



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900596938
Data Deposito	16/05/1997
Data Pubblicazione	16/11/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	04	N		

Titolo

DISPOSITIVO CIRCUITALE INTELLIGENTE PER LA GESTIONE DI IMMAGINI PROVENIENTI DA UNA TELECAMERA

R M 97 A 0296

11.M2042.12.IT.01

ing. Paolo Bellomia
Albo N. 695

D E S C R I Z I O N E

annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE avente per titolo:

DISPOSITIVO CIRCUITALE INTELLIGENTE PER LA GESTIONE DI IMMAGINI PROVENIENTI DA UNA TELECAMERA.

A nome: **METALPLEX S.p.A.**, di nazionalità italiana, con sede a Benevento, Zona Industriale A.S.I. Località Ponte Valentino.

Inventore designato: **Ing. Michele Gallucci**

I Mandatari: Ing. Sergio Di CURZIO(Albo iscr. N. 323), Ing. Paolo BELLOMIA (Albo iscr. N. 695) - c/o BUGNION S.p.A. Piazza dei Re di Roma, 21 - Roma.

Depositato il al N.

* * * * *

D E S C R I Z I O N E

Forma oggetto del presente trovato un dispositivo circuitale elettronico intelligente per la gestione di immagini provenienti da una telecamera.

In particolare, tale dispositivo è in grado di confrontare una immagine proveniente da una telecamera con una di riferimento e stabilire le differenze che ci sono ed in quali zone o aree dell'immagine sono rilevate queste differenze.

I sistemi conosciuti e comunemente in uso sia per analizzare che per elaborare immagini sono realizzati nell'interfacciare una telecamera ad un calcolatore utilizzando una scheda di acquisizione in modo da convertire il segnale analogico d'ingresso in un segnale numerico d'uscita e successivamente immagazzinarlo nella memoria del calcolatore. Oltre alla scheda sono necessari particolari software che provvedono all'analisi ed all'elaborazione dei dati immagazzinati, con l'ausilio, a volte, di speciali schede in grado di effettuare operazioni rapide



utilizzando hardware particolari ed in genere costosi.

Alcuni di questi software sono specializzati per particolari applicazioni, ad esempio, il riconoscimento di caratteri, con buone prestazioni anche su un calcolatore di tipo PC. Altri software sono di tipo più generale ed in grado di effettuare un set più o meno complesso di trasformazioni come ad esempio la somma oppure la differenza delle immagini, l'applicazioni di filtri, l'applicazioni di matrici per evidenziare o estrarre contorni, aumentare oppure diminuire il contrasto, sovrapporre scritte e così via.

Nel caso specifico delle elaborazioni e/o trasformazioni delle immagini di tipo generico, le prestazioni offerte da un PC con una scheda di acquisizione ed un software di elaborazione non avvengono in tempo reale infatti i tempi di elaborazione possono divenire proibitivi per applicazioni pratiche.

Le attuali soluzioni proposte per gli scopi sopra indicati e cioè di aumentare le prestazioni di un simile sistema, ricorrono all'ausilio di speciali schede in grado di effettuare operazioni rapide utilizzando hardware particolari, per esempio multiprocessori con conseguenti costi molto elevati.

Esistono inoltre soluzioni specializzate per generiche applicazioni di visione artificiale con apparati dal costo molto elevato.

Lo scopo del presente trovato è pertanto quello di eliminare gli inconvenienti ora menzionati e di realizzare un dispositivo circuitale intelligente per la gestione di immagini provenienti da una telecamera in grado di presentare una struttura circuitalmente meno complessa realizzando sia il trattamento che la trasformazione di immagini provenienti dalla telecamera in tempo reale.

Altro scopo del presente trovato è quello di ottenere un dispositivo circuitale che possa selezionare una zona particolare dell'immagine per poter



contemporaneamente effettuare sia il trattamento che la trasformazione dell'immagine.

Ancora un altro scopo del presente trovato è quello di realizzare un dispositivo in grado di presentare una struttura circuitale meno complessa che migliori le 5 prestazioni, i consumi di energia e di affidabilità e che sia sostanzialmente meno costoso.

