

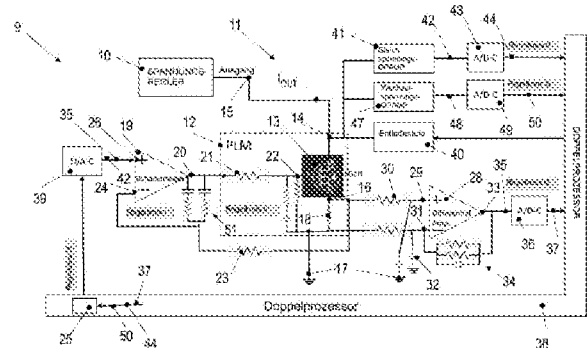
(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 50446/2022	(51)	Int. Cl.:	G01R 31/40	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	22.06.2022			G05F 1/56	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.01.2024			G01R 31/319	(2006.01)
					G01R 31/28	(2006.01)
					G01R 27/28	(2006.01)
					G01R 31/30	(2006.01)
					G01R 31/36	(2006.01)
					G01R 31/333	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: US 2009187367 A1 US 2013271165 A1 US 9429629 B1 GB 2482487 A US 4037156 A	(71)	Patentanmelder: Logicdev e.U. 8052 Graz (AT)
		(72)	Erfinder: Deepak Katkoria V. 8052 Graz (AT)
		(74)	Vertreter: Schwarz & Partner Patentanwälte GmbH 1010 Wien (AT)

(54) **STECKBARES LASTMODUL ZUR PRÜFUNG EINES SPANNUNGSREGLERS**

(57) Prüfvorrichtung (9) zum Prüfen der Unveränderlichkeit der Ausgangsspannung eines Spannungsreglers (10) bei transienten Lasten, wobei umfasst ist: eine Prüfsignalquelle (25), die direkt oder über einen D/A-Wandler (39) mit einem direkten Eingangskontakt (26) eines Schaltertreibers (19) verbunden ist, um mindestens ein Prüfsignal (27) mit einer bestimmten Prüfsignalform bereitzustellen, um einen Schalter (13) zu verändern und einen veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) zu variieren; einen Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber (28), der mit dem Eingangskontakt (29) über einen Eingangswiderstand (30) mit dem Schalter-Source-Kontakt (16) verbunden ist und mit einem invertierten Eingangskontakt (31) über eine Kapazität (32) mit einem Massepotential (17) verbunden ist und mit einem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt (33) über eine Kompensatorimpedanz (34) mit dem invertierten Eingangskontakt (31) des Stromanpassungs-Rückkopplungstreibers (28) verbunden ist, um an dem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt (33) ein Stromanpassungs-Rückkopplungssignal (35) oder Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten (37) für die Prüfsignalquelle (25) bereitzustellen, um die Amplitude des Prüfsignals (27) anzupassen, bis ein voreingestellter Teststrom am Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) erreicht ist.



ZUSAMMENFASSUNG:

Prüfvorrichtung (9) zum Prüfen der Unveränderlichkeit der Ausgangsspannung eines Spannungsreglers (10) bei transienten Lasten, wobei die Prüfvorrichtung (9) umfasst:

5 einen Schalter (13), der mit einem Schalter-Drain-Kontakt (14) mit einem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) und mit einem Schalter-Source-Kontakt (16) mit Massepotential (17) verbunden ist, wobei in diesem Pfad vom Ausgangskontakt (15) zum Massepotential (17) ein Lastwiderstand (18) angeordnet ist;

10 einen Schaltertreiber (19), der mit einem Schaltertreiber-Ausgangskontakt (20) über einen Gate-Widerstand (21) mit einem Schalter-Gate-Kontakt (22) verbunden ist, um den Schalter (13) in einen verbundenen Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler (10) mit einem veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) und dem Lastwiderstand (18) belastet ist, und um den Schalter (13) in einen getrennten Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler (10) von dem Lastwiderstand (18) getrennt ist;

15 einen Rückkopplungswiderstand (23), der zwischen dem Schalter-Source-Kontakt (16) und einem invertierten Eingangskontakt (24) des Schaltertreibers (19) verbunden ist, wobei die Prüfvorrichtung (9) darüber hinaus umfasst:

eine Prüfsignalquelle (25), die direkt oder über einen D/A-Wandler (39) mit einem direkten Eingangskontakt (26) des Schaltertreibers (19) verbunden ist, um mindestens ein erstes

20 Prüfsignal (27) mit einer bestimmten Prüfsignalform und -frequenz bereitzustellen, um den Schalter (13) zu verändern und den veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) zu variieren;

einen Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber (28), der mit einem direkten Eingangskontakt (29) über einen Eingangswiderstand (30) mit dem Schalter-Source-Kontakt (16) verbunden ist

25 und mit einem invertierten Eingangskontakt (31) über eine Kapazität (32) mit einem Massekontakt (17) verbunden ist und mit einem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt (33) über eine Kompensatorimpedanz (34) mit dem invertierten Eingangskontakt (31) des Stromanpassungs-Rückkopplungstreibers (28) verbunden ist, um an dem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt (33) ein Stromanpassungs-

30 Rückkopplungssignal (35) oder Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten (37) für die Prüfsignalquelle (25) bereitzustellen, um die Amplitude des ersten Prüfsignals (27) anzupassen, bis ein voreingestellter Teststrom am Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) erreicht ist.

(Figur 3)

STECKBARES LASTMODUL ZUR PRÜFUNG EINES SPANNUNGSREGLERS

GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Prüfvorrichtung zum Prüfen der

- 5 Unveränderlichkeit der Ausgangsspannung eines Spannungsreglers bei transienten Lasten, wobei die Prüfvorrichtung umfasst:
- einen Schalter, der mit einem Schalter-Drain-Kontakt mit einem Ausgangskontakt des Spannungsreglers und mit einem Schalter-Source-Kontakt mit Massepotential verbunden ist, wobei in diesem Pfad vom Ausgangskontakt zum Massepotential ein Lastwiderstand
- 10 angeordnet ist;
- einen Schaltertreiber, der mit einem Schaltertreiber-Ausgangskontakt über einen Gate-Widerstand mit einem Schalter-Gate-Kontakt verbunden ist, um den Schalter in einen verbundenen Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler mit einem veränderliche Drain-Source-Widerstand des Schalters und dem Lastwiderstand belastet ist, und um den
- 15 Schalter in einen getrennten Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler von dem Lastwiderstand getrennt ist;
- einen Rückkopplungswiderstand, der zwischen dem Schalter-Source-Kontakt und einem invertierten Eingangskontakt des Schaltertreibers verbunden ist.

20 HINTERGRUND DER ERFINDUNG

- Spannungsregler werden verwendet, um verschiedene Geräte wie Kartenleser, Mikroprozessoren, Disc-Treiber oder andere integrierte Schaltkreise mit einer konstanten Spannung zu versorgen, die je nach Spezifikation der Vorrichtung nur innerhalb eines bestimmten Bereichs variieren kann. Darüber hinaus kann es sein, dass der Spannungsregler
- 25 abhängig von dem in der Vorrichtung aktivierten Energiemodus unterschiedliche konstante Spannungen liefern muss. Im Idealfall ist die Ausgangsspannung des Spannungsreglers bei Lasttransienten unveränderlich, in der Praxis treten jedoch gewisse Variationen auf, die problematisch werden, wenn die zulässigen Betriebsspannungstoleranzen der Vorrichtung überschritten werden. Daher müssen die Spannungsregler und die zugehörigen
- 30 Trägerkomponenten geprüft werden, um die gewünschte Leistung unter transienten Lastbedingungen zu überprüfen. Es gibt verschiedene Verfahren zur Erzeugung transients Lasten, die eine Beobachtung der Reaktion des Spannungsreglers ermöglichen.
- Prüfvorrichtungen, wie z.B. jene der Firma Linear Technology, Typ AN104F, werden zum Prüfen solcher Spannungsregler verwendet.

Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm über das Prinzip eines Systems 1 eines zu prüfenden Spannungsreglers 2 und einer Prüfvorrichtung 3 gemäß dem Stand der Technik. Der Spannungsregler 2 wird mit einer Regler-Eingangsspannung versorgt und stellt an einem Ausgangskontakt 4 eine geregelte Spannung von z.B. 5 V bereit. Als Schalter 5 wird ein FET-Treiber verwendet, der mit seinem Drain-Kontakt mit dem Ausgangskontakt 4 und mit seinem Source-Kontakt mit Massepotential verbunden ist, wobei in diesem Pfad zwischen dem Ausgangskontakt 4 und dem Drain-Kontakt ein Lastwiderstand 6 angeordnet ist. An einen durch eine integrierte Schaltung LTC1693-1 realisierten Schaltertreiber 7, der mit einem Gate-Kontakt des Schalters 5 verbunden ist, wird ein Prüfsignal mit unterschiedlichen Impulsen angelegt. Je nach Signalform und -frequenz des Prüfsignals schaltet der Schalter 5 um oder wechselt von einem getrennten in einen verbundenen Zustand, wobei im verbundenen Zustand der transiente Widerstand des Drain-Source-Pfads in Abhängigkeit der Amplitude des Prüfsignals am Gate-Kontakt variieren kann. Der gesamte Serienwiderstand des Drain-Source-Widerstands und der Widerstand des Lastwiderstands 6 bilden die transiente Last der Prüfvorrichtung 3 für den Spannungsregler 2. Ein Oszilloskop ist an CH1 mit dem Ausgangskontakt 4 des Spannungsreglers 2 verbunden, um die Änderungen der geregelten Spannung in Abhängigkeit von der durch das Prüfsignal gesteuerten transienten Last der Prüfvorrichtung 3 anzuzeigen und zu messen. Über eine "ansteckbare" Breitbandsonde wird der Strom im Pfad der transienten Last an CH2 gemessen.

