

電路中的GND，它的本質是什麼？

STM32嵌入式開發 2022-02-15 18:00

收錄於話題

#工程師 104 #電路 83 #GND 6

問一個簡單而又很難回答的電路問題：電路中的地線GND，它的本質是什麼？

在PCB Layout佈線過程中，工程師都會面臨不同的GND處理。

這是為什麼呢？在電路原理設計階段，為了降低電路之間的互相干擾，工程師一般會引入不同的GND地線，作為不同功能電路的0V參考點，形成不同的電流迴路。

GND地線的分類

1 模擬地線AGND

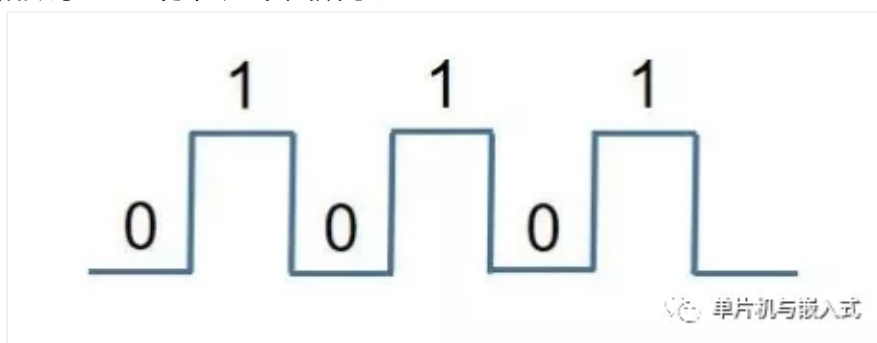
模擬地線AGND，主要是用在模擬電路部分，如模擬傳感器的ADC採集電路，運算放大比例電路等等。

在這些模擬電路中，由於信號是模擬信號，是微弱信號，很容易受到其他電路的大電流影響。如果不加以區分，大電流會在模擬電路中產生大的壓降，會使得模擬信號失真，嚴重可能會造成模擬電路功能失效。

2 數字地線DGND

數字地線DGND，顯然是相對模擬地線AGND而言，主要是用於數字電路部分，比如按鍵檢測電路，USB通信電路，單片機電路等等。

之所以設立數字地線DGND，是因為數字電路具有一個共同的特點，都屬於離散型的開光量信號，只有數字“0”和數字“1”區分，如下圖所示。



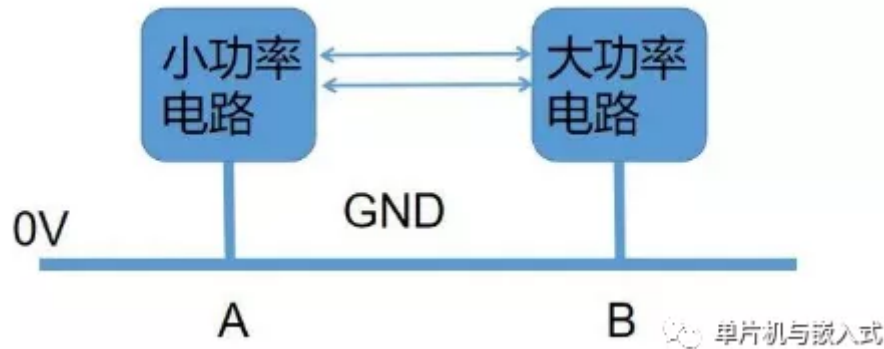
在由數字“0”電壓跳變成數字“1”電壓的過程中，或者由數字“1”電壓跳變成數字“0”電壓的過程中，電壓產生了一個變化，根據麥克斯韋電磁理論，變化的電流周圍會產生磁場，也就形成了對其他電路的EMC輻射。

沒辦法，為了降低電路的EMC輻射影響，必須使用一個單獨的數字地線DGND，讓其他電路得到有效的隔離。

3 功率地線PGND

模擬地線AGND也好，數字地線DGND也罷，它們都是小功率電路。在大功率電路中，如電機驅動電路，電磁閥驅動電路等等，也是存在一個單獨的參考地線，這個參考地線叫做功率地線PGND。

大功率电路，顾名思义，是电流比较大的电路。很显然大的电流，容易造成不同功能电路之间的地偏移现象，如下图所示。



一旦电路中存在地偏移，那么原来的5V电压就可能不是5V了，而是变成了4V。因为5V电压是参考GND地线0V而言，如果地偏移使得GND地线由0V抬升到了1V，那么之前的5V ($5V - 0V = 5V$) 电压就变成了现在的4V ($5V - 1V = 4V$) 了。

