



Fonte: www.imgbase.info

di Angelo Vezzoli, Alessandra Flammini, Paolo Ferrari (*)

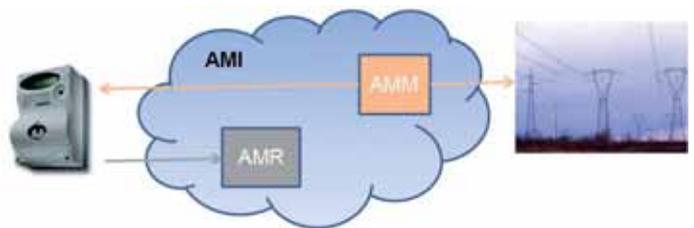
IL METERING DIVENTA 'SMART'

In questi ultimi anni gli smart meter stanno rapidamente sostituendo i misuratori tradizionali. Le misurazioni elettriche vengono tradizionalmente eseguite usando misuratori elettromeccanici, che, in base al fluire dell'energia, muovono una ghiera che incrementa il contatore, segnando il consumo. L'unica funzione svolta da questi dispositivi è misurare costantemente il flusso di energia; soltanto alcuni degli apparati tradizionali supportano il montaggio di misuratori differenti per il giorno e per la notte, facilitando l'introduzione di semplici tariffe tempo variabili (come in Inghilterra). Gli smart meter, introdotti all'inizio degli anni '90, implementano invece una misurazione più raffinata del tipo di energia consumata: oltre alla potenza attiva possono misurare il valore della potenza reattiva, registrare i buchi di tensione e la qualità dell'energia ricevuta, incamerare i dati di consumo in funzione del tempo in cui sono stati assorbiti e permettere l'erogazione di bollette tempo varianti. Per essere realmente 'smart', però, un meter deve supportare una comunicazione di tipo bidirezionale, altrimenti i dati immagazzinati non possono essere sfruttati al meglio, deve quindi avere la capacità di inviare le informazioni di consumo e ricevere dati o comandi. Inoltre, con gli smart meter l'utente può visualizzare le informazioni che lo riguardano su un display o da remoto, oltre che attuare strategie dinamiche di tariffazione. Molti power meter attualmente installati sono però solo 'semi' smart, in quanto hanno capacità limitate di elaborazione dati e di comunicazione dei dati elaborati.

GLI SMART METER, 'PEDINE' FONDAMENTALI PER FAR EVOLVERE LE RETI DI DISTRIBUZIONE IN SMART GRID, VENGONO SEMPRE PIÙ IMPIEGATI AL POSTO DEI TRADIZIONALI MISURATORI

In evoluzione verso le smart grid

La caratteristica più importante di uno smart meter sta, come abbiamo detto, nella sua capacità di eseguire funzionalità di alto livello e permettere una stretta interazione tra i vari attori della rete. Dove, nello specifico, gli attori in una rete complessa, non soggetta a una utility monopolista, sono: customer, supplier e gestore della rete (nelle reti monopoliste, invece, gli ultimi due soggetti sono spesso



Struttura di una Advanced Metering Infrastructure

6LOWPAN, OVVERO INTERNET DELLE COSE

6LowPan rende possibile la connessione diretta di dispositivi semplici come i meter a Internet, sfruttando data link e layer fisico dello standard IEEE 802.15.4; il livello network è IPv6 modificato da 6LowPan, che permette ai dispositivi di interfacciarsi direttamente a Internet.

un'unica entità). La struttura di comunicazione tra i tre soggetti è sofisticata: l'intera struttura composta da metering, comunicazione e gestione dei dati viene chiamata AMI (Advanced Metering Infrastructure). Attraverso questa infrastruttura il meter è connesso al supplier e agli altri attori del mercato; inoltre, può comunicare i dati all'utente. Senza l'infrastruttura di comunicazione lo smart meter può svolgere funzioni simili a quelle di un meter tradizionale, perché le funzioni di più alto livello non sono accessibili.

Le varie parti della struttura AMI vengono interconnesse tra di loro attraverso due livelli di comunicazione, detti AMR (Automatic Meter Reading) e AMM (Advanced Meter Management). Nello specifico, l'AMR permette la lettura dei dati senza accedere fisicamente al meter: la comunicazione dei dati viene effettuata tipicamente via wireless, permettendo la creazione di reti senza particolari costrizioni. La comunicazione può avvenire sia da parte del meter verso un display a beneficio del cliente, sia dal meter verso un concentratore di dati, ma si può implementare anche attraverso link fissi tra meter e supplier, utilizzando comunicazioni wired. L'AMM costituisce lo step successivo ed è quello che conferisce allo smart metering la funzione di comunicazione bidirezionale sull'intera rete. Questo management remoto rende possibile comunicare comandi e messaggi ai meter e scaricare dati. L'AMM rende inoltre disponibili funzioni di alto livello, per esempio di disconnessione remota dalla rete elettrica o di cambio da remoto di contratti o schemi di prezzo. Solitamente, viene utilizzata una rete LAN wireless o basata su PLC per inviare dati dai meter ai concentratori, che, a loro volta, inoltrano i dati tramite rete WAN, basata tipicamente su comunicazione ICT o cellulare, a una stazione centrale.