Wenn ein Benutzer des Systems 1 die Prüfung startet, beeinflussen mehrere Faktoren das Prüfergebnis. Die mit dem Ausgangskontakt 4 des Spannungsreglers 2 verbundene Prüfvorrichtung 3 fungiert als Last mit vielen Variablen, die zu Variation/Verzerrung führen, wie Leiterbahnen auf der Leiterplatte, Drahtverbindungen, diskrete Bauteile (R, L, C), parasitäre Bauteile, der Spannungsregler 2 selbst, Durchkontaktierungen, Kondensatorbefestigung, Befestigung des Spannungsreglers 2, Stromversorgungs- und Masseflächen auf der Leiterplatte. In ähnlicher Weise weist auch der Schaltertreiber 7 eine Variation auf. Die Variation auf der Sende- und Empfangsseite führt zu einem unerwarteten Ergebnis am Ausgangskontakt 4 des Spannungsreglers. Eine weitere Herausforderung beim Hochgeschwindigkeitsdesign stellt die Identifizierung des Antiresonanzbereichs, der Ebenenimpedanz und der Ebenenresonanz der mit dem Spannungsregler 2 verwendeten Energiezufuhr dar. Infolge all dieser Variationen muss der Benutzer des Systems 1 die Form und Frequenz des Prüfsignals manuell ändern, um zu messen, wie der Spannungsregler 2 auf die transiente Last der Prüfvorrichtung 3 reagiert. Dieser Vorgang erfordert mehrere Messrunden, um das Prüfsignal, das Oszilloskop, die Offsets, die Trigger-Pegel und die

richtige Zeiteinstellung einzustellen, damit der Spannungsimpuls auf dem Oszilloskop zu sehen ist, was die Messung umständlich macht.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

5 Es ist ein Ziel der Erfindung, eine Prüfvorrichtung bereitzustellen, die eine vollständige Kontrolle über all diese Parameter und Einflussfaktoren hat, um eine Automatisierung dieses Prüfverfahrens zu ermöglichen.

Dieses Ziel wird mit einer Prüfvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Auf der Grundlage des erfinderischen Konzepts sorgen mehrere Rückkopplungsschleifen für die
10 Kontrolle all dieser Einflussfaktoren, um eine Automatisierung des Prüfverfahrens zu ermöglichen. Ein Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber ist mit dem Schalter-Source-Kontakt verbunden, um ein analoges Stromanpassungs-Rückkopplungssignal oder digitale Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten für die Prüfsignalquelle bereitzustellen, um die Amplitude des ersten Prüfsignals anzupassen, bis ein vorgegebener Prüfstrom am
15 Ausgangskontakt des Spannungsreglers erreicht ist. Dies hat den Vorteil, dass, wenn das Prüfverfahren vorgibt, dass der voreingestellte Prüfstromverbrauch der Prüfvorrichtung z. B. 2 A betragen soll, die Prüfvorrichtung den Spannungspegel des Prüfsignals automatisch erzeugt, um sicherzustellen, dass der voreingestellte Prüfstrom erreicht wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Entladestufe mit dem Ausgangskontakt
20 des Spannungsreglers verbunden und so aufgebaut, dass sie die Last einer Ausgangskapazität des Spannungsreglers an dessen Ausgangskontakt zu Beginn der Prüfung entlädt. Der Lastzustand dieser Ausgangskapazität des Spannungsreglers würde das Prüfergebnis beeinflussen, und diese automatische Entladung vor Beginn des Prüfverfahrens stellt sicher, dass die Prüfergebnisse bereits zu Beginn des Prüfverfahrens korrekt sind.

25

Diese und andere Aspekte der Erfindung sind aus den nachfolgend hierin beschriebenen Ausführungsformen ersichtlich und werden durch sie verdeutlicht. Die Fachperson der Technik wird verstehen, dass verschiedene Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können.

30

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Figur 1 zeigt eine Prüfvorrichtung gemäß dem Stand der Technik.

Figur 2 zeigt ein System einer Prüfvorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

Figur 3 zeigt elektrische und funktionelle Blöcke der Prüfvorrichtung des Systems in Figur 2.

5 Figur 4 zeigt Beispiele für verschiedene Prüfsignale, die von der Prüfsignalquelle in Figur 3 bereitgestellt werden.

Figur 5 zeigt ein Beispiel, wie die Gleichspannungsstufe der Prüfvorrichtung realisiert werden könnte.

10 Figur 6 zeigt ein Beispiel, wie die Wechselspannungsstufe der Prüfvorrichtung realisiert werden könnte.

Figur 7 zeigt ein Spannungseinschwingverhalten.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

Figur 2 zeigt ein System 8 einer Prüfvorrichtung 9 zur Prüfung der
15 Unveränderlichkeit der Ausgangsspannung eines Spannungsreglers 10 mit transienten Lasten. Die Prüfvorrichtung 9 besteht aus einer Penta-Gleichstrom-last 11 als Hauptgerät und einer Anzahl von drei steckbaren Lastmodulen 12 als konfigurierbare oder addierbare/ersetzbare Teile zur Bildung der transienten Last. Der Spannungsregler 10 ist mit den steckbaren Lastmodulen 12 verbunden bzw. verlötet oder gesteckt. Das System 8 umfasst darüber hinaus
20 einen lokalen Computer 13, der über ein USB-Kabel angeschlossen ist, und einen entfernten Rechner 14. Der lokale Computer 13 kann mit jeder anderen drahtgebundenen oder drahtlosen Technologie verbunden werden und dient dazu, voreingestellte Daten für ein Prüfverfahren der Prüfvorrichtung 9 zur Prüfung des Spannungsreglers 10 zu definieren und Messergebnisse der Prüfung anzuzeigen. Um dies zu ermöglichen, führt der lokale Computer 13 eine Software
25 aus, die mit der Prüfvorrichtung 9 kommuniziert und beispielsweise eine Oszilloskop-Software verarbeitet, um Zeit- und Frequenzdiagramme von Prüfsignalen als Eingangs- oder Ergebnissignale der Prüfung anzuzeigen. Zusätzlich dazu werden die Prüf- oder Rückkopplungsdaten auf dem lokalen Computer 13 angezeigt. Der entfernte Computer 14 könnte mit dem Internet oder einem anderen Datennetz verbunden sein und Daten von der
30 Prüfvorrichtung 9 oder dem lokalen Computer 13 empfangen und an diese senden. Der entfernte Computer 14 kann verwendet werden, um eine Fernprüfung des Spannungsreglers 10 zu ermöglichen, da solche Prüfungen über mehrere Tage hinweg durchgeführt werden können und Fernprüfungen Vorteile für die Person bieten, die die Prüfverfahren durchführt.

Figur 3 zeigt elektrische und funktionelle Blöcke der Prüfvorrichtung 9 des in Figur 2 gezeigten Systems 8. Als Beispiel ist die Penta-Gleichstrom-Last 11 mit einem der steckbaren Lastmodule 12 dargestellt. Die Prüfvorrichtung 9 umfasst einen Schalter 13, der mit einem Schalter-Drain-Kontakt 14 mit einem Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10 und mit einem Schalter-Source-Kontakt 16 mit dem Massepotential 17 verbunden ist, wobei in diesem Pfad vom Ausgangskontakt 15 zum Massepotential 17 ein Lastwiderstand 18 angeordnet ist. Das bedeutet, dass der Schalter-Source-Kontakt 16 in der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform nicht direkt mit dem Massepotential 17 verbunden ist, sondern über den Lastwiderstand 18 mit dem Massepotential 17 verbunden ist. In einer anderen Ausführungsform der Erfindung könnte der Lastwiderstand 18 auch zwischen dem Ausgangskontakt 15 und dem Schalter-Drain-Kontakt 14 realisiert sein. Der Schalter 13 ist als GaN realisiert, könnte aber auch als SiC, IGBT, MosFet oder FET realisiert werden. Der Fachperson der Technik sind auch andere Technologien zur Realisierung eines solchen Schalters 13 bekannt.

Die Penta-Gleichstrom-Last 11 der Prüfvorrichtung 9 umfasst darüber hinaus einen Schaltertreiber 19, der mit einem Schaltertreiber-Ausgangskontakt 20 über einen Gate-Widerstand 21 mit einem Schalter-Gate-Kontakt 22 verbunden ist, um den Schalter 13 in einen verbundenen Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler 10 mit einem veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters 13 und dem Lastwiderstand 18 belastet ist, und um den Schalter 13 in einen getrennten Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler 10 von dem Lastwiderstand 18 und dem Massepotential 17 getrennt ist. Die Penta-Gleichstrom-Last 11 umfasst einen solchen Schaltertreiber 19 für jedes der steckbaren Lastmodule 12, die an die Penta-Gleichstrom-Last 11 angeschlossen werden können.

Die Penta-Gleichstrom-Last 11 der Prüfvorrichtung 9 umfasst darüber hinaus einen Rückkopplungswiderstand 23, der zwischen dem Schalter-Source-Kontakt 16 und einem invertierten Eingangskontakt 24 des Schaltertreibers 19 verbunden ist. Darüber hinaus ist eine Prüfsignalquelle 25 der Penta-Gleichstrom-Last 11 über einen D/A-Wandler 39 mit einem direkten Eingangskontakt 26 des Schaltertreibers 19 verbunden, um mindestens ein erstes Prüfsignal 27 mit einer bestimmten Prüfsignalform und -frequenz bereitzustellen, um den Schalter 13 zwischen seinem verbundenen und getrennten Zustand zu wechseln und um den veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters 13 zu variieren. Figur 4 zeigt fünf verschiedene Beispiele für Prüfsignale 27. Während eines Prüfverfahrens zum Testen der

verschiedenen Verhaltensweisen des Spannungsreglers 10 werden mehrere verschiedene Prüfsignale 27 verwendet.

