

电力电子测试方案



ASO2406-0012CN01

版权和声明

版权

深圳市鼎阳科技股份有限公司版权所有

商标信息

SIGLENT 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标

声明

- 本公司产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利的保护
- 本公司保留改变规格及价格的权利
- 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料
- 未经本公司同意，不得以任何形式或手段复制、摘抄、翻译本手册的内容

产品认证

SIGLENT 认证本产品符合中国国家产品标准和行业产品标准，并进一步认证本产品符合其他国际标准组织成员的相关标准。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址：广东省深圳市宝安区 68 区安通达工业园一栋&四栋&五栋

服务热线：400-878-0807

E-mail: support@siglent.com

网址: <https://www.siglent.com>

1 概述

电力电子测试涵盖了广泛的应用，从用于个人电脑的小型电源转换器到大型发电/传输系统。由于电力电子设备对这些功能至关重要，因此拥有强大可靠的电力电子电路非常重要。主要的电子和电气元器件有，电阻、电感、半导体器件(如二极管、晶闸管、场效应管、IGBT 等)、电容器和各种其他元器件。在电力电子研发设计、生产制造、故障诊断和维修，教育和培训等方面都有相应的应用，本文将介绍如何使用示波器对电力电子教育项目进行测试。

2 意义

在电力电子测试和设计中，电路测试端通常会出现一些问题，为了提高元器件的工作效率，工程师们会通过一些方式来测试和验证。利用示波器进行电力电子测试的意义重大，主要体现在以下几个方面：

1. 精准捕捉动态过程：示波器能够实时捕捉电力电子电路中电压、电流等信号的瞬态变化，为工程师提供详尽的动态过程信息，有助于深入理解电路的工作原理和性能特点。

2. 高效故障诊断：通过对比正常波形与异常波形，示波器能够帮助工程师快速定位电力电子系统中的故障点，提高故障诊断的准确性和效率。

3. 优化设计与调试：示波器提供的数据支持，使工程师能够对电力电子系统的设计和调试过程进行优化，提升系统的整体性能和稳定性。

4. 教学与科研支持：示波器在电力电子教学与科研中同样具有重要作用，它能够帮助学生和研究者直观地了解电力电子现象，促进知识的传播与创新。

3 解决方案

3.1 简单电力电子器件测试

在电力电子教育实验中，对单结晶体管、开关 DC-DC 变换器、交流调压器等组件进行相关的实验测试，需要用到示波器进行测试，并观察在不同测试条件下电压电流的波形形状，相位差、幅值等参数，对波形进行分析，辅助同学们理解电力电子设备的工作原理。

在示波器的使用中，2 个通道的示波器可以同时测试 2 个测试点的信号波形。用探头连接同步电压和测试点电压，打开测量项，可以快速读出待测的测试项目具体数值。



图 1 用示波器对两个信号测试

除此之外，鼎阳示波器拥有保存为内存波形的功能，将此次测试波形信息存储到 memory 中，调整其他组件的参数设置后，波形信息输入到通道中，再将上次波形信息调出，能够对前后两次波形进行深度对比。

