



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UTBM

DOMANDA NUMERO	101982900000921
Data Deposito	02/12/1982
Data Pubblicazione	02/06/1984

Priorità	P 31 48 794.7
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	09-DEC-81

Titolo

Procedimento e dispositivo per ridurre l'assorbimento di potenza di sistemi d'azionamento elettrici

DOCUMENTAZIONE RILEGATA

Inc.No. 02-794

Descrizione della domanda di brevetto industriale avente per titolo:

"Procedimento e dispositivo per ridurre l'assorbimento di potenza di sistemi d'azionamento elettrici"

a nome della ditta Zinser Textilmaschinen GmbH, con sede a Ebersbach/Fils. (Rep.Fed.Germ.), ed elettivamente domiciliata presso il mandatario, Ing. Hans Benno Mayer, Milano, Via dell'Orso 7/a.

Data di deposito: -2 DIC.1982

24562 A/82

Inventore: Wolf Horst

Riassunto del trovato

Procedimento e mezzo per la riduzione dell'assorbimento di potenza di un sistema d'azionamento elettrico, che serve per l'azionamento di carichi variabili. Per variare l'assorbimento di potenza del sistema d'azionamento, la tensione di alimentazione viene regolata automaticamente in modo tale da far sì, che la corrente di alimentazione del sistema d'azionamento, secondo il carico momentaneo, raggiunge essenzialmente il suo valore più piccolo possibile.

Descrizione del trovato

La presente invenzione si riferisce ad un procedimento e ad un dispositivo per la riduzione dell'assorbimento di potenza di sistemi d'azionamento elettrici, che servono per l'azionamento di carichi variabili, secondo la parte introduttiva della

rivendicazione 1.

Per sistemi d'azionamento elettrici, che vengono utilizzati ad esempio in un procedimento di fabbricazione continuo, capita spesso che il carico e/o il numero di giri, in dipendenza dal progredire di questo procedimento, varia. Ciò avviene ad esempio spesso in macchine tessili, ad esempio in macchine bobinatrici, filatoi e ritorcitori che avvolgono stoppini o filati. Una variazione del carico può avvenire anche per il fatto che il carico rimane approssimativamente costante per un singolo procedimento di lavorazione, ma che può variare quando viene modificato il procedimento di lavorazione, che avviene sotto l'azionamento del corrispondente sistema d'azionamento.

Sono già diventati noti sistemi d'azionamento per carichi variabili. Dalla pubblicazione tedesca 28.17.136, è diventato noto un procedimento per l'azionamento di fusi di macchine tessili, con elettromotori, variabili nel loro numero di giri mediante frequenze di alimentazione variabili dove l'elettromotore in dipendenza da un fabbisogno variante di potenza dei fusi, viene sempre alimentato con la tensione di alimentazione, alla quale la sua resistenza risulta ancora sufficientemente alta, contro una variazione del suo numero di giri.

Dalla pubblicazione tedesca 29.39.090 è diventato noto un procedimento per la regolazione del numero di giri di una macchina a corrente alternata, che serve per migliorare il cos

4

del motore. In tal caso, in modo prestabilito e in dipendenza dalla frequenza di alimentazione e dal momento di carico, viene variato il rapporto della tensione impressa rispetto alla frequenza di alimentazione, fornita da un commutatore di frequenza.

Dalla pubblicazione tedesca 26.44.748 è diventato noto infine una disposizione per la regolazione del numero di giri di una macchina asincrona, per la quale la corrente di alimentazione della macchina viene regolata in dipendenza dalla tensione di alimentazione della macchina. Con l'ausilio di questa disposizione, la macchina può seguire rapidamente ad urti di carico, contemporaneamente, non si presentano sovratensioni che potrebbero distruggere le apparecchiature di comando, anteposte alla macchina.

I noti procedimenti e disposizioni non consentono però ai motori d'azionamento di lavorare, in caso di funzionamento a carico parziale, anche sempre con il più basso assorbimento di potenza possibile.

Per macchine tessili o altre macchine, apparecchiature, impianti o simili, per i quali il carico o i carichi azionati da un sistema d'azionamento elettrico, vantaggiosamente il carico azionato da un elettromotore oppure i carichi azionati da più elettromotori uguali e collegati in parallelo tra di loro e sempre approssimativamente delle stesse dimensioni, durante un procedimento di lavoro o simile o durante differenti procedimenti

di lavoro, varia, rispettivamente variano, è necessario che il o gli elettromotori devono essere dimensionati in modo tale che esso o essi possano attivare il massimo carico da aspettarsi.

In tutti gli altri ambiti di carico, il motore o i motori non sono sfruttati pienamente ed il loro grado di rendimento scende. Per il valore massimo richiesto del fabbisogno di potenza, l'impiego di motori più piccoli non è però possibile.

E' pertanto uno scopo dell'invenzione, di escogitare un procedimento, che permetta in modo semplice di ridurre l'assorbimento di potenza nell'ambito del carico parziale di un sistema di azionamento, presentente almeno una macchina a corrente alternata.

Tale scopo viene risolto, secondo la presente invenzione, mediante il procedimento, caratterizzato nella rivendicazione 1.

Un dispositivo, secondo il trovato, per la realizzazione del procedimento, è indicato nella rivendicazione 7.

Con questo procedimento, concepito secondo la presente invenzione, almeno nell'ambito del carico parziale del sistema ad azionamento elettrico, si possono ottenere notevoli riduzioni dell'assorbimento di potenza, in modo che il consumo di potenza venga adeguatamente diminuito, potendo così risparmiare dei costi. In tal caso, il carico può variare durante un procedimento di lavoro o similie o durante i differenti procedimenti di lavoro. Questo procedimento permette praticamente una minimizzazione del consumo di potenza del sistema di azionamento.

Il sistema d'azionamento può presentare un unico motore a corrente alternata o eventualmente anche più motori a corrente alternata, collegati parallalmente tra di loro ed uguali tra di loro ed esposti approssimativamente sempre alle stesse sollecitazioni momentanee. Ad esempio, la macchina a corrente alternata, può essere il motore d'azionamento principale per una macchina tessile; in caso di macchine a corrente alternata, collegate in parallelo tra di loro ed alimentate in comune, si può trattare ad esempio di motori d'azionamento singoli di una pluralità difusi per macchine tessili, ad esempio di un filatoio. Il motore a corrente alternata, può essere un motore asincrono, vantaggiosamente un motore asincrono trifase oppure, anche questo è possibile, un motore sincrono. Il motore asincrono può presentare vantaggiosamente un rotore a cortocircuito. Ovviamente, anche altri tipi costruttivi sono possibili.

Ulteriori miglioramenti e forme di esecuzione del trovato possono essere rilevati dalle sottorivendicazioni.

Ulteriore forme d'esecuzione e vantaggi risultano anche dalla seguente descrizione e dai disegni.

L'oggetto, concepito secondo la presente invenzione, sarà ora descritto più dettagliatamente tramite alcune forme di esecuzione, date solo a titolo d'esempio ed illustrati nei disegni allegati, nei quali:

la fig. 1 mostra una illustrazione grafica del fabbisogno di potenza di una macchina azionata e della potenza del motore

azionante la macchina, per differenti casi di carico;

la fig. 2 mostra una illustrazione grafica di curve relative ad una macchina asincrona;

la fig. 3 mostra un diagramma della correlazione tra la corrente di alimentazione e la tensione di alimentazione;

la fig. 4 mostra uno schema sostitutivo di una macchina asincrona;

la fig. 5 mostra uno schema a blocchi di una prima forma di esecuzione, concepita secondo l'invenzione;

la fig. 6 mostra uno schema a blocchi di una ulteriore forma di esecuzione;

la fig. 7 mostra una forma di esecuzione con modulazione della larghezza dell'impulso e con un raddrizzatore alternativo comandato;

la fig. 8 mostra una forma di esecuzione con un regolatore del numero di giri;

la fig. 9 mostra un regolatore di corrente minimale di una forma di esecuzione;

la fig. 10 mostra una illustrazione grafica di differenti fasi del procedimento; e

la fig. 11 mostra una forma di esecuzione di un regolatore di corrente minima.

Tanti elettromotori, nel loro stato di funzionamento non sono sfruttati completamente e lavorano pertanto in modo non economico. Ciò vale ad esempio anche per motori d'azionamento

di macchine tessili del tipo prima indicato. Ciò sarà meglio chiarito con un esempio di un filatoio ad anelli.

Nella fig. 1 con la curva 11 è indicato l'andamento costante nel tempo della potenza massima di un elettromotore. La curva o caratteristica 12, indica il fabbisogno di potenza di un filatoio ad anelli, durante un procedimento A d'avvolgimento. Il fabbisogno massimo di potenza è raggiunto solamente in caso di rocchetti pieni e cioè nel punto X. Nel intero ambito sottostante, il motore non è sfruttato completamente. Il motore lavora nell'ambito del carico parziale e non deve generare la sua piena potenza. In questa zona, indicata in modo tratteggiato, può essere pertanto risparmiato dell'energia. L'energia può essere risparmiata per il fatto, che il motore viene "diminuito in senso elettrico". Con una diminuzione del rapporto tensione/frequenza, la curva locale di un motore asincrono, il cosiddetto cerchio Heyland, viene diminuita e spostata nel senso verso il punto di sezione dell'asse effettivo e dell'asse teorico di un diagramma della corrente di un motore, come è illustrato nella fig. 2. Con una coppia $M_d = M'_d$ della stessa entità, generata dal motore, la corrente del motore assorbita diminuisce da I_s a I_s' . Analogamente, diminuisce anche la potenza assorbita.

Nella fig. 3, sono indicate due caratteristiche 13, 13' della corrente, delle quali ciascuna corrisponde al caso di un carico costante del motore, al numero di giri costante del motore e ad una tensione U_s di alimentazione variabile, prevedendo che, la

caratteristica 13 della corrente, è asservita ad un carico maggiore del motore, che la caratteristica 13' della corrente. Del resto, come caratteristica inferiore della corrente, bisogna intendere una curva, che ad un carico costante del motore e ad un numero di giri costante del motore, ripete la dipendenza della corrente I_s alimentata dalla tensione U_s alimentata. I minimi delle due curve 13, 13' di corrente illustrate, sono indicate con 9.

E' da considerare, che per un sistema d'azionamento, che serve per l'azionamento di una o di più carichi, ad esempio di macchine o simili, il numero di giri viene prestabilito indipendentemente se è costante o se deve essere condotto in dipendenza dal tempo o da altri variabili. Pertanto, per la minimizzazione dell'assorbimento di corrente, resta a disposizione la variazione della tensione alimentata del sistema d'azionamento.

Se, come è previsto secondo la presente invenzione, il minimo approssimativo dell'assorbimento di corrente, è possibile momentaneamente, risulta regolata, allora contemporaneamente anche un minimo approssimativo dell'assorbimento di potenza è presente e cioè il fatto, che il sistema d'azionamento elettrico in caso di assorbimento minimo di corrente, lavora anche con un assorbimento minimo di potenza e conseguentemente lavora al carico prestabilito con un grado di rendimento approssimativamente il più favorevole.

Il principio della "diminuzione elettrica" può essere reso chiaro vantaggiosamente mediante un sistema con corrente impressa o con tensione impressa. La diminuzione della tensione alimentata, viene ottenuta tramite una riduzione della corrente impressa o anche tramite la tensione impressa. Una minimizzazione della corrente alimentata è di per sé uno scopo dell'invenzione, tenendo conto della minimizzazione dell'assorbimento di potenza del motore. La tensione di alimentazione si riduce per il fatto, che la corrente di alimentazione diminuita sulla resistenza del motore, che inizialmente viene presunta costante, o la corrente alimentata presunta dapprima costante, genera sulla resistenza diminuita del motore una inferiore caduta di tensione.

Nella fig. 4, è illustrato lo schema sostitutivo di per se noto, di un motore asincrono, collegato con la tensione U_s alimentata. La corrente I_s alimentata si dirama in una corrente di eccitazione I_μ ed in una corrente I_L del rotore. Dato che la corrente del rotore I_L determina però essenzialmente la coppia fornita dal motore, che non deve essere diminuita, è necessario, che la resistenza R_L del rotore venga diminuita in modo tale da far sì che la corrente I_L del rotore rimanga essenzialmente identica e, che una diminuzione della corrente di alimentazione I_s è prevalentemente a carico della corrente I_μ di eccitazione.

Ciò è anche permesso, dato che con ciò solamente la sovraeccitazione presentandosi nell'ambito del carico parziale del motore, viene eventualmente diminuita, appena fino alla

eccitazione necessaria. La resistenza del rotore può essere variata in caso di un motore asincrono mediante una variazione della frequenza Δf dello slittamento del rotore (L_1 , L_2 , L_μ sono resistenze reattive e R_1 è una resistenza ohmica). In caso di un motore sincrono, è possibile variare l'eccitazione.

Nella fig. 5 è illustrata una forma di esecuzione semplice di un regolatore 21' della corrente minima in connessione con un sistema d'azionamento. Il sistema d'azionamento, è costituito nell'esempio da un unico elettromotore 16, eseguito vantaggiosamente come motore asincrono, ad esempio un motore asincrono con un rotore a cortocircuito. E' naturalmente anche possibile, prevedere questo motore 16 come motore asincrono.

In questa forma di esecuzione, la tensione fornita dalla rete 14 a tre fasi, viene variata tramite un trasformatore 15 di regolazione, variabile mediante un motore 15' passo-passo. Al posto del trasformatore di regolazione 15, si possono anche prevedere altri mezzi di regolazione della tensione. La regolazione della tensione, avviene a piccoli passi, mediante il regolatore 21' della corrente minima, che presenta una entrata per il valore effettivo della corrente di alimentazione del motore 16, valore tastato da un sensore di corrente 18. Questo valore effettivo, viene raddrizzato mediante un trasformatore 28 di misurazione, ed impresso all'entrata di un comparatore 60. In questo comparatore 60, è contenuta una memoria 61 di lettura e di scrittura, nella quale viene trascritto il valore I_s effettivo

della corrente, presente immediatamente prima della corrispondente ultima regolazione del trasformatore 15 di regolazione e, detto valore effettivo viene memorizzato.

Questo valore di corrente memorizzato sia indicato con I_v . Il comando per la trascrizione, viene fornito dall'uscita dell'indicatore 62 di comandi. L'indicatore 62 di comandi comanda anche il motore 15' di regolazione, eseguito vantaggiosamente come motore passo-passo per effettuare una variazione della tensione U_s di alimentazione per sempre un passo ΔU . Nel comparatore 60 il valore I_v memorizzato momentaneamente, viene permanentemente confrontato con il corrispondente valore I_s momentaneo. Questo comparatore 60 presenta due uscite, che si estendono sempre verso uno stadio 63, 64 per il valore di soglia. Lo stadio 63 a valore di soglia, fa passare verso il comparatore 60 solamente segnali di uscita, che segnalano che il valore I_s risulti maggiore di I_v per almeno un determinato piccolo ammontare e, l'altro stadio 64 a valore di soglia fa passare solamente segnali, che segnalano che I_v è inferiore per almeno un determinato ammontare piccolo, che sia maggiore di I_s .

Il funzionamento del dispositivo, concepito secondo la fig. 5, sarà descritto in seguito mediante fasi di lavorazioni concrete ed eventualmente, si possono prevedere anche altre fasi di lavorazione.

Con l'inizio di un procedimento di lavorazione di una macchina o

simile, che viene azionata dall'elettromotore 16, che può essere vantaggiosamente un motore asincrono dapprima la macchina dal fermo viene portata al numero di giri di funzionamento, ad esempio mediante un comando a mano, oppure, è anche possibile di utilizzare il dispositivo, concepito secondo la presente invenzione, per un avviamento dolce. Si presuma, che venga utilizzata quest'ultima possibilità. In questo caso, mediante un automatismo 65 di avviamento, nella memoria 61 scritturazione - lettura, del comparatore 60, viene trascritto un valore I_{VO} prestabilito, programmabile in modo differente e, detto valore viene scelto in modo tale, che esso sia maggiore della corrente I_s di alimentazione, manifestantesi dopo l'avviamento del motore 16 al numero di giri d'esercizio. Inoltre, per l'avviamento dolce, il trasformatore di regolazione 15, viene registrata dapprima su una tensione di alimentazione U_s bassa, che può trovarsi ad esempio 100 Volt al di sotto della tensione di ret U_N . Con l'automatismo 65 di avviamento, i due stadi 63, 64 del valore di soglia, vengono dapprima bloccati completamente. Il motore 16 viene successivamente attivato e si muove secondo la bassa tensione, fornita dal trasformatore 16 di regolazione, lentamente e con movimento dolce, aumentando il numero di giri. L'automatismo di avviamento 65 è programmato in modo tale, che solo dopo un periodo prestabilito, sblocca questi due stadi 63, 64 del valore di soglia e, detto tempo è scelto in modo tale, che il motore 16 abbia raggiunto il suo numero di giri di

funzionamento. Ora, diventa efficace il confronto, che avviene nel comparatore 60 mediante formazione della differenza tra I_s e I_v a causa dello sbloccaggio degli stadi 63, 64 del valore di soglia e, dato che I_s è notevolmente più piccolo di I_{v0} l'indicatore di segnali 62 riceve idonee informazioni, tramite lo stadio 64 a valore di soglia. Questo indicatore 62 di comandi, è programmato in questo momento dall'automatismo 62 di avviamento in modo tale, che esso comandi al motore di regolazione 15' di aumentare mediante il trasformatore di regolazione 15, la tensione U_s di alimentazione per un passo + ΔU . Contemporaneamente, con ciò l'indicatore 62 di comandi provvede, che il valore momentaneo di I_s venga trascritto come nuovo valore I_v nella memora 61 e che il vecchio valore I_{v0} venga cancellato. Dato che, direttamente prima dell'inizio di questo aumento della tensione di alimentazione, il valore I_s poteva trovarsi a sinistra o a destra dal minimo di corrente, oppure nel minimo di corrente della caratteristica di corrente, valida in questo momento (13, fig. 3), questo primo aumento della tensione di alimentazione, per un passo + ΔU serve per accertare, se I_s si trova a sinistra o a destra dal minimo di corrente, oppure nel minimo di corrente.

Se I_s si trova a sinistra del minimo di corrente, allora il comparatore 60 può accertare questo fatto, dato, che a causa dell'aumento della tensione di alimentazione per + ΔU la corrente I_s diminuisce. Se questa diminuzione è sufficientemente grande,

viene comunicata tramite lo stadio 64 a valore di soglia all'indicatore 62 di comandi e, questo riconosce ora che deve aumentare ulteriormente la tensione di comando per raggiungere il minimo, ed in questo caso fornisce una volta un comando, che il motore 15' di regolazione aumenti la tensione di alimentazione per un ulteriore passo $+\Delta U$ ed inoltre fornisce al comparatore 60 il comando di memorizzare del valore I_s momentaneo, come valore I_v nuovo nella memoria 61. Se ora, il valore di corrente I_s alimentato mediante il tastatore 18 al comparatore 60, scende nuovamente in modo tale al di sotto del valore memorizzato, che questo fatto venga nuovamente comunicato tramite lo stadio 64 del valore di soglia all'indicatore 62 di comandi, allora questo esegue nuovamente la variazione di tensione prima descritta per un ulteriore passo $+\Delta U$ per un'altra volta, e ciò si ripete fino a quando il minimo di corrente approssimativo, in corrispondenza al carico momentaneo della macchina azionata dal motore 16, sia stato raggiunto, dato che in tal caso, l'indicatore 62 di comandi non riceve, a causa degli stadi del valore di soglia 63, 64, alcuna informazione dal comparatore 60. Se invece la corrente I_s , dopo il primo aumento $+\Delta U$ raggiungeva già il minimo di corrente, allora la tensione di alimentazione rimane dapprima sul valore momentaneo. Se invece, dopo il primo aumento $+\Delta U$ il valore I_s aumenta in modo tale da far sì, che $I_s - I_v$ risulta maggiore del valore di soglia dello stadio 63 del valore di soglia, allora ciò significa, che I_s si trova a destra dal minimo della caratteristica 13 di corrente momentanea, l'indicatore di comando 62 è programmabile in modo tale da far sì che, dopo l'attivazione dello stadio 63 a valore di soglia (l'indicazione di

una variazione di poco rispetto al minimo) inverte il segno matematico di una variazione di tensione mantenendola, anche in caso di attivazione dallo stadio 64 a valore di soglia, finchè nuovamente viene attivato il generatore 63 a valore di soglia, l'indicatore di comandi 62 fornisce il segnale U_s per diminuire per un passo $-\Delta U$ e, se dovesse essere necessario per effettuare ulteriori diminuzioni per uno o più ulteriori passi $-\Delta U$, fin quando è di nuovo raggiunto il minimo di corrente.

Con ciò, in ogni caso dopo l'avvenuto avviamento del motore 16, viene regolato per una prima volta il minimo di corrente. Se in seguito il carico rimane costante durante il corrispondente procedimento di lavorazione, allora questo minimo di corrente resta mantenuto e non sono necessari ulteriori regolazioni. Se però il carico, dopo la prima regolazione del minimo di corrente, varia, allora varia anche la caratteristica di corrente e la corrente momentanea si sposta in modo crescente, rispetto al minimo di corrente della corrispondente caratteristica di corrente valida, con la variazione del carico ed in tal caso, con la diminuzione del carico, il minimo di corrente 9 con riferimento alla fig. 3 si sposta verso sinistra e in caso di carico in aumento, si sposta verso destra. Si può ora prevedere in modo vantaggioso, che ogni volta, quando la corrente I_s , dopo l'ultima regolazione del suo minimo ha subito nuovamente una variazione, in modo che $I_s - I_v$, rispettivamente $I_v - I_s$ abbia superato il valore di soglia del corrispondente stadio del valore di soglia 63, rispettivamente 64, allora la descritta ri-regolazione del minimo di corrente, avviene nuovamente e cioè in una prima fase con un primo $+\Delta U$ viene accertato, se I_s si trova

a sinistra o a destra dal minimo di corrente della caratteristica di corrente valida in questo momento, o, se è già raggiunta nel suo minimo approssimativo ed in tal caso, se dovessero essere necessario, come è stato descritto, il nuovo minimo di corrente viene regolato nuovamente con uno o più ulteriori passi $+\Delta U$, rispettivamente $-\Delta U$.

Se si sa però, che il carico può solo aumentare o diminuire nel tempo, allora anche durante ogni regolazione di un nuovo minimo di corrente, si può rinunciare al primo passo $+\Delta U$ e l'indicatore di comando 62 può essere programmato dopo la prima regolazione del minimo di corrente per il corrispondente procedimento di lavoro, che ora esegue solamente variazioni di tensione nel senso corrispondente ad un aumento del carico, rispettivamente ad una diminuzione del carico, e cioè, si eseguono solamente i passi $+\Delta U$ (aumento di carico), oppure solamente i passi $-\Delta U$ (diminuzione del carico). Il regolatore 21' di corrente minima, secondo la fig. 5, può essere utilizzato anche per ulteriori forme di esecuzione, secondo le figg. da 6 - 8, ed in tal caso, è solamente necessario di eseguire il regolatore in modo tale sul lato di uscita da far sì, che fornisca tensione di uscita $n \cdot \Delta U$ come il microprocessore 21", che sarà descritto più dettagliatamente in seguito, prevedendo, che $n = 0, 1, 2, 3 \dots$, e che pertanto, può eseguire fasi di regolazione come il regolatore 21' di corrente minima, descritto in seguito per regolare il corrispondente minimo di corrente, prevedendo che durante

un'unica fase di regolazione, la variazione della tensione di uscita avvenga sempre per il valore U in un tempo d'intervallo, adattato al tempo di reazione del motore 16 dopo la precedente variazione di tensione ΔU .

Una tale possibilità di non utilizzare il regolatore 21' di corrente minima, illustrato nella fig. 5, con il corrispondente motore di regolazione 15' asservito, per la variazione del trasformatore di regolazione 15, ma di utilizzarlo per la regolazione di un potenziometro a più stadi, è illustrata nella fig. 11. Il potenziometro 49 a più stadi, presenta una presa 70 girevole, collegata con il conduttore 49' di uscita e, detta presa può essere fatta ruotare mediante il motore passo-passo 15' per sempre un passo, a seconda delle esigenze verso sinistra o verso destra, in modo che, per ogni passo viene spostato da un contatto 71' del potenziometro 49 verso un contatto 71 adiacente e pertanto, la tensione di uscita manifestantesi sul conduttore di uscita 49', varia sempre per $+\Delta U$, oppure $-\Delta U$. Queste variazioni di tensione vengono determinate dalle resistenze 72 di una catena di resistenze. Queste variazioni di tensione ΔU sono sempre della stessa entità, quando queste resistenze 72 sono dimensionate in modo uguale, oppure può essere anche previsto di dimensionare queste resistenze in modo differente, in modo che i passi di tensione ΔU saranno pertanto di entità differente. Questa catena di resistenze con le resistenze 72 è in correlazione con una sorgente 52 di corrente continua, avente tensione

continua U_0 costante. La tensione di compensazione variabile, manifestantesi sul conduttore di uscita 49', corrisponde pertanto ad $n \cdot \Delta U$, dove $n = 0, 1, 2, 3 \dots$, a seconda della posizione della presa 70.

Nella fig. 11, il regolatore 21 di corrente minima non è più costituito dal regolatore 21', illustrato nella fig. 5, ma risulta ampliato ancora per un motore passo-passo 15', il potenziometro 70 a più stadi con la corrispondente catena di resistenze e la sorgente 52 di corrente continua e, questo regolatore di corrente minima, è indicato nell'insieme con 21 ed è impiegato nelle forme di esecuzione, secondo le figg. 7 - 8, che saranno descritte più dettagliatamente in seguito. La corrente di alimentazione viene rilevata sempre mediante un sensore 18 di corrente, ed il suo valore momentaneo, viene alimentato mediante un trasformatore 28 di misurazione ad un regolatore di corrente minima 21.

Nell'esempio illustrato nella fig. 6, il motore 16 viene comandato ciclicamente, non tramite un trasformatore 15 di regolazione, ma tramite un raddrizzatore 22 comandabile ed un raddrizzatore 23 alternabile, comandato in modo ciclico da un regolatore di frequenza 25, venendo alimentato con una tensione impressa. I conduttori di collegamento, tra il raddrizzatore 22 ed il raddrizzatore alternante 23, presentano un condensatore 24 di lisciamento. All'entrata di comando del raddrizzatore 22 è collegata l'uscita di un addizionatore 19. Una entrata dell'addizionatore 19, si trova all'uscita del regolatore 21 di

proporzionale rispetto alla frequenza d'uscita del regolatore di frequenza 25.

Il modulatore 27 della larghezza d'impulso, fornisce impulsi di altezza costante, ma di larghezza variabile. Con questi impulsi vengono attivati, rispettivamente spenti gli elementi del raddrizzatore 23 alternativo comandabile. La larghezza degli impulsi forniti dal modulatore 27 della larghezza d'impulso, dipende dal risultato della formazione della differenza $U_g - n \cdot \Delta U$, che fornisce l'addizionatore 19. Gli impulsi sono realizzati in modo tale, da far sì che al motore 16, in connessione con la sua impedenza, viene simulata una tensione sinusiodale. Più piccolo risulta $U_g - n \cdot \Delta U$, più piccolo diventa il valore effettivo della tensione di alimentazione U_s alimentata al motore 16. Il condensatore di lisciamento 24 (fig. 6), è sostituito in questo caso con un accumulatore 29. Con ciò, diventa possibile realizzare una caratteristica di scorrimento di emergenza, dato che il raddrizzatore alternativo 23 viene alimentato ulteriormente anche in caso di guasto nella rete. La regolazione del corrispondente minimo di corrente, avviene del resto mediante i segnali d'uscita con l'entità $n \cdot \Delta U$, forniti dal regolatore 21 di corrente minima, il che avviene nel principio come nelle forme di esecuzione, secondo le figg. 5 - 6.

Nella fig. 8 è illustrato una forma di esecuzione, che rappresenta un ulteriore sviluppo del circuito noto dalla pubblicazione tedesca 26.444.748.

corrente minima, illustrato nella fig. 11. L'altra entrata dell'addizionatore, è collegata con una sorgente 26 di corrente continua con corrente continua U_g regolabile, la cui corrente continua, è proporzionale rispetto alla corrispondente uscita del regolatore di frequenza 25. Il raddrizzatore 22, fornisce tramite il raddrizzatore alternante 23 una tensione impressa al motore 16. Questa tensione impressa è variabile mediante il regolatore di corrente minima 21 a passi $\pm \Delta U$ per la regolazione del corrispondente minimo di corrente ed in tal caso, non sono necessari ulteriori chiarimenti, dato che le spiegazioni fatte per la fig. 5, valgono analogamente per la forma di esecuzione, secondo la fig. 6.

La fig. 7 mostra una esecuzione con un onduttore 27 della larghezza impulso. Un raddrizzatore 22, è postposto al raddrizzatore 23 alternante, comandato in modo cancellabile. L'entrata di comando del raddrizzatore alternante 23, è collegato con l'uscita del modulatore 27 della larghezza d'impulso. Una entrata del modulatore 27 di larghezza d'impulso, si trova all'uscita di un regolatore 25 di frequenza. L'altra entrata del modulatore 27 di modulazione d'impulso, è collegata con l'uscita di un addizionatore 19. Le entrate dell'addizionatore 19 sono collegate a loro volta con l'uscita del regolatore 21 ed inoltre con l'uscita di un trasformatore D/A, indicato con 25', la cui entrata è collegata con l'uscita del regolatore di frequenza 25. Il trasformatore 25' fornisce una corrente continua U_g ,

alimentata ad un punto di addizione 37'. Tramite il raddrizzatore 22, l'induttività 31 ed il raddrizzatore 23 alternativo, dalla rete 14, viene fornita una corrente I_s impressa al motore 16. Questa corrente di alimentazione I_s impressa, viene determinata, come risulta descritto nella pubblicazione tedesca 26.44.748 con l'ausilio del regolatore 33 del numero di giri. La frequenza Δf di slittamento del rotore, viene determinata dal regolatore 38 della corrente di eccitazione. Il regolatore 21 di corrente minima, ad una entrata di un punto 37' di addizionamento, rispetto al regolatore 38 di corrente di eccitazione, può fingere una tensione U_s di alimentazione del motore 16, che risulta più alta della tensione di alimentazione effettivamente presente, e pertanto, il regolatore regola una tensione di alimentazione ridotta sempre per il valore $n \cdot \Delta U$, prevedendo, che la corrente di eccitazione, venga diminuita in modo adeguato. Il regolatore 38 di corrente di eccitazione, regola di per sé, come è descritto nella pubblicazione tedesca 26.44.748, ad un numero di giri prestabilito, una tensione di alimentazione U_{s0} costante, e pertanto una corrente di eccitazione costante, prevedendo, che in caso di variazione del numero di giri, la tensione U_{s0} e la corrente di eccitazione vengano in tal caso variati approssimativamente in modo proporzionale. Si manifesta però, che ora al numero di giri regolato in modo corrispondente, il valore nominale della tensione di alimentazione varia sempre per un valore $U_s = U_{s0} - n \cdot \Delta U$ e

Tra il raddrizzatore 22 comandabile ed il raddrizzatore 23 alternativo comandabile, è interposta una induttività 31. Con il motore 16 è collegato un generatore-tachimetro 30. Il motore 16 è un motore asincrono. Il valore nominale del numero di giri del motore 16, fornito dal regolatore 26' del valore nominale del numero di giri, viene confrontato nel punto di collegamento 32 con il valore effettivo del numero di giri, fornito dal generatore-tachimetro 30 e, questo spostamento di regolazione viene impresso ad un regolatore 33 del numero di giri, al quale è postposto un regolatore 35 di corrente sottostante. L'uscita del regolatore di corrente 35 è collegato tramite un trasformatore 36 all'entrata di comando del raddrizzatore 22. L'entrata del regolatore 21 della corrente minima (fig. 11) è collegata tramite una trasformazione di misurazione 28 al tastatore di corrente 18; l'uscita del regolatore 21 di corrente minima, tramite un punto di collegamento 37, risulta in collegamento con l'entrata di un regolatore 38 di corrente di eccitazione. L'uscita per il regolatore 38 della corrente di eccitazione, è collegata con un entrata di un addizionatore 39, del quale l'altra entrata si trova all'uscita del generatore-tachimetro 30. L'uscita dell'addizionatore 39, è collegata con l'entrata di un trasformatore 41 frequenza-tensione, la cui uscita è collegata con l'entrata di comando del raddrizzatore 23 alternante. Il valore della tensione U_s di alimentazione, viene rilevata dal tastatore 17 e, mediante il trasformatore di misurazione 28', viene

pertanto varia anche il rapporto di frequenza - tensione del motore 16. Il regolatore 33 del numero di giri, mantiene in tal caso il numero di giri del motore asincrono 16 sul valore nominale del numero di giri. La regolazione della corrente minima mediante il regolatore 21 di corrente minima, avviene nuovamente secondo il principio già descritto per la figura 5, secondo la quale, l'indicatore di comandi 62 (figura 5) comanda variazioni della corrente di alimentazione per un passo ΔU , sempre quando il segnale di uscita fornito dal comparatore 60 superi il valore di soglia di uno stadio 63, 64 a volare di soglia e in tal caso, la corrispondente corrente minima con lo spostamento della tensione di alimentazione, viene raggiunta in uno o più passi ΔU di variazione della tensione che attendono il tempo di reazione del motore 16 ed in tal caso, nuovamente questa variazione della tensione di uscita viene ottenuta mediante il circuito, illustrato nella figura 11. In tal caso, resta inteso che il regolatore 21 di corrente minima può presentare anche una forma d'esecuzione differente da quella illustrata nella figura 11, ad esempio, il potenziometro 49 a più stadi illustrato nella figura 11, può essere sostituito mediante un registro scorrevole. Anche altre variazioni sono possibili.

In alcuni casi, può risultare anche vantaggioso, che durante l'andamento del dispositivo d'azionamento, ad intervalli di tempo, sempre prestabiliti, viene effettuata una nuova regolazione della corrente minima. Una forma d'esecuzione di un

regolatore di corrente minima, adatto a questo scopo ed eseguito come calcolatore di processo 21", è illustrata nella figura 9.

Il regolatore 21" della corrente minima illustrata nella figura 9, può essere utilizzato nelle forme d'esecuzione secondo le figure da 6 a 8 al posto del regolatore di corrente minima 21 illustrato in dette figure.

E' anche possibile, utilizzarlo per la forma d'esecuzione secondo la figura 5, tralasciando il potenziometro 49 a più stadi e prevedendo che nel motore 15' di regolazione, regola direttamente il trasformatore 15 di regolazione secondo la figura 5.

