



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

DOMANDA NUMERO	102001900970990
Data Deposito	16/11/2001
Data Pubblicazione	16/05/2003

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	M		

Titolo

SISTEMA DI ACCUMULO E/O TRASFORMAZIONE DI ENERGIA DA SORGENTI A TENSIONE E FREQUENZA MUTEVOLI
--

VA/ 2001 /A/ 0 0 4 1

16 NOV. 2001

Titolare: CHEMIECO s.r.l.

**“SISTEMA DI ACCUMULO E/O TRASFORMAZIONE DI ENERGIA
DA SORGENTI A TENSIONE E FREQUENZA MUTEVOLI”**

La presente invenzione concerne i sistemi di accumulo e trasferimento di energia in batterie di tipo redox.

Lo sfruttamento di fonti di energia rinnovabili il “load-levelling” in reti di generazione e distribuzione di energia elettrica è fondato in molti casi sull’impiego di batterie di accumulo e in particolare in batterie redox.

Ad esempio, nel caso di impianti idroelettrici eolici, a pannelli fotovoltaici non connessi in rete, è indispensabile l’impiego di batterie di accumulo e in questi casi le batterie redox offrono indubbi vantaggi rispetto ad altri tipi di batterie secondarie.

Tra le batterie redox le batterie al vanadio cioè impieganti coppie redox vanadio-vanadio sia nella soluzione elettrolitica negativa che nella soluzione elettrolitica positiva si dimostrano particolarmente vantaggiose.

L’articolo “Evaluation of control maintaining electric power quality by use of rechargeable battery system”, di Daiichi Kaisuka and Tetsuo Sasaki IEEE 2000, analizza e descrive le prestazioni di un impianto di accumulo di energia impiegante batterie redox al vanadio.

D’altro canto esiste una nutrita letteratura sull’argomento delle batterie redox e in particolare delle batterie redox al vanadio e una reiterata descrizione delle peculiarità e vantaggi di tali batterie rispetto ad altri tipi non sembra necessaria per illustrare la presente invenzione in modo compiuto.

Tra i numerosi aspetti vantaggiosi delle batterie redox, si può menzionare la loro abilità ad essere caricate anche a tensioni di carica molto

15 NOV. 2001

differenti tra loro, utilizzando a tal scopo prese intermedie della serie elettrica costituita dalla catena di celle elementari che compongono la batteria e selezionando di volta in volta la presa intermedia a cui applicare la tensione disponibile di carica. Ciò è possibile in quanto, a differenza di altri tipi di batterie di accumulo, nei sistemi a batterie redox, la carica è immagazzinata nei due elettroliti (positivo e negativo) circolanti attraverso le celle e che sono contenuti in serbatoi separati. La batteria rappresenta esclusivamente il dispositivo elettrochimico di supporto alla trasformazione dell'energia da elettrica a chimica e viceversa e a tal scopo essa impiega elettrodi che non subiscono trasformazioni chimiche durante i processi di carica e di scarica.

Nello sfruttamento di fonti rinnovabili di energia esistono condizioni generalmente mutevoli che condizionano il processo di trasformazione ed eventuale accumulo dell'energia.

Nel caso di generatori eolici esiste il problema di determinare costanti caratteristiche dell'energia elettrica che viene erogata ai carichi elettrici. Nel caso che sia impiegato un generatore a corrente continua (dinamo) la tensione generata varia al variare della velocità di rotazione e per ampliare il campo delle condizioni atmosferiche di vento sfruttabili, ciascun generatore eolico può essere fornito di variatore meccanico del rapporto di trasmissione. Nel caso si utilizzi un alternatore per generare tensione alternata, la variazione di velocità si riflette in una variazione della frequenza della tensione alternata prodotta. Per tali motivi può rendersi necessario l'impiego di raddrizzatori, convertitori DC-DC e invertitori. Nel caso sia necessario accumulare energia elettrica in batterie, all'alternatore è necessariamente associato anche un carica batterie.

16 NOV. 2001

Analoghi problemi esistono spesso anche nel caso di generazione idroelettrica.

Qualora sia contemplata l'interconnessione alla rete territoriale di distribuzione dell'energia elettrica, ad esempio in tutte quelle applicazioni in cui l'energia elettrica eventualmente prodotta in loco da fonti rinnovabili sia destinata a coprire parzialmente o durante i periodi di favorevoli condizioni idriche o climatiche i bisogni energetici locali riversando un eventuale eccesso di energia elettrica nella rete di distribuzione, le caratteristiche di tensione e frequenza dell'energia prodotta localmente devono corrispondere a quelle della rete di distribuzione.

L'impiego di batterie redox di accumulo di energia elettrica anche in questo tipo di installazioni interconnesse alla rete può ampliare considerevolmente le occasioni di sfruttabilità delle fonti naturali rinnovabili, consentendo di generare comunque l'energia elettrica, ancorché in condizioni sub-ottimali che non consentono di soddisfare le caratteristiche elettriche standard richieste sia dai carichi elettrici locali che da un eventuale riversamento dell'energia della rete di distribuzione (allo scopo di accumulare crediti energetici).

E' evidente da quanto sopra ricordato come la progettazione di tali impianti di generazione elettrica da fonti rinnovabili naturali a regime imprevedibile comporti l'identificazione di campi di condizioni utili e sfruttabili e su tali basi si richieda la realizzazione di raddrizzatori, convertitori DC-DC, trasformatori, variatori del rapporto di trasmissione, invertitori e simili dispositivi che consentano un più efficace sfruttamento della fonte rinnovabile di energia per periodi e a livelli economicamente

16 NOV. 2001



remunerativi rispetto all'investimento e, come si è detto, l'impiego di batterie di accumulo è una condizione necessaria per dilatare le possibilità di sfruttamento.

Il costo di tali dispositivi e "accessori", può in molti casi superare di gran lunga il costo del generatore e/o delle eventuali batterie di accumulo. Inoltre anche il rendimento energetico di tali dispositivi può risultare estremamente penalizzante sull'intero sistema di sfruttamento della fonte di energia rinnovabile.

Più in generale, le reti di distribuzione e conseguentemente la stragrande maggioranza di apparecchi elettrici sono a tensione e corrente alternata (AC) proprio perché è relativamente facile modificarne la tensione per mezzo di semplici macchine statiche quali i trasformatori elettrici.

Questa scelta ha peraltro imposto di stabilire una frequenza di rete (AC) standardizzata (50 o 60 Hz) e tutte le macchine elettriche, apparecchi d'uso anche comune sono progettati, prodotti e/o fatti funzionare (ad esempio gli alternatori) in conformità con tale frequenza di rete.

D'altro canto le batterie di accumulo tipicamente sono in grado di immagazzinare ed erogare energia elettrica sostanzialmente a tensione e a corrente continua (DC).

I problemi di interfacciamento tra i due sistemi sono evidenti e comunemente risolti con l'impiego di carica batterie e di invertitori che generalmente degradano in modo marcato il rendimento energetico complessivo dei relativi processi di trasformazione.

E' evidente il bisogno e/o l'utilità di rendere il problema di interfacciamento tra distinti sistemi elettrici di generazione e/o distribuzione

16 NOV. 2001



di energia elettrica a tensione e corrente alternata (AC) e/o di accumulo e successiva erogazione di energia elettrica mediante una batteria redox tale da consentire l'accumulo di energia nella batteria indipendentemente dalle caratteristiche elettriche della sorgente sia in termini di tensione che di frequenza.

Questo importante obiettivo è conseguito dalla presente invenzione concernente un sistema estremamente versatile di accumulo di energia elettrica in una o più batterie redox, semplice da realizzare e che consente di immagazzinare in modo straordinariamente efficiente energia elettrica nella batteria redox indipendentemente dalle caratteristiche elettriche con le quali è generata nonché di sfruttare la batteria redox come "buffer" per operare una trasformazione dell'energia elettrica da una sorgente elettrica con certe caratteristiche di tensione e frequenza erogandola ad un carico o riversandola in rete con altre caratteristiche elettriche.

In pratica un sistema dell'inventore è in grado di utilizzare fonti di energia elettrica sia a tensione continua che a tensione alternata di tensione inferiore o uguale a un certo valore limite prestabilito, indifferentemente dalla variabilità della tensione e della frequenza.

A differenza dei sistemi di carica batterie di tipo tradizionale basati sull'impiego di circuiti quali convertitori DC-DC, raddrizzatori, stabilizzatori di tensione, regolatori di corrente ecc., il rendimento energetico del processo di carica della batteria in un sistema dell'invenzione è in larga misura indipendente dalle caratteristiche elettriche della sorgente.

Il sistema dell'invenzione, nella sua forma più elementare, può essere equiparato ad un carica batteria universale in grado di accettare in ingresso, a

16 NOV. 2001



parte ovviamente tensioni continue, anche e soprattutto tensioni alternate di qualsivoglia frequenza. Questa straordinaria caratteristica offre innumerevoli possibilità di ottimizzazione dei sistemi di generazione ad esempio consente l'impiego di alternatori invece che di più costose e meno affidabili dinamo in impianti di generazione da fonti rinnovabili come ad esempio in impianti eolici, idraulici o comunque impieganti organi rotanti.

E' evidente l'eccezionale versatilità del sistema di carica batteria dell'invenzione utilizzabile praticamente con qualsiasi sorgente elettrica.

La capacità del sistema di carica di una batteria redox dell'invenzione di funzionare anche con una tensione di ingresso alternata senza richiedere l'impiego di trasformatori elettrici, raddrizzatori, regolatori di tensione, ecc. eventualmente anche con la normale tensione di rete, lo rende adatto a realizzare anche sistemi di controllo di motori elettrici straordinariamente efficienti, come sarà descritto con maggior dettaglio in seguito.

Quando al sistema di carica batteria della presente invenzione si associ il sistema invertitore privo di induttore o trasformatore oggetto della precedente domanda di brevetto italiano No. VA2001A000022, a nome della stessa Richiedente, in grado di erogare energia elettrica da una batteria redox indifferentemente sia a tensione continua che a tensione alternata di qualsivoglia frequenza, l'assieme costituisce un sistema straordinariamente efficiente e versatile utilizzabile in innumerevoli applicazioni, una su tutte come vero e proprio "trasformatore di frequenza" in grado di assorbire energia da una sorgente elettrica a tensione continua o a tensione alternata di qualsivoglia frequenza fissa o variabile e di erogare energia a tensione alternata ad una prestabilita frequenza fissa, ad esempio alla tensione e

rilevare lo zero di tensione della tensione raddrizzata producendo un primo segnale di condizionamento e di reset di un secondo segnale di condizionamento;

rilevare il punto di massima della tensione raddrizzata generando detto secondo segnale di condizionamento e di reset disattivando detto primo segnale di condizionamento;

commutare sequenzialmente e ciclicamente in modo continuo e senza sovrapposizione un interruttore alla volta detti N interruttori a partire dall'istante di rilevazione dello zero di tensione dell'onda raddrizzata stabilito dall'attivazione di detto primo segnale di condizionamento, ciascuno per un certo intervallo di tempo, fino a detto interruttore collegante il terminale positivo di detta serie, invertendo il senso di scansione al rilevamento del punto di massima della tensione stabilito dall'attivazione di detto secondo segnale di condizionamento.

Il metodo dell'invenzione risulta perfettamente autoadattativo al variare della frequenza della tensione alternata della sorgente elettrica sfruttata per caricare la batteria redox. Infatti l'algoritmo è tale da autosincronizzarsi con gli istanti salienti della forma d'onda della tensione alternata ad ogni ciclo.

