

AVTMTTR25-GER
Rev. C
Abril 2008

**Bedienungsanleitung AVTMTTR25-GER
für das
TTR25 Tragbare TTR®
Transformator-Windungszahlverhältnis-Prüfgerät
Katalog Nr. TTR25**

**Hochspannungsausrüstung
Lesen Sie die vollständige Anleitung, bevor Sie das Gerät betreiben.**

Megger®

2621 Van Buren Ave
Norristown, PA 19403-2329
610-676-8500

www.megger.com

TTR25 Tragbares TTR[®]
Transformator-Windungsverhältnis-Prüfgerät
Bedienungsanleitung

Copyright Hinweis

Copyright© 2007 by Megger. Alle Rechte vorbehalten.

Ablehnungshinweis

Die in dieser Anleitung enthaltene Information wird für den Verwendungszweck des Produkts als angemessen erachtet. Wenn das Produkt oder seine individuellen Instrumente für andere als den hierin festgelegten Zwecken verwendet werden, muss von Megger eine Bestätigung für die Gültigkeit und Eignung eingeholt werden. Beachten Sie die am Ende dieser Anleitung folgende Garantieinformation. Änderungen der Spezifikationen sind vorbehalten.

GARANTIE

Von Megger gelieferte Produkte werden gegen Defekte in Material und Ausführung auf eine Dauer von einem Jahr nach Lieferung garantiert. Unsere Haftung beschränkt sich, je nach unserem Ermessen, spezifisch auf einen Ersatz oder die Reparatur der fehlenden Ausrüstung. An das Werk für eine Reparatur zurückgesandte Ausrüstungen müssen mit vorausbezahlter Fracht und versichert gesandt werden. Batterien, Lampen oder andere Verbrauchsartikel sind von dieser Garantie ausgeschlossen; hier ist die Garantie des ursprünglichen Herstellers anwendbar. Wir geben keine andere Garantie ab. Die Garantie wird ungültig im Falle des Missbrauchs (Nichtbefolgen empfohlener Betriebsrichtlinien) oder wenn der Kunde es unterlässt, spezifische in dieser Anleitung angeführte Wartungen vorzunehmen.

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	1
Das TTR25	1
Elektrische Theorie und Praxis	2
Anwendungen für das TTR25	4
Nach Empfang des TTR25	5
Safety First.....	5
Gebrauch dieser Anleitungen	5
SICHERHEIT	7
Übersicht.....	7
Sicherheitsanforderungen.....	7
Vorsichts- und Warnhinweise	9
BEDIENELEMENTE & ANSCHLÜSSE.....	11
Übersicht.....	11
Anschlüsse	12
SETUP DER ANSCHLÜSSE UND BETRIEB.....	13
Allgemeine Anleitungen	13
Transformatoren	14
Einphasen-, Zweiwicklungs-Transformatoren	14
Netztransformatoren mit zwei Sekundärwicklungen	15
Stromwandler.....	19
Drehstrom-, Zweiwicklungs-Transformatoren	20
Drehstrom-, Dreiwicklungstransformatoren.....	21
Allgemeine Betriebsfunktion	24
Beschreibung der Menüs und Prüfbildschirme	24
Gebrauch mit optionalem Drucker	27
HyperTerminal-Konfiguration	29
WARTUNG UND FEHLERBEHEBUNG.....	31
Wartung	31

Kalibriertest	31
TTR25 Funktionsprüfung	32
Austausch der Batterien.....	33
Fehlerbehebung.....	34
Fehlermeldungen	35
Reparatur	38
SPEZIFIKATIONEN	39
Elektrisch	39
Umgebungsbedingungen.....	41
Mechanische Daten	41
Optionales Zubehör	42
BESTELLINFORMATION ERSATZTEILLISTE	43
Verbindungs- und Vektorspannungsdiagramme.....	45

LISTE DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1-1	TTR25 Prüfgerät Blockschaltbild	4
Abbildung 3-1	TTR25 Anzeige & Bedienfeld	11
Abbildung 3-2	TTR25 Oberes Anschlussfeld.....	12
Abbildung 4-1	Anordnung für das Prüfen eines Einphasentransformators	15
Abbildung 4-2	Anordnung für das Prüfen eines Einphasen-Spartransformators	16
Abbildung 4-3	Anordnung für das Prüfen eines Einphasen-Stufen-Spannungsreglers, Type A (Gerades Design).....	16
Abbildung 4-4	Anordnung für das Prüfen eines Einphasen-Stufen-Spannungsreglers, Type B (umgekehrtes Design)	17
Abbildung 4-5	Anordnung für das Prüfen der X1 – X2 Wicklung eines Netztransformators (H2 und X2 geerdet).....	17
Abbildung 4-6	Anordnung für das Prüfen der X3 – X2 Wicklung eines Netztransformators (H2 und X2 geerdet).....	18
Abbildung 4-7	Anordnung für das Prüfen der X1 – X3 Wicklung eines Netztransformators	18
Abbildung 4-8	Anordnung für das Prüfen eines unmontierten Stromwandlers	22
Abbildung 4-9	Anordnung für das Prüfen von Anzapfungen an einem Stromwandler mit mehreren Anzapfungen	22
Abbildung 4-10	Anordnung für das Prüfen eines auf einem Einphasen-, Zweiwicklungstransformators montierten Durchführungsstromwandlers.....	23
Abbildung 4-11	TTR25 Start-Bildschirm	24
Abbildung 4-12	Prüfung starten Bildschirm	25
Abbildung 4-13	Prüfung läuft Bildschirm.....	26
Abbildung 4-14	TTR25 Prüfergebnis Bildschirm.....	26
Abbildung 4-15	Beispiel eines Prüfberichts	27
Abbildung 4-16	Ausdruck der Drucker-Konfiguration.....	28

LISTE DER TABELLEN

Tabelle C-1	ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis	46
Tabelle C-2	ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis	48
Tabelle C-3	CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis.....	58
Tabelle C-4	Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis (Australian Std.).....	68
Tabelle 5-1	Führer zur Fehlerbehebung	34
Tabelle 5-2	Selbsttest-Fehlermeldungen.....	35
Tabelle 5-3	Prüfungs-Fehlermeldungen	36
Tabelle 5-4	Diverse Meldung.....	37

1

EINLEITUNG

Das TTR25

Das TTR25 tragbare TTR[®] Prüfgerät ist ein vollautomatisches, sich selbst testendes, selbstkalibrierendes Gerät. Das Prüfgerät misst das Windungszahlverhältnis, den Erregerstrom und die Phasenverschiebung (Polarität) von Einphasen- und Drehstrom-Netztransformatoren (eine Phase nach der anderen), sowie von Leistungstransformatoren und Spannungs- und Stromwandlern. Das TTR25 tragbare TTR[®] Prüfgerät wird von sechs AA Alkali-Wegwerfbatterien gespeist. Das Prüfgerät ist ein tragbares Instrument mit einem stabilen Kunststoffgehäuse. Ein Tragekoffer mit Gurt und Tasche für Zubehör ist im Prüfgerätesatz mit inbegriffen.

Das Prüfgerät kann zum Prüfen von Einphasen- und Drehstromtransformatoren, mit oder ohne Anzapfungen, entsprechend den Anforderungen der IEEE C57.12.90 – 1997 Standards verwendet werden. Bei Drehstromtransformatoren wird das Prüfgerät an jede der drei Phasen des zu prüfenden Transformators angeschlossen, und die Messungen werden eine Phase nach der anderen durchgeführt.

Windungszahlverhältnis, Phasenverschiebung (Polarität) und Erregerstrom werden auf einer großen LCD-Anzeige angezeigt. Der Transformator-Erregerstrom hilft, kurzgeschlossene Windungen des Transformators oder eine ungleiche Anzahl von parallel geschalteten Windungen aufzuspüren. Meldungen über Betriebsbedingungen (Fehler) identifizieren inkorrekte Prüfverbindungen, abnormale Betriebsbedingungen oder Wicklungsprobleme. Prüfergebnisse können auf einem wahlweisen Drucker ausgedruckt werden.

Zu den Merkmalen gehören:

- Vollautomatischer Betrieb.
- Selbsttest beim Einschalten.
- Selbstkalibrierung bei jeder Messung.
- Anwenderfreundliche Einknopfbedienung.

- Prüfen von Windungszahlverhältnis, Erregerstrom und Phasenverschiebung (Polarität).
- Einfaches Messen von Einphasen- und Drehstrom- (ein Phase nach der anderen) Transformatoren, sowie Spannungs- und Stromwandlern.
- Prüfen von falsch gepolten Prüflösungen oder Windungsanschlüssen bei Beginn jeder Prüfung.
- Externer wahlweiser Drucker dokumentiert die Prüfdaten.
- Drei automatisch gewählte Erreger-Prüfspannungen: 8 V, 1,5 V und 0,5 V.
- Prüfungen entsprechend ANSI, IEC und australischen Standards.
- Kabel entsprechend ANSI, IEC und australischen Standards markiert.
- Auswahl von sieben Sprachen
- Große, gut lesbare LCD-Anzeige zeigt alphanumerische Daten
- Entspricht den Anforderungen der europäischen EMV- und Niederspannungsrichtlinien (CE-Zeichen).
- Problemloser Betrieb in Umspannanlagen unter Bedingungen mit elektrostatischen und magnetischen Beeinflussungen.

Elektrische Theorie und Praxis

Funktionsweise des TTR25

Das TTR25 Prüfgerät liefert die Erregerspannung an den Eingang des Transformators. Zum Berechnen des Windungszahlverhältnisses misst es genau die Spannungen auf der Hoch- und auf der Niederspannungsseite. Zusätzlich misst das TTR die Phasenverschiebung (Polarität) zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen eines Transformators sowie den Transformator-Erregerstrom.

Transformator-Windungszahlverhältnis

Das Transformator-Windungszahlverhältnis ist das Verhältnis der Anzahl der Windungen in der Hochspannungswicklung zu der Anzahl in der Niederspannungswicklung. Das Transformatorverhältnis kann sich auf Grund verschiedener Faktoren, wie mechanische von Defekten hervorgerufene Schäden, beschädigte Isolierung, Verschmutzung und Versandschäden, verändern.

Ein Prüfgerät für das Transformator-Windungszahlverhältnis, wie das TTR25 kann das Windungszahlverhältnis von Einphasen- und Drehstrom-Transformatoren direkt messen. Abweichungen in diesen Messwerten können schnell Probleme in Transformatorwicklungen und in den magnetischen Kernkreisen aufzeigen. Wenn das Verhältnis im Transformator mehr als 0,5

Prozent vom Nenn-Spannungsverhältnis abweicht, kann er unter Umständen nicht mehr zuverlässig funktionieren. Um solche geringe Verhältnisveränderungen zu messen, wird die Genauigkeit eines Megger TTR25 benötigt.

Erregerstrom

Durch Anlegen einer Spannung an eine der Wicklungen des Transformators kann das TTR25 den Erregerstrom messen. Ein genaues Messen des Erregerstroms kann Informationen über den Zustand des Transformator-kerns bereitstellen. Unerwünschte Kreisströme, unbeabsichtigte Erdverbindungen oder auch beginnende Kurzschlüsse können den Erregerstrom beeinflussen und ein Problem aufzeigen.

Transformator-Polarität

Die Polarität eines Netztransformators wird interessant, um seine ordnungsgemäße Verbindung in einem Stromnetz zu bestimmen. Das Megger TTR25 identifiziert die normale (phasengleiche) und umgekehrte Polarität von Transformatoren.

Abbildung 1-1 zeigt ein Blockschaltbild des TTR25. Der Erregerspannungs-Oszillator legt eine 55 Hz Prüfspannung am zu prüfenden Transformator an. Drei Spannungen stehen für die Transformatorprüfung zur Verfügung: 0,5 V, 1,5 V und 8 V. Die Auswahl der Testspannung erfolgt automatisch entsprechend dem benötigten Erregerstrom.

Die Eingangs- und Ausgangsspannungen des Transformators werden an Konditionierungsschaltungen angelegt. Diese Schaltungen verbessern das Signal-Rausch-Verhältnis des Prüfsignals und stellen den vollen Spannungsbereich des Testsignals an den A/D-Wandler-Eingängen zur Verfügung.

Ein A/D-Wandler wird verwendet, um die analogen Messsignale in ihre digitalen Entsprechungen umzuwandeln. Die umgewandelten digitalen Ausgangssignale werden an CPLD (Complex Programmable Logic Device) angelegt und dann an einen Mikroprozessor übertragen.

Der Mikroprozessor ist der Hauptbestandteil des TTR Prüfgerätes. Er gibt den korrekten Zeitablauf vor, sammelt und berechnet die Prüfergebnisse und wird mit entsprechenden Peripherieausrüstungen verbunden. Das TTR25 Prüfgerät hat drei Haupt-Peripherieausrüstungen: RS-232-/Druckerschnittstelle, LCD-Anzeige und Tastatur.

Die Gleichspannungs-Netzversorgung wandelt die primäre Batteriespannung der sechs Energizer® X91 AA Alkalibatterien von 9 V (Nennspannung), 3135 mAh

Nennkapazität, in die sekundären Gleichspannungen um, die für den ordnungsgemäßen Betrieb des TTR25 Prüfgerätes benötigt werden.

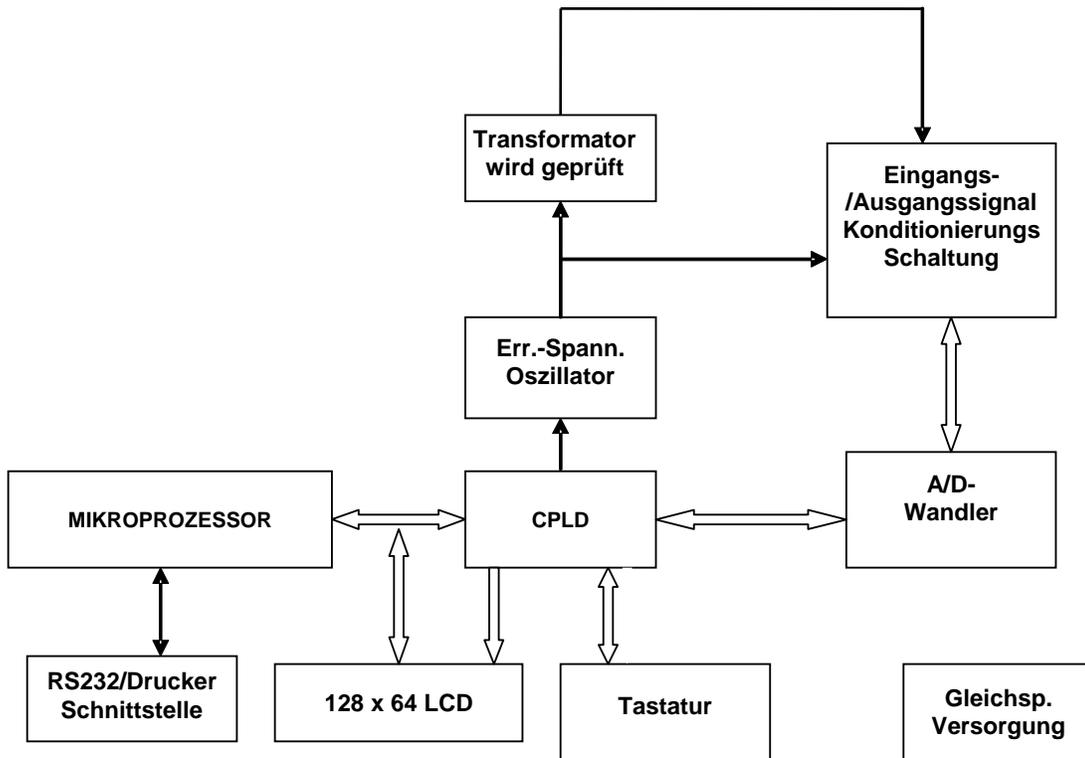


Abbildung 1-1. TTR25 Prüfgerät Blockschaltbild

Anwendungen für das TTR25

Der ordnungsgemäße Betrieb eines Transformators beruht fast ausschließlich auf den elektrischen Eigenschaften seiner Wicklungen. Um einen kontinuierlichen ordentlichen Betrieb zu gewährleisten, werden Transformatoren geprüft, um zu gewährleisten, dass sich ihre elektrischen Eigenschaften nicht von den Bauformspezifikationen verändert haben. Ein TTR ist ein besonders nützliches Instrument für das Prüfen der Transformatorwicklungen, da es verschiedene Arten von Problemen in Einphasen- und Drehstromtransformatoren feststellen kann.

