

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Trieste

INFN/TC-94/10

19 maggio 1994

M. Gregori and N. Zampa

CAMAC BATTERY POWER SUPPLY FOR SILICON DETECTORS

CAMAC BATTERY POWER SUPPLY FOR SILICON DETECTORS

M. Gregori e N. Zampa

Istituto Nazionale Fisica Nucleare - Sezione di Trieste

1. Introduzione

La collaborazione Wizard si propone lo studio della radiazione cosmica primaria tramite esperimenti basati su voli con pallone.

L'esperimento CAPRICE '94, che volerà dal Canada (Lynn Lake) nel luglio 1994, ha come scopo principale lo studio della componente di antiprotoni da .5 GeV sino a 30 GeV nella radiazione cosmica. Lo strumento è costituito da un RICH (ring imaging Cherenkov) per la misura della velocità delle particelle, da due piani di scintillatori che, fornendo il tempo di volo (T.O.F.), misurano ancora la velocità β delle particelle provenienti dalla parte superiore dell'atmosfera, e le separano dalle particelle di direzione opposta, da un magnete analizzante che tramite le camere di direzione stabilisce l'impulso e la carica delle particelle, ed infine da un calorimetro elettromagnetico che permette l'identificazione delle particelle utilizzando l'informazione topologica ed energetica dello sciame generato al suo interno.

La parte sensibile del calorimetro è costituito da mattonelle di silicio montate a formare una serie di linee XY.

La scelta del rivelatore al silicio è dovuta alle caratteristiche di stabilità e linearità in energia, ma presenta l'inconveniente di fornire un segnale debole e quindi risulta importante minimizzare tutte le sorgenti di rumore.

In questo senso è fondamentale una alimentazione a basso rumore realizzabile tramite l'uso di batterie.

Allo scopo sono state scelte delle batterie al litio per l'elevata capacità specifica e per la costanza della tensione fino alla scarica quasi completa.

Con esse è stato costruito un sistema di più moduli CAMAC per l'alimentazione indipendente dei vari piani, con la possibilità di avere un back-up nel caso le batterie si scarichino.

In generale questo alimentatore può essere utilizzato ovunque sia richiesta una alimentazione a bassa corrente.

2. Caratteristiche dell'alimentatore

Oltre alla necessità di un basso rumore, l'applicazione ai rivelatori al silicio richiede un'alimentazione priva di rapide variazioni di tensione. Durante l'accensione e lo spegnimento, la tensione viene applicata o disinserita tramite una rampa generata da un circuito RC.

Il modulo è stato realizzato in maniera da poter consentire la preselezione di diversi valori di tensione di uscita prelevando in altrettanti punti all'interno della serie di batterie. L'alimentatore è dotato di cinque canali di uscita comandabili indipendentemente da computer tramite un interfaccia CAMAC. Ogni canale dispone di un fusibile di protezione in uscita e di un relé che consente la connessione in parallelo di più moduli allo scopo di fornire un canale sostitutivo (back-up).

E' stata realizzata, in aggiunta, una sesta uscita, denominata controllo (monitor) che permette di conoscere lo stato di carica delle batterie tramite un ADC esterno.

Una serie di led disposti sul pannello frontale fornisce lo stato dei vari canali, nonché un'indicazione della progressione delle operazioni svolte dal modulo.

3. Descrizione funzionale

Fig. 1 riporta lo schema a blocchi dell'alimentatore. Esso può essere diviso in quattro blocchi funzionali. Iniziamo con la parte di controllo: essa è stata integrata in un dispositivo a logica programmabile (PAL), vedi fig. 2 componente U3, che contiene tutta la circuiteria necessaria alla decodifica dei comandi CAMAC ed al pilotaggio dei canali di uscita.

Essenzialmente la logica di controllo è costituita da una macchina a stati che ha come ingressi la decodifica delle funzioni CAMAC, come uscite i comandi dei relé e viene sincronizzata dai segnali di strobe S1 e S2 del CAMAC e da un timer che tiene conto del tempo impiegato per stabilizzare la tensione di uscita.

La disposizione fisica dei componenti, ottimizzata per ridurre il volume complessivo dell'alimentatore, ha richiesto l'introduzione di opportuni buffers per ridurre la lunghezza delle piste che portano i segnali open collector del CAMAC alla PAL diminuendo così la sensibilità ai disturbi.

Per poter funzionare correttamente, il circuito di controllo deve tener in considerazione il tempo, di circa sei secondi, impiegato dalle batterie a portare la tensione in uscita al valore nominale, caricando un gruppo RC. Ciò è dovuto al fatto

che, per ridurre il rumore introdotto dalla circuiteria, è stato scelto di eliminare il circuito di generazione della rampa di tensione, cortocircuitandolo con un relé.

