



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102013902145294
Data Deposito	09/04/2013
Data Pubblicazione	09/10/2014

Classifiche IPC

Titolo

MACCHINA NASTRATRICE

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Macchina nastratrice"

di: Proteco S.r.l., nazionalità italiana, Viale Pajetta 33 -
13836 Cossato (BI)

Inventore designato: Marino OZINO

Depositata il: 9 aprile 2013

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce alle macchine nastratrici automatiche. L'invenzione è stata sviluppata con riferimento in particolare alle macchine nastratrici per cavi elettrici.

Tecnica nota e problemi tecnici generali

Le macchine nastratrici appartenenti al campo tecnico della presente invenzione vengono utilizzate per l'applicazione di un rivestimento su cavi elettrici per linee di potenza o di segnale al fine di assicurare la protezione da abrasioni e l'isolamento elettrico della superficie del conduttore di cui il cavo è costituito.

Le macchine nastratrici note per queste applicazioni includono generalmente un rotore cavo portante una pluralità di bobine montate liberamente girevoli su mozzi fissati al predetto rotore. Le bobine portano il materiale in nastro che andrà a costituire il rivestimento del cavo elettrico. Il rotore della macchina nastratrice è cavo per permettere il passaggio in senso assiale del conduttore elettrico che deve essere rivestito, il quale è mantenuto in posizione sostanzialmente coincidente con quella dell'asse della macchina mediante guide a rulli, le quali prevengono lo strisciamento del cavo sulle pareti del rotore in movimento.

Quando la macchina è in funzione il cavo viene fatto avanzare (generalmente tramite dispositivi esterni alla macchina stessa) attraverso il rotore cavo, il quale è contestualmente azionato in rotazione. Ciò provoca lo svolgimento del materiale in nastro dalle bobine e il conseguente avvolgimento dello stesso nastro sul cavo da rivestire.

La composizione del moto sostanzialmente circonferenziale del nastro, dovuto alla rotazione del rotore cavo, con il moto assiale del cavo realizza un avvolgimento ad elica del nastro sul cavo stesso. La larghezza del materiale in nastro, il passo di avvolgimento ed il numero di nastri contemporaneamente avvolgentisi sul cavo determinano il numero di strati protettivi di esso.

Una possibile classificazione delle macchine nastratrici di tipo noto può essere fatta in base alla disposizione delle bobine sul rotore cavo, cosa che porta a distinguere fra tre principali categorie:

- macchine nastratrici tangenziali,
- macchine nastratrici radiali, e
- macchine nastratrici concentriche.

La figura 1 illustra uno o più esempi di ciascuna delle tipologie di macchina summenzionate, e presenta cinque differenti sezioni (associate alle lettere A-E) che sono associate ad altrettante configurazioni di bobine sul rotore cavo (differenti fra loro per numero e/o disposizione). Ciascuna sezione della figura 1 è divisa in due porzioni illustranti una vista frontale schematica (porzione superiore) e una vista in pianta schematica (porzione inferiore) di una macchina nastratrice di tipo noto.

La figura 1A illustra un primo esempio di macchina nastratrice tangenziale. La macchina nastratrice tangenziale della figura 1A include un rotore cavo HR (incluso a sua volta in una struttura portante) girevole attorno a un asse principale della macchina XM. Il rotore HR porta quattro bobine B di materiale in nastro, ciascuna girevole attorno a un rispettivo asse XB. Ciascun asse XB è disposto in direzione radiale (quindi trasversale) rispetto all'asse XM, di modo che il piano mediano di ciascuna bobina (ortogonale all'asse XB) risulti sostanzialmente tangente a una circonferenza centrata sull'asse XM e appartenente a un piano ortogonale all'asse XM stesso. La parte inferiore della figura 1A illustra una vista in pianta della macchina ove è possibile osservare come attraverso rulli di rinvio il materiale in nastro T avvolto sulle bobine B venga a sua volta avvolto ad elica attorno a un cavo C che passa attraverso il rotore HR.

La macchina nastratrice della figura 1B costituisce sostanzialmente uno sdoppiamento della macchina nastratrice di figura 1A in senso assiale: è possibile infatti osservare la presenza di due rotorì cavi HR tra loro collegati in rotazione, e ciascuno portante quattro bobine B disposte in modo tangenziale.

Le macchine nastratrici di tipo tangenziale quali quelle delle figure 1A e 1B costituiscono una soluzione conveniente qualora l'esigenza principale sia quella di contenere gli ingombri, e in particolare il diametro esterno, della macchina. Tuttavia, esse risentono di un problema intrinseco, non eliminabile in quanto connaturato alla disposizione tangenziale delle bobine su rotore HR. Infatti, a causa della rotazione del rotore HR attorno all'asse XM, la risultante delle forze di inerzia su

ciascuna bobina (forza centrifuga) risulta in una forza diretta assialmente lungo gli assi XB, il che sovente provoca problemi di sfaldamento della bobina dovuti all'incapacità del materiale in nastro avvolto su di essa di sopportare eccessive forze in direzione assiale.

Esempi di macchine nastratrici di tipo radiale sono illustrati nelle figure 1C e 1D. Tali macchine nastratrici sono preferibili qualora i vincoli in termini di ingombri radiali della macchina non siano troppo stringenti poiché esse non risentono dei problemi di sfaldamento delle bobine tipici delle nastratrici tangenziali in quanto ciascuna bobina B è montata con asse XB tangente rispetto a una circonferenza con centro sull'asse XM e appartenente a un piano ortogonale ad esso.

In tal modo, i piani mediani di ciascuna bobina risultano avere orientamento radiale rispetto al rotore HR e all'asse XM e le forze di inerzia su ciascuna bobina si scaricano sul mozzo e sulle varie spire di materiale in nastro in senso radiale (e non assiale).

Tuttavia, nel caso vi sia la necessità di utilizzare un numero elevato di bobine (tipicamente otto, il doppio rispetto alla configurazione base che ne prevede invece quattro), ad esempio perché le specifiche del cavo da rivestire impongono la presenza di uno spesso strato di rivestimento, la disposizione obbligata delle bobine è quella illustrata nella figura 1D. Ciò tuttavia risulta essere una struttura piuttosto affollata e tale da rendere non agevoli le operazioni di carico e scarico delle bobine B da parte di un operatore.

La figura 1E è invece rappresentativa dell'ultima tipologia di macchine nastratrici, quella concentrica. In tal caso la bobina B è montata con asse XB coincidente con

l'asse XM, il che permette generalmente velocità superiori dell'assieme in quanto il momento di inerzia di rotazione del complesso del rotore e della bobina è più basso rispetto a quello delle macchine tangenziali e radiali. Le nastratrici concentriche presentano però l'indubbio svantaggio di non consentire il montaggio di più bobine contemporaneamente sulla stessa macchina, cosa che di fatto ne esclude l'impiego qualora le specifiche del cavo prevedano uno strato di rivestimento spesso ed elaborato.

È quindi chiaro che le soluzioni disponibili nell'ambito della tecnica nota impongono sempre soluzioni di compromesso fra esigenze antitetiche.

Oltre alla disposizione delle bobine sul rotore della macchina nastratrice assume particolare importanza la tensione di tesatura del materiale in nastro delle bobine. Se il materiale in nastro è applicato sul cavo con una tensione di tesatura non corretta, il rivestimento del conduttore presenterà grinze e disuniformità di ogni genere che ne peggioreranno la qualità fino a renderlo incompatibile con gli standard prescritti.

Nelle macchine nastratrici di tipo noto, incluse quindi quelle illustrate nelle figure 1A-1E, la tensione del materiale in nastro viene regolata applicando una coppia frenante alla bobina in svolgimento mediante freni azionati tramite leverismi contrastati da molle, il cui precarico è regolato con dispositivi meccanici.

Chiaramente tali sistemi soffrono di notevole imprecisione, che può diventare un problema molto serio nel caso di cavi che richiedano elevata raffinatezza costruttiva. Inoltre, sono necessari soventi intervalli di fermo macchina per consentire la regolazione dei dispositivi meccanici per la variazione della tensione del

nastro, in quanto al variare del diametro della bobina (ossia del materiale in nastro avvolto sulla bobina) varia anche la coppia frenante richiesta.

È chiaro che tale soluzione comporta notevoli svantaggi sul piano della qualità del prodotto finito e della produttività della linea.

In ultimo, lo svuotamento di ciascuna bobina di materiale in nastro viene usualmente rilevato sulle macchine nastratrici di tipo noto tramite sensori ottici i quali sono utilizzati per determinare il diametro di materiale in nastro residuo avvolto sulla bobina.

Tuttavia, tale sistema non è adattabile automaticamente a bobine con diametro di nocciolo differente, in quanto - come è evidente - quello che per alcune bobine è un diametro esterno che corrisponde a una quantità residua accettabile di materiale in nastro, per altre può equivalere a una quantità di materiale in nastro molto vicina all'esaurimento della bobina in ragione di un più ridotto diametro di nocciolo.

