



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900372354
Data Deposito	08/06/1994
Data Pubblicazione	08/12/1995

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	24	F		

Titolo

CONTROLLO ELETTRONICO PER VENTILCONVETTORI

Descrizione dell'invenzione avente per titolo: **MI 94 A 001 202**

"CONTROLLO ELETTRONICO PER VENTILCONVETTORI"

Della Ditta: ECOVENTIL S.r.l.**- 8 GIU. 1994**

di nazionalità italiana, con sede a Chieti Scalo (Chieti) - che nomina quali mandatarî e domiciliatari, anche in via disgiunta fra loro, Dr. Diana Domenighetti, Dr. Ing. Aldo Petruzzello, Dr. Maria Teresa Marinello e Dr. Ing. Maria Chiara Zavattoni, dell'Ufficio DR. ING. A. RACHELI & C. s.r.l. - Milano - Viale San Michele del Carso, 4.

Inventore: Zema Giuseppe

Depositata il: N.:

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto un sistema elettronico di controllo per ventilconvettori. Tali ventilconvettori sono impiegati per la regolazione della temperatura di ambienti, sia in estate che in inverno. Il funzionamento avviene per convezione forzata dell'aria attraverso un elemento fungente da batteria di scambio, il quale contiene dell'acqua che può essere calda o fredda a seconda dei casi. L'aria che lambisce la batteria di scambio è mossa da ventilatori, i quali vengono in genere posizionati al di sotto di tale batteria di scambio. Il circuito idraulico, di cui la batteria di scambio fa parte, può essere o no dotato di elettrovalvole il cui scopo è quello di aprire o chiudere il circolo dell'acqua all'interno della batteria di scambio.

La regolazione della temperatura viene effettuata variando la velocità del ventilatore, per cui il modo nel quale tale variazione viene effettuata è di fondamentale importanza in un ventilconvettore.

La soluzione attualmente più utilizzata è quella che prevede l'impiego di

A.P.

motori asincroni a corrente alternata a più avvolgimenti, la cui alimentazione viene commutata fra tre velocità.

Questa soluzione però comporta costi notevoli, dato che un motore a più avvolgimenti è di costruzione più complessa rispetto ad un motore a singolo avvolgimento ed a singola velocità.

Inoltre l'avviamento di un tale motore a più avvolgimenti deve avvenire alla massima velocità, poiché alla minima la coppia potrebbe non essere sufficiente per effettuare lo spunto.

In seguito a variazioni di carico sul circuito dell'aria, ad esempio quando il filtro di ingresso si intasa, il motore tende ad aumentare la sua velocità incrementando notevolmente anche la rumorosità.

Infine il fatto di avere disponibili solo un numero limitato di velocità (normalmente tre) rende difficile una buona stabilizzazione della temperatura ambiente.

Questi problemi possono essere risolti utilizzando un motore a singolo avvolgimento, che sostanzialmente è meno ingombrante e meno costoso, sul quale effettuare una regolazione continua della velocità.

I tentativi sinora fatti per effettuare una regolazione continua della velocità con un motore a singolo avvolgimento hanno dato risultati insoddisfacenti, poiché il metodo utilizzato (TRIAC a parzializzazione d'onda) introduce, oltre a disturbi in linea, un notevole incremento della rumorosità del motore soprattutto alle basse velocità.

Anche l'utilizzo di un inverter classico per il controllo della velocità del motore risulta sconveniente, per il fatto che tali circuiti necessitano di un numero elevato di dispositivi di potenza e per alta tensione, il che fa aumentare di molto i

costi. Si rende inoltre necessario un complesso circuito di pilotaggio per la ricostruzione dell'onda sinusoidale.

La presente invenzione ha lo scopo di eliminare gli inconvenienti sopracitati, realizzando un controllo elettronico di temperatura ambiente da applicarsi in particolare ad apparecchi ventilconvettori, che consenta di realizzare l'intera regolazione ad un costo finale contenuto ed a migliorare le qualità dell'intero apparecchio.

Tale scopo viene raggiunto tramite una regolazione continua della velocità con modulazione PWM della tensione sinusoidale in ingresso al motore del ventilatore, ottenendo i seguenti vantaggi: rumore acustico ridotto, ottima regolazione della portata dell'aria, ottime caratteristiche di coppia.

Inoltre i problemi derivanti dal controllo della velocità vengono risolti da un controllo tachimetrico della velocità del ventilatore, che comporta gli ulteriori seguenti vantaggi: indipendenza della velocità del ventilatore dalle caratteristiche di carico sul circuito dell'aria, rumorosità massima costante durante la vita dell'apparecchio, eliminazione del problema dello spunto alla minima velocità.

Ulteriori caratteristiche dell'invenzione risulteranno più chiare dalla descrizione dettagliata che segue, riferita ad una sua forma puramente esemplificativa e quindi non limitativa di realizzazione, illustrata nei disegni annessi, in cui:

la figura 1 illustra schematicamente il complesso formato da un ventilconvettore e dal sistema di controllo secondo l'invenzione comprendente una scheda di potenza e una scheda digitale;

la figura 2 è lo schema elettrico di un esempio di realizzazione della scheda di potenza per il controllo del motore;

la figura 3 è lo schema elettrico di un esempio di realizzazione della scheda digitale di controllo, comprensiva di un microprocessore;

la figura 4 illustra i grafici delle tensioni applicate al gate del MOSFET di potenza ed al motore;

la figura 5 illustra un esempio di realizzazione di un pannello di comando per la scheda digitale di controllo;

la figura 6 è un diagramma di flusso di massima del software costituente il programma di controllo eseguito dal microprocessore di figura 3;

la figura 7 è uno schema a blocchi di principio della retroazione utilizzata per stabilizzare la velocità del ventilatore al variare delle condizioni di carico;

la figura 8 illustra un esempio di famiglia di curve di velocità del ventilatore selezionabili dall'utente;

la figura 9 illustra la forma d'onda che si ottiene parzializzando un segnale sinusoidale a 50 Hz tramite un TRIAC;

la figura 10 illustra lo schema elettrico di una configurazione standard per un inverter classico, detta a "doppio ponte", ed i grafici delle tensioni di controllo sui gate dei MOSFET di potenza.

Come già accennato precedentemente, effettuando una regolazione continua della velocità per un motore a singolo avvolgimento tramite un TRIAC a parzializzazione d'onda, si introducono dei disturbi in linea e la rumorosità del motore aumenta notevolmente soprattutto alle basse velocità. Questo accade perché parzializzando un segnale sinusoidale a 50 Hz, e quindi ottenendo la forma d'onda tratteggiata di figura 9, si genera un notevole numero di armoniche di ampiezza rilevante, maggiormente nello spettro della banda acustica (20 Hz - 18 kHz). Tali armoniche possono far vibrare il motore soprattutto ai bassi regimi.

Con riferimento in particolare alla figura 10-a, verrà ora descritto in breve il funzionamento di un inverter classico in configurazione a "doppio ponte", con lo scopo di evidenziarne le caratteristiche costruttive che rendono sconsigliato il suo utilizzo per le applicazioni a ventilconvettori.

La tensione di linea a 220V viene raddrizzata dal ponte di diodi P1 e livellata dal condensatore elettrolitico C_e in modo da ottenere una tensione continua di 310V. I quattro MOSFET da Mp1 a Mp4 hanno la funzione di interruttori: pilotando alternativamente i gate di Mp1-4 e Mp2-3 con un segnale PWM opportuno, è possibile ottenere ai capi del motore M una tensione sinusoidale di ampiezza e frequenza variabili.

Questa soluzione è sicuramente efficace nella regolazione di velocità del motore ma presenta alcuni svantaggi: è necessaria la presenza di un condensatore elettrolitico C_e ad alta tensione, costoso ed ingombrante; è necessaria la presenza di 4 dispositivi di potenza (Mp1 - Mp4) che devono essere isolati tra di loro e montati su di un dissipatore di calore.

