



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: H 02 K 9/24
G 21 H 5/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENTSCHRIFT A5

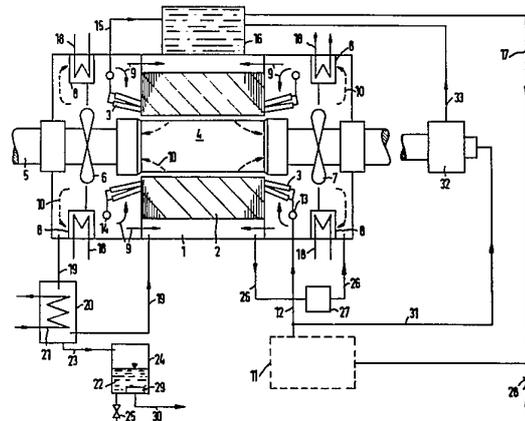
(11)

636 737

<p>(21) Gesuchsnummer: 10928/78</p> <p>(22) Anmeldungsdatum: 23.10.1978</p> <p>(30) Priorität(en): 21.11.1977 DE 2751964</p> <p>(24) Patent erteilt: 15.06.1983</p> <p>(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.06.1983</p>	<p>(73) Inhaber: Kraftwerk Union Aktiengesellschaft, Mülheim/Ruhr (DE)</p> <p>(72) Erfinder: Jürgen Klaar, Mülheim/Ruhr (DE)</p> <p>(74) Vertreter: Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich</p>
--	--

(54) Verfahren und Einrichtung zur Ermittlung von Kühlwasserleckagen an elektrischen Maschinen.

(57) Das Verfahren betrifft die Ermittlung von Kühlwasserleckagen an zumindest im Ständer wassergekühlten Wicklungen (3) elektrischer Maschinen durch Feuchtigkeitsmessung innerhalb des geschlossenen Maschinengehäuses (1), in dem zusätzlich ein durch Rückkühler (8) gekühlter Wasserstoff-Gasstrom umgewälzt wird. Zur Erzeugung und Aufrechterhaltung eines stationären Feuchtezustandes des Gasstromes innerhalb des Maschinengehäuses (1) wird der Taupunkt durch eine gesonderte Wärmesenke (20, 21) im Bereich der Kühlgasströmung festgelegt, und anschliessend werden vom stationären Zustand abweichende Feuchtigkeitsänderungen gemessen. Dem Kühlwasser für die Wicklungen (3) wird ein leicht nachweisbarer Indikator zugegeben und das in der Wärmesenke (20, 21) gebildete Kondensat auf das Vorhandensein dieses Indikators überwacht.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Ermittlung von Kühlwasserleckagen an zumindest im Ständer wassergekühlten Wicklungen elektrischer Maschinen durch Feuchtigkeitsmessung innerhalb des geschlossenen Maschinengehäuses, in dem zusätzlich ein durch Rückkühler gekühlter Wasserstoff-Gasstrom umgewälzt wird, bei welchem zur Erzeugung und Aufrechterhaltung eines stationären Feuchtezustandes des Gasstromes innerhalb des Maschinengehäuses der Taupunkt durch eine gesonderte Wärmesenke im Bereich der Kühlgasströmung festgelegt und anschliessend vom stationären Zustand abweichende Feuchtigkeitsänderungen gemessen werden, dadurch gekennzeichnet, dass dem Kühlwasser für die Wicklungen ein leicht nachweisbarer Indikator zugegeben wird und dass das in der Wärmesenke gebildete Kondensat auf das Vorhandensein dieses Indikators überwacht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Indikator ein radioaktiver Stoff verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Indikator ein radioaktives Isotop in Form von Tritium verwendet wird.

4. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einem als Wärmesenke parallel zum Kühlgasstrom angeordneten externen Gastrockner und einem Feuchtemessgerät, gekennzeichnet durch eine an den Kühlwasserkreislauf für die Wicklungen angeschlossene Einspeisevorrichtung (28) für den Indikator, einen mit dem Gastrockner (20) verbundenen Kondensat-Sammelbehälter (24) und einen in dem Kondensat-Sammelbehälter (24) angeordneten, auf den Indikator ansprechenden Detektor.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor ein Szintillator (29) ist.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ermittlung von Kühlwasserleckagen an zumindest im Ständer wassergekühlten Wicklungen elektrischer Maschinen durch Feuchtigkeitsmessung innerhalb des geschlossenen Maschinengehäuses, in dem zusätzlich ein durch Rückkühler gekühlter Wasserstoff-Gasstrom umgewälzt wird, bei welchem zur Erzeugung und Aufrechterhaltung eines stationären Feuchtezustandes des Gasstromes innerhalb des Maschinengehäuses der Taupunkt durch eine gesonderte Wärmesenke im Bereich der Kühlgasströmung festgelegt und anschliessend vom stationären Zustand abweichende Feuchtigkeitsänderungen gemessen werden, sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei einem derartigen Verfahren wird zunächst ein stationärer Feuchtezustand für die Kühlgasströmung geschaffen, so dass anschliessend eventuell auftretende Feuchtigkeitsänderungen einen eindeutigen Rückschluss auf Kühlwasserleckagen geben können. Neben der Ermittlung von Kühlwasserleckagen werden bei Anwendung dieses Verfahrens auch Feuchtigkeitsniederschläge an gefährdeten Maschinenteilen weitgehend vermieden. Die über die Feuchtigkeitsänderungen erfassbaren Leckagen können in den wassergekühlten Wicklungen der elektrischen Maschine, d.h. in der wassergekühlten Ständerwicklung oder gegebenenfalls in einer wassergekühlten Läuferwicklung auftreten. Darüber hinaus können jedoch auch Leckagen in den Kühlschlangen der Rückkühler für das Kühlgas erfasst werden. Eine Aussage darüber, ob eine festgestellte Leckage auf Leckstellen in den Wicklungen oder den Rückkühlern zurückzuführen ist, ist hierbei nicht möglich.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, das eingangs genannte Verfahren so zu verbessern, dass in den was-

sergekühlten Wicklungen eventuell auftretende Leckagen gesondert erfasst werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass dem Kühlwasser für die Wicklungen ein leicht nachweisbarer Indikator zugegeben wird und dass das in der Wärmesenke gebildete Kondensat auf das Vorhandensein dieses Indikators überwacht wird. In den wassergekühlten Wicklungen eventuell auftretende Leckagen werden hierbei durch die vom stationären Zustand abweichenden Feuchtigkeitsänderungen und den im Kondensat vorhandenen Indikator erfasst. Ist im Kondensat kein Indikator vorhanden, so ist eine festgestellte Leckage auf andere Ursachen, insbesondere auf Leckstellen der Rückkühler zurückzuführen. Das erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht somit eine eindeutige Aussage darüber, ob eine Leckage in den wassergekühlten Wicklungen der elektrischen Maschine vorliegt. Da man zur rechtzeitigen Beseitigung einer Störung, zur Begrenzung eines Schadens oder zur Behebung eines Schadens die Ursachen des Ereignisses wissen muss, ist eine derartige Aussage über die Herkunft des Leckwassers äusserst wichtig.

Aus der DE-PS 21 54979 ist zwar bereits eine Einrichtung zur Ermittlung von Leckstellen im Kühlwasserkreislauf elektrischer Maschinen bekannt, bei welcher an die Zuführleitung für das Kühlwasser eine Einspeisevorrichtung für ein radioaktives Isotop in Form von Tritium als Indikator angeschlossen ist. Zusätzlich ist an das Maschinengehäuse eine Auspuffleitung für einen Teilstrom der Kühlgasströmung mit einem Isotopenzähler angeschlossen, so dass das bei einer Leckage in das Kühlgas austretende Tritium mit Hilfe des Isotopenzählers ermittelt werden kann. Diese bekannte Einrichtung ist für die getrennte Feststellung von Leckstellen in verschiedenen Kühlwasserkreisläufen nicht geeignet. Ausserdem kann der einem Kühlwasserkreislauf zugegebene Indikator beim Auftreten einer Leckage mit geringer Leckrate in einem Kondensat wesentlich leichter nachgewiesen werden als in dem Kühlgas.

Bei dem erfindungsgemässen Verfahren können als Indikator chemisch oder physikalisch leicht nachweisbare Substanzen verwendet werden. So könnte als Indikator beispielsweise ein Leuchtfarbstoff verwendet werden. Vorzugsweise wird als Indikator jedoch ein radioaktiver Stoff verwendet. Ein radioaktives Isotop in Form von Tritium ist hierbei als Indikator besonders geeignet, da das Tritium in der bei der Anwendung vorliegenden spezifischen Aktivität physiologisch unbedenklich ist und auch in geringsten Mengen leicht nachgewiesen werden kann.

