

Il monitoraggio dei consumi

VERSIONE 1.2

INDICE

Introduzione	1
Energia elettrica.....	2
Contatori e Analizzatori di rete.....	2
Sensori per Volt, Ampere e Frequenza	4
Contatori ad impulsi.....	5
Gas, Acqua, Aria Compressa e Calore	8
Elenco dei contatori già integrati	8
Le voci dei costi.....	9
Hardware.....	9
Installazione.....	9
Modulo software di integrazione con la gestione per centri di costo	10
Modulo software per la visualizzazione dei grafici dei consumi	10
OnCall	11
Conclusioni.....	11

Introduzione

Lo scopo di questo documento è di fornire una semplice guida pratica per la realizzazione di sistemi di monitoraggio dei consumi e un piccolo quadro delle problematiche connesse.

Monitorare i consumi di energia elettrica, gas, acqua, aria compressa e calore in ambito industriale significa poter associare a ogni tipo di lavorazione il costo reale ed individuare eventuali sprechi e relative perdite.

Sempre di più in questi anni il costo dell'energia, la necessità di razionalizzare i consumi e la riduzione degli sprechi assume un'importanza strategica nella gestione di una attività produttiva.

Solo conoscendo perfettamente quanto e in che modo si "consuma", si potrà intervenire efficacemente con una ripartizione dei consumi per centri di costo, riducendo o azzerando gli sprechi stessi e individuando eventuali malfunzionamenti nell'impianto.

Ovviamente il costo del monitoraggio dovrà essere commisurato ai risparmi previsti (solitamente dal 15% al 30%) e al valore aggiunto ottenuto.

Molto spesso i punti in cui eseguire i monitoraggi di energia elettrica, gas, acqua, aria compressa e calore sono collocati all'interno dell'azienda in modo ottimale per la loro distribuzione ma non in modo altrettanto ottimale per portare il dato rilevato al server di monitoraggio. I costi e i problemi di cablaggio all'interno dell'area produttiva per trasmettere questi dati spesso scoraggiano il manager più convinto.

Questi problemi sono risolti brillantemente dalle reti di sensori wireless che tagliano drasticamente i costi di cablaggio e non interferiscono in alcun modo sulle attività produttive.

Anche un successivo spostamento del punto di monitoraggio non comporterà alcuna spesa: il nodo wireless seguirà il contatore nella nuova posizione.

Altro valore aggiunto, dopo aver realizzato la rete wireless per il monitoraggio dei consumi, è la possibilità di monitorare contemporaneamente tutti i parametri fisici e logici di interesse al processo produttivo dell'azienda, concentrandoli in una unica piattaforma.

La rete wireless e i nodi proposti sono della KCRS.

Energia elettrica

Il monitoraggio dei consumi dell'energia elettrica è l'argomento più articolato ed esistono molti modi per realizzarlo.

Le grandezze fisiche relative all'energia elettrica sono molte oltre ai kilowatt/ora che tutti conosciamo. Volt, ampere, frequenza, armoniche, microinterruzioni sono voci che poche volte vengono prese in considerazione e solo in realtà con grandi consumi. È comunque possibile monitorare tutte queste grandezze: contatori o analizzatori specifici sono in grado di rilevarle in tempo reale e metterle a disposizione nei propri registri interni in modo preciso e articolato.

Ancora più rara è la richiesta di monitorare una sola di queste grandezze. Anche in questo caso è possibile utilizzare sensori specifici per quella grandezza e rilevarne i valori in tempo reale.

Molto spesso l'interesse è invece rivolto solo al consumo: il kilowatt/ora.

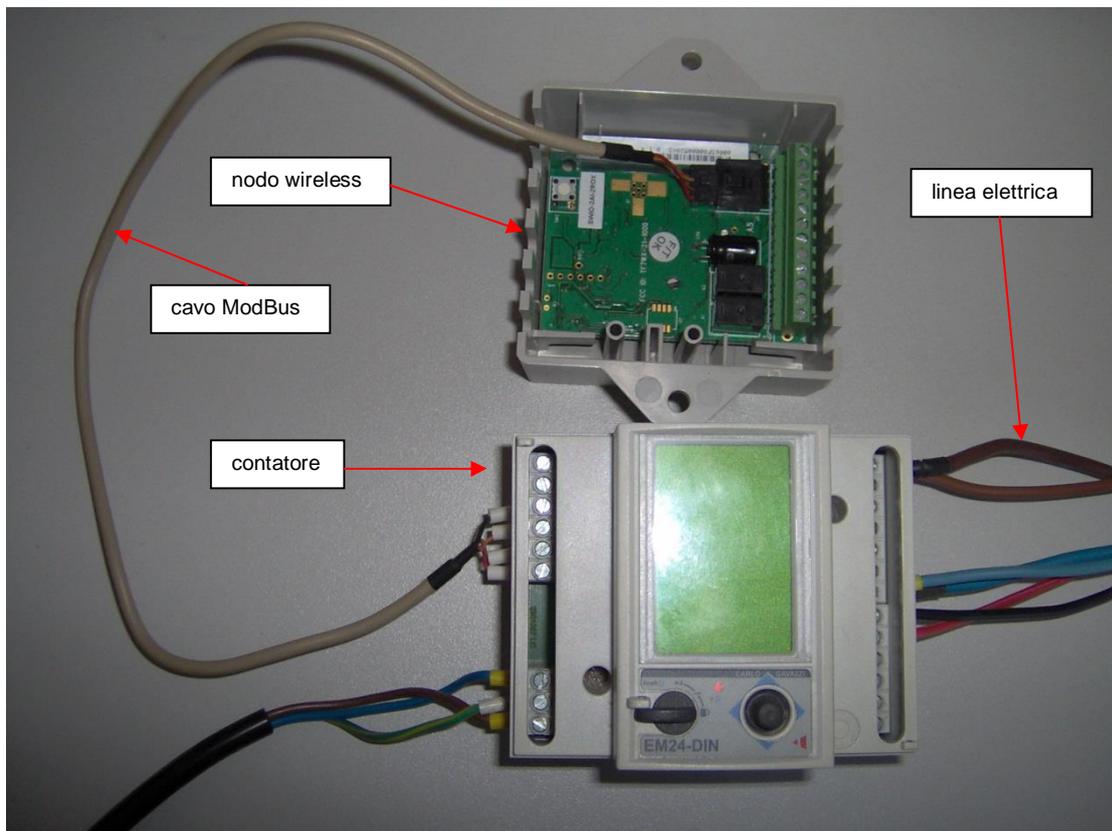
Nei paragrafi successivi sono descritte le soluzioni proposte per i singoli problemi.

