

Bando di gara per progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b) del decreto 26 gennaio 2000
Decreto direttoriale 30 giugno 2014 - Ministero dello sviluppo economico

RELAZIONE FINALE del PROGETTO LUMINARE

Codice Proposta	CCSEB_00214		
Titolo completo	<i>“Nuovo apparecchio e sistema di illuminazione industriale a elevatissimo risparmio energetico”</i>		
Acronimo	<i>LUMINARE</i>		
Tema di ricerca	<i>C.1 – Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi</i>		
Capofila	BECAR - BECAR S.R.L.		
Proponente 2	UniBo - Alma Mater Studiorum Università degli Studi di Bologna		
Data inizio progetto	01/12/2017	Data fine progetto	20/02/2020

COSTI E CONTRIBUTI

COSTO FINALE DEL PROGETTO APPROVATO			861.869,37 €
<i>di cui: Ricerca Industriale</i>	<i>569.639,43 €</i>	<i>Sviluppo sperimentale</i>	<i>292.229,96 €</i>
CONTRIBUTO AMMESSO SENZA MAGGIORAZIONI			395.954,01 €
CONTRIBUTO AMMESSO COMPLESSIVO (incluse maggiorazioni)			466.910,22 €

SINTESI DEL PROGETTO

Il programma è stato incentrato sullo studio e sviluppo di un nuovo apparecchio di illuminazione a LED per l'ambiente industriale e terziario e su nuove strategie di funzionamento per l'accensione/spegnimento e regolazione automatiche all'interno degli edifici. Il programma prevedeva quindi lo studio di innovative strategie di gestione degli automatismi di accensione/spegnimento e regolazione di luminosità dei singoli apparecchi.

Grazie a un unico sensore la nuova lampada realizza in modo compatto e a basso costo le due funzioni di autoregolazione della luminosità e presenza di persone nell'area illuminata.

La possibilità di avere entrambe le funzioni di autoregolazione della luminosità e di occupazione integrate all'interno di ogni apparecchio di illuminazione, unitamente all'applicazione delle sorgenti LED, rende possibile il raggiungimento del massimo risparmio energetico nella illuminazione.

L'eventuale utilizzo di un sensore evoluto a matrice di termopile consente di aumentare l'efficacia di rivelazione della presenza di persone.

Il progetto è stato completato come da programma entro la scadenza di novembre 2019.

Il nuovo apparecchio di illuminazione e il relativo sistema di controllo sono stati studiati, progettati e realizzati in forma prototipale.

È stata studiata una prima versione con l'ottica costituita da un array di lenti che può essere traslato rispetto al circuito dei LED per modificare l'orientamento del fascio semi-concentrante di uscita dell'apparecchio. Successivamente è stata sviluppata una versione finale con doppia stringa warm-cool white e ottica fissa ad ala di gabbiano, ritenuta più idonea a una possibile successiva industrializzazione.

La parte elettronica di alimentazione è costituita da una architettura multistadio che pilota due stringhe di led una "warm white" a luce calda, l'altra "cool white" a luce fredda. L'alimentatore integra un ricetrasmittitore Bluetooth, nella versione di protocollo BLE che assolve alla duplice funzione di interfaccia wireless di comunicazione tra apparecchi adiacenti, e di interfaccia di comunicazione con gli smartphone. Il modulo radio BLE controlla i convertitori DC/DC dei due canali LED ed è collegato anche ai sensori piroelettrico a matrice e ottico.

Il sensore matrice di termopile fornisce informazioni aggiuntive sulla presenza delle persone nell'area controllata. Il sensore ottico individua le variazioni della luce dovute al moto di oggetti o persone nella zona "inquadrata" dal sensore stesso, identificando il movimento. Lo smartphone interagendo automaticamente con la lampada regola il flusso luminoso emesso in base alla posizione relativa tra lampada e utente.

Abstract in lingua inglese

The program focusses on development of a new LED based lighting fixture for factories and service industry buildings; new function strategies for ON/OFF switching and automatic levels setting within buildings are a fundamental part of it. Thanks to that sensor alone the new lamp fixture realizes compactly and cheaply both the functions of Light dimming and Sensing of people presence in the illuminated area.

