
ID 33

PROGETTO R&S – UTILTEC Tecnologie innovative per i servizi di pubblica utilità



Contatto:

Email: m.dechirico@sdiautomazione.it

- s.d.i. automazione industriale s.r.l.
 - www.sdiautomazione.it

- MICRO SYSTEM ARCHITECTURING s.r.l.
 - www.misarc.com

- BETA 80 S.p.A.
 - www.beta80.it

- Dipartimento di Elettronica e Informazione (DEI), Politecnico di Milano
 - www.dei.polimi.it

- Fondazione Politecnico di Milano
 - www.fondazionepolitecnico.it

DESCRIZIONE

Il progetto è stato finalizzato alla ricerca di tecnologie e di sistemi innovativi nell'ambito degli strumenti per il risparmio energetico e in generale per un uso razionale dell'energia elettrica.

La ricerca si è rivolta alla progettazione di un sistema distribuito hardware/software dedicato al monitoraggio e alla ottimizzazione dei consumi delle utenze elettriche.

Il progetto ha analizzato e sfruttato le più recenti tecnologie a disposizione nel campo delle comunicazioni, della miniaturizzazione elettronica e della gestione e presentazione dei dati (datawarehouse) per quindi arrivare alla definizione di un prodotto in grado da un lato di fornire dati, in tempo reale e storici, utili ad un'analisi dei consumi, dall'altro a poter attuare azioni di risparmio energetico e di miglioramento del sistema di distribuzione dell'energia.

La progettazione ha inoltre tenuto conto della nuova situazione del mercato, fornendo all'utente gli strumenti operativi per una scelta ottimale del fornitore o del profilo tariffario in funzione della specificità dei propri consumi. L'utilizzo di dispositivi "intelligenti" permettono inoltre un approccio estremamente innovativo al problema del risparmio energetico; il progetto UTILTEC si è posto come obiettivo finale quello di poter definire le politiche di riduzione dei consumi, utilizzando automatismi che tengano conto in tempo reale dei parametri oggettivi, di mercato e previsionali.

Analisi dello scenario

L'analisi dello scenario attuale è stata svolta effettuando una serie di incontri con soggetti ritenuti interessanti ai fini del progetto UtilTec. In particolare, sono stati effettuati 7 incontri con altrettanti soggetti, operanti nei campi della grande distribuzione (Carrefour Italia S.p.A. e MediaMarket S.p.A.), dell'utenza industriale (AMSA S.p.A.), del settore sanitario (Ospedale S. Raffaele), del settore istituzionale (Authority per l'Energia e AssoUtility) e del settore di produzione/distribuzione dell'energia stessa (Sorgenia S.p.A.).

Lo scenario è perciò quanto mai complesso. Inoltre, l'avvento della "deregulation" per il settore dei servizi ha portato le imprese del settore produzione/distribuzione ad operare in un contesto fortemente dinamico e competitivo in cui, al fine di differenziare la propria offerta da quella dei concorrenti, si adottano due linee di sviluppo principali: da un lato, l'offerta di contratti sempre più vantaggiosi all'utenza, e dall'altro l'ampliamento dell'offerta di prodotti (servizi) per rivolgersi a più tipologie di utenze. Il confronto avuto con gli operatori del settore (in particolare, Authority per l'Energia, AssoUtility e Sorgenia S.p.A.) ha confermato la tendenza all'offerta di profili tariffari estremamente dinamici, che possono variare su più fasce di consumo in base oraria e si differenziano per tipologia di utenza.

La tematica dell'efficienza energetica riveste un ruolo fondamentale, in quanto una migliore utilizzazione dell'energia consente anche ai produttori/distributori di operare in condizioni più stabili e di rispettare i vincoli di qualità del servizio. L'attenzione rivolta a tali problematiche è attualmente molto elevata, come dimostrano i programmi di certificazione attivati dal settore istituzionale e la sensibilizzazione dell'utenza che gli stessi produttori (come Sorgenia S.p.A.) stanno svolgendo. Tali iniziative vengono infatti svolte nell'ottica di sfruttare i margini potenziali di risparmio energetico, che vengono quantificati nel 20% per il settore industriale e nel 40% almeno per il settore domestico (fonti: Sorgenia S.p.A. e Università degli Studi di Parma).

Gli incontri svolti con terze parti (Carrefour Italia S.p.A., Sorgenia S.p.A., AMSA S.p.A., MediaMarket S.p.A., Ospedale San Raffaele, Authority per l'Energia e AssoUtility) hanno consentito di ricavare numerose ed interessanti informazioni relative alle caratteristiche del prodotto UtilTec.

Le tematiche trattate dal progetto sono state oggetto di discussione approfondita negli incontri svolti. In particolare, è emerso che le utility operanti nella produzione/distribuzione di energia sono orientate maggiormente verso approcci che possano interessare un ampio numero di utenti, mentre le imprese di dimensioni medio-grandi possono costituire realtà in cui il prodotto sviluppato da UtilTec si possa collocare. Tali contesti sono caratterizzati da una serie di problematiche comuni, quali:

- sistemi di distribuzione dell'energia piuttosto complessi, e a volte anche dipendenti da differenti fornitori;
- gestione delocalizzata in diversi siti, con responsabili per la gestione dell'energia differenti;
- necessità di svolgere il monitoraggio anche a fini diagnostici, in modo da pianificare interventi di manutenzione volti a risolvere determinate situazioni di inefficienza energetica;
- necessità di poter interagire con gli utilizzatori di energia in modo da potervi intervenire nell'ottica di migliorare l'efficienza della gestione dei consumi.

Caratterizzazione del nuovo scenario

Nel corso degli ultimi anni il settore energetico ha subito forti e radicali cambiamenti: a livello internazionale si è registrato un forte aumento della richiesta di energia, accompagnata da una contingente crescita del prezzo del petrolio, mentre a livello nazionale è stato avviato il processo di liberalizzazione del mercato di produzione e commercializzazione dell'energia. La deregulation del mercato ha perciò costretto i soggetti operanti nel contesto della produzione e commercializzazione dell'energia ad adattarsi alle nuove caratteristiche di dinamicità e concorrenzialità del mercato. Le principali linee guida su cui le utility si sono mosse, e in futuro continueranno a percorrere, sono la fornitura di energia in base ad offerte estremamente personalizzabili per il cliente, il controllo dei consumi effettivi in modo da consentire una migliore pianificazione della produzione e distribuzione dell'energia ed una sempre maggiore attenzione a tematiche inerenti l'efficienza del consumo energetico.

La prospettiva dei player coinvolti nella produzione e commercializzazione dell'energia presenta necessità legate alla maggiore competitività del settore indotta dalla recente liberalizzazione del mercato (sia per quanto riguarda la clientela industriale che l'utenza domestica). In tale ottica, UtilTec propone una soluzione in grado di rispondere alle problematiche di monitoraggio dei consumi e valutazione delle potenziali inefficienze, supportando una migliore gestione della pianificazione di produzione e distribuzione dell'energia.

Dal punto di vista dell'utenza finale risulta evidente come il servizio proposto dal progetto UtilTec consenta di risolvere problematiche contingenti alla scelta di un piano tariffario conveniente ed al monitoraggio dei consumi per l'individuazione di situazioni di scarsa efficienza nel consumo di energia. In particolare quest'ultima possibilità viene avvalorata dalla potenzialità di intervento sul distacco dei carichi da remoto, che consente di intervenire sia lato fornitore che lato utenza al fine di gestire eventuali inefficienze.

Dal punto di vista tecnologico si è preso in esame il sistema energia, considerato come rete di componenti che comprende: produzione, trasmissione, distribuzione e utenze finali; se ne sono analizzate le problematiche di monitoraggio, controllo e gestione che sono fondamentali nell'ottica del risparmio energetico e della ottimizzazione del sistema stesso.

UTILTEC si posiziona in una parte di questo sistema (la parte relativa ai consumatori/clienti del sistema energia) focalizzando l'attenzione sugli aspetti di trasmissione e condivisione dell'informazione.

Il nuovo contesto tecnologico è stato quindi analizzato, sempre nell'ottica ICT o comunque dal punto di vista dei sistemi di (tele)controllo e automazione, dapprima relativamente all'intero sistema, poi esaminando gli aspetti relative alle utenze energetiche.

Ricerca sulle tecnologie e metodologie abilitanti

Sono state analizzate le tecnologie abilitanti relativamente alla comunicazione tra concentratore e centro di controllo e/o di raccolta dati remoto.