Es wird verwendet, um die lastfreie Genauigkeit von Strom- und Spannungswandler zu bestimmen, sowie die Notwendigkeit, fehlerhafte Strom- und Spannungswandler zusätzlich zu prüfen.

Das TTR25 legt an der Hochspannungswicklung eines Transformators eine Spannung an und misst genau die resultierende Spannung an der Niederspannungswicklung. Das Spannungsverhältnis ist dem

Windungszahlverhältnis direkt proportional. Zusätzlich misst das Gerät noch Erregerstrom und Polarität.

Nach Empfang des TTR25

Überprüfen Sie die erhaltene Ausrüstung mit der Packliste, um sicherzustellen, dass alle Materialien in der Lieferung enthalten sind. Verständigen Sie Megger über fehlende Teile. Telefon + 44 (0) 1304 502101.

Untersuchen Sie das Instrument auf eventuell während des Transports erlittene Schäden. Wenn Sie einen Schaden entdecken, melden Sie diesen unverzüglich dem Frachtunternehmen, und verständigen Sie Megger oder dessen nächstgelegenen autorisierten Verkaufsrepräsentanten mit einer detaillierten Beschreibung des Schadens.

Dieses Instrument wurde vor seinem Versand gründlich geprüft und kontrolliert, um strenge Spezifikationen zu erfüllen. Nach einem wie in diesem Handbuch angeführten Setup ist es sofort betriebsbereit.

Safety First

Lesen Sie unbedingt die Sicherheitsinformation in Kapitel 2 gründlich durch, und befolgen Sie alle Sicherheitsvorkehrungen und Empfehlungen.

Gebrauch dieser Anleitungen

Typographische Gepflogenheiten



VORSICHT

Vorsichtshinweise machen Sie auf mögliche Schäden an der Ausrüstung aufmerksam.



WARNUNG

Warnhinweise machen Sie auf Bedingungen aufmerksam, die für Personen gefährlich sein können.

HINWEIS: Hinweise bieten wichtige Informationen.

Megger.

2

SICHERHEIT

Übersicht

Das TTR25 darf nur an spannungslosen Transformatoren verwendet werden. Der Transformator an dem das Prüfgerät angeschlossen ist, ist jedoch eine mögliche Quelle für elektrische Energie mit einer hohen Spannung und alle Personen, die Prüfungen durchführen oder bei der Prüfung helfen, müssen praktische Sicherheitsvorkehrungen treffen, um den Kontakt mit möglicherweise spannungsführenden Teilen des Transformators oder verwandten Stromkreisen zu verhindern. Personen, welche die Prüfungen durchführen, müssen sich von allen Hochspannungsteilen fern halten, einschließlich der Anschlüsse, außer das Prüfgerät ist ausgeschaltet und alle Teile des Prüfkreises sind geerdet. Personen, die nicht direkt mit der Prüfarbeit zu tun haben, müssen von den Prüftätigkeiten durch geeignete Sperren, Barrikaden oder Warnhinweise fern gehalten werden.

Betrachten Sie alle Anschlüsse von Hochspannungsausrüstungen als mögliche Gefahrenstellen für Elektroschocks. Wegen der Nähe zu Hochspannungsleitungen oder Ausrüstungen besteht immer die Möglichkeit, dass an diesen Anschlüssen Spannung induziert wird. Trennen Sie Prüfleitungen immer zuerst von der zu prüfenden Ausrüstung und erst dann vom Prüfgerät. Der Erdungsanschluss muss als erster durchgeführt und als letzter entfernt werden. Jedwede Unterbrechung der Erdungsverbindung kann die Gefahr eines Elektroschocks hervorrufen.

Reparaturen oder das Austauschen von Bauteilen dürfen nur von qualifiziertem Servicepersonal durchgeführt werden.

Sicherheitsanforderungen

Megger hat für das ursprüngliche Design und für alle nachfolgenden Veränderungen formelle Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt. Dieser Vorgang wird für alle neuen Produkte durchgeführt und deckt zusätzlich zu den anwendbaren Standards andere Bereiche ab. Trotz dieser Bemühungen ist es nicht möglich, alle Gefahren von elektrischen Prüfausrüstungen zu entfernen.

Aus diesem Grund wurden große Anstrengungen unternommen, in dieser Bedienungsanleitung auf ordnungsgemäße Handlungsweisen und Vorkehrungen hinzuweisen, welche vom Benutzer beim Betrieb dieser Ausrüstung befolgt werden müssen, und gegebenenfalls die Ausrüstung selbst mit vorbeugenden Warnhinweisen zu markieren. Es ist nicht möglich alle möglichen Gefahren, die bei den verschiedensten Anwendungen der Ausrüstung auftreten können, vorausszusehen. Es ist daher notwendig, dass der Anwender vor dem Beginn zusätzlich zum Befolgen der in dieser Anleitung angeführten Sicherheitsregeln auch sorgfältig alle anderen Sicherheitsaspekte der Prüfung bedenkt.

- Sicherheit unterliegt der Verantwortung des Benutzers.
- Befolgen Sie die Sicherheitsverfahren Ihrer Firma.
- Zweckentfremdeter Gebrauch der Ausrüstung kann äußerst gefährlich sein.
- Der Zweck diese Ausrüstung beschränkt sich auf den in dieser Anleitung beschriebenen Gebrauch. Verwenden Sie die Ausrüstung oder das Zubehör nicht zusammen mit anderen als den hier spezifisch beschriebenen Geräten.
- Schließen Sie das Prüfgerät niemals an spannungsführende Ausrüstungen an.
- Verwenden Sie das Prüfgerät nicht in explosiven Atmosphären.
- Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten dürfen nur von qualifiziertem Personal, welches mit dem Aufbau und Betrieb des Prüfgerätes und den damit verbundenen Gefahren vertraut ist, durchgeführt werden.
- Für zusätzliche Information wenden Sie sich bitte an IEEE 510 - 1983, IEEE Recommended Practices for Safety in High-Voltage and High-Power Testing [Empfohlene Praktiken für die Sicherheit bei Hochspannungs- und elektrischen Leistungsprüfungen].

Wenn die Prüfausrüstung ordnungsgemäß betrieben wird, und alle Erdungsverbindungen korrekt ausgeführt sind, dann muss das Prüfpersonal keine Gummihandschuhe tragen. Als eine Routine-Sicherheitsmaßnahme verlangen jedoch manche Anwender, dass Gummihandschuhe nicht nur beim Herstellen der Verbindungen mit den Hochspannungsklemmen, sondern auch beim Hantieren der Bedienelemente getragen werden. Megger erachtet dies als eine ausgezeichnete Sicherheitspraxis.

Benutzer der Ausrüstung sollten beachten, dass Hochspannungsentladungen und andere Quellen starker elektrischer oder magnetischer Felder die ordnungsgemäße Funktion von Herzschrittmachern stören können. Personen mit Herzschrittmachern sollten fachmännische Beratung über die möglichen Risiken suchen, bevor sie diese Ausrüstung betreiben oder sich während des Betriebs in der Nähe der Ausrüstung aufhalten.

Vorsichts- und Warnhinweise

Wo anwendbar führt diese Anleitung Vorsichts- und Warnhinweise an, welche unbedingt beachtet werden müssen.

Megger.

3

BEDIENELEMENTE & ANSCHLÜSSE

Übersicht

Das TTR25 ist ein Instrument mit einer einfachen "Prüfen durch Knopfdruck" Funktion mit nur wenigen Tasten und Bedienelementen. Außer einer Taste für den Ausdruck und der Sprachenauswahl hat es keine Menüs.

Kontrast	Dieser Knopf stellt die Auflösung für das Betrachten des Bildschirms ein.
Hintergrundbeleuchtung	Kurzes Drücken auf den Schalter aktiviert oder deaktiviert die Hintergrundbeleuchtung. Sie schaltet nach drei Minuten ohne Aktivität von selbst aus.
EIN Schalter	Hier drücken um das TTR25 einzuschalten.
AUS Schalter	Hier drücken um das TTR25 auszuschalten.
ANZEIGE-BILDSCHIRM	LCD zeigt Menüs und Prüfinformationen an.
TASTATUR	4-Tasten-Tastatur für die Eingabe von Menüauswahlen und das Navigieren durch die verschiedenen Bildschirme.



Abbildung 3-1

TTR25 Anzeige & Bedienfeld

Anschlüsse

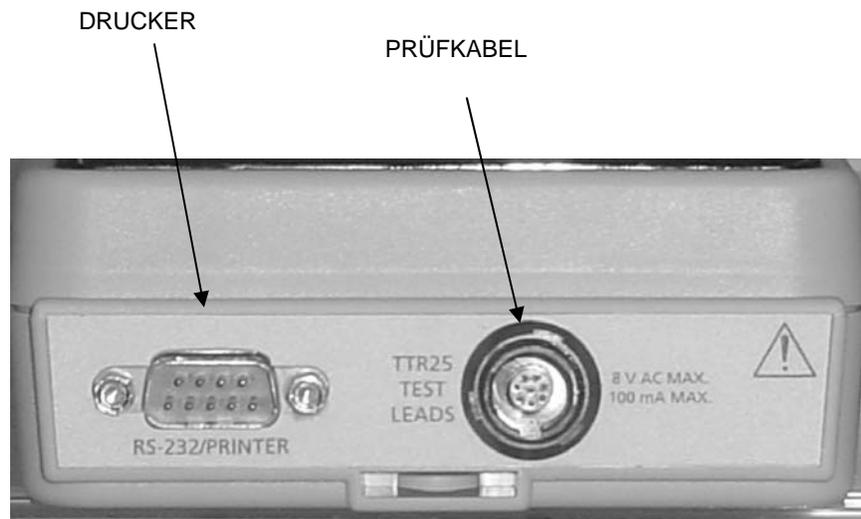


Abbildung 3-2 TTR25 Oberes Anschlussfeld

- PRÜFKABEL** Steckerbuchse für das Anschließen der Prüfkabel zu den Hochspannungs- (H) und Niederspannungs- (X) Wicklungen eines Transformators. Stecker und Buchse sind so codiert, dass das Kabel nicht falsch eingesteckt werden kann, und um sicherzustellen, dass das richtige Kabel verwendet wird.
- RS-232/DRUCKER** Ein DB-9 Stecker für den Anschluss eines Drucker oder für das Echtzeit-Hinaufladen von Daten auf einen PC (mit HyperTerminal).

4

SETUP DER ANSCHLÜSSE UND BETRIEB

Allgemeine Anleitungen

Beim Prüfen von Hochspannungstransformatoren ist immer Vorsicht geboten und alle Sicherheitsvorkehrungen müssen befolgt eingehalten werden. Lesen und verstehen Sie alle in Abschnitt 2, Sicherheit, enthaltenen Sicherheitsinformationen.

WARNUNG



Vergewissern Sie sich, dass der zu prüfende Transformator vollkommen spannungslos ist. Überprüfen Sie jede Wicklung. Stellen Sie sicher, dass aller Anschlüsse des Transformators vom Netz oder der Last getrennt sind. Bei manchen Transformatoren kann die Erdungsverbindung aufrecht erhalten bleiben.

Vermischen Sie niemals die Verbindungen zu den Hochspannungs- und Niederspannungsanschlüssen des Transformators. Ein Nichtbeachten der ordnungsgemäßen Anschlüsse führt zu einem Sicherheitsrisiko und kann das Prüfgerät oder den Transformator beschädigen.

Vergewissern Sie sich, dass ein verbundener Kabelsatz für den Betrieb mit dem TTR25 Prüfgerät beschriftet ist.

Der TTR25 ist für das Prüfen verschiedener Transformatoren entworfen. Dazu gehören: Einphasen- und Drehstromtransformatoren (eine Phase nach der anderen), Stromwandler, Spannungswandler und Spannungsregler.

Das TTR25 Prüfgerät sollte Temperaturen unter -20°C oder über 55°C nicht mehr als zwei Stunden lang ausgesetzt sein. Solche Bedingungen führen zu einem verkürzten Batterieleben.

Entfernen Sie die Batterien, wenn sie das TTR25 bei Temperaturen unter -20°C oder über 55°C aufbewahren. *Siehe Austausch der Batterien für nähere Information.*

Transformatoren

Die Setup- und Anschlussanleitungen für Verhältnis, Polarität und Phasenbeziehung setzen voraus, dass der zu prüfende Transformator, die Verbindungen und die Anschlussbeschriftungen den Anforderungen von ANSI C57.12.70-1978 *American National Standards Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers [American National Standards Anschlussbeschriftungen und Verbindungen für Netz- und Leistungstransformatoren]* entsprechen. Die H-Leitungen der Prüfkabel sind die Erregerleitungen.

Das TTR25 kann einen Erregerstrom von bis zu 100 mA bereitstellen. Das TTR25 wählt beim Prüfen des Transformators automatisch die entsprechende Prüfspannung (8 V, 1,5 V oder 0,5 V).

Einphasen-, Zweiwicklungs-Transformatoren

Gehen Sie beim Setup für Einphasen-, Zweiwicklungstransformatoren folgendermaßen vor:

1. Verbinden Sie den Prüfkabelsatz mit der TEST CABLE Buchse des TTR25 Prüfgeräts. Vergewissern Sie sich, dass der Stecker voll in der Buchse einrastet.
2. Verbinden Sie die mit H1 und H2 markierten Klemmen der Prüfkabel mit den entsprechenden Anschlüssen des zu prüfenden Transformators (Hochspannungswicklungen).
3. Verbinden Sie die mit X1, X2 markierten Klemmen der Prüfkabel mit den entsprechenden Anschlüssen des zu prüfenden Transformators (Niederspannungswicklung). Die Abbildungen 4-1 und 4-2 zeigen Prüfanordnungen für Einphasentransformatoren. Die Abbildungen 4-3 und 4-4 zeigen Prüfanordnungen für Spannungsregler.

