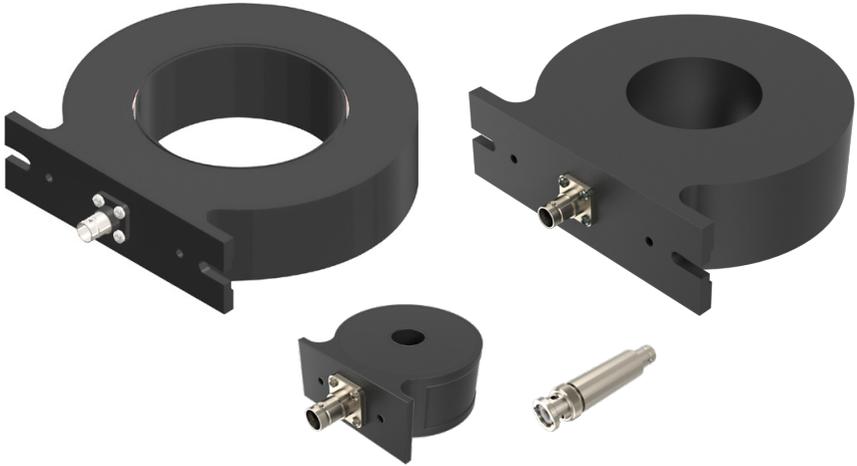




**Probing Solutions.
Made in Germany.**

DE | EN



LILCO[®] SERIES

Präzise Breitbandige AC-Stromwandler
Precision Wide-Band AC Current Transformers

Bedienungsanleitung | Instruction Manual

Hersteller

PMK Mess- und Kommunikationstechnik GmbH
Königsteiner Str. 98
65812 Bad Soden, Germany

Tel: +49 (0) 6196 5927 - 930
Fax: +49 (0) 6196 5927 - 939

Internet: www.pmk.de
E-Mail: sales@pmk.de

DE

Garantie

PMK gewährt eine Garantie für die Dauer von 2 Jahren nach Versand für dieses Produkt für normalen Gebrauch und Betrieb innerhalb der Spezifikationen. Jedes defekte Produkt wird repariert oder ersetzt, wenn es nicht durch Nachlässigkeit, Fehlanwendung, unsachgemäße Installation, Unfall, nicht autorisierte Reparatur oder Änderung durch den Kunden beschädigt wurde. Diese Garantie bezieht sich nur auf Defekte des Materials und der Verarbeitung. PMK lehnt alle gesetzlichen Gewährleistungen ab und gewährt auch keine Garantie für eine Eignung des Produktes zu einem bestimmten Verwendungszweck. PMK ist nicht haftbar für irgendwelche indirekten, speziellen, beiläufigen oder Folgeschäden (einschließlich Gewinnverluste, Verlust des Geschäfts, Datenverlust, einer Unterbrechung des Geschäftsbetriebs oder dergleichen), selbst wenn die PMK über die Möglichkeit solcher Beschädigungen benachrichtigt worden ist, die aus einem Defekt oder Fehler dieser Bedienungsanleitung oder des Produktes entstehen können.

WEEE/ RoHS Richtlinie



Dieses elektronische Produkt ist innerhalb der WEEE/RoHS Kategorieliste als Überwachungs- und Kontrollgerät eingestuft (Kategorie 9) und entspricht den folgenden EG-Richtlinien:

EG Richtlinien:

- WEEE Richtlinie 2012/19/EU** - über Elektro- und Elektronik-Altgeräte
- RoHS Richtlinie 2011/65/EU** - zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

Ihre Hilfe und Bemühungen sind notwendig, unsere Umwelt zu schützen und sauber zu halten. Senden Sie deshalb dieses elektronische Produkt, wenn es nicht mehr verwendet wird, entweder an unsere Serviceabteilung zurück oder tragen Sie selbst Sorge für die separate Sammlung und professionelle Entsorgung von Elektronikschrott. Elektronische Produkte bitte nicht in den Hausmüll geben.

Sicherheitsrichtlinien



Lesen Sie vor der ersten Benutzung den Abschnitt "Erste Schritte".



Verwenden Sie zur Messung des Stromflusses I_{PRI} nur isolierte Kabel.



Verwenden Sie ausschließlich geerdete Messgeräte.



Beachten Sie die Bemessungsdaten vom Stromwandler und dessen Zubehör.

DE



Personen-, Brand- und Produktbeschädigungen vorbeugen.

Um Personenschäden zu vermeiden und Brand oder Beschädigung dieses Produktes und der angeschlossenen Produkte vorzubeugen, lesen und befolgen Sie die nachstehenden Sicherheitsmaßnahmen. Beachten Sie, dass bei unsachgemäßer Verwendung die Schutzfunktionen, die dieses Produkt bietet, beeinträchtigt werden. Dieses Messzubehör darf nur von fachlich qualifiziertem Personal verwendet werden.



Halten Sie sich fern von gefährlichen Stromkreisen.



Verwenden Sie nur einwandfreies Messzubehör.

Verwenden Sie diese Produkte nur in geschlossenen Räumen.

Verwenden Sie das Produkt nicht in explosiver Umgebung.

Über LILCO® Stromwandler

Mit Bandbreiten von mHz bis >60 MHz und Eingangsströmen von mA bis 25 kA ermöglicht die Stromwandler-Serie LILCO® von PMK präzise Wechselstrommessungen mit hoher Bandbreite, die für eine Vielzahl von Messanwendungen erforderlich sind. Die Stromwandler sind in der Lage, große gepulste oder kontinuierliche Eingangsströme genau zu messen, während der Einfluss elektromagnetischer Felder auf den Ausgang durch eine elektrische Abschirmung zwischen Eingang und Ausgang reduziert wird.

Der BNC-Ausgang der LILCO® Stromwandler ermöglicht den einfachen Anschluss an eine Vielzahl von Messgeräten wie Oszilloskope, Digitizer, Netzwerkanalysatoren, Spektrumanalysatoren, Leistungsanalysatoren, Multimetern uvm, mit einem Standard 50Ω Koaxialkabel.

DE

Eine verbesserte Leistungsfähigkeit im unteren Frequenzbereich (LF) und eine erhöhte I-t-Fähigkeit sowie ein verringertes Ausgangssignal können durch eine Änderung der verwendeten Eingangsterminierung eines Messgeräts erreicht werden. Das LILCO®-Dämpfungsglied ATT10BNCs wird verwendet, um die Spezifikationen noch weiter zu verbessern wobei gleichzeitig die Leistungsfähigkeit im oberen Frequenzbereich (HF) des Stromwandlers erhalten bleibt.

Messprinzip

Das Messprinzip ist das gleiche wie bei Leistungswandlern (Transformatoren). Der Stromwandler hat eine Primär- und eine Sekundärwicklung. Ein in der Primärwicklung fließender Wechselstrom I_{PRI} induziert einen Wechselstrom in die Sekundärwicklung I_{SEC} . Der Strom der Sekundärwicklung fließt durch den internen 50Ω-Widerstand $R_{INTERNAL}$ und erzeugt eine Ausgangsspannung V_{OUT} (Abbildung 1). Dieser Bürdenwiderstand, $R_{INTERNAL}$ parallel zur BNC-Ausgangsterminierung, legt zusammen mit der Induktivität der Sekundärwicklung L_{SEC} die L_{SEC}/R_{BURDEN} -Zeitkonstante fest und bestimmt somit die untere Grenzfrequenz.

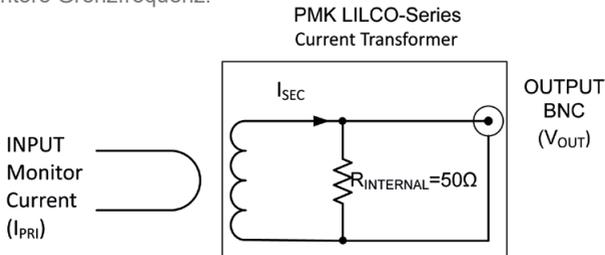


Abbildung 1 - Vereinfachte Darstellung

Die galvanische Trennung zwischen Eingang und Ausgang ermöglicht den Einsatz der LILCO®-Serie in Messaufbauten mit großen Potentialdifferenzen oder wenn unerwünschte Ströme zwischen Eingang und Ausgang auftreten, wie z.B. bei Masseschleifen, den sogenannten "Ground Loops".