Questo regolatore 21" per la corrente minima, presenta una entrata, con la quale è collegato il sensore 18 di corrente per misurare il valore effettivo della corrente di alimentazione momentanea del corrispondente sistema 16 d'azionamento. Il valore della corrente misurato, viene trasformato in un trasformatore 28 di misurazione in un segnale di corrente continua, proporzionale alla corrente, il quale segnale viene applicato permanentemente all'entrata del cancello 44 del tipo AND. L'altra entrata del cancello AND 44, viene alimentata da un generatore 43 ritmico, che forma contemporaneamente un temporizzatore di programma, durante una regolazione da effettuare della corrente di alimentazione minima momentanea possibile, ad intervalli prestabiliti costanti, adattati al tempo di realizzazione del sistema di azionamento 16, per aprire il cancello 44. L'uscita del cancello 44 AND è collegata con

d'analisi 48, nel momento della manifestazione di un impulso di interrogazione, riceve impresso un segnale dall'uscita dello stadio 63' del valore di soglia, oppure dall'uscita dello stadio 64' del valore di soglia oppure nessun segnale dagli stadi a valore di soglia, il motore passo-passo 15', per eseguire un passo di rotazione in un senso o un passo di rotazione nell'altro senso, viene eccitato o non eccitato. Questo motore passo-passo 15 varia nuovamente la presa 70 di un potenziometro 49 a stadi girevoli, il quale è eseguito come il potenziometro 49 secondo la figura 11. Nello stesso modo, come nella figura 11 si prevede nuovamente una catena di resistenze con resistenze 72 ed una sorgente 52 a tensione continua, in modo che sulla condotta 49' di uscita del potenziometro, si manifesta una tensione $n \cdot \Delta U$ che dipende dalla posizione della presa 70, prevedendo che $n = 0, 1, 2 \dots$

La presa 70 del potenziometro 49 di rotazione applica pertanto, come nel caso secondo la forma d'esecuzione illustrata nella figura 11, al conduttore di uscita 49' del regolatore 21" della corrente minima una tensione $n \cdot \Delta U$ variabile a gradini, dove n dipende dalla posizione angolare della presa 70.

Sia menzionato in questo senso, che in pratica la disposizione totale del regolatore 21" della corrente minima come pure anche il regolatore 21 di corrente minima o eventualmente anche del regolatore 21' di corrente minima, sarà eseguito in modo puramente elettronico.

l'entrata di una memoria 45 di lettura e di scrittura a due stadi. Questa memoria 45 è una memoria anulare. Ogni valore I_{sn} della corrente I_{sn} trascritta nuovamente, viene dapprima memorizzata nel primo stadio della memoria e, durante l'impulso di apertura successivo del generatore ritmico 43 per l'apertura del cancello 44, il valore di corrente I_{sn} memorizzato nel primo stadio della memoria 45, viene spostato nel secondo stadio e, nello stadio ora vuoto viene trascritto il valore di corrente I_{sn+1} momentaneo, presentantesi ora. Un formatore 46 di differenza posposto a questa memoria 45, forma la differenza tra i valori corrispondenti memorizzati e cioè $I_{sn+1} - I_{sn}$. L'uscita di questo formatore di differenza, è collegato con due stadi 63', 64' del valore di soglia, che nella loro funzione corrispondono agli stadi 63, 64 a valore di soglia dei dispositivi secondo la figura 5, prevedendo però che lo stadio 64' del valore di soglia fa passare una differenza $I_{sn+1} - I_{sn}$ positiva, quando questa supera un determinato valore e che l'altro stadio 63' del valore di soglia, fa passare solamente una differenza $I_{sn+1} - I_{sn}$ negativa quando questa supera un valore assoluto prestabilito. I due stadi del valore di soglia, sono collegati con un circuito di analisi 48 che può attivare un motore passo-passo 15' in seguito ad ogni impulso di interpellazione derivante tramite un conduttore 48', prevedendo che gli impulsi di interrogazione vengano generati dal generatore 43 ritmico contemporaneamente o poco dopo gli impulsi di apertura. A seconda, se il circuito

Il funzionamento di questo regolatore 21" di corrente minima, sarà descritto più dettagliatamente in seguito, insieme alle figure 6-8, prevedendo che in queste tre forme d'esecuzione, presenta sempre lo stesso compito e cioè di effettuare entro intervalli prestabiliti sempre nuovamente una regolazione della corrente minima, prevedendo che la tensione di corrente in uno o più stadi aggiunge variazioni di tensione $n \cdot \Delta U$ oppure detrae questi, fino a quando sia stato regolato il minimo di corrente approssimativo della caratteristica della corrente momentanea, che si presenta a causa del carico momentaneo. Ciascuna di queste regolazioni, si svolge mediante uno o più passi di regolazione della tensione e, negli intervalli tra due di queste fasi di regolazione, la corrente di alimentazione rimane sull'ultimo valore registrato sempre mediante il regolatore 21", valore che per la caratteristica di corrente precedente forniva un minimo di corrente.

Inizialmente, il corrispondente motore 16 viene portato ad esempio mediante comandi manuali al numero di giri di funzionamento. Non appena questo è avvenuto, con la fornitura di impulsi di apertura, con il generatore 4 ritmico viene effettuata una prima regolazione del minimo di corrente d'alimentazione, presentandosi per il carico presente. A tale scopo, il generatore 43 ritmico genera un primo impulso di apertura per il cancello 44 ed il valore di corrente I_{sn}

momentaneo, viene memorizzato nel primo stadio del registro 45. Il formatore 46 di differenza, è bloccato in questo momento in modo non illustrato più dettagliatamente. La presa 70 del potenziometro 49 si trova in una posizione nella quale $n \cdot \Delta U = 0$. Ora, mediante un impulso particolare, fornito tramite il conduttore 59 all'analizzatore 48, viene provocato che il motore passo-passo 15, fa ruotare la presa dalla sua posizione 0 ($n \cdot \Delta U = 0$) in una tale direzione, che ora sulla condotta 49' di uscita esce la tensione $+\Delta U$. Con ciò, diminuisce negli esempi secondo le figure da 6 a 8 la tensione di alimentazione per $-\Delta U$ e ora, il tempo di reazione del motore 16, ad esempio da 100 - 1000 ms, viene atteso ed il generatore 43 ritmico genera in tal caso un nuovo impulso di apertura, in modo che nella memoria 45 venga trascritto il valore di corrente I_{sn+1} ora valido e che il valore I_{sn} , trascritto in precedenza, viene spostato nel secondo stadio. Il formatore di differenza 46, viene ora sbloccato e accerta la differenza $\pm(I_{sn+1} - I_{sn})$ e, a seconda se questa differenza supera o non supera il valore di soglia di uno degli stadi 63', 64 a valore di soglia, ciò viene comunicato al circuito di analizzazione 48 in quel momento, nel quale il generatore 43 ritmico di questo circuito di analizzazione imprime un impulso di interrogazione. Il circuito 48 di analisi, viene pertanto a conoscenza, se lo stadio 63' a valore di soglia, oppure lo stadio 64' a valore di soglia, ha fatto passare o meno la corrispondente differenza e in seguito, all'impulso di interrogazione rileva

anche, se nessuno dei due stadi a valore di soglia ha fatto passare un valore di differenza, dato che in tal caso in seguito all'impulso di interrogazione non riceve fornito alcun valore di differenza. Nell'ultimo caso menzionato, il motore passo-passo 15 rimane diseccitato. Nei primi due casi, il motore, a seconda quale dei due stadi 63' o 64' a valore di soglia ha fatto passare il valore di differenza, viene eccitato per lo spostamento della presa 70 in un senso di rotazione o nell'altro senso di rotazione per un passo, spostando corrispondentemente la tensione di uscita sul conduttore 49' per un passo $-\Delta U$ o $+\Delta U$.

Per questa forma d'esecuzione, si è inoltre supposto, che dapprima, dopo l'inizio del procedimento di lavoro, prima della prima regolazione del minimo di corrente, il motore 16 viene alimentato con la tensione di alimentazione massima. Ciò significa, che sul conduttore 49', dapprima non si trova ancora alcuna tensione. Inoltre, si è presunto che l'addizione 19 (figure 6,7), lavorano come sottrattori (nella figura 8 addiziona invece il punto 37') e cioè, che la tensione trovantesi sul conduttore 49' detrae dall'altra tensione sul lato d'entrata. Con ciò, nei dispositivi secondo le figure da 6 a 8, prima della prima fase di regolazione del minimo di corrente, la corrente di alimentazione momentanea si trova sulla caratteristica 13 di corrente (figura 3), valida in questo momento, a destra dal minimo di corrente e, mediante generazione di una tensione $+\Delta U$, sul conduttore di uscita 49', la tensione di alimentazione del motore 16 viene

ridotta per $-\Delta U$ il che significa che questa variazione di tensione avviene già in direzione verso il minimo di corrente momentaneo, tranne nel caso in cui il minimo di corrente momentaneo si sarebbe presentato in caso di tensione di alimentazione massima, in questi casi, il regolatore 21" annullerebbe nuovamente, durante la fase di regolazione della tensione successiva, questa riduzione della tensione massima. Normalmente, ora uno o più passi di tensione devono essere eseguiti per ridurre la tensione di alimentazione effettiva del motore 16. A tale scopo, il regolatore 21" lavora in seguito nel seguente modo:

Se dopo l'applicazione della tensione U al conduttore di uscita 49', in seguito alla variazione derivante della tensione di alimentazione, la differenza $I_{sn+1} - I_{sn}$, manifestantesi nel formatore di differenza 45 risulta negativa e se supera il valore di soglia dello stadio 63' a valore di soglia, allora questo viene comunicato immediatamente al circuito di analizzazione 48, in seguito all'impulso di interrogazione che si manifesta contemporaneamente con il corrispondente impulso di apertura e questa informazione viene analizzata nel senso, che il valore di corrente momentanea si trova sulla caratteristica di corrente 13 ancora valida, a destra dal minimo di corrente e pertanto, al motore passo-passo 15' viene conferito il comando di far ruotare la presa 70 del potenziometro 49 per un ulteriore passo e di aumentare con ciò la tensione di uscita sul conduttore 49' a $2\Delta U$

,provocando così che la tensione di alimentazione viene ora ridotta per una seconda volta per ΔU e cioè, finora complessivamente per $2\Delta U$.

Dopo il tempo di reazione del motore 16, il generatore 43 ritmico fornisce in seguito un nuovo impulso di apertura al cancello 44, in modo che ora nel registro scorrevole sono immagazzinati i valori I_{sn+2} e I_{sn+1} e che il formatore di differenza, formi la differenza $\pm(I_{sn+2} - I_{sn+1})$ e contemporaneamente, con l'impulso di interrogazione al circuito 48 di analizzazione viene comunicato, se questa differenza memorizzata supera o non supera il valore di soglia di uno stadio a valore di soglia e nel caso menzionato per ultimo, il minimo di corrente risulta già regolato oppure nel caso menzionato per primo, a seconda se lo stadio 63' o 64' a valore di soglia ha fatto passare il valore di differenza memorizzato, il motore passo-passo, viene eccitato per la regolazione del potenziometro 49, nell'uno o nell'altro senso di rotazione e incrementando così, ad esempio, la tensione sul conduttore di uscita a $3\Delta U$, diminuendo la tensione di alimentazione corrispondentemente per un ulteriore passo. Ciò avviene fin quando il minimo di corrente risulta regolato. Sia qui menzionato, che il singolo passo ΔU di regolazione della tensione, può assumere ad esempio l'1-3% della tensione di alimentazione massima o della tensione di alimentazione momentanea.

Non appena ciò viene rilevato dal circuito di analizzazione 48,

questo comunica in seguito al generatore 43 ritmico, tramite il conduttore 43", quale comanda ora la trasmissione di ulteriori impulsi di apertura e d'impulsi di interrogazione per un periodo preprogrammato, ad esempio di alcuni minuti e alla scadenza di questo intervallo di riposo, l'indicatore 43 ritmico inizia nuovamente con la trasmissione d'impulsi di apertura ad intervalli di tempo, adattati al tempo di reazione del motore, per eseguire una nuova regolazione del minimo di corrente.

Per questa seguente regolazione, si può procedere ad esempio nel modo che al suo inizio, la presa 70 viene dapprima fatta tornare nuovamente nella sua posizione 0, nella quale sul conduttore 49' non si manifesta alcuna tensione di uscita. Oppure, può essere anche previsto, fatto che risulta particolarmente vantaggioso, che all'inizio di ogni nuova regolazione, a partire dalla seconda fase di regolazione, il motore passo-passo 15' fa ritornare la presa 70 solamente per un numero prestabilito di stadi di commutazione, che sono scelti in modo tale che in ogni caso, all'inizio di una nuova fase di regolazione, la tensione di alimentazione in tal caso regolata, sia sufficientemente grande per trovarsi con sicurezza rispetto alla caratteristica di corrente momentanea sul lato destro del minimo.

E' anche possibile, eseguire il regolatore 21" di corrente minima in modo tale che esso, come il regolatore 21' di corrente minima, secondo la figura 5, accerti in modo autonomo se la corrente momentanea, con riferimento alla caratteristica di corrente

sposta da 13 a 13'. Pertanto, il minimo di corrente è stato spostato e dopo il tempo prestabilito, viene effettuata pertanto una nuova regolazione del minimo di corrente, prevedendo che la tensione dal valore E_1 registrato per ultimo, venga ridotta a passi ΔU di regolazione della corrente, fino a quando è stato regolato il nuovo minimo di corrente leggermente più basso e in questo caso, in corrispondenza della tensione E_2 . Ciò si ripete ad intervalli preprogrammati, in modo che la corrente venga sempre nuovamente regolata in vicinanza del suo minimo.

Se invece, il carico aumenta dopo la prima fase di regolazione, ciò significa che la caratteristica di corrente dalla posizione 13 illustrata nella figura 10c, si è spostata verso la curva 13" di corrente, disposta più a destra e in questo caso, si può ad esempio procedere in modo tale che per la nuova regolazione del minimo di corrente si aumenti dapprima la tensione E_1 regolata per ultima per il valore ΔU^* e che in seguito a passi ΔU , la tensione di alimentazione viene nuovamente abbassata, fino a quando si è raggiunto nuovamente il minimo di corrente in prossimità della tensione E_3 . Se si sa in tal caso, che rispetto alla tensione E_1 , la caratteristica di corrente si può essere spostata solamente verso destra, dato che il carico può solo aumentare, allora anche direttamente dalla tensione E_1 si può aumentare questa tensione mediante passi di tensione $+\Delta U$, fino ad un nuovo minimo di corrente, in prossimità della tensione E_1 , come è illustrato a punti e tratti nella figura 10c.

valida in questo momento, si trovi a sinistra o a destra dal minimo di corrente e di invitare in seguito il regolatore, di effettuare le ulteriori variazioni di tensione nel senso verso un minimo di corrente.

Potrebbe essere anche immaginabile di attivare il regolatore di corrente minima al posto del metodo di lavoro non uniforme descritto, con una regolazione di tensione continua della tensione di alimentazione. Sarebbe anche immaginabile in tal caso, che il minimo di corrente non venga regolato solamente a intervalli di tempo, ma che permanentemente avvenga una regolazione del minimo di corrente, prevedendo che la tensione di corrente venga variata permanentemente in modo pendolante intorno al minimo di corrente, nel modo richiesto a tale scopo.

Il modo di lavorare descritto del regolatore 21", sia ancora chiarito graficamente mediante le figure 10a - 10c con alcuni esempi. All'inizio della prima fase di regolazione, dopo l'avviamento del motore 16, la tensione di alimentazione si trova sul valore A_1 . La caratteristica di corrente momentanea è indicata con 13. La tensione di alimentazione viene ridotta per passi U ad intervalli di tempo, secondo il tempo di reazione del motore, fino a quando il minimo di corrente 9 sia stato raggiunto approssimativamente. La tensione di alimentazione presenta ora il valore E_1 . Se si presume ora, che durante l'ulteriore andamento il carico viene diminuito, allora la caratteristica di corrente, ad esempio secondo la figura 10b del motore 16, si

Anche per i regolatori 21, 21' di corrente minimale, almeno per la minimizzazione di corrente, dopo l'inizio di un procedimento di lavoro durante la prima regolazione del minimo di corrente o anche durante le regolazioni successive, all'inizio della o delle regolazioni di questo genere, la tensione di alimentazione può essere regolato o venir regolata in modo talmente alta, rispettivamente ci si può basare sulla tensione U_g (figura 7), da far sì, che il minimo di corrente venga regolato con successiva diminuzione della tensione U_s di alimentazione, come è illustrato ad esempio nelle figure 10a.

Rivendicazioni

1. Procedimento, per ridurre l'assorbimento di potenza di un sistema d'azionamento elettrico, utilizzato per l'azionamento di carichi variabili, vantaggiosamente almeno di una macchina asincrona, caratterizzato dal fatto, che la tensione di alimentazione (U_s) del sistema d'azionamento, viene regolata automaticamente in modo tale da far sì, che la corrente di alimentazione (I_s) del sistema d'azionamento, secondo il suo carico momentaneo, raggiunga essenzialmente il suo valore più piccolo possibile.
2. Procedimento, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto, che la minimizzazione della corrente di alimentazione viene ripetuta automaticamente, sempre quando la corrente di alimentazione si scosta per un ammontare prestabilito dal valore del minimo di corrente, precedentemente regolato.

3. Procedimento, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto, che la regolazione della minimizzazione della corrente di alimentazione, viene ripetuta ad intervalli di tempo prestabiliti.
4. Procedimento, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto, che in caso di notorietà della direzione della variazione del carico, azionato dal sistema di azionamento, la corrispondente variazione della tensione di alimentazione viene eseguita in modo tale, che la corrente di alimentazione venga spostata nel senso verso il minimo di corrente.
5. Procedimento, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la regolazione del minimo di corrente avviene mediante regolazione graduale della tensione di alimentazione, prevedendo che dopo ogni regolazione della tensione di regolazione per un gradino, viene atteso il tempo di reazione del sistema di azionamento e che in seguito, la corrente di alimentazione ora presente, viene confrontata con il valore della corrente di alimentazione, che era presente prima dell'inizio di questa regolazione graduale e che con ciò, si forma un giudizio riguardante il raggiungimento del minimo di corrente approssimativo o relativo alla necessità di una ulteriore regolazione graduale della tensione.
6. Procedimento, secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto, che almeno durante la prima regolazione del minimo della corrente di alimentazione, che avviene dopo l'avviamento del sistema d'azionamento, durante un procedimento di lavoro la

tensione di corrente viene aumentata per un primo passo e per una piccola entità prestabilita e che la variazione da ciò derivante della corrente di alimentazione, viene analizzata nel senso, se il valore momentaneo della corrente di alimentazione si trova sulla caratteristica di corrente momentanea a sinistra o a destra dal minimo di corrente e che in seguito, in caso di necessità, la tensione di alimentazione in un passo o con più passi, viene spostata nel senso necessario per la regolazione del minimo di corrente approssimativo.

