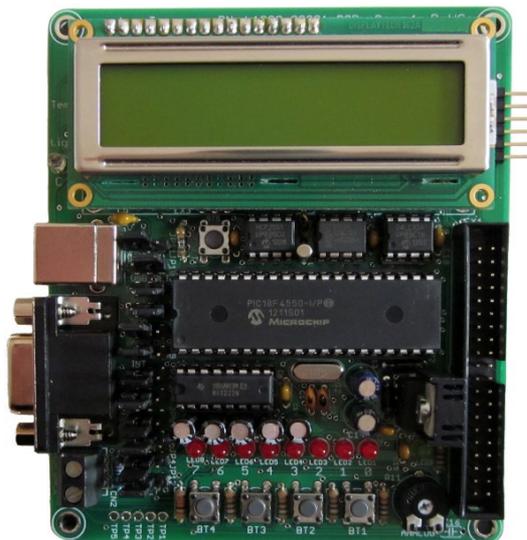


LaurTec

Freedom II

Manuale Utente



Autore : *Mauro Laurenti*

ID: PJ7002-IT

Informativa sul diritto d'autore

Come prescritto dall'art. 1, comma 1, della legge 21 maggio 2004 n.128, l'autore avvisa di aver assolto, per la seguente opera dell'ingegno, a tutti gli obblighi della legge 22 Aprile del 1941 n. 633, sulla tutela del diritto d'autore. Tutti i diritti di questa opera sono riservati. Ogni riproduzione ed ogni altra forma di diffusione al pubblico dell'opera, o parte di essa, senza un'autorizzazione scritta dell'autore, rappresenta una violazione della legge che tutela il diritto d'autore, in particolare non ne è consentito un utilizzo per trarne profitto.

La mancata osservanza della legge 22 Aprile del 1941 n. 633 è perseguibile con la reclusione o sanzione pecuniaria, come descritto al Titolo III, Capo III, Sezione II.

A norma dell'art. 70 è comunque consentito, per scopi di critica o discussione, il riassunto e la citazione, accompagnati dalla menzione del titolo dell'opera e dal nome dell'autore.

L'autore si riserva il diritto di aggiornare la documentazione tecnica e le specifiche del sistema, senza preavviso. Si raccomanda pertanto di controllare periodicamente sul sito www.LaurTec.it la presenza di nuove versioni e aggiornamenti del prodotto.

Tutti i marchi citati in quest'opera sono dei rispettivi proprietari.

Avvertenze

Il KIT descritto nell'articolo può essere utilizzato in molteplici applicazioni. La responsabilità sul prodotto è limitata al KIT in se e non all'applicazione finale realizzata. Chiunque decida di far uso delle nozioni riportate nel seguente articolo o decida di realizzare i circuiti proposti, è tenuto a prestare la massima attenzione in osservanza alle normative in vigore sulla sicurezza.

L'autore declina ogni responsabilità per eventuali danni causati a persone, animali o cose derivante dall'utilizzo diretto o indiretto del materiale, dei dispositivi e del software presentati o ai quali si rimanda nella seguente documentazione.

L'autore ringrazia anticipatamente per la segnalazione di ogni errore.

Marcatura CE



Il progetto PJ7002 (Freedom II) è conforme alla direttiva europea:

2011/65/UE

Relativa alla restrizione di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

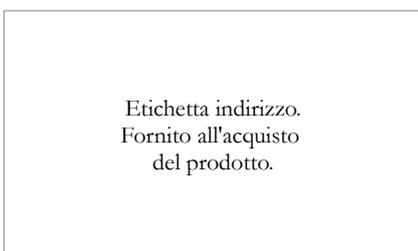
Smaltimento



Secondo la Direttiva Europea 2012/19/EU tutti i dispositivi elettrici/elettronici devono essere considerati rifiuti speciali e non devono essere gettati tra i rifiuti domestici. La gestione e lo smaltimento dei rifiuti elettrici/elettronici viene a dipendere dalle autorità locali e governative. Un corretto smaltimento dei rifiuti permette di prevenire conseguenze negative per l'ambiente e ai suoi abitanti. È obbligo morale, nonché legale, di ogni singolo cittadino, di attenersi alla seguente Direttiva.

Contatti

Per maggiori informazioni è possibile contattare Mauro Laurenti al sito www.LaurTec.it sezione contatti o inviare richieste scritte all'indirizzo :



Indice

Introduzione	4
Specifiche Tecniche	4
Analisi del progetto	5
Il microcontrollore.....	5
Il quarzo	6
L'alimentatore.....	10
Il bus RS232.....	12
Il bus USB.....	13
Il bus CAN.....	16
Il bus I2C.....	18
Interfaccia grafica LED.....	21
Interfaccia grafica LCD.....	22
Pulsanti.....	24
Sensori analogici.....	25
Altre periferiche.....	30
Connettore di espansione.....	31
Schede di espansione.....	32
Connettore di Programmazione e Debug.....	35
Layout Periferiche.....	36
Istruzioni per il montaggio	37
Bibliografia	40
History	41

Introduzione

La scheda di sviluppo Freedom II, è una scheda completa che permette di sviluppare molte applicazioni con PIC a 40 pin, senza richiedere l'aggiunta di hardware esterno. Applicazioni con USB, CAN, RS232, grafiche, analogiche e digitali, potranno facilmente essere sviluppate. La compatibilità della scheda con i programmatori e i debugger della Microchip la rendono inoltre integrabile nei suoi sistemi di sviluppo quali MPLAB IDE e MPLAB X.

Specifiche Tecniche

Alimentazione : 9V DC $\pm 5\%$ 

Assorbimento : 250mA max a 25°C

Temperatura Ambiente operativa: 0-40°C

Dimensioni : 94 x 110 mm

Part Number : PJ7002-KIT-A (KIT Assemblato)

Part Number : PJ7002-KIT-U (KIT da Assemblare)

Versione : 4

Peso Montata : 130g

Il sistema Freedom II supporta il seguente hardware, senza richiedere l'aggiunta di componenti esterni:

- Supporto USB
- Supporto RS232
- Supporto CAN
- Supporto I2C
- Supporto SPI
- EEPROM
- Real Time Clock Calendar
- Cicalino
- 8 LED
- 4 pulsanti
- Sensore di temperatura
- Sensore di luminosità
- Trimmer per ingresso analogico
- LCD 16x2 con retroilluminazione e trimmer di contrasto
- Connettore di espansione EX1
- Programmazione on board e Debug compatibile con gli strumenti Microchip

Analisi del progetto

In Figura 1 è riportato lo schema elettrico della scheda di sviluppo Freedom II. La scheda è stata progettata al fine di permettere lo sviluppo di un gran numero di applicazioni, senza dover aggiungere componenti esterni.

Per una corretta descrizione e facile comprensione dello schema, l'hardware è introdotto per blocchi funzionali, mostrando così che la complessità dello schema è solo legata all'impatto iniziale. Si fa subito notare che la scheda possiede numerosi Jumper al fine di disattivare l'hardware. Questa opzione permette di far uso di hardware esterno connesso al connettore EX1, senza interferire con l'hardware già installato¹.

Il microcontrollore

Come prima cosa cerchiamo di capire con quali microcontrollori sia possibile utilizzare la scheda di sviluppo Freedom II. La scheda Freedom II è progettata per lo sviluppo di applicazioni con microcontrollori Microchip a 40 pin, siano essi della famiglia PIC16 o PIC18. Infatti una delle strategie della Microchip nello sviluppo dei propri microcontrollori è quello di avere una piedinatura compatibile. Questa caratteristica permette al progettista di migrare da un microcontrollore ad un altro con il minimo sforzo. Nonostante la politica di essere pin compatibili sia ben portata avanti, ci sono alcune periferiche che non utilizzano gli stessi pin. Un esempio è il modulo I2C, che in dispositivi con il modulo USB, risulta spostato rispetto alla posizione standard. Freedom II, possiede dei Jumper che permettono di ovviare a tale problema e utilizzare senza problemi PIC con modulo USB, senza perdere le funzionalità I2C presenti sulla scheda². I seguenti microcontrollori sono stati già testati con successo sulla scheda Freedom II:

PIC16

- PIC16F874
- PIC16F877
- PIC16F887

PIC18

- PIC18F4580
- PIC18F458
- PIC18F4550
- PIC18F4455

Il fatto che alcuni microcontrollori non siano presenti non significa che non possano essere utilizzati. La breve lista è riportata semplicemente per comodità. In ogni modo è bene sempre accertarsi se il PIC che viene utilizzato è compatibile con la scheda. In particolare che le periferiche che verranno utilizzate, siano compatibili con l'organizzazione della scheda di sviluppo Freedom II.

¹ Come regola generale ogni periferica è attivata se il Jumper è chiuso a sinistra (pin 1 e 2 cortocircuitati). Si faccia riferimento ai paragrafi successivi per maggiori dettagli.

² La scheda Freedom II, possiede infatti EEPROM ed un Real Time Clock Calendar, la cui gestione avviene per mezzo del bus I2C.

Il quarzo

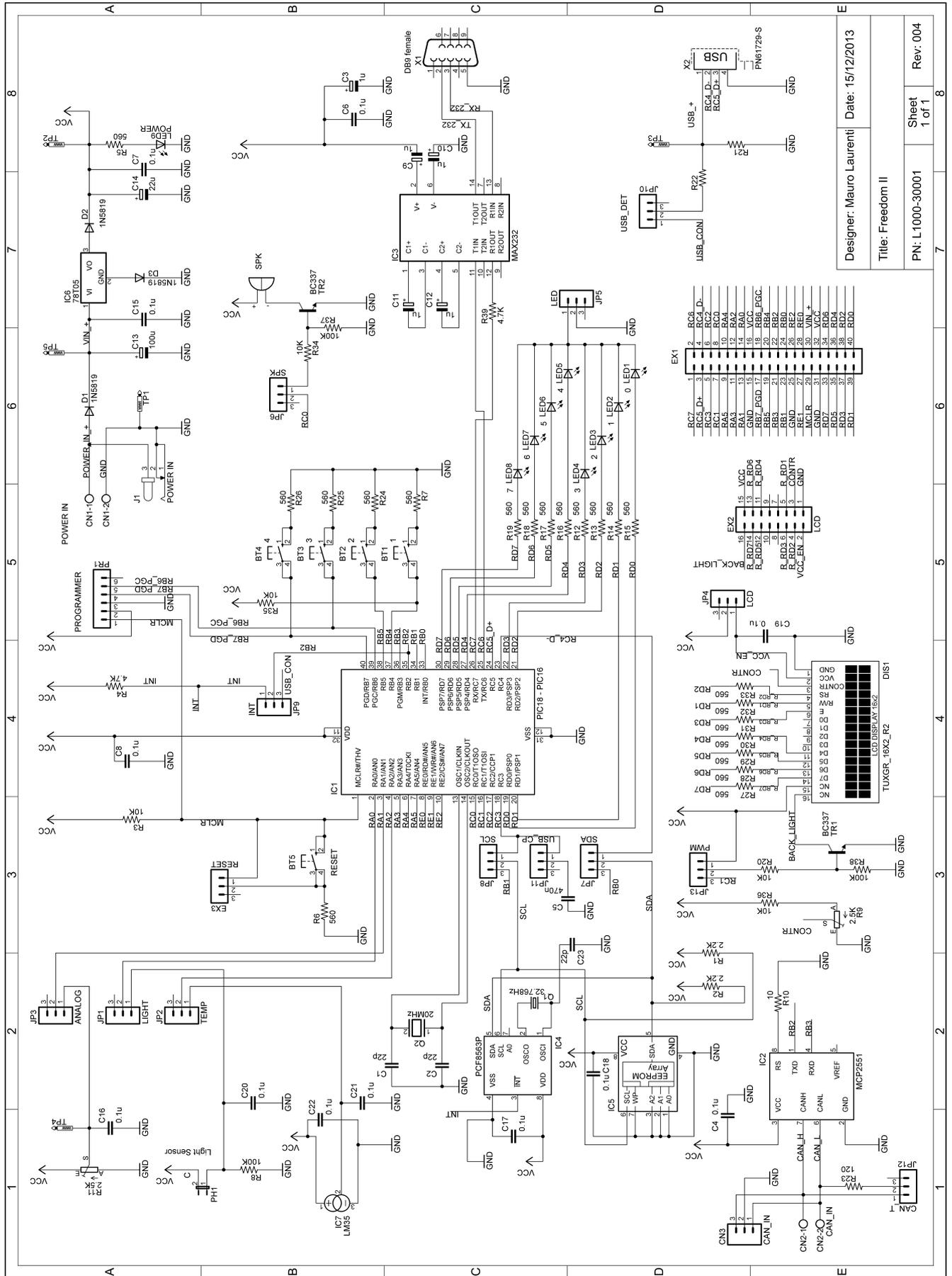
Ogni microcontrollore ha bisogno di un clock per poter funzionare. Il clock rappresenta la base del tempo che il microcontrollore utilizza per l'esecuzione delle istruzioni per cui è stato programmato. Alcuni microcontrollori della Microchip, per esempio il PIC18F4550, hanno la possibilità di generare un clock interno. Questo significa che lo schema base per utilizzare il microcontrollore consiste semplicemente nella connessione dell'alimentazione e della circuiteria di Reset³. Per supportare i PIC che come il PIC16F877 non possiedono l'opzione del clock interno, Freedom II possiede la circuiteria esterna per generare il clock. Questa consiste nel quarzo Q2 e dai condensatori ceramici C1 e C2, come riportato in Figura 1. La presenza del quarzo può in ogni modo essere necessaria per quelle applicazioni in cui la stabilità del clock risulta particolarmente importante. Per esempio se si volesse utilizzare il bus CAN al massimo della sua velocità, è bene far uso di un quarzo esterno. Infatti per mezzo del quarzo esterno è possibile ottenere una stabilità del clock superiore a quella ottenibile utilizzando l'oscillatore interno.

