

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902065079A1

Publication Date

20140103

Applicant

FERRARI S.P.A.

Title

TRASMISSIONE MANUALE AUTOMATICA PER UNA VETTURA IBRIDA  
PROVVISTA DI UN MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA E DI UNA  
MACCHINA ELETTRICA.

## DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"TRASMISSIONE MANUALE AUTOMATICA PER UNA VETTURA IBRIDA  
PROVVISTA DI UN MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA E DI UNA  
MACCHINA ELETTRICA"

di FERRARI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA EMILIA EST 1163

MODENA (MO)

Inventore: CIMATTI Franco

\*\*\* \*\*

## SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un trasmissione manuale automatica per una vettura ibrida provvista di un motore a combustione interna e di una macchina elettrica.

## ARTE ANTERIORE

Nella domanda di brevetto IT2012B000316 è stata proposta una trasmissione manuale automatica per una vettura provvista di un motore a combustione interna. La trasmissione manuale automatica comprende un cambio meccanico provvisto di un albero primario, un albero secondario, una pluralità di coppie di ingranaggi, ed una pluralità di dispositivi di innesto servoassistiti azionati da primi azionatori. Inoltre, la trasmissione manuale automatica comprende un dispositivo di trasmissione

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

servoassistito a rapporto di trasmissione variabile che è interposto tra un albero di trasmissione proveniente dal motore a combustione interna e l'albero primario ed è regolabile per presentare due diversi rapporti di trasmissione: un primo rapporto di trasmissione unitario a presa diretta ed un secondo rapporto di trasmissione di moltiplica. Infine, la trasmissione manuale automatica comprende un secondo azionatore che è accoppiato al dispositivo di trasmissione per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo di trasmissione stesso. Per eseguire i cambi di marcia, una unità di controllo pilota in modo coordinato i primi azionatori ed il secondo azionatore in modo tale da combinare un rapporto di trasmissione del dispositivo di trasmissione con un rapporto di trasmissione del cambio per ottenere una corrispondente marcia.

Nella trasmissione manuale automatica descritta nella domanda di brevetto IT2012B000316 può essere necessario collegare meccanicamente una macchina elettrica per rendere la vettura ibrida; a tale fine è necessario che la macchina elettrica svolga in modo efficace ed energeticamente efficiente diverse funzioni (principalmente l'avviamento del motore a combustione interna, la generazione di energia elettrica quando è necessario ricaricare il sistema di accumulo, l'applicazione una coppia motrice alle ruote

motrici quando è necessaria una trazione elettrica, e la frenatura rigenerativa). A tale proposito è importante osservare che la macchina elettrica ha dei limiti ben precisi, ovvero non è in grado né di girare a tutti i regimi di rotazione (in particolare può normalmente girare molto piano, ma non può girare molto forte), né di operare in modo energeticamente efficiente a tutti i regimi di rotazione, né di generare/assorbire elevate coppie motrici a tutti i regimi di rotazione.

#### DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è di fornire una trasmissione manuale automatica per una vettura ibrida provvista di un motore a combustione interna e di una macchina elettrica, la quale trasmissione manuale automatica sia esente dagli inconvenienti sopra descritti, sia di facile ed economica realizzazione, ed in particolare permetta alla macchina elettrica di svolgere in modo efficace ed energeticamente efficiente diverse funzioni.

Secondo la presente invenzione viene fornita una trasmissione manuale automatica per una vettura ibrida provvista di un motore a combustione interna e di una macchina elettrica, secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni allegate.

#### BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con

riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano alcuni esempi di attuazione non limitativi, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica ed in pianta di una vettura ibrida provvista di una trasmissione manuale automatica realizzata in accordo con la presente invenzione;
- la figura 2 è una vista schematica della trasmissione manuale automatica della figura 1;
- la figura 3 è una vista schematica di una variante costruttiva della trasmissione manuale automatica della figura 1;
- le figure 4-6 sono tre tabelle che illustrano corrispondenti modalità di attuazione di tre dispositivi di selezione della trasmissione manuale automatica della figura 2 per ottenere complessivamente otto diverse marce avanti; e
- le figure 7-21 illustrato schematicamente diverse modalità di funzionamento di una macchina elettrica della trasmissione manuale automatica della figura 2.

#### FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicata nel suo complesso una vettura stradale provvista di due ruote 2 anteriori e di due ruote 3 posteriori motrici, che ricevono la coppia motrice da un sistema 4 di motopropulsione.

Il sistema 4 di motopropulsione comprende un motore 5

termico a combustione interna, il quale è disposto in posizione anteriore longitudinale ed è provvisto di un albero 6 motore, ed una trasmissione 7 manuale automatica (denominata comunemente "AMT"), la quale trasmette la coppia motrice generata dal motore 5 a combustione interna alle ruote 3 motrici posteriori e presenta la configurazione denominata "transaxle". La trasmissione 7 comprende un albero 8 di trasmissione che da un lato è collegato all'albero 6 motore e dall'altro lato è meccanicamente collegato ad un cambio 9, il quale è disposto in posizione posteriore longitudinale, e trasmette il moto alle ruote 3 motrici posteriori mediante due semiassi 10. Al cambio 9 è inoltre accoppiata una frizione 11 che è anch'essa disposta in posizione posteriore ed è alloggiata in una campana fissata alla carcassa del cambio 9.

Come verrà meglio descritto in seguito, il sistema 4 di motopropulsione comprende una macchina 12 elettrica che può venire pilotata per funzionare come generatore (assorbendo energia meccanica e fornendo energia elettrica) oppure come motore (assorbendo energia elettrica e fornendo energia meccanica).

Secondo quanto illustrato nella figura 2, il motore del motore 5 a combustione interna è provvisto di un volano 13 (tipicamente un doppio volano ammortizzato) che è

interposto tra l'albero 6 motore e l'albero 8 di trasmissione.

Il cambio 9 comprende un albero 14 primario, un albero 15 secondario disposto parallelamente e di fianco all'albero 14 primario, ed una pluralità di coppie (indicate coi i numeri romani I, II, III, IV) di ingranaggi 16 e 17, ciascuna delle quali ha un corrispondente rapporto di trasmissione e comprende un ingranaggio 16 primario montato rigidamente sull'albero 14 primario ed un ingranaggio 17 secondario che è montato folle sull'albero 15 secondario ed ingrana in modo permanente con l'ingranaggio 16 primario. Inoltre, il cambio 9 comprende una coppia di dispositivi 18 di innesto, ciascuno dei quali è montato sull'albero 15 secondario ed è atto a venire attuato per innestare alternativamente due corrispondenti ingranaggi 17 secondari all'albero 15 secondario. Secondo una alternativa (e perfettamente equivalente) forma di attuazione non illustrata, gli ingranaggi 16 primari sono montati folli sull'albero 14 primario, gli ingranaggi 17 secondari sono montati rigidamente sull'albero 15 secondario, ed i due dispositivi 18 di innesto servoassistiti sono montati coassiali all'albero 14 primario per innestare alternativamente i corrispondenti ingranaggi 16 primari all'albero 14 primario.

Ciascun dispositivo 18 di innesto è servoassistito,

cioè è meccanicamente accoppiato ad un azionatore 19 (idraulico oppure elettrico) che agisce sul dispositivo 18 di innesto per spostare il dispositivo 18 di innesto tra una posizione intermedia di folle, in cui il dispositivo 18 di innesto non innesta nessun ingranaggio 17 secondario all'albero 15 secondario, e due posizioni di innesto, in ciascuna delle quali il dispositivo 18 di innesto innesta un corrispondente ingranaggio 17 secondario all'albero 15 secondario.

La trasmissione 7 manuale automatica comprende un dispositivo 20 di trasmissione a rapporto di trasmissione variabile che è regolabile per presentare due diversi rapporti di trasmissione ed è interposto tra l'albero 8 di trasmissione e l'albero 14 primario; in altre parole, un ingresso del dispositivo 20 di trasmissione è solidale all'albero 8 di trasmissione (cioè è rigidamente vincolato all'estremità dell'albero 8 di trasmissione opposta all'estremità solidale al volano 13), ed una uscita del dispositivo 20 di trasmissione è solidale all'albero 14 primario (cioè è rigidamente vincolata ad una estremità dell'albero 14 primario). Il dispositivo 20 di trasmissione è regolabile per presentare un rapporto di trasmissione unitario (cioè un rapporto di trasmissione 1:1 per mezzo del quale l'albero 14 primario presenta la stessa velocità angolare dell'albero 8 di trasmissione) realizzato mediante

una presa diretta; inoltre, il dispositivo 20 di trasmissione è regolabile per presentare un rapporto di trasmissione di moltiplica (cioè un rapporto di trasmissione maggiore di 1:1 per mezzo del quale l'albero 14 primario ruota più velocemente dell'albero 8 di trasmissione).

Il dispositivo 20 di trasmissione comprende un dispositivo 21 di innesto che è atto a venire attuato per innestare alternativamente due diversi percorsi per il moto: un percorso di presa diretta (rapporto di trasmissione 1:1) ed un percorso di moltiplica (rapporto di trasmissione maggiore di 1:1); i due percorsi si sviluppano mediante due alberi 22a e 22b tra loro paralleli che sono tra loro collegati a monte ed a valle del dispositivo 21 di innesto attraverso due corrispondenti coppie di ingranaggi (inoltre, l'albero 22a è solidale all'albero 14 primario del cambio 9). La coppia di ingranaggi disposta a monte del dispositivo 21 di innesto comprende una ruota 23 dentata che è montata folle sull'albero 8 di trasmissione e viene innestata all'albero 8 di trasmissione dal dispositivo 21 di innesto ed una ruota 24 dentata che è solidale all'albero 22b ed ingrana con la ruota 23 dentata; la coppia di ingranaggi disposta a valle del dispositivo 21 di innesto comprende una ruota 25 dentata che è solidale all'albero 22a ed una ruota 26 dentata che è solidale

all'albero 22b ed ingrana con la ruota 25 dentata. Nelle due posizioni di innesto, il dispositivo 21 di innesto innesta alternativamente la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione oppure innesta in presa diretta l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a.

Il dispositivo 20 di trasmissione è servoassistito, cioè è meccanicamente accoppiato ad un azionatore 27 (idraulico oppure elettrico) che agisce sul dispositivo 21 di innesto per selezionare alternativamente il rapporto di trasmissione unitario (con il quale l'albero 14 primario presenta la stessa velocità angolare dell'albero 8 di trasmissione) oppure il rapporto di trasmissione di moltiplica (con il quale l'albero 14 primario ruota più velocemente dell'albero 8 di trasmissione).

La frizione 11 è disposta a valle del cambio 9 ed è interposta tra l'albero 15 secondario del cambio 9 ed un differenziale 28 al quale sono direttamente collegati i semiassi 10. La frizione 11 presenta un albero 29 di ingresso che è collegato all'albero 15 secondario del cambio 9 attraverso una coppia di ingranaggi; in particolare una ruota 30 dentata è solidale all'albero 15 secondario ed una ruota 31 dentata è solidale all'albero 29 di ingresso ed ingrana con la ruota 30 dentata. Inoltre, la frizione 11 presenta un albero 32 di uscita che è direttamente collegato al differenziale 28. La frizione 11

è servoassistita, cioè è meccanicamente accoppiata ad un azionatore 33 (idraulico oppure elettrico) che agisce sulla frizione 11 per spostare la frizione 11 tra una posizione aperta (in cui la frizione 11 separa l'albero 29 di ingresso dall'albero 32 di uscita e quindi separa l'albero 15 secondario del cambio 9 dalle ruote 3 posteriori motrici) ed una posizione chiusa (in cui la frizione 11 collega tra loro l'albero 29 di ingresso e l'albero 32 di uscita e quindi collega tra loro l'albero 15 secondario del cambio 9 e le ruote 3 posteriori motrici). In altre parole, la frizione 11 servoassistita è apribile per interrompere il collegamento meccanico tra l'albero 29 di ingresso e l'albero 32 di uscita e quindi per interrompere il collegamento meccanico tra l'albero 15 secondario del cambio 9 e le ruote 3 posteriori motrici.

La trasmissione 7 manuale automatica comprende un albero 34 ausiliario, lungo il quale è montata la macchina 12 elettrica; in altre parole, l'albero 34 ausiliario è passante attraverso la macchina 12 elettrica che è quindi attraversata da parte a parte dall'albero 34 ausiliario stesso. E' importante sottolineare che l'albero 34 ausiliario può essere monolitico (ovvero realizzato in un solo pezzo senza giunzioni) oppure può essere composto da più parti tra loro unite di testa.

Una estremità dell'albero 34 ausiliario disposta a

monte della macchina 12 elettrica è meccanicamente collegata con l'albero 14 primario del cambio 9 attraverso una cascata di ingranaggi, la quale comprende una ruota 35 dentata che è collegata meccanicamente all'albero 34 ausiliario ed una ruota 36 dentata che da un lato ingrana con la ruota 35 dentata e dall'altro lato ingrana con la ruota 26 dentata del dispositivo 20 di trasmissione; come detto in precedenza, la ruota 26 dentata del dispositivo 20 di trasmissione ingrana con la ruota 27 dentata del dispositivo 20 di trasmissione che è angolarmente solidale all'albero 14 primario del cambio 9.

Una estremità dell'albero 34 ausiliario disposta a valle della macchina 12 elettrica è collegabile in alternativa all'albero 29 di ingresso della frizione 11 (che è angolarmente solidale all'albero 15 secondario del cambio 9) oppure all'albero 32 di uscita della frizione 11 (che è angolarmente solidale al differenziale 28).

L'estremità dell'albero 34 ausiliario disposta a valle della macchina 12 elettrica è provvista di una ruota 37 dentata che è montata folle sull'albero 34 ausiliario ed ingrana con la ruota 31 dentata che, a sua volta, è calettata sull'albero 29 di ingresso della frizione 11 ed è angolarmente solidale all'albero 15 secondario del cambio 9 ingranando con la ruota 30 dentata. Inoltre, l'estremità dell'albero 34 ausiliario disposta a valle della macchina

12 elettrica è provvista di una ruota 38 dentata che è montata folle sull'albero 34 ausiliario ed ingrana con una ruota 39 dentata che è solidale all'albero 32 di uscita della frizione 11. E' previsto un dispositivo 40 di innesto che è montato sull'albero 34 ausiliario ed è atto a venire attuato per innestare alternativamente le due ruote 37 e 38 dentate all'albero 34 ausiliario. Il dispositivo 40 di innesto è servoassistito, cioè è meccanicamente accoppiato ad un azionatore 41 (idraulico oppure elettrico) che agisce sul dispositivo 40 di innesto per spostare il dispositivo 40 di innesto tra una posizione intermedia di folle, in cui il dispositivo 40 di innesto non innesta nessuna ruota 37 o 38 dentata all'albero 34 ausiliario, e due posizioni di innesto, in ciascuna delle quali il dispositivo 40 di innesto innesta una corrispondente ruota 37 o 38 dentata all'albero 34 ausiliario.

