

是德科技LED行业测试方案 讲解

朱华朋（Roc）
示波器市场和产品经理
是德科技（中国）有限公司
Roc.zhu@keysight.com
18501725711



源自HP，精于Agilent，开拓于Keysight



1939–1998: 惠普时代

一家从电子测量业务起家的公司



1999-2013: 安捷伦时代

从惠普拆分，成为世界领先的测试测量公司

2013年9月宣布公司拆分



2014: 是德科技开始运行

100% 专注于电子测量领域

照明发展史



议程

- 元器件测试方案
- LED驱动电源测试方案
- 自动化测试方案
- 智能照明无线通讯测试

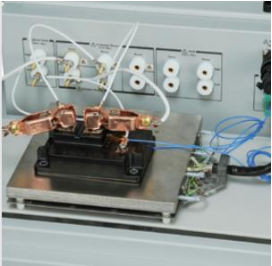
元器件测试方案_B1506A功率器件分析仪

➤ 全面的测试参数:

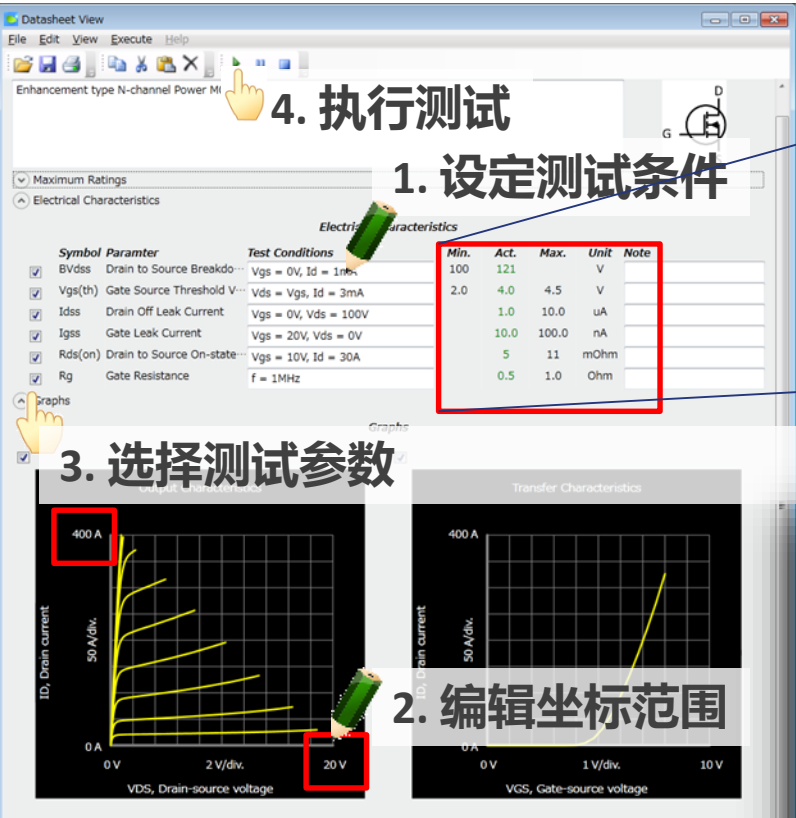
分类	参数
阈值电压	V(th)、Vge(th)
传输特征	Id-Vgs、Ic-Vge、gfs
导通电阻	Rds-on、Vce(sat)
栅极泄漏电流	Igss、Iges
输出泄漏电流	Idss、Ices
输出特征	Id-Vds、Ic-Vce
击穿电压	BVds、BVces
栅极电荷	Qg、Qg(th)、Qgs、Qgd、Qsw、Qsync
栅极电阻	Rg
器件电容	Ciss、Coss、Coss_eff、Crss、Cgs、Cgd、Cies、Coes、Cres
切换参数	Td(通)、Td(断)、Tr、Tf; 计算值。
切换损耗	特定频率上的驱动损耗/切换损耗 特定占空比下的传导损耗

➤ 宽广的测试范围:

- 电流1500 A
- 电压 3 kV
- -50 °C 至 +250 °C 快速热测试

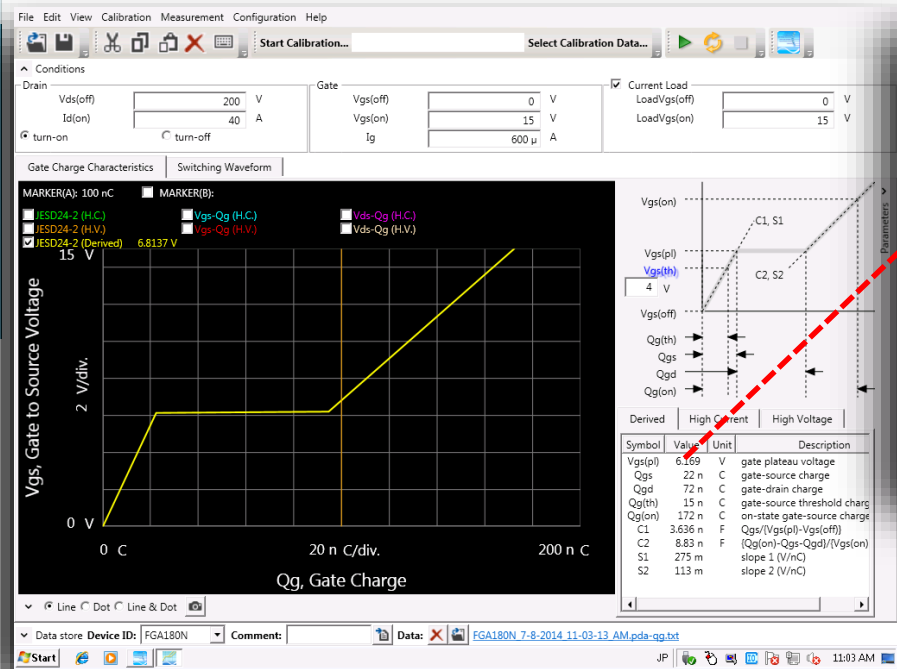


元器件测试方案_B1506A功率器件分析仪



详细的测试参数

Min.	Act.	Max.	Unit	Note
100	121		V	
2.0	4.7	4.5	V	
	1.0	10.0	uA	
	10.0	100.0	nA	
	5	11	mOhm	
	0.5	1.0	Ohm	



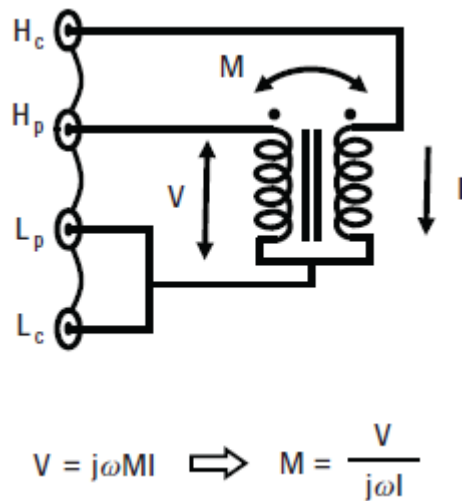
Derived	High Current	High Voltage	
Symbol	Value	Unit	Description
Vgs(pl)	6.169	V	gate plateau voltage
Qgs	22 n	C	gate-source charge
Qgd	72 n	C	gate-drain charge
Qg(th)	15 n	C	gate-source threshold charge
Qg(on)	172 n	C	on-state gate-source charge
C1	3.636 n	F	$Qgs/(Vgs(pl)-Vgs(off))$
C2	8.83 n	F	$(Qg(on)-Qgs-Qgd)/(Vgs(on)-Vgs(th))$
S1	275 m		slope 1 (V/nC)
S2	113 m		slope 2 (V/nC)

元器件测试方案_磁性元件测试

E4980AL测试的变压器参数

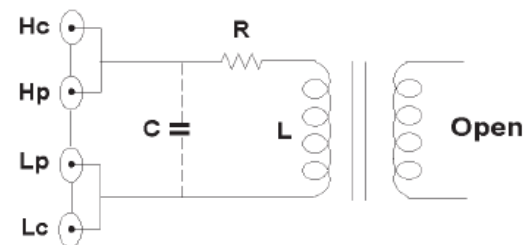
*主线圈和次级线圈的自感 (Ls) 和直流电阻 (Rdc)

*互感(M)

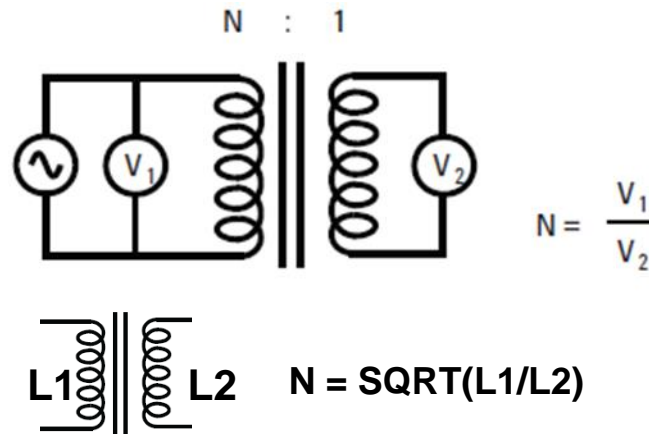


*漏感

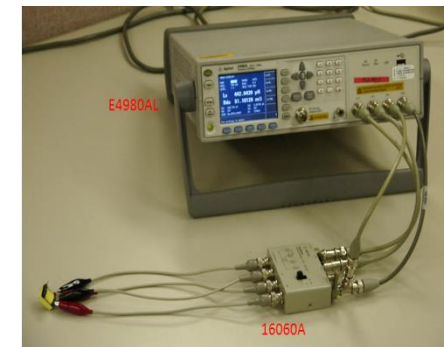
测量参数Ls, 次级线圈短路



*匝数比(N)

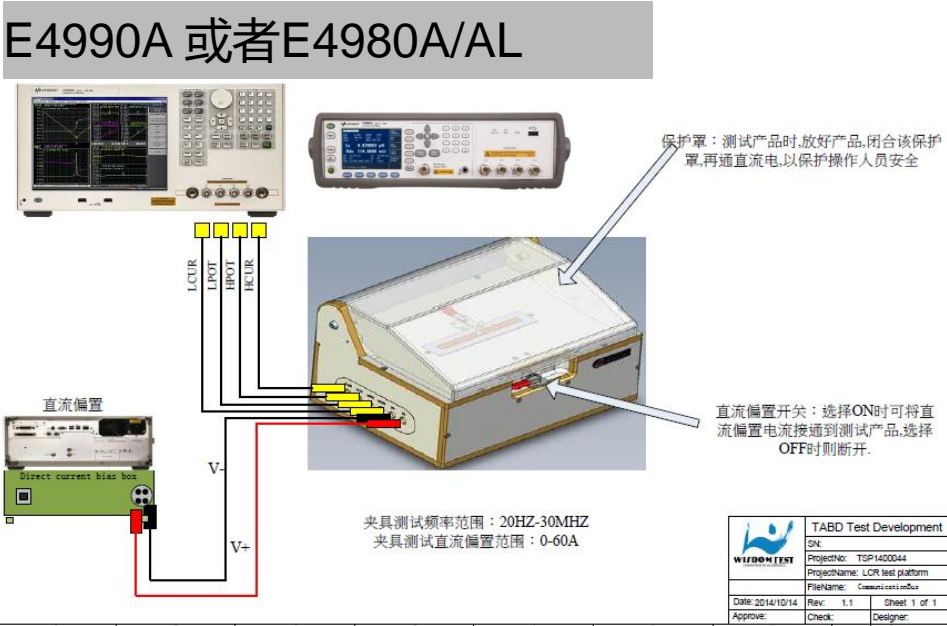


If the leakage inductance of DUT is low, N may be calculable with inductance values (L1/L2).



元器件测试方案_磁性元件测试

电感饱和电流测试



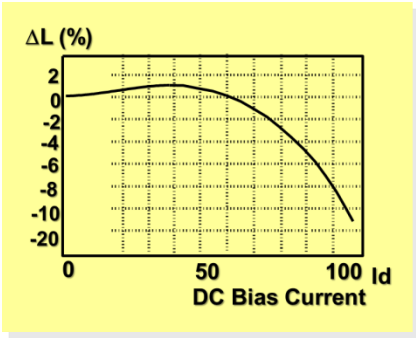
LCR/



阻抗分析仪



直流偏置源



元器件测试方案_磁性元件测试

网络分析仪	阻抗分析仪	LCR 表
测量两端口或多端口器件 含源和接收机 测量器件的S 参数 有源和无源器件测试	全面的测量条件 <ul style="list-style-type: none">• 频率扫描、交流信号扫描、偏压扫描等 多种多样的分析功能 <ul style="list-style-type: none">• 多功能标记功能• 等效电路 图形显示 <ul style="list-style-type: none">• 测量迹线 适用于深入或多功能的器件评估	有限的测量条件 <ul style="list-style-type: none">• 无 或 有限的扫描 list sweep 有限的分析功能 <ul style="list-style-type: none">• 通过、不通过测试 数字显示 适用于简单测量



