

**Handbuch
für
Dreiphasen-Verhältnis-
& Wicklungswiderstands-
Transformator-Prüfgerät**

MWA3XX Reihe

Katalog-Nummer: MWA300, MWA300-47,
MWA330A, MWA330A-47

HOCHSPANNUNGSGERÄT

Lesen Sie vor dem Anwenden des Geräts dieses gesamte Handbuch.

Valley Forge Corporate Center
2621 Van Buren Avenue
Norristown, PA 19403-2329
USA

610-676-8500

www.megger.com

**Dreiphasen-Verhältnis & Wicklungswiderstands-
Transformator-Prüfgerät**

MWA3XX Reihe

Copyright© 2017 Megger. Alle Rechte vorbehalten.

Wenn das Produkt oder seine einzelnen Instrumente für andere als in diesem Handbuch angegebene Zwecke verwendet wird, müssen Gültigkeit und Eignung durch Megger bestätigt werden. Beachten Sie die nachfolgenden Garantie-Informationen. Änderungen der Technischen Daten ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

GARANTIE

Megger gewährt für seine gelieferten Produkte nach Auslieferung ein Jahr Garantie auf Material und Verarbeitung. Unsere Leistungspflicht beschränkt sich – je nach unserer Entscheidung – auf den Austausch oder die Reparatur der defekten Ausrüstung. Wird die Ausrüstung zur Reparatur zum Werk zurückgeschickt, müssen Sie zuerst die Rücksendung per Email an VFsupport@megger.com genehmigen lassen. Nach Erhalt einer RA-Nummer (Rücksendenummer) kann die Ausrüstung, die im Voraus bezahlt und versichert wurde, verschickt werden. Die Garantie entfällt bei Missbrauch (Nichtbefolgen der empfohlenen Herstelleranweisungen) oder wenn der Kunde die in vorliegender Anleitung beschriebenen Wartungsarbeiten unterlässt.

Megger.

Valley Forge Corporate Center
2621 Van Buren Ave
Norristown, PA 19403-2329

610-676-8500 (Telefon)
610-676-8610 (Fax)

www.megger.com

INHALT

1 MWA300 PRODUKTÜBERSICHT.....	1
2 SICHERHEIT	5
3 TECHNISCHE DATEN	7
Elektrisch	7
Eingangsleistung.....	7
Schutzeinrichtungen (Sicherungen)	7
Verhältnis-spezifikationen	8
AC Ausgangs-Prüfspannung und Strom.....	8
Prüffrequenz	8
Belastung des Prüf-Transformators.....	8
Messbereiche	8
Genauigkeit	8
Messverfahren	9
Phasenverhältnis Transformatorwicklung.....	9
Messzeit.....	9
Wicklungswiderstands-spezifikationen	9
DC Ausgangsstrom (Vom Anwender wählbare Bereiche)	9
Leerlauf-Prüfspannung.....	9
Messspannung.....	9
Max. Leistung.....	9
Widerstandsbereiche	10
Anzeige	10
Datenspeicherung	10
Kommunikations-Schnittstelle.....	10
Sicherheit/EMV/Vibration.....	10
Umgebungsbedingungen	11
Physikalische Daten.....	11
4 SOFTWARE-INSTALLATION.....	13
PowerDB Lite Einrichtung & Installation (nur für PC-Steuerung)	13
Software-Installation (nur für PC).....	14
Allgemeine Prüfabläufe	15
Erste Schritte.....	15
5 DREIPHASEN-TTR & WICKLUNGSWIDERSTANDS-PRÜFUNG.....	19
Wählen Sie das Formular 3 θ Windungsverhältnis & Wicklungswiderstand	19
Prüfformularsteuerungen - Allgemein	20
Formular-Einstellungen	21
Stufen-Einstellungen	22
Widerstands-/Verhältnis-Einstellungen	23
Transformator-Typenschild	24
Transformator-Prüfbedingungen	25
Einrichtung Verhältnis-Prüfung	25
Verhältnis-Prüfung	26
Prüfen des Wicklungswiderstandes	26
Verfahren 1 - Assistent Widerstandsprüfung	27
Verfahren 2 – Stufen Messen – Wicklungswiderstand Aller Phasen	28
Verfahren 3 – Messen Einzelner Stufenwicklung.....	29

Bildschirm Widerstandsprüfung.....	30
Grundlegende Anschlüsse an MWA300	31
6 ANWENDUNGEN TRANSFORMATORPRÜFUNG – VERHÄLTNIS & WICKLUNG	33
Einphasige, Zwei-Wicklungs-Transformatoren –einschließlich Typischer Pol-Transformatoren mit Doppelter Sekundärwicklung.....	34
Dreiphasige, Zwei-Wicklungs-Transformatoren	37
Dreiphasige, Drei-Wicklungs-Transformatoren	39
Stromwandler (CT).....	39
Unmontierte- Stromwandler	40
Durchführungsstromwandler (BCT) Auf Einphasigen, Zwei-Wicklungs-Transformatoren montiert	42
Durchführungsstromwandler (BCT) auf Dreiphasigen Transformatoren montiert	43
7 PRÜF- & ERGEBNIS-DATEIEN - SPEICHERN UND WIEDERHERSTELLEN	47
Speichern von Ergebnis-/Prüfdateien.....	47
Wiederherstellen der Ergebnis-/Prüfdateien.....	48
8 SERVICE	51
Wartung.....	51
Kalibrierung.....	51
Verhältnisanteil – Selbstüberprüfung	52
Grund für mögliche Ungenauigkeit beim 1:1 Selbsttest	52
Fehlerbehebung	53
Beseitigen von MWA-Verbindungsproblemen (nur für PC).....	53
Verhältnistests.....	55
Fehlermeldungen.....	55
TTR Fehlerbehebung Führen.....	57
Reparaturen	58
9 ERSATZTEILLISTE UND OPTIONALES ZUBEHÖR.....	59

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 6-1:.....	Konfiguration zum Prüfen eines Einphasigen Transformators	34
Abbildung 6-2:.....	Konfiguration zum Prüfen eines Einphasigen Autotransformator	34
Abbildung 6-3:	Konfiguration zum Prüfen eines Einphasigen, Typ A)	35
Abbildung 6-4:.....	Konfiguration zum Prüfen eines Einphasigen, Typ B.....	36
Abbildung 6-5:.....	Zeigt Anschlüsse an einen Pol-Transformator mit 2 Sek. Wicklungen. Zum Prüfen mit PowerDB ist die Auswahl von 1P0, mit 2 Stufen und Wechsel der Kabel zwischen den Prüfungen erforderlich	36
Abbildung 6-6:	Typischer Anschluss an einen Transformator mit 8 Anschlüssen und 2 Wicklungen - YNyn oder Zickzack	38
Abbildung 6-7:.....	Zeigt einen Typischen Anschluss an einen Dreieck-Dreieck oder Yy (kein Nullleiter) - Transformator mit 6 Anschlüssen.....	38
Abbildung 6-8:.....	Konfiguration zum Prüfen unmontierter Stromwandler (bei Stromwandlern kann nur der X1-X2 Wicklungswiderstand geprüft werden). Verwenden Sie das Vektordiagramm 1P0.....	41
Abbildung 6-9:.....	Konfiguration zum Prüfen der Stufen bei Mehrstufigen Stromwandlern (nur die Wicklungen der Niederspannungsseite (X) können auf Widerstand geprüft werden). Verwenden Sie das Vektordiagramm 1P0.....	41
Abbildung 6-10:.....	Konfiguration zum Prüfen eines BCT, der auf einem Einphasigen Zwei-Wicklungs-Transformator montiert ist.– Verwenden Sie das Vektordiagramm 1P042	
Abbildung 6-11:.....	Konfiguration für das Prüfen eines BCT, der auf einem Dreiphasigen Leistungstransformator mit im Dreieck geschalteter Wicklung montiert ist (Das Kurzschließen ist nur während der Verhältnisprüfung erforderlich) - Verwenden Sie das Diagramm YNyn0.....	44
Abbildung 6-12:.....	Konfiguration für das Prüfen eines BCT, der auf einem Dreiphasigen Leistungstransformator mit im Stern geschalteter Wicklung montiert ist (Das Kurzschließen ist nur während der Verhältnisprüfung erforderlich) - Verwenden Sie das Diagramm YNyn0.....	45

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 6-1:.....	Prüfkabel-Kennzeichnungen für Einphasige Transformatoren	35
Tabelle 6-2:.....	Prüfkabel-Kennzeichnungen für Dreiphasige Transformatoren	37
Tabelle 8-1:.....	Anleitung zur Fehlerbehandlung.....	57
Tabelle 9-1:	Ersatzteilliste	59

Entgegennahme des Geräts

Vor der Inbetriebnahme überprüfen Sie bitte das Gerät hinsichtlich gelockerter Hardware oder Transportschäden. Wenn Sie Derartiges erkennen, ist ein Sicherheitsrisiko wahrscheinlich; versuchen Sie **KEINESFALLS** das Gerät in Betrieb zu nehmen. Bitte kontaktieren Sie schnellstmöglich Megger.



MWA300 Transformator-Verhältnis- & Wicklungswiderstands- Prüfgerät

1

MWA300 Produktübersicht

Das Prüfgerät MWA300/330A ist ein Automatikgerät; es wird über einen Rechner gesteuert, auf dem die Software PowerDB Lite läuft. Das MWA330A verfügt über einen eingebauten 12-Zoll-Controller, der anstelle eines PCs verwendet wird. Das Prüfgerät misst Windungsverhältnis, Phasenverschiebung, Erregerstrom und Wicklungswiderstand bei Leistungs- und Verteiltransformatoren sowie Messwandlern. Die an die Katalognummer angefügte Endung "-47" kennzeichnet eine 50 Hz Eingangsspannungsversorgung/Frequenz. Das Prüfgerät ist tragbar und in einem stabilen Kunststoffgehäuse untergebracht.

Das Prüfgerät kann zum Prüfen von einphasigen und dreiphasigen Transformatoren verwendet werden, sowohl mit als auch ohne Stufen in Übereinstimmung mit den Anforderungen der Normen von IEEE C57.12.90 – 2013 als auch IEC 60076. Für dreiphasige Messungen wird das Prüfgerät an alle drei Phasen des zu prüfenden Transformators angeschlossen. Betriebszustands- (Fehler-) Meldungen bezeichnen nicht korrekte Prüfanschlüsse, ungewöhnliche Betriebszustände oder Wicklungsprobleme. Die Prüfergebnisse werden auf einem externen PC gespeichert.

Es wird empfohlen, dass sich der Anwender mit dem MWA300/330A unbedingt vertraut macht, bevor er ihn an einen Transformator anschließt.

Steuerungen der Oberen Bedienfläche



Abbildung 1-1: Steuerungen der Oberen Bedienfläche

1. **Netzanschlussbuchse. EIN-/AUS-Schalter und Netz-Sicherungshalter:** EIN-/AUS-Netzschalter und Netzanschlussbuchse liefern die Leistung für das Prüfgerät.
2. **H – Kabelbuchse:** Gerätebuchse zum Anschließen der Prüfkabel für die Hochspannungs- (H) Wicklung eines Transformators
3. **X – Kabelbuchse:** Gerätebuchse zum Anschließen der Prüfkabel für die Niederspannungs- (X) Wicklung eines Transformators
4. **PC-Eingang:** USB Host für den Fernsteuerungsanschluss des MWA über einen PC. Schalter zur Auswahl der externen (MWA300 immer in dieser Position) sowie der internen (nur MWA330A) Gerätesteuerung. Die mitgelieferte Software ist PowerDB Lite, Version 11.03 und höher.
5. **HV Strobe-Eingangsanschluss:** Wenn das optionale HS-Stroboskop (Kat.Nr. 1004-639) angeschlossen ist, erhält der Anwender eine deutlich sichtbare Anzeige von Prüfspannung oder Prüfstrom, die/der auf das zu prüfende Gerät (Unit Under Test = UUT) angewandt wird.
6. **Sicherheits-Verriegelungs-Eingang:** Diese Anschlüsse werden für zusätzliche Sicherheit während der Prüfung eines Transformators verwendet.
7. **Erdungsanschluss:** Spezieller Dreh-Verriegelungsanschluss ermöglicht den Anschluss des Prüfgeräts an Masse der Stationserde.
8. **Leuchte Spannung EIN:** Das Blinken der **Roten** Anzeigelampe zeigt an, dass eine AC-Prüfspannung oder ein DC-Prüfstrom an das zu prüfende Gerät (UUT) angewandt wird.
9. **Anzeige Prüfmodus:** LEDs leuchten auf, um anzuzeigen, welche Art von Prüfmodus eingeschaltet ist (MTO oder TTR).



MWA330A Optionaler Controller mit Display

Der optionale industrielle 12-Zoll Controller ist:

1. **Ein industrielles 300 mm (12 Zoll) Touch-Display:** Wird anstelle eines PC verwendet. Entworfen, um PowerDB Lite mit Fokus auf ausgewählte Megger Instrumentensteuerungen im Zusammenhang mit Transformator-Tests zu betreiben. Wenn eingeschaltet, werden standardmäßig MWA-Transformatorformulare verwendet.
2. **Eingebauter Drucker:** Entworfen, um einzelne Ergebnisse zu drucken und ist in bestimmten Formularen über das im angewählten Formular enthaltenen "Drucksymbol" aktiv.
3. **USB Port:** Wird für verschiedene Funktionen verwendet, einschließlich externer Speicher und externe Maus-/Tastatursteuerung.
4. **USB Port Hub auf Rückseite:** Wird für externe Megger Instrumentensteuerung wie Delta4000, S1 / MIT Isolierungsprüfgerät, MLR10 verwendet.
5. **Ethernet Port auf Rückseite:** Wird für externe Megger-Instrumentensteuerung verwendet - insbesondere das Delta4000

Das MWA330A 300 mm (12 Zoll) Display soll einen Kunden-PC durch einen industriellen Controller ersetzen, der für den Einsatz in rauen Umgebungen entwickelt wurde. Dieses eingebaute Display bietet Schutz gegen versehentliches Herunterfahren des Gerätes durch sicheres Ausschalten des Windows-Betriebssystems zusammen mit PowerDB nachdem ein Abschalten (Schalter ausgeschaltet) erkannt wird. Dieses sichere Abschalten verhindert eine Beschädigung des internen Speichers und des Software-Betriebssystems.

Megger.

2

SICHERHEIT

Für die Sicherheit ist der Anwender verantwortlich

Nur qualifizierte und geschulte Anwender sollten den MWA300 bedienen. Der Anwender muss dieses Handbuch gesamthaft lesen und verstehen bevor er das Gerät bedient. Er muss die Anweisungen dieses Handbuchs befolgen und das Gerät beaufsichtigen solange es in Betrieb ist. Im Falle einer Fehlfunktion/Störung des Geräts sollte es unmittelbar vom Netz genommen und zur Reparatur zu Megger zurückgeschickt werden. Die im Handbuch aufgeführten Sicherheitsvorkehrungen sind nicht als Ersatz für die Sicherheitsabläufe in Ihrer Firma vorgesehen. Beachten Sie als weitere Information die von IEEE empfohlenen Praktiken zur Sicherheit bei Hochspannungs- und Hochleistungsprüfung, IEEE 510 - 1983.

Allgemeine Sicherheitsvorkehrungen

Sowohl das MWA300 als auch das zu prüfende Gerät (UUT) sind Quellen elektrischer Energie, deren Werte zum sofortigen Tod führen können. Beachten Sie folgende Sicherheitsvorkehrungen:

- Beachten Sie alle Sicherheitswarnungen am Gerät. Sie kennzeichnen Bereiche unmittelbarer Gefahr, die zu Verletzung oder Tod führen können.
- Verwenden Sie dieses Gerät nur für die in diesem Handbuch beschriebenen Zwecke. Achten Sie streng auf die Warn- und Vorsichtshinweise, die in diesem Handbuch gegeben sind.
- Behandeln Sie alle Anschlüsse von Ausrüstungen zur Hochspannungserzeugung als mögliche Risiken für einen Elektroschock. Wenden Sie alle zweckmäßigen Sicherheitsvorkehrungen an, um Kontakt mit spannungsführenden Teilen der Ausrüstung sowie der dazugehörigen Kreise zu verhindern.
- Verwenden Sie geeignete Schranken, Absperrungen und Warnungen, um Personen, die nicht direkt in die Arbeit eingebunden sind, von den Prüfungsaktivitäten fernzuhalten
- Schließen Sie das Prüfgerät niemals an eine spannungsführende Einrichtung an.
- Nicht in explosiver Umgebung verwenden.
- Verwenden Sie die in diesem Handbuch empfohlenen Erdungs- und Anschlussabläufe. Trennen Sie die Prüfkabel immer von der Energieeinrichtung, bevor Sie versuchen sie beim Prüfgerät zu trennen. Der

Erdungsanschluss ist der erste, der gemacht wird und der letzte, der entfernt wird. Jede Unterbrechung des Erdungsanschlusses kann das Risiko eines Elektroschocks darstellen.

- Personen mit Herzschrittmacher sollten den Rat vom Experten über mögliche Risiken einholen, bevor sie dieses Gerät bedienen und sich während des Betriebs in der Nähe dieser Einrichtung aufhalten.

