

# Guida Rapida: Dimmeraggio delle Lampade



## Obiettivo di questa guida

Lo scopo che si prefigge questa guida è quello di aiutare i progettisti nello sviluppo di impianti di illuminazione *dimmerabili*, totalmente controllabili dal proprio impianto di domotica / automazione.

**nota** > La parola “dimmerabile” deriva dall’inglese “Dimmer”, un dispositivo elettronico che permette di regolare la potenza assorbita dal carico secondo le proprie esigenze. Quando il carico è rappresentato da lampade, può essere chiamato *Varialuce*.

## luce dimmerabile: risparmio energetico e comfort

Perché optare per una soluzione dimmerabile?

- Spesso in una stanza non desideriamo avere un’illuminazione completa: pensiamo ad esempio al salotto di casa, mentre guardiamo la TV, oppure ad una sala conferenze durante una presentazione. Dimmerare la luce significa avere sempre l’illuminazione desiderata
- Abbassare la luminosità di una stanza permette di risparmiare energia ed allungare la vita delle lampade (temperatura delle lampade più bassa -> maggiore vita)
- Possibilità di dimmeraggio automatico: in alcuni ambienti, pensiamo ad esempio al grande stabilimento o agli uffici “open-space”, desideriamo mantenere una luminosità costante durante tutto l’arco della giornata. Abbinando un sensore di luminosità, come Ai net BRIGHT-00D, a delle luci dimmerabili, potremo mantenere una luminosità fissa all’interno dell’edificio (ad esempio 300 lux). Se la luce che arriva dall’esterno (finestre, lucernai, ecc...) non è sufficiente a generare 300 lux, cominceranno gradualmente ad accendersi le luci: prima al 5%, poi al 10%... fino ad arrivare alla luminosità desiderata, in questo caso 300 lux. Il risparmio energetico ottenuto è davvero consistente.

## lampade LED, alogene, fluorescenti!?

In commercio troviamo una gran quantità di lampade diverse, e scegliere la soluzione più flessibile ed eco-compatibile non è poi così scontato. Tralasciamo volontariamente la trattazione delle lampade a scarica, indirizzate su ambiti specifici e dimmerabili solamente con ballast particolarmente costosi.

- ✓ Innanzitutto occorre capire quali sono le caratteristiche che distinguono una lampada dall’altra!

## Caratteristiche principali di una lampada

### dati elettrici: potenza, corrente, tensione

Il dato elettrico più importante di una lampada è la Potenza. Se sono necessari dispositivi aggiuntivi (es. alimentatore, driver, ballast) occorre considerare pure il consumo di questi. E' importante, soprattutto in bassissima tensione (12/24V), calcolare la corrente che passa sui cavi di alimentazione della lampada. Ad esempio, alimentare un faretto alogeno da 50W 12V, richiede oltre 4A. Su una linea di alimentazione da 1,5mmq (massimo 10A) non sarà possibile installare più di 2 faretti. La tecnologia LED, dotata di una maggiore efficienza, permette di ottenere la stessa luminosità con un faretto di soli 7W 12V, che richiede circa 0,6A; ne consegue che su una linea da 1,5mmq sarà possibile installare fino a 15 faretti. Ovviamente è buona norma tenere un certo margine, ma l'esempio appena discusso evidenzia come la tecnologia LED renda l'utilizzo della tensione 12/24V molto più appetibile.

- ✓ Un dato spesso riportato sulla lampada è la Potenza equivalente: nel caso appena discusso, la lampada LED da 7W avrà una potenza equivalente di 50W (ossia la potenza della lampada con tecnologia classica che sostituisce)

### attacco / form factor

Negli anni sono stati creati moltissimi form factor per soddisfare le più disparate esigenze di illuminazione. I più comuni sono certamente i form factor A55/A60 e P45 utilizzati dalle comuni lampade ad incandescenza (dotati di attacco a vite E27 ed E14). Altri form factor popolari sono gli MR11 ed MR16 (attacco GU4 e GU5.3), utilizzati dai faretti in bassissima tensione, l'attacco GU10, utilizzato dai faretti in tensione di rete, il form factor AR111 (attacco G53), utilizzato dai riflettori alogeni a bassissima tensione, inoltre non possiamo dimenticare il form factor TL-D (attacco G13), utilizzato dai comuni tubi fluorescenti T8 da 58W.

- ✓ Prima dell'arrivo della tecnologia LED, la soluzione *consumer* più efficiente era certamente la tecnologia fluorescente, e negli anni sono stati creati una quantità davvero enorme di form factor pensati solamente per l'utilizzo di tale tecnologia, qui non elencati.

### durata nominale [ore]

La durata nominale permette di avere una stima del tempo di vita della lampada. Tipicamente le lampade durano di meno a temperature elevate, e il dimmeraggio permette di allungarne la vita proprio grazie all'abbassamento della temperatura di funzionamento. Sono sempre preferibili lampadari che garantiscono il corretto afflusso di aria nei componenti più caldi. Le lampade con vita maggiore sono tipicamente le sorgenti LED.

## tempo di accensione / resa iniziale / numero cicli on/off

Alcuni tipi di lampade, fluorescenti in primis, richiedono qualche istante per l'accensione ed un ulteriore tempo di riscaldamento prima di arrivare alla massima resa. Nelle caratteristiche tecniche spesso troviamo pure il numero massimo di cicli di accensione caratteristici della lampada. Questi dati sono da considerare specialmente quando la zona da illuminare è una zona di passaggio, come un corridoio, e la lampada viene accesa frequentemente e per brevi periodi di tempo.

## temperatura colore [kelvin]

La temperatura colore di una sorgente caratterizza la tonalità di luce emessa. Valori alti identificano le tonalità fredde, mentre valori bassi tonalità calde. La luce delle lampade ad incandescenza, caratterizzata da tonalità calde, ha temperatura colore compresa tra 2800...2900K e viene presa come riferimento. Valori di 4000K, più freddi, caratterizzano alcune lampade fluorescenti ed alcune lampade LED. Valori tipici sono:

- 2700K, anche indicata come 827 (la prima cifra, 8, indica il CRI) oppure WW (warm white, ossia bianco caldo). E' la temperatura colore più rilassante e che più si avvicina alla temperatura colore delle lampade ad incandescenza
- 3000K, anche indicata come 830 (la prima cifra, 8, indica il CRI) oppure WH (white). E' la temperatura colore tipica delle lampade alogene; rappresenta un ottimo compromesso tra efficienza e qualità della luce
- 4000K, anche indicata come 840 (la prima cifra, 8, indica il CRI) oppure CW (cold white, ossia bianco freddo)
- 6500K, anche indicata come 865 (la prima cifra, 8, indica il CRI) oppure CDL (cool daylight). Tonalità molto fredda utilizzata solo in particolari situazioni



**nota** > Le lampade ad incandescenza hanno la caratteristica di spostare la temperatura colore su tonalità più calde durante il dimmeraggio. Questa gradevole caratteristica viene emulata pure da alcune lampade LED, pensiamo ad esempio alla serie di lampade *Philips DimTone*.



## CRI – indice resa cromatica [%]

L'indice di resa cromatica è una misura di quanto appaiono *naturali* i colori degli oggetti illuminati dalla sorgente. Sorgenti con valori CRI bassi rendono l'illuminazione degli oggetti innaturale, pensiamo ad esempio agli oggetti illuminati da lampade sodio bassa pressione (CRI < 20). Valori CRI pari a 100, ossia il massimo, sono ottenibili da lampade ad incandescenza ed alogene. Sono considerati buoni valori di CRI > 80.

## apertura fascio luminoso [gradi sessagesimali]

Lampade direzionali (pensiamo ad esempio ai faretti) permettono di creare piacevoli giochi di luce all'interno degli ambienti, dando maggiore importanza ad alcuni dettagli. Basse aperture del fascio luminoso permettono inoltre di illuminare oggetti lontani dalla sorgente.

## flusso luminoso [lumen] / intensità luminosa [candela] / efficienza luminosa [lumen/watt]

Il flusso luminoso è una misura della quantità di luce visibile emessa dalla sorgente in un secondo (in tutte le direzioni). L'intensità luminosa rappresenta il flusso luminoso emesso all'interno di un angolo solido di uno steradiante nella direzione di massimo irraggiamento, verranno dunque "premiare" le sorgenti luminose direzionali; ne consegue che non si può utilizzare l'intensità luminosa per confrontare lampade con diversa apertura del fascio luminoso.

L'efficienza luminosa rappresenta il rapporto tra Flusso luminoso e Potenza assorbita dalla lampada. Maggiore è questo rapporto, migliore è l'efficienza della lampada. Il massimo valore raggiungibile, ottenuto da una sorgente che emette luce monocromatica verde @ 555 nm (ossia la frequenza alla quale l'occhio umano è maggiormente sensibile) è di 683 lumen per ogni watt consumato.

Valori tipici di efficienza luminosa (lumen/watt) sono:

- 10...15 per lampade ad incandescenza
- 15...25 per lampade alogene ed alogene eco
- 40...100 per lampade fluorescenti; le più efficienti sono le lampade lineari
- 40...100 ed oltre per lampade LED

**nota** > In Europa l'etichetta di efficienza energetica (Energy Efficiency Label, EEL) permette al consumatore di individuare le lampade più efficienti.



dettaglio dell'etichetta EEL

## Tecnologia lampade

### lampade alogene / alogene eco

Le lampade alogene derivano direttamente dalle classiche lampade ad incandescenza, bandite in Europa a causa della loro inefficienza energetica. Le lampade alogene hanno una temperatura colore leggermente più fredda (3000K circa), una durata almeno doppia (> 2000 ore) ed hanno gli stessi pregi delle lampade ad incandescenza, tra cui CRI pari a 100, facile dimmerabilità ed accensione istantanea. Esistono in commercio lampade sia a tensione di rete (230 VAC), che in bassissima tensione (12 V).

- ✓ Una particolare categoria di lampade alogene sono le alogene “eco”, dotate di un trattamento IRC (infrared reflecting coating) che permette di aumentare efficienza energetica e durata di queste lampade. Le alogene “eco” sono in classe di efficienza energetica ‘B’ ed hanno durata nominale fino a 6000 ore. Queste lampade permettono di avere una luce di altissima qualità (CRI = 100) facilmente dimmerabile ad un costo interessante.



Philips MASTERLine ES (MR16)

Esempi di lampade alogene eco sono la serie *Philips MASTERLine ES* e la serie *Osram Decostar 51 ECO*; queste 2 serie di faretto MR16 (attacco GU5.3) a 12V permettono di ottenere un buon risparmio energetico senza compromettere la qualità della luce emessa. Nello specifico:

- il modello 14W sostituisce un faretto alogeno tradizionale da 20W
- il modello 20W sostituisce un faretto alogeno tradizionale da 35W
- il modello 30W sostituisce un faretto alogeno tradizionale da 50W

## lampade fluorescenti

Per svariati decenni le lampade fluorescenti (volgarmente chiamate *neon* o semplicemente “a risparmio energetico”) hanno rappresentato la tecnologia di lampade ad efficienza più elevata nel mercato *consumer*. Questo spiega l’enorme numero di form factor sviluppati appositamente.

A differenza di una lampada alogena (o ad incandescenza) un tubo fluorescente non può essere alimentato direttamente in tensione. Sono infatti richiesti 2 dispositivi:

- Starter, che ha il compito di riscaldare gli elettrodi all’accensione della lampada
- Ballast (o reattore), che ha il compito di limitare la corrente a lampada riscaldata



GE 2D Watt-Miser

## lampade fluorescenti non integrate

Le lampade fluorescenti non integrate necessitano di un ballast esterno. Questa categoria si suddivide ulteriormente in lampade a 4 pin, ossia che necessitano pure di starter esterno e lampade a 2 pin, ossia che integrano lo starter. Le fluorescenti lineari (come le TL-D 58W) rientrano nella categoria 4 pin.

