

# 关于控制系统教学模拟实验的一些体会

张 作 民

工程控制的教学方法中,存在着理教学与实验课程如何紧密结合的问题。

以往,对实验课程的基本要求,仅是对该课程的基本原理和理论计算部份加以验证,由于设备及内容的限制,只能提高一些操作技能,摸清一些基本概念(这当然是应该做到的),而在实验中渗进部分的科研内容,使实验达到一个新的水平则做得不够。

我们认为,作为工程控制实验室,应满足以下的基本要求:

1. 能进行控制系统及其理论的基本规律论证实验。
2. 能对一些必要典型教例建立数学模型,进行模拟实验,
3. 能对一些过程控制及伺服调速系统进行仿真实验。
4. 根据目前内外技术水平,微机已应用于各个学科领域,作为自动控制系统当然不能例外,而且更应大力反映到教学系统中来。

必须着重指出,由于微机及大规模集成电路的应用,由于控制理论的发展及广泛应用于实际生产技术,实验设备的模拟化,多功能化,组合化,系统化,小型化等已提到日程上来,肯定是发展方向。因为可以做到节约电能,维修易,故障少,安全可靠及使用方便。且仍可达到教学质量的要求。

## 一、实验设备的模拟化、集成化、组合化、 系统化和多功能化

目前,在国内外,系统模拟技术在各个学科领域内之所以得到广泛应用,是由于它是三个主要特点所决定的:经济,安全,可靠。作为教学手段的实验设备,也不例外。用工程控制的观点去研究工程控制系统或非工程控制系统时,是根据系统动力学模型及能量守恒,相似原理,对不同的物理系统可用同样的数学模型来描述,从而提出模拟电路作为基础的一种模拟实验装置,这种装置在1930年从布希创造一台纯机械的模拟计算装置开始,迄今,国内外各院校已试制或生产了各种模拟实验装置。

例如:国内南京工学院	MF-01型
南京航空学院	MNJ81-3型
清华大学	XMN-4型
溧阳××厂	CM-1,CM-2
无锡轻工业学院	KFMX-I,MJX-I型
国外:法国 tergaue 20 B	(小型台式,具有线性,采样功能)

tergaue 20 N: 数字控制系统

tergaue 30: 混合仿真,

意大利: CA/81-EV

模拟计算机, 具有分析线性电路的动态指标。

美国: GP-6: 线性系统模拟。

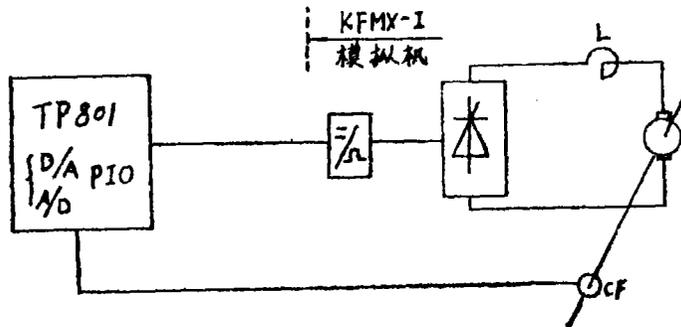


美国普渡大学混合模拟实验框图

我们在轻工自动化专业 78.79 两个班级的教学实践中, 进行了两次为期两周的调速系统模拟, 随动系统模拟, 微机—调速系统实物模拟, 微机—模拟机混合模拟系统等中型实验。

例如:

(一) 软件速度控制

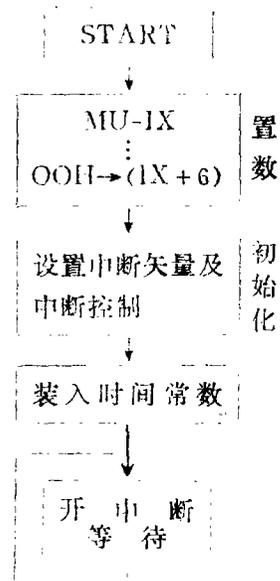


$$\therefore W_{PI}(S) = K_1' = \frac{K_2'}{S}$$

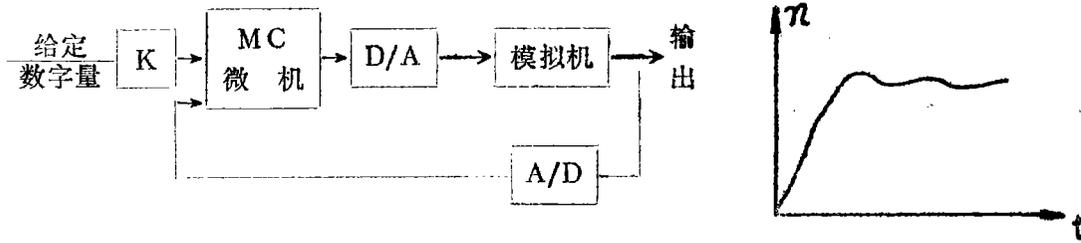
$$\text{离散式: } y_k = K_2 \sum_{i=0}^k u_i - k_1 u_k$$

