ROHDE&SCHWARZ

Make ideas real

R&S®ESSENTIALS

DC 전원 공급 장치의 기본 개념

Flyer | Version 02.00

출력 특성

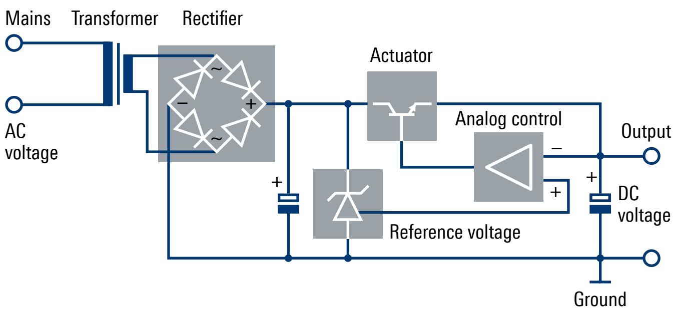
설계 및 작동

전원 공급 장치 설계

서로 다른 설계 원리에 기반한 세 가지 기본 유형의 전원 공급 장치가 있습니다:

- 선형 전원 공급 장치
- 스위치 모드 전원 공급 장치(SMPS)
- 혼합 아키텍처 전원 공급 장치

Linear Power Supply (선형 전원 공급 장치)



선형 전원 공급 장치

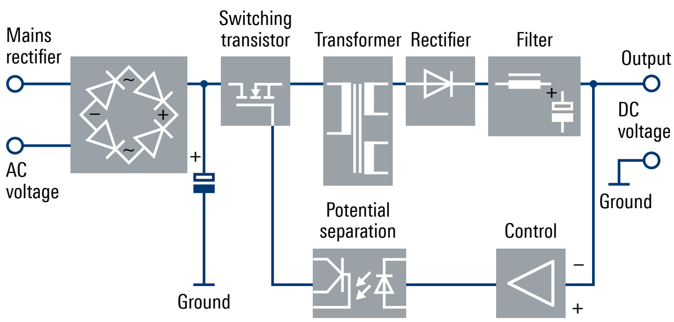
선형 정류 전원 공급 장치는 출력 전압이 매우 안정적이며, 리플과 노이즈가 적고, 라인 및 부하 변화가 심한 경우에도 빠른 조절이 가능합니다. 또한, 스위치 모드 전원 공급 장치에 비해 전자기 간섭이 훨씬 적게 발생합니다.

일반적인 전원 변압기는 전원선과 2차 회로(출력 단계)를 절연합니다. 그 다음에는 정류기가 있어 비조절 전압을 시리즈 액추에이터에 공급합니다. 조절기 회로의 입력과 출력에 있는 커패시터는 버퍼 역할을 하여 리플을 감소시킵니다. 고정밀 기준 전압이 아날로그 출력 증폭기를 제어하며, 이 증폭기는 일반적으로 빠르고 부하 변화에 대해 매우 짧은 복구 시간을 제공합니다.

스위치 모드 전원 공급 장치 (SMPS)

SMPS는 선형 정류 전원 공급 장치보다 훨씬 높은 효율을 가집니다. 첫 번째 단계에서, 전원 전압이 정류됩니다. 높은 입력 전압 덕분에 작은 용량의 버퍼 커패시터를 사용할 수 있습니다. 두 번째 단계에서는 변환할 DC 전압이 고주파로 절단(chopping)됩니다. 이 과정은 스위칭 트랜지스터에서 이루어지며, 비교적 작고 가벼운 페라이트 초크 또는 손실이 적은 변압기를 사용할 수 있습니다. 스위칭 트랜지스터는 완전히 켜졌다 꺼졌다 하여 스위칭 손실이 낮습니다. 출력 전압은 보통 스위칭 트랜지스터의 듀티 사이클을 변경하여 조절합니다. 정류기와 저역통과 필터가 출력 품질을 향상시킵니다.

스위치 모드 전원 공급 장치 (Switched-mode power supply, SMPS)



선형 전원 공급 장치에 비해 스위칭 모드 전원 공급 장치(SMPS)는 약 70%에서 95% 이상의 상당히 높은 효율을 달성합니다. 또한 더 가볍고 작습니다. SMPS의 출력 측에 있는 커패시터는 높은 스위칭 주파수 덕분에 비교적 작을 수 있지만, 적절한 커패시터를 선택할 때는 필요한 에너지 저장 용량이나 부하(예: 모터)에 의해 유도되는 교류 리플 등 다른 요소들도 고려해야 합니다. 주요 부품의 크기는 일반적으로 동작 주파수가 높아질수록 작아지지만, 모든 부품의 손실이 급격히 증가하기 때문에 약 250kHz 이상의 주파수에서는 효율이 눈에 띄게 떨어집니다.

혼합 아키텍처

위에서 설명한 기본 설계 방식을 조합한 다양한 전원 공급 장치 구조가 사용되고 있습니다. 예를 들어, R&S®NGE100B 전원 공급 장치는 입력에 메인 트랜스포머를 사용한 후 정류기와 스위칭 모드 회로를 통해 출력 전압을 효율적으로 조절합니다. 또한 선형 단계를 추가하여 출력에 존재할 수 있는 불필요한 신호 성분을 줄입니다.

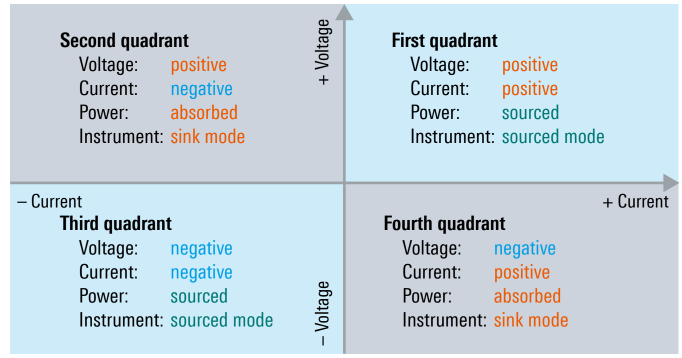
Basic types of power supplies

Power supply	Linear	Mixed	Switched mode
R&S®NGC100			•
R&S®NGE100B		•	
R&S®NGA100	•		
R&S®HMP2000/4000		•	
R&S®NGP800			•
R&S®NGL200	•		
R&S®NGM200	•		
R&S®NGU	•		

1, 2 또는 4 사분면 – 소스 및 싱크 동작

표준 전원 공급 장치는 일반적으로 전원의 공급원으로 작동하며, 이는 전류가 양(+) 전압 단자에서 바깥쪽으로 흐른다는 것을 의미합니다. 이러한 유형의 전원 공급 장치는 단극성(unipolar) 전원 공급 장치라고도 하며, 단일 극성의 전압만을 출력합니다(다음 그림의 제1사분면 참조).

직류 전원 공급 장치의 사분면 (Quadrants of DC Power Supplies)



전류가 양(+) 전압 단자로 유입되면, 전원 공급 장치는 전자 부하로 작동합니다. 즉, 전력을 공급하는 것이 아니라 흡수하는 것입니다. 전력 공급과 흡수 기능을 모두 수행할 수 있는 장치는 배터리나 부하를 시뮬레이션할 수 있으며, 이러한 장치를 2사분면(또는 4사분면) 전원 공급 장치라고 부릅니다.

Rohde & Schwarz의 특수 전원 공급 장치는 2사분면 및 4사분면 아키텍처를 제공합니다. 이 장비들은 자동으로 소스 모드(전력 공급)에서 싱크 모드(전력 흡수)로 전환됩니다. 외부에서 인가된 전압이 설정된 정격 전압을 초과하면 전류가 전원 공급 장치로 유입되며, 이는 음수 전류로 표시됩니다.

전원 공급 장치의 아키텍처는 직각 좌표계를 사용하여 완전히 정의할 수 있습니다. 네 개의 사분면은 양(+) 및 음(-) 전압과 전류의 모든 조합을 나타냅니다. 아래 그림은 세로축에 전압, 가로축에 전류를 배치한 좌표계를 보여줍니다.

앞서 언급했듯이, 일반적인 전원 공급 장치는 일반적으로 양(+) 극성의 전압만 출력합니다(즉, 제1사분면에서 작동), 예를 들어 0V에서 20V까지입니다. 만약 전원 공급 장치가 외부 배선 변경 없이 출력 단자에서 양(+) 또는 음(-)의 전압을 모두 제공할 수 있다면, 이를 양극성(bipolar) 전원 공급 장치라고 하며, 제1사분면과 제3사분면에서 작동합니다. 예를 들어 –20V에서 +20V까지의 전압을 제공합니다. 이러한 장치는 0V를 기준으로 한 양극성 전압 범위에서 반도체의 특성 동작을 테스트하는 데 사용할 수 있습니다.

제1사분면과 제3사분면에서 작동할 수 있는 전원 공급 장치는 일반적으로 양(+) 및 음(-) 전압과 전류에 대해 전력을 흡수하는 기능도 제공합니다. 이들은 네 개의 모든 사분면에서 작동할 수 있으며, 소스 측정 유닛(Source Measure Units, SMU)이라고 불립니다. 제1사분면과 제3사분면에서는 전류가 전압 단자에서 외부로 흐르며 장비는 전력을 공급합니다. 제2사분면과 제4사분면에서는 전류가 전압 단자로 유입되며, 장비는 전력을 흡수하게 됩니다.

One, two or four quadrants			
Power supply	**One quadrant**	**Two quadrants**	**Four quadrants**
R&S®NGC100	•		
R&S®NGE100B	•		
R&S®NGA100	•		
R&S®HMP2000/4000	•		
R&S®NGP800	•		
R&S®NGL200		•	
R&S®NGM200		•	
R&S®NGU201		•	
R&S®NGU401/411			•

동일한 전압 범위를 갖는 채널

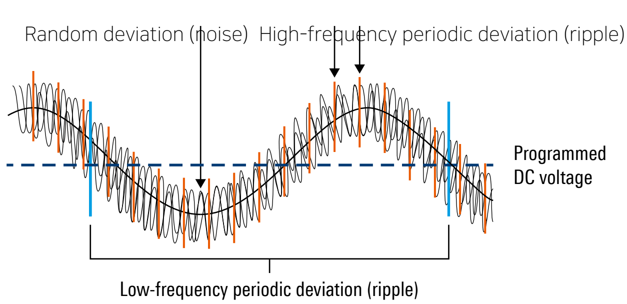
Rohde & Schwarz의 대부분의 전원 공급 장치는 모든 채널에서 동일한 전압 범위를 제공합니다. 이는 특정 응용에 대해 어떤 채널을 선택하더라도 상관없다는 것을 의미합니다. 각 채널은 개별 전원 공급 장치로 간주될 수 있습니다.

리플(Ripple)과 노이즈(Noise)

고급의 복잡한 전자 회로는 전원 라인에서의 전압 변화에 매우 민감합니다. 테스트 대상 장치(DUT)에 전력을 공급할 때 간섭을 최소화하려면 전원 공급 장치는 매우 안정적인 출력 전압과 전류를 제공해야 합니다. 이상적으로는 출력이 전압 변화 없이 일정해야 합니다. 실제로는 회로나 장치에 영향을 줄 수 있는 두 가지 유형의 변동이 존재하는데, 주기적인 변동(리플)과 임의의 변동(노이즈)입니다. 이는 각각 주기적 및 임의 편차(PaRD)라고도 불립니다. 리니어 전원 공급 장치는 스위칭 전원 공급 장치에 비해 고주파 리플이 현저히 적습니다.

전문 전원 공급 장치뿐만 아니라 R&S®NGA100과 같은 일부 기본형 전원 공급 장치도 최소한의 잔류 리플과 노이즈를 위해 리니어 전압 조정 방식을 사용합니다.

