

AN0003: La ricetrasmisione dati con il modulo XTR VF 2.4 LP AUR°EL

Scopo di questo documento è illustrare le procedure di base che consentono il corretto uso del modulo ricestrasmittitore a 2.4GHz XTR VF 2.4 LP AUR°EL.

Si assume che sia stata presa visione dei seguenti documenti pubblicati da Cypress:

- *CYRF6936 WirelessUSB™ LP 2.4-GHz Radio SoC* [abbreviato in seguito in DS] reperibile all'indirizzo:
http://download.cypress.com.edgesuite.net/design_resources/datasheets/contents/cyrf6936_8.pdf
- *WirelessUSB(™) LP and PROC(TM) LP Technical Reference Manual* reperibile all'indirizzo:
http://www.cypress.com/portal/server.pt?space=CommunityPage&control=SetCommunity&CommunityID=285&PageID=552&r_folder=Technical+Reference+Manuals&r_title=TR1005&ref=pfm

Le procedure di programmazione del modulo illustrano la tecnica di utilizzo con riguardo al basso consumo lasciando cioè il dispositivo quanto più tempo possibile nello stato di spento (Power down).

Connessione del modulo XTR VF 2.4 LP AUR°EL ad un microcontrollore

Impostazioni iniziali delle porte del microcontrollore

E' necessario utilizzare un microcontrollore dotato di interfaccia SPI. La configurazione iniziale delle porte di SPI è la seguente:

NSS (Negative Spi Enable): porta di abilitazione dell'SPI. Deve essere impostata come USCITA ALTA.

MOSI (Master Out Slave In): porta di uscita SPI per il master (microcontrollore) e di ingresso per lo slave (XTR VF 2.4 LP AUR°EL). Deve essere impostata come USCITA ALTA.

MISO (Master In Slave Out): porta di ingresso SPI per il master (microcontrollore) e di uscita per lo slave (XTR VF 2.4 LP AUR°EL). Deve essere impostata come INPUT TRISTATE.

CLK: porta di uscita del Clock SPI dal master (microcontrollore). Deve essere impostata come USCITA BASSA.

Si utilizza inoltre un pin di una porta in ingresso per la gestione dell'INTERRUPT in uscita dall' XTR VF 2.4 LP AUR°EL:

IRQ: porta di interrupt in ingresso per il microcontrollore. Deve essere impostata come INGRESSO TRISTATE.

Si utilizza infine un pin di una porta in uscita per la gestione del RESET dell' XTR VF 2.4 LP AUR°EL: va eseguito un Reset all'accensione del microcontrollore.

NRESET: porta di reset (attiva alta) per l'XTR VF 2.4 LP AUR°EL. Deve essere impostata come USCITA ALTA. In questo modo all'accensione o al reset del microcontrollore l'XTR VF 2.4 LP AUR°EL è nello stato di Reset e per uscire da tale stato, con le impostazioni di default dei registri, è necessario abbassare tale linea e mantenerla bassa.

Le routine SPI

L'XTR VF 2.4 LP AUR°EL è un dispositivo programmabile grazie alla scrittura dei registri interni al chip RF in esso presente.

La scrittura di tali registri avviene tramite l'interfaccia SPI. E' perciò fondamentale implementare le Routine SPI di lettura e scrittura secondo quanto indicato in [DS].

In particolare sono necessarie scritture e letture sia di registri di 1 byte che di registri di 3, 8 e 16 byte. Per questi ultimi è necessario effettuare perciò scritture e letture a burst non incrementali come indicato in [DS].

In [DS] è inoltre riportato come la modalità di programmazione del modulo RF sia tramite connessione SPI con velocità non superiore a 4Mbit/sec.

La routine di scrittura SPI prevede la trasmissione dell'indirizzo del registro dell'XTR VF 2.4 LP AUR°EL da scrivere (un byte di indirizzamento con il bit più significativo pari a uno utilizzato come comando di scrittura), quindi la trasmissione di tanti byte quanti sono i byte del registro.