其中:  $K_2 = k_1' + k_1$

主程序	2200	DD21	0021
	2204	DD36	000
	⋮	⋮	⋮
	222A	FB	
	222B	76	
	222C	C3	2A22



## (二) 混合仿真实验



## (三) 微功率电机速度控制系统及随动系统

调速系统利用双向控硅作功率变换, 霍尔元件(HZ-1)作电流检测, 并具有测速反馈。

随动系统同南京工学院的装置。

由此, 我们在实验设备上, 尽可能采用集成元件(例如 KC-04, KC-05 集成触发), 并在结构、功能上采用系列化、组合化, 增加了实验设备的灵活性, 且与微机配合, 使实验设备及实验内容比较先进, 有一定的深度和广度。

由于实验装置功率的小型化, 低电压, 台式装置等的优点, 当学生进行实验时能保证安全、可靠、能耗低和实验方便, 教师在指导实验时能同时兼顾 5 组, 这与功率较大的实验装置比较, 其优点较显著。

## 二、使用教材教学的一些体会

由于现代化自控系统范围很广, 有开环、闭环还有自适应控制系统……等, 另外, 目前在锅炉控制等工业上对自寻最优点控制提到日程上来, 应用微机于控制系统, 计算机辅助设计, 模糊控制等一系列的技术已渗透到“自控系统”各个领域, 但在讲课时, 又不能包罗万象, 面面俱到。而我院是轻工自动化专业, 生产过程控制, 电力拖动控制及电气化等是重点, 应以此决定讲课内容的取舍。

为此, 我在讲课中重点讲该教材的第一、第二、和第五章, 并适当以第四章内容充实第五章, 补充“振荡指标法”及“电子最佳调节原理”等工程设计方法, “生产过程控制”及“自寻最优点控制”的基本概念, 配以电子计算机辅助设计及其分析方法, 后者是以举例让学生自编程序进行上机计算的方式进行的, 占讲课时间不多, 但收效较大。

## 三、对大型实验的一些体会

我们在“78级”“79级”二次进行了连续二星期的大型实验—调速系统及随动系统实验, 并进行了随动系统课程设计及霍尔元件检测, 电抗器研究, 双闭环调速系统及随动系统的计算机辅助分析, 同学们反映收效很大, 并且为毕业设计作了准备。

例如: 在进行多环系统的计算机辅助分析时, 我们选用下式作为典型的通用环节

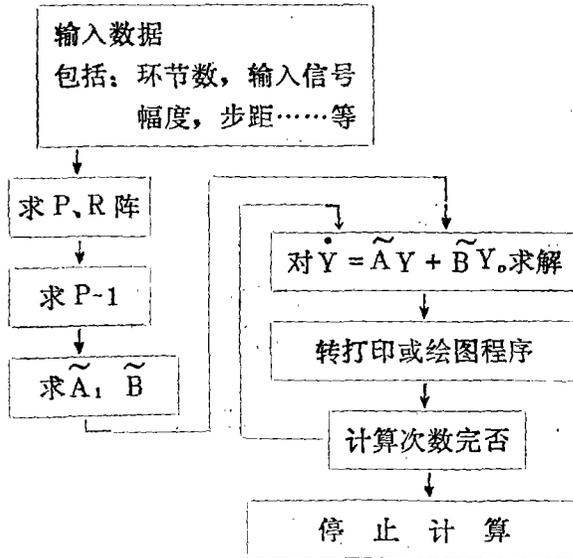
$$\frac{C_i + D_i s}{A_i + B_i s}$$

其中  $A = \begin{bmatrix} A_1 & O \\ O & A_n \end{bmatrix}$ ,  $B = \begin{bmatrix} B_1 & O \\ O & B_n \end{bmatrix}$ ,  $C = \begin{bmatrix} C_1 & O \\ O & C_n \end{bmatrix}$ ,  $D = \begin{bmatrix} D_1 & O \\ O & D_n \end{bmatrix}$ .

经过推导, 得系统的状态方程组:

$$\dot{Y} = \tilde{A}Y + \tilde{B}Y.$$

上式可用四阶龙格库塔法求解, 从而得状态量输出(程序略)



本文是在朱又迈, 张平, 赵丽开等老师共同进行的教学实验基础上撰写的, 特此表示感谢。