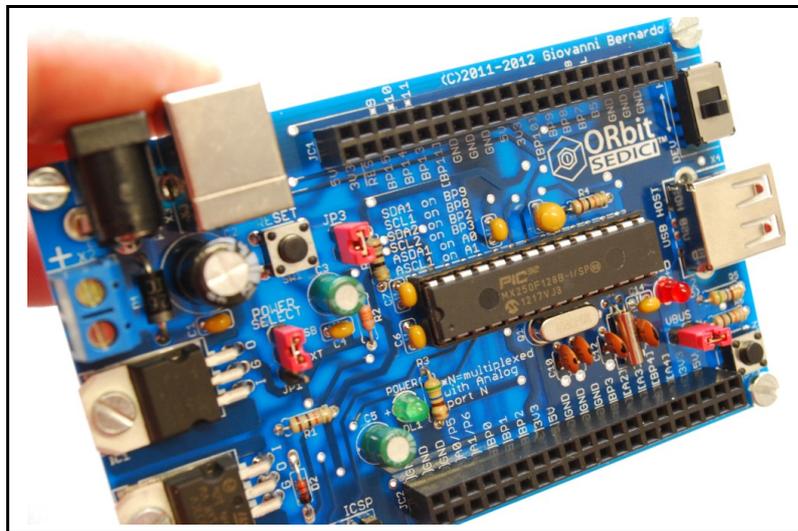




Scheda di sviluppo per  
PIC24F/ PIC32MX  
in formato PDIP con USB OTG

# Manuale utente rev.2

(Board model: REV.2A)



© Giovanni Bernardo

## Indice

Informativa.....	4
Avvertenze.....	4
Introduzione.....	5
Prima di iniziare.....	7
Programma di test.....	7
Linee dati ICSP / USB.....	7
Pin emulazione/debug.....	7
Impostazione Jumpers.....	8
JP1 - Power Select.....	8
Note sulla modalità di alimentazione USB.....	8
Note sulla modalità di alimentazione esterna.....	8
JP2 - VBus ON.....	9
JP3 - MCU Select.....	9
SJ1 e SJ2 - Abilitazione porte RA2 e RA3.....	10
SJ3 e SJ4 - Abilitazione porte RA4 e RB4/RP4.....	10
SJ7 e SJ8 - Abilitazione porte RB11 e RB10.....	11
SJ5 - disabilitazione led utente DL2.....	11
SJ6 - disabilitazione pulsante SW2.....	12
Vista d'insieme del PCB.....	13
Serigrafia e connettori di espansione.....	14
Il modulo I2C.....	16
Funzionalità PPS.....	16
Pinout header di espansione.....	17
Il Bootloader.....	18
Step 1 - Compilare un programma usando il linker script.....	18
Step 2 - Entrare in modalità bootloader.....	19
Step 3 - Caricare il programma.....	21
Step 4 - Uscita dal bootloader.....	22
Hacks.....	23
Oscillatore secondario (SOSC).....	23
Oscillatore primario.....	23
Linee dati USB.....	24
Schema elettrico.....	25
Elenco componenti.....	26
Contenuto Kit completo.....	27
PICmicro compatibili.....	28
Troubleshooting.....	28
Problema 1 - Il bootloader non funziona più.....	28
Problema 2 - Il programma non parte.....	29
Problema 3 - Il led DL2 rimane acceso fisso in modalità bootloader.....	30
Siti di riferimento.....	31

## Informativa

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.

## Avvertenze

I progetti presentati non hanno la certificazione CE, quindi non possono essere utilizzati per scopi commerciali nella Comunità Economica Europea. Chiunque decida di far uso delle nozioni riportate nella seguente opera o decida di realizzare i circuiti proposti, è tenuto pertanto 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 o del software presentati nella seguente opera. Si fa inoltre presente che quanto riportato viene fornito così com'è, a solo scopo didattico e formativo, senza garanzia alcuna della sua correttezza e senza supporto alcuno.

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

## Introduzione

ORbit16™ è una scheda di sviluppo nata per PIC24FJ64GB002 in formato PDIP e compatibile con altri PICmicro a 28pin in formato PDIP con modulo USB (vedi paragrafo *PICmicro compatibili*).

ORbit16™ viene normalmente fornita con PIC24FJ64GB002 sul quale viene precaricato un bootloader. Il bootloader è un programma di piccole dimensioni che consente di programmare la MCU senza ricorrere ad un programmatore esterno, sfruttando unicamente la connessione USB offerta dalla scheda ed un apposito programma lato PC.

Il bootloader, inoltre, usa una word di configurazione che sarà poi utilizzata anche dal programma utente, per cui nella maggior parte dei casi non è necessario includere la word di configurazione nei propri programmi dal momento che verrà utilizzata quella già impostata dal bootloader. In ogni caso la word di configurazione è unica.

Sulla scheda sono presenti due connettori USB per sfruttare appieno le possibilità offerte dal modulo USB OTG. Il connettore USB tipo B viene utilizzato quando la scheda opera in modalità device (emulazione porta seriale, emulazione mouse, tastiera, joystick, ecc.) e quindi anche in modalità bootloader. Il connettore USB tipo A viene sfruttato quando ORbit16™ opera in modalità host (ad esempio: ORbit16™ deve leggere i dati provenienti da una tastiera USB, un mouse, una pendrive ecc).

A bordo della scheda sono presenti 2 regolatori di tensione che forniscono le tensioni di 5V, necessaria per il funzionamento del modulo USB, e 3.3V per l'alimentazione della MCU. Un jumper a 3 vie permette l'alimentazione della scheda da una sorgente di alimentazione esterna o dal connettore USB. E' possibile alimentare la scheda da una sorgente esterna mediante un normale connettore a barile o tramite un connettore a vite: i due connettori per l'alimentazione esterna non possono essere utilizzati contemporaneamente.

Il modulo USB viene commutato sull'uno o sull'altro connettore mediante un deviatore a slitta. La commutazione non influisce sulla tensione di alimentazione: è possibile utilizzare il connettore host e contemporaneamente alimentare la scheda dal connettore device purchè l'assorbimento totale (ORbit16™ + dispositivo device connesso ad ORbit16™ + eventuali schede di espansione) non superi i 500mA generalmente forniti da una porta USB.

ORbit16™ viene programmata sfruttando il compilatore [MPLAB C Compiler for PIC24 MCUs and dsPIC DSCs](#) (anche noto come MPLAB C30 C Compiler), scaricabile in versione Lite per scopi non commerciali. Chi è abituato a programmare in C sui PICmicro ad 8 bit non incontrerà particolari difficoltà ad ambientarsi con le novità introdotte sulle piattaforme a 16 e 32bit. Molte di queste differenze, come la gestione degli interrupt, la possibilità di ridirezionare i moduli su pin a scelta (funzione PPS) ecc. sono illustrate su [settezero.com](#) nella categoria [dsPIC/PIC24](#).

ORbit16<sup>TM</sup> è supportata da numerosi esempi di programmazione e applicazioni finite disponibili sul sito [www.orbit16.com](http://www.orbit16.com) agli utenti che la richiedono.

La MCU a bordo di ORbit16<sup>TM</sup> funziona a 3.3V per cui in molti casi non è possibile collegare direttamente dispositivi funzionanti a 5V in maniera diretta. Per dispositivi UART è sufficiente un semplice partitore di tensione, per dispositivi I2C fate riferimento al paragrafo *Il modulo I2C*. Per altri dispositivi utilizzare le porte 5V-tolerant o appositi traslatori di livello.

La MCU a bordo di ORbit16<sup>TM</sup> possiede la funzionalità PPS (Peripheral Pin Select), che permette di ridirezionare alcune periferiche (es.: modulo UART, segnali PWM ecc) su pin a piacere. Fate riferimento al paragrafo *Funzionalità PPS* per ulteriori informazioni.

Da questo momento in poi mi riferirò ai PICmicro utilizzabili su ORbit16<sup>TM</sup> in forma contratta, chiamandoli semplicemente con la parte iniziale della sigla: PIC24FJ o PIC32MX; per un elenco di PICmicro utilizzabili con ORbit16<sup>TM</sup> fate riferimento al paragrafo *PICmicro compatibili*.

