



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101995900445632
Data Deposito	05/06/1995
Data Pubblicazione	05/12/1996

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	02	B		

Titolo

PROCEDIMENTO DI SINCRONIZZAZIONE PER UN MOTORE TERMICO SENZA SENSORE DI POSIZIONE CAMMA.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:
"Procedimento di sincronizzazione per un motore termico senza sensore di posizione camma"

di: CENTRO RICERCHE FIAT Società Consortile per Azioni, nazionalità italiana, Strada Torino, 50 - Orbassano (Torino)

Inventore designato: Cesare PONTI

Depositata il: 5 giugno 1995 TO 35A001437

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione fa riferimento in generale a procedimenti di sincronizzazione per un motore termico, in particolare un motore a combustione interna per autoveicoli, senza sensore di posizione di camma.

Più specificamente la presente invenzione fa riferimento ad un procedimento per generare un segnale di fase rappresentativo del funzionamento dei diversi cilindri di un motore a combustione interna. Tale segnale è destinato ad essere fornito in ingresso ad un sistema di iniezione elettronica di carburante.

La maggior parte dei motori a combustione interna per veicoli è attualmente alimentata tramite un sistema di iniezione del carburante controllato da una centralina elettronica che, normalmente, nel caso

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

di motori a benzina, gestisce anche l'accensione. Molti degli attuali sistemi hanno un riferimento angolare preciso su 360° dell'albero motore e non più su 720° dell'intero ciclo motore (nel caso di un motore a quattro tempi a quattro cilindri, peraltro il modello ampiamente più diffuso attualmente in produzione).

Nel corso degli ultimi anni sono stati sviluppati differenti sistemi di iniezione elettronica di carburante per motori a combustione interna. Tra questi possono essere citati i sistemi di iniezione del tipo cosiddetto single-point, caratterizzato dal fatto di comprendere un unico iniettore di carburante posto sul condotto di aspirazione comune dell'aria, ed i sistemi del tipo cosiddetto multi-point caratterizzati dal fatto di comprendere un iniettore di carburante per ogni cilindro del motore, in particolare posto sul condotto di aspirazione dell'aria di ogni cilindro. I sistemi di iniezione del tipo multi-point, cui fa riferimento la presente invenzione, si stanno diffondendo sempre più in quanto permettono di migliorare il funzionamento dei motori a combustione interna sia dal punto di vista delle prestazioni che dal punto di vista dell'emissione di sostanze inquinanti.

Tipicamente i sistemi di iniezione multi-point hanno un funzionamento di tipo intermittente, cioè gli iniettori vengono aperti periodicamente, almeno una volta per ciclo motore. Vi sono fondamentalmente due modalità di azionamento degli iniettori: l'azionamento simultaneo, in cui tutti gli iniettori vengono aperti e chiusi contemporaneamente, e l'azionamento sequenziale, in cui gli iniettori vengono aperti e chiusi individualmente.

Tipicamente il sistema di iniezione è controllato da un'unità, o centralina elettronica, che controlla anche l'accensione e quindi provvede alla gestione completa del motore termico. Nel caso dell'azionamento simultaneo, denominato anche full-group, la centralina elettronica di controllo calcola la quantità di carburante da iniettare e, conseguentemente, aziona tutti gli iniettori contemporaneamente. Tale azionamento può avvenire una o due volte per ciclo motore (due giri dell'albero motore nel caso di un motore a quattro tempi). Tale soluzione semplifica la struttura del dispositivo elettronico di controllo che comanda gli iniettori in quanto è necessario un unico stadio di potenza.

Tuttavia la modalità di funzionamento full-group presenta degli inconvenienti tecnici. Il primo incon-

veniente è dovuto al fatto che in almeno un cilindro vi è sempre l'iniezione di carburante quando vi è una valvola di ingresso in posizione aperta. In genere ciò fa sì che la combustione del carburante nel cilindro avvenga in modo degenerato o comunque non ottimale, questo a sua volta fa sì che vengano prodotte maggiori sostanze inquinanti. Inoltre, nel caso si verificassero transitori rapidi nelle condizioni di funzionamento del motore, la centralina elettronica di controllo deve attendere la fine del ciclo motore, composto da due giri dell'albero motore, prima di poter modificare la quantità di carburante da iniettare, anche se la sua velocità di calcolo le permetterebbe di reagire molto più velocemente.

La modalità di azionamento sequenziale consiste invece nell'iniettare la quantità di carburante desiderata per ogni cilindro nel rapporto di fase ottimale rispetto alla fase di ammissione di tale cilindro. In tal modo l'iniezione per ogni singolo cilindro avviene in un periodo di tempo che precede l'apertura della valvola di ingresso di tale cilindro.

La modalità di azionamento sequenziale permette di ottenere risultati migliori in termini di emissione di sostanze inquinanti. Ciò in quanto permette di controllare precisamente la fase ed il tempo di inie-

zione per ogni cilindro in modo che l'iniezione del carburante per ogni cilindro avvenga in modo ottimale. Inoltre la centralina elettronica di controllo è in grado di reagire alle variazioni di condizioni di funzionamento in modo molto più rapido che non con la modalità full-group. Questo fa sì che le condizioni in cui avviene la combustione del carburante in ogni singolo cilindro siano sempre pressoché ottimali. In tal modo è possibile quindi anche migliorare le prestazioni del motore.

Naturalmente ciò comporta un maggior costo del dispositivo elettronico di comando degli iniettori che in questo caso richiede uno stadio di potenza per ogni iniettore in modo che questi possano essere azionati indipendentemente uno dall'altro.

Inoltre un sistema di iniezione elettronico multi-point che operi in modalità sequenziale necessita di un'informazione supplementare rispetto alla modalità full-group, e cioè un'informazione precisa sulla fase dei cilindri. Infatti è evidentemente necessario conoscere con esattezza la fase in cui si trova ogni cilindro in modo da poter effettuare correttamente l'iniezione di carburante destinata a tale cilindro. Nel caso dei sistemi funzionanti in modalità full-group ciò non è naturalmente necessario in quanto

l'iniezione avviene contemporaneamente per tutti i cilindri.

Ad esempio nel caso classico di un motore quattro cilindri quattro tempi ad ogni ciclo motore (720°) vi sono quattro punti morti superiori, spaziatissimi l'uno dall'altro di 180° . Per ogni giro dell'albero motore (360°) vi sono quindi due punti morti superiori, tra loro facilmente distinguibili nel caso si impieghi, come è tipico, un riferimento fasato sull'albero motore.

Quindi ad ogni punto morto superiore, di ogni giro dell'albero motore, due dei cilindri si trovano nella posizione di punto morto superiore mentre gli altri due sono nella posizione opposta cioè nel punto morto inferiore. In un dato punto morto superiore quindi è noto, ad esempio, al sistema elettronico di iniezione, che i cilindri 1 e 4 si trovano nella posizione di punto morto superiore mentre i cilindri 2 e 3 si trovano nella posizione di punto morto inferiore. Tuttavia, con il solo riferimento sui 360° dell'albero motore, il sistema non è in grado di sapere se il cilindro 1 sia in fase di compressione, e conseguentemente il cilindro 4 sia in fase di scarico, oppure se il cilindro 4 sia in compressione, e conseguentemente il cilindro 1 sia in scarico. Per

disporre di tale informazione è necessario, come detto in precedenza, disporre di un riferimento preciso sui 720° del ciclo motore.

Allo scopo di ottenere tale riferimento è noto l'utilizzo di dispositivi sensori associati ad un albero a camme del motore. E' noto infatti che poiché l'albero, o gli alberi, a camme del motore ruotano ad una velocità dimezzata rispetto alla velocità di rotazione dell'albero motore permettono di ottenere un riferimento sui 720° .