HINWEIS: Bei ordnungsgemäßem Anschluss kann man erwarten, dass die Polarität der Wicklungen normal ist („+“ Zeichen erscheint vor dem Prüfergebnis für das Windungszahlverhältnis).

Ist das Zeichen „-“, überprüfen Sie die Kabelverbindungen.

Netztransformatoren mit zwei Sekundärwicklungen

Das TTR25 kann das Windungszahlverhältnis der Sekundärwicklungen von Netztransformatoren (eine nach der anderen) prüfen. Gehen Sie beim Setup für Einphasentransformatoren mit zwei Sekundärwicklungen folgendermaßen vor:

1. Verbinden Sie den Prüfkabelsatz mit der TEST CABLE Buchse des TTR25 Prüfgeräts. Vergewissern Sie sich, dass der Stecker voll in der Buchse einrastet.
2. Verbinden Sie die mit H1 und H2 markierten Klemmen der Prüfkabel mit den entsprechenden Anschlüssen des zu prüfenden Transformators (Hochspannungswicklungen).
3. Zum Prüfen der X1-X2 Wicklung, verbinden Sie entsprechend die mit X1 und X2 markierten Klemmen des Prüfkabels mit den X1 und X2 Anschlüssen des zu prüfenden Transformators. Sie können erwarten, dass die Polarität der Wicklung normal ist („+“ Zeichen erscheint vor dem Prüfergebnis für das Windungszahlverhältnis). *Siehe Abbildung 4-5.*
4. Zum Prüfen der X3-X2 Wicklung, verbinden Sie die X1 Klemme mit dem X3 Transformatoranschluss und die X2 Klemme mit dem X2 Transformatoranschluss. Sie können erwarten, dass die Polarität der Wicklung umgekehrt ist („-“ Zeichen erscheint vor dem Prüfergebnis für das Windungszahlverhältnis). *Siehe Abbildung 4-6.*
5. Zum Prüfen der kompletten Sekundärwicklung (X1 – X3), verbinden Sie die X1 Klemme mit dem X1 Anschluss und die X2 Klemme mit dem X3 Anschluss. Trennen Sie den Erdungsanschluss zum X2 Transformatoranschluss, bevor Sie mit der Prüfung beginnen. Sie können erwarten, dass die Polarität der Wicklung normal ist („+“ Zeichen erscheint vor dem Prüfergebnis für das Windungszahlverhältnis). *Siehe Abbildung 4-7.*

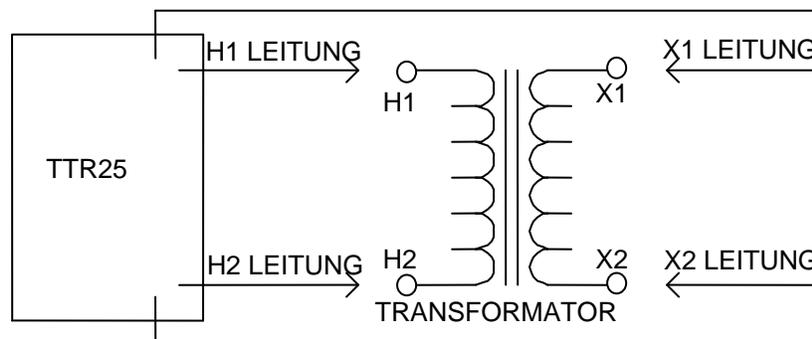


Abbildung 4-1 Anordnung für das Prüfen eines Einphasentransformators

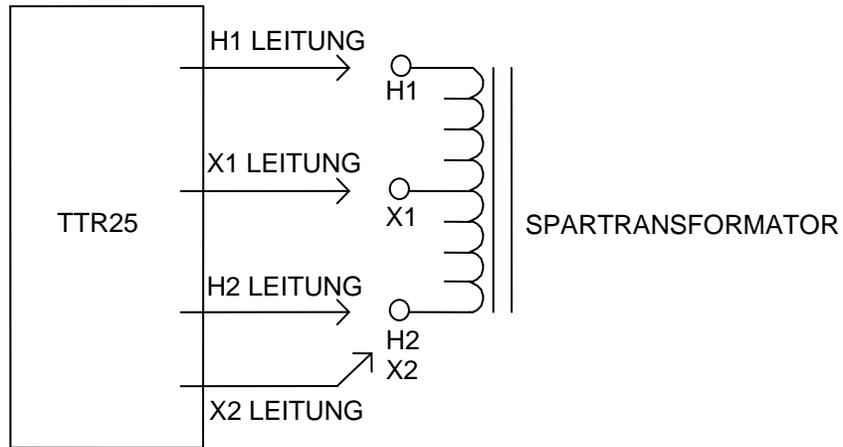


Abbildung 4-2 Anordnung für das Prüfen eines Einphasen-Spartransformators

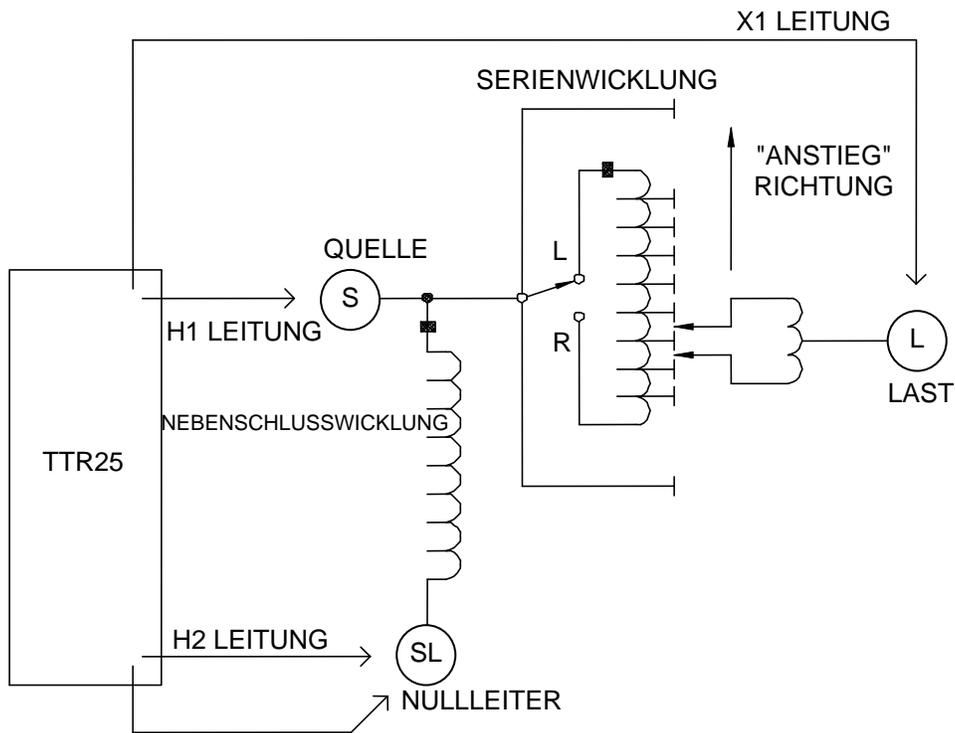


Abbildung 4-3 Anordnung für das Prüfen eines Einphasen-Stufen-Spannungsreglers, Type A (Gerades Design)

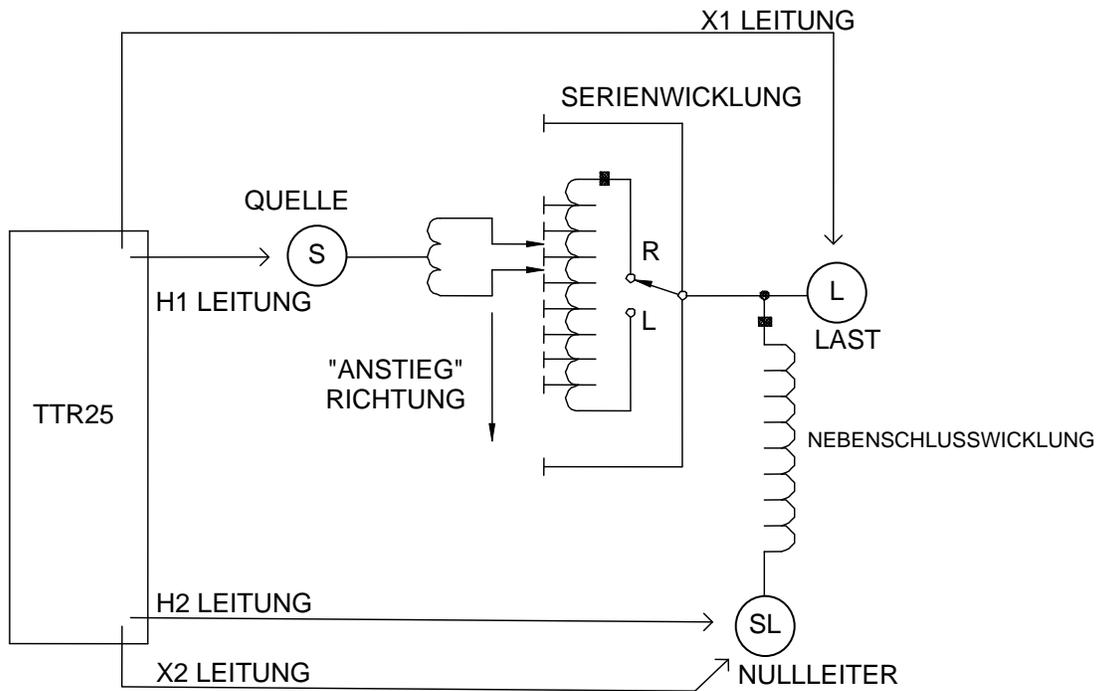


Abbildung 4-4 Anordnung für das Prüfen eines Einphasen-Stufen-Spannungsreglers, Type B (umgekehrtes Design)

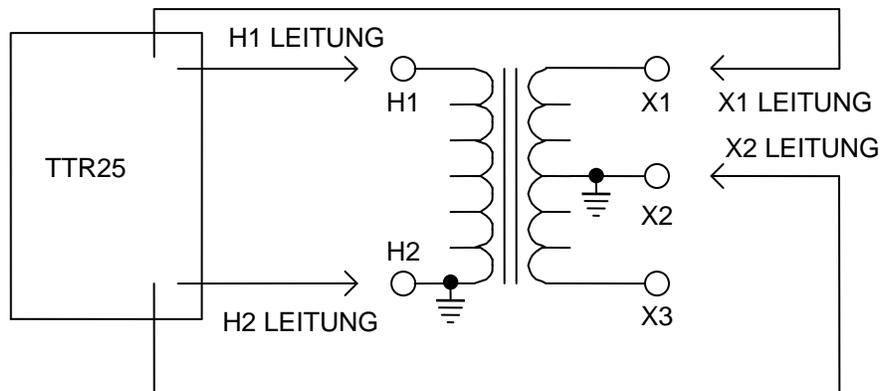


Abbildung 4-5 Anordnung für das Prüfen der X1 – X2 Wicklung eines Netztransformators (H2 und X2 geerdet)

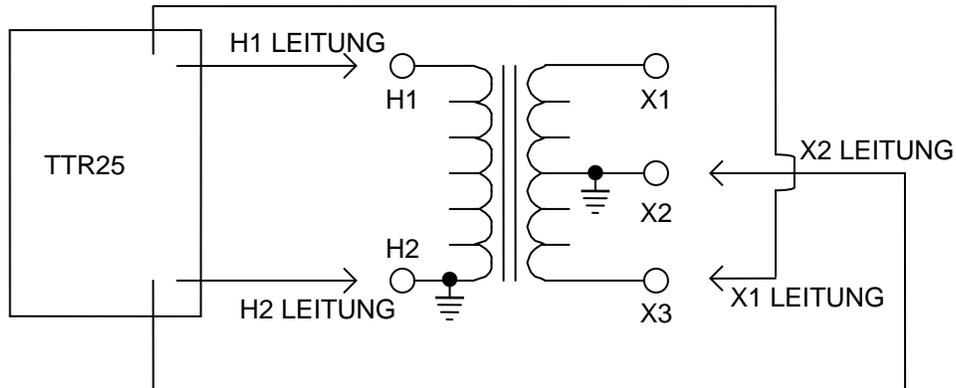


Abbildung 4-6 Anordnung für das Prüfen der X3 – X2 Wicklung eines Netztransformators (H2 und X2 geerdet)

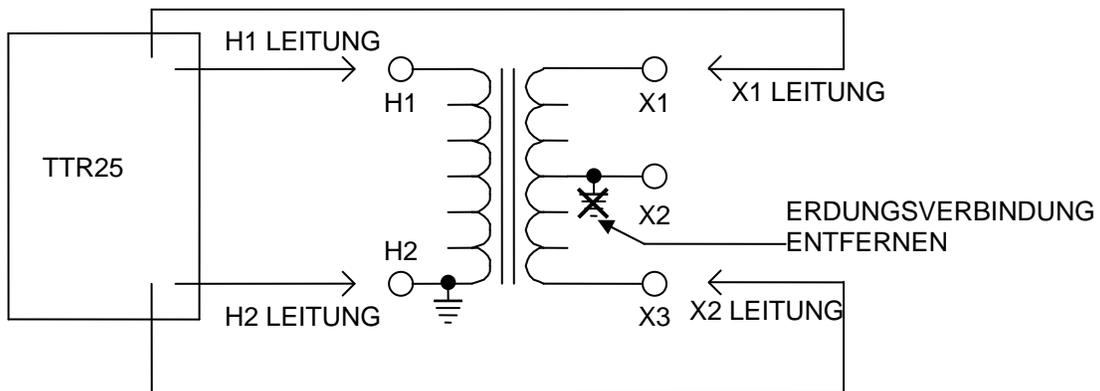


Abbildung 4-7 Anordnung für das Prüfen der X1 – X3 Wicklung eines Netztransformators

Stromwandler

Verbindungen mit Stromwandlern werden im Vergleich zu Leistungs- und Netztransformatoren oder Spannungswandlern umgekehrt ausgeführt. Der H Anschluss am Prüfkabel muss mit dem X Anschluss am Stromwandler verbunden werden; und die X Anschlüsse am Prüfkabel müssen mit den H Anschlüssen am Stromwandler verbunden werden.

HINWEIS: Häufig werden Punkte am Gehäuse des Transformators verwendet, um Anschlüsse mit der gleichen Polarität zu identifizieren.



WARNUNG

Nichtbeachten der ordnungsgemäßen Anschlüsse führt zu einem Sicherheitsrisiko und kann das Prüfgerät oder den Stromwandler beschädigen. Nichtbeachten der Spannungswerte der Niederstrom-X-Wicklung kann zur Beschädigung des Stromwandlers führen.