La routine di lettura SPI prevede, invece, una prima trasmissione dell'indirizzo del registro dell'XTR VF 2.4 LP AUR°EL da leggere, quindi la trasmissione di tanti 0x00 quanti sono i byte del registro: il dato in uscita sulla linea MOSI non ha significato, serve soltanto, secondo il protocollo SPI, ad avere un clock generato dall'unità Master per i dati in uscita dallo Slave sulla linea MISO.

Ingresso e uscita dallo stato di Power Down

L'XTR VF 2.4 LP non presenta un pin per la forzatura o meno dello stato a basso consumo (<1uA) di Power Down.

L'ingresso e l'uscita da tale stato si effettua tramite la scrittura del registro 0x0F del chip RF.

All'uscita dal Power Down il dispositivo verrà tipicamente posto in trasmissione o ricezione.

In entrambi i casi il quarzo si stabilizza (tale condizione viene segnalata tramite interrupt sulla linea IRQ, se abilitato) e poi vi è l'aggancio del PLL alla frequenza di trasmissione o ricezione.

Impostazioni iniziali

In fase di inizializzazione devono essere programmati i seguenti parametri:

Numero del canale RF
Velocità di ritrasmissione RF
Configurazione della potenza di uscita
Scelta della modalità di IRQ
Configurazione dei GPIO
Impostazione del preambolo.....(SERVE SOLO IN TX)
Impostazione framing del pacchetto
Impostazione Auto Cal Time
Impostazione Auto Cal Offset
Impostazione della Power Management Unit (PMU)
Configurazione delle impostazioni del ricevitore.....(SERVE SOLO IN RX)
Soglie di validità del segnale ricevuto.....(SERVE SOLO IN RX)
Modalità di determinazione dell'End of Packet (EOP) da parte del ricevitore.....(SERVE SOLO IN RX)

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A. non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Di seguito sono riportate le scritture SPI necessarie per impostare quanto sopra elencato.

Con “*Wspi(indirizzo, dato)*” si intende la routine di scrittura SPI di un singolo byte. <indirizzo> = indirizzo del registro, <dato> = byte da scrivere.

Con “*Wspin(numero, indirizzo, I)*” si intende la routine di scrittura SPI di più byte. <indirizzo> = indirizzo del registro, <numero> = numero di byte da scrivere, <I> = posizione del buffer DATAOUT a partire dalla quale si prendono i byte da scrivere.

Impostazione del canale

```
Canale = 39 'Canale 2439MHz (fast channel)
Wspi(0x00 , Canale)
```

Il dispositivo presenta tre tipi di canali (Fast, Medium e Slow) che si differenziano per il tempo di aggancio del PLL (rispettivamente 100, 180 e 270µs).

Impostazione della modalità di IRQ e configurazione dei GPIO

Con la scrittura dei registri 0x0C, 0x0D e 0x0E si impostano le modalità di IRQ, dell' SPI e le configurazioni dei pin XOUT e PACTL che possono essere utilizzati come GPIO.

Si è scelto di impostare PACTL come uscita alta e XOUT come input.

```
Wspi(0x0C , 0b11000000) 'Impostazione di XOUT come GPIO
Wspi(0x0D , 0b01001100) 'Impostazione SPI a quattro fili, IRQ standard
                          CMOS attivo alto, XOUT standard CMOS Output,
                          PACTL Open Drain Output GPIO
Wspi(0x0E , 0b10100000) 'Impostazione di PACTL come uscita alta e XOUT
                          come input
```

Impostazione del preambolo

```
Numero = 3 'Impostazione del preambolo pari alla sequenza
Indirizzo = 0x24 esadecimale 3333 ripetuta quattro volte
Dataout[0] = 4
Dataout[1] = 0x33
Dataout[2] = 0x33
I = 0
Wspin(numero , Indirizzo , I)
```