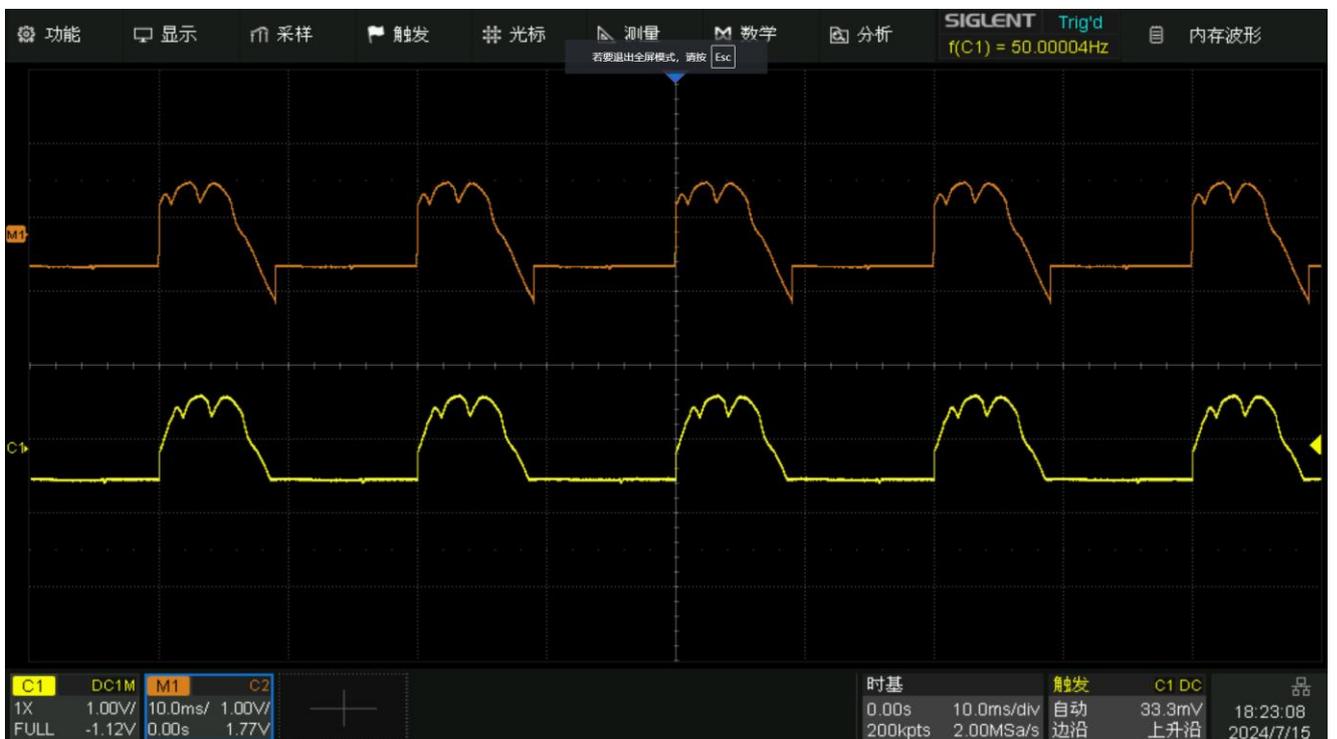


图 2: 使用 memory 功能对比在不同相位下测试点波形

另外 SIGLENT 示波器拥有 X-Y 显示模式，可以进行元件测试，例如描绘二极管的伏安特性曲线。当然

也可以绘制李萨如图，可以清晰的观察两个信号之间的相位差和频率比。还可以直接测量集成运算放大器的电压转移特性。示波器的多种功能和操作能够满足您的电子电力教育测试实验的需求。

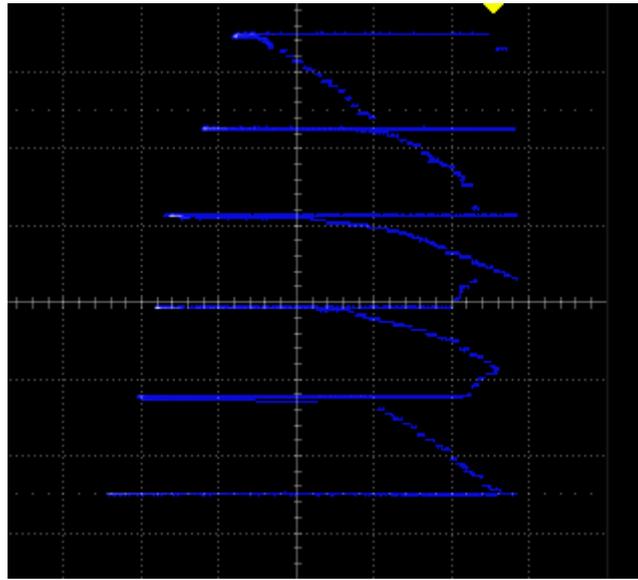


图 3: X-Y 模式测试三极管的电压转移特性

3.2 PWM 信号的模拟

在电力电子技术中，PWM（脉宽调制）控制利用开关器件周期性地打开和关闭，以控制电路中的平均电压或电流。这种控制方法常用于调节交流电源到直流负载或调节直流电源到交流负载。PWM 控制通过改变开关器件的导通时间（脉冲宽度）来控制其平均导通时间，从而实现对输出电压或电流的控制。PWM 控制具有高效率、精确的特点。通过调节脉冲密度，即脉冲的占空比（高电平时间与周期的比例），可以改变开关器件的导通时间，进而控制输出电压或电流的大小。PWM 控制广泛应用于电力电子领域，如变频调速控制、电力转换器、逆变器和电源管理等，为电路设计提供了灵活性和高效性。