Vorsichtsmaßnahmen Netzeingangsversorgung

Dieses Gerät wird an einer einphasigen, sinusförmigen Spannungsquelle betrieben. Es hat ein Dreileiter-Netzkabel und erfordert eine zweipolige Eingangsquelle mit drei Anschlüssen (Spannung, Neutralleiter und Schutzleiter). Die Spannung zu Erde vom spannungsführenden Pol der Spannungsquelle muss innerhalb der folgenden Nennbetriebsspannung sein:

Art. Nr. MWA300/330A 108-132 V, (207-253V*), 60 Hz, 2 Hz, 660VA

Art. Nr. MWA300/330A-47 207-253 V, (108-132V*) 50 Hz, 2 Hz, 660VA

**- Benötigt eine Sicherung für korrekten Betrieb - siehe Technische Daten unten*

Der Neutralleiter muss dem Erdungspotential entsprechen. Bevor Sie das Gerät an die Netz-Spannungsquelle anschließen, ermitteln Sie, dass die Netzspannung der Gerätebemessung mit der Spannung der Spannungsquelle übereinstimmt. Der Spannungseingangsstecker darf nur in eine Steckdose mit zwei Kontakten und einem Schutzleiter gesteckt werden. Überbrücken Sie keinesfalls den Schutzleiteranschluss. Jede Unterbrechung des Schutzleiteranschlusses kann das Risiko eines Elektroschocks bedeuten. Stellen Sie fest, dass die Steckdose ordnungsgemäß verdrahtet ist, bevor Sie den Stecker hineinstecken.

Bei Prüfgeräten, die mit 230 V Spannung versorgt werden, muss der Neutralanschluss des Spannungsversorgungskabels (weiße oder blaue Leitung) an den Neutralpol der Netzspannungsquelle angeschlossen sein. Der Erdungsanschluss des Eingangsspannungsversorgungskabels (grün oder gelb-/grüne Leitung) muss an den Schutz- (Erde) Anschluss der Netzspannungsquelle angeschlossen sein. Die schwarze oder braune Kabellleitung ist die spannungsführende Leitung.

Die Steuerungskreise des Geräts sind durch zwei Sicherungen des Netzkreises geschützt. Diese Sicherungen sind im EIN-/AUS-Schalterm modul platziert und können vom Anwender ausgetauscht werden. Um Elektroschock und Brandgefahr zu vermeiden, verwenden Sie nur die in *Kapitel 3* angegebene Sicherung, die in Bezug auf Typ, Spannungsbemessung und Strombemessung identisch ist.



WARNUNG

Bevor Sie die Sicherungen ersetzen, trennen Sie den Netzstecker von der spannungsführenden Spannungsquelle.

3

TECHNISCHE DATEN

Elektrisch

Eingangsleistung

Art. Nr. 108-132 V, , 60 Hz, ± 2 Hz, 660 VA
MWA300/330A: (207-253V Mit Sicherung wechseln auf 4.0 amp*)
IEC 1010-1 Installationskategorie II

** Die Kalibrierung der Phase kann abweichen, wenn sich die Nennfrequenz der Leitung ändert.*

Art. Nr. 207-253 V, , 50 Hz, ± 2 Hz, 660 VA
MWA300/330A-47: (108-132V Mit Sicherung wechseln auf 6.3 amp*)
IEC 1010-1 Installationskategorie II

** Die Kalibrierung der Phase kann abweichen, wenn sich die Nennfrequenz der Leitung ändert.*

Schutzeinrichtungen (Sicherungen)

Sicherung Netzeingang: Anzahl 2: 6,3 A, 250 V, 5 x 20 mm, SLO-BLO (120 V Keramik)

Anzahl 2: 4,0 A, 250 V, 5 x 20 mm, SLO-BLO (230 V Keramik)

TTR Teil 0,5 A, 250 V, 5 x 20 mm, SLO-BLO

Verhältnis-spezifikationen

AC Ausgangs-Prüfspannung und Strom

Prüfspannungen: 80 V eff, 40 V eff, 8 V eff.

Strom: Bis zu 500 mA

Prüffrequenz

Dieselbe wie Leitungsfrequenz.

Belastung des Prüf-Transformators

Geringer als 0,2 VA

Messbereiche

Übersetzungsverhältnis (Windungsverh.)	80 V AC: 0,8 bis 45.000, 5 Digit Auflösung 40 V AC: 0,8 bis 25.000, 5 Digit Auflösung 8 V AC: 0,8 bis 8.000, 5 Digit Auflösung
Erregerstrom	0 bis 500 mA, 3 Digit Auflösung
Phasenwinkelabweichung	± 90 Grad, 1 Dezimalstelle für die Minutenanzeige, 2 Dezimalstellen für die Gradanzeige

Genauigkeit

80 V AC	±0,1% (0,8 bis 2000) ±0,15% (2001 bis 4000) ±0,25% (4001 bis 10000) ±0,3% (10001 bis 45000)
40 V AC	±0,1% (0,8 bis 2000) ±0,15% (2001 bis 4000) ±0,3% (4001 bis 10000) ±0,35% (10001 bis 25000)
8 V AC	±0,1% (0,8 bis 2000) ±0,25% (2001 bis 4000) ±0,35% (4001 bis 8000)
Auflösung	5 Digits für alle Verhältnisse
Erregerstrom (eff)	±2 % des Werts + 1 Digit
Phasenwinkelabweichung	±3 Minuten (± 0,05 Grad)

Messverfahren

In Übereinstimmung mit *ANSI/IEEE C57.12.90-2013* & *IEC 60076-1*

Phasenverhältnis Transformatorwicklung

ANSI C57.12.70-2011

CEI/IEC 76-1:2011, IEC 60076-1 und CIGRE TB 445

AS-2374, Part 4-2003 (Australische Norm)

Messzeit

8 bis 37 Sekunden, abhängig vom Betriebsmodus und des Transformatortyps

Wicklungswiderstands-spezifikationen

DC Ausgangsstrom (Vom Anwender wählbare Bereiche)

10 mA
100 mA
1 A
2,5 A
5,0 A
7,5 A
10 A

Leerlauf-Prüfspannung

40 V DC

Messspannung

20 V DC

Max. Leistung

200 VA dauernd

Widerstandsbereiche

Strombereich (A)	Widerstandsbereich (Ω)	Auflösung (Ω)
10 A	10 $\mu\Omega$ bis 0,2 Ω	0,000001
10 A	0,2 Ω bis 2 Ω	0,0001
1 A	100 $\mu\Omega$ bis 2 Ω	0,00001
1 A	2 Ω bis 20 Ω	0,001
100 mA	1 m Ω bis 20 Ω	0,0001
100 mA	20 Ω bis 200 Ω	0,01
10 mA	10 m Ω bis 200 Ω	0,001
10 mA	200 Ω bis 2000 Ω	0,1

Genauigkeit: +/-0,25 % Bereich +/-0,25 % Anzeige

Anzeige

MWA300: Über externen PC (vom Anwender bereitgestellt)

MWA330A: Größe: 12 Zoll (305 mm), Helligkeit: 1600 NIT,
Betriebstemperaturbereich: -10C bis +50C, Typ: 4-Wire resistive
(Touch).

Datenspeicherung

MWA300: Über externen PC (vom Anwender bereitgestellt)

MWA330A: 32GB intern

Kommunikations-Schnittstelle

USB 2.0 Seriell

MWA330A: Intern für MWA-Betrieb oder externe Port USB 2.0 Seriell, oder
Ethernet 10/100 für Delta4000/S1/MIT/MLR10 Betrieb. (Das 12-Zoll-Display
ist in der Lage, die o.a. Instrumente über die im Gerät installierte PowerDB-
Software zu steuern.

Sicherheit/EMV/Vibration

Entspricht den Anforderungen von:

IEC1010-1: 2010 CE

ASTMD999.75

*IEC 61326-1:2012**

**Bei abgestrahlten Frequenzen von 80 MHz - 100 MHz kann sich die Leistung verschlechtern.*

Umgebungsbedingungen

Bereich Betriebstemperatur	-10 bis 50 °C
Bereich Lagertemperatur	-30 bis 70 °C
Relative Feuchtigkeit	0 bis 90 % nicht kondensierend

Physikalische Daten

Abmessungen:

Gerät	290 x 290 x 460 mm (HxBxT)
-------	----------------------------

Gewicht:

MWA300 mit bereitgestelltem Standardzubehör	15,5 kg
MWA330A mit bereitgestelltem Standardzubehör	18,0 kg
mit 9,0 m optionalen Kabeln	+ 8 kg

Megger.

4

SOFTWARE-INSTALLATION

PowerDB Lite Einrichtung & Installation (nur für PC-Steuerung)

Die Software PowerDB Lite ist als Softwaretool ohne Aufpreis enthalten. Es wurde speziell für die Steuerung und/oder Datengewinnung vom MWA300/330A entwickelt. PowerDB Lite wird Ihre Prüfdaten in einem professionell aussehenden Datenformular darstellen, welches zu einem Drucker oder in eine PDF-Datei gesendet werden kann.

PowerDB Lite ermöglicht Ihnen, eine Untergruppe der Standardformulare von PowerDB zu verwenden, die für spezielle Megger-Geräte geeignet sind.

Empfohlenes Minimum für das System

- Betriebssystem: Windows 7 oder neuer
- RAM: 2 GB RAM Minimum, >4 GB RAM empfohlen
- >2 GB freier Speicherplatz
- Prozessor: Minimum 2.0 GHz Pentium Class Prozessor,
- Für weitere Informationen besuchen Sie www.powerdb.com oder kontaktieren Sie Ihren örtlichen Vertriebsmann

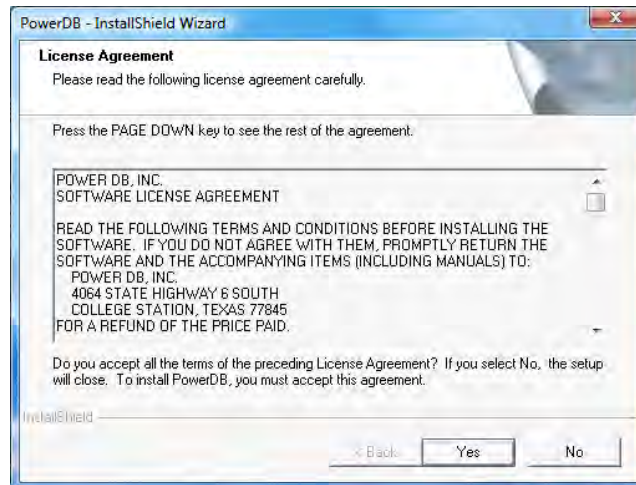
Das MWA330A hat PowerDB Lite bereits auf dem eingebauten Industriecontroller installiert und wird beim Selektionsbild "MWA Prüfformulare" einschalten. Das MWA330A wurde entwickelt, um Tests für die Endbenutzer intuitiver zu machen und beschränkt so den Einsatz des eingebauten Controllers auf PowerDB-Funktionen. Die Präsentations- und Testmethoden innerhalb des eingebauten Controllers sind identisch mit der PowerDB Lite PC Version. Es besteht kein Unterschied im Betrieb, außer wenn Upgrades zwischen dem PC und dem MWA330A nicht beibehalten werden. Das Upgrade für das MWA330A ist anders als das Upgrade eines PCs. Bitte wenden Sie sich an Megger Website ähnlich wie: <http://us.megger.com/my-account/software-downloads/> für die neueste 'On-Board-Download-Software' und Anweisungen.

Software-Installation (nur für PC)

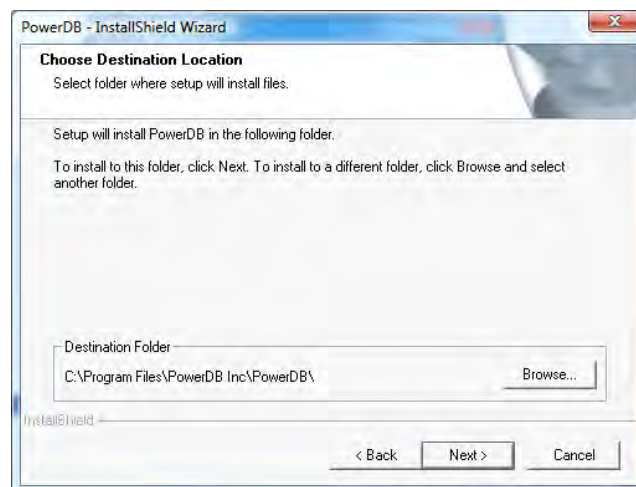
Um PowerDB Lite zu installieren, laden Sie die PowerDB Lite USB in das Laufwerk Ihres PCs und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm. Für die neueste Version gehen Sie bitte zur Website www.powerDB.com/download und laden die neueste verfügbare PowerDB Lite-Version herunter.

ANMERKUNG: Für MWA330A ist eine Software Version auf der www.megger.com Website unter "Software Support" verfügbar und benötigt eine Benutzeranmeldung. Sie wird über den USB-Port am Controller auf das MWA330A geladen) Die Version ist in der Software enthalten und erst sichtbar, wenn die PowerDB Lite Software geladen ist.

1. Akzeptieren Sie die Bedingungen des Lizenzabkommens.



2. Wählen Sie den Zielort für die PowerDB Lite Dateien.



3. Wählen Sie die Standardeinstellungen (Sprache und Messeinheiten).



4. Der Installations-Assistent wird die Installation von PowerDB Lite vervollständigen. Klicken *Sie auf Beenden*, um das Installationsprogramm zu schließen.

Allgemeine Prüfabläufe

Erste Schritte

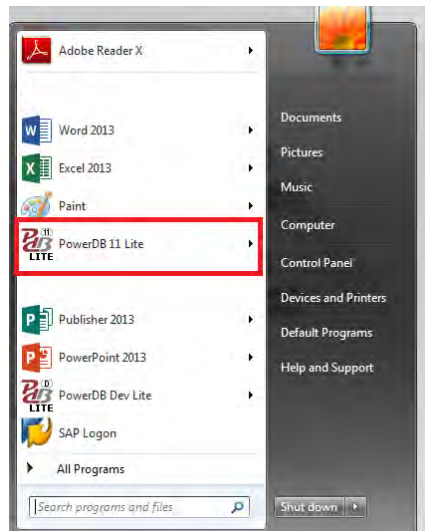
1. Um festzustellen, dass die MWA-Hardware betriebsbereit ist, beachten Sie Folgendes:

Sobald alle Sicherheitsvorkehrungen getroffen und alle Anschlüsse gemacht sind, kann der Anwender vorsichtig den EIN-/AUS-Schalter in die EIN-Position bringen und das Prüfgerät entsprechend der Beschreibung in diesem Handbuch bedienen.

Beim Einschalten sollten die Lüfter gehört werden (Wicklungswiderstandsteil) und EIN hörbarer Piepston sollte erklingen (Verhältnisteil). Der MWA führt einen Selbsttest durch und alle Hard- und Softwarevariablen werden vorbereitet.

Gehen Sie weiter zum nachfolgenden Kapitel bzgl. Betrieb über externen PC (vom Anwender bereitgestellt).

2. Wählen Sie PowerDB Lite vom Startmenü des PC oder von der Verknüpfung im Hauptfenster:

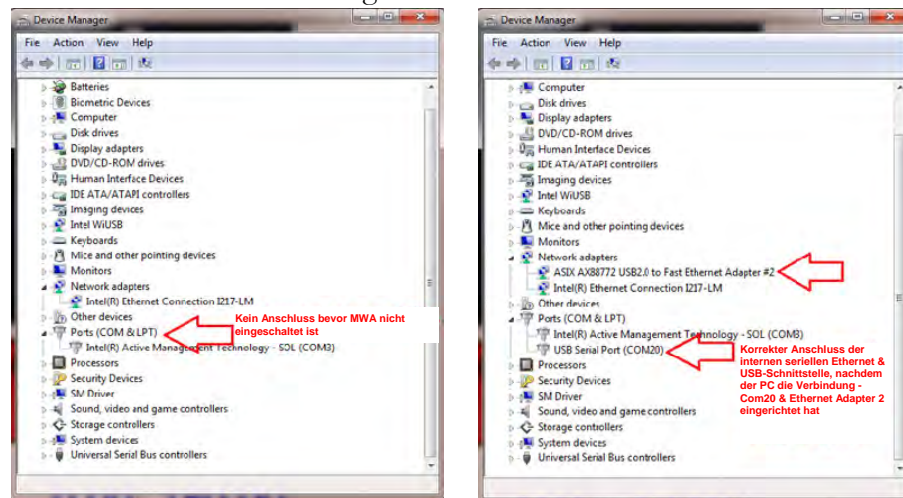


3. Wählen Sie **MWA** im Bildschirm Instrument Setup (Gerätekonfiguration). Sie finden es unter "Favoriten" oder "Transformator/Leistungsfaktor-Prüfgeräte" und kann auf Wunsch verschoben werden.



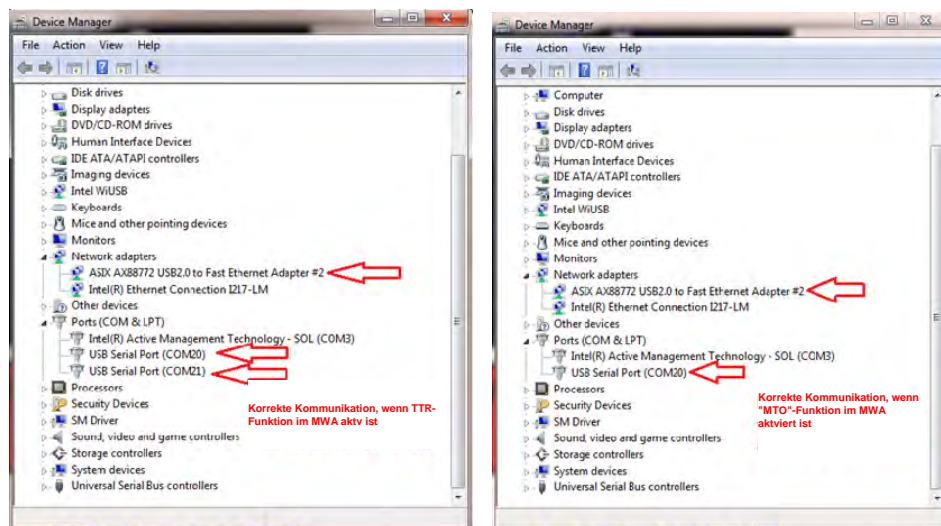
Der MWA300 verwendet nur einen USB Anschluss. Sobald der MWA ausgewählt ist, werden die korrekten Einstellungen für USB vorausgewählt; weitere Änderungen sollten nicht erforderlich sein. **BITTE BEACHTEN SIE SICHERHEITSZEITEN FÜR DEN TREIBER ZU LADEN, WENN AN DEN MWA300 ANZUFÜHREN.** Geben Sie dem PC bei jedem Anschließen an den MWA ungefähr 45 - 60 Sekunden, um mit dem Gerät zu verbinden, an das es einmal angeschlossen wurde.