Inoltre, i sensori ottici sono generalmente molto condizionati dalla presenza di eventuali oggetti o di polvere sul cammino ottico del segnale, il che ne può compromettere in modo irreparabile la precisione di misura. Oltretutto, questo impone alcune restrizioni sul layout della macchina in quanto non è possibile disporre un sensore di svuotamento della bobina in una sezione della macchina ove altri componenti potrebbero trovarsi sul cammino ottico del sensore.

Scopo dell'invenzione

Scopo dell'invenzione è quello di fornire una macchina nastratrice in cui la disposizione delle bobine sul rotore cavo consenta di conciliare le esigenze in termini di alto

numero di bobine trasportabili con le esigenze in termini di accessibilità durante le operazioni di carico e scarico delle bobine.

Sintesi dell'invenzione

Lo scopo dell'invenzione è raggiunto da una macchina nastratrice avente le caratteristiche formanti oggetto delle rivendicazioni che seguono, le quali formano parte integrante dell'insegnamento tecnico qui somministrato in relazione all'invenzione.

Breve descrizione delle figure

L'invenzione sarà ora descritta con riferimento alle figure annesse, date a puro titolo di esempio non limitativo, in cui:

- la figura 1, precedentemente commentata, è un insieme di viste schematiche (figure 1A-1E) frontali e in pianta di varie tipologie di macchine nastratrici di tipo noto,

- la figura 2 illustra una vista prospettica di una macchina nastratrice in base a vari aspetti vantaggiosi della presente invenzione,

- la figura 3A illustra schematicamente e in vista frontale una macchina nastratrice in base a un primo vantaggioso aspetto dell'invenzione,

- la figura 3B illustra una vista in pianta schematica della macchina nastratrice di figura 3A,

- la figura 4 è una vista parziale laterale della macchina nastratrice di figura 2, con alcuni componenti rimossi per chiarezza, e illustrante in particolare il percorso di un materiale in nastro svolgentesi da una delle bobine della macchina nastratrice,

- la figura 5 è una rappresentazione schematica di un dispositivo di controllo della tensione di tesatura del

materiale in nastro per una macchina nastratrice in base a un ulteriore vantaggioso aspetto dell'invenzione,

- la figura 6A include una vista di dettaglio del particolare indicato con la freccia VI/A di figura 5,

- la figura 6B è una vista in sezione secondo la traccia VI/B-VI/B di figura 6A, e

- la figura 7 è una vista schematica di un dispositivo di controllo dello svuotamento di una bobina per una macchina nastratrice in base ad ancora un ulteriore vantaggioso aspetto dell'invenzione.

Descrizione particolareggiata di forme di esecuzione preferite dell'invenzione

Il numero di riferimento 1 in figura 2 indica nel complesso una macchina nastratrice, particolarmente per cavi elettrici, in base a varie forme di esecuzione preferite dell'invenzione.

La macchina nastratrice 1 include un telaio di supporto 2, un rotore cavo 4 supportato in modo girevole dal telaio di supporto 2 e azionabile in rotazione mediante un gruppo motore 6 installato sul telaio di supporto 2 e montato coassialmente a un asse principale XM della macchina, coincidente con l'asse di rotazione del rotore cavo 4.

La macchina nastratrice 1 include inoltre una porta di ingresso 8 e una porta di uscita 10 ambedue in vista del rotore cavo 4 e configurate per l'instradamento in senso assiale di un cavo elettrico all'interno di esso.

Il rotore cavo 4 porta inoltre una pluralità di bobine di materiale in nastro indicate con la lettera B e disposte attorno all'asse di rotazione XM. Ciascuna bobina B è montata liberamente girevole attorno al proprio asse XB mediante un perno o un mozzo.

Il rotore cavo e le bobine da esso portate sono alloggiate entro un involucro 12 dotato di un portello 14 per l'accesso e la manutenzione. Il rotore cavo 4 include una prima porzione 16 di forma cilindrica e avente parete sostanzialmente continua e una seconda porzione 18 avente forma sostanzialmente a gabbia.

La porzione 18 include un primo e un secondo elemento anulare di estremità 20, 22 collegati mediante barre assiali 24 a definire una gabbia interna.

Sulla porzione 16 del rotore cavo 4 sono installate, con orientamento radiale, piastre 26 sulle quali sono a loro volta realizzati i mozzi (o montati i perni, a seconda delle forme di esecuzione) che consentono la rotazione delle bobine B.

Su ciascuna piastra 26 è inoltre provvisto un gruppo di rinvio 28 per ciascuna delle bobine B (il che equivale ad avere, in questa forma di esecuzione, due gruppi di rinvio disposti da parti opposte della piastra 26 e la cui struttura verrà ulteriormente dettagliata nel prosieguo). Ciascun gruppo di rinvio 28 è atto a veicolare il materiale in nastro svolgentesi dalla corrispondente bobina verso un cavo che viene instradato attraverso il rotore cavo tramite le porte di accesso e di uscita 8, 10 consentendone il rivestimento.

A ciascun gruppo di rinvio 28 è inoltre fissata una prima estremità di una coppia di barre assiali 30, la cui seconda estremità è invece fissata a un anello 32 che circonda la gabbia realizzata dagli anelli 22 e 20, realizzando quindi una gabbia esterna, concentrica alla gabbia interna summenzionata. La gabbia esterna è fissata alla gabbia interna (in particolare all'anello 22) mediante una pluralità di razze oblique 34.

Con riferimento alla figura 2 e alle figure 3A, 3B, le bobine B sono disposte in gruppi attorno all'asse XM del rotore cavo 4, e in particolare sono disposte in modo che le bobine di ciascun gruppo abbiano i rispettivi piani mediani (i quali hanno orientamento ortogonale all'asse di rotazione XB delle bobine) paralleli fra di loro e a una direzione radiale del rotore cavo 4.

In altre parole, con riferimento in particolare alla figura 3A, in una forma di esecuzione preferita le bobine B sono disposte in quattro gruppi di due bobine ciascuno, in cui le bobine di ogni gruppo sono disposte coassiali e parallele fra loro. Le bobine hanno quindi una disposizione che può essere definita di tipo parallelo-radiale anche se ciascuna bobina è soltanto parallela a una direzione radiale rispetto al rotore 4 ma non allineata rispetto ad essa.

Naturalmente è possibile che le bobine siano montate in gruppi di più di tre unità ed è anche possibile, in dipendenza da esigenze specifiche, che le bobine di ciascun gruppo non siano tutte coassiali fra loro.

Con riferimento alla figura 4, verrà ora dettagliata la struttura del gruppo di rinvio 28.

Ciascun gruppo di rinvio 28 include un primo rullo folle 36, un secondo rullo folle 38, un dispositivo di pretensionamento 40 (che è parte di un dispositivo di regolazione che verrà nel seguito descritto in dettaglio), un terzo rullo folle 42 e un quarto rullo folle (rullo di uscita) 44. Tutti i rulli precedentemente menzionati hanno assi di rotazione paralleli fra loro.

Il gruppo di pretensionamento 40, con riferimento alla figura 4 e alle figure 5 e 6, comprende un elemento danzante includente una piastra 46 girevole attorno a un

asse X40 parallelo agli assi dei rulli summenzionati e portante una coppia di rulli 48, 50. I rulli 48, 50 sono montati liberamente girevoli attorno a rispettivi assi X48, X50 paralleli all'asse X40, allineati ad esso e disposti da parti opposte rispetto ad esso di modo che i rulli 48, 50 risultino pure disposti da parti opposte rispetto all'asse X40.

La piastra 46 è inoltre montata girevole su di un perno 52 fissato alla piastra 26. Il montaggio della piastra 46 sul perno 52 può esser realizzato mediante un supporto volvente 54 o un supporto a strisciamento, ad esempio una bronzina. Una corona dentata 56 è montata girevole sul perno 52 in posizione leggermente spaziata in senso assiale rispetto alla piastra 46 e coassiale ad essa. Similmente alla piastra 46, il montaggio della corona 56 sul perno 52 può esser realizzato mediante un supporto volvente 58 o un supporto a strisciamento, ad esempio una bronzina.

La corona 56 è collegata in rotazione in modo non rigido all'elemento danzante per il tramite di un elemento elastico 60. L'elemento elastico 60 realizzato di preferenza come una molla elicoidale configurata per rispondere primariamente all'azione di un momento torcente e non di una forza assiale.

Una prima estremità della molla 60 è fissata alla corona dentata 56, mentre una seconda estremità è fissata all'elemento danzante, in particolare alla piastra 46.

Con riferimento alla figura 6A, la corona 56 ingrana con un pignone 62 che costituisce la ruota di uscita di un gruppo motoriduttore MR, qui indicato schematicamente come un riquadro con linea a tratteggio e doppio punto attorno

al pignone 62 e includente un motore elettrico configurato per l'azionamento della ruota 62.

Si tenga presente che la ruota 62 può essere coassiale all'asse del motore elettrico del gruppo motoriduttore MR, ma possono esser previste forme di esecuzione in cui la ruota 62 non condivide alcun asse con quella del motore elettrico del gruppo moto riduttore MR.

