

检修 TEK DM-502 Digital Multi-Meter

William Xu March, 2020

DM-502 是三位半数字式多用电表, Tektronix 公司 1974 年的产品. 见图 1. 数年前我从旧货市场把 Tektronix TM-504 买来的时候它装在 TM-504 的第 3 个 Bay 上. 见图 3.



图 1. DM-502 当年的广告



图 2. 我的 DM-502 修复后的照片

The Tektronix TM504 is a four-bay mainframe for the TM-500 system. 它可以插入四个 500 系列的组合件. 当时这 TM-504 带有一个信号发生器 FG-502, 一个数字式多用电表 DM-502, 一个计数器 DC-504, 还有一个电源供给器 PS-503A. 这个 TM-504 组合了一个综合测试仪, 一般修理要用的仪器都在上面了. 可是非常不幸, 这个四个组合件中间没有一个是完好的. 本文叙述如何修好 DM-502 这个三位半数字式多用电表. 其他组件的修理将另文叙述.

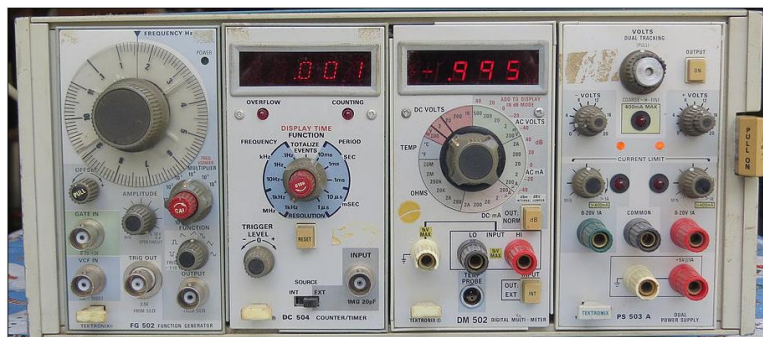
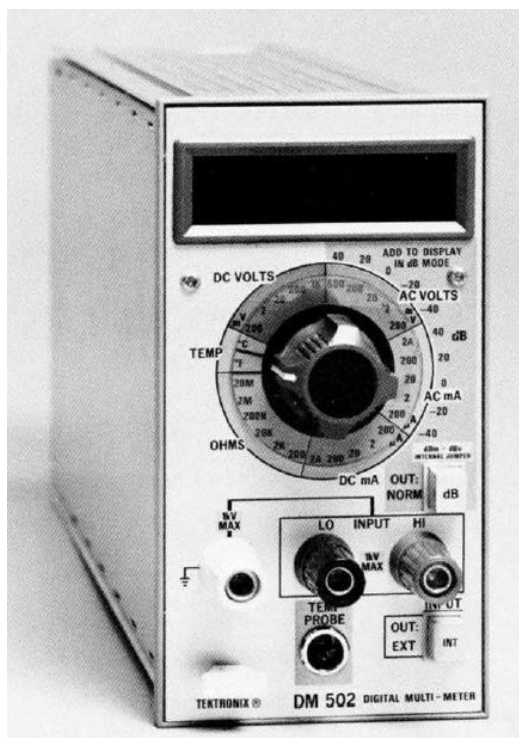


图 3. TM-504

第一章 概述

DM-502 是 1974 年产的仪器, 不算太老. 幸运的是从网上找到了 Service Manual, 故而修理工作可以往下进行. 本章列出了一个简表, 读者可以一目了然地看到检修的全部过程.



No.	现象	故障描述	修理
1	AC 上电, 各位数字有显示	各位数字都有显示, 但是没输入的时候显示不归零. 数字随机跳动.	说明书说 本机应该有 20 分钟的预热时间. 预热一个小时以后, 随机跳动的数字渐渐变小, 最终归零.
2	预热一个小时以后, 随机跳动的数字渐渐变小, 最终归零.	归零后, 对电压, 电阻, 电流等各档做了简单的测试, 结果基本正确.	想不通有什么零件要一个小时的预热才能最后稳定下来.
3	查数字电表自动清零电路	1974 年的时候集成电路的集成度还非常低, DM-502 的核心是一个集成电路组合件 LD110/111A 3 ½ Digit A/D Converter Set.	这是两片集成电路组成的合件. LD111A 用于 A/D 转化和自动清零, LD110 用于显示. 详见篇末 Appendix, LD110/111A 特性表.
4	找不到	查询机内的电压供给.	本机有 +/-15V, +/- 12.5V 和


	LD110/LD111A 替换零件, 只能暂时认为集成电路 OK		+5V 的供电. 经检查发现+5V 仅有+4.51V.
5	+5V 仅有 4.51V. 但 1 分钟以后有 0.1 伏的上升	看到+5V 电压在慢慢上升, 是否这就是所谓的预热时间?	耐心等待多时. 等到+5V 上升到了 5.02V 时随机跳动的数字渐小终于归零.
6	+5V 预热一个小时以后才能到达 +5.02V?	+5V 供电系统图纸很简单, 每个零件好像都没有毛病. 	最终发现是大容量的电容 C437, 300uF, 25V 损坏. 很奇怪, C437 拆下来单独测试的时候是好的. 一小时以后微微发热而已.
7	换 C437, 机器工作正常	AC 上电, +5V 达到+5.02V. 各位数字自动清零	找不到 300uF, C437 换 220uF, 25V 电容.
8	DM-502 修复		

