

## Grupo 1

### Alunos:

**Orlando Wozniak de Lima Nogueira**  
**Yago Teodoro De Mello**  
**Mateus Martelini Souza**  
**Bruno Maymone Couto**  
**Matheus Ronconi Figueredo**  
**Marco Aurélio Pagan Bonaldo**

Explicação do Algoritmo: 2,5/3,0  
Explicação de utilização da função: 2,0/2,0  
Limpeza da estrutura do programa: 1,0/1,0  
Funcionamento modelo: 2,0/2,0  
Funcionamento do ensaio: 0,0/2,0  
NOTA: 7,5

### 1 - Objetivo

O objetivo deste projeto é desenvolver uma função em **MatLab** que determine todos os 6 modelos de matrizes de quadripolo, seja a partir de dados experimentais ou a partir de uma matriz conhecida. A análise das 4 variáveis de estado que definem um quadripolo ( $I_1, I_2, V_1, V_2$ ) podem determinar os parâmetros de cada modelo de quadripolo utilizado, sendo eles: impedância, condutância, híbrido, híbrido inverso, transmissão e transmissão inversa, cuja caracterização depende da alocação das variáveis de análise sendo empregadas como variáveis dependentes ou independentes, segundo a tabela abaixo:

VARIÁVEIS INDEPENDENTES	VARIÁVEIS DEPENDENTES	MODELO	PARÂMETROS
$I_1$ e $I_2$	$V_1$ e $V_2$	IMPEDÂNCIA (RESISTÊNCIA)	$z$
$V_1$ e $V_2$	$I_1$ e $I_2$	ADMITÂNCIA (CONDUTÂNCIA)	$y$
$I_1$ e $V_2$	$V_1$ e $I_2$	HÍBRIDO	$h$
$V_1$ e $I_2$	$I_1$ e $V_2$	HÍBRIDO INVERSO	$g$
$V_2$ e $-I_2$	$V_1$ e $I_1$	TRANSMISSÃO (ABCD)	$t$ (ou ABCD)
$V_1$ e $-I_1$	$V_2$ e $I_2$	TRANSMISSÃO INVERSA	$s$

As 4 situações de entrada de dados possíveis para essa função são :

**A** – Anulamento de I2 no teste 1 e anulamento de I1 no teste 2. (Fornece direto a matriz Z)

**B** – Anulamento de I2 no teste 1 e anulamento de V2 no teste 2. (Fornece direto a matriz T)

**C** - Anulamento de V1 no teste 1 e anulamento de I2 no teste 2. (Fornece direto a matriz H)

**D** - Anulamento de V1 no teste 1 e anulamento de V2 no teste 2. (Fornece direto a matriz Y)

Os coeficientes das matrizes, no código, são obtidos de acordo com as seguintes relações:

Para a matriz das impedâncias Z:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

$$z_{11} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_1}{I_1} \Big|_{I_2=0} \quad z_{12} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_1}{I_2} \Big|_{I_1=0}$$

$$z_{21} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_2}{I_1} \Big|_{I_2=0} \quad z_{22} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_2}{I_2} \Big|_{I_1=0}$$

Para a matriz das condutâncias Y:

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

$$y_{11} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{I_1}{V_1} \Big|_{V_2=0} \quad y_{12} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{I_1}{V_2} \Big|_{V_1=0}$$

$$y_{21} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{I_2}{V_1} \Big|_{V_2=0} \quad y_{22} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{I_2}{V_2} \Big|_{V_1=0}$$

Para a matriz híbrida H:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

$$h_{11} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_1}{I_1} \Big|_{V_2=0} \quad h_{12} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_1}{V_2} \Big|_{V_1=0}$$

$$h_{21} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{I_2}{V_1} \Big|_{V_2=0} \quad h_{22} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{I_2}{V_2} \Big|_{V_1=0}$$

Para a matriz híbrida inversa G:

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

$$g_{11} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{I_1}{V_1} \Big|_{I_2=0} \quad g_{12} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{I_1}{I_2} \Big|_{V_1=0}$$

$$g_{21} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_2}{V_1} \Big|_{I_2=0} \quad g_{22} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_2}{I_2} \Big|_{V_1=0}$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix}$$