Contatori e Analizzatori di rete

Monitorare tutti i parametri della corrente elettrica è semplice ed esistono numerosi produttori di contatori e analizzatori di rete per tutti i tipi di impianto elettrico.

Molti di questi prodotti hanno una interfaccia ModBus. ModBus è uno standard nell'automazione industriale ed è un protocollo di comunicazione seriale molto semplice.

Il contatore di energia legge in tempo reale tutti i dati relativi alla corrente elettrica, mono fase o trifase che sia, e memorizza tali dati all'interno di propri registri. Il nodo wireless è connesso attraverso il cavetto ModBus al contatore e legge i dati memorizzati mappandoli nei propri registri e trasmettendoli, ad intervalli configurabili, al gateway.

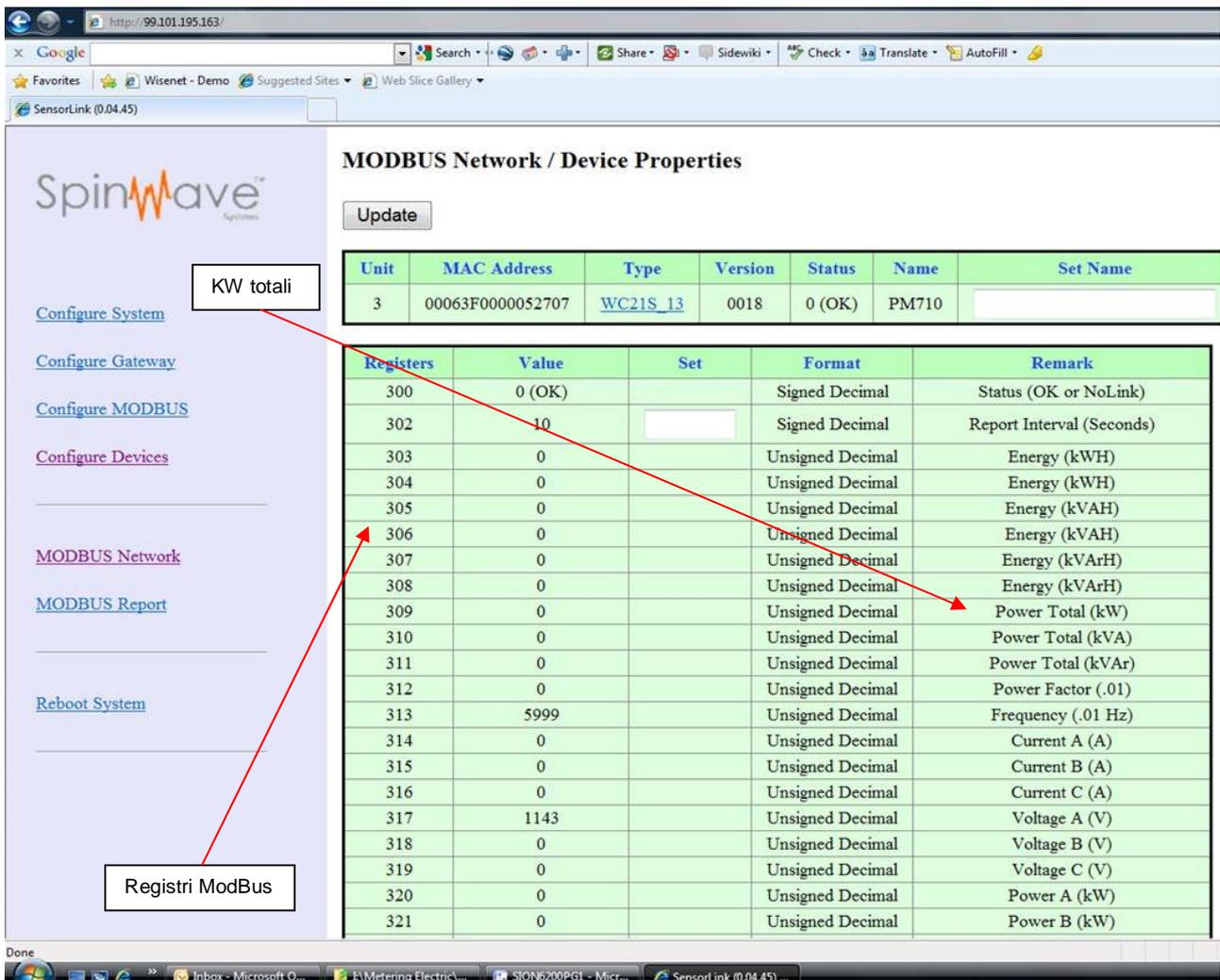


Lo schema seguente descrive le componenti coinvolte.



Una volta che i dati sono arrivati sul gateway, dotato di una porta Ethernet, potranno essere letti dal server che li memorizzerà in un database, rendendoli disponibili per successive indagini. Tra il server e il gateway, sarà utilizzato il protocollo ModBus/TCP.

