

# 사용 설명서



**Agilent Technologies**  
Innovating the HP Way

## Agilent Technologies E364xA 단일 출력 DC 전원공급기

E3640A 표지 앞면(2-1)  
제목 및 모델 번호(한글 설명서)

## 인쇄

제1판, 2000년 4월

신판은 설명서의 완전한 개정판입니다. 개정판들 사이에 진행되는 갱신본에는 설명서에 덧붙여야 할 추가 사항이나 변경된 사항 등이 수록될 수 있습니다. 이 페이지에 있는 날짜는 신판이 발행될 때에만 변경됩니다.

## 상표

Windows, Windows 95와 Windows NT는 Microsoft Corporation의 등록 상표입니다.

## 증명서

Agilent Technologies사는 이 제품이 공장에서 선적할 때 발행된 사양을 따르고 있음을 증명합니다. 또한 Agilent Technologies는, 교정 계측을 미국 국내 표준 사무국, 사무국의 교정 기관이 허용하는 정도까지, 또 다른 국제 표준기구 회원에 의한 교정 기관의 규정하에 수행하고 있음을 증명합니다.

## 보증

이 Agilent Technologies 계측기는, 선적일로부터 3년 동안 부품 및 사용상의 결함에 대해 보증합니다. 이 제품이 다른 Agilent Technologies 제품과 결합될(또는 일부가 될) 경우 제품에 대한 보증기간과 조건이 해지될 수 있습니다. 보증 기간 동안 Agilent Technologies는 결함이 있는 것으로 판명된 제품에 대해 임의로 수리하거나 교체해 줍니다. 보증 기간은 제품의 인도일이나 Agilent Technologies가 설치하는 경우 설치일부터 시작합니다.

## 보증에 의한 서비스

보증 서비스나 수리를 받으려면, Agilent Technologies가 지정한 서비스 센터에 이 제품의 서비스를 의뢰하면 됩니다. 구매자는 운송비를 Agilent Technologies에게 선불하여야 하며, 구매자에게 제품을 반

송할 경우 운송비는 Agilent Technologies가 지불할 것입니다. 그러나 다른 나라에서 Agilent Technologies에 수리나 교체를 의뢰하는 경우, 제품에 대한 제반 운송비, 관세, 세금 등은 구매자가 부담하여야 합니다.

## 보증 한계

위에서 말한 보증은 구매자 공급 소프트웨어 또는 인터페이스, 권한 밖의 수정 또는 오용, 제품에 대한 환경 사양 외에, 작동 또는 유지 등 구매자의 부적당하거나 부적절한 유지보수로 인해 발생하는 결함에는 적용되지 않습니다.

이 제품에 있는 회로의 설계 및 이행에 대한 책임은 구매자에게만 있습니다. Agilent Technologies는 구매자의 회로 조작이나 회로 조작에 의한 제품의 오용으로 인한 보증은 않습니다.

또한, Agilent Technologies는 구매자의 회로나 구매자가 제공하는 제품의 결함의 결과로서 발생하는 피해에 대해서는 보증하지 않습니다.

## 현지 법률이 허용하는 한

Agilent Technologies는 서면이건, 구두이건 이 제품에 관련된 어떠한 다른 명시적이거나 암시적은 보증을 하지 않으며, 특수 목적이거나 만족스러운 품질을 위한 매매 및 적용에 대한 암시적인 보증에 대해서는 특히 책임지지 않습니다.

*호주와 뉴질랜드 지역에서의 거래* 본 문서에 수록된, 법률이 허용하는 한 적용되는 보증 조건은 본 제품의 판매에 적용되는 의무적인 법률적 권리를 배제, 제한 또는 수정할 수 없으며 그러한 권리에 부가되는 조건입니다.

## 배타적인 배상

현지 법률이 허용하는 한 여기서 제공되는 배상은 구매자에게 유일하고 배타적인 배상입니다. Agilent Technologies는 계약, 불법행위 또는 어떤 다른 법률적인 이론에 근거한 다 해도 직접, 간접, 특별, 우연 또는 필연적인 손해(이익이나

데이터 손실 포함)에 대해서는 일체 책임지지 않습니다.

## 통고

본 문서에 수록된 사항은 통지 없이 변경될 수 있습니다.

## 현지 법률이 허용하는 한

Agilent Technologies는 상업성 및 특정 목적의 용도 등에 대한 암시적 보증을 포함한, 본서와 관련된 어떠한 종류의 보증도 하지 않습니다.

## 현지 법률이 허용하는 한

Agilent Technologies는 본서에 수록된 오류 또는 본서의 제공, 실행 또는 사용과 연관된 유발적이거나 부수적인 피해에 대해서는 책임을 지지 않습니다. 본서의 어떠한 부분도 Agilent Technologies의 사전 서면 동의 없이 복사, 개작 또는 다른 언어로 번역될 수 없습니다.

## 권한의 제한

소프트웨어와 설명서는 완전히 사전에 비용으로 개발되었습니다. 이것들은 DFARS 252.227-7013(1988년 10월), DFARS 252.211-7015(1991년 5월) 또는 DRARS 252.227-7014(1995년 6월)에 정의된 바와 같이 "상업용 컴퓨터 소프트웨어", 또는 FAR2.101(a)에 정의된 바와 같은 "상업용 품목", 또는 FAR 52.227-19(1987년 6월)에 정의된 바와 같은 "제한된 컴퓨터 소프트웨어"(기타 동등한 레벨의 정부 기관 규제 또는 계약 항목) 중 해당되는 규정에 의해 공급되고 라이선스됩니다. 구매자는 관련 제품에 대해 해당 FAR 또는 DFARS 조항 또는 Agilent Technologies 표준 소프트웨어 계약서의 조항에 따라 제공된 소프트웨어와 설명서에 대한 권리만을 갖습니다.

## 안전 사항

대체 부품을 설치하거나 승인 없이 제품을 수정하지 마십시오. 안전 기능이 확실히 유지될 수 있도록 하기 위해서는, 수리가 필요한 경우 제품을 Agilent Technologies Sales 및 Service Office로 보내십시오.

## 안전 관련 기호

### 경고

부상이나 사망을 초래할 수 있는 절차, 실행 또는 상태 등에 대한 주의를 요합니다.

### 주의

장비에 손상을 입히거나 데이터의 영구 유실을 야기시킬 수 있는 절차, 실행 또는 상태 등에 대한 주의를 요합니다.



어어드 접지 기호.



새시 접지 기호



인체 부상이나 제품에 대한 손상을 예방하기 위한 특정 경고 및 주의 정보는 설명서를 참조하십시오. 위험한 전압이 있을 수 있습니다.

### 경고

사용자가 내부 부품을 수리할 수 없습니다. 전문 수리요원에 게 수리를 의뢰하십시오.

### 경고

화재 예방을 위해서 퓨즈는 지정된 종류의 정격 퓨즈로만 교체하십시오.

Agilent Technologies E3640A/E3641A(30와트), E3642A/E3643A(50와트) 및 E3644A/E3645A(80와트)는 GPIB와 RS-232 인터페이스가 내장된 고성능 단일 출력 2중 범위 프로그램 가능한 DC 전원공급기입니다. 이 전원공급기에는 벤치탑 기능 및 시스템 기능이 결합되어 있어서, 사용자에게 설계 및 테스트 요구 사항에 대한 다양한 해결 방안을 제시합니다.

#### 편리한 벤치탑 기능

- 단일 출력 2중 범위
- 출력 on/off
- 고정밀도 및 고선풍능
- 뛰어난 부하 및 라인 레귤레이션
- 낮은 리플 및 잡음
- 과전압 방지
- 다섯 가지 운용 상태 저장
- 사용하기 간편한 조정
- 원격 전압 감지
- 전면과 후면 출력 단자
- 미끄럼 방지 다리가 부착된 견고한 휴대형 케이스
- 고화질 진공 형광 디스플레이
- 디스플레이에 오류 메시지 표시

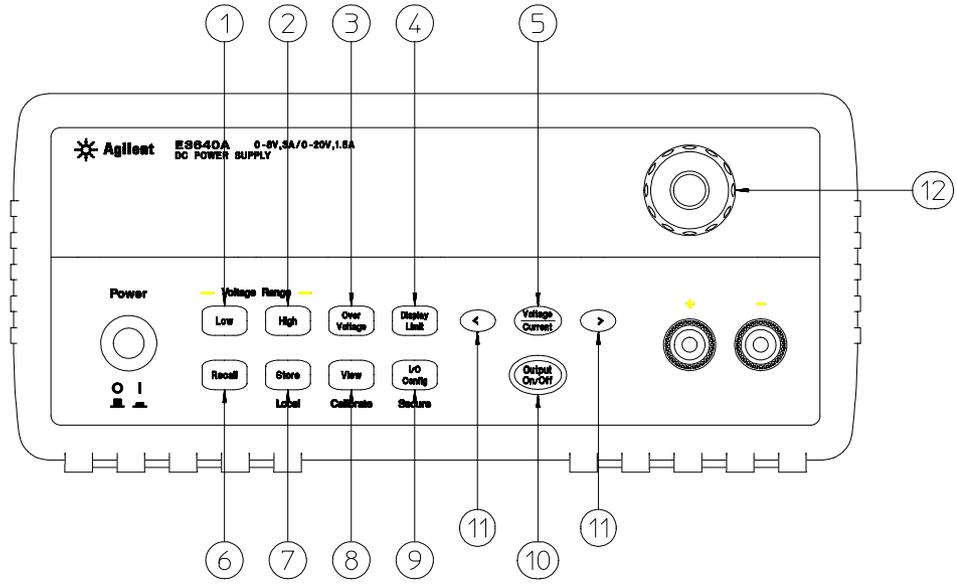
#### 다양한 시스템 기능

- GPIB (IEEE-488)와 RS-232 인터페이스가 기본으로 장착
- SCPI (프로그래밍 가능한 계측기의 표준 명령) 호환성
- 전면판에서 간편하게 입출력 상태 구성
- 내부 물리적 조정이 아닌 소프트웨어 교정

---

## Agilent Technologies E364xA 단일 출력 DC 전원공급기

# 전면판



- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1 저전압 범위 선택 키     | 7 상태 저장 메뉴/로컬 키     |
| 2 고전압 범위 선택 키     | 8 보기 메뉴/교정 키        |
| 3 과전압 방지 키        | 9 I/O 구성 메뉴/보호 기능 키 |
| 4 출력 제한값 설정 키     | 10 출력 On/Off 키      |
| 5 전압/전류 조정 선택 키   | 11 조정 자리 선택 키       |
| 6 저장 상태 호출/재설정 메뉴 | 12 노브               |

## 전면판 메뉴/키 참조

이 절에는 전면판 키/메뉴의 개관이 설명됩니다. 메뉴는 특정 기능이나 운용의 구성에 필요한 모든 매개변수를 자동으로 설명하도록 설계됩니다.

- 1 **저전압 범위 선택 키:** 저전압 범위를 선택할 수 있으며 출력 단자에 전체 정격 출력을 사용할 수 있습니다.
- 2 **고전압 범위 선택 키:** 고전압 범위를 선택할 수 있으며 출력 단자에 전체 정격 출력을 사용할 수 있습니다.
- 3 **과전압 방지 키:** 과전압 방지 기능을 가동하거나 가동중단하고, 트립 전압 레벨을 설정하며 과전압 상태를 소거합니다.
- 4 **출력 제한값 설정 키:** 디스플레이에 전압 및 전류 제한치를 표시하며, 노브를 사용하여 전압 및 전류 제한치를 설정할 수 있습니다.
- 5 **전압 / 전류 조정 선택 키:** 노브의 기능을 전압 조정용 혹은 전류 조정용으로 선택합니다.
- 6 **저장 상태 호출 메뉴:** 위치 "1"부터 위치 "5"까지의 저장된 운용 상태를 호출하며 메뉴에서 "RESET"을 선택하면 전면판에서 전원공급 상태(\*RST 명령)로 전원공급기를 재설정합니다.
- 7 **상태 저장 메뉴 / 로컬 키<sup>1</sup>:** 전원공급기의 상태를 다섯 가지까지 비휘발성 메모리에 저장하며 각 저장 위치에 이름을 할당하거나 전원공급기를 원격 인터페이스 모드에서 로컬 모드로 복귀시킵니다.
- 8 **보기 메뉴 / 교정 키<sup>2</sup>:** 오류 코드 및 오류 메시지와 교정 문자열의 텍스트 및 시스템 펌웨어 개정판을 표시하거나 교정 모드를 사용가능으로 만듭니다.
- 9 **I/O 구성 메뉴/보호 기능 키<sup>3</sup>:** 전원공급기를 원격 인터페이스용으로 구성하거나 교정을 위해 전원공급기를 보안 또는 보안해제 합니다.
- 10 **출력 On/Off 키:** 전원공급기 출력을 시작하거나 중지합니다. 이 키는 두 개의 상태 사이를 토글(toggle) 합니다.
- 11 **조정자리 선택 키:** 깜박이는 자리를 오른쪽이나 왼쪽으로 이동하고 보기 메뉴에 표시되는 텍스트의 스크롤 속도를 조정합니다.
- 12 **노브:** 시계 방향이나 반시계 방향으로 돌리면 깜박이는 자리수의 값이 증가하거나 감소됩니다.

<sup>1</sup>이 키는 전원공급기가 원격 인터페이스 모드에 있는 경우 "로컬" 키로 사용할 수 있습니다.

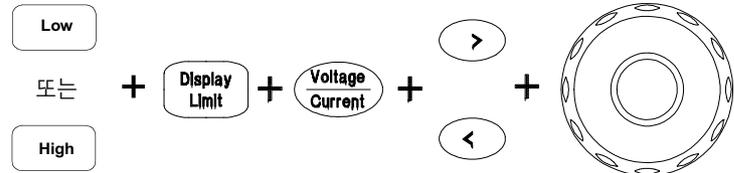
<sup>2</sup>전원공급기를 켤 때 이 키를 누르고 있으면 "교정 모드"를 선택할 수 있습니다.

<sup>3</sup>전원공급기가 교정 모드에 있을 때 이 키를 "보안" 또는 "보안 해제" 키로 사용할 수 있습니다.

# 전면판 전압 및 전류 설정

다음과 같은 방법으로 전면판에서 전압과 전류를 설정할 수 있습니다.

전압 또는 전류의 표시값 또는 제한값을 변경하기 위해서는 전압/전류 조정 선택 키, 조정 자리 선택 키 및 조정 노브를 사용하십시오.



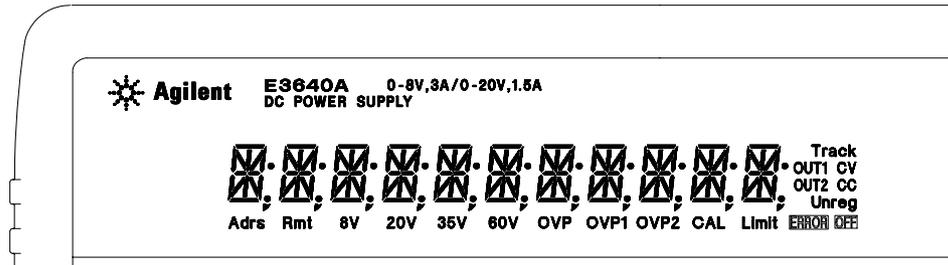
- 1 전원공급기를 켜 다음 전압 범위 선택 키를 사용하여 원하는 전압 범위를 선택합니다.
- 2 **Display Limit** 키를 눌러 디스플레이에 출력 제한 값을 표시하도록 합니다.
- 3 조정 자리 선택 키를 사용하여 깜박이는 자리수를 원하는 위치로 이동시키고 조정 노브를 돌려 깜박이는 자리의 값을 원하는 전압으로 변경시킵니다. 디스플레이 제한 시간이 경과하면 **Display Limit** 키를 다시 한 번 누릅니다.
- 4 **Voltage Current** 키를 눌러 전류 조정 모드로 노브를 선택합니다.
- 5 조정 자리 선택 키를 이용하여 깜박이는 자리수를 원하는 위치로 이동시키고 조정 노브를 돌려 깜박이는 자리의 값을 원하는 전류 제한 값으로 설정합니다.
- 6 **Output On/Off** 키를 눌러 출력을 시작합니다. 약 5초 후, 디스플레이는 전압과 전류를 표시하기 위하여 출력 감시 모드로 자동변환됩니다.

---

## 참고

모든 전면판 키와 조정 노브는 원격 인터페이스 명령을 보낸 후에는 작동되지 않습니다. 전면판 키와 조정 노브가 운용되도록 하려면 전원공급기는 "로컬" 모드에 있어야 합니다.

# 디스플레이 표시기

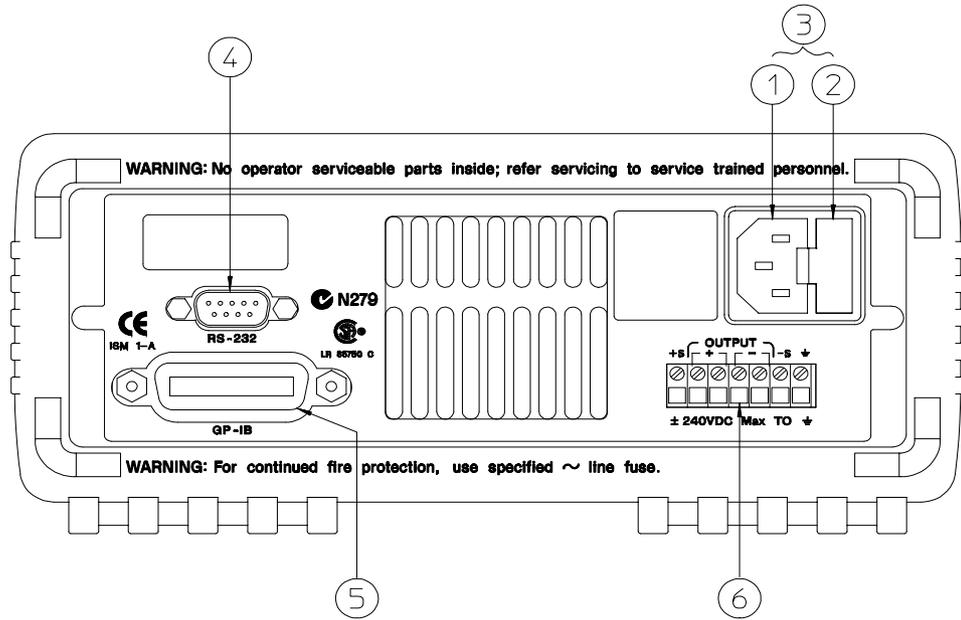


<b>Adrs</b>	전원공급기가 원격 인터페이스를 통해 수화 또는 송화하기 위해 어드레스 됩니다.
<b>Rmt</b>	전원공급기가 원격 인터페이스 모드에 있습니다.
<b>8V*</b>	저전압 출력 범위가 선택되었음을 나타냅니다.
<b>20V*</b>	고전압 출력 범위가 선택되었음을 나타냅니다.
<b>35V**</b>	저전압 출력 범위가 선택되었음을 나타냅니다.
<b>60V**</b>	고전압 출력 범위가 선택되었음을 나타냅니다.
<b>OVP</b>	표시기가 켜져있을 때 과전압 방지 기능이 가동됨을 나타냅니다. 표시기가 깜박이면 과전압 방지 기능 회로가 전원 공급기의 출력을 중단시킵니다.
<b>CAL</b>	전원공급기가 교정 모드에 있습니다.
<b>Limit</b>	디스플레이에 전압과 전류 제한치가 표시됩니다.
<b>ERROR</b>	하드웨어 또는 원격 인터페이스 명령 오류가 검출되고, 또한 오류 비트가 소거되지 않았습니다.
<b>OFF</b>	전원공급기의 출력이 모두 중지됩니다(자세한 설명은 54 페이지 참조).
<b>Unreg</b>	출력이 비조정 상태입니다(출력은 CV도, CC도 아닙니다).
<b>CV</b>	출력이 정전압 모드에 있습니다.
<b>CC</b>	출력이 정전류 모드에 있습니다.

디스플레이 표시기를 확인하려면 전원공급기를 켤 때  키를 누르면 됩니다.

\*E3640A/42A/44A 모델용.    \*\*E3641A/43A/45A 모델용.

# 후면판



참고: E3643A/45A에 대한 C-Tick의 공급업체 코드는 N10149입니다.

- |                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| 1 AC 소켓             | 4 RS-232 인터페이스 커넥터         |
| 2 입력 전원 퓨즈 고정기 어셈블리 | 5 GPIB(IEEE-488) 인터페이스 커넥터 |
| 3 입력 전원 모듈          | 6 후면 출력 단자                 |

전면판 **I/O Config** 키를 사용하면 다음을 할 수 있습니다.

- GPIB 또는 RS-232 인터페이스 선택(제 3 장 참조)
- GPIB 버스 어드레스 설정(제 3 장 참조)
- RS-232 전송률(baud rate) 및 패리티 설정(제 3 장 참조)

# 내용 설명(요약)

**빠른 시작** 제 1 장에는 전원공급기의 몇 가지 전면판 기능을 익힐 수 있는 설명이 수록되어 있습니다.

**일반적인 정보** 제 2 장에는 전원공급기의 일반적인 정보가 수록됩니다. 또한 이 장에는 전원공급기와 출력 연결의 설치를 위한 설명이 제공됩니다.

**전면판 운용** 제 3 장에서는 전면판 키의 사용과 전면판에서 전원공급기를 작동시키는 방법에 대해 자세히 설명합니다. 이 장에서는 또한 원격 인터페이스를 위한 전원공급기의 구성 방법을 설명하고 교정 기능에 대해 간단히 소개합니다.

**원격 인터페이스 참조** 제 4 장에는 원격 인터페이스를 통하여 전원공급기를 프로그래밍하는 데 도움이 되는 참조 정보가 들어 있습니다. 이 장은 또한 전원공급기의 상태보고(status reporting)를 위한 프로그램 방법도 설명합니다.

**오류 메시지** 제 5 장에는 전원공급기 사용중 나타날 수 있는 오류 메시지가 열거되어 있습니다. 열거된 각 메시지에는 문제를 진단하게 해결하는 데 도움이 되는 정보가 들어 있습니다.

**응용프로그램** 제 6 장에는 사용자의 응용프로그램을 위하여 프로그램을 개발하는 데 도움이 되는 몇 개의 원격 인터페이스 응용프로그램이 수록되어 있습니다.

**자습서** 제 7 장에서는 선형 전원공급기의 기초적인 운용에 대해 설명하고 전원공급기의 운용과 사용에 대해 자세히 설명합니다.

**사양** 제 8 장에는 전원공급기의 사양이 열거되어 있습니다.

**서비스 정보** 수리를 위한 전원공급기 Agilent Technologies 반환에 관한 지침, 검증 및 교정 절차, 교체 부품 목록 및 부품 위치 개략도와 회로도가 수록됩니다.

전원 공급기의 운용에 관한 의문 사항은 가까운 Agilent Technologies 영업 사무실로 문의하십시오.

전원공급기가 구매 후 3년 안에 고장인 경우 무상으로 수리하거나 교체해 드립니다. 가까운 Agilent Technologies 영업 사무실로 문의하십시오.



# 목차

## 제 1 장 빠른 시작

예비적 검사 .....	17
출력 검사 .....	18
출력 전압 검사 18	
출력 전류 검사 .....	19
전원공급기가 켜지지 않는 경우 .....	20
선로 전압 변환 .....	21
휴대용 손잡이 조정 .....	23
계측기를 랙에 장착 .....	24

## 제 2 장 일반적인 정보

안전 고려사항 .....	29
안전 규칙 및 전자파 장애(EMC) 요구 사항 .....	29
옵션 및 부속품 .....	30
옵션 .....	30
부속품 .....	30
제품 설명 .....	31
설치 .....	33
초기 검사 .....	33
냉각 및 설치 장소 .....	33
출력 연결 .....	34
전류 정격 .....	34
전압 강하 .....	35
부하 고려사항 .....	35
원격 전압 감지 연결 .....	36
다중 부하 .....	38

## 제 3 장 전면판 운용 및 특징

전면판 운용 개요 .....	41
정전압 운용 .....	42
정전류 운용 .....	44
원격 인터페이스 구성 .....	46
GPIB 구성 .....	46
RS-232 구성 .....	47
동작 상태 저장 및 호출 .....	48
과전압 방지 프로그래밍 .....	50
OVP 레벨 설정과 OVP 회로 작동 .....	50
OVP 운용 점검 .....	51
과전압 조건 소거 .....	51
출력 중지 .....	54
외부 릴레이를 사용한 출력 단선 .....	54

**목차**

시스템 관련 운용.....	55
상태 저장.....	55
자체 테스트(self-test) .....	56
오류 상태.....	56
펌웨어(Firmware) 개정 조회.....	57
SCPI 언어 버전 조회 .....	57
GPIOB 인터페이스 참조 .....	58
RS-232 인터페이스 참조 .....	59
RS-232 인터페이스 구성 개요 .....	59
RS-232 데이터 프레임 포맷 .....	59
컴퓨터 또는 단말기에 연결 .....	60
RS-232 문제 해결 .....	61
교정 개요 .....	62
교정 보안.....	62
교정을 위한 보안 해제 .....	63
교정 방지를 위한 보안 .....	64
교정 횟수.....	65
교정 메시지 .....	66
 <b>제 4 장 원격 인터페이스 참조</b>	
SCPI 명령 요약.....	69
간소화된 프로그래밍 개요 .....	74
APPLY 명령 사용.....	74
Low-level 명령 사용.....	74
조회 응답 읽기.....	75
트리거 소스 선택 .....	75
전원공급기 프로그래밍 범위.....	76
APPLY 명령 사용 .....	77
출력 설정 및 운용 명령 .....	78
트리거링 .....	82
트리거 소스 선택 .....	82
트리거링 명령 .....	84
시스템 관련 명령.....	85
상태 저장 명령.....	88
교정 명령 .....	89
인터페이스 구성 명령 .....	92
SCPI 상태 레지스터.....	93
Event 레지스터란?.....	93
Enable 레지스터란?.....	93
SCPI 상태 시스템.....	94
Questionable Status 레지스터.....	95
Standard Event 레지스터 .....	96

Status Byte 레지스터 .....	97
서비스 요청 (SRQ) 과 Serial POLL 사용 .....	98
Status Byte를 읽기 위한 *STB? 사용 .....	99
메시지 사용가능 비트(MAV) 사용 .....	99
SRQ를 사용한 버스 컨트롤러 인터럽트 .....	99
일련의 명령이 완료되는 시기 결정 .....	100
데이터가 출력 버퍼에 있을 때 신호보내기 위한 *OPC 사용 ..	100
상태 보고 명령 .....	101
SCPI 언어 소개 .....	103
이 설명서에서 사용되는 명령 형식 .....	104
명령 분리자(Command Separators) .....	105
MIN 및 MAX 매개변수 사용 .....	105
매개변수 설정값 조회 .....	106
SCPI 명령 터미네이터 .....	106
IEEE-488.2 공통 명령 .....	106
SCPI 매개변수 유형 .....	107
진행중인 출력 중단 .....	108
SCPI 준수(SCPI Conformance) 정보 .....	109
IEEE-488 준수(IEEE-488 Conformance) 정보 .....	112
<b>제 5 장 오류 메시지</b>	
실행 오류 .....	115
자체 테스트(Self-Test) 오류 .....	120
교정 오류 .....	121
<b>제 6 장 응용 프로그램</b>	
C/C++용 예제 프로그램 .....	125
Excel 97용 예제 프로그램 .....	129
<b>제 7 장 자습서</b>	
이 전원공급기 운용의 개요 .....	137
출력 특성 .....	139
레귤레이션되지 않는 상태 .....	141
불필요한 신호 .....	141
전압 및 전류 범위 확장 .....	143
직렬 연결 .....	143
병렬 연결 .....	143
원격 프로그래밍 .....	144
<b>제 8 장 사양</b>	
성능 사양 .....	149
보충 특성 .....	151

**Appendix Service Information**

Operating Checklist . . . . .	157
Is the Power Supply Inoperative? . . . . .	157
Does the Power Supply Fail Self-Test? . . . . .	157
Types of Service Available . . . . .	158
Standard Repair Service (worldwide) . . . . .	158
Express Exchange (U.S.A. only) . . . . .	158
Repacking for Shipment . . . . .	159
Electrostatic Discharge (ESD) Precautions . . . . .	160
Surface Mount Repair . . . . .	160
To Replace the Power-Line Fuse . . . . .	160
Troubleshooting Hints . . . . .	161
Unit Reports Errors 740 to 750 . . . . .	161
Unit Fails Self-Test . . . . .	161
Bias Supplies Problems . . . . .	161
Self-Test Procedures . . . . .	162
Power-On Self-Test . . . . .	162
Complete Self-Test . . . . .	162
General Disassembly . . . . .	164
Recommended Test Equipment . . . . .	165
Test Considerations . . . . .	166
Operation Verification and Performance Tests . . . . .	166
Measurement Techniques . . . . .	167
Setup for Most Tests . . . . .	167
Current-Monitoring Resistor . . . . .	167
General Measurement Techniques . . . . .	168
Electronic Load . . . . .	168
Programming . . . . .	168
Constant Voltage (CV) Verifications . . . . .	169
Constant Voltage Test Setup . . . . .	169
Voltage Programming and Readback Accuracy . . . . .	169
CV Load Effect (Load Regulation) . . . . .	170
CV Source effect (Line Regulation) . . . . .	171
CV PARD (Ripple and Noise) . . . . .	171
Load Transient Response Time . . . . .	173
Constant Current (CC) Verifications . . . . .	174
Constant Current Test Setup . . . . .	174
Current Programming and Readback Accuracy . . . . .	174
CC Load Effect (Load Regulation) . . . . .	175
CC Source Effect (Line Regulation) . . . . .	176
CC PARD (Ripple and Noise) . . . . .	177
Common Mode Current Noise . . . . .	178

Performance Test Record for Your Power Supply . . . . .	179
CV Performance Test Record . . . . .	179
CC Performance Test Record . . . . .	180
Calibration Reference . . . . .	181
Agilent Technologies Calibration Services . . . . .	181
Calibration Interval . . . . .	181
To Unsecure the Power Supply Without the Security Code	181
General Calibration/Adjustment Procedure . . . . .	182
Front Panel Voltage and Current Calibration . . . . .	183
Calibration Record for Your Power Supply . . . . .	187
Calibration Error Messages . . . . .	188
Replaceable Parts . . . . .	189
To Order Replaceable Parts . . . . .	189
Schematics and Diagrams . . . . .	189
E3640A/41A/42A/43A/44A/45A Power Supply Assembly	190
Manufacturer's List . . . . .	191



---

빠른 시작

---

## 빠른 시작

전원공급기를 사용할 때 가장 먼저 할 일은 전면판을 익히는 것입니다. 전원공급기 전면판 운용에 익숙해지도록 이 장에는 전원공급기에 대한 연습 문제가 수록됩니다.

운용 전에 수행되어야 하는 특정 점검 사항에 대해서 주의가 필요하므로 이 장은 경험이 풍부한 사용자나 경험이 없는 사용자 모두에게 해당됩니다.

이 장 전체를 통하여 눌러야 하는 키는 좌측 여백에 표시하였습니다.

## 예비적 검사

전원공급기를 사용하기 위해서 다음 단계를 확인하십시오.

### 1 공급된 품목의 목록을 점검합니다.

다음과 같은 품목이 전원공급기와 함께 공급되었는지 확인합니다. 공급되지 않은 품목이 있으면 가까운 Agilent Technologies 영업 사무실로 연락하십시오.

- 현지 사용을 위한 전원 코드 하나
- 사용 설명서
- 요약 참조서
- 교정 증명서

### 2 전원 코드를 연결하고 전원공급기를 켭니다.

전원공급기가 전원공급(power-on) 자체 테스트를 수행하는 동안 전면판 디스플레이가 잠깐 꺼집니다. GPIB 주소도 표시됩니다. 표시기가 모두 켜진 상태에서 전원공급(power-on) 디스플레이를 검토하려면 전원공급기를 켤 때 를 누르고 있으면 됩니다. 전원공급기가 제대로 켜지지 않으면, 20 페이지를 참조하십시오.

### 3 전체 자체 테스트를 수행합니다.

전체 자체 테스트는 전원공급(power-on)에서 수행되는 테스트보다 광범위한 테스트를 수행합니다. 전원공급기를 켜고 긴 삐 소리가 들릴 때까지  키를 누릅니다. 삐 소리가 난 다음 키에서 손을 떼면 자체 테스트가 시작됩니다.

자체 테스트가 불합격할 경우 서비스를 위해 전원공급기를 Agilent Technologies에 반송할 때의 지시를 위한 서비스 정보를 참조하십시오.

## 참고

전원공급기는 지역에 맞는 플러그가 있는 전원 선로 코드를 공장 출하시 장착합니다. 본 전원공급기는 3선 접지 유형의 전원 코드가 장착됩니다. 전원공급기는 전원 선로 코드를 적절한 리셉터클에 접속한 경우에만 접지됩니다. 적절한 캐비닛 접지 연결을 하지 않고 전원공급기를 운용하면 안됩니다.

---

## 출력 검사

다음 절차에서는 전원공급기가 정격 출력을 발생시키고 전면판의 운용에 정확히 응답하는지를 확인합니다. 완벽한 성능 및 확인 시험에 관해서는 서비스 정보를 참조하십시오.

**참고:** 출력 점검 절차 중 오류가 검출되면 **ERROR** 표시기가 켜집니다. 자세한 내용은 제 5 장 113 페이지부터 시작하는 "오류 메시지"를 참조하십시오.

## 출력 전압 검사

아래의 단계는 부하가 없는 상태에서 기본적인 전압 기능을 확인합니다.



### 1 전원공급기를 켭니다.

전원공급기는 전원공급/재설정 (power-on/reset) 상태로 됩니다; 모든 출력은 중지됩니다 (**OFF** 표시기가 켜집니다); 저전압 범위가 선택되고 **OVP** 표시기와 저전압 범위 표시기가 켜집니다(예를 들어 E3640A 모델에서는 **8V** 표시기가 켜집니다); 노브는 전압 조정용으로 선택됩니다.



### 2 출력을 시작합니다.

**OFF** 표시기는 꺼지고 **CV** 표시기가 켜집니다. 디스플레이는 미터 모드에 있음에 유의하십시오. "미터 모드"에서는 디스플레이에 실제 출력 전압과 전류가 표시됩니다.



### 3 전면판 전압계가 저전압 및 고전압 범위의 노브 조정에 대해 정확히 응답하는지 점검합니다.

노브를 시계방향이나 반시계방향으로 돌려 전압계가 노브 조정에 응답하고 전류계는 거의 0을 가리키는지 점검합니다. 깜박이는 자리는 노브를 돌려 조정할 수 있습니다.



### 4 노브를 조정하여 전압이 0에서부터 최고 정격치까지 조정되는지 확인합니다.

<sup>1</sup>전압을 설정할 때 깜박이는 자리를 우측이나 좌측으로 이동시키려면 조정자리 선택키를 사용하면 됩니다.

## 출력 전류 검사

아래에 설명하는 단계에서는 해당 공급기의 출력을 단락시킨 상태에서 기본적인 전류 기능을 점검합니다.



### 1 전원공급기를 켭니다.

출력이 중지되었는지 확인합니다. **OFF** 표시기가 켜집니다.

### 2 절연된 시험 도선으로 (+)와 (-) 출력 단자를 단락시킵니다.

충분한 크기의 전선을 사용하여 최고 전류를 취급합니다(제 2 장의 34 페이지 "표 2-1 와이어 정격"을 참조하십시오).



### 3 출력을 시작합니다.

시험 도선의 저항값에 따라 **CV** 또는 **CC** 표시기가 켜집니다. 디스플레이가 미터 모드에 있음에 유의하십시오.



### 4 전압 제한값을 1.0 볼트로 조정합니다.

디스플레이를 제한 모드로 설정합니다(**Limit** 표시기가 깜박입니다). 확실한 CC 운용을 위해 전압 한계를 1.0 볼트로 조정합니다. **CC** 표시기가 켜집니다. 정상 모드로 되돌아가려면  키를 다시 한 번 누르거나, 또는 몇 초 동안 디스플레이를 시간 경과되게 합니다.



### 5 노브를 전류 조정용으로 설정하여 전면판 전류계가 노브 조정에 올바르게 응답하는지 점검합니다.

디스플레이가 미터 모드에 있으면 노브를 시계방향이나 반시계방향으로 돌립니다(**Limit** 표시기가 꺼집니다). 전류계가 노브 조정에 응답하며 전압계가 거의 0을 가리키는지 확인합니다(실제로 시험 도선에 의한 전압 강하가 전압계에 나타납니다). 노브를 돌려 깜박이는 자리를 조정할 수 있습니다.



### 6 전류가 0에서 최고 정격치까지 조정되는지 점검합니다.

### 7 전원공급기를 끄고 출력 단자에서 단락을 제거합니다.

<sup>1</sup>전류를 설정할 때 깜박이는 자리를 좌우로 이동시키려면 조정자리 선택키를 사용하면 됩니다.

---

## 전원공급기가 켜지지 않는 경우

계측기를 켤 때 발생할 수 있는 문제는 다음 단계를 사용하여 해결합니다. 자세한 설명이 필요하면 수리를 위해 계측기를 Agilent Technologies로 반송할 경우에 관한 지시가 수록된 제 5 장을 참조하십시오.

### 1 AC 전원이 전원공급기로 공급되는지 확인합니다.

먼저 전원 케이블이 전원공급기 후면판의 전원 리셉터클에 제대로 접속되었는지 확인합니다. 또한 전원공급기에 접속한 전원이 자화되었는지 확인합니다. 그 다음 전원공급기가 켜졌는지 확인합니다.

### 2 전원 선로 전압 설정을 확인합니다.

선로 전압은 전원공급기가 공장 출하시 해당 국가에 적절한 값으로 설정됩니다. 선로 전압이 정확하지 않으면 전압 설정을 변경합니다. 설정값은 100, 115 또는 230 Vac입니다.

### 3 정확한 전원 선로 퓨즈가 장착되었는지 확인합니다.

전원공급기가 공장 출하시 해당 국가에 적절한 퓨즈가 장착됩니다. 아래의 표를 참조하여 전원공급기를 위한 퓨즈를 교체합니다.

모델	Agilent 부품 번호	부품 설명
E3640A/41A	2110-1069	100 및 115 Vac에는 퓨즈 1.5A T 125V
E3640A/41A	2110-0457	230 Vac에는 퓨즈 1A T 250V
E3642A/43A	2110-1070	100 및 115 Vac에는 퓨즈 2.5A T 125V
E3642A/43A	2110-0457	230 Vac에는 퓨즈 1A T 250V
E3644A/45A	2110-1071	100 및 115 Vac에는 퓨즈 3.15A T 125V
E3644A/45A	2110-1068	230 Vac에는 퓨즈 2A T 250V

선로 전압 설정과 전원 선로 퓨즈를 변경할 경우 다음 페이지를 참조하십시오.

## 선로 전압 변환

### 경고

**감전 위험** 운영 담당자는 전원공급기 커버를 벗기면 안됩니다. 부품 교체 및 내부 조정은 인증된 서비스 담당자만 수행할 수 있습니다.

선로 전압 변환은 후면판의 선로 전압 선택 스위치와 전원 선로 퓨즈, 이 두 부품을 조정하면 완료됩니다.

- 1 AC 라인 전원을 제거합니다.
- 2 커버를 벗깁니다(164 페이지 **General Disassembly**를 참조하십시오).
- 3 PC 기판의 선로 전압 선택 스위치의 두 부분을 원하는 선로 전압으로 설정합니다(아래의 그림 1-1 참조).
- 4 다음 페이지를 참조하여 전원 선로 퓨즈의 정격을 점검하고 필요한 경우 정확한 퓨즈로 교체합니다.
- 5 커버를 다시 설치하고 정확한 선로 전압과 사용되는 퓨즈를 표시하는 태그나 레이블로 전원공급기에 명확히 표시합니다.

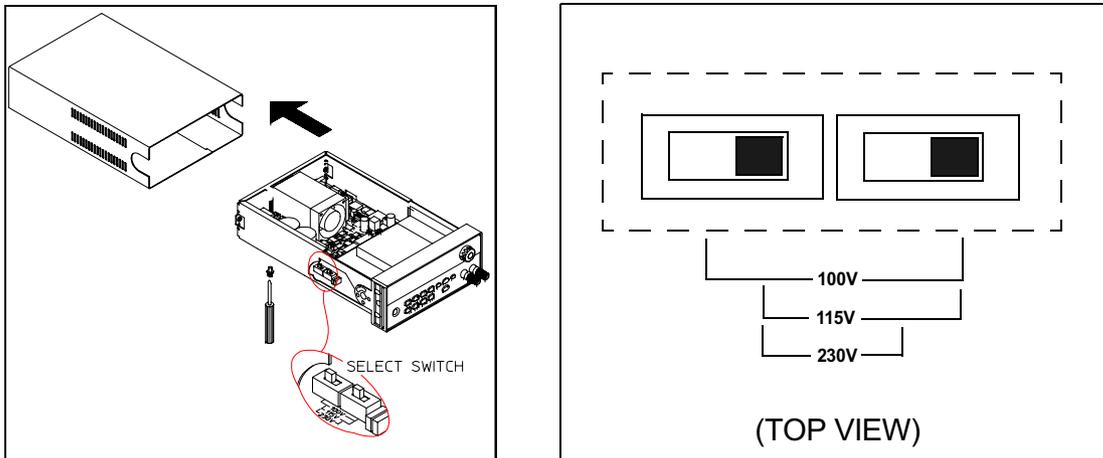
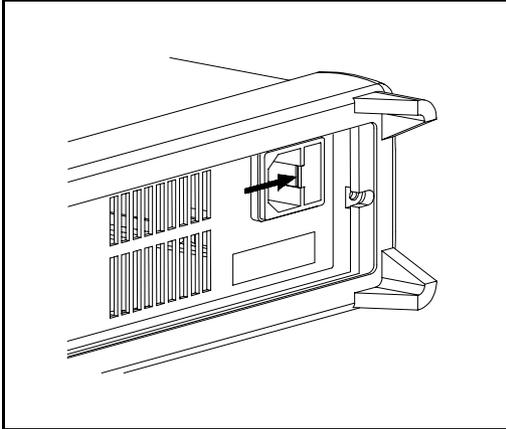


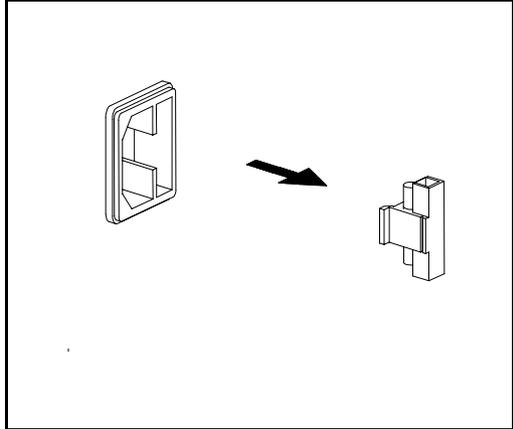
그림 1-1. 선로 전압 선택기(115 Vac 용 설정)

제 1 장 빠른 시작  
선로 전압 변환

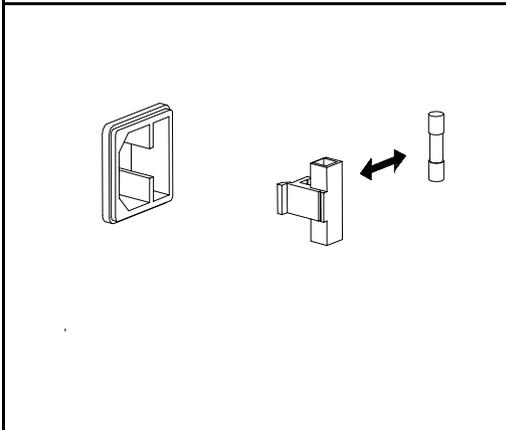
1 전원 코드를 뽑습니다. 후면판에서 일자 드라이버로 퓨즈 고정기 어셈블리를 빼냅니다.



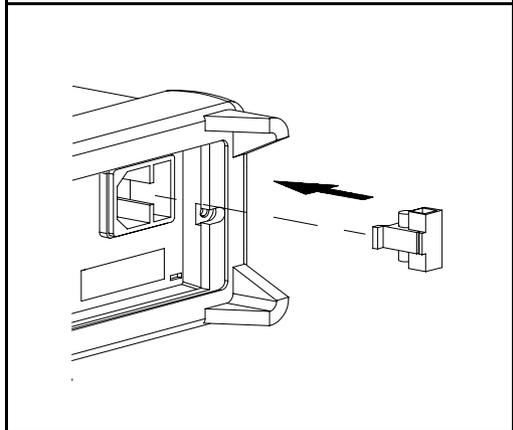
2 어셈블리에서 퓨즈 고정기를 뽑습니다.



3 정확한 퓨즈를 끼웁니다.



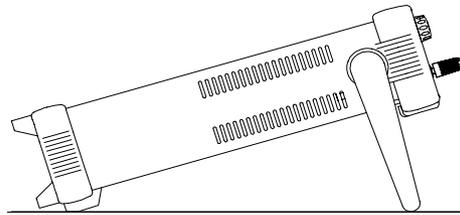
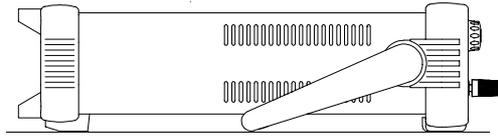
4 후면판에 퓨즈 고정기를 다시 끼웁니다.



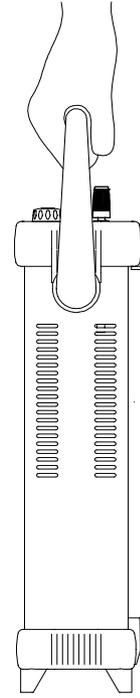
정확한 선로 전압이 선택되고 전원 선로 퓨즈가 양호한지 확인합니다.

## 휴대용 손잡이 조정

손잡이 위치를 조정하려면 핸들 양쪽을 손으로 쥐고 앞으로 당깁니다. 그 다음 핸들을 원하는 위치로 돌립니다.



벤치탑 위치

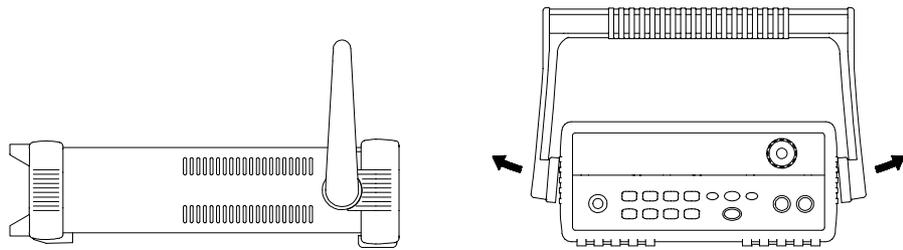


휴대 위치

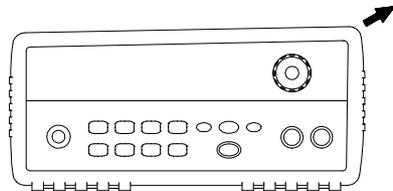
## 계측기를 랙에 장착

전원공급기는 세 가지 선택 사양 키트 중 하나를 사용하여 표준 19인치 랙 캐비닛에 장착할 수 있습니다. 각 랙 장착 키트에는 설명서와 탑재 하드웨어가 포함되어 있습니다. 같은 크기의 Agilent Technologies System II 계측기도 Agilent E3640A, E3641A, E3642A, E3643A, E3644A 및 E3645A 옆에 장착될 수 있습니다.

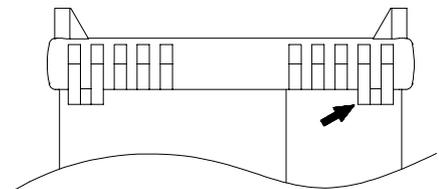
**참고:** 계측기를 랙에 장착하기 전에 휴대용 핸들, 전면 및 후면 고무 범퍼를 제거합니다.



**핸들을 제거하려면 핸들을 수직 방향으로 회전하여 양쪽을 밖으로 당깁니다.**

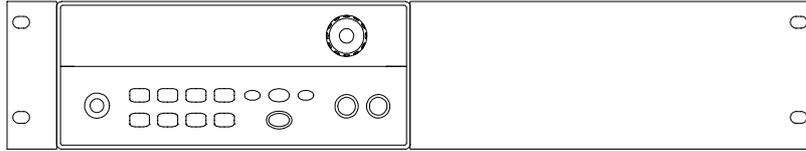


전면

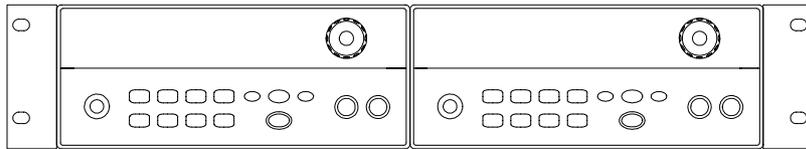


후면(바닥에서 본 모습)

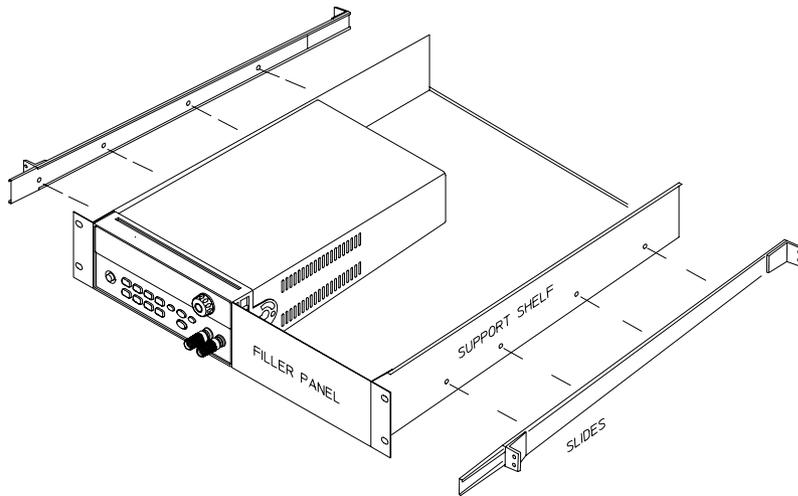
**고무 범퍼를 제거하려면 범퍼의 모서리를 잡아 당겨 빼면 됩니다.**



계측기 하나만 장착하려면 어댑터 키트 5063-9240을 주문하십시오.



두 개의 계측기를 나란히 랙에 장착하려면 연결 잠금 키트 5061-9694와 플랜지 키트 5063-9212를 주문하십시오. 랙 캐비닛 안에 지지 레일을 사용해야 합니다.



슬라이딩 지지 선반에 하나 또는 두 개의 계측기를 설치하려면 선반 5063-9255와 슬라이드 키트 1494-0015를 주문하십시오(계측기 한 대만 설치할 경우 필러 패널 5002-3999도 주문하십시오).

제 1 장 빠른 시작  
계측기를 랙에 장착

---

**일반적인 정보**

---

## 일반적인 정보

이 설명서에는 Agilent Technologies 모델 E3640A, E3641A, E3642A, E3643A, E3644A 및 E3645A DC 전원공급기 운용이 설명됩니다.

이 장에는 전원공급기의 일반적인 설명이 수록됩니다. 또한 이 장에는 전원공급기 설치 및 출력 연결의 설명도 제공됩니다. 따로 언급하지 않는 한 이 설명서의 정보는 여섯 가지 모델에 모두 적용됩니다. 이 장은 다음과 같은 절로 나누어집니다.

- 안전 고려사항, 29 페이지
- 옵션 및 부속품, 30 페이지
- 제품 설명, 31 페이지부터
- 설치, 33 페이지
- 출력 연결, 34 페이지

## 안전 고려사항

이 전원공급기는 안전 등급 1의 계측기입니다. 즉, 보호 어어드 단자가 있음을 의미합니다. 이 단자는 3선 접지 콘센트로 전원 공급원을 통해 어어드 접지에 연결되어야 합니다.

설치 또는 운용 전에 전원공급기를 점검하고 안전 표시와 지시에 대해 이 설명서를 검토하십시오. 특정 절차에 대한 안전 사항은 이 설명서의 해당 항목에 있습니다. 또한 일반적인 안전 사항은 이 설명서의 앞부분에 있는 "안전 사항"도 참조하시기 바랍니다.

## 안전 규칙 및 전자파 장애(EMC) 요구 사항

이 전원공급기는 다음과 같은 안전 규칙 및 EMC(전자파 장애) 요구 사항을 준수하여 설계되었습니다.

- IEC 1010-1(1990)/EN 61010-1(1993) +A2(1995): 측정, 제어 및 실험실 사용을 위한 전기 장비에 대한 안전 요구 사항
- CSA C22.2 No. 1010.1-92: 측정, 제어 및 실험실 사용을 위한 전기 장비에 대한 안전 요구 사항
- EN61326-1(1997):
  - EN 61000-4-2(1995): 정전기 방전 요구 사항
  - EN 61000-4-3(1996): 방사된 전자기장 요구 사항
  - EN 61000-4-4(1995): 전기적 고속 변이/돌발 요구 사항
  - EN61000-4-5(1995): 서지 요구 사항
  - EN61000-4-6(1996): 전도된 라디오 주파수 교란 억제 요구 사항
  - EN61000-4-8(1993): 자기장 요구 사항
  - EN61000-4-11(1994): 전압 순간적 강하, 단락, 중단 및 바(var) 요구 사항
  - EN 55011(1991) Group 1, Class A/CISPR 11(1990): 산업, 과학 및 의료(ISM) 무선-주파수 장비의 무선 간섭 특성에 대한 제한과 방법
- Low Voltage Directive 73/23/EEC
- EMC Directive 89/336/EEC

---

## 옵션 및 부속품

### 옵션

옵션 "OE3"과 "OE9"는 공장 출하시 입력 전압을 결정합니다. 표준은 115 Vac ± 10%, 47–63 Hz 입력 전압용으로 구성되었습니다. 입력 전압 설정의 변경에 관해 자세히 알려면 21 페이지의 선로 전압 변환을 참조하십시오.

옵션	설명
----	----

OE3	230 Vac ±10%, 47–63 Hz 입력 전압
-----	------------------------------

OE9	100 Vac ±10%, 47–63 Hz 입력 전압
-----	------------------------------

1CM	랙 장착 키트(Agilent 부품 번호 5063–9240)
-----	----------------------------------

910	추가 설명서 (전원공급기를 주문할 때 선택한 언어와 동일한 언어의 매뉴얼)*
-----	--

### 부속품

아래에 나열된 부속품은 전원공급기를 구매할 때, 또는 별도로 가까운 Agilent Technologies 영업 사무실에 주문하면 됩니다.

Agilent No.	설명
-------------	----

10833A	GPIB 케이블, 1 m (3.3 ft.)
--------	-------------------------

10833B	GPIB 케이블, 2 m (6.6 ft.)
--------	-------------------------

34398A	RS–232, 9 핀 (f) 대 9핀 (f), 2.5 m (8.2 ft.) 케이블 및 9 핀 (m) 대 25 핀 (f) 어댑터
--------	--

34399A	RS–232 어댑터 키트(어댑터 4개 포함): PC 또는 프린터용 9 핀 (m) 대 25 핀 (m) PC 또는 프린터용 9 핀 (m) 대 25 핀 (f) 모뎀용 9 핀 (m) 대 25 핀 (m) 모뎀용 9 핀 (m) 대 9 핀 (m)
--------	--

\*영문판 사용 설명서를 별도로 주문하려면, Agilent 부품 번호 E3640–90001로 주문하십시오.

## 제품 설명

전원공급기의 특징은 전원 시스템 어플리케이션에 유용한 프로그래밍 기능과 선형 전원공급기의 성능을 결합한 데 있습니다. 전원공급기는 전면판에서 직접 또는 GPIB와 RS-232 인터페이스를 통해 원격으로 프로그래밍할 수 있습니다. 이 전원공급기에는 두 가지 출력 범위가 있으며, 낮은 전류에서 높은 전압을 또는 낮은 전압에서 높은 전류를 사용할 수 있습니다. 필요한 출력 범위는 전면판 또는 원격 인터페이스를 통해 선택할 수 있습니다.

동작 특성은 다음과 같습니다.

- 단일 출력 이중 범위
- 정전압(CV) 또는 정전류(CC) 운용
- 과전압 방지(OVP)
- 사용자 정의 동작 상태를 위한 다섯 개의 저장 위치(1에서 5까지)
- 자동 동작 개시 자체 시험(self-test)
- 후면판 단자에서 원격 감지
- 전면판 또는 원격 인터페이스를 통한 사용자 교정

전면판 운용은 다음과 같은 기능을 제공합니다.

- 사용하기 쉬운 제어 기능
- 출력 범위 선택
- OVP 기능의 인에이블과 디스에이블
- OVP 트립 레벨의 설정
- OVP 조건의 소거
- 전압과 전류 제한값의 설정 및 디스플레이
- 운용 상태 저장/호출
- 전원공급기를 전원공급 상태로 재설정
- 전원공급기를 원격 모드에서 로컬 모드로 복귀
- 디스플레이에서 오류 메시지 검색/스크롤
- 교정 메시지 또는 시스템 펌웨어 개정판 읽기
- 교정 보안 코드의 변경을 포함한 전원공급기의 교정
- 원격 인터페이스 사용가능
- 출력의 인에이블과 디스에이블

원격 인터페이스를 통해 작동될 경우 전원공급기는 수화자와 송화자 모두 될 수 있습니다. 외부 제어장치를 사용하면 전원공급기의 출력을 설정하고 GPIB 또는 RS-232를 통해 상태 데이터를 리드백(readback)할 수 있으며 다음 사항을 제어할 수 있습니다.

- 전압 및 전류 프로그래밍
- 전압 및 전류 리드백(readback)
- 현재 및 저장된 상태의 하드백(hardback)
- 프로그래밍 명령문 오류 검출
- 완전한 자체 시험(Self-test)

전면판 VFD(진공 형광 디스플레이)에는 다음과 같은 것이 표시됩니다.

- 출력 전압과 전류의 실제 값 디스플레이(미터 모드)
- 또는 전압과 전류의 제한값 디스플레이(제한 모드)
- 표시기로 동작 상태 점검
- 오류 코드(메시지)로 오류 유형 점검

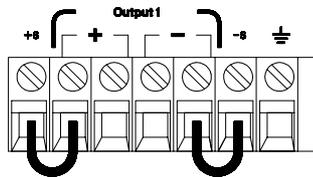
**전면판 고정 포스트**를 사용하여 벤치 운용을 위한 부하 와이어(load wires)를 연결할 수 있습니다. 전원공급기 출력과 새시 접지는 후면 출력 단자로 연결됩니다.

---

**경고**

새시로부터의 ±60 Vdc보다 높게 전원공급기 출력을 부동시키면 작업자가 감전의 위험에 노출됩니다. 장치 후면에 (+) 출력을 (+) 감지에, (-) 출력을 (-) 감지 단자에 연결하기 위해 절연되지 않은 센서 와이어를 사용하는 경우 ±60 Vdc 이상으로 출력을 부동시키지 마십시오..

---



**(후면 출력 단자)**

1. Float voltage +/-60 Vdc Max to (⊥) (shorting conductors without insulation)
2. Float voltage +/-240 Vdc Max to (⊥) (Insulated shorting conductors)

## 설치

### 초기 검사

전원공급기를 인수할 때 운반 도중 발생할 수 있는 손상이 있는지 검사하십시오. 손상이 있으면 즉시 운송사와 가까운 Agilent Technologies 영업 사무소에 연락하십시오. 이 설명서의 앞부분에는 보증에 관한 내용이 들어 있습니다.

차후에 전원공급기를 Agilent Technologies로 반송할 경우에 대비하여 원래의 포장 자재를 보관하십시오. 수리를 위해 전원공급기를 반송할 경우 소유자와 모델 번호를 적은 꼬리표를 부착하십시오. 또한 문제점을 간략히 적어 주십시오.

### 기계적 검사

파손된 단자나 노브가 없는지, 캐비닛과 패널 표면에 눌린 자국이나 스크래치가 없는지, 디스플레이가 스크래치되거나 금이 가지 않았는지 확인합니다.

### 전기적 검사

제 1 장에서는 전원공급기가 그 사양에 따라 높은 레벨의 신뢰성으로 작동하는지 확인할 수 있는 간편한 운용 절차가 설명됩니다. 자세한 전기적 확인 절차는 서비스 정보에 들어 있습니다.

## 냉각 및 설치 장소

### 냉각

전원공급기는 0°C ~ 40°C의 온도 범위에서는 지정된 사양으로 작동되며, 전원공급기 로딩은 40°C ~ 55°C에서는 출력 전류가 감소합니다. 팬은 공기를 후면판에서 빨아들여 측면으로 배기함으로써 전원공급기를 냉각시킵니다. Agilent 랙 장착 키트를 사용하면 공기의 흐름이 방해받지 않습니다.

### 벤치 운용

전원공급기는 공기가 적절히 흐르도록 전원공급기의 후면과 양 측면에 충분한 공간이 있는 장소에 설치하여야 합니다. 랙을 장착하려면 고무 범퍼를 떼어내야 합니다.

### 세척

이 제품에는 세척이 필요하지 않습니다. 하우징에서 먼지를 제거하려면 마른 천을 사용합니다.

## 출력 연결

### 경고

와이어를 후면 출력 단자에 연결하기 전에 반드시 먼저 전원공급기를 꺼 연결되는 회로의 손상을 방지해야 합니다.

전면판 고정 포스트는 벤치 운용을 위한 부하 와이어 연결에 사용할 수 있으며 후면판 (+)와 (-) 연결과 병렬을 이룹니다. 전면판과 후면판 단자 모두 제 8 장에서 설명한 잡음, 규정 및 과도 응답을 위해 최적화됩니다.

후면 출력 단자에 사용할 수 있는 연결에는 (+)와 (-) 출력, (+)와 (-) 센서 단자 및 지상 접지 단자가 포함됩니다. 후면 출력 단자에는 AWG 24에서 AWG 14까지의 와이어 크기를 사용할 수 있습니다.

**참고:** E3644A/45A 모델의 경우 후면 출력 단자에서 부하 연결을 할 때, 최대 정격 전류 사용시 양호한 CV 부하 레귤레이션을 유지하기 위하여 네 개의 부하 선로가 사용되어야 합니다.

### 전류 정격

아래의 표에는 AWG(American Wire Gage) 구리 와이어의 특성이 설명됩니다.

**표 2-1 와이어 정격**

AWG	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
제한되는 최고 전류 (암페어)*	40	25	20	13	10	7	5	3.5	2.5	1.7
mΩ/ft	1.00	1.59	2.53	4.02	6.39	10.2	16.1	25.7	40.8	64.9
mΩ/m	3.3	5.2	8.3	13.2	21.0	33.5	52.8	84.3	133.9	212.9

\*절연했을 때 30°C의 대기에서 단일 전도체

### 경고

안전 요구조건을 충족하려면 부하 와이어는 전원공급기의 최대 단락 회로 출력 전류가 흐르는 경우 과열되지 않도록 튼튼해야 합니다. 부하가 둘 이상인 경우 부하 와이어의 쌓은 전원공급기의 전체 정격 전류가 안전하게 흐를 수 있는 용량이어야 합니다.

## 전압 강하

또한 부하 와이어는 와이어의 임피던스에 의한 과도한 전압 강하를 방지할 수 있도록 대용량이어야 합니다. 일반적으로 최대 단락 회선 전류에서도 과열되지 않을 정도로 용량이 큰 와이어의 경우 과도한 전압 강하는 문제되지 않습니다. 부하 와이어에서 발생하는 전압 강하는 2볼트 미만으로 제한되어야 합니다. 표 2-1을 참조하여 일반적으로 사용되는 AWG 구리 와이어에 대한 전압 강하를 계산합니다.

## 부하 고려사항

### 용량성 부하

전원공급기는 거의 모든 크기의 부하 정전 용량에도 안정적입니다. 그러나 대형 부하 축전기가 과도 응답 링잉을 유발할 수 있습니다. 부하 정전 용량, 등가 직렬 저항 및 부하 리드 인덕턴스가 조합되어 불안정성(요동)이 발생할 수 있습니다. 이 경우 대부분의 경우 문제를 용량성 부하를 늘리거나 줄이면 해결할 수 있습니다.

출력 전압을 다시 프로그래밍할 때 대형 부하 축전기에 의해 전원공급기가 CC나 조절되지 않은 모드로 순간적으로 교차될 수 있습니다. 출력 전압의 회전은 전체 부하 정전 용량(내부 및 외부)으로 나눈 전류 설정값으로 제한됩니다.

### 유도성 부하

정전압 모드에서는 유도성 부하는 루프 안정성 문제를 일으키지 않습니다. 정전류 모드에서는 유도성 부하가 전원공급기의 축전기와 병렬 공진을 일으킵니다. 일반적으로 이러한 문제는 전원공급기의 안정성에는 영향을 주지 않지만 부하에서 전류 링잉이 발생할 수 있습니다.

### 펄스 부하

일부 용도에서 부하 전류는 주기적으로 최소값에서 최대값으로 변합니다. 정전류 회로는 출력 전류를 제한합니다. 회로 제한을 초과하는 일부 최고 부하는 출력 축전기에 의해 발생할 수 있습니다. 출력의 사양 범위로 유지하려면 전류 제한이 예상되는 최고 전류보다 크게 설정하여야 합니다. 그렇지 않을 경우 전원공급기가 짧은 시간 동안 CC나 조절되지 않은 모드로 될 수 있습니다.

### 역방향 전류 부하

전원공급기에 연결된 활성 부하가 운용 주기 중 전원공급기에 역방향 전류를 공급할 수 있는 경우도 있습니다. 외부 전원이 전원공급기에 전류를 공급하면 조절의 상실과 손상의 위험이 매우 커집니다. 이러한 영향은 더미 부하 저항기로 출력을 미리 부하하면 방지할 수 있습니다. 더미 부하 저항기는 적어도 활성 부하가 전원공급기에 공급하는 양만큼 전원공급기에서 전류를 사용해야 합니다. 더미 부하에 사용되는 전류에 부하가 전원공급기에서 사용하는 전류를 합한 값은 전원공급기의 최대 전류 미만이어야 합니다.

### 원격 전압 감지 연결

원격 전압 감지는 부하의 조절을 유지하고, 전원공급기와 부하 사이의 리드선에서 이루어지는 전압 강하 때문에 발생할 수 있는 조절의 저감 정도를 줄이는데 사용됩니다.

전원공급기를 원격 센서에 연결하면 OVP 회로는 출력 단자가 아닌 감지 지점(부하)에서 전압을 감지합니다.

전원공급기 센서와 출력 단자 사이의 연결을 제거하고 차폐 2선 케이블을 사용하여 전원공급기 감지 터미널을 그림 2-1과 같이 부하에 연결해야 합니다. 실드를 감지 전도체로 사용하면 안되며, 다른 한쪽 끝은 연결되지 않은 상태로 유지해야 합니다. 가지 리드선 실드의 한쪽 끝은 새시 접지(⏏)에만 연결합니다. 감지 리드선을 열면 전원공급기 출력 전압이 부하 리드선에서 감소됩니다. 감지 리드선을 부하에 연결할 때 극성을 확인합니다.

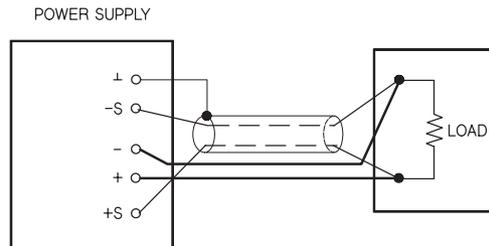


그림 2-1. 원격 전압 감지 연결

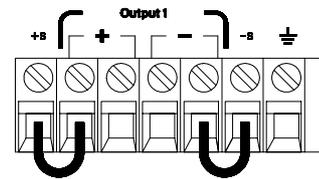


그림 2-2. 로컬 감지 연결

### 안정성

부하 리드선 길이와 대형 부하 정전 용량의 특정 조합에서 원격 센서를 사용하면 어플리케이션에 필터가 형성되어 전압 피드백 루프의 일부를 구성합니다. 이 필터에 의해 생성된 추가 위상 변경으로 전원공급기의 안정성이 훼손되어 불량한 과도 응답 또는 루프 불안정성이 발생합니다. 심각한 경우 요동이 발생할 수 있습니다. 이 문제를 최소화하기 위해 부하 리드선을 가능한 한 짧게 유지하고 리드선을 트위스트합니다. 센서 리드선은 전원공급기의 프로그래밍 피드백 루프의 일부이기 때문에 원격 감지 운용 중 센서 또는 부하 리드선의 연결이 실수로 열리면 여러 가지 불필요한 영향이 발생합니다. 확실하고 영구적으로 연결해야 합니다.

### CV 조절

제8장의 전압 부하 조절 사양은 전원공급기의 출력 단자에 적용됩니다. 원격 감지를 할 경우 부하 전류의 변경 때문에 플러그 감지 지점과 (+) 출력 단자에서 발생하는 1V 강하마다 이 사양에 5mV를 추가합니다. 센서 리드선은 전원공급기의 피드백 경로의 일부이기 때문에 위에 설명한 성능을 유지하려면 리드선 당 0.5Ω 이하로 센서 리드선의 저항을 유지합니다.

### 출력 정격

제8장의 정격 출력 전압과 전류 사양은 전원공급기의 출력 단자에 적용됩니다. 원격 센서를 사용하는 경우 부하 리드선의 전압 강하를 부하 전압에 추가하여 최대 출력 전압을 계산해야 합니다. 최대 출력 전압이 초과하면 성능 사양이 보장되지 않습니다. 전원공급기의 과도한 사용에 의해 전원공급기가 조절 능력을 상실할 경우 **Unreg** 표시기가 켜져 출력이 조절되지 않았음을 표시합니다.

### 출력 잡음

센서 리드선에서 검출된 잡음도 전원공급기의 출력에 나타나 전압 부하 조절에 악영향을 줄 수 있습니다. 외부 잡음 발생을 최소화하려면 센서 리드선을 트위스트하고 병렬로 부하 리드선과 근접하게 연결합니다. 잡음이 심한 환경에서는 센서 리드선을 차폐할 필요가 있을 수 있습니다. 실드는 전원공급기에서만 접지합니다. 실드를 센서 전도체로 사용하면 안됩니다.

## 다중 부하

전원공급기에 여러 부하를 연결할 경우 각 부하는 별도의 연결 와이어로 출력 단자에 연결해야 합니다. 이러한 방식의 연결에 의해 부하 사이의 상호 커플링 효과가 최소화되며, 전원공급기의 출력 임피던스가 감소합니다. 각 와이어 쌍은 가능한 한 짧아야 하며 트위스트하거나 함께 묶어 인덕턴스와 잡음 발생을 줄여야 합니다. 실드를 사용할 경우 한쪽 끝은 전원공급기 접지 터미널에 연결하고 다른 한쪽 끝은 연결하지 않은 상태로 유지합니다.

배선에 전원공급기와 멀리 떨어진 곳에 위치한 분배 단자를 사용하여야 할 경우 연선 또는 차폐 와이어를 사용하여 출력 단자를 분배 단자에 연결합니다. 각 부하를 분배 단자에 따로 연결합니다.

---

전면판 운용 및 특징

---

## 전면판 운용 및 특징

이제까지 전원공급기를 설치하고 빠른 시작할 수 있는 방법을 배웠습니다. 빠른 시작을 하는 동안 기본적인 전압과 전류 기능을 점검하는 방법을 배우면서 전면판 운용에 관해 간단하게 익혔습니다. 이 장에서는 전면판 키의 사용과 전원공급기 운용을 수행하는 데 이 키들이 어떻게 사용되는지에 대해 자세히 설명하도록 하겠습니다.

이 장은 아래와 같은 절로 구성됩니다.

- 전면판 운용 개요, 41 페이지
- 정전압 운용, 42 페이지부터
- 정전류 운용, 44 페이지부터
- 원격 인터페이스 구성, 46 페이지부터
- 동작 상태 저장 및 호출, 48 페이지부터
- 과전압 방지 프로그래밍, 50 페이지부터
- 출력 중지, 54 페이지
- 시스템 관련 운용, 55 페이지부터
- GPIB 인터페이스 참조, 58 페이지부터
- RS-232 인터페이스 참조, 59 페이지부터
- 교정 개요, 62 페이지부터

이 장 전체를 통하여 눌러야 할 키는 좌측 여백에 표시되어 있습니다.

---

### 참고

전면판 운용 중 오류가 발생하면 113 페이지의 제 5 장 "오류 메시지"를 참조하십시오.

## 전면판 운용 개요

아래의 항목에서는 전원공급기를 작동하기 전에 전면판 키의 개요를 설명하도록 하겠습니다.

- 전원공급기는 전면판 운용 모드로 구성되어 공장에서 출하됩니다. 전원이 공급되면 전원공급기는 자동적으로 전면판 운용 모드로 설정됩니다. 이 모드에 있어야 전면판 키를 사용할 수 있습니다.
- 전원공급기가 원격 운용 모드에 있는 경우 전면판 잠금 명령을 보내지 않았을 때에는 **Store (Local)** 키를 누르면 언제든지 전면판 운용 모드로 되돌아 갈 수 있습니다. 전면판 운용 모드에서 원격 운용 모드 또는 원격 운용 모드에서 전면판 운용 모드로 전환해도 출력 매개변수에는 아무런 변화가 없습니다.
- **Display Limit** 키를 누르면 (**Limit** 표시기가 깜박입니다), 전원공급기의 모드는 제한 모드로 변경되어 현재 제한값이 디스플레이됩니다. 또한 이 모드에서 노브를 사용하면 제한값이 변하는 것을 관찰할 수 있습니다. **Display Limit** 키를 다시 한 번 누르거나 수(몇)초가 지나면 디스플레이는 미터 모드로 복귀됩니다(**Limit** 표시기가 꺼집니다). 이 모드에서는 실제 출력 전압과 전류가 디스플레이됩니다.
- 전면판에서 **Output On/Off** 키를 사용하여 전원공급기의 출력을 시작하거나 중지시킬 수 있습니다. 전원공급기의 출력이 꺼지면 **OFF** 표시기가 켜지고 출력은 중지됩니다.
- 디스플레이에는 전원공급기의 현재 작동 상태가 표시기로 나타나며 사용자에게 오류 코드를 알려주기도 합니다. 예를 들어, 전원공급기가 8V/3A 범위에서 CV 모드로 작동 중이고 전면판으로 제어되면 **CV**와 **8V** 표시기가 켜집니다. 그러나 전원공급기가 원격 제어되는 경우 **Rmt** 표시기도 켜지며, 전원공급기가 GPIB 인터페이스를 통해 어드레스되는 경우 **Adrs** 표시기도 켜집니다. 자세한 사항은 5 페이지의 "디스플레이 표시기"를 참조하십시오.
- 디스플레이에는 전원공급기의 현재 운용 상태가 표시기로 표시되며, 또한 사용자에게 오류 코드를 알립니다.

## 정전압 운용

전원공급기를 정전압(CV) 운용하기 위해서 다음과 같이 진행합니다.

### • 전면판 운용

#### 1 원하는 출력 단자에 부하를 연결합니다.

입력 전원을 켜지 않은 상태에서 (+)와 (-) 출력 단자에 부하를 연결합니다.



#### 2 전원공급기를 켭니다.

전원공급기는 전원공급/재설정(power-on/reset) 상태로 됩니다; 출력은 중지됩니다 (OFF 표시기가 켜집니다); 저전압 범위가 선택됩니다(현재 선택한 범위의 표시기가 켜집니다. 예를 들어 E3640A 모델의 경우 **8V** 표시기가 켜집니다); 노브는 전압 제어용으로 선택됩니다.

**High** 키를 눌러 다음 단계로 진행하기 전에 고전압 범위에서 전원공급기를 운용합니다. 사용하는 전원공급기에 따라 **20V**나 **60V** 표시가 켜집니다.



#### 3 디스플레이를 제한 모드로 설정합니다.

디스플레이가 제한 모드에 있음을 나타내는 **Limit** 표시기가 깜박이는 것에 주목하십시오. 디스플레이가 제한 모드인 경우, 선택된 전원공급기의 전압 및 전류 제한값을 볼 수 있습니다.

**정전압** 모드에서는 미터 모드와 제한 모드 사이의 전압값은 동일하지만 전류값은 동일하지 않습니다. 또한 디스플레이의 모드가 미터 모드인 경우 노브를 조정할 때 전류 제한값의 변화를 볼 수 없습니다. 정전압 모드 운용시 노브를 조정할 때마다 전류 제한값이 변하는 것을 보려면 디스플레이를 "제한" 모드로 설정해야 합니다.



#### 4 노브를 조정하여 원하는 전류 제한값을 설정합니다.

**Limit** 표시기가 계속 깜박이는지 점검합니다. 노브를 전류 조정용으로 설정합니다. 깜박이는 숫자의 자리는 조정자리 선택키를 사용하여 변경할 수 있으며 노브를 돌려 깜박이는 숫자를 조정할 수 있습니다. 노브를 조정하여 원하는 전류 제한값을 설정합니다.

<sup>1</sup>전류를 설정할 때 조정자리 선택키를 사용하면 깜박이는 자리를 좌우로 이동시킬 수 있습니다.



**5 노브를 조정하여 원하는 출력 전압값을 설정합니다.**

**Limit** 표시기가 계속 깜박이는지 점검합니다. 노브를 전압 조정용으로 설정합니다. 조정 자리 선택키를 사용하여 깜박이는 숫자의 자리를 변경하고 노브를 조정하여 원하는 출력 전압값을 설정합니다.



**6 미터 모드로 복귀합니다.**

**Display Limit** 키를 누르거나 몇(수)초가 지나면 디스플레이는 미터 모드로 복귀됩니다. **Limit** 표시기가 꺼지고 디스플레이가 "OUTPUT OFF" 메시지를 나타냄에 주의하십시오.



**7 출력을 시작합니다.**

**OFF** 표시기가 꺼지고 **CV** 표시기가 켜집니다. 디스플레이는 미터 모드에 있음에 주의하십시오.

**8 전원공급기가 정전압 모드에 있는지 확인합니다.**

전원공급기를 정전압(CV) 모드에서 작동시킬 경우 **CV** 표시기가 켜지는지 확인합니다. **CC** 표시기가 켜지면 더 높은 전류 제한값을 선택해야 합니다.



---

**참고**

---

실제 CV 운용중 부하가 변경되어 전류 제한값이 초과되는 경우 전원공급기는 사전설정된 전류 제한값의 정전류 모드로 자동 전환되며 출력 전압이 비례적으로 떨어집니다.

• **원격 인터페이스 운용:**

CURRENT {<current> MIN MAX}	전류 설정
VOLTage {<voltage> MIN MAX}	전압 설정
OUTPUT ON	출력 시작

<sup>1</sup>전압을 설정할 때 조정자리 선택키를 사용하면 깜박이는 자리를 좌우로 이동시킬 수 있습니다.

## 정전류 운용

전원공급기를 정전류(CC) 운용하기 위해서 다음과 같이 진행합니다.

### • 전면판 운용

#### 1 출력 단자에 부하를 연결합니다.

입력 전원을 켜지 않은 상태에서 (+)와 (-) 출력 단자에 부하를 연결합니다.



#### 2 전원공급기를 켭니다.

전원공급기는 전원공급/재설정(power-on/reset)상태로 됩니다; 출력은 중지됩니다 (**OFF** 표시기가 켜집니다); 저전압 범위가 선택됩니다(현재 선택한 범위의 표시기가 켜집니다. 예를 들어 E3640A 모델의 경우 **8V** 표시기가 켜집니다); 노브는 전압 제어용으로 선택됩니다.

**High** 키를 눌러 다음 단계로 진행하기 전에 고전압 범위에서 전원공급기를 운용합니다. 사용하는 전원공급기에 따라 **20V**나 **60V** 표시가 켜집니다.



#### 3 디스플레이를 제한 모드로 설정합니다.

디스플레이가 제한 모드에 있음을 나타내는 **Limit** 표시기가 깜박이는 것에 주목하십시오. 디스플레이가 제한 모드인 경우, 선택된 전원공급기의 전압 및 전류 제한값을 볼 수 있습니다.

**정전류** 모드에서는 미터 모드와 제한 모드 사이의 전류값은 동일하지만 전압값은 동일하지 않습니다. 또한 디스플레이의 모드가 미터 모드인 경우 노브를 조정할 때 전압 제한값의 변화를 볼 수 없습니다. 정전류 모드 운용시 노브를 조정할 때마다 전압 제한값이 변하는 것을 보려면 디스플레이를 "제한" 모드로 설정해야 합니다.



#### 4 노브를 조정하여 원하는 전압 제한값으로 설정합니다.

**Limit** 표시가 계속 깜박이며 노브를 전압 조정용으로 선택하였는지 점검합니다. 깜박이는 숫자의 자리는 조정 자리 키를 사용하여 변경할 수 있으며 노브를 돌려 깜박이는 숫자를 조정할 수 있습니다. 노브를 조정하여 원하는 전압 제한값을 설정합니다.

<sup>1</sup>전압을 설정할 때 조정자리 선택키를 사용하면 깜박이는 자리를 좌우로 이동시킬 수 있습니다.



5 노브를 조정하여 원하는 출력 전류값을 설정합니다.

**Limit** 표시가 계속 깜박이는지 점검합니다. 노브를 전류 조정용으로 설정합니다. 조정자리 선택키를 사용하여 깜박이는 숫자의 자리를 변경하고 노브를 조정하여 원하는 출력 전류값을 설정합니다.



6 미터 모드로 복귀합니다.

**Display Limit** 키를 누르거나 몇 초가 지나면 디스플레이는 미터 모드로 복귀됩니다. **Limit** 표시기가 꺼지고 디스플레이에 "OUTPUT OFF" 메시지가 표시됨에 주의하십시오.



7 출력을 시작합니다.

**OFF** 표시기가 꺼지고 **CC** 표시기가 켜집니다. 디스플레이는 미터 모드에 있음에 주의하십시오.

8 전원공급기가 정전류 모드에 있는지 확인합니다.

전원공급기를 정전류(CC) 모드에서 작동시킬 경우 **CC** 표시기가 켜지는지 확인합니다. **CV** 표시기가 켜지면 더 높은 전압 제한값을 선택해야 합니다.

참고

실제 CC 운용중 부하가 변경되어 전압 제한값이 초과되는 경우 전원공급기는 사전설정된 전압 제한값의 정전압 모드로 자동 전환되며 출력 전류가 비례적으로 떨어집니다.

• 원격 인터페이스 운용:

VOLTage {<voltage> MIN MAX}	전압 설정
CURRent {<current> MIN MAX}	전류 설정
OUTPut ON	출력 시작

<sup>1</sup>전류를 설정할 때 조정자리 선택키를 사용하면 깜박이는 자리를 좌우로 이동시킬 수 있습니다.



## 원격 인터페이스 구성

이 전원공급기는 GPIB(IEEE-4888) 인터페이스와 RS-232 인터페이스가 모두 장착되어 출하됩니다. 전원공급기는 GPIB 인터페이스가 선택되어 공장에서 출하됩니다. 한번에 한 인터페이스만 사용가능으로 만들 수 있습니다. 변경을 하지 않고 입출력 구성 모드를 종료하려면 "NO CHANGE" 메시지가 표시될 때까지  키를 누릅니다.

- GPIB 주소, 패리티, 전송율은 전면판에서만 설정할 수 있습니다.
- 현재 선택한 내용이 강조됩니다. 다른 모든 선택은 흐리게 나타납니다.
- 인터페이스 선택은 비휘발성 메모리에 저장되며 전원이 꺼지거나 전원공급 재설정(\*RST 명령) 후에도 변경되지 않습니다.

### GPIB 구성



1 원격 구성 모드를 켭니다.

```
GPIB / 488
```

"RS-232"가 나타나면 노브를 돌려 "GPIB/488"을 선택합니다.



2 GPIB 주소를 선택합니다.

```
ADDR 05
```

전원공급기의 주소를 0과 30 사이의 값으로 설정할 수 있습니다. 공장 설정값은 주소 "5"입니다.



3 변경 내용을 저장하고 메뉴를 종료합니다.

```
SAVED
```

### 참고

컴퓨터 GPIB 인터페이스 카드에는 자체 주소가 있습니다. 인터페이스 버스의 계측기에 컴퓨터의 주소를 사용하지 않도록 하십시오. Agilent Technologies GPIB 인터페이스 카드는 보통 주소 "21"을 사용합니다.

## RS-232 구성

I/O Config

- 1 원격 구성 모드를 켭니다.

GP1B / 488

이미 원격 인터페이스 선택을 RS-232로 변경한 경우 "RS-232" 메시지가 표시됩니다.



- 2 RS-232 인터페이스를 선택합니다.

RS-232

노브를 돌려 RS-232 인터페이스를 선택할 수 있습니다.

I/O Config

- 3 전송율을 선택합니다.

300, 600, 1200, 2400, 4800 또는 9600(공장 설정값) 전송율 중 하나를 선택합니다.

9600 BAUD

I/O Config

- 4 패리티와 정지 비트의 번호를 선택합니다.

없음(8 데이터 비트, 공장 설정값), 홀수(7 데이터 비트) 또는 짝수(7 데이터 비트) 중 하나를 선택합니다. 패리티를 설정할 때 데이터 비트의 번호도 간접적으로 설정하게 됩니다.

NONE 8 BITS

I/O Config

- 5 변경 내용을 저장하고 메뉴를 종료합니다.

SAVED

3

## 동작 상태 저장 및 호출

서로 다른 동작 상태를 다섯 개까지 비휘발성 메모리에 저장할 수 있습니다. 공장 출하시 저장 위치 "1"부터 "5"는 비어 있습니다. 전면판 또는 원격 인터페이스에서 위치의 이름을 정할 수 있지만 이름이 부여된 상태는 전면판에서만 호출할 수 있습니다.

아래에 설명한 단계는 동작 상태를 저장하고 호출하는 방법에 관한 것입니다.

**저장/호출 운용을 취소하려면** 노브를 돌려 "EXIT" 메뉴를 선택한 다음 누른 키를 다시 누르거나 디스플레이가 시간 경과가 되도록 기다립니다.

- **전면판 운용:**

Storing Operating State

- 1 원하는 동작 상태로 전원공급기를 설정합니다.

저장 기능은 출력 범위 선택, 전압과 전류 제한값, 출력 on/off 상태, OVP on/off 상태 및 OVP 트립 레벨을 "기억"합니다.

Store

- 2 저장 모드를 켭니다.

STORE STATE

전면판에서 다섯 개 저장 상태의 각각에 이름을 할당할 수 있습니다(최장 9문자까지). "NAME STATE"가 나타날 때까지 노브를 돌리고 **Store** 키를 눌러 위치를 선택한 다음 **Store** 키를 눌러 위치의 이름을 정합니다.

NAME STATE

1:P15V\_TEST

Store



- 3 저장 위치를 선택합니다.

노브를 우측으로 돌려 메모리 위치 2를 선택합니다.

2: STATE2

Store

#### 4 동작 상태를 저장합니다.

```
DONE
```

Recalling a Stored State

Recall

#### 1 호출 모드를 켭니다.

호출 모드에 메모리 위치 "1"이 디스플레이됩니다.

```
1: P15V_TEST
```

3



#### 2 저장된 동작 상태를 선택합니다.

```
2: STATE2
```

```
RESET
```

위의 **RESET** 모드를 선택하여 전원을 켜고 끄거나 원격 인터페이스에서 "\*RST" 명령을 사용하지 않고도 전원공급기를 전원공급 상태로 재설정할 수 있습니다. "\*RST" 명령의 자세한 내용은 87 페이지를 참조하십시오.

Recall

#### 3 동작 상태를 복원합니다.

```
DONE
```

#### • 원격 인터페이스 운용:

다음과 같은 명령을 사용하여 전원공급기 상태를 저장하고 호출합니다.

- \*SAV {1|2|3|4|5} 동작 상태를 특정 위치에 저장합니다.
- \*RCL {1|2|3|4|5} 앞에서 저장한 상태를 특정 위치로부터 호출합니다.
- "MEM:STATE:NAME 1, 'P15V\_TEST'"  
저장 위치 1의 이름을 "P15V\_TEST"로 지정합니다.

## 과전압 방지 프로그래밍

과전압 방지는 프로그램된 방지 레벨보다 큰 특정 값으로 출력 전압이 도달하는 것을 방지합니다. 트립 레벨이 3 볼트와 같거나 그 이상으로 설정된 경우 내부 SCR 을 통하여 출력을 단락시키거나, 또는 트립레벨이 3 볼트 미만으로 설정된 경우 출력을 1 볼트로 프로그래밍합니다.

아래의 단계에서는 OVP 트립 레벨을 설정하는 방법, OVP 동작을 점검하는 방법 및 과전압 조건 소거 방법이 설명됩니다.

### • 전면판 운용:

## OVP 레벨 설정과 OVP 회로 작동



1 전원공급기를 켭니다.

2 OVP 메뉴를 입력하고 원하는 트립 레벨을 설정합니다.

LEVEL 22.0V (E3640A)

노브와 조정자리 선택 키 (<) 또는 (>) 키를 사용하여 원하는 트립 레벨을 설정합니다. 트립 레벨은 1.0볼트 미만으로 설정할 수 없습니다.



3 OVP 회로를 작동시킵니다.

OVP ON



4 OVP 메뉴를 종료합니다.

CHANGED

OVP 설정값이 변경되지 않은 경우 "NO CHANGE"가 디스플레이됩니다. 전원공급기는 OVP 메뉴를 종료하고 디스플레이는 미터 모드로 복귀됩니다. **OVP** 표시기가 켜지는지 점검하십시오.

## OVP 운용 점검

OVP 운용을 점검하려면 출력 전압을 거의 트립 포인트까지 상승시킵니다. 그 다음 OVP 회로가 트립될 때까지 노브를 돌려 아주 조금씩 출력을 증가시킵니다. 이렇게 하면 전원공급기 출력이 거의 0까지 하강하고 **OVP** 표시기가 깜박이며 **CC** 표시기가 켜집니다. 또한 "OVP TRIPPED"라는 메시지가 디스플레이에 나타납니다.

## 과전압 조건 소거

OVP 조건이 발생하면 **OVP** 표시기가 깜박입니다. 이 조건이 배터리와 같은 외부 전압원에 의해 발생한 경우 우선 외부 전압원을 단선합니다. 출력 전압 레벨을 조정하거나 OVP 트립 레벨을 조정하여 과전압 조건을 소거합니다.

과전압 조건을 소거한 후 정상 모드 운영으로 되돌아가는 방법은 아래와 같습니다. 아래의 단계에서 몇 초 후 디스플레이가 시간 종료되면 디스플레이는 "OVP TRIPPED"로 되돌아갑니다.

### 출력 전압 레벨 조정



1 출력 전압 레벨을 OVP 트립 지점 아래로 낮춥니다.

키를 누르면 **OVP**와 **Limit** 표시기가 깜박입니다.



2 전압 레벨을 OVP 트립 지점 아래로 낮췄는지 점검합니다.

OVP 트립 지점이 표시됩니다. 이 단계에서 트립 지점을 조정하면 안됩니다.



3 노브를 돌려 OVP CLEAR 모드를 선택합니다.

OVP ON

OVP CLEAR



4 과전압 조건을 소거하고 이 메뉴를 종료합니다.

DONE

**OVP** 표시기가 깜박이지 않습니다. 출력은 미터 모드로 복귀됩니다.

OVP 트립 레벨 조정



1 OVP 트립 레벨을 트립된 레벨보다 높게 상승시킵니다.

2 노브를 돌려 OVP CLEAR 모드를 선택합니다.

OVP ON

OVP CLEAR



3 과전압 조건을 소거하고 이 메뉴를 종료합니다.

DONE

OVP 표시기는 깜박이지 않습니다. 출력은 미터 모드로 되돌아갑니다.

• 원격 인터페이스 운용:

VOLT:PROT {<voltage>|MIN|MAX}

OVP 레벨을 설정합니다.

VOLT:PROT:STAT {OFF|ON}

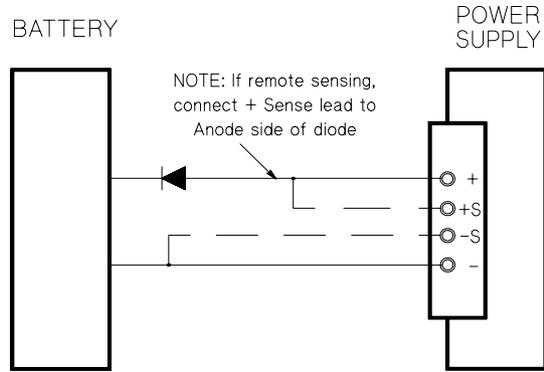
OVP 회로를 작동중단 또는 작동시킵니다.

VOLT:PROT:CLE

트립된 OVP 회로를 소거합니다.

**참고**

전원공급기의 OVP 회로에는 과전압 조건이 발생할 때마다 전원공급기의 출력을 효과적으로 단락시키는 크로우바 SCR이 있습니다. 배터리와 같은 외부 전압원이 출력을 통해 연결되고 과전압 조건이 발생하면 SCR에 연속적으로 큰 전류가 흐르게 됩니다. 이렇게 되면 전원공급기가 손상될 수 있습니다. 이러한 문제를 방지하기 위해 그림 3-1과 같이 다이오드를 출력과 직렬로 연결하여야 합니다.



**그림 3-1. 배터리 충전을 위해 권장되는 보호 회로**

## 출력 중지

전원공급기의 출력은 전면판에서 중지하거나 시작할 수 있습니다.

- 전원공급기가 "Off" 상태에 있으면 **OFF** 표시기가 켜지고 출력이 중지됩니다. 전원공급기가 "On" 상태로 복귀하면 **OFF** 표시기가 꺼집니다. 출력이 중지되면 전압 값은 0V가 되고 전류값은 0.02 amps가 됩니다. 이에 따라 출력을 실제로 단선하지 않아도 출력 전압이 영이 됩니다.
- 출력 상태는 휘발성 메모리에 저장됩니다; 전원공급기의 전원을 끄거나 원격 인터페이스 재설정(reset)을 하면 출력이 항상 중지됩니다.
- 출력이 중지된 동안 제어 노브는 고정되어 불필요한 변경의 발생을 예방합니다. 그러나 전면판의 다른 키는 작동합니다.
- 조정 노브를 잠그려면 감박이는 자리가 사라질 때까지 ◀ 또는 ▶ 조정자리 선택 키를 사용하여 감박이는 자리를 좌우측으로 이동합니다.

출력이 중지된 동안 변경을 확인하거나 점검하려면 미터 모드로 복귀하기 전에

 키를 누릅니다.

- **전면판 운용:**

 **OUTPUT OFF**

- **원격 인터페이스 운용:**

OUTP {OFF|ON}

## 외부 릴레이를 사용한 출력 단선

출력을 단선하려면 외부 릴레이를 출력과 부하 사이에 연결하여야 합니다. 낮은 참 또는 높은 참의 TTL 신호가 외부 릴레이를 조정하도록 제공됩니다. 이 신호는 원격 명령 `OUTPut:RELAy {OFF|ON}` 으로만 조정할 수 있습니다. TTL 출력은 RS-232 커넥터 핀 1과 0에서 사용할 수 있습니다.

OUTPut:RELAy 상태가 "ON"이면 핀 1의 TTL 출력은 높으며(4.5 V), 핀 9의 출력은 낮습니다(0.5 V). OUTPut:RELAy 상태가 "OFF"이면 출력 레벨은 반대가 됩니다. RS-232 커넥터의 핀 1 또는 핀 9의 TTL 출력은 전원공급기 안에 두 개의 점퍼(JP102와 JP103)를 설치한 후에만 사용할 수 있습니다. 핀의 위치 확인은 서비스 정보를 참조하십시오.

### 참고

전원공급기를 외부 릴레이 조정 신호로 구성한 경우 RS-232 인터페이스를 사용하지 마십시오. RS-232 회로의 내부 부품이 손상될 수 있습니다.

## 시스템 관련 운용

이 항에는 전원공급기 상태 저장, 오류 읽기, 자체 테스트 실행, 전면판에 메시지 표시 및 펌웨어 개정본 읽기와 같은 시스템 관련 정보를 제공합니다.

### 상태 저장

전원공급기에는 비휘발성 메모리에 다섯 개의 저장 위치가 있으며, 여기에 전원 공급기 상태를 저장할 수 있습니다. 위치의 번호는 1부터 5까지입니다. 전면판에서 사용할 각 위치에 이름을 정할 수 있습니다.

- 전원공급기 상태를 다섯 개 위치 중 어느 위치에도 저장할 수 있습니다. 그러나 상태는 이미 저장된 상태가 있는 위치에서만 호출할 수 있습니다.
  - 전원공급기는 다음과 같은 내용을 저장합니다. 출력 범위 선택의 상태, 디스플레이에서 깜박이는 자리, 전압과 전류의 제한값 설정, 출력 on/off 상태, OVP on/off 상태 및 트립 레벨.
  - 공장 출하시 위치 "1"부터 "5"는 비어 있습니다.
  - 저장 위치에 이름을 할당할 수 있습니다. 전면판 또는 원격 인터페이스에서 위치의 이름을 정할 수 있지만 이름이 부여된 상태는 전면판에서만 호출할 수 있습니다. 원격 인터페이스에서는 번호(1부터 5)를 사용하여 저장된 상태를 호출할 수만 있습니다.
  - 문자(A-Z)와 숫자(0-9)를 첫 번째 문자로 사용할 수 있습니다. 밑줄 문자("\_")는 나머지 8개 문자에 사용할 수 있습니다. 공란은 사용할 수 없습니다. 10 문자 이상으로 이름을 지정하면 오류가 발생합니다.
  - 전원공급 재설정 (\*RST 명령)은 메모리에 저장된 구성에 영향을 주지 않습니다. 상태가 저장되면 덮어쓸 때까지 그대로 유지됩니다.
- **전면판 운용:**

**Store**      STORE STATE. NAME STATE. EXIT

\*RST 명령을 사용하며 전원을 on/off하지 않고 전원공급기를 전원공급 재설정 상태로 재설정하려면 아래에서 "RESET"를 선택합니다.

**Recall**      5 states, RESET. EXIT

- **원격 인터페이스 운용:**

다음과 같은 명령을 사용하여 전원공급기 상태를 저장하고 호출합니다.

\*SAV {1|2|3|4|5}

\*RCL {1|2|3|4|5}

전면판에서 호출할 저장된 상태에 이름을 할당하려면 다음과 같은 명령을 전송합니다. 원격 인터페이스에서는 숫자(1부터 5)를 사용하여 저장된 상태를 호출할 수만 있습니다.

“MEM:STATE:NAME 1, ‘P15V\_TEST”

### 자체 테스트(self-test)

전원공급시 자체 테스트(power-on self-test)는 전원공급기를 켜면 자동으로 수행됩니다. 이 시험은 전원공급기가 제대로 작동하는가를 확인합니다. 이 시험은 아래에 설명되는 전체 자체 테스트(complete self-test)의 일부로서 포함되는 광범위한 시험은 수행하지 않습니다. 전원공급시 자체 테스트(power-on self-test)가 제대로 되지 않으면 **ERROR** 표시기가 켜집니다.

전체 자체 테스트(complete self-test)는 일련의 시험을 실행하며 약 2초가 소요됩니다. 모든 시험에 통과하면 전원공급기의 작동을 높이 신뢰할 수 있습니다.

전체 자체 테스트(complete self-test)가 성공적으로 진행되면 전면판에 "PASS"가 표시됩니다. 자체 테스트(self-test)에서 실패하면 "FAIL"이 표시되고 **ERROR** 표시기가 켜집니다. 수리받기 위하여 전원공급기를 Aligent Technologies로 반송해야 할 경우 서비스 정보를 참조하십시오.

- **전면판 운용:**

전체 전면판 자체 테스트를 수행하려면 전원공급기를 켤 때 경고음이 길게 울릴 때까지  키를 누릅니다. 경고음이 울린 후 키에서 손을 떼면 자체 테스트가 시작됩니다.

- **원격 인터페이스 운용:**

“\*TST?”

전체 자체 테스트(complete self-test)에서 통과하면 "0"이 나타나며 실패하면 "1"로 나타납니다.

### 오류 상태

전면판의 **ERROR** 표시기가 켜지면 명령문이나 하드웨어에서 하나 이상의 오류가 검출된 것입니다. 최고 20개까지의 오류를 전원공급기의 오류 대기열에 저장할 수 있습니다. 좀더 자세한 내용은 제 5 장, 113 페이지의 "오류 메시지"를 참조하십시오.

### 펌웨어(Firmware) 개정 조회

전원공급기에는 다양한 내부 시스템을 제어하는 세 개의 마이크로프로세서가 있습니다. 사용자는 각 마이크로프로세서에 어떤 펌웨어 개정본이 설치되었는지를 전원공급기에 조회할 수 있습니다.

- 전원공급기는 세 개의 개정본 번호를 반환합니다. 첫번째 숫자는 메인 프로세서에 대한 펌웨어 개정 번호이며, 두번째 숫자는 입출력 프로세서, 세번째 숫자는 전면판 프로세서에 대한 것입니다.

- **전면판 운용:**

REV X.X-Y.Y-Z.Z

를 두 번 눌러 시스템 펌웨어 개정본 번호를 읽습니다.

- **원격 인터페이스 운용:**

\*IDN?

위의 명령은 다음과 같은 형식으로 문자열을 반환합니다.

“Agilent Technologies,E3640A,0,X.X-Y.Y-Z.Z” (E3640A)

문자열 변수의 dimension 크기는 적어도 40자 이상이어야 합니다.

### SCPI 언어 버전 조회

전원공급기는 최신 버전의 SCPI(프로그래밍 계측기를 위한 표준 명령) 규칙과 규정을 준수합니다. 원격 인터페이스에서 명령을 보내면 전원공급기가 준수하는 SCPI 버전을 알 수 있습니다.

SCPI 버전은 원격 인터페이스에서만 조회할 수 있습니다.

- **원격 인터페이스 운용:**

“SYST:VERS?” SCPI 버전 조회

"YYYY.V" 형식으로 문자열이 나타납니다. 여기서 "Y's"는 버전의 연도를, "V"는 그 해의 버전 번호를 나타냅니다(예를 들면 1997.0).

---

## GPIB 인터페이스 참조

후면판에 있는 GPIB 커넥터를 사용하면 전원공급기를 컴퓨터나 기타 GPIB 장치에 연결할 수 있습니다. 제 2 장에 Agilent Technologies가 공급하는 케이블 목록이 나와 있습니다. GPIB 시스템은 다음 규칙만 준수한다면 어떤 구성(성형, 선형 또는 둘 다)으로도 연결할 수 있습니다.

GPIB(IEEE-488) 인터페이스의 각 장치에는 고유 주소가 있어야 합니다. Agilent Technologies의 주소는 0과 30 사이의 값으로 설정할 수 있습니다. 전원공급기가 공장 출하시 주소는 "5"로 설정됩니다. GPIB 주소는 전원이 공급되면 표시됩니다.

GPIB 주소는 전면판에서만 설정할 수 있습니다.

- 주소는 비휘발성 메모리에 저장되며 전원이 꺼지거나 전원공급 재설정(\*RST 명령) 후에도 변경되지 않습니다.
- 컴퓨터 GPIB 인터페이스 카드에는 자체 주소가 있습니다. 인터페이스 버스의 계측기에 컴퓨터의 주소를 사용하지 않도록 하십시오. Agilent Technologies GPIB 인터페이스 카드는 보통 주소 "21"을 사용합니다.
- 컴퓨터를 포함하여 전체 장치의 수가 15개 이하이어야 함.
- 사용되는 케이블의 전체 길이는 연결된 장치수 곱하기 2미터 한 것이, 최장 20미터를 넘지 않아야 함.
- 한 개의 GPIB 커넥터 위에는 커넥터를 3개 이하로만 쌓아야 합니다. 커넥터가 모두 잘 장착되고 잠금 나사로 단단히 조여져 있는지 확인합니다.

전면판에서 원격 인터페이스를 위해 전원공급기를 구성하는 방법은 46 페이지를 참조하십시오.

---

### 참고

IEEE-488에 따르면 개별 케이블의 길이가 4 미터를 넘으면 주의를 기울여야 합니다.

## RS-232 인터페이스 참조

전원공급기는 후면판의 9핀(DB-9) 직렬 커넥터를 사용하여 RS-232 인터페이스에 연결할 수 있습니다. 전원공급기는 DTE(Data Terminal Equipment) 장치로 구성되어 있습니다. RS-232 인터페이스를 통한 모든 통신에 대해 전원공급기에는 두 개의 핸드셰이크 회선, 즉, DTR(Data Terminal Ready, on pin 4)와 DSR(Data Set Ready, on pin 6)이 사용됩니다.

다음은 RS-232 인터페이스를 통해 전원공급기를 사용하는 데 도움이 되는 정보를 설명합니다. RS-232에 대한 프로그래밍 명령은 92 페이지에서 설명합니다.

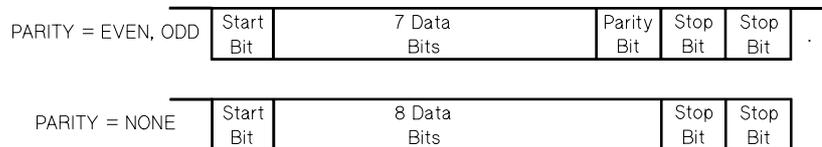
### RS-232 인터페이스 구성 개요

다음 매개변수들을 사용하여 RS-232 인터페이스를 구성합니다. 전면판의  키를 사용하여 전송율, 패리티 및 데이터 비트 수를 선택합니다 (자세한 내용은 46 페이지를 참조하십시오).

- 전송율: 300, 600, 1200, 2400, 4800 또는 **9600** (공장 설정값)
- 패리티 및 데이터 비트:     **None/8 Data bits**(공장 설정값)  
                                      Even/7 Data bits 또는  
                                      Odd/7 Data bits
- 시작 비트 수:                 **1 비트**(고정값)
- 정지 비트 수:                 **2 비트**(고정값)

### RS-232 데이터 프레임 포맷

하나의 문자 프레임은 하나의 문자를 구성하기 위해 전송된 모든 비트들로 구성됩니다. 프레임은 시작 비트에서 마지막 정지 비트까지의 문자들로 정의됩니다. 프레임 내에서 전송율, 데이터 비트 수 및 패리티 유형을 선택할 수 있습니다. 전원공급기는 7과 8 데이터 비트에 대해 다음과 같은 프레임 포맷을 사용합니다.



### 컴퓨터 또는 단말기에 연결

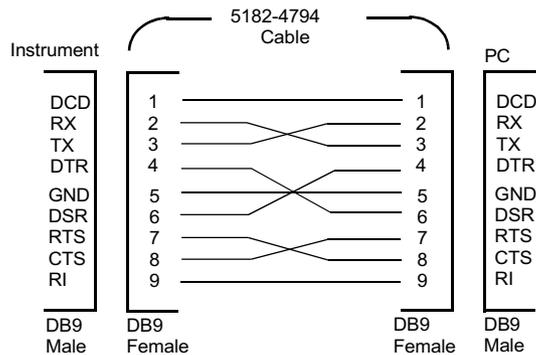
전원공급기를 컴퓨터나 단말기에 연결하기 위해서는 알맞은 인터페이스 케이블이 있어야 합니다. 대부분의 컴퓨터 및 단말기는 DTE(Data Terminal Equipment) 장치입니다. 전원공급기 또한 DTE 장치이기 때문에 DTE-DTE 인터페이스 케이블을 사용해야 합니다. 이 케이블들은 공모뎀(null-modem), 모뎀 일리미네이터 또는 크로스오버 케이블이라고도 합니다.

인터페이스 케이블의 양쪽 끝에는 알맞은 커넥터가 있어야 하고, 내부 배선에 하자가 없어야 합니다. 커넥터에는 일반적으로 한 개의 "수" 핀(male pin) 또는 "암" 핀(female pin)으로 구성된 9 핀(DB-9 커넥터)이나 25 핀(DB-25 커넥터)이 있습니다. 수 커넥터의 핀은 커넥터 쉘 내부에 있으며 암 커넥터의 구멍도 커넥터 쉘 내부에 있습니다.

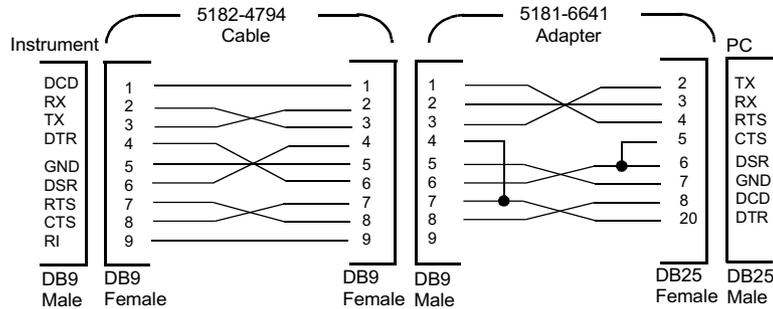
구성에 맞는 케이블을 찾을 수 없는 경우 배선 어댑터를 사용해야 합니다. DTE간 케이블을 사용하고 있으면 어댑터가 "직선통과형"(straight-through)인지 확인합니다. 통상 어댑터에는 암수 변환기(gender changer), 공모뎀 어댑터, DB-9와 DB-25간 어댑터 등이 포함됩니다.

대부분의 컴퓨터나 단말기에 전원공급기를 연결하는 방법에 대해서는 아래의 케이블 및 어댑터 다이어그램을 참조하십시오. 구성이 설명한 것과 다른 경우에는 Agilent 34399A 어댑터 키트를 주문하여 사용하십시오. 이 키트에는 다른 컴퓨터, 단말기 및 모뎀에 연결할 수 있는 어댑터들이 들어 있습니다. 어댑터 키트에는 설명서와 핀 다이어그램이 제공됩니다.

**DB-9 직렬 연결:** 컴퓨터나 단말기에 수 커넥터가 있는 9 핀 직렬 포트가 있으면 Agilent 34398A 케이블 키트에 포함된 공모뎀 케이블을 사용합니다. 이 케이블의 양쪽 끝에는 9 핀 암 커넥터가 있습니다. 케이블 핀 다이어그램은 다음과 같습니다.



**DB-25 직렬 연결:** 컴퓨터나 단말기에 수 커넥터가 있는 25 핀 직렬 포트가 있으면, Agilent 34398A 케이블 키트에 포함된 공모뎀 케이블과 25 핀 어댑터를 사용합니다. 케이블 및 어댑터 핀 다이어그램은 다음과 같습니다.



### RS-232 문제 해결

RS-232 인터페이스를 통하여 통신하는데 문제가 있는 경우 점검하여야 할 몇 가지 사항이 있습니다. 도움이 더 필요하다면 컴퓨터에 제공된 책자들을 참조하십시오.

- 전원공급기와 컴퓨터가 동일한 전송율, 패리티 및 데이터 비트 수로 구성되어 있는지 확인합니다. 컴퓨터는 1개의 시작 비트와 2개의 정지 비트로 설정되어 있어야 합니다(전원공급기에서는 이 값들이 고정되어 있습니다).
- SYSTem:REMOte 명령을 실행하여 전원공급기를 원격 모드에 놓아야 합니다.
- 올바른 인터페이스 케이블과 어댑터를 연결시켰는지를 확인합니다. 케이블이 시스템에 맞는 커넥터가 있어도 내부 배선이 잘못될 수 있습니다. Agilent 34398A 케이블 키트는 전원공급기를 대부분의 컴퓨터나 단말기에 연결시키는 데 사용할 수 있습니다.
- 인터페이스 케이블을 컴퓨터의 올바른 직렬 포트(COM1, COM2 등)에 연결시켰는지를 확인합니다.

## 교정 개요

다음은 전원공급기의 교정 기능에 대한 개요를 설명합니다. 교정 절차에 대한 자세한 내용은 서비스 정보를 참조하십시오.

## 교정 보안

우발적으로나 허가 받지 않은 상태에서 전원공급기를 교정할 수 없도록 하기 위해 보안 코드를 입력할 수 있습니다. 전원공급기는 공장출하시 보안이 설정되어 있습니다. 전원공급기를 교정하기 전에 정확한 보안 코드를 입력하여 보안을 해제하여야 합니다.

- 아래의 표 3-1에는 전원공급기를 공장 출하시 각 모델에 대한 보안 코드가 수록됩니다. 보안 코드는 비휘발성 메모리에 저장되며 전원이 꺼지거나 전원공급기 재설정(\*RST 명령) 후에도 변경되지 않습니다.
- 보안 코드에는 최대 11개 영숫자 문자 또는 밑줄 문자("\_")가 있을 수 있습니다. 문자(A-Z) 또는 숫자(0-9)를 첫 번째 문자로 사용할 수 있습니다. 11문자를 모두 사용할 필요는 없습니다.

----- (11 문자)

- 전원공급기를 원격으로 보안 조치할 경우 최대 8개까지의 영숫자 문자를 사용하여 전면판에서 전원공급기의 보안을 해제합니다. 예를 들면

E3640A (9 문자 미만)

보안 코드를 잊었으면 전원공급기 내부에 점퍼를 추가하여 보안 기능을 가동중단시킨 후, 새 코드를 입력하면 됩니다. 자세한 사항은 서비스 정보를 참조하십시오.

표 3-1. 공장 설정 보안 코드

모델	보안 코드	모델	보안 코드	모델	보안 코드
E3640A	003640	E3641A	003641	E3642A	003642
E3643A	003643	E3644A	003644	E3645A	003645

## 교정을 위한 보안 해제

사용자는 전면판에서 또는 원격 인터페이스를 통해 전원공급기의 보안을 해제시켜야 합니다. 전원공급기는 공장 출하시 보안 조치되어 있습니다. 전원공급기의 공장 설정 보안 코드는 표 3-1을 참조하십시오.



### 1 교정 모드를 선택합니다.



전원공급기가 보안되면  (**Calibrate**) 키를 긴 빼 소리가 들릴 때까지 눌러 전원공급기를 켜면 위의 메시지가 표시됩니다. 또한 메시지 "CAL MODE"가 표시됩니다.



### 2 보안 코드를 입력합니다.



조정 노브와 조정자리 선택 키를 사용하여 보안 코드를 입력합니다.



### 3 변경 내용을 저장하고 메뉴를 종료합니다.



보안 코드가 정확하면 위의 메시지가 나타납니다. 또한 메시지 "CAL MODE"가 표시됩니다. 교정 모드를 종료하려면 전원을 끈 다음 켭니다.

잘못된 보안 코드를 입력하면 "INVALID"가 표시되고, 정확한 코드를 입력하도록 코드 입력 모드가 표시됩니다.

#### • 원격 인터페이스 운용:

CAL:SEC:STAT {OFF|ON}, <code>    전원공급기를 보안 또는 보안해제합니다.

전원공급기의 보안을 해제하려면 보안시 사용한 것과 동일한 코드를 사용하여 위의 명령을 보내야 합니다. 예를 들면,

"CAL:SEC:STAT OFF, '003640"    (E3640A 모델)

## 교정 방지를 위한 보안

사용자는 우발적인 교정에 대비하여 전면판에서 또는 원격 인터페이스를 통해 전원공급기를 보안시킬 수 있습니다. 전원공급기는 공장출하시 보안되어 있습니다.

전원공급기를 보안하기 전에 62 페이지의 보안 코드 규칙을 읽어야 합니다.

### • 전면판 운용:



#### 1 교정 모드를 선택합니다.

UNSECURED

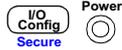
전원공급기가 보안 해제된 경우  (**Calibrate**) 키를 긴 삐 소리가 들릴 때까지 눌러 전원공급기를 켜면 위의 메시지가 표시됩니다. 또한 메시지 "CAL MODE"가 표시됩니다.



#### 2 보안 코드를 입력합니다.

000000

조정 노브와 조정자리 선택 키를 사용하여 보안 모드를 입력합니다.



#### 3 변경 내용을 저장하고 메뉴를 종료합니다.

SECURED

보안 설정값은 비휘발성 메모리에 저장되며 전원이 꺼지거나 전원공급 재설정 (\*RST 명령) 후에도 변경되지 않습니다.

### • 원격 인터페이스 운용:

CAL:SEC:STAT {OFF|ON}, <code>      전원공급기를 보안 또는  
보안해제합니다.

전원공급기를 보안시키려면 보안해제에 사용된 것과 동일한 코드를 사용하여 위의 명령을 보내야 합니다. 예를 들면,

“CAL:SEC:STAT ON, ‘003640’” (E3640A 모델)

**보안 코드 변경** 보안 코드를 변경하려면 먼저 전원공급기의 보안을 해제한 뒤 새 코드를 입력하여야 합니다. 전원 보안을 보안하기 전에 62 페이지에 보안 코드 규칙을 읽어야 합니다.

• **전면판 운용:**

보안 코드를 변경할 경우, 우선 전원공급기가 보안 해제되었는지 확인합니다. "CAL MODE" 메시지가 디스플레이된 후  (Secure) 키를 누르고 조정 노브와 조정자리 선택키를 사용하여 새로운 보안 코드를 입력한 후  (Secure) 키를 누릅니다.

전면판에서 코드를 변경하면 원격 인터페이스에 필요한 코드도 변경됩니다.

• **원격 인터페이스 운용:**

CAL:SEC:CODE <new code>                      보안 코드를 변경합니다.

보안 코드를 변경하려면 우선 기존의 보안 코드를 사용하여 전원공급기의 보안을 해제한 다음 새로운 코드를 입력합니다. 예를 들면,

- “CAL:SEC:STAT OFF, ‘003640’”              기존의 코드로 보안해제
- “CAL:SEC:CODE ‘ZZ001443’”              새로운 코드 입력
- “CAL:SEC:STAT ON, ‘ZZ001443’”        새로운 코드로 보안

**교정 횟수**

전원공급기가 교정된 횟수를 알 수 있습니다. 전원공급기는 공장출하시 이미 교정되어 있습니다. 전원공급기를 수령할 때 횟수를 읽어 그 초기값을 알아둡니다.

교정 횟수 기능은 원격 인터페이스에서만 실행될 수 있습니다.

- 교정 횟수는 비휘발성 메모리에 저장되며, 전원공급기의 전원을 끄거나 원격 인터페이스가 재설정(reset)된 후에도 변경되지 않습니다.
- 교정 횟수는 최대 32,767회까지 증가하였다가 0으로 되돌아 갑니다. 값은 각 교정 포인트마다 1씩 증가하므로 완전한 교정이 한 번 이루어지면 숫자는 3씩 늘어납니다.

• **원격 인터페이스 운용:**

CAL:COUN?                                      교정 횟수를 조회합니다.



## 교정 메시지

전원공급기를 사용하면 본체의 교정 메모리에 하나의 메시지를 저장할 수 있습니다. 예를 들어 마지막 교정일, 다음 교정 예정일, 전원공급기 일련번호 또는 새로운 교정을 위해 연락할 사람의 이름과 전화번호와 같은 정보도 저장할 수 있습니다.

- 교정 메시지는 전원공급기의 보안이 해제된 경우에만 원격 인터페이스에 기록할 수 있습니다. 메시지는 전면판 또는 원격 인터페이스를 통해 읽을 수 있습니다. 메시지는 전원공급기가 보안 조치되거나 또는 보안 해제되어도 읽을 수 있습니다.
- 교정 메시지는 최대 40자까지입니다. 전면판에서는 한번에 11개까지의 메시지 문자를 볼 수 있습니다.
- 교정 메시지를 저장하면 메모리에 이미 저장된 메시지를 덮어쓰게 됩니다.
- 교정 메시지는 비휘발성 메모리에 저장되며, 전원공급기의 전원을 끄거나 원격 인터페이스가 재설정(reset)된 후에도 변경되지 않습니다.

### • 전면판 운용:

전면판에서 교정 메시지를 읽으려면 "CAL STRING"이 표시될 때까지  키를 누르고 노브를 돌립니다. 메시지 텍스트를 스크롤하려면  키를 누릅니다. 스크롤 속도를 높이려면  키를 누릅니다.



### • 원격 인터페이스 운용

교정 메시지를 저장하려면 다음과 같은 명령을 전송합니다.

```
“CAL:STR ‘CAL 06-01-99”
```

---

원격 인터페이스 참조

---

## 원격 인터페이스 참조

- SCPI 명령 요약, 69 페이지에서 시작
- 간소화된 프로그래밍 개요, 74 페이지에서 시작
- **APPLY** 명령 사용, 77 페이지
- 출력 설정 및 운용 명령, 78 페이지에서 시작
- 트리거링, 82 페이지에서 시작
- 시스템 관련 명령, 85 페이지에서 시작
- 상태 저장 명령, 88 페이지
- 교정 명령, 89 페이지에서 시작
- 인터페이스 구성 명령, 92 페이지
- SCPI 상태 레지스터, 93 페이지에서 시작
- 상태 보고 명령, 101 페이지에서 시작
- SCPI 언어 소개, 103 페이지에서 시작
- 진행중인 출력 중단, 108 페이지
- SCPI 준수(SCPI Conformance) 정보, 109 페이지에서 시작
- IEEE-488 준수(IEEE-488 Conformance) 정보, 112 페이지



SCPI 언어를 처음 사용하는 경우, 전원공급기를 프로그래밍하기 전에 이 언어에 익숙해지기 위해서 위의 항목을 참조할 수도 있습니다.

---

## SCPI 명령 요약

이 항에서는 원격 인터페이스를 통해 전원공급기를 프로그래밍하는 데 사용할 수 있는 SCPI(프로그래밍 계측기를 위한 표준 명령) 명령을 요약하여 설명합니다. 각 명령에 대한 자세한 내용은 이 장의 뒤에 나오는 항들을 참조하십시오.

이 설명서에서는 SCPI 명령문에 전체적으로 다음 규약들이 사용됩니다.

- 대괄호([ ])는 생략가능한 키워드나 매개변수를 나타냅니다.
- 중괄호({ })는 명령 문자열 내의 매개변수를 나타냅니다.
- 각괄호(<>)는 <> 안에 들어있는 매개변수를 하나의 값이나 코드로 대체해야 함을 나타냅니다.
- 수직선(|)은 여러 개의 매개변수들을 구분합니다.



SCPI를 처음 사용하는 경우 103 페이지를 참조하십시오.

**출력 설정 및 측정 명령**

(좀더 자세한 정보는 78 페이지를 참조하십시오)

```
APPLy {<voltage>|DEF|MIN|MAX}[,{<current>|DEF|MIN|MAX}]
APPLy?
[SOURce:]
  CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]{<current>|MIN|MAX|UP|DOWN}
  CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
  CURRent[:LEVel][:IMMediate]:STEP[:INCRement]
    {<numeric value> |Default}
  CURRent[:LEVel][:IMMediate]:STEP[:INCRement]? [Default]
  CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] {<current>|MIN|MAX}
  CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]
  VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]
    {<voltage>|MIN|MAX|UP|DOWN}
  VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
  VOLTage[:LEVel][:IMMediate]:STEP[:INCRement]
    {<numeric value>|Default}
  VOLTage[:LEVel][:IMMediate]:STEP[:INCRement]? [Default]
  VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] {<voltage>|MIN|MAX}
  VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]
  VOLTage:PROTection[:LEVel] {<voltage>|MIN|MAX}
  VOLTage:PROTection[:LEVel]? [MIN|MAX]
  VOLTage:PROTection:STate {0|1|OFF|ON}
  VOLTage:PROTection:STate?
  VOLTage:PROTection:TRIPped?
  VOLTage:PROTection:CLear
  VOLTage:RANGE {P8V*|P20V*|P35V**|P60V**|LOW|HIGH}
  VOLTage:RANGE?
MEASure
[:SCALar]
  :CURRent[:DC]?
  [:VOLTage][:DC]?
```

\*Agilent E3640A/42/44A 모델용    \*\*Agilent E3641A/43A/45A 모델용

### 트리거링 명령

(좀더 자세한 정보는 82 페이지를 참조하십시오)

```
INITiate[:IMMEDIATE]
TRIGger[:SEQUENCE]
    :DELay {<seconds>|MIN|MAX}
    :DELay? [MIN|MAX]
    :SOURce {BUS|IMM}
    :SOURce?
*TRG
```

### 시스템 관련 명령

(좀더 자세한 정보는 85 페이지를 참조하십시오)

```
DISPlay[:WINDOW]
    [:STATE] {OFF|ON}
    [:STATE]?
    :TEXT[:DATA] <quoted string>
    :TEXT[:DATA]?
    :TEXT:CLEar
SYSTEM
    :BEEPer[:IMMEDIATE]
    :ERRor?
    :VERSion?
    :COMMunicate:GPIB:RDEvice:ADDRESS <numeric value>
    :COMMunicate:GPIB:RDEvice:ADDRESS?
OUTPut
    :RELay[:STATE] {OFF|ON}
    :RELay[:STATE]?
    [:STATE] {OFF|ON}
    [:STATE]?

*IDN?
*RST
*TST?
```

### 교정 명령

(좀더 자세한 정보는 89 페이지를 참조하십시오)

```
CALibration
:COUNT?
:CURRENT[:DATA] <numeric value>
:CURRENT:LEVEL {MIN|MID|MAX}
:SECURE:CODE <new code>
:SECURE:STATE {OFF|ON}, <quoted code>
:SECURE:STATE?
:STRING <quoted string>
:STRING?
:VOLTAGE[:DATA] <numeric value>
:VOLTAGE:LEVEL {MIN|MID|MAX}
:VOLTAGE:PROTECTION
```

### 상태 보고 명령

(좀더 자세한 정보는 101 페이지를 참조하십시오)

```
STATUS:QUESTIONABLE
:CONDITION?
[:EVENT]?
:ENABLE <enable value>
:ENABLE?
SYSTEM:ERROR?
*CLS
*ESE <enable value>
*ESE?
*ESR?
*OPC
*OPC?
*PSC {0|1}
*PSC?
*SRE <enable value>
*SRE?
*STB?
*WAI
```

### 인터페이스 구성 명령

(좀더 자세한 정보는 92 페이지를 참조하십시오)

```
SYSTem
  :INTerface {GPIB|RS232}
  :LOCal
  :REMote
  :RWLock
```

### 상태 저장 명령

(좀더 자세한 정보는 88 페이지를 참조하십시오)

```
*SAV {1|2|3|4|5}
*RCL {1|2|3|4|5}
MEMory:STATe
  :NAME {1|2|3|4|5} , <quoted name>
  :NAME? {1|2|3|4|5}
```

### IEEE-488.2 공동 명령

(좀더 자세한 정보는 112 페이지를 참조하십시오)

```
*CLS
*ESR?
*ESE <enable value>
*ESE?
*IDN?
*OPC
*OPC?
*PSC {0|1}
*PSC?
*RST
*SAV {1|2|3|4|5}
*RCL {1|2|3|4|5}
*STB?
*SRE <enable value>
*SRE?
*TRG
*TST?
*WAI
```

---

## 간소화된 프로그래밍 개요

이 항에서는 원격 인터페이스를 통하여 전원공급기를 프로그래밍하는 데 사용되는 기본 기법들을 소개합니다. 이 항은 단지 개요에 불과하며, 사용자가 자신의 응용 프로그램을 작성하는 데 필요한 자세한 내용은 제공하지 않습니다. 보다 자세한 설명과 예에 관해서는 이 장의 나머지 부분과 제 6 장 "응용 프로그램"을 참조하십시오. 또한 명령 문자열 출력 및 데이터 입력에 관한 자세한 내용은 컴퓨터와 함께 제공되는 프로그래밍 참조 설명서를 참조하십시오.

### APPLY 명령 사용

APPLY 명령은 원격 인터페이스를 통하여 전원공급기를 프로그래밍하는 가장 간단한 방법을 제공합니다. 예를 들어, 컴퓨터에서 실행되는 다음 명령문은 전원공급기를 3V, 1A로 설정합니다.

```
"APPL 3.0, 1.0"
```

### Low-level 명령 사용

APPLY 명령은 전원공급기를 프로그래밍하는 가장 간단한 방법을 제공하지만, Low-level 명령을 사용하면 보다 융통성 있게 각각의 매개변수를 변경할 수 있습니다. 예를 들어, 컴퓨터에서 실행되는 다음 명령문들은 전원공급기를 3V, 1A로 설정합니다.

```
"VOLT 3.0"
```

출력 전압을 3.0V로 설정합니다.

```
"CURR 1.0"
```

출력 전류를 1.0A로 설정합니다.

## 조회 응답 읽기

조회 명령들("?")로 끝나는 명령들만이 전원공급기에서 응답 메시지를 전송하도록 지시합니다. 조회 결과 출력값이나 내부 계측기 설정값들이 표시됩니다. 예를 들어, 컴퓨터에서 실행되는 아래의 명령문들은 전원공급기의 오류 대기열을 읽고 가장 최근의 오류를 인쇄합니다.

dimension statement	문자열 배열의 크기를 정합니다(80개 요소).
“SYST:ERR?”	오류 대기열을 읽습니다.
bus enter statement	오류 문자열을 컴퓨터에 입력합니다.
print statement	오류 문자열을 인쇄합니다.

## 트리거 소스 선택

전원공급기는 트리거 소스로서 "버스"(소프트웨어) 트리거 또는 즉시 내부 트리거를 받아들입니다. 기정값으로 "BUS" 트리거 소스가 선택됩니다. 전원공급기가 즉시 내부 트리거를 사용하도록 하려면 "IMMediate"를 선택하여야 합니다. 예를 들어, 컴퓨터에서 실행되는 다음 명령문들은 전원공급기를 3 V/1 A의 출력으로 즉시 설정합니다.

“VOLT:TRIG 3.0”	트리거된 전압 레벨을 3.0 V로 설정합니다.
“CURR:TRIG 1.0”	트리거된 전류 레벨을 1.0 A로 설정합니다.
“TRIG:SOUR IMM”	즉시 트리거를 소스로서 선택합니다.
“INIT”	트리거 시스템이 시작되도록 합니다.

### 전원공급기 프로그래밍 범위

SOURce 부시스템에는 값을 프로그래밍하기 위한 매개변수가 필요합니다. 매개변수에 대해 사용할 수 있는 프로그래밍 값은 원하는 전원공급기의 출력 범위에 따라 달라집니다. 아래의 표에는 사용할 수 있는 프로그래밍 값과 MINimum, MAXimum, DEFault 및 전원공급기의 재설정 값이 나와 있습니다.

전원공급기를 프로그래밍할 때 이 표를 참조하여 매개변수를 식별하십시오.