Tali sensori presentano tuttavia l'inconveniente di essere di installazione più complessa e difficoltosa con conseguenti aumenti di costo e di complessità del sistema elettronico di iniezione. Per contro invece è molto più semplice dotare il motore di una ruota fonica, tipicamente presentante numerosi denti, associata all'albero motore, il che permette di avere un riferimento preciso sui 360° di rotazione dell'albero motore a costi contenuti.

Nel caso dell'albero a camme invece tipicamente non è possibile, per ragioni di spazio, installare una ruota fonica dotata di numerosi denti per cui spesso il sensore associato all'albero a camme viene utilizzato, in combinazione con il tradizionale sensore di ruota fonica associato all'albero motore, so-

lamente per dare il riferimento di fase, cioè per discriminare tra i due giri dell'albero motore che compongono il ciclo motore.

Per ovviare a tale problema una soluzione nota nella tecnica è quella di impiegare un sensore di camma associato ad una ruota presentante quattro denti in modo da avere riferimenti, su 720° , corrispondenti ai punti morti superiori dei quattro cilindri del motore. In tal modo è possibile fare a meno della ruota fonica e del relativo sensore. Questa soluzione presenta tuttavia l'inconveniente di non permettere l'acquisizione di dati nei transitori tra un punto morto superiore ed il successivo poiché a causa dei vincoli dimensionali non è possibile l'impiego di una ruota presentante un elevato numero di denti associata ad un albero a camme. Ciò fa sì che tale soluzione non permetta una gestione efficiente del motore durante i transitori.

Ciò ha fatto sì che, fino ad oggi, i sistemi di iniezione in grado di rilevare la fase dei cilindri abbiano un costo sensibilmente più elevato dei sistemi di iniezione che si limitano a rilevare il riferimento su un giro dell'albero motore.

Per ovviare a tale inconveniente è stato proposto, nella domanda di brevetto francese n. 2 692 623

depositata il 23 giugno 1992, di utilizzare un procedimento in grado di determinare l'esatta fase del ciclo motore a partire dalle informazioni disponibili con un riferimento preciso sui 360° di rotazione dell'albero motore. Tale procedimento prevede di avviare il motore in modo non necessariamente fasato (vi è il 50% di probabilità che la fase sia invertita) fino a portare il motore a regime. Successivamente viene comandato l'arresto dell'iniezione di carburante per un dato cilindro di riferimento, ad esempio il cilindro numero 1, per un periodo di tempo predefinito. Ciò naturalmente determina il verificarsi di una o più mancate combustioni nel cilindro 1.

Poiché tipicamente le ruote foniche associate all'albero motore comprendono numerosi denti, è possibile rilevare variazioni di velocità e accelerazione dell'albero motore pressoché istantanee. In tal modo la centralina elettronica di controllo può rilevare una mancata combustione in uno dei cilindri in quanto manca la corrispondente accelerazione impartita dalla combustione all'albero motore. E' così possibile determinare la fase del ciclo motore in quanto la mancata combustione si verifica durante il giro motore in cui il cilindro 1 si trova nella fase di espansione. Successivamente la centralina elettronica

di controllo può quindi procedere a comandare l'iniezione secondo la modalità sequenziale.

Anche tale procedimento presenta tuttavia degli inconvenienti tecnici. Un primo inconveniente è dovuto al fatto che la fase di avviamento avviene in modalità non fasata fino a quando non avviene il riconoscimento della fase. In tal modo durante la fase iniziale di funzionamento del motore si verificano delle combustioni non ottimali con conseguenti emissioni di sostanze inquinanti. E' noto come la fase iniziale di funzionamento del motore sia la fase in cui vengono prodotte le maggiori quantità di sostanze inquinanti. Diventa quindi particolarmente importante contenere l'emissione di sostanze inquinanti durante tale fase iniziale di funzionamento, ciò in vista anche di superare determinate prove, come ad esempio le prove eseguite secondo la cosiddetta normativa ECE, per la determinazione dell'emissione di sostanze inquinanti dal motore imposte dalle leggi contro l'inquinamento.

Un secondo inconveniente è dovuto al fatto che a motore appena avviato, in caso di condizioni avverse, si possono verificare comunque delle mancate combustioni, non provocate dalla centralina di controllo, che possono falsare il riconoscimento della

fase oppure protrarlo ulteriormente nel tempo. Il riconoscimento può essere reso difficoltoso anche dal fatto che il rapporto segnale/rumore del segnale di ruota fonica, a motore avviato, non è molto elevato per cui eventuali disturbi possono compromettere il riconoscimento delle mancate combustioni.

Un ulteriore inconveniente è dato dal fatto che l'utilizzatore del veicolo può mettere in movimento il veicolo stesso prima che il sistema sia riuscito ad acquisire la corretta fasatura.

Lo scopo della presente invenzione è quello di realizzare un procedimento di sincronizzazione che permetta di risolvere in modo soddisfacente tutti i problemi sopra indicati.

Secondo la presente invenzione, tale scopo viene raggiunto grazie ad un procedimento di sincronizzazione avente le caratteristiche indicate nelle rivendicazioni che seguono la presente descrizione.

Ulteriori vantaggi e caratteristiche della presente invenzione risulteranno evidenti dalla seguente dettagliata descrizione, effettuata con l'ausilio degli annessi disegni, forniti a titolo di esempio non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una rappresentazione schematica a blocchi di un sistema elettronico di iniezione di

carburante in grado di attuare il procedimento secondo l'invenzione, e

- le figure 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b, 5a, 5b sono grafici illustranti aspetti di funzionamento del procedimento secondo l'invenzione.

La presente invenzione si basa sostanzialmente su un procedimento atto a riconoscere la fase del ciclo motore nel tempo più breve possibile in modo da consentire il funzionamento del motore secondo la modalità sequenziale fasata fin dai primi secondi di funzionamento del motore stesso. Tale procedimento permette inoltre di riconoscere la fase del ciclo motore senza l'impiego di alcun specifico sensore addizionale.

Il procedimento secondo l'invenzione prevede di effettuare l'avviamento del motore termico consentendo la combustione solamente in uno, oppure solamente in una parte, dei cilindri del motore termico. Nel corso dell'avviamento la centralina elettronica di controllo riconosce la prima combustione che si verifica all'interno di uno dei cilindri analizzando i segnali generati da una ruota fonica associata all'albero del motore. I cilindri in cui è consentita la combustione durante la fase di avviamento sono ovviamente scelti in modo tale per cui il verificarsi

di una combustione in uno di essi permette di riconoscere, in modo certo, la fase del ciclo motore disponendo di un riferimento sui 360° di rotazione dell'albero motore.

Per una migliore comprensione verrà ora descritto, con riferimento alla figura 1, un sistema di iniezione elettronica, del tipo multi-point atto a funzionare secondo una modalità sequenziale fasata, con il quale può venire impiegato il procedimento secondo la presente invenzione.

Tale sistema è controllato da una centralina elettronica di controllo ECU che comanda sia l'iniezione di carburante che l'accensione di un motore a scoppio a quattro cilindri E. La centralina elettronica ECU comprende un microprocessore, o elaboratore elettronico, MP il quale elabora informazioni relative al funzionamento del motore E, prelevate da sensori associati al motore E, e fornisce in uscita segnali di comando per il controllo dell'iniezione di carburante e dell'accensione del motore E.

A tale scopo nella centralina elettronica ECU è previsto un dispositivo di interfaccia CI atto a consentire la comunicazione tra il microprocessore MP e i dispositivi esterni alla centralina elettronica ECU. Una delle funzioni del dispositivo di interfaccia

cia CI è quella di convertire in formato accettabile per il microprocessore MP i segnali rilevati dai sensori associati al motore E.

