

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΔΡΟΜΩΝ ΒΑΣΙΣΜΕΝΟΣ ΣΕ ΙΟΤ **ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ** **ΣΕ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ**

Φοιτητής: Χαμαιδής Εμμανουήλ Κύριος
ΑΜ:50344453

Επιβλέπων Καθηγητής:

Παπαγέωργας Παναγιώτης
Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERING

Diploma Thesis

STATE OF THE ART FOR STREET LIGHTING BASED ON IOT TECHNOLOGIES AND LPWAN COMMUNICATION. A CASE STUDY BASED ON AN OPEN-SOURCE IMPLEMENTATION

Student: Chamaidis Emmanouil Kyrikos
Registration Number: 50344453

Supervisor

Papageorgas Panagiotis
Professor

ATHENS-EGALEO, February 2023

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

Αξιολογητής 1 – Επιβλέπων Παναγιώτης Παπαγέωργας (Υπογραφή)	Αξιολογητής 2 Δημήτριος Πυρομάλης (Υπογραφή)	Αξιολογητής 3 Σταύρος Καμινάρης (Υπογραφή)
---	--	--

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

Science without religion is lame, religion without science is blind.

-Albert Einstein

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Εμμανουήλ Κύρικος Χαμαιδής,
Φεβρουάριος, 2023**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Εμμανουήλ Κύρικος Χαμαιδής** του **Γεωργίου**, με αριθμό μητρώου 50344453 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 01/03/2023 και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος καθηγητή»

Ο Δηλών

Εμμανουήλ Κύρικος Χαμαιδής

Υπογραφή φοιτητή



Περίληψη

Στη παρούσα διπλωματική εργασία θα παρουσιαστούν τα συστήματα ελέγχου φωτισμού σε εφαρμογές για φώτα δρόμου. Ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού είναι μια έξυπνη λύση ελέγχου φωτισμού που βασίζεται σε δίκτυο που ενσωματώνει επικοινωνία μεταξύ διαφόρων εισόδων και εξόδων του συστήματος για τον έλεγχο φωτισμού με τη χρήση μίας ή περισσότερων κεντρικών υπολογιστικών συσκευών. Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο στον εσωτερικό όσο και στον εξωτερικό φωτισμό εμπορικών, βιομηχανικών και οικιστικών χώρων. Αναφέρονται κατά κύριο λόγο με τον όρο έξυπνος φωτισμός και χρησιμεύουν για να παρέχουν τη σωστή ποσότητα φωτός όπου και όταν είναι αναγκαίο. Πριν δούμε την αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος θα μιλήσουμε για το τι είναι ηλεκτρικός φωτισμός, όπου είναι ο βασικός παράγοντας για τον άνθρωπο και για το σύστημα, εφαρμογές του ηλεκτρικού φωτισμού και τέλος πως ο άνθρωπος κατέληξε στα έξυπνα συστήματα φωτισμού ως παροντική αλλά και μελλοντική χρήση.

Λέξεις-Κλειδιά

Είδη Λαμπτήρα, LED, Τύποι και μορφές φωτισμού, Εξωτερικός-Εσωτερικός φωτισμός, Έξυπνος φωτισμός, Light Pollution, IoT, LoRa

Abstract

In this thesis, the lighting control systems in applications for streetlights will be presented. A lighting control system is an intelligent network-based lighting control solution that incorporates communication between various system inputs and outputs to control lighting using one or more central computing devices. Lighting control systems are widely used in indoor and outdoor commercial, industrial, and residential lighting. They are primarily referred to as smart lighting and serve to provide the right amount of light where and when it is needed. Before we see the principle of operation of such a system, we will talk about what electric lighting is, where it is the main factor for humans and the system, applications of electric lighting, and finally how humans ended up at smart lighting systems as a present and future use.

Keywords

Types of Lamps, LED, Types and forms of lighting, Outdoor-Indoor lighting, Smart lighting, Light Pollution, IoT, LoRa

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract.....	7
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	10
Κατάλογος Εικόνων	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΦΩΤΙΣΜΟΣ/ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ(LIGHTING/ELECTRICAL LIGHTING)	12
1.1 Εισαγωγή	12
1.2 Ηλεκτρικός Φωτισμός.....	13
1.3 Είδη ηλεκτρικής λάμπας	15
1.3.1 Λάμπες Πυρακτώσεως.....	15
1.3.2 Λάμπες Αλογόνου.....	17
1.3.3 Λάμπες φθορισμού.....	19
1.3.4 Λάμπες εκκένωσης και Λάμπες τόξου άνθρακα.....	20
1.3.5 LED {Light-Emmiting Diode}	22
Σύνοψη κεφαλαίου.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Διάφοροι τύποι φωτισμού, χρήσεις καθώς & θετικά και αρνητικά αυτών(Forms of lighting, uses plus positives and negatives)	25
2.1 Εισαγωγή κεφαλαίου	25
2.2 Τύποι και Μεθόδοι φωτισμού	25
2.2.1 Τύποι φωτισμού	25
2.2.2 Μεθόδοι φωτισμού.....	26
2.2.3 Διάταξη φωτιστικών	28
2.3 Μορφές φωτισμού.....	30
2.3.1 Εσωτερικός φωτισμός.....	30
2.3.2 Εξωτερικός φωτισμός	30
2.3.3 Μέτρηση Φωτισμού.....	31
2.3.4 Αρχιτεκτονικός Φωτισμός	32
2.4 Ρύπανση λόγω φωτός(Light Pollution).....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Έξυπνα συστήματα φωτισμού LED και έλεγχος φωτισμού βασισμένος σε IOT τεχνολογίες(Smart lighting systems using LED and smart control based on IoT technologies)	37
3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου	37
3.2 Έξυπνα συστήματα φωτισμού	37

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα	
3.3 LED σε έξυπνο φωτισμό.....	40
3.4 Πρωτόκολλο DALI.....	44
3.5 IoT στα έξυπνα συστήματα φωτισμού.....	45
3.5.1 Εισαγωγή στο IoT με τεχνολογία LoRa.....	45
3.4.3 Επισκόπηση στο LoRa.....	45
3.5.3 LoRa στα συστήματα φωτισμού.....	47
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	51

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μάθουμε ή και να συλλέξουμε πληροφορίες για το τι είναι φωτισμός, τι σύστημα ελέγχου φωτισμού ή σύστημα έξυπνου φωτισμού, πως μπορούμε να χτίσουμε την τοπολογία ενός τέτοιου συστήματος σε hardware και software καθώς επίσης τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού, πως συλλέγουμε την απαραίτητη ενέργεια για κάθε είδος φωτισμού και τέλος για ποιο λόγο χρησιμοποιούνται τα έξυπνα συστήματα φωτισμού, γιατί είναι χρήσιμα και τι σκοπό πραγματοποιούν σήμερα.

Κατάλογος Εικόνων

- Εικόνα 1-1: Λάμπα ηλεκτρικού τόξου άνθρακα το έτος 1800[17]
- Εικόνα 1-2: Διάγραμμα βασικών τμημάτων μιας λάμπας πυρακτώσεως[18]
- Εικόνα 1-3: Λάμπα αλογόνου και σχηματικό αυτής [19]
- Εικόνα 1-4: Σχηματικό λάμπας φθορίου[20]
- Εικόνα 1-5: Διάφορες λάμπες φθορίου[21]
- Εικόνα 1-6: Σχηματικό λάμπας εκκένωσης[22]
- Εικόνα 1-7: Σύγχρονη Λάμπα εκκένωσης[35]
- Εικόνα 1-8: Σχηματικό LED[33]
- Εικόνα 1-9: LED διαφορετικών χρωμάτων[34]
- Εικόνα 2-1:Χρήση γενικού φωτισμού σε σπίτι[15]
- Εικόνα 2-2: Οι μέθοδοι φωτισμού παραστατικά[16]
- Εικόνα 2-3: Αρχιτεκτονικός Φωτισμός σε κτήριο[23]
- Εικόνα 2-4:Επιρροή του Light Pollution [32]
- Εικόνα 3-1: Μπλοκ διάγραμμα ενός έξυπνου συστήματος φωτισμού για φώτα δρόμου[24]
- Εικόνα 3-2: Φωτογραφία του αναπτυξιακού STEVAL-ILL066V2.[36]
- Εικόνα 3-3: Φωτογραφία συνδέσεων του αναπτυξιακού STEVAL-ILL066V2.[36]
- Εικόνα 3-4: Τοπολογία αστέρα με LoRaWAN[26]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΦΩΤΙΣΜΟΣ/ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ(LIGHTING/ELECTRICAL LIGHTING)

1.1 Εισαγωγή

Ο φωτισμός είναι η σκόπιμη χρήση του φωτός για την επίτευξη πρακτικών ή αισθητικών αποτελεσμάτων. Θα κάνουμε μια μικρή ιστορική αναδρομή στο πως ο άνθρωπος κατέληξε στη σκόπιμη χρήση του φωτός για δική του πρακτική και διευκόλυνση στην καθημερινότητα, ακόμα και στην αρχαιότητα.

Με την ανακάλυψη της φωτιάς, η παλαιότερη μορφή τεχνητού φωτισμού που χρησιμοποιήθηκε για να φωτίσει μια περιοχή ήταν οι φωτιές κατασκήνωσης ή οι πυρσοί. Οι προϊστορικοί άνθρωποι χρησιμοποιούσαν πρωτόγονους λαμπτήρες πετρελαίου για να φωτίσουν το περιβάλλον. Αυτοί οι λαμπτήρες ήταν κατασκευασμένοι από φυσικά υλικά όπως πέτρες, κοχύλια, κέρατα και πέτρες, ήταν γεμάτοι με λίπος και είχαν ένα φυτίλι από ίνες.

Αργότερα το 1840 περίπου μια σημαντική μείωση στο κόστος του φωτισμού σημειώθηκε με την ανακάλυψη του φαλινοελαίου και αργότερα μέχρι το 1860, υπήρχαν 33 εργοστάσια κηροζίνης στις Ηνωμένες Πολιτείες και οι Αμερικανοί ξόδευαν περισσότερα για αέριο και κηροζίνη παρά για πετρέλαιο φαλαινών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση για το πετρέλαιο φαλαινών, λόγω της ανακάλυψης του αργό πετρέλαιο και εμφάνισης της βιομηχανίας πετρελαίου.

Η επόμενη σημαντική πτώση της τιμής σημειώθηκε τη δεκαετία του 1880 με την εισαγωγή του ηλεκτρικού φωτισμού με τη μορφή φώτων τόξου για μεγάλους χώρους και φωτισμό δρόμων, ακολουθούμενα από βοηθητικά προγράμματα βασισμένα σε λαμπτήρες πυρακτώσεως για εσωτερικό και εξωτερικό φωτισμό.

Τέλος, με την πάροδο του χρόνου, ο ηλεκτρικός φωτισμός έγινε πανταχού παρών και απαραίτητος στις ανεπτυγμένες χώρες και εν συνεχεία βρέθηκαν και οικονομικότεροι τρόποι στην παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας λόγω της ανάγκης για ηλεκτρικό φωτισμό.

1.2 Ηλεκτρικός Φωτισμός

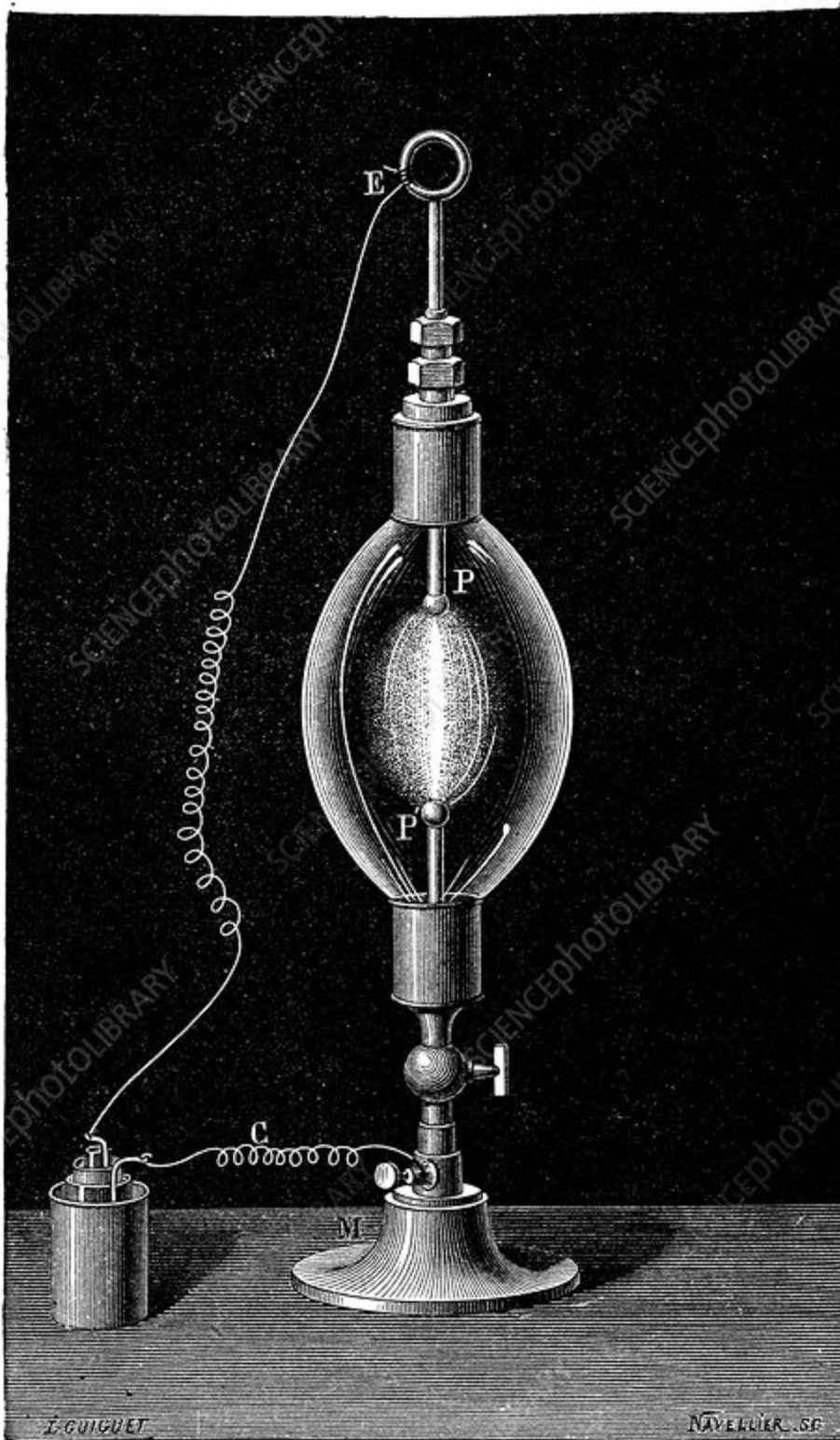
Ένα ηλεκτρικό φως είναι μια συσκευή που παράγει ορατό φως από ηλεκτρική ενέργεια. Είναι η πιο κοινή μορφή τεχνητού φωτισμού και είναι απαραίτητη για τη σύγχρονη κοινωνία, παρέχοντας εσωτερικό φωτισμό για κτίρια και εξωτερικό φωτισμό για βραδινές και νυχτερινές δραστηριότητες.

