n = \frac{V_n}{\sqrt{R + (n\omega L)^2}}$ ; $\varphi_n = \arctan\frac{\omega_n L}{R}$<br>$P = \sum_j I_j^2 \cdot R$ ; $Q = \sum_j V_j I_j \sin\varphi_j$ \| $I \equiv i_{ef}$ ; $V \equiv V_{ef}$<br>n \| V (V) \| I (A) \| φ (rad) \| P (W) \| Q (VA)<br>1 \| 9 V \| 1.41 A \| 1.41 \| 2W \| 12.5 VA<br>3 \| 3 V \| 0.15 A \| 1.51 \| 0.02 W \| 0.47 VA<br>5 \| 1,8V \| 0.06 A \| 1.53 \| 0.003 W \| 0.10 VA<br>\| \| \| \| $\underline{2.02W}$ \| $\underline{13.07\ VA}$ |
| $v_{AB} = \pm 10V$  |  | P = $10^2/R = 100W$<br>Q = 14'9 VA como en el 2º caso |
|  | | P = $10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 = 50W$<br>Q = $0 = \sum V_j I_j \cdot \sin\varphi_j$<br> |

0.5
1
1
0.5
E
0.5

Declaro que he realizado este examen exclusivamente con mis propios conocimientos, sin información proveniente de otras personas ni de cualquier otro medio

Firmado: