TestFlow 助电源研发工程师构建 自己的自动测试平台



BenchVue & Testflow

🕑 Keysight Ben	chVue			长見	应用程序	数据管理器	库
🕟 全部开始 🛛 🖲	全部停止 工作台布局: 📃	BenchVue 测试镜					
1 Power Supply Pro	// N8762A // SIM::2::INSTR		0 ए न ×	Bench	/ue 测试馆 - Untitled Sequ	ence *	
Output 1			×	RAP	多快 清除序列 🔤 显示	屏幕提示	
				1 1 1 H	۶ . (1 4100	
				▲ 基本:	th.	Power Supply SIM::2::INSTR	
					NE N	1- 设置 CH1 开启/	关闭 🗢 🗙
			44-		* #	0 HE 0 XI	
Output 1			cv on	Ļ	如果,然后停止	1 - 9篇 CH1 电压1 5 V	
測量 (V):	946 mV	测量 (I):	946 (单面以切图	此通道中的输出	·秋香•	重要 10	(大 <u>武</u>) ×
●臣 役置:	10 V	电流 服装:	8.5 A		通过/失败测试	1- 我取 CH1 电波	ixi⊞ ♥×
电压 范围:	630 V	- 机烧浓器:		▲ 循环		1- RR CH1 ==	ine o ×
• 显示高级选项					1787		
					-	1- 0E CH1 7E/	x田 O x
					13 M FIN	🔴 HM 🔘 XI	

- ✔ 所见即所得
- ✔ 拖拽式操作
- ✔ 操作简单
- ✔ 自动生成测试数据

2017年电源网工程师巡回培训会-西安培训讲义





Keysight begins with HP (休利特和帕卡德) We believe in "Innovation"



HPs founders

The Garage

A landmark in Silicon Valley







... and the first customer







车库地址: 367 Addison Ave, Palo Alto, California



车库地址: 4651 Kingswell Ave, Los Angeles, California



车库地址: 2066 Crist Dr., Los Altos, California

车库地址: 232 Santa Margarita Ave, Menlo Park, California





是德科技 成立77年历史的"新"公司



1939-1998: 惠普时代

一家从电子测量业务起家的公司



1999-2013: 安捷伦科技时代 从惠普拆分出来,成为世界领先的测试测量公司

2013年9月宣布公司拆分



2014: 是德科技开始运营

100% 专注于电子测量领域



构建工作台上的自动化测试



BenchVue & Testflow





Case 0: DC-DC基本性能测量



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	lload	lin	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?



BenchVue &Test Flow | Page 6

3 (V) x 4 (I) x 6 (S) = 72









Benchvue & TestFlow 构建智慧仪表

C



BenchVue & Testflow是什么?





BenchVue已支持仪表的APP类型

			Application List (Click any app for details))	
FEATURED APPS					
	BenchVue DAQ PRO not enabled Installed	SA	BenchVue Spectrum Analyzer PRO not enabled Installed	NA	BenchVue Network Analyzer Not Installed
100 Ω DMM	BenchVue DMM PRO Trial Left: 23 days Installed	ELOAD	BenchVue Electronic Load	FG	BenchVue Function Generator PRO Trial Left: 24 days Installed
OSC	BenchVue Oscilloscope PRO not enabled Installed	PRO /I PS	BenchVue Power Supply Pro		BenchVue Test Flow LICENSE left: 134 days Installed
	BenchLink Waveform Builder Not Installed	PA	BenchVue Power Analyzer Not Installed	0 dBm PM	BenchVue Power Meter Not Installed
	K EYSIGHT 是德科技(ECHNOLOGIES 以是为本 以	中国)有限公司 以德致远 专注测量75载		Bend	chVue &Test Flow Page 11