4. Beim Geräte-Manager sollten folgende Treiber als installiert angezeigt werden, wenn das Gerät EINGeschaltet ist:



Vor dem Verbinden

Nach Verbinden+ MWA300 EIN



MTO Funktion EIN

TTR Funktion EIN

Typische Probleme, die angetroffen werden, beziehen sich auf die Treiber für MWA300 und können eine erneute Installation der Software erfordern, um die Treiber ordnungsgemäß wieder zu laden, aber bitte genügend Zeit für die ordnungsgemäße Belastung der Fahrer zuzulassen **BITTE BEZUG AUF KAPITEL 8 DIESES HANDBUCHS**. Darüber hinaus wenden Sie sich bitte an Ihr lokales autorisiertes Servicecenter oder direkt an VFsupport@megger.com.

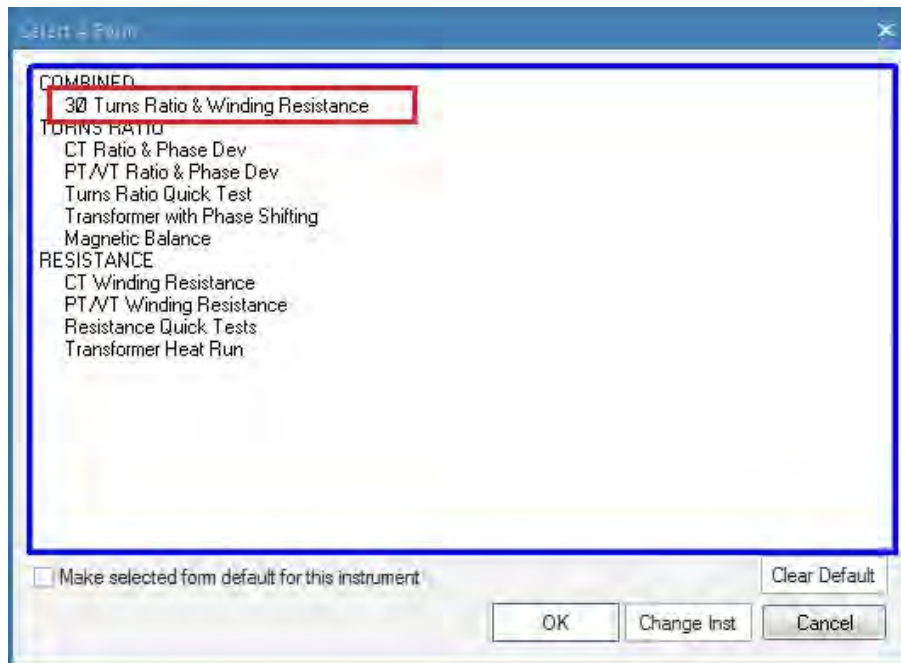
Megger.

5

DREIPHASEN-TTR & WICKLUNGSWIDERSTANDS-PRÜFUNG

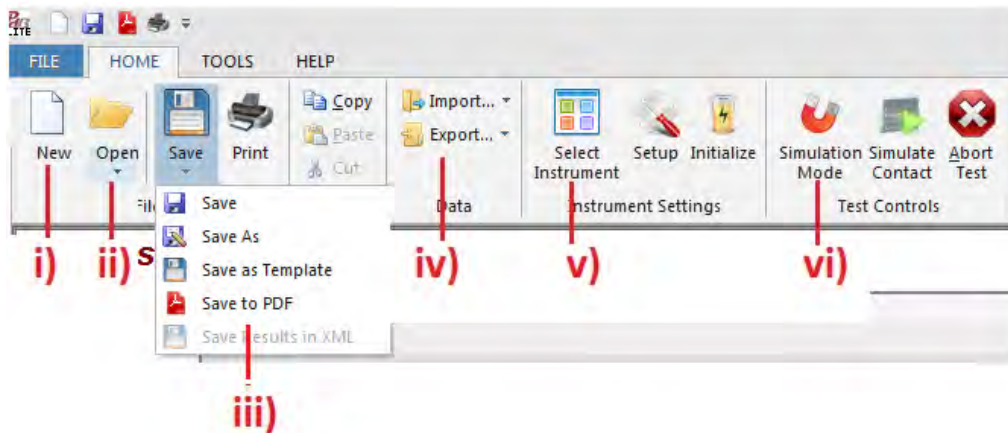
Im Folgenden werden die betrieblichen Aspekte der MWA Prüfformulare detailliert beschrieben; dabei wird das nachfolgende Formular 3 θ Windungs- & Wicklungswiderstand als Referenz verwendet. Alle anderen MWA Formulare verwenden gleiche Verfahren, wie sie im nachfolgenden Beispiel beschrieben sind.

Wählen Sie das Formular 3 θ Windungsverhältnis & Wicklungswiderstand





Prüfformularsteuerungen - Allgemein

Sobald ein Formular geöffnet ist, haben alle Formulare einen Satz Standardsteuerungen, welche über den oberen Teil des Formulars, zur Verfügung stehen (s. nachfolgende Abbildung). Diese ermöglichen gemeinsame Funktionen (z.B. Speichern, Löschen, Ergebnisse öffnen) zusammen mit Funktionen wie sie nachfolgend beschrieben werden.



- i. **New [Neu]:** Ermöglicht die Auswahl eines anderen Prüfformulars im MWA - es bringt eine Auswahlliste aus dem *Menü in 1.* oben vor.
- ii. **Open [Öffnen]:** Von Ergebnissen oder Prüfeinrichtungen, die zum Betrachten vergangener Ergebnisse, Anhängen oder erneuten Prüfen verwendet werden.
- iii. **Save [Speichern]:** Fordert den Anwender auf, die Ergebnisse zu speichern oder die Datei umzubenennen oder im PDF-Format zu speichern.
- iv. **Import/Export:** Ermöglicht das Speichern der Ergebnisse als CSV (Excel-) Datei.
- v. **Select Instrument [Instrument auswählen]:** Ermöglicht den Wechsel des Prüfinstruments unter der Steuerung von PowerDB, wie in "*1. Erste Schritte*" oben vermerkt.
- vi. **Simulation Mode [Simulationsmodus]:** Ermöglicht die Verwendung eines Prüfformulars ohne dass das Instrument tatsächlich angeschlossen ist. Hilfreich bei der Schulung des Personals und bei Vorführungen.

Formular-Einstellungen



Form	
Diagram Number	 i)
Standard	ANSI ii)
Phase Display	Degrees iii)
Ratio Display	TTR(Turns Ratio) iv)
Turns Ratio Allowed Error(%)	0.5 v)
Ω Max Wdg Diff (%)	2.0 vi)
Corrected Ω (°C)	 85 vii)

- i. **Diagram Number [Diagramm-Nummer]:** Bezieht sich auf die TTR/MTO Funktion, wo jede Vektorkombination eine spezielle Diagrammnummer damit verknüpft hat.
- ii. **Standard:** ANSI/IEC/AUS abhängig vom verwendeten nationalen Standard.
- iii. **Phase Display [Phasenanzeige]:** Beim Prüfen des Verhältnisses wird das begleitende Phasenergebnis als "Grad" oder "Minuten" (60 Minuten = 1 Grad) angezeigt.
- iv. **Ratio Display [Verhältnisanzeige]:** Voreingestellt als "Transformator-Windungsverhältnis", ermöglicht aber die Anzeige von "TNR – Transformator-Typenschildverhältnis "
- v. **Turns Ratio Allowed Error (%) [Zulässiger Fehler Windungsverhältnis (%)]:** Setzt eine prozentuale Fehlergrenze für jedes gemessene Verhältnis gegenüber dem erwarteten Verhältnis (von den Transformator-Typenschildeingängen berechnetes Verhältnis) fest. Standard sind 0,5 %, da dies für Leistungstransformatoren typisch ist.
- vi. **Ω Max Wdg Diff (%):** Zur Bestimmung der Wicklungswiderstandsgrenzen, normalerweise auf 2 % eingestellt. Verwendete Berechnung:

$$(\text{Phase 1 } \Omega + \text{Phase 2 } \Omega + \text{Phase 3 } \Omega)/3 = R_{\text{mittel } \Omega}$$

$$\% \text{ Differenz (angezeigt)} = (\Omega_{\text{max}} - \Omega_{\text{min}})/R_{\text{mittel}} * 100$$
- vii. **Corrected Ω (°C) [Korrigierter Ω (°C)]:** Widerstand, auf eine eingestellte Temperatur z.B. 85 °C korrigiert. Nach dem Auswählen (Ankreuzen) wird der Widerstand in der nachfolgenden Tabelle auf einen Standard-Temperaturwert korrigiert. Bereich 0 - 200 °C.

Stufen-Einstellungen

Tap		
Override Calc. Voltages		i)
Override Tap Labels		
H Numbering Convention	<input type="text" value="1, 2, 3"/>	ii)
L Numbering Convention	<input type="text" value="1R, N, 1L"/>	
Raise Suffix	<input type="text" value="R"/>	iii)
Lower Suffix	<input type="text" value="L"/>	
Round Tap Voltages To	<input type="text" value="1 Volt"/>	iv)

- i. **Override Calc. Voltages/Tap Labels[Berechnete Spannungen/Stufen-Kennzeichnungen überschreiben]:** Ermöglicht individuellen Zugang zu jedem Feld. Normalerweise für kundenspezifische Transformatoren verwendet.

ANMERKUNG: Wenn angekreuzt, bleiben alle Felder in der Tabelle unten leer bis sie manuell befüllt werden.

- ii. **H & L Numbering [Nummerierung]:** Ermöglicht die Kennzeichnung gemäß der Transformator-Typenschildkonvention.
- iii. **Raise/Lower Suffix [Endung erhöhen/verringern]:** Ermöglicht die Kennzeichnung gemäß der Transformator-Typenschildkonvention.
- iv. **Round Tap Voltages[Stufenspannungen runden]:** Hilft, Stufenspannungen, die im Formular aufgeführt sind, mit den tatsächlichen Typenschildspannungen übereinstimmen zu lassen.

Widerstands-/Verhältnis-Einstellungen

Resistance Measurement		Turns Ratio	
Nameplate Recommended Current (A): Pri: 0.01 Sec: 0.01 Tert: 0.01 i)		Test Voltage	Auto vi)
Current (Amps)	10.0 ii)	<div style="border: 1px solid gray; border-radius: 10px; padding: 10px; text-align: center;"> Factory Settings </div> vii)	
Break/Make Sensitivity	5 msec iii)		
Demag	Primary Center iv)		
Stability for Valid Reading	99.8% v)		
Time Limit for Valid Reading	10		
Automatic Data Recording	Off		

- i. **Nameplate Recommended [Typenschild empfohlen]:** DC Prüfstrom wird als Richtwert für die Prüfstromgrenzen für jede Wicklung eingestellt.

ANMERKUNG: Bei Transformatoren mit einem hohen Verhältnis ergibt das Prüfen der Wicklungen in Reihe möglicherweise keine rechtzeitigen oder präzisen Ergebnisse wegen des unzureichenden Prüfstroms für die Sekundärwicklungen.

- ii. **Current (DC Amps) [Strom (DC A)]:** Auswahl des Prüfstroms für das Prüfen des Wicklungswiderstands
- iii. **Break/Make Sensitivity [Empfindlichkeit Schließen/Öffnen]:** Zur Erkennung von schlechtem Betrieb des (O)LTC. Die Erkennung geschieht, sobald der Strom unter 90 % des eingestellten Stromwerts innerhalb der eingestellten Zeit fällt. Geringere Zeiteinstellungen bedeuten guten OLTC-Betrieb.
- iv. **Demagnetization [Entmagnetisierung]:** Die Standard-Wicklung ist ausgewählt, es ist aber möglich, zu irgendeinem primären/sekundären Ein- oder Dreiphasen-Verfahren zu wechseln (alle Verfahren sind integriert). Die Vor-Ort-Ergebnisse zeigen, dass die optimale für die Entmagnetisierung verwendete Wicklung die Mittelwicklung der Primärseite bei gleichem DC-Strom, wie für das Prüfen verwendet wird, ist.
- v. **Reading Stability INDICATOR [ANZEIGE Wertestabilität]:** Die Einstellungen lassen den Anwender auf gute Werte vertrauen und ermöglichen sowohl einen "Stabilitäts-" Zustand (wenn der Wert auf **grün** umspringt) ALS AUCH eine *Zeitgrenze für die Stabilität*, nach wieviel % die *Stabilität* auf **grün** umspringt. Für ein gutes Vertrauen in präzise Werte sollte die Einstellung auf 99,9 % **SOWIE** auf eine längere Stabilitätszeit (15 - 30 Sekunden mehr) erhöht werden. Die Wertestabilität hängt von den Transformatorcharakteristiken ab; nachdem die ersten Werte bei einem Transformator erfasst wurden, sollten diese 2 Indikatoren überprüft und

nach oben oder unten angepasst werden. Nachdem Erfahrung gewonnen wurde, kann die "Automatische Datenaufzeichnung" für effizientes Prüfen eingeschaltet werden; dadurch wird der Bedarf für manuelles Akzeptieren der stabilen Werte minimiert.

- vi. **Turns Ratio Test Voltage[Prüfspannung Windungsverhältnis]:** Ermöglicht die Auswahl der Prüfspannung der Wicklung – 80/40/8 oder Automatisch auswählen.
- vii. **Factory Settings[Werkseinstellungen]:** Kehrt die Einstellungen wieder auf die Originalwerte des Werks zurück.

Transformer-Typenschild

Nameplate

MFR _____ WEIGHT lb

SER NO _____ CLASS _____

YEAR _____ BIL _____ kV

TYPE SEALED

☐ Has Tertiary

	Voltage (V)		MVA	Rated I	# Taps	Nominal	Char		Last Tap Voltage	Material	
	L-L	L-G									
Primary	120		5		5	3	DETC	3	132,000	108,000	Cu
Secondary	14.4		5		11	6	LTC		15,840	12,960	Cu

Diagram # 53 (ANSI)

- i. **Vector Selection[Vektorauswahl]:** Nachdem die (obige) Formulareinstellung die richtige Norm gewählt hat, wird auf Vektor gedrückt und ein Pop-up *VektorKapitel* erscheint; oder Sie wählen Primär- und Sekundärvektor per Rechtsklick bis sie mit dem Transformator-Typenschild übereinstimmen.
- ii. **Transformer Nameplate Voltages[Spannungen Transformator-Typenschild]:** (nur Phase-Phase, in Volt.
- iii. **Nameplate Power Rating[Bemessung Typenschild]:** Normalerweise ohne Kühlbetrieb. Drücken Sie "MVA", um zu "KVA" umzuschalten. Nach dem Ausfüllen wird "Nenn-I" mit Hilfe der bereitgestellten Parameter berechnet und angezeigt.
- iv. **# Taps [Anzahl Stufen]:** Eingabe vom Typenschild. Bestätigen Sie außerdem, dass NENN-Stufenpositionen korrekt sind.
- v. **Tap Changer [Stufenschalter]:** Um zum Typ "DETC/OLTC" für Primär/Sekundär/Tertiär (falls anwendbar) umzuschalten, IST FÜR DIE AUTOMATISIERTE WICKLUNGSWIDERSTANDSPRÜFUNG EINE KORREKTE EINGABE ERFORDERLICH.
- vi. **Tap Setting [Stufeneinstellungen]:** Stufe # der Position DETC ist gefunden. Dies wird auch zum Bestätigen, dass DETC nach Abschluss der Prüfung in korrekter Position zurückgelassen wurde, verwendet.

- vii. **First/Last Tap Voltage [Spannung Erste/Letzte Stufe]:** Zur Berechnung der erwarteten Spannung (& Verhältnis) für jede Stufenposition genauso erforderlich wie für % Verhältnisfehler-Berechnungen.