Si fa notare che, sulla scheda Freedom II, i pin associati al quarzo, qualora si facesse uso dell'oscillatore interno, non possono essere utilizzati come I/O pin. Questa scelta discende dal fatto, che se si fossero aggiunte le piste per supportare l'opzione di utilizzare i pin del quarzo, si sarebbero potuti avere, nel caso in cui si fosse deciso di usare il quarzo esterno, problemi di oscillazione.

In ultimo è bene far notare che i condensatori C1 e C2 da 22pF sono idonei per il quarzo da 20MHz fornito nel kit. Nel caso si facesse uso di un quarzo a frequenza differente è bene accertarsi che i condensatori C1 e C2 siano ancora idonei a permettere la sua oscillazione. Maggiori informazioni a riguardo sono normalmente disponibili nel datasheet del microcontrollore utilizzato e nel datasheet del quarzo stesso⁴.

³ Dal momento che i PIC possiedono una circuiteria di Reset interna, quella esterna non è obbligatoria, ma dal momento che non è escluso che il nostro programma si blocchi, è bene prevedere un Reset esterno.

⁴ Per una più completa descrizione dell'oscillatore dei PIC è bene far riferimento sempre al datasheet. Infatti i PIC accettano anche risonatori ceramici, per i quali è necessario utilizzare valori di C1 e C2 differenti. In ultimo, ma non meno importante, i PIC hanno differenti modalità di oscillazione, da selezionare opportunamente a seconda della frequenza del quarzo.



Designer: Mauro Laurenti Date: 15/12/2013
 Title: Freedom II
 PN: L1000-30001 Sheet 1 of 1
 Rev: 004

Figura 1: Schema elettrico di Freedom II.

Lista Componenti

Resistori

R1 = 2.2K Ω 5% 1/4W
R2 = 2.2K Ω 5% 1/4W
R3 = 10K Ω 5% 1/4W
R4 = 4.7K Ω 5% 1/4W
R5 = 560 Ω 5% 1/4W
R6 = 560 Ω 5% 1/4W
R7 = 560 Ω 5% 1/4W
R8 = 100K Ω 5% 1/4W
R9 = 2.5K Ω 5% 1/4W Trimmer
R10 = 10 Ω 5% 1/4W
R11 = 2.5K Ω 5% 1/4W Trimmer
R12 = 560 Ω 5% 1/4W
R13 = 560 Ω 5% 1/4W
R14 = 560 Ω 5% 1/4W
R15 = 560 Ω 5% 1/4W
R16 = 560 Ω 5% 1/4W
R17 = 560 Ω 5% 1/4W
R18 = 560 Ω 5% 1/4W
R19 = 560 Ω 5% 1/4W
R20 = 10K Ω 5% 1/4W
R21 = Vedi Paragrafo USB (Opzionale)
R22 = Vedi Paragrafo USB (Opzionale)
R23 = 120 Ω 1% 0.6W (ossidi di metallo)
R24 = 560 Ω 5% 1/4W
R25 = 560 Ω 5% 1/4W
R26 = 560 Ω 5% 1/4W
R27 = 560 Ω 5% 1/4W
R28 = 560 Ω 5% 1/4W
R29 = 560 Ω 5% 1/4W
R30 = 560 Ω 5% 1/4W
R31 = 560 Ω 5% 1/4W
R32 = 560 Ω 5% 1/4W
R33 = 560 Ω 5% 1/4W
R34 = 10K Ω 5% 1/4W
R35 = 10K Ω 5% 1/4W
R36 = 10K Ω 5% 1/4W
R37 = 100K Ω 5% 1/4W
R38 = 100K Ω 5% 1/4W
R39 = 4,7K Ω 5% 1/4W

Condensatori

C1 = 22pF ceramico
C2 = 22pF ceramico
C3 = 1 μ F elettrolitico 100V
C4 = 0.1 μ F ceramico 50V
C5 = 470nF ceramico 50V
C6 = 0.1 μ F ceramico 50V
C7 = 0.1 μ F ceramico 50V
C8 = 0.1 μ F ceramico 50V
C9 = 1 μ F elettrolitico 100V
C10 = 1 μ F elettrolitico 100V
C11 = 1 μ F elettrolitico 100V
C12 = 1 μ F elettrolitico 100V
C13 = 100 μ F elettrolitico 25V
C14 = 22 μ F elettrolitico 35V
C15 = 0.1 μ F ceramico 50V
C16 = 0.1 μ F ceramico 50V (Opzionale)
C17 = 0.1 μ F ceramico 50V
C18 = 0.1 μ F ceramico 50V
C19 = 0.1 μ F ceramico 50V
C20 = 0.1 μ F ceramico 50V
C21 = 0.1 μ F ceramico 50V
C22 = 0.1 μ F ceramico 50V
C23 = 22pF ceramico

Circuiti Integrati

IC1 = PIC18 – PIC16 40 pin
IC2 = MCP2551
IC3 = MAX232
IC4 = PCF8563P
IC5 = 24LC32
IC6 = 7805
IC7 = LM35

Diodi

LED1 = LED 3mm rosso

LED2 = LED 3mm rosso

LED3 = LED 3mm rosso

LED4 = LED 3mm rosso

LED5 = LED 3mm rosso

LED6 = LED 3mm rosso

LED7 = LED 3mm rosso

LED8 = LED 3mm rosso

LED9 = LED 3mm verde

D1 = 1N5819

D2 = 1N5819

D3 = 1N5819

Pulsanti

BT1 = micro-pulsante per PCB

BT2 = micro-pulsante per PCB

BT3 = micro-pulsante per PCB

BT4 = micro-pulsante per PCB

BT5 = micro-pulsante per PCB

Quarzi

Q1 = 32.768Hz

Q2 = 20MHz

Altro

PH1 = Sensore Luminoso TEPT4400 (Vishay)

SPK = Cicalino auto-oscillante

TR1 = Transistor NPN BC337

TR2 = Transistor NPN BC337

DIS1 = Display LCD16x2 compatibile Hitachi 44780

Connettori

CN1 = con-wago 2 pin (Opzionale)

CN2 = con-wago 2 pin

CN3 = con-amp-quick 3 pin (Opzionale)

EX1 = ICD 40 pin (maschio o femmina)

EX2 = ICD 16 pin (Opzionale)

EX3 = 3 pin Jumper (Opzionale)

J1 = Connettore cilindrico alimentatore 2.1mm

JP1 = Jumper 3 pin (LIGHT)

JP2 = Jumper 3 pin (TEMP)

JP3 = Jumper 3 pin (ANALOG)

JP4 = Jumper 3 pin (LCD)

JP5 = Jumper 3 pin (LED)

JP6 = Jumper 3 pin (SPK)

JP7 = Jumper 3 pin (SDA)

JP8 = Jumper 3 pin (SCL)

JP9 = Jumper 3 pin (INT)

JP10 = Jumper 3 pin (USB_DET)

JP11 = Jumper 3 pin (USB_CP)

JP12 = Jumper 3 pin (CAN_T)

JP13 = Jumper 3 pin (PWM) con ponticello corto

PR1 = Jumper 6 pin 90 gradi

X1 = DB9 femmina

X2 = Connettore USB per periferiche (tipo B)

L'alimentatore

In Figura 2 è riportato lo schema elettrico del convertitore DC/DC installato a bordo della scheda Freedom II. Come dice il nome stesso, questo accetta in ingresso una tensione DC ed ha una tensione DC regolata in uscita. In particolare la tensione per cui è stato dimensionato il progetto è di 9V in ingresso e 5V in uscita. L'alimentatore per alimentare Freedom II deve erogare una corrente di 600mA⁵ ed essere protetto da un fusibile. La tensione di uscita deve essere di 9V DC.

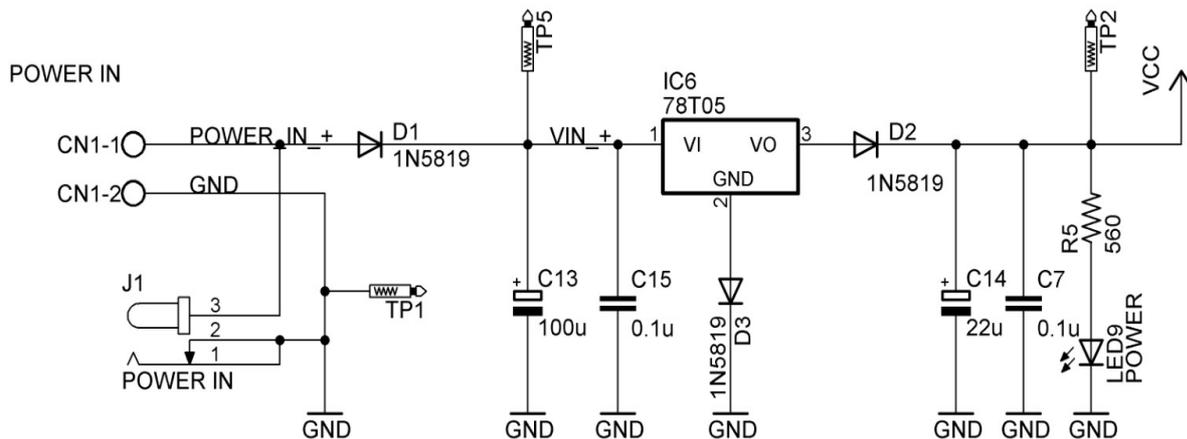


Figura 2: Schema elettrico del convertitore DC/DC.

Dallo schema è possibile osservare che la connessione dell'alimentatore esterno può avvenire sia facendo uso di alimentatori standard con connettore cilindrico con la seguente polarità:



o per mezzo di alimentatori da laboratorio o moduli, facendo uso del connettore opzionale con-wago a due poli.

Il regolatore DC/DC è protetto da accidentali inversioni di polarità per mezzo del diodo D1. Infatti, se la tensione dovesse avere una polarità inversa da quella accettata dal regolatore lineare 78T05, il diodo non conduce, ovvero sarà interdetto. La sua interdizione è equivalente ad un circuito aperto, garantendo così una protezione al regolatore e a tutta la circuiteria connessa alla scheda. Si fa notare che anche VIN+, riportato sul connettore di espansione EX1, risulta protetto contro le inversioni di polarità.

In uscita al regolatore è presente il LED9 di colore verde. Questo segnala se la scheda di sviluppo è alimentata. Tale spia è particolarmente utile qualora si alimenti la scheda con polarità errata. Infatti se così fosse, tale LED non si accenderebbe. E' bene notare che il LED9, seppur acceso, non indica che l'alimentazione ha un valore corretto. Infatti il regolatore 78T05⁶, per poter funzionare correttamente deve avere al suo ingresso almeno

⁵ Il valore 600mA non è dimensionato per eventuale hardware esterno collegato al sistema Freedom II per mezzo del connettore di espansione EX1. Se si fa dunque utilizzo di hardware esterno, è bene far uso di un alimentatore più potente. In particolare non bisogna superare 1A, considerando il consumo dell'hardware esterno a 9V o 5V e l'alimentazione principale a 5V della scheda.

⁶ Si fa notare che il limite massimo di corrente del regolatore 78T05 è di 1A ma la scheda è specificata per un massimo di 250mA. Volendo usare correnti maggiori per mezzo del connettore EX1 è consigliabile prelevare la tensione di 9V e usare

7.0V⁷. Qualora non li dovesse avere, il regolatore potrebbe ancora riuscire a far accendere il LED9, ma la sua tensione di uscita non è di 5V. Un test che è possibile fare in caso di problemi, è per mezzo dei cosiddetti Test Point, TP1 e TP2, che altro non sono che dei fori metallizzati in cui è possibile facilmente posizionare i puntali del tester. I Test Point sono localizzati alla sinistra dei pulsanti. Si capisce che se tutto funziona correttamente, tra TP1 e TP2 si dovrebbe misurare una tensione di 5V. In Tabella 1 è riportato un riassunto dei Test Point e delle loro funzioni.