리플과 노이즈

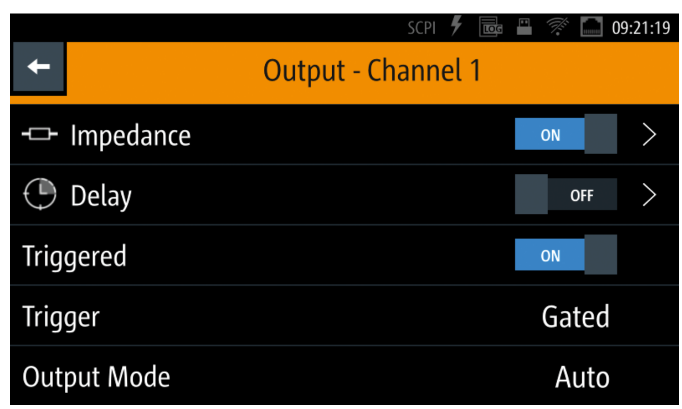


출력 단의 리니어 설계는 복잡한 반도체와 같은 민감한 설계에 저잡음 전압을 공급할 수 있도록 합니다. 낮은 리플 및 노이즈 값은 전력 증폭기 및 MMIC 개발에도 최적입니다.

Ripple and noise (20 Hz to 20 MHz)		
Power supply	**Voltage (RMS)**	**Current (RMS)**
R&S®NGC101	< 1 mV	< 1.5 mA
R&S®NGC102/103	< 450 µV	< 1 mA
R&S®NGE100B	< 1.5 mV	< 2 mA
R&S®NGA101/102	< 0.5 mV	< 500 µA
R&S®NGA141/142	< 1.5 mV	< 500 µA
R&S®HMP2000/4000	< 1.5 mV	< 1 mA
R&S®NGP800	< 3 mV	< 3.5 mA
R&S®NGL200	< 500 µV	< 1 mA
R&S®NGM200	< 500 µV	< 1 mA
R&S®NGU	< 500 µV	< 1 mA

가변 출력 임피던스

특수 전원 공급 장치의 출력은 다양한 방식으로 구성할 수 있습니다. 예를 들어, 출력 임피던스, 전원 켜기 지연 시간, 다양한 트리거 모드와 같은 매개변수를 설정할 수 있습니다. 전원 공급 장치는 DUT(시험 장치)에 부하 영향을 피하기 위해 가능한 한 낮은 출력 임피던스를 가져야 합니다. 그러나 배터리를 제어된 방식으로 시뮬레이션하거나 배터리 방전 시 내부 임피던스가 증가하는 것을 모사해야 하는 응용 분야도 있습니다. R&S®NGL200, R&S®NGM200 및 R&S®NGU201 전원 공급 장치는 조절 가능한 출력 임피던스를 통해 이러한 응용 분야를 지원합니다.



R&S®NGM200 전원 공급 장치의 출력 메뉴

출력 응답

빠르게 변화하는 부하 조건을 신속하게 따라갈 수 있는 전원 공급 장치를 선택하는 것이 중요합니다. 예를 들어, 장치가 매우 낮은 전류 소비에서 높은 전류 소비로 전환할 경우, 전원 공급 장치는 출력이 최종 설정값에 도달하기까지 일정 시간이 소요됩니다. 반면에, 전원 공급 장치는 민감한 DUT(시험 장치)에 위험을 줄 수 있는 과도 전압(overshoot)으로 반응할 수도 있습니다.
전원 공급 장치의 종류에 따라 급격한 부하 변화에 대해 복구 시간이 느리거나 빠르게 반응합니다.

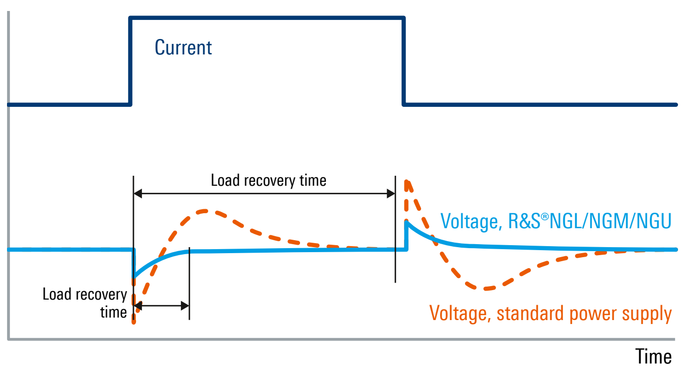
부하 복구 시간

부하 복구 시간은 과도 응답(transient response)이라고도 하며, 부하 변화 후 DC 전원 공급 장치가 설정된 전압 수준에 도달하는 데 걸리는 시간을 의미합니다. 전류가 갑자기 상승하면 전원 공급 장치의 출력 전압이 떨어집니다. 반대로 전류가 감소하면 전원 공급 장치의 전압이 순간적으로 상승합니다. 부하 복구 시간은 큰 부하 변화로 인한 이러한 과도 현상에서 전원 공급 장치가 회복하는 데 걸리는 기간입니다.

휴대폰이나 IoT 기기와 같은 소비자 전자 제품은 절전 모드에서는 매우 적은 전력을 필요로 합니다. 하지만 송신 모드로 전환할 때 전류가 갑자기 증가합니다. 이러한 DUT에 전원을 공급하는 전원 장치는 전압 강하와 과도 전압(overshoot)을 최소화하면서 몇 나노암페어(nA)에서 암페어(A) 단위까지 급격한 부하 변화를 처리할 수 있어야 합니다.

최적화된 부하 복구 시간

부하 과도 상태에서 DC 전원 공급 장치의 전압 조절 특성.



특수 전원 공급 장치는 부하 변화에 매우 빠르게 반응하고 과도 전압(overshoot)을 최소화하도록 최적화된 제어 회로를 갖추고 있습니다.
R&S®NGL/NGM 시리즈 전원 공급 장치와 R&S®NGU 소스 미터 유닛은 사용자가 부하 변화에 대한 기기의 반응 방식을 선택할 수 있도록 합니다.
기본 설정인 "Fast" 모드는 속도에 최적화되어 복구 시간을 30μs 미만으로 단축합니다. "Fast" 기능을 비활성화하면 복구 시간이 약간 늘어나지만, 특수 부하 조건에서 과도 전압 발생을 방지하는 데 중점을 둡니다.

Load recovery time (10 % to 90 % load change)	
R&S®NGC100	< 1 ms
R&S®NGE100B	< 200 μs
R&S®NGA101/102	< 100 μs
R&S®NGA141/142	< 50 μs
R&S®HMP2000/4000	< 1 ms
R&S®NGP800	< 400 μs
R&S®NGL200	< 30 μs
R&S®NGM200	< 30 μs
R&S®NGU	< 30 μs

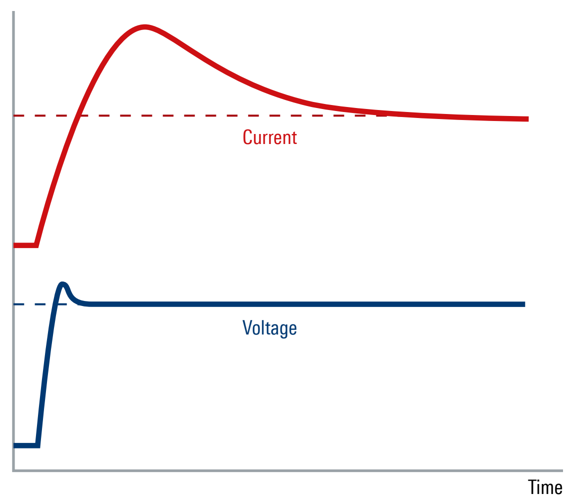
전압 우선 모드와 전류 우선 모드

출력 전압을 설정하고 조절하는 것(정전압 모드)은 전원 공급 장치의 표준 모드입니다.

대부분의 전원 공급 장치는 설정된 전류만 흐르도록 전류 제한을 하는 정전류 모드로도 사용할 수 있습니다. 그러나 이러한 장치는 빠른 전류 제한에 최적화되어 있지 않습니다. 전류 조절 시 과도 전류가 발생하면 민감한 DUT가 손상될 위험이 있습니다. 이 위험을 피하기 위해 R&S®NGU 소스 미터 유닛은 전압 조절과 전류 조절을 위한 별도의 동작 모드를 제공합니다.

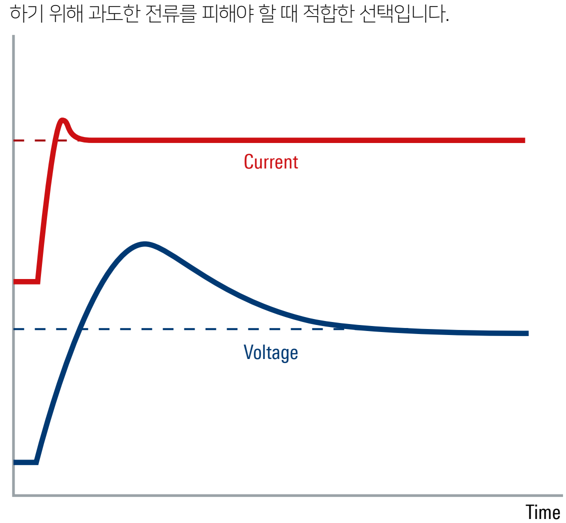
전압 우선 모드

전원 공급 장치의 표준 모드는 전압을 빠르게 조절하지만 전류의 과도 현상이 발생할 위험이 있습니다.



전류 우선 모드

전류에 민감한 DUT를 위한 특수 모드로 빠른 전류 조절을 제공합니다. DUT를 보호하기 위해 과도한 전류를 피해야 할 때 적합한 선택입니다.



전압 우선 모드에서는 빠른 전압 조절로 회복 시간이 30µs 미만으로 짧습니다. 전류 조절은 진동을 방지하기 위해 다소 느리게 설계되어 있습니다.

정확하고 빠른 전류 조절이 필요할 경우, R&S®NGU 소스 미터 장치는 전류 우선 모드로 동작할 수 있으며, 이때 부하 회복 시간은 50µs 미만입니다. 빠른 전류 조절에 최적화된 이 모드는 LED처럼 짧은 전류 스파이크에도 민감한 DUT 테스트에 적합합니다

정전압, 정전류, 정저항

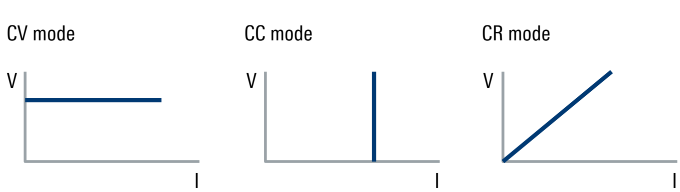
적용 분야에 따라 전압, 전류 또는 저항 중 하나를 일정하게 유지하는 것이 중요합니다. 이는 CV(정전압), CC(정전류), CR(정저항) 모드에서 달성됩니다.

정전압(CV) 모드에서는 출력 전압을 예를 들어 5V와 같이 설정한 값으로 일정하게 유지하며, 전류는 DUT의 동작과 설정된 전류 한도 내에서 변화합니다. 모든 Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 또한 정전류(CC) 모드로도 동작할 수 있으며, 각 채널은 별도로 설정할 수 있습니다. 이 모드에서는 사전에 설정한 일정한 전류가 DUT에 흐르며, 전압은 전류를 일정하게 유지하기 위해 변동됩니다.