Erste Schritte

1) Inbetriebnahme

Der Leiter mit dem zu messenden Strom I_{PRI} wird für die Messung durch das innere Loch des Stromwandlers geführt (Abbildung 2, *INPUT Monitor Current*).



Tip! Die Eingangsleitung (Abbildung 2, *INPUT*) sollte so kurz wie möglich sein, um die Einfügimpedanz zu verringern, die durch das Hinzufügen dieser Stromschleife in den zu prüfenden Stromkreis entsteht.

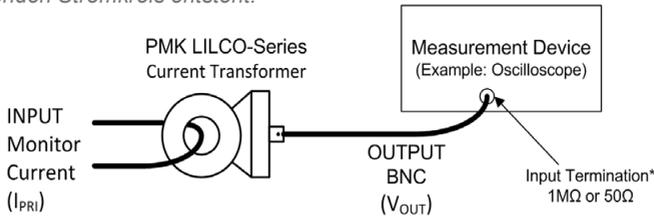


Abbildung 2 - Standard-Anschluss an den zu prüfenden Stromkreis
Siehe Auswahltabelle für BNC-Ausgangsanschlüsse

Die Stromwandler der LILCO®-Serie von PMK haben eine Ausgangsimpedanz von 50Ω und werden für die Messungen typischerweise über ein 50Ω-Koaxialkabel an ein Messgerät angeschlossen.



Der Primärleiter *INPUT* muss eine für den anliegenden Spannungspegel ausreichende Isolierung aufweisen.

Der BNC-Ausgang kann entweder an ein Messgerät mit hochohmigem Eingang wie den 1 MΩ-Eingang eines Oszilloskops oder an ein 50Ω-Messgerät angeschlossen werden.



Tip! Wenn die elektrische Länge des koaxialen Verbindungskabels größer ist als etwa 1/10 der Wellenlänge des schnellsten zu betrachtenden Signals führt eine 50Ω-Eingangsterminierung am Messgerät zu einer verbesserten Signaltreue.

2) Anschluss

Die Eingangsterminierung des Messgeräts wirkt sich nicht nur auf die Leistungsfähigkeit im unteren Frequenzbereich, sondern auch auf die Empfindlichkeit [V/A] und den Droop (niederfrequente Bandbreite) des Stromwandlers aus. Die Empfindlichkeit wird durch die Parallelschaltung der internen 50Ω des Stromwandlers $R_{INTERNAL}$ und der Eingangsimpedanz des Messgeräts bestimmt. Das Ändern der Eingangsterminierung des Messgeräts von 1MΩ auf 50Ω verringert die Empfindlichkeit [V/A] um den Faktor zwei (die Hälfte der Spannung an V_{OUT}). Gleichzeitig verringern sich auch die untere Grenzfrequenz (LF 3dB BW) und der Droop um den Faktor zwei, was die Leistungsfähigkeit der Stromwandler zur Erfassung von Signalen mit niedrigeren Frequenzen deutlich verbessert.



Tip! Verbessern Sie die elektrischen Spezifikationen einfach durch Änderung der Eingangsterminierung Ihres Messgeräts, siehe Abschnitt "So verbessern Sie die Leistungsfähigkeit der LILCO®-Serie" in diesem Handbuch.

Das optionale Dämpfungsglied ATT10BNCS wird verwendet um ebenfalls die untere Grenzfrequenz zu senken, den Fehler durch Droop zu verringern, die I-t-Fähigkeit zu erhöhen und die Ausgangsempfindlichkeit der Stromwandler der PMK LILCO®-Serie zu verringern. Dies ermöglicht präzisere Messungen niederfrequenter Signale, wobei die Hochfrequenzeigenschaften des Stromwandlers erhalten bleiben.

Durch den Anschluss des Dämpfungsglieds ATT10BNCS an den Ausgang eines LILCO® Stromwandlers wird der Ausgangswiderstand $R_{INTERNAL}$ um den Faktor 10 reduziert. Dieses führt zu einer

- Verringerung der unteren Grenzfrequenz (LF 3dB BW) um Faktor 10
- Verringerung des Droop um Faktor 10
- Verbesserte I-t Fähigkeit des Stromwandlers
- Abschwächung der Ausgangsempfindlichkeit um Faktor 10

Die Messgeräte-Eingangsterminierung muss bei Verwendung des ATT10BNCS auf $1M\Omega$ (>50k Ω) eingestellt sein, da sonst die Ausgangsempfindlichkeit um den Faktor 20 reduziert wird.

Der magnetische Kern kann durch die DC-Komponente des Eingangsstroms I_{PRI} gesättigt werden, wodurch sich die Leistungsfähigkeit des Stromwandlers bei niedrigen Frequenzen verschlechtert.

Der DC-Eingangsstrom der erforderlich ist um die untere Grenzfrequenz (-3dB) um den Faktor 2 und den Droop-Faktor um ~2 zu erhöhen ist der DC-Sättigungsstrom I_{SAT} (siehe Definition der Spezifikationen für weitere Informationen).

Die Stromwandler der PMK LILCO®-Serie können vorübergehend oder dauerhaft in Messaufbauten integriert werden.

3) Definition der Spezifikationen

- **Ausgangsempfindlichkeit [V/A]** Die Abhängigkeit von Eingangsstrom I_{PRI} und der resultierenden Ausgangsspannung V_{OUT} , die über dem Ausgangsabschlusswiderstand $R_{INTERNAL}$ parallel zur BNC-Ausgangsterminierung (R_{BURDEN}) des Stromwandlers abfällt. Eine Verringerung der Ausgangsterminierung (Eingangsterminierung des Messgeräts) verringert die Ausgangsempfindlichkeit. Die Toleranz des Widerstandswerts der Terminierung und die Übertragungsverluste im Verbindungskabel haben einen Einfluss auf die Genauigkeit der Ausgangsempfindlichkeit. (Siehe Abbildung 1 und den Abschnitt zur Erweiterung der Leistungsfähigkeit in diesem Handbuch.)

- **Maximaler Spitzenstrom I_{PEAK} [A]** Maximaler Eingangsspitzenstrom I_{PRI} , der begrenzt wird durch die Durchbruchspannung der Sekundärwicklung den Ausgangs-BNC des Stromwandlers oder aber durch einen induzierten Sekundärstrom I_{SEC} , der die Nennleistung des Ausgangsabschlusswiderstands $R_{INTERNAL}$ im Stromwandlers übersteigt.

Bei der Auswahl der BNC-Ausgangsterminierung ist darauf zu achten, dass die maximal zulässige Spannung oder Leistung des Messgeräte-Eingangs nicht überschritten wird (max. Eingangsspannung 100V am Dämpfungsglied-Eingang!)

- **DC-Sättigungsstrom I_{SAT} [A]** Der Magnetkern kann durch die Gleichstromkomponente des Eingangssignals I_{PRI} gesättigt werden, was zu einer Verschlechterung der Leistungsfähigkeit des Stromwandlers bei niedrigen Frequenzen führt.

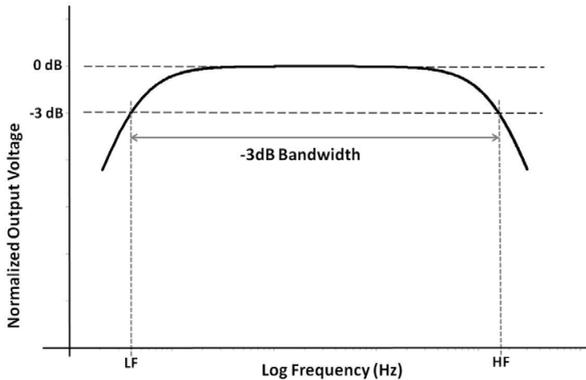
Der DC-Sättigungsstrom ist definiert als der Gleichstrompegel, der dem Eingangssignal überlagert wird, um die untere Grenzfrequenz (-3dB) um den Faktor 2 zu erhöhen, wodurch sich auch der Droop-Faktor um den Faktor 2 erhöht (siehe Droop für weitere Informationen).

