



AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
Project Ref.: AGILE
Issue: 1 Page: i
Date: 19/10/2005

DOCUMENT TYPE: REPORT DOCUMENT

TITLE: ANALISI DELLA DISCONTINUITA' NELLA
PRODUZIONE DEI DATI DI ALCUNE BARRE DI
MCAL PFM RAMO BURST

DOCUMENT Ref. No.: AGILE-ITE-RP-008 **N° OF PAGES:** i-iv, 13
IASF\CNR Internal Report n. 430/05

ISSUE No.: 1.0 **DATE:** 19/10/2005

PREPARED BY: C. LABANTI, M. MARISALDI, F. FUSCHINO,
A. BULGARELLI, F. GIANOTTI, M. TRIFOGLIO

CHECKED BY: C. LABANTI

SUBSYSTEM MANAGER: C. LABANTI

APPROVED BY:

SUBSYSTEM LEADER: G. DI COCCO **DATE:**

PROJECT LEADER: M. TAVANI **DATE:**

PROGRAM MANAGER: A. ZAMBRA **DATE:**

PAPM: G. DE PARIS **DATE:**

CONFIGURATION: P. ANNALE **DATE:**



AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
Project Ref.: AGILE
Issue: 1 Page: iv
Date: 19/10~~02~~/2005

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	1
DOCUMENTI APPLICABILI E DI RIFERIMENTO	1
1. DESCRIZIONE DEL PROBLEMA.....	2
2. POSSIBILE CAUSA DEL PROBLEMA.....	3
3. POSSIBILI AZIONI CORRETTIVE.	5
4. ANALISI SINTETICA DELLE POSSIBILI AZIONI CORRETTIVE	6
5. VARIAZIONE DELLA SENSIBILITA' AI BURST PER SISTEMA B) CORREZIONE CON RESET CICLICO	7
6. EFFETTI SUL TEMPO MORTO E SULLA CAPACITA' DI RILEVARE EVENTI A BREVE DISTANZA TEMPORALE PER SISTEMA C) CORREZIONE CON RESET SU OGNI EVENTO ACQUISITO.	10
6.1. EFFETTO SUL TEMPO MORTO DEL SISTEMA.....	10
6.2. EFFETTO SULLA CAPACITÀ DI RILEVARE EVENTI A BREVE DISTANZA TEMPORALE.	11
CONCLUSIONI.....	13



AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
Project Ref.: AGILE
Issue: 1 Page: 1
Date: 19/10~~02~~/2005

INTRODUZIONE

Scopo del documento è quello di trattare di un anomalo comportamento che si è riscontrato nella generazione dei dati del ramo Burst del Mini-Calorimetro (MCAL) di AGILE.

Il problema riscontrato sarà descritto, ne saranno analizzate le cause, saranno analizzate possibili azioni di recovery ed infine si cercherà di quantificare l' effetto che può generare sulla performance scientifica di MCAL.

DOCUMENTI APPLICABILI

[AD01] "Agile MCAL subsystem specification", TESRE, AGILE-ITE-SS-002, Issue 3

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

[RD01] AGILE-ITE-PL-001, "MCAL Characterisation sequence"

[RD02] TL17716 "AGILE Minicalorimetro Design report"

[RD03] AGILE-ITE-TN-012 "Test performed on the SEM MCAL electronics"



1. DESCRIZIONE DEL PROBLEMA.

Il problema della failure barre MCAL si è presentato nel sistema una volta che la normale FPGA di MCAL, utilizzata durante i test, è stata sostituita da quella rad-hard del sistema di volo.

In questo caso alcune barre non generano più dati e risultano assenti dal pacchetto di telemetria.

La Figura 1 mostra il tipico andamento dei dati di una barra che si spegne dopo circa 220 secondi di misura; nella stessa figura altre due barre hanno un normale rate di conteggio per tutti i 4000 sec della misura.

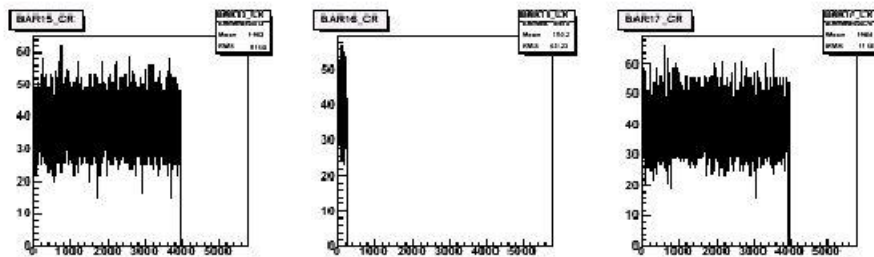


Figura 1 Andamento del rate di conteggio del fondo delle barre Z1, Z2, Z3. In ascissa e' indicato il tempo in secondi in ordinata i rate di conteggi/sec. La barra Z2 si disattiva dopo 200 sec. Il run id. è 1106

In Tabella 1 è riassunta la sequenza di misure in cui si è notato il fenomeno di interruzione nella generazione dei dati.

Pur dopo un esame molto limitato del fenomeno, solo un giorno di misure, le barre che mostrano questo effetto sono le barre **Z2, Z10, Z13**.

Una descrizione completa del fenomeno, con la verifica che cio' non accade su altre barre, richiederebbe una analisi ben più estesa nel tempo.

Data	Run id.	durata misura	durata barra Z2	durata barra Z10	durata barra Z13
20.9.05	745	2600	55	2600	~ 800
24.9.05	1098	1200	~ 225	1200	1200
24.9.05	1106	4000	220	3600	4000
30.9.05	1284	1600	1200	1600	1600

Tabella 1 Runs di MCAL in cui si è notato l' interruzione della generazione dei dati dalle barre.

Una volta che il fenomeno di interruzione dati da una barra è innescato si è notato che:

- Il ratemeter ingegneristico, rilevato negli HouseKeeping, che conta il numero di eventi di trigger della barra, corrispondenti ad un superamento soglia e che fanno partire la sequenza di conversione ed acquisizione del dato, è normalmente funzionante.
- L' interruzione della misura e la successiva ripresa è sufficiente a far ripartire la barra.



2. POSSIBILE CAUSA DEL PROBLEMA

In Figura 2 è schematizza l' elettronica analogica che serve una barra [RD03].

In Figura 3 sono riportate le forme d' onda dei segnali nei vari punti dello stesso schema. Le forme d' onda pur essendo state rilevate sul SEM di MCAL sono rappresentative della situazione attuale. Le ampiezze sono state normalizzate per una maggiore leggibilità.

I segnali da [1] a [6] sono generati autonomamente da ogni catena analogica e non risentono di quanto avviene nella FPGA di MCAL, eventuali RESET della FPGA non interrompono la formazione del segnale ed il processo di discriminazione.

I segnali da [7] in avanti, ed i relativi processi logici, sono condizionati dalla FPGA.

Il segnale [7] a circa 10 μ sec dall' evento, se non inibito, inizia il processo di conversione del segnale e successiva trasmissione, mentre il segnale [13] a circa 12 μ sec dall' evento viene spedito alla PDHU per il timing dell' evento stesso e memorizzato in una FIFO della PDHU. La fine analisi avviene a circa 28 μ sec dall' evento.

Da notare che quando una barra smette di produrre dati, i ratemeters ingegneristici relativi alla stessa barra, che contano i segnali [6] ossia i triggers prodotti dallo Zero Crossing Discriminator, sono attivi e continuano a mostrare l' usuale tasso di conteggio.

Sembra quindi che il blocco avvenga a livello di FPGA che è in grado di ricevere il segnale di trigger e di contarlo ma, da un certo momento, o al verificarsi di certe condizioni, non è piu' in grado di generare la sequenza di comando per il Sample & hold Burst e relativa conversione.

Da notare che il problema era gia' stato riscontrato in precedenza sulle FPGA non di volo e corretto. L' utilizzo di FPGA rad-hard ha riproposto questo comportamento probabilmente a causa della maggiore lentezza di questi devices rispetto a quelli usati in fase di test.