Die Erfindung gibt ferner eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, mit einem als Wärmesenke parallel zum Kühlgasstrom angeordneten externen Gastrockner und einem Feuchtemessgerät an, welche eine an den Kühlwasserkreislauf für die Wicklungen angeschlossene Einspeisevorrichtung für den Indikator, einen mit dem Gastrockner verbundenen Kondensat-Sammelbehälter und einen im Kondensat-Sammelbehälter angeordneten, auf den Indikator ansprechbaren Detektor aufweist. Über die Einspeisevorrichtung und den Detektor wird hierbei mit geringem apparativen Aufwand die gesonderte Erfassung von in den wassergekühlten Wicklungen auftretenden Leckagen ermöglicht. Vorzugsweise wird als Detektor ein Szintillator verwendet. Bei radioaktiven Stoffen als Indikator ermöglicht der Szintillator auch eine quantitative Aussage über die Menge des im Kondensat enthaltenen Indikators. Über diese quantitative Aussage kann dann auch festgestellt werden, ob neben einer in den Wicklungen ermittelten Leckage gleichzeitig an anderer Stelle, wie z.B. in einem der Rückkühler, eine weitere Leckage vorliegt.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt die Zeichnung in stark vereinfachter schematischer Darstellung ei-

nen Längsschnitt durch einen Generator mit den Prinzipschaltbildern der Kühlanordnungen.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, sind in dem druck- und gasdicht ausgeführten Gehäuse 1 des Generators das Ständerblechpaket 2 mit der wassergekühlten Ständerwicklung 3 sowie der Läufer 4 angeordnet. Der Läufer 4, der über eine Welle 5 von einer nicht näher dargestellten Turbine angetrieben wird, kann wie an späterer Stelle näher ausgeführt werden soll, ebenfalls wassergekühlt sein. Zur ergänzenden Kühlung des Ständerblechpaketes 2 und anderer Maschinenteile ist das Gehäuse 1 mit Wasserstoff als Kühlgas gefüllt. Dieses Kühlgas wird über die auf der Welle 5 angeordneten Lüfter 6 und 7 umgewälzt und in den an den Enden des Generators innerhalb des Gehäuses 1 angeordneten Kühler 8 rückgekühlt. Die Kühlgasströmung ist dabei für das rückgekühlte Gas durch ausgezogene Pfeile 9 und für den aufgewärmten Zweig des Kühlgasstromes durch gestrichelte Pfeile 10 angedeutet.

Zur Abführung der Verlustwärme sind zwei getrennte Kühlwasserkreisläufe vorgesehen. Im ersten Kühlwasserkreislauf wird das sogenannte Primärwasser von einer Wasseraufbereitungsanlage 11 über eine Zuleitung 12 einer Ringleitung 13 zugeführt, von der aus die einzelnen Hohlleiter der Ständerwicklung 3 mit dem Primärwasser beaufschlagt werden. Auf der anderen Seite des Ständerblechpaketes 2 wird das aus der Ständerwicklung 3 abströmende Primärwasser über eine weitere Ringleitung 14 und einen Abfluss 15 in ein oberhalb des Gehäuses 1 angeordnetes Kühlwasserausdehnungsgefäß 16 geleitet. Von diesem Kühlwasserausdehnungsgefäß 16 wird das Primärwasser dann über eine Leitung 17 zu der Wasseraufbereitungsanlage 11, die gleichzeitig nicht näher dargestellte Kühler und Pumpen umfasst, zurückgeleitet und von dort aus erneut im Kreislauf der Ständerwicklung 3 zugeführt. Im zweiten Kühlwasserkreislauf wird das sogenannte Sekundärwasser durch die einzelnen Kühlschlangen 18 der Kühler 8 geleitet. Wie es in der Zeichnung angedeutet ist, kann der zweite Kühlwasserkreislauf auch in mehrere Teilkreisläufe gegliedert sein. Die Kühlung und Aufbereitung des Sekundärwassers ist hierbei nicht näher dargestellt.

