



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900389834
Data Deposito	13/09/1994
Data Pubblicazione	13/03/1996

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	01	L		

Titolo

DISPOSITIVO DI CONTROLLO PER SISTEMI ELETTRO-IDRAULICI DI ATTUAZIONE A
FASATURA VARIABILE DELLE VALVOLE DI ASPIRAZIONE DI UN MOTORE A
COMBUSTIONE INTERNA.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Dispositivo di controllo per sistemi elettro-idraulici di attuazione a fasatura variabile delle valvole di aspirazione di un motore a combustione interna"

di: Centro Ricerche Fiat Società Consortile per Azioni, nazionalità italiana, Strada Torino 50, 10043 Orbassano (Torino).

Inventore designato: Riccardo GROPPPO.

Depositata il: 13 settembre 1994

TO 94A000717

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce in generale ai sistemi elettro-idraulici di attuazione a fasatura variabile delle valvole di aspirazione dei cilindri di un motore a combustione interna per autoveicoli da parte dell'albero di distribuzione del motore. In tali sistemi, a ciascuna valvola di aspirazione è associata una rispettiva elettrovalvola pilotabile fra una condizione di chiusura ed una condizione di apertura per mantenere e, rispettivamente, per scaricare un fluido idraulico sotto pressione relativamente ad una camera di spinta interposta fra la valvola di aspirazione e l'albero di distribuzione del motore. Quando l'elettrovalvola è chiusa, e quindi la camera

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

di spinta è riempita con il fluido sotto pressione, la valvola di aspirazione è azionata in modo convenzionale dall'albero di distribuzione. Per modificare la fasatura, ovvero per variare la fase di chiusura della valvola di aspirazione, il fluido in pressione viene scaricato dalla camera di spinta per effetto dell'apertura dell'elettrovalvola, disaccoppiando in tal modo la punteria della valvola di aspirazione dalla relativa camma dell'albero di distribuzione. In tal modo la valvola di aspirazione viene chiusa dall'azione della relativa molla (o molle) di richiamo. Il fluido idraulico scaricato dalla camera di spinta perviene ad un accumulatore idraulico tramite il quale esso viene nuovamente fatto rifluire nella camera di spinta.

Siffatti sistemi elettro-idraulici di attuazione a fasatura variabile sono applicati, ad esempio, a motori pluricilindrici per autoveicoli dotati di due valvole di aspirazione per ciascun cilindro.

L'attuazione delle elettrovalvole del sistema da parte di una sorgente di alimentazione elettrica deve essere realizzata in modo da ottenere un profilo di corrente di eccitazione dell'avvolgimento del relativo elettromagnete il più possibile corrispondente a quello ideale di riferimento,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

rappresentato nel diagramma della figura 8 dei disegni annessi.

Come si vede in tale diagramma, per vincere l'attrito di primo distacco il profilo prevede necessariamente una fase iniziale di alimentazione di una corrente di eccitazione elevata, che raggiunge il suo valore massimo I_p in un istante t_1 , e permane a questo valore fino ad un istante t_2 , pena la diseccitazione dell'elettrovalvola. Quindi la corrente può decadere ad un valore I_h , sufficiente a mantenere l'elettrovalvola nella posizione desiderata fino ad un istante t_3 . Per terminare l'attuazione sarebbe quindi sufficiente interrompere l'erogazione della corrente. Tuttavia, il tempo impiegato dalla corrente per passare dal valore I_h a zero è pari a:

$$t \approx 5 * L/R$$

dove L e R rappresentano l'induttanza e la resistenza del circuito elettrico equivalente dell'elettrovalvola.

Nell'applicazione al suddetto sistema elettro-idraulico di attuazione a fasatura variabile delle valvole di aspirazione di un motore a combustione interna, è richiesto un tempo di diseccitazione delle elettrovalvole estremamente rapido, normalmente pari a 60 μ sec: poiché i valori di L e

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

I_h sono fissati, è quindi necessario disporre di una tensione V convenientemente elevata ai capi dell'avvolgimento di eccitazione dell'elettrovalvola. In tal caso si ha:

$$t \approx I_h * L / V.$$

Lo scopo primario della presente invenzione è quello di realizzare un dispositivo di controllo per sistemi elettro-idraulici di attuazione a fasatura variabile in conformità al preambolo della rivendicazione 1, che consenta di realizzare cicli di attuazione delle elettrovalvole del sistema con un profilo di corrente il più possibile conforme a quello ideale, con i tempi di diseccitazione richiesti, in modo funzionalmente semplice, compatto ed efficiente.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di realizzare un dispositivo di controllo che consenta di minimizzare la potenza elettrica dissipata, e presenti inoltre dimensioni ridotte minimizzando il numero dei componenti necessari.

Ancora un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di realizzare un dispositivo di controllo che sia in grado di regolarsi automaticamente sui valori di corrente prefissati.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di realizzare un dispositivo di controllo che sia in

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

grado di realizzare l'inizio dell'attuazione delle elettrovalvole in modo estremamente preciso, e di rendere estremamente breve la fase di diseccitazione delle elettrovalvole al termine del relativo ciclo di attuazione.

Questi ed altri scopi vengono raggiunti, secondo l'invenzione, grazie ad un dispositivo di controllo la cui caratteristica primaria è definita nella parte caratterizzante della rivendicazione 1.

Ulteriori caratteristiche secondarie sono definite nelle sotto-rivendicazioni 2-5.