## Prima di iniziare

Ci sono alcune cose importanti da sapere prima di iniziare.

### Programma di test

Il PIC24FJ64GB002 fornito con ORbit16™ (a meno che non sia stata scelta una versione del kit che non comprende il PICmicro) ha un programma di test precaricato che fa lampeggiare il led DL2 alla frequenza di 1Hz, per cui la prima volta che alimentate la scheda, il led DL2 lampeggia. Anche quando la scheda è in modalità bootloader, DL2 lampeggia ma molto più velocemente, fate riferimento al paragrafo *Bootloader* per maggiori informazioni.

### Linee dati ICSP / USB

Sebbene il PIC24FJ64GB002 sia già fornito con il bootloader, molti utenti preferiscono programmare il PICmicro “alla vecchia maniera” utilizzando un programmatore compatibile sul connettore ICSP. E’ necessario sapere che su ORbit16™ è stato scelto di utilizzare le due linee dati ICSP coincidenti con le due linee dati usate dal modulo USB per questioni di compattezza del design (sul datasheet tali pin hanno i contrassegni PGEC2/PGED2). A tal proposito se l’utente finale sceglie di programmare ORbit16™ mediante ICSP è necessario che nulla sia collegato ai connettori USB della scheda per evitare guasti e interferenze. In alternativa è anche possibile, ad esempio, rimanere collegato un cavo USB sul connettore device e tenere il deviatore in posizione HOST non avendo nulla collegato al connettore USB HOST in maniera tale che le linee dati D+/D- non interferiscano con le linee dati PGED2/PGEC2.

### Pin emulazione/debug

Nella word di configurazione preprogrammata con il bootloader, i pin relativi all’emulazione/debug sono configurati su RA0 e RA1 (indicati come A0/P5 e A1/P6 sulla serigrafia della scheda). Volendo far combaciare i pin di emulazione con gli stessi utilizzati dal connettore ICSP è necessario cambiare la word di configurazione e quindi riprogrammarla: nella config1 bisogna sostituire ICS\_PGx3 con ICS\_PGx2. Altro valore possibile è ICS\_PGx1 che sposta i pin di emulazione su RB0 e RB1. Maggiori informazioni su come cambiare la word di configurazione sono disponibili al paragrafo *Bootloader* e al paragrafo *Hacks*.

## Impostazione Jumpers

Su ORbit16™ sono presenti 3 jumper classici sul lato superiore, indicati con le sigle JPn, e 8 jumper a saldare sul lato inferiore, indicati con le sigle SJn. L'impostazione dei jumper permette di cambiare alcune configurazioni della scheda.

### JP1 - Power Select

Questo jumper permette la selezione della sorgente di alimentazione per ORbit16™ : da connettore USB (connettore X3 - USB Device) o da una sorgente di alimentazione esterna connessa su X1 (connettore jack a barile) o su X2 (terminale a vite).

L'una o l'altra modalità di alimentazione è chiaramente indicata dalla serigrafia affianco a JP1: il jumper chiuso verso l'alto consente l'alimentazione da porta USB, il jumper chiuso verso il basso da una fonte esterna (ext) applicabile al connettore a barile X1 o al terminale a vite X2. I due connettori X1 e X2 non possono essere utilizzati contemporaneamente.

### Note sulla modalità di alimentazione USB

In questa modalità la tensione di alimentazione viene prelevata dal connettore USB siglato X3 (connettore USB device). Il regolatore a 5V viene escluso e la tensione fornita dalla porta USB viene inviata direttamente sugli header di espansione esterni JC1 e JC2, sul connettore USB X4 attraverso il jumper JP2 e all'ingresso del regolatore a 3.3V. Generalmente le porte USB dei pc forniscono una corrente massima di 500mA ma non è raro il caso di porte che possono fornire un quantitativo di corrente inferiore. E' quindi necessario che l'intero sistema collegato alla porta USB (ORbit16™ + eventuale dispositivo device connesso ad ORbit16™ + eventuali schede di espansione) non assorba più di 500mA (o meno). Quando si alimenta da USB bisogna prestare particolare attenzione dal momento che su ORbit16™ non vi sono protezioni dato che generalmente le protezioni contro cortocircuiti e sovraccarichi sono già implementate nei moderni PC, questo potrebbe non essere vero su particolari pc, su vecchi pc o su alimentatori USB.

### Note sulla modalità di alimentazione esterna

In questa modalità la tensione viene applicata al connettore jack a barile X1 o al connettore a vite X2. Il connettore X1 ha il positivo centrale, generalmente tutti gli adattatori da parete utilizzano questa configurazione. Il perno centrale di X1 ha un diametro di 2.1mm che è la misura più diffusa. Il terminale positivo del connettore a vite è indicato dalla serigrafia. La tensione esterna viene applicata al regolatore a 5V (IC1) attraverso il diodo D1 che funge da protezione contro l'inversione di polarità. Sulla nuova revisione 002A di ORbit16™ D1 è un diodo schottky che consente una corrente

massima di 2A. Nel caso in cui abbiate richiesto una scheda senza componenti potete sostituire D1 con un normale 1N400x tenendo però conto che non può sopportare più di 1A.

Considerando una caduta di tensione standard indotta dal diodo di circa 0.7V (in realtà la caduta di tensione di un diodo Schottky è inferiore) e di un dropout massimo di  $2 \div 2.5V$  del regolatore di tensione a 5V, la tensione minima in ingresso sul connettore di alimentazione esterno deve essere di almeno 8.2V. E' caldamente consigliato alimentare ORbit16™ con una tensione di 9V. Volendo utilizzare una tensione inferiore è necessario sostituire il regolatore a 5V con uno compatibile a basso dropout; ad esempio l' LM2940CT-5.0 ha una tensione di dropout di 1V, per cui con tale regolatore la tensione minima in ingresso diventa 6.7V.

*Nota: l' LM2940CT-5.0 fornisce una corrente massima di 1A*

Se invece si vuole alimentare la scheda con un alimentatore a 5V è necessario rimuovere IC1 e chiudere con un filo isolato, di adeguato spessore, i terminali di ingresso e uscita del regolatore (indicati con I e O sulla serigrafia, sotto IC1). Riguardo alla tensione massima è bene non superare i  $12 \div 14V$  per evitare un'eccessiva dissipazione, con conseguente surriscaldamento, di IC1.

E' bene utilizzare un alimentatore che sia in grado di fornire almeno 500mA. La tensione regolata a 5V viene inviata agli header esterni, al connettore X4 USB host attraverso il jumper JP2 e all'ingresso del regolatore a 3.3V. Il regolatore di tensione 7805CV consente un'erogazione massima di corrente pari a 1.5A. Il regolatore a 3.3V IC2 è un LM1117-3.3 (siglato anche come LD33) che consente un'erogazione massima pari a 800mA. I due regolatori sono collegati in cascata, per cui alla corrente massima disponibile sul ramo a 5V va sottratta la corrente assorbita dal ramo a 3.3V. Al posto di IC2 non è possibile utilizzare un regolatore tipo 7833 dato che ha una piedinatura differente.

## JP2 - VBus ON

Questo jumper fornisce la tensione di 5V sul connettore X4 USB host. Quando si utilizza ORbit16™ in modalità host è necessario che questo jumper sia chiuso. Sulla nuova revisione 002A di ORbit16™ questo jumper può rimanere chiuso in qualsiasi caso. Sulle revisioni precedenti di ORbit16™ JP2 è indicato come JP4.

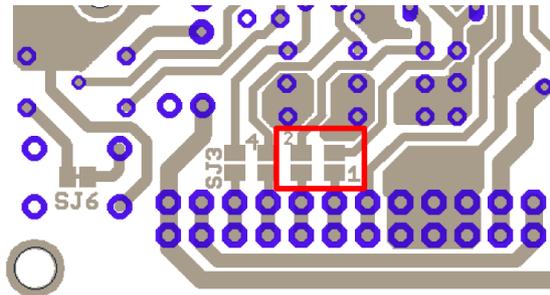
## JP3 - MCU Select

Il jumper JP3 è stato introdotto nella nuova revisione di ORbit16™ per assicurare la piena compatibilità con i PIC32MX utilizzabili. Tali MCU richiedono difatti da specifiche una resistenza da  $10\Omega$  verso Vdd sul pin n°28 (indicato come AVdd); il PIC24FJ richiede invece il collegamento del pin n°28 (Vdd) direttamente all'alimentazione. JP3 permette

di bypassare la resistenza da 10Ω (R7). In breve: se ORbit16™ viene utilizzata con un PIC24FJ, JP3 deve essere chiuso. Se si utilizza un PIC32MX, allora JP3 deve essere aperto.