Para a matriz de transmissão:

$$t_{11} = \frac{V_1}{V_2} \text{ para } I_2=0 \quad t_{12} = \frac{V_1}{-I_2} \text{ para } V_2 = 0$$

$$t_{21} = \frac{I_1}{V_2} \text{ para } I_2 = 0 \quad t_{22} = \frac{I_1}{-I_2} \text{ para } V_2 = 0$$

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} \\ s_{21} & s_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ -I_1 \end{bmatrix}$$

Para a matriz de transmissão inversa:

$$s_{11} = \frac{V_2}{V_1} \text{ para } I_1 = 0 \quad s_{12} = \frac{V_2}{-I_1} \text{ para } V_1 = 0$$

$$s_{21} = \frac{I_2}{V_1} \text{ para } I_1 = 0 \quad s_{22} = \frac{I_2}{-I_1} \text{ para } V_1 = 0$$

## 2 - Explicação do funcionamento da função

O algoritmo desenvolvido funciona da seguinte maneira:

- Se o usuário selecionar entrar com os dados experimentais, o código verificará quais são as variáveis independentes (que foram zeradas em cada teste) e montará a matriz correspondente a este modelo. Posteriormente, a converterá para a matriz de impedâncias (Z) e, após isso, realiza a conversão para todas os outros modelos.

- Se o usuário selecionar a entrada de alguma matriz de parâmetros, o código converterá primeiramente essa matriz para a matriz de impedâncias e posteriormente para todos os outros modelos.

As conversões entre modelos são realizadas obedecendo à seguinte tabela de conversão:

$$\begin{array}{ccccc}
 y_{11} = \frac{z_{22}}{\Delta z} & b_{21} = \frac{1}{z_{12}} & a_{11} = \frac{z_{11}}{z_{21}} & h_{11} = \frac{\Delta z}{z_{22}} & g_{11} = \frac{1}{z_{11}} \\
 y_{12} = -\frac{z_{12}}{\Delta z} & b_{22} = \frac{z_{11}}{z_{12}} & a_{12} = \frac{\Delta z}{z_{21}} & h_{12} = \frac{z_{12}}{z_{22}} & g_{12} = -\frac{z_{12}}{z_{11}} \\
 y_{21} = -\frac{z_{21}}{\Delta z} & b_{11} = \frac{z_{22}}{z_{12}} & a_{21} = \frac{1}{z_{21}} & h_{21} = -\frac{z_{21}}{z_{22}} & g_{21} = \frac{z_{21}}{z_{11}} \\
 y_{22} = \frac{z_{11}}{\Delta z} & b_{12} = \frac{\Delta z}{z_{12}} & a_{22} = \frac{z_{22}}{z_{21}} & h_{22} = \frac{1}{z_{22}} & g_{22} = \frac{\Delta z}{z_{11}}
 \end{array}$$

$$z_{11} = \frac{y_{22}}{\Delta y} = \frac{a_{11}}{a_{21}} = \frac{b_{22}}{b_{21}} = \frac{\Delta h}{h_{22}} = \frac{1}{g_{11}}$$

$$z_{12} = -\frac{y_{12}}{\Delta y} = \frac{\Delta a}{a_{21}} = \frac{1}{b_{21}} = \frac{h_{12}}{h_{22}} = -\frac{g_{12}}{g_{11}}$$

$$z_{21} = \frac{-y_{21}}{\Delta y} = \frac{1}{a_{21}} = \frac{\Delta b}{b_{21}} = -\frac{h_{21}}{h_{22}} = \frac{g_{21}}{g_{11}}$$

