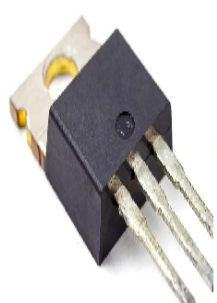


# 电子小帮手中的设计原理



[导读]很多电子爱好者、初学者在碰到一个半导体器件的时候，需要确认它的型号、功能以及管脚定义，才能够正确使用它。但当你从一块印刷电路板上拆下一个器件，或者从元器件盒中拿出一个器件，除非能够正确辨认出上面的型号，找到对应数据手册文档，否则就需要手工确认它就是是那种类型的三极管、场效应管、晶闸管、二极管、电容、电感等。



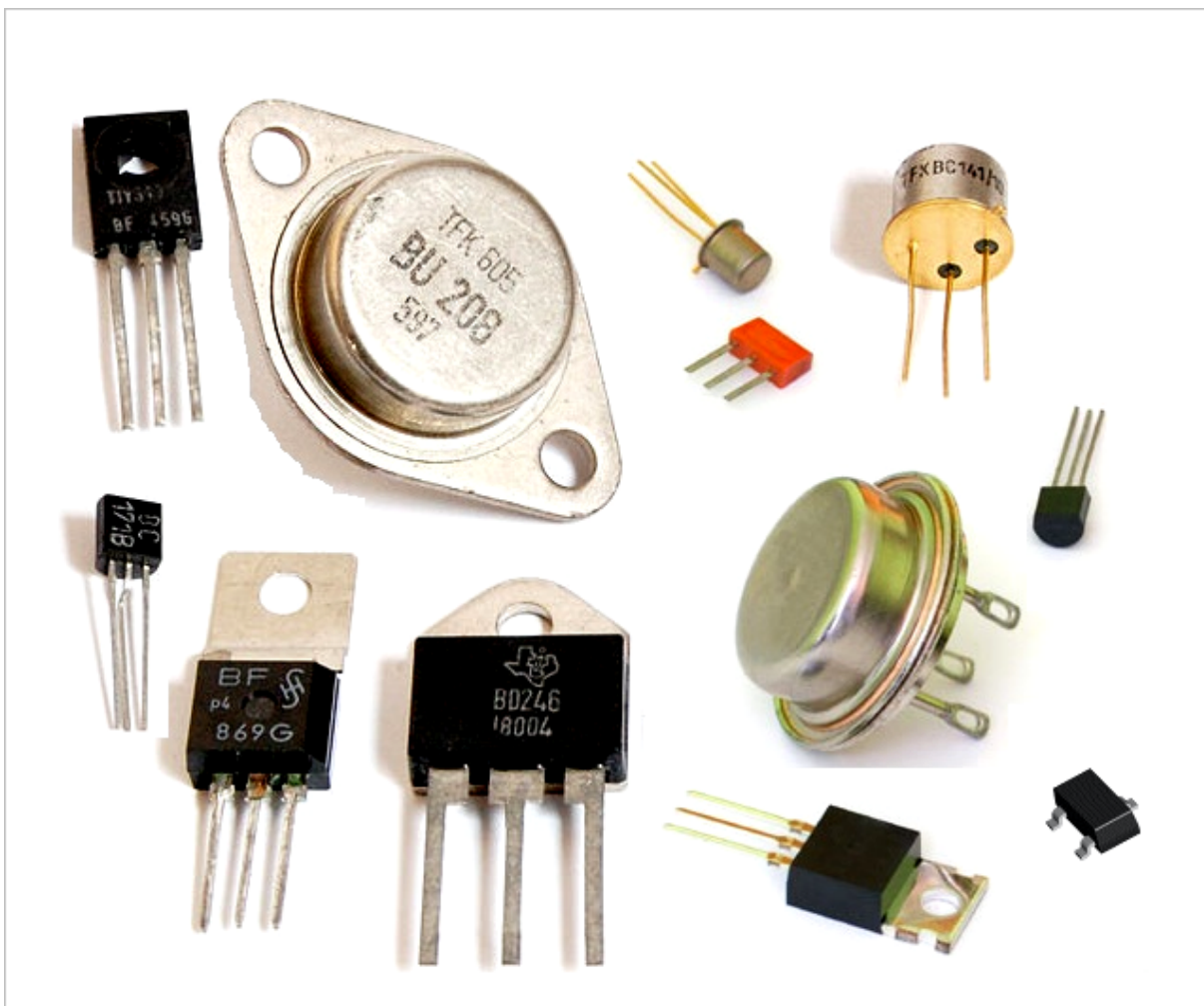
## 01 电子小帮手



TSINGHUA ZHUOQING