## SJ1 e SJ2 - Abilitazione porte RA2 e RA3

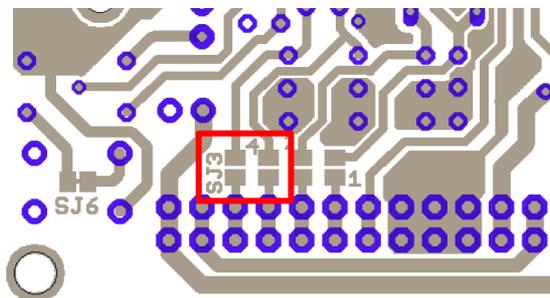
SJ1 e SJ2 sono due jumper a saldare posti sul retro della scheda, affianco a tali 2 jumper sono riportati unicamente i numeri 1 e 2:



Di default tali jumper sono aperti dato che le porte RA2 e RA3 sono utilizzate dall'oscillatore primario (costituito dal quarzo Q1 e dai due condensatori C10 e C11). Le porte RA2 e RA3 sono riportate sulla serigrafia racchiuse in parentesi quadre ([A2] e [A3]): questo indica che tali porte non sono disponibili di default sull'header esterno. Fare riferimento al paragrafo *Hacks - Oscillatore primario* per maggiori informazioni.

## SJ3 e SJ4 - Abilitazione porte RA4 e RB4/RP4

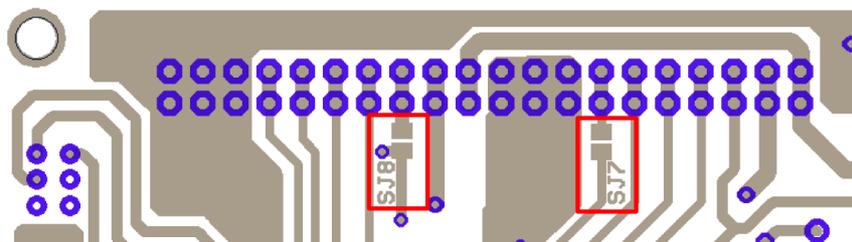
SJ3 e SJ4 sono due jumper a saldare posti sul retro della scheda, questi due jumper sono indicati come SJ3 e 4:



Di default tali jumper sono aperti dato che le porte RA4 e RB4/RP4 possono essere utilizzate dall'oscillatore secondario. Le porte RA4 e RB4/RP4 sono riportate sulla serigrafia racchiuse in parentesi quadre ([A4] e [BP4]): questo indica che tali porte non sono disponibili di default sull'header esterno. Fare riferimento al paragrafo *Hacks - Oscillatore Secondario* per maggiori informazioni.

## SJ7 e SJ8 - Abilitazione porte RB11 e RB10

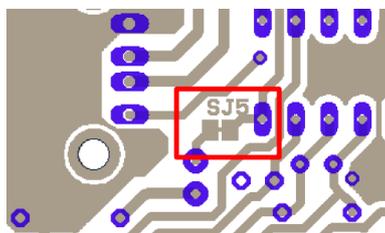
SJ7 e SJ8 sono due jumper a saldare posti sul retro della scheda:



Di default tali jumper sono aperti dato che le porte RB10 e RB11 sono condivise con il modulo USB e con il connettore ICSP. Le porte RB10 e RB11 sono riportate sulla serigrafia racchiuse in parentesi quadre ([B10] e [B11]): questo indica che tali porte non sono disponibili di default sull'header esterno. Fare riferimento al paragrafo *Hacks - Linee dati USB* per maggiori informazioni.

## SJ5 - disabilitazione led utente DL2

Il led DL2 è collegato sulla porta RB5/USBID (B5 sulla serigrafia) attraverso il jumper a saldare SJ5 - chiuso di default con una pista sottile:



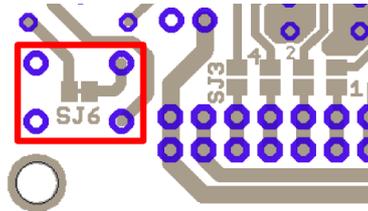
Se si desidera disconnettere questo led basta tagliare con un cutter la sottile pista che chiude SJ5. Dal momento che DL2 assorbe circa 6mA (è pilotato attraverso la resistenza R5 da 560Ω su 3.3V), è possibile anche collegare un altro led in parallelo a questo su eventuali schede di espansione esterne.

**Nota:** questo led è normalmente utilizzato per segnalare l'ingresso in modalità bootloader.

**Nota:** La serigrafia, presente sulla nuova revisione di ORbit16™, affianco al led, ricorda che DL2 è collegato su B5. Sui nuovi PCB di colore blu, al di sopra dell'header di espansione JC1 è riportata anche una lettera L (LED) in corrispondenza della porta B5.

## SJ6 - disabilitazione pulsante SW2

Il pulsante SW2 è collegato alla porta RB7/RP7/INT0 (BP7 sulla serigrafia) attraverso il jumper a saldare SJ6 - chiuso di default con una pista sottile:



Se si desidera scollegare questo switch basta tagliare con un cutter la sottile pista che chiude SJ6. E' possibile collegare un altro switch in parallelo a SW2 su eventuali schede di espansione. Se invece si vuole utilizzare tale porta come uscita bisogna avere cura di non premere tale pulsante mentre gira l'applicazione. Ricordarsi inoltre che c'è una resistenza di pullup da 10KΩ sulla porta RB7.

**Attenzione:** Non è raccomandato disabilitare SW2 a meno che non si desidera più utilizzare il bootloader.

**Nota:** La serigrafia, presente sulla nuova revisione di ORbit16™, sotto al pulsante, ricorda che SW2 è collegato su BP7. Sui nuovi PCB di colore blu, al di sopra dell'header di espansione JC1 è riportata anche una lettera B (BUTTON) in corrispondenza della porta BP7.



## Serigrafia e connettori di espansione

La serigrafia su ORbit16™ è studiata per minimizzare l'utilizzo del datasheet per quanto riguarda la disposizione dei pin. In particolare la serigrafia fa riferimento al PIC24FJ. Le differenze con il PIC32MX sono poche e illustrate nel paragrafo *Pinout header di espansione*.

I connettori di espansione laterali sono siglati JC1 e JC2 e permettono di collegare schede di espansione (chiamate BitPack™). Su tali connettori ogni singolo pin presenta due connessioni in maniera da rendere facile il collegamento in parallelo di strumentazione per il controllo. I pin di alimentazione, inoltre, sono disposti in maniera speculare sui due header, il che permette di minimizzare cortocircuiti nel caso in cui un BitPack™ venga montato ruotato di 180°. In particolare sono presenti 24 punti di massa (GND), 8 punti a 5V e 8 punti a 3.3V.

Sui connettori di espansione laterali sono riportate alcune sigle che facilitano l'individuazione delle uscite del PICmicro. Le porte RAX sono indicate semplicemente come Ax. Le porte RBx sono indicate come Bx. Se una porta ha la possibilità di utilizzare la funzione PPS (Peripheral Pin Select), allora è anche riportata una lettera P.

Esempio:

BP0 indica la porta RB0/RP0

A0/P5 indica la porta RA0/RP5

B5 indica la porta RB5, che non ha la funzionalità PPS

**Nota:** come detto in precedenza, la serigrafia fa riferimento al PIC24FJ, il PIC32MX chiama i pin rimappabili in maniera differente ed inoltre possiede 4 pin rimappabili in più. Fate riferimento al paragrafo *Pinout header di espansione*.

Un asterisco seguito dal numero indica la funzione analogica del pin, associata al suo numero di porta. Il pin BP2 (RB2/RP2) ha anche l'indicazione \*4, la quale indica che su quel pin è disponibile una porta di ingresso analogica e che il numero di porta analogica è il 4 (AN4). Questa indicazione è anche presente sulla serigrafia (\*N=multiplexed with analog port N).