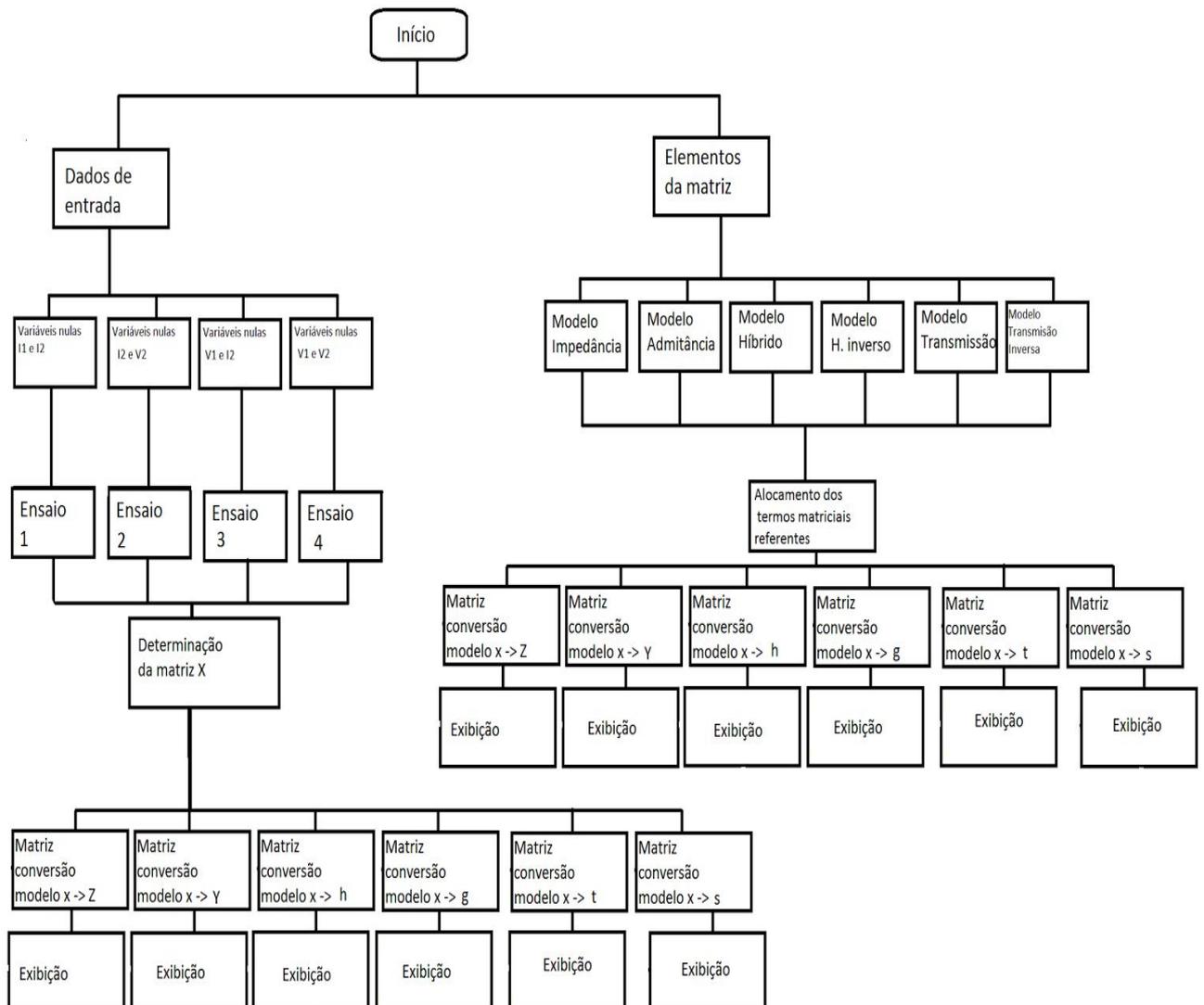
$$z_{22} = \frac{y_{11}}{\Delta y} = \frac{a_{22}}{a_{21}} = \frac{b_{11}}{b_{21}} = \frac{1}{h_{22}} = \frac{\Delta g}{g_{11}}$$

$$\Delta z = z_{11}z_{22} - z_{12}z_{21} \quad \Delta b = b_{11}b_{22} - b_{12}b_{21}$$

$$\Delta y = y_{11}y_{22} - y_{12}y_{21} \quad \Delta h = h_{11}h_{22} - h_{12}h_{21}$$

