

**Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica  
Sapienza Università di Roma**

**Sistema di controllo intelligente dell'illuminazione  
delle aule 7 ed 8 site al piano terra della Facoltà di Ingegneria**

**Partner: ABB, OSRAM, FC Automazioni, BIG srl**

**Responsabile scientifico: Luigi Martirano, DIAEE, Sapienza  
Responsabile tecnico: Ferdinando Massarella, libero professionista  
Realizzazione ed ingegnerizzazione: Giorgio Cecchini, FC Automazioni**

**RELAZIONE DESCRITTIVA DEL PROGETTO**

*Introduzione*

Il progetto consiste nella realizzazione di un sistema di controllo intelligente dell'impianto di illuminazione esistente per le aule 7 ed 8 della Facoltà di Ingegneria.

Il sistema consentirà la gestione automatizzata degli impianti luce delle suddette aule tenendo conto del contributo di luce naturale proveniente dalle finestre e l'effettivo utilizzo delle aule per le attività didattiche. Il sistema si completa di contatori di energia elettrica impegnata e di un sistema di supervisione per monitorare le ore di utilizzazione delle aule, l'energia elettrica consumata dalle luci ed i relativi risparmi energetici conseguiti.

Il sistema di controllo per le due aule sarà realizzato in collaborazione con ABB che offre materiali e tecnologie di ultima generazione per quanto riguarda i sistemi di controllo ed OSRAM che offre i corpi illuminanti ad elevato rendimento e regolabili.

Tale iniziativa si inquadra in un progetto di ricerca condotto dal Dipartimento DIAEE Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica della Università Sapienza di Roma.

Il coordinatore del progetto è l'Ing. Luigi Martirano.

*Obiettivo*

Obiettivo del progetto è valutare l'incidenza dei sistemi di controllo dell'illuminazione nei consumi energetici elettrici e confrontare gli impegni energetici delle due aule che adotteranno due diverse tecnologie di controllo rispetto ad una terza aula utilizzata come riferimento per le valutazioni che manterrà l'impianto di controllo luci attualmente esistente, di tipo manuale.

*Partner e responsabili*

I componenti dell'impianto di controllo sono offerti da ABB, partner tecnico del progetto.

Gli apparecchi illuminanti sono offerti da OSRAM, partner tecnico del progetto.

Il software per la gestione e la supervisione degli impianti è offerto da BIG srl.

Gli impianti saranno realizzati da F.C. Automazioni srl.

Il responsabile scientifico del progetto è l'ing. Luigi Martirano ricercatore del Dipartimento DIAEE .

Il responsabile tecnico del progetto è l'ing. Ferdinando Massarella, libero professionista.

Il responsabile della installazione e della ingegnerizzazione del sistema è Giorgio Cecchini di FC Automazioni.

### Aule impegnate

Oggetto degli interventi saranno le aule 4, 7 ed 8. In particolare:

- per l'aula 4 non sono previsti interventi sul sistema di illuminazione (9 apparecchi 4x18W incassati), ma solamente l'installazione di un contatore di energia elettrica consumata dall'impianto luci. Tale aula costituirà il riferimento sulla base del quale effettuare valutazioni energetiche post interventi.
- Per l'aula 7 sono previsti interventi di adeguamento dei corpi illuminanti (12 apparecchi 4x18W a plafone) consistenti nella sostituzione degli apparecchi stessi con tipologia ad elevato rendimento e dotati di ausiliari elettrici con ballast elettronici dimmerabili con protocollo DALI. Si prevede quindi la realizzazione del sistema di controllo con tecnologia BUS standard Konnex che utilizza come segnali di ingresso sensori di illuminamento e sensori di presenza persona. Gli impianti installati saranno realizzati con posa a vista entro tubazioni rigide e cassette plastiche a parete.
- Per l'aula 8 non sono previsti interventi di adeguamento dei corpi illuminanti (15 apparecchi 4x18W a plafone) che manterranno quindi gli alimentatori attuali. Si prevede la sola realizzazione del sistema di controllo con tecnologia BUS standard Konnex. Anche in questo caso, gli impianti installati saranno tutti con posa a vista entro tubazioni rigide e cassette plastiche a parete.