Il trovato, quale esso è caratterizzato dalle rivendicazioni, risolve il problema di fornire un dispositivo circuitale intelligente per la gestione di immagini provenienti da una telecamera che da un punto di vista generale si caratterizza per 10 il fatto di comprendere un primo modulo elettronico per il trattamento di immagini provenienti da una telecamera circuitalmente e logicamente associato con un secondo modulo elettronico per la trasformazione di livelli binari di pixel costituenti le immagini rilevate; detto primo modulo e detto secondo modulo realizzando rispettivamente il trattamento e la trasfomazione in tempo reale.

15 Il trovato è esposto più in dettaglio nel seguito con l'aiuto dei disegni che ne rappresentano un esempio di esecuzione di una forma di realizzazione puramente esemplificativa e non limitativa, in cui:

- la figura 1) illustra uno schema a blocchi del dispositivo oggetto del presente trovato ;
- 20 - la figura 2) illustra uno schema a blocchi di una prima configurazine applicativa del dispositivo oggetto del presente trovato;
- la figura 3) illustra uno schema a blocchi di una seconda configurazione applicativa del dispositivo oggetto del presente trovato;
- la figura 4) illustra uno schema a blocchi di una terza configurazione 25 applicativa del dispositivo oggetto del presente trovato.

Conformemente al presente trovato, in figura 1 è mostrato un dispositivo circuitale intelligente per la gestione di immagini provenienti da una telecamera.

Secondo il trovato il dispositivo 1 comprende un primo modulo elettronico 2 per il trattamento delle immagini provenienti da una telecamera T che è circuitalmente 5 e logicamente associato con un secondo modulo elettronico 3 per la trasformazione di livelli binari di pixel che costituiscono le immagini rilevate, sia il trattamento che la trasformazione vengono attuate in tempo reale.

Come è mostrato nella figura 1, il primo modulo 2 comprende un convertitore analogico/digitale AD per la digitalizzazione delle immagini provenienti dalla 10 telecamera T in modo da convertire in formato numerico l'immagine in ingresso . Con VRAM è indicata una memoria video, costituita da una RAM FIFO, opportunamente dimensionata, in cui ogni sua locazione corrisponde ad un pixel. Essa è collegata bidirezionalmente a detto secondo modulo elettronico 3 ed in ingresso è collegata al convertitore analogico/digitale AD . In tale memoria video 15 è possibile immagazzinare una immagine di riferimento oppure una immagine acquisita dal campo della telecamera oppure una immagine trasformata. L'immagine di riferimento acquisita e memorizzata nella VRAM, può essere letta e modificata da una unità U di controllo e di gestione per le funzioni logiche del dispositivo 1.

Tale unità U è collegata bidirezionalmente ad una interfaccia di gestione 20 ingresso/uscita I/O ad un componente SER a porte seriali per la comunicazione verso l'esterno, ad una memoria di lavoro RAM , ad una memoria non volatile ROM e al secondo modulo 3. In tale memoria non volatile ROM vengono immagazzinati parametri di funzionamento e un programma di gestione e controllo 25 dello stato e funzioni del dispositivo 1.

L' unità U controlla tutte le operazioni del dispositivo 1 in oggetto, in particolare l'intera gestione del modulo elettronico 3, ad esempio individuare aree di acquisizione, soglie di comparazione, costanti di tempo di un filtro integratore digitale, numero di aree sull'immagine e loro dimensioni e posizioni, gestione del collegamento tra più dispositivi 1, trasmissione remota di immagini o di parti di esse, tutte queste operazioni verranno descritte successivamente.

Come già detto, il primo modulo elettronico 2 è associato ad un secondo modulo elettronico 3. L'elaborazione video che effettua tale modulo elettronico 3 è la binarizzazione dell'immagine correntemente acquisita.

Il termine binarizzazione dell'immagine consiste nell'individuare la successione di quattro fasi e cioè l'acquisizione dell'immagine, la comparazione dell'immagine del campo con quella di riferimento, l'integrazione e la memorizzazione del risultato.