Uno di tali sensori è un sensore S, tipicamente un sensore elettromagnetico, cooperante con una ruota fonica RF associata all'albero motore del motore E. La ruota fonica RF tipicamente comprende un numero elevato di denti, ad esempio da 60 a 135, e comprende inoltre un riferimento angolare, come ad esempio uno o due denti mancanti, in modo tale da permettere l'acquisizione di un riferimento preciso sui 360° di rotazione dell'albero motore. Il procedimento secondo l'invenzione può tuttavia essere impiegato anche nel caso in cui sia disponibile una ruota fonica con un numero ridotto di denti. I segnali generati dal sensore S vengono naturalmente inviati al dispositivo di interfaccia CI collegato al microprocessore MP.

I segnali di comandi emessi dal microprocessore MP atti al controllo dell'iniezione, vengono anche loro trasmessi al dispositivo di interfaccia CI il quale a sua volta li invia ad uno stadio di potenza P. Lo stadio di potenza P comanda i quattro iniettori I del motore termico E.

Il sistema di iniezione elettronico comprende naturalmente ulteriori sensori e dispositivi che non

sono qui rappresentanti in quanto non rilevanti ai fini della descrizione e della comprensione della presente invenzione. Anche i componenti fin qui descritti non verranno ulteriormente dettagliati in quanto sono componenti di tipo convenzionale, attualmente impiegati correntemente su numerosi sistemi di iniezione elettronica, che possono quindi essere realizzati senza difficoltà da un tecnico esperto del settore.

Verrà ora descritto in dettaglio il procedimento secondo l'invenzione fornendo degli esempi relativi ad un classico motore quattro tempi quattro cilindri. Si supponga che all'avviamento del motore venga iniettato carburante in tutti e quattro i cilindri in modo non fasato, in modo del tutto tradizionale, ad esempio come nel caso di una centralina elettronica funzionante in modalità full-group. La centralina elettronica ECU è in grado di rilevare, in modo pressoché istantaneo, la velocità e l'accelerazione dell'albero motore (si tratta naturalmente di velocità e accelerazione angolari) che sono illustrate nei grafici cartesiani di figure 2a e 2b rispettivamente.

Nel grafico di figura 2a in ascissa sono rappresentati i gradi motore GM, o in pratica la rotazione dell'albero motore, mentre in ordinata è rappresenta-

ta la velocità dell'albero motore VM (in giri al minuto). Analogamente in figura 2b sono rappresentati in ascissa i gradi motore GM mentre in ordinata è rappresentata la coppia CM impressa all'albero motore. La coppia CM può essere ricavata facilmente a partire dall'accelerazione impartita all'albero motore, oppure in alternativa può essere impiegata direttamente l'accelerazione, ottenuta ad esempio derivando la velocità VM, dell'albero motore al posto della coppia CM.

Naturalmente, nel caso in cui ciò semplifichi le procedure di calcolo del microprocessore MP può venire impiegata anche la velocità VM, dell'albero motore, oppure direttamente gli intervalli di tempo che intercorrono tra i rilevamenti dei punti morti superiori dei cilindri del motore. Questi ultimi infatti vengono ottenuti in modo immediato dal segnale di ruota fonica.

Per effettuare il riconoscimento della prima combustione possono venire impiegate tecniche di tipo noto, come ad esempio l'utilizzo di una soglia predefinita relativamente alla grandezza impiegata (velocità, accelerazione, intervalli di tempo, ecc.) impiegata per il riconoscimento. Tale soglia può eventualmente anche essere variabile, ad esempio in di-

pendenza dalla velocità impartita dal motorino di avviamento all'albero motore.

Come si può notare dalla figura 2b la prima combustione che si verifica in uno dei cilindri del motore E è facilmente rilevabile in quanto imprime un impulso di accelerazione e coppia considerevole all'albero motore. Si tenga presente che nella fase di avviamento precedente al verificarsi delle prime combustioni l'albero motore gira a velocità ridotta in quanto è trascinato solamente dal motorino di avviamento il quale deve inoltre vincere la resistenza dovuta alla maggiore viscosità iniziale dell'olio.

Per una migliore comprensione il picco che si verifica, nel grafico della coppia motore CM, in corrispondenza della prima combustione, è stato indicato con A. Come si può vedere dal grafico tale picco A si verifica poco prima di 720° di rotazione dell'albero motore. Dal grafico delle velocità di figura 2a si nota inoltre come in corrispondenza del picco A vi sia un deciso aumento anche della velocità VM dell'albero motore rispetto al periodo in cui non vi erano ancora combustioni. A motore avviato regolarmente si può notare come i picchi di coppia siano di ampiezza più ridotta.

Ciò permette di evidenziare un inconveniente del

procedimento secondo la tecnica nota descritto in precedenza. Infatti quando il motore è regolarmente avviato la minore ampiezza dei picchi di coppia rende più difficile il riconoscimento della fase, il rapporto segnale/rumore non è elevato, che può essere eventualmente falsato anche da disturbi presenti nel segnale rilevato dal sensore S. Inoltre, a complicare maggiormente tale procedimento secondo la tecnica nota, vi è il fatto che in determinate condizioni che rendono difficoltoso l'avviamento del motore E, ad esempio una temperatura molto bassa, si possono verificare delle mancate combustioni che naturalmente possono provocare una scorretta determinazione della fase. Ad esempio nel grafico della figura 2b si può notare come la quarta combustione, di poco successiva ai 1080° motore, sia avvenuta in modo non ottimale generando quindi un picco di coppia di ampiezza ridotta. Tutto ciò fa sì che, impiegando tale procedimento, il riconoscimento della fase richieda tempi relativamente lunghi durante i quali il funzionamento del motore avviene con iniezione non fasata e con conseguente emissione di una maggiore quantità di sostanze inquinanti.

Si supponga invece di impiegare il procedimento secondo la presente invenzione. In questo caso, ad

esempio, è possibile effettuare l'iniezione di carburante solamente nel cilindro 1, naturalmente in modo non fasato. In tal modo vi è l'assoluta certezza che la prima combustione che si verifica nel motore E avviene nel cilindro 1, naturalmente quando questo si trova in fase di compressione. Questa situazione è rappresentata ad esempio nei grafici delle figure 3a e 3b. Come si può vedere chiaramente nella figura 3b è facilmente identificabile il picco A corrispondente alla prima combustione avvenuta nel cilindro 1. Ciò permette naturalmente di riconoscere in modo assolutamente certo la fase del motore.

Il procedimento secondo l'invenzione comporta quindi notevoli vantaggi in quanto permette il riconoscimento della fase del ciclo motore in tempi estremamente rapidi poiché è sufficiente attendere la prima combustione, che si verifica nel cilindro prescelto. Successivamente è possibile partire immediatamente con l'iniezione fasata in tutti i cilindri del motore permettendo quindi l'avviamento del motore in condizioni ottimali.

Come si può notare dai grafici inoltre il riconoscimento del picco A corrispondente alla prima combustione è decisamente semplice ed è facilitato anche dal fatto che tale prima combustione si verifica quan-

do il motore è ancora trascinato dal motorino d'avviamento. Ciò vuol dire che in tali condizioni l'albero motore ruota a velocità piuttosto modeste, tipicamente comprese tra 200 e 300 giri al minuto, e conseguentemente il segnale rilevato dal sensore S ha una frequenza modesta il che vuol dire che ha un elevato rapporto segnale/rumore, è meno soggetto a disturbi ed è facilmente elaborabile dalla centralina elettronica di controllo ECU. Inoltre la prima combustione impartisce all'albero motore un impulso di coppia e accelerazione avente un'ampiezza notevolmente superiore alle oscillazioni provocate dal motorino di avviamento il che lo rende molto riconoscibile.