Si è cercato di individuare in questa fase le tecnologie relative alla trasmissione dati dal concentratore verso centri di tipologie anche abbastanza eterogenee, e individuando le tecnologie di uso più comune o più vantaggiose.

Si è considerato che la tecnologia scelta potrebbe essere comune a un centro di controllo di una utility e a un centro di energy management per un gruppo industriale, piuttosto che a un centro di controllo della distribuzione e/o della trasmissione.

Sono quindi state prima esaminate le caratteristiche peculiari che il sistema di comunicazione tra concentratore e centro dovrà possedere. Quindi è stata effettuata una rassegna delle tecnologie attualmente più considerate per gli sviluppi nel prossimo futuro.

Infine si è cercato di individuare quale o quali sistemi di comunicazione adottare nell'ambito del progetto UTILTEC.

Lo schema di riferimento adottato per UTILTEC è quello mostrato in Figura 1.

Si è considerato un Centro Remoto e una serie di concentratori distribuiti in diverse località; ciascuno con competenza locale di un "impianto", si intende con questo termine un qualunque sito dove vengono effettuati prelievi energetici.

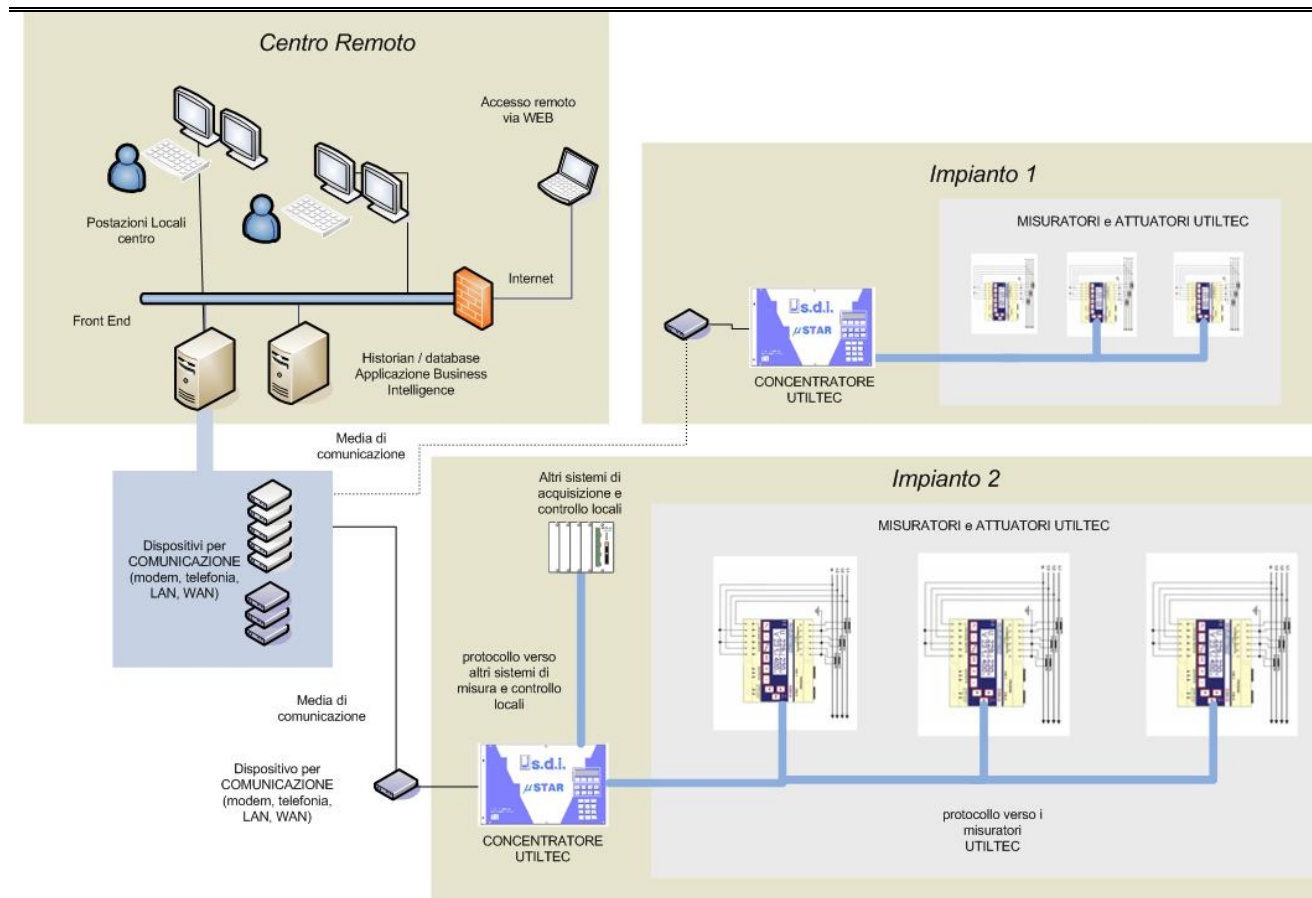


Figura 1 Schema di riferimento sistema UTILTEC

Il Centro Remoto è connesso ai vari impianti (in modo permanente o su connessione temporanea) utilizzando un qualunque media di comunicazione tra quelli disponibili.

Il componente del centro remoto che si occupa della gestione delle connessioni con i diversi concentratori attraverso l'uso dei diversi media è denominato Front End.

Nella Figura 2 sono messi in evidenza i flussi dati significativi nel progetto UTILTEC. Il concentratore acquisisce dai molteplici punti di misura (che possono essere parziali e/o far riferimento ad un contatore di energia), alimenta un database ed un archivio storico locale e li rende disponibili ad un centro remoto attraverso la connessione concentratore/front end. Un singolo front end è in grado di acquisire/gestire un numero anche elevato di concentratori.

