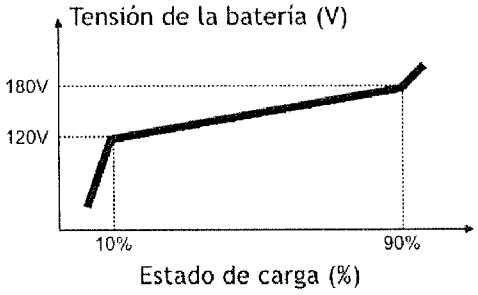
Asignatura: Electrónica Industrial (4ºGITI - Ing. Eléctrica) **Fecha:** 09/01/2020 **TIPO A**

Parte I. 1h 30m Publicación de notas: 23 de enero Revisión de examen: 27 de enero 16h.

Un vehículo eléctrico incorpora una batería que alimenta todos sus sistemas. La batería de este vehículo presenta una tensión en función del estado de carga como muestra la figura. El sistema de gestión de la batería asegura que la batería se utiliza siempre cuando su estado de carga está entre el 10% y el 90%.



PROBLEMA 1 (3,8 puntos) por apartados 0,8-0,8-1,0-1,2

Para uno de los sistemas del vehículo, se necesita generar una tensión continua y constante (Us) igual a 240V para alimentar una carga resistiva de 360Ω desde la batería, para lo que se utiliza un convertidor dc-dc tipo elevador. En este convertidor, se puede suponer que la inductancia (L) es muy grande y por tanto, la corriente por la bobina es constante. Se pide:

a) Ciclo de trabajo máximo y mínimo del transistor T.
b) Máxima corriente por la bobina.
c) Potencia disipada en el transistor MOSFET (R*dson*=100mΩ) para el peor caso.
d) Valor del condensador C para que, en el peor caso, el rizado de tensión de salida sea de 2,4V si la frecuencia de conmutación es igual a 50kHz.

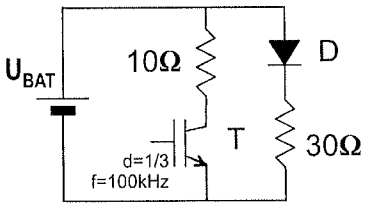
PROBLEMA 2 (3,8 puntos) por apartados 1,0-1,4-1,4

Otro de los elementos que incorpora el vehículo es una bobina (L=50mH) que debe ser alimentada con una tensión alterna de 90V eficaces y 800Hz de frecuencia. Se elige un inversor con estructura de puente completo compuesto por 4 IGBTs y sus correspondientes diodos en antiparalelo y se emplea un control por fase desplazada. Se pide:

a) Calcular la variación del ángulo **Θ** del inversor para mantener una tensión de salida eficaz igual a 90V.
b) Dibujar un ciclo completo de la onda de tensión de salida (Us) y de la corriente por la carga, indicando los semiconductores por los que circula.
c) Obtener la ecuación matemática de que indique el valor del pico de la corriente por la bobina en función del valor de U_{BAT}. Indicar el valor máximo de esta corriente.

PROBLEMA 3 (2,4 puntos) por apartados 0,6-0,9-0,9

Por último, uno de los circuitos de protección y monitorización del vehículo que también se alimenta de la batería, incorpora un diodo y un transistor como muestra la figura. Se pide:



a) Calcular la potencia máxima y media que, en el peor caso,

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Asignatura: Electrónica Industrial (4ºGITI - Ing. Eléctrica) **Fecha:** 09/01/2020 **TIPO A**

Parte II. 1h 30m Publicación de notas: 23 de enero Revisión de examen: 27 de enero 16h.

PROBLEMA 1 (6 puntos) por apartados 3,0-1,0-1,0-1,0

Se dispone de un rectificador de media onda controlado conectado a una red trifásica equilibrada de 50Hz y 230V eficaces de tensión fase-neutro. Los tiristores del rectificador se pueden considerar ideales y se disparan con un ángulo α=60º. Este rectificador se emplea para alimentar varias cargas y se desea valorar su comportamiento ante algunas de ellas.

a) Para todas las cargas que se indican a continuación, dibujar la forma de onda de la tensión y la corriente de salida y calcular el valor medio de tensión de salida.

