

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Februar 2012 (23.02.2012)

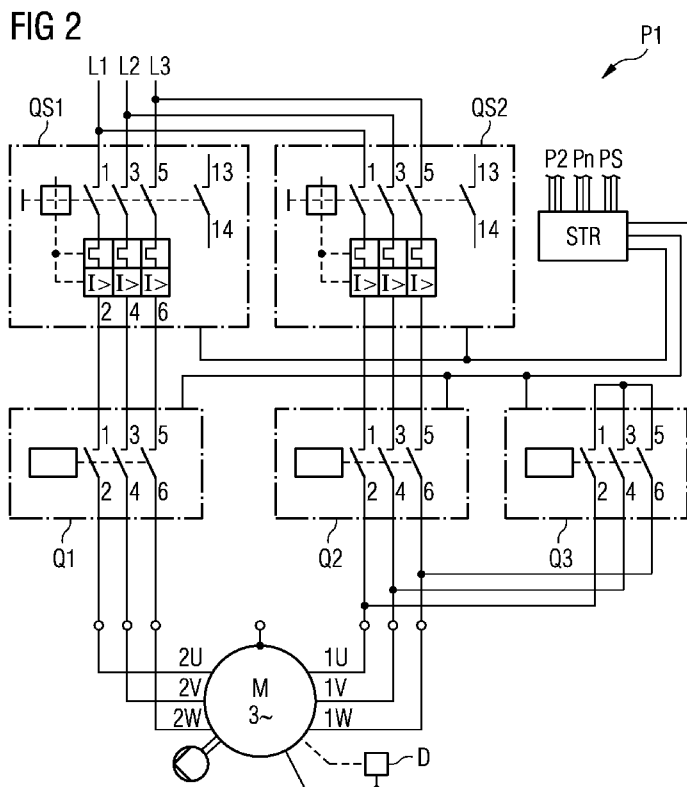
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/022536 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B21B 45/06 (2006.01) *B21B 45/08* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/061487
- (22) Internationales Anmeldedatum:
7. Juli 2011 (07.07.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10173232.9 18. August 2010 (18.08.2010) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GEORGI, Jens** [DE/DE]; Virchowstraße 16, 90409 Nürnberg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DESCALING SYSTEM

(54) Bezeichnung : ENTZUNDERUNGSANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to a descaling system for descaling in hot rolling mills, comprising at least one hydraulic pump (P1) which is driven by means of a pump motor (M). Here, the pump motor (M) is configured as a pole-changing motor and is connected to a controller (STR) which is set up for pole changing between descaling times and descaling pauses. A considerable amount of energy is saved in this way during a descaling pause, by the rotational speed of the pump motor (M) being reduced by means of pole changing.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Entzunderungsanlage zur Entzunderung in Warmwalzwerken, umfassend wenigstens eine hydraulische Pumpe (P1), welche mittels eines Pumpenmotors (M) angetrieben ist. Dabei ist der Pumpenmotor (M) als polumschaltbarer Motor ausgeführt und mit einer Steuerung (STR) verbunden, welche zur Polumschaltung zwischen Entzunderungszeiten und Entzunderungspausen eingerichtet ist. Auf diese Weise erreicht man während einer Entzunderungspause eine erhebliche Energieeinsparung, indem die Drehzahl des Pumpenmotors (M) mittels Polumschaltung reduziert wird.

WO 2012/022536 A2

IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)*

Entzunderungsanlage

Beschreibung

5 Die Erfindung betrifft eine Entzunderungsanlage zur Entzunderung in Warmwalzwerken, umfassend wenigstens eine hydraulische Pumpe, welche mittels eines Pumpenmotors angetrieben ist. Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben der Entzunderungsanlage.

10

Hydraulische Entzunderungsanlagen (Descaler) sind nahezu unverzichtbare Bestandteile von Warmwalzwerken. Die Entzunderung einer Walzgutoberfläche erfolgt, indem unter hohem Druck stehendes Wasser mittels spezieller Düsen auf die Materialoberfläche gestrahlt wird. Mit der Entwicklung von 15 Dünnbrammengieß- und -walzanlagen wurden zunehmend hohe Betriebsdrücke benötigt. Eine Entzunderungsanlage arbeitet heute mit einem Betriebsdruck zwischen 180 bar und 400 bar. Zur Druckerzeugung dient eine Kreisel- oder Kolbenpumpe. 20 Kolbenpumpen weisen den Nachteil einer ungleichmäßigen Förderung auf, welche Druckschwingungen oder Druckpulsationen am Pumpenaustritt bewirkt.

Bei Kreiselpumpen steht das Betriebsverhalten im direkten 25 Zusammenhang mit der Drehzahl, der Laufradform und dem Laufraddurchmesser. Kreiselpumpen zeichnen sich durch Pulsationsfreiheit und einen relativ geringen Anschaffungspreis aus.

