



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

# UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101995900446043</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>07/06/1995</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>07/12/1996</b>

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	H		

Titolo

**TRASFORMATORE DI ISOLAMENTO CON CARATTERISTICHE MIGLIORATE**

CONADD S.r.l.,  
con sede a Verrone (Biella)

7 GIU. 1995



\* \* \* \* \*

MI 95 A 001 200

DESCRIZIONE

Il presente trovato riguarda un trasformatore di isolamento con caratteristiche migliorate, particolarmente adatto sia per applicazioni civili che industriali in AT, MT e BT.

La maggior parte dei sistemi elettrici di potenza è a corrente alternata in quanto è possibile dimensionare ciascuna parte del sistema per la tensione ritenuta più conveniente. Per motivi di sicurezza la tensione di alimentazione della maggior parte degli apparecchi utilizzatori deve essere contenuta entro un limite di poche centinaia di volt.

Inoltre, le esigenze tecniche ed economiche inerenti alla generazione di energia elettrica portano alla costruzione di centrali di potenza sempre crescente in siti lontani dai punti di utilizzo. Nasce quindi la necessità di trasportare grandi quantità di energia con linee che devono funzionare a tensione tanto più elevata quanto maggiori sono la potenza e la lunghezza e che possono pertanto arrivare a diverse centinaia di kV.

Le varie parti a diversa tensione del sistema sono tra loro connesse attraverso un trasformatore che è la macchina elettrica più diffusa. I trasformatori trovano anche impiego nei circuiti elettronici per svolgere diverse funzioni. Ad esempio servono per modificare il valore delle impedenze, isolare una componente continua mantenendo la continuità per l'alternata, funzionare come trasformatori selettivi, cioè dare tensioni elevate in una stretta banda di frequenza e tensioni molto minori al di fuori



di quella banda, separare elettricamente due circuiti ecc.

E' noto nella tecnica l'utilizzo di trasformatori di isolamento per risolvere il problema della sicurezza elettrica contro i contatti indiretti, particolarmente per utilizzatori quali piccoli elettrodomestici, apparecchi sanitari, corpi illuminanti alimentati alla tensione nominale della rete di Bassa Tensione.

Per trasformatore di isolamento si intende, secondo la normativa CEI 14-6, un "trasformatore i cui avvolgimenti primari e secondari sono separati elettricamente da un isolamento doppio o rinforzato per limitare, nel circuito alimentato dall'avvolgimento secondario, rischi dovuti a contatti accidentali simultanei con la terra e con parti attive o masse che possono andare in tensione in caso di guasto con l'isolamento".

Esistono delle prescrizioni che fanno riferimento a delle precise prove che devono essere soddisfatte per poter definire un generico trasformatore come trasformatore di isolamento. Tali prove riguardano la misura della resistenza di isolamento e delle tenuta alla tensione applicata, prove di calore, prove di umidità e prove di vibrazione. Le prescrizioni si riferiscono alle caratteristiche realizzative, alla scelta dei componenti e alla scelta dei cavi e dei conduttori interni ed esterni.

Un inconveniente dei trasformatori utilizzati oggiogiorno consiste nel fatto che il trasformatore non è in grado di distinguere tra un carico normale in uscita, cioè un normale utilizzatore, e un contatto con un corpo vivente. E' noto che la resistenza del corpo umano può essere considerata compresa tra i 500 ohm e i 2000 ohm; questa differenza di valori è dovuta a diversi fattori quali l'età del soggetto, la velocità di scorri-



mento del sangue, il grado di umidità della pelle, le condizioni atmosferiche ecc.

Qualora una persona tocchi inavvertitamente la linea di fase, essendo con i piedi in contatto con la terra, provoca una chiusura del circuito attraverso il proprio corpo ed in questo modo scorre nel corpo stesso una corrente il cui valore è notevolmente superiore al livello minimo sopportabile dalle cellule viventi. Tale corrente, inoltre, propagandosi attraverso il sangue manda il cuore in fibrillazione con il conseguente decesso della persona.

La soluzione fino ad oggi adottata secondo la quale viene inserito a monte del trasformatore un differenziale elettromeccanico costituito da due avvolgimenti disposti sulle linee rispettive di fase e di neutro, i quali interagiscono mutuamente tra di loro e da due interruttori in grado di interrompere il passaggio di corrente ha lo svantaggio di agire con tempi di intervento di circa 20 ms, troppo elevati per garantire la sicurezza assoluta dell'utente.