표 4-1. Agilent E3640A/42A/44A 프로그래밍 범위

		E3640A		E3642A		E3644A	
		0 ~ 8V/3A 범위	0 ~ 20V/1.5A 범위	0 ~ 8V/5A 범위	0 ~ 20V/2.5A 범위	0 ~ 8V/8A 범위	0 ~ 20V/4A 범위
전압	프로그래밍 범위	0 V ~ 8.24V	0 V ~ 20.60 V	0 V ~ 8.24V	0 V ~ 20.60 V	0 V ~ 8.24V	0 V ~ 20.60 V
	최대값(Max)	8.24 V	20.60 V	8.24 V	20.60 V	8.24 V	20.60 V
	최소값(Min)	0 V		0 V		0 V	
	기본값(DEF)	0 V		0 V		0 V	
	*RST 값	0 V		0 V		0 V	
전류	프로그래밍 범위	0 A ~ 3.09 A	0 A ~ 1.545 A	0 A ~ 5.15 A	0 A ~ 2.575 A	0 A ~ 8.24 A	0 A ~ 4.12 A
	최대값(Max)	3.09 A	1.545 A	5.15 A	2.575 A	8.24 A	4.12 A
	최소값(Min)	0 A		0 A		0 A	
	기본값(DEF)	3 A	1.5 A	5 A	2.5 A	8 A	4 A
	*RST 값	3.00 A		5.00 A		8.00 A	

표 4-2. Agilent E3641A/43A/45A 프로그램 범위

		E3641A		E3643A		E3645A	
		0 ~ 35V/0.8A 범위	0 ~ 60V/0.5A 범위	0 ~ 35V/1.4A 범위	0 ~ 60V/0.8A 범위	0 ~ 35V/2.2A 범위	0 ~ 60V/1.3A 범위
전압	프로그래밍 범위	0 V ~ 36.05V	0 V ~ 61.8 V	0 V ~ 36.05V	0 V ~ 61.8 V	0 V ~ 36.05V	0 V ~ 61.8 V
	최대값(Max)	36.05 V	61.8 V	36.05 V	61.8 V	36.05 V	61.8 V
	최소값(Min)	0 V		0 V		0 V	
	기본값(DEF)	0 V		0 V		0 V	
	*RST 값	0 V		0 V		0 V	
전류	프로그래밍 범위	0 A ~ 0.824 A	0 A ~ 0.515 A	0 A ~ 1.442 A	0 A ~ 0.824 A	0 A ~ 2.266 A	0 A ~ 1.339 A
	최대값(Max)	0.824 A	0.515 A	1.442 A	0.824 A	2.266 A	1.339 A
	최소값(Min)	0 A		0 A		0 A	
	기본값(DEF)	0.8 A	0.5 A	1.4 A	0.8 A	2.2 A	1.3 A
	*RST 값	0.8 A		1.4 A		2.2 A	

---

## APPLY 명령 사용

APPLY 명령은 원격 인터페이스를 통해 전원공급기를 프로그래밍할 수 있는 가장 간단한 방법을 제공합니다. 하나의 명령으로 출력 전압 및 전류를 선택할 수 있습니다.

### APPLY {<voltage>| DEF | MIN | MAX}[,<current>| DEF | MIN | MAX]

이 명령은 VOLTage 및 CURRent 명령이 조합된 것입니다.

APPLY 명령은 프로그램된 값이 현재 선택된 범위 안에서 유효한 경우에만 전원공급기의 출력을 새롭게 프로그램된 값으로 변경합니다. 프로그램된 값이 선택된 범위 안에서 유효하지 않으면 실행 오류가 발생할 수 있습니다.

전압과 전류의 매개변수를 위한 특정 값 자리에 "MINimum", "MAXimum" 또는 "DEFault"를 사용할 수도 있습니다. 각 모델의 매개변수의 자세한 내용은 표 4-1과 표 4-2를 각각 참조하십시오.

APPLY 명령의 매개변수를 하나만 지정하면 전원공급기는 이 매개변수를 전압 설정값으로 간주합니다.

### APPLY?

전원공급기의 현재 전압과 전류 설정값을 조회하고 인용기호가 있는 문자열을 결과로서 되돌려줍니다. 전압과 전류는 아래 예의 문자열과 같은 순서로 복귀됩니다(인용부호는 문자열의 일부로서 나타납니다).

“8.00000,3.00000” (E3640A 모델)

---

## 출력 설정 및 운용 명령

여기에서는 전원공급기를 프로그램하는 데 사용되는 Low-level 명령을 설명합니다. APPLY 명령이 전원공급기를 프로그램하는 가장 간단한 방법을 제공한다면 Low-level 출력 설정 명령은 개별 매개변수를 변경할 수 있도록 보다 많은 융통성을 제공합니다.

### **CURRent{<current>| MINimum | MAXimum | UP | DOWN}**

전원공급기의 즉시 전류 레벨을 프로그램합니다. 즉시 레벨은 출력 단자의 전류 값입니다.

CURRent 명령은 현재 선택된 출력 범위에 관계 없이 전원공급기의 출력을 새로 프로그램된 값으로 변경합니다.

전류 매개변수를 위한 위한 특정 값에 "MINimum" 또는 "MAXimum"을 사용할 수 있습니다. MIN은 가장 낮은 전류인 "0" 암페어를 선택합니다. MAX는 선택된 범위에 허용되는 가장 높은 전류 값을 선택합니다.

또한 이 명령은 "UP"과 "DOWN" 매개변수를 사용하여 미리 정한 양 만큼 즉시 전류 레벨을 증가시키거나 감소시킵니다. CURRent:STEP 명령은 증가 또는 감소되는 양을 설정합니다. 새로운 증분 설정값은 최소 또는 최고 정격 전류가 초과되면 실행 오류 -222(Data out of range)를 초래할 수 있음에 유의하십시오.

### **CURRent? [MINimum | MAXimum]**

현재 프로그램된 전원공급기의 전류 레벨을 표시합니다.

CURR? MAX와 CURR? MIN은 선택한 범위에서 프로그램할 수 있는 최대 및 최소 전류 레벨을 표시합니다.

### **CURRent:STEP {<numeric value>| DEFault}**

CURRent UP과 CURRent DOWN 명령으로 프로그래밍할 전류의 단계 크기를 설정합니다. 다음 페이지의 예를 참조하십시오.

단계 크기를 최소 설정능으로 설정하려면 단계 크기를 "DEFault"로 설정하십시오. 단계 크기의 최소 설정능은 각각 약 0.052 mA (E3640A), 0.015 mA (E3641A), 0.095 mA (E3642A), 0.026 mA (E3643A), 0.152 mA (E3644A) 및 0.042 mA (E3645A)입니다. CURR:STEP? DEF는 계측기의 최소 설정능을 표시합니다. 즉시 전류 레벨은 단계 크기의 값에 따라 증가하기도 하고 감소하기도 합니다. 예를 들어 단계 크기가 0.01이면 출력 전류가 10 mA씩 증가하거나 감소합니다. \*RST에서 단계 크기는 최소 설정능의 값입니다.

### **CURRent:STEP? [DEFault]**

현재 지정된 단계 크기의 값을 표시합니다. 표시되는 매개변수는 숫자 값입니다. "DEFault"는 암페어 단위로 단계 크기의 최소 설정능을 제공합니다.

### **CURRent:TRIGgered {<current> | MINimum | MAXimum}**

대기 중인 트리거 전류 레벨을 프로그램합니다. 대기 중인 트리거 전류 레벨은 트리거가 발생하면 출력 단자로 전송되는 저장된 값입니다. 대기 중인 트리거 레벨은 후속 CURRent 명령의 영향을 받지 않습니다.

### **CURRent:TRIGgered? [MINimum | MAXimum]**

현재 프로그램되어 있는 트리거 전류 레벨을 조회합니다. 트리거 레벨이 프로그램되지 않은 경우, CURRent 레벨이 표시됩니다.

#### **예제**

다음 프로그램 세그먼트를 보면 CURR:STEP 명령으로 출력 전압을 증가시키거나 감소시키기 위해 CURR UP 또는 CURR DOWN 명령을 사용하는 방법을 알 수 있습니다.

"CURR:STEP 0.01"	단계 크기를 0.01A로 설정합니다.
"CURR UP"	출력 전압을 증가시킵니다.
"CURR:STEP 0.02"	단계 크기를 0.02A로 설정합니다.
"CURR DOWN"	출력 전압을 감소시킵니다.

### **VOLTage {<voltage> | MINimum | MAXimum | UP | DOWN}**

전원공급기의 즉시 전압 레벨을 프로그램합니다. 즉시 레벨은 출력 단자의 전압 값입니다.

VOLTage 명령은 현재 선택된 출력 범위에 관계 없이 전원공급기의 출력을 새로 프로그램된 값으로 변경합니다.

또한 이 명령은 "UP"과 "DOWN"을 사용하여 미리 정한 양 만큼 즉시 전압 레벨을 증가시키거나 감소시킵니다. VOLTage:STEP 명령은 증가 또는 감소되는 양을 설정합니다. 새로운 증분 설정값이 최소 또는 최고 정격 전압을 초과하면 실행 오류 - 222(Data out of range)를 초래할 수 있음에 유의하십시오.

### **VOLTage? [MINimum | MAXimum]**

현재 프로그램된 전원공급기의 전압 레벨을 조회합니다.

### **VOLTage:STEP {<numeric value> | DEFault}**

VOLT UP과 VOLT DOWN 명령으로 프로그래밍할 전압의 단계 크기를 설정합니다. 아래 예제를 보십시오.

단계 크기를 최소 설정능으로 설정하려면 단계 크기를 "DEFault"로 설정하십시오. 단계 크기의 최소 설정능은 각각 약 0.35 mV (E3640A), 1.14 mV (E3641A), 0.38 mV (E3642A), 1.14 mV (E3643A), 0.35 mV (E3644A) 및 1.14mV (E3645A)입니다. 즉시 전압 레벨은 단계 크기의 값에 따라 증가하기도 하고 감소하기도 합니다. 예를 들어 단계 크기가 0.01이면 출력 전압이 10 mV씩 증가하거나 감소합니다. \*RST에서 단계 크기는 최소 설정능의 값입니다.

### **VOLTage:STEP? [DEFault]**

현재 지정된 단계 크기의 값을 표시합니다. 표시되는 매개변수는 숫자 값입니다. "DEFault"는 볼트 단위로 단계 크기의 최소 설정능을 제공합니다.

---

#### **예제**

다음 프로그램 세그먼트를 보면 VOLT:STEP 명령으로 출력 전압을 증가시키거나 감소시키기 위해 VOLT UP 또는 VOLT DOWN 명령을 사용하는 방법을 알 수 있습니다.

"VOLT:STEP 0.01"	단계 크기를 0.01V로 설정합니다.
"VOLT UP"	출력 전압을 증가시킵니다.
"VOLT:STEP 0.02"	단계 크기를 0.02V로 설정합니다.
"VOLT DOWN"	출력 전압을 감소시킵니다.

### **VOLTage:TRIGgered {<voltage>| MINimum | MAXimum}**

대기 중인 트리거 전압 레벨을 프로그래밍합니다. 대기 중인 트리거 전압 레벨은 트리거가 발생하면 출력 단자로 전송되는 저장된 값입니다. 대기 중인 트리거 레벨은 후속 VOLTage 명령의 영향을 받지 않습니다.

### **VOLTage:TRIGgered? [MINimum | MAXimum]**

이 조회 명령은 현재 프로그래밍되어 있는 트리거 전압 레벨을 조회합니다. 트리거 레벨이 프로그래밍되지 않은 경우 VOLT 레벨이 표시됩니다.

### **VOLTage:PROTection {<voltage>|MINimum|MAXimum}**

과전압 방지(OVP) 회로가 트립되는 전압 레벨을 설정합니다. 최고 출력 전압이 OVP 레벨을 초과하면, 전원 공급 출력은 내부 SCR에 의해 단락됩니다. 과전압 조건은 OVP 트립을 초래한 조건이 제거되면 VOLT:PROT:CLE 명령으로 소거할 수 있습니다.

**VOLTage:PROTection? [MINimum | MAXimum]**

현재 프로그램되어 있는 과전압 방지 트립 레벨을 조회합니다.

**VOLTage:PROTection:STATe {0 | 1 | OFF | ON}**

전원공급기의 과전압 방지 기능을 가동하거나 가동중단합니다. \*RST에서 이 값은 "ON"으로 설정됩니다.

**VOLTage:PROTection:STATe?**

과전압 방지 기능의 상태를 조회합니다. 표시되는 매개변수는 "0"(OFF) 또는 "1"(ON)입니다.

**VOLTage:PROTection:TRIPped?**

과전압 방지 회로가 트립되어 소거되지 않으면 "1"을 표시하고 트립되지 않았으면 "0"을 표시합니다.

**VOLTage:PROTection:CLEAr**

과전압 방지 회로를 소거시킵니다. 이 명령 후 출력 전압은 과전압 방지가 트립 되기 전의 상태로 복구되고 OVP 트립 레벨은 현재 프로그램된 값이 그대로 유지됩니다. 이 명령을 전송하기 전에 출력 전압을 트립 OVP 포인트 아래로 내리거나 OVP 트립 레벨을 출력 설정값 이상으로 올리십시오. 이 명령을 진행하기 전에 외부 원인에 의한 과전압 조건을 제거해야 합니다.

**VOLTage:RANGe {P8V\* | P20V\* | P35V\*\* | P60V\*\* | LOW | HIGH}**

식별자에 의해 프로그램되는 출력 범위를 선택합니다. 예를 들어 "P20V"나 "HIGH"는 20V/1.5A 범위의 식별자이며, "P8V"나 "LOW"는 8V/3A 범위(E3640A 모델)의 식별자입니다. \*RST에서는 저전압 범위가 선택됩니다.

**VOLTage:RANGe?**

현재 선택된 범위를 조회합니다. 복구되는 매개변수는 저전압 범위의 경우 "P8V"나 "P35V"이며 고전압 범위의 경우에는 "P20V"나 "P60V"입니다.

**MEASure:CURRent?**

전원공급기 내부의 전류 감지 저항에서 측정된 전류를 조회합니다.

**MEASure[:VOLTage]?**

전원공급기의 감지 단자에서 측정된 전압을 조회합니다.

\* E3640A/42A/44A 모델용 \*\*E3641A/43A/45A 모델용

---

## 트리거링

전원공급기의 트리거링 시스템을 사용하면 트리거 소스를 선택하고 트리거를 삽입하여 트리거를 받을 때 전압과 전류를 변경할 수 있습니다. 전원공급기의 트리거링은 다단계 과정으로 이루어집니다.

- 우선, 전원공급기가 트리거를 받아들일 소스를 지정하여야 합니다. 전원공급기는 원격 인터페이스로부터 버스(소프트웨어) 트리거나 즉시 트리거를 받아들입니다.
- 그 다음, 지정된 트리거 소스에서 트리거를 인지하는 시간과 해당 출력이 변하기 시작하는 시간 사이의 시간 지연을 설정할 수 있습니다. 시간 지연은 버스 트리거 소스에 대해서만 유효합니다.
- 마지막으로, INITiate 명령을 입력하여야 합니다. IMMEDIATE 소스를 선택하면 선택된 출력은 트리거된 레벨로 즉시 설정됩니다. 그러나 트리거 소스가 버스인 경우 전원공급기는 그룹 실행 트리거(Group Execute Trigger:GET)나 \*TRG 명령을 수신한 후 트리거된 레벨로 설정됩니다.

## 트리거 소스 선택

전원공급기가 트리거를 받아들일 소스를 지정하여야 합니다. 트리거 소스는 휘발성 메모리에 저장되며, 즉 전원공급기가 꺼지거나 원격 인터페이스가 재설정(reset)되면 소스가 버스로 설정됩니다.

### 버스(소프트웨어) 트리거링

- 버스 트리거 소스를 선택하려면 다음 명령을 보냅니다.  
“TRIG:SOUR BUS”
- 버스 소스를 선택한 후 원격 인터페이스(GPIB 또는 RS-232)에서 전원공급기를 트리거하려면 \*TRG(트리거) 명령을 보냅니다. \*TRG를 보내면 시간 지연이 있는 경우, 지정된 시간 지연 후 트리거 동작이 시작됩니다.
- IEEE-488 그룹 실행 트리거(Group Execute Trigger:GET) 메시지를 보내면서 GPIB 인터페이스에서 전원공급기를 트리거할 수도 있습니다. 다음 명령은 휴렛팩커드 컨트롤러에서 GET를 보내는 방법을 보여줍니다.  
“TRIGGER 705” (group execute trigger)

- 버스 소스를 선택할 때 동기화되도록 하려면 \*WAI(대기) 명령을 보냅니다. \*WAI 명령이 실행되면 전원공급기는 추가의 명령을 실행하기 전에 대기중인 모든 작업이 완료될 때까지 기다립니다. 예를 들어, 다음과 같은 명령 문자열은 첫 번째 트리거가 받아들여져서 두 번째 트리거가 인식되기 전에 실행되도록 합니다.

“TRIG:SOUR BUS;\*TRG;\*WAI;\*TRG;\*WAI”

- 명령이 실행되면 \*OPC?(실행 완료 조회) 명령이나 \*OPC(실행 완료) 명령을 사용하여 실행 완료 시기를 표시할 수 있습니다. 실행이 완료되면 \*OPC? 명령은 결과값 "1"을 출력 버퍼로 보냅니다. \*OPC 명령은 실행이 완료되면 Standard Event 레지스터에 "OPC" 비트(비트 0)를 설정합니다.

#### 즉시 트리거링

- 즉시 트리거 소스를 선택하려면 다음 명령을 보냅니다.

“TRIG:SOUR IMM”

- IMMEDIATE를 트리거 소스로 선택하면 INITiate 명령은 즉시 VOLT:TRIG 또는 CURR:TRIG 값을 VOLT 또는 CURR 값으로 전달합니다. 어떤 시간 지연도 무시됩니다.

## 트리거링 명령

### INITiate

트리거 시스템이 시작되도록 합니다. 이 명령은 트리거 소스가 immediate인 경우 전체 트리거 사이클을 한번 완료시키며, 트리거 소스가 버스인 경우 트리거 부시스템(Subsystem)이 시작하도록 합니다.

### TRIGger:DElay {<seconds>| MINimum | MAXimum}

지정된 트리거 소스에서 이벤트를 인지하는 시간과 전원공급기 출력에서 해당 트리거 활동을 시작하는 시간 사이의 시간 지연을 설정합니다. 0에서 3600 초 사이에서 선택합니다. MIN = 0 초이고, MAX = 3600 초입니다. \*RST 명령은 이 값을 0 초로 설정합니다.

### TRIGger:DElay?[MINimum | MAXimum]

트리거 지연 시간을 조회합니다.

### TRIGger:SOURce {BUS | IMMEDIATE}

이 명령은 전원공급기가 트리거를 받아들일 소스를 선택합니다. 전원공급기는 버스(소프트웨어) 트리거를 받아들이거나 내부 immediate 트리거를 받아들입니다. \*RST에서는 버스 트리거 소스가 선택됩니다.

### TRIGger:SOURce?

현재의 트리거 소스를 조회합니다. 그 결과 "BUS" 또는 "IMM"이 표시됩니다.

### \*TRG

버스(소프트웨어) 트리거를 소스로 선택한 (TRIG:SOUR BUS) 트리거 부시스템(Subsystem)에 트리거를 발생시킵니다. 이 명령은 그룹 실행 트리거(Group Execute Trigger:GET) 명령과 같은 효과가 있습니다. RS-232 운용의 경우, 우선 SYST:REM 명령을 보내 전원공급기가 원격 인터페이스 모드에 있도록 하여야 합니다.

---

## 시스템 관련 명령

### DISPlay {OFF | ON}

전면판 디스플레이를 끄거나 켭니다. 디스플레이가 꺼지면 출력이 디스플레이로 전달되지 않고 **ERROR** 표시기를 제외한 모든 표시기가 작동중단됩니다.

로컬 모드로 복귀되면 디스플레이 상태가 자동으로 켜집니다.  (**Local**) 키를 누르면 원격 인터페이스에서 로컬 상태로 복귀됩니다.

### DISPlay?

전면판 디스플레이 설정상태를 조회합니다. "0"(꺼짐)이나 "1"(켜짐)이 표시됩니다.

### DISPlay:TEXT <quoted string>

이 명령은 전면판에 메시지를 표시합니다. 전원공급기는 메시지를 최대 11자까지 디스플레이합니다. 그 이상의 문자들은 절단됩니다. 쉼표, 마침표 및 세미콜론은 앞 문자와 디스플레이 공간을 공유하며 개별 문자로 간주되지 않습니다.

### DISPlay:TEXT?

전면판에 보내진 메시지를 조회한 후 인용부호의 문자열은 표시합니다.

### DISPlay:TEXT:CLEAr

전면판에 표시된 메시지를 지웁니다.

### OUTPut {OFF | ON}

전원공급기의 출력을 시작하거나 중지시킵니다. 출력이 중지되면 전압 값은 0 V가 되며 전류 값은 1 mA가 됩니다. \*RST에서는 출력 상태가 OFF입니다.

### OUTPut?

전원공급기의 출력 상태를 조회합니다. 표시되는 값은 "0"(OFF) 또는 "1"(ON)입니다.

### OUTPut:RELAy {OFF | ON}

RS-232 커넥터 핀1과 핀9의 두 TTL 신호의 상태를 설정합니다. 이 신호들은 외부 릴레이 및 릴레이 드라이버와 함께 사용됩니다. \*RST에서 OUTPut:RELAy 상태는 OFF입니다. 자세한 정보는 54 페이지 "외부 릴레이를 사용한 출력 단선"을 참조하십시오.

---

### 참고

전원공급기를 출력 릴레이 신호로 구성한 경우에는 RS-232 인터페이스를 사용하지 마십시오. RS-232 회로의 내부 부품이 손상될 수 있습니다.

### **OUTPut:RELAy?**

TTL 릴레이 논리 신호 상태를 조회합니다.

### **SYSTem:BEEPer**

즉시 삐 소리가 한 번 납니다.

### **SYSTem:ERRor?**

전원공급기의 오류 대기열을 조회합니다. 전원공급기의 오류 대기열에는 20개까지의 오류 기록이 저장됩니다. 오류는 선입선출(FIFO) 방식으로 검색됩니다. 맨 처음 저장된 오류가 첫번째로 표시됩니다. 대기열에서 모든 오류를 읽으면 ERROR 표기기가 꺼지고 오류가 소거됩니다. 113 페이지부터 시작되는 "오류 메시지"를 참조하십시오.

### **SYSTem:VERSion?**

현재 SCPI 버전을 파악하기 위해 전원공급기를 조회합니다. 그 결과 형식이 YYYY.V 인 문자열이 표시되는데, 여기에서 "Y's"는 버전의 연도를 나타내고, "V"는 그 연도의 버전 번호를 나타냅니다 (예: 1997.0).

### **SYSTem:COMMunicate:GPIB:RDEvice**

**:ADDRess {<numeric value>}**  
**:ADDRess?**

주변기기의 버스 주소를 설정하거나 조회합니다. 이 명령으로 주소를 변경하면 주변기기의 주소에는 영향이 없습니다. 이 변경은 계측기가 데이터를 전송하는 주소에 영향을 줍니다.

### **\*IDN?**

전원공급기의 식별 문자열을 읽습니다. 그 결과 전원공급기는 쉼표로 구분된 네 개의 필드를 표시합니다. 첫번째 필드는 제조회사명이고, 두번째 필드는 모델 번호이며, 세번째 필드는 사용되지 않고 (항상 "0"), 네번째 필드는 세 개의 숫자로 구성된 개정 코드입니다. 첫번째 숫자는 전원공급기 주 프로세서에 대한 펌웨어 개정 번호이고, 두번째 숫자는 입/출력 프로세서에 대한 펌웨어 개정 번호이며, 세번째 숫자는 전면판 프로세서에 대한 펌웨어 개정 번호입니다.

이 명령 결과 다음 형식의 문자열이 표시됩니다(문자열 변수의 크기는 적어도 40자 이상이어야 함).

Agilent Technologies,E3640A,0,X.X-Y.Y-Z.Z (E3640A 모델)

### **\*TST?**

전원공급기의 전체 자체 시험 (complete self-test)을 수행합니다. 전체 자체 시험 (complete self-test)을 통과하면 "0"이 표시되고 실패하면 "1" 또는 0이 아닌 값이 표시됩니다. 자체 시험에 실패하면, 오류 메시지와 시험이 실패한 이유에 대한 추가 정보가 표시됩니다.

제 4 장 원격 인터페이스 참조  
시스템 관련 명령

**\*RST**

전원공급기를 전원공급 상태로 재설정합니다. 아래의 표에는 재설정 메뉴 또는 원격 인터페이스의 \*RST 명령에서 RESET 후 전원공급기의 상태를 나타냅니다.

명령어	E3640A 상태	E3641A 상태	E3642A 상태	E3643A 상태	E3644A 상태	E3645A 상태
CURR	3 A	0.8 A	5 A	1.4 A	8 A	2.2 A
CURR:STEP	0.052 mA	0.015 mA	0.095 mA	0.026 mA	0.152 mA	0.042 mA
CURR:TRIG	3 A	0.8 A	5 A	1.4 A	8 A	2.2 A
DISP	ON			ON		
OUTP	OFF			OFF		
OUTP:REL	OFF			OFF		
TRIG:DEL	0			0		
TRIG:SOUR	BUS			BUS		
VOLT	0 V			0 V		
VOLT:STEP	0.35 mV	1.14 mV	0.38 mV	1.14 mV	0.35 mV	1.14 mV
VOLT:TRIG	0 V			0 V	0 V	0 V
VOLT:PROT	22.0 V	66.0 V	22.0 V	66.0 V	22.0 V	66.0 V
VOLT:PROT:STAT	ON			ON		
VOLT:RANG	P8V(저전압)	P35V(저전압)	P8V(저전압)	P35V(저전압)	P8V(저전압)	P35V(저전압)

참고: 위에 수록된 전압과 전류 단계 크기는 대표적인 값입니다.



---

## 상태 저장 명령

전원공급기의 비휘발성 메모리에는 다섯 개의 저장 위치가 있어 여기에 전원공급기 상태가 저장됩니다. 위치의 번호는 1부터 5입니다. 또한 전면판에서 각 저장 위치(1부터 5)에 이름을 할당할 수 있습니다.

### \*SAV { 1 | 2 | 3 | 4 | 5 }

지정 위치에 전원공급기의 현재 상태를 저장합니다. 같은 위치에 이미 저장된 상태는 덮어씁니다(오류는 발생하지 않습니다).

- 전원공급 재설정(\*RST 명령)은 메모리에 저장된 구성에 영향을 주지 않습니다. 저장된 상태는 덮어쓰거나 특별히 삭제되지 않는 한 그대로 유지됩니다.
- 저장 상태 특성은 다음과 같은 명령의 상태나 값을 "기억"합니다.

CURR, CURR:STEP, CURR:TRIG, OUTP, OUTP:REL, TRIG:DEL,  
TRIG:SOUR, VOLT, VOLT:STEP, VOLT:TRIG, VOLT:PROT,  
VOLT:PROT:STAT, 및 VOLT:RANG

### \*RCL { 1 | 2 | 3 | 4 | 5 }

지정 저장 위치에 저장된 전원공급기 상태를 호출합니다. 공장 출하시 저장 위치 "1"부터 "5"는 비어 있습니다.

**참고:** DISP {OFF|ON}은 원격 인터페이스 모드에서만 저장하고 호출할 수 있습니다. 로컬 모드로 가면 디스플레이 상태가 자동으로 ON으로 설정됩니다.

### MEMory:STATe

:NAME { 1 | 2 | 3 | 4 | 5 }, <quoted name>

:NAME? { 1 | 2 | 3 | 4 | 5 }

지정 저장 위치에 이름을 할당합니다. 원격 인터페이스에서는 숫자(1부터 5)를 사용하여 저장된 상태를 호출할 수 있습니다. :NAME? 질의는 지정 저장 위치에 현재 할당된 이름이 있는 인용된 문자열을 복귀합니다. 지정 위치에 할당된 이름이 없는 경우 분 문자열(" ") 복귀됩니다. 이름에는 모두 9개까지의 문자가 있을 수 있습니다. 첫 번째 문자는 영숫자일 수 있습니다. 공란은 사용할 수 없습니다. 9개 문자를 초과하는 이름을 지정하면 오류가 발생합니다. 자세한 내용은 55 페이지 "상태 저장"을 참조하십시오. 아래에 예제가 있습니다.

"MEM:STATE:NAME 1, 'P15V\_TEST'"

이름을 지정하지 않으면(이름 매개변수의 사용은 선택적입니다) 그 상태에 이름이 할당되지 않습니다. 따라서 이름을 지울 수 있는 방법이 제공됩니다(그러나 저장된 상태는 삭제되지 않습니다).

---

## 교정 명령

전원공급기의 교정 기능 개요에 대해서는 62 페이지부터 시작되는 "교정 개요"를 참조하십시오. 교정의 예제 프로그램은 91 페이지에 수록되어 있습니다. 교정 절차에 대한 자세한 사항은 서비스 정보를 참조하십시오.

---

### 참고

전원공급기를 교정할 때 OVP를 ON 상태로 설정하여 OVP가 트립되는 것을 방지해야 합니다.

#### **CALibration:COUNT?**

전원공급기의 교정된 횟수를 파악하기 위한 조회 명령입니다. 전원공급기는 공장  
에서 출하되기 전에 교정되었습니다. 전원공급기를 인수할 때 이 숫자를 읽어 초기  
값을 알아두십시오. 이 값은 매 교정점마다 1씩 커지므로 완전한 교정이 이루어지  
면 값이 3씩 증가합니다.

#### **CALibration:CURRENT[ :DATA] <numeric value>**

이 명령은 교정이 보안해제되고 출력 상태가 ON인 경우에만 사용할 수 있습니  
다. 이 명령은 외부 전류계를 읽어서 구해지는 전류값을 입력합니다. 입력한 다  
음 중간 및 최대 교정 레벨(CAL:CURR:LEV MID 및 CAL:CURR:LEV MAX)  
을 선택합니다. 세 개의 값을 연속적으로 선택하고 입력하여야 합니다. 그러면  
전원공급기가 새로운 교정 상수를 계산합니다. 이러한 상수는 비휘발성 메모리에  
저장됩니다.

#### **CALibration:CURRENT:LEVEL {MINimum | MIDDLE | MAXimum}**

이 명령은 교정이 보안해제되고 출력 상태가 ON인 경우에만 사용할 수 있습니다.  
이 명령은 CAL:CURR 명령에 의해 입력되는 교정점의 전원 공급기 전류 레벨을 설  
정합니다. 교정을 하는 동안 세 점을 입력해야 하는데 우선 하한점(MIN)부터 선택  
하여 입력해야 합니다.

#### **CALibration:SECure:CODE <quoted new code>**

새로운 보안 코드를 입력합니다. 보안 코드를 바꾸려면 먼저 기존 보안 코드를 사  
용하여 전원공급기의 보안을 해제시키고 나서 새로운 코드를 입력하여야 합니다.  
교정 코드에는 원격 인터페이스를 통해 최대 11자까지 들어갈 수 있습니다. 자세  
한 내용은 62 페이지의 "교정 개요"를 참조하십시오.

## 교정 명령

**CALibration:SECure:STATe {OFF | ON}, <quoted code>**

교정을 위한 보안으로 전원공급기를 보안 조치하거나 보안 해제합니다.

**CALibration:SECure:STATe?**

전원공급기의 교정에 대한 보안 상태를 조회합니다. 결과로 표시되는 값은 "0" (보안 해제)이나 "1" (보안)입니다.

**CALibration:STRing <quoted string>**

전원공급기에 대한 교정 정보를 기록합니다. 예를 들어 최종 교정일, 다음 교정 예정일, 전원공급기 일련번호 등의 정보를 저장할 수 있습니다. 교정 메시지는 최대 길이가 40자입니다. 교정 메시지를 보내기 전에 전원공급기의 보안을 해제하여야 합니다.

**CALibration:STRing?**

교정 메시지를 조회한 후 인용부호의 문자열로 표시합니다.

**CALibration:VOLTage[:DATA] <numeric value>**

교정을 보안 해제하고 출력 상태가 ON인 경우에만 사용할 수 있습니다. 이 명령은 외부 전압계를 읽어서 구한 전압값을 입력합니다. 우선 입력되는 전압에 대한 최소 교정 레벨(CAL:VOLT:LEV MIN)을 선택해야 합니다. 그런 다음 입력 값에 대한 중간 및 최대 교정 레벨(CAL:VOLT:LEV MID 및 CAL:VOLT:LEV MAX)을 입력해야 합니다. 세 개의 연속되는 값을 선택하여 입력하여야 합니다. 그러면 전원 공급기가 새로운 전압 교정 상수를 계산합니다. 이러한 상수는 비휘발성 메모리에 저장됩니다.

**CALibration:VOLTage:LEVel {MINimum | MIDDLE | MAXimum}**

이 명령은 교정이 보안 해제되고 출력 상태가 ON이어야만 사용할 수 있습니다. 이 명령은 CAL:VOLT 명령에 의해 입력되는 교정점으로 전원공급기를 설정합니다. 교정을 하는 동안 세 개의 교정점이 입력되어야 하는데 우선 하한점(MIN)을 선택하고 입력하여야 합니다.

**CALibration:VOLTage:PROTection**

전원공급기의 과전압 방지 회로를 교정합니다. 이 명령의 실행에는 약 10초가 소요됩니다. 과전압 방지 회로를 교정하기 전에 교정을 보안해제하고 출력을 개방시켜야 합니다. 전원공급기는 자동으로 교정을 수행하고 새 과전압 상수를 비휘발성 메모리에 저장합니다. 이 명령을 보내기 전에 전압 교정이 선행되어야 합니다.

교정의 예제

- 1 전원공급기의 출력을 사용가능으로 만듭니다.  
“OUTP ON”
- 2 전압 보호 기능을 사용불능으로 만듭니다.  
“VOLT:PROT:STAT OFF”
- 3 교정 전 보안 코드로 전원공급기의 보안을 해제합니다.  
“CAL:SEC:STAT OFF, ‘<code>’”
- 4 전압 교정의 경우 디지털 전압계(DVM)를 전원공급기의 출력 단자에 연결합니다.
- 5 전원공급기를 low-end(MIN) 교정 지점으로 설정합니다.  
“CAL:VOLT:LEV MIN”
- 6 DVM에서 읽은 값을 입력합니다.  
“CAL:VOLT:DATA 0.549”
- 7 전원공급기를 중간(MID) 교정 지점으로 설정합니다.  
“CAL:VOLT:LEV MID”
- 8 DVM에서 읽은 값을 입력합니다.  
“CAL:VOLT:DATA 11.058”
- 9 전원공급기를 최대(MAX) 교정 지점으로 설정합니다.  
“CAL:VOLT:LEV MAX”
- 10 DVM에서 읽은 값을 입력합니다.  
“CAL:VOLT:DATA 21.566”
- 11 전원공급기를 과전압 보호 교정 지점으로 설정합니다.  
“CAL:VOLT:PROT”
- 12 전류 교정의 경우 해당 전류 모니터링 저항기(섀트)를 출력 단자에 연결하고 DVM을 섀트(shunt) 저항기에 연결합니다.
- 13 전류 교정을 위해 "VOLT" 대신 "CURR"로 대체하여 단계 (5)부터 (9)를 반복합니다. 예를 들어 "CAL:CURR:LEV MIN"
- 14 다음 교정 예정일 또는 앞으로 문의를 위한 연락처와 같은 교정 정보를 기록합니다. 교정 문자열에는 40개까지의 문자가 있을 수 있습니다.  
“CALibration:STRing ‘<string>’”

주의 정밀한 교정을 하려면 DVM 판독값이 안정될 때까지 기다려야 합니다.

---

## 인터페이스 구성 명령

46 페이지부터 시작되는 제 3 장의 "원격 인터페이스 구성"을 참조하십시오.

### **SYSTem:INTerface {GPIB | RS232}**

원격 인터페이스를 선택합니다. 인터페이스는 한번에 하나만 사용가능으로 만들 수 있습니다. 전원공급기가 공장 출하시 GPIB 인터페이스가 선택됩니다.

### **SYSTem:LOCal**

RS-232 운용 중 전원공급기의 모드를 로컬로 만듭니다. 전면판의 모든 키를 사용할 수 있습니다.

### **SYSTem:REMOte**

RS-232 운용을 위해 전원공급기 모드를 원격으로 만듭니다. "Local" 키를 제외한 전면판의 모든 키는 원격 모드에서 사용불능이 됩니다.

전원공급기의 모드를 원격으로 만들려면 SYST:REM 명령을 전송해야 합니다. 원격 운용을 위해 구성되지 않은 경우 데이터 전송이나 수신시 RS-232 인터페이스에서 이루어지면 예측하지 못한 결과가 발생할 수 있습니다.

### **SYSTem:RWLock**

RS-232 운용을 위해 전원공급기의 모드를 원격으로 만듭니다. 이 명령은 "Local" 키를 포함하여 전면판의 모든 키가 사용불능이 된다는 것을 제외하고 SYST:REM 명령과 같습니다.

### **<Ctrl-C>**

RS-232 인터페이스를 통해 진행 중인 운용을 취소하고 모든 출력 데이터를 폐기합니다. 이 작업은 GPIB 인터페이스에서 IEEE-488 장치를 취소하는 동작과 같습니다.

---

## SCPI 상태 레지스터

모든 SCPI 계측기는 동일한 방법으로 Status 레지스터를 실행합니다. 상태 시스템은 계측기의 다양한 상태를 세 개의 레지스터 그룹 즉, Status Byte 레지스터, Standard Event 레지스터 및 Questionable Status 레지스터 그룹으로 기록합니다. Status Byte 레지스터는 다른 레지스터 그룹에 보고된 상위의 요약 정보를 기록합니다. 다음 페이지의 다이어그램에는 전원공급기에서 사용하는 SCPI 상태 시스템이 그려져 있습니다.

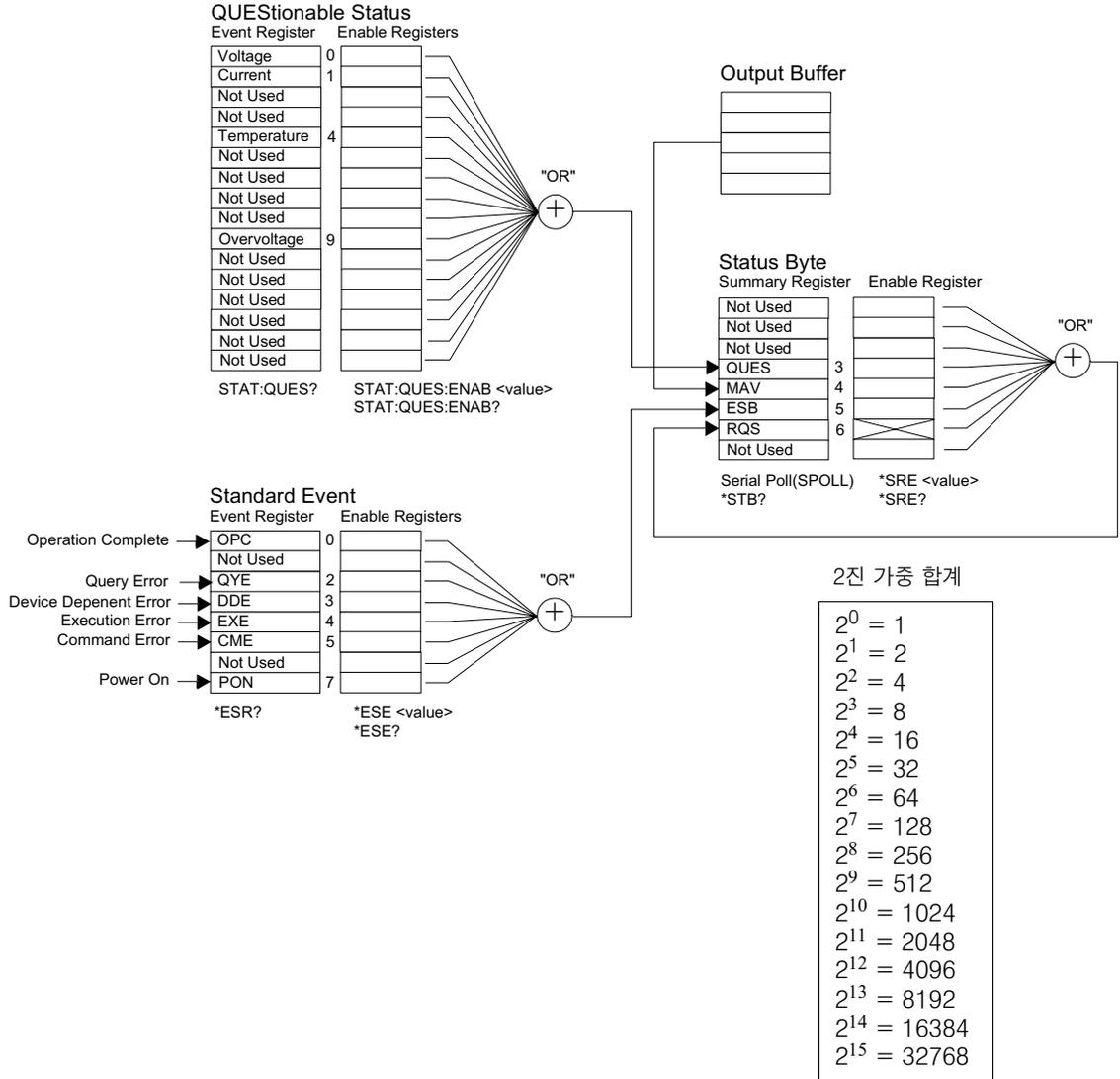
### Event 레지스터란?

Event 레지스터는 전원공급기의 정의된 상태를 보고하는 읽기 전용 레지스터입니다. Event 레지스터에 있는 비트는 래치됩니다. 일단 하나의 이벤트 비트가 설정되면 계속되는 상태 변경사항들은 무시됩니다. Event 레지스터에 있는 비트는 그 레지스터를 조회하거나(예: \*ESR? 또는 STAT:QUES:EVENT?), \*CLS(상태 지움) 명령을 보내면 자동으로 소거됩니다. 재설정 \*RST 명령이나 장치 지움(device clear)은 Event 레지스터에 있는 비트를 소거하지 않습니다. Event 레지스터를 조회하면 그 결과로 레지스터에 설정된 모든 비트의 2진 가중 합계에 해당하는 10진수 값이 표시됩니다.

### Enable 레지스터란?

Enable 레지스터는 단일 요약 비트를 만들기 위해 대응하는 Event 레지스터의 어떤 비트들이 함께 논리합(OR)이 되는지를 정의합니다. Enable 레지스터는 읽을 수도 있고 기록할 수도 있습니다. Enable 레지스터는 조회하더라도 "0"으로 되지 않습니다. \*CLS(상태 지움) 명령은 Enable 레지스터를 소거하지 않지만 Event 레지스터에 있는 비트를 소거합니다. Enable 레지스터에 있는 비트를 사용하려면 레지스터에서 사용할 비트의 2진 가중 합계에 해당하는 10진수 값을 기록하여야 합니다.

### SCPI 상태 시스템



## Questionable Status 레지스터

Questionable Status 레지스터는 전압과 전류 레귤레이션에 관한 정보를 제공합니다. 비트 0은 전압이 조정되지 않으면 설정되고 비트 1은 전류가 조정되지 않으면 설정됩니다. 예를 들어 전원공급기가 전압 소스(정전압 모드)로서 동작 중일 때 전원공급기가 순간적으로 정전류 모드로 되는 경우 비트 0이 설정되어 전압 출력이 조정되지 않음을 나타냅니다.

또한 Questionable Status 레지스터는 전원공급기에 과열 조건이 있으며 과전압 방지 회로가 트립되었다는 정보를 제공합니다. 비트 4는 팬의 과열 조건을, 비트 9는 과전압 방지 회로가 트립되었음을 보고합니다. 레지스터를 읽으려면 `STATUS:QUEStionable?`을 보내십시오.

표 4-3. 비트 정의 - Questionable Status 레지스터

비트		10진수 값	정의
0	Voltage	1	전원공급기가 정전류 모드에 있거나 있었음.
1	Current	2	전원공급기가 정전압 모드에 있거나 있었음.
2-3	Not Used	0	항상 0으로 설정됨.
4	Overtemperature	16	팬이 고장 상태임.
5-8	Not Used	0	항상 0으로 설정됨.
9	Over Voltage	512	과전압 방지 회로가 트립되었음.
10	Not Used	0	항상 0으로 설정됨.
11-15	Not Used	0	항상 0으로 설정됨.

다음 경우에 Questionable Status Event 레지스터가 "0"으로 됩니다.

- \*CLS (상태 지움) 명령을 실행할 경우
- `STAT:QUES?` (Status Questionable Event 레지스터) 명령을 사용하여 Event 레지스터를 조회할 경우

예를 들어, Questionable Event 레지스터의 상태를 조회한 결과 16이 표시되면 온도 상태가 의심스러운 것입니다.