是德科技(中国)有限公司 以是为本 以德致远 专注测量75载 BenchVue &Test Flow













BenchVue &Test Flow

27.000 s

电子负载的APP

1 Electronic Load // N3300A // SI	M::7::INSTR						ଡ ଅ ଟ ×		
ANNE -	并行配置 的数据记录器							1	
Input 1		模式: CC • Off Input 2		模式: cc • 011	Input 3	模式	t: cc • off	1	
测量((P): -17 mW								
测量 ((V): -17 mV		刻長 (0). 47		101 –	(0). 4710			
电	E: 1V ■: 24V ▼		测量 (P): -17 mW		测量	(P): -17 mW			
ov	/P 履值: 24 V /	备裁设宝和	测量						
测量((I): -17 mA	贝轼以足仰	1次「 <u></u> _{测量} (V): -17 mV		测量	(V): -17 mV			
Ф.	篇: <u>1 A</u>								
	■: 1A ·		測量 (1): −17 mA		测量	(T): -17 mA			
测量((R): -17 mΩ	1 E	lectronic Load // N3300A // SIM::7::IN	ISTR					
41	E: <u>1Ω</u>								
10	E: <u>48 Ω</u> •		仪器设置 一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一	数据记录器					
	日本 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)								
۹ <u>۲</u>	底: 0A		开行设置 ————	" 思 法 凹	的白动子子	π Υ			
41	阻: 200 mΩ			进 退问	的日初开	坏			
初.	國艾波: BUS ▼		择输入以创建新并行通道:						
并行通道 1		模式: cc • @	Toput 1	Input 2		Input 3		- 并行设置——	
测量((P): -51 mW			input 2					
测量((V): -17 mV		电压: 240 ∨	电压:	150 V	电压: 150 V		并行通	直1 Off
● 开始			电流: 10 A	电流:	30 A	电流: 30 A			电压: 60 V
1 Electronic Load // N3300A //	SIM::7::INSTR		电阻: 12 kΩ	电阻:	2.5 kΩ	电阻: 2.5 kΩ			电流: 240 A
	井行配置 意識记录器		功率: 250 W	功率:	250 W	功率: 250 W			电明: 833.333Ω
名称			Input 4 🕥 🕅	Input 5	Off	Input 6	🐠 🧹	240A	功率: 1.2 kW
N3300A 發捩记录 4			电压: 60 V	电压:	60 V	电压: 60 V		=60A+1	120A+60A
 使用"开始"按纽立即开始 			电流: 60 A	电流:	120 A	电流: 60 A			
在特定时间: 2015-08-01 10:4004	v3		电阻: 10 kΩ	电阻:	1 kΩ	电阻: 10 kΩ		刪除通道	
- 梁神间隔			功率: 300 W	功率:	600 W	功率: 300 W			
✓ 段小值 DD HH MM SS	NS VS								
00 : 00 : 00 : 01 .	500								
- 修正资源记录									
DD HH MM SS	िने 着	合裁曲下利	1日本 12,000 5 11,400 5	计简的道	21.600 s 24.000 s	8			
00:00:00:30 · 触发设置	数据记录已報2	贝钒电压尔	中电机、为平规		< 🛯 🖉 🖉 🖓 🖓 🖓 🖓 🖓 🖓				
设置数据记录开始的触发	Input 1	Input 2 Input 3	Input 4 Input 5	Input 6	#63331				
	11 5 A • 18.228 A	12 5 A • 12.514 A 13 5 A	• 5.943 V V4 5 V • -1.772 V V3 5 V • 6.8 A [4] 5 A • 1.086 A [5] 5 A	-7.466 V -4.629 A 16 5 A	-10.343 A 17 20 A65.13	72 /			
	P1 1 W → 0 W	P2 1W → ÓW P3 1W	• 0W 1X 1W • 0W PS 1W	• 0W P6 1W	0W 97 1W • 0W				
	EVOLOUIT				\$≌₻€°₽▫	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	PopohVuo P	Toot Flow	
	EYSIGHI	是德科技(中	国)有限公司				benchivue &	TIEST FIOW	
TE	CHNOLOGIES	以是为本 以	愿致远 专注测量75 载						Page 15

示波器的APP——仪器设置









示波器的APP——屏幕(Word)、轨迹(CSV)

摘要		
型号:	Oscilloscope DSO-X 2024A	
序列号:	Simulated9	
地址:	SIM::9::INSTR	
日期:	2016/8/1 10:52:49	

