

基于 SIMULINK 的某雷达天线随动系统性能分析

杨守国, 柳世考, 付全喜
(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:介绍了 SIMULINK 的特点和某型雷达天线随动系统的原理,着重论述了利用 SIMULINK 面向方框图的建模方法及数字仿真过程,并对某型雷达天线(方位角支路)随动系统的动态性能进行了分析。对利用 SIMULINK 分析复杂控制系统的性能具有指导作用。

关键词:SIMULINK;数字仿真;天线随动系统

中图分类号:TN958.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2000)05-0040-03

为了准确地把一个控制系统的复杂模型输入给计算机,然后对它们进行进一步的分析与仿真,1990年 Mathworks 软件公司为 MATLAB 提供了新的控制系统模型图形输入与仿真工具,并定名为 SIMULAB。该工具很快在控制界得到了广泛的使用,但因其名字与另一软件 SIMULA 极类似,所以在 1992 年正式改名为 SIMULINK。此软件有两个显著特点:仿真与连接,即利用鼠标在模型窗口上画出所需控制系统的模型,然后利用该软件提供的功能来对系统直接进行数字仿真。仿真结果可以用示波器显示,也可以以数据表格的方式显示,且两种方式皆可以适时打印^[1]。很明显这种方法使得一个很复杂系统的输入变得相当容易,仿真结果直观。SIMULINK 的出现更使得 MATLAB 为控制系统的数字仿真以及性能分析打开了崭新的局面。

1 某型雷达天线方位角随动系统

该天线方位角随动系统原理框图经过变换、等效的结构图如图 1 所示。

图中的各级传递函数为

$$G_1(s) = K_1 \quad (1)$$

K_1 包括输入轴(粗示发信仪转轴)与精示发信仪转轴之间减速器的传递函数、精示发信仪与受信仪的传递函数和精示电压的电阻衰减网络的传递函数。

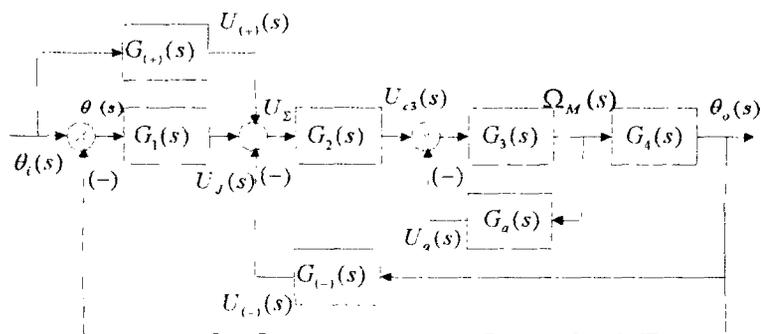


图 1 方位角随动系统结构图

$$G_2(s) = K_2/T_2S + 1 \quad (2)$$

式中 K_2 为综合放大器、相敏整流器的传递函数, T_2 为相敏整流器的时间常数。

$$G_3(s) = K_3/(T_{31}S + 1)(T_{32}S + 1)(T_{33}S + 1) \quad (3)$$

式中, K_3 为直流放大器、功率放大器、放大电机和执行电机的传递函数, T_{31} 、 T_{32} 分别为放大电机的时间常数, T_{33} 为执行电机的时间常数。

$$G_4(s) = K_4/S \quad (4)$$

式中, K_4 为执行电机转轴与天线轴之间的动力减速器的传递函数。

$$G_a(s) = K_a S(T_{a1}S + 1)/(T_{a2}S + 1) \quad (5)$$

式中, K_a 为等效的加速度负反馈电路的传递函数, T_{a1} 、 T_{a2} 为等效环节和加速度负反馈电路的时间常数。

收稿日期:2000-01-13

作者简介:杨守国(1971-),男,四川广汉人,助教,主要从事制导雷达研究。

$$G_{(-)} = K_{(-)}S \tag{6}$$

式中, $K_{(-)}$ 为负反馈测速发电机转轴与天线轴之间减速器、负反馈测速发电机和速度负反馈电压衰减网络的传递系数。

$$G_{(+)} = K_{(+)}S \tag{7}$$

式中, $K_{(+)}$ 为正反馈测速发电机与输入轴之间减速器、正反馈测速发电机和正反馈电压衰减网络的传递函数。

各级传递函数和时间常数分别如表 1 和表 2 所示。

表 1 各级传递函数

传递函数	K_1	K_2	K_3	K_4	K_a	$K_{(-)}$	$K_{(+)}$	K
数值	25	20	1 080	1/1 080	0.003 71	12.5	12.5	500
单位	V/rad		rad/V.s		V.s ² /rad	V.s/rad	V.s/rad	1/s

表 2 各级时间常数

时间常数	T_2	T_{31}	T_{32}	T_{33}	T_{a1}	T_{a2}
数值(s)	0.01	0.02	0.04	0.4	2.5	0.8

2 仿真过程

2.1 建立模型

启动 MATLAB, 在其工作空间键入 SIMULINK 后回车, 用户桌面上就显示了一个包括有 MATLAB 命令窗口和 SIMULINK 的 BLOCK Library 窗口的界面^[1]。其中 SIMULINK 的 BLOCK Library 窗口中将显示各个库的图标, 本文要用到 Sources(源库)、Linear(线性模块库)和 Sinks(输出模块库)。