7. Dispositivo, per l'esecuzione del procedimento, secondo una delle rivendicazioni precedenti, che presenta mezzi di regolazione per la regolazione della tensione di alimentazione del sistema di azionamento ed un tastatore di corrente per rilevare la corrente di alimentazione caratterizzato dal fatto, che presenta un regolatore (21, 21', 21'') di regolazione della corrente minima.

8. Dispositivo, secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto, che il regolatore di corrente minima, è eseguito per una regolazione graduale della tensione di alimentazione e che presenta mezzi di comparazione, per confrontare la variazione della corrente di alimentazione, manifestantesi durante la regolazione graduale della tensione di alimentazione.

9. Dispositivo, secondo la rivendicazione 7 o 8, caratterizzato dal fatto, che presenta mezzi (43) di comando a temporizzatore, per predeterminare operazioni di regolazione del minimo di

corrente approssimativo.

10. Dispositivo, secondo la rivendicazione 7 o 8, caratterizzato dal fatto, che il regolatore (21') di corrente minimale, eseguito in modo tale che in caso di ogni presenza di uno scostamento prestabilito della corrente di alimentazione del sistema di azionamento dal valore minimo regolato per ultimo, effettua una nuova regolazione del valore minimo della corrente di alimentazione in modo automatico.

11. Dispositivo, secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto, che al regolatore (21') della corrente minima, quando il sistema d'azionamento (16) per l'esecuzione di un procedimento di lavoro viene attivato, per la prima fase di regolazione della corrente minima può essere alimentato un valore di corrente prestabilito e valido per ultimo, come presunta corrente minima (I_{vo}).

12. Dispositivo, secondo le rivendicazioni da 7 a 11, caratterizzato dal fatto, che presenta una memoria (45, 61) di scritturazione e di lettura.

13. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12, caratterizzato dal fatto, che i suoi mezzi per la regolazione della tensione, presentano un trasformatore di regolazione (15), che è regolabile mediante un elemento di regolazione (15'), che è attivabile dal regolatore per la corrente minima.

14. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12, caratterizzato dal fatto, che i suoi mezzi per la regolazione

della tensione, presentano un dispositivo per il comando della sezione di fase.

15. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12 o 14, caratterizzato dal fatto, che i suoi mezzi per la regolazione della tensione, presentano un dispositivo per la modulazione (27) della larghezza d'impulso, che è asservito ad un raddrizzatore di alternazione comandabile.

16. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12, 14 o 15, caratterizzato dal fatto, che i suoi mezzi per la regolazione della tensione, presentano un raddrizzatore, vantaggiosamente regolabile ed un raddrizzatore alternante posposto al raddrizzatore ed eseguito vantaggiosamente in modo comandabile.

17. Dispositivo, secondo la rivendicazione 15 o 16, caratterizzato dal fatto, che l'uscita del raddrizzatore (22) conduce corrente impressa o tensione impressa e che risulta collegata con una induttività (31), rispettivamente con un condensatore (24) e/o con un accumulatore (29).

18. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 17, caratterizzato dal fatto, che presenta mezzi per la formazione della somma o della differenza tra un valore di base o un valore momentaneo della tensione di alimentazione del sistema di azionamento ed una tensione di variazione ($n \cdot \Delta U$).

19. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 18, caratterizzato dal fatto, che presenta mezzi di commutazione (49) per la regolazione graduale della tensione di alimentazione.

20. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12 o da 14 a 19, caratterizzato dal fatto, che il regolatore (21) della corrente minima è inserito in un circuito di per se noto, secondo la pubblicazione tedesca 26 44 748 e che la sua entrata è collegata con il conduttore derivante dal tastatore di corrente (23 della disposizione nota) e che il suo segnale di uscita influenza lo scostamento di regolazione del regolatore della corrente di eccitazione (42 nella disposizione nota).

21. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 20, caratterizzato dal fatto, che il sistema d'azionamento elettrico presenta uno o più motori asincroni, vantaggiosamente motori a trifase.

22. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 19, caratterizzato dal fatto, che il sistema d'azionamento elettrico presenta almeno un motore sincrono.

23. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 22, caratterizzato dal fatto, che presenta almeno uno stadio (63, 64, 63', 64') a valore di soglia per un valore di differenza di corrente, che è formato dai valori di corrente di alimentazione effettivi, tastati a due distanze del tempo di reazione approssimativo del sistema d'azionamento a differenti tensioni d'alimentazione e che durante ogni superamento del valore di soglia di uno stadio a valore di soglia, viene eseguita una ulteriore variazione prestabilita della tensione di alimentazione mediante la quale, la corrente di alimentazione viene modificata

nel senso verso il minimo di corrente momentanea della
carrateristica di corrente (13).

24. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 23,
caratterizzato dal fatto, che è previsto un supplementare
regolatore (33) del numero di giri.

Il tutto, sostanzialmente come descritto ed illustrato agli scopi
sopra specificati.

Milano, li

-2 DIC. 1982

p. la ditta Zinser Textilmaschinen GmbH

Il mandatario

Ing. Hans Benno Mayer



[Signature]
l'Ufficiale Rogante
Pietro Millesimo

24562 A/82

Inc. Nr. 02-794

Ing. Hans Benno Mayer
Consulente Brevetti

REPUBBLICA FEDERALE DI GERMANIA

Attestazione

La ditta Zinser Textilmaschinen Gesellschaft mit beschraenkter
Haftung
con sede in 7333 Ebersbach

ha depositato una domanda per brevetto d'invenzione avente per
titolo:

"Procedimento e dispositivo per ridurre l'assorbimento di potenza
di sistemi d'azionamento elettrici"

in data 9 dicembre 1981 presso l'Ufficio Brevetti tedesco.

Gli allegati documenti sono un'esatta e fedele riproduzione degli
originali di cui alla presente domanda.

Il riassunto allegato, che è da aggiungere alla domanda, ma che non
costituisce parte integrante della stessa corrisponde con l'origina-
le depositato in data 9 dicembre 1981

La domanda ha ricevuto presso l'Ufficio brevetti tedesco provvisoria-
mente il No. H 02 P 7/36 della classificazione internazionale
dei brevetti.

Monaco, li 16 dicembre 1982

Il presidente dell'Ufficio Brevetti tedesco
in rappresentanza
(Firma) (Roeglin)

Protocollo: P 31 48 794.7

Zinser Textilmaschinen GmbH
7333 Ebersbach

Procedimento e dispositivo per ridurre l'assorbimento di
potenza di sistemi d'azionamento elettrici

Riassunto del trovato

Procedimento e mezzo per la riduzione dell'assorbimento di potenza di un sistema d'azionamento elettrico, che serve per l'azionamento di carichi variabili. Per variare l'assorbimento di potenza del sistema d'azionamento, la tensione di alimentazione viene regolata automaticamente in modo tale da far sì, che la corrente di alimentazione del sistema d'azionamento, secondo il carico momentaneo, raggiunge essenzialmente il suo valore più piccolo possibile.

Descrizione del trovato

La presente invenzione si riferisce ad un procedimento e ad un dispositivo per la riduzione dell'assorbimento di potenza di sistemi d'azionamento elettrici, che servono per l'azionamento di carichi variabili, secondo la parte introduttiva della

rivendicazione 1.

Per sistemi d'azionamento elettrici, che vengono utilizzati ad esempio in un procedimento di fabbricazione continuo, capita spesso che il carico e/o il numero di giri, in dipendenza dal progredire di questo procedimento, varia. Ciò avviene ad esempio spesso in macchine tessili, ad esempio in macchine bobinatrici, filatoi e ritorcitori che avvolgono stoppini o filati. Una variazione del carico può avvenire anche per il fatto che il carico rimane approssimativamente costante per un ¹⁰³ singolo procedimento di lavorazione, ma che può variare quando viene modificato il procedimento di lavorazione, che avviene sotto l'azionamento del corrispondente sistema d'azionamento.

Sono già diventati noti sistemi d'azionamento per carichi variabili. Dalla pubblicazione tedesca 28.17.136, è diventato noto un procedimento per l'azionamento di fusi di macchine tessili, con elettromotori, variabili nel loro numero di giri mediante frequenze di alimentazione variabili dove l'elettromotore in dipendenza da un fabbisogno variante di potenza dei fusi, viene sempre alimentato con la tensione di alimentazione, alla quale la sua resistenza risulta ancora sufficientemente alta, contro una variazione del suo numero di giri.

Dalla pubblicazione tedesca 29.39.090 è diventato noto un procedimento per la regolazione del numero di giri di una macchina a corrente alternata, che serve per migliorare il cos ⁴

del motore. In tal caso, in modo prestabilito e in dipendenza dalla frequenza di alimentazione e dal momento di carico, viene variato il rapporto della tensione impressa rispetto alla frequenza di alimentazione, fornita da un commutatore di frequenza.

Dalla pubblicazione tedesca 26.44.748 è diventato noto infine una disposizione per la regolazione del numero di giri di una macchina asincrona, per la quale la corrente di alimentazione della macchina viene regolata in dipendenza dalla tensione di alimentazione della macchina. Con l'ausilio di questa disposizione, la macchina può seguire rapidamente ad urti di carico, contemporaneamente, non si presentano sovratensioni che potrebbero distruggere le apparecchiature di comando, anteposte alla macchina.

I noti procedimenti e disposizioni non consentono però ai motori d'azionamento di lavorare, in caso di funzionamento a carico parziale, anche sempre con il più basso assorbimento di potenza possibile.

Per macchine tessili o altre macchine, apparecchiature, impianti o simili, per i quali il carico o i carichi azionati da un sistema d'azionamento elettrico, vantaggiosamente il carico azionato da un elettromotore oppure i carichi azionati da più elettromotori uguali e collegati in parallelo tra di loro e sempre approssimativamente delle stesse dimensioni, durante un procedimento di lavoro o simile o durante differenti procedimenti

di lavoro, varia, rispettivamente variano, è necessario che il o gli elettromotori devono essere dimensionati in modo tale che esso o essi possano attivare il massimo carico da aspettarsi.

In tutti gli altri ambiti di carico, il motore o i motori non sono sfruttati pienamente ed il loro grado di rendimento scende. Per il valore massimo richiesto del fabbisogno di potenza, l'impiego di motori più piccoli non è però possibile.

E' pertanto uno scopo dell'invenzione, di escogitare un procedimento, che permetta in modo semplice di ridurre l'assorbimento di potenza nell'ambito del carico parziale di un sistema di azionamento, presentente almeno una macchina a corrente alternata.

Tale scopo viene risolto, secondo la presente invenzione, mediante il procedimento, caratterizzato nella rivendicazione 1.

Un dispositivo, secondo il trovato, per la realizzazione del procedimento, è indicato nella rivendicazione 7.

Con questo procedimento, concepito secondo la presente invenzione, almeno nell'ambito del carico parziale del sistema ad azionamento elettrico, si possono ottenere notevoli riduzioni dell'assorbimento di potenza, in modo che il consumo di potenza venga adeguatamente diminuito, potendo così risparmiare dei costi. In tal caso, il carico può variare durante un procedimento di lavoro o similie o durante i differenti procedimenti di lavoro. Questo procedimento permette praticamente una minimizzazione del consumo di potenza del sistema di azionamento.

Il sistema d'azionamento può presentare un unico motore a corrente alternata o eventualmente anche più motori a corrente alternata, collegati parallalamente tra di loro ed uguali tra di loro ed esposti approssimativamente sempre alle stesse sollecitazioni momentanee. Ad esempio, la macchina a corrente alternata, può essere il motore d'azionamento principale per una macchina tessile; in caso di macchine a corrente alternata, collegate in parallelo tra di loro ed alimentate in comune, si può trattare ad esempio di motori d'azionamento singoli di una pluralità difusi per macchine tessili, ad esempio di un filatoio. Il motore a corrente alternata, può essere un motore asincrono, vantaggiosamente un motore asincrono trifase oppure, anche questo è possibile, un motore sincrono. Il motore asincrono può presentare vantaggiosamente un rotore a cortocircuito. Ovviamente, anche altri tipi costruttivi sono possibili.

Ulteriori miglioramenti e forme di esecuzione del trovato possono essere rilevati dalle sottorivendicazioni.

Ulteriore forme d'esecuzione e vantaggi risultano anche dalla seguente descrizione e dai disegni.

L'oggetto, concepito secondo la presente invenzione, sarà ora descritto più dettagliatamente tramite alcune forme di esecuzione, date solo a titolo d'esempio ed illustrati nei disegni allegati, nei quali:

la fig. 1 mostra una illustrazione grafica del fabbisogno di potenza di una macchina azionata e della potenza del motore

azionante la macchina, per differenti casi di carico;

la fig. 2 mostra una illustrazione grafica di curve relative ad una macchina asincrona;

la fig. 3 mostra un diagramma della correlazione tra la corrente di alimentazione e la tensione di alimentazione;

la fig. 4 mostra uno schema sostitutivo di una macchina asincrona;

la fig. 5 mostra uno schema a blocchi di una prima forma di esecuzione, concepita secondo l'invenzione;

la fig. 6 mostra uno schema a blocchi di una ulteriore forma di esecuzione;

la fig. 7 mostra una forma di esecuzione con modulazione della larghezza dell'impulso e con un raddrizzatore alternativo comandato;

la fig. 8 mostra una forma di esecuzione con un regolatore del numero di giri;

la fig. 9 mostra un regolatore di corrente minimale di una forma di esecuzione;

la fig. 10 mostra una illustrazione grafica di differenti fasi del procedimento; e

la fig. 11 mostra una forma di esecuzione di un regolatore di corrente minima.

Tanti elettromotori, nel loro stato di funzionamento non sono sfruttati completamente e lavorano pertanto in modo non economico. Ciò vale ad esempio anche per motori d'azionamento

di macchine tessili del tipo prima indicato. Ciò sarà meglio chiarito con un esempio di un filatoio ad anelli.

Nella fig. 1 con la curva 11 è indicato l'andamento costante nel tempo della potenza massima di un elettromotore. La curva o caratteristica 12, indica il fabbisogno di potenza di un filatoio ad anelli, durante un procedimento A d'avvolgimento. Il fabbisogno massimo di potenza è raggiunto solamente in caso di rocchetti pieni e cioè nel punto X. Nel intero ambito sottostante, il motore non è sfruttato completamente. Il motore lavora nell'ambito del carico parziale e non deve generare la sua piena potenza. In questa zona, indicata in modo tratteggiato, può essere pertanto risparmiato dell'energia. L'energia può essere risparmiata per il fatto, che il motore viene "diminuito in senso elettrico". Con una diminuzione del rapporto tensione/frequenza, la curva locale di un motore asincrono, il cosiddetto cerchio Heyland, viene diminuita e spostata nel senso verso il punto di sezione dell'asse effettivo e dell'asse teorico di un diagramma della corrente di un motore, come è illustrato nella fig. 2. Con una coppia $M_d = M'_d$ della stessa entità, generata dal motore, la corrente del motore assorbita diminuisce da I_s a I_s' . Analogamente, diminuisce anche la potenza assorbita.

Nella fig. 3, sono indicate due caratteristiche 13, 13' della corrente, delle quali ciascuna corrisponde al caso di un carico costante del motore, al numero di giri costante del motore e ad una tensione U_s di alimentazione variabile, prevedendo che, la

caratteristica 13 della corrente, è asservita ad un carico maggiore del motore, che la caratteristica 13' della corrente. Del resto, come caratteristica inferiore della corrente, bisogna intendere una curva, che ad un carico costante del motore e ad un numero di giri costante del motore, ripete la dipendenza della corrente I_s alimentata dalla tensione U_s alimentata. I minimi delle due curve 13, 13' di corrente illustrate, sono indicate con 9.

E' da considerare, che per un sistema d'azionamento, che serve per l'azionamento di una o di più carichi, ad esempio di macchine o simili, il numero di giri viene prestabilito indipendentemente se è costante o se deve essere condotto in dipendenza dal tempo o da altri variabili. Pertanto, per la minimizzazione dell'assorbimento di corrente, resta a disposizione la variazione della tensione alimentata del sistema d'azionamento.

Se, come è previsto secondo la presente invenzione, il minimo approssimativo dell'assorbimento di corrente, è possibile momentaneamente, risulta regolata, allora contemporaneamente anche un minimo approssimativo dell'assorbimento di potenza è presente e cioè il fatto, che il sistema d'azionamento elettrico in caso di assorbimento minimo di corrente, lavora anche con un assorbimento minimo di potenza e conseguentemente lavora al carico prestabilito con un grado di rendimento approssimativamente il più favorevole.

Il principio della "diminuzione elettrica" può essere reso chiaro vantaggiosamente mediante un sistema con corrente impressa o con tensione impressa. La diminuzione della tensione alimentata, viene ottenuta tramite una riduzione della corrente impressa o anche tramite la tensione impressa. Una minimizzazione della corrente alimentata è di per sé uno scopo dell'invenzione, tenendo conto della minimizzazione dell'assorbimento di potenza del motore. La tensione di alimentazione si riduce per il fatto, che la corrente di alimentazione diminuita sulla resistenza del motore, che inizialmente viene presunta costante, o la corrente alimentata presunta dapprima costante, genera sulla resistenza diminuita del motore una inferiore caduta di tensione.

