



Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

Number	153
Publication Year	2022
Acceptance in OA@INAF	2022-06-07T14:57:58Z
Title	RELAZIONE TECNICA TEST MODALITÀ FOLLOWER ASIC RENA-3
Authors	LO GERFO, FABIO PAOLO; SOTTILE, Giuseppe
Affiliation of first author	IASF Palermo
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/32225 ; https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/153

RELAZIONE TECNICA TEST MODALITÀ FOLLOWER ASIC RENA-3

Verifica del funzionamento del sistema di acquisizione dati nel ASIC RENA-3 in
modalità follower

Fabio Paolo Lo Gerfo*, Giuseppe Sottile*

*INAF – IASF PALERMO

Via Ugo la Malfa, 153, 90146 Palermo PA

Sommario

Abstract	2
La Modalità Follower	2
Verifica Firmware	2
Procedura di configurazione e invio impulsi di test.	4
Risultati ottenuti.....	7
Conclusioni	8
Riferimenti.....	9

Abstract

In questo documento illustreremo la procedura utilizzata per testare la modalità follower del ASIC RENA3 IC (Readout Electronics for Nuclear Applications Integrated Circuit) dispositivo utile per l'acquisizione di segnali a doppia polarità provenienti da fotorivelatori 3D CZT.

La scheda di sviluppo contenente il RENA-3 è stata progettata dal INAF di Bologna e il nostro compito è stato quello di verificare che il sistema funzioni nel modo corretto e risolvere gli eventuali problemi riscontrati in fase di test.

La Modalità Follower

La modalità Follower del RENA3 permette al dispositivo di acquisire un segnale proveniente dall'ingresso di test o da uno dei 36 canali d'ingresso del RENA3, elaborarlo mediante opportuni circuiti di condizionamento, e mandarlo in uscita così com'è senza la necessità di dover utilizzare un circuito di Sample and Hold per mantenere la carica del segnale. [1]

Tale modalità di funzionamento ha senso abilitarla soltanto se si utilizza un singolo canale, in quanto non avendo la possibilità di tenere traccia del segnale, se si abilitassero più canali contemporaneamente l'informazione verrebbe persa.

Il sistema è costituito da una scheda di sviluppo Development KIT C8051FX2-TB [2], contenente un microcontrollore CIP-51 al suo interno, che permette di decodificare i dati trasmessi da PC tramite porta seriale RS232 ed inviarli alla board contenente il RENA3 IC, la quale interpreta il comando e fornisce un risultato consono a quanto ricevuto (fig.1). Nel nostro caso abbiamo alimentato il sistema a 12V con un alimentatore Agilent Technologies N6705B. [3]



Figura 1. Sistema di acquisizione

Verifica Firmware

Per verificare che all'interno del microcontrollore CIP-51 fosse presente il firmware, abbiamo inviato il comando per variare il valore dell'uscita del DAC0, DAC interno alla scheda Development KIT C8051FX20TB.

Per far questo, è stato necessario scrivere un programma che permettesse la comunicazione con tale scheda attraverso la porta seriale RS232, e che rispettasse il protocollo di comunicazione illustrato nella documentazione inviataci "RENA3_Demo_board_Code_Command.xls".

In particolare, affinché la scheda Development KIT C8051FX20TB riconosca il segnale ricevuto, è necessario inviare ad ogni trasmissione un carattere "#" e uno "CR" rispettivamente di inizio e fine trasmissione, un

successivo byte al primo contenente nei 7 bit più significativi la parola comando ed infine un numero di byte che dipendono dal tipo di comando che vogliamo inviare al RENA3 (Tab.1).

Tabella 1

Code Command (decimal)	Code Command (binary) msb	Code Command (binary) lsb	Num chars to send	Length answer	Function
0	0000000X		7	7	Invia i 41 bit di configurazione al RENA3
1	0000001X		3	3	Cambia il valore di output del DAC0 (0..4095)
2	0000010X		3	3	Imposta il numero di impulsi di test da inviare al RENA3 (1..32767)
3	0000011X		1	1	Inizia la sequenza di invio degli impulsi di test
4	0000100X		1	3	Legge AOUT manualmente
5	0000101X		1	1	Sart acquisizione, Slow pattern
6	0000110X		1	1	Sart acquisizione, Fast pattern
7	0000111X		1	1	Stop acquisizione
8	0001000X		2	2	Cambia il valore di output dell' EXT_DAC (0..255)
9	0001001X		1	1	Riservato x test (invia un impulso di CLS)
10	0001010X		1	1	Riservato x test (invia un impulso di CLF)
11	0001011X		1	1	Riservato x test (genera la proc. di restart, CLF, CLS e ACQUIRE)
12	0001100X		1	1	Riservato x test (chiama la funzione SlowPattern)
13	0001101X		1	1	Mette a 1 la linea READ per consentire il follower mode
14	0001110X		1	1	Mette a 0 la linea READ per inibire il follower mode

