



UFES - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CT - Centro tecnológico

Departamento de Engenharia Elétrica

Disciplina: Eletromagnetismo II

Professor: Carlos Eduardo Schmidt Castellani

Experimento 3 – Linhas de Transmissão

Dionatas Santos Brito

Igor Batista Vieira

João Paulo Araújo de Andrade

Sumário

Sumário	2
Introdução	3
Procedimento Experimental	4
Medições e resultados	5
Conclusão	8

Introdução

Em sua definição, uma linha de transmissão tem a função de transmitir diversos tipos de ondas, como por exemplo onda eletromagnética ou de energia elétrica, guiando de uma fonte geradora para uma determinada carga consumidora, durante esse percurso a uma variação de potencial em diferentes pontos da linha, trazendo essa ideia para o laboratório, em um experimento em menor escala, montamos um circuito na protoboard com indutores e capacitores, que simulasse uma linha de transmissão, determinamos a frequência do sinal de entrada da linha, que garantia uma defasagem de 90° e analisamos a variação do potencial em diferentes partes dela medindo a tensão em cada uma dos pontos.

Procedimento Experimental

O setup experimental, Figura 1, consistia em um circuito com 10 capacitores e 10 indutores, uma alimentação feita por um gerador de sinais com 4V de pico a pico e um osciloscópio para saída de informações. De início, com o uso de uma protoboard, 10 indutores e 10 capacitores, montamos o

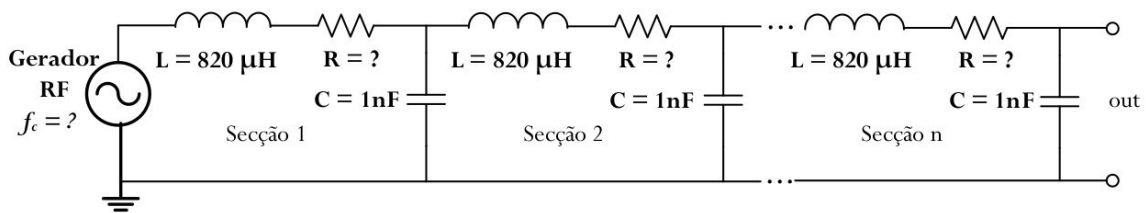


Figura 1- ilustra o setup experimental a ser utilizado para medir os níveis de tensão nas 10 secções da linha.

Inicialmente, montamos o circuito da Figura 1 em uma protoboard, com 10 indutores de $L \approx 820 \mu\text{H}$ e 10 capacitores de $C = 1 \text{ nF}$, determinamos a frequência de alimentação do do sinal da linha 27kHz, de maneira que garantia uma defasagem de 9° entre as 10 secções, com o sinal de saída do gerador de sinais igual a 10 V.

Para demonstrar que a linha de transmissão que montamos pode ser considerada um linha quase sem perda, calculamos a sua impedância característica.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = \sqrt{\frac{13 + j * 2\pi * 27608 * 820 * 10^6}{j * 2\pi * 27608 * 10^{-9}}} = 905,539 \Omega \cong \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\beta = 9^\circ \text{ por secção} = 0,15708 \text{ rad/secção e } \beta = \omega\sqrt{LC} \therefore \omega = 173465,433 \text{ rad/s}$$

$$\omega = 2 * \pi * f \therefore f = 27,608 \text{ kHz}$$

Em seguida, testamos em 3 casos distintos : Linha Casada, Linha em circuito aberto e Linha em curto circuito, com a resposta de saída do osciloscópio montamos a Tabela 1, com os dados em cada ponto da nossa linha de transmissão.

	CASADA		EM ABERTO		EM CURTO	
TRECHO	$V_{out} (V)$	$\beta (^{\circ})$	$V_{out} (V)$	$\beta (^{\circ})$	$V_{out} (V)$	$\beta (^{\circ})$
1	1,96	10,1	1,08	25	2,16	4,11
2	1,9	16,7	1,52	96,2	1,98	2,04
3	2,3	28,1	2,88	101	1,92	3,82
4	1,82	36,2	4,9	108	1,96	3,62
5	1,82	44,1	5,96	109	1,68	3,1
6	1,78	57,2	6,64	115	1,36	2,72
7	1,78	65,1	7,08	115	1,28	2,52
8	1,76	67,7	7,36	120	0,96	1,42
9	1,8	78	7,46	121	0,72	1,31
10	1,68	89,1	7,68	122	0,32	0,62

Tabela 1 - Dados coletados em laboratório

Foi plotado posteriormente quatro gráficos, sendo o primeiro da tensão em função do ângulo, os dois próximos, em função da secção e o último é a junção dos três para visualizar o comportamento da linha de transmissão simultaneamente para os diferentes casos. Para obter a linha em casado, foi necessário ajustar um potenciômetro na saída e ajustar até obter uma defasagem próxima de zero. Em seguida, foi lido o valor do potenciômetro. Para a dada situação, foi necessária uma resistência de 826Ω .

