

Centralina controllo pompa

INDICE

1	Il progetto.....	4
2	Gestione	6
2.1	TaskA_Main.....	6
2.2	TaskB_CpuClock.....	8
2.3	TaskC_InOut	12
2.4	Task ausiliari	13
2.5	Parametri ritentivi	13
3	Sonar	14
3.1	TaskD_Sonar.....	17
3.2	TaskH_Ntc	19
3.3	Propagazioni degli errori.....	20
4	Ricevitore radio.....	21
4.1	TaskG_Receiver.....	23
5	Funzioni	25
6	Diagnostica	26
7	Scheda controller	28
8	Display grafico.....	33
9	Installazione	34

Scariot Massimo

Revisione 01, 15/09/2013



Centralina controllo pompa in funzione.

Versioni software

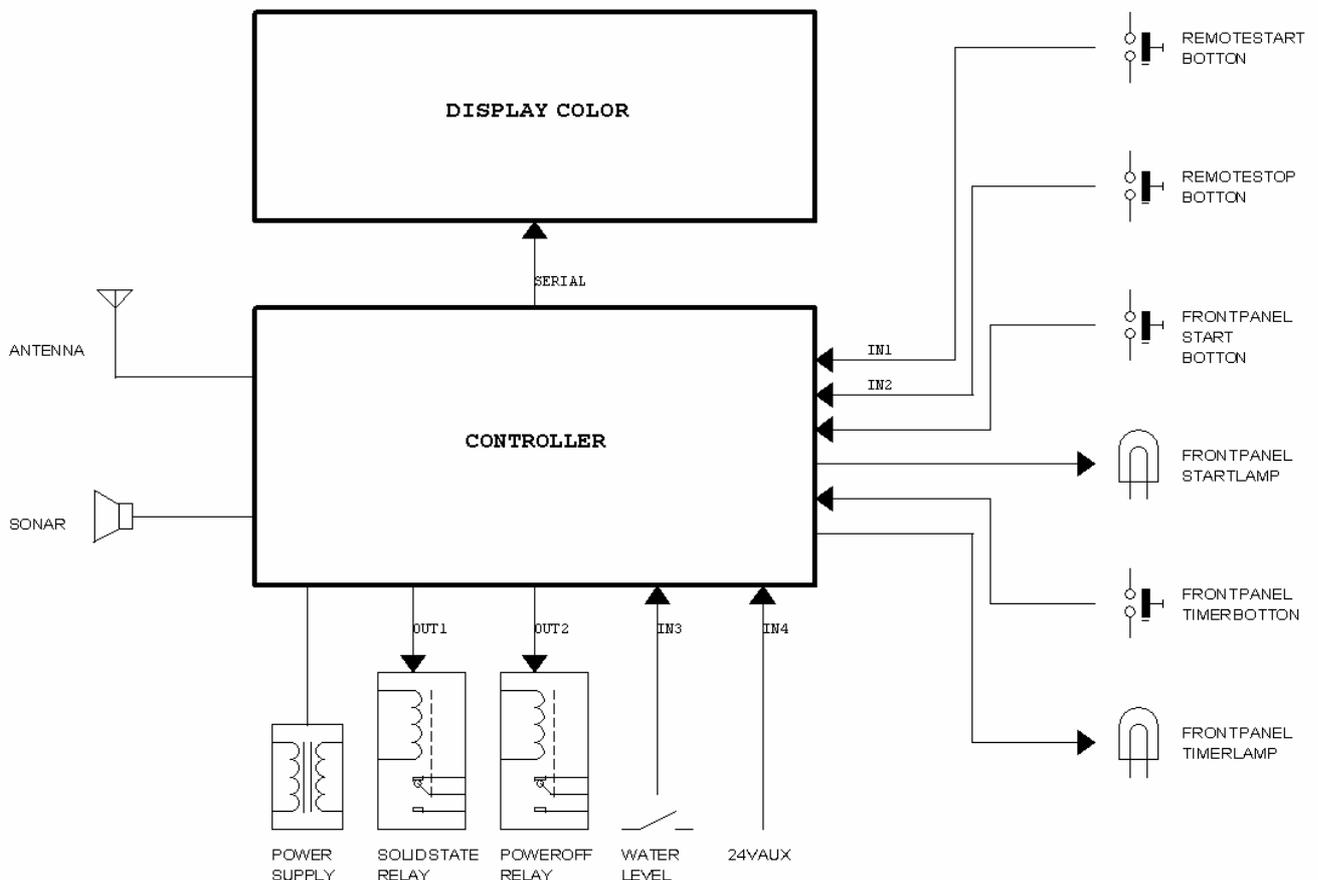
scheda controller: *Controller 1.1*
display grafico: *TerminalCPA 1.1*