L’utilizzo di ballast elettronici (classe efficienza energetica A1 o A2), permette di ottenere un notevole risparmio energetico rispetto all’utilizzo di convenzionali ballast magnetici (classi B1 o B2); la diminuzione dei consumi è resa possibile grazie al pilotaggio ad alte frequenze (ordine della decina di kHz).

- ✓ Solamente le lampade a 4 pin risultano dimmerabili, quando abbinata ad un ballast elettronico con supporto al dimmeraggio (classe A1).

## lampade fluorescenti integrate

Le lampade fluorescenti integrate integrano starter e ballast elettronico e possono essere alimentate direttamente in tensione 230 VAC. Si trovano generalmente con attacco E27 ed E14 (a vite). Solamente alcune versioni, piuttosto costose, sono dimmerabili.

## tecnologia fluorescente: alta efficienza, ma...

I pregi della tecnologia fluorescente sono la notevole efficienza energetica (specialmente in abbinamento a ballast elettronici), la buona resa cromatica (CRI > 90 in alcune soluzioni) e la buona durata. Le lampade fluorescenti con maggiore efficienza e durata sono le versioni lineari.

I difetti di questa tecnologia sono:

- impossibilità di creare lampade con piccoli form factor
- inquinamento causato dal mercurio contenuto nel tubo stesso
- poco adatte all'utilizzo in zone di passaggio, dove la lampada viene accesa frequentemente e per brevi periodi di tempo, sia perché la resa iniziale è bassa, sia perché questo tipo di utilizzo riduce drasticamente la durata della lampada.

I difetti di questa tecnologia risultano essere i punti di forza della tecnologia LED, che gradualmente sta prendendo il posto di quella fluorescente in un sempre maggior numero di applicazioni.



## lampade LED: il futuro

L'avvento della tecnologia LED è storia recente, ed ha permesso l'entrata in campo di moltissime nuove aziende nel settore lighting, storicamente dominato da nomi del calibro di *Philips*, *Osram*, *General Electric (GE)* e *Havells-Sylvania*. L'entrata in campo di nuovi giocatori in questo settore ha avuto il risvolto negativo di portare nel mercato soluzioni LED non sempre all'altezza delle aspettative, occorre dunque distinguere attentamente una soluzione dall'altra.



Philips MASTER LEDspot LV (MR16)

## LED: alta efficienza, lunga vita, flessibilità

I maggiori punti di forza della tecnologia LED sono senza dubbio l'alta efficienza energetica (diverse lampade rispettano la classe di efficienza energetica A++) e la lunga vita (30000 ore ed oltre), ma questo non basta a spiegare il crescente successo di questa tecnologia, infatti diverse lampade fluorescenti hanno efficienza energetica e durata paragonabili a sorgenti LED.

Ciò che rende la tecnologia LED così appetibile è la facilità di sviluppare lampade con i form factor più disparati, dalle piccole capsule con attacco G4, alle strisce LED, ai faretto MR11/MR16, senza dimenticare le lampade retro-fit con attacco E27/E14 ed arrivando fino a soluzioni per l'illuminazione stradale; questa enorme flessibilità è sconosciuta alla collaudata tecnologia fluorescente.

Altri pregi della tecnologia LED sono la ottima resa iniziale (la lampada non richiede tempo per il riscaldamento) e un numero di cicli di accensione teoricamente infinito; queste caratteristiche la rendono ideale pure in zone di passaggio, dove la lampada viene accesa frequentemente e per brevi periodi di tempo. Le lampade LED sono disponibili sia con alimentazione a tensione di rete 230 VAC, sia a bassissima tensione (12/24V).

## LED: non sono tutti uguali

Come accennato all'inizio del paragrafo l'entrata in campo di moltissime aziende nel campo LED lighting ha portato nel mercato soluzioni di qualità molto diverse. Un primo parametro per giudicare un prodotto è la completezza delle informazioni date dal produttore. Diffidate dai prodotti che non indicano le caratteristiche che abbiamo descritto in precedenza (temperatura colore, CRI, flusso luminoso, durata nominale, classe di efficienza energetica, dimmerabilità...). Un dato importante che permette di capire la qualità della lampada è l'indice CRI. Evitate l'acquisto di lampade con  $CRI < 80$ , che per norma non possono essere installate in uffici. Un altro parametro fondamentale di comparazione è la resa energetica. Per fare confronti equi occorre confrontare lampade complete di ottica, considerando pure l'eventuale consumo dei dispositivi che occorrono per l'alimentazione (alimentatori e driver).

- ✓ Le lampade LED vengono offerte tipicamente con temperatura colore di 2700K, 3000K e 4000K. La temperatura colore più fredda (4000K) è quella con miglior resa energetica; la versione 3000K risulta essere invece il miglior compromesso tra resa energetica e qualità della luce.

## alimentazione in corrente o in tensione?

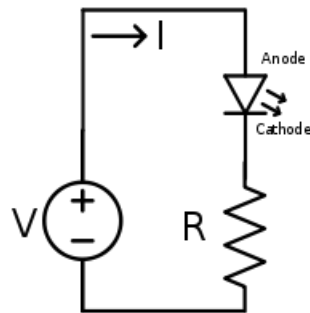
L'enorme flessibilità data dalla tecnologia LED ha portato sul mercato lampade con requisiti di alimentazione differenti. Per scegliere il corretto sistema di dimmeraggio occorre entrare nel dettaglio.



comuni LED di segnalazione

## LED: light emitting diode

Il LED è un dispositivo elettronico a semiconduttore capace di emettere fotoni (ossia luce) quando è attraversato da corrente. All'aumentare della corrente aumenta l'emissione di luce, perciò possiamo affermare che il LED è pilotato in corrente. Quando il LED entra in conduzione ha resistenza praticamente nulla e caduta di tensione di circa 1 V. Il modo più semplice per limitare la corrente che passa attraverso il LED, è quello di inserirvi una resistenza in serie.



Variando la resistenza, sarà possibile variare la corrente che passa attraverso il LED e di conseguenza la luce emessa. Queste considerazioni valgono sia per i LED di segnalazione, sia per quelli di potenza, che equipaggiano le lampade con tecnologia LED.