Di seguito viene mostrata parte della mappa dei registri di un contatore trifase Schneider Electric PM710 visualizzata attraverso l'interfaccia web del gateway. Questa stessa struttura logica sarà utilizzata dal server per leggere i dati dal gateway. Il registro 309 contiene sempre il consumo in KW al momento della lettura dello specifico contatore.



MODBUS Network / Device Properties

Update

Unit	MAC Address	Type	Version	Status	Name	Set Name
3	00063F0000052707	WC21S_13	0018	0 (OK)	PM710	

Registers	Value	Set	Format	Remark
300	0 (OK)		Signed Decimal	Status (OK or NoLink)
302	10		Signed Decimal	Report Interval (Seconds)
303	0		Unsigned Decimal	Energy (kWH)
304	0		Unsigned Decimal	Energy (kWH)
305	0		Unsigned Decimal	Energy (kVAH)
306	0		Unsigned Decimal	Energy (kVAH)
307	0		Unsigned Decimal	Energy (kVArH)
308	0		Unsigned Decimal	Energy (kVArH)
309	0		Unsigned Decimal	Power Total (kW)
310	0		Unsigned Decimal	Power Total (kVA)
311	0		Unsigned Decimal	Power Total (kVAr)
312	0		Unsigned Decimal	Power Factor (.01)
313	5999		Unsigned Decimal	Frequency (.01 Hz)
314	0		Unsigned Decimal	Current A (A)
315	0		Unsigned Decimal	Current B (A)
316	0		Unsigned Decimal	Current C (A)
317	1143		Unsigned Decimal	Voltage A (V)
318	0		Unsigned Decimal	Voltage B (V)
319	0		Unsigned Decimal	Voltage C (V)
320	0		Unsigned Decimal	Power A (kW)
321	0		Unsigned Decimal	Power B (kW)

Sensori per Volt, Ampere e Frequenza

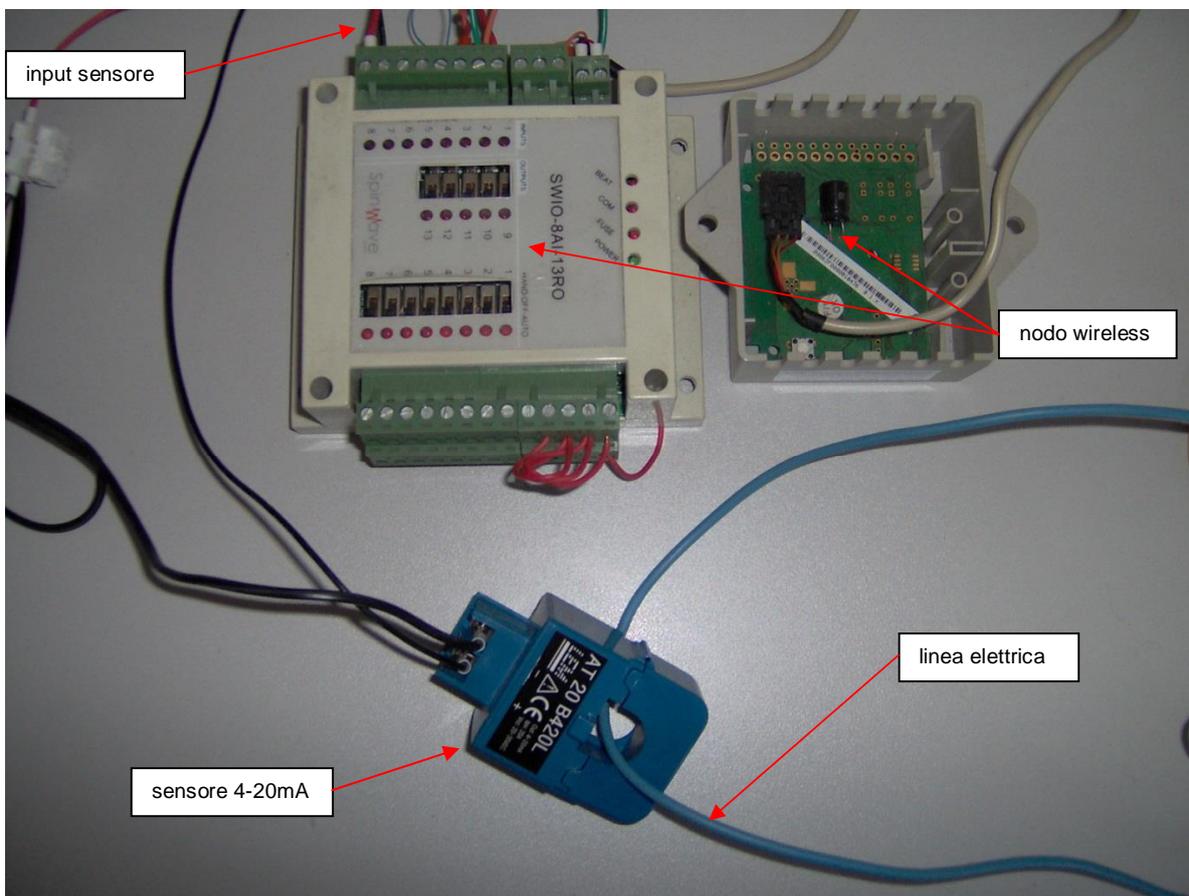
Alcune volte è necessario monitorare una sola grandezza della corrente ad esempio Volt, Ampere, in continua o in alternata. Esistono numerosi produttori di questi sensori per tutti i tipi di corrente e per tutte le grandezze.

Tipicamente questi sensori hanno uscite a variazione di corrente, 0-10V, o a variazione di intensità, 4-20mA.

Sarà sufficiente selezionare il sensore con le prestazioni richieste e collegarlo ad un nodo WC21-813 opportunamente configurato.

Questo nodo possiede 8 porte che possono essere configurate indipendentemente 0-10V o 4-20mA o a contatto aperto/chiuso.

