



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.03.2021 Patentblatt 2021/12

(51) Int Cl.:
H01F 29/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19198584.5**

(22) Anmeldetag: **20.09.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Griebler, Peter**
4483 Hargelsberg (AT)
• **Reisinger, Helmut**
4222 St. Georgen/Gusen (AT)

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

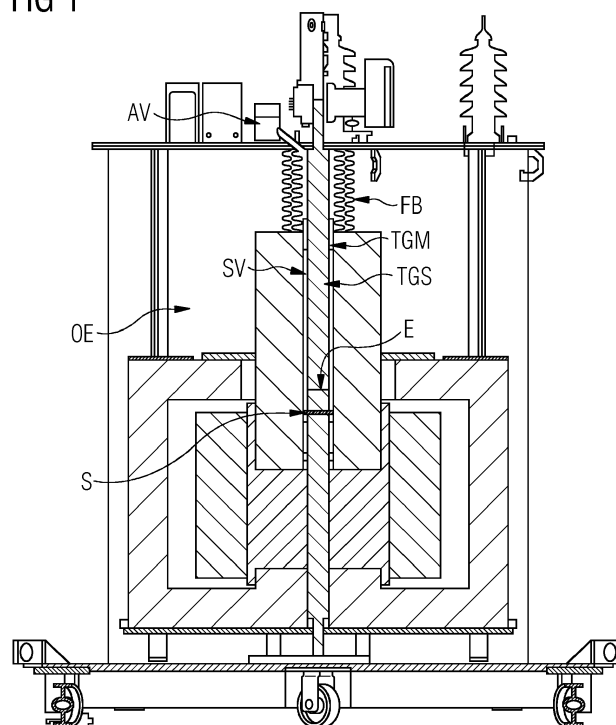
(54) **DROSSELSPULE MIT VERSTELLBAREM EISENKERN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Drosselspule mit verstellbarem Eisenkern (EK) und Trapezgewindeantrieb, wobei der Eisenkern mit einer Trapezgewindemutter (TGM) verbunden ist, welche auf einer in den Eisenkern (EK) ragenden Trapezgewindespindel (TGS) angeordnet ist, wobei der außerhalb des Eisenkerns (EK) verlaufende Teil der Trapezgewindespindel (TGS) von einer Hülle

(FB,TR) umschlossen ist, welche eine die Trapezgewindespindel (TGS) umgebende Schmierflüssigkeit (SV) vom Transformatoröl (OE) der Drosselspule trennt.

Damit wird eine deutliche Reduktion der Verstellgeräusche erzielt und die akustische Umweltbelastung verringert

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Drosselspule mit verstellbarem Eisenkern und Trapezgewindeantrieb, wobei der Eisenkern mit einer Trapezgewindemutter verbunden ist, welche auf einer in den Eisenkern ragenden Trapezgewindespindel angeordnet ist.

[0002] Drosselspulen sind seit vielen Jahren im Einsatz, um kapazitive Blindleistung in Übertragungsnetzen zu kompensieren und die Stabilität der Energieübertragung zu gewährleisten.

[0003] Im Vergleich zu anderen Möglichkeiten wie Generatoren, statischer Blindleistungskompensation oder Statcoms, die vor allem genutzt werden, um schnell Blindleistung zur Verfügung zu stellen und so die Netzstabilität zu erhalten, sind Drosselspulen eine relativ günstige Lösung.

[0004] In konventionellen Übertragungsnetzen werden sie für die Spannungskontrolle, die Bereitstellung von Blindleistung sowie bei speziellen Anwendungen zur Regelung von Lastflüssen und zur Kurzschlussstrombegrenzung eingesetzt.

[0005] In modernen Netzen mit wachsender erneuerbarer Energieerzeugung und höherer Fluktuation bei der Einspeisung werden sie insbesondere eingesetzt bei der Netzanbindung großer Wind- und Solarparks, zur Kompensation von Spannungsschwankungen durch verteilte Erzeugung oder fluktuierendem Verbrauch in Haushalten, zur Anbindung von Energiespeichern, die während des Aufladens höhere Lasten benötigen und während der Speicherung keine Last erzeugen, sowie zur Anpassung an topologische Änderungen wie Netzausbau oder Verlegung von Freileitungen auf Erdkabel.

