



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900578723
Data Deposito	28/02/1997
Data Pubblicazione	28/08/1998

Priorità	19610215.4
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	02	B		

Titolo

PROCEDIMENTO PER RICONOSCERE MANCATE COMBUSTIONI

2122/96/B.

STUDIO BREVETTI JAUMANN

- 2 - di Jaumann P. & C. s.n.c.
MILANO - P.za Castello n. 2

Ditta : ROBERT BOSCH GmbH

Sede : STOCCARDA (Germania)

-0-0-0-

MI 97A 0447

Stato della tecnica

L'invenzione riguarda un procedimento per riconoscere mancate combustioni in motori endotermici, come quelli impiegati per l'azionamento di autoveicoli.

28 FEB. 1997

Mancate combustioni portano ad un incremento delle sostanze nocive emesse durante l'esercizio del motore endotermico ed inoltre possono portare ad un danneggiamento di un catalizzatore nel tratto di scarico dei gas del motore. Per soddisfare ad esigenze di legge per la sorveglianza On-Board di funzioni irrilevanti per il gas di scarico è necessario un riconoscimento di mancate combustioni nella intera gamma del numero di giri e di carico. A tale riguardo è noto che nell'esercizio con mancate combustioni si verificano variazioni caratteristiche dell'andamento del numero di giri del motore endotermico rispetto all'esercizio normale senza queste mancanze. Con il raffronto di questi andamenti del numero di giri è possibile distinguere fra esercizio normale senza mancanze ed esercizio con mancanze.

Un procedimento operante su questa base

è già noto dal DE-OS-41-38-765.

Conformemente a questo procedimento ad un determinato intervallo del movimento del pistone di ogni cilindro è associato un intervallo dell'angolo dell'albero a gomiti indicato come segmento. Il segmento vengono realizzati ad esempio mediante marcaggi su una ruota di trasduttore accoppiata con l'albero a gomiti. Il tempo di segmento, in cui l'albero a gomiti sfiora questo intervallo angolare, dipende fra l'altro dall'energia convertita nella fase di combustione. Mancate combustioni portano ad un incremento dei tempi di segmento rilevati sincronicamente all'accensione. Conformemente al noto procedimento da differenze di tempi di segmento viene calcolata una misura per la irregolarità di funzionamento del motore. A seconda del tipo di calcolo i cilindri con mancata combustione provocano valori di irregolarità di funzionamento grandi rispettivamente positivi, mentre i cilindri con combustione provocano valori di irregolarità di funzionamento piccoli rispettivamente negativi. Raffrontando questi valori con una soglia dipendente dal carico e dal numero di giri si distinguono cilindri con mancata conduzione da cilindri con combustione.

Dal DE-OS 41 18 580 a tale riguardo è noto che è necessario ridurre la soglia, con cui si in-

tendono riconoscere mancate combustioni di singoli cilindri, quando compaiono simultaneamente mancate combustioni in più cilindri. Conformemente a questo stato della tecnica il valore di soglia per il riconoscimento di singoli cilindri con mancate combustioni nel caso di mancanze multiple indipendentemente dal numero dei cilindri con mancate combustioni viene ridotto in ragione di un importo o fattore fisso.

A fronte di requisiti di legge relativi ad un sicuro riconoscimento di mancate combustioni in tutti i punti di esercizio del motore l'invenzione si pone il compito di aumentare ulteriormente la sicurezza del riconoscimento di mancate combustioni specialmente per più cilindri con mancate combustioni.

Questo problema viene risolto con le caratteristiche della rivendicazione 1. Ulteriori vantaggiosi sviluppi dell'invenzione formano oggetto delle rivendicazioni dipendenti.

L'invenzione si basa sulla constatazione che la somma dei valori dell'irregolarità di funzionamento, formata in funzione di un giro dell'albero a camme, si annulla sia nell'esercizio normale senza mancanze sia anche nell'esercizio con mancate combustioni. Nel caso di mancanze permanenti in un speciale cilindro il valore dell'irregolarità di funziona-

to associato aumenta, mentre gli altri diminuiscono
rispettivamente risultano negativi. Al riguardo la
distanza fra i valori di irregolarità di funziona-
mento positivi di cilindri con mancata combustione e
i valori di irregolarità di funzionamento negativi
dei cilindri con regolare combustione dipende appros-
simativamente dal numero dei cilindri con mancata
combustione. I valori assoluti dei valori di irrego-
larità di funzionamento dei valori di irregolarità
di funzionamento individuali di cilindro diminuiscono
invece al crescere del numero dei cilindri interessa-
ti da mancate combustioni, cosicchè va corrispon-
dentemente adattato il valore di soglia per il rico-
noscimento di singole mancate combustioni.

