

# TT-RFID Reader Protocol

**Introduzione**

## Indice

<b>1. Protocollo RFID – caratteristiche principali</b>	<b>3</b>
<b>2. Visualizzazione dei comandi del protocollo RFID</b>	<b>4</b>
<b>3. Linee guida per l’utilizzo del Protocollo RFID</b>	<b>6</b>
3.1. Configurazione del dispositivo lettore/scrittore RFID	7
3.2. Configurazione dei dispositivi tag attivi	8
3.3. Gestione automatica dei dati di ID univoci (e di sensing) letti dai tag	9
3.4. Gestione dei dati di memoria letti e scritti sui tag	9
3.5. Gestione dei dati di sensing letti dai tag attivi	10
<b>4. Linee guida per l’implementazione delle API</b>	<b>12</b>

# 1. Caratteristiche principali della piattaforma TT-RFID

Tutti i dispositivi di lettura e scrittura basati su tecnologia RFID che TERTIUM Technology produce vengono gestiti tramite un unico protocollo proprietario, appositamente studiato per uniformare la variegata piattaforma tecnologica che ne costituisce l'ecosistema di base dei sistemi RFID.

Questo protocollo proprietario è il nucleo della piattaforma TT-RFID, permette di trattare simultaneamente e in modo omogeneo:

- tag HF, UHF e a 2.4 GHz
- tag passivi, semi-passivi e attivi
- tag standard e tag sensorizzati (anche con capacità di data logging)
- dati di ID univoci, di memoria e di sensing
- ingressi di attivazione o sincronizzazione quali: tasti, sensori di presenza, ingressi esterni
- uscite di segnalazione quali: beeper, LED, uscite esterne

La piattaforma TT-RFID permette, inoltre, di ottimizzare l'utilizzo a pieno della capacità di elaborazione a bordo dei dispositivi di lettura/scrittura RFID.

È stata prevista una considerevole serie di funzionalità più evolute che, se desiderato, possono essere attuate autonomamente dal dispositivo senza insistere sul sistema host a cui è collegato, quali:

- la ripetizione dei comandi di basso livello non andati a buon fine
- la gestione delle tempistiche e dei cicli di scansione
- la gestione degli eventi di attivazione della scansione
- la gestione delle segnalazioni acustiche e luminose
- la validazione (o limitazione) dei tag inventariati
- la riduzione dei consumi (aumento della durata operativa dei dispositivi alimentati a batteria)

La piattaforma TT-RFID consente di semplificare ed ottimizzare la gestione dell'infrastruttura RFID, RFID&Sensing e WSN, dove il livello di astrazione delle risorse hardware è stato scelto come "trade-off" ottimale rispetto alle tipologie di software cui si interfaccia (per es.: middleware, applicativi per SmartPhone, driver per terminali palmari).

## 2. Visualizzazione dei comandi del protocollo RFID

Il Protocollo RFID definisce un insieme di comandi (e di annesse risposte) tramite i quali un dispositivo "host" è in grado di controllare uno o più dispositivi lettori/scrittori RFID e tutti i tag da questi raggiungibili via radio.

I comandi si suddividono in quattro gruppi:

- comandi di gestione generica dei dispositivi lettori/scrittori RFID
- comandi di configurazione generica dei dispositivi lettori/scrittori RFID
- comandi di gestione dei tag
- comandi di configurazione specifici dello standard RFID selezionato

I comandi di gestione e configurazione generica sono uguali per tutti i dispositivi lettori/scrittori RFID di TERTIUM Technology. Tramite questi comandi, che agiscono localmente al dispositivo, è possibile configurarne il funzionamento e controllare (in tempo reale) gli ingressi e le uscite di cui è dotato.

Comando	Codice Comando
BEEPER	01
LED	02
IO	03
BLUETOOTH	04
STATUS	05
MODE	06
SETIP	0A
SETFRAME	0B
SETBAUDRATE	0C
SETAUTOOFF	0D
SETMODE	0E
SETSTANDARD	0F

**Tabella 1: codici dei comandi di gestione e configurazione generica**

NOTA: alcuni dispositivi potrebbero non essere in grado di implementare tutti i comandi sopra

elencati. Per i dettagli consultare il manuale dello specifico prodotto.