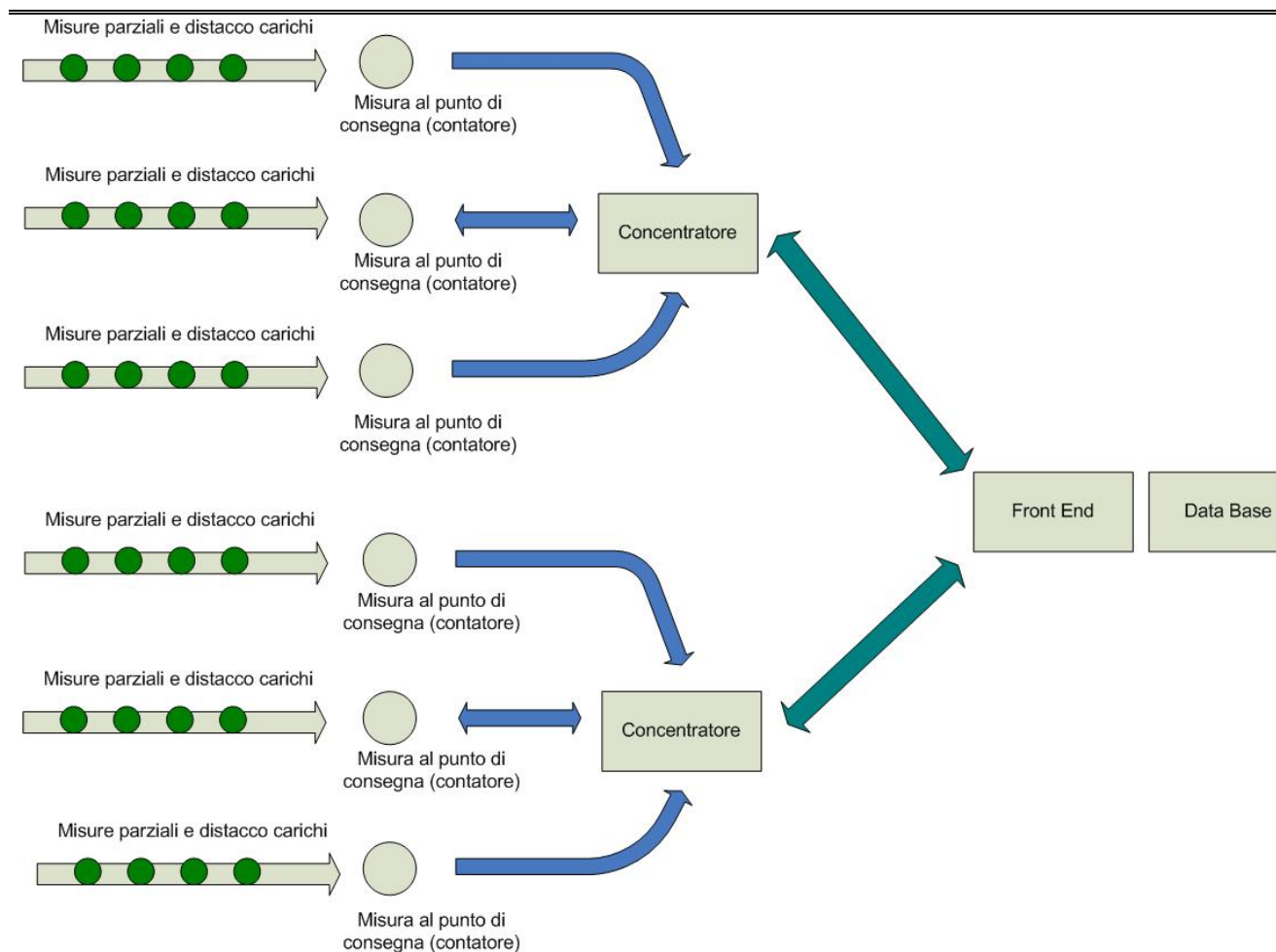


Figura 2 - Schema di riferimento flussi dati UTILTEC

Oggetto di studio è stata la comunicazione tra il Front End ed i Concentratori; sono stati utilizzati pool di “dispositivi per la comunicazione” che possono essere (in alternativa o in contemporaneamente) modems per la comunicazione su linee telefoniche, telefoni GSM, telefoni GPRS, routers o altri dispositivi per l’accesso a rete WAN o LAN.

La connessione con il centro remoto potrà dunque essere effettuata sia con una linea fisica che con una connessione wireless o attraverso una connessione Internet.

Analisi e progettazione del nuovo sistema

Come delineato nei paragrafi precedenti il nuovo sistema può essere sinteticamente suddiviso in 3 componenti:

- Unità slave, punti di misura (e eventuale distacco carichi);
- Unità Master per le funzioni di concentrazione dei dati delle unità di misura;
- Centro di controllo.

La progettazione dell'unità Slave si è concretizzata nella progettazione di una coppia di moduli, Energy meter e Power line modem.

L'Energy meter è un modulo predisposto per la misura della potenza attiva, reattiva, apparente, energia attiva e reattiva, tensione e corrente con memorizzazione dei dati rilevati. Per rendere il modulo facilmente installabile e configurabile in impianti esistenti si è scelto di adottare la soluzione di campo di misura variabile a seconda del trasduttore installato. Tale soluzione potrà portare ad avere commercialmente una linea di moduli identificati da varie portate di potenza da misurare. Il modulo consente inoltre di intervenire sul distacco carichi su comando del master.