Secondo l'invenzione queste considerazio-
ni vengono valutate nel senso che la soglia di rife-
rimento LUR, utilizzata per riconoscere singole man-
cate combustioni, viene determinata in dipendenza
dei valori di irregolarità di funzionamento, in modo
che la soglia di riferimento viene calcolata dal
sistema stesso sulla base di valori rilevati delle
irregolarità di funzionamento e viene adattata in
maniera scorrevole al numero dei cilindri con mancate
combustioni. Ciò comporta il vantaggio consistente
nel fatto che risulta non critica la definizione

delle soglie di riferimento in una fase di applicazione, ppichè ad esempio non compare alcuna commutazione, relativamente grossolana, fra soglie grandi e soglie piccole. Da ultimo si imposta un più affidabile riconoscimento di mancate combustioni per più cilindri con mancate combustioni, specialmente in intervalli di esercizio critici (alto numero di giri, piccolo carico).

Esempi di realizzazione dell'invenzione vengono illustrati nella seguente descrizione con riferimento ai disegni.

In particolare:

la figura 1 mostra l'ambito tecnico dell'invenzione,

la figura 2 mostra un calcolatore adatto all'attuazione del procedimento secondo l'invenzione,

la figura 3 illustra il noto principio per forlare tempi di segmento come base di una misura per la irregolarità di funzionamento sulla base di misurazioni del numero di giri,

la figura 4 mostra il dato di fondo fisico e l'effetto dell'invenzione in base ad andamenti di segnale,

la figura 5 mostra uno schema di funzionamento come esempi di realizzazione del procedimento

secondo l'invenzione, e

le figure 6 e 7 illustrano esempi di realizzazione dell'invenzione in rappresentazione a blocchi di funzionamento.

La figura 1 mostra un motore endotermico 1 con una ruota 2 trasduttore angolare portante marcaggi 3, nonchè mostra un sensore angolare 4 ed un apparecchio di comando 5. La rotazione della ruota trasduttore angolare, accoppiata con l'albero a gomiti del motore endotermico, con l'ausilio del sensore angolare 4, realizzato come sensore induttivo, viene convertita in un segnale elettrico, la cui periodicità rappresenta una immagine dello sfioramento periodico di marcaggi 3 sul sensore angolare 4. L'intervallo di tempo fra un aumento e una diminuzione del livello di segnale corrisponde pertanto al tempo, in cui l'albero a gomiti ha ruotato ulteriormente su un intervallo angolare corrispondente all'entità di un marcaggio. Questi intervalli di tempo vengono trattati ulteriormente nell'apparecchio di comando 5, realizzato come calcolatore, a formare una misura LUT per la irregolarità di funzionamento del motore endotermico. Se si verificano mancate combustioni si può inserire ad esempio una lampada spia 6 nel campo visivo del conducente. Il calcolatore impiegato a ta-

le scopo può essere strutturato ad esempio come rappresentato in figura 2. In base a ciò l'unità calcolatrice 2.1 fa da intermediaria fra un blocco di entrata 2.2 ed un blocco di uscita 2.3 utilizzando programmi e dati memorizzati in una memoria 2.4.

La figura 3a mostra una suddivisione della ruota trasduttore angolare in quattro segmenti, laddove ogni segmento presenta un numero prestabilito di marcaggi. Il marcaggio $0T_k$ è associato a quel punto morto superiore del movimento del pistone del k -esimo cilindro di un motore endotermico, in questo esempio ad otto cilindri, che si trova nella fase di combustione di questo cilindro. Attorno a questo punto è definito un intervallo dell'angolo di rotazione φ_k , che in questo esempio si estende su un quarto di marcaggi della ruota trasduttore angolare. Analogamente alle fasi di combustione dei rimanenti cilindri sono associati intervalli angolari φ_1 fino a φ_8 , laddove qui si parte dal principio a quattro tempi, in cui l'albero a gomiti ruota due volte per un ciclo di lavoro completo. Pertanto ad esempio la zona φ_1 del primo cilindro corrisponde alla zona φ_5 del quinto cilindro ecc. Gli intervalli angolari relativi ad un giro dell'albero a gomiti possono essere reciprocamente separati, possono anche susse-

guirsi l'uno all'altro od anche sovrapporsi. Nel primo caso esistono marcaggi che non sono associati ad alcun intervallo angolare, mentre nel secondo caso ogni marcaggio appartiene ad esattamente un intervallo angolare e nel terzo caso rispettivamente gli stessi marcaggi possono essere associati a differenti intervalli angolari. Sono pertanto possibili lunghezze e allocazioni a piacere degli intervalli angolari.

Nella figura 3b sono riportati tempi t_s , nei quali vengono sfiorati gli intervalli angolari dalla rotazione dell'albero a gomiti. In particolare si è supposto una mancata combustione nel cilindro k. La mancanza di coppia collegata con la mancata combustione porta ad un aumento del relativo intervallo di tempo t_s . Gli intervalli di tempo t_s pertanto rappresentano già una misura per la irregolarità di funzionamento, che in via di principio è adatta al riconoscimento di mancate combustioni. Con un adatto trattamento degli intervalli di tempo t_s , in particolare mediante la formazione di differenze di intervalli di tempo vicini e normalizzando queste differenze alla terza potenza dell'intervallo di tempo t_{si} a formare una fase di accensione con indice i, il valore dell'irregolarità di funzionamento riceve la dimensione di una accelerazione e, come risultato

empiricamente, presenta un migliore rapporto segnale/
rumore.

