

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO | 102021000029333 |
| Data Deposito | 19/11/2021 |
| Data Pubblicazione | 19/05/2023 |

Classifiche IPC

Titolo

| |
|---|
| GIUNTO MECCANICO PER UN ESOSCHELETRO PER IL TRASPORTO DI CARICHI ED ESOSCHELETRO COMPRENDENTE DETTO GIUNTO MECCANICO |
|---|

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"GIUNTO MECCANICO PER UN ESOSCHELETRO PER IL TRASPORTO DI CARICHI ED ESOSCHELETRO COMPRENDENTE DETTO GIUNTO MECCANICO"

di ROBOSUITS SRL

di nazionalità italiana

con sede: VIALE TUNISIA 46

20124 MILANO (MI)

Inventori: CARISI Stefano, DONELLA Nicolo', BECCHI Francesco, MELIS Alessandro

*** ***** ***

La presente invenzione riguarda un giunto meccanico per un esoscheletro indossabile per il trasporto di carichi ed un esoscheletro comprendente detto giunto meccanico.

Come noto, gli esoscheletri indossabili sono impiegati per incrementare le capacità motorie di un utente. Tipicamente, un esoscheletro comprende una pluralità di parti mobili, ciascuna delle quali è accoppiabile ad un arto o al tronco dell'utente, ed una pluralità di giunti, i quali collegano tra loro due o più parti mobili e possono essere attivi, semi-attivi o passivi.

Ciascun giunto è configurato per controllare il movimento relativo delle parti mobili che collega in modo

da agire sul comportamento dinamico di una determinata articolazione dell'utente ed assistere l'utente nella movimentazione di detta articolazione.

A titolo di esempio, nel caso in cui l'esoscheletro sia utilizzato per supportare l'utente nel trasporto di un carico, l'esoscheletro comprende una pluralità di giunti meccanici, i quali sono configurati per agire sul comportamento dinamico delle articolazioni del ginocchio e dell'anca dell'utente e sono provvisti di rispettivi attuatori per fornire una coppia di azionamento in modo da sgravare le gambe dell'utente dal peso del carico trasportato ed assecondare il movimento di dette articolazioni.

Tuttavia, i giunti attualmente noti non riescono a replicare con precisione il comportamento dinamico delle articolazioni di un utente dell'esoscheletro e presentano una struttura meccanica complessa ed ingombrante.

Uno scopo della presente invenzione è quello di realizzare un giunto meccanico per un esoscheletro che mitighi gli inconvenienti dell'arte nota.

In accordo con la presente invenzione, è realizzato un giunto meccanico per un esoscheletro per il trasporto di carichi, il giunto meccanico comprendendo:

- un primo ed un secondo corpo, i quali sono incernierati tra loro attorno ad un primo asse di

rotazione; e

- un gruppo di attuazione, il quale è configurato per generare una coppia di azionamento in modo da controllare la rotazione relativa tra il primo corpo ed il secondo corpo attorno al primo asse di rotazione e comprende un'unità motrice ed un meccanismo di trasmissione, il quale, in uso, è guidato dall'unità motrice ed è configurato per variare la coppia di azionamento in funzione della posizione angolare relativa tra il primo corpo ed il secondo corpo.

Grazie alla presente invenzione, è possibile replicare con precisione e semplicità il comportamento dinamico di un'articolazione dell'utente dell'esoscheletro.

In pratica, in uso, l'unità motrice applica una forza di azionamento sul meccanismo di trasmissione, il quale determina la rotazione relativa tra il primo ed il secondo corpo variando la distanza tra il primo asse di rotazione e la direzione di applicazione di detta forza di azionamento. In altre parole, il meccanismo di trasmissione varia il braccio di applicazione della forza di azionamento rispetto al primo asse di rotazione, determinando una variazione del rapporto di riduzione della coppia di azionamento al variare della posizione angolare relativa tra il primo e il secondo corpo.

In maggior dettaglio, il primo ed il secondo corpo

definiscono tra loro un angolo di piega; il meccanismo di trasmissione essendo configurato per progressivamente incrementare o diminuire la coppia di azionamento al variare dell'angolo di piega.

In pratica, nelle circostanze che richiederebbero all'utente uno sforzo muscolare maggiore, ovvero quando, ad esempio, l'utente muove l'articolazione del ginocchio da una posizione piegata ad una posizione distesa, il giunto meccanico è configurato per agevolare l'utente in tale sforzo, fornendo una coppia maggiore quando il giunto meccanico è in posizione piegata rispetto alla situazione in cui il giunto meccanico è in posizione distesa.

Viceversa, ad esempio quando l'utente necessita di muovere l'articolazione del ginocchio da una posizione distesa ad una posizione piegata, il giunto meccanico è configurato per attuare la rotazione relativa tra il primo ed il secondo corpo ad una velocità maggiore rispetto alla circostanza in cui l'utente muove detta articolazione da una posizione piegata ad una posizione distesa. In questo modo, è possibile assecondare con precisione il comportamento biomeccanico di detta articolazione.

In maggior dettaglio, l'unità motrice è configurata per trasmettere al meccanismo di trasmissione una forza di azionamento; il meccanismo di trasmissione essendo configurato per applicare detta forza di azionamento al

secondo corpo ad una distanza dal primo asse di rotazione in modo da definire un braccio di applicazione della forza di azionamento estendentesi tra il primo asse di rotazione e la direzione di applicazione della forza di azionamento; il meccanismo di trasmissione essendo configurato per variare detto braccio di applicazione in funzione della posizione angolare relativa tra il primo corpo ed il secondo corpo.

In questo modo, dato che la coppia di azionamento è determinata dal prodotto tra la forza di azionamento ed il braccio di applicazione, è possibile variare la coppia di azionamento mantenendo costante la forza di azionamento trasmessa dall'unità motrice.

Dal punto di vista costruttivo, l'unità motrice comprende un motore, preferibilmente di tipo elettrico, ed una vite senza fine, preferibilmente del tipo a ricircolo di sfere.

Il motore e la vite senza fine contribuiscono a trasmettere una forza di azionamento al meccanismo di trasmissione. In questo modo, è possibile attuare la rotazione relativa tra il primo ed il secondo corpo in maniera semplice ed efficace.

In particolare, l'unità motrice comprende un albero cavo, il quale è accoppiato al motore, è disposto almeno parzialmente attorno alla vite senza fine, ed è configurato

per ruotare attorno ad un secondo asse di rotazione trasversale rispetto al primo asse di rotazione in modo da guidare uno scorrimento della vite senza fine lungo il secondo asse di rotazione.

In questo modo, il gruppo di attuazione risulta compatto e poco ingombrante.

In particolare, l'albero cavo è provvisto di un elemento porta-sfere configurato per alloggiare in maniera scorrevole una pluralità di sfere; la vite senza fine essendo accoppiata all'elemento porta-sfere in modo che una rotazione dell'elemento porta-sfere attorno al secondo asse di rotazione determini uno scorrimento della vite senza fine lungo il secondo asse di rotazione.

