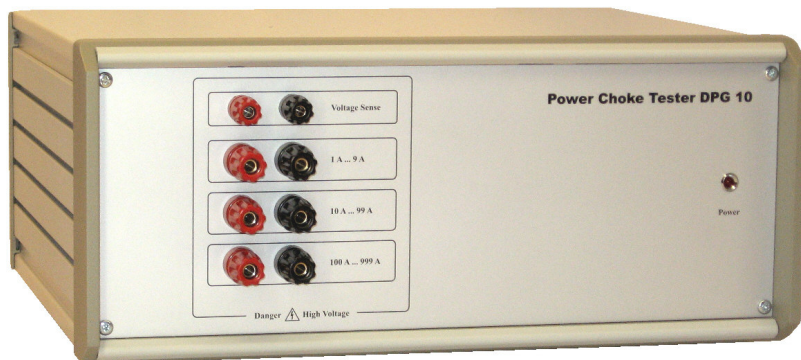


POWER CHOKE TESTER DPG10

Kurzbeschreibung, Technische Daten



© ed-k
Lochhamer Straße 31 • 82152 Planegg
Telefon: 089 / 85 90 28 19 • Fax: 089 / 85 90 28 20

Alle Rechte vorbehalten. Ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers darf dieses Dokument auch nicht auszugsweise in irgendeiner Form reproduziert werden oder unter Verwendung elektronischer, mechanischer oder chemischer Verfahren vervielfältigt oder verarbeitet werden.

Wir behalten uns das Recht vor, technische Angaben in dieser Kurzbeschreibung ohne Vorankündigung zu verändern. Die technischen Angaben dienen der Produktbeschreibung und sind im juristischen Sinn nicht als zugesicherten Eigenschaften aufzufassen.

Stand 03/09

Beschreibung

1. Anwendungsbereiche

Der Power Choke Tester DPG10 ist ein Meßgerät zur Bestimmung der Induktivität von Leistungsinduktivitäten aller Art. Dabei kann die Induktivität *in Abhängigkeit von der Vormagnetisierung* und somit das *Sättigungsverhalten* bestimmt werden.

Das verwendete innovative Großsignal-Impulsmeßverfahren liefert eine komplette Induktivitätskurve in Abhängigkeit vom Strom. Durch dieses Meßverfahren werden grobe Meßfehler, wie sie bei anderen Meßverfahren durch die nichtlineare Hystereseckennlinie verschiedener Kernmaterialien auftreten, vermieden.

Durch den großen Strombereich dieses Meßgerätes werden alle Induktivitäten mit Nennströmen von kleiner 0,5A bis zu 1500A abgedeckt.

Zusätzlich mißt der Power Choke Tester DPG10 den Gleichstromwiderstand des Prüflings.

Damit eignet sich dieses Meßgerät für die Entwicklung, Produktion und Anwendung von Leistungsdrosseln und Transformatoren aller Art, wie z.B.

- Speicherdrosseln für Schaltnetzteile, DC/DC-Wandler usw.
- Filterdrosseln für USV, Wechselrichter usw.
- Netzdrosseln für PFC etc. und Kommutierungsdrosseln
- Entstördrosseln
- stromkompensierte Drosseln
- Spulen von Elektromagneten, Ventiltrieben etc.
- u.v.a.

2. Meßprinzip

Das Meßprinzip des DPG10 beruht darauf, an die zu prüfende Induktivität eine konstante Gleichspannung in der Größenordnung der realen Einsatzbedingungen anzulegen. Im Prüfling stellt sich dann ein Stromverlauf ein, dessen Anstiegsgeschwindigkeit di/dt von der Induktivität abhängt.