Sintesi degli interventi da realizzare

Tipo di intervento	Aula 4	Aula 7	Aula 8
Installazione contatore di energia (smart metering)	X	X	X
Installazione sistema di controllo intelligente		X	X
Adeguamento corpi illuminanti		X	

### Principio di funzionamento del sistema di controllo della singola aula

Il controllo delle luci della singola aula sarà realizzato per soddisfare le seguenti strategie di funzionamento.

#### Accensione centralizzata programmata (scheduling)

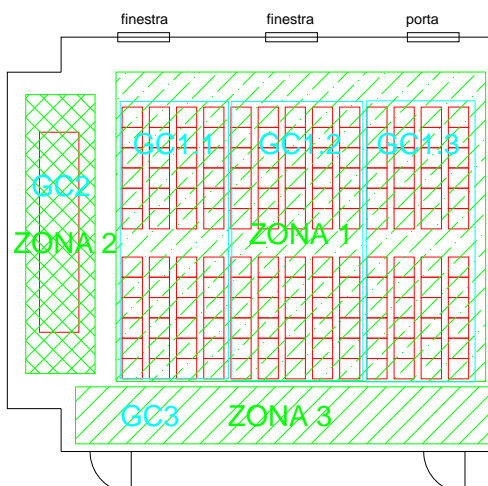
L'impianto luci aula sarà attivato e disattivato in modo generale tramite un comando disponibile per il personale di servizio della facoltà. Tale comando sarà realizzato con interruttore a chiave all'interno dell'aula e remotato nella guardiania generale dell'ingresso.

#### Modalità di funzionamento automatico (daylighting, occupancy, illuminance control)

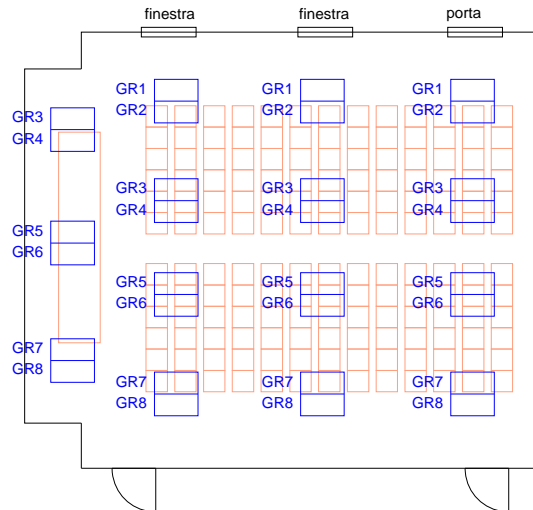
Una volta acceso l'impianto luci aula ed attivata la modalità in automatico, il sistema funzionerà mediante segnali di ingresso provenienti dai sensori luce e presenza posti in campo.

Le luci saranno:

- accese (occupancy) in funzione dell'effettiva presenza persone all'interno dell'aula. Sono previsti 3 gruppi di accensione GC1.1, GC1.2, GC1.3 per la zona didattica (zona 1 nella figura), 1 gruppo di accensione GC2 per la zona cattedra (zona 2 nella figura) ed 1 gruppo di accensione GC3 per la zona corridoio (zona 3 nella figura).



- regolate (daylighting) in funzione della luce naturale presente nell'aula con regolazioni sugli apparecchi illuminanti suddivisi in 8 gruppi di regolazione (GR1-GR8) per file parallele alla parete della finestratura. Le regolazioni avverranno in modalità switch ON/OFF per l'aula 8 ed in modalità dimming per l'aula 7. I valori di illuminamento medio mantenuto di riferimento per la regolazione potranno essere indipendenti per le 3 zone di suddivisione dell'aula per esempio pari a 300 lux per la zona 1, 500 lux per la zona 2 e 150 lux per la zona 3.



- solo per l'aula 7 costantemente regolate (illuminance control) su un valore di illuminamento preimpostato.

#### Modalità di funzionamento scenari preimpostati (scenary)

E' prevista la realizzazione di un comando di attivazione di uno scenario preimpostato per la proiezione di presentazioni. Tale scenario potrà essere programmato in fase di messa in esercizio dell'impianto.

#### Modalità di funzionamento manuale (override, manual)

E' prevista l'installazione di comandi manuale per la gestione dell'impianto:

- per forzare (override) l'accensione dell'impianto luci durante il funzionamento in automatico. Tale comando può essere abilitato o disabilitato dalla guardiana.
- Per far funzionare l'impianto in modalità manuale (manual) escludendo la modalità automatica.

