

Gestire un carico elettrico all'interno dell'edificio, vuole dire non solo garantire che questo sia adeguatamente protetto dal rischio elettrico (cortocircuito, sovraccarico, protezione da elettrocuzione, sezionamento, ecc...), così come richiesto dalle normative CEI vigenti, ma vuole anche dire capacità di governare e controllare l'aspetto degli assorbimenti energetici all'interno dell'ambiente costruito.

La gestione ottimale dei costi energetici è diventata oggi strumento indispensabile ad ogni azienda per migliorare le proprie performance, anche nell'ambito dei programmi di qualità.

E' una problematica che tipicamente non attiene alla figura tradizionale del progettista generale, è opportuno però che le tematiche nelle linee generali siano almeno "percepite" dal progettista, anche nel suo ruolo di mediatore delle esigenze del committente.



ENERGIA IN PROGETTO

Non solo i costi, ma anche le prestazioni energetiche dell'edificio dipendono dalla corretta gestione dei carichi elettrici. Le logiche di collegamento e le ricadute progettuali

Alessandro Prati

Ovviamente per gestione dei carichi si intende anche la percezione dell'incidenza dei consumi energetici per ogni canale di misura e il proprio fattore di potenza

Le difficoltà progettuali e le logiche di collegamento

La definizione dei carichi prioritari rispetto a quelli non prioritari è una vera sfida progettuale, non definibile a monte per tutti gli impianti, ma da adeguare ad ogni impianto. In pratica è particolarmente complicata l'individuazione dei carichi da gestire nel momento di massimo prelievo per evitare gli esuberi di potenza impegnata contrattualmente.

Il sistema di circuito di questi impianti è relativamente semplice, specie per impianti a funzionamento isolato e non applicati in sistemi BUS per il controllo inte-

grato nell'edificio. La tipologia di tariffazione in essere con il fornitore / distributore di energia elettrica, condiziona il modo di collegamento dei sistemi di controllo dei carichi.

Gli svantaggi

Esistono alcuni svantaggi legati al sistema di distacco dei carichi, che non sono insiti nella tecnologia adottata ma nelle logiche di funzionamento costruite, in particolare nella definizione dei carichi prioritari rispetto a quelli non prioritari. Come già ribadito la difficoltà progettuale è quella di definire correttamente ciò che deve restare in servizio fino all'ultimo, rispetto al carico che posso distaccare per

LA PRIORITÀ DEI CARICHI

Definire i carichi prioritari e quelli non prioritari è una vera e propria sfida progettuale, da adattare per ogni impianto.

primo. Nell'ambiente residenziale uno dei rischi che si corrono soventemente è quello di avere un sistema di governo delle energie "non tarato" per cui in maniera automatica e qualche volta arbitraria avvengono automazioni di controllo delle energie non volute e spesso non modificabili o forzabili dall'utente. Esistono poi due aspetti legati al costo.

IL NODO PROGETTUALE

La difficoltà progettuale è quella di definire correttamente ciò che deve restare in servizio fino all'ultimo, rispetto al carico da disconnettere per primo.

Il primo (costi diretti) è quello meramente di installazione, che è fortemente condizionato da 5 parametri: qualità delle apparecchiature installate; punti di misura per il campionamento dei parametri elettrico energetici; punti di comando per le azioni di governo relativamente alla gestione dei carichi; estensione dell'impianto; sistema di storage dei dati archiviati.

Il secondo aspetto dei costi (indiretti) è quello relativo a: costi di addestramento e formazione del personale; personale preposto alla lettura e analisi dei dati, che controlli lo stato di fatto dell'impianto e ne sorvegli l'efficienza e l'efficacia; costi per la manutenzione predittiva e preventiva.

Distribuito o concentrato?

Quando è vantaggioso pensare a una rete di monitoraggio delle energie e controllo dei carichi di tipo distribuito al posto di un sistema concentrato?

Il nocciolo della questione è quello di analizzare la distribuzione dell'impianto e percepire come è realizzata non solo in termine di estensione ma anche in termine di numero di rami e nodi distributivi.