Carga.1: Resistiva R=10Ω.

Carga.2: Resistiva-inductiva R=10Ω y L=800mH.

Carga.3: Resistiva-inductiva R=10Ω y L=800mH y diodo de libre circulación.

Carga.4: Batería con resistencia en serie: U_{BAT}=162,5V; R=10Ω.

b) Para la carga 2, calcular el factor de potencia del rectificador.

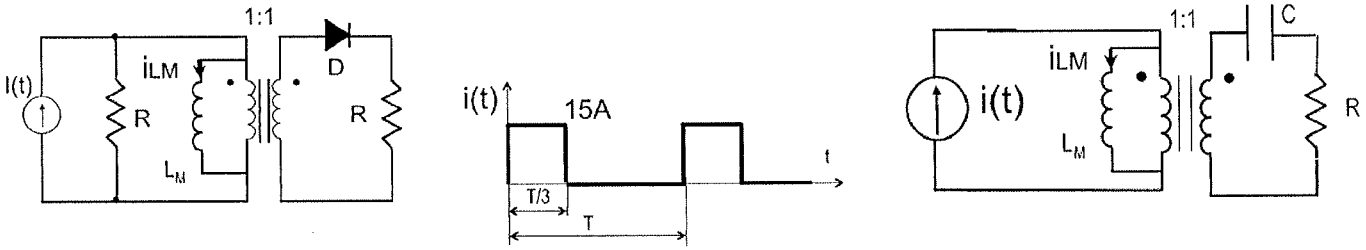
c) Para la carga 3, calcular las pérdidas en el diodo de libre circulación (V_γ=1V y Rd=50mΩ).

d) Para la carga 4, calcular el tiempo necesario para realizar una carga completa de la batería si ésta tiene una capacidad de 50A·h.

PROBLEMA 2 (2 puntos) por apartados 1,0-1,0

Para los dos circuitos que se muestran, hallar el valor de la corriente magnetizarte por el transformador (puede considerarse que la inductancia magnetizarte es de alto valor y, por tanto, su corriente es constante). Para ambos circuitos, la entrada es una fuente de corriente que también se muestra en la figura

Circuito 1 *Corriente de entrada* *Circuito 2*



PROBLEMA 3 (2 puntos) por apartados 0,6-0,6-0,8

El regulador de la figura se alimenta desde una tensión alterna cuadrada de valor ±100V y 50Hz. La carga debe recibir también una tensión alterna y para ello se disparan los tiristores con un α=120º en cada semiciclo de Ue. La carga está compuesta de una resistencia (R=20Ω) y una bobina (L=33,3mH) en paralelo.

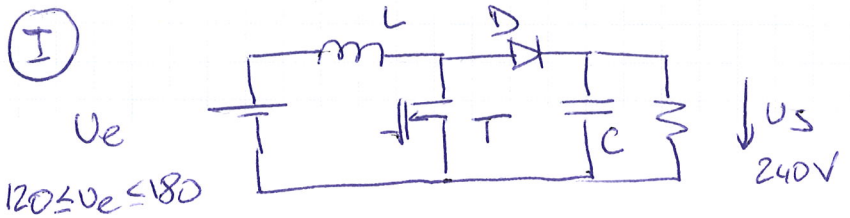
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

(I)



$120 \le U_e \le 180$ $\qquad R = 360\,\Omega$

a) $U_s = \dfrac{U_e}{1-d} \Rightarrow d = 1 - \dfrac{U_e}{U_s}$ $\qquad U_e = 180V \Rightarrow d = 0{,}25$

