

文章编号: 1005—0523(2004)04—0096—04

一种电机仿真高精度变频正余弦信号源的设计

郭 云¹, 郑晓芳²

(华东交通大学 1. 电气与电子工程学院; 2. 教务处, 江西 南昌 330013)

摘要:介绍了利用 MATLAB 第四代仿真软件工具 Simulink 对异步电机进行计算机仿真时, 正弦和余弦自动变频信号源的设计, 并对设计方案进行了分析比较.

关 键 词:仿真; 变频; 信号源

中图分类号: TP391. 9

文献标识码: A

0 引 言

异步电机结构简单, 随着电力电子技术的发展并与电机的结合, 使异步电机又具有较好的调速性能, 在许多领域逐步取代以往被广泛采用的直流电机成为主流动力设备.

采用计算机仿真的方法进行异步电机辅助设计, 可以在产品制造出来前, 进行各种方案的比较, 预测系统的行为、特性, 并可通过计算机自动修正系统参数直至获得理想性能为止, 从而实现最优化设计, 提高设计的质量. 这样既得到了可靠的数据, 又节约了研究的时间及费用. 对异步电机进行计算机仿真, 首先建立起实际电机及其传动、控制系统的仿真模型, 再用对电机仿真模型的研究来替代真实电机在实际运行场合中的某些试验研究.

利用 MATLAB 的第四代仿真软件工具 Simulink 可以对异步电机进行计算机仿真, 但 Simulink 电源库中尽管有多种信号源, 却没有异步电机仿真所需要的正、余弦自动变频信号源, 这样异步电机不可能获得仿真输出, 而正余弦自动变频信号电源又与最终仿真模块的输出相关, 构成一个反馈闭环系统, 所以设计正余、弦自动变频信号电源是异步电机仿真的一个首先要解决的问题.

1 异步电机计算机仿真对电源的要求

1.1 异步电机计算机仿真简介

根据交流电机理论, 首先建立异步电机旋转坐标的数学模型, 从异步电机旋转坐标的数学模型来看, 有定子电压输入方程、转子电压电流方程式、磁链、电磁转矩、机电运动(动态转矩)方程式. 其中转子电压电流方程式中又涉及动态转矩方程中的转速, 各方程式之间有相互的关系.

如图 1 所示是一个依照上述数学模型建立的完整异步电机仿真 Simulink 的模型, 根据异步电机数学模型共分为八个模块. 模块 1 是正余弦自动变频信号源, 主模块 2 是定子电压输入模块, 模块 7 和模块 8 是转子电压输入, 模块 5 和模块 6 是异步电机磁链状态方程主模块, 模块 4 是转子转速转矩输出模块.

1.2 自动变频信号源在异步电机仿真的作用

异步电机转子感应电动势和转子电流与电机转差率相关, 所以能反映异步电动机转速动态输出的模块 4 把电机变化的转速信号反馈给模块 1 正余弦自动变频信号源, 使正余弦信号源产生随电机转速变化而变化的正、余弦变频信号源, 然后模块 1 的变频信号再输入给转子电压模块 8 和转子电流模块

7,这样才能实现异步电机动态特性的仿真.

异步电机仿真对正余弦自动变频信号源设计,要求是它的幅值在 20 分钟内幅值不衰减保持为 1,

即要求长时间保持等幅振荡,波形的频率随着电机转速变化而变化,基值频率 ω 为 314 弧度/秒.