Secondo un'alternativa e preferita forma di realizzazione il metodo può comprendere inoltre il monitorare la corrente di carica attraversante le celle elementari di detta batteria comprese tra il terminale negativo della stessa e la presa intermedia connessa al nodo di uscita del raddrizzatore e confrontare la corrente di carica con un valore prestabilito di soglia massima e con valore prestabilito di soglia minima, impiegando un comparatore a doppia soglia ovvero a finestra, generando un terzo segnale di condizionamento al

16 NOV. 2001



superamento di una o l'altra di dette soglie. All'attivazione di detto terzo segnale di condizionamento viene comandata l'apertura dell'interruttore correntemente chiuso e ad apertura conclusa (confermata), viene chiuso l'interruttore della presa intermedia adiacente a tensione superiore o a tensione inferiore rispetto alla tensione della presa intermedia interrotta, dipendentemente dal fatto che sia stata oltrepassata la soglia massima o la soglia minima di corrente.

Con questa forma preferita di realizzazione dell'invenzione, si può ottenere una migliorata adattabilità ed ottimizzazione del processo di carica al variare dell'ampiezza istantanea della tensione alternata, in presenza di forme d'onda irregolari o fortemente distorte rispetto ad una sinusoide ideale.

In questi casi infatti, in ogni quadrante le commutazioni sequenzialmente e ciclicamente comandate dello schieramento di interruttori non avvengono più ad intervalli di tempo regolari, cioè per fasi temporali di analoga durata di discretizzazione dell'onda di tensione in un quadrante, bensì sono asservite alla rilevazione di una corrente di carica superiore o inferiore ad una soglia massima e ad una soglia minima predefinibili in base alle caratteristiche delle celle della batteria.

Inoltre, mentre secondo il metodo base che prevede solo l'autosincronizzazione della successione di sequenze di commutazioni di durata uguale, ad ogni rilevazione dello zero e del punto di massimo della semionda, la disposizione delle prese intermedie, in termini di numero di celle intercettate via via, può riflettere la relativa funzione sinusoidale, nel caso si implementi anche il monitoraggio e comparazione della corrente, come nella forma di realizzazione alternativa sopra descritta, la disposizione

16 NOV. 2001

delle prese intermedie può anche essere uniforme, cioè per un numero pressoché costante di celle tra presa e presa, in quanto il sistema è in grado di autoregolare la durata ottimale di ciascuna fase di commutazione in funzione del dato oggettivo della corrente di carica che realmente è forzata attraverso le celle correntemente incluse nel circuito di carica durante la successione di fasi di commutazione, sia in un quadrante di salita che in un quadrante di discesa dell'onda della tensione raddrizzata.

In ogni caso, il sistema di controllo e pilotaggio degli interruttori di potenza è tale da assicurare la non sovrapposibilità di chiusura di più di un interruttore alla volta (accensione del relativo transistore di potenza). Un controllo di non sovrapposibilità delle fasi di accensione è una tecnica usata in moltissime applicazioni di dispositivi (transistori) di potenza integrati, generalmente per salvaguardarne l'integrità. Nel contesto della presente invenzione, tale funzione di controllo della non sovrapposizione di fasi di chiusura degli interruttori, assume ovviamente anche il carattere di vero e proprio requisito funzionale fondamentale per evitare di cortocircuitare le celle della batteria.

Questa condizione di non sovrapponibilità di fasi di chiusura può essere comunemente attuata impiegando mezzi circuitali logici di abilitazione all'accensione del relativo transistor di potenza o anche stabilendo un intervallo temporale di guardia tra lo spegnimento di un transistor di potenza e l'accensione di un altro transistor di potenza.

I diversi aspetti e vantaggi dell'invenzione saranno più facilmente illustrabili attraverso la seguente descrizione di alcune forme di realizzazione e facendo riferimento ai disegni allegati, nei quali:

16 NOV. 2001



la **Figura 1** è uno schema funzionale a blocchi del sistema di carica di una batteria a flusso redox dell'invenzione;

la **Figura 2** è uno schema funzionale a blocchi del sistema di carica di una batteria a flusso redox dell'invenzione, secondo una alternativa forma di realizzazione;

la **Figura 3** è uno schema funzionale a blocchi di un sistema di carica dell'invenzione funzionalmente analogo a quello della figura 1, incorporante anche elementi aggiuntivi che realizzano anche un sistema invertitore privo di induttore oggetto della precedente domanda di brevetto italiano No. VA2001A000022 a nome della stessa Richiedente, entrambi basati sulla medesima batteria redox;

la **Figura 4** è uno schema semplificato di principio di un'applicazione dell'invenzione ad un impianto di sfruttamento dell'energia eolica;

la **Figura 5** è uno schema semplificato di principio di un'applicazione dell'invenzione ad un sistema di autogenerazione elettrica a motore;

la **Figura 7** è uno schema semplificato di principio di un controllore di motore realizzato secondo la presente invenzione;

la **Figura 7** è uno schema semplificato di principio di un impianto a turbina realizzato secondo la presente invenzione;

la **Figura 8** è uno schema semplificato di principio di un'applicazione di un sistema dell'invenzione ad un impianto di sfruttamento di energia solare a pannelli fotovoltaici.

La Fig. 1 è uno schema di principio di un sistema realizzato secondo la presente invenzione.

La batteria redox di accumulo è complessivamente indicata con 1 e si

16 NOV. 2001



compone di una pluralità di celle elementari, elettricamente in serie tra loro, aventi una certa tensione di cella. Il numero di celle può essere nell'ordine delle decine o anche delle centinaia di celle.

Considerato che la tensione di cella di una batteria redox tutto vanadio ha una zona utile compresa tra il limite superiore di circa 1,5Volts/cella corrispondente ad uno stato di carica delle soluzioni elettrolitiche circolanti nella cella di circa 90% e un limite inferiore di circa 1,1Volts corrispondente ad uno stato di scarica delle soluzioni elettrolitiche circolate attraverso le celle di circa 10%, la massima tensione di batteria e quindi la massima tensione di ingresso gestibile da una singola batteria 1 equivarrà al prodotto della massima tensione di cella per il numero di celle elementari elettricamente in serie.

Naturalmente, il valore della massima tensione di picco disponibile dalla particolare sorgente elettrica determinerà in fase di progetto dell'impianto di accumulo o il numero minimo di celle elementari in serie tra loro componenti una singola batteria o eventualmente la somma delle celle elementari di due o più batterie multicella collegate in serie tra loro.

Nello schema semplificato della Fig. 1, sono mostrati anche i due circuiti di circolazione delle soluzioni elettrolitiche o elettroliti positivo e negativo che vengono fatti circolare per mezzo di rispettive pompe P1, P2 in cascata attraverso i rispettivi compartimenti di semicella ospitanti l'elettrodo positivo e nei rispettivi compartimenti di semicella ospitanti l'elettrodo negativo delle celle elementari che compongono la batteria. Ovviamente, la capacità di immagazzinamento di energia è data dalla molarità e dal volume dei due elettroliti positivo e negativo ed è quindi facilmente adattabile alle

1 6 NOV. 2001



esigenze realizzando rispettivi serbatoi dell'elettrolita positivo T1 e dell'elettrolita negativo T2 di sufficiente capacità.

Tra i due morsetti rispettivamente negativo e positivo della batteria 1, sono stabilite, secondo l'invenzione, un certo numero, nell'esempio illustrato 11, prese di tensione intermedie: V1, V2, V3, V4, ... V11.

Le prese di tensione intermedie possono essere facilmente realizzate sagomando le rispettive piastre o setti bipolari conduttori che separano il compartimento di una prima polarità di una cella elementare dal compartimento di opposta polarità della cella elementare adiacente in modo da avere appendici, con funzioni di morsetto elettrico, che si estendono fuori dal perimetro di sigillatura idraulica dei rispettivi compartimenti di flusso delle celle.

Comunemente sulle due facce opposte di tali setti conduttori bipolari sono collegati sia meccanicamente che elettricamente il rispettivo elettrodo di detta prima polarità ed il rispettivo elettrico di detta polarità opposta, secondo una configurazione tipica degli elettrolizzatori bipolari a filtro-pressa.

Pertanto su ciascuna presa intermedia, esisterà un potenziale, riferito per convenzione al morsetto negativo della batteria considerato come nodo a potenziale comune del circuito, una tensione multipla della tensione di cella corrispondente al numero di celle intercettate dalla presa intermedia tra il morsetto negativo della batteria e la cella terminante con il setto bipolare conduttore della presa intermedia considerata tensione di cella che come anzidetto non è costante ma dipende dallo stato di carica delle soluzioni elettrostatiche che sono vincolate nei componenti delle celle.

Ciascuna presa intermedia nonché il morsetto terminale positivo della

16 NOV. 2001



batteria è collegata tramite un rispettivo interruttore di potenza SW1, SW2, ... SW10, SW11, al nodo di uscita di uno stadio raddrizzatore, che nell'esempio illustrato e preferibilmente è ad onda piena, accoppiato alla sorgente elettrica a tensione alternata V_{in} mentre il morsetto negativo della batteria è collegato al nodo di potenziale comune del circuito comprendente il raddrizzatore, al quale nodo è collegato il morsetto terminale negativo della batteria 1.

I due nodi di uscita dello stadio raddrizzatore sono collegati agli ingressi rispettivamente di un circuito rilevatore dello zero di tensione ZERO CROSSING DETECTOR e ad un circuito rilevatore di picco PEAK DETECTOR. Ciascuno di questi due circuiti funzionali può essere realizzato con un qualsiasi circuito noto per tale funzione, progettato in modo da risultare compatibile con i livelli della tensione raddrizzata della particolare sorgente elettrica.

Entrambi detti circuiti funzionali ZERO CROSSING DETECTOR e PEAK DETECTOR, producono in uscita un segnale logico il cui stato conferma la rilevazione rispettivamente di una tensione nulla all'ingresso e di un massimo di tensione.

Il blocco IGBT CONTROL AND DRIVER comprende circuiti logici in grado di determinare in tempo reale la frequenza della tensione di ingresso in funzione della separazione temporale tra la rilevazione di uno zero di tensione e di un massimo di tensione (corrispondente ad un quadrante o a un quarto di periodo della tensione alternata di ingresso) circuiti generatori di un segnale di clock di periodo variabile in funzione della frequenza della tensione alternata di ingresso, ad esempio impieganti circuiti moltiplicatori di

frequenza, e da una macchina a strati o un microprocessore in grado di comandare sequenzialmente e ciclicamente e in modo continuo la chiusura per un certo intervallo di tempo o fase e senza sovrapposizioni di fasi, un interruttore alla volta dello schieramento di interruttori di potenza SW1, SW2, ... SW11, a partire dall'interruttore SW1 all'istante di rilevazione dello zero di tensione dell'onda raddrizzata, stabilito dall'attivazione del primo segnale logico di condizionamento L0, fino ad arrivare all'interruttore SW11 collegante il morsetto positivo della batteria, invertendo il senso di scansione, da SW11 a SW1 al rilevamento del punto di massima tensione raddrizzata, stabilito dall'attivazione del secondo segnale di condizionamento L1, prodotto dal circuito di rilevazione di picco PEAK DETECTOR.

I tempi di chiusura sequenziale dei diversi interruttori di potenza possono essere pressoché identici, ovvero le commutazioni sequenziali avvenendo ad intervalli regolari corrispondenti ad una suddivisione per intervalli temporali o fasi uniformi del quadrante o del quarto di periodo dell'onda raddrizzata. In questo caso come graficamente rappresentato in Fig. 1, le prese di tensione possono essere disposte non per intervalli regolari in termini di numero di celle tra una presa e l'altra, bensì con uno schema di intervalli in termini di numero di celle corrispondente al valore della funzione sinusoidale coseno.