A questo scopo viene generato un segnale che inizializza un temporizzatore, fig. 3, che segnala la fine rampa alla PAL tramite i segnali PULSE e PULSE 1.

Questo temporizzatore è stato realizzato con un comparatore, U1, che rileva lo stato di carica di un condensatore in un gruppo RC, R8 e C12. Per ridurre la sensibilità al rumore, il comparatore è stato provvisto di due soglie separate da circa quattro volt. Un monostabile, U2/A, scarica il condensatore C12 tramite un transistor, dando così il trigger al temporizzatore. Questo monostabile è stato introdotto perchè il segnale di comando dalla PAL non è sufficientemente largo.

Un secondo monostabile, U2/B, genera un impulso di clock per avvertire che la rampa è terminata.

In fig. 4 viene riportato lo schema elettrico di un singolo canale di alimentazione. Il cuore del circuito è il generatore di rampa costituito dal gruppo RC, formato da R3 e C4 e da un transistor darlington, TR6.

Questo transistor provvede a separare il carico dal gruppo RC assicurando così il raggiungimento della tensione prescelta indipendentemente dall'assorbimento di corrente.

Il circuito comprende, inoltre, un accoppiatore ottico e due relé. Al comando di accensione del canale la PAL genera il segnale CMD1 che attiva l'accoppiatore ottico portando la tensione delle batterie al gruppo RC. La scelta dell'uso di un accoppiatore ottico per questa funzione è dovuta alla necessità di evitare rimbalzi che, dato il valore delle tensioni in gioco, si ripercuoterebbero negativamente nella logica di controllo. Al termine della rampa la PAL, avvertita dal temporizzatore, produce il segnale CMD2 che collega direttamente le batterie all'uscita eliminando un'eventuale fonte di rumore situata nel circuito di generazione della rampa.

Il secondo relé è stato inserito per consentire il collegamento in parallelo di più moduli. Solo il modulo attivo in un determinato istante, infatti, ha questo relé eccitato.

Questo relé viene comandato dal segnale ENABLE generato dalla PAL in seguito ad un opportuno comando CAMAC. La logica di controllo rende necessario che il relé sia attivato per poter accendere uno o più canali.

Un fusibile, posto subito prima del connettore di uscita, provvede alla protezione da cortocircuiti provocati dalla incidentale accensione di più moduli posti in parallelo.

La massa del circuito di alimentazione (batterie ecc.) viene mantenuta isolata dalla massa digitale dell'elettronica di controllo per evitare accoppiamenti che possano

introdurre rumore all'alimentazione dei silici.

Il circuito illustrato in fig. 5 provvede a fornire un'uscita analogica che indica lo stato di carica delle batterie, ed è stato realizzato tramite un semplice partitore resistivo che fornisce un'uscita pari ad un centesimo della sua tensione di ingresso.

La tensione così generata viene trasferita in uscita tramite un inseguitore operativo, U5, che ha lo scopo di disaccoppiare il carico. Anche in questo circuito sono stati introdotti dei reÉ comandati dal segnale di ENABLE (COM, vedi anche fig. 4). Il primo reÉ permette di evitare di caricare le batterie quando il modulo non viene utilizzato, mentre il secondo dà la possibilità di connettere più uscite monitor in parallelo (moduli di back-up) ad un unico ADC.

Il monitor è collegato alla stessa batteria che fornisce la tensione al primo canale. Ciò significa che questo canale deve essere quello con uscita di tensione più elevata, poichè il monitor deve consentire di conoscere lo stato di carica di tutte le batterie usate dall'alimentatore.

Dovendo avere un'uscita riferita alla stessa massa digitale, il circuito di monitor fornisce un percorso che il rumore può seguire fino a giungere al silicio. Per evitare ciò sono stati introdotti dei filtri nella partizione, unitamente ad un elevato valore delle resistenze che garantiscono, così, anche un basso consumo delle batterie.

Poichè le due masse, analogica e digitale, sono separate, si richiede una loro connessione tramite il circuito di front end, o read out, del rivelatore per poter avere un'uscita dal monitor.

Il circuito è stato diviso in due schede, la prima supporta le batterie e l'altra il circuito di controllo ed i vari canali di uscita.

L'aver separato le batterie dal resto permette una rapida rimessa in funzione dell'alimentatore una volta che le batterie si siano caricate: è sufficiente la sola operazione di sostituzione del pacco di batterie.

