

PA4000
Leistungsanalysator
Benutzerhandbuch



077-0817-00

Tektronix

PA4000
Leistungsanalysator
Benutzerhandbuch

Firmware-Version 1.0.037

www.tektronix.com

077-0817-00

Tektronix

Copyright © Tektronix. Alle Rechte vorbehalten. Lizenzierte Software-Produkte stellen Eigentum von Tektronix oder Tochterunternehmen bzw. Zulieferern des Unternehmens dar und sind durch nationale Urheberrechtsgesetze und internationale Vertragsbestimmungen geschützt.

Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete Patente in den USA und anderen Ländern geschützt. Die Informationen in dieser Broschüre machen Angaben in allen früheren Unterlagen hinfällig. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten.

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc.

Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Informationen zu diesem Produkt und dessen Verkauf, zum Kundendienst sowie zum technischen Support:

- In Nordamerika rufen Sie die folgende Nummer an: 1-800-833-9200.
- Unter www.tektronix.com finden Sie die Ansprechpartner in Ihrer Nähe.

Garantie

Tektronix garantiert, dass dieses Produkt für einen Zeitraum von drei (3) Jahren ab Versanddatum keine Fehler in Material und Verarbeitung aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und geeignete Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an die Service-Stelle von Tektronix verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse innerhalb des Landes der Tektronix Service-Stelle befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE GARANTIEN HINSICHTLICH DER HANDELSGÄNGIGKEIT UND DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W4 – 15AUG04]

Inhalt

Allgemeine Sicherheitshinweise	vi
Informationen zur Einhaltung von Vorschriften	ix
EMV-Kompatibilität	ix
Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen	x
Umweltschutzhinweise	xii
Vorwort	xiii
Merkmale und Funktionen	xiii
Paketinhalt	xiii
Zubehör	xiv
Erste Schritte	1
Vor dem ersten Einsatz: Sicherheit	1
Einschalten	3
Konzept der globalen, der Gruppen- und der Kanalparameter	3
Anschließen des Prüflings	5
Standardmessungen	7
Navigieren in der Ergebnisanzeige	8
Navigieren im Menüsystem	9
Bildschirmhilfe	10
Bedienung des Frontpaneels	11
Aufbau des Frontpaneels	11
Schnellansicht-Tasten	11
Softkeys	22
Funktions- und Buchstabentasten	24
Tasten mit Ziffern und mathematischen Operanden	25
Aufzeichnung von Daten auf einem Speichergerät	26
Verbindung von Signalen	28
Übersicht über die Eingänge	28
Anschluss eines einfachen Stromwandlers	30
Anschließen eines externen Nebenschlusswiderstands	31
Anschließen eines Messumformers mit Spannungsausgang	33
Anschließen eines Spannungswandlers/-Messumformers	34
Netzanschluss für externe Messumformer	35
Das Menüsystem	36
Navigation	36
Menüpunkte	36
Hauptmenü	36
Messgrößen	36
Messkonfiguration	40
Modi	43

Eingänge	48
Grafiken und Signalkurven	55
Schnittstellen	56
Datenprotokoll	57
Math (Mathematische Ergebnisse).....	57
Systemkonfiguration.....	61
Benutzerkonfiguration.....	63
Betrieb per Fernsteuerung	64
Übersicht.....	64
Schnittstelle für RS232-Systeme.....	64
Schnittstelle für USB-Systeme	64
Schnittstelle für Ethernet-Systeme.....	64
Schnittstelle für GPIB-Systeme (optional).....	65
Statusmeldungen.....	65
Befehlsauflistung.....	68
IEEE 488.2 Standard-Befehle und Statusbefehle	69
Kanal- und Gruppenbefehle	71
Befehle zum Abfragen von Geräteinformationen	72
Befehle zum Auswählen und Auslesen von Messergebnissen.....	72
Befehle zur Konfiguration von Messwerten	77
Befehle zur Moduseinstellung.....	81
Befehle zur Eingangseinstellung	84
Befehle für Grafiken und Signalkurven	90
Schnittstellenbefehle	90
Datenprotokollbefehl	92
Math. Befehle	92
Befehle zur Systemkonfiguration	93
Befehle zur Benutzerkonfiguration	96
Senden und Empfangen von Befehlen.....	97
Kommunikationsbeispiele	98
Software	101
Download-Software für den PA4000	101
Technische Daten	103
Messkanal.....	103
Eingangsleistung.....	104
Mechanische und Umgebungsbedingungen	104
Optionale Teile	104
Kommunikationsschnittstellen	105
Aux-Eingänge/Ausgänge	107
Host/Client-Schnittstelle	108
Gemessene Parameter	108

SUM-Formel – Eine Phase, drei Leitungen.....	110
SUM-Formel – Drei Phasen, vier Leitungen	110
Messgenauigkeit	110
Index	

Liste der Abbildungen

Liste der Tabellen

Tabelle 1: Phasenmessungen	108
----------------------------------	-----

Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an damit verbundenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise.

Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen.

Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Während der Verwendung des Geräts müssen Sie eventuell auf andere Teile eines umfassenderen Systems zugreifen. Beachten Sie die Sicherheitsangaben in Handbüchern für andere Komponenten bezüglich Warn- und Vorsichtshinweisen zum Betrieb des Systems.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Verwenden Sie ein ordnungsgemäßes Netzkabel. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zugelassene Netzkabel.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüflleitungen an, während diese an einer Spannungsquelle anliegen.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Unterbinden Sie die Stromzufuhr für den Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf anschließen oder vom Gerät trennen.

Erden Sie das Produkt. Das Gerät ist über den Netzkabelschutzleiter geerdet. Zur Verhinderung von Stromschlägen muss der Schutzleiter mit der Stromnetzterdung verbunden sein. Vergewissern Sie sich, dass eine geeignete Erdung besteht, bevor Sie Verbindungen zu den Eingangs- oder Ausgangsanschlüssen des Geräts herstellen.

Beachten Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Kennangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Geben Sie keine Spannung auf Klemmen (einschließlich Masseanschlussklemmen), die den maximalen Nennwert der Klemme überschreitet.

Trennen vom Stromnetz. Der Netzschalter trennt das Gerät von der Stromversorgung. Weitere Anweisungen zur Positionierung des Schalters finden Sie in der Dokumentation. Blockieren Sie den Netzschalter nicht, da er für die Benutzer jederzeit zugänglich sein muss.

Schließen Sie die Abdeckungen. Nehmen Sie das Gerät nicht in Betrieb, wenn Abdeckungen oder Gehäuseteile entfernt sind.

Bei Verdacht auf Funktionsfehler nicht betreiben. Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen.

Vermeiden Sie offen liegende Kabel. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Verwenden Sie die richtige Sicherung. Verwenden Sie nur Sicherungen des für dieses Gerät angegebenen Typs.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sorgen Sie für die richtige Kühlung. Weitere Informationen über die Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Kühlung für das Produkt erhalten Sie im Handbuch.

Begriffe in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:



WARNUNG. *Warnungen weisen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.*



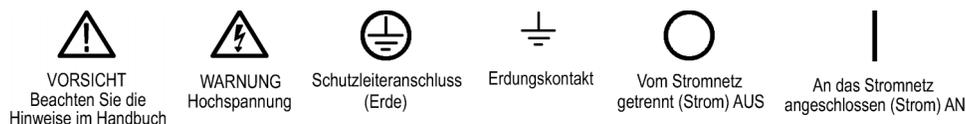
VORSICHT. *Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.*

Symbole und Begriffe am Gerät

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

- GEFAHR weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.
- WARNUNG weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.
- VORSICHT weist auf mögliche Sach- oder Geräteschäden hin.

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:





Informationen zur Einhaltung von Vorschriften

In diesem Abschnitt finden Sie die vom Gerät erfüllten Normen hinsichtlich EMV (elektromagnetischer Verträglichkeit), Sicherheit und Umweltschutz.

EMV-Kompatibilität

EG-Konformitätserklärung – EMV entspricht der Richtlinie 2004/108/EG für elektromagnetische Verträglichkeit. Die Einhaltung der folgenden Spezifikationen, wie im Amtsblatt der Europäischen Union aufgeführt, wurde nachgewiesen:

EN 61326-1 2006. EMV-Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. ^{1 2 3}

- CISPR 11:2003. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A
- IEC 61000-4-2:2001. Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (ESD)
- IEC 61000-4-3:2002. Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
- IEC 61000-4-4:2004. Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen (Burst)
- IEC 61000-4-5:2001. Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (Surge)
- IEC 61000-4-6:2003. Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder
- IEC 61000-4-11:2004. Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen

EN 61000-3-2:2006. Grenzwerte für Oberwellenströme

EN 61000-3-3:1995. Grenzwerte für Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flimmern

Kontaktadresse für Europa.

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
Großbritannien

EG-Konformitätserklärung – EMV entspricht der Richtlinie 2004/108/EG für elektromagnetische Verträglichkeit. Die Einhaltung der folgenden Spezifikationen, wie im Amtsblatt der Europäischen Union aufgeführt, wurde nachgewiesen:

EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006. EMV-Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. ^{1 2 3}

- CISPR 11:2003. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A
- IEC 61000-4-2:2001. Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (ESD)
- IEC 61000-4-3:2002. Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
- IEC 61000-4-4:2004. Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen (Burst)
- IEC 61000-4-5:2001. Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (Surge)
- IEC 61000-4-6:2003. Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder
- IEC 61000-4-11:2004. Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen ⁴

EN 61000-3-2:2006. Grenzwerte für Oberwellenströme

EN 61000-3-3:1995. Grenzwerte für Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flimmern

Kontaktadresse für Europa.

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
Großbritannien

- ¹ Dieses Gerät ist nur für den Betrieb außerhalb von Wohnbereichen vorgesehen, da es elektromagnetische Störungen verursachen kann.
- ² Diesen Standard überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Prüfobjekt angeschlossen ist.
- ³ Um die Einhaltung der hier aufgeführten EMV-Normen zu gewährleisten, dürfen nur qualitativ hochwertige, abgeschirmte Kabel verwendet werden.
- ⁴ Leistungskriterium C bei Spannungseinbruch von 70 %/25 Zyklen und Spannungsunterbrechung von 0 %/250 Zyklen (IEC 61000-4-11).

Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen

EG-Konformitätserklärung – Niederspannung

Die Einhaltung der folgenden Spezifikationen, wie im Amtsblatt der Europäischen Union aufgeführt, wurde nachgewiesen:

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG.

	<ul style="list-style-type: none"> ■ EN 61010-1: 2001. Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte.
Liste der in den USA landesweit anerkannten Prüflabore	<ul style="list-style-type: none"> ■ UL 61010-1:2004, 2. Ausgabe. Norm für elektrische Mess- und Prüfgeräte.
Kanadische Zertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ CAN/CSA C22.2 No. 61010-1:2004. Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. Teil 1.
Einhaltung weiterer Normen	<ul style="list-style-type: none"> ■ IEC 61010-1: 2001. Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte.
Gerätetyp	Prüf- und Messgerät.
Sicherheitsklasse	Klasse 1 – geerdetes Gerät.
Beschreibung des Belastungsgrads	<p>Ein Messwert für die Verunreinigungen, die in der Umgebung um das Gerät und innerhalb des Geräts auftreten können. Normalerweise wird die interne Umgebung eines Geräts als identisch mit der externen Umgebung betrachtet. Geräte sollten nur in der für sie vorgesehenen Umgebung eingesetzt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Belastungsgrad 1: Es treten keine Verunreinigungen oder nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen auf. Geräte dieser Kategorie sind vollständig gekapselt, hermetisch abgeschlossen oder befinden sich in sterilen Räumen. ■ Belastungsgrad 2: Normalerweise treten nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen auf. Gelegentlich muss mit zeitweiliger Leitfähigkeit durch Kondensation gerechnet werden. Dies ist die typische Büro- oder häusliche Umgebung. Zeitweilige Kondensation tritt nur auf, wenn das Gerät außer Betrieb ist. ■ Belastungsgrad 3: Leitende Verunreinigungen oder trockene, nicht leitende Verunreinigungen, die durch Kondensation leitfähig werden. Dies sind überdachte Orte, an denen weder Temperatur noch Feuchtigkeit geregelt werden. Dieser Bereich ist vor direkter Sonneneinstrahlung, Regen und direktem Windeinfluss geschützt. ■ Belastungsgrad 4: Verunreinigungen, die bleibende Leitfähigkeit durch Strom leitenden Staub, Regen oder Schnee verursachen. Typischerweise im Freien.
Belastungsgrad	Belastungsgrad 2 (gemäß Definition nach IEC 61010-1). Hinweis: Nur zur Verwendung in Innenräumen.

Beschreibungen der Installationskategorie (Überspannung)

Die Anschlüsse an diesem Gerät weisen unter Umständen unterschiedliche Bezeichnungen für die Installationskategorie (Überspannung) auf. Die Installationskategorien sind:

- Messkategorie IV: Für Messungen an der Quelle einer Niederspannungsanlage.
- Messkategorie III: Für Messungen in Gebäudeinstallationen.
- Messkategorie II: Für Messungen an Stromkreisen, die direkt mit einer Niederspannungsanlage verbunden sind.
- Messkategorie I: Für Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Stromnetz verbunden sind.

Überspannungskategorie

Überspannungskategorie II (gemäß Definition nach IEC 61010-1)

Umweltschutzhinweise

In diesem Abschnitt finden Sie Informationen zu den Auswirkungen des Geräts auf die Umwelt.

Produktentsorgung

Beachten Sie beim Recycling eines Geräts oder Bauteils die folgenden Richtlinien:

Geräterecycling. Zur Herstellung dieses Geräts wurden natürliche Rohstoffe und Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher Rohstoffe und Ressourcen zu verringern, empfehlen wir Ihnen, dieses Produkt über ein geeignetes Recyclingsystem zu entsorgen und so die Wiederverwendung bzw. das sachgemäße Recycling eines Großteils des Materials zu gewährleisten.



Dieses Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß den Richtlinien 2002/96/EG und 2006/66/EG für Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.de).

Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe

Dieses Gerät wurde als Überwachungs- und Steuerungsgerät klassifiziert und unterliegt daher nicht dem Geltungsbereich der Richtlinie 2002/95/EG RoHS.

Vorwort

Merkmale und Funktionen

Bei dem Tektronix-Gerät PA4000 handelt es sich um einen leistungsstarken und vielseitigen Leistungsanalysator höchster Präzision. Konzipiert wurde er für die eindeutige und zuverlässige Messung von elektrischer Leistung und Energie an allen elektrischen Geräten. Der PA4000 ist nicht nur ein benutzerfreundliches Labormessgerät, sondern dient auch als schnelle und programmierbare automatische Prüfoberfläche.

Grundlegende Merkmale

- Messungen in Watt, Volt, Ampere, Voltampere und des Leistungsfaktors. Selbst bei verzerrten Signalen liefert das Gerät stets zuverlässige Werte.
- Standardmäßig 100 Oberwellen für Spannung, Stromstärke und Leistung.
- 1 bis 4 Kanäle für Mehrphasenmessungen.
- Prompter Zugriff auf Ergebnisse, Diagramme und Menüs.
- Integrierte Nebenschlusswiderstände von 30 A und 1 A.
- Messungen ab dem Milliwatt- bis in den Megawattbereich.
- Helles Farbdisplay.
- Zahlreiche Computerschnittstellen wie RS232, USB, GPIB (optional) und Ethernet.
- Datenprotokollierung auf einem USB-Speicher.
- Stromversorgung (± 15 V) für externe Messumformer (optional).
- Benutzerfreundliche Menüführung mit kontextbezogener Hilfe.
- Integrierte Mathematikansicht, über die sich Ergebnisse einsehen und bearbeiten lassen. Optimal für Messungen z. B. des Wirkungsgrads.

Paketinhalt

Folgende Elemente sind im Lieferumfang des PA4000 enthalten.

Überprüfen Sie bitte, ob Ihnen alle Elemente vorliegen. Sollte etwas fehlen, melden Sie sich bitte so schnell wie möglich bei Ihrem Tektronix-Partner.

- Das Gehäuse des Leistungsanalysators PA4000 mit Analogkarten und den zusätzlich von Ihnen bestellten Optionen
- Konformitäts- und Kalibrierungszertifikat für jede Analogkarte
- CD mit Benutzerhandbuch und Kalibrierungsdaten

- Netzkabel
- 2 Paar Messleitungen pro Analogkarte
- 1 USB-Kabel



WARNUNG. *Verwenden Sie zum Schutz vor Verletzungen nur die Messleitungen, die zusammen mit dem PA4000 geliefert wurden.*

Zubehör

Eine Auflistung des erhältlichen Zubehörs finden Sie unter www.tek.com. Im Folgenden sehen Sie eine kleine Auswahl:

- Zusätzlicher Messleitungssatz
- Verschiedene Stromwandler zur Erweiterung des Messbereichs von $< 1 \text{ mA}$ auf 1.200 A
- Anschlussstücke für den Eingang am externen Nebenschlusswiderstand (2 mm)
- Datenübertragungskabel (RS232 usw.)

Erste Schritte

Vor dem ersten Einsatz: Sicherheit

Lesen Sie sich die folgenden Warnhinweise sorgfältig durch, bevor Sie den Leistungsanalysator anschließen.



WARNUNG. Verhütung möglicher Stromschläge und Verletzungen:

- Durch das Anschließen des Leistungsanalysators an aktive Schaltkreise werden einige Bauteile im Innern des Leistungsanalysators unter Spannung gesetzt.
- Unterbrechen Sie den Schaltkreis, falls möglich, bevor Sie eine Verbindung zum Leistungsanalysator herstellen.
- Achten Sie vor dem Anschließen der Schaltkreise darauf, dass die höchste Messspannung und die höchste Spannung gegen Erde (1.000 V_{eff}, CAT II) nicht überschritten wird.
- Verwenden Sie keine Kabel oder Zubehörteile, die nicht den geltenden Sicherheitsvorschriften entsprechen. Schwere oder gar tödliche Verletzungen durch Stromschlag könnten die Folge sein.
- Nebenschlusswiderstände und Leiter können im Betriebszustand Wärme erzeugen und bei Kontakt zu Hautverbrennungen führen.

Qualifiziertes Personal

Dieses Produkt darf nur von qualifiziertem Personal bedient werden. Damit sind ausschließlich solche Personen gemeint, die mit der Installation, dem Aufbau, dem Anschließen, dem Prüfen der Anschlüsse und der Bedienung des Analysators vertraut sind und in folgenden Bereichen geschult wurden:

- Ein-/Aus-/Freischalten sowie Erden und Kennzeichnen elektrischer Schaltungen und Dienste/Systeme entsprechend den geltenden Sicherheitsvorschriften
- Pflegen und Bedienen geeigneter Sicherheitsausrüstungen im Einklang mit den geltenden Sicherheitsvorschriften
- Erste Hilfe

Achten Sie darauf, dass alle Personen, die das Gerät verwenden, das Benutzerhandbuch und die Sicherheitshinweise gelesen und genau verstanden haben.

Installation

- Der Netzanschluss muss diesen Bereichen/Werten entsprechen: 100 V bis 240 V, 50/60 Hz.
- Das Gerät darf nur bei bestimmten Umgebungsbedingungen verwendet werden. Achten Sie darauf, dass die tatsächlichen Umgebungsbedingungen

den zulässigen Bedingungen gemäß Definition in diesem Handbuch entsprechen.

- Achten Sie darauf, dass das Gerät so aufgestellt wird, dass das Netzkabel jederzeit zugänglich ist und problemlos vom Netzanschluss getrennt werden kann.

Vor jedem Einsatz

- Achten Sie darauf, dass die Netz- und Verbindungskabel sowie sämtliche Zubehörteile und angeschlossenen Geräte, die zusammen mit dem Analysator verwendet werden, ordnungsgemäß funktionieren und sauber sind.
- Achten Sie darauf, dass sämtliche Zubehörteile von Drittanbietern, die zusammen mit dem Analysator verwendet werden, den geltenden Standards IEC61010-031 bzw. IEC61010-2-032 entsprechen und für den jeweiligen Spannungsmessbereich geeignet sind.

Anschlussreihenfolge



WARNUNG. *Verhütung möglicher Stromschläge und Verletzungen:*

Wird der Messkreis zum Messen der NETZSPANNUNG verwendet, darf die Spannung gegen Erde in einer CAT-II-Umgebung nicht mehr als 1.000 V_{eff} betragen.

Beim Anschluss eines Schaltkreises an den Leistungsanalysator ist es aus Sicherheitsgründen erforderlich, die im Folgenden beschriebene Reihenfolge einzuhalten:

1. Schließen Sie den Leistungsanalysator an eine ordnungsgemäß geerdete Steckdose an. Der Leistungsanalysator ist nun mit dem Schutzleiter verbunden.
2. Schalten Sie den Leistungsanalysator ein.
3. Schließen Sie den Messkreis an. Gehen Sie dabei entsprechend allen Anweisungen und dem Schaltplan in diesem Handbuch vor.

Beim Einsatz

- Arbeiten Sie beim Anschließen des Geräts in Gruppen von mindestens zwei Personen.
- Sobald Sie Schäden am Gehäuse, an den Bedienelementen, am Netzkabel, an den Verbindungskabeln oder an angeschlossenen Geräten feststellen, trennen Sie den Analysator umgehend vom Netzanschluss.
- Sollten Sie Zweifel am sicheren Betrieb des Geräts haben, schalten Sie das Gerät selbst sowie die jeweiligen Zubehörteile unverzüglich ab, sichern

Sie sie vor versehentlichem Wiedereinschalten und lassen Sie durch eine qualifizierte Fachkraft Wartungsarbeiten vornehmen.

Einschalten

1. Überzeugen Sie sich davon, dass sich der Leistungsanalysator in einem einwandfreien Zustand befindet und keine Anzeichen von Schäden aufweist.
2. Halten Sie sich an die im obigen Abschnitt „Vor dem ersten Einsatz: Sicherheit“ beschriebene Anschlussreihenfolge. (Siehe Seite 1.)
3. Nach dem Einschalten des Netzschalters (I) an der Gerätevorderseite:
 - Der PA4000 wird hochgefahren. Dieser Vorgang dauert etwa 15 Sekunden.
 - Beim Hochfahren werden die Seriennummer des PA4000 sowie die Firmware-Version angezeigt.
4. Anschließend ist das Gerät betriebsbereit.

Konzept der globalen, der Gruppen- und der Kanalparameter

Definition Gruppe

Bei einem Mehrphasenleistungsanalysator ist es häufig erforderlich, mehrere Messkanäle miteinander zu verknüpfen. Dies wird als Gruppierung bezeichnet. Innerhalb einer Gruppe fungiert ein Kanal als Frequenzquelle sowie als Referenz für alle anderen Kanäle der Gruppe. Gruppierungen kommen häufig in Anwendungen wie bei Messungen von Drehstrommotoren zum Einsatz. Kanal 1 und 2 können zusammengefasst werden, um die Eingangsleistung zu messen, während Kanal 3 und 4 zum Messen der Ausgangsleistung zusammengefasst werden können. Weitere Informationen zum Gruppieren von Kanälen sind in Abschnitt *Wiring (Verkabelung)* in Kapitel *Das Menüsystem* zu finden. (Siehe Seite 48, *Verkabelung*.)

Globale, Gruppen- und Kanaleinstellungen

Am PA4000 sind viele verschiedene Einstellungen möglich, die sich sowohl auf die Darstellung der Ergebnisse als auch auf die Ergebnisse selbst auswirken. Zur leichteren Bedienbarkeit des Geräts wird bei einigen Einstellungen nur ein Parameter verändert, bei anderen gleich mehrere. Je nach Parameter betreffen die Einstellungen das gesamte System (global), eine einzelne Gruppe oder einen einzelnen Kanal. Die einzelnen Parameter, die sich auf Messungen und die jeweiligen Ergebnisse auswirken, sind im Folgenden aufgeführt.

Globale Einstellungen

Globale Einstellungen wirken sich auf sämtliche Messungen aus. Die folgenden Einstellungen sind global:

- Austastung (Siehe Seite 61, *Austastung*.)
- Mittelwertbildung (Siehe Seite 61, *Mittelwertbildung*.)

- Aktualisierungsrate (Siehe Seite 61, *Aktualisierungsrate*.)
- Autonull (Siehe Seite 61, *Auto-Null*.)

Globale Einstellungen werden im Menü „System Configuration“ (Systemkonfiguration) angezeigt.

Gruppeneinstellungen

Einstellungen, die für eine einzelne Gruppe vorgenommen werden, wirken sich auf jeden Kanal dieser Gruppe aus. Dies betrifft folgende Einstellungen:

- Messungen (Siehe Seite 36, *Messgrößen*.)
- Messkonfiguration (also Anzahl der Oberwellen, THD, DF und TIF-Setup) (Siehe Seite 40, *Messkonfiguration*.)
- Modus (Siehe Seite 43, *Modi*.)
- Wiring (Verkabelung) (Siehe Seite 48, *Verkabelung*.)
- Bereiche (Siehe Seite 50, *Bereiche*.)
- Auswahl des Nebenschlusswiderstands (Siehe Seite 51, *Nebenschlusswiderstände*.)
- Frequenzquelle
- Bandbreite (Siehe Seite 53, *Bandbreite*.)

Kanaleinstellungen

Änderungen an den Kanaleinstellungen sind völlig unabhängig von jeglichen Gruppierungen. Folgende Einstellung wird auf Kanalebene vorgenommen:

- Skalierungsfaktor (Siehe Seite 53, *Skalierung*.)

Wird eine Einstellung an einem Parameter für eine Gruppe oder einen Kanal vorgenommen, wird diese Gruppe bzw. dieser Kanal ganz oben im Menü angezeigt. Ändern lässt sich die Gruppe bzw. der Kanal über die beiden Hardkey-Pfeiltasten (links/rechts).

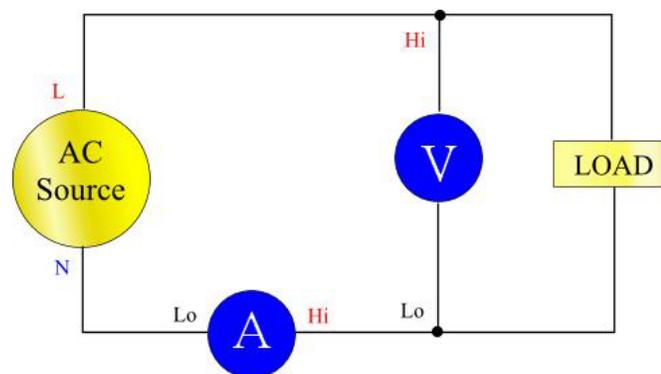
Anschließen des Prüflings

Die Messung von bis zu $1.000 V_{\text{eff}}$, CAT II, bzw. $30 A_{\text{eff}}$ oder $1 A_{\text{eff}}$ erfolgt durch den PA4000 direkt über die 4-mm-Anschlüsse auf der Rückseite jeder Analogkarte. Informationen zu Messungen außerhalb dieses Bereichs (Schwach- oder Starkstrom) sind in den Abschnitten zur Verwendung von Stromstärke- und Spannungs-Messumformern zu finden. (Siehe Seite 28, *Verbindung von Signalen*.)

Möchten Sie die Leistung messen, schalten Sie die Messklemmen des PA4000 mit der Versorgungsspannung parallel und mit dem Laststrom in Serie (siehe unten).



WARNUNG. Verwenden Sie zum Schutz vor Verletzungen stets hochwertige Sicherheitskabel, die den im Lieferumfang enthaltenen entsprechen, und überprüfen Sie vor Gebrauch deren Unversehrtheit.





- Schließen Sie den Außenleiter der Wechselspannungsquelle an die Anschlussbuchse Vhi (1)
- Schließen Sie den Neutralleiter der Wechselspannungsquelle an die Anschlussbuchse Vlo (2)
- Schließen Sie den Neutralleiter der Last entweder an den Anschluss 30 A Ahi (4) oder an 1 A A1a (6)
- Schließen Sie den Neutralleiter der Spannungsquelle an die Anschlussbuchse Alo (5)

Bei einphasigen Prüflingen mit Anschlussstecker ist die einfachste und sicherste Methode zum Herstellen einer Verbindung die Verwendung einer Tektronix-Anschlussbox. Damit stehen dann eine Leitungsdose zum Anschließen des Prüflings sowie 4x4-mm-Buchsen zur Verfügung, über die eine direkte Verbindung zu den PA4000-Anschlüssen gemäß obiger Beschreibung erfolgen kann.

Im Standardmodus entspricht jede Spalte einem Kanal des Geräts, und jeder Kanal befindet sich in einer anderen Gruppe. Jede Gruppe ist als Kabelanordnung konfiguriert – z. B.: 1 Phase, 2 Leitungen. In jeder Zeile gibt es eine eindeutige Angabe zur Messgröße (Veff), zum gemessenen Wert (248,4) und zur Einheit (V). Für Einheiten wird die übliche technische Notation verwendet, wie z. B. mV = Millivolt (10⁻³) oder MV = Megavolt (10⁺⁶).

Navigieren in der Ergebnisanzeige

Um die Messergebniszeilen zu durchsuchen, können Sie die oberen beiden Softkeys zum Blättern nach oben bzw. zum Hochfahren der Liste und die unteren beiden Softkeys zum Blättern nach unten bzw. zum Herunterfahren der Liste verwenden.



Seite aufwärts

Zeile aufwärts

Zeile abwärts

Seite abwärts

Zum Vergrößern der Ergebnisse dient die Taste [ZOOM] links neben der Anzeige. Damit lassen sich die folgenden drei Vergrößerungsstufen durchlaufen:

- 4 Spalten mit je 12 Ergebnissen
- 2 Spalten mit je 6 Ergebnissen
- 1 Spalte mit 3 Ergebnissen

Sind mehr Spalten vorhanden als gleichzeitig angezeigt werden können (z. B. 6 Spalten im 4-Spalten-Modus), lässt sich die Anzeige mit Hilfe der beiden Pfeiltasten links neben der Anzeige nach links und nach rechts bewegen.



Beim PA4000 ist die Auswahl zwischen fester und automatischer Bereichseinstellung möglich. Als Standard wurde die automatische Bereichseinstellung gewählt. Wenn Sie die feste Bereichseinstellung wählen oder der Spitzenwert des Eingangssignals größer ist als der Bereich, hat dies eine Bereichsüberschreitung zur Folge. Auf der Anzeige wird dies dadurch gekennzeichnet, dass alle Ergebnisse des Kanals, bei dem eine Bereichsüberschreitung aufgetreten ist, blinken. Außerdem werden die Anzeigen „Vrms“ und/oder „Arms“ blinkend dargestellt, um den Benutzer zu informieren, wo die Bereichsüberschreitung stattfindet: am Spannungskanal, am Stromkanal oder an beiden Kanälen.

Navigieren im Menüsystem

Über das Menüsystem lassen sich sämtliche Einstellungen am PA4000 ändern. In das Menüsystem gelangen Sie über die gelbe Taste [MENU].

Durch erneutes Drücken der Taste [MENU] oder durch Drücken der Taste [Result] gelangen Sie jederzeit wieder zur Messgrößenansicht zurück.

Bei aktivem Menüsystem können die 5 Softkeys rechts neben der Anzeige zum Navigieren und Auswählen von Optionen verwendet werden. Eine Liste mit den Menütasten finden Sie in diesem Handbuch im Abschnitt zu den Softkeys. (Siehe Seite 22, *Softkeys*.)

Wenn das Menü, in dem Sie sich gerade befinden, einen Gruppen- oder Kanalnamen anzeigt, gelten die Einstellungen nur für die angezeigte Gruppe bzw. den angezeigten Kanal. Zum Wechseln in andere Gruppen oder Kanäle dienen die beiden Pfeiltasten (links/rechts).



Beispiel: Auswählen von Messgrößen für die Anzeige

Als eine Ihrer ersten Aktionen als Benutzer möchten Sie wahrscheinlich die Liste der angezeigten Messgrößen ändern.

Dazu sind folgende Schritte erforderlich:

1. Drücken Sie die Taste [MENU] (zum Anzeigen des Menüs)
2. Drücken Sie , um die Liste der Messgrößen einzusehen. Messgrößen mit einem werden in der angegebenen Reihenfolge angezeigt.
3. Mit den Tasten und wählen Sie eine Messgröße aus, die angezeigt werden soll. Drücken Sie anschließend , um die Anzeige zu aktivieren.

4. Wenn Sie die Reihenfolge ändern möchten, in der die Messgrößen angezeigt werden, wählen Sie zunächst die zu verschiebende Messgröße aus und drücken Sie anschließend . Die Auswahlliste wird daraufhin rot angezeigt.
5. Zum Verschieben der Messgröße verwenden Sie  und , zum Bestätigen der neuen Position drücken Sie .

Um eine ausgewählte Messgröße zu entfernen, wählen Sie sie aus und drücken Sie anschließend .

Hinweis:

Informationen zum Wiederherstellen der Standardliste finden Sie im Menü „Benutzerkonfiguration“. (Siehe Seite 63, *Benutzerkonfiguration*.)

