

切换到 2470 SMU 与 2410 SMU 相比 高压 IV 特性

技术简介



KEITHLEY
A Tektronix Company

从 2410 SMU 转换至 2470 SMU 的五个理由
用于高压 IV 特性分析

技术简介

介绍

1996 年,吉时利仪器公司推出了 2410 高压 SourceMeter®源测量单元 (SMU),用于对高压半导体器件、瞬态抑制器件、电路保护器件、连接器、继电器、开关等元件执行电流与电压 (IV) 特性分析。2410 进入了先进研发应用领域,在这些领域,新材料和新器件正在不断创新。2410 是一款独特的仪器,能够以 20 mA 输出高达 1100 V 的电压,并让用户能够直接从前面板创建 IV 扫描。

如果您不熟悉 SMU,该仪器提供精密电压和电流源以及测量功能。SMU 仪器既是高度稳定的直流电源,也是真正的仪器级 6½ 位万用表。电源特性包括低噪声、精度和回读,而万用表提供高重复性和低噪声电流和电压测量。结果是一个紧凑的单通道直流参数测试仪。在操作中,这些仪器可以用作电压源、电流源、电压表、电流表和欧姆表。SMU 提供四象限操作。在第一和第三象限,它们作为电源运行,向负载供电。在第二和第四象限,它们作为接收器运行,在内部耗散功率。

可以在源操作或吸操作期间测量电压、电流和电阻。

通过将源电路和测量电路连接到一个紧凑的半机架单元中,SMU 比配置了独立源仪器和测量仪器的系统具有多种优势,节省了测试机架或工作台上的宝贵“空间”。例如,它们最大限度地缩短了测试站开发、设置和维护所需的时间,同时降低了系统总体拥有成本。它们通过消除使用多台仪器时产生的许多复杂同步和连接问题,简化了测试过程本身。

2410 数字源表

2410 源表一经推出便成为业界的一款主力产品。二十五年后,它仍在世界各地的实验室和生产车间使用。



图 1. Keithley 2410 高压源表

2410 允许用户创建多种扫描类型,以通过自动化挂钩大大加速测试,包括线性阶梯、对数阶梯和自定义“列表”

扫描。这些扫描类型可以编程为单事件或连续操作。它们非常适合 I/V、I/R、V/I、

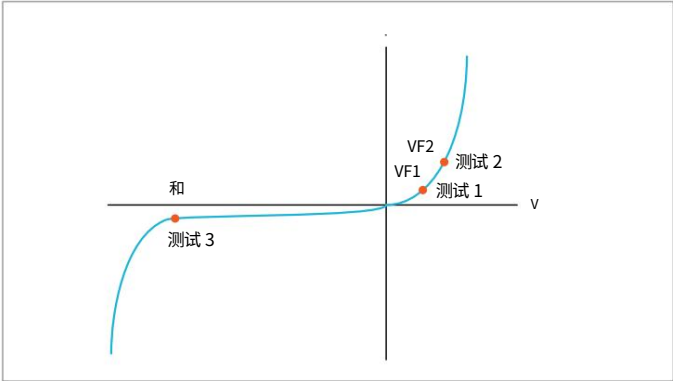
和 V/R 特性。

除了三种扫描类型之外,2410 还具有内置测试序列器,称为源内存列表。

源内存列表允许用户设置和执行多达 100 个不同的测试,无需 PC 干预即可运行,从而提供更快、更简单的测试。源内存列表的每个点都可以包含源设置、测量设置和通过/失败标准。通过/失败测试可以以每点 500 μs 的速度执行。例如,如果您正在测试像二极管这样简单的东西,示例测试序列可能如图2所示。

从 2410 SMU 转换至 2470 SMU 的五个理由
用于高压 IV 特性分析

技术简介



测试通过/失败测试		如果通过测试	如果测试失败
测试 1	检查100 mA 时的VF1是否符合通过/失败限制	进入测试 2	1. 将零件放入坏箱 2. 当处理程序放置新零件时将数据传输到计算机 3. 返回测试 1
测试 2	检查VF2 1 A 符合通过/失败限制	进入测试 3	
测试 3	检查漏电流 -500 V 并测试通过/ 失败限制	1. 垃圾桶零件装进好垃圾桶 2. 当操作员放置新零件时将读数传输到计算机 3. 返回测试 1	

图 2:二极管测试序列示例

不幸的是,就像任何好东西一样,2410 的寿命即将结束。您可能已经长期使用 2410 了,或者在测试系统中安装了 SMU,并且想继续使用它。您首先想到的可能是,如果 Keithley 不再销售 2410,我该怎么办?我该如何更换这款出色的仪器?Keithley 提供什么来帮助我更换 2410?答案是 Keithley 的新款 2470 高压图形源表 SMU。

Keithley 2470 高压图形化数字源表

Keithley 2470 高压源表采用创新的 5 英寸触摸屏图形用户界面 (GUI),使测试变得直观,并最大限度地缩短了学习曲线,帮助工程师和科学家更快地学习、更智能地工作,并

发明变得更容易。



图 3. Keithley 2470 高压图形源表

2470 具有 1100 V 和 10 fA 的测量分辨率能力,经过优化,可用于表征和测试高压、低泄漏设备、材料和模块,例如碳化硅 (SiC)、氮化镓 (GaN)、功率 MOSFET、瞬态抑制设备、电路保护设备、电源模块、电池等等。但 2470 的功能远不止用户界面。

