

3.2 TaskH_Ntc

La temperatura del Sonar viene misurata mediante una NTC modello *KS502J2 USSensor* che presenta una resistenza di 5000 ohm a 25 °C con una precisione del 0.1%. La NTC è inserita in un partitore con la resistenza alta da 20K alimentata dalla V_{ref} di 5 volt mentre la tensione ai capi della stessa viene letta dall'ADC. Dato che i segnali analogici da campionare non superano i 2.7 volt, la tensione V_{adc} è di 2.9 volt in modo da utilizzare tutti i 10 bit a disposizione del convertitore. Dato che la NTC non è alimentata da un generatore di corrente costante, la corrente nella rete ($R_k + R_{NTC}$) viene calcolata ad ogni lettura in modo da annullare l'influenza della NTC. La sua resistenza si calcola:

$$R_{NTC} = \frac{V_{NTC} \times R_k}{V_{ref} - V_{NTC}} \quad \Rightarrow \quad \frac{(V_{adc} / 1024) \times bit_{NTC} \times R_k}{V_{ref} - ((V_{adc} / 1024) \times bit_{NTC})}$$

- V_{adc} = tensione che alimenta l'ADC (volt)
- V_{ref} = tensione che alimenta la rete $R_k + NTC$ (volt)
- bit_{NTC} = lettura in bit sulla NTC (bit)
- R_k = resistenza di carico da 20 Kohm

La formula evidenzia che le tensioni V_{ref} e V_{adc} devono essere stabili e pertanto quest'ultima è prodotta dal regolatore di precisione *TL431* mentre la V_{ref} è la tensione che alimenta la scheda ottenuta con il regolatore *LT1084*. Se la lettura del ADC non è compresa nel range 90...1000 bit si attiva il bit di fault *Ope.Field.FAULT.NTC* per indicare che la NTC è in corto circuito o sconnessa dal circuito. Quando la temperatura rilevata differisce rispetto alla misura precedente viene attivato il bit *Sonar.Field.STATUS.Comp* per indicare al *TaskD_Sonar* di ricalcolare la compensazione.

