Simulación en SimsCape del ejercicio 6, corriente y voltaje trifásico.





Para el circuito de la Figura 1, encontrar las variables propuestas utilizando SimsCape, Teniendo como base los siguientes datos:

$$\mathbf{Z}_{C1} = 21 + j30 \ [\Omega]; \mathbf{Z}_{C2} = 10 - j20 \ [\Omega]; \mathbf{Z}_{L1} = \mathbf{Z}_{L2} = 1 + j2 \ [\Omega]; \mathbf{V}_{an} = 220 \angle 0^{\circ} \ [V]$$



Figura 2

Para comenzar, empezaremos creando nuestra fuente de voltaje trifásica, para esto, debemos buscar la fuente de voltaje monofásica, la cual, se obtiene como se ilustra en la Figura 2.



Figura 3

Luego de encontrar la fuente de tensión, procedemos a construir nuestra fuente de tensión trifásica, en el cual, para este caso será con conexión estrella o yee. Para esto, creamos un subsistema, para que el software nos cree un único bloque y podamos manipular más fácilmente, en donde para mayor comprensión, asignamos los nombres a las salidas indicando la fase, tal cual como se observa en la Figura 3.

Block Parameters: AC Voltage Source	Block Parameters: AC Voltage Source1	Block Parameters: AC Voltage Source2		
AC Voltage Source (mask) (link)	AC Voltage Source (mask) (link) AC Voltage Source (mask) (link)			
Ideal sinusoidal AC Voltage source.	Ideal sinusoidal AC Voltage source. Ideal sinusoidal AC Voltage source.			
Parameters Load Flow	Parameters Load Flow Parameters Load Flow			
Peak amplitude (V): 220	Peak amplitude (V): 220			
Phase (deg): 0	Phase (deg): 120	Phase (deg): 240		
Frequency (Hz): 60	Frequency (Hz): 60	Frequency (Hz): 60		
Sample time: 0	Sample time: 0	Sample time: 0		
Measurements None	Measurements None 👻	Measurements None		
OK Cancel Help Apply	OK Cancel Help Apply	OK Cancel Help Apply		



En la Figura 4, observamos la configuración de nuestra fuente trifásica, en donde de acuerdo con la secuencia, le asignamos los ángulos de desfase de cada fuente monofásica, para que de este modo tengamos nuestro módulo de fuente terminado.

Teniendo nuestra fuente construida, procedemos a crear las siguientes componentes de nuestro esquema, sabiendo que se trata de elementos pasivos, los cuales podemos encontrar como se ilustra en la Figura 5.





Para el caso de nuestra impedancia de línea o las llamadas perdidas en las líneas, configuramos el bloque "series RLC Branch" como se ilustra en la Figura 6.

🚹 Block Param	neters: Series RLC Branch	×
- Series RLC Bra	anch (mask) (link)	
Implements a Use the 'Branc branch.	series branch of RLC elements. h type' parameter to add or remove elements from the	e
Parameters		
Branch type:	RL	-
Resistance (O	RLC R	
1	L C	L
Inductance (H	RL	
0.005305	RC LC	L
Set the init	Open circuit	J
Measurements	5 None	,
	OK Cancel Help Apply	
	OK Cancer Help Apply	

Figura 6

Según los cálculos suministrados, la impedancia de línea está dada por una resistencia en serie con una bobina, cuyo valor de la bobina está dado por la ecuación de impedancia inductiva sabiendo que la frecuencia normal de operación es de 60 [H].





En donde también creamos un subsistema para que tengamos un manejo más optimo en nuestro esquema, de igual manera, le asignamos los nombres a la entrada y salida del bloque resultante. De igual forma repetimos el mismo procedimiento para crear otro bloque de pérdidas.





Continuando con nuestro esquema, construimos nuestra carga en yee, la cual esta dada por la Figura 8, de igual manera asignamos nombres y para este caso no contemplamos el neutro, a su vez, para facilidad en manejo, creamos un subsistema. La Configuración de este módulo de cargas, está dado por la Figura 9.