Un pin riportato tra parentesi quadre indica che esso non è normalmente connesso al PICmicro, dato che viene utilizzato per funzioni integrate sulla scheda (modulo USB e oscillatori), fate riferimento al paragrafo *Hacks* per maggiori informazioni.

Il pin indicato con RES è collegato direttamente al pin MCLR del pic, si invia un livello logico basso (0V) su tale pin per eseguire il reset.

Relativamente al PCB rev.2A di colore blu, su BP7 e B5 sono anche riportate le lettere B e L a ricordare che su tali pin sono presenti, rispettivamente, il pulsante utente

(SW2/BUTTON) e il led utente (DL2/LED). L'indicazione della porta a cui sono collegati è anche presente, su tutte le revisioni, affianco alla serigrafia del componente interessato.

L'unica periferica che non può godere della funzionalità PPS è il modulo I2C, a tal proposito, al di sopra di IC3 (la MCU), la serigrafia riporta i normali collegamenti del modulo I2C 1 e I2C 2. Per maggiori informazioni sul modulo I2C fare riferimento al paragrafo successivo.

Per maggiori informazioni sul pinout fare riferimento al paragrafo *Pinout header di espansione*.

## Il modulo I2C

I PICmicro utilizzabili su ORbit16™ possiedono 2 moduli I2C. Il modulo I2C 1 è normalmente presente sui pin RB9 (SDA1) e RB8 (SCL1). Questi due pin, sia sui PIC24FJ che sui PIC32MX utilizzabili, sono **5V-tolerant**, il che vuol dire che sono i candidati ideali per il collegamento a periferiche I2C funzionanti a 5V senza interporre nessun adattatore di livello.

Il modulo I2C 1, in alternativa, è ridirezionabile sui pin RA0 (ASDA1 - Alternate SDA1) e RA1 (ASCL1 - Alternate SCL1), che non sono 5V-tolerant.

Il riposizionamento del modulo I2C 1 non appartiene alla funzionalità PPS e va impostato attraverso la word di configurazione. Per il PIC24FJ si agisce nella CONFIG2 sostituendo I2C1SEL\_PRI (valore presente di default nella word di configurazione) con I2C1SEL\_SEC. Il PIC32MX non ha un posizionamento alternativo per il modulo I2C 1.

Il modulo I2C 2 è presente sui pin RB2 (SDA2) e RB3 (SCL2), che non sono 5V-tolerant. Il modulo I2C 2 non è riposizionabile.

Per maggiori informazioni fare riferimento al paragrafo *Pinout header di espansione*.

## Funzionalità PPS

La funzionalità PPS (*Peripheral Pin Select*) permette di riposizionare una grande quantità di moduli (es.: PWM, UART ecc) su pin a piacere, per tale motivo sui datasheet, e quindi sulla serigrafia di ORbit16™, non sono indicati i pin dei moduli UART, dei moduli Output Compare e altri dato che questi non hanno uno sbocco predefinito.

Il PIC24FJ permette il riposizionamento dei moduli interessati su qualsiasi pin avente l'indicazione RP<sub>x</sub> (dove x è un numero); non tutti i pin hanno il contrassegno RP<sub>x</sub>. Per ulteriori informazioni potete fare riferimento a [questo articolo su settorezero.com](http://questo articolo su settorezero.com).

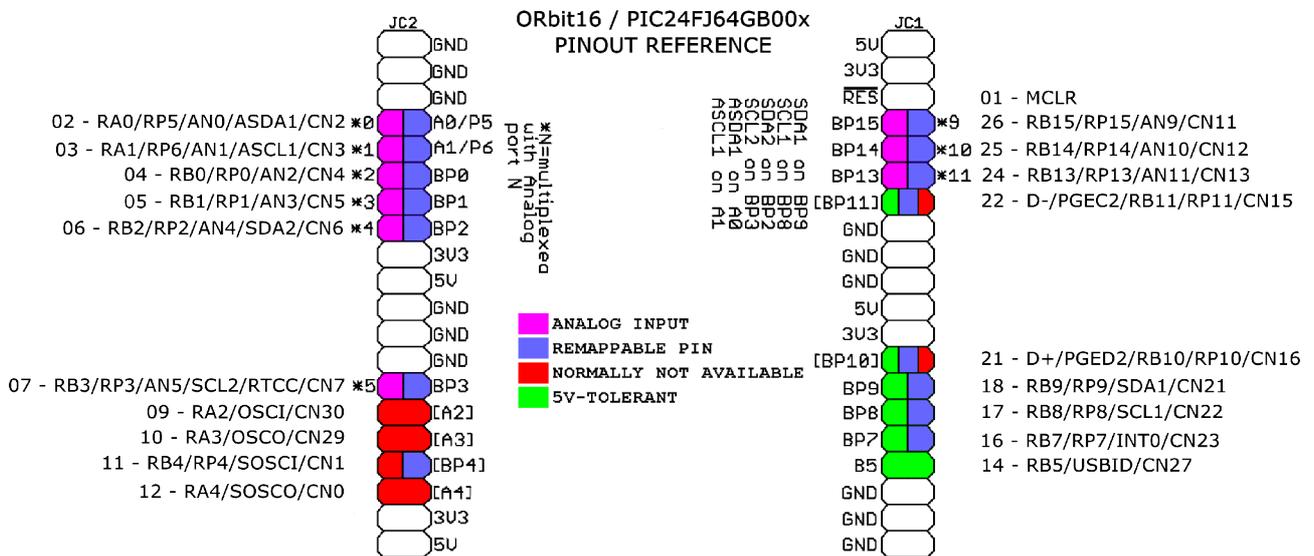
Sul PIC32MX, invece, la funzionalità PPS viene implementata in maniera differente: tutti i pin hanno la possibilità di essere rimappabili e il nome del pin rimappabile è indicato come RP seguito dal nome della porta digitale normalmente associata al pin (RPA1 = pin rimappabile su porta digitale RA1, RPB9 = pin rimappabile su RB9). In aggiunta sul PIC32MX una periferica non può essere collocata su un pin rimappabile qualsiasi: le periferiche e i pin rimappabili sono divisi in gruppi. Ogni periferica appartenente ad un gruppo può essere rimappata esclusivamente sui pin appartenenti allo stesso gruppo.

Per ulteriori informazioni fate riferimento al documento `Microchip-PIC32MX-Peripheral-Library.chm` nella cartella `doc` dell'installazione di MPLAB C32, paragrafo PPS.