Lo smart metering è dunque una 'pedina' fondamentale per far evolvere le reti di distribuzione tradizionali in smart grid. L'affidabilità della distribuzione di energia può essere infatti aumentata significativamente attraverso il miglioramento della gestione del monitoraggio, dell'automazione e dello scambio di informazioni. Le smart

LETTURA REMOTA DEGLI SMART METER

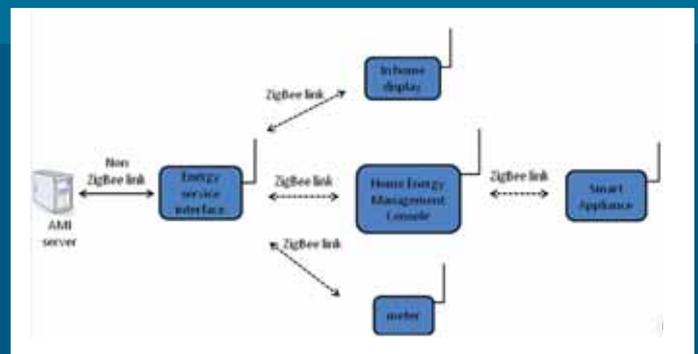
MBus (Metering Bus) è uno standard europeo per la lettura remota degli smart meter, definito nella specifica EN 13757, che in 5 parti definisce: livello data exchange (1), wired physical layer e data link layer (2), application layer (3), versione wireless di MBus (4), estensione del range nella versione wireless (5). È un protocollo semplice, orientato al risparmio energetico, specialmente per la versione wireless, particolarmente utile per i dispositivi a batteria. La versione wired ha un baud rate di 9.600, mentre la versione wireless trasmette nelle bande sub-GHz e ha un data rate di circa 66 kbps in base alla modalità di trasmissione scelta. La rete implementata da MBus è una stella, al centro della quale è situato il concentratore di dati, mentre agli estremi vi sono i meter. L'application layer di questo protocollo può essere sia di tipo MBus (EN 13757-3), sia Cosem\DIms e SML. La tipologia MBus utilizza blocchi di dati con il codice DIF (Data Information Field) per la descrizione della rappresentazione dei dati e della loro lunghezza e il codice VIF (Value Information Field) per rappresentare l'unità di misura del dato.

grid aumentano la possibilità di integrare fonti di energia distribuita sulla rete (per esempio quelle rinnovabili) e di regolare il carico in funzione della domanda/richiesta di energia, se questa funzionalità

UN PROFILO AD HOC

Zigbee è uno dei protocolli più diffusi per la home e building automation e anche per lo smart metering attraverso il profilo 'smart energy'. Tutti i profili Zigbee per i livelli di comunicazione fisico e MAC si appoggiano sullo standard IEEE 802.15.4, quindi possono comunicare sia in banda sub-GHz, sia 2,4 GHz. Zigbee Energy profile stabilisce una struttura completa del sistema di comunicazione. Il dispositivo Energy Service Interface stabilisce la comunicazione tra HAN (Home Area Network) e AMI server per l'immagazzinamento e l'analisi dei dati di fatturazione o altre finalità. Questa comunicazione non è definita nel protocollo Zigbee Smart Energy. La Energy Service Interface raccoglie i dati e gestisce la HAN, ricevendo le misurazioni dai meter e inviando comandi attraverso una comunicazione di tipo client-server. Il customer può accedere alla rete utilizzando il In Home Display, che si interfaccia con l'interfaccia, la quale comunica anche con il dispositivo Home Energy Management Control, che apre la rete al mondo degli elettrodomestici intelligenti (smart appliance).

La struttura di Zigbee prevede anche la presenza di altre tipologie di dispositivi, quali: Programmable Communication Thermostat device, Range Extender, Load Control device, Pre-payment Terminal device. I dati e i comandi vengono scambiati sotto forma di 'cluster', nei quali vi sono parametri obbligatori e opzionali. È prevista anche un'interessante funzione di tunnelling dei protocolli, che permette di inviare attraverso il payload di Zigbee messaggi formattati secondo altri protocolli, come Cosem, MBus, IEC 61107, Ansi C12, Climate Talk; questa funzione può garantire la compatibilità con tali standard, in particolare con Dslm\Cosem.