🚹 Block Param	eters: Series RLC Branch	×
- Series RLC Bra	inch (mask) (link)	
Implements a Use the 'Branc branch.	series branch of RLC elements. h type' parameter to add or remove elements from th	e
Parameters		
Branch type:	RC	•
Resistance (O	RLC R	1
10	Ĺ	L
Capacitance (I	C RL	L
133e-6	RC	
Set the initi	Open circuit	Ц
Measurements	s None	•
	OK Cancel Help Apply	

Figura 9

De igual forma que hicimos para el módulo de pérdidas, realizamos el mismo procedimiento de configuración, pero para este caso, se sabe que es una resistencia en serie con un condensador, cuyo valor se obtuvo a partir de la ecuación de impedancia capacitiva.





A su vez, construimos el bloque de impedancias en delta o triangulo, la cual su estructura esta dada por la Figura 10, de igual manera, creamos un subsistema para facilidad en el manejo.

🔁 Block Parameters: Series RLC Branch4 🛛 🗙 🗙
Series RLC Branch (mask) (link)
Implements a series branch of RLC elements. Use the 'Branch type' parameter to add or remove elements from the branch.
Parameters
Branch type: RL
Resistance (O RLC
21 L C
Inductance (H RL
0.079577 RC LC
Set the initi Open circuit
Measurements None
OK Cancel Help Apply

Figura 11

De igual forma, configuramos este elemento pasivo en su forma RL, cuyo valor de bobina se encontró por medio de la ecuación de impedancia inductiva.

🖁 🖥 Simulink Library Browser			– 🗆 X
< 🔶 solver 🗸 🕹 🕶 🔄 🛨 🔮)		
Simscape/Electrical/Specialized Power Systems/Sensors and Measurements			
Simulink Fixed-Point Designer Fixed-Point Designer HDL Support Fixed-Point Designer HDL Support HDL Coder Simscape Foundation Library Utilities Electrical Connectors & References Control Seniconductors & References Sensice Sensice Sensice Sensice Sensice Source end	Current Measurement Jigital Fickermeter Image bid Fickermeter Impedance Measurement Impedance Measurement (PLL-Driven) Impedance Measurement Impedance Measurement (Variable Frequency) Impedance Measurement	Fourier Fourier Mean PMU (PLL-Based, positive-Sequence)	Prequetto (ac) Prequency (Phasor) Frequency (Phasor) Version
Switches & treakers Utilities Additional Components Securitalized Power Systems Control Electrical Machines Passives Power Girdt Elements Power Girdt Elements Secure and Masurements	I Image: Constraint of the second of the s	Value Q Power (3ph, Phasor) Value Q Fower (Positive-Sequence)	(dq0, lstantaneous)
Sources Utilities Simulink 20 Animation Simulink Coder Simulink Katas Statellow System Indentification Toolbox Recently Used	sequence Analyzer *** Voltage Measurement	THD	Three-Phase V-I Measurement



Ahora, buscamos nuestros instrumentos de medición, voltímetro y amperímetro, los cuales los encontramos como se ilustra en la Figura 12.





Teniendo nuestros implementos necesarios, procedemos a crear un subsistema tal que nos sirva para conectarlo directamente en la línea y a su vez, sus salidas estén dirigidas a un display y a otro elemento del circuito, en pocas palabras, para el caso del amperímetro, abrir el circuito para realizar la medición.

De igual manera, realizamos un procedimiento similar para el voltímetro, así como se muestra en la Figura 14, creando un subsistema para facilidad en el manejo.