I comandi manuali (2 pulsanti o centralina scenari) saranno organizzati in modo da accendere e regolare i corpi illuminanti in modo sequenziale partendo dal gruppo di regolazione GR8 fino ad arrivare al gruppo di regolazione GR1.

#### Architettura del sistema di controllo delle aule

Il sistema di controllo previsto sarà del tipo HBES su standard aperto Konnex EN 50110, ad intelligenza distribuita con logica programmabile.

Il sistema HBES è un sistema ad "Intelligenza Distribuita" in quanto ogni dispositivo, opportunamente programmato, ha un "indirizzo" unico in tutto il sistema necessario per riconoscersi come destinatario del messaggio, programmato per realizzare una precisa "funzione", secondo una determinata "modalità", con un altro componente del sistema, stabilito dal programma stesso.

L'impianto è programmabile tramite PC con software ETS in system mode. Il funzionamento del sistema prescinde dalla presenza di un PC o di un sistema sinottico di supervisione e pertanto garantisce un'elevata affidabilità di funzionamento. Infatti ciascun componente del sistema presenta elementi elettronici nei quali sono contenute tutte le informazioni inerenti al funzionamento stesso del dispositivo. In questo modo non è necessario disporre di un elemento centrale (PLC di tipo industriale) per coordinare la comunicazione tra i dispositivi e, per la gestione dell'intera operatività dell'impianto. La mancanza di un elemento centrale rappresenta un indubbio vantaggio a favore della continuità di servizio; l'eventuale guasto su di un

dispositivo crea solo il disservizio del dispositivo in questione, mentre tutto il resto dell'impianto continua a funzionare regolarmente.

L'impianto così realizzato è previsto per supportare il sistema di controllo manuale da comandi locali (pulsanti generici) o da comandi remoti (pulsanti o touch screen) ed una gestione manuale o automatica a scenari programmati descritta nei punti precedenti.

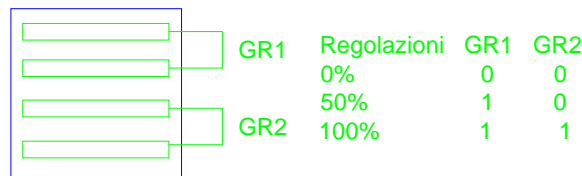
Il sistema sarà costituito da:

- alimentatore KNX ed altri dispositivi KNX di sistema
- dispositivi KNX di ingresso e di uscita (attuatori) previsti installati su guida DIN all'interno di apposite cassette predisposte
- sensori di presenza persona a tenda a doppia tecnologia e sensori di illuminamento, interfacciati con il sistema KNX mediante dispositivi di ingresso

I collegamenti tra i dispositivi KNX sono previsti tutti in cavo doppino ritorto tipo TP1 posato in tubazione rigida a vista.

### Sistema aula 8 – SWITCHING

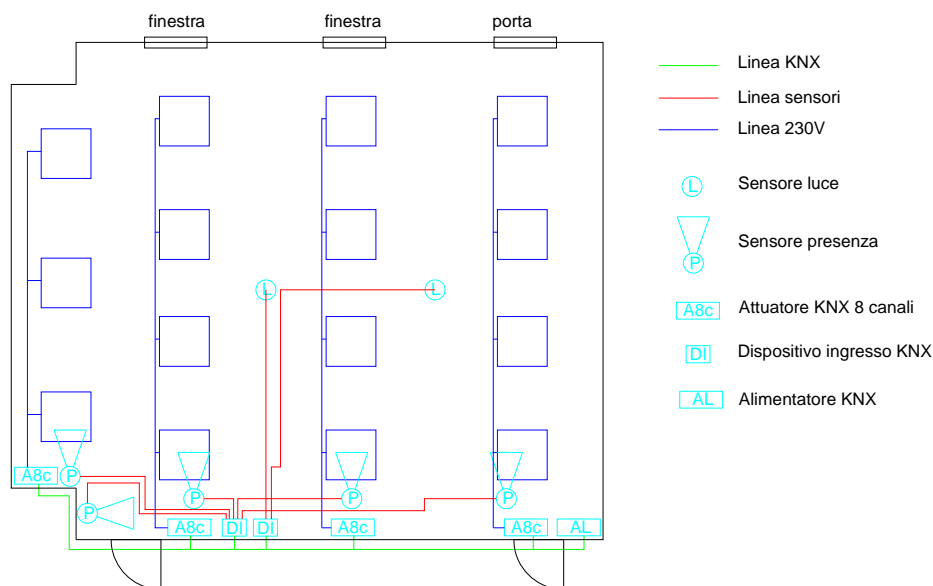
Come detto la regolazione del flusso luminoso nell'aula 8 sarà effettuata tramite parzializzazione (switching) dell'accensione dei tubi presenti all'interno del singolo corpo illuminante. In questo modo è possibile ottenere 3 diverse regolazioni: 0%, 50% e 100% del flusso luminoso emesso dall'apparecchio illuminante.