Keysight
E5072A

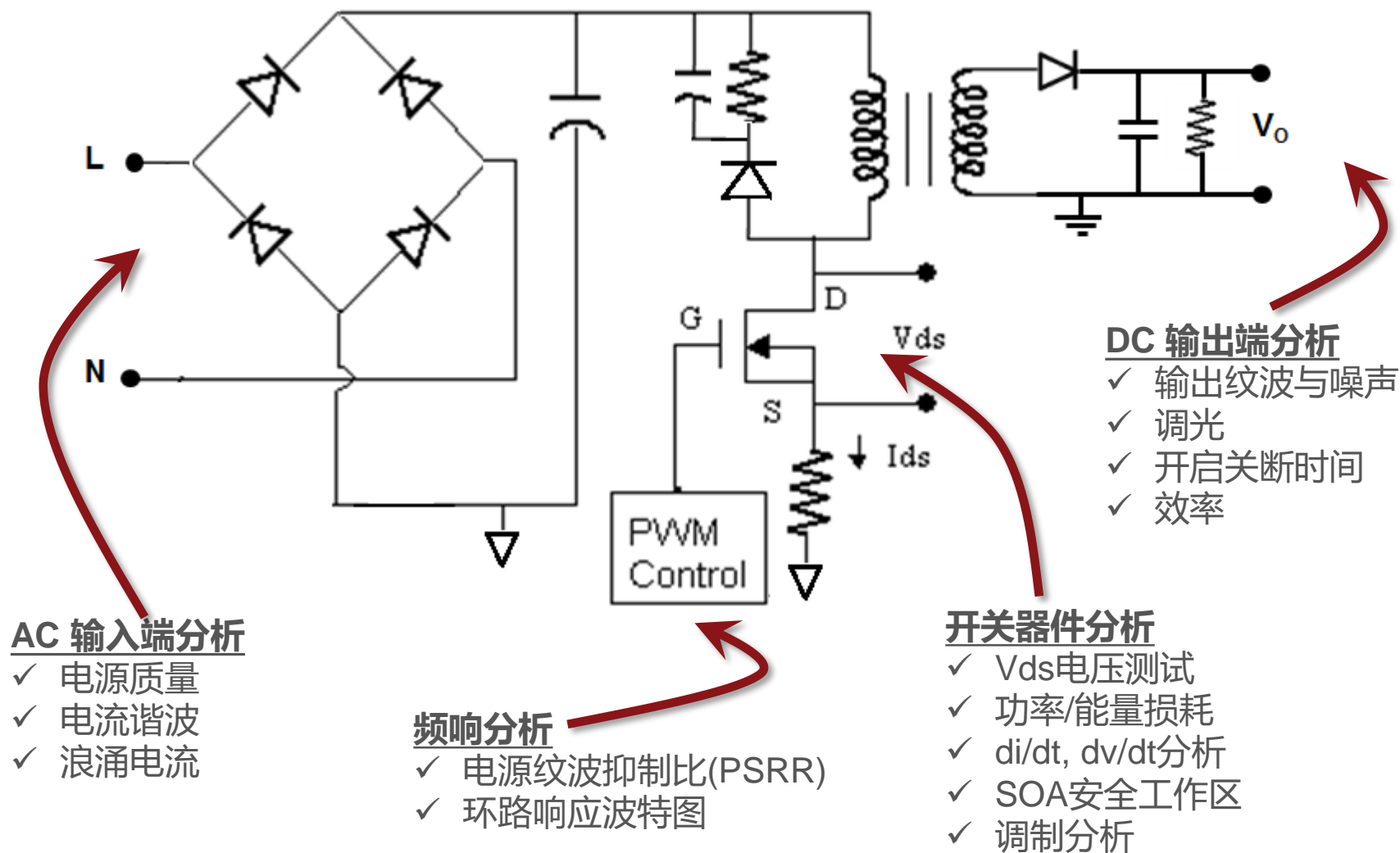


Keysight
E4990A



Keysight
E4980AL/E4980A/U1731C

LED驱动电源测试方案



LED驱动电源测试方案

交直流
电源



功率分
析仪



电子负载



示波器



数据记录仪



频谱仪



万用表



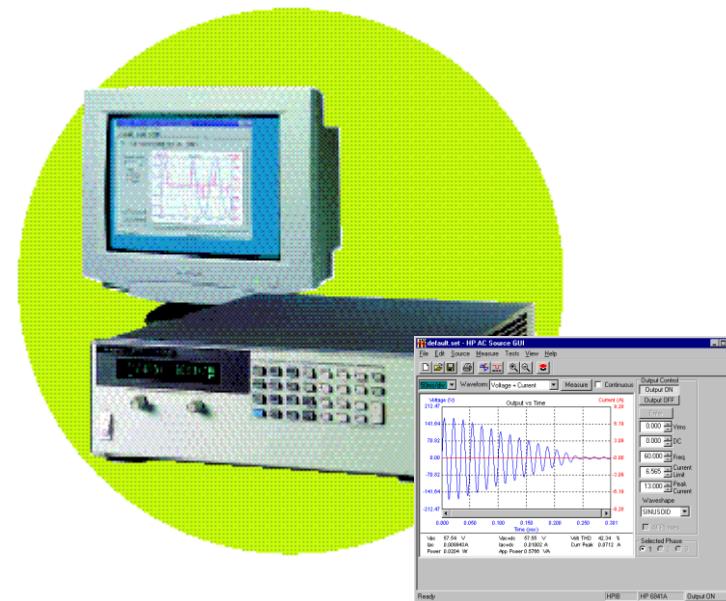
热成像仪

元器件测试



LED驱动电源测试方案_交流电源

- 可编程的电压、频率、相位、输出阻抗、失真和电流限定
- 任意波形的产生
- 内置的精密电源分析
- 全方面的保护特性 (OV, OV, OP, OT)
- 最大 1000Hz 输出
- 电压和频率联系变化的控制
- 线电源和航空电源干扰仿真
- 多种测量功能: Vrms, Irms, Ipeak, phase Freq., VA, watts, PF and THD
- 电压和电流的谐波分析
- 自动量程的直流输出



6811B

375VArms

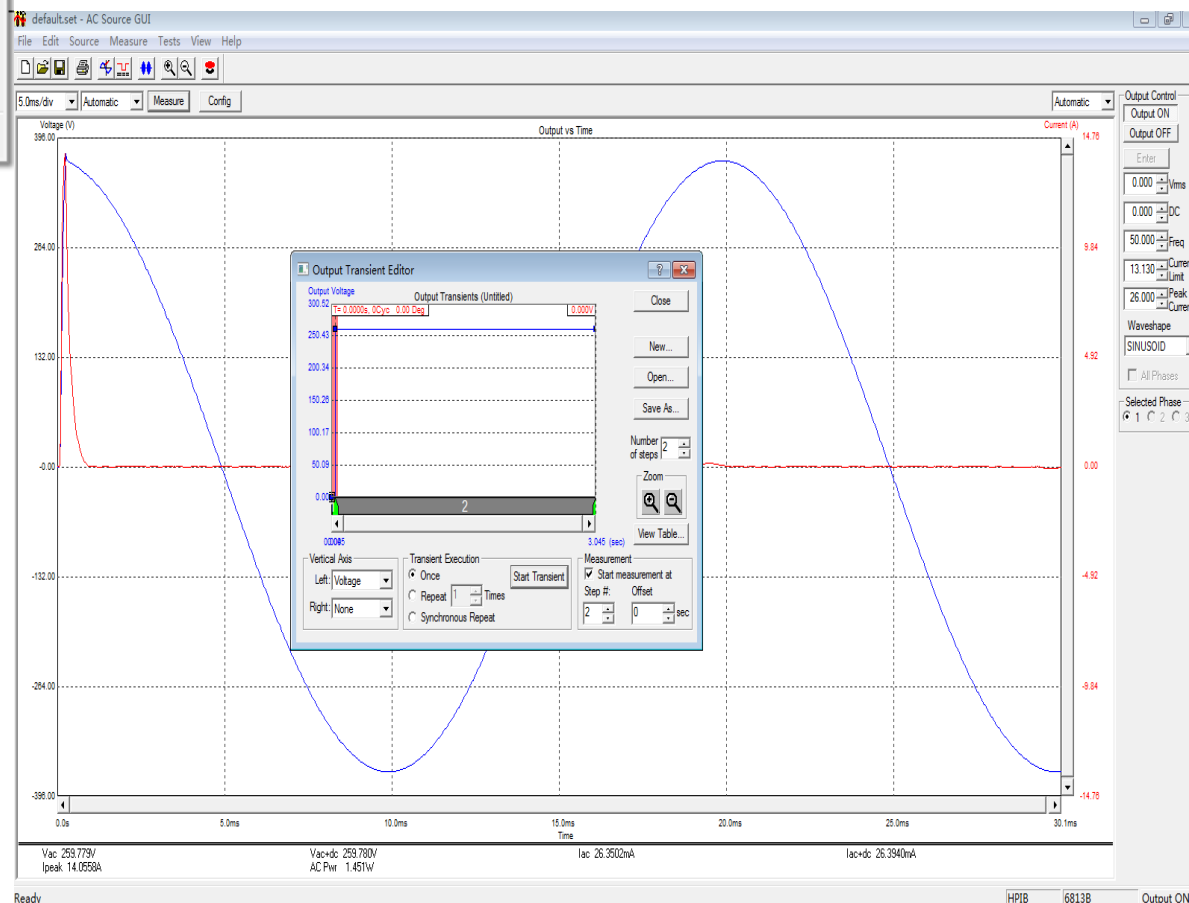
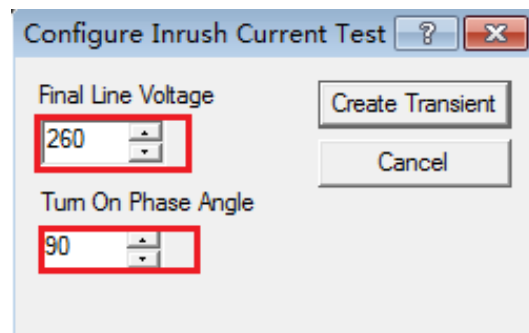
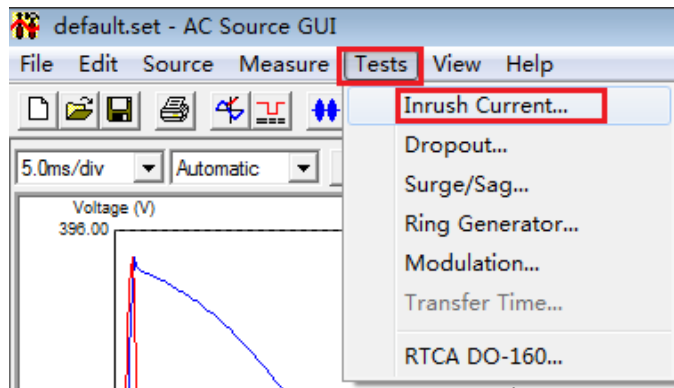
6812B

750VArms

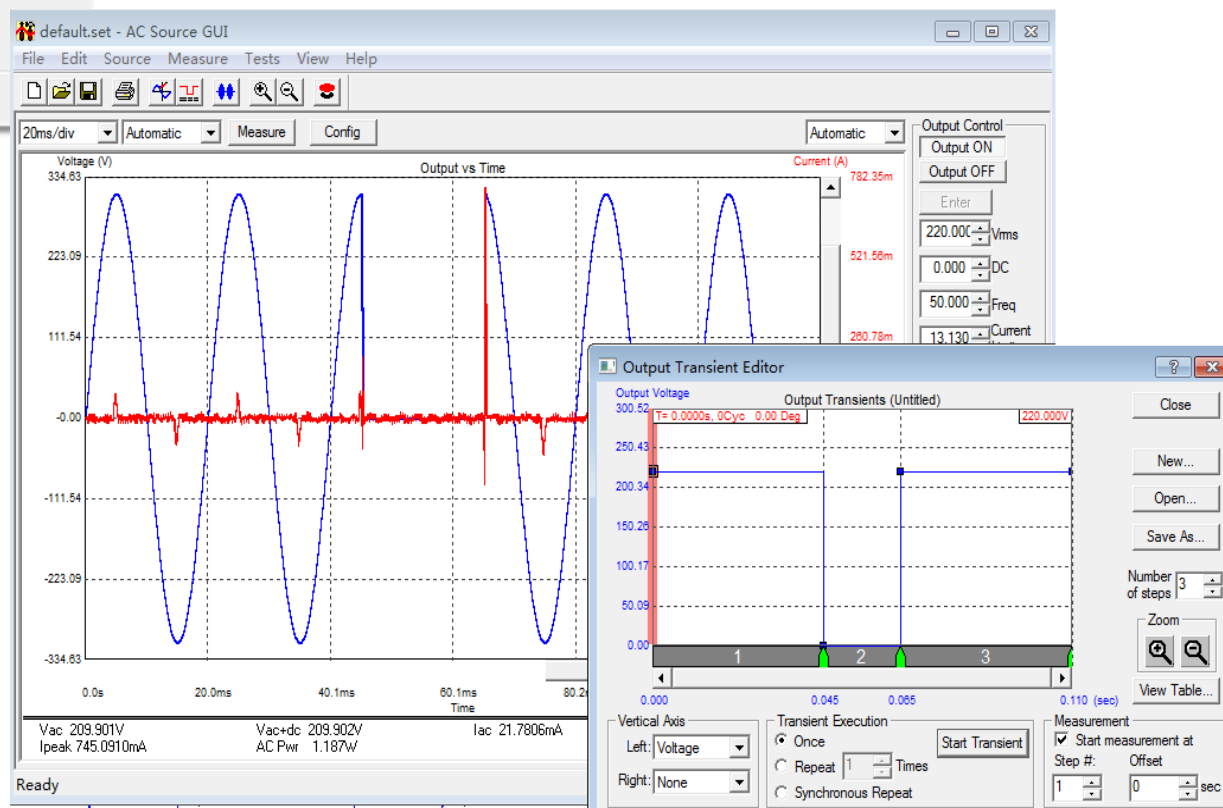
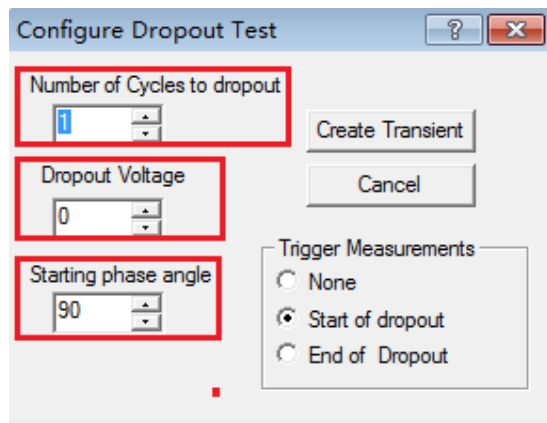
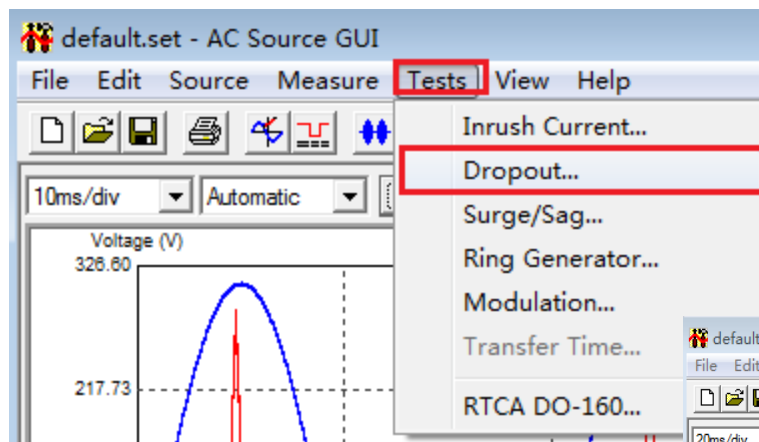
6813B