L'invenzione verrà ora descritta dettagliatamente con riferimento ai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, nei quali:

la figura 1 è una vista schematica in sezione di una parte di un sistema elettro-idraulico di attuazione a fasatura variabile di una valvola di aspirazione di un motore a combustione interna, con associata elettrovalvola di controllo,

la figura 2 mostra lo schema elettrico di principio del dispositivo di controllo secondo l'invenzione, applicato ad un gruppo di valvole di aspirazione di un motore a combustione interna dotate del sistema elettro-idraulico di attuazione a fasatura variabile secondo la figura 1,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

la figura 3 mostra lo schema elettrico di uno dei circuiti di controllo utilizzato nel dispositivo di controllo della figura 1, operativamente associato ad una delle elettrovalvole del gruppo,

la figura 4 mostra in maggiore dettaglio lo schema di un circuito di ricircolo impiegato nel dispositivo di controllo della figura 2, e condiviso da tutte le elettrovalvole del gruppo controllato,

le figure 5 e 6 sono due schemi che mostrano i circuiti elettrici equivalenti corrispondenti a due diversi modi di funzionamento del circuito di ricircolo della figura 4,

le figure 7a-7f sono diagrammi che mostrano a titolo indicativo i profili di tensione e di corrente di vari componenti del dispositivo di controllo secondo l'invenzione, e

la figura 8 mostra il profilo ideale della corrente di eccitazione nel ciclo di attuazione di un'elettrovalvola del sistema.

Riferendosi inizialmente alla figura 1, con 1 è indicata schematicamente una sezione della testa di un motore a combustione interna per autoveicoli, ad esempio a 4 cilindri/16 valvole, ovvero con due valvole di aspirazione per ciascun cilindro. Ciascuna di tali valvole di aspirazione 2 è operativamente associata ad un sistema elettro-

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUIX
s.r.l.

idraulico di attuazione a fasatura variabile comprendente per ciascuna di esse, in modo generalmente noto, un'elettrovalvola 3 pilotabile fra una condizione di chiusura ed una condizione di apertura per mantenere e, rispettivamente, scaricare olio sotto pressione, alimentato da una pompa idraulica 4, relativamente ad una camera di spinta 5. Tale camera di spinta 5 è interposta fra lo stelo della valvola 2 (con l'interposizione di un dispositivo di frenatura idraulica 6) e un gruppo a stantuffo e bicchierino di punteria 7 cooperante con una corrispondente camma dell'albero di distribuzione 8 del motore. L'elettrovalvola 3 controlla la comunicazione fra la camera di spinta 5 ed un accumulatore idraulico 9.

Il funzionamento del sistema elettro-idraulico di attuazione parzialmente rappresentato nella figura 1 è generalmente noto: in sintesi, quando l'elettrovalvola 3 è chiusa, e quindi l'olio in pressione è presente nella camera di spinta 5, la valvola 2 viene azionata in modo convenzionale, cioè a fasatura fissa. Per variare la fase di chiusura della valvola 2, l'elettrovalvola 3 viene pilotata in apertura, consentendo lo scarico dell'olio in pressione dalla camera di spinta 5 verso l'accumulatore 9 allorché l'albero a camme 8 opera

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

l'abbassamento del gruppo di punteria 7. La valvola 2 risulta in tal modo disaccoppiata dall'azione dell'albero a camme 8, portandosi in posizione di chiusura sotto l'azione del relativo sistema elastico di richiamo, indicato genericamente con 10 nella figura 1. Quando il gruppo di punteria 7 si riporta nella posizione sollevata, l'olio in pressione defluisce dall'accumulatore 9 riempiendo nuovamente la camera di spinta 5, in attesa del ciclo successivo.

Il ciclo di attuazione dell'elettrovalvola 3 è controllato, secondo l'invenzione, attraverso un dispositivo di controllo indicato genericamente nel suo insieme con 11 nella figura 2, e costituito da un'unità elettronica operativamente connessa ad altre tre elettrovalvole 3 (vedere fig. 1) delle valvole di aspirazione 2 di altrettanti cilindri del motore. In pratica quindi, nel caso di un motore a 4 cilindri con 8 valvole di aspirazione, il sistema di attuazione a fasatura variabile sarà dotato di due identiche unità di controllo 11 in grado di pilotare in modo indipendente due gruppi composti da quattro elettrovalvole 3 ciascuno.

Le quattro elettrovalvole sono indicate schematicamente con VVA_1 , VVA_2 , VVA_3 e VVA_4 nella figura 2, e ciascuna di esse è operativamente

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

associata ad un rispettivo circuito di controllo ad anello chiuso indicato schematicamente con PWM_1 , PWM_2 , PWM_3 , PWM_4 , rispettivamente, ciascuno comprendente un rispettivo transistor attuatore QA_1 , QA_2 , QA_3 , QA_4 .

Il circuito di controllo PWM_1 verrà descritto in dettaglio nel seguito con riferimento alla figura 3, intendendosi che la sua conformazione ed il suo funzionamento sono del tutto analoghi a quelli degli altri circuiti di controllo PWM_2 , PWM_3 , PWM_4 .

L'unità elettronica di controllo 11 comprende inoltre un circuito di ricircolo comune, indicato genericamente con FM, condiviso da tutte e quattro le elettrovalvole VVA_1 , VVA_2 , VVA_3 , VVA_4 e le cui caratteristiche saranno descritte in dettaglio più avanti con particolare riferimento alle figure 4, 5 e 6.

Riferendosi ora alla figura 3, il circuito di controllo PWM_1 comprende i seguenti elementi fondamentali:

- una prima ed una seconda porta logica AND, indicate con A1 e A2, aventi rispettivi ingressi di controllo V e di segnale determinanti, in caso di coincidenza, l'uscita a livello "1" logico delle porte AND relative, che tramite partitori resistivi definiscono due livelli di tensione diversi,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

indicati rispettivamente con HIGH e LOW, atti a definire i valori rispettivamente di picco I_p e di mantenimento I_h (menzionati all'inizio della presente descrizione con riferimento alla figura 8) della corrente di eccitazione dell'elettrovalvola VVA_1 ;

- un comparatore U1, il cui ingresso non invertente è connesso con le uscite delle porte A1, A2, in modo tale per cui la tensione applicata su tale morsetto non invertente, indicata con SET e funzione a sua volta funzione dei valori logici presenti sui morsetti HIGH e LOW delle porte A1, A2, definisce i valori di I_p e I_h ;

- una porta logica OR, indicata con U3, i cui ingressi sono collegati rispettivamente con l'uscita della porta A1 e con l'uscita della porta A2;

- una porta logica AND, indicata con A3, i cui ingressi sono collegati rispettivamente con l'uscita della porta U3 e con l'uscita del comparatore U1;

- un circuito bistabile U2, schematizzato per semplicità come flip-flop di tipo D, connesso all'uscita della porta A3, sincronizzato con l'uscita del comparatore e quindi con i comandi HIGH e LOW. Il circuito U2 opera convenientemente con un clock interno (CLOCK) a 5 MHz, e quindi il relativo jitter può essere al massimo di 200 ns, ed è dunque

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

trascurabile per il "sistema" motore a combustione interna.