Damit ein innerhalb des Gehäuses 1 evtl. auftretendes Leck in einem der beiden Kühlwasserkreisläufe frühzeitig festgestellt werden kann, wird innerhalb des Gehäuses 1 ein stationärer Feuchtezustand des Kühlgases geschaffen, so dass dann eine Feuchtigkeitsmessung zur Erfassung von Kühlwasserleckagen zu eindeutigen Ergebnissen führt. Dazu muss innerhalb des Kühlgaskreislaufes eine Stelle in Form einer Wärmesenke geschaffen werden, die den kältesten Punkt des Systems darstellt und somit einen definierten Taupunkt festlegt, der in keinem Betriebsfall von anderen Maschinenteilen unterschritten werden kann. Zu diesem Zweck ist in einer Bypassleitung 19 zum Kühlgaskreislauf ein Gastrockner 20 mit einem Verdampfer 21 herkömmlicher Bauart vorgesehen, an dem sich die Feuchte definiert niederschlägt und als Kondensat 22 über eine Leitung 23 in einen Kondensat-Sammelbehälter 24 geführt wird. Dieser Kondensat-Sammelbehälter 24 kann von Zeit zu Zeit über ein Abflussventil 25 entleert werden, wobei die Entleerung über eine entsprechende Pegel-

standsanzeige selbsttätig vorgenommen werden kann. In einer weiteren Bypassleitung 26 zum Kühlgaskreislauf ist ein Feuchtemessgerät 27 angeordnet, mit dem Feuchtigkeitschwankungen und Absolutgrößen ermittelt werden können. Werden mit Hilfe des Feuchtemessgerätes 27 vom stationären Feuchtezustand abweichende Feuchtigkeitsänderungen gemessen, so kann auf ein Leck in einem der beiden Kühlwasserkreisläufe geschlossen werden.

Mit Hilfe der Feuchtigkeitsmessung kann also festgestellt werden, ob ein Leck vorhanden ist. Eine Aussage darüber, in welchem Kühlwasserkreislauf ein festgestelltes Leck sich befindet, ist hierbei jedoch noch nicht möglich. Eine derartige Aussage wäre jedoch wichtig, da in den Wicklungen auftretende Leckagen besonders ernst zu nehmen sind und zu größeren Folgeschäden führen können.

Damit eine im ersten Kühlwasserkreislauf der Wicklungen auftretende Leckage von an anderer Stelle auftretenden Leckagen unterschieden werden kann, wird das Primärwasser des ersten Kühlwasserkreislaufes mit einem Indikator versetzt und das im Gastrockner 20 gebildete Kondensat auf das Vorhandensein dieses Indikators überwacht. Zu diesem Zweck ist an die Leitung 17 eine Einspeisevorrichtung 28 angeschlossen, über die radioaktives Tritium als Indikator dem Primärwasser zugegeben wird. Dabei ist jedoch die Zuführung des Tritiums auch an jeder anderen Stelle innerhalb des ersten Kühlwasserkreislaufes möglich. Bei einer Leckage in der Ständerwicklung 3 gelangt dann das Tritium über das Kühlgas in das Kondensat 22 und kann dort nachgewiesen werden. Zum Nachweis des Tritiums wird zweckmässigerweise im Kondensat-Sammelbehälter 24 ein Szintillator 29 angeordnet, der ein durch den Pfeil 30 angedeutetes Signal abgibt. Bei einer mit Hilfe des Feuchtemessgerätes 27 festgestellten Leckage gibt dieses Signal 30 darüber Aufschluss, ob Tritium im Kondensat 22 vorhanden ist, d.h. ob die festgestellte Leckage im ersten Kühlwasserkreislauf liegt.

Wie bereits an früherer Stelle erwähnt wurde, kann auch der Läufer 4 des Generators mit einer wassergekühlten Wicklung ausgerüstet sein. In diesem Fall wird zusätzlich von der Zuleitung 12 des Primärwassers über eine Zweigleitung 31 und dem Kühlwasseranschlusskopf 32 ein Teil des Primärwassers in die Welle 4 eingeführt und nach Durchströmen der Läuferwicklung über den Kühlwasseranschlusskopf 32 aus dem Läufer 4 wieder abgeführt und über eine weitere Leitung 33 in das Kühlwasserausdehnungsgefäß 16 zusammen mit dem über den Abfluss 15 zugeführten Ständerkühlwasser eingeleitet. Auch hierbei wird eine Leckage in der Wicklung des Läufers 4 oder – wie bereits beschrieben – in der Ständerwicklung 3 durch ein entsprechendes Signal 30 des Szintillators 29 angezeigt.

Mit Hilfe der Erfindung können also beliebige Leckagen innerhalb des Gehäuses einer elektrischen Maschine festgestellt werden, wobei besonders ernst zu nehmende Leckagen in der Ständerwicklung oder der Läuferwicklung gesondert angezeigt werden. Durch das frühzeitige Erkennen derartiger Leckagen können weitergehende Schädigungen der Maschine sicher verhindert werden.