30 Die Pumpe einer Entzunderungsanlage wird mittels eines Pumpenmotors mit einem Leistungsbereich von 2000kW bis 3000kW angetrieben. In der Regel ist der Pumpenmotor als netzbetriebener Hochspannungsmotor mit Festdrehzahl ausgeführt. Angeschlossen an eine 50Hz-Netzversorgung ergibt 35 sich beispielsweise eine Drehzahl von 3000 U/min. Eine übliche Versorgungsspannung liegt im Bereich zwischen 6kV und 10kV.

Während eines Gieß- bzw. Walzvorganges kommt es regelmäßig zu Unterbrechungen, während derer keine Entzunderung stattfindet. Es sind deshalb Methoden vorgesehen, um den Wasseraustritt durch die Düsen zu steuern bzw. zu unterbrechen. Nach dem Stand der Technik arbeitet die Pumpe einer Entzunderungsanlage während einer Entzunderungspause in einem internen Kreis (Bypass) unter Teillast bei Festdrehzahl. Wasserdruck und Wasserfluss werden je nach Prozessbedarf durch einen Absperrschieber eingestellt.

Die Änderung des Förderstromes der Pumpe über eine Drosselarmatur und einen Bypass ist eine gängige und einfache Methode, welche geringe Investitionskosten verursacht. Nachteilig ist dabei die noch immer hohe Pumpenmotorleistung bei einer Verringerung des Förderstromes während einer Entzunderungspause. Die Kennlinie einer mit Festdrehzahl betriebenen Kreiselpumpe bleibt bei dieser Methode unverändert. Es ändert sich lediglich die Anlagenkennlinie, die im Schnittpunkt mit der Pumpenkennlinie den Betriebspunkt der Pumpe bestimmt. Der Förderstrom sinkt zwar, gleichzeitig steigt jedoch der Wasserdruck, wodurch die Leistung nur wenig abnimmt. Der Energieverbrauch eines Pumpenmotors bleibt also auch während einer Entzunderungspause hoch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Entzunderungsanlage der eingangs genannten Art eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik anzugeben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Entzunderungsanlage gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 12. Vorteilhafte Ausprägungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Die Entzunderungsanlage zur Entzunderung in Warmwalzwerken umfasst wenigstens eine hydraulische Pumpe, welche mittels eines Pumpenmotors angetrieben ist. Dieser Pumpenmotor ist

als polumschaltbarer Motor ausgeführt und mit einer Steuerung verbunden, welche zur Polumschaltung zwischen Entzunderungszeiten und Entzunderungspausen eingerichtet ist. Der Stator des polumschaltbaren Drehstrommotors verfügt also
5 über zumindest zwei Wicklungssysteme, die unterschiedliche Drehzahlen des Läufers bewirken.

Auf diese Weise erreicht man während einer Entzunderungspause eine erhebliche Energieeinsparung, indem die Drehzahl des
10 Pumpenmotors mittels Polumschaltung reduziert wird. Durch einen neuen Betriebspunkt auf einer geänderten Pumpenkennlinie reduziert sich die Last für den Pumpenmotor erheblich. Gegenüber einer Frequenzregelung mittels eines Umrichters hält sich der Investitionsaufwand in Grenzen, da
15 nur eine geringfügige Modifizierung des Pumpenmotors und eine Anpassung der Steuerung erforderlich sind. Außerdem weist die erfindungsgemäße Lösung einen besseren Wirkungsgrad auf. Eine Sonderisolation des Motors wie im Falle eines Umrichterbetriebs ist nicht notwendig.

20 Gegenüber der bekannten Lösung mit einer Festdrehzahl verbessert sich das Netzverhalten an einem starren Versorgungsnetz durch ein Polumschalten während eines Hochlaufs. Ein Schnellanlauf der Pumpe über die volle
25 Leistung bleibt weiterhin möglich.

Abgesehen von Wartungsvorgängen oder sonstigen planmäßigen oder außerplanmäßigen Stillständen wird eine Warmwalzanlage durchgehend betrieben. Eine Entzunderungsanlage ist somit
30 nahezu das ganze Jahr über in Betrieb. Zieht man die hohe Leistung eines Pumpenmotors in Betracht, erzielt man bereits mit einer Halbierung der Drehzahl in Entzunderungspausen eine beträchtliche Energieeinsparung. Zudem sinken über die Zeit die Beanspruchungen der Anlagenkomponenten, wodurch sich die
35 Standzeit der Entzunderungsanlage erhöht.

