

# Uporaba detektorjev svetlobe v sistemih razsvetljave

Avtor: Mitja Prelovšek, mitja.prelovsek@siol.net

www.mitjaprellovsek.com

Fakulteta za elektrotehniko

## Uvod

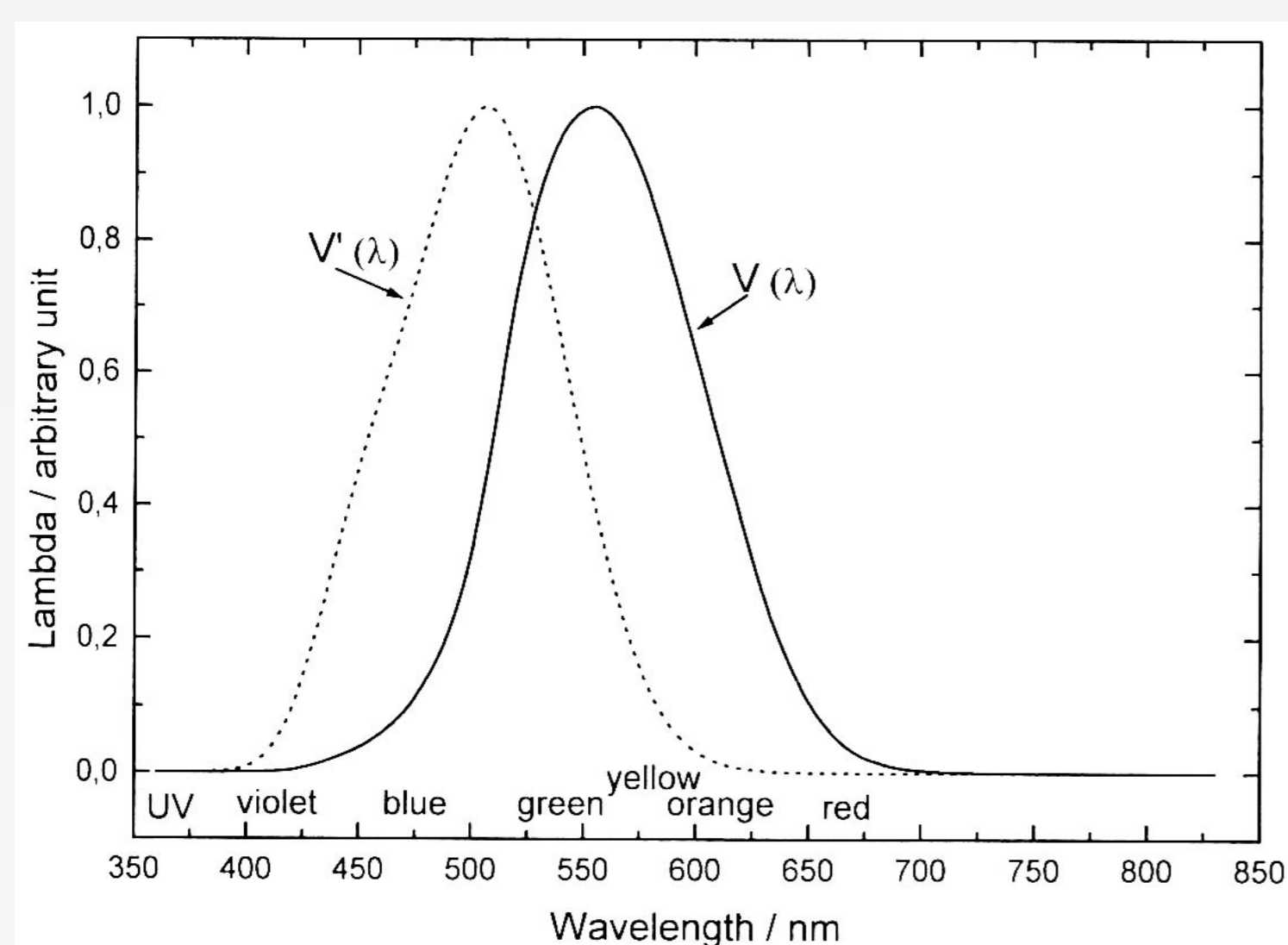
V sodobnih sistemih razsvetljave predstavljajo detektorji svetlobe vedno pomembnejši del, pri čemer glavni razlog implementacije predstavlja varčevanje z energijo. Množično uporabo regulacijskih sistemov v razsvetljavi pa preprečujejo nestabilno in nepredvidljivo obnašanje, kar povzroča nezadovoljstvo uporabnikov