La figura 3c illustra l'influenza delle
variazioni di numero di giri sul rilevamento degli
intervalli di tempo ts . E' rappresentato il caso di
una diminuzione del numero di giri, come quella che
si verifica tipicamente nella fase di rilascio di
un autoveicolo. Per compensare questo effetto, mani-
festantesi con un allungamento relativamente unifor-
me dei tempi rilevati ts , è noto ad esempio il fatto
di formare un termine di correzione K per la compen-
sazione dinamica e di tenerne così conto in fase di
calcolo del valore della irregolarità di funzionamento,
di modo che viene compensato l'effetto di allungamento.

Un valore dell'irregolarità di funziona-
mento in tal modo corretto per la fase di accensione
i di un motore a z cilindri, come rappresentato in
figura 3c, può essere calcolato ad esempio in base
alla seguente norma:

$LUT(i)$ = termine di base B - Termine di correzione K
per la compensazione dinamica

$$Lut(i) = B \quad K = \frac{ts(i+1) - ts(i)}{ts(i)^3} - \frac{ts(i + (\frac{z}{2} + 1)) - ts(i - (\frac{z}{2} - 1))}{ts(i)^3}$$

con z = numero dei cilindri del motore endotermico.

na mancata combustione in una fase di

accensione con indice i conformemente all'esperienza provoca un allungamento del successivo tempo di segmento $t_s (i+1)$. Il termine di base B pertanto in base a questo tipo di calcolo nel caso di una mancata combustione risulta decisamente positivo. Poichè il bilancio di tutte le accelerazioni rispettivamente di tutti i valori di irregolarità di funzionamento in un intero ciclo di lavoro nell'esercizio a stazionario è pari a zero, i valori di irregolarità di funzionamento dei cilindri a combustione regolare risultano leggermente negativi, cosicchè come somma si ottiene lo zero. I valori delle irregolarità di funzionamento dei cilindri con mancata combustione da un lato e dei cilindri con regolare combustione dall'altro lato si trovano rispettivamente in una stretta banda. La distanza fra entrambe le bande dipende dal grado di riempimento del motore. Il livello medio dei valori di irregolarità di funzionamento a seconda del numero di cilindri con mancata combustione si sposta verso valori più piccoli.

Queste relazioni vengono illustrate dalla figura 6. Questa nelle zone tratteggiate mostra la distribuzione dei valori di irregolarità di funzionamento individuali di cilindro, per i seguenti casi

a) funzionamento senza mancate combustioni

b) mancate combustioni in un singolo ci-

lindro

c) mancata combustione in più, ad esem-

pio in due cilindri di un motore endotermico pluri-

cilindrico.

Nel funzionamento senza mancate combustio-
ni i valori delle irregolarità di funzionamento indi-
viduali di cilindro nell'ambito di una determinata
ampiezza di banda oscillano attorno ad un valore medio.

Se si verificano mancate combustioni in
un cilindro, ciò porta alla rappresentata scissione
della banda. In particolare i valori di irregolarità
di funzionamento, di importo aumentato, i del cilindro
presentante mancata combustione, nella rappresenta-
zione della figura 4, sono situati nella banda supe-
riore. La bande dei valori di irregolarità di funzio-
namento dei cilindri non presentanti mancate combu-
stioni si sposta leggermente verso il basso e preci-
samente proprio in misura tale che rimane sostanzial-
mente costante il valore medio di tutti i valori di
irregolarità di funzionamento. La causa di questa co-
stanza sta nel fatto che rimanendo costante il nume-
ro di giri è nullo il bilancio di tutti i tempi di
segmento/valori delle irregolarità di funzionamento.

Nel caso c si rileva ancora più chiaramente l'effetto di spostamento, poichè in questo caso i valori di irregolarità di funzionamento di più cilindri, aumentati in seguito a mancate combustioni, vengono compensati da valori di irregolarità di funzionamento, variati in senso contrario, dei cilindri non soggetti di mancata combustione.

Un elemento essenziale dell'invenzione sta nel correlare il valore di riferimento per riconoscere mancate combustioni con il livello di almeno una delle bande. In tal modo il valore di soglia in certo qual modo viene portato a seguire a scorrimento con il livello, variante a seconda del numero e della combinazione dei cilindri con mancate combustioni, di almeno una banda. Se singoli valori di irregolarità di funzionamento attraversano il valore di soglia trascinato a scorrimento, questo viene valutato come mancata combustione.