Il nodo wireless rileva il dato dal sensore in tempo reale trasmettendolo al Gateway a intervalli configurabili.

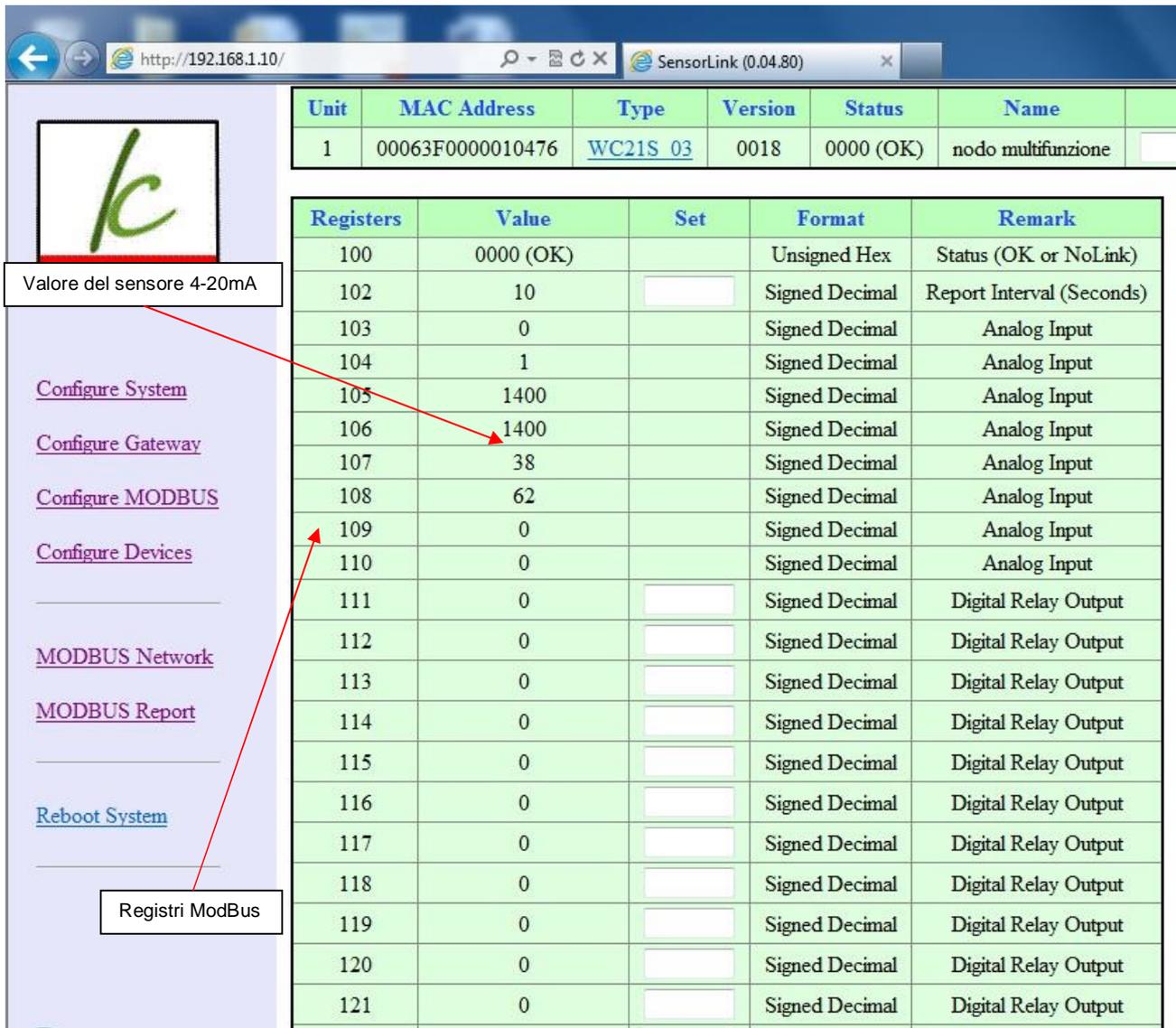


Lo schema seguente descrive le componenti coinvolte.



Una volta che i dati sono arrivati sul gateway potranno essere letti dal server che li memorizzerà in un database, rendendoli disponibili per successive valutazioni.

Di seguito viene mostrata parte della mappa dei registri di un nodo WC21-813 connesso ad un sensore 4-20mA della LEM visualizzata attraverso l'interfaccia web del gateway. Questa stessa struttura logica sarà utilizzata dal server per leggere i dati dal gateway. Il registro 107 contiene gli Ampere al momento della lettura.



The screenshot shows the SensorLink web interface. At the top, the browser address bar displays 'http://192.168.1.10/' and the page title is 'SensorLink (0.04.80)'. Below the browser, there is a navigation menu on the left with links: 'Configure System', 'Configure Gateway', 'Configure MODBUS', 'Configure Devices', 'MODBUS Network', 'MODBUS Report', and 'Reboot System'. A box labeled 'Valore del sensore 4-20mA' is positioned above the 'Configure MODBUS' link. A box labeled 'Registri ModBus' is positioned below the 'Configure MODBUS' link. The main content area contains two tables. The first table lists device information:

Unit	MAC Address	Type	Version	Status	Name
1	00063F0000010476	WC21S_03	0018	0000 (OK)	nodo multifunzione