Il modulo 3, come è mostrato nella figura 1, comprende un decodificatore di comandi CD, provenienti da detta unità U di controllo e gestione, che controlla tutti gli elementi che costituiscono l'intero modulo 3.

Il modulo 3 comprende inoltre un comparatore di pixel CPX, a soglie programmabili, che è collegato in ingresso al convertitore analogico/digitale AD, bidirezionalmente alla memoria video VRAM e a un decodificatore di comandi CD mentre in uscita è collegato ad un filtro integratore digitale ID. L'immagine corrente digitalizzata viene confrontata dal comparatore CPX , pixel per pixel, con l'immagine di riferimento preventivamente caricata nella VRAM. La comparazione dell'immagine corrente con quella di riferimento genererà un'immagine composta da pixel codificati a 2 bit .

Con ID è indicato un filtro integratore digitale, con costanti di tempo di salita

e discesa programmabili, che è collegato in ingresso con il comparatore di pixel CPX e al decodificatore di comandi CD, mentre in uscita ad un contatore di eventi EC.

Il confronto dell'immagine corrente con l'immagine di riferimento e l'integrazione, tramite il filtro ID, dell'immagine risultante viene regolata, pixel per pixel, dai parametri caricati preventivamente in una parte della memoria VRAM con coefficienti di soglia e di integrazione caricati in registri, non mostrati in figura, del comparatore CPX e del filtro ID. In sostanza, tale elaborazione permette di evidenziare ed aggregare i pixel dell'immagine corrente variati rispetto l'immagine di riferimento. I parametri caricati nella memoria VRAM permettono di variare l'algoritmo di elaborazione pixel per pixel, ovvero di costruire una maschera di elaborazione sull'immagine correntemente acquisita.

Un contatore di eventi EC è collegato in ingresso al filtro integratore digitale ID e a un mezzo per dividere una immagine in aree WS. Infatti una ulteriore operazione concorrente all'elaborazione è il conteggio di eventi all'interno di aree programmabili. Per eventi si intendono le transizioni da 0 a 1 dell'immagine binarizzata eseguendo una scansione orizzontale. Tali eventi rappresentano degli aggregati di pixels lungo la riga differenti dai pixels dell'immagine di riferimento. Il conteggio di tali aggregati permette di evidenziare in maniera rapida eventuali variazioni dell'immagine corrente con l'immagine di riferimento e di individuare le aree interessate alla variazione.

IL modulo 3 comprende inoltre un mezzo per dividere una immagine in aree WS, che è collegata in ingresso al decodificatore di comandi DC ed in uscita al contatore di eventi EC. In particolare la selezione delle aree di conteggio per il contatore di eventi EC avviene con la programmazione di registri, non mostrati in

figura, che sono contenuti in WS.

Con ACQ si indica un mezzo circuitale per la selezione dimensionale dell'area di una immagine proveniente dal campo che, come è mostrato in figura 1, è collegato in ingresso al decodificatore dei comandi DC ed in uscita alla memoria video VRAM in modo da memorizzare tale selezione.

E' presente inoltre nel modulo 3, un mezzo circuitale per la trasformazione dei parametri di funzionamento LUT che è collegata in ingresso al decodificatore di comandi DC ed in uscita bidirezionalmente alla memoria video VRAM. Tale mezzo circuitale consente di modificare i parametri di funzionamento con valori determinati dal risultato dei pixel binarizzati creando in tal modo una nuova mappa di parametri di funzionamento.

Riassumendo il dispositivo 1, oggetto del presente trovato, elabora l'immagine corrente, acquisita tramite il convertitore analogico /digitale AD, confrontandola con l'immagine di riferimento contenuta nella memoria video VRAM.

Il confronto delle due immagini viene eseguita in base ai parametri programmati della mascheratura delle aree sotto il controllo U. Il risultato dell'elaborazione, costituito da una immagine binarizzata, viene scritto pixel per pixel all'interno della VRAM, mentre i conteggi degli eventi, indicanti variazioni tra l'immagine di riferimento e l'immagine corrente rilevate all'interno di aree programmabili, vengono immagazzinati nel contatore EC.