Ulteriore nota meritano i condensatori, sia in ingresso che in uscita. Sebbene l'alimentatore da collegare debba avere una tensione DC in uscita, frequentemente questi hanno un ripple piuttosto alto. Al fine di ottenere 5V quanto più stabili possibile, il filtraggio effettuato dai condensatori in ingresso, nonché in uscita, risulta particolarmente importante. Per esempio un ripple troppo alto potrebbe causare uno sfarfallamento dei caratteri visualizzati dal display LCD o anche causare dei Reset del microcontrollore.

Test Point	Funzione
TP1	GND
TP2	+5V
TP3	USB +5V
TP4	Analog Trimmer
TP5	VIN +

Tabella 1: Funzione dei Test Point.

Per scelta progettuale, visto il numero elevato di PIC e configurazioni esistenti, si è scelto di non supportare l'alimentazione direttamente da USB.

La presenza dei diodi D2 e D3 permette di proteggere il regolatore e il programmatore qualora si stia alimentando la scheda per mezzo del programmatore stesso. Qualora si stia usando il PICKIT 2 o il PICKIT 3, si sconsiglia di usarli per alimentare la scheda Freedom II vista l'esigua corrente che possono fornire (poche decine di mA). Infatti la sola retroilluminazione del modulo LCD richiede una corrente di circa 100mA-120mA ed eccede da sola la massima corrente dei programmatori sopra citati. Per cui utilizzare sempre un alimentatore esterno al fine di non incorrere nei limiti di corrente.

Dal momento che D2 e D3 non sono inclusi nell'anello di controllo del 78T05 e la corrente che li attraversa risulta diversa⁸, Vcc di valore nominale 5V ha in realtà il valore di $4.9V \pm 5\%$.

un secondo regolatore dedicato all'applicazione.

⁷ Il valore 7.0V discende dal datasheet e non tiene conto che sulla scheda Freedom II è presente anche il diodo D3, la cui caduta di tensione deve sommarsi a quella minima.

⁸ Il diodo D2 è attraversato dalla corrente di carico (max. 250mA) mentre D3 dalla Iq del regolatore di pochi mA, tipicamente di 5mA.

Il bus RS232

Ogni sistema embedded, al fine di poter comunicare con altri sistemi, necessita di un bus di comunicazione. Il sistema Freedom II, come anche molti sistemi commerciali, possiede una porta di trasmissione seriale RS232 oltre a quella USB e CAN. In generale oltre a questi protocolli, sono anche presenti il protocollo I2C e SPI generalmente mutuamente esclusivi.

Il protocollo RS232 permette un facile interfacciamento con un qualsiasi computer che lo supporti. La massima distanza tra due sistemi che è possibile raggiungere è di circa 15m, ma questa viene a dipendere molto dalla qualità del cavo e soprattutto dalla frequenza di trasmissione (baud rate) utilizzato. In Figura 3 è riportato lo schema elettrico relativo al protocollo RS232.

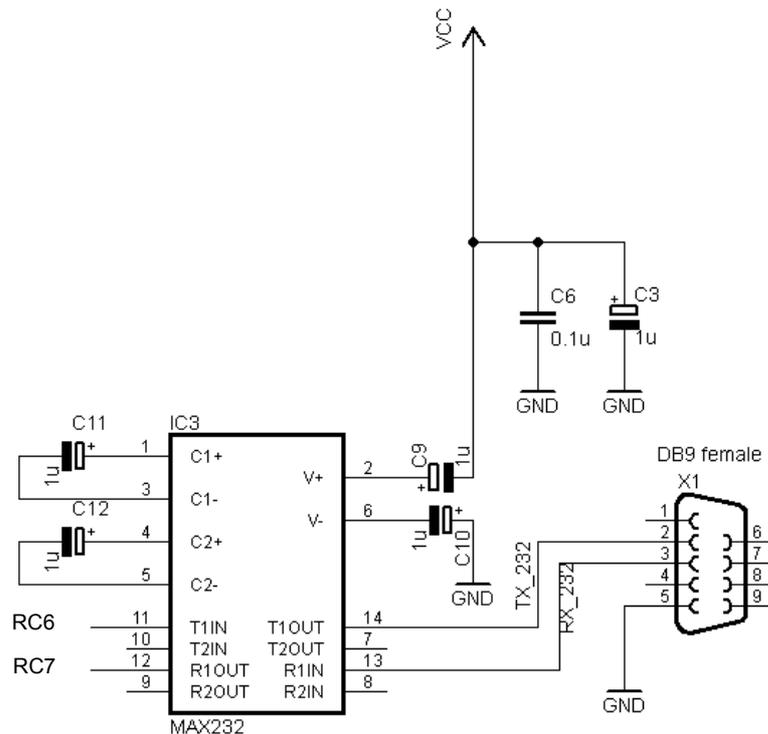


Figura 3: Schema elettrico dell'interfaccia RS232.

La traslazione di livello da TTL (0V-5V) a RS232, avviene per mezzo del comune MAX232 che per mezzo della sua pompa di carica composta da 4 condensatori da 1µF, permette di ottenere i livelli di tensione richiesti dalle specifiche RS232⁹. L'uscita del bus RS232 è effettuata per mezzo del connettore DB9 femmina secondo la stessa piedinatura utilizzata dai personal computer. In particolare il pin RX e TX sono invertiti in maniera da effettuare il collegamento null modem richiesto. Il cavo necessario per la connessione tra il PC e Freedom II è quello standard per modem.

⁹ Per ulteriori informazioni sul protocollo RS232 si rimanda al Tutorial “*Il protocollo RS232*” scaricabile dal sito www.LaurTec.it

Il bus USB

Oltre alla porta RS232, il mercato attuale ha portato praticamente ogni dispositivo elettronico ad avere la porta USB con la quale potersi collegare al PC. La flessibilità introdotta da tale standard è tale per cui recentemente è stata introdotta anche la nuova versione USB 3.0 (denominata SuperSpeed¹⁰) e USB 3.1 (SuperSpeed+).

L'utilizzo dell'USB risulta leggermente più complicato della porta seriale RS232, ma grazie a librerie con emulatori USB (rilasciate dalla Microchip stessa) è possibile realizzare applicazioni USB come per una normale porta RS232, almeno dal lato PC!

Per utilizzare propriamente l'USB è necessario impostare alcuni Jumper, questi sono gli stessi che è necessario impostare per utilizzare il modulo I2C. Queste impostazioni sono necessarie poiché i PIC con modulo USB hanno il modulo I2C in una posizione non standard rispetto agli altri PIC. In particolare i Jumper che è necessario impostare sono JP7 (SDA), JP8 (SCL) e JP11 (USB_CP).

Un esempio di PIC con modulo USB è il PIC18F4550. I Jumper JP7 (SDA) e JP8 (SCL) devono essere impostati come in Figura 4, in modo da avere rispettivamente il pin 2 e 3 connessi assieme. Questa impostazione riorganizza le linee SCL ed SDA.

■ ■ ■	JP11	USB_CP
■ ■ ■	JP10	USB_DET
■ ■ ■	JP08	SCL
■ ■ ■	JP07	SDA
■ ■ ■	JP03	ANALOG
■ ■ ■	JP09	INT
■ ■ ■	JP02	TEMP
■ ■ ■	JP06	SPK
■ ■ ■	JP05	LED
■ ■ ■	JP01	LIGHT
■ ■ ■	JP04	LCD
■ ■ ■	JP12	CAN_T

Figura 4: Impostazioni Jumper JP7 e JP8 per PIC.

In aggiunta a questi Jumper bisogna anche impostare il Jumper JP11 (USB_CP), per mezzo del quale si va a collegare un condensatore al pin RC3. Questo condensatore serve per mantenere stabile il regolatore lineare presente all'interno del PIC, per mezzo del quale viene generata la tensione di riferimento di 3.3V. Questa tensione è utilizzata dai i resistori di pull-up che identificano la modalità Full Speed e Low Speed. L'impostazione Full Speed e Low Speed deve essere fatta per mezzo dei resistori interni al PIC, infatti Freedom II non possiede i resistori esterni, altrimenti necessari, ma sfrutta quelli interni al PIC18F4550. In Figura 5 è riportata l'impostazione del Jumper JP11 (USB_CP). Si fa notare che per i PIC in cui non è presente il modulo USB il condensatore deve essere disconnesso. Se non dovesse essere disconnesso, il bus I2C potrebbe non lavorare propriamente a causa dell'eccessivo carico capacitivo.

Per ragioni legate al numero di applicazioni e impostazioni, si è preferito non supportare l'alimentazione della scheda Freedom II direttamente da USB. Infatti durante la fase sperimentale è facile commettere errori, i quali nel caso peggiore, potrebbero danneggiare il PC. Per evitare questo, dunque, Freedom II non preleva l'alimentazione dal

¹⁰ Per maggiori informazioni sui vari standard e specifiche tecniche, si rimanda al datasheet del PIC utilizzato e al sito ufficiale dell'USB IF www.usb.org.

PC, garantendo una connessione più sicura.

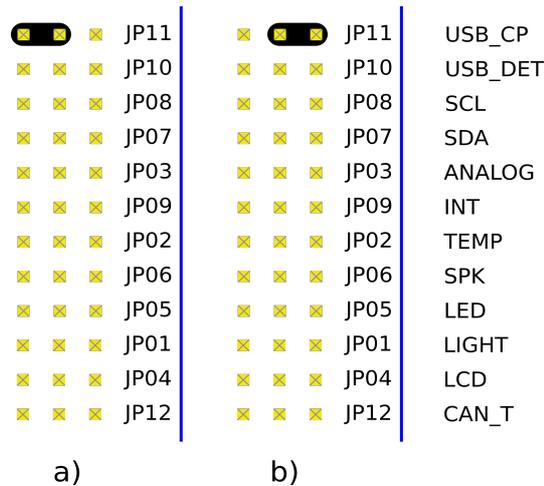


Figura 5: Impostazioni Jumper JP11 a) condensatore connesso, b) condensatore disconnesso.

Pur non prelevando l'alimentazione dal PC, Freedom II supporta il rilevamento della connessione del cavo USB. Questo viene fatto per mezzo di semplici resistori, come riportato in Figura 6.

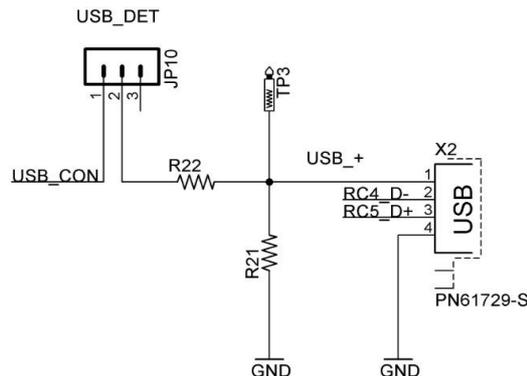


Figura 6: Schema elettrico della sezione USB.

In particolare, tale configurazione è quella suggerita sul datasheet del PIC18F4550. Il resistore R21 rappresenta il resistore di pull-down, ovvero fissa un livello logico 0 quando il cavo USB è scollegato. R22 è invece un resistore di protezione, per mezzo del quale si limita la corrente in caso di cortocircuito o scariche ESD. I valori suggeriti dalla Microchip, ovvero 100KΩ possono essere utilizzati qualora non si faccia uso dei resistori di pull-up interni alla PORTB, cioè quando non si fa uso dei pulsanti BT2-BT4¹¹. Valori inferiori di resistori possono essere utilizzati mantenendo però a mente che, qualora si voglia far uso della modalità “Suspended Mode” come da specifica USB 2.0, la corrente del sistema deve essere inferiore a 2.5mA. Per impostare propriamente il rilevamento del cavo USB, se richiesto, è necessario impostare i Jumper JP10 (USB_DET) e JP9 (INT), come mostrato in Figura 7.

¹¹ BT1 possiede un resistore di pull-up indipendente, per cui può sempre essere usato.

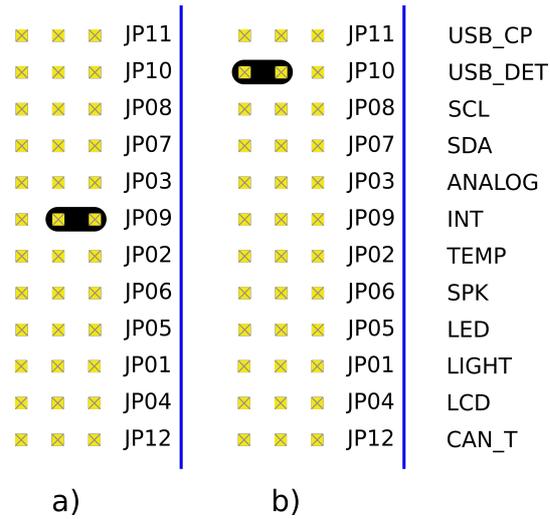


Figura 7: Impostazioni Jumper JP9 a) e JP10 b) per attivare il rilevamento del cavo USB.