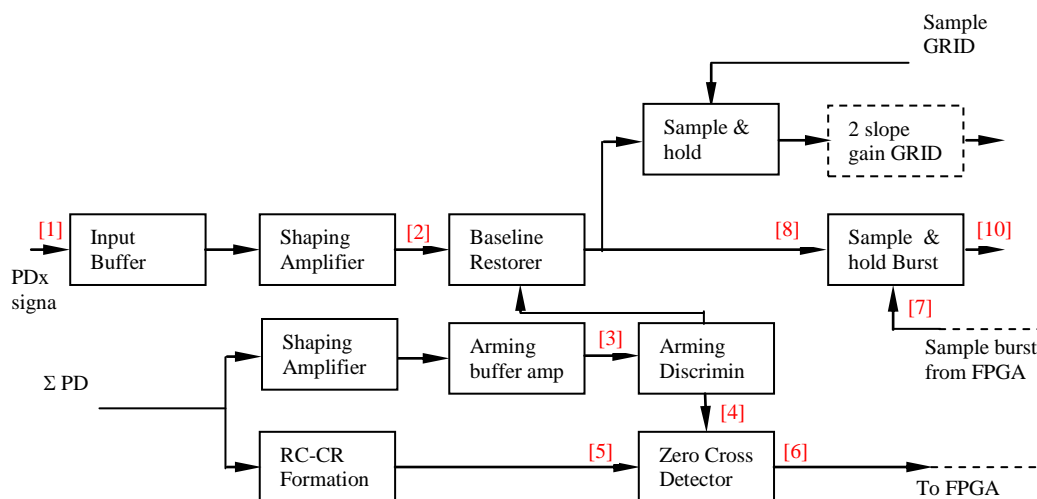


Figura 2 Schema del ramo di elettronica analogica per il PD di una barra e del discriminatore Burst della stessa barra [RD03].