In der Regel ist bei einer erfindungsgemäßen Entzunderungsanlage kein Bypass mehr notwendig. Ein dennoch vorgesehener Bypass führt zu einer Änderung der Anlagenkennlinie. Die damit einhergehende

5 Betriebspunktänderung hat nur eine geringe Auswirkung auf den verminderten Energieverbrauch während einer Entzunderungspause.

In einer vorteilhaften Ausprägung der Erfindung ist

10 vorgesehen, dass mehrere Pumpen zur Druckerzeugung parallel geschaltet sind, wobei jede Pumpe mittels eines polumschaltbaren Pumpenmotors angetrieben ist. Insbesondere für eine Warmbreitbandstraße oder eine Grobblechstraße ist es sinnvoll, wenn 2 bis 3 Pumpen zum Einsatz kommen. Die

15 einzelnen Aggregate sind dann kleiner. Neben geringeren Investitionskosten bedeutet dies eine einfache Reparaturmöglichkeit, da bei einem Defekt in der Regel nur ein Aggregat getauscht werden muss. Zudem steigt die Bedeutung der erzielbaren Energieeinsparung bei Großanlagen

20 mit mehreren Pumpen.

Von Vorteil ist es, eine Redundanz der Pumpen vorzusehen. Eine Pumpe wird im Standby-Betrieb parallel zu den im Normalbetrieb arbeitenden Pumpen geschaltet. Bei einem Defekt

25 oder einem geplanten Pumpentausch kommt die zusätzliche Pumpe zum Einsatz, wodurch eine Unterbrechung des Gieß- bzw. Walzvorgangs vermieden wird.

Günstig ist es zudem, wenn jeder Pumpenmotor mittels einer

30 gemeinsamen Steuerung angesteuert ist. Entzunderungsanlagen in Walzwerken weisen in der Regel eine leistungsstarke Steuerung (z.B. SIMATIC S7) auf. Es ist deshalb sinnvoll, diese Steuerung für die Polumschaltung aller Pumpenmotoren einzurichten. Die Steuerung überwacht dann alle Umschaltungen

35 oder Anläufe, sodass es beispielsweise beim Umschalten von hoher Drehzahl auf eine niedrige Drehzahl nicht zu einem unerwünschten übersynchronen Bremsen kommt.

In einer einfachen Ausprägung der Erfindung ist vorgesehen, dass jeder Pumpenmotor zwei Wicklungssysteme aufweist, welche abwechselnd mittels Polumschaltung an eine

5 Versorgungsspannung schaltbar sind. Dabei ist es günstig, wenn ein erstes Wicklungssystem des jeweiligen Pumpenmotors vierpolig ausgeführt ist und wenn ein zweites Wicklungssystem des jeweiligen Pumpenmotors zweipolig ausgeführt ist. Durch Umschaltung von dem zweiten Wicklungssystem auf das erste

10 Wicklungssystem wird somit die Drehzahl des Pumpenmotors halbiert. Eine solche Halbierung reicht aus, um eine beträchtliche Energieeinsparung während einer Entzunderungspause zu erreichen.

15 Sinnvollerweise umfasst der jeweilige Pumpenmotor eine Mittelspannungsschaltzelle mit Vakuumschütze zur Polumschaltung. Die Vakuumschütze sind mittels der Steuerung angesteuert und erlauben weit höhere Schaltspiele als gewöhnliche Leistungsschalter.

20 Um einen Umschaltvorgang mittels Steuerung zu überwachen ist es von Vorteil, wenn der jeweilige Pumpenmotor mit einem Drehzahlgeber gekoppelt ist. Bei einer Umschaltung von einer höheren auf eine niedrigere Drehzahl wird die ermittelte

25 Motordrehzahl mit der Synchrondrehzahl abgeglichen und auf diese Weise übersynchrones Abbremsen vermieden. Beispielsweise wird der jeweilige Pumpenmotor während einer Umschaltung kurzzeitig vom Netz genommen. Der Motor bremst selbstständig herunter. In dieser Phase erfolgt die

30 Polumschaltung. Erst wenn die Motordrehzahl die niedrigere Synchrondrehzahl erreicht hat, schaltet die Steuerung den Motor erneut an das Versorgungsnetz.

Für einen einfachen Schaltungsaufbau mit nur zwei

35 Mittelspannungsschütze pro Pumpenmotor ist vorgesehen, dass die Wicklungssysteme eines jeweiligen Pumpenmotors als zwei getrennt angeordnete Wicklungssysteme ausgeführt sind.