## Fotometrija

Bistvo fotometrije predstavlja dejstvo, da človeško oko ni enako občutljivo na vse valovne dolžine. Odvisnost občutljivosti očesa na valovno dolžino predstavljata funkciji  $V(\lambda)$  in  $V'(\lambda)$ , pri čemer  $V(\lambda)$  predstavlja dnevno videnje  $V'(\lambda)$  pa nočno videnje. Merjenje jakosti svetlobe se v fotometriji prilagaja tema krivuljama in sicer po enačbi:

$$X_v = K_m \int_{380nm}^{830nm} X_{e,\lambda} V(\lambda) d\lambda$$

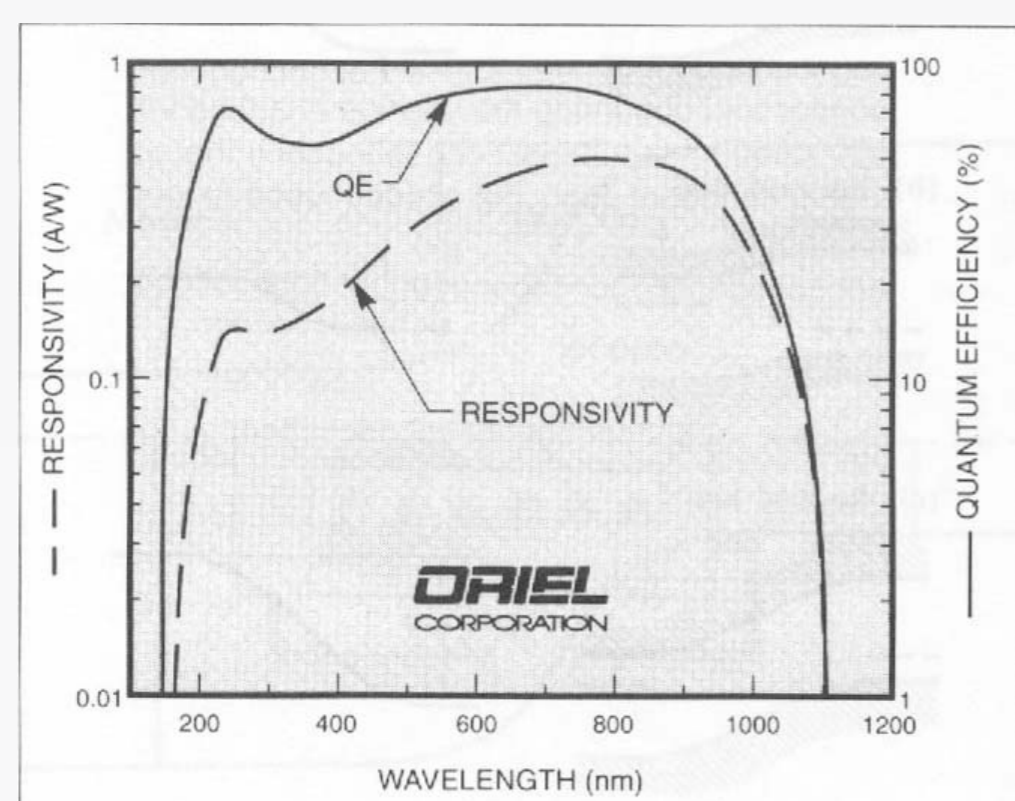
, kjer  $X_v$  predstavlja poljubno fotometrično veličino,  $X_{e,\lambda}$  pa ustrezno radiometrično veličino



Spektralna občutljivost očesa pri dnevnem  $V(\lambda)$  in pri nočnem  $V'(\lambda)$  videnju