Lo schema di funzionamento della figura 5 illustra questo procedimento. In un passo S1 vengono determinati i valori LUT delle irregolarità di funzionamento. In un passo S2 viene determinata una misura per il livello di almeno una quantità parziale di questi valori di irregolarità di funzionamento. Al riguardo una quantità parziale può comprendere ad

esempio la banda dei valori dei cilindri con mancata combustione oppure la banda di valori dei cilindri senza mancata combustione. In un passo S3 viene formato un valore di riferimento LUR per il riconoscimento di singole mancate combustioni mediante correlazione di un offset con la misura menzionata. Nel passo S4 ha luogo un raffronto fra i singoli valori della irregolarità di funzionamento e il valore di riferimento LUR. Passaggi del valore di riferimento in un passo S5 vengono valutate come mancate combustioni. In caso di sufficiente frequenza dei passaggi per il valore di riferimento ha luogo la memorizzazione oppure la indicazione di una informazione errata nel passo S6.

Un esempio di realizzazione di questo procedimento secondo l'invenzione viene illustrato dalla rappresentazione a blocchi di funzionamento della figura 5.

A tale scopo in un blocco 6.1 vengono formati rispettivamente i valori medi $luapm$ dei valori positivi e i valori medi $luanm$ dei valori negativi dell'irregolarità di funzionamento in funzione di un giro dell'albero a camme. Dopo la formazione della differenza $dluam = luapm - luanm$ di questi valori medi nel blocco 6.2 ha luogo una verifica per stabilire se la differenza $dluam$, interpretabile come distanza di

banda, supera una misura preassegnata d_{luamr} . Ciò si verifica, come mostra la figura 4, al comparire di mancate combustioni, mentre nell'esercizio senza mancate combustioni non si verifica scissione della banda. Pertanto un superamento del valore di soglia d_{luamr} viene valutato in certo qual modo come prima condizione per la comparsa di mancate combustioni. Il blocco 6.4 serve a formare il valore offset F_{DLUAR} , che può essere calcolato ad esempio per il 70% della distanza di banda. Nel blocco 6.5 e questo valore offset viene correlato con il valore medio $luarm$ dei valori negativi delle irregolarità di funzionamento rispettivamente additivamente a formare un valore di riferimento $luarm$. In altre parole: il valore di riferimento $luarm$ è vincolato in certo qual modo al livello di una quantità parziale dei valori dell'irregolarità di funzionamento. Nel blocco 6.6 ha luogo un raffronto fra i singoli valori delle irregolarità di funzionamento e il valore di riferimento così formato, eventualmente una verifica della frequenza dei passaggi per i valori di riferimento ed un inserimento di una lampada spia oppure la memorizzazione di una informazione di errore.

Un ulteriore esempio di realizzazione è rappresentato nella figura 7. A differenza dell'esem-

pio di realizzazione della figura 6 in questo caso non si utilizza il valore medio di una banda come misura per il livello di una quantità parziale dei valori dell'irregolarità di funzionamento. Al posto di ciò in un blocco 7.1 vengono formati individualmente per cilindro valori medi dei valori dell'irregolarità di funzionamento dei cilindri individuali. In un blocco 7.2 viene scelto il minimo luanm di questi valori medi e viene definito come misura per il livello di una quantità parziale dei valori delle irregolarità di funzionamento. Da questo minimo e da un offset luaroff , determinato mediante accesso al campo di caratteristiche (blocco 7.3) nel blocco 7.4 viene formato il valore di riferimento luar . Se i singoli valori delle irregolarità di funzionamento superano questo valore di riferimento nel blocco 7.5, questo viene valutato come mancata combustione e eventualmente nel blocco 7.6 viene attivato un segnale di errore. L'accesso al campo di caratteristiche avviene in dipendenza di parametri di esercizio del motore endotermico, come temperatura T , carico t_l e, oppure numero di giri n . L'offset può essere definito ad esempio in una fase di applicazione per un determinato tipo di motore ed essere memorizzato come campo di caratteristiche nella memoria 2.4.

Come misura per il livello di una quantità parziale oltre agli esempi finora rappresentati è fondamentale adatta ogni grandezza rappresentante l'andamento di una o di entrambe le bande di irregolarità di funzionamento dalla figura 4. Un esempio di una tale grandezza è la somma, formata in maniera scorrevole su una determinata zona dell'albero a gomiti, degli importi degli scostamenti dei valori individuali di cilindro della irregolarità di funzionamento dal loro valore medio. L'andamento di questa grandezza è rappresentato qualitativamente per mezzo di una linea, indicata con LUM, nella figura 4. Con segno algebrico invertito e valutato eventualmente con un fattore di adattamento a , questo viene di nuovo correlato ad esempio additivamente con un valore di riferimento LURO, prestabilito e dipendente dal grado di riempimento dei cilindri, a formare un nuovo valore di riferimento $LURO-a*LUM$. Tutti gli esempi di realizzazione hanno in comune il fatto che la soglia di riconoscimento LUR per mancate combustioni in singoli cilindri viene adattata in maniera scorrevole alle condizioni variabili con il numero e la combinazione dei cilindri con mancate combustioni.