Architettura di rete in ZigBee Smart Energy profile

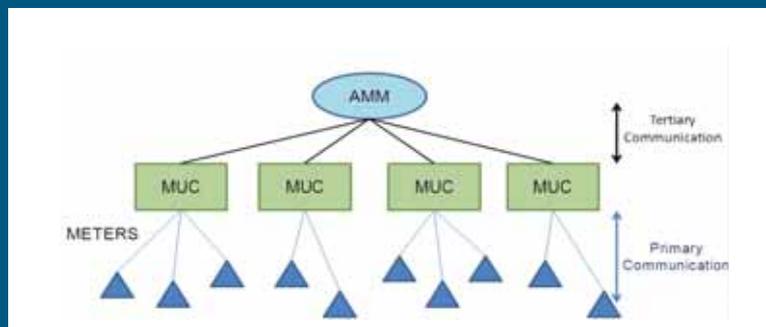
viene implementata. L'utilizzo di fonti alternative di energia può inoltre incrementare la qualità di alcuni dei parametri percepiti come importanti dall'utente, il che può concretizzarsi in valore aggiunto, per esempio la quantità di CO₂ risparmiata rispetto all'utilizzo di una fonte di energia fossile. La comunicazione bidirezionale può conferire flessibilità alle smart grid, che, analizzando le informazioni e gestendo in remoto i meter, possono decidere di aumentare o diminuire il carico sulla rete. Inoltre, educando e incentivando il cliente a utilizzare l'energia secondo schemi temporali, si possono gestire in modo migliore i picchi di carico: una condizione critica per la gestione della rete.

Protocolli per lo smart metering

Nel tempo sono stati sviluppati molti standard adottati per la comunicazione delle misure in ambito energetico. I differenti protocolli coprono in maniera differente i vari livelli dello stack ISO/OSI, per questo non sono direttamente confrontabili, in quanto non definiscono le medesime funzioni e livelli di comunicazione. Per la comunicazione su onde convogliate, gli standard a più basso livello dello stack ISO/OSI sono le specifiche Prime Alliance e HomePlug Green PHY Specification. Entrambe definiscono i livelli fisico e MAC della comunicazione, però la prima comunica sfruttando le frequenze Genelec band A (narrowband), la seconda invece utilizza frequenze maggiori (broadband), riuscendo ad arrivare a data rate di 1 Mbps. La specifica HomePlug Green PHY è il profilo della HomePlug Alliance specificatamente dedicato allo smart metering ed è associato al consorzio Zigbee, il che permette l'estensione della comunicazione wireless implementata da questo protocollo. Per quanto riguarda la comunicazione wireless,

PRONTO PER L'IMPLEMENTAZIONE

In marzo è stata rilasciata la specifica definitiva dello standard **OMS (Open Metering System)**, pronta per l'implementazione. OMS nasce dalla collaborazione fra l'Associazione Konnex, Zvei (associazione dei produttori tedeschi attivi in ambito elettrico ed elettronico, in particolare rivolti all'automazione industriale) e Figawa (associazione di utility tedesche del settore energetico, gas e acqua). Il protocollo Konnex è già stato approvato come standard internazionale (ISO/IEC 14543-3), europeo (Cenelec EN 50090 e CEN EN 13321-1) e cinese (GB/Z 20965). L'architettura è formata da 4 elementi: il dispositivo AMM (Advanced Meter Management), che si richiama all'omonimo componente della struttura AMI, immagazzina i dati e li elabora per la tariffazione, consente inoltre la comunicazione diretta tra utility e HAN; i MUC, ossia i master della HAN, richiedono i dati e inviano comandi direttamente ai meter; i meter effettuano le misure; il repeater, quarto elemento definito in OMS, è utilizzato per estendere il range di comunicazione tra MUC e meter. La comunicazione in OMS è suddivisa in tre livelli: la 'primary communication' collega i MUC ai meter, tra i quali è possibile utilizzare la comunicazione Mbus wired o wireless, oppure la comunicazione PLC, non ancora definita nelle specifiche dello standard. La 'secondary communication' descrive i repeater, utilizzati soprattutto nelle comunicazioni di tipo wireless per l'estensione di comunicazione tra apparati MUC e meter. La comunicazione tra MUC e AMM Back Office Server è descritta nella 'tertiary communication', che può seguire qualsiasi standard (PLC, wireless, GSM, TCP/IP). Per la codifica dei dati di alto livello, però, è obbligatorio seguire lo standard DImS\Cosem, ciò garantisce la standardizzazione dei servizi e della comunicazione relativa all'AMM.