Sono note nella tecnica alcune metodologie impiegabili per la rilevazione ed il riconoscimento dell'impulso di coppia impartito dalla prima combustione che si verifica nel motore E. Ad esempio nella domanda di brevetto italiana n. TO93A000581, depositata il 4 agosto 1993 a nome della stessa Richiedente, è descritto un procedimento per la misura dinamica della coppia su di un albero di un motore termico. Un tecnico del settore può facilmente realizzare una centralina elettronica di controllo ECU attuante il procedimento secondo la presente invenzione

mediante una di tali metodologie per il riconoscimento della prima combustione che si verifica nel motore E.

E' inoltre possibile attuare il procedimento secondo l'invenzione in modo che attenda due o tre combustioni, oltre alla prima, sui cilindri abilitati in modo da avere un grado di sicurezza estremamente elevato nel riconoscimento della fase, anche se di fatto si è constatato che già la rilevazione della prima combustione permette un riconoscimento certo della fase. Anche in questo caso comunque il riconoscimento avviene in tempi brevissimi.

Il principio alla base del procedimento può naturalmente essere generalizzato. Ad esempio all'avviamento è possibile effettuare l'iniezione su due cilindri anziché su uno soltanto. Ciò è possibile in quanto iniettando carburante in una coppia di cilindri che non abbiano lo stesso punto morto superiore è ancora possibile riconoscere con assoluta certezza la fase del motore al verificarsi della prima combustione. Così ad esempio se si decide di iniettare carburante nella coppia di cilindri 1-3 (consecutivi in ordine di scoppio), scelti in modo che quando il cilindro 1 si trova al punto morto superiore il cilindro 3 si trova al punto morto inferiore, permette

di identificare con certezza la fase del ciclo motore. Infatti quando viene rilevata la prima combustione solo uno dei due cilindri 1 e 3 naturalmente può trovarsi nel punto morto superiore e quindi può essere responsabile della combustione.

Questa situazione è rappresentata nelle figure 4a, 4b e 5a, 5b. Come si può vedere ad esempio nel grafico 5b il primo picco di coppia A indica la prima combustione avvenuta e situata poco prima dei 720° di rotazione. Nel giro motore successivo si verifica la combustione in entrambi i cilindri in cui vi è iniezione di carburante. Come si può vedere dal grafico (nel giro motore che va da 1080° a 1440°) uno dei due cilindri determina una combustione, e quindi un picco di coppia, nella prima metà del giro dell'albero motore mentre l'altro dei due cilindri determina una combustione, e quindi un picco di coppia, nella seconda metà del giro dell'albero motore. In metà dei giri inoltre, ad esempio i giri da 720° a 1080° o da 1440° a 1800° non vi sono combustioni in quanto non vi sono cilindri abilitati in fase di compressione. Ciò permette evidentemente l'identificazione certa della fase sin dalla prima combustione A che si verifica.

Questo modo di procedere ha il vantaggio dovuto

al fatto che iniettando carburante in due cilindri vi è una maggiore probabilità che si verifichi una combustione nei primi giri dell'albero motore nella fase di avviamento. In questo modo il riconoscimento della fase avviene nel più breve tempo possibile, dopodiché è possibile cominciare l'iniezione fasata del carburante. Questo naturalmente è particolarmente importante nel caso in cui l'avviamento avvenga in condizioni difficoltose per cui vi possono essere delle mancate combustioni nei giri iniziali dell'albero motore.

Così ad esempio in un motore a quattro cilindri in cui la sequenza delle combustioni nei cilindri è 1-3-4-2 è possibile abilitare la combustione in una coppia di cilindri presentanti combustioni consecutive nella sequenza. In questo caso quindi, le abilitazioni possibili per poter determinare la fase del ciclo motore sono 1-3, 4-2, 2-1, 3-4 che sono tutte le possibili coppie di cilindri che presentano combustioni consecutive nella sequenza data.

Naturalmente il procedimento secondo l'invenzione può essere applicato anche ad altre tipologie di motori. Così in un motore a due cilindri naturalmente si abilita un solo cilindro. Su un motore a sei cilindri si abilitano ad esempio tre cilindri conse-

cutivi in ordine di scoppio, od eventualmente un numero inferiore di cilindri. Si constata in pratica che il procedimento è applicabile a tutti quei motori in cui non è possibile la determinazione della fase del ciclo motore con un riferimento su 360° .

Nel caso di motori, come ad esempio il motore a tre cilindri o a cinque cilindri, in cui i punti morti superiori dei vari cilindri sono tutti tra loro distinti naturalmente è sufficiente procedere solamente alla rilevazione della prima combustione per determinare con certezza la fase. Nel caso di questi motori è quindi superfluo iniettare carburante solamente in una parte dei cilindri del motore.

Naturalmente il procedimento può essere attuato anche iniettando carburante in tutti i cilindri del motore e comandando l'accensione solamente nei cilindri prescelti in modo da abilitare la combustione solo in tali cilindri. Tale modalità è del tutto equivalente ai fini della determinazione della fase del motore ma presenta lo svantaggio, rispetto alla modalità descritta in precedenza, di comportare una maggiore iniezione di carburante destinato a non essere combusto nei primi giri della fase di avviamento.

Naturalmente, fermo restando il principio del-

l'invenzione, i particolari di realizzazione e le forme di attuazione potranno essere ampiamente variate rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento di sincronizzazione per un motore a combustione interna a ciclo otto (E),

detto motore (E) essendo provvisto di un impianto di alimentazione di carburante controllato da almeno una unità elaborativa elettronica (ECU), e di mezzi sensori (S) atti a fornire a detta unità elettronica (ECU) un primo segnale di riferimento, indicativo della posizione angolare, su 360° , dell'albero di detto motore (E),

detto procedimento essendo atto a generare un secondo segnale di riferimento, indicativo della fase di almeno un cilindro di detto motore (E), in modo da consentire, in combinazione con detto primo segnale di riferimento, la discriminazione della posizione angolare su 720° dell'albero di detto motore (E),

caratterizzato dal fatto che comprende le fasi di:

- effettuare l'avviamento di detto motore (E) consentendo la combustione del carburante in parte dei cilindri di detto motore (E), detti cilindri in cui è consentita la combustione essendo scelti in modo tale per cui i loro punti morti superiori si verificano in corrispondenza di posizioni angolari distinte di detto albero motore,

- rilevare, mediante detto primo segnale di riferimento, la prima combustione, verificantesi in uno di detti cilindri in cui è consentita la combustione,

- determinare la fase di detto almeno un cilindro in base alla posizione angolare di detto albero motore al momento in cui si verifica detta prima combustione.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che nei motori in cui i punti morti superiori dei cilindri si verificano tutti in corrispondenza di posizioni angolari distinte di detto albero motore, detta parte dei cilindri in cui è consentita la combustione comprende tutti i cilindri di detto motore (E).

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che nei motori a 3 e a 5 cilindri detta parte dei cilindri in cui è consentita la combustione comprende tutti i cilindri di detto motore (E).

4. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti cilindri in cui è consentita la combustione presentano combustioni consecutive nella sequenza delle combustioni di detto motore (E).

5. Procedimento secondo la rivendicazione 4, carat-

terizzato dal fatto che nei motori aventi numero pari di cilindri detta parte dei cilindri in cui è consentita la combustione comprende al massimo metà dei cilindri di detto motore (E).