Από τεχνικής χρήσης ηλεκτρικού φωτισμού το πιο κοινό και απαραίτητο εξάρτημα που παράγει φως μέσω ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο λαμπτήρας ή γνωστός σε όλους λάμπα.

Ο Άγγλος χημικός Humphry Davy ανέπτυξε το πρώτο φως πυρακτώσεως το 1802, ακολουθούμενο από το πρώτο πρακτικό φως ηλεκτρικού τόξου το 1806. Μέχρι τη δεκαετία του 1870, ο λαμπτήρας τόξου του Davy είχε εμπορευματοποιηθεί με επιτυχία και χρησιμοποιήθηκε για τον φωτισμό πολλών δημόσιων χώρων.

Οι προσπάθειες των Joseph Swan και Thomas Edison οδήγησαν στο να γίνουν ευρέως διαθέσιμοι οι εμπορικοί λαμπτήρες πυρακτώσεως στη δεκαετία του 1880, και στις αρχές του εικοστού αιώνα είχαν αντικαταστήσει πλήρως τους λαμπτήρες τόξου.

Στην παρακάτω εικόνα 1 βλέπουμε μια λάμπα τόξου στη δεκαετία του 1800.



Εικόνα 1-1: Λάμπα ηλεκτρικού τόξου άνθρακα το έτος 1800[17]

1.3 Είδη ηλεκτρικής λάμπας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το πιο κοινό μέσο για την παραγωγή ηλεκτρικού φωτισμού είναι ο λαμπτήρας ή λάμπα. Υπάρχουν διάφορα είδη λάμπας και θα παρακάτω αναφέρουμε αρκετά βλέποντας έτσι πως με τη πάροδο του χρόνου, την εξέλιξη στον ηλεκτρικό φωτισμό, αφού μέχρι σήμερα έχουμε οικονομικότερους αλλά και πιο αποτελεσματικούς τρόπους στη χρήση του ηλεκτρικού φωτός.

1.3.1 Λάμπες Πυρακτώσεως

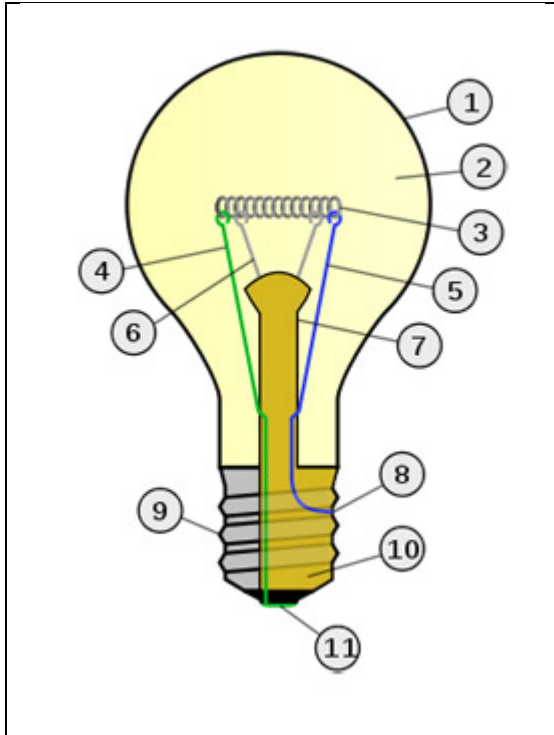
Ο λαμπτήρας πυρακτώσεως ή λάμπα είναι μια πηγή ηλεκτρικού φωτός που λειτουργεί με πυράκτωση, η οποία είναι η εκπομπή φωτός που προκαλείται από τη θέρμανση του νήματος. Κατασκευάζονται σε εξαιρετικά μεγάλη γκάμα μεγεθών, ισχύος και τάσεων.

Είναι η αρχική μορφή ηλεκτρικού φωτισμού και χρησιμοποιούνται για περισσότερα από 100 χρόνια. Ενώ ο Thomas Edison θεωρείται ευρέως ως ο εφευρέτης του λαμπτήρα πυρακτώσεως, υπάρχουν αρκετοί άνθρωποι που επινόησαν εξαρτήματα και πρωτότυπα του λαμπτήρα πολύ πριν ο Edison.

Ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως αποτελείται συνήθως από ένα γυάλινο περίβλημα που περιέχει ένα νήμα βολφραμίου. Ένα ηλεκτρικό ρεύμα περνά μέσα από το νήμα, θερμαίνοντάς το σε θερμοκρασία που παράγει φως. Οι λαμπτήρες συνήθως περιέχουν ένα στέλεχος ή μια γυάλινη βάση συνδεδεμένη στη βάση του λαμπτήρα που επιτρέπει στις ηλεκτρικές επαφές να περνούν μέσα από το περίβλημα χωρίς διαρροές αερίου/αέρα. Μικρά καλώδια που είναι ενσωματωμένα στο στέλεχος υποστηρίζουν το νήμα και τα καλώδια μολύβδου του.

Το γυάλινο περίβλημα περιέχει είτε κενό είτε αδρανές αέριο για τη διατήρηση και την προστασία του νήματος από την εξάτμιση.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το διάγραμμα μιας λάμπας πυρακτώσεως.



Εικόνα 1-2: Διάγραμμα βασικών τμημάτων μιας λάμπας πυρακτώσεως όπου:

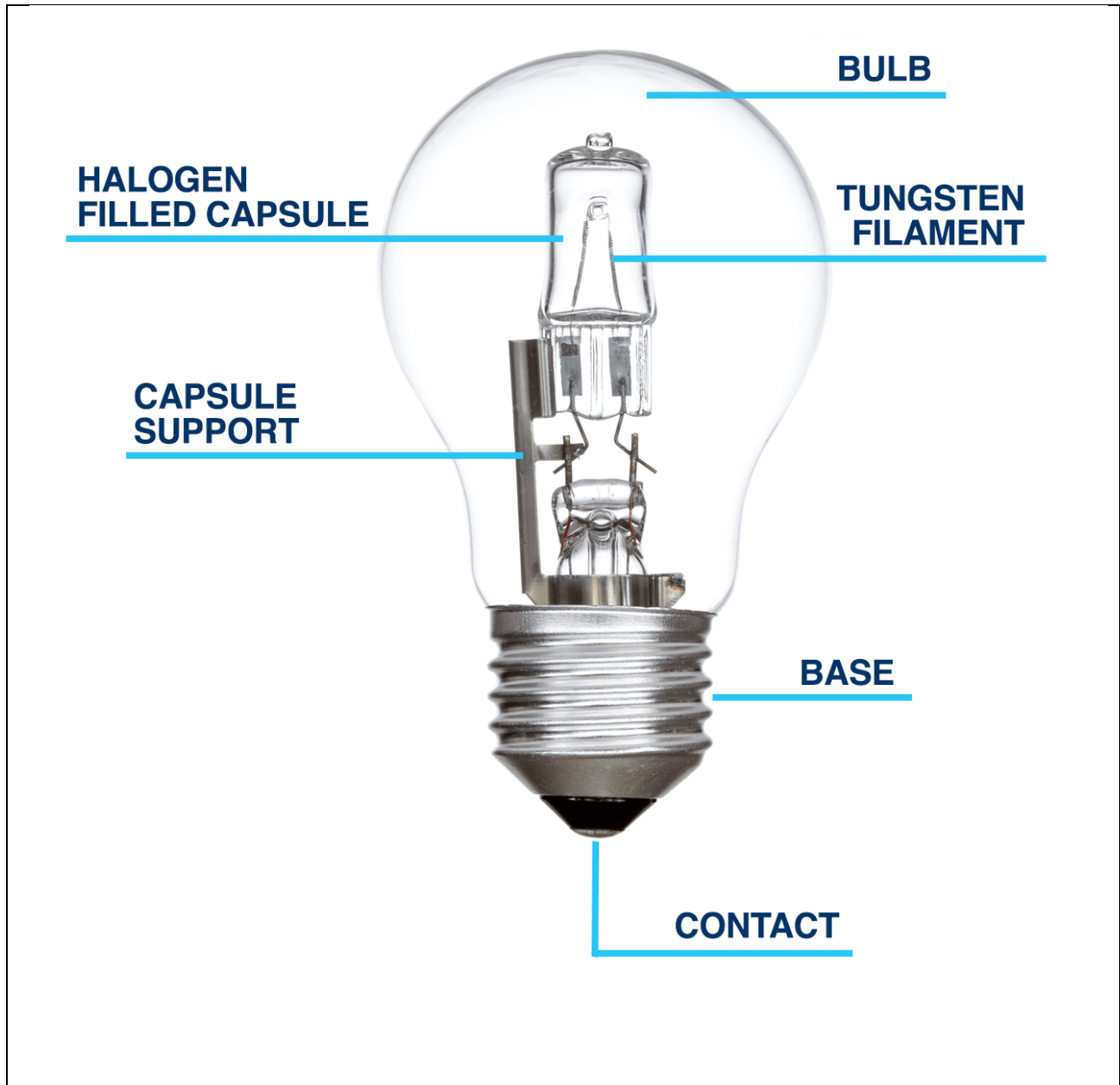
1. Γυάλινη Λάμπα
2. Αδρανές Αέριο
3. Νήμα βολφραμίου
4. Καλώδιο επαφής που πάει στο 'πόδι' της λάμπας
5. Καλώδιο επαφής που πάει προς τη βάση
6. Βοηθητικά καλώδια
7. Γυάλινη Βάση
8. Καλώδιο επαφής βάσης
9. Βίδωτες γραμμές
10. Μόνωση
11. Ηλεκτρική επαφή 'ποδιού'[18]

1.3.2 Λάμπες Αλογόνου

Οι λαμπτήρες αλογόνου είναι συνήθως πολύ μικρότεροι από τους τυπικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, επειδή για επιτυχή λειτουργία είναι γενικά απαραίτητη μια θερμοκρασία λαμπτήρα πάνω από 200 °C. Για το λόγο αυτό, τα περισσότερα έχουν μια λάμπα από τηγμένο πυρίτιο (χαλαζία) ή αργιλοπυριτικό γυαλί. Αυτό συχνά σφραγίζεται μέσα σε ένα πρόσθετο στρώμα γυαλιού.

Το εξωτερικό γυαλί είναι ένα προληπτικό μέτρο ασφαλείας, για τη μείωση της εκπομπής υπεριώδους ακτινοβολίας και για να περιέχει θερμά θραύσματα γυαλιού σε περίπτωση έκρηξης του εσωτερικού περιβλήματος κατά τη λειτουργία. Τα λιπαρά υπολείμματα από τα δακτυλικά αποτυπώματα μπορεί να προκαλέσουν τη θραύση ενός καυτό φακέλου χαλαζία λόγω της υπερβολικής συσσώρευσης θερμότητας στο σημείο μόλυνσης. Ο κίνδυνος εγκαυμάτων ή πυρκαγιάς είναι επίσης μεγαλύτερος με γυμνούς λαμπτήρες, γεγονός που οδηγεί σε απαγόρευσή τους σε ορισμένα σημεία, εκτός εάν περικλείονται από φωτιστικό.

Αυτά που έχουν σχεδιαστεί για λειτουργία 12 ή 24 Volt έχουν συμπαγή νήματα, χρήσιμα για καλό οπτικό έλεγχο. Επίσης, έχουν υψηλότερη αποτελεσματικότητα (lumen ανά watt) και καλύτερη ζωή από τους τύπους μη αλογόνου. Η απόδοση φωτός παραμένει σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους.



Εικόνα 1-3: Λάμπα αλογόνου και σχηματικό αυτής[19]

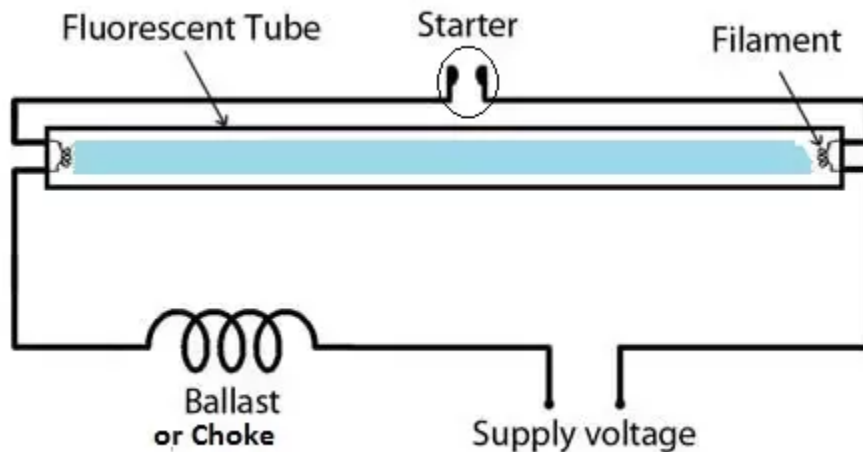
1.3.3 Λάμπες φθορισμού

Ο λαμπτήρας φθορισμού, είναι ένας λαμπτήρας εκκένωσης αερίου ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης που χρησιμοποιεί φθορισμό για να παράγει ορατό φως. Ένα ηλεκτρικό ρεύμα στο αέριο διεγείρει τους ατιούς υδραργύρου, οι οποίοι παράγουν υπεριώδες φως βραχέων κυμάτων που στη συνέχεια αναγκάζει μια επικάλυψη φωσφόρου στο εσωτερικό της λάμπας να λάμψει. Ένας λαμπτήρας φθορισμού μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε χρήσιμο φως πολύ πιο αποτελεσματικά από έναν λαμπτήρα πυρακτώσεως. Η τυπική φωτεινή απόδοση των συστημάτων φωτισμού φθορισμού είναι αρκετές φορές μεγαλύτερη από την απόδοση των λαμπτήρων πυρακτώσεως με συγκρίσιμη απόδοση φωτός.

Τα δύο μειονεκτήματα είναι πρώτον ότι τα εξαρτήματα λαμπτήρων φθορισμού είναι πιο δαπανηρά από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως επειδή, μεταξύ άλλων, απαιτούν ένα στήριγμα για τη ρύθμιση του ρεύματος μέσω του λαμπτήρα, αλλά το αρχικό κόστος αντισταθμίζεται από πολύ χαμηλότερο κόστος λειτουργίας.