Anche la progettazione al CAD è stata eseguita utilizzando tutti gli accorgimenti per ridurre le sorgenti di rumore. Il circuito che supporta le batterie è stato realizzato in tre strati, dei quali il centrale porta i collegamenti tra le batterie e con il connettore di uscita, mentre i due strati esterni sono dei piani di massa analogica collegati in un solo punto, vicino al connettore, in maniera che non vi scorra corrente ottenendo, così, uno schermo.

Il secondo stampato, invece, è suddiviso in sei strati secondo fig. 6. Sul lato componenti si trova il primo piano di massa digitale che porta i collegamenti ai componenti, il primo strato interno contiene tutte le connessioni alle alimentazioni

fornite dal CAMAC (vengono usate la +6V e le +12V e -12V).

Segue una struttura simile a quella usata per il pacco di batterie. Il secondo strato interno porta un piano di massa digitale collegato in un solo punto vicino al connettore CAMAC e funziona da schermo; il terzo e quarto strato interno contengono i collegamenti dei segnali analogici e digitali e lo strato sul lato saldature è nuovamente uno schermo ottenuto da un piano di massa digitale con un solo collegamento verso il connettore CAMAC.

Nei due strati di segnale i collegamenti digitali sono mantenuti separati fisicamente da quelli analogici in due zone divise da un ulteriore schermo realizzato da una pista di massa con una sola connessione. Gli unici segnali che aggirano questo schermo sono i comandi dei relé che comunque sono tenuti separati dagli altri segnali digitali.

4. Interfaccia CAMAC

Come descritto in precedenza, l'interfaccia con lo standard CAMAC è stata realizzata tramite alcuni buffer per la trasformazione dei segnali da TTL open-collector a standard TTL e da una PAL che supporta il trattamento dei segnali con la decodifica delle funzioni.

Le funzioni CAMAC attualmente supportate dall'alimentatore sono riportate di seguito insieme ad una loro breve descrizione:

F0A0*: lettura dello status del modulo che viene riportato nei sei bit meno significativi secondo lo schema seguente:

ENABLE, CH.#5, CH.#4, CH.#3, CH.#2, CH.#1

dove ogni bit ha un livello logico uno in corrispondenza dello stato attivo. Il bit ENABLE rappresenta lo stato di abilitazione del modulo, mentre i bit da CH.#1 a CH.#5 rappresentano i cinque canali di uscita.

F9A0: clear del modulo; questa funzione spegne tutti i canali eventualmente accesi, non influenza lo stato di abilitazione del modulo.

* F0 indica la funzione "0"; A0 indica il sottoindirizzo "0" del modulo.

F16A0m**: accensione canali secondo la maschera m:

CH.#5, CH.#4, CH.#3, CH.#2, CH.#1

un bit a uno indica che il corrispondente canale deve essere acceso; questa funzione permette di accendere più canali contemporaneamente.

F17A0m: spegnimento canali secondo la maschera m (vedi funzione F16). Anche in questo caso i canali interessati possono essere più d'uno, vengono selezionati dal corrispondente bit posto a uno.

F24A0: disabilita il modulo aprendo i relé di uscita dei canali di alimentazione e del monitor, del quale scollega anche l'ingresso.

F26A0: abilita il modulo chiudendo i relé di uscita; porta anche la tensione delle batterie al monitor.

F27A0: controlla l'attività del modulo. Questa funzione permette di conoscere lo stato del temporizzatore, poichè quando esso è attivo il modulo non può ricevere altri comandi in quanto è impegnato nell'accensione di uno o più canali.

Tutte le funzioni, ad eccezione dell'ultima, resituiscono un livello logico uno sulla linea Q se il comando è stato riconosciuto ed eseguito; la F27 restituisce Q=1 se il temporizzatore è attivo, altrimenti Q=0.

Ci sono alcune limitazioni all'uso dei comandi CAMAC: per poter accendere, con la F16, o spegnere, con la F17, i canali è necessario che il modulo sia stato abilitato (F0 deve restituire 1xxxx; x = indifferente) da una precedente chiamata alla funzione F26. Anche la disabilitazione del modulo, F24, è limitata poichè i canali devono venire preventivamente spenti (F0 deve restituire x00000; x = indifferente, la F24 può essere eseguita anche se il modulo è già disabilitato).

La procedura normale di accensione di un modulo prevede la seguente sequenza di comandi.

F26A0: abilita il modulo, attiva il monitor

F0A0: controlla lo status (modulo abilitato)

F16A0m: accendi alcuni o tutti i canali.

ciclo di F27A0: attendi il completamento delle operazioni

fino a Q=: di accensione

F0A0: controlla lo status del modulo (abilitato+canali accesi).