Die Penta-Gleichstrom-Last 11 umfasst eine Regelschleife II, die durch den Pfad vom Schaltertreiber-Ausgangskontakt 20 über den Gate-Widerstand 21 und den Schalter-
5 Gate-Kontakt 22 sowie den Schalter-Source-Kontakt 16 und den Rückkopplungswiderstand 23 gebildet wird, der eine Rückkopplungsspannung für den invertierten Eingangskontakt 24 bereitstellt. Diese Rückkopplungsspannung verhält sich proportional zu einem Ausgangsstrom I_{OUT} am Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10, wobei der Ausgangsstrom durch den Lastwiderstand 18 fließt. Diese Rückkopplungsspannung am invertierten Eingangskontakt 24
10 stabilisiert den Ausgangsstrom I_{OUT} am Ausgangskontakt 15. Das bedeutet, dass eine Eingangsspannung sich direkt proportional verhält und trotz Änderungen der Verstärkung der offenen Schleife oder des Schaltelementwiderstands einen nahezu gleichen Ausgangsstrom I_{OUT} erzeugt. Daher ist der Ausgangsstrom I_{OUT} am Ausgangskontakt 15 unabhängig vom Wert/Modus des Schalters 13. Wenn beispielsweise der Regelkreis II etabliert ist und die
15 Spannungsverstärkung sinkt (aufgrund des OPAMP oder anderer Faktoren), dann versucht der Ausgangsstrom I_{OUT} zu sinken. Das Ergebnis ist eine geringere Rückkopplungsspannung und eine höhere Fehlerspannung (Differenz zwischen dem invertierenden und dem NI-Eingang des OPAMP). Die erhöhte Fehlerspannung gleicht die Abnahme der Spannungsverstärkung fast vollständig aus, so dass der Ausgangsstrom I_{OUT} gleich bleibt und dem NI-Eingang
20 folgt.

Die Penta-Gleichstrom-Last 11 der Prüfvorrichtung 9 umfasst darüber hinaus einen Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber 28, der mit einem direkten Eingangskontakt 29 über einen Eingangswiderstand 30 mit dem Schalter-Source-Kontakt 16 und mit einem invertierten Eingangskontakt 31 über eine Kapazität 32 mit dem Massekontakt 17 verbunden ist. Der
25 Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber 28 ist außerdem mit einem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt 33 über eine Kompensatorimpedanz 34 mit dem invertierten Eingangskontakt 31 des Stromanpassungs-Rückkopplungstreibers 28 verbunden, um am Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt 33 ein Stromanpassungs-Rückkopplungssignal 35 bereitzustellen. Ein A/D-Wandler 36 wandelt das analoge
30 Stromanpassungs-Rückkopplungssignal 35 in Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten 37 um. Die Penta-Gleichstrom-Last 11 der Prüfvorrichtung 9 umfasst darüber hinaus einen Mikroprozessor 38, der die Prüfsignalquelle 25 im digitalen Bereich realisiert und solche Daten verarbeitet, um die Amplitude des ersten Prüfsignals 27 so lange anzupassen, bis ein

voreingestellter Prüfausgangsstrom I_{OUT} am Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10 erreicht ist, und diese Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten 37 dem D/A-Wandler 39 zur bereitzustellen, der die Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten 37 wieder in das Stromanpassungs-Rückkopplungssignal 35 für den Schalttreiber 19 umwandelt. Diese

5 Rückkopplung der Spannung am Lastwiderstand 18 über den Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber 28 und den Mikroprozessor 38 an seine Prüfsignalquelle 25 ist ein erster Teil eines Regelkreises III, der die Notwendigkeit einer manuellen Anpassung des Amplituden-Stromanpassungs-Rückkopplungssignals 35 als Eingangssignal des Schaltertreibers 19 oder die manuelle Einstellung der Amplitude des Prüfsignals 27 durch eine

10 Person, die die Prüfung durchführt, vermeidet. Der Differenzverstärker überwacht den tatsächlichen Stromverbrauch über den Shunt-Widerstand im Vergleich zum eingestellten Wert auf der grafischen Benutzeroberfläche. Wenn eine Abweichung vorliegt, ergreift der Prozessor folgende Maßnahmen: Die Schaltelemente arbeiten in ihren linearen Bereichen als variable Widerstände. Durch die Anpassung der Gate-Spannung lässt sich der Wert des

15 Widerstands zwischen Drain und Source steuern, wodurch der Laststrom (Ausgangsstrom I_{OUT}) eingestellt wird. Der DAC variiert die Eingangsspannung, um die Fehlanpassung zu kompensieren. Gleichzeitig überwacht das steckbare Lastmodul 12 den Gleichspannungspegel des Spannungsreglers 10 anhand der vom Benutzer (über die grafische Benutzeroberfläche) eingegebenen Werte. Das steckbare Lastmodul 12 prüft auch den Wechselspannungspegel des

20 Spannungsreglers 10 und zeigt dem Benutzer die abgegebenen Werte an. Das steckbare Lastmodul 12 aktiviert die Entladelogik, um die schwebenden Ladungen zu entfernen, und prüft dann erneut den AC-Pegel. Wenn das Problem weiterhin besteht, wird der Benutzer auf der grafischen Benutzeroberfläche über das Problem informiert.

Die Penta-Gleichstrom-Last 11 der Prüfvorrichtung 9 umfasst außerdem eine

25 Entladestufe 40, die mit dem Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10 verbunden ist und so aufgebaut ist, dass sie zu Beginn des Prüfvorgangs die Last einer Ausgangskapazität des Spannungsreglers 10 an dessen Ausgangskontakt 15 entlädt. Da jeder Spannungsregler 10 eine Restladung hat, wenn der Spannungsregler 10 ausgeschaltet wird, entlädt sich diese Restladung langsam durch den am Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10

30 angeschlossenen Stromkreis, was 1s oder 10s dauern kann und von Stromkreis zu Stromkreis unterschiedlich ist. Die Penta-Gleichstrom-Last 11 verwendet die Entladestufe 40, um die Ausgangsrestladung auf null zu entladen, indem der Ausgangskontakt 15 des

Spannungsreglers 10 mit dem Massepotenzial 17 verbunden wird, wobei das digitale Steuersignal vom Mikroprozessor 38 verwendet wird.

Die Prüfsignalquelle 25 ist ferner so aufgebaut, dass sie ein zweites Prüfsignal bereitstellt, um in diesem Pfad vom Ausgangskontakt 15 zum Massepotenzial 17 die Last für den Spannungsregler 10 zu simulieren, was den Spannungsregler 10 veranlasst, zwischen verschiedenen Schaltmodi zu wechseln, darunter mindestens ein Energiesparmodus und ein aktiver oder voller Leistungsmodus. Der Fachperson sind weitere Schaltmodi des Spannungsreglers 10 bekannt, wie z.B. Ruhemodus, Schlafmodus, Stromsparmodus, Passivmodus, Aktivmodus, Volllastmodus. Basierend auf dem zu prüfenden Modus ändert die Prüfvorrichtung 9 die Prüfsignalquelle 25 von einem Zustand in einen anderen, indem sie die Amplitude oder das Prüfsignal 27 der Prüfsignalquelle 25 verändert. Diese Änderung des Treibersignals sollte den Gleichspannungspegel am Ausgangskontakt 15 nicht verändern. Die Prüfvorrichtung 9 umfasst eine Gleichspannungsstufe 41, die mit dem Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10 verbunden ist und so aufgebaut ist, dass sie an einem Ausgangskontakt der Gleichspannungsstufe ein Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal 42 für die Prüfsignalquelle 25 bereitstellt, um die Übereinstimmung mit der Änderung zwischen dem mindestens einen Energiesparmodus und dem aktiven oder Vollleistungsmodus in Reaktion auf das zweite Prüfsignal zu bestätigen. Um das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal 42 zu verarbeiten und der Prüfsignalquelle 25 bereitzustellen, wird ein A/D-Wandler 43 realisiert, um das analoge Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal 42 in digitale Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten 44 umzuwandeln, und nach der Verarbeitung dieser digitalen Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten 44 mit der Prüfsignalquelle 25 wird ein D/A-Wandler 39 verwendet, um die digitalen Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten 44 zurück in das analoge Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal 42 für den Schaltertreiber 19 umzuwandeln.

Figur 5 zeigt ein Beispiel, wie die Gleichspannungsstufe 41 realisiert werden könnte. Die Gleichspannungsstufe 41 besteht aus einem Kompensationsnetzwerk vom Typ 2, das ein Betriebsverstärker mit einer Rückkopplungsschleife zum invertierten Eingang mit mindestens einer Serienschaltung einer Kapazität und einem ohmschen Widerstand ist. Der Ausgangskontakt des Betriebsverstärkers ist mit einem Eingangskontakt einer programmierbaren Verstärkungssteuerung 45 verbunden, die mit ihrem Ausgangskontakt mit einem direkten Eingangskontakt einer Spannungsfolgerstufe 46 verbunden ist, die an ihrem Ausgangskontakt das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal 42 bereitstellt, das dem

A/D-Wandler 43 zugeführt wird, um die Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten 44 für die Prüfsignalquelle 25 bereitzustellen.

Während des Prüfverfahrens variiert die Penta-Gleichstrom-Last 11 die am Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10 erforderliche Last, um die Modi zu wechseln. Gleichzeitig prüft die Penta-Gleichstrom-Last 11 die Ausgangsspannung und bestätigt, dass die verschiedenen Modi wie erwartet funktionieren, ohne dass der Benutzer die Last für den Spannungsregler 10 manuell steuern muss. Die Penta-Gleichstrom-Last 11 hat auch die Möglichkeit, die Debug-Pins des Spannungsreglers 10 zu überprüfen, um den Status der auf Modi basierenden Logik zu kontrollieren. Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten 44 von der Gleichspannungsstufe 41 sind Teil des Regelkreises III der Penta-Gleichstrom-Last 11.

