

ILLUMINAZIONE STRADALE DINAMICA "EFFICIENTE": SU QUALI TECNOLOGIE PUNTARE

L'IMPORTANZA DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA È PROGRESSIVAMENTE CRESCIUTA NEGLI ANNI E GLI INTERVENTI SONO VOLTI AL RISPARMIO ENERGETICO PREVEDENDO L'ADOZIONE DI LAMPADINE AD ELEVATA EFFICIENZA LUMINOSA, LA SOSTITUZIONE CON APPARECCHI AD ALTO RENDIMENTO E IL POSSIBILE RICORSO A SISTEMI DINAMICI. L'INTEGRAZIONE TRA IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E ALTRI SENSORI POSTI LUNGO LE STRADE DETERMINERÀ UNA MAGGIORE SICUREZZA

Negli ultimi anni si è sentito molto parlare di smart lighting e smart applications, come parte integrante delle Smart Cities.

In tale ambito, si fa spesso cenno all'illuminazione dinamica, l'illuminazione che può essere controllata in potenza, grado di illuminazione e tempo di accensione, qualità già possibili in precedenza ma ora molto più sofisticate.

Si tratta di un sistema semplice che allo stesso tempo può diventare molto complicato se non correttamente gestito e implementato e che potrebbe essere utile soprattutto nelle strade che risultano poco trafficate o il cui flusso veicolare si riduce in alcune ore della notte, come ad esempio nelle periferie urbane.

Con l'illuminazione dinamica si possono prevedere molteplici utilizzi ed interazioni con altri dispositivi quali telecamere, o ap-

plicazioni, come il caso della Finlandia dove i lampioni aiutano ad identificare i parcheggi liberi così da evitare perdite di tempo, quindi riducendo il traffico e l'inquinamento.

I dispositivi di controllo operano a zona oppure punto-punto. Con riferimento a questo e alle applicazioni IoT, altre possibili molteplici implementazioni nei punti luce prevedono la trasmissione dati Wi-Fi, per segnalare informazioni, quali il livello di inquinamento o il grado di umidità - come a Dubai - oppure utilizzando CCTV, messaggi di segnaletica e/o sicurezza. Si prevedono anche interazioni con i self driving vehicles (auto, bus, veicoli commerciali, ecc.), creando una base per l'infrastruttura di gestione.

Siamo solo all'inizio della comprensione del potenziale reale di questa implementazione, che potrebbe stravolgere completamente il mondo dell'illuminazione stradale.



1.



2A e 2B. Intervento in un comune della Provincia di Milano, sono state sostituite le lampade a vapori di sodio da 250 W (2A) con lampade a induzione da 120 W (2B): si è riscontrato un risparmio pari al 65% e un evidente aumento dell'illuminazione stradale

Queste tipologie di sistemi hanno però senso qualora siano previsti dei chiari piani territoriali e piani di illuminazione.

L'illuminazione dinamica ha dei costi aggiuntivi che se non ben pianificati e gestiti diventano una perdita a livello economico e potrebbero anche diventare un pericolo se mal gestiti.

La mancanza di figure competenti all'interno delle Amministrazioni è uno dei problemi di fondo: manca la capacità di corretta valutazione e anche nel caso di ricorso a Consulenti esterni. La situazione è complessa e anche nel mondo accademico non a tutti sono chiare quali possano essere le problematiche reali. Inoltre mancano i veri urbanisti o "town planner": vi sarebbe la necessità di avere personale più qualificato nel settore della pianificazione dei trasporti e delle infrastrutture.

In Italia, su 8.000 Comuni, sono circa 350 quelli che hanno redatto dei piani di illuminazione nel periodo 2011-2017. La realtà è quindi ben distante dalla teoria.

L'illuminazione dinamica può essere applicata per molteplici utilizzi e, per analizzarla in dettaglio, sarebbe necessario un lungo trattato: in questo articolo, quindi, ci focalizzeremo solo su quali tipi di tecnologie d'illuminazione possano essere utilizzate al meglio come illuminazione dinamica, tenendo conto delle tecnologie più performanti e tralasciando le tecnologie che ormai non vengono più prese in considerazione per nuove applicazioni.

L'illuminazione dinamica "efficiente" è possibile solo se vengono combinati una serie di fattori chiave e se viene posta massima attenzione alle tecnologie da utilizzare, avendo sempre come obiettivo di prevedere e mantenere il corretto comfort visivo e la massima sicurezza degli utenti della strada, siano essi pedoni o conducenti.

Oggi la tecnologia di illuminazione dinamica viene spesso combinata con illuminazione a LED, ma approfondendo i pro e contro si esplicherà perché questo connubio non sia tra i migliori. Ci sono altre tecnologie che possono essere utilizzate per l'illuminazione dinamica ottenendo migliori risultati.

La "dinamicità" risiede nei sistemi e nelle interfacce che comunicano con le lampade.

La tecnologia di controllo dell'alimentatore della lampada (chiamato anche ballast o driver) deve essere in grado di recepire le informazioni provenienti via radio tramite Wi-Fi, DALI, radar od altre tecnologie di comunicazione, ed essere in grado di recepire i vari comandi trasmessi, quindi dovrà sopportare stress da accensioni e spegnimenti continui e dimmerazioni continue. Tutto ciò può divenire causa di malfunzionamenti istantanei o di drastici accorciamenti della durata di vita.

Tra l'altro, oggi sono sempre più evidenti i problemi legati al LED di grande potenza, non solo nel mondo industriale e sportivo ma anche per l'illuminazione di strade, autostrade e gallerie.

Ciò lo si nota già in molte strade in Italia e nel mondo: luci LED troppo abbaglianti, luci che sfarfallano, luci che smettono di funzionare, temperature colore variabili a seconda dell'angolo di visione, luci che non illuminano abbastanza e per le qua-

li sono necessarie installazioni aggiuntive; costi di manutenzione che lievitano e garanzie che non coprono gran parte dei molteplici problemi tecnici legati agli alimentatori, con impatti negativi sui costi per la cittadinanza o per gli operatori/gestori privati. Inoltre è risultato che l'inquinamento luminoso provocato dalla tecnologia LED, risulta maggiore rispetto a quello derivante da altre tecnologie, problema causato dalla marcata direzionalità di questo flusso. Tra l'altro la temperatura colore tende a modificarsi nel tempo causando molte altre problematiche.

Prendiamo in considerazione le due tecnologie d'illuminazione stradale maggiormente utilizzate negli ultimi anni, cioè il LED e l'Induzione Magnetica, e cerchiamo di capire quali siano i punti critici, come indicato nella Figura 4.

Alla luce di quanto illustrato in questo schema, se andiamo ad applicare un sistema dinamico ad un lampione con sorgente luminosa a LED probabilmente avrà una durata di vita breve e molteplici problemi di malfunzionamento, dato che la durata di vita del LED si accorcia notevolmente all'aumentare delle accensioni e riaccensioni e all'aumentare dell'utilizzo del Dimmer (che si attiverebbe ad ogni passaggio di veicoli o pedoni); inoltre si potrebbero notare problemi di sfarfallio (flickering) e cambi di temperatura colore, con gravi rischi per la salute e per la sicurezza, oltre a far lievitare notevolmente i costi di manutenzione. Il problema dello stress termico subito dall'alimentatore in caso di accensione/spegnimento e dimmerazione continui è proprio uno dei maggiori punti critici per l'utilizzo di questa tecnologia ai fini dell'illuminazione dinamica, problema che in molti casi non è ancora risolvibile se non con costi aggiuntivi abbastanza elevati.



3. Un esempio di illuminazione ad induzione in un tunnel

TECNOLOGIA	LED	INDUZIONE MAGNETICA
Durata sorgente luminosa	50.000-100.000 ore (Ta 25 °C)	70.000-110.000 ore (Ta -30 °C + 60 °C)
Durata driver	10.000-23.000 ore	Fino a 300.000 ore
Durata sorgente luminosa dimmerata	Diminuisce in percentuale all'uso dimmer e favorisce il flickering	Può aumentare in percentuale all'uso dimmer
Consumo con dimmer	Il consumo NON è lineare: 50% riduzione luce = 20-25% riduzione consumo	Il consumo è lineare: 50% riduzione luce = 50% riduzione consumi
Problemi con frequenti accensioni/riaccensioni	Sì	No
Flickering	Presente	Assente
Abbagliamento	Presente: disabilitante e molesto	Assente
Rischio fotobiologico (IEC 62471)	Rischio RG1-3	RG0 - esente
Impatto temperatura ambiente (Ta)	Sì, se si discosta dai 25 °C Ta diminuisce la durata di vita	Nessun problema tra i -30° e +60° Ta
Cambio temperatura colore	Temperatura colore instabile, tende a cambiare nel tempo, soprattutto per le temperature colore < 4.000 K	Irrilevante sia ad alte che basse temperature
Inquinamento luminoso	Molto forte anche a temperature colore < 4.000 K	Trascurabile, anche a 6.500 K
Sostituzione parti in caso di malfunzionamento	Quasi sempre va sostituito l'intero corpo luminoso, aumentando i costi di manutenzione e volumi rifiuti	Possono essere sostituite anche soltanto alcune parti quali bulbo e/o ballast (questo anche in previsione di futuri upgrade delle tecnologie di controllo dinamico)
Altre note	Soffre sbalzi tensione, polvere e alte temperature	Nessun problema con sbalzi tensione, polvere ed alte temperature