HINWEIS. *In Abhängigkeit des gewählten Modus lassen sich einige Messgrößen nicht auswählen. (Siehe Seite 43, Modi.) Es sind weitere Informationen zur Auswahl von Messgrößen erhältlich. (Siehe Seite 36, Messgrößen.)*

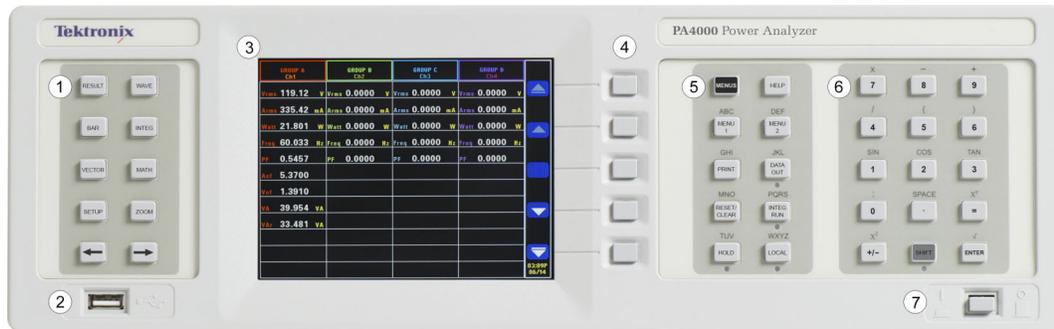
Bildschirmhilfe

Im gesamten Menüsystem kann der Benutzer auf die Bildschirmhilfe zurückgreifen, die nützliche Kurzinformationen zum jeweiligen Thema bietet. Probieren Sie es aus: Drücken Sie die Taste [MENU] und anschließend [HELP]. Auf dem Bildschirm erscheint ein Hilfstext zum Hauptmenü. Drücken Sie die Taste [HELP] erneut, um die Hilfe wieder zu entfernen und zur vorherigen Bildschirmansicht zurückzukehren.

Beim Erforschen des Menüsystems kann sich der Benutzer jederzeit hilfreiche Informationen zu einer bestimmten Bildschirmansicht anzeigen lassen, indem er die Taste [HELP] drückt. Doch nicht zu jeder Bildschirmansicht bzw. in jeder Ebene gibt es einen Hilfstext. Wenn nach dem Drücken der Taste [HELP] also kein Hilfstext angezeigt wird, ist für diese Ansicht bzw. Ebene schlicht keine Hilfe verfügbar.

Bedienung des Frontpanels

Aufbau des Frontpanels



1. Schnellansicht-Tasten
2. Leicht zugänglicher USB-Anschluss für Speichergeräte (optionale Ethernet-/USB-Karte erforderlich)
3. TFT-Bildschirm: 640 x 480
4. 5 Softkeys
5. Funktions- und Buchstabentasten
6. Tasten mit Ziffern und mathematischen Operanden
7. Frontseitiger Netzschalter

Schnellansicht-Tasten

Links neben der Anzeige befinden sich die Schnellansicht-Tasten. Darüber ist ein bequemer Zugang zu verschiedenen Anzeigen möglich.

Mit den ersten 7 Tasten lässt sich die Bildschirmanzeige, d. h. die angezeigten Informationen, ändern:

- [Results] – Anzeige der normalen Ergebnisansicht
- [Wave] – Anzeige von Signalen
- [Bar] – Anzeige von Oberwellen über ein Balkendiagramm
- [Integ.] – Anzeige von Integratorsignalen
- [Vector] – Anzeige eines Vektordiagramms

- [Math] – Anzeige der mathematischen Ergebnisse entsprechend der im Menü „Math“ vorgenommenen Konfiguration
- [Setup] – Anzeige einer Bildschirmansicht mit der aktuellen Konfiguration des Geräts

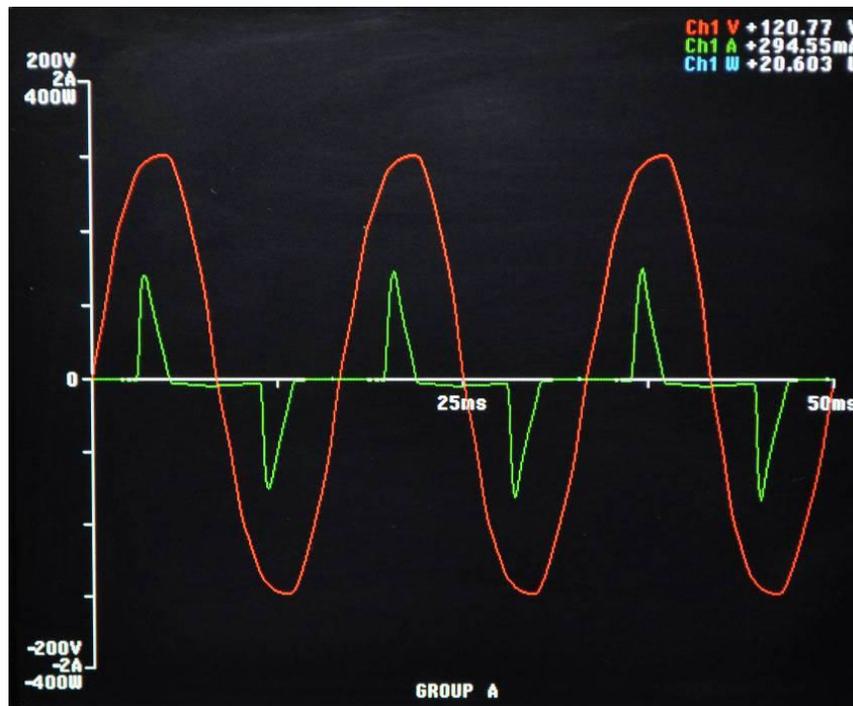
Durch Drücken einer dieser Tasten ändert sich die Bildschirmansicht entsprechend. Ein erneutes Drücken bewirkt keine Änderung.

Im unteren Teil des Funktionstastensfelds befinden sich die Taste [Zoom] sowie zwei Pfeiltasten (links/rechts).

Mit der Zoom-Taste lässt sich die Anzahl der angezeigten Ergebnisse ändern. Die Änderung erfolgt in drei Stufen: 4 Spalten, 2 Spalten, 1 Spalte. Bei erneutem Drücken der Taste kehren Sie wieder zur Anzeige mit 4 Spalten zurück.

Mit den beiden Pfeiltasten lässt sich die Ergebnisanzeige nach links bzw. nach rechts schieben. Dadurch kann der Benutzer mehr Ergebnisse einsehen (es können bis zu 15 Spalten mit Ergebnissen erzeugt werden). Die Pfeiltasten können auch in anderen Bildschirmansichten verwendet werden, wie z. B. in der Menüansicht zum Ändern von Gruppen oder in der Signalansicht zum Bewegen der Cursors.

Ergebnisansicht Die Ergebnisansicht ist die Standardansicht, die nach dem Einschalten des PA4000 angezeigt wird.



Die Signalansicht ist in zwei Bereiche unterteilt. Oben rechts werden die Werte für Spannung, Stromstärke und Leistung für jeden der Kanäle der jeweiligen Gruppe angezeigt. Für die Bezeichnung des Kanals wird derselbe Farbcode verwendet wie für das zugehörige Signal. (Siehe Seite 55, *Grafiken und Signalkurven*.) Messgrößen werden selbst dann angezeigt, wenn das Signal nicht dargestellt wird.

Unterhalb dieser Messgrößen ist das eigentliche Signal zu sehen, das in einem Koordinatensystem mit einer x-Achse und einer y-Achse grafisch dargestellt wird.

Signale lassen sich über die Taste [WAVE] links neben der Anzeige darstellen. Eine weitere Möglichkeit zur Anzeige von Signalen besteht darin, die Taste [MENU] zu drücken und „Graphing and Waveforms“ und anschließend „Waveforms“ auszuwählen. Schließlich müssen Sie noch die Größen auswählen, die Sie anzeigen lassen möchten: Spannung (V_{rms}), Stromstärke (I_{rms}) oder Leistung (Watts).

Die Auswahl des Signals erfolgt nach Gruppen. Das heißt, dass auf ein und derselben Signalkurve nur Signale einer bestimmten Gruppe angezeigt werden können.

Ändern lässt sich die Gruppe über die beiden Pfeiltasten (links/rechts), die sich neben der Anzeige links unten befinden. Damit werden sowohl die Gruppe für die Signalauswahl als auch die angezeigten Signale geändert.

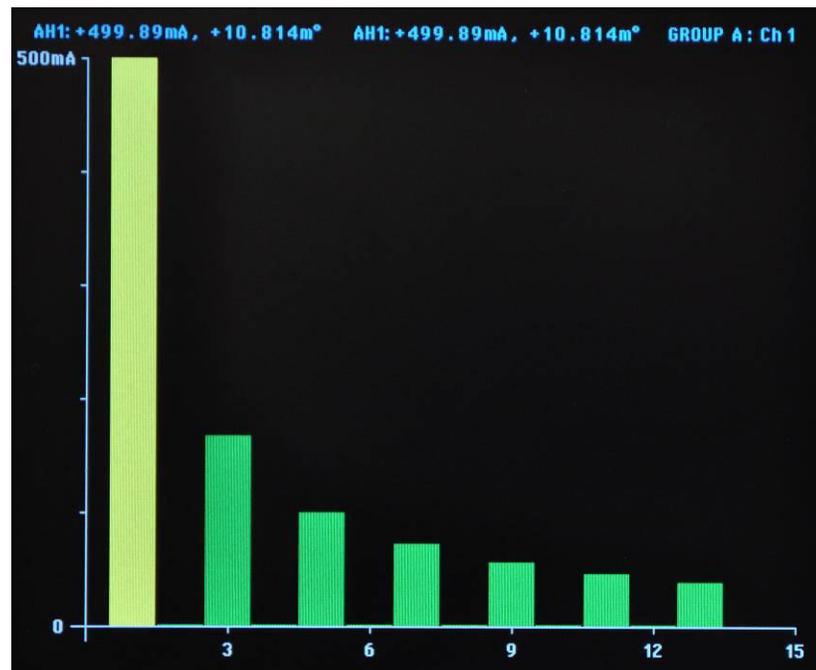
Beim Darstellen eines Signals beginnt das Phasenreferenzsignal der Gruppe am Schnittpunkt von x-Achse und y-Achse. Ob nun das Referenzsignal in die Anzeige mit aufgenommen werden soll oder nicht, hat keinen Einfluss auf die Position der anderen Signale. Beispiel: Als Phasenreferenz wurde das Spannungssignal von Kanal 1 gewählt. Das Stromstärkesignal von Kanal 1 ist im Verhältnis dazu um 90 Grad versetzt. Auch wenn das Spannungssignal von Kanal 1 nicht angezeigt wird, beginnt das Stromstärkesignal dennoch mit einer Verzögerung von 90 Grad.

Der Bereich für die x-Achse (Zeit) entspricht dem doppelten Zeitintervall des niedrigsten angezeigten Frequenzsignals – aufgerundet auf einen Zeitabschnitt, der mit der Ziffer 1, 2 oder 5 beginnt. Beispiel: 50 Hz ist die niedrigste Frequenz. Das doppelte Zeitintervall wäre demnach 40 ms. Durch die Aufrundung ergibt dies eine Zeitbasis von 50 ms. Wird bei keinem der angezeigten Signale die Frequenz gemessen (d. h. bei Gleichstrom), wird 500 ms als Zeitbasis verwendet.

Auf der y-Achse wird der Bereich für alle angezeigten Kanäle derselben Einheit (Volt, Ampere oder Watt) untersucht. Der verwendete Bereich entspricht dem Maximalbereich.

Balkendiagrammansicht

In der Balkendiagrammansicht werden Oberwellendaten zu Spannung, Stromstärke oder Leistung in Form eines Balkendiagramms angezeigt.



Die für diese Anzeige verwendeten Daten basieren auf der Oberwelleneinstellung für die Gruppe, in der sich der Kanal befindet. Alle mit den Softkeys vorgenommenen Änderungen wirken sich lediglich auf diese Gruppe aus. Über die Hardkey-Pfeiltasten (links/rechts) lässt sich der Kanal ändern (☰/☷).

Oberwellen müssen nicht als Ergebnis des Balkendiagramms angezeigt werden. Sollten Oberwellen niemals angezeigt oder konfiguriert werden, würden als Grundlage für das Balkendiagramm die Standardeinstellungen für Oberwellen verwendet werden.

Oberhalb jedes Diagramms werden 2 Messwerte angezeigt. Bei dem ersten Wert handelt es sich um den Grundwert in den gemessenen Einheiten nebst Phasenwinkel. Der zweite Wert gibt die markierte Oberwelle in den Einheiten an, die auch für die Ergebnisansicht verwendet würden (entweder in Prozent oder als absolute Werte gemäß Festlegung durch den Benutzer für die jeweilige Gruppe), sowie den Phasenwinkel. Der Phasenwinkel wird unabhängig davon angezeigt, ob er in der Ergebnisansicht dargestellt wird oder nicht.

Neben diesen beiden Messwerten wird Text angezeigt, der Auskunft über die Gruppe und den Kanal des dargestellten Balkendiagramms gibt.

Über die Softkey-Pfeiltasten (links/rechts) kann eine einzelne Oberwelle ausgewählt werden. Diese Oberwelle wird dann nicht grün, sondern gelb dargestellt. Über die Pfeiltasten lässt sich nur die Auswahl der Oberwelle der aktiven Gruppe ändern. Wird auf der Anzeige nur ein Balkendiagramm dargestellt, ist die Verwendung der Auswahlfunktion denkbar einfach. Wenn der Benutzer dann über die Hardkey-Pfeiltasten zum nächsten Kanal wechselt, werden als Grundlage für die ausgewählte Oberwelle mögliche Änderungen verwendet, die in der Ansicht des vorhergehenden Kanals vorgenommen wurden.

Für die x-Achse gilt eine maximale Anzahl der anzeigbaren Oberwellenwerte von 50, auch wenn theoretisch 400 möglich wären. Welche Oberwellenwerte angezeigt werden, ergibt sich aus der Abfolge und dem Bereich der Oberwellen für die jeweilige Gruppe. Beispiel: Wurde das Gerät so konfiguriert, dass bis zur 50. Oberwelle gerade und ungerade Wellen angezeigt werden, werden 50 Oberwellen angezeigt. Lautet die Konfiguration auf ungerade Oberwellen bis zur 19. Welle, so werden 10 Oberwellen angezeigt.

Sind weniger als 50 Oberwellen anzuzeigen, werden sie über die gesamte zulässige Breite des Diagramms verteilt. Hat der Benutzer für die Anzeige mehr als 50 Oberwellen ausgewählt, lässt sich die Anzeige mit den Softkey-Pfeiltasten (links/rechts) weiterfahren. Dabei ändern sich die Achsenbezeichnungen nach Erreichen der 50. Oberwelle.

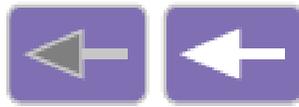
In der folgenden Übersicht sind die Softkeys näher erläutert:



Ändern der angezeigten Oberwellen (Volt, Ampere, Watt und wieder zurück zu Volt). Die Einstellung erfolgt nach Gruppen.



Verschieben der ausgewählten Oberwelle um eins nach rechts (höhere Ordnung).



Verschieben der ausgewählten Oberwelle um eins nach links (niedrigere Ordnung).



Wechseln in das Menü für die Oberwelleneinstellung.

Integratoransicht

Mit der Integratoransicht können Sie sich integrierte Ergebnisse auf einer Kurve anzeigen lassen. (Siehe Seite 45, *Modus „Integrator“*.) Jederzeit lässt sich eines der folgenden Ergebnisse anzeigen:

1. Wattstunden
2. VA-Stunden
3. VAr-Stunden
4. Amperestunden
5. Watt-Mittelwert
6. PF-Mittelwert
7. Volt
8. Ampere
9. Watt
10. Grund-VA-Stunden (VAHf)
11. Grund-VAr-Stunden (VArHf)
12. Korrektur-VArS

Wie beim Integrator selbst erfolgt die Darstellung der Ergebnisse nach Gruppen. Das heißt, dass in einem 3p4w-System mit SUM-Ergebnissen höchstens 4 Kurven gleichzeitig angezeigt werden können. Im Rahmen der Gruppenbeschränkungen besteht auch die Möglichkeit, Kurven zur Anzeige hinzuzufügen oder aus ihr zu entfernen. Beispiel: Sie möchten sich das Ergebnis von Kanal 1 sowie das SUM-Ergebnis anzeigen lassen. Aus zwei Gründen ist diese Auswahl zulässig. Zum einen sind die integrierten Ergebnisse für jeden Kanal in einem symmetrischen 3-Phasen-System sehr ähnlich, so dass sich die Kurven gegenseitig überlagern. Dies könnte zu Verwirrungen führen. Zum zweiten gilt für ein symmetrisches 3-Phasen-System: Wenn die Kanal- und die SUM-Ergebnisse auf derselben Kurve angezeigt werden, erreichen die Werte der Kanalkurve bestenfalls 1/3 des Maximalwerts der y-Achse. Wird das SUM-Ergebnis nun aus der Ansicht entfernt und die y-Achse neu skaliert, hat dies eine bessere Auflösung für die Kanalkurve zur Folge.

Oben in der Bildschirmansicht wird je ein Messwert für die einzelnen Kanäle der Gruppe angezeigt (auch für den SUM-Kanal). Der Messwert gilt für das Ergebnis, das auch in der Einstellungsansicht für das Integratorsignal zum Anzeigen ausgewählt wurde. Wenn mit der Kurve also Wattstunden dargestellt werden, dann ist die Einheit des Messwerts demnach auch Wattstunde.

Die Kurve hat stets dieselbe Farbe wie die Kanalbezeichnung.

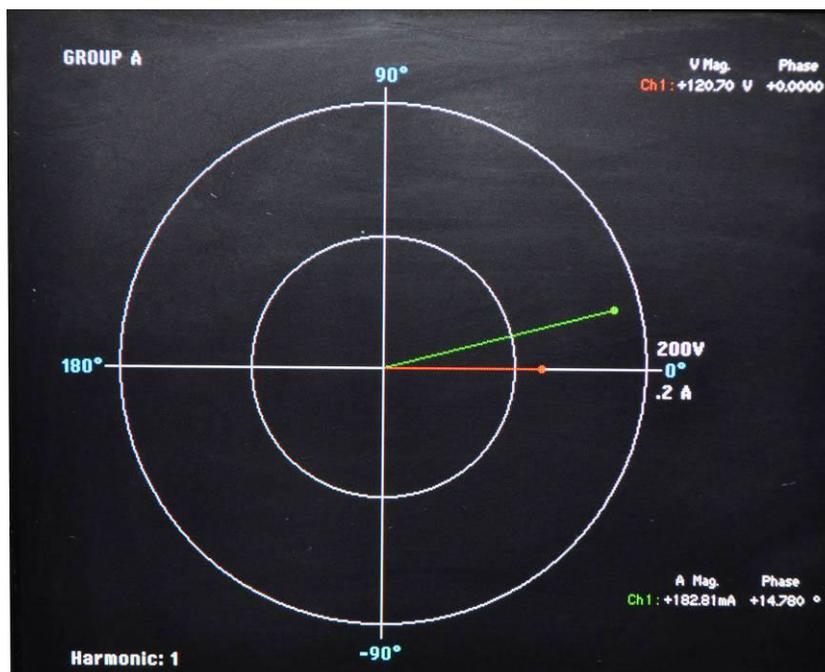
Solange das Integratordiagramm in der Anzeige zu sehen ist, kann mit den Hardkey-Pfeiltasten zu den Gruppenergebnissen gewechselt werden. Befindet sich nur eine Gruppe im Integratormodus, ändert sich das Diagramm nicht.

Die Skalierung sowohl der x-Achse als auch der y-Achse erfolgt automatisch. Auf der y-Achse ändert sich das Zeitintervall automatisch mit jeder Verlängerung der Integrationszeit. Damit ist die Lesbarkeit des Diagramms am besten gewährleistet.

In der Integratoransicht können Sie die Kurven durch Drücken der Taste [INT] jederzeit ändern. Damit gelangen Sie direkt in das Menü für die Integratoroberwelleneinstellung der ausgewählten Gruppe.

Vektoransicht

In der Vektoransicht werden Oberwellendaten in Volt, Ampere oder Volt und Ampere in Form eines Vektordiagramms angezeigt.



Die Darstellung der Vektoren erfolgt nach Gruppen. Über die Hardkey-Pfeiltasten links neben der Anzeige lässt sich die aktuell angezeigte Gruppe ändern. Die aktive Gruppe wird in der linken oberen Ecke in der entsprechenden Gruppenfarbe angezeigt.

Über die Softkey-Pfeiltasten (links/rechts) lässt sich die Nummer der aktuell angezeigten Oberwelle ändern. Die Oberwellen, die für die Anzeige zur Verfügung stehen, entsprechen den Oberwellen aus der Ergebnisansicht. Hier gibt es jedoch zwei Unterschiede: Zum einen wird weiterhin die absolute Größe verwendet, falls die Ergebnisansicht so konfiguriert wurde, dass Größen in Prozent des Grundwerts angezeigt werden. Dadurch wird ein echter Vergleich zwischen den Größen der ausgewählten Oberwelle für jeden Kanal der Gruppe ermöglicht. Zum anderen wird weiterhin die Oberwelleneinstellung verwendet, falls der Benutzer keine Oberwellen zum Anzeigen aktiviert hat. Auf diese Weise können rasch Daten zu Oberwellen eingesehen werden, ohne dass die Oberwellen angezeigt werden müssen.

Mit der oberen Taste [V/A] kann zwischen der Anzeige verschiedener Größen hin- und hergewechselt werden: nur Spannungsvektoren, nur Stromstärkevektoren oder sowohl Spannungs- als auch Stromstärkevektoren.

Für jeden angezeigten Vektor wird eine andere Farbe verwendet. Im Diagramm können bis zu 6 Vektoren gleichzeitig angezeigt werden. Dies wäre bei einer 3p4w-Konfiguration der Fall, bei der Spannung und Stromstärke angezeigt werden.

Neben der Anzeige einer Vektorgeraden werden rechts neben dem Vektordiagramm auch die Größe und der Phasenwinkel des Vektors angezeigt. Es werden Angaben sowohl zur Spannung als auch zur Stromstärke angezeigt, selbst wenn der Vektor nicht dargestellt wird.

Als Grundlage für die Größe wird der Maximalbereich für die angezeigte Gruppe verwendet (bei der automatischen Bereichseinstellung können Kanäle in verschiedenen Bereichen liegen). Bei Änderung der Nummer der Oberwelle ändern sich die Bereiche nicht, so dass ein visueller Vergleich zwischen den Oberwellennummern möglich ist.

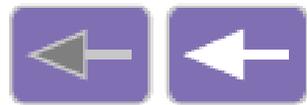
In der folgenden Übersicht sind die Softkeys näher erläutert:



Ändern der Größe für die angezeigten Vektoren (nur Volt, nur Ampere, Volt und Ampere zusammen). Die Einstellung erfolgt nach Gruppen.



Verschieben des angezeigten Oberwellenvektors um eins nach rechts (höhere Ordnung). Die Einstellung erfolgt nach Gruppen.



Verschieben des angezeigten Oberwellenvektors um eins nach links (niedrigere Ordnung). Die Einstellung erfolgt nach Gruppen.



Keine Änderung.



Wechseln in das Menü für die Oberwelleneinstellung. Wechseln in die entsprechende Gruppe.

Mathematikansicht

In der Mathematikansicht werden benutzerkonfigurierte Werte angezeigt. Dabei kann es sich schlicht um eine Auswahl von Werten handeln, die auf einer bequem ablesbaren Bildschirmansicht angezeigt werden sollen, oder aber auch um elementare Messgrößen, die mathematisch verarbeitet wurden, um einen benötigten Wert anzuzeigen.

Math			
CH1VRMS	120.71 v	FN2	0.0000
FN3	0.0000	FN4	0.0000
FN5	0.0000	FN6	0.0000
FN7	0.0000	FN8	0.0000

Es lassen sich bis zu 30 Mathematikfunktionen (Bezeichnung von FN1 bis FN30) festlegen. Für jede Funktion kann Folgendes angegeben werden:

- Name – benutzerfreundlicher Name, bestehend aus bis zu 10 Zeichen. (Die Standardvorgabe entspricht der Bezeichnung, z. B. FN1). In den Menüs wird die Funktionsbezeichnung immer zusammen mit dem Benutzernamen für die Funktion angezeigt.
- Units (Einheitszeichen) – benutzerfreundliche Einheitszeichen wie z. B. W für Watt. (Als Standardeinstellung wird ein leeres Feld angezeigt).

Gegebenenfalls wird dem Einheitszeichen ein Präfix wie u, m, k oder M vorangestellt. Die Einheitszeichen können bis zu 4 Zeichen lang sein.

- Equation (Gleichung) – Die eigentliche mathematische Formel mit bis zu 100 Zeichen.

Weitere Informationen sind unter „Mathematische Ergebnisse“ zu finden. (Siehe Seite 57, *Math (Mathematische Ergebnisse)*.)

Setup-Ansicht

Die Setup-Ansichten lassen sich über die Taste [Setup] aufrufen. Hier wird zwischen zwei Ansichten unterschieden: In der ersten Ansicht werden die aktuelle Konfiguration der Kanäle und Gruppen, aber auch Elemente wie Austastung und Comms-Einstellungen angezeigt.

Analyzer Configuration				
	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4
V Scaling	1.000	1.000	1.000	1.000
I Scaling	1.000	1.000	1.000	1.000
Ext.Shunt Scal.	1.000	1.000	1.000	1.000
V Ext.Phase Comp.	0.000	0.000	0.000	0.000
I Ext.Phase Comp.	0.000	0.000	0.000	0.000
V Range	200V	200V	200V	200V
I Range	1A	1A	1A	1A
	GROUP A	GROUP B	GROUP C	GROUP D
Wiring	1 Phase 2 Wire			
Mode	Normal	Normal	Normal	Normal
V Range	200V	200V	200V	200V
I Range	1A	1A	1A	1A
Shunt	Internal(30A)	Internal(30A)	Internal(30A)	Internal(30A)
Freq. Source	Volts	Volts	Volts	Volts
Phase Ref.	Volts	Volts	Volts	Volts
Freq. Range	10Hz – 50kHz	10Hz – 50kHz	10Hz – 50kHz	10Hz – 50kHz
Bandwidth	High	High	High	High
Press -> for instruments information				

Die zweite Ansicht dient zur Anzeige der Gerätekonfiguration (z. B. wann das Gerät zuletzt überprüft und wann es angepasst wurde), der Seriennummer des Geräts, der Firmware-Version sowie einiger Angaben zu den installierten Analogkarten.

Analyzer Configuration				
Serial Number	100010200012			
Firmware version	1.000.036			
Language	English			
	Serial Number	Hardware Rev.	Last Verified	Last Adjusted
Main Card	090018500027	7		
Channel 1	090018100077	6	03-30-2012	05-03-2012
Channel 2	090018100093	6	03-30-2012	05-03-2012
Channel 3	090018100085	6	03-30-2012	05-03-2012
Channel 4	090018100070	6	03-30-2012	05-03-2012

Press <- for user information

Softkeys

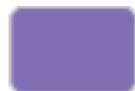
Softkeys übernehmen je nach Kontext unterschiedliche Funktionen. In den vielen verschiedenen Ansichten werden für häufige Funktionen gebräuchliche Softkey-Symbole verwendet. Diese sind in der folgenden Übersicht noch einmal aufgelistet. Wird das Symbol auf der Taste grau angezeigt, ist der Mindest-/Höchstwert dieser Taste erreicht. Beispiel: Wenn Sie das oberste Ergebnis erreicht haben, erscheint der „Nach oben“-Pfeil auf der Taste in grauer Farbe. Einzelheiten zu den speziellen Funktionen der Softkeys sind in den jeweiligen Abschnitten des Handbuchs nachzulesen.



Seite nach oben



Eine Ergebniszeile/Menüzeile/Hilfetextzeile nach oben



Keine Funktion



Eine Ergebniszeile/Menüzeile/Hilfetextzeile nach unten

	Seite nach unten
	Eine Menüebene nach oben
	Zum ausgewählten Untermenü
	Verschieben der ausgewählten Messgröße innerhalb der Liste (nach oben oder nach unten)
	Verschieben der ausgewählten Messgröße um eine Zeile nach oben
	Verschieben der ausgewählten Messgröße um eine Zeile nach unten
	Auswählen des markierten Elements
	Abbrechen
	Speichern des Ergebnisses
	Löschen eines Zeichens links neben der Cursorposition
	Löschen des Texteintrags

Funktions- und Buchstabentasten

Rechts neben den Softkeys befinden sich die Funktionstasten, über die auch Buchstaben eingegeben werden können.

- [Menu] – Ein- und Ausschalten der Bildschirmmenüs. Das Menü erscheint stets in der obersten Ebene.
- [Help] – Ein- und Ausschalten der Bildschirmhilfe. Diese ist kontextbezogen und richtet sich nach der aktuellen Anzeige. Ist das Hilfefenster geöffnet, lassen sich nur die konfigurierten Softkeys bedienen. Das Drücken anderer Tasten bewirkt keine Änderung. Durch erneutes Drücken der Taste [Help] schließt sich das Hilfefenster wieder.
- [Menu 1] / [ABC], [Menu 2] / [DEF] – Über diese Tasten gelangen Sie rasch in ein zuvor zugewiesenes Menü. Die Zuweisung erfolgt durch Halten einer dieser Tasten für mindestens 2 Sekunden, wenn das gewünschte Menü gerade auf dem Bildschirm angezeigt wird. Beispiel: Auf der Anzeige ist das Menü Spannungsbereich zu sehen. Halten Sie [Menu 1] gedrückt, um der Taste dieses Menü zuzuweisen. Nun können Sie zu jedem beliebigen Zeitpunkt das Menü Spannungsbereich über [Menu 1] aufrufen.
- [Print] / [GHI] – Senden der angezeigten Ergebnisse an den angegebenen Drucker bzw. das angegebene Gerät. Hierbei kann es sich um einen USB- bzw. einen RS232-Drucker oder auch um einen Speicherstick handeln. NOCH NICHT IMPLEMENTIERT.
- [DATA OUT (DATA DUMP)] / [JKL] – Starten bzw. Anhalten einer Datenaufzeichnung. Während der Aufzeichnung von Daten blinkt die unter dieser Taste befindliche LED.
- [Reset / Clear] / [MNO] – Die Funktion dieser Taste richtet sich nach der Konfiguration des Geräts. Damit können Min-/Max-Hold-Ergebnisse gelöscht oder der Integrator zurückgesetzt werden.
- [Integ. Run] / [PQRS] – Starten oder Anhalten des Integrators. Während des Betriebs des Integrators blinkt die unter dieser Taste befindliche LED.
- [HOLD] / [TUV] – Anhalten der Aktualisierungsfunktion für die Ergebnisansicht auf dem Bildschirm. Ein erneutes Drücken dieser Taste ermöglicht die weitere Aktualisierung. Solange die Anzeige eingefroren ist, leuchtet die unter der Taste [HOLD] befindliche rote LED. Läuft der Integrator, werden die Werte weiter gesammelt.
- [LOCAL] / [WXYZ] – Jedes Mal, wenn das Gerät über USB, GPIB, Ethernet oder RS232 Daten empfängt, wird das Frontpaneel gesperrt. Durch Drücken der Taste [LOCAL] ist das Frontpaneel wieder bedienbar. Bei Sperrung des Frontpaneels leuchtet die unter der Taste [LOCAL] befindliche gelbe LED.

Jede der oben aufgeführten Tasten verfügt zusätzlich über eine (blau markierte) Alternativfunktion. Diese lässt sich jeweils über die Taste [SHIFT] aufrufen. Im Grunde genommen können Sie damit auf Buchstaben zugreifen, um in den Menüs Text einzugeben. Mit jedem erneuten Drücken einer bestimmten Taste wird der nächstfolgende Buchstabe gemäß der über der Taste angegebenen Reihenfolge ausgewählt. Wird dieselbe Taste nicht innerhalb einer Sekunde erneut gedrückt oder wird eine andere Taste gedrückt, bewegt sich der Cursor um eine Position weiter.

Tasten mit Ziffern und mathematischen Operanden

Der numerische Teil des Tastenfelds dient hauptsächlich zur Eingabe von Ziffern und Gleichungen. Folgende Tasten stehen zur Verfügung:

- [7] / [x] – die Ziffer sieben oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) multiplizieren.
- [8] / [-] – die Ziffer acht oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) subtrahieren.
- [9] / [+] – die Ziffer neun oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) addieren.
- [4] / [/] – die Ziffer vier oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) dividieren.
- [5] / [(] – die Ziffer fünf oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) die öffnende Klammer.
- [6] / [)] – die Ziffer sechs oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) die schließende Klammer.
- [1] / [SIN()] – die Ziffer eins oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) die SINUS-Funktion.
- [2] / [COS()] – die Ziffer zwei oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) die COSINUS-Funktion.
- [3] / [TAN()] – die Ziffer drei oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) die TANGENS-Funktion.
- [0] / [:] – die Ziffer null oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) der Doppelpunkt.
- [.] / [SPACE] – der Dezimalpunkt oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) die Leertaste.
- [=] / [xy] – das Gleichheitszeichen oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) potenzieren.
- [+/-] / [x2] – positiv bzw. negativ oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) quadrieren.