Alternativ dazu kann es sinnvoll sein, wenn zwei
Wicklungssysteme eines jeweiligen Pumpenmotors in einer
Stern-/Doppelsternschaltung oder einer Dreieck-
5 /Doppelsternschaltung angeordnet sind. Auf diese Weise wird
ein kompakter Aufbau des jeweiligen Stators erreicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass zwei
Wicklungssysteme eines jeweiligen Pumpenmotors mittels
10 Steuerung abwechselnd an eine Versorgungsspannung geschaltet
werden. Dabei wird der jeweilige Pumpenmotor
vorteilhafterweise während einer Entzunderungspause mit einem
ersten Wicklungssystem betrieben und während einer
Entzunderungszeit mit einem zweiten Wicklungssystem
15 betrieben.

Sinnvollerweise ist die Steuerung dazu eingerichtet, während
einer Umschaltung von einem Wicklungssystem auf das andere
Wicklungssystem zu überwachen, ob übersynchrones Bremsen
20 auftritt.

Von Vorteil ist es zudem, wenn während eines Anlaufvorgangs
des jeweiligen Pumpenmotors mittels Steuerung von einem
Wicklungssystem auf das andere Wicklungssystem umgeschaltet
25 wird.

Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter
Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen
in schematischer Darstellung:
30

Fig. 1 Stern-/Doppelsternschaltung eines Stators

Fig. 2 Schaltungsaufbau für eine Polumschaltung mit Stern-
/Doppelsternschaltung bzw.
Dreieck/Doppelsternschaltung

35 Fig. 3 zwei getrennte Wicklungssysteme eines Stators

Fig. 4 Schaltungsaufbau für eine Polumschaltung mit zwei getrennten Wicklungssystemen

Fig. 5 Kennlinien

5 In der Fig. 1 sind zwei Wicklungssysteme eines Pumpenmotors M dargestellt, wobei diese in einer sogenannten Stern-/Doppelsternschaltung angeordnet sind. Auf der linken Seite der Fig. 1 ist ein vierpoliges erstes Wicklungssystem als Sternschaltung dargestellt. In jedem Zweig der sternförmigen
10 Anordnung sind jeweils zwei Wicklungen in Serie angeordnet. An den Enden der Zweige befinden sich erste Statoranschlüsse 1U, 1V, 1W. Zwischen den jeweils zwei Wicklungen eines Zweigs befinden sich zweite Statoranschlüsse 2U, 2V, 2W. Während eines Betriebs mit dem ersten Wicklungssystem sind nur die
15 ersten Statoranschlüsse 1U, 1V, 1W an eine Versorgungsspannung geschaltet.

Ein zweipoliges zweites Wicklungssystem entsteht, indem die ersten Statoranschlüsse 1U, 1V, 1W von der
20 Versorgungsspannung getrennt und miteinander verbunden werden. Zudem werden die zweiten Statoranschlüsse 2U, 2V, 2W an die Versorgungsspannung geschaltet. Man erhält die Doppelsternschaltung. Während der Sternschaltung mit dem ersten Wicklungssystem läuft der Motor mit einer niedrigen
25 Drehzahl. Eine Umschaltung auf die Doppelsternschaltung mit dem zweiten Wicklungssystem bewirkt eine höhere Motordrehzahl. Das Leistungsverhältnis ist dabei in etwa 0,3:1.

30 Eine ähnliche Variante stellt die Dreieck-/Doppelsternschaltung dar. Diese unterscheidet sich von der zuvor erläuterten dadurch, dass das erste Wicklungssystem in einer Dreiecksschaltung angeordnet ist. Jeder Zweig der Dreiecksschaltung weist wiederum jeweils zwei in Serie
35 angeordnete Wicklungen auf. An den Eckpunkten des Dreiecks befinden sich die ersten Statoranschlüsse 1U, 1V, 1W. Zwischen den jeweils zwei Wicklungen eines Zweiges befinden

sich die zweiten Statoranschlüsse 2U, 2V, 2W. Die äußere Verschaltung zum Umschalten zwischen erstem und zweitem Wicklungssystem bleibt unverändert. Die beschriebenen Polumschaltungen mit Umschaltungen zwischen Stern- bzw. Dreieckschaltung und Doppelsternschaltung sind auch als Dahlanderschaltung bekannt.

In Fig. 2 ist eine beispielhafte äußere Verschaltung einer Dahlanderschaltung dargestellt. Die zweiten Statoranschlüsse 2U, 2V, 2W sind über einen ersten Schütz Q1 an die Phasen L1, L2, L3 einer Versorgungsspannung anschließbar. Die ersten Statoranschlüsse 1U, 1V, 1W sind über einen zweiten Schütz Q2 an die die Phasen L1, L2, L3 einer Versorgungsspannung anschließbar und über einen dritten Schütz Q3 miteinander verbindbar. Vor dem ersten und zweiten Schütz Q1, Q2 ist jeweils ein Motorschutzschalter QS1, QS2 angeordnet. Anstelle zweier Schutzschalter QS1, QS2 kann auch nur ein Schutzschalter in einer gemeinsamen Anschlussleitung angeordnet sein. Auch andere bekannte Schutzeinrichtungen können eine geeignete Absicherung des Pumpenmotors M sicherstellen.