HINWEISE:

1. Das TTR25 kann einen Erregerstrom von bis zu 100 mA bereitstellen. Das TTR25 wählt beim Prüfen des Stromwandlers automatisch die entsprechende Prüfspannung (8 V, 1,5 V oder 0,5 V). Einige Stromwandler mit einem Windungszahlverhältnis von 50:5 oder weniger benötigen u.U. einen Erregerstrom von mehr als 100 mA, wenn sie von der 0,5 V Quelle angeregt werden. Solche Stromwandler können mit dem TTR25 nicht geprüft werden.
2. Sie können erwarten, dass die Polarität der Wicklungen normal ist („+“ Zeichen erscheint vor dem Prüfergebnis für das Windungszahlverhältnis).

Unmontierte Stromwandler

HINWEIS: Die angeführten Anschlussdiagramme werden zur Anschlussorientierung bereitgestellt und deuten nicht die physikalische Lage der Buchsen / Anschlüsse des zu prüfenden Geräts dar.

Abbildung 4-8 zeigt die Anordnung für das Prüfen eines unmontierten Stromwandlers.

Abbildung 4-9 zeigt die Anordnung für das Prüfen der Anzapfungen eines Stromwandlers mit mehreren Anzapfungen.

Drehstrom-, Zweiwicklungs-Transformatoren

Gehen Sie beim Setup für Drehstrom-, Zweiwicklungstransformatoren folgendermaßen vor:

1. Verbinden Sie die Prüfkabel mit dem Prüfgerät.
2. Verbinden Sie die mit H1 und H2 markierten Klemmen des Prüfkabels mit den entsprechenden Anschlüssen der zu prüfenden Phase des Transformators (Hochspannungswicklung).
3. Verbinden Sie die mit X1 und X2 markierten Klemmen des Prüfkabels mit den entsprechenden Anschlüssen der zu prüfenden Phase des Transformators (Niederspannungswicklung).



WARNUNG

Vertauschen Sie unter keinen Umständen die Verbindungen zwischen den Hoch- und Niederspannungsanschlüssen des Transformators. Ein Nichtbeachten der ordnungsgemäßen Verbindungen führt zu einem Sicherheitsrisiko und kann das Prüfgerät oder den Transformator beschädigen.

Die nicht verwendeten Anschlüsse H0 und X0 des Transformators müssen von Erde und Personal ferngehalten werden, da sie während der Prüfung spannungsführend werden können.

Bei Wicklungen in Sternschaltung ist normalerweise ein Nullanschluss vorhanden.

Hinweis: Entsprechend den australischen Standards haben die Stern- und Dreieck-Wicklungsanschlüsse von Transformatoren den numerischen Zusatz 1 und 2. Transformatoren in Zickzackschaltung haben den numerischen Zusatz 4. Siehe Tabelle C-4 in Anhang C.

Drehstrom-, Dreiwicklungstransformatoren

Diese Art von Transformator besitzt Primär-, Sekundär- und Tertiärwicklungen. Die Primär- und Sekundärwicklungen werden wie übliche Drehstrom-, Zweiwicklungstransformatoren geprüft. Gehen Sie beim Setup zur Prüfung der Tertiärwicklung folgendermaßen vor:

1. Verbinden Sie die Prüfkabel mit dem Prüfgerät.
2. Verbinden Sie die mit H1 und H2 markierten Klemmen des Prüfkabels mit den entsprechenden Anschlüssen der zu prüfenden Phase des Transformators (Hochspannungswicklung).
3. Verbinden Sie die mit X1 und X2 markierten Klemmen des Prüfkabels mit den entsprechenden Anschlüssen (Y1 und Y2) der zu prüfenden Tertiärphase des Transformators (Niederspannungswicklung).

WARNUNG



Vertauschen Sie unter keinen Umständen die Verbindungen zwischen den Hoch- und Niederspannungsanschlüssen des Transformators. Ein Nichtbeachten der ordnungsgemäßen Verbindungen führt zu einem Sicherheitsrisiko und kann das Prüfgerät oder den Transformator beschädigen.

Bei Wicklungen in Sternschaltung ist normalerweise ein Nullanschluss vorhanden.

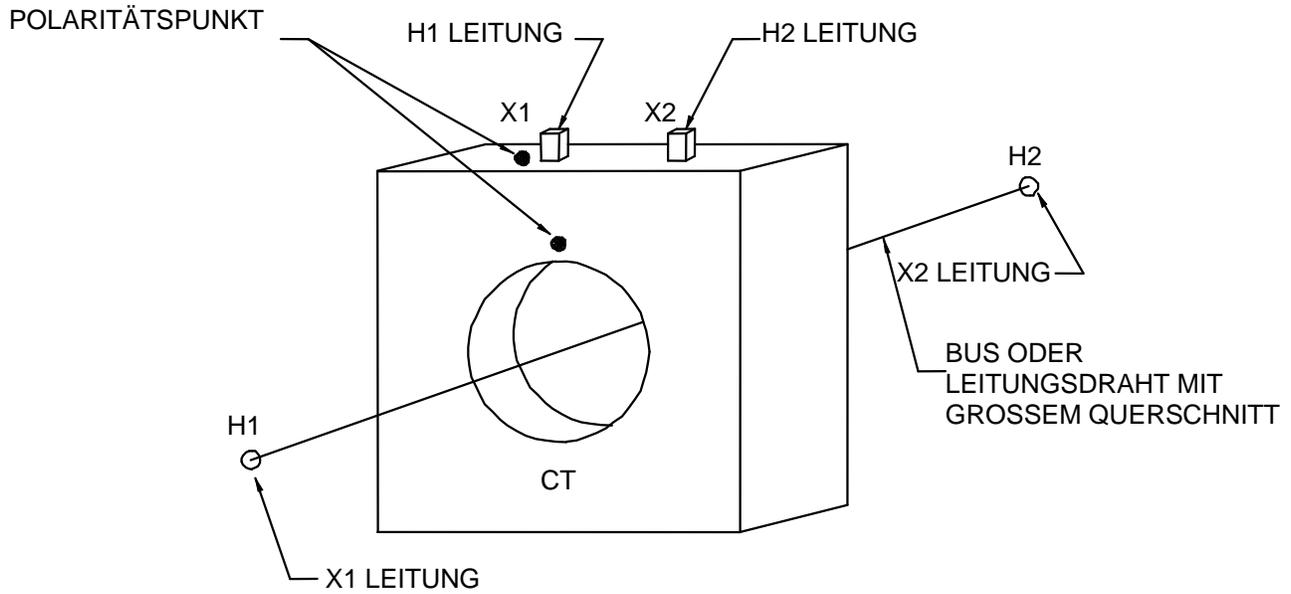


Abbildung 4-8 Anordnung für das Prüfen eines unmontierten Stromwandlers

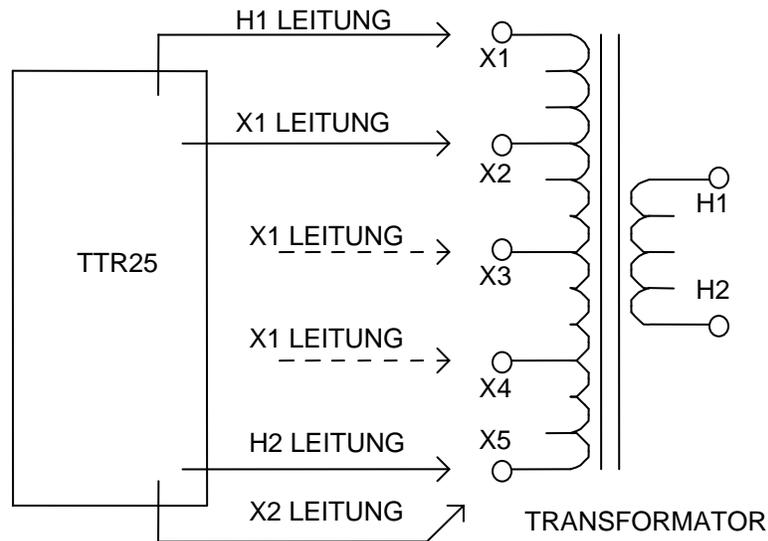


Abbildung 4-9 Anordnung für das Prüfen von Anzapfungen an einem Stromwandler mit mehreren Anzapfungen

Durchführungsstromwandler, angebracht an einem Einphasen-, Zweiwicklungstransformator

Die Prüfung des Windungszahlverhältnisses kann an einem Durchführungsstromwandler durchgeführt werden, nachdem dieser an einem Schutzschalter oder einer Eingangsbuchse eines Leistungstransformators montiert worden ist. Der Test kann ohne Entfernen des Durchführungsstromwandlers von dieser Ausrüstung durchgeführt werden. Verbinden Sie das TTR25 mit dem Durchführungsstromwandler wie in Abbildung 4-10 gezeigt.

HINWEISE:

1. Sie können erwarten, dass die Polarität der Wicklungen normal ist („+“ Zeichen erscheint vor dem Prüfergebnis für das Windungszahlverhältnis).
2. Ein Brückenkabel ist mit dem TTR25 nicht mit inbegriffen.

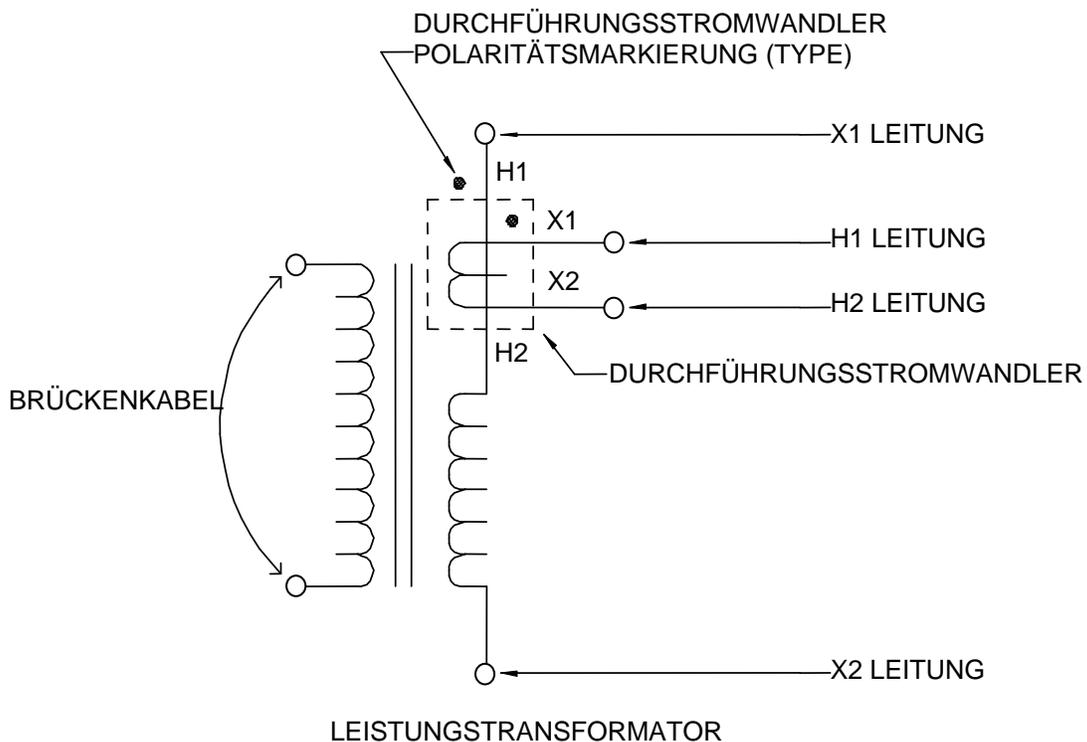


Abbildung 4-10 Anordnung für das Prüfen eines auf einem Einphasen-,
Zweiwicklungstransformators montierten Durchführungsstromwandlers

Allgemeine Betriebsfunktion

Fahren Sie erst dann fort, wenn Sie den Abschnitt 2, Sicherheit, gelesen und vollständig verstanden haben, und das Prüfgerät wie beschrieben eingerichtet worden ist. Ein Betreiber, der mit dem Inhalt dieses Handbuchs, dem Setup für die Prüfung und dem Betrieb des Prüfgerätes vertraut ist, kann die mit dem Prüfgerät enthaltene zusammengefasste Betriebsanleitung befolgen.

NOTABSCHALTUNG
(Entfernen der Prüfspannung vom zu prüfenden Gerät.)

Drücken Sie den ROTEN KNOPF auf der Tastatur, um die Prüfung abubrechen.

Beschreibung der Menüs und Prüfbildschirme

Die in den Abbildungen 4-11 bis 4-14 in den Menüs und Prüfbildschirmen gezeigten Daten sollen nur der Illustration dienen. Die TTR25 Prüfgerätemenüs und Prüfbildschirme werden über die Tastatur bedient. Beim Einschalten führt das Prüfgerät einen Selbsttest durch und alle Hardware- und Softwarevariablen werden initialisiert.

Startseite

Während das Prüfgerät einen Diagnose-Selbsttest der Elektronik durchführt erscheint auf der LCD-Anzeige die Startseite (Abbildung 4-11).



Abbildung 4-11 TTR25 Start-Bildschirm

Werden während des Einschalt-Selbsttests Fehler entdeckt, dann erscheint eine der im Abschnitt FEHLERMELDUNGEN angeführten Fehlermeldungen auf dem Bildschirm.

Werden keine Fehler entdeckt, dann erscheint drei Sekunden lang das Batterieladeniveau in % der vollen Ladung auf dem Bildschirm. Ist das Ladeniveau der Batterie über 10%, dann erscheint der PRÜFUNG STARTEN Bildschirm (Abbildung 4-12).

Liegt das Ladeniveau der Batterie unter 10 %, dann erscheint die Meldung „BATTERIENIVEAU: NIEDRIG, CA. 1STD. BETRIEBSBEREIT...“ 3 Sekunden lang auf dem Bildschirm. Der Kunde hat die Möglichkeit, Transformatoren zu prüfen. Die verbleibende Batteriekapazität reicht für einen betrieb von ca. einer Stunde.

Liegt das Ladeniveau der Batterie unter 5%, dann erscheint die Meldung „BATTERIE ERSETZEN! GERÄT SCHALTET AUS“ auf dem Bildschirm. Das TTR25 schaltet dann in 10 Sekunden aus. Ersetzen Sie die Batterien (sechs AA Alkali-Wegwerfbatterien), bevor Sie versuchen das TTR25 in Betrieb zu nehmen.

Prüfung starten Prüfbildschirm

Nach dem erfolgreichen Selbsttest erscheint der PRÜFUNG STARTEN Bildschirm (Abbildung 4-12).

