

作广。

(2) 恒流性能好, 微管电阻在 0 到 200 兆欧范围内变化, 其压降小于 100 伏时, 对输出电流影响小于 0.1%。

(3) 输出电压高, 微管上电压可高达 100 伏, 因此微管电阻高达 100 兆欧时仍可获得足够大的电流, 以注射足够量的物质。

(4) 输出电流直接读数, 使用方便。

(5) 允许标本接地, 使记录部分较强地抗干扰。

(6) 输出波形较好, 对于 100 兆欧的微管其上升时间为 5 毫秒 (上升到假定值的 90%)。

(7) 能同时监视微管的情况, 把“微管监视”接到示波器上, 可以观察微管上电压变化的

情况。如果微管尖端被堵塞或折断, 则就会呈现微管电压变大或变小。

最后, 对于要求注射时间为 1 毫秒或更小的实验及要求更精确地分析给药后的反应时程, 本电路上升时间就显得过长了, 就需要加上电容补偿电路^[5]。

参 考 文 献

- [1] Nastuk, W. L.: *Fed. Proc.*, 12, 102, 1953.
- [2] Del Castillo, J. et al.: *J. Physiol. (Lond.)* 128, 157, 1955.
- [3] Curtis, D. R.: *Physical Techniques in Biological Research*, V. 5A, P. 144, 1964.
- [4] Krnjevic, K.: *Methods of Neurochemistry*, V. 1, p. 130, Marcel Dekker Inc., New York, 1971.
- [5] Dreyer, F. et al.: *Pflügers Arch.*, 348, 263, 1974.

[本文于 1978 年 6 月 30 日收到]

利用 RC 充电过程的对数转换线路

蔡嘉坤 陈茜芝

(中国科学院上海生物化学研究所)

在用吸收光谱仪器作定量分析时, 根据比耳定律, 样品的浓度并不与透过率成直线关系而是与光密度成直线关系。光密度与透过率有下列关系:

$$A = \lg \frac{T_0}{T}$$

式中 T_0 为空白对照透过率; T 为样品的透过率。直接显示 (或读出) 透过率的值对制作仪器来说当然比较方便, 然而对定量分析工作者来说相当不便, 所以在许多近代光谱分析仪器中常常用对数线路来处理光电信号, 使读数 (模拟值或数字值) 直接显示 A 值。在电子线路中进行对数转换有各种不同的方式, 本文介绍的对数转换方式具有两个特点①几乎不会因温度变化而产生漂移; ②很适合与双光束模式的仪器相配合使零点漂移尽可能减小。

1. 原理

RC 充电电路 (图 1) 中电容器 C 两端的电

压变化为

$$V = V_0(1 - e^{-t/RC})$$

将上式两边取对数并整理得:

$$Kt = \lg \frac{V_0}{V_0 - V}$$

式中 $K = 0.434/RC$, 若取 $RC = 0.434$, 则

$$K = 1 \quad t = \lg \frac{V_0}{V_0 - V} \dots (1)$$

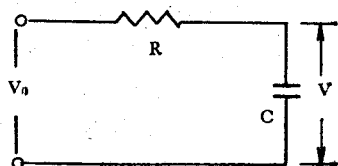


图 1

在双光束模式的仪器中, 设参比讯号电压为 V_R ; 样品讯号电压为 V_s , 并且为了尽可能地减小由于仪器系统中各元件参数变化而引起的零点漂移, 将讯号 V_R 和 V_s 作差分输出。即

$$V_i = V_R - V_S$$

$V_S = V_R$; (即 $V_i = 0$) 时为 100%(透光率)

$V_S = 0$; (即 $V_i = V_R$) 时为 0%(透光率)

在(1)式中取

$$V_0 = V_R = T_0; V = V_R - V_S; V_S = T.$$

则有

$$t = \lg \frac{V_R}{V_S} = \lg \frac{T_0}{T} \dots \quad (2)$$

2. 电路原理

根据上述原理我们设计了下面的电子线路,使其最后输出恰好是式(2)中与 t 直接相关的电压讯号,因而完成对数转换。

现将该线路的原理(图2)描述如下。

晶体管 T_1, T_2 组成频率为 1KC 的多谐振荡器,可变电阻 V_{R2} 与电容器 C 组成 RC 充电线路,场效应晶体管 FET_1 与多谐振荡器配合使电容器 C 在半个周期内充电而在另半个周期一开