$U_e = 120\ V \Rightarrow d = 0{,}5$

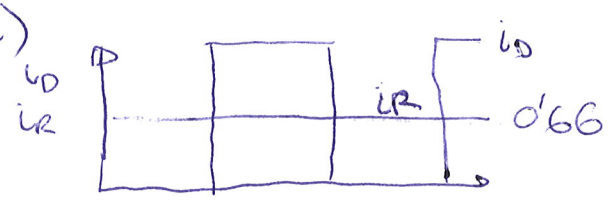
b) El peor caso de corriente por la bobina tendrá lugar para $U_e = 120V$:

$$P_e = P_s \Rightarrow U_e \cdot I_L = \frac{U_s^2}{R} \Rightarrow I_L = \frac{U_s^2}{R U_e} = \frac{240^2}{360 \cdot 120} = 1{,}33A$$

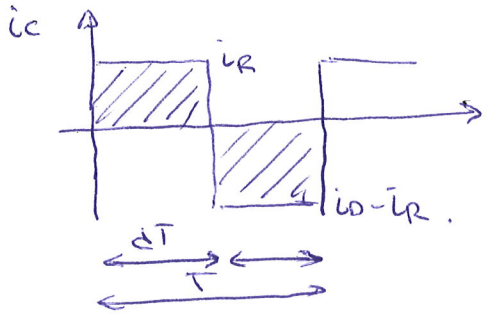
c) $P_{MOSFET} = R_{DSON} \cdot I_{T,ef}^2$ el peor caso tiene lugar cuando U_e es la menor ya que la corriente es mayor y también el ciclo de trabajo.

$$I_{ef} = I_L\sqrt{d} = 1{,}33 \cdot \sqrt{0{,}5} = 0{,}94\ A \qquad P = 88\ mW$$

d)



$i_R = 0{,}6A$



$$i = C\frac{dU_C}{dt} = C\frac{\Delta U_C}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow C = \frac{i \cdot \Delta t}{\Delta U_C} = \frac{i_R \cdot dT}{\Delta U_C}$$

El peor caso será cuando d sea mayor (120V)

$$C = 0{,}66 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{1}{\ldots}$$

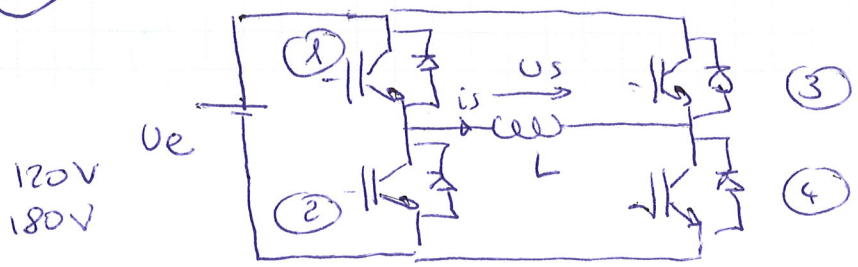
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

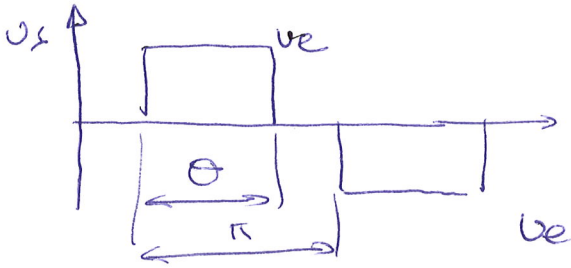
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.
Documento impreso sobre papel Certificado F.S.C. (Gestión Forestal Sostenible)

II



a)