Generalmente la soluzione distribuita, implementata su architetture di sistema a BUS, permette di installare in campo i moduli di acquisizione dati e parametri elettrici e parallelamente a questi i

Quando si consuma tanto, il controllo è necessario

Uno dei tipici casi in cui il controllo dei carichi diventa necessario è quando esiste una limitazione di potenza da parte dell'ente erogatore di energia rispetto alla potenza necessaria all'impianto.

Tipicamente questo si verifica in alcuni periodi dell'anno e in particolari situazioni gestionali quali ad esempio il funzionamento dei gruppi frigo notevolmente energivori, durante il periodo estivo.

Nelle ore di massimo prelievo di queste apparecchiature, vista la limitazione di potenza imposta dall'ENEL, assorbono molto per cui è necessario eseguire il distacco di alcuni carichi non preferenziali a carattere ridondante quali ad esempio uno degli ascensori, ecc...

Questo permette di evitare punte di assorbimento all'interno del quarto d'ora di campionamento che potrebbero portare al distacco dell'alimentazione da parte dell'ente distributore di energia.

Le apparecchiature di controllo carichi permettono di governare le energie dell'edificio gestendo in maniera primaria i carichi prioritari e in maniera secondaria (distaccandoli) i carichi non prioritari (Alcuni ascensori, autoclavi, ecc...)

Il principio di funzionamento

- 1 Un dispositivo, solitamente un trasformatore amperometrico di misura, rileva la corrente assorbita dall'impianto, restituendo un valore proporzionale tra 0 e 5 A ad una centralina di controllo programmabile.
- 2 La corrente assorbita dall'impianto è direttamente proporzionale alla potenza assorbita. (Esempio: con un trasformatore amperometrico di misura 100/5 A, quando la corrente misurata sarà pari a 20 A, la corrente proporzionale sul secondario del trasformatore di misura sarà pari a 1 A)
- 3 La centralina di controllo sarà dotata di più contatti di uscita (4, 6, 8 o 12), per pilotare in potenza i carichi. Con un sistema BUS si possono avere infiniti contatti (unica limitazione è data dal numero di uscite pilotabili dal sistema BUS).
- 4 Maggiore sarà il numero di contatti disponibili, maggiormente accurata sarà la possibilità di effettuare distacchi dei carichi senza creare grandi disagi.
- 5 Con un collegamento al contatore di energia, parallelamente a questa acquisizione di parametri elettrici, si acquisiscono i parametri energetici, di fascia oraria e di tariffa applicata in corso.
- 6 La gestione dei carichi avviene attraverso l'azione combinata della centralina di controllo con le schede a contatto remote per il distacco carichi, utilizzando il metodo della previsione.
- 7 Il distacco dei carichi viene attuato quando la previsione di consumo totale nei 15 minuti, ottenuta proiettando a fine periodo l'attuale curva di assorbimento, va oltre il limite programmato (potenza impegnata contrattuale).
- 8 Il controllo consente di evitare fastidiosi pendolamenti dei carichi (sganci e riagganci molto ravvicinati e contigui) che si verificherebbero se il sistema non considerasse l'isteresi (la reazione ritardata) degli stessi singoli carichi.
- 9 Per evitare pericolosi spunti di assorbimento, dovuti alla riaccensione contemporanea di più carichi, il sistema provvede ad un reinserimento graduale di tali carichi.
- 10 Il sistema consente anche di controllare quei carichi che per essere sganciati o riagganciati richiedono una specifica condizione dell'impianto. Per questa categoria di carichi è possibile inibire l'intervento del sistema (importante se si vogliono gestire delle utenze vincolate ad esempio al rispetto di certe temperature o fasi di lavorazione).