很多电子爱好者、初学者在碰到一个半导体器件的时候，需要确认它的型号、功能以及管脚定义，才能够正确使用它。但当你从一块印刷电路板上拆下一个器件，或者从元器件盒中拿出一个器件，除非能够正确辨认出上面的型号，找到对应数据手册文档，否则就需要手工确认它就是是那种类型的三极管、场效应管、晶闸管、二极管、电容、电感等。

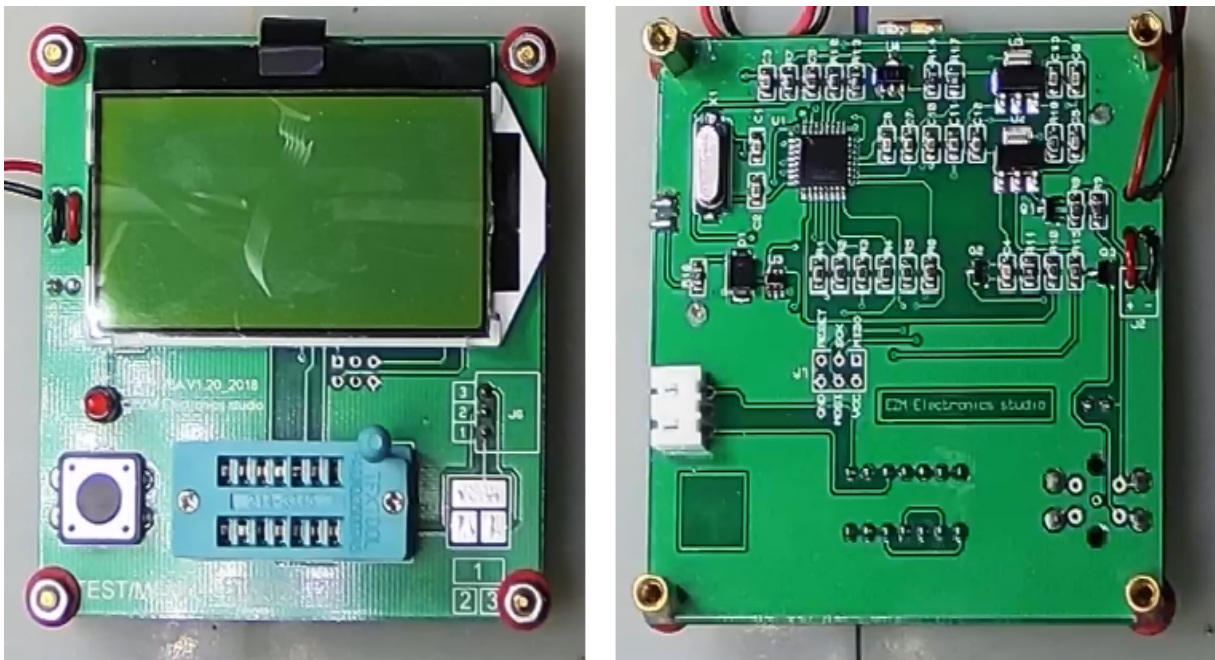
当然可以借助手边的万用表进行初步判断，但这费事、费力，而且不容易测量准确。



▲ 不同种类的半导体元器件

近期从网络上 购买了一款 GM328A V1.2 电子器件测量模块。功能还挺齐全，除了可以对常用到的电阻、电容、电感测量，而且可以快速判断常见到的半导体器件的型号和部分参数。