Tra le tante applicazioni del dispositivo oggetto del presente trovato, qui di seguito vengono illustrati alcuni esempi di applicazioni. .

Come già detto la funzione del dispositivo oggetto del presente trovato, è quello di rilevare e quantificare le differenze tra una immagine di riferimento e una immagine proveniente dalla telecamera.

Una prima applicazione è quella di una telecamera di sorveglianza come è mostrato nella figura 2 e nella figura 3. Infatti basta collegare al dispositivo 1 una telecamera T ed un avvisatore A, per ottenere un sistema completo di sorveglianza.

Dopo aver immagazzinato come riferimento l'immagine del luogo da sorvegliare 5 una qualunque variazione successiva nella scena inquadrata, determina la generazione di un segnale che può essere variamente utilizzato ad esempio tramite un allarme oppure tramite la trasmissione dell'immagine variata ad una postazione remota PC, in particolare figura 3, in cui con M si indica un modem. Inoltre, è possibile, come già ampiamente descritto, regolare la sensibilità al 10 movimento in maniera uniforme su tutta la scena o differenziata per zone, ad esempio trascurare completamente quello che accade in un particolare settore dell'immagine e/o elavare la sensibilità in altre zone.

La figura 4 illustra uno schema a blocchi in cui più telecamere T₁, T₂, T_n, 15 collegate a rispettivi dispositivi 1a, 1b, 1n, sono collegate fra di loro e a sua volta collegate ad un unico controllo PC collegato ad una postazione remota PC.

Un ulteriore esempio di applicazione del dispositivo in oggetto è quello di applicarlo ad un semaforo. L'esempio è quello di un incrocio semaforizzato di due strade. Quattro telecamere saranno sistemate in modo da inquadrare i veicoli che affluiscono all'incrocio dalle diverse direzioni. Ciascuna telecamera è in grado 20 di valutare l'intensità del traffico nella sua direzione di osservazione quantizzando il movimento osservato. La possibilità di dividere in zone la scena, osservata da ciascuna telecamera, consente la stima sia del traffico in arrivo all'incrocio (lato sinistro dell'inquadratura) sia del traffico in allontanamento (lato destro dell'inquadratura) sia in prossimità dell'incrocio (lato basso dell'inquadratura) 25 sia di lontananza (lato alto dell'inquadratura). Alle varie zone della singola

inquadratura possono essere assegnati pesi diversi per la valutazione del movimento del traffico considerando che veicoli lontani generano una quantità di movimento inferiore a quelli vicini. Inoltre il movimento osservato nelle varie direzioni andrà cumulato ed azzerato opportunamente durante le fasi semaforiche,
5 in modo da evitare che una colonna di veicoli fermi sia scambiata per assenza di traffico. Le informazioni rilevate possono generare segnali che molto semplicemente facciano accelerare o ritardare le normale sequenza di commutazione del timer di controllo del semaforo, allungando oppure accorciando la permanenza del verde nelle varie direzioni proporzionalmente all'intensità del
10 traffico osservato.

Un' altra applicazione si ha nel campo industriale, in particolare nel riconoscimento automatico di pezzi difettosi.

L'immagine del campione è immagazzinata in memoria e confrontata con l'immagine del pezzo da controllare. E' possibile, in base alle caratteristiche del dispositivo, oggetto del trovato, stabilire le differenze accettabili e, suddividendo l'immagine in aree, attribuire valori differenti alle tolleranze nelle varie zone. In tale modo è possibile l'individuazione delle differenze e la stima della loro entità con estrema rapidità, limitata solo dalla velocità di scansione della telecamera utilizzata.
15

Il trovato così concepito è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto innovativo. Inoltre, tutti i dettagli possono essere sostituiti da elementi tecnicamente equivalenti.
20

Nella pratica sono ovviamente possibili delle modifiche e/o delle migliorie rientranti comunque nell'ambito delle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