Il sistema di controllo da realizzare nell'aula 8 pertanto consisterà in:

- 2 sensori luce;
- 1 dispositivo di ingresso KNX per il collegamento dei due sensori luce al sistema KNX,
- 5 sensori presenza a tenda a doppia tecnologia infrarossi IR e microonde MW;
- 1 dispositivo di ingresso KNX per il collegamento dei 5 sensori presenza al sistema KNX,
- 4 attuatori KNX a 8 canali per lo switching delle lampade;

Le linee controllo e potenza saranno realizzate con cavi a norma posati entro tubazioni rigide a vista.

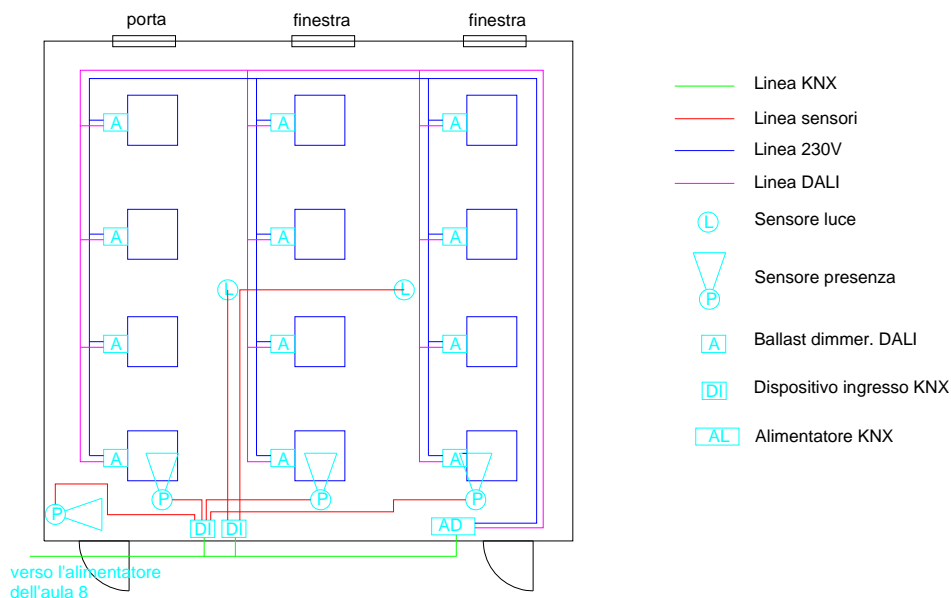


Architettura sistema aula 8

### Sistema aula 7 – DIMMING

Come detto la regolazione del flusso luminoso nell'aula 7 sarà effettuata tramite dimmerizzazione dei tubi presenti all'interno del singolo corpo illuminante. A tal fine è prevista la sostituzione dei reattori attualmente esistenti con ballast elettronici dimmerabili con protocollo aperto DALI.

In questo modo è possibile ottenere una regolazione continua 0% - 100% del flusso luminoso emesso da ciascun apparecchio illuminante.



Architettura sistema aula 7

Il sistema di controllo da realizzare nell'aula 7 pertanto consisterà in:

- 2 sensori luce;
- 1 dispositivo di ingresso KNX per il collegamento dei due sensori luce al sistema KNX,
- 3 sensori presenza a tenda a doppia tecnologia infrarossi IR e microonde MW;
- 1 dispositivo di ingresso KNX per il collegamento dei 3 sensori presenza al sistema KNX,
- 1 attuatori KNX/DALI per i dimming delle lampade mediante sottosistema DALI.

### Misuratori di energia e sistema di supervisione

E' prevista l'installazione di tre contatori di energia uno per ogni aula.