Il transistor attuatore QAl è un MOSFET convenientemente del tipo HEXSENSE, che permette la misura diretta (KELVIN) della corrente che scorre tra i suoi morsetti di DRAIN (collettore) e SOURCE (emettitore), tramite celle dedicate direttamente sul silicio. Il suo morsetto di GATE, al quale viene applicato il comando CMD, è collegato all'uscita del flip-flop U2, ed il morsetto di DRAIN è collegato con l'avvolgimento di eccitazione dell'elettrovalvola VVA₁ (schematizzato nella figura 3 con la relativa induttanza L), a sua volta connessa alla sorgente di alimentazione elettrica V_b. Il morsetto M del MOSFET attuatore QAl è collegato tramite un opportuno amplificatore con l'ingresso invertente del comparatore U1 per l'invio di una tensione di feedback V_f. Quando tale MOSFET QAl passa in piena conduzione, si sviluppa ai capi di un resistore R_s una tensione proporzionale alla corrente che fluisce nell'elettrovalvola.

Il circuito di ricircolo FM, rappresentato in forma semplificata nella figura 3 ed in forma più completa nella figura 4, include un transistor MOSFET QR in serie ad un diodo D1 collegato ai capi dell'avvolgimento L dell'elettrovalvola, con

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

associato partitore resistivo R_1 - R_2 . Come sarà chiarito nel seguito, tale circuito FM, che come detto è unico ed è condiviso dalle quattro elettrovalvole VVA_1 , VVA_2 , VVA_3 e VVA_4 del gruppo attraverso rispettivi diodi D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , assolve a due funzioni:

- ricircolo della corrente di eccitazione dell'elettrovalvola durante il ciclo di attuazione (ed in tal caso il circuito equivalente è quello rappresentato nella figura 5, corrispondente alla condizione di saturazione del MOSFET QR);

- funzionamento come diodo zener controllato per lo scarico della tensione su L durante la fase di diseccitazione dell'elettrovalvola al termine del ciclo di attuazione (ed in tal caso il circuito equivalente è quello raffigurato nella figura 6).

Il funzionamento del circuito di controllo PWM_1 per realizzare il ciclo di attuazione della relativa elettrovalvola VVA_1 , secondo una fase iniziale di alimentazione di una corrente di eccitazione elevata fino al raggiungimento del valore di picco I_p , una fase intermedia di eccitazione al valore di corrente di mantenimento I_h , ed una fase finale di diseccitazione rapida, è il seguente (vedere fig. 3).

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

All'inizio del ciclo, sul morsetto non invertente del comparatore U1 è presente la tensione SET, come detto funzione a sua volta dei valori logici presenti sui morsetti HIGH e LOW e che definisce i valori I_p e I_h . All'inizio dell'attuazione non scorre corrente nell'elettrovalvola e quindi la tensione di feedback V_f applicata al morsetto invertente del comparatore U1 è nulla. L'uscita del comparatore U1 si porta quindi al valore alto e di conseguenza il flip-flop U2 è abilitato: al primo colpo di CLOCK, l'uscita del flip-flop U2 si porta all'uno logico e attiva il MOSFET attuatore QAl. Quando la tensione tra GATE e SOURCE del MOSFET QAl è superiore al valore V_{gs} di soglia, il MOSFET QAl passa in piena conduzione e si sviluppa una tensione ai capi del resistore R_s , proporzionale alla corrente che fluisce nell'elettrovalvola VVA_1 . La corrente cresce, in prima approssimazione, secondo la formula:

$$I = (V_b * t_{on}) / L$$

dove t_{on} rappresenta il tempo in cui il MOSFET QAl è in conduzione.

Nel momento in cui la tensione di feedback V_f raggiunge il valore SET, l'uscita del comparatore U1 cambia valore, disabilitando così il flip-flop U2 e quindi anche il MOSFET QAl. In tal caso la corrente

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

ricircola nell'anello del circuito di ricircolo FM, con il MOSFET QR in saturazione (figura 5), secondo la formula :

$$I \approx (V_d + I \cdot R) \cdot t_{off} / L$$

dove V_d è la tensione del diodo D1 e t_{off} rappresenta il tempo per cui il MOSFET attuatore QAl è interdetto.

Dalle due formule che precedono si può notare come sia differente l'andamento della corrente che scorre nell'elettrovalvola a seconda che QAl sia in conduzione o meno. Siccome la corrente decade lentamente nella fase di "off", si può accettare il fatto che non sia possibile misurarla direttamente: tramite la definizione delle caratteristiche dell'elettrovalvola e la sua modellazione si determina così il massimo tempo per cui può durare la fase di "off". Trascorso questo tempo, ricompare il segnale di CLOCK sul flip-flop U2 e si riattiva il MOSFET attuatore QAl (da notare che nella fase "off" la corrente non circola in QAl e quindi la tensione di feedback V_f crolla a zero, riabilitando il flip-flop U2).

Si deve quindi rilevare che si opera con tempi di "off" costanti, determinati in base alla massima ondulazione (ripple) di corrente ammessa (limite inferiore sulla frequenza), ed alle perdite

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

nell'elettrovalvola (tali perdite sono proporzionali al quadrato della frequenza e quindi costituiscono il limite superiore sulla frequenza di chopper):

L'inizio dell'attuazione è estremamente preciso, in quanto il circuito bistabile U2, esemplificato come flip-flop di tipo D, è come detto sincronizzato con i comandi HIGH e LOW, ed opera con un clock interno a 5 MHz.

