

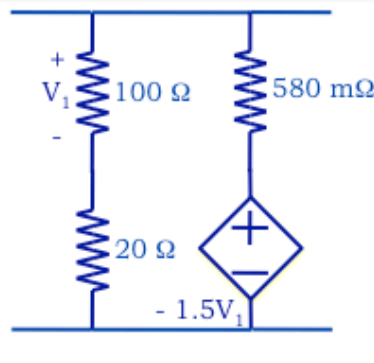
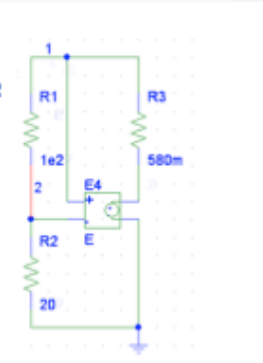
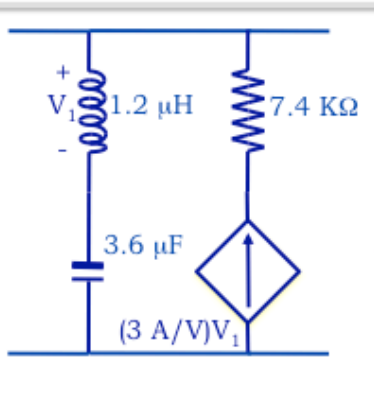
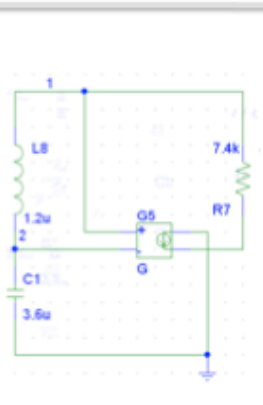
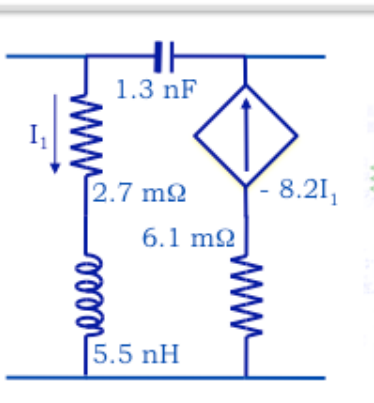
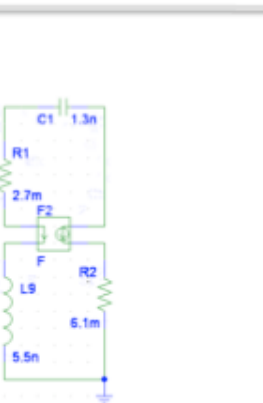
# Apéndice 1: Soluciones de los ejercicios propuestos

## 1 Contenido y observaciones

En este apéndice se muestran las soluciones de los distintos ejercicios propuestos en los temas anteriores. Se ha procurado que cada solución sea autoexplicativa, pero en algunos casos se ha juzgado conveniente proporcionar algún comentario adicional. Tales comentarios adicionales se incluyen a continuación, siendo identificados por la mención del tema y el problema concretos a los que se refieren.

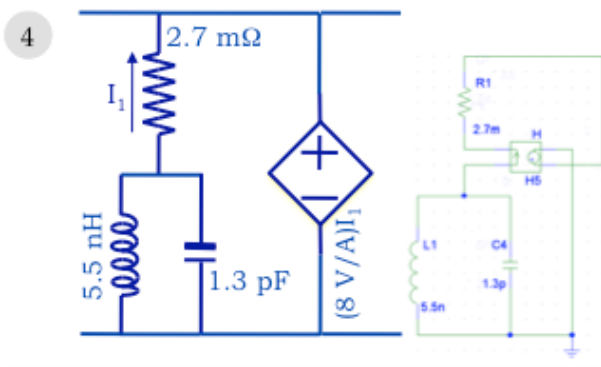
### Soluciones de ejercicios propuestos. Tema I

Dibujad en PSpice los esquemas correspondientes a los circuitos que se indican

<p>1</p> 		<p>Hay que asegurar que la corriente entre en R1 por el terminal conectado al nudo 1 con objeto de que <math>V_1</math> tenga la polaridad indicada en el enunciado del ejercicio.</p> <p>Se ha asignado un valor de -1.5 al parámetro GAIN de la fuente.</p>
<p>2</p> 		<p>Hay que asegurar que la corriente entre en L8 por el terminal conectado al nudo 1 con objeto de que <math>V_1</math> tenga la polaridad indicada en el enunciado del ejercicio.</p> <p>Se ha asignado un valor de 3 al parámetro GAIN de la fuente.</p> <p>Hay un cruce de conexiones en la salida de la fuente para que el sentido de la corriente proporcionada por ella coincida con el establecido en el enunciado.</p>
<p>3</p> 		<p>Hay que asegurar que la corriente entre en R1 por el terminal superior con objeto de que el esquema de PSpice sea coherente con el enunciado.</p> <p>Se ha asignado un valor de 8.2 al parámetro GAIN de la fuente, de modo que eso equivale a un cambio de sentido en la fuente del enunciado, con lo que se evita un cruce de conexiones en el esquema de PSpice.</p>

## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema I (continuación)

Dibujad en PSpice los esquemas correspondientes a los circuitos que se indican



Hay cruce de conexiones porque se mantiene el valor original de GAIN y el positivo de la fuente ha de estar conectado al terminal superior de R1. Ésta ha de estar dispuesta de modo que la corriente entre por el terminal inferior.