Nella fig. 4, è illustrato lo schema sostitutivo di per sé noto, di un motore asincrono, collegato con la tensione U_s alimentata. La corrente I_s alimentata si dirama in una corrente di eccitazione I_μ ed in una corrente I_L del rotore. Dato che la corrente del rotore I_L determina però essenzialmente la coppia fornita dal motore, che non deve essere diminuita, è necessario, che la resistenza R_L del rotore venga diminuita in modo tale da far sì che la corrente I_L del rotore rimanga essenzialmente identica e, che una diminuzione della corrente di alimentazione I_s è prevalentemente a carico della corrente I_μ di eccitazione.

Ciò è anche permesso, dato che con ciò solamente la sovraeccitazione presentandosi nell'ambito del carico parziale del motore, viene eventualmente diminuita, appena fino alla

eccitazione necessaria. La resistenza del rotore può essere variata in caso di un motore asincrono mediante una variazione della frequenza Δf dello slittamento del rotore (L_1 , L_2 , L_μ sono resistenze reattive e R_1 è una resistenza ohmica). In caso di un motore sincrono, è possibile variare l'eccitazione.

Nella fig. 5 è illustrata una forma di esecuzione semplice di un regolatore 21' della corrente minima in connessione con un sistema d'azionamento. Il sistema d'azionamento, è costituito nell'esempio da un unico elettromotore 16, eseguito vantaggiosamente come motore asincrono, ad esempio un motore asincrono con un rotore a cortocircuito. E' naturalmente anche possibile, prevedere questo motore 16 come motore asincrono.

In questa forma di esecuzione, la tensione fornita dalla rete 14 a tre fasi, viene variata tramite un trasformatore 15 di regolazione, variabile mediante un motore 15' passo-passo. Al posto del trasformatore di regolazione 15, si possono anche prevedere altri mezzi di regolazione della tensione. La regolazione della tensione, avviene a piccoli passi, mediante il regolatore 21' della corrente minima, che presenta una entrata per il valore effettivo della corrente di alimentazione del motore 16, valore tastato da un sensore di corrente 18. Questo valore effettivo, viene raddrizzato mediante un trasformatore 28 di misurazione, ed impresso all'entrata di un comparatore 60. In questo comparatore 60, è contenuta una memoria 61 di lettura e di scrittura, nella quale viene trascritto il valore I_s effettivo

della corrente, presente immediatamente prima della corrispondente ultima regolazione del trasformatore 15 di regolazione e, detto valore effettivo viene memorizzato.

Questo valore di corrente memorizzato sia indicato con I_v . Il comando per la trascrizione, viene fornito dall'uscita dell'indicatore 62 di comandi. L'indicatore 62 di comandi comanda anche il motore 15' di regolazione, eseguito vantaggiosamente come motore passo-passo per effettuare una variazione della tensione U_s di alimentazione per sempre un passo ΔU . Nel comparatore 60 il valore I_v memorizzato momentaneamente, viene permanentemente confrontato con il corrispondente valore I_s momentaneo. Questo comparatore 60 presenta due uscite, che si estendono sempre verso uno stadio 63, 64 per il valore di soglia. Lo stadio 63 a valore di soglia, fa passare verso il comparatore 60 solamente segnali di uscita, che segnalano che il valore I_s risulti maggiore di I_v per almeno un determinato piccolo ammontare e, l'altro stadio 64 a valore di soglia fa passare solamente segnali, che segnalano che I_v è inferiore per almeno un determinato ammontare piccolo, che sia maggiore di I_s .

Il funzionamento del dispositivo, concepito secondo la fig. 5, sarà descritto in seguito mediante fasi di lavorazioni concrete ed eventualmente, si possono prevedere anche altre fasi di lavorazione.

Con l'inizio di un procedimento di lavorazione di una macchina o

simile, che viene azionata dall'elettromotore 16, che può essere vantaggiosamente un motore asincrono dapprima la macchina dal fermo viene portata al numero di giri di funzionamento, ad esempio mediante un comando a mano, oppure, è anche possibile di utilizzare il dispositivo, concepito secondo la presente invenzione, per un avviamento dolce. Si presuma, che venga utilizzata quest'ultima possibilità. In questo caso, mediante un automatismo 65 di avviamento, nella memoria 61 scritturazione - lettura, del comparatore 60, viene trascritto un valore I_{V0} prestabilito, programmabile in modo differente e, detto valore viene scelto in modo tale, che esso sia maggiore della corrente I_s di alimentazione, manifestantesi dopo l'avviamento del motore 16 al numero di giri d'esercizio. Inoltre, per l'avviamento dolce, il trasformatore di regolazione 15, viene registrata dapprima su una tensione di alimentazione U_s bassa, che può trovarsi ad esempio 100 Volt al di sotto della tensione di ret U_N . Con l'automatismo 65 di avviamento, i due stadi 63, 64 del valore di soglia, vengono dapprima bloccati completamente. Il motore 16 viene successivamente attivato e si muove secondo la bassa tensione, fornita dal trasformatore 16 di regolazione, lentamente e con movimento dolce, aumentando il numero di giri. L'automatismo di avviamento 65 è programmato in modo tale, che solo dopo un periodo prestabilito, sblocca questi due stadi 63, 64 del valore di soglia e, detto tempo è scelto in modo tale, che il motore 16 abbia raggiunto il suo numero di giri di

funzionamento. Ora, diventa efficace il confronto, che avviene nel comparatore 60 mediante formazione della differenza tra I_s e I_v a causa dello sbloccaggio degli stadi 63, 64 del valore di soglia e, dato che I_s è notevolmente più piccolo di I_{v0} l'indicatore di segnali 62 riceve idonee informazioni, tramite lo stadio 64 a valore di soglia. Questo indicatore 62 di comandi, è programmato in questo momento dall'automatismo 62 di avviamento in modo tale, che esso comandi al motore di regolazione 15' di aumentare mediante il trasformatore di regolazione 15, la tensione U_s di alimentazione per un passo + ΔU . Contemporaneamente, con ciò l'indicatore 62 di comandi provvede, che il valore momentaneo di I_s venga trascritto come nuovo valore I_v nella memoria 61 e che il vecchio valore I_{v0} venga cancellato. Dato che, direttamente prima dell'inizio di questo aumento della tensione di alimentazione, il valore I_s poteva trovarsi a sinistra o a destra dal minimo di corrente, oppure nel minimo di corrente della caratteristica di corrente, valida in questo momento (13, fig. 3), questo primo aumento della tensione di alimentazione, per un passo + ΔU serve per accertare, se I_s si trova a sinistra o a destra dal minimo di corrente, oppure nel minimo di corrente.

Se I_s si trova a sinistra del minimo di corrente, allora il comparatore 60 può accertare questo fatto, dato, che a causa dell'aumento della tensione di alimentazione per + ΔU la corrente I_s diminuisce. Se questa diminuzione è sufficientemente grande,

viene comunicata tramite lo stadio 64 a valore di soglia all'indicatore 62 di comandi e, questo riconosce ora che deve aumentare ulteriormente la tensione di comando per raggiungere il minimo, ed in questo caso fornisce una volta un comando, che il motore 15' di regolazione aumenti la tensione di alimentazione per un ulteriore passo $+\Delta U$ ed inoltre fornisce al comparatore 60 il comando di memorizzare del valore I_s momentaneo, come valore I_v nuovo nella memoria 61. Se ora, il valore di corrente I_s alimentato mediante il tastatore 18 al comparatore 60, scende nuovamente in modo tale al di sotto del valore memorizzato, che questo fatto venga nuovamente comunicato tramite lo stadio 64 del valore di soglia all'indicatore 62 di comandi, allora questo esegue nuovamente la variazione di tensione prima descritta per un ulteriore passo $+\Delta U$ per un'altra volta, e ciò si ripete fino a quando il minimo di corrente approssimativo, in corrispondenza al carico momentaneo della macchina azionata dal motore 16, sia stato raggiunto, dato che in tal caso, l'indicatore 62 di comandi non riceve, a causa degli stadi del valore di soglia 63, 64, alcuna informazione dal comparatore 60. Se invece la corrente I_s , dopo il primo aumento $+\Delta U$ raggiungeva già il minimo di corrente, allora la tensione di alimentazione rimane dapprima sul valore momentaneo. Se invece, dopo il primo aumento $+\Delta U$ il valore I_s aumenta in modo tale da far sì, che $I_s - I_v$ risulta maggiore del valore di soglia dello stadio 63 del valore di soglia, allora ciò significa, che I_s si trova a destra dal minimo

della caratteristica 13 di corrente momentanea e l'indicatore di comandi 62 fornisce il segnale U_s per diminuire per un passo $-\Delta U$ e, se dovesse essere necessario per effettuare ulteriori diminuzioni per uno o più ulteriori passi $-\Delta U$, fin quando è di nuovo raggiunto il minimo di corrente.

Con ciò, in ogni caso dopo l'avvenuto avviamento del motore 16, viene regolato per una prima volta il minimo di corrente. Se in seguito il carico rimane costante durante il corrispondente procedimento di lavorazione, allora questo minimo di corrente resta mantenuto e non sono necessari ulteriori regolazioni. Se però il carico, dopo la prima regolazione del minimo di corrente, varia, allora varia anche la caratteristica di corrente e la corrente momentanea si sposta in modo crescente, rispetto al minimo di corrente della corrispondente caratteristica di corrente valida, con la variazione del carico ed in tal caso, con la diminuzione del carico, il minimo di corrente 9 con riferimento alla fig. 3 si sposta verso destra e in caso di carico in aumento, si sposta verso sinistra. Si può ora prevedere in modo vantaggioso, che ogni volta, quando la corrente I_s , dopo l'ultima regolazione del suo minimo ha subito nuovamente una variazione, in modo che $I_s - I_v$, rispettivamente $I_v - I_s$ abbia superato il valore di soglia del corrispondente stadio del valore di soglia 63, rispettivamente 64, allora la descritta ri-regolazione del minimo di corrente, avviene nuovamente e cioè in una prima fase con un primo $+\Delta U$ viene accertato, se I_s si trova

a sinistra o a destra dal minimo di corrente della caratteristica di corrente valida in questo momento, o, se è già raggiunta nel suo minimo approssimativo ed in tal caso, se dovessero essere necessario, come è stato descritto, il nuovo minimo di corrente viene regolato nuovamente con uno o più ulteriori passi $+\Delta U$, rispettivamente $-\Delta U$.

Se si sa però, che il carico può solo aumentare o diminuire nel tempo, allora anche durante ogni regolazione di un nuovo minimo di corrente, si può rinunciare al primo passo $+\Delta U$ e l'indicatore di comando 62 può essere programmato dopo la prima regolazione del minimo di corrente per il corrispondente procedimento di lavoro, che ora esegue solamente variazioni di tensione nel senso corrispondente ad un aumento del carico, rispettivamente ad una diminuzione del carico, e cioè, si eseguono solamente i passi $+\Delta U$ (aumento di carico), oppure solamente i passi $-\Delta U$ (diminuzione del carico). Il regolatore 21' di corrente minima, secondo la fig. 5, può essere utilizzato anche per ulteriori forme di esecuzione, secondo le figg. da 6 - 8, ed in tal caso, è solamente necessario di eseguire il regolatore in modo tale sul lato di uscita da far sì, che fornisca tensione di uscita $n \cdot \Delta U$ come il microprocessore 21", che sarà descritto più dettagliatamente in seguito, prevedendo, che $n = 0, 1, 2, 3 \dots$, e che pertanto, può eseguire fasi di regolazione come il regolatore 21' di corrente minima, descritto in seguito per regolare il corrispondente minimo di corrente, prevedendo che durante

un'unica fase di regolazione, la variazione della tensione di uscita avvenga sempre per il valore U in un tempo d'intervallo, adattato al tempo di reazione del motore 16 dopo la precedente variazione di tensione ΔU .

Una tale possibilità di non utilizzare il regolatore 21' di corrente minima, illustrato nella fig. 5, con il corrispondente motore di regolazione 15' asservito, per la variazione del trasformatore di regolazione 15, ma di utilizzarlo per la regolazione di un potenziometro a più stadi, è illustrata nella fig. 11. Il potenziometro 49 a più stadi, presenta una presa 70 girevole, collegata con il conduttore 49' di uscita e, detta presa può essere fatta ruotare mediante il motore passo-passo 15' per sempre un passo, a seconda delle esigenze verso sinistra o verso destra, in modo che, per ogni passo viene spostato da un contatto 71' del potenziometro 49 verso un contatto 71 adiacente e pertanto, la tensione di uscita manifestantesi sul conduttore di uscita 49', varia sempre per $+\Delta U$, oppure $-\Delta U$. Queste variazioni di tensione vengono determinate dalle resistenze 72 di una catena di resistenze. Queste variazioni di tensione ΔU sono sempre della stessa entità, quando queste resistenze 72 sono dimensionate in modo uguale, oppure può essere anche previsto di dimensionare queste resistenze in modo differente, in modo che i passi di tensione ΔU saranno pertanto di entità differente. Questa catena di resistenze con le resistenze 72 è in correlazione con una sorgente 52 di corrente continua, avente tensione

continua U_0 costante. La tensione di compensazione variabile, manifestantesi sul conduttore di uscita 49', corrisponde pertanto ad $n \cdot \Delta U$, dove $n = 0, 1, 2, 3 \dots$, a seconda della posizione della presa 70.

Nella fig. 11, il regolatore 21 di corrente minima non è più costituito dal regolatore 21', illustrato nella fig. 5, ma risulta ampliato ancora per un motore passo-passo 15', il potenziometro 70 a più stadi con la corrispondente catena di resistenze e la sorgente 52 di corrente continua e, questo regolatore di corrente minima, è indicato nell'insieme con 21 ed è impiegato nelle forme di esecuzione, secondo le figg. 7 - 8, che saranno descritte più dettagliatamente in seguito. La corrente di alimentazione viene rilevata sempre mediante un sensore 18 di corrente, ed il suo valore momentaneo, viene alimentato mediante un trasformatore 28 di misurazione ad un regolatore di corrente minima 21.

Nell'esempio illustrato nella fig. 6, il motore 16 viene comandato ciclicamente, non tramite un trasformatore 15 di regolazione, ma tramite un raddrizzatore 22 comandabile ed un raddrizzatore 23 alternabile, comandato in modo ciclico da un regolatore di frequenza 25, venendo alimentato con una tensione impressa. I conduttori di collegamento, tra il raddrizzatore 22 ed il raddrizzatore alternante 23, presentano un condensatore 24 di lisciamento. All'entrata di comando del raddrizzatore 22 è collegata l'uscita di un addizionatore 19. Una entrata dell'addizionatore 19, si trova all'uscita del regolatore 21 di

corrente minima, illustrato nella fig. 11. L'altra entrata dell'addizionatore, è collegata con una sorgente 26 di corrente continua con corrente continua U_g regolabile, la cui corrente continua, è proporzionale rispetto alla corrispondente uscita del regolatore di frequenza 25. Il raddrizzatore 22, fornisce tramite il raddrizzatore alternante 23 una tensione impressa al motore 16. Questa tensione impressa è variabile mediante il regolatore di corrente minima 21 a passi $\pm \Delta U$ per la regolazione del corrispondente minimo di corrente ed in tal caso, non sono necessari ulteriori chiarimenti, dato che le spiegazioni fatte per la fig. 5, valgono analogamente per la forma di esecuzione, secondo la fig. 6.

La fig. 7 mostra una esecuzione con un onduttore 27 della larghezza impulso. Un raddrizzatore 22, è postposto al raddrizzatore 23 alternante, comandato in modo cancellabile. L'entrata di comando del raddrizzatore alternante 23, è collegato con l'uscita del modulatore 27 della larghezza d'impulso. Una entrata del modulatore 27 di larghezza d'impulso, si trova all'uscita di un regolatore 25 di frequenza. L'altra entrata del modulatore 27 di modulazione d'impulso, è collegata con l'uscita di un addizionatore 19. Le entrate dell'addizionatore 19 sono collegate a loro volta con l'uscita del regolatore 21 ed inoltre con l'uscita di un trasformatore D/A, indicato con 25', la cui entrata è collegata con l'uscita del regolatore di frequenza 25. Il trasformatore 25' fornisce una corrente continua U_g ,

proporzionale rispetto alla frequenza d'uscita del regolatore di frequenza 25.

Il modulatore 27 della larghezza d'impulso, fornisce impulsi di altezza costante, ma di larghezza variabile. Con questi impulsi vengono attivati, rispettivamente spenti gli elementi del raddrizzatore 23 alternativo comandabile. La larghezza degli impulsi forniti dal modulatore 27 della larghezza d'impulso, dipende dal risultato della formazione della differenza $U_g - \frac{1}{n} \cdot \Delta U$.

ΔU , che fornisce l'addizionatore 19. Gli impulsi sono realizzati in modo tale, da far sì che al motore 16, in connessione con la sua impedenza, viene simulata una tensione sinusoidale. Più piccolo risulta $U_g - \frac{1}{n} \cdot \Delta U$, più piccolo diventa il valore effettivo della tensione di alimentazione U_s alimentata al motore 16. Il condensatore di lisciamiento 24 (fig. 6), è sostituito in questo caso con un accumulatore 29. Con ciò, diventa possibile realizzare una caratteristica di scorrimento di emergenza, dato che il raddrizzatore alternativo 23 viene alimentato ulteriormente anche in caso di guasto nella rete. La regolazione del corrispondente minimo di corrente, avviene del resto mediante i segnali d'uscita con l'entità $\frac{1}{n} \cdot \Delta U$, forniti dal regolatore 21 di corrente minima, il che avviene nel principio come nelle forme di esecuzione, secondo le figg. 5 - 6.