Alternativamente, le fasi di chiusura sequenziale dei distinti interruttori di potenza può essere di durata non uniforme bensì di durata variabile secondo la stessa funzione sinusoidale coseno o anche secondo una diversa funzione dipendente dalla forma d'onda della tensione alternata formata dalla sorgente elettrica, predisponendo i tempi di chiusura dei vari interruttori

mediante programmazione di una memoria a sola lettura, letta da un eventuale microprocessore di controllo incluso nel blocco di controllo e pilotaggio IGBT CONTROL AND DRIVER.

In questo caso gli intervalli di separazione in termini di numero di celle tra le diverse prese intermedie potrà essere uniforme.

In pratica, nel caso di tensioni di ingresso ad andamento sinusoidale o approssimativamente sinusoidale, potrà alternativamente attuarsi un'ottimizzazione delle differenti fasi di commutazione o per tempi di chiusura costanti e prese intermedie di tensione distanziate in termini di numero di celle da intervalli dissimili o per una disposizione delle prese di tensione intermedie ad intervalli regolari in termini di numero di celle variando in questo caso i rispettivi tempi di chiusura degli interruttori.

Naturalmente la discretizzazione dell'onda della tensione raddrizzata potrà essere più o meno grossolana dipendentemente dal numero di fasi di commutazione in ogni singolo quadrante ovvero dal numero di prese intermedie predisposte in fase di progetto.

La Fig. 2 mostra una forma alternativa di realizzazione di un sistema di carica dell'invenzione.

La differenza rispetto alla prima forma base di realizzazione illustrata in Fig. 1 è la presenza di un circuito rilevatore CURRENT SENSOR della corrente di carica che è forzata attraverso la batteria in grado di produrre un segnale di tensione proporzionale alla corrente di carica e di un comparatore a doppia soglia o comparatore a finestra, mediante il quale il segnale di tensione indicativo del valore della corrente di carica durante ogni fase di chiusura di un singolo interruttore viene confrontato con una soglia di

16 NOV. 2001



tensione di riferimento massima Th_{MAX} e con una soglia di riferimento minima Th_{MIN} .

L'attivazione di uno o dell'altro dei due segnali logici L_M e L_m di uscita del comparatore a finestra rappresentando un terzo segnale di condizionamento che viene alimentato al blocco di controllo IGBT CONTROL AND DRIVER.

Secondo questa forma alternativa e preferita del sistema dell'invenzione, è possibile stabilire, fissando i valori di detta soglia massima e detta soglia minima di riferimento, la massima e la minima corrente di carica delle celle della batteria, definendo così un campo di variazione della corrente di carica ottimale per il processo di carica delle soluzioni elettrolitiche fatte fluire attraverso i compartimenti delle celle.

Monitorando la corrente di carica che realmente viene forzata attraverso le celle elementari della batteria comprese tra il morsetto negativo della batteria e la presa intermedia apparentemente connessa al nodo di uscita del raddrizzatore, è possibile confrontare la corrente con il valore di soglia massima e minima prestabiliti generando così un segnale logico di condizionamento al superamento di una o dell'altra di dette soglie prestabilite.

Con l'attivazione di tale terzo segnale di condizionamento, l'algoritmo implementato nel blocco IGBT CONTROL AND DRIVER è tale da aprire l'interruttore che correntemente risulta chiuso e chiudere l'interruttore della presa intermedia adiacente a tensione superiore o a tensione inferiore rispetto alla tensione della presa intermedia interrotta dipendentemente dal fatto che sia stata sorpassata la soglia massima o la soglia minima di corrente di carica

16 NOV. 2001



durante la fase di commutazione appena conclusasi.

Il sistema di carica dell'invenzione può integrarsi nel o con il sistema di invertitore statico di tensione per batterie oggetto della precedente domanda di brevetto italiano No. VA2001A000022, a nome della stessa Richiedente, condividendo molti elementi costitutivi dei due sistemi, rispettivamente di carica e di erogazione a tensione alternata, realizzando così un completo sistema di immagazzinamento di energia in una batteria redox in grado di sfruttare fonti di tensione alternata di carica e di erogare energia a carichi funzionanti a tensione alternata.

La Fig. 3 mostra uno schema base di principio di un tale sistema unificato.

Gli interruttori di potenza SW1, SW2, ... SW12, sono illustrati in associazione a rispettivi diodi di ricircolazione della corrente durante l'alimentazione elettrica di carichi induttivi, come è comunemente noto ad un tecnico esperto di dispositivi elettronici di potenza.

I due morsetti POWER I/O rappresentano in questo caso nodi di ingresso durante fasi di carica della batteria redox e nodi di uscita durante le fasi di erogazione di energia elettrica a carichi elettrici collegabili ai morsetti.

Come ampiamente descritto nella summenzionata precedente domanda di brevetto, il ponte di uscita, costituito da quattro interruttori di potenza SW13, SW14, SW15 propriamente pilotato dalla circuiteria di controllo e pilotaggio CONTROL AND DRIVERS, funge di selettore di percorso elettrico, invertendo i percorsi di corrente di uscita (cioè il segno) ad ogni semiperiodo della sinusoide della tensione alternata di erogazione al carico o ai carichi elettrici. Lo stesso ponte, funzionalmente configurato dalla

1 6 NOV. 2001



circuiteria di controllo costituisce durante una fase di carica della batteria un raddrizzatore ad onda piena, replicando così, durante la fase di carica, lo schema funzionale di carica batteria della Fig. 1, come sopra descritto.

Lo schieramento di interruttori di potenza di “discretizzazione” della forma d’onda SW1, SW2, ... SW12 è unico evitando una costosa duplicazione degli stessi.

Durante la fase di scarica, lo schieramento di interruttori di potenza commutano sequenzialmente e ciclicamente in modo continuo ciascuno per un intervallo di tempo corrispondente ad una frazione di durata appropriatamente stabilita dal programma di controllo, di un quarto del periodo della tensione alternata alla quale si vuole alimentare il carico elettrico così da ricostruire una successione di semionde la cui polarità è invertita in modo perfettamente sincrono ad ogni semiperiodo dal punto di uscita.

Naturalmente, nel caso di un sistema “unificato” di carica e scarica della Fig. 3, può essere preferibile una distribuzione per intervalli uniformi delle prese alle diverse tensioni intermedie, la costruzione di un’onda sinusoidale potendo essere attuata programmando durate temporali diverse delle varie fasi di commutazione sequenziale degli interruttori di potenza durante ogni quarto di periodo, secondo tecniche di discretizzazione della forma d’onda desiderata e la scrittura dei dati relativi a ciascuna fase in una memoria non volatile a sola lettura e leggibili in sequenza per comandare le commutazioni degli interruttori di potenza.

Una più estesa e dettagliata descrizione del peculiare invertitore così realizzato senza impiegare alcun induttore o trasformatore, nonché alternative

16 NOV. 2001



forme di implementazione circuitale sono illustrate e descritte nella succitata precedente domanda di brevetto italiano.

La capacità di un sistema dell'invenzione unificato nelle sue funzioni di accumulo e di erogazione di energia basato sull'uso di una batteria redox, offre insospettite ed ineguagliabili prestazioni in molteplici applicazioni pratiche.

Una prima e importantissima area di applicazione di un sistema unificato di immagazzinamento ed erogazione di energia impiegante una batteria redox è quella delle turbine a vento impiegate per sfruttare l'energia eolica.

L'impiego di un alternatore mosso dall'elica a vento anziché di una più costosa dinamo produce una tensione alternata la cui frequenza varia al variare della velocità di rotazione dell'elica a vento ed è quindi eminentemente incostante.

Come sopra descritto il sistema di carica batteria dell'invenzione ha come caratteristica principale un'autoadattabilità a variazioni della frequenza della tensione raddrizzata di ingresso assicurando condizioni ottimali di sfruttamento dell'energia eolica.

Osservando la Fig. 4, la parte a sinistra della batteria 1 riproduce essenzialmente lo schema funzionale del carica batteria della Fig. 2.

A destra della batteria 1 è schematizzato il circuito di ricostruzione di una forma d'onda sinusoidale di uscita ad una frequenza prestabilita, accoppiato tramite un secondo schieramento di prese di tensione alla batteria, riproducendo l'invertitore privo di induttore o trasformatore di detta precedente domanda di brevetto italiano No. VA2001A000022.

16 NOV. 2001



In Fig. 5 è schematicamente illustrato un impianto di autogenerazione elettrica a motore.

Come si può facilmente osservare, lo schema di conversione dell'energia elettrica attraverso un sistema di carica batteria redox e di erogazione a tensione alternata dell'invenzione può essere sotto molti aspetti del tutto simile a quello della Fig. 4.

In un'applicazione di questo tipo così come in molte altre applicazioni dove la funzione primaria debba essere la trasformazione delle caratteristiche elettriche piuttosto che una funzione di buffer (UPS) cioè di accumulo, la capacità di accumulo della batteria redox può anche non essere necessariamente sfruttata, essendo sufficiente una modesta quantità di soluzioni elettrolitiche da far circolare nei rispettivi compartimenti delle celle che compongono la batteria.

Alternativamente, dove ciò sia desiderabile, è perfettamente sfruttabile anche la capacità di accumulo, ad esempio per sopperire a periodi di fuori servizio del motore, nel qual caso i serbatoi delle soluzioni elettrolitiche saranno opportunamente dimensionati per garantire una funzione di UPS per un periodo di tempo desiderato.

A differenza di sistemi di ottimizzazione basati sull'uso di batterie di accumulo con funzione di UPS impiegante un convertitore DC-DC e un invertitore al quale il motore fornisce un'autonomia praticamente illimitata, il sistema dell'invenzione oltre a convertire la frequenza anche mutevole della tensione alternata generata dall'alternatore dipendentemente dal regime di rotazione del motore in una frequenza fissa prestabilita, consente un semplicissimo quanto efficace controllo del regime di marcia del motore in

16 NOV. 2001



funzione dell'assorbimento di energia da parte del carico elettrico.

Anziché impiegare un segnale rappresentativo della corrente assorbita dal carico per intervenire sul regime di marcia del motore, può essere più vantaggiosamente usato un rilevatore di stato di carica della soluzione elettrolitica dell'una o di entrambe SOC DETECTOR, in grado di generare un segnale elettrico di ampiezza proporzionale allo stato di carica dell'elettrolita o degli elettroliti. In funzione di tale segnale il regime di rotazione del motore può essere incrementato o decrementato in modo da mantenere lo stato di carica della batteria al livello desiderato. Il sensore dello stato di carica della batteria può essere ad esempio un misuratore del potenziale Redox della soluzione elettrolitica.

Naturalmente ogni altro parametro correlabile allo stato di carica della batteria può essere monitorato e il relativo segnale elettrico essere utilizzato per regolare il regime di marcia del motore.

Monitorando lo stato di carica della batteria piuttosto che la corrente erogata, si può realizzare un controllo del regime di marcia del motore con rampe di variazione più lente ed evitare così repentini cambi di regime, avvantaggiandosi dell'effetto di smorzamento e di ritardo che repentini cambiamenti di assorbimento da parte del carico elettrico della batteria producono a livello di stato di carica della stessa.

In pratica la batteria fornisce già una funzione integratrice che dovrebbe invece essere attuata per mezzo di appositi circuiti integratori nel caso fosse impiegato un segnale di corrente di assorbimento.

L'utilità di un sistema dell'invenzione può anche essere quella di controllare di un motore elettrico, lo schema di principio del quale è mostrato

16 NOV. 2001



in Fig. 6.

Il sistema di carica batteria redox 1 osservabile a sinistra della batteria assorbe energia dalla rete, ovviamente a tensione e frequenza sostanzialmente fisse.

L'onda sinusoidale raddrizzata è monitorata dai blocchi di rilevazione della tensione nulla ZERO CROSS CROSSING DETECTOR e della tensione di picco PEAK DETECTOR, sincronizzando la commutazione sequenziale e ciclica, continua e senza sovrapposizioni, di un interruttore alla volta degli interruttori connessi alle diverse prese intermedie della batteria, secondo lo schema funzionale della Fig. 1.