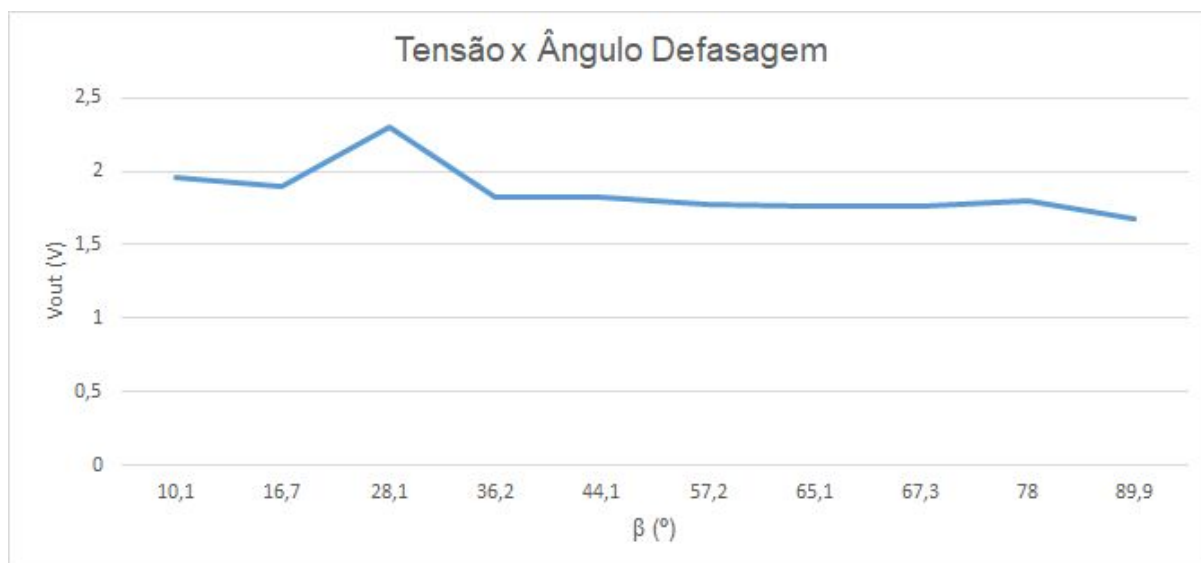


Figura 1 - Tensão x Ângulo na linha casada



Figura 2 - Tensão ao longo da linha em aberto



Figura 3 - Tensão ao longo da linha em curto

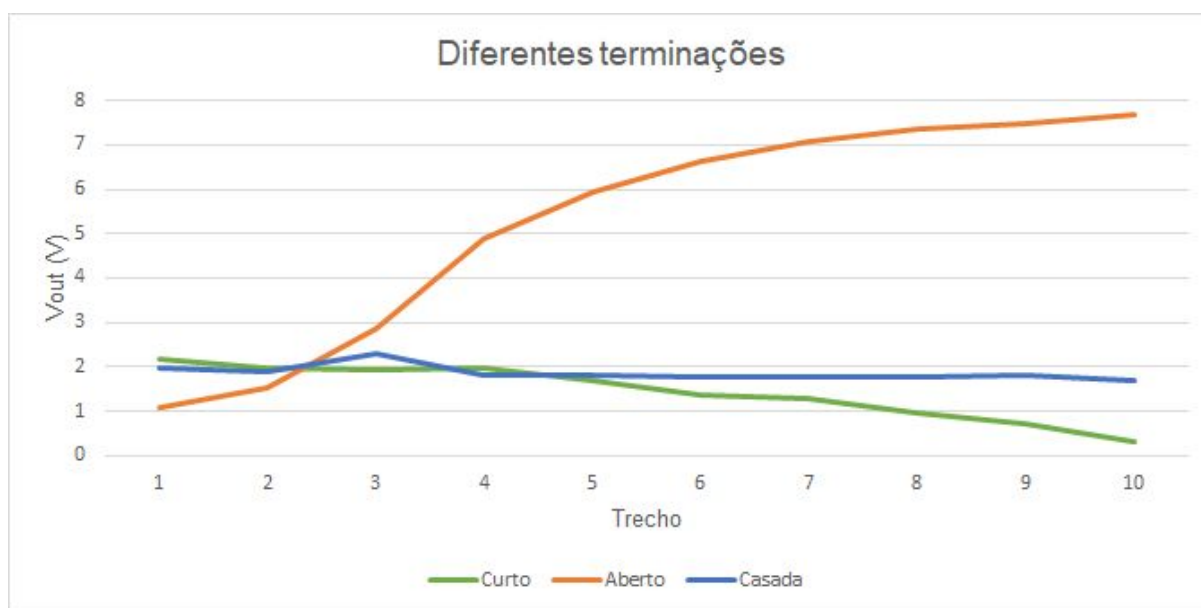


Figura 4 - Comparativo de tensão nas três situações

Conclusão

Como esperado, verificou-se tanto na linha em curto quanto na em aberto que a tensão na saída é próximo da esperada. Mas, ao verificar experimentalmente os valores de tensões nos diferentes trechos na linha, por mais que a tensão e ângulo na linha em curto seja próxima de zero, nos diferentes pontos que antecedem verifica-se que os valores são reduzidos a partir da entrada até a saída.

De forma análoga, temos o mesmo comportamento para a linha em aberto, mas de forma oposta: por mais que a tensão seja elevada na saída, a tensão vai aumentando durante os trechos até chegar ao valor máximo da saída.

Já para a linha de transmissão casada, observa-se que durante todo o trecho da linha de transmissão a tensão cai relativamente pouco, mas o ângulo vai acresce gradativamente até que obtenha-se um defasamento de 90° entre a entrada e saída.

Apesar do resultado não ser ideal, é validado na prática os conceitos aprendidos na sala de aula. Foi possível verificar na prática o funcionamento de uma linha de transmissão. Portanto, o experimento foi eficaz em demonstrar na prática os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula, além de permitir aos alunos o contato com alguns equipamentos utilizados para realizar tais medições.