L'impiego delle sfere nella vite senza fine riduce l'attrito radente, garantendo la retro-guidabilità del giunto meccanico. In altre parole, l'utente è sempre in grado di muovere il giunto meccanico, anche in caso di improvvisa perdita di alimentazione, aumentando di conseguenza la sicurezza e l'affidabilità del giunto meccanico.

In particolare, il motore comprende un rotore cavo solidale all'albero cavo; la vite senza fine essendo configurata per scorrere lungo il secondo asse di rotazione all'interno del rotore cavo.

In questo modo, è possibile limitare ulteriormente

l'ingombro e la massa del gruppo di attuazione.

In particolare, l'unità motrice è solidale al primo corpo; il meccanismo di trasmissione essendo incernierato al secondo corpo attorno ad un terzo asse di rotazione ad una distanza dal primo asse di rotazione; in particolare, il terzo asse di rotazione essendo sostanzialmente parallelo al primo asse di rotazione.

Dato che il terzo asse di rotazione è disposto ad una distanza dal primo asse di rotazione, è possibile determinare un braccio di lunghezza variabile tra la direzione di applicazione della forza di azionamento ed il primo asse di rotazione. Detto braccio variabile determina a sua volta la variazione della coppia di azionamento durante la rotazione relativa tra il primo ed il secondo corpo.

In particolare, il meccanismo di trasmissione comprende un corpo di collegamento, il quale è provvisto di una prima estremità accoppiata alla vite senza fine e di una seconda estremità incernierata al secondo corpo attorno al terzo asse di rotazione.

In questo modo, è possibile trasmettere la forza di azionamento dalla vite senza fine al secondo corpo.

In particolare, il meccanismo di trasmissione comprende una guida, la quale è solidale al primo corpo; ed un corpo scorrevole, il quale è accoppiato ad una estremità

della vite senza fine, è incernierato alla prima estremità del corpo di collegamento attorno ad un quarto asse di rotazione, ed è configurato per scorrere lungo la guida; in particolare, il quarto asse di rotazione essendo sostanzialmente parallelo al primo ed al terzo asse di rotazione.

In pratica, il meccanismo di trasmissione determina un cinematismo del tipo biella-manovella. In questo modo, è possibile incrementare la variazione della coppia di azionamento durante la rotazione relativa tra il primo ed il secondo corpo.

Inoltre, il giunto meccanico comprende un sensore di forza, il quale è configurato per rilevare una forza di azionamento trasmessa dall'unità motrice al meccanismo di trasmissione; preferibilmente il sensore di forza comprendendo una cella di carico.

In questo modo, è possibile misurare la forza di azionamento in maniera semplice e precisa.

In particolare, il sensore di forza è disposto ad una estremità della vite senza fine ed è allineato rispetto al secondo asse di rotazione, in modo da limitare l'ingombro complessivo del sensore di forza ed evitare di interferire con il movimento del meccanismo di trasmissione.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di realizzare un esoscheletro per il trasporto di carichi

che mitighi gli inconvenienti dell'arte nota.

In accordo con la presente invenzione, è realizzato un esoscheletro per il trasporto di carichi, l'esoscheletro comprendendo una porzione pelvica, due gambe meccaniche collegate alla porzione pelvica, ed almeno un giunto meccanico come precedentemente descritto.

In questo modo, è possibile sgravare le gambe dell'utente dell'esoscheletro dal peso del carico trasportato, assecondando allo stesso tempo il movimento delle articolazioni degli arti inferiori dell'utente.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione appariranno chiari dalla descrizione che segue di un esempio non limitativo di attuazione, con riferimento alle figure allegate, in cui:

- la figura 1 è una vista prospettica di un esoscheletro per il trasporto di carichi realizzato in accordo con la presente invenzione;

- le figure 2 e 3 sono viste in sezione, con parti asportate per chiarezza, di un primo giunto meccanico dell'esoscheletro della figura 1 in rispettive configurazioni operative;

- le figura 4 e 5 sono viste in sezione, con parti asportate per chiarezza, di un secondo giunto meccanico dell'esoscheletro della figura 1 in rispettive configurazioni operative; e

- la figura 6 è una vista in sezione, con parti asportate per chiarezza, di un terzo giunto meccanico dell'esoscheletro della figura 1.

Con riferimento alla Figura 1, con il numero di riferimento 1 è indicato nel suo complesso un esoscheletro per il trasporto di carichi, il quale è indossabile da un utente per incrementarne le capacità motorie.

In particolare, l'esoscheletro 1 è configurato per assistere il movimento degli arti inferiori di un utente.

L'esoscheletro 1 comprende una porzione pelvica 2, due gambe meccaniche 3 collegate alla porzione pelvica 2, ed una porzione di sostegno 4 configurata per alloggiare un carico da trasportare, non mostrato nelle figure allegate.

In particolare, l'esoscheletro 1 comprende due giunti meccanici 5, ciascuno dei quali è integrato nella rispettiva gamba meccanica 3 per controllare il movimento di flessione/estensione dell'articolazione del ginocchio di un utente; due giunti meccanici 6, ciascuno dei quali è disposto tra la porzione pelvica 2 e la rispettiva gamba meccanica 3 per controllare il movimento di adduzione/abduzione dell'articolazione dell'anca di un utente; due giunti meccanici 7, ciascuno dei quali è disposto tra la porzione pelvica 2 e la rispettiva gamba meccanica 3 per controllare il movimento di flessione/estensione dell'articolazione dell'anca di un

utente; e due giunti meccanici 8, ciascuno dei quali è disposto tra la porzione pelvica 2 e la rispettiva gamba meccanica 3 per controllare il movimento di rotazione interna/esterna dell'articolazione dell'anca di un utente.

Inoltre, l'esoscheletro 1 comprende due calzature 9, ciascuna delle quali è accoppiata ad una rispettiva gamba meccanica 3. In particolare, l'esoscheletro 1 comprende due giunti passivi 10, ciascuno dei quali è disposto tra la calzatura 9 e la rispettiva gamba meccanica 3 in modo da consentire la dorsiflessione/plantaflessione del piede di un utente; e due giunti passivi 11, ciascuno dei quali è disposto tra la calzatura 9 e la rispettiva gamba meccanica 3 in modo da consentire la supinazione/pronazione del piede di un utente.

In maggior dettaglio, la porzione di sostegno 4 è configurata per essere disposta dietro la schiena di un utente dell'esoscheletro 1 e comprende almeno un accumulatore di energia, non mostrato nelle figure allegate, per alimentare ciascun giunto meccanico 5, 6, 7, e 8, ed un'unità di controllo, non mostrata nelle figure allegate, per controllare ciascun giunto meccanico 5, 6, 7, e 8.

