



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer :

**0 063 345
B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
28.05.86

(51) Int. Cl.⁴ : **E 21 D 9/10**

(21) Anmeldenummer : **82103085.5**

(22) Anmeldetag : **10.04.82**

(54) **Drehantrieb für Vortriebsmaschinen.**

(30) Priorität : **15.04.81 DE 3115175**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
27.10.82 Patentblatt 82/43

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **28.05.86 Patentblatt 86/22**

(84) Benannte Vertragsstaaten :
AT CH DE FR GB IT LI SE

(56) Entgegenhaltungen :
DE-A- 2 746 072
BBC-NACHRICHTEN, Band 60, Nr. 11, November 1978, Seiten 485-492, Mannheim, DE K. MOLL u.a.: "Umrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis für industrielle Antriebe"
ELEKTRO TECHNIK, Band 61, Nr. 11, Juni 1979, Seiten 29-31, Berlin, DE E. DITTMAR: "Verlustfrei für hohe Leistung"
BROWN-BOVERI MITTEILUNGEN, September 1971, Seiten 407-415, Baden, DE J. FORNASIERI u.a.: "Frequenzgeregelte Antriebe mit Käfigankermotoren"

(73) Patentinhaber : **Wirth Maschinen- und Bohrgeräte-Fabrik GmbH**
Kölnner Strasse 71-78
D-5140 Erkelenz (DE)

(72) Erfinder : **Speelmans, Rudolf**
Rosenstrasse 46
D-5140 Erkelenz (DE)

(74) Vertreter : **Koscholke, Gotthold, Dr.-Ing.**
Rheinallee 147
D-4000 Düsseldorf 11 (DE)

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Arbeitseinrichtung für den Bohrkopf oder einen ähnlichen, eine drehende Arbeitsbewegung ausführenden Teil einer Vortriebsmaschine für Tunnel, Strecken od. dgl., namentlich Tunnelbohrmaschine, wobei die Drehzahl des elektrischen Bohrkopf-Antriebs (ein Motor oder insbesondere mehrere mechanisch zum Parallelbetrieb gekuppelte Elektromotoren) stufenlos einstellbar ist.

In ihrer Drehzahl stufenlos regulierbare Antriebe für Tunnelbohrmaschinen od. dgl. sind erwünscht oder erforderlich, um u. a. eine optimale Anpassung an die Gebirgseigenschaften sowie einen schonenden, vibrationsarmen Bohrbetrieb zu ermöglichen. Diese Forderung konnte bisher praktisch nur durch einen hydrostatischen Antrieb verwirklicht werden. Stufenlos regelbare hydrostatische Antriebe benötigen viel Platz für die Antriebsaggregate und haben einen niedrigen Gesamtwirkungsgrad. Polumschaltbare Drehstrommotoren sind zwar robust, gestatten aber nur die Einstellung weniger Drehzahlen in Stufen, so daß eine kontinuierliche Regelung nicht möglich ist.

Aus der DE-A-2 746 072 ist eine Vortriebsantriebsanordnung bekannt, bei der als Antrieb für ein rotierendes Gewinnungs- bzw. Abräumwerkzeug Gleichstrommotoren, insbesondere Gleichstrom-Nebenschlußmotoren mit durch Änderung der Erregerspannung einstellbarer Drehzahl, vorgesehen sind, wobei die Änderung der Erregerspannung durch einen an eine Drehstromspeisung angeschlossenen Stromrichter erfolgen kann.

Dem Einsatz von Gleichstrommotoren als Kollektormotoren stehen bei Tunnelbohrmaschinen u. dgl. erhebliche Schwierigkeiten entgegen, so z. B. deren Baugröße und die Empfindlichkeit gegen Staub.