## categorie di lampade LED in commercio

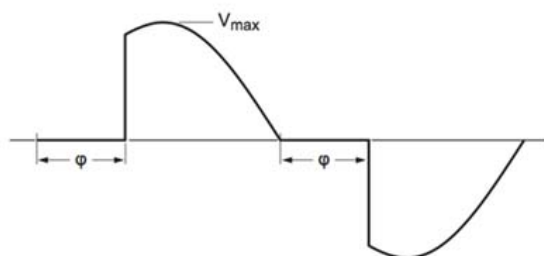
- **Lampade LED senza driver integrato:** questa tipologia di lampade è costituita da uno o più LED montati su un circuito stampato (PCB), senza alcun dispositivo per regolare la corrente. Questa tipologia, anche chiamata “direct drive” richiede l'utilizzo di un driver per LED esterno che ha il compito di regolare la corrente che passa attraverso la lampada. Il driver per LED non è altro che un alimentatore a corrente costante, valori tipici di corrente sono 350, 700 o 1050 mA. Tutte le lampade andranno collegate in serie tra loro. Questa tipologia di lampade è quella con miglior resa ma anche minor vita, viene principalmente utilizzata su prodotti customizzati. E' possibile dimmerare la luce utilizzando driver LED adatti.
- **Lampade LED con driver integrato, alimentazione a tensione di rete 230 VAC:** queste lampade, sviluppate generalmente con attacchi retro-fit (tipicamente E27, E14 e GU10) integrano il driver e possono essere utilizzate senza alcun accorgimento al posto delle sorgenti luminose tradizionali. Alcune lampade appartenenti a questa categoria risultano dimmerabili con dimmer a taglio di fase.
- **Lampade LED con driver integrato, alimentazione a bassissima tensione (12/24V):** questa tipologia di lampade, in genere disponibile nei form factor MR11 ed MR16 (attacco GU4 oppure GU5.3) ed AR111 (attacco G53), ma anche molto utilizzata su prodotti customizzati, è quella che meglio si presta al dimmeraggio, anche grazie alla possibilità di alimentazione sia in corrente alternata, che continua.

## Come dimmerare?

Dopo aver introdotto le principali tecnologie utilizzate dalle lampade in commercio, possiamo iniziare la trattazione del dimmeraggio delle lampade.

### dimmeraggio a taglio di fase

Il più vecchio sistema per il dimmeraggio delle luci è il dimmeraggio a taglio di fase; a seconda della porzione di onda che viene tagliata questi dimmer si suddividono in dimmer a taglio di fase ascendente e discendente (leading/trailing edge). Questo tipo di dimmeraggio viene utilizzato esclusivamente per lampade alimentate in corrente alternata.



taglio di fase ascendente: notare la parte di sinusoide tagliata

Variando la percentuale di sinusoide tagliata è possibile variare la potenza trasferita al carico e dunque la luminosità. Questo tipo di dimmeraggio, sviluppato per lampade ad incandescenza ed alogene, è compatibile solo con alcuni tipi di lampade LED e fluorescenti.

### dimmeraggio LED

La tecnologia LED ha introdotto due nuovi metodi per gestire il dimmeraggio delle lampade, entrambi disponibili operando in corrente continua (DC).

### dimmeraggio analogico

Il dimmeraggio analogico, utilizzato principalmente per lampade LED alimentate in corrente costante (senza driver integrato), permette di variare la luce variando la tensione di alimentazione della lampada (e di conseguenza la corrente che la attraversa). Questo sistema ha il difetto di variare la temperatura colore delle lampade durante il dimmeraggio, comportamento riscontrabile specialmente sui modelli più vecchi.

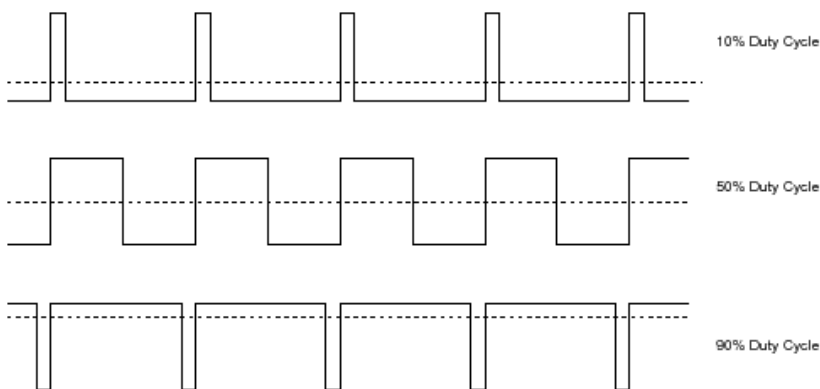
## dimmeraggio PWM

Il dimmeraggio PWM è senza dubbio il miglior metodo per il dimmeraggio dei LED. Il segnale PWM che pilota le lampade è rappresentato da un'onda quadra con frequenza costante e duty cycle variabile. L'onda quadra è un segnale digitale ed ha solamente 2 valori possibili: '0' ed '1'; quando il valore è '0', la lampada sarà spenta, quando il valore è '1', la lampada sarà accesa.

- ✓ Il rapporto tra il tempo in cui l'onda vale '1' ed il tempo in cui vale '0' si chiama duty cycle e viene espresso in %.
- ✓ Frequenze tipiche per il pilotaggio PWM delle lampade sono valori compresi tra 120 Hz e 300 Hz.

Supponiamo di voler dimmerare con PWM @ 200 Hz una lampada LED da 10W.

Per pilotare la lampada al 10% (consumo 1W) occorrerà un duty cycle del 10%, per pilotarla al 50% (consumo 5W), occorrerà un duty cycle del 50% e così via... semplice vero?



segnale PWM con diversi duty cycle: notare il valore medio (linea tratteggiata)

- ✓ L'occhio umano, che non percepisce frequenze oltre 30 Hz, non si rende conto che la lampada viene accesa e spenta 200 volte in un secondo (200 Hz) ma percepisce la luminosità media (linea tratteggiata nel disegno)

I pregi del dimmeraggio PWM sono l'altissima efficienza energetica (la più elevata fra tutti i metodi di dimmeraggio), l'enorme precisione, il mantenimento della temperatura colore durante il dimmeraggio e la possibilità di lavorare a frequenze più alte della tensione di rete.