[0006] Nach den Aufgaben wird unterschieden zwischen Kompensationsdrosselspulen und Erdungsdrosseln.

[0007] Kompensationsdrosselspulen dienen dem Ausgleich kapazitiver Blindleistungen der Übertragungsleitungen, die insbesondere bei schwach belasteten oder leerlaufenden Netzen auftreten, setzen netzfrequente Überspannungen bei plötzlichen Lastabwurf oder leerlaufendem Netz herab, und verbessern damit die Stabilität und Wirtschaftlichkeit der Energieübertragung.

[0008] Kompensations-Drosselspulen mit Ölfüllung werden typisch in zwei Bauarten hergestellt: mit durch Luftspalte unterteiltem Eisenkern oder ohne Eisenkern, mit magnetischem Rückschluss.

[0009] Damit können sie an individuelle Anforderungen bezüglich Spannung, Leistung, Betriebsart, Geräusch- und Verlustarmut, Anschlusstechnik, Kühlungsart sowie Transport und Aufstellung angepasst werden.

[0010] Kompensations-Drosselspulen mit Ölfüllung werden im Allgemeinen mit sogenannter ONAN-Kühlung, d.h. mit natürlicher Konvektion der Umgebungsluft, oder bei großer Leistung auch mit ONAF-Kühlung, bei welcher der Luftstrom mittels Gebläse forciert wird, ausgeführt.

[0011] Sternpunkterdungsdrosseln dienen dazu, den

Fehlerstrom bei nicht beabsichtigten Erdschlüssen eines Leiters in einem Wechselspannungssystem zu kompensieren.

[0012] Sie werden in diesem Zusammenhang nach ihrem Erfinder auch als Petersenspule oder als Erdschlusslöschspule, bzw. auch als statischer Luftkernreaktor bezeichnet.

[0013] Erdschlüsse sind die häufigste Ursache für Betriebsunterbrechungen in elektrischen Energieverteilungsnetzen.

[0014] Zur Minimierung der Auswirkungen von Erdschlüssen in Mittel- und Hochspannungsnetzen wird ein Netzsternpunkt über eine hochohmige Reaktanz, die sogenannte Erdschlusslöschspule (Petersenspule) geerdet, wobei die Erdschlusslöschspule auf die Erdkapazität des Netzes abgestimmt ist.

[0015] Die erforderliche Leistung der Erdschlusslöschspule ist daher von der Größe und Art des Netzes (Freileitungs-, Kabel- oder gemischtes Netz) abhängig.

[0016] Der Einsatz von stufenlos einstellbaren - d.h. in ihrer Induktivität veränderlichen - Erdschlusslöschspulen ermöglicht eine optimale Kompensation des Erdschlussstromes und somit eine optimale Ausnutzung der Vorteile der Erdschlusslöschung.

[0017] Die Veränderung der Induktivität kann nach zwei Grundprinzipien erfolgen, und zwar durch Schalthandlungen an der Spule, die das Zu- oder Abschalten von Windungsteilen bzw. Teilspulen bewirken, oder durch kontinuierliche Verstellung des Luftspaltes des Magnetkreises der E-Spule mit Hilfe einer Verstellmechanik (Tauchkernspule).

[0018] Tauchkernspulen haben den Vorteil, dass keine Schalthandlungen zur Induktivitätsanpassung benötigt werden, die insbesondere im Erdschlussfall eine Netzbeunruhigung bewirken können und sie können wegen ihrer kontinuierlichen Verstellbarkeit auf minimalen Strom an der Fehlerstelle abgestimmt werden.

[0019] Die Verstellmechanik kann beispielsweise als Trapezgewindeantrieb ausgeführt sein, bei dem der Kern mit einer Trapezgewindemutter verbunden ist.