L'estremità dell'albero 34 ausiliario disposta a monte della macchina 12 elettrica è provvista di un dispositivo 42 di disconnessione, il quale è atto a separare l'albero 34 ausiliario dall'albero 14 primario del cambio 9 (o meglio separando l'albero 34 ausiliario dalla cascata di ingranaggi che collega l'albero 34 ausiliario all'albero 14 primario del cambio 9). Nella forma di attuazione illustrata nella figura 2, il dispositivo 42 di disconnessione è passivo (ovvero non è comandabile) e

comprende una ruota libera 43 (o ruota folle 43) che trasmette il moto (cioè ingrana) quando ruota con un certo verso di rotazione e non trasmette il moto (cioè non ingrana) quando ruota nel verso di rotazione opposto. Inoltre, la ruota libera 43 presenta la disconnessione centrifuga che permette la trasmissione del moto (cioè permette di ingranare) solo quando la velocità di rotazione è inferiore ad una velocità di rotazione massima predefinita. Nella forma di attuazione illustrata nella figura 3, il dispositivo 42 di disconnessione è attivo (ovvero è comandabile) e comprende una frizione 44 che può venire aperta e chiusa quando desiderato. La frizione 44 è servoassistita, cioè è meccanicamente accoppiata ad un azionatore 45 (idraulico oppure elettrico) che agisce sulla frizione 44 per spostare la frizione 44 tra una posizione aperta (in cui la frizione 44 separa l'albero 34 ausiliario dalla ruota 35 dentata) ed una posizione chiusa (in cui la frizione 44 collega tra loro l'albero 34 ausiliario e la ruota 35 dentata).

La funzione del dispositivo 42 di disconnessione è di scollegare meccanicamente la macchina 12 elettrica dall'albero 14 primario del cambio 9 (e quindi anche dall'albero 6 motore del motore 5 a combustione interna) in certe modalità di funzionamento e/o quando la macchina 12 elettrica raggiunge regimi di rotazione troppo elevati

(cioè non sopportabili meccanicamente dalla macchina 12 elettrica soprattutto per lunghi periodi).

Infine, la trasmissione 7 manuale automatica comprende una unità 46 di controllo elettronica ("ECU") che sovrintende al funzionamento della trasmissione 7 manuale automatica e, tra le altre cose, esegue i cambi di marcia pilotando gli azionatori 19, 27 e 33 in modo coordinato e completamente "trasparente" per il guidatore (cioè il guidatore invia unicamente una richiesta di cambio di marcia senza alcun tipo di controllo diretto su quali azionatori 19, 27 e 33 vengono effettivamente utilizzati per eseguire il cambio di marcia). Inoltre, l'unità 46 di controllo pilota la macchina 12 elettrica per determinare quando e come la macchina 12 elettrica deve operare (cioè se come motore oppure come generatore) e contestualmente pilota gli azionatori 40 e 45 (se previsto) per determinare la modalità di collegamento meccanico della macchina 12 elettrica.

Il secondo rapporto di trasmissione di moltiplica del dispositivo 20 di trasmissione (il primo rapporto di trasmissione è sempre una presa diretta) ed i rapporti di trasmissione delle coppie I, II, III, IV di ingranaggi 16 e 17 del cambio 9 presentano valori tali per cui tutte le marce ottenibili combinando un qualsiasi rapporto di trasmissione del dispositivo 20 di trasmissione con un

qualsiasi rapporto di trasmissione del cambio 9 presentino rapporti di trasmissione diversi senza sovrapposizioni (cioè senza generare rapporti di trasmissione identici o molto simili).

Secondo la forma di attuazione illustrata schematicamente nella figura 4, per eseguire in successione tutti i cambi di marcia ascendenti dalla marcia più corta (cioè la prima marcia - marcia 1<sup>a</sup>) alla marcia più lunga (cioè l'ottava marcia - marcia 8<sup>a</sup>) l'unità 46 di controllo aziona ad ogni cambio di marcia l'azionatore 27 per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo 20 di trasmissione ed aziona alternativamente, cioè ad un cambio di marcia no ed al successivo cambio di marcia si, gli azionatori 19 dei dispositivi 18 di innesto per variare la coppia I, II, III, IV di ingranaggi 16 e 17 innestata.

Secondo la forma di attuazione illustrata schematicamente nella figura 5, per eseguire in successione tutti i cambi di marcia ascendenti dalla marcia più corta (cioè la prima marcia - marcia 1<sup>a</sup>) alla marcia più lunga (cioè l'ottava marcia - marcia 8<sup>a</sup>) l'unità 46 di controllo aziona ad ogni cambio di marcia gli azionatori 19 dei dispositivi 18 di innesto per variare la coppia I, II, III, IV di ingranaggi 16 e 17 innestata ed aziona alternativamente, cioè ad un cambio di marcia no ed al successivo cambio di marcia si, l'azionatore 27 per variare

il rapporto di trasmissione del dispositivo 20 di trasmissione.

Secondo la forma di attuazione illustrata schematicamente nella figura 6, tutte le marce sono suddivise in un gruppo inferiore (comprendente le quattro marce compresa tra la prima marcia - marcia 1<sup>a</sup> - e la quarta marcia - marcia 4<sup>a</sup>) ed in un gruppo superiore (comprendente le quattro marce compresa tra la quinta marcia - marcia 5<sup>a</sup> - e la ottava marcia - marcia 8<sup>a</sup>) in modo tale che la marcia più lunga del gruppo inferiore (cioè la quarta marcia - marcia 4<sup>a</sup>) presenta un rapporto di trasmissione più corto della marcia più corta del gruppo superiore (cioè della quinta marcia - marcia 5<sup>a</sup>). Per eseguire un cambio marcia all'interno di uno stesso gruppo (cioè tra due marce appartenenti ad uno stesso gruppo) l'unità 46 di controllo aziona unicamente gli azionatori 19 dei dispositivi 18 di innesto (cioè non tocca l'azionatore 27) per variare la coppia I, II, III, IV di ingranaggi 16 e 17 del cambio 9 innestata. Invece, per eseguire un cambio marcia tra una marcia del gruppo inferiore ed una marcia del gruppo superiore l'unità 46 di controllo aziona contemporaneamente gli azionatori 19 dei dispositivi 18 di innesto per variare la coppia I, II, III, IV di ingranaggi 16 e 17 del cambio 9 innestata e l'azionatore 27 per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo 20 di

trasmissione.

Chiaramente, l'unità 46 di controllo pilota l'azionatore 33 per aprire la frizione 11 prima di pilotare l'azionatore 27 per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo 20 di trasmissione e/o gli azionatori 19 dei dispositivi 18 di innesto per variare la coppia I, II, III, IV di ingranaggi 16 e 17 innestata; nello stesso modo, l'unità 46 di controllo pilota l'azionatore 33 per chiudere la frizione 11 dopo avere pilotato l'azionatore 27 per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo 20 di trasmissione e/o gli azionatori 19 dei dispositivi 18 di innesto per variare la coppia I, II, III, IV di ingranaggi 16 e 17 innestata.

Vengono di seguito descritte alcune possibili modalità di funzionamento della macchina 12 elettrica con riferimento alla forma di attuazione illustrata nella figura 2 (le stesse modalità di funzionamento si hanno ovviamente anche con la forma di attuazione illustrata nella figura 3). E' importante sottolineare che di seguito vengono descritte a titolo di esempio alcune modalità di funzionamento della macchina 12 elettrica e quindi è possibile che esistano anche altre modalità di funzionamento della macchina 12 elettrica e/o che non tutte tali modalità di funzionamento della macchina 12 elettrica vengano effettivamente utilizzate nella pratica.

Nella figura 7 è illustrata una prima modalità di avviamento del motore 5 a combustione interna utilizzando la coppia motrice sviluppata dalla macchina 12 elettrica che viene fatta operare come motore; in questa prima modalità di avviamento i dispositivi 18 e 40 di innesto sono nella posizione di folle, il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota folle 43 ingrana (ovvero trasmette il moto).

Nella figura 8 è illustrata una seconda modalità di avviamento del motore 5 a combustione interna utilizzando la coppia motrice sviluppata dalla macchina 12 elettrica che viene fatta operare come motore; in questa seconda modalità di avviamento il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 37 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è aperta, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 9 è illustrata una prima modalità di

lancio che utilizzando la coppia motrice sviluppata dalla macchina 12 elettrica che viene fatta operare come motore realizza contemporaneamente sia l'avviamento del motore 5 a combustione interna, sia la movimentazione della vettura 1; in questa prima modalità di lancio, il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 38 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è aperta, i dispositivi 18 di innesto sono nella posizione di folle, il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota folle 43 ingrana (ovvero trasmette il moto).

Nella figura 10 è illustrata una seconda modalità di lancio che utilizzando la coppia motrice sviluppata dalla macchina 12 elettrica che viene fatta operare come motore realizza contemporaneamente sia l'avviamento del motore 5 a combustione interna, sia la movimentazione della vettura 1; in questa seconda modalità di lancio, il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 38 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è chiusa, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in

alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 11 è illustrata una modalità di ricarica del sistema di accumulo di energia elettrica quando la vettura 1 è ferma utilizzando la coppia motrice sviluppata dal motore 5 a combustione interna e facendo operare la macchina 12 elettrica come generatore; in questa modalità di ricarica il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 37 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è aperta, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 12 è illustrata una prima modalità di ricarica del sistema di accumulo di energia elettrica quando la vettura 1 è in movimento utilizzando la coppia motrice sviluppata dal motore 5 a combustione interna e facendo operare la macchina 12 elettrica come generatore; in questa prima modalità di ricarica il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 38 dentata all'albero 34

ausiliario, la frizione 11 è chiusa, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 13 è illustrata una seconda modalità di ricarica del sistema di accumulo di energia elettrica quando la vettura 1 è in movimento utilizzando la coppia motrice sviluppata dal motore 5 a combustione interna e facendo operare la macchina 12 elettrica come generatore; in questa seconda modalità di ricarica il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 37 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è chiusa, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 14 è illustrata una prima modalità di moto combinato in cui la coppia motrice applicata alle

ruote 3 posteriori motrici proviene in parte dal motore 5 a combustione interna ed in parte dalla macchina 12 elettrica che opera come motore; in questa prima modalità di moto combinato il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 38 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è chiusa, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 15 è illustrata una seconda modalità di moto combinato in cui la coppia motrice applicata alle ruote 3 posteriori motrici proviene in parte dal motore 5 a combustione interna ed in parte dalla macchina 12 elettrica che opera come motore; in questa seconda modalità di moto combinato il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 37 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è chiusa, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto

potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 16 è illustrata una modalità di moto puramente termico in cui la coppia motrice applicata alle ruote 3 posteriori motrici proviene unicamente dal motore 5 a combustione interna e la macchina 12 elettrica è spenta (disattiva); in questa modalità di moto puramente termico il dispositivo 40 di innesto è in posizione di folle, la frizione 11 è chiusa, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), il dispositivo 21 di innesto innesta la ruota 23 dentata all'albero 8 di trasmissione (in alternativa, il dispositivo 21 di innesto potrebbe innestare l'albero 8 di trasmissione all'albero 22a), e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 17 è illustrata una prima modalità di moto puramente elettrico in cui la coppia motrice applicata alle ruote 3 posteriori motrici proviene unicamente dalla macchina 12 elettrica che opera come motore ed il motore 5 a combustione interna è spento (disattivo); in questa prima modalità di moto puramente elettrico il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 38 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è aperta, i dispositivi 18 e 21

di innesto sono nella posizione di folle, e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 18 è illustrata una seconda modalità di moto puramente elettrico in cui la coppia motrice applicata alle ruote 3 posteriori motrici proviene unicamente dalla macchina 12 elettrica che opera come motore ed il motore 5 a combustione interna è spento (disattivo); in questa seconda modalità di moto puramente elettrico il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 37 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è chiusa, i dispositivi 18 e 21 di innesto sono nella posizione di folle, e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 19 è illustrata una terza modalità di moto puramente elettrico in cui la coppia motrice applicata alle ruote 3 posteriori motrici proviene unicamente dalla macchina 12 elettrica che opera come motore ed il motore 5 a combustione interna è spento (disattivo); in questa terza modalità di moto puramente elettrico i dispositivi 21 e 40 di innesto sono nella posizione di folle, la frizione 11 è chiusa, il dispositivo 18 di innesto innesta (ad esempio) la coppia I di ingranaggi del cambio 9 (ovviamente potrebbe venire utilizzata una altra coppia di ingranaggi), e la ruota libera 43 ingrana (ovvero trasmette il moto).

Nella figura 20 è illustrata una prima modalità di frenata rigenerativa in cui la macchina 12 elettrica viene

fatta operare come generatore per ricevere dalle ruote 3 posteriori motrici una coppia frenante che rallenta la vettura 1; in questa prima modalità di frenata rigenerativa il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 38 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è aperta, i dispositivi 18 e 21 di innesto sono nella posizione di folle, e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Nella figura 21 è illustrata una seconda modalità di frenata rigenerativa in cui la macchina 12 elettrica viene fatta operare come generatore per ricevere dalle ruote 3 posteriori motrici una coppia frenante che rallenta la vettura 1; in questa seconda modalità di frenata rigenerativa il dispositivo 40 di innesto innesta la ruota 37 dentata all'albero 34 ausiliario, la frizione 11 è chiusa, i dispositivi 18 e 21 di innesto sono nella posizione di folle, e la ruota libera 43 non ingrana (ovvero non trasmette il moto).

Secondo una preferita forma di attuazione, la macchina 12 elettrica viene fatta operare come motore per realizzare il movimento di retromarcia della vettura 1 (il verso di rotazione della macchina 12 elettrica è banalmente invertibile) e quindi nel cambio 9 non è prevista la retromarcia. Inoltre, secondo una preferita forma di attuazione, la macchina 12 elettrica viene fatta operare

come motore per compensare il "buco di coppia" alle ruote 3 posteriori motrici quando la frizione 11 viene aperta per variare il rapporto di trasmissione del cambio 9 e/o del dispositivo 20 di trasmissione.

Nella forma di attuazione illustrata nelle figure allegate, la frizione 11 è disposta in una posizione non convenzionale (ovvero a valle dell'albero 15 secondario del cambio 9 tra il cambio 9 ed il differenziale 28) in cui non pone alcun tipo di vincolo geometrico sull'albero 6 motore e sul volano 13; in questo modo è possibile ridurre gli ingombri verticali in corrispondenza del volano 13 e quindi è possibile abbassare tutto il motore 5 a combustione interna abbassando quindi il baricentro della vettura 1 stradale.

Secondo una diversa forma di attuazione non illustrata, il dispositivo 20 di trasmissione non è presente e quindi le marce vengono determinate unicamente dal cambio 9.

La trasmissione 7 manuale automatica sopra descritta presenta numerosi vantaggi, in quanto permette di ottenere un elevato numero di marce pur in presenza di dimensioni, peso, e costo contenuti e, nello stesso tempo, permette di collegare meccanicamente la macchina 12 elettrica per rendere la vettura 1 ibrida in modo tale che la macchina 12 elettrica svolga in modo efficace ed energeticamente

efficiente diverse funzioni.

In particolare, il dispositivo 20 di trasmissione a rapporto di trasmissione variabile, sovrapponendosi alla serie di rapporto di trasmissione del cambio 9, funge da moltiplicatore e permette di moltiplicare il numero di marce contenendo allo stesso tempo il numero di coppie di ingranaggi 16 e 17 e di dispositivi 18 di innesto del cambio 9. Ad esempio, nella forma di attuazione illustrata nelle figure allegate, il dispositivo 20 di trasmissione a due rapporti consente di ottenere complessivamente una trasmissione 7 manuale automatica a otto marce con solo quattro coppie di ingranaggi 16 e 17 e due dispositivi 18 di innesto del cambio 9; il dispositivo 20 di trasmissione comprenda due coppie di ingranaggi ed il dispositivo 21 di innesto e quindi complessivamente la trasmissione 7 manuale automatica a otto marce comprende cinque coppie di ingranaggi e tre dispositivi 18 e 21 di innesto. Una analoga trasmissione manuale automatica convenzionale a otto marce sarebbe composta da otto coppie di ingranaggi e quattro dispositivi di innesto; è quindi evidente che nella trasmissione 7 manuale automatica sopra descritta si risparmiano due coppie di ingranaggi (da otto a sei) ed un dispositivo di innesto (da quattro a tre).