Accoppiato all'altro schieramento di prese di tensione intermedie della batteria 1 è raffigurato il sistema invertitore descritto nella succitata precedente domanda di brevetto italiano, in grado di ricostruire una tensione sinusoidale di uscita di frequenza impostabile tramite un il comando REF fornito alla circuiteria di controllo della commutazione sequenziale e ciclica degli interruttori di potenza di erogazione di corrente alternata agli avvolgimenti del motore.

Un sistema dell'invenzione del tipo descritto in relazione al controllore di motore della Fig. 6, può rivelarsi estremamente conveniente anche nel caso di impianti di generazione elettrica a turbina comunemente eroganti una tensione di frequenza di una o più migliaia di Hz per trasformarla in una tensione alternata alla frequenza di rete, ad esempio a 50-Hz. Lo schema relativo a questa applicazione è mostrato in Fig. 7.

Come illustrato, il sistema può anche contemplare un anello di regolazione del regime di rotazione della turbina, impiegando preferibilmente

16 NOV. 2001



un segnale rappresentativo dello stato di carica degli elettroliti, come nel caso del generatore a motore della Fig. 5.

Come si può osservare, le applicazioni descritte in relazione alle Figg. 4, 5, 6, e 7, possono considerarsi, *mutatis mutandis*, basate sull'impiego di un sistema dell'invenzione con funzione di "trasformatore di frequenza", anche prescindendo dalla capacità di accumulo (funzione UPS) della batteria redox.

Il sistema dell'invenzione basato sull'impiego di una batteria redox, oltre al vantaggio di non richiedere l'impiego di assai più costosi e poco efficienti carica batteria e invertitori, in virtù del fatto di non impiegare induttori e/o trasformatori, assicura un elevatissimo fattore di potenza eliminando in pratica ogni sfasamento tra tensione e corrente e un bassissimo livello di armoniche praticamente in ogni condizione di carico. Anche il rumore di commutazione può essere agevolmente attenuato impiegando filtri di facile realizzazione e basso costo.

L'eccezionale versatilità di un sistema dell'invenzione si rivela probabilmente nella sua massima espressione nel caso di un impianto di sfruttamento dell'energia solare mediante pannelli fotovoltaici, collegato alla rete di distribuzione dell'energia elettrica.

Un'installazione di questo tipo è tipicamente intesa come non richiedente alcuna batteria di accumulo di energia (funzione UPS), basandosi sulla trasformazione dell'energia elettrica a tensione continua prodotta dai pannelli fotovoltaici in energia elettrica a tensione alternata alla frequenza di rete per alimentare o contribuire ad alimentare i carichi elettrici ed eventualmente riversare energia in eccesso nella rete, impiegando essenzialmente un invertitore per convertire la tensione continua formata dai

16 NOV. 2001



pannelli in una tensione alternata a frequenza di rete.

I pannelli fotovoltaici sono normalmente prodotti in moduli generalmente compatibili con le tensioni di carica di tradizionali accumulatori al piombo e quindi organizzati in modo da erogare una tensione nominale a certe condizioni di irraggiamento di circa 14-15 Volt.

Gli impianti a pannelli fotovoltaici prevedono quindi, in funzione della potenza nominale richiesta, uno schieramento di più pannelli interconnessi secondo un appropriato schema serie-parallelo.

Inoltre, per ovviare alla mutevolezza di intensità dell'irradiazione solare, sono normalmente previsti interruttori di configurazione che consentono di modificare lo schema serie-parallelo, adattandolo alle condizioni di irraggiamento nel modo opportuno a produrre una tensione di livello adeguato così da consentire lo sfruttamento dell'impianto di captazione anche nel caso di un'irradiazione solare relativamente bassa.

Pertanto questi artifici sono necessari per far funzionare un comune invertitore in condizioni di rendimento accettabile.

Anche l'impiego di un sistema invertitore secondo detta precedente domanda di brevetto italiano No. VA2001A000022, pur consentendo la ricostruzione della forma d'onda sinusoidale della tensione di valore e frequenza di rete senza impiegare un invertitore di tipo tradizionale impiegante un induttore o un trasformatore, non è privo di inefficienze che non consentono di massimizzare lo sfruttamento dell'energia captata dai pannelli.

Impiegando un sistema invertitore secondo detta precedente domanda di brevetto italiano senza utilizzare alcuna batteria di accumulo, trattandosi di

16 NOV 2001



un impianto connesso alla rete, i diversi pannelli connessi in serie elettrica tra loro costituiscono in pratica una batteria di celle o moduli elementari ciascuno con una medesima tensione continua che, in condizioni di irraggiamento stabile e costante può essere considerata anch'essa stabile e costante.

Secondo il sistema inventore della sopra citata domanda di brevetto italiano, ciascun pannello assolve la funzione corrispondente ad un certo numero di celle elementari di una batteria redox tali da fornire la medesima tensione continua del pannello.

La costruzione di un'onda sinusoidale attraverso la commutazione sequenziale ciclica dello schieramento di interruttori di potenza potrà generare una tensione sinusoidale la cui ampiezza non può essere maggiore della tensione continua complessiva presente ai capi della serie di pannelli fotovoltaici.

In altre parole, non utilizzando una batteria redox non è possibile sfruttare la funzione di trasformazione della tensione ottenibile invece nel caso venga introdotta una batteria redox, la cui dimensione, in termini di numero complessivo di celle elementari, può essere stabilita in modo da soddisfare il requisito di ampiezza della tensione sinusoidale di uscita del sistema inventore, indipendentemente dalla massima tensione continua fruibile dallo schieramento di pannelli fotovoltaici, i quali sono in questo caso sfruttati per caricare la batteria redox anziché essere direttamente utilizzati per costruire l'onda sinusoidale di uscita.

Un sistema di produzione di energia elettrica mediante pannelli fotovoltaici connesso alla rete ed impiegante un sistema di carica di una

16 NOV. 2001



batteria redox e del relativo sistema invertitore di costruzione di una tensione sinusoidale di uscita di ampiezza e frequenza adatte ad essere direttamente immesse nella rete, risulta straordinariamente efficiente consentendo, anche prescindendo da una sostanziale capacità di accumulo della batteria redox (funzione UPS) uno sfruttamento completo dell'energia captata dai pannelli fotovoltaici che risulta sempre e costantemente assorbita dalla batteria e quindi fruibile, sottoforma di una tensione alternata alla frequenza di rete.

La Fig. 8 mostra una forma preferita di realizzazione di un impianto di generazione elettrica da pannelli fotovoltaici realizzato secondo la presente invenzione.

Nell'esempio illustrato lo schieramento di pannelli fotovoltaici FC è composto da sei pannelli collegati elettricamente in serie tra loro e ciascun nodo di interconnessione a partire da quello di un primo pannello della serie il cui morsetto negativo è collegato al morsetto negativo della batteria 1 (e nodo comune del circuito), è collegato ad una rispettiva presa a tensione intermedia della batteria tale che in condizioni di piena carica, la tensione della presa intermedia della batteria corrisponda pressoché alla tensione prodotta dal pannello, in condizioni del minimo livello di irraggiamento solare sfruttabile dall'impianto.

In pratica, nel caso specifico di una sorgente elettrica a tensione continua quali i pannelli fotovoltaici, il sistema di carica batteria è semplificabile e realizzabile per collegamento diretto di tutti i pannelli a rispettive prese a tensione intermedia della batteria di livello di tensione commensurati e tali da consentire la carica della batteria dalla condizione di massimo irraggiamento a condizioni di minimo irraggiamento, restando

16 NOV. 2001

all'interno del campo utile di variazione della corrente di carica delle celle della batteria che saranno dimensionate, in termini di area di cella, in modo da soddisfare quest'ultimo requisito anche alle condizioni di massimo irraggiamento.

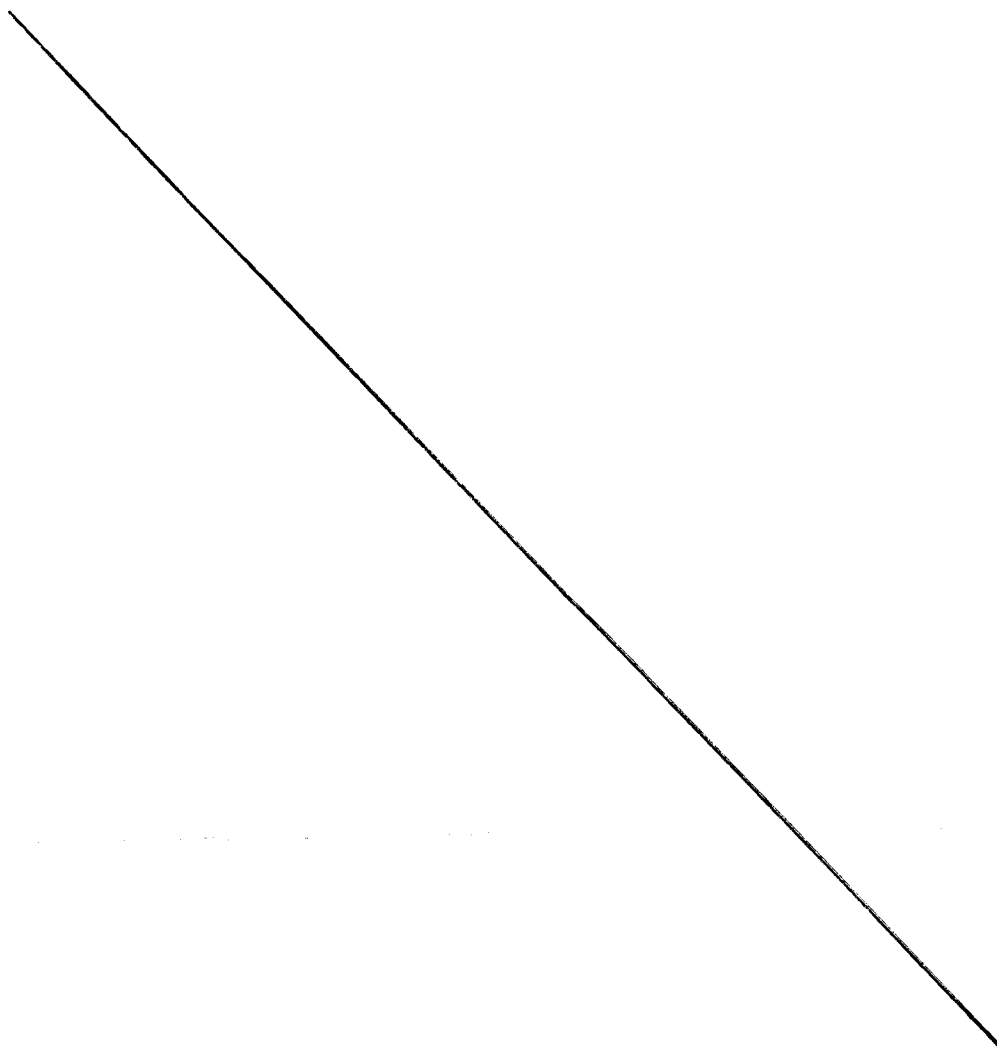
Come si può osservare in figura, la batteria 1, indipendentemente dal numero di pannelli fotovoltaici che può essere anche relativamente ridotto in considerazione della potenza erogabile da ciascun pannello e della potenza massima richiesta dal carico (ovvero del rapporto tra la potenza disponibile in ingresso e la potenza massima di erogazione) come nel caso illustrato e delle rispettive prese a tensione intermedia di carica, la batteria 1 ha un numero complessivo di celle sufficiente ad assicurare la disponibilità di una tensione ai morsetti terminali della batteria sostanzialmente uguale alla tensione di picco dell'onda sinusoidale da erogare alle condizioni di carica minima della batteria.