Impostazione di Auto Cal Time

```
Wspi(0x32 , 0x3C) 'Impostazione Auto Cal Time: valore consigliato
```

Impostazione Auto Cal Offset

```
Wspi(0x35 , 0x14) 'Impostazione Auto Cal Offset: valore consigliato
```

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A. non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Impostazioni del ricevitore

Wspi(0x06 , 0b10010010) 'Configurazione del ricevitore: AGC abilitato, modalità HI abilitata e Overwrite abilitata (nel caso in cui uno Start of Packet sia ricevuto e il buffer non sia vuoto esso viene caricato con i nuovi dati perciò i vecchi vengono persi)

Impostazione delle soglie di validità del segnale ricevuto

Wspi(0x11 , 0x05) 'Soglia di discriminazione dati nel caso di PN code a 32 chip

Wspi(0x12 , 0x0E) 'Soglia di discriminazione dati nel caso di PN code a 64 chip

Impostazione della velocità di trasmissione RF, del framing del pacchetto, della potenza di uscita e della determinazione dell'EOP da parte del ricevitore

Tramite il registro 0x03 si impostano la velocità di trasmissione RF e la potenza di uscita.

Sono possibili le velocità di 16, 32, 64, 125, 250kbit/sec e 1Mbit/sec.

Il dispositivo permette l'inserimento automatico di alcuni campi nel pacchetto: SOP (Start of Packet), Lenght (lunghezza della parte utile del pacchetto) e CRC.

Tramite i registri 0x10, 0x1D e 0x1E viene impostato tale framing.

Per il mantenimento della compatibilità con l'XTR CYP 2.4GHz AUR°EL nel caso di velocità di 16 e 64kbit/sec non viene utilizzato nessun framing ma vengono inviati solo i dati utili (oltre al preambolo).

Nel caso invece di velocità di 125 e 250kbit/sec è necessario inserire i campi SOP e Lenght.

A seconda del framing utilizzato è diversa anche la modalità di determinazione della fine del pacchetto (EOP) da parte del ricevitore.

Infatti nel caso in cui venga inviato il campo Lenght l'EOP è determinato quando sono stati ricevuti un numero di byte pari a quelli indicati in tale campo. In caso contrario invece l'EOP è determinato tramite un time out dall'ultimo byte valido ricevuto.

L'EOP viene settato tramite il registro 0x14 e risulta perciò diverso a seconda della velocità utilizzata.

Si riportano di seguito le impostazioni per i casi di velocità a 16, 64, 125 e 250kbit/sec.

' Per velocità di trasmissione dei dati RF di 16Kbit/sec:

Wspi(0x03 , 0b00111111) 'Velocità RF di 16kbit/sec e potenza massima

Wspi(0x10 , 0x00) 'Nessun campo aggiuntivo inserito nel pacchetto per il mantenimento della compatibilità con l'XTR CYP 2.4GHz

Wspi(0x1f , 0b00000101) 'Il trasmettitore non inserisce nessuna CRC e inverte lo stream di dati

Wspi(0x1e , 0b00000100) 'Il ricevitore non si aspetta nessuna CRC

Wspi(0x14 , 0b00000100) 'EOP dopo 4 non correlazioni dall'ultima valida ricevuta

' Per velocità di trasmissione dei dati RF di 64Kbit/sec:

| | |
|-------------------------|--|
| Wspi(0x03 , 0b00010111) | 'Velocità RF di 64kbit/sec e potenza massima |
| Wspi(0x10 , 0x00) | 'Nessun campo aggiuntivo inserito nel pacchetto per il mantenimento della compatibilità con l'XTR CYP 2.4GHz |
| Wspi(0x1f , 0b00000101) | 'Il trasmettitore non inserisce nessuna CRC e inverte lo stream di dati |
| Wspi(0x1e , 0b00000100) | 'Il ricevitore non si aspetta nessuna CRC |
| Wspi(0x14 , 0b00000100) | 'EOP dopo 4 non correlazioni dall'ultima valida ricevuta |

Per il completo mantenimento della compatibilità con l'XTR CYP 2.4GHz AUR°EL è necessario impostare, nei due modelli lo stesso PN code. Infatti di default i due modelli hanno un PN code diverso pertanto è necessario modificarne uno dei due al fine di allinearli.