Gestione dei carichi elettrici: ambiti di applicazione

Ambiente	Obiettivi	Diffusione del sistema
Civile/Ambiente domestico	<ul style="list-style-type: none"> • Evitare condizioni di sovraccarico di potenza assorbita (che potrebbero generare l'intervento della protezione limitatrice di potenza assorbita sul contatore di energia elettrica). 	<p>Scarsa diffusione per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • richiesta di spazi installativi rilevanti; • scarsa cultura all'energia (storicamente non abbiamo una morigeratezza verso i consumi energetici ma siamo sempre stati abituati a percepire la rete elettrica dell'ente distributivo come qualcosa di potenza infinita); • difficoltà nell'amministrazione dei carichi domestici; • nessuna penale per basso fattore di potenza; • nessun valore di punta che condiziona l'aumento di potenza massima impegnata.
Terziario/ Industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Governare il consenso delle partenze in funzione dei dispositivi attualmente alimentati elettricamente in funzione delle previsioni certe di avvio di altri macchinari; • Evitare il fenomeno di "punta di assorbimento di potenza" (che tende a provocare il rialzamento della potenza impegnata della fornitura di energia); • In caso di emergenza (assenza di erogazione di energia da parte dell'ente distributore), garantire l'alimentazione ai carichi elettrici "veramente" prioritari, escludendo quelli a ridondanza (ad esempio in un ospedale garantendo alimentazione alle sale operatorie, al pronto soccorso, alla rianimazione ed altri ambienti fondamentali), mantenendo come punto focale la massima potenza erogata dal generatore ausiliario di energia elettrica. In tal caso il supero di energia provoca "irregolarità" sulla qualità dell'energia elettrica erogata, fino allo spegnimento o al distacco dalla rete del gruppo elettrogeno. 	<p>Buon livello di diffusione per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • penali rilevanti per basso fattore di potenza; • riaggiustamento del valore di potenza massima impegnata, in funzione del valore di potenza massima assorbita all'interno dell'anno per tutto l'anno in corso, conguagliata a fine anno; • Curve di carico e quindi di assorbimento il più lineari e costanti, che pongono l'utente nei confronti dei fornitori nel mercato dell'energia elettrica, cliente più papabile e privilegiato; • Definizione corretta dell'incidenza dei costi energetici per linee di produzione o tipologie di prodotto.

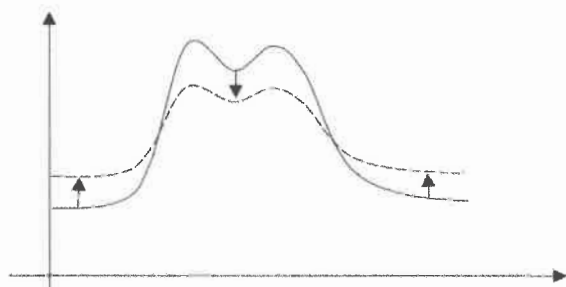


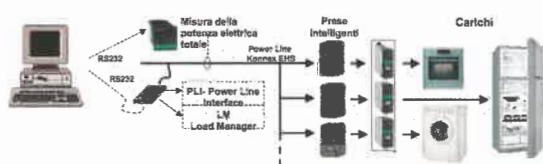
Grafico andamenti energetici giornalieri. La linea continua è quella dei reali consumi senza ottimizzazione energetica con gestione dei carichi, mentre la linea tratteggiata è quella relativa alla potenza assorbita giornaliera dopo l'ottimizzazione dei carichi.

device di controllo per il distacco dei carichi.

Ovviamente maggiori sono i nodi e le linee da esso partenti, maggiore sarà il numero di moduli di controllo e acquisizione dati; la precisione, affidabilità e l'accuratezza delle misure è direttamente proporzionale al numero di canali in misura.

La struttura di comunicazione (intesa come velocità e ampiezza di banda) deve essere in grado di vettorializzare in maniera efficiente ed efficace tutti i dati trasmessi (intesi come input di misure e come output di eventi).

La stessa centralina di controllo deve essere in



Logica di funzionamento di un sistema di gestione e analisi dei carichi elettrici per applicazione domestica e industriale

grado di acquisire, elaborare, archiviare e generare dei feedback per tutti i dati ricevuti dalle periferiche in campo.

La rete di comunicazione deve essere stabile e avere caratteristiche di imperturbabilità ai fenomeni di inquinamento elettromagnetico.

Per contro la struttura tecnologica concentrata ha validità per impianti medio piccoli, ove è possibile in un unico punto la distribuzione elettrica principale.

Il vantaggio principale è di non dover curare l'architettura di rete in termini di performance e resa dei dati acquisiti, di velocità di trasmissione e ampiezza di banda.