Qual è il difetto? Non tutte le lampade possono essere dimmerate con PWM!



## dimmeraggio PWM: compatibilità

Lampade compatibili con il dimmeraggio PWM sono:

- Lampade alogene ed alogene “eco” alimentate a bassissima tensione (12/24V), come i faretti MR16/MR11 (attacchi GU5.3 e GU4), i riflettori alogeni AR111 (attacco G53) e le capsule alogene (attacchi GY6.35 e G4)
- Lampade LED con driver integrato, alimentazione a bassissima tensione (12/24V), come i faretti MR16/MR11 (attacchi GU5.3 e GU4), i riflettori alogeni AR111 (attacco G53) e molte soluzioni customizzate; in genere le lampade di questo tipo che supportano il dimmeraggio a taglio di fase supportano pure il dimmeraggio PWM

**nota** › L'efficiente tecnica del dimmeraggio PWM non è compatibile con lampade alimentate a tensione di rete (230 VAC)

## Dimmeraggio luci dall'impianto di domotica

Grazie alla tecnologia Ai net, dimmerare le lampade dal proprio impianto di domotica non è mai stato così semplice. Ai net per il controllo del dimmeraggio ha deciso di utilizzare il bus RS-485, con protocollo Modbus.

### modbus: un bus per tutto!

Altri sistemi di controllo digitale sono il protocollo *DMX* (sempre su bus RS-485) ed il protocollo *Dali*. Tuttavia questi protocolli sono utilizzabili esclusivamente per il dimmeraggio luci (richiedono quindi la stesura di cavi dedicati), mentre Modbus può essere utilizzato pure per la comunicazione con altri dispositivi (termostati, PLC, ecc...), diminuendo in modo sostanziale la complessità dell'impianto ed aiutando ad abbattere i costi di installazione.

- ✓ Un ulteriore approccio utilizzato per il controllo del dimmeraggio è l'interfaccia 0/10V oppure 1/10V; è possibile gestire questa interfaccia dalla domotica Ai net in modo semplice, descriveremo in seguito i dettagli.

Ai net Slave 4IO PE (PE sta per *PWM Edition*) permette di controllare il dimmeraggio di 2 punti luce indipendenti attraverso il bus RS-485 (protocollo Modbus). Su ogni bus RS-485 è possibile inserire fino a 96 schede, per un totale di 192 punti luce dimmerabili.



Ai net Slave 4IO PE

- Ai net Slave 4IO PE può essere considerata a tutti gli effetti un Dimmer controllabile da bus RS-485, ma ricordiamo che è possibile utilizzare la stessa scheda pure per il controllo di temperatura, umidità, luminosità ecc.. esattamente come avviene per la versione *standard* di Slave 4IO. Rimandiamo al manuale di Ai net Slave 4IO / PE per i dettagli.

## intelligenza distribuita + intelligenza centralizzata

Ai net Slave 4IO PE, grazie alle sue funzionalità di *Intelligenza Distribuita* permette di controllare il dimmeraggio delle luci tramite un pulsante collegato direttamente alla scheda, senza bisogno di PLC o PC, come fosse un comune Dimmer. Questa funzionalità non preclude il controllo dal Touch Panel o PC dell'impianto di domotica.

## regolazione a luminosità costante – 'brightness follower'

Ai net Slave 4IO PE è dotata della funzionalità *Brightness Follower*, anche nota come *Regolazione a Luminosità Costante*, che permette di dimmerare automaticamente le lampade al fine di raggiungere nell'ambiente una luminosità fissa (stabilita in lux) durante tutto l'arco della giornata; il risparmio energetico così ottenuto aumenta all'aumentare della luce naturale presente nell'ambiente.

- ✓ E' necessario prevedere un sensore di luminosità come Ai net BRIGHT-00 per utilizzare la funzionalità *Brightness Follower*.



Ai net BRIGHT-00

In questa regolazione gioca un ruolo fondamentale il giusto posizionamento del sensore di luminosità: il sensore dovrà essere condizionato da tutte le fonti luminose, naturali ed artificiali. In un ufficio, luogo ideale per questa funzionalità, il sensore di luminosità tipicamente viene posizionato sul soffitto, in corrispondenza delle scrivanie del personale. Ai net ha sviluppato un algoritmo di controllo che privilegia il comfort e la durata delle lampade dimmerate. Le lampade vengono accese sempre al valore massimo, poi, in maniera graduale e non percettibile dall'utente, avviene la regolazione, fino al raggiungimento della luminosità ambiente desiderata.

Ricordiamo che l'accensione/spengimento della luce è gestibile contemporaneamente dal pulsante di controllo e dal sistema di domotica (Touch Panel, PLC, PC...).

Per informazioni più dettagliate rimandiamo al manuale di Ai net Slave 4IO/PE.

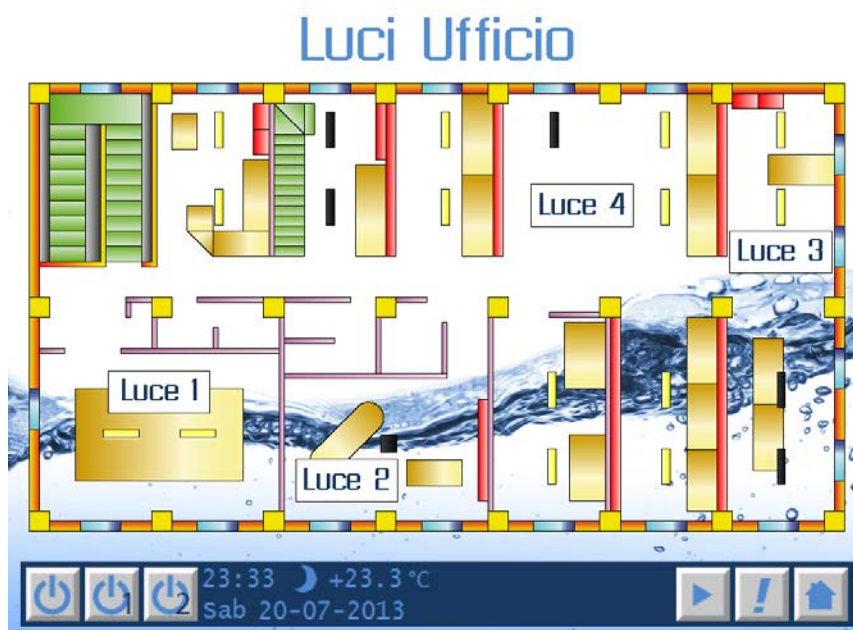
## domotica: perché?