Infine la generazione dei due segnali di pilotaggio richiede un circuito piuttosto complesso, dato che il duty-cycle varia continuamente nel tempo, per poter ricostruire in uscita l'onda sinusoidale. Nei grafici delle figure 10-a e 10-b sono rappresentate schematicamente le forme dei segnali di pilotaggio. In definitiva tutto ciò comporta un notevole aumento dei costi e della complessità del circuito.

In figura 1 è illustrata schematicamente la connessione tra i vari elementi che compongono il ventilconvettore ed il sistema di controllo. Con 16 è indicata una batteria di scambio, sotto alla quale sono disposti ventilatori 15 comandati da un motore 14. Una scheda di potenza 19, azionante il motore 14, ha sulla sinistra

una presa 35 per la tensione di linea a 220V e sulla destra una presa di alimentazione 34 per due elettrovalvole opzionali. Una scheda digitale di controllo 18 può essere sostituita da un potenziometro 17 opzionale. Con 33, 311 e 310 sono indicati rispettivamente un sensore di velocità per il motore 14, una sonda di temperatura per il circuito dell'acqua nella batteria di scambio 16, una sonda per la temperatura dell'aria nell'ambiente.

Con riferimento in particolare alla figura 2, illustrante lo schema elettrico di principio di detta scheda di potenza 19, la soluzione secondo l'invenzione prevede, dopo un filtro 21 a π di rete utile per eliminare i disturbi in linea, la presenza del motore 14 direttamente ad un capo 24 di questa. Un ponte di diodi 22 (diodi che devono essere ad alta velocità di commutazione) insieme ad un MOSFET 23 di potenza formano un interruttore bidirezionale che interrompe l'alimentazione del motore 14 sull'altro capo 25 della linea.

Questo "interruttore" viene pilotato da un segnale 26 PWM (Pulse Width Modulation), generato da un blocco 27 PWM che deve avere un duty-cycle (vale a dire il rapporto tra il tempo in cui il segnale si trova in uno stato logico alto ed il tempo in cui il segnale si trova in uno stato logico basso) costante durante tutto il periodo di rete in quanto la tensione interrotta è già sinusoidale e non è quindi necessaria la sua ricostruzione.

In parallelo ai capi del motore 14 è presente una rete R_1C_1 che ha un duplice scopo: ridurre le perdite di commutazione in chiusura sul MOSFET 23 limitando il dv/dt (figura 4-b, istante T3) e impedire che l'extratensione di apertura (figura 4-b, istante T4) superi il valore di breakdown del dispositivo MOSFET. I valori di R_1 e C_1 dipendono principalmente dalle caratteristiche elettriche del motore e vanno determinati in funzione delle stesse.

Una seconda rete R_2C_2 opera allo stesso modo di R_1C_1 direttamente fra il source ed il drain del MOSFET 23. R_3 e D_z hanno la funzione di proteggere il gate da tensioni superiori ai 20V che potrebbero distruggere il dispositivo.

Con questa soluzione vengono eliminati, rispetto all'inverter di figura 10, il condensatore elettrolitico C_e , tre dispositivi di potenza MOSFET, ed inoltre il segnale di pilotaggio è ottenuto con un circuito molto semplice.

Il circuito sarà naturalmente provvisto di un alimentatore stabilizzato 28 (figura 2-b) per alimentare il generatore PWM 27 e la scheda digitale 18, e di due circuiti con relais 29 e 30 per comandare le elettrovalvole del circuito dell'acqua.

Sull'albero 32 del motore 14 è calettato ad esempio un disco 31 il quale costituisce, insieme ad un sensore 33 ad esempio ottico, un sistema per rilevare la velocità del motore 14, inviando un impulso sulla linea A ad ogni giro del motore.

Lo schema di principio di figura 3 rappresenta il circuito della scheda digitale 18. Tale circuito si occupa della gestione dell'intero controllo: è formato da un microprocessore 301 programmato con il software di gestione ed è collegato attraverso alcune linee ad un display driver 303 che pilota due display 304 a led a sette segmenti per l'indicazione della temperatura, una barra 305 a sei led per l'indicazione della velocità del ventilatore, dei led 306 per indicare il funzionamento estivo, il funzionamento invernale, la velocità massima del ventilatore, la temperatura in gradi Celsius o Fahrenheit.

Quattro linee 307 di input sono destinate alla lettura di una tastiera 308 con funzioni (+), (-), (Vel), (On/Off), che verranno dettagliate più avanti. A queste quattro linee 307 può essere collegato opzionalmente un ricevitore 309 per telecomando, schematizzato all'interno della linea tratteggiata della figura 3, che emula la pressione dei tasti.

Due ingressi analogici 313 e 314 si occupano di leggere il valore fornito rispettivamente dalla sonda NTC 310 per la temperatura dell'aria e dalla sonda NTC 311 per la temperatura dell'acqua. L'amplificatore 312 provvede a regolare tramite due trimmer lo zero (offset) ed il guadagno (range) per la taratura della sonda 310, mentre la sonda 311 non ha bisogno di taratura poiché la soglia di intervento viene determinata dal microprocessore 301.

Due uscite C e D pilotano i relais 29, 30 di controllo per le elettrovalvole, mentre l'uscita B del timer viene utilizzata per generare una tensione di 0-5V che comanda il generatore PWM 27. Il sensore 33 invia un impulso sulla linea A del microprocessore 301 ad ogni giro del motore 14. La routine che gestisce tale impulso è programmata in modo da generare una interruzione che attiva la routine di lettura della velocità.

Il microprocessore 301 comunica inoltre con una memoria 315 E²PROM che si occupa di effettuare una ritenzione dei parametri di funzionamento del controllo in caso di mancanza di corrente. Infatti, ogni volta che vengono variati alcuni valori come la temperatura impostata o la velocità massima, questi vengono scritti nella memoria 315 E²PROM in modo da poter essere recuperati e ripristinati al termine dell'interruzione di corrente.

Alcune linee di I/O (non illustrate) vengono predisposte per future espansioni del sistema.

Il controllo elettronico precedentemente descritto risolve il problema della regolazione continua della velocità attraverso un inverter PWM. In figura 4-a è riportato il grafico dell'andamento del segnale PWM applicato al gate del MOSFET 23 di potenza. Tale segnale ha frequenza ed ampiezza costanti, mentre può variare il duty-cycle, cioè il rapporto tra il tempo T1 in cui detto segnale si

A.R.

trova in uno stato logico alto ed il tempo T2 in cui detto segnale si trova in uno stato logico basso.

La tensione applicata al motore 14 ha dunque una forma d'onda che si può identificare qualitativamente nel grafico di figura 4-c. L'involuppo 41 che si forma ha ancora valore istantaneo medio, con buona approssimazione, sinusoidale; utilizzando una frequenza di interruzione sufficientemente elevata (ad es. 20 kHz) le armoniche che si generano hanno uno spettro che si colloca superiormente alla banda acustica.

Variando il duty-cycle dallo 0% al 100% si ha una variazione della tensione efficace da zero alla tensione di linea e quindi una corrispondente variazione della velocità del motore 14.

Così facendo si risolve il problema del rumore magnetico generato dal motore e si ha un buon comportamento di coppia anche ai bassi regimi.

Il grafico di figura 4-b illustra un particolare dell'inizio della semionda del segnale applicato al motore 14, mettendo in evidenza la funzione svolta dai componenti R₁ e C₁ di figura 2, il cui compito, come già accennato in precedenza, è di impedire che le extratensioni 42 di apertura nell'istante T4 superino il valore di breakdown del dispositivo MOSFET 23, e di limitare la pendenza delle zone 43 nell'istante T3, in modo da diminuire le perdite di commutazione in chiusura.

Con riferimento in particolare alla figura 7, un ulteriore vantaggio deriva dalla possibilità di effettuare l'avviamento del motore a qualsiasi velocità, nel campo consentito dal costruttore, poiché lo spunto è comunque assicurato dalla rete retroattiva. Inoltre il motore può girare a velocità inferiori rispetto a quelle di un ventilconvettore standard perché la retroazione evita la possibilità che questo si fermi.