4. I valori riferiti a modelli per illuminazione stradale e tunnel, in reali condizioni di utilizzo, considerando prodotti di alta qualità per i due tipi citati (LED e induzione magnetica)

Un parametro fondamentale per i LED è proprio la temperatura di giunzione. Tale temperatura, fornita dal produttore del dispositivo, rappresenta il limite invalicabile per una vita operativa ragionevole del componente. Essa è strettamente correlata al flusso luminoso emesso e alla durata: maggiore è la temperatura, minore sarà il flusso luminoso e, conseguentemente, la durata della sorgente LED.

Considerato che, ad oggi, non è possibile misurare direttamente tale temperatura e che, quindi, ciò che viene fornito dai produttori è il risultato di valutazioni indirette mediante codici di

calcolo che cercano quanto più possibile di riprodurre il comportamento della giunzione, è facile incorrere in errori che rendono incerto il risultato finale, ed è per questo che in situazioni reali il decadimento luminoso dei LED è rapido, e nel caso di applicazioni dinamiche si avrà un calo luminoso molto più veloce.



5. Un torrefaro con lampade ad induzione presso un aeroporto in Marocco

Questo, unito agli altri problemi causati da reti instabili (salvo dotarsi di costosi rifasatori e stabilizzatori) e alla costante variazione delle temperature ambientali (che non sarà mai fissa ai 25 °C Ta delle prove di laboratorio e garanzie dei Produttori) - oltre alla polvere e allo smog -, fa sì che tale illuminazione a LED diventi non più economica, allungando notevolmente il rientro dell'investimento, oltre a potenziali gravi problemi per la sicurezza dei conducenti e pedoni (abbagliamento, contrasto luminanza, aree mal illuminate, ecc.), e con ricadute sull'ambiente circostante (inquinamento luminoso).

Molti LED bianchi ad alta potenza ricadono nei gruppi 2 e 3, con una alta componente di lunghezza d'onda blu: se installati ad esempio su strade, rotonde o tunnel, diventano causa di abbagliamento o visione debilitante, rendendo istantaneamente difficoltosa la percezione della strada e dei segnali. Questo abbagliamento molesto determina nei conducenti la necessità di volgere altrove lo sguardo oppure socchiudere momentaneamente gli occhi, mettendo così a rischio la sicurezza.

Sempre nella Figura 4, possiamo notare invece come non ci siano problemi per l'illuminazione ad induzione, un tipo di illuminazione pensata per resistere agli ambienti più difficili, con una efficienza elevata ed una durata di vita estremamente lunga, tale da avere costi di manutenzione quasi nulli.

La lampada ad induzione può essere accesa e spenta senza interruzione e senza compromettere la durata della lampada; stessa



6. Casi di errata riprogettazione o sostituzione con nuova illuminazione

cosa vale per la dimmerazione, la quale in questo caso addirittura ne aumenterebbe la durata di vita, al contrario dei LED.

L'induzione magnetica è priva di abbagliamento e di sfarfallio, ed è in grado di fornire un notevole comfort visivo.

Questa tecnologia è tornata in voga in seguito ad alcune importanti innovazioni che la rendono tra le tecnologie più efficienti ed affidabili per grandi applicazioni, e che ne sta determinando la sempre più grande applicazione nei settori industriale, sportivo e stradale.

È una tecnologia consolidata, anche se è stata trascurata per molti anni, e ha già dimostrato di avere lunghe durate ed ottime

performance. Oggi alcuni produttori sono riusciti a metterla al passo con i tempi, risultando pronta ed ideale per le più svariate applicazioni di illuminazione dinamica di grande taglio.

L'utilizzo dei LED per illuminazione dinamica è più indicato per le applicazioni di piccolo taglio dove, invece, per il momento l'elettronica subisce stress di gran lunga inferiori: risulta più idonea per installazioni ridotte ad esempio in campo residenziale, edifici, accessi, di dimensioni, design e flessibilità per piccole applicazioni.

CONCLUSIONI

Il mondo dell'illuminazione dinamica è, giustamente, in costante evoluzione così come è in evoluzione il settore delle smart applications e

lo stesso concetto di Smart Cities.

In pochi anni potremmo essere in grado di toccare con mano queste evoluzioni e vederle applicate ovunque, ma per fare questo occorre una corretta pianificazione delle strade e delle città, di una corretta e attenta scelta delle tecnologie e di una accurata gestione dell'insieme, sempre tenendo in considerazione la miglior tutela della salute e della sicurezza su strada. ■

⁽¹⁾ AGE - Advanced Green Economy Group

⁽²⁾ Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano