

## Rilievi fotometrici di apparecchi a LED: quale goniofotometro

La norma americana LM-79 prevede che gli strumenti più adatti per le misure fotometriche di apparecchi a LED siano:

- ▶ i goniofotometri a specchio (Fig.1)
- ▶ i goniofotometri a rotazione della fotocellula in cui questa ruota attorno all'apparecchio (Fig.2)

la cui comune particolarità è quella di mantenere l'apparecchio di illuminazione nella sua normale posizione di funzionamento rispetto alla gravità durante tutto il rilievo.

La moderna tecnologia dei goniofotometri propone però anche altre tipologie di macchine come i goniofotometri a rotazione dell'apparecchio in cui questo ruota nello spazio attorno al proprio baricentro luminoso (Fig.3)

Tutte queste macchine, e i laboratori in cui sono installate, sono oggi dotate di:

- ▶ sistemi per il controllo delle correnti, tensioni e potenze di alimentazione in grado di garantire variazioni percentuali di tensione minime e inferiori allo 0,1%
- ▶ sistemi per la valutazione delle posizioni angolari con elevate precisioni (oltre 1/10 di grado)
- ▶ sistemi in grado di garantire ridotti tempi di rilievo, nell'ordine di poche decine di minuti, mantenendo pur sempre un alto livello di precisione
- ▶ sistemi sofisticati per il controllo delle temperature da mantenersi sempre attorno ai  $25^{\circ} \pm 1^{\circ}$

per garantire una precisione di rilievo sconosciuta solo qualche anno fa.

La maggior differenza fra le diverse macchine è quindi rappresentata solo dalla gestione dell'apparecchio nello spazio: i goniofotometri a specchio e quelli a rotazione della fotocellula (Fig.1+2) mantengono l'apparecchio in posizione di funzionamento orizzontale, a differenza di quelli a rotazione dell'apparecchio in cui questo ruota nello spazio al di fuori del piano orizzontale.

E' la maggior contestazione mossa ai goniofotometri a rotazione dell'apparecchio: non potendo gestire l'apparecchio nella sua normale



Fig.1 – Goniofotometro a specchio



Fig.2 – Goniofotometro a rotazione della fotocellula



Fig.3 – Goniofotometro a rotazione dell'apparecchio

posizione di funzionamento risulta quindi impossibile mantenere lo stato termico di funzionamento del LED che, essendo estremamente sensibile alle variazioni di temperatura, non può garantire un'emissione luminosa (flusso) costante durante tutto il rilievo, invalidandolo, quindi, il rilievo stesso.

OxyTech, di comune accordo con alcuni enti, fra cui il Politecnico di Milano – Facoltà di Design Industriale, e alcuni produttori ha realizzato varie prove comparative per verificare se esistano in realtà differenze tali da giustificare l'asserzione che il goniofotometro a specchio sia in grado di avere una precisione maggiore rispetto a quello a rotazione dell'apparecchio.

Le numerose prove eseguite sembrano non giustificare tutto ciò, almeno per gli apparecchi presi in esame.

Riassumiamo in tabella i risultati delle prove svolte su un apparecchio di illuminazione stradale a LED con dissipatore.

| Rilievo presso    | Tipo goniofotometro                  | Flusso [lm] | Max.Int. [cd/klm] |  |  |
|-------------------|--------------------------------------|-------------|-------------------|--|--|
| Produttore        | a rotazione apparecchio (T2 OxyTech) | 5168        | 643               |  |  |
| Laboratorio terzo | a specchio (GO2000 LMT)              | 5196        | 642               |  |  |
| Politecnico MI    | a specchio (T4 OxyTech)              | 5157        | 643               |  |  |
| OxyTech           | a rotazione apparecchio (T2 OxyTech) | 5214        | 650               | Rilievo in continua senza arresto della macchina in ogni posizione di rilievo                              |  |
| OxyTech           | a rotazione apparecchio (T2 OxyTech) | 5210        | 647               | Rilievo a step con arresto della macchina in ogni posizione e valutando almeno 3 valori per ogni posizione |  |