- [SHIFT] – Aktivieren der blauen Alternativbelegung sowohl auf dem numerischen als auch auf dem allgemeinen Tastenfeld.
- [ENTER] / [√] – Eingabe oder (als [SHIFT]-Alternativbelegung) die Quadratwurzel.

Aufzeichnung von Daten auf einem Speichergerät

Der PA4000 kann zum Aufzeichnen von Daten auf einem USB-Flash-Laufwerk verwendet werden. Das Gerät schreibt alle ausgewählten Messgrößen in eine CSV-Datei (Datei mit durch Kommata getrennten Werten), die auf dem angeschlossenen USB-Flash-Laufwerk gespeichert wird. Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aufgezeichnet.

Stecken Sie, noch bevor Sie die Datenaufzeichnung aktivieren, ein USB-Flash-Laufwerk in den USB-Anschluss auf der Vorderseite des PA4000. Der Anschluss auf der Rückseite ist nicht für Flash-Laufwerke geeignet.



VORSICHT. Wird das USB-Flash-Laufwerk entfernt, obwohl die Datenaufzeichnung noch aktiviert ist, kommt es zur Verfälschung von Daten.

Datenaufzeichnung

Zum Starten der Datenaufzeichnung drücken Sie die Taste [DATA OUT (DATA DUMP)]. Die unter der Taste befindliche LED blinkt nun einmal pro Sekunde. Damit wird die Datenaufzeichnung angezeigt. Zum Anhalten der Datenaufzeichnung drücken Sie die Taste [DATA OUT (DATA DUMP)] erneut. Sobald die LED erloschen ist, kann das Laufwerk bedenkenlos entfernt werden.

Datenspeicherung und Format

Die Daten werden in einem Verzeichnis auf dem USB-Flash-Laufwerk abgelegt, das vom PA4000 angelegt wird. Die erzeugte Verzeichnisstruktur enthält die letzten fünf Ziffern der Seriennummer des verwendeten PA4000 sowie das Datum, an dem die Datenaufzeichnung begonnen hat. Für den Dateinamen wird die Uhrzeit im 24-h-Format verwendet, zu der die Datenaufzeichnung begonnen hat. Die Dateiendung lautet CSV.

Beispiel: Ein PA4000 mit der Seriennummer 100010200001 beginnt am 31. Dezember 2011 um 14:18:56 Uhr mit der Aufzeichnung von Daten. Der zugehörige Verzeichnisbaum sieht wie folgt aus:

```
Root Dir\ PA4000 \00001\11-12-31\14-18-56.csv
```

Der erste Teil der Datei enthält Kopfdaten zum verwendeten Gerät (in Form der Seriennummer) sowie die Uhrzeit, zu der die Datenaufzeichnung begonnen hat.

Der zweite Teil enthält Angaben zur Gruppenkonfiguration des PA4000. Dazu gehören der Gruppenindex, der Name der Gruppe, die Anzahl der Kanäle der Gruppe sowie die Anzahl der für die Gruppe ausgegebenen Ergebnisse.

Der dritte Teil der Datei enthält Spaltenüberschriften für jede aktuell ausgewählte Messgröße. Weitere Spalten enthalten eine indizierte Menge der aktuell ausgewählten Messgrößen, und zwar in der auf dem PA4000-Bildschirm angezeigten Reihenfolge. Die ausgegebenen Daten könnten beispielsweise wie folgt aussehen:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Serial Nur	100008200001							
3	Firmware	1.000.028							
4	Start Date	10/16/2011							
5	Start Time	10:43:03							
6									
7	Group	Name	# of Ch.	# of Res.					
8	1	GROUP A	1	6					
9									
10									
11	Index	Time	Vrms	Arms	Watt	Var	Freq	PF	CH1VRMS(V)
12	1	10:43:04	1.10E+02	1.96E-01	1.19E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
13	2	10:43:05	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
14	3	10:43:06	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
15	4	10:43:07	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
16	5	10:43:08	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
17	6	10:43:09	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
18	7	10:43:10	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
19	8	10:43:11	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
20									

Daneben werden bei der Datenaufzeichnung auch mathematische Ergebnisse ausgegeben. Diese sind hinter den Kanalergebnissen zu finden. Es werden jedoch nur diejenigen mathematischen Ergebnisse ausgegeben, die zuvor aktiviert wurden. Der Spaltenname besteht aus dem Funktionsnamen und den vom Benutzer angegebenen Einheiten.

Weitere Informationen sind unter „USB Host“ zu finden. (Siehe Seite 106, *USB-Host*.)

Verbindung von Signalen

Übersicht über die Eingänge



WARNUNG. Verhütung möglicher Stromschläge und Verletzungen:

· Berühren Sie keine Anschlüsse, internen Schaltkreise oder Messgeräte, die nicht geerdet sind.

· Befolgen Sie stets die Anweisungen zur Anschlussreihenfolge (Siehe Seite 2, Anschlussreihenfolge.)

Der Anschluss von Signalen an den PA4000 erfolgt an der Rückseite des PA4000. Dort befinden sich für jede Analogkarte mehrere Eingänge (siehe Abbildung unten).



1. Anschluss Hochspannung
2. Anschluss Niederspannung
3. T1AH, 250-V-Sicherung zum Schutz des 1-A-Nebenschlusswiderstands

4. Anschluss 30-A-Starkstrom
5. Anschluss Schwachstrom (sowohl für den 30-A- als auch den 1-A-Nebenschlusswiderstand üblich)
6. Anschluss 1-A-Starkstrom
7. Starkstromeingang externer Nebenschlusswiderstand
8. Schwachstromeingang externer Nebenschlusswiderstand
9. Stromversorgung (± 15 V) für externe Messumformer (optional)

Spannung An die gelbe VHI- und die schwarze VLO-Sicherheitsbuchse (4 mm) an der Rückseite des PA4000 können Spannungen von bis zu $1.000 V_{\text{eff}}$ direkt angeschlossen werden.

Stromstärke Der PA4000 verfügt über zwei integrierte Nebenschlusswiderstände. Der erste Nebenschlusswiderstand macht es möglich, Stromstärken von bis zu $30 A_{\text{eff}}$ (200 A Peak) direkt an die gelbe AHI- und die schwarze ALO-Sicherheitsbuchse (4 mm) an der Rückseite jedes Messkanals des PA4000 anzuschließen. Mit dem zweiten Nebenschlusswiderstand können bis zu $1 A_{\text{eff}}$ (5 A Peak) direkt an die blaue 1A-Buchse und die blaue Sicherheitsbuchse angeschlossen werden, die sich ebenfalls an der Rückseite jedes Messkanals befinden.

Externe Stromeingänge An den externen Stromeingängen ist eine Spannung von bis zu ± 3 V Peak zulässig, die sich proportional zur gemessenen Stromstärke verhält. Aus diesem Grund ist der Anschluss der unterschiedlichsten externen Stromstärke-Messumformer möglich – von Schwachstrom-Nebenschlusswiderständen im Milliampere-Bereich bis hin zu Stromwandlern im Megaampere-Bereich. Bei jedem Messumformertyp lässt sich der PA4000 entsprechend skalieren, damit der Stromstärkewert korrekt abgelesen werden kann. (Siehe Seite 48, *Eingänge*.)

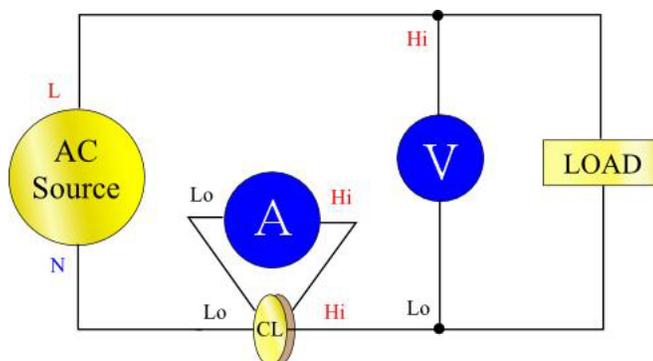
Die Wahl des Stromstärke-Messumformers richtet sich:

- nach der gemessenen Stromstärke, einschließlich Spitzenwerten und Transienten.
- nach der erforderlichen Präzision.
- nach der erforderlichen Bandbreite: Wenn es sich nicht um reine Sinuskurven handelt, ist eine höhere Bandbreite nötig als die Grundfrequenz.
- danach, ob Gleichstrom vorliegt.
- nach der Zweckmäßigkeit des Anschlusses – d. h. ein anklemmbarer Stromwandler mit zu öffnenden Greifklemmen, die einen Schnellanschluss in einem festen Kabelstrang ermöglichen.
- nach der Wirkung des Messumformers im Schaltkreis.

Anschluss eines einfachen Stromwandlers

Zum Anschließen eines herkömmlichen Stromwandlers (CT) wie derjenigen aus der CL-Serie von Tektronix (aber auch jedes anderen Messumformers mit Stromausgang) verbinden Sie den normalen AHI- und ALO-Eingang des PA4000 mit den Ausgängen des Stromwandlers. Beachten Sie die Anweisungen des Herstellers zur Sicherheit bei der Verwendung und Installation des Messumformers. Je nach Ausgangspegel des Stromwandlers müssen Sie entweder den AHI-Eingang (30 A) oder den AHI-Eingang (1 A) verwenden. Die Wahl richtet sich nach dem dynamischen Bereich, den Sie am Ausgang des Stromwandlers erwarten.

In der Regel ist der positive bzw. der HI-Ausgang des Messumformers mit einer Pfeilspitze oder mit dem Symbol „+“ gekennzeichnet. Verbinden Sie diesen Anschluss mit dem entsprechenden AHI-Eingang des PA4000.



Skalieren der Stromstärke

Ein Stromwandler erzeugt einen Ausgangsstrom, der sich proportional zum gemessenen Laststrom verhält. Beispielsweise erzeugt der Tektronix CL200 einen Ausgangsstrom, der 1/100 des gemessenen Stroms beträgt.

Um mit dem PA4000 die Stromstärke präzise messen zu können, verwenden Sie die Skalierfunktion des Analysators, mit der der CT-Ausgangsstrom skaliert bzw. multipliziert wird.

Beispiel: Der CL200 ist ein CT mit einem Verhältnis von 100:1. Wird damit eine Stromstärke von 100 A gemessen, beträgt sein Ausgangsstrom 1 A. Um dies mit dem PA4000 zu skalieren, muss der Skalierfaktor 100 eingegeben werden:

Drücken Sie [MENU]

Wählen Sie „Inputs“ und drücken Sie anschließend

Wählen Sie „Scaling“ und drücken Sie anschließend

Wählen Sie „Amps“ und drücken Sie anschließend

Mit der Taste löschen Sie den Eintrag

Geben Sie den neuen Skalierfaktor ein (100)

Drücken Sie **OK**.

Über die Taste [MENU] kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

Der PA4000 steht nun für Messvorgänge mit einem CT bereit.

Anschließen eines externen Nebenschlusswiderstands

Mit einem Nebenschlusswiderstand lässt sich der Stromstärkemessbereich des PA4000 auf einfache Weise erweitern. Der Nebenschlusswiderstand wird mit der Last in Reihe geschaltet. Die Spannung am Nebenschlusswiderstand verhält sich direkt proportional zur Stromstärke.

Diese Spannung kann direkt an die externen Stromeingänge des PA4000 angelegt werden.

Beispielsweise wird ein 1-Milliohm-Nebenschlusswiderstand zum Messen von 200 Aeff verwendet.

1. Überprüfen Sie, ob die zu erzeugende Spannung für den PA4000 geeignet ist

$$V = I \times R \text{ (Ohmsches Gesetz)}$$

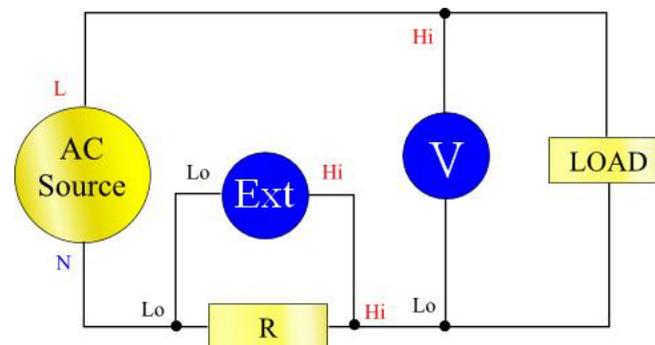
$$V_{\text{shunt}} = I \times R_{\text{shunt}}$$

$$V_{\text{shunt}} = 200 \times 0,001 \text{ Ohm}$$

$$V_{\text{shunt}} = 0,2 \text{ V}$$

Das liegt weit unter den 3 Vpk der externen Stromeingänge des PA4000

2. Schalten Sie den Nebenschlusswiderstand mit der Last in Reihe und schließen Sie ihn an die Eingänge EXT-HI sowie EXT-LO (siehe Abbildung).



Trennen Sie sämtliche Verbindungen zum normalen ALO-Anschluss!



WARNUNG. An den Verbindungen zu den normalen AMPS-Anschlüssen können hohe Spannungen anliegen.

Trennen Sie sämtliche Verbindungen zum ALO-Anschluss. So vermeiden Sie Fehler und die Gefahr eines Stromschlags. Da EXT-LO und ALO innerhalb des PA4000 miteinander verschaltet sind, können Verbindungen zu AHi, ALo und A1A dasselbe Potential aufweisen wie EXT-LO.

Die beste Rauschfestigkeit wird erreicht, wenn EXT-LO direkt an ALO angeschlossen wird.

3. Richten Sie den PA4000 so ein, dass er die Stromstärke von den Anschlüssen EXT-HI und EXT-LO misst. Drücken Sie nun „MENU“

Drücken Sie [MENU]

Wählen Sie „Inputs“ und drücken Sie anschließend

Wählen Sie „Shunts“ und drücken Sie anschließend

Wählen Sie „External“ und drücken Sie anschließend

Über die Taste [MENU] kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

4. Nehmen Sie eine Skalierung der Messgrößen auf dem Bildschirm vor.

Die Standardskala ist $1\text{ V} = 1\text{ A}$.

In diesem Beispiel beträgt der Widerstand $R = 0,001\text{ Ohm}$. Der Skalierfaktor wird in Ampere pro Volt angegeben. In diesem Fall beträgt er 1.000 A/V .

Der Skalierfaktor für die Stromstärke wird wie folgt eingegeben:

Drücken Sie [MENU]

Wählen Sie „Inputs“ und drücken Sie anschließend

Wählen Sie „Scaling“ und drücken Sie anschließend

Wählen Sie „External Shunt“ und drücken Sie anschließend

Mit der Taste löschen Sie den Eintrag

Geben Sie den neuen Skalierfaktor ein (100)

Drücken Sie

Über die Taste [MENU] kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

Der PA4000 steht nun für Messvorgänge mit einem externen Nebenschlusswiderstand bereit.

Anschließen eines Messumformers mit Spannungsausgang

In diesen Messumformern befinden sich aktive Schaltungen, mit deren Hilfe die Leistung bei hoher Bandbreite verbessert wird. Sie können vom Typ mit Hallelement oder mit Rogowski-Spule sein.

Das Verfahren ähnelt dem der Installation eines externen Nebenschlusswiderstands gemäß obiger Beschreibung.

1. Beachten Sie die Anweisungen des Herstellers zur Sicherheit bei der Verwendung und Installation des Messumformers.
2. Verbinden Sie den Spannungsausgang mit den Anschlüssen EXT-HI und EXT-LO des PA4000-Kanals wie oben.
3. Wählen Sie „Inputs“ – „Shunts“ – „External“ wie oben.

Drücken Sie [MENU]

Wählen Sie   „Inputs“ und drücken Sie anschließend 

Wählen Sie   „Shunts“ und drücken Sie anschließend 

Wählen Sie   „External“ und drücken Sie anschließend 

Über die Taste [MENU] kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

4. Wählen Sie einen Skalierfaktor und geben Sie diesen ein. Die Einstufung dieser Typen von Messumformern erfolgt häufig in mV/A. So entspricht beispielsweise ein Messumformer mit einem Ausgang von 100 mV/A einem externen Nebenschlusswiderstand von 100 Milliohm. Zum Konvertieren der Sollskalierung von Volt pro Ampere in das gewünschte Verhältnis Ampere pro Volt ist die Umkehrung des Werts erforderlich. Wenn wir beim oben genannten Beispiel bleiben, dann ändert sich 100 mV/A in 10 A/V.

Drücken Sie [MENU]

Wählen Sie   „Inputs“ und drücken Sie anschließend 

Wählen Sie   „Scaling“ und drücken Sie anschließend 

Wählen Sie   „External Shunt“ und drücken Sie anschließend 

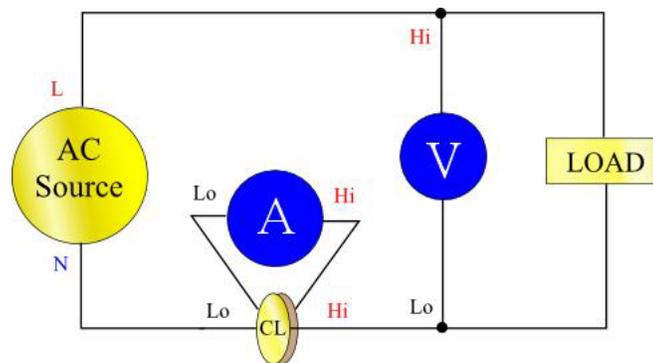
Mit der Taste  löschen Sie den Eintrag

Geben Sie den neuen Skalierfaktor ein (z. B. 0,1)

Drücken Sie 

5. Über die Taste „MENU“ kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

Der PA4000 steht nun für Messvorgänge mit einem Messumformer mit Spannungsausgang bereit.



Anschließen eines Spannungswandlers/-Messumformers

Zur Erweiterung des Messbereichs kann der PA4000 zusammen mit einem Spannungswandler (VT) oder einem anderen Messumformer verwendet werden. Beachten Sie die Anweisungen des Herstellers zur Sicherheit bei der Verwendung und Installation des Messumformers.

Der Ausgang des Messumformers ist mit den normalen Anschlüssen VHI und VLO verbunden. In der Regel ist der positive bzw. der HI-Ausgang des Messumformers mit einer Pfeilspitze oder mit dem Symbol „+“ gekennzeichnet. Verbinden Sie diesen Anschluss mit dem VHI-Eingang des PA4000.

Spannungsskalierung

Ein Spannungswandler (VT) erzeugt einen Spannungsausgang, der sich proportional zur gemessenen Spannung verhält.

Um mit dem PA4000 die Spannung präzise messen zu können, verwenden Sie die Skalierfunktion des Analysators, mit der der VT-Ausgangsstrom skaliert bzw. multipliziert wird.

Erfolgt die Messung beispielsweise mit einem VT mit einem Verhältnis von 1000:1, dann muss der Skalierfaktor 1000 gewählt werden.

Drücken Sie [MENU]

Wählen Sie „Inputs“ und drücken Sie anschließend

Wählen Sie „Scaling“ und drücken Sie anschließend

Wählen Sie „Volts“ und drücken Sie anschließend

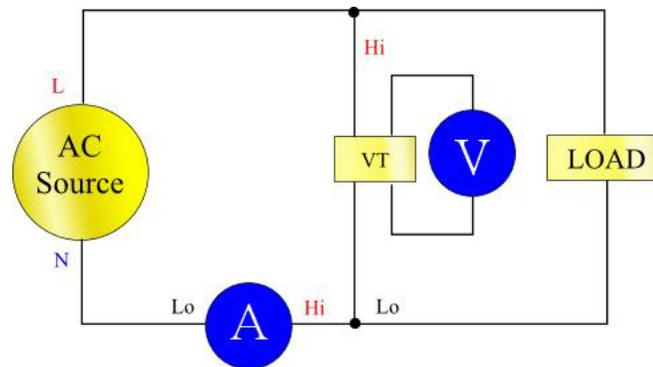
Mit der Taste löschen Sie den Eintrag

Geben Sie den neuen Skalierfaktor ein (1000)

Drücken Sie

Über die Taste „MENU“ kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

Der PA4000 steht nun für Messvorgänge mit einem VT bereit.



Netzanschluss für externe Messumformer

Der PA4000 verfügt optional über eine Stromversorgung (± 15), an die ein externer Messumformer angeschlossen werden kann. Über den Anschluss sind pro Schiene auf jeder Analogkarte 250 mA (250 mA an +15 V und 250 mA an -15 V) verfügbar. Die Anschlussbuchse befindet sich auf jeder Analogkarte neben den Eingängen.

Wurde für den eingesetzten PA4000 diese Stromversorgungsoption (± 15 V) erworben, wurden zu dem Analysator auch 4 Gegenstecker (Tektronix-Ersatzteilnummer: 56-598) mitgeliefert. Diese Stecker sind vom Typ Wago 231-303/026-000.

Das Menüsystem

Navigation

Das Menü des PA4000 ist ein leistungsfähiges und gleichzeitig bedienungsfreundliches System zur Steuerung des Analysators. Im Abschnitt *Schnellstart* dieses Handbuchs finden Sie eine Übersicht mit Informationen darüber, wie Sie auf das Menüsystem zugreifen und wie Sie es nutzen können. (Siehe Seite 9, *Navigieren im Menüsystem*.)

Weitere hilfreiche Informationen erhalten Sie jederzeit über die Taste „HELP“.

Menüpunkte

Sie können das Menüsystem jederzeit aufrufen und wieder ausblenden, indem Sie die Taste „MENU“ drücken.

Hauptmenü

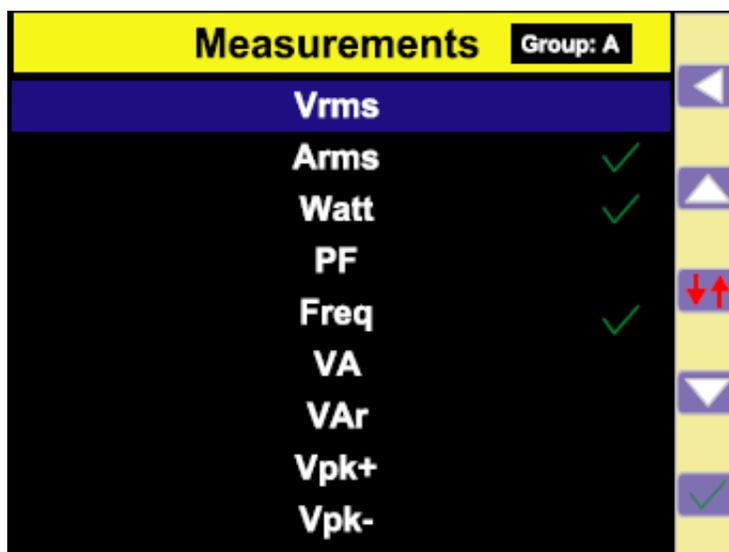
Zum Auswählen eines Menüs drücken Sie die Taste „MENU“.

Messgrößen

Voreinstellung: V_{rms} , A_{rms} , Watt, VA, PF und Freq.

Der Benutzer kann selbst wählen, in welcher Reihenfolge die Messgrößen auf dem Bildschirm erscheinen. Diese Einstellung erfolgt nach Gruppen. Die nach Gruppen geordneten Messgrößen können Sie sich in jeder beliebigen Reihenfolge, sogar nach Oberwellen, anzeigen lassen. Allerdings werden die Oberwellenergebnisse stets als Block angezeigt, d. h. alle SpannungsOberwellen entsprechend den eingestellten Parametern als durchgängiger Block.

Auf der folgenden Abbildung sehen Sie eine reguläre Messgrößenansicht:



Über die Messgrößenansicht können Sie einerseits wählen, welche Messgröße als Ergebnis angezeigt werden soll, andererseits aber auch die Reihenfolge ändern, in der die Anzeige der Ergebnisse erfolgen soll. Sobald Sie in die Messgrößenansicht wechseln, stehen Ihnen folgende Softkeys zur Verfügung:



Eine Ebene nach oben



Auswahl nach oben oder zum Anfang der Liste



Verschieben der Messgröße



Auswahl nach unten oder zum Ende der Liste



Auswählen der Messgröße für die Anzeige /
Aufheben der Auswahl

oder



Zum Ansteuern eines gewünschten Ergebnisses können die Softkey-Pfeiltasten (aufwärts/abwärts) verwendet werden. Die aktuell ausgewählte Messgröße wird blau markiert.

Wurde ein Ergebnis ausgewählt, wird dies am Ende der entsprechenden Zeile mit einem grünen Häkchen gekennzeichnet. Wurde es nicht ausgewählt, steht dort kein Häkchen.

In der Ergebnisansicht werden alle ausgewählten Ergebnisse angezeigt, und zwar in der Reihenfolge, in der sie auch in der Messgrößenliste aufgeführt sind. An dieser Stelle sei daran erinnert, dass die Listeneinstellungen nur für die ausgewählte Gruppe gelten.

HINWEIS. Sofern sich die Gruppe nicht im Integratormodus befindet, können keine Integrationsmessgrößen ausgewählt werden. Dabei handelt es sich um folgende Messgrößen:

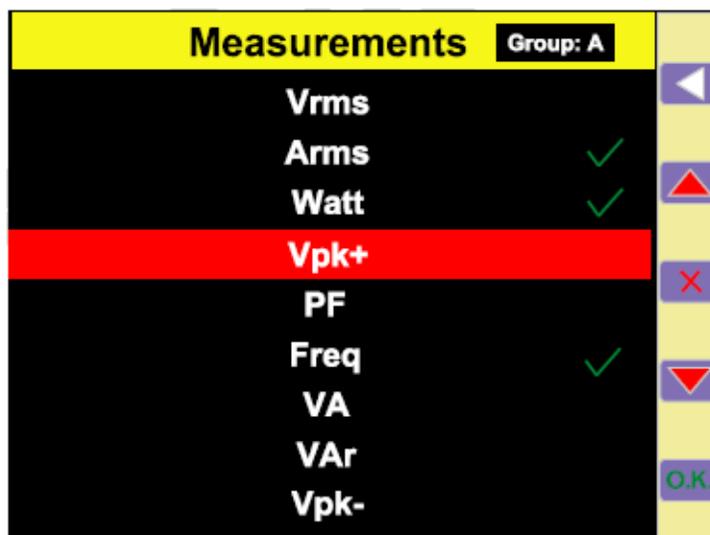
Stunden
Wattstunden
VA-Stunden
VAr-Stunden
Amperestunden
Watt (Mittelwert)
PF (Mittelwert)
Korrigierter VAr-Wert
Grund-VA-Stunden (VAHf)
Grund-VAr-Stunden (VArHf)

Wenn Sie die Reihenfolge der Ergebnisse ändern möchten, steuern Sie das gewünschte Ergebnis an und klicken Sie anschließend auf die Softkey-Taste „Verschieben der Messgröße“. Wenn diese Taste gedrückt wurde, erscheint die Auswahlleiste nicht mehr in blauer, sondern in roter Farbe.

Nun stehen Ihnen folgende Softkeys zur Verfügung:

	Eine Ebene nach oben. Die Aktion wird abgebrochen und der Benutzer kehrt zum Hauptmenü zurück.
	Verschieben der ausgewählten Messgröße nach oben (grau unterlegt, wenn bereits am Anfang der Liste).
	Abbrechen der Aktion und Zurücksetzen der Messgröße an die Position, an der sie sich vor der Aktion befand.
	Verschieben der ausgewählten Messgröße nach unten (grau unterlegt, wenn bereits am Ende der Liste).
	Verschieben der Messgröße in die gewählte Position. Die Softkeys erhalten wieder ihre Standardfunktion für die Messgrößenansicht.

In der folgenden Abbildung ist das Verschieben einer Messgröße dargestellt:



Messkonfiguration

Das Menü für die Messkonfiguration enthält mehrere Menüs, über die sich die Volt- und Ampere-Oberwellen, aber auch Volt- und Ampere-Messwerte für THD, DF und TIF einstellen lassen. Die Auswahl dieser Messgrößen erfolgt im Messgrößenmenü. Darüber hinaus lassen sich über die Messkonfigurationsmenüs die Spalten für den SUM-Kanal und für Min-Hold sowie Max-Hold auswählen.

Die oberste Ebene im Messkonfigurationsmenü umfasst folgende Punkte:

- Harmonics Setup (Einstellen der Oberwellen)
- Distortion Setup (Einstellen der Verzerrung)
- Minimum Hold Column (Spalte für Min-Hold)
- Maximum Hold Column (Spalte für Max-Hold)
- SUM Column (SUM-Spalte)

Einstellen der Oberwellen

Der Menüpunkt für Harmonics (Oberwellen) ist in weitere Unterpunkte für Spannung, Stromstärke und Leistung unterteilt. Darin lassen sich folgende Einstellungen vornehmen:

- Harmonic Sequence (Oberwellenfolge) – Gerade und ungerade oder nur ungerade Oberwellen (Standardeinstellung: gerade und ungerade).
- Range – 1 to 100 (default 7) (Bereich – 1 bis 100 (Standardeinstellung: 7))
- Format (Format) – absoluter Wert oder in Prozent des Grundwerts (Standardeinstellung: absoluter Wert)
- Display Phase Angle (Anzeige des Phasenwinkels) – ein oder aus (Standardeinstellung: ein) (nur Volt und Ampere)

Die Auswahl der anzuzeigenden Oberwellenergebnisse hat keinen Einfluss auf die Oberwellendaten, die für die Berechnung von Verzerrungen verwendet werden.

Informationen zur Anzeigegeschwindigkeit können Sie diesem Handbuch im Abschnitt zur Benutzerkonfiguration entnehmen. (Siehe Seite 63, *Benutzerkonfiguration*.) Mit dem Gerät können nicht 100 Oberwellen in V, A und W im 100-ms-Takt berechnet und angezeigt werden.

Einstellen der Verzerrung

Der Menüpunkt Distortion Setup (Einstellung der Verzerrung) ist in weitere Unterpunkte für Vdf (Verzerrungsfaktor), Vthd (Oberwellengesamtverzerrung), Vtif (Fernsprechstörfaktor), Adf, Athd und Atif unterteilt.

Verzerrungsfaktor. Mit der Verzerrungsfaktorformel (zuvor als Abstandsformel bezeichnet) werden die Auswirkungen hoher Frequenzen und Rauschanteile berücksichtigt. Diese Gleichung bringt nur dann einen gültigen Wert hervor, wenn der Effektivwert nicht kleiner ist als der Grundwert. Ist der Grundwert größer als der Effektivwert, erscheint in der Anzeige „—“.

Die Gleichungen lauten wie folgt:

$$Vdf = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{V_{eff}^2 - Vh_{01}^2} \times 100\%$$

und

$$Adf = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{A_{eff}^2 - Ah_{01}^2} \times 100\%$$

Als Referenzwert kann entweder der Grundwert oder der Effektivwert verwendet werden. In der Standardeinstellung entspricht der Referenzwert dem Grundwert.

Oberwellengesamtverzerrung (THD). Die Oberwellengesamtverzerrung (THD – Total Harmonic Distortion) ist eine Messgröße für die Verzerrung eines Signals.

In den Messgrößenmenüs für den THD-Faktor für V und A lassen sich folgende Parameter einstellen:

- Harmonic Reference (Oberwellenreferenz) – Grundwert oder Effektivwert (Standardeinstellung: Grundwert).
- Harmonic Sequence (Oberwellenfolge) – Gerade und ungerade oder nur ungerade Oberwellen (Standardeinstellung: gerade und ungerade).
- Range – 2 to 100 (default 7) (Bereich – 2 bis 100 (Standardeinstellung: 7)). Dies ist die letzte in die Berechnung einzubeziehende Oberwelle. Lautet die Einstellung „nur ungerade Oberwellen“ und ist als Bereich eine gerade Zahl angegeben, gilt für die Berechnung die vorletzte Oberwelle als letzter Wert.
- Harmonic Zero (Oberwellennull) – ausschließen oder einschließen (Standardeinstellung: ausschließen)

Bei den Einstellungen für die Verzerrung und die Oberwellen wird berücksichtigt, ob die tatsächliche Anzeige der Messwerte ein- oder ausgeschaltet ist. Beispiel: Wird die Anzahl der anzuzeigenden Oberwellen geändert (z. B. von 7 in 13), hat das Aus- und spätere Wiedereinschalten der Anzeige von Spannungsoberwellen keine Auswirkungen auf diese Einstellung.

Die Formeln für die Spannungs-THD und die Stromstärke-THD lauten wie folgt:

$$Vthd = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (Vh_n)^2} \times 100\%$$

und

$$Athd = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (Ah_n)^2} \times 100\%$$

Mit der Formel für die Oberwellengesamtverzerrung (zuvor als Serienformel bezeichnet) werden genauere Ergebnisse für das Oberwellenrauschen erzielt, wenn die THD weniger als 5 % beträgt. Bei der Auswahl der THD-Formel ist es von besonderer Bedeutung, für MAX HARMONICS eine ausreichend große Zahl zu wählen, um gültige Ergebnisse zu erzielen. Je höher die Anzahl der Oberwellen ist, desto präziser fällt die Berechnung aus.

Fernsprechstörfaktor (TIF). Beim Fernsprechstörfaktor (TIF – Telephone Influence Factor) handelt es sich um eine THD-Messgröße, die mit Frequenzen innerhalb der Bandbreite einer gewöhnlichen Fernsprechleitung belastet ist. Er ist ein Maß dafür, wie die Spannungs- oder Stromverzerrung in elektrischen Schaltkreisen benachbarte Fernsprechleitungen beeinträchtigen kann. TIF-Messungen werden in Normen wie der ANSI C50.13 für „Drehende elektrische Maschinen – Synchrongeneratoren mit Vollpolläufer“ verlangt und werden zumeist an Standby-Stromversorgungen und an USV vorgenommen. Die Anzahl der in eine TIF-Messung einbezogenen Oberwellen beläuft sich auf 1 bis 73 (gerade und ungerade).

Die Formeln für die Spannungs-TIF und die Stromstärke-TIF lauten wie folgt:

Standardreferenz = Grundwert

$$V_{tif} = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (k_n \times Ah_n)^2}$$

und

$$A_{tif} = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (k_n \times Ah_n)^2}$$

Es gelten folgende Bewertungsfaktoren (K):

Oberwelle	k ⁿ	Oberwelle	k ⁿ	Oberwelle	k _n
1	0,5	21	6050	41	10340
3	30	23	6370	43	10600
5	225	24	6650	47	10210
6	400	25	6680	49	9820
7	650	27	6970	50	9670
9	1320	29	7320	53	8740
11	2260	30	7570	55	8090
12	2760	31	7820	59	6730
13	3360	33	8830	61	6130
15	4350	35	8830	65	4400
17	5100	36	9080	67	3700
18	5400	37	9330	71	2750
19	5630	39	9840	73	2190

Spalten für Min-Hold und Max-Hold

In den Menüs für Min-Hold und Max-Hold lassen sich die einzelnen Spalten individuell aktivieren bzw. deaktivieren. Zum Zurücksetzen der in den Spalten angezeigten Werte drücken Sie die Taste [RESET]. Die Werte in beiden Spalten werden auch dann zurückgesetzt, wenn die Min-Hold- oder die Max-Hold-Spalte aktiviert wird.

Spalte für SUM-Ergebnisse

SUM-Ergebnisse werden hinter dem letzten Kanal der Gruppe angezeigt (und dahinter gegebenenfalls die Min- und Max-Ergebnisse der Kanäle). Während Sum-Max rechts neben den SUM-Ergebnissen angezeigt wird, wird Sum-Min links neben den SUM-Ergebnissen angezeigt.

Außer in der Konfiguration mit 1 Phase und 2 Leitungen (1P2W) sind die SUM-Ergebnisse in allen Anschlusskonfigurationen verfügbar. (Siehe Seite 48, *Verkabelung*.)

Modi

Voreinstellung: Normal

Mit Hilfe von Modi werden am Gerät gezielt Einstellungen vorgenommen, um bestimmte Arten von Messungen durchführen zu können. Diese Modi verfügen über alle erforderlichen Filter- und Konfigurationsparameter, um spezielle Signale zu messen, die in bestimmten Anwendungen vorkommen.

Modi werden auf Gruppenebene angewandt. Beispielsweise könnte bei Vorschaltgeräten für eine Gruppe A der Modus „Normal“ gewählt werden, um damit die Eingangsleistung zu messen, und für eine Gruppe B der Vorschaltmodus, mit dem die Ausgangsleistung gemessen wird.

Derzeit sind folgende drei Modi verfügbar:

- Normal (Normal) – Mit diesem Modus werden die meisten Leistungsmessungen vorgenommen. Er eignet sich ideal für gleichmäßige Signale, für die keine speziellen Messmethoden erforderlich sind.
- Ballast (Vorschaltgerät) – Dieser Modus ist speziell für die Konfiguration einer Gruppe geeignet, damit Messungen der komplexen modulierten Signale am Ausgang von Vorschaltgeräten durchgeführt werden können.
- Standby Power (Standby-Stromversorgung) – Mit diesem Modus werden die Watt-, Ampere-, VA- und PF-Messwerte über einen vom Benutzer festzulegenden Messzeitraum zusammengefasst. Dies wird in vielen Normen für Standby-Stromversorgungen verlangt.

Häufig ist es erforderlich, dem Gerät eine bestimmte Betriebsart aufzuzwingen, wenn ein bestimmter Modus ausgewählt wurde. Beispielsweise wird beim Modus „Vorschaltgerät“ eine hohe Bandbreite erzwungen. In diesen Fällen geschieht Folgendes:

- a. Bei der Rückkehr in den Modus „Normal“ werden sämtliche geänderten Einstellungen wieder zurückgesetzt
- b. Wurde eine Einstellung erzwungen, kann der Benutzer sie nicht ändern, solange der PA4000 nicht wieder in den Modus „Normal“ zurückgekehrt ist

Modus „Normal“ Im Modus „Normal“ werden keine speziellen Messmethoden verwendet. Dieser Modus ist für die meisten Leistungsanwendungen geeignet und wurde für die Standardeinstellung gewählt.

Modus „Vorschaltgerät“ Bei modernen Vorschaltgeräten gestaltet sich das Durchführen präziser Messungen häufig als recht schwierig. Grund dafür ist, dass die Ausgangssignale von hoher Frequenz sind und von der Netzfrequenz stark moduliert werden. Mit dem Modus „Ballast“ (Vorschaltgerät) wird nun die Möglichkeit geschaffen, den Messzeitraum an die Netzfrequenz zu koppeln.

Nachdem Sie den Modus „Ballast“ (Vorschaltgerät) ausgewählt haben, müssen Sie die Grundfrequenz einstellen, mit der der Strom übertragen wird. Dies ist in der Regel 50, 60 oder 400 Hz. Die Bildschirmansicht für die Einstellungen lässt sich wie folgt aufrufen: Modes → Setup Modes → Ballast Setup. Anhand der eingegebenen Einstellungen passt der Analysator dann das Messfenster an, damit die angegebene Frequenz vollständig angezeigt werden kann.

Bei dem vom Gerät ausgegebenen Frequenz handelt es sich demnach nicht um die Netzfrequenz, sondern vielmehr um die Schaltfrequenz des Vorschaltgeräts. Diese Frequenz wird auch für die Analyse der Oberwellen verwendet.

Wird der Modus „Vorschaltgerät“ ausgewählt, erhält die Gruppe folgende Einstellungen: Frequenzbereich: „>10 Hz“, Bandbreite: „Hoch“. Diese Einstellungen sind in diesem Modus gesperrt und werden bis zur Rückkehr in den Modus „Normal“ dort gespeichert.

Modus „Standby-Stromversorgung“ Wegen der deutlichen verbraucherseitigen Nachfrage und aufgrund neuer Rechtsvorschriften zum energetischen Wirkungsgrad sind immer mehr Messungen erforderlich, mit denen der Stromverbrauch von Produkten im Standby-Betrieb ermittelt wird. Eine der am meisten verbreiteten Normen für Messungen ist IEC 62301. Ein Teil dieser Norm sieht die Leistungsmessung über einen verlängerten Zeitraum vor, in dem sämtliche kurzzeitigen Stromversorgungsereignisse erfasst werden. Im PA4000-Modus „Standby Power“ (Standby-Stromversorgung) ist eine ununterbrochene Abtastung von Spannung und Stromstärke über einen vom Benutzer festgelegten Zeitraum möglich, wodurch eine präzise Messung der Leistung erfolgen kann.

Im Modus „Standby-Stromversorgung“ müssen Sie das Integrationsfenster in Sekunden angeben. Daraufhin werden Watt, Ampere, Leistungsfaktor und Voltampere über genau diesen Zeitraum integriert. Die vom Benutzer als normal festgelegte Aktualisierungsrate für alle weiteren Ergebnisse bleibt davon unberührt.

Der Integrationszeitraum richtet sich nach der Kombination des angegebenen Fensters sowie nach der Aktualisierungsrate des Geräts. (Siehe Seite 61, *Aktualisierungsrate*.) Grund dafür ist, dass die Ergebnisse über ein ganzzahliges Vielfaches der Aktualisierungsrate integriert werden. Beispiel: Beträgt die Aktualisierungsrate 0,5 Sekunden (Standardeinstellung), entspricht der Integrationszeitraum in jedem Fall exakt dem angegebenen. Ist jedoch eine Aktualisierungsrate von 0,4 Sekunden gewünscht, wechselt der Integrationszeitraum zwischen 1,2 Sekunden und 0,8 Sekunden.

Die genauesten Messwerte lassen sich erzielen, wenn die Bereiche während des Messzeitraums gleich bleiben. (Siehe Seite 51, *Feste/automatische Bereichseinstellung*.)

Modus „Integrator“

Der Modus „Integrator“ wird verwendet, wenn Messungen zur Bestimmung des Energieverbrauchs durchgeführt werden sollen. Darüber hinaus sind für einige Parameter auch Mittelwerte verfügbar.

Die Auswahl der erforderlichen Messgrößen erfolgt im Menü *Measurements*. (Siehe Seite 36, *Messgrößen*.) Es stehen folgende Integratormessgrößen zur Verfügung:

- Stunden
- Wattstunden
- VA-Stunden
- VAr-Stunden
- Amperestunden
- Watt (Mittelwert)
- PF (Mittelwert)
- Korrigierter VAr-Wert
- Grund-VA-Stunden (VAHf)
- Grund-VAr-Stunden (VArHf)

Diese Messgrößen gelten auf Gruppenebene. Die Messgrößen lassen sich nur dann auswählen und anzeigen, wenn sich die Gruppe im Integratormodus befindet. Wird eine Integratormessgröße ausgewählt und wird der Integratormodus anschließend geändert, werden die Messgrößen als nicht ausgewählt angezeigt. Wird für die Gruppe dann wieder der Integratormodus gewählt, wird die zuvor vorgenommene Auswahl wiederhergestellt.

Konfiguration des Modus „Integrator“. Nach Auswahl des Modus „Integrator“ und der anzuzeigenden Messgrößen kann aus einer Vielzahl von Optionen zum Starten und Anhalten des Integrators gewählt werden. Zu diesen Einstellungen gelangen Sie über Modes → Setup Mode → Integrator Setup der jeweiligen Menüs.

Startmethode. Voreinstellung: Manuell

Manuelles Starten: Der manuelle Startvorgang der Integration wird über die Taste [Integ Run] am Frontpaneel ausgelöst. Damit wird der Integrator für all diejenigen Gruppen gestartet, deren Einstellung auf Integratormodus mit manuellem Start lautet und die zu dem Zeitpunkt noch nicht integriert werden. Die unter der Taste befindliche LED leuchtet auf.

Uhrenstart: Im Modus „Clock Starting“ (Uhrenstart) können Sie den genauen Zeitpunkt einstellen (Datum und Uhrzeit), zu dem der Integrator mit der Gruppe starten soll. Das Datum und die Uhrzeit werden im benutzerdefinierten Format eingegeben (siehe Menü System configuration → Clock). (Siehe Seite 62, *Zeit*.) Sobald der gewünschte Zeitpunkt erreicht ist, startet die Integration automatisch.

Wurde als Startmethode die Kombination mit Datum und Uhrzeit eingestellt und liegt der eingestellte Zeitpunkt in der Vergangenheit, wird die Integration nicht gestartet. Die Integration wird nur dann gestartet, wenn vor der geplanten Startzeit die Bildschirmansicht mindestens einmal aktualisiert wurde.

Schwellwertstart: Mit der Startmethode „Level Starting“ (Schwellwertstart) haben Sie die Möglichkeit, die Integration starten zu lassen, sobald der von Ihnen eingegebene Schwellwert für einen bestimmten Parameter über- oder unterschritten wird. Folgende Konfiguration ist möglich:

- Wählen Sie den Kanal (1 bis 4).
- Wählen Sie den Signalparameter aus diesem Kanal. Hierbei kann es sich um jeden beliebigen Parameter handeln. Einzige Ausnahme bilden integrierte Werte und Oberwellenwerte (auch Grundwerte).
- Wählen Sie den zu beobachtenden Schwellwert. Hierbei handelt es sich um den tatsächlichen Parameterwert als Dezimalzahl. Beispiel: Für 80 mA müssen Sie 0,08 eingeben, für 80 V ist die Eingabe 80 erforderlich.
- Wählen Sie, ob das Signal größer oder gleich dem Schwellwert oder kleiner oder gleich dem Schwellwert sein soll.
- Aus jeder beliebigen Gruppe kann ein Triggerkanal 1-4 gewählt werden, der dann für die Integration als Trigger fungiert. Die Triggermessung muss nicht in dem Kanal oder in der Gruppe erfolgen, in dem/der die Integration stattfindet.

Sobald die Bedingungen erfüllt sind, startet die Integration automatisch.

Anhalten der Integration. Die Integration einer Gruppe kann entweder manuell angehalten werden oder wird nach Ablauf eines vorher festgelegten Zeitraums beendet. Wurde als Dauer für die jeweilige Gruppe Null eingestellt, wird die Integration erst dann angehalten, wenn die Taste [INTEG. RUN] gedrückt wird. Die Dauer wird in Minuten als Gleitpunktzahl eingegeben (0.0 bis 10,000).

Über die Taste [INTEG. RUN] lässt sich die Integration auch manuell anhalten. Damit wird die Integration für all diejenigen Gruppen angehalten, deren Einstellung auf Integratormodus lautet, für die eine Dauer von Null eingegeben wurde und die zu dem Zeitpunkt integriert werden. Die unter der Taste befindliche LED erlischt, sobald in allen Gruppen sämtliche Integrationsvorgänge abgeschlossen sind.

Zurücksetzen der Integrationswerte. Über die Taste [Reset/Clear] werden die Integrationswerte für alle angehaltenen Gruppen auf Null zurückgesetzt. Auf Gruppen, die zu dem Zeitpunkt integriert werden, hat dies keinerlei Auswirkungen.

Korrigierte VAR-Werte (CVArS). Mit diesem Parameter werden diejenigen VAR-Werte angezeigt, die zur Anpassung des durchschnittlichen Leistungsfaktors an einen Zielleistungsfaktor erforderlich sind. Der Zielleistungsfaktor wird in der Setup-Ansicht des Integrators unter „CVArS Power Factor“ eingegeben.

Mit der Korrektur werden die erforderlichen VARs errechnet, so dass mit Hilfe einer Phasenverschiebung ein Zielleistungsfaktor ermittelt werden kann. Es werden nicht alle VARs berechnet (wenn ein Leistungsfaktor z. B. aufgrund von Verzerrungen unbrauchbar ist, kann kein Phasenvoreil- oder -nacheilwinkel eine Verbesserung herbeiführen).

Modus „PWM-Motor“

Der Modus „PWM-Motor“ wurde entwickelt, um die Schwierigkeiten überwinden zu können, die mit Messungen der komplexen Signale am Motorantrieb in Zusammenhang stehen. Die Hochfrequenzabtastung wurde mit der digitalen Filterung kombiniert, um so die Trägerfrequenz unterdrücken und die Motorfrequenz extrahieren zu können. Gleichzeitig sind aber weiterhin Daten für Leistungsparameter nutzbar, die vor der Filterung erfasst wurden.

Nachdem Sie den Modus „PWM-Motor“ ausgewählt haben, sollten Sie den Frequenzbereich der Motorfrequenz wählen (nicht die Trägerfrequenz). Die Einstellungen dazu können Sie im Menü Inputs → Frequency Source → Frequency Range vornehmen.

Innerhalb des PWM-Modus gilt für die Motorfrequenz ein Höchstwert von 900 Hz, selbst wenn ein höherer Frequenzbereich ausgewählt wurde.

Von der Auswahl des Frequenzbereichs hängt auch die Geschwindigkeit ab, mit der die Ergebnisse ausgegeben werden. Die Aktualisierungsrate für alle Kanäle lässt sich im Menü „System Configuration“ einstellen. (Siehe Seite 61, *Aktualisierungsrate*.) Wurde für den Frequenzbereich im PWM-Modus jedoch ein Wert zwischen 1 und 100 Hz oder zwischen 0,1 und 10 Hz festgelegt, wird die Geschwindigkeit, mit der die Ergebnisse für diese Gruppe ausgegeben werden, entsprechend folgender Tabelle angepasst:

Aktualisierungsrate (Sekunden)	>10 Hz <900 Hz	1 Hz bis 100 Hz	0,1 Hz bis 10 Hz
0,2	0,4	2,4	20,2
0,3	0,3	2,4	20,4
0,4	0,4	2,4	20,4
0,5	0,5	2,5	20,5
0,6	0,6	2,4	20,4
0,7	0,7	2,1	20,3
0,8	0,8	2,4	20,8
0,9	0,9	2,7	20,7
1,0	1,0	3,0	21,0
1,1	1,1	2,2	20,9
1,2	1,2	2,4	20,4
1,3	1,3	2,6	20,8
1,4	1,4	2,8	21,0
1,5	1,5	3,0	21,0
1,6	1,6	3,2	20,8
1,7	1,7	3,4	20,4
1,8	1,8	3,6	21,6
1,9	1,9	3,8	20,9
2,0	2,0	4,0	22,0

Ergebnisse aus Kanälen, die sich nicht im Modus „PWM-Motor“ befinden, werden mit der angegebenen Geschwindigkeit ausgegeben.

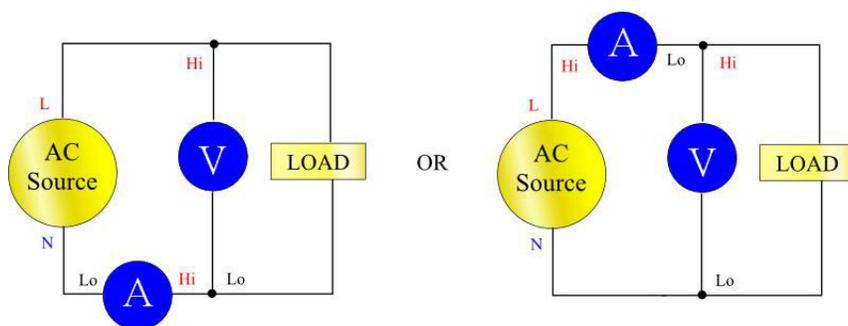
Eingänge

Über dieses Menü lassen sich die physischen Eingänge des PA4000 einstellen. Für den normalen Betrieb ist es nicht erforderlich, die vorgegebenen Standardeinstellungen zu ändern. Einzige Ausnahme bildet hier die Auswahl der Nebenschlusswiderstände.

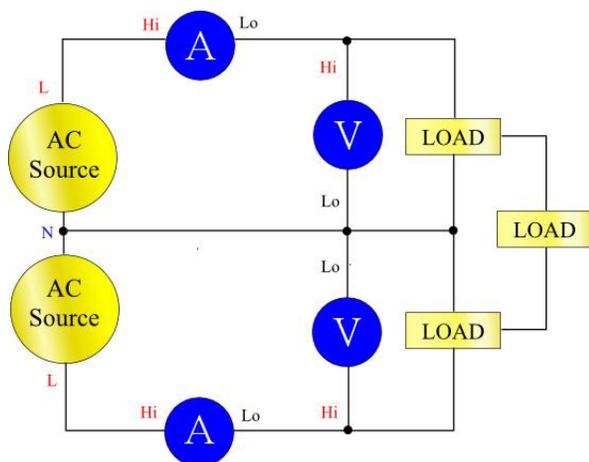
Verkabelung

Bei Mehrphasenmessungen können einer Gruppe mehrere Kanäle zugewiesen werden. Dadurch wird eine präzise Frequenz- und Phasenanalyse der Mehrphasensignale ermöglicht. Die Frequenz des ersten Kanals der Gruppe wird als Grundfrequenz für alle anderen Kanäle der Gruppe verwendet. Alle Phasenmessungen werden relativ zur Phasenreferenz (Standardeinstellung: Spannung) des ersten Kanals der Gruppe vorgenommen.

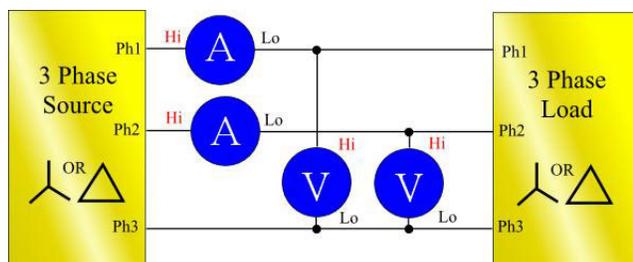
Im nachstehenden Diagramm ist für jede der möglichen Anschlusskonfigurationen die Verkabelung der einzelnen Kanäle dargestellt.



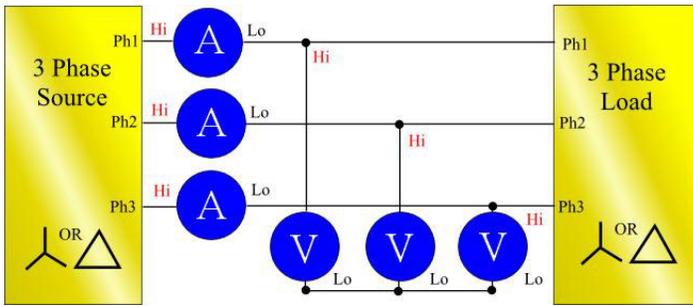
Einphasig, zwei Leitungen und Gleichstrommessungen. Wählen Sie den Modus „1 Phase, 2 Leitungen“.



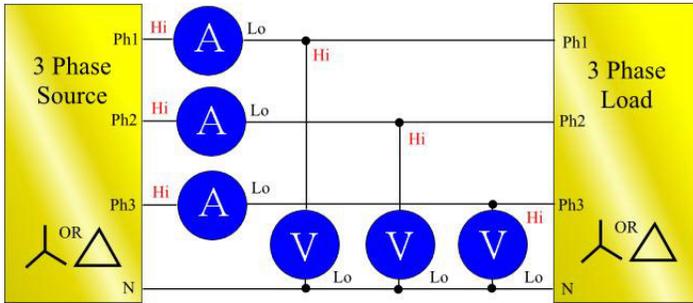
Einphasig, drei Leitungen. Wählen Sie „1 Phase, 3 Leitungen“.



Dreiphasig, drei Leitungen (Zwei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 3 Leitungen“.



Dreiphasig, drei Leitungen (Drei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 4 Leitungen“.



Dreiphasig, vier Leitungen (Drei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 4 Leitungen“.

Je nach Anschlusskonfiguration sind nicht alle Gruppen verfügbar. Beispiel: Bei einer 1P2W-Konfiguration für jeden Kanal entsprechen die 4 Kanäle den 4 Gruppen. Bei einer 1P3W-Konfiguration für Gruppe A sind Kanäle 1 und 2 in Gruppe A. Somit bleiben für Kanäle 2 und 3 maximal die Gruppen B und C. Eine Gruppe D gibt es in diesem Fall nicht.

Die Anschlusskonfiguration von Gruppe A hat die oberste Priorität, gefolgt von den Gruppen B, C und zuletzt D. Beispiel: Es wird von einer 1P2W-Konfiguration für alle Gruppen ausgegangen. Wenn nun Gruppe A als 1P3W konfiguriert wird, lässt sich für Gruppe D nichts einstellen, während für Gruppe C als einzige Möglichkeit die Konfiguration 1P2W bleibt. Für Gruppe B bleibt die Auswahl zwischen 1P2W, 1P3W und 3P3W.

Bereiche Die Einstellung der Bereiche erfolgt nach Gruppen. Folgende Bereiche sind vorgesehen:

Bereich-Nr.	Volt	Nebenschlusswiderstand, Nebenschlusswiderstand, Nebenschlusswiderstand, Nebenschlusswiderstand		
		30 A	1 A	1 A
Auto				
3	2 V	0,2 A	0,005 A	0,003 V
4	5 V	0,5 A	0,0125 A	0,00375 V
5	10 V	1 A	0,025 A	0,015 V
6	20 V	2 A	0,05 A	0,03 V
7	50 V	5 A	0,125 A	0,0375 V
8	100 V	10 A	0,25 A	0,15 V

Bereich-Nr.	Volt	Nebenschlusswiderstand, 30 A	Nebenschlusswiderstand, 1 A	Standard, Nebenschlusswiderstand
9	200 V	20 A	0,5 A	0,3 V
10	500 V	50 A	1,25 A	0,375 V
11	1.000 V	100 A	2,5 A	1,5 V
12	2.000 V	200 A	5 A	3 V

Feste/automatische Bereichseinstellung

Voreinstellung: auto range

Für die meisten Messungen eignet sich die automatische Bereichseinstellung am besten. Die feste Bereichseinstellung kann beispielsweise dann die bessere Wahl sein, wenn sich die Spannung oder die Stromstärke fortlaufend ändert oder hohe Spitzenwerte aufweist, wodurch der Analysator unverhältnismäßig viel Zeit auf die Änderung des Bereichs verwenden müsste.

Wenn Sie die feste Bereichseinstellung wählen oder der Spitzenwert des Eingangssignals größer ist als der Bereich, hat dies eine Bereichsüberschreitung zur Folge. Auf der Anzeige wird dies dadurch gekennzeichnet, dass alle Ergebnisse des Kanals, bei dem eine Bereichsüberschreitung aufgetreten ist, blinken. Außerdem werden die Anzeigen „Vrms“ und/oder „Arms“ blinkend dargestellt, um den Benutzer zu informieren, wo die Bereichsüberschreitung stattfindet: am Spannungskanal, am Stromkanal oder an beiden Kanälen.

Nebenschlusswiderstände

Voreinstellung: Nebenschlusswiderstand, 30 A

Der PA4000 verfügt über drei verschiedene Stromeingänge bzw. Nebenschlusswiderstände. Dies sind:

- 30A shunt (Nebenschlusswiderstand, 30 A) – Verwendung bei regulären Messungen in einem Bereich zwischen 100 mA und 30 Aeff (200 Apk). Bei dieser Auswahl werden die gelbe Buchse (Ahi) und die schwarze Buchse (Alo) (beide 4 mm) verwendet.
- 1A shunt (Nebenschlusswiderstand, 1 A) – Verwendung bei Messungen kleiner Stromstärken, wie z. B. für Standby-Stromversorgungen von 2,5 mA bis 1 A. Bei dieser Auswahl werden die blaue Buchse (A1A) und die schwarze Buchse (Alo) (beide 4 mm) verwendet.
- External shunt (Externer Nebenschlusswiderstand) – Verwendung bei Messungen der Stromstärke, wenn ein externer Messumformer mit Spannungsausgang eingesetzt wird. Die blaue und die schwarze

2-mm-Buchse auf jeder Analogkarte werden für die Eingänge des externen Nebenschlusswiderstands verwendet.



WARNUNG. *Sollte bei einer Einstellung für den Nebenschlusswiderstand von entweder „1A“ oder „extern“ eine Stromstärke (Effektivwert) von mehr als 15 A durch den 30-A-Nebenschlusswiderstand fließen, kann der Widerstand dadurch beschädigt werden.*

Weitere Informationen sind im Abschnitt zur Verwendung von Stromstärke- und Spannungs-Messumformern zu finden.

Frequenzquelle

Im Menü „Frequency Source“ (Frequenzquelle) stehen folgende 3 Elemente zur Auswahl:

- Source (Quelle)
- Phase Reference (Phasenreferenz)
- Frequency Range (Frequenzbereich)

Source (Quelle). Voreinstellung: Voltage

Viele Messwerte (einschließlich die Effektivwerte von Spannung, Strom und Leistung) basieren auf Berechnungen, die von der korrekten, vom Analysator ermittelten Grundfrequenz abhängig sind.

Der PA4000 verwendet zum Ermitteln der Frequenz urheberrechtlich geschützte Verfahren, durch die die Probleme aufgrund von Rauschen bei Verwendung von einfachen Nulldurchgangsverfahren vermieden werden.

Daher ist es in der Regel nicht erforderlich, die Einstellungen der Vorgabe „Voltage“ (Spannung) anzupassen.

Volts (Spannung). „Volts“ ist die Standardfrequenzquelle und für die meisten Anwendungen geeignet.

Amps (Ampere). „Amps“ kann ausgewählt werden, wenn das Spannungssignal sehr stark verzerrt ist, das Stromsignal jedoch nicht. Die Signale am Ausgang eines PWM-Motorantriebs sind ein Beispiel dafür.

External Frequency 1 / 2 (Externe Frequenzquelle 1/2). Auf der Rückseite des PA4000 befinden sich zwei Zählereingänge am Anschluss für AUX-Eingänge/Ausgänge. Jeder davon kann als externe Frequenzquelle für Signale verwendet werden, wenn die Spannungs- und Stromsignale einen zu hohen Rauschpegel aufweisen. Legen Sie ein TTL-kompatibles Rechtecksignal am externen Eingang mit der gewünschten Frequenz an.

Phase Reference (Phasenreferenz). Voreinstellung: Volts

Dies ist die Nullreferenz für Phasenwinkelmessungen in jeder Gruppe.

Volts (Spannung). Die Phase wird in Bezug auf das Spannungssignal am ersten Kanal in der Gruppe berechnet.

Amps (Ampere). Die Phase wird in Bezug auf das Stromsignal am ersten Kanal in der Gruppe berechnet.

External Frequency 1 / 2 (Externe Frequenzquelle 1/2). Die Phase wird in Bezug auf das externe Eingangssignal berechnet.

Frequency range (Frequenzbereich). Voreinstellung: 10 Hz - 50 kHz

Es gibt vier Frequenzbereiche:

- 10 Hz - 50 kHz
- >10 Hz
- 1 - 100 Hz (nur Modus „PWM-Motor“)
- 0,1 - 10 Hz (nur Modus „PWM-Motor“)

Für Messungen, bei denen die Grundfrequenz unter 50 kHz liegt, wird der Bereich „>10 Hz und <50 kHz“ empfohlen, insbesondere bei niedrigen Signalpegeln.

Wenn die Grundfrequenz >50 kHz ist, sollte der Bereich auf „>10 Hz“ eingestellt werden.

Die Bereiche „1 - 100 Hz“ und „0,1 - 10 Hz“ werden im Modus „PWM-Motor“ verwendet.

Bandbreite Voreinstellung: High

Die Bandbreite wird auf Gruppenbasis festgelegt. Durch Festlegen der Bandbreite wird ein zweipoliger 10-kHz-Filter auf die Kanäleingänge für Spannung und Strom angewendet.



WARNUNG. Bei Auswahl des Modus für niedrige Bandbreite kann es zur Beschädigung des 30-A-Nebenschlusswiderstands kommen, wenn der angelegte Strom eine Grundfrequenz größer als 10 kHz und einen Effektivwert größer als 20 A_{eff} aufweist.

Skalierung

Die Skalierung wird verwendet, um den skalierten Ausgang von Wandlern, wie z. B. Stromtransformatoren, anzupassen, sodass der tatsächlich gemessene Strom auf dem PA4000 angezeigt wird. Der Skalierungsfaktor beeinflusst jeden gemessenen Wert in Verbindung mit dem Eingang, auf den er angewendet wird.

Maximaler Skalierungsfaktor: 100000

Minimaler Skalierungsfaktor: 0.00001

Volts scaling (Skalierung der Spannung). Voreinstellung: 1.0000

Geben Sie den Skalierungsfaktor des Wandlers ein. Beispiel: Ein Spannungswandler 100:1 wird zum Messen von 15 kV verwendet. Die Spannung am Ausgang des Wandlers beträgt $15000/100 = 150$ V. Wenn Sie den Skalierungsfaktor 100 eingeben, zeigt der PA4000 15 000 V an.

Amps scaling (Skalierung der Stromstärke). Voreinstellung: 1.0000

Geben Sie den Skalierungsfaktor des verwendeten Wandlers ein. Beispiel: Der Tektronix CL1200 erzeugt 1 Ampere pro 1000 Ampere, die durch die Öffnung des CL fließen. Es handelt sich um einen Stromwandler 1000:1. Wenn Sie den Skalierungsfaktor 1000 eingeben, zeigt der PA4000 den korrekten Stromwert an.

Skalierungsfaktor = Wandlereingangsstrom/Wandlerausgangsstrom

External shunt scaling (Externe Skalierung des Nebenschlusswiderstands). Voreinstellung: 1.000

Diese Skalierung wird auf die Spannungseingänge an Strommesskanälen angewendet. Sie wird für Stromwandler mit einem Spannungsausgang verwendet. Dazu gehören Hall-Effekt-Wandler sowie einfache ohmsche Nebenschlusswiderstände.

Der Skalierungsfaktor wird in (abgelesenen) Ampere pro (angelegten) Volt ausgedrückt.

Der Vorgabewert ist 1. Dies bedeutet, dass beim Anlegen von $1 V_{\text{eff}}$ der Messwert im Stromkanal $1 A_{\text{eff}}$ beträgt.

Ein Beispiel dafür ist ein Clamp-on-Stromwandler mit Hall-Effekt, der bis zu 100 A misst. Er besitzt einen Spannungsausgang von 10 mV pro Ampere, was 100 Ampere pro Volt entspricht. Wenn Sie „100.00“ eingeben, zeigt der PA4000 den korrekten Systemstromwert an.

Externe Kompensation von Phasen

Noch nicht implementiert.