1 Il progetto

Il progetto della centralina nasce dall'esigenza di gestire una pompa dell'acqua posta all'esterno di un pozzo artesiano utilizzato per l'irrigazione. La centralina comanda la pompa funzionante con 230 Vac, permette il funzionamento temporizzato con il Timer e controlla il livello dell'acqua presente; le caratteristiche sono:

Tensione di alimentazione	220-240 Vac
Consumo in Stop	4 watt
Pilotaggio pompa	relé statico con zero-crossing, max 10 A
Controllo	n° 1 pulsante frontale funzione Start/Stop n° 1 pulsante frontale funzione Timer n° 2 pulsanti remoti optoisolati 24 Vdc funzione Start/Stop telecomando a due tasti 434 MHz funzione Start/Stop
Timer	range 10–240 minuti, step 10'
Allarmi	livello minimo acqua mediante galleggiante alimentazione 24 volt per InOut
InOut	n° 4 ingressi 24 volt L < 5 volt H > 15 volt n° 4 uscite 24 volt max 500 mA non protette
Funzioni	misura del livello dell'acqua con Sonar, range 1/400 cm spegnimento automatico con sganciatore visualizzazione delle informazioni su display grafico a colori segnalazione sonora degli allarmi

Schema a blocchi



Il microcontrollore

Tutta la gestione è eseguita dal microcontrollore a 8 bit *Microchip 18F4620* presente nella scheda controller le cui principali caratteristiche sono :

- flash codice 65536 byte
- ram dati 1536 byte
- EE dati 256 byte
- Timer 3 x 16 bit – 1 x 8 bit
- CCP2 2 x 16 bit
- ADC 13 x 10 bit

Per gestire gli eventi sono state utilizzate molte risorse hardware presenti come indicato nella tabella seguente

<i>risorsa</i>	<i>priorità</i>	<i>funzione</i>
int0	high	misura dell'impulso ToF del Sonar
int1	low	ricezione del codice modulo RX443
int2	low	misura clock esterno da RTC
timer0	low	misura clock esterno da RTC
timer1	low	ricezione del codice modulo RX443
timer2	high	clock di sistema
timer3	low	misura dell'impulso ToF del Sonar
Ccp1	low	ricezione del codice modulo RX443
Ccp2	low	misura dell'impulso ToF del Sonar
uart	high	download del codice, invio dei dati al display grafico
adc	low	ingressi analogici

Tabella 1.0 – risorse utilizzate nel 18F4620.

Sistema operativo

Con l'utilizzo del RTOS *Salvo* è stato possibile strutturare il software in 8 task ognuno con funzioni specifiche come riportato nella tabella 1.1

<i>task</i>	<i>priorità</i>	<i>delay (ms)</i>	<i>funzione</i>
TaskA_Main	9	40	gestione pulsanti e funzioni
TaskB_CpuClock	10	2000	correzione del clock interno mediante clock da RTC
TaskC_InOut	10	60	lettura ingressi, analogica, scrittura delle uscite
TaskD_Sonar	10	2000/5000	gestione del Sonar
TaskE_Faux	9	500	funzioni ausiliarie: orologio, temperatura, livello rssi
TaskF_Diagno	12	300	trasmissione dei dati al display grafico
TaskG_Receiver	10	100	gestione del telecomando radio
TaskH_Ntc	12	2000	calcolo della temperatura nel Sonar con la Ntc

Tabella 1.1 – task presenti.