In tal modo, come è rilevabile dalla fi-

gura 4, la soglia di riconoscimento LUR per mancate
combustioni in singoli cilindri può essere adattata
in maniera scorrevole alle condizioni variabili e
con il numero e la combinazione dei cilindri con man-
cate combustioni.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per riconoscere mancate combustioni in motori endotermici pluricilindrici, nel quale procedimento viene formata una misura per l'irregolarità di funzionamento del motore endotermico, individualmente per cilindro, e questa viene confrontata con un valore di riferimento, laddove la misura per la irregolarità di funzionamento viene formata sulla base di tempi, nei quali l'albero a gomiti del motore endotermico sfiora prestabiliti intervalli angolari, laddove inoltre un superamento del valore di soglia viene valutato come mancata combustione, caratterizzato dal fatto che viene determinata una misura per il livello di una quantità parziale dei valori di irregolarità di azionamento, nonchè dal fatto che il valore di riferimento viene formato correlando questa misura con un offset.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che come misura per il livello di una quantità parziale dei valori di irregolarità di funzionamento vengono formati di volta in volta i valori medi luapm dei valori positivi delle irregolarità di funzionamento e, oppure i valori medi luanm dei valori negativi delle irregolarità di funzionamento in funzione di un giro dell'albero a

camme.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che viene formata la differenza $dluam = luapm - luamn$ di questi valori medi, nonché dal fatto che come condizione necessaria per la valutazione di mancate combustioni viene verificato se questa differenza $dluam$, interpretabile anche come distanza di banda, supera una entità preassegnata $dluamr$.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che il valore offset viene calcolato in modo da risultare inferiore alla distanza di banda.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che questo valore offset viene correlato con il valore medio $luamn$ dei valori negativi delle irregolarità di funzionamento additivamente, a forma un valore di riferimento $luarm$.

6. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che vengono formati valori medi individuali di cilindro dei valori di irregolarità di funzionamento dei cilindri individuali e viene scelto il minimo $luamn$ di questo valore medio che viene definito come misura per il livello di

una quantità parziale dei valori dell'irregolarità di funzionamento.

7. Procedimento secondo la rivendicazione

6, caratterizzato dal fatto che da questo minimo e da un offset luaroff determinato mediante accesso al campo di caratteristiche, viene formato il valore di riferimento luar.

8. Procedimento secondo la rivendicazione

7, caratterizzato dal fatto che l'accesso al campo di caratteristiche ha luogo in dipendenza di parametri di esercizio del motore endotermico, come temperatura, carico oppure numero di giri.

9. Procedimento secondo la rivendicazione

1, caratterizzato dal fatto che come misura per il livello di una quantità parziale dei valori delle irregolarità di funzionamento si utilizza una grandezza riflettente l'andamento di una o di entrambe le bande delle irregolarità di funzionamento dalla figura 4.

10. Procedimento secondo la rivendicazione

9, caratterizzato dal fatto che come misura per il livello di una quantità parziale dei valori delle irregolarità di funzionamento viene formata la somma, formata in maniera scorrevole su una determinata zona dell'albero a gomiti, degli importi degli scostamenti dei valori delle irregolarità di funzionamento indivi-

... duali di cilindro dal loro valore medio.

Il Mandatario (Paolo Jaumann)
dello

STUDIO BREVETTI JAUMANN

di Jaumann P. & C. s.n.c.