Sources 中包括各种输入信号(阶跃、正弦、斜坡、加速度等), 且参数可自定义。Linear 中包括放大器、积分器、微分网络等, 同样参数可自定义。Sinks 中有示波器等。

如果要放置 $\frac{20}{0.01s+1}$, 则双击 Linear, 此时打开了 Linear Library, 用鼠标左键压住 $\frac{1}{s+1}$, 拖动至 Untitled 工作空间, 再双击 $\frac{1}{s+1}$, 出现编辑框, 分别改变分子为 [20], 分母为 [0.01 1] 即可。所有这些过程可以象 Windows 程序一样移动、改变窗口等, 非常方便, 模型建立如图 2 所示。

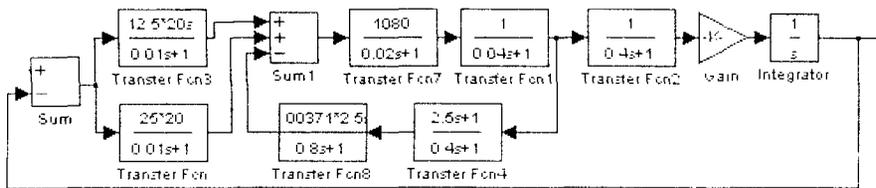


图 2 仿真模型

2.2 数字仿真

用鼠标左键点击 Sources Library, 给图 2 的输入信号赋予单位阶跃信号, 用鼠标左键点击 Sinks Library 给图 2 的输出连接上示波器和 to workspace 模块。在 simulation 下设置仿真方法和参数, 可选四阶龙格——库塔法, 仿真步长可选 0.01, 选择 star, 双击示波器, 可适时观察仿真过程, 如图 3。

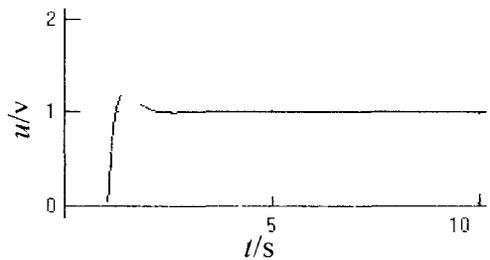


图 3 仿真结果

3 性能分析

3.1 仿真数据的输出

在 MATLAB 的工作空间键入 simout 回车, 这时工作空间可得到一组仿真数据, 它是以仿真步长为间隔的系统输出^[2]。同样, 该数据可以以数据文件的形式存入 MATLAB 的路径下。这里不再赘述。

3.2 系统的波特图

在图 2 的基础上删除外反馈线, 在 Block Library 中双击 connection, 给方框图接入标准输出输入模块, 并给该文件命名, 在 MATLAB 的路径下存盘。进入 MATLAB 的工作空间, 键入 $[A, B, C, D] = \text{linmod2}(\text{文$

件名)回车,这样就得到开环的状态空间表示式。键入[num,den]=ss2tf(A,B,C,D)回车,就得到该系统的零极点形式总的开环传递函数。键入[A,P,W]=bode(num,den)回车,margin(A,P,W)回车,可得到系统传递函数的波特图,如图4所示。在图上可得到系统的截止频率 ω_c 为20(rad/s),相角稳定裕度 $r_c=64.964^\circ$ (at 8.19 rad/s),幅值稳定裕度 $h=29.27$ dB(at 0.970 83 rad/s^[3])。

4 结束语

以上用SIMULINK对某型雷达天线(方位角支路)随动系统的动态性能进行了分析与仿真,过程简单,结果明了,与其它语言相比效率提高了许多倍。因此,用SIMULINK对复杂控制系统进行分析和仿真,是一种比较理想的方法。

参考文献:

- [1] 施 阳. MATLAB语言精要及动态仿真工具SIMULINK[M]. 西安:西北工业大学出版社,1997.
- [2] 薛定宇. 控制系统计算机辅助设计——MATLAB语言及应用[M]. 北京:清华大学出版社,1996.
- [3] 胡寿松. 自动控制原理[M]. 北京:国防工业出版社,1996.

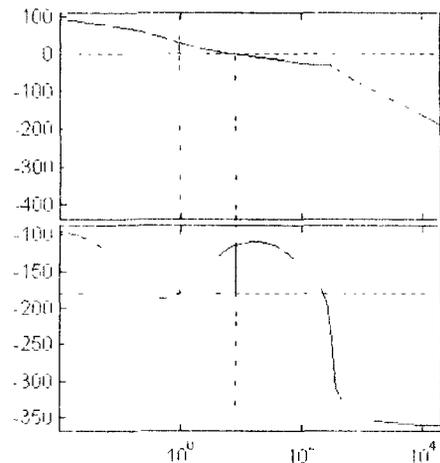


图4 开环传递函数的波特图

Analysis of the Following System's performance of Certain Radar Antenna Based on SIMULINK

YANG Shou-guo, LIU Shi-kao, FU Quan-xi
(Missile Institute, AFEU., Sanyuan 713800, China)

Abstract. The character of SIMULINK and principle of certain radar antenna following system are introduced here. The method to build model facing block diagram by using SIMULINK and the process of digital simulation are discussed emphatically. The dynamic performance of certain radar antenna(the branch of azimuth) following system is also analyzed here. All of these make an instructive role in analysis of performance of the complicate control system by using SIMULINK.

Key words. SIMULINK; digital simulation; following system of antenna