** m rappresenta un dato posto sulle linee di scrittura (W1-W24) del CAMAC.

La procedura di spegnimento consiste invece in una F17A0 per spegnere i canali desiderati ed una F0A0 per controllare lo status. Se si desidera spegnere tutti i canali si può usare la funzione F9A0.

Una volta che tutti i canali sono spenti, si controlli con F0A0, l'alimentatore può essere disabilitato con una chiamata a F24A0 e si perderà anche l'uscita di monitor.

La PAL non supporta i segnali C e Z poichè è indesiderabile togliere l'alimentazione ai rivelatori quando si esegue una semplice reinizializzazione del crate CAMAC.

L'alimentatore, comunque, è stato dotato di un circuito di reset che interviene all'accensione portando il modulo in stato di disabilitato con i canali spenti.

In caso si rendesse necessaria la reinizializzazione del modulo è sufficiente eseguire una F9A0 seguita da una F24A0.

5. Conclusione

Dal punto di vista meccanico l'alimentatore si presenta come un modulo CAMAC di dimensione pari a due slot. Il pannello frontale è riportato in fig. 7 ed è suddiviso in sette zone. A partire dall'alto troviamo: la sezione monitor dotata di un connettore LEMO femmina, la sezione timer che contiene un led che indica lo stato del temporizzatore (attivo a led acceso) e le cinque sezioni corrispondenti ai canali di uscita.

Ciascun canale è dotato di tre led che visualizzano lo stato rispettivamente dei segnali CMD1, CMD2 ed ENABLE descritti in precedenza (attivo a led acceso) e due connettori LEMO femmine di uscita dei quali uno può essere utilizzato per portare l'alimentazione al rivelatore e l'altro per la connessione in parallelo di più moduli di back-up.

In conclusione possiamo affermare di avere realizzato un utile modulo di alimentazione, fino ad una tensione di ~120V, a cinque canali indipendenti ed a basso rumore, impiegabile in qualsiasi ambiente in cui sia richiesta una alimentazione a bassa potenza.

Le prove sull'esperimento mostrano un'eccellente qualità dal punto di vista del rumore in quanto il comportamento del modulo non è distinguibile da quello di pure batterie.