Lo schieramento di interruttori di potenza $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{12}$, ciascuno connesso ad una rispettiva presa a tensione intermedia, per un primo numero direttamente dei pannelli fotovoltaici e per il numero restante della batteria 1 e al suo morsetto positivo, servono a costruire l'onda sinusoidale di uscita implementando il sistema invertitore privo di induttore o trasformatore della predetta domanda di brevetto italiano.

Il morsetto positivo di ciascun pannello fotovoltaico dello schieramento di pannelli collegati in serie elettrica tra loro, risulta collegato sia ad una rispettiva presa a tensione intermedia della batteria redox 1 sia, attraverso un rispettivo interruttore di potenza, all'uscita dell'invertitore di costruzione dell'onda sinusoidale di uscita.

La batteria redox può essere considerata un elemento buffer di accumulo dell'energia captata dai pannelli fotovoltaici che restituisce durante la costruzione dell'onda sinusoidale di uscita.

Una parte dell'onda sinusoidale di uscita è costruita traendo la richiesta potenza direttamente dai pannelli fotovoltaici che comunque continuano a riversare nella batteria redox tutta la potenza in eccesso a quella realmente assorbita dal carico elettrico dell'invertitore, per costruire l'onda sinusoidale di uscita.



10 NOV. 2001



RIVENDICAZIONI

1. Metodo per accumulare immagazzinare energia elettrica da una sorgente a tensione alternata di una certa frequenza di valore non preordinato o anche mutevole in una o più batterie redox composte da una pluralità di celle elementari elettricamente in serie tra loro ed aventi una certa tensione di cella, caratterizzato dal fatto che comprende:

raddrizzare la semionda negativa di detta tensione alternata mediante un raddrizzatore;

stabilire un numero N di prese di tensione lungo detta serie di celle elementari di batteria redox;

provvedere un numero N di interruttori di potenza ciascuno collegante una rispettiva presa intermedia rispettivamente il terminale positivo della serie elettrica di celle elementari al nodo di uscita di detto diodo raddrizzatore;

collegare il terminale negativo di detta serie elettrica di celle elementari ad un nodo a potenziale comune del circuito;

rilevare lo zero di tensione della tensione raddrizzata producendo un primo segnale di condizionamento e di reset di un secondo segnale di condizionamento;

rilevare il punto di massimo della tensione raddrizzata generando detto secondo segnale di condizionamento e di reset disattivando detto primo segnale di condizionamento;

chiudere sequenzialmente e ciclicamente in modo continuo per un certo intervallo di tempo e senza sovrapposizione un interruttore alla volta detti N interruttori a partire dall'istante di rilevazione dello zero di tensione

dell'onda raddrizzata stabilito dall'attivazione di detto primo segnale di condizionamento fino a detto interruttore collegante il terminale positivo di detta serie, invertendo il senso di scansione al rilevamento del punto di massimo della tensione raddrizzata, stabilito dall'attivazione di detto secondo segnale di condizionamento.

2. Il metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il numero di celle elementari comprese tra una certa presa di tensione intermedia e un'altra presa di tensione intermedia o un terminale ad essa adiacente di detta serie di celle elementari corrisponde ad un valore di tensione equivalente a quello di un rispettivo intervallo di fase di un numero N di fasi di discretizzazione della forma d'onda di detta tensione alternata in un quadrante e detti intervalli di tempo di chiusura di detti interruttori sono sostanzialmente di medesima durata.

3. Il metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che comprende

monitorare la corrente di carica attraversante le celle elementari di detta batteria comprese tra il terminale negativo della stessa e la presa intermedia connessa al nodo di uscita di detto raddrizzatore;

confrontare detta corrente di carica con un valore di soglia massima prestabilito e con un valore di soglia minima, generando un terzo segnale di condizionamento al superamento di una o l'altra di dette soglie;

aprire, all'attivazione di detto terzo segnale di condizionamento, l'interruttore correntemente chiuso e chiudere l'interruttore della presa intermedia adiacente a tensione superiore o a tensione inferiore rispetto alla tensione della presa intermedia interrotta dipendentemente dal fatto che sia

stata sorpassata detta soglia massima o detta soglia minima di corrente durante la fase di commutazione appena terminata.

4. Il metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta condizione di non sovrapposizione della fase di chiusura di un interruttore con quella di un altro interruttore è assicurata da mezzi circuitali logici.

5. Il metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta condizione di non sovrapposizione della fase di chiusura di un interruttore con quella di un altro interruttore è assicurata stabilendo un intervallo temporale di guardia tra lo spegnimento di un interruttore e l'accensione di un altro interruttore.

6. Sistema elettrochimico di accumulazione di energia elettrica da una sorgente a tensione alternata di una certa frequenza di valore non preordinato o anche mutevole in una o più batterie redox composte da una pluralità di celle elementari elettricamente in serie tra loro ed aventi una certa tensione di cella, comprendente

almeno un raddrizzatore ad onda piena accoppiato a detta sorgente;

almeno una batteria redox composta da una pluralità di celle elementari aventi una certa tensione di cella elettricamente in serie tra loro ed avente un primo schieramento di un numero N di prese di tensione lungo detta serie di celle elementari;

un numero N di primi interruttori di potenza ciascuno collegante una rispettiva presa intermedia di detto primo schieramento e rispettivamente il terminale positivo della serie elettrica di celle elementari al nodo di uscita di detto raddrizzatore;

10 NOV. 2001

il terminale negativo di detta serie elettrica di celle elementari
essendo collegato ad un nodo a potenziale comune;

mezzi di rilevazione dello zero della tensione raddrizzata
 producenti un primo segnale di condizionamento e di reset;

mezzi di rilevazione del punto di massimo della tensione raddrizzata generanti un secondo segnale di condizionamento e di reset disattivando detto primo segnale di condizionamento;

mezzi commutanti sequenzialmente e ciclicamente in modo continuo e senza sovrapposizioni, per un certo intervallo di tempo, un interruttore alla volta detti N interruttori a partire dall'istante di rilevazione dello zero di tensione dell'onda raddrizzata stabilito dall'attivazione di detto primo segnale di condizionamento fino a detto interruttore collegante il terminale positivo di detta serie, invertendo il senso di scansione al rilevamento del punto di massimo della tensione stabilito dall'attivazione di detto secondo segnale di condizionamento.

7. Il sistema elettrochimico di accumulo della rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che

il numero di celle elementari comprese tra una certa presa di tensione intermedia e un'altra presa di tensione intermedia o un terminale ad essa adiacente di detta serie di celle elementari corrisponde ad un valore di tensione equivalente a quello di un rispettivo intervallo di fase di un numero N di fasi di discretizzazione della forma d'onda di detta tensione alternata in un quadrante e detti intervalli di tempo di chiusura di detti interruttori sono sostanzialmente di medesima durata.

8. Sistema elettrochimico di accumulo della rivendicazione 6,

16 NOV. 2001

erogabile ad un carico elettrico ad una tensione alternata di qualsivoglia frequenza comprendente

almeno un raddrizzatore ad onda piena accoppiato a detta sorgente;

almeno una batteria redox composta da una pluralità di celle elementari aventi una certa tensione di cella elettricamente in serie tra loro ed avente un primo schieramento di un numero N di prese di tensione lungo detta serie di celle elementari;

un numero N di primi interruttori di potenza ciascuno collegante una rispettiva presa intermedia di detto primo schieramento e rispettivamente il morsetto positivo della serie elettrica di celle elementari al nodo di uscita di detto raddrizzatore;

il terminale negativo di detta serie elettrica di celle elementari essendo collegato ad un nodo a potenziale comune;

mezzi di rilevazione dello zero della tensione raddrizzata produttori un primo segnale di condizionamento e di reset;

mezzi di rilevazione del punto di massimo della tensione raddrizzata generanti un secondo segnale di condizionamento e di reset disattivando detto primo segnale di condizionamento;

mezzi commutanti sequenzialmente e ciclicamente in modo continuo e senza sovrapposizioni, per un certo intervallo di tempo, un interruttore alla volta detti N interruttori a partire dall'istante di rilevazione dello zero di tensione dell'onda raddrizzata stabilito dall'attivazione di detto primo segnale di condizionamento fino a detto interruttore collegante il terminale positivo di detta serie, invertendo il senso di scansione al rilevamento del punto di massimo della tensione stabilito dall'attivazione di

16 NOV. 2001



detto secondo segnale di condizionamento;

un secondo schieramento di un numero M di prese di tensione lungo detta serie di celle elementari tali che il numero di celle elementari comprese tra una certa presa di tensione intermedia e un'altra presa intermedia o un terminale ad essa adiacente di detta serie di celle elementari corrisponda ad un valore di tensione rappresentato dal valore massimo di tensione in un rispettivo intervallo di fase di un numero M di fasi di discretizzazione di una forma d'onda di tensione alternata di erogazione di energia in un quadrante;

un numero M di secondi interruttori di potenza ciascuno collegante una rispettiva presa intermedia ed un primo terminale di detta serie elettrica di celle elementari ad un nodo comune di una prima polarità di un circuito di erogazione;

uno stadio a ponte, invertitore di percorso di corrente, composto da almeno quattro interruttori di potenza, avente una prima coppia di nodi accoppiati rispettivamente a detto nodo circuitale comune di detta prima polarità e all'altro terminale di detta serie elettrica di celle elementari di polarità opposta a detta prima polarità e una seconda coppia di nodi costituenti un'uscita di potenza a tensione alternata;

mezzi atti a commutare sequenzialmente e ciclicamente in modo continuo un interruttore alla volta di detti M secondi interruttori, ciascuno per un intervallo di tempo corrispondente a $1/(4M)$ il periodo di detta tensione alternata di uscita e a commutare per coppie detti quattro interruttori di detto stadio a ponte allo scadere di ciascun semiperiodo di detta tensione alternata di uscita.

12. Il sistema elettrochimico della rivendicazione A1, in cui le N prese di tensione di detto primo schieramento e le M prese di tensione di detto secondo schieramento coincidono.

13. Il sistema elettrochimico della rivendicazione A2, in cui dette prese di tensione sono disposte ad intervalli regolari di un certo numero di celle elementari in serie.

14. Il sistema elettrochimico della rivendicazione A3, caratterizzato dal fatto che comprende

mezzi monitoranti la corrente di carica attraversante le celle elementari di detta batteria comprese tra il terminale negativo della stessa e la presa intermedia connessa al nodo di uscita di detto raddrizzatore;

mezzi comparatori confrontanti detta corrente di carica con un valore di soglia massima prestabilito e con un valore di soglia minima, e generanti un terzo segnale di condizionamento al superamento di una o l'altra di dette soglie;

mezzi aprenti, all'attivazione di detto terzo segnale di condizionamento, l'interruttore correntemente chiuso e chiudenti l'interruttore della presa intermedia adiacente a tensione superiore o a tensione inferiore rispetto alla tensione della presa intermedia interrotta dipendentemente dal fatto che sia stata sorpassata detta soglia massima o detta soglia minima di corrente durante la fase di commutazione appena terminata.

15. Impianto eolico di generazione elettrica comprendente almeno un'elica a vento azionante un alternatore elettrico generante una tensione alternata di ampiezza e frequenza mutevoli, caratterizzato dal fatto che

comprende un sistema elettrochimico di trasformazione dell'energia elettrica prodotta da detto alternatore in energia elettrica a tensione alternata di ampiezza e frequenza prestabilite e costanti della rivendicazione 11.

16. Impianto di generazione elettrica comprendente almeno un motore a combustione interna azionante un alternatore elettrico generante una tensione alternata di ampiezza e frequenza mutevoli, caratterizzato dal fatto che comprende un sistema elettrochimico di trasformazione dell'energia elettrica prodotta da detto alternatore in energia elettrica a tensione alternata di ampiezza e frequenza prestabilite e costanti della rivendicazione 11.