Quest'ultimo inoltre, con riferimento alla figura 5, è operativamente connesso a un'unità elettronica di controllo CU la quale è a sua volta parte di un dispositivo di controllo della tensione di tesatura del materiale in nastro T avvolto sulle bobine B. Il dispositivo di controllo della tensione di tesatura è globalmente indicato in figura 5 con il numero di riferimento 100 e include il dispositivo di pretensionamento 40, il gruppo motoriduttore MR, l'unità elettronica di controllo CU e un dispositivo di tensionamento 64, di preferenza un dispositivo di frenatura includente un freno elettromagnetico comprendente un rotore 66 connesso in rotazione a una bobina B e un solenoide 68 cooperante con il rotore 66 per la generazione della coppia frenante elettromagnetica.

L'unità elettronica di controllo CU è operativamente connessa, oltre che al gruppo motoriduttore MR, a un sensore di posizione 63 predisposto per rilevare, a seconda delle forme di esecuzione, una posizione o solo una variazione di posizione dell'elemento danzante, in particolare della piastra 46. L'unità CU è inoltre operativamente connessa al solenoide 68 per l'attivazione del freno elettromagnetico.

Così configurato, il dispositivo di controllo della tensione di tesatura 100 è particolarmente atto al funzionamento in cooperazione con la macchina nastratrice

1, ma è altrettanto applicabile a una qualsiasi macchina nastratrice di tipo noto.

Il tecnico del ramo tuttavia apprezzerà - e la descrizione che segue ne fornirà la conferma - che il dispositivo 100 è utilizzabile anche come dispositivo a sé stante per il controllo della tensione di tesatura di un materiale in nastro nell'ambito di un qualsiasi sistema che preveda la presenza di una bobina di materiale in nastro, quindi senza limitarne l'applicazione a una macchina nastratrice.

Con riferimento infine alla figura 7, il numero di riferimento 200 indica un dispositivo di controllo dello svuotamento di una bobina B della macchina nastratrice 1, ossia un dispositivo atto a monitorare la quantità di nastro residuo ancora da svolgere dalla bobina B.

Il dispositivo 200 include il rullo 36, il quale è montato liberamente girevole attorno a un corrispondente asse X36 ed è operativamente associato a un primo sensore di velocità angolare S1 (ad esempio un sensore di posizione angolare con un circuito derivatore associato) predisposto per il rilevamento di una velocità angolare del rullo 36. Il rullo 36 ha inoltre diametro costante, noto e predeterminato (diametro di riferimento). Un secondo sensore di velocità angolare S2 (nuovamente, ad esempio, un sensore di posizione angolare con un circuito derivatore associato) è inoltre operativamente associato alla bobina B per rilevarne la velocità angolare.

Verrà ora descritto il funzionamento della macchina nastratrice 1 e dei dispositivi 100 e 200, in particolare in abbinamento alla macchina nastratrice 1.

Con riferimento alle figure 2 e 4, un cavo elettrico C che deve essere rivestito mediante il materiale in nastro T

avvolto sulle bobine B viene instradato all'interno del rotore cavo 4 attraverso la porta di ingresso 8. Il cavo C è fatto avanzare assialmente per mezzo di dispositivi di movimentazione esterni alla macchina 1 (ad esempio una stazione con rulli di movimentazione).

Il cavo C entra dalla porta d'ingresso 8, attraversa il rotore 4 ed fuoriesce dalla porta di uscita 10 rivestito del materiale in nastro T. Con riferimento alla figura 4, il materiale in nastro T di ciascuna bobina abbandona tangenzialmente la bobina stessa in una posizione prossima al rotore cavo 4 e si avvolge dapprima sul rullo 36, quindi sul rullo 38.

All'uscita del rullo 38 il materiale in nastro T si avvolge secondo un percorso definente una doppia curva sui rulli 48 e 50, in modo da risultare disposto da parti opposte rispetto all'asse X40 quando esso transita al di sopra della piastra 46. Dal rullo 50 il nastro viene deviato verso il rullo 42 e quindi verso il rullo 44, dal quale viene deviato infine di circa 90° verso una delle barre assiali 24.

Si osservi che le barre assiali 24 definiscono punti di accesso per il nastro T all'interno del rotore cavo 4 (in particolare entro la porzione 18) e definiscono inoltre elementi di torsione del nastro T, in quanto quando il nastro T si avvolge su una delle barre 24 subisce una torsione di 90° che ne modifica l'orientamento, portando la superficie del materiale in nastro ad assumere un assetto tangenziale rispetto alla superficie del cavo C.

Il rivestimento del cavo C è il risultato dell'azione combinata dell'avanzamento assiale del cavo stesso e dell'azionamento in rotazione attorno all'asse XM del rotore cavo 4, ossia del complesso delle bobine B: il primo

impone una componente assiale al moto di avvolgimento del nastro T sul cavo C, mentre il secondo imprime una componente sostanzialmente circonferenziale. La risultante delle due componenti genera un percorso di avvolgimento elicoidale del nastro T di ogni bobina B sulla superficie del cavo C.

L'avvolgimento del materiale in nastro T sul rullo 36 consente il funzionamento del dispositivo di controllo dello svuotamento della bobina 200. Infatti, l'avvolgimento del materiale in nastro T sulla bobina B e sul rullo 36 equivale a una trasmissione del moto fra di essi assimilabile a una trasmissione con cinghia piana, in cui il rapporto di trasmissione è pari al rapporto dei diametri di avvolgimento del nastro.

In particolare, assumendo come rapporto di trasmissione il rapporto fra la velocità di rotazione della bobina B e la velocità di rotazione del rullo 36, il rapporto di trasmissione è esprimibile come

$$D_{36}/D_B$$

Dove:

- D_{36} è il diametro del rullo 36, noto e fissato, e
- D_B è il diametro del materiale in nastro della bobina B, variabile

La velocità lineare di svolgimento del nastro è determinata dalla velocità di rotazione del rotore cavo 4, dal diametro del cavo C e, in misura minore, dalla velocità di avanzamento assiale del cavo C, ed è pertanto indipendente dal diametro di avvolgimento sulla bobina B.

Quando la bobina B è piena di materiale in nastro T, il diametro di avvolgimento del materiale in nastro T sulla bobina B è molto maggiore rispetto a quello del rullo 36, per cui la velocità angolare della bobina B è conseguentemente molto minore rispetto alla velocità di rotazione della bobina B attorno al proprio asse XB.

Se la velocità di rotazione del rotore cavo 4 è mantenuta costante (e di solito lo è), il materiale in nastro T mantiene parimenti velocità lineare costante durante il funzionamento, il che risulta in una velocità angolare costante anche del rullo 36.

La velocità angolare della bobina B, al contrario, aumenterà man mano che il materiale in nastro T si avvia verso l'esaurimento, in quanto a ogni rotazione completa della bobina B la quantità di materiale in nastro srotolata è sempre minore, ed è pertanto necessario un maggior numero di rotazioni complete nell'unità di tempo per l'approvvigionamento del materiale in nastro T necessario.

Le velocità angolari del rullo 36 e della bobina B vengono costantemente registrate dai sensori S1 ed S2, rispettivamente. In ogni istante di tempo il diametro di avvolgimento del materiale in nastro sulla bobina B è esprimibile come

$$D_B = D_{36} \cdot (n_{36}/n_B)$$

Dove, in aggiunta a quanto già descritto:

- n_{36} è la velocità di rotazione del rullo 36, e
- n_B è la velocità di rotazione della bobina B.

Noto il diametro di nocciolo $D_{n,B}$ della bobina B, è sufficiente impostare tale dato in un'unità elettronica di controllo per determinare l'arresto della macchina 1 qualora la velocità di rotazione n_B della bobina B raggiunga un valore di soglia $n_{B,lim}$ (rilevabile mediante il sensore S2) esprimibile come

$$n_{B,lim} = n_{36} \cdot (D_{36}/D_{n,B})$$

Si osservi che ciò equivale a comandare l'arresto della macchina 1 quando il rapporto fra le velocità di rotazione n_B/n_{36} (rilevabili mediante i sensori S2 ed S1) sale a tal punto da raggiungere un valore di soglia pari a $D_{36}/D_{n,B}$.

Chiaramente è possibile far riferimento al rapporto inverso n_{36}/n_B : in tal caso l'arresto della macchina 1 verrà comandato quando il rapporto fra velocità di rotazione n_{36}/n_B scende a tal punto da raggiungere un valore di soglia pari a $D_{n,B}/D_{36}$.

È chiaramente sufficiente, in quanto equivalenti, l'occorrenza e il monitoraggio (tramite i sensori S1 ed S2) di una sola delle tre condizioni summenzionate.

Rivolgendo ora l'attenzione a quel che si verifica a valle del dispositivo 200, è già stato evidenziato come nelle macchine nastratrici vi sia la necessità di mantenere la tensione di tesatura del materiale in nastro T a un valore costante, corrispondente a quello previsto dalle specifiche del cavo da nastrare, durante il funzionamento della macchina e in particolare nell'intero arco dello svuotamento di ciascuna bobina. Questo al fine di evitare la formazione di grinze, pieghe e disuniformità in generale sulla superficie del conduttore.