Aus dem Artikel « Umrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis für industrielle Antriebe » in den BBC-Nachrichten 1978, Nr. 11, S. 485 bis 495, sind statische Umrichter zum Betrieb von Drehfeldmaschinen bekannt. Bei solchen und ähnlichen Einrichtungen sind deren Teile in aufrechtstehenden und besonderen Platz für ihre Aufstellung erfordernden Schränken untergebracht. Es handelt sich bei den bekannten Einsatzfällen solcher Umrichter durchweg um stationäre Betriebseinrichtungen oder industrielle Antriebe, wie z. B. für Mühlen, Mischer, Fließbänder, Pumpen, Werkzeugmaschinen usw. Es erschien bisher nicht möglich, Umrichter auch unter schwierigen äußeren Bedingungen unmittelbar bei ortsbeweglichen Aggregaten zu verwenden. Dies gilt besonders für Tunnelbohrmaschinen od. dgl., die für sich in engen, von ihnen selbst aufgefahrenen Streckenquerschnitten arbeiten, somit weit entfernt von Räumlichkeiten, in denen Versorgungseinrichtungen üblicher Art untergebracht werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, Nachteilen, Unzu-

länglichkeiten und Schwierigkeiten, wie sie bei bekannten stufenlos einstellbaren Antrieben für Tunnelbohrmaschinen od. dgl. bestehen, so bei hydrostatischen Antrieben oder Antrieben mit Gleichstrommotoren, Rechnung zu tragen und einen elektrischen Drehantrieb für Vortriebsmaschinen zu schaffen, der sich unter den beschränkten Platzverhältnissen gut unterbringen läßt und sich durch günstige Betriebseigenschaften auszeichnet. Dabei strebt die Erfindung auch eine vorteilhafte Ausbildung eines solchen Antriebs im einzelnen an. Mit der Gesamtaufgabe zusammenhängende weitere Probleme, mit denen sich die Erfindung befaßt, ergeben sich aus der jeweiligen Erläuterung der aufgezeigten Lösung.

Gemäß der Erfindung kennzeichnet sich die Antriebseinrichtung durch folgende Merkmale:

der Bohrkopf-Antrieb enthält wenigstens einen Drehstrom-Asynchron-Motor,

zur Versorgung des Motors ist ein der Vortriebsmaschine zugeordneter Umrichter mit Regelungsvorrichtung vorgesehen, mittels dessen der Bohrkopf-Antrieb mit Strom von veränderbarer Frequenz zu speisen ist,

der Umrichter ist in einer den Einsatzbedingungen entsprechenden hohen Schutzart ausgeführt,

eine für den Umrichtbetrieb vorgesehene Zwischenkreisdrossel ist räumlich für sich getrennt von einem den Umrichter enthaltenden Schaltschrank angeordnet,

zur Abfuhr von Wärme von wenigstens einem Teil der Einrichtung ist ein als Wasser/Luft-Kühler ausgebildeter Wärmetauscher vorgesehen,

es ist eine Umschaltvorrichtung vorgesehen, mittels derer der Bohrkopf-Antrieb von Umrichtbetrieb auf unmittelbaren Netzbetrieb und umgekehrt schaltbar ist.

Damit ist eine sehr günstige Lösung für den stufenlosen Antrieb bei einer Vortriebsmaschine gefunden. Unter Verwendung robuster, verschleißfreier und wartungsarmer Motoren ist ein betriebssicherer und wirtschaftlicher Antrieb geschaffen. Wegen des guten Gesamtwirkungsgrades ist die zur Verfügung zu stellende Versorgungsleistung geringer als in anderen Fällen. Im Vergleich zu dem System bei einem hydrostatischen Antrieb werden stoßfreie Anlaufvorgänge ermöglicht, und es wird weniger Platz für die Versorgungseinheit benötigt. Das gesamte Aggregat ist sauber, so daß auch keine nachteiligen Umweltbeeinflussungen auftreten, wie sonst etwa durch Leckage usw. Gegenüber den bei einem hydraulischen System benötigten Schlauchleitungen mit hoher Literleistung ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Antrieb eine wesentlich einfachere Montage der flexiblen Motorleistungskabel. Auch der Geräuschpegel kann im Vergleich zu den von hochtourigen Motoren angetriebenen Pumpen bei hydrostatischen Systemen niedriger gehalten werden.

Der Umrichter, der insbesondere sprit-

zwassergeschützt und staubdicht ausgeführt wird (z. B. Schutzart IP 65) ist vorteilhaft ein sog. Zwischenkreis- Umrichter mit eingepprägtem Strom. Hierbei handelt es sich um eine ausge-
 5 reife und betriebssichere Technik. In einem solchen Umrichter wird eine Gleichspannung in eine Wechselspannung von gewünschter Frequenz und Höhe umgeformt.

