



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0902139-6 A2**



(22) Data de Depósito: 09/06/2009
(43) Data da Publicação: 13/04/2010
(RPI 2049)

(51) *Int.Cl.*:
B28D 1/04 (2010.01)

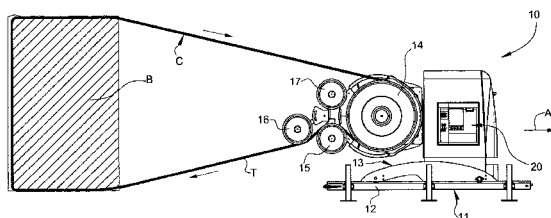
(54) Título: **MÁQUINA PARA O CORTE DE BLOCOS DE PEDRA**

(30) Prioridade Unionista: 10/06/2008 IT TO2008A 000446

(73) Titular(es): PERFORA S.P.A.

(72) Inventor(es): PIERGIORGIO PICOTTO

(57) **Resumo:** Máquina para o corte de blocos de pedra. A máquina serve para cortar blocos de pedra (B) em placas através de um cabo flexível abrasivo (C), o qual é posto a circular em anel fechado ao redor de um bloco de pedra a ser cortado. A máquina compreende um trilho fixo (11, 12) sobre o qual é montado, de forma deslizante, um quadro (13) e possuindo um volante principal motorizado (14) comandado em rotação para tracionar em circulação o cabo (C). Uma unidade eletrônica (20) para comandar a movimentação do quadro (13) ao longo dos trilhos a fim de afastar o quadro do bloco de pedra (B) durante a realização do corte. Uma célula de carga (25), associada a um volante de avanço (15), disposto a jusante do volante motorizado (14) detecta o grau de tensão mecânica de um seguimento (T) do cabo (C) que corre do volante principal motorizado na direção do bloco de pedra (B) e fornece, para a unidade eletrônica (20) sinais indicativos de uma condição operacional a qual requer o deslocamento de modo controlado do quadro ao longo dos trilhos com a finalidade de tensionar o cabo.





PI0902139-6

Máquina para o corte de blocos de pedra.

A presente invenção se refere ao setor das máquinas para o corte de pedras, as quais fazem uso de um cabo flexível abrasivo (usualmente chamado de cabo "adamentado"), o qual é posto a circular em uma configuração tipo anel
5 fechado, em um plano vertical ou horizontal, em torno da pedra a ser cortada, com o escopo de se obterem placas a partir de um bloco, por exemplo, de mármore, granito, ou de qualquer outro material de consistência lapidar. Estas máquinas devem ser controladas de modo tal que o cabo permaneça constantemente tensionado com, uma tensão preestabelecida. Para este escopo, e conforme o corte da pedra acontece, é
10 preciso afastar progressivamente a máquina da pedra, fazendo com que esta deslize ao longo de um trilho.

Nas máquinas para o corte de pedras até então utilizadas, de modo preferencial, a tensão no cabo adamentado é regulada monitorando-se o consumo de energia elétrica que é absorvida pelo volante principal, isto é, do volante ou
15 roda motriz que põem o cabo em circulação ao redor da pedra. Os sistemas de controle aportados por estas máquinas são predispostos para manter constante o consumo de energia elétrica, partido do pressuposto que uma redução na corrente consumida corresponde a um relaxamento do cabo, enquanto que um aumento no consumo é um indicio de uma tensão excessiva no cabo.

O principio de funcionamento supra descrito não garante sempre uma tensão constante e correta do cabo. Devida ao caráter heterogêneo da rocha, quando o cabo está cortando um estrato mais mole da rocha, no qual o cabo penetra mais facilmente, o cabo tende a "morder" mais a rocha, e isto se traduz em um aumento relativo da tensão mecânica do seguimento "ativo" do cabo, isto é, do
20 seguimento que corre desde a pedra até o volante principal da máquina. O aumento na tensão mecânica é detectado pelo sistema de controle da máquina por efeito do maior consumo de corrente elétrica, posto que o cabo está encontrando uma maior resistência ao avanço na rocha. Sendo detectado um maior consumo momentâneo, a retração ou afastamento da maquina em relação à pedra é postergado, pelo que o cabo trabalha
25 sobre a pedra com uma tensão inferior em relação à tensão nominal desejada, a qual garante o rendimento máximo do corte. Ao contrário, quando o cabo encontra uma porção de rocha localmente mais dura, o atrito entre o cabo e a rocha diminui, e isto se reflete em uma redução no consumo de corrente do volante motor. Tal redução é interpretada como um relaxamento, pelo que o afastamento ou retração da máquina é
30 acelerado. Como resultado o cabo fica excessivamente tensionado, e assim sendo o rendimento do processo de corte é momentaneamente reduzido e aumenta o risco de uma ruptura do cabo.