The integration of both "Light dimming" and "Occupation" functions within each lighting fixture, together with LED technology, makes it possible to achieve the maximum energy saving in building illumination.

The possible use of an advanced thermopile matrix sensor allows to increase the effectiveness of detecting the presence of people.

The program was completed as scheduled by November 2019.

The new lamp and its management system's prototype have been released. A first version was studied with the optics composed by a lens arrays which position can be changed to modify the orientation of the

luminaire's semi-concentrating beam. A final version was developed with a warm-cool double string and a fixed gull-wing optic, considered more suitable for a possible industrialization.

The electronic power supplier consists of a multistage architecture that drives two LED strings, one "warm white", the other "cool white". The power supplier integrates a BLE transceiver which performs the dual function of wireless communication interface between adjacent devices and communication interface between smartphones. The BLE radio module controls the DC / DC converters of the two LED channels. It is also connected to the pyroelectric matrix sensor and the optical sensors.

The pyroelectric matrix sensor provides information about the presence of a user in the monitored area.

The optical sensor identifies the light variations due to the motion of objects in the considered area.

The smartphone, interacting automatically with the lamp, adjusts the brightness according to the position between the lamp and the user.

1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO E OBIETTIVI

Il programma proposto si inquadra nella categoria “smart lighting”, costituita dagli apparecchi e sistemi di illuminazione dotati di funzioni non convenzionali. Si tratta di apparecchi che consentono di regolare l'intensità e il colore della luce emessa e che possono essere telecomandati. Philips Lighting ha introdotto sul mercato le lampadine HUE, dotate di queste funzioni e comandabili da Smartphone. Lampadine analoghe sono vendute correntemente da LG, Samsung e altri produttori del settore “consumer”.

Nel settore degli apparecchi da installazione, sempre Philips ha presentato apparecchi alimentati e comandati mediante la rete ethernet ed altri apparecchi completamente comandati via radio. La maggior parte di costruttori però si riferiscono, per il controllo degli apparecchi di illuminazione, allo standard DALI (Digital Addressable Lighting Interface) per il quale sono disponibili alimentatori “dimmerabili” (che consentono la regolazione della luminosità, oltre che l'accensione e lo spegnimento da remoto). Tale standard è basato su di un bus di comunicazione a due fili non polarizzati. Esistono innumerevoli soluzioni impiantistiche basate sul DALI nelle quali centraline e sottocentraline di sistema consentono di comandare insiemi di apparecchi di illuminazione.

La principale limitazione di questo standard è la necessità del cablaggio del doppino in rame che ne limita l'applicazione nelle ristrutturazioni di impianti. Inoltre il numero degli apparecchi collegati a ciascuna linea è limitato a 64, che penalizza la flessibilità degli impianti anche nel nuovo. Alcuni costruttori di apparecchi di illuminazione industriali propongono soluzioni miste basate su alimentatori DALI raggruppati in insiemi che poi vengono comandati da interfacce radio o mediante altri “field bus” standard (Modbus, echelon, ethernet, ...).

Si tratta sempre di soluzioni con cablaggi complessi che non si applicano convenientemente alle ristrutturazioni.

Per quanto riguarda l'auto-regolazione di luminosità esistono in commercio vari tipi di sensori, sia con uscita analogica che con uscita digitale (ad es. DALI). Tali sensori sono utilizzati dai costruttori degli apparecchi di illuminazione per la gestione di gruppi di apparecchi. Esistono inoltre sul mercato i più svariati tipi di sensori di occupazione (piroelettrici, a microonde, ...).

In quasi tutti i casi i sensori non sono integrati all'interno degli apparecchi di illuminazione per via della complessità impiantistica che ne risulterebbe o per l'elevato costo che impatterebbe sull'apparecchio di illuminazione. I sensori commerciali hanno per la maggior parte uscite cablate e quindi non si prestano alla realizzazione di sistemi di illuminazione “intelligenti” in facile sostituzione di sistemi esistenti.

Becar con il gruppo Beghelli è stato tra i primi e gli unici costruttori a proporre al mercato apparecchi di illuminazione auto-dimmerabili con auto-calibrazione dei sensori stessi (per cui detiene numerosi brevetti creati da Becar).