2 Gestione

2.1 TaskA_Main

Il *TaskA_Main* controlla le funzioni principali della centralina, ovvero accende/spegne la pompa a seconda dei pulsanti premuti o al telecomando e gestisce l'allarme del livello dell'acqua del 24 volt.

Stato del task

Lo stato del sistema è indicato dalla variabile *Ope.Field.STATUS* mediante i primi 3 bit mentre i due successivi indicano gli allarmi gestiti; questi si possono disabilitare, bit *AllOff*, chiudendo il ponticello P1 presente nella scheda controller. Il bit *Fault* indica un problema hardware nella scheda controller che viene indicato nella variabile *Ope.Field.FAULT*.

Ope.Field.STATUS							
7	6	5	4	3	2	1	0
Fault	BuzOff	AllOff	All24V	AllWater	Timer	PmpRun	PmpStop

Tabella 2.0 – variabile di stato del TaskA_Main.

bit	nome	descrizione
0	PmpStop	sistema in stop, pompa non in funzione
1	PmpRun	sistema in run, pompa in funzione
2	Timer	funzione Timer attiva
3	AllWater	allarme livello dell'acqua basso
4	All24V	allarme 24 volt non presente
5	AllOff	gli allarmi sono disabilitati mediante il ponticello P1 chiuso nella scheda controller
6	BuzOff	allarme sonoro disattivato
7	Fault	è presente un fault generato dalle periferiche

Gestione dei fault

Ope.Field.FAULT							
7	6	5	4	3	2	1	0
ClkErr	ClkPe	RX433	Sonar	Ntc	Therm	Rtc	I2c

Tabella 2.1 – variabile dei fault.

bit	nome	descrizione	reset
0	I2c	bus locale i2c non funzionante, le periferiche RTC e THERM non sono utilizzabili	no
1	Rtc	orologio digitale sul bus i2c non presente	no
2	Therm	termometro digitale sul bus i2c non presente	no
3	Ntc	sensore di temperatura nel Sonar non connesso o in corto circuito	si
4	Sonar	Sonar non presente	si
5	RX434	modulo radio a 434 MHz non presente	si
6	ClkPe	frequenza del clock esterno da RTC fuori dal range 15,7 Hz – 16,3 Hz	si
7	ClkErr	clock esterno da RTC non presente	si

Funzioni del sistema

La variabile *Ope.Field.FUNC* riporta le funzioni disponibili (tranne *IllOff*) modificabili nella pagina *Function*; da notare che eventuali fault hardware possono inibirne il funzionamento come indicato nella 2.3.

Ope.Field.FUNC							
7	6	5	4	3	2	1	0
IllOff	SvtComp	TimerSw	RXGain	RX433	ClkTune	Sonar	SwcOff

Tabella 2.2 – variabile delle funzioni.

bit	nome	descrizione	stato	
			on	off
0	SwcOff	spegnimento automatico fascia oraria 0:00-0:07 sis. in stop	on	off
1	Sonar	misura del livello dell'acqua con il Sonar	on	off
2	ClkTune	correzione del clock interno alla CPU	on	off
3	RX434	modulo radio a 434 MHz	on	off
4	RXGain	guadagno del modulo radio	HI -109dBm	LOW -90dBm
5	TimerSw	clock del timer software	RTC esterno	clock interno
6	SvtComp	correzione velocità del suono vs temperatura	on	off
7	IllOff	illuminazione del display grafico	on	off

fault	funzioni disponibili						
	SvtComp	TimerSw	RXGain	RX434	ClkTune	Sonar	SwcOff
I2c	√	-	√	√	-	√	-
Rtc	√	-	√	√	-	√	-
Therm	√	√	√	√	√	√	√
Ntc	-	√	√	√	√	√	√
Sonar	-	√	√	√	√	-	√
RX434	√	√	-	-	√	√	√
ClkPe	√	√	√	√	-	√	√
ClkErr	√	√	√	√	-	√	√

Tabella 2.3 – corrispondenza tra i fault attivi e le funzioni disponibili.