As máquinas tradicionais, do tipo supra dito, tendem, além

disto, a trabalhar em condições de tensão insuficiente quando o cabo trabalha na presença de água, e por vezes por efeito do mesmo líquido refrigerante que é fornecido ao cabo para manter a sua temperatura sob controle, impedindo um aumento excessivo. Tem sido constatado que um aumento do líquido na zona de contato entre o cabo e a rocha provoca um aumento na corrente elétrica absorvida pelo volante; este aumento é interpretado pela máquina como indício de uma condição de tensão excessiva do cabo, pelo que o sistema de regulação da posição da máquina atrasa seu o afastamento da pedra, mas o cabo inevitavelmente tende a trabalhar em uma condição excessivamente livre. Ainda nas máquinas tradicionais, é fácil detectar variações na tensão mecânica do fio adiamantado, simplesmente devido a uma variação na tensão elétrica da rede.

A presente invenção prevê assim o escopo de evitar os inconvenientes da técnica conhecida e supra descrita, afrontando principalmente o problema de otimizar a tensão do cabo adiamantado de modo tal que esta seja automaticamente regulada momento a momento, independentemente da falta de homogeneidade entre as zonas de uma mesma rocha que apresentam durezas diferentes, além da presença ou da ausência de água na interface entre o cabo e a rocha, ou simplesmente pelo valor da tensão elétrica na rede.

Estes e outros escopos e vantagens, os quais serão melhor compreendidos a seguir, são alcançados, de acordo com a invenção, através de uma máquina para o corte de pedra possuindo as características definidas nas reivindicações em anexo. De forma extremamente sucinta, a invenção propõem a regulação da distância ou o afastamento da máquina com relação à rocha, de modo tal que se mantenha uma pressão do fio adiamantado sobre a rocha, na zona de corte, dentro de valores pré estabelecidos, controlando a tensão (ou tensão mecânica) no ramo do cabo aqui definido como "passivo" ou "lento", e isto é, no seguimento do cabo que corre desde o volante motor da máquina na direção da rocha.

Será ora descrita uma forma de realização preferida, mas não limitativa, da invenção; será feita referência aos desenhos em anexo, nos quais:

- A figura 1 é uma vista lateral em elevação de uma máquina de acordo com a invenção, a qual realiza o corte de um bloco de pedra;
- A figura 2 é uma vista em perspectiva da máquina da figura 1;
- A figura 3 é uma vista ampliada de um detalhe da figura 2, com algumas partes removidas para mostrar outras;
- A figura 4 é uma vista ampliada de um detalhe da figura 1;
- A figura 5 é uma vista em secção de acordo com a linha V-V da figura 4;
- A figura 6 é uma vista em elevação de uma parte da máquina da figura 1;
- A figura 7 é uma vista em secção, de acordo com a linha VII-VII da figura 6; e
- As figuras 8 e 9 são vistas em perspectiva ampliada de outras partes da máquina.

Com referência as figuras, uma máquina para o corte de pedras, de acordo com a presente invenção, é indicada no seu todo por 10. A máquina 10 é destinada a comandar a circulação, em um plano que no exemplo ilustrado é essencialmente vertical, um cabo flexível ou fio adiantado C configurado na forma de um anel fechado ao redor de um bloco B de uma pedra a ser cortada em placas. O esquema geral de configuração da máquina representada na figura 1 é para ser considerado, no seu todo, como conhecido. Como consequência, a seguir na presente descrição serão descritos, de modo particularizados, apenas os elementos de importância e interesse específicos para a finalidade de atuação da presente invenção. Para a realização das partes e dos elementos não ilustrados em detalhe pode-se, portanto fazer referência a qualquer uma das soluções para as máquinas de corte de blocos de pedra de tipo conhecido. Em uma variante da aplicação, o plano de corte poderia ser horizontal ao invés de vertical.

A máquina 10 compreende uma estrutura de suporte fixa 11, a qual inclui um trilho 12 orientado em uma direção horizontal. A máquina 10 inclui, de fato, um quadro 13 deslizável sobre o trilho 12. Sobre o quadro 13 são montados um volante principal 14, uma pluralidade de rodas ou volantes de avanço 15, 16, 17, o motor (não ilustrado) o qual comanda em rotação o volante principal, e uma carcaça 18. Esta contém um motor ou um outro meio de acionamento (não ilustrado em detalhes) que provoca o deslocamento do quadro ao longo do trilho, por exemplo, através de uma transmissão a cremalheira compreendendo um par de pinhões motorizados (não ilustrados) os quais engatam respectivas barras dentadas 19 sobre o trilho 12. Além disto, a carcaça contém uma unidade eletrônica 20 de controle e processamento a qual atua sobre o funcionamento da máquina 10 em seu todo, e, portanto também sobre o funcionamento de todos os outros órgãos motores/acionadores aqui descritos.