Si fa notare che il Jumper JP9 (INT) è condiviso con il segnale d'interrupt del Clock/Calendar.

Il bus CAN

Molti sistemi embedded, supportano, per comunicazioni a lunga distanza, il protocollo RS485. Il sistema Freedom II, piuttosto che supportare il protocollo RS485 supporta il protocollo CAN per applicazioni automobilistiche. Lo standard di sicurezza raggiunto per mezzo di tale protocollo lo rendono di fatto lo standard per applicazioni automobilistiche¹². Frequentemente tale protocollo viene utilizzato anche in applicazioni robotiche e domotiche. In Figura 8 è riportato lo schema elettrico associato alla sezione CAN.

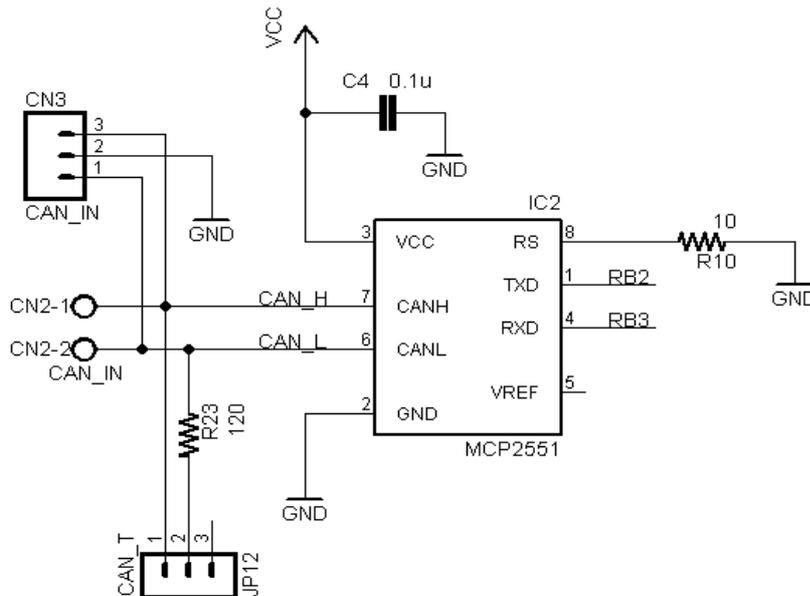


Figura 8: Schema elettrico della sezione CAN.

Dallo schema elettrico è possibile vedere che l'hardware esterno necessario è piuttosto semplice e consiste nel transceiver della Microchip MCP2551. Questo viene collegato ai pin RB2 ed RB3 del PIC. Si fa presente che non tutti i PIC possiedono il CAN engine. L'uscita del transceiver può essere prelevata per mezzo del connettore con-wago a due poli o alternativamente per mezzo dei connettori quick a tre poli. I due connettori non sono utilizzabili in contemporanea, in particolare il secondo è preferibile al primo quando il cavo di trasmissione ha la griglia di massa¹³.

L'uscita differenziale CAN può richiedere una terminazione da 120Ω. L'esigenza d'inserire o meno la terminazione dipende se il bus è già propriamente terminato. Per inserire la terminazione il Jumper JP12 (CAN_T) deve essere impostato come Figura 9 a), mentre per disinserire la terminazione deve essere impostato come Figura 9 b).

¹² Maggiori informazioni sullo standard possono essere trovati nel Tutorial "Il protocollo CAN" scaricabile al sito www.LaurTec.it. Nello stesso sito è anche possibile trovare la libreria CAN per il PIC18F4580.

¹³ Vista la semplicità dello stadio d'ingresso, è bene non utilizzare il sistema per comunicazioni a lunghe distanze. Questo discende dal fatto che sistemi a lunghe distanze alimentati con alimentatori differenti, potrebbero avere un potenziale di massa molto differente che potrebbe portare alla rottura del sistema. Per ovviare a tale problema, per lunghe distanze, si consiglia di utilizzare un foto-acoppiatore sulle linee TX-RX e proteggere ulteriormente le linee differenziali in uscita al transceiver.

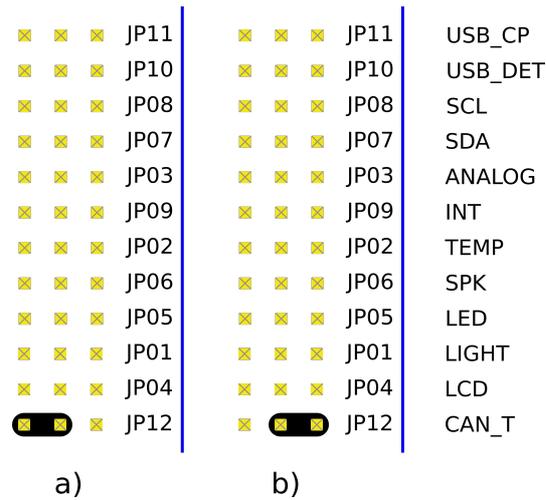


Figura 9: Impostazioni Jumper JP12 a) terminazione connessa, b) terminazione disconnessa.

Per poter usare propriamente il protocollo CAN bisogna fare in modo che il pin RB2 sia liberato dal carico rappresentato dal resistore di pull-up utilizzato per il Real Time Clock Calendar e il sistema di rilevamento dell'USB. Per fare questo, i Jumper JP9 (INT) e JP10 (USB_DET), devono essere impostati come riportato in Figura 10.

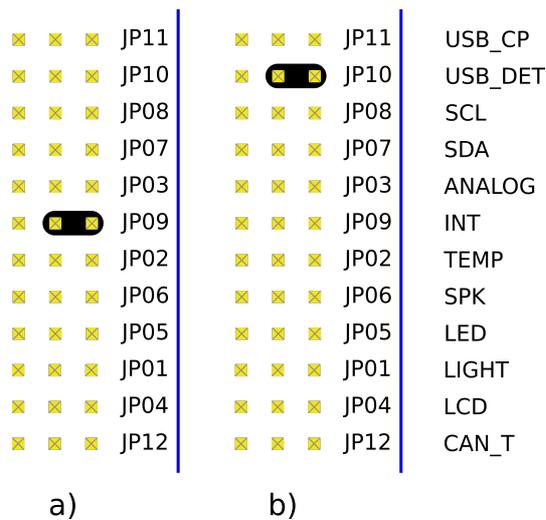


Figura 10: Impostazioni Jumper JP9 a) e JP10 b) per il corretto funzionamento del bus CAN.

Il bus I2C

Il bus I2C, inizialmente ideato dalla Philips, e successivamente rilasciato su licenza, è diventato di fatto lo standard utilizzato laddove il numero di pin per il controllo di un determinato dispositivo, deve essere ridotto¹⁴. Infatti il bus I2C richiede solamente 3 pin di controllo per il suo funzionamento¹⁵.

Sulla scheda Freedom II sono presenti due periferiche collegate al bus I2C. Queste sono la memoria EEPROM 24LC32 e il Real Time Clock/Calendar PCF8563P, come riportato in Figura 11. Per mezzo di questi due integrati è possibile rispettivamente memorizzare dati in maniera permanente e sapere l'ora e la data, nonché avere la possibilità di impostare un orario per un allarme.

Il bus I2C fa normalmente uso dei piedini RC3 e RC4 del PIC, collegati per mezzo dei due resistori R1 e R2 a Vcc. Questo collegamento è richiesto poiché le linee SDA (Serial Data) e SCL (Serial Clock), per mezzo delle quali avviene la trasmissione seriale, sono linee open-collector (o open-drain). Dal momento che si è detto che il bus I2C fa normalmente uso delle linee RC3 ed RC4, si capisce che ci sono dei casi in cui questo non è vero. I PIC che non rispettano questa piedinatura sono i PIC con modulo USB, come per esempio il PIC18F4550. Diversamente dagli altri PIC la linea SCL fa uso del pin RB1, mentre la linea SDA del pin RB0.

Questa incompatibilità ha reso necessaria la presenza di due Jumper sul bus I2C in modo da poter utilizzare ambedue le tipologie di PIC. I Jumper in questione sono JP7 (SDA) e JP8 (SCL), maggiori dettagli sono riportati in Figura 11.

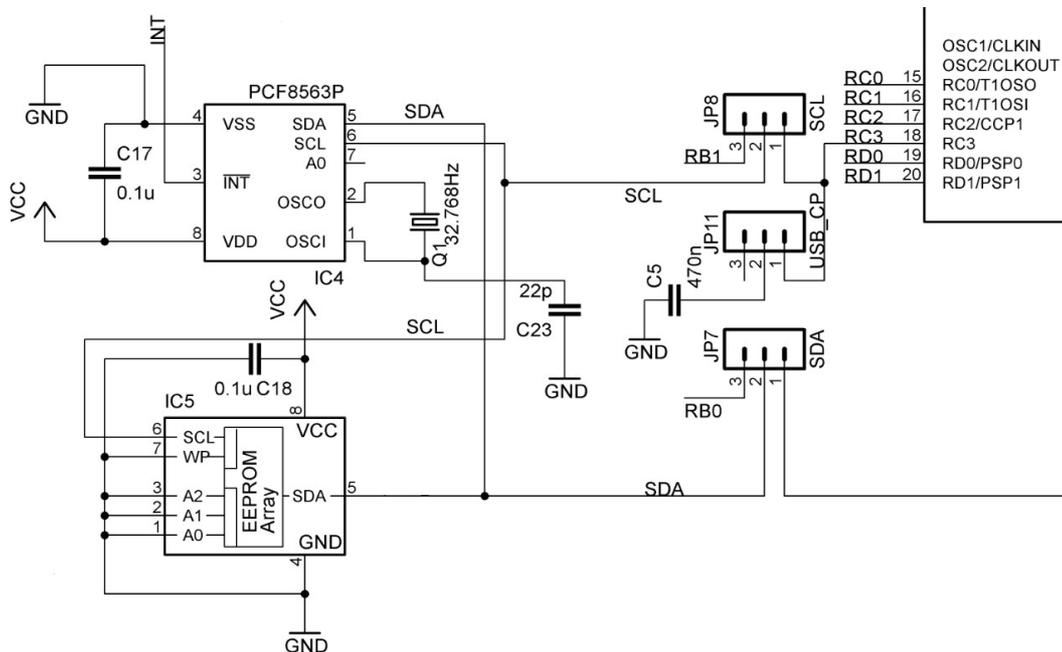


Figura 11: Schema elettrico della sezione bus I2C.

¹⁴ Un altro standard seriale frequentemente utilizzato in applicazioni in cui il controllo è fatto con pochi fili, è lo standard SPI. L'hardware per il controllo SPI è presente in molti PIC ed è generalmente mutuamente esclusivo con il modulo I2C. Ciononostante, implementare un protocollo SPI è relativamente semplice anche via software.

¹⁵ Per ulteriori informazioni sul protocollo I2C, si rimanda al Tutorial "Il protocollo I2C" scaricabile gratuitamente dal sito www.LaurTec.it.

Per il loro settaggio bisogna operare come segue:

PIC con bus I2C sui pin RC3-RC4

Un esempio di questi PIC è il PIC16F877 e il PIC18F4580. I Jumper JP7 (SDA) e JP8 (SCL) devono essere impostati come in Figura 12, in modo da avere rispettivamente il pin 1 e 2 connessi assieme.

■ ■ ■	JP11	USB_CP
■ ■ ■	JP10	USB_DET
■ ■ ■	JP08	SCL
■ ■ ■	JP07	SDA
■ ■ ■	JP03	ANALOG
■ ■ ■	JP09	INT
■ ■ ■	JP02	TEMP
■ ■ ■	JP06	SPK
■ ■ ■	JP05	LED
■ ■ ■	JP01	LIGHT
■ ■ ■	JP04	LCD
■ ■ ■	JP12	CAN_T

Figura 12: Impostazione dei Jumper JP7 e JP8 per PIC con modulo I2C su RC3 e RC4.

PIC con bus I2C sui pin RB0-RB1

Un esempio di questi PIC è il PIC18F4550. I Jumper JP7 (SDA) e JP8 (SCL) devono essere impostati come in Figura 13, in modo da avere rispettivamente il pin 2 e 3 connessi assieme.

■ ■ ■	JP11	USB_CP
■ ■ ■	JP10	USB_DET
■ ■ ■	JP08	SCL
■ ■ ■	JP07	SDA
■ ■ ■	JP03	ANALOG
■ ■ ■	JP09	INT
■ ■ ■	JP02	TEMP
■ ■ ■	JP06	SPK
■ ■ ■	JP05	LED
■ ■ ■	JP01	LIGHT
■ ■ ■	JP04	LCD
■ ■ ■	JP12	CAN_T

Figura 13: Impostazioni Jumper JP7 e JP8 per PIC con modulo I2C su RB0 e RB1.