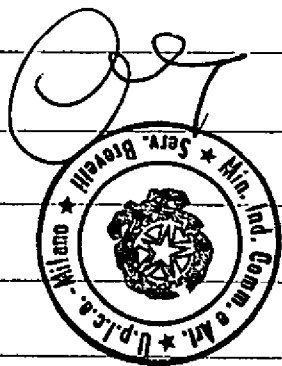


Fig.1

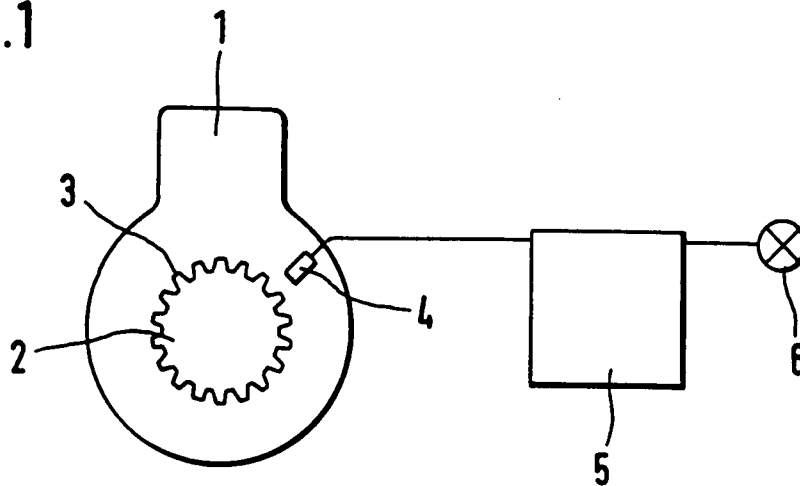


Fig.2

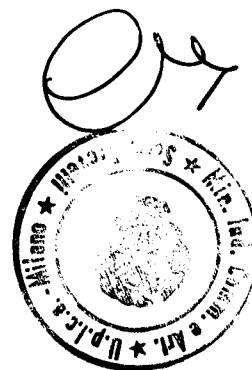
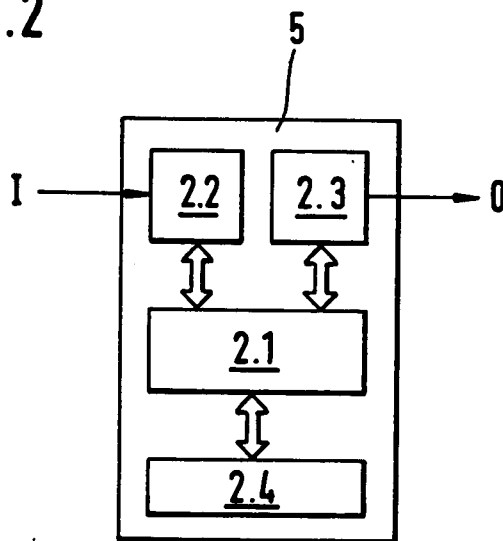


Fig.3

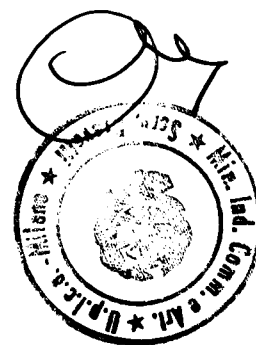
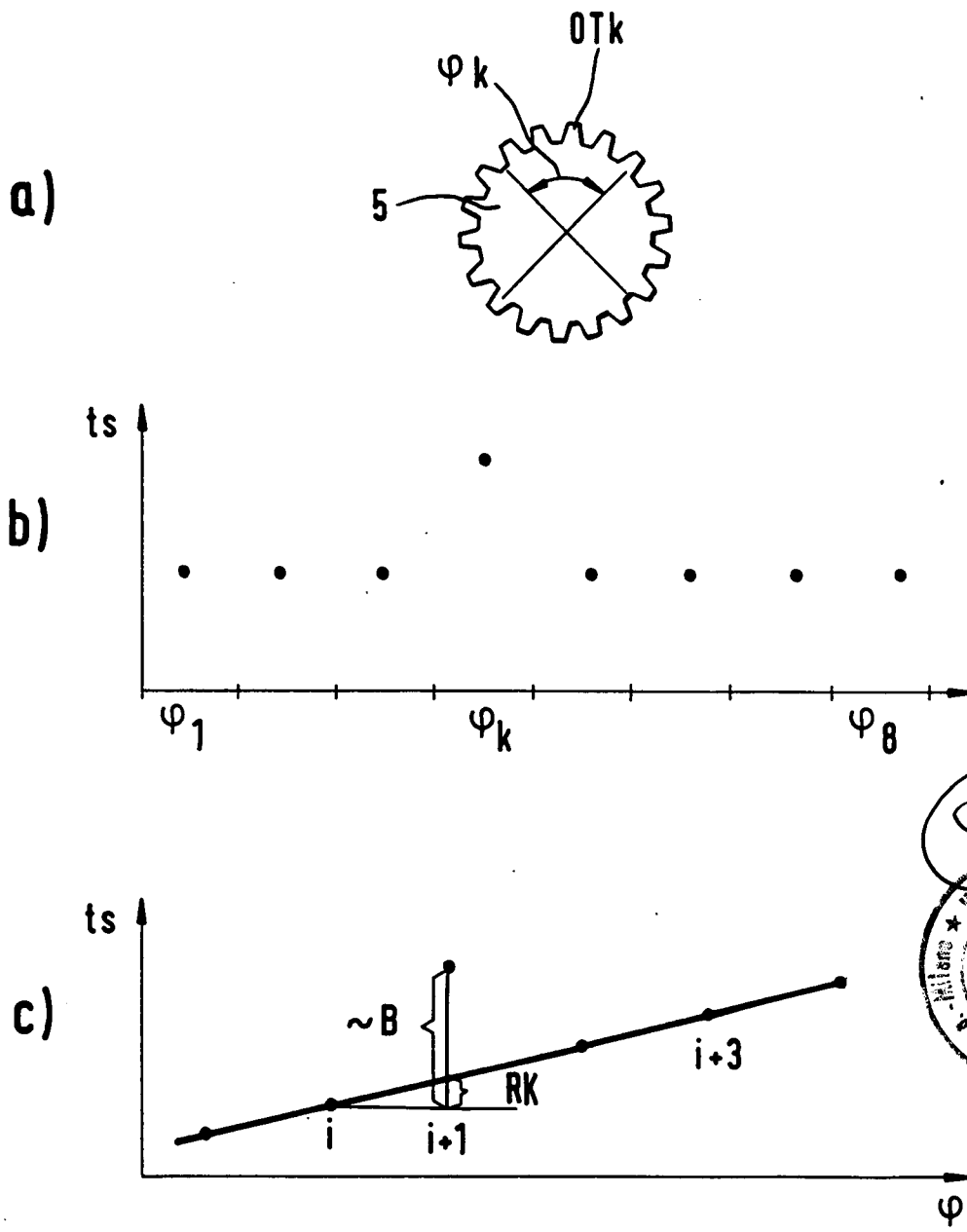