### Ejercicios del Tema I.

Préstese una atención especial a los valores asignados al parámetro GAIN en las distintas fuentes. Como puede observarse en las figuras precedentes, estos valores tienen dimensiones diferentes, dependiendo del tipo concreto de fuente dependiente al que se hace referencia. Para permitir la familiarización de los lectores con las distintas dimensiones, en las figuras se indican explícitamente aquéllas.

### Ejercicios del Tema II.

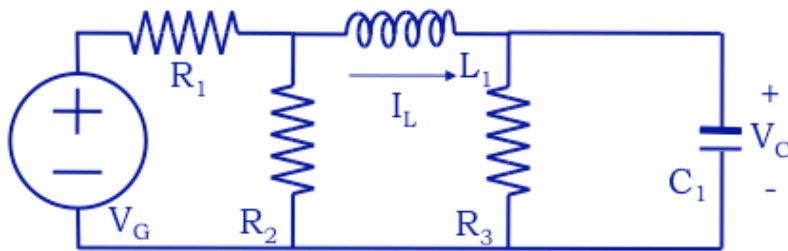
Volvemos a hacer hincapié en la circunstancia de que el lector ha de tener el discernimiento suficiente para juzgar si debe utilizar el programa PSpice o si es preferible recurrir a un cálculo manual a la hora de resolver un problema de análisis de circuitos. Los dos problemas que se han seleccionado en este apartado son de los que admiten una rápida y sencilla solución por simple cálculo manual, con lo que esta opción es mucho más aconsejable que la de utilizar PSpice.

En los problemas del tema II se utiliza un criterio que se mantiene, salvo indicación explícita en contra, a lo largo de todo este texto: en los elementos pasivos, la corriente entra por su terminal izquierdo si están en posición horizontal y lo hace por su terminal superior si están colocados verticalmente; los elementos activos se colocan de forma que las corrientes que entran en o salen de ellos tienen sentidos coincidentes con los de las corrientes en los elementos pasivos adyacentes.

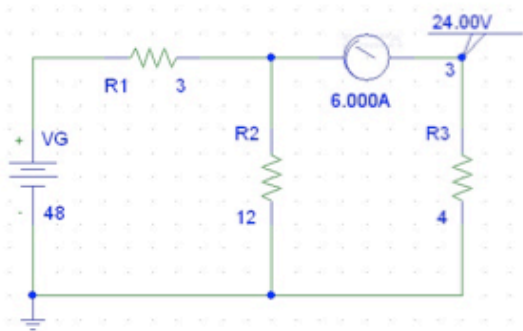
**Problema 2.** La tensión pedida es la del nudo 1, ya que el valor obtenido para la tensión en un nudo es la que hay entre dicho nudo y el de tierra; es decir,  $V_G \approx 24 \text{ V}$ .

## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema II

- 1 En el circuito de la figura la fuente es continua. Obtened los valores de  $I_L$  y  $V_C$



$$\begin{aligned} V_G &= 48 \text{ V} & R_1 &= 3 \Omega \\ L_1 &= 1 \mu\text{H} & R_2 &= 12 \Omega \\ C_1 &= 5 \text{ nF} & R_3 &= 4 \Omega \end{aligned}$$

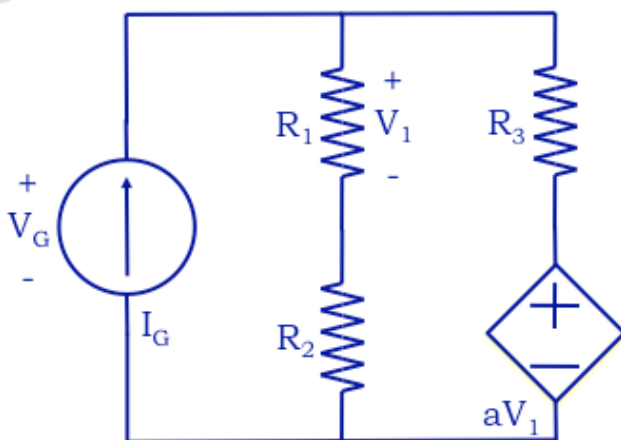


La inductancia (un cortocircuito) ha sido sustituida por un amperímetro (caída de tensión nula, cortocircuito), que proporciona directamente el valor de la corriente  $I_L$ .