Die bevorzugt als Vakuumschütze ausgebildeten Schütze Q1, Q2, Q3 und die Schutzschalter sind mit einer Steuerung STR verbunden. Dieser Steuerung ist auch das Signal eines Drehzahlgebers D zugeführt. Mittels Steuerung STR erfolgt die Polumschaltung. Zudem überwacht die Steuerung STR die Anläufe und Umschaltvorgänge, sodass es beim Umschalten von hoher Drehzahl auf die niedrigere Drehzahl nicht zu übersynchronem Bremsen kommt. Außerdem wird der Pumpenmotor M mittels einer Polumschaltung hochgefahren, wodurch die Anlaufströme am starren Netz gegenüber Systemen mit Festdrehzahl erheblich reduziert werden. Die Steuerung ist zudem zur Durchführung von Schutzfunktionen eingerichtet. Dazu zählen etwa der Schutz vor Überströmen (I^2t -Überwachung) und die Beschränkung der Schaltspiele auf einen für die Schütze zulässigen Wert.

Entsprechend den Anforderungen an die Entzunderungsanlage sind zusätzliche Pumpen P2, P3, PS an die Steuerung STR angeschlossen. Dabei arbeiten z.B. einige Pumpen P1, P2, Pn im Normalbetrieb und eine Pumpe PS im Standby-Betrieb. Eine
5 Ansteuerung aller Pumpen P1, P2, Pn, PS mittels einer gemeinsamen Steuerung STR vereinfacht ein abgestimmtes Hochfahren und Umschalten der einzelnen Pumpen P1, P2, Pn, PS. Ein Polumschalten aller im Einsatz befindlichen Pumpen P1, P2, Pn kann entweder synchron oder nacheinander erfolgen.
10 Im letzteren Fall trägt die Anordnung mehrerer Pumpen P1, P2, Pn dazu bei, dass der Druck nicht schlagartig abfällt oder ansteigt. Die Belastung des Systems wird damit niedrig gehalten.

15 Eine alternative Ausprägung der Erfindung ist in den Figuren 3 und 4 dargestellt. Fig. 3 zeigt zwei voneinander getrennte Wicklungssysteme eines Stators. Das links dargestellte vierpolige erste Wicklungssystem ist eine Sternschaltung mit den ersten Statoranschlüssen 1U, 1V, 1W. Das rechts
20 dargestellte zweipolige Wicklungssystem ist eine Sternschaltung mit den zweiten Statoranschlüssen 2U, 2V, 2W.

Fig. 4 zeigt einen beispielhaften Aufbau einer Schaltung zum Umschalten zwischen zwei getrennten Wicklungssystemen. Dabei
25 sind zwei Schütze Q1, Q2 angeordnet, mittels derer jeweils ein Wicklungssystem an die Phasen L1, L2, L3 einer Versorgungsspannung schaltbar sind. Zudem sind Schutzeinrichtungen F1, F2, F3 zum Schutz vor Überströmen vorgesehen. Diese Schutzeinrichtungen F1, F2, F3 sind ebenso
30 wie die Schütze Q1, Q2 mit einer Steuerung STR verbunden. Die Steuerung STR hat dabei die bereits oben zu Fig. 2 beschriebene Funktionalitäten.

Inbesondere mit zwei getrennten Wicklungssystemen sind
35 unterschiedlichste Polzahlen und somit Drehzahlverhältnisse realisierbar. Ebenso erstreckt sich die Erfindung auf Statoren mit mehr als zwei Wicklungssystemen. Wenngleich sich

dadurch der Schaltungsaufbau verkompliziert, kann dies zum Beispiel für Entzunderungsanlagen mit besonderen Anforderungen bezüglich Stromentnahme während des Anlaufens sinnvoll sein.

5

In Fig. 5 sind die Kennlinien einer Pumpe P1, P2, Pn, PS und einer Entzunderungsanlage dargestellt. Im oberen Diagramm ist eine Förderhöhe H über einer Fördermenge Q angegeben. Das untere Diagramm zeigt die Pumpen- bzw. Motorleistung L über der Fördermenge Q. Für den Anwendungsfall ohne Bypass ändert sich die Anlagenkennlinie A nicht. Durch die Polumschaltung von einer höheren Drehzahl zu einer niedrigeren Drehzahl ändert sich jedoch die Pumpenkennlinie W1, W2. Als Betriebspunkt B1, B2 ergibt sich dabei immer der Schnittpunkt zwischen Anlagenkennlinie A und Pumpenkennlinie W1 bzw. W2.