Die Prüfsignalquelle 25 ist darüber hinaus so aufgebaut, dass sie ein drittes Prüfsignal liefert, um die Last für den Spannungsregler 10 zu simulieren, die den Spannungsregler 10 veranlasst, zwischen dem getrennten Zustand des Schalters 13 und dem verbundenen Zustand des Schalters 13 mit minimalem veränderlichem Drain-Source-Widerstand des Schalters 13 und dem Lastwiderstand 18 zu wechseln. Die Prüfvorrichtung 9 umfasst darüber hinaus eine Wechsellastspannungsstufe 47, die mit dem Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10 verbunden ist und so aufgebaut ist, dass sie an einem Ausgangskontakt der Wechsellastspannungsstufe ein Laständerungs-Rückkopplungssignal 48 für die Prüfsignalquelle 25 bereitstellt, um die Übereinstimmung der Änderung zwischen der maximalen Laständerung in Reaktion auf das dritte Prüfsignal zu bestätigen. Um das Laständerungs-Rückkopplungssignal 48 zu verarbeiten und für die Prüfsignalquelle 25 zur bereitzustellen, wird ein A/D-Wandler 49 eingesetzt, um das analoge Laständerungs-Rückkopplungssignal 48 in digitale Laständerungs-Rückkopplungsdaten 50 umzuwandeln, und ein D/A-Wandler 39 wird verwendet, um die digitalen Laständerungs-Rückkopplungsdaten 50 wieder in das analoge Laständerungs-Rückkopplungssignal 48 umzuwandeln.

Figur 6 zeigt ein Beispiel dafür, wie die Wechsellastspannungsstufe 47 realisiert werden könnte. IQ ist der Ruhestrom bei Nulllast und der wichtigste Engpass, den es bei Systemen mit niedrigem Stromverbrauch im Arbeitszyklus zu überwinden gilt. Ein niedriger IQ ermöglicht eine längere Batterielebensdauer. In vielen Anwendungen ist die Minimierung des Ruhestroms (IQ) ein Schlüsselfaktor zur Senkung des Stromverbrauchs und zur Verlängerung der Batterielebensdauer. Die Genauigkeit der Stromversorgung (Spannungsregler 10) wird jedoch häufig durch ihr Einschwingverhalten eingeschränkt. In der Zeit, in der der Wandler

ausgeschaltet ist, werden im Grunde genommen alle unnötigen internen Schaltungen abgeschaltet, um den Ruhestrom des ICs zu reduzieren. Vorrichtungen mit niedrigem IQ leiden unter längeren Reaktionszeiten, da die internen parasitären Kondensatoren mit relativ geringem Strom auf neue Betriebspunkte aufgeladen werden müssen. Der ungünstigste Fall ist in der Regel ein Schritt von Nulllast auf den maximal zulässigen Laststrom. In solchen Fällen müssen deaktivierte oder in der Leistung reduzierte Schaltkreise wieder aktiviert werden, was eine zusätzliche Verzögerung verursacht. Mit Hilfe des steckbaren Lastmoduls 12 kann der Benutzer die Reaktionszeit von niedrigem IQ des Spannungsreglers 10 ermitteln. Der DAC steuert die schnelle Transiente, wenn sich der Spannungsregler 10 im Modus mit niedrigem IQ befindet. Mit Hilfe der Wechselstrommessung im Regelkreis III kann das steckbare Lastmodul 12 messen, wann und wie lange der Impuls sichtbar ist, wie in Figur 7 zu sehen ist. Die Reaktionszeit umfasst drei Stufen: eine Verzögerungszeit, um auf die Änderung zu reagieren, eine Erholungszeit nach einem Einbruch oder Überspringen und eine Einschwingzeit.

Die Prüfvorrichtung 9 umfasst darüber hinaus eine schwingungsdämpfende Rückkopplungsschleifenimpedanz 51, die zwischen dem Ausgangskontakt 20 des Schaltertreibers und dem invertierten Eingangskontakt 24 des Schaltertreibers 19 verbunden ist, wobei die schwingungsdämpfende Rückkopplungsschleifenimpedanz 51 mindestens eine Kapazität und einen ohmschen Widerstand umfasst, die in Serie geschaltet sind, um Schwingungen zu dämpfen, die durch eine Eingangskapazität des Schalter-Gate-Kontakts 22 verursacht werden, um ein unerwünschtes Schalten des Schalters 13 zu vermeiden. Diese dämpfende Rückkopplungsschleifenimpedanz 51 ermöglicht einen Regelkreis I der Prüfvorrichtung 9.

Der Mikroprozessor 38 der Prüfvorrichtung 9 ist darüber hinaus so konfiguriert, dass er ein Schaltsignal oder Schaltdaten für den Spannungsregler 10 erzeugt, um den Modus des Spannungsreglers 10 in einen Aus-Zustand zu ändern, bevor das Prüfverfahren ausgeführt wird, um zu bestätigen, dass das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal 42 oder die Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten 44 von der Gleichspannungsstufe 41 anzeigen, dass die Ausgangsspannung am Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10 null Volt beträgt.

Der Mikroprozessor 38 der Prüfvorrichtung 9 ist darüber hinaus so konfiguriert, dass er ein Schaltsignal oder Schaltdaten für den Spannungsregler 10 erzeugt, um den Modus des Spannungsreglers 10 in einen Ein-Zustand zu ändern, bevor das Prüfverfahren ausgeführt

wird, um zu bestätigen, dass das Stromänderungs-Rückkopplungssignal 48 oder die Stromänderungs-Rückkopplungsdaten 50 von der Wechselspannungsstufe 47 anzeigen, dass kein externes Rauschen auf dem Ausgangskontakt 15 des Spannungsreglers 10 vorliegt.

5 In einer anderen Ausführungsform der Erfindung könnte die Prüfsignalquelle 25 im analogen Bereich realisiert werden, um das analoge erste Prüfsignal direkt an den direkten Eingangskontakt 26 des Schalttreibers 19 zu liefern, ohne dass der D/A-Wandler benötigt wird.

ANSPRÜCHE

1. Prüfvorrichtung (9) zum Prüfen der Unveränderlichkeit der Ausgangsspannung eines Spannungsreglers (10) bei transienten Lasten, wobei die Prüfvorrichtung (9) umfasst: einen Schalter (13), der mit einem Schalter-Drain-Kontakt (14) mit einem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) und mit einem Schalter-Source-Kontakt (16) mit Massepotential (17) verbunden ist, wobei in diesem Pfad vom Ausgangskontakt (15) zum Massepotential (17) ein Lastwiderstand (18) angeordnet ist; einen Schaltertreiber (19), der mit einem Schaltertreiber-Ausgangskontakt (20) über einen Gate-Widerstand (21) mit einem Schalter-Gate-Kontakt (22) verbunden ist, um den Schalter (13) in einen verbundenen Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler (10) mit einem veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) und dem Lastwiderstand (18) belastet ist, und um den Schalter (13) in einen getrennten Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler (10) von dem Lastwiderstand (18) getrennt ist; einen Rückkopplungswiderstand (23), der zwischen dem Schalter-Source-Kontakt (16) und einem invertierten Eingangskontakt (24) des Schaltertreibers (19) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfvorrichtung (9) darüber hinaus umfasst: eine Prüfsignalquelle (25), die direkt oder über einen D/A-Wandler (39) mit einem direkten Eingangskontakt (26) des Schaltertreibers (19) verbunden ist, um mindestens ein erstes Prüfsignal (27) mit einer bestimmten Prüfsignalform und -frequenz bereitzustellen, um den Schalter (13) zu verändern und den veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) zu variieren; einen Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber (28), der mit einem direkten Eingangskontakt (29) über einen Eingangswiderstand (30) mit dem Schalter-Source-Kontakt (16) verbunden ist und mit einem invertierten Eingangskontakt (31) über eine Kapazität (32) mit einem Massekontakt (17) verbunden ist und mit einem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt (33) über eine Kompensatorimpedanz (34) mit dem invertierten Eingangskontakt (31) des Stromanpassungs-Rückkopplungstreibers (28) verbunden ist, um an dem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt (33) ein Stromanpassungs-Rückkopplungssignal (35) oder Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten (37) für die Prüfsignalquelle (25) bereitzustellen, um die Amplitude des ersten Prüfsignals (27) anzupassen, bis ein voreingestellter Teststrom am Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) erreicht ist.

2. Prüfvorrichtung (9) gemäß Anspruch 1, die darüber hinaus eine Entladestufe (40) umfasst, die mit dem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) verbunden ist und so

aufgebaut ist, dass sie zu Beginn der Prüfung eine Last mit einer Ausgangskapazität des Spannungsreglers (10) an dessen Ausgangskontakt (15) entlädt.

3. Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Prüfsignalquelle (25) so aufgebaut ist, dass sie ein zweites Prüfsignal bereitstellt, um die Last für den Spannungsregler (10) zu simulieren, die den Spannungsregler (10) veranlasst, zwischen verschiedenen Schaltmodi zu wechseln, einschließlich mindestens eines Energiesparmodus und eines aktiven oder Vollleistungsmodus, und wobei die Prüfvorrichtung (9) darüber hinaus eine Gleichspannungsstufe (41) umfasst, die mit dem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) verbunden und so aufgebaut ist, dass sie an einem Gleichspannungsstufen-Ausgangskontakt ein Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42) oder Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44) für die Prüfsignalquelle (25) bereitstellt, um die Übereinstimmung mit der Änderung zwischen dem mindestens einen Energiesparmodus und dem aktiven oder vollen Leistungsmodus in Reaktion auf das zweite Prüfsignal zu bestätigen.

4. Prüfvorrichtung (9) nach Anspruch 3, wobei die Gleichspannungsstufe (41) ein Kompensationsnetzwerk vom Typ 2 umfasst, dessen Ausgangskontakt mit einem Eingangskontakt eines programmierbaren Verstärkungsreglers (45) verbunden ist, der mit seinem Ausgangskontakt mit einem direkten Eingangskontakt einer Spannungsfolgerstufe (46) verbunden ist, die an ihrem Ausgangskontakt das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42) bereitstellt, das optional einem A/D-Wandler (43) zugeführt wird, um die Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44) für die Prüfsignalquelle (25) bereitzustellen.

5. Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Prüfsignalquelle (25) so aufgebaut ist, dass sie ein drittes Prüfsignal bereitstellt, um die Last für den Spannungsregler (10) zu simulieren, was bewirkt, dass der Spannungsregler (10) zwischen dem getrennten Zustand des Schalters (13) und dem verbundenen Zustand des Schalters (13) mit minimalem veränderlichem Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) und dem Lastwiderstand (18) wechselt, und wobei die Prüfvorrichtung (9) darüber hinaus eine Wechsellastspannungsstufe (47) umfasst, die mit dem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) verbunden und so aufgebaut ist, dass sie an einem Wechsellastspannungsstufen-Ausgangskontakt ein Laständerungs-Rückkopplungssignal (48) oder Laständerungs-Rückkopplungsdaten (50) für die Prüfsignalquelle (25) bereitstellt, um

die Übereinstimmung mit der Änderung zwischen der maximalen Laständerung in Reaktion auf das dritte Prüfsignal zu bestätigen.

6. Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, die darüber hinaus eine schwingungsdämpfende Rückkopplungs-Schleifenimpedanz (51) umfasst, die zwischen dem Schaltertreiber-Ausgangskontakt (20) und dem invertierten Eingangskontakt (24) des Schaltertreibers (19) verbunden ist, wobei die schwingungsdämpfende Rückkopplungs-Schleifenimpedanz (51) mindestens eine Kapazität und einen ohmschen Widerstand umfasst, die in Reihe geschaltet sind, um Schwingungen zu dämpfen, die durch eine Eingangskapazität des Schalter-Gate-Kontakts (22) verursacht werden, um unerwünschtes Schalten des Schalters (13) zu vermeiden. [Regelkreis I].

7. Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Schalter (13) mit seinem Schalter-Source-Kontakt (16) über einen Widerstand (23) mit dem invertierten Eingangskontakt (24) des Schaltertreibers verbunden ist [Regelkreis II].

8. Prüfvorrichtung (9) gemäß Anspruch 3, wobei die Prüfvorrichtung (9) eine Steuerung (38) umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie ein Schaltsignal oder Schaltdaten für den Spannungsregler (10) erzeugt, um den Modus des Spannungsreglers (10) in einen Aus-Zustand zu ändern, bevor die Prüfung durchgeführt wird, um zu bestätigen, dass das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42) oder die Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44) von der Gleichspannungsstufe (41) anzeigen, dass die Ausgangsspannung am Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) null Volt beträgt.

9. Prüfvorrichtung (9) gemäß Anspruch 8, wobei die Steuerung (38) so konfiguriert ist, dass sie ein Schaltsignal oder Schaltdaten für den Spannungsregler (10) erzeugt, um den Modus des Spannungsreglers (10) in einen Ein-Zustand zu ändern, bevor die Prüfung durchgeführt wird, um zu bestätigen, dass das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42) oder die Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44) von der Gleichspannungsstufe (41) anzeigen, dass die Ausgangsspannung am Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) mit der für diese Prüfung voreingestellten Spannung übereinstimmt.

10. Prüfvorrichtung (9) gemäß Anspruch 5, wobei die Prüfvorrichtung (9) eine Steuerung (38) umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie ein Schaltsignal oder Schaltdaten für den Spannungsregler (10) erzeugt, um den Modus des Spannungsreglers (10) in einen Ein-Zustand zu ändern, bevor die Prüfung durchgeführt wird, um zu bestätigen, dass das Laständerungs-Rückkopplungssignal (48) oder die Laständerungs-Rückkopplungsdaten (50)

von der Wechselspannungsstufe (47) anzeigen, dass kein externes Rauschen auf dem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) vorliegt.

11. System einer Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 und ein Computer (13, 14), wobei der Computer (13, 14) eine Software ausführt, um mit der
- 5 Prüfsignalquelle (25) der Prüfvorrichtung (9) zu kommunizieren und eines der folgenden Signale oder Daten anzuzeigen: erstes Prüfsignal (27); zweites Prüfsignal; drittes Prüfsignal; Stromanpassungs-Rückkopplungssignal (35); Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten (37); Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42); Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44); Laständerungs-Rückkopplungssignal (48); Laständerungs-Rückkopplungsdaten (50).