Prelevando le linee SDA e SCL dal connettore EX1 è possibile collegare anche altre periferiche I2C. Nel fare questo bisogna però porre attenzione al fatto che le periferiche I2C che vengono aggiunte non abbiano un indirizzo che possa entrare in conflitto con quelli presenti nel sistema Freedom II e che siano compatibili col bus I2C a 5V. Una panoramica degli indirizzi¹⁶ usati (in esadecimale) è riportata in Tabella 2.

La presenza di più modelli EEPROM è legata alla compatibilità della piedinatura di

¹⁶ Si fa presente che è possibile montare anche altri tipi di memorie, purché siano alimentate a 5V e siano pin compatibili con le memorie riportate in Tabella 2.

quest'ultimi. Alcuni modelli hanno disponibili le linee A0, A1, A2¹⁷ in modo da poter collegare, sullo stesso bus, fino a 8 memorie del medesimo tipo, assegnando ad ognuna una terna A0, A1, A2 differente. In particolare la memoria presente su Freedom II ha queste linee collegate a massa, ovvero A0=0, A1=0, A2=0. Queste linee non sono presenti per il Real Time Clock Calendar il quale ha indirizzi di lettura e scrittura non modificabili. Per il funzionamento dell'orologio è presente un quarzo a 32768Hz per mezzo del quale è possibile ricavare la frequenza di un Hz. Il PCF8563 può essere impostato con un orario d'allarme. Quando si verifica un evento di allarme, viene generato un interrupt sulla linea INT (RB2) collegata per mezzo del resistore R4, a Vcc, in modo da poter implementare un collegamento Wired-or. Questo tipo di connessione permette di collegare più linee d'interrupt open collector (open drain) sulla linea INT.

Integrato	Indirizzo Read	Indirizzo Write
24LC512	A1 H	A0 H
24LC256	A1 H	A0 H
24LC128	A1 H	A0 H
24LC64	A1 H	A0 H
24LC32	A1 H	A0 H
PCF8563P	A3 H	A2 H

Tabella 2: Indirizzi Read/Write del bus I2C.

Da quanto, detto si capisce che per utilizzare correttamente il Real Time Clock/Calendar bisogna lasciare disponibili sia i pin per il bus I2C (RC3 e RC4) che il pin INT (RB2). Il resistore di pull-up presente sul pin RB2 può essere disattivato per mezzo del Jumper JP9 (INT). Il resistore e la relativa funzione d'interrupt del Clock Calendar sono attivati se il Jumper JP9 è impostato come Figura 14 a), mentre risulta disattivata se il Jumper JP9 è posizionato come Figura 14 b).

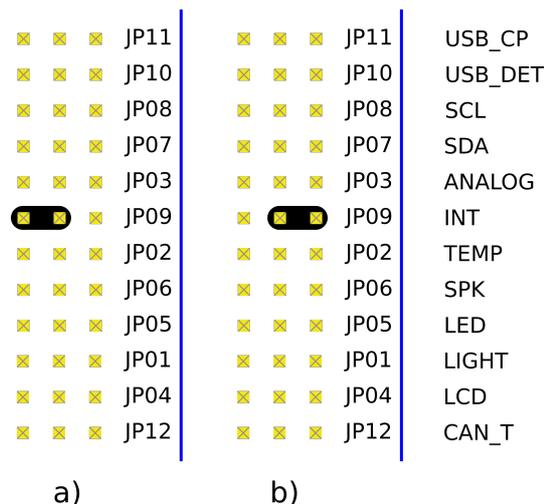


Figura 14: Impostazioni Jumper JP9 a) INT attivato b) INT disattivato.

Per ulteriori informazioni sugli integrati citati si rimanda ai datasheet dei costruttori riportati in Bibliografia.

¹⁷ Per ulteriori informazioni sul protocollo I2C, si rimanda al Tutorial "Bus I2C".

Interfaccia grafica LED

Semplice ma sempre efficace, il LED non poteva mancare! Freedom II possiede 8 LED pronti ad essere utilizzati per la visualizzazione di singoli bit o di byte. I LED sono connessi alla PORTD come mostrato in Figura 15 e condividono alcune linee con il display LCD. In particolare se si fa utilizzo del display LCD solo la linea RD0, ovvero LED 1 rimane libera per altri utilizzi.

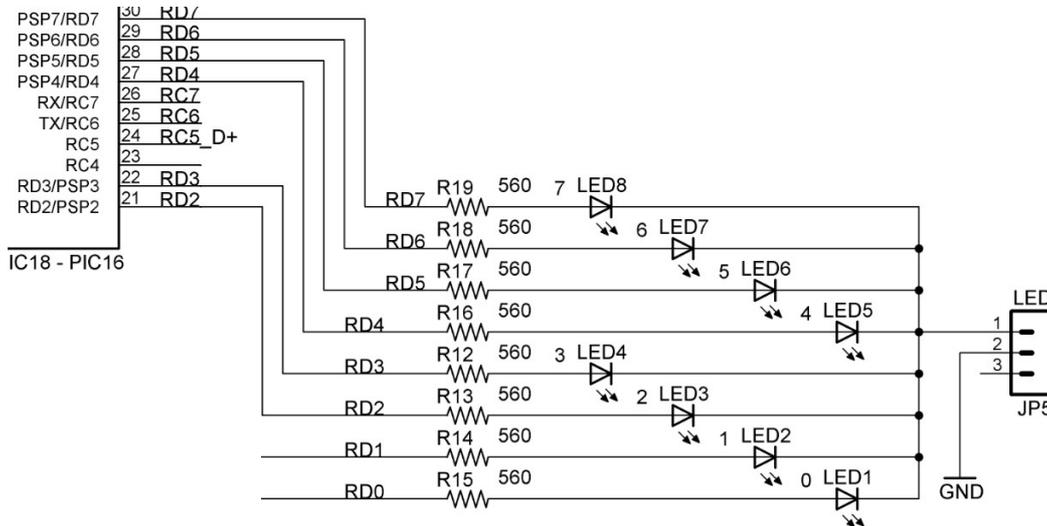


Figura 15: Schema elettrico dell'interfaccia grafica a LED.

Come visibile dallo schema la stringa LED può essere disabilitata per mezzo del Jumper JP5 (LED).

La stringa LED risulta attiva se il Jumper è posizionato come in Figura 16 a) mentre risulta disattiva se posizionato come Figura 16 b). Qualora la stringa LED rimanga attivata assieme al display LCD, i LED segnaleranno la trasmissione sul bus dati del display LCD. Il display LCD e LED possono rimanere attivi contemporaneamente senza problemi.

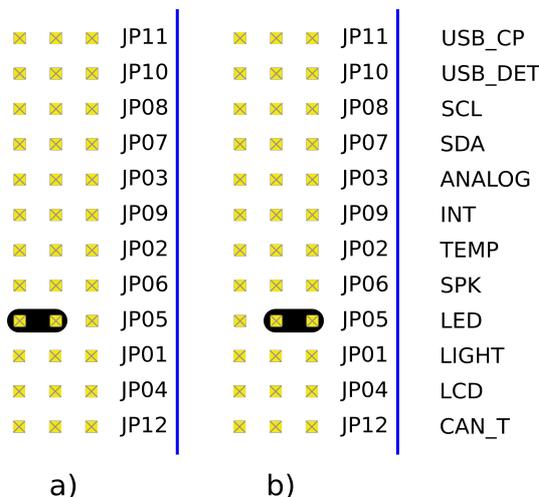


Figura 16: Impostazioni Jumper JP5. a) LED ON, b) LED OFF.

comandi. Quando si fa uso del modulo LCD, la stringa LED può rimanere indifferentemente accesa o spenta; i LED in questo caso mostreranno i comandi inviati al display. Il modulo LCD risulta attivo se il Jumper JP4 (LCD) è posizionato come in Figura 18 a) mentre risulta disattivo se posizionato come Figura 18 b).

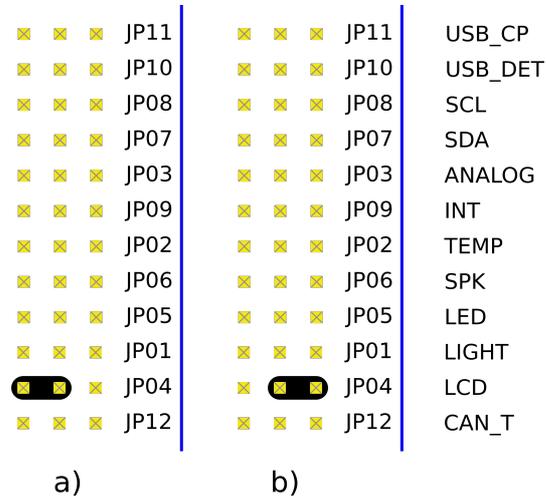


Figura 18: Impostazioni Jumper JP4. a) LCD ON, b) LCD OFF.

Pulsanti

Freedom II possiede 4 pulsanti, comodamente accessibili, che possono essere utilizzati per applicazioni generiche. Nonostante la semplicità di questo hardware, la loro presenza permette di semplificare e accelerare lo sviluppo di nuove applicazioni. Infatti non è necessario avere fili volanti né tanto meno fare saldature. Lo schema elettrico relativo ai pulsanti è riportato in Figura 19.

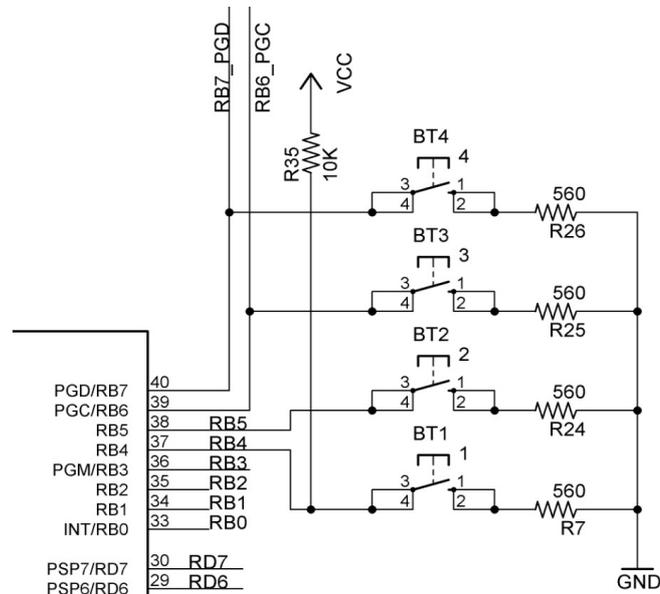


Figura 19: Schema elettrico associato ai pulsanti.

Si può osservare che i pulsanti sono collegati rispettivamente agli ingressi RB3-RB7. La scelta di questi pin discende dal fatto che la PORTB possiede linee d'interrupt sulla variazione del valore logico del pin. Questo risulta particolarmente comodo se si vogliono gestire i pulsanti con le interruzioni. Un'altra peculiarità della PORTB è che possiede resistori di pull-up interni, dunque si risparmiano i resistori di pull-up esterni²¹. Qualora si vogliono utilizzare i pulsanti, sarà necessario abilitare i resistori di pull-up interni al PIC²². Altro vantaggio sta nel fatto che i pulsanti rientrano in quella tipologia di hardware che non dà fastidio alla programmazione, infatti sono normalmente aperti.

I resistori R7, R24, R25, R26 svolgono varie mansioni. Durante la fase di programmazione, proteggono il programmatore nel caso in cui si preme inavvertitamente il pulsante BT4 e/o BT3, limitando la corrente di corto circuito²³. Tali resistori risultano fondamentali anche per la protezione del PIC nel caso in cui si stiano utilizzando i pin RB4-RB7 come output invece di input. La pressione di un tasto potrebbe cortocircuitare verso massa l'uscita creandone la rottura, le resistenze R7, R24, R25, R26 evitano che questo accada, limitando ancora una volta la corrente di cortocircuito.

²¹ Unica eccezione è il pulsante BT1 che possiede un resistore di pull-up. La sua presenza permette di utilizzare l'USB bootloader della Microchip senza alcuna modifica, semplificando dunque l'utilizzo dello stesso. Maggiori informazioni sul bootloader della Microchip possono essere trovate nel Tutorial "Il protocollo USB" scaricabile dal sito www.LaurTec.it.

²² Per maggiori informazioni si faccia riferimento al datasheet del PIC utilizzato.

²³ La pressione di BT3 e/o BT4 durante la fase di programmazione, anche se non danneggia il programmatore e il PIC, potrebbe far fallire la programmazione, richiedendone una seconda.

Sensori analogici

Il sistema Freedom II è stato progettato per permettere diversi tipi di esperienze con il mondo analogico, utilizzando il convertitore analogico digitale (ADC) interno al PIC. L'hardware dedicato si divide in tre gruppi:

- Sensore di Temperatura con LM35
- Sensore di luminosità (Light Sensor)
- Trimmer

Lo schema elettrico associato ai sensori analogici è riportato in Figura 20. Si fa subito notare che gli altri ingressi analogici sono disponibili tramite il connettore EX1. Inoltre potendo disattivare le tre periferiche, è possibile direttamente accedere a tutti gli ingressi del convertitore analogico digitale.