La capacidad ha sido sustituida por un circuito abierto. Se han eliminado las conexiones entre ella y el resto del circuito. La tensión en la capacidad coincide con la que hay en  $R_3$  (es decir, en el nudo 3) ya que ambos elementos están en paralelo.

El sentido de  $I_L$  es tal que la corriente entra en el amperímetro por el extremo hacia el que apunta la aguja del aparato. Coincide, pues, con el establecido en el enunciado del problema.

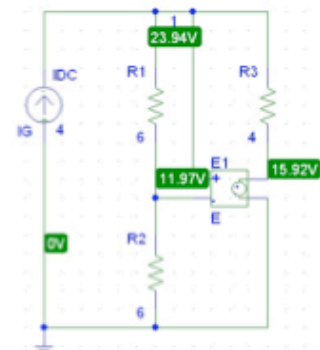
- 2 En el circuito de la figura la fuente independiente es continua. Obtened el valor de  $V_G$



$$\begin{aligned} I_G &= 4 \text{ A} & R_1 &= 6 \Omega \\ a &= 4/3 & R_2 &= 6 \Omega \\ & & R_3 &= 4 \Omega \end{aligned}$$

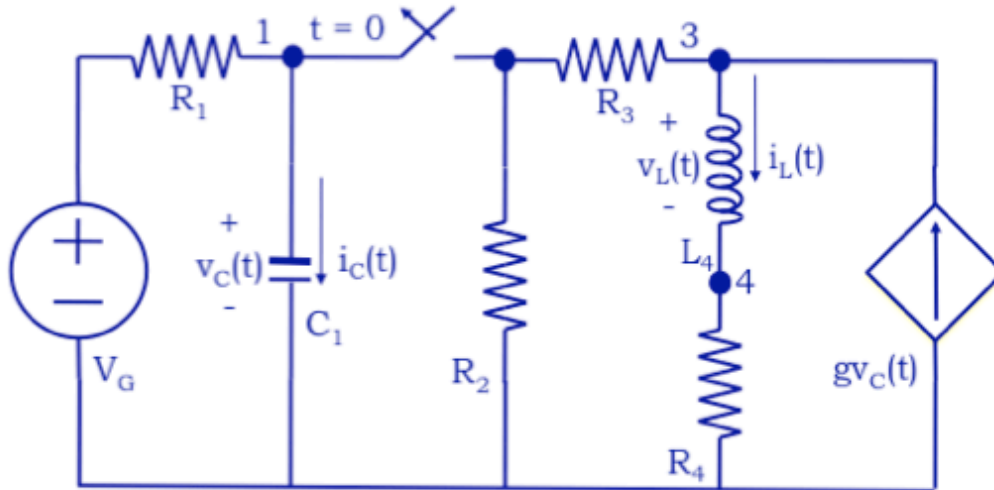
Al parámetro GAIN de la fuente dependiente se le ha asignado un valor de 1.33 (no es preciso utilizar muchos decimales), ya que la caracterización de dicha fuente no admite valores fraccionarios. Ésa es la razón de que los datos de tensión no sean números exactos, que son los que se obtienen realizando el cálculo manual.

Obsérvese que la polaridad de la fuente de corriente es contraria aparentemente a la definida en la teoría, de forma que la corriente entra en ella por el extremo inferior, con lo que finalmente sí hay la concordancia aludida.



## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema III

- 1 Representad gráficamente las variaciones con el tiempo, para  $t \geq 0$  s, de las corrientes y las tensiones en la capacidad y la inductancia del circuito adjunto. ¿Cuánto valen tales magnitudes para  $t=0$  s y para  $t=\infty$  s?



$$V_G = 1 \text{ V}, g = 2 \text{ S}, C_1 = 1 \text{ F}, L_4 = 1 \text{ H}$$

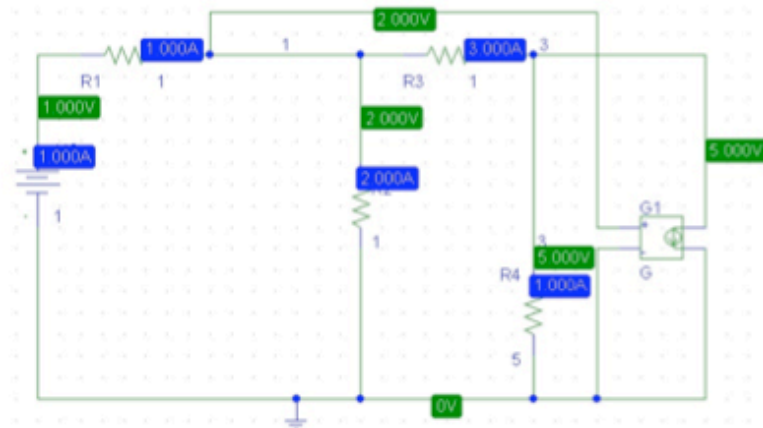
$$R_1 = 1 \text{ } \Omega, R_2 = 1 \text{ } \Omega, R_3 = 1 \text{ } \Omega, R_4 = 5 \text{ } \Omega$$

### CONDICIONES INICIALES

El primer paso consiste en determinar los valores de  $v_C$  e  $i_L$  en  $t=0$  s.

