



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900610646
Data Deposito	11/07/1997
Data Pubblicazione	11/01/1999

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	G		

Titolo

DISPOSITIVO PER LA COMMUTAZIONE DELLA SORGENTE DI ALIMENTAZIONE DI CARICHI A TENSIONE DI RETE
--

Descrizione dell'invenzione industriale avente per titolo: "Dispositivo per la commutazione della sorgente di alimentazione di carichi a tensione di rete".

A nome di: Paolo Pantaleoni, inventore

di nazionalità: italiana

residente in: Albano laziale, via di Villafranca 1

---000---

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un dispositivo per la commutazione "in fase" della sorgente di alimentazione di carichi a tensione di rete, con tensioni fino a 400V.

In particolare il dispositivo oggetto della presente invenzione consente di commutare sorgente di alimentazione ad un carico resistivo o induttivo senza causare corti circuiti o interruzioni di alimentazione.

Il principio base impiegato consiste nell'effettuare la commutazione nell'istante di passaggio per lo zero della corrente che circola nel carico utilizzando un sensore di corrente con banda passante e caratteristiche di sfasamento tali da fornire al microprocessore un segnale sufficientemente preciso.

Gli utilizzi possibili di questo genere di dispositivo, realizzabile in vari tagli di potenza, sono negli stabilizzatori di tensione a gradini, nei regolatori di luce, nei sistemi di alimentazione di soccorso. In tutti i casi questa tecnologia consente di realizzare sistemi completamente allo stato solido, caratterizzati dall'assenza di disturbi in uscita, e quindi intrinsecamente in regola con le prescrizioni europee in materia di compatibilità elettromagnetica.

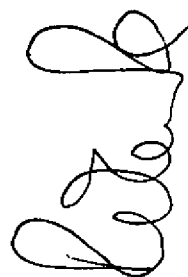
La presente invenzione verrà ora descritta in riferimento alle sue forme di realizzazione attualmente preferite riportate a titolo illustrativo e non limitativo, ed in base alle figure dei disegni allegati, in:



- la Figura 1 mostra lo schema a blocchi complessivo del dispositivo secondo la presente invenzione;
- la Figura 2 mostra la piedinatura e la tavola della verità del circuito decoder;
- la Figura 3 mostra lo schema elettrico del modulo di potenza in una delle forme possibili, basata su TRIAC;
- la Figura 4 mostra lo schema elettrico di una possibile realizzazione del circuito sensore di zero-crossing di corrente;
- le Figure 5 mostrano il diagramma di flusso del programma residente nel microcontrollore per la sola sezione che esegue la commutazione;
- i Diagrammi 1 e 2 mostrano l'andamento dei segnali in ingresso e dei segnali di controllo durante la procedura di commutazione;

Con riferimento ai disegni e in particolare alla Figura 1, il dispositivo secondo l'invenzione comprende: un microcontrollore, un decoder, un modulo di potenza, un sensore di corrente, un circuito rivelatore di zero-crossing.

Il microcontrollore riceve dall'esterno, tramite interfaccia parallela o seriale, o da un'altra sezione del programma interno, qualora il dispositivo oggetto della presente invenzione sia incorporato in uno specifico apparecchio, l'informazione su quale sorgente di alimentazione attivare. Il software inizia allora un ciclo di sincronizzazione con la frequenza di rete e di controllo e filtraggio degli eventuali disturbi, al termine del quale esegue lo spegnimento della sorgente attiva al momento e accende la sorgente successiva. Il microcontrollore può essere un microprocessore indipendente con memoria e accessori esterni o un microcontrollore integrato o ancora costituire parte del microcontrollore del sistema principale che utilizza la presente invenzione come elemento. Caratteristica fondamentale del microcontrollore scelto è che deve disporre di una velocità di esecuzione sufficiente ai sensi delle temporizzazioni che verranno



indicate più avanti.

La sezione di potenza del dispositivo (vedi Fig 3) è composta da una serie di diodi controllati di potenza del tipo TRIAC (in alternativa è possibile impiegare coppie di SCR in configurazione antiparallelo) collegati in modo che, di ciascun elemento, un polo di potenza sia connesso alla rispettiva sorgente di alimentazione, l'altro polo connesso in comune sul carico, e il piedino di controllo connesso al microprocessore tramite il decoder. Per attivare l'alimentazione del carico da una specifica sorgente si attiva, e si mantiene attivo, il segnale di controllo del relativo TRIAC (o coppia di SCR). Per semplicità di espressione nel seguito faremo riferimento solamente al TRIAC potendosi, ai fini della presente esposizione, ritenere un TRIAC equivalente ad una coppia di SCR in antiparallelo con l'opportuno circuito di controllo. Nei dispositivi pratici la selezione tra TRIAC e coppia di SCR viene effettuata in base alla potenza del dispositivo, non essendo commercialmente disponibili, al momento di queste note, TRIAC per correnti superiori a 40A.