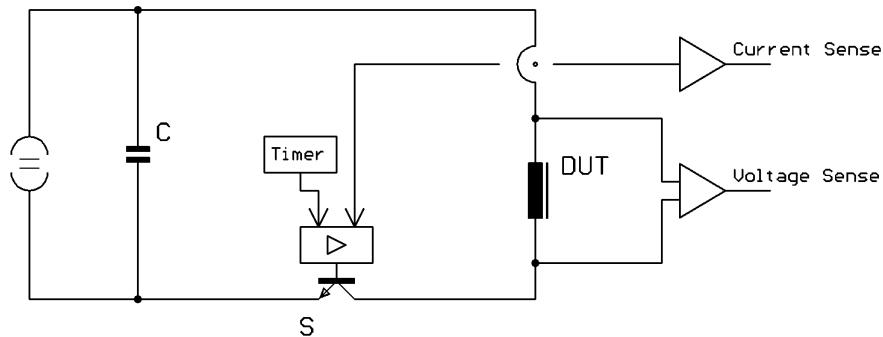


Bild 1: Prinzipschaltbild

Durch die Auswertung des Verlaufes der Anstiegsgeschwindigkeit di/dt des Meßstromes kann mit einer einzigen Messung eine komplette Induktivitätskurve für den Prüfling erstellt werden, die den Induktivitätsverlauf in Abhängigkeit vom Strom darstellt*.

Wenn ein voreingestellter Maximalstrom erreicht ist, wird der Meßimpuls wieder beendet.

Prinzipielle Vorteile des di/dt -Meßprinzips:

Gegenüber der Messung mit 50-Hz-Strömen hat das di/dt -Meßprinzip eine wesentlich größere Aussagekraft. Die Messung mit Netzströmen ergibt eine über eine Periode gemittelte Induktivität bei einem bestimmten Effektivwert. Aufgrund der teilweise extrem nichtlinearen Magnetisierungskennlinie vieler Kernwerkstoffe verhält sich die Drossel aber bei jedem Augenblickswert des Stromes in einer Periode anders. Sättigungseffekte bzw. Nichtlinearitäten werden so nur unzureichend abgebildet.

Durch dieses nichtlineare Verhalten ergeben sich bei dieser Meßmethode zudem nicht-sinusförmige Spannungen und Ströme mit erheblichem Oberwellengehalt, sodaß die Effektivwertberechnung und die Anwendung der allgemeinen Wechselstromlehre ($L = U / \omega * I$ mit $\omega = 2 * \pi * 50\text{Hz}$) zu fragwürdigen Ergebnissen führt.

Ein weiterer Vorteil der Impulsmessung liegt darin, daß die im Mittel umgesetzte Leistung niedrig bleibt. Die Gleichspannungsimpulsquelle, welche an den Prüfling über den Schalter S angelegt wird, wird durch eine entsprechende Kondensatorbank gebildet. Dadurch kann das Meßgerät trotz der sehr hohen Meßströme bis 1500A klein und relativ preisgünstig ausfallen. Entsprechende Meßsysteme mit Gleichstrom-Vormagnetisierung der Prüflinge und Kleinsignal-Wechselspannungsmessung benötigen große Gleichstromnetzgeräte. Dadurch ist die Anwendung auf kleine Ströme (20A ... 100A) beschränkt und sie sind äußerst teuer.

Ein bedeutender Vorteil des verwendeten Meßprinzips ist darin zu sehen, daß die *Meßbedingungen den Einsatzbedingungen des induktiven Bauteiles in der realen Applikation weitgehend entsprechen*, da bei vielen Anwendungen (z.B. Glättungsdrosseln für getaktete Stromversorgungen, Filterdrosseln für USV und IGBT-Umrichter usw.) eine rechteckförmige Spannung (ähnlich des Meßimpulses des DPG10) an der Drossel anliegt. Eine Meßverfahren, welches den Prüfling mit einem Dauergleichstrom beaufschlagt und eine Kleinsignal-Wechselspannungsmessung fester Frequenz überlagert, ist unrealistisch und liefert immer eine erhebliche Frequenzabhängigkeit des Meßergebnisses. Diese Frequenzabhängigkeit wird durch das Impulsmeßverfahren des DPG10 weitgehend eliminiert.

* Gelegentlich wird dies auch als differentielle Induktivität $L_d(i)$ in der Literatur bezeichnet.

Bedienung und Ausstattung

1. Meßbereiche

1.1. Meßstrom

Der Maximalstrom, bei dessen Überschreitung das Meßintervall wieder beendet wird, ist von 1A bis 1000A voreinstellbar (Sonderausführungen bis 1500A und bis 100A lieferbar). Dafür existieren 3 Meßbereiche (1...9A, 10...99A und 100...1000A). Durch den hohen Maximalstrom ist dieses Meßgerät auch für die Messung sehr großer Leistungsinduktivitäten geeignet.

1.2. Meßspannung

Die an den Prüfling angelegte Spannung kann im Bereich von 10V bis 400V eingestellt werden.