[0020] Durch ein Drehen der durch den Kern hindurch ragenden Trapezgewindespindel bewegt sich die Trapezgewindemutter und damit auch der Kern entlang der Trapezgewindespindel.

[0021] Damit wird die Drehbewegung des Antriebsmotors in eine Längsbewegung des Kerns im Luftspalt der Spule umgewandelt und damit die Induktivität der Spule verändert.

[0022] Bei herkömmlichen Tauchkernspulen kommt es dabei häufig zu einem verhältnismäßig lauten Verstellgeräusch, welches im Betrieb insbesondere von Anrainern von Verteilstationen mit Erdschlusslöschspulen als störend empfunden wird.

[0023] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Drosselspule mit verstellbarem Eisenkern anzugeben, bei der das Verstellgeräusch reduziert ist.

[0024] Erfindungsgemäß geschieht dies mit einer Drosselspule gemäß Anspruch 1.

[0025] Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0026] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass das Verstellgeräusch vorwiegend auf die schlechten Schmiereigenschaften des Transformatorenöls zurückzuführen ist.

[0027] Transformatorenöl ist ein hochraffiniertes Mineralöl oder ein dünnflüssiges Silikonöl oder ein natürlicher Ester oder ein synthetischer Ester, das bei hohen Temperaturen stabil ist und gute elektrische Isoliereigenschaften aufweist. Seine Schmiereigenschaften d.h. insbesondere die Viskosität und das Fließverhalten sind jedoch schlechter als die entsprechenden Eigenschaften spezieller Schmieröle.

[0028] Erfindungsgemäß wird nun der außerhalb des Eisenkerns verlaufende Teil der Trapezgewindespindel mit einer Hülle umgeben, welche beispielsweise aus einem Faltenbalg oder aus einem Teleskoprohr bestehen kann.

[0029] Die Hülle trennt eine die Trapezgewindespindel umgebende Schmierflüssigkeit vom Transformatorenöl der Drosselspule.

[0030] Damit wird es ermöglicht, für die Schmierung der Trapezgewindespindel ein hinsichtlich seiner Schmiereigenschaften optimiertes Schmieröl zu verwenden, während für die Kühlungs- und Isolierungsaufgaben ein hinsichtlich dieser Eigenschaften optimiertes Transformatorenöl eingesetzt wird.

[0031] Damit wird eine deutliche Reduktion der Verstellgeräusche erzielt und die akustische Umweltbelastung verringert.

[0032] Der von der Hülle umschlossene Bereich des Schmieröls ist vorzugsweise mit einem Ausgleichsbehälter verbunden mit dem Volumensänderungen aufgrund der Bewegung des Eisenkerns oder ggf. aufgrund von Temperaturschwankungen ausgeglichen werden können.

[0033] Die erfindungsgemäße Drosselspule eignet sich insbesondere für den Einsatz als Erdschlusslöschspule in einem elektrischen Energieverteilungsnetz.

[0034] Bei diesem Einsatz wird die Drosselspule vorzugsweise mittels Erdschluss-Kompensationsregler, beispielsweise vom TYP EFC20 der Trench Austria angesteuert werden.

[0035] Der Trapezgewindeantrieb kann mittels Elektromotor angetrieben werden, günstig ist es, wenn für Notfälle, d.h. den Ausfall des Elektromotors eine Handkurbel und ein Potentiometer zur Stellungsferrnanzeige vorgesehen sind.

[0036] Die Erfindung wird anhand von Figuren näher erläutert.

[0037] Es zeigen beispielhaft:

Figur 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Drosselspule mit Faltenbalg und
Figur 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Drosselspule mit Teleskoprohr.

[0038] Die Drosselspule gemäß den Figuren umfasst ein Gehäuse G mit einer Spule SP und einem Joch J, in deren Inneren ein Eisenkern EK verschiebbar angeordnet ist, um die Induktivität der Spule SP verändern zu können.

[0039] Die Verstellmechanik ist als Trapezgewindeantrieb ausgeführt, mit einer drehbar im Gehäuse gelagerten Trapezgewindespindel TGS und einer mit dem Eisenkern EK verbundenen Trapezgewindemutter TGM.