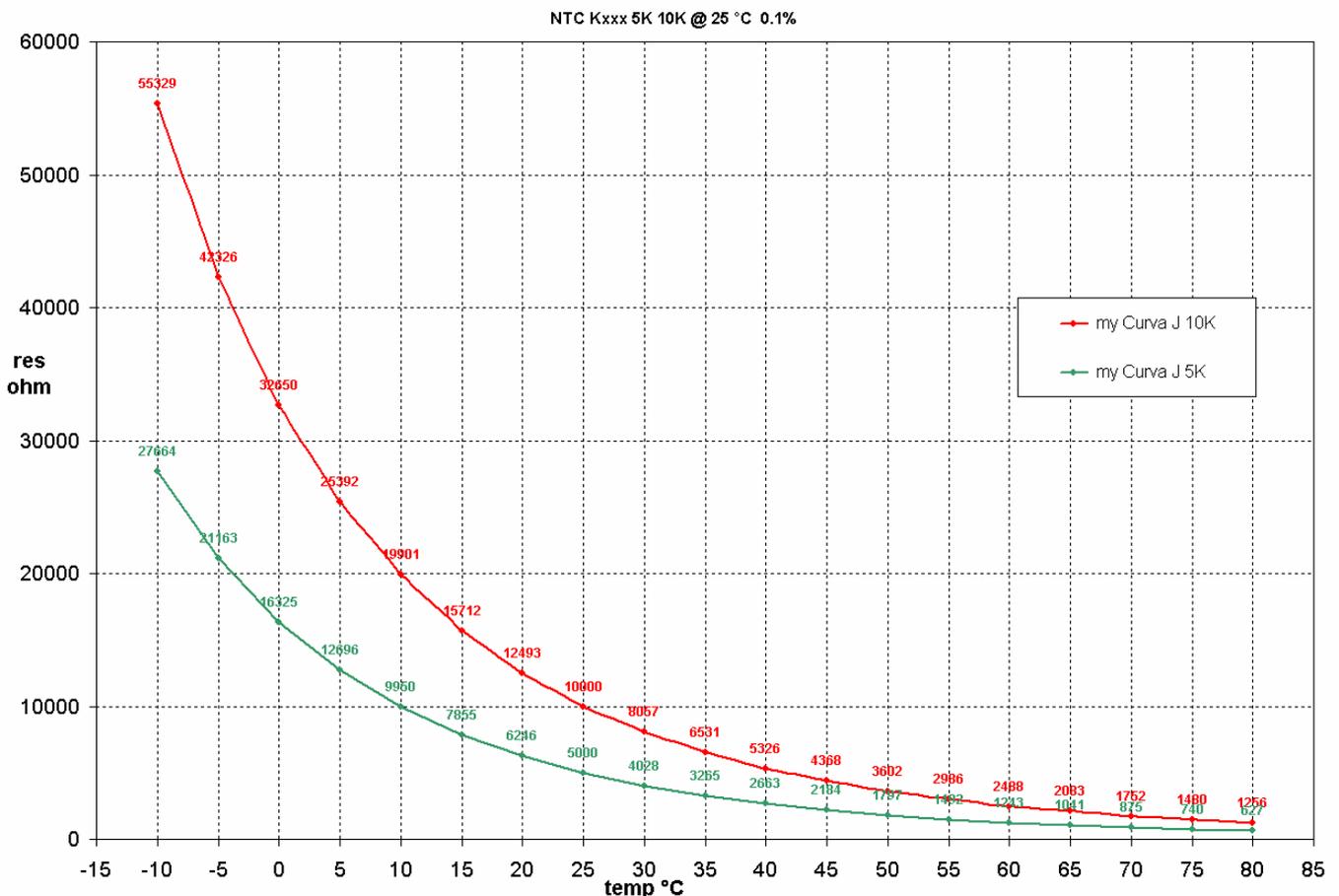


Grafico 3.4 – caratteristiche della NTC da 5K e 10K.

Nel grafico la curva verde mostra la variazione della NTC.

Precisione della misura

Il grafico 3.5 riporta l'errore di misura nel range -10/60 °C rispetto allo strumento di riferimento *Fluke 714* : in prossimità di 0 °C si ha l'errore massimo del 2.5%.