Analogeingänge

Voreinstellung: ± 10 V range

Der PA4000 besitzt vier Analogeingänge auf der Geräterückseite. Jeder der vier Eingänge kann verwendet werden, um Signale von einem Gerät, wie z. B. einem Drehzahlsensor, zu messen. Jeder der Eingänge besitzt zwei verschiedene Bereiche: Es sind die Bereiche ± 10 V und ± 1 V. Jeder Eingang wird jede Millisekunde abgetastet und der Mittelwert über die Aktualisierungsrate des Geräts ermittelt.

Analogeingänge werden für die Math-Einstellungen verfügbar gemacht. Sie können in die mathematische Formel integriert und in der Mathematikansicht angezeigt werden. (Siehe Seite 57, *Math (Mathematische Ergebnisse)*.)

Grafiken und Signalkurven

Der PA4000 bietet vier grafische Darstellungsmöglichkeiten für die Anzeige von Daten:

- Waveforms (Signalkurven)
- Harmonic bar chart (Harmonische Balkendiagramme)
- Vector diagram (Vektordiagramme)
- Integrator graphing (Integrator-Grafiken)

Menüoptionen für Signalkurven und Integrator-Grafiken, Balkendiagramme und Vektordiagramme sind verfügbar. (Siehe Seite 11, *Schnellansicht-Tasten*.)

Signalkurven

Über das Menü „Waveform“ (Signalkurven) können Sie festlegen, welche Signale auf dem Signalbildschirm angezeigt werden sollen. Sie können für jede Gruppe ein beliebiges Spannungs-, Strom- oder Watt-Signal für jeden Kanal in der Gruppe zum Anzeigen in der grafischen Signaldarstellung auswählen. (Siehe Seite 11, *Schnellansicht-Tasten*.)

Zum Wechseln zwischen Gruppen verwenden Sie die linke und rechte Pfeiltaste unten links in der Anzeige.

Integratorparameter

Über das Menü „Integrator parameter“ (Integratorparameter) können Sie einen Parameter für die Anzeige auf dem Integrator-Grafikbildschirm aus der folgenden Liste der verfügbaren Integratorparameter auswählen:

- Watt Hours (Wattstunden)
- VA Hours (VA-Stunden)
- VAr Hours (VAr-Stunden)
- Amp Hours (Amperestunden)
- Watts Average (Watt-Mittelwert)
- PF Average (PF-Mittelwert)
- Volts (Spannung)
- Amps (Ampere)
- Watts (Watt)
- Fundamental VA-Hours (VAHf) (Grund-VA-Stunden (VAHf))
- Fundamental VAr-Hours (VArHf) (Grund-VAr-Stunden (VArHf))
- Correction VAr (Korrektur-VAr)

Für jedes ausgewählte Signal ist im Menü „Graph“ (Grafik) eine Option verfügbar, über die der ausgewählte Parameter für jeden Kanal in der Gruppe aktiviert bzw. deaktiviert werden kann.

Parameter für Integrator-Grafiken werden auf Gruppenbasis festgelegt. Zum Wechseln zwischen Gruppen verwenden Sie die linke und rechte Pfeiltaste unten links in der Anzeige.

Weitere Informationen zum Einrichten des Integrators finden Sie auf (Siehe Seite 45.). Weitere Informationen zum Anzeigen der Integratorsignale finden Sie auf (Siehe Seite 17.)

Schnittstellen

Über das Menü „Interfaces“ (Schnittstellen) können Sie die Schnittstellen des PA4000 einrichten.

RS232-Baudrate

Voreinstellung: 38400

Die Werte 9600, 19200 und 38400 (Vorgabewert) sind verfügbar.

Der PA4000 verwendet Hardware-Handshaking (RTS/CTS) mit keine Parität, 8 Datenbits und 1 Stoppbit (N,8,1).

Die RS232 Baudrate bleibt nach einem „*RST“- oder „:DVC“-Befehl unverändert.

GPIB-Adresse

Voreinstellung: 6

Geben Sie die GPIB-Adresse ein.

Die Vorgabeadresse ist 6. Die Adresse bleibt nach einem „*RST“- oder „:DVC“-Befehl unverändert.

Drucken

Noch nicht implementiert.

Ethernet-Konfiguration

Der PA4000 bietet Ethernet-Kommunikation über einen Ethernet-Anschluss mit TCP/IP.

Die Ethernet-Schnittstelle baut eine TCP/IP-Verbindung über Port 5025 auf. Port 5025 wurde von der IANA (Internet Assigned Numbers Authority), der für die Zuordnung von Nummern und Namen im Internet zuständigen Behörde, als SCPI-Schnittstelle zugewiesen.

Verwenden Sie das Menü „IP Selection Method“ (IP-Auswahlmethode), um eine dynamisch zugewiesene IP-Adresse zu nutzen. Wählen Sie dazu „Set IP using DHCP“ (IP mittels DHCP einstellen) aus, oder wählen Sie über „Fix IP Address“ (Feste IP-Adresse) eine feste/statische IP-Adresse aus.

Um die aktuellen IP-Einstellungen anzuzeigen, drücken Sie die Taste [SETUP].

Um die statische IP-Adresse zu konfigurieren, wählen Sie im Menü „Ethernet Setup“ die Option „Static IP Settings“ (Statische IP-Einstellungen) aus. Dies ermöglicht die Eingabe der IP-Adresse, der Subnetzmaske und des Standard-Gateways. Nachdem Sie die relevanten Daten eingegeben haben, drücken Sie in jedem Menü OK, damit die Eingabe übernommen wird.

Bei grundlegenden Anforderungen an die Kommunikation über TCP/IP kann der Agilent Connection Expert verwendet werden, der in der Agilent IO Libraries Suite 15.0 enthalten ist.

Der Ethernet-Modus (Statisch/DHCP), die IP-Adresse, der Standard-Gateway und die Subnetzmaske bleiben nach einem „*RST“- oder „:DVC“-Befehl unverändert.

Datenprotokoll

Zur Implementierung vorgesehen.

Math (Mathematische Ergebnisse)

Die mathematischen Ergebnisse werden auf einem anderen Ergebnisbildschirm angezeigt als die übrigen Ergebnisse. Dadurch wird die Anzeige der mathematischen Ergebnisse verbessert. Normale Messparameter können auf dem Bildschirm für mathematische Ergebnisse angezeigt werden. Sie müssen einfach in einer Formel angegeben werden. (Siehe Seite 20, *Mathematikansicht*.)

Der Benutzer kann die Werte von bis zu 30 mathematischen Funktionen, mit der Bezeichnung FN1 bis FN30, einstellen. Für jede Funktion kann Folgendes angegeben werden:

- Name (Name) – Benutzerfreundlicher Name mit maximal 10 Zeichen. (Die Standardvorgabe entspricht der Bezeichnung, z. B. FN1). In den Menüs wird die Funktionsbezeichnung immer zusammen mit dem Benutzernamen für die Funktion angezeigt.
- Units (Einheitszeichen) – benutzerfreundliche Einheitszeichen wie z. B. W für Watt. (Als Standardeinstellung wird ein leeres Feld angezeigt). Gegebenenfalls wird dem Einheitszeichen ein Präfix wie u, m, k oder M vorangestellt. Einheitszeichen dürfen maximal vier Zeichen umfassen.
- Equation (Gleichung) – Die eigentliche mathematische Formel mit bis zu 100 Zeichen.

Beispiel: $W = 21,49$, $VA = 46,45$

Name = „PF“

Einheitszeichen = „PF“

Gleichung = „CH1:W / CH1:VA“ W = 21,49 und VA = 46,45

Um diese Gleichung für die Anzeige auszuwählen, wechseln Sie zur Menüliste „Math“ (Mathematische Ergebnisse) mit FN1 bis FN30 und markieren die Gleichung, die Sie anzeigen möchten, mit einem grünen Häkchen. Drücken Sie dann die Taste [MATH], um die Gleichung anzuzeigen. Auf dem Bildschirm für mathematische Ergebnisse wird Folgendes angezeigt: „PF 463.27 mPF“

Beispiel: CH1:W = 21,49, CH2:W = 53,79

Name = „EFFICIENCY“

Einheitszeichen = „W“

Gleichung = „CH1:W / CH2:W“

Um diese Gleichung für die Anzeige auszuwählen, wechseln Sie zur Menüliste „Math“ (Mathematische Ergebnisse) mit FN1 bis FN30 und markieren die Gleichung, die Sie anzeigen möchten, mit einem grünen Häkchen. Drücken Sie dann die Taste [MATH], um die Gleichung anzuzeigen. Auf dem Bildschirm für mathematische Ergebnisse wird Folgendes angezeigt: „EFFICIENCY 399.95 mW“.

Sie können jeden der unten aufgeführten Kanal- oder Gruppenparameter zusätzlich zum Spannungseingang an jedem der vier Analogeingänge angeben.

- Gültige Zeichen sind A-Z, 0-9, ,, x, -, +, /, (,), :, Leerzeichen und ^.
- Es dürfen maximal 255 Zeichen verwendet werden.
- Das Zahlenformat ist [+/-] <Dezimalstellen>[E[+/-]Exponent].

Beim Eingeben einer Formel können Sie zum Bewegen des Cursors die linke und rechte Maustaste ( ) verwenden. Dies erleichtert das Korrigieren und Ändern komplexer Formeln.

Jede mathematische Funktion kann aktiviert oder deaktiviert werden. Nur aktivierte Ergebnisse sind zum Anzeigen verfügbar.

Die gültigen Kanalparameter sind CH<1-4>, gefolgt von „:“ und dann einem der folgenden Parameter:

VRMS	Volt eff	ARMS	Amp eff
W	Watt	FREQ	Frequenz
VA	Voltampere	VAR	Voltampere reaktiv
VDC	Volt DC	ADC	Amp DC
VRMN	Gleichrichtwert für Spannung	ARMN	Gleichrichtwert für Ampere
PF	Leistungsfaktor	VPKP	Volt-Spitze (positiv)

VPKN	Volt-Spitze (negativ)	APKP	Ampere-Spitze (positiv)
APKN	Ampere-Spitze (negativ)	VCF	Volt-Spitzenfaktor
ACF	Amp-Spitzenfaktor	Z	Impedanz
WF	Grundleistung	VARF	Grundwert VA reaktiv
VF	Grundspannung	AF	Grundstrom
PFF	Grundleistungsfaktor	R	Widerstand
X	Reaktanz	VDF	Verzerrungsfaktor der Spannung
VTHD	Gesamtoberwellenverzerrung der Spannung	VTIF	Telefonstörfaktor Spannung
ADF	Stromverzerrungsfaktor	ATHD	Gesamtoberwellenverzerrung des Stroms
ATIF	Telefonstörfaktor Strom	VHM<1-99>	Oberwellenwert der Spannung (1-99)
VHA<1-99>	Oberwellenwinkel der Spannung (1-99)	AHM<1-99>	Oberwellenwert des Stroms (1-99)
AHA<1-99>	Oberwellenwinkel des Stroms (1-99)	WHM<1-99>	Oberwellenwert der Leistung (1-99)
VRNG	Spannungsbereich	ARNG	Strombereich
AHR	Amperestunden	WHR	Wattstunden
VAHR	Voltamperestunden	VARH	Wattstunden
WAV	Watt-Mittelwert	PFAV	PF-Mittelwert
CORRVARs	Korrektur-VARs	TINT	Integrationszeit (Stunden)

Die gültigen Gruppenparameter sind GRP<A-D >, gefolgt von „:SUM:“ und dann einem der folgenden Parameter:

VRMS	Volt eff	ARMS	Amp eff
W	Watt	VA	Voltampere
VAR	Voltampere reaktiv	PF	Leistungsfaktor
AHR	Amperestunden	WHR	Wattstunden
VAHR	Voltamperestunden	VARH	VAR-Stunden
WAV	Watt-Mittelwert	PFAV	PF-Mittelwert
TINT	Integrationszeit	CORRVARs	Korrektur-VARs
WF	Grundleistung	VF	Grundspannung

AF	Grundstrom	VARF	Grundwert VA reaktiv
PFF	Grundleistungsfaktor		

Die folgenden Parameter werden für die Rückgabe der Werte von den analogen Eingängen verwendet:

ANA1	Analogeingang 1	ANA2	Analogeingang 2
ANA3	Analogeingang 3	ANA4	Analogeingang 4

Außerdem kann eine Funktion bei Verwendung von „FNx“ auf eine andere Funktion verweisen, wobei x die Nummer der Funktion ist. Funktionen werden in der Reihenfolge von 1 bis 30 berechnet. Dies muss beim Erstellen von Gleichungen berücksichtigt werden.

Folgende Operatoren sind über die Frontpaneel-Tastatur verfügbar:

- + - x / ()
- X² - {wird als ^2 angezeigt und erhebt die vorhergehende Zahl ins Quadrat}
- X^y - {wird als ^ angezeigt und erhebt die Folgezahl zur Potenz der vorhergehenden Zahl}
- $\sqrt{\quad}$ - {wird als SQRT() angezeigt und berechnet die Quadratwurzel der Zahl in der Klammer}

Folgende Operatoren können eingegeben werden:

- SIN(), COS(), TAN() {von einem in der Klammer angegebenen Winkel in Grad wird jeweils der Sinus-, Kosinus- oder Tangenswert zurückgegeben}
- ASIN(), ACOS() {eine in der Klammer angegebene Zahl zwischen -1 und 1 wird als Winkel in Grad zurückgegeben}
- ATAN() {eine in der Klammer angegebene Zahl wird als Winkel in Grad zurückgegeben}
- LN(), LOG() {gibt jeweils den Logarithmus der Zahl in der Klammer zurück. LN ist der Logarithmus zur Basis e, LOG ist der Logarithmus zur Basis 10}

Folgende Konstanten können eingegeben werden:

- PI() (3.14159)

Tipp. Wenn die blaue LED der Umschalttaste leuchtet, werden Operatoren wie COS(), SIN() und TAN() als ganze Wörter eingegeben. Dagegen müssen ACOS(), ASIN(), ATAN(), LN() und LOG() in einzelnen Buchstaben eingegeben werden, wenn die blaue LED der Umschalttaste leuchtet.

Bei Auswahl von OK wird die Formel überprüft. Bei einem Fehler wird eine Fehlermeldung angezeigt. Wenn keine Fehler vorhanden sind, wird ein Dialogfeld mit dem berechneten Wert angezeigt.

Um den Bildschirm für die Formeleingabe zu verlassen, drücken Sie die Rückpfeil-Taste (◀).

Wenn das mathematische Ergebnis ungültig ist (z. B. „unendlich“ wegen Division durch Null) werden vier Striche angezeigt.

Systemkonfiguration

Austastung Voreinstellung: Enabled

Normalerweise ist „Blanking“ (Austastung) aktiviert. Wählen Sie jedoch „Disable“, um eine kleine Spannung oder einen kleinen Strom zu messen.

Die Austastungspegel sind auf 5 % des aktuell ausgewählten Bereichs eingestellt, mit Ausnahme des niedrigsten Strombereichs. Für den niedrigsten Strombereich ist die Austastung auf 10 % eingestellt.

Wenn die Austastung für die Spannung oder den Strom erfolgt, werden alle zugehörigen Messwerte, einschließlich W, VA und PF, ausgetastet.

Aktualisierungsrate Voreinstellung: 0.5

Die Aktualisierungsrate bestimmt den Zeitraum, in dem Abtastwerte gesammelt und aktualisiert werden.

Der Bereich liegt zwischen 0,2 und 2 Sekunden in Schritten von 0,1 Sekunden. Bei Aktualisierungsraten unter 0,5 Sekunden ist die Anzahl der Ergebnisse begrenzt, die bei dieser Rate aktualisiert werden können.

Mittelwertbildung Voreinstellung: 10

Es kann eine Mittelungstiefe zwischen 1 und 10 festgelegt werden. Der Vorgabewert ist 10. Eine auf 0,5 Sekunden (Vorgabewert) eingestellte Aktualisierungsrate entspricht einer Mittelwertbildung über 5 Sekunden.

Bei einer Änderung der Aktualisierungsrate wird die Mittelwertbildung zurückgesetzt.

Auto-Null Voreinstellung: On

Normalerweise entfernt der PA4000 automatisch alle kleinen Gleichspannungs-Offsets im Messwert. Dieser Vorgang wird als Auto Zero bezeichnet.

Die Auto Zero-Funktion sollte normalerweise aktiviert sein. Wenn sie deaktiviert ist, werden die beim letzten Auto Zero-Vorgang erhaltenen Werte verwendet.

Durch Auswahl von „Run Now“ und Drücken von  wird Auto Zero sofort ausgeführt. Dieser Vorgang dauert etwa 100 ms. Der Status der Aktivierung oder Deaktivierung von Auto Zero bleibt unverändert und es gibt keine Rückmeldung, dass die Funktion ausgeführt wurde. Die Auto Zero-Funktion wird nur für die aktuell ausgewählten Bereiche ausgeführt.

Host/Client Zur Implementierung vorgesehen.

Zeit Folgende Optionen können verwendet werden, um die interne Zeit des PA4000 zu überprüfen oder einzustellen:

- Set Time (Uhrzeit einstellen) – Geben Sie die Uhrzeit im angezeigten Format ein, und drücken Sie zur Bestätigung OK.
- Set Date (Datum einstellen) – Geben Sie das Datum im angezeigten Format ein, und drücken Sie zur Bestätigung OK.
- Time Format (Zeitformat)– Wählen Sie „12 Hour“ oder „24 Hour“, und drücken Sie zur Bestätigung .
- Date Format (Datumsformat) – Wählen Sie das gewünschte Datenformat aus, und drücken Sie zur Bestätigung .

Stromsparfunktion Der PA4000 kann seinen Energieverbrauch durch Ausschalten der Anzeige verringern.

Display. Voreinstellung: Always on

Das Menü „Display“ umfasst drei Optionen:

- Always On (Immer ein) – Dies ist der Standardmodus, bei dem die Anzeige immer eingeschaltet ist.
- Switch off after 10 minutes (Nach 10 Minuten ausschalten) – Bei Auswahl dieser Option wird die Anzeige nach 10 Minuten ausgeschaltet, wenn keine Taste gedrückt wird. Durch Drücken einer beliebigen Taste wird die Anzeige wieder eingeschaltet. Der Tastendruck bewirkt keine andere Aktion.
- Switch off in remote mode (Im Remote-Modus ausschalten) – Bei Auswahl dieser Option wird die Anzeige ausgeschaltet, wenn der PA4000 über eine der Kommunikationsschnittstellen einen Befehl empfängt. Durch Drücken einer beliebigen Taste wird die Anzeige wieder eingeschaltet. Der PA4000 bleibt jedoch im Remote-Modus, bis die Taste [LOCAL] gedrückt wird. Wenn die Taste [LOCAL] zum Einschalten der Anzeige gedrückt wird, wechselt der PA4000 nicht zurück in den lokalen Modus.

Analysatorkonfiguration Das Menü „Analyzer configuration“ (Analysatorkonfiguration) hat die gleiche Funktion wie die Taste [SETUP]. Bei Auswahl wird die gesamte Gerätekonfiguration angezeigt. Mit den Softkey-Tasten Nach oben und Nach unten können Sie durch die Konfiguration navigieren.

Durch Drücken der Pfeiltaste nach rechts ändert sich der Konfigurationsbildschirm und zeigt Informationen über die physische Einheit an. Dazu gehören die Seriennummer der Einheit, die Firmware-Version sowie Informationen über die Hauptkarte und die Analogkarten, einschließlich des Kalibrierungsdatums.

Optionale Funktionen Zur Implementierung vorgesehen.

Benutzerkonfiguration

Der PA4000 kann bis zu acht Benutzerkonfigurationen zum Abrufen speichern. Außerdem kann eine Vorgabekonfiguration abgerufen werden.

„Load Default Configuration“ (Vorgabekonfiguration laden) ist die erste Option. Bei Auswahl dieser Option durch Drücken von wird jede Menüoption des PA4000 auf ihren werkseitigen Vorgabewert zurückgesetzt. Die Vorgabewerte sind in den vorherigen Abschnitten dieses Kapitels aufgeführt.

Für jede Benutzerkonfiguration ist ein Untermenü mit folgenden Optionen verfügbar:

- Apply (Anwenden) – Die gespeicherte Konfiguration wird angewendet.
- Rename (Umbenennen) – Zum Eingeben eines sinnvollen Namens für die Konfiguration. Der Name darf maximal 16 Zeichen umfassen.
- Save Current Configuration (Aktuelle Konfiguration speichern) – Zum Speichern einer Konfiguration. Zum Zeitpunkt der Auswahl dieser Option ist dies immer die gesamte Einstellung des PA4000.
- Print (Drucken) – Noch nicht implementiert.
- Save to USB (Auf USB speichern – Noch nicht implementiert.
- Load from USB (Von USB laden) – Noch nicht implementiert.

HINWEIS. *Beim Versuch, eine nicht gespeicherte Konfiguration zu laden, wird eine Fehlermeldung angezeigt. Die aktuelle Konfiguration der Einheit bleibt unverändert.*

Betrieb per Fernsteuerung

Übersicht

Mit den Remote-Befehlen des PA4000 können Hochgeschwindigkeitsmessungen sowie komplexe oder repetitive Messungen durchgeführt werden. Jeder PA4000 kann standardmäßig über RS232, Ethernet oder USB kommunizieren. Eine GPIB-Schnittstelle kann optional hinzugefügt werden.

Schnittstelle für RS232-Systeme

Die RS232-Schnittstelle ist ein 9-poliger Standard-D-Stecker für PC, der sich auf der Geräterückseite befindet und zur Fernsteuerung des PM6000 verwendet werden kann. Es sollte ein Modemkabel verwendet werden.

Die RS232-Schnittstelle verwendet 8 Bit, keine Parität, ein Stopbit und Hardware-Flusssteuerung.

Eine detaillierte Beschreibung der Stifte der RS232-Schnittstelle finden Sie im Abschnitt *Serielle Schnittstelle*. (Siehe Seite 105, *Serielle Schnittstelle*.)

Details zu den Schnittstellenmenüs finden Sie im Abschnitt *RS232 Baudrate*. (Siehe Seite 56, *RS232-Baudrate*.)

Schnittstelle für USB-Systeme

Der PA4000 unterstützt die Steuerung per USB unter Verwendung von TMC (Test and Measurement Class)-Kompatibilität.

Eine detaillierte Beschreibung der Stifte der Schnittstelle, zusammen mit Geschwindigkeits- und Verbindungsinformationen, ist in den Spezifikationen enthalten. (Siehe Seite 106, *USB-Peripheriegerät*.)

Schnittstelle für Ethernet-Systeme

Der PA4000 unterstützt die Steuerung per Ethernet mit einem 10Base-T-Netzwerk.

Weitere Informationen zur Verbindung über Ethernet finden Sie im Abschnitt *Ethernet-Schnittstelle*. (Siehe Seite 107, *Ethernet-Schnittstelle*.)

Informationen zum Einrichten der Ethernet-Adressierungsinformationen finden Sie im Abschnitt *Ethernet Configure (Ethernet-Konfiguration)*. (Siehe Seite 56, *Ethernet-Konfiguration*.)

Schnittstelle für GPIB-Systeme (optional)

Der PA4000 unterstützt optional die Steuerung über eine GPIB-Schnittstelle. Diese Option muss von einem autorisierten Tektronix-Kundendienstvertreter installiert werden.

Eine detaillierte Beschreibung der Stifte der GPIB-Schnittstelle finden Sie unter *IEEE 488/GPIB*. (Siehe Seite 105, *IEEE 488/GPIB (optional)*.)

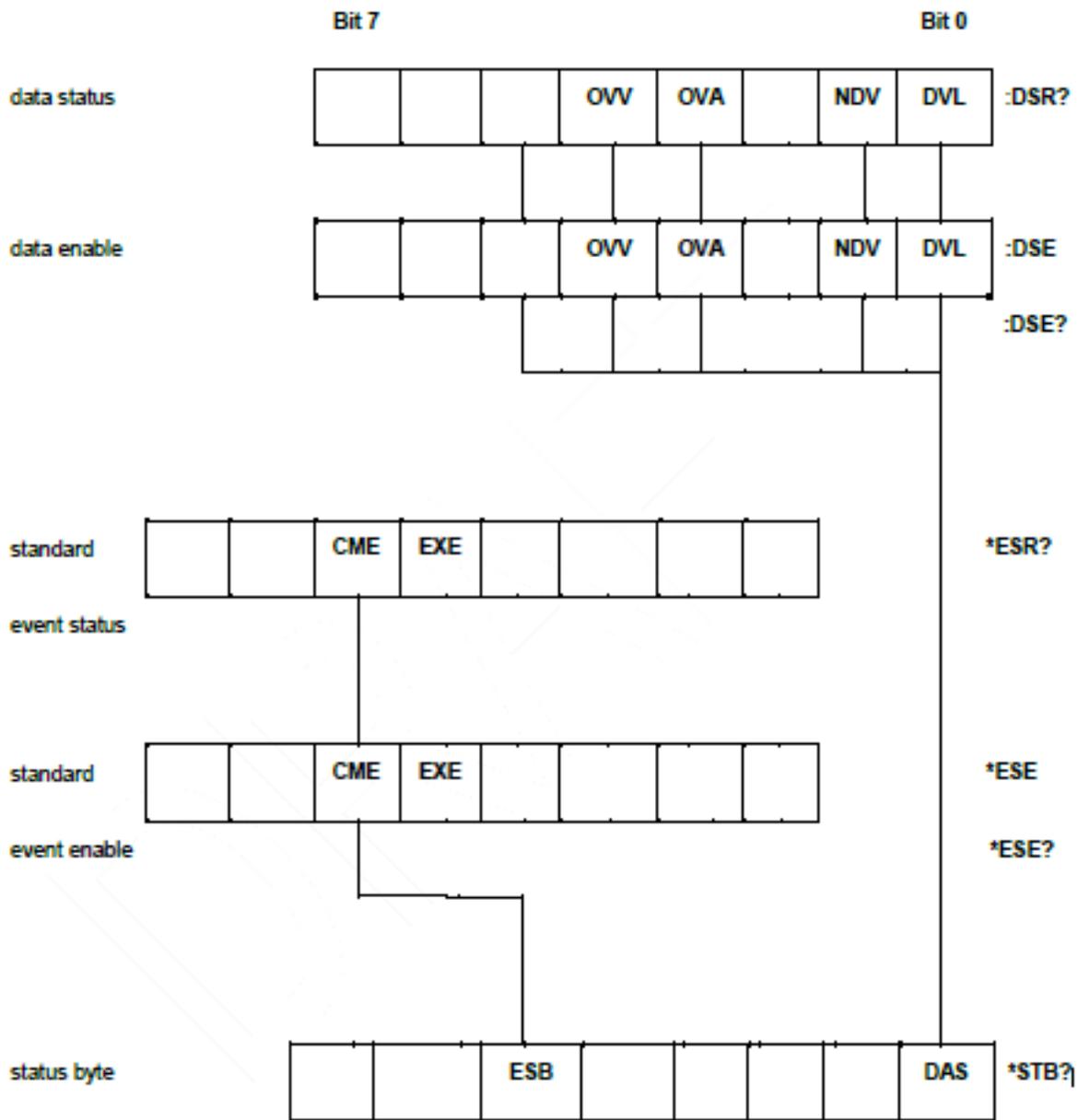
Statusmeldungen

Statusbyte

Der PA4000 verwendet ein ähnliches Statusbyte wie IEEE488.2. Das Statusbyte-Register (STB) des PA4000 enthält das ESB-Bit und das DAS-Bit. Diese beiden Bits geben einen Nicht-Null-Status im ESR-Register (Standard Event Status Register) bzw. im DSR-Register (Display Data Status Register) an.

Das ESR-Register und das DSR-Register verfügen jeweils über Registeraktivierungen, die vom Benutzer eingestellt werden. Diese Registeraktivierungen fungieren als Maske, die ausgewählte Elemente der entsprechenden Statusregister an das Statusbyte-Register reflektiert. Durch Einstellen des entsprechenden Bits der Registeraktivierung auf 1 wird die Transparenz konfiguriert.

Ein Statusregister wird nach dem Lesen auf Null zurückgesetzt.



Statusbyte-Register (STB) Gelesen von „*STB?“.

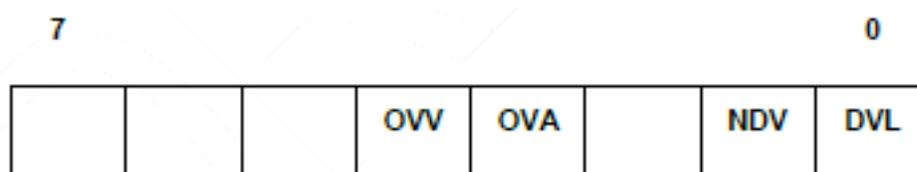


Bit 5 – ESB-Überblicks-Bit zum Anzeigen des Standardereignisstatus.

Bit 0 - DAS-Überblicks-Bit zum Anzeigen von verfügbaren Daten.

Display Data Status Register (DSR)

Gelesen von „:DSR?“ oder zusammengefasst vom *STB? DAS-Bit. Beim Einschalten wird DSR auf Null initialisiert. Nach dem Lesen mit dem Befehl „:DSR?“ werden die Register-Bits wie unten aufgeführt gelöscht.



Bit 4 – OVV. Wird gesetzt, um eine Überlast im Spannungsbereich anzugeben. Wird automatisch gelöscht, wenn die Bereichsüberlast beseitigt ist.

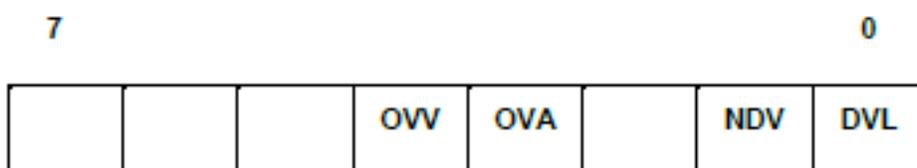
Bit 3 – OVA. Wird gesetzt, um eine Überlast im Strombereich anzugeben. Wird automatisch gelöscht, wenn die Bereichsüberlast beseitigt ist.

Bit 1 – NDV. Wird gesetzt, um anzugeben, dass seit dem letzten :DSR?-Befehl neue Daten verfügbar sind. Wird nach dem Lesen gelöscht.

Bit 0 – DVL. Wird gesetzt, um die Verfügbarkeit von Daten anzugeben. Wird nach dem Lesen gelöscht.

Display Data Status Enable Register (DSE)

Gelesen von „:DSE?“ und eingestellt mit „:DSE <Wert>“.



Bit 4 – OVV. OVV-Bit im DSR-Register aktivieren.

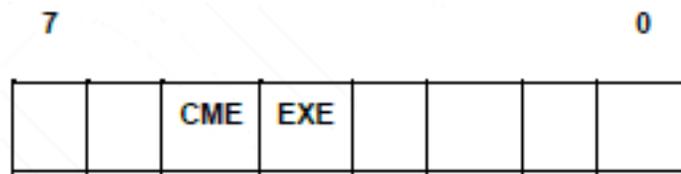
Bit 3 – OVA. OVA-Bit im DSR-Register aktivieren.

Bit 1 – NDV. NDV-Bit im DSR-Register aktivieren. (Ist beim Einschalten standardmäßig aktiviert.)

Bit 0 – DVL. DVL-Bit im DSR-Register aktivieren. (Ist beim Einschalten standardmäßig aktiviert.)

Standard Event Status Register (ESR)

Gelesen von „*ESR?“ oder zusammengefasst vom ESB-Bit im STB.

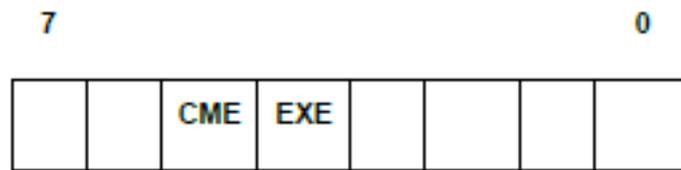


Bit 5 – CME. Fehler bei Befehl; Befehl nicht erkannt.

Bit 4 – EXE. Fehler bei der Befehlsausführung.

Standard Event Status Enable Register (ESE)

Gelesen von „*ESE?“ und eingestellt mit „*ESE <Wert>“. Wird nach dem Lesen gelöscht.



Bit 5 – CME. CME-Bit im ESR-Register aktivieren. (Ist beim Einschalten standardmäßig aktiviert.)

Bit 4 – EXE. EXE-Bit im ESR-Register aktivieren. (Ist beim Einschalten standardmäßig aktiviert.)

Befehlsauflistung

Für die Befehlssyntax werden die folgenden Konventionen verwendet:

- Eckige Klammern geben optionale Parameter oder Schlüsselwörter an []
- Spitze Klammern geben anzugebende Werte an < >
- Ein Vertikalstrich gibt die Auswahl von Parametern an |

Befehle und Rückgaben werden als ASCII-Zeichenfolgen gesendet, die mit einem Zeilenvorschub enden. Der PA4000 unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung, und Leerzeichen werden ignoriert, wenn sie nicht zwischen Befehl und Parameter erforderlich sind.

Mehrere Befehle können nicht in einer einzelnen Zeichenfolge gesendet werden, wenn das Zeichen ‘;’ am Ende jedes Befehls verwendet wird.