本以为实现这个功能，模块上需要集成很多复杂电路来完成。但观察这个模块，除了必要的接口、LCD 之外，核心的就是一片 ATMEGA328 单片机。因此惊讶于它的功能实现上的简洁明了。



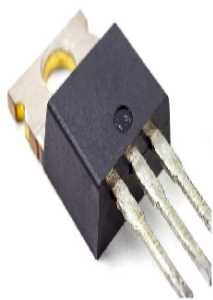
▲ GM328A 模块的正面和反面

在网络上通过 GM328A 关键词搜索，可以看到这是一个开源的电子项目。在

AVR-Transistortester 中给出了有 von Markus Frejek 这款设计最初雏形 (2009)。后经很多电子爱好者进行更新。Karl-Heinz 在 2015 年通过

TransistorTester with AVR microcontroller and a little more 对总结了她的软件开发工作。特别是对这款基于 ATMEGA 单片机如何实现三极管等电子器件测量的原理进行的详细的讨论。不仅满足了我们的好奇心，其中所使用的一些基本测量 原理也对测量电子元器件提供了参考方案。

下面将其中主要测试原理进行介绍，详细方案和资料可以参见网络原文。



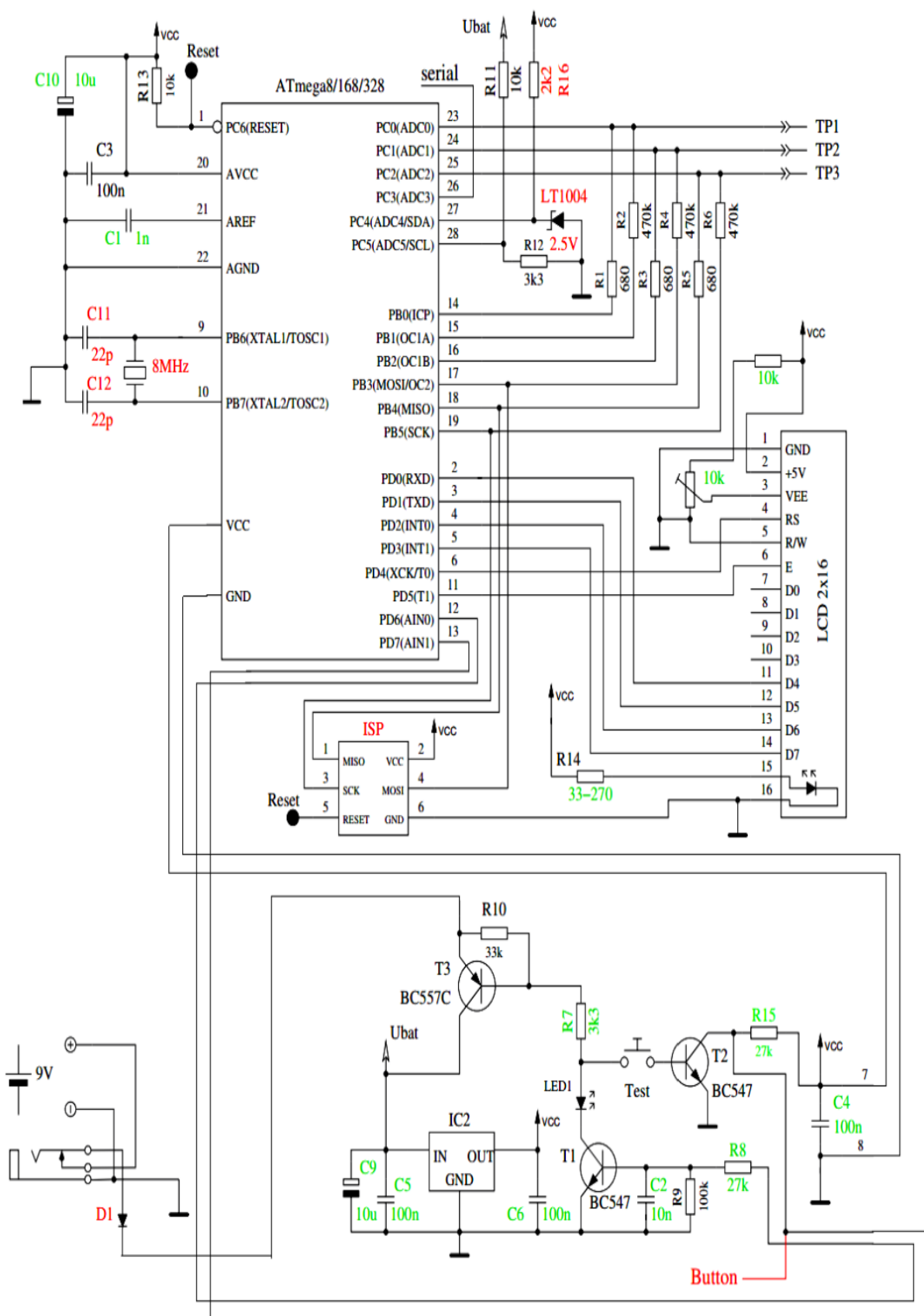
## 02模块原理图



TSINGHUA ZHUOQING

### 1. 原理图

下面是测量模块和核心电路原理图，市面上销售的不同厂家模块会在此基础和有所增加和修改。



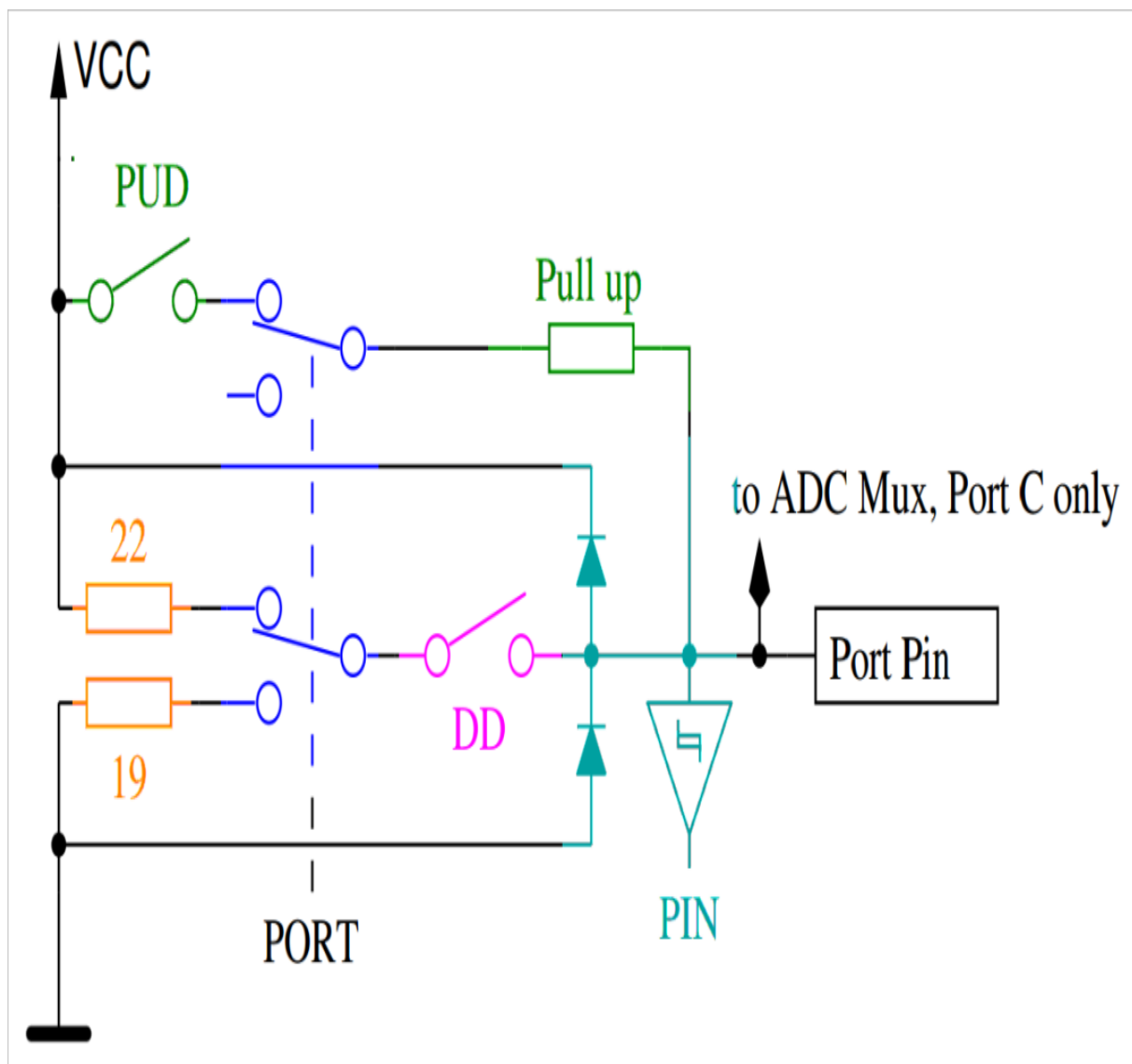
▲ 电路原理图

电路下面关于电源控制部分比较经典。通过晶体管 T1，T2，T3 完成电路的自动关机，关机后的静态功耗只有 20nA（也就是 T1 的漏电流乘以 T3 的电流增益）。