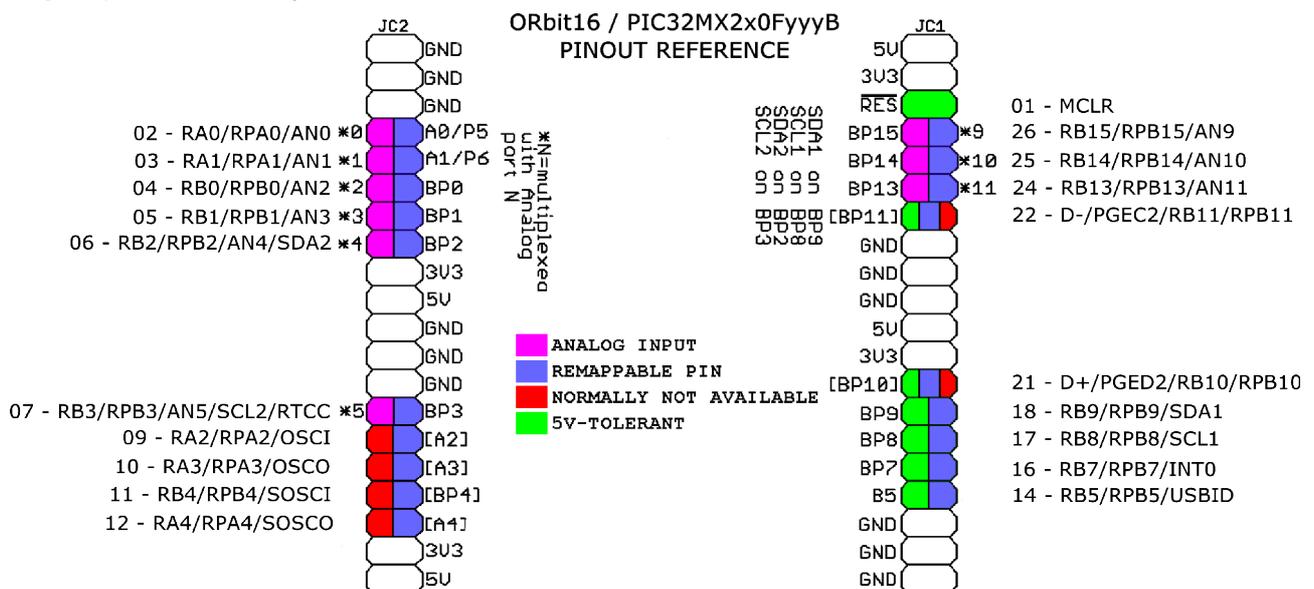
## Pinout header di espansione

Nelle immagini seguenti viene riportata la corrispondenza tra i pin dei PICmicro utilizzabili su ORbit16™ e i pin riportati sugli header di espansione JC1 e JC2. Per un elenco completo delle funzionalità associate ad ogni pin fate riferimento al datasheet del PICmicro in vostro possesso. Il numero prima dell'indicazione delle funzionalità del pin indica il numero di pin corrispondente su IC3.

### Pinout per PIC24FJ32GB002 - PIC24FJ64GB002:



### Pinout per PIC32MX210F016B - PIC32MX220F032B - PIC32MX230F064B - PIC32MX250F128B:



## Il Bootloader

ORbit16™ viene fornita con un bootloader preprogrammato. Il bootloader permette di caricare i propri programmi senza fare uso di un programmatore esterno.

Per utilizzare questa caratteristica nei propri programmi è necessario includere nel progetto MPLAB il file linker di ORbit16™. Il linker riserva la quantità di memoria necessaria per il bootloader. E' possibile scaricare tale file nell'area download sul sito di ORbit16™.

Quando si usa tale caratteristica, il programma va caricato su ORbit16™ utilizzando il software bootloader (ORbit16Loader.exe). E' possibile scaricare ORbit16Loader nella sezione download sul sito di ORbit16™.

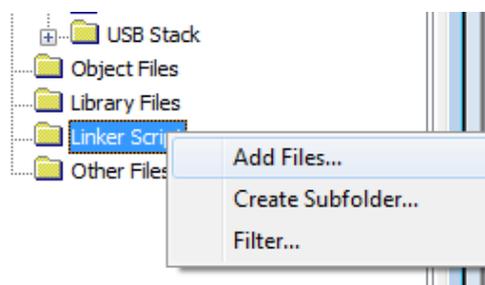
ORbit16Loader deriva dall'applicazione HIDBootLoader di Microchip, ed è fatto per utilizzare il PID di ORbit16™, per cui è utilizzabile esclusivamente con ORbit16™. In aggiunta è un'applicazione funzionante solo su Windows e richiede il .NET Framework 3.5.

Utilizzare il bootloader è molto semplice e richiede 4 semplici passaggi.

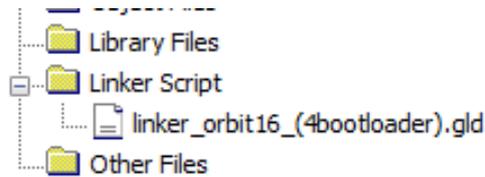
*Nota: Inizialmente, se si vuole soltanto imparare ad utilizzare il bootloader per caricare su ORbit16™ programmi già fatti è possibile andare direttamente allo step 2.*

### Step 1 - Compilare un programma usando il linker script

In MPLAB, dopo aver creato un nuovo progetto per ORbit16™, bisogna aggiungere il linker: premere il tasto destro del mouse sulla cartella Linker Script del progetto e selezionare quindi Add Files... :



Appare una finestra di dialogo. Cercare il file `linker_orbit16_(4bootloader).gld` (è possibile scaricare tale file dalla sezione downloads del sito di ORbit16™), selezionare il file e cliccare "Apri". Il file linker viene aggiunto al progetto:



Non è necessario eseguire ulteriori passaggi per usare il bootloader nei propri programmi.

## Step 2 - Entrare in modalità bootloader

Lanciare il programma `ORbit16Loader.exe`. Il Software avvisa che **ORbit16™** non è stata rilevata:



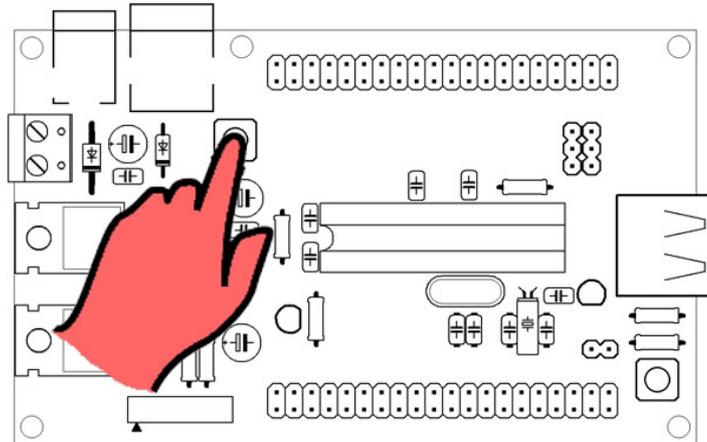
**Nota:** questo messaggio appare anche se **ORbit16™** è connessa al PC con il cavo USB ma non è attiva la modalità bootloader!

Non alimentare **ORbit16™** ma controllare piuttosto la posizione del deviatore SW3 : deve trovarsi spostato verso il basso, in posizione “DEV”. Ora è possibile alimentare **ORbit16™** dalla porta USB: impostare JP1 (Power Select) sulla posizione “USB”.

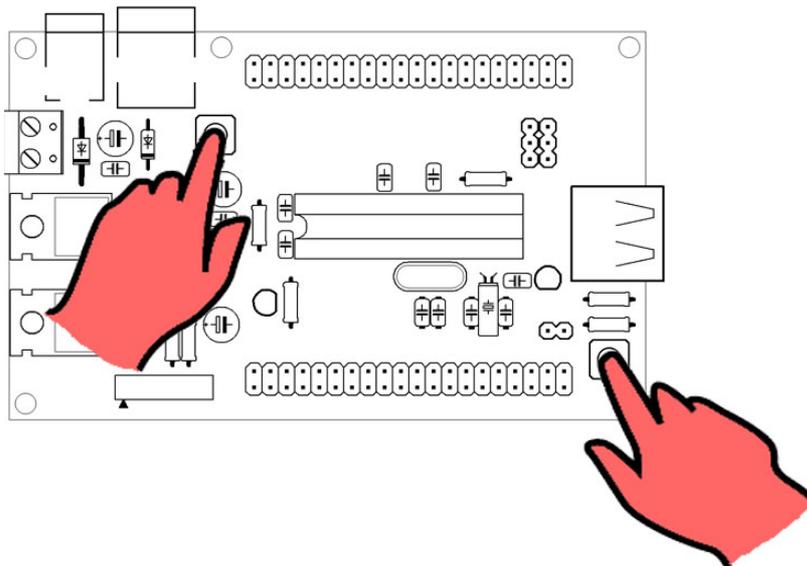
Collegare **ORbit16™** al PC utilizzando un cavo USB (da B ad A), il led DL1 (power) deve accendersi.

**Nota:** di default su **ORbit16™** è caricato un programma di test che fa lampeggiare il led DL2 tramite interrupt. Appena connessa la scheda all'alimentazione, oltre ad accendersi DL1, che indica la presenza della tensione di alimentazione, DL2 lampeggia alla frequenza di 1Hz.

Premere il pulsante SW1 (Reset). SW1 è il pulsante vicino al connettore USB device:

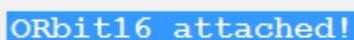


Tenendo premuto il pulsante di reset, contemporaneamente premere SW2. SW2 è il pulsante vicino al connettore USB host:



Tenendo premuto SW2, ora rilasciare SW1: il led DL2 incomincia a lampeggiare molto rapidamente (se il PC ha il volume alzato è possibile sentire il suono che indica la connessione di una nuova periferica). E' ora possibile rilasciare anche SW2.