[0040] Durch ein Drehen der in den Eisenkern EK ragenden Trapezgewindespindel TGS bewegt sich die Trapezgewindemutter und damit auch der Eisenkern EK entlang der Trapezgewindespindel TGS.

[0041] Damit wird die Drehbewegung des Antriebsmotors in eine Längsbewegung des Eisenkerns im Luftspalt der Spule SP umgewandelt und damit die Induktivität der Spule SP verändert.

[0042] Die Drosselspule gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist mit einem üblichen Transformatorenöl OE gekühlt, welches das Gehäuse G bis zu einem Füllstand ausfüllt und alle Komponenten wie Spule SP, Joch J, Eisenkern EK und Trapezgewindespindel TGS weitgehend umgibt.

[0043] Als Material für die Trapezgewindespindel 7 eignet sich besonders austenitischer Stahl, der ausreichende Stabilitätseigenschaften aufweist, hitze- und korrosionsbeständig ist und zudem nicht-ferromagnetisch ist. Alternativ können beliebige ferromagnetische oder nicht-ferromagnetische Metalle, bevorzugt nicht-rostende Stähle eingesetzt werden.

[0044] Erfindungsgemäß ist der außerhalb des Eisenkerns verlaufende Teil der Trapezgewindespindel TGS mit einer Hülle umgeben, welche beim Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 aus einem Faltenbalg FB und bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 aus einem Teleskoprohr TR besteht.

[0045] Die Hülle trennt eine die Trapezgewindespindel umgebende Schmierflüssigkeit vom Transformatorenöl der Drosselspule. Damit wird es ermöglicht, für die Schmierung der Trapezgewindespindel TGS ein hinsichtlich seiner Schmiereigenschaften optimiertes Schmieröl zu verwenden, während für die Kühlungs- und Isolierungsaufgaben ein hinsichtlich dieser Eigenschaften optimiertes Transformatorenöl OE eingesetzt wird.

[0046] Damit wird eine deutliche Reduktion der Verstellgeräusche erzielt und die akustische Umweltbelastung verringert.

[0047] Der von der Hülle FB, TR umschlossene Bereich des Schmieröls SV ist mit einem Ausgleichsbehälter AV verbunden, mit dem Volumensänderungen aufgrund der Bewegung des Eisenkerns EK oder ggf. aufgrund von Temperaturschwankungen ausgeglichen werden können.

[0048] Der Bereich des Schmieröls SV verläuft innerhalb der Hülle FB, TR zwischen Gehäuse G und Eisenkern EK und setzt sich innerhalb des Eisenkerns EK entlang der Trapezgewindespindel TGS fort bis zu ihrem Fußpunkt E im Inneren des Eisenkerns EK und dem ent-

sprechenden Lager fort.

[0049] Mittels Wellendichtung S wird dieser Fußpunkt E abgedichtet und ein Austreten der Schmierflüssigkeit verhindert.

[0050] Die erfindungsgemäße Drosselspule eignet sich insbesondere für den Einsatz als Erdschlusslöschspule in einem elektrischen Energieverteilungsnetz.

[0051] Bei diesem Einsatz sollte die Drosselspule mittels Erdschluss-Kompensationsregler, beispielsweise vom TYP EFC20 der Trench Austria angesteuert werden.

[0052] Der Antrieb des Trapezgewindes erfolgt mit einem Elektromotor, günstig ist es, für Notfälle, d.h. den Ausfall des Elektromotors eine Handkurbel und ein Potentiometer zur Stellungsfernanzeige vorgesehen sind.

[0053] Die Drosselspulen gemäß den Ausführungsbeispielen weisen eine Ölfüllung auf und die erfindungsgemäße Hülle FB, TR trennt das Schmieröl SV vom Transformatorenöl OE, der Einsatz der erfindungsgemäße Lösung ist aber auch bei luftgekühlten Drosselspulen denkbar, in diesem Fall würde die Hülle FB, TR den Bereich des Schmieröls gegenüber der die Drossel umströmende Luft begrenzen.