È evidente che vi è una opportunità strategica per la Becar e il gruppo Beghelli in questo momento di entrare con l'innovazione proposta in questo grande mercato.

Obiettivi finali del progetto

L'obiettivo del programma è la realizzazione di un apparecchio di illuminazione per applicazione nei settori dell'industria, del terziario e del commercio con le seguenti caratteristiche integrate:

- sorgente di luce LED ad elevata efficienza di conversione
- regolazione della intensità e del colore della luce emessa,
- sensore multifunzione per la autoregolazione della luminosità in funzione della luce presente nell'ambiente e la rivelazione di persone o di oggetti in movimento nell'area illuminata,
- eventuale sensore evoluto per la rivelazione di presenza o movimento di persone
- interfaccia di comunicazione wireless multi-protocollo con possibile interazione con gli smartphones

Ulteriore obiettivo del programma è lo studio e la messa a punto di originali strategie di controllo e interazione dell'apparecchio descritto sopra che consentano in particolare:

- l'interazione automatica tra l'apparecchio di illuminazione e gli utenti che indossano uno smartphone dotato di opportuna "app" o un transponder dedicato, per l'implementazione, ad esempio, di funzioni del tipo "follow me" (la luce "segue" gli utenti dell'edificio, accendendosi al loro approssimarsi e spegnendosi automaticamente dopo il loro passaggio),
- il comando remoto completo di ogni singolo apparecchio di illuminazione mediante la interfaccia wireless, nell'ambito di una rete radio digitale magliata di dimensioni estese all'intero edificio, per l'implementazione di funzioni di comando centralizzato di singoli apparecchi o gruppi di apparecchi.

2. RISULTATI RAGGIUNTI

Becar e Unibo hanno sviluppato il programma conformemente al piano iniziale. In particolare sono state svolte le seguenti attività.

1.1 WP1 STUDIO E SIMULAZIONE DELL'APPARECCHIO DI ILLUMINAZIONE E DEL SISTEMA

Sono state applicate le ottiche a una prima serie prototipale di circuiti LED costituiti da 33 dispositivi LED disposti in tre file. È stato studiato l'alimentatore costituito da un convertitore AC/DC seguito in cascata da due convertitori DC/DC ciascuno dei quali pilota una catena di LED. Sono state studiate le interfacce dei sensori di movimento e, in particolare il sensore di movimento basato sulla misura della luce. È stata studiata l'integrazione del modulo BLE nell'apparecchio di illuminazione. La nuova lampada avrà una potenza di $20\div 30W$ e un flusso luminoso di uscita maggiore di 2800 lumen.

L'architettura scelta è molto versatile perché consente di configurare in modo modulare ogni diverso modello di apparecchio di illuminazione in base alla necessità cambiando il numero e tipo di moduli driver LED di uscita. Ad esempio dovendo realizzare un apparecchio con LED RGBW (Red, Green, Blue e White) si preparano 4 canali di uscita mentre nel caso di un apparecchio con uscite warm white e cool white bastano 2 canali.

I regolatori di corrente delle stringhe led sono realizzati con convertitori buck DC/DC con ingresso SELV, a tensione compresa tra i 24 e i 60V e sono realizzati con convertitori integrati monolitici che incorporano anche i transistor di potenza. Il vantaggio è il basso costo e la semplicità costruttiva.

1.1.1 LA1.2 STUDIO DEL SENSORE MULTIFUNZIONE (UNIBO)

UniBo ha approfondito lo sviluppo di una strategia per automatizzare lo stato di accensione di apparecchi di illuminazione basata sull'utilizzo di sensori infrarossi, composti da matrici regolari di termopile. L'obiettivo è quello di minimizzare il consumo di energia elettrica in impianti d'illuminazione, sia in ambito industriale che domestico o commerciale.

