# Sistemi di controllo intelligenti per reti energetiche

I sistemi per la conversione dell'energia stanno diventando più complessi e integrati, e sempre più non potranno limitarsi al mero soddisfacimento dei fabbisogni dell'utenza, sempre più aleatori a causa della variabilità climatica causata dall'incremento dell'effetto serra, ma potranno dover erogare servizi al sistema energetico, per esempio scaricando la rete di eccessi di produzione da fonti rinnovabili.
Per poter fronteggiare questo cambiamento è necessario dotare impianti e reti di sistemi di gestione intelligente che possano valutare in tempo reale la migliore strategia di controllo in termini di contenimento dei consumi, dei costi e delle emissioni.
In questo modo è possibile ottenere considerevoli risparmi, non dovendo far ricorso agli investimenti necessari alla riqualificazione o ammodernamento degli impianti e delle reti, ma solamente implementando nuovi algoritmi nei dispositivi di controllo e gestione delle reti energetiche.

| | |
|---|---|
| **Laboratorio** | CIDEA |
| **Area di specializzazione** | Energia e Sostenibilità |
| **Referenti** | Mirko Morini |
| **Keyword** | model predictive control, energie rinnovabili, gestione della domanda, reti energetiche |

***"Gestione efficiente dell'energia"***

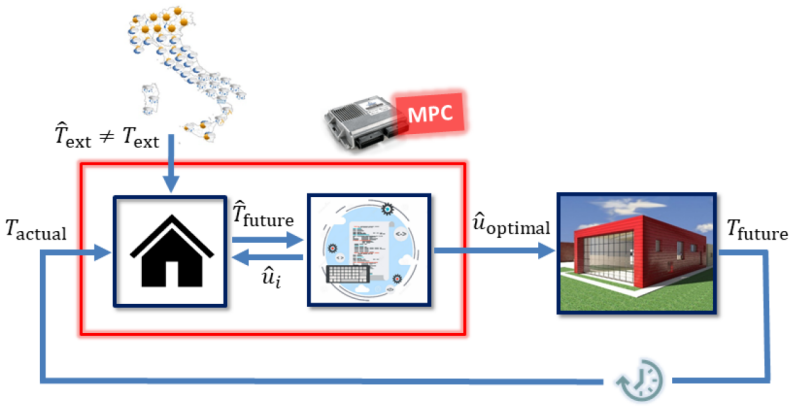



*Fig. 1: Schema di funzionamento del Model Predictive Control*

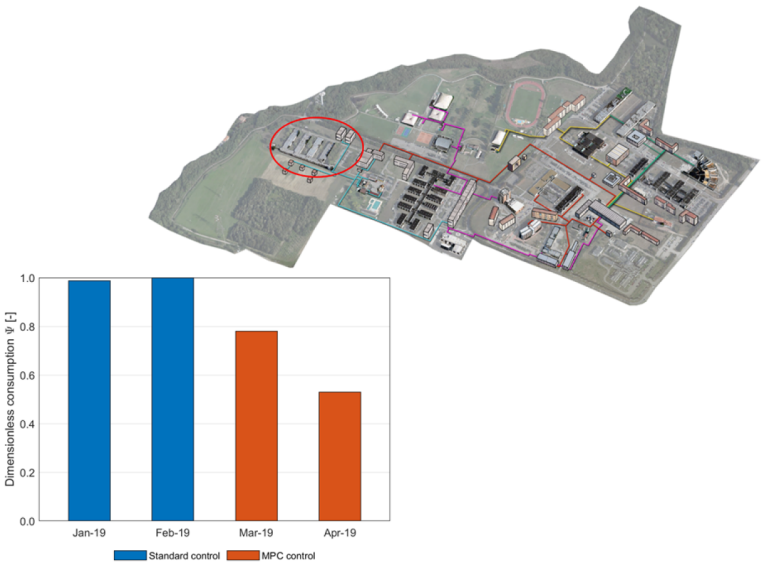



*Fig. 2: I risultati dell'applicazione del MPC al Campus dell'Università di Parma*

## Descrizione

I controllori basati sulla logica MPC (model predictive control) si basano su un algoritmo che richiamando ripetutamente il modello matematico del sistema da controllare, simulandone il comportamento rispetto a un probabile scenario futuro, riesce a individuare l'azione correttiva ottimale rispetto a un determinato criterio. E' possibile implementare criteri di ottimizzazione sia economica che in termini di consumo di energia o emissioni, quindi il controllore può essere facilmente adattato a diversi obiettivi a seconda dello specifico caso.