LA DISTRIBUZIONE DELL'IMPIANTO

La soluzione distribuita consente di installare i moduli di acquisizione dati e parametri elettrici e i dispositivi di controllo per il distacco dei carichi.

Le potenze

Normalmente gli enti di fornitura arrivano a fornire in bassa tensione (400 V trifase + neutro) fino a 200 kW, oltre questi valori di potenze è necessario provvedere alla realizzazione di una cabina di trasformazione da media tensione a bassa tensione. La potenza limite di fornitura in bassa tensione di 200 kW come valore massimo non può essere preso alla lettera; questo perché le potenze disponibili dipendono sostanzialmente dalla disponibilità di energia dell'ente distributore e dalle utenze precedentemente alimentate.

Inoltre nelle zone urbane strutturalmente consolidate dal punto di vista urbanistico detta potenza massima è difficilmente raggiungibile, anzi sovente si raggiungono potenze molto inferiori, nell'ordine di 80 - 100 kW massimi.

E quindi sempre consigliabile richiedere il parere preventivo dell'ente di distribuzione, attraverso gli uffici competenti.

I vantaggi

Esiste una serie di vantaggi legati all'utilizzo di un sistema di monitoraggio delle energie e controllo dei carichi:

- miglioramento dell'utilizzo dell'energia elettrica attraverso una attenta analisi dei propri prelievi sia globali che parziali allo

scopo di evidenziare ed eliminare eventuali sprechi.

- identificare il contratto elettrico più idoneo alle proprie effettive esi-

genze attraverso un controllo continuo (quarto d'ora per quarto d'ora) del prelievo energetico.

- eliminare gli esuberanti della potenza impegnata contrattuale, attraverso la gestione dei carichi, allo scopo di evitare le onerose penali applicate dagli Enti erogatori, anche in caso di esuberanti occasiona-

INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

La rete di comunicazione deve essere stabile e avere caratteristiche di imperturbabilità ai fenomeni di inquinamento elettromagnetico.

Locali dedicati

Nel caso di forniture di potenza superiore a 200 kW indicativi, il cliente deve mettere a disposizione dell'ente distributore (ENEL) un locale per l'impianto di consegna ed un locale di misura con l'accesso da strada aperta al pubblico. Tali locali devono essere posti al margine dell'area del cliente stesso (generalmente al confino di proprietà).

La posizione dei locali deve essere tale che le linee MT ENEL, necessarie per l'allacciamento, possano essere costruite e mantenute nel rispetto delle vigenti norme sugli impianti e sulla sicurezza e non siano soggette a futuri spostamenti per tutta la durata della fornitura. I locali devono avere caratteristiche statiche e meccaniche adeguate alle sollecitazioni dovute al montaggio degli impianti interni e devono corrispondere alle seguenti tipologie:

a) cabina bassa in box prefabbricato o costruita in loco con caratteristiche strutturali almeno equivalenti a quelle delle prescrizioni ENEL DG 10061 e dimensioni non inferiori a quelle riportate nelle figure.

b) in edificio civile, tali locali devono avere caratteristiche strutturali almeno equivalenti a quelle delle prescrizioni ENEL DG 2091 e dimensioni non inferiori a quelle riportate in fig. 3; soluzioni diverse, quali per esempio quelle al di sotto del piano strada, imposte da specifiche necessità devono essere altrettanto idonee all'installazione ed all'esercizio degli impianti.

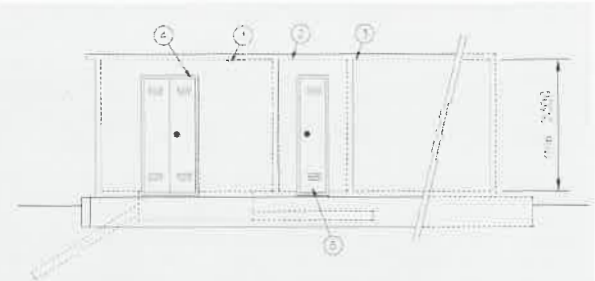
I dettagli costruttivi presenti in figura possono essere modificati in base alle esigenze; in ogni caso il progetto del locale per l'impianto di consegna deve essere preventivamente concordato con ENEL. Tutti i locali devono essere dotati di un adeguato impianto d'illuminazione, costruito a regola d'arte, e di una presa bipolare rispondente alle norme CEI EN 60309-2 possibilmente interbloccata con interruttore da 16 A - 230 V con fusibile; l'impianto di illuminazione e la presa bipolare saranno alimentati dalla rete BT del cliente.

