

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 478/2016
(22) Anmeldetag: 17.10.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2019

(51) Int. Cl.: **G01R 11/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 5446372 A
US 5420504 A
DE 102012212946 A1
DE 10258115 A1

(73) Patentinhaber:
Fachhochschule Technikum Wien
1200 Wien (AT)

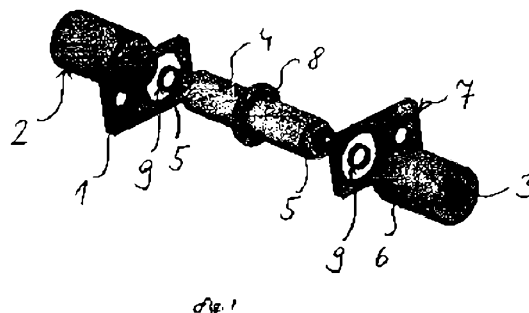
(72) Erfinder:
Edelmoser Karl Dipl.Ing. Dr.
1237 Wien (AT)
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
2351 Wr. Neudorf (AT)

(74) Vertreter:
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
1200 Wien (AT)

(54) Vorrichtung zur Messung rasch veränderlicher Ströme

(57) Die Aufgabe größere, sich rasch ändernde Ströme zu messen, wird erfindungsgemäß dadurch realisiert, dass der zu messende Strom mittels einer Stromzuführung 1 zugeführt wird, an die ein rohrförmiger Leiter 2, vorzugsweise aus Kupfer befestigt ist, an dessen Ende ein Innengewinde 3 geschnitten ist oder eine Presspassung vorgesehen ist, an dem der rohrförmige Rückleiter 4, der aus einem speziellen Widerstandsmaterial mit geringem Temperaturkoeffizienten gefertigt ist, angeschraubt oder verpresst ist und an dessen Ende sich ebenfalls ein Außengewinde 5 oder eine Presspassung befindet, mit dem ein zum rohrförmigen Leiter 2 spiegelbildlich angeordneter rohrförmiger Leiter 6 befestigt wird, an diesem rohrförmigen Leiter 6 ist am anderen Ende die zweite Stromzuführung 7 angeschraubt oder befestigt ist, der Isolationsring 8, der in der Mitte des rohrförmigen Rückleiters 4 angeordnet ist, trennt die beiden Stromzuführungen 1 und 7, die Platine mit der Erfassung des Spannungsabfalls zwischen zwei Abgriffen, wobei die Abgriffe typischerweise durch Federn, die durch Führungen in einem konstanten Abstand gehalten werden und der Weiterverarbeitung dieses Spannungsabfalls, bestehend aus Differenzverstärker, ADC, Rechenschaltung zur

Nachbearbeitung und Aufbereitung zur Datenübertragung, sich im Inneren des Rückleiters 4 befindet und durch eine Befestigungsvorrichtung 9 gehalten wird. Günstig ist auch, dass der rohrförmige Rückleiter 4 eine gute magnetische Leitfähigkeit aufweist, oder dass innerhalb des rohrförmigen Rückleiters 4 eine gut magnetisch leitfähige Schirmung angeordnet ist.



Beschreibung

VORRICHTUNG ZUR MESSUNG RASCH VERÄNDERLICHER STRÖME

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung von Strom, bestehend aus einer ersten 1 und zweiten 7 Stromzuführung und coaxial angeordneten rohrförmigen Leitern (2, 4, 6).

[0002] Strom kann auf verschiedene Weisen gemessen werden, etwa über das mit dem Strom verbundene magnetische Feld oder durch den Spannungsabfall an einem kleinen ohmschen Widerstand. Bei der Messung mittels ohmschen Widerstand (shunt) treten drei Probleme auf: erstens entsteht an der parasitären Induktivität ein zusätzlicher induktiver Spannungsabfall auf der umso größer ist, je steiler die Stromänderung (die Ableitung des Stromes) ist, zweitens wird man den Messwiderstand klein halten um nicht zu große Verluste zu bekommen und daher ist das Messsignal entsprechend klein und daher empfindlich gegen Störungen und drittens ist durch Stromverdrängung auch der ohmsche Widerstand nicht konstant.

[0003] In der Patentliteratur findet man verschiedene Anordnungen um die Induktivität zu verringern. So zeigt DE 10258115 A1 (BAEHR) ein breitbandiges Messmodul zur Strommessung an Einrichtungen der Leistungselektronik, der axialsymmetrisch aufgebaut ist. US 5596309 (SONY/TEKTRONIX) zeigt einen coaxialen Shunt mit verringerter Induktivität. WO 2007/068409 A1 (ISABELLENHÜTTE HEUSLER GMBH & CO.KG) zeigt einen niederohmigen Koaxialwiderstand zur Strommessung.