전원 공급 장치가 전자 부하로 동작할 때는 정저항(CR) 모드도 사용할 수 있습니다. 이 모드에서는 전원 공급 장치가 전체 부하 범위에 걸쳐 일정한 사용자가 설정한 저항처럼 동작합니다. 이를 통해 일정한 부하 저항으로 배터리 방전 동작을 시뮬레이션할 수 있습니다.

만약 DUT 부하 전류가 낮고 흐르는 전류가 설정된 전류 한도보다 낮으면, 전원 공급 장치는 기본적으로 CV 모드로 동작합니다. 전압은 일정하게 조절되고 전류는 부하에 따라 변합니다. 부하 전류가 높고 부하가 설정된 전류 한도 이상으로 전류를 끌어당기려고 하면, 전원 공급 장치는 기본적으로 전류를 설정값으로 제한하며 CC 모드로 동작합니다. 이 경우 전류는 조절되고 전압은 부하에 의해 결정됩니다..

정전압, 정전류, 정저항



출력 전력

자동 범위 조절: FlexPower

기본적인 전원 공급 장치는 일반적으로 단일 범위에서만 동작합니다. 단일 범위 전원 공급 장치는 최대 정격 전압(V_{Vmax})과 최대 전류(I_{max})에서만 최대 출력 전력(P_{max})을 제공합니다. 아래 그림의 왼쪽 차트는 단일 범위 전원 공급 장치의 출력 특성을 보여줍니다.

다중 범위 전원 공급 장치는 더 넓은 출력 전압 및 전류 범위를 가집니다. 가운데 차트는 이중 범위 전원 공급 장치를 나타냅니다.

이 전원 공급 장치들은 단일 범위 전원 공급 장치와 동일한 최대 전력 한도 내에서 훨씬 높은 V_{max} 또는 I_{max}를 생성할 수 있습니다. 전압과 전류 출력 모두 동일한 P_{max} 전력 한도 내에서 두 가지 동작 범위를 가집니다.

자동 범위 전원 공급 장치는 무한한 범위를 지원합니다. Rohde & Schwarz 자동 범위 전원 공급 장치는 FlexPower 기술을 사용합니다 (다음 페이지 오른쪽 차트 참조).

Rohde & Schwarz의 FlexPower 기능은 단일 전원 공급 장치로 다양한 제품군을 테스트할 수 있도록 해줍니다. 이는 유연성을 크게 향상시키고 공간을 절약하며 테스트 설정을 간소화합니다.

FlexPower 전원 공급 장치는 높은 전압과 전류가 필요하지만 높은 출력 전력이 필요하지 않은 경우에도 매우 유용합니다. 이러한 요구사항을 단일 범위 전원 공급 장치로 충족하려면 FlexPower 전원 공급 장치보다 훨씬 비용이 많이 듭니다.

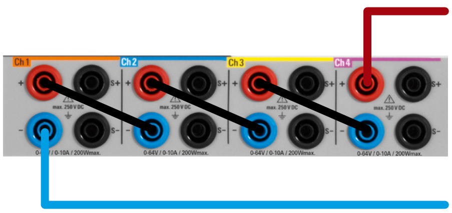
FlexPower		
	Maximum output power	**FlexPower**
R&S®NGC100	100 W	•
R&S®NGE100B	100 W	•
R&S®NGA100	80 W	•
R&S®HMP2000/4000	384 W	•
R&S®NGP800	800 W	•
R&S®NGL200	120 W	
R&S®NGM200	120 W	
R&S®NGU201/401	60 W	
R&S®NGU411	20 W	

병렬 및 직렬 연결

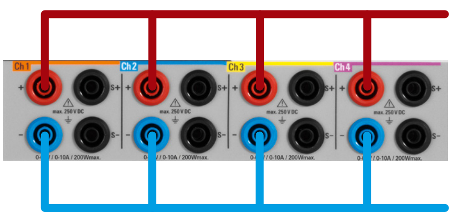
애플리케이션에서 전원 공급 장치가 제공할 수 있는 전압 또는 전류 이상이 필요한 경우, 출력 단자를 직렬 또는 병렬로 연결하면 됩니다.

직렬 모드에서는 채널을 결합하여 더 높은 출력 전압을 얻을 수 있습니다. 각 출력은 부하가 안전하게 처리할 수 있는 최대 전류 제한으로 설정해야 합니다. 그런 다음 전체 원하는 전압을 각 전원 공급 장치 출력에 균등하게 분배합니다.

DC 전원 공급 장치 출력의 직렬 및 병렬 연결



Serial operation – max. 250 V



Parallel operation – max. 80 A

더 높은 전류를 위해 채널을 병렬로 연결할 수 있습니다.
필요한 전체 전류 제한에 도달하기 위해 전류 제한은 전원 공급 장치 출력 간에 균등하게 분배되어야 합니다.

트래킹 기능을 사용하면 선택된 모든 채널에서 전압과 전류가 동시에 조정됩니다.

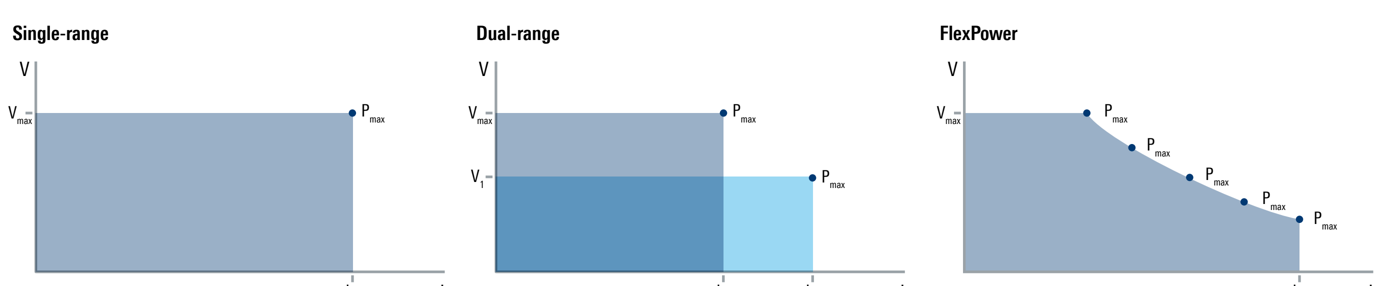
병렬 동작 시에는 일정 전압 모드에서, 직렬 동작 시에는 일정 전류 모드에서 채널을 구성할 때 전력, 전압 및 전류를 적절하게 분배하기 위해 특정 규칙을 준수해야 합니다.

R&S®NGA102 및 R&S®NGA142 전원 공급 장치는 채널 퓨전을 지원합니다. 직렬 또는 병렬 채널 퓨전을 통해 장치는 단일 채널 전원 공급 장치처럼 동작하며 전압 또는 전류 범위를 두 배로 확장할 수 있습니다. 직렬 모드에서는 출력이 내부적으로 연결되며, 병렬 모드에서는 외부 배선이 필요합니다.

Serial and parallel operation

	Maximum voltage in serial operation	Maximum current in parallel operation
R&S®NGC100	96 V	10 A
R&S®NGE100B	96 V	9 A
R&S®NGA100	200 V	12 A
R&S®HMP2000/4000	128 V	40 A
R&S®NGP800	250 V	80 A
R&S®NGL200	40 V	12 A
R&S®NGM200	40 V	12 A

전압 대비 전류 표현에서 DC 전원 공급 장치의 최대 전력



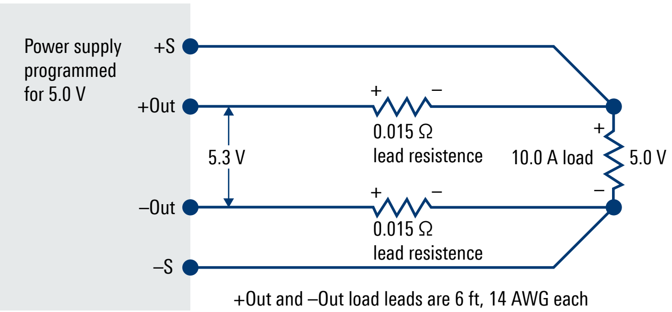
측정 및 모니터링

원격 감지

공급 장치에서 DUT(Device Under Test, 시험 대상 장치)로 연결되는 전원선에서 특히 긴 연결선이거나 고전류가 흐르는 경우, 전압 강하가 발생할 수 있어 설정한 전압이 DUT 입력에 도달하지 못할 수 있습니다. 원격 감지 기능(4선 감지라고도 함)을 제공하는 전원 공급 장치는 이러한 전압 강하를 보상할 수 있습니다. 이를 위해 전류를 공급하는 선(force lines) 외에 별도의 감지선(sense lines) 한 쌍을 사용해 DUT에 실제로 인가되는 전압을 측정합니다. 측정된 값은 전원 공급 장치의 출력 전압을 조절하는 데 사용되어, 원하는 전압이 DUT 입력에 정확히 전달되도록 합니다. 모델에 따라 Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 각 출력 채널마다 원격 감지 기능을 제공합니니

DC 전원 공급 장치의 감지선 기능 다이어그램

4선 원격 감지는 부하 선에서 발생하는 전압 강하를 보상합니다.



Backplane of an R&S®HMP4040 with force and sense connections.

Remote sensing	Front	Rear
R&S®NGC101	•	•
R&S®NGC102/103		•
R&S®NGE100B		
R&S®NGA100		•
R&S®HMP2000/4000	•	•
R&S®NGP800	•	•
R&S®NGL201	•	•
R&S®NGL202		•
R&S®NGM201	•	•
R&S®NGM202		•
R&S®NGU	•	•

내장 측정 기능

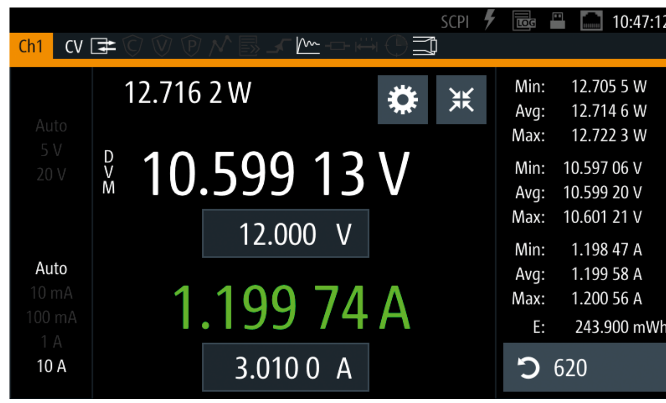
Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 다양한 내장 측정 기능을 제공하여, 많은 응용 분야에서 외부 오실로스코프나 멀티미터 같은 추가 장비 없이도 예를 들어 순간 전력을 측정할 수 있습니다. 전원 공급 장치에 별도의 부하가 연결되지 않으므로, 추가적인 부하 전압을 고려할 필요가 없다는 점이 내장 측정 기능의 큰 장점입니다. 또한, 이러한 기능은 매우 편리하며 테스트 설정을 간소화합니다.
고급 전원 공급 장치들은 전력, 전압, 전류에 대한 최소/최대값, 평균값 등 통계 분석과 에너지 누적 측정 같은 추가 분석 기능도 제공합니다.

통합 통계는 전력, 전압, 전류의 최소/최대 및 평균값과 에너지 누적량을 보여줍니다.

R&S®NGL200, R&S®NGM200, R&S®NGU와 같은 고정밀 전원 공급 장치는 6½자리 해상도의 측정을 제공합니다. 또한, R&S®NGM200 및 R&S®NGU처럼 고속 ADC가 장착된 전원 공급 장치는 빠른 과도 현상도 감지하고 측정할 수 있습니다.
측정값은 로깅 기능을 이용해 시간에 따라 기록할 수 있으며(자세한 내용은 12페이지 'Logging' 참조), 대형 디스플레이를 갖춘 일부 전원 공급 장치는 그래픽 분석 기능도 제공합니다(자세한 내용은 10페이지 'Graphical View' 참조).