O volante 15 é um volante de avanço, não motorizado, disposto imediatamente a jusante do motor principal 14. Em toda a descrição, bem como nas reivindicações que seguem, termos e expressões quais "a montante", "a jusante" e "transversal" devem ser interpretadas com referência ao sentido de circulação do cabo flexível C. O volante 15 empenha um seguimento T do cabo C aqui definido como "lento" ou "livre", isto é, aquele seguimento que corre do volante motorizado na direção do bloco de pedra. Ao contrário, o seguimento que corre desde o bloco de pedra até o volante principal 14 é um seguimento (ou ramo) sob tensão.

O volante de avanço 15 gira de modo livre sobre a extremidade de um eixo móvel 21, cuja extremidade oposta é articulada através de um cubo 22 que permite que o eixo 21 possa oscilar em um plano vertical. Através de um estribo 23, bloqueado sobre o eixo 21 (figura 7), o eixo 21 é ligado a um transdutor 25 (figura 5), de preferência uma célula de carga, vinculada ao quadro em um ponto 26

através de um flexível esférico. A célula de carga 25 se presta a detectar a força com a qual o eixo 21 é solicitado pelo cabo C em uma direção aqui definida como "transversal" com relação ao sentido de avanço do cabo entre o volante principal e a rocha, neste exemplo em uma direção vertical. As células de carga são conhecidas na arte e não precisam aqui serem descritas em detalhes.

A célula de carga converte a força transversal com a qual o cabo age sobre o eixo 21 em um sinal elétrico que é enviado (por exemplo através de um cabo 27, figura 9) para a unidade de controle 20 fornecendo assim, momento a momento, dados indicativos de nível de tensão mecânica no cabo em seu seguimento mais solto T.

A unidade de controle eletrônica 20 é disposta de modo a comandar os acionadores que fazem mover o quadro 13 ao longo do trilho 12 (no sentido indicado pela flecha A na figura 1) de modo tal a afastar o quadro do bloco de pedra B em função do nível da força que é detectado pela célula de carga 25, e que corresponde ao grau de tensão mecânica no cabo. Em particular, A unidade de controle processa os dados derivados dos sinais recebidos pela célula e comanda, por consequência, os acionadores por cremalheira quando a tensão mecânica no seguimento T do cabo cai abaixo de um valor pré-estabelecido.

Graças a esta solução, a distância entre a parte móvel da máquina e o bloco de pedra, e portanto o nível de pressão do cabo adiamantado sobre a rocha (na zona de corte), são regulados exclusivamente com base no grau efetivo de falta de tensão ou de relaxamento do cabo (no seu ramo "passivo"), e portanto para evitar descontinuidades ou não homogeneidades estruturais na rocha, ou outros fatores, quais a maior ou menor presença de água na interface entre o cabo e a rocha, ou de variações na tensão elétrica da rede, as quais podem dar uma indicação prejudicial aos sistemas de controle tradicionais, tal como descrito na parte introdutória da descrição.

De preferência, e tal como ilustrado na figura 8, o deslocamento do quadro é realizado em passos, através de pequenas rotações angulares de um eixo árvore 28 na saída de um redutor 29 e associado a um *encoder* 30, o que permite as rotações angulares com uma precisão notável. O deslocamento do quadro em passos é além disto vantajoso e preferível com relação a um sistema de avanço tradicional de velocidade constante. Os inventores perceberam que nas máquinas de corte tradicionais, quando em velocidades de avanço lineares muito baixas ao longo do trilho, e devido a sua grande inércia, o quadro tende a parar, e portanto retomar o movimento com um solavanco acompanhado de um pico de tensão excessivamente elevado no cabo, o que o danifica.

O volante de avanço 16 é montado imediatamente à jusante do volante de avanço 15, de modo tal a caracterizar no cabo C dois seguimentos

inclinados, de chegada e de saída do volante 15, verticalmente simétricos. Esta configuração permite vantajosamente que se alinhe na vertical a resultante das forças no todo transmitidas pelo cabo C no eixo 21 do volante 15, e isto é, no plano vertical de oscilação do eixo 21.

5 Deve ser entendido que a invenção não está limitada pela forma de realização aqui descrita e ilustrada, a qual deve ser considerada como um exemplo de atuação da máquina; ao contrário, a invenção é passível de ser modificada com relação à forma e a disposição das partes, detalhes construtivos e de funcionamento. Por exemplo, o sentido de circulação do cabo poderia ser invertido, pelo
10 que o seguimento solto se tornaria o superior. Em tal caso, o volante de avanço 15 deveria ser disposto mais no alto para acoplar o ramo superior do cabo e para variar a posição da célula de carga, de modo a adequá-la àquela do eixo 21.