Transformator-Prüfbedingungen

Transformer Test Conditions				Test Conditions	
AMBIENT TEMP.	26	°C	OIL TEMP	70	°C
HUMIDITY	80	%	WINDING TEMP	74	°C
WEATHER	Indoors		REASON Routine		
			TEST STATUS		

iv)

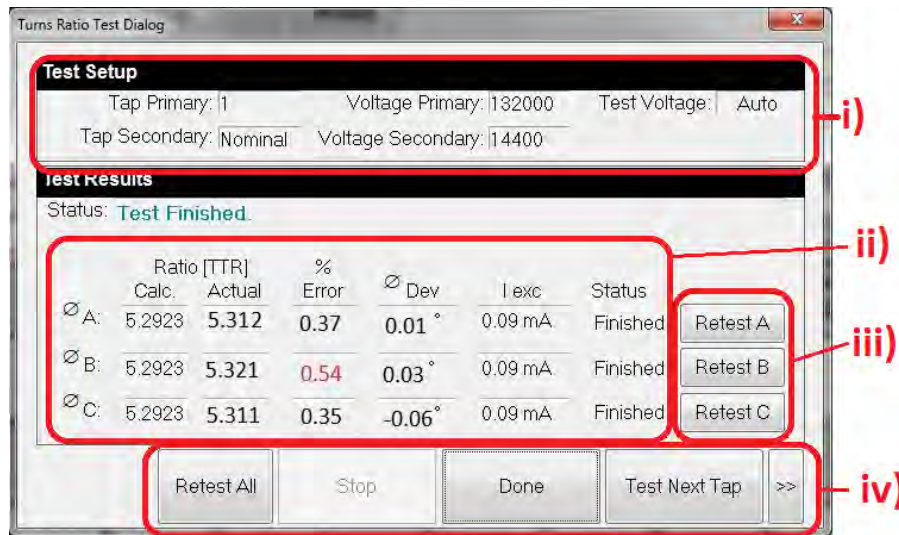
- Environmental (Weather) Test Conditions [Prüfbedingungen Umgebung (Wetter)]:** Eingabe
- Oil/Winding Temperature [Öl-/Wicklungstemperatur]:** Werteeingabe von Transformator-Temperaturanzeigen; für optionale Korrektur der Ergebnisse auf normalisierte Temperaturen verwendet
- Test Status[Prüfstatus]:** Nach Abschluss der Prüfung wird der Zustand der zu prüfenden Einrichtung angezeigt.
- Demagnetization[Entmagnetisierung]:** Nach Drücken beginnt die Entmagnetisierung der Transformatorwicklung; die "Entmagnetisierung" wird nach Abschluss bestätigt.

Einrichtung Verhältnis-Prüfung

Turns Ratio - Primary Taps to Secondary Nominal										i)		Untested Rows		ii)		Results	
#	Tap P/S	Voltage P/S	Test V	TVR	H ₁ - H ₀ / X ₃ - X ₂				H ₂ - H ₀ / X ₁ - X ₃				H ₀ - H ₃ / X ₁ - X ₂				
					Actual Ratio	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	Actual Ratio	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	Actual Ratio	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	
1	1	Nominal	132,000	14,400	5.292												
2	2	Nominal	126,000	14,400	5.052												
3	Nominal	Nominal	120,000	14,400	4.811												
4	4	Nominal	114,000	14,400	4.571												
5	5	Nominal	108,000	14,400	4.330												

- Untested Rows[Nicht geprüfte Zeilen]:** Verbirgt oder zeigt nicht geprüfte Zeilen.
- Results[Ergebnisse]:** Verbirgt oder zeigt Ergebnistabellen für diese Wicklung.
- # Test [# der Prüfung]:** Drücken, um mit dem Prüfen einzelner Zeilen zu beginnen. Diese Aktion wird nachfolgenden *Kapitel Prüfdialog (Verhältnis-Prüfung)* aktivieren.
- Tap Values[Stufenwerte]:** Wird ausgefüllt, sobald Transformator-TypenschildKapitel oben abgeschlossen ist.

Verhältnis-Prüfung



- i. **Test Setup [Einrichtung Prüfung]:** Gibt Eingang vom Transformator-Typenschild (5.) oben und zu prüfende Stufe wieder
- ii. **Test Results for each phase [Prüfergebnisse für jede Phase]**
- iii. **Retest A/B/C [A/B/C erneut prüfen]:** Durch Drücken wird eine einzelne Phase erneut geprüft
- iv. **Retest, Test Tap or Done [Erneut Prüfen, Stufe Prüfen oder Abgeschlossen]:** Prüft eine Stufe erneut, beendet Prüfung oder ermöglicht das Prüfen der nächsten Stufe.

Prüfen des Wicklungswiderstandes

Beschreibungen für die nachfolgend beschriebenen Prüfverfahren umfassen 3 Methoden zum Durchführen der Prüfungen.

1. Es wird eine automatisierte Sequenz festgelegt und die Prüfung arbeitet sich wie gefordert durch jede Wicklung und Stufe –

Resistance Test Wizard

2. Alle Phasen einer Wicklungsstufe werden nacheinander gemessen –

18

3. Grundlegendes Prüfverfahren, wobei NUR ein Wert gemessen und zu einem Zeitpunkt erfasst wird –

10.20

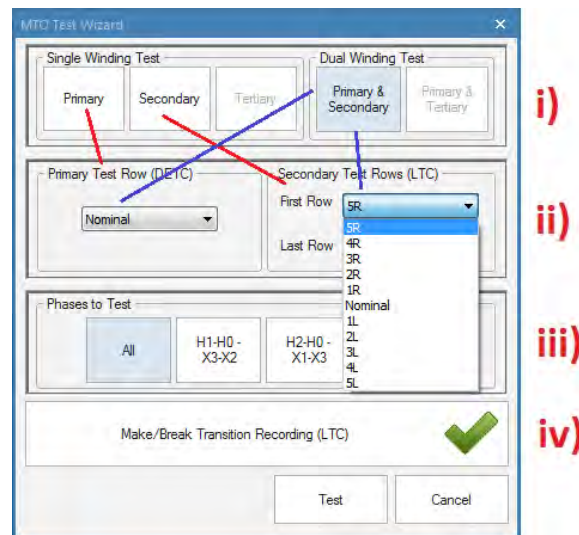
Erstes Verfahren ermöglicht die Automatisierung des Prüfens durch



- i. **Resistance Test Wizard[Assistent Widerstandsprüfung]**: Verfahren 1 ermöglicht eine automatisierte Sequenz der Wicklungswiderstands-Prüfung, die durch Kapitel Transformator-Typenschild Eingabe oben und die Anwender-spezifische Einrichtung Kapitel festgelegt wurde; siehe unten.
- ii. **Demagnetization[Entmagnetisierung]**: Nach Drücken beginnt die Entmagnetisierung der Transformatorwicklung. Es wird bestätigt, sobald die "Entmagnetisierung abgeschlossen ist."
- iii. **Read Last Resistance Test[Letzte Widerstandsprüfung auslesen]**: Ermöglicht das Ausfüllen des Formulars einer unterbrochenen Prüfsequenz. Die Software behält die letzten Ergebnisse im Fall einer Unterbrechung in internen Log-Dateien.

Verfahren 1 - Assistent Widerstandsprüfung -

Resistance Test Wizard



Resistance Test Wizard [Assistent Widerstandsprüfung] wurde entwickelt, um die Wicklungswiderstands-Prüfung zu automatisieren; dabei soll die Eingabe des Transformator-Typenschilds *Kapitel* in Verbindung mit der anwenderspezifischen Stufenauswahl die Durchführung einer vollständigen Prüfung ermöglichen, wobei die Schaltflächen möglichst wenig gedrückt werden sollen. Dieser Assistent ermöglicht außerdem das Prüfen von OLTC-Stufen ohne Entladung des Prüfstroms während des Wechsels der (zwischen den) Stufen; dadurch wird das Prüfen sowohl effizienter (geringere Zeit beim Laden und Entladen der Wicklung und weniger Tastendrucke) als auch aussagekräftiger durch Anzeige einer Öffner-Schließer-Bedingung.

ANMERKUNG Bei Auswahl "Alle" Phasen werden mehrere Phasen gleichzeitig geprüft. Diese Vorgehensweise verbessert die Prüfzeit, hat ABER einen möglichen Nachteil beim Prüfen von WyeN und automatischen 3-phasigen Wicklungen. Der Widerstand der Nullleiter-Durchführung ist bei den ersten Messungen ausgeschlossen, weil der Prüfstrom nicht durch den Nullleiter-Durchgang durchfließt. Dies hat bei den beiden äußeren Phasen geringere Werte als erwartet; dies kann die Grenze "% Differenz" für das Prüfen überschreiten. Um diese Situation zu korrigieren, wählen Sie Einzelprüfungen für jede Phase.

- i. **Winding Selection[Auswahl Wicklung]:** Ermöglicht die Auswahl der zu prüfenden Wicklung(en)
- ii. **Tap Selection[Auswahl Stufenschalter]:** Ermöglicht die Auswahl des/der zu prüfenden Stufenschalter(s) sowie die Prüfrichtung über die Stufenschalter- (OLTC) Richtung, in der die Prüfung durchgeführt wird.
- iii. **Phases to Test[Phase zu Prüfung]:** Ermöglicht die Auswahl, welche einzelne oder 3-phasige Wicklung(en) geprüft werden sollen.
- iv. **Make-Break Transition Recording [Aufzeichnung Öffnen-Schließen-Übergang]:** Kann für OLTC Stufenschalter innerhalb dieser Steuerung aktiviert/deaktiviert werden. Gut/Schlecht-Kriterien werden in "Kapitel Widerstands-/Verhältnis-Einstellungen" oben gesteuert.

Verfahren 2 – Stufen Messen – Wicklungswiderstand Aller Phasen - 18

Resistance - Primary				Measured Resistance			Make/Break Transition		Units: mΩ		
#	Tap	Current (amp)	Nameplate Voltage	H ₁ - H ₀	H ₂ - H ₀	H ₀ - H ₃	Reading Stability %	Winding Difference %	Make/Break		
18	1	10.07	132,000	10.20	10.23	10.25	100.0	0.445	20 ms	Pass	Pass
19	2	10.07	129,600	10.05	10.08	10.09	100.0	0.445	20 ms	Pass	Pass
20	3	10.07	127,200	9.90	9.92	9.94	100.0	0.445	20 ms	Pass	Pass

i)
ii)
iii)
iv)
v)
vi)

- i. **Test #[Prüfung #]:** Drücken dieser Schaltfläche startet das Prüfen für eine spezielle Stufenzeile (umrandet). Das Prüfen wird sequenziell (bis zu 2 Wicklungen gleichzeitig) durchgeführt, und stellt so die Optimierung des magnetisierten Kerns sicher.
- ii. **Test Current [Prüfstrom]:** Zeichnet die für das Ergebnis gespeicherte DC-Strom-Amplitude auf.
- iii. **Measured Resistance [Gemessener Widerstand]:** Zeigt die Ergebnisse an, sobald die Prüfung abgeschlossen ist.

- iv. **Reading Stability % [Wert Stabilität %]:** Um zuverlässige Widerstandswerte sicherzustellen, verfügt das Instrument über eine *Wertstabilitäts-Anzeige*. Für große induktive Transformatoren werden die Werte oftmals frühzeitig erhalten und dies stellt korrekte Zeiten für gültige Werte sicher. Für weitere Details siehe *Widerstands-/Verhältnis-Einstellungen*.
- v. **Winding Difference % [Wicklungsdifferenz %]:** Zeigt eine Berechnung zwischen 3 Phasen von jeder Stufe gegen einen berechneten Durchschnitt. Dies ist hilfreich, um einen raschen Gut-/Schlecht-Zustand für jede Stufenposition bereitzustellen. Die Grenze ist standardmäßig auf 2 % eingestellt (IEC/IEEE-Normen), kann aber unter *Formular-Einstellungen*, oben, geändert werden.
- vi. **Öffnen/Schließen:** Überprüft den korrekten Grundbetrieb eines OLTC während des Übergangs zwischen den Stufen. Optimale (gute Qualität) Stufenschalter durchlaufen diesen mit einer empfindlichen Einstellung von 5 ms. Jeder OLTC wird anders sein, daher sind verschiedene Werte verfügbar, einschließlich deaktiviert. Die Steuerung wird von *Widerstands-/Verhältnis-Einstellungen*, aus eingestellt.

Verfahren 3 – Messen Einzelner Stufenwicklung

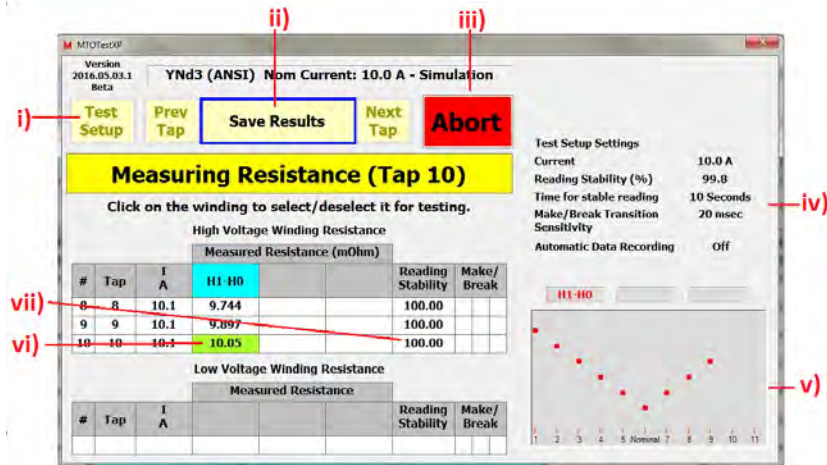
Resistance - Primary				Measured Resistance			Make/Break Transition		Units: mΩ		
#	Tap	Current (amp)	Nameplate Voltage	H ₁ - H ₀	H ₂ - H ₀	H ₀ - H ₃	Reading Stability %	Winding Difference %	Make/Break		
18	1	10.07	132,000	10.20	10.23	10.25	100.0	0.445	20 ms	Pass	Pass
19	2	10.07	129,600	10.05	10.08	10.09	100.0	0.445	20 ms	Pass	Pass
20	3	10.07	127,200	9.90	9.92	9.94	100.0	0.445	20 ms	Pass	Pass

Um mit dem Prüfen einer einzelnen Wicklung zu beginnen, drücken Sie einfach Verwenden (Rechtsklick) des Werts oder auf die Stelle, welche geprüft werden soll. Dadurch wird die Prüfung gestartet; es werden die Bedingungen verwendet, die zuvor eingestellt wurden (% Stabilität, Prüfstrom usw.).

ANMERKUNG: Das Prüfverfahren 3 kann den Vorgang "Schließen vor Öffnen" des OLTC-Stufenschalters nicht überprüfen, weil der Strom zwischen jeder Prüfung entladen wird. Der Prüfungs-Assistent (Verfahren 1) ist für eine korrekte Überprüfung erforderlich.

Bildschirm Widerstandsprüfung

Nach dem Beginn einer Prüfsequenz von Verfahren 1 - 3, oben, wird folgender Bildschirm erscheinen:



- i. **Test Setup (Einrichtung Prüfung):** Ermöglicht Veränderungen, um Parameter zu prüfen, die oben unter *Punkt iv* gesehen werden können (und unter *Punkt iv* unten beschrieben werden). Diese Schaltfläche ist "ausgegraut", nachdem das Prüfen beginnt oder wenn die MTO-Geräteverbindung nicht eingerichtet ist.
- ii. **Test Mode [Prüfmodus]:** Ermöglicht verschiedene *Prüfungen zu Starten, Fortzuführen, Ergebnisse zu speichern* usw. während das Prüfen durchgeführt wird. Diese Schaltfläche führt den Anwender durch das Prüfen und liefert Anweisungen für die nächsten Schritte.
- iii. **Abort/Exit [Abbrechen/Beenden]:** Ermöglicht die Unterbrechung einer Prüfung und/oder Beenden, sobald die Prüfung abgeschlossen ist.
- iv. **Test Setup Settings [Einstellungen Prüfungs-Einrichtung]:** Zeigt die Einstellungen von *Punkt i* oben zur Überprüfung durch den Anwender.
- v. **Results Graph[Ergebnis-Kurve]:** Stellt die Widerstandsergebnisse zur diagnostischen Überprüfung grafisch dar. Dies ist bei der Bestimmung nützlich, ob jedes vergangene Ergebnis einem erwarteten Muster gefolgt ist. Verschiedene OLTC-Stufenschalter entwickeln verschieden gestaltete Muster, z.B. V, Sägezahn-, Schleifenkurven. Vertrautheit mit diesen Stufenschaltern hilft, die diagnostische Fähigkeit zu verbessern.
- vi. **Measured Resistance[Gemessener Widerstand]:** Das Ergebnis mit farbigem Hintergrund ändert sich bei Verwendung der Einstellung "*Wert-Stabilität + Zeit für stabilen Wert*" gemäß Kapitel *Punkt iv* oben. Sobald die Bedingung erreicht ist, wird der Hintergrund grün.
- vii. **Reading Stability [Wert-Stabilität]:** Überwacht die Werte und berechnet dauernd die Veränderung; sie wechselt die Hintergrundfarbe nach grün, sobald die *Einstellung Wertstabilität Kapitel* erreicht ist.

Grundlegende Anschlüsse an MWA300

Die Anschlüsse sollten in der nachfolgend genannten Reihenfolge durchgeführt werden.

Erde: Verwenden Sie die von Megger mitgelieferten Sicherheits-Erdungskabel 4,6 m, um den Erdungs-Kabelschuhanschluss direkt an die örtliche Stationserde-Erdung anzuschließen.

Erde Eingangsstromversorgung (Netz): Der Erdungsanschluss der Eingangsstromversorgung sollte geringer als $0,1 \Omega$ der Impedanz zur örtlichen Stationserde-Erdung sein.

Anschließen des Netzkabels: Vergewissern Sie sich bevor Sie diesen Anschluss vornehmen, dass die Eingangsspannungsversorgung die in *Kapitel 2 und Kapitel 3*, aufgeführten Anforderungen erfüllt. Stellen Sie darüberhinaus sicher, dass der EIN-/AUS-Schalter (*Abbildung 1-1, Nr. 1*) in der AUS-Position ist. Schließen Sie zuerst das Netzkabel am MWA300 an, dann an das Netz. Zu diesem Zeitpunkt lassen Sie den EIN-/AUS-Schalter in der AUS-Position.

Anschließen der H und X Kabel (an das MWA300 Ende; nur jetzt): Die Klemmen sind vom zu prüfenden Gerät (UUT) getrennt; schließen Sie den Bayonett-Stecker am Kabel mit der Bezeichnung "H" an den Anschluss der Seitenbedienfläche am MWA, ebenfalls mit der Bezeichnung "H" an. Wiederholen Sie diesen Vorgang für das mit "X" gekennzeichnete Kabel.