屏幕图像:

MSO-X 4034A



设置文本信息:

ANALOG

Ch 1 Scale 1 V/, Rox -2.5 V, Coup., BW Off, Inv. Off, Imp 50 Ohm

Probe Q.: 1, Skew 0 s

Ch 2 Scale 1 V/, Вод -500 mV, Соцар, BW Off, Iox Off, Imp 50 Ohm Probe Q.; 1, Skew 0 s

截屏发送到Word



3	地址:	SIM::9::IN	STR									
4	日期:	******										
5												
6	模拟样本	1000										
7	1261/01111											
8	设置文本(「自・										
9	ANALOG	H JCA-				TRIGGER			HORIZON	TAI	ACOUISIT	ION
10	Ch 1			Ch 2								1.0
11	Scale	1 V/		Scale	1 V/	Sween M	lode		Mode	MAIN	Mode	NORM
12	Pos	-25 V		Pos	-500 mV	Holdoff	0.000000	0000 s	Ref	cen	Realtime	On
13	Coun	2.5 4		Coup	500 1110	Mode	EDGE	0000 5	Main Sca	1 ms/	Vectors	Off
14	BW	Off		BW	Off	Source	Ch 1		Main Del	0.5	Persister	Infinte
15	Inv	Off		Inv	Off	Slone	POS		indin Dei		(crossee	
16	Imn	50.0hm		Imn	50 Ohm	Level	500 mV					
17	Prohe	0-01		Prohe	0.01	Level	500 111					
18	Skow	0.01		Skow	0.01							
10	SKEW	03		JACW	03							
20	措切通道											
21	送太偏早	Retical (e)		2 (VOLT)								
22	1+4-51415	-05	0.012012	0.60/1276								
23	2	-0 /00	0.013312	0.502767								
20	2	-0.499	0.200027	0.502707								
24	1	-0.450	0.270303	0.766555								
25		-0.495	0.203012	0./750/8								
20	6	-0.490	0.234317	0.675726								
27	7	-0.495	0.045000	0.575244								
20	0	-0.494	0.41/028	0.428060								
20	0	-0.493	0.521797	0.420303								
21	10	0.401	0.551/6/	0.450415								
27	11	-0.491	0.557033	0.313307								
22	12	0.49	0.552067	0.00202000								
30	12	-0.489	0.332007	-0.08107								
25	10	-0.400	0.790004	-0.00197								
36	14	-0.467	0.662666	-0.01074								
27	15	-0.485	0.719722	-0.00102								
20	17	0.494	0.710733	-0.28550			-					
20	10	0.404	0.042326	0.26301								
40	10	-0.483	0.943230	-0.30281								
40	20	0.402	0.005432	0.43013								
41	20	-0.40	0.9333423	-0.37291								
42	21	-0.48	0.043284	-0.51509		+L	- }_ <u>1</u>	2.22	4 711	\mathbf{D}		
43	22	-0.479	1.032000	0.024207		<u> </u>	小牙	マーナ	、午川(SV		
44	25	-0.478	0.05291	0.024507		·)/u/	-1)	$\sim \sim$				
45	24	-0.4//	1.021245	0.0250/1								
40	25	-0.476	1.021245	0.000083								