I comandi di gestione dei tag e di configurazione specifica sono il più possibile simili e coerenti tra loro, anche al variare dello standard RFID. Tramite questi comandi è possibile accedere via radio ai tag, come pure effettuare la regolazione locale della periferica radio.

<b>Standard EPC C1 Gen2 (tag passivi)</b>		<b>Standard ISO15693 (tag passivi)</b>		<b>Standard IEEE-802.15.4 (tag attivi sensorizzati)</b>		<b>Standard IEEE-802.15.4 (tag attivi)</b>		<b>Standard IEEE-802.15.4 (tag attivi sensorizzati ottimizzati per web app)</b>	
INVENTORY	11	INVENTORY	21	INVENTORY	A1	INVENTORY	B1	INVENTORY	C1
WRITEID	12			WRITEID	A2	WRITEID	B2	WRITEID	C2
READ	13	READ	23	READSENSOR	A3	READ	B3	READ	C3
WRITE	14	WRITE	24	WRITESENSOR	A4	WRITE	B4	WRITE	C4
LOCK	15	LOCK	25	CALIBRATE	A5			CALIBRATE	C5
KILL	16			ERASE	A6	ERASE	B6	ERASE	C6
				WRITECLOCK	A7	WRITECLOCK	B7	WRITECLOCK	C7
				READCYCLE	A8	READCYCLE	B8	READCYCLE	C8
				WRITECYCLE	A9	WRITECYCLE	B9	WRITECYCLE	C9
				SEEKLOG	AA			SEEKLOG	CA
				READLOG	AB			READLOG	CB
				READALL	AC			READALL	CC
								GETCONF	CD
SETREGISTER	1E	SETREGISTER	2E	SETRADIO	AE	SETRADIO	BE	SETRADIO	CE
SETPOWER	1F	SETPOWER	2F	SETPOWER	AF	SETPOWER	BF	SETPOWER	CF

**Tabella 2: codici dei comandi di gestione dei tag e configurazione specifica**

### 3. Linee guida per l'utilizzo del Protocollo RFID

La versatilità d'utilizzo dei comandi della piattaforma TT-RFID si esprime nei diversi contesti operativi in cui vengono impiegati i dispositivi di lettura/scrittura RFID e dalla tipologia dei tag.

Si possono ravvisare almeno i seguenti contesti:

- configurazione dei dispositivi lettore/scrittore RFID
- configurazione dei dispositivi tag attivi
- gestione automatica dei dati di ID univoci (e di sensing) letti dai tag
- gestione dei dati di memoria letti e scritti sui tag
- gestione dei dati di sensing letti dai tag attivi

in ciascuno dei quali è presumibile lo sviluppo di appositi programmi dedicati alle operazioni da svolgere nello specifico contesto

A livello di base - per l'uso interno di chi sviluppa applicazioni - potranno essere sviluppati specifici programmi di utilità che configurano il funzionamento dei dispositivi di lettura/scrittura RFID come richiesto dall'applicazione [il kit di valutazione EVK, posto a corredo dei prodotti di TERTIUM, ne contiene un esempio].

A livello applicativo - per l'utente finale - si possono sviluppare con immediatezza programmi che, mediante la gestione automatica di base, usufruiscono solamente dei dati di ID univoci (e di sensing) letti dai tag; si pensi per esempio ad un programma di emulazione tastiera che tratta gli oggetti taggati come farebbe un lettore di codici a barre [l'EVK ne contiene un esempio]. In alternativa, potranno essere sviluppati dei programmi più complessi che, tramite la gestione particolareggiata dei dati di memoria letti e scritti sui tag, implementano funzioni di identificazione più evolute, tipiche della tecnologia RFID.

Nel caso di tag attivi sensorizzati con capacità di data logging, sempre a livello applicativo - per livelli di utenza convenientemente diversificati - potranno essere sviluppati programmi per configurarne il funzionamento, per ottenere letture al volo dei sensori, per scaricare - tutto o parzialmente - l'andamento storico delle acquisizioni.

### 3.1. Configurazione del dispositivo lettore/scrittore RFID

Il programma di configurazione si utilizza “una tantum” per impostare la modalità di funzionamento del dispositivo lettore/scrittore RFID a seconda del sistema host al quale verrà collegato e delle esigenze applicative.