Il numero di canali del dispositivo non si deve ritenere vincolante o caratterizzante perché dipende dalla specifica applicazione. Nei casi pratici i canali potranno variare da 4 a 16. Un numero minore o maggiore è sempre comunque possibile. La fig 3 rappresenta lo schema di una delle possibili configurazioni di questo modulo nella versione a TRIAC a 4 canali.

Il blocco denominato "decoder" è un circuito realizzabile sia a componenti discreti che con un circuito programmabile tipo PLA. La sua funzione è principalmente di sicurezza in quanto impedisce l'attivazione accidentale di due o più TRIAC nello stesso istante (ad esempio per un difetto nel software). E' composto da un decoder (2 verso 4 o 3 verso 8 a seconda del numero di canali del dispositivo), latch sull'ingresso e circuiteria che consente un protocollo di "handshake" con il microprocessore. La



memorizzazione di una nuova configurazione, corrispondente all'attivazione di uno specifico canale in uscita, deve avvenire dal microcontrollore solo con una sequenza specifica di alcuni segnali di controllo. La sequenza indicata nel diagramma 1, i segnali e la tavola della verità riportati in Fig 2 rappresentano uno dei possibili modi per implementare questa funzione. Qualunque altro modo che conservi le caratteristiche di impossibilità di attivazione contemporanea di più uscite mantenendo la sicurezza verso le commutazioni accidentali sul lato verso il microcontrollore può essere utilizzato.

Il sensore di corrente può essere realizzato in vari modi tra cui i preferiti nelle applicazioni commerciali sono: una resistenza di valore molto basso, calcolata per causare una piccola caduta di tensione ai suoi capi letta a sua volta da un circuito differenziale; un captatore costituito dal secondario di un piccolo trasformatore, da una bobina toroidale, da un sensore ad effetto Hall (componenti commerciale standard). In questi ultimi dispositivi il sensore genera una differenza di potenziale in uscita proporzionale alla corrente che scorre al primario (che di norma è costituito dal solo cavo che trasporta la corrente verso il carico. Lo scopo di questo sensore è di trasferire al circuito a valle l'andamento della corrente che circola attraverso il carico senza provocare eccessivi disturbi al carico stesso. Preferite sono le soluzioni che vedono impiegati la bobina toroidale o il sensore ad effetto Hall per la precisione della loro risposta in frequenza e nel tempo. E' molto importante che le caratteristiche del sensore (che deve essere adeguato alla gamma di corrente fornibile dalla macchina specifica) prevedano uno sfasamento massimo tra il segnale in ingresso (in corrente) e il segnale in uscita (in tensione) non superiore a 0.2 msec.

Il circuito rivelatore di zero-crossing ha il compito di convertire il segnale analogico espresso in tensione alternata proveniente dal sensore in un segnale ad onda quadra compatibile con le porte di ingresso del microcontrollore. Il segnale generato



deve avere ottime caratteristiche di simmetria e di basso ritardo per non provocare malfunzionamenti nel sistema. La Fig 4 rappresenta un possibile modo di realizzare questo circuito.

Con riferimento ai disegni (Fig 5) e ai diagrammi (1 e 2) verrà ora descritto il funzionamento della funzione di commutazione nel dettaglio.

Ad ogni specifico istante deve essere attivo un solo segnale di controllo per evitare corti circuiti tra le varie sorgenti di alimentazione. La commutazione tra le varie sorgenti viene effettuata al passaggio per lo zero della corrente che circola sul carico per evitare disturbi e extracorrenti. Viene utilizzato il passaggio per lo zero della corrente anziché della tensione, molto più facile da rilevare, per consentire il collegamento di carichi sia resistivi che induttivi. Il principio utilizzato permette il collegamento anche di carichi a bassissimo $\cos\phi$, come ad esempio motori elettrici.

Nelle applicazioni tradizionali l'accensione di carichi resistivi viene effettuata con un semplice circuito rivelatore dello zero crossing di tensione dato che questo corrisponde ad effettuare l'accensione a corrente zero, cioè con il minimo di disturbi. L'accensione di carichi induttivi viene invece effettuata senza nessun controllo di zero perché i sensori di corrente necessari sono costosi e in conseguenza si preferisce accettare una commutazione casuale.