Δεύτερον επειδή περιέχουν υδράργυρο, πολλοί λαμπτήρες φθορισμού ταξινομούνται ως επικίνδυνα απόβλητα. Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών συνιστά οι λαμπτήρες φθορισμού να διαχωρίζονται από τα γενικά απόβλητα για ανακύκλωση ή ασφαλή διάθεση και ορισμένες δικαιοδοσίες απαιτούν την ανακύκλωσή τους.

Παρακάτω στις εικόνες βλέπουμε το σχηματικό και μια λάμπα φθορίου αντίστοιχα.



Εικόνα 1-4: Σχηματικό λάμπας φθορίου[21]



Εικόνα 1-5: Διάφορες λάμπες φθορίου[20]

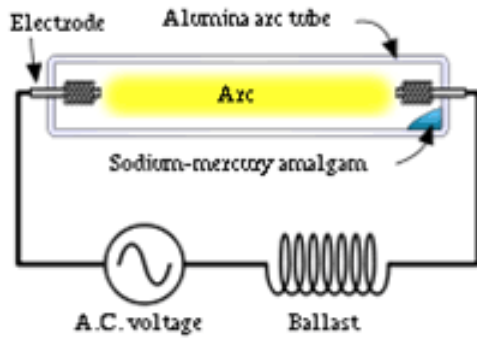
1.3.4 Λάμπες εκκένωσης και Λάμπες τόξου άνθρακα

Σε αυτή την υποενότητα βάζουμε μαζί τις λάμπες τόξου άνθρακα και τις λάμπες εκκένωσης διότι η αρχή λειτουργία τους είναι σχεδόν ίδια.

Ένας λαμπτήρας εκκένωσης έχει ένα περίβλημα από γυαλιού ή πυριτίου που περιέχει δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια που χωρίζονται από ένα αέριο. Τα αέρια που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν νέον, αργό, ξένο, νάτριο, αλογόνιο μετάλλου και υδράργυρο.

Σε ορισμένους λαμπτήρες εκκένωσης, χρησιμοποιείται πολύ υψηλή τάση για να χτυπήσει το τόξο. Αυτό απαιτεί ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που ονομάζεται αναφλεκτήρας, το οποίο αποτελεί μέρος του κυκλώματος ηλεκτρικού έρματος. Αφού χτυπηθεί το τόξο, η εσωτερική αντίσταση του λαμπτήρα πέφτει σε χαμηλό επίπεδο και το έρμα περιορίζει το ρεύμα στο ρεύμα λειτουργίας. Χωρίς έρμα, θα έρεε υπερβολικό ρεύμα, προκαλώντας ταχεία καταστροφή του λαμπτήρα.

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα



Εικόνα 1-6: Σχηματικό λάμπας εκκένωσης[22]



Εικόνα 1-7: Σύγχρονη Λάμπα εκκένωσης[35]

Τελευταίο είδος λάμπας είναι το LED(Light-Emitting diode) το οποίο είναι ίσως και το σημαντικότερο γιατί τα περισσότερα πλέον συστήματα ελέγχου φωτισμού έχουν να κάνουν με LED όπως θα αναφέρουμε σε παρακάτω κεφάλαιο.

1.3.5 LED {Light-Emitting Diode}

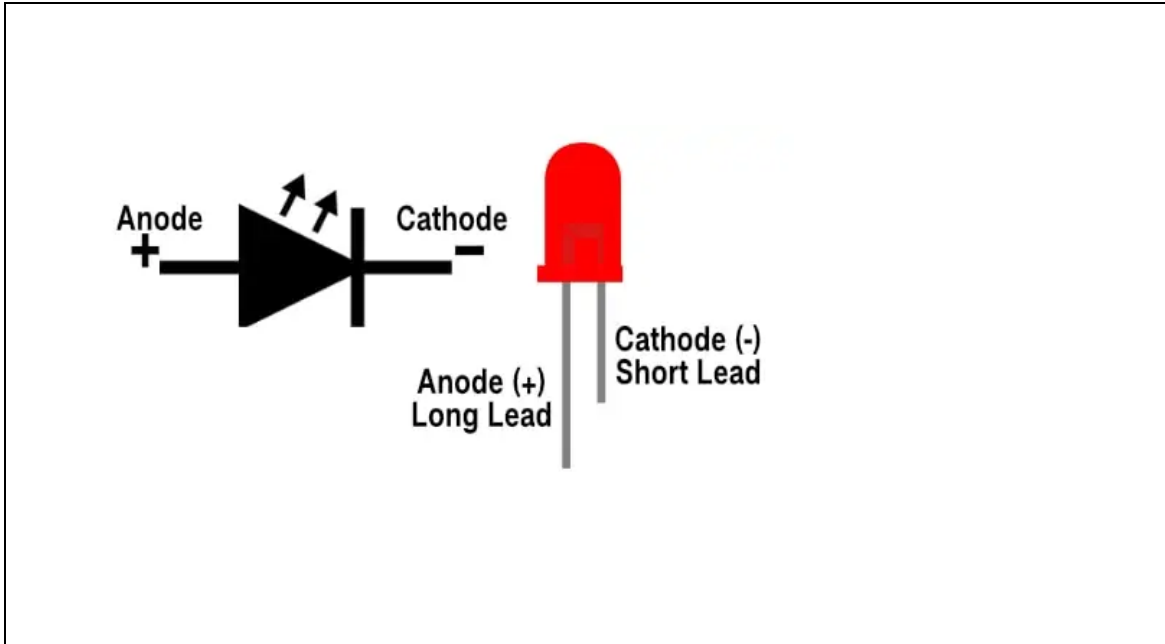
Το LED στα ηλεκτρονικά, είναι μια συσκευή ημιαγωγών που εκπέμπει υπέρυθρο ή ορατό φως όταν φορτίζεται με ηλεκτρικό ρεύμα. Τα ορατά LED χρησιμοποιούνται σε πολλές ηλεκτρονικές συσκευές ως ενδεικτικές λυχνίες, σε αυτοκίνητα ως φώτα πίσω παραθύρου και φρένων, και σε διαφημιστικές πινακίδες και πινακίδες ως αλφαριθμητικές οθόνες ή ακόμη και έγχρωμες αφίσες. Τα υπέρυθρα LED χρησιμοποιούνται σε κάμερες αυτόματης εστίασης και τηλεχειριστήρια τηλεόρασης και επίσης ως πηγές φωτός σε συστήματα τηλεπικοινωνιών οπτικών ινών.

Ο γνωστός λαμπτήρας εκπέμπει φως μέσω πυράκτωσης, ένα φαινόμενο στο οποίο η θέρμανση ενός νήματος σύρματος από ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί το καλώδιο να εκπέμπει φωτόνια, τα βασικά ενεργειακά πακέτα φωτός. Τα LED λειτουργούν με ηλεκτροφωταύγεια, ένα φαινόμενο στο οποίο η εκπομπή φωτονίων προκαλείται από ηλεκτρονική διέγερση ενός υλικού. Το υλικό που χρησιμοποιείται συχνότερα στα LED είναι το αρσενίδιο του γαλλίου, αν και υπάρχουν πολλές παραλλαγές σε αυτή τη βασική ένωση, όπως το αρσενίδιο του γαλλίου αργιλίου ή το φωσφίδιο του ινδίου γαλλίου αλουμινίου.

Ο όρος δίοδος αναφέρεται στη δομή δύο ακροδεκτών της συσκευής εκπομπής φωτός. Σε έναν φακό, για παράδειγμα, ένα νήμα καλωδίου συνδέεται με μια μπαταρία μέσω δύο ακροδεκτών, η άνοδος που φέρει το θετικό ηλεκτρικό φορτίο και η κάθοδος φέρει το αρνητικό φορτίο.

Στα LED, όπως και σε άλλες συσκευές ημιαγωγών όπως τα τρανζίστορ, τα "τερματικά" είναι στην πραγματικότητα δύο ημιαγωγικά υλικά διαφορετικής σύνθεσης και ηλεκτρονικών ιδιοτήτων που ενώνονται για να σχηματίσουν μια διασταύρωση. Σε ένα υλικό (τον αρνητικό, ή τύπου n, ημιαγωγό) οι φορείς φορτίου είναι ηλεκτρόνια και στο άλλο (τον θετικό, ή τύπου p, ημιαγωγός) οι φορείς φορτίου είναι «οπές» που δημιουργούνται από την απουσία ηλεκτρονίων.

Κάτω από την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου (που παρέχεται από μια μπαταρία, για παράδειγμα, όταν το LED είναι αναμμένο), το ρεύμα μπορεί να ρέει κατά μήκος της διασταύρωσης p-n, παρέχοντας την ηλεκτρονική διέγερση που προκαλεί τη φωτεινότητα του υλικού.



Εικόνα 1-8: Σχηματικό LED[33]



Εικόνα 1-9: LED διαφορετικών χρωμάτων[34]

Σύνοψη κεφαλαίου

Αναφέραμε τον βασικό τρόπο φωτισμού ο οποίος πραγματοποιείτε με τον κλασικό λαμπτήρα καθώς επίσης αναφέραμε και πολλά είδη διαφορετικών λαμπτήρων. Αυτό που θα μας απασχολήσει σε παρακάτω κεφάλαιο που είναι σημαντικό είναι το LED, διότι χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορες τεχνικές φωτισμού και λόγω φωτεινότητας που αποδίδει αλλά και οικονομικότερο σε κατανάλωση ενέργειας το οποίο είναι εξίσου σημαντικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Διάφοροι τύποι φωτισμού, χρήσεις καθώς & θετικά και αρνητικά αυτών (Forms of lighting, uses plus positives and negatives)

2.1 Εισαγωγή κεφαλαίου

Στο πρώτο κεφάλαιο μιλήσαμε για τι είναι φωτισμός σε γενικό πλαίσιο, κάναμε μια εισαγωγή στον ηλεκτρικό φωτισμό και επισημάνσαμε ότι ο βασικότερος και συνηθέστερος τρόπος εκπομπής ηλεκτρικού φωτός είναι ο λαμπτήρας, όπου τέλος αναφέραμε πολλά είδη λαμπτήρων και λειτουργία αυτών. Σε αυτό το κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τους διάφορους τύπους φωτισμού, μεθόδους, μορφές, χρήσεις και θετικά και αρνητικά που έχουν επίπτωση στον κόσμο. Μην ξεχνάμε ότι ο φωτισμός, ο ηλεκτρικός φωτισμός, ανακαλύφθηκε για να καλύπτει τις διάφορες ανάγκες που έχει ο άνθρωπος μέχρι και σήμερα οπότε θα δούμε πως καλύπτει εν τέλει αυτές τις ανάγκες και τι οφέλη έχει από αυτές.

2.2 Τύποι και Μεθόδοι φωτισμού

2.2.1 Τύποι φωτισμού

Ο φωτισμός ταξινομείται ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση ως γενικός, έμφασης ή φωτισμός εργασίας, ανάλογα σε μεγάλο βαθμό με την κατανομή του φωτός που παράγεται ένα εξάρτημα(πηγή φωτός).

1. Φωτισμός έμφασης

Ο φωτισμός έμφασης προσθέτει δραματικότητα σε ένα δωμάτιο δημιουργώντας οπτικό ενδιαφέρον. Ως μέρος ενός σχεδίου διακόσμησης, χρησιμοποιείται για να αναδείξει πίνακες ζωγραφικής, φυτά εσωτερικού χώρου, γλυπτά και άλλα πολύτιμα αντικείμενα ή για να τονίσει την υφή ενός τοίχου, κουρτίνας ή εξωραϊσμού εξωτερικού χώρου. Ο φωτισμός έμφασης απαιτεί τουλάχιστον τρεις φορές περισσότερο φως στο εστιακό σημείο από τον γενικό φωτισμό γύρω του.

2. Φωτισμός εργασίας

Ο φωτισμός εργασιών σάς βοηθά να εκτελέσετε συγκεκριμένες εργασίες, όπως ανάγνωση, ράψιμο, μαγείρεμα, εργασίες για το σπίτι, χόμπι, παιχνίδια κ.ο.κ. Μπορεί να παρέχεται με ταινία φωτισμού LED, κρεμαστό φωτισμό και φορητές λάμπες. Ο φωτισμός εργασίας πρέπει να είναι

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

απαλλαγμένος από λάμψη και σκιές που αποσπούν την προσοχή, ώστε να υπάρχει καλύτερη απόδοση και πρέπει να είναι αρκετά φωτεινός ώστε να αποτρέπει την καταπόνηση των ματιών.

3. Γενικός φωτισμός

Ο γενικός φωτισμός παρέχει μια περιοχή με συνολικό φωτισμό. Γνωστός και ως ατμοσφαιρικός φωτισμός, ο γενικός φωτισμός εκπέμπει ένα άνετο επίπεδο φωτεινότητας, επιτρέποντας σε κάποιον να βλέπει και να περπατά με ασφάλεια. Μπορεί να επιτευχθεί με πολυελαίους, φωτιστικά οροφής ή τοίχου, φώτα εσοχής και με φανάρια έξω από το σπίτι σας. Είναι μια βασική μορφή φωτισμού που αντικαθιστά το ηλιακό φως, είναι βασικός για ένα σχέδιο φωτισμού.



Εικόνα 2-1:Χρήση γενικού φωτισμού σε σπίτι[15]

2.2.2 Μέθοδοι φωτισμού

1) Άμεσος φωτισμός

Σε ένα σύστημα άμεσου φωτισμού, το 90 έως 100 τοις εκατό του φωτός από το φωτιστικό λάμπει προς την επιφάνεια εργασίας. Αυτός είναι ο πιο κοινός τύπος φωτισμού και χρησιμοποιείται για πολλούς τύπους εργασιών καθώς επίσης η περιοχή που φωτίζεται εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του φωτιστικού. Για παράδειγμα, το φως που λάμπει προς τα κάτω μπορεί είτε να συγκεντρωθεί σε μια μικρή περιοχή είτε να απλωθεί ομοιόμορφα σε μια ευρεία επιφάνεια. Μερικές φορές, ωστόσο, ο άμεσος φωτισμός δημιουργεί λάμψη και σκιές, για τον λόγο αυτό η τοποθέτηση του φωτιστικού είτε η φωτεινότητα που εκπέμπεται μπορεί να ρυθμιστεί για την εξάλειψη αυτών των προβλημάτων.

2) Ημι-άμεσος Φωτισμός

Σε ένα σύστημα ημι-άμεσου φωτισμού, το 60 έως 90 τοις εκατό του φωτός από το φωτιστικό λάμπει προς την επιφάνεια εργασίας καθώς το υπόλοιπο φως αντανακλάται προς την οροφή και το πάνω μέρος των τοίχων. Αυτό το σύστημα φωτισμού μαλακώνει τις σκιές και παράγει ομοιόμορφο φωτισμό. Ο ημιάμεσος και ο άμεσος φωτισμός έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά, οπότε και σε ένα σύστημα άμεσου φωτισμού, εκτός εάν τα φωτιστικά είναι σωστά τοποθετημένα, το ανακλώμενο φως ή οι σκιές μπορεί να είναι πρόβλημα όταν χρησιμοποιείτε ημιάμεσο φωτισμό.