同时加载多种仪表的APP

🔘 Keysigh	t BenchVue			长凳	应用程序		数据管理器	库				0² 🗭 🌣	ଡ – ♂ ×
▶ 全部开始	🛑 全部停止	工作台布局: 🎇 🚺 🚍 🔲										¥ 🖕 ()	🕒 全部导出
1 Power Supp	oly Pro // N8762A /	/ SIM::6::INSTR			0 2 -	×	2 Electronic Load // N33	00A // SIM::5::INSTR				0	12 - ×
Output 1					2		Input 1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Input 2		Input 3		1
					I	2.3	测量 (V):	968 mV	测量 (V):		测量 (V):		12.3
							测量 (I):		测量 (I):		测量 (I):		4
	125-05028					÷.	测量 (P):	-608 mW	测量 (P):	-608 mW	测量 (P):	-608 m	N
	测量 (V):	-255 mV	测量 (I): -	255 mA			Input 4		Input 5	and the second second second	Input 6		
							测量 (V):		测量 (V):	子奇载	测量 (V):		
		电源					测量 (I):		测量 (I):	1 24 +	测量 (I):		
							测量 (P):	-608 mW	测量 (P):	-608 mW	测量 (P):	-608 m\	v
● 停止				¢ 🖬 🗁	∁ 6° ि ₹	出	● 停止					\$≌⊫€	▶ ┣ 특出
3 DMM // 344	470A // SIM::8::IN	STR			0 2 -	×	4 Oscilloscope // DSO-X	2024A // SIM::9::INS	TR			0	⊠ ⊡ ×
		0 001 . 05 万用ā	53 2 VDC 長				示波器				17602 (0) 17602 (0)		111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111<l< th=""></l<>
● 停止				¢ 🖬 🖙	0 6º E	出	Р ти́				<	≥⊔⊫©●	▶ ┣ 导出
1 Power SIM::	Supply Pro 6::INSTR	Electronic Load SIM::5:10STR	4 Oscilloscope SIM::9::INSTR				Spectrum Analyzer SIM::1::INSTR	Power Supply STM::0:INSTR	Power Meter SIM::2:INSTR	DAQ SIM::3::INSTR	Power Supply SIM::4::INSTR	Electronic SIM::7::IN	Load STR 退出演示模



还有更多……





是德科技(中国)有限公司 以是为本 以德致远 专注测量75载 BenchVue &Test Flow

DC-DC性能测试要求及仪表



TestFlow测试程序流APP





拖拽构建DC-DC测试序列





自定义变量,计算可直接获得效率: Eff = Pout / Pin









是德科技(中国)有限公司 以是为本 以德致远 专注测量75载

BenchVue &Test Flow

详细的测试数据文件

							ļ	屏幕快照			^ c o
X	🚽 🌒 • (° •	↓						r°n 🕒			
3	文件 开始	插入 页面	市局 公	式 数据	审阅视图						C O
		Calibri	- 11	- A A	≡ =	言:自动换行 常规	_				C 0
彩	1 复制 ▼						E	BenchVue 测试流数	据		- 0
	✓ 《 格式刷	BIU·	<u> </u> * <u>\$</u>	≫ • <u>A</u> •		2011日日 - 2011日 - 2011日 - 2011日 - 201101110-2010-20110-20110-2000-2000-2000-2000-2000-2000-2000-200000-2000000	% ,				
	剪贴板 🕠		字体	5	对齐方式	Fa	数字		osoft Mi	crosoft Word	CSV
	E30	• (*	f _x				L				
	A	В	С	D	E	F	G			将数据	导出到 CSV 文件。
1	序列中的仪器	1 - N8762A -	SIM::6::IN	ISTR							
2	序列中的仪器	2 - DSO-X 20	24A - SIM:	::9::INSTR							
3	序列中的仪器	3 - N3300A -	SIM::5::IN	ISTR							
4	序列中的仪器	4 - 34470A -	SIM::8::IN	STR							
- 5											
6	Start Time	31:51.2	2								
7	Stop Time	31:57.8	3								
8											
9	Time	Step	/oltage Se	e Current Se	et Current Measurem	easurement Value	Vower Measure	nleasurement "Pk-Pk(1)	(W)	(V)	
10	31:52.9	1	5	0.5	0.01	0.419434869	0	-0.113321266	0.121	0	
11	31:53.3	2	5	1	0.11	0.675352352	0	0.287300264	0.165056824	0	
12	31:53.7	3	5	1.5	0.151421356	1.123224126	0	-0.057743102	0.197897885	0	
13	31:54.1	4	5	2	0.183205081	0.181700137	0	0.307053977	0.224793562	0	
14	31:54.6	5	12	0.5	0.21	1.432130438	0	-0.07105219	0.247807624	0	
15	31:55.0	6	12	1	0.233606798	1.880002212	0	0.430332416	0.268009864	0	
16	31:55.5	7	12	1.5	0.254948974	0.519828276	0	0.323179252	0.286042633	0	
17	31:55.9	8	12	2	0.274575131	0.96770005	0	0.047691649	0.302329007	0	
18	31:56.5	9	18	0.5	0.292842712	0.962180512	0	-0.345105141	0.317166067	0	
19	31:56.9	10	18	1	0.31	0.631260759	0	-0.174719194	0.330772505	0	
20	31:57.3	11	18	1.5	0.326227766	0.276574006	0	-0.18580043	0.343315243	0	
21	31:57.8	12	18	2	0.341662479	1.335050016	0	-0.322190314	0.354925405	0	
22											