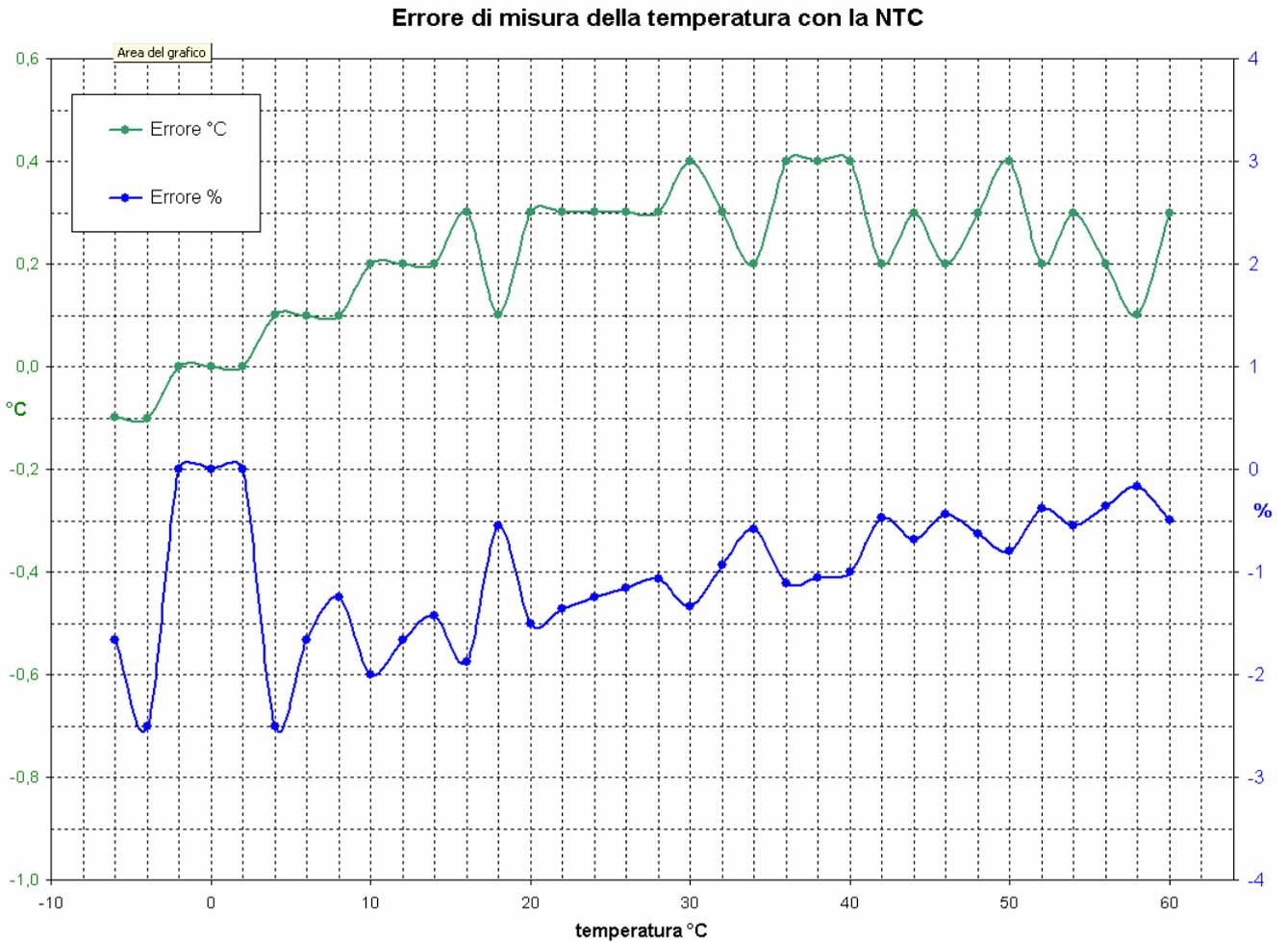


Grafico 3.5 – errore nella misura della temperatura.

3.3 Propagazioni degli errori

Tenendo conto dell'errore del +/- 0,4% introdotto nella misura del *ToF* e del +/- 2,5% nella misura della temperatura, ho calcolato l'effetto di questi errori nel calcolo della distanza. Dato che la temperatura si trova sotto l'operatore radice l'effetto sulla misura *Dm* è marginale e diventa invece dominante l'errore del *ToF*. La tabella 3.6 mostra che nella misura del livello da 256 cm l'errore massimo sarà del 0,47% ovvero +/- 1,2 cm paragonabile all'errore di +/- 1 cm del Sonar *MB9052*.

$$Dm = TOF * ((20.05 * \text{SQRT}(Tc + 273.15)) / 2)$$

Propagazione degli errori

Dm		impulsoToF			temperatura Sonar		
valore	errore	valore	errore		temp	errore	
cm	%	uS	%	uS	°C	%	°C
256,341	-	15000	0	0	16	0	0
257,545	0,469	15000	0,4	60	16	2,5	0,400
255,139	-0,469	15000	-0,4	-60	16	-2,5	-0,400

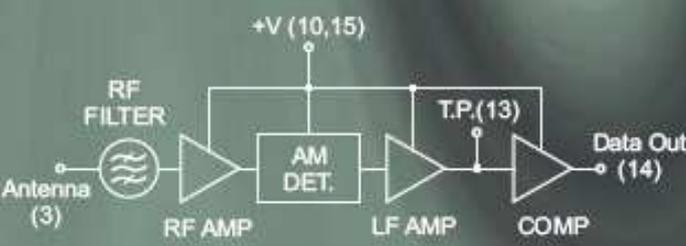
Tabella 3.6 – effetto dell'errore introdotto nella misura del *ToF* e della temperatura sulla misura finale.

4 Ricevitore radio

La centralina permette il controllo remoto delle funzioni di start e di stop mediante un telecomando radio. La scheda *Controller* utilizza il ricevitore *RX-AM4SF* della *Aurel* operante alla frequenza di 434 MHz che riceve la codifica di un trasmettitore operante alla stessa frequenza.



434 MHz RSSI Super-Het Receiver



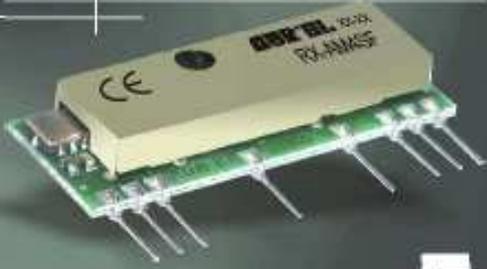
-109 dBm*

Pin-out

- 1] +Vcc Preamp
- 2] Ground
- 3] Antenna
- 7] Ground
- 10] Gain
- 11] RSSI Output
- 13] Test Point
- 14] Data Output
- 15] +V

RX-AM4SF

EMI-RFI SHIELDING



5V

Information subject to change without notice

Description

The super-heterodyne receiver **RX-AM4SF** can provide a RSSI output indicating the amplitude of the received signal: this output can be used to create a field-strength meter capable to indicate the distance of the transmitting unit.

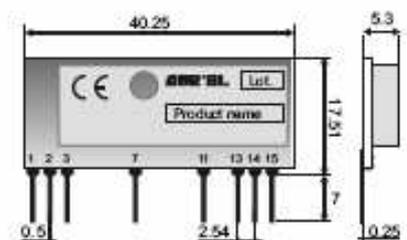
* *Generatore RF con modulazione 100%.*

Descrizione

Il ricevitore supereterodina **RX-AM4SF** è in grado di fornire un'uscita RSSI per indicare l'ampiezza del segnale captato: tale indicazione può essere sfruttata per implementare un misuratore di campo capace di segnalare la distanza a cui si trova l'oggetto trasmittente.

* *RF generator with 100% modulation*

Mechanical Dimensions



Le principali caratteristiche sono:

- schermatura EMI-RFI
- tensione di alimentazione 5 Vdc +/- 5%
- alimentazione separata front end - detector
- consumo 6.5 mA
- due soglie di gain, -90/-108 dBm
- uscita analogica proporzionale al livello ricevuto
- uscita digitale TTL compatibile

Codifica utilizzata

Nel telecomando è presente un modulo di trasmissione che si attiva alla pressione dei tasti e trasmette un codice, basato sulla codifica del encoder/decoder *MM53200* della *National*, in funzione del tasto premuto. Questa codifica produce un frame che inizia con il bit di sync seguito da 12 bit utilizzati per rappresentare l'informazione (sono possibili 4096 combinazioni), lo stato 0/1 di ogni bit viene identificato mediante il duty-cycle di un impulso.

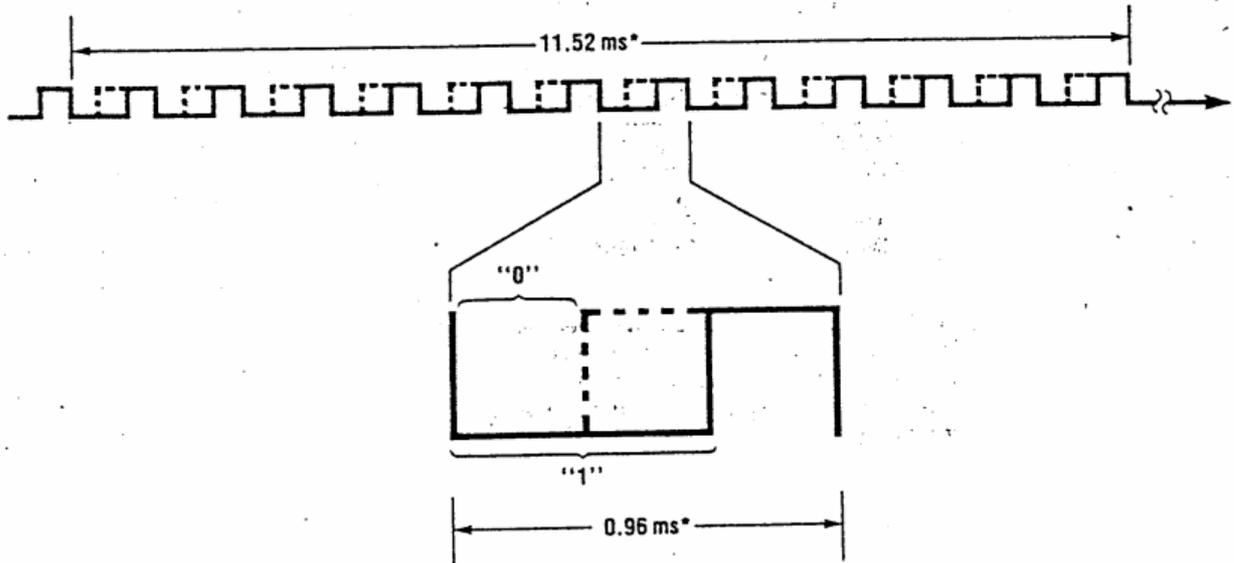


Immagine 4.0 – struttura di un frame con gli slot time.