Il programma adopera il sottoinsieme dei comandi SET della piattaforma TT-RFID coerente con le peculiarità hardware del dispositivo. Tutti questi comandi salvano i parametri nella memoria permanente di cui i dispositivi sono dotati, per cui ad ogni accensione essi si comporteranno come preconfigurato.

<b>Comando</b>	<b>Descrizione</b>
SETIP	Imposta l'intervallo di tempo per l'invio in broadcast sulla rete dell'indirizzo IP, utile per i dispositivi dotati di interfaccia Ethernet o Wi-Fi che sfruttano il protocollo UDP a livello di trasporto dei pacchetti dati (normalmente è previsto l'utilizzo del protocollo TCP)
SETFRAME	Imposta la formattazione dei frame di comando e di risposta consentendo di includere o meno le parti opzionali come ReaderID e LRC (vedi sopra per l'utilità)
SETBAUDRATE	Imposta la velocità dell'interfaccia seriale (fisica o virtuale USB)
SETAUTOOFF	Imposta il tempo di spegnimento automatico dei dispositivi alimentati a batteria
<b>SETMODE</b>	Imposta la modalità di funzionamento del dispositivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• scansione dei tag attivata da host, oppure automatica: a tempo (*), da input (tasto, sensore di presenza, ingresso esterno), all'accensione del dispositivo</li> <li>• segnalazioni automatiche (beeper, LED, uscita esterna) oppure pilotate da host</li> <li>• stringa ID formattata normalmente, oppure solo ID + CR LF (simulazione lettore di codici a barre), oppure PC + EPC solo per standard EPC C1 Gen2</li> <li>• numero massimo di ID scansionati, utile se impostato a 1 per le applicazioni dove è mandatorio leggere un solo tag alla volta</li> <li>• tempi di scansione e di intervallo tra due scansioni per le modalità a tempo, da input e all'accensione del dispositivo</li> </ul>
<b>SETSTANDARD</b>	Imposta lo standard di lavoro, utile per verificare la corretta inizializzazione del dispositivo e ottenere la versione del firmware su di esso installato
SETREGISTER	Imposta – a basso livello – i parametri di funzionamento dell'engine RFID UHF e HF
SETRADIO	Imposta i parametri di comunicazione per i dispositivi dotati di radio IEEE 802.15.4
SETPOWER	Imposta la potenza RF emessa dal dispositivo lettore

**Tabella 3: descrizione dei comandi di configurazione dei dispositivi lettore/scrittore RFID**

(\*) per i tag attivi anche a tempo indefinito, cioè ad ogni ricezione dell'ID trasmesso dai tag attivi.

Per il comando (ibrido) BLUETOOTH, tramite il quale è possibile inviare comandi immediati e impostare una molteplicità di parametri di funzionamento dell'interfaccia Bluetooth, si veda l'apposita appendice al documento del Protocollo RFID.

### 3.2. Configurazione dei dispositivi tag attivi

Il programma di configurazione dei dispositivi tag attivi si utilizza per impostare vari parametri di lavoro dei dispositivi che, essendo attivi (con una batteria a bordo), hanno la possibilità di funzionare autonomamente a prescindere dall'essere illuminati dal dispositivo lettore RFID.

Il programma adopera i seguenti comandi del Protocollo RFID:

<b>Comando</b>	<b>Descrizione</b>
<b>WRITEID</b>	Imposta l'ID e la potenza RF emessa dal tag attivo
<b>WRITECLOCK</b>	Imposta l'orologio interno nel tag attivo
READCYCLE	Rilegge i parametri di lavoro impostati con il comando WRITECYCLE
<b>WRITECYCLE</b>	Imposta il ciclo di lavoro del tag attivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• intervallo di tempo di trasmissione dell'ID nella fase attiva, da impostare bilanciando il consumo di energia rispetto al tempo di reattività del sistema RFID attivo</li> <li>• intervallo di tempo di trasmissione dell'ID nella fase passiva, utile per risparmiare energia nel caso di applicazioni con cicli diversi tra giorno e notte, altrimenti viene impostato uguale al quello nella fase attiva</li> <li>• ora di inizio della fase attiva</li> <li>• ora di inizio della fase passiva</li> </ul>
GETCONF	Rilegge i parametri di lavoro impostati con il comando WRITECYCLE, WRITEID e altri parametri (come RSSI, livello batteria...) restituiti dal comando INVENTORY