Anche nel caso di contatti indiretti con il circuito, ad esempio attraverso mezzi conduttivi quali l'acqua, il grado di protezione conferito non è sufficiente.

Inoltre, i trasformatori odierni presentano peso ed ingombro elevati, potenza dissipata notevole e basso rendimento.

Compito principale del presente trovato è quindi quello di realizzare un trasformatore di isolamento in grado di assicurare protezione per gli esseri viventi in caso di contatto diretto e indiretto con la rete di alimentazione.



Nell'ambito di questo compito uno scopo del presente trovato è quello di realizzare un trasformatore di isolamento che permetta di consentire un risparmio energetico.

Un altro scopo del presente trovato è quello di realizzare un trasformatore di isolamento che permetta il funzionamento di carichi elettrici anche se completamente immersi nell'acqua.

Un ulteriore scopo del presente trovato è quello di realizzare un trasformatore di isolamento in grado di eliminare le correnti disperse verso massa, anche in ambienti umidi o inquinati, senza utilizzare altre protezioni.

Non ultimo scopo del presente trovato è quello di realizzare un trasformatore di isolamento che risulti di elevata affidabilità, di relativamente facile realizzazione a costi competitivi.

Questo compito, nonché questi e altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da un trasformatore di isolamento, particolarmente per applicazioni industriali e civili, caratterizzato dal fatto di comprendere

- mezzi differenziali collegati ad una rete di bassa tensione e atti ad interrompere l'alimentazione dalla rete in caso di contatto di un utente con detta rete;

- mezzi raddrizzatori collegati a detti mezzi differenziali e atti a convertire il segnale in corrente alternata di detta rete in un segnale in corrente continua;

- mezzi di commutazione ad alta frequenza, collegati a detti mezzi raddrizzatori e atti a modulare in alta frequenza il segnale uscente da

detti mezzi raddrizzatori, detti mezzi di commutazione ad alta frequenza comprendendo inoltre mezzi di protezione contro i corto circuiti ed il sovraccarico;

- mezzi trasformatori collegati a detti mezzi di commutazione ad alta frequenza, detti mezzi trasformatori realizzando un isolamento galvanico tra i loro avvolgimenti primario e secondario ed effettuando un trasferimento di energia tra il loro avvolgimento primario ed il loro avvolgimento secondario;

- mezzi raddrizzatori ad alta frequenza collegati a detti mezzi trasformatori e atti a raddrizzare ad alta frequenza il segnale uscente da detti mezzi trasformatori;

- mezzi commutatori a bassa frequenza collegati a detti mezzi raddrizzatori ad alta frequenza;

- mezzi trasformatori, collegati a detta rete di alimentazione e atti a pilotare detti mezzi commutatori a bassa frequenza in modo tale che detti mezzi commutatori a bassa frequenza convertono il segnale in uscita da detti mezzi raddrizzatori ad alta frequenza per produrre un segnale alternato sinusoidale di tensione e frequenza richieste da un utilizzatore collegato in uscita a detti mezzi commutatori a bassa frequenza.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente da una forma di realizzazione preferita, ma non esclusiva, del trasformatore di isolamento secondo il trovato, illustrata a titolo indicativo e non limitativo negli uniti disegni, in cui:

la Fig. 1 è uno schema a blocchi del trasformatore di isolamento secondo il trovato;

la Fig. 2 è uno schema circuitale del trasformatore di isolamento secondo il presente trovato.

Con riferimento alle figure citate, il trasformatore di isolamento secondo il trovato comprende mezzi differenziali 1 atti a controllare la differenza tra la corrente di fase presente sulla linea F e la corrente di neutro presente sulla linea N. Tali mezzi differenziali 1 sono vantaggiosamente costituiti da due trasformatori di isolamento di corrente aventi gli avvolgimenti primari 2 con in serie ciascuno un interruttore elettronico di potenza, ad esempio costituito da un triac. Gli avvolgimenti secondari 2' dei due trasformatori di isolamento di corrente sono collegati ad un amplificatore operazionale 4 con l'uscita retroazionata sull'ingresso, atto ad effettuare una comparazione ed un'amplificazione dei segnali presenti ai suoi ingressi invertente e non invertente.

L'uscita dell'amplificatore operazionale 4 pilota mezzi 5 costituiti da un optoisolatore il quali a loro volta pilotano un interruttore elettronico, ad esempio i due triac 3.

In cascata ai mezzi differenziali 1 sono collegati mezzi raddrizzatori per basse frequenze, 6 i quali convertono il segnale da 220 V CA a 50Hz in un segnale a 320 V in corrente continua.

Il segnale così convertito giunge a mezzi di commutazione ad alta frequenza 7, comprendenti ad esempio interruttori 7b in tecnologia MOS disposti in configurazione a ponte. Gli interruttori MOS 7b possono essere collegati in configurazione a semi-ponte, nel quale caso si utilizzano solamente due tali interruttori 7b, oppure in configurazione a ponte completo dove sono utilizzati quattro MOS 7b. Nella figura 2 è illustrata la



configurazione a ponte completo.

I mezzi di commutazione ad alta frequenza 7 sono dotati di mezzi di protezione 7a, atti a fornire protezione in caso di corto circuito o sovraccarico.

I mezzi di commutazione ad alta frequenza 7 pilotano mezzi trasformatori 8 vantaggiosamente costituiti da un trasformatore di isolamento che lavora in alta frequenza grazie al contributo dei mezzi di commutazione 7, trasferendo energia dal suo avvolgimento primario 8a al secondario 8b. Tale trasformatore di isolamento 8 realizza isolamento galvanico e porta la tensione di uscita al livello richiesto.

Al trasformatore di isolamento 8 sono collegati mezzi raddrizzatori ad alta frequenza 9 aventi il compito di raddrizzare il segnale sinusoidale ad alta frequenza.

Il segnale in uscita dai mezzi raddrizzatori ad alta frequenza 9 (320 V CC) viene convertito, in mezzi di commutazione a bassa frequenza 10, in un segnale sinusoidale di 220 V CA e di frequenza 50 Hz.

Vantaggiosamente i mezzi di commutazione a bassa frequenza 10 comprendono interruttori 10a in tecnologia MOS collegati in configurazione a ponte completo o a semi-ponte (nel primo caso si hanno quattro MOS mentre nel secondo caso solamente due). Nella Fig. 2 è illustrata la configurazione a ponte completo con quattro MOS 10a.

Ulteriori mezzi trasformatori 11, vantaggiosamente comprendenti ad esempio un trasformatore avente un avvolgimento primario 11a collegato alla rete a Bassa Tensione e quattro avvolgimenti secondari 11b, sono atti a generare segnali alla frequenza di 50 Hz (segnali S1, S2, S3 e S4) in modo





da pilotare le basi dei transistori MOS 10a al fine di generare, in uscita dai mezzi commutatori a bassa frequenza 10, detto segnale sinusoidale di 220 V CA e 50 Hz.

Con riferimento alle sopra citate figure, il funzionamento del trasformatore di isolamento secondo il trovato è il seguente.

I mezzi differenziali 1 collegati alla linea di fase F e alla linea di neutro N della rete di Bassa Tensione rappresentano un differenziale elettronico in grado di controllare la differenza tra la corrente di fase e la corrente di neutro con una precisione di  $1\mu\text{A}$ . Tali mezzi differenziali 1 hanno lo scopo di proteggere ulteriormente l'utente nel caso in cui questi entri in contatto con la linea di fase F della rete qualora si verifici un cedimento nell'isolamento dei mezzi trasformatori 8 oppure in seguito ad un eventuale contatto di uno dei due capi di uscita con la massa.

Un vantaggio di questi mezzi differenziali è dato dal tempo di intervento estremamente ridotto di  $10\mu\text{s}$ , cioè il tempo richiesto per interrompere il passaggio di corrente.

Il segnale di rete successivamente passa in mezzi raddrizzatori per basse frequenze 6 che hanno lo scopo di convertire il segnale da 220 V CA con frequenza di 50 Hz in un segnale di 320 V CC sempre a 50 Hz.

In seguito il segnale così raddrizzato passa in mezzi di commutazione ad alta frequenza 7 i quali producono un segnale modulato a 65 KHz che è necessario per poter poi utilizzare mezzi trasformatori che lavorano in alta frequenza come i mezzi trasformatori 8, costituiti ad esempio da un trasformatore di isolamento in ferrite 8. Tali mezzi trasformatori 8 co-



stituiscono il trasformatore di isolamento vero e proprio.