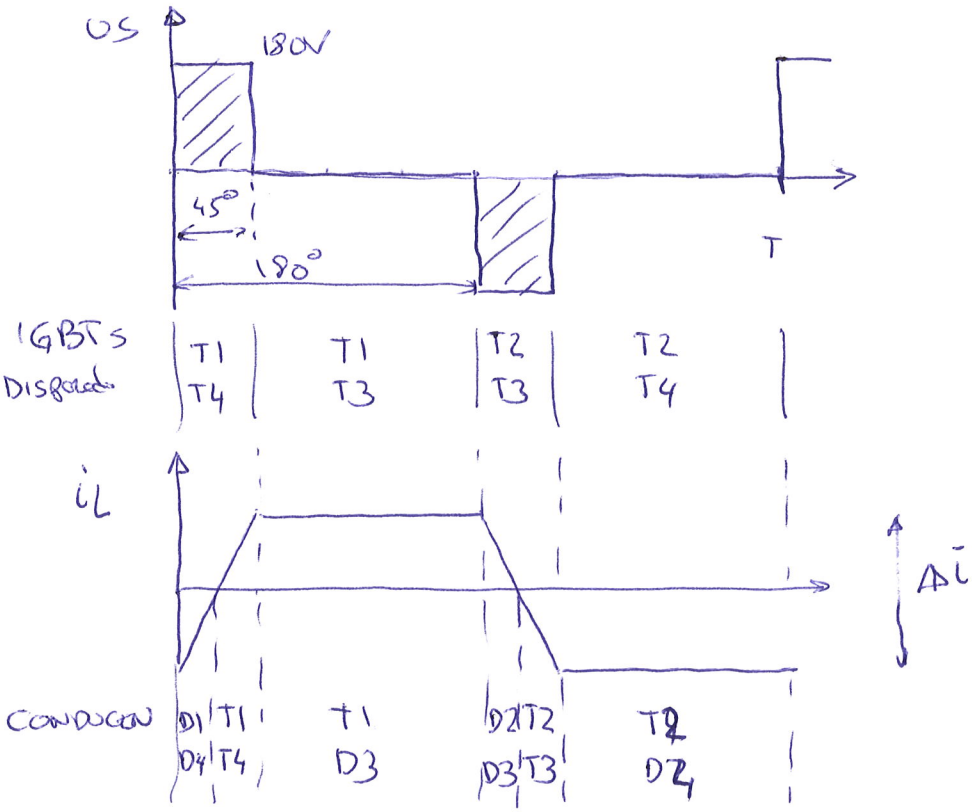


$$U_{s,EF} = U_e \sqrt{\frac{\theta}{\pi}}$$

$U_e = 180V \Rightarrow \theta = 0{,}785\ rad\ (45°)$

$U_e = 120V \Rightarrow \theta = 1{,}767\ rad\ (101°)$

b) Para $U_e = 180V$ $\theta = 45°$



$f = 800Hz$

$T = 1{,}25ms$

$$U_e = L\frac{di_L}{dt}$$

c) $\Delta i = \frac{U_e}{L}\Delta t$. Hay que obtener Δt en función de U_e

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

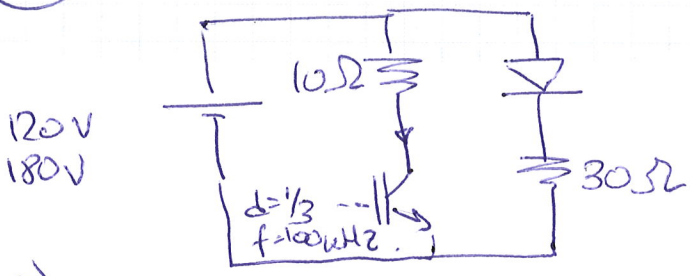
- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

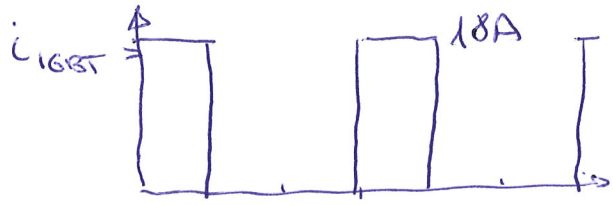
$i_{pico} = 50{,}625 \frac{1}{U_e}$ $i_{pico,max} = 0{,}42A$ ($U_e = 120V$)

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.
Documento impreso sobre papel Certificado F.S.C. (Gestión Forestal Sostenible)

III



a) El peor caso de disipación será para $U_e = 180V$.