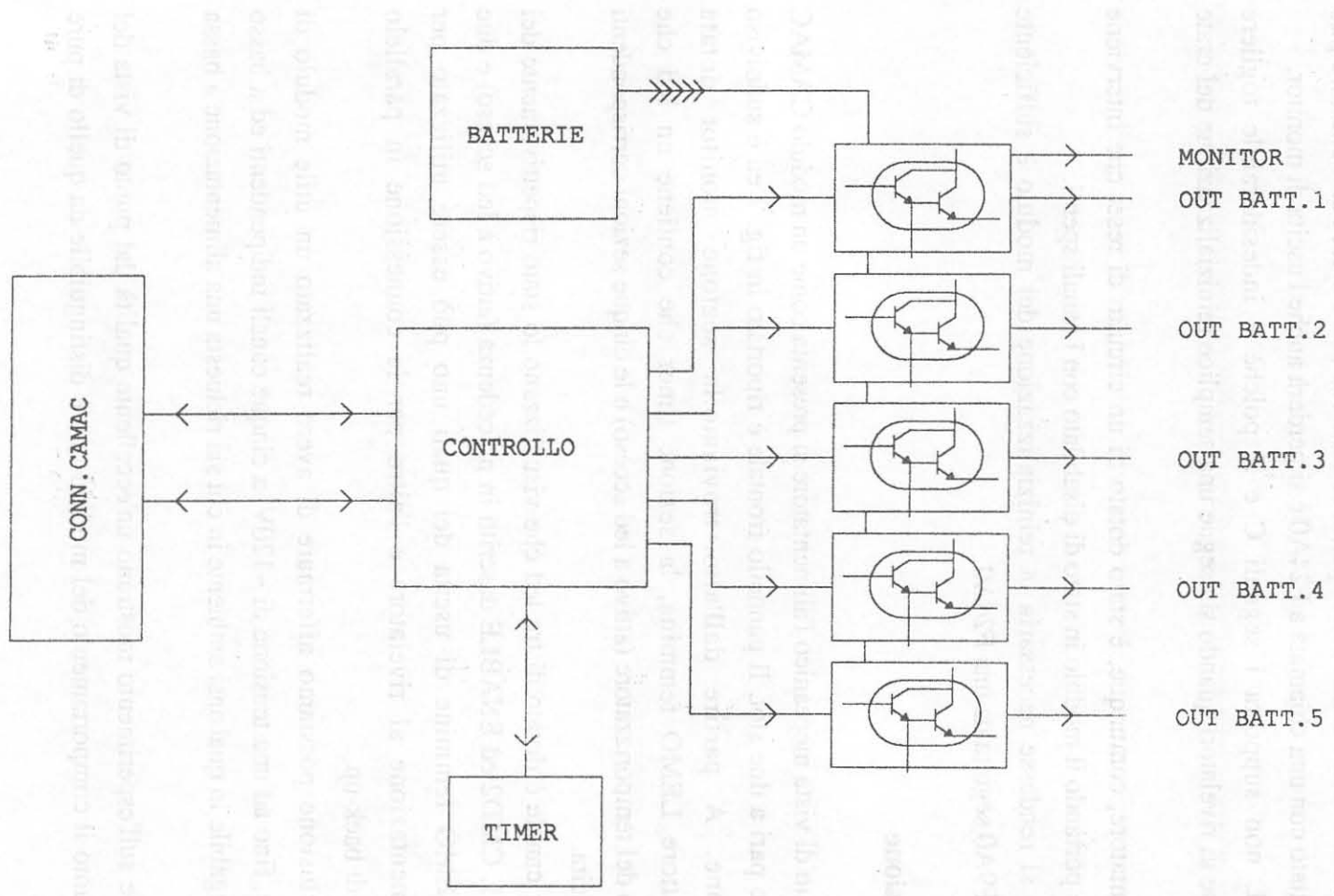


Fig. 1 : Schema a blocchi.

