

CAPITOLO 6

PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UNA STAZIONE AUTONOMA DI MISURA

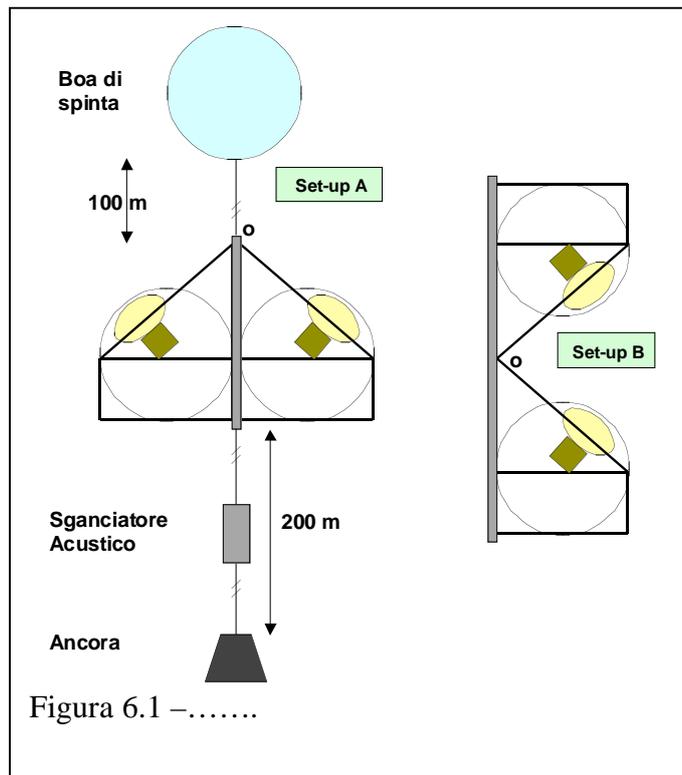
6.1 Obiettivo fisico della misura

In questo capitolo descriveremo in dettaglio l'apparato di misura proposto per lo studio del "rumore ottico" sottomarino, discutendo di volta in volta le scelte effettuate ed i test realizzati in laboratorio. L'utilizzazione *in situ* della stazione di misura è prevista solo per la seconda parte del 2001, troppo tardi per poter includere in questo lavoro l'analisi dei dati che potranno essere raccolti. Vogliamo qui di seguito descrivere il programma delle misure che sarà possibile realizzare ed i circuiti elettronici realizzati appositamente per renderlo possibile.

Come descritto più diffusamente nei capitoli 1 e 2 scopo primario di questa misura è la stima del flusso di fotoni, derivanti dai decadimenti delle sostanze radioattive, nel sito di Capo Passero, alla profondità di circa 3500m. Ci prefiggiamo di caratterizzare completamente il rumore ottico presente nel sito, misurando lo spettro in ampiezza dei segnali generati da PMTs, di cui siano note le caratteristiche (si vedano i capitoli 3 e 4). Tale misura dovrà estendersi per tempi sufficientemente lunghi da coprire la "periodicità" osservata da ANTARES (cicli di 24 ore dovuti alla modulazione temporale della attività biologica sottomarina che produce luminescenza) ma dovrà avere una risoluzione temporale confrontabile con i segnali (Čerenkov) in esame (nanosecondi). La conoscenza della struttura temporale del "rumore ottico" sarà di importanza fondamentale per qualsiasi esperimento sottomarino basato sulla rivelazione di radiazione Čerenkov. Per un "telescopio per neutrini", che si prefigge di ricostruire tracce di particelle dall'allineamento spazio-

temporale di segnali Čerenkov, le informazioni raccolte con la stazione autonoma di misura qui presentata saranno estremamente utili per calcolare il fondo casuale aspettato durante la fase di ricostruzione. Proponiamo quindi di realizzare una misura che, campionando a 200MHz i segnali dei PMTs ne registri su un opportuno supporto il risultato, continuando la misura, in modo del tutto autonomo, per almeno 48 ore. Tale tempo è infatti sufficiente a seguire le “modulazioni” della bioluminescenza. La stazione di misura è stata equipaggiata con due PMTs; questa scelta consente da un lato di avere due misure indipendenti del rumore di fondo e dall’altra di studiare le coincidenze dei segnali generati da questi due PMT. Come si può notare dallo schema della stazione di misura, riportato in figura 6.1, la meccanica di sostegno dei moduli ottici permette di variare l’orientazione relativa dei due fotomoltiplicatori. Si è scelto di dotare la stazione di misura di questa possibilità perché il confronto tra i dati misurati in queste due configurazioni geometriche

ci consentirà di stimare qualitativamente l’estensione spaziale del fenomeno di bioluminescenza. Infatti, in queste due orientazioni, i PMT sono sensibili alla stessa zona di spazio (configurazione B) o a due zone distinte (configurazione A). La possibilità di modificare l’orientazione relativa dei due fotomoltiplicatori permetterà uno studio di tutti i parametri finora elencati, ed in particolar modo delle coincidenze, in due differenti configurazioni geometriche.



6.2 Requisiti della stazione autonoma di misura

La caratteristica più importante, e nello stesso tempo più limitativa, della stazione autonoma di misura (SADM) è stata la scelta di renderla energeticamente autonoma. Si è operata questa decisione per due principali motivazioni. Innanzitutto, in assenza di un cavo di alimentazione e di trasmissione dati sottomarino, ogni contatto fra la stazione di misura ed un laboratorio esterno (la nave) implicherebbe la presenza di un cavo che, inevitabilmente, aumenterebbe il fenomeno della bioluminescenza falsando la misura del flusso di fotoni da decadimento di ^{40}K . Inoltre la durata prevista della misura, alcuni giorni (si vedano il par. 6.1 e 6.5), richiederebbe un difficoltoso, e costoso, stazionamento della nave in superficie in prossimità della stazione di fondo. Per stimare, oltre al flusso di fotoni, lo spettro in carica dei segnali prodotti dal PMT è necessario campionare i segnali in uscita sull'anodo. Ciò verrà effettuato mediante un *flash ADC* con la risoluzione di 8bit ed una frequenza di campionamento di 200MHz. La scheda di acquisizione che gestisce questo ADC è stata appositamente sviluppata per le fasi iniziali dell'esperimento NESTOR [1] e fornisce, oltre al segnale campionato, il tempo di rivelazione del segnale stesso. La SADM, non avendo alcun legame con l'esterno, deve poter essere in grado di registrare in maniera permanente tutte le informazioni acquisite. Per una gestione versatile del sistema di acquisizione chiediamo inoltre che, anche senza aprire il contenitore stagno in cui l'elettronica è alloggiata, sia possibile modificare, in qualsiasi momento prima del lancio della stazione in acqua, le caratteristiche rilevanti della acquisizione ed ovviamente, alla fine della presa dati, recuperare i dati registrati. Come accennato in precedenza ci prefiggiamo di misurare la frequenza dei conteggi in coincidenza fra i due PMT, ciò comporta che il sistema di acquisizione dei dati per i due PMT sia sincrono: ciò non è implementato automaticamente nell'elettronica di acquisizione disponibile ma può essere ottenuto mediante la sincronizzazione dei *clock* delle due schede di acquisizione come sarà descritto in seguito. Nei prossimi paragrafi descriveremo in dettaglio tutte le componenti della SADM che le permettono di soddisfare questi requisiti.

6.3 Descrizione della stazione autonoma di misura

La SADM è concettualmente suddivisa in quattro blocchi: la strumentazione (composta da due PMTs), l'elettronica necessaria ad acquisire e memorizzare i dati, una unità che fornisce le alimentazioni ai vari apparati e ne gestisce le temporizzazioni (Sleep Wake-up Unit, SWU) ed un pacco batterie che, tramite la SWU, alimenta tutta la stazione.

Come si può notare dallo schema semplificato della stazione di misura riportato nelle figure 6.2a e 6.2b la strumentazione e l'elettronica utilizzate per l'acquisizione e la memorizzazione dei dati, sono contenute in due sfere di vetro (BENTHOS). In ogni sfera deve essere presente un PMT e l'elettronica necessaria alla sua alimentazione e al campionamento dei dati. Lo spazio restante è dedicato, per una sfera all'alloggiamento del

Fig. 6.2a -

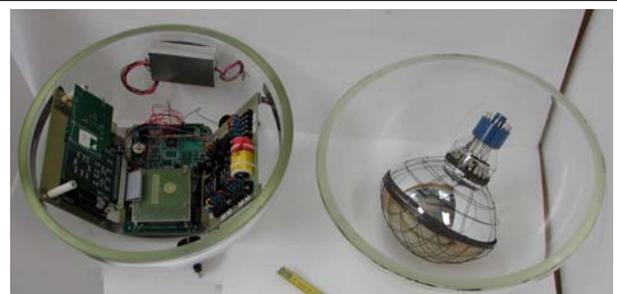


Fig. 6.2b -

pacco batterie, per la seconda sfera all'alloggiamento di tutta l'elettronica che gestisce le temporizzazioni, l'alimentazione e la presa dati. La comunicazione tra le due sfere avviene mediante due cavi: uno di potenza in cui vengono trasmesse le alimentazioni (-5.2V, +5V, +12V) ed uno di comunicazione con cui il sistema di DAQ riceve i dati campionati dal PMT. La "massa" del segnale è separata dalla "massa" delle alimentazioni per ridurre il rumore sul segnale. Le comunicazioni con l'esterno (controllo dei programmi di temporizzazione, di acquisizione e recupero finale dei dati raccolti) avvengono mediante un connettore dedicato installato sulla sfera che contiene la scheda con l'elettronica per la raccolta dei dati sperimentali.

6.4 Sistema di acquisizione dei dati.

Il sistema di acquisizione dati è composto da due unità che campionano il segnale presente sull'anodo dei PMTs collegate, ciascuna tramite una porta seriale dedicata, ad un SBC (Single Board Computer) che provvede alla scrittura dei dati su un supporto magnetico. Quando il segnale del PMT, campionato a 200MHz, supera una certa soglia (programmabile da SBC tramite un comando da inviare sulla porta seriale) i dati dell'ADC ed il tempo di superamento della soglia sono organizzati in parole di 40 bit e immagazzinati in una FIFO (residente sulle schede di campionamento) lunga 2048 parole. Un apposito comando dell'SBC dà il via al trasferimento dei dati immagazzinati nella FIFO. I dati vengono spediti raggruppati in blocchi di 5 byte che chiameremo Time Slot (TS). L'organizzazione dei dati nelle TS è riportata in figura 6.3. Ogni evento campionato, a seconda della sua durata,

può essere codificato con un numero differente di TS. Il tempo di superamento della soglia (che definiremo THR) viene inviato nella prima TS. Nella prima TS, inoltre, sono contenuti due campionamenti precedenti al superamento della soglia che possono essere utilizzati per controllare il "pedistallo" dell'ADC. In ciascuna TS il primo byte inviato è un byte di