2470 是传统 2410 SMU 的绝佳替代品,可提供更多价值。让我们来探索 2470 为您提供的独特功能和价值

至 2410

从 2410 SMU 转换至 2470 SMU 的五个理由
用于高压 IV 特性分析

技术简介

2470 的性能如何优于 2410:并排比较

当您并排观察 2470 和 2410 时,这两个 SMU 有很大不同 (图4) 。



图 4:2470 与 2410 的并排比较。

一些初始差异应该是显而易见的。请注意前面板的完全差异。2410 使用 2 行真空荧光显示屏 (VFD) 和总共 31 个功能前面板按钮,而 2470 的 5 英寸全彩色高分辨率电容式触摸屏和只有 10 个物理功能键和按钮。另一个区别是 2470 上的控制旋钮。控制旋钮可帮助用户浏览触摸屏并与选项交互,甚至无需触摸屏。此外,2470 在前面板上有一个 USB 端口,用于保存数据和屏幕截图。

可用性

2470 相对于 2410 的一大优势在于可用性和用户体验。2470 采用扁平图标驱动菜单结构

如图 5所示,可快速配置仪器,包括设置 IV 测试扫描 (稍后将讨论)。图标菜单方法远优于 2410 上使用的菜单,后者更像

操作系统文件夹。这意味着可能很难找到

您想要配置的内容,并且设置可能会有几层深。

这种方式效率不高,而且确实导致很多用户提出前面板菜单导航太难的问题。



图 5. 扁平化的菜单方式

从 2410 SMU 转换至 2470 SMU 的五个理由
用于高压 IV 特性分析

技术简介

为什么 2470 使用图标菜单方法,为什么要使用触摸屏?为什么不使用软菜单单系统?
触摸屏是“更快的应答时间”进程的下一步。触摸屏的“看、摸、做”品质不仅使这些产品使用起来很有趣,而且使那些原本可能犹豫不决的人更容易使用它们。触摸屏支持更快、更直观的学习和更快的设置时间。而且,由于操作非常直观,触摸屏还可以让用户对自己所做的事情更有信心,大大减少用户的学习曲线和培训要求,同时提高准确性和效率。

凭借 2470,各种测试复杂程度的操作员几乎都可以从第一次接触就成为专家用户,因为其直观的设计具有高度的“可学习性”。板载上下文相关帮助甚至无需查阅用户手册即可启动和运行仪器,并最大限度地减少了在使用过程中查阅手册的需要。通过从前面板配置简化的设置,2470 支持更快的测量时间并大幅提高测试效率。

有些人可能会质疑这种图形仪器界面方法是否适合所有人,还是只适合新手或不经常使用的用户。一些有经验的仪器用户可能会

不愿意采用触摸屏技术,因为他们习惯于使用带有按钮、按键和旋钮的前面板,需要按下按钮或转动旋钮时提供的触觉反馈。2470 的好消息是,物理按钮和触摸屏按钮在按下时有音频反馈,旋钮在转动和按下时有触觉。触摸屏使用更大、更清晰的数字和字体显示结果,提供有关测量的更多详细信息,并提供图形功能,这是早期的单行或双行 VFD 显示器无法提供的。触摸屏界面直观、高度易学的特性还可以大大减少培训时间、提高操作员准确性并提高整体运营效率,从而有助于降低

拥有成本。

扫描配置

如前所述,2410 提供三种扫描类型:线性、对数和自定义扫描。在 2410 中配置扫描需要进行许多菜单和按钮选择,如图6所示。配置扫描首先要按下前面板上的 CONFIG 按钮,然后从扫描配置菜单树中进行各种选择。这可能很耗时,而且容易出错。