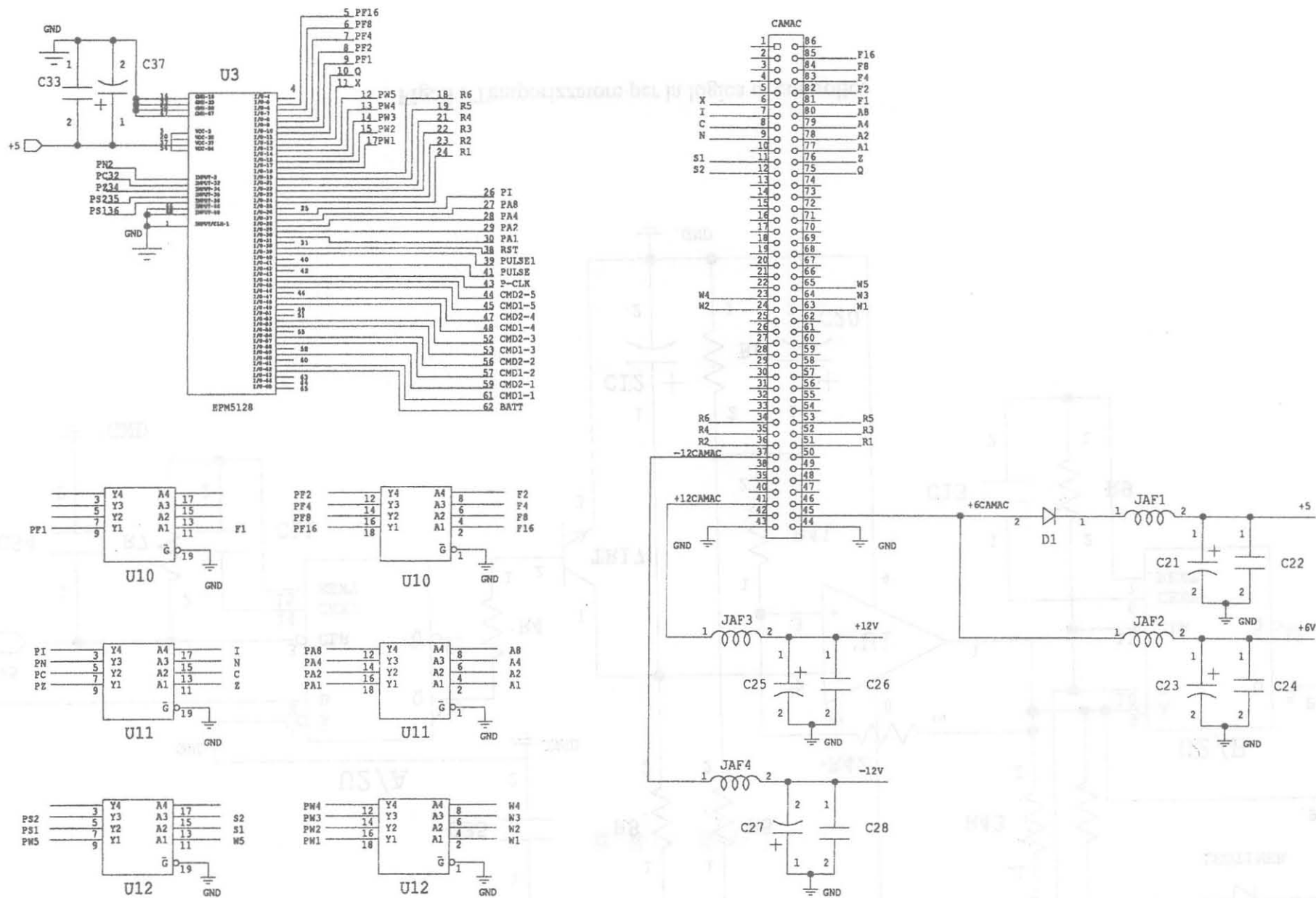


Fig. 2 : Logica di controllo.

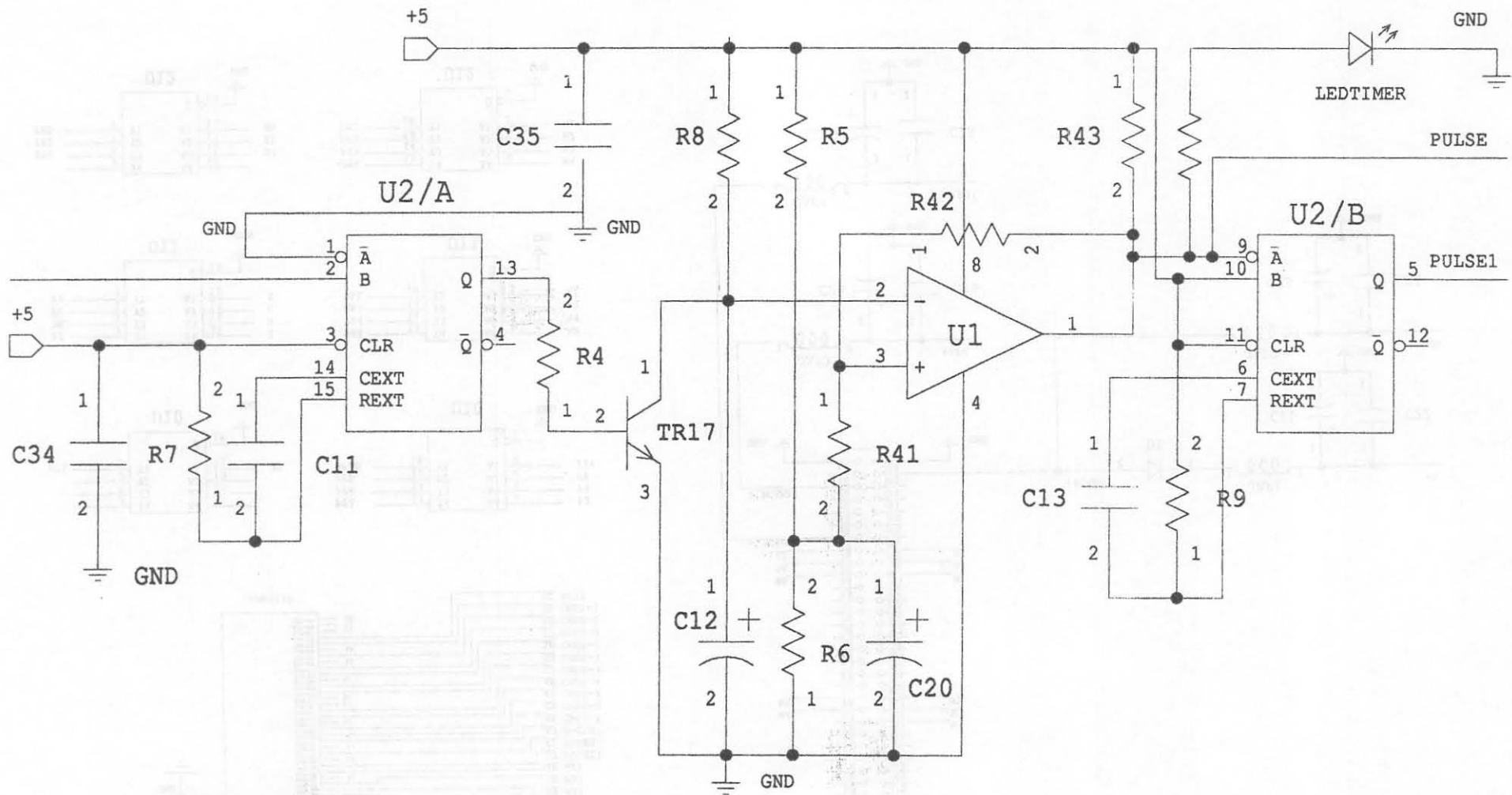


Fig. 3 : Temporizzatore per la logica di controllo.