In base a un vantaggioso aspetto dell'invenzione, è data risposta a tali esigenze mediante il dispositivo di controllo della tensione di tesatura 100.

Come già indicato, il dispositivo 100 include un dispositivo di pretensionamento 40 includente a sua volta l'elemento danzante (c.d. "ballerino") 46 e un dispositivo di tensionamento includente l'elemento di frenatura 64.

Attraverso un pannello di controllo CP, l'operatore può impostare un valore di tensione di tesatura desiderato per il materiale in nastro T. l'impostazione di tale valore avviene antecedentemente all'avvio della lavorazione, in quanto è necessario produrre un cavo che presenti uniformità di caratteristiche su tutta la lunghezza.

Quando viene impostato il valore di tensione di tesatura del materiale in nastro T, l'unità elettronica di controllo CU comanda l'azionamento del gruppo motoriduttore MR in modo da imprimere una rotazione alla corona 56.

La piastra 46 dell'elemento danzante viene mantenuta fissa in rotazione in una posizione di fine corsa posta ad un angolo α noto rispetto alla posizione di riferimento illustrata nelle figure 5, 6 (posizione di "zero" o di riposo, assetto di riferimento), cosicché la rotazione della corona 56 genera una variazione di precarico della molla 60. Sostanzialmente il dispositivo di pretensionamento viene mantenuto in un assetto costante e noto durante questa fase (posizione di fine corsa)

Il precarico della molla 60 è il precarico del gruppo di pretensionamento 40, che determina la tensione del materiale in nastro T: si osservi infatti che il nastro T avvolto sui due rulli 48, 50 determina un momento torcente rispetto all'asse X40 che equilibra il momento torcente generato dalla molla 60 (prodotto della costante elastica

di torsione della molla 60 e dell'angolo di torsione imposto alla molla stessa tramite la corona 56).

Per gli scopi di questa descrizione verrà introdotta un'approssimazione che sostanzialmente trascura gli effetti dell'angolo α sul modulo del momento torcente generato rispetto all'asse X40 dalla tensione agente sul nastro. Veduto che sovente l'angolo α ha valori piuttosto contenuti, è possibile esprimere il momento torcente come se la piastra 46 fosse nella posizione di "zero", con minima perdita di accuratezza. Ciò premesso, il momento torcente ha modulo pari al prodotto della tensione stessa moltiplicato (nella posizione di "zero") per la somma dell'interasse fra i rulli 48 e 50 e il diametro di uno dei due rulli (nell'ipotesi di rulli identici). Riassumendo con una formula:

$$\begin{aligned} M_{X40} &= 2 \cdot T_T (r_{48/50} + d_{(X48/50-X40)}) = \\ &= T_T \cdot (d_{48/50} + d_{(X48-X50)}) \end{aligned}$$

dove:

- M_{X40} è momento torcente rispetto all'asse X40,
- T_T è la tensione desiderata per il materiale in nastro T,
- $r_{48/50}$ è il raggio del rullo 48 (e 50, nell'ipotesi di rulli identici),
- $d_{(X48/50-X40)}$ è l'interasse fra il rullo 48 e l'asse X40 (identico all'interasse fra il rullo 50 e l'asse X4 nell'ipotesi di disposizione simmetrica),
- $d_{48/50}$ è il diametro del rullo 48 (e 50, nell'ipotesi di rulli identici), e
- $d_{(X48-X50)}$ è l'interasse fra il rullo 48 e il rullo 50.

Tale quantità deve eguagliare il momento torcente applicato tramite la molla 60, indicato con M_{60} , per cui

$$M_{X40} = T_T \cdot (d_{48/50} + d_{(X48-X50)}) = M_{60} = k_{60} \cdot \theta_{60},$$

$$\text{da cui } \theta_{60} = [T_T \cdot (d_{48/50} + d_{(X48-X50)})] / k_{60}$$

dove, inoltre:

- k_{60} è la costante elastica di torsione della molla 60, e
- θ_{60} è l'angolo di torsione della molla 60, corrispondente all'angolo di rotazione che deve essere impartito alla corona 56 per raggiungere il valore di tensione di tesatura desiderato (T_T).

Si osservi che il valore di tensione di tesatura desiderato T_T può essere visualizzato sia mediante una scala graduata G associata alla corona 56, sia su uno schermo esterno collegato all'unità elettronica di controllo CU.

Eseguita l'impostazione del valore di tensione di tesatura T_T , l'elemento danzante 46 può tornare nella posizione di riferimento: a tal proposito si osservi che - a rigore - si verifica un leggero aumento di tensione pari a $k_{60} \cdot \alpha$ dovuto al recupero della posizione di riferimento a partire da quella di fine corsa. Tale incremento è ad ogni modo trascurabile rispetto ai valori di tensione di tesatura del nastro in gioco.

Quando la macchina è in funzione l'elemento danzante 46 è libero di oscillare attorno all'asse X40 ed il gruppo di pretensionamento è pertanto libero di variare il proprio

assetto in risposta a oscillazioni della tensione del nastro T.

Ogniqualevolta vi sia una deviazione della tensione di tesatura del materiale in nastro T - per qualsivoglia ragione - viene generata una variazione di assetto dell'elemento danzante 46 che viene rilevata dall'unità elettronica di controllo CU tramite il sensore di posizione 63. Come già osservato, il sensore di posizione 63 può essere realizzato come un sensore atto a rilevare l'effettiva posizione angolare della piastra 46 e atto a inviare all'unità CU un segnale rappresentativo dell'effettiva posizione e dell'effettivo assetto dell'elemento danzante 46 rispetto alla condizione di riposo ("zero", assetto di riferimento) illustrata nelle figure 5, 6.

Al fine di mantenere la tensione di tesatura impostata il dispositivo 100, tramite l'unità elettronica di controllo CU aziona il dispositivo di tensionamento, in questo caso il freno elettromagnetico 64, modulando la coppia frenante applicata alla bobina B al fine di generare una variazione di tensione di tesatura (necessaria per equilibrare l'azione della coppia frenante) che riporti l'elemento danzante 46 nella posizione di riposo ("zero") antecedente alla perturbazione.

La modulazione della coppia frenante può contemplare sia un aumento, sia una diminuzione della stessa, questo a seconda dell'eventualità che la deviazione dalla tensione di tesatura impostata abbia comportato una riduzione o un aumento della medesima, rispettivamente. Ad ogni modo, l'azionamento del freno 64 cessa qualora il sensore 63 segnali all'unità CU il raggiungimento di una posizione

dell'elemento danzante 46 pari alla posizione di riferimento (posizione di riposo o di "zero").

È quindi definito un procedimento di controllo della tensione di tesatura, gestito tramite l'unità di controllo CU, che consiste nel:

- impostare un valore di precarico del dispositivo di pretensionamento 40 associato a un valore desiderato di tensione di tesatura del materiale in nastro T,

- rilevare una variazione di assetto del dispositivo di pretensionamento 40 rispetto a un assetto di riferimento (di "zero") conseguente a una deviazione della tensione di tesatura dal valore desiderato,

- azionare il dispositivo di tensionamento 64 fino al rilevamento di un assetto del dispositivo di pretensionamento 40 corrispondente a detto assetto di riferimento.

Funzionalmente il dispositivo 100 opera sostanzialmente come un servomeccanismo: una perturbazione del dispositivo di pretensionamento 40 conseguente ad una deviazione della tensione di tesatura del nastro rispetto al valore desiderato viene annullata per retroazione tramite il dispositivo di tensionamento 64

L'assetto di riferimento del dispositivo di pretensionamento 40 (ossia in questa forma di esecuzione la posizione di riferimento - "zero" - dell'elemento danzante 46) viene quindi "inseguito" costantemente tramite il dispositivo di tensionamento 64, che frena o rilascia la bobina B fino a riportare nuovamente l'assetto del dispositivo di pretensionamento 40 a quello antecedente alla perturbazione, mantenendo quindi costante la tensione di tesatura: si osservi infatti che la tensione di tesatura desiderata risulta dall'equazione di equilibrio di cui

sopra, nella quale (anche se non indicato esplicitamente), il calcolo del momento torcente sull'asse X40 si basa su un braccio il cui valore è figlio della posizione di riferimento ("zero") dell'elemento danzante 46.

Il tecnico del ramo apprezzerà inoltre che il dispositivo 100 può essere impiegato con ottimi risultati sulla macchina nastratrice 1 ma può anche essere utilizzato in modo indipendente in una qualsiasi applicazione ove sia necessario regolare in modo continuo la tensione di tesatura di un materiale in nastro svolgentesi da una bobina, poiché a ogni sistema di questo tipo è possibile accoppiare il dispositivo di pretensionamento 40 mediante il quale impostare un valore di tensione di tesatura corrispondente e desiderato del nastro stesso, e un dispositivo di tensionamento configurato per applicare una coppia frenante sull'asse di rotazione della bobina, ad esempio il freno 64.