$i_{IGBT,MAX} = \frac{180}{10} = 18A$.

$i_{IGBT,MED} = 6A$.

$i_D = \frac{180}{30} = 6A$

$P_{DIODO} = V_\gamma \cdot I_M + r_d \cdot I_{ef}^2 = 1 \cdot 6 + 0 = 6W$ (constante)

$P_{IGBT} = U_{CE,SAT} \cdot I_M = 2 \cdot 6 = 12W$ ($P_{MAX} = 36W$)

b) DIODO

$T_{U,MAX} = T_A + R_{\theta UC} \cdot P + R_{\theta CR} \cdot P + R_{\theta RA} \cdot P$

$130 = 30 + 6\,(1 + 0 + R_{\theta RA}) \Rightarrow R_{\theta RA} = 15{,}6\,°C/W$

IGBT (A.F)

$T_{U,MAX} = T_A + R_{\theta UC} \cdot P_{MED} + \cancel{R_{\theta CR} \cdot P_{MED}} + R_{\theta RA} \cdot P_{MED}$

$130 = 30 + 1 \cdot 12 + 0 + R_{\theta RA} \cdot 12 \Rightarrow R_{\theta RA} = 7{,}3\,°C/W$

c)

$T_{U,MAX} = T_A + R_{\theta UC} \cdot P_{IGBT} + R_{\theta CR} \cdot P + R_{\theta RA}\,(P_D + P_{IGBT})$ (el IGBT está peor)

$130 = 30 + 1 \cdot 12 + 0 + R_{\theta RA}\,(6 + 12)$

$R_{\theta RA} = 1{,}8\,°C/W$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

IV

Formas de onda (ver hoja anexa)

U_s

Carga R.

$$U_s = \frac{230\sqrt{2}}{2\pi/3}\int_{\pi/2}^{\pi} \operatorname{sen}(\omega t)\, d(\omega t) = 155{,}3\ V$$

carga RL se puede asumir corriente constante ya que $\tau = \frac{L}{R} = 80\,ms$ y el periodo de U_s es 6,6 ms.

por tanto

$$U_s = \frac{3\cdot 230\sqrt{2}}{\pi}\operatorname{sen}\frac{\pi}{3}\cdot\cos\underset{\substack{\uparrow\\ 60^\circ}}{\alpha} = 134{,}5\,V$$

carga RL + Diodo L.C.

La tensión es idéntica al caso resistivo y por tanto

$$U_s = 155{,}3\,V$$

carga Bateria + R

$$U_s = \frac{1}{2\pi/3}\left[230\sqrt{2}\int_{\pi/2}^{5\pi/6}\operatorname{sen}(\omega t)\, d(\omega t) + 162{,}5\int_{5\pi/6}^{7\pi/6} d(\omega t)\right] = 215{,}7\,V$$

i_s

Carga R $\quad i_{pico} = \frac{230\sqrt{2}}{10} = 32{,}5\,A$

carga RL $\quad i = \frac{134{,}5}{10} = 13{,}45\,A$

Carga RL + Diodo L.C $\quad i = \frac{155{,}3}{10} = 15{,}53\,A$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

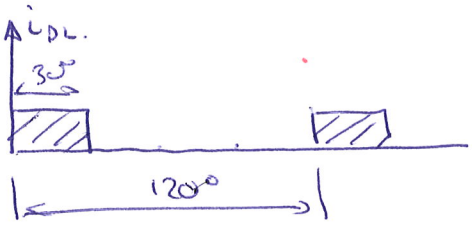
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.
Documento impreso sobre papel Certificado F.S.C. (Gestión Forestal Sostenible)

b) F.P. carga RL

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{U_{S,MED} \cdot I}{3 \cdot U_{e,EF} \cdot I_{e,EF}} = \frac{134,5 \cdot 13,45}{3 \cdot 230 \left(13,45\sqrt{1/3}\right)} = 0,33$$

c) El diodo de libre circulación conduce 30° una corriente de 15,53A en cada tramo de 120°.