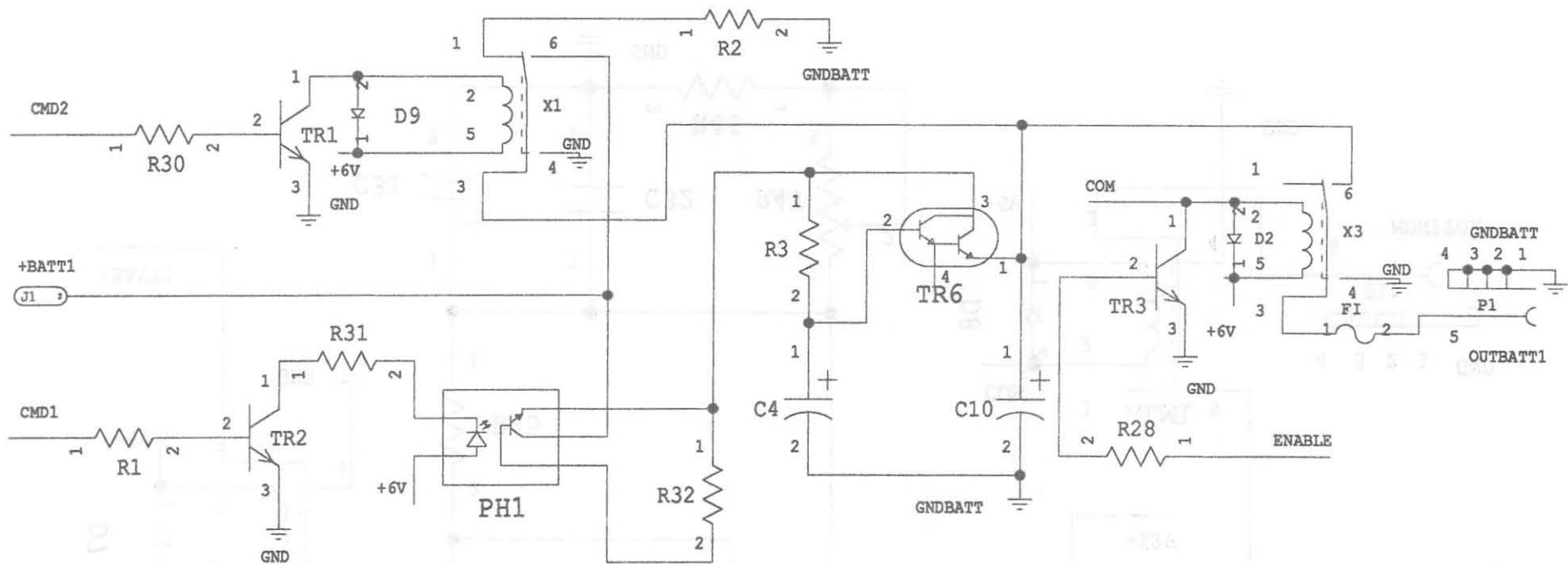


Fig. 4 : Canale di alimentazione comprendente il generatore della rampa RC.