10
15

Wird während einer Entzunderungspause die Fördermenge von 100% auf 50% reduziert, sinkt auch die Förderhöhe von 100% auf zum Beispiel 25%. Die Umschaltung bewirkt, dass die Leistung L von 100% auf zum Beispiel 12,5% abfällt. Eine Halbierung der Drehzahl (z.B. 3000U/min auf 1500U/min bei 50Hz Netzfrequenz) ergibt also eine erhebliche Leistungsreduzierung (ca. 1/8).

20

Die Verminderung der Pumpenmotordrehzahl durch Polumschaltung stellt somit für Entzunderungsanlagen eine einfache und effiziente Möglichkeit zur Energieeinsparung dar. Zudem ist die Erfindung für bestehende Anlagen einsetzbar, wobei der Umrüstaufwand überschaubar bleibt. In vielen Fällen ist mit einer Amortisation der Investitionskosten durch die Energiekostensenkung in 2-3 Jahren zu rechnen.

25
30

Patentansprüche

1. Entzunderungsanlage zur Entzunderung in Warmwalzwerken, umfassend wenigstens eine hydraulische Pumpe (P1), welche
5 mittels eines Pumpenmotors (M) angetrieben ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pumpenmotor (M) als polumschaltbarer Motor ausgeführt ist und dass der Pumpenmotor (M) mit einer Steuerung (STR) verbunden ist, welche zur Polumschaltung zwischen Entzunderungszeiten und
10 Entzunderungspausen eingerichtet ist.
2. Entzunderungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Pumpen (P1, P2, Pn) parallel geschaltet sind, wobei jede Pumpe (P1, P2, Pn) mittels eines
15 polumschaltbaren Pumpenmotors (M) angetrieben ist.
3. Entzunderungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zusätzliche Pumpe (PS) im Standby Betrieb vorgesehen ist.
20
4. Entzunderungsanlage nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Pumpenmotor (M) mittels einer gemeinsamen Steuerung (STR) angesteuert ist.
- 25 5. Entzunderungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Pumpenmotor (M) zwei Wicklungssysteme aufweist, welche abwechselnd mittels Polumschaltung an eine Versorgungsspannung schaltbar sind.
- 30 6. Entzunderungsanlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Wicklungssystem des jeweiligen Pumpenmotors (M) vierpolig ausgeführt ist und dass ein zweites Wicklungssystem des jeweiligen Pumpenmotors (M) zweipolig ausgeführt ist.
35
7. Entzunderungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Pumpenmotor

(M) eine Mittelspannungsschaltzelle mit Vakuumschütze (Q1, Q2, Q3) zur Polumschaltung umfasst und dass die Vakuumschütze (Q1, Q2, Q3) mittels der Steuerung (STR) angesteuert sind.

- 5 8. Entzunderungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Pumpenmotor (M) mit einem Drehzahlgeber (D) gekoppelt ist.
9. Entzunderungsanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungssysteme eines jeweiligen Pumpenmotors (M) als zwei getrennt angeordnete Wicklungssysteme ausgeführt sind.
- 10 10. Entzunderungsanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Wicklungssysteme eines jeweiligen Pumpenmotors (M) in einer Stern-/Doppelsternschaltung angeordnet sind.
- 15 11. Entzunderungsanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Wicklungssysteme eines jeweiligen Pumpenmotors (M) in einer Dreieck-/Doppelsternschaltung angeordnet sind.
- 20 12. Verfahren zum Ansteuern einer Entzunderungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Wicklungssysteme eines jeweiligen Pumpenmotors (M) mittels Steuerung (STR) abwechselnd an eine Versorgungsspannung geschaltet werden.
- 25 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** während einer Entzunderungspause der jeweilige Pumpenmotor (M) mit einem ersten Wicklungssystem betrieben wird und dass während einer Entzunderungszeit der jeweilige Pumpenmotor (M) mit einem zweiten Wicklungssystem betrieben
- 30 wird.
- 35

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** während einer Umschaltung von einem Wicklungssystem auf das andere Wicklungssystem mittels Steuerung (STR) überwacht wird, ob übersynchrones Bremsen
5 auftritt.

15. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Anlaufvorgangs des jeweiligen Pumpenmotors (M) mittels Steuerung (STR) von einem
10 Wicklungssystem auf das andere Wicklungssystem umgeschaltet wird.

