

## T5+ - Goniometro a Rotazione dello Specchio

T5+ è un goniometro automatico a rotazione dello specchio di alta precisione e affidabilità per la misura:

- ▶ fotometrica della distribuzione delle intensità luminose e
- ▶ spettrometrica delle caratteristiche colore di apparecchi di illuminazione e sorgenti, a LED o convenzionali.

Il sistema è basato sulla tecnologia robotica di ultima generazione che dà il vantaggio di movimentazioni senza catene o cinghie.

Questa tecnologia, unitamente a encoder e a riduttori a zero gioco di elevatissima precisione, garantisce perfetti posizionamenti e vibrazioni impercettibili.

T5+ è realizzato nel rispetto delle seguenti norme e raccomandazioni:

- ▶ CIE 70 Cap. 7
- ▶ EN 13032 Tipo 3.2
- ▶ IESNA LM-75 Tipo C (conforme per rilievi secondo IESNA LM-79)

T5+ consente di rilevare secondo i sistemi:

- ▶ C- $\gamma$
- ▶ o per superfici coniche.

### Teoria di Funzionamento

T5+ permette di rilevare apparecchi e sorgenti nelle loro normali posizioni di funzionamento.

L'apparecchio viene ruotato attorno al proprio asse luminoso, corrispondente con l'asse di rotazione verticale della macchina, e mantiene costante la sua posizione lungo gli assi X e Y.

Lo specchio ruota attorno all'asse apparecchio-fotocellula ed è inclinato per riflettere l'immagine dell'apparecchio direttamente verso il sensore (fotocellula) del luxmetro o dello spettroradiometro.

I sensori sono opportunamente schermati da un pannello rotante sincrono con lo specchio dotato di foro costantemente centrato sull'asse centro dello specchio-sensore, limitando così al massimo il contributo indesiderato della luce parassita.

### Caratteristiche

#### Parti Meccaniche

La parte meccanica è costituita da una struttura portante su cui viene montato il sistema albero-riduttore-motore per la movimentazione dello specchio e del braccio porta apparecchio.

Il braccio principale è calettato sull'albero dell'asse orizzontale che dispone da un lato il contrappeso e dall'altro lo specchio. Nei pressi del contrappeso può essere montato lo spettroradiometro.

L'apparecchio viene montato sulla relativa piastra di ancoraggio dotata di sistema sali-scendi per il perfetto posizionamento verticale dell'apparecchio in misura.



Goniometro a Specchio T5+



### Caratteristiche meccaniche in sintesi

▶ <b>Macchina (soluzione con specchio 2000 mm)</b>	
▪ Dimensioni max (AxBxH)	mm 2735x2930x7200
▪ Peso totale max	3.000 kg circa
▪ Altezza max. asse rotazione	mm 3400 +- mm 50
▪ Angolo rotazione assi	- +360° (orizzontale) +- 360° (verticale)
▪ Velocità max. rotazione assi	1 gpm
▪ Divergenza max. struttura	0.05°
▪ Vibrazioni max struttura	0.1° con freq. $\leq$ 10 Hz
▪ Errore perpendicolarità assi	0.01°
▪ Errore intersezione assi	1 mm
▶ <b>Apparecchio o Sorgente</b>	
▪ Diagonale max	2000 mm
▪ Altezza max	600 mm
▪ Peso max	50 kg

L'asse di rotazione verticale deve coincidere, durante il montaggio, con l'asse ottico dell'apparecchio per rilievi C- $\gamma$ .

# T5+ - Goniometro a Rotazione dello Specchio

Le parti meccaniche della macchina sono verniciate di colore nero a bassissima riflettanza.

## Attuatori Elettromeccanici / Motori

Il sistema è movimentato da 4 motori:

- ▶ tipo brushless con encoder assoluto a bordo per la movimentazione dell'asse orizzontale (asse di rotazione attorno al quale ruota lo specchio) per la misura degli angoli  $\gamma$ - o H-. In ogni caso sull'asse finale è montato un secondo encoder assoluto come parte dell'anello esterno di retroazione, che prevale sulla retroazione interna del brushless
- ▶ tipo passo-passo, retroazionato da encoder assoluto, per la movimentazione dell'apparecchio attorno al proprio asse ottico, coincidente con l'asse verticale, per gestire i semipiani C- o V-
- ▶ tipo asincrono controllato da inverter per garantire movimentazioni fluide per la movimentazione in senso verticale dell'apparecchio per il suo posizionamento fine
- ▶ tipo passo-passo retroazionato da encoder per la movimentazione dello schermo rotante posto di fronte alla fotocellula per garantire la visione esclusiva dello specchio.