Para ello se considera el régimen DC inicial en el que la inductancia es un cortocircuito y la capacidad un circuito abierto; los valores hallados no pueden cambiar instantáneamente, por lo que coincidirán con los correspondientes al inicio del régimen DC final (que también es el inicio del régimen transitorio).

Este cálculo se realiza con ayuda del circuito adjunto, que es sometido a un análisis en continua. La ganancia ha sido cambiada de signo para que el sentido de la corriente de la fuente dependiente coincida con el establecido en el enunciado.



$$v_C(0) = V(1) = 2 \text{ V}$$

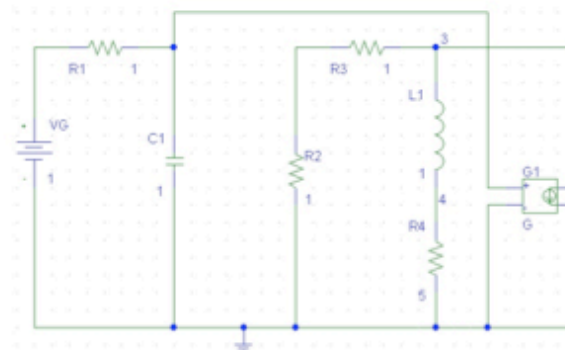
$$i_L(0) = I(R4) = 1 \text{ A}$$

## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema III (continuación)

### RÉGIMEN TRANSITORIO

Tras el cambio de posición del interruptor, el circuito queda como se indica en la figura adjunta. Obsérvese que, por comodidad en el dibujo, se ha indicado que la fuente dependiente entrega la corriente hacia abajo; para tener la situación original, basta con cambiar el signo de la ganancia.

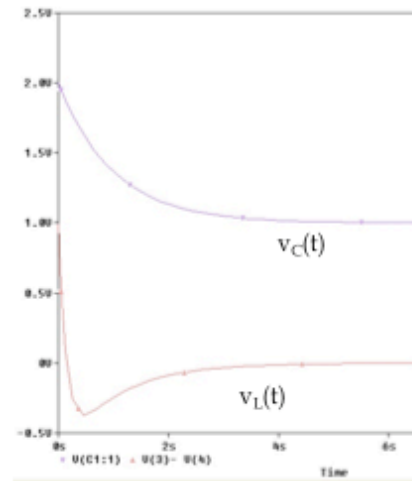
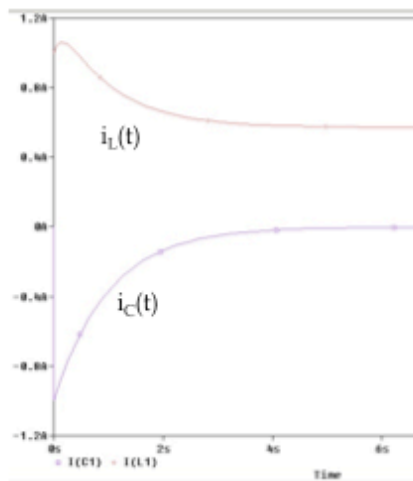
Obsérvese que ahora hay que considerar explícitamente la inductancia y la capacidad, ya que está desarrollándose el régimen transitorio. La inductancia, la capacidad y  $R_2$  y  $R_4$  han sido dibujadas de forma que las corrientes entren por sus terminales superiores (los valores iniciales son los indicados en la diapositiva anterior); en  $R_1$  y  $R_3$  las corrientes entran por sus terminales izquierdos.



$$v_C(0) = V(1) = 2 \text{ V}$$

$$i_L(0) = I(R4) = 1 \text{ A}$$

### VARIABLES EN RÉGIMEN TRANSITORIO



Como puede observarse, los valores finales de las variables son nulos en los casos de  $i_C(t)$  y  $v_L(t)$ , ya que el circuito está bajo la excitación DC final y el régimen transitorio ya se ha extinguido. Los valores iniciales de  $i_C(t)$  y  $v_L(t)$  son -1 A y 1 V. Obsérvese que se ha producido un salto en los valores de estas variables con relación a los que tenían al final del régimen DC inicial.

### Ejercicios del Tema III.

El único problema propuesto relativo al régimen transitorio resume todos los conceptos pertinentes con relación a dicho régimen desde el punto de vista de los objetivos de este texto.

Los valores iniciales de la tensión en la capacidad y la corriente en la inductancia se calculan como se indicó para los problemas del tema II. De nuevo conviene valorar si es más sencillo utilizar PSpice para determinar tales valores, o si es más sencillo y más rápido recurrir al cálculo manual. Conviene resaltar que este cálculo no puede obviarse, ya que los valores obtenidos tienen una influencia decisiva en el resultado final del ejercicio. A este respecto se recomienda al lector que repita el ejercicio considerando unos valores iniciales distintos (incluso nulos) de los exactos; podrá observar que las curvas obtenidas como resultados finales son diferentes de las que se han mostrado en la figura anterior<sup>1</sup>.

