

笔记本电脑电源的ICT测深入探讨

摘要

笔记本电脑在power rail电路方面运用了大量的switch power线路来产生笔记本电脑中其它所需用的各种电源，而switch power线路在动作时会制造出大量的噪音进而影响到电源及其它数字测试的稳定性。

前言

常常有人会问到MDA测试与ICT测试有什么不同，我们可以用一个概括的答案来回答就是ICT的测试是能够将待测板进行上电测试，量测电压并且对于待测芯片进行数字测试，而传统的MDA测试是没有办法做到的。我们经常听到ICT的使用者说电源量测不到或是电源量测不稳定，我们也常听到说由于电源的不稳定而影响到了数字测试的稳定性。

这是可以想见的，进行数字测试的芯片如果供给的电源不稳定可想而知数字测试也会很不稳定。所以我们说稳定的电源是成就稳定的数字测试的基石，一点也不为过。

在本章的讨论中我们将带领大家了解到switch power的基本原理，以及如何确保电源的稳定与否。

笔记本电路上的工作电源

一个简易的笔记本的power rail简略的示意图如下，主要由power adaptor供应19V左右的直流电压，经过Power Switch Regulator来转出各个组件所需要的工作电压，如Vcore电压用来供给CPU工作，+1.05V用来供给PCH工作，DDR则需要使用到+1.5V及+0.75V，基本上主要工作电压都会透过Power Switch Regulator来转出，其它的一些如Audio, LCD还是WLAN的电压都会透过已产生的电压来转出。

接下来就让我们来讨论一下什么是Power Switch Regulator。



什么是Power Switch Regulator ?

Power Switch Regulator 切换式电压转换器在目前的电子消费产品的使用上是越来越频繁，它的主要特点是能减少电压在转换过程中所产生的损失以及提供更弹性的电源电路设计，

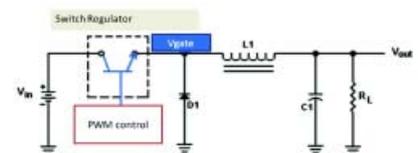
如单一的电压Vin输入可以转出多个不同电压Vout输出，或是可将正电源转换为负电源。

一般常见Power Switch Regulator有Buck(降压), Boost(升压), Buck-Boost(invert), Flyback。而我们在笔记本电脑的电源线路中最常应用到的就是Buck型的Switch Regulator，将Vin的19v电源转换成各组件所需的5v, 3v, 1.1v, Vcore电压等。

在此我们将用Buck型的Power Switch Regulator做一个原理的介绍：

Buck型的架构如下图(Figure 1)所示

利用PWM(Pulse Width Modulation)来控制晶体管的开关时间，以此来达到电压转换的效果。(什么是PWM呢?简单的说它的功能就是用来控制开关的Ton时间进而控制输出电压。)

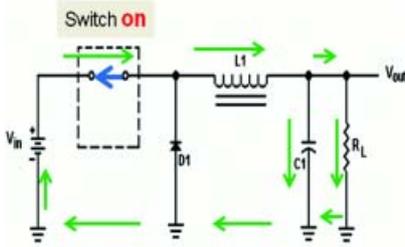


(Figure 1)



当电源开关为ON时如图 (Figure 2)

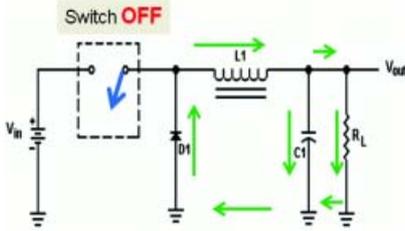
V_{in} 电源连接到电感同时流过电感的电流上升, 同时电流也会流到电容以及负载, 电容此时会开始充电。



(Figure 2)

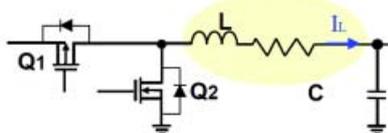
当电源开关为OFF时如图(Figure 3)