FIG 1

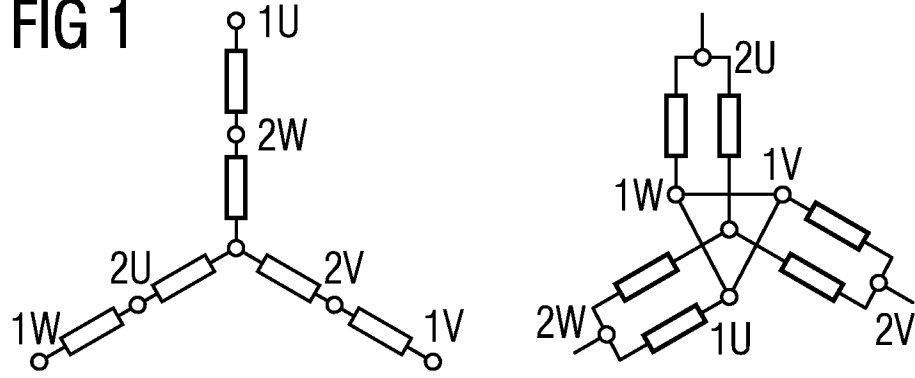


FIG 2

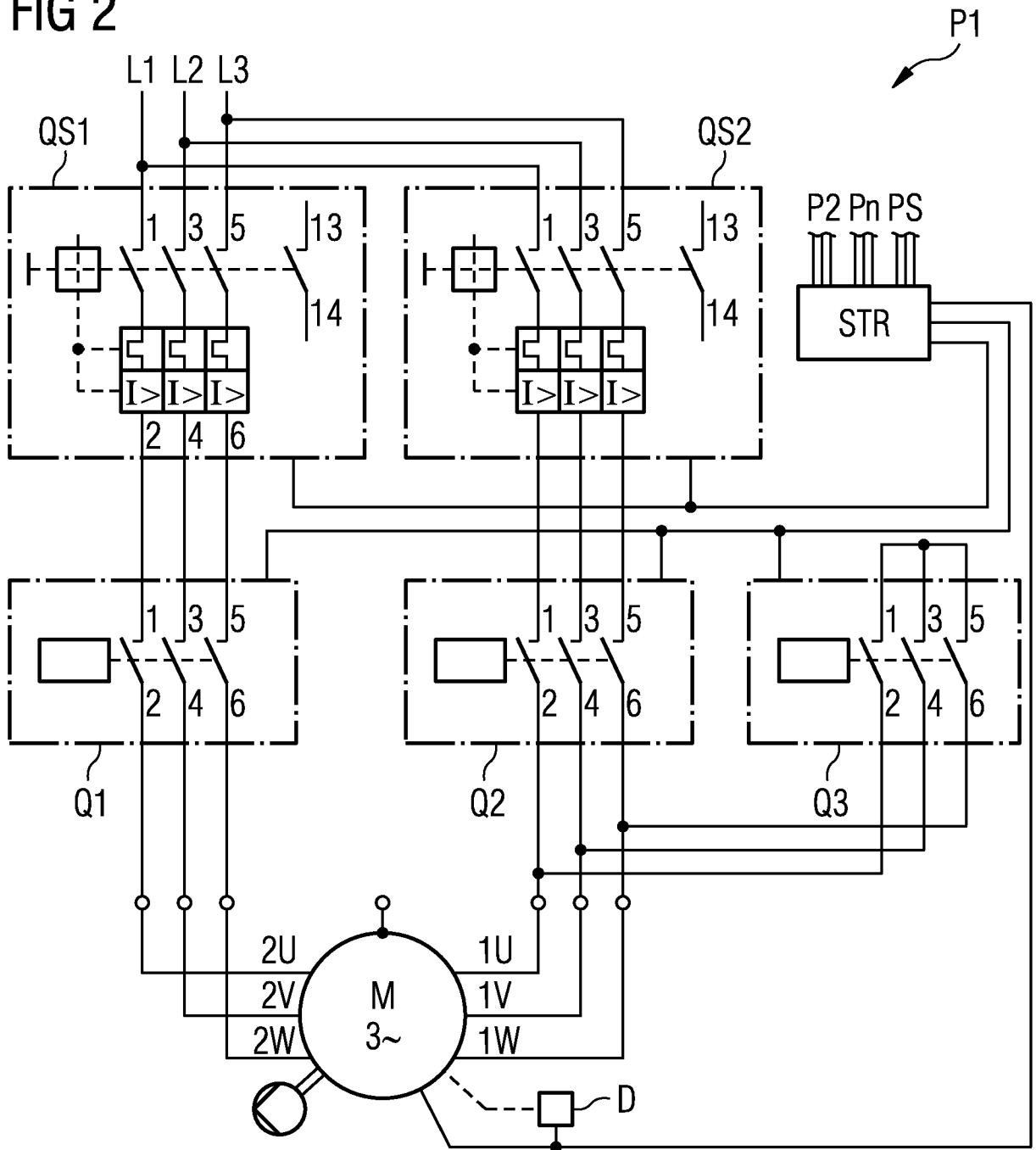