## RIVENDICAZIONI

1) Trasmissione (7) manuale automatica per una vettura (1) ibrida provvista di un motore (5) a combustione interna e di una macchina (12) elettrica; la trasmissione (7) manuale automatica comprende:

un cambio (9) meccanico provvisto di: almeno un albero (11) primario che è atto a ricevere una coppia motrice da un albero (6) motore del motore (5) a combustione interna, almeno un albero (15) secondario atto a trasmettere la coppia motrice a ruote (3) motrici, una pluralità di coppie (I, II, III, IV) di ingranaggi (16, 17), ciascuna delle quali ha un corrispondente rapporto di trasmissione e comprende un ingranaggio (16) primario montato sull'albero (14) primario ed un ingranaggio (17) secondario che è montato sull'albero (15) secondario ed ingrana in modo permanente con l'ingranaggio (16) primario, ed una pluralità di primi dispositivi (18) di innesto servoassistiti, ciascuno dei quali è montato su un albero (14; 15) ed è atto a venire attuato per innestare almeno un corrispondente ingranaggio (16; 17) all'albero (14; 15) stesso;

una pluralità di primi azionatori (19), ciascuno dei quali è accoppiato ad un corrispondente primo dispositivo (18) di innesto per attuatore il dispositivo (18) di innesto stesso;

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

un differenziale (28) che riceve il moto dall'albero (15) secondario del cambio (9) e trasmette il moto a ruote (3) motrici;

una frizione (11) che è interposta tra l'albero (15) secondario del cambio (9) ed il differenziale (28);

un secondo azionatore (33) che è accoppiato alla frizione (11) per aprire e chiudere la frizione (11) stessa;

la trasmissione (7) manuale automatica è **caratterizzato dal fatto di** comprendere:

un albero (34) ausiliario lungo il quale è montata la macchina (12) elettrica;

una prima cascata di ingranaggi che collega una prima estremità dell'albero (34) ausiliario disposta a monte della macchina (12) elettrica all'albero (14) primario del cambio (9); ed

una seconda cascata di ingranaggi che collega una seconda estremità dell'albero (34) ausiliario disposta a valle della macchina (12) elettrica ad un albero (32) di uscita della frizione (11).

2) Trasmissione (7) manuale automatica secondo la rivendicazione 1 e comprendente:

una terza cascata di ingranaggi che collega la seconda estremità dell'albero (34) ausiliario disposta a valle della macchina (12) elettrica ad un albero (29) di ingresso

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

della frizione (11);

un secondo dispositivo (40) di innesto che è atto ad innestare alternativamente la seconda cascata di ingranaggi oppure la seconda terza cascata di ingranaggi all'albero (34) ausiliario; ed

un terzo azionatore (41) che è accoppiato al secondo dispositivo (40) di innesto per attuatore il secondo dispositivo (40) di innesto stesso.

3) Trasmissione (7) manuale automatica secondo la rivendicazione 1 o 2 e comprendente un dispositivo (42) di disconnessione, il quale è atto a separare l'albero (34) ausiliario dall'albero (14) primario del cambio (9).

4) Trasmissione (7) manuale automatica secondo la rivendicazione 3, in cui il dispositivo (42) di disconnessione è passivo e comprende una ruota libera (43) che trasmette il moto quando ruota con un certo verso e non trasmette il moto quando ruota nel verso opposto.

5) Trasmissione (7) manuale automatica secondo la rivendicazione 4, in cui la ruota libera (43) presenta la disconnessione centrifuga che permette la trasmissione del moto solo quando la velocità di rotazione è inferiore ad una velocità di rotazione massima predefinita.

6) Trasmissione (7) manuale automatica secondo la rivendicazione 3, in cui il dispositivo (42) di disconnessione è attivo e comprende una frizione (44)

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

servoassistita ed un quarto azionatore (45) che agisce sulla frizione (44) per aprire e chiudere la frizione (44) stessa.

7) Trasmissione (7) manuale automatica secondo una delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui:

la seconda cascata di ingranaggi comprende una prima ruota (37) dentata che è montata folle sull'albero (34) ausiliario, ed una seconda ruota (31) dentata che è calettata sull'albero (29) di ingresso della frizione (11) ed ingrana con la prima ruota (37) dentata; ed

è prevista una terza ruota (30) dentata che ingrana con la seconda ruota (31) dentata ed è solidale all'albero (15) secondario del cambio (9) per rendere l'albero (29) di ingresso della frizione (11) angolarmente solidale all'albero (15) secondario del cambio (9).

8) Trasmissione (7) manuale automatica secondo una delle rivendicazioni da 1 a 7 e comprendente:

un dispositivo (20) di trasmissione servoassistito a rapporto di trasmissione variabile che è interposto tra un albero (8) di trasmissione che è atto a ricevere la coppia motrice dall'albero (6) motore del motore (5) a combustione interna e l'albero (14) primario del cambio (9) ed è regolabile per presentare due diversi rapporti di trasmissione: un primo rapporto di trasmissione unitario a presa diretta ed un secondo rapporto di trasmissione di

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

moltiplica; ed

un quinto azionatore (27) che è accoppiato al dispositivo (20) di trasmissione per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo (20) di trasmissione stesso.

9) Trasmissione (7) manuale automatica secondo la rivendicazione 8, in cui la prima cascata di ingranaggi si innesta sul dispositivo (20) di trasmissione.

10) Trasmissione (7) manuale automatica secondo la rivendicazione 8 o 9, in cui il dispositivo (20) di trasmissione comprende:

un primo albero (22a) che è angolarmente solidale all'albero (14) primario del cambio (9) ed è coassiale ed affacciato all'albero (8) di trasmissione;

un secondo albero (22b) che è parallelo al primo albero (22a);

una quarta ruota (23) dentata che è montata folle attorno all'albero (8) di trasmissione;

una quinta ruota (24) dentata che è solidale al secondo albero (22b) ed ingrana con la quarta ruota (23) dentata;

una sesta ruota (25) dentata che è solidale al primo albero (22a);

una settima ruota (26) dentata che è solidale al secondo albero (22b) ed ingrana con la sesta ruota (25) dentata; ed

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

un dispositivo (21) di innesto che è atto a venire attuato dal quinto azionatore (27) per innestare alternativamente la quarta ruota (23) dentata all'albero (8) di trasmissione oppure il primo albero (22a) all'albero (8) di trasmissione.

11) Trasmissione (7) manuale automatica secondo la rivendicazione 10, in cui la prima cascata di ingranaggi comprende:

una ottava ruota (36) dentata che ingrana con la settima ruota (26) dentata; ed

una nona ruota (35) dentata che ingrana con l'ottava ruota (36) dentata ed è meccanicamente collegata all'albero (34) ausiliario.

12) Trasmissione (7) manuale automatica secondo una delle rivendicazioni da 8 a 11, in cui il secondo rapporto di trasmissione di moltiplica del dispositivo (21) di trasmissione ed i rapporti di trasmissione delle coppie (I, II, III, IV) di ingranaggi (16, 17) del cambio (9) presentano valori tali per cui tutte le marce ottenibili combinando un qualsiasi rapporto di trasmissione del dispositivo (21) di trasmissione con un qualsiasi rapporto di trasmissione del cambio (9) presentino rapporti di trasmissione diversi senza sovrapposizioni.

13) Trasmissione (7) manuale automatica secondo una delle rivendicazioni da 8 a 12, in cui per eseguire in

**Matteo MACCAGNAN**  
**(Iscrizione Albo N.987/BM)**

successione tutti i cambi di marcia ascendenti dalla marcia più corta alla marcia più lunga una unità (46) di controllo aziona ad ogni cambio di marcia il quinto azionatore (27) per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo (21) di trasmissione ed aziona alternativamente, cioè ad un cambio di marcia no ed al successivo cambio di marcia si, almeno un primo azionatore (19) di un dispositivo (18) di innesto per variare la coppia (I, II, III, IV) di ingranaggi (16, 17) innestata nel cambio (9).

14) Trasmissione (7) manuale automatica secondo una delle rivendicazioni da 8 a 12, in cui per eseguire in successione tutti i cambi di marcia ascendenti dalla marcia più corta alla marcia più lunga una unità (46) di controllo aziona ad ogni cambio di marcia almeno un primo azionatore (19) di un dispositivo (18) di innesto per variare la coppia (I, II, III, IV) di ingranaggi (16, 17) innestata nel cambio (9) ed aziona alternativamente, cioè ad un cambio di marcia no ed al successivo cambio di marcia si, il quinto azionatore (27) per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo (21) di trasmissione.

15) Trasmissione (7) manuale automatica secondo una delle rivendicazioni da 8 a 12, in cui:

tutte le marce sono suddivise in un gruppo inferiore ed in un gruppo superiore in modo tale che la marcia più lunga del gruppo inferiore presenta un rapporto di

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

trasmissione più corto della marcia più corta del gruppo superiore;

per eseguire un cambio marcia all'interno di uno stesso gruppo l'unità (46) di controllo aziona unicamente almeno un primo azionatore (19) di un dispositivo (18) di innesto per variare la coppia (I, II, III, IV) di ingranaggi (16, 17) innestata nel cambio (9); e

per eseguire un cambio marcia tra una marcia del gruppo inferiore ed una marcia del gruppo superiore l'unità (46) di controllo aziona contemporaneamente almeno un primo azionatore (19) di un dispositivo (18) di innesto per variare la coppia (I, II, III, IV) di ingranaggi (16, 17) innestata nel cambio (9) ed il quinto azionatore (27) per variare il rapporto di trasmissione del dispositivo (21) di trasmissione.

p.i.: FERRARI S.P.A.

**Matteo MACCAGNAN**

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

TITLE: "AUTOMATIC MANUAL TRANSMISSION FOR A HYBRID CAR PROVIDED WITH AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND WITH AN ELECTRICAL MACHINE"

CLAIMS

1) An automatic manual transmission (7) for a hybrid car (1) provided with an internal combustion engine (5) and with an electrical machine (12); the automatic manual transmission (7) comprises:

a mechanical gearbox (9), which is provided with: at least one primary shaft (11), which is suited to receive a torque from a crankshaft (6) of the internal combustion engine (5), at least one secondary shaft (15), which is suited to transmit the torque to driving wheels (3), a plurality of pairs (I, II, III, IV) of gears (16, 17), each of which has a corresponding gear ratio and comprises a primary gear (16), which is mounted on the primary shaft (14), and a secondary gear (17), which is mounted on the secondary shaft (15) and meshes, in a permanent manner, with the primary gear (16), and a plurality of first servo-assisted locking devices (18), each of which is mounted on a shaft (14; 15) and is suited to be actuated so as to lock at least one corresponding gear (16; 17) to the shaft (14; 15);

a plurality of first actuators (19), each of which is coupled to a corresponding first locking device (18), so as

**Matteo MACCAGNAN**  
**(Iscrizione Albo N.987/BM)**

to actuate the locking device (18);

a differential gear (28), which receives the motion from the secondary shaft (15) of the gearbox (9) and transmits the motion to driving wheels (3);

a clutch (11), which is interposed between the secondary shaft (15) of the gearbox (9) and the differential gear (28);

a second actuator (33), which is coupled to the clutch (11), so as to open and close the clutch (11);

the automatic manual transmission (7) is **characterised in that** it comprises:

an auxiliary shaft (34), along which the electrical machine (12) is mounted;

a first gear train, which connects a first end of the auxiliary shaft (34), which is arranged upstream of the electrical machine (12), to the primary shaft (14) of the gearbox (9); and

a second gear train, which connects a second end of the auxiliary shaft (34), which is arranged downstream of the electrical machine (12), to an output shaft (32) of the clutch (11).

2) An automatic manual transmission (7) according to claim 1 and comprising:

a third gear train, which connects the second end of the auxiliary shaft (34), which is arranged downstream of

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

the electrical machine (12), to an input shaft (29) of the clutch (11);

a second locking device (40), which is suited to alternatively lock the second gear train or the third gear train to the auxiliary shaft (34); and

a third actuator (41), which is coupled to the second locking device (40), so as to actuate the second locking device (40).

3) An automatic manual transmission (7) according to claim 1 or 2 and comprising a disconnecting device (42), which is suited to separate the auxiliary shaft (34) from the primary shaft (14) of the gearbox (9).

4) An automatic manual transmission (7) according to claim 3, wherein the disconnecting device (42) is passive and comprises a freewheel (43), which transmits the motion when it rotates in a certain direction and does not transmit the motion when it rotates in the opposite direction.

5) An automatic manual transmission (7) according to claim 4, wherein the freewheel presents a centrifugal disconnection, which allows motion to be transmitted only when the rotation speed is lower than a predetermined maximum rotation speed.

6) An automatic manual transmission (7) according to claim 3, wherein the disconnecting device (42) is active

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

and comprises a servo-assisted clutch (44) and a fourth actuator (45), which acts on the clutch (44) so as to open and close the clutch (44).

7) An automatic manual transmission (7) according to any of the claims from 1 to 6, wherein:

the second gear train comprises a first gear wheel (37), which is mounted idle on the auxiliary shaft (34), and a second gear wheel (31), which is splined to the input shaft (29) of the clutch (11) and meshes with the first gear wheel (37); and

a third gear wheel (30) is provided, which meshes with the second gear wheel (31) and is integral to the secondary shaft (15) of the gearbox (9), so as to cause the input shaft (29) of the clutch to be angularly integral to the secondary shaft (15) of the gearbox (9).

8) An automatic manual transmission (7) according to any of the claims from 1 to 7 and comprising:

a servo-assisted drive device (20) with a variable gear ratio, which is interposed between a drive shaft (8), which is suited to receive the torque from the crankshaft (6) of the internal combustion engine (5), and the primary shaft (14) of the gearbox (9) and can be adjusted so as to present two different gear ratios: a first even direct drive gear ratio and a second increased gear ratio; and

a fifth actuator (27), which is coupled to the drive

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

device (20), so as to vary the gear ratio of the drive device (20).

9) An automatic manual transmission (7) according to claim 8, wherein the first gear train is fitted to the drive device (20).

10) An automatic manual transmission (7) according to claim 8 or 9, wherein the drive device (20) comprises:

a first shaft (22a), which is angularly integral to the primary shaft (14) of the gearbox (9), faces the drive shaft (8) and is coaxial thereto;

a second shaft (22b), which is parallel to the first shaft (22a);

a fourth gear wheel (23), which is mounted idle around the drive shaft (8);

a fifth gear wheel (24), which is integral to the second shaft (22b) and meshes with the fourth gear wheel (23);

a sixth gear wheel (25), which is integral to the first shaft (22a);

a seventh gear wheel (26), which is integral to the second shaft (22b) and meshes with the sixth gear wheel (25); and

a locking device (21), which is suited to be actuated by the fifth actuator (27) so as to alternatively lock the fourth gear wheel (23) to the drive shaft (8) or the first

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

shaft (22a) to the drive shaft (8).

11) An automatic manual transmission (7) according to claim 10, wherein the first gear train comprises:

an eighth gear wheel (36), which meshes with the seventh gear wheel (26); and

a ninth gear wheel (35), which meshes with the eighth gear wheel (36) and is mechanically connected to the auxiliary shaft (34).

12) An automatic manual transmission (7) according to any of the claims from 8 to 11, wherein the second increased gear ratio of the drive device (21) and the gear ratios of the pairs (I, II, III, IV) of gears (16, 17) of the gearbox (9) present values that are such that all the gears that can be obtained by combining any gear ratio of the drive device (21) with any gear ratio of the gearbox (9) present different gear ratios without overlaps.