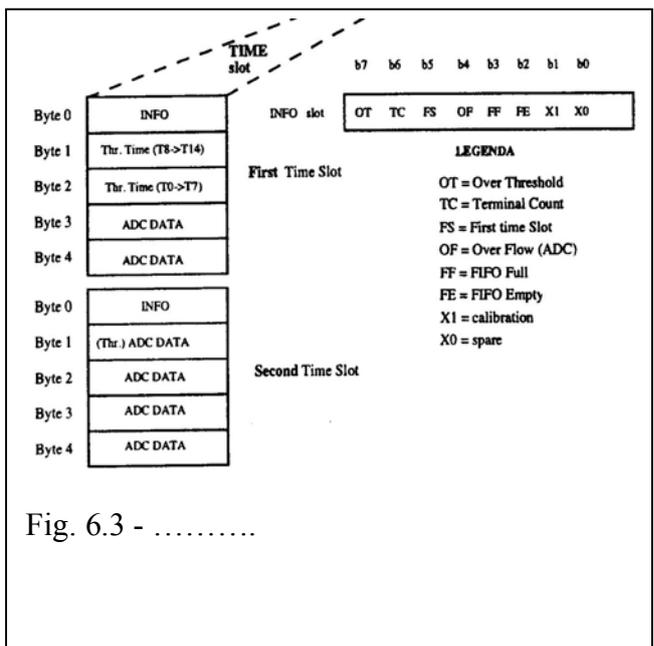


Fig. 6.3 -

informazione sullo stato dell'ADC, della FIFO e della TS. Il significato di questo byte è riportato sempre in figura 6.3. Usando un contatore da 15 bit per la codifica del tempo di superamento della soglia, ed incrementandolo con un *clock* da 200MHz, si può individuare univocamente un evento in un intervallo lungo 163.84µs; per questo motivo ogni 135µs il contatore viene azzerato e si incrementa un'altra parola (Master Time, TM) così che il tempo assoluto di superamento della soglia dell'evento (T_{ss}) si possa calcolare tramite la relazione:

$$T_{ss} = TM * 135\mu s + THR * 5ns$$

Una volta finito di spedire le TS l'elettronica di acquisizione invia un TM per ogni superamento della soglia permettendo così di ricostruire completamente l'evento. Come già detto il SBC (di cui in figura 6.4 riportiamo uno schema)

acquisisce i dati, tramite porta seriale, dalle schede di campionamento. Il SCB è basato su di un processore 80386EX che lavora a 25MHz ed è equipaggiato con 1Mbyte di memoria. Come si può notare dalla figura, nella scheda sono presenti 4 porte seriali asincrone. Di queste due, quelle gestite dallo Z85230ESCC, comunicano con i *flash ADC* alla velocità di 234Kbps mentre una terza

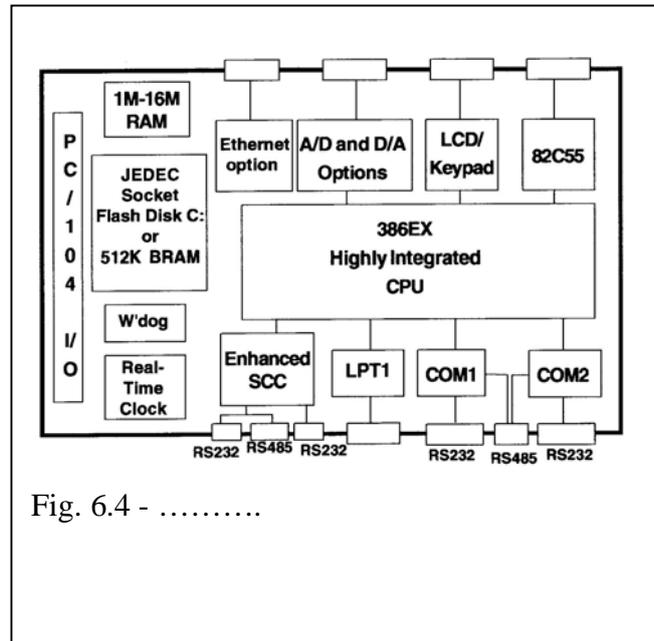


Fig. 6.4 -

viene utilizzata per implementare un protocollo di comunicazione con l'esterno con una velocità a scelta fra 9600bps e 115Kbps. Sul bus di espansione PC-104 è montata una scheda di interfaccia (MPC405) che consente il trasferimento dati con un Hard Disk (HD) della capacità di 10Gbyte. Si è scelto un sistema di questo tipo per la velocità delle sue porte seriali, il suo basso consumo (pari a circa 5W) e per la possibilità di interfacciarlo con un HD a basso consumo (~ 2.5W).