Con la durata standard di 1 bit di 0,96 mS per trasmettere l'intero frame saranno necessari 11,52 mS seguiti da una pausa di 11,52 mS e poi da un nuovo frame: in questo modo con una pressione del tasto di 500 mS verranno inviati circa 20 frame. Ogni bit è formato da 3 slot da 320 uS con il bit 0 codificato con slot1=0 slot2=1 slot3=1 e il bit 1 con slot1=0 slot2=0 slot3=1.

Le principali caratteristiche di questa codifica sono:

- nessun controllo degli errori
- bit utilizzati 12 con sync
- 4096 combinazioni
- durata del bit 960 uS
- durata del frame 11840 uS

Il telecomando

Il telecomando utilizza un *PIC 12F675* che emula la codifica del *MM53200* e pilota un modulo TX da 50 mW operante alla frequenza di 434 MHz sempre della *Aurel*. Il tutto è inserito in un contenitore IP65 della *Hammond* di 65x65 mm.

Collegando l'antenna *GP433* al ricevitore la portata (con contatto visivo) è di almeno 100 metri.



Immagine 4.1 – telecomando a 2 tasti a 434 MHz.

4.1 TaskG_Receiver

Il task gestisce la ricezione e la decodifica dei frame ricevuti dal modulo radio e in particolare:

- misura la durata degli *slot time* per decodificare lo stato dei bit
- bufferizza fino a 5 frame decodificati
- gestisce gli errori prodotti dalla durata degli slot o del frame
- verifica la corrispondenza tra il frame trasmesso da un tasto e il relativo identificativo

La misura degli slot viene eseguita in interrupt sfruttando la periferica *capture*, le risorse utilizzate sono:

- interrupt INT1 : attivo sul fronte di salita del bit di sync attiva il Timer1
- interrupt CCP1 : attivo sui fronti degli slot cattura il valore del Timer1
- Timer1 16 bit : misura la durata degli slot time

Stato del task

Lo stato del task è indicato dalla variabile *RxCode.Field.STATUS* mentre gli errori sono indicati in

RxCode.Field.STATUS							
7	6	5	4	3	2	1	0
ErrFrame	ErrSlot	ErrBuffer	KeyOK	-	-	Sampl	Stop

Tabella 4.1 – variabile di stato del TaskG_Receiver.

bit	bit	descrizione
0	Stop	nessuna ricezione in corso
1	Sampl	misura degli slot in corso
4	KeyOK	è stato ricevuto un nuovo tasto valido
5	ErrBuffer	tutti i buffer sono occupati
6	ErrSlot	la durata dello slot non è nel range, si resetta all'analisi di ogni nuovo frame
7	ErrFrame	la durata del frame non è nel range, si resetta all'analisi di ogni nuovo frame