6. Procedimento secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta parte dei cilindri in cui è consentita la combustione comprendono un unico cilindro di detto motore (E).

7. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 6, caratterizzato dal fatto che in detta parte dei cilindri di detto motore (E) la combustione è consentita iniettando carburante solamente in detta parte dei cilindri.

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 6, caratterizzato dal fatto che in detta parte dei cilindri di detto motore (E) la combustione è consentita comandando l'accensione solamente in detta parte dei cilindri.

9. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 8, caratterizzato dal fatto che detta fase di rilevare, mediante detto primo segnale di riferimento, la prima combustione comprende la fase di analizzare gli intervalli di tempo compresi tra i rilevamenti dei punti morti superiori di detti cilindri ottenuti a partire da detto primo segnale di riferi-

mento.

10. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 8, caratterizzato dal fatto che detta fase di rilevare, mediante detto primo segnale di riferimento, la prima combustione comprende la fase di analizzare un segnale (VM) indicativo della velocità di detto albero motore ottenuto a partire da detto primo segnale di riferimento.

11. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 8, caratterizzato dal fatto che detta fase di rilevare, mediante detto primo segnale di riferimento, la prima combustione comprende la fase di analizzare un segnale indicativo dell'accelerazione di detto albero motore ottenuto a partire da detto primo segnale di riferimento.

12. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 8, caratterizzato dal fatto che detta fase di rilevare, mediante detto primo segnale di riferimento, la prima combustione comprende la fase di analizzare un segnale (CM) indicativo della coppia dell'albero motore ottenuto a partire da detto primo segnale di riferimento.

13. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 9 a 12, caratterizzato dal fatto che detta fase di rilevare la prima combustione comprende la

fase di rilevare un picco (A), in detto segnale indicativo della velocità, dell'accelerazione o della coppia di detto albero motore, avente ampiezza sostanzialmente superiore all'ampiezza di un numero predeterminato di precedenti oscillazioni di detto segnale indicativo dell'accelerazione o della coppia.

14. Procedimento secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detta fase di rilevare detta prima combustione comprende la fase di rilevare un picco (A), in detto segnale, indicativo della velocità, dell'accelerazione o della coppia di detto albero motore, avente ampiezza superiore ad un valore di soglia predeterminato.

15. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 14, caratterizzato dal fatto che comprende la fase di rilevare, mediante detto primo segnale di riferimento, almeno una ulteriore combustione successiva alla prima, verificantesi in uno di detti cilindri in cui è consentita la combustione in vista di determinare la fase di detto almeno un cilindro.

Il tutto sostanzialmente come descritto ed illustrato, e per gli scopi specificati.

PER INCARIGO
Ing. Giuseppe QUINTERO
N. iscriz. ALBO 257
(in proprio o per gli altri)

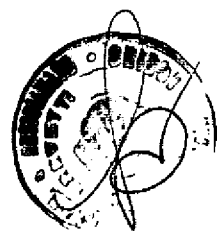
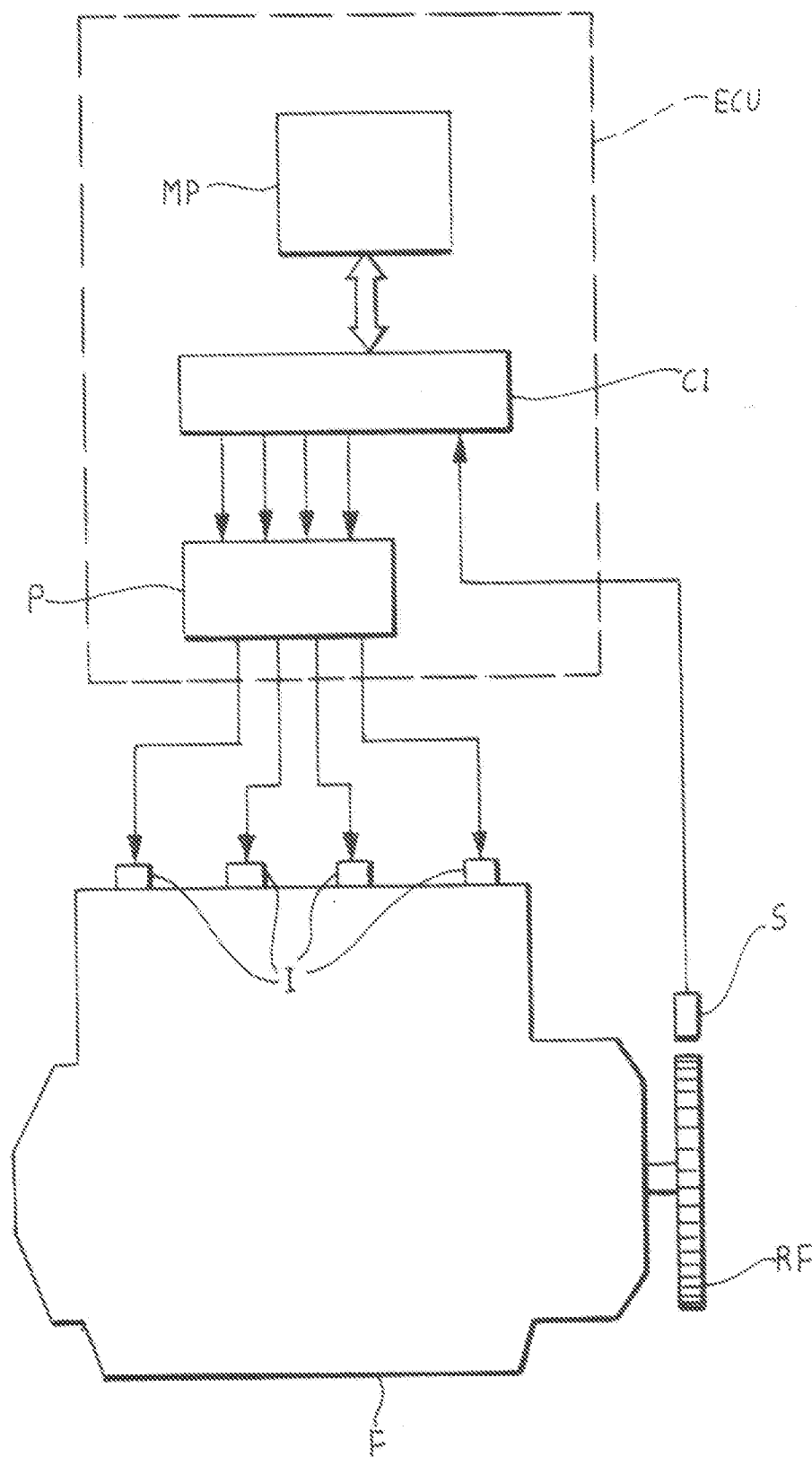
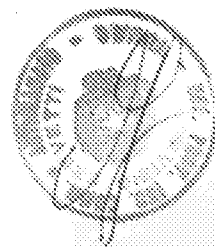
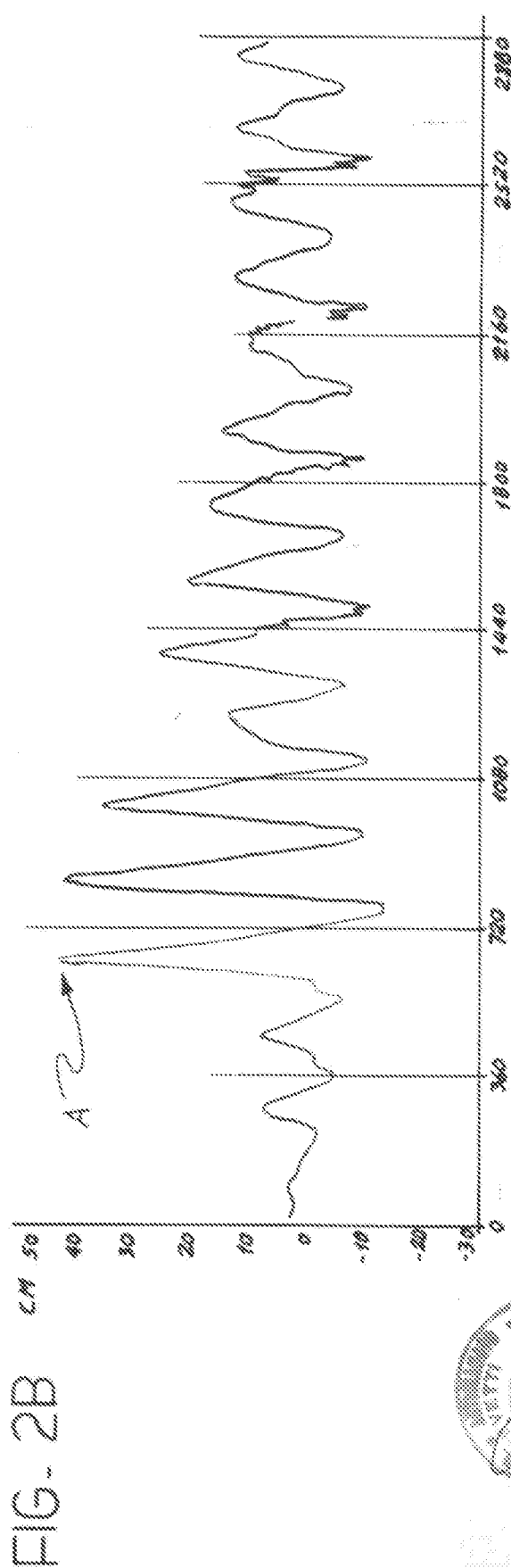
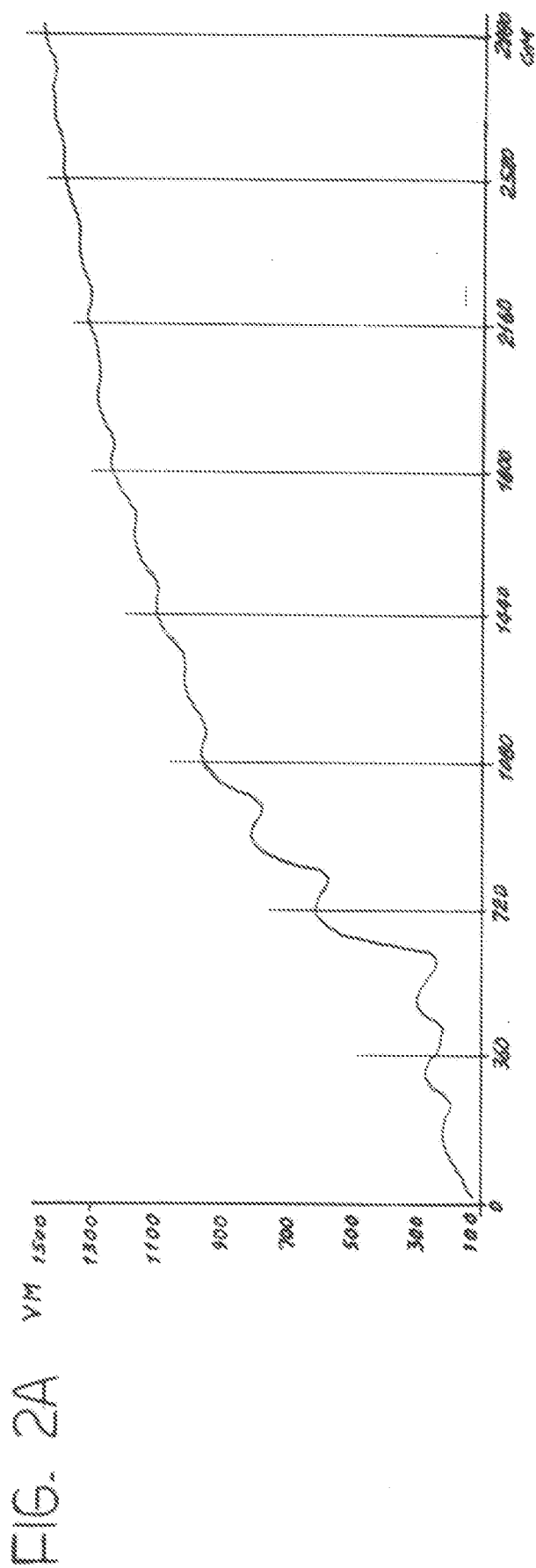