Il dispositivo di tensionamento preferito è qui rappresentato da un dispositivo frenante di tipo elettromagnetico, ma naturalmente è possibile l'utilizzo di altri sistemi, ad esempio un freno azionato idraulicamente, qualora le dimensioni della bobina da svolgere siano tali da rendere impraticabile l'utilizzo di freni elettromagnetici.

Similmente, il dispositivo di pretensionamento è di preferenza realizzato mediante un elemento danzante precaricato mediante una molla che risponde a un momento torcente. È tuttavia possibile realizzare il tutto, ad esempio, utilizzando un dispositivo con un pacco di molle a elica che lavorano assialmente e configurato strutturalmente e funzionalmente in modo analogo a un dispositivo parastrappi di una frizione automobilistica.

È da osservare che ciascuna delle tre soluzioni summenzionate (disposizione delle bobine B, dispositivo 100 e dispositivo 200) può essere prevista singolarmente sulla macchina nastratrice 1 o in combinazione con le due rimanenti o ancora in combinazione con una sola di esse.

Le tre soluzioni di cui sopra in linea di principio rispondono a esigenze differenti, ma è comunque chiaro che una loro combinazione gioca sinergicamente a favore dell'ottenimento di una macchina nastratrice di prestazioni molto più elevate rispetto alle macchine nastratrici di tipo noto.

La macchina nastratrice 1 in base all'invenzione consente quindi di dare una risposta esaustiva al problema tecnico alla base dell'invenzione: mediante la disposizione parallela-radiale delle bobine B è possibile installare un alto numero di bobine senza pregiudicare la facilità di accesso agli spazi fra di esse per il carico e lo scarico delle bobine B; infatti, a differenza della macchina radiale della figura 1D, la macchina nastratrice 1 presenta uno spazio dell'ampiezza di circa 90° fra due bobine di gruppi consecutivi,

RIVENDICAZIONI

1. Macchina nastratrice (1), particolarmente per cavi elettrici (C), includente:

- un telaio di supporto (2),
- un rotore cavo (4) supportato in modo girevole da detto telaio di supporto (2) e azionato in rotazione mediante un gruppo motore (6),
- una porta d'ingresso (8) e una porta di uscita (10) per un cavo elettrico (C) configurate per instradare detto cavo elettrico (C) all'interno di detto rotore cavo (4),
- una pluralità di bobine (B) di materiale in nastro (T) disposte attorno a un asse di rotazione (XM) di detto rotore cavo (4) e montate girevoli attorno a rispettivi assi di rotazione (XB),
- un gruppo di rinvio (28) del materiale in nastro (T) associato a ciascuna bobina (B) e configurato per veicolare il materiale in nastro (T) verso un cavo (C) instradabile in detto rotore cavo (4),

la macchina nastratrice (1) essendo caratterizzata dal fatto che le bobine (B) sono disposte in gruppi attorno all'asse di rotazione (XM) di detto rotore cavo (4) in modo tale che le bobine (B) di ciascun gruppo abbiano corrispondenti piani mediani, ortogonali ai rispettivi assi di rotazione (XB), orientati in modo parallelo fra loro e parallelo a una direzione radiale di detto rotore cavo (4).

2. Macchina nastratrice (1) secondo la rivendicazione 1, in cui le bobine (B) di ciascun gruppo hanno assi di rotazione (XB) coassiali fra loro e tangenti a una circonferenza centrata sull'asse di rotazione (XM) di detto rotore cavo (4) e appartenente a un piano ortogonale all'asse di rotazione di (XM) detto rotore cavo (4).

3. Macchina nastratrice (1) secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui ciascun gruppo di bobine (B) include due bobine (B).

4. Macchina nastratrice (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui a ciascuna bobina (B) è associato un dispositivo di controllo (100) della tensione di tesatura del materiale in nastro (T) includente:

- un dispositivo di pretensionamento (40) del materiale in nastro (T),

- un dispositivo di tensionamento (64) del materiale in nastro (T), e

- un'unità elettronica di controllo (CU) operativamente connessa al dispositivo di pretensionamento (40) e al dispositivo di tensionamento (64) del materiale in nastro (T),

l'unità elettronica di controllo (CU) essendo configurata per:

- impostare un valore di precarico del dispositivo di pretensionamento (40) associato a un valore desiderato di tensione di tesatura (T_T) del materiale in nastro (T),

- rilevare una variazione di assetto del dispositivo di pretensionamento (40) rispetto a un assetto di riferimento conseguente a una deviazione della tensione di tesatura del materiale in nastro (T) dal valore desiderato (T_T),

- azionare il dispositivo di tensionamento (64) fino al rilevamento di un assetto del dispositivo di pretensionamento (40) corrispondente a detto assetto di riferimento.

5. Macchina nastratrice (1) secondo la rivendicazione 4, in cui:

- detto dispositivo di tensionamento include un dispositivo frenante (64) configurato per l'applicazione di una coppia frenante a una corrispondente bobina (B), e

- detto dispositivo di pretensionamento (40) include un elemento danzante (46) che porta una coppia di rulli (48, 50) sui quali si avvolge detto materiale in nastro (T) e che è montato girevole attorno a un rispettivo asse di rotazione (X40), detto elemento danzante (46) essendo contrastato nella rotazione attorno al rispettivo asse di rotazione (X40) tramite un elemento elastico (60) configurato per esercitare un'azione in risposta a un momento torcente.

6. Macchina nastratrice (1) secondo la rivendicazione 5, in cui detto elemento elastico (60) include una prima estremità fissata a una detto elemento danzante (46) e una seconda estremità fissata a una corona dentata (56) coassiale a detto elemento danzante (46) e azionabile in rotazione mediante un gruppo moto riduttore (MR) per l'impostazione del precarico di detto gruppo di pretensionamento (40).

7. Macchina nastratrice (1) secondo una delle rivendicazioni 5 e 6, in cui il materiale in nastro (T) si avvolge sui rulli (48, 50) di detto elemento danzante (46) da parti opposte rispetto all'asse di rotazione (X40) dell'elemento danzante stesso.

8. Macchina nastratrice (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, includente inoltre un dispositivo di controllo (200) della quantità di materiale in nastro residua su ciascuna bobina (B) includente:

- un primo sensore (S2) configurato per rilevare una velocità di rotazione (n_B) di una corrispondente bobina (B),

- un rullo folle (36) di diametro predeterminato e noto sul quale si avvolge il materiale in nastro (T) svolgentesi da detta bobina (B), e

- un secondo sensore (S1) configurato per rilevare una velocità di rotazione (n_{36}) di detto rullo folle (36),

detto dispositivo di controllo (200) essendo configurato per segnalare un esaurimento del materiale in nastro (T) svolgentesi da detta bobina (B) quando ricorre una delle seguenti condizioni:

- un rapporto delle velocità di rotazione rilevate da detto primo sensore (S2) e detto secondo sensore (S1) raggiunge un valore di soglia corrispondente, e

- il valore di velocità di rotazione rilevato da detto primo sensore (S2) raggiunge un valore di soglia corrispondente.

9. Macchina nastratrice (1) secondo la rivendicazione 8, in cui detto dispositivo di controllo (200) è configurato per segnalare un esaurimento del materiale in nastro (T) svolgentesi da detta bobina (B) quando il rapporto n_B/n_{36} raggiunge il valore di soglia corrispondente pari a $D_{36}/D_{n,B}$,

in cui

- n_{36} è la velocità di rotazione di detto rullo folle (36) rilevata da detto secondo sensore (S1),

- n_B è la velocità di rotazione di detta bobina (B) rilevata da detto primo sensore (S2),