1.3. Meßimpulsdauer

Die maximale Zeitdauer des Meßimpulses kann bei Bedarf in einem weiten Bereich von ca. 3µs bis 70ms voreingestellt werden.

2. Bedienung

Die Bedienung des DPG10 und die Darstellung der Meßergebnisse erfolgt über einen PC mittels einer einfach zu bedienenden grafischen Benutzeroberfläche, welche unter Excel läuft. Hierzu muß das Meßgerät durch ein entsprechendes Kabel mit der seriellen Schnittstelle (RS232) des PC verbunden werden. Die Softwareinstallation ist sehr einfach.

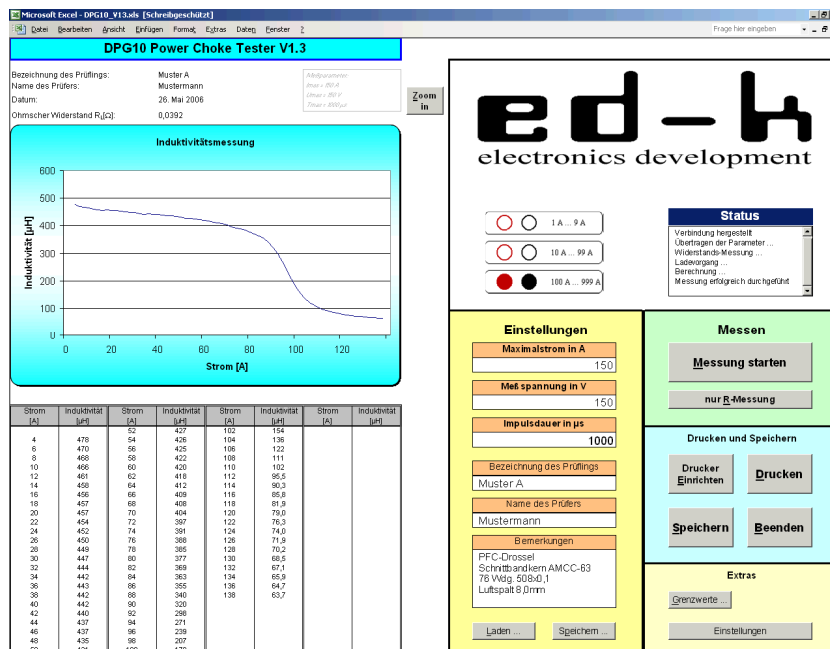


Bild 2: Grafische Benutzeroberfläche des DPG10

2.1. Einstellungen

Vor Beginn einer Induktivitätsmessung können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- gewünschter Maximalstrom:
Bei Erreichen dieses Wertes wird der Meßimpuls beendet, wenn nicht zuvor die eingestellte maximale Zeitdauer des Meßimpulses erreicht wird.
- maximale Zeitdauer des Meßimpulses:
Beim Überschreitung dieser Zeitdauer wird der Meßimpuls beendet, wenn nicht zuvor der eingestellte Maximalstrom erreicht wird.
- Spannung des Meßimpulses:
Hier sollte ein Wert eingestellt werden, der ungefähr der Spannung entspricht, die auch in der realen Anwendung am Prüfling anliegt.

Desweiteren können eine Bezeichnung für den Prüfling und der Name des Prüfers eingegeben werden. Diese erscheinen dann im Meßprotokoll. Im Feld „Bemerkungen“ können beliebige Informationen wie z.B. Prüflingsparameter eingegeben werden und falls gewünscht mit dem Messprotokoll abgespeichert und ausgedruckt werden.

Alle Einstellungen können abgespeichert und bei Bedarf wieder geladen werden. Dies erleichtert vor allem Serienmessungen zur Qualitätsprüfung in der Produktion.

2.2. Messung

Vor jeder Induktivitätsmessung wird automatisch eine Widerstandsmessung durchgeführt, da der ohmsche Anteil des Prüflings bei der Induktivitätsberechnung berücksichtigt werden muß. Eine Widerstandsmessung kann auch separat durchgeführt werden. Die Statusanzeige gibt an, welche Aktion gerade durchgeführt wird.

Nach der Durchführung der Messung wird das Meßergebnis $L(i)$ sowohl in Diagrammform als auch in tabellarischer Form dargestellt.