.....

使用演示模式完成Test Flow的学习和评估





以是为本 以德致远 专注测量75载

BenchVue &Test Flow

更多关于BenchVue/Test Flow

http://www.keysight.com/find/benchvue

BenchVue 软件



D 观看 YouTube 视频

BenchVue 软件

BenchVue 软件 (在 PC 上运行)可以让用户不必进行编程就能简单地连接仪器、记录数据和获得测量结果。

BenchVue 是一款综合测试应用软件,可以让您:

- 同时显示多项测量结果
- 轻松记录数据、屏幕截图和系统状态
- 调用台式仪器以前的状态数据,重现测量结果
- 快速构建定制的测试序列
- 快速导出特定格式的测量数据文件
- 快速访问手册、驱动程序、常见问题解答和视频
- 通过移动设备监控工作台
- 访问 是德科技 官方网站,可免费下载、安装Benchvue,试用和评估各种仪表的APP及Test Flow。



是德科技(中国)有限公司 以是为本 以德致远 专注测量75载 ✓ 所见即所得
✓ 拖拽式操作
✓ 操作简单
✓ 自动生成测试数据

环路稳定性测试与分析



稳定系统的条件:

- Fc小于0.5*Fsw (推荐值为5%~20%Fsw)
- 相位裕度大于 45° (在Fc之前的所有频率点)

较好的系统:

- 比较高的Fc,提高放大器的响应速度
- 合适的相位裕度(45°-80°)
- 在Fsw时有足够的增益衰减,降低开关噪声

传统环路响应测试方案





传统环路响应测试方案













::控制回	路响应(Bode)					
	频率模式:	扫描		₽		
*	频率(开始、停止):	100Hz	-		20MHz 🗸 🔻	-
	每十倍频率的点数:	10	•			
t.√	来源(输入、输出):	1			2	(?)
	\aveGen (振幅、阻抗):	200m∨pp	-		50 Ω	
		🔲 振幅模詞	ئ ڑ			

① 频率模式:有"扫描"和"单点"模式,选择"扫描"模式;

以是为本 以德致远 专注测量75载

- ② 频率(开始,停止):设置扫描起止频率,根据实际应用选择,一般开始频率 设置为100Hz,停止频率适当大于开关频率;
- ③ 每是倍频率的点数:可以设置频率扫描点数,建议设置为最大50个点;
- ④ 来源(输入,输出):左边更改为注入电阻下端的测试探头所在通道,右边更改为注入电阻上端(输出电压)的测试探头所在通道;
- ⑤ WaveGen (振幅,阻抗):设置注入电压大小(依实际应用),波形发生器输出阻抗保持默认50ohm即可
 ▲ KEYSIGHT 是德科技 (中国)有限公司

Page

控制回路。	向应 (Bode)			
	频率模式:	扫描		
*	频率(开始、停止):	100Hz 💌 🔺	20MHz 🔹 🔺	
	每十倍频率的点数:	10 💌 🔺		
t _w	来源(输入、输出):	1	2	?
	₩aveGen (振幅、阻抗):	200m\/pp 🔍 🔺	50 Ω 🗣	
		₩ 振幅模式		
	初始振幅斜率:			
	>20Hz: >100Hz:	>1kHz: >10kHz:		
	1.00Vpp 800mVpp	200mVpp 200mVpp	ļ	
	>100kHz: >1MHz:	>10MHz: 20MHz:	-	
	200m∨pp 200m∨pp	200mVpp 200mVpp		