Nella figura 8 è illustrato un esempio di un grafico di una famiglia di curve di velocità, impostabili dall'utente, in particolare nel caso di funzionamento estivo. La velocità del ventilatore è determinata dalle caratteristiche di funzionamento memorizzate nel microprocessore, le quali possono variare in funzione delle specifiche richieste.

In generale, quando il salto termico fra la temperatura ambiente e quella impostata è consistente (ad es. $> 2^{\circ}\text{C}$) il controllo può decidere di far girare il ventilatore alla massima velocità. Ciò comporta la condizione di massima rumorosità dell'apparecchio. Tuttavia è possibile diminuire il valore della velocità massima tramite un apposito tasto dal 100% al 50% con passi del 10% in modo che la regolazione continua di velocità venga comunque effettuata, dal minimo al massimo prescelto.

In riferimento alla figura 6 verrà di seguito descritto brevemente il programma di controllo eseguito dal microprocessore con l'aiuto del diagramma di flusso principale 61.

All'accensione, dopo aver inizializzato le porte di I/O e le variabili di sistema (blocco 62) si entra in un ciclo principale che viene eseguito in continuazione. Tale ciclo è composto da una serie di routine che svolgono diverse funzioni:

una prima routine 63 di gestione della tastiera legge lo stato dei pulsanti 308 e determina la funzione relativa;

una seconda routine 64 calcola la velocità attuale del motore attraverso la misura del tempo che intercorre fra due impulsi successivi del sensore di velocità 33;

una terza routine 65 effettua la misurazione dei valori di temperatura

RA

ambiente e dell'acqua in circolo;

una quarta routine 66 si occupa di aggiornare il display 304 ed i led 306 presenti sul pannello frontale con i valori richiesti;

una quinta routine 67 decide lo stato di funzionamento del motore 14 e delle valvole in funzione delle misure di temperatura effettuate e di una serie di curve prememorizzate;

una sesta routine 68 si occupa di stabilizzare la velocità del motore sul valore impostato, confrontandolo con quello attuale.

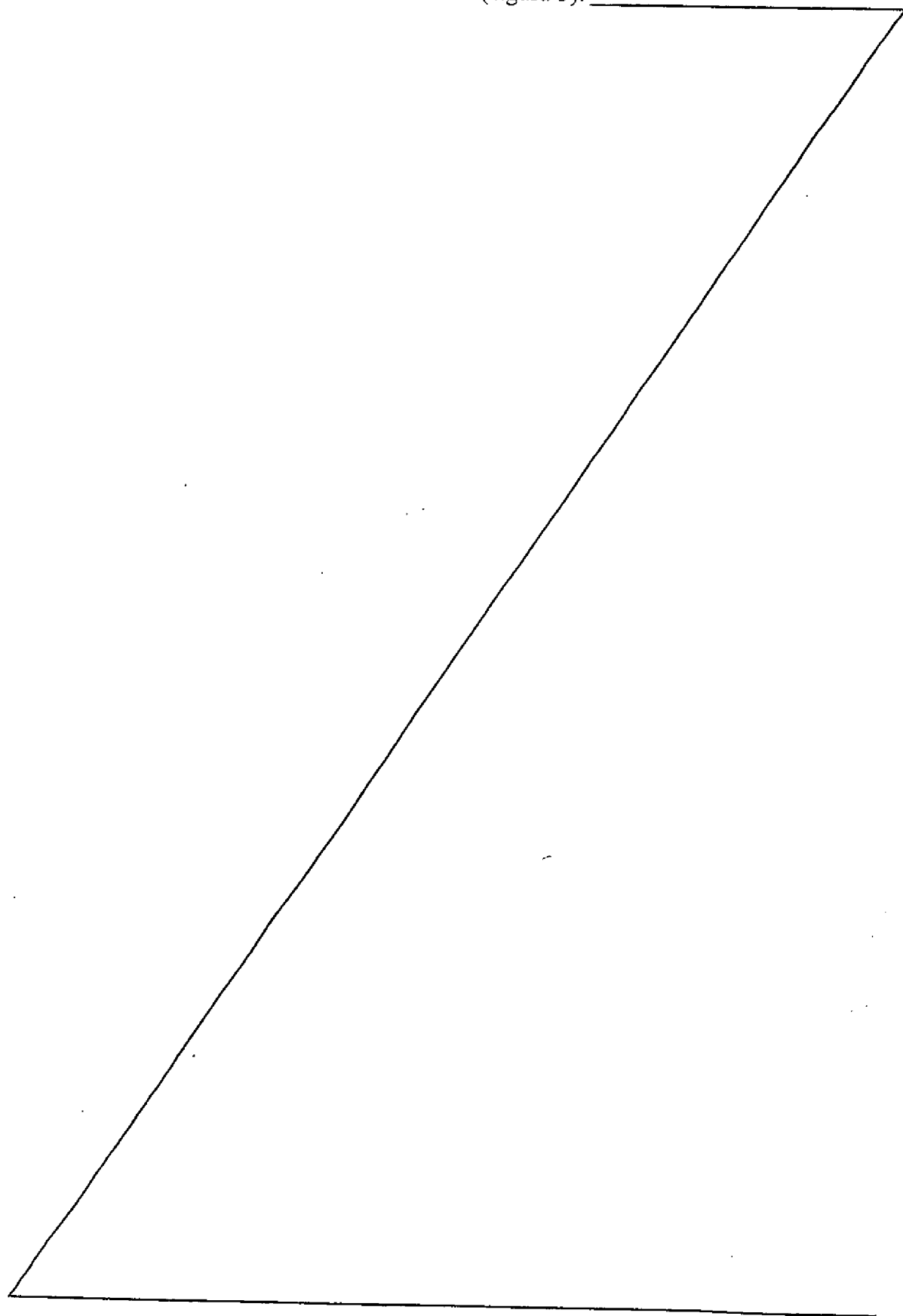
In figura 5 è rappresentato un esempio preferito di realizzazione di un'interfaccia utente 51. Quest'ultima risulta particolarmente semplice ed efficace. Un display 304 visualizza direttamente la temperatura impostata, che può essere variata ad es. da 17°C a 27°C attraverso due pulsanti (+) 52 e (-) 53. L'utente può selezionare la visualizzazione della temperatura in °C oppure in °F.

Negli impianti a due tubi, due led 54, 55 indicano rispettivamente il tipo di funzionamento estivo o invernale del controllo. Tale funzionamento viene commutato automaticamente grazie alla sonda 311 che rileva la temperatura dell'acqua che circola nella batteria di scambio 16.

Una barra di led 305 visualizza in tempo reale la velocità del motore 14. Con un pulsante (Vel) 56 è possibile impostare la massima velocità di funzionamento tra un minimo del 50% ed un massimo del 100%.

Un pulsante (On/Off) 57 permette l'accensione e lo spegnimento dell'unità ventilconvettore. In caso di interruzione dell'alimentazione, essendo tutti i dati significativi (on/off, temperatura, velocità massima) memorizzati, al ritorno dell'alimentazione si ha il riavvio del ventilconvettore alle condizioni precedenti l'interruzione.

Con 59 è indicato un foro dietro al quale può trovarsi un sensore 302 di un ricevitore 309 di telecomando ad infrarossi (figura 3).



AR

RIVENDICAZIONI

1. Controllo elettronico per ventilconvettori, comprendente uno o più ventilatori (15) azionati da un motore (14) e convoglianti aria contro una batteria di scambio (16) a circolazione di acqua, caratterizzato dal fatto che detto controllo elettronico comprende una scheda elettronica (19) di potenza ed una scheda elettronica (18) digitale, detta scheda elettronica (19) di potenza essendo atta a comandare un motore (14) che è un motore asincrono a corrente alternata a singolo avvolgimento ed a controllarne la velocità applicando a detto motore (14) una tensione sinusoidale di ingresso modulata (44) tramite modulazione PWM, il comando di un generatore PWM (27) di segnale PWM (26) essendo demandato a detta altra scheda elettronica (18) digitale.

