FASOR

Impedância

Relembrando o artigo sobre fasores, determinamos as relações tensão-corrente para três elementos (resistor R, indutor L e capacitor C), como:

$$\mathbf{V} = R\mathbf{I},\ \mathbf{V} = j\omega L\mathbf{I},\ \mathbf{V} = \frac{\mathbf{I}}{j\omega C}$$

Para obter a Lei de Ohm na forma fasorial, vamos começar escrevendo essas equações em razão da tensão fasorial e a corrente fasorial:

$$\frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} = R,\ \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} = j\omega L,\ \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} = \frac{1}{j\omega C}$$

Assim, concluímos que a Lei de Ohm para fasores é:

$$\begin{cases} \mathbf{Z} = \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} \\ \mathbf{V} = \mathbf{ZI} \end{cases}$$

Em que **Z** é um valor que depende da frequência sendo chamado de **impedância**, cuja unidade é Ohms (Ω).

Assim, as impedâncias de resistores, indutores e capacitores são as mostradas na Tabela 1.

Elemento	Impedância
R	Z=**R**
L	Z=**jωL**
C	Z=**1/jωC**

Tabela 1 – Relação entre elementos e sua impedância.

Podemos observar na tabela que a impedância do indutor e do capacitor são, respectivamente, $\mathbf{Z}_L = j\omega L$ e $\mathbf{Z}_C = -j/\omega C$. Ao considerar dois casos extremos de frequência angular, teremos:

FASOR

$$\omega = 0 \Rightarrow \begin{cases} \mathbf{Z}_L = 0 \\ \mathbf{Z}_c \rightarrow \infty \end{cases}$$

Onde, ω=0 significa um circuito com fontes CC. Nesse caso temos o comportamento já estudado: o indutor atua como um curto-circuito, já o capacitor opera como um circuito aberto.

$$\omega = \infty \Rightarrow \begin{cases} \mathbf{Z}_L \rightarrow \infty \\ \mathbf{Z}_c = 0 \end{cases}$$

Onde, ω=∞ significa um circuito com alta frequência C. Nesse caso temos que, em alta frequência, o indutor é um circuito aberto e o capacitor é um curto-circuito.

Por ser um valor complexo, a impedância pode ser expressa na forma retangular:

$$\mathbf{Z} = R + jX$$

Em que R é a **resistência** e a parte real de Z, enquanto que X é a **reatância** e a parte imaginária de Z. A reatância pode ser positiva ou negativa, se for positiva chamamos a impedância de **indutiva**, se for negativa chamamos de **capacitiva**.

O fator determinante para ser do tipo indutiva ou capacitiva é a frequência aplicada. Isso acontece, pois em **frequências baixas**, os elementos capacitivos (de maneira geral) fornecem a maior contribuição para a impedância total, já em **frequências altas**, os elementos indutivos são os responsáveis pela maior contribuição para a impedância total. Isso pode ser observado na análise do comportamento dos elementos para ω=0 e ω=∞ feito anteriormente.

A impedância também pode ser escrita na forma polar:

$$\mathbf{Z} = |\mathbf{Z}| \angle \theta$$

É importante entender alguns pontos sobre a impedância:

- É uma quantidade que representa a oposição do circuito ao fluxo de corrente senoidal;
- Por mais que seja a razão entre dois fasores, a impedância não é um fasor. Isso porque não corresponde a um valor que se comporta como uma senóide (que varia com o tempo), mas com uma grandeza fixa.

Admitância

Em algumas situações é mais conveniente trabalhar com a admitância.

A admitância é o inverso da impedância e é medida em Siemens (S).

Assim, a admitância **Y** de um circuito é a razão entre a corrente fasorial e a tensão fasorial do circuito.

$$\mathbf{Y} = \frac{1}{\mathbf{Z}} = \frac{\mathbf{I}}{\mathbf{V}}$$

Então as admitâncias de resistores, indutores e capacitores são as mostradas na Tabela 2.

Elemento	Admitância
R	Y**=1/R**
L	Y**=1/jωL**
C	Y**=jωC**

Tabela 2 – Relação entre elementos e sua admitância.

Por ser um valor complexo, a admitância pode ser expressa na forma retangular:

$$\mathbf{Y} = G + jB$$

Em que G é a **condutância** e a parte real de **Y** e B é a **susceptância** e parte imaginária de **Y.** Tanto admitância, condutância e susceptância são expressas na unidade Siemens (ou mhos).

Para determinar o valor da condutância e susceptância, consideramos:

$$\mathbf{Y} = G + jB = \frac{1}{R + jX}$$

Racionalizando a parte imaginária:

FASOR

$$G + jB = \frac{1}{R + jX} \cdot \frac{R - jX}{R - jX} = \frac{R - jX}{R^2 + X^2}$$

Separando a parte real da imaginária, temos:

$$G = \frac{R}{R^2 + X^2} \; e \; B = -\frac{X}{R^2 + X^2}$$

Dessa forma, observamos que G=1/R somente se X=0.

Resumo

Em resumo a impedância e admitância dos elementos passivos de circuitos são os mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Impedância e admitância de elementos passivos.

Elemento	Impedância	Admitância
R	Z=**R**	Y=**1/R**
L	Z=**jωL**	Y=**1/jωL**
C	Z=**1/jωC**	Y=**jωC**