I contatori saranno collegati al sistema KNX ovvero alla rete ethernet disponibile all'interno della facoltà.

Il sistema così realizzato sarà collegato ad un software di gestione e supervisione tipo BIG studio di BID srl.

Tutte le operazioni di misura, comando, regolazione, presenza persona, quantità di luce naturale rilevate dal sistema saranno rese disponibili tramite il sistema di supervisione per realizzare un archivio storico del funzionamento dell'impianto.

Tramite il software sarà possibile supervisionare l'effettivo funzionamento del sistema e telecontrollare le accensioni e le regolazioni.

Inoltre sarà possibile visualizzare le misurazioni in tempo reale ed effettuare valutazioni ed archivi di dati.

In particolare per ciascuna aula sarà possibile visionare in tempo reale e come dati accumulati nel tempo:

- Lo stato dei sensori persona in tempo reale;
- Il livello di luminosità rilevato dai sensori luce in tempo reale;
- Lo stato di accensione degli apparecchi illuminanti in tempo reale;
- l'effettiva utilizzazione in termini di presenza persone dell'aula (dati gironalieri, settimanali, mensili annuali);
- l'effettiva energia elettrica consumata per l'impianto luci (dati gironalieri, settimanali, mensili annuali).

### *Aspetti di comunicazione del progetto realizzato*

Al fine di divulgare i risultati di risparmio energetico attesi saranno realizzati i seguenti accorgimenti:

#### 1) Tesi di laurea

Sono state prodotte due tesi di laurea:

- Emiliano Pizzale, Sistemi di controllo dell'illuminazione Progetto di illuminazione di aule universitarie, corso di laurea in Ingegneria Elettrica, relatore Prof. Ing. Luigi Martirano, dicembre 2010
- Daniele Cardelli, L'efficienza energetica dei sistemi di illuminazione di Aule Universitarie, corso di laurea in Ingegneria Elettrica, relatore Prof. Ing. Luigi Martirano, dicembre 2010

Sono previste altre tesi di laurea.

#### 2) Targa identificativa

Sarà realizzata una targa per ciascuna aula con indicato il sistema realizzato, la collaborazione di ABB, OSRAM, BIG srl ed FC automazioni ed altre informazioni concordate con gli uffici tecnici della facoltà.

#### 3) Pagina WEB

Sarà creata una apposita pagina grafica che potrà essere anche implementata come sito web linkabile dal sito di facoltà riportante tutte le informazioni concordate con l'ufficio tecnico della facoltà.

### *Interventi integrativi*

Al fine di incrementare l'efficienza energetica del sistema di controllo da realizzare si prevedono interventi integrativi sulle finestre quali:

- installazione di tende veneziane interne regolabili manualmente per la riduzione dei carichi termici estivi e l'aumento della disponibilità ed uniformità interna di luce naturale;
- sostituzione del pannello opaco delle porte di sicurezza con pannello di materiale equivalente ma trasparente diffondente.

### *Risparmio energetico atteso*

Adottando il metodo di valutazione dell'energia elettrica impegnata per l'illuminazione della norma Uni 15193 è stato valutata una energia elettrica annua a metro quadro (LENI) per le aule pari a circa 25 kWh/m<sup>2</sup> /anno.

Tale valutazione considera come parametri di riferimento normativi:

- tempo di utilizzazione dell'edificio pari a 1800 ore/anno con luce diurna e 200 ore anno senza luce diurna.
- Accensione generale al mattino dell'aula e spegnimento a chiusura della facoltà.
- Comando manuale disponibile per ogni aula.
- Fattore di occupazione delle aule pari al 70%.

Mediante il sistema di controllo automatico descritto è stato rivalutato l'indice LENI per le aule 7 ed 8 pari a circa 16 kWh/m<sup>2</sup> anno con risparmi intorno al 40%.

Tale valutazione considera come parametri di riferimento normativi oltre a quelli in comune con il caso precedente:

- Elevata disponibilità di luce naturale, valutata secondo le formule proposte dalla norma UNI 15193.
- Accensione automatica delle luci per presenza persona nelle aule.
- Regolazione automatica del flusso emesso dagli apparecchi in funzione della disponibilità della luce naturale.

Obiettivo dello studio è valutare in modo più approfondito l'incidenza dei sistemi di controllo automatico nella prestazione energetica degli impianti luce.

Roma, 3 marzo 2011

Ing. Luigi Martirano