다음 경우에 Questionable Status Enable 레지스터가 "0"으로 됩니다.

- `STAT:QUES:ENAB 0` 명령을 실행할 경우

### Standard Event 레지스터

Standard Event 레지스터는 다음 유형의 계측기 이벤트를 보고합니다. 즉, 전원 공급 감지인지, 명령문 오류, 명령 실행 오류, 자체 시험 또는 교정 오류, 조회 오류 또는 \*OPC 명령을 실행할 경우 등입니다. 이 상태들의 일부 또는 전부는 Enable 레지스터를 통하여 Status Byte 레지스터의 Standard Event Summary 비트 (ESB, 비트 5)에 보고될 수 있습니다. Enable 레지스터를 마스킹하려면, \*ESE(Event Status Enable) 명령을 사용하여 레지스터에 10진수 값을 기록합니다.

오류 상태(Standard Event 레지스터 비트 2, 3, 4 또는 5)는 항상 하나 이상의 오류를 전원공급기의 오류 대기열에 기록합니다. SYST:ERR? 명령을 사용하여 오류 대기열을 읽습니다.

표 4-4. 비트 정의 - Standard Event 레지스터

비트	10진수 값	정의	
0	OPC	1	실행 완료. *OPC 명령을 포함한 혹은, 이전의 모든 명령들이 실행되었음
1	Not Used	0	항상 0으로 설정됨
2	QYE	4	조회 오류. 전원공급기가 출력 버퍼를 읽으려 했으나 비어 있음. 또는 이전 조회가 읽혀지기 전에 새로운 명령이 들어옴. 또는 입력 및 출력 버퍼가 모두 가득 참
3	DDE	8	장치 오류. 자체 시험 또는 교정 오류가 발생함 (제 5 장의 오류 번호 601 ~ 750 참조)
4	EXE	16	실행 오류. 실행 오류가 발생함 (제 5 장의 오류 번호 -211 ~ -224 참조)
5	CME	32	명령 오류. 명령 구문 오류가 발생함 (제 5 장의 오류 번호 -101 ~ -178 참조)
6	Not Used	0	항상 0으로 설정됨
7	PON	128	전원 공급. Event 레지스터를 마지막으로 읽거나 지운 후 전원이 꺼졌다 켜짐.

다음 경우에 Standard Event 레지스터가 소거됩니다.

- \*CLS (상태 지움) 명령을 실행할 경우
- \*ESR? (Event Status 레지스터) 명령을 사용하여 Event 레지스터를 조회할 경우

예를 들어 Standard Event 레지스터의 상태를 조회했을 때 QYE, DDE 및 EXE 상태가 발생하면 28(4+8+16)이 결과로서 표시됩니다.

다음 경우에 Standard Event Enable 레지스터가 소거됩니다.

- \*ESE 0 명령을 실행할 경우
- 전원을 켜기 전에 \*PSC 1을 수행하고 전원을 다시 켜는 경우
- 이전에 \*PSC 0 명령을 수행한 경우에는, Enable 레지스터가 전원공급시 소거되지 않습니다.

### Status Byte 레지스터

Status Byte Summary 레지스터는 다른 Status 레지스터로부터의 상태를 보고합니다. 전원공급기의 출력 버퍼에서 대기중인 조회 데이터는 "Message Available" 비트(비트 4)를 통하여 즉시 보고됩니다. Summary 레지스터에 있는 비트들은 래치되지 않습니다. Event 레지스터를 소거하면 Status Byte Summary 레지스터에 있는 해당 비트들이 소거됩니다. 대기중인 조회를 포함하여 출력 버퍼에 있는 모든 메시지를 읽으면 "Message Available" 비트가 소거됩니다.



표 4-5. 비트 정의 - Status Byte Summary 레지스터

비트		10진수 값	정의
0-2	Not Used	0	항상 0으로 설정됨
3	QUES	8	Questionable Status 레지스터의 하나 이상의 비트가 "1"로 설정되어 있음 (Enable 레지스터의 비트들이 사용할 수 있는 상태이어야 함)
4	MAV	16	데이터가 전원공급기 출력 버퍼 안에서 사용 가능함
5	ESB	32	Standard Event 레지스터의 하나 이상의 비트가 "1"로 설정되어 있음 (Enable 레지스터의 비트들이 사용할 수 있는 상태이어야 함)
6	RQS	64	전원공급기가 서비스를 요청중임 (Serial poll)
7	Not Used	0	항상 0으로 설정됨

다음 경우에 Status Byte Summary 레지스터가 소거됩니다.

- \*CLS (상태 지움) 명령을 실행할 경우
- Standard Event 레지스터를 조회(\*ESR? 명령)하면 Status Byte Summary 레지스터에서 비트 5만이 소거될 경우

예를 들어 Status Byte 레지스터의 상태를 조회했을 때 QUES 및 MAV 상태가 발생하면 24(8+16)가 결과로서 표시됩니다.

다음 경우에 Status Byte Enable 레지스터(서비스 요청)가 소거됩니다.

- \*SRE 0 명령을 실행할 경우
- 전원을 켜기 전에 \*PSC 1 명령을 수행하고 전원을 다시 켜 경우
- 이전에 \*PSC 0 명령을 수행한 경우에는 Enable 레지스터가 전원 공급시 소거되지 않습니다.

### 서비스 요청(SRQ)과 Serial POLL 사용

IEEE-488 서비스 요청(SRQ) 인터럽트를 사용하려면 이 기능에 응답하도록 버스 컨트롤러를 구성하여야 합니다. Status Byte Enable 레지스터(\*SRE 명령)를 사용하여 어떤 요약 비트가 Low-level의 IEEE-488 서비스 요청 신호를 설정할 것 인지를 선택합니다. Status Byte에서 비트 6(서비스 요청)이 설정되면 IEEE-488 서비스 요청 인터럽트 메시지가 자동으로 버스 컨트롤러로 보내집니다. 그러면 버스 컨트롤러는 버스상의 계측기를 폴링하여 서비스를 요청한 계측기(Status Byte의 비트 6이 설정된 계측기)를 식별합니다.

서비스 요청 비트는 IEEE-488 serial poll을 사용하여 Status Byte를 읽거나, 서비스를 요청하도록 한 요약 비트가 들어 있는 Event 레지스터를 읽어야 소거됩니다.

Status Byte Summary 레지스터를 읽으려면, IEEE-488 serial poll 메시지를 보내야 합니다. Summary 레지스터를 조회하면, 그 결과 레지스터에 설정된 비트들의 2진 가중 합계에 해당하는 10진수 값이 표시됩니다. Serial poll은 자동으로 Status Byte Summary 레지스터에 있는 "서비스 요청" 비트를 소거합니다. 다른 비트들은 영향을 받지 않습니다. serial poll을 수행하더라도 계측기 기능에는 영향을 주지 않습니다.

---

#### 주의

IEEE-488 표준은 사용자의 버스 컨트롤러 프로그램과 계측기를 동기화하지는 않습니다. \*OPC? 명령을 사용하여 이전에 계측기로 보낸 명령들이 완료된 것을 확인하여야 합니다. \*RST, \*CLS, 또는 다른 명령들이 완료되기 전에 serial poll을 실행하면 이전 상태들이 보고 되도록 할 수 있습니다.

## Status Byte를 읽기 위한 \*STB? 사용

\*STB? (Status Byte 조회) 명령은 serial poll과 유사하지만 다른 계측기 명령처럼 처리됩니다. \*STB? 명령은 serial poll과 동일한 결과를 나타내지만 "서비스 요청" 비트(비트 6)는 소거되지 않습니다.

\*STB? 명령은 IEEE-488 버스 인터페이스 하드웨어에 의해 자동으로 처리되지 않으며 이전 명령들이 완료된 후에만 실행됩니다. \*STB? 명령을 사용하면 폴링이 가능하지 않습니다. \*STB? 명령을 실행해도 Status Byte summary 레지스터는 소거되지 않습니다.

## 메시지 사용가능 비트(MAV) 사용

Status Byte 레지스터의 "메시지 사용가능" 비트(비트 4)를 사용하여 버스 컨트롤러에서 데이터를 읽을 수 있는 시기를 알 수 있습니다. 전원공급기는 모든 메시지가 출력 버퍼에서 읽혀진 후에만 비트 4를 소거합니다.

## SRQ를 사용한 버스 컨트롤러 인터럽트

- 1 장치 지움 (device clear) 메시지를 보내서 전원공급기의 출력 버퍼를 지웁니다 (예: CLEAR 705).
- 2 \*CLS (상태 지움) 명령을 사용하여 Event 레지스터를 지웁니다.
- 3 Enable 레지스터를 마스크 합니다. \*ESE 명령을 실행하여 Standard Event 레지스터와 \*SRE 명령을 실행하여 Status Byte 레지스터를 설정합니다.
- 4 \*OPC?(실행 완료 조회) 명령을 보낸 후 결과를 입력하여 동기화시킵니다.
- 5 사용중인 버스 컨트롤러의 IEEE-488 SRQ 인터럽트를 작동시킵니다.

### 일련의 명령이 완료되는 시기 결정

- 1 장치 지움(device clear) 메시지를 보내서 전원공급기의 출력 버퍼를 지웁니다(예 : CLEAR 705).
- 2 \*CLS (상태 지움: Clear Status) 명령을 사용하여 Event 레지스터를 소거합니다.
- 3 \*ESE 1 명령을 실행하여 Standard Event 레지스터 내의 "실행 완료" 비트(비트 0)를 사용합니다.
- 4 \*OPC? (실행 완료 조회) 명령을 보낸 후 결과를 입력하여 동기화시킵니다.
- 5 명령 문자열을 실행하여 원하는 구성을 프로그래밍한 후 마지막 명령으로 \*OPC (실행 완료) 명령을 실행합니다. 일련의 명령이 완료되면 Standard Event 레지스터의 "실행 완료" 비트(비트 0)가 설정됩니다.
- 6 serial poll을 사용하여 Status Byte summary 레지스터의 비트 5(Standard Event)가 설정되는 시기를 확인합니다. 또한 \*SRE 32(Status Byte Enable 레지스터, 비트 5)를 보내서 SRQ 인터럽트에 대해 전원공급기를 구성할 수도 있습니다.

### 데이터가 출력 버퍼에 있을 때 신호보내기 위한 \*OPC 사용

일반적으로 일련의 명령이 완료되었을 때 신호를 발생시키려면 Standard Event 레지스터에 있는 "실행 완료" 비트(비트 0)를 사용하는 것이 가장 좋습니다. 이 비트는 \*OPC 명령이 실행된 후 레지스터에 설정됩니다. 전원공급기의 출력 버퍼(조회 데이터)에 메시지를 로드시키는 명령 후 \*OPC를 보내면 "실행 완료" 비트를 사용하여 메시지가 사용가능한 시기를 알 수 있습니다. 그러나 \*OPC 명령이(순서대로) 실행되기 전에 너무 많은 메시지가 발생하면 출력 버퍼가 가득 차게 되고 전원공급기는 처리 명령을 중지시키게 됩니다.

---

## 상태 보고 명령

전원공급기의 Status 레지스터 구조에 관한 자세한 사항은 이 장의 94 페이지에 있는 "SCPI 상태 시스템" 다이어그램을 참조하십시오.

### SYSTem:ERRor?

전원공급기의 오류 대기열을 조회합니다. 최대 20개까지의 오류 기록이 전원공급기의 오류 대기열에 저장될 수 있습니다. 오류는 선입선출(FIFO) 순서로 검색됩니다. 맨 처음 저장된 오류가 첫번째로 표시됩니다. 대기열에서 모든 오류를 읽으면 **ERROR** 표기기가 꺼지고 오류가 소거됩니다. 자세한 내용은 113 페이지부터 시작되는 "오류 메시지"를 참조하십시오.

### STATus:QUEStionable:CONDition?

Questionable Status 조건 레지스터를 조회하여 전원공급기의 CV 또는 CC 모드를 점검합니다. 전원공급기는 레지스터의 모든 비트의 2진 가중 합계에 해당하는 10진수 값을 표시합니다. 이러한 비트는 래치되지 않습니다. "0"이 표시되면 전원공급기는 출력이 OFF이거나 레귤레이션이 되지 않는 상태입니다. "1"이 표시되면 전원공급기는 CC 동작 모드에 있는 것이며, "2"가 표시되면 전원공급기는 CV 동작 모드에 있습니다. "3"이 표시되면 전원공급기가 고장 상태에 있습니다.

### STATus:QUEStionable?

Questionable Status 이벤트 레지스터를 조회합니다. 전원공급기는 레지스터의 모든 비트의 2진 가중 합계에 해당하는 10진수 값을 표시합니다. 이러한 비트는 래치됩니다. 이벤트 레지스터는 읽고나면 지워집니다.

### STATus:QUEStionable:ENABle <enable value>

Questionable Status Enable 레지스터에 있는 비트들을 사용상태로 만듭니다. 선택된 비트는 Status Byte에 보고됩니다.

### STATus:QUEStionable:ENABle?

Questionable Status Enable 레지스터를 조회합니다. 그 결과 Enable 레지스터에 설정된 비트를 나타내는 2진 가중 합계에 해당하는 10진수 값이 표시됩니다.

### \*CLS

이 명령은 모든 Event 레지스터와 Status Byte 레지스터를 지웁니다.

### \*ESE <enable value>

Standard Event Enable 레지스터에 있는 비트를 사용상태로 만듭니다. 선택된 비트는 그 후 Status Byte에 보고됩니다.

### \*ESE?

Standard Event Enable 레지스터에 있는 비트를 사용상태로 만듭니다. 선택된 비트는 그 후 Status Byte에 보고됩니다.

**\*ESR?**

Standard Event 레지스터를 조회합니다. 그 결과 레지스터에 있는 모든 비트의 2진 가중 합계에 해당하는 10진수 값이 표시됩니다.

**\*OPC**

한 명령이 실행된 후 Standard Event 레지스터의 "실행 완료" 비트(비트 0)를 설정합니다.

**\*OPC?**

한 명령이 실행된 후 출력 버퍼로 "1"이 표시됩니다.

**\*PSC { 0 | 1 }**

(전원공급시 상태 지움). 이 명령은 전원을 켜올 때 (\*PSC 1) Status Byte와 Standard Event 레지스터 작동 마스크를 지웁니다. \*PSC 0이 유효한 경우에는 전원을 켜도 Status Byte와 Standard Event 레지스터 작동 마스크가 지워지지 않습니다.

**\*PSC?**

전원공급시 상태 지움 설정을 조회합니다. 결과로 표시되는 매개변수는 "0"(\*PSC 0) 또는 "1"(\*PSC 1)입니다.

**\*SRE <enable value>**

Status Byte Enable 레지스터에 있는 비트를 사용상태로 만듭니다.

**\*SRE?**

Status Byte Enable 레지스터를 조회합니다. 그 결과 Enable 레지스터에 설정된 모든 비트의 2진 가중 합계에 해당하는 10진수 값이 표시됩니다.

**\*STB?**

Status Byte summary 레지스터를 조회합니다. \*STB? 명령은 serial poll과 유사하지만 다른 계측기 명령처럼 처리됩니다. \*STB? 명령은 serial poll과 동일한 결과를 나타내지만 serial poll이 발생한 경우 "서비스 요청" 비트(비트 6)는 지워지지 않습니다.

**\*WAI**

전원공급기가 더 이상의 명령이 인터페이스를 통해 실행되기 전에, 아직 처리되지 않은 모든 명령이 완료될 때까지 기다립니다. 트리거된 모드에서만 사용됩니다.

---

## SCPI 언어 소개

SCPI(프로그래밍 계측기를 위한 표준 명령)는 시험 및 측정을 위해 설계된 ASCII를 기초로 하는 계측기 명령 언어입니다. 원격 인터페이스를 통해 전원공급기를 프로그래밍하는 데 사용되는 기본적인 기법은 74 페이지에서 시작되는 "간소화된 프로그래밍 개요"를 참조하십시오.

SCPI 명령은 트리 구조(tree system)로 알려진 계층 구조를 근거로 합니다. 이 구조에서는 연관된 명령이 공통 노드 또는 루트 아래에서 함께 그룹을 이루어 부시스템(subsystem)을 형성합니다. 다음에 표시된 SOURCE 부시스템(subsystem)의 일부는 트리 구조를 나타냅니다.

[SOURCE:]

CURRENT {<current>|MIN|MAX|UP|DOWN}

CURRENT? [MIN|MAX]

CURRENT:

TRIGGERED {<current>|MIN|MAX}

TRIGGERED? {MIN|MAX}

VOLTAGE {<voltage>|MIN|MAX|UP|DOWN}

VOLTAGE? [MIN|MAX]

VOLTAGE:

TRIGGERED {<voltage>|MIN|MAX}

TRIGGERED? {MIN|MAX}

SOURCE는 명령의 루트 키워드이고 CURRENT와 VOLTAGE는 두번째 레벨의 키워드이며, TRIGGERED는 세번째 레벨의 키워드입니다. 콜론(:)으로 명령 키워드와 Low-level 키워드를 구분합니다.

## 이 설명서에서 사용되는 명령 형식

이 설명서에서 명령을 표시하는 데 사용되는 형식은 다음과 같습니다.

```
CURRent {<current>|MINimum|MAXimum|UP|DOWN}
```

명령문은 대부분의 명령(및 일부 매개변수)에서 대문자와 소문자를 혼용하여 표시합니다. 대문자는 명령의 축약된 철자를 나타냅니다. 프로그램 길이를 짧게 하기 위해 축약된 형태로 보냅니다. 프로그램 내용을 더 잘 알아볼 수 있도록 하려면 긴 형태로 보냅니다.

예를 들어, 위의 구문에서 CURR와 CURRENT는 둘 다 허용됩니다. 대문자나 소문자를 모두 사용할 수 있습니다. 따라서 CURRENT, curr 및 Curr이 모두 가능합니다. 그 밖의 CUR이나 CURREN 같은 형태는 오류를 발생시킵니다.

중괄호({})에는 주어진 명령 문자열에 대한 매개변수 선택사항이 들어갑니다. 이 괄호는 명령 문자열과 함께 보내지 않습니다.

수직선(|)은 주어진 명령 문자열에 대한 여러 개의 매개변수 선택사항을 구분합니다.

각괄호(<>)는 그 안에 들어 있는 매개변수에 대해 값을 지정하여야 함을 나타냅니다. 예를 들면, 위의 구문에서는 각괄호 안에 들어 있는 전류 매개변수입니다. 괄호는 명령 문자열과 함께 보내지 않습니다. 매개변수에 대해서는 하나의 값을 지정하여야 합니다(예: "CURR 0.1").

어떤 매개변수는 대괄호([ ]) 안에 들어갑니다. 이 괄호는 매개변수가 선택적이며 생략될 수 있음을 나타냅니다. 괄호는 명령 문자열과 함께 보내지 않습니다.

명령의 일부는 대괄호([ ]) 안에 들어갑니다. 이 대괄호는 이 부분의 명령이 선택적이라는 것을 나타냅니다. 명령에서 대부분의 선택적 부분은 명령 설명에는 수록되지 않습니다. 모든 선택사항을 나타내는 전체 명령은 69 페이지의 "SCPI 명령 요약"을 참조하십시오.

콜론(:)으로 명령 키워드와 Low-level 키워드가 구분됩니다. 명령 키워드와 매개변수 사이에는 빈칸을 하나 넣어 구분하여야 합니다. 명령에 하나 이상의 매개변수가 필요하면 다음과 같이 쉼표를 사용하여 인접한 매개변수를 구분하여야 합니다.

```
"SOURce:CURRent:TRIGgered"
```

```
"APPLY 3.5,1.5"
```

## 명령 분리자(Command Separators)

콜론(:)은 다음과 같이 명령 키워드와 Low-level 키워드를 구분하는 데 사용됩니다.

```
“SOURce:CURRent:TRIGgered”
```

세미콜론(;)은 동일한 부시스템(subsystem) 내의 두 명령을 구분하는 데 사용되며, 또한 입력하는 수고를 최소화할 수 있습니다. 예를 들면,

```
“SOUR:VOLT MIN;CURR MAX”
```

이 명령 문자열을 보내는 것은 다음 두 명령어를 보내는 것과 같습니다.

```
“SOUR:VOLT MIN”
```

```
“SOUR:CURR MAX”
```

콜론과 세미콜론을 함께 사용하여 서로 다른 부시스템(subsystem)의 명령들을 연결시킵니다. 예를 들어, 다음 명령 문자열에서 콜론과 세미콜론을 둘 다 사용하지 않으면 오류가 발생합니다.

```
“DISP:TEXT:CLE;;SOUR:CURR MIN”
```

## MIN 및 MAX 매개변수 사용

많은 명령의 경우 매개변수 대신 MINimum 또는 MAXimum을 사용할 수 있습니다. 예를 들면 다음 명령과 같습니다.

```
CURRent {<current> | MIN | MAX}
```

특정 전류를 선택하는 대신 MINimum을 사용하여 전류를 최소값으로 설정하거나 MAXimum을 사용하여 전류를 최대값으로 설정합니다.

## 매개변수 설정값 조회

물음표(?)를 명령에 추가시켜 대부분의 매개변수의 값을 조회할 수 있습니다. 예를 들어, 다음 명령은 출력 전류를 5 amps로 설정합니다.

```
“CURR 5”
```

다음 명령을 실행시키면 값을 조회할 수 있습니다.

```
“CURR?”
```

또한 다음과 같이 현재의 기능에서 허용되는 최소값이나 최대값도 조회할 수 있습니다.

```
“CURR? MAX”
```

```
“CURR? MIN”
```

---

### 주의

처음 명령의 응답을 읽지 않고 두 개의 조회 명령을 보낸 다음 두번째 응답을 읽으려고 하면 첫번째 응답의 데이터 뒤에 두번째 응답이 붙어서 나올 수 있습니다. 이러한 경우를 피하려면 응답을 읽지 않은 상태에서는 조회 명령을 보내지 말아야 합니다. 이러한 상황이 불가피한 경우 두번째 조회 명령을 전송하기 전에 장치 지움 명령을 보내야 합니다.

---

## SCPI 명령 터미네이터

전원공급기에 전송되는 명령 문자열은 반드시 <new line> 문자로 종료되어야 합니다. IEEE-488 EOI (end-or-identify) 메시지는 <new line> 문자로 해석되며, <new line> 문자 대신 명령 문자열을 종료시키는 데 사용될 수 있습니다. <carriage return> 뒤에 <new line> 문자가 오는 것도 가능합니다. 명령 문자열 종료는 항상 현재 SCPI 명령 경로를 루트 레벨로 재설정합니다. <new line> 문자는 ASCII 십진 코드가 10입니다.

## IEEE-488.2 공통 명령

IEEE-488.2 표준은 재설정, 자체 시험(self-test) 및 상태 운용과 같은 기능을 수행하는 공통 명령세트를 정의합니다. 공통 명령은 항상 별표(\*)로 시작되고, 길이가 4 ~ 5자이며, 하나 이상의 매개변수를 가질 수 있습니다. 명령 키워드는 빈칸 하나로 첫번째 매개변수와 구분됩니다. 아래와 같이 세미콜론(;)을 사용하여 여러 개의 명령을 구분합니다.

```
“*RST; *CLS; *ESE 32; *OPC?”
```

## SCPI 매개변수 유형

SCPI 언어는 프로그램 메시지와 응답 메시지에 사용되는 몇 가지 서로 다른 데이터 형식을 정의합니다.

**숫자 매개변수** 숫자 매개변수를 요구하는 명령은 선택적인 부호, 소수점 및 과학적 표기법을 포함하여 널리 사용되는 모든 10진 표기법을 받아들입니다. MINimum, MAXimum 및 DEFault와 같은 숫자 매개변수에 대한 특수값도 받아들입니다. 숫자 매개변수와 함께 기술 단위 접미어(V, A 또는 SEC)를 보낼 수도 있습니다. 특정 숫자값만 허용될 경우 전원공급기는 입력된 숫자 매개변수를 자동으로 반올림합니다. 다음 명령은 숫자 매개변수를 사용합니다.

```
CURR {<current>|MIN|MAX|UP|DOWN}
```

**개별 매개변수** 개별 매개변수는 제한된 수의 값을 갖는 설정값(예: BUS, IMM)을 프로그래밍하는 데 사용됩니다. 조회 응답은 항상 대문자로 된 짧은 형태로 표시됩니다. 다음의 명령은 개별 매개변수를 사용합니다.

```
TRIG:SOUR {BUS|IMM}
```

**Boolean 매개변수** Boolean 매개변수는 참이거나 거짓인 단일 2진 상태를 나타냅니다. 거짓 조건의 경우 전원공급기는 "OFF"나 "0"을 받아들입니다. 참 조건의 경우 전원공급기는 "ON"이나 "1"을 받아들입니다. Boolean 설정값을 조회할 때 전원공급기는 항상 "0"이나 "1"을 복귀시킵니다. 다음 명령은 Boolean 매개변수를 사용합니다.

```
DISP {OFF|ON}
```

**문자열 매개변수** 문자열 매개변수에는 가상으로 임의의 ASCII 문자 세트가 들어갈 수 있습니다. 문자열은 반드시 짝이 맞는 인용부호 즉, 작은따옴표나 큰따옴표로 시작되고 끝나야 합니다. 인용부호 분리문자는 그 사이에 아무런 문자 없이 두 번 입력하여 문자열의 일부로서 포함시킬 수 있습니다. 다음 명령은 문자열 매개변수를 사용합니다.

```
DISP:TEXT <quoted string>
```

---

## 진행중인 출력 중단

진행중인 출력을 중단시키기 위해서는 GPIB 인터페이스를 통해 언제든지 장치 지움 (device clear) 명령을 보낼 수 있습니다. 상태 레지스터, 오류 대기열 및 모든 구성 상태는 device clear 메시지가 수신될 때 바뀌지 않고 그대로 유지됩니다. 장치 지움은 다음 기능을 수행합니다.

- 전원공급기의 입력 및 출력 버퍼가 지워집니다.
- 전원공급기가 새로운 명령 문자열을 받아들일 수 있도록 준비합니다.
- 다음 명령문은 Agilent BASIC을 사용하여, GPIB 인터페이스를 통해 장치 지움을 보내는 방법을 보여줍니다.

“CLEAR 705”

*IEEE-488 Device Clear*

- 다음 명령문은 C나 QuickBASIC용 GPIB 명령 라이브러리를 사용하여, GPIB 인터페이스를 통해 장치 지움을 보내는 방법을 보여줍니다.

“IOCLEAR (705)”

RS-232의 경우, <Ctrl-C> 문자를 보내면 IEEE-488 장치 지움 메시지와 동일한 작업이 수행됩니다. 전원공급기의 DTR (데이터 단말기 준비) 핸드셰이크 행은 장치 지움 메시지 뒤에 참으로 설정됩니다.

---

### 참고

모든 원격 인터페이스 구성은 전면판에서만 입력할 수 있습니다. 전원공급기를 원격으로 작동시키기 전에 제 3 장에 있는 "원격 인터페이스 구성"을 참조하여 GPIB 또는 RS-232 인터페이스용으로 구성하십시오.

---

## SCPI 준수(SCPI Conformance) 정보

전원공급기는 SCPI 표준의 "1996.0" 버전을 따릅니다. 이 표준에서 요구하는 많은 명령들이 이 전원공급기에 받아들여지지만, 복잡함을 피하기 위해 이 설명서에서는 설명하지 않았습니다. 이 설명서에 수록되지 않은 명령 중 대부분은 이 설명서에서 이미 설명한 명령의 기능과 거의 같습니다.

### SCPI 확인 명령

다음 표에는 전원공급기에서 사용되는 SCPI 확인 명령이 열거되어 있습니다.

```
DISPlay
[:WINDow][:STATe] {OFF|ON}
[:WINDow][:STATe]?
[:WINDow]:TEXT[:DATA] <quoted string>
[:WINDow]:TEXT[:DATA]?
[:WINDow]:TEXT:CLEar

INITiate[:IMMediate]

MEASure
:CURRent[:DC]?
[:VOLTagE][:DC]?

OUTPut
[:STATe] {OFF|ON}
[:STATe]?
[SOURce]
:CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] {<current>|MIN|MAX|UP|DOWN}
:CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
:CURRent[:LEVel][:IMMediate]:STEP[:INCRement] {<numeric value>|DEFault}
:CURRent[:LEVel][:IMMediate]:STEP[:INCRement]? {DEFault}
:CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] {<current>|MIN|MAX}
:CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]?[MIN|MAX]
```

### SCPI 확인 명령 (계속)

```
[SOURCE]
:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] {<voltage>|MIN|MAX|UP|DOWN}
:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]?[MIN|MAX]
:VOLTage[:LEVel][:IMMediate]:STEP[:INCRement] {<numeric value>|DEFault}
:VOLTage[:LEVel][:IMMediate]:STEP[:INCRement]? {DEFault}
:VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] {<voltage>|MIN|MAX}
:VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]?[MIN|MAX]
:VOLTage:PROTection[:LEVel] {<voltage>|MIN|MAX}
:VOLTage:PROTection[:LEVel]? {MIN|MAX}
:VOLTage:PROTection:STATe {0|1|OFF|ON}
:VOLTage:PROTection:STATe?
:VOLTage:PROTection:TRIPped?
:VOLTage:PROTection:CLEar
:VOLTage:RANGe {P8V|P20V|LOW|HIGH} (E3640A/42A/44A models)
:VOLTage:RANGe {P35V|P60V|LOW|HIGH} (E3641A/43A/45A models)
:VOLTage:RANGe?

STATus
:QUEStionable:CONDition?
:QUEStionable[:EVENT]?
:QUEStionable:ENABle <enable value>
:QUEStionable:ENABle?

SYSTem
:BEEPer[:IMMediate]
:ERRor?
:VERSion

TRIGger
[:SEQuence]:DELay {<seconds>|MIN|MAX}
[:SEQuence]:DELay?
[:SEQuence]:SOURce{BUS|IMM}
[:SEQuence]:SOURce?
```

### 장치에 특정한 명령

다음 명령은 전원공급기를 위해 특별히 고안되었습니다. 이것은 SCPI 표준의 "1997.0" 버전에는 들어 있지 않습니다. 그러나 이 명령들은 SCPI 표준에 따라 고안되었으며, 표준에서 정의한 모든 명령 구문 규칙을 따릅니다.

### 비 SCPI 명령

```
APPLY {<voltage>|DEF|MIN|MAX} [, {<current>|DEF|MIN|MAX} ]
APPLY?

CALibration
:COUNT?
:CURRENT[:DATA] <numeric value>
:CURRENT:LEVEL {MIN|MID|MAX}
:SECure:CODE <new code>
:SECure:STATE {OFF|ON} , <code>
:SECure:STATE?
:STRING <quoted string>
:STRING?
:VOLTage[:DATA] <numeric value>
:VOLTage:LEVEL {MIN|MID|MAX}
:VOLTage:PROTection

OUTPut
:RELAy[:STATE] {OFF|ON}
:RELAy[:STATE]?

SYSTem
:LOCAL
:REMOte
:RWLOCK
```



---

**IEEE-488 준수(IEEE-488 Conformance) 정보**

하드웨어 전용 회선	IEEE-488 공통 명령
ATN          Attention IFC          Interface Clear REN          Remote Enable SRQ          Service Request Enable	*CLS *ESE <enable value> *ESE? *ESR? *IDN? *OPC *OPC? *PSC { 0   1 } *PSC? *RST *SAV { 1   2   3   4   5 } *RCL { 1   2   3   4   5 } *SRE <enable value> *SRE? *STB? *TRG *TST? *WAI
<b>주소 지정 명령</b>	
DCL          Device Clear EOI          End or Identify GET          Group Execute Trigger GTL          Go To Local LLO          Local Lockout SDC          Selected Device Clear SPD          Serial Poll Disable SPE          Serial Poll Enable	

---

오류 메시지

---

## 오류 메시지

오류는 선입선출(FIFO) 방식으로 검색됩니다. 맨 처음 저장된 오류가 첫번째로 표시됩니다. 원격 인터페이스로 읽으면 오류가 지워집니다. 사용자가 대기열에 있는 오류를 모두 읽으면 **ERROR** 표시기가 꺼지며 오류가 지워집니다. 오류가 발생할 때마다 한 번씩 전원공급기에서 삐 소리가 납니다.

20개가 넘는 오류가 발생하면 대기열에 저장된 마지막 오류(가장 최근의 오류)는 -350, "Queue Overflow"로 바뀝니다. 사용자가 대기열에서 오류를 제거하기 전에는 오류가 더 이상 저장되지 않습니다. 사용자가 오류 대기열을 읽을 때 오류가 발생하지 않은 경우 전원공급기는 원격 인터페이스를 통해 +0 "No error"로 응답하거나 전면판에 "NO ERRORS"로 표시됩니다.

오류 대기열은 \*CLS(상태 지움) 명령을 실행하거나 전원을 껐다가 켜면 지워집니다. 대기열을 읽어도 오류가 지워집니다.

**참고** \*RST(재설정 명령) 명령으로는 오류 대기열이 지워지지 않습니다.

- **전면판 운용:**

전원공급기가 원격 운용 모드에 있으면  (**Local**) 키를 눌러 전면판 운용으로 되돌아갑니다.

 **ERRORS**

**ERROR** 표시기가 켜지면  키를 눌러 오류를 확인합니다. 노브를 사용하여 오류 번호를 스크롤합니다.  를 눌러 오류 메시지의 문자를 봅니다.  키를 눌러 디스플레이 문자 스크롤 속도를 증가시키거나 감소시킵니다.  키를 눌러 이 메뉴를 종료하거나 디스플레이가 약 30초 후 시간 종료되면 오류가 모두 지워집니다.

- **원격 인터페이스 운용:**

SYSTem:ERRor?                    오류 대기열에서 하나의 오류를 읽고 지움  
오류의 형식은 다음과 같습니다. (오류 문자열의 길이는 최대 80자까지 가능합니다.)

-102, "Syntax error"

---

## 실행 오류

- 101 Invalid character**  
명령 문자열에서 유효하지 않은 문자가 발견되었습니다. 명령 키워드나 매개변수에 #, \$, % 같은 문자가 들어갔을 수 있습니다.  
예: `OUTP:STAT #ON`
- 102 Syntax error**  
명령 문자열에서 유효하지 않은 구문이 발견되었습니다. 명령 헤더부분의 쉼표 앞이나 뒤에 공백이 들어갔을 수 있습니다.  
예: `VOLT:LEV ,1`
- 103 Invalid separator**  
명령 문자열에서 유효하지 않은 분리자가 발견되었습니다. 콜론, 세미콜론, 또는 공백 대신 쉼표를 사용하거나 쉼표 대신 공백을 사용했을 수 있습니다.  
예: `TRIG:SOUR,BUS or APPL 1.0 1.0`
- 104 Data type error**  
명령 문자열에서 틀린 매개변수 유형이 발견되었습니다. 문자열이 있어야 할 곳에 숫자를 지정했을 수 있습니다. 또는 반대의 경우입니다.
- 105 GET not allowed**  
그룹 실행 트리거(Group Execute Trigger:GET)가 명령 문자열 내에서 허용되지 않습니다.
- 108 Parameter not allowed**  
명령에 기대된 것보다 많은 수의 매개변수가 수신되었습니다. 여분의 매개변수가 입력되었거나 매개변수를 받아들이지 않는 명령에 매개변수가 추가되었을 수 있습니다.  
예: `APPL? 10`
- 109 Missing parameter**  
명령에 기대된 것보다 적은 수의 매개변수가 수신되었습니다. 이 명령에 필요한 매개변수가 하나 이상 생략되었습니다.  
예: `APPL`

- 112 Program mnemonic too long**  
허용되는 최대 12자보다 많은 문자가 들어 있는 명령 헤더가 수신되었습니다.
- 113 Undefined header**  
전원공급기에 유효하지 않은 명령이 수신되었습니다. 사용자가 명령의 철자를 잘못 입력했거나, 그 명령이 유효한 명령이 아닐 수 있습니다. 축약형의 명령을 사용할 경우 최대 4자까지 들어갈 수 있음을 기억하십시오.  
예: TRIGG:DEL 3
- 121 Invalid character in number**  
매개변수 값으로 지정된 숫자에서 유효하지 않은 문자가 발견되었습니다.  
예: \*ESE #B01010102
- 123 Numeric overflow**  
지수가 32,000 보다 큰 숫자 매개변수가 발견되었습니다.
- 124 Too many digits**  
가수에 선행 0을 포함하여 255자리를 넘는 숫자 매개변수가 발견되었습니다.
- 128 Numeric data not allowed**  
문자열을 기대했는데 숫자 매개변수가 수신되었습니다.  
예: DISP:TEXT 123
- 131 Invalid suffix**  
숫자 매개변수에 접미어가 잘못 지정되었습니다. 접미어의 철자를 잘못 입력했을 수 있습니다.  
예: TRIG:DEL 0.5 SECS
- 134 Suffix too long**  
숫자 매개변수의 접미어에 너무 많은 문자가 들어 있습니다.
- 138 Suffix not allowed**  
접미어를 받아들이지 않는 숫자 매개변수 뒤에 접미어가 수신되었습니다.  
예: STAT:QUES:ENAB 18 SEC (SEC is not a valid suffix).

- 141 Invalid character data**  
문자 데이터 요소에 유효하지 않은 문자가 있거나 수신된 특정 요소가 헤더에 유효하지 않습니다.
- 144 Character data too long**  
문자 데이터 요소에 문자가 너무 많습니다.
- 148 Character data not allowed**  
문자열이나 숫자 매개변수를 기대했는데 개별 매개변수가 수신되었습니다. 매개변수 목록을 확인하여 유효한 매개변수를 사용했는지를 알아보십시오.  
예: DISP:TEXT ON
- 151 Invalid string data**  
유효하지 않은 문자열이 수신되었습니다. 작은따옴표나 큰따옴표로 문자열을 묶었는지 확인하십시오.  
예: DISP:TEXT 'ON'
- 158 String data not allowed**  
명령에 허용되지 않는 문자열이 수신되었습니다. 매개변수 목록을 확인하여 유효한 매개변수 유형을 사용하였는지 알아보십시오.  
예: TRIG:DEL 'zero'
- 160 to -168 Block data errors**  
전원공급기는 블록 데이터를 받아들이지 않습니다.
- 170 to -178 Expression errors**  
전원공급기는 수학 표현식을 받아들이지 않습니다.
- 211 Trigger ignored**  
그룹 실행 트리거(Group Execute Trigger:GET) 또는 \*TRG가 수신되었으나 트리거가 무시되었습니다. 버스에 대한 트리거 소스를 선택하였는지, 그리고 트리거 부시스템(subsystem)이 INIT[:IMM] 명령으로 시작되었는지 확인하십시오.
- 213 Init ignored**  
INITiate 명령이 수신되었지만 이미 측정이 진행중이므로 실행할 수 없습니다. 장치 지움(device clear)을 보내 진행 중인 측정을 중단시키고 전원공급기를 "idle" 상태로 만드십시오.

- 221 Settings conflict**  
유효한 프로그램 데이터 요소가 해석되었으나 현재 장치 상태 때문에 실행될 수 없었습니다.
- 222 Data out of range**  
숫자 매개변수 값이 명령에 대해 유효한 범위를 벗어났습니다.  
예: TRIG:DEL -3
- 223 Too much data**  
문자열이 수신되었으나 그 길이가 40자를 넘기 때문에 실행될 수 없었습니다. 이 오류는 CALibration:STRing 명령에서 발생할 수 있습니다.
- 224 Illegal parameter value**  
명령에 대해 유효한 선택사항이 아닌 개별 매개변수가 수신되었습니다. 유효하지 않은 매개변수 선택사항을 사용했을 수도 있습니다.  
예: DISP:STAT XYZ (XYZ는 유효한 선택사항이 아님).
- 330 Self-test failed**  
원격 인터페이스에서 전원공급기의 완전한 자체 시험(self-test)이 실패하였습니다(\*TST? 명령). 이 오류 외에도 하나 이상의 특정 자체 시험(self-test) 오류도 보고되었습니다. 120 페이지의 "자체 시험(Self-Test) 오류"를 참조하십시오.
- 350 Queue overflow**  
20개가 넘는 오류가 발생하였기 때문에 오류 대기열이 가득 찼습니다. 대기열에서 오류를 제거하기 전에는 오류가 더 이상 저장되지 않습니다. 오류 대기열은 전원을 끄거나 \*CLS (상태 지움) 명령을 실행하면 지워집니다.
- 410 Query INTERRUPTED**  
데이터를 출력 버퍼에 보내는 명령이 수신되었으나 출력 버퍼에는 이전 명령의 데이터가 들어 있습니다(이전 데이터에 겹쳐 쓸 수 없음). 전원을 끄거나 \*RST(재설정) 명령을 실행하면 출력 버퍼가 지워집니다.

- 420 Query UNTERMINATED**  
전원공급기가 송화하도록(즉, 인터페이스를 통하여 데이터를 전송하도록) 주소가 지정 되었으나 데이터를 출력 버퍼로 전송하는 명령이 수신되지 않았습니다. 예를 들면, APPLY 명령(데이터를 생성하지 않는)을 실행한 후 원격 인터페이스에서 데이터를 읽기 위해 ENTER 문을 시행했을 수 있습니다.
- 430 Query DEADLOCKED**  
출력 버퍼에 비해 너무 많은 데이터를 생성하는 명령이 수신되었으며, 입력 버퍼도 가득 찼습니다. 명령 실행은 계속되지만 데이터가 모두 유실됩니다.
- 440 Query UNTERMINATED after indefinite response**  
\*IDN? 명령은 명령 문자열 내에서 마지막 조회 명령이어야 합니다.  
예: \*IDN? ; :SYST:VERS?
- 501 Isolator UART framing error**
- 502 Isolator UART overrun error**
- 511 RS-232 framing error**
- 512 RS-232 overrun error**
- 513 RS-232 parity error**
- 514 Command allowed only with RS-232**  
다음 세 명령은 RS-232 인터페이스에서만 허용됩니다: SYSTem:LOCal, SYSTem:REMOte, 및 SYSTem:RWLock.
- 521 Input buffer overflow**
- 522 Output buffer overflow**
- 550 Command not allowed in local**  
RS-232 인터페이스를 통해, 다른 명령을 보내기 전에 항상 SYSTem:REMOte 명령을 실행해야 합니다.

---

## 자체 테스트(Self-Test) 오류

다음 오류는 자체 테스트(self-test) 중에 발생할 수 있는 실패를 나타냅니다. 자세한 내용은 서비스 정보를 참조하십시오.

601	<b>Front panel does not respond</b>
602	<b>RAM read/write failed</b>
603	<b>A/D sync stuck</b>
604	<b>A/D slope convergence failed</b>
605	<b>Cannot calibrate rundown gain</b>
606	<b>Rundown gain out of range</b>
607	<b>Rundown too noisy</b>
608	<b>Serial configuration readback failed</b>
624	<b>Unable to sense line frequency</b>
625	<b>I/O processor does not respond</b>
626	<b>I/O processor failed self-test</b>
630	<b>Fan test failed</b>
631	<b>System DAC test failed</b>
632	<b>Hardware test failed</b>

---

## 교정 오류

다음 오류는 교정중에 발생할 수 있는 실패를 나타냅니다. 자세한 내용은 서비스 정보를 참조하십시오.

- 701 Cal security disabled by jumper**  
교정 보안 기능이 전원공급기 내부에 있는 접퍼에 의해 가동중단되었습니다. 이 오류는 전원공급시에 전원공급기의 보안이 해제되었음을 경고하기 위해 발생합니다.
- 702 Cal secured**  
전원공급기가 교정될 수 없도록 보안되었습니다.
- 703 Invalid secure code**  
전원공급기의 보안을 해제하거나 보안을 설정하려고 할 때 유효하지 않은 교정 보안 코드가 수신되었습니다. 전원공급기를 보안 설정할 때 사용했던 것과 동일한 보안 코드를 사용하여 전원공급기의 보안을 해제하여야 합니다. 보안 코드는 최대 11자로 된 문자숫자식 기호입니다.
- 704 Secure code too long**  
12자를 넘는 보안 코드가 수신되었습니다.
- 705 Cal aborted**  
진행중인 교정은 전면판 키를 누르거나 장치 지움(device clear)을 보내거나 계측기의 로컬/원격 상태를 변경하면 중단됩니다.
- 706 Cal value out of range**  
특정 교정 값(CALibration:VALue)이 현재 측정 기능과 범위에 유효하지 않습니다.
- 708 Cal output disabled**  
출력을 교정하는 동안 OUTP OFF 명령이 전송되어 교정이 중단되었습니다.
- 712 Bad DAC cal data**  
특정 DAC 교정 값(CAL:VOLT 또는 CAL:CURR)이 범위에 들지 않습니다. 이 에러가 발생하면 새로운 교정 상수는 비휘발성 메모리에 저장되지 않음에 주의하십시오.