- D_{36} è il diametro di detto rullo folle (36), e

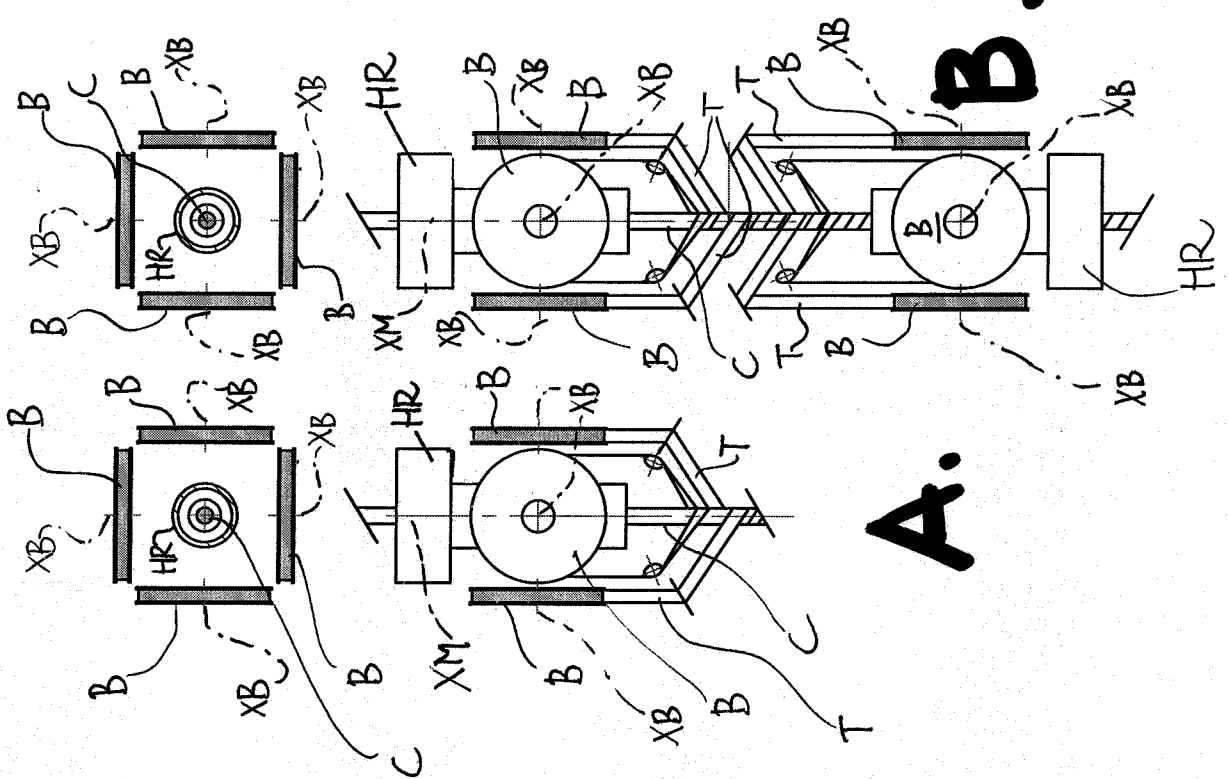
- $D_{n,B}$ è un diametro di nocciolo di detta bobina (B).

10. Macchina nastratrice (1) secondo la rivendicazione 9, in cui il valore di soglia corrispondente ($n_{b,lim}$) per la

velocità di rotazione (n_b) di detta bobina(B) è esprimibile come il prodotto $n_{36} \cdot (D_{36}/D_{n,B})$, in cui:

- n_{36} è la velocità di rotazione di detto rullo folle (36) rilevata da detto secondo sensore (S1),
- D_{36} è il diametro di detto rullo folle (36), e
- $D_{n,B}$ è un diametro di nocciolo di detta bobina (B).

FIG. 1



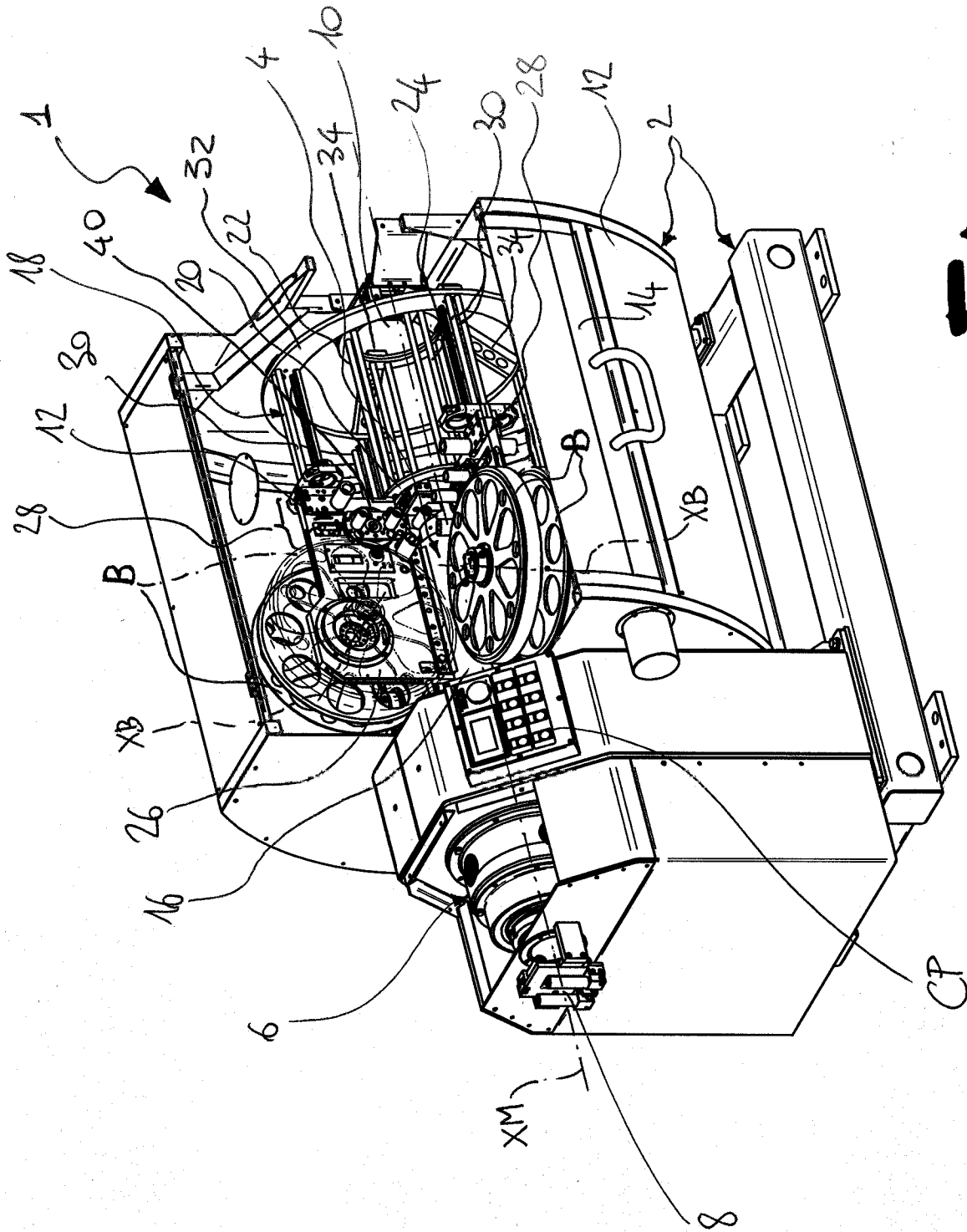
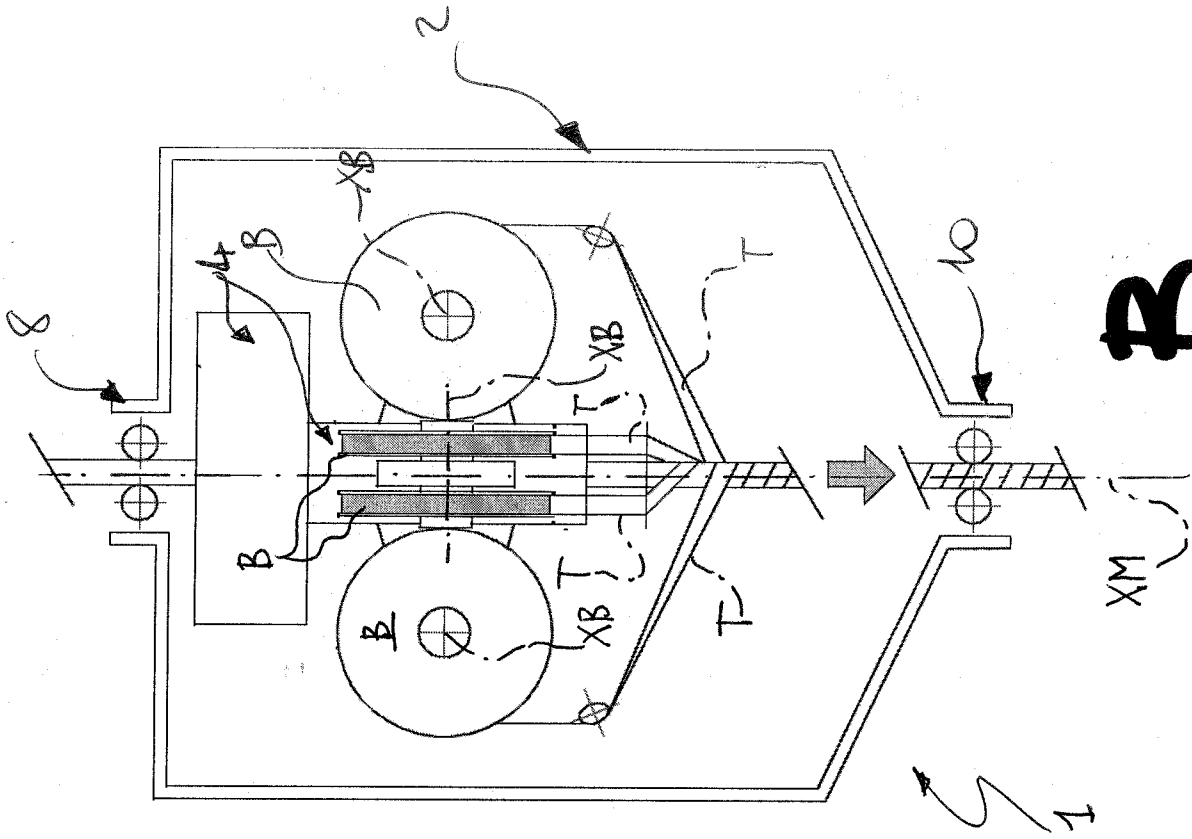
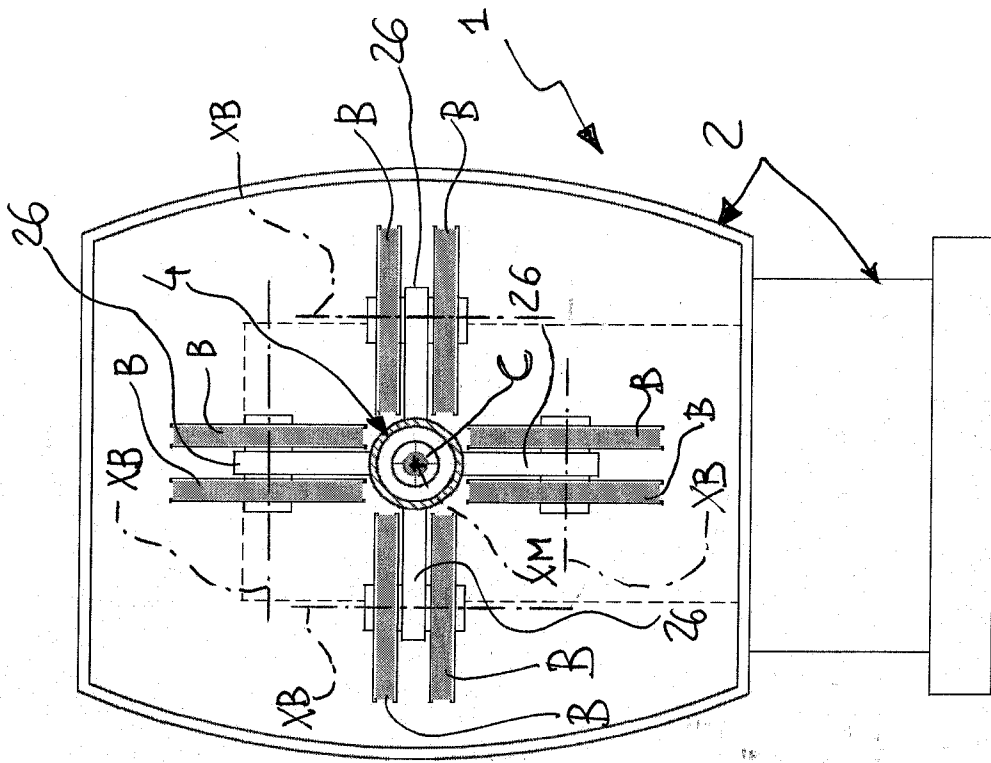