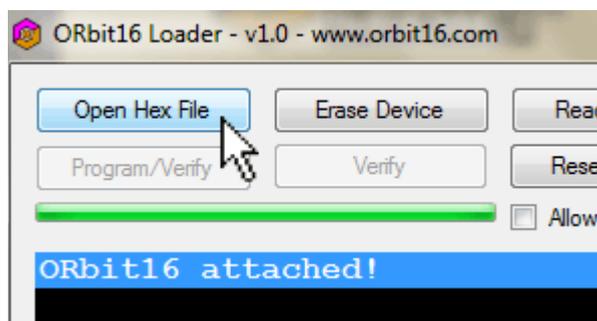
Nella finestra del software compare un nuovo messaggio:

A screenshot of a software interface showing a blue message box with the text "ORbit16 attached!" in white.

*Nota: La prima volta che si collega ORbit16<sup>TM</sup> al PC bisogna aspettare qualche minuto durante il quale la periferica viene installata sul PC. Non sono necessari drivers in quanto ORbit16<sup>TM</sup> viene riconosciuta come una normale periferica USB HID.*

### Step 3 - Caricare il programma

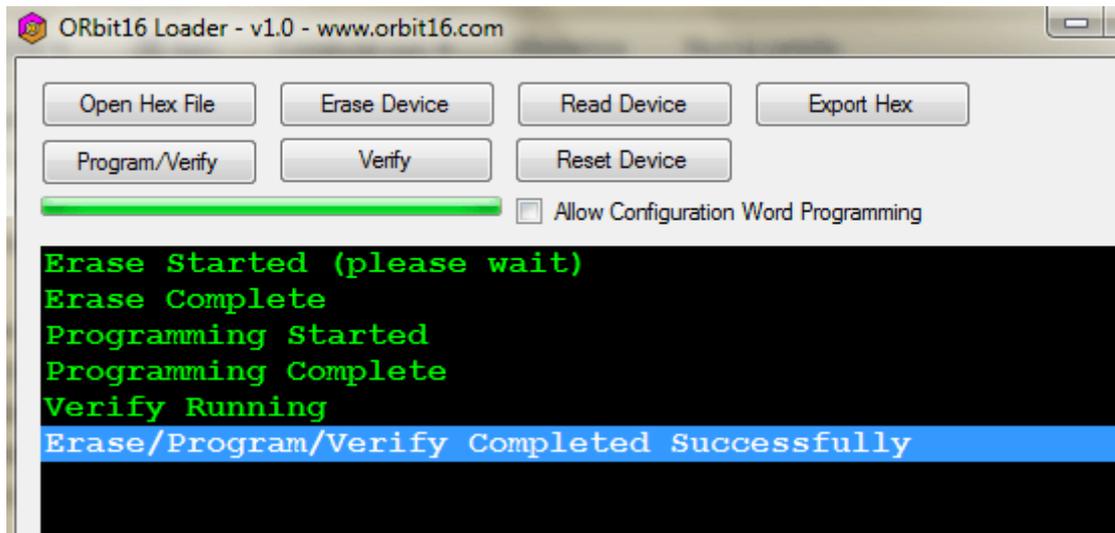
Premere il pulsante “Open Hex File” sulla finestra del programma:



Sfogliare le cartelle sul pc alla ricerca del file HEX relativo al programma da caricare. Selezionarlo e premere il pulsante “Apri”. Ora il pulsante “Program/Verify” si attiva. Se il vostro programma necessita di fare una modifica alla word di configurazione, bisogna selezionare la checkbox “Allow Configuration Word Programming”.

**Attenzione:** Cambiare la word di configurazione può portare a malfunzionamenti del bootloader. Non eseguire questa operazione se non si è sicuri di ciò che si sta facendo! La maggior parte dei programmi non necessita il cambio della word di configurazione già programmata con il bootloader.

Ora è possibile premere il pulsante “Program/Verify”. A questo punto il software bootloader lato pc comunica con il bootloader presente sul PICmicro di ORbit16<sup>TM</sup>. La programmazione procede attraverso 3 fasi: cancellazione, programmazione e verifica. Alla fine di queste operazioni la finestra del bootloader appare come la seguente:



#### Step 4 - Uscita dal bootloader

Il vostro programma non sarà eseguito fino a quando non viene premuto il pulsante di reset oppure viene tolta e ridata l'alimentazione alla scheda.

Ad ogni modo, prima di far partire il programma, controllare i jumpers. Se è richiesta la selezione di qualche jumper riguardante l'alimentazione o bisogna connettere schede di espansione, rimuovere l'alimentazione, fare i cambiamenti e quindi fornire nuovamente l'alimentazione.

## Hacks

Questo paragrafo illustra le modifiche che è possibile eseguire su ORbit16™ per renderla più adatta alle proprie necessità. Quando si fa riferimento alla word di configurazione è implicito che si sta parlando del PIC24FJ. La word di configurazione è già programmata con il bootloader. Nel caso in cui sia necessario modificare la word di configurazione, bisogna includere nel proprio programma il file `config_word.h`, disponibile nella sezione downloads del sito, e quindi modificarla secondo le proprie necessità. Per la programmazione della word di configurazione è necessario selezionare l'apposita opzione come indicato nel paragrafo Bootloader.

### Oscillatore secondario (SOSC)

Q2, C12 e C13 di default non sono montati: questi componenti possono essere utilizzati per il funzionamento dell'oscillatore secondario (SOSC) a 32.768KHz. Questa opzione è necessaria per utilizzare il modulo RTCC (Real Time Clock Calendar) interno alla MCU. Qualora si desideri utilizzare l'oscillatore secondario bisogna montare Q2, C12 e C13 come da elenco componenti e assicurarsi che i jumper a saldare posti sul retro della scheda, SJ3 e SJ4 siano aperti (condizione di default).

Se invece non si desidera utilizzare il modulo RTCC è possibile avere a disposizione ulteriori 2 I/O che sono RA4 (indicato con [A4] sulla serigrafia) e RB4/RP4 (indicato con [BP4] sulla serigrafia).

Per avere RA4 e RB4/RP4 utilizzabili come I/O bisogna:

- eventualmente rimuovere Q2, C12 e C13 (non montati di default)
- chiudere i jumper a saldare SJ3 e SJ4 sul retro della scheda.
- cambiare la word di configurazione nella funzione CONFIG3: sostituire `SOSSEL_LPSOSC` con `SOSSEL_IO`
- Abilitare la checkbox "Allow Configuration Word programming" nel programma del bootloader. Fare riferimento al paragrafo *Bootloader* per maggiori informazioni.

**Nota:** La word di configurazione preimpostata sul PIC24FJ64GB002 fornito con ORbit16™ è impostata per utilizzare RA4 e RB4 con l'oscillatore secondario.

### Oscillatore primario

L'oscillatore primario è costituito di default dal quarzo Q1 (8MHz) e dai due condensatori C10 e C11. Tuttavia la MCU montata a bordo può anche funzionare con

l'oscillatore interno garantendo, però, una minore accuratezza e minore stabilità delle temporizzazioni.

**Attenzione:** *l'oscillatore interno non consente l'utilizzo del modulo USB, per cui in questo caso non è più possibile usare nemmeno il bootloader.*

Se non si desidera utilizzare l'oscillatore primario è possibile avere altri 2 I/O aggiuntivi su RA2 e RA3 (indicati rispettivamente come [A2] e [A3] sulla serigrafia). In questo caso bisogna:

- rimuovere Q1, C10 e C11
- chiudere con una goccia di stagno i jumpers a saldare SJ1 e SJ2 sul retro della scheda.
- cambiare la word di configurazione: in CONFIG2 scrivere `OSCIOFNC_ON` al posto di `OSCIOFNC_OFF`. Cambiare `POSCMOD_HS` con `POSCMOD_NONE`. Cambiare `FNOSC_PRIPLL` con `FNOSC_FRC`. Cambiare `PLL96MHZ_ON` con `PLL96MHZ_OFF`
- Abilitare la checkbox "Allow Configuration Word programming" nel programma del bootloader. Fare riferimento al paragrafo Bootloader per maggiori informazioni.