2. Controllo elettronico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta scheda elettronica (18) digitale comprende un microprocessore (301) programmabile che rileva la velocità di detto motore (14) tramite un sensore (33) e, grazie ad un collegamento in retroazione (91), regola la velocità di detto motore (14) pilotando detto generatore PWM (27) in modo da variarne il ciclo di lavoro (duty-cycle) (45).

3. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detto sensore (33) è un sensore ottico, associato ad un disco (31) calettato sull'albero (32) di detto motore (14).

4. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detto sensore (33) è un sensore di Hall o altro dispositivo simile.

5. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta scheda elettronica (19) di potenza comprende una

presa (34) per l'alimentazione di elettrovalvole intercettanti il circuito idraulico di detta batteria di scambio (16), comandate da circuiti con relais (29, 30).

6. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti circuiti con relais (29, 30) sono comandati da detto microprocessore (301).

7. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto microprocessore (301) è programmabile tramite software per la gestione delle funzioni di controllo della velocità di detto motore (14), di rilevazione della temperatura dell'aria ambiente tramite una sonda (310), di rilevazione della temperatura dell'acqua in detta batteria di scambio (16) tramite una sonda (311), e per elaborare i parametri rilevati e conseguentemente pilotare detto generatore PWM (27) e circuiti con relais (29, 30) di comando delle elettrovalvole.

8. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che a detta scheda elettronica (18) digitale è collegata una tastiera (51) tramite la quale alcune delle funzioni del microprocessore (301) possono essere programmate dall'utente.

9. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta scheda elettronica (18) digitale è dotata di un ricevitore (309) per telecomando atto ad emulare la pressione dei tasti di detta tastiera (51).

10. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo una delle rivendicazioni da 1 a 7, caratterizzato dal fatto che detta scheda elettronica (18) digitale può essere alternativamente sostituita da un potenziometro (17) il quale agisce direttamente sull'ingresso analogico (B) del generatore PWM (27), per un

AR

controllo manuale della velocità del motore (14).

11. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il segnale (26) in uscita da detto generatore PWM (27) va a pilotare il gate (g) di un dispositivo POWER MOSFET (23) il quale agisce su di un ponte di diodi (22) modulando la tensione sinusoidale di ingresso sul ramo (25).

12. Controllo elettronico per ventilconvettori secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che una rete (R_1C_1) è presente in parallelo ai capi di detto motore (14), i valori degli elementi (R_1) e (C_1) di detta rete (R_1C_1) essendo determinati in funzione delle caratteristiche del motore (14).

Dr. Ing. A. RACHELI & C. S.r.l.

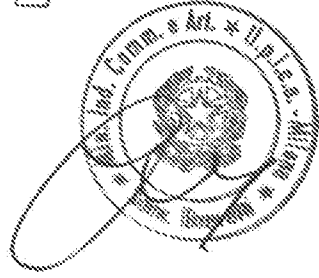
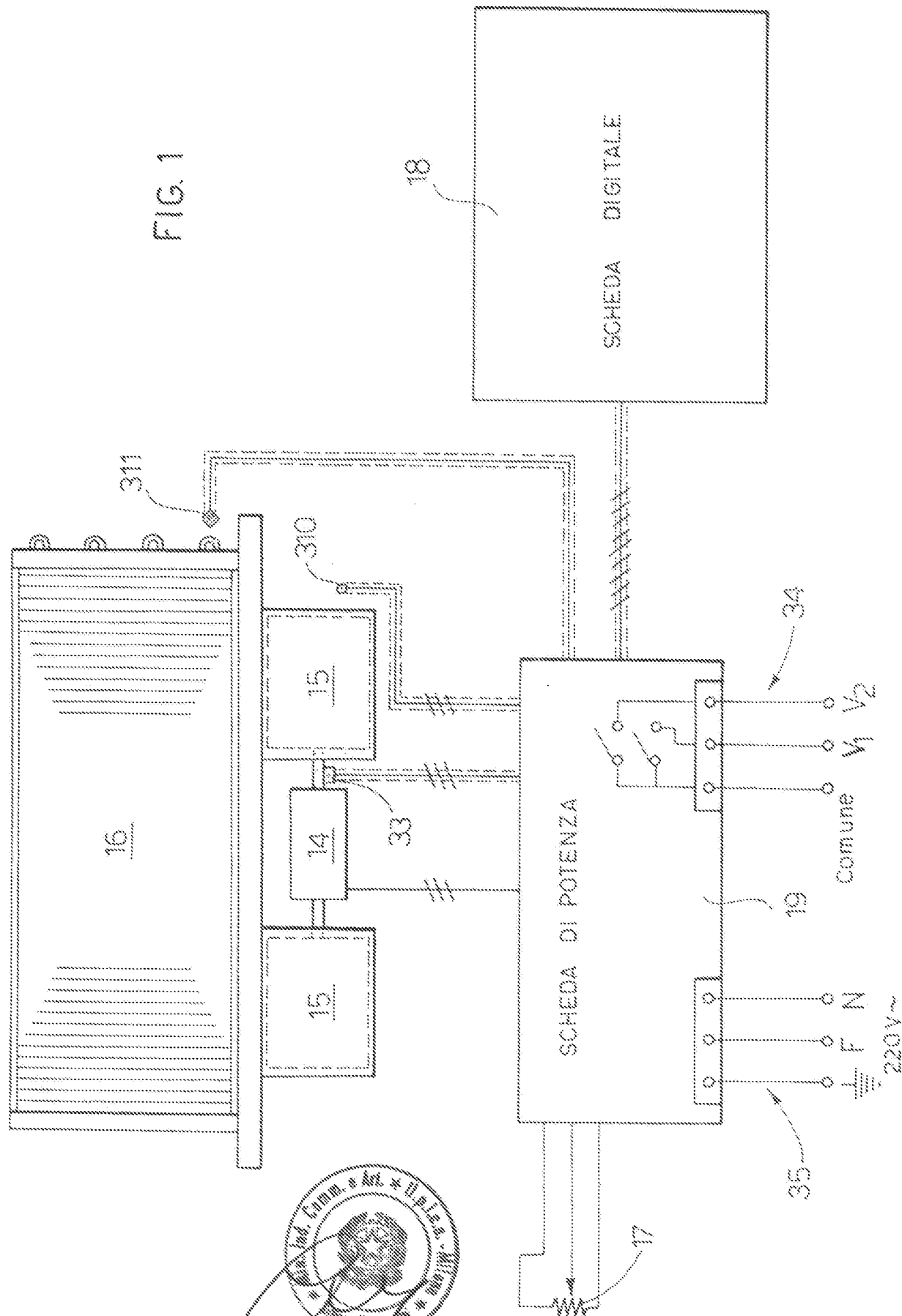
Aldo Petruzzello

A.T.U.