**Tabella 4: descrizione dei comandi di configurazione dei tag attivi**

Nel caso di tag attivi sensorizzati, il programma di configurazione adoperava anche i seguenti comandi della piattaforma TT-RFID:

<b>READSENSOR</b>	Rilegge i parametri di lavoro impostati con i comandi WRITESENSOR e CALIBRATE
<b>WRITESENSOR</b>	Imposta i cicli di acquisizione dei dati dai vari sensori presenti sul tag attivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• indice del sensore configurato</li> <li>• intervallo di tempo di acquisizione del dato e trasmissione insieme all'ID</li> <li>• soglia di attivazione dell'allarme (superata verso l'alto o verso il basso)</li> <li>• attivazione del data logging e dell'allarme locale al tag attivo</li> </ul>
<b>CALIBRATE</b>	Imposta i parametri di calibrazione dei vari sensori presenti sul tag attivo

**Tabella 5: descrizione dei comandi di configurazione dei tag attivi sensorizzati**

### **3.3. Gestione automatica dei dati di ID univoci (e di sensing) letti dai tag**

I programmi che sfruttano la gestione automatica normalmente non adoperano nessun comando della piattaforma TT-RFID, ma semplicemente elaborano i dati di ID univoci (e di sensing) letti dai tag in maniera autonoma dal lettore RFID, il quale esegue automaticamente dei comandi di INVENTORY secondo la modalità di scansione preconfigurata: a tempo, da input, all'accensione.

Anche le segnalazioni, normalmente, sono preconfigurate automatiche.

Per gli RFID passivi, nel caso di simulazione di un lettore di codici a barre o comunque nel caso di immissione dati in emulazione tastiera, di solito il lettore viene configurato in modo che la stringa inviata al sistema host contenga solo l'ID + CR LF.

### **3.4. Gestione dei dati di memoria letti e scritti sui tag**

I programmi più articolati che, oltre ai dati di ID univoci, implementano funzioni di identificazione più evolute leggendo e scrivendo i dati nella memoria dei tag RFID, normalmente utilizzano i dispositivi di lettura/scrittura RFID configurati per essere completamente controllati dal sistema host.

In particolare, la scansione dei tag e le segnalazioni sono sotto diretto controllo del programma. Comunque, è possibile sfruttare la gestione automatica per una sola o per entrambe le suddette funzionalità, facendo controllare al programma le restanti funzionalità peculiari dell'applicazione e per questo non automatizzabili.

Questi programmi adoperano i seguenti comandi della piattaforma TT-RFID:

<b>Comando</b>	<b>Descrizione</b>
<b>INVENTORY</b>	Scansione degli ID di tutti i tag raggiungibili via radio dal lettore
WRITEID	Scrittura dell'ID sul tag - solo per standard EPC C1 Gen2 e IEEE 802.15.4
<b>READ</b>	Lettura della memoria
<b>WRITE</b>	Scrittura della memoria
LOCK	Protezione dalla scrittura in alcune zone della memoria
KILL	Blocco del funzionamento del tag
ERASE	Cancellazione totale della memoria - solo per standard IEEE 802.15.4

**Tabella 6: descrizione dei comandi di gestione dei dati di memoria**

Per la gestione delle segnalazioni sono utilizzati i seguenti comandi della piattaforma TT-RFID:

<b>Comando</b>	<b>Descrizione</b>
<b>BEEPER</b>	Attivazione immediata dell'avvisatore acustico
<b>LED</b>	Attivazione immediata dei LED di segnalazione
IO	Attivazione immediata delle uscite esterne e lettura dello stato degli ingressi esterni
STATUS	Lettura dello stato di funzionamento del dispositivo
MODE	Imposta la modalità di funzionamento del dispositivo

**Tabella 7: descrizione dei comandi di gestione delle segnalazioni**

### **3.5. Gestione dei dati di sensing letti dai tag attivi**

Per i programmi che trattano dati di sensing vale quanto detto in precedenza per quelli che accedono genericamente alla memoria dei tag.

Ci sono però delle funzionalità accessorie che necessitano di accorgimenti specifici. In particolare i tag attivi sensorizzati, oltre ad inviare insieme all'ID i dati acquisiti al momento dai sensori, possono anche registrare tali dati nella memoria (capacità di data logging) rendendoli disponibili in momenti successivi.