说明:新版软件增加注入电压分段设置功能,勾选屏幕中"振幅模式"会出现所有十倍频区间段的注入电压设置,用户根据实际波形可以适当调整注入电压大小;

7, 全部设置完毕后, 直接点击"应用", 环路响应测试即自动运行。







测试结果左下角会自动显示如下结果: PM(相位裕度):相位裕度@穿越频率@0dB GM(增益裕度):增益裕度@对应频率@0g KEYSIGHT TECHNOLOGIES ^{& ####} (₱ॿ) 有限公司 以是为本 以德致远 专注测量75载



控制回路响应(Bode) Ξ × 增益、相位和频率 100° 75 50 \mathcal{N} 25 -25 -50 -75 -100 1.0k 10k 100Hz 100k 1.0M ▼: -9.14dB, 55.45° @ 125.9kHz PM: 76.52°@ 56.61kHz 山: 13.89dB, 72.42° @ 13.18kHz GM: 19.52dB @ 343.2kHz

如果自动显示的结果不能满足测试需求,可以通过触摸屏 或者鼠标移动标注点(黄色三角符号)位置,在屏幕右下 角会显示每个标注点对应的"增益.相位差@频率"





穿越斜率(0dB附近): 单极点穿越(-20dB每十倍频) KEYSIGHT 是德科技 (中国) 有限公司

以是为本 以德致远 专注测量75载

TECHNOLOGIES



 ◆ 穿越频率(增益为0dB时): 建议为开大频率的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)
 ▲ KEYSIGHT Lechnologies Lechnologies Lechnologies Lechnologies



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)

KEYSIGHT TECHNOLOGIES 是德科技(中国)有限公司 以是为本 以德致远 专注测量75载

Page



 ◆ 相位裕度(增益为0dB时): 上区(为万天频率的576-2076
 ◆ 相位裕度(增益为0dB时): 大于45°,建议45°--80°
 ◆ 增益稅度(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)
 ▲ KEYSIGHT 是應料技(中国)有限公司 以是为本 以德致远 专注测量75载

测试结果 (列表模式)

「# 控制回路响应 (Bode)						
		#	Frequency	Amplitude	Gain	Phase
# F	**	137	52480.7Hz	1.0000√pp	1.25dB	76.29°
	T	138	54954.1Hz	1.0000Vpp	0.70dB	75 76°
41		139	57544.0Hz	1.0000√pp	0.09dB	75 23°
42		140	57989.3Hz	1.0000Vpp	0.00dB	75 12°
	[[<u>//</u> ,]	141	60256.0Hz	1.0000∨pp	-0.44dB	74 53°
45		142	63095.7Hz	1.0000∨pp	-1.09dB	73.83°
46		143	66069.3Hz	1.0000Vpp	-1.64dB	72.97°
47		144	69183.1Hz	1.0000Vpp	-2.23dB	72.25°
48		145	72443.6Hz	1.0000\/pp	-2.77dB	71.37°
49		146	75857.8Hz	1.0000∨pp	-3.32dB	70.28°
50		147	79432.8Hz	1.0000∨pp	-3.87dB	69.29°
51 1		148	83176.4Hz	1.0000√pp	-4.41dB	68 08°
52 1		149	87096.4Hz	1.0000∨pp	-4.95dB	66.97°
	-	- 150 	91201.1Hz	1.0000Vpp	-5.47dB	65.60°
PM: 76.52°@ 56.61		<u>~1vi: 75.12°@5</u>	7.99kHz			
GM: 19.52dB @ 343						
	2	「別设置运行一」 - 57.99kHz	次测试?			
		- 1.000Vpp				
析菜单			-			
功能	是		as C			
电源 控制回路						













示波器方案:

- ▶ 性价比高;
- ▶ 利用率高;
- ▶ 操作简单;
- ▶ 可以看到时域波形;
- ▶ 单点模式注入电压设置更合理;

网分方案:

- ▶ 起始高增益更准确;
- ▶ 可以测量PDN网络;