In ogni singola acquisizione dati gestita dal SBC viene seguita la seguente procedura:

- si identifica, sull'HD, tramite un opportuno *puntatore* la zona del supporto magnetico utilizzabile per immagazzinare le misure della acquisizione corrente;
- si provvede a sincronizzare i clock delle due schede di campionamento (mediante una procedura descritta in dettaglio nel paragrafo 6.7);
- si acquisiscono da ogni scheda di campionamento tutti i dati immagazzinati nella FIFO e si salvano su HD.
- si aggiorna sull'HD il valore del *puntatore* che identifica la zone del disco utilizzabile per la successiva memorizzazione dei dati.

Il penultimo punto della procedura può essere ripetuto un numero arbitrario di volte.

Per valutare quantitativamente le prestazioni di questo sistema di DAQ, dobbiamo utilizzare lo studio del modulo ottico ed i risultati della simulazione discussi nei capitoli precedenti. Ci aspettiamo, da ciascun PMT, una frequenza di conteggi dovuta a singoli fotoelettroni pari a circa 34KHz (si veda il capitolo 5); considerando una durata temporale del segnale pari a circa 40ns per la sua digitizzazione e trasmissione occorrono 3TS (15 byte) più 1TM (5 byte) per l'informazione temporale. Ciò implica un flusso di dati pari a circa 7,6Mbps. Le porte seriali tramite le quali le schede di campionamento comunicano con l'SBC non sono capaci di sopportare, in tempo reale, un tale flusso di dati. Si rende quindi necessaria la definizione di un ciclo di misura che preveda prima una fase di acquisizione e successivamente una fase di trasmissione dei dati. La velocità effettiva di trasferimento dati sulla porta seriale del SBC è di 234Kbps: il sistema di DAQ ha quindi un *duty cycle* del 3%. Con un duty cycle così basso la durata temporale del più lungo blocco continuo di dati misurabile è dettata unicamente dalla lunghezza della FIFO, che come è stato già detto, è di 2048TS. Considerando sia la frequenza aspettata dei segnali sia la profondità della FIFO il valore medio dell'intervallo temporale campionabile con continuità risulta essere pari a circa 20ms, tempo molto maggiore del tempo proprio dei segnali Čerenkov ma non adeguato a contenere completamente segnali da bioluminescenza. Lo spazio disponibile sull'HD della SADM è stato distribuito egualmente tra i due PMT: ciò consente di poter memorizzare circa $2 \cdot 10^8$ eventi per PMT assumendo una durata media dell'evento pari a 40ns. Ciò significa che la stazione autonoma di misura avrà un tempo di osservazione pari a circa 100 minuti. I dati vengono acquisiti dalla SADM, per via del suo *duty cycle*, in circa 3 giorni, di questo ordine di grandezza dovrà quindi essere il tempo di permanenza dell'apparato nel sito di misura. Nel paragrafo 6.6 verranno riconsiderate queste caratteristiche puntando l'attenzione sul fattore dei consumi.

6.5 SWU e temporizzazioni

La SADM è energeticamente autonoma e deve poter essere operativa per un lungo periodo di tempo (dell'ordine dei giorni); per questo motivo è necessario limitare i consumi degli apparati elettronici (togliendo loro l'alimentazione) quando non sono utilizzati. Per far ciò è necessario definire, e realizzare, un ciclo temporale che permetta di gestire non solo l'istante in cui devono essere alimentati i PMT (che rimarranno poi alimentati per tutta la durata della missione) ma i più brevi cicli temporali di campionamento-acquisizione-immagazzinamento dei dati. I PMT vanno alimentati solamente dopo che si è raggiunto il sito della misura, quando cioè la luce ambientale non può più danneggiarli. I fototubi, come mostrato nel capitolo 3, hanno un rumore di buio caratteristico che diminuisce (in assenza di luce) con una costante di tempo dell'ordine di alcune ore. Dopo il posizionamento in profondità dell'apparato la prima misura potrà iniziare quindi solo dopo alcune ore. La gestione di questi cicli temporali, così come la gestione della distribuzione