[0004] Alle hier angeführten Vorrichtungen zeigen einen anderen geometrischen und mechanischen Aufbau. Zusätzlich befindet sich die Auswerteelektronik der gegenständlichen Erfindung innerhalb der coaxialen Anordnung, also im feldfreien Raum, und zusätzlich wird durch die Verwendung eines magnetisch leitfähigen Widerstandsmaterials eine magnetische Schirmwirkung gegen äußere magnetische Felder erzielt.

[0005] Um die Induktivität klein zu halten, wird man einen coaxialen Aufbau des Shunts vorziehen. Dies ist in der Fig. 1 dargestellt. Die Darstellung entspricht in der Größe etwa dem halben realisierten Aufbau. Man erkennt, dass damit große Ströme bis zu 1 kA gemessen werden können. Die Vorrichtung besteht aus einer Stromzuführung 1, an diese ist ein rohrförmiger Leiter 2 vorzugsweise aus Kupfer angeschraubt, dieser hat am Ende ein Innengewinde 3, an dem der rohrförmige Rückleiter 4, der aus einem speziellen Widerstandsmaterial mit geringem Temperaturkoeffizienten und guter magnetischer Leitfähigkeit angeschlossen wird, an dessen Ende sich ebenfalls ein Außengewinde 5 befindet, mit dem ein zu 2 spiegelbildlich angeordneter rohrförmiger Leiter 6 befestigt wird. An diesem ist am anderen Ende die zweite Stromzuführung 7 angeschraubt. Der Isolationsring 8 trennt die beiden Stromzuführungen 1 und 7. Die Ringe 9 dienen zur Befestigung der Auswerteelektronik im rohrförmigen Rückleiter 4.

[0006] Die Platine mit der Erfassung und Weiterverarbeitung der Shuntspannung befindet sich im Inneren des Rückleiters 4. Dies ist ein feldfreier Raum, da sich durch den coaxialen Aufbau die Felder von Hin- und Rücklauf aufheben. Die Shuntspannung wird durch zwei Federn, die auf das Innere des rohrförmigen Rückleiters drücken, gewonnen. Mittels eines Differenzverstärkers wird dieses kleine Signal soweit verstärkt, sodass bei maximalem Strom für den der Shunt gebaut ist, der Eingangsbereich des angeschlossenen ADC voll ausgenutzt wird. Das so entstehende Datensignal kann nun entweder als digitaler Datenstrom über Leitungen oder nach Umformung in ein optisches Signal über Lichtleiter oder über einen außerhalb des Shunts befindlichen Sender drahtlos übertragen werden.

[0007] Anwendung eines so aufgebauten Shunts finden sich bei kurzen hohen Stromimpulsen, wie sie bei der Entladung von Kapazitäten zur Magnetisierung von Permanentmagneten oder beim Punktschweißen auftreten, bei der Erfassung von Strömen bei Ausgleichsvorgängen in elektrischen Netzen oder, entsprechend groß skaliert, bei der Erfassung und genauen Messung von Blitzströmen. Ein solcher Shunt kann also auch in der wissenschaftlichen Forschung von Bedeutung sein. Er eignet sich aber auch (in der Größe entsprechend angepasst) als Strom-

messvorrichtung in leistungselektronischen Umrichtern für die Traktion, in drehzahlgestellten Antrieben und bei der Generierung elektrischer Energie.

[0008] Da sich der Shuntwiderstand durch die Stromverdrängung bei steigenden und fallenden Flanken ändert, ebenso bei unterschiedlichen Frequenzen im stationären Fall bei konstanter Frequenz, muss dies berücksichtigt werden. Am einfachsten ist das bei konstanten Frequenzen. Hier lässt sich der resultierende Shuntwiderstand in Form einer Tabelle ablegen und bei der Signalverarbeitung entsprechend berücksichtigen. Es muss dazu nur die Frequenz des Signals ermittelt und der Shuntwiderstandswert entsprechend berücksichtigt werden. Hat das Messsignal auch höhere Harmonische, so können diese bestimmt werden (nach Fourier, mit einem entsprechenden Algorithmus wie FFT) und für die Oberschwingungen wird der zugehörige Shuntwiderstandswert berücksichtigt. Bei Messung von Flanken kann man den Shuntwiderstand gemäß dem erfassten Signal durch Bestimmung der Steigung (erfolgt durch Differenzierung des Messsignals) und dem maximal auftretenden Wert ebenfalls mittels vorher bestimmter Tabelle bestimmen. So erhält man nach dieser Verarbeitung der Daten (dies geschieht im Mikrokontroller mit dem auch die Digitalisierung erfolgte) ein korrigiertes digitalisiertes Stromsignal, das zur weiteren Nutzung über Leitungen, optisch oder durch Funk übertragen wird und so zur weiteren Nutzung zur Verfügung steht.