FIG 3

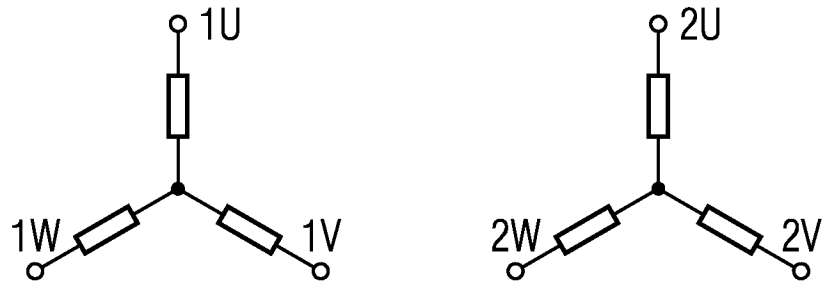


FIG 4

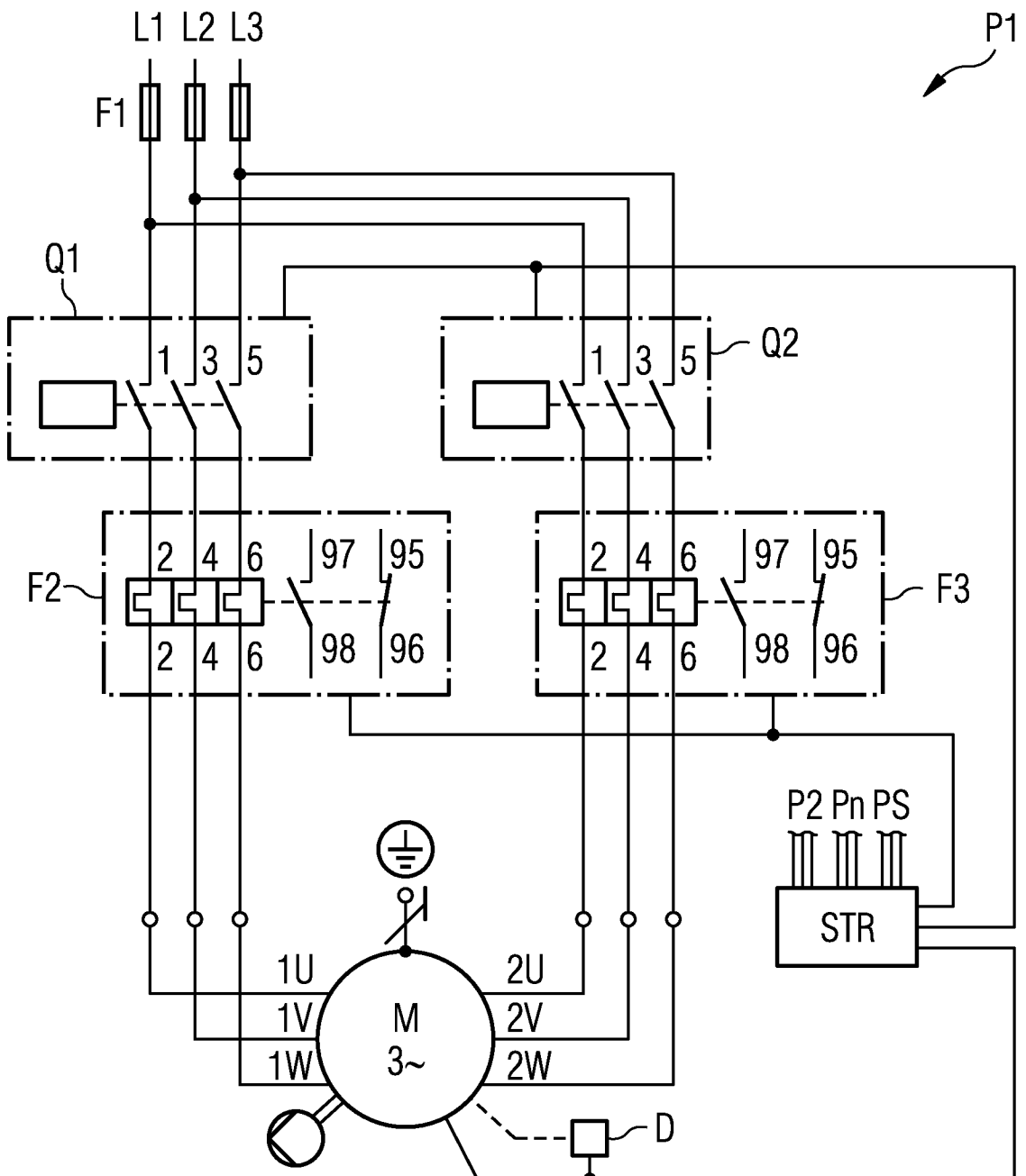


FIG 5