Quindi, inviando da PC tramite software realizzato in C#, il comando 1 (cambia il valore di output del DAC0) seguita da due byte che indicano un valore compreso tra 0 e 4095 da assegnare al DAC0, è possibile verificare come la scheda effettivamente risponda al PC con gli stessi comandi inviati in trasmissione ed inoltre misurando la tensione di uscita del DAC0, tramite multimetro FLUKE 83V [4], questa cambia a seconda del valore che impostiamo da PC.

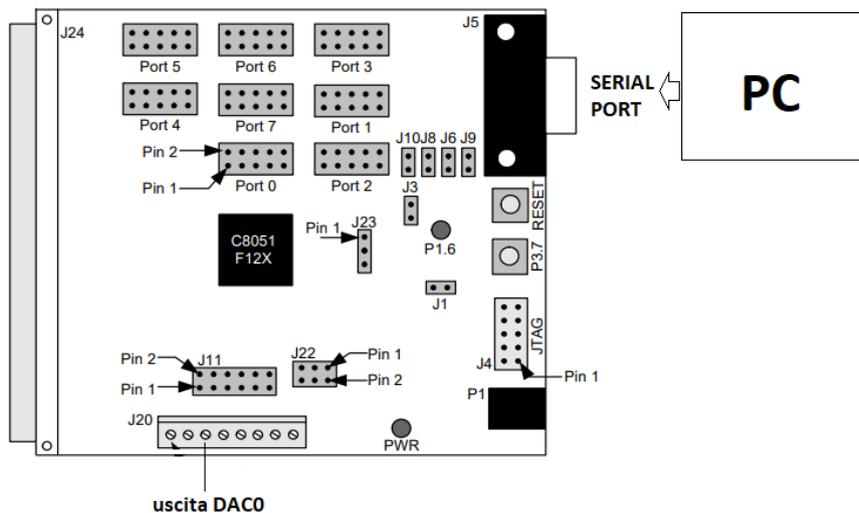


Figura 2. Schema a blocchi del sistema di pilotaggio del RENA3.



Figura 3. A sinistra il dato trasmesso e ricevuto mediante seriale alla scheda Development KIT C8051FX20TB, a destra il valore d'uscita del DAC0



Figura 4. A sinistra il dato trasmesso e ricevuto mediante seriale alla scheda Development KIT C8051FX20TB, a destra il valore d'uscita del DAC0.

A questo punto, verificato che all'interno della scheda Development KIT fosse presente il firmware, siamo passati a controllare che anche la scheda contenente il RENA3 funzioni nel modo corretto e per far questo è stato necessario inviare degli impulsi di test e verificare che effettivamente questi vengano rilevati dal sistema e una volta processati posti in uscita nel relativo pin AOUT (uscita analogica del RENA3).

Procedura di configurazione e invio impulsi di test.

Tra le varie funzioni del RENA3, ne abbiamo una che permette di ricevere un impulso di test, tramite un generatore di impulsi esterno, in questo caso integrato nella scheda Development KIT C8051FX20TB, e a partire da questo procedere con l'elaborazione dello stesso per la calibrazione del sistema.

Se andiamo a considerare lo schema a blocchi del singolo canale è possibile vedere come sia necessario, per utilizzare la modalità TEST, commutare l'ingresso del segnale a quello di test e per far questo è fondamentale impostare il bit D33 (ECAL, abilita calibrazione) della parola di configurazione, ad uno.