- **Bandbreite / Grenzfrequenzen**

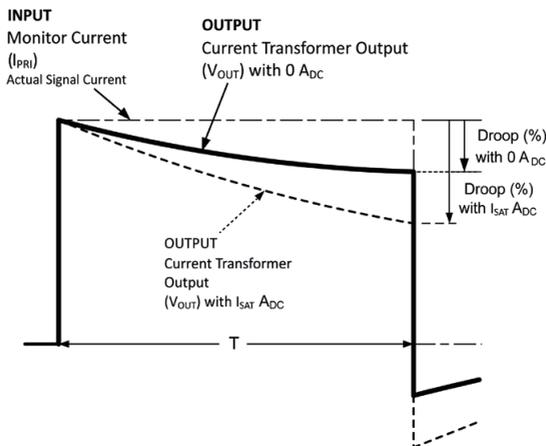
- **Bandbreite LF (-3dB) [Hz]** Die untere -3 dB-Grenzfrequenz des Stromwandlers wird durch die Zeitkonstante aus der Sekundärinduktivität L_{SEC} über dem Ausgangsabschlusswiderstand R_{BURDEN} , also L_{SEC}/R_{BURDEN} , festgelegt.

Wenn die Ausgangsterminierung verringert wird, verringert sich auch die untere Grenzfrequenz.

- **Bandbreite HF (-3dB) [Hz]** Die obere -3dB-Grenzfrequenz des Stromwandlers wird durch die Streuinduktivität und die Kapazität der Sekundärwicklung des Stromwandlers begrenzt. Die Wirkung dieser parasitären Komponenten variiert je nach Modell.



- **Droop [%]** Der Droop, auch Neigung genannt, ist proportional zur unteren Grenzfrequenz des Stromwandlers. Der Droop-Faktor erhöht sich auch, wenn der Eingangsstrom eine DC-Komponente aufweist. Der DC-Sättigungsstrom I_{SAT} ist der Gleichstrom, der erforderlich ist, um den Droop-Faktor um ~ 2 zu erhöhen.



Die Kurvenform eines jeden AC-Stromwandlers weist eine gewisse Abweichung vom idealen Rechteckverlauf auf. Dies wird durch die Induktivität des Stromwandlers verursacht, die die Quellenimpedanz belastet und einen exponentiellen L/R-Abfall verursacht. Bei kurzen Pulsbreiten sieht der Kurvenverlauf nahezu flach aus. Der Droop kann anhand der folgenden Gleichung berechnet werden:

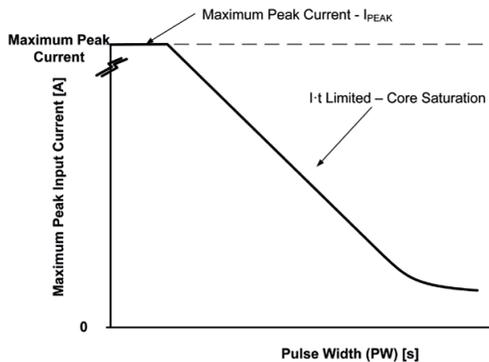
$$\text{Droop} [\%] = 200\pi T f_{LF}$$

wobei:

T=Impulsdauer [s]

f_{LF} =untere Grenzfrequenz [Hz] = Bandbreite LF (-3dB) aus der Spezifikationstabelle

- **Anstiegszeit** Die minimale Zeit für den Anstieg der Stromwandlerausgangsspannung von 10 % auf 90 % des eingeschwungenen (Mess-)wertes, wenn ein kleiner di/dt -Puls an den Eingang angelegt wird. Wenn die Anstiegszeit des Eingangstromsignals kleiner ist als die Spezifikation der Anstiegszeit des Stromwandlers kann es zu Überschwingen und "Klingeln" des gemessenen Signals kommen.
- **Maximales $I \cdot t$ ohne DC-Bias [As]** - Dies ist die gängige Standardspezifikation, also ohne einen an den Stromwandler angelegten DC-Biasstrom. Das Produkt aus Strom multipliziert mit Pulsbreite sollte diesen maximalen $I \cdot t$ -Grenzwert ohne DC-Bias nicht überschreiten, da sonst der Kern des Stromwandlers in die Sättigung geht und eine verzerrte Ausgangssignalform verursacht. Der Strom darf den maximalen Spitzenstrom nicht überschreiten. Wenn der Kern in Sättigung geht werden die niederfrequenten Eigenschaften beeinträchtigt und das Ausgangssignal des Stromwandlers fällt rapide ab. Wenn mehrere Windungen durch den Stromwandler gewickelt sind sollte der maximale Strom mal der Anzahl der gewickelten Windungen diesen Wert nicht überschreiten.

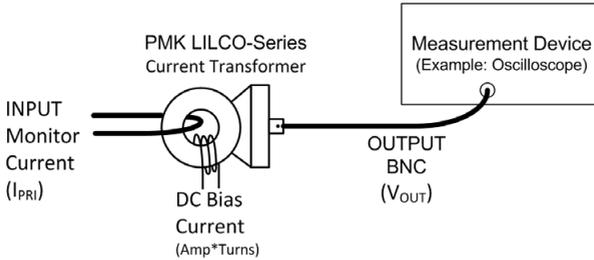


- **Maximales $I \cdot t$ mit DC-Bias [As]**



Tipp! Das Anlegen eines DC-Biassignals (ungefähr gleich dem DC-Sättigungsstrom I_{SAT}) mit der entgegengesetzten Polarität des gemessenen Pulssignals führt zu einer Verbesserung des $I \cdot t$ -Produkts des Stromwandlers um einen Faktor von ~2.

Diese Verbesserung kann mit einem separaten Leiter für den DC-Biasstrom erreicht werden, der durch die Stromwandleröffnung geführt wird. Es können mehrere Wicklungen auf der Primärseite verwendet werden um die benötigten äquivalenten "Ampere x Windungen" zu erreichen. Sobald das DC-Biassignal angelegt wird, sollte das Produkt aus Strom multipliziert mit der Pulsbreite den Grenzwert für das Maximale $I \cdot t$ mit DC-Bias nicht überschreiten, da sonst der Kern des Stromwandlers in Sättigung gerät und ein verzerrtes Ausgangssignal verursacht. Der Strom darf auch hier den maximalen Spitzenstrom nicht überschreiten. Wenn der Kern in Sättigung geht werden die Niederfrequenzeigenschaften beeinträchtigt und das Ausgangssignal des Stromwandlers fällt rapide ab. Werden mehrere Windungen durch den Stromwandler gewickelt, darf der maximale Strom multipliziert mit der Anzahl der gewickelten Windungen diesen Wert ebenfalls nicht überschreiten.

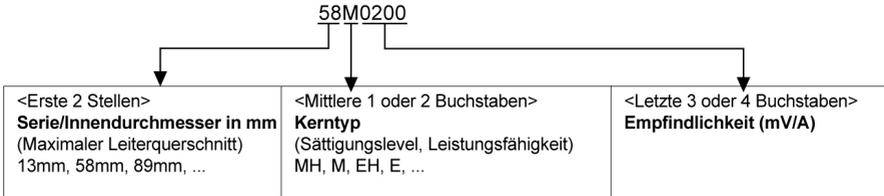


- Maximaler Effektivstrom I_{RMS} [A]** - Der maximale Effektivstrom I_{RMS} der als Primärstrom I_{PRI} angelegt werden kann bevor Erwärmungseffekte die Langzeitstabilität des Stromwandlers beeinträchtigen. Eine kurzzeitige Überschreitung dieses Wertes kann zu einem vorübergehenden Verlust der Messgenauigkeit führen. Eine extreme oder anhaltende Überlastung kann zu einer dauerhaften Beschädigung des Stromwandlers führen.
- I_{PEAK}/f [A/Hz]** - Das maximale Verhältnis von sinusförmigem Spitzenstrom I_{PEAK} zur Frequenz f das ohne Verzerrung des Messsignals verarbeitet werden kann. Es ist das sinusförmige Äquivalent der I-t-Begrenzung für Rechtecksignale und wird durch die Kernsättigung begrenzt.