1750VArms

LED驱动电源测试方案_Inrush Current测试

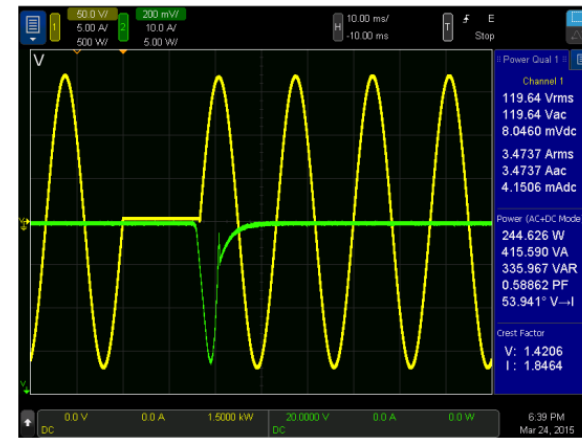
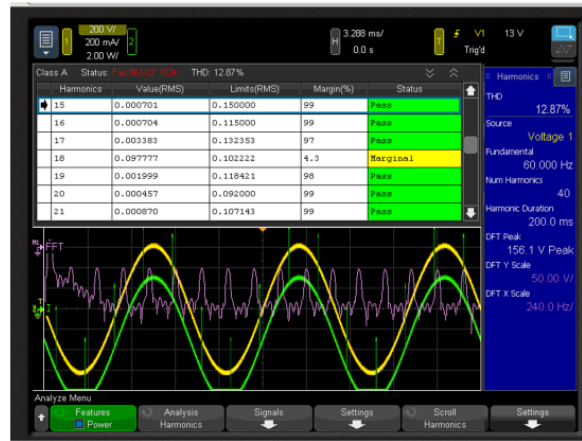
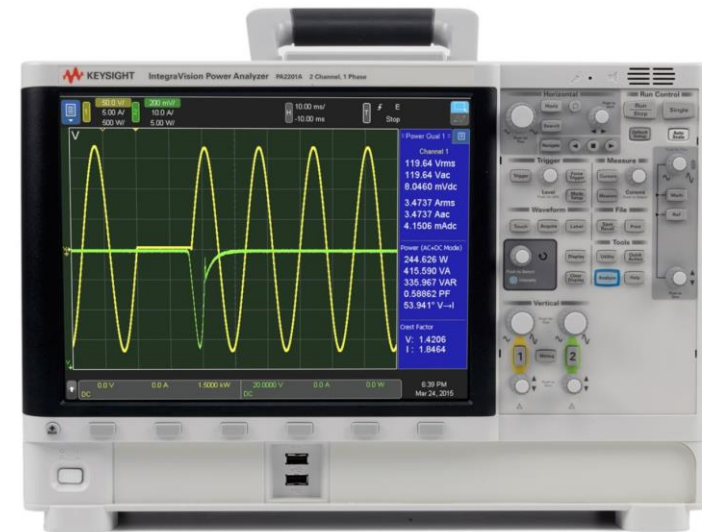


LED驱动电源测试方案_电压跌落测试



LED驱动电源测试方案_PA2200A功率分析仪

- ❑ 16bit ADC, 0.05%基本精度支持高精度效率测试
- ❑ 支持100mW级别的低功耗测试
- ❑ 谐波分析, 集成IEC6100规范,直接判断Pass/Fail并生成报告
- ❑ 电能质量分析
- ❑ 与示波器相似的测量系统,支持多种参数测量
- ❑ 支持Single触发,全面监控瞬时变化,所见即所得



LED驱动电源测试方案_ Keysight示波器家族



UXR全系列示波器

NEW

- 13G-110G全带宽10bit
- 4通道256GSa/s采样率

Infiniium 系列

- 实时带宽：超过100 GHz
- 存储：深达2G每通道
- 操作系统：Windows

InfiniiVision 系列

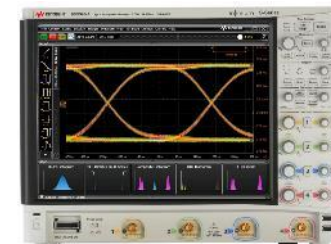
- 带宽: 50 MHz ~ 6 GHz
- 独特技术：直观显示信号
- 操作系统：嵌入式