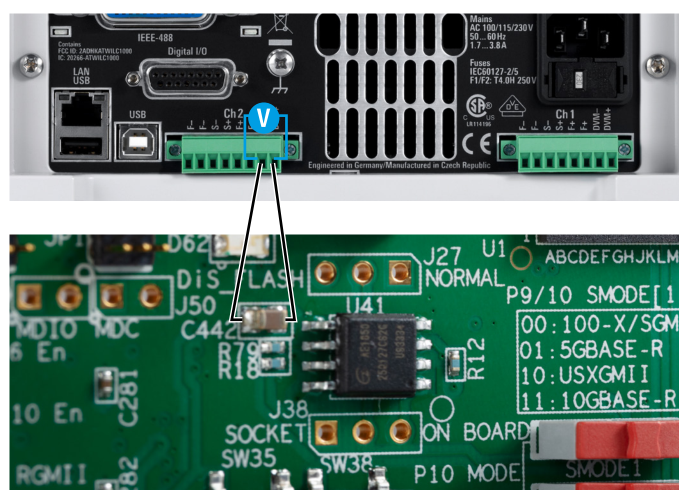
디지털 전압계(DVM) 기능

일부 전원 공급 장치는 선택 사양으로 통합 디지털 전압계(DVM)를 장착할 수 있어, 기기의 내장 측정 기능을 더욱 확장합니다. DVM은 DUT 회로 내 원하는 지점의 전압을 측정할 수 있게 해주어, 별도의 멀티미터 사용이 불필요해집니다.
DVM 옵션은 모든 R&S®NGM200 모델과 R&S®NGU201에서 제공됩니다.



DVM display on an R&S®NGM200 power supply.

Built-in digital voltmeter



Measures the voltage at any point in the DUT circuitry.

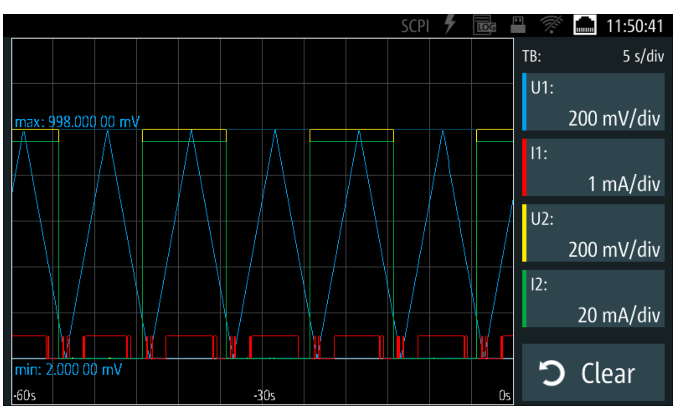
그래픽 뷰

실시간으로 측정값을 분석하고 시각화하는 작업에는 종종 추가적인 오실로스코프가 필요합니다. 고해상도 디스플레이를 갖춘 일부 고급 전원 공급 장치만이 기본적인 오실로스코프 기능을 제공하는데, 이는 내부 로깅 기능과 측정 기능을 활용한 것입니다. 이 기능은 Rohde & Schwarz의 일부 전원 공급 장치에서도 제공되며, '그래픽 뷰 (Graphical View)'라고 불립니다. 그래픽 뷰는 배터리 충전 및 방전, DUT의 다양한 동작 상태 전환과 같은 진행 중인 프로세스를 빠르고 편리하게 분석할 수 있게 해줍니다. 모든 측정을 한 장비에 통합함으로써 테스트 설정의 복잡성을 줄이고, 측정의 완전성과 상관관계를 설계 단계부터 보장합니다.

최대 4개의 트레이스(그래프)를 기기 전면 패널의 단일 창에 동시에 표시할 수 있습니다. 개별 채널에 대한 전압, 전류, 전력 중 원하는 트레이스를 선택할 수 있으며, 트레이스는 최소값과 최대값 표시도 설정할 수 있습니다.

선택된 물리량과 채널의 값은 x축을 시간으로 하여 플롯됩니다. 시간 기준은 항상 5초/눈금이며, 롤 모드에서 60초 기간이 화면에 표시됩니다.

기기는 자동으로 표시할 데이터에 최적의 스케일링을 선택합니다.



Graphical View on an R&S®NGP800.

	Graphical View available
R&S®NGC100	–
R&S®NGE100B	–
R&S®NGA100	–
R&S®HMP2000/4000	–
R&S®NGP800	•
R&S®NGL200	•
R&S®NGM200	•
R&S®NGU	•

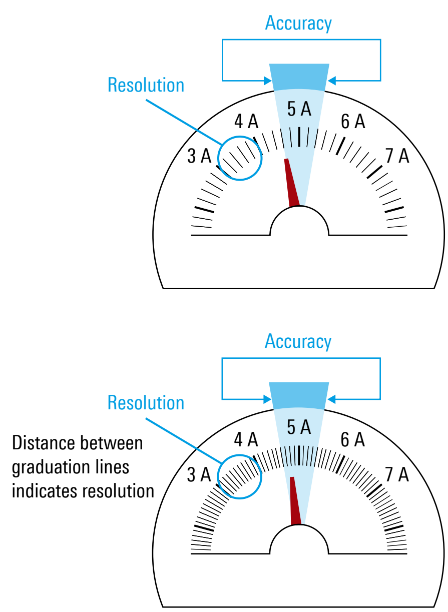
정확도와 해상도

정확도와 해상도는 종종 같은 의미로 사용되지만, 서로 다른 개념입니다. 해상도는 측정 기기가 주어진 측정량에 대해 포착하고 표시할 수 있는 가장 작은 증분을 의미합니다. 정확도는 측정 결과가 실제 값에서 얼마나 벗어나는지를 나타냅니다. 높은 해상도가 반드시 높은 정확도를 의미하는 것은 아니며, 그 반대도 마찬가지입니다. 예를 들어 상대 측정을 할 때는 높은 해상도와 낮은 정확도가 필요할 수 있습니다. 절대적인 측정값이 중요할 때는 높은 정확도가 요구됩니다.

오른쪽 예에서 측정된 전류는 5A입니다. 이 전류계의 정확도는 ±0.4A로, 측정값이 실제 값보다 최대 0.4A 위나 아래일 수 있음을 의미합니다.

아래쪽 전류계는 눈금이 더 세밀하여 해상도가 더 높습니다. 높은 해상도는 반올림 오류를 줄여주지만, 기기의 정확도에는 영향을 미치지 않습니다.

정확도 대 해상도



해상도

일반적으로 해상도란 물리량에서 구별할 수 있는 가장 작은 증분을 의미합니다. 아날로그와 디지털이 혼합된 시스템에서는 주로 디지털 해상도, 즉 숫자 표현에서의 자릿수에 따라 결정됩니다.

전원 공급 장치에는 두 가지 유형의 해상도가 있습니다:

- 프로그래밍 해상도: 부하가 없는 상태에서 전압과 전류 제한을 설정할 수 있는 세분화 정도를 정의합니다.
- 읽기 해상도(Readback resolution): 실제 전압과 전류를 측정할 수 있는 세분화 정도를 정의합니다.

전압 또는 전류를 설정할 때 선택할 수 있는 가장 작은 증가 단위를 프로그래밍 해상도라고 합니다. 해상도 사양은 설정할 수 있는 이산 레벨의 개수도 나타냅니다. 전원 공급 장치의 제어 루프는 출력에서 설정된 값이 달성되도록 전압을 조절합니다. 지정된 해상도는 DAC의 단일 스텝을 의미합니다. 예를 들어, R&S®NGM200 시리즈의 전압 프로그래밍 해상도는 1mV입니다. 이는 출력 값이 1mV 단위로 변경될 수 있음을 의미합니다. 따라서 R&S®NGM200 시리즈의 전원 공급 장치는 0.999V, 1V, 1.001V 등으로 설정할 수 있습니다.

Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 프로그래밍 해상도와 읽기 해상도가 다릅니다. 아래 표는 가장 민감한 범위에서 전압 및 전류의 프로그래밍 해상도와 읽기 해상도를 보여줍니다.

	Programming resolution	Readback resolution
R&S®NGC101	1 mV/0.5 mA	1 mV/0.5 mA
R&S®NGC102/103	1 mV/0.1 mA	1 mV/0.1 mA
R&S®NGE100B	10 mV/1 mA	10 mV/1 mA
R&S®NGA100	1 mV/1 mA	1 mV/1 µA
R&S®HMP2000	1 mV/0.1 mA	1 mV/0.1 mA
R&S®HMP4000	1 mV/0.2 mA	1 mV/0.2 mA
R&S®NGP800	1 mV/0.5 mA	1 mV/0.5 mA
R&S®NGL200	1 mV/0.1 mA	10 µV/10 µA
R&S®NGM200	1 mV/0.1 mA	5 µV/10 nA
R&S®NGU	50 µV/100 nA	1 µV/100 pA

정확도

일반적으로 정확도는 어떤 값이 올바른 값에 얼마나 가까운지를 정의합니다. 측정 정확도는 측정된 결과가 올바른 값에서 얼마나 벗어났는지를 나타냅니다.

전원 공급 장치에는 두 가지 유형의 정확도가 있습니다:

- 프로그래밍 정확도: 전압 또는 전류 출력이 설정하거나 프로그래밍한 값에 얼마나 가까운지를 나타냄
- 리드백 정확도: 전원 공급 장치가 실제 출력 전압 또는 전류를 얼마나 정확하게 측정할 수 있는지를 나타냄

출력 값 프로그래밍 및 리드백 측정 프로세스는 각각 D/A 컨버터와 A/D 컨버터를 사용하는 두 가지 다른 시스템에 의해 구현됩니다.프로그래밍 정확도는 D/A 컨버터의 정확도에 의해 결정되고 리드백 정확도는 A/D 컨버터의 정확도에 의해 결정됩니다. 두 컨버터는 일반적으로 서로 다른 정확도와 분해능을 갖습니다.