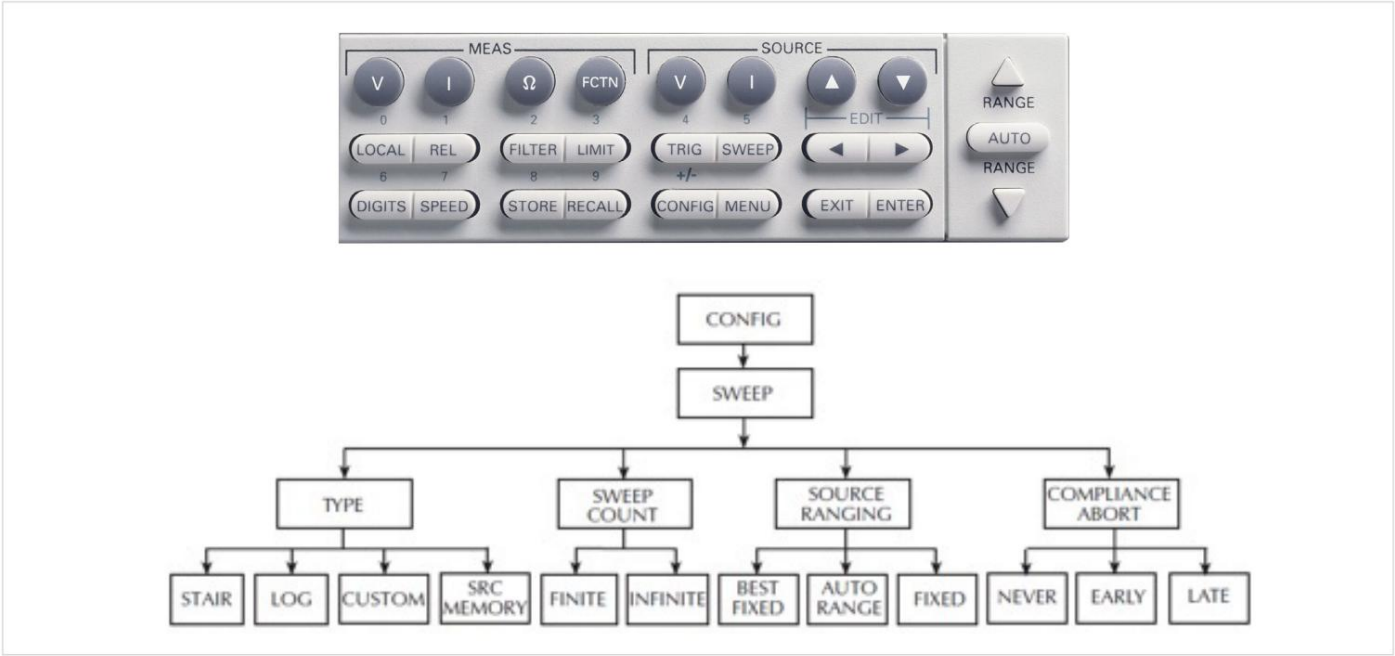


图 6:扫描配置菜单树和前面板。

从 2410 SMU 转换至 2470 SMU 的五个理由
用于高压 IV 特性分析

技术简介

2470 可以从前面板或远程接口执行线性阶梯、对数阶梯、线性双阶梯、对数双阶梯和自定义扫描。设置扫描很简单。从前面板按下MENU键。然后在菜单的Source 列下,触摸Sweep图标。将显示SWEEP SETTINGS屏幕。创建扫描所需的一切都可以在一个可滚动的 UI 中找到。屏幕可滑动以查看所有可用选项。这样就无需处理 2410 上所有繁琐的菜单,从而节省了宝贵的时间。

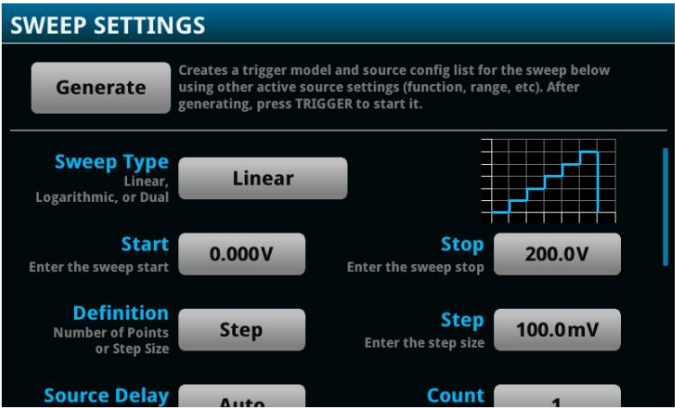
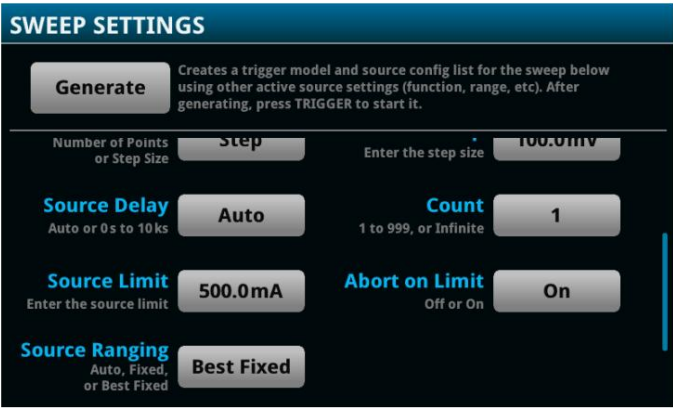


图 7 :扫描设置屏幕。在屏幕上向上或向下滑动可查看所有选项

生成扫描时,2470 将使用其他活动源设置 (功能、范围等)创建触发器模型和源配置列表。生成扫描后,您只需按TRIGGER键即可启动扫描。



2470 的用户界面截然不同。2470 的主屏幕有三个显示区域 (图9) 。

显示结果

2410 在主线上显示测量的电压或电流,在副显示屏上显示电流或电压源值和顺从值,如图 8 所示。如果您想查看扫描结果,则需要从菜单中调用结果并单独显示每个结果,这可能是一项耗时的任务。唯一的其他选择是在 PC 控制下将测试结果下载回 PC 以在 Excel 中进行分析。