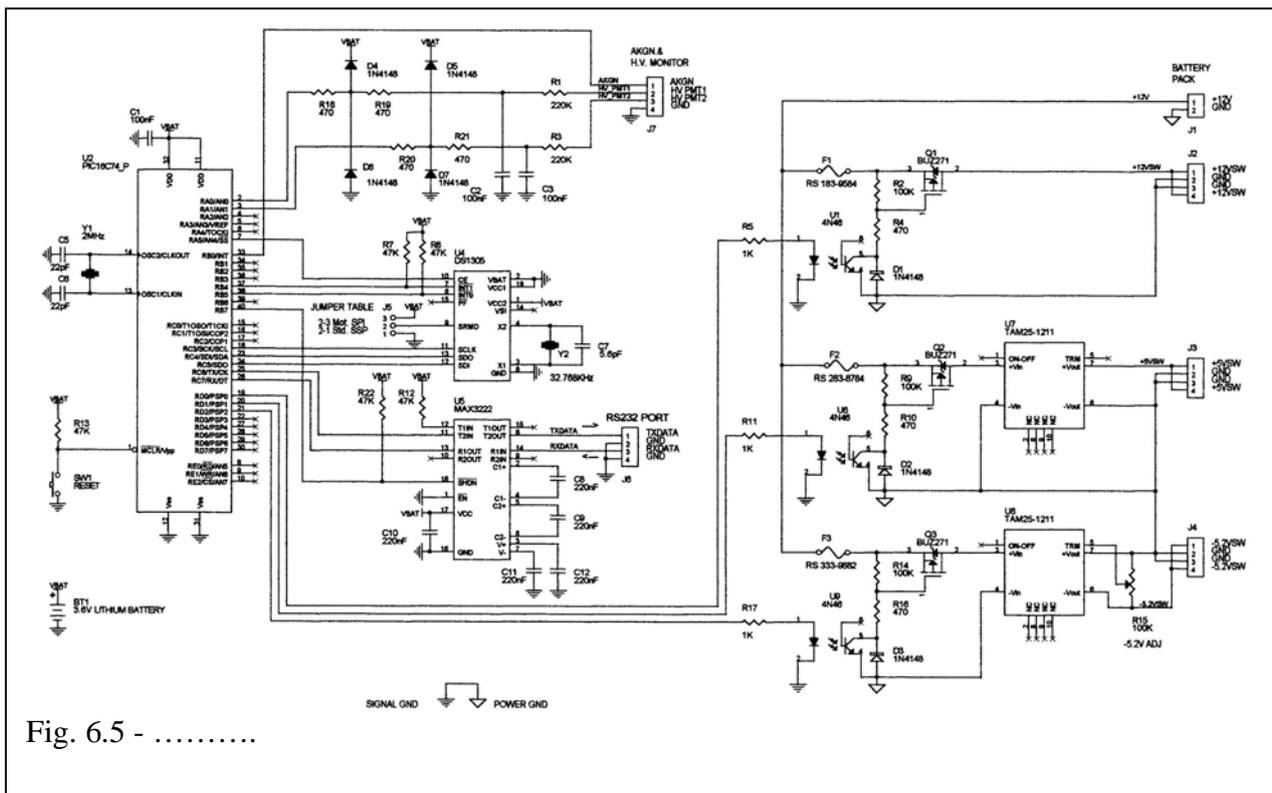
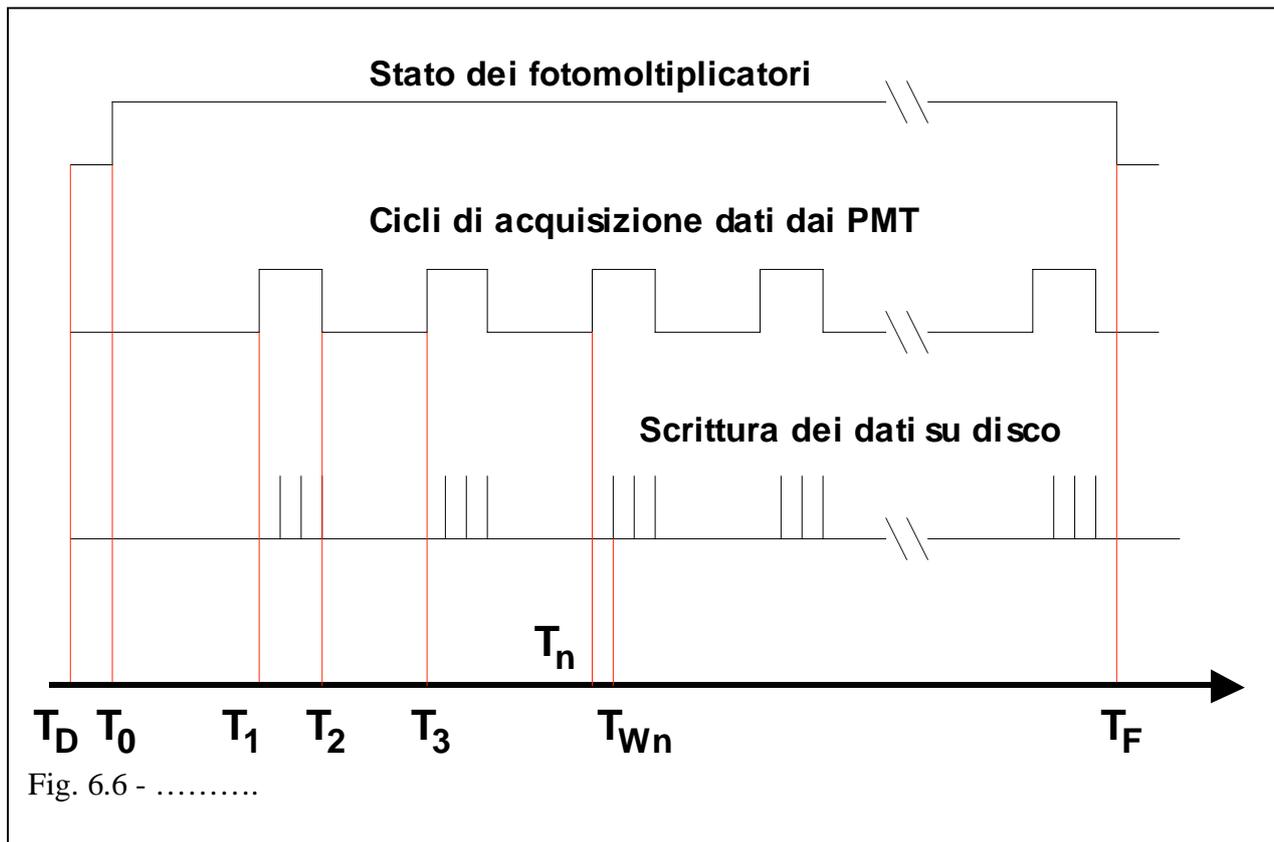