Da questo momento in poi non è più possibile utilizzare il bootloader per caricare i programmi, per cui è necessario un programmatore compatibile e la frequenza di funzionamento viene stabilita ad 8MHz dall'oscillatore RC interno (FCY=4MHz).

## Linee dati USB

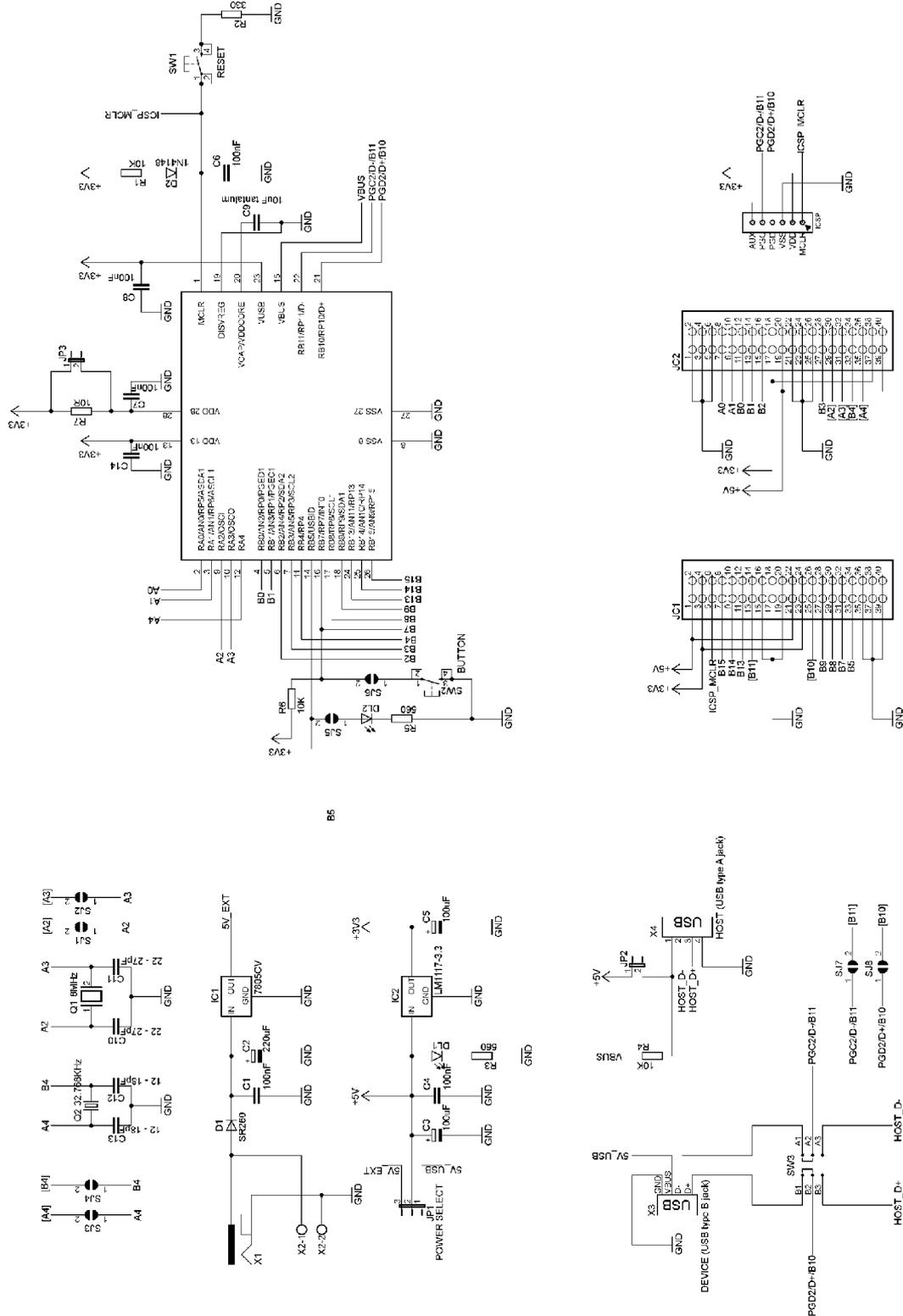
I pin RB10/RP10 e RB11/RP11 sono generalmente utilizzati dalle linee dati del modulo USB e dal connettore ICSP. Pertanto, per sicurezza, questi due pin non sono disponibili sugli header di espansione esterni. Per rendere disponibili questi pin è necessario chiudere con una goccia di stagno i jumpers a saldare SJ7 e SJ8 sul retro della scheda. Una volta chiusi questi due jumper è possibile utilizzare RB10/RP10 e RB11/RP11 come normali I/O. Questi due I/O sono indicati dalla serigrafia rispettivamente come [BP10] e [BP11].

Questa modifica, tuttavia, comporta alcune considerazioni:

Il bootloader può ancora essere utilizzato nonostante RB10/RP10 e RB11/RP11 siano usati come normali I/O ma in questo caso bisogna rimuovere eventuale circuiteria esterna che utilizza tali porte quando si utilizza il bootloader. Tale accorgimento è necessario anche se si utilizza il connettore ICSP per la programmazione dato che le linee dati dell'ICSP utilizzano anch'esse i pin RB10 e RB11.

La funzionalità USB Host, invece, non può più assolutamente essere utilizzata.

## Schema elettrico



## Elenco componenti

X1	Connettore jack a barile (raccomandato pin centrale da 2.1mm)
X2	Terminale a vite a 2 vie (pitch 5.08mm)
X3	Connettore USB tipo B
X4	Connettore USB tipo A
C1	Condensatore ceramico multistrato 100nF (pitch 2.5mm)
C2	Condensatore elettrolitico 220 $\mu$ F, 25÷35V
C3	Condensatore elettrolitico 100 ÷ 220 $\mu$ F 6.3V
C4	Condensatore ceramico multistrato 100nF (pitch 2.5mm)
C5	Condensatore elettrolitico 100 ÷ 220 $\mu$ F 6.3V
C6	Condensatore ceramico multistrato 100nF (pitch 2.5mm)
C7	Condensatore ceramico multistrato 100nF (pitch 2.5mm)
C8	Condensatore ceramico multistrato 100nF (pitch 2.5mm)
C9	Condensatore elettrolitico al tantalio 10 $\mu$ F 6.3V (pitch 2.5mm)
C10	Condensatore ceramico 22 ÷ 27pF (pitch 2.5 o 5mm)
C11	Condensatore ceramico 22 ÷ 27pF (pitch 2.5 o 5mm)
C12	Condensatore ceramico 12pF (optional - pitch 2.5 o 5mm)
C13	Condensatore ceramico 12pF (optional - pitch 2.5 o 5mm)
C14	Condensatore ceramico multistrato 100nF (pitch 2.5mm)
D1	Diodo SR260 (o equivalente)
D2	Diodo 1N4148 (nota: sul PCB rev.2A colore verde è indicato come D3)
IC1	Regolatore 7805CV (o equivalente)
IC2	Regolatore LM1117-3.3 (o LD33 - Attenzione: il 7833 non è compatibile)
IC3	PIC24FJ64GB002-I/SP (per altri pic compatibili vedi paragrafo apposito)
ICSP	header maschio 6 pin ad angolo retto
JC1	header femmina 2x20
JC2	header femmina 2x20
JP1	header maschio 3pin
JP2	header maschio 2pin
JP3	header maschio 2pin
DL1	Led 3mm
DL2	Led 3mm
Q1	Quarzo 8MHz formato HC49S
Q2	Quarzo 32.768KHz formato TC38 (optional)
R1	Resistenza 10K $\Omega$ ¼W
R2	Resistenza 330 $\Omega$ ¼W
R3	Resistenza 560 $\Omega$ ¼W
R4	Resistenza 10K $\Omega$ ¼W
R5	Resistenza 560 $\Omega$ ¼W
R6	Resistenza 10K $\Omega$ ¼W
R7	Resistenza 10 $\Omega$ ¼W
SW1	Pulsante da PCB 6x6mm
SW2	Pulsante da PCB 6x6mm
SW3	Deviatore DPDT (pitch 2mm)