3) Ημι-έμμεσος Φωτισμός

Σε ένα σύστημα ημι-έμμεσου φωτισμού, το 60 έως 90 τοις εκατό του φωτός από το φωτιστικό ανακλάται προς την οροφή. Οι υψηλά ανακλαστικές οροφές και τα φινιρίσματα των δωματίων είναι σημαντικά, όπως επίσης και η καλή συντήρηση της επιφάνειας. Αυτή η μέθοδος φωτισμού δημιουργεί μια ευχάριστη ατμόσφαιρα δωματίου, ενώ ταυτόχρονα παρέχει αρκετές καλές περιοχές ανάγνωσης.

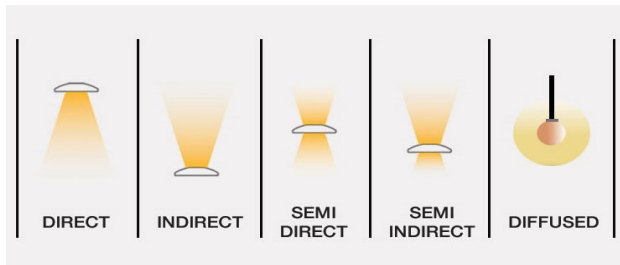
4) Έμμεσος Φωτισμός

Σε ένα σύστημα έμμεσου φωτισμού, το 90 έως 100 τοις εκατό του φωτός από το φωτιστικό λάμπει προς τα πάνω και αντανακλάται από την οροφή. Ο έμμεσος φωτισμός θα πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα το διάχυτο, ομοιόμορφα κατανεμημένο φως. Η οροφή είναι η κύρια πηγή φωτός σε αυτόν τον τύπο συστήματος, επομένως θα πρέπει να φωτίζεται πλήρως και ομοιόμορφα. Εάν το σύστημα είναι καλά σχεδιασμένο, μόνο μια μικρή ποσότητα φωτός θα λάμψει προς τα κάτω.

Ο έμμεσος φωτισμός ελαχιστοποιεί τις αντανάκλασεις του πέπλου, τις σκιές και την άμεση λάμψη. Τα φωτιστικά πρέπει να τοποθετούνται αρκετά μακριά από την οροφή για να αποτρέπεται η υπερβολική φωτεινότητα και θα πρέπει να τοποθετούνται αρκετά χαμηλά για να κατανέμεται ομοιόμορφα το φως στην οροφή. Επειδή τόσο η οροφή όσο και οι περιοχές του επάνω τοίχου φωτίζονται, τα φινιρίσματα των επιφανειών στο δωμάτιο πρέπει να είναι ανοιχτόχρωμα και να ανακλούν έντονα, ενώ οι επιφάνειες των τοίχων και της οροφής πρέπει να διατηρούνται καθαρές ώστε να υπάρχει η μέγιστη απόδοση, ο μέγιστος δυνατός φωτισμός.

5) Διάχυτος φωτισμός

Σε αυτά τα συστήματα φωτισμού, χρησιμοποιούνται φωτιστικά που έχουν σχεδόν ίση κατανομή φωτός προς τα κάτω και προς τα πάνω.



Εικόνα 2-2: Οι μεθόδοι φωτισμού παραστατικά[16]

2.2.3 Διάταξη φωτιστικών

Αφού αναφέραμε τις διάφορες μεθόδους φωτισμού παραπάνω δεν θα πρέπει να παραλείψουμε στο πως θα πρέπει να είναι οι διάταξη στα φωτιστικά μας ώστε να πετύχουμε το μέγιστο και καλύτερο τρόπο στο χώρο που θέλουμε να φωτίσουμε. Έχουμε δύο τρόπους φωτισμού όσον αφορά τη διάταξη των φωτιστικών και αυτοί είναι ο ομοιόμορφος και ο ανομοιόμορφος φωτισμός.

1) Ομοιόμορφος φωτισμός

Ο ομοιόμορφος φωτισμός φωτίζει μια ολόκληρη περιοχή στο ίδιο περίπου επίπεδο, χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε είδος εστίασης φωτισμού. Τα φωτιστικά τοποθετούνται συνήθως για μέγιστο ύψος και ομοιόμορφη απόσταση χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θέση των γραφείων ή του εξοπλισμού μέσα στο δωμάτιο. Αυτή η διάταξη είναι χρήσιμη για ανοιχτά σχέδια επίπλων ή σε περιοχές όπου αναμένεται υψηλό επίπεδο ανατροπής (μετακίνηση ατόμων, σταθμών εργασίας και εξοπλισμού).

2) Ανομοιόμορφος φωτισμός

Σε ένα ανομοιόμορφο σύστημα φωτισμού, τα φωτιστικά τοποθετούνται ψηλά ή κοντά στην οροφή, αλλά η απόσταση μεταξύ τους είναι ακανόνιστη. Η τοποθέτηση των φωτιστικών καθορίζεται από τη θέση των θέσεων εργασίας και των μηχανημάτων και τη φύση της εργασίας που θα εκτελεστεί σε αυτήν την περιοχή.

Τα περισσότερα γραφεία διαθέτουν ομοιόμορφο φωτισμό, επειδή οι εργαζόμενοι πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιούν τον διαθέσιμο φωτισμό οπουδήποτε μπορούν να εγκατασταθούν θέσεις εργασίας. Ωστόσο, υπό ορισμένες συνθήκες, μπορεί να παρέχεται επαρκής φωτισμός με ανομοιόμορφο φωτισμό, εξοικονομώντας έως και το ήμισυ του λειτουργικού κόστους ενός ομοιόμορφου συστήματος φωτισμού. Για παράδειγμα, εάν οι σταθμοί εργασίας δεν είναι κοντά μεταξύ τους και εάν οι σταθμοί εργασίας σπάνια μεταφέρονται, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο μη ομοιόμορφος φωτισμός. Σε αυτήν την περίπτωση, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται φωτιστικά μεγάλης επιφάνειας πάνω από την επιφάνεια εργασίας ή στα πλάγια της επιφάνειας εργασίας. Τα φωτιστικά που βρίσκονται μπροστά από την επιφάνεια εργασίας μπορεί να προκαλέσουν αντανακλάσεις και τα φωτιστικά που βρίσκονται πίσω από τον εργαζόμενο μπορεί να προκαλέσουν σκιές.

Ο φωτισμός εργασίας, γνωστός και ως τοπικός φωτισμός, είναι μια επέκταση της έννοιας του μη ομοιόμορφου φωτισμού. Ο φωτισμός εργασίας έχει γίνει δημοφιλής λόγω της χρήσης συστημάτων επίπλων, όπου ο φωτισμός είναι αναπόσπαστο μέρος του συστήματος. Ένα επιτραπέζιο φωτιστικό είναι ένα απλό παράδειγμα φωτισμού εργασιών. Τα φωτιστικά εργασίας είναι συνήθως χαμηλής ισχύος και τοποθετούνται κοντά στην επιφάνεια εργασίας. Εναλλακτικά, ένα εστιασμένο εξάρτημα μπορεί να βρίσκεται σε κάποια απόσταση από την εργασία. Όταν χρησιμοποιείται αποκλειστικά ο φωτισμός εργασίας, δεν γίνεται καμία προσπάθεια παροχής γενικού ή περιβάλλοντος φωτισμού.

Το φως εργασίας παρέχει μια χαμηλού κόστους, αποτελεσματική μέθοδο φωτισμού της περιοχής για μια δεδομένη εργασία, αλλά μπορεί να δημιουργήσει ενοχλητικές σκιές και αντανακλάσεις. Η προσθήκη έμμεσου φωτισμού περιβάλλοντος από το φως της ημέρας ή άλλη ενεργειακά αποδοτική πηγή μπορεί να μετριάσει αυτά τα προβλήματα και να δημιουργήσει μια ευχάριστη και αποτελεσματική ατμόσφαιρα δωματίου και σταθμού εργασίας. Η κατασκευή ενός συνδυασμού φωτισμού εργασιών και έμμεσου φωτισμού περιβάλλοντος στα συστήματα επίπλων είναι μια μέθοδος που προσελκύει μεγάλο ενδιαφέρον, επειδή παρέχει επαρκή φωτισμό και είναι ενεργειακά αποδοτική.

Τέλος, ο φωτισμός έμφασης, γνωστός και ως φωτισμός εφέ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου σχεδιαστικού εφέ. Η προσθήκη φωτισμού wall-wash και εστιακού σημείου σε μη ομοιόμορφο φωτισμό και φωτισμό εργασίας βοηθά στη διατήρηση μιας άνετης ισορροπίας φωτεινότητας και ενδιαφέροντος περιβάλλοντος. Ο επιλεκτικός φωτισμός τοίχων—φωτισμός ενός μεμονωμένου τοίχου, για παράδειγμα, για να αυξηθεί το επίπεδο φωτεινότητάς του σε σχέση με άλλες επιφάνειες δωματίου—μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει ένα δραματικό εφέ και να προσφέρει ένα σημείο οπτικής εστίασης.

2.3 Μορφές φωτισμού

Αναφέραμε παραπάνω τις μεθόδους και τους διαφόρους τύπους φωτισμού και σε αυτό το κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τον εσωτερικό και τον εξωτερικό φωτισμό, όπου θα μας απασχολήσει μαζί με τη χρήση των LED περισσότερο παρακάτω. Θα δούμε δηλαδή όλες τις μορφές φωτισμού, όλες τις διατάξεις για εσωτερικό αλλά και για εξωτερικό φωτισμό. Τέλος, σε αυτό το κεφάλαιο θα μιλήσουμε για μέτρηση φωτός και για παραδείγματα σχεδιασμού και αρχιτεκτονικής αφού συμπεριλαμβάνονται στις μορφές φωτισμού καθώς και όλων των παραπάνω κεφαλαίων.

2.3.1 Εσωτερικός φωτισμός

Ο εσωτερικός φωτισμός είναι λοιπόν αυτό που περιγράφει και η λέξη εσωτερικός, έχει να κάνει με φωτισμό μέσα στα σπίτια, χώρους εργασίας όπου δεν έχουν εργασία εξωτερική(π.χ Δουλειές γραφείου, Εργοστάσια κλπ.)γενικώς είναι ο φωτισμός με τον οποίο φωτίζεται κάθε εσωτερικός χώρος με τους τρόπους που είχαμε στην προηγούμενη ενότητα, για τη διάταξη φωτιστικών και τις μεθόδους που χρησιμοποιούμε αυτών.

2.3.2 Εξωτερικός φωτισμός

Ο εξωτερικός φωτισμός είναι και αυτός που θα μας απασχολήσει περισσότερο παρακάτω. Περιγράφει και εδώ η λέξη εξωτερικός για το τι μιλάμε, έχουμε τα φώτα δρόμου χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό δρόμων και διαδρόμων τη νύχτα.

Γνωρίζουμε επίσης ότι ορισμένοι κατασκευαστές σχεδιάζουν φωτιστικά LED και φωτοβολταϊκά για να παρέχουν μια ενεργειακά αποδοτική εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά φωτιστικά δρόμου και πλέον έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται περισσότερο ή και ως μοναδική λύση. Έχουμε επίσης τους προβολείς, οι προβολείς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον φωτισμό των ζωνών εργασίας ή των υπαίθριων γηπέδων κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ο πιο συνηθισμένος τύπος προβολέων είναι τα φώτα αλογονιδίου μετάλλου και νατρίου υψηλής πίεσης.

Πολύ λιγότερο στην Ελλάδα και περισσότερο στο εξωτερικό έχουμε και το φωτισμό ασφαλείας. Ο φωτισμός ασφαλείας μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά μήκος των δρόμων σε αστικές περιοχές ή πίσω από σπίτια ή εμπορικές εγκαταστάσεις. Είναι εξαιρετικά λαμπερά φώτα που χρησιμοποιούνται για την αποτροπή εγκλήματος. Τα φώτα ασφαλείας μπορεί να περιλαμβάνουν προβολείς και να ενεργοποιούνται με διακόπτες PIR που ανιχνεύουν κινούμενες πηγές θερμότητας στο σκοτάδι.

Τα φώτα εισόδου μπορούν να χρησιμοποιηθούν έξω για να φωτίσουν και να σηματοδοτήσουν την είσοδο σε ένα ακίνητο. Αυτά τα φώτα τοποθετούνται για ασφάλεια και διακόσμηση.

Εν ολίγοις, ο εξωτερικός φωτισμός είναι απαραίτητος για τον άνθρωπο καθώς είναι ο μόνος τρόπος ώστε να μπορέσει να κυκλοφορεί τις βραδινές ώρες, έχει τα φώτα στο αμάξι του και στους δρόμους, στο σπίτι του εξωτερικά για να μπορεί να παρατηρήσει τι κινείται το βράδυ, τελικά για να καλύψει την ανάγκη του να ενεργήσει τις βραδινές ώρες για οτιδήποτε χρειάζεται.

2.3.3 Μέτρηση Φωτισμού

Στον αρχιτεκτονικό φωτισμό, η ένταση του φωτός ή αλλιώς η απόδοση φωτός μετριέται για να κατανοηθεί εάν μια συγκεκριμένη πηγή φωτός παρέχει αρκετό φως για μια προβλεπόμενη εφαρμογή. Η βιομηχανία φωτισμού έχει καθιερωμένες συστάσεις επιπέδου φωτός για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και τύπων χώρου, επίσης είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να κατανοήσουμε την ένταση του φωτός προκειμένου να αξιολογήσουμε σωστά εάν ένας χώρος έχει ή όχι επαρκείς συνθήκες φωτισμού.

Η φωτεινότητα είναι η μέτρηση που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης φωτός μέσα σε ένα χώρο. Μετριέται σε footcandles ή lux όπου είναι η ποσότητα φωτός (lumens) που πέφτει σε μια επιφάνεια. Επομένως, η ένταση φωτός μετριέται σε λούμεν ανά τετραγωνικό πόδι (footcandles) ή lumens ανά τετραγωνικό μέτρο (lux). Η μέτρηση της ποσότητας φωτός που πέφτει σε μια επιφάνεια μας επιτρέπει να αξιολογήσουμε εάν έχουμε αρκετό φως για να εκτελέσουμε διάφορες οπτικές εργασίες.

Ας δούμε τώρα βαθύτερα πώς μετράμε τη φωτεινότητα, ξεκινάμε εξετάζοντας τις δύο θεμελιώδεις μονάδες μέτρησης φωτισμού: footcandles και lux.