Inizialmente è stata effettuata una fase di caratterizzazione dei sensori considerati, in modo tale da poter comprendere il loro funzionamento e le caratteristiche (elettriche e temporali) dei segnali forniti in uscita. Sono state analizzate le proprietà ottiche dei sensori, in modo tale da poter determinare accuratamente l'area inquadrata dal sensore (*FOV – Field of View*) in funzione della altezza del soffitto. Da quest'analisi è emersa la necessità di filtrare i segnali "grezzi" forniti dai sensori per eliminare il rumore termico introdotto dal sensore stesso. Inoltre, risulta necessario filtrare le variazioni graduali della temperatura dell'ambiente monitorato non dovute alla presenza di persone, ma dovute ad esempio all'accensione/spegnimento di sistemi di riscaldamento/raffreddamento. Per realizzare tali filtraggi è stato scelto di utilizzare filtri passa basso digitali di tipo FIR (Finite Impulse Response), implementati via software all'interno del microcontrollore presente nell'apparecchio d'illuminazione sviluppato da BECAR. Per identificare il valore ottimale dell'ordine N dei filtri FIR (numero di campioni successivi del segnale in ingresso che intervengono nella generazione del valore dell'uscita del filtro), è stata realizzata una campagna di acquisizione di misure di temperatura con i sensori considerati. Sono state realizzate misure in diverse condizioni ambientali, e con il passaggio di persone nell'area di copertura del sensore (*FOV*) a diverse velocità ed angolature. I dati raccolti sono poi stati applicati, tramite l'utilizzo del software *Matlab*, a diversi filtri FIR con ordine N diverso, per studiare la risposta temporale dei filtri in funzione dell'ordine N . Dalle simulazioni *Matlab* realizzate, si è osservato che la qualità del segnale filtrato non migliora significativamente per valori di N maggiori di 8, di conseguenza si è scelto di implementare i filtri FIR con un ordine pari a $N=8$.

Il segnale generato all'uscita dei filtri (ΔT) presenta un valore molto piccolo (quasi nullo) in assenza di persone nell'area monitorata, mentre presenta un impulso di valore positivo (negativo) di breve durata quando una persona entra (esce) dall'area monitorata (FOV).

E' stato studiato un metodo per identificare la direzione di passaggio delle persone davanti al sensore in funzione della forma d'onda di ΔT .

Di seguito, è stato sviluppato un algoritmo che permette di rivelare la presenza di persone nell'area monitorata a partire dal segnale ΔT . L'algoritmo sviluppato è stato implementato all'interno del microcontrollore già presente all'interno dell'apparecchio d'illuminazione.

L'efficacia della strategia proposta è stata verificata sperimentalmente utilizzando due tipi di sensori forniti da BECAR. Le verifiche sono state realizzate con diverse temperature ambiente, e con il passaggio di persone nell'area di copertura dei sensori a diversa velocità ed angolatura.

In una prima fase la sperimentazione è stata effettuata mediante la registrazione dei dati misurati da alcuni sensori prototipali e la post-elaborazione con *Matlab* dei dati ottenuti. In una seconda fase di completamento dello studio, gli algoritmi sono stati codificati su di un microprocessore che BECAR integrerà nel prototipo dell'apparecchio di illuminazione.

1.2 WP2 STUDIO E SIMULAZIONE DELLE TECNICHE DI AUTOMAZIONE

Becar ha completato lo studio della parte di comunicazione wireless. Sono stati studiati diversi moduli BLE di ultima generazione e sono state valutate, in particolare, le modalità di applicazione dei nuovi protocolli standardizzati al mondo lighting.

Il dispositivo che è stato studiato prevalentemente è il QN9021 (NXP), che include una radio BLE e un processore ARM integrati in unico componente elettronico in silicio.

Un altro ambito di studio di LA2.1 è il protocollo Bluetooth MESH, che ha definito anche profili applicativi del mondo lighting aprendo possibilità di realizzare sistemi in cui una parte della applicazione è "open" e quindi facilmente collegabile ed integrabile in altri sistemi. Bluetooth MESH è basato sullo scambio di messaggi mediante tecniche di pubblicazione, sottoscrizione e ripetizione dei messaggi stessi. I nodi generatori di messaggi li pubblicano e una struttura di trasporto li trasferisce lungo la rete mesh mediante tecniche di flooding controllato fino a che viene raggiunto il destinatario. Bluetooth MESH è basato sullo standard BLE (Bluetooth Low Energy) che è disponibile in tutti gli smartphone e mediante opportuni profili applicativi (i Proxi Node) gli smartphone possono partecipare attivamente a una rete Bluetooth MESH.