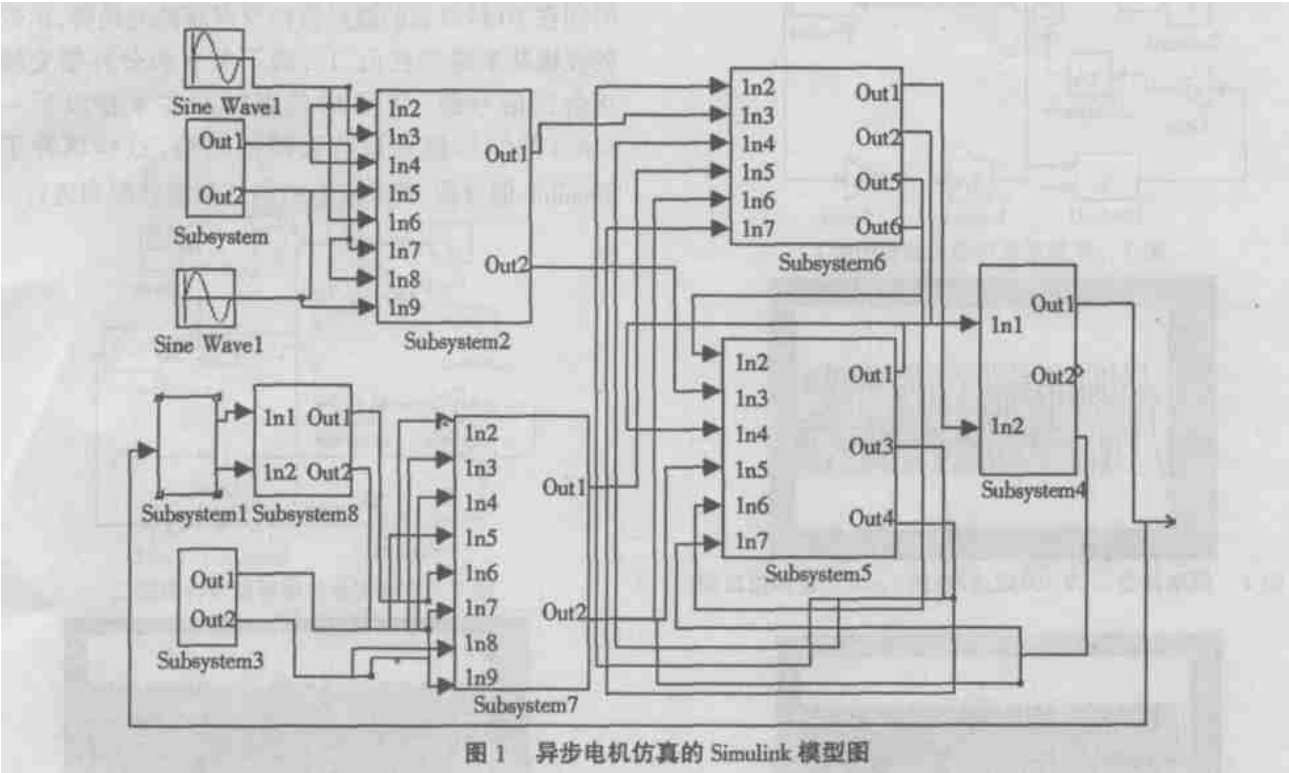


图 1 异步电机仿真的 Simulink 模型图

2 Simulink 异步电机仿真自动变频信号源的设计

根据对异步电机仿真对正余弦自动变频信号源设计的要求,为了设计及首先必须写出一个以它们作为解答的微分方程式:

$$y=A\cos \omega t$$
(1)

用 Simulink 仿真软件分别求 y 的一阶及二阶导数:

$$\dot{y}=-\omega A\sin \omega t$$
(2)

$$\ddot{y}=-\omega A\cos \omega t=-\omega^2 y$$
(3)

初始条件为: $y(0)=1 \quad \dot{y}(0)=0$

2.1 Simulink 变频正余弦信号源设计方案一

根据导出的微分方程式 2-2 和式 2-3 及其初始条件,用 Simulink 仿真软件设计变频正余弦信号源如图 2 所示,输出 1(out1)和输出 2 (out2) 分别是 $\sin \omega t$ 和 $\cos \omega t$,输入 1 接收的是来自模块 4 动态转矩的输出的速度反馈信号.

但是变频正余弦信号源和主模块是相互关联的,当主模块没有设计出时,传递给变频正余弦信号源的这个反馈信号是没有的,所以在初步设计时还

要考虑用一个模拟信号替代. 图 3 所示为变频正余弦信号源模拟输入,由 Rramp 模块和 look up table 模块构成,模拟输入的输出信号类似于异步电机转速启动时的变化过程,以检验变频正余弦信号源设计是否正确,图 4 是加模拟输入后的变频正余弦信号源设计方案一的仿真输出.

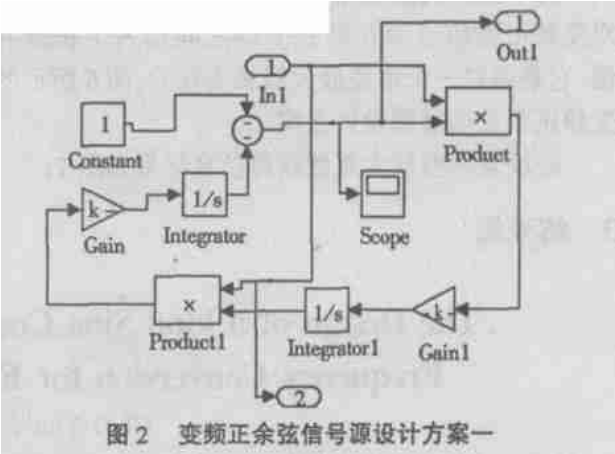


图 2 变频正余弦信号源设计方案一

图 4 为变频正余弦信号源加上模拟输入信号后产生的输出余弦波形,波形的频率随着模拟信号的变化而变化,实际仿真频率基值 ω 为 314 弧度/秒.