Conviene insistir en la circunstancia de que no se puede prescindir de la consideración de las inductancias y las capacidades durante el análisis del régimen transitorio. De hecho, éste sólo existe si el circuito contiene uno o más elementos reactivos. En otras palabras, durante el análisis del régimen transitorio no es posible sustituir las inductancias por cortocircuitos y las capacidades, por circuitos abiertos.

Obsérvese que, aunque no se estudia explícitamente el régimen permanente final, las condiciones que definen éste pueden deducirse directamente y de forma inmediata de las dos curvas mostradas en la figura. Si, tal y como se hizo para obtener los valores iniciales, se analiza el circuito en las condiciones correspondientes al régimen permanente final, se obtendrán para las variables los valores que pueden extraerse de las curvas considerando un tiempo muy elevado.

### Ejercicios del Tema IV.

La consideración del régimen permanente sinusoidal mediante análisis fasorial no presenta muchas peculiaridades reseñables. Entre éstas se encuentran las siguientes:

- Recuérdese que la frecuencia a considerar es la que representa el número de ciclos por segundo, no la angular.
- Recuérdese que, en el caso de los transformadores lineales, se utiliza el coeficiente de acoplamiento entre las inductancias, no el coeficiente de inducción mutua.
- Se recomienda hacer aproximaciones razonables en el manejo de los números obtenidos como resultados.
- Recuérdese que las corrientes y las tensiones están expresadas como fasores.
- Recuérdese que han de proporcionarse los valores de los elementos pasivos, no las impedancias asociadas a los mismos.

---

<sup>1</sup> La diferencia estriba en los valores de  $v_C$  e  $i_L$  que se obtienen para  $t=0$  s y  $t=\infty$  s, pero no en las formas de las curvas respectivas. Ello es debido, como se indicó en teoría, a que la respuesta del circuito durante el régimen transitorio depende únicamente de los valores de los elementos pasivos y de los parámetros correspondientes a las fuentes dependientes. Como es obvio, estos valores son independientes de los iniciales.



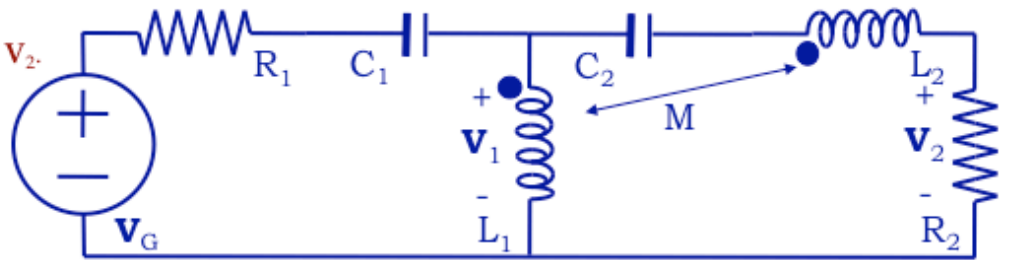
## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema IV