电路图右上方给出了用于元器件测试端子 TP1，TP2，TP3 的连接关系。每一个端口实际上与三个 ATMEGA 单片机管脚相连。

## 2. 测试端口

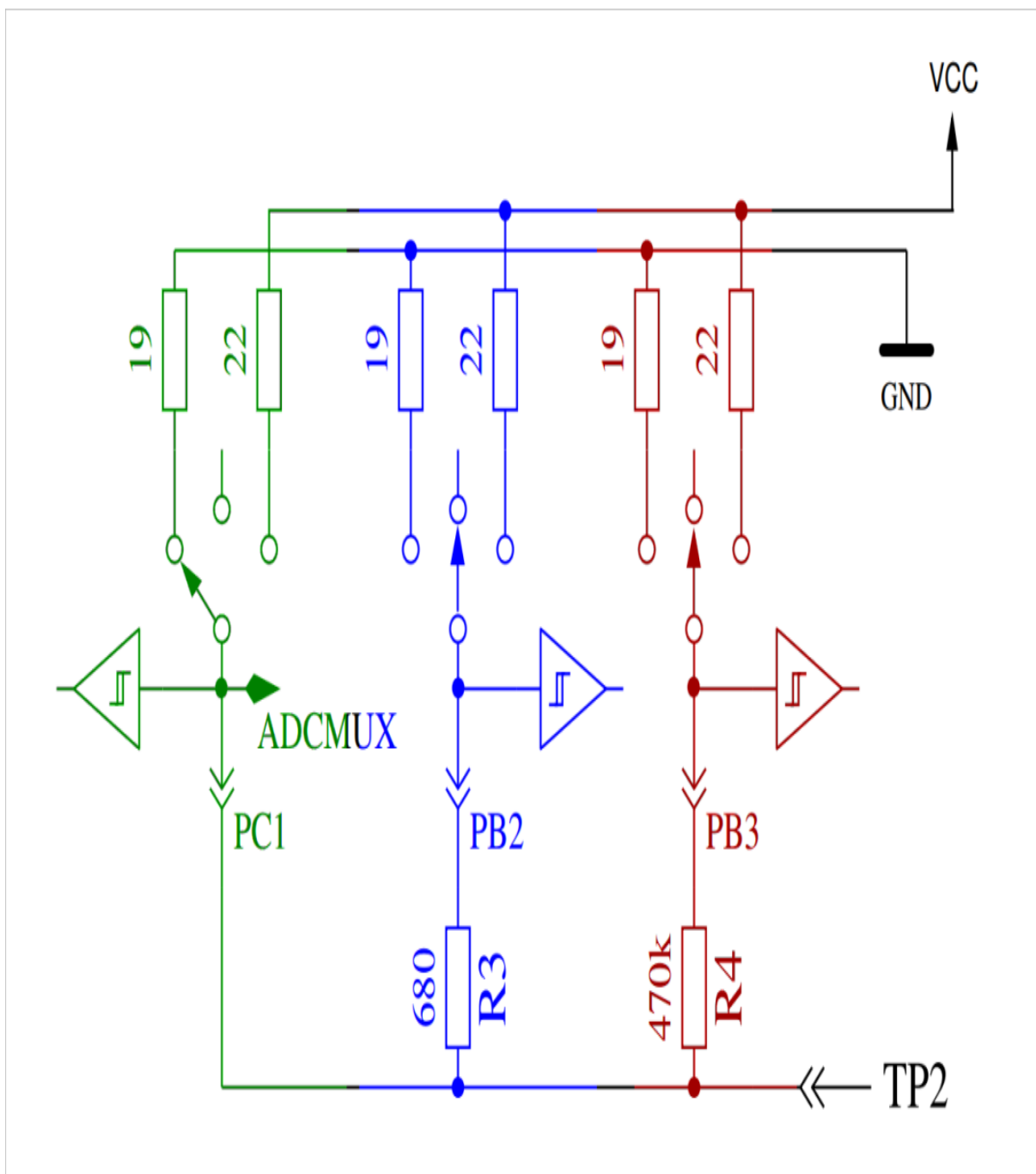
对于 ATMEGA 单片机 IO 口，实际上对于现在大部分的单片机都类似，可以通过软件配置将 IO 口配置成输入、输出、特殊功能等多种形式。下图显示了 ATMEGA 单片机典型 IO 口的等效电路形式。



使用端口控制寄存器中的 PUD、PORT、DD 等控制位，可以设置端口是否为输出，是否接地，接 VCC、上拉电阻是否接入等。端口的输入功能（PIN）和 ADC 转换（只有 C 端口）不受端口控制位的影响。

由于内部是通过 MOS 管完成对 GND，VCC 的连接，所以图中的 19 欧姆、22 欧姆对应 MOS 管的导通内阻，是一个约数。

下图显示了三个测试端口（以 TP2 为例）对应的单片机的等效电路。除了对应单片机的端口不同，电路形式和参数都是一样的。



▲ 测试端口等效电路

通过这个电路可以完成对测量端口状态（悬空、接 GND、接 VCC）的转换，同时接入 GND，VCC 有三种不同的阻值（直接接入， $680\ \Omega$ ， $470\text{k}\ \Omega$ ），PC 端口可以完成对测量点的电压测量。

如果是测量普通的三极管，可以通过配置三个测试端口不同的状态，搭建三极管的共射、共基、共集等形式的放大电路，从而可以测量三极管的电流放大倍数、基极导通电压等参数。



## 1. 测量三极管

下面给出了分别测量 NPN 型三极管、PNP 型三极管、N-JFET 场效应管的等效电路图。通过测量晶体管三个电极的不同点位，再根据连入的电阻 (680, 470k) 可以分别测量出三极管的基极、集电极、发射极的电流。由此，可以获得三极管电流放大倍数参数，JFET 导通电压等参数。

在原文中还给出了如何将三极管与晶闸管 (Thyristor)、双向导通晶闸管 (TRIAC) 如何进行区分的判断标准。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/468100073030006127>