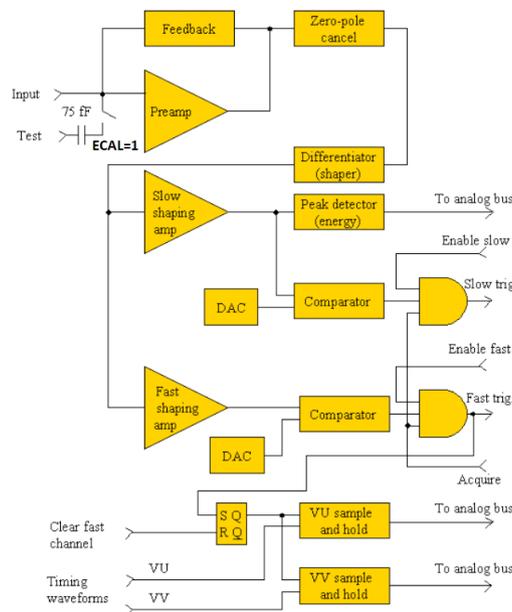


Figura 5. Schema a blocchi singolo canale

Per la configurazione del RENA3 è necessario inviare da PC, attraverso la porta seriale, il comando 0 alla scheda Evaluation kit. Tale comando prevede il settaggio di ulteriori 41 bit (vedi Tab.2) da mandare a seguito della parola di comando e tra questi abbiamo il bit D33 che corrisponde a quello di calibrazione (ECAL).

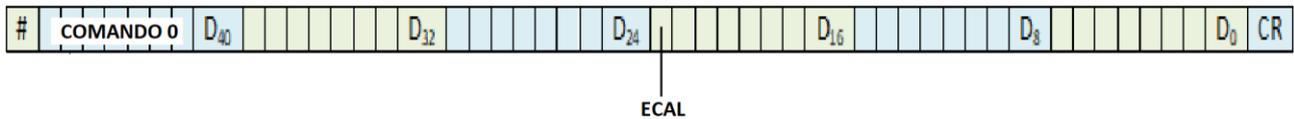


Figura 6. Stringa dati per la configurazione del RENA3.

Tramite il comando zero è anche possibile scegliere il canale da configurare, selezionare la modalità Follower, modificare le costanti di tempo dello shaper, il guadagno del preamplificatore ecc..

Tali funzioni sono riassunte dalla seguente tabella:

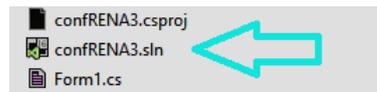
Tabella 2.

Bit #	Description
D[40-35]	6-bit control register address (MSB goes in first) Address 0 is at the top of the chip; Address 35 is at the bottom. This address points to the channel. Use CS to load the following 35 bits into the channel selected.
D[34]	FB_TC, Feedback time constant selection. Selects the size of the feedback resistor for the input stage. 1 Selects 1.2Gohm feedback resistance, 0 Selection 200Mohm.
D[33]	ECAL, Enable channel calibration. Set to 1 to enable TEST signal input to channel.
D[32]	FPDWN, Set to a 1 to power down fast path circuits. This includes the fast shaper, a DAC, and the comparator for the fast path.
D[31]	FETSEL, Set to a 1 to use the simple FET feedback instead of the resistive multiplier circuit.
D[30-29]	G[1-0], Gain selection. The gain selection following the differentiation stage has 4 selections for gain. [00] = 1.6, [01] = 1.8 [10] = 2.3 [11] = 5.0
D[28]	PDWN, Set to a 1 to power down most of the circuits in the channel. FPDWN must still be used to power down the fast components.
D[27]	PZSEL, Pole Zero cancellation selection. Set this bit to a 1 to enable the pole zero cancellation circuit.
D[26]	RANGE, Sets the feedback capacitor size. Set to a 1 for 60fF feedback. Set to a 0 for 15fF feedback.
D[25]	RSEL, Reference selection for the channel. Set to a 1 to select VREFHI (for negative going signals)
D[24-21]	SEL[3-0], Time constant selection. All 0's is the shortest time constant. All 1's is the longest time constant. Selections are, from shortest to longest (us): 0.29, 0.31, 0.31, 0.32, 0.35, 0.37, 0.39, 0.40, 0.71, 0.81, 0.89, 1.1, 1.9, 2.8, 4.5, 38. SEL[0] is the LSB and this goes into the shift register after SEL[3-1].
D[20]	SIZEA, Selects the size of the input FET for noise optimization. Set to a 1 for a FET of size 1000um. Set to a 0 for a size of 450um.
D[19-12]	DF[7-0], Fast DAC value. All 0's gives the lowest output voltage ($V_{REFLO} - 3/16 * 1.5 * DACREF$). All 1's are largest output voltage ($V_{REFLO} + 13/16 * 1.5 * DACREF$). DF[0] is the LSB and goes into the shift register last.
D[11]	POL, Polarity selection for comparators. Select a 1 for positive going signals.
D[10-3]	DS[7-0], Slow DAC value. All 0's are smallest output voltage ($V_{REFLO} - 13/16 * 1.5 * DACREF$). All 1's are largest output voltage ($V_{REFLO} + 13/16 * 1.5 * DACREF$). DS[0] is the LSB and goes into the shift register last.
D[2]	ENF, Set to a 1 to enable FAST trigger.
D[1]	ENS, Set to a 1 to enable the SLOW trigger.
D[0]	FM, Follower mode. Set to a one to enable peak detector to work in follower mode. It only makes sense to have a single one of these bits set at a time for all channels.