I motori possono essere movimentati separatamente secondo opportune rampe di accelerazione e decelerazione studiate per limitare le vibrazioni, oppure contemporaneamente da un sistema touch-pad di controllo, dotato di pulsante di emergenza, o direttamente da computer.

Il sistema può rilevare con movimento continuo oppure arrestando la macchina in ogni posizione di rilievo C- $\gamma$ : in quest'ultimo caso il programma provvede ad acquisire almeno 3 valori la cui differenza non deve superare un range prefissato. In caso contrario viene presa un'ulteriore terna di valori a loro volta confrontati fino a raggiungere la stabilità di misura. Il rilievo con fermata della macchina in ogni posizione di misura è in genere più preciso di quello in continua ma meno veloce.

## Quadro di Alimentazione e Controllo

Il quadro di controllo e comando, montato a bordo macchina, contiene le schede dei motori e tutta la componentistica elettrica e di sicurezza per alimentare e gestire la macchina.

E' necessario alimentare il quadro con 3 linee separate delle seguenti caratteristiche:

- ▶ Linea Alimentazione Macchina: Tensione 230 V - Frequenza 50 Hz - Potenza max 2000 W - Corrente di Picco 7A (altre alimentazioni a richiesta)
- ▶ Linea Alimentazione Lampade: Tensione 230 V o 380 V - Frequenza 50 Hz - Potenza max 5000 W - Corrente di Picco: dipende dall'alimentatore
- ▶ Linea Alimentazione Computer e Periferiche: Tensione 230 V - Frequenza 50 Hz - Potenza max 300 W (è preferibile avere una linea dedicata).

## Misura degli angoli

Il perfetto posizionamento rispetto ai semipiani C- e agli angoli  $\gamma$ - è garantito da encoder assoluti posti sugli assi di rotazione orizzontale e verticale.

La risoluzione angolare degli encoder è pari a  $4/100^\circ$  (13 bit) e le posizioni angolari sono mostrate a video durante il rilievo unitamente all'indicazione dello stato di avanzamento del rilievo stesso e al tracciato del diagramma polare corrispondente al piano in misura.

## Luxmetro

La fotocellula consiste di una cella fotovoltaica al silicio la cui risposta corrisponde alla curva di visibilità relativa  $V(\lambda)$  CIE mediante il metodo del full-filtering.



La fotocellula è termostattizzata a  $35^\circ\text{C}$  e viene fornita completa di sostegno da ancorarsi a pavimento o a soffitto, dotato di tutti i sistemi di regolazione fine per i vari allineamenti e laser per la verifica della centratura dell'apparecchio-lampada.

## Caratteristiche Sistema Fotocellula – Luxmetro (Secondo EN 13032 - CIE 69 - DIN 5032/6)

▶ Diametro Area Acquisizione	8 mm
▶ Errore di calibrazione $u_{\text{kai}}$	< 1%
▶ Corrispondenza alla Curva $V(\lambda)$ $f_1$	< 1,5%
▶ Errore di Risposta Direzionale $f_2$	< 1%
▶ Errore di Linearità $f_3$	< 0,1%
▶ Errore Unità Display $f_4$	< 0,1%
▶ Fatica $f_5$ (misurato a 1 klx)	< 0,1%
▶ Luce Modulata $f_7$	< 0,1%
▶ Polarizzazione $f_8$	< 1%
▶ Errore Cambio Scala $f_{11}$	< 0,1%
▶ Coefficiente di Temperatura $\alpha_{25}$	0,1%/K (L)-0,2%/K (A)
▶ Sensibilità agli UV (u)	< 0,01%
▶ Sensibilità agli IR (r)	< 0,01%
▶ Caratteristica complessiva $f_{\text{ges}}$	< 3%
▶ Periodo d'Integrazione a 50 Hz	20-200 ms
▶ Periodo di calibrazione	2 anni

## T5+ - Goniometro a Rotazione dello Specchio

La fotocellula è collegata al luxmetro attraverso un cavo schermato di lunghezza massima di 70 m: nel caso sia necessario incrementare tale distanza dovrà considerarsi un opportuno amplificatore di segnale.

### Spettrometro (Opzionale)

Il sistema può essere dotato di spettrometro montato sul braccio opposto a quello che regge lo specchio e puntato in direzione dell'apparecchio da rilevare.



Sono quindi possibili misure secondo quanto prescritto dalle norme IESNA LM-79 ed EN 13032-4 utilizzando il modulo Gonwin SP del programma Gonwin della macchina definendo un numero n di semipiani C- su cui effettuare le misure.