始使电容器 C 很快地放电,电容器 C 在充电过程中所建立起来的电压 V_C 与双光束模式仪器的分差输出讯号 V_i 不断在运算放大器中进行比较,一旦 V_C 达到(并开始超过) V_i 的电平,运算放大器输出立即变号(运算放大器在开环增益状态运行,所以灵敏度极高)。 V_C 从零电平开始到达 V_i 电平所需要的时间 t 就是式(2)中的时间 t (图3)。

场效应晶体管 FET_2 晶体管 T_3, T_4 及齐纳

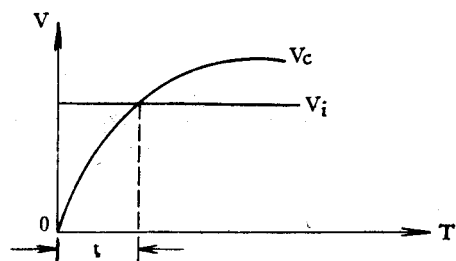


图 3

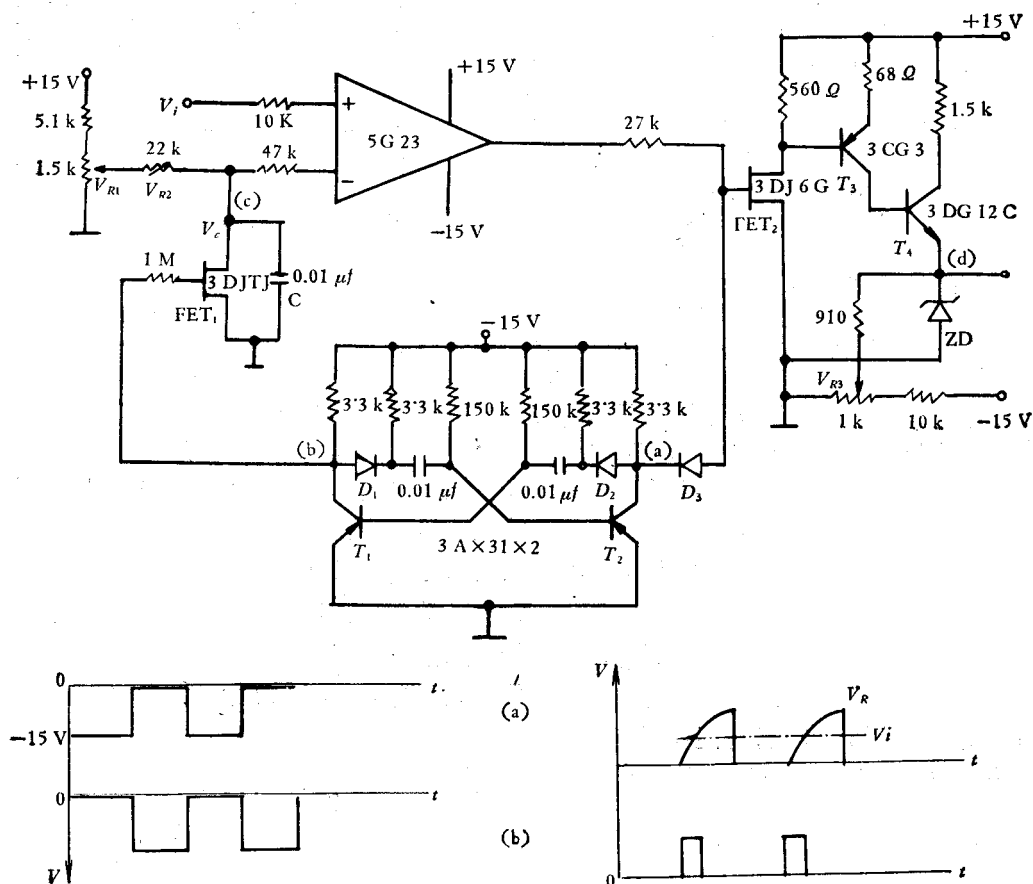


图 2 各点波形图

二极管 Z_D 所组成的线路保证了在多谐振荡器的一个周期内输出一个宽度为 t 而且幅值恒定的脉冲。多谐振荡器的另一个输出端通过二极管 D_2 接至 FET_2 的栅极构成“与”的条件,从而保证了在电容器 C 放电的那个半周期中线路的输出端不会有误输出。将输出端的一连串脉冲加以平滑滤波就可以获得与 A 值成直线关系的输出电平 V_o 。线路中 V_{R1} 需调节在使 V_i 比 V_i 的最大输入 (即 $V_i = V_i$) 略大的数值 (这是由于电容 L 及 FET_1 在夹断时的漏电阻等原因,在理想情况下 V_i 应为 V_i)。

3. 实验数据

我们对两块对数转换印刷线路板分别做实验测试,所得的数据如表 1 所列:

表 1

V_i (伏)	T 值	A 理论值	A 实 测 值			
			$V_i = 3.08V$	相对误差	$V_i = 3.12V$	相对误差
0.00	100	0.000	0.000	0.0%	0.000	0.0%
0.30	90.0	0.046	0.042	-8.7%	0.045	-2.2%
0.60	80.0	0.097	0.093	-4.1%	0.097	0.0%
0.90	70.0	0.155	0.155	0.0%	0.155	0.0%
1.20	60.0	0.222	0.218	-1.8%	0.220	-0.9%
1.50	50.0	0.301	0.299	-0.6%	0.298	-1.0%