Nella fig. 8 è illustrato una forma di esecuzione, che rappresenta un ulteriore sviluppo del circuito noto dalla pubblicazione tedesca 26.444.748.

Tra il raddrizzatore 22 comandabile ed il raddrizzatore 23 alternativo comandabile, è interposta una induttività 31. Con il motore 16 è collegato un generatore-tachimetro 30. Il motore 16 è un motore asincrono. Il valore nominale del numero di giri del motore 16, fornito dal regolatore 26' del valore nominale del numero di giri, viene confrontato nel punto di collegamento 32 con il valore effettivo del numero di giri, fornito dal generatore-tachimetro 30 e, questo spostamento di regolazione viene impresso ad un regolatore 33 del numero di giri, al quale è postposto un regolatore 35 di corrente sottostante. L'uscita del regolatore di corrente 35 è collegato tramite un trasformatore 36 all'entrata di comando del raddrizzatore 22. L'entrata del regolatore 21 della corrente minima (fig. 11) è collegata tramite una trasformazione di misurazione 28 al tastatore di corrente 18; l'uscita del regolatore 21 di corrente minima, tramite un punto di collegamento 37, risulta in collegamento con l'entrata di un regolatore 38 di corrente di eccitazione. L'uscita per il regolatore 38 della corrente di eccitazione, è collegata con un entrata di un addizionatore 39, del quale l'altra entrata si trova all'uscita del generatore-tachimetro 30. L'uscita dell'addizionatore 39, è collegata con l'entrata di un trasformatore 41 frequenza-tensione, la cui uscita è collegata con l'entrata di comando del raddrizzatore 23 alternante. Il valore della tensione U_s di alimentazione, viene rilevata dal tastatore 17 e, mediante il trasformatore di misurazione 28', viene

alimentata ad un punto di addizione 37'. Tramite il raddrizzatore 22, l'induttività 31 ed il raddrizzatore 23 alternativo, dalla rete 14, viene fornita una corrente I_s impressa al motore 16. Questa corrente di alimentazione I_s impressa, viene determinata, come risulta descritto nella pubblicazione tedesca 26.44.748 con l'ausilio del regolatore 33 del numero di giri. La frequenza Δf di slittamento del rotore, viene determinata dal regolatore 38 della corrente di eccitazione. Il regolatore 21 di corrente minima, ad una entrata di un punto 37' di addizionamento, rispetto al regolatore 38 di corrente di eccitazione, può fingere una tensione U_s di alimentazione del motore 16, che risulta più alta della tensione di alimentazione effettivamente presente, e pertanto, il regolatore regola una tensione di alimentazione ridotta sempre per il valore $n \cdot \Delta U$, prevedendo, che la corrente di eccitazione, venga diminuita in modo adeguato. Il regolatore 38 di corrente di eccitazione, regola di per sè, come è descritto nella pubblicazione tedesca 26.44.748, ad un numero di giri prestabilito, una tensione di alimentazione U_{s0} costante, e pertanto una corrente di eccitazione costante, prevedendo, che in caso di variazione del numero di giri, la tensione U_{s0} e la corrente di eccitazione vengano in tal caso variati approssimativamente in modo proporzionale. Si manifesta però, che ora al numero di giri regolato in modo corrispondente, il valore nominale della tensione di alimentazione varia sempre per un valore $U_s = U_{s0} - n \cdot \Delta U$ e

pertanto varia anche il rapporto di frequenza - tensione del motore 16. Il regolatore 33 del numero di giri, mantiene in tal caso il numero di giri del motore asincrono 16 sul valore nominale del numero di giri. La regolazione della corrente minima mediante il regolatore 21 di corrente minima, avviene nuovamente secondo il principio già descritto per la figura 5, secondo la quale, l'indicatore di comandi 62 (figura 5) comanda variazioni della corrente di alimentazione per un passo ΔU , sempre quando il segnale di uscita fornito dal comparatore 60 superi il valore di soglia di uno stadio 63, 64 a volare di soglia e in tal caso, la corrispondente corrente minima con lo spostamento della tensione di alimentazione, viene raggiunta in uno o più passi ΔU di variazione della tensione che attendono il tempo di reazione del motore 16 ed in tal caso, nuovamente questa variazione della tensione di uscita viene ottenuta mediante il circuito, illustrato nella figura 11. In tal caso, resta inteso che il regolatore 21 di corrente minima può presentare anche una forma d'esecuzione differente da quella illustrata nella figura 11, ad esempio, il potenziometro 49 a più stadi illustrato nella figura 11, può essere sostituito mediante un registro scorrevole. Anche altre variazioni sono possibili. In alcuni casi, può risultare anche vantaggioso, che durante l'andamento del dispositivo d'azionamento, ad intervalli di tempo, sempre prestabiliti, viene effettuata una nuova regolazione della corrente minima. Una forma d'esecuzione di un

regolatore di corrente minima, adatto a questo scopo ed eseguito come calcolatore di processo 21", è illustrata nella figura 9.

Il regolatore 21" della corrente minima illustrata nella figura 9, può essere utilizzato nelle forme d'esecuzione secondo le figure da 6 a 8 al posto del regolatore di corrente minima 21 illustrato in dette figure.

E' anche possibile, utilizzarlo per la forma d'esecuzione secondo la figura 5, tralasciando il potenziometro 49 a più stadi e prevedendo che nel motore 15' di regolazione, regola direttamente il trasformatore 15 di regolazione secondo la figura 5.

Questo regolatore 21" per la corrente minima, presenta una entrata, con la quale è collegato il sensore 18 di corrente per misurare il valore effettivo della corrente di alimentazione momentanea del corrispondente sistema 16 d'azionamento. Il valore della corrente misurato, viene trasformato in un trasformatore 28 di misurazione in un segnale di corrente continua, proporzionale alla corrente, il quale segnale viene applicato permanentemente all'entrata del cancello 44 del tipo AND. L'altra entrata del cancello AND 44, viene alimentata da un generatore 43 ritmico, che forma contemporaneamente un temporizzatore di programma, durante una regolazione da effettuare della corrente di alimentazione minima momentanea possibile, ad intervalli prestabiliti costanti, adattati al tempo di realizzazione del sistema di azionamento 16, per aprire il cancello 44. L'uscita del cancello 44 AND è collegata con

l'entrata di una memoria 45 di lettura e di scrittura a due stadi. Questa memoria 45 è una memoria anulare. Ogni valore I_{sn} della corrente I_{sn} trascritta nuovamente, viene dapprima memorizzata nel primo stadio della memoria e, durante l'impulso di apertura successivo del generatore ritmico 43 per l'apertura del cancello 44, il valore di corrente I_{sn} memorizzato nel primo stadio della memoria 45, viene spostato nel secondo stadio e, nello stadio ora vuoto viene trascritto il valore di corrente I_{sn+1} momentaneo, presentandosi ora. Un formatore 46 di differenza posposto a questa memoria 45, forma la differenza tra i valori corrispondenti memorizzati e cioè $I_{sn+1} - I_{sn}$. L'uscita di questo formatore di differenza, è collegato con due stadi 63', 64' del valore di soglia, che nella loro funzione corrispondono agli stadi 63, 64 a valore di soglia dei dispositivi secondo la figura 5, prevedendo però che lo stadio 64' del valore di soglia fa passare una differenza $I_{sn+1} - I_{sn}$ positiva, quando questa supera un determinato valore e che l'altro stadio 63' del valore di soglia, fa passare solamente una differenza $I_{sn+1} - I_{sn}$ negativa quando questa supera un valore assoluto prestabilito. I due stadi del valore di soglia, sono collegati con un circuito di analizzazione 48 che può attivare un motore passo-passo 15' in seguito ad ogni impulso di interpellazione derivante tramite un conduttore 48', prevedendo che gli impulsi di interrogazione vengano generati dal generatore 43 ritmico contemporaneamente o poco dopo gli impulsi di apertura. A seconda, se il circuito

d'analisi 48, nel momento della manifestazione di un impulso di interrogazione, riceve impresso un segnale dall'uscita dello stadio 63' del valore di soglia, oppure dall'uscita dello stadio 64' del valore di soglia oppure nessun segnale dagli stadi a valore di soglia, il motore passo-passo 15', per eseguire un passo di rotazione in un senso o un passo di rotazione nell'altro senso, viene eccitato o non eccitato. Questo motore passo-passo 15 varia nuovamente la presa 70 di un potenziometro 49 a stadi girevoli, il quale è eseguito come il potenziometro 49 secondo la figura 11. Nello stesso modo, come nella figura 11 si prevede nuovamente una catena di resistenze con resistenze 72 ed una sorgente 52 a tensione continua, in modo che sulla condotta 49' di uscita del potenziometro, si manifesta una tensione $n \cdot \Delta U$ che dipende dalla posizione della presa 70, prevedendo che $n = 0, 1, 2 \dots$

La presa 70 del potenziometro 49 di rotazione applica pertanto, come nel caso secondo la forma d'esecuzione illustrata nella figura 11, al conduttore di uscita 49' del regolatore 21" della corrente minima una tensione $n \cdot \Delta U$ variabile a gradini, dove n dipende dalla posizione angolare della presa 70.

Sia menzionato in questo senso, che in pratica la disposizione totale del regolatore 21" della corrente minima come pure anche il regolatore 21 di corrente minima o eventualmente anche del regolatore 21' di corrente minima, sarà eseguito in modo puramente elettronico.

Il funzionamento di questo regolatore 21" di corrente minima, sarà descritto più dettagliatamente in seguito, insieme alle figure 6-8, prevedendo che in queste tre forme d'esecuzione, presenta sempre lo stesso compito e cioè di effettuare entro intervalli prestabiliti sempre nuovamente una regolazione della corrente minima, prevedendo che la tensione di corrente in uno o più stadi aggiunge variazioni di tensione $n \cdot \Delta U$ oppure detrae questi, fino a quando sia stato regolato il minimo di corrente approssimativo della caratteristica della corrente momentanea, che si presenta a causa del carico momentaneo. Ciascuna di queste regolazioni, si svolge mediante uno o più passi di regolazione della tensione e, negli intervalli tra due di queste fasi di regolazione, la corrente di alimentazione rimane sull'ultimo valore registrato sempre mediante il regolatore 21", valore che per la caratteristica di corrente precedente forniva un minimo di corrente.

Inizialmente, il corrispondente motore 16 viene portato ad esempio mediante comandi manuali al numero di giri di funzionamento. Non appena questo è avvenuto, con la fornitura di impulsi di apertura, con il generatore 4 ritmico viene effettuata una prima regolazione del minimo di corrente d'alimentazione, presentandosi per il carico presente. A tale scopo, il generatore 43 ritmico genera un primo impulso di apertura per il cancello 44 ed il valore di corrente I_{sn}

momentaneo, viene memorizzato nel primo stadio del registro 45. Il formatore 46 di differenza, è bloccato in questo momento in modo non illustrato più dettagliatamente. La presa 70 del potenziometro 49 si trova in una posizione nella quale $n \cdot \Delta U = 0$. Ora, mediante un impulso particolare, fornito tramite il conduttore 59 all'analizzatore 48, viene provocato che il motore passo-passo 15, fa ruotare la presa dalla sua posizione 0 ($n \cdot \Delta U = 0$) in una tale direzione, che ora sulla condotta 49' di uscita esce la tensione $+\Delta U$. Con ciò, diminuisce negli esempi secondo le figure da 6 a 8 la tensione di alimentazione per $-\Delta U$ e ora, il tempo di reazione del motore 16, ad esempio da 100 - 1000 ms, viene atteso ed il generatore 43 ritmico genera in tal caso un nuovo impulso di apertura, in modo che nella memoria 45 venga trascritto il valore di corrente I_{sn+1} ora valido e che il valore I_{sn} , trascritto in precedenza, viene spostato nel secondo stadio. Il formatore di differenza 46, viene ora sbloccato e accerta la differenza $\pm(I_{sn+1} - I_{sn})$ e, a seconda se questa differenza supera o non supera il valore di soglia di uno degli stadi 63', 64 a valore di soglia, ciò viene comunicato al circuito di analisi 48 in quel momento, nel quale il generatore 43 ritmico di questo circuito di analisi imprime un impulso di interrogazione. Il circuito 48 di analisi, viene pertanto a conoscenza, se lo stadio 63' a valore di soglia, oppure lo stadio 64' a valore di soglia, ha fatto passare o meno la corrispondente differenza e in seguito, all'impulso di interrogazione rileva

anche, se nessuno dei due stadi a valore di soglia ha fatto passare un valore di differenza, dato che in tal caso in seguito all'impulso di interrogazione non riceve fornito alcun valore di differenza. Nell'ultimo caso menzionato, il motore passo-passo 15 rimane diseccitato. Nei primi due casi, il motore, a seconda quale dei due stadi 63' o 64' a valore di soglia ha fatto passare il valore di differenza, viene eccitato per lo spostamento della presa 70 in un senso di rotazione o nell'altro senso di rotazione per un passo, spostando corrispondentemente la tensione di uscita sul conduttore 49' per un passo $-\Delta U$ o $+\Delta U$.

Per questa forma d'esecuzione, si è inoltre supposto, che dapprima, dopo l'inizio del procedimento di lavoro, prima della prima regolazione del minimo di corrente, il motore 16 viene alimentato con la tensione di alimentazione massima. Ciò significa, che sul conduttore 49', dapprima non si trova ancora alcuna tensione. Inoltre, si è presunto che l'addizione 19 (figure 6,7), lavorano come sottrattori (nella figura 8 addiziona invece il punto 37') e cioè, che la tensione trovantesi sul conduttore 49' detrae dall'altra tensione sul lato d'entrata. Con ciò, nei dispositivi secondo le figure da 6 a 8, prima della prima fase di regolazione del minimo di corrente, la corrente di alimentazione momentanea si trova sulla caratteristica 13 di corrente (figura 3), valida in questo momento, a destra dal minimo di corrente e, mediante generazione di una tensione $+\Delta U$, sul conduttore di uscita 49', la tensione di alimentazione del motore 16 viene

ridotta per $-\Delta U$ il che significa che questa variazione di tensione avviene già in direzione verso il minimo di corrente momentaneo, tranne nel caso in cui il minimo di corrente momentaneo si sarebbe presentato in caso di tensione di alimentazione massima, in questi casi, il regolatore 21" annullerebbe nuovamente, durante la fase di regolazione della tensione successiva, questa riduzione della tensione massima. Normalmente, ora uno o più passi di tensione devono essere eseguiti per ridurre la tensione di alimentazione effettiva del motore 16. A tale scopo, il regolatore 21" lavora in seguito nel seguente modo:

Se dopo l'applicazione della tensione U al conduttore di uscita 49', in seguito alla variazione derivante della tensione di alimentazione, la differenza $I_{sn+1} - I_{sn}$, manifestantesi nel formatore di differenza 45 risulta negativa e se supera il valore di soglia dello stadio 63' a valore di soglia, allora questo viene comunicato immediatamente al circuito di analizzazione 48, in seguito all'impulso di interrogazione che si manifesta contemporaneamente con il corrispondente impulso di apertura e questa informazione viene analizzata nel senso, che il valore di corrente momentanea si trova sulla caratteristica di corrente 13 ancora valida, a destra dal minimo di corrente e pertanto, al motore passo-passo 15' viene conferito il comando di far ruotare la presa 70 del potenziometro 49 per un ulteriore passo e di aumentare con ciò la tensione di uscita sul conduttore 49' a $2\Delta U$

,provocando così che la tensione di alimentazione viene ora ridotta per una seconda volta per ΔU e cioè, finora complessivamente per $2\Delta U$.

Dopo il tempo di reazione del motore 16, il generatore 43 ritmico fornisce in seguito un nuovo impulso di apertura al cancello 44, in modo che ora nel registro scorrevole sono immagazzinati i valori I_{sn+2} e I_{sn+1} e che il formatore di differenza, formi la differenza $\pm(I_{sn+2} - I_{sn+1})$ e contemporaneamente, con l'impulso di interrogazione al circuito 48 di analizzazione viene comunicato, se questa differenza memorizzata supera o non supera il valore di soglia di uno stadio a valore di soglia e nel caso menzionato per ultimo, il minimo di corrente risulta già regolato oppure nel caso menzionato per primo, a seconda se lo stadio 63' o 64' a valore di soglia ha fatto passare il valore di differenza memorizzato, il motore passo-passo, viene eccitato per la regolazione del potenziometro 49, nell'uno o nell'altro senso di rotazione e incrementando così, ad esempio, la tensione sul conduttore di uscita a $3\Delta U$, diminuendo la tensione di alimentazione corrispondentemente per un ulteriore passo. Ciò avviene fin quando il minimo di corrente risulta regolato. Sia qui menzionato, che il singolo passo ΔU di regolazione della tensione, può assumere ad esempio l'1-3% della tensione di alimentazione massima o della tensione di alimentazione momentanea.

Non appena ciò viene rilevato dal circuito di analizzazione 48,

questo comunica in seguito al generatore 43 ritmico, tramite il conduttore 43", quale comanda ora la trasmissione di ulteriori impulsi di apertura e d'impulsi di interrogazione per un periodo preprogrammato, ad esempio di alcuni minuti e alla scadenza di questo intervallo di riposo, l'indicatore 43 ritmico inizia nuovamente con la trasmissione d'impulsi di apertura ad intervalli di tempo, adattati al tempo di reazione del motore, per eseguire una nuova regolazione del minimo di corrente.