<b>713</b>	<b>Bad readback cal data</b> 특정 리드백(readback) 교정 값(CAL:VOLT 또는 CAL:CURR)이 범위에 들지 않습니다. 이 에러가 발생하면 새로운 교정 상수는 비휘발성 메모리에 저장되지 않음에 주의하십시오.
<b>714</b>	<b>Bad OVP cal data</b> 과전압 방지 교정 상수가 범위를 벗어났습니다. 이 에러가 발생하면 새 교정 상수는 비휘발성 메모리에 저장되지 않음에 주의하십시오.
<b>717</b>	<b>Cal OVP status enabled</b> 과전압 보호 상태가 사용가능이 되었습니다. 교정을 하기 전 또는 교정 중 과전압을 OFF로 설정해야 합니다.
<b>718</b>	<b>Gain out of range for Gain Error Correction</b> DAC 이득이 범위를 벗어납니다. 하드웨어 고장입니다.
<b>740</b>	<b>Cal checksum failed, secure state</b>
<b>741</b>	<b>Cal checksum failed, string data</b>
<b>743</b>	<b>Cal checksum failed, store/recall data in location 1</b>
<b>744</b>	<b>Cal checksum failed, store/recall data in location 2</b>
<b>745</b>	<b>Cal checksum failed, store/recall data in location 3</b>
<b>746</b>	<b>Cal checksum failed, DAC cal constants</b>
<b>747</b>	<b>Cal checksum failed, readback cal constants</b>
<b>748</b>	<b>Cal checksum failed, GPIB address</b>
<b>749</b>	<b>Cal checksum failed, internal data</b>
<b>754</b>	<b>Cal checksum failed, store/recall data in location 4</b>
<b>755</b>	<b>Cal checksum failed, store/recall data in location 5</b>

---

응용 프로그램

---

## 응용 프로그램

이 장에는 원격 인터페이스를 활용하는 두 개의 응용 프로그램이 수록됩니다. 이들 예제는 사용자가 자신의 응용 프로그램을 개발하는데 도움이 될 것입니다. 67 페이지부터 시작되는 제 4 장, "원격 인터페이스 참조"에 전원공급기를 프로그래밍하는 데 사용할 수 있는 SCPI(프로그래밍 계측기를 위한 표준 명령)에 대한 명령들이 열거되어 있습니다.

이 장에 수록된 예는 Windows<sup>®</sup> 3.1이나 Windows<sup>®</sup> 95 또는 Windows<sup>®</sup> NT 4.0을 실행하는 PC에서 시험되었으며 GPIB(IEEE 488) 또는 RS-232에서 사용할 수 있도록 작성되었습니다. 그러나, RS-232 인터페이스 사용에 대한 예는 Windows 3.1에서는 작동하지 않습니다. 이러한 예를 사용하려면 PC에 GPIB 인터페이스 카드와 VISA(가상 계측기 소프트웨어 아키텍처) 드라이버가 있어야 합니다. 이 장에 수록된 예를 적절히 실행하려면 Windows<sup>®</sup> 3.1의 경우 "**visa.dll**", Windows<sup>®</sup> 95 또는 Windows<sup>®</sup> NT 4.0의 경우 "**visa32.dll**"이 *c:\windows\system* 디렉토리에 있어야 합니다. 이 예들은 전압을 통해 단계적으로 이루어지고 전원 다이오드의 특성을 나타내기 위해 해당 전류를 읽습니다.

## C/C++용 예제 프로그램

다음의 C 프로그래밍 예에는 포맷된 I/O를 송신하고 수신하는 방법이 나타나 있습니다. 이 프로그래밍 예에는 VISA 기능으로 계측기에 SCPI 명령을 사용하는 방법이 나와 있으며, 오류 포착도 포함됩니다. 포맷되지 않은 I/O와 오류 포착의 자세한 내용은 Agilent Technologies VISA 사용자 설명서를 참조하십시오.

다음의 C 프로그래밍 예는 프로젝트 유형 "QuickWin 응용 프로그램"을 사용하는 Microsoft<sup>®</sup> Visual C++ 버전 1.52를 사용하여 작성되었으며, 대형 메모리 모델과 프로젝트 유형 "Windows 32 응용 프로그램"을 사용하는 C++ 버전 4.x 또는 5.0을 사용하고 있습니다. "visa.lib"(Windows<sup>®</sup> 3.1) 또는 visa32.lib(Windows<sup>®</sup> 95/NT)와 "visa.h" 파일을 lib로 이동하고 개발 디렉토리를 꼭 포함시켜야 합니다. 일반적으로 *c:\wxipnp\win(win95 또는 winnt)\lib\msc*과 *c:\wxipnp\win(win95 또는 winnt)\include* 디렉토리에서 이러한 파일을 찾을 수 있습니다.

### Diode.c

```
/*Diode.C
This example program steps the power supply through 11 voltages and measures the current
response. It prints the voltage step and the current response as a table. Note that the
GPIB address is the default address from the factory for the power supply.*/

#include <visa.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <time.h>
#include <conio.h>
#include <stdlib.h>

ViSession    defaultRM;          /* Resource manager id                */
ViSession    power_supply;      /* Identifies power supply            */
int          bGPIB = 1;         /* Set the number to 0 for use with the RS-232 */
long        ErrorStatus;        /* VISA Error code                    */
char        commandString[256];
char        ReadBuffer[256];

void        delay(clock_t wait);
void        SendSCPI(char* pString);
void        CheckError(char* pMessage);
void        OpenPort();

void main()
{
    double    voltage;           /* Value of voltage sent to power supply */
    char      Buffer[256];        /* String returned from power supply     */
    double    current;           /* Value of current output of power supply */

    OpenPort();
```

다음 페이지에 계속

## 제 6 장 응용 프로그램 C/C++용 예제 프로그램

```
/* Query the power supply id, read response and print it */
sprintf(Buffer,"*IDN?");
SendSCPI(Buffer);
printf("Instrument identification string:\n          %s\n\n",Buffer);

SendSCPI("*RST");          /* Set power-on condition          */
SendSCPI("Current 2");    /* Set current limit to 2A          */
SendSCPI("Output on");    /* Turn output on                  */

printf("Voltage          Current\n\n");          /* Print heading          */

/*Step from 0.6 to 0.8 volt in 0.02 steps */
for(voltage = 0.6; voltage <=0.8001; voltage +=0.02)
{
    printf("%.3f",voltage);          /* Display diode voltage*/
    /* Set output voltage */
    ErrorStatus = viPrintf(power_supply,"Volt %f\n",voltage);
    if(!bGPIB)
        delay(500);/* 500 msec wating for RS-232 port*/
    CheckError("Unable to set voltage");
    /* Measure output current */
    ErrorStatus = viPrintf(power_supply,"Measure:Current?\n");
    CheckError("Unable to write device");
    delay(500);          /* Allow output to wait for 500 msec */
    /* Retrieve reading */
    ErrorStatus = viScanf(power_supply,"%lf",&current);
    CheckError("Unable to read voltage");
    printf("%6.4f\n",current);          /* Display diode current */
}
SendSCPI("Output off");          /* Turn output off          */
ClosePort();
}

/* Build the address required to open commnuication with GPIB card or RS-232.*/
/* The address format looks like this: "GPIB0::5::INSTR".          */
/* To use the RS-232 interface using COM1 port, change it to "ASRL1::INSTR"          */
/* address format */

void OpenPort()
{
    char    GPIB_Address[3];
    char    COM_Address[2];
    char    VISA_address[40];          /* Complete VISA address sent to card */

    if(bGPIB)
        strcpy(GPIB_Address,"5");          /* Select GPIB address between 0 to 30*/
    else
        strcpy(COM_Address,"1");          /* Set the number to 2 for COM2 port */
}
```

다음 페이지에 계속

## 제 6 장 응용 프로그램 C/C++용 예제 프로그램

```
if(bGPIB){ /* For use with GPIB 7 address, use "GPIB::7::INSTR" address format */
    strcpy(VISA_address,"GPIB::");
    strcat(VISA_address,GPIB_Address);
    strcat(VISA_address,"::INSTR");
}
else{ /* For use with COM2 port, use "ASRL2::INSTR" address format */
    strcpy(VISA_address,"ASRL");
    strcat(VISA_address,COM_Address);
    strcat(VISA_address,"::INSTR");
}

/* Open communication session with the power supply */
ErrorStatus = viOpenDefaultRM(&defaultRM);
ErrorStatus = viOpen(defaultRM,VISA_address,0,0,&power_supply);
CheckError("Unable to open port");

if(!bGPIB)
    SendSCPI("System:Remote");
}

void SendSCPI(char* pString)
{
    char* pdest;

    strcpy(commandString,pString);
    strcat(commandString,"\n");
    ErrorStatus = viPrintf(power_supply,commandString);
    CheckError("Can't Write to Driver");
    if (bGPIB == 0)
        delay(1000); /* Unit is milliseconds */

    pdest = strchr(commandString, '?'); /* Search for query command */
    if( pdest != NULL ){
        ErrorStatus = viScanf(power_supply,"%s",&ReadBuffer);
        CheckError("Can't Read From Driver");
        strcpy(pString,ReadBuffer);
    }
}

void ClosePort()
{
    /* Close the communication port */
    viClose(power_supply);
    viClose(defaultRM);
}
```

## 제 6 장 응용 프로그램 C/C++용 예제 프로그램

```
void CheckError(char* pMessage)
{
    if (ErrorStatus < VI_SUCCESS){
        printf("\n %s",pMessage);
        ClosePort();
        exit(0);
    }
}

void delay(clock_t wait)
{
    clock_t goal;
    goal = wait + clock();
    while( goal > clock() ) ;
}
```

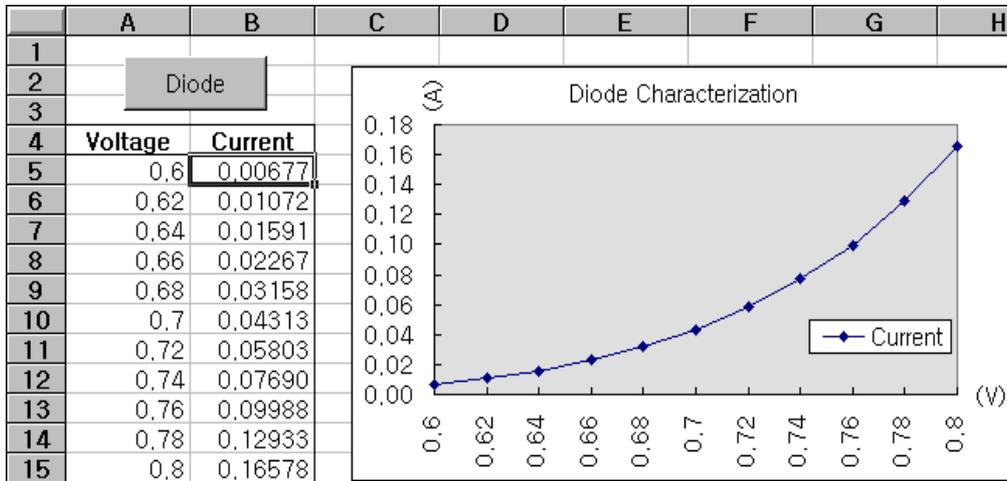
**프로그램의 끝**

## Excel 97용 예제 프로그램

이 절에는 전원공급기를 제어하기 위해 Excel Macros (Visual Basic<sup>®</sup> for Applications)를 사용하여 작성한 예제 프로그램이 수록되어 있습니다. Excel을 사용하면 스프레드시트 안에 있는 셀 값을 구하여 전원공급기로 송신한 다음 응답을 워크시트에 기록할 수 있습니다. 다음 페이지의 예는 전원공급기 단자 사이의 소자의 특징을 잘 나타냅니다. 이 예에서는 워크시트에서 11개의 전압을 읽고, 전원공급기를 그러한 전압으로 프로그램한 다음 전류를 읽습니다. 전류의 값은 스프레드시트의 전압 옆에 기록되어 있습니다.

### 예제 프로그램의 결과

아래의 표를 보면 다이오드 특성을 나타내기 위해 131 페이지부터 시작하는 예제 프로그램의 결과를 알 수 있습니다(Agilent 부품 번호: 1901-1214, 제조자 부품 번호: MUR160, Motorola<sup>®</sup> Co.).



Excel 매크로를 작성하려면 우선 Excel에서 모듈을 열어야 합니다. 보기(View) 메뉴에서 도구 모음(Toolbars)을 선택한 다음 컨트롤 도구 상자(Control Toolbox)를 선택합니다. 컨트롤 도구 상자(Control Toolbox) 대화 상자가 나타납니다. 대화 상자에서 명령(Command) 단추를 선택합니다. 셀 A1을 클릭하여 셀 B3로 드래그합니다. "CommandButton 1" 상자가 만들어집니다. 단추 이름을 변경하려면 그 단추에서 오른쪽 마우스 단추를 클릭한 다음 속성(Properties)을 선택합니다. 속성(Properties) 대화 상자가 나타납니다. 속성(Properties) 대화 상자에서 "(이름)"과 "Caption"을 "Diode"로 변경합니다. 셀 A4의 "Voltage"와 셀 B4의 "Current"를 입력하여 다이오드 특성에 대한 예를 시험해 봅니다. 셀 A5에 0.6을 입력합니다. 셀 A5에서 A15까지 0.02씩 증가시킨 값을 입력하여 셀 A15의 값을 0.8로 만듭니다.

이 절에 수록된 "Diode" 매크로 예를 입력하려면 보기(View) 메뉴에서 도구 모음(toolbar)을 선택한 다음 Visual Basic 편집기(Visual Basic Editor) 아이콘을 선택합니다. "코드 창(code window)"이 나타납니다. 그 다음 "[Module1(코드)]"에 139 페이지와 같은 문자를 입력합니다. Windows<sup>®</sup> 95/NT에 대한 선언문을 입력하려면 삽입(Insert) 메뉴에서 모듈(Module)을 선택합니다. "모듈 창(module window)"이 나타납니다. 그 다음 141 페이지부터 시작되는 문자를 입력합니다. 이 모듈은 인터페이스를 통해 전원공급기와 통신할 때 필요한 모든 오버헤드를 구성합니다. "bGPIB="를 "참(true)" 또는 "거짓(false)"으로 설정하여 원하는 인터페이스를 선택하고, 모듈에 수록된 "OpenPort()" 루틴에서 GPIB 어드레스나 RS-232 포트를 변경합니다.

매크로를 실행하려면 Excel 창으로 되돌아 가서 대화 상자에서 매크로 실행(run macro) 단추를 선택하고 매크로 이름을 선택한 후 실행(run) 단추를 클릭합니다. 전원공급기는 전원이 공급된 상태로 재설정되고 워크시트의 전압을 따라 단계별로 진행됩니다. 각 단계 후 전류가 측정되어 워크시트에 기록됩니다.

필요에 맞게끔 "Diode" 모듈을 변경하십시오. 모듈에는 나타난 내용과 똑같은 정보를 입력해야 합니다. 오류가 발생할 수 있기 때문입니다. 매크로를 실행할 때 몇 가지 시스템 오류가 발생하는 경우 PC를 재부팅하여 GPIB 포트나 RS-232 포트가 제대로 작동하게 만들어야 합니다.

---

## 참고

Windows<sup>®</sup> 3.1로 예를 사용하려면 모듈 상단에서 선언문을 변경해야 합니다. 모든 선언문에서 'visa32.dll'을 'visa.dll'로 변경합니다.

Diode Macro

```

' This is the subroutine first executed. Modify this routine to suit
' your needs. To change the GPIB address, go to the module OpenPort, and
' change the variable GPIB_Address = "5" to the required GPIB address.
' To change the RS-232 port, go to the module OpenPort, and change the
' variable COM_Address = "1" to the required port
'
Global defaultRM As Long      ' Resource manager id for VISA GPIB
Global power_supply As Long  ' Identifies power supply
Global bGPIB As Boolean      ' A flag using of GPIB or RS-232
Global ErrorStatus As Long   ' VISA Error code

Sub Diode_Click()
    Range("B5:B15").ClearContents
    Dim I As Integer
    bGPIB = True              ' To use RS-232, set the bGPIB to False
    OpenPort
    SendSCPI "*RST"          ' Set power-on condition
    SendSCPI "Output on"     ' Turn on the output
    For I = 5 To 15
        SendSCPI "Volt " & Str$(Cells(I, 1))
        Cells(I, 2) = Val(SendSCPI("Meas:Current?"))
    Next I
    SendSCPI "Output off"    ' Turn off the output
    ClosePort
End Sub

Private Function OpenPort()
    Dim GPIB_Address As String
    Dim COM_Address As String

    If bGPIB Then
        GPIB_Address = "5"    ' Select GPIB address between 0 to 30
    Else
        COM_Address = "1"     ' Set the number to 2 for COM2 port
    End If
    ErrorStatus = viOpenDefaultRM(defaultRM)    ' Open the VISA session
    If bGPIB Then
        ErrorStatus = viOpen(defaultRM, "GPIB0::" & GPIB_Address & "::INSTR", _
            0, 1000, power_supply)
    Else
        ErrorStatus = viOpen(defaultRM, "ASRL" & COM_Address & "::INSTR", _
            0, 1000, power_supply)
        SendSCPI "System:Remote"
    End If
    CheckError "Unable to open port"
End Function

```

다음 페이지에 계속

## 제 6 장 응용 프로그램 Excel 97용 예제 프로그램

```

*****
' This routine send a SCPI command string to the GPIB port or RS-232 port.
' If the command contains a question mark, the response is read, and returned
*****
Private Function SendSCPI(command As String) As string
    Dim commandString As String      ' Command passed to power supply
    Dim ReturnString As String       ' Store the string returned
    Dim crlfpos As Integer           ' Location of any nul's in Read Buffer
    Dim ReadBuffer As String * 512   ' Buffer used for returned string
    Dim actual As Long               ' Number of characters sent/returned
    commandString = command & Chr$(10) ' The instrumented by linefeed
    ErrorStatus = viWrite(power_supply, ByVal commandString, Len(commandString), _
        actual)
    CheckError "Can't Write to Device"
    If bGPIB = False Then
        delay 0.5
    End If
    If InStr(commandString, "?") Then
        ErrorStatus = viRead(power_supply, ByVal ReadBuffer, 512, actual)
        CheckError "Can't Read From Device"
        ReturnString = ReadBuffer
        crlfpos = InStr(ReturnString, Chr$(0))
        If crlfpos Then
            ReturnString = Left(ReturnString, crlfpos - 1)
        End If
        SendSCPI = ReturnString
    End If
End Function

Private Function ClosePort()
    ErrorStatus = viClose(power_supply)
    ErrorStatus = viClose(defaultRM)
End Function

Private Function delay(delay_time As Single)
    Dim Finish As Single
    Finish = Timer + delay_time
    Do
    Loop Until Finish <= Timer
End Function

Private Function CheckError(ErrorMessage As String)
    If ErrorStatus < VI_SUCCESS Then
        Cells(5, 2) = ErrorMessage
        ClosePort
    End
End If
End Function

```

**프로그램의 끝**

### Windows 3.1 선언문

```
*****
' This routine requires the file VISA.dll. It typically resides in the
' c:\windows\system directory. Additional declations for VISA.DLL are usally in file
' visa.bas under c:\vxipnp\win31\include directory on your PC. This routine uses the
' VTL Library to send commands to an instrument. A description of these and additional
' VTL commands are contained in the Agilent Technologies Visa Transition Library book
' Agilent Part Number E2094-90002.
*****
Declare Function viOpenDefaultRM Lib "VISA.DLL" Alias "#141" (viDefaultRM As Long) As Long

Declare Function viOpen Lib "VISA.DLL" Alias "#131" (ByVal viDefaultRM As Long, ByVal viDesc
As String, ByVal mode As Long, ByVal timeout As Long, vi As Long) As Long

Declare Function viClose Lib "VISA.DLL" Alias "#132" (ByVal vi As Long) As Long

Declare Function viRead Lib "VISA.DLL" Alias "#256" (ByVal vi As Long, ByVal Buffer As
String, ByVal count As Long, retCount As Long) As Long

Declare Function viWrite Lib "VISA.DLL" Alias "#257" (ByVal vi As Long, ByVal Buffer As
String, ByVal count As Long, retCount As Long) As Long

Declare Function viClear Lib "VISA.DLL" Alias "#260" (ByVal vi As Long) As Long
```

### Windows 95/NT 4.0 선언문

```
*****
' Additional declations for VISA32.DLL are usally in file visa32.bas under
' c:\vxipnp\win95(or winNT)\include directory on your PC. Also see the VISA manual
*****
Declare Function viOpenDefaultRM Lib "visa32.dll" (instrumentHandle As Long) As Long
Declare Function viOpen Lib "visa32.dll" (ByVal instrumentHandle As Long, _
ByVal viDesc As String, ByVal mode As Long, ByVal timeout As Long, _
vi As Long) As Long
Declare Function viClose Lib "visa32.dll" (ByVal vi As Long) As Long
Declare Function viWrite Lib "visa32.dll" (ByVal vi As Long, ByVal Buffer As String, _
ByVal count As Long, retCount As Long) As Long
Declare Function viRead Lib "visa32.dll" (ByVal vi As Long, ByVal Buffer As String, _
ByVal count As Long, retCount As Long) As Long
```





---

자습서

---

## 자습서

이 장에서는 선형 전원공급기의 기본 운용과 이 전원공급기의 운용이 설명됩니다. 이 전원공급기는 물론 이상적인 전원공급기의 출력 특성을 이해하는데 도움이 되는 정보도 수록됩니다. 이 장은 다음과 같은 항목으로 구성됩니다.

- 이 전원공급기 운용의 개요, 137 페이지
- 출력 특성, 139 페이지
- 전압 및 전류 범위 확장, 143 페이지
- 원격 프로그래밍, 144 페이지

## 이 전원공급기 운용의 개요

전원공급기의 기본 설계 모드는 제어 요소를 정류기와 부하 장치와 직렬로 구성하는 것입니다. 그림 7-1은 전원 스위치로 설명되는 위상 제어 전단안정기와 가변 저항기로 묘사된 직렬 요소를 사용하여 직렬로 레귤레이션되는, 공급기의 개략도입니다. 위상 제어 전단조정기는 시리즈 요소 사이의 전압 하강을 낮고 일정하게 유지함으로써 시리즈 요소에서 비산되는 전력을 최소화합니다. 피드백 제어 회로는 연속적으로 출력을 감시하고 일정한 출력 전압을 유지하기 위해 직렬 저항을 조절합니다. 그림 7-1의 가변 저항은 실질적으로는 선형 (A등급) 모드에서 작동하는 하나 이상의 트랜지스터이기 때문에 이런 종류의 조정기가 있는 공급기를 선형 전원공급기라고도 합니다. 선형 전원공급기에는 많은 장점이 있으며, 고성능과 낮은 전력 요구사항을 충족시키는 가장 간단하면서도 가장 효과적인 방법을 제시합니다.

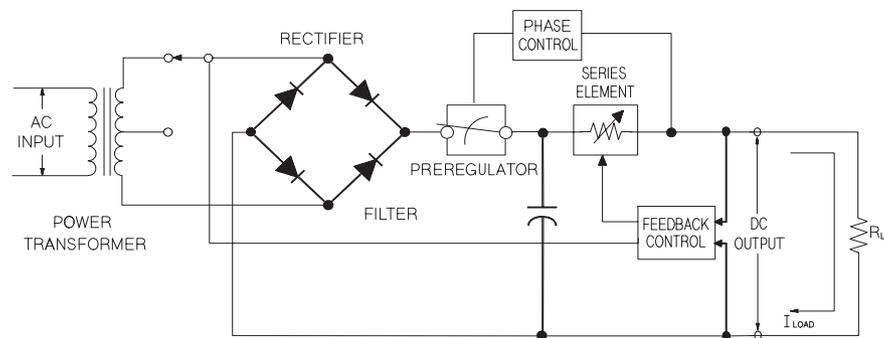


그림 7-1. 간단한 직렬 전원공급기의 다이어그램

이 전원공급기에는 두 가지 출력 범위가 있으며, 낮은 전류에서 높은 전압을 또는 낮은 전압에서 높은 전류를 사용할 수 있습니다. 단일 범위 전원공급기는 전체 범위 전압 및 전체 범위 전류에서만 최대 전력을 출력할 수 있습니다. 이 전원공급기는 두 개 범위 모두를 위한 전체 범위에서 최대값에 근접하는 출력 전원을 제공할 수 있습니다. 이 전원공급기의 전단 조정기는 전원 변압기의 이차 권선에 반도체 변압기 탭 스위치를 사용합니다. 이 기술은 직렬 요소에 소모되는 전류의 감소에 상당히 효과적입니다.

제 7 장 자습서  
이 전원공급기 운용의 개요

성능면에서, 선형 레귤레이션 공급기는 레귤레이션 특성이 매우 우수하고 라인과 부하의 변화에 신속하게 응답합니다. 따라서 라인과 부하 레귤레이션 및 과도 응답 시간은 다른 레귤레이션 기법을 사용한 것보다 뛰어납니다. 이러한 전원공급기는 리플과 잡음 또한 낮으며, 주변 온도가 변해도 잘 견디고, 회로가 단순하기 때문에 신뢰성이 높습니다.

이 전원공급기에는 선형 레귤레이션 전원공급기가 있습니다. 이것은 출력을 프로그래밍하기 위해 전압을 제공하는 제어 회로에 의해 제어됩니다. 전원 공급기는 단자에서 출력을 나타내는 전압을 제어회로로 보냅니다. 제어회로는 전면판에서 정보를 받아 디스플레이로 보냅니다. 유사한 방법으로 제어회로는 GPIB 및 RS-232 인터페이스로 입력하거나 출력하기 위해 원격 인터페이스와 "대화"합니다. 원격 인터페이스는 어어드 접지에 있으며 제어회로와 전원공급기로부터 광학적으로 격리됩니다.

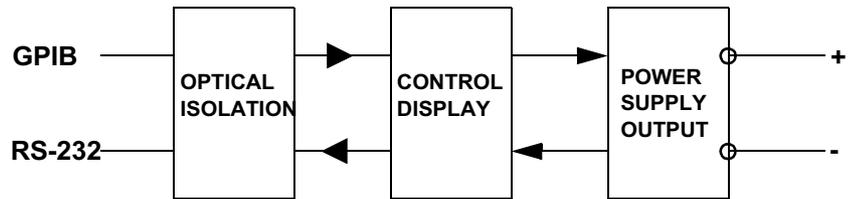


그림 7-2. 광학적 격리를 나타내는 전원공급기의 블록 다이어그램

## 출력 특성

이상적인 정전압 전원공급기라면 모든 주파수에서 출력 임피던스가 0이 되어야 할 것입니다. 따라서 그림 7-3과 같이 전압은 부하에 의해 요구되는 출력 전류의 변화에도 불구하고 완전히 일정하게 유지되어야 합니다.

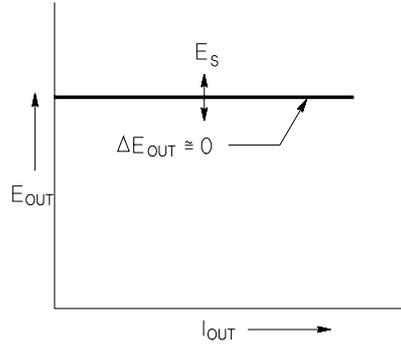


그림 7-3. 이상적인 정전압 전압공급기

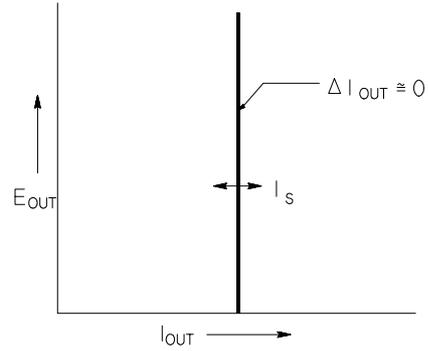


그림 7-4. 이상적인 정전류 전압공급기

이상적인 정전류 전원공급기라면 모든 주파수에서 출력 임피던스가 무한으로 나타나도록 합니다. 따라서 그림 7-4와 같이 이상적인 정전류 전원공급기는 일정한 값으로 출력 전류를 유지하기 위해 필요한 양만을 조정하여 해당 출력 전압을 변경함으로써 부하 저항이 변하는 것을 조절합니다.

이 전원공급기의 전원공급기 출력은 모두 정전압(CV) 모드 또는 정전류(CC) 모드에서 작동할 수 있습니다. 어떤 잘못된 상태에서는 전원공급기가 CV나 CC 모드에서 작동되지 않으며 레귤레이션되지 않게 됩니다.

제 7 장 지습서  
출력 특성

그림 7-5에는 이 전원공급기의 출력에 대한 작동 모드가 표시되어 있습니다. 하나의 공급기에 대한 작동점은  $R_L = R_C$  선보다 높거나 낮습니다. 이 선은 출력 전압과 출력 전류가 전압 및 전류 설정값과 동일한 위치의 부하를 나타냅니다.  $R_L$ 이  $R_C$ 보다 크면 전류가 전류 설정값보다 작기 때문에 출력 전압이 우세해집니다. 즉 전원공급기가 정전압 모드에 있는 것입니다. 점 1에서, 부하는 상대적으로 높은 저항값을 가지며 ( $R_C$ 와 비교할 때), 출력 전압은 전압 설정값이 되고, 출력 전류는 전류 설정값보다 낮습니다. 이 경우 전원공급기는 정전압 모드에 있으며 전류 설정값은 전류 제한값으로 작용합니다.

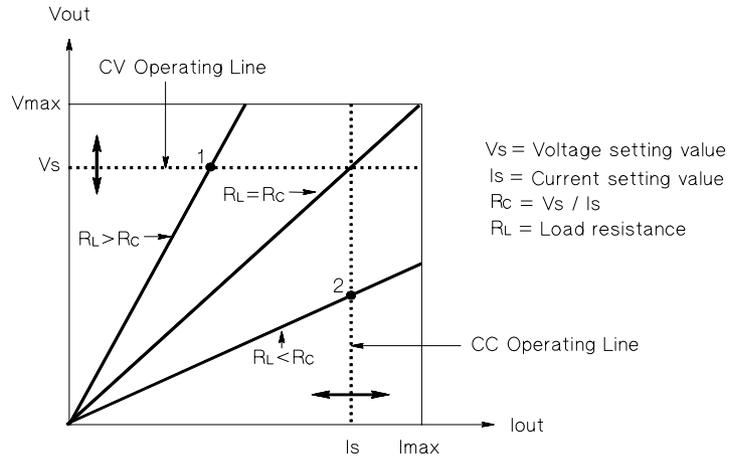


그림 7-5. 출력 특성

부하  $R_L$ 이  $R_C$ 보다 작으면 전압이 전압 설정값보다 작기 때문에 출력 전류가 우세해집니다. 즉, 전원공급기가 정전류 모드에 있는 것입니다. 점 2에서, 부하는 상대적으로 낮은 저항값을 가지며 출력 전압은 전압 설정값보다 낮고, 출력 전류는 전류 설정값이 됩니다. 공급기는 정전류 모드에 있으며 전압 설정값은 전압 제한값으로 작용합니다.

## 레귤레이션되지 않는 상태

전원공급기가 CV나 CC가 아닌 운용 모드로 되는 경우 전원공급기는 레귤레이션 되지 않는 상태가 됩니다. 이 모드에서는 출력을 예측할 수 없습니다. 이 레귤레이션되지 않는 상태는 규격 이하의 AC 라인 전압을 사용했기 때문일 수 있습니다. 레귤레이션되지 않는 상태는 순간적으로 발생할 수 있습니다. 예를 들어, 큰 전압 단계에 대해 출력이 프로그래밍될 경우 또는 출력 커패시터나 대용량성 부하가 전류 제한 설정값까지 충전될 경우입니다. 출력 전압이 상승하는 동안 전원공급기는 레귤레이션되지 않는 상태가 됩니다. 레귤레이션되지 않는 상태는 출력이 단락될 때처럼 CV에서 CC로 전이되는 동안에 순간적으로 발생합니다.

## 불필요한 신호

이상적인 전원공급기에는 출력 단자간 또는 출력 단자에서 어어드 접지 사이에 어떠한 신호도 없는 완벽한 DC 출력을 제공합니다. 실제로 전원공급기에는 출력 단자 사이에 어느 정도의 잡음이 있으며, 유한 전류가 출력 단자와 어어드 접지 사이에 연결된 임피던스를 통해 흐르게 됩니다. 처음의 것을 정상 모드 전압 잡음이라고 하며 두번째 것을 공통 모드 전류 잡음이라고 합니다. 그림 7-6은 잡음의 공통 모드와 정상 모드 소스의 단순한 개략도입니다.

정상 모드 전압 잡음은 라인 주파수에 더해진 랜덤 잡음이 리플의 형태로 나타납니다. 이 두 개 모두 전원공급기에서는 그 값이 아주 낮습니다. 리드선을 조심스럽게 배치하고 전원공급기 회로를 전원 장치와 기타 잡음원로부터 멀리 두면 이러한 값을 낮게 유지할 수 있습니다.

공통 모드 잡음은 어어드 접지에 기준된 매우 민감한 회로에 대해 문제가 될 수 있습니다. 회로가 어어드 접지에 기준하면 Low-level 라인 관련 AC 전류가 출력 단자에서 어어드 접지로 흐릅니다. 어어드 접지에 임피던스가 있으면 전류에 임피던스를 곱한 값과 동일한 값의 전압 강하가 발생합니다. 이러한 현상을 최소화하려면 출력 단자에서 출력 단자를 접지하면 됩니다. 다른 방법으로는, 어어드 접지에 대한 모든 임피던스가 어어드 접지에 대한 보상 임피던스를 가지도록 하여 생성된 모든 전압을 상쇄시키는 것입니다. 회로가 어어드 접지에 기준하지 않는 경우, 공통 모드 전원 라인 잡음은 일반적으로 문제가 되지 않습니다.

부하가 바뀌면 출력도 따라서 바뀝니다. 부하가 증가함에 따라 출력 전류는 출력 임피던스 R로 인해 전원공급기의 출력 전압 강하를 야기합니다. 연결 전선에 있는 저항도 이 저항에 더해져서 전압 강하가 가중됩니다. 가장 큰 폭업 와이어를 사용하면 전압 강하를 최소화할 수 있습니다. 부하 측에서 원격 감지 리드선을 사용하면 부하 리드선의 리드선 저항이 보상됩니다.

제 7 장 자습서  
출력 특성

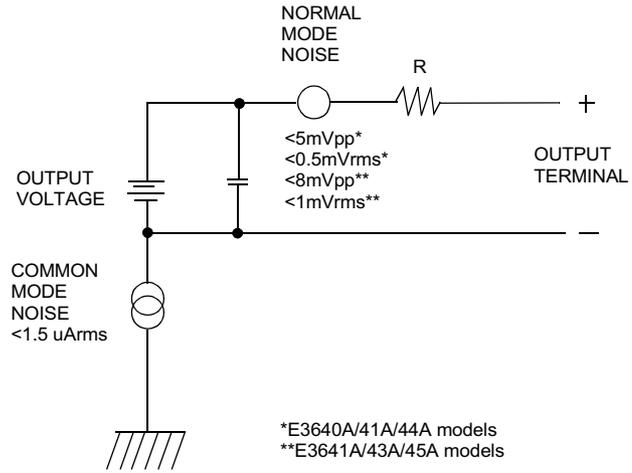


그림 7-6. 공통 모드 및 정상 모드 잡음원의 개략도

릴레이 접점이 닫힐 때처럼 부하가 매우 급격하게 변하면 혹은 전선과 전원공급기 출력의 인덕턴스로 인해 부하에 스파이크가 나타납니다. 스파이크는 부하 전류가 바뀌는 속도에 따라 발생합니다. 부하에 매우 급격한 변화가 있을 것으로 예상되면 낮은 직렬 저항의 커패시터를 전원공급기와 병렬로, 또한 부하와 아주 근접하게 사용하여 이러한 전압 스파이크를 최소화할 수 있습니다.

---

## 전압 및 전류 범위 확장

입력 전압이 공칭값과 같거나 큰 경우, 전원공급기는 정격 최대 출력보다 큰 전압과 전류를 제공할 수 있습니다. 전원공급기를 손상시키지 않으면서 정격 출력보다 3% 높게 확장하여 운용될 수 있습니다. 그러나 성능은 이 영역에서 사양에 맞게 발휘된다고 보증되지는 않습니다. 입력 전압이 입력 전압 범위의 상한선 안에서 유지되면 전원공급기는 사양 내에서 작동됩니다. 전원공급기는 전압 출력이나 전류 출력 중 하나만이 초과할 경우 사양 안에서 기능을 발휘하기 쉽습니다.

### 직렬 연결

두 개 이상의 전원공급기를 직렬로 연결하여 하나의 공급기에서 사용할 수 있는 것보다 더 높은 전압을 얻을 수 있습니다. 이 때 최대 전압은 어느 한 공급기의 정격 출력 격리까지 제한됩니다. 직렬로 연결된 전원공급기는 양쪽 전원공급기를 통해 하나의 부하로 작동하거나 각 전원공급기마다 각각의 부하를 가지고 작동할 수 있습니다. 전원공급기에는 출력 단자를 통해 연결된 역극성 다이오드가 있으므로 다른 전원공급기와 직렬로 작동되는 경우, 부하가 단락되거나 하나의 전원공급기가 직렬로 함께 연결된 다른 공급기와는 별도로 전원이 켜질 때 손상이 발생하지 않습니다.

직렬 연결이 사용되면 출력 전압은 개별 전원공급기의 전압들을 합한 값이 됩니다. 전류는 어느 한 전원 공급기의 전류입니다. 각 개별 전원공급기는 전체 출력 전압을 얻기 위해 조정되어야 합니다.

### 병렬 연결

CV/CC 자동 크로스오버 운용을 할 수 있는 둘 또는 그 이상의 전원공급기를 병렬로 연결하여 하나의 전원공급기에서 사용할 수 있는 것보다 더 큰 전체 출력 전류를 구할 수 있습니다. 전체 출력 전류는 개별 전원공급기 출력 전류의 합계입니다. 각 전원공급기의 출력은 따로 따로 설정할 수 있습니다. 하나의 전원공급기의 출력 전압 제어는 원하는 출력 전압으로 설정하여야 하고 다른 하나의 전원공급기는 약간 높은 출력 전압으로 설정되어야 합니다. 높은 출력 전압 설정값의 전원공급기는 정전류 출력을 공급하며 출력 전압을 다른 하나의 전원공급기와 같아 질 때까지 강하시키며, 다른 하나의 전원공급기는 정전압 운용으로 유지되어 전체 부하 요구를 충족하는 데 필요한 정격 출력 전류의 일부만을 공급합니다.

## 원격 프로그래밍

원격 프로그래밍을 하는 동안 정전압 레귤레이션 전원공급기는 그 출력 전압이 급격히 변화됩니다. 출력 전압 변화의 속도를 제한하는 가장 중요한 요인은 출력 커패시터와 부하 저항기입니다.

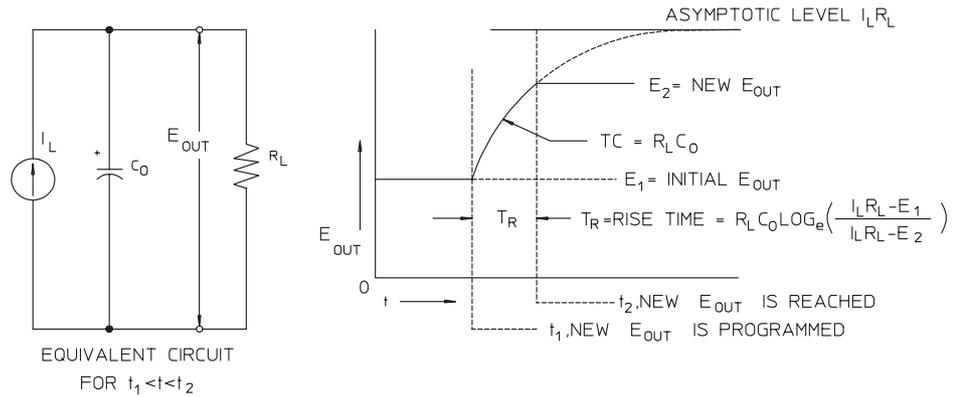


그림 7-7. 응답 속도 - 상향 프로그래밍 (최대 부하)

공급기가 상향 프로그램될 경우, 등가 회로와 출력 전압 파형의 특성은 그림 7-7과 같습니다. 새로운 출력이 프로그램되면 전원공급기 조정기 회로는 출력이 원하는 값보다 작음을 감지하고 직렬 조정기를 최대값  $I_L$ , 전류 제한값 또는 정전류 설정값까지 도통시킵니다.

이 정전류  $I_L$ 은 출력 커패시터  $C_0$ 와 부하 저항기  $R_L$ 을 병렬로 충전시킵니다. 따라서 출력은 프로그램되고 있는 새로운 출력 전압보다 큰 값인 전압 레벨  $I_L R_L$ 쪽으로 시간 계수  $R_L C_0$ 을 가지고 지수적으로 상승합니다.

이 지수적인 상승이 새로 프로그램된 전압 레벨에 도달하면 정전압 증폭기는 그 정상적인 레귤레이션 동작을 다시 시작하고 출력을 일정하게 유지시킵니다. 따라서 상승 시간은 그림 7-7에 있는 공식을 사용하여 대충 알 수 있습니다.

전원공급기 출력 단자에 부하 저항이 없을 경우 출력 전압은  $TR=C_0(E_2 - E_1)/I_L$ 의 최단의 상승 프로그래밍 시간에  $C_0/I_L$ 의 비율로 선형적으로 상승합니다.

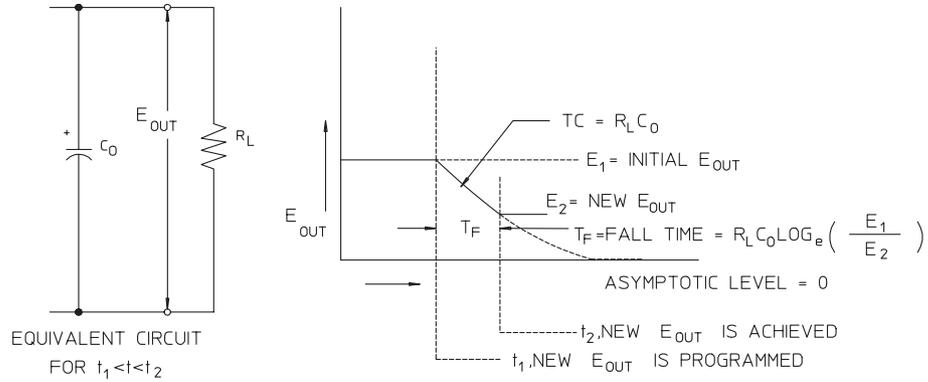


그림 7-8. 응답 속도 - 하향 프로그래밍

그림 7-8는 전원공급기가 하향 프로그래밍 될 때 조정기는 출력 전압이 원하는 값보다 높음을 감지하여 직렬 트랜지스터를 완전히 끕니다. 제어 회로에는 직렬 조정기 트랜지스터가 역으로 전도시킬 수 있는 방법이 없으므로 출력 커패시터는 부하 저항기와 내부 전류 소스( $I_S$ )를 통해서만 방전됩니다.