Con riferimento alle figure 2 e 3, il giunto meccanico 5 comprende un corpo 12 ed un corpo 13, i quali sono incernierati tra loro attorno ad un asse di rotazione

A1; e un gruppo di attuazione 14, il quale è configurato per generare una coppia di azionamento in modo da controllare la rotazione relativa tra il corpo 12 ed il corpo 13 attorno all'asse di rotazione A1 e comprende un'unità motrice 15 ed un meccanismo di trasmissione 16, il quale, in uso, è guidato dall'unità motrice 15 ed è configurato per variare la coppia di azionamento in funzione della posizione angolare relativa tra il corpo 12 ed il corpo 13.

In pratica, il gruppo di attuazione 14 è configurato per applicare la coppia di azionamento sul corpo 13 in modo da attuare la rotazione del corpo 13 rispetto al corpo 12.

Il corpo 12 ed il corpo 13 sono allungati e si estendono lungo rispettivi assi longitudinali. In particolare, il corpo 12 è configurato per assecondare i movimenti della coscia dell'utente ed il corpo 13 è configurato per assecondare i movimenti di una gamba dell'utente.

In particolare, il corpo 12 ed il corpo 13 sono incernierati in modo da individuare tra loro un angolo di piega.

In maggior dettaglio, l'angolo di piega è definito come l'angolo compreso tra l'asse longitudinale del corpo 12 e l'asse longitudinale del corpo 13.

In pratica, quando l'esoscheletro 1 è indossato da un

utente, un angolo di piega di circa 180° corrisponde alla circostanza in cui l'arto inferiore dell'utente è disteso. In tale circostanza, l'asse longitudinale del corpo 12 e l'asse longitudinale del corpo 13 sono sostanzialmente paralleli.

Un angolo di piega di circa 90° corrisponde alla circostanza in cui l'arto inferiore dell'utente è piegato. In tale circostanza, l'asse longitudinale del corpo 12 e l'asse longitudinale del corpo 13 sono sostanzialmente perpendicolari.

Nella fattispecie qui descritta ed illustrata, il meccanismo di trasmissione 16 è configurato per progressivamente incrementare la coppia di azionamento al diminuire dell'angolo di piega.

L'unità motrice 15 comprende un motore 17, preferibilmente di tipo elettrico, ed una vite senza fine 18, preferibilmente del tipo a ricircolo di sfere.

In particolare, l'unità motrice 15 comprende un albero cavo 19, il quale è accoppiato al motore 17, è disposto almeno parzialmente attorno alla vite senza fine 18, ed è configurato per ruotare attorno ad un asse di rotazione A2 trasversale rispetto all'asse di rotazione A1 in modo da guidare uno scorrimento della vite senza fine 18 lungo l'asse di rotazione A2.

In particolare, l'albero cavo 19 è provvisto di un

elemento porta-sfere 20, all'interno del quale sono alloggiate in maniera scorrevole una pluralità di sfere, non mostrate nelle figure allegate. L'elemento porta-sfere 20 è disposto attorno alla vite senza fine 18 in modo che una rotazione dell'elemento porta-sfere 20 attorno all'asse di rotazione A2 determini uno scorrimento della vite senza fine 18 lungo l'asse di rotazione A2.

Nella fattispecie mostrata nelle figure 2 e 3, il motore 17 comprende un rotore cavo 33 solidale all'albero cavo 19. La vite senza fine 18 è configurata per scorrere lungo l'asse di rotazione A2 all'interno del rotore cavo 33.

Il meccanismo di trasmissione 16 è incernierato al corpo 13 attorno all'asse di rotazione A3 ad una distanza dall'asse di rotazione A1. In particolare, l'asse di rotazione A3 è sostanzialmente parallelo all'asse di rotazione A1.

In maggior dettaglio, il meccanismo di trasmissione 16 comprende un corpo di collegamento 21, il quale è provvisto di una estremità 22 accoppiata alla vite senza fine 18 e di una estremità 23 incernierata al corpo 13 attorno all'asse di rotazione A3.

In pratica, il corpo di collegamento 21 è allungato ed è assimilabile ad una biella configurata per trasmettere una forza di azionamento F dalla vite senza fine 18 al

corpo 13.

Inoltre, Il meccanismo di trasmissione 16 comprende una guida 24 solidale al corpo 12. In particolare, la guida 24 comprende un binario 25, il quale si estende in una direzione sostanzialmente parallela all'asse di rotazione A2.

Il meccanismo di trasmissione 16 comprende un corpo scorrevole 26, il quale è accoppiato ad una estremità della vite senza fine 18, è incernierato all'estremità 22 del corpo di collegamento 21 attorno ad un asse di rotazione A4, ed è configurato per scorrere lungo la guida 24. In particolare, l'asse di rotazione A4 è sostanzialmente parallelo agli assi di rotazione A1 e A3.

In maggior dettaglio, il corpo scorrevole 26 è accoppiato ad una estremità della vite senza fine 18 in modo da bloccare una rotazione della vite senza fine 18 attorno all'asse di rotazione A2.

In pratica, il meccanismo di trasmissione 16 determina un cinematismo del tipo biella-manovella, in cui la porzione del corpo 13 che si estende dall'asse di rotazione A1 all'asse di rotazione A3 rappresenta la manovella ed il corpo di collegamento 21 rappresenta la biella.

Il giunto meccanico 5 comprende inoltre un sensore di forza 27, il quale è configurato per rilevare una forza di

azionamento F trasmessa dall'unità motrice 15 al meccanismo di trasmissione 16 e trasmettere la forza di azionamento F rilevata all'unità di controllo disposta nella porzione di sostegno 4 (figura 1).

In particolare, il sensore di forza 27 è disposto ad una estremità della vite senza fine 18 ed è allineato rispetto all'asse di rotazione A2.

In maggior dettaglio, il sensore di forza 27 è fissato tra la vite senza fine 18 ed il corpo scorrevole 26, in modo da bloccare una rotazione relativa della vite senza fine 18 attorno all'asse di rotazione A2 rispetto al corpo scorrevole 26.

In accordo con una forma di attuazione, non limitativa della presente invenzione, il sensore di forza 27 comprende una cella di carico.

Con riferimento alla figura 1, ciascun giunto meccanico 5, 6, 7, 8 e ciascun giunto passivo 10, 11 comprendono un rispettivo sensore di posizione angolare 28, il quale è configurato per rilevare la posizione angolare relativa tra il primo corpo 12 ed il secondo corpo 13. In particolare, il sensore di posizione angolare 28 è allineato all'asse di rotazione A1.

In accordo con una forma di attuazione non mostrata nelle figure allegate, il motore 17 comprende un ulteriore sensore di posizione angolare, preferibilmente un encoder,

il quale è configurato per rilevare la posizione angolare del rotore cavo 33, in modo da calcolare la posizione angolare relativa tra il corpo 12 ed il secondo corpo 13 in funzione della posizione rilevata.

Con riferimento alle figure 4 e 5, il meccanismo di trasmissione 16 del giunto meccanico 6 è configurato per progressivamente ridurre la coppia di azionamento al diminuire dell'angolo di piega tra il corpo 12 ed il corpo 13.