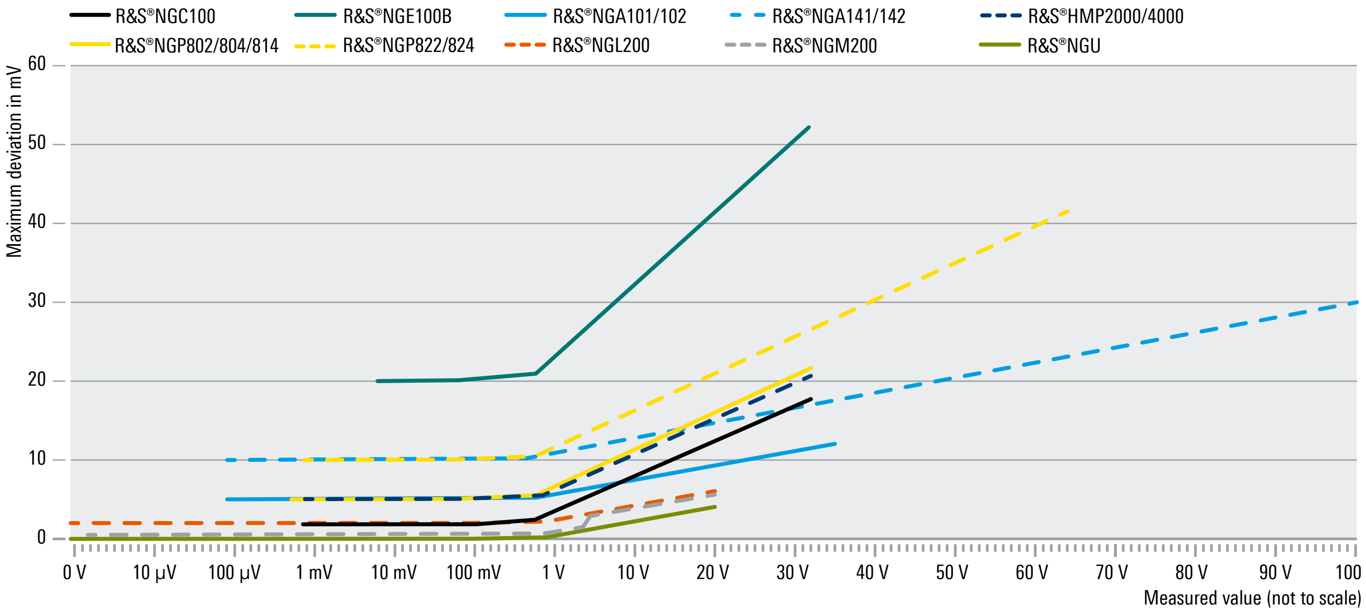
전원 공급 장치의 프로그래밍 정확도는 실제 출력이 프로그래밍된 값에 얼마나 가까운지를 나타내는 척도입니다. R&S NGM200 시리즈의 전압 프로그래밍 정확도는 ±< 0.02 % + 3 mV입니다. 출력 전압을 20V로 설정하면 실제 출력 전압은 설정 전압보다 최대 7mV(20 × 0.02% + 3mV = 7mV) 높거나 낮을 수 있습니다. 즉, 실제 출력 전압은 19.993V에서 20.007V 사이가 됩니다.

$$V_{out} \times \text{Qantization error in } \% + \text{offset in } V = \Delta V_{out}$$

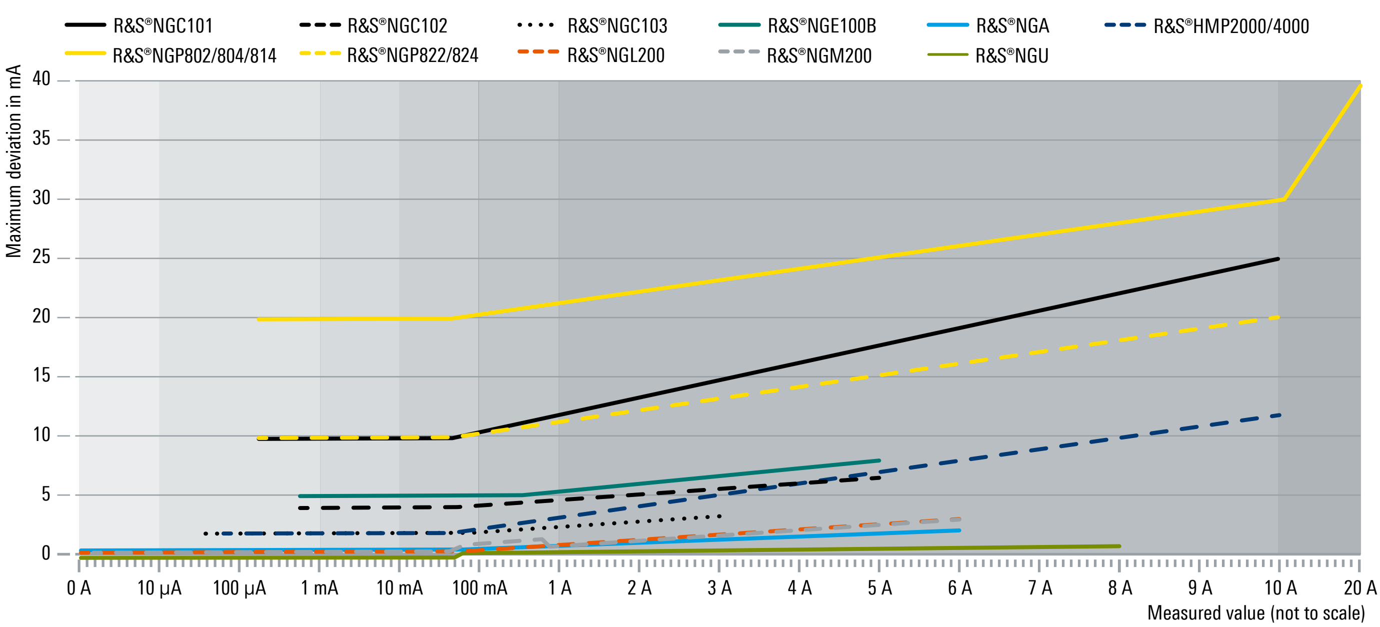
전원 공급 장치의 정확도 사양에는 양자화 오차에 대한 오차 항이 포함됩니다. 또한 DAC 정확도, DAC 선형성, 피드백 루프의 이득 오차, 부품의 온도 드리프트와 같은 여러 요인이 포함됩니다.

로데슈바르즈 전원 공급 장치는 프로그래밍 및 리드백 정확도가 서로 다릅니다.아래 다이어그램은 개별 계측기의 리드백 정확도를 보여줍니다.

Voltage readback accuracy in optimal measurement range



Current readback accuracy in optimal measurement range



로그 기록

측정 결과는 DUT(시험 장치)에서 실제로 측정된 전압, 전류, 전력을 빠르게 파악할 수 있게 해주지만, 많은 응용 분야에서는 이 값들의 변화를 장시간 또는 높은 시간 해상도로, 혹은 두 가지 모두로 모니터링하고 관찰하는 것이 필요합니다. 즉, DUT의 동작 상태 변화를 지속적으로 기록하고 분석하는 것이 중요합니다.

표준 로깅(Standard logging)과 고속 로깅(Fast logging)

대부분의 Rohde & Schwarz 전원공급기는 표준 로깅 기능을 제공하며, 일부 모델은 오른쪽 표에 나와 있는 샘플링 속도의 고속 로깅 기능도 제공합니다.

표준 로깅은 전원공급기의 모든 활성 채널에서 측정 데이터를 동시에 수집하여 하나의 공통 파일에 저장합니다. 따라서 표준 로깅 설정은 전원공급기의 장치(Device) 메뉴에서 찾을 수 있습니다.

특히 R&S®NGM200과 R&S®NGU 전원공급기는 고속 로깅 기능도 추가로 지원합니다.

고속 로깅(Fast logging, FastLog)은 최대 500 ksample/s의 샘플링 속도로 전압과 전류 값을 시간에 따라 오실로스코프처럼 기록할 수 있습니다. 이를 통해 DUT(테스트 대상 장치)의 다양한 기능 블록별 에너지 소비를 분석하고, DUT 회로 내 결함을 탐지하는 데 도움이 됩니다.

고속 로깅은 전원공급기의 개별 채널에서 측정 데이터를 수집하여 별도의 파일에 저장합니다. 따라서 고속 로깅 설정은 채널 설정 메뉴에서 찾을 수 있습니다.

또한, 광센서(포토셀)나 서미스터 같은 아날로그 센서를 통해 흐르는 전류 값을 기록함으로써 조도(illuminance)나 온도 같은 환경 데이터를 측정할 수도 있습니다.

	Standard logging	Fast logging
R&S®NGC100	• 1000 sample/s	–
R&S®NGE100B	–	–
R&S®NGA100	• 10 sample/s	–
R&S®HMP2000/4000	–	–
R&S®NGP800	• 125 sample/s	–
R&S®NGL200	• 10 sample/s	–
R&S®NGM200	• 10 sample/s	• 500 ksample/s
R&S®NGU	• 10 sample/s	• 500 ksample/s

Data collection and data storage

사용자의 편의를 위해, 기록된 데이터는 문자로 구분된 값(ASCII) 형식의 파일(*.csv)로 저장됩니다. 이 파일들은 편집기나 스프레드시트에서 열 수 있습니다.

빠른 로깅으로 인해 예상되는 많은 양의 데이터는 IEEE 부동소수점 형식으로 전원공급기에서 제공됩니다. 이 데이터는 외부 USB 메모리 장치에 저장하거나 이더넷 또는 USB 연결을 통해 원격 제어 호스트에 제공될 수 있습니다. 외부 저장 장치에 저장된 빠른 로그는 나중에 *.csv 형식으로 변환할 수 있습니다.

Starting standard/fast logging

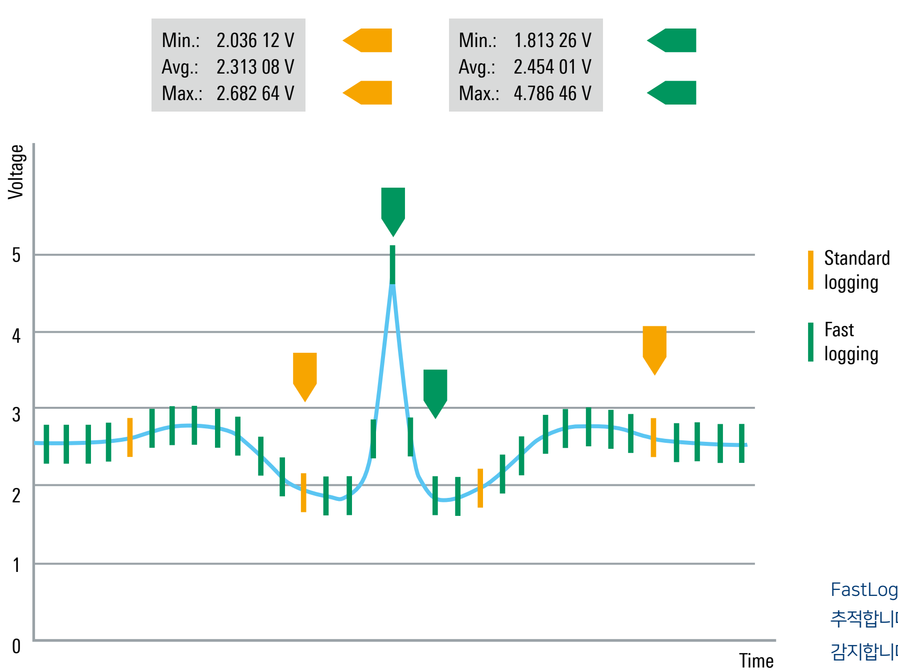
표준 또는 빠른 로깅은 수동으로, 원격 제어로, 전원공급기 채널을 활성화하여, 또는 디지털 트리거 입력에서 신호가 감지되는 외부 이벤트에 의해 시작될 수 있습니다. 트리거 기능은 임의로 발생하는 이벤트가 있을 때도 연결된 부하의 전력 소비를 포착할 수 있도록 해줍니다. 또한 로깅 시작을 다른 측정 장비에서 진행 중인 동작과 동기화하는 것도 가능합니다.

Data visualization

*.csv 형식의 ASCII 파일은 스프레드시트에서 열 수 있으므로, 예를 들어 산점도 템플릿을 사용해 기록된 데이터를 빠르게 그래프로 작성할 수 있습니다.

더 편리한 대안으로는 Rohde & Schwarz에서 제공하는 1GP122 로깅 툴과 같은 애플리케이션 프로그램을 사용할 수 있습니다. 이 프로그램은 Rohde & Schwarz 웹사이트에서 무료로 다운로드할 수 있습니다.

FastLog high-speed acquisition



FastLog 기능은 최대 2µs의 분해능으로 전압/전류 변화를 추적합니다. 저속 계측기에서는 감지하기 어려운 스파이크도 감지합니다.

인터페이스, 안전성 및 임의 기능

제어 인터페이스

생산성의 증가는 지난 수십 년 동안 우리의 삶의 질을 극적으로 향상시켰습니다. 더 적은 자원으로 더 짧은 시간 안에 더 많은 것을 생산할 수 있다는 것은 우리의 노동 가치를 높이고, 생산물의 비용을 낮추는 결과를 가져옵니다. 생산성 향상에 기여하는 요소 중 하나가 바로 자동화입니다.