출력 전압은 무부하 상태에서  $I_S/C_0$ 의 비율로 선형적으로 하강하며, 요구된 새로운 출력 전압에 도달하면 하강이 정지됩니다. 최대 부하가 연결되면 출력 전압은 지수적으로 더 빠르게 하강합니다.

상향 프로그래밍 속도는 직렬 레귤레이션 트랜지스터의 전도에 의해 지원되는 반면, 하향 프로그래밍에는 출력 커패시터의 방전을 돕는 능동 요소가 없기 때문에 전원공급기는 보통 하향 프로그래밍하는 것보다는 상향 프로그래밍하는 것이 더 빠릅니다.



---

사양

---

## 사양

성능 사양은 다음 페이지에 나열되어 있습니다. 사양은 0 ~ 40°C의 범위 내에서 저항성 부하에 대하여 보증됩니다. 보증은 되지 않지만 모뎀 특성은 설계나 시험에 의해 결정된 성능입니다. 서비스 정보에는 성능 사양을 검증하는 절차가 들어 있습니다.

성능 사양

표 8-1 성능 사양

매개변수		E3640A	E3641A	E3642A	E3643A	E3644A	E3645A
출력 정격 (@0°C~40°C)	낮은 범위	0 ~ +8 V/ 0 ~ 3 A	0 ~ +35 V/ 0 ~ 0.8 A	0 ~ +8 V/ 0 ~ 5 A	0 ~ +35 V/ 0 ~ 1.4 A	0 ~ +8 V/ 0 ~ 8 A	0 ~ +35 V/ 0 ~ 2.2 A
	높은 범위	0 ~ +20 V/ 0 ~ 1.5 A	0 ~ +60 V/ 0 ~ 0.5 A	0 ~ +20 V/ 0 ~ 2.5 A	0 ~ +60 V/ 0 ~ 0.8 A	0 ~ +20 V/ 0 ~ 4 A	0 ~ +60 V/ 0 ~ 1.3 A
프로그래밍 정확도 <sup>[1]</sup> 12 개월 (@ 25°C ± 5°C), ± (출력 % + 오프셋)	전압	<0.05% + 10 mV					
	전류	<0.2% + 10 mA					
리드백 (Readback) 정확도 <sup>[1]</sup> 12 개월 (@25°C ± 5°C에서 실제 출력에 대한 GPIB 및 RS-232 혹은 전면판 조정에 대해), ± (출력 % + 오프셋)	전압	<0.05% + 5 mV					
	전류	<0.15% + 5 mA					
리플 (Ripple) 과 잡음 (비접지 출력 또는 출력 단자 하나가 접지된 상태에서, 20 Hz ~ 20 MHz)	정상 모드 전압	<0.5 mVrms 및 5 mVp-p	<1 mVrms 및 8 mVp-p	<0.5 mV rms 및 5 mVp-p	<1 mVrms 및 8 mVp-p	<0.5mVrms 및 5 mVp-p	<1 mVrms 및 8 mVp-p
	정상 모드 전류	<4 mA rms					
	공통 모드 전류	<1.5 uA rms					
부하 레귤레이션 ± (출력 % + 오프셋)	전압	<0.01% + 3 mV					
	전류	<0.01% + 250 uA					
라인 레귤레이션 ± (출력 % + 오프셋)	전압	<0.01% + 3 mV					
	전류	<0.01% + 250 uA					
프로그래밍 설정능	전압	<5 mV					
	전류	<1 mA					
리드백 (Readback) 설정능	전압	<2 mV					
	전류	<1 mA					
전면판 설정능	전압	10 mV					
	전류	1 mA					

[1] 정확도 사양은 부하 없이 25°C에서 한 시간 예열하고 교정한 후의 값임.

**과도 응답 시간**

출력 전류가 전부하에서 반부하로, 또는 역으로 변화한 후 15 mV 이내로 출력이 회복될 때까지 50  $\mu$ sec 이하로 걸림.

**안정 시간**

직접 GPIB 또는 RS-232 인터페이스를 통해 VOLTage 또는 APPLY 명령을 수신한 후 출력 전압이 1%에서 99% (이와 반대의 경우도 포함)로 변화하는 시간은 90 msec 미만

**OVP 정확도,  $\pm$  (출력 % + 오프셋)**

<0.5% + 0.5 V

**활성화(Activation) 시간:** OVP 조건이 발생한 후 출력이 하강을 시작하는데 필요한 평균 시간

<트립 전압이 3V와 같거나 클 때는 <1.5 msec

<트립 전압이 3V 미만일 때는 <10 msec

## 보충 특성

표 8-2. 보충 특성

매개변수		E3640A	E3641A	E3642A	E3643A	E3644A	E3645A
출력 프로그래밍 범위 (최대 프로그래밍 값)	낮은 범위	0 ~ +8.24 V/ 0 ~ 3.09 A	0 ~ +36.05 V/ 0 ~ 0.824 A	0 ~ +8.24 V/ 0 ~ 5.15 A	0 ~ +36.05 V/ 0 ~ 1.442 A	0 ~ +8.24 V/ 0 ~ 8.24 A	0 ~ +36.05 V/ 0 ~ 2.266 A
	높은 범위	0 ~ +20.6 V/ 0 ~ 1.545 A	0 ~ +61.8V/ 0 ~ 0.515 A	0 ~ +20.6V/ 0 ~ 2.575 A	0 ~ +61.8V/ 0 ~ 0.824 A	0 ~ +20.6 V/ 0 ~ 4.12 A	0 ~ +61.8V/ 0 ~ 1.339 A
	OVP	1 V ~ 22 V	1 V ~ 66 V	1 V ~ 22 V	1 V ~ 66 V	1 V ~ 22 V	1 V ~ 66 V

### 원격 감지 기능

- 전압 강하            각 리드선 당 1 V까지
- 부하 레귤레이션    부하 전류 변화로 인한 +출력 리드선의 1 V 변화마다 사양에 5 mV 추가.
- 부하 전압            출력 전압 정격에서 부하 리드선의 전압 강하를 감산

### 온도 계수, ±(출력 % + 오프셋)

30분 예열 후 출력/리드백의 1°C당 최대 변화량

- 전압                    <0.01% + 3 mV
- 전류                    <0.02% + 3 mA

### 안정도, ±(출력 % + 오프셋)

30분 예열 후 일정한 부하, 라인 및 주변 온도에서 8시간 동안의 출력 변화

- 전압                    <0.02% + 2 mV
- 전류                    <0.1% + 1 mA

### 출력 전압 오버슈트

AC 전원을 켜거나 끄는 동안, 출력 제어가 1 V 미만으로 설정되면 출력과 오버슈트는 1 V를 초과하지 않음. 출력 제어가 1 V 이상으로 설정되면 오버슈트가 없음.

**프로그래밍 언어**

SCPI (프로그래밍 계측기를 위한 표준 명령)

**상태 저장 메모리**

5개의 사용자 구성가능 저장 상태

**권장되는 교정 주기**

1 년

**출력 단자 격리(최대, 새시 접지로부터)**

절연되지 않은 단락 도체를 (+) 출력에서 (+) 감지로, (-) 출력을 (-) 감지 단자로 연결할 때  $\pm 60$  Vdc

절연된 단락 도체를 (+) 출력에서 (+) 감지로, (-) 출력을 (-) 감지 단자로 연결할 때  $\pm 240$  Vdc

**AC 입력 정격 (PC 기판의 두 스위치로 선택가능)**

std 115 Vac  $\pm 10\%$ , 47 ~ 63 Hz

opt OE3 230 Vac  $\pm 10\%$ , 47 ~ 63 Hz

opt OE9 100 Vac  $\pm 10\%$ , 47 ~ 63 Hz

**최대 입력 전원**

E3640A	E3641A	E3642A	E3643A	E3644A	E3645A
105 VA	105 VA	205 VA	175 VA	300 VA	270 VA

**냉각**

팬 냉각

**작동 온도**

전체 정격 출력에 대해 0 ~ 40°C.

**보관 온도**

보관 환경의 경우 -20 ~ 70℃

**환경 조건**

설치 범주 II, 오염 정도 2 환경의 실내 용도로 설계됨. 최고 상대 습도 95%와 2000 미터까지의 고도에서 운용되도록 설계.

**무게**

	E3640A	E3641A	E3642A	E3643A	E3644A	E3645A
기기 무게	5.3 Kg	5.2 Kg	6.3 Kg	6.2 Kg	6.6 Kg	6.7 Kg
포장후 무게	7.2 Kg	7.1 Kg	8.2 Kg	8.1 Kg	8.5 Kg	8.6 Kg

**치수\***

212.8 mmW x 88.3 mmH x 348.3 mmD

\*자세한 내용은 아래의 그림과 다음 페이지의 그림을 참조하십시오.

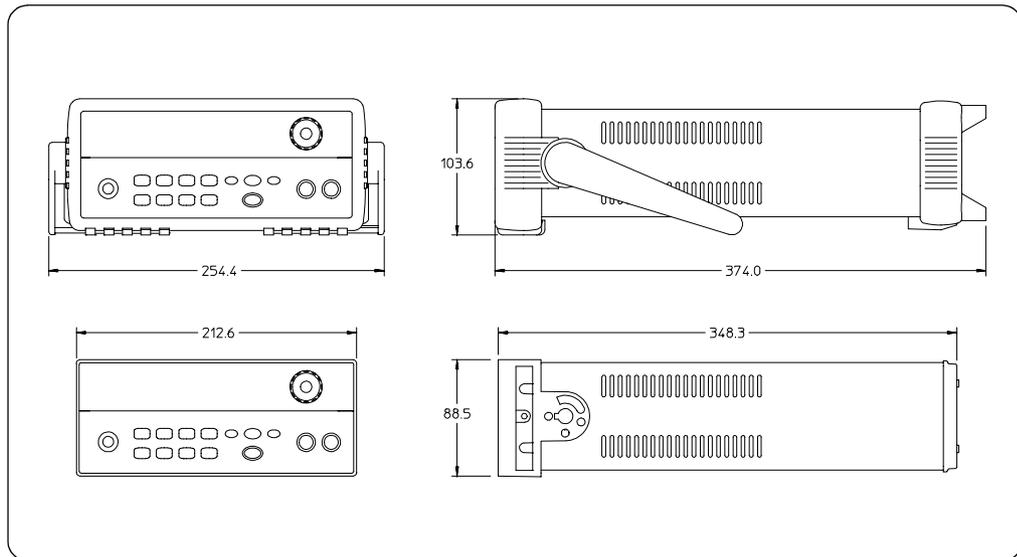


그림 8-1. Agilent E3640A/41A/42A/43A/44A/45A 전원공급기 치수

제 8 장 사양  
보충 특성

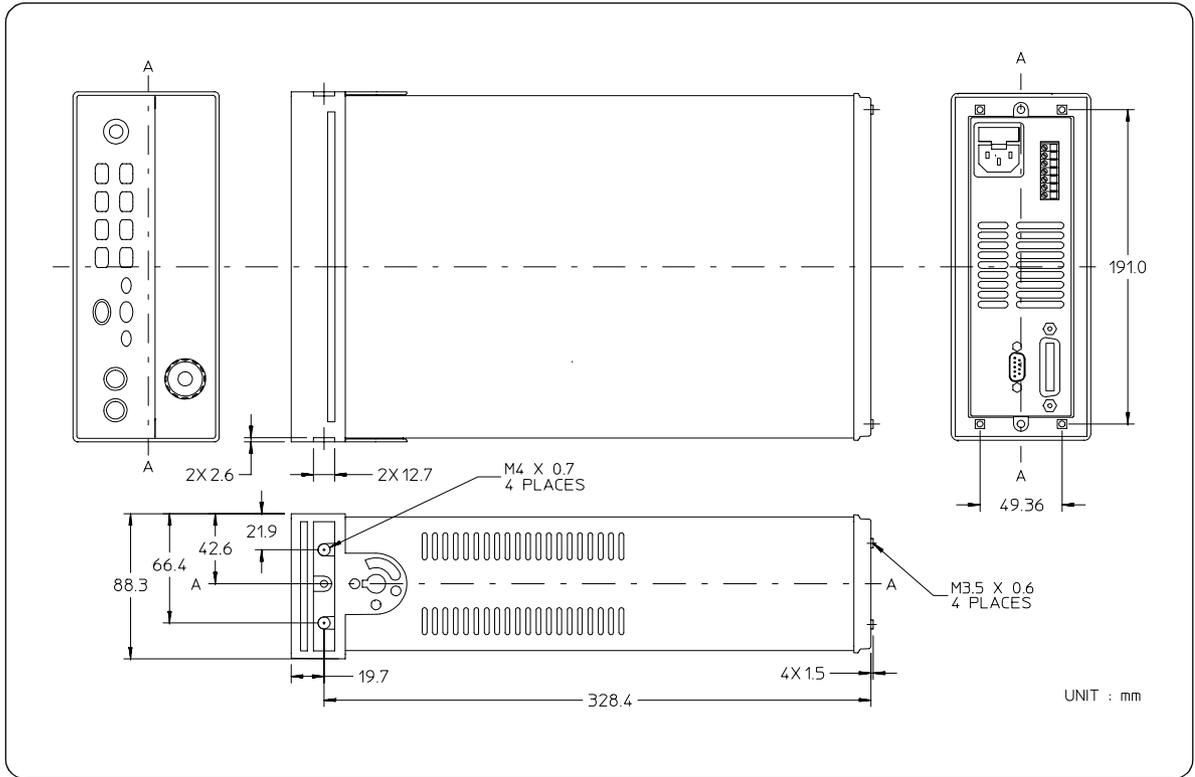


그림 8-2. 랙 장착을 위한 치수

---

# Appendix

---

## Service Information

---

# Service Information

This chapter contains procedures to verify that the power supply is operating normally and is within published specifications (See page 147). The power supply must pass the complete self-test before calibration or any of the verification or performance tests can be performed. If the supply fails any of the tests or if abnormal test results are obtained, refer to the troubleshooting hints in this document. This chapter has three main sections for:

- **Returning a failed power supply to Agilent Technologies for service or repair**
  - Operating Checklist, on page 157
  - Types of Service Available, on page 158
  - Repacking for Shipment, on page 159
  - Electrostatic Discharge (ESD) Precautions, on page 160
  - Surface Mount Repair, on page 160
  - To Replace the Power-Line Fuse, on page 160
  - Troubleshooting Hints, on page 161
  - Self-Test Procedures, starting on page 162
  - General Disassembly, on page 164
- **Verification & performance test procedures and calibration procedure**
  - Recommended Test Equipment, on page 165
  - Test Considerations, on page 166
  - Operation Verification and Performance Tests, on page 166
  - Measurement Techniques, starting on page 167
  - Constant Voltage (CV) Verifications, starting on page 169
  - Constant Current (CC) Verifications, starting on page 174
  - Common Mode Current Noise, on page 178
  - Performance Test Record for Your Power Supply, starting on page 179
  - Calibration Reference, on page 181
  - General Calibration/Adjustment Procedure, starting on page 182
  - Calibration Record for Your Power Supply, starting on page 187
  - Calibration Error Messages, on page 188
- **Replaceable parts list, component locator diagram, and schematics**

---

## Operating Checklist

Before returning your power supply to Agilent Technologies for service or repair check the following items:

### **Is the Power Supply Inoperative?**

- Verify that the ac power cord is connected to the power supply.
- Verify that the front-panel power switch has been pushed.
- Verify that the power-line fuse is installed and not open (See page 20):
- Verify the power-line voltage setting.

*See "If the Power Supply Does Not Turn On" on page 20.*

### **Does the Power Supply Fail Self-Test?**

- Verify that the correct power-line voltage is selected.
- Remove all load connections to the power supply.

*Ensure that all terminal connections are removed while the self-test is performed.*

## Types of Service Available

If your power supply fails within three years of original purchase, Agilent Technologies will repair or replace it free of charge. If your unit fails after your three year warranty expires, Agilent Technologies will repair or replace it as a very competitive price. Agilent will make the decision locally whether to repair or replace your unit.

### **Standard Repair Service (worldwide)**

Contact your nearest Agilent Service Center. They will arrange to have your power supply repaired or replaced.

### **Express Exchange (U.S.A. only)**

You can receive a replacement power supply via overnight shipment for low downtime.

- 1 Call 1-800-258-5165 and ask for “Express Exchange.”**
  - You will be asked for your shipping address and a credit card number to guarantee return of your failed power supply.
  - If you do not return your failed power supply within 45 days, your credit card will be billed for a new power supply.
  - If you choose not to supply a credit card number, you will be asked to send your failed unit to a designated Agilent Service Center. After the failed unit is received, Agilent will send your replacement unit.
- 2 Agilent will immediately send a replacement power supply to you via overnight shipment.**
  - The replacement unit will have a different serial number than your failed unit.
  - If you can not accept a new serial number for the replacement unit, use the Standard Repair Service option described above.
  - If your failed unit was “in-warranty,” your replacement unit continues the original three year warranty period. You will not be billed for the replacement unit as long as the failed unit is received by Agilent.
  - If your three year warranty has expired, Agilent will bill you for the power supply exchange price - less than a new unit price. Agilent warrants exchange units against defects for 90 days.

---

## Repacking for Shipment

For the Express Exchange Service described on the previous page, return your failed power supply to the designated Agilent Service Center using the shipping carton of the exchange unit. A shipping label will be supplied. Agilent will notify you when your failed unit has been received.

If the instrument is to be shipped to Agilent for service or repair, be sure to:

- Attach a tag to the power supply identifying the owner and indicating the required service or repair. Include the instrument model number and full serial number.
- Place the power supply in its original container with appropriate packaging material.
- Secure the container with strong tape or metal bands.

If the original shipping container is not available, place your unit in a container which will ensure at least 4 inches of compressible packaging material around all sides for the power supply. Use static-free packaging materials to avoid additional damage to your unit.

*Agilent Technologies recommends that you always insure shipments.*

## Electrostatic Discharge (ESD) Precautions

Almost all electrical components can be damaged by electrostatic discharge (ESD) during handling. Component damage can occur at electrostatic discharge voltages as low as 50 volts.

The following guidelines will help prevent ESD damage when serving the power supply or any electronic device.

- Disassemble instruments only in a static-free work area.
- Use a conductive work area to dissipate static charge.
- Use a conductive wrist strap to dissipate static charge accumulation.
- Minimize handling.
- Keep replacement parts in original static-free packaging.
- Remove all plastic, styrofoam, vinyl, paper, and other static-generating materials from the immediate work area.
- Use only anti-static solder suckers.

---

## Surface Mount Repair

Surface mount components should only be removed using soldering irons or desoldering stations expressly designed for surface mount components.

Use of conventional solder removal equipment will almost always result in permanent damage to the printed circuit board and will void your Agilent Technologies factory warranty.

---

## To Replace the Power-Line Fuse

The power-line fuse is located within the power supply's fuse-holder assembly on the rear panel (see page 22). See page 20 to check the rating of power-line fuse and replace with the correct one for your power supply.

## Troubleshooting Hints

This section provides a brief check list of common failures. Before troubleshooting or repairing the power supply, make sure that the failure is in the power supply rather than any external connections. Also make sure that the power supply is accurately calibrated. The power supply's circuits allow troubleshooting and repair with basic equipment such as a 6½-digital multimeter.

### Unit Reports Errors 740 to 750

These errors may be produced if you accidentally turn off power of the unit during a calibration or while changing a non-volatile state of the instrument. Recalibration or resetting the state should clear the error. If the error persists, a hardware failure may have occurred.

### Unit Fails Self-Test

Verify that the correct power-line voltage setting is selected. Also, ensure that all terminal connections are removed while the self-test is performed. Failure of the DAC U131 on the PC board will cause many self-test failures.

### Bias Supplies Problems

Check that the input to the voltage regulators of the bias supplies is at least 1 V greater than their output. Circuit failures can cause heavy loads of the bias supplies which may pull down the regulator output voltages. Check the voltages of bias supplies as tabulated below.

**Table A-1 Bias Supplies Voltages**

Bias Supply	Minimum	Maximum	Check At
+5V Floating	+4.75 V	+5.25 V	U110 pin 2
-5.1V Floating	-4.75 V	-5.25 V	Anode of CR114
+15V Floating	+14.25 V	+15.75 V	Anode of CR104
-15V Floating	-14.25 V	-15.75 V	Cathode of CR105

Some circuits produce their own local bias supplies from the main bias supplies. Be sure to check that these local bias supplies are active. In particular, the ADC (analog-to-digital converter), ac input, and front panel sections have local bias supplies. Always check that the power supplies are free of ac oscillations using an oscilloscope. Failure of bias supplies will cause many self-test failures.

## Self-Test Procedures

### Power-On Self-Test

Each time the power supply is powered on, a set of self-tests are performed. These tests check that the minimum set of logic and measurement hardware are functioning properly. Failures during the power-on self-test utilize error codes 601 through 604 and 624 through 632.

### Complete Self-Test

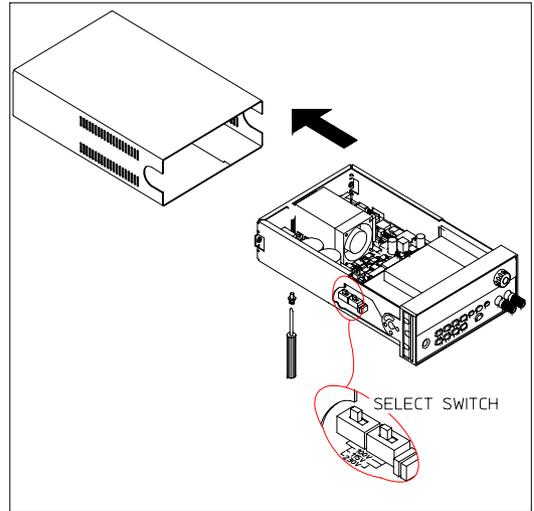
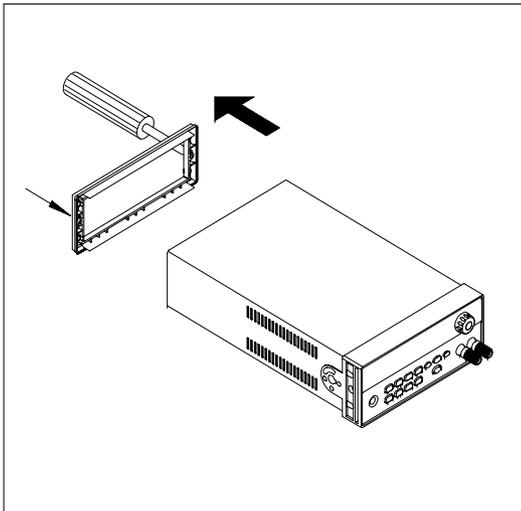
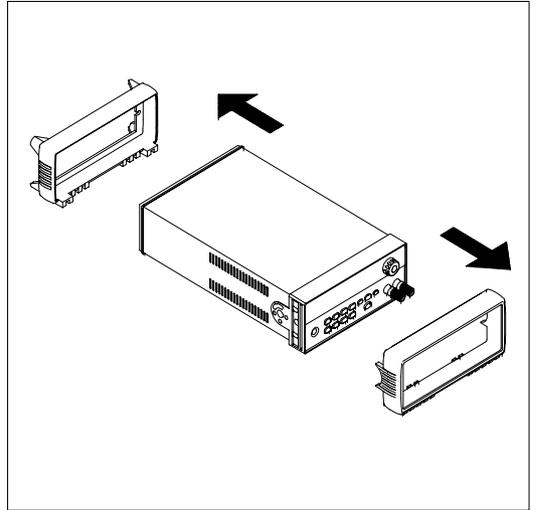
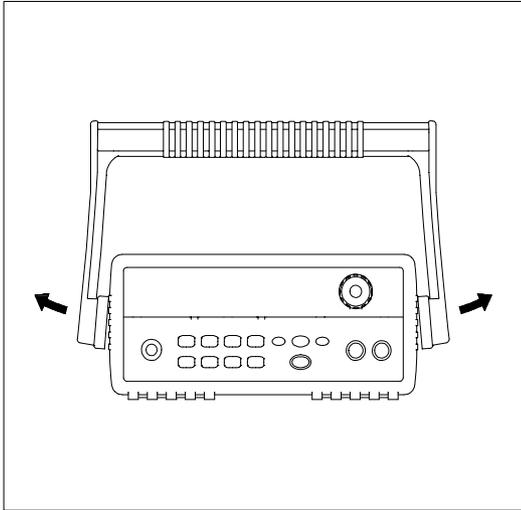
Hold any front panel key except the “View” key for more than 5 seconds while turning on the power to perform a complete self-test. The power supply beeps when the test starts. The tests are performed in the order shown below.

- 601**      **Front Panel Does not respond** The main controller U121 attempts to establish serial communications with the front panel controller U1 on the front panel board. During this test, the U1 turns on all display segments. Communication must function in both directions for this test to pass. If this error is detected during power-on self-test, the power supply will beep twice. This error is only readable from the remote interface.
- 602**      **RAM read/write failed** This test writes and reads a 55h and AAh checker board pattern to each address of ram U125. Any incorrect readback will cause a test failure. This error is only readable from the remote interface.
- 603**      **A/D sync stuck** The main controller issues an A/D sync pulse to U121 and U130 to latch the value in the ADC slope counters. A failure is detected when a sync interrupt is not recognized and subsequent time-out occurs.
- 604**      **A/D slope convergence failed** The input amplifier is configured to the measure zero (MZ) state in the 10 V range. This test checks whether the ADC integrator produces nominally the same number of positive and negative slope decisions ( $\pm 10\%$ ) during a 20 ms interval.
- 605**      **Cannot calibrate rundown gain** This test checks the nominal gain between integrating ADC and the U121 on-chip ADC. This error is reported if the procedure can not run to completion due to a hardware failure.

- 606**            **Rundown gain out of range** This test checks the nominal gain between the integrating ADC and the U121 on-chip ADC. The nominal gain is checked to  $\pm 10\%$  tolerance.
- 607**            **Rundown too noisy** This test checks the gain repeatability between the integrating ADC and the U121 on-chip ADC. The gain test (606) is performed eight times. Gain noise must be less than  $\pm 64$  lsb's of the U121 on-chip ADC.
- 608**            **Serial configuration readback failed** This test re-sends the last 3 byte serial configuration data to all the serial path (SERDAT, SERBCK, SERCLK). The data is then clocked back into U130 and compared against the original 3 bytes sent. A failure occurs if the data do not match. This tests checks the serial data path through U138.
- 624**            **Unable to sense line frequency** This test checks that the LSENCE logic input U121 is toggling. If no logic input detected, the power supply will assume a 50 Hz line operation for all future measurements.
- 625**            **I/O processor did not respond** This test checks that communications can be established between U121 and U103 through the optically isolated (U108 and U109) serial data link. Failure to establish communication in either direction will generate an error. If this condition is detected at power-on self-test, the power supply will beep and the error annunciator will be on.
- 626**            **I/O processor failed self-test** This test causes the earth referenced processor U103 to execute an internal, ram test. Failure will generate an error.
- 630**            **Fan test failed** This test checks if the fan current is flowing. If the current is not detected at power-on self-test, the power supply will beep and the error annunciator will be on. Fan test fail could likely induce overtemperature condition in the power supply.
- 631**            **System DAC test failed** This test checks if the DAC hardware is functional. The main controller U121 sends a reference voltage data to DAC and converts the DAC output to digital data to see if the digital data is within a valid range.
- 632**            **Hardware test failed** This test checks the status of voltage and current error amplifiers for the power circuit. If both amplifiers are not operational, the power supply will beep and the error annunciator will be on.

---

General Disassembly



## Recommended Test Equipment

The test equipment recommended for the performance verification and adjustment procedures is listed below. If the exact instrument is not available, use the accuracy requirements shown to select substitute calibration standards. If you use equipment other than that recommended in Table A-2, you must recalculate the measurement uncertainties for the actual equipment used.

**Table A-2 Recommended Test Equipment**

Instrument	Requirements	Recommended Model	Use
GPIB controller	Full GPIB or RS-232 capabilities	Agilent 82341C interface card or equivalent	Programming and readback accuracy
Oscilloscope	100 MHz with 20 MHz bandwidth	Agilent 54602B	Display transient response and ripple & noise waveform
RMS Voltmeter	20 Hz to 20 MHz		Measure rms ripple & noise
Cable (BNC to BNC)	50 ohm, 9 inch (23 Cm)	Agilent 10502A or 10503A if the 10502A is not available	Measure rms ripple & noise (CV PARD, CC PARD)
BNC (Female) Bulkhead Receptacle	Isolated Ground. Nominal impedance: 50 Ohm	Pomona Model 5148	Measure rms ripple & noise (CV PARD, CC PARD)
Split Ferrites	For use with round cable	Steward Co. 28A2029-0A0	Noise coupling reduction
Digital Voltmeter	Resolution: 0.1 mV Accuracy: 0.01%	Agilent 34401A	Measure dc voltages
Electronic Load	Voltage Range: 240 Vdc Current Range: 10 Adc Open and Short Switches Transient On/Off	Agilent 60503B	Measure load and line regulations and transient response time.
Resistive Loads ( $R_L$ )	(2.7 $\Omega$ , 150 W/13.5 $\Omega$ , 150 W) <sup>1</sup> (43.8 $\Omega$ , 300 W/120 $\Omega$ , 300 W) <sup>2</sup> (1.6 $\Omega$ , 300 W/8.0 $\Omega$ , 300 W) <sup>3</sup> (1.0 $\Omega$ , 300 W/5.0 $\Omega$ , 300 W) <sup>4</sup>	(25 $\Omega$ , 300 W/75 $\Omega$ , 300 W) <sup>5</sup> (15.9 $\Omega$ , 300W/46.2 $\Omega$ , 300W) <sup>6</sup>	Measure ripple and noise
Current monitoring Resistor (Shunt) - $R_{M1}$	(0.01 $\Omega$ , 0.1%)*	ISOTEK Co. Model: A-H or equivalent	Constant current test setup
Current monitoring Resistor (Shunt) - $R_{M2}$	(0.2 $\Omega$ /250 W, 0.1%)*	ISOTEK Co. Model: RUG-Z or equivalent	Measure current rms ripple & noise

\* To find the accurate resistance, it is recommended to use a current monitoring resistor after calibration.

<sup>1</sup>E3640A model, <sup>2</sup>E3641A model, <sup>3</sup>E3642A model, <sup>4</sup>E3644A, <sup>5</sup>E3643A, <sup>6</sup>E3645A model.

---

## Test Considerations

To ensure proper power supply operation, verify that you have selected the correct power-line voltage prior to attempting any test procedure in this chapter. See page 21 for line voltage conversion.

Ensure that all connections of terminals (both front panel and rear panel) are removed while the power supply internal self-test is being performed.

For optimum performance verification, all test procedures should comply with the following recommendations:

- Assure that the calibration ambient temperature is stable and between 20°C and 30°C.
- Assure ambient relative humidity is less than 80%.
- Allow a 1-hour warm-up period before verification or calibration.
- Use short cables to connect test set-ups.

---

### **Caution**

*The tests should be performed by qualified personnel. During performance verification tests, hazardous voltages may be present at the outputs of the power supply.*

---

## Operation Verification and Performance Tests

### **Operation Verification Tests**

To assure that the power supply is operating properly, without testing all specified parameters, perform the following test procedures:

- Perform the *power-on* self-test and check out procedures on page 18. (See "Self-Test" on page 56 for more information)
- Perform the Voltage Programming and Readback Accuracy test, and the Current Programming and Readback Accuracy tests in this document.

### **Performance Tests**

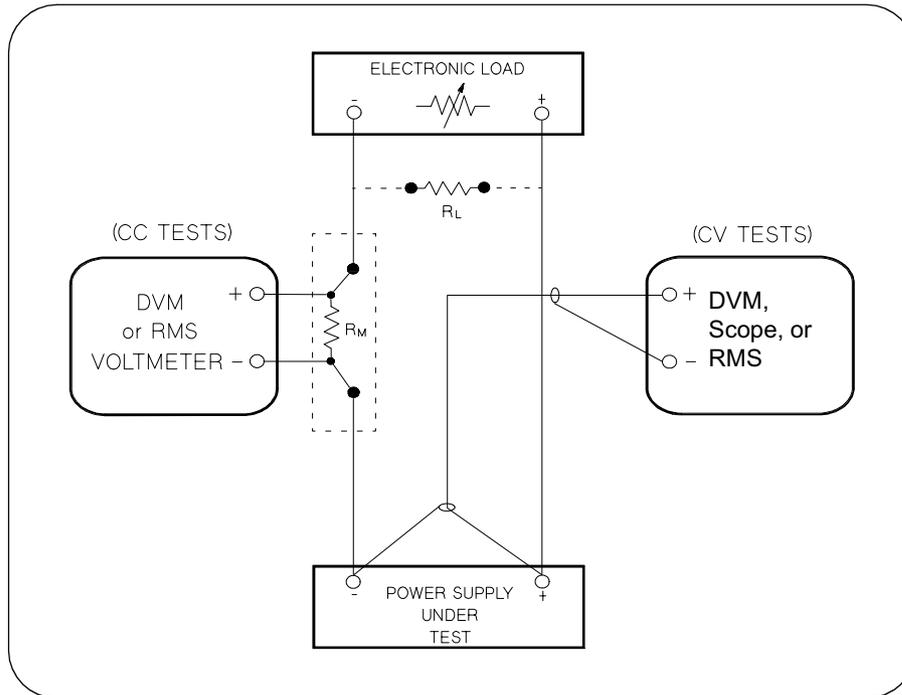
The following sections provide test procedures for verifying the supply's compliance with the specifications listed in Table 8-1, "Performance Specifications", on page 149. All of the performance test specifications and calculated measurement uncertainties are entered in the appropriate Performance Test Record Card for your specific model. You can record the actual measured values in the column provided in this card.

If you use equipment other than that recommended in Table A-1, you must recalculate the measurement uncertainties for the actual equipment used.

## Measurement Techniques

### Setup for Most Tests

Most tests are performed at the front terminals as shown in Figure A-1. Measure the dc voltage directly at the (+) and (-) terminals on the front panel.



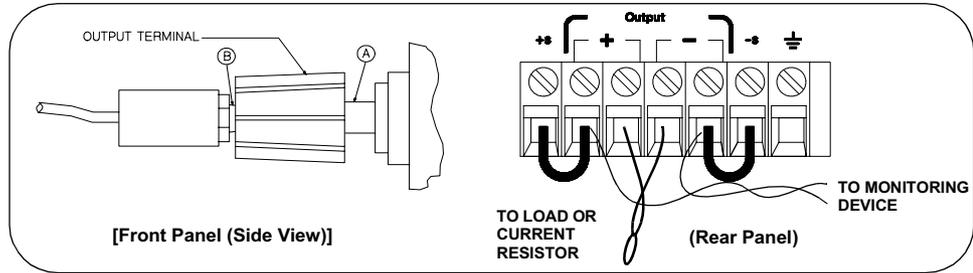
**Figure A-1 Performance Verification Test Setup**

### Current-Monitoring Resistor

To eliminate output current measurement error caused by the voltage drops in the leads and connections, connect the current monitoring resistor between the (-) output terminal and the load as a four-terminal device. Connect the current-monitoring leads inside the load-lead connections directly at the monitoring points on the resistor element (see  $R_M$  in Figure A-1).

### General Measurement Techniques

To achieve best results when measuring load regulation, peak to peak voltage, and transient response time of the power supply, measuring devices must be connected through the hole in the neck of the binding post at (A) while the load resistor is plugged into the front of the output terminals at (B). A measurement made across the load includes the impedance of the leads to the load. The impedance of the load leads can easily be several orders of the magnitude greater than the power supply impedance and thus invalidate the measurement. To avoid mutual coupling effects, each measuring device must be connected directly to the output terminals by separate pairs of leads.



**Figure A-2 Front/Rear Panel Terminal Connections**

### Electronic Load

Many of the test procedures require the use of a variable load resistor capable of dissipating the required power. Using a variable load resistor requires that switches should be used to connect, disconnect, and short the load resistor. An electronic load, if available, can be used in place of a variable load resistor and switches. The electronic load is considerably easier to use than load resistors. It eliminates the need for connecting resistors or rheostats in parallel to handle power, it is much more stable than carbon-pile load, and it makes easy work of switching between load conditions as is required for the load regulation and load response tests. Substitution of the electronic load requires minor changes to the test procedures in this chapter.

### Programming

Most performance tests can be performed from the front panel. However, an GPIB or RS-232 controller is required to perform the voltage and current programming accuracy and readback accuracy tests.

The test procedures are written assuming that you know how to program the power supply either from the front panel or from an GPIB or RS-232 controller. See "Output Setting and Operation Commands" in chapter 4 for complete instructions on remote programming.

## Constant Voltage (CV) Verifications

### Constant Voltage Test Setup

If more than one meter or if a meter and an oscilloscope are used, connect each to the (+) and (-) terminals by a separate pair of leads to avoid mutual coupling effects. Use coaxial cable or shielded 2-wire cable to avoid noise pick-up on the test leads.

**Table A-3 Verification Programming Values**

Model	Low voltage range	High voltage range	Model	Low voltage range	High voltage range
E3640A	8V/3A	20V/1.5A	E3643A	35V/1.4A	60V/0.8A
E3641A	35V/0.8A	60V/0.5A	E3644A	8V/8A	20V/4A
E3642A	8V/5A	20V/2.5A	E3645A	35V/2.2A	60V/1.3A

### Voltage Programming and Readback Accuracy

This test verifies that the voltage programming and GPIB or RS-232 readback functions are within specifications. Note that the readback values over the remote interface should be identical to those displayed on the front panel.

*You should program the power supply over the remote interface for this test to avoid round off errors.*

- 1 Turn off the power supply and connect a digital voltmeter between the (+) and (-) terminals of the output to be tested as shown in Figure A-1.
- 2 Turn on the power supply. Select the high voltage range (20V/1.5A)<sup>†</sup> and enable the output by sending the commands:
 

```
VOLT:RANG P20V (E3640A model)
      OUTP ON
```
- 3 Program the output voltage to 0 volt and current to full scale rated value (1.5 A)<sup>†</sup> by sending the commands:
 

```
VOLT 0
      CURR 1.5 (E3640A model)
```
- 4 Record the output voltage reading on the digital voltmeter (DVM). The reading should be within the limit of (0 V ± 10 mV). Also, note that the **CV**, **Adrs**, **Limit**, and **Rmt** annunciators are on.

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

## Appendix Service Information

### Constant Voltage (CV) Verifications

- 5 Readback the output voltage over the remote interface by sending the command:

MEAS : VOLT?

- 6 Record the value displayed on the controller. This value should be within the limit of (DVM  $\pm 5$  mV).
- 7 Program the output voltage to full scale rated value (20 V)<sup>†</sup> by sending the command:

VOLT 20 . 0 (E3640A model)

- 8 Record the output voltage reading on the digital voltmeter (DVM). The reading should be within the limit of (20 V  $\pm 20$  mV)\* or (60 V  $\pm 40$ mV)\*\*.
- 9 Readback the output voltage over the remote interface by sending the command:

MEAS : VOLT?

- 10 Record the value displayed on the controller. This value should be within the limit of (DVM  $\pm 15$  mV)\* or (DVM  $\pm 35$  mV)\*\*.

### CV Load Effect (Load Regulation)

This test measures the change in the output voltage resulting from a change in the output current from full to no load.

- 1 Turn off the power supply and connect a digital voltmeter between the (+) and (-) terminals of the output as shown in Figure A-1.
- 2 Turn on the power supply. Select the high voltage range (20V/1.5A)<sup>†</sup>, enable the output, and set the display to the *limit* mode. When the display is in the limit mode, program the output current to the full scale rated value (1.5A)<sup>†</sup> and the voltage to the full rated value (20.0 V)<sup>†</sup>.
- 3 Operate the electronic load in *constant current* mode and set its current to the (1.5 A)<sup>†</sup>. Check that the front panel **CV** annunciator remains lit. If not lit, adjust the load so that the output current drops slightly until the **CV** annunciator lights. Record the output voltage reading on the digital voltmeter.
- 4 Operate the electronic load in open mode (input off). Record the output voltage reading on the digital voltmeter again. The difference between the digital voltmeter readings in steps (3) and (4) is the CV load regulation. The difference of the readings should be within the limit of (5 mV)\* or (9 mV)\*\*.

\*For E3640A/42A/44A models. \*\*For E3641A/43A/45A models.

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

### **CV Source effect (Line Regulation)**

This test measures the change in output voltage that results from a change in ac line voltage from the minimum value (10% below the nominal input voltage) to maximum value (10% above the nominal input voltage).

- 1 Turn off the power supply and connect a digital voltmeter between the (+) and (-) terminals of the output to be tested as shown in Figure A-1.
- 2 Connect the ac power line through a variable voltage transformer.
- 3 Turn on the power supply. Select the high voltage range (20V/1.5A)<sup>†</sup>, enable the output, and set the display to the limit mode. When the display is in the limit mode, program the current to the full scale rated value (1.5 A)<sup>†</sup> and the voltage to full scale rated value (20.0 V)<sup>†</sup>.
- 4 Operate the electronic load in constant current mode and set its current to (1.5 A)<sup>†</sup>. Check that the **CV** annunciator remains lit. If not lit, adjust the load so that the output current drops slightly until the **CV** annunciator lights.
- 5 Adjust the transformer to low line voltage limit (104 Vac for nominal 115 Vac, 90 Vac for nominal 100 Vac, or 207 Vac for nominal 230 Vac). Record the output reading on the digital voltmeter.
- 6 Adjust the transformer to high line voltage (127 Vac for nominal 115 Vac, 110 Vac for nominal 100 Vac, or 253 Vac for nominal 230 Vac). Record the voltage reading on the digital voltmeter. The difference between the digital voltmeter readings in steps (5) and (6) is the CV line regulation. The difference of the readings should be within the limit of (5 mV)\* or (9 mV)\*\*.

### **CV PARD (Ripple and Noise)**

Periodic and random deviations (PARD) in the output (ripple and noise) combine to produce a residual ac voltage superimposed on the dc output voltage. CV PARD is specified as the rms or peak-to-peak output voltage in the frequency range from 20 Hz to 20 MHz.

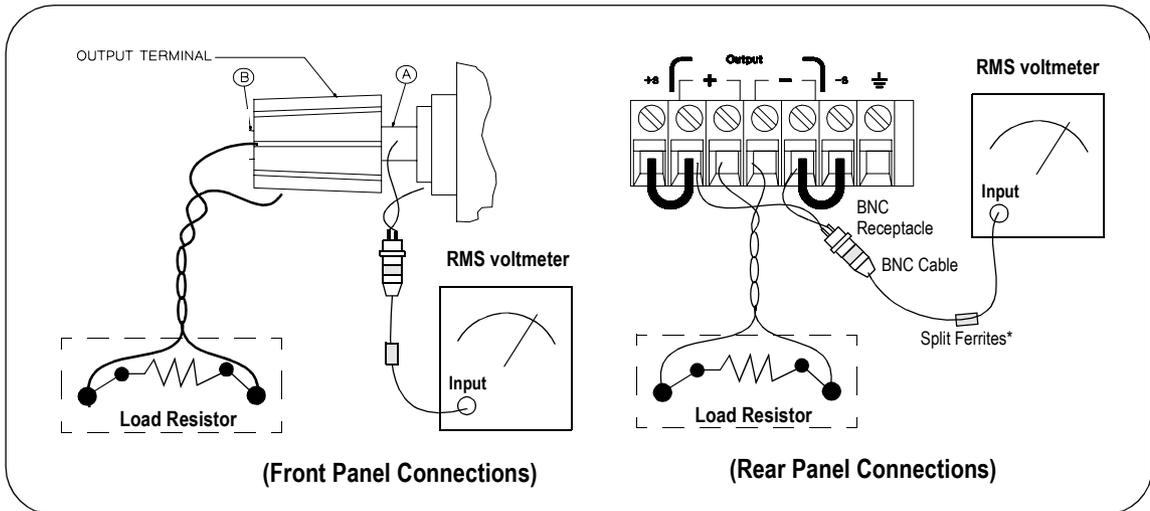
- VRMS measurement techniques:

When measuring Vrms ripple and noise, the monitoring device should be plugged into the front of the terminals at (A) in Figure A-2. Use the vertical mini-probe socket and the "1:1 voltage probe" to connect the monitor device to the power supply. To reduce the measurement error caused by common mode noise, it is recommended to twist the connection wire between the mini-probe and the output terminals. The load resistor is connected to the terminal at (B) in Figure A-2. Twisted leads between the load resistor and the power supply helps reduce noise pickup for these measurements.