Il Bluetooth MESH definisce 4 categorie di nodi wireless:

- Relay nodes, che ritrasmettono i messaggi provenienti da altri nodi propagandoli lungo la rete con tecnica di "flooding";
- Friend nodes, nodi alimentati permanentemente in grado di memorizzare informazioni e messaggi indirizzati ai nodi "low power" i quali non sono in grado di partecipare con continuità alla attività della rete a causa della loro limitata capacità energetica;
- Low-power nodes, dispositivi alimentati con batterie o dispositivi di energy harvesting che si accendono con duty-cycle molto piccoli e, nei rari momenti in cui si accendono interagiscono con i "friend nodes" attraverso un interscambio di informazioni di loro pertinenza. L'esempio tipico è quello del sensore di temperatura che normalmente invia le sue informazioni via radio ad intervalli di tempo prestabiliti, spegnendo la radio nei periodi intermedi.
- Proxy Nodes; sono i nodi che si interfacciano con smartphone e tablet.

Il meshing è gestito da un algoritmo di flooding “smart” che contempla i seguenti paradigmi:

- Heartbeats; si tratta di messaggi periodici trasmessi dai nodi attivi che segnalano in questo modo la loro presenza attiva nella rete indicando alla rete di prestare attenzione ai propri messaggi. Gli heartbeats indicano anche ai nodi che ricevono questo tipo di messaggi quanto è lontano il mittente in termini di hops.
- TTL (Time To Live); I PDU (Packet Data Units) includono un campo chiamato TTL che definisce il numero Massimo di hops per il quale può essere ripetuto un messaggio; questo è un tipico meccanismo per limitare la crescita esponenziale del traffico in una rete complessa.
- Message cache; tutti i nodi devono avere una memoria degli ultimi K messaggi ricevuti in modo da evitare di ripetere più volte lo stesso messaggio.
- Friendship; i nodi “friend” memorizzano i messaggi per i nodi “low power” evitando ripetizioni iterate eccessivamente per tentare di raggiungere nodi spenti per periodi significativi di tempo.

Bluetooth mesh nasce con un elevato standard di sicurezza.

- Tutti i messaggi sono criptati e autenticati.
- Le chiavi di sicurezza possono essere facilmente cambiate con una procedura automatica.
- Sono previste tecniche di “Message obfuscation” che rendono difficile il tracciamento di messaggi da parte di osservatori esterni alla rete.

1.2.1 LA2.2 STUDIO E SIMULAZIONE DEI PROTOCOLLI DI INTERAZIONE CON GLI UTENTI (UNIBO)

UniBo si è occupato dello sviluppo di una strategia per automatizzare lo stato di accensione di apparecchi di illuminazione in funzione della distanza tra gli apparecchi stessi e gli utenti (in possesso di *smartphones*) all’interno di un ambiente chiuso.

Tale strategia, denominata *follow-me*, è basata su comunicazione wireless sicura ed ha come obiettivo minimizzare il consumo di energia elettrica, soprattutto per applicazioni in ambito industriale.

A tale scopo è stato sviluppato un algoritmo in grado di realizzare la strategia *follow me* desiderata, utilizzando il protocollo *BLE*. L’idea di base dell’algoritmo proposto è quella di determinare la distanza lampada-utente (necessaria per stabilire quando le lampade devono essere accese) tramite la misura della potenza con cui messaggi inviati periodicamente dalle lampade arrivano allo *smartphone*. In seguito, lo *smartphone* confronta la distanza lampada-utente con una soglia di accensione desiderata (identificata durante la fase di progettazione della rete): se la distanza risulta uguale o inferiore a tale soglia, lo *smartphone* invia un comando di accensione alla lampada in questione.

In particolare, nell’algoritmo proposto tutte le lampade della rete vengono programmate per trasmettere messaggi periodici (utilizzati nel protocollo *BLE* per iniziare un collegamento con altri dispositivi), i quali possiedono un campo denominato *RSSI (Received Signal Strength Indication)* che contiene un valore proporzionale alla potenza con cui i messaggi sono ricevuti dallo *smartphone*.