Per questa seguente regolazione, si può procedere ad esempio nel modo che al suo inizio, la presa 70 viene dapprima fatta tornare nuovamente nella sua posizione 0, nella quale sul conduttore 49' non si manifesta alcuna tensione di uscita. Oppure, può essere anche previsto, fatto che risulta particolarmente vantaggioso, che all'inizio di ogni nuova regolazione, a partire dalla seconda fase di regolazione, il motore passo-passo 15' fa ritornare la presa 70 solamente per un numero prestabilito di stadi di commutazione, che sono scelti in modo tale che in ogni caso, all'inizio di una nuova fase di regolazione, la tensione di alimentazione in tal caso regolata, sia sufficientemente grande per trovarsi con sicurezza rispetto alla caratteristica di corrente momentanea sul lato destro del minimo.

E' anche possibile, eseguire il regolatore 21" di corrente minima in modo tale che esso, come il regolatore 21' di corrente minima, secondo la figura 5, accerti in modo autonomo se la corrente momentanea, con riferimento alla caratteristica di corrente

valida in questo momento, si trovi a sinistra o a destra dal minimo di corrente e di invitare in seguito il regolatore, di effettuare le ulteriori variazioni di tensione nel senso verso un minimo di corrente.

Potrebbe essere anche immaginabile di attivare il regolatore di corrente minima al posto del metodo di lavoro non uniforme descritto, con una regolazione di tensione continua della tensione di alimentazione. Sarebbe anche immaginabile in tal caso, che il minimo di corrente non venga regolato solamente a intervalli di tempo, ma che permanentemente avvenga una regolazione del minimo di corrente, prevedendo che la tensione di corrente venga variata permanentemente in modo pendolante intorno al minimo di corrente, nel modo richiesto a tale scopo.

Il modo di lavorare descritto del regolatore 21", sia ancora chiarito graficamente mediante le figure 10a - 10c con alcuni esempi. All'inizio della prima fase di regolazione, dopo l'avviamento del motore 16, la tensione di alimentazione si trova sul valore A_1 . La caratteristica di corrente momentanea è indicata con 13. La tensione di alimentazione viene ridotta per passi U ad intervalli di tempo, secondo il tempo di reazione del motore, fino a quando il minimo di corrente 9 sia stato raggiunto approssimativamente. La tensione di alimentazione presenta ora il valore E_1 . Se si presume ora, che durante l'ulteriore andamento il carico viene diminuito, allora la caratteristica di corrente, ad esempio secondo la figura 10b del motore 16, si

sposta da 13 a 13'. Pertanto, il minimo di corrente è stato spostato e dopo il tempo prestabilito, viene effettuata pertanto una nuova regolazione del minimo di corrente, prevedendo che la tensione dal valore E_1 registrato per ultimo, venga ridotta a passi ΔU di regolazione della corrente, fino a quando è stato regolato il nuovo minimo di corrente leggermente più basso e in questo caso, in corrispondenza della tensione E_2 . Ciò si ripete ad intervalli preprogrammati, in modo che la corrente venga sempre nuovamente regolata in vicinanza del suo minimo.

Se invece, il carico aumenta dopo la prima fase di regolazione, ciò significa che la caratteristica di corrente dalla posizione 13 illustrata nella figura 10c, si è spostata verso la curva 13" di corrente, disposta più a destra e in questo caso, si può ad esempio procedere in modo tale che per la nuova regolazione del minimo di corrente si aumenti dapprima la tensione E_1 regolata per ultima per il valore ΔU^* e che in seguito a passi ΔU , la tensione di alimentazione viene nuovamente abbassata, fino a quando si è raggiunto nuovamente il minimo di corrente in prossimità della tensione E_3 . Se si sa in tal caso, che rispetto alla tensione E_1 , la caratteristica di corrente si può essere spostata solamente verso destra, dato che il carico può solo aumentare, allora anche direttamente dalla tensione E_1 si può aumentare questa tensione mediante passi di tensione $+\Delta U$, fino ad un nuovo minimo di corrente, in prossimità della tensione E_1 , come è illustrato a punti e tratti nella figura 10c.

Anche per i regolatori 21, 21' di corrente minimale, almeno per la minimizzazione di corrente, dopo l'inizio di un procedimento di lavoro durante la prima regolazione del minimo di corrente o anche durante le regolazioni successive, all'inizio della o delle regolazioni di questo genere, la tensione di alimentazione può essere regolato o venir regolata in modo talmente alta, rispettivamente ci si può basare sulla tensione U_g (figura 7), da far sì, che il minimo di corrente venga regolato con successiva diminuzione della tensione U_s di alimentazione, come è illustrato ad esempio nelle figure 10a.

Rivendicazioni

1. Procedimento, per ridurre l'assorbimento di potenza di un sistema d'azionamento elettrico, utilizzato per l'azionamento di carichi variabili, vantaggiosamente almeno di una macchina asincrona, caratterizzato dal fatto, che la tensione di alimentazione (U_s) del sistema d'azionamento, viene regolata automaticamente in modo tale da far sì, che la corrente di alimentazione (I_s) del sistema d'azionamento, secondo il suo carico momentaneo, raggiunga essenzialmente il suo valore più piccolo possibile.
2. Procedimento, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto, che la minimizzazione della corrente di alimentazione viene ripetuta automaticamente, sempre quando la corrente di alimentazione si scosta per un ammontare prestabilito dal valore del minimo di corrente, precedentemente regolato.

3. Procedimento, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto, che la regolazione della minimizzazione della corrente di alimentazione, viene ripetuta ad intervalli di tempo prestabiliti.

4. Procedimento, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto, che in caso di notorietà della direzione della variazione del carico, azionato dal sistema di azionamento, la corrispondente variazione della tensione di alimentazione viene eseguita in modo tale, che la corrente di alimentazione venga spostata nel senso verso il minimo di corrente.

5. Procedimento, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la regolazione del minimo di corrente avviene mediante regolazione graduale della tensione di alimentazione, prevedendo che dopo ogni regolazione della tensione di regolazione per un gradino, viene atteso il tempo di reazione del sistema di azionamento e che in seguito, la corrente di alimentazione ora presente, viene confrontata con il valore della corrente di alimentazione, che era presente prima dell'inizio di questa regolazione graduale e che con ciò, si forma un giudizio riguardante il raggiungimento del minimo di corrente approssimativo o relativo alla necessità di una ulteriore regolazione graduale della tensione.

6. Procedimento, secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto, che almeno durante la prima regolazione del minimo della corrente di alimentazione, che avviene dopo l'avviamento del sistema d'azionamento, durante un procedimento di lavoro la

tensione di corrente viene aumentata per un primo passo e per una piccola entità prestabilita e che la variazione da ciò derivante della corrente di alimentazione, viene analizzata nel senso, se il valore momentaneo della corrente di alimentazione si trova sulla caratteristica di corrente momentanea a sinistra o a destra dal minimo di corrente e che in seguito, in caso di necessità, la tensione di alimentazione in un passo o con più passi, viene spostata nel senso necessario per la regolazione del minimo di corrente approssimativo.

7. Dispositivo, per l'esecuzione del procedimento, secondo una delle rivendicazioni precedenti, che presenta mezzi di regolazione per la regolazione della tensione di alimentazione del sistema di azionamento ed un tastatore di corrente per rilevare la corrente di alimentazione caratterizzato dal fatto, che presenta un regolatore (21, 21', 21'') di regolazione della corrente minima.

8. Dispositivo, secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto, che il regolatore di corrente minima, è eseguito per una regolazione graduale della tensione di alimentazione e che presenta mezzi di comparazione, per confrontare la variazione della corrente di alimentazione, manifestantesi durante la regolazione graduale della tensione di alimentazione.

9. Dispositivo, secondo la rivendicazione 7 o 8, caratterizzato dal fatto, che presenta mezzi (43) di comando a temporizzatore, per predeterminare operazioni di regolazione del minimo di

corrente approssimativo.

10. Dispositivo, secondo la rivendicazione 7 o 8, caratterizzato dal fatto, che il regolatore (21') di corrente minimale, eseguito in modo tale che in caso di ogni presenza di uno scostamento prestabilito della corrente di alimentazione del sistema di azionamento dal valore minimo regolato per ultimo, effettua una nuova regolazione del valore minimo della corrente di alimentazione in modo automatico.

11. Dispositivo, secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto, che al regolatore (21') della corrente minima, quando il sistema d'azionamento (16) per l'esecuzione di un procedimento di lavoro viene attivato, per la prima fase di regolazione della corrente minima può essere alimentato un valore di corrente prestabilito e valido per ultimo, come presunta corrente minima (I_{vo}).

12. Dispositivo, secondo le rivendicazioni da 7 a 11, caratterizzato dal fatto, che presenta una memoria (45, 61) di scritturazione e di lettura.

13. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12, caratterizzato dal fatto, che i suoi mezzi per la regolazione della tensione, presentano un trasformatore di regolazione (15), che è regolabile mediante un elemento di regolazione (15'), che è attivabile dal regolatore per la corrente minima.

14. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12, caratterizzato dal fatto, che i suoi mezzi per la regolazione

della tensione, presentano un dispositivo per il comando della sezione di fase.

15. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12 o 14, caratterizzato dal fatto, che i suoi mezzi per la regolazione della tensione, presentano un dispositivo per la modulazione (27) della larghezza d'impulso, che è asservito ad un raddrizzatore di alternazione comandabile.

16. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12, 14 o 15, caratterizzato dal fatto, che i suoi mezzi per la regolazione della tensione, presentano un raddrizzatore, vantaggiosamente regolabile ed un raddrizzatore alternante posposto al raddrizzatore ed eseguito vantaggiosamente in modo comandabile.

17. Dispositivo, secondo la rivendicazione 15 o 16, caratterizzato dal fatto, che l'uscita del raddrizzatore (22) conduce corrente impressa o tensione impressa e che risulta collegata con una induttività (31), rispettivamente con un condensatore (24) e/o con un accumulatore (29).

18. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 17, caratterizzato dal fatto, che presenta mezzi per la formazione della somma o della differenza tra un valore di base o un valore momentaneo della tensione di alimentazione del sistema di azionamento ed una tensione di variazione ($n \cdot \Delta U$).

19. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 18, caratterizzato dal fatto, che presenta mezzi di commutazione (49) per la regolazione graduale della tensione di alimentazione.

20. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 12 o da 14 a 19, caratterizzato dal fatto, che il regolatore (21) della corrente minima è inserito in un circuito di per se noto, secondo la pubblicazione tedesca 26 44 748 e che la sua entrata è collegata con il conduttore derivante dal tastatore di corrente (23 della disposizione nota) e che il suo segnale di uscita influenza lo scostamento di regolazione del regolatore della corrente di eccitazione (42 nella disposizione nota).

21. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 20, caratterizzato dal fatto, che il sistema d'azionamento elettrico presenta uno o più motori asincroni, vantaggiosamente motori a trifase.

22. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 19, caratterizzato dal fatto, che il sistema d'azionamento elettrico presenta almeno un motore sincrono.

23. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 22, caratterizzato dal fatto, che presenta almeno uno stadio (63, 64, 63', 64') a valore di soglia per un valore di differenza di corrente, che è formato dai valori di corrente di alimentazione effettivi, tastati a due distanze del tempo di reazione approssimativo del sistema d'azionamento a differenti tensioni d'alimentazione e che durante ogni superamento del valore di soglia di uno stadio a valore di soglia, viene eseguita una ulteriore variazione prestabilita della tensione di alimentazione mediante la quale, la corrente di alimentazione viene modificata

nel senso verso il minimo di corrente momentanea della
carrateristica di corrente (13).

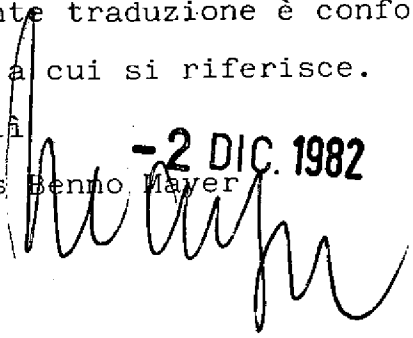
24. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni da 7 a 23,
caratterizzato dal fatto, che è previsto un supplementare
regolatore (33) del numero di giri.

La presente traduzione è conforme al testo del documento di
Priorità a cui si riferisce.