Durch den Wärmetauscher läßt sich trotz vollständiger Kapselung des einen oder anderen
 10 Aggregats eine wirsamen Kühlung erzielen. In der Ausführung als Wasser/Luft-Kühler wird Luft, die innerhalb des Aggregats umgewälzt wird, durch das kältere Wasser abgekühlt. Das Wasser kann in einem geschlossenen Kreislauf fließen und dabei gekühlt werden. Falls am Einsatzort Wasser zur Verfügung steht, kann solches auch angesaugt und nach dem Durchgang durch den Wärmetauscher wieder abgelassen werden.

Der Bohrkopf-Antrieb bzw. die Motoren desselben können mit einer direktwirkenden Wasserkühlung versehen sein, wenn eine Selbst-
 20 kühlung bei kleinen Drehzahlen nicht ausreicht.

Dank der Umschaltbarkeit des Bohrkopf-Antriebs vom Umrichterbetrieb auf unmittelbaren
 25 Netzbetrieb und umgekehrt kann beim Auftreten einer Störung, z. B. in der Regelelektronik oder an Umrichterbauteilen, der Betrieb der Maschine dadurch aufrechterhalten werden, daß die Motoren unmittelbar vom Netz her versorgt werden. Wenn die Motoren des Bohrkopf-Antriebs als polumschaltbare Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren ausgebildet sind, wie es die Erfindung insbesondere vorsieht, kann dann sogar noch mit
 30 verschiedenen Drehzahlen gearbeitet werden, wodurch sich die Verfügbarkeit der Anlage erhöht.

Weist der Bohrkopf-Antrieb mehrere Motoren auf, wie es zweckmäßig ist, so werden diese parallel arbeitenden Motoren vorzugsweise von
 40 einem gemeinsamen Umrichter in Sammelschienspeisung versorgt. Die Motoren können in üblicher Weise mechanisch untereinander gekuppelt sein. Es ergibt sich dabei eine problemlose Lastverteilung der Antriebe untereinander. Es fällt jedoch auch in den Rahmen der Erfindung, bei mehreren Motoren jeden derselben einzeln zu versorgen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung eines Ausführungsbeispiels, aus der zugehörigen Zeichnung und aus den Ansprüchen. Es zeigen :

Figur 1 eine Tunnelbohrmaschine mit elektrischem Bohrkopf-Antrieb und

Figur 2 eine Einrichtung zur Versorgung der Motoren der Tunnelbohrmaschine nach Fig. 1.

Die in Fig. 1 gezeigte Tunnelbohrmaschine 1 weist einen Maschinenkörper 2 auf, auch Innenkelly genannt, an dessen vorderem Ende ein mit Schneidrollen 4 od. dgl. bestückter Bohrkopf 3 drehbar gelagert ist. Dieser wird von vier parallel arbeitenden Drehstrom-Asynchron-Motoren 5, insbesondere polumschaltbaren Motoren, über ein mechanisches Getriebe 6 und eine von die-

sem ausgehende, im Inneren des Maschinenkörpers 2 verlaufende Welle, die in Fig. 2 bei der Ziffer 7 angedeutet ist, angetrieben. Die Motoren 5 sind mit einer direktwirkenden Wasserkühlung ausgestattet. In Fig. 2 sind die Kühlkreisläufe schematisch bei der Ziffer 25 angedeutet.

Die Tunnelbohrmaschine 1 enthält außerdem eine Verspanneinrichtung 8, auch Außenkelly genannt, die zwei Gruppen von je vier gegen die
 10 Wandung des aufgefahrenen Tunnels andrückbaren Spannschilden 9 aufweist. Ebenso wie die Verspanneinrichtung können auch hier nicht näher erläuterte andere Teile der Tunnelbohrmaschine in üblicher Weise ausgebildet sein. Ein mit der Maschine durch Zugstangen 10 od. dgl. gekuppelter Nachläufer 11 weist einen Steuerstand 12 und an diesen anschließend die in Fig. 2 wiedergegebenen Teile und Aggregate zur Speisung der Antriebsmotoren 5 auf, wie nachstehend erläutert wird.

Wegen der meist großen Länge der aufzufahrenden Tunnel oder Strecken ist eine Hochspannungsversorgung oder Mittelspannungsversorgung zweckmäßig, z. B. mit 6 kV, 50 Hz. Diese Energie kann von einer nicht dargestellten Station über ein auf einer Trommel aufwickelbares
 25 Kabel einem Versorgungstransformator zugeführt werden, der zweckmäßig als Drehstrom-Trockentrafo ausgebildet und z. B. für eine Typenleistung von 500 kVA ausgelegt ist, wobei die Niederspannung, die über ein Versorgungskabel 13 einem gekapselten, z. B. in Schutzart IP 54 oder IP 65 ausgeführten Drehstrom-Schalt-
 30 schrank 14 zugeführt wird, z. B. 500 V oder 380 V betragen kann. Im Eingang des Schaltschranks 14 ist ein Leistungsschalter 15 für den gesamten nachfolgenden Teil der Anlage vorgesehen.

Von einem Ausgang des Drehstrom-Schaltschranks 14 führt ein Kabel 16 zu einem Schalt-
 40 schrank 17, der in Form und Schutzart ebenfalls den Raum- und Umweltbedingungen des Tunnelbaues angepaßt ist, namentlich spritzwassergeschützt und staubdicht ausgeführt ist (z. B. IP 65), und der einen Umrichter sowie elektronische Regelgeräte zur Versorgung und Regelung der Antriebsmotoren 5 enthält. Zum Abführen der Wärme ist der Schaltschrank 17 mit einem Wärmetauscher in Form eines
 50 Wasser/Luft-Kühlers 18 ausgestattet. Das Wasser wird ständig gekühlt oder als kaltes Frischwasser der Umgebung entnommen und kühlt seinerseits beim Durchfluß durch ein Rohrschlängensystem 19 die Luft, die im Inneren des Schaltschranks 17 durch einen Ventilator od. dgl. umgewälzt wird. Eine für den Umrichterbetrieb vorgesehene Zwischenkreisdrossel 20 ist als gesonderte Einheit vor dem Schaltschrank 17 aufgestellt und mit diesem durch ein Kabel verbunden. Sie ist vorteilhaft als Gießharzdrossel ausgebildet. Ihre Wärme wird durch Konvektion abgeführt.

Die Wirkungsweise des Umrichters zur stufenlosen Drehzahl-Verstellung der Drehstrommotoren beruht auf dem Prinzip der Umformung einer Gleichspannung in eine Wechselspannung
 65

von gewünschter Frequenz und Höhe. Die Gleichspannung wird ihrerseits im Umrichter des Schrankes 17 aus der vom Schaltschrank 14 zugeführten Wechselspannung erzeugt. Der Umrichter arbeitet dabei als Zwischenkreisumrichter mit eingepprägtem Strom.

Im Schaltschrank 17 ist ein Schaltfeld 21 vorgesehen, von dem aus Kabel 22 zu den Antriebsmotoren 5 führen, die nach dem Prinzip der Sammelschienenspeisung versorgt werden. In das Schaltfeld 21 ist außerdem noch ein Kabel 23 eingeführt, das unmittelbar von einem zweiten Ausgang des Drehstrom-Schaltschranks 14 herangeführt ist. Die im Schaltfeld 21 vorgesehenen Geräte sind so ausgebildet, daß die Antriebsmotoren 5 durch einen Umschaltvorgang wahlweise entweder vom Umrichter im Schaltschrank 17 oder unmittelbar vom Drehstromnetz aus dem Schaltschrank 14 gespeist werden können.

Sind die im Schaltfeld 21 vorgesehenen Umschalter auf «Umrichterbetrieb» geschaltet, können die vier Antriebsmotoren 5 mit Befehl «start» gemeinsam bis auf eine an einem nicht gezeigten Sollwertsteller eingestellte Drehzahl stoßfrei hochgefahren werden. An diesem Sollwertsteller ist die Antriebsdrehzahl stufenlos von z. B. 1500 U/min bis 150 U/min einstellbar. Das maximale Drehmoment des Bohrkopfes 3 wird durch eine Strombegrenzung im Umrichter limitiert. Bei Erreichen dieses Drehmoments kann durch ein nicht wiedergegebenes Gerät ein akustisches und/oder optisches Signal gegeben werden. Nach Überschreitung dieses Drehmoments läßt sich selbsttätig ein Stillsetzen des Antriebs auslösen. Nach Rücknahme des Vorschubes der Maschine und Quittieren des Signals kann der Bohrkopf erneut angefahren werden.