5

1. Dispositivo circuitale intelligente per la gestione di immagini provenienti da una telecamera **caratterizzato dal fatto** di comprendere:
un primo modulo elettronico (2) per il trattamento di immagini provenienti da una telecamera circuitalmente e logicamente associato con un secondo modulo elettronico (3) per la trasformazione di livelli binari di pixel costituenti le immagini rilevate; detto primo modulo (2) e detto secondo modulo (3) realizzando rispettivamente il trattamento e la trasformazione in tempo reale.
10
2. Dispositivo circuitale intelligente per la gestione di immagini provenienti da una telecamera secondo la rivendicazione 1 **caratterizzato dal fatto** che detto primo modulo elettronico (2) comprende :
 - un convertitore analogico/digitale (AD) per la digitalizzazione delle immagini provenienti dalla telecamera (T) da segnale analogico d'ingresso a segnale digitale in uscita;
 - una memoria video (VRAM) collegata circuitalmente a detto secondo modulo elettronico (3) ed in ingresso al convertitore analogico/digitale (AD), per l'immagazzinamento di immagini di riferimento, di immagini acquisite e di immagini trasformate;
 - una interfaccia di gestione ingresso / uscita (I/O) ;
 - un componente (SER) a porte seriali per la comunicazione verso l'esterno;
 - una memoria di lavoro (RAM);20
25

- una memoria non volatile (ROM) per l'immagazzinamento di parametri di funzionamento e di un programma di gestione e controllo dello stato e funzioni del dispositivo;
 - una unità (U) di controllo e di gestione per funzioni logiche del dispositivo (1),
5 collegata circuitalmente all'interfaccia di gestione ingresso/uscita (I/O), al componente (SER), alla memoria di lavoro (RAM), alla memoria non volatile (ROM) e al secondo modulo (3).
3. Dispositivo intelligente per la gestione delle immagini provenienti da una telecamera , secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto** che detta memoria video (VRAM), costituita da una RAM FIFO presenta una matrice in cui ogni sua locazione corrisponde ad un pixel.
4. Dispositivo intelligente per la gestione delle immagini provenienti da una telecamera, secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto** che detto secondo modulo elettronico comprende;
- 15 - un comparatore di pixel (CPX), a soglie programmabili, collegato in ingresso al convertitore analogico /digitale (AD) bidirezionalmente alla memoria video (VRAM) e a un decodificatore di comandi (CD) ed in uscita ad un filtro integratore digitale (ID), per confrontare i pixel costituenti l'immagine di riferimento, memorizzata nella memoria video (VRAM) con i pixel della
20 immagine acquisita proveniente dal convertitore analogico/ digitale (AD); detto comparatore di pixel (CPX) generando in uscita una immagine composta da pixel codificati a due bit;
- un filtro integratore digitale (ID), con costanti di tempo in salita e discesa programmabili, collegato in ingresso al comparatore di pixel (CPX) e ad un
25 decodificatore di comandi (CD) ed in uscita ad un contatore di eventi (EC).



il filtraggio di una immagine binarizzata;

- un contatore di eventi (EC) collegato in ingresso al filtro integratore digitale (ID) e a un mezzo circuitale per dividere una immagine in aree (WS), per contare i pixel differenti dai pixel dell'immagine di riferimento permettendo di evidenziare in tempo reale eventuali variazioni dell'immagine acquisita dalla immagine di riferimento in una particolare area dell'immagine;

detto mezzo per dividere una immagine in aree (WS) essendo collegato in ingresso ad un decodificatore di comandi (DC) ed in uscita al contatore di eventi (EC), per dividere una immagine in aree programmabili per numero e dimensioni;

detto decodificatore di comandi (DC) essendo collegato in uscita con il comparatore di pixel (CPX), con il filtro integratore digitale (ID), con il mezzo per dividere una immagine in aree (WS), nonchè con un mezzo circuitale per la selezione dimensionale dell'area di una immagine (ACQ) e con un mezzo circuitale per la trasformazione dei parametri di funzionamento (LUT) e circuitalmente collegato all'unità di controllo e gestione (U) e alla memoria video (VRAM);