DE

Modell-Nomenklatur

Die Stromwandler der PMK LILCO®-Serie enthalten in ihren Modelltypen die folgenden Informationen:



Spezifikationen

Elektrische Spezifikationen für 1 M Ω -Terminierung

Eine verbesserte Leistungsfähigkeit bei niedrigen Frequenzen, erhöhte I-t-Fähigkeit und kleinere untere Grenzfrequenz erzielen Sie, indem Sie die Eingangsterminierung Ihres Messgeräts ändern, siehe Abschnitt "So verbessern Sie die Leistungsfähigkeit der LILCO®-Serie".

Modelle	Größe der Öffnung (Durchmesser) [mm] (in.)	Empfindlichkeit (Ausgang) [V/A]	Zeitbereich					Frequenzbereich					
			Max. Spitzenstrom I _{peak} [A]	DC Sättigungsstrom I _{sat} [A]	Max. Droop [A]	Anstiegszeit (10% - 90%) [%/ms]	Max. I-t mit DC Bias [ns]	Max. I-t ohne DC Bias [mA·s]	Max. I-t ohne Strom I _{ms} [mA·s]	Max. RMS LF (-3dB) [A]	Bandbreite HF (-3dB) [Hz]	Bandbreite HF (-3dB) [MHz]	I _{peak} /f [A/Hz]
13E1000	13 (0.512)	1	500	22	880	7	4.5	2.5	7	1400	60	0.016	
13G1000	13 (0.512)	1	500	3	82	7	7	4	7	130	60	0.03	
13W1000	13 (0.512)	1	500	0.25	19	7	7	4	7	30	60	0.02	
13E0500	13 (0.512)	0.5	1000	22	225	10	18	10	14	360	40	0.062	
13G0500	13 (0.512)	0.5	1000	3	22	10	30	15	14	35	40	0.12	
13W0500	13 (0.512)	0.5	1000	0.25	3.15	10	13	7	14	5	40	0.04	
13E0200	13 (0.512)	0.2	2500	22	38	14	110	60	33	60	30	0.38	
13G0200	13 (0.512)	0.2	2500	3	6.3	14	200	100	33	10	30	0.7	
13W0200	13 (0.512)	0.2	2500	0.25	0.63	14	70	40	33	1	30	0.25	
13E0100	13 (0.512)	0.1	5000	22	10	16	400	220	60	16	25	1.4	
13G0100	13 (0.512)	0.1	5000	3	1	16	700	400	60	1.6	25	2.5	
13W0100	13 (0.512)	0.1	5000	0.25	0.19	16	540	300	60	0.3	25	2	
13E0050	13 (0.512)	0.05	10000	22	3.3	40	1200	660	100	5.3	10	4.1	
13G0050	13 (0.512)	0.05	10000	3	0.315	40	2200	1200	100	0.5	10	8	
13W0050	13 (0.512)	0.05	10000	0.25	0.063	40	2200	1200	100	0.1	10	3	
58M1000	58 (2.291)	1	500	2	25	14	18	10	12	40	30	0.06	
58M0500	58 (2.291)	0.5	1000	2	9.4	20	70	40	20	15	20	0.2	
58E0200	58 (2.291)	0.2	2500	55	25	20	360	200	50	40	20	1	
58M0200	58 (2.291)	0.2	2500	2	2.5	20	360	200	50	4	20	1	
58E0100	58 (2.291)	0.1	5000	55	6.3	40	1800	1000	100	10	10	6	
58EH100	58 (2.291)	0.1	2500	55	12.6	20	700	400	100	20	20	2	
58M0100	58 (2.291)	0.1	5000	2	0.315	40	1800	1000	100	0.5	10	6	
58MH100	58 (2.291)	0.1	2500	2	0.63	20	700	400	100	1	20	2	
58E0050	58 (2.291)	0.05	10000	55	1.57	80	6000	3400	200	2.5	5	20	
58M0050	58 (2.291)	0.05	10000	2	0.095	80	6000	3400	200	0.15	5	20	
58E0020	58 (2.291)	0.02	20000	55	0.5	200	20000	12000	500	0.8	2	70	
58M0020	58 (2.291)	0.02	20000	2	0.038	200	20000	12000	500	0.06	2	70	
58EH010	58 (2.291)	0.01	20000	55	0.315	80	24000	13000	400	0.5	5	85	
58MH010	58 (2.291)	0.01	20000	2	0.025	80	24000	13000	400	0.04	5	85	
89M0100	89 (3.504)	0.1	5000	5	0.315	40	2600	1400	100	0.5	10	9	

Dieses Produkt wird mit 2 Jahren Garantie geliefert.

Spezifikationen, die nicht als garantiert gekennzeichnet sind, sind typisch.

1. BNC-Ausgang mit einem Abschlusswiderstand von >50k Ω , siehe Tabelle Änderung der Spezifikationen in diesem Handbuch. Garantiert $\pm 2\%$ *

2. Der Gleichstrompegel, der an das Eingangssignal angelegt wird, wenn der Transformator Kern beginnt in Sättigung zu gehen und die LF 3dB um den Faktor zwei größer wird. (Droop-Faktor hat sich verdoppelt)

*Über Nenn-Klimabedingungen, für reduzierte Bandbreite 10·LF (-3dB) bis 1/10·HF (-3dB).

Umgebungsspezifikationen

Einsatzhöhe	in Betrieb	bis zu 2000 m
	außer Betrieb	bis zu 15000 m
Temperaturbereich	in Betrieb	0 °C bis +50 °C
	außer Betrieb	-40 °C bis +71 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit	in Betrieb	80 % relative Luftfeuchtigkeit für Temperaturen bis zu +31 °C linear fallend bis 40 % bei +50 °C
	außer Betrieb	95 % relative Luftfeuchtigkeit für Temperaturen bis +40 °C

Mechanische Eigenschaften

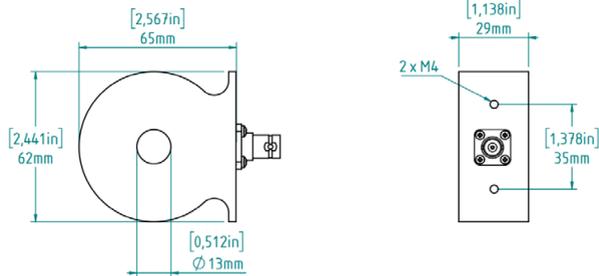


Abbildung 3 - PMK LILCO®-Serie 13: Mechanische Abmessungen

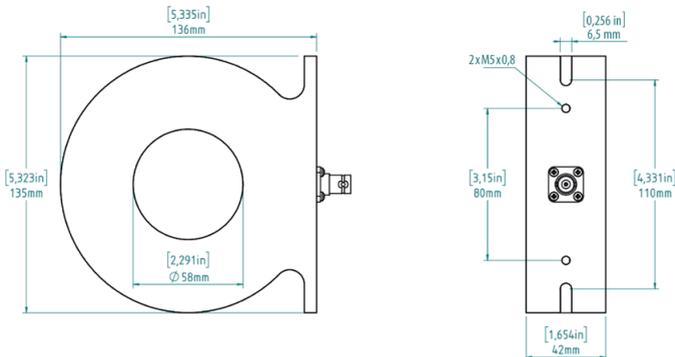


Abbildung 4 - PMK LILCO®-Serie 58: Mechanische Abmessungen

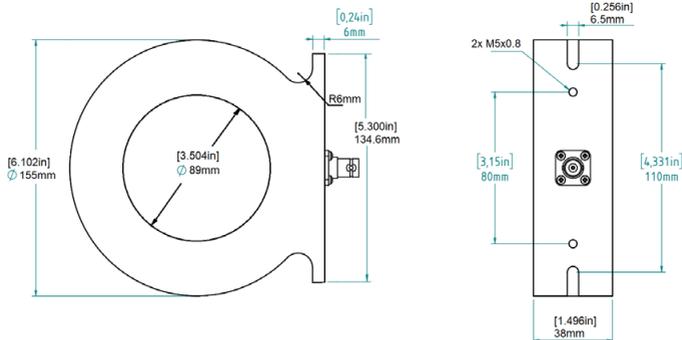


Abbildung 5 - PMK LILCO®-Serie 89: Mechanische Abmessungen

Lieferumfang

Artikel	Anzahl	Artikel	Anzahl
LILCO® Stromwandler	1	Handbuch	1
Werkskalibrierzertifikat	1	---	---

So verbessern Sie die Leistungsfähigkeit der LILCO®-Serie

Um die Spezifikationen für Ausgangsempfindlichkeit, untere Grenzfrequenz (LF 3 dB BW) und Droop zu optimieren kann die BNC-Ausgangsterminierung (Eingangsimpedanz des Messgeräts) geändert werden.



Tip! Die Auswahl der richtigen Stromwandler-Terminierung bietet die Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit des Wandlers für eine Vielzahl von Anwendungen zu verbessern.

DE

Die gesamte I-t-Fähigkeit des Stromwandlers erhöht sich bei Verwendung von 50Ω oder des Dämpfungsglieds ATT10BNCS.

LILCO® Ausgangsverbindung	Änderung der elektrischen Spezifikation
1 MΩ (> 50 kΩ)	<ul style="list-style-type: none"> Keine, siehe Elektrische Spezifikationstabelle
50Ω	<ul style="list-style-type: none"> Untere Grenzfrequenz (3dB LF BW) um Faktor 2 verkleinern Verringerung des Droop um Faktor 2 Reduzierung der Ausgangsempfindlichkeit um Faktor 2
Dämpfungsglied ATT10BNCS	<ul style="list-style-type: none"> Verringerung der untere Grenzfrequenz (3dB LF BW) um Faktor 10 Verringerung des Droop um den Faktor 10 Reduzierung der Ausgangsempfindlichkeit um den Faktor 10

Beachten Sie, dass für das Dämpfungsglied ATT10BNCS ein Messgerät mit 1 MΩ Eingangsterminierung erforderlich ist. Die Eingangsterminierung des Messgeräts entspricht der BNC-Ausgangsterminierung der LILCO® Stromwandler.

Beispiel: Modell 13G1000 mit 13 mm

• 1 MΩ Ausgangsterminierung (Siehe Spezifikationstabelle)

- Ausgangsempfindlichkeit: 1 V/A
- Droop: 880 %/ms (0.88 %/μs)
- Untere Grenzfrequenz (3 dB LF BW): 1400 Hz

• 50Ω Ausgangsterminierung

Verringerung der Ausgangsempfindlichkeit um den Faktor 2 und Verbesserung der Signaltrue bei niedrigen Frequenzen um den Faktor 2.

- Ausgangsempfindlichkeit: 0,5 V/A
- Droop: 440 %/ms (0,44 %/μs)
- Untere Grenzfrequenz (3 dB LF BW): 700 Hz

• Dämpfungsglied ATT10BNCS und 1 MΩ-Eingangsimpedanz des Messgeräts

Verringerung der Ausgangsempfindlichkeit um den Faktor 10 bei gleichzeitiger Verbesserung der Niederfrequenzleistung um Faktor 10.

- Ausgangsempfindlichkeit: 0,1 V/A
- Droop: 88 %/ms (0.088 %/μs)
- Untere Grenzfrequenz (3 dB LF BW): 140 Hz

Optionales Zubehör: Dämpfungsglied ATT10BNCS

Verbessern Sie die Leistungsfähigkeit der LILCO®-Stromwandler mit dem optionalen Dämpfungsglied ATT10BNCS.



Tip! Das ATT10BNCS reduziert die untere Grenzfrequenz (3dB LF BW), den Droop und die Ausgangsempfindlichkeit jeweils um den Faktor 10, während die Hochfrequenzeigenschaften erhalten bleiben.

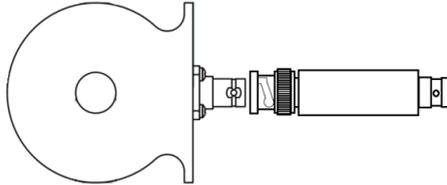


Abbildung 6 - ATT10BNCS Verbindung mit einem LILCO®-Stromwandler

Die Eingangsterminierung des Messgeräts sollte auf $1\text{ M}\Omega$ ($>50\text{ k}\Omega$) eingestellt werden, da sonst bei einem 50Ω -Abschluss die Ausgangsempfindlichkeit um den Faktor 20 verringert wird.

Elektrische Spezifikationen bei $1\text{ M}\Omega$ Termination

Dämpfung	20 dB
Dämpfungstoleranz	$\pm 0,25\text{ dB}$
Bandbreite	DC - 50 MHz
Ausgangsimpedanz	$50\Omega \pm 1\%$
Maximale Eingangsleistung, RMS	2,25 W
Maximale bemessene Eingangsspannungen, Messzubehör ohne Bemessungsdaten für eine Messkategorie, nicht in CAT II, III, IV	
Verschmutzungsgrad	2
Messzubehör ohne Bemessungsdaten für eine Messkategorie	$100\text{ V}_{\text{PEAK}}$

Mechanische Eigenschaften

Abmessungen (W x H x D)	ca. 97 mm x 35 mm x 29 mm
Gewicht	ca. 300 g

Manufacturer

PMK Mess- und Kommunikationstechnik GmbH
Koenigsteinerstrasse 98
65812 Bad Soden am Taunus, Germany

Phone: +49 (0) 6196 5927 - 930
Fax: +49 (0) 6196 5927 - 939

Internet: www.pmk.de
E-Mail: sales@pmk.de

Warranty

PMK warrants this product for normal use and operation within specifications for a period of two years from date of shipment and will repair or replace any defective product which was not damaged by negligence, misuse, improper installation, accident or unauthorized repair or modification by the buyer. This warranty is applicable only to defects due to material or workmanship. PMK disclaim any other implied warranties of merchantability or fitness for a particular purpose. PMK will not be liable for any indirect, special, incidental, or consequential damages (including damages for loss of profits, loss of business, loss of use or data, interruption of business and the like), even if PMK has been advised of the possibility of such damages arising from any defect or error in this manual or product.

EN

WEEE/ RoHS Directives



This electronic product is classified within the WEEE/ RoHS category list as monitoring and control equipment (category 9) and is compliant to the following EC Directives.

EC Directives:

- | | | |
|----------------------------------|---|---|
| WEEE Directive 2012/19/EU | - | Waste Electrical and Electronic Equipment |
| RoHS Directive 2011/65/EU | - | Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment |

Your help and efforts are required to protect and keep clean our environment. Therefore return this electronic product at the end of its life either to our Service Department or take care of separate WEEE collection and professional WEEE treatment yourself. Do not dispose as unsorted municipal waste.

Safety Information



Before first usage read the "Getting Started" Section.



Only use insulated cables to measure a current flow I_{PRI} .



Use only grounded instruments.



Observe ratings of the current transformer and its accessories.



Prevent personal injury, fire and product damage.

To avoid personal injury and to prevent fire or damage to this product or products connected to it, review and comply with the following safety precautions. Be aware that if you use this probe assembly in a manner not specified the protection this product provides may be impaired. Only qualified personnel should use this probe assembly.

EN

Keep away from hazardous live circuits.



Do not operate with suspected failures.

Indoor use only.

Do not operate the product in an explosive atmosphere.

About PMK LILCO® Series Current Transformers

With bandwidths ranging from mHz to >60 MHz and input currents ranging from mA up to 25 kA, the LILCO® series of PMK's current transformers enables precision high bandwidth AC current measurements, which are required for a broad range of measurement applications. The current transformers are capable of accurately measuring large pulse or continuous input currents while electrical shielding between the input and output reduces the influence of electromagnetic fields on the output.

The BNC output of the LILCO® series current transformers makes it easy to connect to a variety of measurement devices, such as, oscilloscopes, digitizers, network analyzers, spectrum analyzer, power analyzers, DMM etc. with just a standard 50Ω coaxial cable.

Improved low frequency performance and increased I-t capability, as well as an attenuated output signal can be realized by changing the input termination of the measuring instrument. The LILCO® series attenuator ATT10BNCS is used to improve these specifications even more while maintaining the high frequency performance of the current transformer.