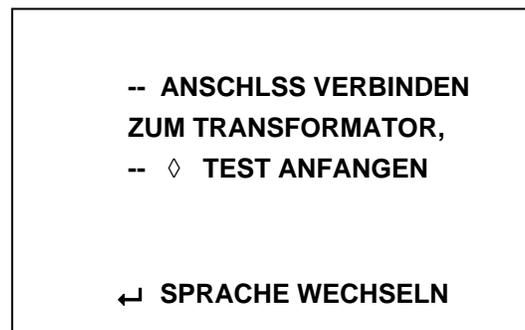


Abbildung 4-12 Prüfung starten Bildschirm

Drücken von ↵ ermöglicht die Auswahl zwischen sechs Sprachen: Englisch, Französisch, Spanisch, Portugiesisch, Deutsch und Italienisch. Zusätzlich kann der Kunde bei der Auswahl von Portugiesisch zwischen den Versionen Portugal und Brasilien der Sprache wählen.

Wenn ♦ auf der Tastatur gedrückt wird, startet die Prüfung und der Bildschirm PRÜFUNG LÄUFT erscheint (Abbildung 4-13).

Prüfung läuft Bildschirm

Abbildung 4-13 zeigt den Bildschirm PRÜFUNG LÄUFT.

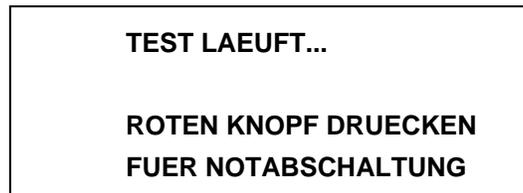


Abbildung 4-13 Prüfung läuft Bildschirm

Wird während der Prüfung eine abnormale Bedingung entdeckt, dann erscheint eine der im Abschnitt FEHLERMELDUNGEN angeführten Fehlermeldungen auf dem Bildschirm.

In einem Notfall drücken Sie die rote Taste auf der Tastatur. Das TTR25 wird damit AUS geschaltet. Wenn die Notsituation vorüber ist, drücken Sie die EIN Taste (grünen Taste), um den Betrieb des TTR25 zu starten.

Prüfergebnis Bildschirm

Wenn die Prüfung beendet ist, erscheint der Bildschirm PRÜFERGEBNIS (Abbildung 4-14).

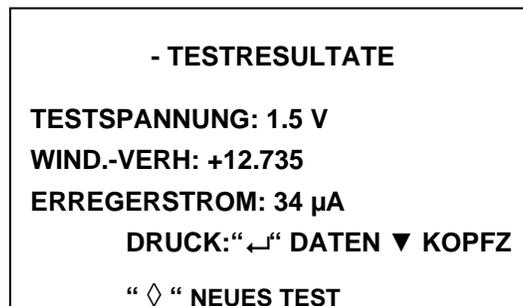


Abbildung 4-14 TTR25 Prüfergebnis Bildschirm

Auf dem PRÜFERGEBNIS Bildschirm werden die für die Prüfung angewandte Prüfspannung, das gemessene Windungszahlverhältnis, die geprüfte Polarität der Wicklung („+“ für phasengleich oder normale Polarität, und „-“ für phasenverschoben oder umgekehrte Polarität), und der geprüfte Erregerstrom der Wicklung angezeigt.

Von diesem Bildschirm können die Prüfergebnisse auf dem über die RS232/DRUCKER Schnittstelle des TTR25 verbundenen Drucker ausgedruckt werden.

Drücken Sie die ◇ Taste auf der Tastatur, um die Prüfung zu wiederholen oder mit einer neuen Prüfung zu beginnen.

Gebrauch mit optionalem Drucker

Wenn Sie den optionalen Drucker verwenden, stecken Sie das mitgelieferte Druckerkabel in die RS232/DRUCKER Buchse am TTR25 Prüfgerät, und schalten Sie ein. Mit dem Drucker wird ein getrenntes Handbuch geliefert. Wenden Sie sich an dieses Handbuch für spezifische Informationen über Anschluss, Betrieb und Pflege des Druckers.

HINWEIS: Das TTR25 muss bereits vor dem Einschalten des Druckers eingeschaltet werden. Wird ein angeschlossener Drucker zuerst eingeschaltet, dann bleibt der Bildschirm leer. In einem solchen Fall müssen TTR und Drucker ausgeschaltet und dann das TTR25 zuerst eingeschaltet werden.

Durch Drücken von \leftarrow nach dem ersten Prüfergebnis erhält man einen Titel und die Daten auf dem Ausdruck. Bei jedem darauffolgenden Drücken der Enter Taste werden nur die Resultate (Daten) gedruckt. Wird ein neuer Title benötigt, kann dieser durch Drücken der \blacktriangledown Taste gedruckt werden. Anschließend muss die Enter Taste gedrückt werden, um die derzeit am Bildschirm angezeigten Daten zu drucken. Das Drucken von Titel und Daten kann nach Bedarf beliebig oft wiederholt werden.

Vom Bildschirm Prüfergebnis können die Kopfzeileninformation und die Prüfergebnisse ausgedruckt werden

MEGGER TTANSF. -WIND.-VERH.-TESTER KATALOG NR. TTR25
TRANSFORMATOR ID: TTR S/N: KOMMENTARE/NOTIZEN:
TESTRESULTATE
TEST SPANNUNG: 8.0 V WIND.-VERH.: +69.966 ERREGERSTROM: 96.4µA
TESTRESULTATE
TEST SPANNUNG: 8.0 V WIND.-VERH.: +79.966 ERREGERSTROM: 94.4µA

Abbildung 4-15 Beispiel eines Prüfberichts

Konfiguration

Ausdrucken einer Kopie der bestehenden Druckereinstellungen:

Halten Sie während des Einschaltens des Druckers den „Online“ Schalter gedrückt. Es wird die folgende Auflistung ausgedruckt (gezeigt sind die Standardeinstellungen des Werks).

```
[ DIP SW settings mode ]

DIP SW-1
 1 (OFF) : Input = Serial
 2 (ON ) : Printing Speed = High
 3 (OFF) : Auto Loading = OFF
 4 (OFF) : Auto LF = OFF
 5 (OFF) : Setting Command = Disable
 6 (OFF) : Printing
 7 (ON ) : Density
 8 (ON ) : = 100 %

DIP SW-2
 1 (ON ) : Printing Columns = 40
 2 (OFF) : User Font Back-up = OFF
 3 (ON ) : Character Select = Normal
 4 (OFF) : Zero = Slash
 5 (ON ) : International
 6 (ON ) : Character
 7 (ON ) : Set
 8 (OFF) : = U.S.A.

DIP SW-3
 1 (ON ) : Data Length = 8 bits
 2 (ON ) : Parity Setting = No
 3 (ON ) : Parity Condition = Odd
 4 (ON ) : Busy Control = H/W Busy
 5 (OFF) : Baud
 6 (ON ) : Rate
 7 (ON ) : Select
 8 (OFF) : = 19200 bps

Continue ? : Push 'On-line SW'
Write ?    : Push 'Paper feed SW'

DIP SW settings complete !!
```

Abbildung 4-16 Ausdruck der Drucker-Konfiguration

Wenn Sie die vorhandenen Einstellungen beibehalten möchten, drücken Sie auf die „VORSCHUB“ Taste.

Wenn Sie eine Einstellung verändern möchten, drücken Sie die „ONLINE“ Taste, um in den Rekonfigurier-Modus zu gelangen. Drücken Sie die „VORSCHUB“ Taste für jede Schaltergruppe, wenn alle Einstellungen in Ordnung sind. Drücken Sie die „ONLINE“ Taste, wenn eine Einstellung geändert werden muss. Für individuelle Einstellungen drücken Sie auf die „VORSCHUB“ Taste, wenn die Einstellung in Ordnung ist oder auf die „ONLINE“ Taste, wenn die Einstellung geändert werden soll.

Zum Verändern der Druckersprache siehe Seite 18 im *Druckerhandbuch*.

HyperTerminal-Konfiguration

Im folgenden finden Sie die HyperTerminal-Konfiguration:

Baud:	19.200
Datenbits:	8
Parität:	Keine
Stoppbits:	1
Flusskontrolle:	Keine

Megger.

5

WARTUNG UND FEHLERBEHEBUNG

Wartung

Wartungsarbeiten dürfen nur von qualifiziertem Personal, welches mit den Gefahren in Zusammenhang mit Hochspannungs-Prüfausrüstungen vertraut ist, durchgeführt werden. Lesen und verstehen Sie dazu den Abschnitt 2, Sicherheit, bevor Sie Servicearbeiten durchführen.

Das TTR25 Prüfgerät ist robust aufgebaut und benötigt keine periodische Wartung. Nur Routine-Wartungsarbeiten sind für das TTR Prüfgerät erforderlich. Kontrollieren Sie gelegentlich die Kabelbaugruppen, um sicher zu gehen, dass sie in gutem Zustand sind.

Das Aussehen des TTR Prüfgeräts kann durch gelegentliches Reinigen des Gehäuses, des Bedienfelds und der Kabelbaugruppen erhalten werden. Reinigen Sie die Außenseite des Tragkoffers mit Spülmittel und Wasser. Trocknen Sie es dann mit einem reinen, trockenen Tuch. Reinigen Sie das Bedienfeld mit einem mit Spülmittel und Wasser befeuchtetem Tuch. Es darf dabei kein Wasser in die Löcher des Bedienfelds eindringen. Ein Allzweck-Haushalts-Sprühreiniger kann zum Reinigen des Bedienfelds verwendet werden. Polieren das Bedienfeld mit einem weichen, trockenen Tuch und achten Sie dabei darauf, die Abdeckung des Anzeigebildschirms nicht zu kratzen. Reinigen Sie die Kabel und zugehörigen Buchsen mit Isopropyl- oder denaturiertem Alkohol, aufgetragen mit einem reinen Tuch.

Kalibriertest

Ein kompletter Leistungs- und Kalibriertest sollte zumindest einmal im Jahr durchgeführt werden. Damit wird sichergestellt, dass das TTR25 Prüfgerät über den ganzen Messbereich ordnungsgemäß funktioniert und kalibriert ist. Eine TTR25 Kalibrierung wird bei jedem neuen oder reparierten Gerät vor dem Versand an den Kunden durchgeführt. Eine spezielle TTR25 Endkalibrierung erfordert die Verwendung einer auf NIST rückführbaren Prüfausrüstung. Als Resultat einer solchen Kalibrierung kann jedes TTR25 eine NIST Zertifizierung erhalten.

Zur Überprüfung der TTR25 Kalibrierung vor Ort beim Kunden sollte der Megger Kalibrierstandard, Kat. Nr. 550055 oder gleichwertig verwendet werden. Zum Durchführen eines schnellen, vereinfachten Kalibriertests kann der Megger Kalibrierstandard, Kat. Nr. 550555 verwendet werden. Der letztgenannte Standard enthält elf schaltbare Windungszahlverhältnis-Einstellungen, welche einen Windungszahlverhältnissbereich von 1:1 bis 2000:1 abdecken. Die Anwendung dieser Kalibrierstandards bestätigt die ordnungsgemäße Kalibrierung des TTR25.

TTR25 Funktionsprüfung

Bei Bedarf können Kunden die ordnungsgemäße Funktion des Prüfgeräts überprüfen, bevor Sie mit dem Prüfen eines Transformators beginnen. Traditionell haben Kunden für Transformator-Windungszahlverhältnis-Prüfgeräte diesen Test durch Verbinden der H1-X1 und H2-X2 Prüfkabel durchgeführt. Das Messen eines 1:1 Windungszahlverhältnisses wurde erwartet. Zusätzlich wurden das angezeigte Testergebnis als Kalibriertest des Prüfgerätes interpretiert.

Das TTR25 Prüfgerät ist für das Prüfen des Windungszahlverhältnisses von Transformatoren entworfen und optimiert. Es verwendet eine gemischte Analog-/Digitaltechnik, um genaue Ablesungen des geprüften Windungszahlverhältnisses des Transformators zu ermöglichen. Der Messansatz des Prüfgeräts basiert auf Hochimpedanz-Überwachungsschaltungen für die Eingangs- und Ausgangsspannungen des Transformators. Die hohe Impedanz der Überwachungsschaltung ist für das genaue Prüfen des Windungszahlverhältnisses von Transformatoren optimiert.

Bei der Durchführung eines TTR25 Funktionstests, verbinden die H und X Prüfkabel die Eingangs- und Ausgangs-Überwachungsschaltungen, ohne dass ein Transformator verbunden ist. Eine solche Verbindung verursacht eine Impedanz-Fehlanpassung, und als Resultat dieser Fehlanpassung ist die Ablesung des Windungszahlverhältnisses nicht genau 1:1, wie vielleicht vermutet. Kunden sollten sich bewusst sein, dass eine Funktionsprüfung keine wirkliche Prüfung des Windungszahlverhältnisses des Transformators ist. Auf Grund der innewohnenden und unvermeidlichen Fehlanpassung der Impedanz, kann die Anzeige bei der Funktionsprüfung des TTR25 zwischen 0,9980 und 1,0020 liegen. Die Ablesungen der TTR25 Funktionsprüfung repräsentieren nicht die TTR25 Kalibrierung. Sie zeigt einfach an, dass die Schaltkreise des TTR25 Prüfgeräts ordnungsgemäß funktionieren. Zur Überprüfung der TTR25 Kalibrierung sollten die im Kalibrierabschnitt des Handbuchs angeführten Kalibrierstandards verwendet werden.

Gehen Sie zur Durchführung der TTR25 Funktionsprüfung folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie das TTR25 ein (grüne Taste auf der Tastatur).
2. Verbinden Sie die H1 Leitung mit der X1 Leitung und die H2 Leitung mit der X2 Leitung.
3. Wenn der Selbsttest beendet ist und Bildschirm Prüfung starten erscheint, drücken Sie \diamond , um die Prüfung zu beginnen.

HINWEIS: Dies ist keine '1:1 Verhältnis' Kalibrierprüfung, da die Impedanzen zwischen der Schaltung auf der H-Seite und der auf der X-Seite verschieden sind.



WARNUNG

Halten Sie die spannungsführenden Leitungen von Erde und Personal fern.

4. Die Anzeige des Windungszahlverhältnisses auf dem Prüfergebnis Bildschirm sollte zwischen +0,9980 und +1,0020 liegen.

Austausch der Batterien

Das TTR25 Prüfgerät wird von sechs AA Alkali-Wegwerfbatterien angetrieben. Eine Batteriehalterung (für die Aufnahme von sechs Batterien) ist in einem Batteriefach auf der Rückseite des Instrumentengehäuses eingebaut. Die Abdeckung des Batteriefachs wird mit zwei Schrauben am Gehäuse festgehalten.

Gehen Sie zum Austauschen der Batterien folgendermaßen vor:

1. Entfernen Sie die Abdeckung zum Batteriefach.
2. Heben Sie die Batteriehalterung aus dem Fach hoch. Trennen Sie ein Batterieband.
3. Ersetzen Sie alle sechs Batterien mit neuen. Verwenden Sie ausschließlich AA Alkali-Wegwerfbatterien. Beachten Sie die korrekte Polarität der Batterien. Ein negativer Batteriepol (flacher Boden der Batterie) muss gegen die Batterie-Haltefeder anliegen. Die Batterien sollten in Serie eingelegt werden. Siehe die Batteriehalterung für die richtige Polarität und Orientierung der Batterien.
4. Verbinden Sie das Batterieband wieder mit der Batteriehalterung. Installieren Sie die Batteriehalterung wieder im Fach.