Conteggio degli errori

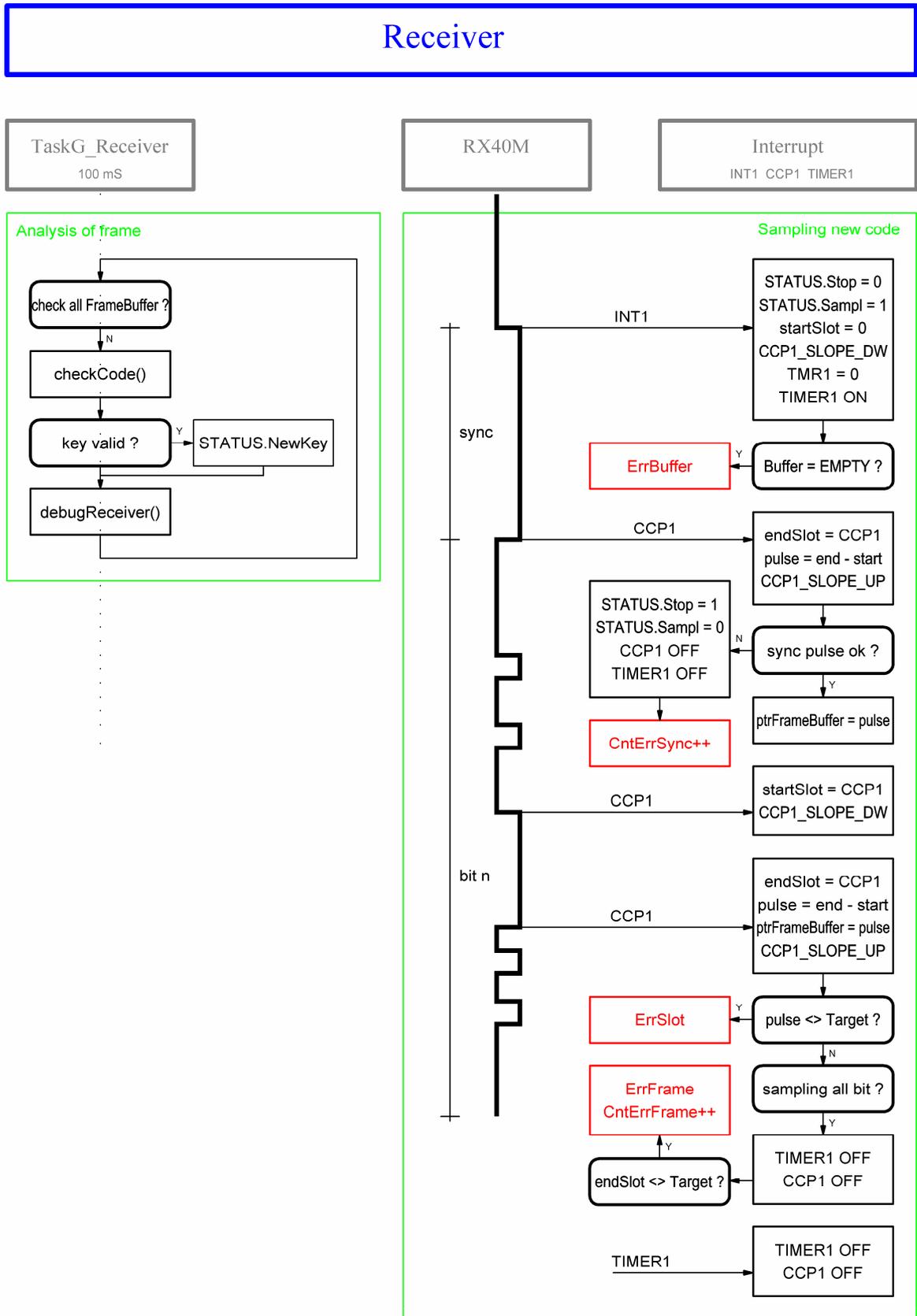
Gli errori riscontrati sono memorizzati in tre variabili e vengono cancellati al termine della ricezione.

RxCode.Field.CntErrSync							
7	6	5	4	3	2	1	0
conteggio durata bit di sync errata - max 0xFF							

RxCode.Field.CntErrSlot							
7	6	5	4	3	2	1	0
conteggio durata degli slot errata - max 0xFF							

RxCode.Field.CntErrFrame							
7	6	5	4	3	2	1	0
conteggio durata del frame errata - max 0xFF							

Tabella 4.2 – variabili degli errori.



5 Funzioni

Le funzioni disponibili sono gestite nell'apposita pagina di configurazione.

I due tasti svolgono le seguenti funzioni:

- timer (2 sec) :entra nella pagina funzioni

all'interno della pagina funzioni:

- start/stop : torna alla pagina principale
- timer : funzione successiva
- timer (2 sec) : modifica la funzione

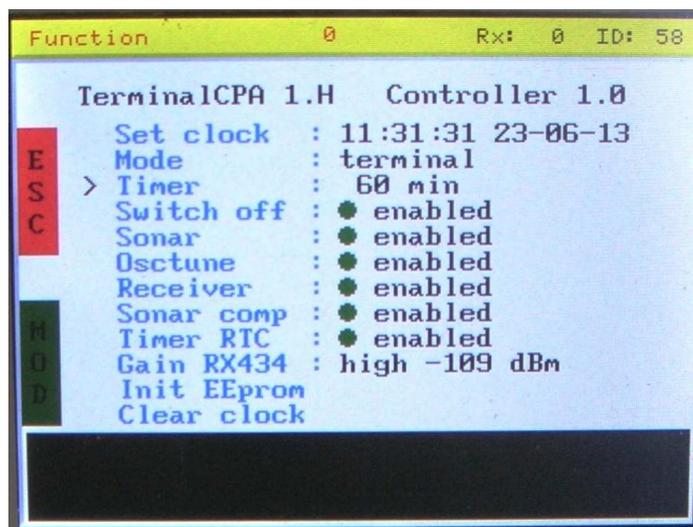


Tabella 5.0 – screenshot delle funzioni.