[0009] Wird das Ausgangssignal der Messvorrichtung über Leitungen übertragen, ist der Einbau eines Trennverstärkers sinnvoll.

[0010] Falls die Kanalbreite eingeschränkt ist, können die Daten, dies gilt besonders bei der Messung von transienten Vorgängen, zwischengespeichert und mit langsamerer Datenrate übertragen werden. Es kann auch eine Kompression durchgeführt werden, wenn die Daten trotz dieser Einschränkung der Kanalbreite rasch zur Verfügung stehen sollen. Dies ist natürlich nur bei der Auswertung von singulären Ereignissen möglich.

[0011] Die Aufgabe größere, sich rasch ändernde Ströme zu messen, wird erfindungsgemäß dadurch realisiert, dass an die erste Stromzuführung 1 ein rohrförmiger Leiter 2, vorzugsweise aus Kupfer befestigt ist, an dessen Ende ein Innengewinde 3 geschnitten ist oder eine Presspassung vorgesehen ist, an dem der rohrförmige Rückleiter 4, der aus einem speziellen Widerstandsmaterial mit geringem Temperaturkoeffizienten gefertigt ist, angeschraubt oder verpresst ist und an dessen Ende sich ebenfalls ein Außengewinde 5 oder eine Presspassung befindet, mit dem ein zum rohrförmigen Leiter 2 spiegelbildlich angeordneter rohrförmiger Leiter 6 befestigt wird, an diesem rohrförmigen Leiter 6 ist am anderen Ende die zweite Stromzuführung 7 angeschraubt oder befestigt, der Isolationsring 8, der in der Mitte des rohrförmigen Rückleiters 4 angeordnet ist, trennt die beiden Stromzuführungen 1 und 7, die Platine mit der Erfassung des Spannungsabfalls zwischen zwei Abgriffen, wobei die Abgriffe typischerweise durch Federn, die durch Führungen in einem konstanten Abstand gehalten werden, gebildet werden, und der Weiterverarbeitung dieses Spannungsabfalls, bestehend aus Differenzverstärker, ADC, Rechenschaltung zur Nachbearbeitung und Aufbereitung zur Datenübertragung, sich im Inneren des Rückleiters 4 befindet und durch eine Befestigungsvorrichtung 9 gehalten wird.

[0012] Weiters, dass eine Rechenschaltung vorgesehen ist, welche dafür ausgelegt ist einen Korrekturfaktor in Abhängigkeit der Größe und der Steigung des Messsignals mit dem Messsignal mittels Rechenschaltung zu multiplizieren und dass für die Datenübertragung eine optische, elektrische oder drahtlose Sendvorrichtung zur Übertragung der Messwerte an eine Empfangsvorrichtung vorgesehen ist.

[0013] Aus Sicherheitsgründen kann ein Trennverstärker vorgesehen sein, der entweder bei der bei der Messwerterfassung oder bei der oder in der Datenübertragungsvorrichtung den Signalpfad galvanisch trennt. Die Auswertung des Messsignals kann auch so erfolgen, dass eine Temperaturerfassungsvorrichtung mit der die Temperatur im Inneren des Rückleiters erfasst wird vorgesehen ist und weiters eine Rechenschaltung vorgesehen ist, welche dafür ausgelegt ist einen Korrekturfaktor, in Abhängigkeit von der der Temperatur, mit dem Messsignal mittels Rechenschaltung zu multiplizieren. Die Stromzuführungen 1 und 7 können zueinander in beliebigem Winkel angeordnet werden.

[0014] Günstig ist auch, dass der rohrförmige Rückleiter 4 eine gute magnetische Leitfähigkeit aufweist, oder dass innerhalb des rohrförmigen Rückleiters 4 eine gut magnetisch leitfähige Schirmung angeordnet ist.

[0015] Natürlich muss die Korrektur der Daten nicht in der Elektronik innerhalb des Shunts durchgeführt werden, sondern erst auf der Empfangsvorrichtung durchgeführt werden.