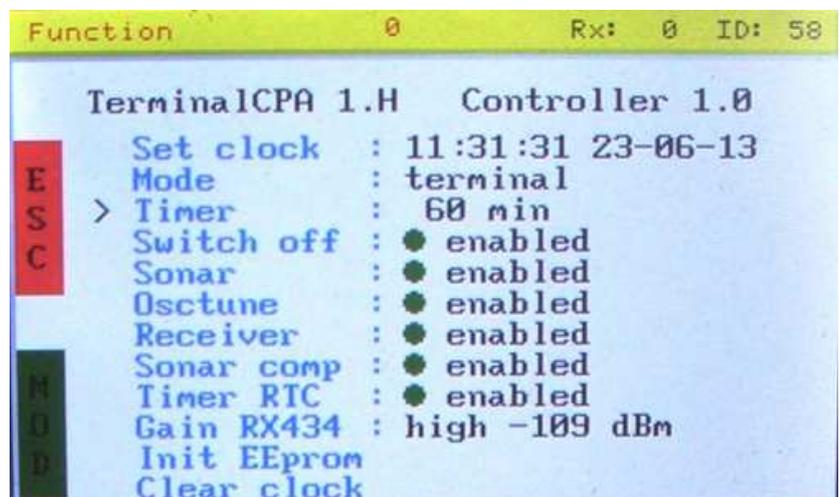


Figura 2.4 – Pagina di gestione delle funzioni.

2.2 TaskB_CpuClock

Il processore *18F4620* gestisce diverse sorgenti di clock tra cui un clock interno 4/8 MHz che permette di non utilizzare il quarzo esterno e di liberare i pin associati. Ho scelto di utilizzare il clock interno a 8 MHz anche se così si aumenta la complessità del software ed infatti il *TaskB_CpuClock* serve per gestire la stabilità in frequenza del clock interno.