Come è stato accennato precedentemente, vi è la necessità di operare con valori di tensioni elevate, superiori a quelle fornite dalla sorgente di alimentazione elettrica (batteria), nel momento in cui si decide di terminare l'attuazione. Durante la fase di attuazione il MOSFET di ricircolo QR è in piena conduzione, mentre viene interdetto circa 20 μ s prima del termine dell'attuazione. Nell'istante in cui anche il MOSFET attuatore QAl viene interdetto, la tensione ai capi dell'elettrovalvola cresce rapidamente in quanto non si può interrompere il flusso di corrente che l'attraversa, secondo la legge di Lenz:

$$V = L * di/dt$$

Il MOSFET di ricircolo QR può ritornare in conduzione, tramite il partitore resistivo R₁-R₂, ad un valore prefissato di V_{dsz} (tensione DRAIN-SOURCE di QR, pari a circa 60 Volt), controllando così la

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

massima tensione sviluppata ai capi dell'elettrovalvola. Affinché il MOSFET di ricircolo QR torni in conduzione, la tensione ai capi del GATE deve superare la soglia V_{GS} , secondo la formula:

$$V_{GS} = V_{DS} [R_1 / (R_1 + R_2)]$$

Il MOSFET di ricircolo QR assorbe dunque l'energia contenuta nell'elettrovalvola e si comporta in questa fase come un diodo zener controllato (figura 6).

Come già chiarito, il circuito di ricircolo FM è comune ai quattro MOSFET attuatori QA1, QA2, QA3, QA4 del gruppo di elettrovalvole VVA₁, VVA₂, VVA₃, VVA₄, ed è quindi prevista una procedura tale da permettere il suo funzionamento come zener controllato per l'elettrovalvola il cui ciclo di attuazione deve essere terminato, senza influenzare i cicli di attuazione contemporanei delle altre elettrovalvole. Infatti, se durante tale fase si utilizzasse il circuito FM per il ricircolo di un'altra elettrovalvola, la brusca variazione di corrente, secondo la formula che segue, potrebbe anche diseccitarla:

$$\Delta I = (V_{DSZ} * T_{dis}) / L$$

dove V_{DSZ} è la tensione del diodo zener equivalente, e T_{dis} è la durata totale dell'operazione di diseccitazione

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

dell'elettrovalvola. Poiché tale durata T_{dis} dell'operazione di diseccitazione dell'elettrovalvola è estremamente breve (inferiore a circa 80 μs), si portano in conduzione tutti i MOSFET attuatori QA attivi delle altre elettrovalvole (nel caso qui esemplificato di un motore a quattro cilindri vi possono essere fino a tre elettrovalvole attive contemporaneamente), tramite un comando di PRESET sul flip-flop U2 (figura 3), eccetto ovviamente quello per il quale si deve terminare il ciclo di attuazione della relativa elettrovalvola, per il tempo T_{dis} .

In questo modo la corrente che scorre nei MOSFETs attuatori QA, attivi cresce secondo la formula che segue:

$$I = (V_b * T_{dis}) / L$$

in pratica in modo inapprezzabile, senza recare alcun disturbo alle elettrovalvole e liberando il circuito di ricircolo FM per la funzione di diodo zener controllato.

La funzione della porta OR U3 è quella di disattivare il flip-flop U2 nel caso in cui non siano presenti i segnali HIGH e LOW. Tale porta U3 evita inoltre false commutazioni durante la fase di avviamento del motore, e costituisce una protezione nel caso in cui si interrompesse il collegamento

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

elettrico fra la centralina elettronica di controllo del motore e l'unità elettronica di controllo 11.

Le figure 7a-7f mostrano, a titolo di esempio, gli andamenti in funzione del tempo di grandezze caratteristiche durante il ciclo di attuazione di un'elettrovalvola operato dal dispositivo di controllo secondo l'invenzione. In particolare:

- la figura 7a rappresenta il profilo della tensione di SET all'ingresso non invertente del comparatore U1;

- la figura 7b rappresenta il profilo della tensione di feedback V_f all'ingresso invertente del comparatore U1;

- la figura 7c mostra il profilo della tensione ai capi dell'elettrovalvola;

- la figura 7d mostra il profilo della corrente nell'elettrovalvola;

- la figura 7e mostra il profilo della tensione di comando CMD del MOSFET attuatore QA; e

- la figura 7f mostra l'andamento del comando che indica la durata totale del ciclo di attuazione dell'elettrovalvola.

Apparirà evidente da quanto precede che il dispositivo di controllo secondo l'invenzione permette di realizzare, in modo funzionalmente semplice, compatto ed efficiente, un controllo

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OLIX
s.r.l.

"hardware" ad anello chiuso della corrente che scorre nelle elettrovalvole. In particolare il dispositivo si regola automaticamente sui due valori di corrente prefissati rispettivamente di picco I_p e di mantenimento I_h , e permette di realizzare un inizio preciso dell'attuazione (errore massimo ≤ 200 ns), ed un tempo di ricircolo costante della corrente (T_{off}). Inoltre, l'adozione del circuito di ricircolo comune FM, unico e condiviso da tutte le elettrovalvole controllate, ed in grado di assolvere alle due funzioni sopra descritte, riduce il numero di componenti necessari e rende il dispositivo di controllo secondo l'invenzione particolarmente compatto e di dimensioni ridotte.