Per alcune funzioni un pallino verde/rosso indica se la funzione è supportata dalla scheda controller in base ad eventuali fault hardware; l'area nera in basso mostra le informazioni ricevute dal telecomando.

funzione	descrizione	valori	default	check
Set clock	imposta l'ora e la data	-	-	-
Mode	informazioni sul display grafico	terminal : terminale del sistema key code : ID del tasto frame : frame ricevuto key code + frame : ID del tasto con frame bit time : durata di ogni bit in uS	terminal	-
Timer	programmazione del timer	range 10 - 240 minuti, step 10'	-	-
Switch off	spegnimento automatico nell'orario 0:0 07:00 con il sistema in Stop	enabled – disabled	enabled	✓
Sonar	misura del livello dell'acqua con il Sonar	enabled – disabled	enabled	✓
Osctune	correzione del clock CPU	enabled – disabled	enabled	✓
Receiver	controllo remoto con il telecomando radio	enabled – disabled	enabled	✓
Sonar comp	compensazione della temperatura del Sonar	enabled – disabled	enabled	✓
Timer RTC	modalità dei timer software	da clock interno – da RTC	RTC	✓
Gain RX434	sensibilità del modulo radio	LOW -90dBm – HIGH -108 dBm	HIGH	-
Init EEprom	init dei parametri in EEprom	-	-	-
Clear clock	clear dell'ora e della data	-	-	-

Tabella 5.1 – funzioni.

6 Diagnostica

La pagina di diagnostica riporta le informazioni principali sul funzionamento del sistema.

The screenshot shows a diagnostic menu with the following data:

System	Clock RTC
status 00000001	period 62514 uS
fault 00000000	error 14 uS
function 01111111	osctune 00000000
worktime 0:00:00	correct 2
pwr off 60 min	InOut
timer 0 min	inopto 00001100
temp 39.5 C	indig 00000000
Analog	outopto 00000000
an0 rssi 404 bit	outdig 00000000
an1 ntc 346 bit	Tank
an2 pulse 425 bit	dist 248p247a
Sonar	water 120 cm
status 00000001	Receiver
error 00000000	signal -110 dBm
pulse 14376 uS	error 0b 0f
temp 25.5 C	key code -

Tabella 6.0 – screenshot della diagnostica.

campo	descrizione	campo	descrizione
Status	variabile Ope.Field.STATUS	period	periodo del clock esterno da RTC (uS)
Fault	variabile Ope.Field.FAULT	error	errore del clock rispetto a 62500 uS (uS)
function	variabile Ope.Field.FUNCTION	osctune	registro di correzione OSCTUNE
worktime	tempo con la pompa in run (h:m:s)	correct	numero di correzioni eseguite
pwr off	countdown del switch off (min)	inopto	ingressi optoisolati - InOut.Field.InOpto.New
Timer	tempo del timer (min)	indig	ingressi digitali - InOut.Field.InDig.New
Temp	temperatura scheda controller (°C)	outopto	uscite optoisolate - InOut.Field.OUTOPTO
an0 rssi	ingresso analogico rssi da RX434 (bit)	outdig	uscite digitali - InOut.Field.OUT
an1 ntc	ingresso analogico tensione su NTC (bit)	dist	distanza del target impulso/analogica (cm)
an2 pulse	ingresso analogico distanza target (bit)	water	livello dell'acqua (cm)
Status	variabile Sonar.Field.STATUS	signal	livello del segnale ricevuto dal RX434 (dBm)
Error	variabile Sonar.Field.ERROR	error	errori del RX434 bit/frame
Pulse	durata dell' impulso Sonar TOF (uS)	key code	codice del tasto ricevuto dal TLC
Temp	temperatura del Sonar (°C)	-	-

Tabella 6.1 – diagnostica.