FIG. 1

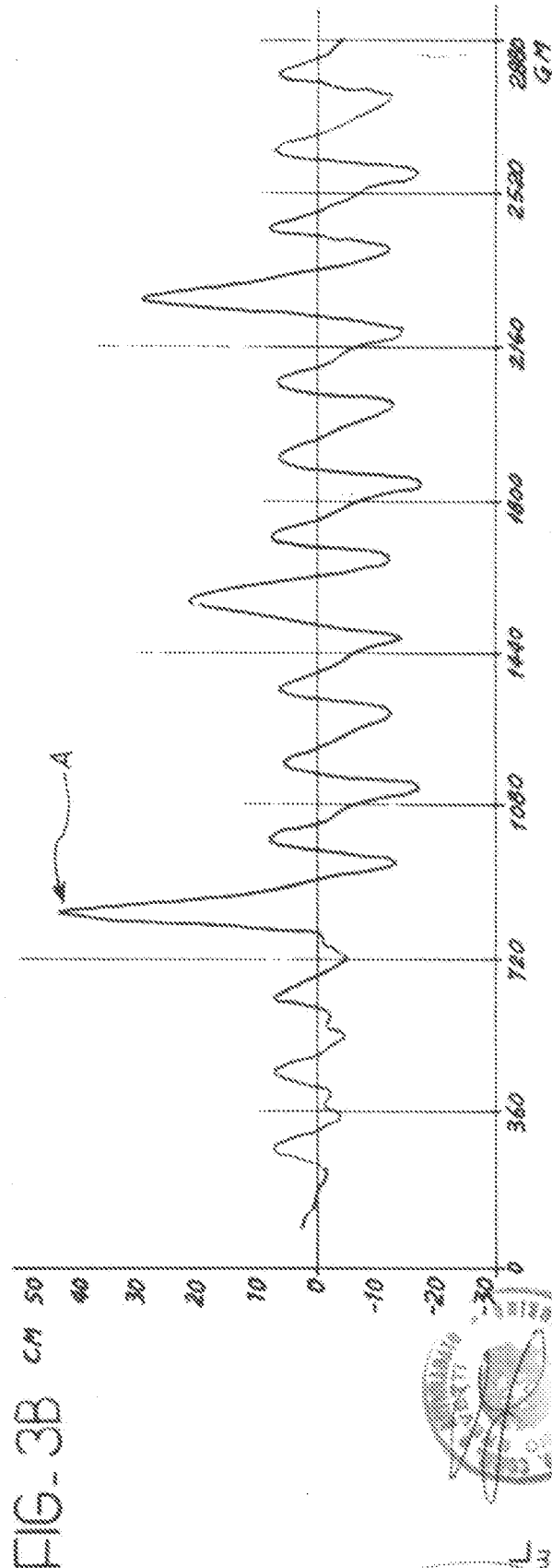
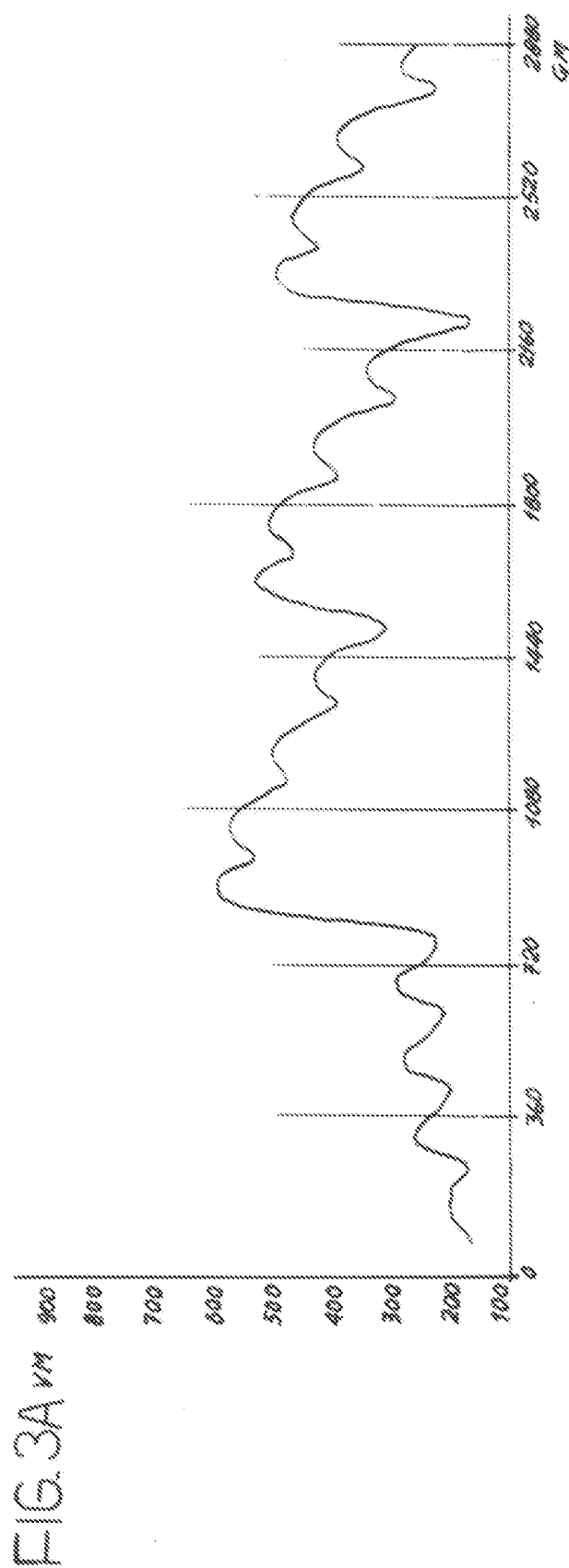