4 电源地线GND

模拟地线AGND，和数字地线DGND以及功率地线PGND，都被归类为直流地线GND。这些不同种类的地线，最后都要汇集在一起，作为整个电路的0V参考地线，这个地线叫做电源地线GND。

电源，是所有电路的能量来源。所有电路工作需要的电压电流，均是来自电源。因此电源的地线GND，是所有电路的0V电压参考点。

这就是为什么其他类型的地线，无论是模拟地线AGND，数字地线DGND还是功率地线PGND，最后都需要与电源地线GND汇集在一起。

5 交流地线CGND

交流地线CGND，一般是存在于含有交流电源的电路项目中，如AC-DC交流转直流电源电路。

AC-DC电源电路，分为两个部分。电路中的前级是AC交流部分，电路中的后级是DC直流部分，这就被迫形成了两个地线，一个是交流地线，另一个是直流地线。

交流地线作为交流电路部分的0V参考点，直流地线作为直流电路部分的0V参考点。通常为了在电路中统一一个地线GND，工程师会将交流地线通过一个耦合电容或者电感与直流地线连接在一起。

6 大地地线EGND

人体的安全电压是在36V以下，超过36V的电压如果施加在人体身上，会导致人体受到损伤，这是工程师在开发设计电路项目方案的一个安全常识。

为了增强电路的安全系数，工程师一般在高压大电流的项目中使用大地的地线EGND，例如在家用电器电风扇、电冰箱、电视机等电路中。具有大地地线EGND保护功能的插座，如下图所示。



家用电器的插座，为什么是3个接线端子？220V交流电只需要火线和零线，两根就可以，那为什么插座是3个接线端子呢？

插座的3个接线端子，其中的两个端子是用于220V的火线和零线，另外一个端子就是起保护作用的大地地线EGND。

芯片哥需要重点指出的是大地地线EGND，它仅仅是连接到我们的地球，起到高压保护作用，没有参与项目电路功能，与电路功能无关。

所以大地地线EGND，与其他类型的地线GND是存在明显电路含义区别的。

细究GND的原理

工程师可能会问，一个地线GND怎么会有这么多区分，简单的电路问题怎么弄得这么复杂？

为什么需要引入这么多细分的GND地线功能呢？

工程师一般针对这类GND地线设计问题，都简单的统一命名为GND，在原理图设计过程中没有加以区分，导致在PCB布线的时候很难有效识别不同电路功能的GND地线，直接简单地将所有GND地线连接在一起。

虽然这样操作简便，但这将导致一系列问题：

1 信号串扰

假如将不同功能的地线GND直接连接在一起，大功率电路通过地线GND，会影响小功率电路的0V参考点GND，这样就产生了不同电路信号之间的串扰，相关文章:认识地弹（地噪声）。

2 信号精度

模拟电路，它的考核核心指标就是信号的精度。失去精度，模拟电路也就失去了原本的功能意义。

交流电源的地线CGND由于是正弦波，是周期性的上下波动变化，它的电压也是上下波动，不是像直流地线GND一样始终维持在一个0V上不变。

将不同电路的地线GND连接在一起，周期性变化的交流地线CGND会带动模拟电路的地线AGND变化，这样就影响了模拟信号的电压精度值了。

3 EMC实验

信号越弱，对外的电磁辐射EMC也就越弱；信号越强，对外的电磁辐射EMC也就越强。

假如将不同电路的地线GND连接在一起，信号强电路的地线GND，直接干扰了信号弱电路的地线GND。其后果是原本信号弱的电磁辐射EMC，也成为了对外电磁辐射强的信号源，增加了电路处理EMC实验的难度。

4 电路可靠性

电路系统之间，信号连接的部分越少，电路独立运行的能力越强；信号连接的部分越多，电路独立运行的能力就越弱。

试想，如果两个电路系统A和电路系统B，没有任何的交集，电路系统A的功能好坏显然是不能影响电路系统B的正常工作，同样电路系统B的功能好坏也是不能影响电路系统A的正常工作。

这就好比一对陌生男女，在没有成为恋人之前，女生的情绪变化是不会影响这个男生的心情的，因为他们没有任何交集。

假如在电路系统中，将不同功能的电路地线连接在一起，就相当于增加了电路之间干扰的一个联系纽带，也即降低了电路运行的可靠性。

相关推荐

如何快速找到PCB中的GND？

电子工程师往事——工厂内部那些事

几张动图搞懂三极管

看懂运算放大器原理



ARM与嵌入式

STM32、嵌入式、单片机、PCB、硬件电路、C语言
9篇原创内容

公众号

喜欢此内容的人还喜欢

讲解电路的基础知识

STM32嵌入式开发

最不起眼的電阻，卻有這麼多的學問

玩轉嵌入式

如何避免晶體管損壞？6個判定方法教你安全使用！

8號線攻城獅