13) An automatic manual transmission (7) according to any of the claims from 8 to 12, wherein, in order to perform, in sequence, all the upshifts from the shortest gear to the longest gear, a control unit (46) activates, at each gear shift, the fifth actuator (27), so as to vary the gear ratio of the drive device (21), and activates in an alternate manner, i.e. at one gear shift not and at the following gear shift yes, at least one first actuator (19) of a locking device (18), so as to vary the pair (I, II,

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

III, IV) of gears (16, 17) that is engaged in the gearbox (9).

14) An automatic manual transmission (7) according to any of the claims from 8 to 12, wherein, in order to perform, in sequence, all the upshifts from the shortest gear to the longest gear, a control unit (46) activates, at each gear shift, at least one first actuator (19) of a locking device (18), so as to vary the pair (I, II, III, IV) of gears (16, 17) that is engaged in the gearbox (9), and activates in an alternate manner, i.e. at one gear shift not and at the following gear shift yes, the fifth actuator (27), so as to vary the gear ratio of the drive device (21).

15) An automatic manual transmission (7) according to any of the claims from 8 to 12, wherein:

all the gears are divided into a lower group and an upper group, so that the longest gear of the lower group presents a shorter gear ratio with respect to the shortest gear of the upper group;

in order to perform a gear shift within a same group, the control unit (46) exclusively activates at least one first actuator (19) of a locking device (18), so as to vary the pair (I, II, III, IV) of gears (16, 17) that is engaged in the gearbox (9); and

in order to perform a gear shift between a gear of the

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

lower group and a gear of the upper group, the control unit (46) simultaneously activates at least one first actuator (19) of a locking device (18), so as to vary the pair (I, II, III, IV) of gears (16, 17) that is engaged in the gearbox (9), and the fifth actuator (27), so as to vary the gear ratio of the drive device (21).

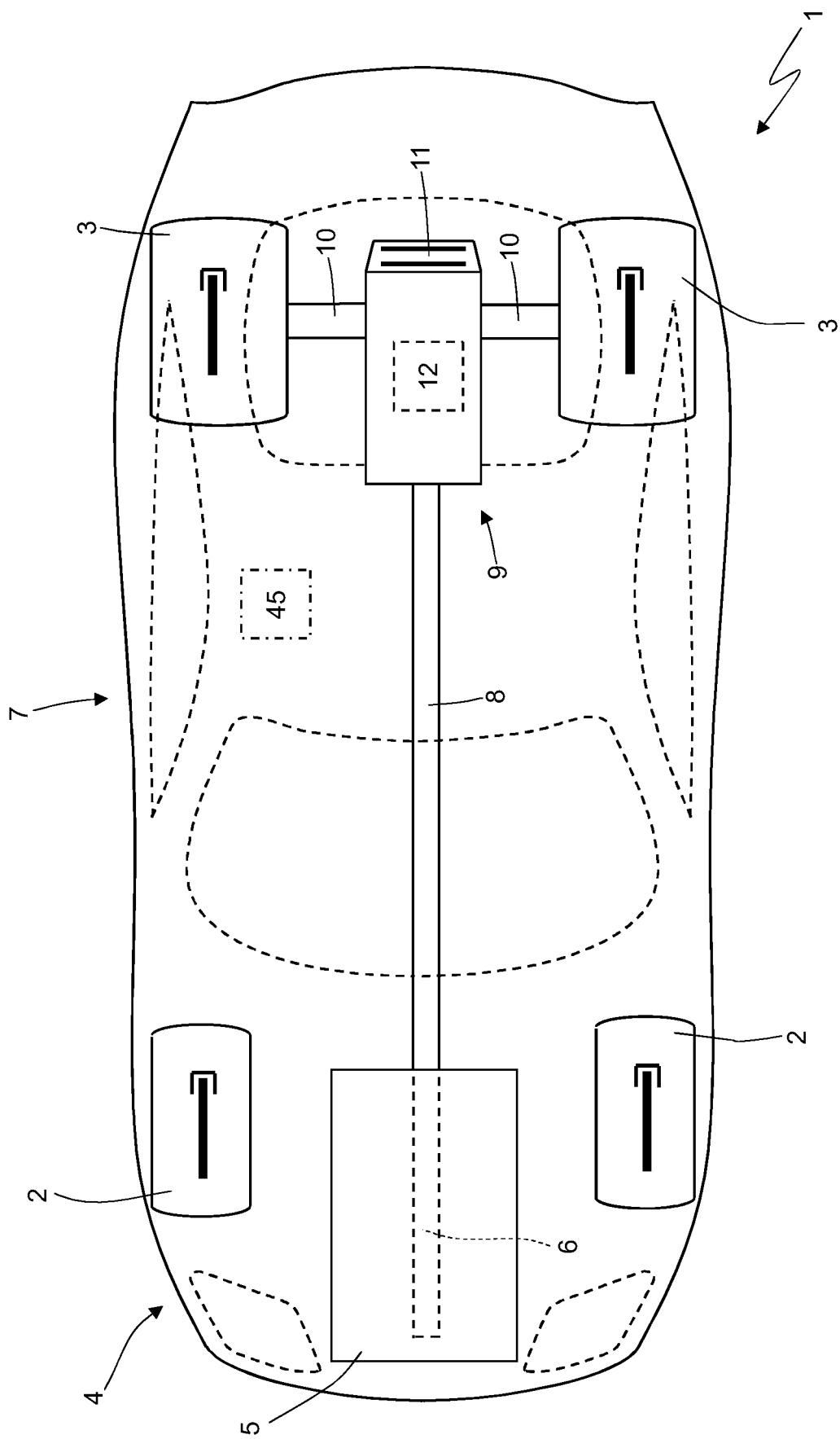


Fig. 1

Fig. 2

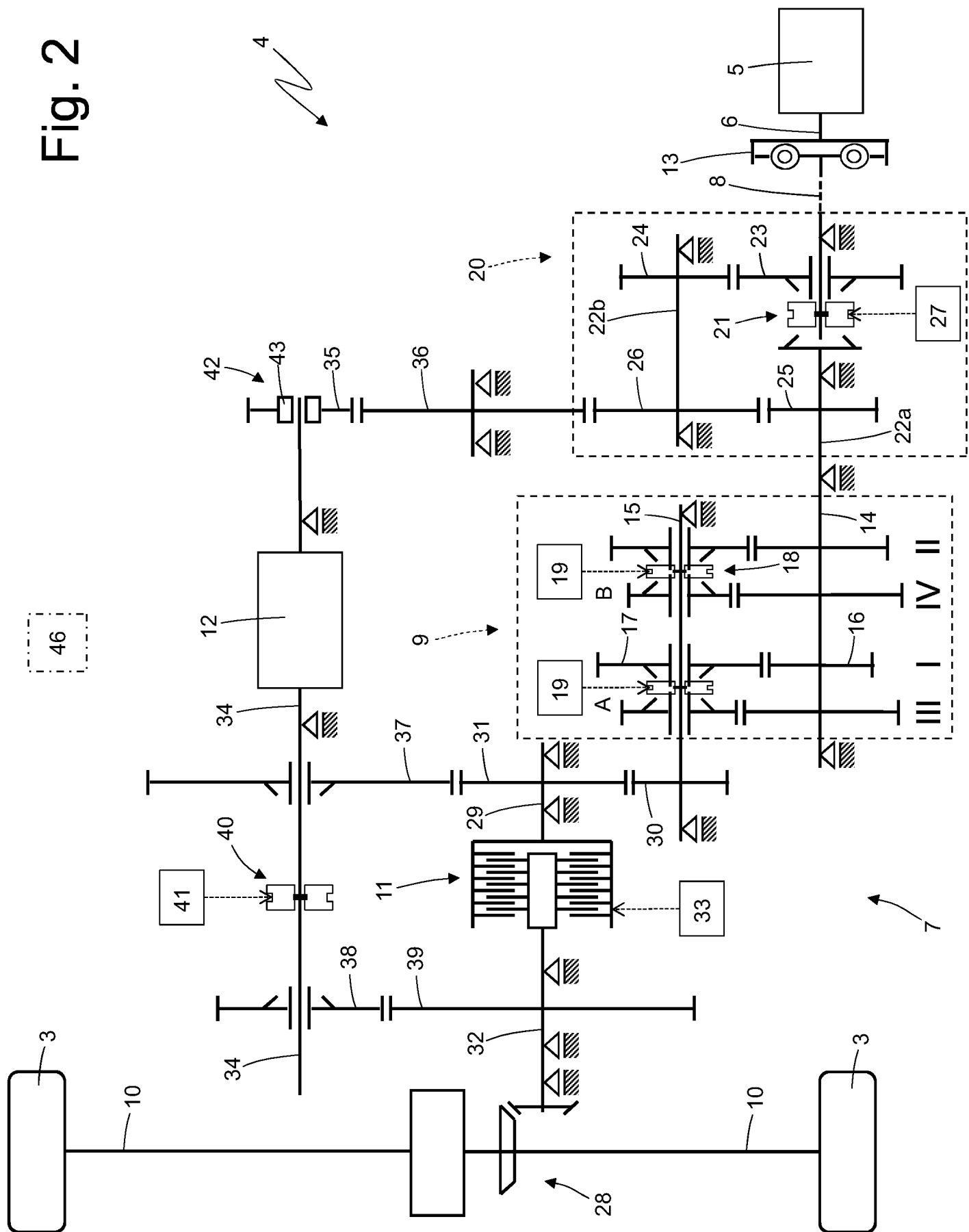
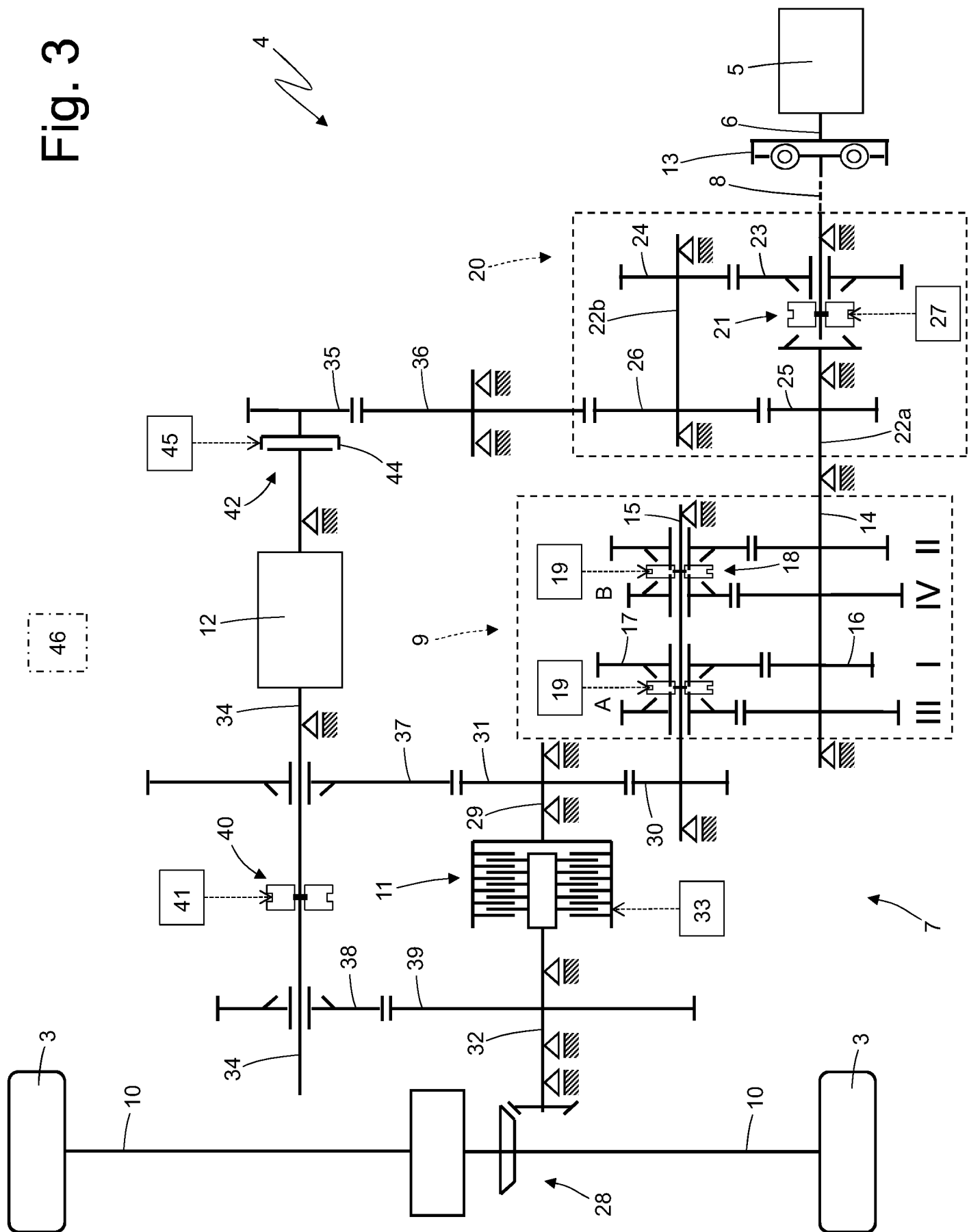