Anschließen der H und X Klemmen (Schauen Sie bei *Kapitel 6 unten* wegen Transformatortyp nach): Während sich der EIN-/AUS-Schalter in der AUS-Position befindet, schließen Sie die H und X Klemmen in Übereinstimmung mit dem nachfolgenden *Kapitel 6* an den Transformator an.

Anschließen des USB-Kabels: MWA300 funktioniert nur mit der mitgelieferten Software PowerDB Lite. Schließen Sie das mitgelieferte USB-Kabel zwischen MWA300 und Ihrem PC an. Nach dem Anschließen können Sie, falls Probleme in der Kommunikation mit dem MWA300 auftreten, zu **Control Panel – Device Manager [Bedienfläche - Geräte-Manager]** in der PC-Software gehen und die ordnungsgemäße Kommunikation überprüfen. Für Details siehe *Kapitel 4 oben - "Software-Installation verwenden"*. **Bei Verwendung eines MWA330A muss die Schalterposition, die sich oberhalb des Schalters befindet, für die eingebaute Reglersteuerung auf intern oder für Benutzer-PC-Steuerung auf extern eingestellt sein.**

Wenn irgendwelche Schwierigkeiten auftreten, kontaktieren Sie bitte Ihren örtlichen ASC (Administrative Support Center = Vertriebscenter) oder wenden Sie sich direkt an VFsupport@megger.com.

6

ANWENDUNGEN TRANSFORMATORPRÜFUNG – VERHÄLTNIS & WICKLUNG

Die Anweisungen für Konfiguration und Anschluss, die im Kapitel 6 dieses Handbuchs enthalten sind und Verhältnis, Polarität, Phasenbeziehung und Wicklungswiderstand betreffen, gehen davon aus, dass der zu prüfende Transformator, die Verbindungs- und Anschlusskennzeichnungen die Anforderungen von ANSI C57.12.70-2011 *American National Standards Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers* or IEC 60076-1 *Test Procedures for Power Transformers* erfüllen. Die Prüfkabel H des Prüfgeräts sind die Erreger- (Hochspannungs-)Kabel (8 V, 40 V oder 80 V); sie sind auch in der Lage, einen Prüfstrom von bis zu 10 A zu führen. Die Prüfkabel X sind die Niederspannungs-Rückführungskabel (Verhältnismessung); sie können auch 10 A DC des Prüfstroms (Wicklungswiderstandsprüfung) zu führen.

Das Prüfen von Hochspannungs-Transformatoren erfordert zu jeder Zeit Vorsicht, alle Sicherheitsvorkehrungen müssen befolgt werden. Lesen, verstehen und wenden Sie alle, in *Kapitel 2 und 3* dieses Handbuchs beschriebenen Sicherheitsvorkehrungen und Anschlüsse an Stromkreise an.

WARNUNG



Stellen Sie sicher, dass der zu prüfende Transformator vollständig spannungsfrei ist. Überprüfen Sie jede Wicklung. Stellen Sie sicher, dass alle Anschlüsse des Transformators vom Netz oder von der Last beim Transformator getrennt sind. Anschlüsse an Erde müssen bestehen bleiben.

WARNUNG



Bei allem in diesem Handbuch beschriebenem Prüfen soll auf Folgendes geachtet werden: Jede und alle nicht verwendeten Klemmen sind gegeneinander, von Erde und vom Personal zu isolieren.

WARNUNG



Mit Ausnahme bei den in diesem Handbuch beschriebenen Stromwandlern dürfen Sie niemals die Anschlüsse zwischen den Hoch- und Niederspannungs-Transformatoranschlüssen vertauschen. Der MWA ist bei diesem Zustand geschützt, ABER die Nichteinhaltung der korrekten Anschlüsse kann zu einem Sicherheitsrisiko führen und Schaden am Prüfgerät oder Transformator zur Folge haben.

Einphasige, Zwei-Wicklungs-Transformatoren –einschließlich Typischer Pol-Transformatoren mit Doppelter Sekundärwicklung

Führen Sie den folgenden Konfigurationsablauf für einphasige Zwei-Wicklungstransformatoren durch:

1. Schließen Sie die starken Klemmen mit der Bezeichnung H1(1U) und H2(1V) & X1(2U) & X2 (2V) der Prüfkabel an die entsprechenden (Hochspannungs- & Niederspannungswicklungen) Anschlüsse des zu prüfenden Transformators an. Die Abbildungen 6-1 und 6-2 zeigen die Prüfkongfiguration für einphasige Transformatoren. Die Abbildungen 6-3 und 6-4 zeigen die Prüfkongfiguration für Regler. Abbildung 6-5 zeigt die Anschlüsse an einen Pol-Transformator mit 2 Sekundärwicklungen.
2. **EIN-/AUS-Schalter.** Erst nachdem alle obigen Anschlüsse sicher durchgeführt wurden und alle Sicherheitsvorkehrungen von *Kapitel 2 und 3* eingehalten sind, darf der EIN-/AUS-Schalter in die EIN-Position gebracht werden.

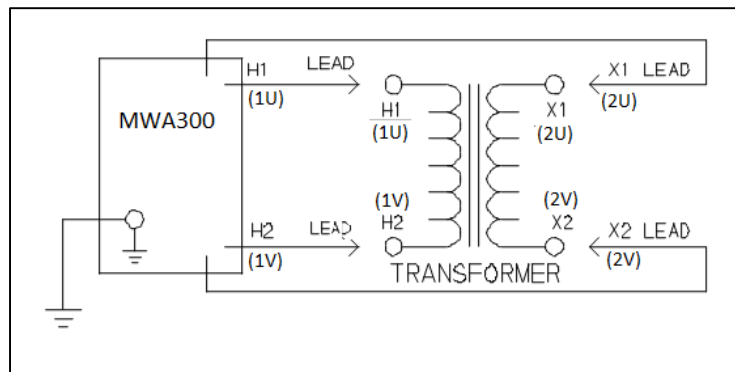


Abbildung 6-1: Konfiguration zum Prüfen eines Einphasigen Transformators (Vektor-Diagramm 1P0)

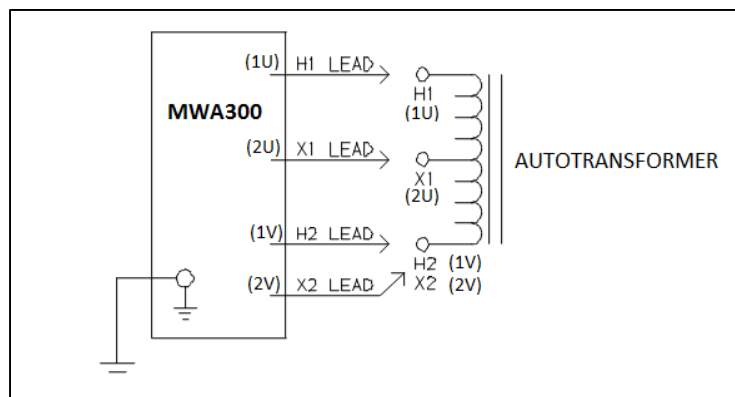


Abbildung 6-2: Konfiguration zum Prüfen eines Einphasigen Autotransformator
(Vektor-Diagramm 1P0)

Zum Prüfen von anderen Wicklungen als H1(1U) – H2 (1V) und X1(2U) – X2 (2V) stellen Sie sicher, dass die starke Klemme mit der Bezeichnung H1(U1) an den Anschluss mit der niedrigeren Zahl und H2(V1) an den Anschluss mit der höheren Zahl bei der Hochspannungswicklung angeschlossen ist. In gleicher Weise sollten X1(2U) und X2(2V) an die Niederspannungswicklung angeschlossen sein.

Die Kennzeichnungen der Prüfkabel für ANSI, CEI/IEC und Australische Normen werden in Tabelle 6-1 gezeigt.

Tabelle 6-1: Prüfkabel-Kennzeichnungen für Einphasige Transformatoren					
Prüfkabel-Kennzeichnung			Transformator Anschluss- spannung	Starke Klemme Klemmenfarbe	Prüfkabel Farbband
ANSI	CEI/IEC	Australien			
H1	1 U	A ₂	Hoch	Rot	Rot
H2	1 V	A ₁	Hoch	Rot	Gelb
X1	2 U	a ₂	Nieder	Schwarz	Rot
X2	2 V	a ₁	Nieder	Schwarz	Gelb

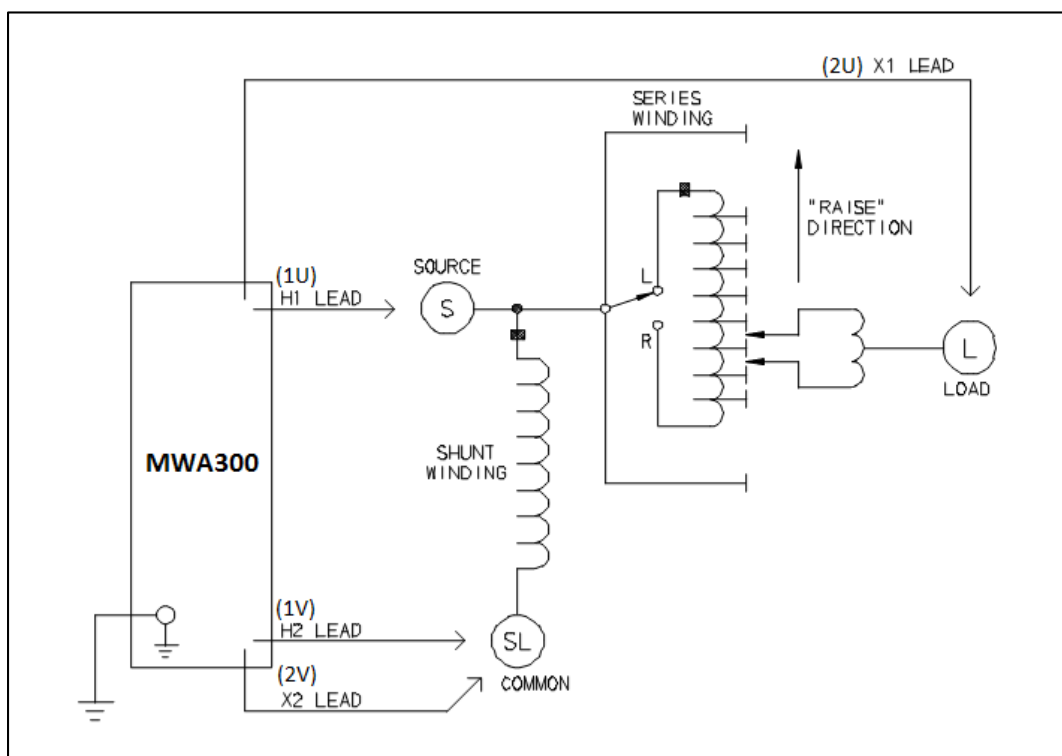


Abbildung 6-3: Konfiguration zum Prüfen eines Einphasigen, Typ A (Gerader Aufbau) Stufenspannungs-Regulators (Vektor-Diagramm **VREG**)



Dreiphasige, Zwei-Wicklungs-Transformatoren

Führen Sie den nachfolgenden Konfigurationablauf für dreiphasige Zwei-Wicklungs-Transformatoren durch:

1. Schließen Sie die Klemmen mit den Kennzeichnungen H0(1N), H1(1U), H2(1V) und H3(1W) der Prüfkabel an die entsprechenden (HV-Wicklungs-) Anschlüsse des zu prüfenden Transformators an. Sehen Sie in Tabelle 6-2 bzgl. der *Prüfkabel-Kennzeichnungen* nach. Bei Dreieckswicklungen wird H0(1N) nicht verwendet. Bei Wicklungen in Sternschaltung wird ein Nullleiteranschluss für H0(1N) gemacht, sobald der Nullleiter zugänglich ist.
2. Schließen Sie die Klemmen mit den Kennzeichnungen X0(2N), X1(2U), X2(2V) und X3(2W) der Prüfkabel an die entsprechenden (Niederspannungs-Wicklung) Anschlüsse des zu prüfenden Transformators an. Sehen Sie in Tabelle 6-2 bzgl. der Prüfkabel-Kennzeichnungen nach. Bei Dreieckswicklungen wird X0(2N) nicht verwendet. Bei Wicklungen in Sternschaltung wird ein Nullleiteranschluss für X0(2N) gemacht, sobald der Nullleiter zugänglich ist. (Die mitgelieferte neue Art Prüfkabel erlaubt das Entfernen des Nullleiters vom Kabelsatz.)
3. **EIN-/AUS-Schalter.** Erst nachdem alle obigen Anschlüsse sicher durchgeführt wurden und alle Sicherheitsvorkehrungen von Kapitel 2 und 3 eingehalten sind, darf der EIN-/AUS-Schalter in die EIN-Position gedreht werden.

Tabelle 6-2: Prüfkabel-Kennzeichnungen für Dreiphasige Transformatoren

Prüfkabel-Kennzeichnung			Transformator Anschlussspannung	Starke Klemme Klemmenfarbe	Prüfkabel Farbband
ANSI	CEI/IEC	Australien			
H0	1N	N	Nullleiter	Rot	Weiß
H1	1U	A ₂ /A ₄	Hoch	Rot	Rot
H2	1V	B ₂ /B ₄	Hoch	Rot	Gelb
H3	1W	C ₂ /C ₄	Hoch	Rot	Blau
X0	2N	N	Nullleiter	Schwarz	Weiß
X1	2U	a ₁ /a ₂ /a ₄	Niedrig	Schwarz	Rot
X2	2V	b ₁ /b ₂ /b ₄	Niedrig	Schwarz	Gelb
X3	2W	c ₁ /c ₂ /c ₄	Niedrig	Schwarz	Blau

ANMERKUNG: Laut Australischer Norm haben die Stern- und Dreiecksanschlüsse der Transformatorwicklung eine numerische Endung von 1 und 2. Zickzack-Transformatoren haben die numerische Endung 4. Siehe Tabelle A-3.

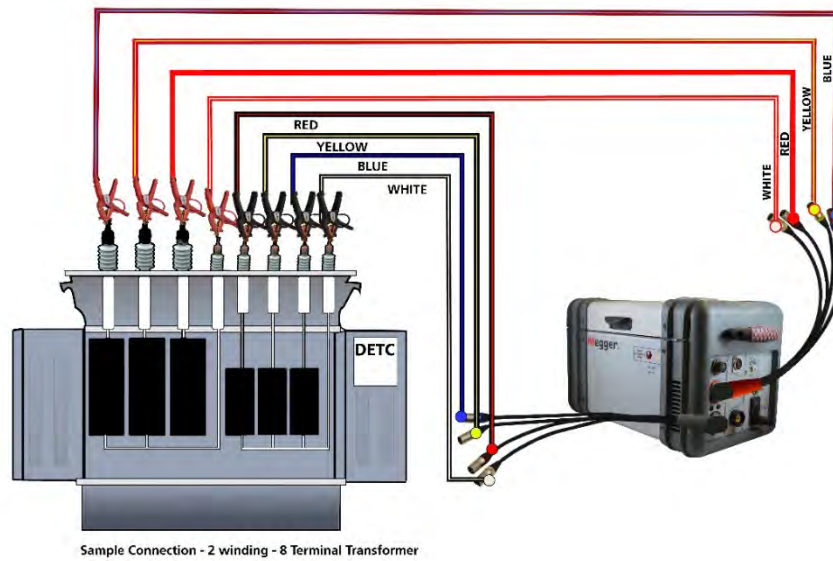


Abbildung 6-6: Typischer Anschluss an einen Transformator mit 8 Anschlüssen und 2 Wicklungen - YNyn oder Zickzack

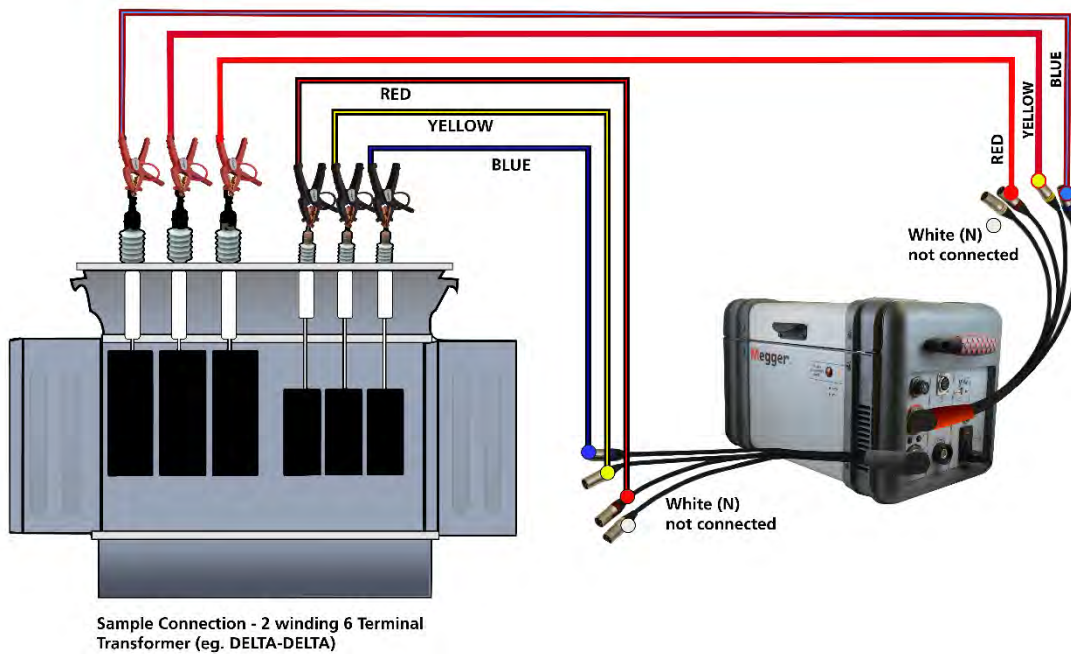


Abbildung 6-7: Zeigt einen Typischen Anschluss an einen Dreieck-Dreieck oder Yy (kein Nullleiter) - Transformator mit 6 Anschlüssen

ANMERKUNG: Nullleiter können während des Prüfens entfernt werden.