L'azione correttiva viene implementata e periodicamente il controllore si aggiorna rispetto allo stato effettivo del sistema, sposta avanti il suo orizzonte di previsione e ripete l'ottimizzazione. Quest'ultima caratteristica differenzia la logica MPC da una semplice pianificazione e la rende adatta a rispondere a situazioni in rapida evoluzione.
Questi controllori non necessitano di particolari hardware e possono interfacciarsi con le infrastrutture di gestione e controllo presenti semplicemente trasmettendo loro i set-point risultati dalle ottimizzazioni. Possono quindi essere implementati in ogni situazione con costi limitati.

## Aspetti innovativi

In molti contesti, tra i quali quelli della distribuzione del calore, la gestione degli impianti è demandata all'esperienza dell'operatore che può essere aiutato da strumenti di pianificazione ottimizzata, che restituiscono una programmazione del funzionamento definita e immutabile per il periodo considerato, o da algoritmi adattativi che in base al funzionamento passato permettono di definire quello futuro.
Rispetto a questo contesto l'approccio MPC permette di automatizzare la gestione aggiornando in continuazione la programmazione ottimizzata del funzionamento rispetto alle effettive condizioni che vengono a essere fronteggiate e utilizzando un modello previsionale che non si basa sul comportamento passato del sistema, ma sulla previsione del suo comportamento futuro consentendogli di gestire anche situazioni inusitate.

## Applicazioni

Le potenziali applicazioni di questi sistemi sono negli impianti per la generazione del calore e del freddo, nelle reti di distribuzione del calore e del freddo, negli impianti frigoriferi industriali, oppure nei sistemi multi-energia con integrazione di diversi vettori energetici (calore, elettricità, gas).

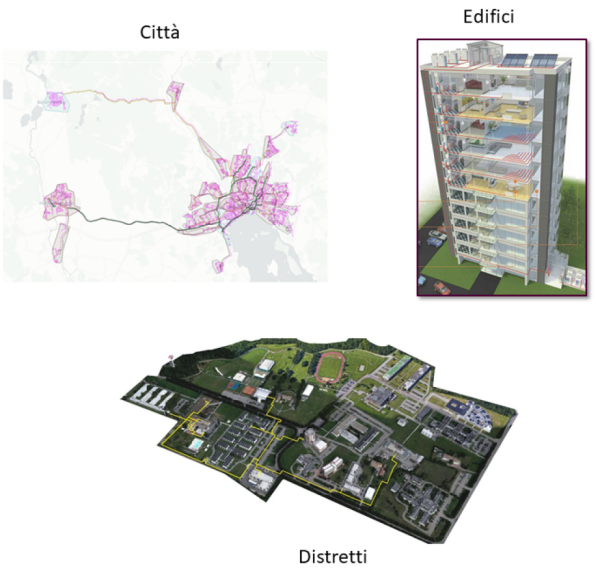



*Fig. 3: L'approccio MPC può essere applicato su diverse scale*

| | |
|---|---|
| **Partner coinvolti** | CIDEA - Università degli Studi di Parma<br>Siram Veolia<br>MechLav - Università degli Studi di Ferrara |
| **Tempi di realizzazione** | A seconda della complessità del sistema |
| **Livello di maturità tecnologica** | TRL 7 - prototipo dimostrativo in ambiente operativo |
| **Valorizzazione applicazione** | Il controllore per la gestione della distribuzione del calore è ora un prodotto commercializzato dal partner industriale Siram Veolia e ulteriori sviluppi sono previsti dalla collaborazione all'interno del progetto DISTRHEAT.<br>La stessa impostazione può essere replicata in contesti diversi in collaborazione con altri partner industriali. |