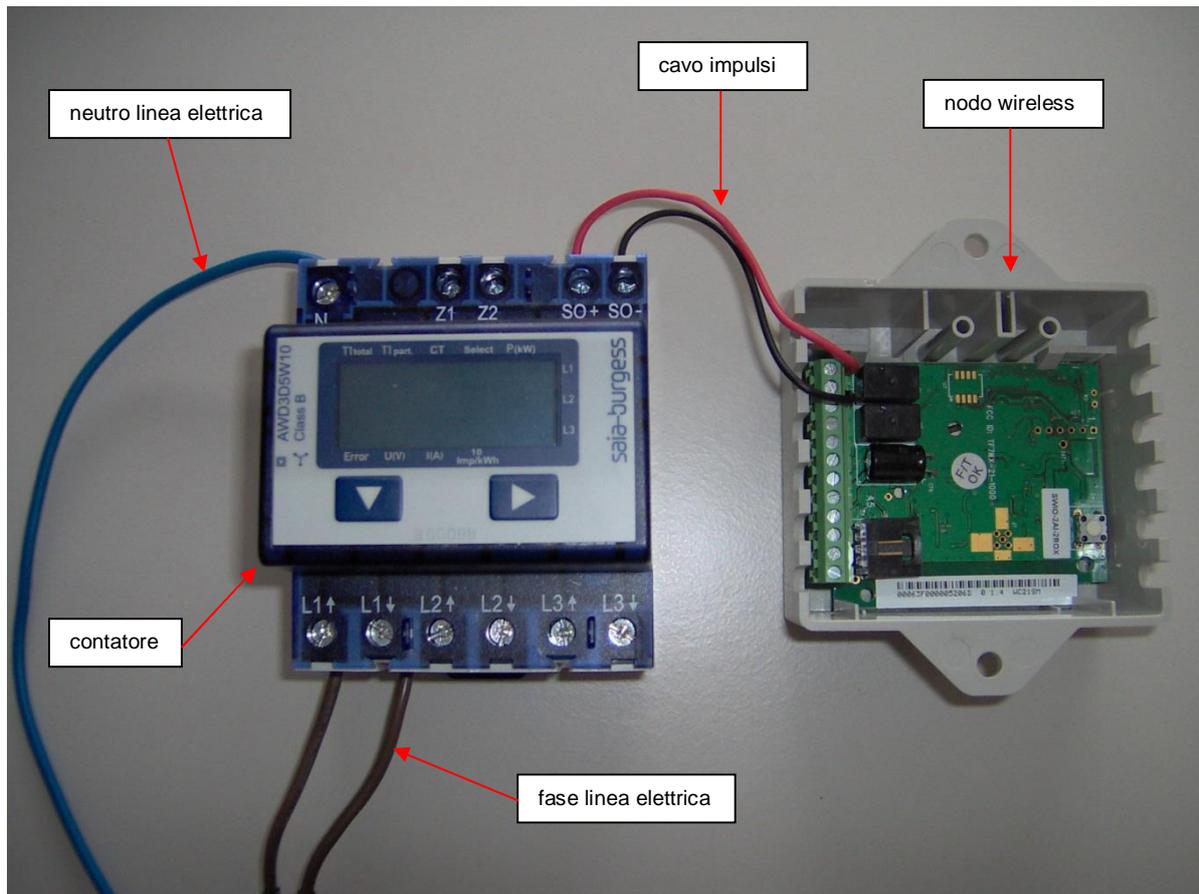
The second table is a list of ModBus registers:

Registers	Value	Set	Format	Remark
100	0000 (OK)		Unsigned Hex	Status (OK or NoLink)
102	10	<input type="text"/>	Signed Decimal	Report Interval (Seconds)
103	0		Signed Decimal	Analog Input
104	1		Signed Decimal	Analog Input
105	1400		Signed Decimal	Analog Input
106	1400		Signed Decimal	Analog Input
107	38		Signed Decimal	Analog Input
108	62		Signed Decimal	Analog Input
109	0		Signed Decimal	Analog Input
110	0		Signed Decimal	Analog Input
111	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
112	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
113	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
114	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
115	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
116	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
117	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
118	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
119	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
120	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output
121	0	<input type="text"/>	Signed Decimal	Digital Relay Output

Contatori ad impulsi

Oltre ai contatori del paragrafo precedente esistono contatori del consumo di energia elettrica con uscita a impulsi. Ad esempio, ogni impulso emesso significa che è stato consumato un kilowatt/ora di corrente. Ovviamente sono contatori molto meno costosi dei precedenti.

La modalità di interfacciamento è ancora più semplice. Basterà connettere al nodo wireless l'uscita a impulsi del contatore ed il nodo conterà gli impulsi rilevati mantenendoli all'interno dei propri registri e trasmettendo tale valore al Gateway.



Lo schema seguente descrive le componenti coinvolte.



Una volta che i dati sono arrivati sul gateway potranno essere letti dal server che li memorizzerà in un database, rendendoli disponibili per successive valutazioni.

La massima frequenza di impulsi rilevabile è di 10 Hz (10 impulsi in 1 secondo), durata dell'impulso minima 50 millisecondi e 30 millisecondi tra due impulsi. Il 99% dei contatori risponde a queste limitazioni.

Di seguito viene mostrata parte della mappa dei registri di un nodo WC21-S connesso ad un contatore ad impulsi Saia Burgess e visualizzata attraverso l'interfaccia web del gateway. Questa stessa struttura logica sarà utilizzata dal server per leggere i dati dal gateway. Il registro 507 contiene il numero di impulsi al momento della lettura dello specifico contatore.