用任意波形发生器来模拟 PWM 波形的生成，能够更加直观的观察 PWM 调制的特点。在任意波形发生器中有调制功能，可以输出自定义的 PWM 信号。选择调制信号波形 sin，控制脉冲的宽度以 sin 波形式变化，设置占空比偏差，控制脉冲宽度的最大变化程度。

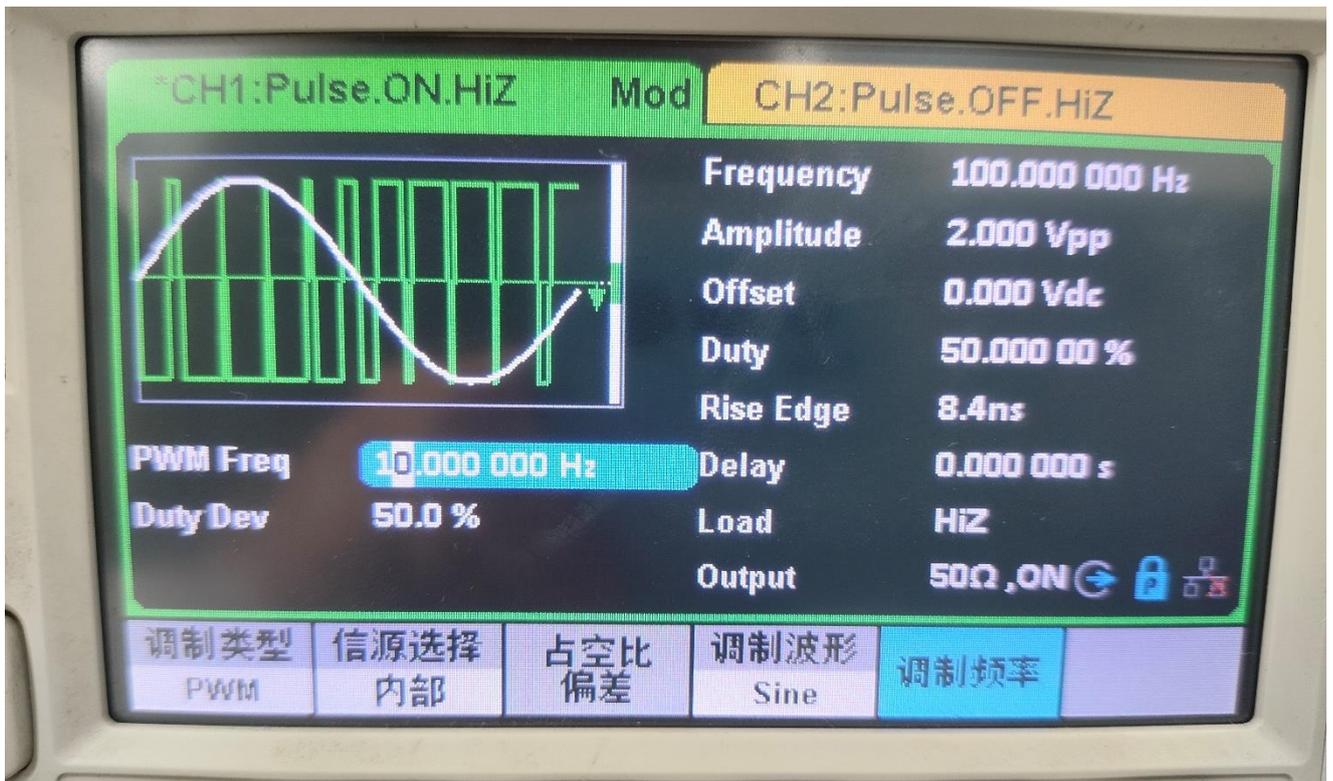


图 4: 用 SDG2082X 设置 PWM 调制信号

将信号源输出的 PWM 信号输入到示波器中，显示调制的波形形状。

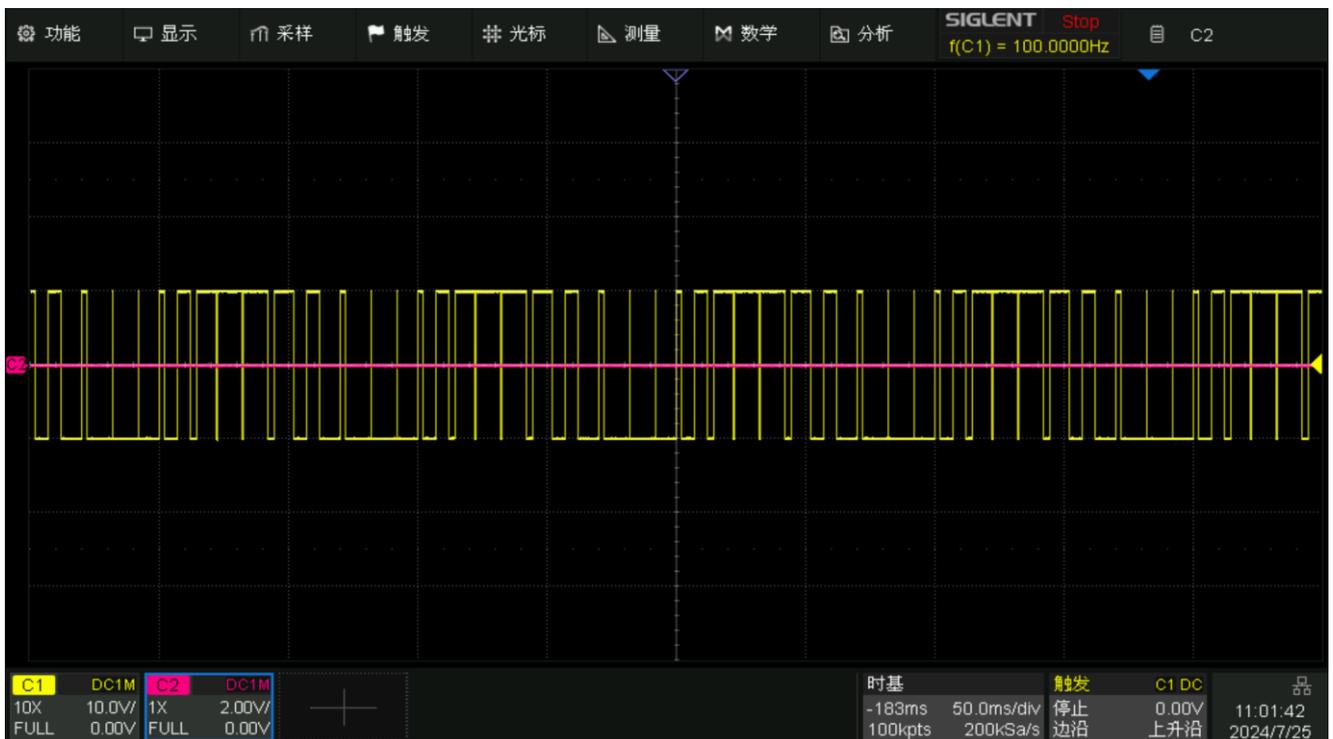


图 5: 用示波器观察 PWM 调制信号

3.3 波特图测试

示波器的波特图功能可以用于测试电力电子器件的频率响应和传输特性。通过观察器件在不同频率下的响应，可以评估其工作范围、频率失真和滤波效果等性能逆变器、变频器、电感和电容器等。在示波器中，波特图功能通过测量输入和输出信号的幅度和相位，绘制出电路或系统在不同频率下的频率响应曲线，帮助工程师了解电路或系统在不同频率下的增益、相位等特性，帮助工程师们进行分析和设计。

在示波器使用波特图功能中，示波器需要搭配 SAG1021I 或者 SDG 系列的信号源一起使用。下面是使示波器来测试 22M 低通滤波器的频率响应，输入 2V 电压信号到 22M 低通滤波器中，低通滤波器的两路信号输出分别接入示波器两个通道，开始测试波特图。从图中测试到 UF 相对最高增益点 -3db 的频率处是 22MHz，看见低通滤波器的频率响应曲线。