테스트 및 측정 산업에서 자동화는 널리 사용되고 있습니다. 오늘날 사실상 모든 최신 측정 장비는 원격 제어가 가능합니다. Rohde & Schwarz는 자사 장비에 다양한 고성능 연결 옵션을 제공하기 위해 상당한 자원을 투자하고 있습니다

완전한 연결성

Rohde & Schwarz 전원공급기는 다양한 인터페이스를 제공하여 장비를 원격으로 제어하고 외부 장치를 연결할 수 있어 다양한 테스트 환경의 요구를 충족합니다. 전원공급기는 원격 제어를 위해 GPIB, USB, LAN과 같은 적절한 하드웨어 인터페이스로 구성할 수 있으며, 디지털 I/O 인터페이스는 트리거 시스템 설정에 사용할 수 있습니다. 일부 전원공급기는 입력 신호의 전력을 증폭하거나 아날로그 입력 전압을 추적하기 위한 아날로그 입력을 장착할 수도 있습니다.

전원공급기 모델에 따라 사용 가능한 인터페이스 유형이 다릅니다(아래 표 참조).

측정 작업 자동화의 주요 장점

Advantage	Explanation
Automation saves time.	Investing time into developing a remote-control application pays off: Repeating a measurement task many times over takes significantly less time. Automation saves you a lot of routine work and lets you focus on the creative aspects of your project.
Instruments can be operated from a distance.	This facilitates, for example, testing a device under test (DUT) in a climatic chamber or an anechoic RF chamber.
Measurements are repeatable.	Measurement tasks are always performed according to a defined procedure. Once correctly debugged, they always deliver repeatable results. This helps to increase measurement confidence.
Automated systems are easier to expand.	With an appropriate test configuration, you can perform the same measurement on several DUTs. For example, a four-channel power supply can be used to test four DUTs. If you need to connect more DUTs, you can use an automated switching unit.
Test result documentation is provided as a standard functionality.	Many programming environments offer ready-to-use toolboxes for documenting and processing test results.

원격 제어 인터페이스 및 프로토콜

다양한 원격 제어 인터페이스가 제공됩니다. 이들 인터페이스를 통한 통신은 SCPI 명령어 집합과 문법을 사용하여 이루어집니다. USB 인터페이스는 기본 제공되며, LAN 인터페이스는 기본 또는 옵션으로 제공됩니다. IEEE-488 (GPIB) 인터페이스는 일부 장비에 옵션으로 제공되며 나중에 추가 장착할 수도 있습니다. 모든 전원공급기 파라미터와 사용 가능한 측정값은 이들 인터페이스를 통해 원격으로 제어할 수 있습니다.

USB 가상 COM 포트(VCP)는 인터페이스를 기존 RS-232 포트처럼 사용할 수 있게 해줍니다. USB 통신 장치 클래스(CDC)는 USB를 통해 이더넷 프레임을 전송하는 데 사용될 수 있습니다. USB 테스트 및 측정 클래스(TMC)는 더 높은 데이터 전송률을 지원하며, 이는 일부 전원공급기에서 제공하는 FastLog 기능으로 생성된 파일과 데이터를 전송할 때 특히 유용합니다.

LAN 인터페이스(Ethernet)의 경우, IP 네트워크 주소를 수동으로 설정할 수 있으며(고정 주소), 또는 DHCP를 통해 동적 IP 주소를 할당받을 수 있습니다. 일부 기기는 브라우저의 웹 인터페이스를 통해 제어할 수도 있습니다

기기 드라이버

측정 기기는 SCPI 명령어를 사용하여 기기 드라이버 없이도 원격 제어할 수 있습니다.

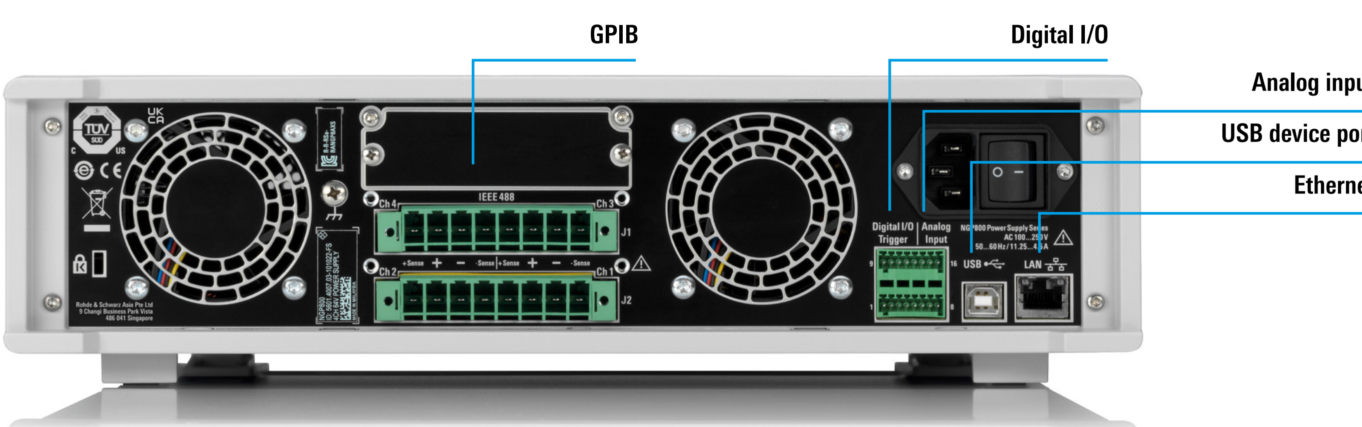
그럼에도 불구하고, 대부분의 Rohde & Schwarz 전원공급기에는 웹 페이지에서 다운로드 가능한 다양한 드라이버가 제공됩니다. 드라이버를 사용하면 LabVIEW 같은 소프트웨어 도구나 C, C++, Python, .NET 언어 같은 프로그래밍 언어와 원격 제어 기능을 훨씬 더 효율적이고 안정적으로 통합할 수 있습니다. 드라이버는 파라미터 설정, 측정 시작, 결과 조회 등 특정 작업을 위한 원격 제어 기능을 캡슐화하는 절차를 제공합니다.

Rohde & Schwarz DC 전원공급기의 인터페이스들

	Power supplies (R&S®)								
Interfaces	**NGE100B**	**NGC100**	**NGA100**	**HMP2000**	**HMP4000**	**NGP800**	**NGL200**	**NGM200**	**NGU**
USB	●	●	●	○	○	●	●	●	●
USB TMC	●	●	●			●	●	●	●
USB VCP				○	○				
USB CDC	●	●	●			●	●	●	●
LAN	○	●	●	○	○	●	●	●	●
GPIB		○		○	○	○	○	○	○
RS-232				○	○				
Digital trigger I/O	○	●	○			○	○	○	○
Analog input						○			
Modulation input									●

● Included ○ Optional

Rear view of an R&S®NGP800 power supply with interface ports



Microsoft Visual Studio®와 같은 통합 개발 환경(IDE)의 자동완성 기능은 사용 가능한 프로시저와 함수 호출, 그리고 관련 파라미터와 변수들을 함께 표시해 줍니다. 이는 코딩 속도를 크게 향상시킵니다.

가상 계측기 소프트웨어 아키텍처(VISA)는 계측기 드라이버와 물리적 원격 제어 인터페이스 드라이버 사이의 중간 소프트웨어 계층 역할을 합니다. VISA는 원격 제어 인터페이스에 독립적으로 원격 제어 코드를 작성할 수 있게 해 주는 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API)입니다. 제어할 계측기와 연결 인터페이스는 실행 시 선택됩니다. 또한 VISA는 연결된 계측기를 인터페이스별로 검색하는 유틸리티 기능도 제공합니다. VISA는 Rohde & Schwarz 웹 페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

디지털 트리거 I/O

여러 전원 공급기에 디지털 트리거 I/O 인터페이스가 제공됩니다(15페이지 표 참조). 이들은 각각 트리거 입력 또는 출력으로 사용할 수 있습니다. 편리한 사용을 위해 R&S®NGP800, R&S®NGL200, R&S®NGM200, R&S®NGU 전원 공급기는 후면 출력 연결과 아날로그 입력 연결용으로 분리 가능한 8핀 터미널 블록을 제공하며, 디지털 트리거 I/O용으로는 5핀, 8핀 또는 15핀 커넥터가 장착되어 있습니다.

R&S®NGx-K103 옵션은 출력 제어 또는 이벤트/상태/모드 표시를 위한 트리거 시스템 구성을 가능하게 합니다. 입력으로서 트리거 I/O는 출력 활성화/비활성화 또는 QuickArb나 로깅 같은 기능 시작을 제어할 수 있습니다. 출력으로서 트리거 I/O는 과부하 상태에 대한 보호 트리거, 전압/전류/전력 레벨 이벤트 및 실제 출력 동작 모드를 표시할 수 있습니다. 또한 디지털 트리거 시스템은 여러 채널이나 장치 간 출력 지연이나 퓨즈 연결 제어도 지원합니다.

원격 제어 (VNC 방식)

R&S®NGP800, R&S®NGU, R&S®NGL200 및 R&S®NGM200 전원 공급기는 가상 네트워크 컴퓨팅(VNC)을 통해 제어할 수 있는 기능을 제공합니다. 이 기술을 통해 전원 공급기의 그래픽 사용자 인터페이스뿐만 아니라 버튼과 회전 노브와 같은 모든 조작 기능도 원격 장치(예: PC 또는 모바일 장치)에 표시됩니다. 따라서 물리적으로 접근하지 않고도 원격 장치에서 전원 공급기를 조작할 수 있습니다. VNC 연결을 설정하려면 전원 공급기가 동일 네트워크 내에 있고 LAN을 통해 접근 가능해야 합니다. VNC가 전원 공급기에서 활성화된 후, IP 주소를 통해 원격으로 접속할 수 있습니다. 기기에 접속하는 방법은 두 가지입니다. 원격 장치에서 VNC 클라이언트를 사용하거나, 웹 서버 기반 VNC 클라이언트를 사용하여 별도의 VNC 클라이언트 설치 없이 브라우저의 URL 입력창에 전원 공급기 IP 주소를 입력하여 실시간으로 사용자와 상호작용할 수 있습니다.

R&S®NGP800 전원 공급기의 VNC를 통한 원격 제어

아날로그 인터페이스

아날로그 입력

R&S®NGP800 전원 공급기를 위한 R&S®NGP-K107 아날로그 입력 옵션은 출력 전압 및 전류를 직접 그리고 훨씬 더 빠르게 제어할 수 있게 해줍니다. 0 V에서 5 V까지의 외부 제어 전압으로 하나 이상의 출력을 0%에서 100%까지의 입력 스케일로 제어할 수 있습니다. 제어 전압과 출력 간의 갈바닉 절연은 연결을 매우 단순화하면서도 전기적 안전성을 유지해 줍니다.

Rohde & Schwarz DC 전원 공급기용 드라이버

	Power supplies (R&S®)								
Drivers	**NGE100B**	**NGC100**	**NGA100**	**HMP2000**	**HMP4000**	**NGP800**	**NGL200**	**NGM200**	**NGU**
IVI driver	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VXI plug&play driver	•	•	•	•	•	•	•	•	•
LabVIEW driver	•	•	•	•	•	•	•	•	•
LabWindows/CVI, Linux/Mac OS X driver	•	•	•	•	•	•	•	•	•
USB VCP driver				•	•				
USB CDC driver	•	•	•						

사용자 안전은 고전압 및 플로팅 회로 애플리케이션에서도 보장됩니다. 아날로그 입력은 예를 들어 직렬 또는 병렬로 연결된 여러 전원 공급 장치의 출력 전압을 빠르고 동시에 변경하는 데 사용할 수 있습니다.