Architettura di rete in Open Metering System

DAL MONDO BUILDING: DA BACNET A LONWORKS

Bacnet è un protocollo divenuto standard nel 2003 (ISO 16484-5) non proprietario e pensato soprattutto per le applicazioni Hvac (Heating, ventilation and air conditioning). Definisce ad alto livello dei servizi che vanno ad agire sugli oggetti implementati dal protocollo stesso: servizio 'Who Is', oggetto 'Analog Input'. Alla richiesta del servizio, l'oggetto risponderà con un 'I Am' contenente la sua descrizione). Bacnet definisce una serie di data link e physical layer supportati, quali Ethernet, LonTalk, Arcnet, Zigbee networks e Bacnet/IP. Guardando all'Italia, che per una volta è all'avanguardia, Enel, che detiene tuttora il record di numero di smart meter installati (32 milioni di unità, ovviamente solo nell'ambito dell'energia elettrica), attraverso il progetto denominato 'Telegestore', trasmette informazioni e comandi sfruttando la comunicazione PLC e il protocollo **LonTalk** (parte della tecnologia **Lonworks**) di Echelon (ISO/IEC 14908).

MADE IN GERMANY

SML (Smart Message Language) è un ulteriore linguaggio di alto livello per lo smart metering, sviluppato da fornitori energetici tedeschi, che consente di avere un linguaggio semplice per la comunicazione dei dati; inoltre, può integrare DImS\Cosem nel proprio payload. I messaggi SML possono essere trasportati all'interno di altri protocolli di comunicazione, come TCP/IP o MBus. Oltre a ciò, SML si inquadra all'interno del piano 'Sym2 project', grazie al quale le maggiori utility di energia elettrica tedesche hanno cercato di definire uno standard per tutto ciò che riguarda i meter per la misurazione dell'elettricità (dalla realizzazione, alla comunicazione e sincronizzazione del meter elettrico).

Lo standard di riferimento è IEEE 802.15.4, che definisce i livelli fisico e MAC dello stack. La comunicazione sfrutta le bande 868-868.6 MHz in Europa, 902-928 MHz in nord America e la banda attorno ai 2,4 GHz per tutto il mondo (la disponibilità delle frequenze dipende dalla legislazione vigente). A questo standard di comunicazione si appoggiano altri standard, che coprono livelli superiori dello stack ISO/OSI (per esempio Zigbee, 6LowPan).

Per quanto riguarda i livelli superiori, il primo protocollo per la codifica dei dati di misura, largamente utilizzato in Europa per lo smart metering, è stato IEC 61107, che definisce la comunicazione dei dati in formato Ascii. Questo standard è evoluto in IEC 62056, che fissa principalmente le caratteristiche del linguaggio DImS\Cosem. Nello specifico, la DImS (Device language message specification) User Association ha definito la suite di protocolli poi confluiti nello standard IEC 62056, in particolare per la comunicazione a livello AMR. DImS fissa i concetti generali per le 'entity' (oggetti) di comunicazione, mentre Cosem (Companion specification for energy metering) definisce le modalità di scambio delle informazioni relative all'energia (unità di misura, risoluzione ecc.). La veloce diffusione di questo standard di codifica dei dati permette la compatibilità tra sistemi differenti nell'ambito delle misure di energia. Lo smart metering sta assumendo un ruolo sempre più rilevante per l'ottimizzazione e il controllo dei consumi di energia (elettricità, calore, acqua, gas).

Come abbiamo visto, esistono diversi standard che si propongono di definirne le caratteristiche e le modalità di comunicazione, coprendo differenti livelli dello stack di comunicazione. Zigbee Smart Energy Profile e OMS sono i più completi, in quanto coprono la maggior parte dello stack e descrivono una struttura per AMR e per AMM. Inoltre, entrambe, anche se con modalità differenti, introducono DImS\Cosem (Zigbee utilizzando il tunneling) per la codifica dei dati, rendendolo quindi lo standard di riferimento in questo settore.

(*) Fonti: A. Ipakchi "Implementing the smart grid: Enterprise Information Integration", Inc. Grid-interop Forum, 2007; A. B. Haney, T. Jamsb e M. Pollitt "Smart Metering and Electricity Demand: Technology, Economics and International Experience", EPRG Working Paper; Cambridge Working Paper in Economics, February 2009; K. De Craemer, G. Deconinck: "Analysis of State-of-the-art Smart Metering Communication Standard", YRS conference, Leuven 2010; A. Flammini, S. Rinaldi, A. Vezzoli "The Sense of Time in Open Metering System", Smart Measurement for Future Grids, 2011 IEEE