## Vrste detektorjev

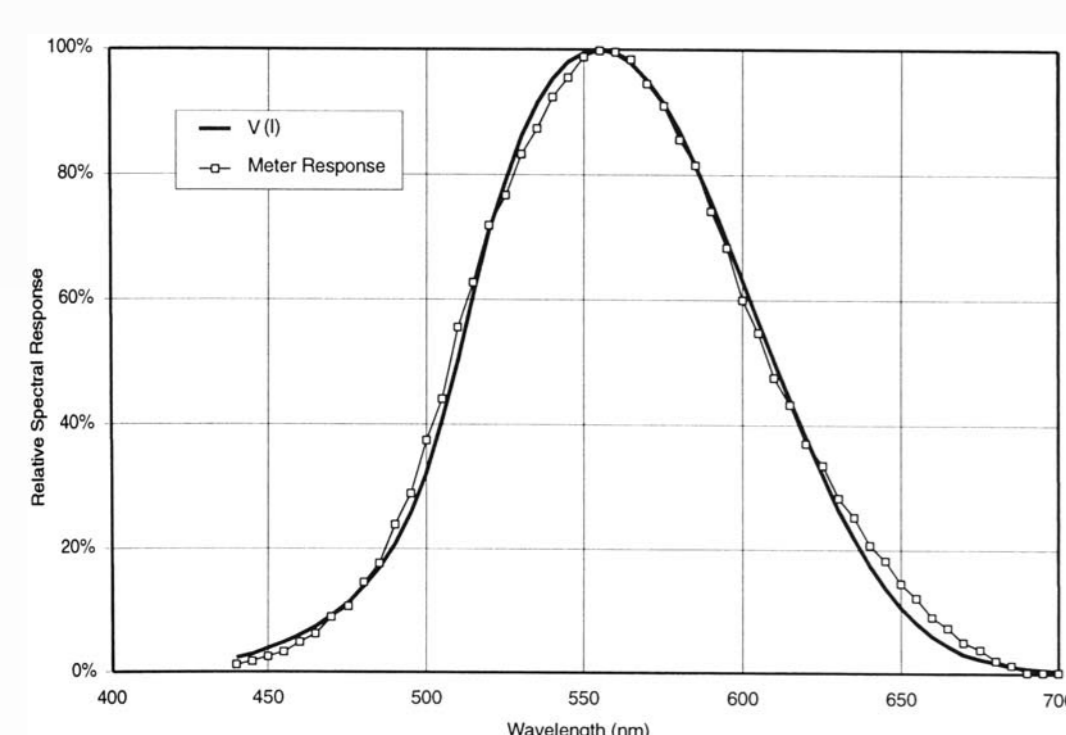
Daleč najpogostejši detektorji v sistemih regulirane razsvetljave so p-i-n diode. Delovanje temelji na svetlobnem vzbujanju elektronov, kar povzroči povečanje toka preko diode. Odlikuje jih nizka cena, preprostost uporabe, majhnost in robustnost. Ključni podatek detektorja je njegova spektralna občutljivost, ki se mora čim boljje ujemati z krivuljo  $V(\lambda)$ , saj je od tega odvisna njegova točnost.



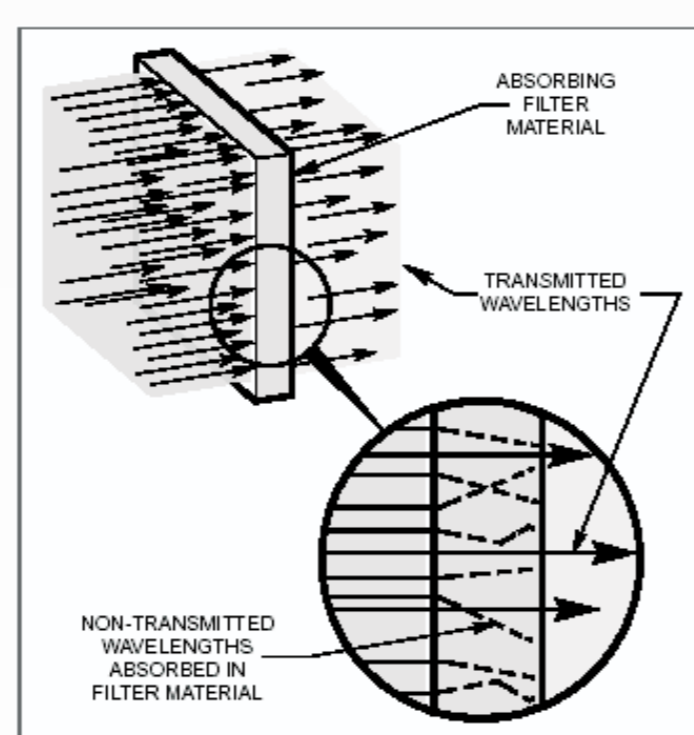
Primer spektralna občutljivosti pin diode (vir: oriel.com)