Tutti i test sono stati effettuati con controllo della stabilità del flusso emesso in fase iniziale e verificando che lo scostamento dei valori letti, riferiti a uno stesso punto, non fosse superiore all'1% nel tempo. Il controllo della stabilità è stato poi ripetuto al termine di ogni rilievo per un periodo superiore al minuto, confrontando i valori letti con quelli iniziali e verificando che lo scostamento non fosse anche qui superiore all'1% previsto, pena l'annullamento della prova.

Si è inoltre cercato di verificare se, con un goniofotometro a rotazione dell'apparecchio, la durata della prova potesse influenzare i risultati della

prova stessa; si è provveduto, quindi, a rilevare l'apparecchio secondo 2 diverse modalità di rilievo con durate notevolmente diverse:

- ▶ in continuo, senza arrestare la movimentazione della macchina durante il rilievo, impiegando un tempo totale attorno ai 40 minuti
- ▶ a step, che prevede l'arresto della macchina in ogni posizione di rilievo e il conseguente rilievo di almeno 2 valori per ogni punto, modalità che richiede un tempo mediamente 3 volte superiore al primo.

La tabella riepilogativa dei risultati di rilievo mostra che non vi sono apprezzabili differenze fra i diversi rilievi, mostrando che:

- ▶ lo scostamento dei valori di intensità massima è pari all'1.2% (differenza fra valore massimo e minimo)
- ▶ lo scostamento dei valori di flusso totale emesso è pari all'1.1% (anche qui considerando la differenza fra valore massimo e valore minimo).

Queste differenze percentuali rientrano ampiamente nei limiti di accettabilità di prove comparative sullo stesso apparecchio; le curve polari sono poi anche visivamente confrontabili.

A questo punto si è cercato di capire cosa possa influenzare veramente l'emissione luminosa di un apparecchio a LED effettuando delle prove su alcuni sistemi senza dissipatore e trovando che la rotazione del LED nello spazio porta a notevoli differenze nell'emissione luminosa.

Esiste una giustificazione teorica a tali risultati ?

A nostro avviso sì: il LED è un elemento sensibile alle variazioni di temperatura se considerato senza dissipatore ma diventa **insensibile** se dotato di un dissipatore ben proporzionato e in grado di mantenere la temperatura di funzionamento alla giunzione costante dopo il raggiungimento della stabilità termica.

Ciò sembra essere la vera condizione per discriminare fra apparecchi di illuminazione a LED di buona o di cattiva qualità e il goniometro a rotazione dell'apparecchio consente di verificare tale qualità in quanto 'stressa' l'apparecchio nelle più gravose condizioni di funzionamento.

Molti apparecchi a LED, come i proiettori, non hanno un'unica e ben

definita orientazione nello spazio nella loro installazione pratica: potrebbe quindi succedere che, rilevato l'apparecchio con un goniometro a specchio, si ottenga un certo valore di flusso montando il proiettore a vetro orizzontale verso il basso, valore disatteso poi nell'installazione pratica quando il proiettore venga montato a vetro verticale: non si potrebbero così garantire i valori di illuminamento previsti nel calcolo di simulazione.

Vale a dire, il goniometro a rotazione dell'apparecchio, dotato di sofisticati sistemi di controllo della stabilità, potrebbe 'valutare' meglio la qualità di un apparecchio a LED inteso come insieme di sorgente LED e relativo dissipatore e garantire un prodotto di qualità superiore.

Riteniamo comunque opportuno e necessario ampliare il numero di test per verificare e confermare quanto fin qui descritto invitando altri laboratori a effettuare ripetute prove sugli stessi apparecchi per ottenere una casistica più ampia.

Cornaredo, 9 Febbraio 2012

Danilo Giannetti

Stefano Borsani