1 Obtened las tensiones  $V_1$  y  $V_2$ .

$$V_G = 2 \text{ V}$$

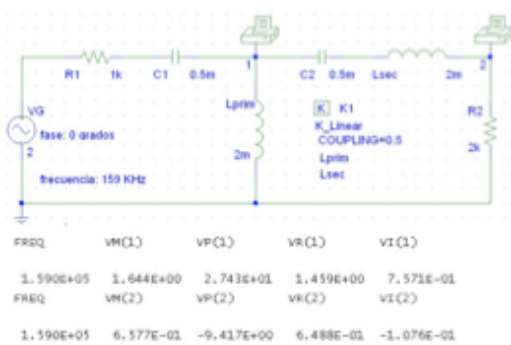
$$\omega = 1 \text{ Mrad/s}$$

$$M = 1 \text{ mH}$$



$$R_1 = 1 \text{ K}\Omega, L_1 = 2 \text{ mH}, C_1 = 0.5 \text{ mF}$$

$$R_2 = 2 \text{ K}\Omega, L_2 = 2 \text{ mH}, C_2 = 0.5 \text{ mF}$$



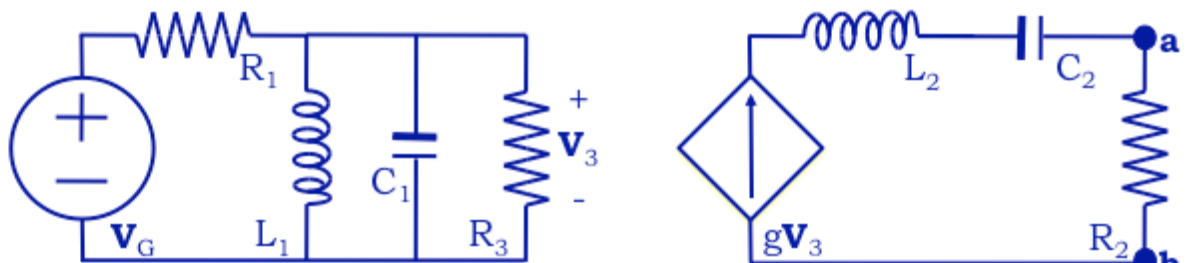
Los elementos verticales se han dispuesto de forma que la corriente entre por arriba (en la fuente, por abajo); en los horizontales, lo hace por la izquierda. El valor del coeficiente de acoplamiento ha sido obtenido a partir de los del coeficiente de inducción mutua y las dos inductancias relacionadas. La frecuencia se obtiene a partir del dato de la frecuencia angular.

2 Obtened el circuito equivalente de Thévenin entre los puntos a y b.

$$V_G = 2 \text{ V}$$

$$\omega = 1 \text{ Mrad/s}$$

$$g = 250 \text{ S}$$

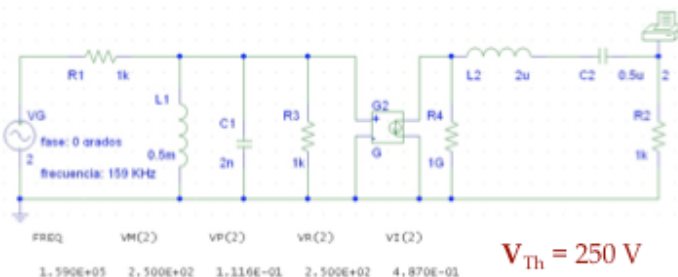


$$R_1 = 1 \text{ K}\Omega, R_3 = 1 \text{ K}\Omega, L_1 = 0.5 \text{ mH}, C_1 = 2 \text{ nF}$$

$$R_2 = 1 \text{ K}\Omega, L_2 = 2 \text{ }\mu\text{H}, C_2 = 0.5 \text{ }\mu\text{F}$$

### TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO

En los elementos verticales la corriente entra por arriba (en la fuente independiente, por abajo); en los horizontales, por la izquierda. La ganancia de la fuente dependiente se cambia de signo para compensar el sentido de la corriente. R4 impide que la corriente de la fuente dependiente llegue directamente a los elementos reactivos.

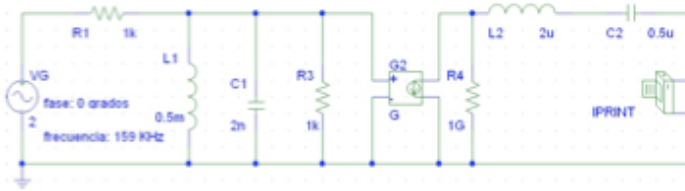


$$V_{Th} = 250 \text{ V}$$

## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema IV (continuación)

### CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

En el amperímetro la corriente entra por abajo, de ahí que su valor resulte negativo en el fichero de resultados.



FREQ	IM(V_PRINT18)	IP(V_PRINT18)	IR(V_PRINT18)	II(V_PRINT18)
1.590E+05	2.500E-01	-1.799E+02	-2.500E-01	-4.870E-04

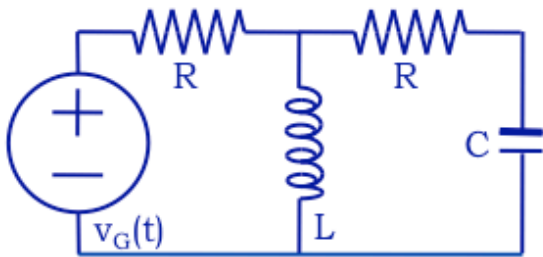
$I_{sc} = 250 \text{ mA}$

$$Z_{Th} = \frac{V_{Th}}{I_{sc}} = 1 \text{ K}\Omega$$

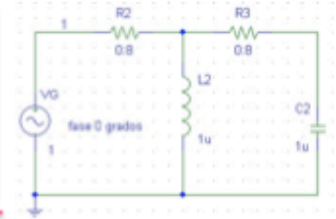
### IMPEDANCIA EQUIVALENTE

## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema V

- Obtened la frecuencia (no nula) para la que la impedancia que ve la fuente es puramente resistiva.