Fig. 6.5 -

delle alimentazioni, è affidata ad una scheda (la SWU), progettata e realizzata appositamente in Dipartimento, di cui riportiamo lo schema in figura 6.5. Il cuore della SWU è costituito da un microcontrollore PIC16C74A (da ora più brevemente PIC) che gestisce tutte le sue funzioni. Il PIC

comunica tramite una porta seriale sincrona con un integrato, il DS1305, che costituisce il *clock* in tempo reale dell'unità. Tramite questa linea di comunicazione il PIC può programmarlo per ricevere degli allarmi con cui gestire le temporizzazioni di tutta la SADM. Inoltre il PIC gestisce tutte le alimentazioni pilotando 3 linee di I/O con cui fa commutare degli interruttori che accendono o spengono le singole alimentazioni. Alla sua accensione la SWU, che è la sola parte della SADM ad essere sempre alimentata tramite una batteria al litio, inizia ad eseguire una sequenza preimpostata di operazioni che permette di alimentare, per fissati intervalli di tempo, le varie schede di elettronica. Questa sequenza di base sarà descritta più dettagliatamente alla fine di questo paragrafo. Per rendere più versatile il sistema è stato implementato un protocollo di comunicazione



con l'esterno utilizzando una porta seriale asincrona del PIC. Questo protocollo lavora a 9600bps e permette di modificare la sequenza temporale degli eventi così come di operare, su richiesta, una qualunque delle funzioni della SWU. Tra queste funzioni ne è stata implementata una che permette di controllare lo stato del pacco batterie e della batteria di alimentazione della SWU. Per questa funzione vengono utilizzati due degli otto canali di ADC disponibili nel PIC, che campionano un

decimo della tensione ai capi del pacco batteria ed un riferimento in tensione pari ad 1,2V. Si utilizza in questa maniera il riferimento in tensione perché il PIC, nel campionare le tensioni con l'ADC, utilizza come fondo scala la sua tensione di alimentazione che ovviamente diminuisce con il tempo. Riportiamo nella figura 6.6 la sequenza temporale memorizzata permanentemente nella SWU. Il primo intervallo di tempo (denominato A nella figura) è stato scelto considerando la velocità di caduta della stazione in mare, che risulta essere di circa $1.m s^{-1}$, e del tempo necessario affinché si depositino le nubi di sabbia sollevate dall'approdo della stazione sul fondo marino (6 ore) e si riduca al minimo la corrente di buio dei PMT. Infine la sequenza di accensione e spegnimento della stazione durante la presa dati è dettata dai requisiti energetici descritti nel prossimo paragrafo e dalla necessità di voler misurare i dati in un arco di tempo maggiore di 24h. Questo è necessario per riscontrare eventuali fluttuazioni giornaliere delle grandezze misurate nella SADM.

6.6 Consumi della SADM

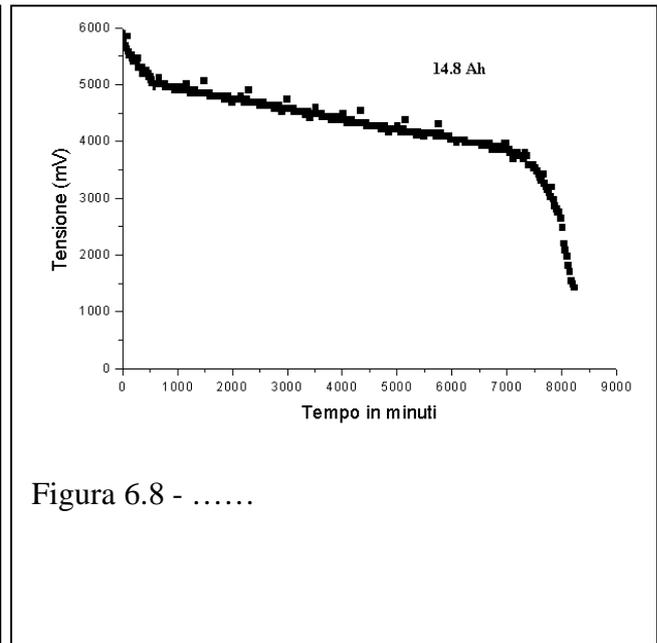
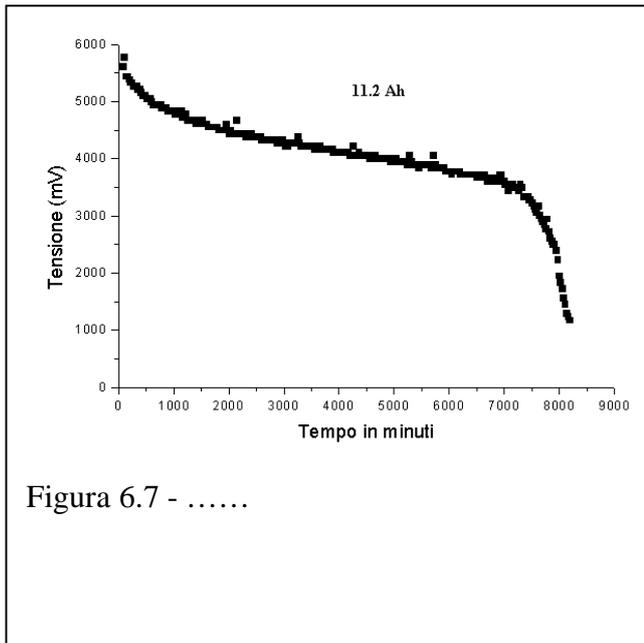
I consumi sono un punto cruciale per il dimensionamento della stazione autonoma di misura e meritano di essere trattati con un certo dettaglio. Tutta la potenza necessaria per alimentare la stazione di misura verrà fornita da un unico blocco di batterie, opportunamente connesse in modo da fornire una tensione sufficientemente elevata (vedremo che la soluzione migliore richiede una tensione di 14V) ed una corrente adeguata. Valutiamo ora quali tensioni sono richieste dai singoli elementi della stazione e quali potenze. Innanzitutto consideriamo i PMT: questi sono alimentati grazie a dei convertitori DC-DC (590), alimentati a +12V, capaci di fornire circa 3mA alla tensione di 3500V. La tensione di ingresso può variare in un ampio intervallo (9÷14 V) attorno al valore nominale pur mantenendo il valore di H.V. in uscita (il valore della H.V. è fissato mediante