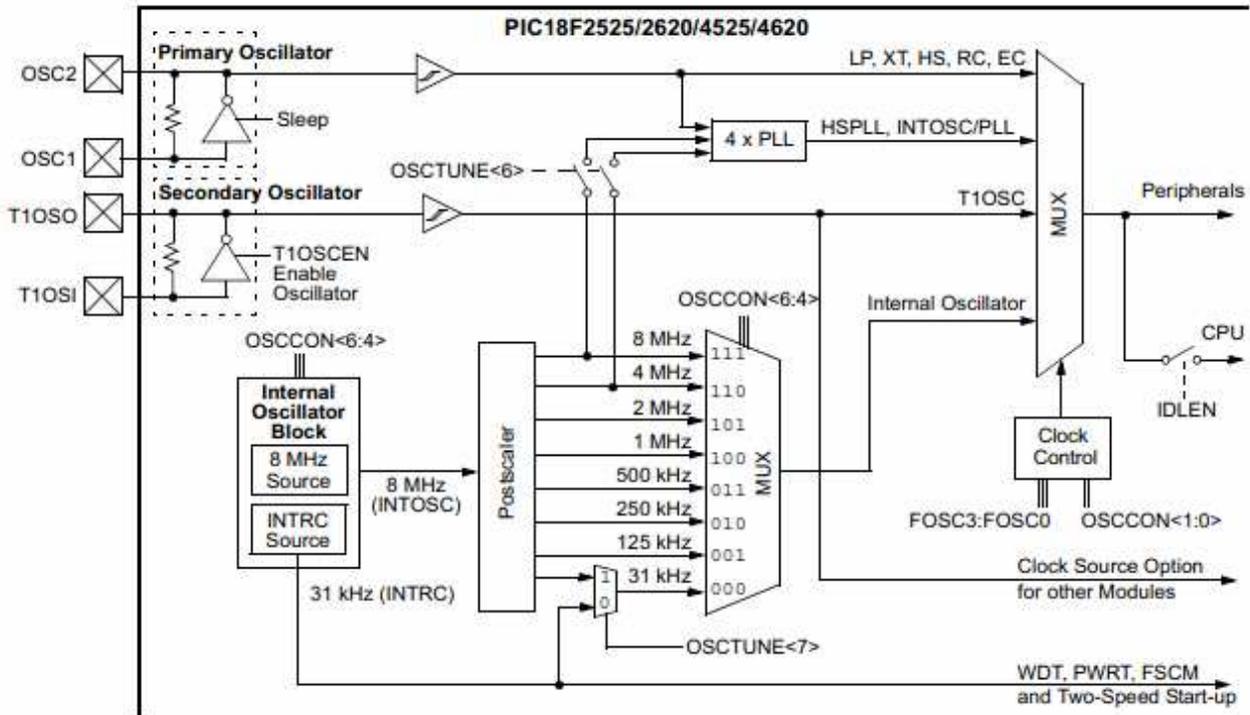


Figura 2.5 – sorgenti di clock nel uP 18F4620.

Caratteristiche

La stabilità e la precisione del clock CPU è fondamentale in quanto viene utilizzato dai timer interni per la gestione del Sonar e del modulo radio, ma il clock interno presenta alcuni particolarità:

- viene calibrato durante la fase di produzione a 25 °C
- la precisione della calibrazione è +/- 1 % typ, +/- 2 % max
- il clock varia in funzione delle temperatura
- il clock varia in funzione della tensione di alimentazione

La variazione in tensione/temperatura è dovuta al fatto che l'oscillatore non è quarzato ma la *Microchip* implementa il registro *OSCTUNE* per correggerne la frequenza: degli 8 bit presenti solo i primi 5 sono utilizzati per la correzione a partire dal valore 0x0 che corrisponde alla calibrazione di fabbrica. Il range coperto è del +/- 12% e quindi abbiamo:

- 0b00001111 : massima frequenza +12%
- 0b00010000 : minima frequenza -12%
- regolazione di 1 bit : Δ_b +/- 0.75 %
- regolazione @ 8 Mhz : Δ_f +/- 60 KHz

Solo quando il clock interno di 8 MHz si scosta di un valore superiore a $\Delta_b / 2$, ovvero 0,375 % pari a 30 KHz, sarà possibile correggerlo mediante il registro *OSCTUNE*. Il clock interno è disponibile sul pin RA6 diviso per un fattore di 4, ovvero 2 MHz, in modo da poter essere misurato.

Per rilevare il drift del *INTOSC* è necessario un clock di riferimento e a tal fine viene in aiuto l'RTC *M41T81* che opportunamente programmato genera sul pin *SQW* un clock ottenuto dal quarzo di 32768 Hz.

M41T81

Figure 18. Crystal Accuracy Across Temperature

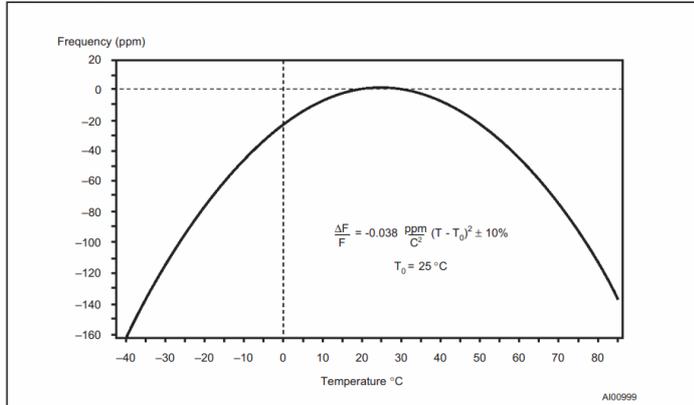


Figura 2.6 – frequenze disponibile sul pin *SQW* e stabilità del quarzo.

Square Wave Output

The M41T81 offers the user a programmable square wave function which is output on the *SQW* pin. RS3-RS0 bits located in 13h establish the square wave output frequency. These frequencies are listed in Table 12. Once the selection of the

SQW frequency has been completed, the *IRQ/FT/OUT/SQW* pin can be turned on and off under software control with the Square Wave Enable Bit (*SQWE*) located in Register 0Ah.