1) Lux

Το Lux είναι απλώς η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον αριθμό των lumen που πέφτουν σε ένα τετραγωνικό πόδι ή τετραγωνικό μέτρο μιας επιφάνειας. Ας υποθέσουμε λοιπόν ότι έχετε μια πηγή φωτός με 1.000 lumens. Εάν και όλα αυτά τα 1.000 lumen απλώνονται σε μια επιφάνεια 1 τετραγωνικού μέτρου, θα έχετε έναν φωτισμό 1.000 lux. Τι γίνεται όμως αν το απλώσουμε σε 10 φορές την περιοχή, δηλαδή 10 τετραγωνικά μέτρα; Λοιπόν, η φωτεινότητα ή lux θα μειωνόταν σε λιγότερο έντονη και πιο αμυδρή στα 100 lux. Χρησιμοποιούμε την ίδια προσέγγιση για τα footcandles, μόνο που οι μονάδες μας είναι lumens ανά τετραγωνικό πόδι.

Ο λόγος που μετράμε την ένταση του φωτός είναι για να διασφαλίσουμε ότι τηρείται ένα συγκεκριμένο «πρότυπο» φωτισμού.

2) Footcandle

Το footcandle είναι μέτρο της έντασης του φωτός, είναι ο αριθμός των lumen ανά τετραγωνικό πόδι. Διαφορετικοί άνθρωποι χρησιμοποιούν διαφορετικές μετρήσεις και για διαφορετικούς

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

λόγους. Με απλά λόγια, όπου 1 lux ισούται με 1 lumen σε τετραγωνικό μέτρο, 1 footcandle ισούται με έναν lumen ανά τετραγωνικό πόδι.

Τέλος η μέτρηση φωτεινής ροής είναι ο τρόπος μέτρησης της αντιλαμβανόμενης ισχύος ή της συνολικής ποσότητας εξόδου φωτός από μια πηγή φωτός. Όταν ο αριθμός των lumens , η μονάδα-ποσότητα του ορατού φωτός που μπορεί να δει ένα ανθρώπινο μάτι, χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης μιας φωτεινής πηγής. Απαιτείται εμβαδόν επιφάνειας ενός μέτρου (lux) για τον προσδιορισμό της τιμής φωτεινής ροής.

2.3.4 Αρχιτεκτονικός Φωτισμός

Ο σχεδιασμός αρχιτεκτονικού φωτισμού εξυπηρετεί και ενισχύει ορισμένα αρχιτεκτονικά, να καθιερώσει ή να τονίσει την αισθητική και τον σκοπό ενός κτιρίου. Ο αρχιτεκτονικός φωτισμός μπορεί να είναι παρόμοιος αλλά δεν είναι ακριβώς ο ίδιος με τον σχεδιασμό φωτισμού. Η εστίαση του πρώτου είναι στην αρχιτεκτονική. Η θεώρηση του τελευταίου είναι συχνά εργονομική ή λειτουργική για οποιαδήποτε πτυχή που βελτιώνει την ικανότητα κάποιου να ζει, να εργάζεται, να λειτουργεί, να χαλαρώνει ή να παίζει και για να διασφαλίσει ότι το φως χρησιμοποιείται και κατανέμεται βέλτιστα.

Τα αρχιτεκτονικά φώτα είναι προϊόντα που μπορούν να προσαρμοστούν με διάφορες επιλογές. Αυτά τα προϊόντα μπορούν επίσης να αναφέρονται ως φώτα προδιαγραφών. Η τεχνολογική πρόοδος και η ευελιξία του φωτισμού LED δίνει στους αρχιτέκτονες και τους σχεδιαστές φωτισμού τη δυνατότητα να επιτύχουν πιο δημιουργικά σχέδια. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στον σχεδιαστή να τονίσει τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά χωρίς να αποκαλύπτει οπτικά το φωτιστικό.

Μερικές από τις πιο κοινές εφαρμογές του αρχιτεκτονικού φωτισμού είναι ο φωτισμός όρμου, ο φωτισμός ανύψωσης, και τέλος ο φωτισμός επιφάνειας και ανάρτησης.

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα



Εικόνα 2-3: Αρχιτεκτονικός Φωτισμός σε κτήριο[23]

2.4 Ρύπανση λόγω φωτός(Light Pollution)

Η προσβασιμότητα του φωτός και του φωτισμού έχει δημιουργήσει συνθήκες για απεριόριστη πρακτική χρήση κατά τη σκοτεινή περίοδο της μέρας. Αυτές οι συνθήκες οδήγησαν στη διαταραχή της φυσικής εναλλαγής μεταξύ φωτεινής και σκοτεινής περιόδου. Ως εκ τούτου, η νύχτα γίνεται μέρα.

Είναι αδικαιολόγητο ότι μεγάλο μέρος της εξόδου φωτός του εξωτερικού φωτισμού είναι περίπου 30% (με εκτίμηση ειδικού), και σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμη περισσότερο, το παραγόμενο τεχνητό φως δεν χρησιμοποιείται για τον προορισμό του και διασκορπίζεται στο περιβάλλοντα χώρο. Η διασπορά του τεχνητού φωτός κυρίως σχετίζεται με την ακόλουθη αρνητική επίπτωση: φωτορύπανση δηλαδή, αναγκαστικά και πρακτικά η περιττή δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας.

Η φωτορύπανση του περιβάλλοντος επηρεάζει επίσης το περιβάλλον από το διάσπαρτο, εσφαλμένα κατευθυνόμενο τεχνητό φως που εισέρχεται στους κλειστούς χώρους από το εξωτερικό περιβάλλον.

Αυτό το είδος του φωτός οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται ως δυσάρεστο, ερεθιστικό, παρεμβατικό, ενοχλητικό φως. Μπαίνει στα παράθυρα των κατοικιών και άλλα κτίρια που εξαπλώνονται στους χώρους εργασίας, φωτίζοντας τις αυλές και άλλα αντικείμενα που είναι ιδιωτικές ιδιοκτησίες. Αυτό είναι το συναρπαστικό έντονο φως του εξωτερικού χώρου, φωτισμού όταν τα βλέπουμε προς την κατεύθυνση στις ανοιχτές περιοχές.

Η Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού (CIE) συστηματοποιεί τον περιορισμό της φωτορύπανσης σε δύο κατευθύνσεις:

(α) Ελαχιστοποίηση της λεγόμενης «λάμψης του ουρανού».(sky glow effect)

(β) Περιορίζοντας την επίδραση του αποφρακτικού τεχνητού φωτός που εκπέμπεται από συστήματα φωτισμού εξωτερικού χώρου.

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

Έχουν καθοριστεί οι χώροι με περιορισμένο φωτισμό για τον σκοπό της θεώρησης φωτορύπανσης ως ανθρωπογενούς και αβιοτικός παράγοντας. Ως παραμετρικός παράγοντας η φωτορύπανση οδηγεί στο σχηματισμό συνιστώμενων οριακών τιμών που δίνονται ως περιορισμός του τεχνητού φωτός που εκπέμπεται σε περιοχές όπου δεν χρειάζεται η σκοτεινή περίοδος του 24ωρου κύκλου. Με βάση ορισμένους κανόνες οι οριακές τιμές λειτουργούν για τους ακόλουθους παράγοντες:

A) Τον αντίκτυπο στον πληθυσμό (η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του κατακόρυφου φωτισμού του εμποδίου) φως στα κτίρια (παράθυρα κτιρίων) η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή κάθετου φωτισμού στα παράθυρα για κτίρια που βρίσκονται κοντά σε φωτισμένους δρόμους και τέλος η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της έντασης του φωτός των φωτιστικών.

B) Επιπτώσεις στην κυκλοφορία των οδών και των πεζών.

Γ) Τον αντίκτυπο στην τουριστική δραστηριότητα (μέση αποδεκτή τιμή της φωτεινότητας της επιφάνειας ενός φωτιζόμενου κτιρίου κατά τη διάρκεια του ημερήσιου κύκλου.

Δ) Τον αντίκτυπο στις αστρονομικές παρατηρήσεις (ULR η αποδεκτή τιμή (τύπος 1) που αναφέρεται σε ολόκληρη τη σκοτεινή περίοδο της ημέρας)

$$ULR = ULOR + LOR$$

Τύπος 1: Upward Light Ratio

Το ULOR είναι η συνολική φωτεινή ροή του φωτιστικού, εκπέμπεται πάνω από το οριζόντιο και LOR συνολική ροή του φωτιστικού.

Συνιστάται ο κατακόρυφος φωτισμός στα παράθυρα από το αποφρακτικό φως να είναι περιορισμένος. Για τις πολύ φωτισμένες αστικές περιοχές, η επιτρεπόμενη τιμή του είναι 5 lux. Ένα κλασικό παράδειγμα σκέδασης φωτός είναι το λευκό σφαιρικό χωρίς θωράκιση, φωτιστικά που έχουν ομοιόμορφη κατανομή φωτός προς όλες τις κατευθύνσεις. Περίπου τα τρία τέταρτα της εκπομπής φωτός τους κατευθύνεται στον μη επιδιωκόμενο σκοπό: ο προβολέας μέσω των παραθύρων και το φως που κατευθύνεται προς τον ουρανό. Ο ηλεκτρισμός για αυτή την περιττή φωτεινή ροή πληρώνεται από τους ιδιοκτήτες των συστημάτων φωτισμού εξωτερικού χώρου. Για

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

παράδειγμα, η αντικατάσταση του από λευκά σφαιρικά μη θωρακισμένα φωτιστικά και 50W υψηλής πίεσης λαμπτήρας νατρίου (HPSL) σε λαμπτήρα δρόμου LED 10W επιτρέπει άμεση μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας έως και 5,13 φορές παραπάνω.

Κλείνοντας το κεφάλαιο για τις μορφές φωτισμού και πολύ πιο σημαντικό του κεφαλαίο η ρύπανση λόγω φωτός θα μιλήσουμε παρακάτω για έξυπνα συστήματα φωτισμού (με χρήση LED) έτσι ώστε να δούμε πως μπορεί ο άνθρωπος να κάνει πιο αποτελεσματικό έργο σε εσωτερικούς αλλά κυρίως σε εξωτερικούς χώρους μειώνοντας την απαιτούμενη ενέργεια συνεπώς και τη ρύπανση λόγω φωτός.



Εικόνα 2-4:Επιρροή του Light Pollution[32]

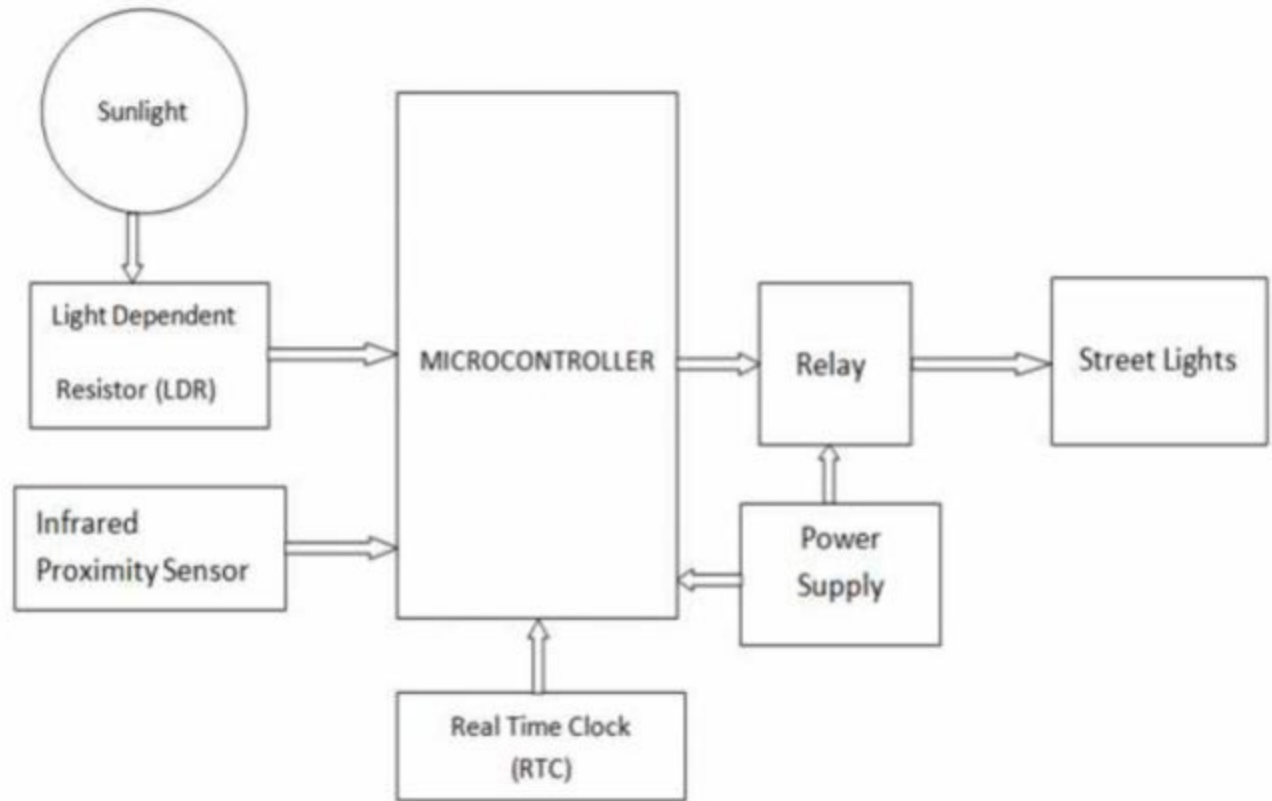
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Έξυπνα συστήματα φωτισμού LED και έλεγχος φωτισμού βασισμένος σε IOT τεχνολογίες(Smart lighting systems using LED and smart control based on IoT technologies)

3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μιλήσουμε για έξυπνα συστήματα φωτισμού, για τη σημαντική χρήση με LED καθώς επίσης και για τον έλεγχο που μπορούμε να πραγματοποιήσουμε χρησιμοποιώντας την τεχνολογία του internet of things(IoT). Θα εμβαθύνουμε στο πως υλοποιούμε ένα τέτοιο έξυπνο σύστημα, τους λόγους που επιλέγουμε τα έξυπνα συστήματα, γιατί μας είναι χρήσιμο, τι πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα έχει και τέλος γιατί θέλουμε τη χρήση της τεχνολογίας IoT πώς πραγματοποιείται ο έλεγχος και που ωφελούμαστε από όλη αυτή τη διαδικασία. Τα συστήματα θα αφορούν κυρίως τους εξωτερικούς χώρους διότι είναι μαζικού ενδιαφέροντος, ενδιαφέρει δηλαδή όλους όσους κυκλοφορούν σε εξωτερικούς χώρους κυρίως το βράδυ οπότε μιλάμε για θέματα ασφάλειας και οικολογίας. Για τους εσωτερικούς χώρους παρατηρούμε ότι είναι πιο ατομικό καθώς ο καθένας προσαρμόζει το φωτισμό στο χώρο του είτε είναι σπίτι, εταιρία κ.ο.κ ανάλογα με τις δικές του ανάγκες.

3.2 Έξυπνα συστήματα φωτισμού

Ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού είναι μια έξυπνη λύση ελέγχου φωτισμού που βασίζεται σε δίκτυο που ενσωματώνει την επικοινωνία μεταξύ διαφόρων εισόδων και εξόδων του συστήματος που σχετίζονται με τον έλεγχο φωτισμού με τη χρήση μίας ή περισσότερων κεντρικών υπολογιστικών συσκευών. Χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο στον εσωτερικό όσο και στον εξωτερικό φωτισμό εμπορικών, βιομηχανικών και οικιστικών χώρων καθώς επίσης και σε εξωτερικούς χώρους γενικά όπως για φωτισμό δρόμων. Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού αναφέρονται μερικές φορές με τον όρο έξυπνος φωτισμός και χρησιμεύουν ώστε να παρέχουν τη σωστή ποσότητα φωτός όπου και όταν χρειάζεται.



Εικόνα 3-1: Μπλοκ διάγραμμα ενός έξυπνου συστήματος φωτισμού για φάτα δρόμου[24]

Ο όρος έλεγχος φωτισμού χρησιμοποιείται συνήθως για να υποδείξει τον αυτόνομο έλεγχο του φωτισμού μέσα σε ή έξω από ένα χώρο. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει αισθητήρες παρουσίας(κίνησης), χρονοδιακόπτες και φωτοκύτταρα που είναι συνδεδεμένα με καλώδιο για να ελέγχουν ανεξάρτητα σταθερές ομάδες φώτων.

Ο όρος σύστημα ελέγχου φωτισμού αναφέρεται σε ένα έξυπνο δικτυωμένο σύστημα συσκευών. Αυτές οι συσκευές μπορεί να περιλαμβάνουν ρελέ, αισθητήρες παρουσίας, φωτοκύτταρα, διακόπτες ελέγχου φωτός ή οθόνες αφής και σήματα από άλλα συστήματα κτιρίων (όπως συναγερμό πυρκαγιάς). Η προσαρμογή του συστήματος πραγματοποιείται τόσο σε θέσεις συσκευών όσο και σε κεντρικούς υπολογιστές μέσω προγραμμάτων λογισμικού ή άλλων συσκευών διασύνδεσης όπως αναφέραμε και παραπάνω.

Τέλος, το κύριο πλεονέκτημα ενός συστήματος ελέγχου φωτισμού σε σχέση με τον αυτόνομο χειρισμό φωτισμού ή τη χειροκίνητη εναλλαγή είναι η δυνατότητα ελέγχου μεμονωμένων φώτων ή ομάδων φώτων από μία συσκευή ενός χρήστη. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των συστημάτων

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

ελέγχου φωτισμού είναι η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας. Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα επιτυγχάνεται επίσης όταν μειώνετε τη φωτεινότητα και σβήνετε τα φώτα όταν δεν χρησιμοποιούνται. Τα ασύρματα συστήματα ελέγχου φωτισμού παρέχουν πρόσθετα πλεονεκτήματα, όπως μειωμένο κόστος εγκατάστασης και αυξημένη ευελιξία σχετικά με το πού μπορούν να τοποθετηθούν διακόπτες και αισθητήρες.

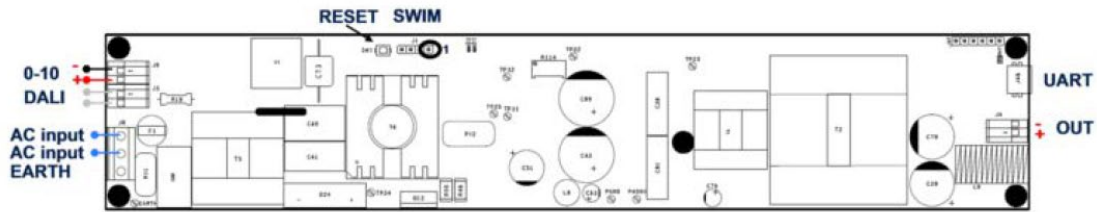
Το αναπτυξιακό της ST STEVAL-ILL066V2 είναι μια πλήρης και διαμορφώσιμη λύση που ελέγχει αποτελεσματικά μια ενιαία, ρυθμιζόμενη, υψηλής φωτεινότητας σειρά LED χρησιμοποιώντας τον ψηφιακό ελεγκτή STLUX385A. Η απόδοση LED είναι υψηλή σε όλα τα στάδια μείωσης της φωτεινότητας: το STEVAL-ILL066V2 μπορεί να επιτύχει απόδοση 92% με πλήρες φορτίο, ενώ διατηρεί χαμηλή κατανάλωση ισχύος < 250 mW σε περιόδους αδράνειας και μικρότερη από 500 mW κατά τη διάρκεια αστοχίας (ανοιχτή ή σύντομη).

Η συσκευή STLUX385A χειρίζεται ένα πρωτεύον στάδιο μετατροπής ισχύος ρυθμιζόμενης πλευράς καθώς και όλες τις υποστηριζόμενες συνδέσεις επικοινωνίας. Το στάδιο μετατροπής ισχύος αποτελείται από έναν ρυθμιστή PFC που ακολουθείται από μια βαθμίδα συντονισμού LC «Zero Voltage Switching» (ZVS). Η ρύθμιση του φωτισμού υψηλής ακρίβειας ρυθμίζεται χρησιμοποιώντας μια τεχνική ελέγχου πρωτογενούς πλευρικής ρύθμισης (PSR).

Η φωτεινότητα των LED μπορεί να μειωθεί ελέγχοντας το ρεύμα LED σε πολύ χαμηλό επίπεδο καθώς επίσης η πλακέτα αξιολόγησης STEVAL-ILL066V2 παρέχει διασυνδέσεις φυσικής επικοινωνίας DALI, μονωμένες 0-10 και UART, με όλη την επικοινωνία που διαχειρίζεται η συσκευή STLUX385A.



Εικόνα 3-2: Φωτογραφία του αναπτυξιακού STEVAL-ILL066V2.[36]



Εικόνα 3-3: Φωτογραφία συνδέσεων του αναπτυξιακού STEVAL-ILL066V2.[36]

3.3 LED σε έξυπνο φωτισμό

Σε προηγούμενα κεφάλαια είχαμε αναφερθεί πολλές φορές στα LED, κατά κύριο λόγο είχαμε πει την αρχή λειτουργίας και κατ' επέκταση αναφορικά ότι χρησιμοποιούνται κατά κόρον πλέον στα έξυπνα συστήματα φωτισμού, εσωτερικού και εξωτερικού. Σε αυτή την ενότητα θα δούμε γιατί είναι τόσο απαραίτητο στη κατασκευή και στη χρήση των έξυπνων συστημάτων.

Παρακάτω είναι οι λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιούνται ευρέως τα LED:

1. Μεγάλη διάρκεια ζωής

Σε σύγκριση με τη διάρκεια ζωής του μέσου λαμπτήρα πυρακτώσεως, η διάρκεια ζωής ενός λαμπτήρα LED είναι πολύ ανώτερη. Ο μέσος λαμπτήρας πυρακτώσεως διαρκεί περίπου χίλιες ώρες. Η διάρκεια ζωής ενός μέσου φωτός LED είναι 50.000 ώρες. Ανάλογα με τον τρόπο που το χρησιμοποιείτε, η διάρκεια ζωής του μπορεί να είναι έως και 100.000 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι ένα φως LED μπορεί να διαρκέσει από έξι έως 12 χρόνια πριν χρειαστεί να το αντικαταστήσετε.

Ακόμα κι αν χρησιμοποιείτε λαμπτήρες φθορισμού, αλογονιδίου μετάλλου ή ατμού νατρίου, ένα φως LED θα διαρκέσει τουλάχιστον δύο έως τέσσερις φορές περισσότερο. Ως εκ τούτου, η εξοικονόμηση επεκτείνεται όχι μόνο στο κόστος αντικατάστασης αλλά και στο κόστος συντήρησης.

2. Ενεργειακή απόδοση

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

Ένα άλλο από τα κορυφαία πλεονεκτήματα του φωτισμού LED είναι η ενεργειακά αποδοτική λειτουργία τους. Μπορείτε να μετρήσετε την ενεργειακή απόδοση μιας πηγής φωτισμού σε lumen, που περιγράφει την ποσότητα φωτισμού που εκπέμπει η συσκευή για κάθε μονάδα ισχύος ή watt που χρησιμοποιεί ο λαμπτήρας. Στο παρελθόν, μετρούσαμε το φως με το πόσα lumen παρήγαγε, αλλά η πραγματικότητα είναι ότι μερικά από αυτά τα lumen πάνε χαμένα. Ο φωτισμός LED παράγει λιγότερο απόβλητο φως και πιο χρήσιμους αυλούς από άλλες τεχνολογίες φωτισμού.

Εάν αντικαταστήσετε όλο τον φωτισμό του γραφείου, του σχολείου ή άλλων εγκαταστάσεων με LED, θα μπορούσατε να δείτε έως και 60% έως 70% βελτίωση στη συνολική ενεργειακή σας απόδοση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η βελτίωση θα μπορούσε να φτάσει το 90%, ανάλογα με το είδος των φώτων που αντικαθιστάτε και το είδος των φώτων LED που χρησιμοποιείτε. Αυτές οι βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση συσχετίζονται άμεσα με την εξοικονόμηση πόρων.

3. Βελτιωμένη Περιβαλλοντική Απόδοση

Τα περιβαλλοντικά οφέλη του φωτισμού LED επεκτείνονται και στη διαδικασία κατασκευής τους. Πολλές παραδοσιακές πηγές φωτισμού, όπως ο φωτισμός φθορισμού και τα φώτα ατμού υδραργύρου, χρησιμοποιούν υδράργυρο εσωτερικά ως μέρος της κατασκευής τους. Εξαιτίας αυτού, όταν φτάνουν στο τέλος της διάρκειας ζωής τους, απαιτούν ειδικό χειρισμό αντιθέτως στη περίπτωση των LED δεν χρειάζεται να ανησυχείτε για κανένα από αυτά τα ζητήματα.

4. Η δυνατότητα λειτουργίας σε ψυχρές συνθήκες

Στις παραδοσιακές πηγές φωτισμού δεν αρέσει ο κρύος καιρός. Όταν η θερμοκρασία πέφτει, οι πηγές φωτισμού, ιδιαίτερα οι λαμπτήρες φθορισμού, απαιτούν υψηλότερη τάση για να ξεκινήσουν και η ένταση του φωτός τους μειώνεται.

Τα φώτα LED, από την άλλη πλευρά, αποδίδουν καλύτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες κατά περίπου 5%. Η ικανότητά τους να αποδίδουν τόσο αποτελεσματικά σε κρύο καιρό τα καθιστά επίσης την τέλεια επιλογή για φώτα σε χώρους στάθμευσης, φώτα που χρησιμοποιούνται για να φωτίζουν την περίμετρο των κτιρίων και φώτα που χρησιμοποιούνται στην υπαίθρια σήμανση.

5. Μηδενικές εκπομπές θερμότητας ή υπεριώδους ακτινοβολίας

Πολλές παραδοσιακές πηγές φωτισμού, όπως οι λαμπτήρες πυρακτώσεως, μετατρέπουν περισσότερο από το 90% της ενέργειας που χρησιμοποιούν σε θερμότητα, κατανέμοντας μόνο το 10% της ενέργειας στην πραγματική παραγωγή φωτός.

Τα LED δεν εκπέμπουν σχεδόν καθόλου θερμότητα και το μεγαλύτερο μέρος του φωτός που εκπέμπουν βρίσκεται εντός του ορατού φάσματος.

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

Καθιστά επίσης τις λυχνίες LED ιδανικές για φωτισμό έργων τέχνης που θα υποβαθμιστούν ή θα χαλάσουν με την πάροδο του χρόνου με την έκθεση στις ακτίνες UV.

6. Ευελιξία σχεδιασμού

Τα LED είναι πολύ μικρά (περίπου στο μέγεθος προδιαγραφής πιπεριού). Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν σε οποιαδήποτε εφαρμογή. Εάν συνδυάσετε μια σειρά από φώτα LED, δημιουργείτε μια σειρά ή μια σειρά από φώτα όπως για παράδειγμα μια σειρά από χριστουγεννιάτικα φωτάκια.

Η πληθώρα επιλογών που προσφέρει για φωτισμό στις εγκαταστάσεις είναι αμέτρητες καθώς οι συσκευές LED μπορεί να είναι τόσο μικρές που μπορείτε να τις χρησιμοποιήσετε για να φωτίσετε τα πάντα, από ένα πάτωμα καταστήματος έως ένα γήπεδο ποδοσφαίρου μεγάλης κατηγορίας.

7. Στιγμιαίος φωτισμός και ικανότητα αντοχής στις συχνές εναλλαγές

Αν ψάχνετε για ένα φως που πρέπει να ανάψει γρήγορα, επιλέξτε φωτισμό LED. Τα φώτα LED μπορούν να ανάψουν και να σβήσουν αμέσως. Εάν χρησιμοποιείτε λαμπτήρα αλογονιδίου μετάλλου, για παράδειγμα, πρέπει να προετοιμαστείτε για μια περίοδο προθέρμανσης. Σκεφτείτε πώς ένα φως φθορισμού τρεμοπαίζει όταν το ενεργοποιείτε και συχνά χρειάζονται δύο ή τρία δευτερόλεπτα πριν ανάψει πλήρως. Αυτές είναι μερικές από τις επιπλοκές που μπορούν να παρακαμφθούν με την εγκατάσταση φώτων LED.

Επιπλέον, οι παραδοσιακές πηγές φωτισμού έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής εάν τις ανάβετε και τις απενεργοποιείτε συχνά. Τα φώτα LED δεν επηρεάζονται από τη συχνή εναλλαγή. Δεν προκαλεί καμία μείωση στη διάρκεια ζωής ή την αποτελεσματικότητά τους. Αυτή η δυνατότητα καθιστά τα LED μια ιδανική λύση για την οποιαδήποτε χρήση σας, εάν θέλετε τα φώτα σας να επανέλθουν αμέσως μετά από διακοπή ρεύματος ή αύξηση ρεύματος.

Δεδομένου ότι τα LED δεν επηρεάζονται από το άναμμα και το σβήσιμο, μπορούν να ανακυκλωθούν γρήγορα για ενδείξεις φωτός που αναβοσβήνουν ή εφαρμογές που απαιτούν αισθητήρες που αλλάζουν συχνά από το on στο off.