EN Measurement Principle

The measurement principle is the same as of power transformers. The current transformer has a primary and a secondary winding, and an alternating current flowing in the primary winding, I_{PRI} , induces an alternating current in the secondary winding, I_{SEC} . The secondary winding current, I_{SEC} , flows through the internal 50Ω impedance, $R_{INTERNAL}$, generating an output voltage, V_{OUT} , (Figure 1). This burden resistance, $R_{INTERNAL}$, in parallel with the BNC Output Termination, sets the L_{SEC}/R_{BURDEN} time constant along with the secondary winding's inductance, L_{SEC} , to set the low frequency bandwidth cut-off point.

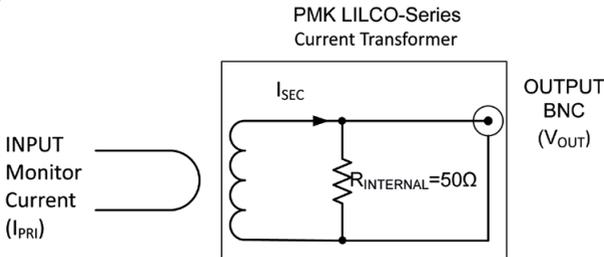


Figure 1 - Simplified Schematic

Galvanic isolation between input and output allows the LILCO® Series to be used in measurement setups with large potential differences or where unwanted currents between input and output appear like in ground loops.

Getting Started

1) First Installation

The current to be measured, the *INPUT Monitor Current* conductor, I_{PRI} , is inserted through the inner hole of the current transformer for the measurement (Figure 2).



Tip! The *INPUT* conductor should be as short as possible to reduce the insertion impedance of adding this current loop to the circuit under test.

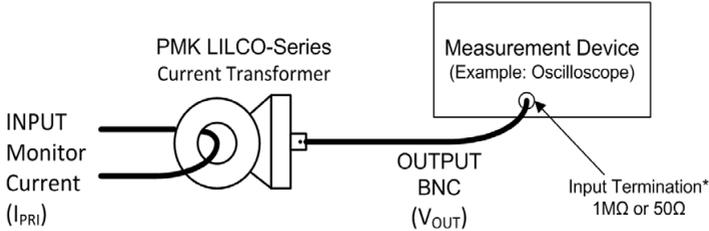


Figure 2 - Basic Connection to the Circuit Under Test
* See Output BNC Termination Selection Table

The PMK LILCO series current transformers have an output impedance of 50Ω and are typically connected to a measurement device via a 50Ω coaxial cable for the measurements.



The *INPUT* conductor must also be adequately insulated for the *INPUT* voltage levels.

The BNC output is connected to a measurement device with either high-impedance input, like the $1\text{ M}\Omega$ input of an oscilloscope or to any 50Ω measurement instrument.



Tip! If the electrical length of the coaxial connecting cable is greater than about $1/10$ of the wavelength for the fastest signal to be viewed, improvements in pulse-edge fidelity can be obtained by terminating the coaxial connecting cable at the measurement device into a 50Ω termination.

2) Connection

The measurement device input termination not only affects the low frequency performance, but also the sensitivity and low frequency bandwidth (droop) performance of the current transformer. The sensitivity [V/A] is determined by the parallel combination of the current transformers internal 50Ω , $R_{INTERNAL}$, and the measurement device input termination. Switching the measurement device input termination from $1\text{ M}\Omega$ to 50Ω will reduce the sensitivity [V/A] by a factor of two (half the voltage at V_{OUT}). At the same time the lower bandwidth (LF 3 dB BW) and droop will also decrease by a factor of two, improving the current transformers ability to capture lower frequency signals significantly.



Tip! Extend the electrical specification with changing the input termination of the measuring instrument only, see section "How to extend the LILCO® Series Performance" in this manual.

The optional ATT10BNCS attenuator is used to extend the low frequency cut-off point, decrease the amount of droop error, increase I-t, and reduce the output sensitivity of the PMK LILCO®-Series current transformers. This allows more accurate measurements for lower frequency signals while maintaining the high frequency performance of the current transformer.

LILCO® Series

By connecting the ATT10BNCS to the output of a LILCO® current transformer, the output resistance, R_{BURDEN} , is reduced by a factor of 10, resulting in:

- Decreasing the low frequency bandwidth (3 dB cut-off) by a factor of 10
- Reducing the amount of droop by a factor of 10
- Increasing the I-t capability of the transformer
- Attenuating the output sensitivity by a factor of 10

The measurement device input termination must be set to 1 M Ω (>50 k Ω), otherwise the output sensitivity will be reduced by a factor of 20 when using the ATT10BNCS.

The magnetic core can become saturated by the DC component of the input signal, I_{PRI} , degrading the low-frequency performance of the current transformer.

The DC input current required to increase the low-frequency bandwidth (-3 dB) by a factor of 2 as well as the droop factor by ~ 2 is the DC saturation current, I_{SAT} (See Definition of Specifications for more information).

PMK LILCO® series current transformers can be installed temporarily or permanently into the measurement setup.

EN

3) Definitions of Specifications

- **Output Sensitivity [V/A]** - The relationship between the input current, I_{PRI} , and the resulting output voltage, V_{OUT} , developed across the output termination resistance, $R_{INTERNAL}$, in parallel with the BNC Output Termination (R_{BURDEN}), of the current transformer. Lowering the output termination resistance, will reduce the output sensitivity. The tolerance of the termination resistance value and the transmission losses in the connecting cable have an influence on the output sensitivity accuracy. (See Figure 1 and Output BNC Termination Selection (Measurement Device Input Termination) Table for more information)
- **Maximum Peak Current, I_{PEAK} [A]** - The maximum peak Input Current, I_{PRI} , that is limited by the voltage breakdown limit of the secondary winding or output BNC of the transformer or by the induced secondary current, I_{SEC} , that exceeds the output termination resistor's, $R_{INTERNAL}$, power rating in the transformer.

When selecting the BNC Output Termination, make sure NOT to exceed the Measurement Device Input Termination Maximum Voltage or Power Levels (max. input voltage 100 V to attenuator input!)

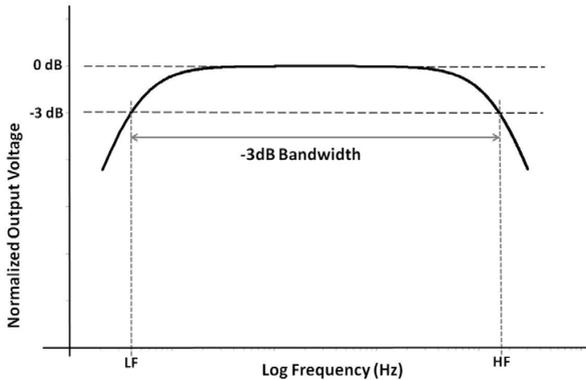
- **DC Saturation Current I_{SAT} [A]** - The magnetic core can become saturated by the DC component of the input signal, I_{PRI} , resulting in a degrade of the low-frequency performance of the current transformer.

The DC Saturation Current is defined as the DC current level applied to the input signal to increase the LF Bandwidth (-3 dB) by a factor of 2, thus causing the droop factor to increase by 2 as well (See *Droop below for more information*).

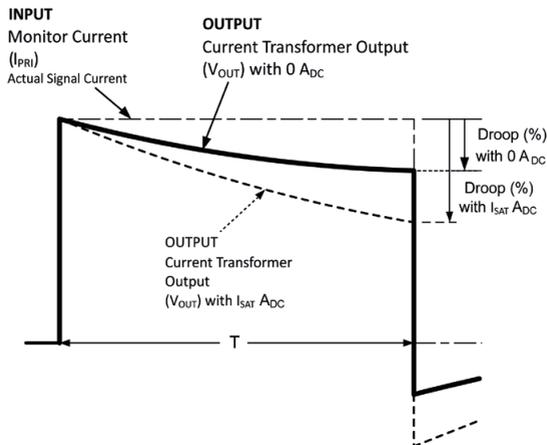
- **Bandwidth / cutoff frequencies**

- **Bandwidth LF [-3 dB]** - The lower -3 dB cutoff frequency of the current transformer is set by the time constant of the secondary inductance, L_{SEC} , over the output termination resistance, R_{BURDEN} , or L_{SEC}/R_{BURDEN} . As the output termination resistance is decreased the low frequency bandwidth will also decrease.