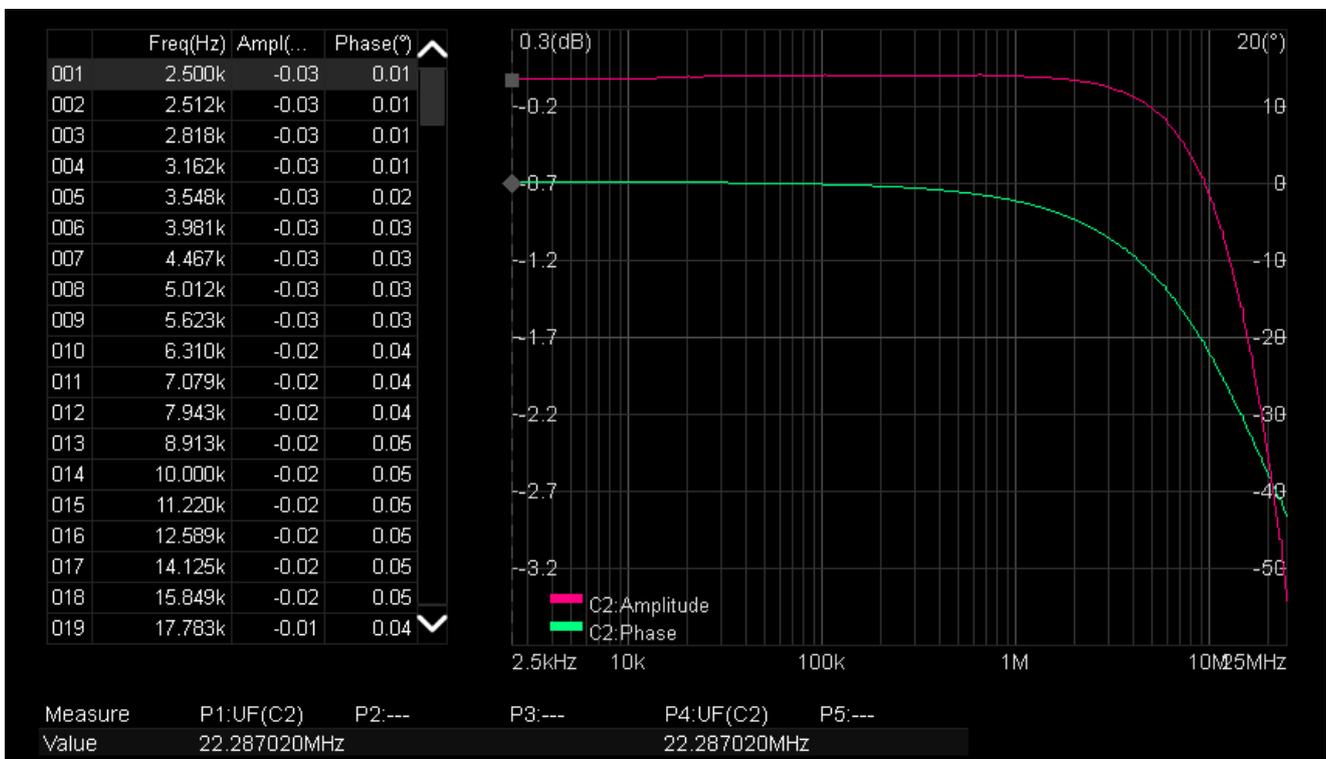


图 6：用示波器波特图功能测试低通滤波器的频率响应

3.4 开关损耗的测试

电力电子测试面临着提高效率 and 性能要求的挑战，同时为了满足可靠性标准，实现更高的功率密度和降低成本。电源开关元器件会提高自身的切换速率，也会导致更高的开关损耗，同时变流器的输出功率会降低。为了优化电路效率和电路性能，在研究和验证测试阶段会选择示波器来进行分析。下面介绍用示波器的电源分析选件来测试开关损耗。

在示波器的开关损耗测试之前，需要进行时滞校准。之后配置好每个通道的参数，按照连接指南连接好测试点，开启测试。示波器自动为您分析出功率损耗，能量损耗测试项目。



4 小结

鼎阳科技为电力电子教育测试提供相应的解决方案，使用基础款的示波器 SDS800XEDU 就可以对输入的波形进行调试，对基本的电子器件进行验证和测试。实现对多个测试点进行波形显示和测量，信号源 SDG2000X 实现 PWM 等多种波形的输出，并且搭配信号源实现频率响应测试，搭配高压探头和电流探头实现电源分析的测试。

关于鼎阳

鼎阳科技 (SIGLENT) 是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业，A股上市公司。

2002年，鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发，2005年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展，鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品，是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一，国家重点“小巨人”企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳，在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司，在成都成立了分公司，产品远销全球80多个国家和地区，SIGLENT已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司
全国免费服务热线：400-878-0807
网址：www.siglent.com

声明

 SIGLENT 鼎阳 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标，事先未经允许，不得以任何形式或通过任何方式复制本手册中的任何内容。
本资料中的信息代替原先的此前所有版本。技术数据如有变更，恕不另行通告。

技术许可

对于本文档中描述的硬件和软件，仅在得到许可的情况下才会提供，并且只能根据许可进行使用或复制。