Fig.4

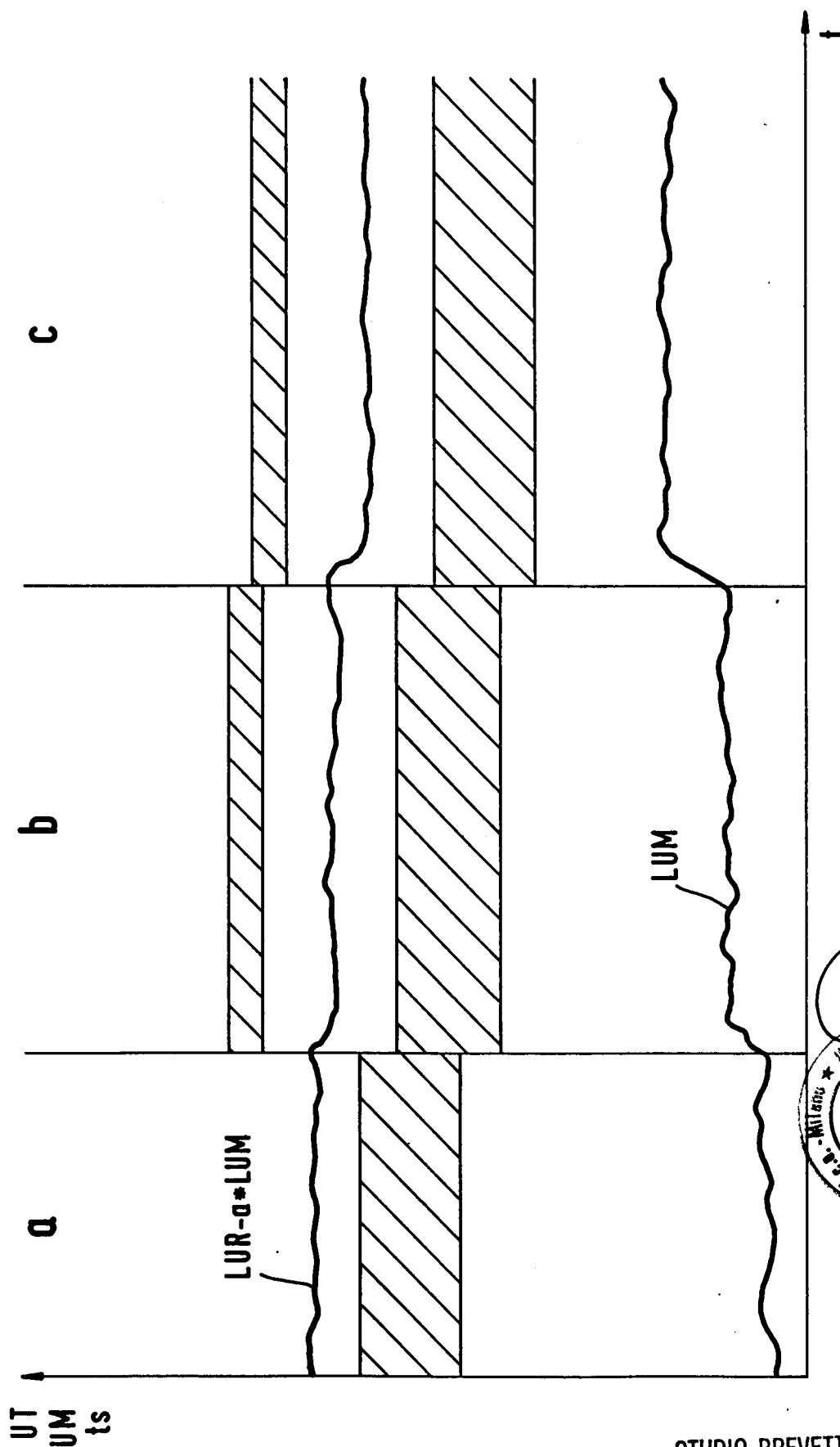


Fig.5

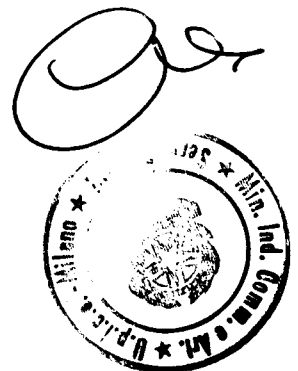
