

*Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα*

***T.E.I. ΠΕΙΡΑΙΑ***

*Τμήμα Ηλεκτρολογίας*

**ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΗΛΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ  
ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.**



- Ανάλυση συστημάτων
- Διευκρινήσεις και οδηγίες για τον έλεγχο των εγκαταστάσεων
- Προτεινόμενος εξοπλισμός
- Κόστος

*ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Πάχος Παύλος, Καθηγητής  
Εφαρμογών*

*ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Μπαρκονίκος Ανδρέας*

*ΑΘΗΝΑ, 2014*

***Για την υλοποίηση της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω:***

*τον καθηγητή εφαρμογών Πάχο Πάυλο για την ουσιαστική συνεργασία και καθοδήγηση που μου παρείχε,*

*το τμήμα φωτοσήμανσης αεροδρομίων της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (Υ.Π.Α.) για τις πολύτιμες πληροφορίες και ιδιαιτέρως τον κύριο Ζάχο Χρήστο*

*την οικογένεια μου που ήταν δίπλα μου μέχρι το τέλος, και τους φίλους μου Γιάννη, Βίκυ, Αθηνά.*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b><u>Εισαγωγή.</u></b> .....	5
<b><u>Σκοπός μελέτης.</u></b> .....	6
<b><u>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> :Φωτισμός διαδρόμου.</u></b>	
<b>1.1. Φώτα που παρέχουν πληροφορίες για την προσέγγιση</b> .....	8
1.1.1. Συστήματα φωτεινής σήμανσης προσεγγίσεως.....	9
1.1.1.1. Απλό σύστημα προσεγγίσεως.....	11
1.1.1.2. Σύστημα προσέγγισης κατηγορίας I.....	14
1.1.1.3. Σύστημα προσέγγισης κατηγορίας II,III.....	16
1.1.2. Συστήματα ορατής ένδειξης κλίσης προσέγγισης.....	18
1.1.2.1. Σύστημα προσέγγισης PAPI και APAPI.....	18
<b>1.2. Κίνηση αεροσκάφους στο έδαφος</b> .....	22
1.2.1. Πρωτεύοντα φώτα κίνησης.....	23
1.2.1.1. Φώτα άκρων διαδρόμου.....	24
1.2.1.2. Φώτα κατωφλίου / τέλος διαδρόμου.....	25
1.2.1.3. Φώτα κεντρικής γραμμής διαδρόμου.....	28
1.2.1.4. Φωτισμός ζώνης προσγείωσης διαδρόμου.....	29
<b>1.3. Δευτερεύοντα φώτα κίνησης</b> .....	31
1.3.1. Φώτα άκρων τροχοδρόμου.....	33
<b>1.4. Φωτεινό ανεμούριο</b> .....	34
<b><u>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> :Πηγές ενέργειας και μονάδες αναμονής.</u></b>	
<b>2.1. Κύριες πηγές ενέργειας</b> .....	35
2.1.1. Υποσταθμός μέσης τάσης(Y/Σ MT).....	36
2.1.1.1. Υποσταθμός διανομής.....	36
2.1.1.2. Υποσταθμός μεταφοράς.....	38
<b>2.2. Δευτερεύουσες πηγές ενέργειας</b> .....	39
2.2.1. Δημόσια πηγή ενέργειας (ΔΕΗ).....	39
2.2.2. Πηγές αναμονής (stand-by).....	40
2.2.2.1. Ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη (H/Z).....	41
<b>2.3. Συστήματα αδιάλειπτης παροχής ενέργειας (UPS)</b> .....	44
2.3.1. UPS αναμονής (stand-by).....	46
2.3.2. Line interactive UPS.....	46
2.3.3. On-line UPS.....	47
<b>2.4. Μεταγωγή ρεύματος από την κύρια στη δευτερεύουσα πηγή</b> .....	48

## **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Υλικά υλοποίησης της εγκατάστασης διαδρόμου**

### **αερολιμένα.**

<b>3.1. Φωτιστικά σώματα.</b>	53
3.1.1. Φανοί πλευρικών άκρων διαδρόμου.	53
3.1.2. Σύστημα προσέγγισης PAPI.	57
3.1.3. Φανοί κατωφλίου και τέλους διαδρόμου.	61
3.1.4. Φανοί άκρων τροχοδρόμου.	66
3.1.5. Φανοί αναγνώρισης κατωφλίου.	70
<b>3.2. Κεντρική μονάδα ελέγχου διαδοχικής αναλαμπής αναγνώρισης κατωφλίου.</b>	75
<b>3.3. Εξαρτήματα φωτιστικών σωμάτων.</b>	76
<b>3.4. Μετασηματιστές απομόνωσης.</b>	79
<b>3.5. Καλώδιο κυκλώματος σειράς.</b>	81
3.5.1. Σύνδεσμοι πρωτεύοντος καλωδίου.	82
<b>3.6. Σταθεροποιητές συνεχούς ρεύματος (CCR).</b>	85
3.6.1. Δομή CCR.	87
<b>3.7. Μονάδα μέτρησης σφαλμάτων λαμπτήρων (CAS).</b>	91
<b>3.8. Μέτρηση αντίστασης μόνωσης.</b>	92
<b>3.9. Συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης.</b>	92
3.9.1. Πάνελ εργασίας.	94

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.**

<b>4.1. Ηλεκτρικά κυκλώματα.</b>	95
4.1.1. Κυκλώματα σειράς.	95
4.1.2. Παράλληλης συνδέσεως κυκλώματα.	96
<b>4.2. Σύγκριση παράλληλης και συριακής σύνδεσης κυκλωμάτων.</b>	96
<b>4.3. Προδιαγραφές κυκλωμάτων φωτισμού.</b>	97
<b>4.4. Μέθοδοι εγκατάστασης.</b>	102
4.4.1. Απευθείας ενταφιασμός καλωδίων.	102
4.4.1.1. Εγκατάσταση καλωδίων μέσα σε αγωγούς.	103