Nella fattispecie qui descritta ed illustrata, il giunto meccanico 6 differisce dal giunto meccanico 5 (figure 2 e 3) per il fatto che la guida 24 ed il corpo scorrevole 26 sono omessi. Un'estremità del corpo di connessione 21 è fissata direttamente al sensore di forza 27.

Inoltre, il corpo 12 e l'intero gruppo di attuazione 14 sono configurati per ruotare assieme attorno ad un asse di rotazione A5 sostanzialmente parallelo agli assi di rotazione A1 e A3. In particolare, l'asse di rotazione A5 è sostanzialmente perpendicolare ed incidente rispetto all'asse di rotazione A2.

In maggior dettaglio, il corpo 12 è incernierato alla porzione di sostegno 4 in modo da consentire la rotazione relativa del corpo 12 e del gruppo di attuazione 14 rispetto alla porzione di sostegno 4 attorno all'asse di

rotazione A5 durante la rotazione relativa tra il corpo 12 ed il corpo 13 attorno all'asse di rotazione A1.

Con riferimento alla figura 6, il giunto meccanico 7 è provvisto di un'unità motrice 29, la quale comprende un motore 30 provvisto di un pignone, non visibile nelle figure allegate; un albero cavo 31 disposto attorno alla vite senza fine 18; ed una cinghia di trasmissione 32, la quale è disposta attorno al pignone del motore 30 e ad una porzione dell'albero cavo 31 ed è configurata per trasmettere il moto dal motore 30 all'albero cavo 31.

In maggior dettaglio, il pignone del motore 30 è configurato per ruotare attorno ad un asse di rotazione disposto ad una distanza dall'asse di rotazione A2 e sostanzialmente parallelo all'asse di rotazione A2.

In uso e con riferimento alla figura 2, il giunto meccanico 5 è in configurazione estesa. Quando l'utente dell'esoscheletro 1 desidera piegare l'articolazione del ginocchio, il motore 17 attua la rotazione del albero cavo 19 attorno all'asse A2.

L'elemento porta-sfere 20 ruota attorno all'asse di rotazione A2 assieme all'albero cavo 19 e coopera con la vite senza fine 18 in modo da determinare lo scorrimento della vite senza fine 18 lungo l'asse di rotazione A2 verso la porzione pelvica 2 (figura 1).

Lo scorrimento della vite senza fine 18 lungo l'asse

di rotazione A2 determina a sua volta lo scorrimento del corpo scorrevole 26 lungo la guida 24 e, di conseguenza, il movimento del corpo di collegamento 21.

Detto movimento spinge l'estremità 23 del corpo di collegamento 21 verso la porzione pelvica 2 (figura 1) e determina la rotazione del corpo 13 attorno all'asse di rotazione A1 rispetto al corpo 12, diminuendo l'angolo di piega.

In maggior dettaglio, il motore 17 fornisce una coppia motrice, la quale determina lo scorrimento della vite senza fine 18 e la conseguente movimentazione del meccanismo di trasmissione 16, generando una forza di azionamento F diretta lungo il corpo di collegamento 21.

Il corpo di collegamento 21 trasmette detta forza di azionamento F al corpo 13 nel punto in cui il corpo di collegamento 21 è incernierato al corpo 13.

Data la distanza tra il punto di applicazione della forza di azionamento F e l'asse di rotazione A1, la forza di azionamento F trasmessa al corpo 13 è convertita in una coppia di azionamento per attuare la rotazione relativa tra il corpo 12 ed il corpo 13 attorno all'asse di rotazione A1.

In particolare, detta coppia di azionamento è determinata dal prodotto tra la forza di azionamento F ed il braccio di applicazione B della forza di azionamento F,

in cui detto braccio di applicazione B è definito come la distanza tra l'asse di rotazione A1 e la direzione di applicazione della forza di azionamento F.

Con riferimento alla figura 3, il giunto meccanico 5 è in configurazione piegata. In altre parole, l'angolo di piega è minore rispetto alla configurazione estesa (figura 2).

In tale configurazione, il braccio di applicazione B della forza di azionamento F è maggiore rispetto alla configurazione estesa (figura 2). Di conseguenza, a parità di forza di azionamento F, la coppia di azionamento trasmessa è maggiore rispetto alla configurazione estesa (figura 2).

Nel caso di perdita di alimentazione del motore 17, l'accoppiamento tra la vite senza fine 18 e l'elemento porta-sfere 20 consente all'utente dell'esoscheletro 1 di attuare la rotazione relativa tra il corpo 12 ed il corpo 13.

Con riferimento alla figura 4, il giunto meccanico 6 è in configurazione estesa. Quando l'utente desidera effettuare l'adduzione/abduzione dell'articolazione dell'anca, il motore 17 attua la rotazione dell'albero cavo 19 attorno all'asse A2, il quale determina lo scorrimento della vite senza fine 18 lungo l'asse di rotazione A2.

Lo scorrimento della vite senza fine 18 lungo l'asse

di rotazione A2 determina l'applicazione di una forza di azionamento F diretta lungo il corpo di collegamento 21 nel punto in cui il corpo di collegamento 21 è incernierato al corpo 13.

Detta forza di azionamento F trasmessa al corpo 13 è convertita in una coppia di azionamento per attuare la rotazione relativa tra il corpo 12 ed il corpo 13 attorno all'asse di rotazione A1.

Con riferimento alla figura 5, il giunto meccanico 6 è in configurazione piegata. In particolare, l'angolo di piega è minore rispetto alla configurazione estesa (figura 4).

In tale configurazione, il braccio di applicazione B della forza di azionamento F è minore rispetto alla configurazione estesa (figura 4). Di conseguenza, a parità di forza di azionamento F, la coppia di azionamento trasmessa è minore rispetto alla configurazione estesa (figura 4).

È evidente infine che alla presente invenzione possono essere apportate varianti rispetto alla forma di attuazione descritta senza peraltro uscire dall'ambito delle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Un giunto meccanico per un esoscheletro per il trasporto di carichi, il giunto meccanico (5; 6; 7; 8) comprendendo:

- un primo corpo (12) ed un secondo corpo (13), i quali sono incernierati tra loro attorno ad un primo asse di rotazione (A1); e

- un gruppo di attuazione (14), il quale è configurato per generare una coppia di azionamento in modo da controllare la rotazione relativa tra il primo corpo (12) ed il secondo corpo (13) attorno al primo asse di rotazione (A1) e comprende un'unità motrice (15; 29) ed un meccanismo di trasmissione (16), il quale, in uso, è guidato dall'unità motrice (15; 29) ed è configurato per variare la coppia di azionamento in funzione della posizione angolare relativa tra il primo corpo (12) ed il secondo corpo (13).

2. Il giunto meccanico come rivendicato nella rivendicazione 1, in cui il primo ed il secondo corpo (12, 13) definiscono tra loro un angolo di piega; il meccanismo di trasmissione (16) essendo configurato per progressivamente incrementare o diminuire la coppia di azionamento al variare dell'angolo di piega.