Nella presente invenzione la rilevazione esatta del passaggio per lo zero è indispensabile per evitare interruzioni nell'erogazione di corrente al carico, di qualsiasi natura esso sia.

Nel momento in cui un comando esterno decide di commutare sorgente la logica del dispositivo inizia una sequenza di controllo e sincronizzazione con l'andamento della corrente sul carico, spegne il TRIAC attivo in quel momento poco prima del passaggio per lo zero disattivando il segnale sul gate, sfruttando il principio che il



semiconduttore rimane comunque in stato di conduzione fino all'azzeramento della corrente. Il TRIAC relativo alla nuova sorgente viene attivato pochi istanti dopo il passaggio per lo zero.

In questo modo si ottiene in uscita, sul carico, una forma d'onda con un livello di perturbazione estremamente basso, spesso difficilmente misurabile.

Nel seguito si farà riferimento specifico ai diagrammi 1 e 2 come riportati in figura. La polarità dei vari segnali non va ritenuta vincolante. Sostituendo la semionda positiva con quella negativa o il livello dei segnali digitali il dispositivo conserva la sua caratterizzazione e il suo funzionamento specifico.

In riferimento al Diagramma 1 (e al flow chart riportato nelle fig 5) nella fase (A) la logica di controllo ha iniziato il ciclo di controllo e sincronizzazione leggendo la fase alta del segnale di zero-crossing, corrispondente alla semionda positiva della corrente sul carico.

Nella fase (B) il circuito di controllo rivela la semionda negativa della corrente. Sia in questa fase che nella fase (A) la logica effettua la misurazione della durata della semionda (t_0) riscontrandola con i valori tipici della rete di alimentazione elettrica (50Hz per l'Europa, 60Hz per gli USA o altri paesi). Questo serve ad evitare che segnali spuri dovuti a disturbi o a distorsioni armoniche possano attivare una sequenza di commutazione pericolosa o distruttiva. Se il tempo misurato non corrisponde, il sistema annulla l'intera sequenza iniziandone una nuova senza attivare cambiamenti in uscita.

A partire dall'inizio della fase (C) il software inizia un conteggio temporale (mantenendo il controllo del segnale come si vedrà oltre) che termina quando è trascorso l'80% (t_2) del tempo della semionda ($t_1=8$ msec nel caso Europeo; $t_1=6$ msec nel caso USA). In questo istante la logica di controllo toglie (abbassandolo) il segnale di controllo al TRIAC relativo al canale che si intende spegnere. Il TRIAC rimane

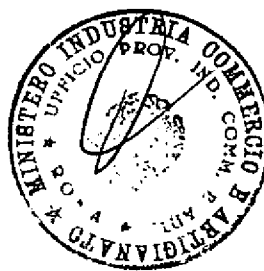
comunque in stato di conduzione fino al passaggio per lo zero della corrente consentendo al microcontrollore di svolgere liberamente la fase successiva.

La fase (D) inizia con il successivo cambiamento di stato del segnale di zero-crossing. Da quel momento il sistema attende un tempo (t_3) corrispondente al 10% del tempo di semionda e poi attiva il nuovo canale.

Nel Diagramma 2 sono riportate più in dettaglio le due fasi (C) e (D) evidenziando la tecnica di filtraggio digitale a campionamento adottata per verificare che i segnali che arrivano al sistema siano corretti e non disturbati. In pratica durante tutti i tempi di attesa (t_2 e t_3) il sistema esegue un campionamento continuo (ad intervalli di tempo t_4 e t_5 i cui valori vanno scelti a seconda della rete elettrica) dei segnali controllando che siano stabili.

Se si rivela un disturbo sul segnale nella fase (C) la logica di controllo annulla immediatamente la sequenza iniziando un nuovo ciclo di commutazione dalla fase (A). Se invece il disturbo viene rivelato durante la fase (D) la logica, prima di annullare la sequenza e iniziarne una nuova, riattiva il canale che era stato spento nella precedente fase (C) per non causare interruzioni nell'alimentazione.

---000---



A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, flowing letters.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per la commutazione della sorgente di alimentazione elettrica di rete verso carichi resistivi o induttivi caratterizzato dal fatto di disporre per la selezione di una serie di TRIAC connessi con un polo di potenza in comune e l'altro connesso ciascuno ad una diversa sorgente; un modulo di controllo a microprocessore con interfacce esterne parallele e/o seriale RS232 o RS422; un sensore di passaggio per lo zero (zero-crossing) della corrente che scorre sul carico; un circuito squadratore del segnale proveniente dal sensore di corrente; un decoder per pilotare la selezione delle uscite di potenza;

un programma di controllo interno che esegue, su comando esterno o interno al microcontrollore, la commutazione tra due sorgenti in sincrono con il passaggio per lo zero della corrente gestita.