E’ stata caratterizzata la correlazione tra i valori del *RSSI* alla distanza lampada-utente mediante misure sperimentali. Poiché tutte le lampade della rete sono programmate per trasmettere messaggi con la stessa potenza, la correlazione tra i valori di *RSSI* e la distanza lampada-utente può essere caratterizzata in fase di progettazione della rete utilizzando soltanto un’unica lampada. Inoltre, si è scelto di inviare messaggi dalle

lampade, e non dagli *smartphone*, in modo tale da rendere la strategia proposta indipendente dal tipo di *smartphone* utilizzato.

Le misure sperimentali realizzate hanno mostrato l'esistenza di una correlazione ben precisa tra i valori di *RSSI* e la distanza lampada-utente.

Le misure sperimentali hanno mostrato inoltre che il valore di soglia dipende principalmente dalla potenza con cui i messaggi sono trasmessi dalla lampada. Quindi, durante la fase di progettazione della rete, risulta possibile regolare facilmente la distanza lampada-utente a partire dalla quale le lampade vengono accese. Questo rende la strategia sviluppata molto versatile e facilmente adattabile ad ambienti molto diversi, con esigenze di automatizzazione dello stato di accensione degli apparecchi di illuminazione molto diverse tra di loro.

L'algoritmo di accensione sviluppato sfrutta la correlazione osservata tra i valori di *RSSI* e la distanza lampada-utente per decidere quando inviare comandi di accensione/spegnimento alle lampade del sistema.

L'algoritmo è stato applicato, in modo prototipale a uno *smartphone* commerciale, realizzando una *APP* dimostrativa basata su sistema operativo *Android*. Verifiche sperimentali realizzate con il prototipo sviluppato hanno confermato il corretto funzionamento della strategia di accensione proposta.

1.3 WP3 PROGETTAZIONE E SPERIMENTAZIONE DEL SISTEMA

1.3.1 LA3.1 PROGETTAZIONE DELL'APPARECCHIO DI ILLUMINAZIONE E DEL SW DI SISTEMA (BECAR)

Nell'ambito di LA3.1 Becar ha completato il progetto (HW e SW) dell'apparecchio.

Le caratteristiche tecniche sono le seguenti.

- Due stringhe di led indipendenti (warm e cool), fino a 1A ciascuna, tensione max 42V
- Alimentazione dei driver in ingresso 48V DC
- Bluetooth transceiver utilizzato QN9021 (NXP)
- La scheda prototipale incorpora anche un transceiver IEEE802.15.4 Atmel ATMEGA256

Le parti algoritmiche di gestione del sensore di luce e del sensore PIR a matrice sono eseguite in due microprocessori esterni, per praticità di sviluppo dei prototipi e verranno integrate nel processore BLE in fase di industrializzazione finale post progetto "Luminare".

1.3.2 LA3.2 COSTRUZIONE E SPERIMENTAZIONE DEI PROTOTIPI DELLA LAMPADA (BECAR)

Nell'ambito di LA3.2 sono stati costruiti i campioni di lampade da ufficio scelte per la configurazione finale con doppia stringa warm-cool e ottica fissa ad ala di gabbiano per la sperimentazione delle nuove funzioni.

1.3.3 LA3.3 SPERIMENTAZIONE DEL SISTEMA (BECAR)

Nell'ambito di LA3.3 Becar ha verificato le prestazioni dei singoli apparecchi di illuminazione e di un insieme di lampade installate in ambienti operativi. Inoltre è stato sperimentato, in laboratorio, il protocollo Bluetooth MESH utilizzando moduli radio basati sul transceiver ST Blue NRG-Mesh.

Questi moduli dispongono di uscite PWM in grado di pilotare le stringhe di LED modulandone la intensità secondo i paradigmi dello standard Bluetooth MESH, con profili "lighting" attualmente in corso di standardizzazione da parte del consorzio Bluetooth SIG.

Le uscite PWM sono state utilizzate in questa sperimentazione per pilotare LED di segnalazione integrati nei moduli utilizzati.