Alternativ kann es in manchen Fällen sinnvoll sein, die Induktivität als Funktion der an den Prüfling angelegten Spannungs-Zeit-Fläche $\int U(t)dt$ darzustellen. Die Darstellungsart ist umschaltbar.

Bei einer Fehlbedienung des Gerätes, wie z.B. falscher Anschluß des Prüflings oder falsche Einstellungen, helfen detaillierte Fehlermeldungen, das Problem rasch zu beseitigen.

2.3. Grenzwertkurven

Zur Erleichterung von Stückprüfungen in der Serienproduktion können eine obere und eine untere Grenzwertkurve definiert werden. Falls sich die gemessene Induktivitätskurve innerhalb der durch die Grenzwertkurven vorgegebenen Bandbreite befindet, wird der Prüfling akzeptiert, ansonsten zurückgewiesen.

2.4. Abspeichern der Messdiagramme und Datenexport

Die Messdiagramme incl. aller Meßparameter und sonstiger Eingaben können im Excel-Format .xls abgespeichert werden. Dadurch können sie problemlos weitergegeben und mit jedem PC, auf dem MS Excel[®] installiert ist, ausgewertet und verarbeitet werden.

Außerdem ist auch ein Datenexport im .csv Format möglich, um die Meßdaten anderweitig weiter zu verarbeiten.