10

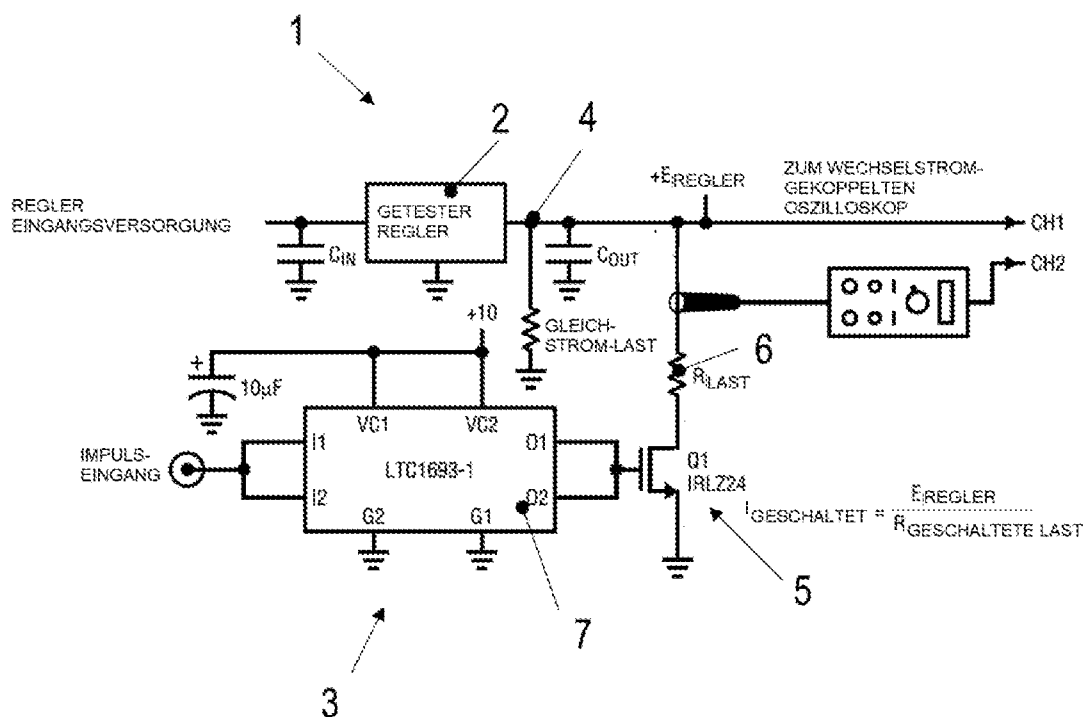


Fig. 1

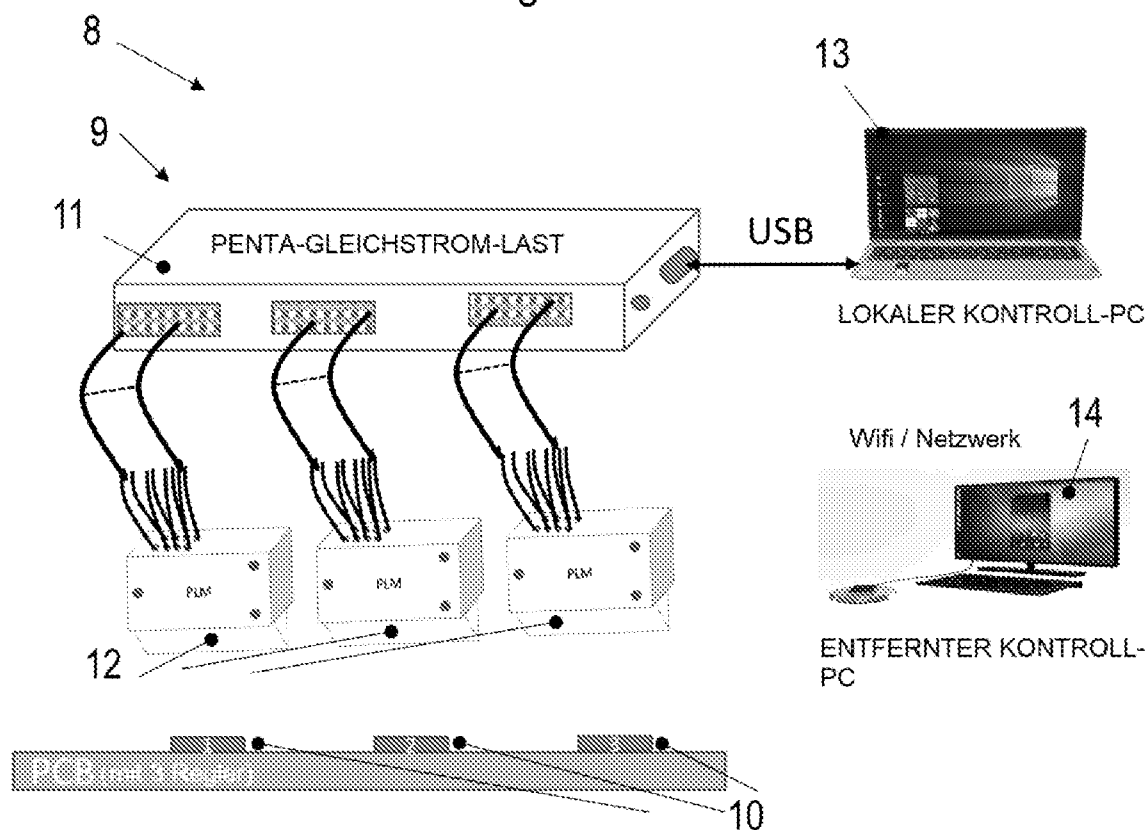


Fig. 2

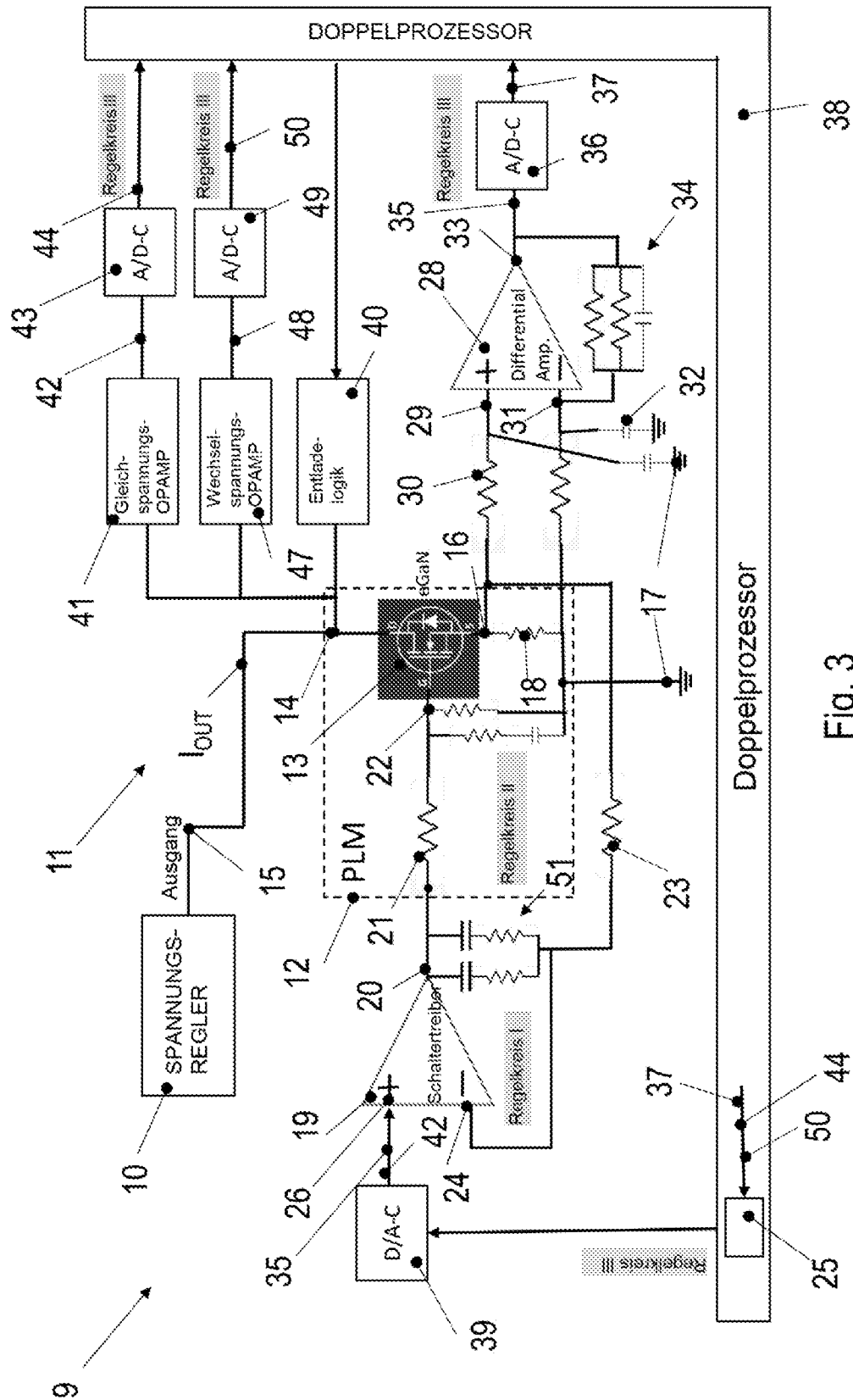


Fig. 3

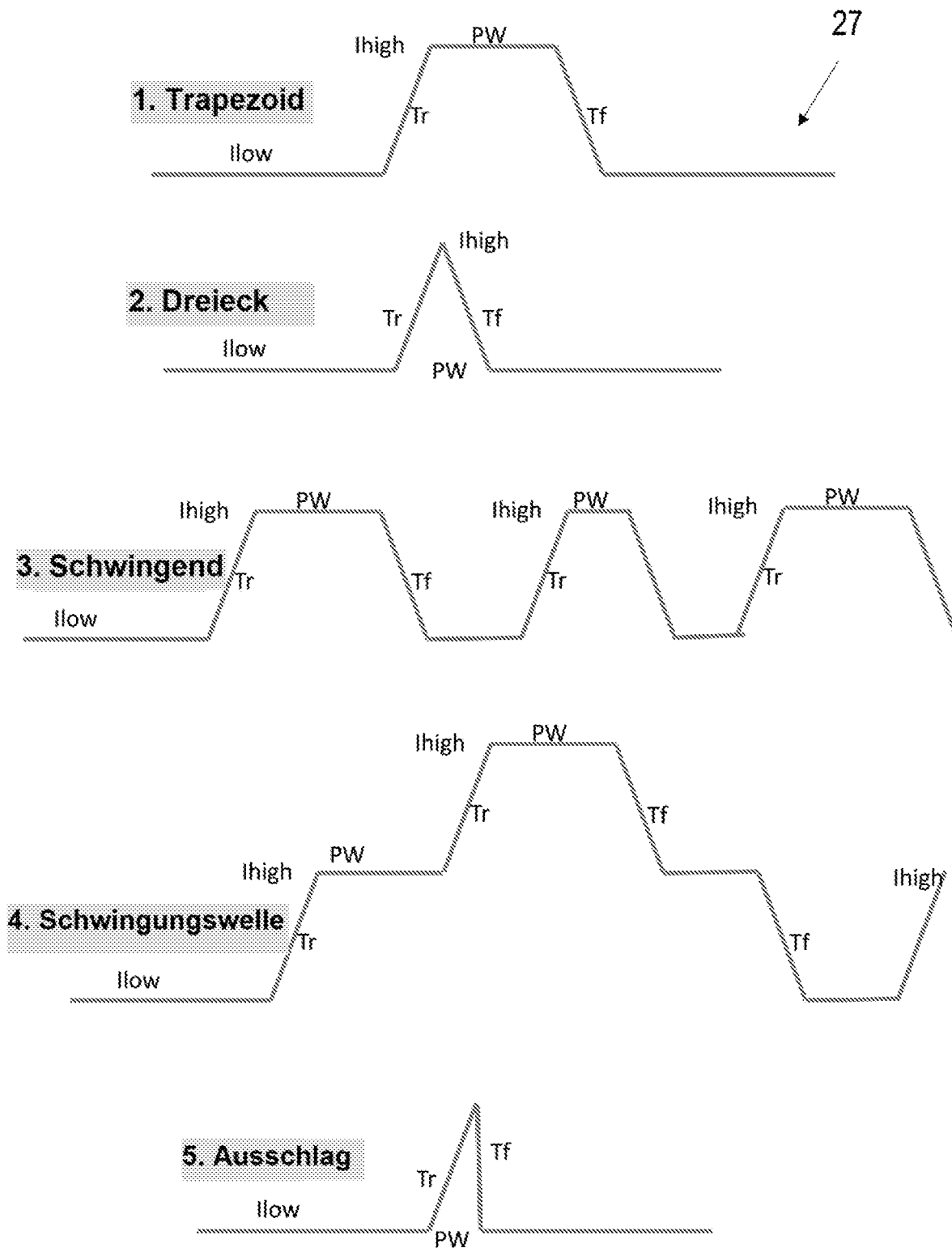


Fig. 4

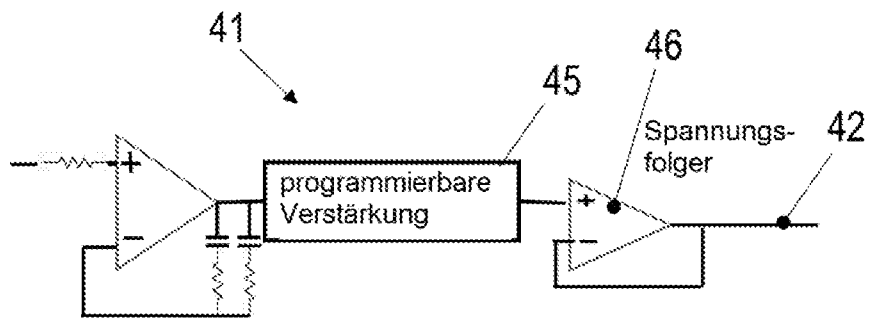


Fig. 5

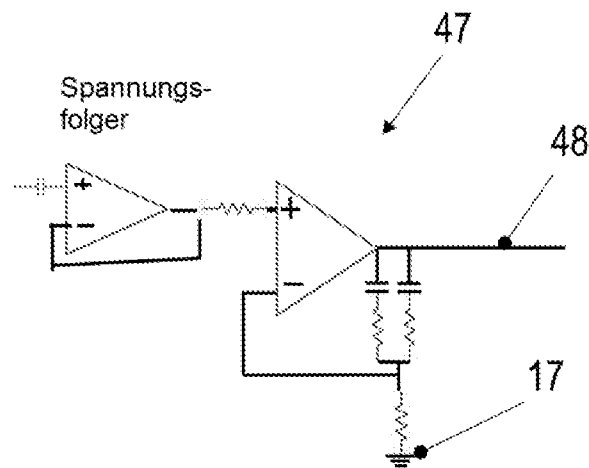


Fig. 6

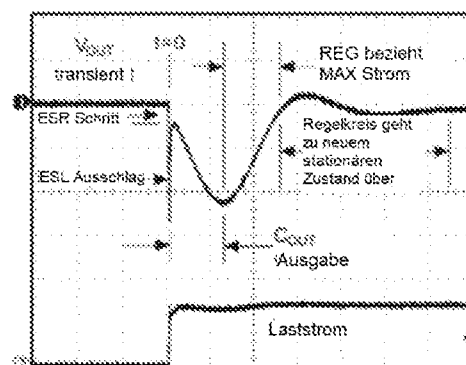


Fig. 7

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

G01R 31/40 (2006.01); **G05F 1/56** (2006.01); **G01R 31/319** (2006.01); **G01R 31/28** (2006.01); **G01R 27/28** (2006.01); **G01R 31/30** (2006.01); **G01R 31/36** (2006.01); **G01R 31/333** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