V_{in} 电源断开不连接到电感时流过电感的电流下降, 同时二极管D1也会慢慢导通, 电容此时也会开始进行放电的动作。



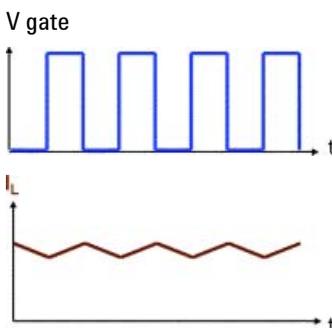
(Figure 3)

下图 (Figure 3.1) 为业界常见的 Switch 电路设计, 不同于上图是将组件 D1 用一个 FET 来取代原有线路。



(Figure 3.1)

当电源开关进行一连串的 ON_OFF 的动作时, 上面解释过的电路动作同样会循序的发生。我们可以看到如下图开关动作时电压及电流的变化, 而这由 PWM 来控制的开关频率往往也是噪音的来源之一。



Power Switch Regulator的特殊讯号

接着让我们来谈谈我们在 ICT 进行 Debug 测试时所可能发生的状况。往往我们发觉当 NB 主板放在治具时, 电源从 19 V 进来以后只能量测到 standby 电压, 其余提到的电压却无法量测, 而将其移开治具, 则电压都可以量测得到, 主板并且可以正常运作, 这是为什么呢?

我们可以从 Power Switch Regulator 的 datasheet 中看到在这类的 IC 中有许多讯号脚, 如 "FB", "COMP", "ISEN", "TON" 等, "VBST", "DRVH", "DRV L" 等, 这些讯号名可能会因为各家 IC 厂不同而有些许不同, 但功能上大多都大同小异。"DRVH" 与 "DRV L" 就是先前提到两个开关或者二极管 D1 的两个控制讯号, 而先进的 DC-DC regulator IC 还有许多保护讯号如 FB, COMP, 以及控制输出电压的 TON 等等。由于上叙各种讯号都是属于很敏感的讯号, 在 datasheet 都有特别要求 layout, 所以当布线 layout 工程师在处理这些讯号时都会特别的注意处理, 例如 "FB" "COMP" 这些讯号的走线都必须特别短, 而 DRVH, DRV L 由于会有高速开关现象, 将会产生相当强大的干扰讯号, 因此 layout 工程师会避免与 "DRV L" "DRVH" 等讯号靠的太近以免 IC 功能无法正常运行。但是事与愿违的是, 当我们使用夹具时一旦顶针接触到测试点时, 其实也等同于延长了这些讯号的到夹具中, 这个时候不但改变了 layout 要求走线要短的标准, 也引导了 DRVH 与 DRV L 产生的噪音而造成 Switch Power Regulator IC 功能动作错误, 以致于保护线路动作而关掉提供其他电源, 甚至是造成其它数字测试如 BSCAN 测试不稳定的状况。

实验及除错

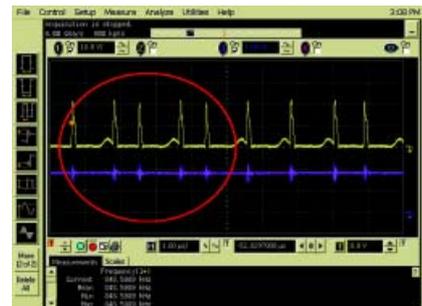
以下我们将带领大家看一些实际的 Power Switch Regulator 输出波形, 让大家能够判断其中的差异性。在这个实验中我们所使用的是真正用于笔记本生产在线的夹具, 换句话说以下我们将看到的東西都和生产在线的条件相同。

下图 (Figure 4) 是一个没有针点干扰时的稳定电压所输出的波形, 我们可以看到一个很漂亮的 1.8V 输出, 而且并没有被其它噪声所影响。并请留意在稳定情形下, 输出的电压大约有 50mV 的变化。



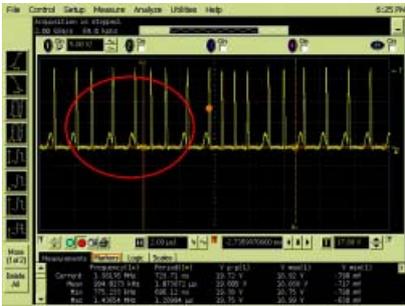
(Figure 4)