Table 12. Square Wave Output Frequency

Square Wave Bits				Square Wave	
RS3	RS2	RS1	RS0	Frequency	Units
0	0	0	0	None	-
0	0	0	1	32.768	kHz
0	0	1	0	8.192	kHz
0	0	1	1	4.096	kHz
0	1	0	0	2.048	kHz
0	1	0	1	1.024	kHz
0	1	1	0	512	Hz
0	1	1	1	256	Hz
1	0	0	0	128	Hz
1	0	0	1	64	Hz
1	0	1	0	32	Hz
1	0	1	1	16	Hz
1	1	0	0	8	Hz
1	1	0	1	4	Hz
1	1	1	0	2	Hz
1	1	1	1	1	Hz

Il processore misura il periodo del clock di riferimento mediante un timer soggetto alle variazioni del clock interno e in base alla misura è possibile calcolare il drift. Per la gestione della correzione sono utilizzate le seguenti risorse:

- interrupt INT2 : attivo sui fronti del clock di riferimento
- Timer0 16 bit : misura la durata del clock di riferimento

Per semplificare la gestione il Timer0 a 16 bit utilizza il clock *INTOSC/8*, ovvero 1 MHz, ottenendo una risoluzione di 1 uS/bit con un conteggio massimo di 65535 uS. Volendo utilizzare il massimo del range disponibile, il *M41T81* è programmato per generare una frequenza di 16 Hz con un periodo di 62500 uS. Tenendo conto della soglia di correzione pari a $\Delta_b / 2$ avremo:

- $62500 \text{ uS} - 0,375 \% = 62265 \text{ uS}$ soglia bassa *INTOSC* < 8 MHz
- $62500 \text{ uS} + 0,375 \% = 62734 \text{ uS}$ soglia alta *INTOSC* > 8 MHz

per comodità la soglia utilizzata è di +/- 250 uS ovvero +/- 0,4 % : questo sarà l'errore massimo del clock interno da applicare alle misure effettuate con i timer oltre altre questo valore interviene la correzione mediante il registro *OSCTUNE*. Nella variabile *Ope.Field.FAULT* gli ultimi due bit indicano eventuali errori nella gestione del clock di riferimento: *CLKPE* indica che la frequenza non è compresa nell'intervallo 15,7 – 16,3 Hz mentre se il clock non è presente si attiva il bit *CLKERR*.

Variazione in temperatura

Dopo aver stabilito il metodo per la correzione del clock e determinato l'errore massimo è necessario verificare l'effettiva variazione del clock CPU nel range di temperatura 0-60 °C: a tal fine è stata fatta una misura diretta del clock disponibile sul pin RA6 con un frequenzimetro digitale e una indiretta utilizzando la tecnica di correzione ovvero misurando il periodo del clock RTC di 16 Hz mediante il Timer0. Il grafico 2.7 indica che alla temperatura di 33 °C la misura del periodo è corretta mentre raggiunge un errore massimo del -0,4% a 0 °C e del +0,3% a 60 °C. L'andamento del errore di misura è lineare.