G01R 31/40 (2017.01); **G05F 1/56** (2013.01); **G01R 31/31908** (2013.01); **G01R 31/2837** (2013.01); **G01R 27/28** (2021.05); **G01R 31/3004** (2013.01); **G01R 31/36** (2019.01); **G01R 31/3333** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

G01R, G05F, H02M

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAP, PATDEW, PATENW, Espacenet, Internet

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 22.06.2022 eingereichten Ansprüchen 1-11 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	US 2009187367 A1 (KAO HUNG-HSIANG ET AL.) 23. Juli 2009 gesamtes Dokument	1-11
A	US 2013271165 A1 (CHEN PENG, TONG SONG-LIN) 17. Oktober 2013 gesamtes Dokument	1-11
A	US 9429629 B1 (PITEL IRA J ET AL.) 30. August 2016 gesamtes Dokument	1-10
A	GB 2482487 A (ELEMENT ENERGY LTD) 08. Februar 2012 gesamtes Dokument	1-11
A	US 4037156 A (GOUJON ROGER HUBERT ET AL.) 19. Juli 1977 gesamtes Dokument	1-11

Datum der Beendigung der Recherche:

09.05.2023

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

NIGISCHER Paul

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

ANSPRÜCHE

1. Prüfvorrichtung (9) zum Prüfen der Unveränderlichkeit der Ausgangsspannung eines Spannungsreglers (10) bei transienten Lasten, wobei die Prüfvorrichtung (9) umfasst: einen Schalter (13), der mit einem Schalter-Drain-Kontakt (14) mit einem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) und mit einem Schalter-Source-Kontakt (16) mit Massepotential (17) verbunden ist, wobei in diesem Pfad vom Ausgangskontakt (15) zum Massepotential (17) ein Lastwiderstand (18) angeordnet ist; einen Schaltertreiber (19), der mit einem Schaltertreiber-Ausgangskontakt (20) über einen Gate-Widerstand (21) mit einem Schalter-Gate-Kontakt (22) verbunden ist, um den Schalter (13) in einen verbundenen Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler (10) mit einem veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) und dem Lastwiderstand (18) belastet ist, und um den Schalter (13) in einen getrennten Zustand zu versetzen, wobei der Spannungsregler (10) von dem Lastwiderstand (18) getrennt ist; einen Rückkopplungswiderstand (23), der zwischen dem Schalter-Source-Kontakt (16) und einem invertierten Eingangskontakt (24) des Schaltertreibers (19) verbunden ist; eine Prüfsignalquelle (25), die direkt oder über einen D/A-Wandler (39) mit einem direkten Eingangskontakt (26) verbunden ist, um mindestens ein erstes Prüfsignal zu erzeugen (27) **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prüfvorrichtung (9) darüber hinaus umfasst: die Prüfsignalquelle (25), um mindestens das erste Prüfsignal (27) mit einer bestimmten Prüfsignalform und -frequenz bereitzustellen, um den Schalter (13) zu verändern und den veränderlichen Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) zu variieren; einen Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber (28), der mit einem direkten Eingangskontakt (29) über einen Eingangswiderstand (30) mit dem Schalter-Source-Kontakt (16) verbunden ist und mit einem invertierten Eingangskontakt (31) über eine Kapazität (32) mit einem Massepotential (17) verbunden ist und mit einem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt (33) über eine Kompensatorimpedanz (34) mit dem invertierten Eingangskontakt (31) des Stromanpassungs-Rückkopplungstreibers (28) verbunden ist, um an dem Stromanpassungs-Rückkopplungstreiber-Ausgangskontakt (33) ein Stromanpassungs-Rückkopplungssignal (35) oder Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten (37) für die Prüfsignalquelle (25) bereitzustellen, um die Amplitude des ersten Prüfsignals (27) anzupassen, bis ein voreingestellter Teststrom am Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) erreicht ist.

2. Prüfvorrichtung (9) gemäß Anspruch 1, die darüber hinaus eine Entladestufe (40) umfasst, die mit dem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) verbunden ist und so

aufgebaut ist, dass sie zu Beginn der Prüfung eine Last mit einer Ausgangskapazität des Spannungsreglers (10) an dessen Ausgangskontakt (15) entlädt.

3. Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Prüfsignalquelle (25) so aufgebaut ist, dass sie ein zweites Prüfsignal bereitstellt, um die Last für den Spannungsregler (10) zu simulieren, die den Spannungsregler (10) veranlasst, zwischen verschiedenen Schaltmodi zu wechseln, einschließlich mindestens eines Energiesparmodus und eines aktiven oder vollen Leistungsmodus, und wobei die Prüfvorrichtung (9) darüber hinaus eine Gleichspannungsstufe (41) umfasst, die mit dem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) verbunden und so aufgebaut ist, dass sie an einem Gleichspannungsstufen-Ausgangskontakt ein Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42) oder Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44) für die Prüfsignalquelle (25) bereitstellt, um die Übereinstimmung mit der Änderung zwischen dem mindestens einen Energiesparmodus und dem aktiven oder vollen Leistungsmodus in Reaktion auf das zweite Prüfsignal zu bestätigen.

4. Prüfvorrichtung (9) nach Anspruch 3, wobei die Gleichspannungsstufe (41) ein Kompensationsnetzwerk vom Typ 2 umfasst, dessen Ausgangskontakt mit einem Eingangskontakt eines programmierbaren Verstärkungsreglers (45) verbunden ist, der mit seinem Ausgangskontakt mit einem direkten Eingangskontakt einer Spannungsfolgerstufe (46) verbunden ist, die an ihrem Ausgangskontakt das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42) bereitstellt, das optional einem A/D-Wandler (43) zugeführt wird, um die Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44) für die Prüfsignalquelle (25) bereitzustellen.

5. Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Prüfsignalquelle (25) so aufgebaut ist, dass sie ein drittes Prüfsignal bereitstellt, um die Last für den Spannungsregler (10) zu simulieren, was bewirkt, dass der Spannungsregler (10) zwischen dem getrennten Zustand des Schalters (13) und dem verbundenen Zustand des Schalters (13) mit minimalem veränderlichem Drain-Source-Widerstand des Schalters (13) und dem Lastwiderstand (18) wechselt, und wobei die Prüfvorrichtung (9) darüber hinaus eine Wechsellastspannungsstufe (47) umfasst, die mit dem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) verbunden und so aufgebaut ist, dass sie an einem Wechsellastspannungsstufen-Ausgangskontakt ein Laständerungs-Rückkopplungssignal (48) oder Laständerungs-Rückkopplungsdaten (50) für die Prüfsignalquelle (25) bereitstellt, um

die Übereinstimmung mit der Änderung zwischen der maximalen Laständerung in Reaktion auf das dritte Prüfsignal zu bestätigen.

5 6. Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, die darüber hinaus eine schwingungsdämpfende Rückkopplungs-Schleifenimpedanz (51) umfasst, die zwischen dem Schaltertreiber-Ausgangskontakt (20) und dem invertierten Eingangskontakt (24) des Schaltertreibers (19) verbunden ist, wobei die schwingungsdämpfende Rückkopplungs-Schleifenimpedanz (51) mindestens eine Kapazität und einen ohmschen Widerstand umfasst, die in Reihe geschaltet sind, um Schwingungen zu dämpfen, die durch eine Eingangskapazität des Schalter-Gate-Kontakts (22) verursacht werden, um unerwünschtes Schalten des Schalters
10 (13) zu vermeiden (Regelkreis I).

7. Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Schalter (13) mit seinem Schalter-Source-Kontakt (16) über einen Widerstand (23) mit dem invertierten Eingangskontakt (24) des Schaltertreibers verbunden ist (Regelkreis II).

15 8. Prüfvorrichtung (9) gemäß Anspruch 3, wobei die Prüfvorrichtung (9) eine Steuerung (38) umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie ein Schaltsignal oder Schaltdaten für den Spannungsregler (10) erzeugt, um den Modus des Spannungsreglers (10) in einen Aus-Zustand zu ändern, bevor die Prüfung durchgeführt wird, um zu bestätigen, dass das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42) oder die Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44) von der Gleichspannungsstufe (41) anzeigen, dass die
20 Ausgangsspannung am Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) null Volt beträgt.

9. Prüfvorrichtung (9) gemäß Anspruch 8, wobei die Steuerung (38) so konfiguriert ist, dass sie ein Schaltsignal oder Schaltdaten für den Spannungsregler (10) erzeugt, um den Modus des Spannungsreglers (10) in einen Ein-Zustand zu ändern, bevor die Prüfung durchgeführt wird, um zu bestätigen, dass das Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal
25 (42) oder die Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten (44) von der Gleichspannungsstufe (41) anzeigen, dass die Ausgangsspannung am Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) mit der für diese Prüfung voreingestellten Spannung übereinstimmt.

10. Prüfvorrichtung (9) gemäß Anspruch 5, wobei die Prüfvorrichtung (9) eine Steuerung (38) umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie ein Schaltsignal oder Schaltdaten für
30 den Spannungsregler (10) erzeugt, um den Modus des Spannungsreglers (10) in einen Ein-Zustand zu ändern, bevor die Prüfung durchgeführt wird, um zu bestätigen, dass das Laständerungs-Rückkopplungssignal (48) oder die Laständerungs-Rückkopplungsdaten (50)

von der Wechselspannungsstufe (47) anzeigen, dass kein externes Rauschen auf dem Ausgangskontakt (15) des Spannungsreglers (10) vorliegt.