表 1. Tek DM-502 检修的简要过程

第二章 +5V 电源供给故障修理

如表 1 所示, 本机的原始故障是: AC 上电, 各位数字正常显示但是没输入的时候显示不归零. 数字随机跳动. 预热一个小时以后, 随机跳动的数字渐渐变小, 最终归零. 虽然怀疑数字电表自动清零电路, 但苦于找不到 LD110/LD111A 替换零件, 只能暂时认为该集成电路 OK, 转而寻找其他可能的故障.

查询机内的电压供给. 本机有+/-15V, +/- 12.5V 和+5V 的供电. 经检查发现+5V 仅有 4.51V, 但 1 分钟以后有 0.1 伏的上升. 耐心等待多时. 等到+5V 上升到了 5.02V 时随机跳动的数字渐小终于归零.

+5V 供电系统图纸很简单, 见图 3, 每个零件似乎都没有毛病. 先怀疑参考电压+12V 不正确影响+5V 输出电压, 但是经过测量+12V 已经达到+11.85V, 应该不是问题. 好在线路简单, 最终发现是大容量电容 C437, 300uF, 25V 损坏. 很奇怪, 该电容拆下来下来单独测试的时候是好的, 一小时以后微微发热而已. 最后吧 C437 换以 220uF, 25V 电容, +5V 恢复到+5.02V, 各位数字自动清零.

图 2 是 DM-502 修复后的照片, 测量 150k 的电阻, 显示为 151.8K.

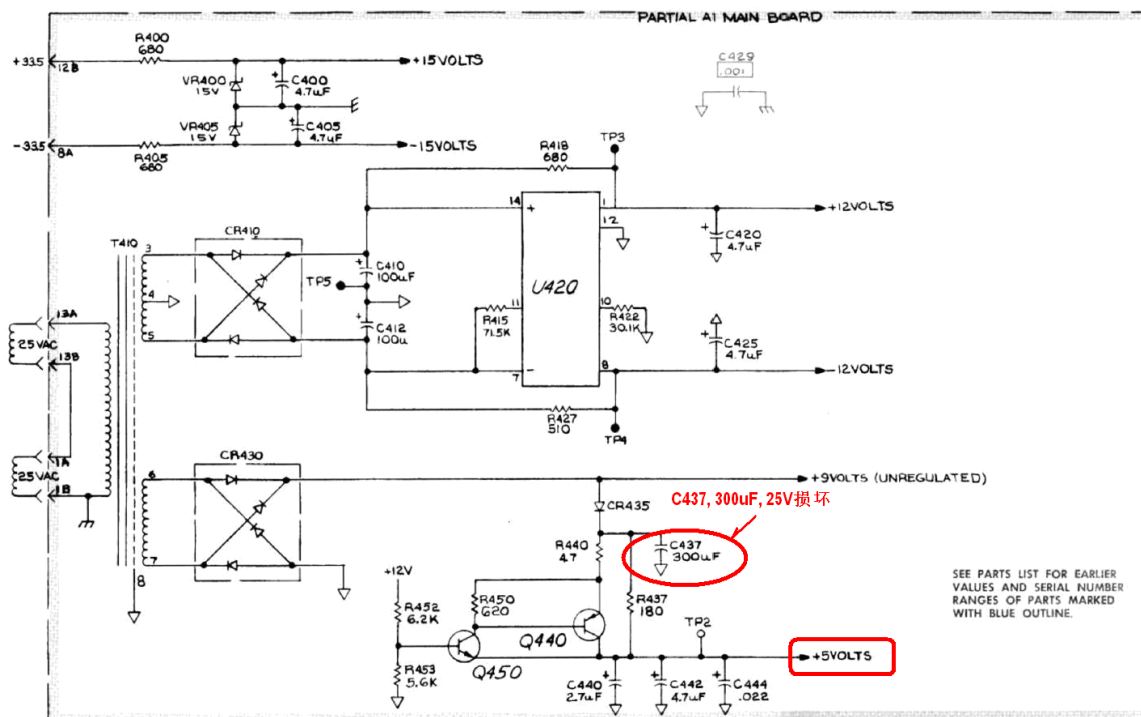
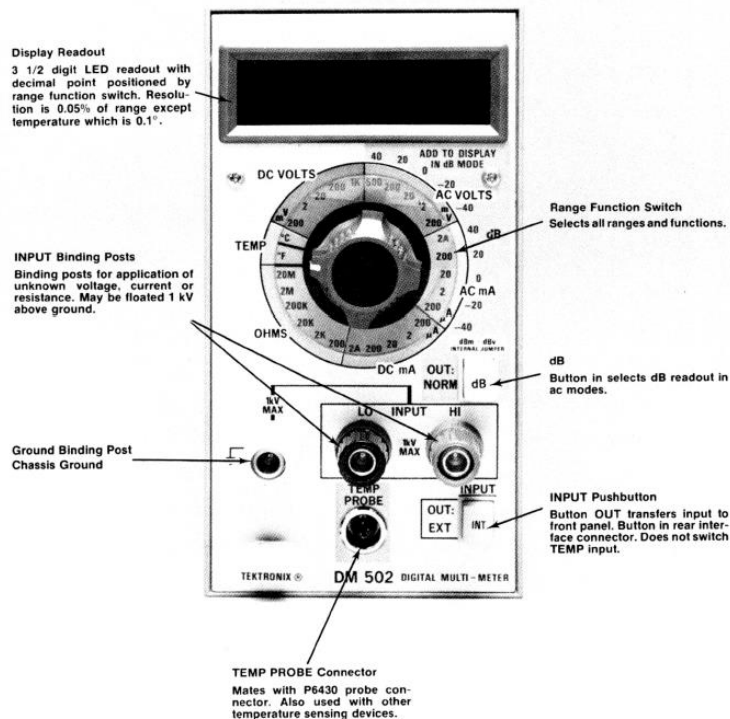