3. Il giunto meccanico come rivendicato nella rivendicazione 1 o 2, in cui l'unità motrice (15; 29) è

configurata per trasmettere al meccanismo di trasmissione (16) una forza di azionamento (F); il meccanismo di trasmissione (16) essendo configurato per applicare detta forza di azionamento (F) al secondo corpo (13) ad una distanza dal primo asse di rotazione (A1) in modo da definire un braccio di applicazione (B) della forza di azionamento (F) estendentesi tra il primo asse di rotazione (A1) e la direzione di applicazione della forza di azionamento (F); il meccanismo di trasmissione (16) essendo configurato per variare detto braccio di applicazione (B) in funzione della posizione angolare relativa tra il primo corpo (12) ed il secondo corpo (13).

4. Il giunto meccanico come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui l'unità motrice (15; 29) comprende un motore (17; 30), preferibilmente di tipo elettrico, ed una vite senza fine (18), preferibilmente del tipo a ricircolo di sfere.

5. Il giunto meccanico come rivendicato nella rivendicazione 4, in cui l'unità motrice (15; 29) comprende un albero cavo (19; 31), il quale è accoppiato al motore (17; 30), è disposto almeno parzialmente attorno alla vite senza fine (18), ed è configurato per ruotare attorno ad un secondo asse di rotazione (A2) trasversale rispetto al primo asse di rotazione (A1) in modo da guidare uno scorrimento della vite senza fine (18) lungo il secondo

asse di rotazione (A2).

6. Il giunto meccanico come rivendicato nella rivendicazione 5, in cui l'albero cavo (19; 31) è provvisto di un elemento porta-sfere (20) configurato per alloggiare in maniera scorrevole una pluralità di sfere; la vite senza fine (18) essendo accoppiata all'elemento porta-sfere (20) in modo che una rotazione dell'elemento porta-sfere (20) attorno al secondo asse di rotazione (A2) determini uno scorrimento della vite senza fine (18) lungo il secondo asse di rotazione (A2).

7. Il giunto meccanico come rivendicato nella rivendicazione 5 o 6, in cui il motore (17) comprende un rotore cavo (33) solidale all'albero cavo (19); la vite senza fine (18) essendo configurata per scorrere lungo il secondo asse di rotazione (A2) all'interno del rotore cavo (33).

8. Il giunto meccanico come rivendicato in una qualsiasi delle rivendicazioni da 4 a 7, in cui l'unità motrice (15; 29) è solidale al primo corpo (12); il meccanismo di trasmissione (16) essendo incernierato al secondo corpo (13) attorno ad un terzo asse di rotazione (A3) ad una distanza dal primo asse di rotazione (A1); in particolare, il terzo asse di rotazione (A3) essendo sostanzialmente parallelo al primo asse di rotazione (A1).

9. Il giunto meccanico come rivendicato nella

rivendicazione 8, in cui il meccanismo di trasmissione (16) comprende un corpo di collegamento (21), il quale è provvisto di una prima estremità (22) accoppiata alla vite senza fine (18) e di una seconda estremità (23) incernierata al secondo corpo (13) attorno al terzo asse di rotazione (A3).

10. Il giunto meccanico come rivendicato nella rivendicazione 9, in cui il meccanismo di trasmissione (16) comprende una guida (24), la quale è solidale al primo corpo (12); ed un corpo scorrevole (26), il quale è accoppiato ad una estremità della vite senza fine (18), è incernierato alla prima estremità (22) del corpo di collegamento (21) attorno ad un quarto asse di rotazione (A4), ed è configurato per scorrere lungo la guida (24); in particolare, il quarto asse di rotazione (A4) essendo sostanzialmente parallelo al primo ed al terzo asse di rotazione (A1, A3).

11. Il giunto meccanico come rivendicato in una qualsiasi delle rivendicazioni da 4 a 10, e comprendente un sensore di forza (27), il quale è configurato per rilevare una forza di azionamento (F) trasmessa dall'unità motrice (15; 29) al meccanismo di trasmissione (16); preferibilmente il sensore di forza (27) comprendendo una cella di carico.

12. Il giunto meccanico come rivendicato nella

rivendicazione 11, in cui il sensore di forza (27) è disposto ad una estremità della vite senza fine (18) ed è allineato rispetto al secondo asse di rotazione (A2).

13. Il giunto meccanico come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, e comprendente un sensore di posizione angolare (28), il quale è configurato per rilevare la posizione angolare relativa tra il primo corpo (12) ed il secondo corpo (13) ed è preferibilmente allineato al primo asse di rotazione (A1).

14. Il giunto meccanico come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il meccanismo di trasmissione (16) è del tipo biella-manovella.

15. Un esoscheletro per il trasporto di carichi, l'esoscheletro (1) comprendendo una porzione pelvica (2), due gambe meccaniche (3) collegate alla porzione pelvica (2), ed almeno un giunto meccanico (5; 6; 7; 8) come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni.

16. L'esoscheletro come rivendicato nella rivendicazione 15, in cui il giunto meccanico (5) è integrato in ciascuna gamba meccanica (3) per controllare il movimento di flessione/estensione dell'articolazione del ginocchio di un utente dell'esoscheletro (1).

17. L'esoscheletro come rivendicato nella

rivendicazione 15 o 16, in cui il giunto meccanico (6; 7; 8) è disposto tra la porzione pelvica (2) e una gamba meccanica (3) per controllare il movimento di flessione/estensione o di adduzione/abduzione o di rotazione interna/esterna dell'articolazione dell'anca di un utente dell'esoscheletro (1).