MODBUS Network / Device Properties

Update

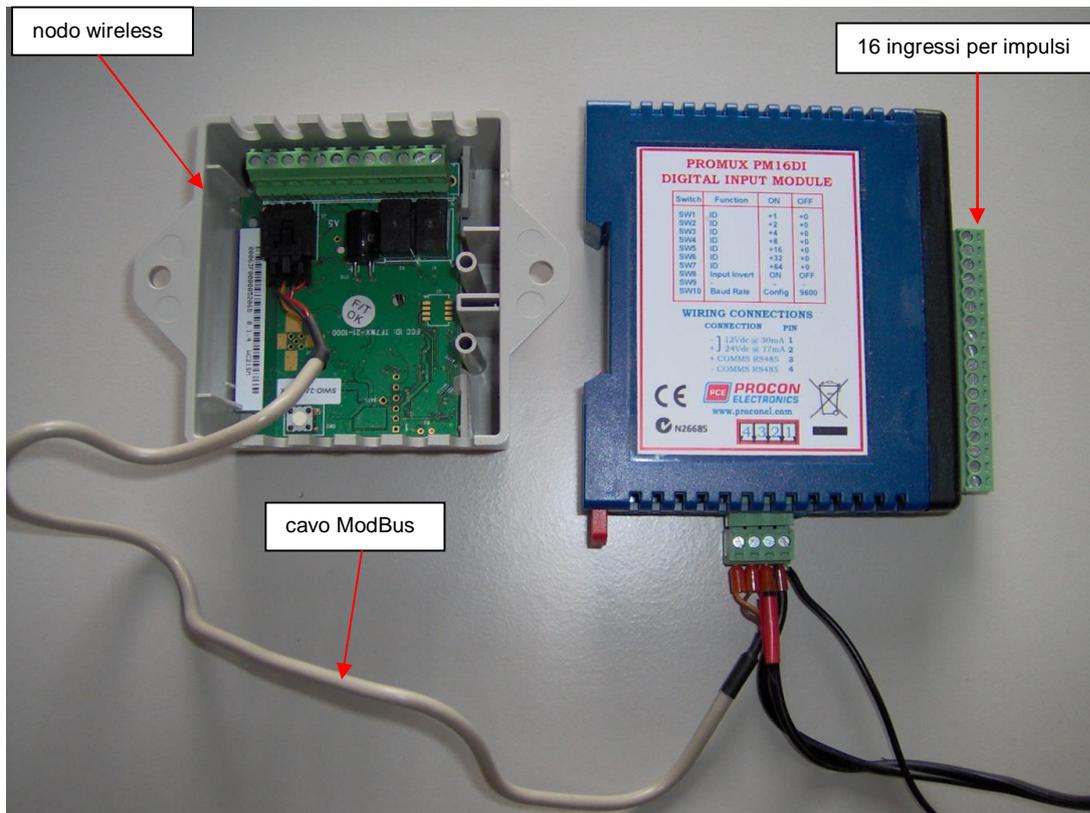
Unit	MAC Address	Type	Version	Status	Name	Set Name
5	00063F000005206D	WC21S_01	0023	0000 (OK)	Contatore SAIA 1	

Registers	Value	Set	Format	Remark
500	0000 (OK)		Unsigned Hex	Status (OK or NoLink or LowBattery)
501	3300		Signed Decimal	Power Voltage (mV)
502	10		Signed Decimal	Report Interval (Seconds)
503	0		Signed Decimal	Temperature 1 (°F) or Value 1
504	0		Signed Decimal	Temperature 2 (°F) or Value 2
505	0		Signed Decimal	Digital Relay Output 1
506	0		Signed Decimal	Digital Relay Output 2
507	9		Unsigned Decimal	Pulse Count 1 Bin
508	63		Unsigned Decimal	Pulse Count 1 Bin
509	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 1 Bin
510	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 1 Bin
511	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 1 Bin
512	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 1 Bin
513	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 1 Bin
514	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 1 Bin
515	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 2 Bin
516	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 2 Bin
517	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 2 Bin
518	0		Unsigned Decimal	Pulse Count 2 Bin

[Configure System](#)
 Numero di impulsi
[Configure MODBUS](#)
[Configure Devices](#)
[MODBUS Network](#)
[MODBUS Report](#)
[Reboot System](#)
 Registri ModBus

Ogni nodo WC21-S ha due porte per cui è possibile monitorare due contatori con un solo nodo e contemporaneamente.

Nel caso vi siano più di due contatori che devono essere monitorati e vicini tra loro può essere preso in considerazione il dispositivo PM16I che possiede 16 porte conta impulsi per cui è possibile monitorare contemporaneamente 16 contatori anche di tipo diverso e contemporaneamente.



Gas, Acqua, Aria Compressa e Calore

Il monitoraggio dei consumi di Gas, Acqua, Aria Compressa e Calore sono del tutto analoghe ai contatori a impulsi dell'energia elettrica per cui valgono tutte le considerazioni fatte nel precedente paragrafo.



Esistono numerosi produttori di contatori per queste tipologie di consumi e tutti possiedono l'opzione dell'emittitore di impulsi.

Molto spesso il contatore o l'emittitore di impulsi devono essere configurati in modo che ad un impulso emesso corrisponda, ad esempio, 1 metro cubo di aria o 10 metri cubi di aria ecc.. È di solito possibile configurare i contatori o in alternativa acquistarli già configurati per il tipo di applicazione richiesta.

Elenco dei contatori già integrati

Ad oggi sono stati già integrati i seguenti contatori di energia elettrica:

Produttore	Modello
Schneider Electric	PM9
Schneider Electric	PM710 e PM720
Schneider Electric	E5600
Schneider Electric	ION8600
Schneider Electric	ION6200
Veris	H8036
Carlo Gavazzi	EM24
Continental Control Systems	WattNode Modbus
Electro Industries/GaugeTech	Shark 100

Tale integrazione significa che collegando il cavetto ModBus tra il contatore e il nodo WC21S, il contatore viene immediatamente riconosciuto dal nodo e tutti i registri interni del contatore sono mappati nei

registri interni del nodo. I registri del WC21S verranno poi trasmessi al gateway con la frequenza prescelta.

È comunque da sottolineare che è possibile integrare qualsiasi contatore con interfaccia ModBus.

Sarà sufficiente inviarci il contatore e l'elenco dei registri che si vuole siano letti da un WC21-S ed esposti nel gateway.

Questo ovviamente ha senso quando si possiedono un grande numero di contatori già installati di un particolare produttore o quando le caratteristiche tecniche di questi contatori non siano disponibili nei prodotti già integrati.