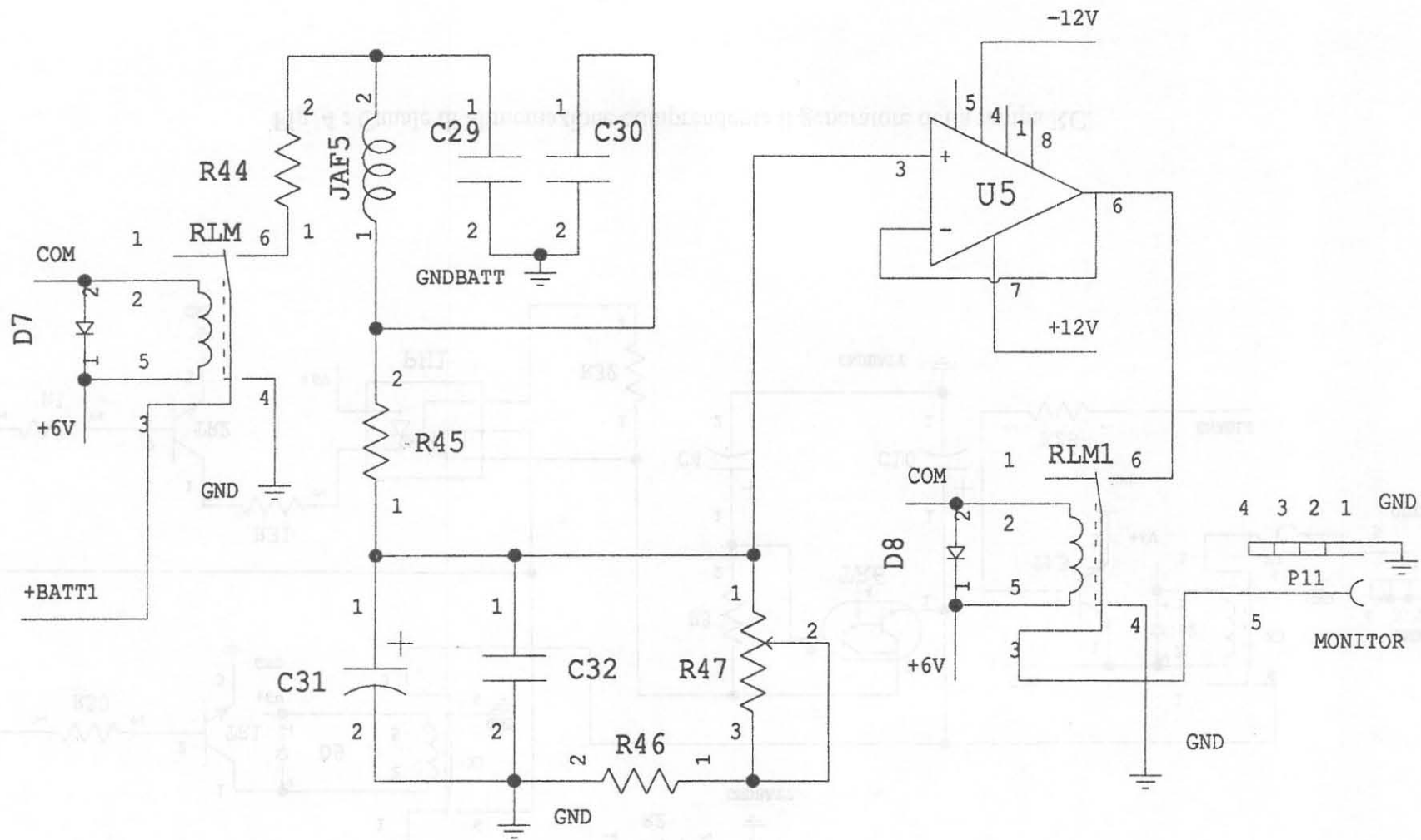


Fig. 5 : Monitor di tensione.

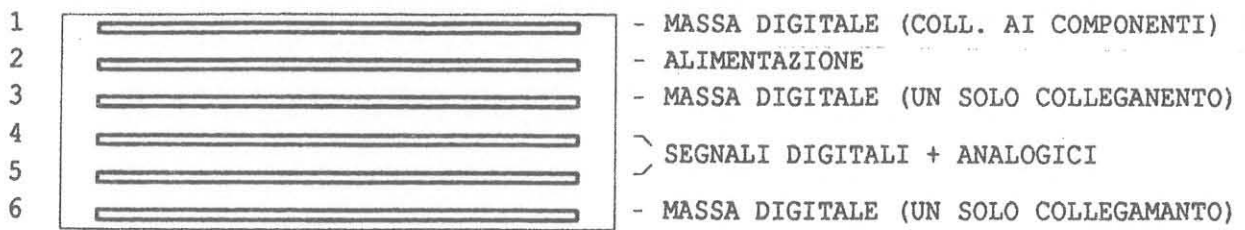


Fig. 6 : Circuito stampato a sei strati.

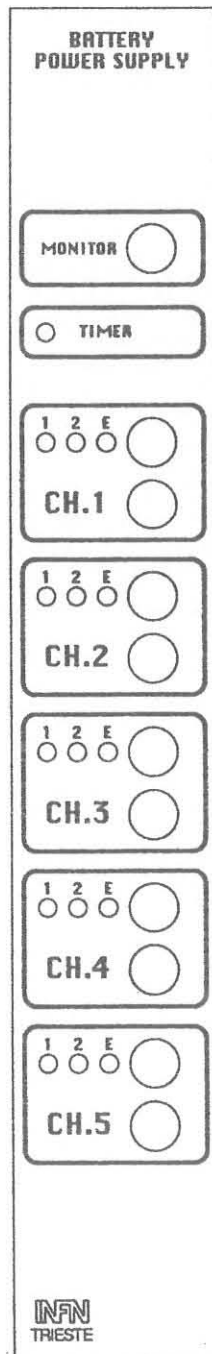


Fig. 7 : Pannello frontale.