Bezugszeichenliste

[0054]

SP	Spule	
J	Joch	
EK	Eisenkern	
G	Gehäuse	
FB	Faltenbalg	
TR	Teleskoprohr	
AV	Ausgleichsvolumen	
TGM	Trapezgewindemutter	30
TGS	Trapezgewindespindel	35
OE	Transformatorenöl	
SV	Schmieröl	
E	Fußpunkt der Trapezgewindespindel	
S	Wellendichtung	40

Patentansprüche

1. Drosselspule mit verstellbarem Eisenkern (EK) und Trapezgewindeantrieb, wobei der Eisenkern (EK) mit einer Trapezgewindemutter (TGM) verbunden ist, welche auf einer in den Eisenkern (EK) ragenden Trapezgewindespindel (TGS) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der außerhalb des Eisenkerns (EK) verlaufende Teil der Trapezgewindespindel (TGS) von einer Hülle (FB, TR) umschlossen ist, welche eine die Trapezgewindespindel (TGS) umgebende Schmierflüssigkeit (SV) vom Transformatorenöl (OE) der Drosselspule trennt. 45
50
55
2. Drosselspule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Hülle ein annähernd zy-

lindrischer Faltenbalg (FB) vorgesehen ist.

3. Drosselspule nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Hülle ein Teleskoprohr (TR) vorgesehen ist.
4. Drosselspule nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Hülle umschlossene, die Schmierflüssigkeit aufweisende Bereich (SV) mit einem Ausgleichsbehälter (AV) verbunden ist.
5. Drosselspule nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosselspule als Erdschlusslöschspule in ein elektrisches Energieverteilungsnetz eingefügt ist.
6. Drosselspule nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Teleskoprohr (TR) aus Stahl, insbesondere aus Edelstahl gefertigt ist.
7. Drosselspule nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosselspule als Kompensationsdrossel in ein elektrisches Energieverteilungsnetz eingefügt ist.
8. Drosselspule nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosselspule als Erdschlusslöschspule mittels Erdschluss-Kompensationsregler angesteuert wird.
9. Drosselspule nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trapezgewindeantrieb mittels Elektromotor angetrieben wird und dass eine Handkurbel für Notbetrieb und ein Potentiometer zur Stellungsfernanzeige vorgesehen sind.