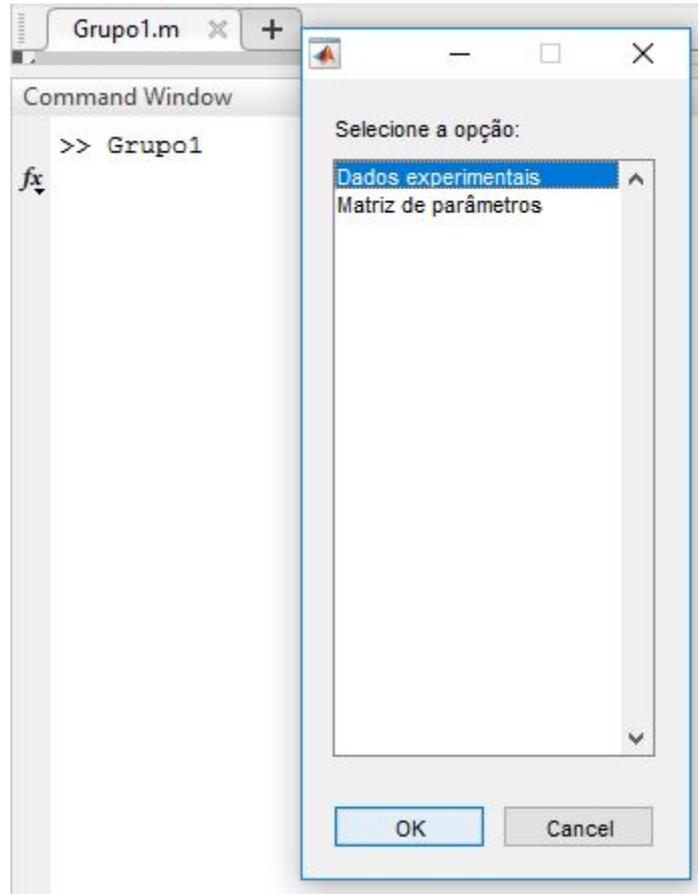
$$\Delta a = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \quad \Delta g = g_{11}g_{22} - g_{12}g_{21}$$

O algoritmo básico de funcionamento da função desenvolvida pode ser visualizado no fluxograma abaixo:



## Rotina no ambiente MatLab

Após o download do arquivo com extensão .m, deve-se adicionar este arquivo ao diretório que está sendo utilizado no MatLab. A função pode ser chamada pelo comando *Grupo1*, no *Command Window*:



Na primeira etapa do programa, como mostrado acima, aparece para o usuário uma janela que permite escolher entre inserir os dados experimentais obtidos ou digitar diretamente alguma matriz de parâmetros.

### Entrada com Dados Experimentais

Na escolha de “Dados Experimentais” é aberta uma janela que pede ao usuário para inserir os dados dos dois ensaios do circuito. A partir dos valores recebidos, o programa identifica o melhor modelo de matriz a ser montado e posteriormente o converte para a matriz impedância  $[Z]$ . A partir da matriz desse modelo é feita a conversão para todos os outros cinco modelos, utilizando a tabela de conversões previamente citada. É importante ressaltar que o programa é baseado nos ensaios exigidos pelo trabalho (citados acima), portanto a ordem dos ensaios 1 e 2 devem ser seguidas de modo a garantir o funcionamento do código.

A dialog box titled "t..." with standard window controls (minimize, maximize, close). It contains eight input fields arranged in two groups of four. The first group is labeled "teste 1:" and includes fields for V1, V2, I1, and I2. The second group is labeled "teste 2:" and includes fields for V1, V2, I1, and I2. At the bottom, there are "OK" and "Cancel" buttons.