1.80	40.0	0.398	0.392	-1.6%	0.390	-2.0%
2.10	30.0	0.523	0.505	-3.4%	0.520	-0.6%
2.40	20.0	0.699	0.690	-1.3%	0.692	-1.0%
2.70	10.0	1.000	0.990	-1.0%	0.997	-0.3%
2.85	5.00	1.301	1.310	+0.7%	1.300	-0.1%
2.91	3.00	1.523	1.540	+1.1%	1.525	+0.1%
3.00	1.00	2.000	2.000	0.0%	2.000	0.0%

注: 1. V_{R1} 、 V_i 电压由数字电压表测得; A 值的数据由 XWC-100 A 电子电位差计测得。

2. 我们根据仪器的实际要求,选取 A 值范围为 0.000—2.000。

可以想象这种补偿愈多则线路转换精度愈低,特别是在 A 值较小的一段。而如果采用性能更好的运算放大器并经过适当挑选则对数转换的精度可望进一步提高。

提高转换精度的另一个因素是希望运算放大器有较宽的频带,以保证当电容器 C 两端的电压一旦达到并开始超过 V_i 值时运算放大器的输出尽快翻转。考虑到这一因素我们所取的

4. 讨论

许多利用晶体管基射 PN 结的电流电压对数关系所构成的对数转换线路都因为直接与温度有关,所以在具体应用时必须要有适当的温度补偿。

本文所介绍的对数转换线路从其工作原理上可以清楚地看出,它不需要温度补偿。

当然,电容器 C 的温度系数会影响转换精度,但是选用温度稳定性较好的聚苯乙烯电容器一般会有较好的结果。

由于运算放大器失调电压与失调电流等影响,往往在输入 V_i 为零时在线路输出端 (d) 仍有很窄的脉冲出现,为避免对运算放大器作严格的筛选,我们在线路中设置了 V_{R1} 作为补偿,

多谐振荡器频率仅为 1 千周左右,以免对运算放大器的频带提出过高的要求。很显然,多谐振荡器的频率不要求有稳定的措施。

光学分析仪器的测光精度不仅取决于对数转换的精度,还取决于杂散光的影响,特别是 A 值较大 (例如 $A > 1.5$) 时杂散光成为影响精度的主要因素。

[本文 1978 年 6 月 10 日收到]