Fig. 3



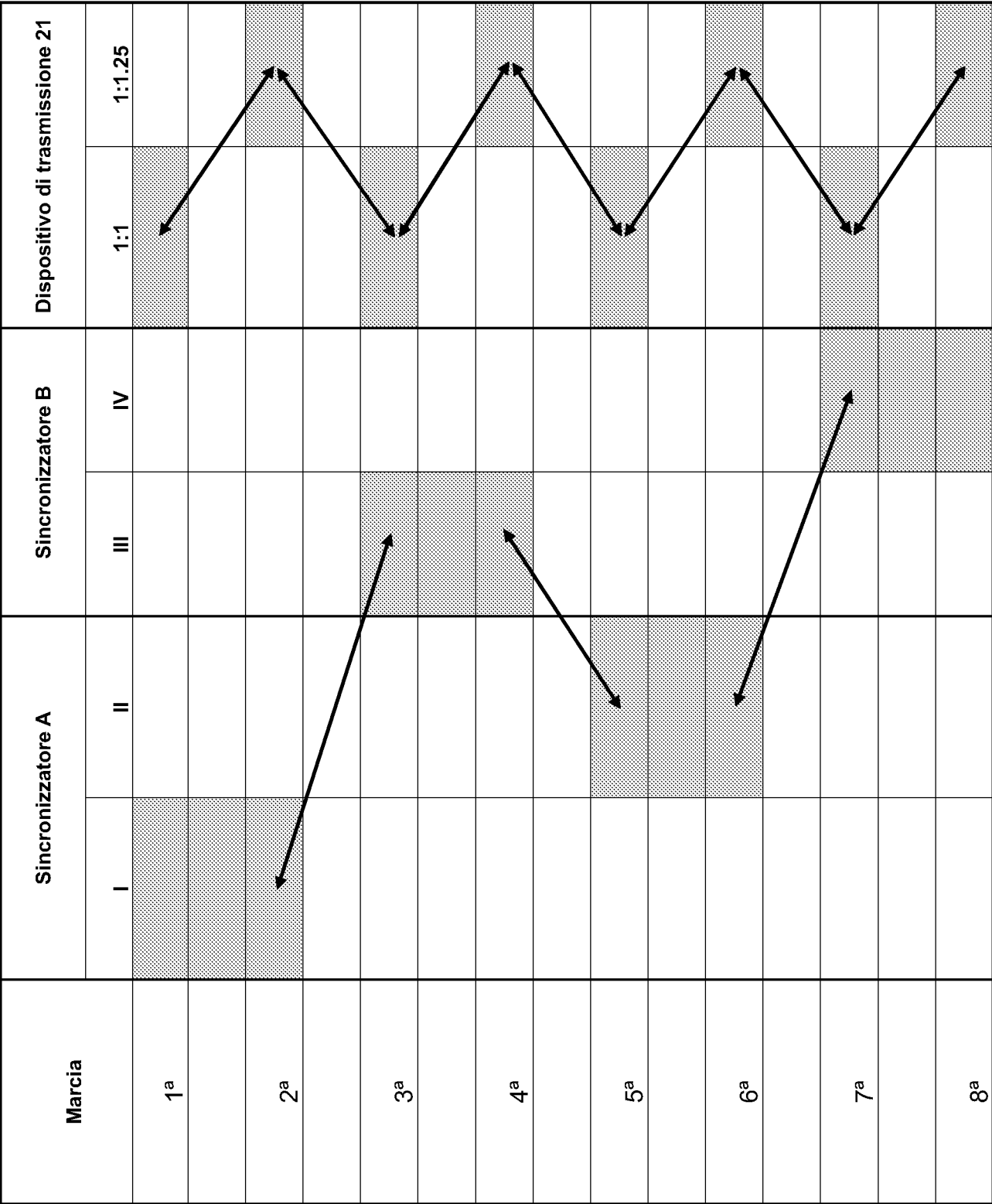


Fig. 4

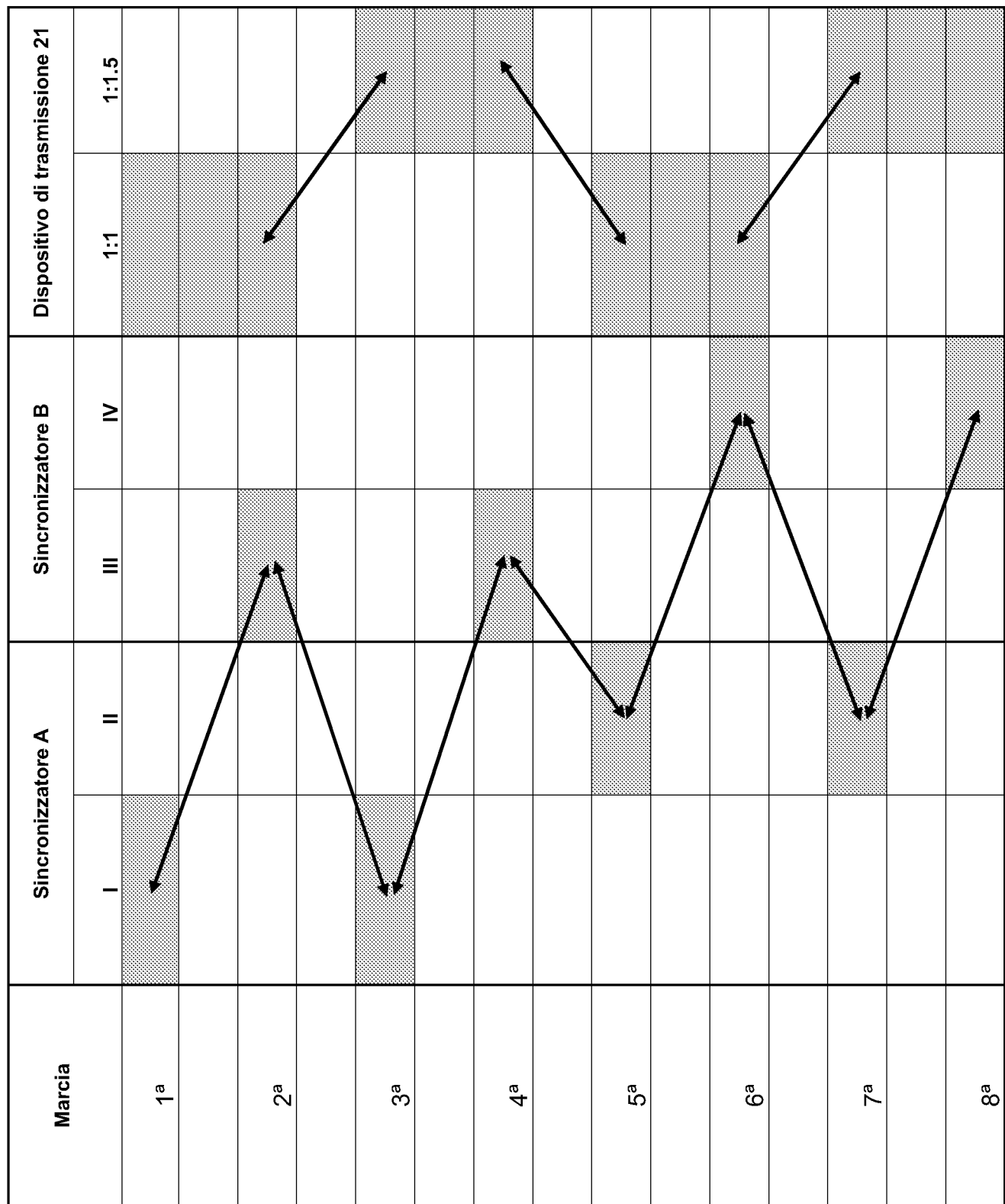


Fig. 5

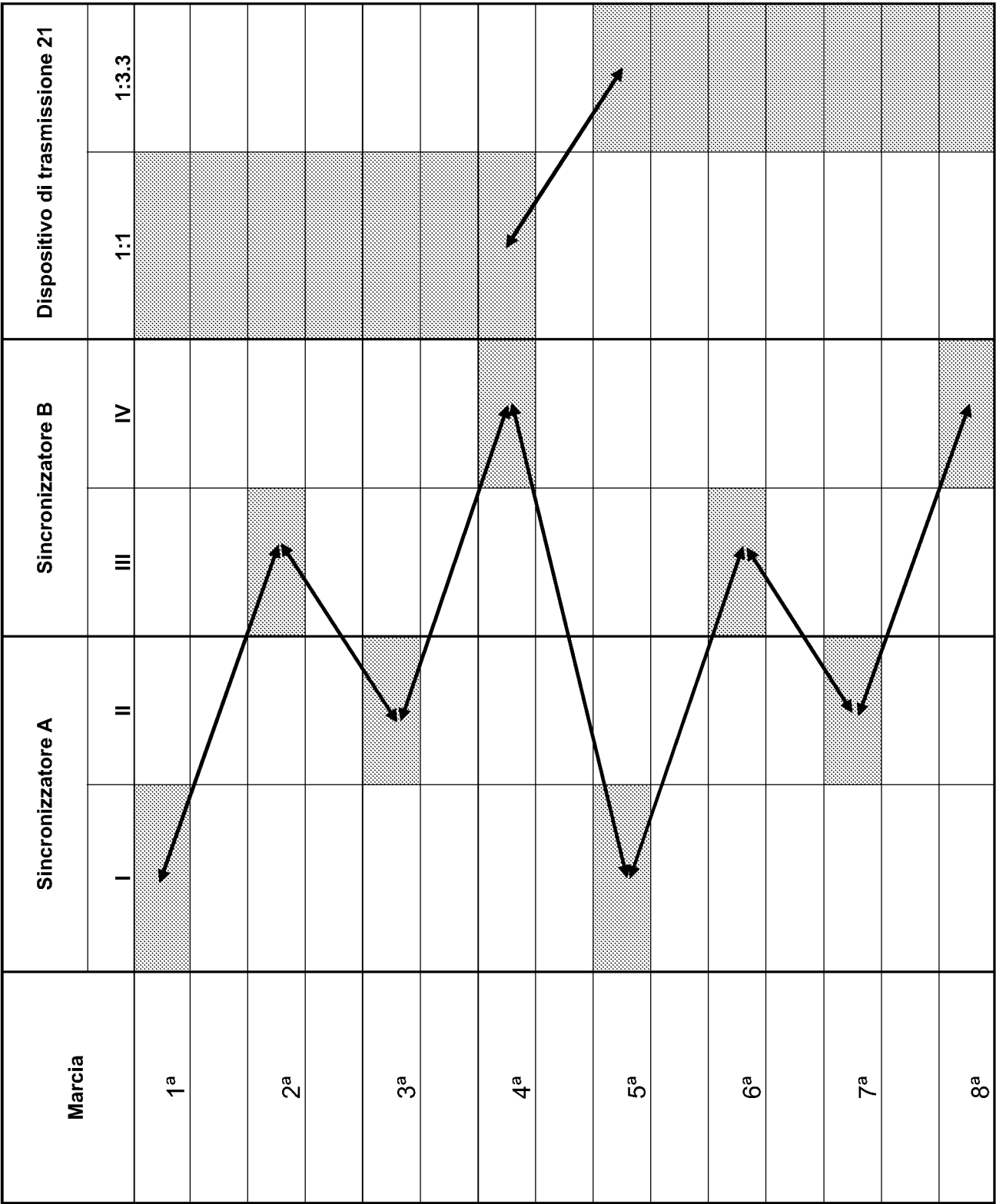


Fig. 6

Fig. 7