' Per velocità di trasmissione dei dati RF di 125Kbit/sec:

| | |
|-------------------------|---|
| Wspi(0x03 , 0b00101111) | 'Velocità RF di 125kbit/sec e potenza massima |
| Wspi(0x10 , 0b11101110) | 'SOP abilitato e di lunghezza 64 chip, Lenght abilitato e soglia di correlazione del SOP fissata a 0x0E |
| Wspi(0x1f , 0b00000101) | 'Il trasmettitore non inserisce nessuna CRC e inverte lo stream di dati |
| Wspi(0x1e , 0b00000100) | 'Il ricevitore non si aspetta nessuna CRC |

In questo caso, essendo abilitato il campo Lenght (obbligatorio inserirlo per questa velocità), il ricevitore determina un EOP quando sono stati ricevuti un numero di byte pari a quelli indicati in tale campo. Pertanto la scrittura del registro 0x14 non è necessaria.

' Per velocità di trasmissione dei dati RF di 250Kbit/sec:

| | |
|-------------------------|---|
| Wspi(0x03 , 0b00001111) | 'Velocità RF di 250kbit/sec e potenza massima |
| Wspi(0x10 , 0b11101110) | 'SOP abilitato e di lunghezza 64 chip, Lenght abilitato e soglia di correlazione del SOP fissata a 0x0E |
| Wspi(0x1f , 0b00000101) | 'Il trasmettitore non inserisce nessuna CRC e inverte lo stream di dati |
| Wspi(0x1e , 0b00000100) | 'Il ricevitore non si aspetta nessuna CRC |

In questo caso, essendo abilitato il campo Lenght (obbligatorio inserirlo per questa velocità), il ricevitore determina un EOP quando sono stati ricevuti un numero di byte pari a quelli indicati in tale campo. Pertanto la scrittura del registro 0x14 non è necessaria.

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A. non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

La potenza RF in uscita è selezionabile tramite i tre bit meno significativi del registro 0x03 (step da 0 a 7). In particolare la potenza irradiata in funzione dello step è riportata nella tabella sottostante:

| Step | Potenza RF irradiata (ERP) |
|------|----------------------------|
| 0 | -35 dBm |
| 1 | -30 dBm |
| 2 | -24 dBm |
| 3 | -18 dBm |
| 4 | -13 dBm |
| 5 | -5 dBm |
| 6 | 0 dBm |
| 7 | +4 dBm |

Impostazione della Power Management Unit (PMU)

L'XTR VF 2.4 LP AUR°EL presenta una PMU che permette al dispositivo di funzionare in un range di tensione da 3.6 a 1.8V.

E' possibile, tramite la programmazione del registro 0x0B, decidere se abilitare la PMU e nel caso impostare la soglia di abilitazione. In particolare per applicazioni che utilizzano un regolatore esterno l'abilitazione della PMU non è necessaria. In questo caso la tensione fornita all'XTR CYP 2.4GHz deve essere nel range 2.4-3.6V.

E' invece utile utilizzare la PMU nel caso di applicazioni con alimentazione a batteria in quanto, quando essa scende al di sotto del valore impostato (impostabile da 2.4 a 2.7V), l'alimentatore interno all'XTR VF 2.4 LP AUR°EL mantiene l'alimentazione a tale valore permettendo di sfruttare le batterie fino al valore di tensione di 1.8V.

La PMU tra l'altro permette di generare un evento di interrupt sulla linea IRQ quando il livello della batteria scende al di sotto della soglia impostata.