Nel nostro caso dato che volevamo verificare che gli impulsi generati venissero acquisiti correttamente dal RENA3, abbiamo impostato il "canale 0" come canale di test, quindi con ECAL=1, ed abilitato la modalità follower D[0]=1, la quale permette di leggere l'uscita analogica attraverso il peak detector operante come inseguitore di tensione e non come rilevatore di picco.

La procedura che abbiamo seguito per visualizzare gli impulsi di test all'oscilloscopio è riassunta nei seguenti punti:

- 1) Lanciare "confRENA3.sln". Programma di configurazione del RENA3, realizzato in C#, che permette di operare sul comando 0.



- 2) Impostare il canale (ADDRESS) da utilizzare in modalità TEST, abilitare la modalità test (ECAL) tramite D33=1 e la modalità FOLLOWER tramite il bit D0=1.

- 3) Lanciare "RENA3.sln". Programma anch'esso realizzato in C#, che permette di configurare il RENA3 utilizzando tutti gli altri comandi.



- 4) Abilitare la linea READ attiva bassa (1byte= comando 13 + 0) per attivare il buffer d'uscita del RENA3 e consentire il FOLLOWER MODE.

- 5) Impostare il valore di output dell'EXT_DAC ad un valore compreso tra 0 e 255 tramite il comando 8.
- 6) Impostare il numero di impulsi di test da inviare al RENA3 ad un valore compreso tra 1 e 32767 tramite il comando 2.
- 7) Iniziare la sequenza di invio degli impulsi di test tramite il comando 3 e visualizzare quest'ultimi all'oscilloscopio.

Risultati ottenuti

Sulla base di quanto detto riusciamo ad ottenere i seguenti risultati:

- Riusciamo a vedere all'oscilloscopio [5] gli impulsi di test all'uscita del DAC esterno (connettore coassiale vicino al DAC) e all'uscita del RENA_AOUT (coassiale più interno).
- Riusciamo a variare l'ampiezza dell'impulso di test tramite il comando 8 e quello di uscita (AOUT) modificando il guadagno (G_SEL) del preamplificatore di ingresso del singolo canale.