MI 94 A 001202

FIG. 1



Dr. Ing. A. RACHELI & C. S.r.l.
Aldo Petruzzello

MI 94 A 001 202

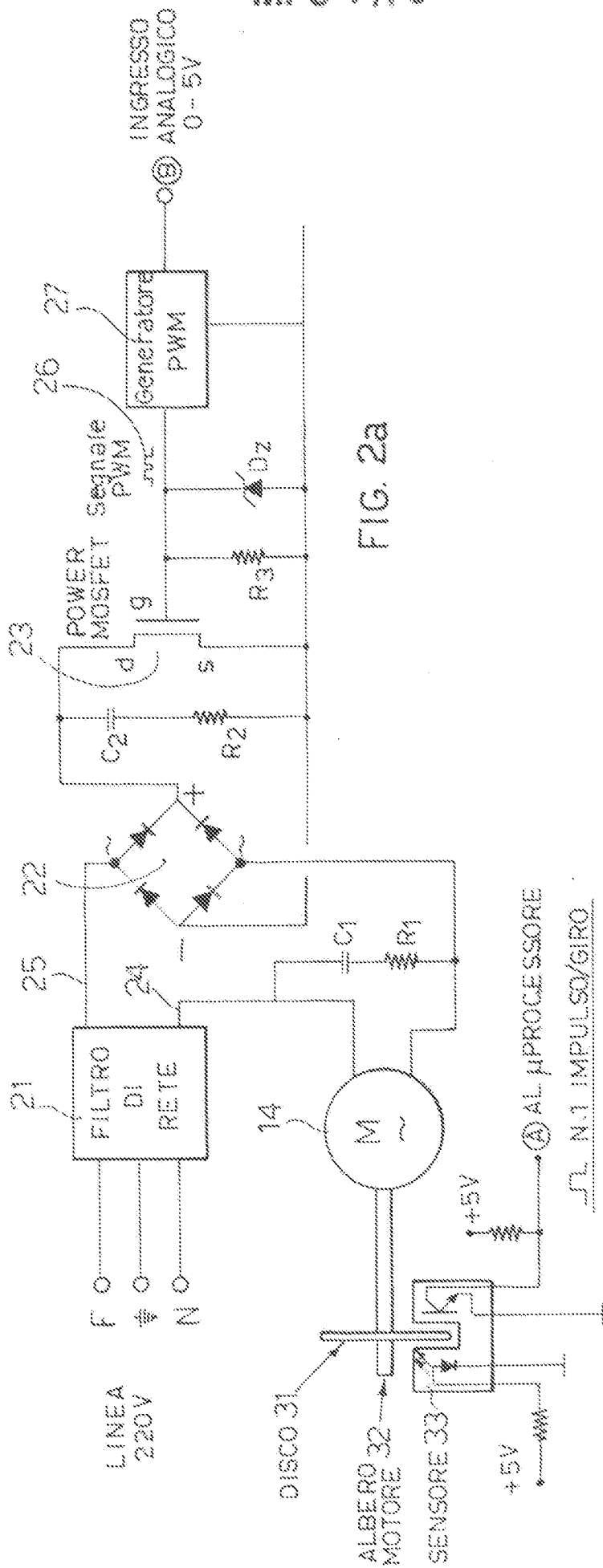


FIG. 2a

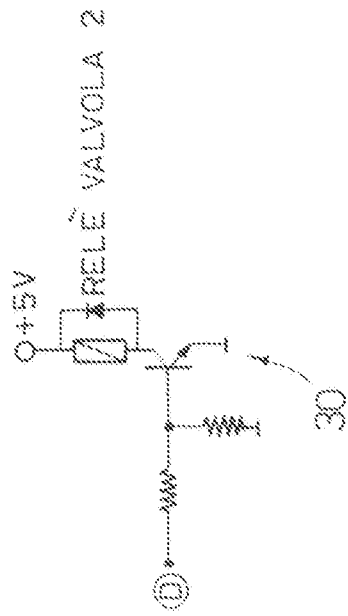


FIG. 2d

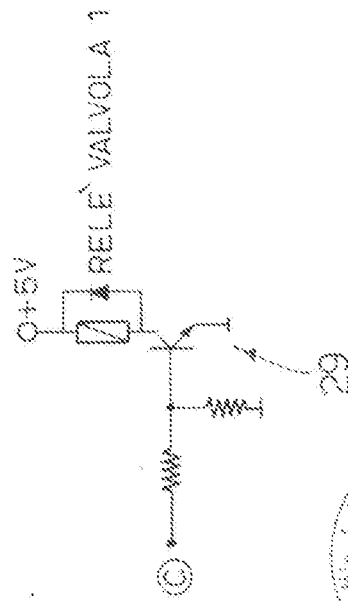


FIG. 2c

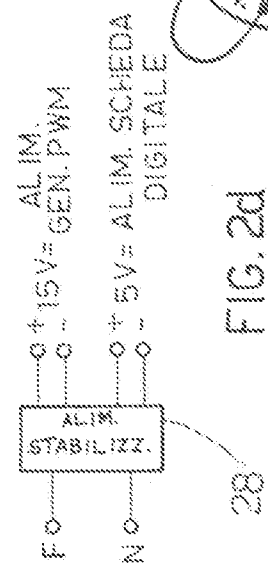
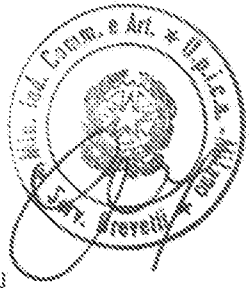


FIG. 2d

Dr. Ing. A. RACHELI & C. S.r.l.

Aldo Petruzzello



MI 94 A 001202

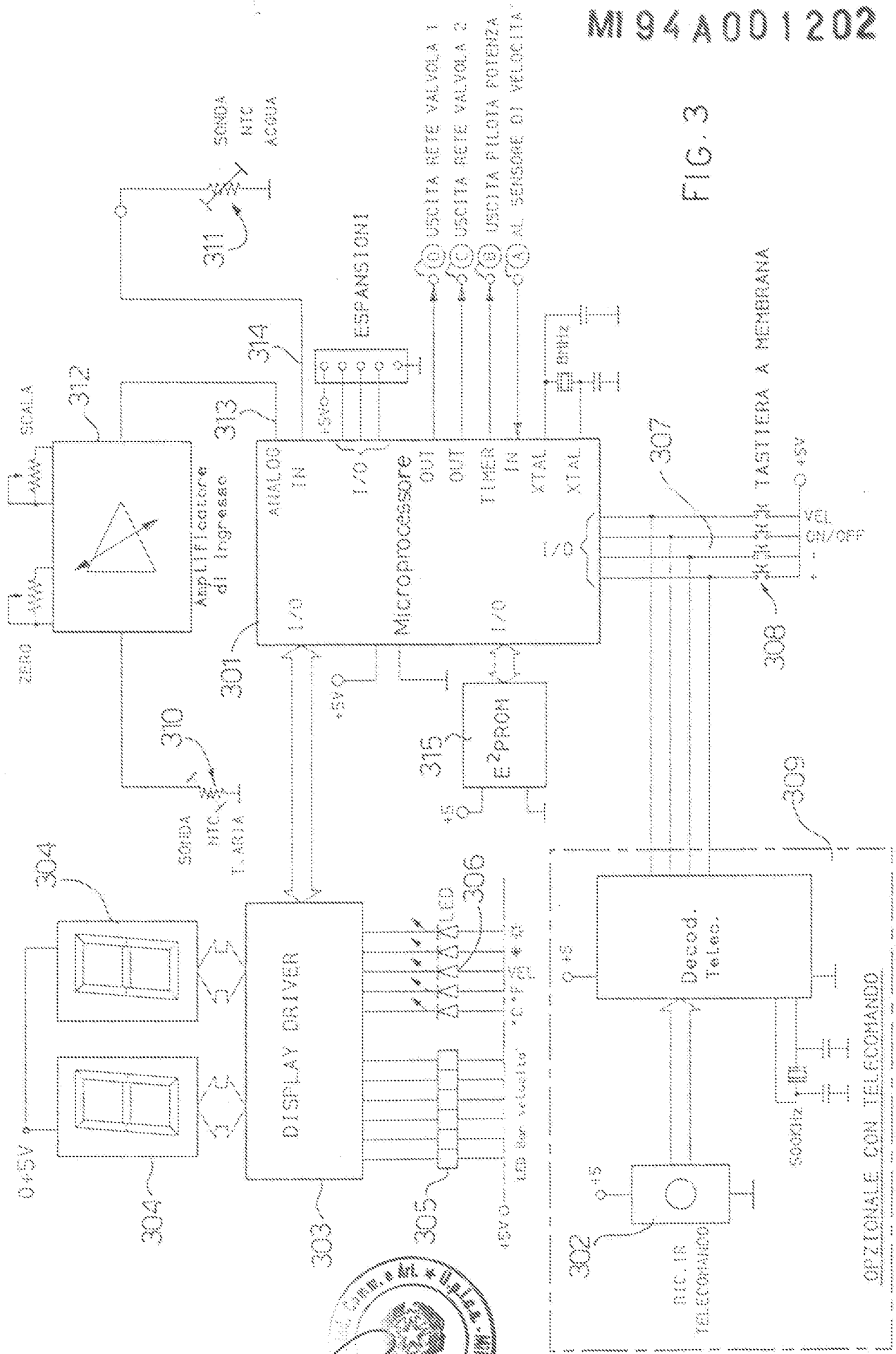
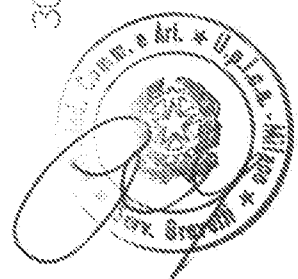