È ancora da sottolineare che è possibile integrare qualsiasi dispositivo con interfaccia ModBus anche se non è un contatore di energia come controller HVAC o controller di generatori diesel. Ad esempio è stato integrato molto recentemente un dispositivo con interfaccia ModBus che rileva la percentuale di CO₂ nell'aria, la temperatura e l'umidità dell'aria rendendo tutti questi dati disponibili sul gateway in tempo reale.

Le voci dei costi

In questo paragrafo saranno elencate le tipologie di costi che si dovranno affrontare nel caso si decida di effettuare un monitoraggio dei consumi. Verrà inoltre indicato quando una rete di sensori wireless diventa conveniente.

Hardware

L'hardware necessario è di due tipologie: i contatori e la rete wireless o, in alternativa, la rete cablata.

I contatori di energia elettrica a impulsi sono poco costosi (<100€) mentre gli analizzatori di rete costano 4 o 5 volte di più in dipendenza del modello. Per il monitoraggio della corrente con amperaggi alti è necessario utilizzare dei trasformatori amperometrici. Il loro costo è basso (<50€) e, ovviamente, è identico tra contatori a impulsi e analizzatori di rete.

Anche i contatori di acqua e gas sono poco costosi ma spesso tali contatori sono posti all'esterno per cui è necessario prevedere una linea elettrica e una adeguata protezione per il nodo wireless ed il contatore stesso.

I flussimetri per la misurazione dell'aria compressa hanno costi variabili in dipendenza dalla capacità dell'impianto stesso.

La contabilizzazione del calore viene effettuata in diverse modalità e la più comune viene rilevata mediante una lettura elettronica della quantità d'acqua defluita attraverso il contatore e dalla differenza di temperatura rilevata da due sonde ad alta precisione, poste, una sul flusso di mandata ed una sul flusso di ritorno. Il costo è medio basso.

Il costo della rete wireless è direttamente proporzionale al numero di contatori più il costo del gateway. Solitamente non sono necessari nodi ripetitori in quanto i nodi trasmettono fino a 400 metri senza ostacoli e formano tra loro una rete a maglia. Il gateway andrà posizionato vicino ad un porta LAN della rete aziendale e protetto da un gruppo di continuità per evitare perdite di dati.

Il costo di una rete cablata, oltre ai cavi e a quanto altro è necessario, deve comprendere anche i dispositivi di interfacciamento dei contatori o degli adattatori ModBus.

Installazione

Il cablaggio in canaline o tubi metallici, cavi e la manodopera sono le voci più importanti.

Nel caso di una rete wireless la lunghezza media del cablaggio è inferiore al metro. È necessario portare fuori dall'armadio metallico, in cui è contenuto il contatore, il cavo ModBus o i due fili per gli impulsi ed una alimentazione da 12VDC.

Invece, nel caso di un cablaggio classico, i cavi devono essere portati, a secondo del mezzo trasmissivo utilizzato o tipo di protocollo, fino al server.

Deve essere inoltre prevista una interruzione della fornitura di energia e di solito viene effettuata durante la manutenzione degli apparati o il sabato.

Nel caso di una rete wireless, gli interventi sono solo vicini al contatore e non interferiscono in alcun modo con il processo produttivo.

Il trasferimento di un contatore o l'inserimento, in un momento successivo, di un nuovo contatore non ha alcun effetto sulla rete wireless.

Il passaggio da un edificio a un altro con una rete wireless è una cosa banale mentre non si può dire lo stesso per il passaggio di un cavo.

Affinché la soluzione wireless sia conveniente, facendo qualche semplificazione, dovrà risultare che

$$N * costo_{nodo} + costo_{gateway} < costo_{cablaggio} + costo_{interfaccia}$$

dove:

N è il numero dei contatori da installare

$costo_{nodo}$ è il costo di un nodo. Nel caso di contatori a impulsi relativamente vicini bisogna considerare la possibilità di monitorare due contatori con un solo nodo per cui il costo deve essere dimezzato.

$costo_{gateway}$ è il costo del gateway. Questo è un costo fisso per la soluzione wireless.

$costo_{cablaggio}$ è il costo complessivo della soluzione cablata. Questo costo comprende i cavi, le canaline e la manodopera per la stesura e la connessione dei cavi.

$costo_{interfaccia}$ è il costo complessivo delle interfacce ai contatori. Questo costo dipende strettamente dal tipo di protocollo o di interfaccia verso i contatori e comprende anche il PC o server da cui vengono letti i dati.

Un altro costo presente nelle due soluzioni è il costo della configurazione. Nel caso della rete wireless, il tempo necessario per la configurazione è di poche ore.

Il costo dei contatori e il loro montaggio sono ovviamente presenti nelle due soluzioni.

Modulo software di integrazione con la gestione per centri di costo

Volendo integrare il monitoraggio dei consumi con il software utilizzato per la gestione per centri di costo è necessario implementare dei moduli software che leggano i consumi dei vari contatori sul gateway e popolino il database con i dati rilevati.

Alcune volte questi software sono già predisposti per cui è solo necessario definire le tabelle corrispondenti in cui verranno memorizzati i dati e poche righe di codice per la lettura dei dati dal gateway.

In ogni caso l'interfaccia verso il gateway sarà unica per tutti i tipi di contatori monitorati. Il gateway avrà un indirizzo IP della LAN aziendale univoco e la lettura di un suo specifico registro corrisponderà sempre e solo ad uno specifico contatore.

Modulo software per la visualizzazione dei grafici dei consumi

Un altro modulo software importante è quello per la visualizzazione dei grafici dei consumi. La sua utilità è soprattutto relativa all'immediatezza dell'analisi dei consumi ed eventualmente dell'individuazione delle anomalie o degli sprechi.