Figura 14

🖉 🖥 Simulink Library Browser					- 0	×
solver A < Solver A < B < C <	3					
Simulink/Math Operations						
✓ Simulink Commonly Used Blocks Continuous > Dashboard Discontinuities Discrete Logic and Bit Operations Lookup Tables Math Operations Messages & Events Model Verification Model Verification Model Verification Model Verification Model Verification Model Routing Signal Attributes Signal Routing Sinks	$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c $	Add Complex to Real-Imag Way Magnitude-Angle to Complex Permute Dimensions	$\begin{array}{c} & \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c}$	VU A V Assignment Dot Product	y u+0.0 Bias y find Find Nonzero Elements y min MinMax y ∏ Product of Elements	
Sources String User-Defined Functions > Additional Math & Discrete > Quick Insert Fixed-Point Designer > Fixed-Point Designer HDL Support > HDL Coder > Simulink & D Animation > Simulink & D Animation > Simulink Extras	Real-limag to Complex	$\begin{array}{c} 1\\ \hline 1\\ \hline \sqrt{u} \end{array}$ Reciprocal Sqrt $\begin{array}{c} \\ \hline \\ \hline \\ \hline \\ \hline \\ \hline \\ \\ \hline \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	Reshape	$ \begin{array}{c} \text{floor} \\ \text{Rounding} \\ \text{Function} \\ \hline \sqrt{u} \\ \text{Sqrt} \\ \hline \\ \text{sin} \end{array} $	Sign	
Stateflow > System Identification Toolbox Recently Used	Subtract Subtract Vector Concatenate	Sum	۲ کیلیے Sum of Elements	Trigonometric Function	۲ ــــــــــ۲ Unary Minus	

Figura 15

En la Figura 15, encontramos un bloque que nos será muy útil para interpretar los resultados del voltímetro y amperímetro, este bloque se llama "complex to Magnitude-Angle", en donde sabemos que el amperímetro y voltímetro nos arroja el resultado en número rectangular, el cual este bloque nos ayuda a convertir este número a su forma polar.

Pero en la Figura 15, adicionalmente escogimos un bloque de producto y de división, estos los utilizaremos para crear un conversor de radianes a grados, porque el bloque anterior, nos suministra un dato de ángulo en radianes, y para mayor entendimiento, construimos un conversor, con ayuda también de un bloque de fuente constante, que lo encontramos en Simulink-sources. El conversor nos queda como se ilustra en la Figura 16.



Figura 16

Pero para simplificar nuestro esquema, seleccionamos todo nuestro conversor y automáticamente nos sale un recuadro azul, con tres puntos en la parte inferior derecha, en donde nos arroja un pequeño menú, y seleccionamos "create Subsystem", esto nos ayuda a crear un solo bloque con esta configuración, así como se ve en la Figura 17.



Figura 17

Ahora nos falta un instrumento para visualizar el resultado, el bloque que nos sirve, es el que se llama display, el cual encontramos como se ilustra en la Figura 18.

🖥 🖥 Simulink Library Browser		– 🗆 X
solver ~	tų • 🖏 • 🗂 • 💣 ÷ 🤉	
Simulink/Sinks		
 Simulink Commonly Used Blocks Continuous Dashboard Discontinuities Discrete Logic and Bit Operations Lookup Tables Math Operations Messages & Events Model Verification Model Verification Model Verification Model Verification Model Verification Model Verification Singal Attributes Signal Routing Sinks Sources String User-Defined Functions Additional Math & Discrete Quick Insert Fixed-Point Designer 	 Display Floating Scope I Out1 Record Stop Simulation Terminator Simout Simout To Workspace XY Graph 	> OutBus .signal1 Out Bus Element > Scope > untitled.mat To File



Y por último, nos hace falta un bloque que nos ayude a correr el software, el cual se llama "Powergui", sin este bloque, no podemos ejecutar nuestro programa y nos generaría error, para este caso configuramos nuestro bloque powegui en phasor, en donde le ajustamos a una frecuencia de 60 [H], este bloque lo encontramos como se muestra en la Figura 19.



Figura 19



Figura 20

En la figura 20, podemos observar el esquema terminado, en donde al ejecutar el programa, nos arroja los resultados que esperábamos, en donde, comparados con los resultados teóricos, los resultados concuerdan.

De este modo damos por finalizado nuestro ejercicio, y esperamos que sea de gran ayuda para sus cursos de circuitos eléctricos.