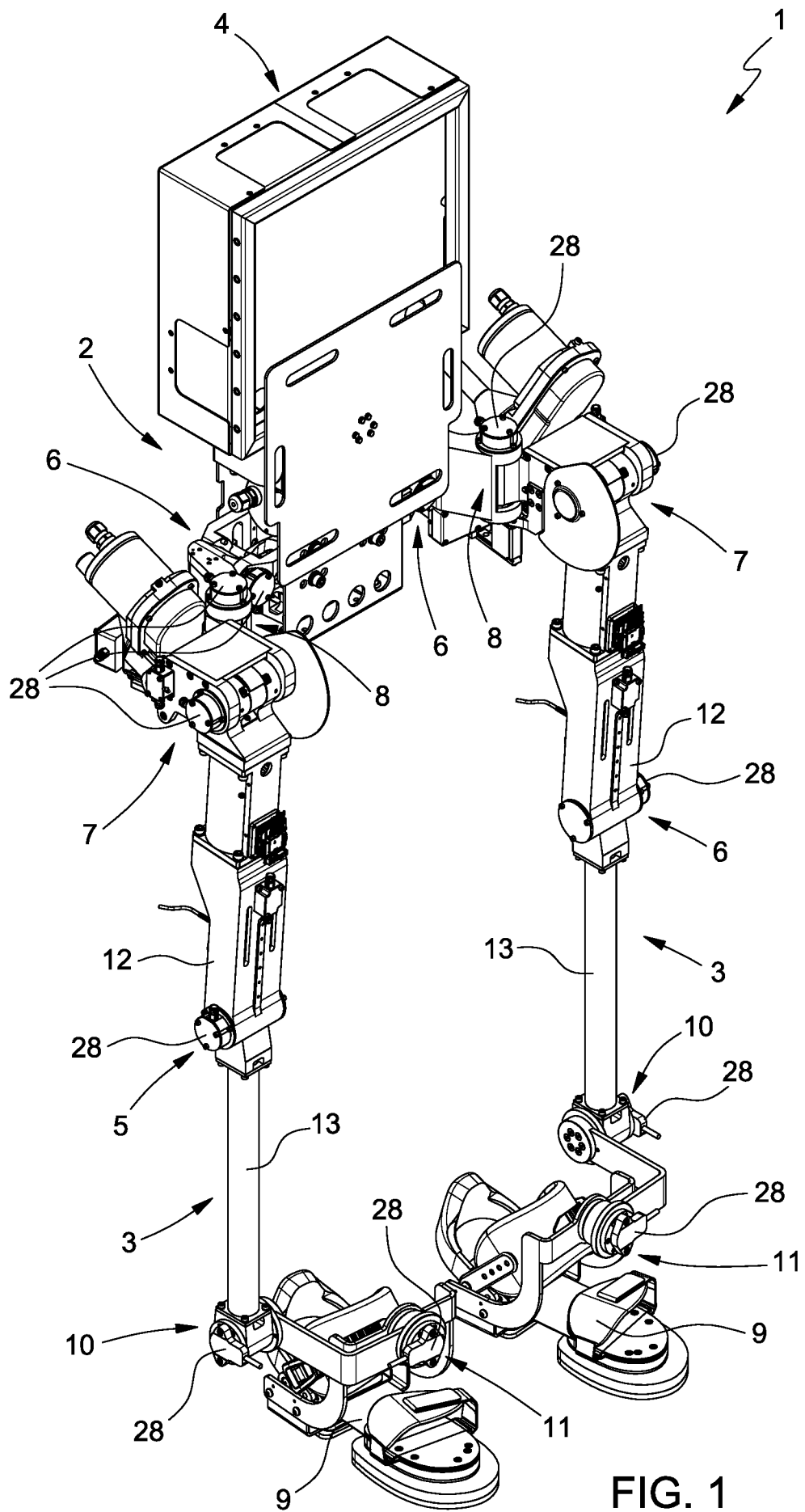
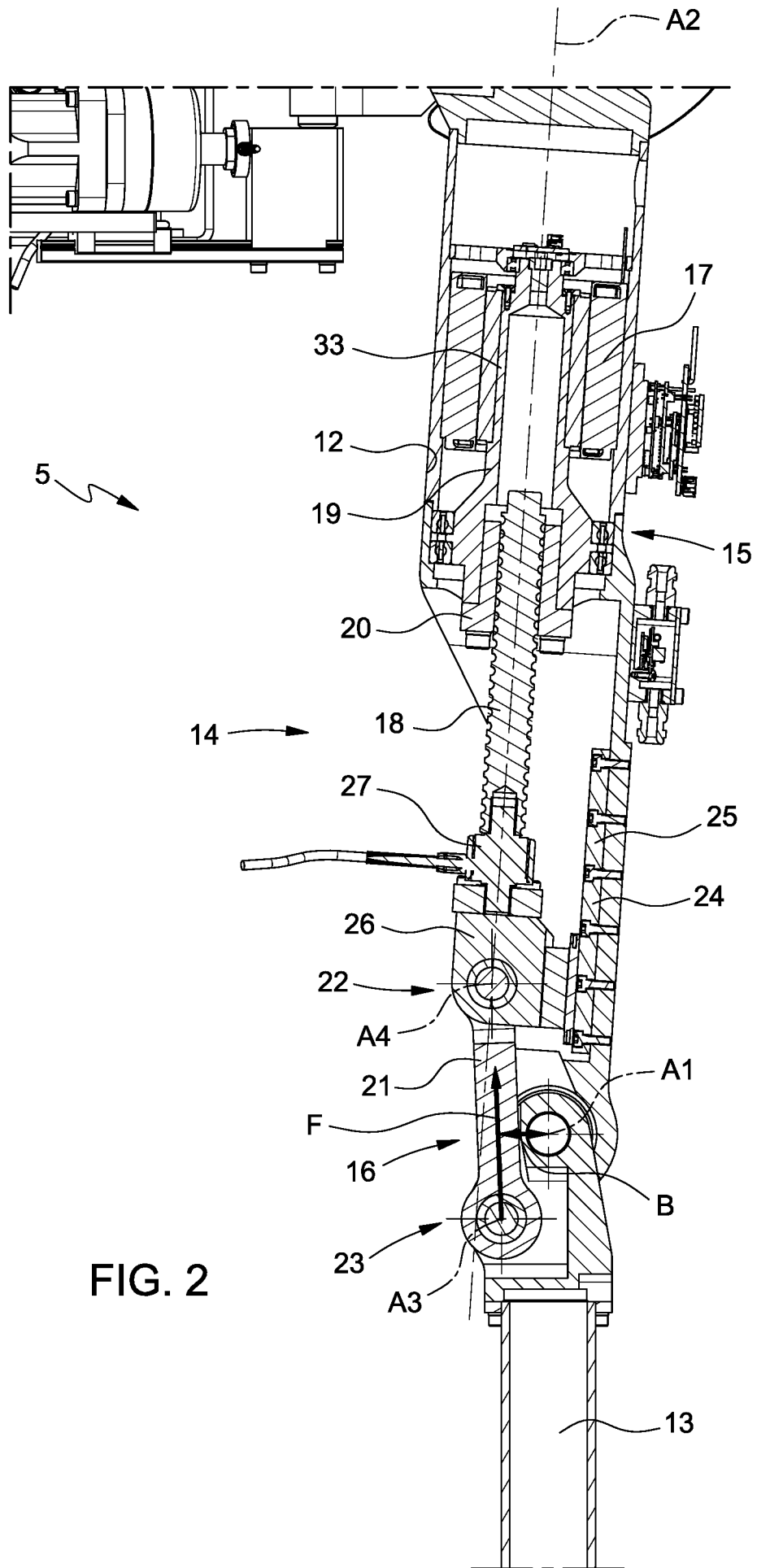