E' noto che i trasformatori in ferrite hanno una banda passante definita intorno ai KHz ed hanno il vantaggio di funzionare con efficienza elevata. Un inconveniente è dato dal fatto che le alte frequenze impiegate possono comportare problemi dal punto di vista della compatibilità magnetica sia per i disturbi irraggiati che per quelli condotti in rete. Tale inconveniente può essere risolto ad esempio mediante opportuni filtri e schermature.

Il segnale in uscita dal trasformatore di isolamento in ferrite 8 viene poi raddrizzato nei mezzi raddrizzatori 9 i quali hanno il compito di raddrizzare una sinusoide ad alta frequenza (65 KHz) in modo da avere una tensione di di 320 V in continua totalmente separata e distaccata dalla rete di alimentazione (dalla linea di fase F e dalla linea di neutro N).

Il segnale così raddrizzato viene poi convertito in un segnale alternato di frequenza 50 Hz e di ampiezza 220 V CA. Tale conversione avviene nei mezzi commutatori a bassa frequenza 10 i quali sono pilotati dai mezzi trasformatori 11 che hanno la funzione di generare un segnale a 50 Hz. Il segnale risultante dall'interazione da detto segnale a 50 Hz che pilota le basi dei MOS 10a sarà quindi perfettamente sinusoidale, in modo da poter far funzionare sia carichi resistivi che carichi induttivi (trasformatori e motori 220 V CA).

In caso di corto circuito o sovraccarico i mezzi di protezione 7a interrompono il passaggio di corrente in tempi così brevi da non permettere l'innesco di un arco elettrico. Il passaggio di corrente si ripristina poi automaticamente con l'eliminazione dell'anomalia.



Si realizza quindi una doppia separazione tra il circuito primario del trasformatore di isolamento in ferrite 8 e il circuito secondario dello stesso in quanto vi è una separazione fisica tra il primario ed il secondario ed una separazione "logica" data dai mezzi differenziali 1, che permette di isolare il segnale di uscita dalla tensione di rete all'ingresso.

Inoltre, deve essere curata in modo particolare la linea elettrica di collegamento tra il trasformatore e l'utilizzatore in cui deve essere garantito pure il doppio isolamento e occorre rimuovere qualunque rischio di contatto accidentale con la terra.

Tale problema può essere risolto mediante cavi in doppio isolamento (cavi multipolari), utilizzando condutture separate, ad esempio in PVC, per i singoli cavi unipolari.

Si è in pratica constatato come il trasformatore di isolamento secondo il trovato assolva pienamente il compito prefissato in quanto consente di realizzare una protezione assoluta per gli esseri viventi contro scariche elettriche pericolose. Tale protezione si esplica in caso di contatto diretto sia con un cavo in uscita e massa, sia con entrambi i cavi in uscita, ed anche in caso di contatto indiretto attraverso mezzi conduttivi. La protezione assoluta è garantita dalla possibilità di rilevare la differenza tra un carico normale ed un corpo vivente, interrompendo in quest'ultimo caso il passaggio di corrente con un tempo minore di 10  $\mu$ s. Tale tempo risulta essere inferiore di tre ordini di grandezza ai tempi di risposta dei trasformatori attualmente in commercio.

I mezzi differenziali 1, sensibili alla corrente erogata, provvedono

ad aprire il circuito primario del trasformatore di isolamento secondo il trovato fino a quando permane la situazione anomala, per poi ripristinare l'alimentazione alla scomparsa dell'anomalia.

Un ulteriore vantaggio del trasformatore secondo il trovato deriva dal fatto che tale trasformatore si comporta come una batteria di rifasamento grazie ad un trasformatore logico il quale nei confronti della rete e indipendentemente dal carico agisce come un carico resistivo.

Nei trasformatori attualmente impiegati un ulteriore svantaggio è dato dal fatto che il transistor di stabilizzazione e controllo lavora in regione attiva e quindi dissipa potenza: ciò implica una riduzione del rendimento oltre che la necessità di dissipatori di dimensioni tanto più grandi quanto maggiore è la potenza da dissipare.

Quindi si ha lo svantaggio di basso rendimento ed elevate dimensioni.

Al contrario, nel trasformatore di isolamento secondo il presente trovato, funzionante a commutazione, i transistori impiegati lavorano come interruttori (realizzati in tecnologia MOS) con piccoli tempi di commutazione avendo quindi come risultato il vantaggio di ridurre drasticamente la potenza dissipata, elevare il rendimento del trasformatore stesso e ridurre le dimensioni dei dissipatori richiesti.