Milano, li

Ing. Hans Benno Mayer

- 2 DIC. 1982



24562A/82

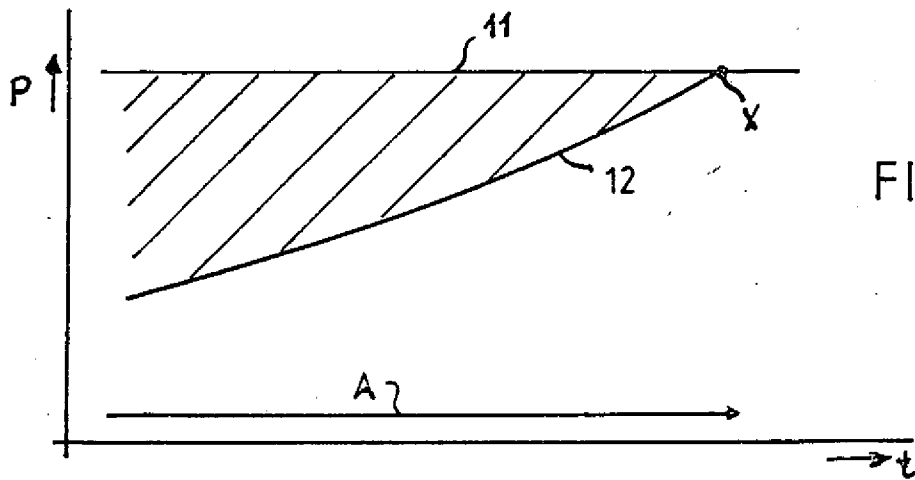


FIG. 1

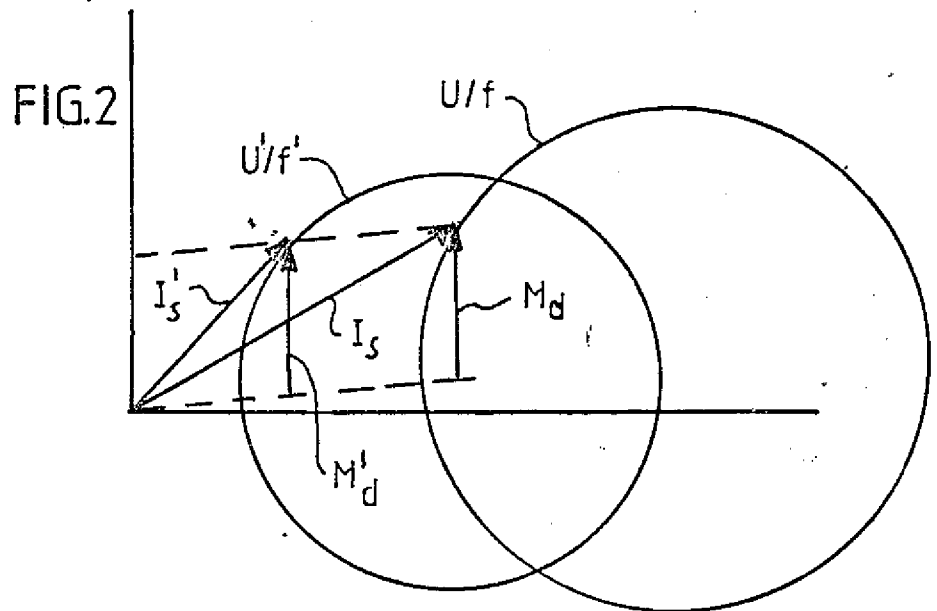


FIG. 2

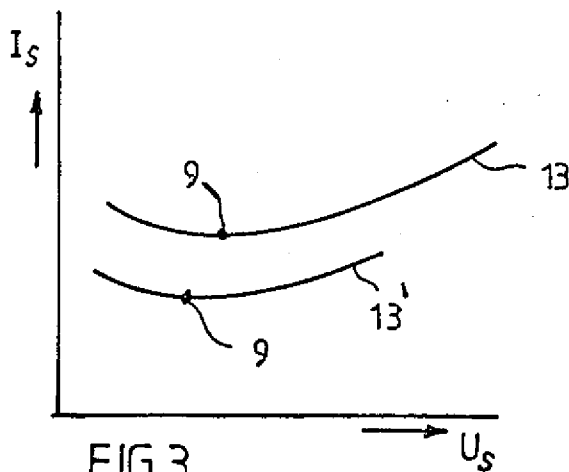


FIG. 3

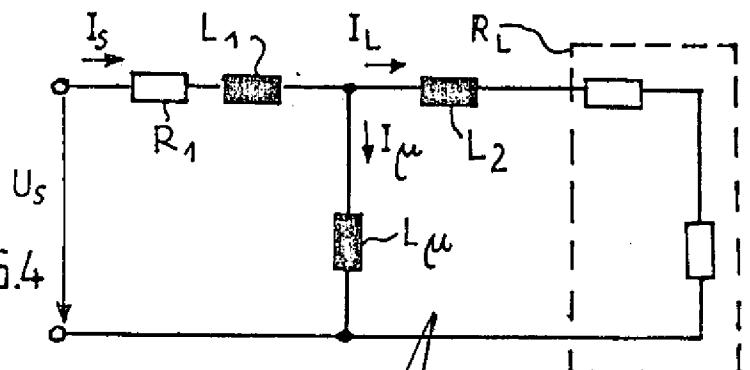
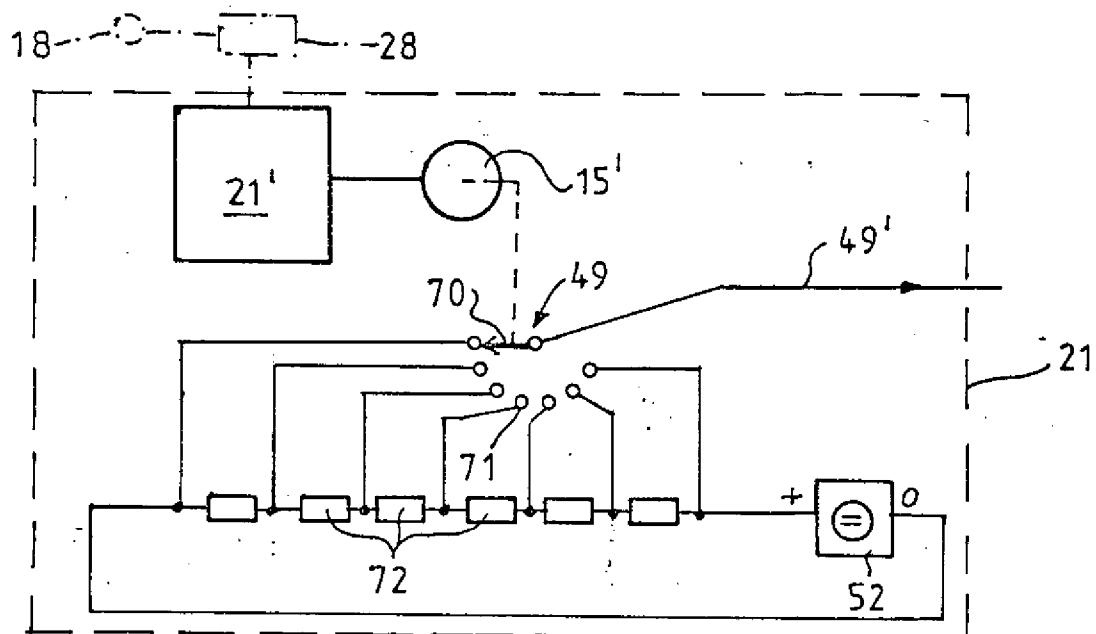
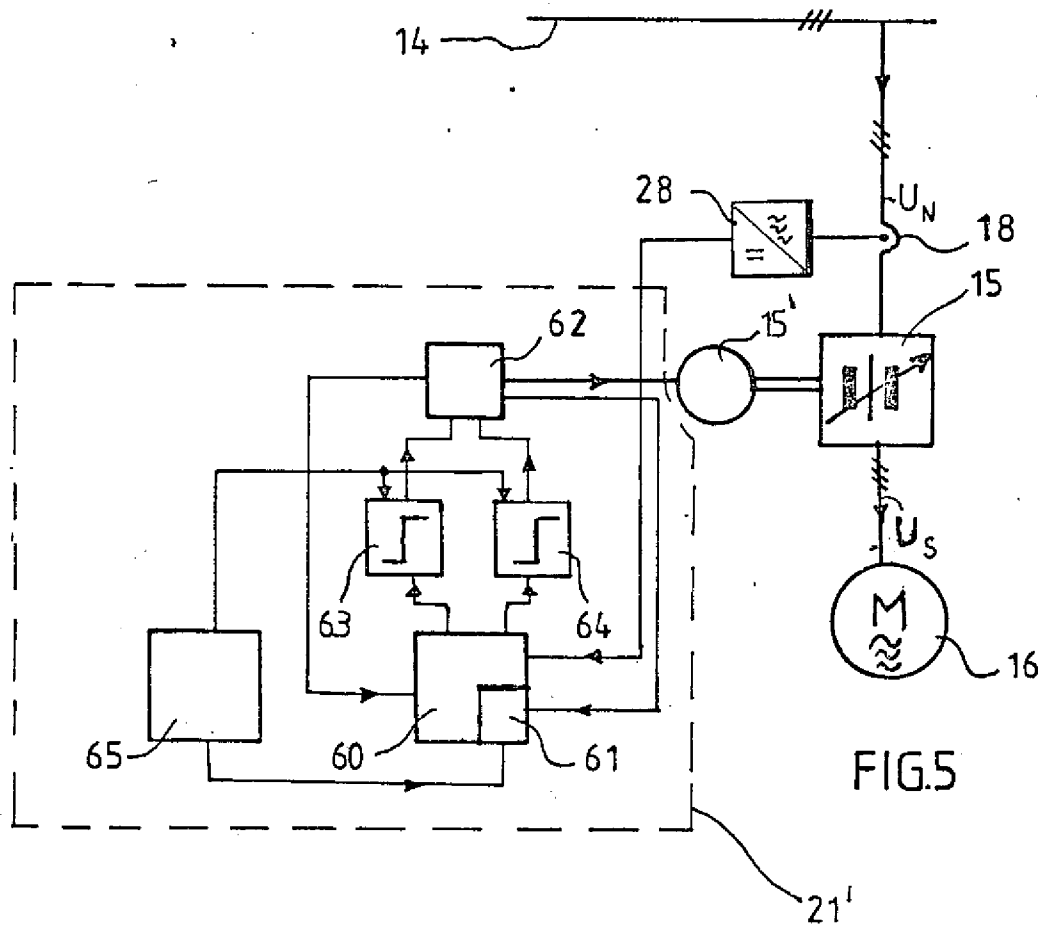


FIG. 4



UFFICIO ROGANTE
Piazzale Vesuvio

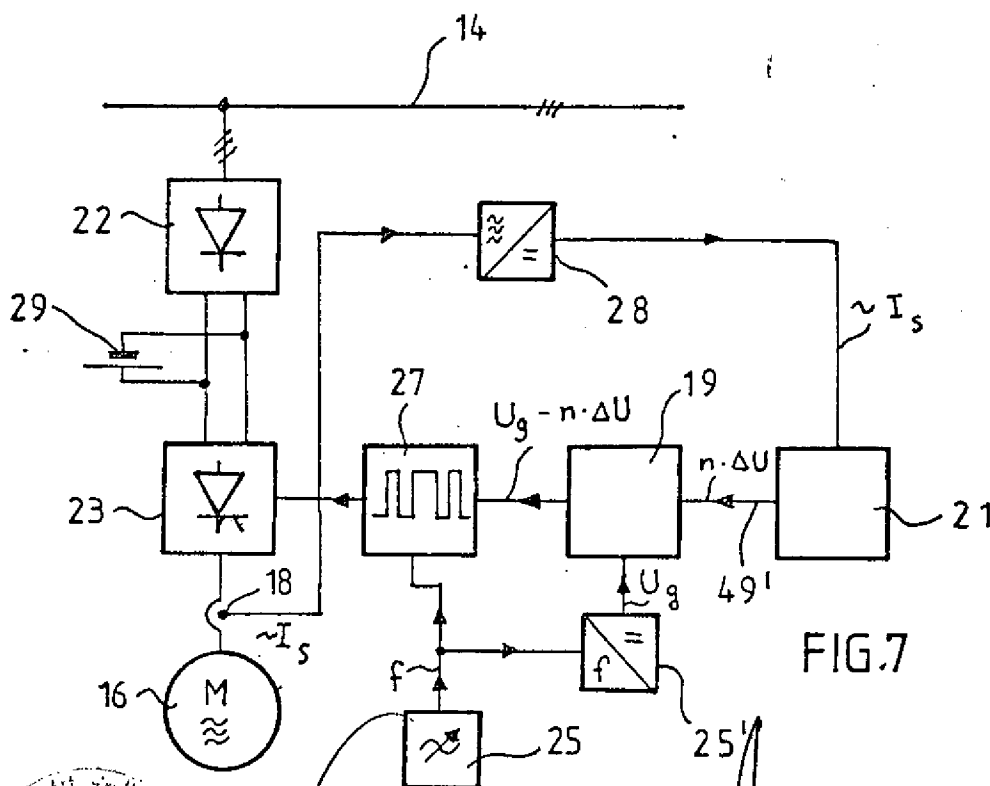
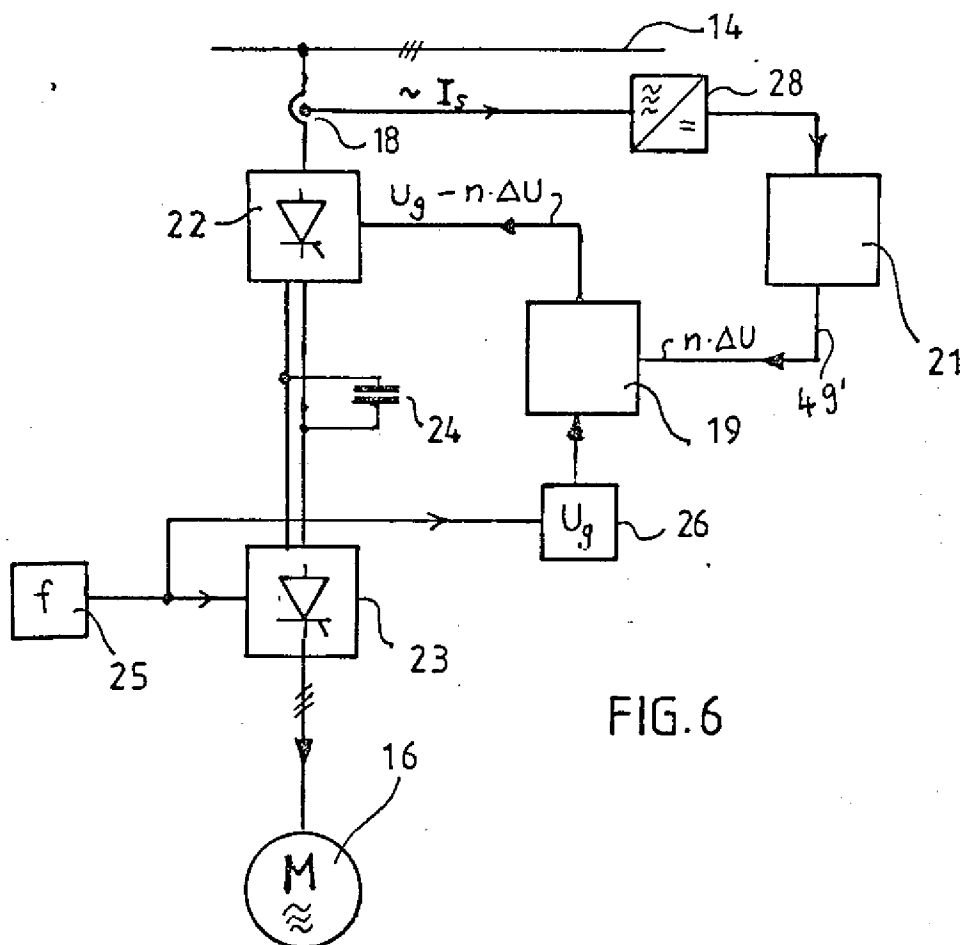
ING. HANS BENNO MAYER
CONVULSIONE BREVETTI



Ufficio Reg. Patenti
F. 120

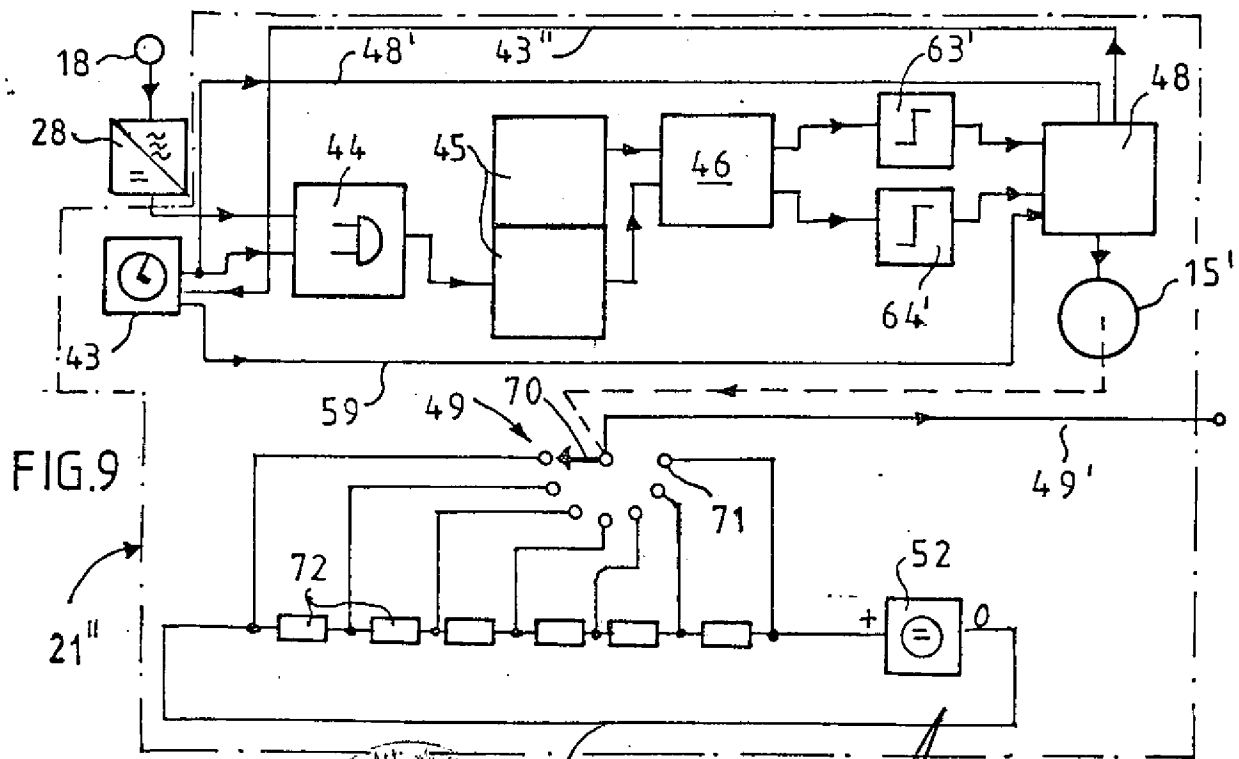
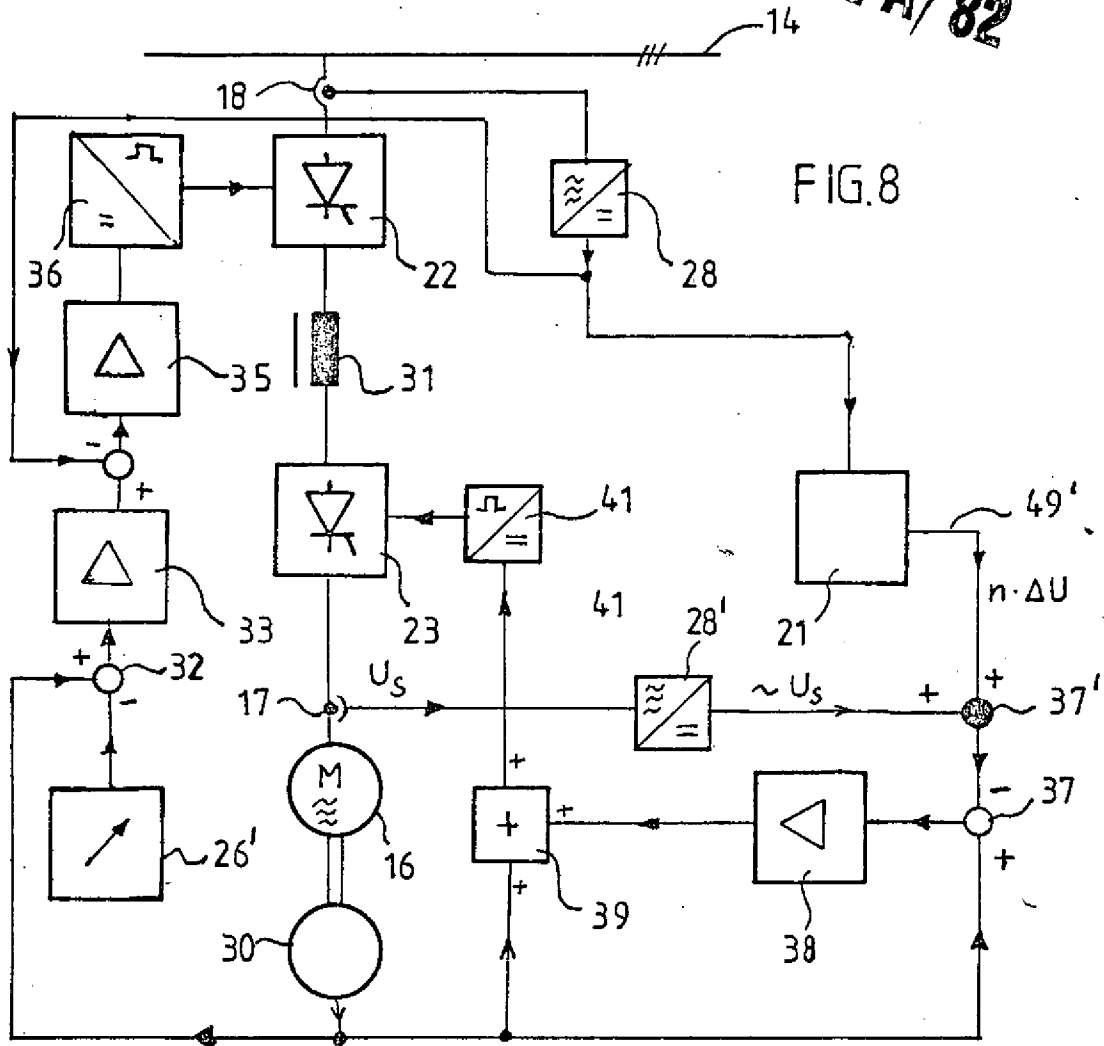
ING. HANS BENNO MAYER
CONSULENTE BREVETTI

1002A/82



ING. HANS BENNO MAYER
CONSULENTE BREVETTI

24562A/82



Ufficiale Rogante
Ing. Massimo

ING. HANS BENNO MAYER
CONSULENTE BREVETTI

5337

574