Il Power line modem è un modulo predisposto alla comunicazione bi-direzionale tra slave e master. Riceve i dati memorizzati dall'Energy meter e li trasferisce al master tramite la linea elettrica, viceversa riceve comandi dal master e li trasferisce all'Energy meter.

Entrambi i moduli sono stati realizzati in misura standard (moduli DIN) in modo da poter essere installati all'interno di quadri elettrici pre-esistenti. Sono autoalimentati dalla linea elettrica a cui sono connessi e sono realizzati con componentistica mista, smd e tradizionale su circuiti stampati a doppio strato.

L'attività di studio e verifica dell'applicazione ha consentito di mettere a punto un ingegnerizzazione di scheda che limitasse le problematiche di disturbi elettromagnetici sui circuiti preposti alla misurazione dell'energia ed al trasferimento dati sulla linea elettrica. Sono state affrontate le problematiche di taratura della scheda Energy meter per consentire errori di misura inferiori al 2% nel campo di misura.

Per l'unità master (il concentratore) sono state individuate caratteristiche dei dispositivi dipendenti dall'ambito applicativo, sono stati quindi individuati due livelli di dispositivi, definibili come di fascia alta (High End) e di fascia bassa (Low End); le due soluzioni presentano caratteristiche di completezza delle funzioni disponibili, e in particolare dell'interfaccia utente locale, differenti. Ovviamente ai due livelli realizzativi corrisponderanno differenti fasce di prezzo ipotizzabili per il prodotto finale.