[0016] Besonders beim Einsatz bei hohen Betriebsspannung kann es sinnvoll sein die Stromversorgung über eine Energie-Harvester-Vorrichtungen durchzuführen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung von Strom bestehend aus einer ersten (1) und zweiten (7) Stromzuführung und coaxial angeordneten rohrförmigen Leitern (2, 4, 6) **dadurch gekennzeichnet**, dass an die erste Stromzuführung (1) ein rohrförmiger Leiter (2), vorzugsweise aus Kupfer befestigt ist, an dessen Ende ein Innengewinde (3) geschnitten ist oder eine Presspassung vorgesehen ist, an dem der rohrförmige Rückleiter (4), der aus einem speziellen Widerstandsmaterial mit geringem Temperaturkoeffizienten gefertigt ist, angeschraubt oder verpresst ist und an dessen Ende sich ebenfalls ein Außengewinde (5) oder eine Presspassung befindet, mit dem ein zum rohrförmigen Leiter (2) spiegelbildlich angeordneter rohrförmiger Leiter (6) befestigt wird, an diesem rohrförmigen Leiter (6) am anderen Ende die zweite Stromzuführung (7) angeschraubt oder befestigt ist, der Isolationsring (8), der in der Mitte des rohrförmigen Rückleiters (4) angeordnet ist, trennt die beiden Stromzuführungen (1) und (7), die Platine mit der Erfassung des Spannungsabfalls zwischen zwei Abgriffen, wobei die Abgriffe typischerweise durch Federn, die durch Führungen in einem konstanten Abstand gehalten werden, bestehen und der Weiterverarbeitung dieses Spannungsabfalls, bestehend aus Differenzverstärker, ADC, Rechenschaltung zur Nachbearbeitung und Aufbereitung zur Datenübertragung, befindet sich im Inneren des Rückleiters (4) und wird durch eine Befestigungsvorrichtung (9) gehalten.
2. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Rechenschaltung vorgesehen ist, welche dafür ausgelegt ist einen Korrekturfaktor in Abhängigkeit der Größe und der Steigung des Messsignals mit dem Messsignal mittels Rechenschaltung zu multiplizieren.
3. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß einem der Ansprüche 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine optische, elektrische oder drahtlose Sendvorrichtung zur Übertragung der Messwerte an eine Empfangsvorrichtung vorgesehen ist.
4. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Trennverstärker vorgesehen ist, der entweder bei der Messwerterfassung oder bei oder in der Datenübertragungsvorrichtung den Signalpfad galvanisch trennt.
5. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Temperaturerfassungsvorrichtung mit der die Temperatur im Inneren des Rückleiters erfasst wird vorgesehen ist und weiters eine Rechenschaltung vorgesehen ist, welche dafür ausgelegt ist einen Korrekturfaktor, in Abhängigkeit von der Temperatur, mit dem Messsignal mittels Rechenschaltung zu multiplizieren.
6. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromzuführungen (1) und (7) zueinander in beliebigem Winkel angeordnet sind.
7. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet**, dass der rohrförmige Rückleiter (4) eine gute magnetische Leitfähigkeit aufweist.
8. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet**, dass innerhalb des rohrförmigen Rückleiters (4) eine gut magnetisch leitfähige Schirmung angeordnet ist.
9. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Empfangsvorrichtung die Vorrichtung zur Datenkorrektur vorgesehen ist.
10. Vorrichtung zur Messung von Strom, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels einer Energy-Harvester-Vorrichtung die Stromversorgung erfolgt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Figuren

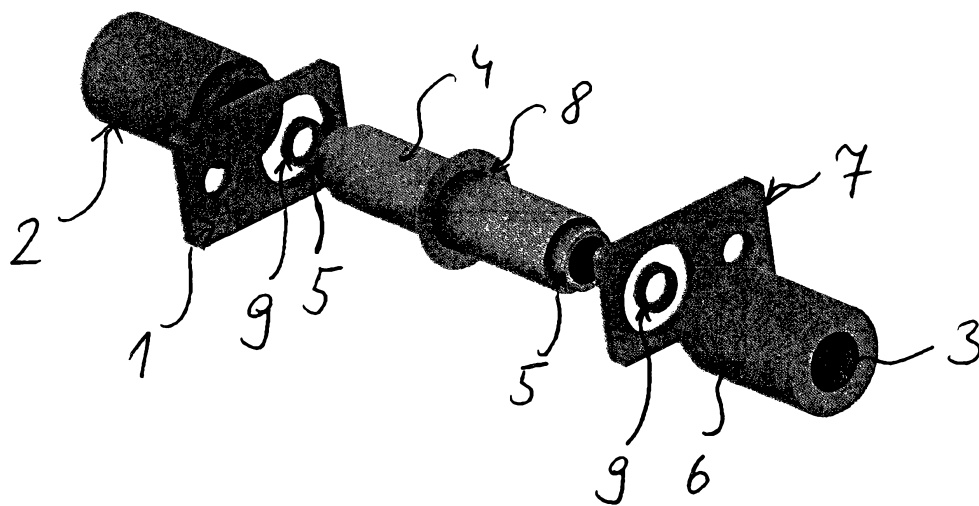


Fig. 1