Il locale di consegna deve costituire un compartimento stagno agli effetti dell'incendio così come previsto dalla norma CEI 11-1; pertanto fiamme, calore e fumi non devono interessare altre parti del fabbricato. Le aperture esistenti nel locale di consegna (porte e finestre di aerazione) devono comunicare solo con spazi a cielo libero. Ai locali suddetti il personale ENEL deve poter accedere in modo diretto da strada aperta al pubblico. I locali di consegna e di misura devono essere corredati di porta, fornita dal cliente, conforme all'unificazione ENEL, la serratura sarà fornita da ENEL ed installata dal cliente. Manutenzioni e riparazioni dei locali spettano al cliente, con eccezione dei piccoli interventi all'interno dei locali utilizzati da ENEL, connessi alla presenza ed all'esercizio degli impianti.

Le tariffazioni

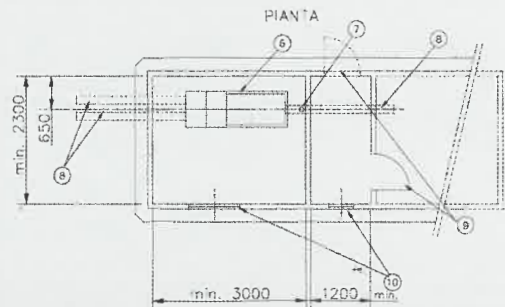
Tariffa binomia	Il sistema di controllo dei carichi, viene collegato attraverso un subcontatore o attraverso il collegamento mediante scheda ad impulsi (emettitore di segnali) sui contatori di energia attiva e reattiva.
Tariffa multioraria	Si utilizza la sola scheda impulsi (emettitore di segnali) che una volta installato dall'Ente erogatore (su richiesta dell'utente) fornisce direttamente al sistema gli impulsi di energia attiva, energia reattiva ed i segnali di fascia tariffaria. E' fondamentale disporre di tali segnali, per consentire al sistema di sincronizzarsi con le fasce orarie e con il quarto d'ora di integrazione del contatore. Il consumo di energia è proporzionale al numero di impulsi emessi dalla scheda e vengono trasmessi al sistema di controllo e gestione dei carichi.

li. Questa azione che è la più importante permette di: evitare il superamento della potenza impostata attraverso la gestione dei carichi allo scopo di evitare l'applicazione dell'aumento del fisso di potenza (oneri di trasporto) per tutto il mese in corso



Vista prospettica cabina elettrica di trasformazione (fonte documento ENEL DK5600)

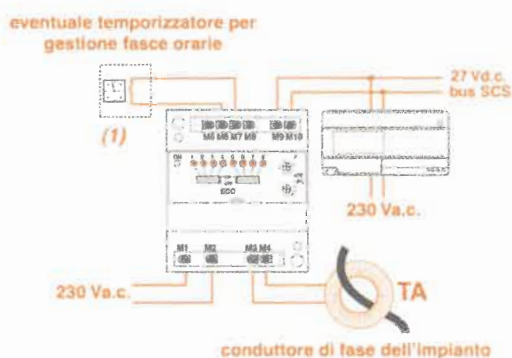
- 1) Locale consegna in uso esclusivo all'ENEL
- 2) Locale misura accessibile ad ENEL e all'utente
- 3) Locale utente
- 4) Porta a due ante omologata ENEL
- 5) Porta a 1 anta omologata ENEL



Vista in pianta cabina elettrica di trasformazione (fonte documento ENEL DK5600)