아날로그 입력은 출력 전압이 아날로그 입력 전압을 서서히 따라가도록 하는 데도 사용할 수 있습니다. 그러나 업데이트 속도가 1 kHz이기 때문에 이 과정은 변조(Modulation) 용도로 사용하기에는 충분히 빠르지 않습니다.

변조 입력

R&S®NGU401 및 R&S®NGU411 소스 측정 유닛의 변조 입력은 최대 1 kHz 대역폭의 AC 신호를 설정된 DC 전압에 변조할 수 있도록 합니다. 가능한 응용 분야 중 하나는 증폭기의 전원 차단비(Power Supply Rejection Ratio, PSRR)를 측정하는 것입니다.

R&S®NGU401/411 변조 입력의 특성

Property	R&S®NGU401/411
Modulation bandwidth	DC to 1 kHz
Input level	–24 V to + 24 V
Accuracy (displayed modulation value)	< 0.02 % + 2 mV

안전

기기 및 DUT 보호를 위한 보호 기능

과전압이나 과전류로 인해 DUT(부하)가 손상될 위험이 있는 경우, DUT 보호 기능이 있는 전원 공급 장치를 사용하는 것이 좋습니다. 많은 전원 공급 장치에서는 설정 가능한 최대 전압 및 전류 제한을 정의할 수 있습니다. 이러한 제한이 설정되어 있는 경우, 부하 상태에 관계없이 전원 공급 장치는 해당 전압 및/또는 전류를 초과하지 않습니다.

아무리 숙련된 사용자라도 가끔은 주의를 놓칠 수 있기 때문에, 출력 채널은 과부하 및 단락 회로로부터 보호되며, 전원 공급 장치 자체가 손상되지 않도록 설계되어 있습니다. 각 채널마다 최대 전류, 전압 및 전력을 별도로 설정할 수 있습니다. 사전에 설정된 제한에 도달하면, 해당 출력 채널은 자동으로 꺼지며, 경고음과 함께 상태 표시줄에 해당 아이콘이 깜빡이면서 사용자에게 알림을 제공합니다.

Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 고장 발생 시 DUT(디바이스 언더 테스트)와 기기가 손상되지 않도록 다양한 보호 기능을 갖추고 있습니다. 전원 공급 장치 모델에 따라, 사용자는 각 채널에 대해 다음 항목들을 개별적으로 설정할 수 있습니다:

- 최대 전류 (과전류 보호, OCP)
- 추적 및 연동 기능 (FuseLink)
- 퓨즈 지연 시간
- 최대 전압 (과전압 보호, OVP)
- 최대 전력 (과전력 보호, OPP)
- 최대 온도 (과온 보호, OTP)

과전류 보호 (OCP)

민감한 부하를 보호하기 위해 전원 공급 장치 채널에는 각 채널별로 개별 설정이 가능한 전자 퓨즈가 장착되어 있습니다. 특정 채널의 전류가 설정된 최대값을 초과하면 해당 채널이 자동으로 꺼지고 과전류 경고 아이콘이 깜박입니다. 애플리케이션에 따라 전자 퓨즈의 지연 시간(감도)과 작동 반응 시간을 조절할 수 있습니다.

추적 및 연동 기능

예를 들어 양극 회로에 전원을 공급할 때는 추적 기능을 사용하여 모든 채널의 전압을 동시에 조절할 수 있습니다. 과전류 보호용 FuseLink 기능을 사용하면 여러 채널의 퓨즈를 연동시킬 수 있습니다. 이 기능은 하나의 채널이 한계값에 도달하면 모든 채널을 꺼지게 설정할 수 있으며, 일부 채널만 계속 작동하도록 설정할 수도 있습니다. 예를 들어 DUT를 냉각시키는 팬에는 계속 전원이 공급되도록 할 수 있습니다.

퓨즈 지연

Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 채널별로 개별 조절 가능한 전자 퓨즈를 제공합니다. 지연 시간, 즉 특정 이벤트 발생 후 퓨즈가 작동되기까지의 시간을 제어함으로써, 동작 중 짧은 전류 스파이크로 인해 채널이 너무 일찍 꺼지는 것을 방지할 수 있습니다(18페이지의 그림 참조).

과전압 보호 (OVP)

특정 채널의 출력 전압이 설정된 최대값을 초과하면 해당 채널은 자동으로 꺼지고 디스플레이에는 OVP 표시등이 깜박입니다. 설정에 따라, 차단 임계값으로 계측기에 설정된 전압값을 사용할 수도 있고, 계측기에 의해 측정된 전압값을 사용할 수도 있습니다.

과전력 보호 (OPP)

최대 전압 대신 최대 전력을 설정하여 차단 임계값으로 사용할 수 있습니다.

과온 보호 (OTP)

Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 내부 과열 보호 기능을 갖추고 있어 열 과부하가 임박할 경우 해당 채널을 자동으로 꺼줍니다.

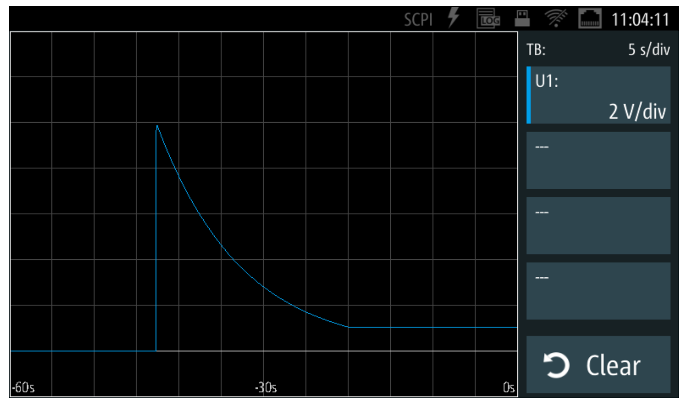
안전하고 조용한 작업 환경

소음을 최소화하기 위해 Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 부하 조건에 따라 팬 속도를 자동으로 조절하여 조용한 작업 환경을 제공합니다.

모든 Rohde & Schwarz 전원 공급 장치는 실험실의 안전 요건 증가에 대응하여 4mm 안전형 바나나 플러그용 소켓을 기본으로 제공합니다.

임의 함수 및 램프 기능

임의 파일은 일정한 수의 지점에 대한 전압, 전류 및 유지 시간을 저장합니다. 또한, 정의된 점들의 시퀀스 반복 횟수를 지정할 수 있습니다. 이를 통해 임의 함수를 전압 또는 전류 입력으로 사용하여 DUT가 공급 전압 및 전류 변동에 얼마나 견딜 수 있는지 테스트하는 실제 상황을 시뮬레이션할 수 있습니다.

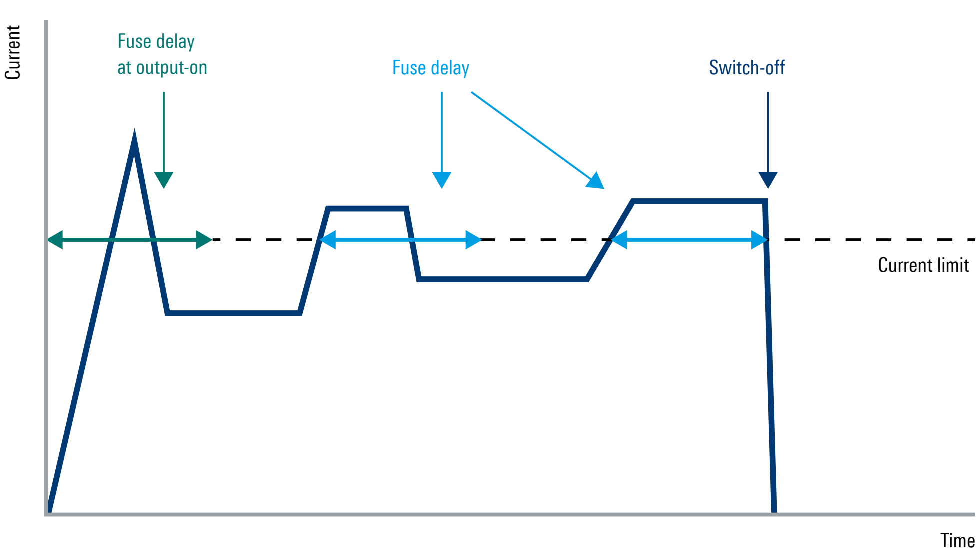


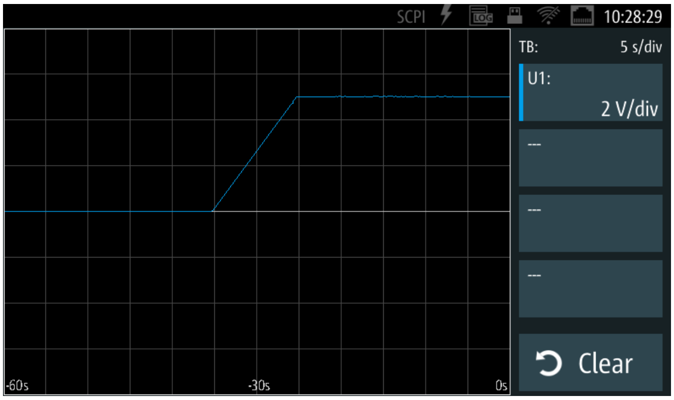
임의 함수의 예

임의 함수와 달리 램프 함수의 곡선은 고정된 형태를 가집니다. 램프 기능은 전원 공급 장치의 해당 출력 채널을 켠 후 부하 없는 전압이 시간에 따라 선형적으로 '서서히 증가'하는 곡선을 제공합니다. 이 기능은 돌입 전류에 의한 회로 손상을 방지하는 데 사용할 수 있습니다. 램프 함수에서 설정 가능한 유일한 매개변수는 스위치를 켠 시점부터 부하 없는 최대 전압에 도달할 때까지의 램프 시간입니다.

Rohde & Schwarz DC 전원 공급 장치에서 퓨즈 지연 구성

"Fuse Delay At Output-On"은 채널이 켜진 후 퓨즈가 비활성 상태로 유지되는 시간을 지정합니다. 퓨즈의 감도는 "Fuse Delay Time"으로 지정됩니다.





램프 함수의 예

Rohde & Schwarz DC 전원 공급 장치의 임의 함수 및 램프 함수

Rohde & Schwarz의 DC 전원 공급 장치는 EasyArb 또는 QuickArb와 같은 임의 함수 기능을 제공하며, 일부 모델에서는 EasyArb의 다소 간단한 변형도 지원합니다(20페이지 표 참조). 개별 채널의 매개변수는 정의된 체계에 따라 조직되어 임의 파일 간에 일정 수준의 호환성을 제공합니다.

다음 섹션에서는 EasyArb 및 QuickArb 기능의 특성을 강조합니다.

EasyArb 기능의 특성

Property	Range
Parameters	voltage, current, dwell time
Maximum number of points	128 or 512 (depending on model)
Dwell time	10 ms to 600 s (10 ms increments)
Repetitions	continuous or burst mode with 1 to 255 repetitions
Trigger (optional)	manual, remote, or via optional digital trigger input
Trigger function	start

QuickArb 기능의 특성

더 넓은 매개변수 범위와 더 많은 포인트 수 외에도, QuickArb 기능은 하위 그룹 지원, 종료 동작의 지정, 그리고 포인트 간 선형 램프형 보간을 지원합니다. 또 다른 장점으로는 최소 체류 시간과 다음 포인트로 넘어가는 증가 단위 모두에 대해 1ms의 더 높은 시간 해상도를 제공한다는 점이 있습니다.