### Caratteristiche dello Spettrometro

▶ Campo di misura	380-780 nm
▶ Larghezza della banda ottica	4,5 nm FWHM
▶ Risoluzione lunghezza d'onda	1 nm
▶ Risoluzione digitale	16 bit ADC
▶ Elemento dispersivo	Reticolo di diffrazione
▶ Tipo Sensore	Fotodiode ad array
▶ Campi di misura	Luminanza 1 ... 150.000 cd/m <sup>2</sup> Illuminamento 1 ... 250 klx
▶ Accuratezza fotometrica	5 % (@ 2856 K)
▶ Accuratezza cromatica	0.002 x, y (@ 2856 K)
▶ Riproducibilità cromatica	0.0005 x, y
▶ Riproducibilità CCT	+/-20 K (@ 2856 K)
▶ Accuratezza lunghezza d'onda	± 0.5 nm
▶ Tracciabilità della calibrazione	NIST

### Sistema di Controllo e Acquisizione Dati

L'unità di controllo organizza e gestisce il rilievo ed è collegata al computer attraverso un'interfaccia TCP/IP.

Il sistema gestisce completamente le procedure di misura, dalla lettura delle posizioni angolari a quella di acquisizione del segnale della fotocellula; permette di fissare gli angoli per una definita posizione e di eseguire la misura completa secondo il sistema C-Gamma e V-H o per superfici coniche.

### Specchio

Lo specchio ha caratteristiche ottiche elevate ed è alluminizzato nella parte posteriore del vetro per consentire facili pulizie. E' consigliabile, infatti, effettuare di frequente le operazioni di pulizia per mantenere intatte le capacità riflettenti dello stesso.

Lo specchio è montato su di un supporto rigido in alluminio a nido d'ape in grado di evitare distorsioni dello stesso.

### Caratteristiche

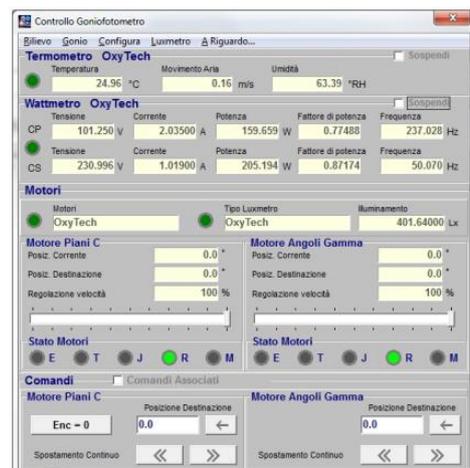
▶ Divergenza	contenuta entro 0,5°
▶ Riflessione Globale	uniforme e contenuta entro 0,5 %
▶ Riflessione Spettrale	uniforme e contenuta entro 0,5 %

### Software - LITESTAR 4D Gonwin

La macchina è fornita con software di gestione **LITESTAR 4D Gonwin** in ambiente MS Windows® 10 che permette di:



- ▶ effettuare una misura completa secondo:
  - gli standard (Raccomandazioni CIE, Norma EN 13032, Norma LM79)
  - matrici liberamente impostate dall'utente



- ▶ salvare i valori rilevati in matrici in formato GF (formato goniometro) poi convertibili nei formati Eulumdat, IES, Cibse TM14, LTLI e OXL OxyTech con LITESTAR 4D Photoview.
- ▶ effettuare rilievi puntuali definibili dall'operatore
- ▶ definire il tipo di misura fra continua o con arresto in ogni posizione di misura

## T5+ - Goniometro a Rotazione dello Specchio

- ▶ regolare l'inizio automatico del rilievo mediante valutazione dell'andata a regime della lampada
- ▶ regolare la durata delle soste fra un piano e l'altro
- ▶ regolare la velocità di rotazione attorno agli assi durante il rilievo
- ▶ rilevare e salvare in file Excel:
  - i parametri elettrici prima e dopo gli alimentatori (modulo opzionale)
  - i parametri di temperatura, umidità e velocità dell'aria (modulo opzionale)
- ▶ gestire tutte le funzioni di controllo e acquisizione dei valori misurati e calcolati
- ▶ valutare la stabilità del flusso lampada durante il rilievo con arresto immediato dello stesso in caso di differenze superiori a un delta predefinito
- ▶ valutare la stabilità dei parametri elettrici durante il rilievo con arresto immediato dello stesso in caso di differenze superiori a un delta predefinito
- ▶ valutare il decadimento del flusso per apparecchi d'emergenza secondo EN 1838 (opzionale)
- ▶ visualizzare il grafico di stabilità dei parametri elettrici durante tutta la misura
- ▶ visualizzare il diagramma polare del piano in esame durante tutta la misura
- ▶ spegnere in automatico la lampada e la macchina al termine del rilievo (funzione utile nel caso di rilievi di lunga durata effettuabili anche di notte) (opzionale)
- ▶ rilevare le temperature di apparecchi e lampade mediante sistema di termocoppie (opzionale).