5. Bringen Sie die Abdeckung des Batteriefachs wieder an, und sichern Sie diese mit den Schrauben.
6. Schalten Sie das TTR25 ein. Der Startbildschirm sollte dabei erscheinen, gefolgt vom Batterieniveau-Bildschirm. Das angezeigte Batterieniveau hängt von vielen Faktoren ab, einschließlich der eingelegten Batterien, dem Herstellungsdatum der Batterien, den Lagerbedingungen der Batterie, usw. Im Durchschnitt sollte das angezeigte neue Batterieniveau über 80 % sein.

HINWEIS: Das TTR25 wird mit installierten Hochkapazitäts-Titan-Batterien (3135 mAh) geliefert. Die angeführte Betriebszeit von 12 Stunden bezieht sich auf die Verwendung solcher oder gleichwertiger Hochkapazitätsbatterien.

Fehlerbehebung

Der Führer zur Fehlerbehebung, Tabelle 5-1, ist so angeordnet, um Ihnen bei der Beurteilung der Gründe für ein Versagen des TTR25 Prüfgeräts zu helfen. In der Tabelle sind mögliche Betriebsstörungen des TTR25 Prüfgeräts, die während des Betriebs auftreten können, und deren mögliche Ursachen angeführt. Reparaturen der elektronischen Schaltungen sollten im Feld nicht durchgeführt werden. Siehe den Abschnitt Reparatur. Siehe Anhang B für eine Liste der Ersatzteile.

Tabelle 5-1 Führer zur Fehlerbehebung

BETRIEBSSTÖRUNG	MÖGLICHE URSACHE
Anzeige bleibt leer nach Einschalten mit dem EIN Schalter.	Batterie ist entladen. Kontrast Potentiometer ist nicht justiert. Defekte Anzeige oder Elektronik.
Eine Fehlermeldung auf einem Bildschirm	Siehe Abschnitt FEHLERMELDUNGEN
Prüfergebnisse unregelmäßig	Defekte Prüfkabel (offener Kreis, schlechte Verbindung). Probleme im Prüfkörper (schlechte Verbindung). Problem im TTR25 Messkreis. Falsche Verbindung der Leitungen. Falsche Markierung eines Transformators. Defekter Transformator.

BETRIEBSSTÖRUNG	MÖGLICHE URSACHE
Kein Ausdruck bei angeschlossenem Drucker.	Drucker nicht eingeschaltet. Druckerbatterie entladen. Problem in TTR25 Drucker-Schnittstellenelektronik. Druckerkabel defekt oder ist ein Nullmodemkabel.

Fehlermeldungen

Die TTR25 Fehlermeldungen sind in 3 Kategorien unterteilt: Selbsttest-Fehlermeldungen, Prüfungs-Fehlermeldungen, und diverse Fehlermeldungen.

Die Selbsttest-Fehlermeldungen können am Startbildschirm während des Selbsttests beim Einschalten erscheinen. Tabelle 5-2 unten zeigt diese Meldungen.

Tabelle 5-2 Selbsttest-Fehlermeldungen

Fehlermeldung	Beschreibung des Fehlers und notwendige Abhilfe
GERÄT NICHT FUNKTIONSFÄHIG	Eine der Versorgungsspannungen ist zu niedrig, oder der A/D-Wandler für den Referenzoszillator funktioniert nicht. Wenden Sie sich an das Werk für Service.
BATTERIE ERSETZEN! GERÄT SCHALTET AB	Die verbleibende Batteriekapazität ist unter 5 %. Das Gerät schaltet in 10 Sekunden aus. Ersetzen Sie die sechs Batterien. Fahren Sie nach dem Austausch der Batterien mit der Prüfung fort.

Die Prüfungs-Fehlermeldungen können auf den Bildschirmen während der Transformatorprüfung erscheinen. Tabelle 5-3 unten zeigt diese Meldungen.

Tabelle 5-3 Prüfungs-Fehlermeldungen

Fehlermeldung	Beschreibung des Fehlers und notwendige Abhilfe
BATTERIE ERSETZEN! GERÄT SCHALTET AB	Die verbleibende Batteriekapazität ist unter 5 %. Das Gerät schaltet in 10 Sekunden aus. Ersetzen Sie die sechs Batterien. Fahren Sie nach dem Austausch der Batterien mit der Prüfung fort.
ERREGERSTROM ZU HOCH	Der Erregerstrom ist größer als 100 mA. Prüfen Sie auf falsche Kabelverbindungen oder Kurzschlüssen in Transformatorwicklungen.
ANSCHLÜSSE ÜBERPRÜFEN	Die Prüfkabel sind nicht ordentlich am Transformator angeschlossen. Prüfkabel ist offen. Wenden Sie sich an das Werk für Service. Transformatorwicklung(en) ist/sind offen. Beheben Sie das Problem, bevor Sie mit der Prüfung fortfahren.
ANSCHLÜSSE UMGEKEHRT	Die H und X Prüfkabel sind umgekehrt. Verbinden Sie die H und X Prüfkabel ordnungsgemäß.
WINDUNGSZAHL- VERHÄLTNIS >20.000	Das geprüfte Windungszahlverhältnis liegt über 20.000:1. Die Prüfung wird angehalten. Prüfen Sie auf schlechte oder offene Prüfkabelverbindungen. Transformatorwicklung(en) ist/sind offen. Beheben Sie das Problem, bevor Sie mit der Prüfung fortfahren.

Fehlermeldung	Beschreibung des Fehlers und notwendige Abhilfe
WINDUNGSZAHL- VERHÄLTNIS < 0,8	Das geprüfte Windungszahlverhältnis liegt unter 0,8:1. Die Prüfung wird angehalten. Prüfen Sie auf schlechte oder kurzgeschlossene Prüfkabelverbindungen. Transformator hat eine oder mehrere Wicklungswindungen kurzgeschlossen. Beheben Sie das Problem, bevor Sie mit der Prüfung fortfahren.
GERÄT NICHT KALIBRIERT	Das geprüfte Windungszahlverhältnis ist nicht kalibriert. Wenden Sie sich an das Werk für mögliche Probleme.

Eine diverse Fehlermeldung kann auf den Bildschirmen während der Druckfunktionen erscheinen. Tabelle 5-4 unten zeigt diese Meldung.

Tabelle 5-4 Diverse Meldung

Fehlermeldung	Beschreibung des Fehlers und notwendige Abhilfe
DRUCK- FEHLER	Ein Fehler ist beim Drucken des Berichts aufgetreten. Versuchen Sie es noch einmal. <i>Siehe Tabelle 5.1.</i> Tritt der Fehler wieder auf, wenden Sie sich an das Werk für Service.

Wenn eine Fehlermeldung auf dem Bildschirm erscheint und somit eine abnormale Betriebsbedingung anzeigt, überprüfen Sie die Bedingung durch Wiederholen der Messung, bevor Sie versuchen, die Situation zu korrigieren. Siehe auch den Abschnitt Fehlerbehebung für Betriebsstörungen und mögliche Ursachen.

Offene Verbindungen, falsche Verbindungen, offene Wicklungen, kurzgeschlossene Wicklungen, Wicklungen mit hohen Widerständen, sonstige abnormale Transformatorprobleme, oder eine Kombination dieser Probleme kann eine große Abweichung vom angeführten Windungszahlverhältnis verursachen oder unübliche Meldung anzeigen. Die ungewöhnlichen Betriebsbedingungen können durch eine abnormale Streureaktanz oder kapazitive Kopplung in den Transformatorwicklungen verursacht sein.

Reparatur

Megger bietet ein komplettes Reparatur- und Kalibrierservice und empfiehlt Kunden, im Fall von Betriebsstörungen der Ausrüstung von diesem Service Gebrauch zu machen. Wenden Sie sich an Ihren Megger Repräsentanten für Anleitungen und eine Rücksende-Autorisationsnummer (RA-Nummer). Für Reparaturen eingesandte Ausrüstungen müssen mit vorausbezahlter Fracht und versichert gesandt werden, und zu Händen Reparaturabteilung [*Attn: Repair Department*] bezeichnet sind. Bitte geben Sie alle sachdienlichen Informationen an, einschließlich Symptome für das Problem und versuchte Reparaturen. Katalog- und Seriennummer des Prüfgeräts sollten ebenfalls angeführt sein. Verpacken Sie das TTR Prüfgerät einschließlich aller Kabel in einem Karton (im Original-Versandkarton wenn vorhanden) mit ausreichendem Packmaterial entsprechend besten kommerziellen Praktiken. Versiegeln Sie den Karton mit einem wasserfesten Klebeband.

Versand an: Megger
 Attn: Repair Dept, RMA #
 Valley Forge Corporate Center
 2621 Van Buren Avenue
 Norristown, PA 19403 USA

oder

Megger
Attn: Repair Dept, RMA #
Archcliffe Road
Dover CT 17 9EN
44(0) 1304-502-101
Groß Britannien

Anhang A

SPEZIFIKATIONEN

Elektrisch

Art der Versorgung

Sechs AA Alkali-Wegwerfbatterien

12 Stunden kontinuierlicher Betrieb im Feld, wenn neue Energizer® X91 oder gleichwertige Batterien (mit einer durchschnittlichen Kapazität von 3135 mAh) verwendet werden

Verschmutzungsgrad

TTR25 ist für den Verschmutzungsgrad II ausgelegt

Gemaess Vorschrift

IEC 61010-1

Schutz vor der Umwelt

Staub- und Spritzwasserschutz nach IP54

Ausgangs-Prüfspannung und Strom

automatisch gewählte Prüfspannungen: 8 V_{eff}, 1,5 V_{eff} oder 0,5 V_{eff}

Prüfstrom: Bis zu 100 mA

Prüffrequenz

55Hz, intern erzeugt; ergibt einen universell einsetzbaren 50 / 60 Hz Prüfsatz.

Ladung des Prüftransformators

Weniger als 0,1 VA

Messbereiche

Windungszahlverhältnis: 0,8:1 bis 20.000:1, 5-Stellen Auflösung

Strom: 0 bis 100 mA, 4-Stellen Auflösung

Transformatorpolarität: NORMAL (phasengleich) oder UMGEKEHRT (phasenverschoben)

Genauigkeit

Windungszahlverhältnis: $\pm 0,1\%$ (0,8 bis 2000)

$\pm 0,15\%$ (2001 bis 4000)

$\pm 0,25\%$ (4001 bis 10,000)

$\pm 0,50\%$ (10,001 bis 20,000)

Strom (Effektivwert): $\pm (2\% \text{ der Anzeige} + 1 \text{ Ziffer})$

Messmethode

Entsprechend ANSI/IEEE C57.12.90

Transformator Wicklung Phasenverhältnis

ANSI C57.12.70-1978

CEI/IEC 76-1:1993 und Publikation 616:1978

AS-2374, Teil 4-1982 (Australischer Standard)

Messzeit

4 Sekunden für das Prüfen von Windungsverhältnis, Erregerstrom und Phasenverschiebung (Polarität).

Anzeige

LCF-Modul mit breitem Temperaturbereich, 128 x 64 Punkte, 21 Zeichen mal 8 Linien.

Schnittstelle

Druckerschnittstelle: DB-9 Stecker

Kabel: 9-polige Stecker, Type D, Standarderweiterung Buchse-Buchse RS232 Kabel (für TTR25 auf PC Verbindung. Das Kabel ist mit beim Zubehör nicht mit inbegriffen);

9-polige Stecker, Type D, Nullmodem-Buchse-Stecker RS232 Kabel (für die optionale Drucker-Serienschnittstelle. Das Kabel ist beim optionalen Druckersatz mit inbegriffen)

Datenaustauschrate: Bis zu 57,6 Kbaud für das Aktualisieren der Firmware im Feld und 19,2 Kbaud für das Drucken am optionalen Seriendrucker

Umgebungsbedingungen

Betriebstemperaturbereich: -15 bis 55 °C (5° bis 130°F)

Lagertemperaturbereich: -50 bis 60 °C (-60° bis 140°F)

Relative Feuchtigkeit: Bis 90% nicht-kondensierend (Betrieb)
95% nicht-kondensierend (Lagerung)

Mechanische Daten

Abmessungen: 240 x 115 x 50 mm (H x B x T)
9,5 x 4,5 x 1,9 in.

Gewicht

Prüfgerät: 890 g (1,9 lbs.)

Mit Kabel 1,4 kg (3,1 lbs.)

Optionales Zubehör

- Batterie-/Netzbetriebener Serien-Thermodruckersatz für 120 V~ (Teilenummer 35755-1). Im Satz enthalten sind der Thermodrucker, der Batteriesatz, ein Netzadapter und ein Schnittstellenkabel.
- Batterie-/Netzbetriebener Serien-Thermodruckersatz für 230 V~ (Teilenummer 35755-2). Im Satz enthalten sind der Thermodrucker, der Batteriesatz, ein Netzadapter und ein Schnittstellenkabel.
- Prüfkabel, 3,6 m (12 ft) für das Prüfen von Einphasen-Transformatoren, abgeschirmt, mit industriellen Klemmen, (Teilenummer 35942). Die Kabel sind entsprechend ANSI, IEC und australischen Standards markiert.
- Zusätzliches Druckerpapier, eine Rolle, (Teilenummer 26999)
- USB Serienadapter (Teilenummer 35871) für die Verbindung zwischen einer TTR25 RS232 Schnittstelle und einer PC USB Schnittstelle. Der Adapter wird dann verwendet, wenn der PC keine RS232 Schnittstelle hat.
- Ersatzbatterien (sechs erforderlich) Teilenummer 35956

Anhang B

BESTELLINFORMATION ERSATZTEILLISTE

Bestellinformation

Artikel	Kat. Nr.
TTR25 Prüfgerät für das Windungszahlverhältnis	TTR25
Mit inbegriffenes Zubehör	
Leinentragetasche und Zubehörtasche	55-20008
Batterie (sechs AA Alkali-Wegwerfbatterien mit inbegriffen)	35956
TTR25 Kabelsatz, 1,8 m (6 ft)	35938
Bedienungsanleitung	AVTMTTR25

Optionales Zubehör

Batterie-/Netzbetriebener Serien-Thermodruckersatz, 120 V~	35755-1
Batterie-/Netzbetriebener Serien-Thermodruckersatz, 230 V~	35755-2
RS232 Kabel zum Anschluss an einen PC (für Firmware-Upgrading)	33147-18
TTR25 Kabelsatz, 3,6 m (12 ft)	35942
TTR25 Kabelsatz, 6 m (20 ft)	36013
TTR25 Kabelsatz, 10 m (33 ft)	36042
Semiharte Stoff-Tragetasche	35788
Ersatzbatterie (sechs erforderlich)	35956
Zusätzliches Druckerpapier, 1 Rolle	26999
USB Serienadapter	35871

Ersatzteile

Artikel	Megger Teilenummer
Batterieabdeckung	55-20003
Knopf, KONTRAST	55-20004
Ersatzbatterie (sechs erforderlich)	35956
TTR25 Kabelsatz, 1,8 m (6 ft)	35938
TTR25 Kabelsatz, 3,6 m (12 ft)	35942
TTR25 Kabelsatz, 6 m (20 ft)	36013
TTR25 Kabelsatz, 10 m (33 ft)	36042
Zusätzliches Druckerpapier, 1 Rolle	26999
Batteriehalterung	EV22410-006

Anhang C

Verbindungs- und Vektorspannungsdiagramme

Die Tabellen C-1 und C-2 zeigen Wicklungsdiagramme für standardmäßige und nicht standardmäßige Transformatoren, für Leistungs- und Netztransformatoren, die entsprechend ANSI Standard markiert sind. Tabelle C-3 zeigt Wicklungsdiagramme für Leistungstransformatoren, die entsprechend dem CEI/IEC Standard markiert sind, und Tabelle C-4 zeigt Wicklungsdiagramme, die entsprechend dem australischen Standard markiert sind.