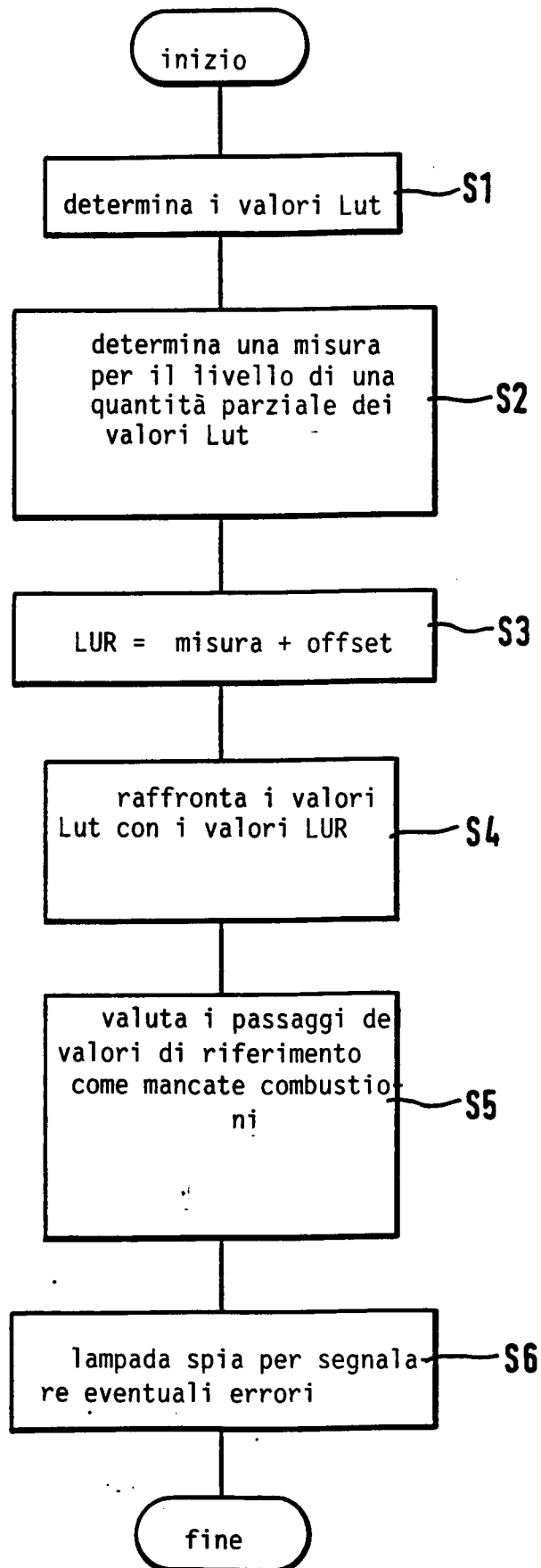


Fig.6

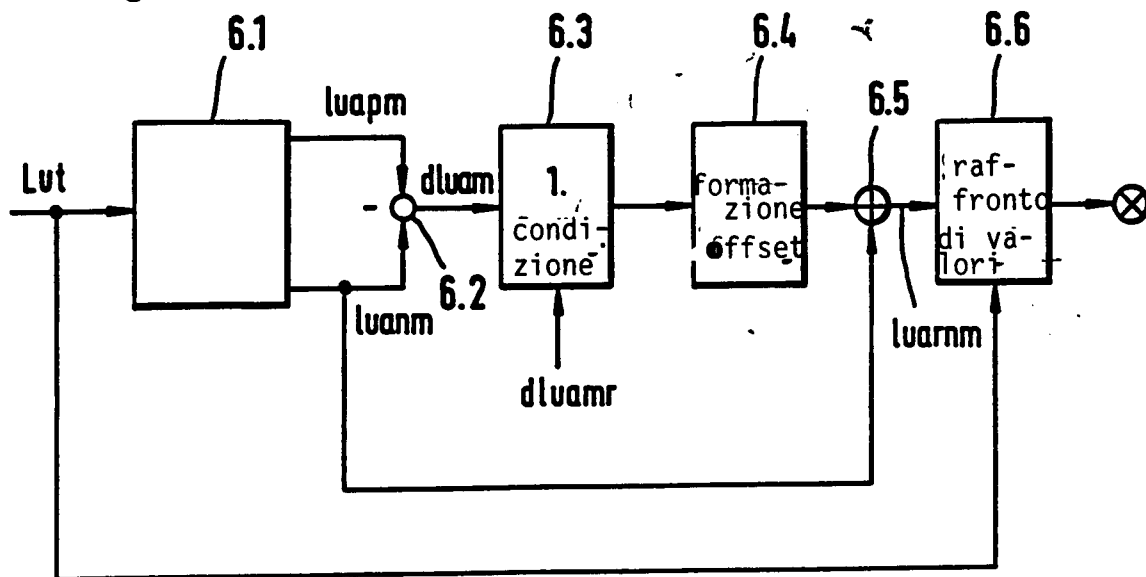


Fig.7