- 6) Pozzetto 2000 x 500 profondità 500 (utile) coperture in c.a. 400 x 500 mm carico > 0,5 N/cm²
- 7) Foro diam. 50 mm.
- 8) Tubo in PVC diam 150 mm
- 9) Accesso riservato all'utente
- 10) Accesso riservato all'ENEL

anche per un picco occasionale; evitare il ricalcolo penalizzante del costo dell'energia (oneri di trasporto) per tutto il mese in corso determinato da un peggioramento del rapporto Energia Consumata / Potenza Massima Prelevata, anche per un picco occasionale; evitare di corrispondere al Fornitore di energia oneri per contributi di allacciamento a fondo perso dovuti ad un picco occasionale; tali oneri vengono applicati in caso di supero della potenza massima disponibile; usufruire delle opzioni tariffarie più vantaggiose in base alle regole del mercato elettrico; contenere gli oneri di sbilanciamento nel mercato libero; eliminare le penali applicate dal fornitore di energia per "basso cos-fi" in caso di eccessivi consumi di energia reattiva (oltre



Schema di collegamento circuito elettrico per gestione dei carichi elettrici collegato ad un sistema BUS (fonte BTICINO)

il 50% del consumo di attiva) attraverso la gestione del rifasamento; ridurre i prelievi nelle fasce più costose attraverso la temporizzazione delle accensioni/spegnimenti dei carichi utilizzando gli orologi software; verificare il corretto dimensionamento di trasformatori, protezioni termiche o altri elementi d'impianto, attraverso l'analisi di tensioni, correnti, cos-fi, ecc. rilevate sulle singole linee.

Bollette di fuoco

La normativa in vigore penalizza gli utenti che non hanno gli strumenti per svolgere un'analisi dei propri consumi energetici e contenere l'effetto delle punte di prelievo dei carichi

- Analizzare ed archiviare i prelievi globali e parziali di qualsiasi fonte energetica come energia elettrica, meta-ano, acqua, vapore, ecc.
- Contabilizzare in modo distinto i prelievi globali relativi alle forniture di energia elettrica, ed i relativi prelievi delle singole linee interne all'azienda ai fini di una esatta imputazione dei costi energetici per singolo centro di costo.
- Ottenere il bilancio energetico, in caso di cogenerazione, attraverso il controllo dell'energia acquistata, dell'energia ceduta e di quella autoprodotta.
- Centralizzare eventualmente presso una unica sede la gestione dei consumi energetici di eventuali stabilimenti remoti (alla casa madre) o immobili distribuiti su un tessuto urbanistico (all'amministratore di condominio) attraverso collegamento via modem telefonico.

Glossario

Trasformatore amperometrico

Dispositivo che permette di misurare la corrente e quindi la potenza assorbita in un circuito.

Centralina di controllo programmabile

Dispositivo che in funzione di una programmazione permette in base agli assorbimenti di inserire e disinserire i carichi.

Corrente assorbita

Quantità di corrente, proporzionale alla potenza assorbita dall'utilizzatore elettrico.

Potenza assorbita

Valore di potenza assorbita da un utilizzatore o da un gruppo di utilizzatori o addirittura dall'intero impianto, detto valo-

re serve a dimensionare gli impianti.

Trasformatore di misura

Dispositivo che riporta in maniera proporzionale secondo un rapporto di trasformazione (ad esempio 100/5 A) un valore di corrente misurato lungo una linea di alimentazione.

Sistema BUS

Tecnologia ad intelligenza distribuita in un impianto in grado di pilotare l'inserzione e la disinserzione di carichi tramite un modulo di controllo e programmazione e dei moduli di ingresso e uscita.

Schede a contatto remote

Componenti del sistema BUS dotati di contatti di uscita privi di tensione remotabili a distanza.

Metodo della previsione

Metodologia per valutare i consumi previsionali del proprio impianto in funzione di analisi statistiche delle curve di carico, valutando per quarti d'ora la richiesta del proprio impianto e l'offerta di energia elettrica in quel momento.

Curva di assorbimento

Rappresentazione grafica oraria dell'andamento della potenza assorbita nel corso delle 24 ore o del mese o addirittura annualmente.

Potenza impegnata contrattuale

La potenza che il gestore della rete elettrica eroga al contatore, di solito è espressa in kW o MW e viene definita all'atto della stipula del contratto.