- **Bandwidth HF [-3dB]** - The upper -3dB cut-off frequency of the current transformer is limited by the leakage inductance and secondary winding capacitance of the current transformer. The effect of these parasitic components varies depending on the model.



- **Droop [%]** - Droop, also known as tilt, is proportional to the low frequency cut-off of the current transformer. The amount of droop will also increase when the input current has a DC component to it. The DC current required to increase the Droop factor by ~ 2 is the DC Saturation Current, I_{SAT} .



The flattop response of any AC current transformer displays a certain amount of droop. This is caused by current transformer probe inductance loading the source impedance, causing an L/R exponential decay. For short pulse widths, the response looks nearly flat. The amount of droop can be calculated from the following relationship:

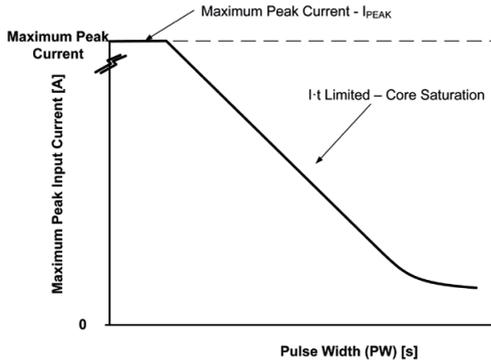
$$\text{Droop [\%]} = 200\pi T f_{LF}$$

where:

T = pulse duration [s]

f_{LF} = lower cut-off frequency [Hz] = Bandwidth LF (-3 dB) from specification table

- **Rise Time** - The minimum response time for the current transformer output to rise from 10 percent to 90 percent of its steady value when a fast di/dt pulse is applied to the input. If the input current signal rise time is faster than the current transformers rise time specification, then overshoot and "ringing" of the measured signal may occur.
- **Maximum I-t without DC Bias [As]** - This is the standard specification without DC Bias applied to the current transformer. The product of the current multiplied by the pulse width must not exceed this maximum I-t without DC Bias limit or the current transformer's core will saturate, causing a distorted output waveform. Also here, the current cannot exceed the Maximum Peak Current. As the core saturates, the low frequency characteristics are affected and the current transformer output waveform drops rapidly. If multiple turns are wrapped though the current transformer, then the maximum current times the number of wrapped turns must not exceed this value.

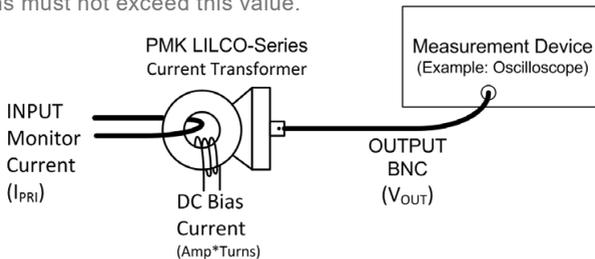


• **Maximum I-t [As] with DC Bias**



Tip! Applying a DC bias current (approximately equal to the DC saturation current, I_{SAT}) with the opposite polarity of the pulse signal being measured will result in a improved, by a factor of ~2, the I-t product of the current transformer.

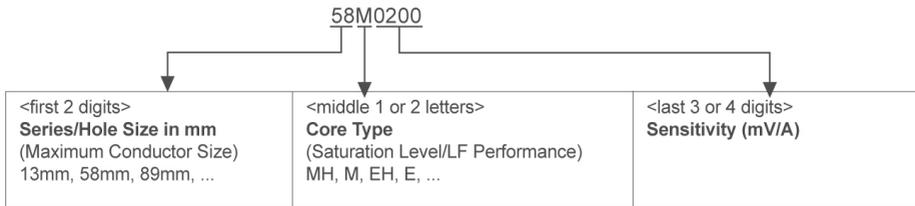
This can be achieved with a separate biasing conductor inserted into the current transformer hole. Multiple windings can be used in the primary to achieve the equivalent Amp·Turns needed. Once the DC bias signal is applied, the product of the current multiplied by the pulse width should not exceed this Maximum I-t with DC Bias limit or the current transformer's core will saturate, causing a distorted output waveform. The current cannot exceed the Maximum Peak Current. As the core saturates, the low frequency characteristics are affected and the current transformer's output waveform drops rapidly. If multiple turns are wrapped through the current transformer, then the maximum current times the number of wrapped turns must not exceed this value.



- **Maximum RMS Current, I_{RMS} [A]** - The maximum RMS current, I_{RMS} , that can be applied to the INPUT, I_{PRI} , before the heating effects start to degrade the long-term stability of the current transformer. Exceeding this value for a short time may result in a temporary loss of measurement accuracy, but extreme or prolonged overloading may cause permanent damage to the current transformer.
- **I_{PEAK}/f [A/Hz]** - I_{PEAK}/f is the maximum ratio of sinusoidal current I_{PEAK} to frequency, f , which can be processed without distortion of the measurement signal. It is the sinusoidal equivalent of $I \cdot t$ limiting for square wave signals and is limited by core saturation.

Model Nomenclature

The PMK LILCO®-Series current transformers contain the following information in their model types:



Specifications

Electrical Specifications for 1 M Ω Termination

Improved low frequency performance, increased I-t capability and reduced lower frequency limit can be achieved by changing the input termination of your measuring instrument, see section "How to extend the LILCO® series performance".

Models	Hole Size (Diameter)	Output Sensitivity ¹	Time Domain						Frequency Domain				
			Max. Peak Current ¹ /peak	DC Saturation Current ² /sat	Max. Droop	Rise Time (10% - 90%)	Max. I-t with DC Bias	Max. I-t with NO DC Bias	Max RMS Current I _{rms}	Bandwidth LF (-3dB)	Bandwidth HF (-3dB)	I _{peak} /f	
	[mm] (in.)	[V/A]	[A]	[A]	[%/ms]	[ns]	[mA·s]	[mA·s]	[A]	[Hz]	[MHz]	[A/Hz]	
13E1000	13(0.512)	1	500	22	880	7	4.5	2.5	7	1400	60	0.016	
13G1000	13(0.512)	1	500	3	82	7	7	4	7	130	60	0.03	
13W1000	13(0.512)	1	500	0.25	19	7	7	4	7	30	60	0.02	
13E0500	13(0.512)	0.5	1000	22	225	10	18	10	14	360	40	0.062	
13G0500	13(0.512)	0.5	1000	3	22	10	30	15	14	35	40	0.12	
13W0500	13(0.512)	0.5	1000	0.25	3.15	10	13	7	14	5	40	0.04	
13E0200	13(0.512)	0.2	2500	22	38	14	110	60	33	60	30	0.38	
13G0200	13(0.512)	0.2	2500	3	6.3	14	200	100	33	10	30	0.7	
13W0200	13(0.512)	0.2	2500	0.25	0.63	14	70	40	33	1	30	0.25	
13E0100	13(0.512)	0.1	5000	22	10	16	400	220	60	16	25	1.4	
13G0100	13(0.512)	0.1	5000	3	1	16	700	400	60	1.6	25	2.5	
13W0100	13(0.512)	0.1	5000	0.25	0.19	16	540	300	60	0.3	25	2	
13E0050	13(0.512)	0.05	10000	22	3.3	40	1200	660	100	5.3	10	4.1	
13G0050	13(0.512)	0.05	10000	3	0.315	40	2200	1200	100	0.5	10	8	
13W0050	13(0.512)	0.05	10000	0.25	0.063	40	2200	1200	100	0.1	10	3	
58M1000	58(2.291)	1	500	2	25	14	18	10	12	40	30	0.06	
58M0500	58(2.291)	0.5	1000	2	9.4	20	70	40	20	15	20	0.2	
58E0200	58(2.291)	0.2	2500	55	25	20	360	200	50	40	20	1	
58M0200	58(2.291)	0.2	2500	2	2.5	20	360	200	50	4	20	1	
58E0100	58(2.291)	0.1	5000	55	6.3	40	1800	1000	100	10	10	6	
58EH100	58(2.291)	0.1	2500	55	12.6	20	700	400	100	20	20	2	
58M0100	58(2.291)	0.1	5000	2	0.315	40	1800	1000	100	0.5	10	6	
58MH100	58(2.291)	0.1	2500	2	0.63	20	700	400	100	1	20	2	
58E0050	58(2.291)	0.05	10000	55	1.57	80	6000	3400	200	2.5	5	20	
58M0050	58(2.291)	0.05	10000	2	0.095	80	6000	3400	200	0.15	5	20	
58E0020	58(2.291)	0.02	20000	55	0.5	200	20000	12000	500	0.8	2	70	
58M0020	58(2.291)	0.02	20000	2	0.038	200	20000	12000	500	0.06	2	70	
58EH010	58(2.291)	0.01	25000	55	0.315	80	24000	13000	400	0.5	5	85	
58MH010	58(2.291)	0.01	25000	2	0.025	80	24000	13000	400	0.04	5	85	
89M0100	89(3.504)	0.1	5000	5	0.315	40	2600	1400	100	0.5	10	9	

This product comes with 2 years warranty. Specifications that are not marked as guaranteed are typical.