Bei allen Befehlen, für die ein Parameter angegeben wird, ist zwischen dem Ende des Befehls und dem ersten Parameter eine Leerstelle erforderlich. Beispiel: „:SYST:CTYPE? 1“ funktioniert. „:SYST:CTYPE?1“ dagegen verursacht einen Timeout-Fehler.

Die Liste der Befehle ist in relevante Abschnitte unterteilt. In der Regel entspricht jeder Abschnitt einer Menüoption im Hauptmenü des PA4000.

IEEE 488.2 Standard-Befehle und Statusbefehle

*IDN? Identität der Einheit

Syntax	*IDN?
Rückgabeformat	Tektronix, PA4000, Seriennummer, Firmware-Version
Beschreibung	Die Seriennummer ist die Seriennummer des Hauptgehäuses. Die Firmware-Version ist die Version des Firmware-Pakets, das alle Prozessoren umfasst.

*CLS Ereignisstatus löschen

Syntax	*CLS
Rückgabeformat	–
Beschreibung	Setzt das Standard Event Status Register auf Null zurück.

*ESE Standard Event Status Enable Register einstellen

Syntax	*ESE <Flags> Wobei Flags = Wert für die Registeraktivierung als Dezimalwert von 0 bis 255
Vorgabe	48
Beschreibung	Setzt die im Standard Event Status Register aktivierten Bits. Das Status Enable Register verwendet die gleichen Bit-Definitionen wie das Standard Event Status Register.

*ESE? Standard Event Status Enable Register lesen

Syntax	*ESE?
Rückgabeformat	0 - 255
Beschreibung	Gibt den Wert im Standard Event Status Enable Register zurück.

*ESR? Event Status Register lesen

Syntax	*ESR?
Rückgabeformat	0 - 255
Beschreibung	Gibt den Wert im Standard Event Status Register zurück, über AND mit dem Wert im Standard Event Status Enable Register verknüpft. Das Event Status Register wird nach dem Lesen gelöscht.

***RST Gerät zurücksetzen**

Syntax	*RST
Rückgabeformat	–
Beschreibung	Setzt die Gerätekonfiguration auf Vorgabewerte zurück (führt die gleiche Aktion durch wie die Menüoption „Load Default Configuration“ auf dem Frontpaneel).

Tipp. Warten Sie 5 bis 10 Sekunden nach dem Senden des Befehls *RST, bevor Sie weitere Befehle ausführen, damit alle Vorgabewerte verarbeitet und eingestellt werden können.

***STB? Statusbyte lesen**

Syntax	*STB?
Rückgabeformat	0 - 255
Beschreibung	Gibt den Wert im Statusbyte, maskiert vom Service Request Enable Register, zurück. Nach dem Lesen wird das Statusbyte auf Null gesetzt.

:DSE Data Status Enable Register einstellen

Syntax	:DSE <Flags>
Vorgabe	255
Beschreibung	Setzt die im Display Status Register aktivierten Bits.

:DSE? Data Status Enable Register lesen

Syntax	:DSE?
Rückgabeformat	0 – 255
Beschreibung	Gibt den Wert im Data Status Enable Register zurück.

:DSR? Data Status Register lesen

Syntax	:DSR?
Rückgabeformat	0 – 255
Beschreibung	Gibt den Wert im Data Status Register zurück, über AND mit dem Wert im Data Status Enable Register verknüpft. Das Data Status Register wird nach dem Lesen gelöscht.

:DVC Gerät löschen

Syntax	:DVC
Rückgabeformat	–
Beschreibung	Führt einen Warmstart durch. Dieser Befehl hat den gleichen Effekt wie *RST oder :CFG:USER:LOAD 0 (Laden der Standardbenutzerkonfiguration).

Kanal- und Gruppenbefehle

Die folgenden Befehle werden verwendet, um die aktive Gruppe oder den aktiven Kanal auszuwählen. Die Befehle haben einen ähnlichen Effekt wie das Drücken der linken und rechten Pfeiltaste, um zu einer anderen Gruppe bzw. einem anderen Kanal zu wechseln, während ein Menübildschirm angezeigt wird.

:INST:NSEL Aktive Gruppe festlegen

Syntax	:INST:NSEL <Gruppennummer> Wobei <Gruppennummer> eine Ganzzahl zwischen 1 und 4 ist, je nach Anzahl der im PA4000 verfügbaren Gruppen
Rückgabeformat	–
Beschreibung	Legt die angegebene Gruppe als aktive Gruppe für Befehle und Aktionen fest, die folgen können.

:INST:NSEL? Aktive Gruppe lesen

Syntax	:INST:NSEL?
Rückgabeformat	<Gruppennummer>
Beschreibung	Gibt die Nummer der ausgewählten Gruppe zurück (zwischen 1 and 4, abhängig von der Anschlusskonfiguration)

:INST:NSELC Aktiven Kanal auswählen

Syntax	:INST:NSELC <Kanalnummer> Wobei <Kanalnummer> eine Ganzzahl zwischen 1 und 4 ist, je nach Anzahl der im PA4000 installierten Kanäle.
Rückgabeformat	–
Beschreibung	Legt die Nummer des ausgewählten Kanals fest (zwischen 1 und 4, je nach Anzahl der im PA4000 installierten Kanäle)

:INST:NSEL? **Aktiven Kanal zurückgeben**

Syntax	:INST:NSEL?
Rückgabeformat	<Kanalnummer>
Beschreibung	Gibt die Nummer des ausgewählten Kanals zurück (zwischen 1 und 4, je nach Anzahl der installierten Kanäle)

Befehle zum Abfragen von Geräteinformationen

Die Befehle zum Abfragen von Geräteinformationen werden verwendet, um Geräteinformationen zurückzugeben, die über die mit dem Befehl *IDN? zurückgegebenen Informationen hinausgehen.

:CAL:DATE? **Kalibrierungsdatum**

Syntax	:CAL:DATE? <Kanalnummer, <Datumstyp> Wobei <Kanalnummer> eine Ganzzahl von 1 bis 4 ist. <Datumstyp> ist eine Ganzzahl 1 bis 2
Rückgabeformat	Das entsprechende Kalibrierungsdatum im Format TT-MM-JJJJ
Beschreibung	Gibt das Kalibrierungsdatum der angegebenen Analogkarte zurück. Für <Datumstyp> sind zwei Werte möglich: 1 = Datum verifiziert 2 = Datum angepasst

:SYST:CTYPE? **Kartentyp**

Syntax	:SYST:CTYPE? <Kanalnummer> Wobei <Kanalnummer> eine Ganzzahl von 0 bis 4 ist. <Seriennummer> ist eine Zeichenfolge mit 12 Zeichen. <Hardware-Revision> umfasst maximal 4 Zeichen.
Rückgabeformat	Tektronix, <Kartentyp>, <Seriennummer>, <Hardware-Revision> <Kartentyp> ist entweder CPU für die Hauptkarte oder ANALOG für eine Kanalkarte. <Seriennummer> ist eine Zeichenfolge mit 12 Zeichen. <Hardware-Revision> umfasst maximal 4 Zeichen.
Beschreibung	Gibt den Kartentyp, die Seriennummer und die Hardware-Revision für den angegebenen Kanal zurück. Kanal 0 ist die CPU-Hauptkarte.

Befehle zum Auswählen und Auslesen von Messergebnissen

Diese Befehle beziehen sich auf die Auswahl der gewünschten Messergebnisse und die Rückgabe dieser Ergebnisse.

:SEL Ergebnisse auswählen

Syntax :SEL:CLR
 :SEL:CLR:GRP<Gruppe>
 :SEL:<Messergebnis>

Wobei <Gruppe> eine
 Gruppennummer von 1 bis 4
 ist.

Wobei <Messergebnis> Folgendes
 ist:

VLT – Volt eff
 AMP – Amp eff
 WAT – Watt
 VAS – VA
 VAR – var
 FRQ – Frequenz
 PWF – Leistungsfaktor
 VPK+ – Volt-Spitze (positiv)
 VPK- – Volt-Spitze (negativ)
 APK+ – Amp-Spitze (positiv)
 APK- – Amp-Spitze (negativ)
 VDC – Volt DC
 ADC – Amp DC
 VRMN – Volt-Gleichrichtwert
 ARMN – Amp-Gleichrichtwert
 VCF – Spannungsspitzenfaktor
 ACF – Amp-Spitzenfaktor
 VTHD –
 Volt-Gesamtoberwellenverzerrung
 VDF – Volt-Verzerrungsfaktor
 VTIF – Volt-Telefonstörfaktor
 ATHD – Amp
 Gesamtoberwellenverzerrung
 ADF – Amp-Verzerrungsfaktor
 ATIF – Amp Telefonstörfaktor
 IMP – Impedanz
 RES – Widerstand
 REA – Reaktanz
 HR – Integrator-Zeit *1
 WHR – Wattstunden *1
 VAH – VA-Stunden *1
 VRH – VAR-Stunden *1
 AHR – Amperestunden *1
 WAV – Mittelwert Watt *1
 PFAV – Mittlerer Leistungsfaktor *1
 CVAR – Korrektur
 VAr *1 VF – Grundwert V eff
 AF – Grundwert Amp eff

Ergebnisse auswählen (Fortsetzung)

WF – Grundwert Watt
VAF – Grundwert VA
VARF – Grundwert var
PFF – Grundleistungsfaktor
VHM – Volt-Oberwellen
AHM – Amp-Oberwellen
WHM – Watt-Oberwellen
*1 – Diese Ergebnisse sind für die
Anzeige/Rückgabe nur verfügbar,
wenn sich die Gruppe im Modus
„Integrator“ befindet.

Beschreibung:SEL bestimmt, welche Ergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden sowie welche Ergebnisse vom Befehl FRD? zurückgegeben werden. Zum Anzeigen des aktuell ausgewählten Befehls sollte der Befehl „FRF?“ verwendet werden.
SEL:CLR löscht alle ausgewählten Ergebnisse für alle Gruppen. Wenn der sekundäre Befehl „GRP“ hinzugefügt wird, werden nur die Ergebnisse in der angegebenen Gruppe gelöscht.
Um einer Gruppe Ergebnisse hinzuzufügen, muss zuerst der Befehl „:INST:NSEL <Gruppe>“ verwendet werden. Andernfalls werden die Ergebnisse der zuletzt ausgewählten Gruppe hinzugefügt (oder zu Gruppe 1, wenn zuvor noch keine Gruppe ausgewählt wurde).

:FRF? Ausgewählte Ergebnisse lesen

Syntax	<p>:FRF? :FRF:GRP<Gruppe>? :FRF:CH<Kanal>? Wobei <Gruppe> eine Gruppennummer von 1 bis 4 ist. Wobei <Kanal> eine Kanalnummer von 1 bis 4 ist.</p>
Beschreibung	<p>Die Befehle FRF? und FRF:GRP? werden verwendet, um eine Liste der angezeigten Ergebnisse zurückzugeben. Das eigentliche Ergebnis wird nicht zurückgegeben. Rückgabeformat: <Gruppe>, <Anzahl ausgewählte Messergebnisse>, <Anzahl zurückgegebene Messergebnisse>, <Messergebnis 1>,<Messergebnis 2>,... usw., <Gruppe>,<Anzahl ausgewählte Messergebnisse>,... Wobei <Anzahl ausgewählte Messergebnisse> die Anzahl der Messergebnisse ist, die entweder über das Frontpaneel oder mit dem Befehl SEL ausgewählt wurden. <Anzahl zurückgegebene Messergebnisse> ist gleich der Anzahl der Zeilen in der verwendeten Anzeige. Bei Auswahl von Oberwellen übersteigt die Anzahl der zurückgegebenen Ergebnisse die Anzahl der ausgewählten Messergebnisse. <Messergebnis 1> usw. ist die Bezeichnung für das ausgewählte Messergebnis. Die zurückgegebenen Daten entsprechen der auf dem Ergebnisbildschirm verwendeten Bezeichnung. Für Oberwellen wird „Vharm“, „Aharm“ und „Wharm“ zurückgegeben. Jeder Wert wird durch ein Komma getrennt zurückgegeben. FRF? gibt die Auswahlen für alle Gruppen zurück. :FRF:CH<Kanal>? gibt die Ergebnisliste für einen bestimmten Kanal zurück. Dies ist nützlich für die Vereinfachung von Messungen. Der Befehl gibt die gleichen Daten zurück wie der Befehl „FRF:GRP?“, mit der Ausnahme, dass auch die Kanalnummer angegeben wird. Beispiel: <Gruppe>, <Kanal>, <Anzahl ausgewählte Messergebnisse>, <Anzahl zurückgegebene Ergebnisse>, <Messergebnis 1>,<Messergebnis 2>,... usw., <Gruppe>,<Kanal>, <Anzahl ausgewählte Messergebnisse>,...</p>

:MOVE Ergebnisse verschieben

Syntax	<p>:MOVE:<Messergebnis> <neue Position> Wobei <Messergebnis> die Liste der in :SEL definierten Messergebnisse ist. <Neue Position> ist die Position in der Ergebnisliste auf dem Bildschirm und umfasst den Bereich 1 bis 43.</p>
Beschreibung	<p>Der Verschiebefehl wird verwendet, um die Reihenfolge der Ergebnisse auf dem Bildschirm bei den zurückgegebenen Ergebnissen unter Verwendung von FRD? zu ändern. FRF? kann verwendet werden, um die Reihenfolge der Ergebnisse zu bestätigen.</p>

:FRD? Vordergrunddaten lesen

Syntax	<p>:FRD? :FRD:CH<Kan>? :FRD:GRP<Gruppe>? Wobei <Kan> eine Kanalnummer von 1 bis 4 ist. Wobei <Gruppe> eine Gruppennummer von 1 bis 4 ist.</p>
Beschreibung	<p>Die FRD-Befehle geben Ergebnisse vom Analysator zurück. Die Ergebnisse werden in der Reihenfolge zurückgegeben, in der sie auf dem Bildschirm angezeigt werden. Jedes Ergebnis ist eine durch ein Komma getrennte Gleitpunktzahl.</p> <p>Die Sequenz wird durch die Reihenfolge bestimmt, in der Ergebnisse auf dem Frontpaneel angezeigt werden. Die Sequenz kann konfiguriert werden, indem der Benutzer die Reihenfolge über das Frontpaneel des Geräts ändert oder indem der Befehl :MOVE verwendet wird.</p> <p>Ergebnisse werden in der Anzeige spaltenweise von links zurückgegeben. Dies bedeutet, dass bei Auswahl von SUM-Ergebnissen oder Maximal- und Minimalergebnissen für die Anzeige auch diese Ergebnisse zurückgegeben werden.</p> <p>Wenn für :FRD:CH<Kan>? Minimal- und Maximalergebnisse ausgewählt werden, werden diese zurückgegeben. Die Reihenfolge ist <Min>, <Kan>, <Max>.</p> <p>Wenn für :FRD:GRP<Gruppe>? Minimal-, Maximal- oder SUM-Ergebnisse ausgewählt werden, werden diese zurückgegeben. Die Reihenfolge ist <Min>, <Kan>, <Max>, <Min>, <Kan>, <Max>,....<Sum Min>, <Sum>, <Sum Max>.</p> <p>:FRD? gibt jede Gruppe zurück, beginnend bei Gruppe A. Die Reihenfolge der Ergebnisse in der Gruppe ist gleich wie beim Befehl :FRD:GRP<Gruppe >?.</p>

Befehle zur Konfiguration von Messwerten

Die Befehle zur Konfiguration von Messwerten entsprechen dem Menü „Measurement Configuration“. (Siehe Seite 40, *Messkonfiguration*.)

:HMX:VLT/AMP Befehle zur Konfiguration der Anzeige von Oberwellen.

Konfiguration der Oberwellenanzeige

Syntax	:HMX:VLT:SEQ <Wert> :HMX:AMP:SEQ <Wert> Wobei <Wert> für gerade und ungerade Oberwellen gleich 0 und für nur ungerade Oberwellen gleich 1 ist.
Beschreibung	Wenn Oberwellenmesswerte ausgewählt werden (siehe :SEL), kann der PA4000 alle Oberwellen anzeigen oder nur die ungeradzahigen Oberwellen von der ersten Oberwelle bis zur angegebenen Zahl. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:HMX:VLT:RNG <Wert> :HMX:AMP:RNG <Wert> Wobei <Wert> die maximale Oberwelle zur Anzeige im Bereich 1 bis 100 ist.
Beschreibung	Wenn Oberwellenmesswerte ausgewählt werden (siehe :SEL), zeigt der PA4000 alle Oberwellen bis zu der durch <Wert > angegebenen Zahl an. Die angezeigten Oberwellen können mit dem Befehl für die Sequenz von Oberwellen auf ausschließlich ungeradzahige Oberwellen eingeschränkt werden. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:HMX:VLT:FOR <Wert> :HMX:AMP:FOR <Wert> Wobei <Wert> = 0 absolute Werte = 1 Prozentwerte
Beschreibung	Wenn Oberwellenmesswerte ausgewählt werden (siehe :SEL), kann der PA4000 alle Oberwellen (ausgenommen die erste) als absoluten Wert oder als Prozentwert der Hauptoberwelle (erste Oberwelle) anzeigen. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:HMX:VLT/AMP:DF Befehle zum Einstellen der Verzerrungsfaktormessungen.

Einstellen des Verzerrungsfaktors

Syntax :HMX:VLT:DF:REF <Wert>
 :HMX:AMP:DF:REF <Wert>
 Wobei <Wert> = 0 der Grundwert
 und = 1 der Effektivwert ist

Beschreibung Bei Verzerrungsfaktor-Messungen (auch bekannt als Abstandsformel) kann die Bezugsgröße im Nenner der Gleichung entweder der Effektivmesswert oder der Oberwellengrundmesswert sein.
 Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:HMX:VLT/AMP:THD Befehle zum Einstellen von Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung.

Einstellen der Gesamtoberwellenverzerrung

Syntax :HMX:VLT:THD:REF <Wert>
 :HMX:AMP:THD:REF <Wert>
 Wobei <Wert> = 0 der Grundwert
 und = 1 der Effektivwert ist

Beschreibung Bei Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung (THD) (auch bekannt als Serienformel) kann die Bezugsgröße im Nenner der Gleichung entweder der Effektivmesswert oder der Oberwellengrundmesswert sein.
 Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Syntax :HMX:VLT:THD:SEQ <Wert>
 :HMX:AMP:THD:SEQ <Wert>
 Wobei <Wert> für gerade und ungerade Oberwellen = 0
 und für ausschließlich ungerade Oberwellen = 1 ist

Beschreibung Bei Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung (THD) (auch bekannt als Serienformel) können die in der Messung verwendeten Oberwellen alle Oberwellen bis zu der angegebenen Zahl oder nur die ungeradzahligten Oberwellen sein.
 Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Syntax :HMX:VLT:THD:RNG <Wert>
 :HMX:AMP:THD:RNG <Wert>
 Wobei <Wert> die maximale Oberwellenzahl zur Anzeige im Bereich 2 bis 100 ist.

Beschreibung Bei Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung (THD) (auch bekannt als Serienformel) wird <Wert> verwendet, um die in der Formel verwendete maximale Oberwellenzahl anzugeben.
 Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Einstellen der Gesamtoberwellenverzerrung (Fortsetzung)

Syntax	:HMX:VLT:THD:NZ <Wert> :HMX:AMP:THD:NZ <Wert> Wobei <Wert> = 0, wenn Gleichspannungsanteil nicht berücksichtigt und = 1, wenn Gleichspannungsanteil berücksichtigt
Beschreibung	Bei Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung (THD) (auch bekannt als Serienformel) kann in der Formel der Gleichspannungsanteil berücksichtigt oder nicht berücksichtigt werden. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:HMX:VLT/AMP:TIF**Einstellen des Telefonstörfaktors**

Syntax	:HMX:VLT:TIF:REF <Wert> :HMX:AMP:TIF:REF <Wert> Wobei <Wert> = 0 der Grundwert und = 1 der Effektivwert ist
Beschreibung	Bei Messungen des Telefonstörfaktors kann die Bezugsgröße im Nenner der Gleichung entweder der Effektivmesswert oder der Oberwellengrundmesswert sein. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:MIN**Mindestwertspalte**

Syntax	:MIN <Wert> Wobei <Wert> = 0, wenn deaktiviert = 1, wenn aktiviert
Beschreibung	Der Befehl MIN fügt den Ergebnissen eine Spalte hinzu, in der der Mindestwert jedes Parameters seit der letzten Zurücksetzung der Mindestwerte angezeigt wird. Eine Spalte wird für jeden Kanal in der Gruppe sowie für SUM-Ergebnisse hinzugefügt, falls diese ausgewählt sind. Durch Aktivieren der Spalte werden die MIN- und MAX-Werte für die aktuell ausgewählte Gruppe zurückgesetzt. Diese Werte können auch mit dem Befehl :RES oder durch Drücken der Taste [RESET/CLEAR] auf dem Frontpaneel zurückgesetzt werden. Zum Zurücksetzen der MIN-Haltewerte verwenden Sie den Befehl :MIN 1, um die Spalte wieder zu aktivieren. Beachten Sie, dass sowohl MIN- als auch MAX-Haltewerte zurückgesetzt werden. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:MIN?

Mindestwertspalte (Fortsetzung)

Rückgabewert	0 oder 1
Beschreibung	Gibt den Status der Mindestwertspalte zurück. Wenn die Spalte deaktiviert ist, wird 0 zurückgegeben. Wenn die Spalte aktiviert ist, wird 1 zurückgegeben. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:MAX Maximalwertspalte

Syntax	:MAX <Wert> Wobei <Wert> = 0, wenn deaktiviert = 1, wenn aktiviert
Beschreibung	Der Befehl MAX fügt den Ergebnissen eine Spalte hinzu, in der der Maximalwert jedes Parameters seit der letzten Zurücksetzung der Maximalwerte angezeigt wird. Eine Spalte wird für jeden Kanal in der Gruppe sowie für SUM-Ergebnisse hinzugefügt, falls diese ausgewählt sind. Durch Aktivieren der Spalte werden die MIN- und MAX-Werte für die aktuell ausgewählte Gruppe zurückgesetzt. Diese Werte können auch mit dem Befehl :RES oder durch Drücken der Taste [RESET/CLEAR] auf dem Frontpaneel zurückgesetzt werden. Zum Zurücksetzen der MAX-Haltewerte verwenden Sie den Befehl :MAX 1, um die Spalte wieder zu aktivieren. Beachten Sie, dass sowohl MIN- als auch MAX-Haltewerte zurückgesetzt werden. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:MAX?
Rückgabewert	0 oder 1
Beschreibung	Gibt den Status der Maximalwertspalte zurück. Wenn die Spalte deaktiviert ist, wird 0 zurückgegeben. Wenn die Spalte aktiviert ist, wird 1 zurückgegeben. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:SUM SUM-Ergebnisse

Syntax	:SUM <Wert> Wobei <Wert> = 0, wenn deaktiviert = 1, wenn aktiviert
Beschreibung	Der SUM-Befehl fügt den Ergebnissen eine Spalte hinzu, die die SUM-Werte jedes für eine Gruppe ausgewählten Parameters (falls zutreffend) anzeigt. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen. Wenn die Anschlusskonfiguration der aktuell ausgewählten Gruppe 1 Phase, 2 Leitungen ist, wird eine Anforderung zum Hinzufügen von SUM-Ergebnissen ignoriert.
Syntax	:SUM?
Rückgabewert	0 oder 1
Beschreibung	Gibt den Status der SUM-Ergebnisspalte zurück. Wenn die Spalte deaktiviert ist, wird 0 zurückgegeben. Wenn die Spalte aktiviert ist, wird 1 zurückgegeben. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Befehle zur Moduseinstellung

Die Befehle zur Moduseinstellung entsprechen dem Menü „Modes“. (Siehe Seite 43, *Modi*.) Diese Befehle steuern, wie Gruppen konfiguriert werden, um Parameter unter bestimmten Bedingungen zu messen.

:MOD Modus

Syntax	:MOD:NOR (Normalmodus) :MOD:BAL (Modus „Vorschaltgerät“) :MOD:SBY (Standby-Leistungsmodus) :MOD:INT (Modus „Integrato“) :MOD:PWM (Modus „PWM-Motor“)
Beschreibung	Mit diesem Befehl wird der Modus für eine Gruppe eingestellt. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:MOD?

Modus (Fortsetzung)

Rückgabeformat	Modusnummer von 0 bis 4.
Beschreibung	Dieser Befehl gibt einen Hinweis zum Modus für die aktive Gruppe zurück. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen. Folgende Werte werden zurückgegeben: 0 – Modus „Normal“ 1 – Modus „Vorschaltgerät“ 2 – Modus „Standby-Leistung“ 3 – Modus „Integrator“ 4 – Modus „PWM-Motor“

:MOD:BAL Modus „Vorschaltgerät“

Syntax	:MOD:BAL:FREQ <Wert> Wobei <Wert> die Netzfrequenz im Bereich von 45 bis 1000 Hz ist.
Beschreibung	Dieser Befehl stellt die Netzfrequenz für den Modus „Vorschaltgerät“ ein. (Siehe Seite 44, <i>Modus „Vorschaltgerät“</i> .) Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um eine aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:MOD:BAL:FREQ?
Rückgabeformat	Frequenz für den Modus „Vorschaltgerät“ für die ausgewählte Gruppe.
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die Frequenz für den Modus „Vorschaltgerät“ für die aktive Gruppe zurück. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:MOD:SBY Standby-Modus

Syntax	:MOD:SBY:PER <Wert> Wobei <Wert> der Integrationszeitraum für den Standby-Leistungsmodus im Bereich von 1 bis 1200 Sekunden als Ganzzahl ist.
Beschreibung	Dieser Befehl stellt den Integrationszeitraum für den Standby-Leistungsmodus ein. (Siehe Seite 44, <i>Modus „Standby-Stromversorgung“</i> .) Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:MOD:SBY:PER?
Rückgabewert	Integrationszeitraum für die ausgewählte Gruppe.
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Integrationszeitraum für die aktive Gruppe zurück. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:MOD:INT Modus „Integrator“

Syntax	:MOD:INT:ST:METH <Methode> Wobei < Methode > 0 = Manuell 1 = Uhr 2 = Pegel HINWEIS: Da der Integrator eine Gruppenfunktion ist, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Beschreibung	Stellt die Startmethode für den Integrator ein.
Syntax	:MOD:INT:ST:CLK:TIME <Uhrzeit> Wobei <Uhrzeit> im Format hh:mm:ssA/P oder :hh:mm:ss ist.
Beschreibung	Stellt die Uhrzeit für den Start des Integrators ein, wenn die Startmethode „Uhr“ verwendet wird. Die Daten müssen in dem vom Benutzer angegebenen Format eingegeben werden.
Syntax	:MOD:INT:ST:CLK:DATE <Datum> Wobei <Datum> im Format tt:mm:jjjj oder :mm:tt:jjjj oder jjjj:mm:tt ist.
Beschreibung	Stellt das Datum für den Start des Integrators ein, wenn als Startmethode „Uhr“ verwendet wird. Die Daten müssen in dem vom Benutzer angegebenen Format eingegeben werden.
Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:CH <Kanal> Wobei <Kanal> eine Zahl von 1 bis 4 ist.
Beschreibung	Stellt den Kanal zur Verwendung für den Pegel-Trigger ein. Wird als 1, 2, 3 oder 4 angegeben. Wenn die Kanalnummer nicht gültig ist, wird das ESR-Bit gesetzt.
Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:SIG: <Messergebnis> Wobei <Messergebnis> das Messergebnis ist, wie im Befehl :SEL definiert. (Siehe Seite 73, :SEL.)
Beschreibung	Legt das Signal, das für den Vergleich mit dem Schwellenwert überwacht werden soll, fest. Der Befehl wird gefolgt von dem normalen Signalauswahlparameter, wie z. B. VRMS oder PWF.
Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:THRES <Schwellenwert>
Beschreibung	Stellt den Schwellenwertpegel ein. Eine Gleitpunktzahl von $\pm 1E9$.
Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:DIR <Richtung> Wobei <Richtung> für „ \geq “ gleich 0 und für „ \leq “ gleich 1 ist.
Beschreibung	Stellt die Richtung der Signaländerung ein, wenn als Startmethode „Pegel“ verwendet wird.
Syntax	:MOD:INT:DUR <Dauer> Wobei <Dauer> die Zeit in Minuten ist.
Beschreibung	Stellt die Dauer für die Integration ein. Wert von 0,0 bis 10 000.
Syntax	:MOD:INT:PF <Leistungsfaktor> Wobei <Leistungsfaktor> der gewünschte Leistungsfaktor im Bereich +1 bis -1 ist.
Beschreibung	Stellt den gewünschten Leistungsfaktor für Korrektur-VARs ein. Wert von +1,0 bis -1,0.
Syntax	:MOD:INT:RUN

Modus „Integrator“ (Fortsetzung)

Beschreibung	Startet die Integration für die aktuell ausgewählte Gruppe.
Syntax	:MOD:INT:STOP
Beschreibung	Stoppt die Integration auf allen aktiven Integratoren.
Syntax	:MOD:INT:RESET
Beschreibung	Setzt die Integration für die aktuell ausgewählte Gruppe zurück.

:MOD:PWM Modus „PWM-Motor“

HINWEIS: Es gibt keine spezifischen Befehle für den Modus „PWM-Motor“ außer dem normalen Befehl :MOD:PWM zum Auswählen des Modus „PWM-Motor“.

Befehle zur Eingangseinstellung

Die Befehle zur Eingangseinstellung entsprechen dem Menü „Inputs“. (Siehe Seite 48, *Eingänge*.) Diese Befehle werden verwendet, um die Kanalisierung und Überwachung von Signaleingängen in den PA4000 zu steuern.

:WRG Anschlusskonfiguration

Syntax	:WRG:1P2 – 1 Phase, 2 Leitungen einstellen :WRG:1P3 - 1 Phase, 3 Leitungen einstellen :WRG:3P3 - 3 Phasen, 3 Leitungen einstellen :WRG:3P4 - 3 Phasen, 4 Leitungen einstellen
Beschreibung	Stellt die Anschlusskonfiguration für die aktuelle ausgewählte Gruppe ein. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:NAME Gruppenname

Syntax	:NAME <Wert> Wobei <Wert> ein Gruppenname mit maximal 8 Zeichen ist
Beschreibung	Dieser Befehl legt den Anzeigenamen für die Gruppe fest. Pro Gruppenname sind maximal 8 Zeichen zulässig. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:NAME? Wobei <Wert> ein Gruppenname mit maximal 8 Zeichen ist

Gruppenname (Fortsetzung)

Rückgabeformat	Gruppenname mit maximal 8 Zeichen.
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Anzeigenamen für die aktive Gruppe zurück. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:RNG Bereichseinstellung

Syntax	:RNG:VLT AMP:FIX <Bereich> :RNG:VLT AMP:AUT VLT = Spannungsbereichseinstellung AMP = Strombereichseinstellung FIX = Feste Bereichseinstellung AUT = Automatische Bereichseinstellung Wobei <Bereich> eine Bereichsnummer von 1 bis 12 ist.
Beschreibung	Stell den Bereich für die aktuell ausgewählte Gruppe ein. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen. Die Bereichsnummern für jeden Eingang sind nachfolgend angegeben:

Bereich-Nr.	Volt	30-A-Nebenschlusswiderstand	10-A-Nebenschlusswiderstand	5-A-Nebenschlusswiderstand
Auto				
3	2 V	0,2 A	0,005 A	0,003 V
4	5 V	0,5 A	0,0125 A	0,0075 V
5	10 V	1 A	0,025 A	0,015 V
6	20 V	2 A	0,05 A	0,03 V
7	50 V	5 A	0,125 A	0,075 V
8	100 V	10 A	0,25 A	0,15 V
9	200 V	20 A	0,5 A	0,3 V
10	500 V	50 A	1,25 A	0,75 V
11	1000 V	100 A	2,5 A	1,5 V
12	2000 V	200 A	5 A	3 V

Syntax	:RNG:VLT AMP?
Rückgabewert	0 bis 12.
Beschreibung	Gibt die Bereichskonfiguration zurück, die für die aktuell ausgewählte Gruppe gilt. Wenn sich die aktuell ausgewählte Gruppe im Modus für automatische Bereichseinstellung befindet, wird 0 zurückgegeben.
Syntax	:RNG:VLT AMP:AUT?