AGILE

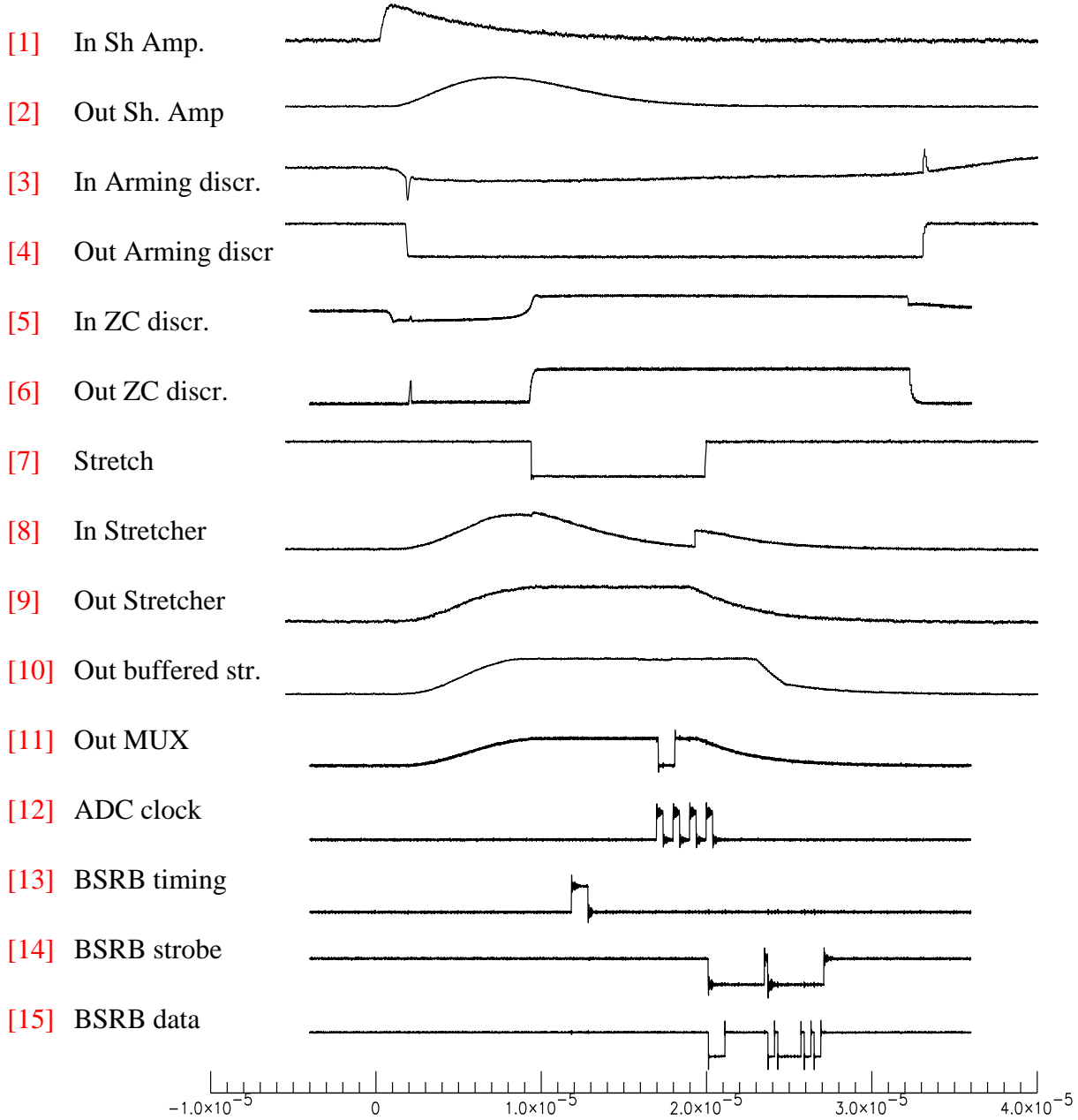


Figura 3 Forme d' onda dei segnali di una catena (1 PD) di MCAL SEM. I tempi sono in secondi, le ampiezze dei segnali sono state normalizzate[RD03].



3. POSSIBILI AZIONI CORRETTIVE.

Per studiare eventuali azioni di recovery della failure è stato eseguito un run di MCAL con una modifica nel software della PDHU che era tale da spedire un RESET periodico, ogni minuto, su MCAL. Lo strumento era in modalità 'Burst physical calibration' con generazione di pacchetti dati tipo 30.09, run id. n 1284. In questa misura di circa 5100 sec si sono trovate tre interruzioni della barra Z2 descritte in Tabella 2.

Interruzione	Distanza interruzione da inizio misura (sec)	Durata interruzione (sec)
1	893	25
2	2000	23
3	3159	32

Tabella 2 Interruzioni nel flusso di dati della barra Z2 per una misura di circa 5100 sec, con RESET ciclico della PDHU su MCAL ogni 60 sec.

Sono identificabili diverse possibili azioni correttive sulla failure di MCAL, alcune basate sull'efficacia dell'azione di RESET comandato dalla PDHU di AGILE; in sintesi:

- Correzione e cambio FPGA di MCAL.
- Programmazione di un reset di MCAL ciclico ogni tot secondi, che ripristini il funzionamento delle barre spente. Il reset verrebbe comandato dal software della PDHU e realizzato con una modifica sulla FPGA della MDE-PDHU.
- Programmazione di un reset di MCAL dopo ogni evento raccolto dalla PDHU. Il reset verrebbe realizzato con una modifica sulla FPGA della MDE-PDHU.
- Programmazione di un reset di MCAL generato dalla PDHU ogni volta che è presente un segnale di AntiCoincidenza (AC). Il reset verrebbe realizzato con una modifica sulla FPGA della MDE-PDHU. Questo sistema non è stato provato.



AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
Project Ref.: AGILE
Issue: 1 Page: 6
Date: 19/10/2005

4. ANALISI SINTETICA DELLE POSSIBILI AZIONI CORRETIVE

a) Correzione e cambio FPGA di MCAL

PRO: E' il modo piu' corretto di risolvere definitivamente il problema.

CONTRO: Ha impatto sulla schedula del programma.

b) Correzione con reset ciclico

PRO: Non comporta modifiche ad MCAL
E' di facile realizzazione
Permette di modificare il periodo di reset o di essere eliminato con patch su SW-PDHU

CONTRO: Lo strumento funziona in modo non continuo, ed e' monco nella sua funzionalita'.
Diminuisce la sensibilita' ai burst (vedi paragrafo seguente)

c) Correzione con reset su ogni evento acquisito

PRO: Non comporta modifiche ad MCAL
E' di facile realizzazione
MCAL funzionerebbe in modo continuo ed uniforme
Puo' essere inibito via TC o patch SW (da aggiungere)

CONTRO: Rispetto al caso b) richiede un piccolo spazio in piu' sulla FPGA di MDE-PDHU
Aumenta leggermente tempo morto del sistema e modifica il modo di vedere eventi a breve distanza temporale (vedi nel seguito)

d) Correzione con reset su ogni evento di AC

PRO: Non comporta modifiche ad MCAL
E' di facile realizzazione
MCAL funzionerebbe in modo continuo ed uniforme
Puo' essere inibito via TC o patch SW (da aggiungere)

CONTRO: Rispetto al caso b) richiede un piccolo spazio in piu' sulla FPGA di MDE-PDHU in quanto necessita del riconoscimento del segnale di AC.