FIG. 2

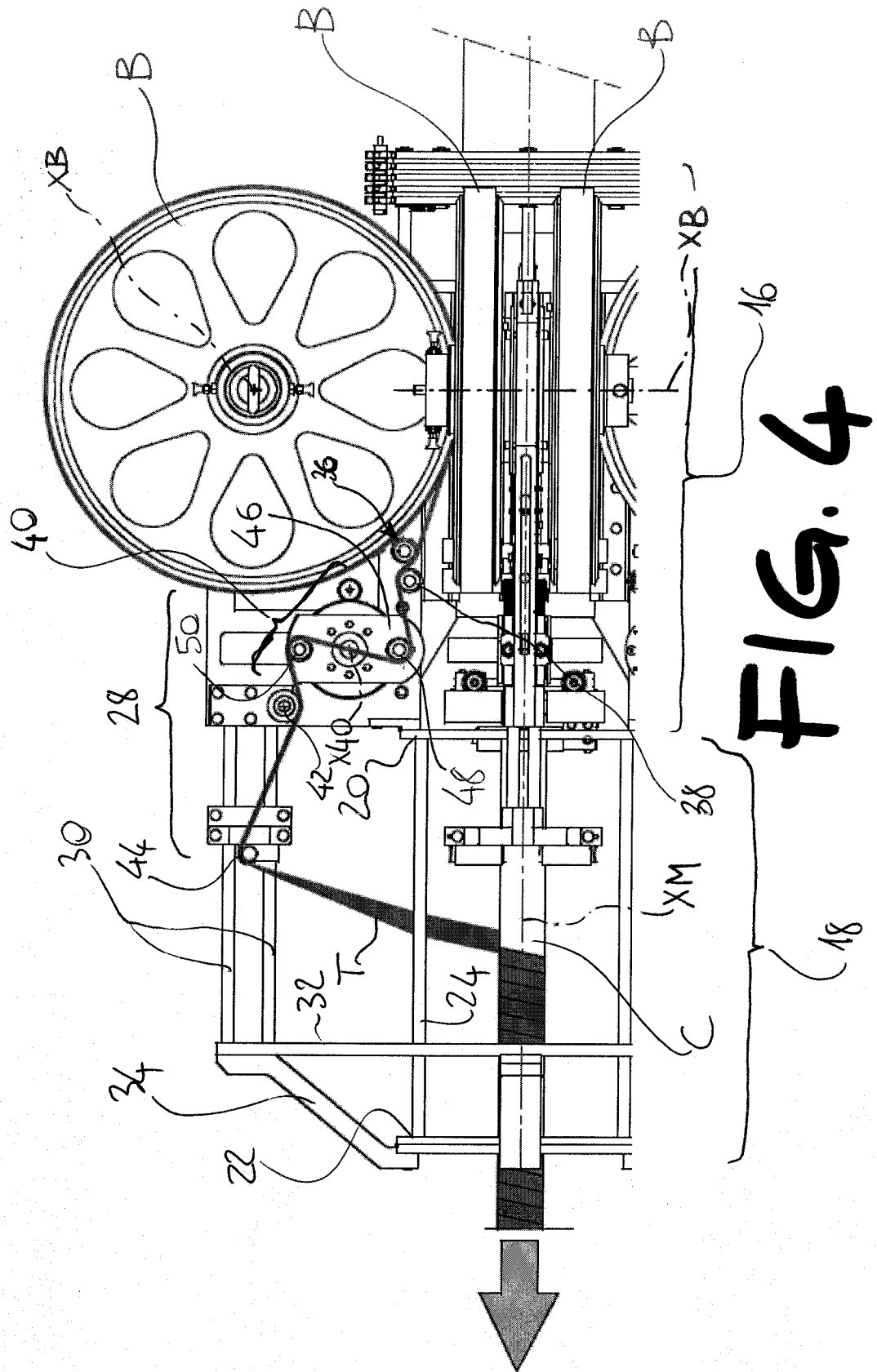


B.

FIG. 3



A.