### Entrada da Matriz de Parâmetros

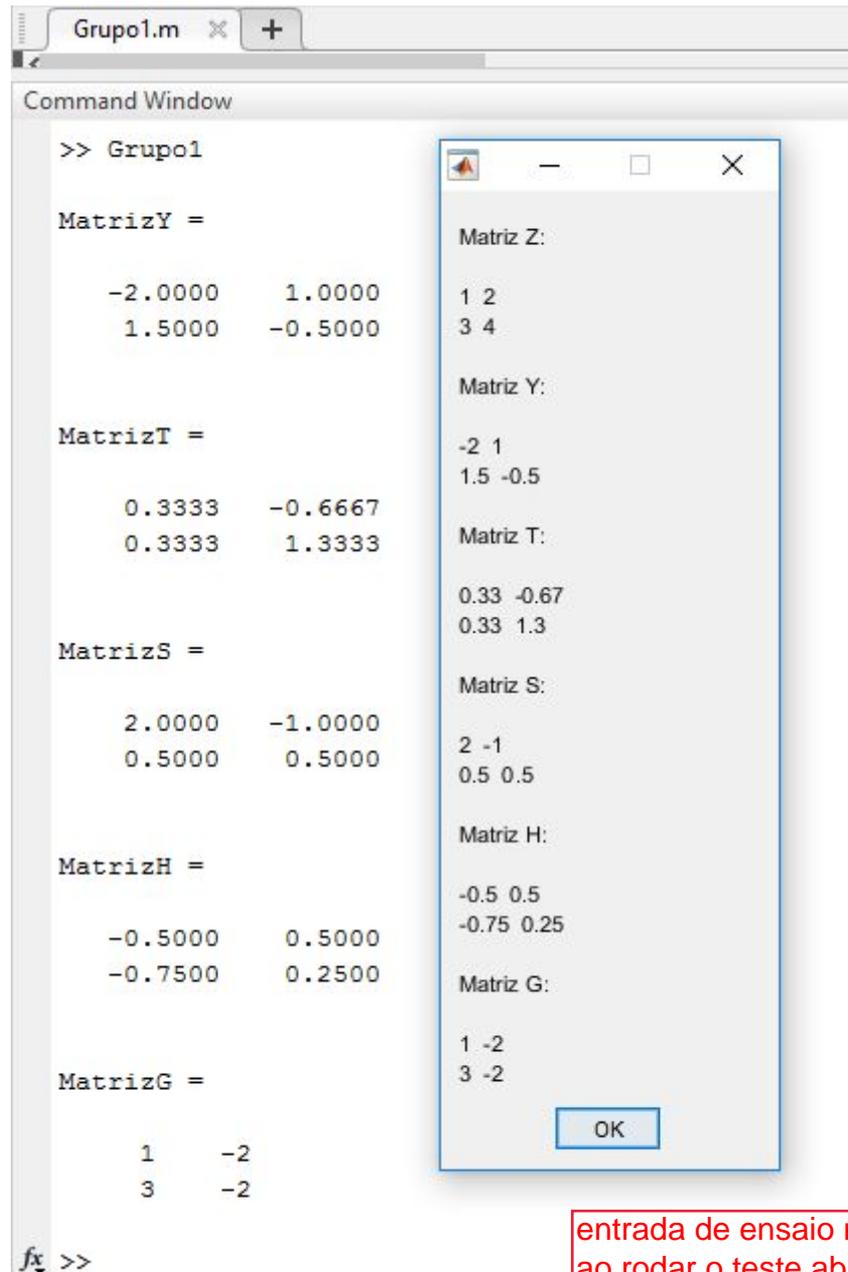
Na escolha de “Matriz de Parâmetros” é aberta outra janela com as opções de modelos que o usuário deseja, entre os 6 existentes. Assim, o usuário deve colocar os coeficientes da matriz em questão.

A dialog box titled "D.." with standard window controls (minimize, maximize, close). It contains four input fields labeled Z11, Z12, Z21, and Z22. The fields contain the values 1, 2, 3, and 4 respectively. At the bottom, there are "OK" and "Cancel" buttons.

Após a inserção dos dados, a matriz do parâmetro escolhido é convertida para o modelo impedância e, posteriormente, convertido para todos os outros cinco modelos.

## Exposição dos resultados

Após a entrada de dados e execução da função, finalmente as seis matrizes de parâmetros são exibidas na tela, como mostrado abaixo:



```
Grupo1.m x +
Command Window
>> Grupo1

MatrizY =

    -2.0000    1.0000
     1.5000   -0.5000

MatrizT =

    0.3333   -0.6667
    0.3333    1.3333

MatrizS =

    2.0000   -1.0000
    0.5000    0.5000

MatrizH =

   -0.5000    0.5000
   -0.7500    0.2500

MatrizG =

     1    -2
     3    -2

Matriz Z:
 1 2
 3 4

Matriz Y:
-2 1
1.5 -0.5

Matriz T:
0.33 -0.67
0.33 1.3

Matriz S:
2 -1
0.5 0.5

Matriz H:
-0.5 0.5
-0.75 0.25

Matriz G:
1 -2
3 -2

fx >>
```

entrada de modelo funciona

entrada de ensaio não funcionou ao rodar o teste abaixo:

ensaio 1  
V1=0,05, V2=0,2, I1=5e-06, I2=0  
ensaio 2  
V1=0, V2=0,01, I1=2e-6,  
I2=0,5e-6

Mensagem de erro:  
Undefined function or variable  
"MatrizZ".  
Error in Grupo1 (line 179)  
detz = (MatrizZ(1,1)\*  
MatrizZ(2,2)) -  
(MatrizZ(1,2)\*MatrizZ(2,1));