5. VARIAZIONE DELLA SENSIBILITA' AI BURST PER SISTEMA B) CORREZIONE CON RESET CICLICO

Per valutare la variazione di sensibilità ai burst nel caso venga introdotto un RESET ciclico di MCAL, si può utilizzare un semplice modello che descriva il funzionamento dei contatori che verranno interessati dalla operazione.

Considerato che per la ricerca dei Burst:

- a) MCAL è suddiviso in 4 zone -
 - Top1 che conta gli eventi in 8 barre del piano X,
 - Top2 che conta gli eventi in 7 barre del piano X,
 - Bottom1 che conta gli eventi in 8 barre del piano Z,
 - Bottom2 che conta gli eventi in 7 barre del piano Z
- b) I counters di ognuna delle quattro zone hanno tempi di integrazione (SIT) che vanno dalla decina di msec a qualche centinaio di sec.
- c) Si ha un trigger di Burst da una zona quando il conteggio di una SIT supera il conteggio in un equivalente tempo di integrazione precedente alla SIT per N sigma, ove sigma è l' errore relativo al conteggio della SIT.

Posto:

- F = rate medio di conteggio di una barra al secondo [ct/sec barra]
B = numero di barre in un cluster che forma un contatore
 Δt = intervallo di tempo (SIT) in cui viene valutato il tasso conteggio di un cluster per compararlo con i tassi dello stesso cluster in intervalli precedenti [sec]
N = numero di sigma relativi al tasso di conteggio che fanno scattare un trigger di burst

In pratica, posto $B = 7$ barre, si ha un trigger di burst se la variazione di conteggio nel counter in Δt è maggiore di $N \cdot \sqrt{7 \cdot F \cdot \Delta t}$

Una ipotesi di funzionamento è quella di operare con un minor numero di barre per ogni contatore. In Tabella 3 è indicata la variazione nel tasso di conteggi rilevabile, nel caso di diversi rate, da un counter che comprenda 5 barre invece delle 7 previste.

L' ipotesi di spegnere due barre è percorribile solo nel caso si abbia una situazione della failure consolidata ossia siano solo le tre barre Z2, Z10 e Z13 affette da questo fenomeno



AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
 Project Ref.: AGILE
 Issue: 1 Page: 8
 Date: 19/10/2005

	7 barre	5 barre	7 barre	5 barre	7 barre	5 barre
Rate (ct/sec barra)	80		40		20	
Intervallo di test	$\Delta t = 100 \text{ sec}$					
% variazione tasso di conteggio rivelabile	2.1	3	3	4	4.2	5
Intervallo di test	$\Delta t = 10 \text{ sec}$					
% variazione tasso di conteggio rivelabile	6.7	8	9.4	11	13.4	16
Intervallo di test	$\Delta t = 1 \text{ sec}$					
% variazione tasso di conteggio rivelabile	21.1	25	30	35	42	50

Tabella 3 Variazioni percentuali del tasso di conteggio rilevabile dal meccanismo di Burst per un contatore in condizioni normali (7 barre accese) ed in condizione anomala con solo 5 barre di un counter accese; in entrambi i casi il valore di sigma impostato per la ricerca del meccanismo di Burst è $N = 5$.

Nel caso le barre interessate al fenomeno dello spegnimento siano più di quelle sino ad ora osservate, si può ipotizzare un modello di calcolo semplificato della variazione di sensibilità al Burst considerando un worst case con le seguenti condizioni di partenza:

- nella situazione normale un counter da 7 barre in un intervallo Δt conta mediamente $7 \cdot F \cdot \Delta t$; $7F$ è quindi il rate di riferimento cui confrontare i conteggi di ogni SIT,
- si spengono 2 barre contemporaneamente (ad esempio la Z10 e la Z13), per cui il counter passa a considerare gli eventi di solo 5 barre,
- le due barre si spengono all' inizio di un intervallo Δt , il numero di conteggi di riferimento per valutare la variazione dei tassi di conteggio e rilevare un Burst, passa quindi a $5 \cdot F \cdot \Delta t$,
- all' inizio dell' intervallo successivo si riaccendono le due barre, si ha quindi un extra rate sistematico dovuto agli eventi delle due barre in piu'

Nelle precedenti condizioni si può valutare quale è la variazione dei conteggi rilevabile che è in ultima analisi legata alla sensibilità ai burst.