17. Impianto di generazione elettrica a motore della rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che comprende almeno un rilevatore dello stato di carica di almeno una soluzione elettrolitica della batteria redox e mezzi variatori del regime di marcia del motore in funzione di un segnale prodotto da detto rilevatore.

18. Impianto di generazione elettrica a turbina comprendente almeno una turbina azionante un alternatore elettrico generante una tensione alternata di ampiezza e frequenza mutevoli, caratterizzato dal fatto che comprende un sistema elettrochimico di trasformazione dell'energia elettrica prodotta da detto alternatore in energia elettrica a tensione alternata di ampiezza e frequenza prestabilite e costanti della rivendicazione 11.

19. Impianto di generazione elettrica a turbina della rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto che comprende almeno un rilevatore dello stato di carica di almeno una soluzione elettrolitica della batteria redox e mezzi variatori del regime di rotazione della turbina in funzione di un segnale prodotto da detto rilevatore.

16 NOV. 2001

20. Controllore per motore elettrico alimentato dalla rete comprendente mezzi per regolare il regime di marcia del motore variando la frequenza della tensione alternata applicata al motore, caratterizzato dal fatto che comprende un sistema elettrochimico della rivendicazione 11 di trasformazione dell'energia elettrica a tensione e frequenza di rete in energia elettrica erogata al motore ad una tensione alternata di ampiezza e frequenza impostabili attraverso un comando di regolazione del regime di marcia del motore applicato ad un ingresso della circuiteria di controllo e pilotaggio di detto secondo schieramento di interruttori di potenza.

21. Impianto di generazione elettrica solare comprendente una pluralità di pannelli fotovoltaici elettricamente connessi in serie tra loro e almeno un invertitore trasformante l'energia elettrica a tensione continua generata dai pannelli in energia elettrica a tensione e frequenza di rete, caratterizzato dal fatto che detto invertitore comprende

almeno una batteria redox composta da una pluralità di celle elementari aventi una certa tensione di cella elettricamente in serie tra loro ed avente un numero N di prese a tensioni intermedie distribuite lungo detta serie di celle elementari che compongono la batteria;

un numero N di interruttori di potenza ciascuno collegante una rispettiva presa a tensione intermedia di detto schieramento e rispettivamente il morsetto positivo della batteria ad un primo ingresso di un ponte invertitore di percorso di corrente di uscita composto da quattro interruttori comandati per coppie avente un secondo ingresso collegato al morsetto negativo della batteria e al morsetto negativo di un primo pannello fotovoltaico di detta pluralità di pannelli connessi in serie;

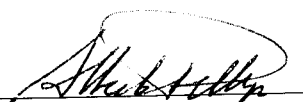
18 NOV. 2001

il morsetto positivo di ciascuno di detti pannelli fotovoltaici essendo collegato ad una rispettiva presa di detto schieramento di prese della batteria ad una tensione inferiore della tensione continua generata sul relativo morsetto positivo del pannello di detta serie, riferita al potenziale di detti morsetti negativi della batteria e del primo pannello fotovoltaico della serie;

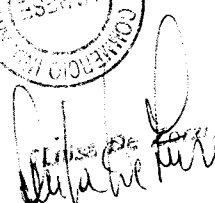
mezzi atti a commutare sequenzialmente e ciclicamente in modo continuo un interruttore alla volta detti N interruttori, ciascuno per un intervallo di tempo corrispondente a $1/(4N)$ il periodo di detta tensione alternata di uscita e a commutare per coppie gli interruttori di detto stadio a ponte allo scadere di ciascun semiperiodo di detta tensione alternata di uscita.

p.p. CHEMIECO s.r.l.

Il Mandatario


Alberto PELLEGRÌ
N° Iscr. Albo 114 BM





(Società Italiana Brevetti S.p.A.)

VA/000405/IN

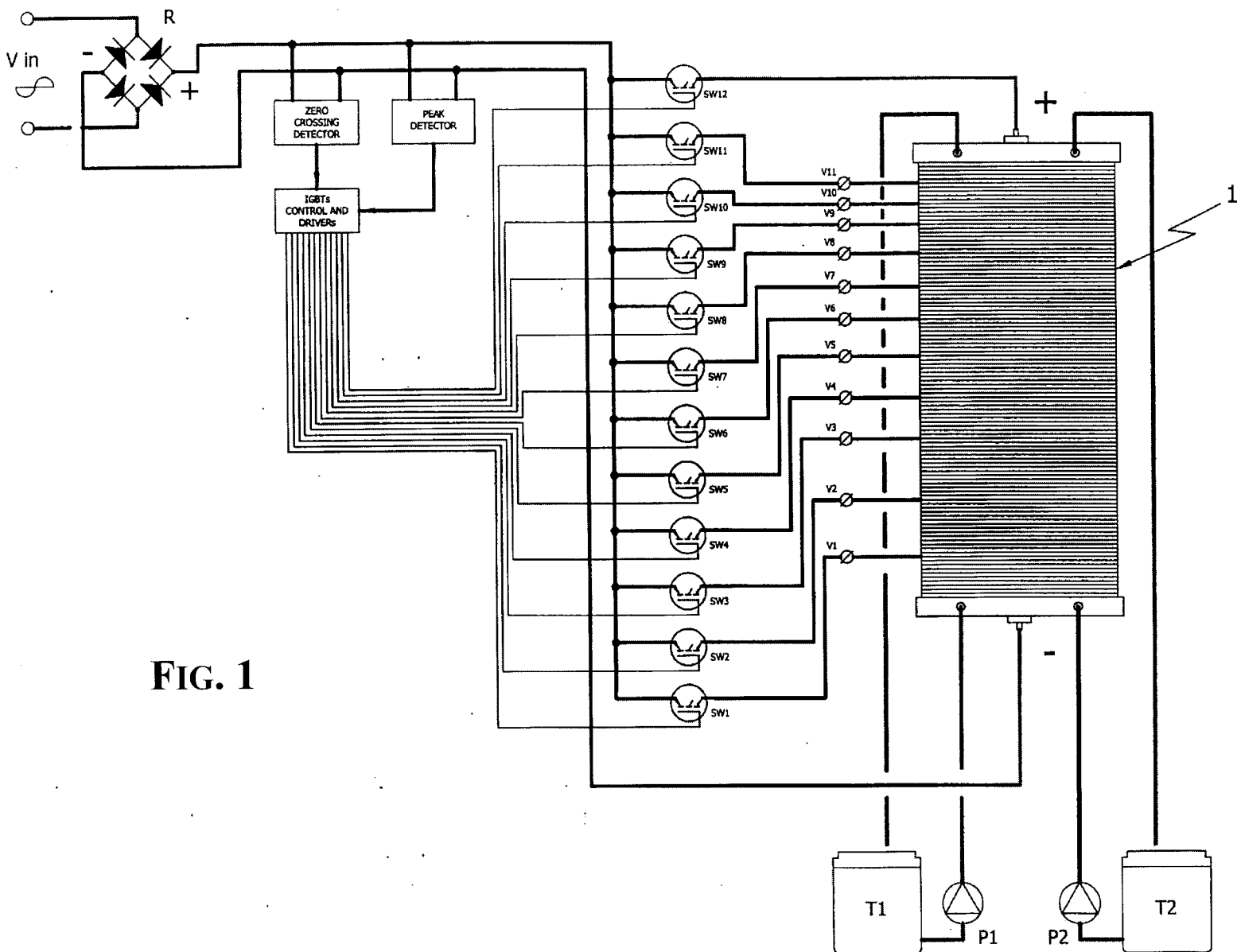
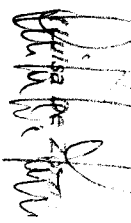