detto mezzo per la selezione dimensionale dell'area di una immagine (ACQ) essendo collegato in ingresso al decodificatore di comandi (DC) ed in uscita alla memoria video (VRAM), per selezionare la dimensione dell'area di acquisizione dell'immagine;

detto mezzo circuitale per la trasformazione dei parametri di funzionamento (LUT) essendo collegato in ingresso al decodificatore dei comandi (DC) ed in uscita bidirezionalmente alla memoria video (VRAM), per modificare i parametri di funzionamento con valori di determinati dal risultato dei pixel binarizzati, creando una nuova mappa di parametri di funzionamento.

11.M2042.12.IT.01

ing. Paolo Bellomia
Albo N. 695

5. Dispositivo circuitale intelligente per la gestione di immagini provenienti da una telecamera secondo le rivendicazioni precedenti e secondo quanto descritto ed illustrato con riferimento alle figure degli uniti disegni per gli accennati scopi.

Roma, 16 MAG. 1997

5

In fede

Il Mandatario

Ing. Paolo Bellomia

(Albo iscr.n.695BM)

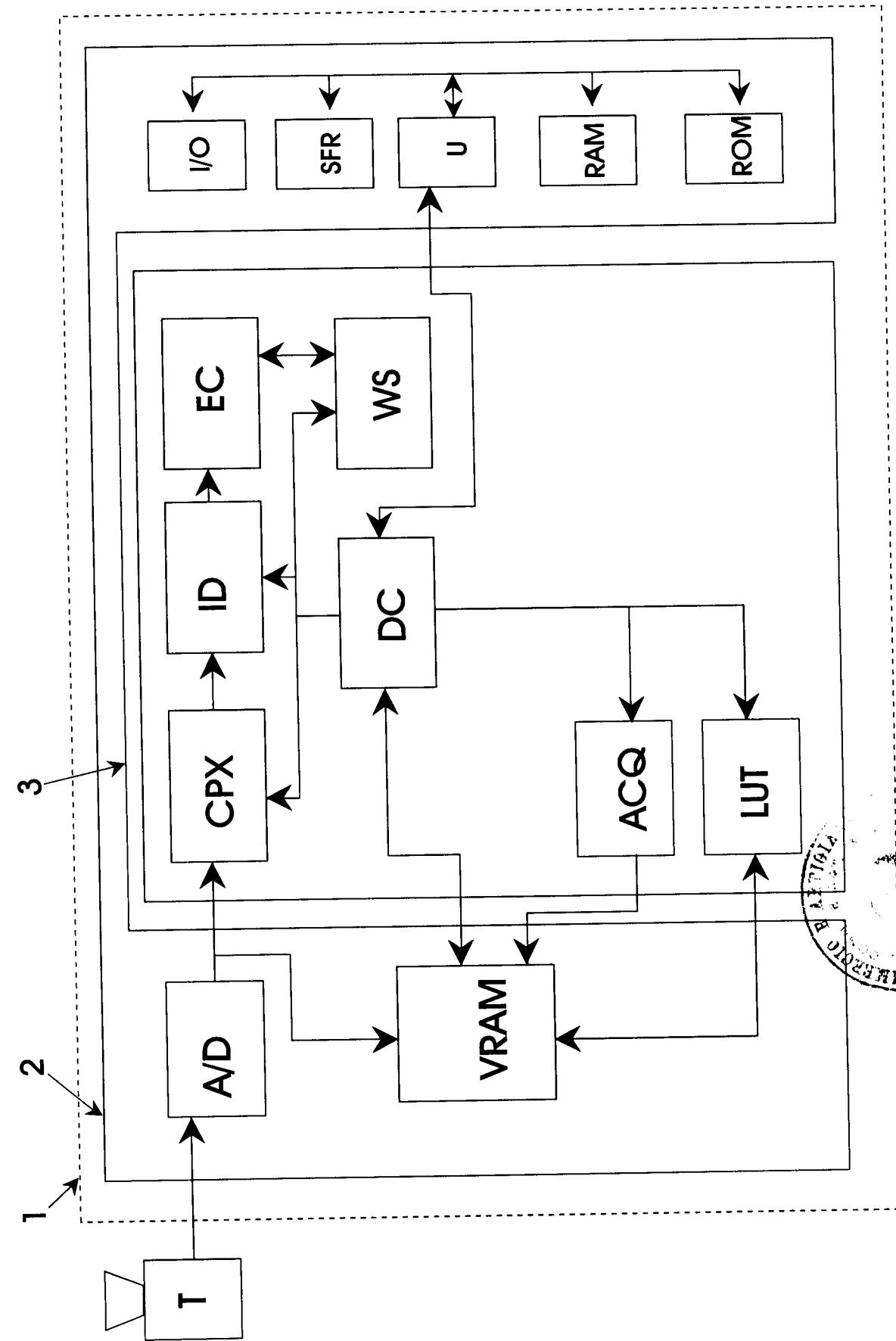
10



15

20

25

**FIG. 1**

Roma, 16 MAG. 1997

11 Mandatario
Ing. Paolo BELLOMIA
 Paolo Bellomo
 Roma, 16 MAG. 1997

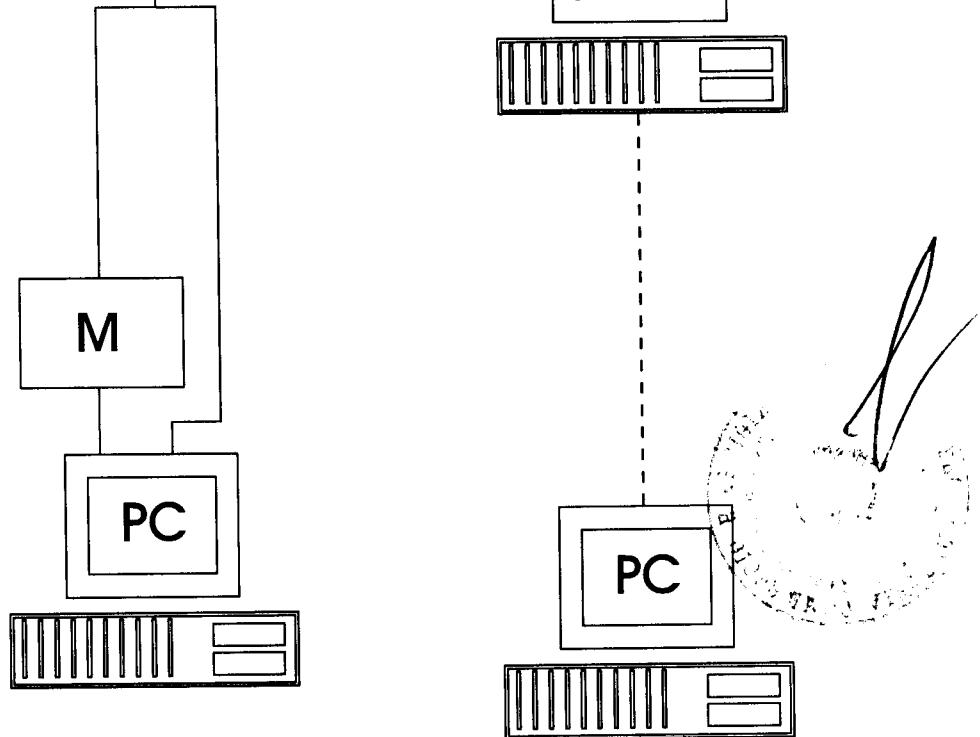
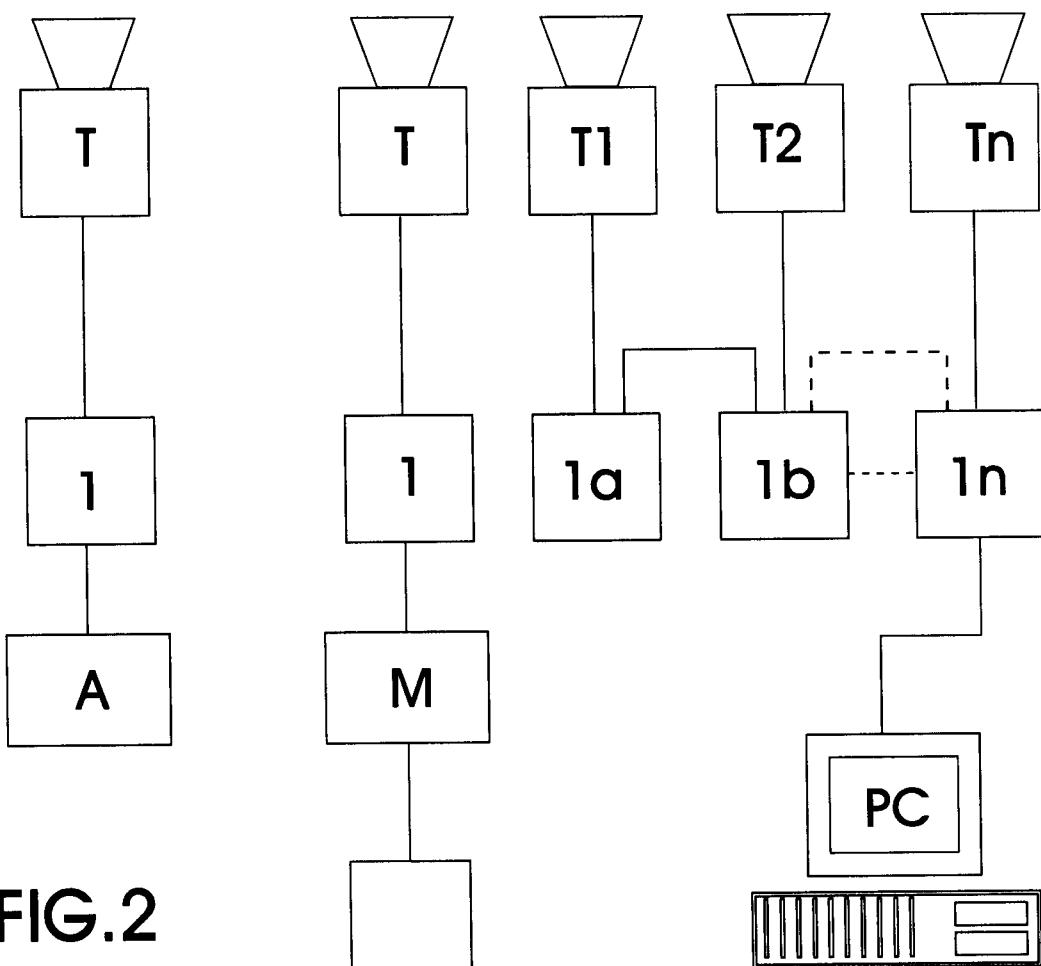
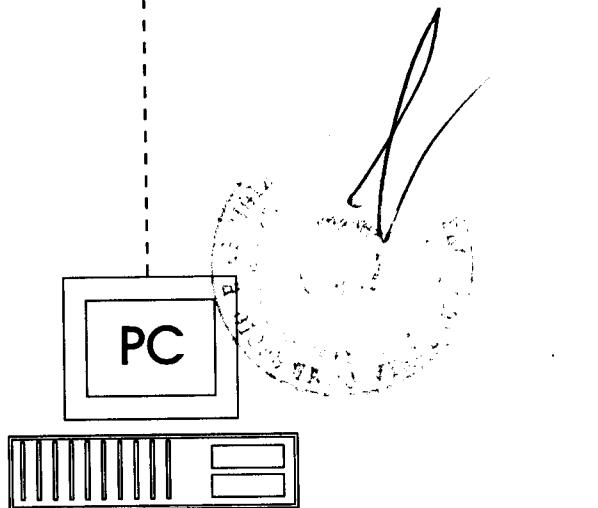


FIG.4



Roma, 16 MAG. 1997

Il Mandatario
Paolo Bellomia
 Ing. Paolo BELLOMIA
 Albo Iscr. n. 695 BM