8. Λειτουργία χαμηλής τάσης

Τα LED είναι ιδανικά διότι λειτουργούν σε πολύ χαμηλή τάση. Όταν χρησιμοποιείτε ένα σύστημα χαμηλής τάσης σε περιοχές που μπορεί να είναι επιρρεπείς σε πλημμύρες, προστατεύετε το προσωπικό σας και άλλους από δυνητικά επιβλαβείς ή θανατηφόρους κραδασμούς. Εάν, για

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

παράδειγμα κατά τη διάρκεια ενός καθαρισμού πλημμύρας, κάποιος αγγίζει κατά λάθος κάποιο ηλεκτρικό εξάρτημα, ένα σύστημα φωτισμού χαμηλής τάσης που παράγει 12 βολτ είναι πολύ πιο ασφαλές από ένα σύστημα τάσης γραμμής που παράγει 120 βολτ.

Αυτό τα καθιστά επίσης εξαιρετικά χρήσιμα για χρήση σε εξωτερικούς χώρους όπου άλλες λύσεις φωτισμού ενδέχεται να μην ανταποκρίνονται στους τοπικούς κώδικες.

9. Δυνατότητες έντασης

Τα LED αποδίδουν καλά σχεδόν σε οποιοδήποτε ποσοστό ισχύος, από περίπου 5% έως 100%. Ορισμένες πηγές φωτισμού, όπως τα αλογονίδια μετάλλων, αποδίδουν λιγότερο αποτελεσματικά όταν είναι χαμηλοί. Μερικές φορές, δεν μπορείτε να τα εξασθενίσετε καθόλου.

Το αντίθετο ισχύει για τον φωτισμό LED. Όταν χρησιμοποιείτε λιγότερο από πλήρη ισχύ σε μια λυχνία LED, λειτουργεί πιο αποτελεσματικά. Αυτή η δυνατότητα οδηγεί σε άλλα οφέλη, επίσης. Αυξάνει τη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα και σημαίνει ότι καταναλώνετε λιγότερη ενέργεια, μειώνοντας έτσι το κόστος ενέργειας.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι δεν μπορείτε να χρησιμοποιήσετε παραδοσιακό εξοπλισμό για τη μείωση της έντασης των φώτων όταν χρησιμοποιείτε LED. Χρειάζονται υλικό που είναι ειδικό για την τεχνολογία τους.

10. Κατευθυντικότητα

Κάθε συμβατική τεχνολογία φωτισμού εκπέμπει φως στις 360° γύρω από την πηγή φωτός. Αυτό σημαίνει ότι αν θέλετε το φως να φωτίζει μια συγκεκριμένη περιοχή, θα χρειαστεί να αγοράσετε αξεσουάρ για να διοχετεύσετε ή να εκτρέψετε το φως προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

Εάν δεν χρησιμοποιείτε κάτι για να ανακλάσετε ή να ανακατευθύνετε το φως, θα σπαταλήσετε ενέργεια σε χώρους φωτισμού που δεν χρειάζονται φωτισμό, γεγονός που θα έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερο ενεργειακό κόστος.

Ένα φως LED, ωστόσο, φωτίζει μόνο μια περιοχή 180°, γεγονός που καθιστά τον φωτισμό LED εξαιρετικά χρήσιμο για τις ποικίλες εφαρμογές που κάνουμε.

Οι παραπάνω λόγοι είναι τα πλεονεκτήματα που έχει μια λάμπα LED σε σχέση με μια απλή λάμπα, παρατηρούμε λοιπόν γιατί είναι καλύτερη η χρήση των LED για να φτιάξουμε ένα σύστημα φωτισμού.

3.4 Πρωτόκολλο DALI

Το DALI, ή Digital Addressable Lighting Interface, είναι ένα αποκλειστικό πρωτόκολλο για τον ψηφιακό έλεγχο φωτισμού που επιτρέπει την εύκολη εγκατάσταση ισχυρών, επεκτάσιμων και ευέλικτων δικτύων φωτισμού.

Το DALI αναπτύχθηκε αρχικά για να επιτρέπει τον ψηφιακό έλεγχο, τη διαμόρφωση και την αναζήτηση πηνίων φθορισμού, αντικαθιστώντας την απλή, μονόδρομη λειτουργία που μοιάζει με εκπομπή του αναλογικού ελέγχου 0/1-10V.

Με το DALI, είναι επίσης διαθέσιμη η επιλογή μετάδοσης. Επιπλέον, με απλή διαμόρφωση, σε κάθε συσκευή DALI μπορεί να εκχωρηθεί μια ξεχωριστή διεύθυνση, επιτρέποντας τον ψηφιακό έλεγχο μεμονωμένων συσκευών. Οι συσκευές DALI μπορούν επίσης να προγραμματιστούν να λειτουργούν σε ομάδες. Αυτό παρέχει εξαιρετική ευελιξία, καθώς τα συστήματα φωτισμού μπορούν να διαμορφωθούν εκ νέου με επαναπρογραμματισμό λογισμικού, χωρίς να απαιτείται αλλαγή της καλωδίωσης. Διαφορετικές λειτουργίες φωτισμού και διαθέσεις μπορούν να επιτευχθούν σε διαφορετικούς χώρους ή χώρους ενός κτιρίου και στη συνέχεια να προσαρμοστούν και να βελτιστοποιηθούν εύκολα.

Η ψηφιακή φύση του DALI επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ συσκευών, έτσι ώστε μια συσκευή να μπορεί να αναφέρει μια αποτυχία ή να απαντήσει σε ένα ερώτημα σχετικά με την κατάστασή της ή άλλες πληροφορίες.

Η καλωδίωση είναι σχετικά απλή, η ισχύς και τα δεδομένα DALI μεταφέρονται από το ίδιο ζεύγος καλωδίων, χωρίς να απαιτείται ξεχωριστό καλώδιο διαύλου. Η πολικότητα των καλωδίων δεν χρειάζεται να τηρείται, σε αντίθεση με τα συστήματα 0/1-10V όπου τα σφάλματα καλωδίωσης είναι κοινά.

3.5 IoT στα έξυπνα συστήματα φωτισμού

3.5.1 Εισαγωγή στο IoT με τεχνολογία LoRa

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) έχει αναδειχθεί ως ένα νέο υπολογιστικό παράδειγμα, στο οποίο μια ποικιλία συσκευών και αντικειμένων διασυνδέονται με ένα πλήθος τεχνολογιών επικοινωνίας όπως το WIFI, το GSM, το ZigBee κ.λπ. Καθώς όλο και περισσότερα πράγματα θα γίνονται συνδεδεμένες στο διαδίκτυο, αρχίζουν να ζητούνται συσκευές χαμηλού κόστους και χαμηλής επισκεψιμότητας.

Οι ασύρματες τεχνολογίες μικρής εμβέλειας όπως το WIFI καταναλώνουν πολλή ενέργεια, ενώ οι τεχνολογίες μεγάλης εμβέλειας όπως το GSM (Παγκόσμιο Σύστημα για Κινητές Επικοινωνίες) είναι πολύ ακριβές και δεν είναι κατάλληλες για εφαρμογές IoT. Έτσι, τα δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης (LP-WAN) κέρδισαν δυναμική λόγω της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και της μεγάλης εμβέλειας και των πολλαπλών εφαρμογών τους στο Internet of things. Το LoRa είναι μια αναδυόμενη τεχνολογία LPWAN που χρησιμοποιείται ευρέως και θεωρείται από πολλές βιομηχανίες ως βάση για τις εφαρμογές τους στο IoT. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές, όπως ο στρατός, η γεωργία, ο αθλητισμός, η ιατρική και η βιομηχανία. Οι έξυπνες πόλεις είναι μία από τις πιο ευνοϊκές εγκαταστάσεις για τα WSN για την ανάπτυξη εφαρμογών όπως παρακολούθηση βίντεο, έξυπνο δίκτυο, φωτισμός πόλεων. Το LoRa αποκτά δυναμική λόγω της απλότητάς του καθώς χρησιμοποιεί μη αδειοδοτημένες ζώνες Industrial, Scientific and Medical (ISM) και επιτρέπει την αποδοτική ασύρματη επικοινωνία σε πολύ μεγάλες αποστάσεις.

3.4.3 Επισκόπηση στο LoRa

A. Φυσικό στρώμα LoRa

Το LoRa είναι μια ραδιοδιαμόρφωση φυσικού στρώματος που βασίζεται στο Chirp Spread Spectrum (CSS). Το LoRa επιτρέπει την επικοινωνία με χαμηλούς ρυθμούς δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις (2-5 km σε αστικές περιοχές και 15 km σε προαστιακές περιοχές) με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Η χρήση του CSS επιτρέπει στον δέκτη LoRa να αποκωδικοποιεί τη μετάδοση στα 19,5 dB κάτω από το επίπεδο θορύβου.

Το LoRa χαρακτηρίζεται από την επικοινωνία μεγάλης εμβέλειας, την αντίσταση πολλαπλών διαδρομών, τη στιβαρότητα, τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, τη διόρθωση σφαλμάτων προς τα εμπρός (FEC) . Χρησιμοποιεί δωρεάν ζώνες ISM χωρίς άδεια σε χαμηλότερη συχνότητα καθώς επίσης ρυθμίζεται από πρότυπα για τη μετάδοση με περιφερειακές μεταβλητές.

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

Το LoRa παρέχει πολλές φυσικές παραμέτρους που μπορούν να προσαρμοστούν. Αυτές οι παράμετροι περιλαμβάνουν Συντελεστή Διασποράς (SF), Εύρος ζώνης (BW), Ρυθμός Κωδικοποίησης (CR). Αυτές οι παράμετροι επηρεάζουν το Data Rate (DR), την ανθεκτικότητα έναντι παρεμβολών και την εύκολη αποκωδικοποίηση. Ανάλογα με το SF που χρησιμοποιείται, ο ρυθμός δεδομένων LoRaWAN κυμαίνεται από 0,3 kbps έως 27 kbps.

B. Επίπεδο LoRa MAC (πρωτόκολλο επικοινωνίας LoRa)

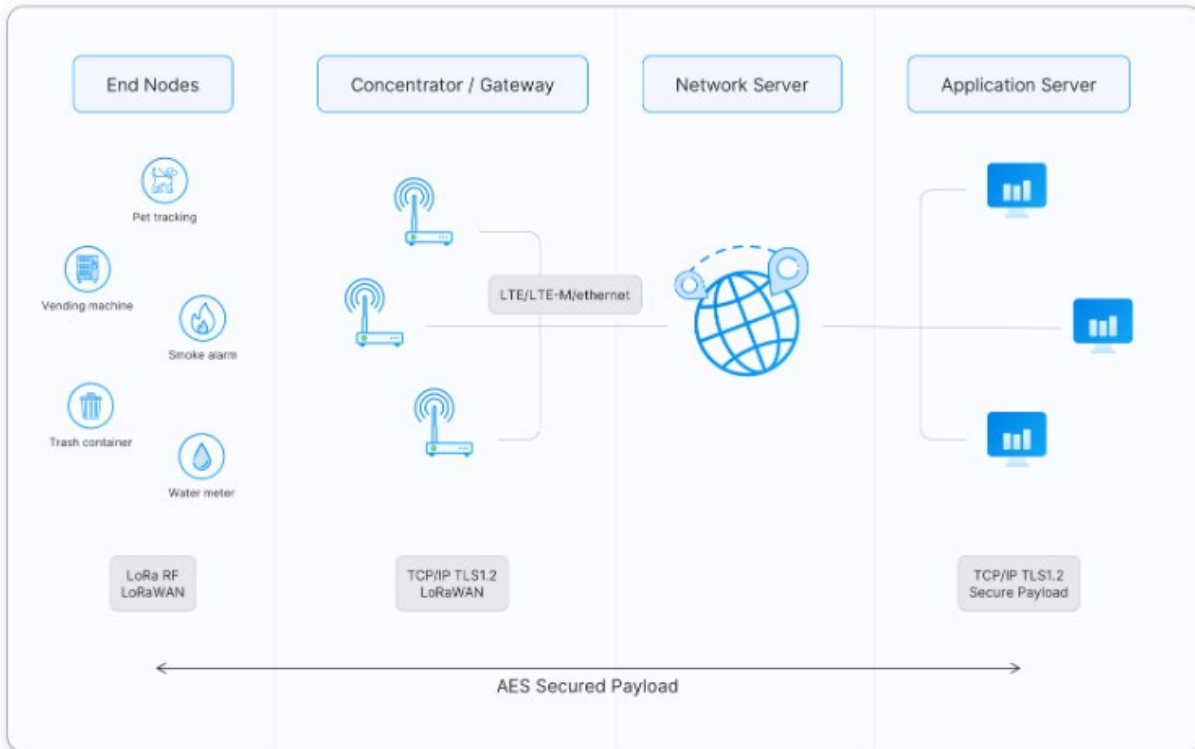
Το LoRaWAN είναι οργανωμένο σε μια τοπολογία αστέρα που αποτελείται από τρία στοιχεία. Τερματικές συσκευές καλούν επίσης κόμβους, πύλες και διακομιστή δικτύου.

Οι τερματικές συσκευές αντιστοιχούν σε αισθητήρες που επικοινωνούν με τον διακομιστή δικτύου μέσω πυλών και αντίστροφα (αμφίδρομη επικοινωνία). Οι τελικές συσκευές στέλνουν δεδομένα σε πύλες μέσω ενός ασύρματου άλματος και η επικοινωνία μεταξύ των πυλών και του διακομιστή δικτύου βασίζεται σε IP ή κινητή επικοινωνία 3G/4G.

Το LoRa ορίζει τρεις κατηγορίες τελικών συσκευών (Κλάση A, B και

Γ) με διαφορετικές δυνατότητες.

- Η κλάση A είναι το βασικό LoRaWAN και πρέπει να υλοποιηθεί από όλες τις τελικές συσκευές. Επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία και χρήση καθαρής πρόσβασης ALOHA για την ανοδική ζεύξη.
- Η Κλάση B έχει σχεδιαστεί για να εγγυάται τον διαχωρισμό άνω και κάτω ζεύξης. Οι κόμβοι συγχρονίζονται χρησιμοποιώντας ένα beacon που μεταδίδεται από την πύλη. Έτσι, μπορούν να λαμβάνουν πληροφορίες από το Διαδίκτυο χωρίς να στέλνουν αιτήματα.
- Κλάση Γ: ο κόμβος έχει συνεχώς ανοιχτά παράθυρα λήψης που κλείνουν μόνο κατά τη μετάδοση. Σε σύγκριση με τις κατηγορίες A και B, η κατηγορία C καταναλώνει πολύ ενέργεια για να λειτουργήσει, αλλά προσφέρει τη χαμηλότερη καθυστέρηση.