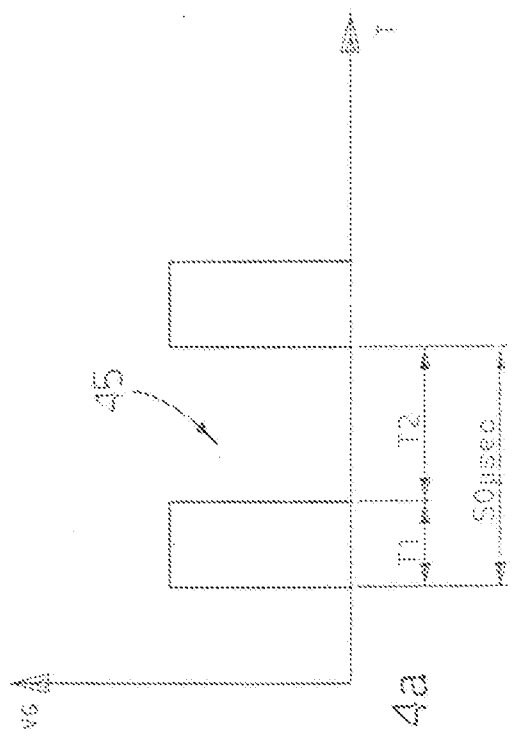
FIG. 3



Dr. Ing. A. RACHELI & C. S.r.l.
Airo Petruzzello

MI 94 A 001202

SEGNALE PER IL GATE DEL MOSFET DI POTENZA



TENSIONE APPLICATA AL MOTORE

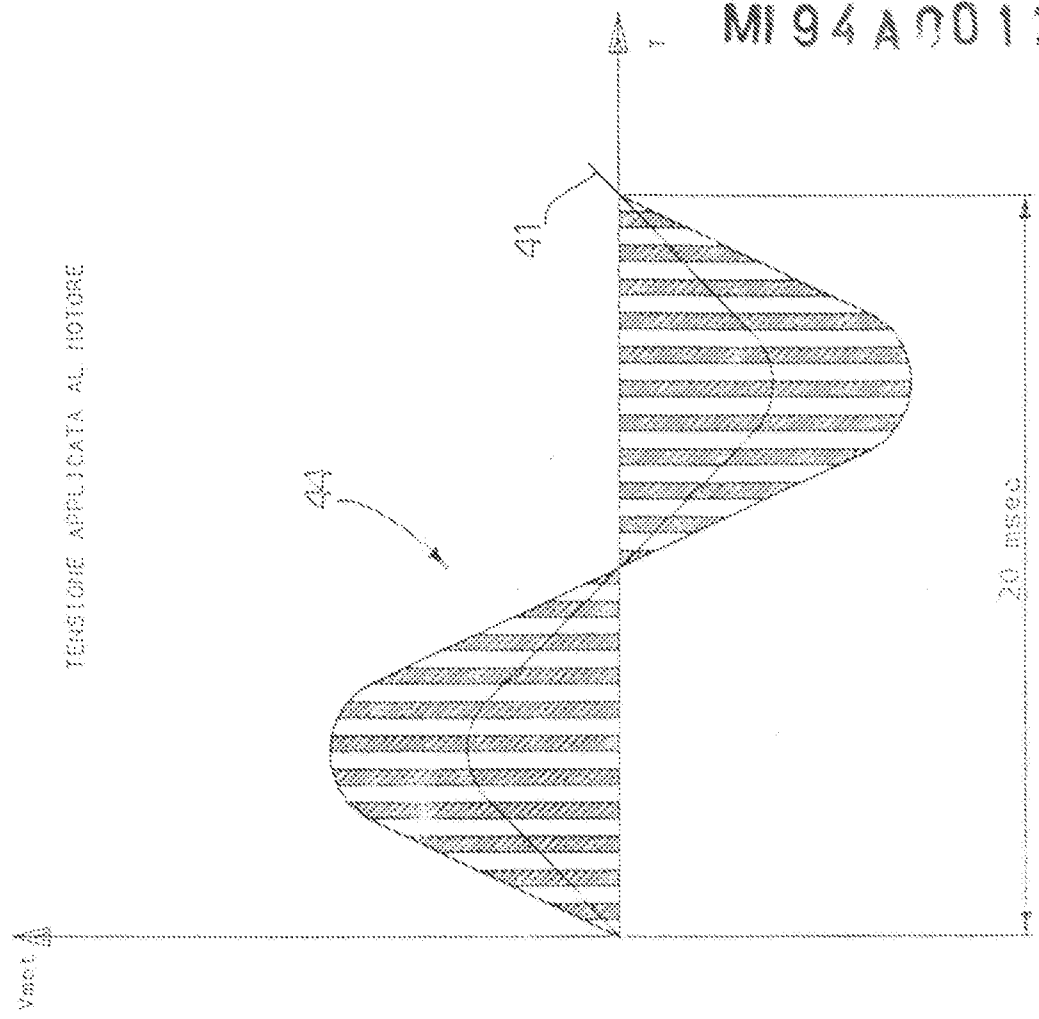
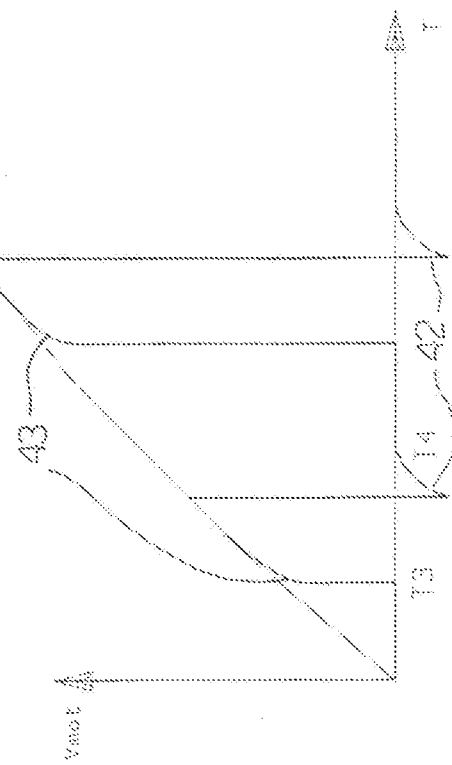


FIG. 4b



SEGNALE APPLICATO AL MOTORE (PARTICOLARE INIZIO SEGNALAZIONE)