FIG 1

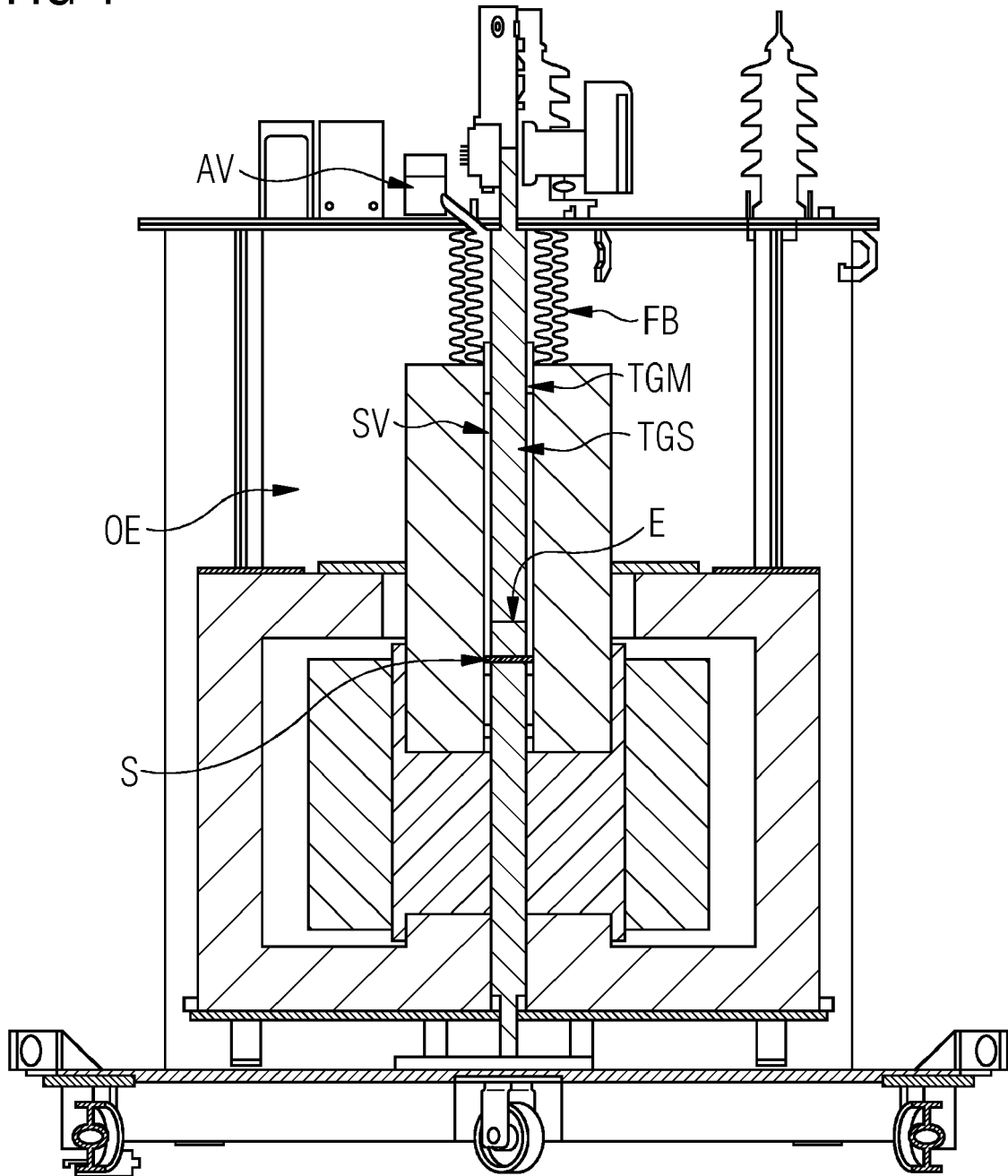
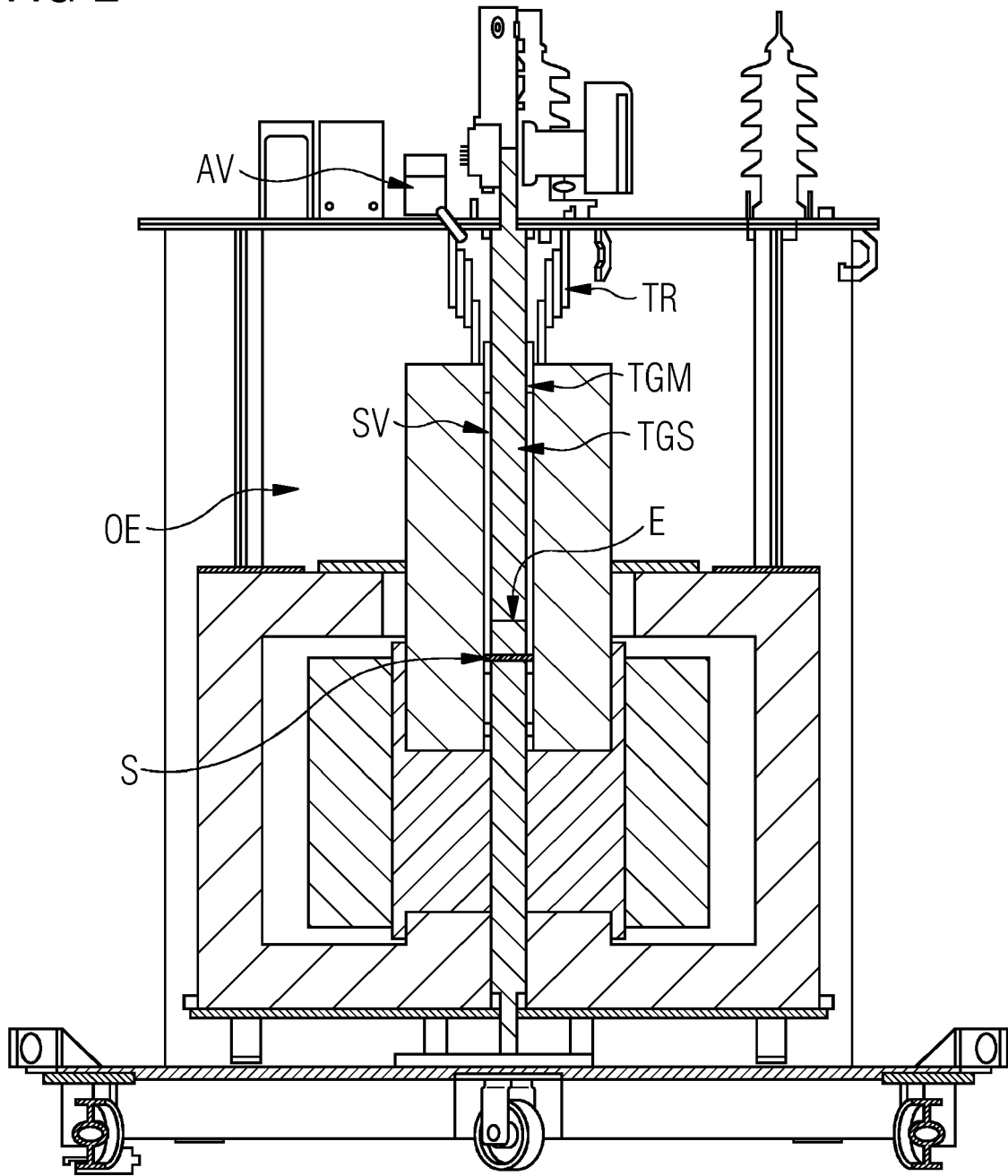