Z 系列 20-63GHz



V 系列 8-33GHz



S 系列 500MHz-8GHz



9000 系列 600MHz-4GHz



U1600
20MHz
~40MHz



U924XA
USB示波器
200MHz~1GHz



1000 X系列
50 MHz
~100MHz



2000 X系列
70 MHz
~200MHz



3000 X系列
100 MHz
~1GHz

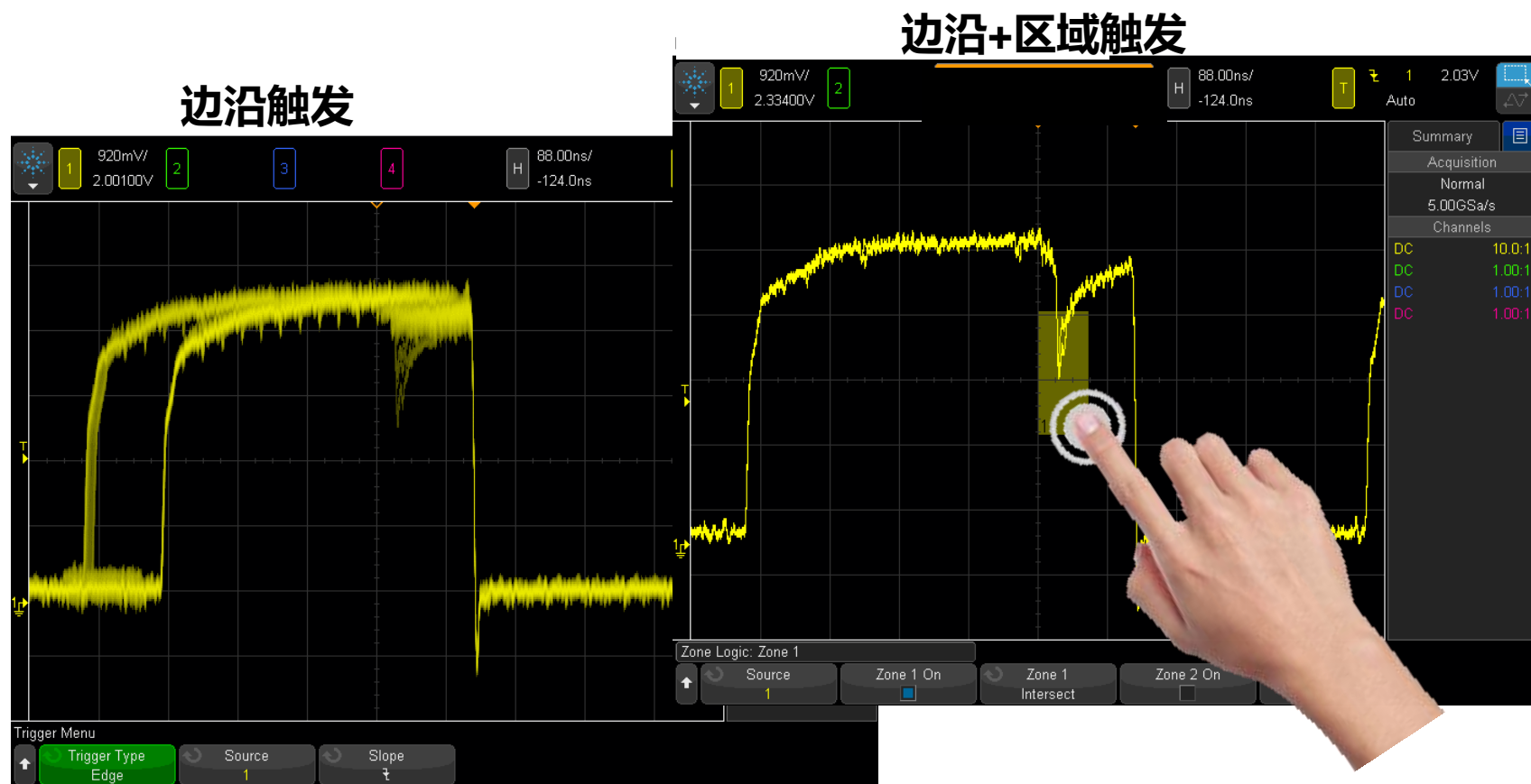


4000 X系列
200 MHz
~1.5GHz



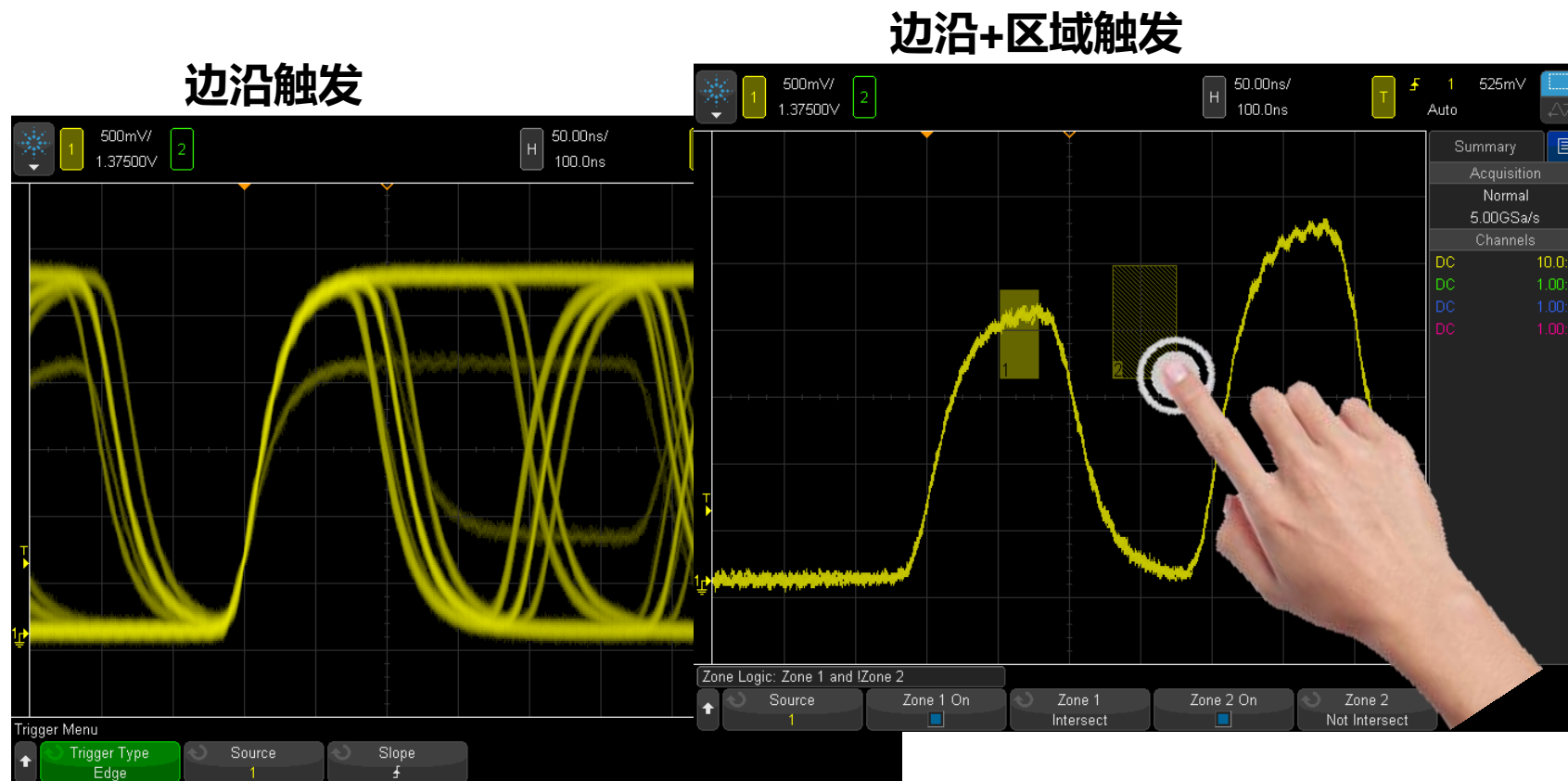
6000 X系列
1GHz
~6GHz

LED驱动电源测试方案_示波器画图触发



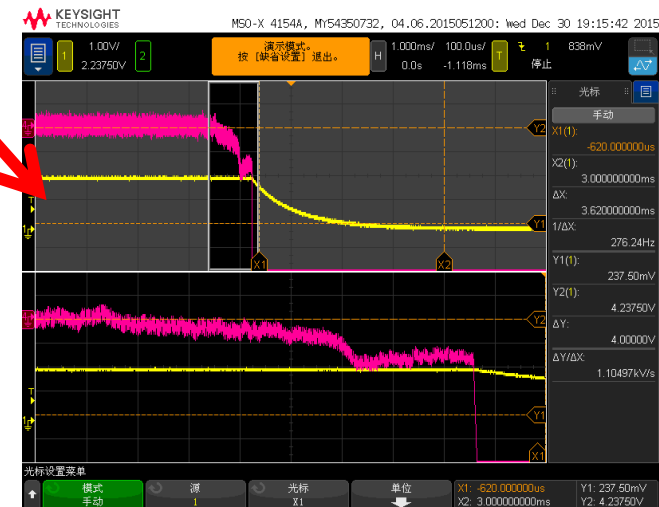
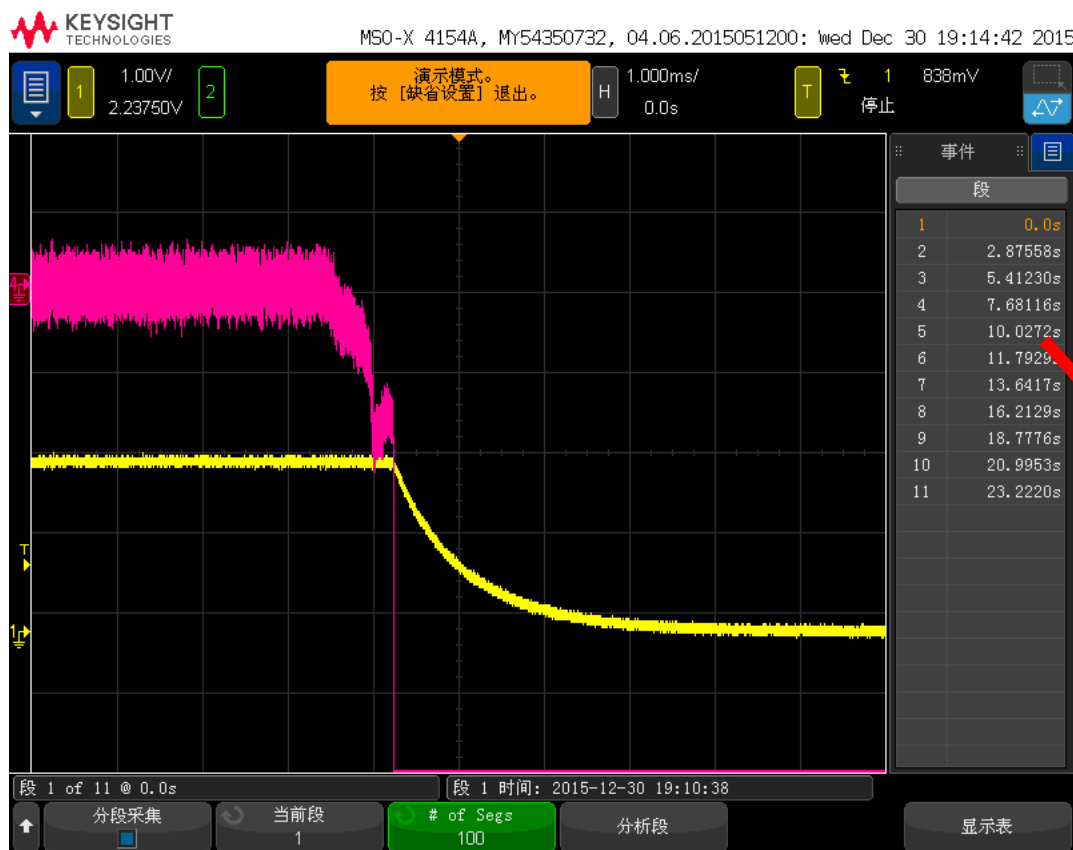
如果你能看到, InfiniiScan Zone区域触发就能抓到!

LED驱动电源测试方案_示波器画图触发



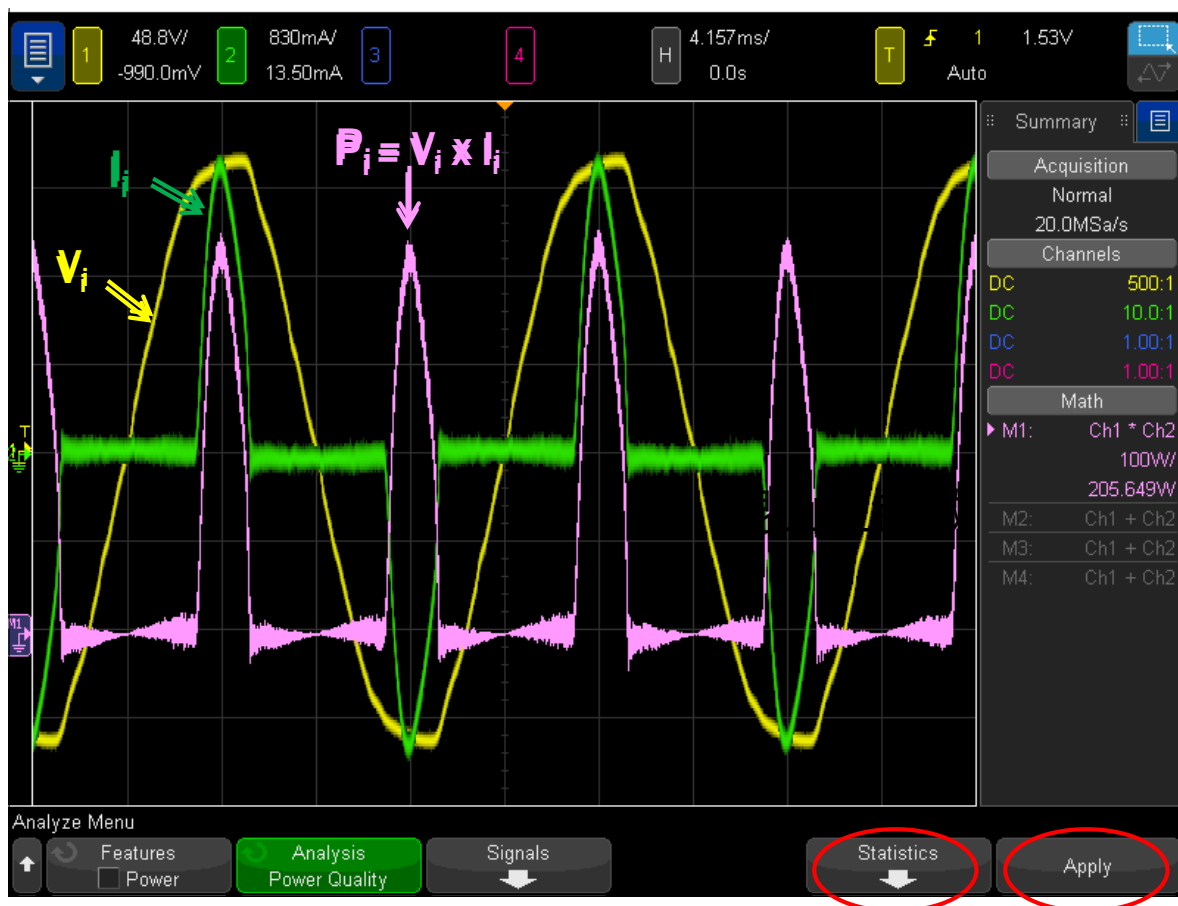
如果你能看到, InfiniiScan Zone区域触发就能抓到!

LED驱动电源测试方案_示波器分段存储



是德科技示波器特有的**分段存储**功能让工程师从漫长又毫无意义的等待中脱离出来。

LED驱动电源测试方案_示波器电源测试软件



PF(功率因素) = P/S

Q (无功功率) = S x SIN(ϕ)

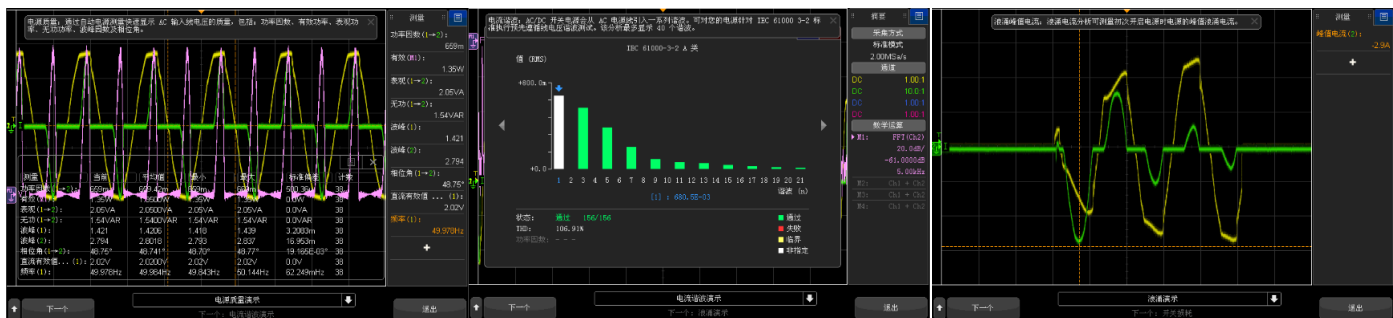
CF_V (波峰因子) = V_{PK} / V_{RMS}

CF_I (波峰因子) = I_{PK} / I_{RMS}

ϕ (相位角) = ACOS(P/S)

- 电压探头: 测量240V_{RMS} 电压需要高压差分探头, 推荐N2791A , 带宽 25MHz , $\pm 700V$.
- 电流探头: 推荐1147B 50MHz, 30Apk.