Um eine Messung mit einem TTR25 Prüfgerät an einem Drehstrom-Leistungstransformator durchzuführen, passen Sie das Vektordiagramm vom Leistungsschild des Transformators an das entsprechende Wicklungs-Anschlussdiagramm der Tabellen C-2 bis C-4 an. Schließen Sie dann die Prüfkabel des TTR25 an die entsprechenden Wicklungsanschlüsse des Transformators der Phase A an. Falls notwendig, bringen Sie eine externe Brücke an. Wenn der Test für die Phase A abgeschlossen ist, schließen Sie die Prüfkabel an Phase B an. Falls notwendig, bringen Sie eine externe Brücke an. Wenn der Test für die Phase B abgeschlossen ist, schließen Sie die Prüfkabel an Phase C an. Falls notwendig, bringen Sie eine externe Brücke an. Vergleichen Sie die gemessenen Prüfergebnisse mit den berechneten Windungszahlverhältnissen.

HINWEIS: Drehstrom-Transformatoren können in jeder beliebigen Reihenfolge geprüft werden. Zum Beispiel kann Phase C, dann Phase A und dann Phase C geprüft werden.

Die Tabellen zeigen die für jede der drei Phasen geprüften Wicklungen. Zusätzlich zeigen die Tabellen das Verhältnis zwischen gemessenem Windungszahlverhältnis und dem tatsächlichen Spannungsverhältnis zwischen den Leitungen. Für die ANSI Spezifikation ist die Nennspannung auf der Hochspannungswicklung durch V_H und die Nennspannung auf der Niederspannungswicklung durch V_X repräsentiert.

Transformatoren der Type T

Transformatoren der Type T repräsentieren eine besondere Art von Drehstromtransformatoren. Diese Transformatoren können als Einphasentransformatoren geprüft werden.

Um eine Messung an einem Transformator der Type T durchzuführen, müssen die in Tabelle C-1 angeführten Brücken mit den entsprechenden Anschlüssen des Transformators der Type T verbunden werden. Das mit dem TTR25 gemessene Windungszahlverhältnis sollte mit dem in Tabelle C-1 angeführten berechneten Windungszahlverhältnis verglichen werden.

Hinweise zur Tabelle C-1

1. Jede Verbindung mit Erde/Gehäuse des Transformators der Type T auf der H oder X Seite sollte vor dem Prüfen des Transformators getrennt werden.
2. Sie können erwarten, dass die Polarität der Wicklungen normal ist („+“ Zeichen erscheint vor dem Prüfergebnis für das Windungszahlverhältnis)

Tabelle C-1 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis							
IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Externe Brücken	Phase geprüft	Wicklung geprüft		Berechnetes Windungszahlverhältnis
	Hochspannungs-Wicklung (H)	Niederspannungs-Wicklung (X)			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
T-T 0			- H ₁ - H ₂ X ₁ - X ₂	A B	H ₁ - H ₂ H ₁ - H ₃	X ₁ - X ₂ X ₁ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X}$ $\frac{V_H}{V_X}$
T-T 30 nacheilend			H ₂ - H ₃ X ₁ - X ₂	A B	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₃	X ₁ - X ₂ X ₁ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\frac{V_H}{V_X} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$
T-T 30 voreilend			H ₂ - H ₃ X ₁ - X ₃	A B	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₃	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁	$\frac{V_H}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\frac{V_H}{V_X} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$

Hinweise zu Tabelle C-2

Markierungen für Transformatoranschlüsse von Netz- und Leistungstransformatoren sind entsprechend den Anforderungen des **American National Standard Institute, Inc (ANSI) Standards C57.12.70 – 1978** markiert.

Definition der Symbolbezeichnungen

H_1, H_2, H_3	Externe Anschlüsse an HS-Transformatorwicklungen.
X_1, X_2, X_3	Externe Anschlüsse an NS-Transformatorwicklungen.
H_0	Externer Nullleiteranschluss an HS-Transformatorwicklungen.
X_0	Externer Nullleiteranschluss an NS-Transformatorwicklungen.
*	Unzugänglicher neutraler Punkt an HS oder NS Transformatorwicklungen.
V_H	Leistungsschild-Nennspannung (zwischen den Leitungen) einer HS Transformatorwicklung.
V_X	Leistungsschild-Nennspannung (zwischen den Leitungen) einer NS Transformatorwicklung.
A, B, C	Geprüfte Wicklung auf HS Seite des Transformators.
a, b, c	Geprüfte Wicklung auf NS Seite des Transformators.

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
1	1φ 1ph0			1φ	—	H ₁ - H ₂	X ₁ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X}$
2	1φ 1ph6			1φ	—	H ₁ - H ₂	X ₂ - X ₁	$\frac{V_H}{V_X}$
3	Dd0			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X}$
4	Dd6			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X}$
5	Dyn1			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₁ - X ₀ X ₂ - X ₀ X ₃ - X ₀	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
6	Dyn7			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₀ - X ₁ X ₀ - X ₂ X ₀ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
7	YNyn0			A B C	—	H ₁ - H ₀ H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀	X ₁ - X ₀ X ₂ - X ₀ X ₃ - X ₀	$\frac{V_H}{V_X}$

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
8	YNyn6			A B C	—	H ₁ - H ₀ H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀	X ₀ - X ₁ X ₀ - X ₂ X ₀ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X}$
9	YNd1			A B C	—	H ₁ - H ₀ H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀	X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃ X ₃ - X ₁	$\frac{V_H}{V_X \cdot \sqrt{3}}$
10	YNd7			A B C	—	H ₁ - H ₀ H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀	X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂ X ₁ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X \cdot \sqrt{3}}$
11	Dy1			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ - (H ₃ - H ₂) H ₂ - (H ₁ - H ₃) H ₃ - (H ₂ - H ₁)	X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃ X ₃ - X ₁	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
12	Dyn5			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₃ - X ₀ X ₁ - X ₀ X ₂ - X ₀	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
13	Dy5			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ - (H ₃ - H ₂) H ₂ - (H ₁ - H ₃) H ₃ - (H ₂ - H ₁)	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

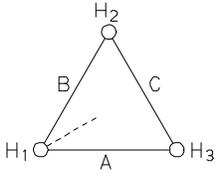
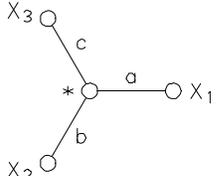
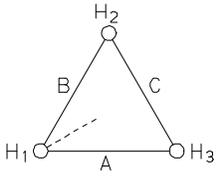
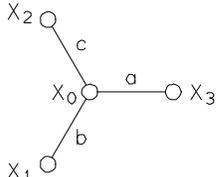
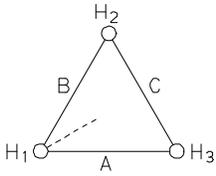
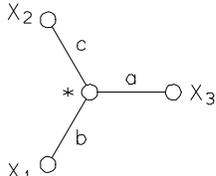
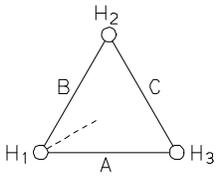
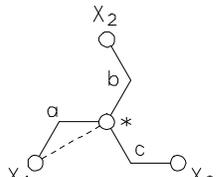
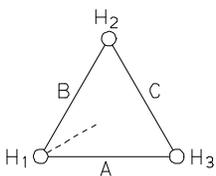
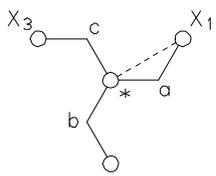
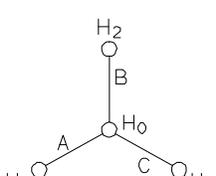
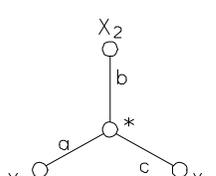
Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
14	Dy7			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ -H ₂) H ₂ -(H ₁ -H ₃) H ₃ -(H ₂ -H ₁)	X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂ X ₁ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
15	Dyn11			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₀ - X ₃ X ₀ - X ₁ X ₀ - X ₂	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
16	Dy11			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ -H ₂) H ₂ -(H ₁ -H ₃) H ₃ -(H ₂ -H ₁)	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
17	Dz0			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X}$
18	Dz6			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X}$
19	YNy0			A B C	H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀ H ₁ - H ₀	H ₁ -(H ₂ -H ₀) H ₂ -(H ₃ -H ₀) H ₃ -(H ₁ -H ₀)	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X}$

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
20	Yyn0			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X}$
21	Yy0			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X}$
22	YNy6			A B C	H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀ H ₁ - H ₀	H ₁ - (H ₂ - H ₀) H ₂ - (H ₃ - H ₀) H ₃ - (H ₁ - H ₀)	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X}$
23	Yyn6			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X}$
24	Yy6			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X}$
25	Yzn1			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₁ - X ₀ X ₂ - X ₀ X ₃ - X ₀	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
26	Yz1			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃ X ₃ - X ₁	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
27	Yzn5			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₃ - X ₀ X ₁ - X ₀ X ₂ - X ₀	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
28	Yz5			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
29	Yzn7			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₀ - X ₁ X ₀ - X ₂ X ₀ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
30	Yz7			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂ X ₁ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis								
Copyright 1999© Megger								
Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
31	Yzn11			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₀ - X ₃ X ₀ - X ₁ X ₀ - X ₂	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
32	Yz11			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
33	ZNy5			A B C	—	H ₁ - H ₀ H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X \cdot \sqrt{3}}$
34	Zy5			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
35	ZNy11			A B C	—	H ₁ - H ₀ H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X \cdot \sqrt{3}}$
36	Zy11			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
37	Yd1			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃ X ₃ - X ₁	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X \cdot 2}$
38	YNd5			A B C	—	H ₁ - H ₀ H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H}{V_X \cdot \sqrt{3}}$
39	Yd5			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂ X ₂ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X \cdot 2}$
40	Yd7			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂ X ₁ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X \cdot 2}$
41	YNd11			A B C	—	H ₁ - H ₀ H ₂ - H ₀ H ₃ - H ₀	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X \cdot \sqrt{3}}$

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
42	Yd11			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁ X ₃ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
43	VREG		-	1φ	-	S-SL	L-SL	$\frac{V_H}{V_X}$
44	Dyn3			A B C	—	H ₃ - H ₁ H ₁ - H ₂ H ₂ - H ₃	X ₂ - X ₀ X ₃ - X ₀ X ₁ - X ₀	$\frac{V_H}{V_X} \cdot \sqrt{3}$
45	Dy3			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₃ - X ₂ X ₁ - X ₃ X ₂ - X ₁	$\frac{V_H}{V_X} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$
46	Dyn9			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₂ - X ₀ X ₃ - X ₀ X ₁ - X ₀	$\frac{V_H}{V_X} \cdot \sqrt{3}$
47	Dy9			A B C	H ₃ - H ₂ H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁	H ₁ -(H ₃ +H ₂) H ₂ -(H ₁ +H ₃) H ₃ -(H ₂ +H ₁)	X ₂ - X ₃ X ₃ - X ₁ X ₁ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$

Tabelle C-2 ANSI Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection		Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested		Measured Turn Ratio
		High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)			High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	
48	YNzn1			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₁ - X ₀ X ₂ - X ₀ X ₃ - X ₀	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
49	YNzn7			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₀ - X ₁ X ₀ - X ₂ X ₀ - X ₃	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
50	YNzn11			A B C	—	H ₁ - H ₃ H ₂ - H ₁ H ₃ - H ₂	X ₀ - X ₃ X ₀ - X ₁ X ₀ - X ₂	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$

Hinweise zu Tabelle C-3

Markierungen für Transformatoranschlüsse von Leistungstransformatoren sind entsprechend den Anforderungen des **International Standard CEI/IEC 76-1:1993** markiert.

Definition der Symbolbezeichnungen

1U, 1V, 1W	Externe Anschlüsse an HS-Transformatorwicklungen (alternative Bezeichnung U, V, W).
2U, 2V, 2W	Externe Anschlüsse an NS-Transformatorwicklungen (alternative Bezeichnung u, v, w).
1N	Externer Nullleiteranschluss an HS-Transformatorwicklung (alternative Bezeichnung N).
2N	Externer Nullleiteranschluss an NS-Transformatorwicklung (alternative Bezeichnung n).
*	Unzugänglicher neutraler Punkt an HS oder NS Transformatorwicklung.
U1	Leistungsschild-Nennspannung (zwischen den Leitungen) einer HS Transformatorwicklung.
U2	Leistungsschild-Nennspannung (zwischen den Leitungen) einer NS Transformatorwicklung.
U, V, W	Geprüfte Wicklung.