图 8:2410 SMU 的显示内容



图 9:2470 触摸屏显示屏的分解图

屏幕上的按钮显示配置设置,包括测量范围和设置值。当仪器处于自动量程模式时,显示屏还将显示仪器运行的范围,并随着范围的变化而更新。

触摸屏的“源信息”和/或“次要信息”部分中的滑动功能简化了操作,并允许您快速查看其他详细测量信息,而无需浏览令人困惑的菜单结构。图 10

说明了三种典型的滑动视图。

从 2410 SMU 转换至 2470 SMU 的五个理由
用于高压 IV 特性分析

技术简介



图 10:2470 的辅助信息行上的三种不同的滑动屏幕视图

与 2410 相比,2470 显示屏的一大优势是能够将原始数据转换为触手可及的信息。全图形绘图窗口可转换原始数据并立即将其显示为有用信息,例如半导体 IV 曲线和基于时间的波形。该仪器支持将数据导出到电子表格以供进一步分析,从而大大提高了研究、台式测试、设备鉴定和调试的效率。

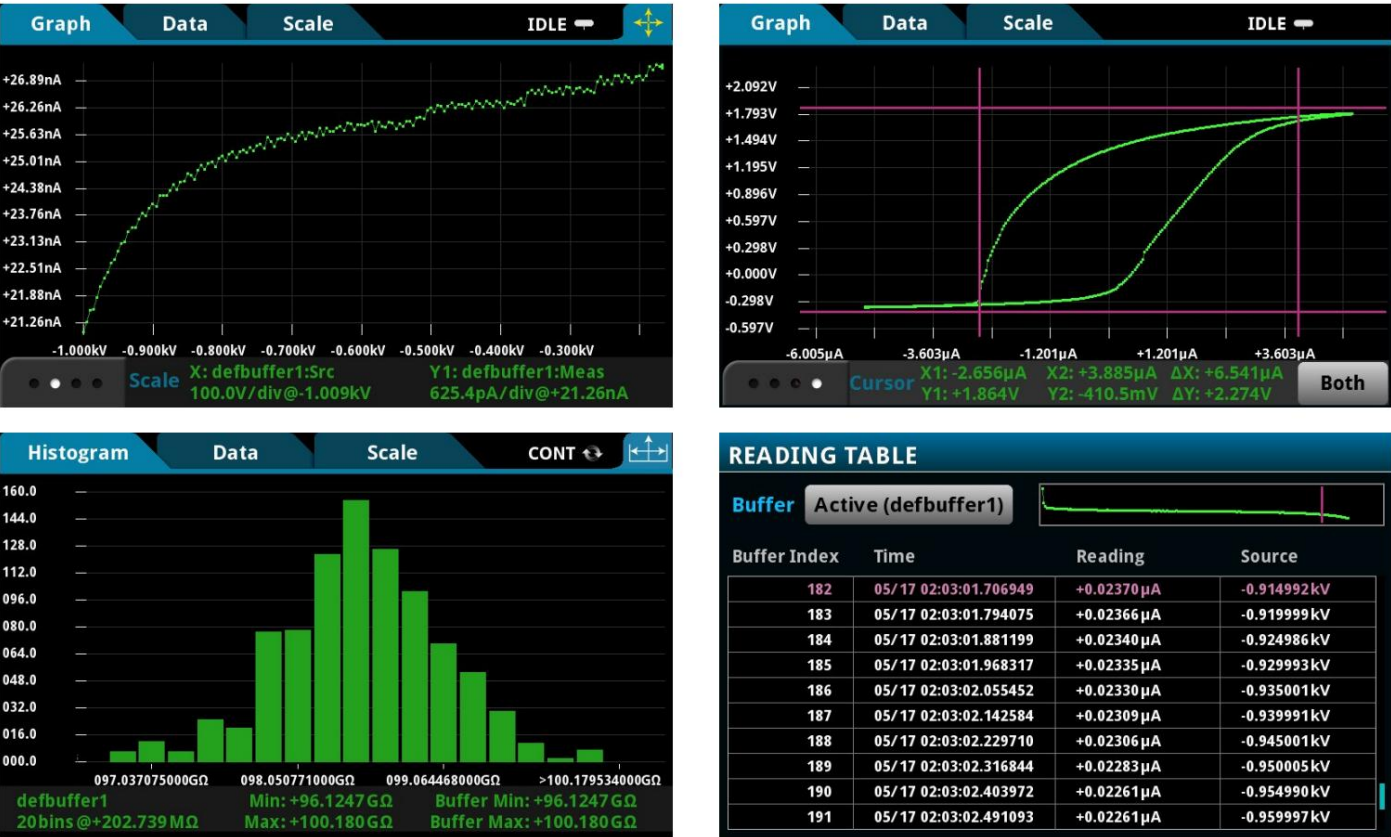


图 11:内置数据显示、图表和电子表格导出功能简化了将测试结果转换为有用信息的过程。

图形和直方图支持捏合和缩放功能,以便更深入地了解图表的特定部分。2470 还支持垂直和水平光标,就像示波器一样,您可以调整它们以获取更详细的信息。
最后,读数表视图可让您滚动浏览所有读数,并实际查看读数在图表上的位置。这比 2410 好得多,因为 2410 每次只能查看一个数据点。

仪器触发

在仪器中创建触发配置,使仪器能够根据特定事件执行操作,这种做法并不罕见。
2410 和 2470 都具有基于特定事件触发的方法,但两种 SMU 上实施的触发模型存在差异。