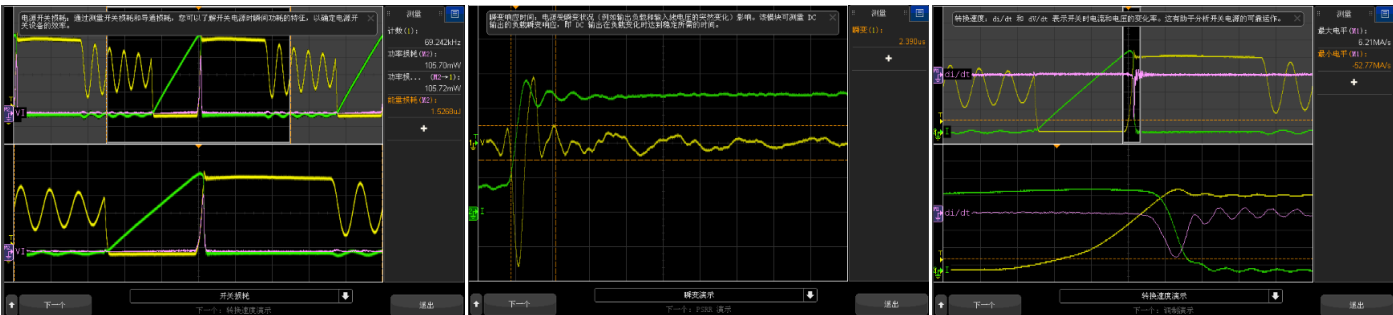
LED驱动电源测试方案_示波器电源测试软件



输入电源质量

电流谐波

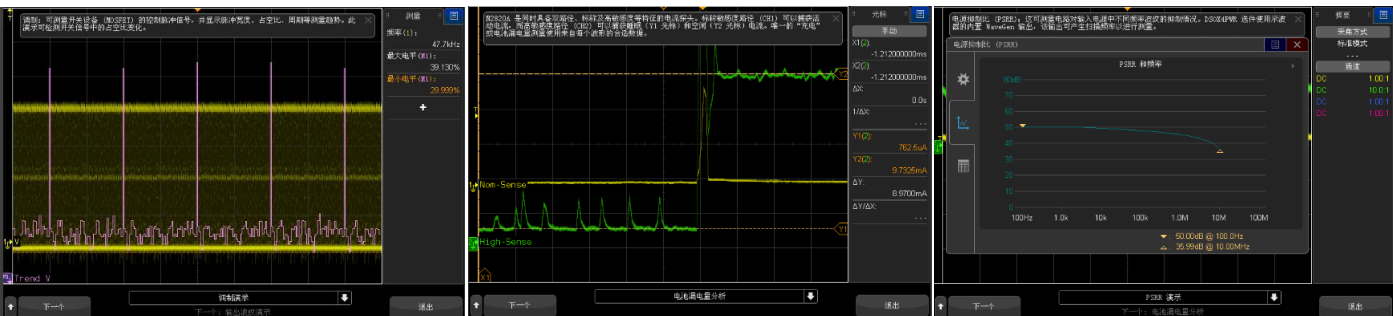
浪涌电流



开关损耗

动态响应

转换速度



调制分析

电池漏电量分析

PSRR

LED驱动电源测试方案_示波器电源测试软件

基于Keysight示波器，能对开关电源进行测量、分析并生成报告的自动测试软件

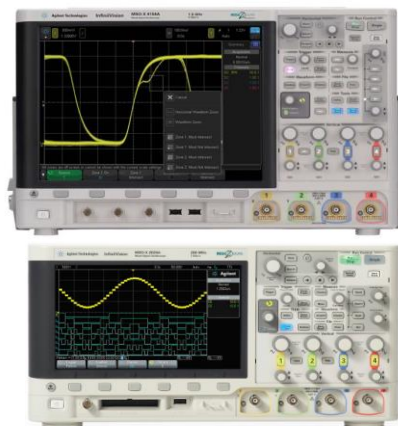
测试项目：

输入分析, 开关器件分析,
SOA测试与范本编辑, 输出分
析, 冲击电流, 调制分析, 打开
/关闭时间分析, 瞬态分析

测试模式： 联机或脱机

附件：

U1880A 时延校正夹具

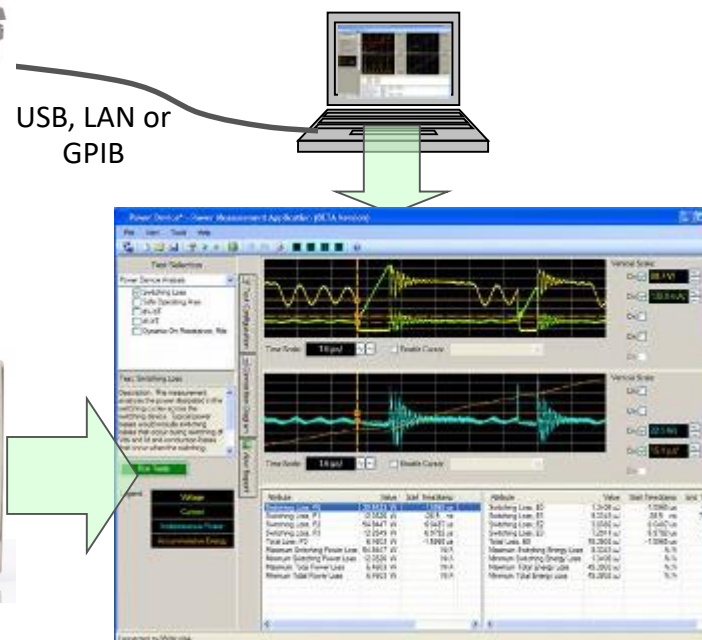


Infiniivision Series

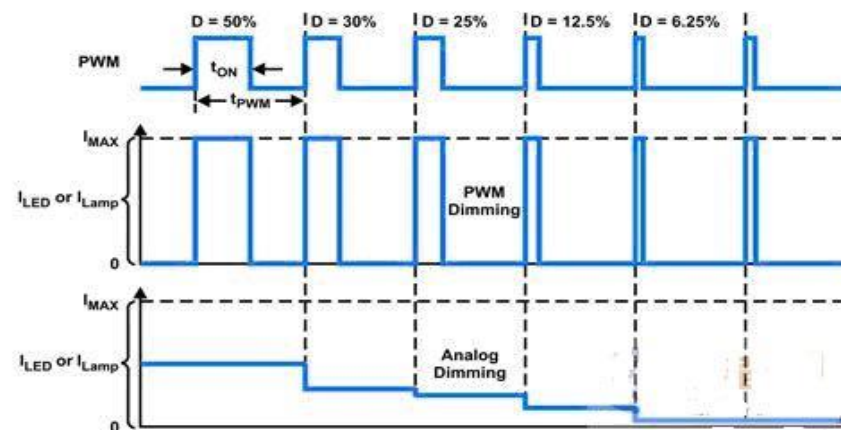
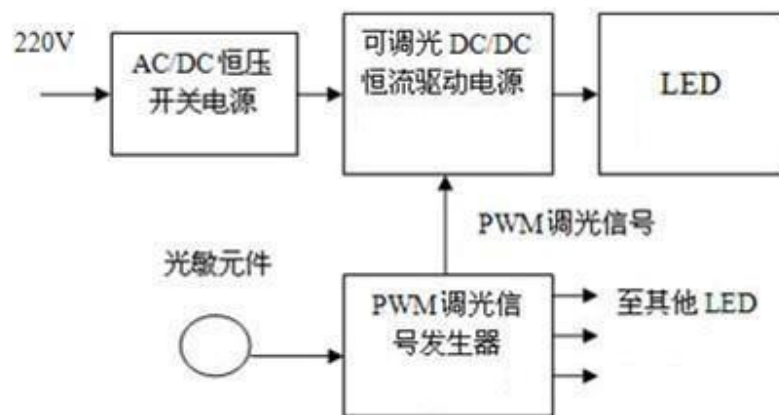


Infiniium Series

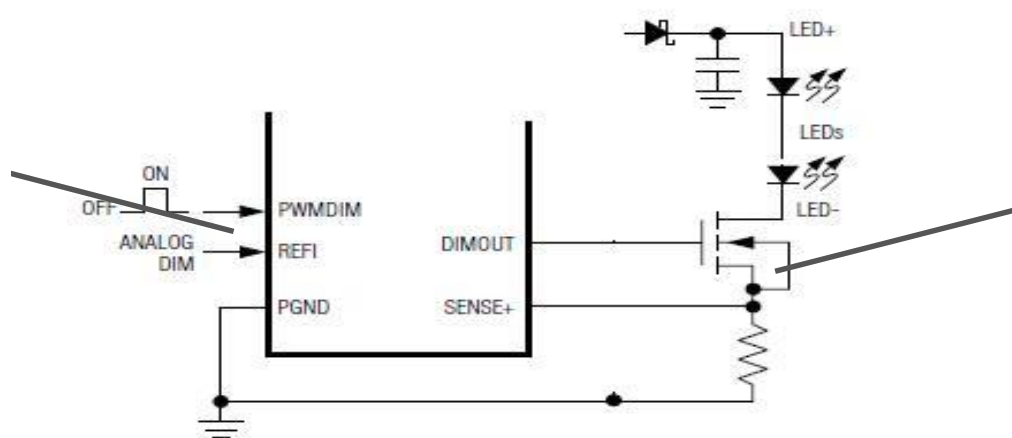
电源测量分析软件



LED驱动电源测试方案_调光测试

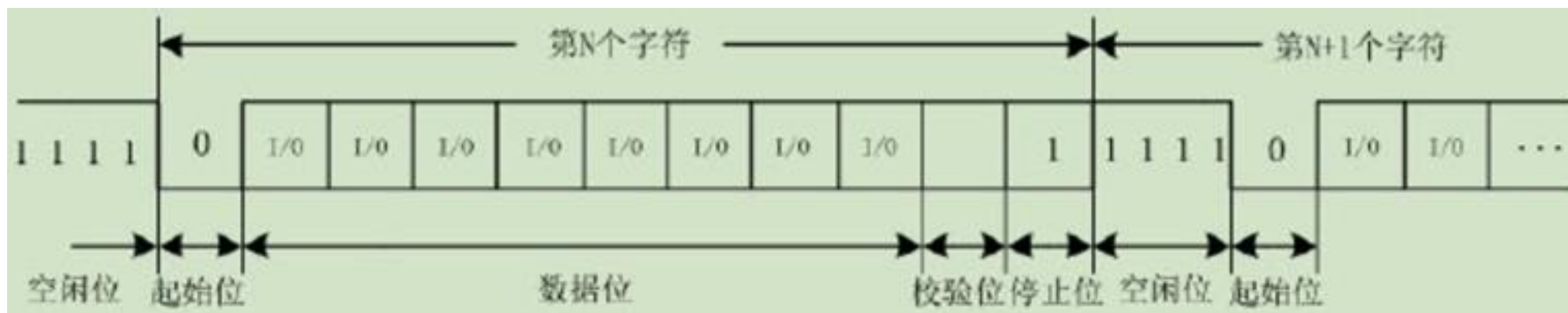


33210A任意波形发生器



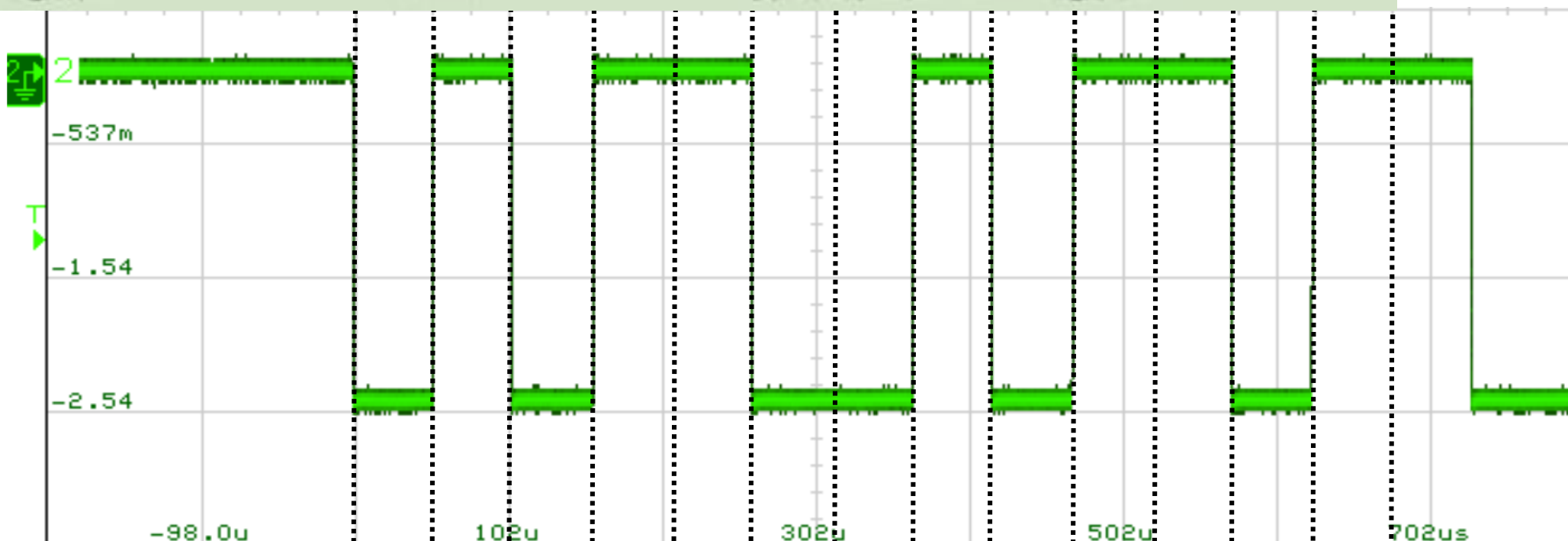
3000/4000X示波器

示波器的总线解码_RS232/UART



总线配置:

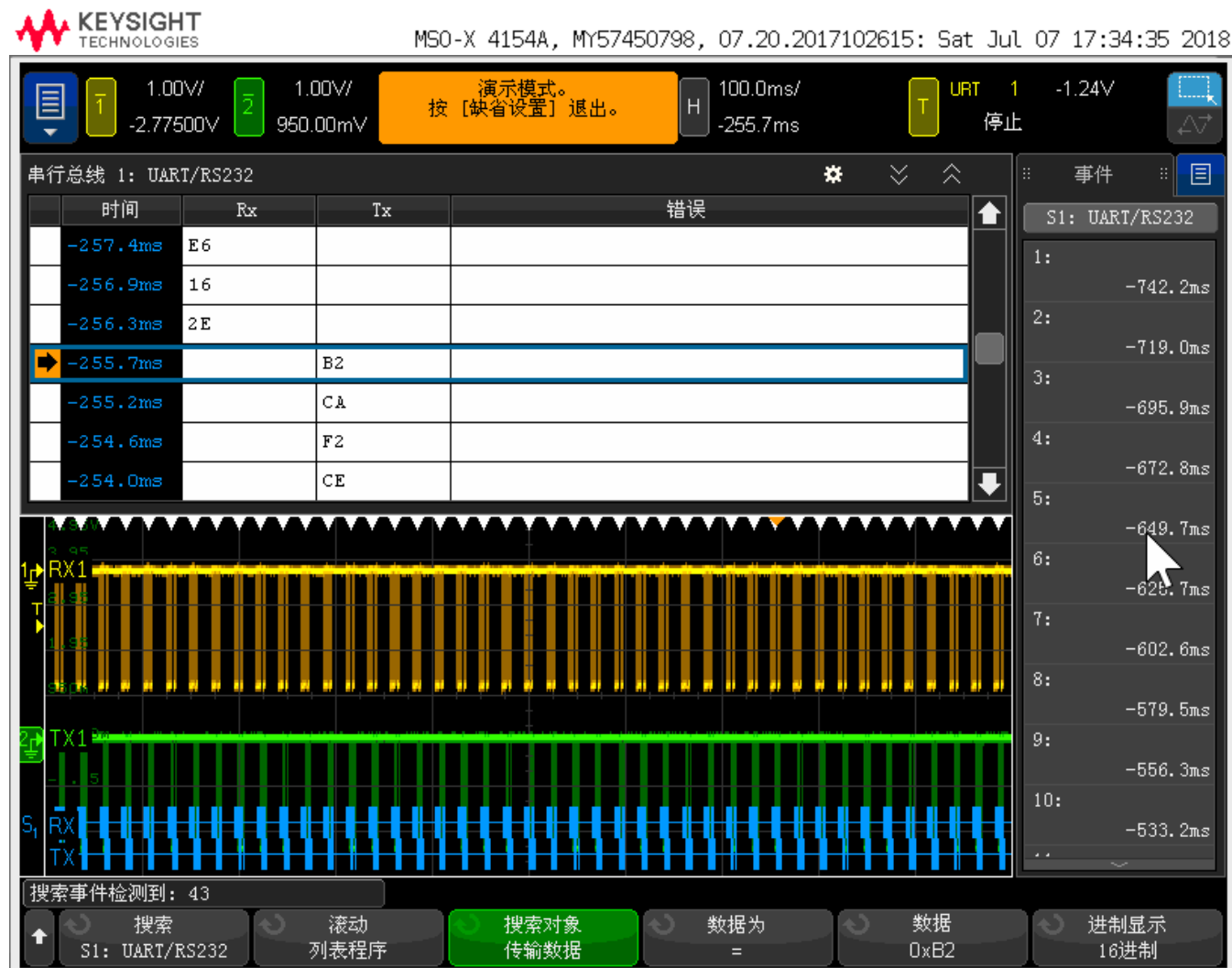
- 极性高空闲
- 波特率: 19.2kb/s
- 数据位: 8
- 奇偶校验: 奇
- 最高有效位