Naturalmente i particolari di costruzione e le forme di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione, così come definita nelle rivendicazioni che seguono.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo di controllo per sistemi elettro-idraulici di attuazione a fasatura variabile delle valvole di aspirazione (2) dei cilindri di un motore a combustione interna per autoveicoli da parte dell'albero di distribuzione (8) del motore, in cui a ciascuna valvola di aspirazione (2) è associata una rispettiva elettrovalvola (3-VVA) pilotabile fra una condizione di chiusura ed una condizione di apertura per mantenere e, rispettivamente, scaricare un fluido idraulico sotto pressione relativamente ad una camera di spinta (5) interposta fra la valvola di aspirazione (2) e l'albero di distribuzione (8) del motore, detto dispositivo di controllo (11) essendo predisposto per realizzare cicli di attuazione di dette elettrovalvole (VVA) da parte di una sorgente di alimentazione elettrica (V_b), in accordo con la sequenza di fasatura del motore, secondo una fase iniziale di alimentazione di una corrente di eccitazione elevata fino al raggiungimento di un valore di picco (I_p), una fase intermedia di alimentazione di corrente di eccitazione sostanzialmente ad un valore di mantenimento (I_h), ed una fase finale di diseccitazione rapida, detto dispositivo di controllo essendo caratterizzato dal

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

fatto che comprende un'unità elettronica (11) operativamente connessa ad una pluralità di dette elettrovalvole (VVA_1 , VVA_2 , VVA_3 , VVA_4) ed includente, per ciascuna elettrovalvola, un rispettivo circuito di controllo ad anello chiuso (PWM_1 , PWM_2 , PWM_3 , PWM_4) comprendente:

- mezzi (A1, A2) per la generazione di due livelli logici di tensione ad un primo e ad un secondo valore (HIGH, LOW) corrispondenti rispettivamente a detti valori di picco (I_p) e di mantenimento (I_h) della corrente di eccitazione,

- mezzi comparatori (U1) per confrontare la corrente di eccitazione dell'elettrovalvola con detti valori di picco (I_p) e, rispettivamente, di mantenimento (I_h), e per fornire segnali di abilitazione quando la corrente di eccitazione è inferiore a detti valori,

- un circuito bistabile (U2) connesso operativamente a detti mezzi comparatori (U1) per generare impulsi di abilitazione, sincronizzati con detti due livelli logici di tensione, all'alimentazione della corrente di eccitazione dell'elettrovalvola,

- mezzi attuatori (QA) attivati da detti impulsi di abilitazione per realizzare un flusso di corrente di eccitazione crescente da detta sorgente di

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OLIX
s.r.l.

alimentazione (Vb) attraverso l'elettrovalvola (VVA) e per inviare a detti mezzi comparatori (U1) segnali indicativi del valore di tale corrente di eccitazione,

e dal fatto che detta unità elettronica (11) comprende inoltre un unico circuito di ricircolo (FM) condiviso da detti circuiti di controllo (PWM) di tutte le suddette elettrovalvole (VVA) e predisposto, nella condizione disattivata dei suddetti mezzi attuatori (QA) del rispettivo circuito di controllo (PWM) di ciascuna elettrovalvola (VVA) durante dette fasi iniziale e intermedia del relativo ciclo di attuazione, per ricircolare la corrente di eccitazione attraverso tale elettrovalvola, e, nella condizione disattivata di detti mezzi attuatori (QA) corrispondente alla suddetta fase finale di diseccitazione rapida del relativo ciclo di attuazione, per scaricare in modo controllato la tensione applicata a tale elettrovalvola senza influenzare le altre elettrovalvole.

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi attuatori (QA) di ciascun circuito di controllo (PWM) comprendono un transistor MOSFET.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che il transistor MOSFET è del tipo a misura diretta della corrente fra i suoi morsetti di collettore (DRAIN) e di emettitore (SOURCE).

4. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto circuito di ricircolo (FM) include un transistor MOSFET (QR) con associato partitore resistivo (R1-R2), agente come diodo zener controllato durante detta fase finale di diseccitazione rapida dell'elettrovalvola (VVA).

5. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che ciascuno di detti circuiti di controllo (PWM) comprende inoltre mezzi (PRESET) per inibire, durante la funzione di scarico controllato di una delle elettrovalvole (VVA) da parte di detto circuito di ricircolo (FM), il ricircolo della corrente di eccitazione di altre elettrovalvole, nel corso del relativo ciclo di attuazione, attraverso detto circuito di ricircolo (FM).