Tabelle C-3 CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
1	1φ 1ph0	1.1○—○1.2	2.1○—○2.2	1φ	—	1.1-1.2	2.1-2.2	$\frac{U_1}{U_2}$
2	1φ 1ph6	1.1○—○1.2	2.2○—○2.1	1φ	—	1.1-1.2	2.2-2.1	$\frac{U_1}{U_2}$
3	Dd0			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U_1}{U_2}$
4	Dd2			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2W-2V 2U-2W 2V-2U	$\frac{U_1}{U_2}$
5	Dd4			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U_1}{U_2}$
6	Dd6			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U_1}{U_2}$
7	Dd8			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2W 2W-2U 2U-2V	$\frac{U_1}{U_2}$
8	Dd10			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2W 2V-2U 2W-2V	$\frac{U_1}{U_2}$

Tabelle C-3 CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis								
Copyright 1999© Megger								
Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
9	Dyn1			U V W	— — —	1U-1W 1V-1U 1W-1V	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \cdot \sqrt{3}}{U2}$
10	Dy1			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-1W 1V-1U 1W-1V	2U- 2V- 2W-*	$\frac{U1 \cdot \sqrt{3}}{U2}$
11	Dyn5			U V W	— — —	1V-1U 1W-1V 1U-1W	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \cdot \sqrt{3}}{U2}$
12	Dy5			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1V-1U 1W-1V 1U-1W	2U- 2V- 2W-*	$\frac{U1 \cdot \sqrt{3}}{U2}$
13	Dyn7			U V W	— — —	1W-1U 1U-1V 1V-1W	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \cdot \sqrt{3}}{U2}$
14	Dy7			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1W-1U 1U-1V 1V-1W	2U- 2V- 2W-*	$\frac{U1 \cdot \sqrt{3}}{U2}$

Tabelle C-3 CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
15	Dyn11			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2}$
16	Dy11			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-* 2V-* 2W-*	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2}$
17	Dzn0			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{1.5U_1}{U_2}$
18	Dz0			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U_1}{U_2}$
19	Dzn2			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2N-2V 2N-2W 2N-2U	$\frac{1.5U_1}{U_2}$
20	Dz2			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2W-2V 2U-2W 2V-2U	$\frac{U_1}{U_2}$

Tabelle C-3 CE/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
21	Dzn4			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2W-2N 2U-2N 2V-2N	$\frac{1.5U_1}{U_2}$
22	Dz4			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U_1}{U_2}$
23	Dzn6			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2N-2U 2N-2V 2N-2W	$\frac{1.5U_1}{U_2}$
24	Dz6			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U_1}{U_2}$
25	Dzn8			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2V-2N 2W-2N 2U-2N	$\frac{1.5U_1}{U_2}$
26	Dz8			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2W 2W-2U 2U-2V	$\frac{U_1}{U_2}$

Tabelle C-3 CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag. Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungsverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
27	Dzn10			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2N-2W 2N-2U 2N-2V	$\frac{1.5U_1}{U_2}$
28	Dz10			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2W 2V-2U 2W-2V	$\frac{U_1}{U_2}$
29	YNyn0			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U_1}{U_2}$
30	YNy0			U V W	1V-1N 1W-1N 1U-1N	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2U- 2V- 2W-	$\frac{U_1}{U_2}$
31	Yyn0			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U_1}{U_2}$
32	Yy0			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U_1}{U_2}$

Tabelle C-3 CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
33	YNyn6			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2N-2U 2N-2V 2N-2W	$\frac{U_1}{U_2}$
34	YNy6			U V W	1V-1N 1W-1N 1U-1N	1U-1N 1V-1N 1W-1N	*-2U *-2V *-2W	$\frac{U_1}{U_2}$
35	Yyn6			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U_1}{U_2}$
36	Yy6			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U_1}{U_2}$
37	Yzn1			U V W	— — —	1U-1W 1V-1U 1W-1V	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2}$

Tabelle C-3 CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

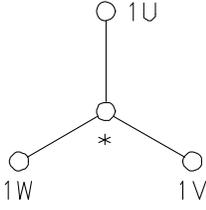
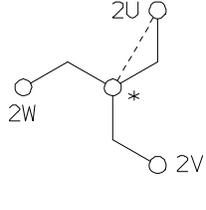
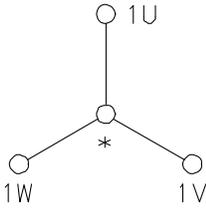
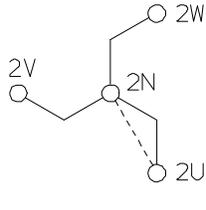
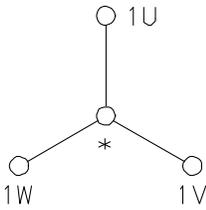
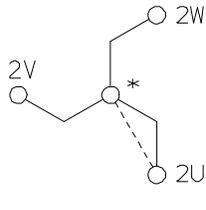
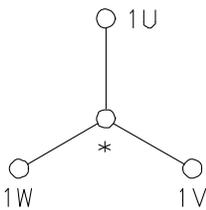
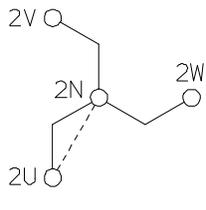
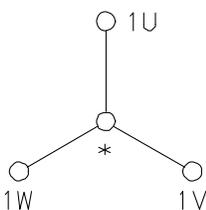
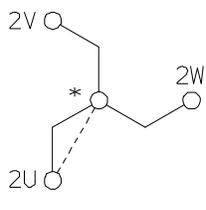
Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungsverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
38	Yz1			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2 \cdot 2}$
39	Yzn5			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2N-2U 2N-2V 2N-2W	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2}$
40	Yz5			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2 \cdot 2}$
41	Yzn7			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2N 2W-2N 2U-2N	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2}$
42	Yz7			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2 \cdot 2}$

Tabelle C-3 CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
43	Yzn11			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2}$
44	Yz11			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2U-2W 2V-2U 2W-2V	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2 \cdot 2}$
45	YNd1			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U_1}{U_2 \cdot \sqrt{3}}$
46	Yd1			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U_1 \cdot \sqrt{3}}{U_2 \cdot 2}$
47	YNd5			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U_1}{U_2 \cdot \sqrt{3}}$

Tabelle C-3 CEI/IEC 76-1:1993 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungsverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
48	Yd5			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
49	YNd7			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U_1}{U_2 \cdot \sqrt{3}}$
50	Yd7			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
51	YNd11			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2U-2W 2V-2U 2W-2V	$\frac{U_1}{U_2 \cdot \sqrt{3}}$
52	Yd11			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U- (1V+1W) 1V- (1W+1U) 1W- (1U+1V)	2U-2W 2V-2U 2W-2V	$\frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

Hinweise zu Tabelle C-4

Markierungen für Transformatoranschlüsse von Leistungstransformatoren sind entsprechend den Anforderungen des **Australian Standard 2374, Part 4-1982** markiert.

Definition der Symbolbezeichnungen

A_2, B_2, C_2	Externe Anschlüsse an HS-Transformatorwicklungen (A_x, B_x, C_x).
a_2, b_2, c_2	Externe Anschlüsse an NS-Transformatorwicklungen (a_x, b_x, c_x).
N	Externer Nullleiteranschluss an HS-Transformatorwicklung.
n	Externer Nullleiteranschluss an NS-Transformatorwicklung.
*	Unzugänglicher neutraler Punkt an HS oder NS Transformatorwicklung.
HV	Leistungsschild-Nennspannung (zwischen den Leitungen) einer HS Transformatorwicklung.
LV	Leistungsschild-Nennspannung (zwischen den Leitungen) einer NS Transformatorwicklung.
A, B, C	Geprüfte Wicklung auf HS Seite des Transformators.
a, b, c	Geprüfte Wicklung auf NS Seite des Transformators.

Tabelle C-4 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis (Australian Std. 2374, Part 4 – 1982)

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
1	1φ 1ph0			1φ	—	A ₂ - A ₁	a ₂ - a ₁	$\frac{HV}{LV}$
2	1φ 1ph6			1φ	—	A ₂ - A ₁	a ₁ - a ₂	$\frac{HV}{LV}$
3	Dd0			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	a ₂ - b ₂ b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂	$\frac{HV}{LV}$
4	Dd6			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	b ₁ - a ₁ c ₁ - b ₁ a ₁ - c ₁	$\frac{HV}{LV}$
5	Dyn1			A B C	— — —	A ₂ - C ₂ B ₂ - A ₂ C ₂ - B ₂	a ₂ - n b ₂ - n c ₂ - n	$\frac{HV \cdot \sqrt{3}}{LV}$
6	Dy1			A B C	B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂ A ₂ - B ₂	A ₂ - C ₂ B ₂ - A ₂ C ₂ - B ₂	a ₂ - * b ₂ - * c ₂ - *	$\frac{HV \cdot \sqrt{3}}{LV}$
7	Dyn11			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	a ₂ - n b ₂ - n c ₂ - n	$\frac{HV \cdot \sqrt{3}}{LV}$

Tabelle C-4 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis (Australian Std. 2374, Part 4 – 1982)

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Hochspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
8	Dy11			A B C	B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂ A ₂ - B ₂	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	a ₂ - * b ₂ - * c ₂ - *	$\frac{HV \cdot \sqrt{3}}{LV}$
9	Dzn0			A B C	B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂ A ₂ - B ₂	A ₂ - (B ₂ +C ₂) B ₂ - (C ₂ +A ₂) C ₂ - (A ₂ +B ₂)	a ₄ - n b ₄ - n c ₄ - n	$\frac{1.5 HV}{LV}$
10	Dz0			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	a ₄ - b ₄ b ₄ - c ₄ c ₄ - a ₄	$\frac{HV}{LV}$
11	Dzn6			A B C	B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂ A ₂ - B ₂	A ₂ - (B ₂ +C ₂) B ₂ - (C ₂ +A ₂) C ₂ - (A ₂ +B ₂)	n - a ₃ n - b ₃ n - c ₃	$\frac{1.5 HV}{LV}$
12	Dz6			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	b ₃ - a ₃ c ₃ - b ₃ a ₃ - c ₃	$\frac{HV}{LV}$
13	YNyn0			A B C	— — —	A ₂ - N B ₂ - N C ₂ - N	a ₂ - n b ₂ - n c ₂ - n	$\frac{HV}{LV}$

Tabelle C-4 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis (Australian Std. 2374, Part 4 – 1982)

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Hochspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
14	YNy0			A B C	B ₂ - N C ₂ - N A ₂ - N	A ₂ - N B ₂ - N C ₂ - N	a ₂ - * b ₂ - * c ₂ - *	$\frac{HV}{LV}$
15	Yyn0			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	a ₂ - b ₂ b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂	$\frac{HV}{LV}$
16	Yy0			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	a ₂ - b ₂ b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂	$\frac{HV}{LV}$
17	YNyn6			A B C	— — —	A ₂ - N B ₂ - N C ₂ - N	n - a ₁ n - b ₁ n - c ₁	$\frac{HV}{LV}$
18	YNy6			A B C	B ₂ - N C ₂ - N A ₂ - N	A ₂ - N B ₂ - N C ₂ - N	* - a ₁ * - b ₁ * - c ₁	$\frac{HV}{LV}$
19	Yyn6			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	b ₁ - a ₁ c ₁ - b ₁ a ₁ - c ₁	$\frac{HV}{LV}$

Tabelle C-4 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis (Australian Std. 2374, Part 4 – 1982)

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Hochspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
20	Yy6			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	b ₁ - a ₁ c ₁ - b ₁ a ₁ - c ₁	$\frac{HV}{LV}$
21	Yzn1			A B C	— — —	A ₂ - C ₂ B ₂ - A ₂ C ₂ - B ₂	a ₄ - n b ₄ - n c ₄ - n	$\frac{HV \cdot \sqrt{3}}{LV}$
22	Yz1			A B C	B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂ A ₂ - B ₂	A ₂ - (B ₂ + C ₂) B ₂ - (C ₂ + A ₂) C ₂ - (A ₂ + B ₂)	a ₄ - b ₄ b ₄ - c ₄ c ₄ - a ₄	$\frac{HV}{LV} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
23	Yzn11			A B C	— — —	A ₂ - B ₂ B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂	a ₄ - n b ₄ - n c ₄ - n	$\frac{HV \cdot \sqrt{3}}{LV}$
24	Yz11			A B C	B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂ A ₂ - B ₂	A ₂ - (B ₂ + C ₂) B ₂ - (C ₂ + A ₂) C ₂ - (A ₂ + B ₂)	a ₄ - c ₄ b ₄ - a ₄ c ₄ - b ₄	$\frac{HV}{LV} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
25	YNd1			A B C	— — —	A ₂ - N B ₂ - N C ₂ - N	a ₂ - b ₂ b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂	$\frac{HV}{LV \cdot \sqrt{3}}$

Tabelle C-4 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis (Australian Std. 2374, Part 4 – 1982)

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Hochspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
26	Yd1			A B C	B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂ A ₂ - B ₂	A ₂ - (B ₂ +C ₂) B ₂ - (C ₂ +A ₂) C ₂ - (A ₂ +B ₂)	a ₂ - b ₂ b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂	$\frac{HV}{LV} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
27	YNd11			A B C	— — —	A ₂ - N B ₂ - N C ₂ - N	a ₂ - c ₂ b ₂ - a ₂ c ₂ - b ₂	$\frac{HV}{LV} \cdot \sqrt{3}$
28	Yd11			A B C	B ₂ - C ₂ C ₂ - A ₂ A ₂ - B ₂	A ₂ - (B ₂ +C ₂) B ₂ - (C ₂ +A ₂) C ₂ - (A ₂ +B ₂)	a ₂ - c ₂ b ₂ - a ₂ c ₂ - b ₂	$\frac{HV}{LV} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
29	ZNd0			A B C	b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂ a ₂ - b ₂	A ₄ - N B ₄ - N C ₄ - N	a ₂ - (b ₂ +c ₂) b ₂ - (c ₂ +a ₂) c ₂ - (a ₂ +b ₂)	$\frac{HV}{1.5 LV}$
30	Zd0			A B C	— — —	A ₄ - B ₄ B ₄ - C ₄ C ₄ - A ₄	a ₂ - b ₂ b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂	$\frac{HV}{LV}$
31	ZNd6			A B C	b ₁ - c ₁ c ₁ - a ₁ a ₁ - b ₁	A ₄ - N B ₄ - N C ₄ - N	(b ₁ +c ₁) - a ₁ (c ₁ +a ₁) - b ₁ (a ₁ +b ₁) - c ₁	$\frac{HV}{1.5 LV}$

Tabelle C-4 Transformator Wicklungsphasen-Verhältnis (Australian Std. 2374, Part 4 – 1982)

Copyright 1999© Megger

Diag Nr.	IEC Vektor-Gruppe	Wicklungsverbindung		Phase geprüft	Externe Brücken	Wicklung geprüft		Gemessenes Windungs-zahlverhältnis
		Hochspannungs-Wicklung	Hochspannungs-Wicklung			Hochspannungs-Wicklung	Niederspannungs-Wicklung	
32	Zd6			A B C	— — —	A ₄ - C ₄ B ₄ - A ₄ C ₄ - B ₄	b ₁ - a ₁ c ₁ - b ₁ a ₁ - c ₁	$\frac{HV}{LV}$
33	ZNy1			A B C	— — —	A ₄ - N B ₄ - N C ₄ - N	a ₂ - b ₂ b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂	$\frac{HV}{LV \cdot \sqrt{3}}$
34	Zy1			A B C	B ₄ - C ₄ C ₄ - A ₄ A ₄ - B ₄	A ₄ - (B ₄ +C ₄) B ₄ - (C ₄ +A ₄) C ₄ - (A ₄ +B ₄)	a ₂ - b ₂ b ₂ - c ₂ c ₂ - a ₂	$\frac{HV}{LV} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
35	ZNy11			A B C	— — —	A ₄ - N B ₄ - N C ₄ - N	a ₂ - c ₂ b ₂ - a ₂ c ₂ - b ₂	$\frac{HV}{LV \cdot \sqrt{3}}$
36	Zy11			A B C	B ₄ - C ₄ C ₄ - A ₄ A ₄ - B ₄	A ₄ - (B ₄ +C ₄) B ₄ - (C ₄ +A ₄) C ₄ - (A ₄ +B ₄)	a ₂ - c ₂ b ₂ - a ₂ c ₂ - b ₂	$\frac{HV}{LV} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

Megger.