Si veda in [DS] la programmazione del registro 0x0B per l'utilizzo della PMU.

La programmazione dei precedenti parametri deve essere effettuata una volta sola all'accensione del dispositivo (ovvero quando si proviene da assenza di alimentazione o da reset hardware) dopo avere abbassato la linea di NReset per attivare il chip RF.

Si può ora procedere o lasciando il dispositivo attivo o ponendolo in Power Down per un conseguente risveglio temporizzato al fine di minimizzare i consumi.

Nel nostro caso poniamo il dispositivo in Power Down ed operiamo un conseguente risveglio.

Per porre il dispositivo in Power Down si effettua una scrittura SPI sul registro 0x0F:

```
Wspi(0x0F , 0b00100000)
```

PROGRAMMAZIONE DELL'XTR VF 2.4 LP AUR°EL IN TRASMISSIONE O RICEZIONE

Il dispositivo lavora tramite l'utilizzo di un buffer circolare modulo 16 byte che deve essere scritto e letto con le giuste tempistiche al fine di trasmettere e ricevere i dati corretti.

Infatti quando viene abilitata la trasmissione, una volta fissato il numero di byte del pacchetto, il dispositivo comincia a trasmettere e non si ferma fino a quando tutti i byte sono stati trasmessi.

Nel caso di pacchetto più lungo di 16 byte, per il quale è necessario dopo la trasmissione dei primi 16 byte ricaricare il buffer, tale scrittura deve avvenire con accortezza al fine di evitare di riscrivere locazioni del buffer prima che i byte in esse contenuti siano stati trasmessi.

Se si utilizza una velocità di scrittura SPI uguale alla velocità di trasmissione e si comincia la scrittura SPI dopo la trasmissione del primo byte (a tale scopo è presente un interrupt che segnala quando un byte è stato trasmesso) vi è un perfetto allineamento tra scrittura e trasmissione.

Se si utilizza una velocità di scrittura SPI diversa da quella di trasmissione vi sarà invece un disallineamento.

Per evitare errori nella scrittura si può sfruttare l'interrupt di Buffer Half Empty che segnala quando sono stati trasmessi 8 byte.

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A. non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Esistono però, anche in questo caso, dei limiti minimi e massimi nella velocità di scrittura SPI. In particolare il limite massimo è inferiore al doppio della velocità di trasmissione.

Tipicamente, al fine di ridurre i tempi di scrittura e lettura ovvero dei tempi di interazione tra microcontrollore e chip RF, si cerca di utilizzare la velocità di trasmissione SPI maggiore possibile. In questo caso, è necessario inserire un ritardo dopo l'interrupt di Buffer Half Empty prima di eseguire la scrittura SPI.

Tale ritardo nel caso, ad esempio di velocità 250kbit/sec e di scrittura SPI a 2Mbit/sec deve essere compreso tra 164 e 248us.

Analogamente, in ricezione il dispositivo continua a ricevere dati e a caricarli nel buffer fintanto che il pacchetto non è terminato.

Perciò, se il pacchetto ha lunghezza maggiore di 16 byte il buffer deve essere riletto con il rischio che la lettura avvenga prima che il buffer sia stato nuovamente caricato ovvero che venga letto il byte caricato nel buffer nella scrittura precedente.

Anche in questo caso sono valide le considerazioni fatte per la trasmissione. E' perciò anche qui sfruttabile l'interrupt di Buffer Half Full, che segnala quando sono stati ricevuti 8 byte, con l'inserimento degli opportuni ritardi a seconda delle velocità di trasmissione e di lettura SPI utilizzate.

PROGRAMMAZIONE DELL'XTR VF 2.4 LP AUR°EL IN RICEZIONE

Il dispositivo è posto in attesa di un pacchetto dati di lunghezza indefinita, con conseguente eventuale gestione, e spegnimento finale del dispositivo.