Reivindicações

1. Máquina para cortar blocos de pedra (B) em placas através de um cabo flexível abrasivo (C) posto a circular em anel fechado ao redor de um bloco de pedra a ser cortado, compreendendo:

- uma estrutura fixa (11, 12) de suporte e guia,
- um quadro (13) montado de forma deslizante sobre a estrutura (11, 12).
- pelo menos um volante principal motorizado (14) comandado em rotação sobre o quadro (13) para tracionar em circulação o cabo (C),
- meios de acionamento para movimentar o quadro (13) ao longo da estrutura fixa de modo a afastar o quadro do bloco de pedra (B) durante a realização do corte,
- uma unidade eletrônica (20) para comandar os ditos meios de acionamento,
- meios de detecção para fornecer para a unidade eletrônica (20) sinais indicativos de uma condição operacional que requer o acionamento controlado dos meios de acionamento para deslocar o quadro ao longo da estrutura com a finalidade de tensionar o cabo,

caracterizada pelo fato de que os meios de detecção compreendem meios (15, 21, 25) para detectar o grau de tensão mecânica de um seguimento (T) do cabo (C) que corre do volante principal motorizado no sentido do bloco de pedra (B).

2. Máquina, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que os meios de detecção compreendem:

- um primeiro volante de avanço (15) que gira sobre um eixo (21) vinculado ao quadro (13) de modo móvel em um plano transversal à direção de avanço do cabo em um ponto a jusante do volante principal (14); e
- um transdutor (25), vinculado no quadro (13) e ligado no eixo (21), apto a tornar disponível um sinal elétrico indicativo da força exercida pelo cabo (CV) sobre o volante de avanço (15) em dito plano transversal.

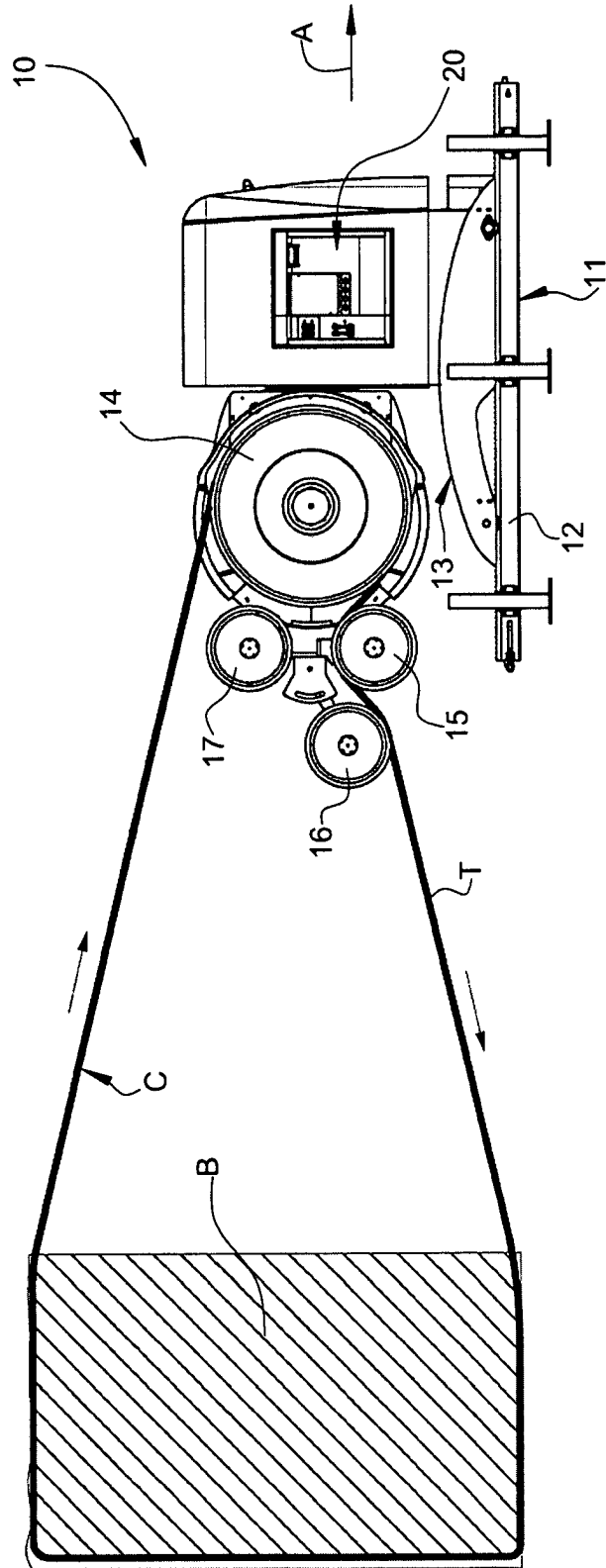
3. Máquina, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** pelo fato de que o eixo (21) é preso de modo a oscilar em um plano essencialmente vertical.