下图 (Figure 5) 为输出不正常的波形, 可以看到波形被影响的程度很大, 在这个例子中我们发现是 IC 自身讯号的 "TON" 在夹具上顶针造成 IC 的工作不正常, 以致于震荡频率错误 (848 KHz, Ch1), 输出电压 (Ch3) 虽然仍然产生了大约 1.8 V 的电压, 却载有许多突波。而这些突波是由于前述开关切换间造成的干扰, 并不是来自于其它 IC 产生的噪声所影响。



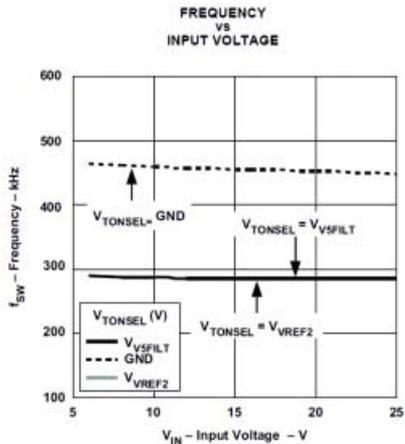
(figure5)

下图 (Figure 6) 是另一个因为被噪声影响而输出不正常的波形的例子。我们可以进一步观察到, 在被影响的情形下, 开关切换频率并不是固定的, 而是不停的飘移。在这个例子中我们发现是另一颗 Power Switch Regulator IC 讯号的 "DRVH" 在夹具上顶针造成 IC 被噪声影响而造成的工作不正常。

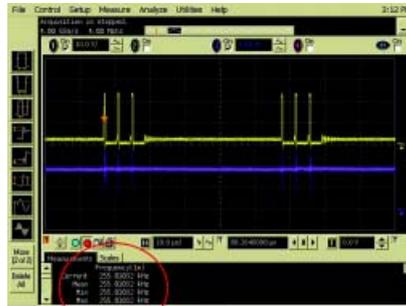


(Figure 6)

除了上面我们提到的利用观察波形来判断电压输出稳定与否外，我们还可以透过输出的频率来做进一步的确认，我们都可以在 Power Switch Regulator IC 的 datasheet 中找到类似下图 (Figure7) 说明频率的设定及工作频率的范围。以下面这张图做为例子，当 $V_{TONSEL} = V_{VREF2}$ 时可以看到，频率落在 300Khz ~200 Khz 之间。当然频率的工作范围也会随着电路设计而有所改变，但大多在 datasheet 中有所描述。



下图是实际量测出来的波形，我们可以看到频率是 255 KHz，正是符合 datasheet 上所描述的频率值。

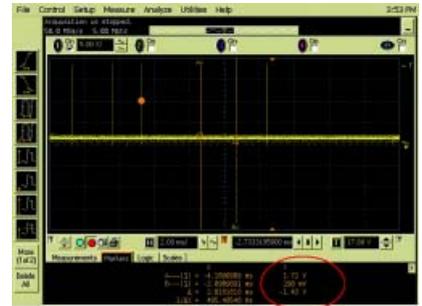


(Figure 7)

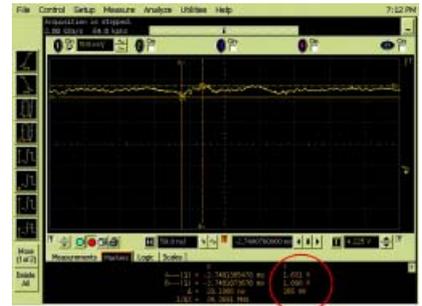
Waveform without relay board

我们一般遇到电压输出不稳定，输出的波形不完整或是有噪声时，通常的解决方法就是除去那些造成问题的讯号，换句话说就是拔针除去讯号干扰。但是一拔针不就会造成可测率的降低吗？所以一般我们常常会利用所谓的 Relay board 去断开这些敏感的讯号来能改善噪声干扰的问题，也不会使得可测率的降低。但是也有许多的情况我们发现，即使我们使用 Relay board 来断开讯号，也只能改善某些噪声问题并不能完全的免除噪声干扰状况。电源能成功量测的机率是不是百分之百，需要经验累积与技术。