Inoltre, il trasformatore secondo il trovato permette di mantenere in funzione i carichi anche quando sono immersi in acqua, previo intervento di protezione contro i sovraccarichi nel caso si tratti di carichi induttivi e limita il fenomeno dell'elettrolisi nell'acqua.

Infine, la tipologia a commutazione del trasformatore di isolamento secondo il trovato permette di utilizzare il trasformatore anche come cen-



tralina da appartamento a valle del contatore, considerando che le potenze dissipate sono limitate e compensate dall'elevato fattore di potenza del trasformatore stesso.

Il dispositivo così concepito è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica i materiali impiegati, purchè compatibili con l'uso specifico, nonchè le dimensioni, potranno essere qualsiasi secondo le esigenze e lo stato della tecnica.

\* \* \* \* \*

## RIVENDICAZIONI

1. Trasformatore di isolamento, particolarmente per applicazioni industriali e civili, caratterizzato dal fatto di comprendere

mezzi differenziali collegati ad una rete di bassa tensione e atti ad interrompere l'alimentazione dalla rete in caso di contatto di un utente con detta rete;

mezzi raddrizzatori collegati a detti mezzi differenziali e atti a convertire il segnale in corrente alternata di detta rete in un segnale in corrente continua;

mezzi di commutazione ad alta frequenza, collegati a detti mezzi raddrizzatori e atti a modulare in alta frequenza il segnale uscente da detti mezzi raddrizzatori, detti mezzi di commutazione ad alta frequenza comprendendo inoltre mezzi di protezione contro i corto circuiti ed il sovraccarico;

mezzi trasformatori collegati a detti mezzi di commutazione ad alta frequenza, detti mezzi trasformatori realizzando un isolamento galvanico tra i loro avvolgimenti primario e secondario ed effettuando un trasferimento di energia tra il loro avvolgimento primario ed il loro avvolgimento secondario;

mezzi raddrizzatori ad alta frequenza collegati a detti mezzi trasformatori e atti a raddrizzare ad alta frequenza il segnale uscente da detti mezzi trasformatori;

mezzi commutatori a bassa frequenza collegati a detti mezzi raddrizzatori ad alta frequenza;

mezzi trasformatori, collegati a detta rete di alimentazione e atti a

pilotare detti mezzi commutatori a bassa frequenza in modo tale che detti mezzi commutatori a bassa frequenza convertono il segnale in uscita da detti mezzi raddrizzatori ad alta frequenza per produrre un segnale alternato sinusoidale di tensione e frequenza richieste da un utilizzatore collegato in uscita a detti mezzi commutatori a bassa frequenza.

2. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi differenziali comprendono due trasformatori di isolamento di corrente, un amplificatore operazionale e due interruttori elettronici di potenza.

3. Trasformatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto amplificatore operazionale ha gli ingressi collegati agli avvolgimenti secondari di detti due trasformatori di isolamento di corrente ed è atto a pilotare detti due interruttori di potenza in modo da interrompere/ripristinare l'alimentazione di rete.

4. Trasformatore secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti due interruttori elettronici di potenza comprendono due triac.

5. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi raddrizzatori a bassa frequenza comprendono un raddrizzatore atto a raddrizzare un segnale a 220 V CA a 50 Hz in un segnale a 320 V CC.

6. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di commutazione ad alta frequenza comprendono due transistori MOS collegati in configurazione a semi-ponte.

7. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di commutazione ad alta frequenza comprendono quattro

transistori MOS collegati in configurazione a ponte completo, atti a produrre un segnale modulato a 65KHz.

8. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi trasformatori comprendono un trasformatore di isolamento operante in alta frequenza.

9. Trasformatore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto trasformatore di isolamento è un trasformatore di isolamento in ferrite.

10. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi raddrizzatori ad alta frequenza comprendono un raddrizzatore ad alta frequenza atto a raddrizzare un segnale a 65 KHz in modo da ottenere una tensione di 320 V CC.

11. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di commutazione a bassa frequenza comprendono due transistori MOS collegati in configurazione a semi-ponte.

12. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di commutazione a bassa frequenza comprendono quattro transistori MOS collegati in configurazione a ponte completo.

13. Trasformatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi trasformatori comprendono un trasformatore avente un avvolgimento primario e quattro avvolgimenti secondari, detto trasformatore generando un segnale di 50 Hz.

14. Trasformatore secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che i segnali di uscita di detti quattro avvolgimenti secondari pilotano le basi di detti quattro transistori MOS collegati in configurazio-



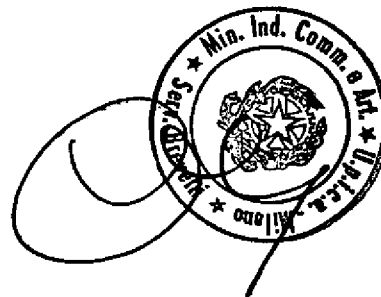


ne a ponte completo, in modo da ottenere in uscita da detti mezzi di commutazione a bassa frequenza un segnale di frequenza 50 Hz e di ampiezza 220 V Ca.

15. Trasformatore secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere una o più delle caratteristiche descritte e/o illustrate.

Il Mandatario:

- Dott. ~~Ing.~~ Guido MODIANO -



MI 95 A 001200

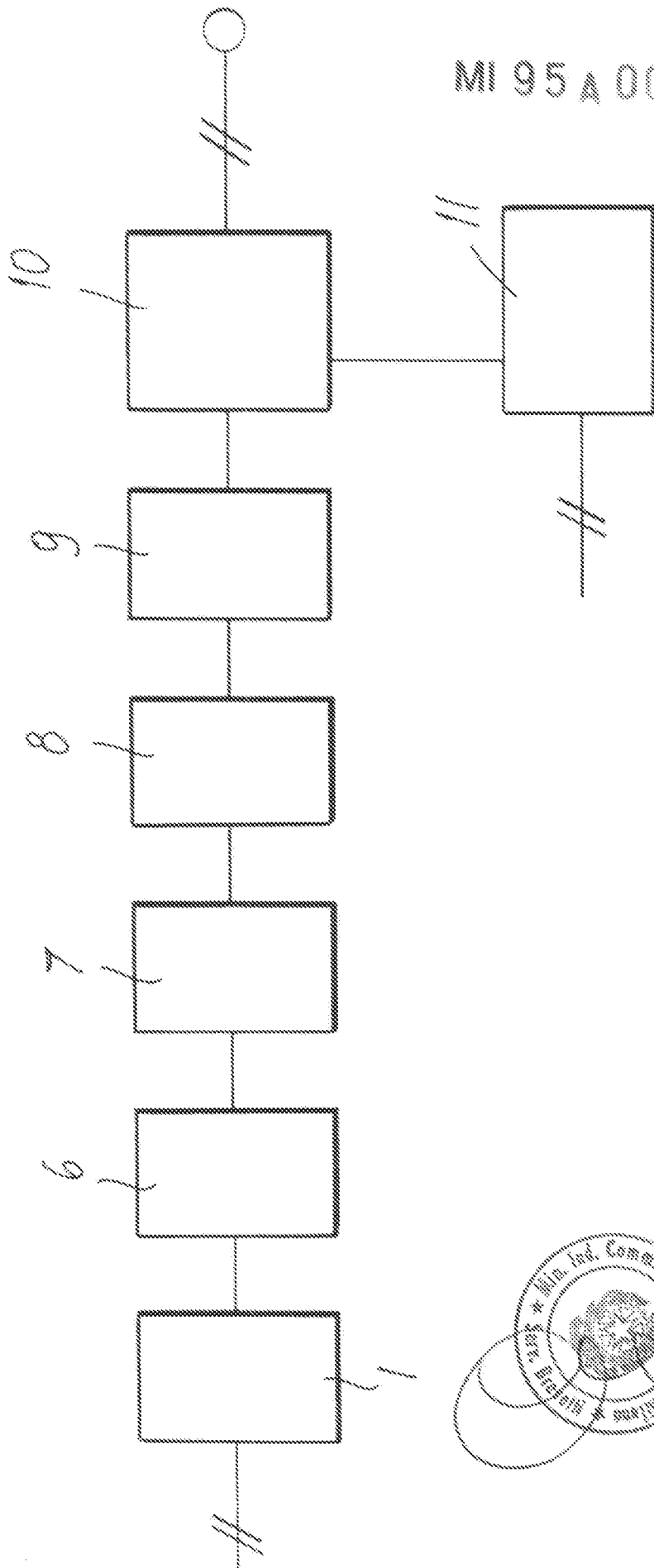
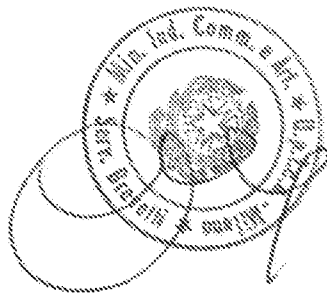