3. IMPATTO SUL SISTEMA ELETTRICO E BENEFICI ATTESI

Impatto sul sistema elettrico nazionale

I dispositivi oggetto del programma sono realizzati per l'uso in ambiente professionale e dunque riferibili ai settori Terziario e Industriale. Limitando a questi due settori l'analisi di contributo, è possibile stimare che in Italia siano attualmente installati circa 300 Milioni di apparecchi di illuminazione nei settori Industriale e Terziario. Si stima che il rinnovamento del parco installato sia, con stima cautelativa, del 2% nei due settori di interesse.

I nuovi apparecchi sono apparecchi a LED che costituiscono al momento lo stato dell'arte (BAT, Best Available Technology). La loro efficienza mediamente è migliore del 30% rispetto al prodotto medio installato. Alcune recenti analisi di mercato (rapporto Assil "Illuminazione di qualità e efficienza energetica nel sistema edificio") hanno stimato nel 2% annuo complessiva la quota di penetrazione nel mercato dei sistemi di illuminazione controllati idonei a gestire scenari e situazioni ambientali (A.T Kearney Human Centric Lighting). Sono ipotizzabili più scenari: il primo prevede la diffusione per la attuale quota di mercato del Gruppo Beghelli (7% del totale venduto nazionale) dei nuovi apparecchi e sistemi oggetto del programma. Ipotizziamo che solo il 30% sia relativa ai nuovi apparecchi che porta quindi al 2.1% del totale nazionale. Per tali apparecchi è possibile stimare il risparmio energetico grazie al fatto che sono in grado di regolare il flusso luminoso del prodotto mantenendo costante l'illuminamento grazie a una regolazione automatica che compensa le perdite di efficienza del sistema (fattore Fc di EN15193) e in presenza di luce naturale diminuiscono automaticamente la luminosità. Il sistema proposto consente di modellare la prestazione luminosa adattandola al meglio alla situazione ambientale e alle esigenze soggettive del cliente e del personale dell'edificio. I nuovi prodotti ottengono risparmi pari a quasi il doppio (+80%) rispetto a quelli relativi alla semplice adozione di apparecchi di nuova tecnologia.

La fascia di mercato dei nuovi apparecchi si espanderà in funzione di una maggior sensibilità al tema del risparmio energetico. In ogni caso considerando che non aumenti la quota di rinnovamento del parco prodotti si prevede che la diffusione dei sistemi di illuminazione "intelligente" assumerà uno spazio via via maggiore.

Per valutare l'impatto si confronta lo scenario di normale evoluzione dello stato dell'arte (BAT) con uno scenario nel quale il proponente incrementa la propria quota di mercato con lo stesso trend mantenuto negli ultimi anni. Si ottiene che in una situazione in assenza di innovazione, si può stimare un risparmio Energetico dopo 4 anni successivi all'introduzione sul mercato dei nuovi prodotti utilizzando tecnologia allo stato dell'arte (BAT) di 13.05GWh, mentre il risparmio Energetico dopo 4 anni utilizzando la nuova tecnologia proposta è invece di 234.95GWh con minori emissioni di CO2 pari a 117'475 ton. Il beneficio per il sistema elettrico Nazionale, al netto dello stato dell'arte è quindi di almeno 110'950 ton di CO2 dopo 4 anni dalla introduzione sul mercato dei nuovi prodotti.

Benefici per gli utenti

Il più sostanziale beneficio per l'utente è quello di natura economica derivante dalla possibilità di dosare la luce in funzione delle reali esigenze dell'edificio e del personale azzerando gli sprechi.

Il sistema di illuminazione proposto potrà permettere scenari di funzionamento dinamico altrimenti non attuabili regolando il flusso luminoso in relazione alla disponibilità di luce diurna, ma anche modificando la temperatura di colore della luce. I benefici economici, sono sostanzialmente attribuibili alla maggior efficienza di servizio dell'impianto.

Si noti che il programma proposto ha tra gli altri obiettivi quello di rendere disponibile la nuova tecnologia con un sovra-costi trascurabile rispetto ai sistemi convenzionali e questo renderebbe quindi ancor più vantaggioso il nuovo sistema per l'utente non gravando in modo sensibile sull'investimento iniziale in conto capitale.