Dr. Ing. A. RACHELI & C. S.r.l.
Aldo Petruzzello

MI 94 A 001202

FIG. 5

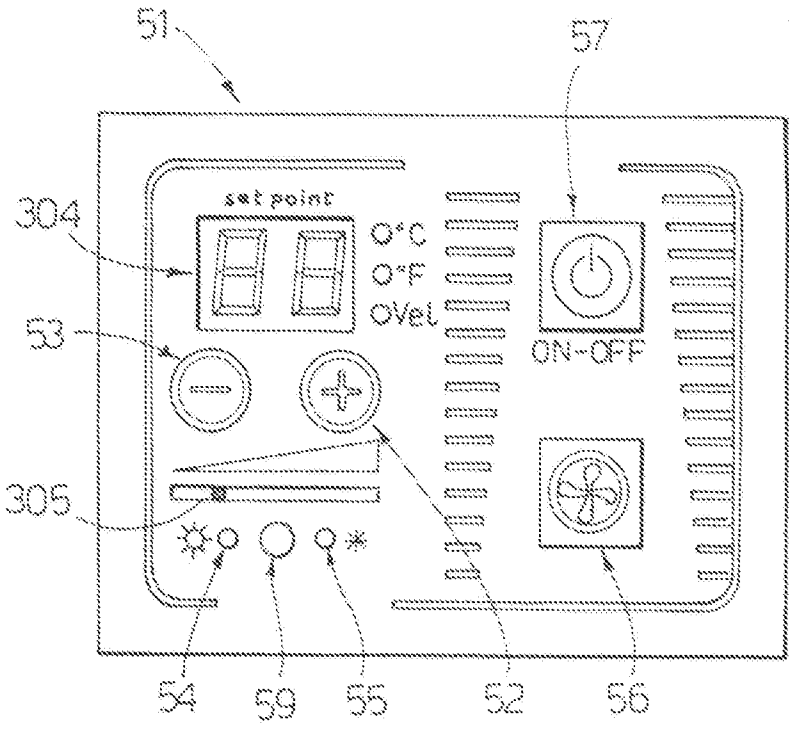


FIG. 6

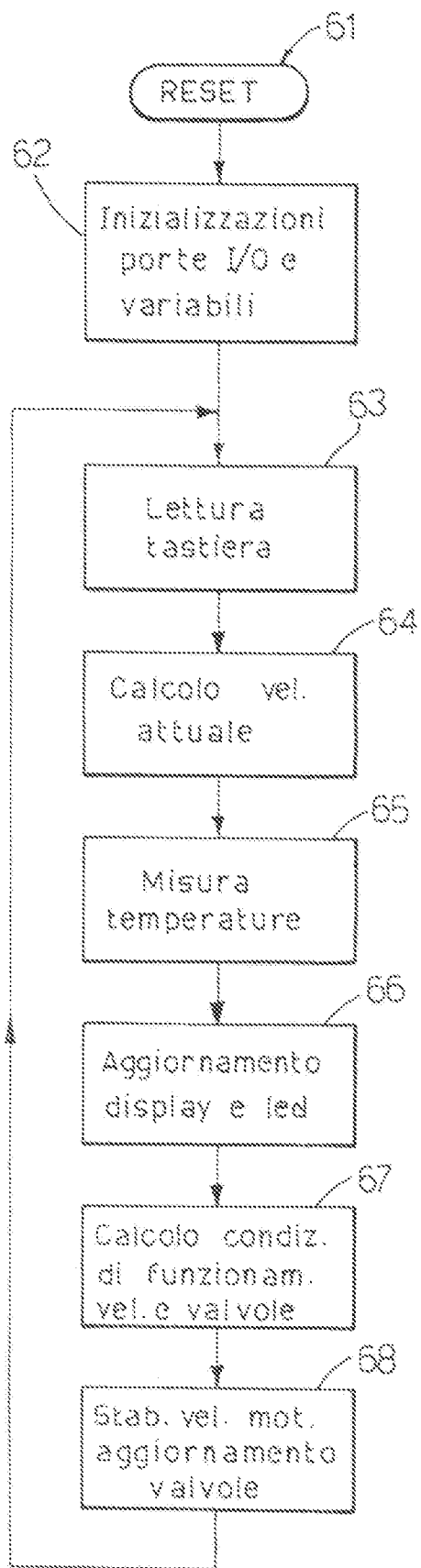
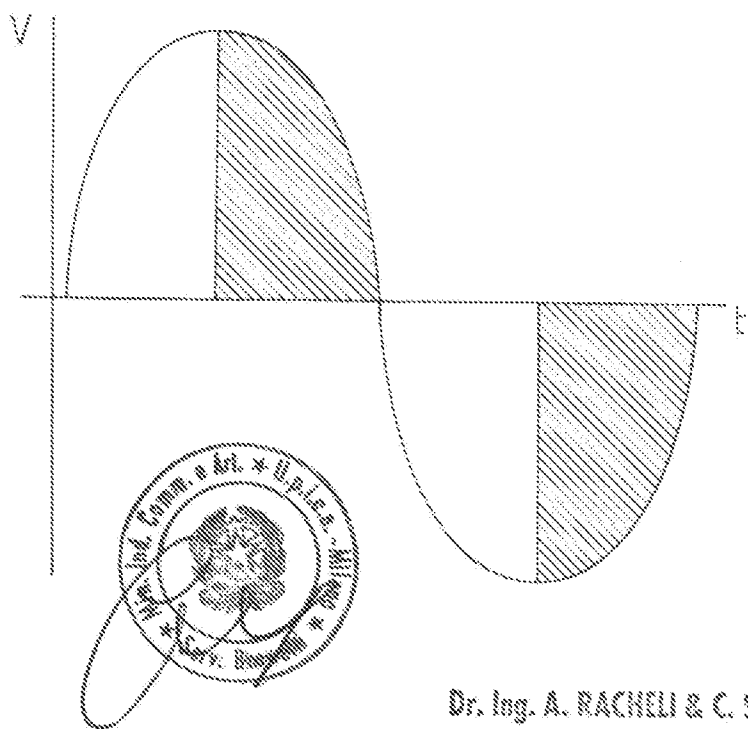