Fig. 1



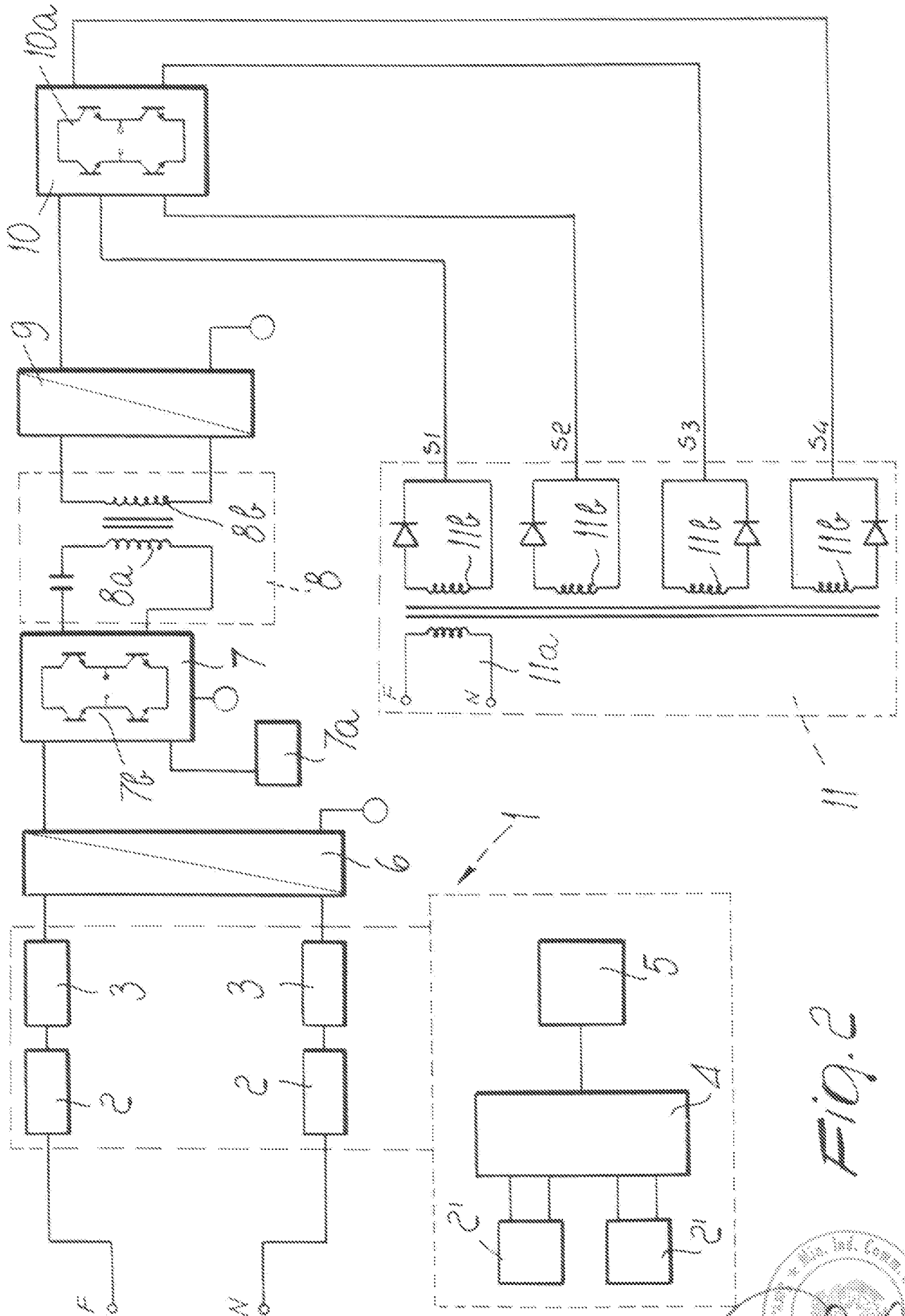


FIG. 2