FIG. 1



 ALBERTO PELLEGRINI

Alberto PELLEGRINI

 N° Iscr. Albo 114 BM

16 NOV. 2001

1/8

VA/ 2001/1/ 2001



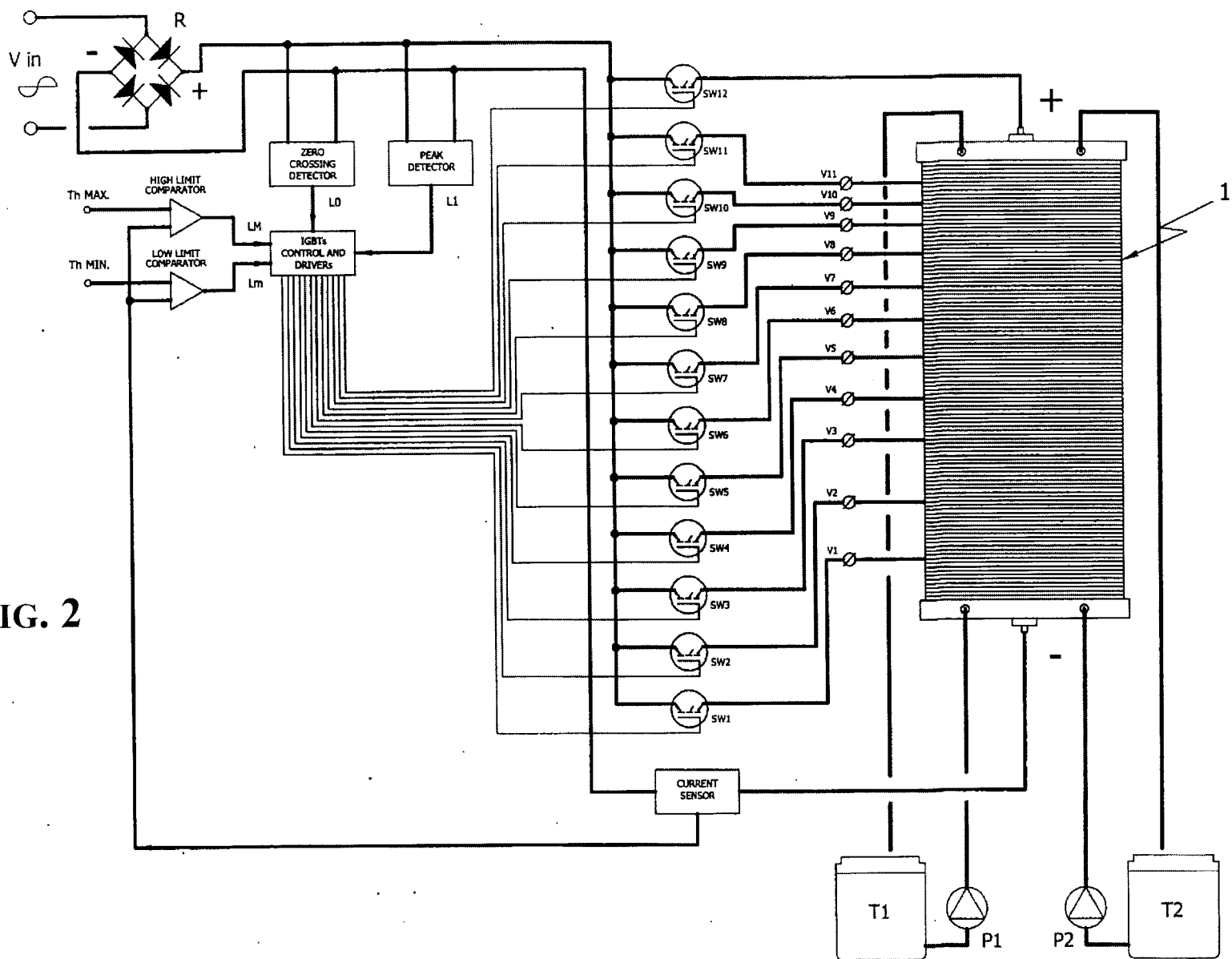


FIG. 2

15 NOV. 2001



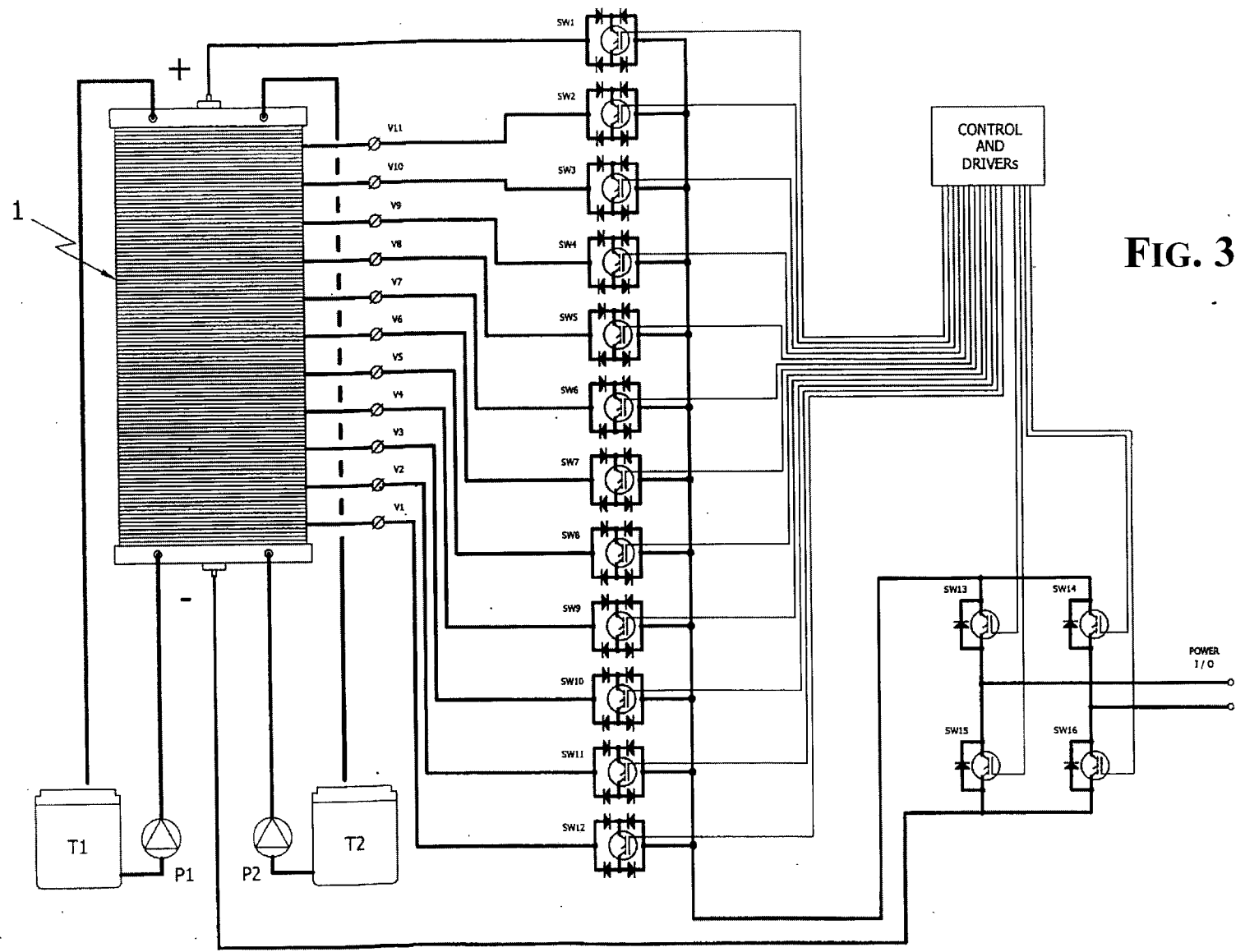
2/8 V.A. 1/1 - U 4 1

Alberto PELLEGRINI
N° Iscr. Albo 114 BM

16 NOV. 2001



FIG. 3



Alberto Pellecchi

Alberto PELLECCORI
N° Iscr. Albo 114 BM

UFFICIO
INTELLIGENZA
DIPARTIMENTO
DIFESA
VARESE

4/8

VA/2001/A 00 4 1

16 NOV. 2001

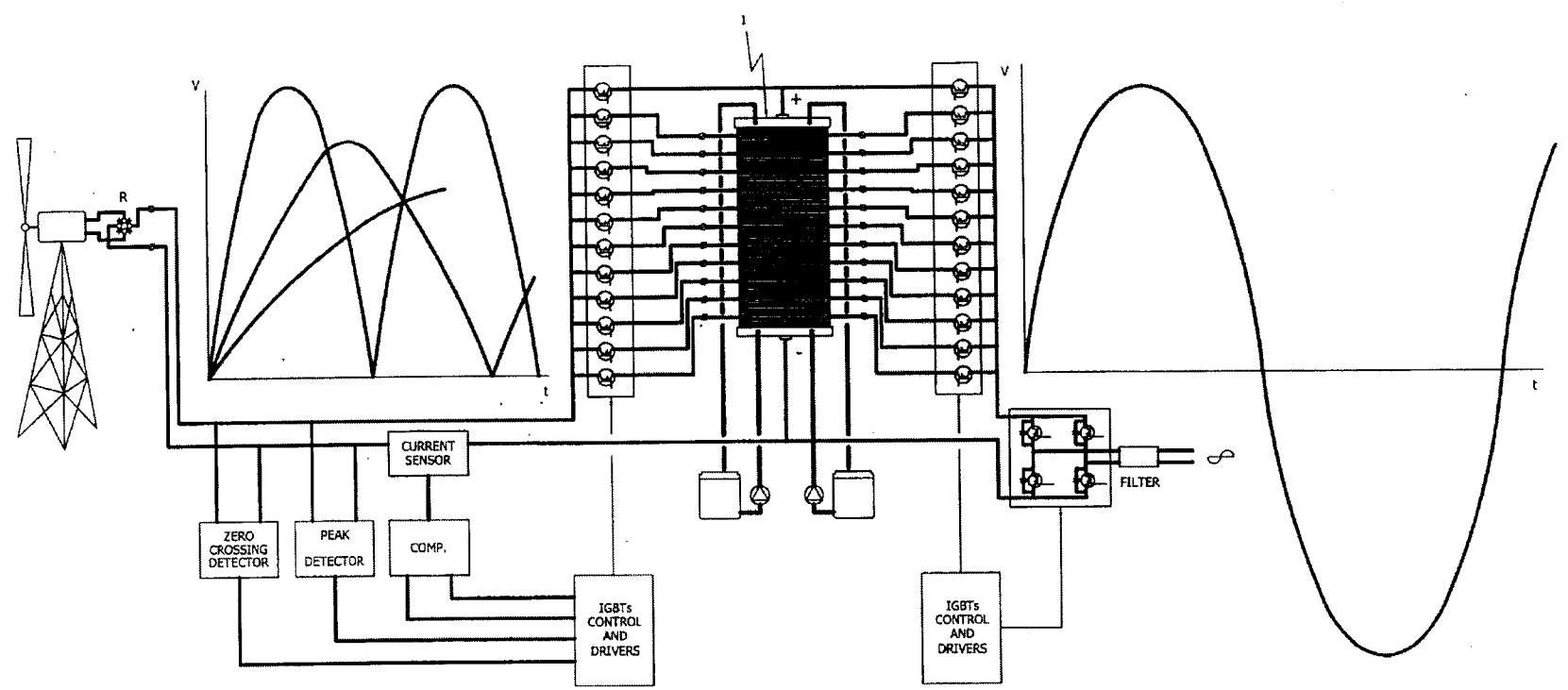
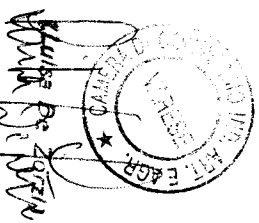
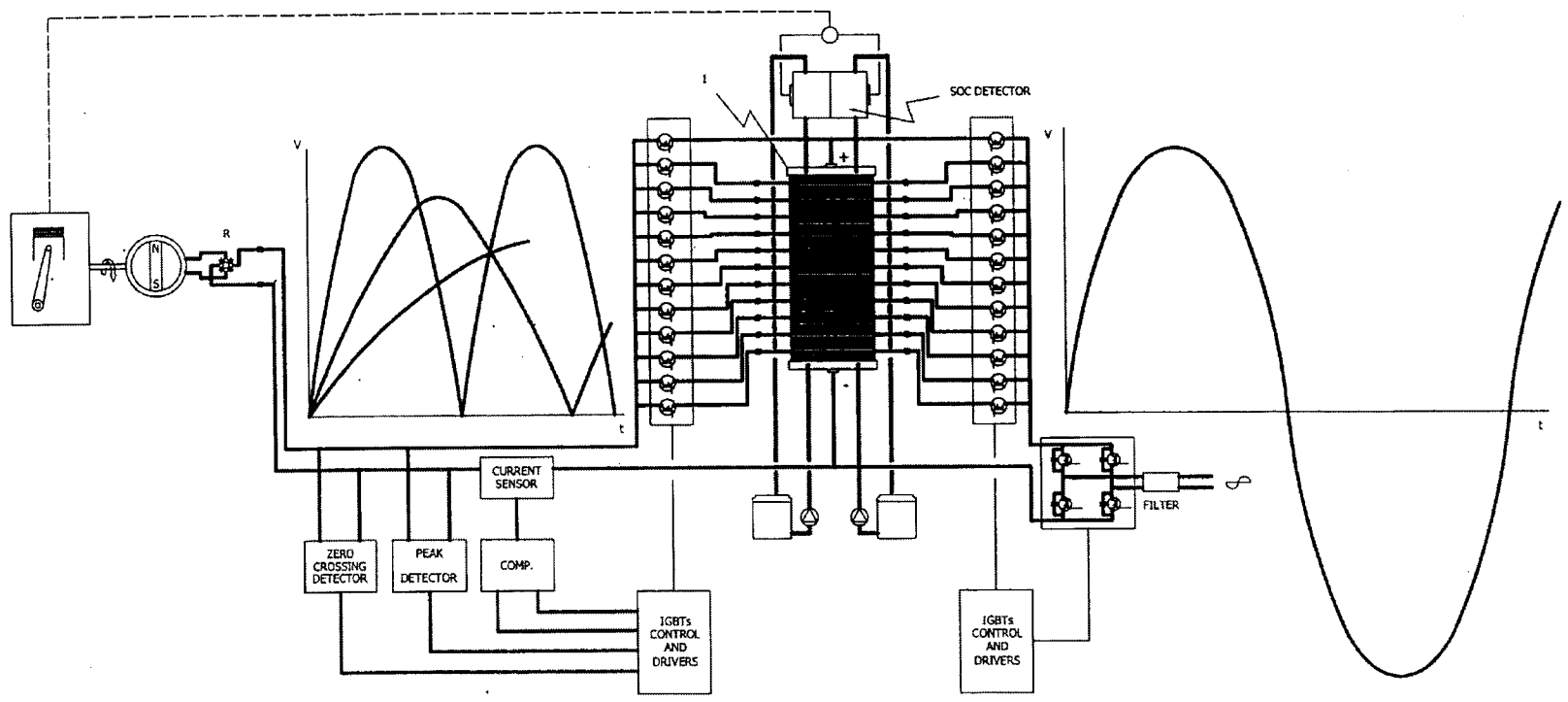