Si rendono quindi possibili molte modalità di gestione dei dati di sensing, di cui una o più possono essere prese in considerazione per coprire al meglio le esigenze dell'applicazione e sono, specificamente:

- la registrazione, in tempo reale, dei dati acquisiti dai sensori e inviati al volo insieme all'ID (lettore in modalità scansione automatica)
- la lettura immediata, in tempo reale, dei dati acquisiti dai sensori
- lo scarico parziale, quasi in tempo reale, degli ultimi dati "loggati"
- lo scarico totale, in differita, dei dati "loggati"

In particolare, il log e la modalità di scansione automatica vengono effettuati su dati calibrati mentre la lettura immediata può essere effettuata sia su dai raw che calibrati.

Per questi programmi sono disponibili i seguenti comandi della piattaforma TT-RFID:

<b>Comando</b>	<b>Descrizione</b>
READSENSOR	Lettura immediata del dato raw acquisito da un sensore
<b>READALL</b>	Lettura immediata del dato calibrato acquisito da uno o più sensori
ERASE	Cancellazione totale della memoria dove risiedono i dati loggati
<b>SEEKLOG</b>	Posizionamento a scelta ad un record di dati loggati
<b>READLOG</b>	Lettura di un record di dati loggati (dati calibrati) e salto al prossimo record

**Tabella 8: descrizione dei comandi di gestione dei dati di sensing**

## 4. Linee guida per l'implementazione delle API

Al fine di enucleare il codice di gestione della piattaforma TT-RFID nel sistema host, come pure di rendere omogenea la gestione delle periferiche interne al sistema host rispetto a quelle esterne messe a disposizione dal dispositivo di lettura/scrittura RFID, è opportuno prospettare lo sviluppo di una libreria di API dedicata.

In questo modo la piattaforma tecnologica TT-RFID, in grado di facilitare e ottimizzare la gestione delle infrastrutture RFID, RFID&Sensing e WSN, trova la sua collocazione finale nell'ambiente operativo sul quale saranno sviluppati e verranno eseguiti i programmi applicativi che sfruttano il Protocollo RFID.

Dato che la piattaforma TT-RFID prevede l'utilizzo di un canale di comunicazione seriale tra dispositivo di lettura/scrittura RFID e sistema host, e siccome le funzionalità esposte dalla piattaforma TT-RFID risiedono "embedded" nel firmware del dispositivo, le API possono essere classificate in:

- API Device – rimappano lato host le funzionalità messe a disposizione dal dispositivo
- API Channel – implementano la gestione del canale di comunicazione con il dispositivo
- API Function – implementano funzionalità di alto livello sfruttando le API Device

La API Device contengono il codice di gestione della piattaforma TT-RFID e non implementano nessuna funzione accessoria. La gestione della piattaforma TT-RFID sostanzialmente consiste, per ogni comando, nella seguente procedura:

- a) formattazione della stringa da inviare copiando i parametri della funzione negli appositi spazi dedicati a parametri
- b) invio della stringa sul canale di comunicazione con il dispositivo, attivazione di un timer con il tempo massimo previsto per l'esecuzione del comando
- c) attesa della stringa di risposta dal canale di comunicazione con il dispositivo
- d) estrapolazione dalla stringa di risposta dei parametri e del codice di ritorno della funzione
- e) in caso di timeout (nessuna stringa di risposta), generazione di un apposito codice di ritorno della funzione

Le API Channel contengono il codice di gestione del canale di comunicazione con il dispositivo, comprendendo eventuali funzioni di ricerca e identificazione dei dispositivi per il nome o il codice loro assegnato in fase di configurazione. Risultano utili anche funzioni di controllo e segnalazione dello stato di mantenimento della connessione.

Le API Function di solito non vengono implementate, in quanto la piattaforma TT-RFID è già abbastanza estesa e potente da fornire ai programmi applicativi quanto serve per la gestione delle infrastrutture RFID, RFID&Sensing e WSN. Le API Function sono comunque previste per raccogliere eventuali funzioni, codificate lato host, che siano ad un livello cardine fra l'infrastruttura e l'applicazione (per esempio funzioni di "file transfer" o l'implementazione di un "file system" sui tag).