$$I_{MED\,1A} = \frac{15,53}{4} = 3,88\,A$$

$$I_{EF} = 15,53\sqrt{1/4} = 7,76\,A.$$

$$P = V_\gamma \cdot I_M + r_d \cdot I_{EF}^2 = 1 \cdot 3,88 + 0,05 \cdot 7,76^2 = 6,89\,W$$

d) La corriente media por la batería es:

$$I_{BAT,MED} = \frac{U_{S,MED} - U_{BAT}}{R} = \frac{215,7 - 162,5}{10} = 5,32\,A.$$

Para cargar una batería de 50A·h hacen falta:

9h 24m

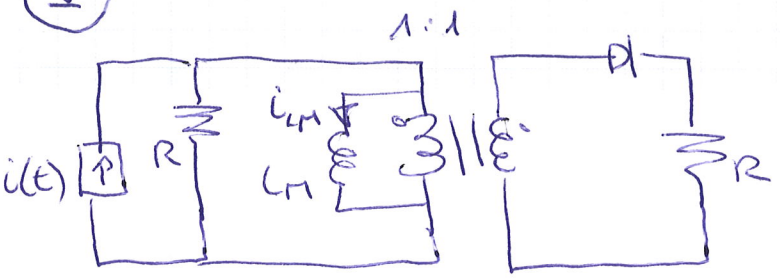
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

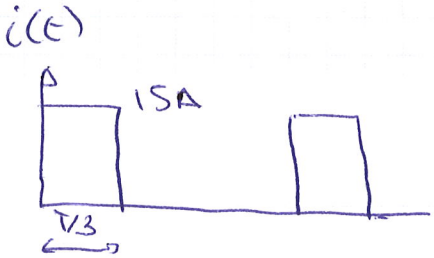
- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.
Documento impreso sobre papel Certificado F.S.C. (Gestión Forestal Sostenible)

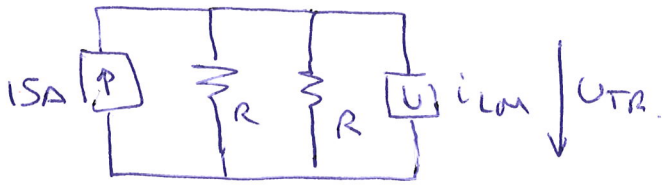
V



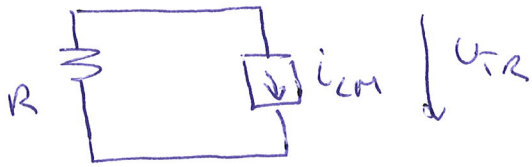


1

↳ circ. equiv I



circ. equiv II

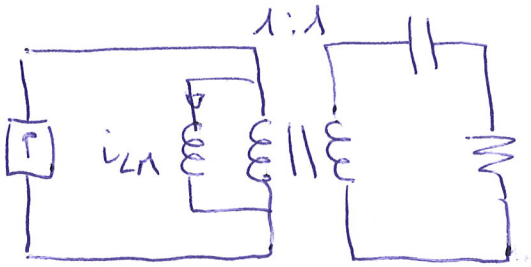


Haciendo balance en el transformador:

$$(15 - i_{LM})\frac{R}{2}\frac{T}{3} + (-i_{LM})R\frac{2T}{3} = 0$$

$$\boxed{i_{LM} = 3A}$$

2



Al tener un condensador en serie con el secundario, el valor medio de la corriente por la parte ideal del transformador es cero. Por tanto $\boxed{i = 5A}$