Bereichseinstellung (Fortsetzung)

Rückgabewert	0 bis 12.
Beschreibung	<p>Hinweis: Dieser Befehl gilt für einen Kanal, nicht für eine Gruppe.</p> <p>Gibt den jeweiligen Bereich zurück, in dem sich der aktuell ausgewählte Kanal befindet. Wenn eine Gruppe mehrere Kanäle enthält und für die Gruppe der Modus für automatische Bereichsauswahl eingestellt ist, sucht der Kanal den besten Bereich für anliegende Signale.</p> <p>Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um den aktiven Kanal auszuwählen.</p>

:SHU Auswahl des Nebenschlusswiderstands

Syntax	<p>:SHU:INT</p> <p>:SHU:INT1A</p> <p>:SHU:EXT</p> <p>INT = Internen 30-Aeff-Nebenschlusswiderstand einstellen</p> <p>INT1A = Internen 1-Aeff-Nebenschlusswiderstand einstellen</p> <p>EXT = Externen Nebenschlusswiderstand einstellen</p>
Beschreibung	<p>Legt Nebenschlusswiderstand für alle Kanäle in der aktuell ausgewählten Gruppe fest.</p> <p>Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>
Syntax	:SHU?
Rückgabeformat	0 bis 2.
Beschreibung	<p>Gibt die Einstellung des Nebenschlusswiderstands für die aktuell ausgewählte Gruppe zurück.</p> <p>0 = Interner 30-Aeff-Nebenschlusswiderstand</p> <p>1 = Interner 1-Aeff-Nebenschlusswiderstand</p> <p>2 = Externer Nebenschlusswiderstand</p> <p>Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>

:FSR Frequenzeinstellungen

Syntax	:FSR:VLT :FSR:AMP :FSR:EXT1 :FSR:EXT2 VLT = Spannungskanal als Quelle einstellen INT1A = Aktuellen Kanal als Quelle einstellen EXT1 = Externen Zählereingang 1 als Quelle einstellen EXT2 = Externen Zählereingang 2 als Quelle einstellen
Beschreibung	Stellt die Frequenzquelle für die aktuell ausgewählte Gruppe ein. Der erste Kanal in der Gruppe wird verwendet, um die Frequenz zu bestimmen. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:FSR?
Rückgabewert	0 bis 3
Beschreibung	Gibt die aktuell konfigurierte Frequenzquelle für die ausgewählte Gruppe zurück. Folgende Werte werden zurückgegeben: 0 = Spannungskanal 1 = Stromkanal 2 = Externer Zählereingang 1 3 = Externer Zählereingang 2 Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	FSR:PHR:VLT – Spannungskanal als Referenz einstellen. :FSR:PHR:AMP – Stromkanal als Referenz einstellen.
Beschreibung	Stellt als Phasenreferenz für die Gruppe entweder den Spannungskanal oder den Stromkanal der ersten Karte in der Gruppe ein. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:FSR:PHR?
Rückgabewert	0 bis 1
Beschreibung	Gibt die aktuell konfigurierte Phasenreferenz für die ausgewählte Gruppe zurück. Folgende Werte werden zurückgegeben: 0 = Spannungskanal 1 = Stromkanal Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:FSR:RNG <Wert> Wobei <Wert> = 0 bis 3

Frequenzeinstellungen (Fortsetzung)

Beschreibung	<p>Stellt den zulässigen Frequenzbereich für das Eingangssignal ein. Folgende Werte werden zurückgegeben:</p> <p>0 = 10 Hz bis 50 kHz 1 = >10 Hz 2 = 1 bis 100 Hz 3 = 0,1 bis 10 Hz</p> <p>Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>
Syntax	:FSR:RNG?
Rückgabewert	0 bis 3
Beschreibung	<p>Gibt den aktuell konfigurierten Frequenzbereich für die ausgewählte Gruppe zurück. Folgende Werte werden zurückgegeben:</p> <p>0 = 10 Hz bis 50 kHz 1 = >10 Hz 2 = 1 Hz bis 100 Hz 3 = 0,1 Hz bis 10 Hz</p> <p>Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>

:BDW Bandbreite

Syntax	:BDW <Wert> Wobei <Wert> = 0 oder 1.
Beschreibung	<p>Stellt die Bandbreite aller Spannungs- und Strommesskanäle in der aktiven Gruppe ein. 0 = hohe Bandbreite und 1 = niedrige Bandbreite. Im Modus für niedrige Bandbreite wird ein zweipoliger 10-kHz-Filter in den Spannungs- und Strommesskanälen bereitgestellt.</p>
Syntax	:BDW?
Rückgabewert	0 bis 1
Beschreibung	<p>Gibt die aktuell konfigurierte Bandbreite für die ausgewählte Gruppe zurück. Folgende Werte werden zurückgegeben:</p> <p>0 = Hohe Bandbreite 1 = Niedrige Bandbreite</p> <p>Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>

:SCL Skalierung

Syntax	:SCL:VLT AMP EXT <Skala> :SCL:VLT AMP EXT:GRP <Skala> VLT = Skalierung Spannungskanal AMP = Skalierung Stromkanal EXT = Skalierung Externer Nebenschlusswiderstand Wobei <Skala> eine Zahl zwischen 0,00001 und 100 000 ist.
Beschreibung	Stellt den Skalierungsfaktor für den aktuell ausgewählten Kanal ein. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSELC, um den aktiven Kanal auszuwählen. Bei Verwendung der Option GRP wird der gleiche Skalierungsfaktor auf alle Kanäle in der Gruppe angewendet.
Syntax	:SCL:VLT AMP EXT? VLT = Skalierung Spannungskanal AMP = Skalierung Stromkanal EXT = Skalierung Externer Nebenschlusswiderstand
Rückgabewert	Eine Zahl zwischen 0,00001 und 100 000
Beschreibung	Hinweis: DIESER BEFEHL GILT FÜR EINEN KANAL, NICHT FÜR EINE GRUPPE. Gibt den Skalierungsfaktor für den aktuell ausgewählten Kanal zurück. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSELC, um den aktiven Kanal auszuwählen.

:ANA Analogeingänge

Syntax	:ANA <Eingang>,<Bereich> Dabei gilt: <Eingang> = Eingangsnummer 1 bis 4 <Bereich> = 1 oder 10
Rückgabewert	–
Beschreibung	Richtet die analogen Eingänge 1 bis 4 ein. Wenn <Bereich> gleich 1 ist, wird der ± 1 -Volt-Bereich ausgewählt. Wenn <Bereich> gleich 10 ist, wird der ± 10 -Volt-Bereich für den angegebenen Eingang ausgewählt.
Syntax	:ANA? <Eingang> Dabei gilt: <Eingang> = Eingangsnummer 1 bis 4
Rückgabewert	Gemessener Wert
Beschreibung	Gibt das gemessene analoge Signal am ausgewählten Eingang zurück.

Befehle für Grafiken und Signalkurven

Derzeit noch nicht implementiert.

Schnittstellenbefehle

Schnittstellenbefehle werden verwendet, um die verschiedenen Kommunikationsmöglichkeiten mit dem PA4000 einzustellen und zu steuern.

:COM:RS2 RS232-Konfiguration

Syntax	:COM:RS2:BAUD <Baudrate> Wobei <Baudrate> eine Baudrate von 9600, 19200 oder 38400 ist.
Beschreibung	Stellt die RS232-Baudrate ein.
Syntax	:COM:RS2:BAUD?
Rückgabewert	Baudrate von 9600, 19200 oder 38400
Beschreibung	Gibt die RS232-Baudrate zurück.

:COM:IEE GPIB-Konfiguration

Syntax	:COM:IEE:ADDR <Adresse> Wobei <Adresse> eine Adresse im Bereich 1 bis 30 ist.
Beschreibung	Stellt die GPIB-Adresse für den PA4000 ein.
Syntax	:COM:IEE:ADDR?
Rückgabewert	Eine Adresse im Bereich 1 bis 30.
Beschreibung	Gibt die GPIB-Adresse für den PA4000 zurück. Wenn -1 zurückgegeben wird, ist keine GPIB-Karte installiert.

:COM:ETH Ethernet-Konfigurationen zurückgeben

Syntax	:COM:ETH:SUB IP GATE? SUB = Subnetzmaske IP = IP-Adresse GATE = Standard-Gateway
Rückgabewert	Zahl im Format einer IPv4-Adresse xxx.xxx.xxx.xxx.
Beschreibung	Gibt die angeforderten Informationen im Format einer IP-Adresse zurück. Die zurückgegebene Information ist die aktuelle Konfiguration. Wenn DHCP als Zuordnungsmethode verwendet wird, werden als Werte die vom DHCP-Server zugeordneten Werte zurückgegeben.

:COM:ETH:STAT Statische Ethernet-Konfiguration

Syntax	:COM:ETH:STAT <Wert> Wobei <Wert> = 0 oder 1
Beschreibung	Bestimmt, ob der PA4000 eine statische IP-Adresse oder eine von einem DHCP-Server zugeordnete Adresse verwendet. Bei <Wert> = 0, wird ein DHCP-Server verwendet. Bei <Wert> = 1, werden die statischen IP-Einstellungen verwendet.
Syntax	:COM:ETH:STAT?
Rückgabewert	0 oder 1
Beschreibung	Gibt zurück, ob der PA4000 eine statische IP-Adresse oder eine von einem DHCP-Server zugeordnete Adresse verwendet. Wenn der zurückgegebene Wert 0 ist, wird ein DHCP-Server verwendet. Wenn der zurückgegebene Wert 1 ist, werden die statischen IP-Einstellungen verwendet.
Syntax	:COM:ETH:STAT:SUB IP GATE <IP-Wert> SUB = Subnetzmaske IP = IP-Adresse GATE = Standard-Gateway Wobei <IP-Wert> das Format xxx.xxx.xxx.xxx hat.
Beschreibung	Diese Befehle werden verwendet, um die statisch zugewiesenen IP-Werte für den PA4000 einzustellen.
Syntax	:COM:ETH:STAT:SUB IP GATE? SUB = Subnetzmaske IP = IP-Adresse GATE = Standard-Gateway
Rückgabewert	IP-Adresse im Format xxx.xxx.xxx.xxx
Beschreibung	Diese Befehle werden verwendet, um die statisch zugewiesenen IP-Werte für den PA4000 zurückzugeben.

:COM:ETH:MAC MAC-Adresse für Ethernet

Syntax	:COM:ETH:MAC? MAC = MAC-Adresse
Rückgabewert	MAC-Adresse im HEX-Format mit 12 Zeichen.
Beschreibung	Wird verwendet, um die MAC-Adresse auf dem Ethernet-Controller zurückzugeben. Die MAC-Adresse hat folgendes Format: 0x0019B9635D08.

Datenprotokollbefehl

Die Datenprotokollbefehle haben den gleichen Effekt wie das Menü „Datalog“ und die Taste [DATA OUT (DATA DUMP)] auf dem Frontpaneel.

:DATA:USB **USB-Datenprotokollierung**

Syntax	:DATA:USB <Beenden/Starten> Wobei <Beenden/Starten> für 0 = Beenden; für 1 = Starten
Rückgabewert	–
Beschreibung	Dieser Befehl hat die gleiche Funktion wie das Drücken der Taste [DATA OUT (DATA DUMP)]. Wenn ein USB-Speicherstick vorhanden und die USB-Ethernet-Karte installiert ist, werden Daten im Gerät protokolliert.

Math. Befehle

Die mathematischen Befehle ermöglichen die Einrichtung der Mathematikansicht auf dem PA4000 und die Rückgabe der Ergebnisse.

:MATH:FUNC **Informationen zu math. Funktionen**

Syntax	:MATH:FUNC <Funktionsnr.=">, <Name>, <Formel >, <Einheit> Dabei gilt: <Funktionsnr.>= 1 bis 30 <Name> = Der dem Benutzer angezeigte Name <Formel> = Formel für die math. Funktion <Einheit> = die anzuzeigenden Einheiten
Rückgabewert	1, wenn erfolgreich, andernfalls 0.
Beschreibung	Konfiguriert die angegebene mathematische Funktion.
Syntax	:MATH:FUNC? <Funktions nummer> Wobei :<Funktions nummer> eine gültige Funktionsnummer zwischen 1 und 30 ist.
Rückgabewert	<Name> = Der dem Benutzer angezeigte Name <Formel> = Formel für die math. Funktion <Einheit> = die anzuzeigenden Einheiten
Beschreibung	Dieser Befehl gibt Name, Formel und Einheiten für eine angegebene mathematische Funktion zurück.

:MATH:FUNC:EN

Syntax :MATH:FUNC:EN <Funktions- Nummer>,<Aktivieren >
 Wobei <Funktions- Nummer> eine gültige Funktionsnummer zwischen 1 und 30 ist.
 Bei <Aktivieren> gleich 1, wird die Anzeige der Funktion aktiviert, bei 0 wird sie deaktiviert.

Rückgabewert –

Beschreibung Dieser Befehl aktiviert oder deaktiviert die mathematische Funktion in der Mathematikansicht.

Syntax :MATH:FUNC:EN? <Funktions- Nummer>

Wobei <Funktions- Nummer> eine gültige Funktionsnummer zwischen 1 und 30 ist.

Rückgabewert 0 = Funktion ist deaktiviert; 1 = Funktion ist aktiviert.

Beschreibung Dieser Befehl gibt den Status zurück, der angibt, ob eine mathematische Funktion aktiviert oder deaktiviert ist.

:MATH? Math. Ergebnisse zurückgeben

Syntax :MATH?

Rückgabewert Ergebnisse

Beschreibung Dieser Befehl gibt alle berechneten mathematischen Funktionen zurück, die in einer durch Komma getrennten Zeichenfolge aktiviert sind.

Befehle zur Systemkonfiguration

Die Befehle zur Systemkonfiguration entsprechen dem Frontpaneel-Menübildschirm „System Configuration“ (Systemkonfiguration). (Siehe Seite 61, *Systemkonfiguration*.)

:BLK Austastung

Syntax :BLK:ENB – Austastung aktiviert.
 :BLK:DIS – Austastung deaktiviert.

Rückgabewert –

Beschreibung Bei aktivierter Austastung gibt der Analysator Null zurück, wenn das gemessene Signal kleiner ist als 5 % des untersten Bereichs für den ausgewählten Kanal. Wenn der ausgetastete Kanal auch in einem anderen Ergebnis, z. B. Watt, verwendet wird, wird auch dieser Wert ausgetastet.

Syntax :BLK?

Rückgabewert „ENB“, wenn aktiviert; „DIS“, wenn deaktiviert.

Beschreibung Gibt den Status der Austastung zurück.

:AVG Mittelwertbildung

Syntax	:AVG:AUT <Tiefe> Wobei <Tiefe> ein Wert von 1 bis 10 ist.
Rückgabewert	–
Beschreibung	Der Befehl stellt die Tiefe des Puffers für die Mittelwertbildung ein, sodass die Mittelwertbildung für Untersuchungszeiträume für den Wert von <Tiefe> erfolgt. Der Untersuchungszeitraum kann auch mit dem Befehl UPDATE geändert werden. Der Puffer für die Mittelwertbildung wird bei jeder Bereichsänderung zurückgesetzt. Wenn sich jedoch ein Kanal aktuell im untersten Bereich befindet, wird der Puffer bei einer 10-prozentigen Bereichsänderung zurückgesetzt.
Syntax	:AVG?
Rückgabewert	Der Wert der Mittelwertbildung als Ganzzahl.
Beschreibung	Gibt den Wert der Mittelwertbildung zurück.

:UPDATE Aktualisierungsrate

Syntax	:UPDATE <Aktualisierungsrate> Wobei <Aktualisierungsrate> ein Wert von 0,2 bis 2,0 Sekunden in Zehntelsekundenintervallen ist.
Rückgabewert	–
Beschreibung	Ändert die Aktualisierungsrate der Anzeige. Wenn die Aktualisierungsrate unter 0,5 Sekunden eingestellt wird, verringert sich die Anzahl der im Aktualisierungszeitraum zurückgegebenen Oberwellen.
Syntax	:UPDATE?
Rückgabewert	Die Aktualisierungsrate als Gleitpunktzahl.
Beschreibung	Gibt den Aktualisierungswert zurück.

:SYST:ZERO Auto Zero

Syntax	:SYST:ZERO <Wert> Wobei <Wert> bei Deaktivierung 0, bei Aktivierung 1 und bei sofortiger Ausführung 2 ist.
Rückgabewert	–
Beschreibung	Legt fest, ob die Auto-Zero-Funktion für die Kanäle aktiviert oder deaktiviert ist.

:SYST:DATE **Systemdatum**

Syntax	:SYST:DATE? :SYST:DATE:SET <Datumswert> :SYST:DATE:FORMAT <Datumsformat> Wobei <Datumswert> das neue Datum im ausgewählten Format und <Datumsformat> das Datenformat ist.
Rückgabewert	Das Datum in dem vom Benutzer angegebenen Format, getrennt durch „.“.
Beschreibung	Der Befehl :SYST:DATE? gibt das Datum auf dem Analysator in dem vom Benutzer angegebenen Format zurück. Es sind drei Formate verfügbar: <Datumsformat> = 0 – mm:tt:jjjj <Datumsformat> = 1 – tt:mm:jjjj <Datumsformat> = 2 – jjjj:mm:tt Das Datum auf dem Analysator kann auch mit dem Befehl :SYST:DATE:SET eingestellt werden. In diesem Fall wird der <Datumswert> im gewünschten Format angegeben. Wenn z. B. das gewünschte Format 0 (mm-tt-jjjj) ist, lautet der Befehl: :SYST:DATE:SET 12:31:2011

:SYST:TIME **Systemzeit**

Syntax	:SYST:TIME? :SYST:TIME:SET <Uhrzeitwert > :SYST:TIME:FORMAT <Uhrzeitformat> Wobei <Uhrzeitwert> die neue Uhrzeit im ausgewählten Format und <Uhrzeitformat> das Uhrzeitformat ist.
Rückgabewert	Die Uhrzeit in dem vom Benutzer angegebenen Format, in Stunden, Minuten und Sekunden getrennt durch „.“. Beispiel: 01:34:22P im 12-Stunden-Format oder 13:34:22 im 24-Stunden-Format.
Beschreibung	Der Befehl :SYST:TIME? gibt die Uhrzeit auf dem Analysator in dem vom Benutzer angegebenen Format zurück. Es sind drei Formate verfügbar: <Uhrzeitformat> = 0 – 12-Stunden-Format hh:mm:ss A/P <Uhrzeitformat> = 1 – 24-Stunden-Format hh:mm:ss Die Uhrzeit auf dem Analyser kann auch mit dem Befehl :SYST:TIME:SET eingestellt werden. In diesem Fall wird der <Uhrzeitwert> im gewünschten Format angegeben. Wenn z. B. das gewünschte Format 0 ist (12-Stunden-Format), lautet der Befehl: :SYST:TIME:SET 08:32:20 P Beim 12-Stundenformat wird A für AM und P für PM verwendet.

:SYST:POWER Stromverbrauch

Syntax	:SYST:POWER:DISP <Wert> Dabei gilt: <Wert> = 1, 2 oder 3.
Rückgabewert	–
Beschreibung	Mit diesem Befehl wird die Anzeige ausgeschaltet, um den Stromverbrauch des Analysators zu senken. Der Betrieb der Anzeige wird durch <Wert> bestimmt. 0 = Immer an 1 = Aus nach 10 Minuten ohne Tastendruck oder Kommunikation 2 = Aus im Fernsteuerungsmodus.

Befehle zur Benutzerkonfiguration

Diese Befehle entsprechen der Menüoption „User Configuration“ (Benutzerkonfiguration).

:CFG:USER Benutzerkonfigurationen

Syntax	:CFG:USER:LOAD <Wert> :CFG:USER:SAVE <Wert> Dabei gilt: <Wert> ist eine Benutzerkonfiguration von 1 bis 8 zum Speichern und Laden. 0 ist die Vorgabekonfiguration.
Rückgabewert	1 wenn erfolgreich, 0 wenn nicht erfolgreich.
Beschreibung	Diese Befehle werden verwendet, um eine der 8 Benutzerkonfigurationen zu speichern und zu laden.
Syntax	:CFG:USER:REN <Wert>,< Konfig.- Name> Wobei <Wert> eine Benutzerkonfiguration von 1 bis 8 ist. <Konfig.- Name> ist ein neuer Konfigurationsname (maximal 16 Zeichen).
Rückgabewert	–
Beschreibung	Dieser Befehl wird verwendet, um den Namen einer Konfiguration zu ändern, damit sie für den Benutzer leichter zu finden ist. Tipp: Warten Sie 15 bis 20 Sekunden nach Ausgabe des Befehls :CFG:USER:LOAD 0, bis 1 (erfolgreich) oder 0 (nicht erfolgreich) zurückgegeben wird. Warten Sie auch nach Ausgabe dieser Befehle 15 bis 20 Sekunden, je nach Konfiguration, die gespeichert und/oder geladen werden soll, bis 1 (erfolgreich) oder 0 (nicht erfolgreich) zurückgegeben wird.

Senden und Empfangen von Befehlen

Wie bereits erwähnt, gibt es viele Möglichkeiten zum Senden von Befehlen an den PA4000. Für alle Methoden gelten jedoch einige allgemeine Regeln:

- Alle Anweisungen sollten mit einem Zeilenvorschubzeichen (ASCII 10) abgeschlossen werden.
- Alle zurückgegebenen Informationen enden mit einem Zeilenvorschubzeichen (ASCII 10).
- Es kann nur eine Anweisung gleichzeitig gesendet werden.
„:SEL:VLT;:SEL:AMP“ ist kein gültiger Befehl.
- Warten Sie bei allen Befehlen zur Gerätekonfiguration 0,5 Sekunden zwischen jedem Befehl, oder verwenden Sie die Flusssteuerung, um zu warten, bis der nächste Befehl gesendet wird.
- Bei Ausführung der Auto-Zero-Funktion, die jede Minute erfolgt, werden etwa 1 Sekunde lang keine neuen Ergebnisse ausgegeben. Daher kann Auto-Zero deaktiviert werden.

HINWEIS. Bei der Kommunikation über die Ethernet-Schnittstelle auf dem PA4000, werden alle Antworten mit einem Wagenrücklaufzeichen (CR-Zeichen), d. h. ASCII CR (0x0D), zurückgegeben. In den nachfolgenden Beispielen wird das Wagenrücklaufzeichen durch „[CR]“ angegeben.

Tipp. Bei Visual Studio oder Lab-View können Sie den Befehl „Flush, In-buffer“ verwenden, um auf schnelle und einfache Weise das Wagenrücklaufzeichen aus dem Eingangspuffer zu entfernen. Dies kann in der Software als Regel eingerichtet werden, die nach jedem ausgegebenen Schreib-/Lesebefehl ausgeführt wird.

Beispiel 1. Der Benutzer sendet eine Anfrage an den PA4000, um den Status des Nebenschlusswiderstands zu bestimmen. An die Antwort des PA4000 wird am Ende der Zeichenfolge ein CR hinzugefügt:

BENUTZER: „:SHU?“

PA4000: „0[CR]“

Der PA4000 antwortet wie üblich mit einem CR-Zeichen am Ende der Zeichenfolge.

Beispiel 2. Der Benutzer sendet einen Befehl an den PA4000, um die Austastung zu deaktivieren, und der PA4000 antwortet mit einem CR-Zeichen:

BENUTZER: „:SHU:INT“

PA4000: „[CR]“

Der PA4000 antwortet mit einem CR-Zeichen.

Bei allen anderen Kommunikationsmethoden antwortet der PA4000 nicht auf jede Kommunikation mit einem CR-Zeichen.

Kommunikationsbeispiele

Grundlegende Auswahl und Rückgabe von Ergebnissen

Die Ergebnisse werden mit dem Befehl FRD zurückgegeben. Dabei werden die anzuzeigenden Ergebnisse in der Reihenfolge zurückgegeben, in der sie auf dem Bildschirm erscheinen. Die ausgewählten Ergebnisse werden unten an der Liste hinzugefügt, mit Ausnahme von Oberwellen, die immer am Ende der Liste angezeigt werden.

:INST:NSEL 1	Legt die aktuelle Gruppe als Gruppe 1 fest.
:SEL:CLR	Löscht alle Ergebnisse aus allen Gruppen.
:SEL:VLT	
:SEL:AMP	
:SEL:FRQ	
:SEL:WAT	
:SEL:VAS	
:SEL:VAR	
:SEL:PWF	
:SEL:VPK+	
:SEL:APK+	
:FRD?	Gibt Veff, Aeff, Frequenz, Watt, VA, VAR, Leistungsfaktor, VSpitze (+) und VSpitze (-) im Gleitpunktformat zurück.
:FRF?	Gibt die ausgewählten Ergebnisse zur Bestätigung zurück und verwendet dabei die Bezeichnung in der Anzeige. In diesem Fall wird Folgendes zurückgegeben: Vrms, Arms, Freq, Watt, VA, Var, PF, Vpk+, Apk+

Wiederholte Ergebnisrückgabe

Der PA4000 aktualisiert die Ergebnisse mit der angegebenen Aktualisierungsrate. Damit Ergebnisse sofort zurückgegeben werden, sobald sie verfügbar sind, richten Sie das DSE-Register so ein, dass Bit 1, d. h. das NDV (New Data Available)-Bit, aktiviert ist. Lesen Sie dann das DSR-Register mit dem Befehl „:DSR?“, bis angegeben wird, dass neue Daten verfügbar sind. Senden Sie dann einen Befehl „:FRD?“, um die ausgewählten Ergebnisse abzurufen.

„:DSE 2“ // Aktiviert das NDV-Bit.

Bei strDSR <> „2“

„:DSR?“

strDSR = Empfangene Daten

WEND

„:FRD?“

Ergebnisse empfangen

Oberwellen

Für die Rückgabe von Oberwellen muss zuerst die Anzahl der Oberwellen sowie der Bereich ausgewählt werden und dann der Ergebnisliste in der Anzeige hinzugefügt werden.

:HMX:VLT:SEQ 0	Wählt gerade und ungerade Oberwellen aus (bei Angabe von 1 werden nur ungerade Oberwellen ausgewählt).
:HMX:VLT:RNG 9	Gibt alle Oberwellen von 1 bis 9 zurück.
:SEL:VHM	Fügt der Liste Spannungsobewellen hinzu.

Wenn angenommen wird, dass nach Beispiel 1 der Befehl :SEL:CLR nicht ausgegeben wurde, gibt :FRD? die folgenden Ergebnisse zurück:

Vrms, Arms, Freq, Watt, VA, Var, PF, Vpk+, Apk+, Vh1 Mag, Vh1 phase, Vh2 Mag, Vh2 phase, Vh9 Mag, Vh9 phase.

Kommunikationsbeispiel für eine Gruppe von Kanälen

Das Beispiel zeigt eine vollständige Befehlssequenz für die Kommunikation mit einer Gruppe von Kanälen. Bei diesem Beispiel wird ein 1-A-Nebenschlusswiderstand verwendet und die Austastung erfolgt unter 5 % des Bereichs.

*RST	(setzt die Geräteeinstellungen auf die Vorgabewerte zurück)
*IDN?	(identifiziert das Gerät, gibt eine Zeichenfolge zurück, die der Benutzer in der Software verwenden kann: „Tektronix, PA4000, Seriennummer, Firmware-Version“).
:INST:NSEL 1	(wählt Gruppe 1 aus)
:WRG:3P3	(stellt Kanal 1 und Kanal 2 für die Konfiguration mit 3 Phasen und 3 Leitungen als Teil von Gruppe 1 ein).
:RNG:VLT:AUT	(stellt die automatische Bereichseinstellung für die Spannung ein)
:RNG:AMP:AUT	(stellt die automatische Bereichseinstellung für den Strom ein)
:SHU:INT1A	(legt den 1-A-Nebenschlusswiderstand für Strommessungen fest)
:FSR:VLT	(stellt die Spannung als Frequenzquelle ein)
:BLK:ENB	(aktiviert die Austastung)
:AVG:AUT	(stellt automatische Mittelwertbildung ein)

:SEL:CLR	(löscht die Auswahlliste der Messergebnisse)
:SEL:VLT	(wählt Veff aus)
:SEL:WAT	(wählt Watt-Leistung aus)
:SEL:AMP	(wählt Aeff aus)
:SEL:FRQ	(wählt Frequenz aus)
:SEL:PUF	(wählt den Leistungsfaktor aus)
:SEL:VAS	(wählt VA Leistung aus)
{ }	
{ Geben Sie hier alle weiteren Parameter wie z. B. Oberwellen ein. (Siehe Seite 99, Oberwellen.)}	
{ }	
:DSE 3	(stellt DSR für neue verfügbare Daten und verfügbare Daten ein)
Bei dsr <> 3	(führt eine Abfrage in einer Endlosschleife durch, bis DSR = 3)
:DSR?	
Loop	
:FRD:GRP 1?	(liest die gemessenen Daten, die wie folgt im Gleitpunktformat angezeigt werden: -)
(Veff, Watt, Aeff, Freq, Leistungsfaktor, VA Leistung, Veff, Watt, Aeff, Freq, Leistungsfaktor, VA Leistung).	

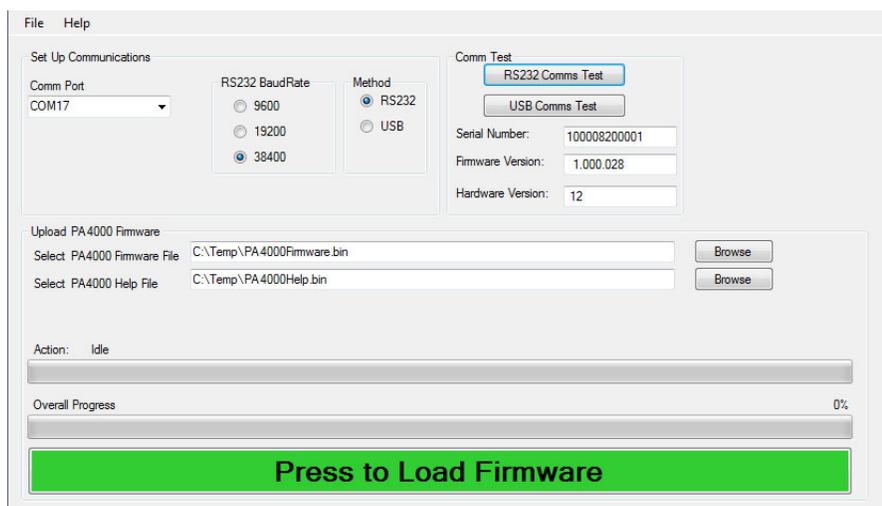
Software

Download-Software für den PA4000

Der PA4000 ist so konzipiert, dass der Benutzer neue Funktionen durch einfaches Aktualisieren der Firmware im Produkt hinzufügen kann. Die Firmware kann mit einem kostenlosen PC-Software-Programm aktualisiert werden. Dieses Programm ist im Abschnitt „PA4000“ der Tektronix-Website (www.Tektronix.com) verfügbar. Laden Sie einfach die Software herunter und installieren Sie sie auf Ihrem PC.

Die Download-Software ist mit Windows XP, Windows Vista und Windows 7 kompatibel.

Führen Sie nach der Installation die Software aus, um den Hauptbildschirm anzuzeigen:



Die Software unterstützt das Herunterladen von Firmware über RS232 und USB. Der Download über USB ist mit der Tektronix PA4000 Firmware Download Utility Version 1.000.004 oder höher und für Firmware-Version 1.000.037 oder höher verfügbar.

Vor dem Herunterladen von Code müssen Sie die RS232-Schnittstelle auf Ihrem PC auswählen und sicherstellen, dass die ausgewählte Baudrate mit der Baudrate auf dem PA4000 übereinstimmt. Diese Information finden Sie unter der Menüoption „Interfaces“ (Schnittstellen). (Siehe Seite 56, *Schnittstellen*.) Sie können die ordnungsgemäße Einrichtung der Kommunikationsschnittstelle bestätigen, indem Sie auf die Schaltfläche zum Prüfen der RS232-Kommunikation klicken. Dadurch werden Seriennummer, Firmware-Version und Hardware-Version des PA4000 zurückgegeben. Alternativ dazu können Sie unter „Method“ USB auswählen und auf die Schaltfläche zum Prüfen der USB-Kommunikation klicken.

Als nächstes müssen Sie die Software auf die Firmware-Hauptdatei und die Hilfedatei verweisen. Diese Dateien sind mit „PA4000Firmware.bin“ bzw. „PA4000Help.bin“ benannt. Die Datei ist auch auf der Tektronix-Website auf der Seite für den PA4000 verfügbar.

Nachdem Sie alle erforderlichen Schritte durchgeführt haben, klicken Sie auf „Press to Load Firmware“. Bei einer Baudrate von 38400 dauert das Herunterladen etwa 30 Minuten.



VORSICHT. *Trennen Sie den PA4000 beim Herunterladen nicht von der Stromversorgung.*

Gegen Ende des Herunterladens leert sich der Bildschirm des PA4000 und die blaue [SHIFT] LED blinkt. Nachdem das Herunterladen abgeschlossen ist, startet der PA4000 automatisch neu und ist danach verwendungsbereit.