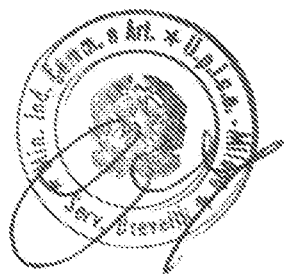
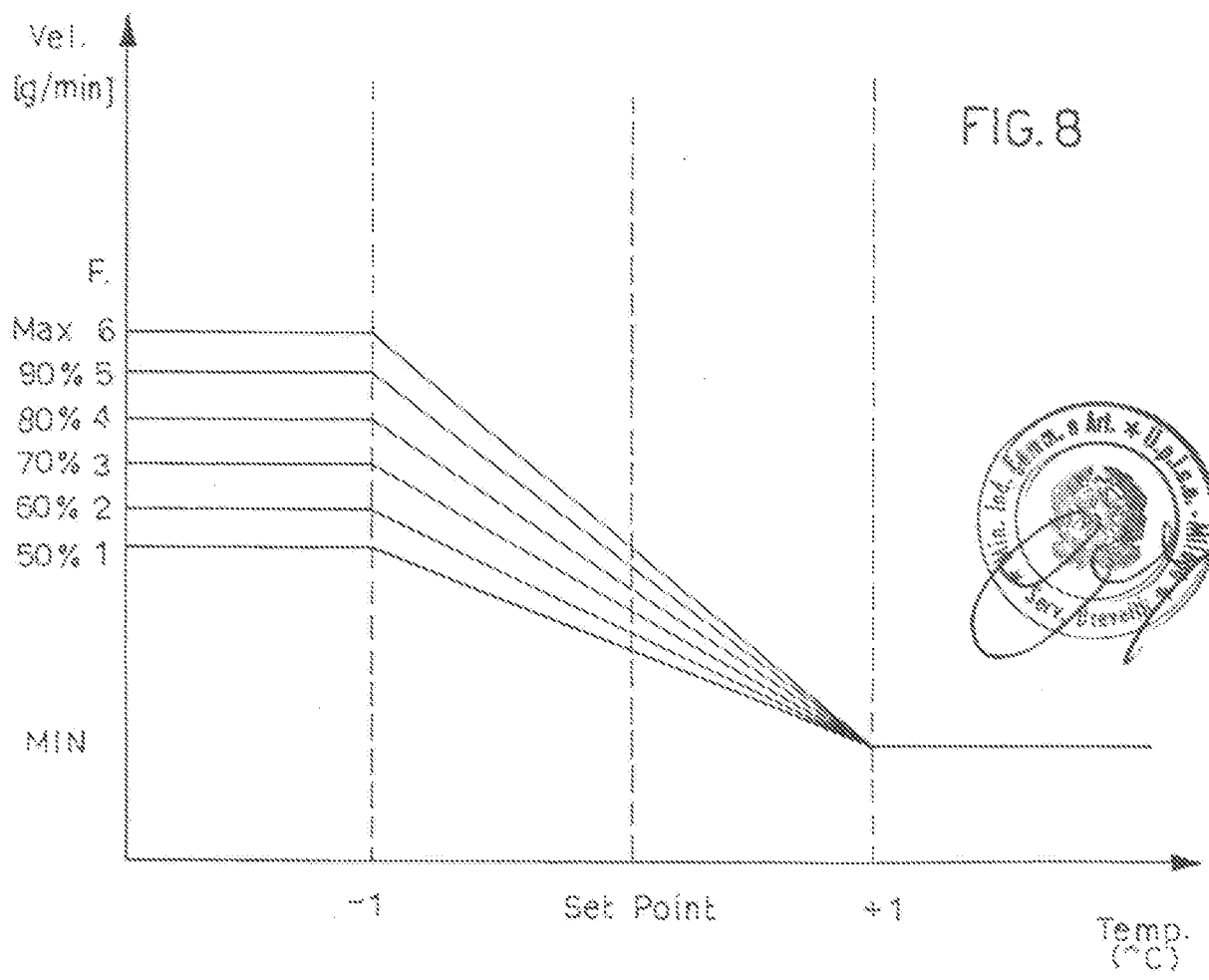
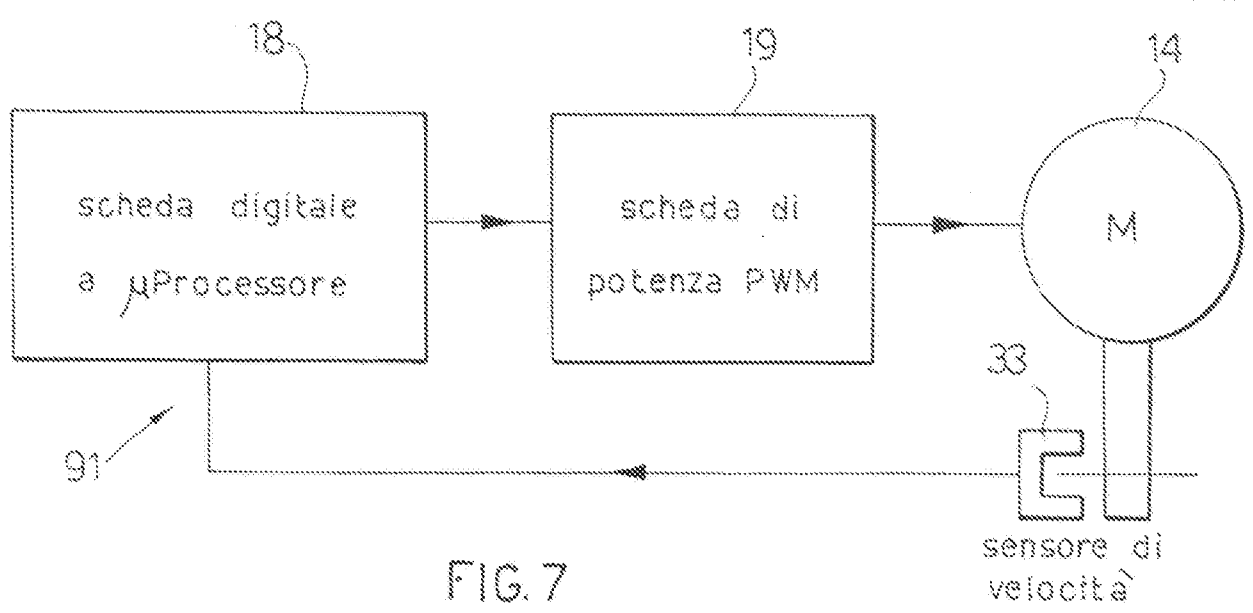
FIG. 9



Dr. Ing. A. RACHELI & C. S.r.l.
Aldo Petruzzello

[Handwritten signature]

MI 94 A 001202



MI 94 A 001 202

FIG. 10a

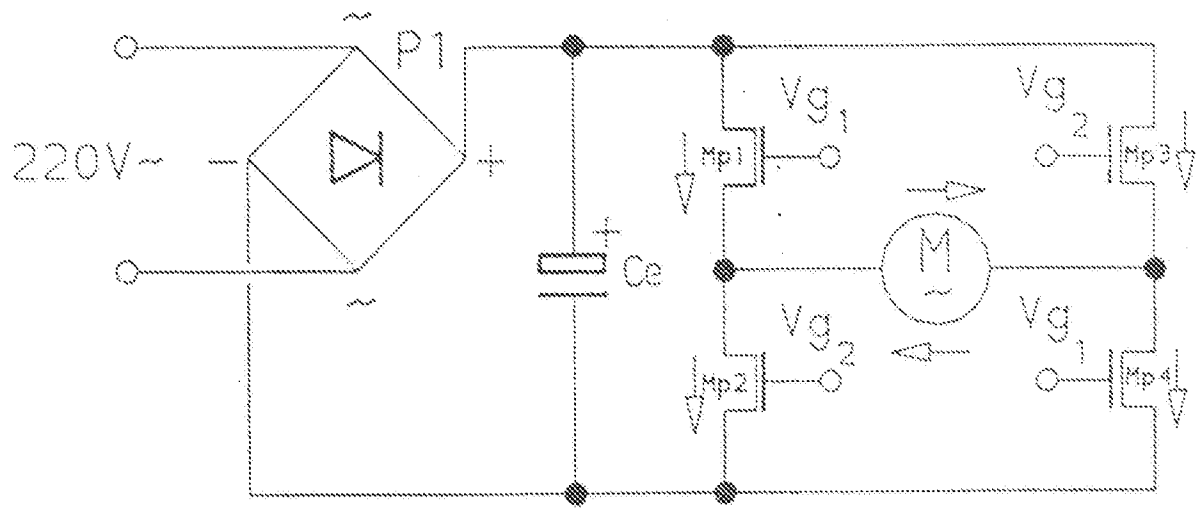


FIG. 10b

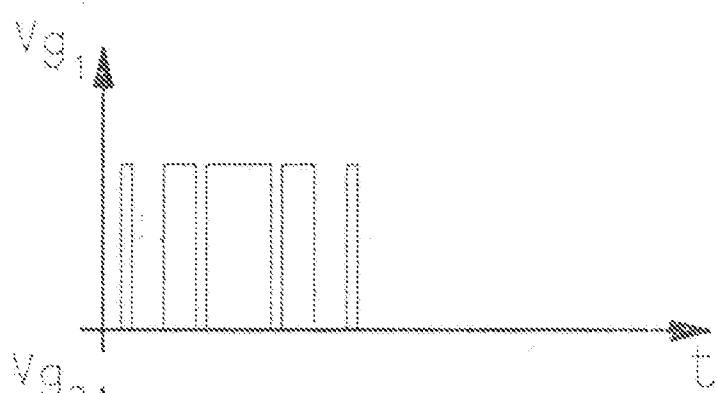
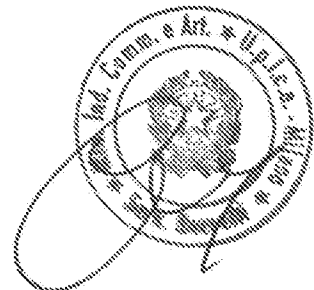
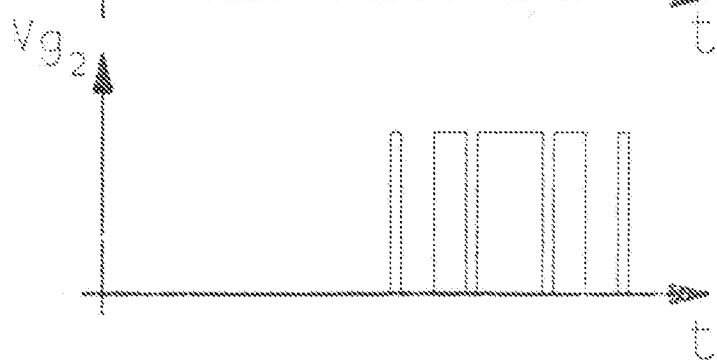


FIG. 10c



Dr. Ing. A. RACHELI & C. S.r.l.
Aldo Petruzzello

[Handwritten signature]