

Spec. for Project IV

Project IV

请设计一个程序，用 AWE 或 PRIMA 方法(见 refernce 目录论文)对某线性电路系统进行 MOR (Model Order Reduction, 模型降阶)。原始系统阶数为 m ，其 MNA 方程为，：

$$\mathbf{C}\dot{\mathbf{x}}(t) + \mathbf{G}\mathbf{x}(t) = \mathbf{B}u(t)$$

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{L}^T \mathbf{x}(t)$$

降阶后的系统阶数为 n ($n < m$)，表示为：

$$\tilde{\mathbf{C}}\dot{\mathbf{z}}(t) + \tilde{\mathbf{G}}\mathbf{z}(t) = \tilde{\mathbf{B}}u(t)$$

$$\mathbf{y}(t) = \tilde{\mathbf{L}}^T \mathbf{z}(t)$$

程序应能处理 MIMO 系统。

Spec.

1) 输入

(1-1) 电路方程

(1-2) 降阶系统阶数 n 和展开点 s_0

2) 输出

程序应生成 $\tilde{\mathbf{C}}$ ， $\tilde{\mathbf{G}}$ ， $\tilde{\mathbf{B}}$ ， $\tilde{\mathbf{L}}^T$ 四个矩阵，并以适当的形式保存成文件。

此外，测试用例还要求一些额外的输出，参见后面部分的说明。

3) 提交结果

程序建议采用 MATLAB 完成，需提交以下内容：

(3-1) 源程序，应有必要的注释。

(3-2) 使用除 MATLAB 外其他语言的，需要提交最终编译的可执行代码。

(3-3) 一份简要的说明，主要内容包括：主要设计思想，程序结构，编译的环境和方法，运行的环境和方法，输入的格式或方法，以及其他需要特别说明的地方。

(3-4) 对测试用例的测试结果和分析。

4) 测试用例

Benchmark 目录下提供 1 个测试用例 *PEEC.mat*。

PEEC.mat 原始系统为一个 SISO 系统，阶数 $m = 306$ 。PEEC.mat 文件包含了原始系统 MNA 方程中的四个矩阵。该文件为 MATLAB 格式，可以在 MATLAB 命令行方式下用以下命令载入：

```
>> load PEEC.mat;
```

程序应对该系统进行降阶，并以适当的方式对降阶过程和降阶系统进行评估。

(4-1) 做图：比较降阶系统传输函数 $|\tilde{H}(s)|$ 与原始系统传输函数 $|H(s)|$ 。

(4-2) 做图：给出降阶系统与原始系统的传输函数在不同 s 处的误差。

(4-3) 对上图在 20000 个点上采样，计算最大绝对误差和均方绝对误差。

均方误差的定义： $MSE = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{i=1}^p E_i^2}$ ，其中 E_i 为每个采样点上的误差， p 为采样点数。

(4-4) 分别给出降阶过程的时间，求解原系统的时间，求解降阶系统的时间。

适当改动展开点 s_0 和降阶阶数 n ，观察对得到的降阶系统的影响，并进行分析。

一些建议或提示：

(4-A) 求解原始系统和降阶系统可以采用在频域每个采样点上求解代数方程的方法。降阶系统有一些特殊的性质，可以加以利用以提高求解速度。

(4-B) 由于计算原始系统传输函数比较耗费时间，建议只计算一次，将结果保存下来，在以后每次运行程序时作为输入读入即可。

(4-C) 一组供参考的输入参数： $n = 60$ ， $s_0 = 2\pi \times 10^9$ 。传输函数观察 0 – 15 GHz 区间。