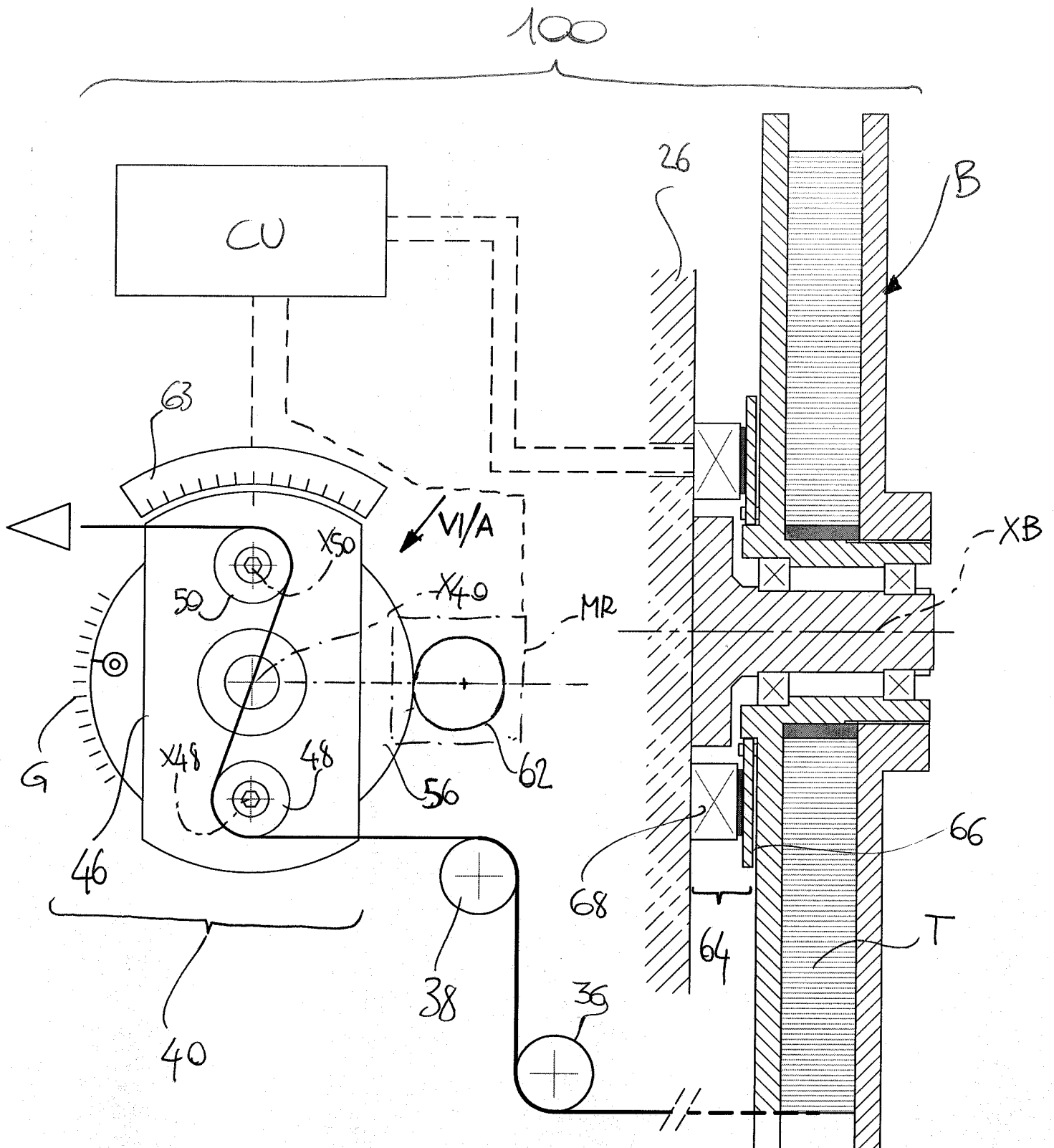


FIG. 5

FIG. 6

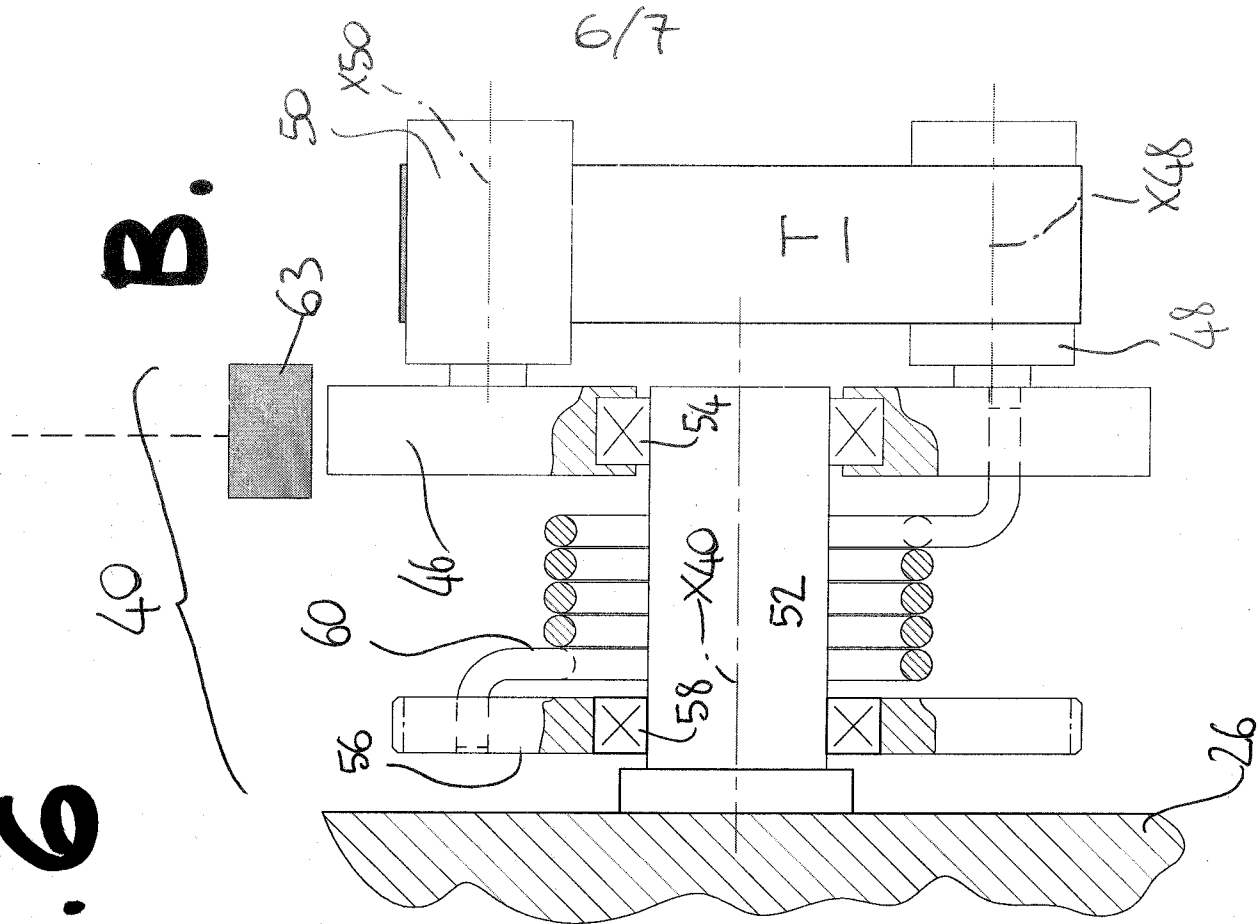
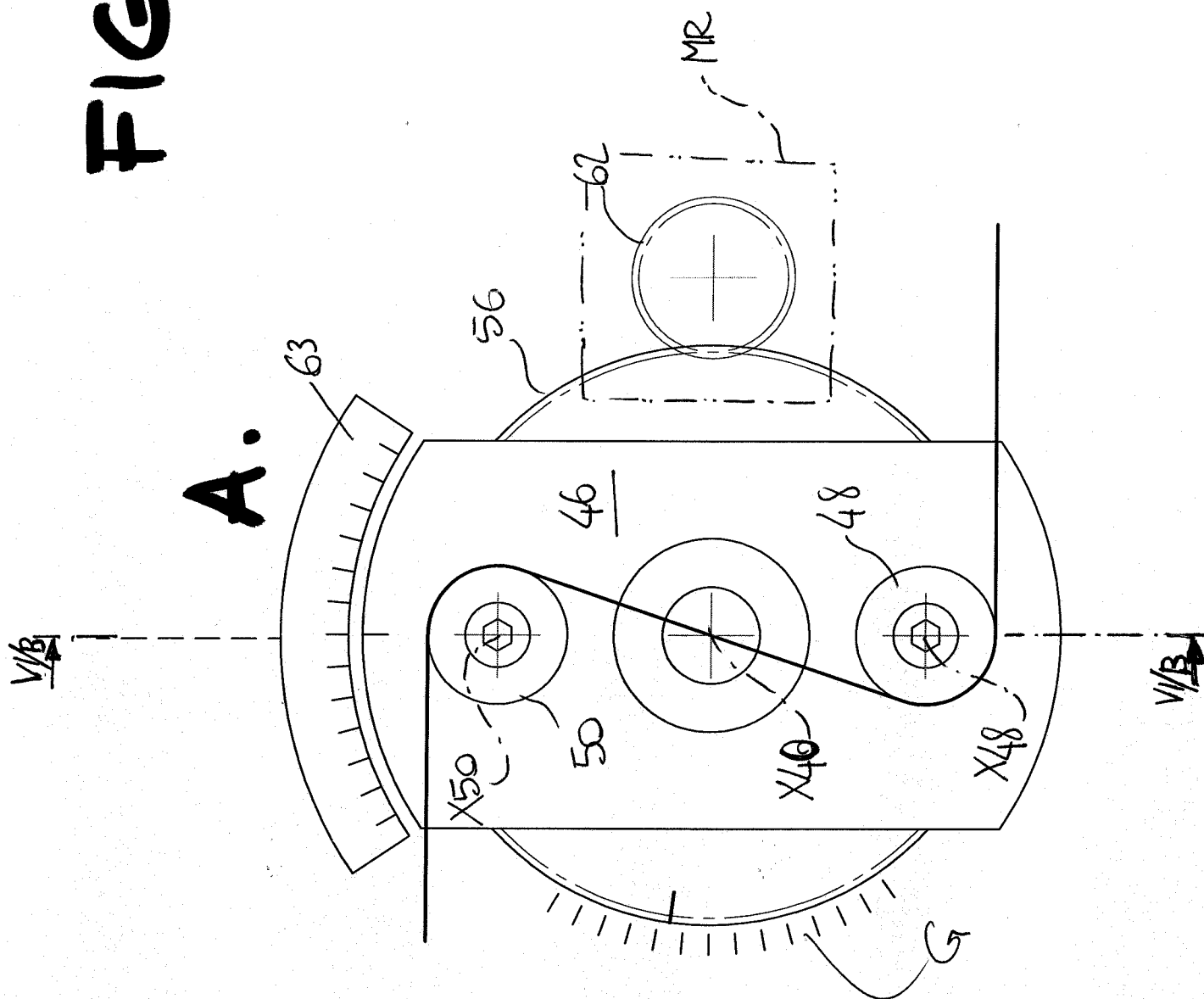


FIG. 7