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 19 8584

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2015/164896 A1 (TRENCH AUSTRIA GMBH [AT]) 5. November 2015 (2015-11-05) * Seite 1, Zeilen 4 - 14 * * Seite 2, Zeile 27 - Seite 3, Zeile 8 * * Seite 6, Zeilen 3 - 26 * * Seite 7, Zeilen 7 - 21 * * Abbildungen 1a, 4 *	1-9	INV. H01F29/10
A	DE 749 595 C (KÜCHLER) 27. November 1944 (1944-11-27) * Seite 1, Zeile 15 - Seite 2, Zeile 19 * * Abbildung 1 *	1-3,5,9	
A	EP 0 053 686 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG [DE]) 16. Juni 1982 (1982-06-16) * Seite 1, Zeilen 7 - 28 * * Seite 7, Zeilen 13 - 25 * * Abbildung 1 *	1,5,9	
A	CN 107 424 809 B (STATE GRID HUBEI ELECTRIC POWER METERING CENTER ET AL.) 22. März 2019 (2019-03-22) * Abbildung 1 *	1,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F
A	GB 393 991 A (ROBERT FRANCIS GILSON; HORACE ROBERT WATSON) 19. Juni 1933 (1933-06-19) * Seite 1, Zeilen 13 - 22, 72 - 77 * * Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. März 2020	Prüfer Van den Berg, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 19 8584

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-03-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2015164896 A1	05-11-2015	AT 515723 A1 EP 3138110 A1 NO 3138110 T3 WO 2015164896 A1	15-11-2015 08-03-2017 28-07-2018 05-11-2015
20	DE 749595 C	27-11-1944	CH 206024 A DE 749595 C	15-07-1939 27-11-1944
25	EP 0053686 A1	16-06-1982	AT 11838 T DE 3045954 A1 EP 0053686 A1	15-02-1985 08-07-1982 16-06-1982
30	CN 107424809 B	22-03-2019	KEINE	
35	GB 393991 A	19-06-1933	KEINE	
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82