



cronos80

LED SOTTOPENSILE

18 April 2013

Quest'articolo nasce dall'esigenza di voler illuminare in maniera "moderna" il piano di lavoro della cucina senza utilizzare troppa potenza. La risposta è semplice usare una led strip, si ma quale prendere?

Su ebay ce ne sono a migliaia a prezzi diversi e con caratteristiche diverse, qual è quella che fa al caso mio?

Vediamo come calcolarlo...

Lumen, Lux, Candele

Per prima cosa vediamo quali sono le grandezze in gioco:

Intensità luminosa (I_v): è la grandezza che esprime quanto flusso luminoso viene proiettato in una data direzione. Si misura in candele (cd).

Definizione (Wikipedia): L'intensità luminosa è il flusso luminoso (misurato in lumen) emesso da una sorgente puntiforme in una determinata direzione nell'angolo solido unitario.

Flusso luminoso (F): è la grandezza che misura quanto viene percepita la luce. Si misura in lumen (lm).

Definizione (Wikipedia): In fotometria il flusso luminoso o potenza luminosa è una grandezza fotometrica che misura la potenza percepita della luce.

Un lumen è definito come il flusso luminoso di luce prodotta da una sorgente luminosa che emette una candela di intensità luminosa su di un angolo solido di uno steradiano.

Indicando con Ω l'angolo solido sotteso alla superficie illuminata, abbiamo:

$$F = I_v \cdot \Omega$$

Illuminamento (E): è la grandezza che ci dice quanta parte del flusso luminoso viene intercettata da una superficie. Si misura in lux (lx).

Definizione (Wikipedia): L'illuminamento è una grandezza fotometrica risultato del rapporto tra il flusso luminoso (misurato in lumen) emesso da una sorgente

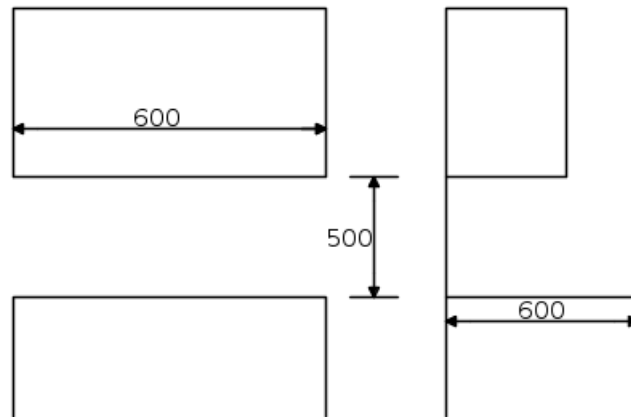
e la superficie dell'oggetto illuminato (S_n), ortogonale alla direzione della luce incidente - è quindi riferita all'oggetto illuminato e non alla sorgente.

$$E = \frac{F}{S_n}$$

Nota: la candela è l'unità base mentre tutte le altre sono derivate.

Il problema

Vogliamo illuminare un piano di lavoro di 60cm x 60cm a partire da una striscia di led posta sotto un pensile a 50cm di distanza dal piano.



Schema

Secondo la norma EN-12464 per un piano di lavoro da ufficio servono dai 300 ai 500 lx, quindi:

$$E_r = 300 \text{ lx}$$

Le caratteristiche dei led

In [6] e [7] ci sono i link ai datasheet dei due led SMD5050 e SMD3528 white, facciamo un riassunto di quello che ci servirà ponendoci nelle ipotesi peggiori:

Tipo di led	SMD 5050 White	SMD 3528 White
Potenza dissipata (PD)	450 mW	150 mW
Corrente di lavoro (If)	60 mA	20 mA
Tensione di lavoro (Vf)	3.2 V	3.2 V
Intensità luminosa (Iv)	5000 mcd	4000 mcd

50% Power angle

120°

120°

Quanti led occorrono?