una tensione di riferimento). Dato lo schema del partitore di alta tensione utilizzato, per una tensione di alimentazione $\sim 2000\text{V}$, la corrente richiesta per ogni PMT è di circa $320\ \mu\text{A}$. Sia il SBC che l'HD necessitano di $+5\text{V}$ che possono essere ottenuti, da un convertitore DC/DC (il TAM25 1211), a partire da $+14\text{V}$ e sono distribuiti tramite la SWU. I consumi nominali sono di 950mA per il SBC e di 500mA per l'HD (a $+5\text{V}$). I moduli utilizzati per il campionamento dei segnali lavorano con due differenti tensioni di alimentazioni i $+5\text{V}$ ed i $-5,2\text{V}$. La tensione di alimentazione di $-5.2\ \text{V}$ viene fornita da un ulteriore convertitore DC/DC installato sulla SWU. I consumi in corrente di queste schede sono stati misurati e risultano essere, per ciascuno dei due sistemi di campionamento, di $0,7\ \text{A}$ per l'alimentatore a $+5\text{V}$ e di $1\ \text{A}$ per quello a $-5,2\text{V}$. In tabella 6.1 sono riassunti i consumi, sia totali sia riferiti ad ogni singola parte della SADM, per le varie alimentazioni. Nella riga "Potenza Totale" si è tenuto conto dell'efficienza di conversione dei convertitori DC-DC (pari al 70%) e della presenza di elementi multipli (PMT, ADC).

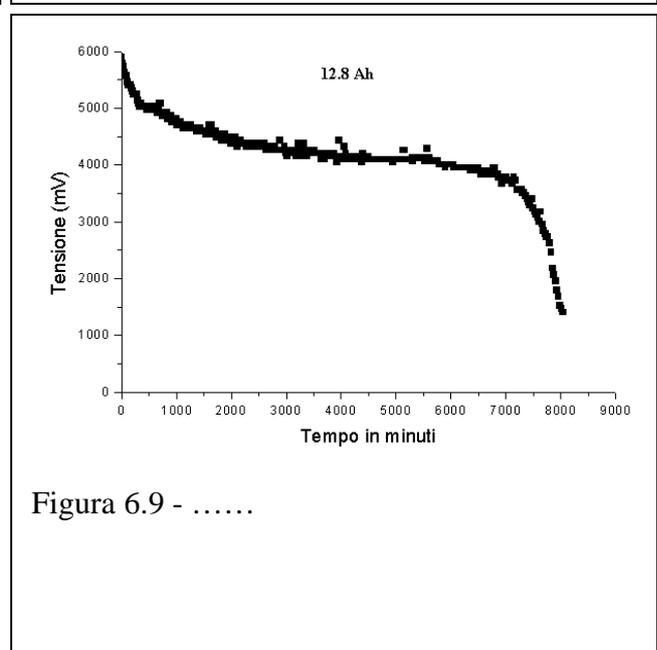
Tabella 6.1

	SBC [W]	HD [W]	PMT [W]	Flash ADC [W]	Totale [W]
+12V	0	0	0,7	0	1,4
+5V	5	2,5	0	3,5	14,5
-5.2V	0	0	0	5,2	10,4
Potenza Totale	7,2	3,6	1,8	24,9	37,5

Per l'alimentazione della SADM si è deciso di utilizzare un pacco batterie composto da pile non ricaricabili (da 1,5V di tensione nominale) in virtù della loro maggiore capacità energetica. Sono state effettuate varie curve di scarica con differenti tipi di batterie per trovare la configurazione ottimale (serie-parallelo) da utilizzare per il nostro pacco batterie. I dati sono stati acquisiti utilizzando 3 canali dell'ADC presente sul PIC gestiti da un apposito programma che li campionava



ad intervalli di tempo regolari inviando i dati attraverso la porta seriale asincrona. I dati misurati sono riportati nelle figure dalla 6.7 alla 6.9 e sono relativi a delle serie di 4 batterie *alcaline* di tipo *D*, commerciali, con una tensione a circuito aperto pari a 1.6V. I valori di Ah dichiarati nei grafici sono stati stimati calcolando l'energia rilasciata fino a quando la tensione della singola batteria non scendeva