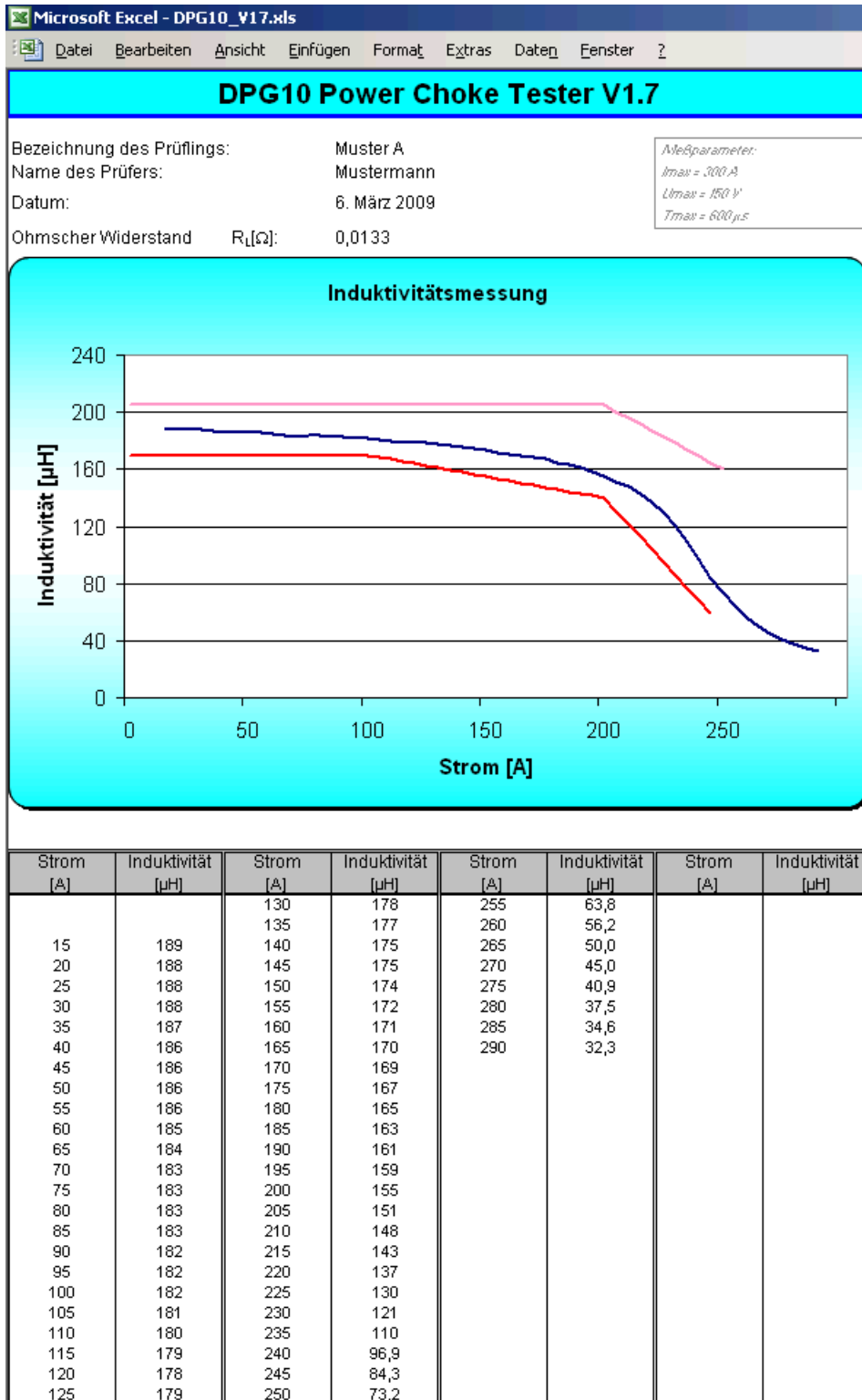


Bild 3: Meßprotokoll einer Drossel mit amorphem Schnittbandkern, $I_{Nem} = 150\text{ A}_{eff}$, mit vorgegebenen oberen und unteren Grenzwertkurven

Anwendungsbeispiele

Sofern es sich nicht um Luftspulen handelt, besitzen alle Leistungsinduktivitäten ein bestimmtes Sättigungsverhalten, d.h. die Induktivität nimmt bei steigendem Strom ab. Dies liegt an den Kernmaterialien, welche ab einer bestimmten Induktion B mehr oder minder stark an Permeabilität verlieren und sich dann im Extremfall wie Luft verhalten. Das Sättigungsverhalten einer Drossel kann beeinflusst werden

- durch die Wahl des Kernmaterials,
- die Kerngeometrie,
- die Windungszahlen und
- den Luftspalt.

Allerdings ergeben sich oft Abweichungen zwischen der berechneten Induktivität bei einem bestimmten Strom (z.B. dem Nennstrom) und der realen Induktivität, da

- Exemplarsteuungen der Kerne vorhanden sind
- die Datenblattangaben des Kernes ungenau oder unvollständig sind
- die Drosselgeometrie eine inhomogene Feldverteilung verursacht
- Fertigungstoleranzen auftreten
- Temperatureinflüsse vorhanden sind.

Bei der Entwicklung und der Qualitätsprüfung von Leistungsinduktivitäten kommt man deshalb nicht umher, das Sättigungsverhalten zu messen. Im Folgenden werden einige Beispiele für das Sättigungsverhalten unterschiedlicher Drosseln vorgestellt.

1. Siebdrossel mit Ferritkern E32

Der Prüfling in diesem Beispiel ist eine Siebdrossel für ein Schaltnetzteil mit einer Ausgangsspannung von 5V und einer Leistung von 100W. Der E-Kern (E32) besteht aus Standard-Ferritmaterial N27 und ist mit einem Luftspalt versehen.

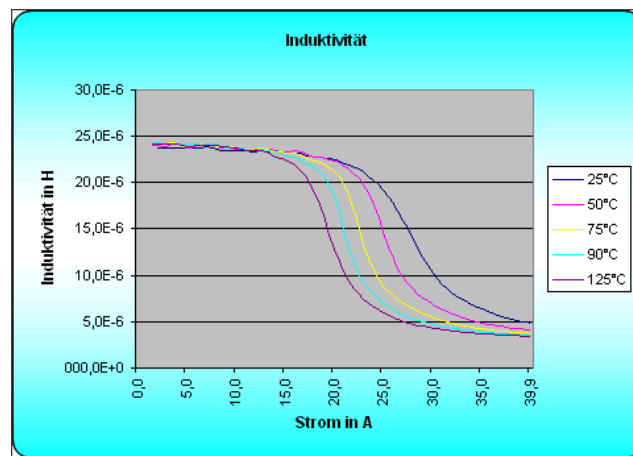


Bild 4: Meßprotokoll einer Siebdrossel mit Ferritkem E32

In diesem Beispiel ist sehr anschaulich die Temperaturabhängigkeit der Sättigungserscheinungen zu beobachten. Die Induktivität sinkt bei 25°C bei 24A auf 20 μ H ab. Diese Grenze ist bei 125°C schon bei 17,5A erreicht. Andere Kernmaterialien weisen z.T. eine wesentlich geringere Temperaturabhängigkeit auf.