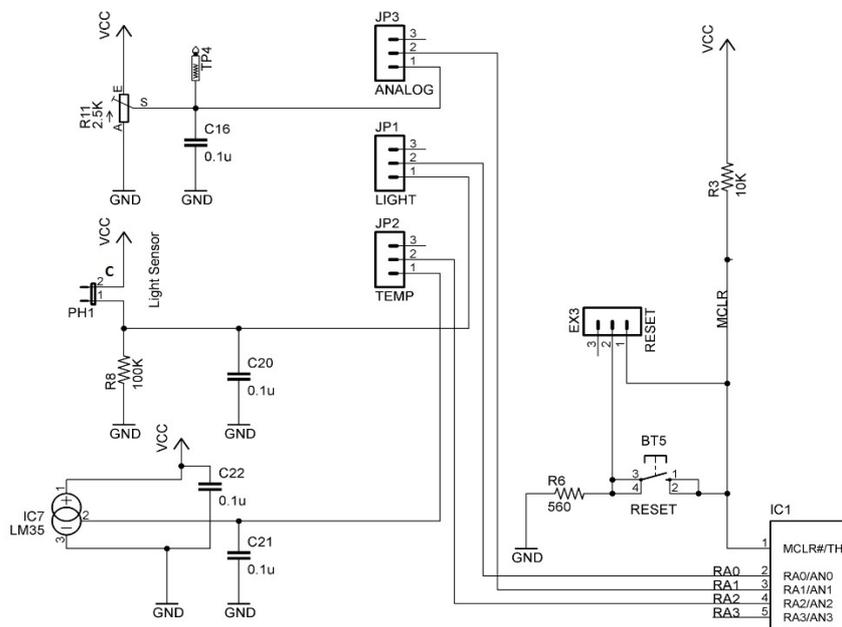


Figura 20: Schema elettrico associato ai sensori analogici.

Sensore di Temperatura

Il sensore di temperatura utilizzato è il sensore della Texas Instruments LM35. La sua uscita in tensione è direttamente collegata all'ingresso analogico AN2 ovvero al pin RA2 della PORTA. Sebbene il sensore sia direttamente collegato all'ADC senza far uso di operazionali è possibile misurare temperature sopra 0 °C con risoluzione di 1 °C²⁴.

Il sensore di temperatura può essere disattivato²⁵, per mezzo del Jumper JP2 (TEMP). Il sensore di temperatura risulta attivo se il Jumper JP2 (TEMP) è posizionato come in Figura 21 a) mentre risulta disattivo se posizionato come Figura 21 b).

²⁴ Trascurando tutti gli errori, dal momento che il fattore di scala dell'LM35 è di 10mV/°C, ed essendo l'ADC a 10bit (PIC18F4550), si ha una risoluzione teorica anche di 0.5 °C.

²⁵ In questo caso disattivare non significa togliere alimentazione all'integrato, bensì liberare l'ingresso analogico del PIC dall'uscita dell'integrato LM35, evitando in questo modo interferenze con altri ingressi analogici.

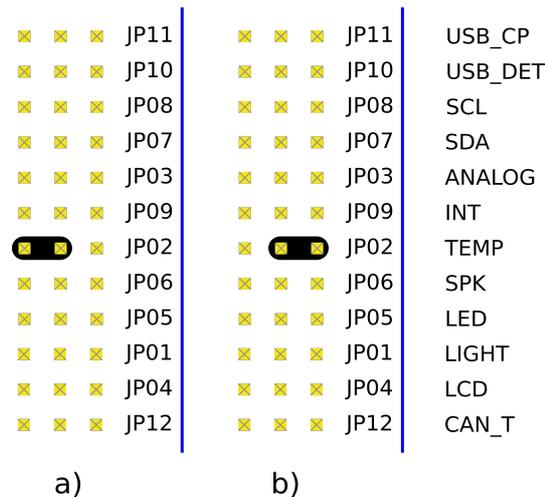


Figura 21: Impostazioni Jumper JP2. a) Sensore Temperatura ON, b) Sensore Temperatura OFF.

Sensore di Luminosità

Il sensore di luminosità PH1 consiste in un transistor NPN fotosensibile, ovvero la cui corrente tra emettitore e collettore viene a dipendere dalla corrente di base, la quale è proporzionale all'intensità luminosa alla quale è sottoposto il sensore. Questo funzionamento differisce pertanto dal più tipico sensore LDR (Light Depending Resistor) la cui resistenza è proporzionale all'intensità luminosa alla quale è sottoposto. Il sensore luminoso scelto, sebbene sia un transistor, ha in realtà due soli terminali e di aspetto molto simile ad un diodo LED con contenitore a 3mm, ma con plastica trasparente alla luce visibile.

Il sensore TEPT4400 è prodotto da Vishay e rappresenta una valida alternativa ai sensori LDR. In particolare la loro risposta alla luce riflette quella della sensibilità dell'occhio umano ($\lambda = 400\text{nm}-700\text{nm}$), infatti è sensibile ad uno spettro la cui lunghezza d'onda è compresa tra $\lambda = 440\text{nm}-800\text{nm}$, con picco a 570nm. Il suo collegamento è praticamente identico a quello richiesto per un resistore LDR ovvero a partitore di tensione, come visibile in Figura 20. Diversamente da un LDR per mezzo del sensore TEPT4400 è possibile facilmente misurare l'illuminamento E_v in lux, infatti, come si può vedere in Figura 22, E_v risulta, in scala logaritmica, proporzionale alla corrente che percorre il sensore.

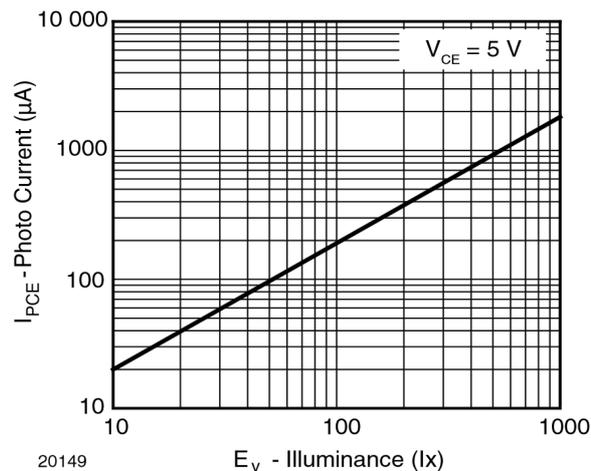


Figura 22: Illuminamento E_v e Corrente del foto sensore. Immagine prelevata dal datasheet Vishay.

Conoscendo la resistenza R8, ovvero 100Kohm, per calcolare E_v , basta dividere il valore di tensione misurato con l'ADC per la resistenza R8, ovvero calcolare la corrente e per mezzo del grafico ricavare il valore E_v .

Sebbene il collegamento del sensore TEPT4400 sia a partitore come per un LDR, in realtà R8 rappresenta il carico collegato all'emettitore. In particolare all'aumentare dell'intensità luminosa aumenta la corrente tra il collettore e l'emettitore, per cui aumenta la tensione che è possibile leggere con l'ADC. Diversamente se si fosse collegato R8 al collettore, ad un aumento di luminosità sarebbe diminuita la tensione ai capi di RA0.

Dal momento che in caso di buio la corrente è di soli 50nA mentre in caso di forte luce raggiunge diverse centinaia di uA, è possibile misurare un range luminoso molto ampio con tensioni che vanno da circa GND a Vcc. Conoscendo il range di interesse è possibile variare R8 a seconda delle esigenze.

Il sensore TEPT4400, essendo un transistor, richiede un montaggio rispettando la polarità dei terminali. In particolare il Collettore, terminale Corto, deve essere collegato a Vcc. Sul PCB la serigrafia mostra la lettera C in prossimità del sensore PH1, nominato Light.

L'uscita del partitore viene monitorata grazie al collegamento di quest'ultimo all'ingresso analogico RA0 del PIC²⁶. Questa periferica può essere usata per il riconoscimento del giorno e della notte. Tale funzione risulta utile, come per il sensore di temperatura, in sistemi di allarme per abitazioni, per robot o sistemi domotici in generale. L'aggiunta di un cavetto può risultare utile per spostare la fotoresistenza e avere un punto di osservazione distante dalla scheda stessa.

Il sensore di luminosità può essere disattivato, per mezzo del Jumper JP1 (LIGHT). Il sensore risulta attivo se il Jumper JP1 (LIGHT) è posizionato come in Figura 23 a) mentre risulta disattivo se posizionato come Figura 23 b).

²⁶ Si ricorda inoltre che la PORTA è di default impostata con ingressi analogici. Per utilizzarla come I/O bisogna opportunamente impostare il registro ADCON1.

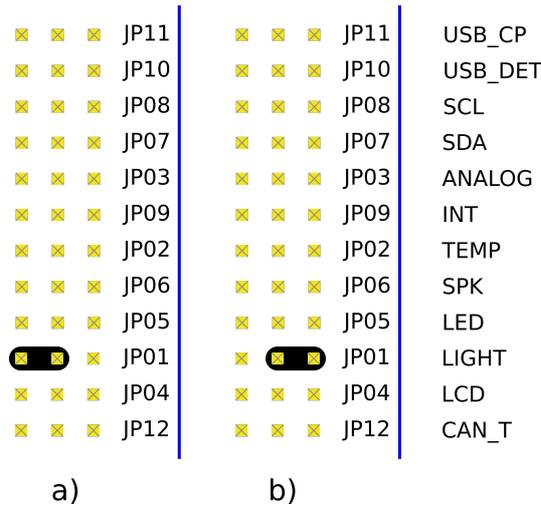
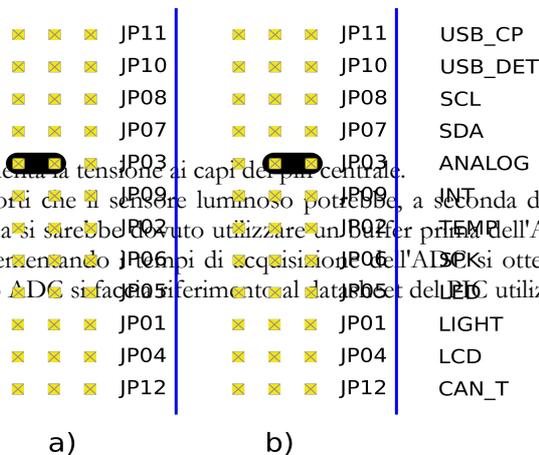


Figura 23: Impostazioni Jumper JP1. a) Sensore Luminosità ON, b) Sensore Luminosità OFF.

Trimmer

Il Trimmer non è un vero e proprio sensore analogico ma risulta particolarmente utile per testare ed imparare ad utilizzare il modulo ADC del PIC. Il Trimmer è posto al fianco dei pulsanti, dunque può essere comodamente girato. Come visibile dallo schema elettrico di Figura 20, il Trimmer è collegato come partitore di tensione. Questo significa che ruotandolo, sarà possibile avere sul suo pin centrale il range di tensione compreso tra 0V-5V²⁷. Il Trimmer risulta collegato all'ingresso dell'ADC AN1 ovvero al pin RA1. Il suo valore è stato scelto di 2.5Kohm poiché il datasheet consiglia di non andare oltre tale valore per quanto riguarda l'impedenza della sorgente²⁸. Il PCB risulta forato al disotto del Trimmer in modo da permettere la sua variazione anche dal lato posteriore. Questa funzione può risultare utile se Freedom II è installato in una scatola di montaggio e si voglia far uso del trimmer per impostare dei valori utilizzabili dal firmware (Esempio: valori di soglia, indirizzi ecc...).

Il Trimmer può essere disattivato, per mezzo del Jumper JP3 (ANALOG). Il Trimmer risulta attivo se il Jumper JP3 (ANALOG) è posizionato come in Figura 24 a) mentre risulta disattivo se posizionato come Figura 24 b).



²⁷ Una rotazione in verso orario aumenta la tensione ai capi del pin centrale.

²⁸ Se siete stati attenti vi sarete accorti che il sensore luminoso potrebbe, a seconda delle condizioni luminose, essere fuori specifica. Per eliminare il problema si sarebbe potuto utilizzare un buffer prima dell'ADC. Si è scelto per semplicità di non utilizzare il buffer, visto che incrementando i tempi di acquisizione dell'ADC si ottengono comunque buoni risultati. Per maggiori informazioni sul modulo ADC si fa riferimento al datasheet del PIC utilizzato.

Figura 24: *Impostazioni Jumper JP1. a) Trimmer ON, b) Trimmer OFF.*

Altre periferiche

Oltre alle periferiche appena descritte, il sistema Freedom II possiede altre piccole periferiche/opzioni che è possibile sfruttare nelle proprie applicazioni.