6. Dispositivo sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

Ing. Giancarlo NOTARO
N. iscriz. Albo 258
In proprio e per gli altri



Fig. 1

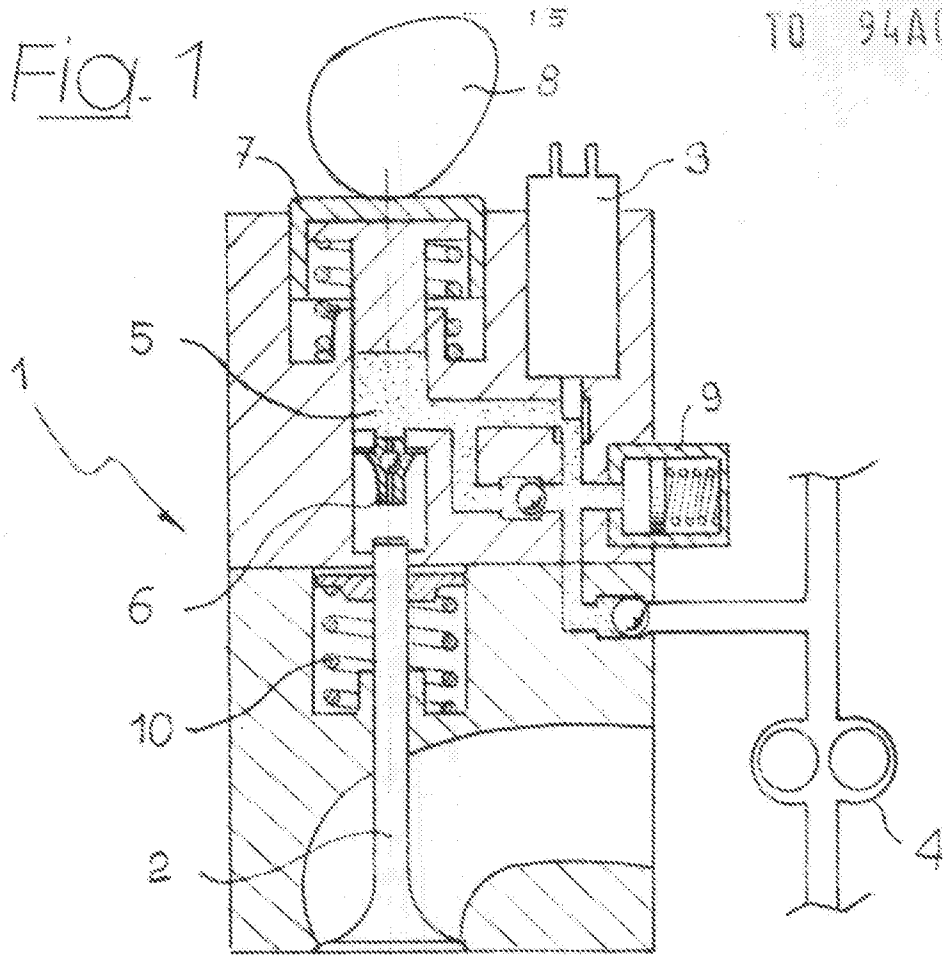
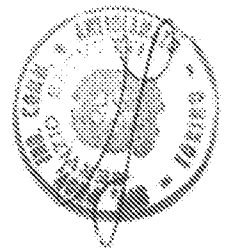
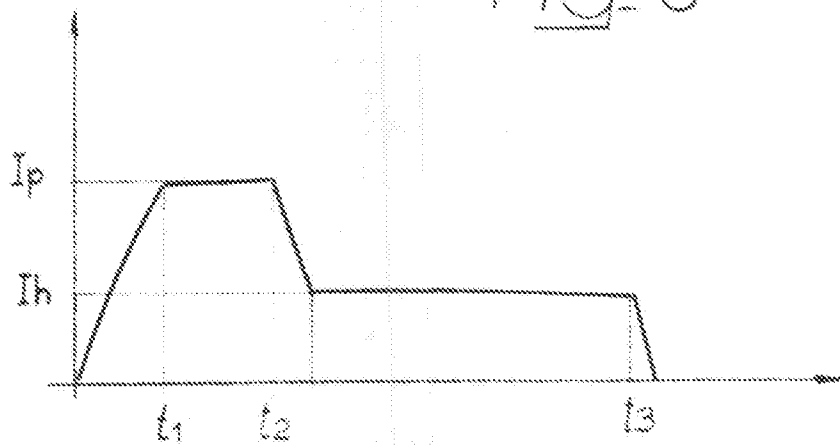
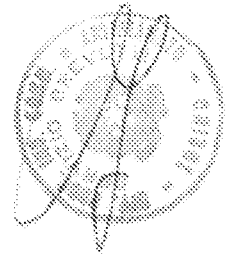
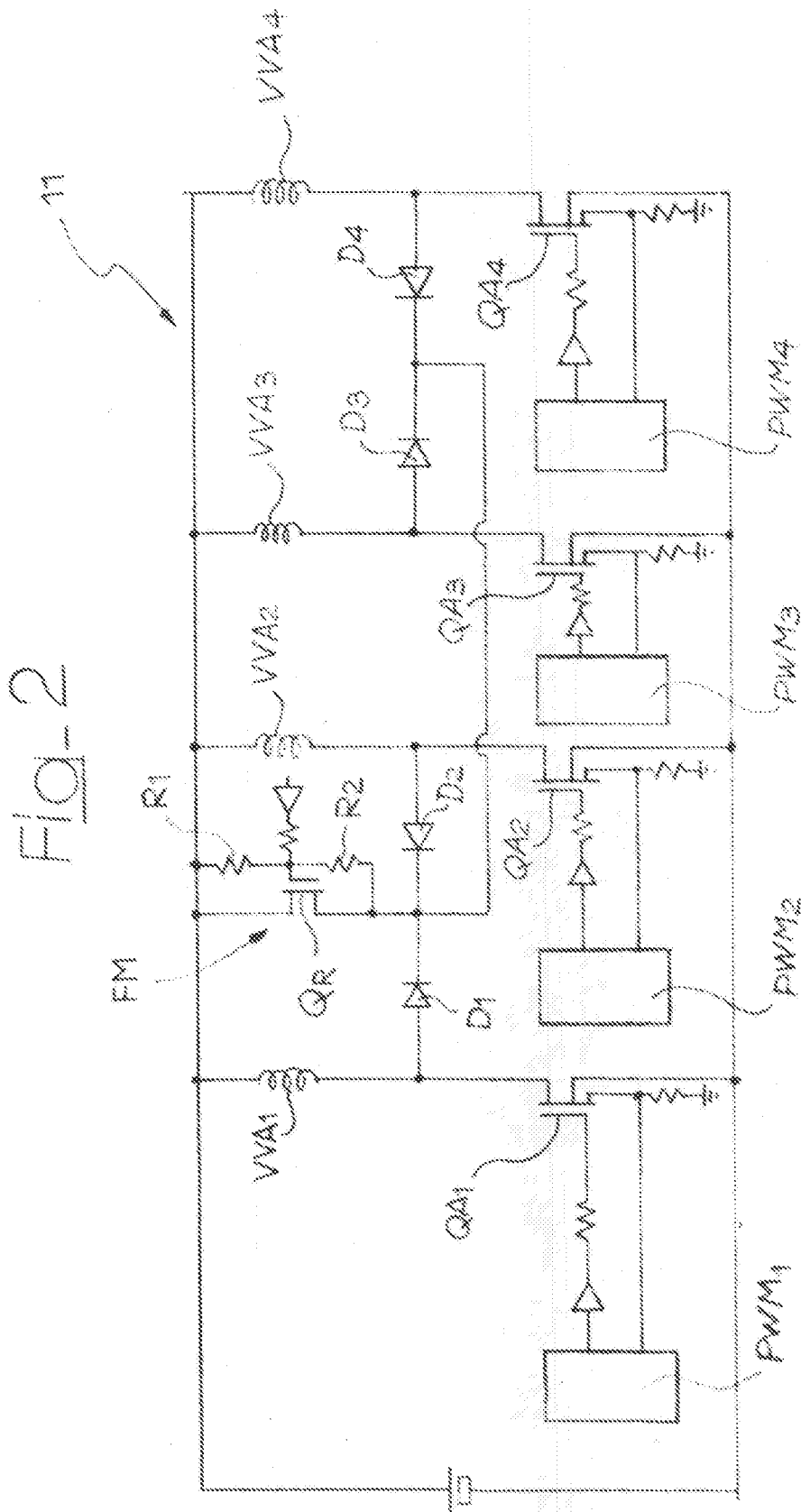