Per incarico di : CENTRO RICERCHE FIAT SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI

Ing. Paolo RANDELLI
N. licenz. ALBO 435
(in proprio e per gli altri)

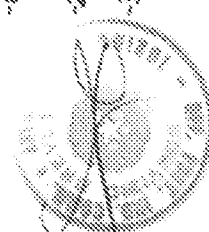
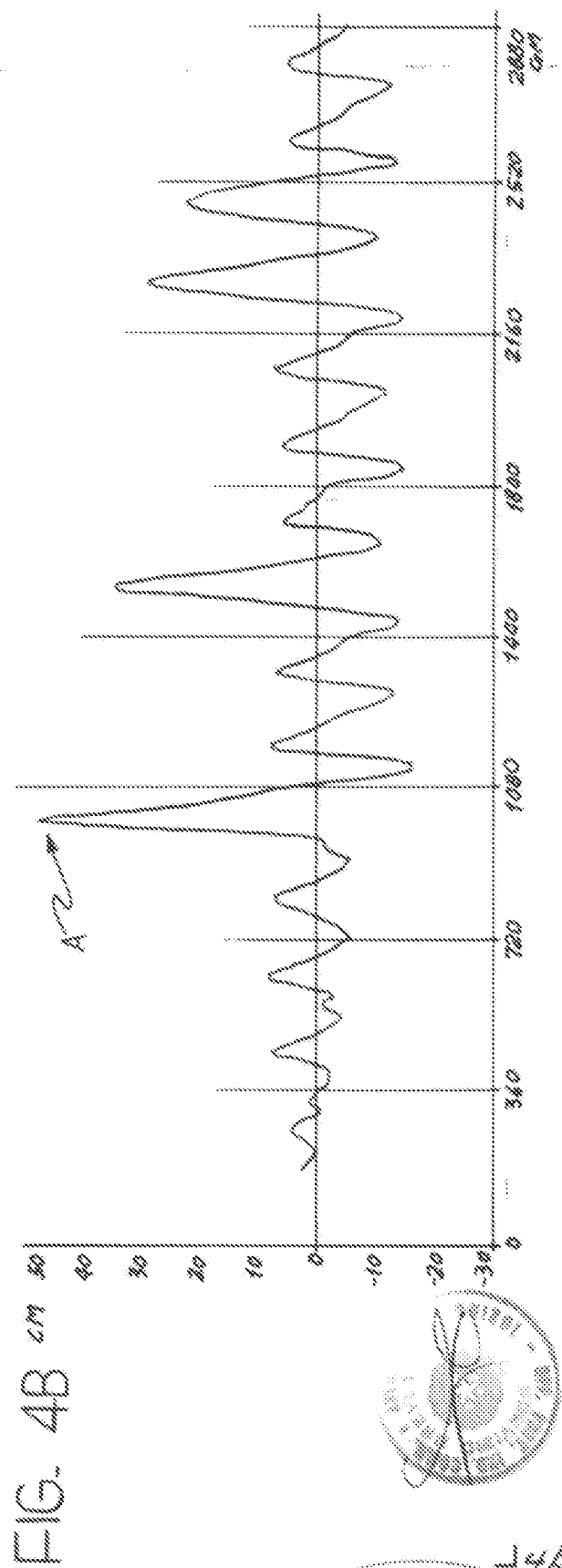
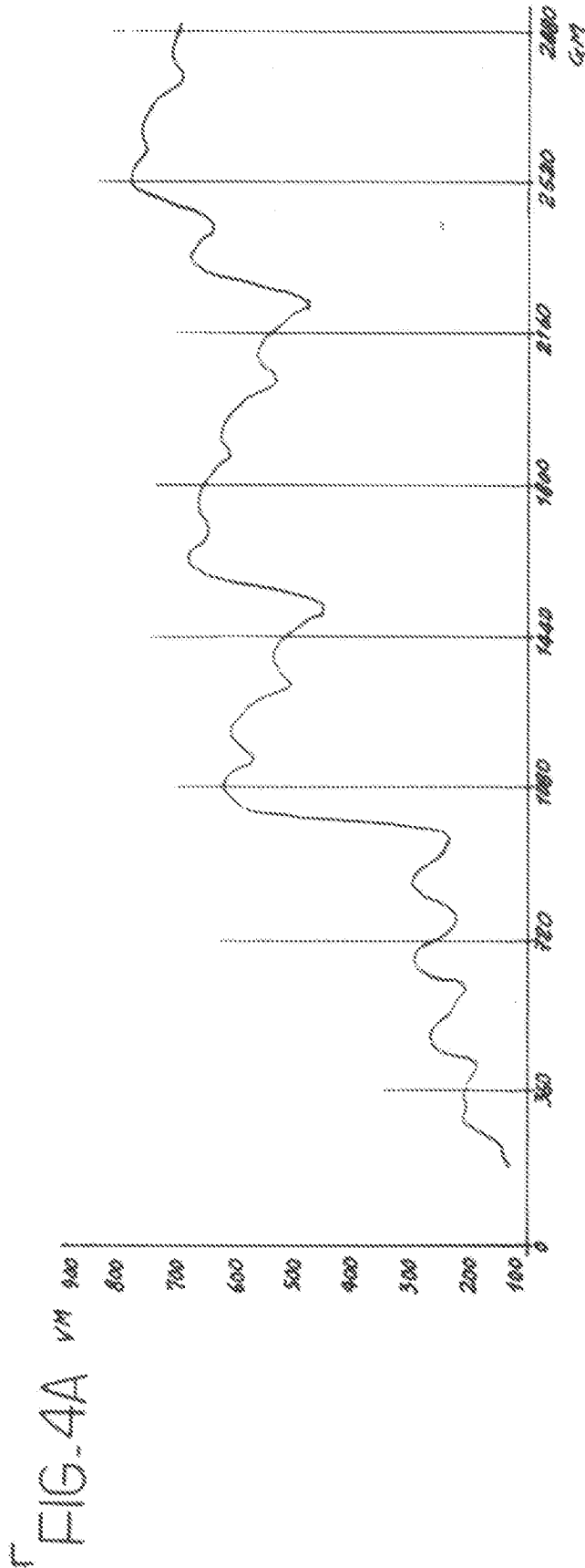