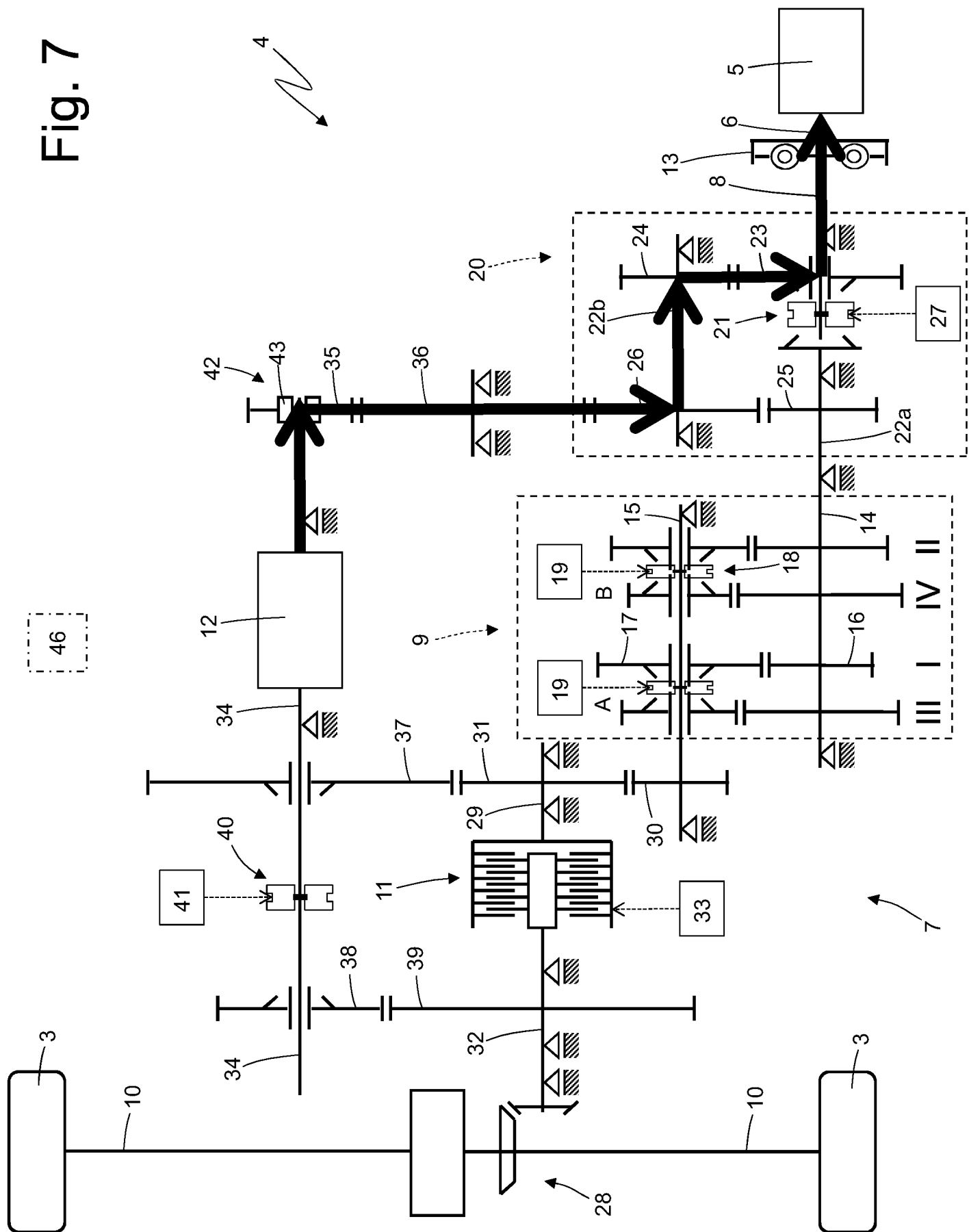


Fig. 8

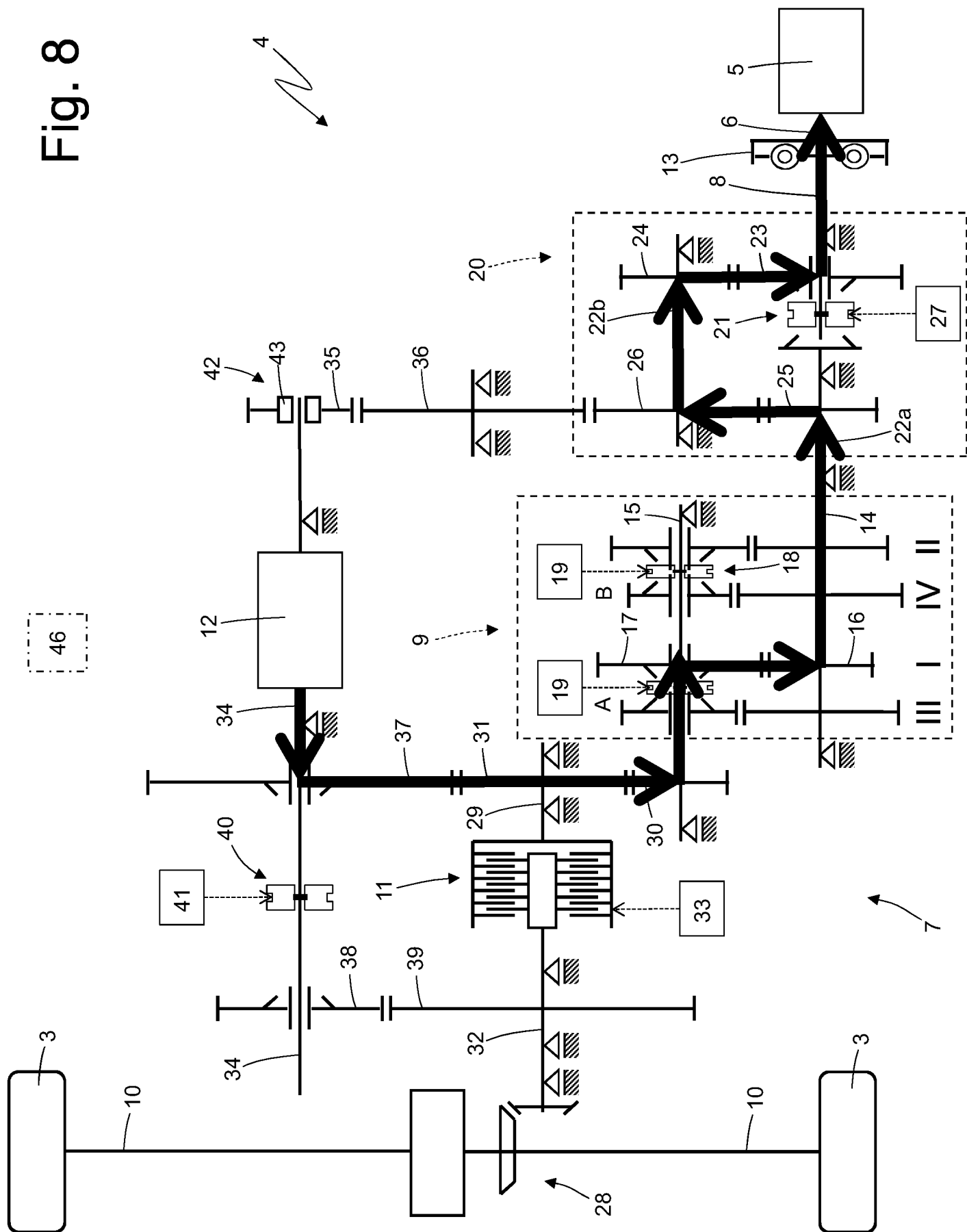


Fig. 9

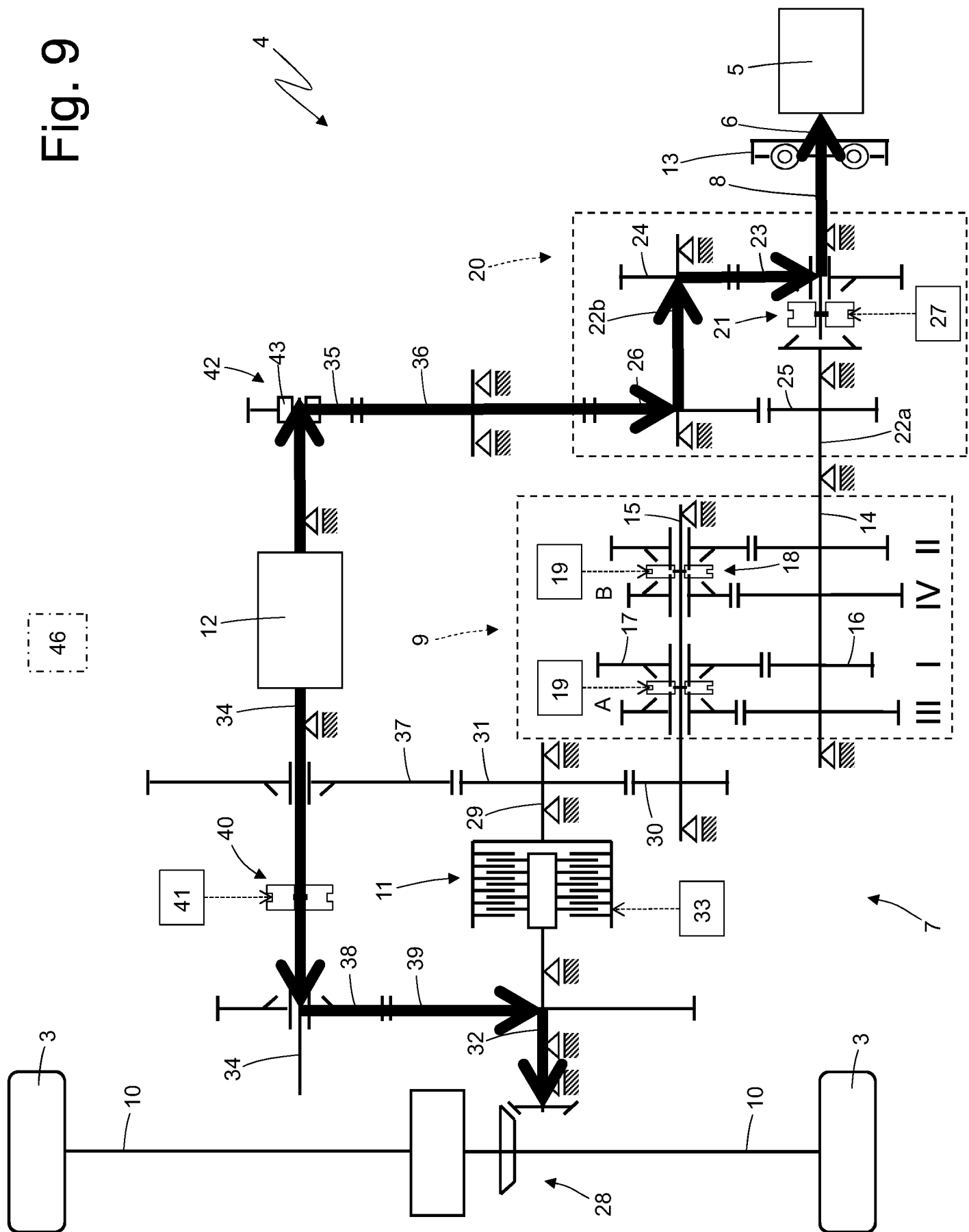


Fig. 10

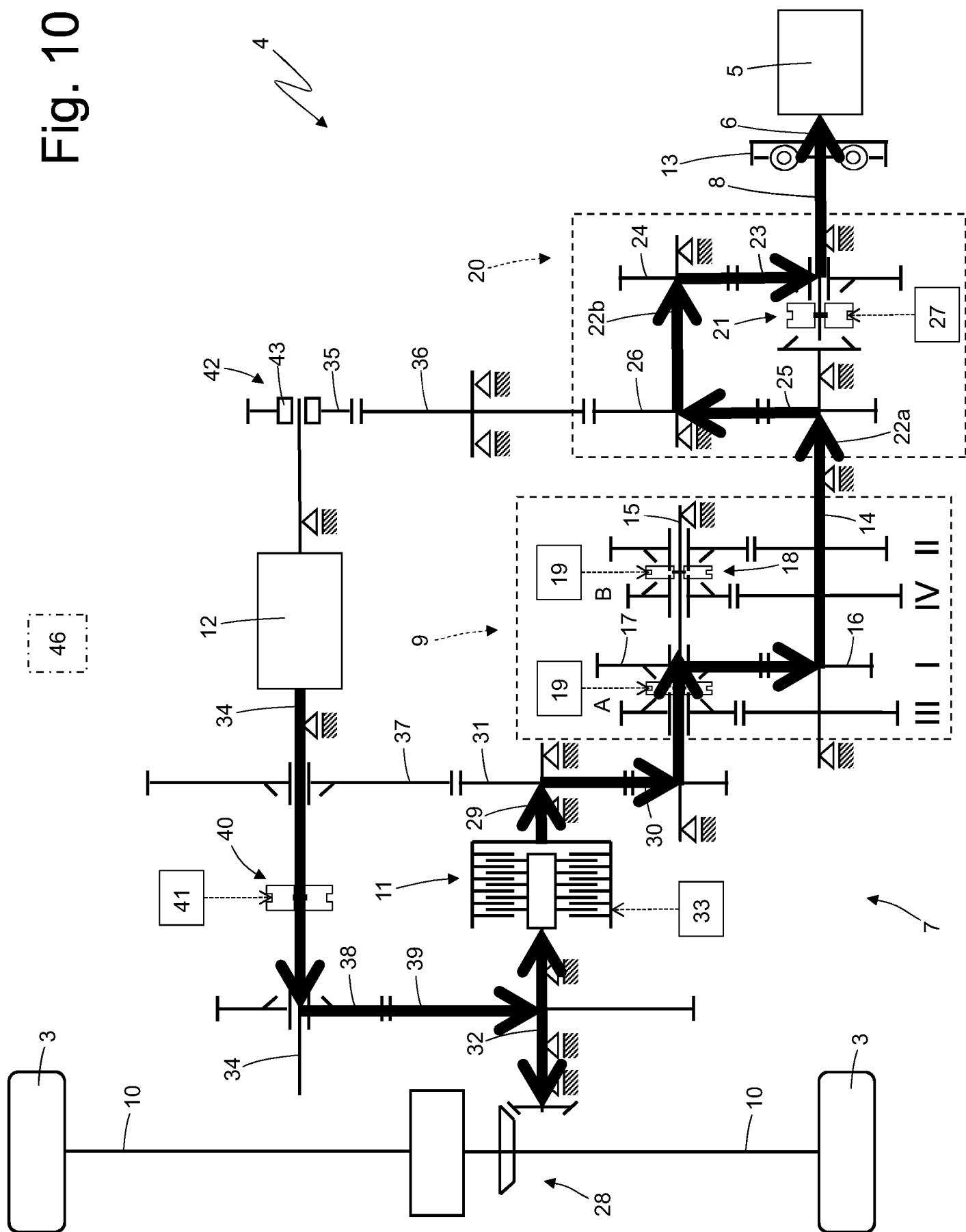


Fig. 11