Sistema Low End

Il sistema Low End prevede l'utilizzo di un concentratore di tipo headless senza cioè una interfaccia utente locale provvista di proprio display e tastiera. Si prevede che l'interfaccia locale sia disponibile utilizzando un PC o un palmare in connessione locale che attraverso l'uso di un Web browser possa accedere alle informazioni applicative e di diagnostica gestite dal concentratore stesso. Si ritiene l'impiego di questa soluzione quando è importante limitare i costi ed il controllo viene effettuato principalmente da un centro remoto che raccoglie i dati di molteplici concentratori.

Sistema High End

Il sistema High End è dotato di una interfaccia grafica locale, l'utente locale può operare direttamente sul dispositivo stesso. E' da impiegarsi quando l'utilizzo locale delle misure è preponderante e dove è presente l'esigenza di integrazione con altri dispositivi e/o di inviare comandi di attivazione di logiche di gestione dell'energia.

I criteri di progettazione seguiti hanno mirato a rendere il più possibile scalabile e modulare il sistema in modo da poter sviluppare un hardware unico sul quale montare i componenti di fascia high e low preservando gran parte della progettazione sia hardware che firmware per le due versioni.

Si è cercato di avere una progettazione unica con parti opzionali che vanno a configurare la versione high end.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntive delle diverse caratteristiche delle due tipologie:

Funzionalità	High End	Low End
Display Touch Screen	Sì	No
HMI locale su display	Sì	No
Interfacciamento locale tramite palmare e connessione IrDA	Sì	Sì
Web server locale	Sì	Sì
Interfacciamento misuratori su Power Line Carrier	Sì	Sì
Interfacciamento misuratori su RS485 (in alternativa)	Sì	Sì

Tabella 1 - Funzionalità High End e Low End

Progettazione e sviluppo dei sottosistemi

Unità MASTER

Sono state create due diverse tipologie di unità master la prima basata su un micro board computer denominato micro9 e il secondo basato su piattaforma INTEL. Le due diverse tipologie saranno interscambiabili. La scelta di utilizzare una doppia architettura hardware deriva dalla disponibilità sul mercato di queste due diverse architetture (CISC e RISC).

Le interfacce di cui dotato permettono di:

1. acquisire dati dai misuratori e inviare comandi;
2. permettere una interfaccia locale tramite connessione TCP/IP locale tramite web browser;
3. permettere una connessione verso i centri remoti (tramite connessione via WAN, connessione ADSL o GPRS).

La capacità di calcolo locale e la capacità di archiviazioni locali permettono anche all'utente connesso localmente di avere una serie di informazioni sia di diagnostica che andamento dei consumi.

Inoltre possono essere implementate logiche locali di distacco carichi.

L'hardware aggiuntivo permetterà anche la gestione di I/O on board per:

- interfacciamento con contatore ad impulsi;
- interfacciamento con relè per distacco carichi;
- acquisizione di segnali di allarme.

Il sistema operativo adottato è Windows CE 5.0

Per quanto riguarda il protocollo di comunicazione si è utilizzato il MODBUS. Il protocollo è implementabile su diversi supporti fisici di comunicazione (linea seriale RS485, power line modem, MODBUS over IP).

Nel caso specifico vengono realizzate 2 versioni:

1. MODBUS su seriale RS485;
2. MODBUS veicolato su power line carrier attraverso l'utilizzo di un power line modem.

La mappa MODBUS utilizzata è composta essenzialmente da 5 aree separate di cui 3 readable & writable per Misarc e 2 read-only come precisato nel file excel nella colonna "funzioni utilizzabili":

1. Area dedicata ai valori istantanei degli analogici acquisiti (r&w);
2. Area dedicata all'archivio degli analogici acquisiti (r&w);
3. Area dedicata ai comandi analogici per la sincronizzazione dello slave (r);
4. Area dedicata ai valori digitali istantanei dei digitali acquisiti (r&w);
5. Area dedicata ai comandi digitali per settare sia i digitali che gli allarmi (r).

Il Master legge i valori istantanei in modo da garantire una archiviazione al minuto.

Unità SLAVE

L'attività di sviluppo del dispositivo slave è volta alla realizzazione di un oggetto dal basso costo e di dimensioni contenute in grado di misurare il consumo di energia elettrica dei carichi ad esso collegati, comunicare le misure effettuate al dispositivo master e di pilotare il distacco dei carichi in seguito alla richiesta del dispositivo master.