sotto 1V. In base a questi risultati abbiamo scelto di utilizzare le batterie corrispondenti alla fig. 6.8 (tipo DURACELL) che assicurano un capacità di circa 15Ah. Le curve di scarica per questi tre tipi di batterie sono stati misurate in condizioni il più possibile prossime a quelle di lavoro: il carico

nominale con cui sono state scaricate era pari a 24Ω affinché la corrente erogata durante la scarica, inizialmente, fosse pari a 260mA. Per dimensionare correttamente il pacco batterie bisogna considerare soprattutto le caratteristiche dei convertitori DC/DC che utilizziamo per formare le tensioni di alimentazione. Visto che possono essere alimentati con una tensione in ingresso che va dai 9V ai 15V si è deciso di dimensionare il pacco batterie come un parallelo di 12 pacchi, ciascuno composto da 9 batterie collegate in serie. Se ogni serie eroga 15Ah (come dimostrato dalle misure effettuate) passando da 14V iniziali a 9V finali, il pacco batterie nel suo complesso consentirà di utilizzare circa 180Ah.

Tabella 6.3

	SBC	HD	PMT- tot	Flash ADC- tot	Totale
Potenza Totale [W]	7,2	3,6	1,8	24,9	37,5
Tempo “on” [h]	24	24	78	24	14,5
Ah necessari	12,3	6,2	10	42,7	61,2

La tabella 6.3 mostra i consumi previsti, per ogni componente attivo della SADM, per una misura che si estenda per 72 ore, quale la missione descritta nello schema riportato alla fine del paragrafo 6.5. Concludendo osserviamo come con una missione di 72 ore (in cui si raccolgono segnali in un “*tempo vivo*” pari a 30’) si consumeranno ~60Ah dei 180Ah a disposizione nel pacco batterie e si acquisiranno dati per un ammontare di circa 3,5 Gbyte.

6.7 Sincronizzazione dei segnali dei due PMTs

Per misurare i segnali in coincidenza prodotti dai due PMT é necessario sincronizzare le due schede di acquisizione. Sebbene sia possibile fissare via *software* i riferimenti temporali interni ai due sistemi di campionamento, questo non può essere fatto con una precisione che consenta di sfruttare la risoluzione temporale dell'apparato che, come già discusso, è dell'ordine del ns. Per questo motivo si è deciso di ricorrere ad una sincronizzazione *esterna* al sistema di campionamento. Ciò consiste nell'inviare, all'inizio di ogni acquisizione, un segnale luminoso, registrabile da entrambi i PMT, che definisca un tempo di riferimento comune. Questo segnale luminoso è ottenuto mediante un LED, pilotato con un opportuno circuito elettronico gestito tramite una delle linee di I/O del SBC. Per come sono realizzate le schede di campionamento (l'elettronica campiona continuamente, *free running*, qualsiasi segnale sopra soglia) questa tecnica di sincronizzazione richiede una certa cura nella scelta della soglia di discriminazione e dell'ampiezza del segnale luminoso prodotto dal LED. Se la soglia fosse quella utilizzata durante la misura del rumore ottico (inferiore ad un segnale da singolo p.e.), in un tempo brevissimo (~20ms) successivo all'invio del comando di inizio dell'acquisizione (e quindi di azzeramento delle FIFO) le FIFO stesse si riempirebbero con una velocità inversamente proporzionale al numero di eventi che superano la soglia (dovuti a rumore ottico ed al rumore del fototubo). Nessuno ci assicura che un segnale luminoso, sebbene di ampiezza molto superiore al singolo p.e. possa effettivamente essere registrato nelle FIFO prima del loro riempimento. Si può ovviare facilmente a questo portando, per un tempo breve successivo all'inizio dell'acquisizione, la soglia di discriminazione dei *Flash ADC* all'ampiezza corrispondente a qualche fotoelettrone ($V_{TH} \sim 10$ p.e.); in tal modo il sistema di acquisizione non acquisirà dati fino all'invio del segnale luminoso del LED. Successivamente potremo ridurre la soglia di discriminazione ad 0.25 p.e. ed iniziare la misura vera e propria. Tutto ciò è realizzato mediante comandi inviati dal SBC.

6.8 Conclusioni

Tutto il sistema di acquisizione è assemblato e perfettamente funzionante in laboratorio. La stazione di fondo sarà completata entro la prima settimana di giugno (siamo in attesa del trattamento termico del secondo schermo magnetico per completare la costruzione dei moduli ottici). Prevediamo di immergere la Stazione Autonoma di Misura nella zona di Capo Passero, a 3500m di profondità, durante la campagna di misure che la collaborazione NEMO sta organizzando per la fine di luglio 2001. Stiamo organizzando una prova di funzionamento dell'apparato in mare, completamente installato, ma a bassa profondità per l'inizio di luglio.

Ci aspettiamo di collezionare una mole di dati per un tempo di misura quasi due ordini di grandezza superiore rispetto alle misure fino ad ora effettuate nella regione di Capo Passero permettendo una caratterizzazione completa del "rumore ottico" presente in siti sottomarini per apparati basati sulla rivelazione dei segnali Čerenkov.

In tal modo contribuiremo in modo significativo alla caratterizzazione del sito sottomarino in cui si pensa di realizzare il più grande apparato sperimentale fino ad oggi concepito: un "Telescopio per Neutrini" di altissima energia dalle dimensioni di un km³.