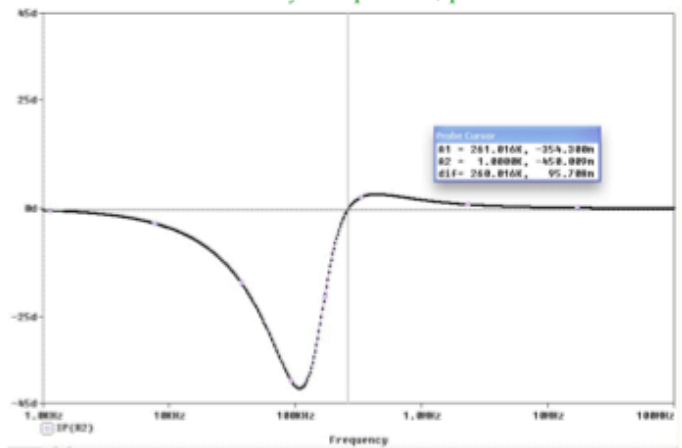


$v_G(t) = \cos(\omega t) \text{ V}$   
 $R = 0.8 \Omega, L = 1 \mu\text{H}, C = 1 \mu\text{F}$



La corriente entra en las resistencias por la izquierda y en la inductancia y la capacidad, por arriba.

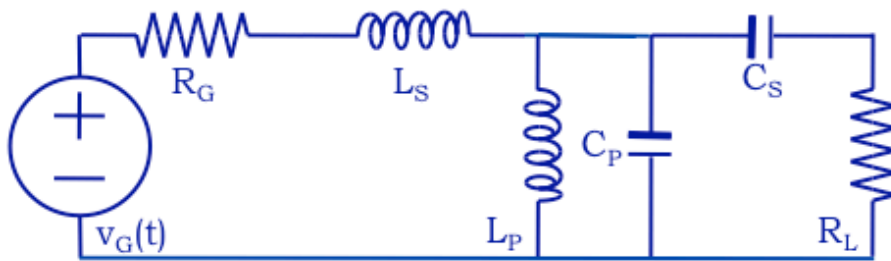
Una impedancia es un cociente entre una tensión y una corriente. La impedancia es resistiva si su fase es nula. En este caso, dado que la fase de la tensión es nula, también ha de serlo la fase de la corriente que entrega la fuente. Representamos la fase de esta corriente y hallamos, con ayuda del cursor, el valor de la frecuencia para el que la fase de la corriente es nula. Descartando las soluciones triviales ( $f=0 \text{ Hz}$  y  $f=\infty \text{ Hz}$ ), se obtiene una frecuencia de 261 KHz. Obsérvese que, a esta frecuencia, la fase no es exactamente nula, ya que vale  $-354.3 \times 10^{-3}$  grados, pero este valor es tan pequeño que puede suponerse aproximadamente nulo.





## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema V (continuación)

2 Obtened la frecuencia para la que es máximo el módulo de la tensión en  $R_L$ .

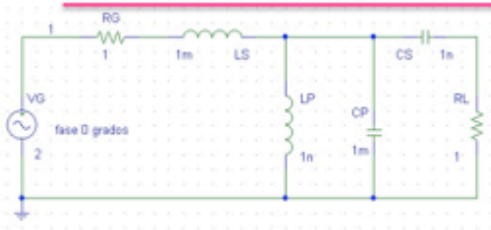


$$v_G(t) = 2\cos(\omega t) \text{ V}$$

$$R_G = R_L = 1 \ \Omega$$

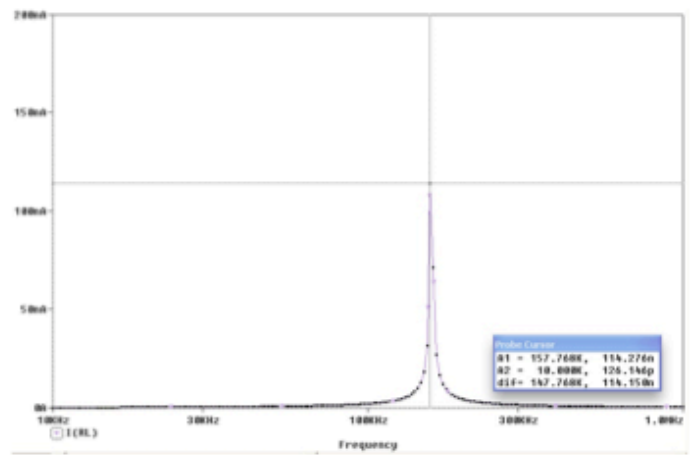
$$L_S = 1 \text{ mH}, C_S = 1 \text{ nF}$$

$$L_P = 1 \text{ nH}, C_P = 1 \text{ mF}$$



La corriente entra en los elementos pasivos por la izquierda o por arriba, dependiendo de la posición de aquéllos.

Como puede verse en la figura, la frecuencia a la que se obtiene el máximo de la tensión en  $R_L$  (la representación corresponde a la corriente en la resistencia, pero es equivalente a la búsqueda) vale, tal y como indica el cursor, 157.8 KHz.