Εικόνα 3-4: Τοπολογία αστέρα με LoRaWAN[26]

3.5.3 LoRa στα συστήματα φωτισμού

Μια έξυπνη λύση οδικού φωτισμού είναι το κλειδί για τη διασφάλιση, εξοικονόμηση ενέργειας και αύξηση της απόδοσης των υπηρεσιών συντήρησης. Μια νέα λύση βασισμένη στην τεχνολογία LoRa για έλεγχο και παρακολούθηση φωτισμού από απόσταση είναι αυτή που προτείνεται. Η λύση παρέχει διαχείριση συναγερμού, αναφορά κατανάλωσης, προγραμματισμός ωρών ενεργοποίησης/απενεργοποίησης και ρύθμιση της φωτεινότητας των φωτιστικών. Με τον όρο λύση αναφερόμαστε στο έξυπνο σύστημα φωτισμού που υλοποιούμε.

Η προτεινόμενη λύση προσφέρει απομακρυσμένη παρακολούθηση και σύστημα ελέγχου για τη διαχείριση μεγάλου αριθμού σε φώτα δρόμου. Το σύστημα παρέχει διαχείριση συναγερμού σε έγκαιρο εντοπισμό δυσλειτουργικών φώτων. Επιπλέον το σύστημα επιτρέπει στους χειριστές να ορίζουν χρόνους ενεργοποίησης/απενεργοποίησης βάσει αστρονομικού ρολογιού και επίπεδα φωτισμού σύμφωνα σε διαφορετικές απαιτήσεις.

A. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Το προτεινόμενο σύστημα αποτελείται από φωτιστικά LED, το καθένα με έναν ενσωματωμένο ελεγκτή, μια πύλη LoRa, Διακομιστής δικτύου LoRa, κεντρική μονάδα και GUI (Γραφικό περιβάλλον χρήστη). Η τεχνολογία είναι LoRa που αναπτύσσεται σε μια τοπολογία αστέρα, όπου

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

Απαιτείται μια πύλη για την επικοινωνία μεταξύ των ακριανών συσκευών και μια κεντρική μονάδα. Το LoRa είναι οικονομικά αποδοτική επιλογή, καθώς λειτουργεί σε ζώνη συχνοτήτων χωρίς άδεια. Στη λύση, η κεντρική μονάδα συλλέγει δεδομένα και παραδίδει εντολές στα φωτιστικά LED στο να προσαρμόζει τη φωτεινότητά τους. Η προτεινόμενη λύση προβλέπει GUI για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των φώτων του δρόμου από απόσταση.

Συναγερμοί και ανιχνευμένες ανωμαλίες στα δεδομένα κατανάλωσης παραδίδονται μέσω SMS/email στους χειριστές από το κεντρικό μονάδα. Επίσης, η κεντρική μονάδα παρέχει φωτισμό του δρόμου, εκθέσεις απόδοσης συστήματος και κατανάλωσης ενέργειας.

1) Κόμβος (LED Light Fixture με ενσωματωμένο Ελεγκτή)

Το πιο σημαντικό μέρος της προτεινόμενης λύσης είναι για να ρυθμίσετε το επίπεδο φωτεινότητας από απόσταση. Τα φωτιστικά LED είναι ρυθμιζόμενα. Η λύση αποτελείται από έναν ελεγκτή ενσωματωμένο στο καθένα. Φωτιστικό LED που επιτρέπει τη φωτεινότητα LED και προσαρμογή από απόσταση. Ο ελεγκτής αποτελείται από μια μονάδα ισχύος, μονάδα ελέγχου και τη LoRa μονάδα επικοινωνίας. Η μονάδα ελεγκτή υπολογίζει τη κατανάλωση ενέργειας των φωτιστικών LED και προσαρμόζει τη φωτεινότητα σύμφωνα με τις εντολές που λαμβάνονται. Επιπλέον, ο ελεγκτής μπορεί επίσης να ανταποκριθεί σε μια απόκριση ζήτησης συμβάντος ρυθμίζοντας τη φωτεινότητα των LED.

2) Επίπεδο δικτύου (Διακομιστής δικτύου LoRa και LoRa Gateways)

Όπως αναφέραμε παραπάνω μια πύλη LoRa συλλέγει τα δεδομένα, στη περίπτωση αυτή από πολλαπλά φώτα διορθώνει και τα προωθεί στον διακομιστή δικτύου LoRa που διαχειρίζεται την κίνηση δικτύου μεταξύ του LoRa, τις πύλες και την κεντρική μονάδα.

3) Κεντρική μονάδα και GUI

Η κεντρική μονάδα αποτελείται από το επίπεδο επιμονής δεδομένων, σύστημα συναγερμού και μονάδα ελέγχου. Δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα φωτιστικά LED μεταφέρονται στην κεντρική μονάδα όπου αποθηκεύονται στο επίπεδο επιμονής. Η μονάδα ελέγχου παράγει αναφορές και απεικονίσεις οι οποίες εμφανίζονται στο GUI. Οι χειριστές μπορούν να ορίσουν χρονοδιαγράμματα για φωτιστικά και να στείλουν εντολές για τη διαχείριση της φωτεινότητας των φωτιστικών μέσω GUI. Η κεντρική μονάδα δημιουργεί LoRa μηνύματα και τα στέλνει σε φωτιστικά LED μέσω του δικτύου. Το σύστημα συναγερμού λαμβάνει επίσης μηνύματα συμβάντων ανιχνεύει ανωμαλίες στα δεδομένα κατανάλωσης. Αν είναι απαραίτητο, οι χειριστές ειδοποιούνται μέσω SMS/email για συμβάντα.

Οι χειριστές μπορούν επίσης να παρακολουθούν την κατάσταση των κόμβων και ανάκτηση αναφορών μέσω GUI. Το GUI είναι μια διαδικτυακή πύλη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο από εξουσιοδοτημένους χρήστες.

B. Μελλοντική εργασία

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες

Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

Οι μελλοντικές εργασίες θα επικεντρωθούν στην ανάπτυξη της προτεινόμενης λύσης στον πιλοτικό χώρο. Θα αξιολογήσει την απόδοση της τεχνολογίας LoRa όσον αφορά τα δεδομένα σε ταχύτητα, ρυθμό απόρριψης δεδομένων, καθυστέρηση κ.λπ., καθώς και την απόδοση του συστήματος όσον αφορά την ισχύ το χρόνο κατανάλωσης και επεξεργασίας, κλπ. Επιπλέον, μέθοδοι μηχανικής μάθησης θα εφαρμοστούν για τον πρόωρο εντοπισμό δυσλειτουργίας των φώτων του δρόμου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αν γυρίσουμε πίσω στο χρόνο στα προϊστορικά χρόνια θα παρατηρήσουμε ότι από εκείνη τη περίοδο ο άνθρωπος είχε την ανάγκη όχι μόνο από τη ζεστασιά που του προσέφερε η ανακάλυψη της φωτιάς, αλλά του προσέφερε επίσης κάτι εξίσου σημαντικό, το πλεονέκτημα του φωτισμού. Μπορεί να μην υπήρχε η μέγιστη ακτίνα φωτός αλλά ακόμη μέχρι και σήμερα σε διάφορες ταινίες ή και μερικές φορές στη πραγματική ζωή θα λέγαμε ότι χρησιμοποιείται η φωτιά σε σπηλιές με τη χρήση πυρσών για να φωτιστεί ο χώρος σε μια μικρή εμβέλεια. Φυσικά πλέον είναι ξεπερασμένες αυτές οι καταστάσεις αλλά κάποτε ήταν λύση σε διάφορες περιπτώσεις όπου ο άνθρωπος έπρεπε με κάποιο τρόπο να μπορέσει να δει στο σκοτάδι. Όπως λοιπόν ειπώθηκε στο πρώτο κεφάλαιο ο φωτισμός σιγά σιγά με τη πάροδο του χρόνου εξελισσόταν με διάφορους τρόπους, με τη χρήση φαλινοελαίου, αργότερα κηροζίνης, πετρελαίου και εν συνεχεία με την ανακάλυψη του ηλεκτρισμού με ηλεκτρική ενέργεια.

Βλέπουμε λοιπόν ότι ο άνθρωπος είχε διαχρονικά την ανάγκη του φωτισμού, ήταν απόλυτη ανάγκη και είναι ανάγκη μέχρι και σήμερα για τη καθημερινότητα του. Στο τέλος του πρώτου κεφαλαίου αναφέρθηκαν όλοι οι τύποι λαμπτήρων που ουσιαστικά ανακάλυψε ο άνθρωπος και εξέλιξε στη πορεία των χρόνων με τελικό πρωταγωνιστή τα LED για την εξοικονόμηση αλλά και δυνατότητα φωτισμού και συνεχής λειτουργίας που προσφέρουν.

Στο επόμενο κεφάλαιο ειπώθηκαν οι διάφοροι τύποι και οι μέθοδοι φωτισμού τους οποίους έχουμε σήμερα. Για τους τύπους φωτισμού αναφέρθηκε ότι αφορούν κατά κύριο λόγο χώρους τους οποίους θέλει ο άνθρωπος καθώς αναφέρεται ο γενικός φωτισμός, ο φωτισμός έμφασης και τέλος ο φωτισμός εργασίας οι οποίοι καλύπτουν στη καθημερινότητα ανάγκες του ανθρώπου.

Στο τελευταίο κεφάλαιο αναφέρθηκαν τα έξυπνα συστήματα φωτισμού με τη χρήση των LED καθώς επίσης τον τρόπο λειτουργίας τους, τι προσφέρουν σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και πως διευκολύνουν τον άνθρωπο με τις εφαρμογές τους. Μαζί με τα έξυπνα συστήματα φωτισμού αναφέρθηκε και το πρωτόκολλο LoRa το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως σε έξυπνα συστήματα φωτισμού και ο τρόπος, οι μελλοντικές εργασίες που θα επηρεάσει το πρωτόκολλο σε όλες τις εφαρμογές.

Τέλος, θα αναφέρουμε για την πλακέτα **STEVAL-ILL066V2** με την οποία διαχειριστήκαμε ένα έξυπνο σύστημα φωτισμού. Η πλακέτα STEVAL-ILL066V2 είναι μια ολοκληρωμένη και διαμορφώσιμη λύση που ελέγχει αποτελεσματικά μια ενιαία, ρυθμιζόμενη, υψηλής φωτεινότητας σειρά LED χρησιμοποιώντας τον ψηφιακό ελεγκτή STLUX385.

Η απόδοση LED είναι υψηλή σε όλα τα στάδια μείωσης της φωτεινότητας: το STEVAL-ILL066V2 μπορεί να επιτύχει απόδοση 92% με πλήρες φορτίο, ενώ διατηρεί χαμηλή κατανάλωση ισχύος < 250 mW σε περιόδους αδράνειας και μικρότερη από 500 mW κατά τη διάρκεια αστοχίας. Η φωτεινότητα των LED μπορεί να μειωθεί ελέγχοντας το ρεύμα LED σε πολύ χαμηλό επίπεδο και παρέχει διασυνδέσεις φυσικής επικοινωνίας DALI, μονωμένες 0-10 και UART, με όλη την επικοινωνία που διαχειρίζεται ο ελεγκτής STLUX385A.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ezgi Bingöl, Murat Kuzlu and Manisa Pipattanasomporn, "A LoRa-based Smart Streetlighting System for Smart Cities," 2019.
- [2] T. Kyuchukov, "LIGHT POLLUTION AND ITS PRICE," 2018.
- [3] C. o. A. (. o. Industry), Energy efficient lighting and design: training guide for retailers.
- [4] D. Gasparovsky, "Directions of Research and Standardization in the Field of Outdoor Lighting".
- [5] A. P. Petar Stoev, "Dimming of street lighting systems with current reactive energy control".
- [6] A. M. Modabbir, "Energy and Economic Analysis of Smart Technologies on Street Lighting System".
- [7] B. G. S. Yaye Sarr, "Performance Analysis of a Smart Street Lighting application using LoRaWan".
- [8] G. Benediktsson, Lighting control,possibilities in cost and energy-efficient.
- [9] B. Y.-t. H. H. Li Deng-fen, "Design of Intelligent Lighting Control System".
- [10] <https://bioslighting.com/how-to-measure-light-intensity/architectural-lighting/>
- [11] <https://www.alconlighting.com/blog/lighting-design/what-are-architectural-lighting-fixtures/>
- [12] <https://starwalk.space/en/news/light-pollution>American lighting association
- [13] <https://www.fmlink.com/articles/lighting-methods-works-best-different-situations>
- [14] <https://www.36exp.co.uk/using-hard-direct-light-creatively>
- [15] <https://www.aisledlight.com/7-popular-home-lighting-design-styles>
- [16] <https://www.teslashub.com/2019/07/891y43987.html>
- [17] <https://www.sciencephoto.com/media/659008/view/carbon-electric-arc-lamp-1800s>
- [18]https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb#/media/File:Incandescent_light_bulb.svg
- [19] <https://www.thelightbulb.co.uk/resources/guide-buying-halogen/>

Έλεγχος φωτισμού δρόμων βασισμένος σε IoT τεχνολογίες
Περιπτωσιακή μελέτη διάταξης βασισμένη σε υλοποίηση ανοιχτού κώδικα

- [20] <https://www.superiorlighting.com/lighting-resources/light-bulb-learning-center/fluorescent-light-bulbs/fluorescent-lamp-applications/>
- [21] <https://www.quora.com/How-does-a-starter-work-to-light-a-fluorescent-tube>
- [22] <https://www.electrical4u.com/low-pressure-sodium-vapour-lamp>
- [23] <https://www.architonic.com/es/story/press-office-linea-light-group-new-collection-architectural-lighting/7001642>
- [24] <https://www.semanticscholar.org/paper/A-smart-street-light-intensity-optimizer-Roy-Acharya/56609c141cbf9645684c7fcf022cf6585bc13328/figure/0>
- [25] <https://www.sitelogiq.com/blog/10-advantages-led-lighting/>
- [26] <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/architecture/>
- [27] https://books.google.gr/books?id=YY9TGX11En8C&pg=PT11&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [28] https://web.archive.org/web/20110707054658/http://www.resourcesmart.vic.gov.au/documents/lux_meter.pdf
- [29] <https://www.medicalnewstoday.com/articles/273064>
- [30] <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/1540-9295%282004%29002%5B0191%3AELP%5D2.0.CO%3B2>
- [31] https://books.google.gr/books?id=JPKGBAAAQBAJ&pg=PA50&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [32] <https://starwalk.space/en/news/light-pollution>
- [33] <https://www.make-it.ca/3mm-led-specifications/>
- [34] <https://energypress.gr/news/imerida-gia-tin-tehnologia-led-sto-irakleio-tin-tetarti>
- [35] <https://www.deepakkumaryadav.in/2020/01/Carbon-Arc-Lamps-Flame-arc-lamp.html>
- [36] <https://www.st.com/en/evaluation-tools/steval-ill066v2.html>