## Filtri

Očitno je velik del natančnosti ali nenatančnosti detektorja treba pripisati uporabljenim filtrom, torej natančnosti spektralne korekcije. Filtri večinoma temeljijo na ionski absorpciji in absorpciji na temelju koloidne razpršitve. Ionsko absorpcijo se doseže z dodajanjem primesi (ionov), ki absorbirajo določene valovne dolžine. Običajno uporabljane primere (in posledična barva filtra) so: nikljovi oksidi (vijolična), kobaltovi oksidi (modra), kromovi oksidi (zelena). Koloidna razpršitev pa temelji na dodajanju kristalov, ki razpršijo in absorbirajo svetlobo določenih valovnih dolžin. Najpogostejši kristali (in posledična barva filtra) so: žveplo (svetlo rumena), kadmijev sulfid (rumena), kadmijev selenid (oranžna) in zlato (rdeča). Očitno je, da ionska absorpcija pokriva bolj modri del svetlobnega spektra, medtem ko absorpcija koloidne razpršitve deluje na rdečem delu spektra.



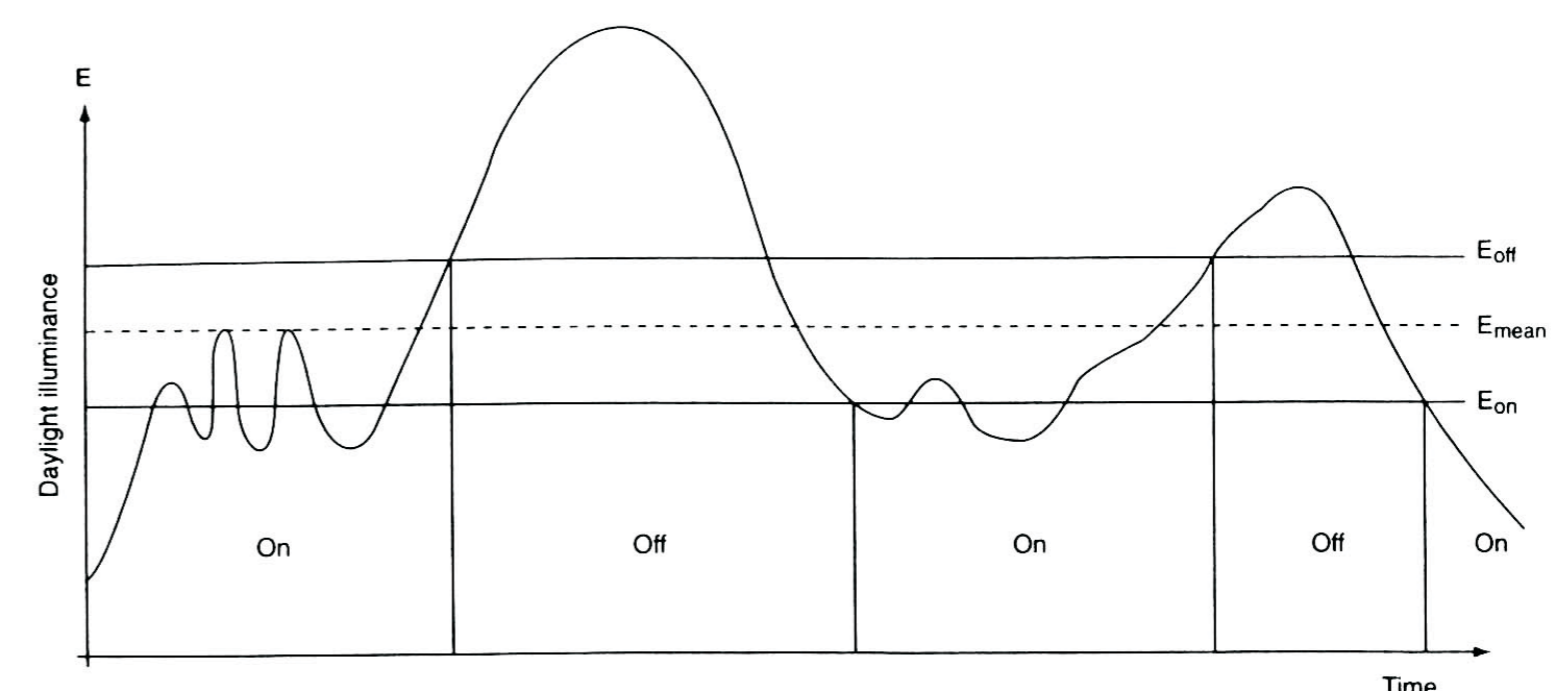
korigirana karakteristika pin diode



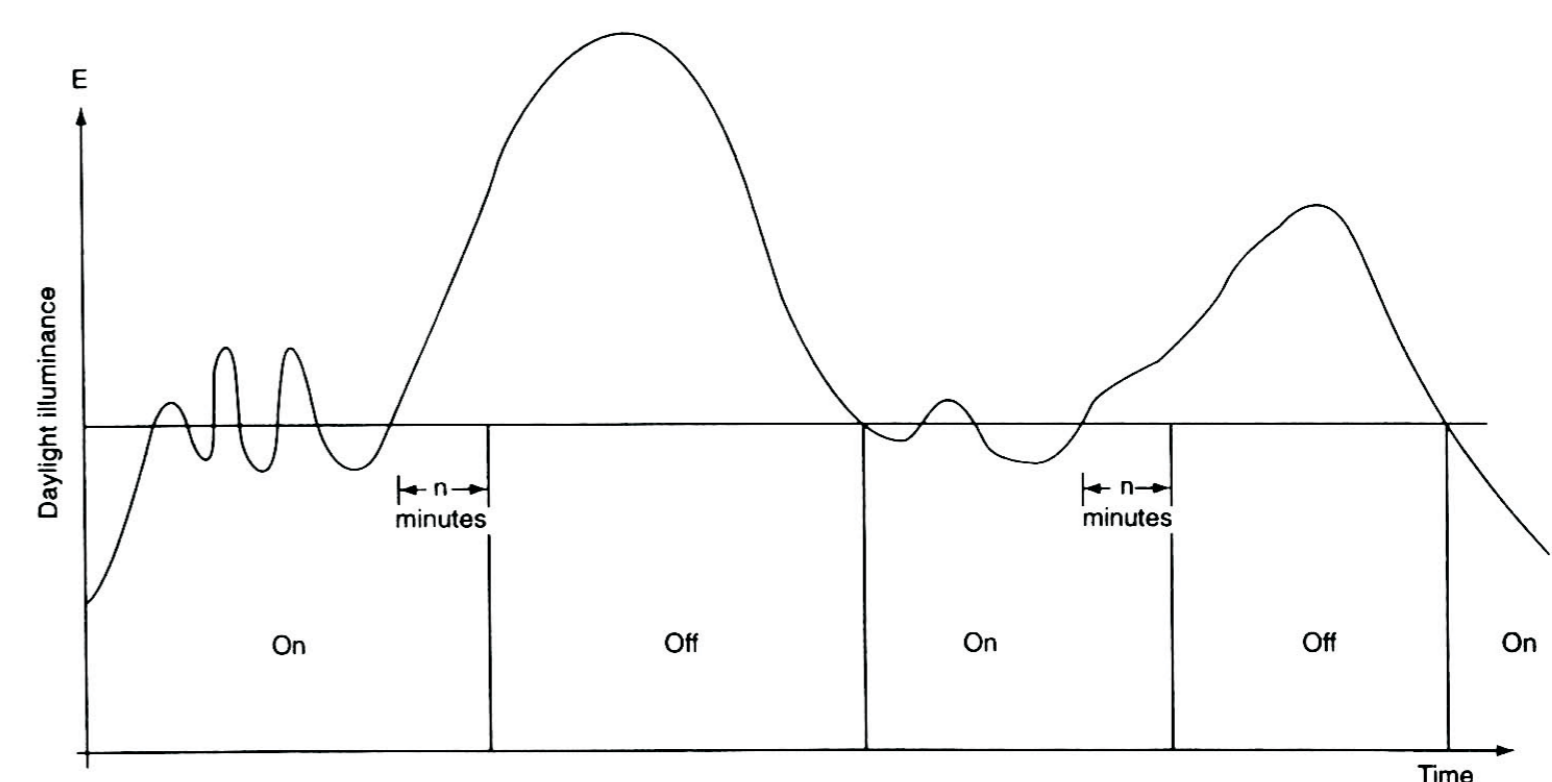
princip koloidne razpršitve

## Izklop/vklop algoritmi

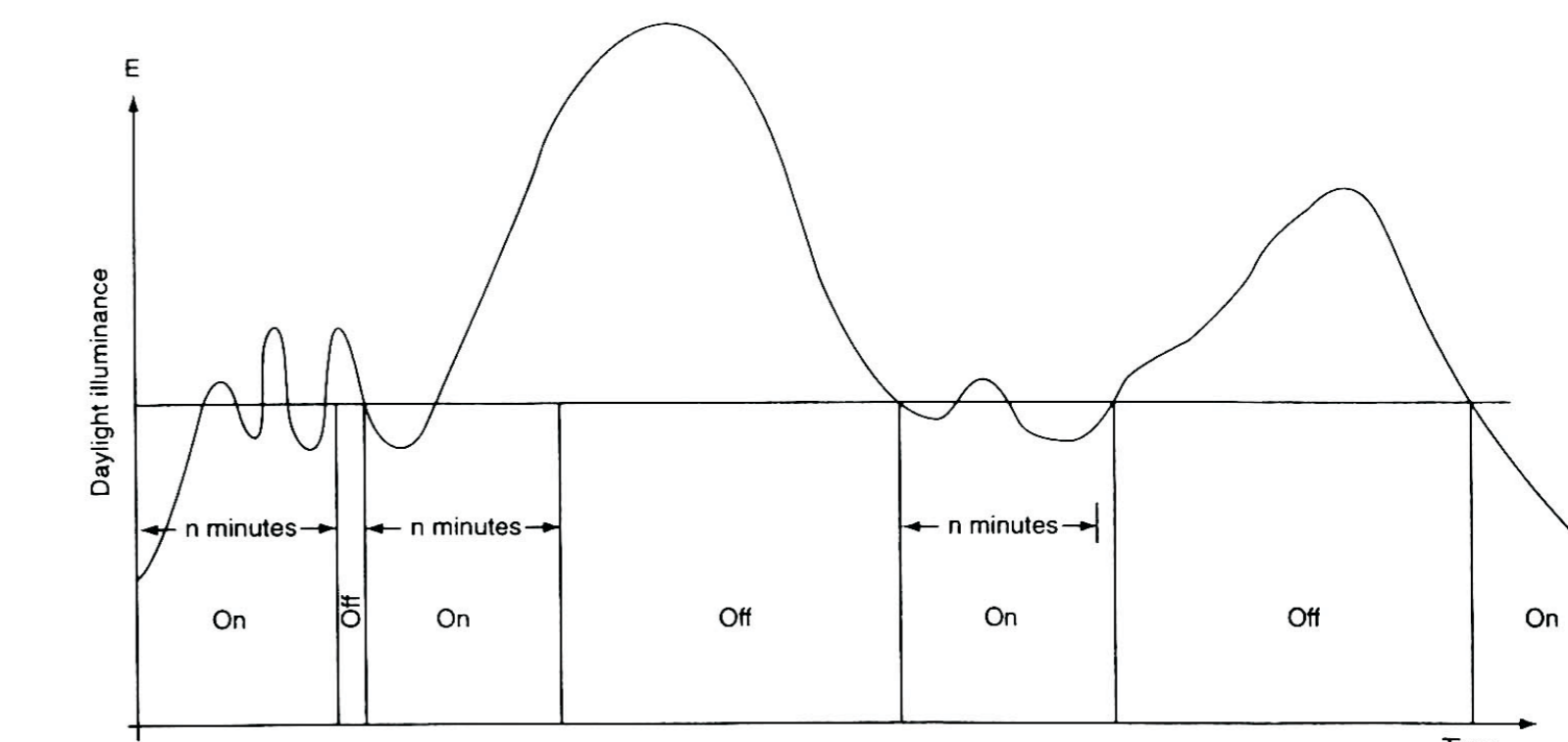
Enostavni on-off sistem je danes najbolj razširjen, sicer je pogosto povezan tudi z senzorji prisotnosti. Primeren je izključno za prostore prehodnega značaja, torej v prostorih, kjer uporabniki nimajo želje po finejšem nastavljanju nivoja osvetljenosti. Za uporabo v prostorih, kjer se uporabniki zadržujejo dalj časa, ni primeren zaradi hitrega preklapljanja v primeru, ko je nivo dnevne osvetljenosti blizu nivoja osvetljenosti, pri katerem krmilnik preklopi. Veliko primernejši je bodisi histerezni bodisi časovni način.