Insbesondere Drosseln aus dem Standardlieferprogramm von Herstellern sind meist ungenügend oder gar nicht spezifiziert bezüglich ihres Induktivitätsverlaufs bei höheren Temperaturen. In diesem Fall hilft nur die eigene Messung des Sättigungsverhaltens weiter.

2. Saugdrossel mit Schnittbandkern

Diese Saugdrossel wird in einem 12-Puls-Gleichrichter eingesetzt und ist mit einem Schnittbandkern SU39 aus Siliziumeisen mit Luftspalt aufgebaut. Der Nennstrom beträgt je Wicklung 25A. Durch die Schaltungstopologie kompensiert sich jedoch der größere Teil der Flüsse. Der unkompenzierte Strom liegt bei ca. $2 \times 6\text{A}$ maximal.

Mit einer Kleinsignalmessung ergibt sich eine Induktivität von 1,31mH bei 1kHz und 1,33mH bei 100Hz. In diesem Beispiel ist deutlich zu sehen, daß die mit der Kleinsignalmessung meßbare Anfangsinduktivität erheblich unter der realen Induktivität in der Anwendung von ca. 2,0mH liegt.

Eine Messung von Leistungsdrosseln mit eisenbasierenden Kernen ist wegen der extrem nicht-linearen Magnetisierungskennlinie mit einer Kleinsignal-AC-Messung überhaupt nicht sinnvoll möglich! Nur eine Großsignalmessung nach dem di/dt-Verfahren, wie sie vom Power Choke Tester DPG10 verwendet wird, liefert hier korrekte Ergebnisse.

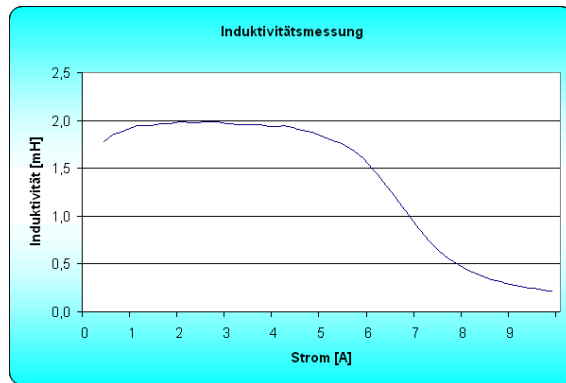


Bild 5: Meßprotokoll einer Saugdrossel mit Schnittbandkern SU39

3. Siebdrossel mit High-Flux-Kern

Diese Drossel mit einer Anfangsinduktivität von $4,5\mu\text{H}$ enthält drei Ringkerne mit einem Außendurchmesser von 58mm aus HighFlux-Kernmaterial. Sie wird in einem Schaltnetzteil mit einer Leistung von 48V / 300A eingesetzt.

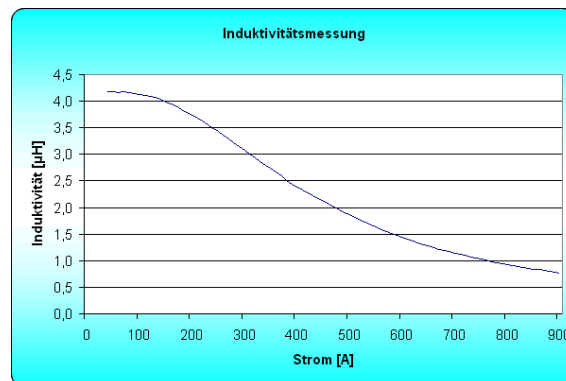


Bild 6: Meßprotokoll einer Siebdrossel mit High-Flux-Kern 3x R58

Sehr gut ist der typische "weiche" Sättigungsverlauf dieser Kerne zu erkennen. Da dieses Kernmaterial sehr teuer ist, muß für eine wirtschaftlich optimale Lösung der Arbeitspunkt bei Nennstrom deutlich unterhalb der Anfangsinduktivität liegen.