## Contenuto Kit completo

1x	PCB ORbit16 <sup>TM</sup> REV.2A	
1x	Connettore Jack a barile	(X1)
1x	Connettore a vite a 2 vie	(X2)
1x	Connettore USB tipo B	(X3)
1x	Connettore USB tipo A	(X4)
6x	Condensatore ceramico multistrato 100nF	(C1, C4, C6, C7, C8, C14)
1x	Condensatore elettrolitico 220 $\mu$ F, 25 $\div$ 35V	(C2)
2x	Condensatore elettrolitico 100 $\div$ 220 $\mu$ F 6.3V	(C3, C5)
2x	Condensatore ceramico 22 $\div$ 27pF	(C10, C11)
1x	Condensatore elettrolitico al tantalio 10 $\mu$ F	(C9)
1x	Diodo SR260	(D1)
1x	Diodo 1N4148	(D3)
1x	Regolatore di tensione 7805CV	(IC1)
1x	Regolatore di tensione LM1117-3.3 (o LD33)	(IC2)
1x	PIC24FJ64GB002-1/SP con bootloader preprogrammato	(IC3)
1x	header maschio 6 pin ad angolo retto	(ICSP)
2x	header femmina 2x20	(JC1, JC2)
1x	header maschio 7pin o header già separati	(JP1, JP2, JP3)
2x	Led 3mm	(DL1, DL2)
1x	Quarzo 8MHz formato HC49S	(Q1)
3x	Resistenza 10K $\Omega$ $\frac{1}{4}$ W	(R1, R4, R6)
1x	Resistenza 330 $\Omega$ $\frac{1}{4}$ W	(R2)
2x	Resistenza 560 $\Omega$ $\frac{1}{4}$ W	(R3, R5)
1x	Resistenza 10 $\Omega$ $\frac{1}{4}$ W	(R7)
2x	Pulsante da PCB 6x6x5mm	(SW1, SW2)
1x	Deviatore DPDT	(SW3)
1x	Zoccolo 28pin	
3x	Jumpers di chiusura	
6x	Vite 6mm M3	
2x	Dado M3	
4x	Distanziale esagonale in metallo	

## PICmicro compatibili

ORbit16™ è compatibile con i seguenti PICmicro a 28pin, in formato PDIP, con modulo USB OTG:

- PIC24FJ32GB002
- PIC24FJ64GB002
- PIC32MX210F016B
- PIC32MX220F032B
- PIC32MX230F064B
- PIC32MX250F128B

Nota: il bootloader attualmente è disponibile solo per il PIC24FJ64GB002. Gli altri PICmicro possono essere programmati utilizzando un programmatore ICSP compatibile. In particolare per i PIC24FJ è possibile utilizzare il PICkit2 o il PICkit3, i PIC32MX hanno necessariamente bisogno del PICkit3.

I PIC32MX vanno programmati utilizzando [MPLAB C Compiler for PIC32 MCUs](#)

## Troubleshooting

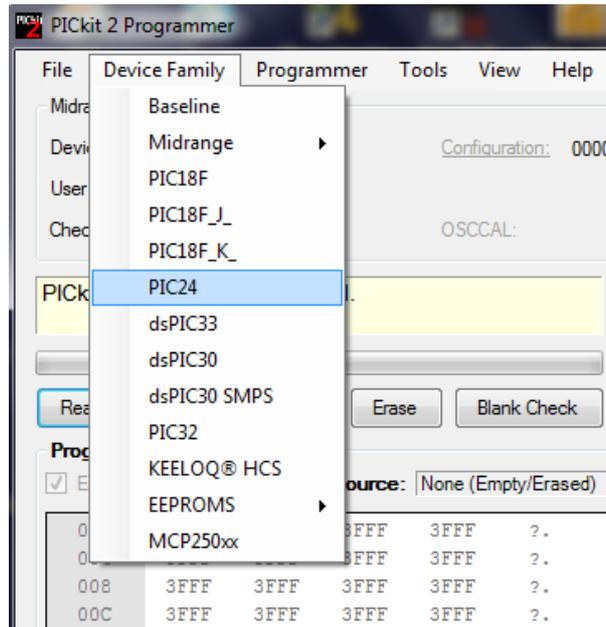
In questa parte vengono illustrate le soluzioni ai problemi più comuni.

### Problema 1 - Il bootloader non funziona più

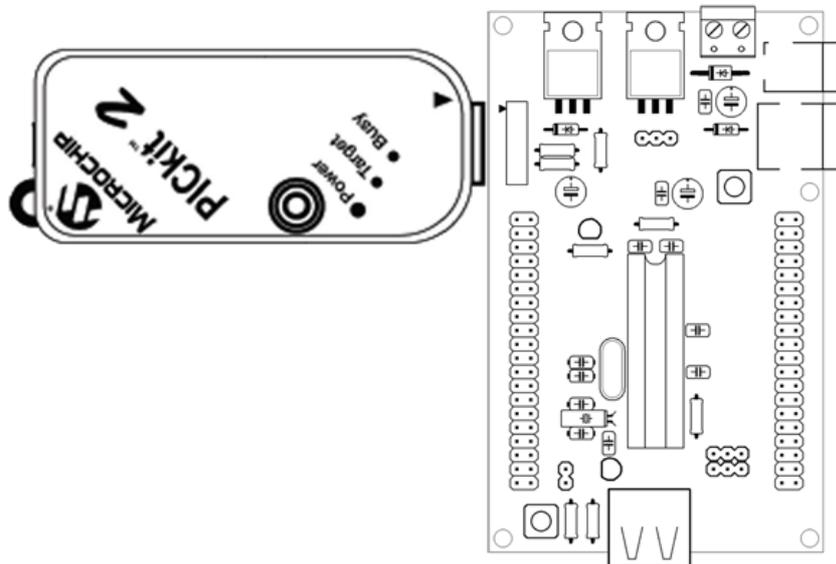
Programmando con un programmatore esterno o non utilizzando il linker, il bootloader viene cancellato. In casi eccezionali (es.: scariche elettrostatiche) il bootloader potrebbe venire corrotto o cancellato. In questi casi è indispensabile possedere un programmatore esterno per picmicro. Se si possiede un programmatore esterno (consigliati unicamente prodotti Microchip originali, come il pickit2 o il pickit3), è possibile ricaricare il bootloader su ORbit16™.

Scaricare il bootloader dalla sezione Downloads del sito di ORbit16™. Il file si chiama `Orbit16_Bootloader.hex`. Per caricare il bootloader fare riferimento alle guide ufficiali del programmatore in vostro possesso. Di seguito viene mostrato un esempio di programmazione con il PICkit2 mediante l'applicazione stand-alone.

Prima di collegare il PICkit ad ORbit16™ lanciare il software e selezionare PIC24 dal menù Device Family:



Ora è possibile collegare il PICkit al connettore ICSP presente su ORbit16™ e quindi caricare `Orbit16_Bootloader.hex` con la modalità classica.



## Problema 2 - Il programma non parte

Questo generalmente accade quando carichiamo il nostro programma con il bootloader e abbiamo dimenticato di includere in MPLAB il file del linker.

## Problema 3 - Il led DL2 rimane acceso fisso in modalità bootloader

Spostare SW3 in posizione “DEV”

## Siti di riferimento

<http://orbit16.blogspot.com>

Su questo blog, in lingua inglese, vengono forniti tutti gli aggiornamenti relativi ad ORbit16<sup>TM</sup>. Per rimanere sempre al corrente delle ultime novità è consigliato abbonarsi al feed RSS.

<http://www.orbit16.com>

Il sito ufficiale di ORbit16<sup>TM</sup> nel quale vengono pubblicati i manuali, le librerie, gli esempi di utilizzo e le applicazioni.

<http://www.settorezero.com/wordpress/category/microcontrollori/orbit16%E2%84%A2/>

La categoria ORbit16<sup>TM</sup> di settorezero.com contiene alcuni aggiornamenti maggiori

<http://www.settorezero.com/wordpress/category/microcontrollori/pic-micro/dspic-pic24/>

La categoria dsPIC / PIC24 di settorezero.com include notizie, esempi e documentazione relativi ai pic a 16bit, la maggior parte di queste informazioni è valida anche per ORbit16<sup>TM</sup>