Nella Tabella 4 sono indicati le variazioni percentuali del tasso di conteggio rivelabile in funzione del numero di sigma N impostati e per vari rate di conteggio per secondo per barra.

Nel caso di funzionamento normale (**7 barre** nel counter) il numero di sigma impostato è fissato a $N = 5$.

Nel caso di funzionamento anomalo (**5 barre nel counter**, in rosso nella tabella) il numero di sigma impostato è il minimo valore tale che l' errore sistematico introdotto da spegnimenti ed accensioni di 2 barre, non faccia scattare il trigger.

A terra il numero medio di conteggi al sec per barra e' attorno a 40.

Per intervalli Δt di test attorno a 0.1 sec non ci sono piu' effetti rilevanti.



AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
 Project Ref.: AGILE
 Issue: 1 Page: 9
 Date: 19/10/2005

	7 barre	5 barre	7 barre	5 barre	7 barre	5 barre
Rate (ct/sec barra)	80		40		20	
Intervallo di test	$\Delta t = 100 \text{ sec}$					
% variazione tasso di conteggio rivelabile	2.1	34	3	34	4.2	34
N livello sigma impostato	5	80	5	57	5	40
Intervallo di test	$\Delta t = 10 \text{ sec}$					
% variazione tasso di conteggio rivelabile	6.7	34	9.4	34	13.4	34
N livello sigma impostato	5	25	5	18	5	13
Intervallo di test	$\Delta t = 1 \text{ sec}$					
% variazione tasso di conteggio rivelabile	21.1	34	30	34	42	42
N livello sigma impostato	5	8	5	6	5	5
Intervallo di test	$\Delta t = 0.1 \text{ sec}$					
% variazione tasso di conteggio rivelabile	=	=	=	=	=	=
N livello sigma impostato	=	=	=	=	=	=

Tabella 4 Variazioni percentuali del tasso di conteggio rilevabile dal meccanismo di Burst per un contatore in condizioni normali (7 barre accese) ed in condizione anomala con solo 5 barre di un counter accese. Viene considerato il caso in cui viene applicato un meccanismo di reset ciclico ai contatori



AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
Project Ref.: AGILE
Issue: 1 Page: 10
Date: 19/10/2005

6. EFFETTI SUL TEMPO MORTO E SULLA CAPACITA' DI RILEVARE EVENTI A BREVE DISTANZA TEMPORALE PER SISTEMA C) CORREZIONE CON RESET SU OGNI EVENTO ACQUISITO.

Nel caso venga introdotto un RESET di MCAL, su ogni evento acquisito si avranno effetti sul tempo morto del sistema, e sulla sua capacità di rivelare eventi a breve distanza temporale.

6.1. EFFETTO SUL TEMPO MORTO DEL SISTEMA.

Nel caso normale per ogni evento una barra ha un tempo morto tipico del processamento del segnale dell'ordine di 20 μ sec. A meno di eventi multipli che coinvolgono contemporaneamente piu' barre, il tempo morto di una barra non interessa in alcun modo le altre barre che sono libere di raccogliere dati.

Per tenere conto di questa peculiarità si può definire il contributo al tempo morto di una barra come

$$T_x = 1/30 * F * 20E-6$$

con F rate di conteggio di una barra al secondo [ct/sec barra]

Una stima del tempo morto complessivo sarà quindi $F * 20E-6$

Nel caso della correzione, per ogni evento acquisito la MDE-PDU, verificato via HW che non ci siano eventi in itinere in MCAL, spedisce ad MCAL un reset della durata di τ μ sec.

Il reset cancellerà tutto quanto MCAL sta' facendo, nella sola modalità burst, solo per τ μ sec.

Considerando come worst case solo eventi singoli, il tempo morto complessivo sarà quindi

$$F * 20E-6 + 30 * F * \tau E-6$$

In Tabella 5 è rappresentata una stima del tempo morto complessivo di MCAL con e senza reset ad ogni evento, per $\tau = 1$ μ sec.

Rate (ct/sec barra)	20	40	80
T morto senza reset	4 E-4	8 E-4	1.6 E-3
T morto con reset	1 E-3	2 E-3	4 E-3

Tabella 5 Stima del tempo morto complessivo di MCAL per vari rate di conteggi per barra.