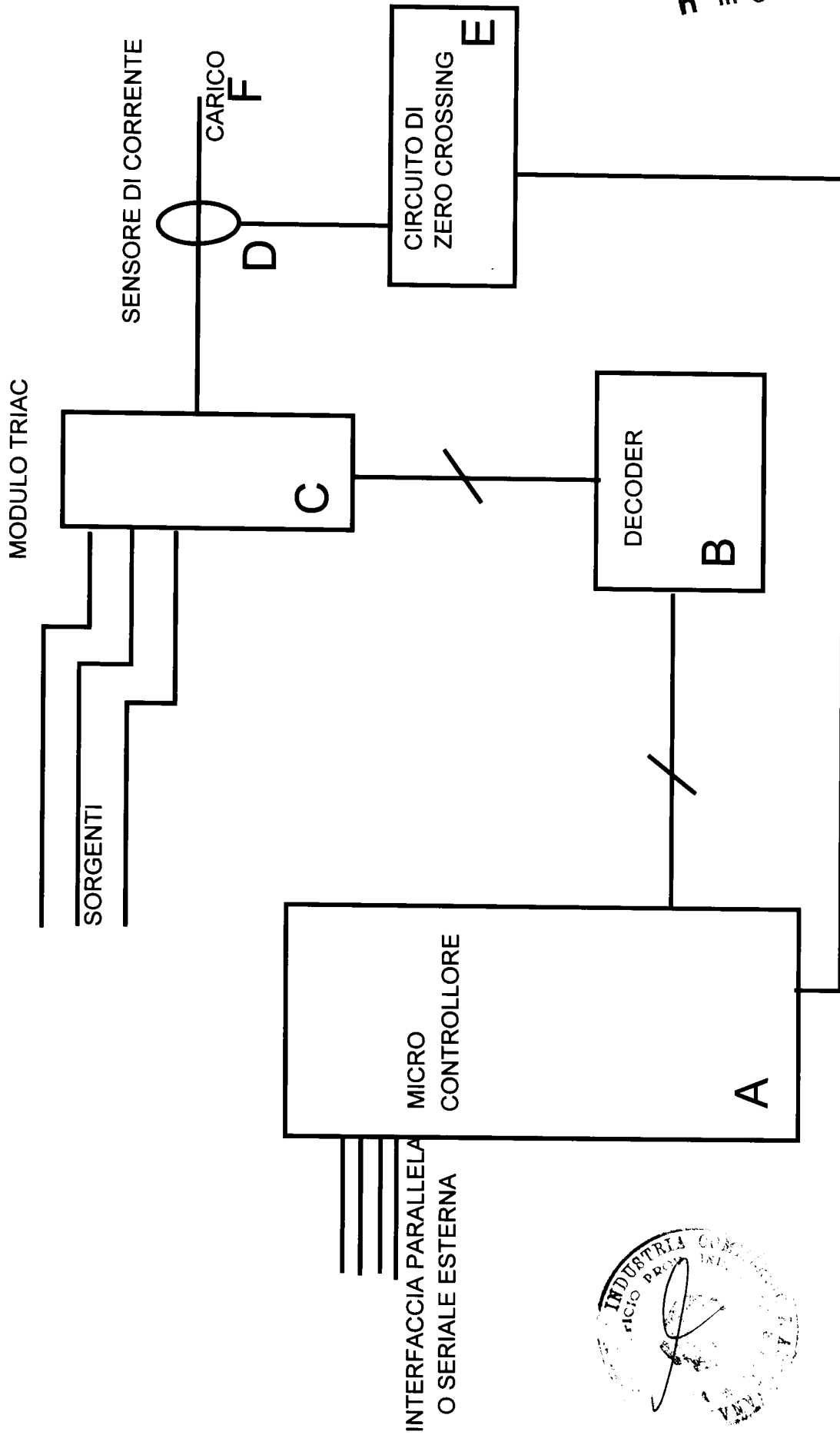
2. Dispositivo per la commutazione della sorgente di alimentazione elettrica di rete verso carichi resistivi o induttivi secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che la sezione di potenza è composta da un gruppo di coppie di SCR connessi in antiparallelo.