1. BNC Output Terminated into >50k Ω , see Change in Specifications table in this manual. Warranted $\pm 2\%$ *
2. The DC current level applied to the input signal when the transformer core starts to saturate and the LF 3dB increases by a factor of two. (Droop factor has doubled)

*Over nominal climate conditions, for reduced bandwidth 10·LF-point to 1/10·HF.

Environmental Specifications

Altitude	operating	up to 2000 m
	non-operating	up to 15000 m
Temperature Range	operating	0 °C to +50 °C
	non-operating	-40 °C to +71 °C
Maximum Relative Humidity	operating	80 % relative humidity for temperatures up to +31 °C, decreasing linearly to 40 % at +50 °C
	non-operating	95 % relative humidity for temperatures up to +40 °C

Mechanical Specifications

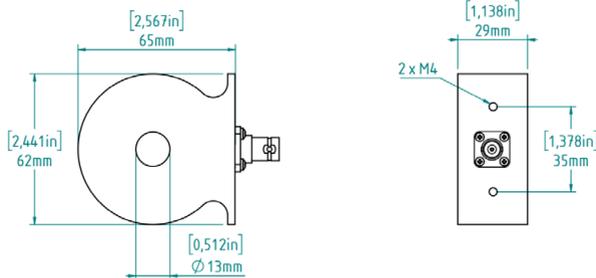


Figure 3 - PMK LILCO®-Series 13 Mechanical Dimensions

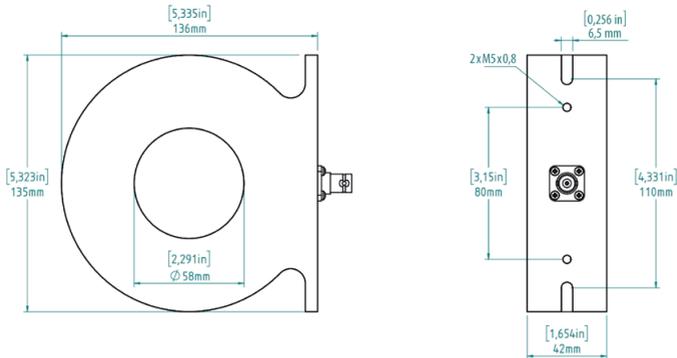


Figure 4 - PMK LILCO®-Series 58 Mechanical Dimensions

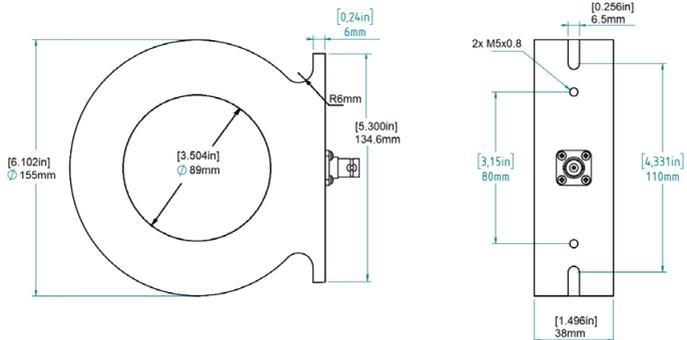


Figure 5 - PMK LILCO®-Series 89 Mechanical Dimensions

EN

Scope of Delivery

Item	Qty	Item	Qty
LILCO® Current Transformer	1	Instruction Manual	1
Calibration Certificate	1	---	---

How to extend the LILCO® Series Performance

To extend the specifications of output sensitivity, lower bandwidth (LF, 3 dB BW) and droop from the Specifications can be achieved by changing the BNC output termination.



Tip! *Selecting the right termination provides the ability to optimize the performance to best adapt to a variety of applications.*

The overall I-t capability of the transformer increases when using 50Ω, or the attenuator ATT10BNCS.

LILCO® Output Connection	Change in Electrical Specification
1 MΩ (> 50 kΩ)	• None to Electrical Specification Table
50Ω	• Reduce LF bandwidth (3 dB cut-off) by factor 2 • Reduce droop by factor 2 • Reduce the output sensitivity by factor 2
Attenuator ATT10BNCS	• Reduce LF bandwidth (3 dB cut-off) by factor 10 • Reduce droop by factor 10 • Reduce the output sensitivity by factor 10

Note, the attenuator ATT10BNCS requires a measuring instrument with 1 MΩ input termination. The measurement device input termination is equal to the LILCO® output BNC termination.

Example: Model 13G1000 with 13 mm inner whole diameter

• 1 MΩ output termination (see Specification Table)

- Output Sensitivity: 1 V/A
- Droop: 880 %/ms (0.88 %/μs)
- Bandwidth LF: 1400 Hz

• 50Ω termination

Reduces the output sensitivity by a factor of 2 while improving the low frequency performance by a factor of 2.

- Output Sensitivity: 0.5 V/A
- Droop: 440 %/ms (0.44 %/μs)
- Bandwidth LF: 700 Hz

• Attenuator ATT10BNCS and 1 MΩ input termination of the measuring instrument

Reduces the output sensitivity by a factor of 10 while improving the low frequency performance by a factor of 10.

- Output Sensitivity: 0.1 V/A
- Droop: 88 %/ms (0.088 %/μs)
- Bandwidth LF: 140 Hz

Optional Accessory: Attenuator ATT10BNCS

Extend the LILCO® current transformer performance with the optional attenuator ATT10BNCS.



Tip! The ATT10BNCS reduces the LF bandwidth (3dB cut-off) by factor 10, droop by factor 10 and the output sensitivity by factor 10 while preserving the high-frequency characteristics.

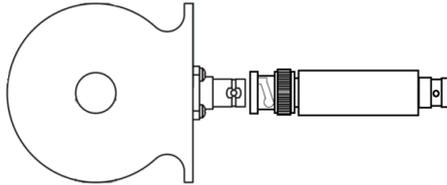


Figure 6 - ATT10BNCS connection to a LILCO® current transformer

The measurement device input termination should be set to $1\text{ M}\Omega$ ($>50\text{ k}\Omega$), otherwise with a 50Ω termination, the output sensitivity will be reduced by a factor of 20.

Electrical Specifications for $1\text{ M}\Omega$ Termination

Attenuation Ratio	20 dB
Attenuation Tolerance	$\pm 0.25\text{ dB}$
Frequency Range	DC - 50 MHz
Output Impedance	$50\Omega \pm 1\%$
Maximum Input Power, RMS	2.25 W
Maximum Rated Input Peak Voltage, No Measurement Category, not in CAT II, III, IV (*)	
Pollution Degree	2
No Measurement Category	$100\text{ V}_{\text{PEAK}}$

Mechanical Specifications

Dimensions (W x H x D)	approx. 97 mm x 35 mm x 29 mm
Weight	approx. 300 g

Copyright © 2022 PMK - All rights reserved.

Informationen in dieser Anleitung ersetzen die in allen bisher veröffentlichten Dokumenten. Änderungen der Spezifikationen vorbehalten.

Information in this publication supersedes that in all previously published material. Specifications are subject to change without notice.