Histerezni način preklapljanja



Časovni način, kjer mora preteči n minut zadostne osvetlitve, da se svetila izklopijo



Časovni način, kjer mora preteči n minut od zadnjega vklopa

## Varčevanje z energijo

Glede na to, da se 20% do 60% električne energije porabi za razsvetljavo je razumljivo, da je ponavadi poglaviti razlog implementacije regulacijskega sistema ravno varčevanje z energijo. Za fluorescentno razsvetljavo veljajo priporočila CIBSE Code for Interior Lighting, ki pravijo, da je fluorescenčni sistem razsvetljave učinkovit, če porabi med 2.2 in 5.4 W/m<sup>2</sup> za 100lx osvetlitve delovnih površin. Z uporabo različnih regulacijskih sistemov, se da to učinkovitost drastično povečati.

V želji po čim boljšem energetske izkoristku pa se pogosto zanemarija prijaznost svetlobno regulacijskega sistema do uporabnika. Glede na [6] je bistvena značilnost dobrega regulacijskega sistema velika fleksibilnost. Zaželjena je možnost uporabnikove ročne nastavitve nivoja osvetljenosti, katero potem regulacijski sistem vzdržuje. Poleg tega je dobrodošla možnost, da si vsak uporabnik lahko nastavi svoj nivo osvetljenosti na delovnem mestu. Običajno je še vedno največja pomankljivost nepredvidljivo delovanje sistema, torej nenaden povečanje svetlosti, nenaden izklop luči itd. V praksi se je pokazalo, da je za

## Zaključek

Regulacijska tehnika v razsvetljavi je še v povojih. To ni težko opaziti, saj je aplikacij v praksi zanemarljivo malo, kljub vsem zgoraj naštetim prednostim. A hkrati je tudi razumljivo, saj na projektanta preži mnogo pasti, kot npr. nedorečenost standardov in priporočil o dobri razsvetljavi, ki večinoma ne upoštevajo estetskih in psiholoških meril. Ker je to dokaj mlado področje, ki se je razmahnilo z razvojem boljših in varčnejših svetil, kot so fluorescentne svetilke, High-Intensity Discharge (HID) svetilke, halogenske žarnice itd., so se šele leta 2000 pojavila prva priporočila, ki zajemajo tudi te kvalitete razsvetljave [IESNA Lighting Handbook, 9th Edition]. Poteka mnogo raziskav, ki poskušajo ovrednotiti različne kvalitete dobre razsvetljave in napisati vsaj priporočila, če ne že pravila dobre razsvetljave in dobrega regulacijskega sistema.