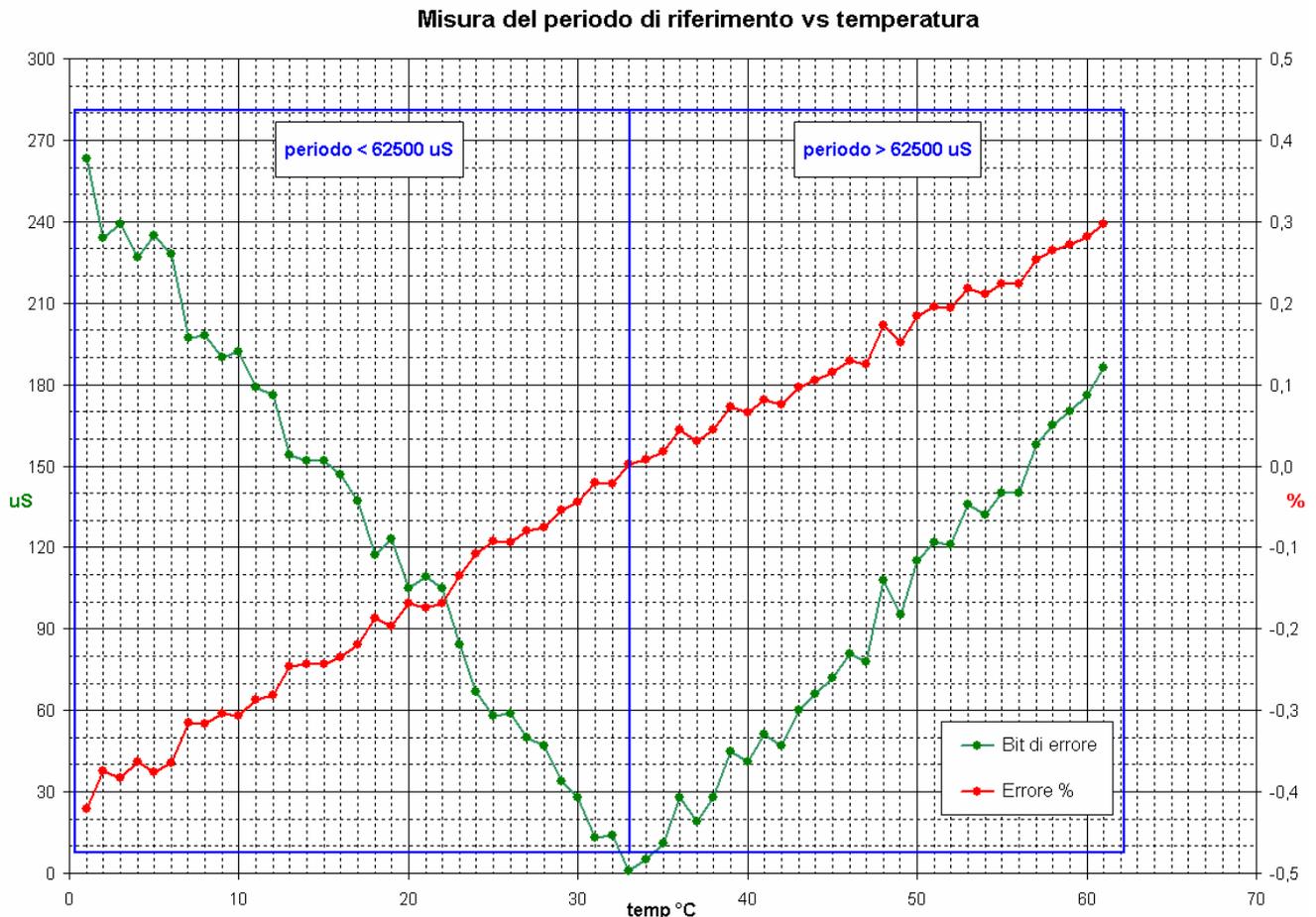


Grafico 2.7 – misura del periodo da 62500 uS vs temperatura.

I dati nella tabella 2.8 indicano che il clock su RA6 non raggiunge la soglia d'errore del 0,4% inibendo così la correzione a meno di una deriva del 18F4620 dovuta all'invecchiamento. L'errore sulla misura del clock di 16 Hz ha ovviamente lo stesso andamento del clock interno e questo indica che il clock di riferimento è stabile, indipendente dalla temperatura e convalida la tecnica di correzione implementata.

Misura del clock CPU in funzione della temperatura							
step	temperatura	CPU clock 2 MHz, interno 8 MHz			periodo clock di riferimento, 16 Hz		
		valore su RA6	errore		interno	valore	errore
	°C	KHz	Hz	%	KHz	μS	%
1	0	1993,800	-6400	-0,320	7974,400	62296	-0,326
2	10	1994,300	-5700	-0,285	7977,200	62320	-0,288
3	20	1996,800	-3200	-0,160	7987,200	62397	-0,165
4	30	1999,010	-990	-0,050	7996,040	62465	-0,056
5	40	2001,100	1100	0,055	8004,400	62536	0,058
6	50	2003,160	3160	0,158	8012,640	62605	0,168
7	60	2004,700	4700	0,235	8018,800	62657	0,251

Tabella 2.8 – misura del INTOSC/4 e del clock di riferimento vs temperatura.