Dal grafico possono essere evidenziati dei picchi o la presenza di consumi in momenti non previsti (ad esempio l'intervallo mensa, la notte, i giorni festivi, ...) riuscendo a darne anche una valutazione economica.

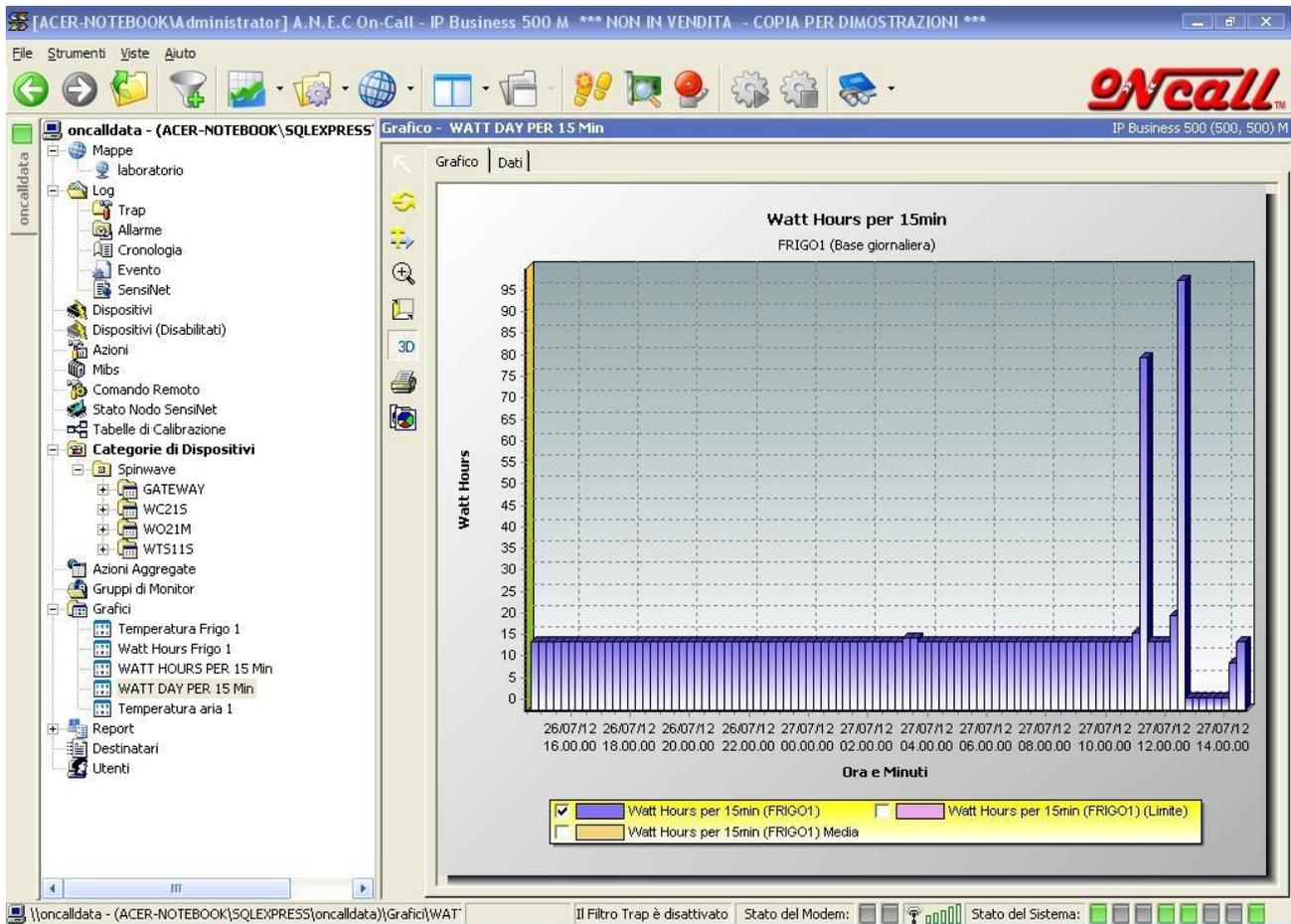
Il gateway non possiede memoria per i dati per cui è necessario leggerli con frequenza costante (è sufficiente un intervallo inferiore a 15 minuti), memorizzarli in una tabella, anche Excel, e quindi generare i grafici.

Anche in questo caso l'interfaccia verso il gateway sarà unica per tutti i tipi di contatori monitorati. Il gateway avrà un indirizzo IP della LAN aziendale univoco e la lettura di un suo specifico registro corrisponderà sempre e solo ad uno specifico contatore.

OnCall

Nel caso i costi di integrazione siano esorbitanti o si abbia la necessità di monitorare anche altre grandezze fisiche e logiche è possibile utilizzare OnCall, il nostro software di monitoraggio.

Questo potente software oltre a monitorare e visualizzare i dati provenienti dalla rete di sensori wireless permette di configurare facilmente gli allarmi relativi al superamento dei valori di soglia specificati attraverso diversi e contemporanei metodi di comunicazione: SMS, cercapersone, email, Instant Messaging (Skype), trap SNMP, visivo e sonoro ed, eventualmente, lanciando l'esecuzione di script di comandi.



Conclusioni

Oltre ai vantaggi derivanti dal risparmio sugli sprechi di energia e da una completa e corretta gestione per centro di costo, utilizzando i nostri prodotti per realizzare il monitoraggio dei consumi si otterrà inoltre:

- Assenza di cablaggio;
- Unica interfaccia software per tutti i tipi di contatori;
- Rilevazione in tempo reale di parametri fisici e logici importanti per l'attività produttiva;
- Completa affidabilità della rete wireless anche in ambienti con forti interferenze;
- Attivazione wireless di servocomandi;
- Installazione e configurazione semplicissima;
- Rilocabilità dei nodi wireless;
- Scalabilità dell'installazione;
- Nessun impatto sulla struttura ICT aziendale.