Il dispositivo utilizza un buffer a 16 byte e segnala la ricezione di byte validi tramite l'attivazione degli opportuni interrupt.

In particolare vengono attivati l'interrupt di Buffer Half Full e l'interrupt di Reception Complete che scatta quando un EOP viene determinato dal ricevitore (vedi sopra).

Si attiva la ricezione e si abilitano questi due interrupt tramite la scrittura SPI del registro 0x05:

```
Wspi(0x05 , 0b10010010)
```

Con tale scrittura se il dispositivo è in Power Down, esso si sveglia, e automaticamente viene attivato e stabilizzato il quarzo e agganciato il PLL.

Ora si pone il dispositivo in un Loop in attesa di un interrupt sulla linea IRQ.

Con "Wspi16(Indirizzo , Posizione)" si intende la funzione che esegue la lettura SPI di 16 byte: <indirizzo> = indirizzo del registro, <Posizione> = posizione del buffer DATAIN a partire dalla quale si caricano i byte letti.

LOOP:

```

if (PIN IRQ E' ALTO)                                     'E' scattato l'interrupt
{
  Lettura = Rspi(0x07)                                    'Leggo il registro di stato degli interrupt
  FILTRO LETTURA                                        'Filtro lo stato degli interrupt per capire
                                                         che interrupt è scattato (Buffer Half Full
                                                         o Reception Complete)

  if (INTERRUPT BUFFER HALF FULL)                       'Se è Buffer half Full
  {
    DELAY                                                'Inserisco un ritardo (vedi sopra)
    Posizione = Num_irq * 16
    Rspi16(0x21 , Posizione)                             'Leggo il buffer e carico i byte letti in
                                                         DATAIN nella locazione indicata da
                                                         "Posizione".

    Num_irq = Num_irq+1
  }
else                                                       'Se è Reception Complete

```

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A. non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

```

{Lettura = Rspi(0x07)
 Numdatain = Rspi(0x09)           'Leggo il registro contenente il numero di
                                   byte

 Posizione = Num_irq * 16
 Rspi16(0x21 , Posizione)        'Leggo il buffer

EVENTUALE GESTIONE del Pacchetto Ricevuto;
}

 Num_irq = 0                       'Azzerò gli indici
 Posizione = 0
 Wspi(0x05 , 0b10010010)         'Riattivo la ricezione e gli interrupt

```

Quando scatta l'interrupt (la linea IRQ va alta) viene effettuata una lettura del registro 0x07 (registro di stato degli interrupt in ricezione) per determinare se si è verificato l'evento di Buffer Half Full o di Reception Complete.

Nel caso di Buffer Half Full si attende DELAY (secondo quanto descritto sopra) e successivamente si legge il buffer (registro 0x21).

Nel caso invece di interrupt di Reception Complete la ricezione del pacchetto è terminata, viene letto il buffer e poi effettuata la gestione del pacchetto ricevuto.

A questo punto è possibile forzare il dispositivo in power down tramite la scrittura del registro 0x0F oppure mantenerlo in ricezione tramite una scrittura del registro 0x05.

PROGRAMMAZIONE DELL'XTR VF 2.4 LP AUR°EL IN TRASMISSIONE

Il dispositivo viene attivato, trasmette un pacchetto di lunghezza massima di 48 byte caricato nel buffer di trasmissione DATAOUT, e viene riposto in Power Down.

La casa madre del chip RF consiglia di non utilizzare pacchetti molto più lunghi di 40 byte per eventuali disallineamenti dei quarzi di TX e RX.

Vengono utilizzati pacchetti al massimo lunghi 48 byte primo multiplo utile di 16 byte.

La gestione della trasmissione avviene tramite gli interrupt sulla linea IRQ.

Si fissano il numero di byte da trasmettere (Numdataout) e si carica il buffer di trasmissione DATAOUT con tali dati.