\*For E3640A/42A/44A models. \*\*For E3641A/43A/45A models.

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

Appendix Service Information  
**Constant Voltage (CV) Verifications**



- 1 Turn off the power supply and connect the output to be tested as shown in Figure A-1 to an oscilloscope (ac coupled) between (+) and (-) terminals. Set the oscilloscope to AC mode and bandwidth limit to 20 MHz. Connect a resistive load ( $13.5 \Omega$ )<sup>‡</sup> to the terminal at (B) as shown above.
- 2 Turn on the power supply. Select the high voltage range (20V/1.5A)<sup>†</sup>, enable the output, and set the display to the limit mode. When the display is in the limit mode, program the current to the full scale rated value (1.5 A)<sup>†</sup> and the voltage to the full rated value (20.0 V)<sup>†</sup>.
- 3 Check that the front panel CV annunciator remains lit. If not lit, adjust the load down slightly.
- 4 Note that the waveform on the oscilloscope does not exceed the peak-to-peak limit of (5 mV)\* or (8 mV)\*\*.
- 5 Disconnect the oscilloscope and connect the ac rms voltmeter in its place according to the VRMS measurement techniques above and as shown above. The rms voltage reading does not exceed the rms limit of 0.5 mV\* or 1 mV\*\*.

**Note:**

*For better measurement result, it is recommended to make the connection between the BNC receptacle and the output terminals shorter as much as possible, and to use the recommended split ferrites with the cable (BNC to BNC) as shown above.*

\*For E3640A/42A/44A models. \*\*For E3641A/43A/45A models.

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models.

<sup>‡</sup>For E3640A model, and see Table A-2 for other models.

### Load Transient Response Time

This test measures the time for the output voltage to recover to within 15 mV of nominal output voltage following a load change from full load to half load, or half load to full load.

- 1 Turn off the power supply and connect the output to be tested as shown in Figure A-1 with an oscilloscope. Operate the electronic load in constant current mode.
- 2 Turn on the power supply. Select the high voltage range (20V/1.5A)<sup>†</sup>, enable the output, and set the display to the limit mode. When the display is in the limit mode, program the current to the full scale rated value (1.5 A)<sup>†</sup> and the voltage to the full scale rated value (20.0 V)<sup>†</sup>.
- 3 Set the electronic load to transient operation mode between one half of the output's full rated value and the output's full rated value at a 1 kHz rate with 50% duty cycle.
- 4 Set the oscilloscope for ac coupling, internal sync, and lock on either the positive or negative load transient.
- 5 Adjust the oscilloscope to display transients as shown in Figure A-4. Note that the pulse width ( $t_2 - t_1$ ) of the transients at 15 mV from the base line is no more than 50  $\mu$ sec for the output.

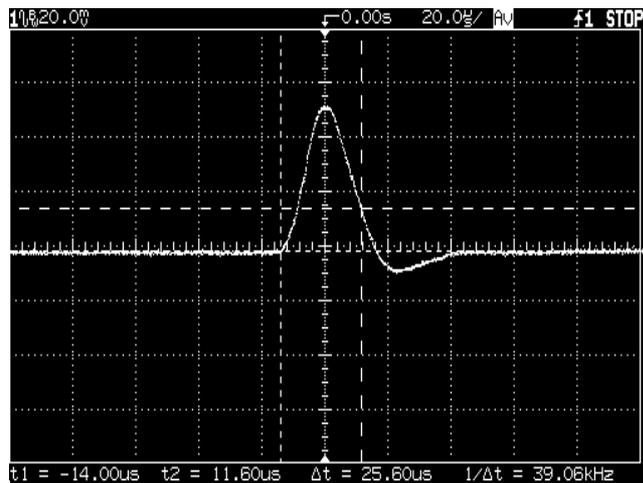


Figure A-4 Transient Response Time

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

## Constant Current (CC) Verifications

### Constant Current Test Setup

Follow the general setup instructions in the General Measurement Measurement Techniques, on page 168, and the specific instructions will be given in the following paragraphs.

### Current Programming and Readback Accuracy

This test verifies that the current programming and GPIB or RS-232 readback functions are within specifications. Note that the readback values over the remote interface should be identical to those displayed on the front panel. The accuracy of the current monitoring resistor must be 0.01% or better.

*You should program the power supply over the remote interface for this test to avoid round off errors.*

- 1 Turn off the power supply and connect a 0.01  $\Omega$  current monitoring resistor ( $R_{M1}$ ) across the output to be tested and a digital voltmeter across the current monitoring resistor ( $R_{M1}$ ) as shown in Figure A-1.
- 2 Turn on the power supply. Select the low voltage range (8V/3A)<sup>†</sup> and enable the output by sending the commands:  

```
VOLT:RANG P8V (E3640A model)
OUTP ON
```
- 3 Program the output voltage to full scale rated voltage (8.0 V)<sup>†</sup> and output current to zero amps by sending the commands:  

```
VOLT 8 (E3640A model)
CURR 0
```
- 4 Divide the voltage drop (DVM reading) across the current monitoring resistor ( $R_M$ ) by its resistance to convert to amps and record this value ( $I_O$ ). This value should be within the limit of (0 A  $\pm$  10 mA). Also, note that the **CC**, **Adrs**, **Limit**, and **Rmt** annunciators are on.
- 5 Readback the output current over the remote interface by sending the command:  

```
MEAS:CURR?
```

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

- 6 Record the value displayed on the controller. This value should be within the limit of ( $I_O \pm 5 \text{ mA}$ ).
- 7 Program the output current to the full scale rated value ( $3 \text{ A}$ )<sup>†</sup> by sending the command:  
 CURR 3.0 (E3640A model)
- 8 Divide the voltage drop (DVM reading) across the current monitoring resistor ( $R_M$ ) by its resistance to convert to amps and record this value ( $I_O$ ). This value should be within the limit of:

E3640A	E3641A	E3642A	E3643A	E3644A	E3644A
3 A $\pm$ 16 mA	0.8 A $\pm$ 11.6 mA	5 A $\pm$ 20 mA	5 A $\pm$ 20 mA	8 A $\pm$ 26 mA	8 A $\pm$ 26 mA

- 9 Readback the output current over the remote interface by sending the command:

MEAS : CURR ?

- 10 Record the value displayed on the controller. This value should be within the limit of:

E3640A	E3641A	E3642A	E3643A	E3644A	E3642A
( $I_O \pm 9.5 \text{ mA}$ )	( $I_O \pm 6.2 \text{ mA}$ )	( $I_O \pm 12.5 \text{ mA}$ )	( $I_O \pm 7.1 \text{ mA}$ )	( $I_O \pm 17 \text{ mA}$ )	( $I_O \pm 8.3 \text{ mA}$ )

### CC Load Effect (Load Regulation)

This test measures the change in output current resulting from a change in the load from full rated output voltage to short circuit.

- 1 Turn off the power supply and connect the output to tested as shown in Figure A-1 with the digital voltmeter connected across the  $0.01 \Omega$  current monitoring resistor ( $R_{M1}$ ).
- 2 Turn on the power supply. Select the low voltage range ( $8\text{V}/3\text{A}$ )<sup>†</sup>, enable the output, and set the display to the limit mode. When the display is in the limit mode, program the output voltage to the full scale rated value ( $8.0 \text{ V}$ )<sup>†</sup> and the output current to the full rated value ( $3 \text{ A}$ )<sup>†</sup>.
- 3 Set the voltage of the electronic load to ( $8.0 \text{ V}$ )<sup>†</sup> to operate it in constant voltage mode since a voltage drop occurs on the load wires. Check that the **CC** annunciator is on. If it is not, adjust the load so that the output voltage drops slightly. Record the current reading by dividing the voltage reading on the digital voltmeter by the resistance of the current monitoring resistor.

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

Appendix Service Information  
**Constant Current (CC) Verifications**

- Operate the electronic load in short (input short) mode. Record the current reading again by dividing the voltage reading on the digital voltmeter by the resistance of the current monitoring resistor. The difference between the current readings in step (3) and (4) is the load regulation current. The difference of the readings should be within the limit of:

E3640A	E3641A	E3642A	E3643A	E3644A	E3645A
0.55 mA	0.33 mA	0.75 mA	0.39 mA	1.05 mA	0.47 mA

**CC Source Effect (Line Regulation)**

This test measures the change in output current that results from a change in ac line voltage from the minimum value (10% below the nominal input voltage) to the maximum value (10% above nominal voltage).

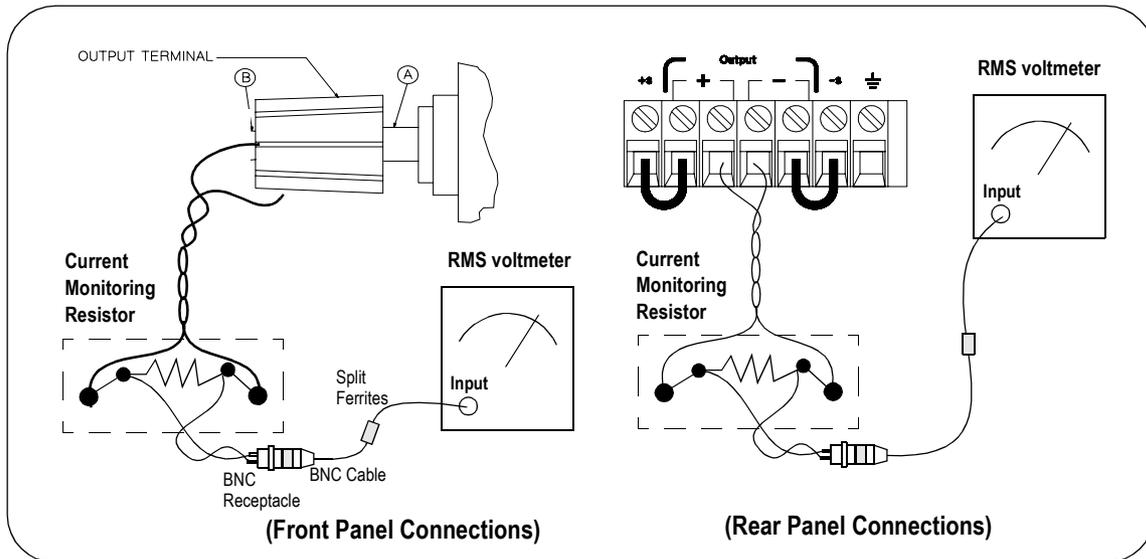
- Turn off the power supply and connect the output to be tested as shown in Figure A-1 with the digital voltmeter connected across the current monitoring resistor ( $R_{M1}$ ).
- Connect the ac power line through a variable voltage transformer.
- Turn on the power supply. Select the low voltage range (8V/3A)<sup>†</sup>, enable the output, and set the display to the limit mode. When the display is in the limit mode, program the voltage to the full scale rated value (8.0 V)<sup>†</sup> and the current to the full scale rated value (3 A)<sup>†</sup>.
- Operate the electronic load in constant voltage mode and set its voltage to (8.0 V)<sup>†</sup>. Check that the **CC** annunciator remains lit. If not lit, adjust the load so that the output voltage drops slightly until the **CC** annunciator lights.
- Adjust the transformer to low line voltage limit (104 Vac for nominal 115 Vac, 90 Vac for nominal 100 Vac, or 207 Vac for nominal 230 Vac). Record the output current reading by dividing the voltage reading on the digital voltmeter by the resistance of the current monitoring resistor.
- Adjust the transformer to 10% above the nominal line voltage (127 Vac for a 115 Vac nominal input, 110 Vac for a 100 Vac nominal input or 253 Vac for a 230 Vac nominal input). Record the current reading again by dividing the voltage reading on the digital voltmeter by the resistance of the current monitoring resistor. The difference between the current readings in step (5) and (6) is the load regulation current. The difference of the readings should be within the limit of:

E3640A	E3641A	E3642A	E3643A	E3644A	E3645A
0.55 mA	0.33 mA	0.75 mA	0.39 mA	1.05 mA	0.47 mA

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

### CC PARD (Ripple and Noise)

Periodic and random deviations (PARD) in the output (ripple and noise) combine to produce a residual ac current, as well, as an ac voltage superimposed on the dc output. CC PARD is specified as the rms output current in a frequency range 20 Hz to 20 MHz with the power supply in constant current operation.



- 1 Turn off the power supply and connect the output to be tested as shown above with the current monitoring resistor  $0.2 \Omega$  ( $R_{M2}$ ) across output terminals. Connect a rms voltmeter across the current monitoring resistor as shown above.
- 2 Turn on the power supply. Select the low voltage range ( $8V/3A$ )<sup>†</sup>, enable the output, and set the display to the limit mode. When the display is in the limit mode, program the current to full scale rated value ( $3 A$ )<sup>†</sup> and the voltage to the full scale rated value ( $8.0 V$ )<sup>†</sup>.
- 3 Divide the reading on the rms voltmeter by the load resistance to obtain rms current. The readings should be within the limit of 4 mA.

**Note:**

*For better measurement result, it is recommended to make the connection between the BNC receptacle and the output terminals shorter as much as possible, and to use the recommended split ferrites with the cable (BNC to BNC) as shown above.*

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

## Common Mode Current Noise

The common mode current is that ac current component which exists between the output or output lines and chassis ground. Common mode noise can be a problem for very sensitive circuitry that is referenced to earth ground. When a circuit is referenced to earth ground, a low level line-related ac current will flow from the output terminals to earth ground. Any impedance to earth ground will create a voltage drop equal to the output current flow multiplied by the impedance.

- 1 Turn off the power supply and connect a 100 k $\Omega$  resistor ( $R_S$ ) and a 2200 pF capacitor in parallel between the (-) terminal and chassis ground at the rear output terminals.
- 2 Connect a digital voltmeter across  $R_S$ .
- 3 Turn on the power supply. Select the low voltage range (8V/3A)<sup>†</sup>, enable the output, and set the display to the limit mode. When the display is in the limit mode, program the output to the full scale rated value (8.0 V and 3 A)<sup>†</sup>.
- 4 Record the voltage across  $R_S$  and convert it to current by dividing by the resistance (DVM reading/100 k $\Omega$ ). Note that the current is less than 1.5  $\mu$ A.

<sup>†</sup>For E3640A model, and see Table A-3 for other models

**Performance Test Record for Your Power Supply**

**CV Performance Test Record**

Test Description	Models	Actual Result	Specifications	
			Upper Limit	Lower Limit
CV Programming Accuracy @ 0 volts (DVM reading)	all		+0.0100 V	-0.0100 V
CV Readback Accuracy @ 0 volts	all		DVM +0.0050 V	DVM -0.0050 V
CV Programming Accuracy @ Full Scale (DVM reading)	E3640A/42A/44A		+20.0200 V	+19.9800 V
	E3641A/43A/45A		+60.0400 V	+59.9600 V
CV Readback Accuracy @ Full Scale	E3640A/42A/44A		DVM + 0.0150 V	DVM - 0.0150 V
	E3641A/43A/45A		DVM + 0.0350 V	DVM - 0.0350 V
CV Load Effect (Load Regulation)	E3640A/42A/44A		Maximum change: < 5 mV	
	E3641A/43A/45A		Maximum change: < 9 mV	
CV Source Effect (Line Regulation)	E3640A/42A/44A		Maximum change: < 5 mV	
	E3641A/43A/45A		Maximum change: < 9 mV	
CV PARD (Normal mode)	E3640A/42A/44A		< 5 mVp-p / 0.5 mVrms	
	E3641A/43A/45A		< 8 mVp-p / 1 mVrms	
Load Transient Response Time	all		< 50 $\mu$ sec	

Appendix Service Information  
**Performance Test Record for Your Power Supply**

**CC Performance Test Record**

Test Description	Models	Actual Result	Specifications	
			Upper Limit	Lower Limit
CC Programming Accuracy @ 0 amps ( $I_O$ )	all		+0.0100 A	-0.0100 A
CC Readback Accuracy @ 0 amps	all		$I_O + 0.0050$ A	$I_O - 0.0050$ A
CC Programming Accuracy @ Full Scale ( $I_O$ )	(E3640A)		3.01600 A	2.9840 A
	(E3641A)		0.8116 A	0.7884 A
	(E3642A)		5.02 A	4.98 A
	(E3643A)		1.4128 A	1.3872 A
	(E3644A)		8.026	7.974 A
	(E3645A)		2.2144	2.1856 A
CC Readback Accuracy @ Full Scale	(E3640A)		$I_O + 0.0095$ A	$I_O - 0.0095$ A
	(E3641A)		$I_O + 0.0062$ A	$I_O - 0.0062$ A
	(E3642A)		$I_O + 0.0125$ A	$I_O - 0.0125$ A
	(E3643A)		$I_O + 0.0071$ A	$I_O - 0.0071$ A
	(E3644A)		$I_O + 0.0170$ A	$I_O - 0.0170$ A
	(E3645A)		$I_O + 0.0083$ A	$I_O - 0.0083$ A
CC Load Effect (Load Regulation)	(E3640A)		Maximum change: < (0.55 mA)	
	(E3641A)		Maximum change: < (0.33 mA)	
	(E3642A)		Maximum change: < (0.75 mA)	
	(E3643A)		Maximum change: < (0.39 mA)	
	(E3644A)		Maximum change: < (1.05 mA)	
	(E3645A)		Maximum change: < (0.47 mA)	
CC Source Effect (Line Regulation)	(E3640A)		Maximum change: < (0.55 mA)	
	(E3641A)		Maximum change: < (0.33 mA)	
	(E3642A)		Maximum change: < (0.75 mA)	
	(E3643A)		Maximum change: < (0.39 mA)	
	(E3644A)		Maximum change: < (1.05 mA)	
	(E3645A)		Maximum change: < (0.47 mA)	
CC PARD (Normal mode)	all		< 4 mA rms	
CC PARD (Common mode)	all		< 1.5 $\mu$ A rms	

---

## Calibration Reference

Before you calibrate the power supply, you must unsecure it by entering the correct security code. See "Calibration Overview", starting on page 62, for more detailed procedures to unsecure or secure the power supply.

### Agilent Technologies Calibration Services

When your power supply is due for calibration, contact your local Agilent Technologies Service Center for a low-cost calibration. The Agilent E3640A/41A/42A/43A/44A and E3645A power supplies are supported on calibration processes which allow Agilent Technologies to provide this service at competitive prices.

### Calibration Interval

Recommended calibration interval for this power supply is 1 year. This will ensure that your power supply will remain within specification for the next calibration interval. Agilent Technologies does not recommend extending calibration intervals beyond 1 year for any application. This criteria for re-adjustment provides the best long-term stability.

### To Unsecure the Power Supply Without the Security Code

To unsecure the power supply without the correct security code (when you forget the security code), follow the steps below. See "Electrostatic Discharge (ESD) Precautions" on page 160 before beginning this procedure.

- 1 Disconnect the power cord and all load connections from the power supply.
- 2 Remove the instrument cover. Refer to the disassembly drawing on page 164.
- 3 Connect the power cord and turn on the calibration mode by holding down the **Calibrate** key as you turn on the power supply and *hold down* the key until you hear a long beep. Be careful not to touch the power line connections.
- 4 Apply a short between the two exposed metal pads on JP107 (located near U121). The JP107 is outlined with a circle on the component locator drawing on page 197.
- 5 While maintaining the short, move to the security code and enter any unsecure code in the calibration mode. The power supply is now unsecured.
- 6 Remove the short at JP107. (An error occurs if not removed.)
- 7 Turn off and reassemble the power supply.

*Now you can enter a new security code. Be sure you take note of the new security code.*

---

## General Calibration/Adjustment Procedure

---

**Note**

*The power supply should be calibrated **after 1-hour warm-up** with no load connected. And Perform the voltage calibration prior to the **OVP** calibration.*

---

The *front panel* calibration procedures are described in this section.

- For voltage calibration, *disconnect* all loads from the power supply and connect a DVM across the output terminals.
- For current calibration, also *disconnect* all loads from the power supply, connect an appropriate current monitoring resistor  $0.01 \Omega$  across the output terminals, and connect a DVM across the terminals of the monitoring resistor.
- You can abort a calibration at any time by turning the power supply off from the front panel, by issuing a remote interface device clear message, or by pressing the front-panel “Local” key.

The following table shows calibration parameters and points which should be used to calibrate the output voltage and current.

**Table 3-2 Parameters for Calibration**

Calibration Parameter	Voltage/Current	Calibration Point mnemonic
VOLTAGE CAL	Voltage	V LO
		V MI
		V HI
OVP CAL	OVP	None
CURRENT CAL	Current	I LO
		I MI
		I HI

## Front Panel Voltage and Current Calibration

### Note

*Before attempting to calibrate the power supply, you must unsecure the power supply, and disconnect all loads from the power supply and connect a DVM across the output terminals. See "Calibration Overview", starting on page 62 to unsecure.*

In the following procedure, the Agilent E3640A model is referenced to describe the calibration procedure as an example, so a different calibration value for each calibration point may be prompted to be adjusted for your specific model.



#### 1 Turn on the calibration mode.



Turn on the calibration mode by holding down  (Calibrate) key as you turn on the power supply and *hold down* the key until you hear a long beep. Make sure that the power supply is in "CV" mode. If the power supply is not in "CV" mode, an error occurs.

#### Voltage and OVP Calibration



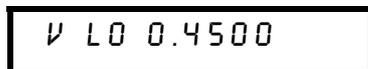
#### 2 Move down a level to the voltage calibration mode.



#### 3 Select the low-end voltage calibration point.



#### 4 Enter the reading you obtained from the DVM by using the knob and resolution selection keys.



View  
Calibrate

**5 Save the changes and select the middle voltage calibration point.**

V MI 10.000

If the entered number is within an acceptable range, an “ENTERED” message appears for a second. If the entered number is not correct, an error message will be displayed for a second and you will hear a beep, and then go back to the low, middle, or high voltage calibration point again as proceeding.



**6 Enter the reading you obtained from the DVM by using the knob and resolution selection keys.**

V MI 11.058

View  
Calibrate

**7 Save the changes and select the high voltage calibration point.**

V HI 19.500



**8 Enter the reading you obtained from the DVM by using the knob and resolution selection keys.**

V HI 19.495

View  
Calibrate

**9 Save the changes and go to the OVP calibration mode.**

OVP CAL

If the calibration fails, an error message will be displayed for a second and go back to the voltage calibration mode again. A “VOLTAGE CAL” message is displayed. Above message is displayed to indicate that the power supply is ready for the OVP calibration.

View  
Calibrate

**10 Run the OVP calibration.**

CALIBRATING

Above message is displayed to indicate that the calibration is progressing. It takes approximately 10 seconds to complete the calibration. If the calibration fails, an error message will be displayed for a second and you will hear a beep, and then go back to the OVP calibration mode again.

**Current Calibration**

*Connect an appropriate shunt 0.01  $\Omega$  across the output terminals, and connect a digital voltmeter across the shunt resistor for the current calibration.*

View  
Calibrate

**11 Select the low-end current calibration point.**

CURRENT CAL

1 LO 0.2000



**12 Enter the computed value (DVM reading + by shunt resistance) by using the knob and resolution selection keys.**

**Notice** that you should wait for the DVM reading to be stabilized for accurate calibration during the current calibration.

1 LO 0.1900



- 13 Save the changes and select the middle current calibration point.

1 MI 1.5000

If the entered number is within an acceptable range, an “ENTERED” message appears for a second. If the entered number is not correct, an error message will be displayed for a second and you will hear a beep, and then go back to the low, middle, or high current calibration point again as proceeding.



- 14 Enter the computed value (DVM reading + by shunt resistance) by using the knob and resolution selection keys.

1 MI 1.5400



- 15 Save the change and select the high current calibration point.

1 HI 2.8000



- 16 Enter the computed value (DVM reading + by shunt resistance) by using the knob and resolution selection keys.

1 HI 2.789 A



- 17 Save the new current calibration constants and exit the calibration mode.

CAL MODE

If the calibration fails, an error message will be displayed for one second and you will hear a beep, and then go back to the current calibration mode again. A “CURRENT CAL” message is displayed.

## Calibration Record for Your Power Supply

Step	Calibration Description	Measurement Mode (DVM)	Supply Being Adjusted
1	Turn on the calibration mode by holding down the "Calibrate" key as you turn on the power supply until you hear a long beep.		
2	Unsecure the power supply if secured. (See page 62)		
3	Press "Calibrate" key to move down menu to voltage calibration menu. A "VOLTAGE CAL" is displayed. Press "Calibrate" key to select the low voltage calibration point.		Voltage Calibration
4	A low voltage calibration point is displayed. Enter the DVM reading by using the knob and resolution keys. Press "Calibrate" key to save the changes and select the middle calibration point.	V	Low voltage calibration
5	A middle voltage calibration point is displayed. Enter the DVM reading by using the knob and resolution selection keys. Press "Calibrate" key to save the changes and select the high calibration point.	V	Middle voltage calibration
6	A high voltage calibration point is displayed. Enter the DVM reading by using the knob and resolution selection keys. Press "Calibrate" key to save the changes and select the OVP calibration.	V	High voltage calibration
7	"OVP CAL" is displayed. Press "Calibrate" key to run the overvoltage calibration. A "CALIBRATING" is displayed to indicate that the calibration is progressing.	V	OVP calibration
8	Connect shunt resistor (0.01 $\Omega$ ) across the output terminals. And press "Calibrate" key to select the current calibration.		Current calibration
9	A low current calibration point is displayed. Enter the computed value (DVM reading / by shunt resistance) by using the knob and resolution keys. Press "Calibrate" key to save the changes and select the middle calibration point.	A	Low current calibration
10	A middle current calibration point is displayed. Enter the computed value (DVM reading / by shunt resistance) by using the knob and resolution keys. Press "Calibrate" key to save the changes and select the high calibration point.	A	Middle current calibration
11	A high current calibration point is displayed. Enter the computed value (DVM reading / by shunt resistance) by using the knob and resolution keys. Press "Calibrate" key to save the changes	A	High current calibration
13	Turn off the "Power" switch to exit the calibration menu.		Exit CAL MODE

---

## Calibration Error Messages

The following tables are abbreviated lists of error messages for the E3640A, E3641A, E3642A, E3643A, E3644A, and E3645A. The errors listed below are the most likely errors to be encountered during calibration and adjustment. A more complete list of error messages and descriptions is contained in chapter 5.

### Calibration Error Messages

<b>Error</b>	<b>Error Messages</b>
701	Cal security disabled by jumper
702	Cal secured
703	Invalid secure code
704	Secure code too long
705	Cal aborted
706	Cal value out of range
708	Cal output disabled
712	Bad DAC cal data
713	Bad readback cal data
714	Bad OVP cal data
717	Cal OVP status enabled
718	Gain out of range for gain error correction
740	Cal checksum failed, secure state
741	Cal checksum failed, string data
743	Cal checksum failed, store/recall data in location 1
744	Cal checksum failed, store/recall data in location 2
745	Cal checksum failed, store/recall data in location 3
746	Cal checksum failed, DAC cal constants
747	Cal checksum failed, readback cal constants
748	Cal checksum failed, GPIB address
749	Cal checksum failed, internal data
754	Cal checksum failed, store/recall data in location 4
755	Cal checksum failed, store/recall data in location 5

---

## Replaceable Parts

This chapter contains information ordering replacement parts for your power supply.

- E3640A/41A/42A/43A/44A/45A Power Supply Assembly, on page 190
- Manufacturer's List, on page 191

The parts lists include a brief description of the part with applicable Agilent part numbers and manufacturer part number.

### **To Order Replaceable Parts**

You can order replaceable parts from Agilent Technologies using the Agilent part number or directly from the manufacturer using the manufacturer's part number. Note that not all parts listed in this chapter are available as field-replaceable parts. To order replaceable parts from Agilent, do the following:

- 1** Contact your nearest Agilent Sales Office or Agilent Service Center.
- 2** Identify parts by the Agilent part number shown in the replaceable parts lists. Note that not all parts are directly available from Agilent; you may have to order certain parts from the specified manufacturer.
- 3** Provide the power supply model number and serial number.

### **Schematics and Diagrams**

This chapter contains a block diagram, schematics, and component locator drawings for the power supply.

- Component Locator (*top*) for main board assembly, on page 197.
- Component Locator (*bottom*) for main board assembly, on page 198.
- Power and Protection Schematic, on page 199.
- AC Input and Bias Supply Schematic, on page 200.
- Floating Logic Schematic, on page 201.
- A/D and D/A Converter, on page 202.
- Earth Reference Logic Schematic, on page 203.
- Component Locator for front panel, on page 204.
- Display and Keyboard Schematic, on page 205.

Appendix Service Information  
**Replaceable Parts**

**E3640A/41A/42A/43A/44A/45A Power Supply Assembly**

Reference Designator	Agilent Part Number	Q'ty	Part Description	Mfr. code	Mfr. Part Number
F100-F102	0699-2715	3	FUSIBLE RES 1 OHM 5% 1/2W	01542	FN1/2
S102	3101-2976	1	SW-PB DPST 6A 250V	04486	NE18-2A-EE-SP
	8120-8767	1	POWER CORD FOR STD/0E9 GY-062 or	22631	SP-305+IS-14
	8120-8768	1	POWER CORD FOR 0E3 GY-062	22631	SP-022+IS-14
(E3640A/41A)	2110-1069	1	FUSE 1.5A T 125V FOR 100 AND 115 Vac	01542	51S015L
(E3640A/41A)	2110-0457	1	FUSE 1A T 250V FOR 230 Vac	01542	50T010H
(E3642A/43A)	2110-1070	1	FUSE 2.5A T 125V FOR 100 AND 115 Vac	01542	51S025L
(E3642A/43A)	2110-0457	1	FUSE 1A T 250V FOR 230 Vac	01542	50T010H
(E3644A/45A)	2110-1071	1	FUSE 3.15A T 125V FOR 100 AND 115 Vac	01542	51S032L
(E3644A/45A)	2110-1068	1	FUSE 2A 50 T 250V FOR 230 Vac	02805	50T020H
	34401-45011	1	HANDLE-FRONT	02362	34401-45011
	34401-86011	1	BUMPER-FRONT	02362	34401-86011
	34401-86012	1	BUMPER-REAR	02362	34401-86012
	34401-88304	1	REAR BEZEL	02362	34401-88304
	E3640-40002	1	PUSH ROD	01542	E3640-40002
	E3640-40003	1	KNOB	01542	E3640-40003
	E3640-60030	1	PROGRAMMED ROM (IC 2M-BIT OTP 150NS CMOS)	01542	E3640-60030
	E3640-60011	1	FRONT FRAME ASSEMBLY FOR E3640A	01542	E3640-60011
	E3641-60011	1	FRONT FRAME ASSEMBLY FOR E3641A	01542	E3641-60011
	E3642-60011	1	FRONT FRAME ASSEMBLY FOR E3642A	01542	E3642-60011
	E3644-60011	1	FRONT FRAME ASSEMBLY FOR E3644A	01542	E3644-60011
	E3640-60013	1	TRANSFORMER ASSEMBLY FOR E3640A	01542	E3640-60013
	E3641-60013	1	TRANSFORMER ASSEMBLY FOR E3641A	01542	E3641-60013
	E3642-60013	1	TRANSFORMER ASSEMBLY FOR E3642A	01542	E3642-60013
	E3644-60013	1	TRANSFORMER ASSEMBLY FOR E3644A	01542	E3644-60013
	E3640-60016	1	TERMINAL BLOCK ASSEMBLY	01542	E3640-60016
	E3644-60006	1	DC Fan ASSEMBLY	01542	E3644-60006

### **Manufacturer's List**

<b>Mfr. code</b>	<b>Manufacturer's name</b>	<b>Manufacturer's Address</b>
01542	Agilent DIV 01 SAN JOSE COMPONENTS	SAN JOSE, CA, USA
02805	COOPER INDUSTRIES INC	HOUSTON, TX, USA
02362	Agilent DIV 09 LID COMPONENTS	LOVELAND, CA, USA
22631	I SHENG ELECTRIC WIRE & CABLE CO	KUEI-SHAN, TW



전원공급기 운용에 관한 의문은 가까운 Agilent Technologies 영업 사무실로 문의하시기 바랍니다.

## ㄱ

가변 저항 137  
 각괄호 69  
 검사  
   전류 출력 19  
   전압 출력 18  
   예비적 17  
 계층 구조 103  
 공동 모드 전류 잡음 141  
 공동 명령 (IEEE-488.2) 106  
 과도 응답 시간 150

## 교정

교정 62  
   간격 (권장) 152  
   메시지 (문자열) 읽기 66  
   원격 인터페이스 운용 63  
 교정 명령 (calibration) 89  
   CALibration:COUNT? 89  
   CALibration:CURRENT:LEVEL 89  
   CALibration:CURRENT[:DATA] 89  
   CALibration:SECure:CODE 89  
   CALibration:SECure:STATE 90  
   CALibration:SECure:STATE? 90  
   CALibration:STRing 90  
   CALibration:STRing? 90  
   CALibration:VOLTage:LEVEL 90  
   CALibration:VOLTage:PROtection 90  
   CALibration:VOLTage[:DATA] 90  
 교정의 예제 91  
 기본 시험  
   출력 검사 18, 19  
   예비적 검사 17

## ㄴ

냉각 33, 152  
 노브 잠금 54

## ㄷ

대괄호 69  
 다운 프로그래밍 응답 145  
 다중 부하 38  
 더미 부하 저항기 36  
 동작 상태 저장 48  
 동작 상태 호출 48

## ㄹ

라인 레귤레이션 149  
 랙 장착 24  
   참조 치수 154  
 랙 장착 키트 24  
 레플레이션되지 않는 상태 141  
 레지스터  
   enable 레지스터 93  
   event 레지스터 93  
   event status enable 명령 96  
   questionable status 95  
   questionable status enable 95  
   questionable status event 95  
   standard event 96

status byte 97  
 status byte summary 97  
 리드백 (readback) 정확도 149  
 리드백 (readback) 성능 149  
 리플 (ripple) 과 잡음 149

## ㅁ

매개변수 유형 (SCPI) 107  
 매크로 130  
 메시지 사용가능 비트 (MAV) 99  
 명령 분리자  
   콜론 105  
 명령 형식 104  
 명령문 104  
 버스 컨트롤러, 인터럽트 99  
 문자 프레임 59

## ㅂ

배터리 충전 53  
 별표 (\*) 106  
 병렬 연결 143  
 보관 온도 153  
 보충 특성 151  
 부하 고려사항  
   용량성 부하 35  
   유도성 부하 35  
   펄스 부하 35  
   역방향 전류 부하 36  
 부하 레귤레이션 149  
 분배 단자 38  
 비 SCPI 명령 107  
 비휘발성 메모리 48  
 부 시스템 103  
 부동 전압  
   절연 되지 않은 32  
 부속품 30

## ㅅ

상태 보고 명령 101  
   \*CLS 101  
   \*ESE 101  
   \*ESE? 101  
   \*ESR? 102  
   \*OPC 102  
   \*OPC? 102  
   \*PSC {0 | 1} 102  
   \*PSC? 102  
   \*SRE 102  
   \*SRE? 102  
   \*STB? 102  
   \*WAI 102  
   STATus:QUESTIONable:CONDition? 101  
   STATus:QUESTIONable:ENABLE 101  
   STATus:QUESTIONable:ENABLE? 101  
   STATus:QUESTIONable? 101  
   SYSTem:ERRor? 101  
 상태 저장

이름 할당 55  
 위치 55  
 저장된 상태 호출 55  
 상태 저장 명령  
   \*RCL {1 | 2 | 3 | 4 | 5} 88  
   \*SAV {1 | 2 | 3 | 4 | 5} 88  
   MEMory:STATe:NAME {1 | 2 | 3 | 4 | 5} 88

상태 저장 메모리 152  
 상향 프로그래밍 응답 144  
 상호 커플링 효과 38  
 서비스 요청 (SRQ) 인터럽트 98  
 선로 전압 변환 21  
 선입선출 (FIFO) 순서 114  
 설치 33  
 성능 사양 149  
 세미콜론 105  
 수직선 69  
 스크롤 속도, 오류 문자 114  
 시리즈 요소 137  
 시스템 관련 명령 85  
   \*IDN? 86  
   \*RST 87  
   \*TST? 86  
   DISPlay {OFF | ON} 85  
   DISPlay:TEXT 85  
   DISPlay:TEXT:CLEar 85  
   DISPlay:TEXT? 85  
   DISPlay? 85  
   OUTPut {OFF | ON} 85  
   OUTPut:RElay {OFF | ON} 85  
   OUTPut:RElay? 86  
   OUTPut? 85  
   SYSTem:BEEPer 86  
   SYSTem:COMMunicate:GPIB RDEvice 86  
   SYSTem:ERRor? 86  
   SYSTem:VERsion? 86  
 시스템 펌웨어 개정본 57  
 시작 비트 (RS-232) 57

## ㅇ

안정 시간 150  
 안정도 35, 151  
 역극성 다이오드 143  
 역방향 전류 36  
 연결 (전원공급기)  
   병렬 연결 143  
   직렬 연결 143  
 예비적 검사 17  
 오류  
   교정 151  
   실행 115  
   자체 시험 120  
   오류 메시지 114  
   오류 문자열 114  
   오류 상태 56  
   오류 큐 114  
   오류 포착 125  
   온도 계수 151  
   원격 감지 기능 151

- 원격 전압 감지  
   연결 36  
 와이어 정격 34  
 원격 프로그래밍 144  
 용량성 부하 35  
 위상 제어 진단조정기 137  
 응답 속도  
   하향 프로그래밍 145  
   상향 프로그래밍 144  
 응용 프로그램 124  
 이상적인 정전류 전원공급기 141  
 이상적인 정전압 전원공급기 139  
 이상적인 정전압 전원공급기 139  
 인터페이스 구성 명령  
   <Ctrl-C> 92  
   SYSTem:INTerface 92  
   SYSTem:LOCAl 92  
   SYSTem:REMOte 92  
   SYSTem:RWLock 92  
 인터페이스 케이블  
   공모넷 어댑터 60  
   배선 어댑터 60  
   암수 변환기 60  
   Agilent 34399A 어댑터 키트 60  
   DB-25 커넥터 60  
   DB-9 커넥터 60  
   GPIB 케이블 30
- ㄴ**  
 자체 테스트  
   전체 17  
   전원 공급시 56  
   수행하기 위한 56  
   완전한 56  
 작동 온도 152  
 장치에 특정한 명령 111  
 잡음  
   공통 모드 142  
   정상 모드 142  
 진단 조정기 137  
 전류 정격 34  
 전면판  
   표시기 7  
   운용 개관 41  
 전면판 설정능 149  
 전압 강하 35  
 전압 스파이크 142  
 전압 제한 42, 44  
 전압 조정기 무게 153  
 전원 공급 reset (\*RST 명령) 87, 88  
 전원 공급기 무게 153  
 전원 공급기 상태 저장 55  
 전원 공급기 치수 153  
 전원 선로 코드 17  
 전원 선로 퓨즈 20  
 정전류 (CC) 모드 139, 140  
 정전류 운용 44, 45  
 정전압 (CV) 모드 139, 140  
 정전압 운용 42, 43  
 정지 비트 (RS-232) 59  
 정상 모드 전압 잡음 141
- 제한 모드 41  
 조회 데이터 97  
 조회 응답 입기 75  
 직렬 저항 137  
 직렬 운용 연결 143  
 직렬로 레플레이션 되는 공급기 137
- ㄷ**  
 초기 검사  
   기계적 검사 33  
   전기적 검사 33  
 출력 단자 격리 152  
 출력 범위 97  
 출력 범위 149  
 출력 상태 (on,off) 54  
 출력 설정 및 운용 명령 78  
 APPLY 77  
 APPLY? 77  
 CURRent 78  
 CURRent:STEP 78  
 CURRent:STEP? 79  
 CURRent:TRIGgered 79  
 CURRent:TRIGgered? 79  
 CURRent? 78  
 MEASure:CURRent? 81  
 MEASure[:VOLTage]? 81  
 VOLTage 79  
 VOLTage:PROTection 80  
 VOLTage:PROTection:CLEar 81  
 VOLTage:PROTection:STATe 81  
 VOLTage:PROTection:STATe? 81  
 VOLTage:PROTection:TRIPped? 81  
 VOLTage:PROTection? 81  
 VOLTage:RANGe 81  
 VOLTage:RANGe? 81  
 VOLTage:STEP 80  
 VOLTage:STEP? 80  
 VOLTage:TRIGgered 80  
 VOLTage:TRIGgered? 80  
 VOLTage? 79  
 출력 임피던스 139  
 출력 전압 오버슈트 151  
 출력 정격 149  
 출력 중단 108  
 출력 중지 54  
 출력 특성 139
- ㄹ**  
 커넥터  
   RS-232 (직렬) 59  
   HP-IB 58  
 커플링 효과 38  
 컴퓨터 또는 단말기에 연결  
   DB-25 직렬 연결 61  
   DB-9 직렬 연결 60  
 콜론 105  
 키워드  
   두 번째 레벨 103  
   루트 103  
   저준위 103
- 세 번째 레벨 103
- ㅌ**  
 트리 구조 103  
 트리거 소스  
   버스(소프트웨어) 75  
   즉시 내부 트리거 75  
 트리거 소스 선택  
   버스(소프트웨어) 트리거링 82  
   즉시 트리거링 83  
 트리거링 명령  
   \*TRG 84  
   INITiate 84  
   TRIGger:DELAy 84  
   TRIGger:DELAy? 84  
   TRIGger:SOURce 84  
   TRIGger:SOURce? 84
- ㅍ**  
 펌웨어(firmware) 교정 조회 57  
 표시기, 디스플레이 7  
 퓨즈 정격 20  
 프로그래밍 언어 152  
 프로그래밍 범위 (전압/전류) 76  
 프로그래밍 설정능 149  
 피드백 제어 회로 137
- ㅎ**  
 환경 조건 153  
 활성 부하 36  
 활성화(activation) 시간 150  
 후면판  
   배치 8  
   출력 단자 8  
   GPIB (IEEE-488) 인터페이스 커넥터 8  
   RS-232 인터페이스 커넥터 8
- A**  
 AC 입력 전력 152
- C**  
 C 프로그래밍 예 125  
 carrying handle 23  
 C와 C 프로그램 예 125
- E**  
 enable 레지스터란? 93  
 event 레지스터 93  
 Excel 97용 예제 프로그램 129  
 Excel Macros 129
- G**  
 GPIB  
   커넥터 58  
   인터페이스 구성 58

**I**

IEEE-488  
 준수 정보 112  
 IEEE-488.2  
 공통 명령 106

**L**

Low-level 명령 74

**M**

MIN 및 MAX 매개변수 105

**O**

OVP 정확도 150  
 OVP(과전압 방지)  
 과전압 조건 소거 51  
 트립 레벨 설정 50  
 원격 인터페이스 운용 52  
 OVP 레벨 설정 50

OVP 작동 50  
 OVP 운용 점검 51

**Q**

questionable status 레지스터 95

**R**

RS-232  
 구성 59  
 데이터 프레임 포맷 59  
 문제 해결 61

**S**

SCPI  
 명령 터미네이터 106  
 버전 57, 109  
 버전 질의 57  
 비 SCPI 명령 111  
 준수 정보 109  
 확인 명령 109, 110

언어 소개 103  
 상태 레지스터 93  
 Status 레지스터 93

**SCPI 매개변수**

개별 107  
 문자열 107  
 불리언 107  
 숫자 107

standard event 레지스터 96  
 status byte 조회(\*STB) 97  
 status byte summary 레지스터 97

**V**

VFD 33  
 VISA 124  
 VISA 기능성 125  
 visa.dll 124  
 visa32.dll 124  
 Visual Basic 129