3. Dispositivo per la commutazione della sorgente di alimentazione elettrica di rete verso carichi resistivi o induttivi secondo le rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che la sezione di potenza è composta da un gruppo di dispositivi IGBT.

4. Dispositivo per la commutazione della sorgente di alimentazione elettrica di rete verso carichi resistivi o induttivi secondo le rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che il sensore di zero-crossing rivela il passaggio per lo zero della tensione erogata.

Dott Ing Paolo Pantaleoni





R M 97 A 0427

FIG 1: SCHEMA A BLOCCHI DEL DISPOSITIVO



Handwritten signature

R 97 A 0427

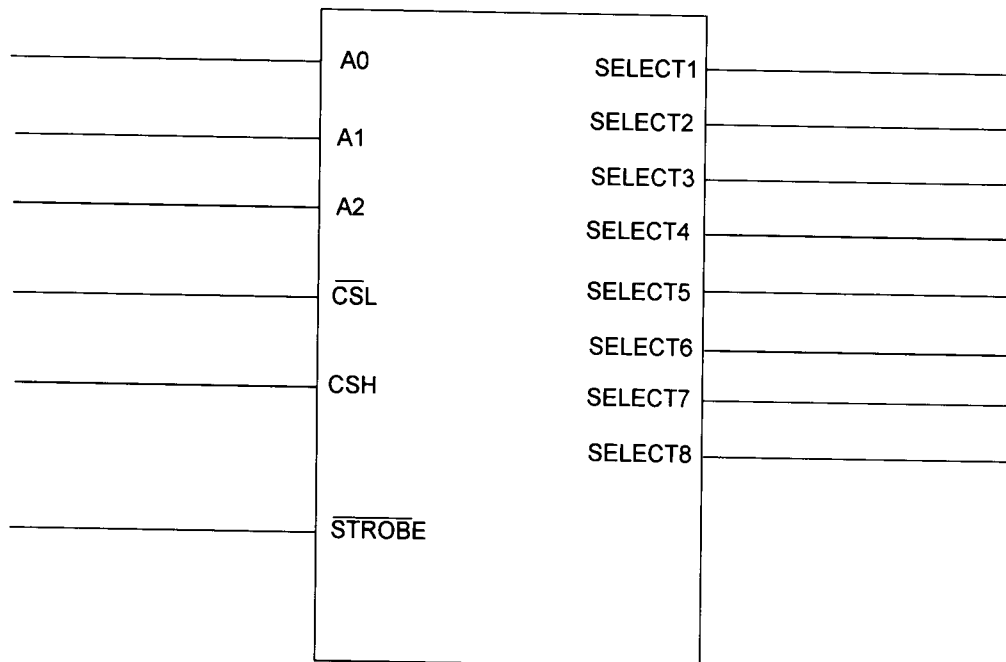
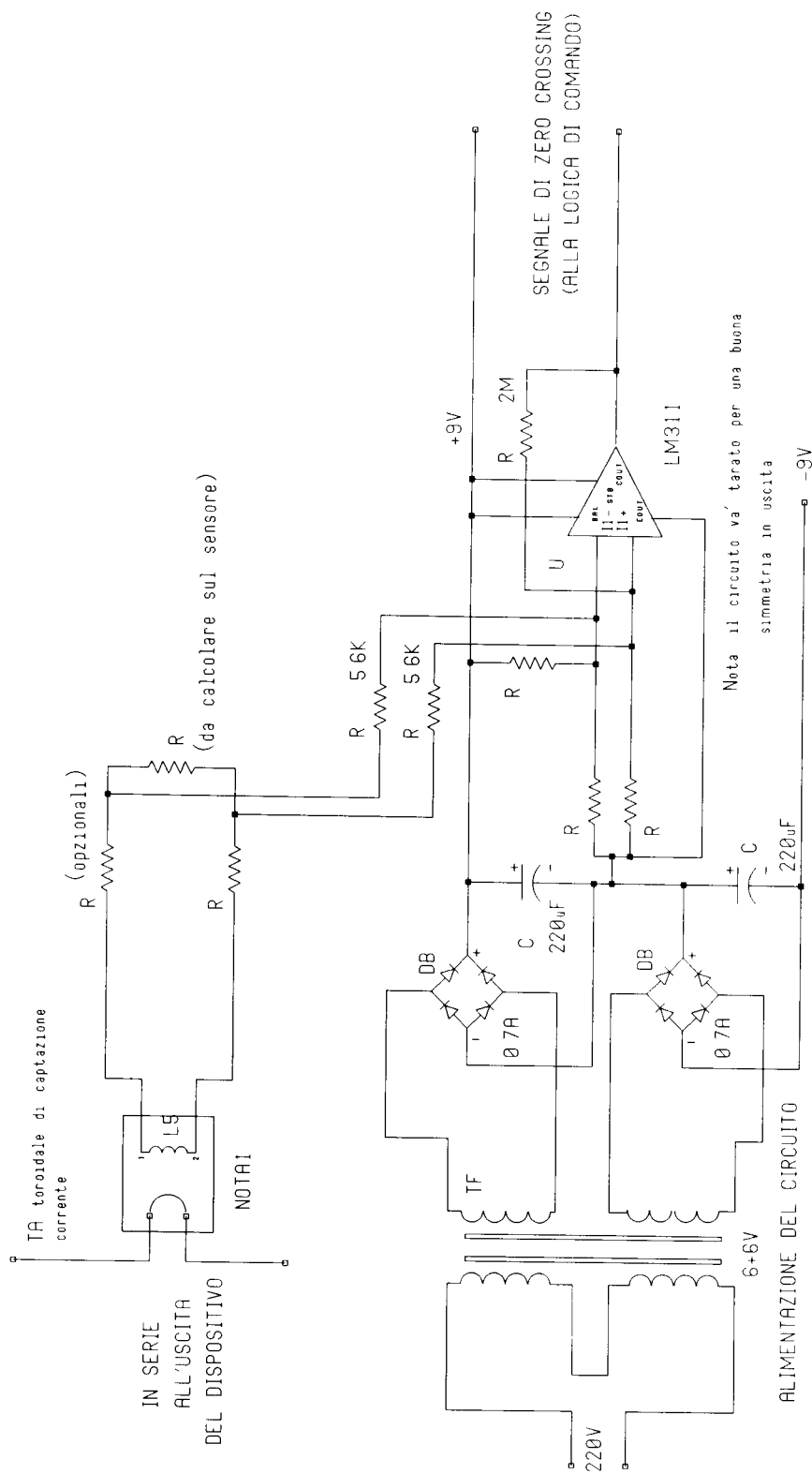