Fig. 8



ing. Glicerio NOTARO
N. iscr. A.S.O. 258
(in proprio e per gli altri)



Ing. Glencor NOTARO
N. Isola ALBO 258
In proprio e per gli altri

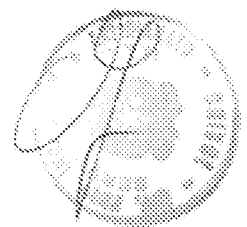
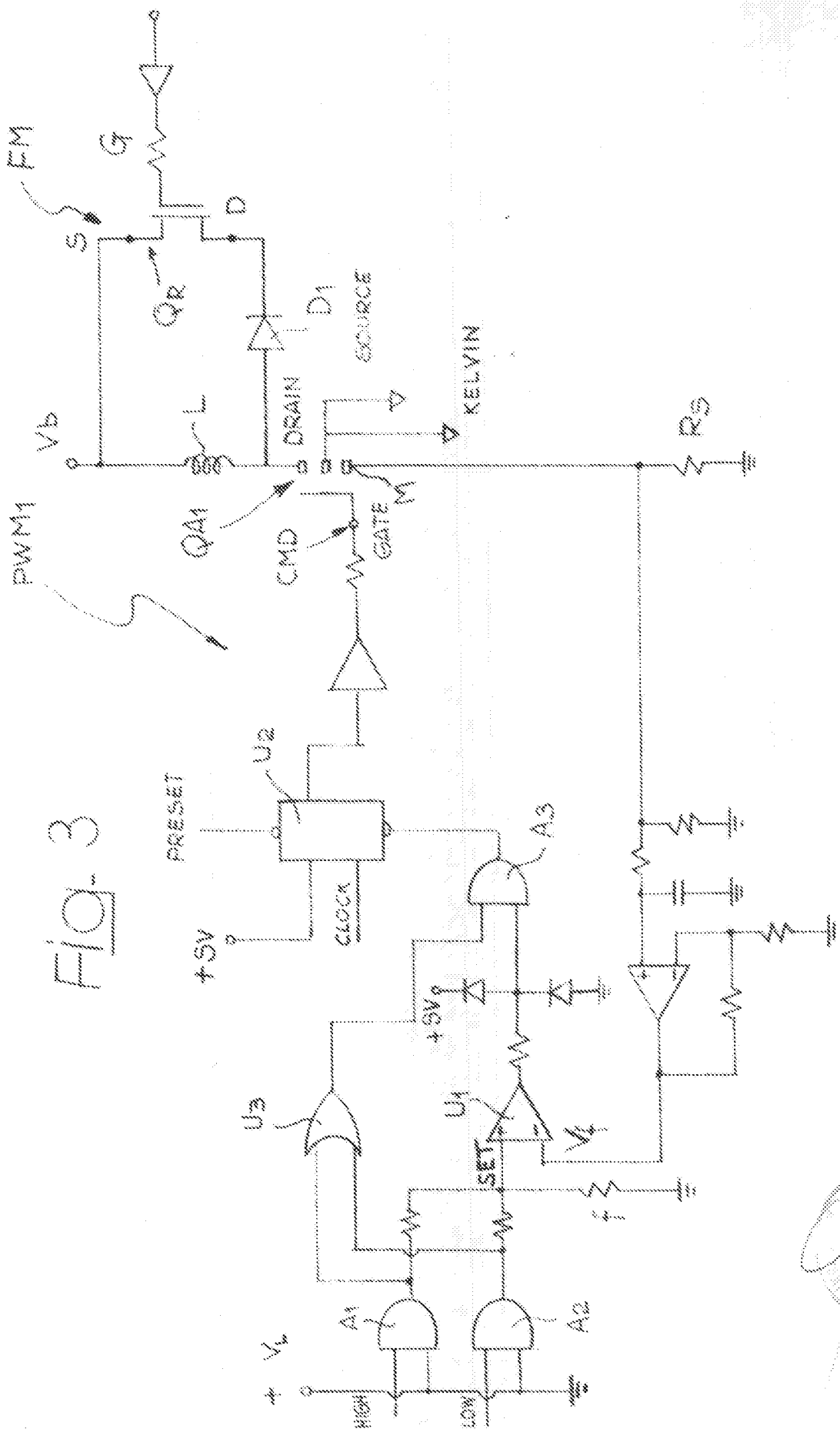