Technische Daten

1. Allgemeine Daten

Leistungsausgänge:

Standardausführung:

Ausgangsstrom Meßbereich 1	Maximalwert einstellbar von 1...9A
Ausgangsstrom Meßbereich 2	Maximalwert einstellbar von 10...99A
Ausgangsstrom Meßbereich 3	Maximalwert einstellbar von 100...1000A

Sonderausführung 1500A:

Ausgangsstrom Meßbereich 1	Maximalwert einstellbar von 1...9A
Ausgangsstrom Meßbereich 2	Maximalwert einstellbar von 10...99A
Ausgangsstrom Meßbereich 3	Maximalwert einstellbar von 100...1500A

Sonderausführung 100A:

Ausgangsstrom Meßbereich 1	Maximalwert einstellbar von 0,1...0,9A
Ausgangsstrom Meßbereich 2	Maximalwert einstellbar von 1,0...9,9A
Ausgangsstrom Meßbereich 3	Maximalwert einstellbar von 10,0...100,0A

alle Ausführungen:

Ausgangsspannung, max.	einstellbar von 10...400V
Impulsdauer, max.	einstellbar von 3µs bis 70ms
Impulsenergie, max.	900J

RS232-Schnittstelle:

Parameter	115200, N, 8, 1
Galvanische Trennung	ja, vollkommen potentialfrei
Stecker	D-Sub-9polig female

Spannungsversorgung:

Netzspannung	207...253 VAC
Frequenz	50...60 Hz
Leistungsaufnahme	100 VA max. (80 W max.)

Umweltbedingungen:

Betrieb	0 ... 50°C, keine Betauung
Lagerung, Transport	-20 ... 75°C, keine Betauung

Gewicht, Abmessungen:

Gewicht	ca. 7,2 kg
Abmessungen	370 (B) x 320 (T) x 167 (H) mm ³

2. Toleranzen*

Meßbereich 1:

$$I_{\text{messmax}} \leq 3 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 3 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

$$I_{\text{messmax}} \geq 4 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 10 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

Meßbereich 2:

$$I_{\text{messmax}} \leq 30 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 30 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

$$I_{\text{messmax}} \geq 31 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 100 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

Meßbereich 3:

$$I_{\text{messmax}} \leq 309 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 300 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

$$I_{\text{messmax}} \geq 310 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 1000 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

Meßbereich 3 (Sonderausführung 1500A):

$$I_{\text{messmax}} \leq 499 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 500 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

$$I_{\text{messmax}} \geq 500 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 1500 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

Impuls-Zeitmessung $\pm (0,02 \% + 2 \mu\text{s})$

Widerstandsmessung $\pm(0,5\% + 0,8 \text{ m}\Omega)$ von 0,0 ... 300,0 m Ω

$$\pm(0,5\% + 8 \text{ m}\Omega) \text{ von } 300 \dots 3000 \text{ m}\Omega$$

Sonderausführung 100A:

Meßbereich 1:

$$I_{\text{messmax}} \leq 0,3 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 0,3 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

$$I_{\text{messmax}} \geq 0,4 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 1 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

Meßbereich 2:

$$I_{\text{messmax}} \leq 3,0 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 3 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

$$I_{\text{messmax}} \geq 3,1 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 10 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

Meßbereich 3:

$$I_{\text{messmax}} \leq 30,9 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 30 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

$$I_{\text{messmax}} \geq 31,0 \text{ A} \quad \pm (1,0\% + 100 / I_{\text{messmax}} * 0,9\%)$$

Impuls-Zeitmessung $\pm (0,02 \% + 2 \mu\text{s})$

Widerstandsmessung $\pm(0,5\% + 8 \text{ m}\Omega)$ von 0 ... 3 Ω

$$\pm(0,5\% + 80 \text{ m}\Omega) \text{ von } 3 \dots 30 \Omega$$

Bemerkungen:

Die Angaben gelten für Impulszeiten $> 10 \mu\text{s}$ und Induktivitäten $> 10 \mu\text{H}$ sowie vorschriftsmäßigem Anschluß des Prüflings mit geringer Verkopplung der Leistungs- und Fühlerleitungen. Siehe Bedienungsanleitung Kapitel „Bedienung“ Absatz 2 „Anschluß des Meßobjektes“.

Die Impulszeit kann näherungsweise folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$T = L_{\text{mittel}} * I_{\text{max}} / U_{\text{mess}}$$

* Die Toleranzangaben gelten maximal ein Jahr ab der letzten Kalibrierung.

Die Toleranzangaben umfassen keine Effekte, welche durch Kernverluste oder einen AC-Widerstand, der wesentlich größer ist als der DC-Widerstand, hervorgerufen werden. Bei den meisten üblichen induktiven Bauteilen sind diese Effekte auf das Meßergebnis jedoch vernachlässigbar.