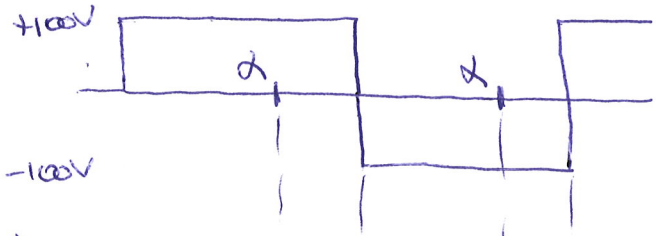
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

VI

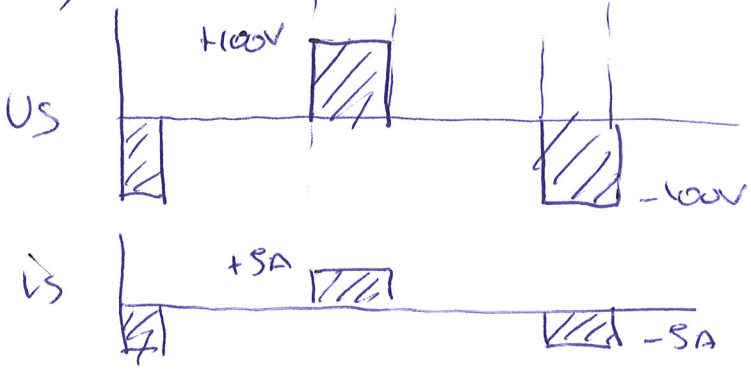


$f = 50\,Hz$

$T = 20\,ms$

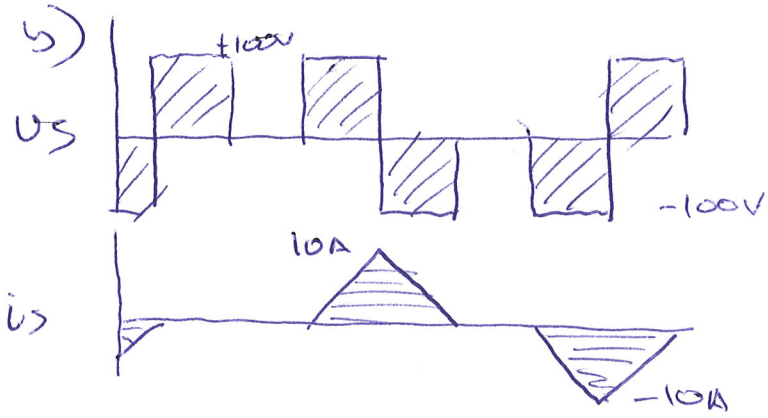
$T/2 = 10\,ms.$

a)



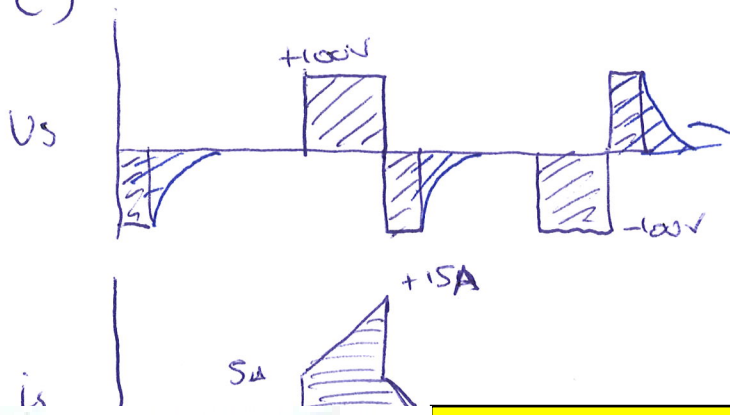
$$P_R = \frac{100^2}{20} \cdot \frac{1}{3} = 166\,W$$

b)



$$i_{pico} = \frac{U}{L} t = \frac{100}{33{,}3 \cdot 10^{-3}} \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-3} = 10\,A.$$

c)



Este último intervalo es una exponencial que resulta de tener una bobina cargada y una resistencia en paralelo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Documento impreso sobre papel Certificado F.S.C. (Gestión Forestal Sostenible)