Il software funziona su PC in ambiente MS Windows® 10 ed è disponibile in 25 lingue.

### Elementi Accessori Opzionali

Sono disponibili i seguenti elementi accessori opzionali:

- ▶ Lampada calibrata standard per la calibrazione del goniometro incluso portalampana (tecnica a 4 fili), alimentatore in CC e certificato
- ▶ Generatore d'onda (power source)
- ▶ Multimetro a 1, 2 o 3 canali di alta precisione
- ▶ Staffe speciali per il fissaggio degli apparecchi e delle lampade.

### Software - LITESTAR 4D Photoview

L'elaborazione e la visualizzazione tabellare e grafica dei risultati del rilievo è effettuata col modulo **LITESTAR 4D Photoview Plus** che permette di:



- ▶ importare i dati del rilievo salvandoli in file definiti dall'operatore
- ▶ convertire un rilievo C-γ in V-H e viceversa
- ▶ importare ed esportare i rilievi nei formati standard Eulumdat, IES (86, 91 e 95), TM14, LTLI e OXL
- ▶ elaborare i grafici:

- polare, cartesiano e dell'apertura del fascio



- dell'abbagliamento
- delle curve isolux e isocandela
- del rendimento per apparecchi di interni e stradali
- della classificazione fotometrica di apparecchi stradali secondo lo standard IES TM-15
- del decadimento in emergenza
- ▶ elaborare le tabelle:
  - dei fattori di utilizzazione e delle utilanze
  - dei valori di UGR e di luminanza
  - delle classificazioni internazionali.

Il software funziona su PC in ambiente MS Windows® 10 ed è disponibile in 25 lingue.

### Computer

Il computer fornito con la macchina ha le seguenti caratteristiche minime:

- ▶ PC 1 Gb di RAM o superiore e 2 Gb di disco fisso
- ▶ 2 interfacce USB e 1 interfaccia LAN
- ▶ monitor a colori
- ▶ Sistema operativo MS Windows® 10

# T5+ - Goniometro a Rotazione dello Specchio

## Dimensioni e Caratteristiche del Locale

### Dimensioni

Le dimensioni del locale in cui installare il goniometro dipendono dal tipo di apparecchio da rilevare.

La distanza fra fotocellula e centro luminoso dell'apparecchio viene determinata in base a quanto prescritto, a esempio, nella norma EN 13201-4:2015 paragrafo 4.5.4.1.

**Esempio:** apparecchio per lampade fluorescenti lineari da 58W - dimensione area luminosa circa mm 1500 da cui consegue che la distanza non deve essere inferiore a 7.5 m (in questo caso si può applicare la regola di 5 volte la dimensione maggiore dell'area luminosa).

E' in genere utile considerare una distanza non inferiore ai 5 m anche con apparecchi di ridotte dimensioni.

E' anche importante considerare il tipo di fascio emesso dall'apparecchio e la potenza della lampada; infatti, nel caso questo sia molto concentrante e la lampada sia di potenza superiore ai 400W, è utile considerare una distanza fotocellula/centro luminoso dell'apparecchio pari a circa 15/20 m.

La lunghezza minima consigliata del locale risulta quindi essere pari a 7.5 m (fotocellula - centro dello specchio) + 3 m (centro dello specchio - parete di fondo) = 10.5 m:

- ▶ lunghezza > 7 m
- ▶ larghezza 6.5 m
- ▶ altezza 7.2 m

Le dimensioni sono inferiori per le macchine con specchio da 1 m o da 1.6 m.

### Caratteristiche

**Colore pareti** - Le pareti del locale vanno verniciate di colore nero opaco mentre è vivamente consigliabile che le pareti attorno alla macchina siano ricoperte di materiale adesivo del tipo DC-Fix vellutino nero

**Sistema di climatizzazione** - Il locale deve essere dotato di un sistema di climatizzazione in grado di mantenere la temperatura della zona attorno all'apparecchio da misurare al valore di 25°C +/- 1°C

### Nota Bene

- ▶ L'installazione della macchina è a cura di tecnici OxyTech.
- ▶ La OxyTech si riserva il diritto di apportare modifiche migliorative alla macchina in qualsiasi momento e senza obbligo di comunicazione.

# T5+