Weil alle Antriebsmotoren 5 mit ihrem Ritzel über einen Zahnkranz im Getriebe 6 mechanisch miteinander verbunden sind, werden die vier Motoren 5 von dem einen vorgesehenen Umrichter mit der erforderlichen Summenleistung im Parallelbetrieb versorgt.

Die zweite mögliche Betriebsweise der Einrichtung ergibt sich, wenn die im Schaltfeld 21 vorgesehenen Umschalter auf «Netzbetrieb» geschaltet werden. Dann erfolgt die Versorgung der Motoren 5 unmittelbar vom Drehstromteil im Schaltschrank 14 aus, in dem sich auch die erforderlichen Schütze für diesen Netzbetrieb befinden. Es können dann die Antriebsmotoren 5 nacheinander eingeschaltet werden. Handelt es sich bei der vorteilhaften Ausführung um polumschaltbare Motoren, kann die gewünschte Drehzahl an einem Wahlschalter 24 am Schaltschrank 14 vorgewählt werden. Das Betriebsdrehmoment wird an einem Instrument angezeigt.

Diese Umschaltmöglichkeit kann grundsätzlich von Nutzen sein und ist dann besonders vorteilhaft, wenn im Umrichterteil 17 eine Störung auftritt. Der Bedienungsmann der Maschine ist dann sofort in der Lage, durch Betätigen der Umschalter im Schaltfeld 21 die Versorgung der Antriebsmotoren 5 auf Netzbetrieb umzustellen.

Dazu sind keinerlei elektrische Eingriffe erforderlich. Die Maschine ist sogleich wieder betriebsbereit.

Patentanprüche

1. Elektrische Antriebseinrichtung für den Bohrkopf oder einen ähnlichen, eine drehende Arbeitsbewegung ausführenden Teil einer Vortriebsmaschine für Tunnel, Strecken od. dgl., namentlich Tunnelbohrmaschine, wobei die Drehzahl des elektrischen Bohrkopf-Antriebs (ein Motor oder insbesondere mehrere mechanisch zum Parallelbetrieb gekuppelte Elektromotoren) stufenlos einstellbar ist, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

der Bohrkopf-Antrieb enthält wenigstens einen Drehstrom-Asynchron-Motor (5),

zur Versorgung des Motors (5) ist ein der Vortriebsmaschine (1) zugeordneter Umrichter mit Regeleinrichtung vorgesehen, mittels dessen der Bohrkopf-Antrieb mit Strom von veränderbarer Frequenz zu speisen ist,

der Umrichter ist in einer den Einsatzbedingungen entsprechenden hohen Schutzart ausgeführt,

eine für den Umrichterbetrieb vorgesehene Zwischenkreisdrossel (20) ist räumlich für sich getrennt von einem den Umrichter enthaltenden Schaltschrank (17) angeordnet,

zur Abfuhr von Wärme von wenigstens einem Teil der Einrichtung ist ein als Wasser/Luft-Kühler ausgebildeter Wärmetauscher (18) vorgesehen,

es ist eine Umschaltvorrichtung (21) vorgesehen, mittels derer der Bohrkopf-Antrieb (5) von Umrichterbetrieb auf unmittelbaren Netzbetrieb und umgekehrt schaltbar ist.

2. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bohrkopf-Antrieb (5) mit einer direktwirkenden Wasserkühlung (25) versehen ist.

3. Antriebseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Motoren (5) des Bohrkopf-Antriebs polumschaltbare Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren sind.