Fig. 4

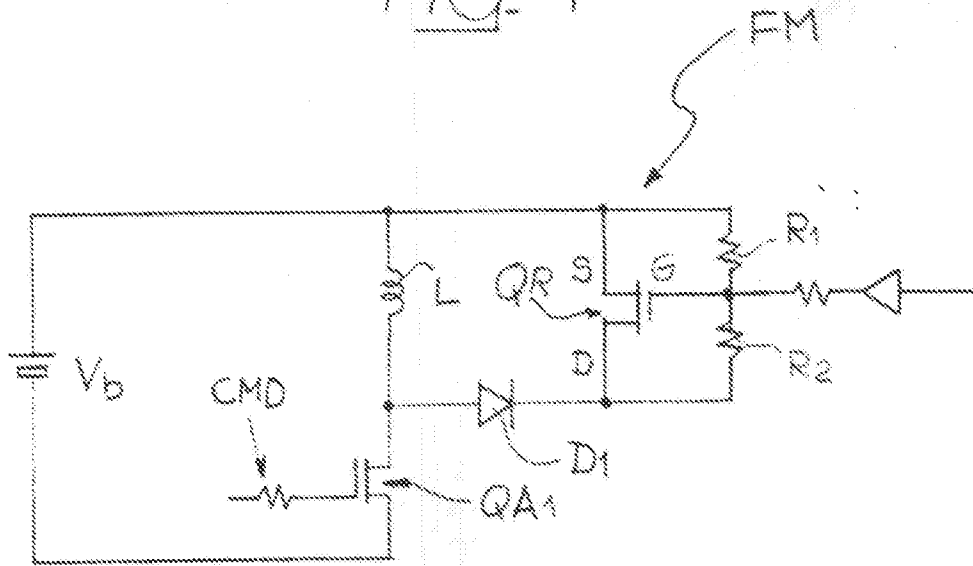


Fig. 5

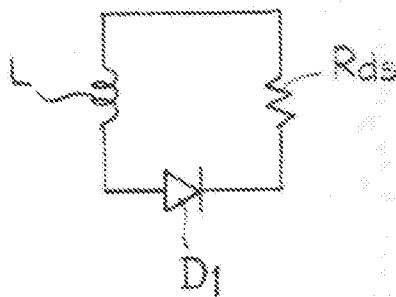
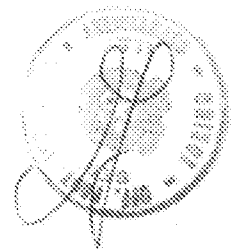
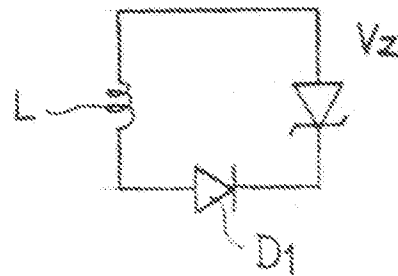


Fig. 6



TO 94A0000717

5/8

Fig. 7a

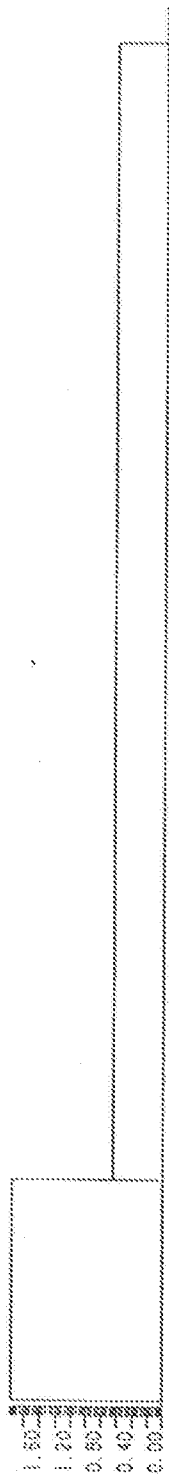


Fig. 7b

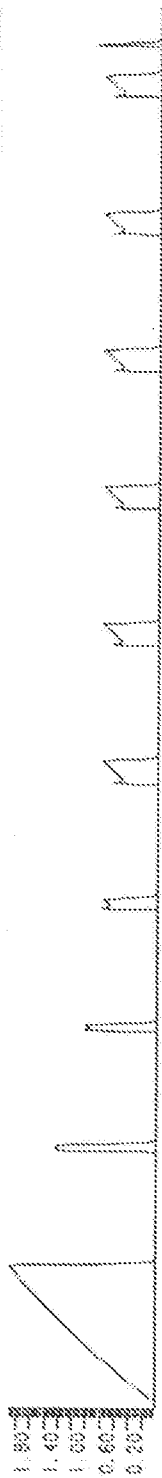


Fig. 7c

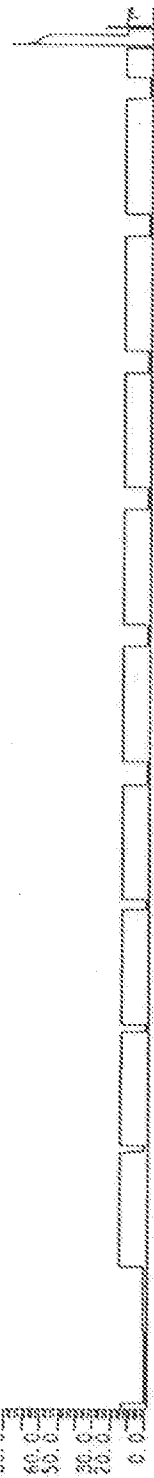


Fig. 7d



Fig. 7e

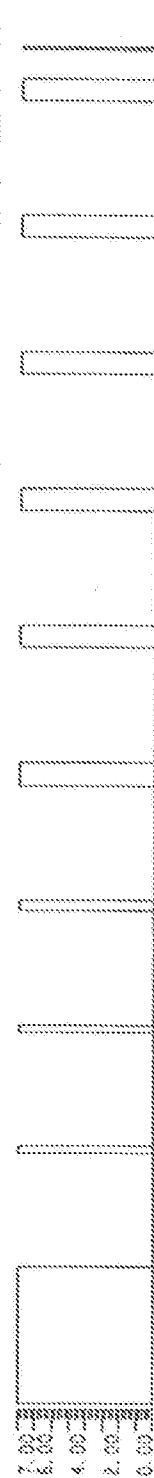
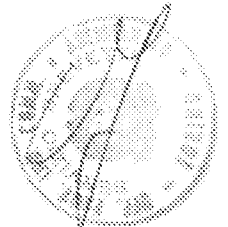
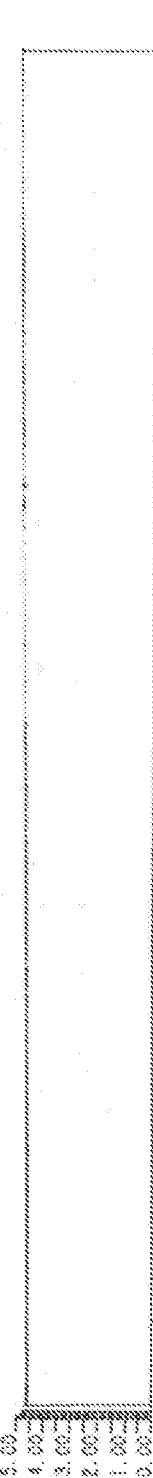


Fig. 7f



Ing. Giancarlo NOTARO
N. 1000, ALBO 258
in proprio e per gli altri