4. Máquina, de acordo com as reivindicações 2 ou 3, **caracterizada** pelo fato de que o transdutor (25) é uma célula de carga a qual gera um sinal elétrico indicativo da força exercida pelo cabo (C) sobre o volante de avanço (15) em um plano vertical.

5. Máquina, de acordo com uma qualquer dentre as reivindicações precedentes, **caracterizada** pelo fato de compreender um ulterior volante de avanço (16) montado imediatamente a jusante do primeiro volante de avanço (15), de modo tal a determinar sobre o cabo (C) dois seguimentos inclinados, de chegada e de saída do primeiro volante (15), verticalmente simétricos entre eles.

- 5 6. Máquina, de acordo com uma qualquer dentre as reivindicações precedentes, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de controle (20) é predisposta de modo a comandar, em passos, os meios de acionamento, a fim de movimentar o quadro de modo discreto, ou em passos, ao longo da estrutura de suporte e guia (11, 12), com um número proporcional ou ajustado as informações processadas com base em ditos sinais.

FIG. 1



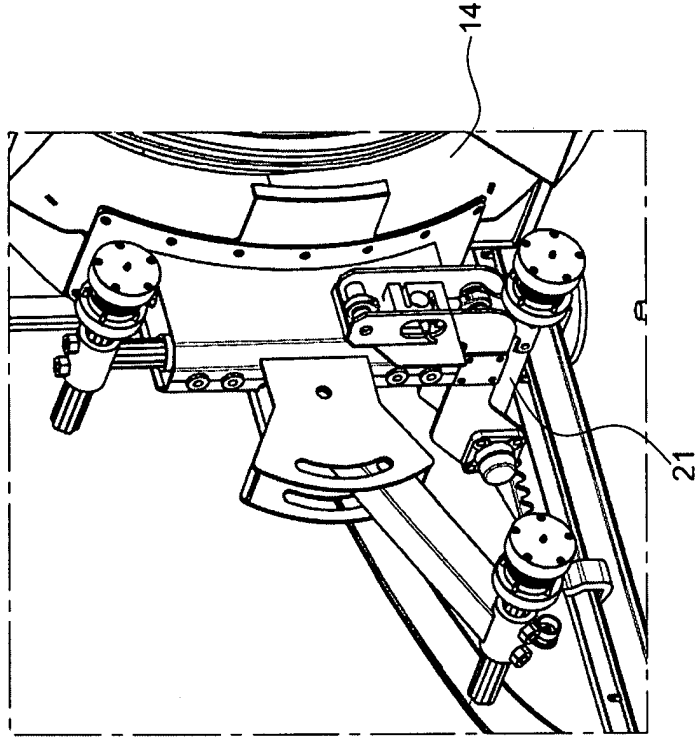


FIG. 3

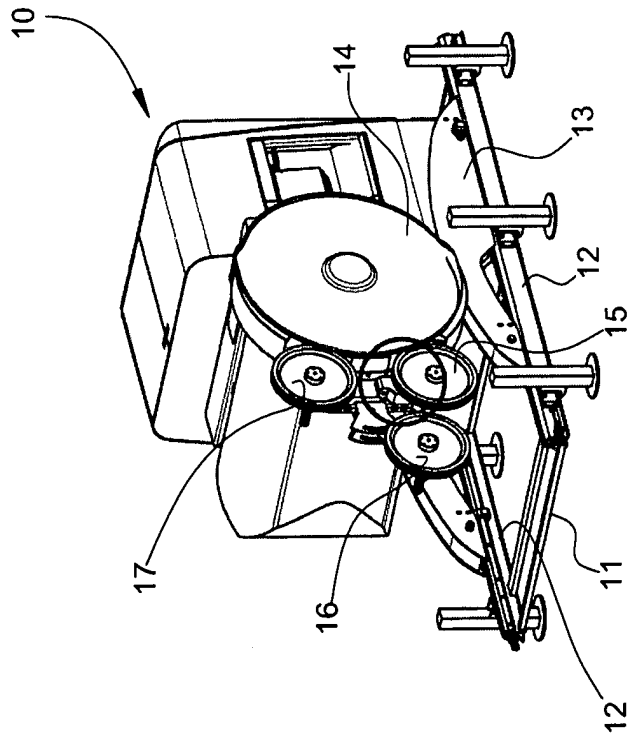


FIG. 2

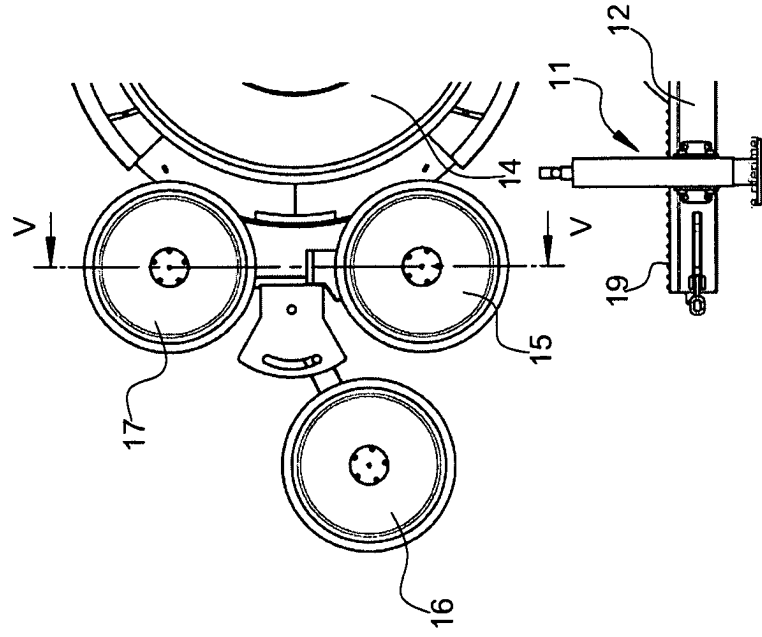


FIG. 4

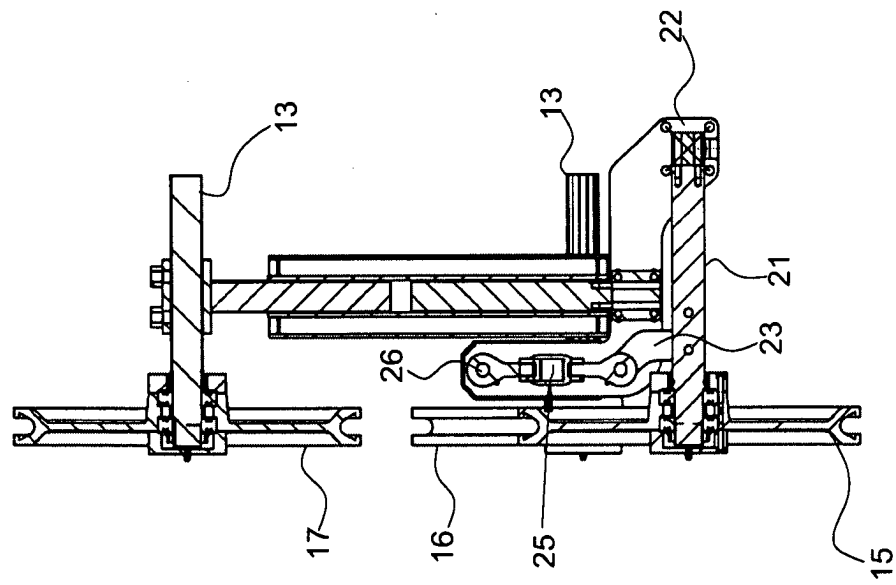


FIG. 5