FIG 2: DECODER
(Versione a 8 canali di uscita)



DECODER (VERSIONE 8 CANALI): TAVOLA DELLA VERITÀ													
CSL	CSH	STB	A0	A1	A2	SEL1	SEL2	SEL3	SEL4	SEL5	SEL6	SEL7	SEL8
0	1	^	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	^	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	^	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
0	1	^	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
0	1	^	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	^	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
0	1	^	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	^	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
X	X	0	X	X	X	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
X	X	1	X	X	X	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
SP: stato precedente													

Handwritten signature



R M 97 A 0427

Nota1 in alternativa si può usare un sensore ad effetto Hall



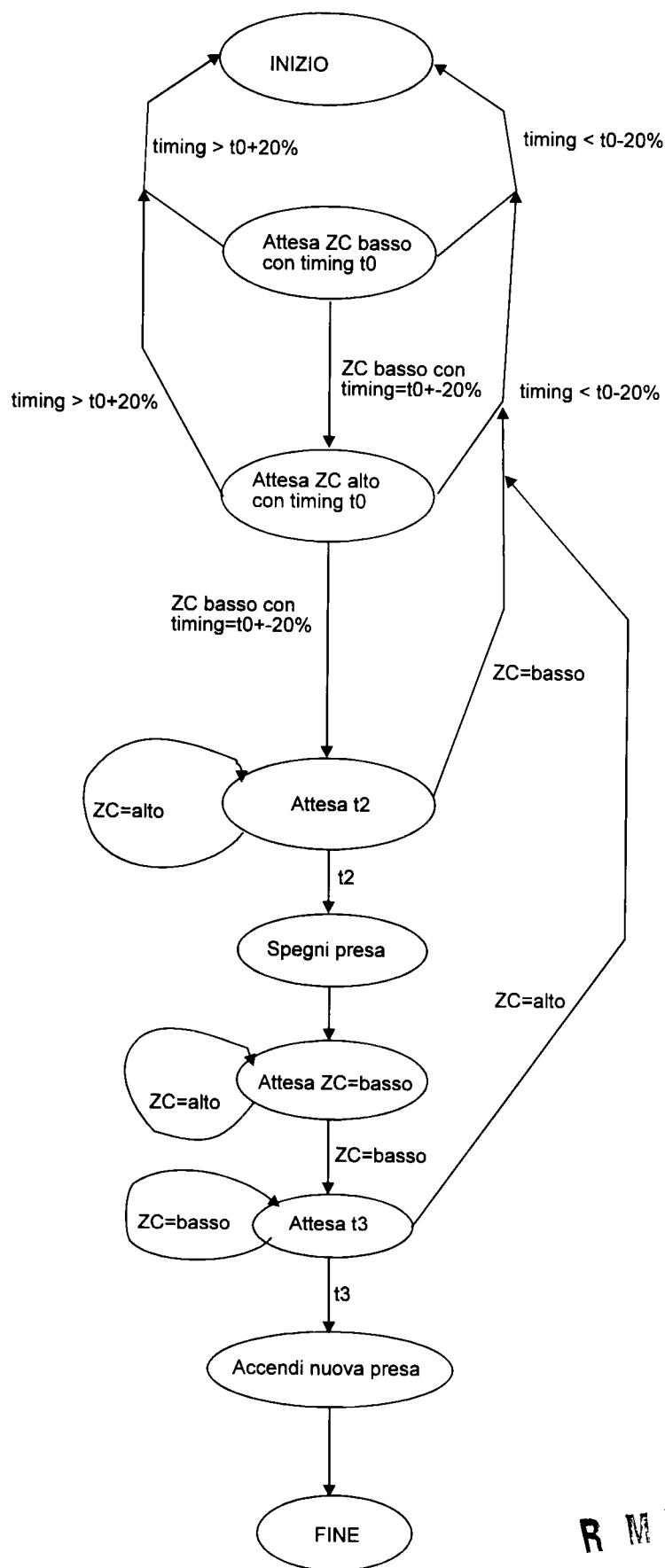
FIG. 4