编程电压或电流值,编程延迟在执行测量之前为源提供稳定期。

图 12显示了 2410 的两层触发模型,即 Arm 和 Trigger。可编程计数器允许重复操作,并且有各种输入和输出触发选项可用于在 SourceMeter 和其他设备之间提供源测量同步。

对于大多数 SMU,触发模型的主要操作是源、延迟和测量。源操作输出

乐器。

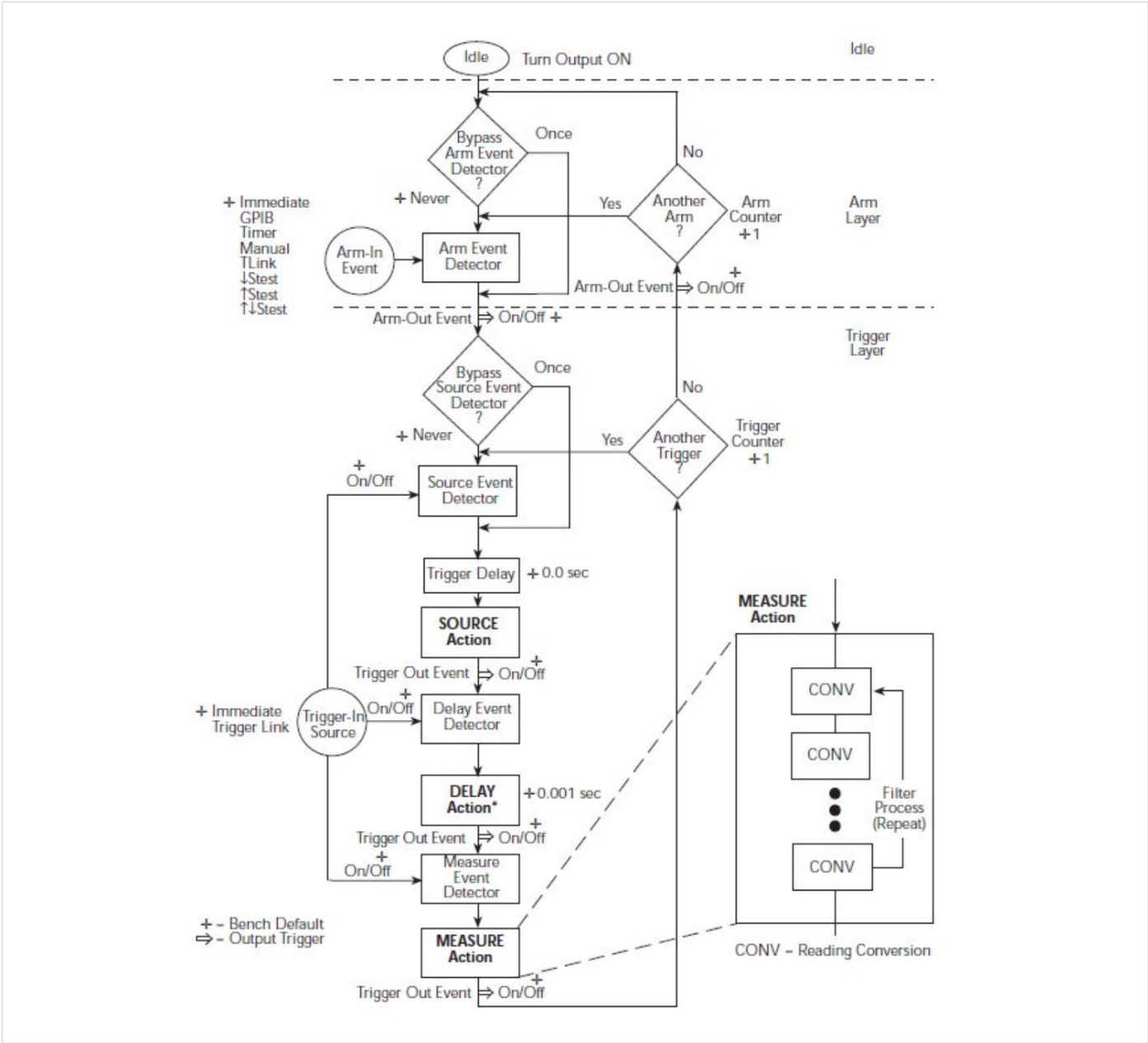


图 12:2410 触发器模型

触发器配置树如下所示：

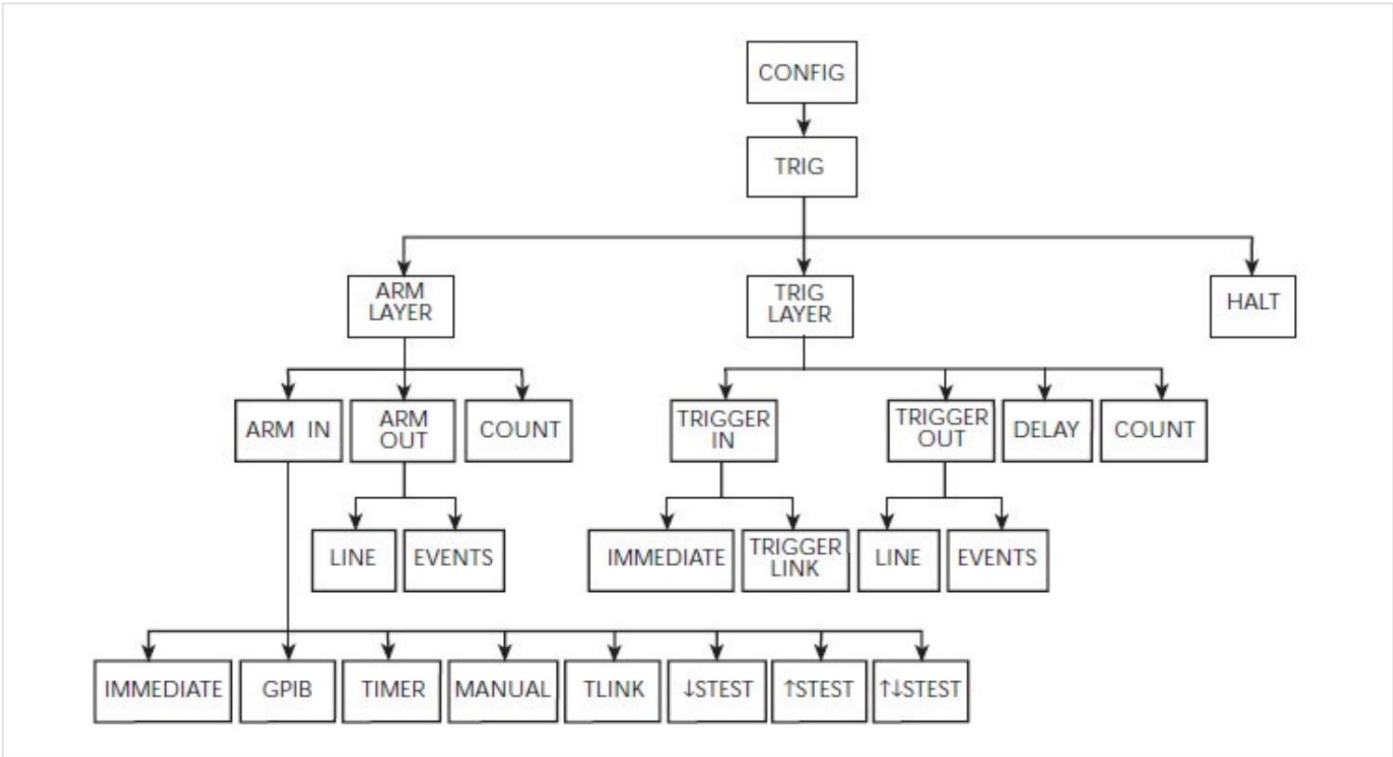


图 13:2410 触发器配置菜单树

2470 的触发系统操作有很大不同,而且更加灵活。2410 只提供两层触发,而 2470 提供最多 256 个块级别,这使得它更易于用户配置,而不是被锁定在固定的两层系统中。

2470 采用了 Keithley 的 TriggerFlow®触发系统,允许用户控制仪器的执行。

TriggerFlow 图的创建方式与流程图的开发方式大致相同,使用四个构建块:

- 等待 – 等待事件发生后再执行流程继续