Vengono caricati i primi 16 byte da trasmettere nel buffer del chip RF tramite la scrittura SPI a 16 byte:

```

Numero = 16
Indirizzo = 0x20
i = 0
Wspin(Numero , Indirizzo , i)    'Carico i primi 16 byte nel buffer

Wspi(0x01 , Numdataout)          'Scrivo la lunghezza del pacchetto

if (Numdataout <= 24)            'Fisso il numero di cicli di caricamento
                                   del buffer a 16 byte in funzione del numero
                                   di byte da trasmettere

    {Numero_cicli = 1}
else
    {if (Numdataout <= 40)
        {Numero_cicli = 2}
    else
        {Numero_cicli = 3}
    }

```

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A. non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.


```

if (Numdataout > 16)
    {Wspi(0x02 , 0b10010010)}
else
    {Wspi(0x02 , 0b10000010)
    Numero_cicli = 0
    }

if (Numero_cicli = 0)
    {}
else
    {
    for Num_buffer = 1 To Numero_cicli
        {
        do{Lettura = Rspi(0x04)
        FILTRO LETTURA
        } while (NO INTERRUPT BUFFER HALF EMPTY)

        Lettura = Rspi(0x04)

        Numero = 16
        Indirizzo = 0x20

        DELAY

        Wspin(Numero , Indirizzo , Num_buffer)
        }
        }

        while (PORTA IRQ E' BASSA)
            {
            }

        Lettura = Rspi(0x04)

        Wspi(0x0F , 0b00100000)
    }

```

'Se il numero di byte da trasmettere è maggiore o uguale a 16 abilito gli interrupt di Transmission Complete e di Buffer Half Empty

'Altrimenti abilito solo quello di Transmission Complete

'Se il numero di cicli è zero salto il ciclo FOR e attendo direttamente l'interrupt di Transmission Complete

'Leggo il registro di stato degli interrupt
'Filtro la lettura per determinare se l'interrupt è quello di Buffer Half Empty

'Quando l'interrupt è scattato inserisco un ritardo (vedi sopra) e poi scrivo nel buffer del chip RF i successivi 16 byte da trasmettere

'Attendo che la linea IRQ si alzi ovvero che scatti l'interrupt di Transmission complete

'Pongo il dispositivo in Power Down

Si attiva la trasmissione: il dispositivo si sveglia dal Power Down, il quarzo si stabilizza, si aggancia il PLL e inizia la trasmissione del preambolo e di SOP e Length se attivati. Comincia poi la trasmissione dei dati caricati nel buffer.

E' necessario distinguere il caso di pacchetto di lunghezza minore o uguale a 16 byte dal caso di pacchetto di lunghezza maggiore.

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A. non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Nel primo caso si attiva la trasmissione abilitando il solo interrupt di Transmission Complete in quanto il buffer è già stato caricato e non serve caricarlo nuovamente ma si aspetta direttamente l'interrupt di fine trasmissione.

Nel caso invece di pacchetto più lungo di 16 byte è necessario, dopo la trasmissione dei primi 16 byte, caricare nuovamente il buffer. Viene perciò attivato, oltre all'interrupt di Transmission Complete anche quello di Buffer Half Empty che genera un interrupt quando il buffer di trasmissione del chip RF ha meno di 8 byte ovvero almeno 8 byte sono stati inviati.

Vengono eseguiti un numero di cicli (1, 2 o 3 in funzione della lunghezza del pacchetto ovvero di quante volte è necessario ricaricare il buffer del chip RF) nei quali, quando scatta l'interrupt di Buffer Half Empty si attende DELAY (secondo quanto sopra descritto) e successivamente si scrive il buffer del chip RF con i successivi 16 byte del pacchetto.

Al termine di questi cicli, ovvero quando sono stati caricati tutti i byte, si attende l'interrupt di Transmission Complete.

Terminata la trasmissione tipicamente si pone il dispositivo in power down.