Perché gestire le luci dall'impianto di domotica?

- Accensione luci e dimmeraggio automatico secondo molteplici fattori (luminosità esterna, interna, timer, presenza persona...)
- Gestione molteplici scenari
- Controllo tempo di accensione luci, consumi, registrazione dati ed elaborazione statistiche e grafici
- Accensione e dimmeraggio luci da Touch Panel, PC, Tablet, Smartphone, ecc...

Perché fra i tanti sistemi per la gestione luci scegliere Ai net?

- Enorme flessibilità e prezzo conveniente. Grazie ad Ai net Slave 4IO PE è possibile con una unica scheda estremamente compatta gestire: pulsanti, interruttori, sensori ambientali (temperatura, umidità, luminosità, ecc...), dimmeraggio luci, ecc...
- Perfetta integrazione con il sistema di domotica. A differenza di altri protocolli, come DMX e Dali, che sono utilizzabili esclusivamente per il dimmeraggio luci, Ai net ha deciso di mantenere la compatibilità con un protocollo universale come il Modbus, in modo da gestire tutto l'impianto di domotica (sensori ambientali, dimmeraggio luci, pulsanti, ecc...) attraverso un unico bus!
- Compatibilità con moltissimi prodotti di altri brand. Il protocollo di comunicazione Modbus, utilizzato da Ai net per tutta la sua *line-up* di prodotti è già integrato su moltissimi dispositivi di altri produttori, e praticamente su ogni PLC e Touch Panel in commercio.



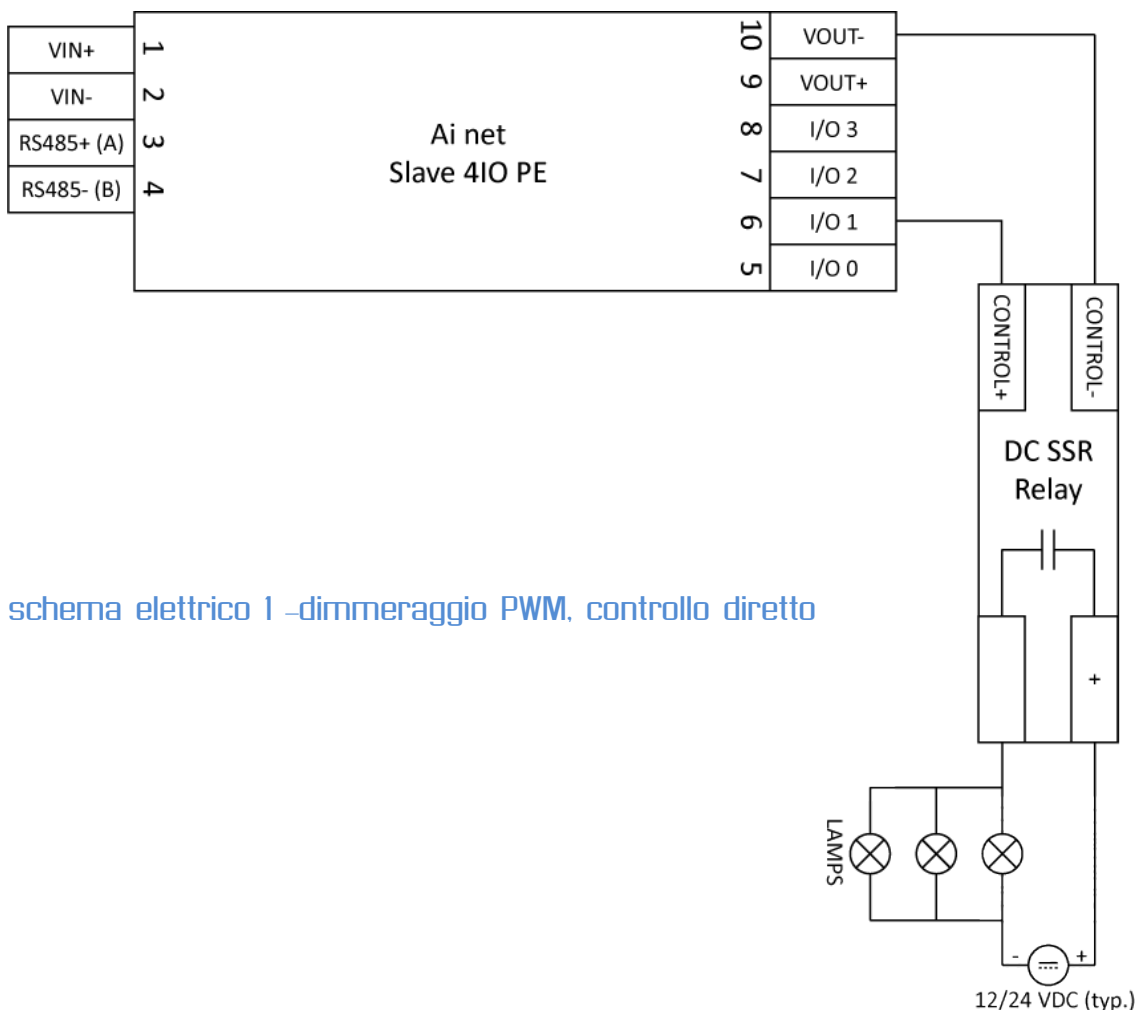
screenshot  
gestione luci

L'enorme flessibilità di Ai net Slave 4IO PE rende possibile il dimmeraggio di moltissimi tipi di lampade. Entriamo nei dettagli:

## dimmeraggio PWM –controllo diretto

Il metodo più efficiente per gestire il dimmeraggio di una lampada è la tecnica PWM (vedi trattazione nel paragrafo precedente). Slave 4IO PE permette il dimmeraggio PWM di 2 punti luce (frequenza PWM e duty cycle impostabili separatamente per ogni uscita), attraverso il pilotaggio diretto di relè allo stato solido (SSR Solid State Relay).

- ✓ Utilizzare relè SSR esterni anziché integrati può sembrare una limitazione ma ciò permette di scegliere il relè esattamente a seconda delle proprie esigenze. Ad esempio, se intendiamo utilizzare Slave 4IO PE per accendere una lampada alimentata a tensione di rete 230 VAC, utilizzeremo un relè SSR con contatto AC, se invece abbiamo necessità di dimmerare la lampada dovremo utilizzare un relè SSR con contatto DC, e potremo scegliere il modello esatto a seconda delle correnti in gioco (a listino trovate modelli a partire da 3A fino a 40A ed oltre). Inoltre ciò permette di separare fisicamente Slave 4IO PE, che è una scheda di controllo a basso consumo, dai relè SSR, che essendo dispositivi di potenza richiedono adeguata ventilazione.



schema elettrico 1 –dimmeraggio PWM, controllo diretto



Lo schema elettrico 1 illustra come dimmerare un gruppo di 3 lampade attraverso un relè SSR controllato dal punto 1 di Slave 4IO PE. Attraverso il bus RS-485 sarà possibile selezionare la frequenza del PWM e il duty cycle da utilizzare. E' necessario dimensionare correttamente il relè SSR: ad esempio per dimmerare 3 lampade LED 12V 7W (i classici faretto LED MR16) occorre un relè SSR da almeno 2A (0,6A x 3 lampade = 1,8A totali).

**nota** > L'utilizzo di alimentatori resinati (*potted*) garantisce un funzionamento silenzioso durante il dimmeraggio. Consigliamo modelli Mean Well, ad esempio serie HLG, HVG, LPF, LPV.

**nota** > La frequenza PWM consigliata per il dimmeraggio è di circa 120...150 Hz; è possibile utilizzare frequenze più elevate per eliminare eventuali flicker, in ogni caso NON superare mai la frequenza di 400 Hz per evitare danni irreparabili ai relè SSR.

Lo schema elettrico 1 è consigliato per dimmerare:

- **Lampade alogene a bassissima tensione (12V typ.).** Consigliamo le nuove versioni alogene "eco", in classe di efficienza energetica 'B', che permettono di risparmiare fino al 40% rispetto alla lampada alogena tradizionale. Lampade alogene eco particolarmente efficienti sono ad esempio la serie *Philips MASTERLine ES* (faretto MR16, 20W->35W; 30W->50W) e la serie *Osram Decostar 51 ECO* (faretto MR16, 14W->20W; 20W->35W). Sono disponibili pure diversi modelli AR111 (attacco G53).
- **Lampade LED a bassissima tensione (12/24V typ.).** Anche se i LED sono nativamente dimmerabili tramite PWM, l'aggiunta di componenti elettronici per il pilotaggio in corrente può rendere le lampade LED non dimmerabili; generalmente le lampade LED dimmerabili a taglio di fase sono dimmerabili pure tramite PWM.

Esempi di lampade LED dimmerabili con PWM sono le serie:

- *Osram Parathom MR16 Advanced* (dimmerabile fino all'1% con frequenza PWM 122 Hz)
- *Philips LEDspotLV MR16* (dimmerabile fino al 10% con frequenza PWM 122 Hz)
- *Sylvania RefLED Coolfit MR16* (dimmerabile fino al 5% con frequenza PWM 122 Hz)

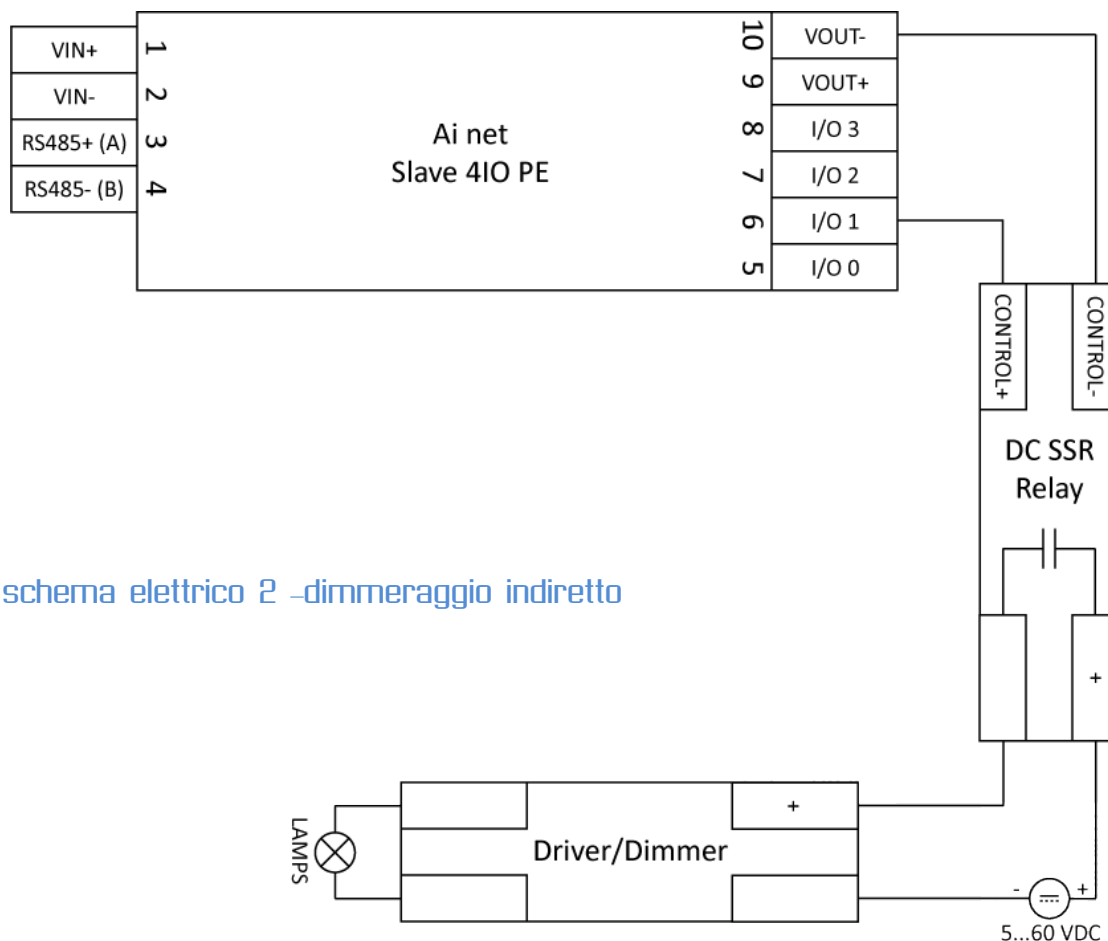
Il risparmio energetico ottenuto con queste lampade è decisamente elevato, tipicamente infatti una lampada LED MR16 da 7W sostituisce l'equivalente alogena da 35/50W. Si trovano in commercio pure lampade LED a bassissima tensione dimmerabili con form factor AR111 (attacco G53), come la serie *Philips LEDspotLV AR111* e la serie *Osram Parathom Pro LEDspot 111*; inoltre moltissime soluzioni LED customizzate risultano compatibili con il dimmeraggio PWM.