- Il tasto di RESET BT6 permette di resettare il sistema qualora si sia verificato un blocco dello stesso o si voglia semplicemente riavviare il sistema per altre ragioni. Tale pulsante è individuabile per mezzo della serigrafia RESET presente sul PCB. Il tasto di Reset è protetto da sovracorrenti per mezzo del resistore R6. Questo permette di proteggere il programmatore nel caso in cui durante la programmazione venisse premuto inavvertitamente il tasto di Reset. Infatti non tutti i programmatori sono protetti contro i corto circuiti. Il tasto di RESET è inoltre connesso al connettore EX3, per mezzo del quale è possibile collegare un pulsante in parallelo. Questo risulta particolarmente utile se il sistema dovesse essere chiuso all'interno di una scatola di montaggio.
- Il LED di segnalazione dell'alimentazione permette una facile ispezione visiva della presenza dell'alimentazione²⁹. Qualora ad alimentazione attaccata dovesse rimanere spento, bisogna controllare che sia presente la tensione in uscita all'alimentatore utilizzato e che questo sia della giusta polarità.
- Il cicalino è una periferica molto semplice ma funzionale che aggiunge la possibilità al sistema di dare risposte per mezzo di beep. Il tipo di cicalino utilizzato ha al suo interno tutta la circuiteria necessaria per emettere la nota musicale. Per questa ragione basta porre il pin RC0 ad 1 per avere il beep. Per interrompere il beep basta porre RC0 nuovamente a 0. Per non interferire con il connettore EX1, qualora si voglia utilizzare RC0 per altre funzioni, è possibile disattivare la periferica per mezzo del Jumper JP6 (SPK). Il cicalino risulta attivo se il Jumper è posizionato come in Figura 25 a) mentre risulta disattivo se posizionato come Figura 25 b)

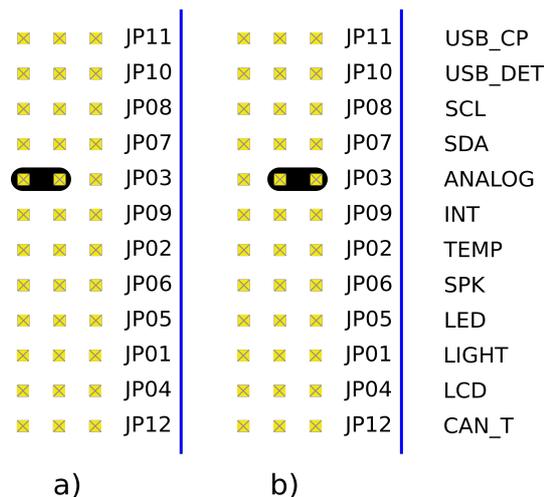


Figura 25: Impostazioni Jumper JP6. a) Cicalino ON, b) Cicalino OFF.

²⁹ Si ricorda che se il LED è acceso non significa che il regolatore di tensione a 5V sta funzionando correttamente, ma solo che la tensione del regolatore è sufficiente ad accendere il LED stesso.

Connettore di espansione

Il sistema Freedom II possiede a bordo gran parte dell'hardware necessario per le applicazioni più comuni. Qualora questo non dovesse essere sufficiente è possibile collegare hardware esterno per mezzo del connettore di espansione EX1. In Figura 26 è riportata la piedinatura.

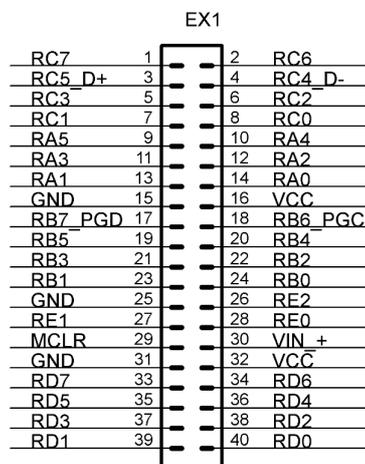


Figura 26: Connettore di espansione EX1 versione PCB 2 e successiva.

Il connettore che è possibile utilizzare può essere maschio o femmina. Il connettore maschio è utile nel caso in cui si voglia utilizzare un ribbon cable (cavo piatto) per portare i segnali su un'altra scheda (per esempio la scheda di espansione PJ7007, PJ7010, PJ7011) mentre quello femmina per collegarsi direttamente su breadboard per mezzo di fili volanti. Si fa notare che il connettore EX1, oltre a tutti i pin del PIC, ha in uscita GND, +5V e VIN +, permettendo così di alimentare direttamente l'hardware esterno. E' a cura dell'utilizzatore accertarsi che il consumo dell'hardware esterno rientri nei limiti di potenza ammessi dalla scheda Freedom II. L'alimentazione di 5V non deve superare i 250mA mentre la somma di tutte le correnti uscenti da EX1 (+5V e VIN +) non deve superare 1A. In particolare, qualora si utilizzi hardware esterno è bene porre un'aletta di raffreddamento sul regolatore IC6.

Schede di espansione

Per supportare lo sviluppo di sistemi embedded per i quali la scheda Freedom II non dovesse avere l'hardware necessario, è possibile far uso di schede di espansione. A seconda delle esigenze è possibile usare la scheda PJ7007 (montaggio orizzontale), PJ7010 (montaggio verticale) o PJ7011 con breadboard. Le suddette schede sono state appositamente progettate per poter essere collegate direttamente con i sistemi della serie Freedom, per mezzo del connettore di espansione EX1. In Figura 27 è riportato il PCB della scheda PJ7007 mostrando la sua predisposizione per vario hardware. Maggiori informazioni sulla scheda di espansione possono essere trovati nella documentazione ufficiale PJ7007-IT scaricabile dal sito LaurTec³⁰.

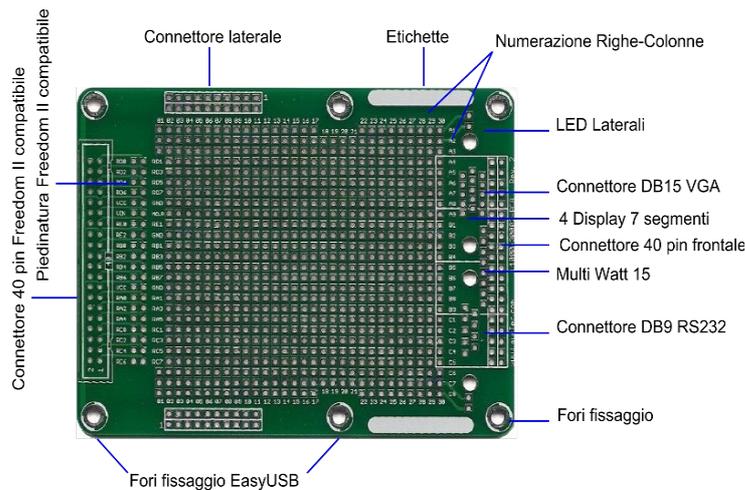


Figura 27: Scheda di espansione PJ7007.

Un esempio di utilizzo della scheda di espansione è riportato in Figura 28 dove è possibile osservare il collegamento di un display grafico GLCD³¹.



Figura 28: Esempio di utilizzo della scheda di espansione con display Grafico GLCD.

³⁰ La scheda di espansione PJ7007 può essere richiesta alla sezione servizi in forma di KIT. Il KIT include tutti i connettori e il cavo di connessione con la scheda Freedom II.

³¹ La libreria LaurTec LTLib supporta in particolare i display grafici GLCD basati su controllore KS0108B.

In Figura 29 è riportato il PCB della scheda PJ7010 a montaggio verticale. Maggiori informazioni sulla scheda di espansione possono essere trovati nella documentazione ufficiale PJ7010-IT scaricabile dal sito LaurTec³².

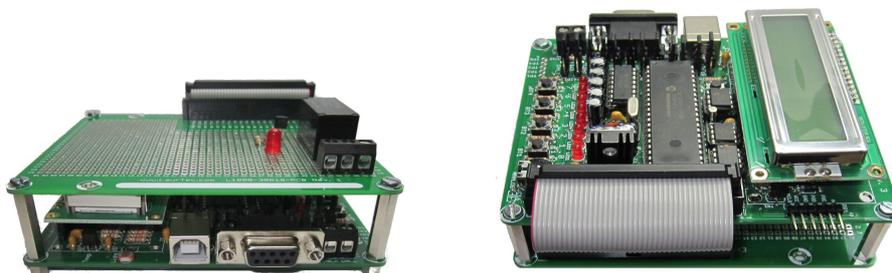


Figura 29: Esempio di utilizzo della scheda di espansione PJ7010.

La scheda di espansione PJ7010, come riportato in Figura 30 può essere utilizzata anche per impilare la scheda Freedom II con la scheda per il controllo dei motori PJ3007, permettendo di realizzare piccoli sistemi robotici con interfaccia grafica.

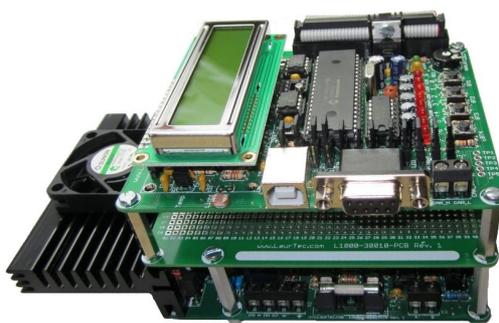


Figura 30: Esempio di utilizzo della scheda di espansione PJ7010.

In Figura 31 è riportata la scheda di espansione PJ7011 che possiede una breadboard con pulsanti e LED al fine di poter aggiungere altri componenti discreti senza dover effettuare alcuna saldatura. Maggiori informazioni sulla scheda di espansione possono essere trovati nella documentazione ufficiale PJ7011-IT scaricabile dal sito LaurTec³³.

³² La scheda di espansione PJ7010 può essere richiesta alla sezione servizi in forma di KIT. Il KIT include tutti i connettori e il cavo di connessione con la scheda Freedom II.

³³ La scheda di espansione PJ7011 può essere richiesta alla sezione servizi in forma di KIT. Il KIT include tutti i connettori e il cavo di connessione con la scheda Freedom II.

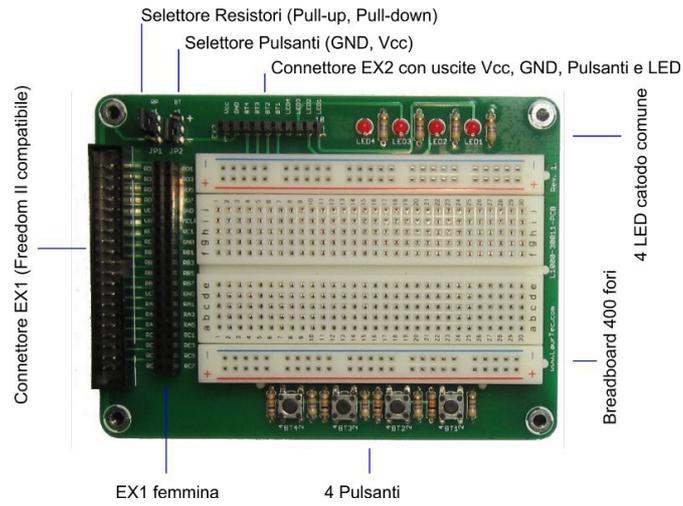


Figura 31: Scheda di espansione PJ7011.

Connettore di Programmazione e Debug

Un'altra importante caratteristica del sistema Freedom II è la sua integrazione con gli strumenti Microchip. In particolare il suo connettore di programmazione e debug è conforme alle specifiche utilizzate dai programmatori PICKIT, ICD e loro derivati. Il connettore utilizzato è in particolare la versione del connettore lineare a 6 pin come riportato in Figura 32. La serigrafia mostra il nome dei pin ed in particolare il triangolo di riferimento posto anche sul programmatore. Dettagli sulle connessioni necessarie al programmatore sono riportate in Figura 33.

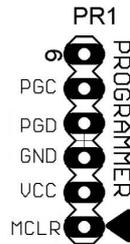


Figura 32: Serigrafia del connettore del programmatore/debug.