SENSORE DI ZERO CROSSING

REVISIONE	35	PAGE	2	OF	2
DRAWN BY	P.P.	GROUP	NAME	DEPART.	NAME
DATE	1/7/87	TIME			17.53

6

ZC= segnale di zero-crossing



Handwritten signature

R M 97 A 0427

FIG 5 FLOW CHART VERSIONE MONOFASE

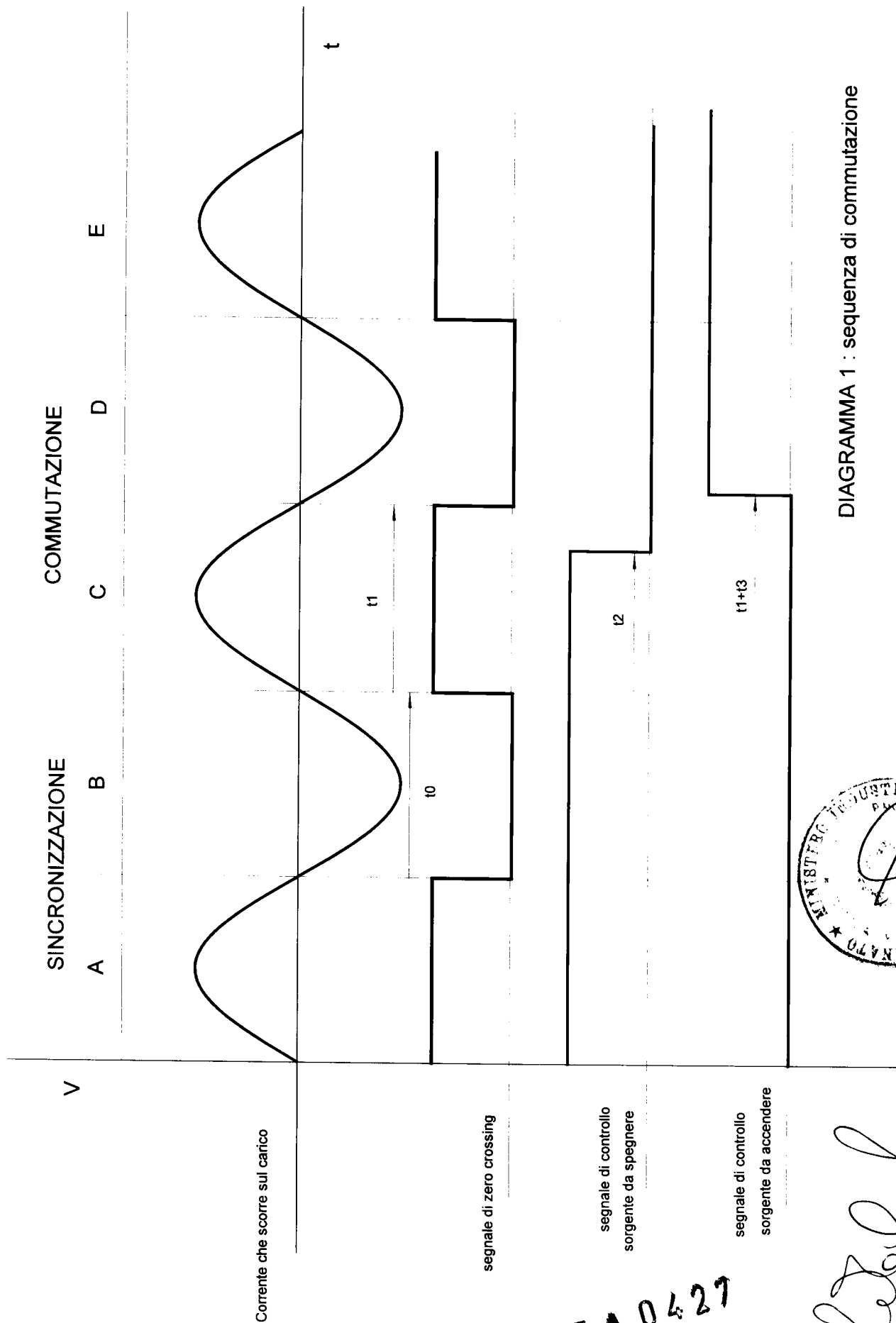


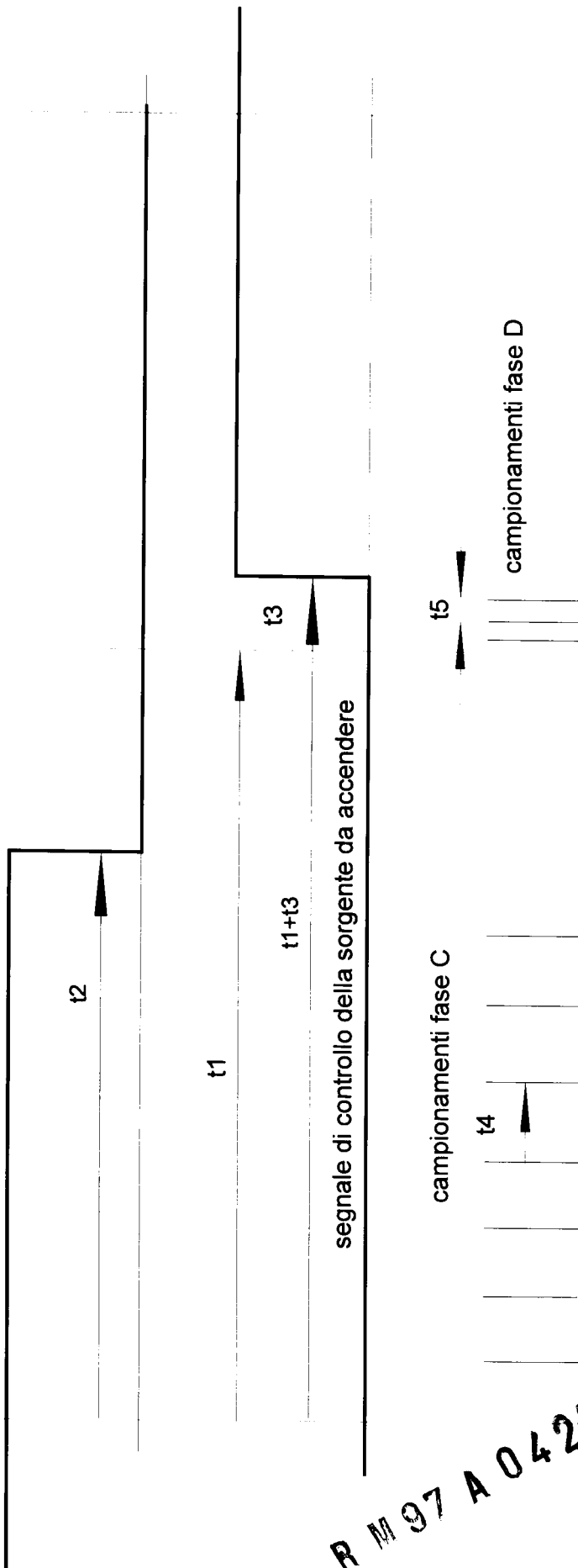
DIAGRAMMA 1 : sequenza di commutazione



R M 97 A 0427

Handwritten signature

segnale di controllo della sorgente da spegnere



R M 97 A 0427

DIAGRAMMA2: Campionamenti di filtro



Dele