5/5



Per incarico di : CENTRO RICERCHE FIAT SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI

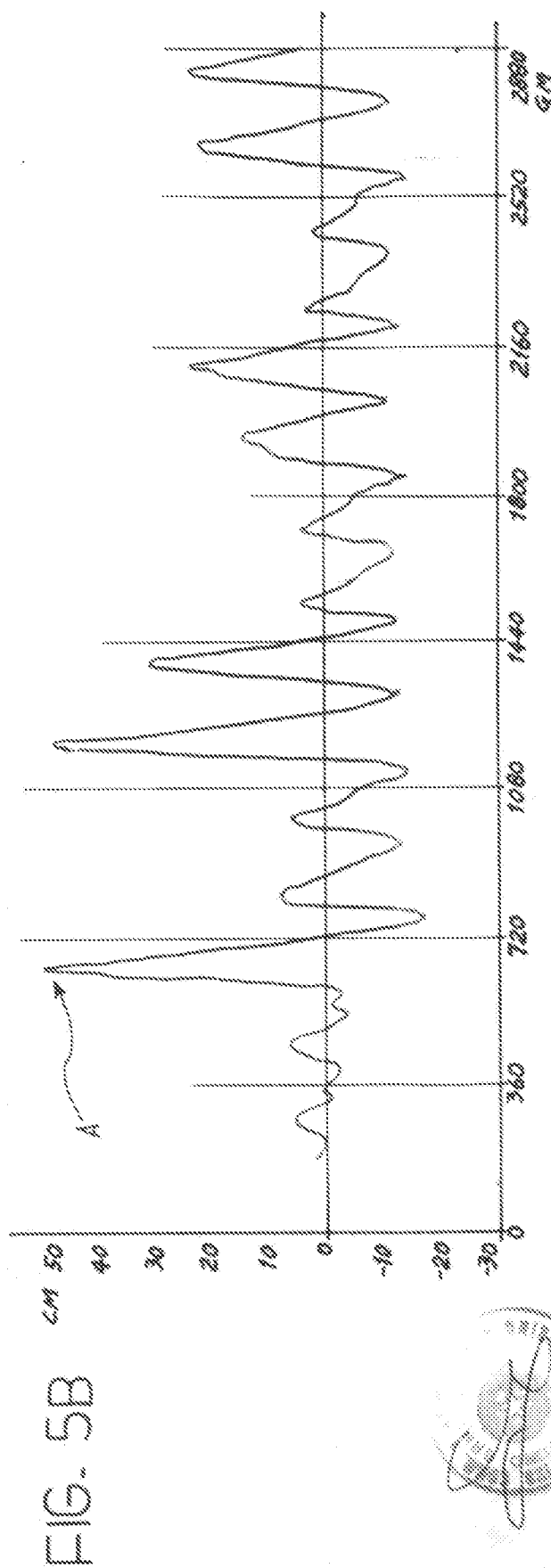
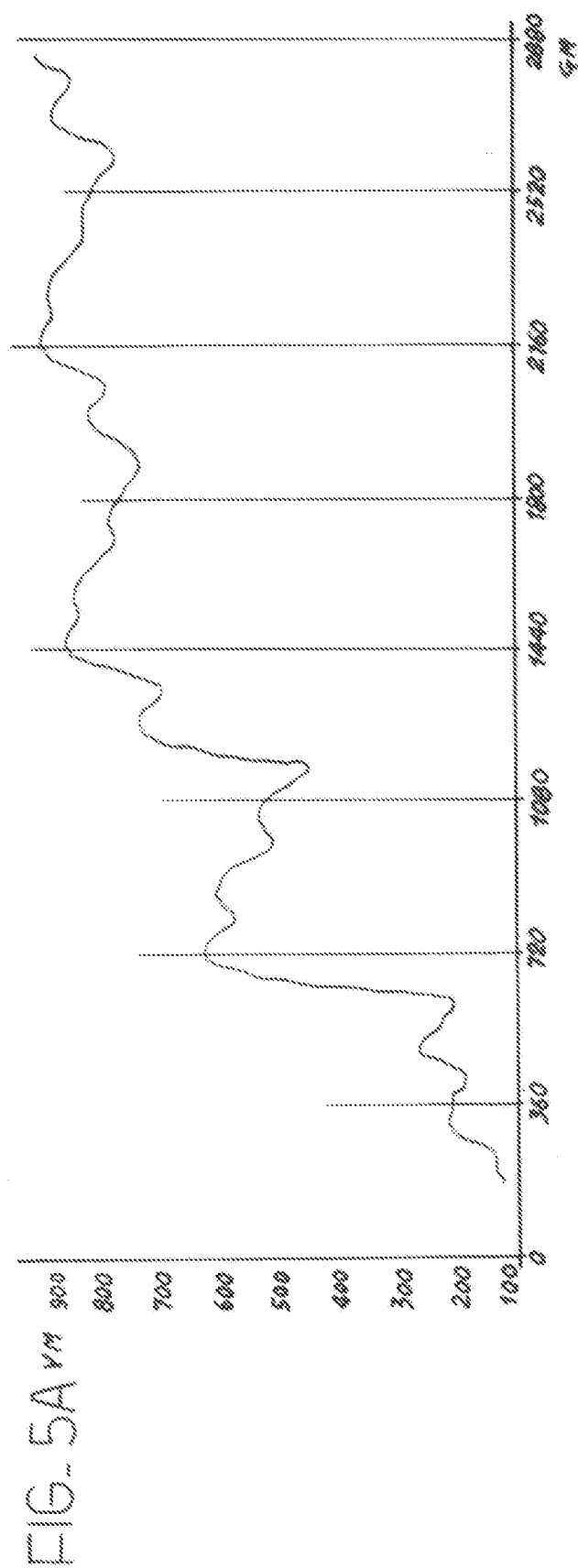
Ing. Paolo NAMBELLI
N. iscriz. AISO 435
(in proprio e per gli altri)



Per incarico di : CENTRO RICERCHE FIAT SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI

Ing. PIERO CAMBELL
N. verb. ALBO 433
(in proprio e per gli altri)

14/5



Per incarico di : CENTRO RICERCHE FIAT SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI

Ing. Paolo RAMBELLI
N. Iscritt. ABO 435
(in proprio e per gli altri)