Claims

1. An electric drive device for the drill head or a similar part, describing a rotating working movement, of a heading machine for tunnels, galleries or the like, namely a tunnel drilling machine, the rotational speed of the electrical drill head drive (a motor or, in particular, a plurality of electric motors mechanically coupled to the parallel operation) being continuously adjustable, characterized by the following features: the drill head drive comprises at least one three-phase asynchronous motor (5),

in order to supply the motor (5) a converter is provided which is associated with the heading machine (1) and has a regulating device and by

means of which the drill head drive is to be supplied with current of a variable frequency,

the converter is constructed with a highly protective system in accordance with the conditions of use,

an intermediate circuit choke (20) provided for the converting operation is spatially separated *per se* from a switch cabinet (17) containing the converter,

a heat exchanger (18) constructed as a water/air cooler is provided for drawing heat away from at least part of the device,

a change-over device (21) is provided, by means of which the drill head drive (5) can be changed over from converter operation to direct mains supply and vice versa.

2. A drive device according to Claim 1, characterized in that the drill head drive (5) is provided with a direct-acting water cooling system (25).

3. A drive device according to one of Claims 1 and 2, characterized in that the motor or motors (5) of the drill head drive is or are a change-pole three-phase short circuit rotor motor or motors.

Revendications

1. Dispositif d'entraînement électrique pour la tête de creusement ou une partie analogue, exécutant un mouvement de travail rotatif, d'une machine de creusement pour tunnels, galeries ou analogues, notamment d'une machine de creusement pour tunnels, la vitesse de rotation du dispositif d'entraînement électrique de la tête de creusement (un moteur ou plus particulièrement plusieurs moteurs électriques accouplés mécaniquement pour un fonctionnement en parallèle)

étant réglable en continu et le dispositif étant caractérisé par les particularités suivantes :

le dispositif d'entraînement de la tête de creusement comprend au moins un moteur asynchrone triphasé (5),

pour l'alimentation du moteur (5), il est prévu, associé à la machine de creusement (1), un convertisseur à dispositif de réglage, au moyen duquel le dispositif d'entraînement de la tête de creusement doit être alimenté en courant à fréquence variable,

le convertisseur est réalisé avec une protection de type élevé, correspondant aux conditions d'utilisation,

une bobine de réactance à circuit intermédiaire (20), prévue pour le fonctionnement sur convertisseur est disposée à part, dans une enceinte qui lui est réservée séparément d'une armoire (17) contenant le convertisseur,

pour l'évacuation de la chaleur d'au moins une partie du dispositif, il est prévu un échangeur thermique (18) réalisé sous forme de réfrigérant eau/air,

il est prévu un dispositif de commutation (21) au moyen duquel le dispositif d'entraînement de la tête de creusement (5) est commutable du fonctionnement sur convertisseur à un fonctionnement direct sur réseau et inversement.

2. Dispositif d'entraînement selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le dispositif d'entraînement de la tête de creusement (5) est muni d'un refroidissement par eau à action directe (25).

3. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le(s) moteur(s) (5) entraînant la tête de creusement sont des moteurs triphasés à induit en court-circuit et à nombre de pôles variable.