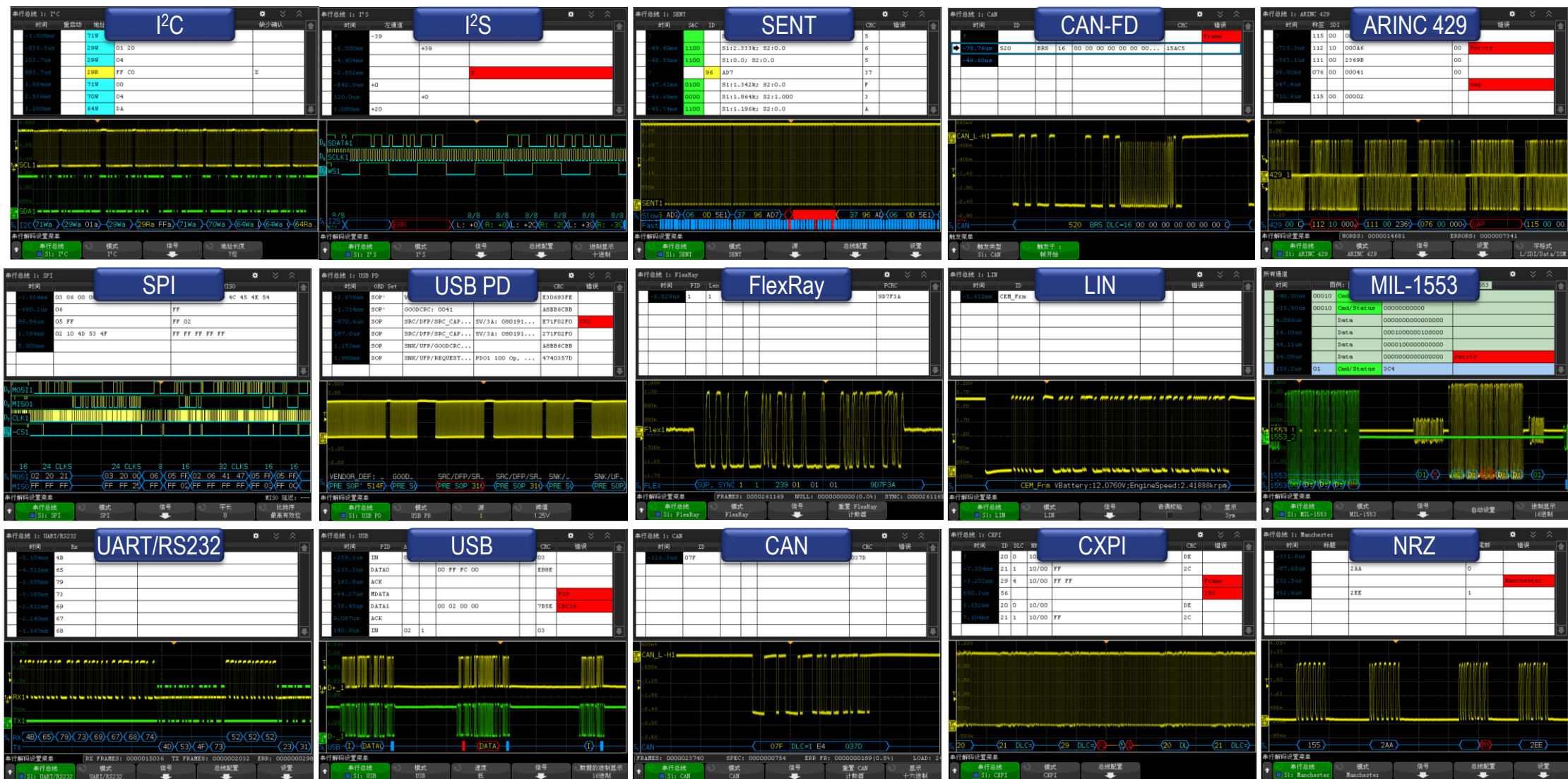
示波器的总线解码_RS232/UART



示波器的总线解码_RS232/UART



示波器的总线解码_CAN



LED驱动电源测试方案_示波器电流探头

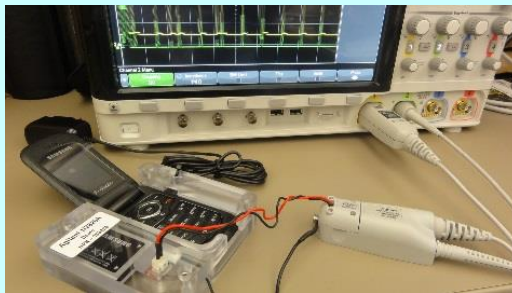
大电流测试, 10-3000A

冲击电流, 开关电源, 电机的工作电流
推荐型号: N704xA 罗氏线圈,
N2780B/01B with N2779A



微弱电流测试, 10uA+

IOT, 待机电流, 充电设备, 内存芯片,
生物医学
推荐型号: N2820A/21A

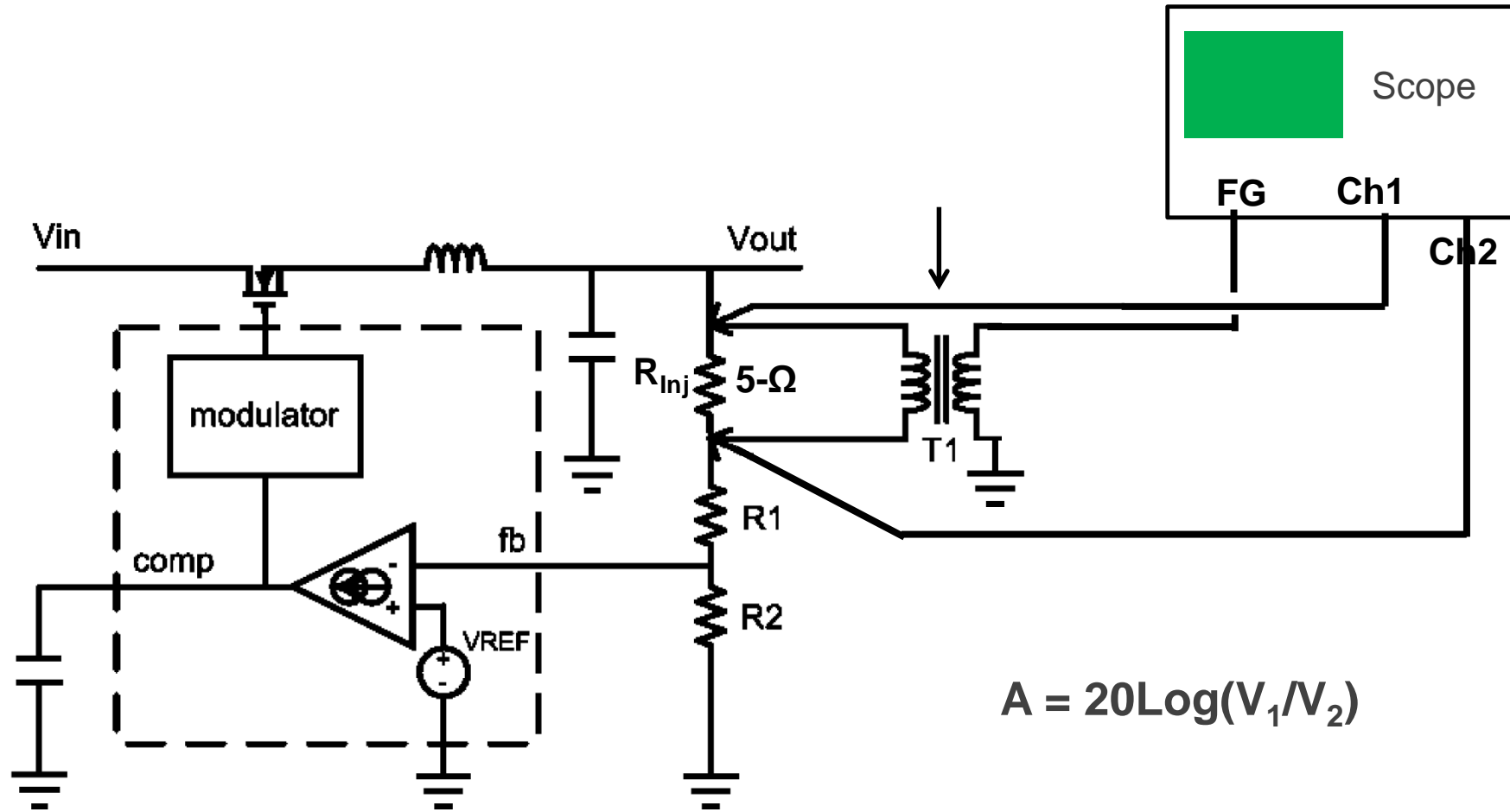


常规电流测试, 10mA-30A, <150MHz 消费类电子, LED, ICs, 常规电源

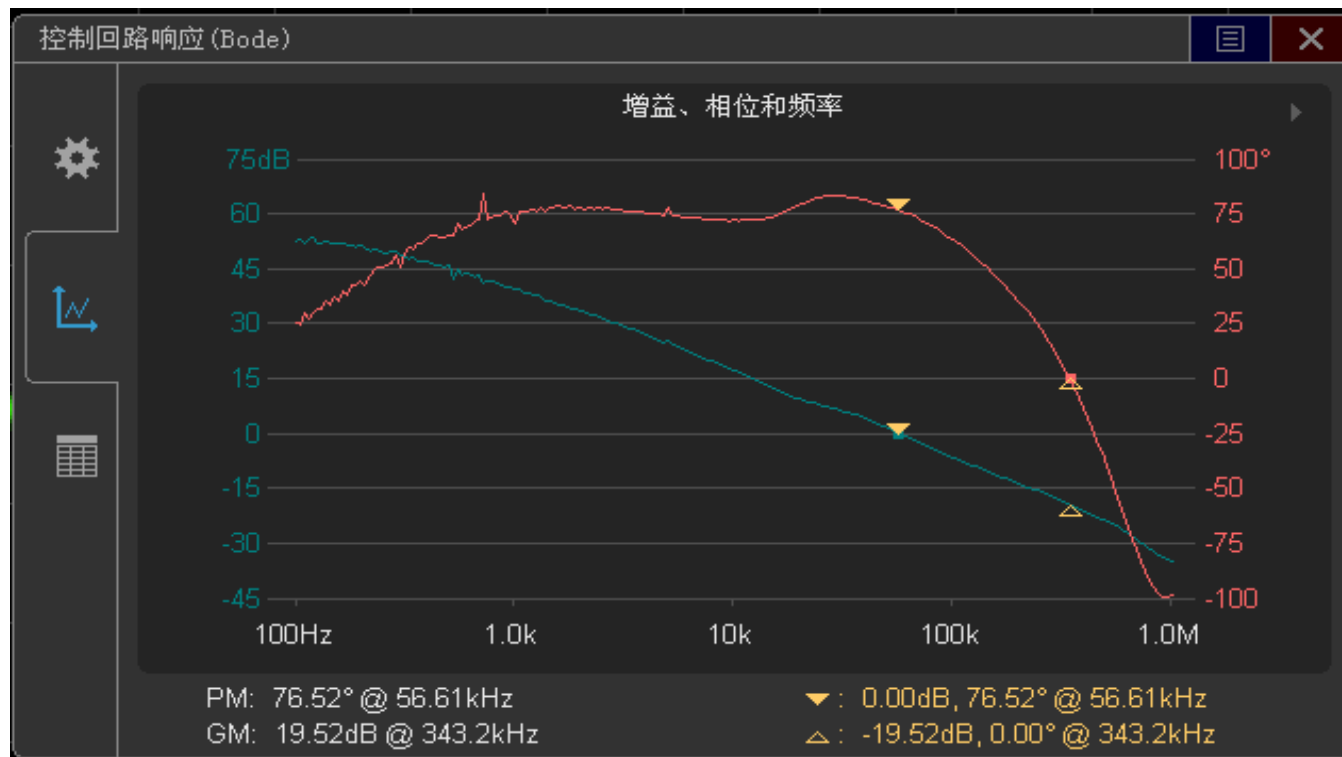
推荐型号: N7026A, 1147B, N2893A,
N2783B



基于示波器的环路响应测试方案

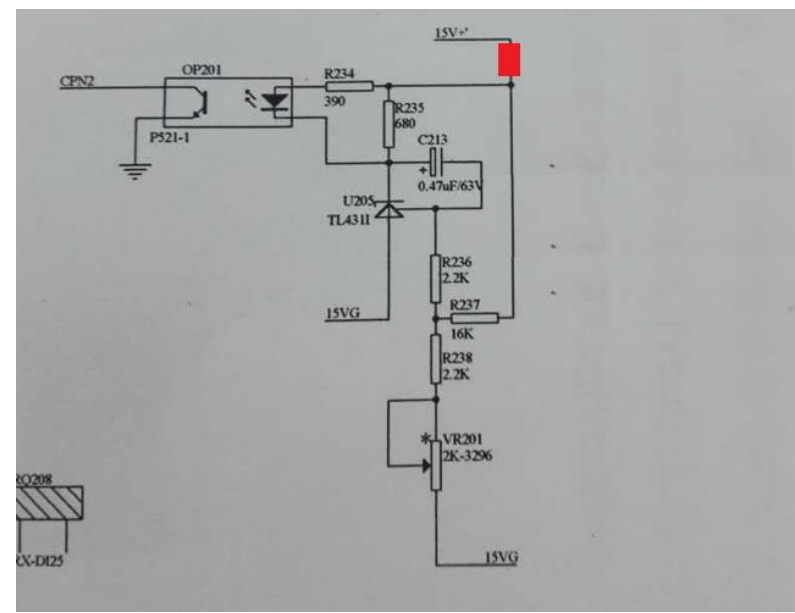
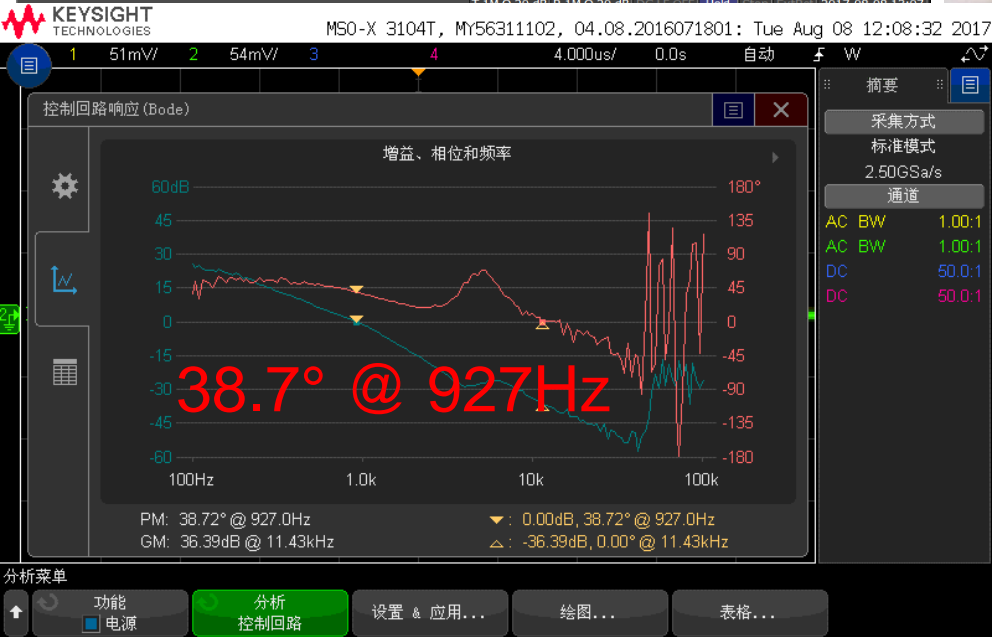
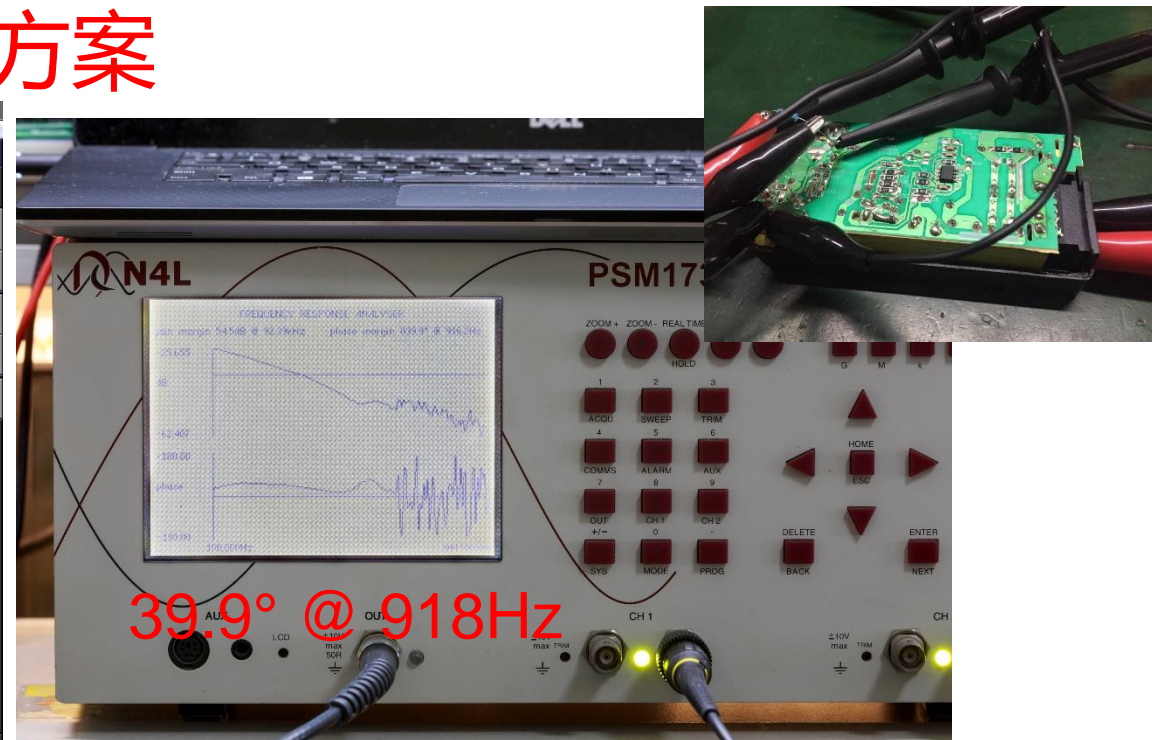
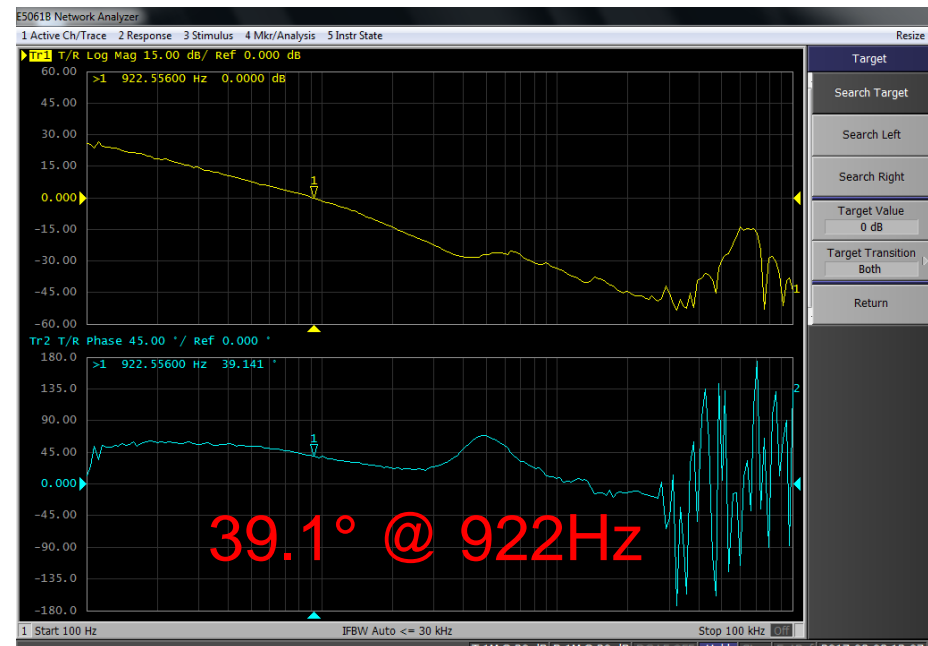


基于示波器的环路响应测试方案



- ◆ 穿越频率（增益为0dB时）： 建议为开关频率的5%--20%
- ◆ 相位裕度（增益为0dB时）： 大于45°，建议45°-- 80°
- ◆ 增益裕度（相位为0°时）： 小于 -10dB
- ◆ 增益衰减（增益@开关频率）： 小于 -20dB
- ◆ 穿越斜率（0dB附近）： 单极点穿越（-20dB每十倍频）

基于示波器的环路响应测试方案



LED驱动电源测试方案_电子负载

N3300 系列电子负载模块

Product	Volts	Current	Power
N3302A	0-60 V	0-30 A	150 W
N3303A	0-240 V	0-10 A	250 W
N3304A	0-60 V	0-60 A	300 W
N3305A	0-150 V	0-60A	500 W
N3306A	0-60 V	0-120 A	600 W
N3307A	0-150 V	0-30 A	250 W



N3300A 全机架主机