FIG. 1



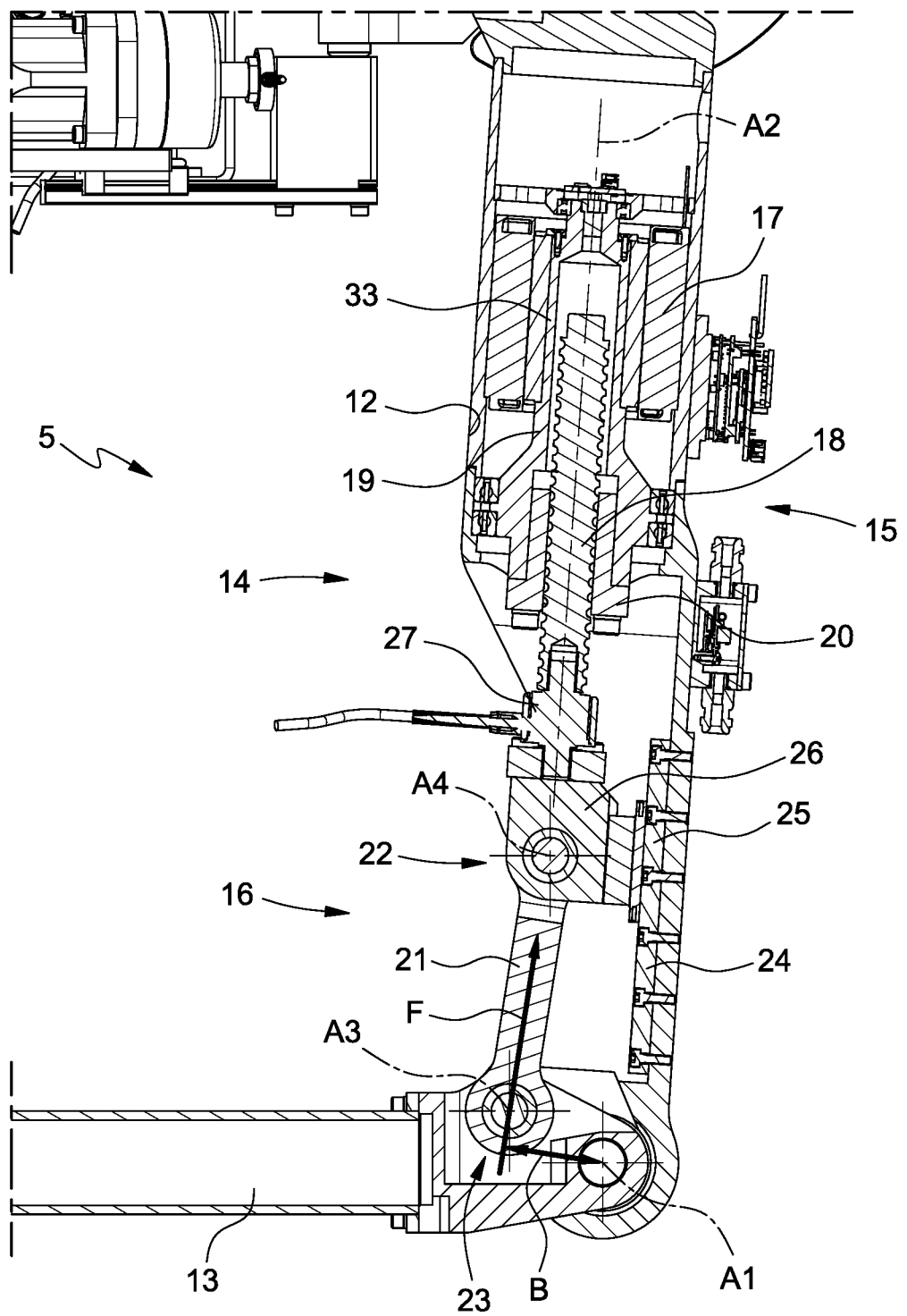


FIG. 3

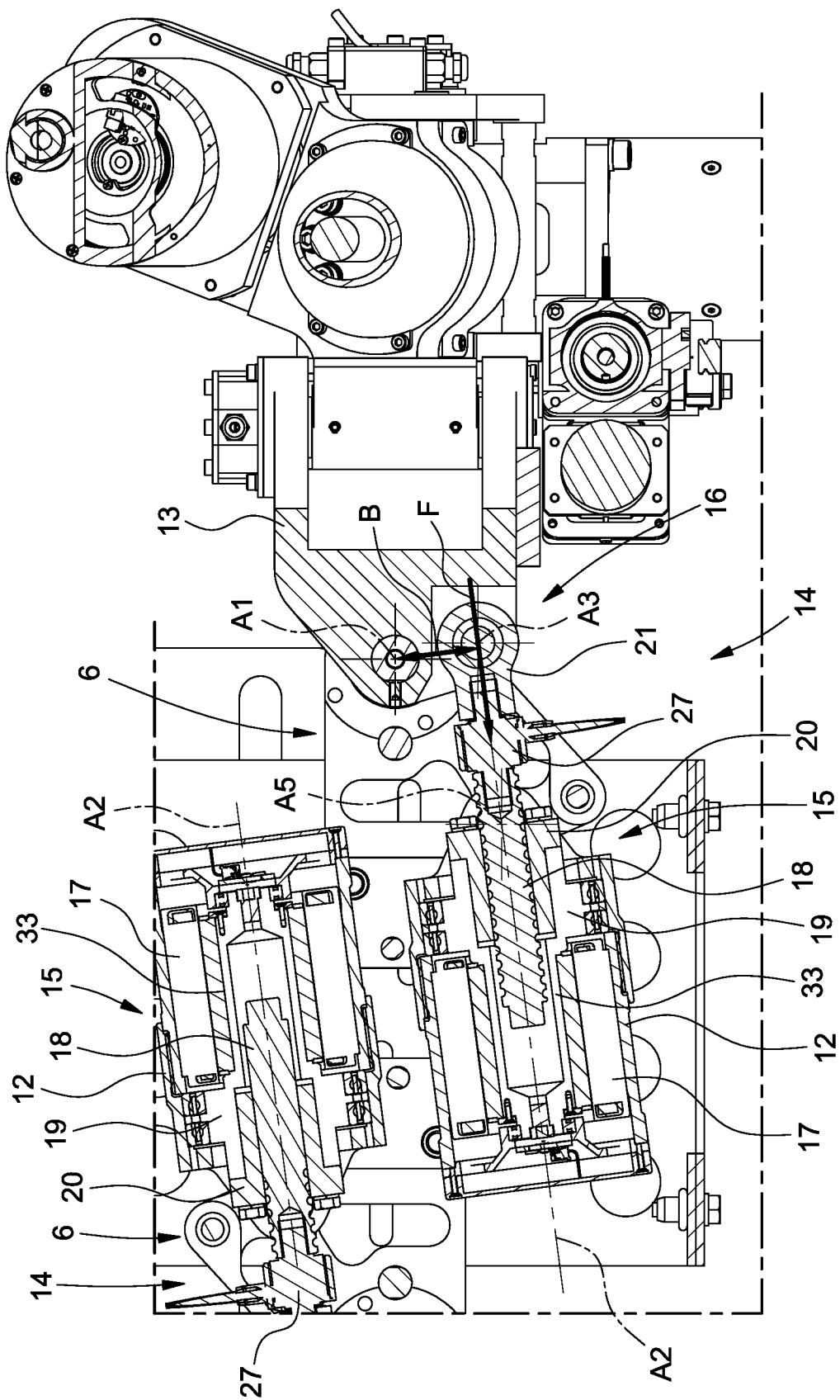