11. System einer Prüfvorrichtung (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 in Kombination mit Anspruch 3 und Anspruch 5 und ein Computer (13a, 14a), wobei der
- 5 Computer (13a, 14a) eine Software ausführt, um mit der Prüfsignalquelle (25) der Prüfvorrichtung (9) zu kommunizieren und eines der folgenden Signale oder Daten anzuzeigen: erstes Prüfsignal (27); zweites Prüfsignal; drittes Prüfsignal; Stromanpassungs-Rückkopplungssignal (35); Stromanpassungs-Rückkopplungsdaten (37); Spannungsänderungs-Rückkopplungssignal (42); Spannungsänderungs-Rückkopplungsdaten
- 10 (44); Laständerungs-Rückkopplungssignal (48); Laständerungs-Rückkopplungsdaten (50).

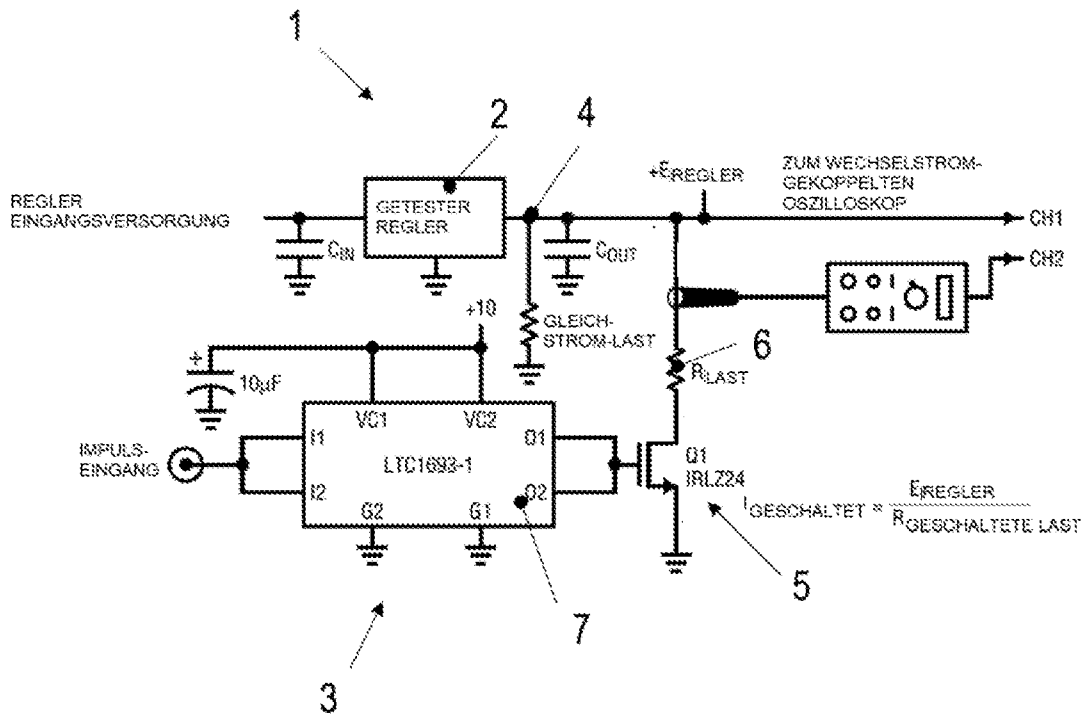


Fig. 1

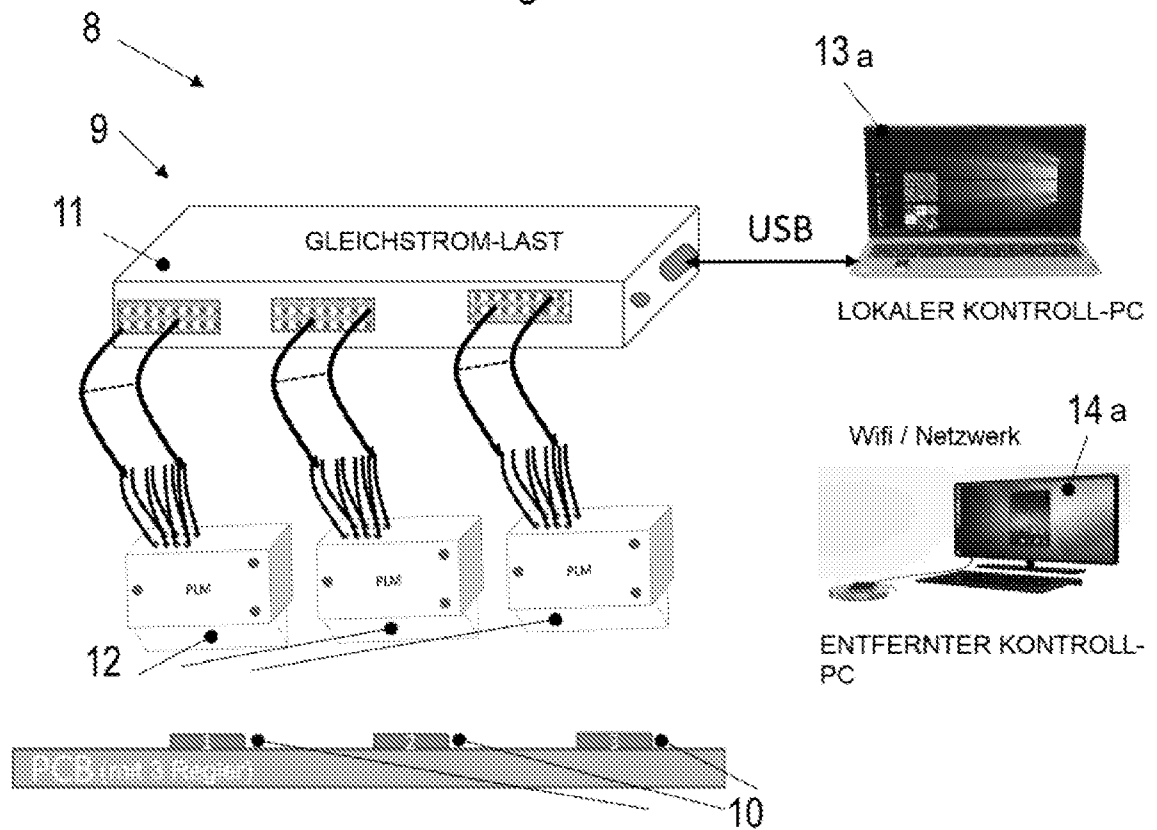


Fig. 2

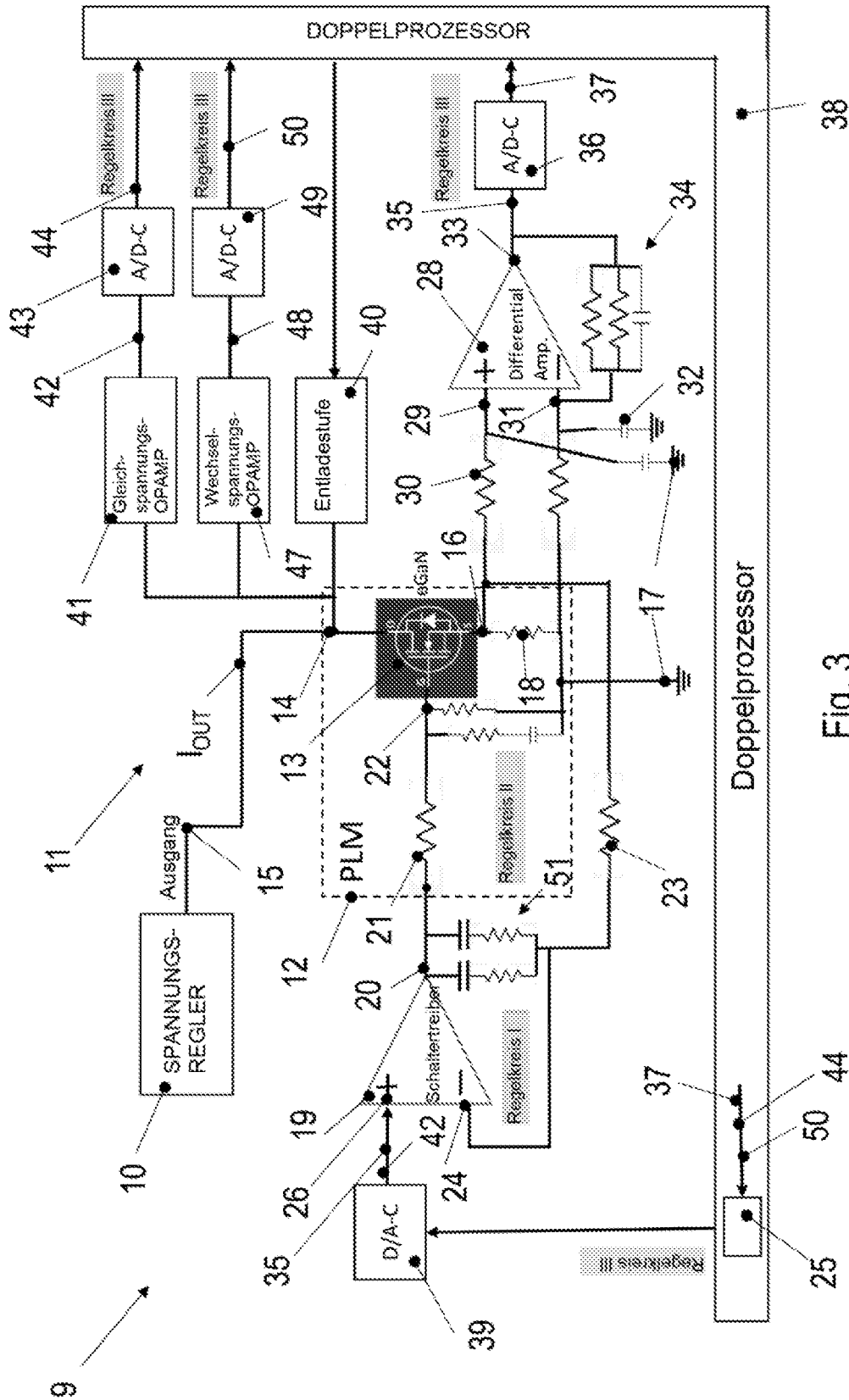


Fig. 3