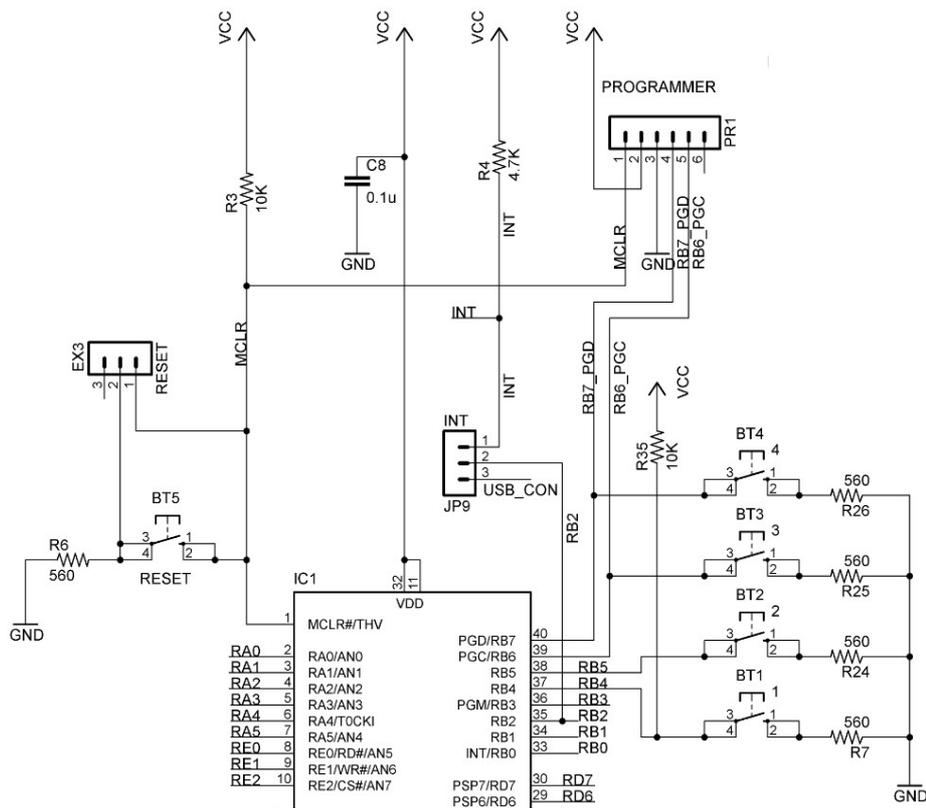


Figura 33: Connessioni del programmatore/debug.

Il fatto di utilizzare il pin-out compatibile con i programmatori Microchip permette d'integrare facilmente il sistema con l'ambiente di sviluppo Microchip, MPLAB® e programmatore. Questo porta anche il vantaggio di avere sempre il supporto per gli ultimi modelli dei PIC a portata di mouse!

Layout Periferiche

Durante la fase di sviluppo risulta di fondamentale importanza una guida rapida del Layout utilizzato per le varie periferiche. Sebbene questo possa essere ricavato anche dallo schema elettrico una tabella in cui vengono riportati direttamente i pin può risultare più utile. Si ricorda che a seconda delle scelte progettuali alcune parti della scheda potrebbero non essere disponibili. Questo è in particolare vero se si dovesse far uso di hardware esterno.

Pin	Periferica	Altre Funzioni
RA0	Ingresso fotoresistenza FR	I/O o in. analogico se R8 e PH1 sono rimossi
RA1	Trimmer Analog per test su ADC	I/O o in. analogico
RA2	Sensore temperatura LM35	I/O o in. analogico
RA3	Disponibile	I/O o in. analogico
RA4	Disponibile	I/O o in. TOKI
RA5	Disponibile	I/O o in. analogico
RB0	SDA per bus I2C in PIC con USB; I/O disponibile in altri PIC	I/O o INT
RB1	SCL per bus I2C in PIC con USB; I/O disponibile in altri PIC	I/O
RB2	Linea d'interrupt per il Real Time Clock/Calendar o USB "Cable detect". Ulteriore funzione è CAN TX	I/O o INT
RB3	CAN RX	I/O
RB4	Pulsante BT1	I/O, INT su PORTB
RB5	Pulsante BT2	I/O, INT su PORTB
RB6	Pulsante BT3	I/O, INT su PORTB
RB7	Pulsante BT4	I/O, INT su PORTB
RC0	Cicalino	I/O se non si usa il cicalino
RC1	Retroilluminazione LCD	I/O I/O se non si usa la retroilluminazione per LCD. PWM in alcuni PIC
RC2	Disponibile	I/O o PWM
RC3	SCL per bus I2C; utilizzato dalla EEPROM e dal Real Time Clock/Calendar. Utilizzato per il condensatore di filtro 3.3V in PIC con USB.	I/O se non si usa il bus I2C con relative periferiche o l'USB
RC4	SDA per bus I2C; utilizzato dalla EEPROM e dal Real Time Clock/Calendar. D- in PIC con USB	I/O se non si usa il bus I2C con relative periferiche o l'USB
RC5	D+ in PIC con USB, altrimenti I/O disponibile.	I/O se non si usa l'USB
RC6	Linea TX per trasmissioni RS232	I/O se non si usa la trasmissione RS232
RC7	Linea RX per trasmissioni RS232	I/O se non si usa la trasmissione RS232
RD0	LED1	I/O se non si usa il LED
RD1	Segnale R/W LCD o LED2	I/O se non si usa né l'LCD né il LED
RD2	Segnale RS LCD o LED3	I/O se non si usa né l'LCD né il LED
RD3	Segnale E LCD o LED4	I/O se non si usa né l'LCD né il LED
RD4	Segnale DB4 LCD o LED5	I/O se non si usa né l'LCD né il LED
RD5	Segnale DB5 LCD o LED6	I/O se non si usa né l'LCD né il LED
RD6	Segnale DB6 LCD o LED7	I/O se non si usa né l'LCD né il LED
RD7	Segnale DB6 LCD o LED8	I/O se non si usa né l'LCD né il LED
RE0	Disponibile	I/O o in. analogico
RE1	Disponibile	I/O o in. analogico
RE2	Disponibile	I/O o in. analogico

Tabella 3: Tabella riassuntiva delle connessioni tra il PIC e le periferiche di sistema. Per una visione completa delle funzionalità di ogni pin si rimanda al datasheet del PIC utilizzato. In Tabella sono riportate solo le funzioni principali dei pin.

Istruzioni per il montaggio

Per i dettagli sul montaggio della scheda e il suo collaudo, far riferimento alla documentazione aggiuntiva PJ7002-AT “Freedom II – Montaggio e Collaudo della scheda”, scaricabile dal sito www.LaurTec.it.



Nota

Il materiale fornito con il KIT da montare è conforme alla direttiva europea 2011/65/UE relativa alla restrizione dell'uso di determinate sostanze particolari nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche. Pertanto, al fine di mantenere la conformità, è necessario utilizzare materiali per la saldatura dei componenti che siano conformi alla direttiva sopracitata. I KIT già montati sono realizzati con processi e materiali conformi.

Indice Alfabetico

2		Lista Componenti.....	8
	24LC32.....		18
7		LM35.....	25
	78T05.....	Low Speed.....	13
A		M	
	ADC.....	MAX232.....	12
	aletta di raffreddamento.....	MCP2551.....	16
	alimentatore.....	microcontrollori.....	5
	Alimentazione.....	MPLAB®.....	35
	Altre periferiche.....	N	
	applicazioni automobilistiche.....	null modem.....	12
	Assorbimento.....	P	
B		Part Number.....	4
	bus I2C.....	PCF8563.....	20
C		PCF8563P.....	18
	CAN engine.....	Peso Montata.....	4
	cicalino.....	PIC16F877.....	19
	Circuiti Integrati.....	PIC18F4550.....	13, 18
	clock.....	PICKIT.....	35
	clock interno.....	polarità.....	10
	Condensatori.....	pompa di carica.....	12
	connettore DB9.....	programmatori Microchip.....	35
	Connettore di espansione.....	programmazione e debug.....	35
	Connettori.....	protocollo CAN.....	16
	convertitore analogico digitale.....	protocollo RS232.....	12
	convertitore DC/DC.....	protocollo RS485.....	16
D		pulsanti.....	24
	Dimensioni.....	Pulsanti.....	9
	Diodi.....	Q	
E		Quarzi.....	9
	EEPROM.....	R	
	EX1.....	Real Time Clock/Calendar.....	18
	EX2.....	regolatore lineare.....	10
	EX3.....	RESET.....	30
F		Resistori.....	8
	fotosensibile.....	ripple.....	11
	Full Speed.....	RS485.....	16
H		S	
	hardware esterno.....	Schede di espansione.....	32
I		schema elettrico.....	5
	ICD.....	SCL (Serial Clock).....	18
	Interfaccia grafica LCD.....	SDA (Serial Data).....	18
	Interfaccia grafica LED.....	Sensore di luminosità.....	25
	inversioni di polarità.....	Sensore di Temperatura.....	25
L		Sensori analogici.....	25
	Layout Periferiche.....	strumenti Microchip.....	35
	LDR.....	SuperSpeed.....	13
	Light Depending Resistor).....	SuperSpeed+.....	13
		T	

Temperatura Ambiente operativa.....	4	USB 3.1.....	13
TEPT4400.....	26	V	
terminazione.....	16	Versione.....	4
Test Point.....	11	Vishay.....	26
trasmissione seriale.....	12		
Trimmer.....	25	CAN.....	16
TTL.....	12	RS232.....	12
U		USB.....	13
USB 3.0.....	13		

Bibliografia

- [1] www.LaurTec.it : sito ufficiale di Freedom II dove poter scaricare ogni aggiornamento e applicazione.
- [2] www.microchip.com : sito dove scaricare i datasheet delle memorie EEPROM e dei PIC a 40 pin.
- [3] www.nxp.com : sito dove scaricare il datasheet dell'RTCC PCF8563.
- [4] www.ti.com : sito dove scaricare il datasheet del sensore di temperatura LM35.
- [5] www.usb.org : sito ufficiale del consorzio USB
- [6] www.can.bosch.com : sito dove poter scaricare tutta la documentazione originale della Bosch relativa al bus CAN.

History

Data	Versione	Nome	Descrizione Cambiamento
23.09.09	1.0	Mauro Laurenti	Versione Originale. Versione PCB: Beta.
01/12/09	1.1	Mauro Laurenti	Introdotta versione 1 del PCB. Aggiunti i resistori sui singoli pulsanti e sull'LCD. Aggiunti condensatori C20, C21. Ritocchi del layout e serigrafia allo scopo di migliorare l'assemblaggio dei componenti. Versione PCB: 1.
22.02.10	1.1a	Mauro Laurenti	Aggiunta nota sui resistori R21, R22.
23.04.10	1.1b	Mauro Laurenti	Sostituito il transistor BC337 con il transistor 2N3904.
25.09.10	1.1c	Mauro Laurenti	Sostituita la EEPROM 24LC16 con la EEPROM 24LC32 a causa di conflitti d'indirizzi con il RTCC.
16.10.10	1.2	Mauro Laurenti	Introdotta versione 2 del PCB. Migliorata la serigrafia e spostati alcuni fori passanti al fine di migliorare la saldatura. Spostato il transistor TR1 al fine di creare spazio al connettore EX1. Cambiato EX1 con connettore IDC al fine di proteggere i pin contro i cortocircuiti accidentali e avere una guida per la scheda di espansione PJ7007.
12.03.11	1.3	Mauro Laurenti	Introdotta versione 3 del PCB. Arrotondati angoli PCB. Migliorata la serigrafia del sensore LM35, LED e Pulsanti al fine di migliorare il montaggio dei componenti. Aggiunta la scritta Light e Temp sui sensori analogici. Creato lo spazio intorno ad IC1 al fine di poter utilizzare anche uno zoccolo ZIF (Farnell: 1674772) . Inserita la resistenza di pull-up su BT1 al fine di facilitare l'utilizzo dell'USB Bootloader della Microchip. Inserito Transistor sul cicalino al fine di utilizzare modelli con assorbimenti superiori a 20mA. Inserito Jumper JP13 (PWM) per commutare il controllo della retroilluminazione sul PWM o sempre attivo. Inserito resistore serie sul trimmer di contrasto LCD R9, al fine di rendere il contrasto limitato nell'intorno del valore utile e rendere il suo valore uguale al trimmer R11. Cambiati resistori in serie ai pulsanti da 470ohm a 330ohm al fine di ridurre il numero dei valori necessari per il kit.
27.03.11	1.3a	Mauro Laurenti	Inserita nuova immagine per il Kit di espansione PJ7007.
07.03.12	1.3b	Mauro Laurenti	Inserita immagine kit espansione verticale PJ7010 e PJ7011. Inserita immagine Freedom II con scheda controllo motori PJ3007. Inserita nota sul montaggio resistore terminazione CAN.
11.05.12	1.3c	Mauro Laurenti	Inserita nota sulla libreria GLCD per controller KS0108B. Cambiato modello di quarzo da 20MHz con e capacità di carico.
02.02.14	1.4	Mauro Laurenti	<ol style="list-style-type: none"> 1) Introdotta versione 4 del PCB. 2) Inseriti D2 e D3 di protezione. 3) Migliorata serigrafia per facilitare il montaggio. 4) Aggiunto C23 per il quarzo a 32KHz. 5) Cambiata LDR con Light Sensor Vishay. 6) Inserito R39 sul bus SPI. 7) Cambiati resistori da 39K in 100K. 8) Cambiati i resistori da 330ohm in 560ohm. 9) Posto un foro sotto il microcontrollore. 10) Rimosso capitolo montaggio del sistema e creato documento separato "Freedom II – Montaggio e Collaudo della scheda".
02.10.16	1.5	Mauro Laurenti	<ol style="list-style-type: none"> 1) Prodotto Certificato CE. 2) Aggiornato testo. 3) Aggiornato il formato del documento alla nuova versione.