Technische Daten

Messkanal

- Spannungsanschlüsse**
- Messungen bis 1000 V_{eff}, Gleichstrom bis 1 MHz, kontinuierlich
 - Differentielle Eingangsimpedanz: 1 MOhm parallel mit 13 pF
 - Hohe und niedrige Eingangsimpedanz gegen Masse: 30 pF

- 30 A Stromanschluss**
- Messungen bis 200 A_{Sp}, 30 A_{eff}, Gleichstrom bis 1 MHz, kontinuierlich
 - 15 A_{eff} max. bei ausgeschalteter Einheit oder wenn der ausgewählte Nebenschlusswiderstand nicht der 30-A-Nebenschlusswiderstand ist
 - 75 A_{eff} für 1 Sekunde, nicht-repetitiv
 - 9,375 mΩ
 - Hohe und niedrige Eingangsimpedanz gegen Masse: 45 pF

- 1 A Stromanschluss**
- Messungen bis 5 A_{Sp}, 1 A_{eff}, Gleichstrom bis 1 MHz, kontinuierlich
 - 2 A_{eff} für 1 Sekunde, nicht-repetitiv
 - 0,6 Ω
 - Hohe und niedrige Eingangsimpedanz gegen Masse: 45 pF
 - Schutz = T1.0AH, 250 V, 5 x 20 mm Sicherung (zeitverzögert, hohe Abschaltleistung)

- Externer Stromanschluss**
- Messungen bis 3,0 V_{Sp}, Gleichstrom bis 1 MHz, kontinuierlich
 - 50 V_{Sp} für 1 Sekunde
 - Hohe und niedrige Eingangsimpedanz gegen Masse: 45 pF

- Stromversorgungsausgänge für Analogkarte (optional)**
- ±15 V Versorgungsspannung
 - ±15 V ±5 %, 250 mA max (geschützt) pro Analogkartenausgang

Eingangsleistung

- Eingangswechselspannung = 100 - 240 V, 50 bis 60 Hz
- Schutz = T4AH, 250 V, 5 x 20 mm Sicherung (zeitverzögert, hohe Abschaltleistung)
- Leistungsaufnahme = 120 VA max.

Mechanische und Umgebungsbedingungen

- Abmessungen (ca.)**
- Höhe: 13,2 cm ohne Füße, 14,6 cm mit Füßen
 - Breite: 42 cm
 - Tiefe: 31 cm

Gewicht (ca.) 8,8 kg für das vierphasige Gerät mit +15 V Versorgungsspannung und installierten GPIB-Optionen.

- Spannungsfestigkeit**
- Netzversorgungseingang (Außenleiter + Nullleiter gegen Erde): 1,5 kV Wechselstrom
 - Spannungsmesseingänge: 2 kV_{sp} gegen Erde
 - Strommesseingänge: 2 kV_{sp} gegen Erde

Lagertemperatur -20 °C bis +60 °C

Betriebstemperatur 0 °C bis 40 °C

Maximale Betriebshöhe 2000 m

Maximale relative Luftfeuchtigkeit 80 % bei Temperaturen bis 31 °C, linear abnehmend bis zu 50 % relativer Luftfeuchtigkeit bei 40 °C

Optionale Teile

GPIB-Karte Die GPIB-Karte ermöglicht die Steuerung des PA4000 mit dem Geräteprotokoll des Industriestandards IEEE 488.

Diese Option (Opt. GPIB) ist werkseitig installiert.

- Wandlerstromversorgung** Für den PA4000 ist ein optionales ± 15 -V-Netzteil für externe Wandler verfügbar. Über das Netzteil sind pro Schiene und pro Analogkarte 250 mA verfügbar.
- Diese Option (Opt. 15 V) ist werkseitig installiert.

Kommunikationsschnittstellen

Der PA4000 ist standardmäßig mit RS232, Ethernet und USB ausgestattet.

- Serielle Schnittstelle**
- 9-poliger D-Stecker auf der Geräterückseite
 - RS232-Schnittstelle zum Anschließen an einen PC zur Fernsteuerung über ein Direktkabel
 - Verfügbare Baudraten sind 9600, 19200, (Vorgabewert) 38400
 - 8 Bit, keine Parität, 1 Stoppbit, Hardware-Flusssteuerung

Pin	E/A	Signalname	Pin	E/A	Signalname
1		Kein Anschluss	6		Kein Anschluss
2	Aus	TXD	7	Ein	CTS
3	Ein	RXD	8	Aus	RTS
4		Kein Anschluss	9		Kein Anschluss
5		0 V			

- IEEE 488/GPIB (optional)** Die IEEE 488-Schnittstelle ist mit 488.2 kompatibel, sodass normale GPIB-Kabel mit dem PA4000 verwendet werden können.

Pin	Signalname	Pin	Signalname
1	Daten 1	13	Daten 5
2	Daten 2	14	Daten 6
3	Daten 3	15	Daten 7
4	Daten 4	16	Daten 8
5	EOI (Beenden oder Identifizieren)	17	REN (Fernsteuerung aktivieren)
6	DAV (Daten gültig)	18	GND (Masse)
7	NRFD (Nicht bereit für Daten)	19	GND (Masse)
8	NDAC (Daten nicht akzeptiert)	20	GND (Masse)

Pin	Signalname	Pin	Signalname
9	IFC (Schnittstelle aufheben)	21	GND (Masse)
10	SRQ (Dienst Anforderung)	22	GND (Masse)
11	ATN (Achtung)	23	GND (Masse)
12	Schirmmasse	24	GND (Masse)

USB-Host

- 2 Schnittstellen. Eine auf der Vorderseite, eine auf der Rückseite.
- Die Schnittstelle auf der Vorderseite ist immer vorhanden, jedoch ist für ihre Verwendung eine optionale Karte erforderlich.
- Die Schnittstelle auf der Rückseite unterstützt keine USB-Flash-Laufwerke. Diese werden nur von der Schnittstelle auf der Vorderseite unterstützt.
- 250 mA, +5 V pro Schnittstelle.

USB-Flash-Laufwerksanforderungen:

- Das USB-Flash-Laufwerk muss mit dem FAT12-, FAT16- oder FAT32-Dateisystem formatiert sein.
- Die Sektorgröße muss 512 Byte betragen. Die Clustergröße kann bis zu 32 KB betragen.
- Nur BOMS (Bulk Only Mass Storage)-Geräte, die den SCSI- oder den AT-Befehlssatz unterstützen, werden unterstützt. Weitere Informationen zu BOMS-Geräten finden Sie in dem Dokument „Universal Serial Bus Mass Storage Class – Bulk Only Transport Rev. 1.0“, herausgegeben vom USB Implementers Forum.

Pin	Beschreibung
1	+5 V (O/P)
2	D- (I/P und O/P)
3	D+ (I/P und O/P)
4	0V (O/P)

USB-Peripheriegerät

- USB 2.0-kompatibel. Funktioniert mit jedem beliebigen USB 2.0-System.
- Volle Geschwindigkeit (12 MBit/s).

Pin	Beschreibung
1	VBus (I/P)
2	D- (I/P und O/P)

Pin	Beschreibung
3	D+ (I/P und O/P)
4	0 V (I/P)

Ethernet-Schnittstelle

- IEEE 802.3-kompatibel, 10Base-T
- Anschluss: RJ-45 mit Verbindungs- und Aktivitätsanzeigen
- TCP/IP-Verbindung an Port 5025

Pin	Signalname
1	Tx+
2	Tx-
3	Rx+
4	Common
5	Common
6	Rx-
7	Common
8	Common

LED-Statusanzeigen:

- Grün – Verbindung wurde hergestellt
- Gelb – Datenaktivität

Aux-Eingänge/Ausgänge

Der PA4000 ist mit einer Reihe von Aux-Eingängen und -Ausgängen ausgestattet. Dies sind:

- 4 Analogeingänge
- 2 Zählereingänge
- 4 Digitalausgänge

Die Pin-Zuordnungen auf dem Aux-Anschluss sind wie folgt:

Pin	Signalname	Pin	Signalname
1	Analogeingang 1	7	Digitalausgang 3
2	Analogeingang 2	8	Digitalausgang 4
3	Analogeingang 3	9	Zählereingang 1

Pin	Signalname	Pin	Signalname
4	Analogeingang 4	10	Zählereingang 2
5	Digitalausgang 1		
6	Digitalausgang 2		

Pin 11 bis Pin 22 sind mit Masse verbunden. Pin 23 bis Pin 25 sind nicht verbunden.

- Analogeingänge** Jeder Analogeingang akzeptiert ein Signal mit +10 V bis -10 V. Jeder Eingang ist mit Schutzdioden ausgestattet, die das Eingangssignal auf ±12 V begrenzen.
- Zählereingänge** Jeder Zählereingang akzeptiert eine Spannung von +10 V bis -10 V. Jeder Eingang ist mit Schutzdioden ausgestattet, die das Eingangssignal auf ±12 V begrenzen. Das Signal muss kleiner als 0,5 V sein, um als Null gezählt zu werden, und größer als 1,5 V, um als 1 gezählt zu werden. Das Tastverhältnis beträgt 20 bis 80 %.
- Digitalausgänge** Jeder Digitalausgang ist +5 V-TTL-kompatibel mit einer Ausgangsimpedanz von 10 kΩ.

Host/Client-Schnittstelle

Keine Benutzerverbindungen. Funktion noch nicht implementiert.

Gemessene Parameter

Tabelle 1: Phasenmessungen

Abkürzung	Beschreibung	Einh.	Formel
V_{eff}	Effektivspannung	Volt (V)	$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v_i^2 dt}$
A_{eff}	Effektivstrom	Amp (A)	$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_i^2 dt}$
F	Frequenz	Hertz (Hz)	
W	Wirkleistung	Watt (W)	$W = \frac{1}{T} \int_0^T v_i i_i dt$
PF	Leistungsfaktor		$PF = \left[\frac{Watt}{V_{rms} \times A_{rms}} \right]$
VA	Scheinleistung	Voltampere (VA)	$VA = [V_{rms} \times A_{rms}]$
var	Blindleistung	Voltampere-reaktiv (var)	$VA_r = \sqrt{(VA)^2 - W^2}$
V_{Sp+}	Positive Spitzenspannung	Volt (V)	$max \{v\}$
V_{Sp-}	Negative Spitzenspannung	Volt (V)	$min \{v\}$

Tabelle 1: Phasenmessungen (Fortsetzung)

Abkürzung	Beschreibung	Einh.	Formel
A_{PK-}	Positiver Spitzenstrom	Amp (A)	$max\{i\}$
A_{PK+}	Negativer Spitzenstrom	Amp (A)	$min\{i\}$
V_{DC}	DC-Spannung	Volt (V)	$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt$
A_{DC}	Gleichstrom	Amp (A)	$A_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt$
V_{RMN}	Mittelwert der gleichgerichteten Spannung	Volt (V)	$V_{MEAN} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt$
A_{RMN}	Mittelwert des gleichgerichteten Stroms	Amp (A)	$A_{MEAN} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt$
V_{CF}	Spannungsspitzenfaktor		$CF = \frac{Peak\ Value}{RMS\ Value}$
A_{CF}	Stromspitzenfaktor		$CF = \frac{Peak\ Value}{RMS\ Value}$
V_{THD}	Gesamtoberwellenverzerrung der Spannung	%	$\frac{\sqrt{(H0^2)+H2^2+H3^2+H4^2+H5^2+...}}{REF}$
V_{DF}	Verzerrungsfaktor der Spannung	%	$\frac{\sqrt{V_{rms}^2 - H1^2}}{REF}$
V_{TIF}	Telefonstörfaktor Spannung		$\frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\frac{max\ harm}{min\ harm} \sum (k_n \times V h_n)^2}$
A_{THD}	Gesamtoberwellenverzerrung des Stroms	%	$\frac{\sqrt{(H0^2)+H2^2+H3^2+H4^2+H5^2+...}}{REF}$
A_{DF}	Stromverzerrungsfaktor	%	$\frac{\sqrt{A_{rms}^2 - H1^2}}{REF}$
A_{TIF}	Telefonstörfaktor Strom		$\frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\frac{max\ harm}{min\ harm} \sum (K_n \times A h_n)^2}$
Z	Impedanz	Ohm (θ)	$Z = \frac{V_{fund}}{I_{fund}}$
R	Widerstand	Ohm (Ω)	$R = \frac{V_f}{A_f} \times \cos \theta (\theta = V\ phase - A\ phase)$
X	Reaktanz	Ohm (Ω)	$X = \frac{V_f}{A_f} \times \sin \theta (\theta = V\ phase - A\ phase)$
Vf	Grundspannung	Volt (V)	$\sqrt{(V1.r^2 + V1.q^2)}$
Af	Grundstrom	Amp (A)	$\sqrt{(A1.r^2 + A1.q^2)}$
Wf	Grundleistung	Watt (W)	$V1.r \times A1.r + V1.q \times A1.q$
VAf	Grund-Scheinleistung	Voltampere (VA)	$\sqrt{W.fund^2 + VAr.fund^2}$
VArf	Grundblindleistung	Voltampere-reaktiv (var)	$if\ W > 0$ $(V1.r \times A1.q) - (V1.q \times A1.r)$ $if\ W < 0$ $(V1.q \times A1.r) - (V1.r \times A1.q)$
PFf	Grundleistungsfaktor		$\frac{W.fund}{VA.fund}$

Tabelle 1: Phasenmessungen (Fortsetzung)

Abkürzung	Beschreibung	Einh.	Formel
CorrVArS	Korrektur-VArS	VA	$W_{fund} \times \tan \cos^{-1} (Desired PF) - \tan (\cos^{-1} (PF f))$
Vh _n	Spannungsoberwelle n	Volt (V)	$Mag = \sqrt{(Vh_n \cdot r^2 + Vh_n \cdot q^2)}$ $Phase = \tan^{-1} \left(\frac{Vh_n \cdot q}{Vh_n \cdot r} \right)$
Ah _n	Stromoberwelle n	Amp (A)	$Mag = \sqrt{(Ah_n \cdot r^2 + Ah_n \cdot q^2)}$ $Phase = \tan^{-1} \left(\frac{Ah_n \cdot q}{Ah_n \cdot r} \right)$
Wh _n	Leistungsoberwelle n	Watt (W)	$Mag = Vh_n \times Ah_n \times \cos (Ap_n - Vp_n)$

¹ f = Realteil der Grundspannung V oder des Grundstroms I
q=Imaginär- oder Quadraturteil von V oder I
V und I fundamental sind komplexe Zahlen im Format r+jq

SUM-Formel – Eine Phase, drei Leitungen

$$\sum V = \frac{ch1V+ch2V}{2}$$

$$\sum V.fund = \frac{ch1V.fund+ch1V.fund}{2}$$

$$\sum W = ch1W + ch2W$$

$$\sum W.fund = ch1W.fund + ch1W.fund$$

$$*Hinweis 1 \sum V Ar = \frac{\sqrt{\sum V Ar.fund^2 + \left(\sqrt{\frac{3}{2}} \times (ch1V Ar.h + ch2V Ar.h)^2 \right)}}{2}$$

SUM-Formel – Drei Phasen, vier Leitungen

Messgenauigkeit

In der nachstehende Tabelle sind die Formeln zur Berechnung der Genauigkeit für jeden Messwert aufgeführt.

Für die nachfolgenden Gleichungen gilt Folgendes:

- Es wird angenommen, dass das gemessene Signal eine Sinuswelle ist.
- F ist die Frequenz, gemessen in kHz. Bei Oberwellen ist F die Oberwellenfrequenz in kHz.
- V ist die Spannung, gemessen in Volt.
- I ist der Strom, gemessen in Amp.

- Z_{EXT} ist die Impedanz des externen Nebenschlusswiderstands (0,6 Ω beim 1-A-Nebenschlusswiderstand, 9,375 m Ω beim 30-A-Nebenschlusswiderstand).
- Θ ist der Phasenwinkel in Grad (d. h. die Phase des Stroms bezogen auf die Spannung).

Alle Spezifikationen gelten für eine Temperatur von 23 °C \pm 5 °C

Temperaturkoeffizient \pm 0,02 % des Ablesewerts / °C, 0 bis 18 °C, 28 bis 40 °C.

Parameter	Spezifikation
Spannung – V_{eff}, V_{rnn}, V_{dc}	
Bereiche	2000 V, 1000 V, 500 V, 200 V, 100 V, 50 V, 20 V, 10 V, 5 V, 2 V Spitze
V_{eff} 45-850 Hz Genauigkeit	\pm 0,04 % des Ablesewerts \pm 0,04 % des Bereichs \pm 0,02 V
V_{eff} 10 - 45 Hz, 850 Hz - 1MHz, Genauigkeit	\pm 0,05 % des Ablesewerts \pm 0,05 % des Bereichs \pm (0,02 * F) % des Ablesewerts \pm 0,02 V
V_{rnn}	\pm 0,2 % des Ablesewerts \pm 0,1 % des Bereichs \pm 0,1 V
DC Genauigkeit	\pm 0,05 % des Ablesewerts \pm 0,1 % des Bereichs \pm 0,05 V
Auswirkung des Gleichtaktmodus	1000 V, 60 Hz < 10 mV 100 V, 100 kHz < 50 mV
Spannung – Oberwellengröße und -phase	
10 Hz – 1 MHz Genauigkeit	\pm 0,08 % des Ablesewerts \pm 0,08 % des Bereichs \pm (0,02 * F) % des Ablesewerts \pm 0,02 V
Phase	\pm 0,025 \pm [0,005*(V/Ablesewert/VBereich)] \pm (0,05/Bereich) \pm (0,001*F)
Spannung – V_{sp+}, V_{sp-}, Spitzenfaktor	
Spitzenwertgenauigkeit	\pm 0,2 % des Ablesewerts \pm 0,1 % des Bereichs + (0,01 * F) % des Ablesewerts \pm 0,05 V – Niedrige Bandbreite \pm 0,2 % des Ablesewerts \pm 0,1 % des Bereichs + (0,01 * F) % des Ablesewerts \pm 0,5 V – Hohe Bandbreite
CF Genauigkeit	$\left[\frac{V_{PKerror}}{V_{PK}} + \frac{V_{RMSerror}}{V_{RMS}} \right] \times V_{CF}$ (gültig für einen Spitzenfaktor von 1 bis 10)
Strom – A_{eff}, A_{rnn}, A_{dc}	
Bereiche 30-A-Nebenschlusswiderstand	200 A, 100 A, 50 A, 20 A, 10 A, 5 A, 2 A, 1 A, 0,5 A, 0,2 A Spitze
Bereiche 1-A-Nebenschlusswiderstand	5 A, 2,5 A, 1,25 A, 0,5 A, 0,25 A, 0,125 A, 0,05 A, 0,025 A, 0,0125 A, 0,005 A Spitze
Bereiche für externen Nebenschlusswiderstand	3 V, 1,5 V, 0,75 V, 0,3 V, 0,15 V, 0,075 V, 0,03 V, 0,015 V, 0,0075 V, 0,003 V Spitze
A_{eff} 45-850 Hz Genauigkeit	\pm 0,04 % des Ablesewerts \pm 0,04 % des Bereichs \pm (20 μ V/ Z_{ext})
10 - 45 Hz, 850 Hz - 1 MHz Genauigkeit	\pm 0,05 % des Ablesewerts \pm 0,05 % des Bereichs \pm (0,02 * F) % des Ablesewerts \pm (20 μ V/ Z_{ext})
A_{rnn} Genauigkeit	\pm 0,2 % des Ablesewerts \pm 0,1 % des Bereichs \pm (100 μ V/ Z_{ext})

Parameter	Spezifikation
DC Genauigkeit	$\pm 0,05\%$ des Ablesewerts $\pm 0,1\%$ des Bereichs $\pm (50 \mu\text{V}/Z_{\text{ext}})$
Auswirkung des Gleichtaktmodus	1000 V, 60 Hz, 30-A-Nebenschlusswiderstand: < 1 mA 100 V, 100 kHz, 30-A-Nebenschlusswiderstand < 20 mA 1000 V, 60 Hz, 1-A-Nebenschlusswiderstand: < 50 μA 100 V, 100 kHz, 1-A-Nebenschlusswiderstand < 500 μA 1000 V, 60 Hz, externer Nebenschlusswiderstand: < 500 μA 100 V, 100 kHz, externer Nebenschlusswiderstand < 20 mV
Strom – Oberwellengröße und -phase	
10 Hz bis 1 MHz	$\pm 0,08\%$ des Ablesewerts $\pm 0,08\%$ des Bereichs $\pm (0,02 * F)\%$ des Ablesewerts $\pm (20 \mu\text{V}/Z_{\text{ext}})$
Phase	$\pm 0,025 \pm [0,005 * (A_{\text{range}} / A_{\text{reading}})] \pm (0,0001 / (A_{\text{range}} * Z_{\text{ext}})) \pm (0,001 * F)$
Strom – A_{sp+}, A_{sp-}, Spitzenfaktor	
Spitzenwertgenauigkeit	$\pm 0,2\%$ des Ablesewerts $\pm 0,1\%$ des Bereichs + (0,01 * F) % des Ablesewerts $\pm (0,3 \text{ mV}/Z_{\text{ext}} - \text{Niedrige Bandbreite})$ $\pm 0,2\%$ des Ablesewerts $\pm 0,1\%$ des Bereichs + (0,01 * F) % des Ablesewerts $\pm (3 \text{ mV}/Z_{\text{ext}} - \text{Hohe Bandbreite})$
CF Genauigkeit	$\left[\frac{A_{PKerror}}{A_{PK}} + \frac{A_{RMSerror}}{A_{RMS}} \right] \times A_{CF}$ (gültig für einen Spitzenfaktor von 1 bis 10)
Frequenz	
10Hz bis 1MHz	0,05 % des Ablesewerts
0,1 Hz bis 10 Hz	0,1 % des Ablesewerts
Leistung – W, VA, var und PF	
W Genauigkeit	$(V_{rmsacc.} \times A_{rms} \times PF) \pm (A_{rmsacc.} \times V_{rms} \times PF) \pm (V_{rms} \times A_{rms} \times (\cos \theta - \cos \{\theta \pm (Vh1_{pherr} \pm Ah1_{pherr})\}))$
VA Genauigkeit	$(V_{rmsacc.} \times A_{rms}) + (A_{rmsacc.} \times V_{rms})$
var Genauigkeit	$\sqrt{(VA^2 - [W \pm W_{acc.}]^2)} - \sqrt{(VA^2 - W^2)}$
PF Genauigkeit	$\frac{W_{Accuracy}}{VA}$
Grundstrom – Wf, VAf, VARf und PFf	
Wf Genauigkeit	$(Vh1_{magacc.} \times Ah1_{mag} \times PFf) \pm (Ah1_{magacc.} \times Vh1_{mag} \times PFf) \pm (Vh1_{mag} \times Ah1_{mag} \times (\cos \theta - \cos \{\theta \pm (Vh1_{pherr} \pm Ah1_{pherr})\}))$
VAf Genauigkeit	$(Vh1_{magacc.} \times Ah1_{mag}) + (Ah1_{magacc.} \times Vh1_{mag})$
VARf Genauigkeit	$\sqrt{(VAf^2 - [Wf \pm Wf_{acc.}]^2)} - \sqrt{(VAf^2 - Wf^2)}$
PFf Genauigkeit	$\frac{Wf_{Accuracy}}{VA}$
Verzerrung – DF, THD und TIF	

Parameter	Spezifikation
DF Genauigkeit	$\left[\frac{RMS_{error}}{RMS} + \frac{h1_{Mag}error}{h1_{Mag}} \right] \div DF$
THD Genauigkeit	$\left[\frac{h2_{Mag}error}{h2_{Mag}} + \frac{h3_{Mag}error}{h3_{Mag}} + \frac{h4_{Mag}error}{h4_{Mag}} + \dots etc \right] \times THD$
TIF Genauigkeit	$\left[\frac{h1_{Mag}error \times k1}{h1_{Mag}} + \frac{h3_{Mag}error \times k3}{h3_{Mag}} + \dots + \frac{h71_{Mag}error \times k71}{h71_{Mag}} \right] \times THD$
Impedanz – Z, R und X	
Z Genauigkeit	$\left[\frac{V_{RMS}error}{V_{RMS}} + \frac{A_{RMS}error}{A_{RMS}} \right] \times Z$
R Genauigkeit	$\left[\frac{Vh1_{mag}error}{Vh1_{Mag}} + \frac{Ah1_{Mag}error}{Ah1_{Mag}} + \left(\tan \theta \times (Vh1_{Ph}error + Ah1_{Ph}error) \times \frac{\pi}{180} \right) \right] \times R$
X Genauigkeit	$\left[\frac{Vh1_{MAG}error}{Vh1_{MAG}} + \frac{Ah1_{MAG}error}{Ah1_{MAG}} + \left(\frac{Vh1_{Ph}error + Ah1_{Ph}error}{\tan \theta} \times \frac{\pi}{180} \right) \right] \times X$
Analogeingänge	
Bereiche	10 VDC Bereich = ± 1 V bis ± 10 V 1 VDC Bereich = $\pm 0,1$ V bis ± 10 V
Genauigkeit	$\pm 0,2$ % des Ablesewerts $\pm 0,2$ % des Bereichs $\pm 0,005$ V
Abtastrate	1000 Samples pro Sekunde

HINWEIS. Zext ist die Impedanz des verwendeten externen Nebenschlusswiderstands, die kleiner oder gleich 10 Ohm sein muss.

Alle Genauigkeitsangaben basieren auf einer Warmlaufzeit von mindestens 30 Minuten.

Wenn keine Frequenz gemessen wird, wird das Signal für Genauigkeitszwecke als Gleichstromsignal betrachtet.

Spezifikationen sind nur gültig, wenn die entsprechenden Spannungs- und Stromeingänge > 10 % des Bereichs sind. Die Ausnahme sind Oberwellen, für die die Spezifikation gültig ist, wenn der Oberwellenwert > 2 % des Bereichs ist.

Index

A

- Anschließen des Prüflings, 5
- Anschließen eines Messumformers mit Spannungsausgang, 33
- Anschließen eines Nebenschlusswiderstands, 31
- Anschließen eines Spannungs-Messumformers, 34
- Anschließen eines Spannungsskalierung, 34
- Anschließen eines Spannungswandlers, 34
- Anschließen eines Spannungsskalierung, 34
- Anschluss eines Stromwandlers, 30
- Skalieren der Stromstärke, 30
- Aufzeichnung von Daten auf einem Speichergerät, 26

B

- Befehlsauflistung, 68
- Beispiele
 - Auswählen von Messgrößen für die Anzeige, 9
 - Ergebnis auswählen und zurückgeben, 98
 - Ergebnisse wiederholt zurückgeben, 98
 - für eine Gruppe von Kanälen, 99
 - Kommunikation, 98
 - Oberwellen, 99
- Benutzerkonfiguration, 63
- Betrieb per Fernsteuerung, 64
 - Schnittstelle für Ethernet-Systeme, 64
 - Schnittstelle für GPIB-Systeme, 65
 - Schnittstelle für RS232-Systeme, 64
 - Schnittstelle für USB-Systeme, 64
 - Übersicht, 64

Bildschirmhilfe, 10

D

- Datenaufzeichnung, 26
- Datenformat, 26
- Datenprotokoll, 57
- Datenspeicherung, 26

E

- Eingang
 - Externer Strom, 29
 - Spannung, 29
 - Stromstärke, 29
 - Übersicht, 28
- Eingänge, 48
 - Analogeingänge, 54
 - Bandbreite, 53
 - Bereiche, 50
 - Externe Kompensation von Phasen, 54
 - Feste/automatische Bereichseinstellung, 51
 - Frequenzquelle, 52
 - Nebenschlusswiderstände, 51
 - Skala, 53
 - Verkabelung, 48
- Einschalten, 3

F

- Frontpaneel
 - Aufbau, 11
 - Balkendiagrammansicht, 15
 - Bedienung, 11
 - Buchstabetasten, 24
 - Ergebnisansicht, 12
 - Funktionstasten, 24
 - Integratoransicht, 17
 - Mathematikansicht, 20
 - Schnellansicht-Tasten, 11
 - Setup-Ansicht, 21
 - Signalansicht, 13
 - Softkeys, 22
 - Tasten mit mathematischen Operanden, 25
 - Vektoransicht, 18
 - Zifferntasten, 25

G

- Globale Einstellungen, 3
- GPIB-Befehle, 69
 - :ANA, 89
 - Auslesen von Messergebnissen, 72
 - Auswählen von Messergebnissen, 72
 - :AVG, 94
 - :BDW, 88
 - Befehle zum Abfragen von Geräteinformationen, 72
 - Beispiel für eine Gruppe von Kanälen, 99
 - Benutzerkonfiguration, 96
 - :BLK, 93
 - :CAL:DATE?, 72
 - :CFG:USER, 96
 - *CLS, 69
 - :COM:ETH, 90
 - :COM:ETH:MAC, 91
 - :COM:ETH:STAT, 91
 - :COM:IEE, 90

- :COM;RS2, 90
- :DATA:USB, 92
- Datenprotokoll, 92
- :DSE, 70
- :DSE?, 70
- :DSR?, 70
- :DVC, 71
- Eingangseinstellung, 84
- Ergebnis auswählen und zurückgeben, 98
- Ergebnisse wiederholt zurückgeben, 98
- *ESE, 69
- *ESE?, 69
- *ESR?, 69
- :FRD?, 76
- :FRF?, 75
- :FSR, 87
- Grafiken und
 - Signalkurven, 90
- :HMX:VLT/AMP, 77
- :HMX:VLT/AMP:DF, 78
- :HMX:VLT?AMP:THD, 78
- :HMX:VLT/AMP:TIF, 79
- *IDN?, 69
- :INST:NSEL, 71
- :INST:NSEL?, 71
- :INST:NSELC, 71
- :INST:NSELC?, 72
- Kanal und Gruppe, 71
- Kommunikationsbeispiele, 98
- Konfiguration von Messwerten, 77
- Math, 92
- :MATH?, 93
- :MATH:FUNC, 92
- :MATH:FUNC:EN, 93
- :MAX, 80
- :MIN, 79
- :MOD, 81
- :MOD:BAL, 82
- :MOD:INT, 83
- :MOD:PWM, 84
- :MOD:SBY, 82
- Moduseinstellung, 81
- :MOVE, 75
- :NAME, 84
- Oberwellen, 99
- :RNG, 85
- *RST, 70
- Schnittstelle, 90
- :SCL, 89
- :SEL, 73
- Senden und Empfangen, 97
- :SHU, 86
- *STB?, 70
- :SUM, 81
- :SYST:CTYPE?, 72
- :SYST:DATE, 95
- :SYST:POWER, 96
- :SYST:TIME, 95
- :SYST:ZERO, 94
- Systemkonfiguration, 93
- :UPDATE, 94
- :WRG, 84
- Grafiken und Signalkurven, 55
 - Integratorparameter, 55
 - waveforms (Signalkurven), 55
- Gruppe
 - Definition, 3
- Gruppen-einstellungen, 3, 4
- I**
- IEEE 488.2
 - Standard-Befehle, 69
 - Statusbefehle, 69
- K**
- Kanaleinstellungen, 3, 4
- M**
- Math (Mathematische Ergebnisse), 57
- Menüsystem, 36
 - Hauptmenü, 36
 - Menüpunkte, 36
 - Messgrößen, 36
 - Navigation, 36
- Merkmale und Funktionen, xiii
 - Grundlegende Merkmale, xiii
- Messgrößen
 - Einstellen der Oberwellen, 40
 - Einstellen der Verzerrung, 40
 - Konfiguration, 40
 - Spalte für Max-Hold, 42
 - Spalte für Min-Hold, 42
 - Spalte für
 - SUM-Ergebnisse, 43
- Messungen (Standard), 7
- Modi, 43
 - Integrator, 45
 - Normal, 44
 - PWM-Motor, 47
 - Standby-Stromversorgung, 44
 - Vorschaltgerät, 44
- N**
- Navigieren im Menüsystem, 9
- Navigieren in der Ergebnisanzeige, 8
- Netzanschluss für externe Messumformer, 35
- P**
- Paketinhalt, xiii
- S**
- Schnittstellen, 56
 - Drucken, 56
 - Ethernet-Konfiguration, 56
 - GPIO-Adresse, 56
 - RS232-Baudrate, 56
- Sicherheitshinweise, vi
- Software, 101
 - Download-Software für den PA4000, 101

- Statusmeldungen, 65
 - Display Data Status Enable
 - Register, 67
 - Display Data Status
 - Register, 67
 - Standard Event Status Enable
 - Register, 68
 - Standard Event Status
 - Register, 68
 - Statusbyte, 65
 - Statusbyte-Register, 66
- Systemkonfiguration, 61
 - Aktualisierungsrate, 61
 - Analysatorkonfiguration, 63
 - Austastung, 61
 - Auto Zero (Auto-Null), 61
 - Host/Client, 62
 - Mittelwertbildung, 61
 - Optionale Funktionen, 63
 - Stromsparfunktion, 62
 - Zeit, 62

T

- Technische Daten, 103
 - Aux-Eingänge/Ausgänge, 107
 - Gemessene Parameter, 108
 - Host/Client-Schnittstelle, 108
 - Kommunikationsschnittstellen, 105
 - Ethernet-Schnittstelle, 107
 - IEEE 488/GPIB, 105
 - Serielle Schnittstelle, 105
 - USB-Host, 106
 - USB-Peripheriegerät, 106
 - Mechanische und
 - Umgebungsbedingungen, 104
 - Abmessungen, 104
 - Betriebstemperatur, 104
 - Gewicht, 104
 - Lagertemperatur, 104
 - Luftfeuchtigkeit, 104
 - Maximale
 - Betriebshöhe, 104
 - Spannungsfestigkeit, 104
 - Messgenauigkeit, 110
 - Messkanal, 103
 - 1 A Stromanschluss, 103
 - 30 A
 - Stromanschluss, 103
 - Externer
 - Stromanschluss, 103
 - Spannungsanschlüsse, 103
 - Stromversorgungsausgänge
 - für Analogkarte, 103
 - Optionale Teile, 104
 - GPIB, 104
 - Wandlerstromversorgung, 105
 - Stromversorgung, 104

V

- Verbindung von Signalen, 28

Z

- Zubehör, xiv