# Esempio di applicazione

## Gestione del calore in reti di teleriscaldamento: il complesso scolastico di Podenzano (PC) e il Campus dell'Università degli Studi di Parma

Il complesso scolastico di Podenzano (Piacenza) è stato oggetto della prima prototipazione del sistema di gestione del calore tramite MPC all'interno di un progetto congiunto tra Siram Veolia, CIDEA e MechLav. Il complesso è composto da tre edifici serviti da tre circuiti di distribuzione calore alimentati da una centrale in cui operano una caldaia a biomasse e due caldaie a gas naturale ed è presente un accumulo termico. E' stato sviluppato il modello del sistema edificio-impianto ed è stato implementato il controllore interfacciandolo con l'esistente BMS.
Il confronto tra le stagioni di riscaldamento 2017/18 (con MPC) e 2016/17 (con controllo tradizionale) evidenzia che **tramite l'applicazione MPC si è ottenuta una riduzione media del 13% del consumo specifico di energia**.
Un secondo dimostratore è stato implementato presso il Campus dell'Università di Parma sul ramo della rete di teleriscaldamento che alimenta lo stabile di Scienze della Terra. Si è seguita la stessa procedura, ma si è definita una standardizzazione dell'hardware in modo da facilitare la replicazione della soluzione.
Nel dimostratore presso il Campus, **rispetto alla gestione convenzionale il controllore MPC ha conseguito un risparmio medio del 34%**.

UNIVERSITÀ DI PARMA

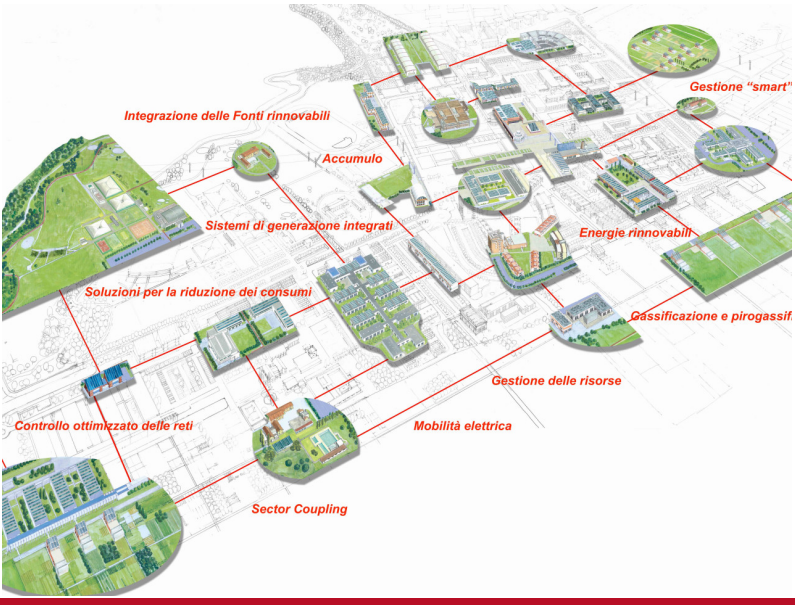
cidea CENTRO INTERDIPARTIMENTALE PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

# CIDEA

## Centro InterDipartimentale per l'Energia e l'Ambiente

CIDEA svolge attività di ricerca e sviluppo sulle fonti di energia rinnovabile, sui processi per la generazione, conversione, trasmissione, gestione ed utilizzazione dell'energia, sugli Impatti sull'ambiente e sulla loro mitigazione. Le competenze scientifiche e tecnologiche disponibili presso CIDEA spaziano dall'Ingegneria, all'Economia, alle Scienze Ambientali, alla Chimica, alla Fisica ed alla Matematica.

Il Centro è strutturato in 5 Unità Operative: Energia, Ambiente, Economia, Acque e Dati.




| | |
|---|---|
| **Sito web** | http://www.centritecnopolo.unipr.it/cidea/ |
| **Direttore** | Agostino Gambarotta |
| **Data pubblicazione** | 01/09/2021 |