- 分支 – 当条件满足时分支
- 操作 – 启动仪器中的操作,例如测量、源、延迟、设置数字 I/O 等。
- 通知 – 通知其他设备有事件发生

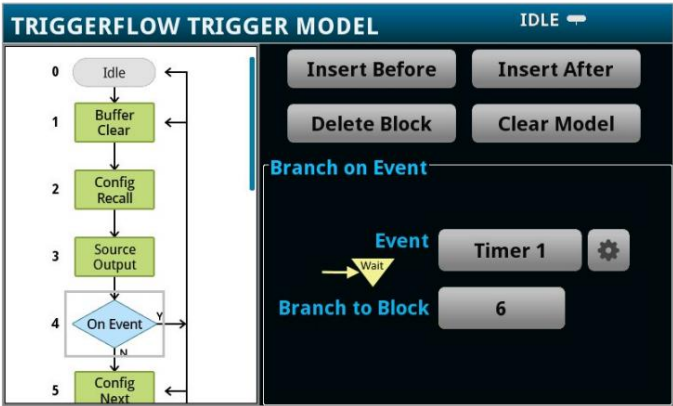


图 14:TriggerFlow 构建块允许创建从非常简单到高度复杂的触发模型。

使用这些构建块组合而成的 TriggerFlow 模型可以从前面板或通过发送远程命令来创建。借助 TriggerFlow 系统,用户可以根据应用需求构建从非常简单到复杂的触发模型。2470 还包括基本触发功能,包括即时触发、定时器触发和手动触发。

可编程性

SCPI 定义了用于控制可编程测试和测量设备的语法和命令的标准。

它被大多数测试和测量仪器供应商广泛实施。

SCPI 的目标是提供统一且一致的
测试与测量控制命令集

仪器。无论制造商或仪器类型如何,相同的命令和查询都可以控制 SCPI 设备中相应的仪器功能。

然而,尽管 SCPI 旨在充当通用命令集,但仪器每次迭代都会实现新功能,这一简单事实意味着 SCPI 命令集会因仪器而异。2470 就是这种情况,因为它比 2410 具有更多功能和选项。

