

阻抗分析

基本介绍

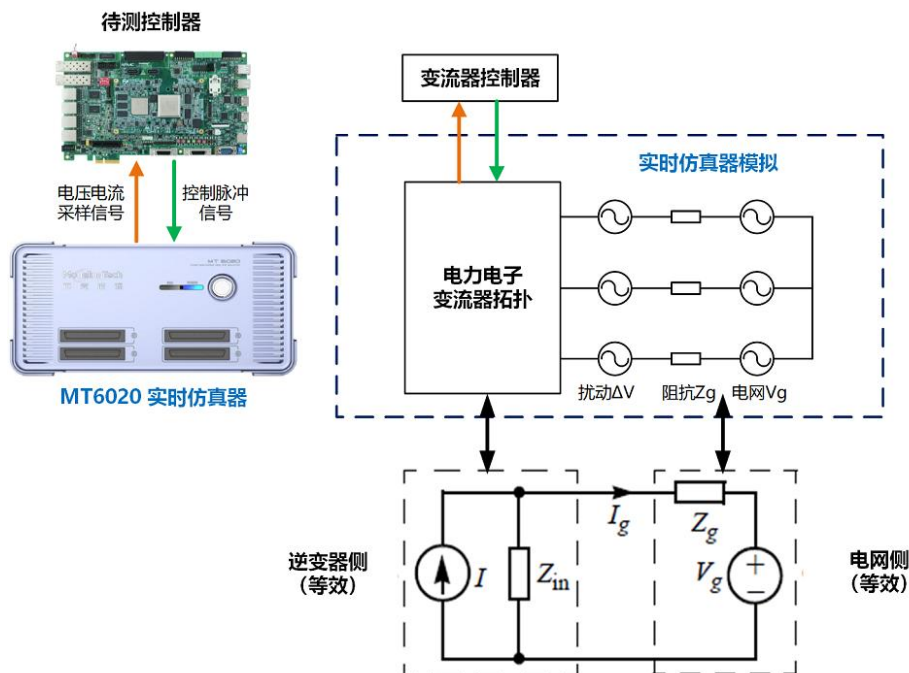
电压源型的并网逆变器广泛应用于风电、光伏等可再生能源的电网接入，随着风电、光伏等可再生能源的发电比重日益增大，越来越多的并网逆变器被投入到电网中，但在实际运行中也出现了并网逆变器自身动态与电网的相互作用而引发的一系列复杂的振荡问题，给电力系统的安全稳定带来不良的影响。

并网逆变器振荡问题机理复杂，阻抗分析方法将电网和逆变器看作两个子系统，利用每个子系统的阻抗模型，通过频域分析的方法来分析稳定性，较好的揭示了振荡问题的本质机理，如当并网逆变器系统在一些频率点对电网呈现容性阻抗时，易发生振荡现象，因此阻抗分析方法近年来受到越来越多的关注。

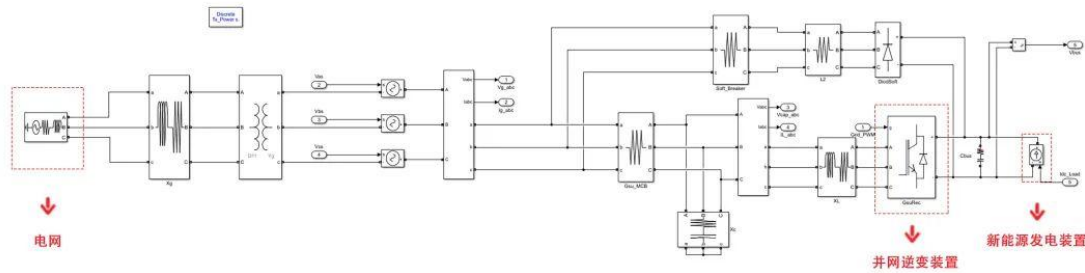
阻抗有两种方法得到，一种是通过理论分析，即对并网逆变器模型做线性化或简化，得到阻抗的数学模型；另一种是实验方法，在每个频率测点，在电网电压中叠加一个对应频率的小扰动，然后测得对应频率的电流响应，通过 FFT 以及阻抗的定义 (V/I) 计算得到对应频点的阻抗；最后通过扫频的方法重复这个过程把整个频段的阻抗测量得到。实验测得的阻抗数据可以用来验证理论分析得出的阻抗模型。

StarSim 解决方案

远宽能源结合自主研发的 StarSim 小步长仿真技术以及基于 Xilinx 的高性能 FPGA 运算芯片，能够为逆变器的阻抗测试与分析提供高速、精准、稳定和易用的实时仿真产品。基于仿真的阻抗测试系统如下图所示：



其中直流侧以可控电流源替代新能源，电路中串联三个可控电压源模拟不同频率的电压扰动，采用经典双闭环控制策略控制电压源型并网逆变器。



仿真测试结果

下图为 StarSim 实时仿真与 Simulink 离线仿真的阻抗分析结果。由下图可知，在保证离线仿真（实际拓扑）与实时仿真拓扑参数完全一致的情况下，无论在低频阶段还是高频阶段，StarSim 实时仿真结果都具有较好的效果，利用 StarSim 实时仿真器阻抗分析测试结果与 Simulink 离线仿真结果基本一致。