FIG. 4

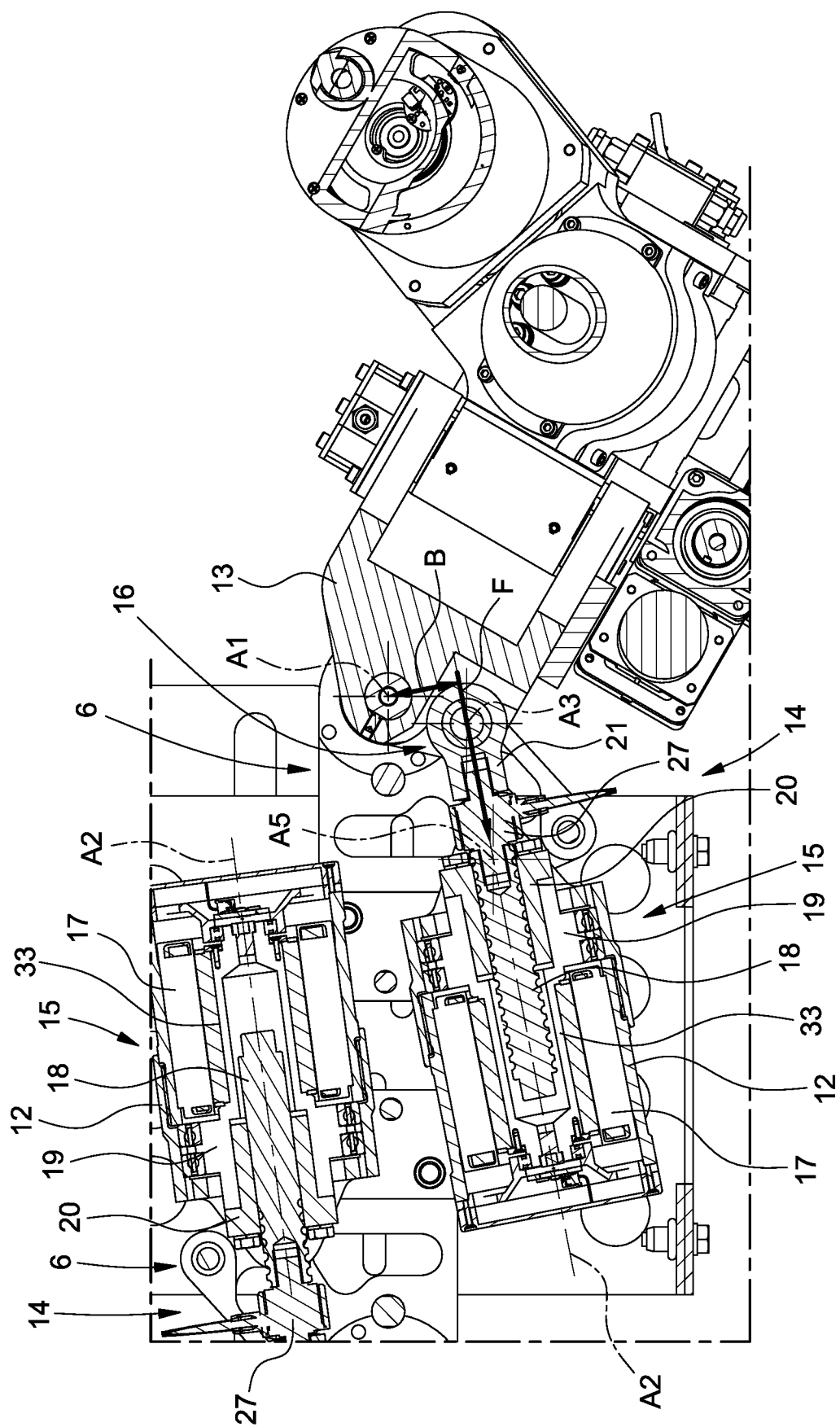


FIG. 5

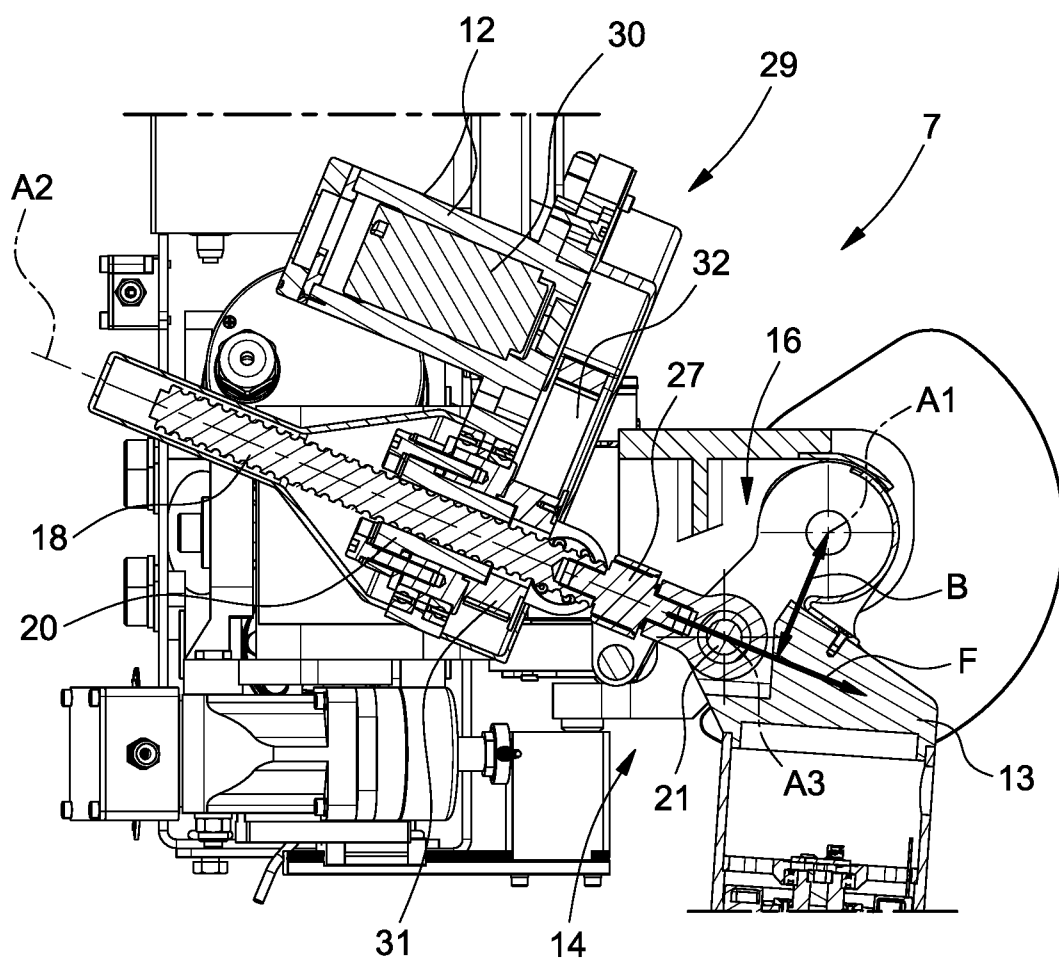


FIG. 6