下图 (Figures 7 与 8) 是透过 Relay board 改善后的波形比较，于探针直接接触测试点时 (Figure 7)，输出电压变化高达 1.43V (> 80% 变化量)。在透过 Relay 切换后，比对本来的波形有明显的改善。输出电压的变化从 Figure 1 没有探针影响的 50mV 改变为 266mV，却远优于 Figure 7 的 1.43V。对于一般笔记本电脑 ICT 生产测试来说，结果可以接受。相较之下在直接探针量测的但比有针这样的波形也许在大量生产的生产在线仍有一定的不稳定风险。



(Figure 7)



(Figure 8)

Waveform using relay board

结论

电源稳定是一切数字测试的基石，电源如果不够稳定那之后的数字测试不用怀疑也一定是不会稳定。即使如何确保稳定的电源输出一直是 ICT 测试中最具挑战性的一项，我们常遇到一些 ICT 的工程师花了很多的时间在找出数字测试不稳定的原因，可是到头来往往往都发现是电源不够稳定，或是 Power Switch Regulator 所产生的噪声在作怪。近年来由于消费性电子产品有越来越轻薄短小的趋势，造成测试点也越来越少，所以 Boundary Scan (边界扫描) 或是 Cover-Extend Technology 这类的 Limited Access Solution 的重要性更是不言而喻，这些测试对于讯号的质量的要求也更加严格，其中当然也包括了更稳定的工作电压。

期望读者在看完本篇的介绍后能够对于如何确认电源稳定性有更进一步的了解与认知。

欢迎订阅免费的



安捷伦电子期刊

www.agilent.com/find/emailupdates

得到您所选择的产品和应用的最新信息。

Agilent 渠道合作伙伴

www.agilent.com/find/channelpartners

两全其美兼而得之，既有安捷伦的测量专长和丰富的产品资源，又有渠道合作伙伴的便捷服务。

www.agilent.com

www.agilent.com/find/i1000D

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。

热线电话: 800-810-0189

热线传真: 800-820-2816

安捷伦科技(中国)有限公司

地址: 北京市朝阳区望京北路3号

电话: 800-810-0189

(010) 64397888

传真: (010) 64390278

邮编: 100102

上海分公司

地址: 上海张江高科技园区

碧波路690号4号楼1-3层

电话: (021) 38507688

传真: (021) 50273000

邮编: 201203

广州分公司

地址: 广州市天河北路233号

中信广场66层07-08室

电话: (020) 38113988

传真: (020) 86695074

邮编: 510613

成都分公司

地址: 成都高新区南部园区拓新西一街116号

电话: (028) 83108888

传真: (028) 85330830

邮编: 610041

深圳分公司

地址: 深圳市福田区

福华一路六号免税商务大厦3楼

电话: (0755) 83079588

传真: (0755) 82763181

邮编: 518048

西安办事处

地址: 西安市碑林区南关正街88号

长安国际大厦D座5/F

电话: (029) 88867770

传真: (029) 88861330

邮编: 710068

安捷伦科技香港有限公司

地址: 香港太古城英皇道1111号

太古城中心1座24楼

电话: (852) 31977777

传真: (852) 25069256

香港热线: 800-938-693

香港传真: (852) 25069233

E-mail: tm_asia@agilent.com

有关安捷伦开放实验室暨测量方案中心和安捷伦测试与测量技术认证, 请访问: www.agilent.com.cn/find/openlab

安捷伦电子测量事业部中文资料库: <http://www.tm.agilent.com.cn/chcn/>

安捷伦电子杂志教育版: <http://www.reeducate-agilent.com/english>

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改
©Agilent Technologies, Inc. 2010

出版号: 5990-5980CHCN

2010年6月 印于北京



Agilent Technologies