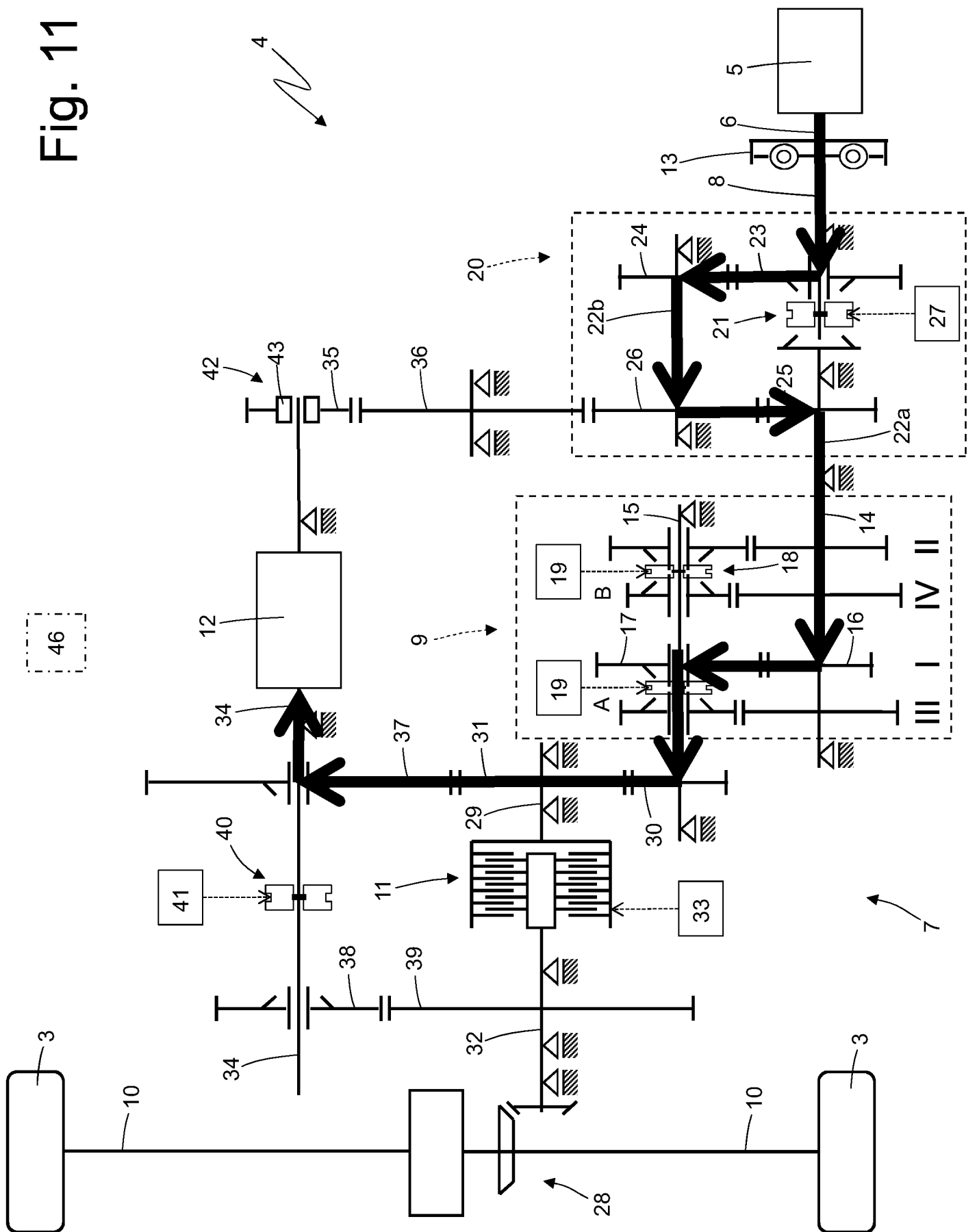


Fig. 12

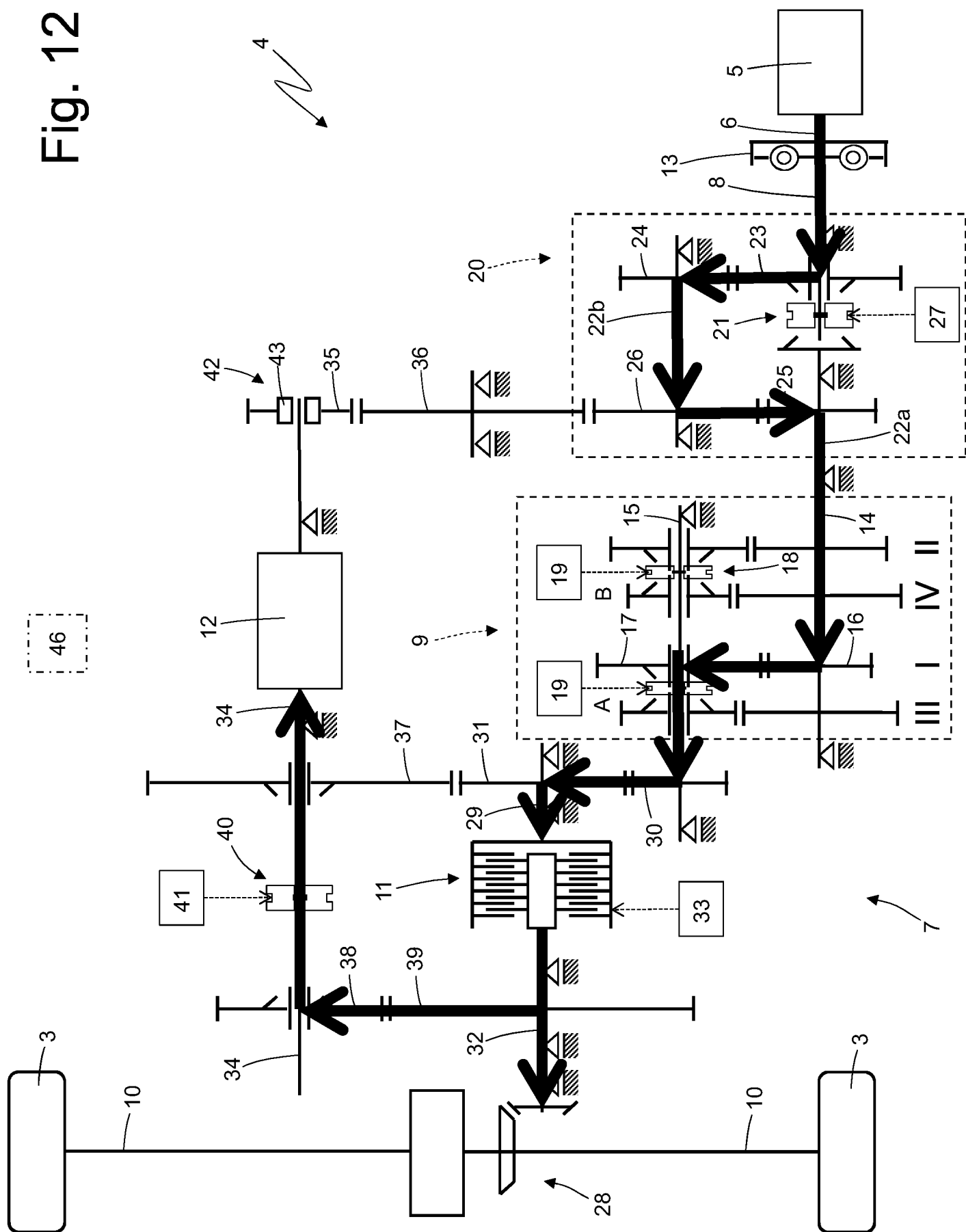


Fig. 13

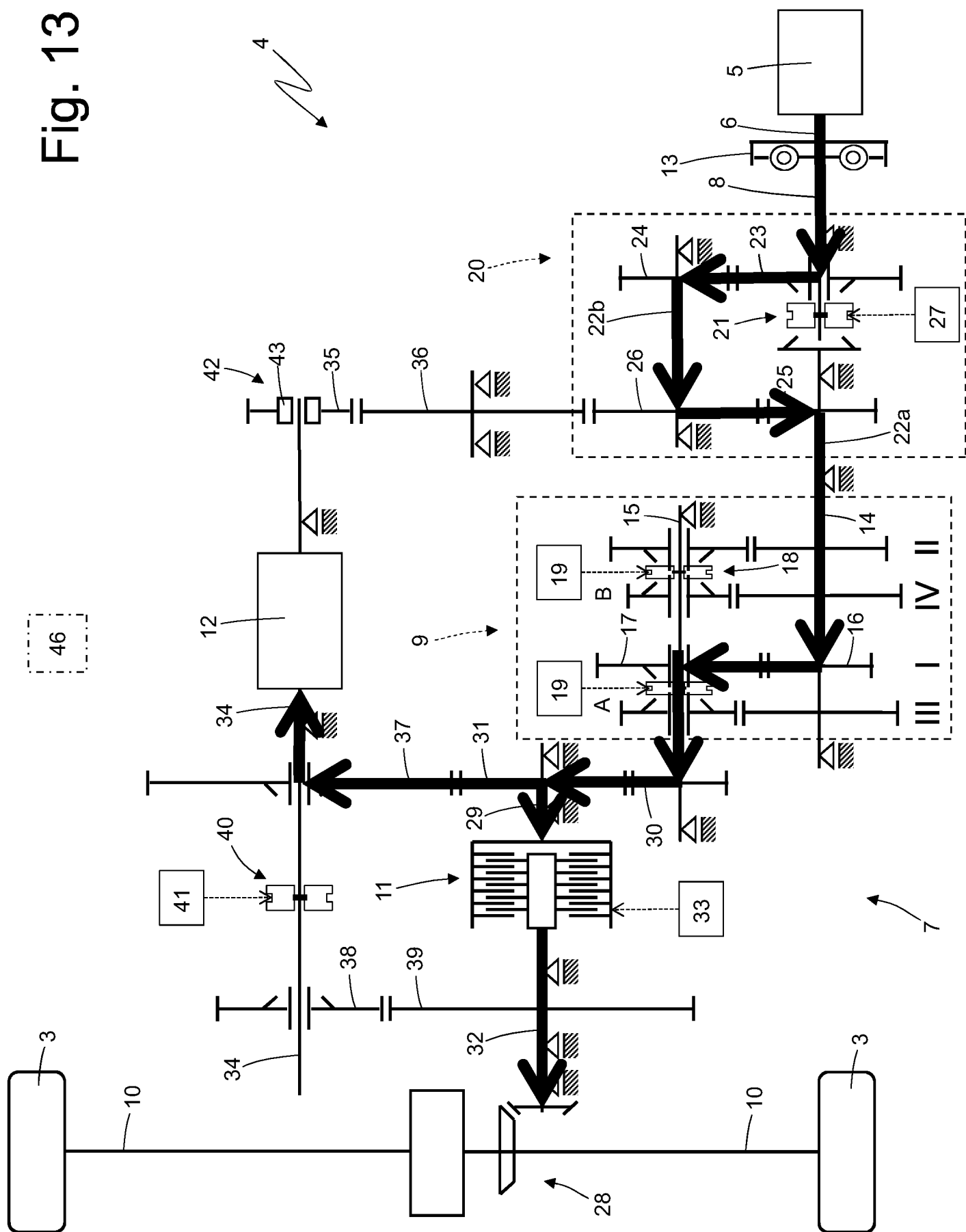
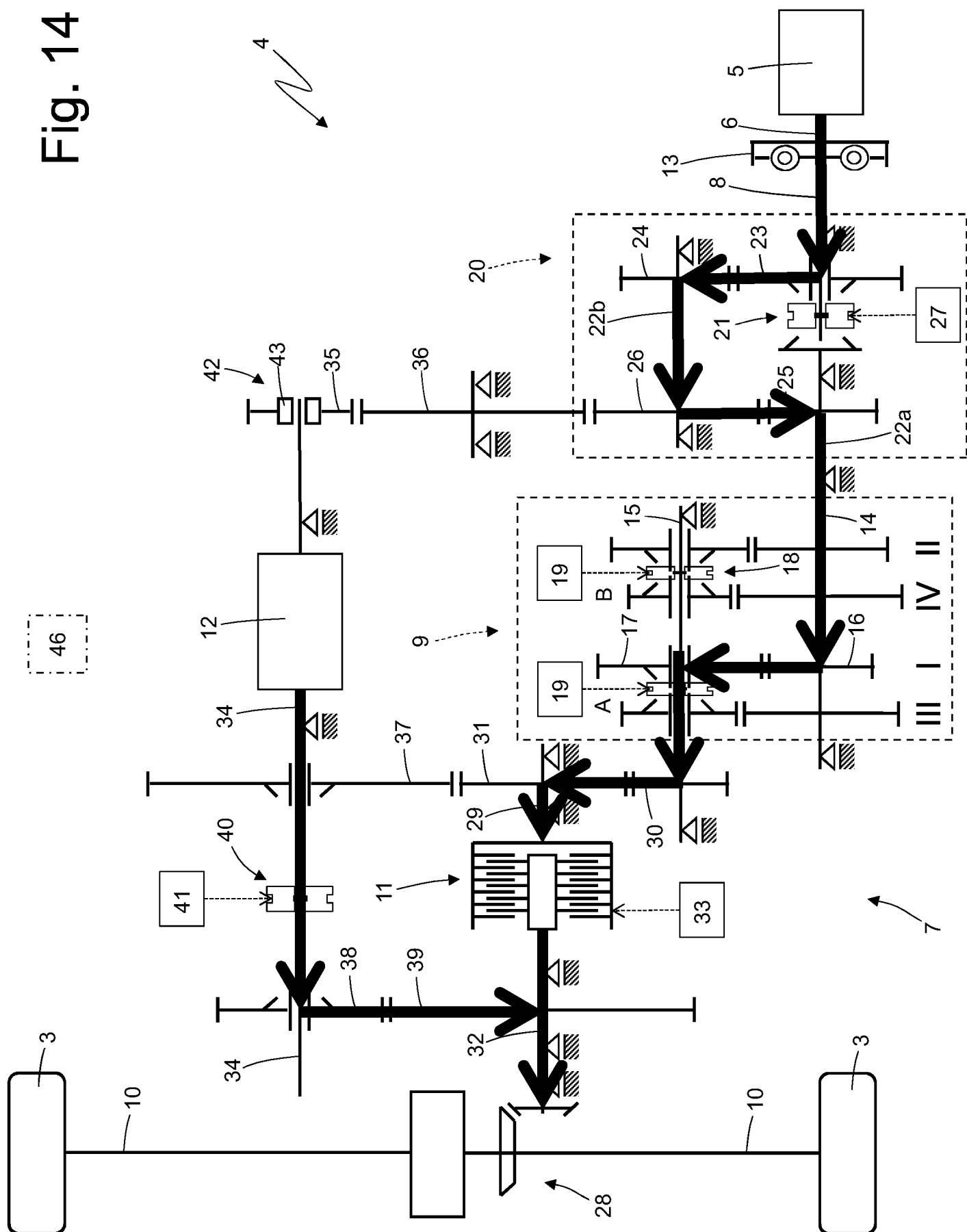