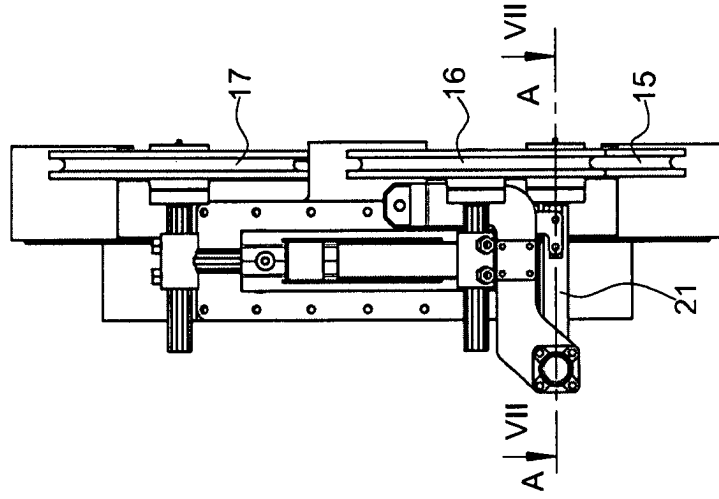


FIG. 6

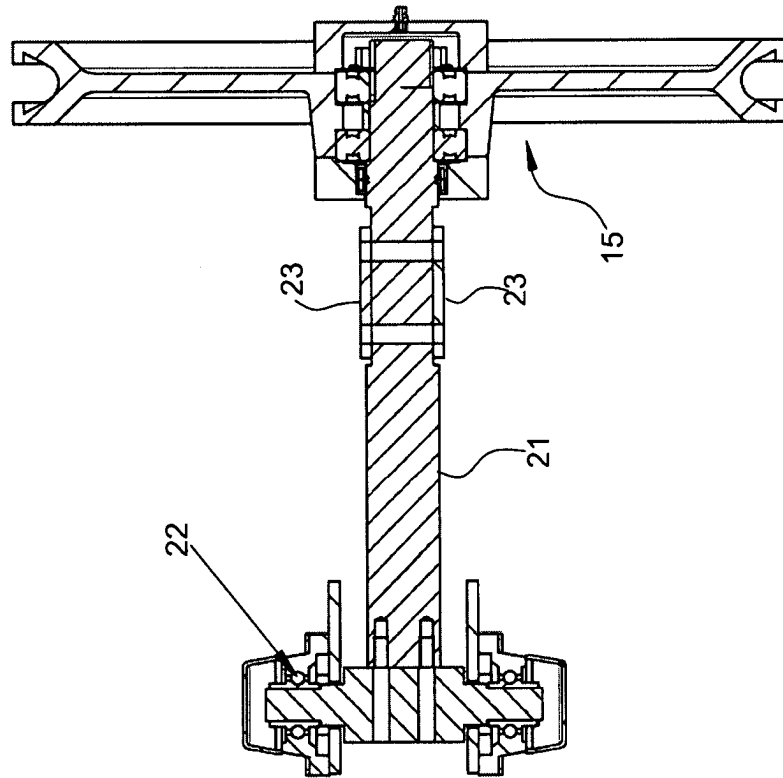


FIG. 7

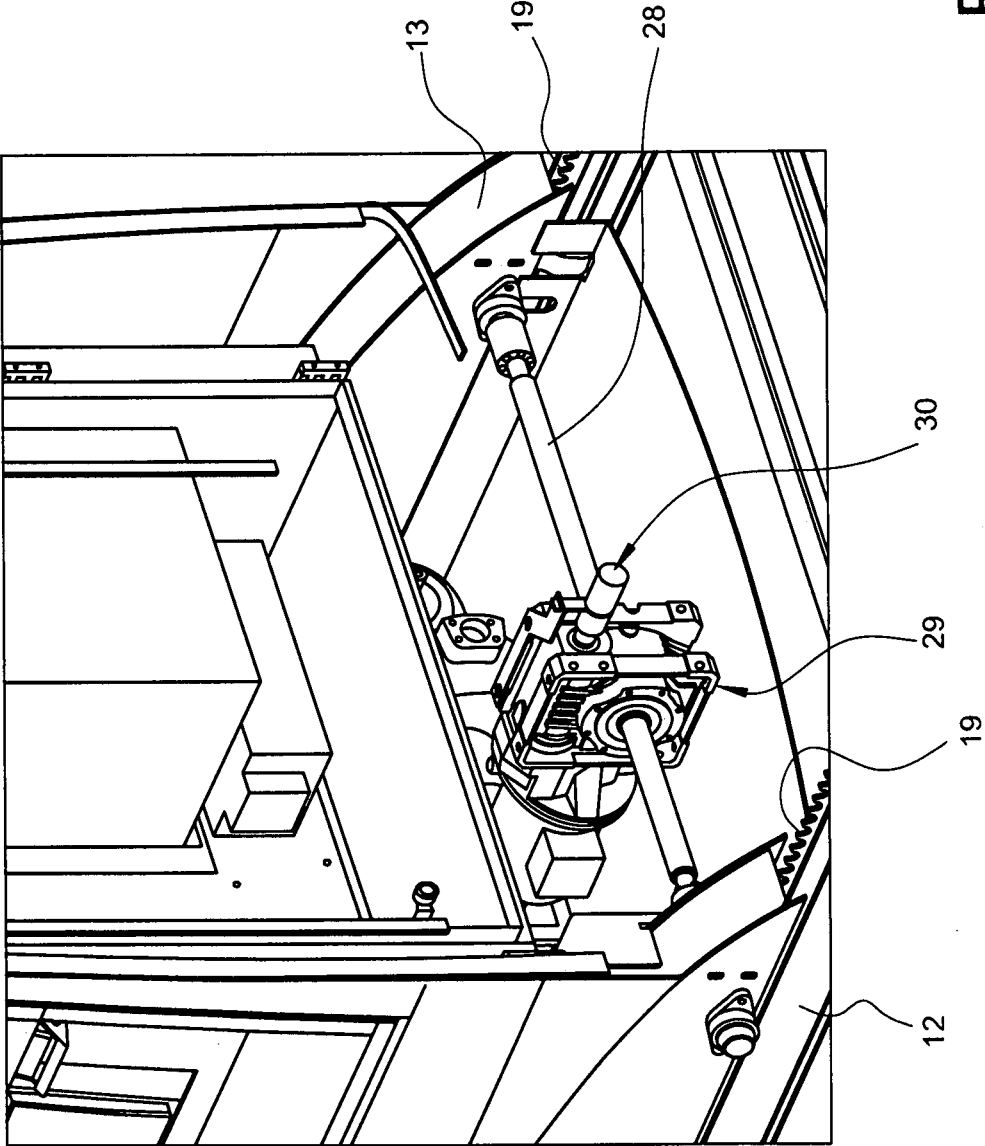
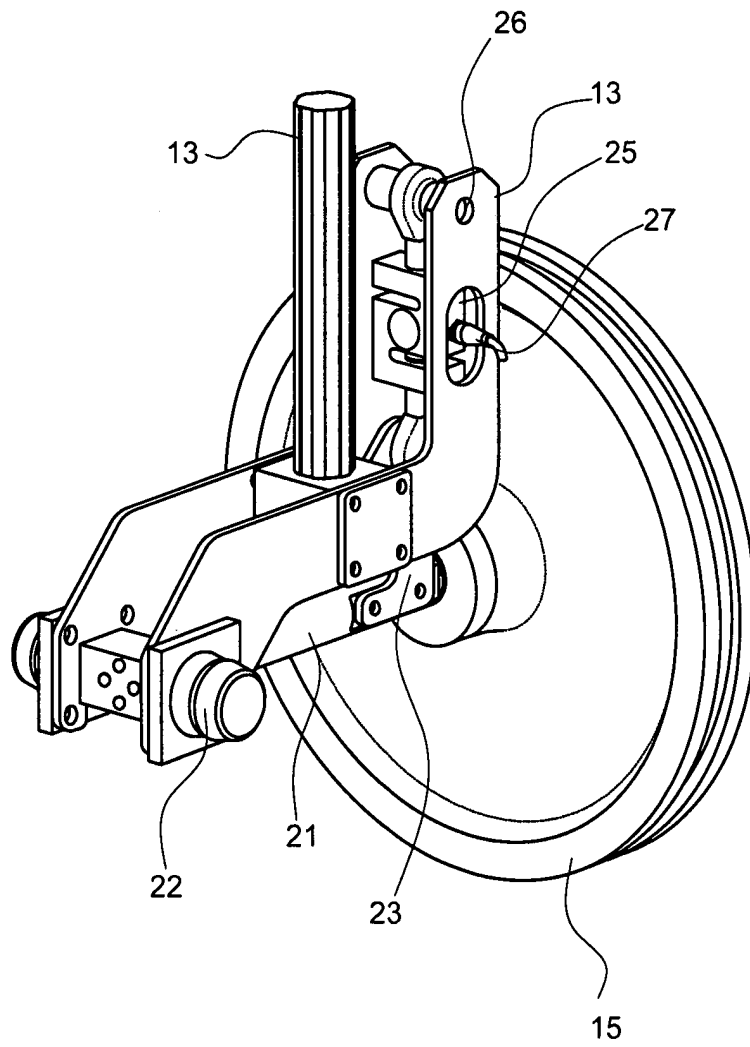


FIG. 8

FIG. 9



Resumo

Máquina para o corte de blocos de pedra.

A máquina serve para cortar blocos de pedra (B) em placas através de um cabo flexível abrasivo (C), o qual é posto a circular em anel fechado ao redor de um bloco de pedra a ser cortado. A máquina compreende um trilho fixo (11, 12) sobre o qual é montado, de forma deslizante, um quadro (13) e possuindo um volante principal motorizado (14) comandado em rotação para tracionar em circulação o cabo (C). Uma unidade eletrônica (20) para comandar a movimentação do quadro (13) ao longo dos trilhos a fim de afastar o quadro do bloco de pedra (B) durante a realização do corte. Uma célula de carga (25), associada a um volante de avanço (15), disposto a jusante do volante motorizado (14) detecta o grau de tensão mecânica de um seguimento (T) do cabo (C) que corre do volante principal motorizado na direção do bloco de pedra (B) e fornece, para a unidade eletrônica (20) sinais indicativos de uma condição operacional a qual requer o deslocamento de modo controlado do quadro ao longo dos trilhos com a finalidade de tensionar o cabo.