Le funzionalità implementate nel dispositivo di misura sono:

- misura dell'energia assorbita dai carichi ad esso collegati;
- memorizzazione delle misure effettuate;
- comunicazione con il dispositivo master;
- interruzione dell'erogazione di energia.

La progettazione del dispositivo sarà eseguita in modo tale da garantire il minimo ingombro unitamente ad una flessibilità di utilizzo tale da permetterne l'impiego nelle tipologie di impianto indicate nella precedente fase di analisi.

Come precedentemente indicato le principali funzionalità del dispositivo di misura dell'energia sono rappresentati dai seguenti moduli:

- Modulo di misura;
- Modulo distacco carico;
- Real Time Clock;
- Memoria non volatile;
- Modulo di comunicazione.

Il circuito di misura è previsto per rilevare l'energia assorbita da apparecchiature funzionanti con una tensione di alimentazione nominale pari a 220VAC ed un assorbimento massimo di 20A.

Le misure effettuate sono:

- potenza attiva;
- potenza reattiva;
- potenza apparente;
- frequenza;
- valore RMS della tensione;
- valore RMS della corrente;
- energia attiva;
- energia reattiva;
- energia apparente.

Il modulo che si occupa di acquisire la potenza assorbita dalla linea elettrica deve essere in grado di fornire, in qualsiasi istante, al modulo di comunicazione la misura richiesta.

Le misure sono organizzate in un database all'interno del quale ogni misura ha un proprio indice; ogni operazione di lettura o scrittura dovrà essere eseguita in riferimento a tale indice.

Centro di Controllo

Il centro di controllo consente di accedere a due diverse interfacce per eseguire due diversi tipi di analisi sui dati:

- Analisi Storica;
- Analisi Forecast.

In entrambe le interfacce è possibile accedere alle seguenti tipologie di misure in con una granularità del quarto d'ora:

- Potenza attiva (kWh);
- Potenza reattiva (kVARh);
- Spesa in funzione del piano tariffario selezionato.

Per gli algoritmi di forecast si è fatto uso delle reti neurali cascade-forward (CF) ed è possibile fare le seguenti previsioni:

- 4 Mesi per la granularità mensile;
- 5 Giorni per la granularità giornaliera;
- 90 Minuti per la granularità al quarto d'ora.

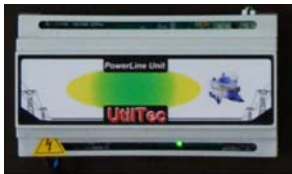
Facendo delle prove utilizzando delle serie di dati storiche annuali si sono verificati gli errori riportati nella tabella seguente:

Tipo di errore	Minimo	Massimo
Errore assoluto massimo (MXAPE)	9,91%	15,33%
Errore medio assoluto (MAPE)	1,93%	5,79%
Errore a consuntivo di periodo (PFBPE)	0,23 %	5,48%

BOX Prototipi



Unità MASTER



Modem Power Line



Unità Slave



Cruscotto di analisi dei dati, di tariffazione e forecast

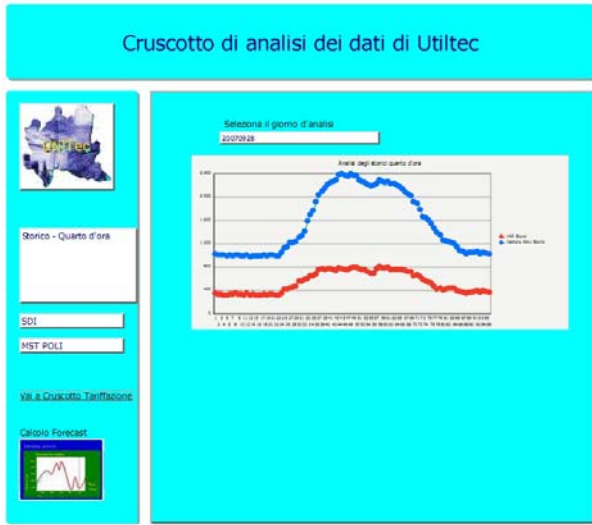
Immagini dimostratori dei risultati di progetto



Quadro principale



Quadro secondario collegato in power-line



Cruscotto di analisi dei dati