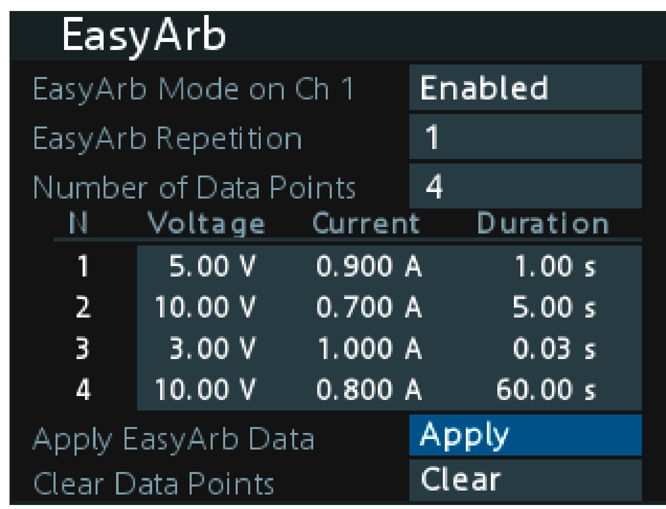
Property	Range
Parameters	voltage, current, dwell time, interpolate
Maximum number of points	1024, 2048 or 4096 (depending on model)
Maximum number of subgroups	0 or 8 (depending on model)
Dwell time	0.1 ms to 20 h (depending on model)
Repetitions	continuous or burst mode with 1 to 65535 repetitions
End behavior	hold or output off
Trigger (optional)	manual, remote, or via optional digital trigger input
Trigger functions	start and/or step

QuickArb 기능을 사용하면 임의 함수의 시작뿐만 아니라 시퀀스를 다음 포인트로 진행시키는 것도 트리거할 수 있습니다. 이 기능은 예를 들어 DC 전압 스윕을 측정 장비에서 진행되는 절차와 동기화할 때 유용합니다.

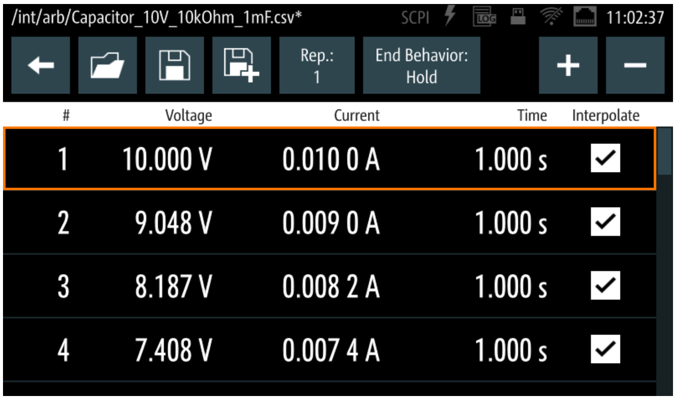
임의 편집기

Rohde & Schwarz DC 전원공급기는 터치스크린에서 임의 곡선 형태를 수정할 수 있는 편집기를 제공합니다.

곡선의 각 포인트에 대해 부하 없는 전압, 전류 제한, 체류 시간을 편집할 수 있으며, 반복 횟수와 같은 추가 매개변수도 수정할 수 있습니다.



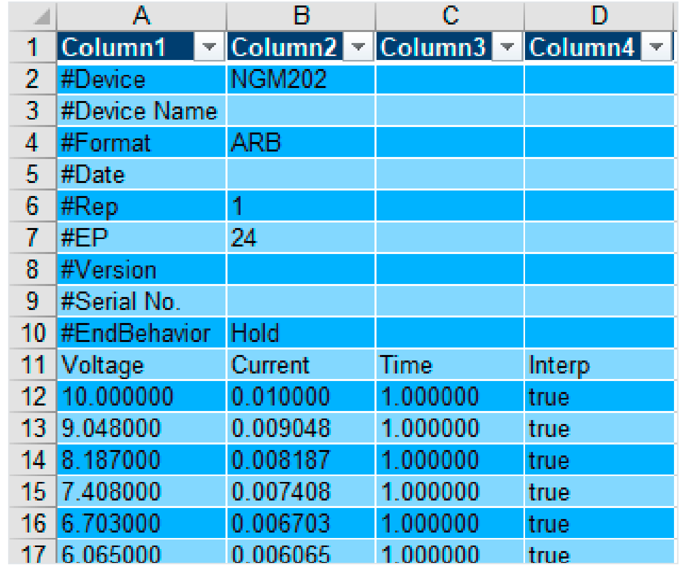
R&S®NGE100 전원공급기의 임의 편집기.



R&S®NGM200 전원공급기의 임의 편집기.

QuickArb 편집기를 사용하면 임의 곡선을 문자로 구분된 값(CSV) 형식의 ASCII 파일로 저장하고 불러올 수 있습니다. EasyArb 기능을 사용할 경우 임의 곡선은 전역 기기 설정과 함께 저장됩니다.

임의 곡선은 R&S®HMExplorer 소프트웨어 등 원격 제어를 통해서도 DC 전원공급기로 불러올 수 있습니다.



	A	B	C	D
1	Column1	Column2	Column3	Column4
2	#Device	NGM202		
3	#Device Name			
4	#Format	ARB		
5	#Date			
6	#Rep	1		
7	#EP	24		
8	#Version			
9	#Serial No.			
10	#EndBehavior	Hold		
11	Voltage	Current	Time	Interp
12	10.000000	0.010000	1.000000	true
13	9.048000	0.009048	1.000000	true
14	8.187000	0.008187	1.000000	true
15	7.408000	0.007408	1.000000	true
16	6.703000	0.006703	1.000000	true
17	6.065000	0.006065	1.000000	true

QuickArb 편집기에서 저장된 ASCII CSV 파일 예시.

EasyRamp
램프 시간은 10 ms부터 10 s까지 10 ms 단위로 선택할 수 있습니다.

Arbitrary function overview
아래 표는 Rohde & Schwarz DC 전원공급기가 지원하는 임의 함수들을 보여줍니다.

R&S®HMP2000 및 R&S®HMP4000의 임의 함수는 EasyArb와 유사하며, 최대 체류 시간은 60초입니다.

Rohde & Schwarz DC 전원공급기가 지원하는 임의 함수

Arbitrary functions	Power supplies (R&S®)								
	NGE100B	NGC100	NGA100	HMP2000	HMP4000	NGP800	NGL200	NGM200	NGU
EasyArb	•	•	•						
QuickArb						•	•	•	•
Other arbitrary function				•	•				
EasyRamp	•	•	•			•	•	•	•

DC 전원공급기의 임의 함수(arb) 기능을 임의 함수 발생기 대신 사용할 수 있나요? 또는 그 반대로 사용할 수 있나요?
이는 사용 목적에 따라 크게 달라집니다. 아래 표는 선택에 도움이 될 수 있습니다.

DC 전원공급기와 임의 함수 발생기의 임의 함수 기능 특성 비교

Property	Arbitrary functionality on a DC power supply	Arbitrary function generator, e.g. R&S®HMF2550
Sample rate	1 ksample/s	up to 250 Msample/s
Bandwidth	approx. 500 Hz	up to 50 MHz
Curve length	up to 4096 points	number of points in the million range
Bipolar output (negative output voltage possible)	requires four-quadrant power supply	yes
Output power	up to 160 W	up to 0.5 W (10 V (peak) into 50 Ω)
Signal purity	not specified	THD < 0.04% up to 100 kHz

정밀함을 쉽게 구현하다

전 세계 개발자와 엔지니어들은 80년 이상 로데슈바르즈(Rohde & Schwarz)의 테스트 및 측정(T&M) 전문성을 신뢰해 왔습니다. 이 회사는 혁신적인 성능 테스트 솔루션을 제공하는 것으로 알려져 있으며, 이러한 전문성과 높은 품질 기준을 자사의 필수 벤치 기기 제품군인 R&S®ESSENTIALS에 적용하고 있습니다. 로데슈바르즈는 오실로스코프, DC 전원공급기, 신호 발생기부터 스펙트럼 분석기, 벡터 네트워크 분석기, 미터 및 카운터에 이르는 업계를 정의하는 포트폴리오를 구축하며 T&M 시장에서 전 제품군 공급업체가 되는 전략적 목표를 추구하고 있습니다.

R&S®ESSENTIALS 제품군은 전 세계 채널 파트너를 통한 유통망 확장을 통해 실현되며, 모든 유형의 T&M 작업, 응용 및 예산에 맞춘 원스톱 쇼핑 경험을 제공합니다. 연구실이든 현장이든, 캠퍼스든 생산 시설이든 상관없이, R&S®ESSENTIALS는 고품질 하드웨어 및 소프트웨어 솔루션이 반드시 높은 비용을 요구하지 않는다는 것을 증명합니다.

INDEX

Term	Page
Analog input	16
Arbitrary	14, 18
CC	6
CR	6
CV	6
EasyArb	19
EasyRamp	20
Ethernet	13, 15
Fast logging	12
FlexPower	6
Fuse	16, 17, 18
GPIB	14, 15
Graphical View	10
HMExplorer	20
Impedance	4
Instrument drivers	15
Interfaces	14, 15, 16
LAN	14, 15, 16
Logging	12

Term	Page
Measurement	8, 9
Modulation	15, 17
Multimeter	9
Noise	2, 4, 18
Oscilloscope	9, 10, 13
Protection	16, 17, 18
QuickArb	16, 19, 20
Ripple	2, 4
Ramp	19, 20
Remote control	13, 14, 15, 16
Remote sensing	8
SCPI	15
Standard logging	12
Statistics	9
Trigger	4, 12, 14, 16, 19
USB	13, 14, 15
VISA	16
Voltmeter	9

로데슈바르즈

로데슈바르즈 기술 그룹은 테스트 및 계측, 기술 시스템, 네트워크 및 사이버 보안 분야의 선도적인 솔루션을 통해 더욱 안전하고 연결된 세상을 위한 길을 개척하는 선구자입니다. 90년 전에 설립된 로데슈바르즈 그룹은 전 세계 산업 및 정부 고객에게 신뢰할 수 있는 파트너입니다. 독립 기업인 로데슈바르즈는 독일 뮌헨에 본사를 두고 있으며, 70개국 이상에 광범위한 영업 및 서비스 네트워크를 보유하고 있습니다. www.rohde-schwarz.com

Service at Rohde & Schwarz
You're in great hands

- ► Worldwide
- ► Local and personalized
- ► Customized and flexible
- ► Uncompromising quality
- ► Long-term dependability

Sustainable product design

- ▶ Environmental compatibility and eco-footprint
- ▶ Energy efficiency and low emissions
- ▶ Longevity and optimized total cost of ownership

Certified Quality Management
ISO9001

Certified Environmental Management
ISO14001

Rohde & Schwarz training
www.training.rohde-schwarz.com

Rohde & Schwarz customer support
www.rohde-schwarz.com/support

연락처 정보

—

Rohde & Schwarz Korea 공식 대리점

주소 : 누비콤 서울특별시 영등포구 경인로 775
(문래동 3가, 에이스하이테크시티 3동 2층)
대표번호 : **070-7872-0701**
이메일 : **sales@nubicom.co.kr**
홈페이지 : **https://rohde.nubicom.co.kr**

NUBICOM
ROHDE&SCHWARZ
Authorized Distributor

PD 3683.6929.32 | Version 02.00 | November 2024 (sk)
Fundamentals of DC power supplies
Data without tolerance limits is not binding | Subject to change