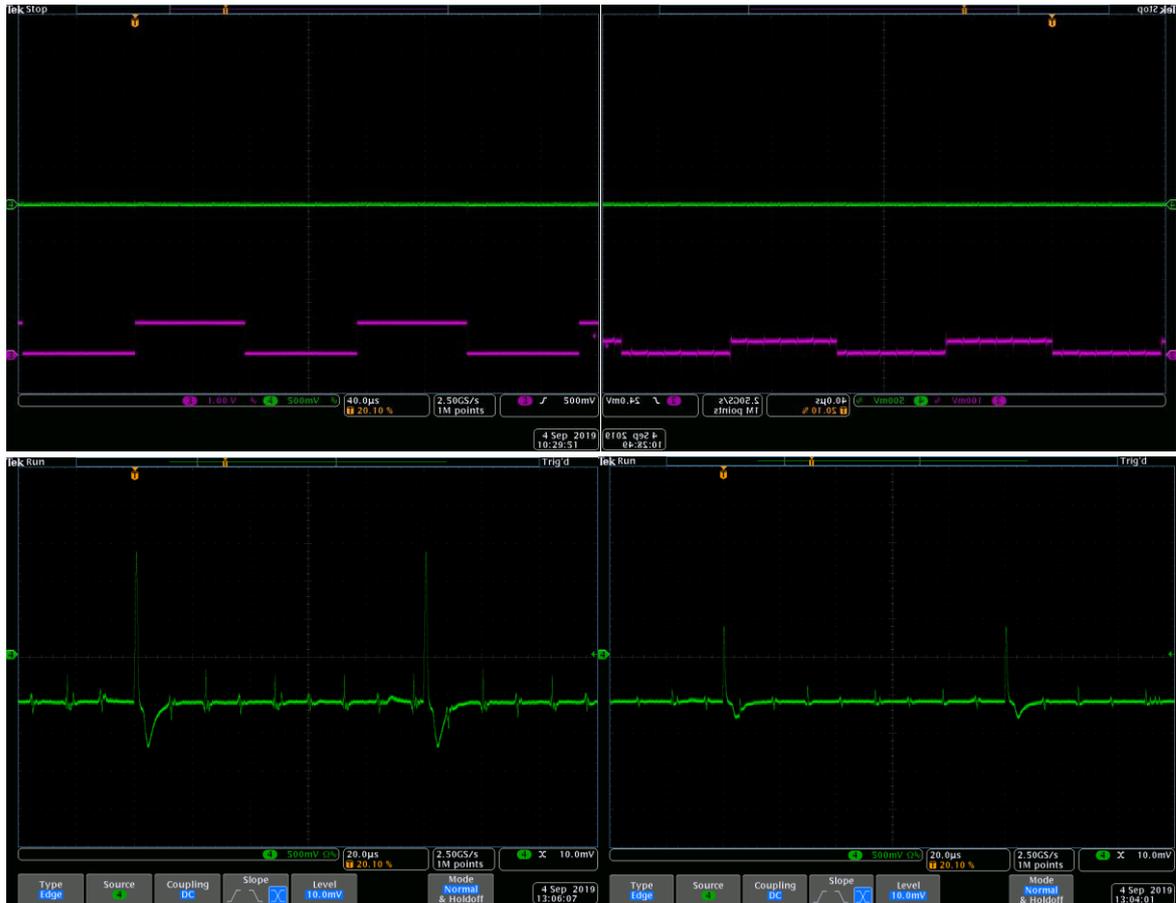


Figura 7. Nelle due figure di sopra abbiamo l'impulso inviato all'ingresso di test del RENA3 settando due diversi valori sul EXT_DAC, nelle figure di sotto invece abbiamo il segnale in uscita da AOUT con due diversi guadagni del preamplificatore d'ingresso del ASIC.

- Riusciamo a cambiare la reference per leggere sia impulsi positivi che negativi(RSEL).



Figura 8. Reference positiva per segnali negativi.

- Riusciamo a cambiare la costante di tempo (cutoff frequencies) dello shaper (SEL).



Figura 9. Variazione costante di tempo

- Riusciamo ad attivare il circuito di “Zero pole cancellation”, detto così per via dell’operazione matematica fatta con l’analisi delle trasformate di Laplace, che permette di annullare l’undershoot del segnale.

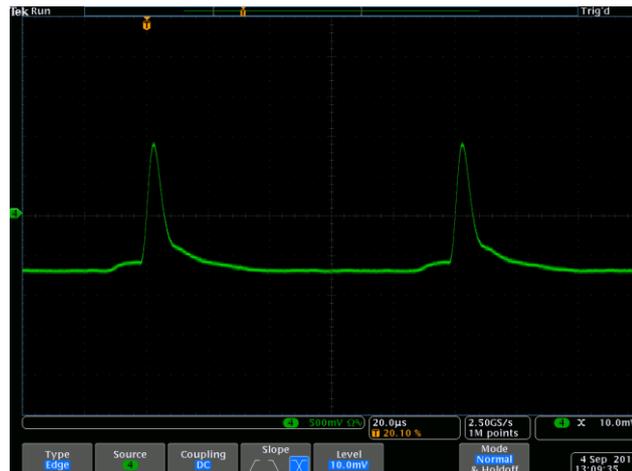


Figura 10. Abilitazione circuito “polo zero cancellation”.

Conclusioni

In relazione ai risultati ottenuti possiamo dire che il dispositivo RENA3 in nostro possesso funziona abbastanza bene in modalità Follower (inseguitore di tensione).

Il passo successivo sarà quello di inviare degli impulsi ad uno dei 36 canali tramite generatore esterno e verificare che l’intero sistema funzioni anche in modalità peak-detector (READOUT MODE).

Riferimenti

- [1] NOVA R&D, Inc, “RENA-3™ IC User Specifications” Rev 1.31, May 11, 2015.
- [2] **C8051F12X DEVELOPMENT KIT USER’S GUIDE** <https://www.silabs.com/documents/public/user-guides/C8051F12x-DK.pdf>
- [3] **Agilent Technologies N6705B**. [Online] <https://www.keysight.com/en/pd-1842303-pn-N6705B/dc-power-analyzer-modular-600-w-4-slots?cc=IT&lc=ita>.
- [4] **FLUKE 83V** <https://www.fluke.com/it-it/prodotto/test-per-componenti-elettrici/multimetri-digitali/fluke-83v>
- [5] **TECKTRONIX MSO 4034B** <https://www.tek.com/oscilloscope/mso4034b>