FIG. 4



Alberto PELLEORI
N° Iscr. Albo 114 BM

71A-331A 0041



Alberto PELLEGRINI
N° Iscr. Albo 114 BM

UFFICIO
 DI GIURIA
 VARESE
 Marchi

6/8

VA/2001/A/0041

16 NOV. 2001

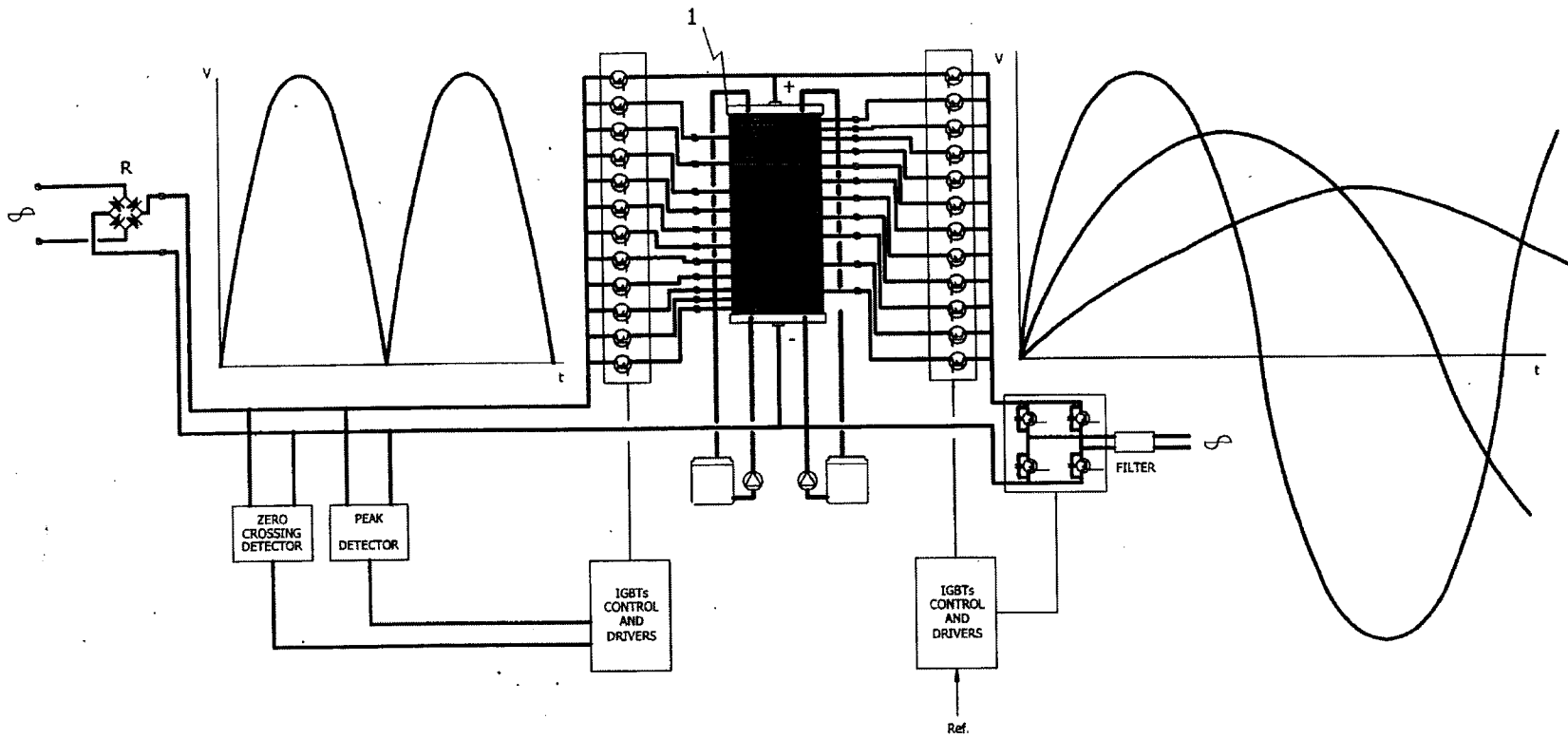


FIG. 6

Alberto Pellegrini
 VARESE

Alberto PELLEGRINI
 N° Iscr. Albo 114 BM

UFFICIO
TECNICA
VARESE

7/8 VA/2001/AM 0041

10 NOV 2001

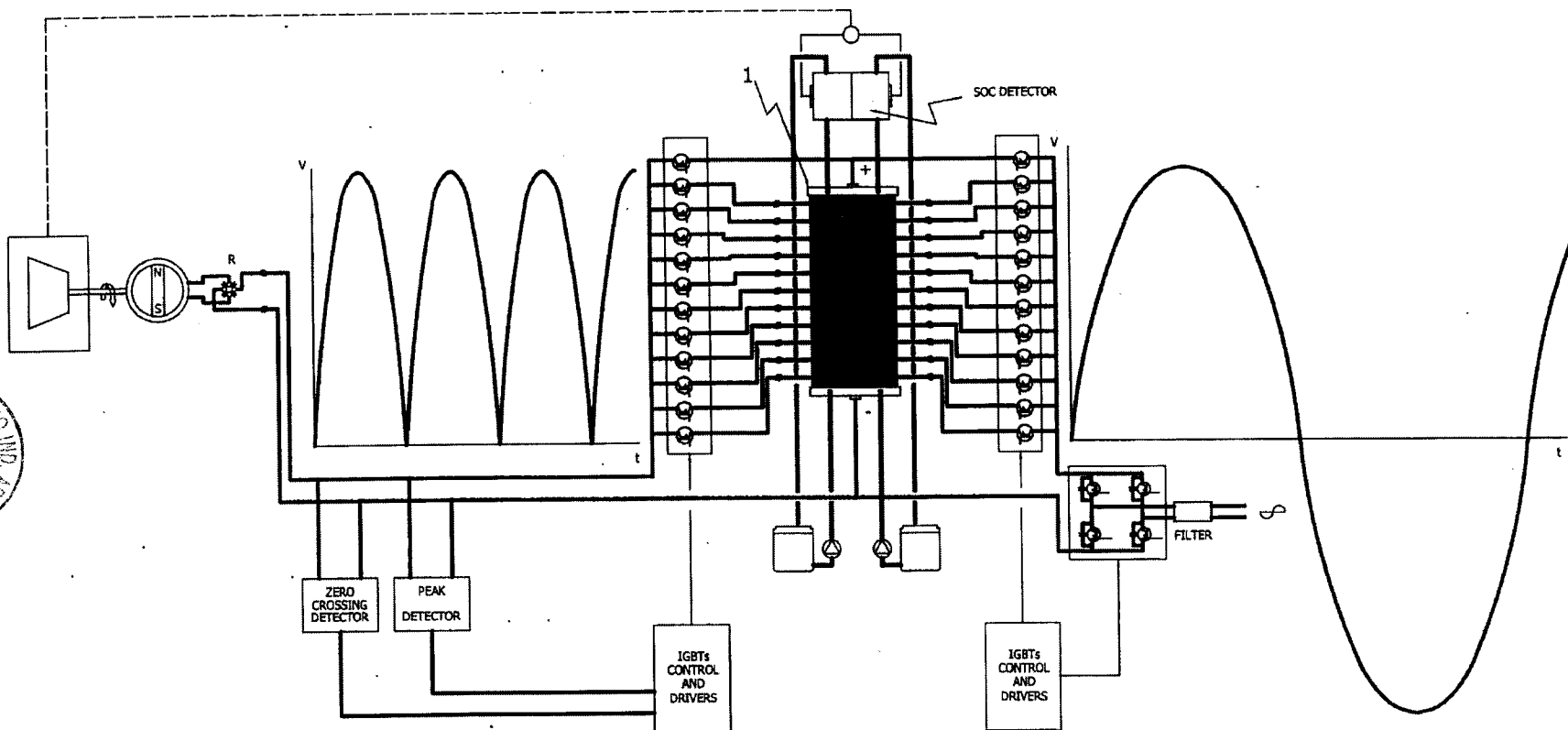


FIG. 7

Stampa del
Ufficio
Tecnica
Varese

Alberto PELLEGRI
N° Iscr. Albo 114 BM

VARESE

16 NOV. 2001

16 NOV. 2001

8/8 VA/2001/A/0041

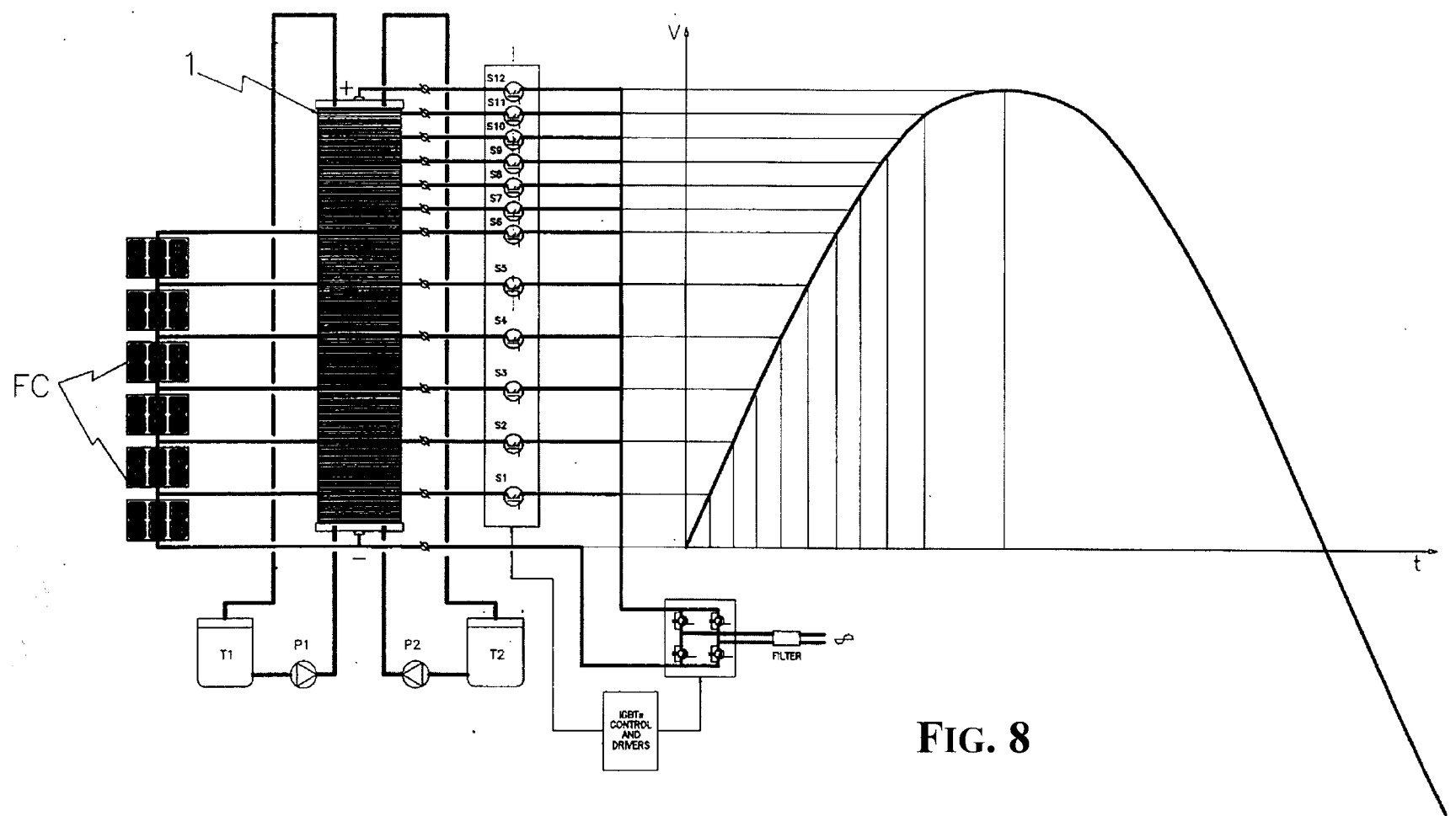


FIG. 8

Alberto Pellegrini

Alberto Pellegrini
N° Iscr. Albo 114 BM