A questo punto c'è bisogno di calcolare l'illuminamento della superficie, poiché la normativa fa riferimento ai lux necessari per avere una buona illuminazione. Per fare ciò bisogna immaginare la luce emessa dal led come un cono di apertura β che proietta la luce fino ad una superficie a distanza r , con un angolo di incidenza α . Si suppone in questo caso che la superficie sia perfettamente perpendicolare alla direzione di irraggiamento principale del led, quindi $\alpha=90^\circ$.

Per definire β si ipotizza di voler considerare il cono che delimita un flusso luminoso di almeno il 90% del nominale. Dal datasheet vediamo che questo angolo è circa 40° (da $+20^\circ$ a -20°).

Scriviamo un po' di formule, seguendo le convenzioni di cui sopra, dalla definizione di illuminamento e flusso luminoso avremo:

$$E = \frac{F}{S_n}$$

$$F = I_v \cdot \Omega$$

Dalla definizione di angolo solido abbiamo invece:

$$\Omega = \frac{S_n}{r^2}$$

dove r è la distanza normale tra la sorgente luminosa e la superficie illuminata.

La superficie normale alla direzione della luce incidente è:

$$S_n = S \cdot \cos \alpha$$

Sostituendo avremo:

$$F = \frac{I_v \cdot S \cdot \cos \alpha}{r^2}$$

$$E = \frac{I_v \cdot \cos \alpha}{r^2}$$

Nel nostro caso, con le ipotesi fatte, $r = 500 \text{ mm}$

Quindi, eseguendo i calcoli e tenendo presente che le unità SI sono cd e m, per ogni led avremo:

Tipo di led

SMD 5050 White SMD 3528 White

Illuminamento per ogni led (E_l) 20 lx 16 lx

A questo punto dividendo l'illuminamento richiesto dalla norma per l'illuminamento dato dal singolo led avremo il numero di led necessari per illuminare adeguatamente il piano di lavoro.

$$n = \frac{E_r}{E_l}$$

Considerando che le strip led sono in genere tagliabili ogni 3 led si ha:

Tipo di led	SMD 5050 White	SMD 3528 White
Numero di led min	15	19
Numero di led consigliato	15	21
Illuminamento ottenuto	300 lx	336 lx
Potenza massima dissipata dai led	8100 mW	3150 mW
Resistenza necessaria ogni 3 led	40 Ω	120 Ω
Potenza dissipata dalle resistenze	12000 mW	16800 mW
Potenza totale necessaria	20,1 W	19,95 W

Considerazioni

Abbiamo calcolato quanti led sono necessari per avere una buona illuminazione nella tipica cucina italiana, tuttavia vanno ancora considerati diversi punti:

Innanzitutto va verificata la disposizione dei led per essere sicuri di non avere zone d'ombra, e questo va considerato caso per caso, in funzione della geometria in gioco e soprattutto della distanza tra il singolo led. Nelle condizioni proposte non ci dovrebbero essere grossi problemi.

Un'altra cosa da tenere in conto è che la potenza riportata è una potenza massima, nel senso che in funzione della corrente con cui si pilotano i led cambia la potenza assorbita, quindi va bene per il calcolo dell'alimentazione, ma è superiore a quella necessaria per il funzionamento.

Infine, i calcoli sono stati fatti considerando condizioni peggiorative, quindi, c'è una buona probabilità che l'illuminazione ottenuta sia superiore a quella strettamente necessaria.

Riferimenti

[1] http://it.wikipedia.org/wiki/Flusso_luminoso

[2] <http://it.wikipedia.org/wiki/Illuminamento>

[3] http://it.wikipedia.org/wiki/Intensit%C3%A0_luminosa

[4] http://it.wikipedia.org/wiki/Angolo_solido

[5] <http://it.wikipedia.org/wiki/Steradiante>

[6] <http://www.wayjun.com/Datasheet/Led/5050%20SMD%20LED.pdf>

[7] <http://www.wayjun.com/Datasheet/Led/3528%20SMD%20LED.pdf>

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Cronos80:led-sottopensile-smd-5050-o-smd-3528>"