N3301A 半机架主机

6060 系列电子负载

Product	Volts	Current	Power
6060B	3-60 V	0-60 A	300 W
6063B	3-240 V	0-10 A	250 W



LED驱动电源测试方案_温度测试

数采开关单元

多样的信号种类 (电压, 电流, 温度, 阻抗, 频率等)
多样的信号范围 (uV to 100V, uA to 3A, etc)
足够的速度, 精确度和分辨率
免费的数采软件, 建议的控制模式

适用于主要元器件的测试

热成像仪

精细分辨能力
热图记录存储
易用的报告生成工具

适用于贴片元器件温度检测以及恶劣温度点查找



34972
数采单元



U5855A
热像仪



LED驱动电源测试方案_ EMI预兼容和问题调试

EMI通过/失败预测试

传导测试



N9322C 6合1频谱仪
9 kHz – 7 GHz
EMC选件



LISN人工电源
网络



限幅器

辐射测试



N9322C 6合1频谱仪
9 kHz – 7 GHz
EMC选件



天线

EMI故障排查

频域仪器



N9322C 或
EMC选件

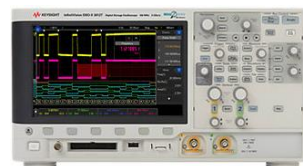


示波器



N9311X-100
近场探头

时域仪器



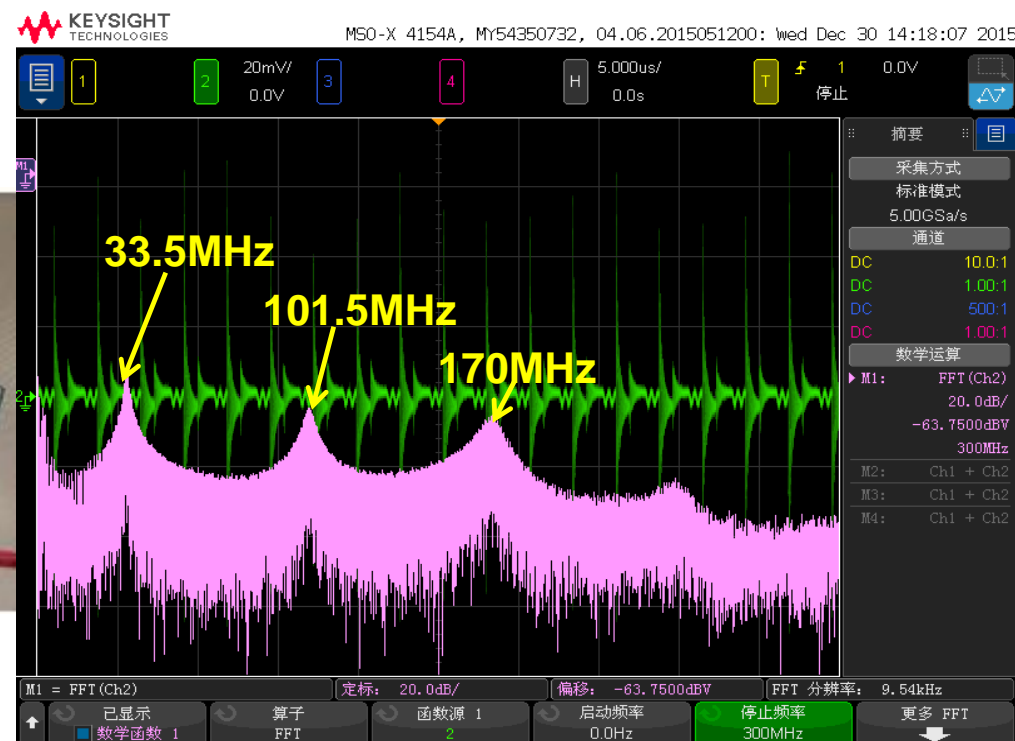
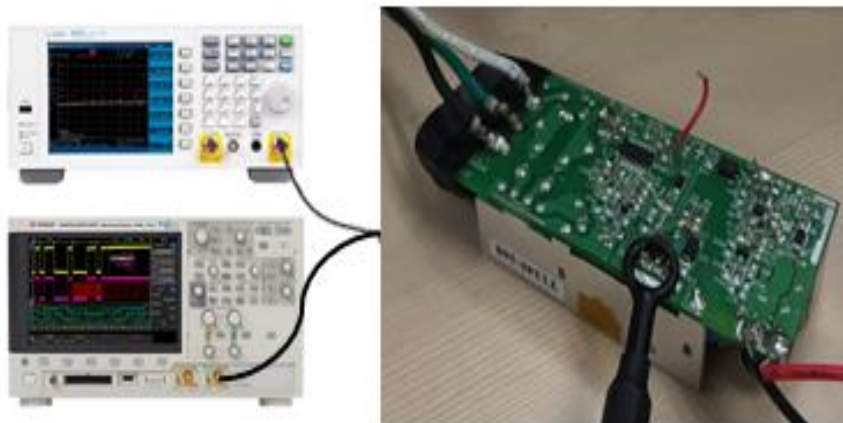
3000T X系列示波器



接触式探头

LED驱动电源测试方案_ EMI预兼容和问题调试

基于示波器FFT功能或频谱仪进行EMI初步调试，确定噪声源，
以经济且高效的手段解决EMI问题



Benchvue & TestFlow 构建智慧仪表

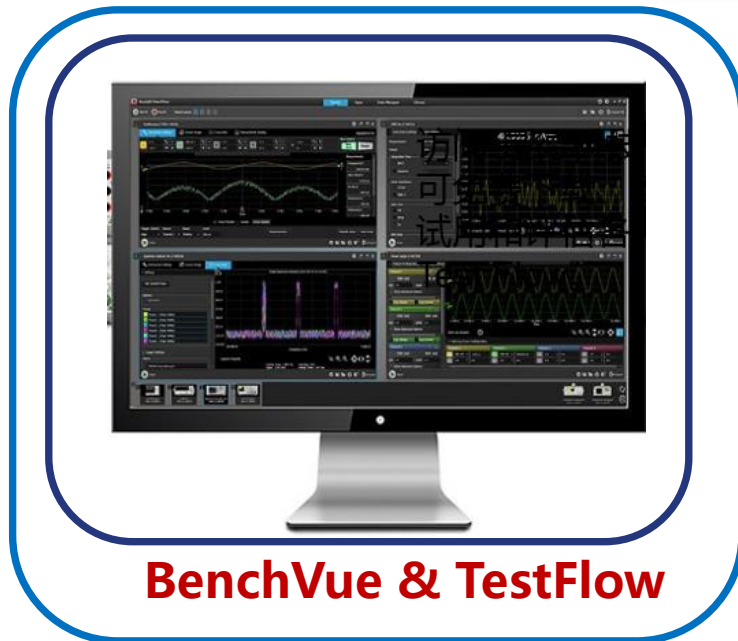
磁材，变压器、
线圈测试



开关器件、纹波、
频响分测试析



交流，直流电源
稳态和瞬态供电



BenchVue & TestFlow



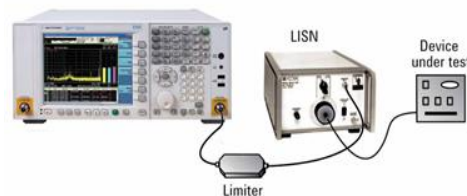
电子负载



精确功率、谐波测试



温度特性测试

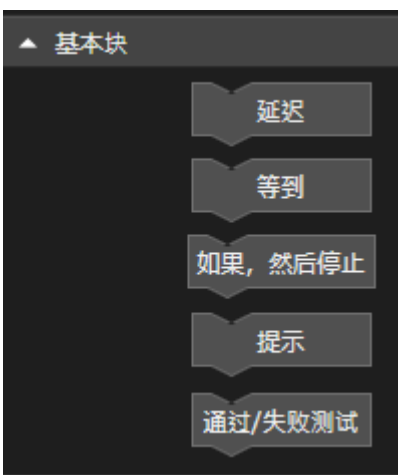


传导、辐射、EMI测试

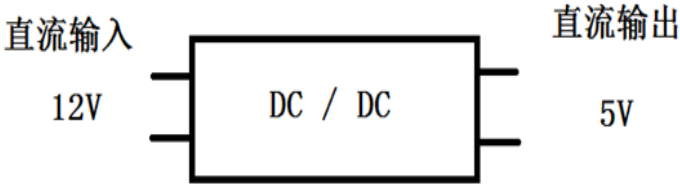
示波器的APP



还有更多.....



你还在做效率和纹波测量？



输入电压：标称12V，范围5-18V
输出电压：5V
输出电流：< 2A
输出效率？纹波噪声？输出电压波动范围？

Vin	Iload	Iin	Vout	Pin	Pout	Eff	Vpk-pk
5Vdc	0.5A						
5Vdc	1A						
5Vdc	1.5A						
5Vdc	2A						
12Vdc	0.5A						
12Vdc	1A						
12Vdc	1.5A						
12Vdc	2A						
18Vdc	0.5A						
18Vdc	1A						
18Vdc	1.5A						
18Vdc	2A						



➤ 请问这组参数测试共有多少组数据？

➤ 请问你用多长时间完成这组参数的测量？



$$3 (V) \times 4 (I) \times 6 (S) = 72$$

TestFlow测试程序流APP



拖拽构建DC-DC测试序列

更多块 - 延迟、循环、变量、数学、高级

1 Power Supply SIM::2::INSTR 2 Oscilloscope SIM::1::INSTR 3 DMM SIM::3::INSTR

1 - 设置 CH1 开启/关闭 ☒ 开启 ☐ 关闭

2 - 设置 通道 1 开启/关闭 ☒ 开启 ☐ 关闭

1 - 设置 CH1 优先级模式 Current

1 - 设置 CH1 电流范围 5.1 A

1 - 设置 CH1 电压限值 15 V

1 - 设置 CH1 开启/关闭 ☒ 开启 ☐ 关闭

设备开启

仪器设定

1 - 列表 CH1 电压设置 19 V, 24 V, 30 V, 编辑...

1 - 扫描 CH1 电流设置 From: -500 mA To: -5 A By: 500 mA

延迟 100 ms

如果 Iin > 4 A 则 在内部运行块, 并中止

1 - 设置 CH1 开启/关闭 ☐ 开启 ☒ 关闭

1 - 设置 CH1 开启/关闭 ☐ 开启 ☒ 关闭

提示 文本: 电流异常, 停止测试

设置保护

基本块

延迟

等到

如果, 然后停止

提示

通过/失败测试

拖拽构建DC-DC测试序列

效率自动测试和计算

The screenshot displays a vertical stack of five measurement configuration blocks in a software interface. Each block has a '设置' (Settings) header with a gear icon and a close button. The blocks are as follows:

- Vin**: Set to '1 - 获取 CH1 电压测量' (1 - Get CH1 Voltage Measurement) with a value of 848.264 mV.
- Iin**: Set to '1 - 获取 CH1 电流测量' (1 - Get CH1 Current Measurement) with a value of 557.723 m.
- Vout**: Set to '3 - 获取 测量值' (3 - Get Measurement Value) with a value of 1.571008.
- Iout**: Set to '-1' multiplied by '1 - 获取 CH1 电流测量' (1 - Get CH1 Current Measurement), resulting in -557.723 m.
- Eff**: Calculated as $\frac{Vout \times Iout}{Vin \times Iin}$, resulting in -1.852028.



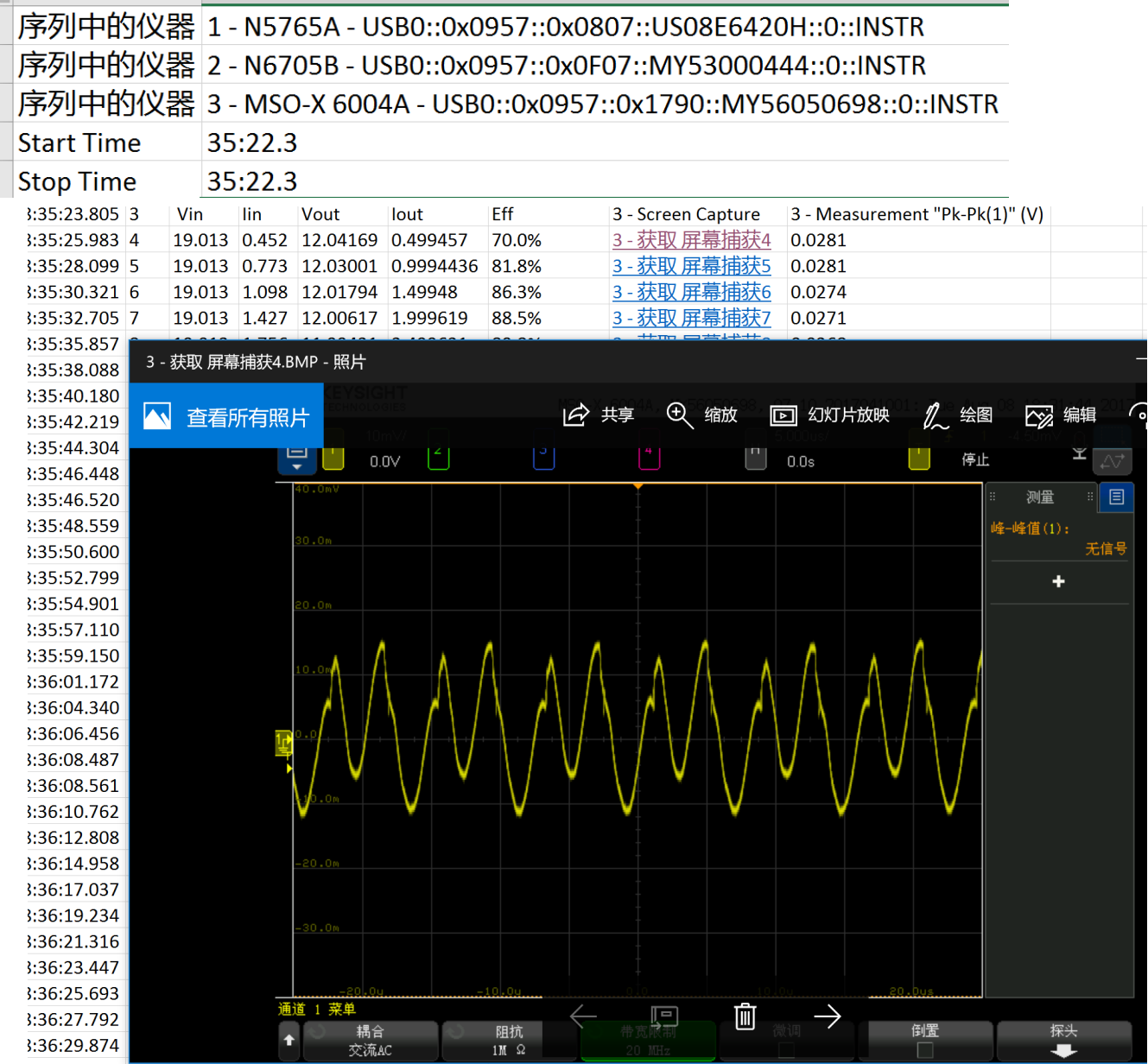
自动生成测试数据报告档



详细的测试数据文件

序列中的仪器	1 - N5765A - USB0::0x0957::0x0807::US08E6420H::0::INSTR							
序列中的仪器	2 - N6705B - USB0::0x0957::0x0F07::MY53000444::0::INSTR							
序列中的仪器	3 - MSO-X 6004A - USB0::0x0957::0x1790::MY56050698::0::INSTR							
Start Time	35:22.3							
Stop Time	35:22.3							
2017-08-08 18:35:23.805	3	Vin	lin	Vout	Iout	Eff	3 - Screen Capture	3 - Measurement "Pk-Pk(1)" (V)
2017-08-08 18:35:25.983	4	19.013	0.452	12.04169	0.499457	70.0%	3 - 获取 屏幕捕获4	0.0281
2017-08-08 18:35:28.099	5	19.013	0.773	12.03001	0.9994436	81.8%	3 - 获取 屏幕捕获5	0.0281
2017-08-08 18:35:30.321	6	19.013	1.098	12.01794	1.49948	86.3%	3 - 获取 屏幕捕获6	0.0274
2017-08-08 18:35:32.705	7	19.013	1.427	12.00617	1.999619	88.5%	3 - 获取 屏幕捕获7	0.0271
2017-08-08 18:35:35.857	8	19.013	1.756	11.99421	2.499621	89.8%	3 - 获取 屏幕捕获8	0.0268
2017-08-08 18:35:38.088	9	19.013	2.085	11.9822	2.999685	90.7%	3 - 获取 屏幕捕获9	0.0271
2017-08-08 18:35:40.180	10	19.013	2.416	11.97028	3.499783	91.2%	3 - 获取 屏幕捕获10	0.0271
2017-08-08 18:35:42.219	11	19.013	2.746	11.95831	3.999891	91.6%	3 - 获取 屏幕捕获11	0.0278
2017-08-08 18:35:44.304	12	19.013	3.077	11.94633	4.499802	91.9%	3 - 获取 屏幕捕获12	0.0285
2017-08-08 18:35:46.448	13	19.013	3.411	11.93416	4.999863	92.0%	3 - 获取 屏幕捕获13	0.0288
2017-08-08 18:35:46.520	14							
2017-08-08 18:35:48.559	15	24.01	0.378	12.04167	0.4994405	66.3%	3 - 获取 屏幕捕获15	0.0398
2017-08-08 18:35:50.600	16	24.014	0.63	12.02984	0.9994513	79.5%	3 - 获取 屏幕捕获16	0.0395
2017-08-08 18:35:52.799	17	24.014	0.885	12.01791	1.499482	84.8%	3 - 获取 屏幕捕获17	0.0392
2017-08-08 18:35:54.901	18	24.014	1.143	12.00613	1.999607	87.5%	3 - 获取 屏幕捕获18	0.0392
2017-08-08 18:35:57.110	19	24.014	1.401	11.99429	2.499621	89.1%	3 - 获取 屏幕捕获19	0.0385
2017-08-08 18:35:59.150	20	24.014	1.662	11.98217	2.999684	90.1%	3 - 获取 屏幕捕获20	0.0382
2017-08-08 18:36:01.172	21	24.014	1.926	11.97037	3.499791	90.6%	3 - 获取 屏幕捕获21	0.0395
2017-08-08 18:36:04.340	22	24.014	2.188	11.95829	3.999886	91.0%	3 - 获取 屏幕捕获22	0.0388
2017-08-08 18:36:06.456	23	24.014	2.451	11.9463	4.499797	91.3%	3 - 获取 屏幕捕获23	0.0395
2017-08-08 18:36:08.487	24	24.014	2.715	11.9341	4.999885	91.5%	3 - 获取 屏幕捕获24	0.0398
2017-08-08 18:36:08.561	25							
2017-08-08 18:36:10.762	26	30.013	0.318	12.04167	0.4994397	63.0%	3 - 获取 屏幕捕获26	0.0455
2017-08-08 18:36:12.808	27	30.016	0.519	12.03002	0.9994339	77.2%	3 - 获取 屏幕捕获27	0.0455
2017-08-08 18:36:14.958	28	30.016	0.722	12.01795	1.499466	83.2%	3 - 获取 屏幕捕获28	0.0452
2017-08-08 18:36:17.037	29	30.016	0.926	12.00616	1.999595	86.4%	3 - 获取 屏幕捕获29	0.0455
2017-08-08 18:36:19.234	30	30.016	1.133	11.9942	2.499618	88.2%	3 - 获取 屏幕捕获30	0.0459
2017-08-08 18:36:21.316	31	30.016	1.341	11.9822	2.999681	89.3%	3 - 获取 屏幕捕获31	0.0462
2017-08-08 18:36:23.447	32	30.016	1.552	11.97033	3.499786	89.9%	3 - 获取 屏幕捕获32	0.0465
2017-08-08 18:36:25.693	33	30.016	1.762	11.95829	3.999888	90.4%	3 - 获取 屏幕捕获33	0.0475

详细的测试数据文件



LED智能照明无线通讯测试



NB-IOT测试方案：

E6640A (生产测试)或E7515A (研发测试))

Lora测试方案：

N5172B +N9010A/B （发射机和接收机性能测试）

蓝牙/Zigbee：

E6640A+V9081B+N7606B（工厂生产）

或N5172B+N9010A/B +N7606B + N9081B/89601B（研发测试）

Questions? / 福利

Page

Thank you! 谢谢

- 1, 扫描二维码
- 2, 填写问卷调查
- 3, 抽奖 (100%中奖)
- 4, 下载课件

朱华朋 (Roc)
示波器市场和产品经理
是德科技 (中国) 有限公司
Roc.zhu@keysight.com
18501725711