simbolo che contraddistingue  
lampade dimmerabili

## altri tipi di dimmeraggio... -controllo driver/dimmer

Nel caso in cui le lampade che si intende dimmerare dall'impianto di domotica NON siano controllabili direttamente da Slave 4IO PE (dimmeraggio PWM diretto appena descritto) occorre interfacciare le lampade a Slave 4IO PE attraverso un driver/dimmer compatibile.



Lo schema elettrico 2 illustra come dimmerare lampade che non supportano il dimmeraggio PWM. In questo caso occorre collegare un driver/dimmer al relè SSR controllato da Slave 4IO PE. Il driver/dimmer dovrà essere dotato di un ingresso PWM per il controllo del dimmeraggio o di interfaccia 0/10V (l'ingresso 0/10V si comporta come un filtro passa-basso, quindi scegliendo una frequenza PWM sufficientemente elevata per l'uscita di Slave 4IO PE, l'ingresso percepirà il valore medio).

**nota** > Il relè SSR che controlla il driver/dimmer non gestisce il carico, può dunque essere scelto fra i modelli più "piccoli" della gamma, tipicamente 3A.

Lo schema elettrico 2 è consigliato per dimmerare:

- **Lampade LED senza driver integrato (ossia da alimentare a corrente costante).** Queste lampade richiedono di essere collegate ad un alimentatore a corrente costante, anche chiamato driver LED. Lampade/Lampadari così sviluppati sono basati su moduli LED come la serie *Philips Fortimo LED*, *Osram PrevaLED*, oppure *Tridonic TALEXX*. Questi prodotti hanno una buona efficienza luminosa, ma essendo la lampada NON sostituibile risultano poco “future-proof”; possono essere dimmerati da Slave 4IO PE utilizzando un driver LED dotato di ingresso PWM per il controllo del dimmeraggio, come le serie *Mean Well HLG-C*. Ricordiamo che le lampade alimentate a corrente costante devono essere collegate in serie.
- **Lampade gestite da dimmer controllabili con PWM o dotati di interfaccia 0/10V.** E’ possibile gestire il dimmeraggio di qualunque lampada (AC o DC) controllata da un dimmer dotato di ingresso PWM o di interfaccia 0/10V.

## Riepilogo

Accendere le luci dal proprio impianto di domotica grazie a Slave 4IO PE è semplicissimo e non ci sono limiti di compatibilità. Tuttavia per gestire il dimmeraggio delle luci occorre qualche verifica in più:

Optare per lampade alimentate a bassissima tensione (12/24V typ.). In questa categoria troviamo le alogene “eco” (classe efficienza B) con vari form factor, oppure lampade LED (tipicamente con form factor MR16 ed attacco GU5.3 oppure AR111 con attacco G53, classe efficienza A, A+, A++). Se si decide per una soluzione LED optare per lampade dimmerabili oppure per lampade alimentate in corrente costante, ossia senza driver integrato.

Dimensionare l’impianto, ricordando che in bassissima tensione le correnti in gioco sono più alte che in tensione di rete 230 VAC, e i bassi consumi delle lampade LED possono rappresentare la soluzione vincente:

- ✓ sezionatura dei cavi
- ✓ modelli di relè SSR per pilotare le varie accensioni
- ✓ Potenza alimentatore (tensione continua, DC)

Se le lampade non possono essere dimmerate direttamente tramite PWM, come le soluzioni LED che richiedono alimentazione a corrente costante, optare per un driver/dimmer con controllo PWM o interfaccia 0/10V. In questo caso il relè SSR che controlla il driver non gestisce il carico e può essere scelto fra i modelli più “piccoli”, tipicamente 3A.

**nota** > Per la regolazione di lampade a tensione di rete 230 VAC non è possibile utilizzare il metodo di dimmeraggio PWM, occorre quindi utilizzare un dimmer a taglio di fase con ingresso PWM o 0/10V per il collegamento ad Ai net Slave 4IO PE.

Il settore dell’illuminazione, LED in primis, è un settore molto attivo e per noi risulta difficile testare la compatibilità di ogni nuovo prodotto con tutte le soluzioni illustrate. Abbiamo tuttavia svolto parecchi test di dimmeraggio PWM con lampade a bassissima tensione dei maggiori produttori (*Philips, Osram, GE & Havells-Sylvania*), tutti con esito positivo. Per maggiori informazioni non esitate a contattarci.