Dreiphasige, Drei-Wicklungs-Transformatoren

Dieser Transformatortyp hat Primär-, Sekundär- und Tertiärwicklungen. Die Primär- und Sekundärwicklungen werden wie ein regulärer Dreiphasiger, Zwei-Wicklungs-Transformator geprüft. **Zum Prüfen der Tertiärwicklung schließen Sie an die Primär- und Tertiärwicklung an und ignorieren die Sekundärwicklung während des Prüfablaufs. Sie können auch an die Tertiärwicklung als alleinstehende Wicklung anschließen:**

1. Während sich der EIN-/AUS-Schalter in der AUS-Position befindet, machen Sie die Schaltungsanschlüsse wie in *Kapitel 2 und 3* beschrieben.
2. Schließen Sie die H(1) und X(2)-Prüfkabel an die entsprechenden H(1) und X(2) Buchsen des MWA300 an.
3. Schließen Sie die Prüfkabel-Klemmen mit der Kennzeichnung H0(1N), H1(1U), H2(1V), H3(1W) an die entsprechenden Anschlüsse des zu prüfenden Transformators an. Schauen Sie in Tabelle 4-2 bzgl. der Prüfkabelkennzeichnungen nach. Bei Dreieck-geschalteten Wicklungen wird H0(1N) nicht verwendet und kann vom Prüfkabelsatz getrennt werden. Bei im Stern geschalteten Wicklungen wird ein Nullleiteranschluss für H0(1N) gemacht, wenn der Nullleiter zugänglich ist.
4. Schließen Sie die Kabelsatzklemmen mit der Kennzeichnung X0(2N), X1(2U), X2(2V) und X3(2W) an die entsprechenden Sekundär- oder Tertiär- (Niederspannungswicklung) Anschlüsse X0(2N), X1(2U), X2(2V), X3(2W) **ODER** Y0(2N), Y1(2U), Y2(2V) und Y3(2W) des zu prüfenden Transformators an. Schauen Sie in Tabelle 4-2 bzgl. der Prüfkabelkennzeichnungen nach. Bei im Dreieck geschalteten Wicklungen wird X0(2N) nicht verwendet und kann vom Prüfkabelsatz getrennt werden. Bei im Stern geschalteten Wicklungen wird ein Nullleiteranschluss für X0(2N) gemacht, wenn der Nullleiter zugänglich ist.
5. **EIN-/AUS-Schalter.** Erst nachdem alle obigen Anschlüsse sicher durchgeführt wurden und alle Sicherheitsvorkehrungen von *Kapitel 2 und 3* eingehalten sind, darf der EIN-/AUS-Schalter in die EIN-Position gedreht werden.

Stromwandler (CT)

Die Anschlüsse an Stromwandler werden im Vergleich zu Leistungs- oder Potentialtransformatoren rückwärts gemacht. Die H(1) Anschlüsse an das Prüfgerät müssen an die X(2)-Anschlüsse beim Stromwandler angeschlossen werden und die X(2) beim Prüfgerät müssen an die H-Anschlüsse beim Stromwandler angeschlossen werden.

<p><i>ANMERKUNG: Punkte auf dem Transformatorgehäuse dienen normalerweise dem Erkennen der Anschlüsse mit gleicher Polarität.</i></p>



WARNUNG

Die Nichteinhaltung der korrekten Anschlüsse kann zu einem Sicherheitsrisiko führen und Schaden am Prüfgerät oder Stromwandler zur Folge haben. Die Nichteinhaltung der Spannungsbemessung der Niederstrom-X-Wicklung kann zu Schaden am Stromwandler führen.



VORSICHT

Verwenden Sie niemals den Betriebsmodus AUTO beim Prüfen des Stromwandlers mit einer Nennspannung unter 80 V AC.

Die meisten Stromwandler können mit 8 V AC Erregerspannung geprüft werden. Bei größeren Stromwandlern, die eine hohe Sättigungsspannung (Schutzrelais-Stromwandler gehören zu dieser Kategorie) haben, führen die höheren Prüfspannungsergebnisse zu einem besseren Verhältnis und Phasengenauigkeit gegenüber dem Typenschild. Die Prüfspannung wird durch den Sättigungsaufbau des zu prüfenden Stromwandlers bedingt.

ANMERKUNG: Die meisten Stromwandler können bei 8 V AC Erregerspannung geprüft werden. Einige Stromwandler mit einem Windungsverhältnis von <100:5 können bei 8 V AC gesättigt sein. Sie erfordern eine niedrigere Erregerspannung für das Prüfen und können daher nicht mit dem Modell MWA300 geprüft werden. In diesem Fall verwenden Sie den TTR100 oder TTR25, die für eine Prüfspannung von 1,5 V AC sorgen.

Unmontierte- Stromwandler

1. Schließen Sie die H(1) und X(2) Prüfkabel an die entsprechenden H und X-Buchsen des MWA300 an.
2. Entsprechend Abbildung 6-8 schließen Sie die Prüfkabelklemmen mit den Bezeichnungen H1(1U) und H2(1V) an die entsprechenden X1 und X2 Anschlüsse des Stromwandlers an.

ANMERKUNG: Die H und X Kabel werden im Vergleich zum Prüfen eines Ein- und Dreiphasigen Transformators, das in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben wurde, vertauscht angeschlossen.

3. Entsprechend Abbildung 6-8 schließen Sie die Prüfkabelklemmen mit der Kennzeichnung X1(2U) und X2(2V) an die entsprechenden H1(1U) und H2(1V) Anschlüsse des Stromwandlers an. Stellen Sie die korrekte Polarität sicher.

*ANMERKUNG: Die H und X Kabel werden im Vergleich zum Prüfen eines Ein- und Dreiphasigen Transformators, das in den vorhergehenden Kapitel en beschrieben wurde, vertauscht angeschlossen. Wählen Sie Vektordiagramm **1P0**.*

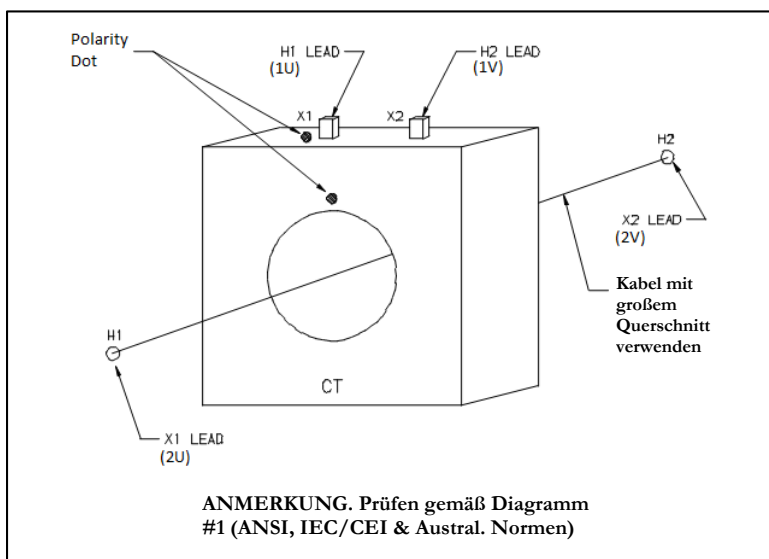


Abbildung 6-8: Konfiguration zum Prüfen unmontierter Stromwandler (bei Stromwandlern kann nur der X1-X2 Wicklungswiderstand geprüft werden). Verwenden Sie das Vektordiagramm **1P0**

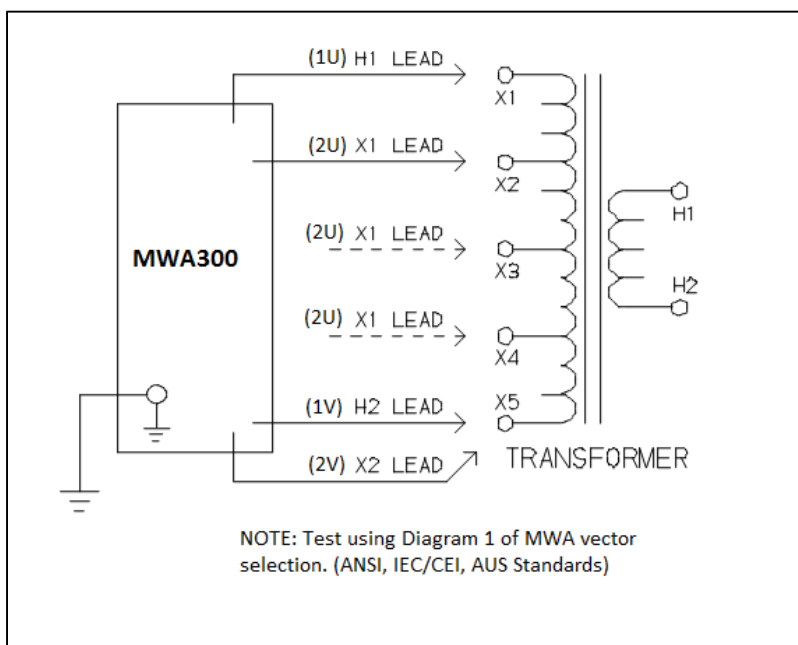


Abbildung 6-9: Konfiguration zum Prüfen der Stufen bei Mehrstufigen Stromwandlern (nur die Wicklungen der Niederspannungsseite (X) können auf Widerstand geprüft werden). Verwenden Sie das Vektordiagramm **1P0**.

Durchführungsstromwandler (BCT) Auf Einphasigen, Zwei-Wicklungs-Transformatoren montiert

Eine Prüfung von Windungsverhältnis und Wicklungswiderstand kann bei einem BCT durchgeführt werden, nachdem dieser auf einem Leistungsschalter oder einer der Eingangsdurchführung des Leistungstransformators befestigt wurde. Die Prüfung kann durchgeführt werden ohne dass der BCT von der Einrichtung entfernt wird. Fahren Sie wie folgt fort:

1. Schließen Sie die Wicklung auf der gegenüberliegenden Spannungsseite des Leistungstransformators mit vom Anwender bereitgestellten Kurzschlusskabeln kurz.
2. Schließen Sie die Prüfkabelklemmen mit der Kennzeichnung H1(1U) und H2(1V) entsprechend Abbildung 4-7 an die entsprechenden X1(2U) und X2(2V) Anschlüsse des BCT an.
3. Schließen Sie die Klemmen mit der Kennzeichnung X1(2U) an den Leistungstransformatoranschluss an, an dem der BCT befestigt ist; die X2(2V) Klemme schließen Sie an den Anschluss auf der gegenüberliegenden Seite der Leistungstransformatorwicklung (H2(1V) Seite des BCT) an. Vergewissern Sie sich, dass die BT-Polaritätsanschlüsse korrekt sind. (Siehe Abbildung 6-10).

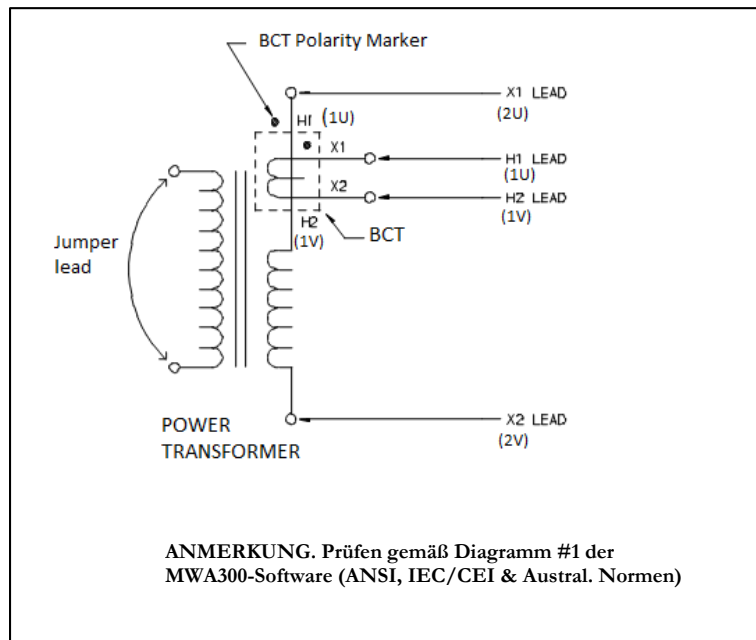


Abbildung 6-10: Konfiguration zum Prüfen eines BCT, der auf einem Einphasigen Zwei-Wicklungs-Transformator montiert ist.– Verwenden Sie das Vektordiagramm 1P0

Durchführungsstromwandler (BCT) auf Dreiphasigen Transformatoren montiert

Eine Windungsverhältnisprüfung kann bei allen drei BCT mit Hilfe einer einfachen Konfiguration durchgeführt werden. Abbildung 6-11 zeigt die korrekten Prüfungsanschlüsse, wenn die BCT auf einer typischen im Dreieck geschalteten Wicklung befestigt ist; Abbildung 6-12 zeigt sie bei einer typischen im Stern geschalteten Wicklung. Bei Wicklungswiderstandsmessungen können für den BCT spezielle Anschlüsse, wie nachfolgend aufgeführt, verwendet werden; es wird jedoch nur der Widerstand der Seite X aufgezeichnet und zwar in separaten Formularen.

1. Für die Verhältnisprüfung schließen Sie die Wicklung auf der gegenüberliegenden Spannungsseite des Leistungstransformators kurz; verwenden Sie hierzu die vom Anwender bereitgestellten Kurzschlusskabel. Nachdem die Verhältnisprüfung durchgeführt wurde, entfernen Sie den Kurzschluss für die Wicklungswiderstandsprüfungen.
2. Vergewissern Sie sich, dass die BCT-Polaritätsanschlüsse korrekt sind. Machen Sie die Anschlüsse entsprechend Abbildung 6-11 für Konfigurationen der im Dreieck geschalteten Wicklung und entsprechend Abbildung 6-12 für Konfigurationen der im Stern geschalteten Wicklung.

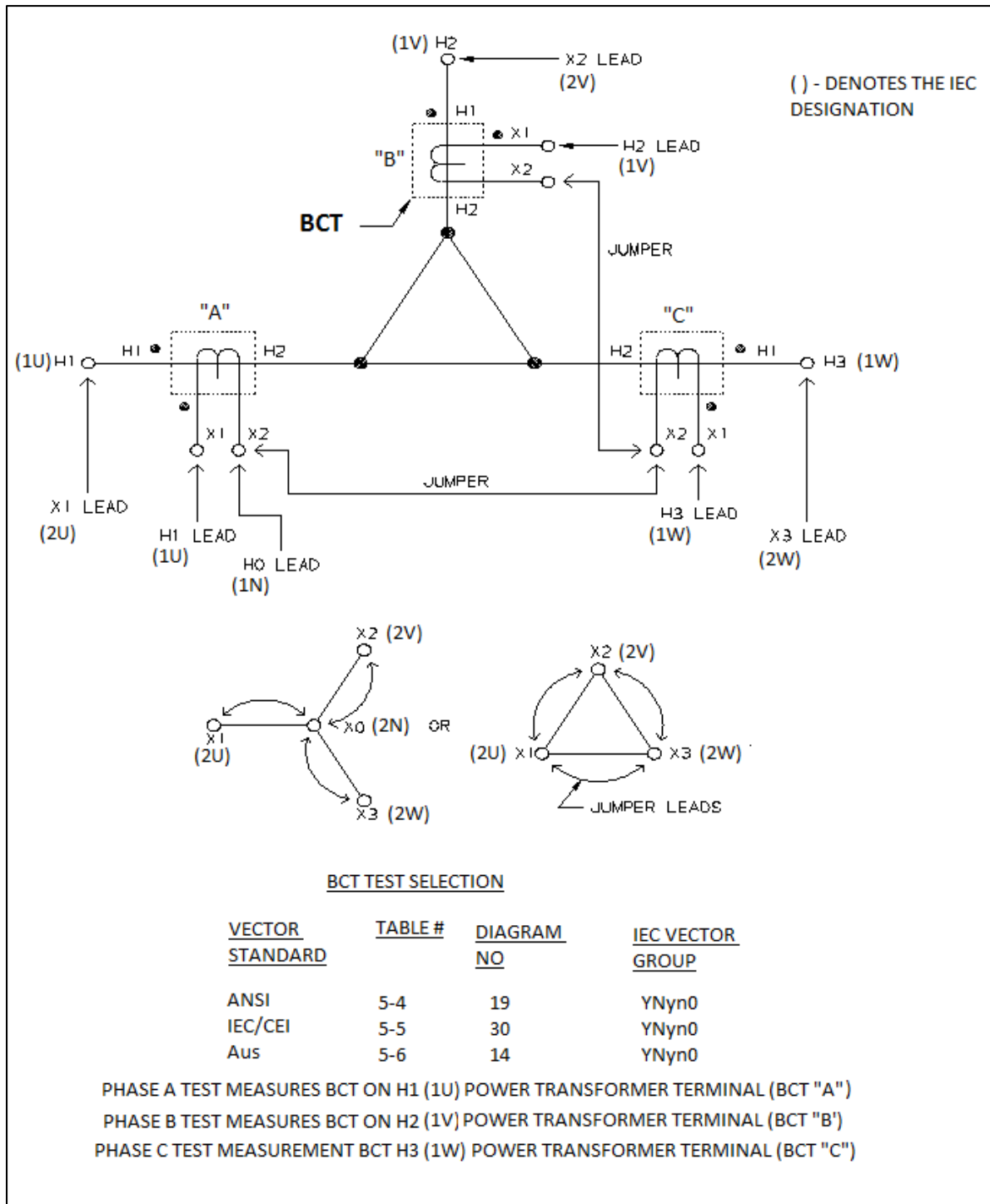


Abbildung 6-11: Konfiguration für das Prüfen eines BCT, der auf einem Dreiphasigen Leistungstransformator mit im Dreieck geschalteter Wicklung montiert ist (Das Kurzschließen ist nur während der Verhältnisprüfung erforderlich) - Verwenden Sie das Diagramm **YNyn0**

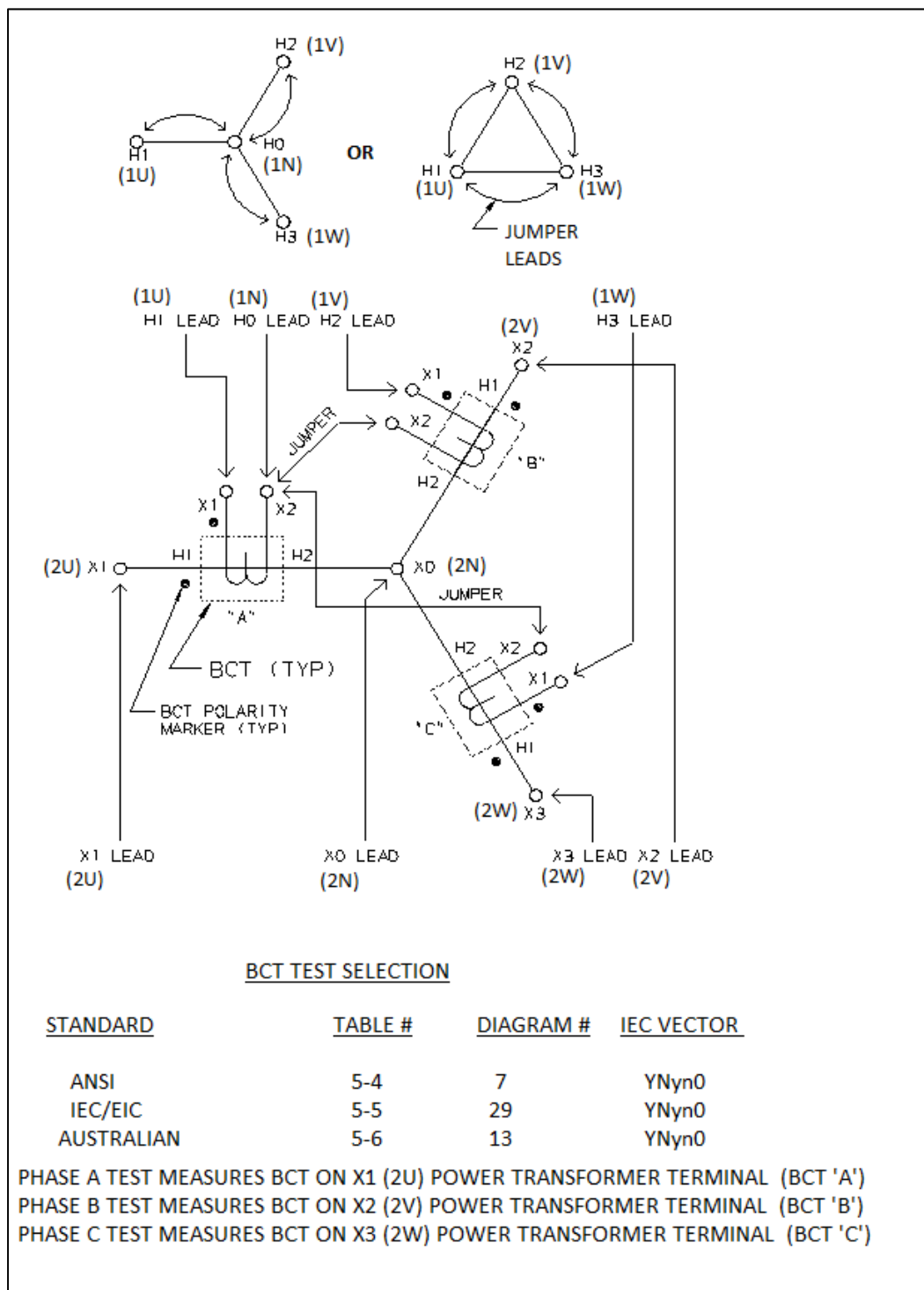


Abbildung 6-12: Konfiguration für das Prüfen eines BCT, der auf einem Dreiphasigen Leistungstransformator mit im Stern geschalteter Wicklung montiert ist (Das Kurzschließen ist nur während der Verhältnisprüfung erforderlich) - Verwenden Sie das Diagramm **YNyn0**

Megger.

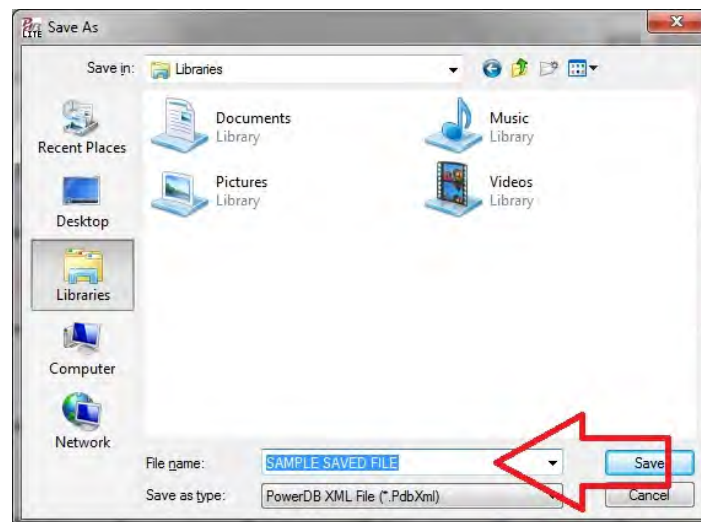
7

PRÜF- & ERGEBNIS-DATEIEN - SPEICHERN UND WIEDERHERSTELLEN

Beim Prüfen ist das Datenmanagement eine Funktion von entscheidender Bedeutung, die nach dem Prüfen erforderlich ist. Für die Effektivität ist es wichtig, dass das Prüfen in Zeitintervallen wiederholt werden kann. Die bereitgestellte Software, PowerDB kann die meisten Anforderungen von großen und kleinen Firmen erfüllen.

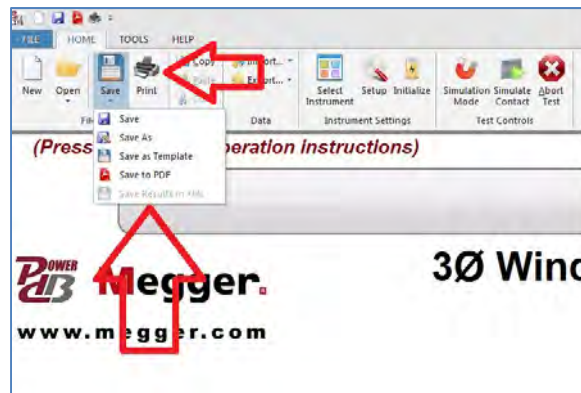
Speichern von Ergebnis-/Prüfdateien

Beim Prüfen ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Ergebnisse so gespeichert werden wie die Prüfung durchgeführt wird. Um diese Fähigkeit zu aktivieren, fordert PowerDB automatisch, jedes Mal und zu jeder Zeit, wenn ein Prüfergebn erhalten wird, einen Dateinamen an, BIS zu dem Zeitpunkt, an dem ein Dateiname für das Ergebnis eingegeben ist. Nachdem ein Name für das Ergebnis eingegeben wurde, werden alle Ergebnisse in eine Datei mit diesem Namen wie nachfolgend gezeigt, gespeichert. Es sei hier angemerkt, dass eine Ergebnisdatei AUCH eine Prüfdatei IST. Sie können sowohl die Ergebnisse ansehen als auch diese Datei dazu verwenden, erneut zu prüfen oder frühere Ergebnisse hinzuzufügen



Das obige Fenster erscheint sowohl, nachdem Sie die erste Prüfung abgeschlossen haben, als auch nach jedem Ergebnis bis die Datei einen Name erhalten hat und gespeichert wurde.

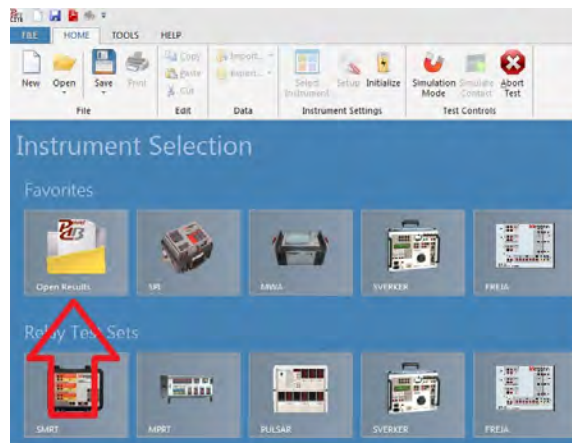
Nachdem die Anfangsergebnisse wie oben mit einem Dateinamen gespeichert wurden, werden alle Prüfergebnisse im Verlauf der Prüfung weiterhin gespeichert.



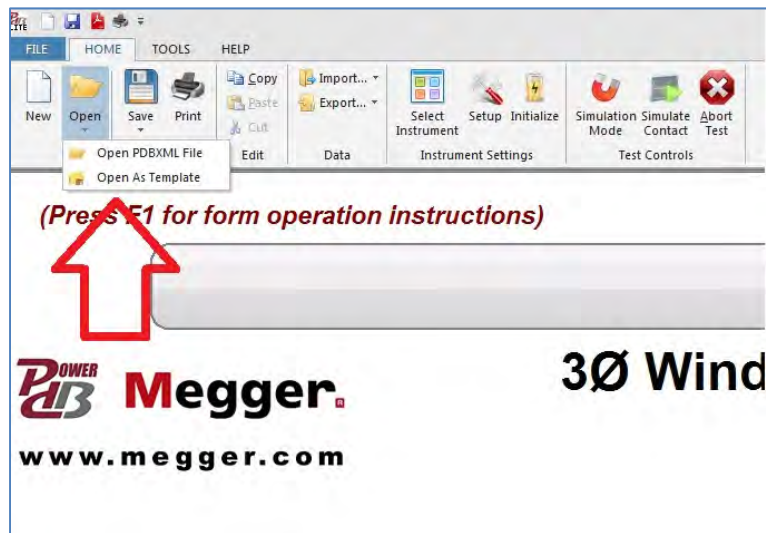
Zum Umbenennen einer Prüfdatei (Ergebnis) hat der Anwender die Möglichkeit, das Ergebnis unter einem anderen Namen zu speichern, als Vorlage oder als PDF (die Original-Prüfdatei bleibt unverändert). Die Ergebnisse können auch durch Drücken des Druck-Symbols ausgedruckt werden.

Wiederherstellen der Ergebnis-/Prüfdateien

Es gibt 2 Arten, die Ergebnisse und/oder Prüfdateien wiederherzustellen. Bei PowerDB ist die Ergebnisdatei auch die Prüfdatei; dadurch können Sie Ergebnisse erneut betrachten, Ergebnisse anhängen oder die Ergebnisdatei als Vorlage für eine neue Prüfung verwenden. Dieses Leistungsmerkmal macht das erneute Prüfen von Assets effizienter, beständiger und der neue Anwender hat es einfacher, die Prüfung durchzuführen. Nachdem eine Datei gespeichert wurde, hat der Anwender die Option, das Ergebnis auf zahlreiche Arten wieder aufzuzeigen; dies wird nachfolgend gezeigt:



Im Fenster Geräte-Auswahl kann der Anwender die Prüfdatei öffnen, um die Ergebnisse erneut zu betrachten, das Asset erneut zu prüfen oder vorhandene Ergebnisse anzuhängen.



Nachdem das MWA-Gerät ausgewählt wurde, kann der Anwender das gespeicherte Ergebnis öffnen, um die Ergebnisse zu betrachten und/oder erneut zu prüfen/Ergebnisse anzuhängen oder das vorhandene Formular als Vorlage zu verwenden (nachdem die Einstellungen in ein Formular eingegeben sind).

Megger.

8

SERVICE

Wartung

Die Wartung sollte nur von qualifizierten Personen durchgeführt werden, die mit den Risiken in Verbindung mit Hochspannungs-Prüfeinrichtungen vertraut sind. Lesen und verstehen Sie die *Kapitel 2, 3, 4 und 5* bevor Sie einen Service durchführen.

Der MWA300 erfordert nur regelmäßige Inspektion. Überprüfen Sie regelmäßig alle Hardwareteile einschließlich der Kabeleinheiten, um sicherzustellen, dass alles in gutem Zustand ist.

Kalibrierung

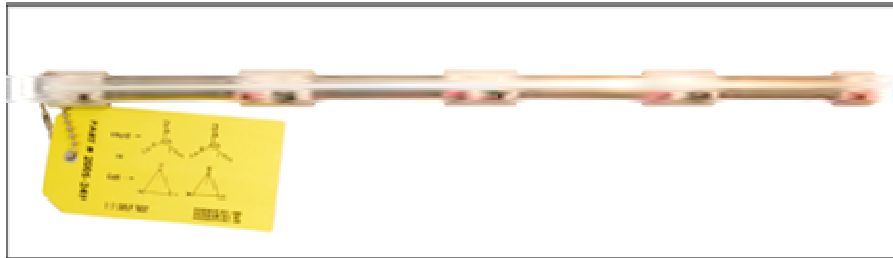
Eine vollständige Leistungs- und Kalibrierüberprüfung wird einmal jährlich empfohlen. Damit wird sichergestellt, dass das MWA-Prüfgerät über den gesamten Messbereich funktioniert und ordnungsgemäß kalibriert ist. Die 3-phasige MWA-Kalibrierung wird bei jedem neuen und reparierten Gerät durchgeführt, bevor es zum Kunden zurückgegeben wird. Es gibt einen spezielle 3-phasigen MWA-Endkalibriervorgang, der die Verwendung von standardmäßiger nachvollziehbarer Prüfeinrichtung erfordert (Beispiel NIST in den USA). Als Folge dieses Kalibriervorgangs muss jedes MWA-Prüfgerät NIST-zertifiziert sein.

Um die Verhältnisanteils-Kalibrierung bei einem Kunden oder vor Ort zu überprüfen, sollte der Megger Kalibrier-Standard Art.Nr. 550055 oder ein gleichwertiger Standard verwendet werden.

Um eine schnelle vereinfachte Kalibrierüberprüfung durchzuführen, sollte der Selbst-Test-Stick Art.Nr. 2005-249 verwendet werden. Dieses einfache Gerät soll keinesfalls einen tatsächlichen Kalibrator ersetzen und sollte auch nicht als solcher verwendet werden. Anschlussanweisung und Diagrammnummer sind im Stick hinterlegt.

Verhältnisanteil – Selbstüberprüfung

Um vor dem Prüfen eines Transformators sicherzustellen, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert, können Sie ein Zubehörteil (Art.Nr. 2005-249), das mit dem MWA-Gerät mitgeliefert wird, verwenden. Das 1:1 Windungsverhältnis & Phasenabweichung kann als annähernde Genauigkeit und funktionale ÜBERPRÜFUNG bestätigt werden.



ANMERKUNG: 1:1 Prüf-Vorrichtung, die mit allen MWA3XX Geräten mitgeliefert wird.

Um an dieses Zubehör anzuschließen, folgen Sie einfach den Anschlüssen von den Prüfkabelkennzeichnungen, die mit den Kennzeichnungen der Prüf-Vorrichtung übereinstimmen. Nachdem alle 3 Phasen angeschlossen sind, wählen Sie ein beliebiges 3-Phasen-Formular innerhalb des TTR und wählen **YNyn0 oder Dd 0** aus dem Vektor-Auswahlwerkzeug beim Prüfformular aus. Wählen Sie die Prüfspannung als 8, 40 oder 80 V mit den erwarteten Ergebnissen.

Erwartetes Verhältnis-Ergebnis: 1:1,000 +/-0,2%

Phasenabweichung: +/- 6 Minuten, Erregerstrom: 0-0,5 mA

Grund für mögliche Ungenauigkeit beim 1:1 Selbsttest

Das 3-phasige MWA Prüfgerät wurde für das Prüfen des Transformator-Windungsverhältnisses entwickelt und optimiert. Es verwendet eine Mischung aus Analog- und Digital-Technik, um die hochpräzisen Wert des geprüften Transformator-Windungsverhältnisses zu liefern. Die Messannäherung des Prüfgeräts basiert auf den Überwachungskreisen der Transformatorspannung beim Hochimpedanzeingang und -ausgang. Die hohe Impedanz des Überwachungskreises wird für das präzise Prüfen des Transformator-Windungsverhältnisses optimiert.

Beim Durchführen einer 3-phasigen MWA-Funktionsprüfung verbinden die H und X Prüfkabel die Ein- und Ausgangs-Überwachungskreise miteinander ohne dass ein Transformator angeschlossen ist. Solch eine Verbindung kann eine Impedanz-Diskrepanz verursachen und in der Folge der Diskrepanz ist der angezeigte Windungsverhältniswert nicht das erwartete exakte 1:1 Verhältnis. Sie sollten sich darüber im Klaren sein, dass eine Funktionsprüfung keine Echtprüfung des Transformator-Windungsverhältnisses ist. Aufgrund der wirklichen und

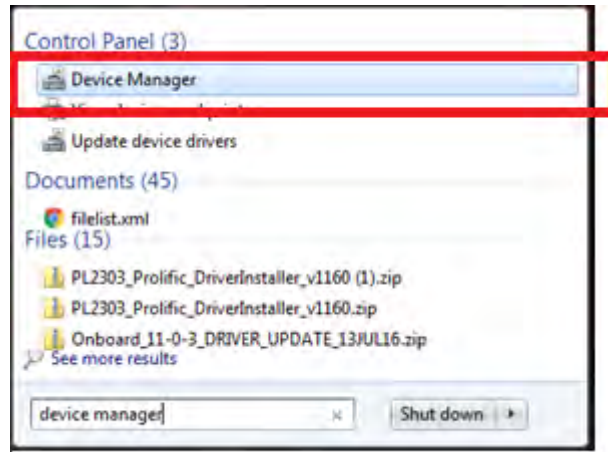
unvermeidbaren Impedanz-Diskrepanz kann der Wert der 3-phasigen MWA Funktionsprüfung von 0,9980 bis 1,0020 sein. Die Werte der MWA-Funktionsprüfung stellen nicht seine Kalibrierung dar. Sie zeigen nur, dass der MWA-Prüfgerätekreis ordnungsgemäß funktioniert. Um die 3-phasige Verhältniskalibrierung zu überprüfen sollten Sie die unter der obigen Überschrift *Kalibrierung* erwähnten Kalibrierstandards verwenden.

Fehlerbehebung

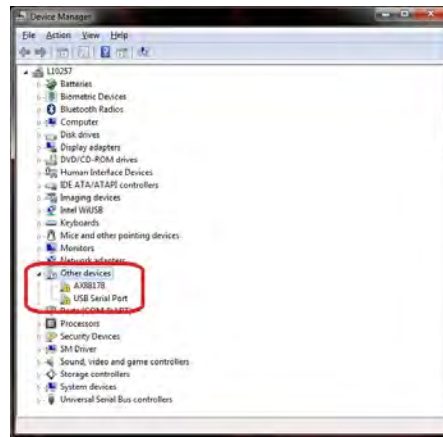
Beseitigen von MWA-Verbindungsproblemen (nur für PC)

Die Verbindung zum MWA von einem PC erfordert die Installation von Softwaretreibern aus der ursprünglichen Installation. Wenn bei der Verbindung zum MWA Schwierigkeiten auftreten, können die folgenden Schritte befolgt werden, um das Problem zu beheben.

1. Bestätigen Sie, dass PowerDB 11.1 installiert ist.
2. Schließen Sie das MWA an Ihre Rechner an.
3. Öffnen Sie den *Geräte-Manager* (Device Manager) (Start -> "Geräte Manager" in die Suchleiste eingeben).



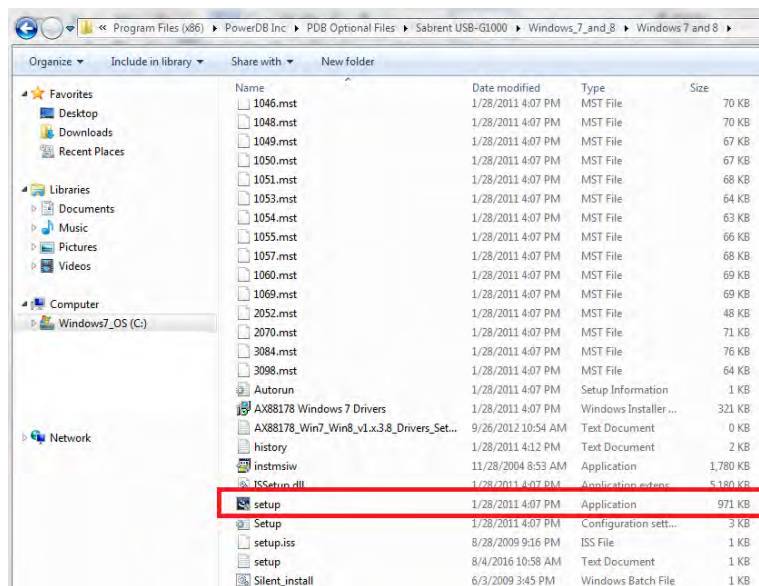
4. Erweitern Sie "Andere Geräte" und suchen Sie nach AX88178 und/oder USB Serial Port.



5. "!" oben bedeutet, dass Treiber nicht richtig installiert wurden.
6. Installieren der fehlenden Treiber.

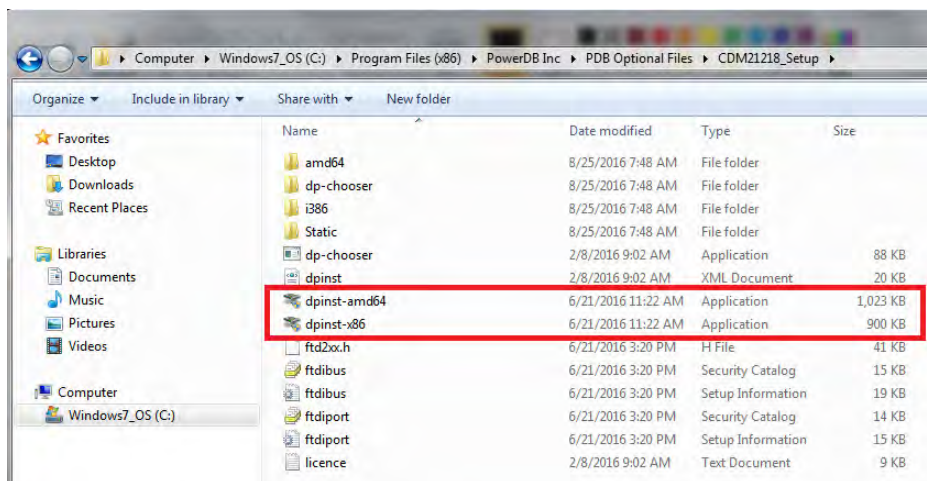
a. AX88178

- i. Klicken Sie im Explorer-Fenster auf C:\Programme (x86)\PowerDB Inc\PDB Optional Files\Sabrent USB-G1000 und öffnen Sie die entsprechende Datei im Zusammenhang mit Ihrem Betriebssystem-Ordner (Windows 10 Benutzer = Win-dows_7_and_8).
- ii. Öffnen Sie den zweiten Ordner (gleicher Name wie der vorherige Ordner).
- iii. Öffnen Sie die setup.exe Datei (siehe Beispiel unten).



b. USB-Port Seriell

Gehen Sie zu C:\Programme (x86)\PowerDB Inc\PDB Optional Files\CDM21218_Setup und öffnen Sie die entsprechende dpinst-***.exe Datei entsprechend Ihrem Prozessor. Beispiel unten:



Befolgen Sie die Anweisungen, sobald die Treiber-Installation beginnt.

7. Nach dem Ausführen der Installateure sollten die Geräte wie oben beschrieben im *Geräte-Manager* installiert sein
8. Wenn die Instrumente nicht aufscheinen:
 - a. Trennen Sie das MWA von Ihrem PC.
 - b. Warte Sie 30 Sekunden.
 - c. Stecken Sie das MWA wieder an Ihren PC an.

Verhältnistests

Fehlermeldungen

Nachdem das Prüfen des Verhältnisses begonnen hat, kann eine Fehlermeldung erscheinen, die einen nicht normalen Zustand der ablaufenden Prüfung anzeigt; dieser kann durch einen Bedienerfehler (Kabel-Fehlanschluss, unzutreffende Gerätekonfiguration usw.), eine Fehlfunktion des Geräts und/oder durch eine Fehlfunktion des Transformators verursacht sein. Überprüfen Sie den Zustand, indem Sie eine Wiederholungsmessung durchführen, bevor Sie versuchen, irgendeine Korrekturmaßnahme zu ergreifen.

Offene Verbindungen, falsche Anschlüsse, offene Wicklungen, kurzgeschlossene Wicklungen, Wicklungen mit hohem Widerstand, sonstige ungewöhnliche Transformatorprobleme oder eine Kombination aus diesen kann eine große Abweichung vom normalen Windungsverhältnis verursachen oder eine

ungewöhnliche Meldung anzeigen. Die ungewöhnlichen Betriebszustände können durch eine ungewöhnliche Streureaktanz oder eine kapazitive Kopplung in den Transformatorwicklungen verursacht sein. Wenn während der Transformatorprüfung ungewöhnliche Zustände eintreten, können Fehlermeldungen erscheinen (wie nachfolgend) eventuell begleitet von drei kurzen Piepstönen.

ANSCHLÜSSE ÜBERPRÜFEN

Diese Meldung zeigt an, dass der Transformator nicht an das Prüfgerät angeschlossen ist. Die Meldung kann auch durch eine schlechte Verbindung von einem der Prüfkabel verursacht sein.

PHASE A (oder B oder C) ERREGERSTROM ZU HOCH

Diese Meldung zeigt an, dass der Erregerstrom 500 mA überschreitet. Der Erregerstrom kann mit Hilfe von geringeren Prüfspannungen (40 V oder 8 V) verringert werden.

WINDUNGSVERHÄLTNIS ZU GERING, <0,8

Diese Meldung zeigt, dass das Windungsverhältnis eines zu prüfenden Transformators geringer als 0,8 ist. Der TTR wurde nicht entwickelt, um das Windungsverhältnis eines Transformators unter 0,8 zu prüfen. Dieses Problem wird gelöst, indem das H mit dem X Kabel des Transformators vertauscht und eine 1/Verhältnis-Berechnung durchgeführt wird.

PHASE A (oder B oder C) WINDUNGSVERHÄLTNIS ZU HOCH

Diese Meldung zeigt, dass das Windungsverhältnis eines zu prüfenden Transformators höher als 10.000 ist (bei Verwendung von 80 V oder 40 V) oder höher als 4.000 ist (falls 8 V verwendet werden). Die Meldung kann auch durch eine schlechte Verbindung von einem der Prüfkabel verursacht werden.

PHASE A (oder B oder C) ANSCHLÜSSE ÜBERPRÜFEN, VERTAUSCHT

Diese Meldung wird durch nicht korrekten Anschluss der H und X Kabel verursacht. Die H und X Kabel wurden entweder vertauscht oder die Prüftransformatoranschlüsse oder Kennzeichnungen stimmen nicht mit den Anforderungen von ANSI, IEC oder den Australischen Normen überein. Die Meldung kann auch durch eine falsch angegebene Diagrammnummer verursacht werden.

PHASE A (oder B oder C) POLARITÄT ÜBERPRÜFEN

Diese Meldung zeigt, dass die H oder X Prüfkabel nicht korrekt angeschlossen sind oder dass die Prüftransformatoranschlüsse oder die Kennzeichnungen nicht mit den Anforderungen von ANSI, IEC oder den Australischen Normen übereinstimmen.

TTR Fehlerbehebung Führen

Tabelle 8-1 wurde erstellt, um Sie bei der Auswertung der Gründe für Fehlfunktion des TTR-Anteils zu unterstützen. Die Tabelle listet mögliche Prüfgeräte-Fehlfunktionen auf, die während des Betriebs auftreten können; außerdem werden mögliche Ursachen aufgelistet. Reparaturen an Elektronikkreisen sollten nicht vor Ort versucht werden. Schauen Sie im Kapitel Reparatur nach. Schauen Sie in Kapitel 7 nach der Liste von Ersatzteilen nach.

Tabelle 8-1: Anleitung zur Fehlerbehandlung

FEHLFUNKTION	MÖGLICHE URSACHE
Gerät kommuniziert nicht oder antwortet nicht auf Befehle	Keine Spannungsversorgung Beschädigtes Netzkabel Beschädigte Sicherung(en) Beschädigte Kommunikations-Schnittstelle (USB/Ethernet) INT/EXT Schalter in falscher Position
Fehlermeldung: ANALOG OFFSET SPANNUNG HOCH und/oder ANALOG GAIN AUSSERHALB DER TOLERANZ erscheint nachdem der Selbsttest abgeschlossen ist.	Außerhalb der Toleranzbedingung(en) im Messkreis
Rote Lampe PRÜFSPANNUNG EIN leuchtet nicht bei Prüfungsbeginn	Defekte Lampe Problem im Messkreis
Eine der folgenden Meldungen erscheint auf dem Prüfergebnis-Bildschirm. ANSCHLÜSSE ÜBERPRÜFEN PHASE A (oder B oder C) ERREGERSTROM ZU HOCH; WINDUNGSVERHÄLTNIS ZU NIEDRIG, <0,8 oder PHASE A (oder B oder C) WINDUNGSVERHÄLTNIS ZU HOCH; PHASE A (oder B oder C) ANSCHLÜSSE ÜBERPRÜFEN, VERTAUSCHT; PHASE A (oder B oder C) POLARITÄT ÜBERPRÜFEN	Ungewöhnlicher Betriebszustand Fehlerhafte Einstellung des TRANSFORMATORTYPS in den Menüs der Schnelltest-Konfiguration oder vollständige Prüfung Konfiguration 1 Fehlerhafter Anschluss der Kabe. Fehlerhafte Prüfkabel Fehlerhafte Kennzeichnung eines Transformators Problem bei Prüfprobe Problem beim Messkreis
VERHÄLTNIS und/oder IErr (mA) Werte unberechenbar	Fehlerhafte Prüfkabel (offener Kreis, schlechte Verbindung) Stark ungewöhnliche Transiente bei Serviceleistung Problem bei Prüfprobe (schlechte Verbindung) Problem beim Messkreis

Reparaturen

Jeglicher Service oder Reparatur dieses Geräts sollte nur durch qualifiziertes Personal durchgeführt werden, welches, um Verletzungen zu vermeiden, die elektrischen Risiken und die geforderten notwendigen Sicherheitsvorkehrungen kennt.

Megger bietet einen vollständigen Reparatur- und Kalibrier-Service (in Valley Forge, PA, USA) an und empfiehlt, dass seine Kunden den Vorteil dieses Service für Routinewartung oder im Fall einer Geräte-Fehlfunktion wahrnehmen. Megger bietet weltweit auch Autorisierte Service-Center an. Für ein Center ganz in Ihrer Nähe kontaktieren Sie bitte Ihren Megger Vertriebspartner oder holen Sie Rat auf der Website von Megger unter *www.megger.com* ein.

Für den Fall, dass Service notwendig wird, kontaktieren Sie Ihren Megger Ansprechpartner; bei ihm erhalten Sie eine Produkt-Rücksendenummer (RA) und Anweisungen für den Versand. Geben Sie bitte alle wesentlichen Informationen, einschließlich Katalognummer, Seriennummer und die Problemsymptome an.

9

ERSATZTEILLISTE UND OPTIONALES ZUBEHÖR

Tabelle 9-1: Ersatzteilliste

Artikel	Art.Nr.
Prüfgerät für Windungsverhältnis und Wicklungswiderstand beim Dreiphasigen Transformator, ferngesteuert	
108-132 V ac, (207-253V*), Einphasig, 60 \pm 2 Hz, 660 VA	MWA300
108-132 V ac, (207-253V*), Einphasig, 60 \pm 2 Hz, 660 VA	MWA330A
207-253 V ac, (108-132V*), Einphasig, 50 \pm 2 Hz, 660 VA	MWA300-47
207-253 V ac, (108-132V*), Einphasig, 50 \pm 2 Hz, 660 VA	MWA330-47
<i>*- Sicherungsaustausch für ordnungsgemäßen Betrieb bei dieser Spannung erforderlich</i>	
Zubehör im Lieferumfang	
Canvas-Tragetasche für Prüfkabel	2005-265
Netzkabel, 2,5 m, 120 V	17032-4
Netzkabel, 2,5 m, 240 V	17032-13
Erdungskabel, 9 m	2002-131
USB Memory stick contains: PDF manual, PowerDB Lite software and related documents	1009-316
USB 2.0 Standard-Typ A nach B Kabel 2 m Kabel für Anschluss an einen PC	CA-USB
1:1 Testvorrichtung (Geräte-Selbsttest)	2005-249
Optionales Zubehör	
Universal-Kabelsatz, kompatibel mit Produkten der Megger MWA3XX Reihe (bis zu 10 A DC max.) 3-phasige, 4-Leiter abgeschirmte Prüfkabel (H&X), vollständig mit Farbkodierten Universal-Kelvin-Klemmen	
3-ø abgeschirmter Prüfkabelsatz, X/H Wicklungen, 9,1m	2008-30-KIT
3-ø abgeschirmter Prüfkabelsatz, X/H Wicklungen, 18 m	2008-60-KIT
3-ø abgeschirmter Prüfkabelsatz, X/H Wicklungen, 30m	2008-100-KIT

Artikel	Art.Nr.
3-ø 10 m Verlängerung, X Kabelsatz	36486-7
3-ø 10 m Verlängerung, H Kabelsatz	36486-8
3-ø 10 m Verlängerung, H&X Wicklungen	36486-9
3-ø Universal, 9 m H	2008-113-30
3-ø Universal, 9 m X	2008-114-30
3-ø Universal, 18 m H	2008-113-60
3-ø Universal, 18 m X	2008-114-60
3-ø Universal, 30 m, H	2008-113-100
3-ø Universal, 30 m, X	2008-114-100
Widerstands-Prüfshunt, 10 A, 10 mΩ	1006-512-2
TTR Check Box – Verhältnis & Phase (<u>KEIN</u> STANDARD)	550555
TTR Kalibrierstandard – 1 Phase	Y550055
Ersatzsicherungen	
MWA300 Netzsicherung (2x)	90001-167
MWA300-47 Netzsicherung (2x)	2544-11
MWA300-XX TTR Erregungstransformator-Sicherung (1x)	27708-9
Transportkoffer für Gerätekabel und Zubehör	2005-115
HV Stroboskop mit abnehmbarem 18 m Kabelsatz	1004-639
Stufen-Fernsteuergerät, manueller Betrieb, Modell RTC-1, vollständig mit Kurzanleitung und roten/schwarzen/weißen (insgesamt 3) Alligatorklemmen.	1007-502