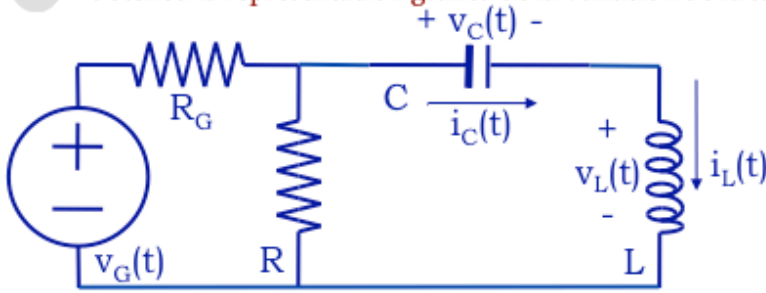


### Ejercicios de los Tema V y VI.

Insistimos en que el lector tenga en cuenta que el análisis temporal, como es el presentado en los temas V y VI, no maneja los conceptos de fasor e impedancia. Tales conceptos carecen completamente de sentido en el dominio del tiempo, que es aquél en el que se realiza el análisis indicado.

## Soluciones de ejercicios propuestos. Tema VI

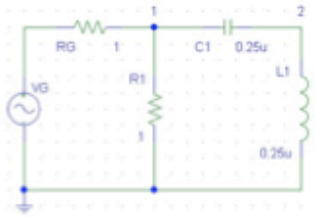
1 Obtened la representación gráfica de la variación de la tensión en la capacidad con el tiempo.



$$v_G(t) = 2 + 2\cos(\omega t) \text{ V}, \omega = 4 \text{ Mrad/s}$$

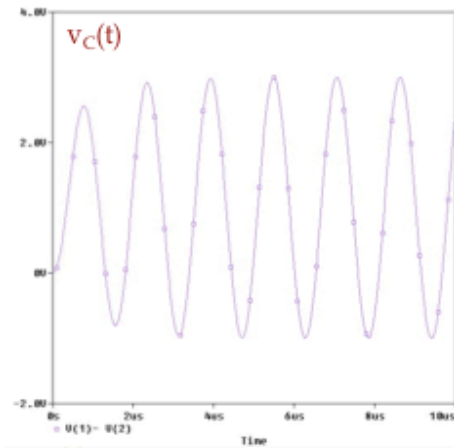
$$R_G = 1 \Omega = R$$

$$C = 0.25 \mu\text{F}, L = 0.25 \mu\text{H}$$

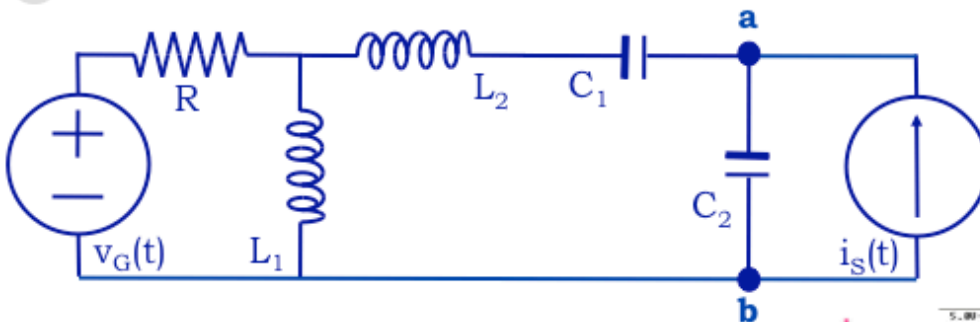


VG PartName: VSIN	
Name	Value
RETFES	=VG
DC=0	
AC=1	
VOFF=2	
VAMPL=2	
FREQ=4.3145	
TD=0	
DF=0	
<input checked="" type="checkbox"/> Include Non-changeable Attributes	
<input checked="" type="checkbox"/> Include System-defined Attributes	

Transient	
Enabled	
<input type="checkbox"/>	Options...
<input type="checkbox"/>	Parametric...
<input type="checkbox"/>	Sensitivity...
<input type="checkbox"/>	Temperature...
<input type="checkbox"/>	Transfer Function...
<input checked="" type="checkbox"/>	Transient...
<input type="checkbox"/>	Detailed Bias Pl.
<input checked="" type="checkbox"/>	Skip initial transient solution



2 Obtened la representación gráfica de la variación de la tensión entre los puntos a y b con el tiempo.



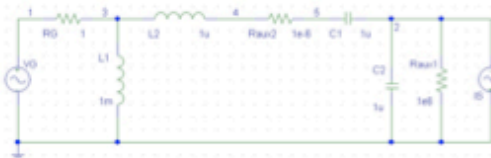
$$R = 1 \Omega$$

$$L_1 = 1 \text{ mH}, L_2 = 1 \mu\text{H}$$

$$C_1 = 1 \mu\text{F}, C_2 = 1 \mu\text{F}$$

$$v_G(t) = \cos(\omega_G t) \text{ V}, \omega_G = 1 \text{ Mrad/s}$$

$$i_S(t) = 4\cos(\omega_S t), \omega_S = 2 \text{ Mrad/s}$$



Las resistencias auxiliares evitan mallas con sólo una fuente de corriente y elementos reactivos.

La fuente de corriente se dispone para que la corriente salga por su extremo superior.