由图 5 可见仿真时间在 4 秒以后的波形振幅有衰减的趋势,这是因为积分器在模拟仿真中有衰减

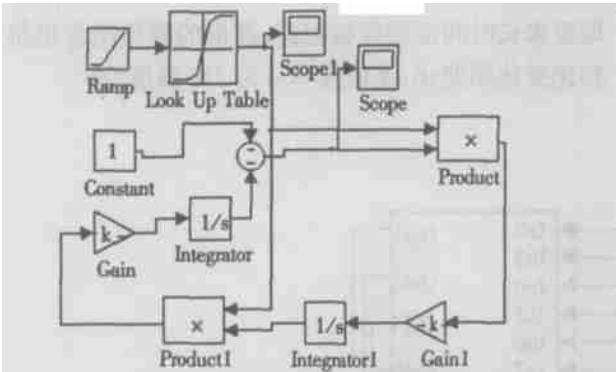


图 3 变频正弦信号源模拟输入

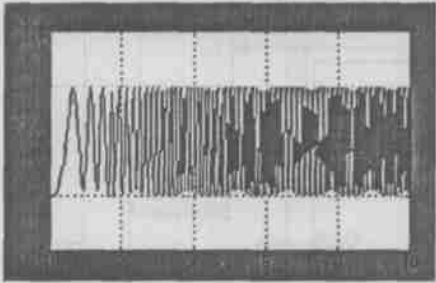


图 4 频率基值 ω 为 100 弧度/秒的 $-\cos\omega t$ 波形仿真图

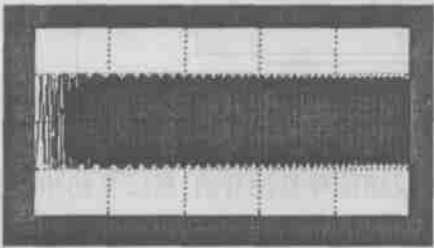


图 5 频率基值 ω 为 314 弧度/秒的 $-\cos\omega t$ 波形仿真图

2.2 变频正弦信号源设计方案二

为了避免变频正弦信号源波形振幅的衰减，对变频正弦信号源在两积分器之间加入了积分补偿，它是通过一个增益放大器来实现的，图 6 所示的变频正弦信号源设计方案二。

经反复调整放大系数获得仿真结果如图 7：

3 结束语

比较图 7 与图 5，可以看出具有积分补偿和不具有积分补偿变频正弦信号源仿真结果是有差别的。具有积分补偿的变频正弦信号源（见图 7），仿真时间在 10 秒以后的波形振幅没有衰减的趋势，函数的波幅基本维持在值“1”，而不具有积分补偿变频正弦信号源（见图 5）仿真时间在 4 秒以后 $\cos\omega t$ 的波形振幅就有衰减的趋势。这样填补了 Simulink 信号源，使异步电机的仿真能够顺利进行。

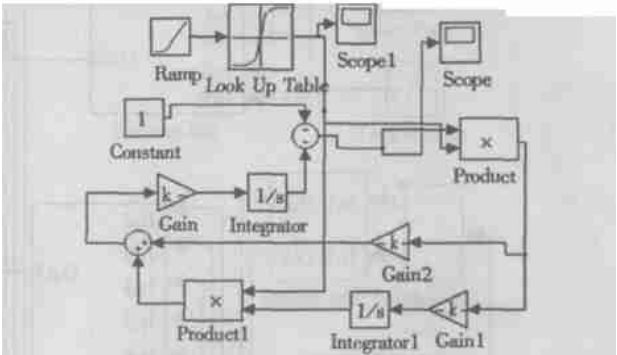


图 6 变频正弦信号源设计方案二

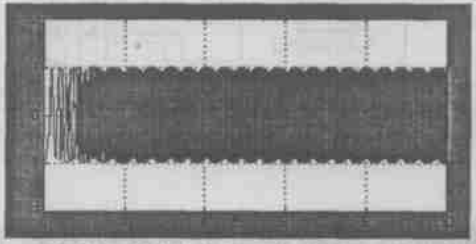


图 7 具有积分补偿的变频正弦信号源的仿真结果

经反复设计和调试，并对设计中的自动变频信号电源加模拟输入反馈仿真信号，多种方案进行比较，最终设计出高精度自动变频正弦和余弦信号源，保证了对的异步电动机仿真，通过对异步电动机的仿真结果的分析，证明自动变频信号电源设计正确。

参考文献：

[1] 张晓华. 控制系统数字仿真与 CAD[M]. 北京：机械工业出版社，2003.
[2] 薛定宇，陈阳泉. 基于 MATLAB/Simulink 的系统仿真技术与应用[M]. 北京：清华大学出版社，2002.

The Design of a kind Sine Cosine Signal Source of High-accuracy
Frequency Conversion for Emulation of Electrical Machinery

GUO Yun¹, ZHENG Xiao-fang²

(1. Department of Electronical and Electronic Eng; 2. Educational Administration, East China Jiaotong Uni., Nanchang 330013)

Abstract: This text introduces how to utilize MATLAB the fourth generation of emulation software tool Simulink to carry on computer on the emulation to asynchronous electrical machinery, Sine and cosine automatic frequency conversion design of signal source, and analyses and compares the design.

Key words: emulation; software tool simulink; automatic frequency conversion signal power.