在主动使用不同的命令集之前,需要克服的主要障碍是学习新的命令集,但每次使用不同的仪器时,都需要适应新的 SCPI 命令实现的细微差别。

在使用中,因此它不是一个用户不熟悉的障碍。

SCPI 命令格式是自描述的。每个命令都旨在描述其自身功能。所有 SCPI 命令都具有扩展和

缩写形式。更详细的形式有助于用户

理解,因为命令包含更多字符,有助于更好地定义特定命令执行的操作。

缩写形式的优点是用户可以通过发送更少的字符来实现相同的结果。发送和接收的每个 ASCII 字符都需要时间来传播

从发送者到接收者。因此,翻译的字符较少

减少通信时间。图 15 显示了 2410 中使用的 SCPI 命令示例。

Command	Description	Default parameter	SCPI	Source memory
[[:SOURce[1]] :CLEar [:IMMediate] :AUTO :AUTO? :MODE <name> :MODE?	Path to control sourcing: Path to clear source: Turn selected source off. Enable or disable auto clear for source. ¹ Query state of auto clear. Specify auto clear mode (ALWays or TCOunt). Query auto clear mode.	OFF ALWays	✓	
:FUNctIon :SHAPE <name> :SHAPE? [:MODE] <name>	Source selection: Model 2430 Only — Select output mode (DC or PULSe). Query output mode. Select source mode (VOLTage, CURRent or MEMory).	DC VOLTage	✓ ✓	✓ ✓
[:MODE]? :DELay <n> :AUTO :AUTO? :DELay? :CURRent :MODE <n>	Query source selection Specify settling time (in sec): 0 to 9999.999. ² Enable or disable auto settling time. ² Query state of auto settling time. Query source settling time. Path to configure I-Source: Select I-Source mode (FIXed, SWEep, or LIST).	0 ON FIXed	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
:MODE? :RANGe <n>[UP DOWN] :AUTO :AUTO? :RANGe? [:LEVel]	Query I-Source mode. Select fixed I-Source range. ³ Enable or disable autoranging. Query state of autoranging. Query I-Source range setting. Set I-Source level (in amps):	1.05e-4 ON	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
[:IMMediate] [:AMPLitude] <n> [:AMPLitude]?	Set level immediately: Specify current level. ³ Query current level.	0	✓ ✓ ✓	✓ ⁴ ✓ ⁴ ✓

图 15:2410 上源子系统的示例 SCPI 命令。

从 2410 SMU 转换至 2470 SMU 的五个理由
用于高压 IV 特性分析

技术简介

2470 不仅为那些希望继续以 SCPI 格式进行编程的用户提供了 SCPI 编程模式,还提供了一种脚本模式调用 TSP[®],用于创建简单到非常复杂的应用程序。让我们来探索 TSP 和脚本。

Keithley 的测试脚本处理器 (TSP) 是一种灵活的硬件/软件架构允许基于消息的编程,与 SCPI 非常相似,具有增强的测试排序/流程控制、决策和仪器自主性功能。支持 TSP 的仪器通过响应控制器发送的命令序列,像传统的 SCPI 仪器一样运行。您可以像使用 SCPI 和其他仪器一样向支持 TSP 的仪器发送单个命令。切换到 TSP 将为您提供更高的吞吐量、访问 PC 和其他仪器之间的其他接口选项以及自主的便利性

需要时进行仪器仪表。

2470 内置测试脚本处理器的使用使得创建具有内置决策能力的“智能”仪器成为可能,从而减少了与外部控制器频繁通信的需要。这

测试系统设计方法使智能仪器系统比那些依赖标准 SCPI 编程的系统更加高效。TSP 包括 TSP 命令集和 TSP 脚本语言。

TSP 脚本语言基于 Lua,与 TSP 命令集一起使用时,可以运行通常驻留在 PC 上的逻辑和子程序

仪器内部,从而减少数据量和通过通信总线发送的消息数相当多。

从 SCPI 切换到 TSP 命令集只需交换类似命令即可。虽然这个概念看起来令人生畏,但它与学习针对每个人的不同 SCPI 命令集并没有什么不同

仪器模型。

图 16 中的示例利用 2470 SourceMeter[®]源测量单元对太阳能电池进行 IV 扫描特性分析。电压以 56 步从 0 V 扫描至 0.55 V。测量由此产生的太阳能电池电流。电流和电压测量值存储在默认数据缓冲区 (defbuffer1) 中。最后,缓冲区数据

被返回。

SCPI	磷酸二氢钾
“*RST”	重置 ()
“SENS:FUNC ‘CURR’ ”	smu.测量.功能 = smu.FUNC_DC_CURRENT
“传感器:电流:量程:自动开启”	smu.measure.autorange = smu.ON
“传感器:电流:RSEN 开启”	smu.测量.感知 = smu.SENSE_4WIRE
“SOUR:功能电压”	smu.source.func = smu.FUNC_DC_VOLTAGE
“酸度:电压:范围 2”	smu.源.范围 = 2
“酸:电压:ILIM 1”	smu.source.ilimit.level = 1
“SOUR:SWE:VOLT:LIN 0, 0.55, 56, 0.1”	smu.source.sweeplinear (“太阳能电池” , 0,0.55,56,0.1)
“初始化”	触发器.模型.启动 ()
“*等一下”	等待完成 ()
“TRAC:数据?1,56, “defbuffer1” ,SOUR,读取”	打印缓冲区 (1,56,defbuffer1.sourcevalues,defbuffer1.readings)