图 4. +5V 电源供给

Appendix:

CONTROLS AND CONNECTORS



LD110/111A

3½ Digit A/D Converter Set



FEATURES

- Buffered Reference Input
- MOSFET Input
- Auto-Zero System
- Auto-Polarity
- Over and Under Range Signals

BENEFITS

- High Gain Stability
- Reduced Signal Loading
- Reduced Offset and Drift Over Temperature
- Reduced External Parts Count
- Easily Interfaced

APPLICATIONS

- High Performance Digital Voltmeters
- Digital Panel Meters
- Digital Instrumentation Readouts
- μ P A/D Interface Subsystem
- Auto-Zeroed Microvolt or Strain Gauge Systems

DESCRIPTION

The LD110 and LD111A form a precision 3 1/2 digit A/D converter system for use in display and microprocessor based data acquisition applications. Based on Siliconix's "Quantized Feedback" technique, intrinsic features include auto-polarity, auto-zero, and ratiometric operation. Except for a stable reference, no critical components are required to achieve rated performance. The technique used offers superior linearity, normal mode rejection, and stability due to the simultaneous integration of the unknown input and the reference voltages. Unlike other conversion techniques, the integrator output voltage never represents more than 100 counts. Thus, critical, high resolution performance is not required of either the integrator or the comparator.

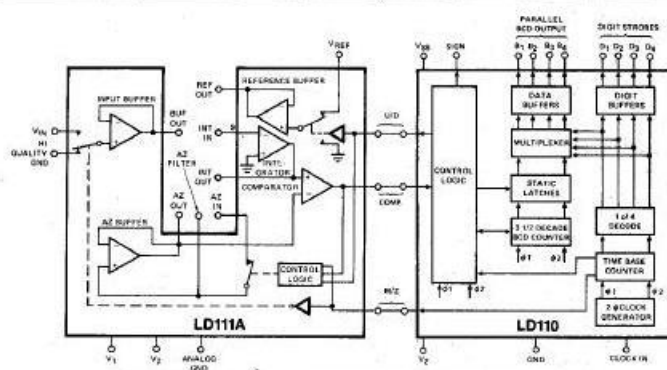
The monolithic LD111A high performance analog processor contains a bipolar comparator, a bipolar integrating amplifier, a bipolar reference amplifier, two MOSFET input unity gain amplifiers, several P-channel enhancement mode analog switches and the necessary level shifting drivers to allow the analog and digital processors to be

directly interfaced. The high impedance input and reference buffer amplifiers eliminate source loading errors and provide the outstanding temperature coefficient inherent in this system. Break-before-make switch action insures that neither the analog input nor the reference voltage will be shorted to ground at any time.

The PMOS LD110 synchronous digital processor combines the counting, storage and data multiplexing functions with the random logic necessary to control the quantized charge-balancing function of the analog processor. Seventeen static latches store the 3½ digits of BCD data as well as overrange, underrange and polarity information. Nine push-pull output buffers (capable of driving one standard TTL load each) provide the sign, digit strobe and multiplexed BCD data outputs, all of which are active high. The digit scan is an interlaced format of digits 1, 3, 2 and 4.

Both devices are supplied in the 16-pin plastic DIP, and are specified for operation over the 0 to 70°C temperature range.

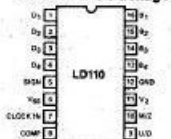
FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



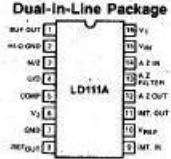
SWITCHES SHOWN FOR A LOGIC "0" AT U/D AND M/Z INPUTS.

PIN CONFIGURATION

Dual-In-Line Package



Dual-In-Line Package



Order Numbers:
LD110CJ and LD111ACJ
See Package 8

Siliconix