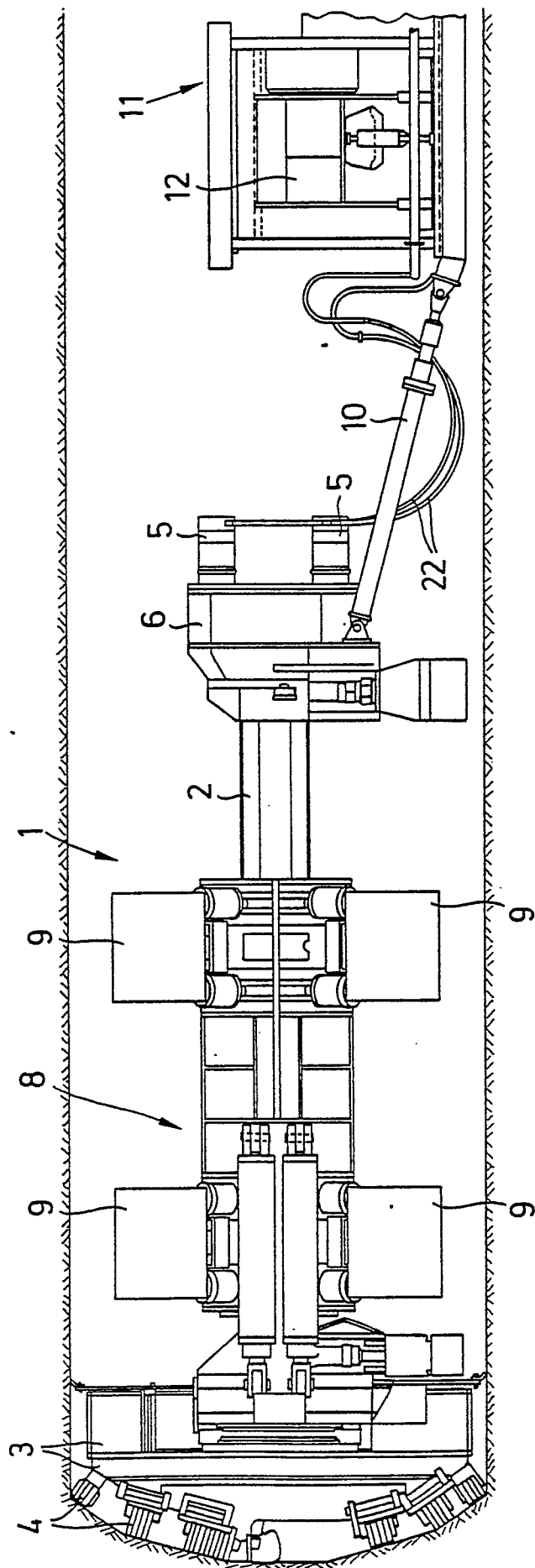


FIG. 1

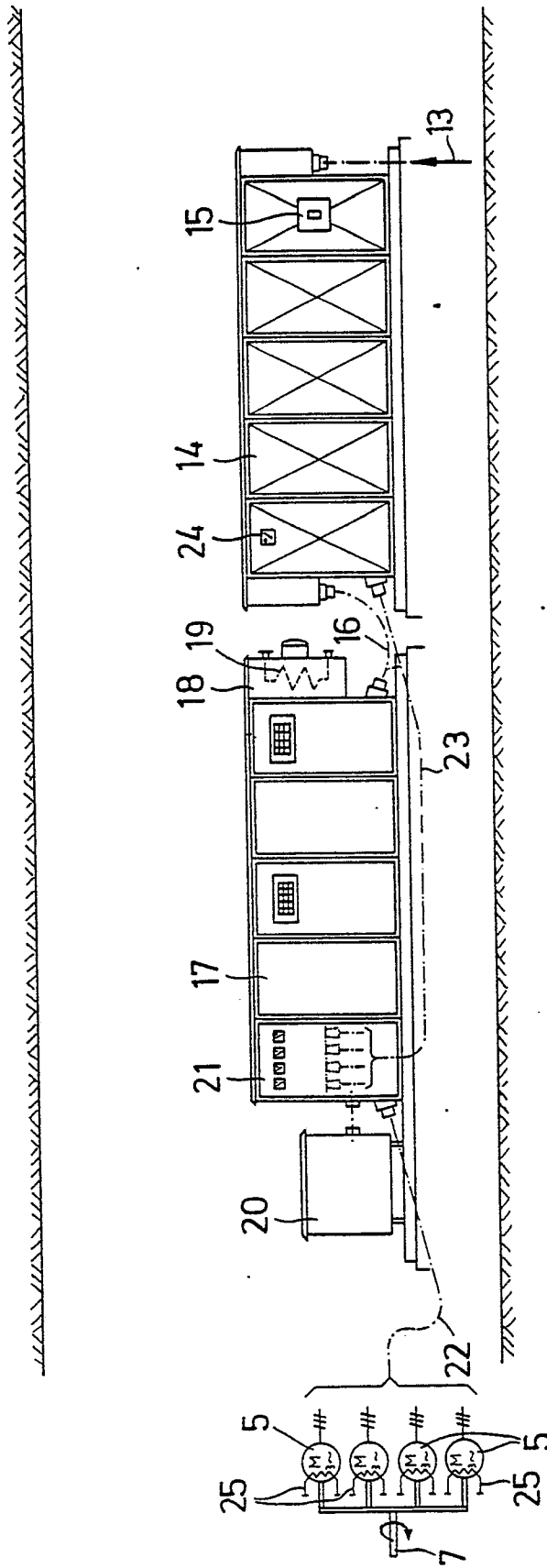


FIG. 2