6.2. EFFETTO SULLA CAPACITÀ DI RILEVARE EVENTI A BREVE DISTANZA TEMPORALE.

Per valutare questo effetto si può fare riferimento allo schema di Figura 2 ed alla Figura 3 che riporta le forme d' onda dei segnali nei vari punti dello stesso schema. Le forme d' onda pur essendo state rilevate sul SEM di MCAL sono rappresentative della situazione attuale. Le ampiezze sono state normalizzate per una maggiore leggibilità.

I segnali da [1] a [6] sono generati autonomamente da ogni catena analogica e non risentono di quanto avviene nella FPGA di MCAL, eventuali RESET della FPGA non interrompono la formazione del segnale ed il processo di discriminazione.

I segnali da [7] in avanti, ed i relativi processi logici, sono condizionati dallo stato della FPGA.

Il segnale [7] a circa 10 μ sec dall' evento se non inibito inizia il processo di conversione del segnale e successiva trasmissione, mentre il segnale [13] a circa 12 μ sec dall' evento viene spedito alla PDHU per il timing dell' evento stesso e memorizzato in una FIFO della PDHU.

Da questo momento la PDHU conosce lo stato di MCAL che è in conversione di un dato e non può più spedire dei RESET (il meccanismo di RESET nella PDHU, realizzato in LABEN, prima di operare si accerta che la FIFO che contiene questi segnali sia vuota).

A fine analisi a circa 28 μ sec dall' evento la PDHU dovrebbe spedire un RESET se non ci sono altre barre che stanno operando.

In pratica un RESET che capitasse tra il segnale [7] ed il segnale [13] di una barra, ne cancellerebbe l' operazione.

Utilizzando lo schema di Figura 4 , a partire da un evento su una barra a tempo t_0

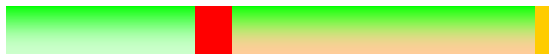
- Eventi su altre barre che accadono entro 2 μ sec vengono registrati come multipli con lo stesso tempo
- Eventi su altre barre che accadono tra 2 e (28-12) μ sec vengono registrati normalmente
- **Eventi su altre barre che accadono tra 16 e 18 μ sec vengono persi.**
- Eventi su altre barre che accadono dopo 18 μ sec vengono analizzati normalmente.

Il periodo morto puo' essere spostato per eventi multipli.







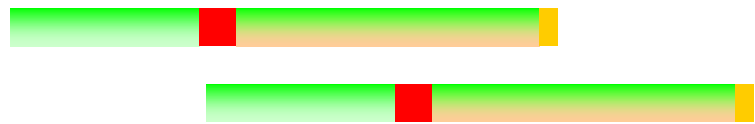
AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
Project Ref.: AGILE
Issue: 1 Page: 12
Date: 19/10/2005

 Rappresentazione schematica analisi segnale, durata totale circa 29 μsec (per eventi singoli)

Legenda colori

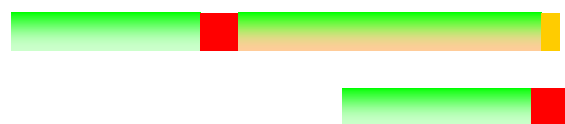
-  Periodo di trattamento analogico del segnale, durata 10 μsec . Durante questo periodo un RESET e' inefficace
-  Periodo tra segnale di Hold e segnale BSRB_timing, durata 2 μsec . Un RESET in questo momento cancella il segnale
-  Periodo di conversione ADC del segnale e trasmissione alla PDHU, durata minima per eventi singoli 16 μsec . Durante questo periodo un RESET non può essere generato dalla PDHU. La durata di questo periodo dipende dalla molteplicità degli eventi
-  Periodo di RESET, durata 1 μsec



Caso a) Entrambi gli eventi sono analizzati



Caso b) Entrambi gli eventi sono analizzati



Caso c) Il secondo evento viene perso

Figura 4 Rappresentazione schematica della capacità di rilevare eventi a breve distanza temporale nel caso di RESET ad ogni evento.



AGILE

Ref: AGILE-ITE-RP-008
Project Ref.: AGILE
Issue: 1 Page: 13
Date: 19/10~~02~~/2005

CONCLUSIONI

La failure nella generazione dei dati di alcune barre di MCAL riduce la sensibilità dello strumento alla rivelazione di Burst, che è lo scopo scientifico di questo modo operativo dello strumento.

Al momento attuale, mancando prolungate misure di funzionamento di AGILE, il fenomeno è solo parzialmente noto e lo stesso è per gli effetti che esso causa sulla sensibilità di MCAL.