图 16 :2470 示例,比较 SCPI 与 TSP 命令。

通过这些基本 TSP 命令与 TSP 脚本语言的全部功能结合使用,此示例可以更进一步。启用的仪器中的测试脚本处理器使用板载脚本和 TSP 命令集。

这样,数据解释就可在仪器本地进行,而不是由运行 Microsoft Excel 等程序的控制 PC 远程处理。识别数据关键点所需的计算可由仪器完成,并显示在前面板上或返回到外部计算机。

从 2410 SMU 转换至 2470 SMU 的五个理由
用于高压 IV 特性分析

技术简介

2470 的 TSP 功能可帮助提高测试吞吐量并增强 SMU 的整体功能。与 SCPI 相比,TSP 为用户提供了许多优势,包括能够一次返回多个读数、提高吞吐量和提高可读性。灵活性是 TSP 命令集的关键优势,允许用户根据自己的特定需求调整体验。TSP 的使用方式与 SCPI 类似,从控制 PC 运行,TSP 命令充当 SCPI 命令的类似替代品。它可用于编写在仪器上本地运行的脚本,或管理其他启用 TSP 的连接仪器的大型网络。

要了解有关 TSP 以及如何从 SCPI 转换到 TSP 的更多信息,我们建议您阅读应用说明“如何将代码从 SCPI 转换到 TSP”和“如何编写测试脚本处理(TSP®) 脚本”,两者均可在 www.tek.com 上找到。

概括

2470 是一款新型现代化源测量单元,具有

与传统的2410相比,具有极其强大的用户界面、触发、编程和配置功能。

25 年来,2410 一直为客户提供极好的服务,但它的寿命即将结束。2470 是 2410 的绝佳替代品,能够服务于相同的应用,并让用户能够更轻松地使用该仪器完成更多工作。图形化 SMU 的设计使您花更少的时间学习 SMU,而花更多的时间进行测量、更快地查看结果和信息,从而做出更好的工程决策。

如今,上市时间对于获得竞争优势至关重要,2470 将帮助您实现这一目标。凭借 2470 的所有新功能,加上 Keithley 在开发高精度、高准确度 SMU 仪器方面数十年的专业知识,2470 将成为您在实验室和测试机架中进行高压源和低电流测量应用的“首选仪器”。



主要功能比较	2470	2410
用户界面	5 英寸电容式触摸屏	多按钮 VFD
最大电压	1100伏	1100伏
最大我	—	—
最大直流功率	20瓦	20瓦
最小电流范围	10纳安	1 微安
测量分辨率 (I/V)	10 fA / 100 纳伏	1 帕/100 纳伏
内存容量	>1,000,000 积分	5000 积分
基本准确度	0.012%	0.012%
输入连接器	F:香蕉 / R:高压安全三同轴	前:香蕉 / 后:香蕉
编程语言	SCPI,TSP	SCPI
通信接口	GPIO,USB、以太网	GPIO,RS-232
安全联锁	真正的互锁	没有任何

联系信息：

澳大利亚 1 800 709 465

奥地利* 00800 2255 4835

巴尔干半岛、以色列、南非和其他 ISE 国家 +41 52 675 3777

比利时* 00800 2255 4835

巴西 +55 (11) 3759 7627

加拿大 1 800 833 9200

中东欧/波罗的海地区 +41 52 675 3777

中欧/希腊 +41 52 675 3777

丹麦 +45 80 88 1401

芬兰 +41 52 675 3777

法国* 00800 2255 4835

德国* 00800 2255 4835

香港 400 820 5835

印度 000 800 650 1835

印度尼西亚 007 803 601 5249

意大利 00800 2255 4835

日本 81 (3) 6714 3086

卢森堡 +41 52 675 3777

马来西亚 1 800 22 55835

墨西哥、中南美洲和加勒比地区 52 (55) 56 04 50 90

中东、亚洲和北非 +41 52 675 3777

荷兰* 00800 2255 4835

新西兰 0800 800 238

挪威 800 16098

中华人民共和国 400 820 5835

菲律宾 1 800 1601 0077

波兰 +41 52 675 3777

葡萄牙 80 08 12370

韩国 +82 2 565 1455

俄罗斯/独联体 +7 (495) 6647564

新加坡 800 6011 473

南非 +41 52 675 3777

西班牙* 00800 2255 4835

瑞典* 00800 2255 4835

瑞士* 00800 2255 4835

台湾 886 (2) 2656 6688

泰国 1 800 011 931

英国/爱尔兰* 00800 2255 4835

美国 1 800 833 9200

越南 12060128

* 欧洲免费电话号码。如果没有

可联系电话： +41 52 675 3777

2018 年 2 月版 1/16



在TEK.COM上查找更多有价值的资源

版权所有 © Tektronix。保留所有权利。Tektronix 产品受美国和外国专利保护，包括已发布和正在申请的专利。本出版物中的信息取代所有以前发布材料中的信息。保留规格和价格变更权利。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。所引用的所有其他商品名称是其各自公司的服务标记、商标或注册商标。

061121 SBG 1KW-73814-0