Fig. 14



**Fig. 15**

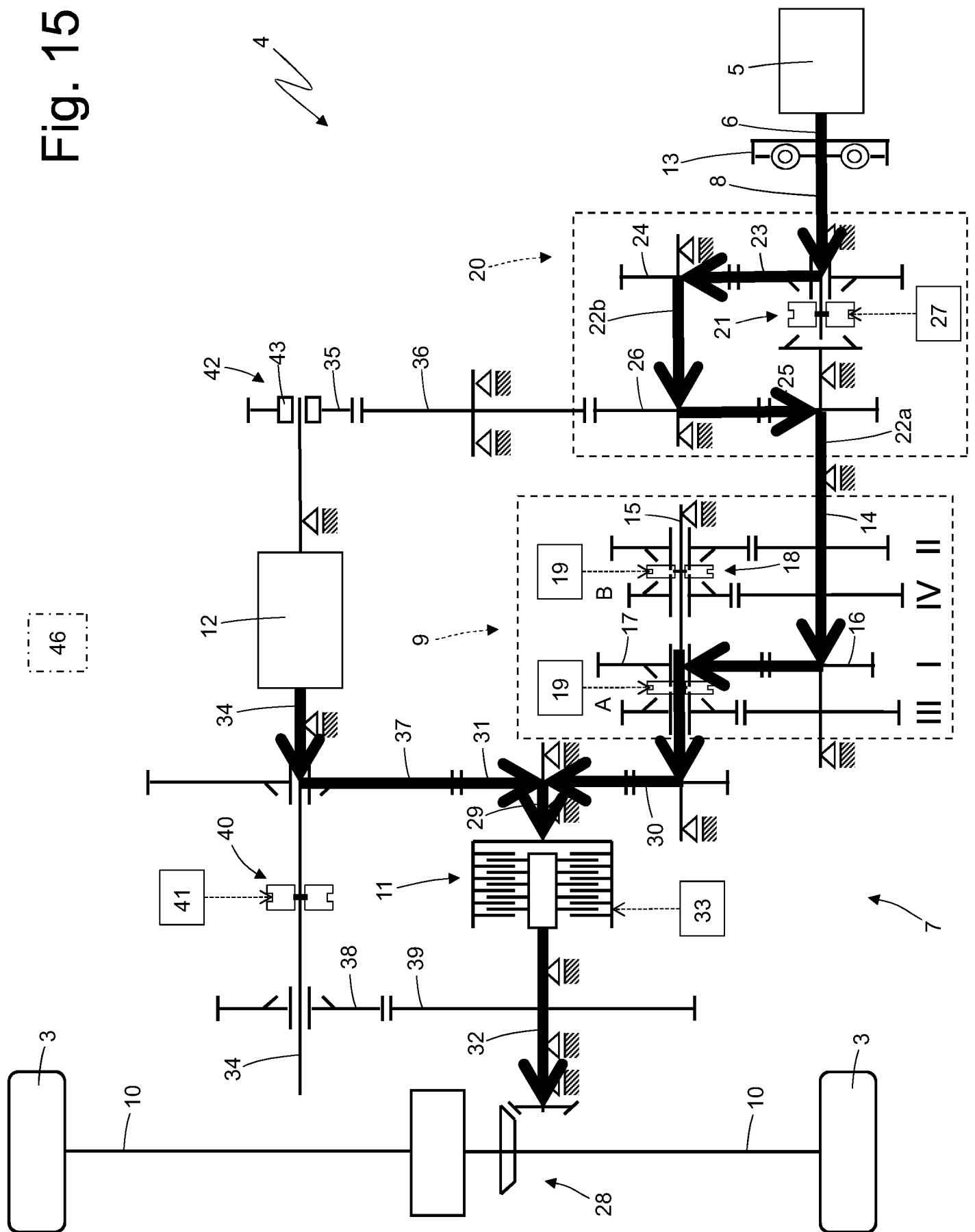


Fig. 16

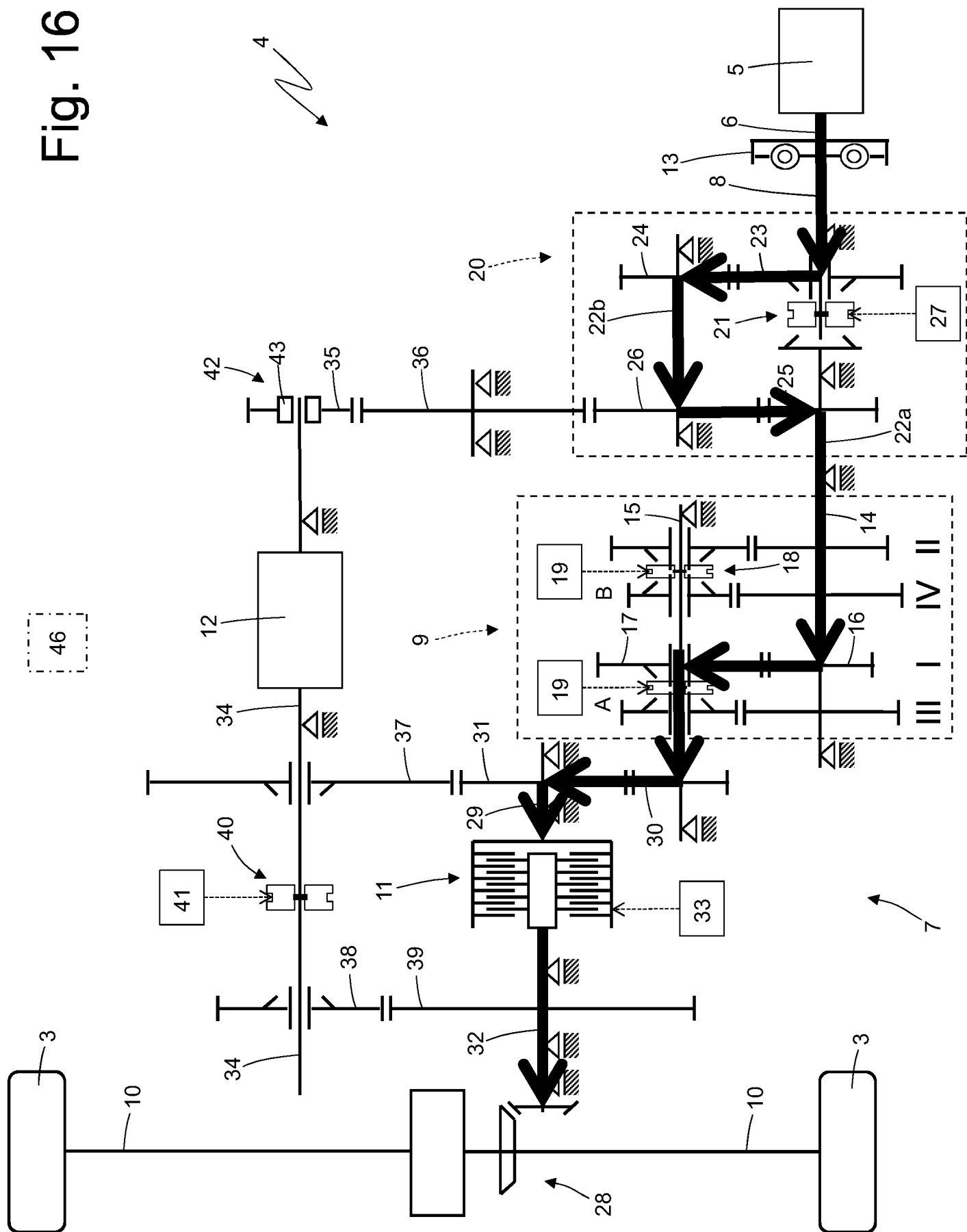


Fig. 17

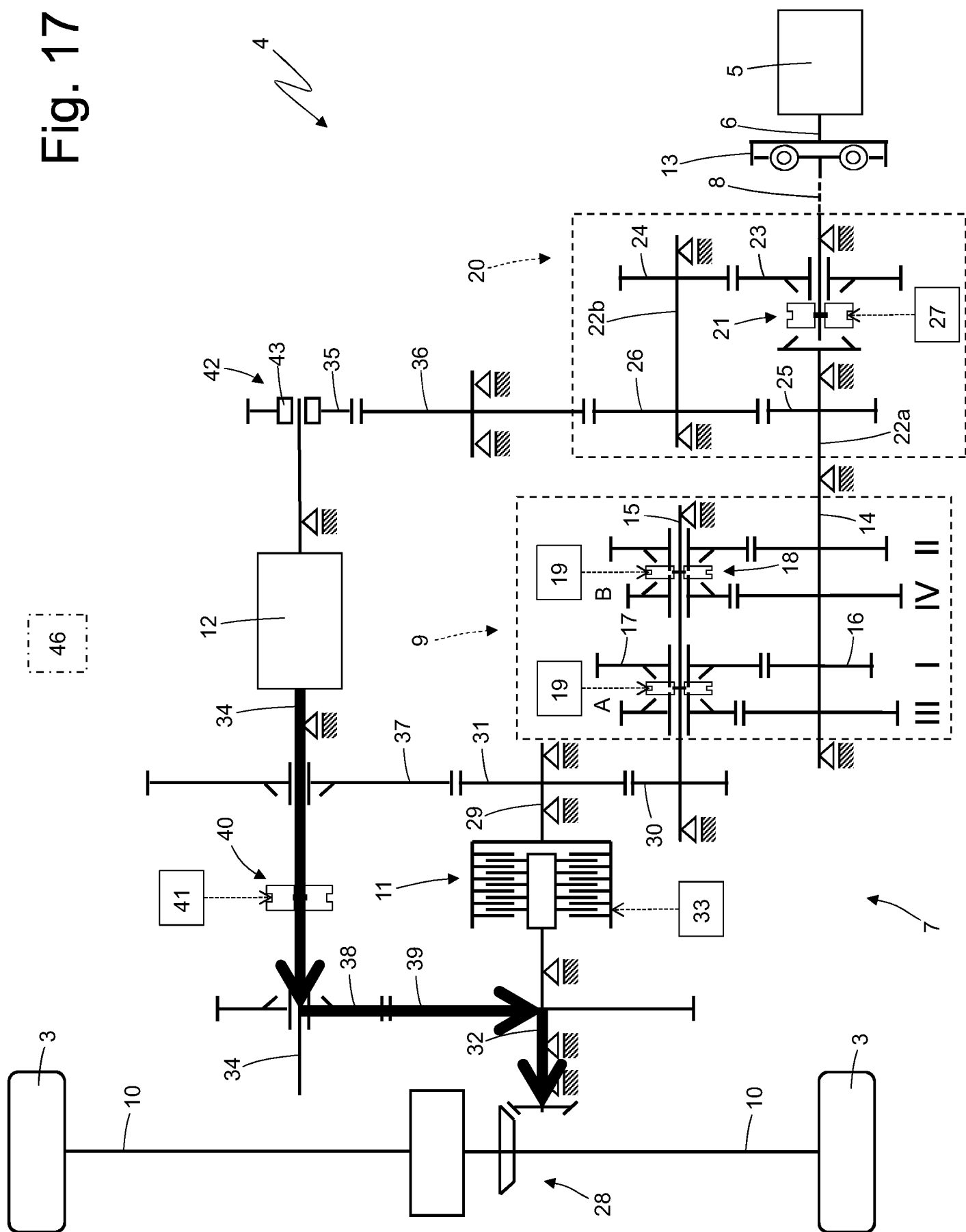


Fig. 18

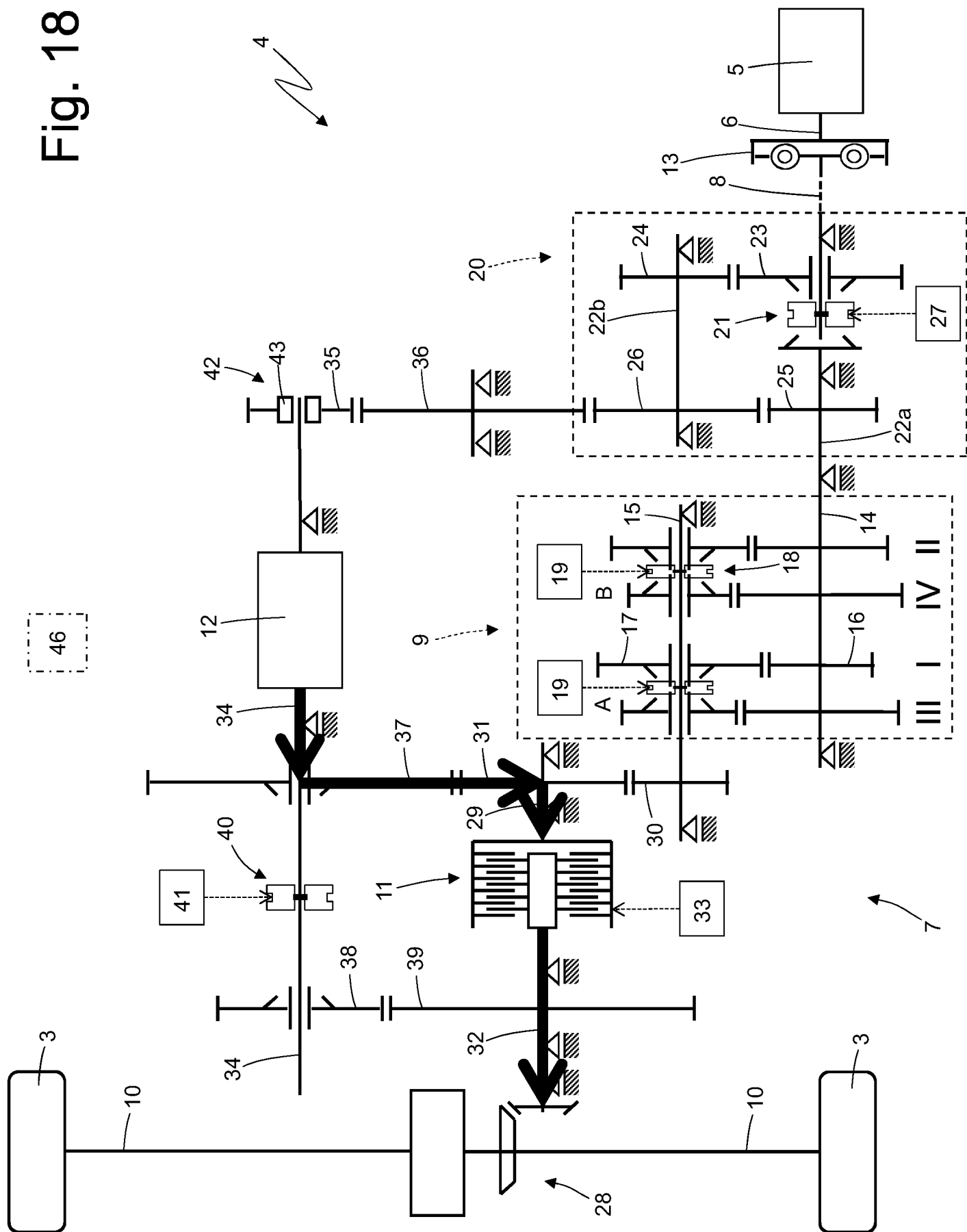


Fig. 19

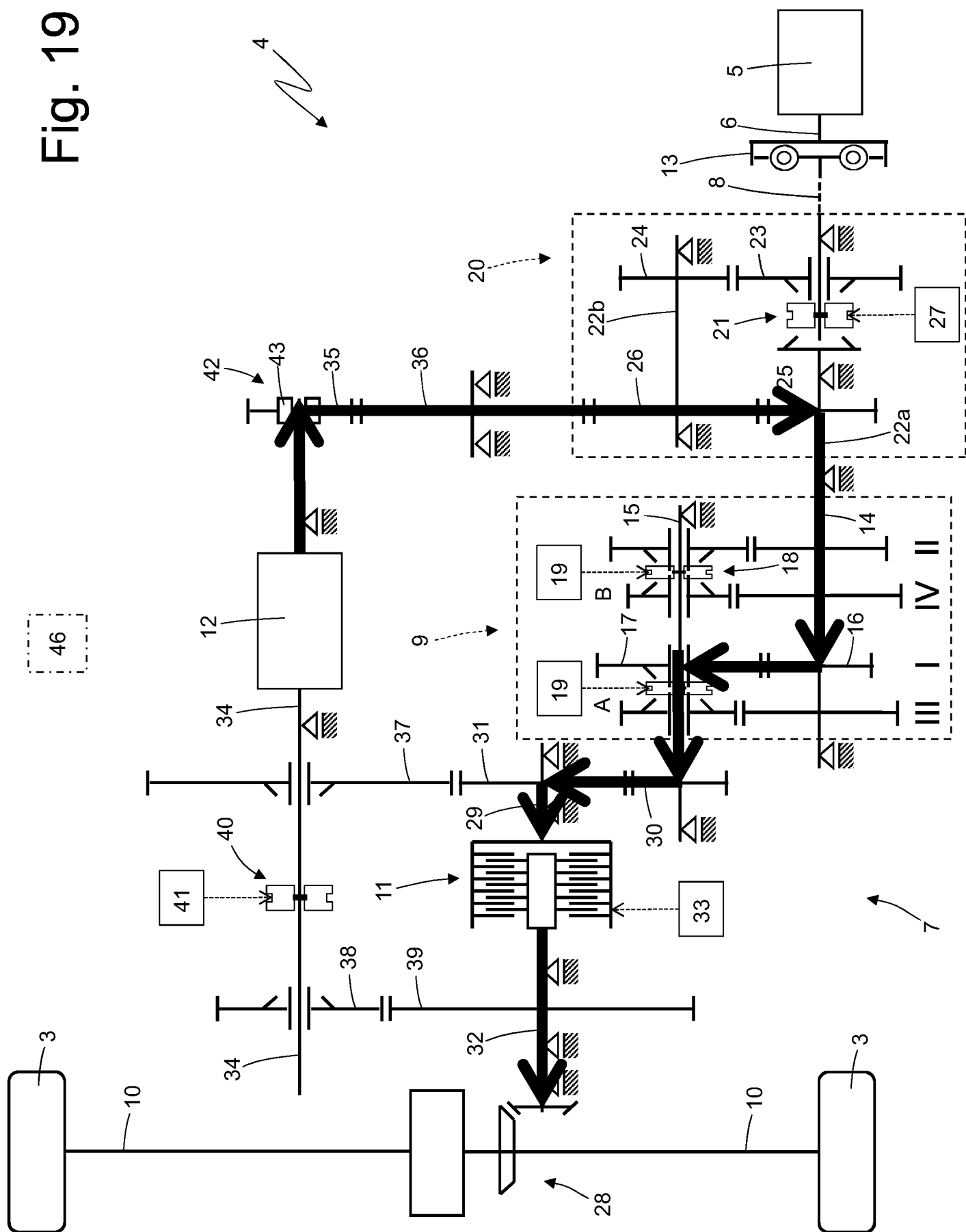


Fig. 20

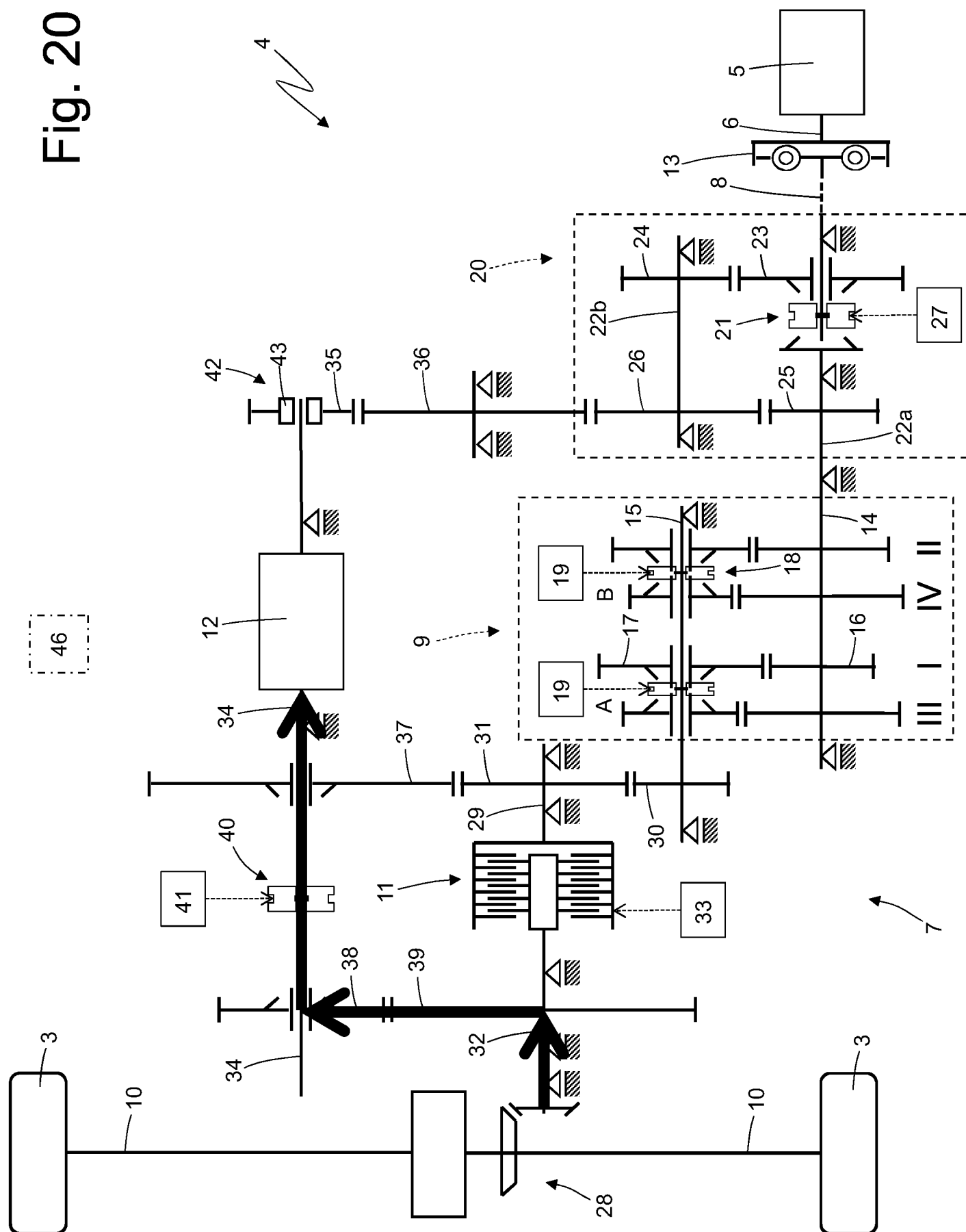


Fig. 21