## **Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>**

### **Μελέτη και υλοποίηση πρότυπου διαδρόμου μη ακριβούς**

#### **προσέγγισης αερολιμένα**

<b>5.1. Μελέτη εγκατάστασης φωτισήμανσης.</b>	106
5.1.1. Επιλογή φανών διαδρόμου.	106
5.1.2. Δίκτυο φωτισήμανσης.	110
5.1.3. Σταθμός φωτισήμανσης.	115
<b>5.2. Περιγραφή λειτουργίας και έλεγχος της εγκατάστασης.</b>	117
5.2.1. Περιγραφή λειτουργίας και έλεγχος εγκατάστασης διαδρόμου.	119

5.3. Εφεδρική πηγή ενέργειας.....	122
5.4. Κόστος εγκατάστασης.....	125
5.5. Προτάσεις για επίτευξη υψηλότερου βαθμού αξιοπιστίας της εγκατάστασης.....	127
5.6. Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας.....	130
<b><u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u></b> .....	132

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**Αεροδρόμιο ή αερολιμένας** είναι σύνθετη διαμόρφωση χερσαίου χώρου που έχει σχεδιαστεί για να υποδέχεται και να εξυπηρετεί αεροσκάφη. Τα αεροδρόμια διακρίνονται σε στρατιωτικά και πολιτικά. Τα πολιτικά διακρίνονται σε κρατικά, ημικρατικά, κοινοτικά και ιδιωτικά.

Οι όροι αεροδρόμιο και αερολιμένας αν και στη καθημερινή χρήση φέρονται ως συνώνυμοι στην πραγματικότητα διαφέρουν. Ο όρος αεροδρόμιο είναι περισσότερο στρατιωτικός και αποδίδεται με την απλή έννοια της διαμόρφωσης ενός χώρου εξυπηρέτησης αεροπλάνων. Ενώ ο όρος αερολιμένας αποδίδεται επιπρόσθετα προσδιορίζοντας αφενός τον χώρο εξυπηρέτησης των αεροπλάνων, αφετέρου και όλες τις απαραίτητες εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης επιβατών και μεταφοράς φορτίων. Έτσι ο όρος αερολιμένας αποδίδεται περισσότερο για τα πολιτικά αεροδρόμια. Συνεπώς όλα τα αεροδρόμια δεν είναι αερολιμένες, ενώ όλοι οι αερολιμένες είναι αεροδρόμια.

Η αύξηση των εναέριων μεταφορών και η λογική αύξηση των αεροδρομίων ανάγκασε στην δημιουργία ενιαίων προδιαγραφών σε ότι αφορά τους κανονισμούς που ισχύουν στις αεροπορικές συγκοινωνίες και στα αεροδρόμια.

Ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας I.C.A.O. (International Civil Aviation Organization) είναι ο οργανισμός που ρυθμίζει τις διεθνείς αερομεταφορές. Είναι τμήμα του Ο.Η.Ε. και ιδρύθηκε το 1947 σύμφωνα με τη σύμβαση του Σικάγου του 1944 κατά την συνδιάσκεψη για τη διεθνή πολιτική αεροπορία. Μέλη του είναι 190 χώρες και η έδρα του βρίσκεται στο Μόντρεαλ του Καναδά. Τα κυριότερα καθήκοντα του είναι η προτυποποίηση και ασφάλεια της αεροπλοΐας, η ρύθμιση του σχετικού διεθνούς αεροπορικού δικαίου, η ανάπτυξη των αναγκαίων υποδομών και προγραμμάτων τεχνικής βοήθειας, η διανομή και διαχείριση των κωδικών για τα αεροδρόμια, τα αεροσκάφη και τις αεροπορικές εταιρίες σε παγκόσμιο επίπεδο, η προτυποποίηση των ταξιδιωτικών εγγράφων σε παγκόσμιο ενιαίο τύπο, κ.τ.λ. Επίσης λειτουργεί και ως όργανο συνδιαλλαγής ή ως δικαστικό όργανο για επίλυση διαφορών που μπορεί να δημιουργηθούν μεταξύ των μελών.

Επίσης συχνά συναντάμε αεροδρόμια κατασκευασμένα με εθνικές προδιαγραφές όπως οι προδιαγραφές του Αμερικάνικου Υπουργείου Συγκοινωνιών F.A.A.(Federal Aviation Administration) και οι Αγγλικές προδιαγραφές γνωστές ως B.S.(British Standards).

**Διάδρομος** είναι η καθορισμένη ορθογώνια περιοχή που βρίσκεται σε ένα αεροδρόμιο και η οποία προορίζεται για τις προσγειώσεις και απογειώσεις των αεροσκαφών. Η λέξη διάδρομος συναντάται επίσης στην αεροπορική ορολογία και ως διάδρομος προσγείωσης. Ανάλογα με τον εξοπλισμό τους διακρίνονται σε ενόργανους και μη-ενόργανους. Η επιφάνεια των διαδρόμων είναι κατά κανόνα ασφάλτινη ή τσιμεντένια, η οποία και έχει αντοχές για αεροσκάφη μεγαλύτερου βάρους. Η επιφάνεια των διαδρόμων σε μικρά αεροδρόμια -γενικής αεροπορίας- είναι δυνατόν να είναι και χωμάτινοι ή με γρασίδι.

Το μήκος των διαδρόμων εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τις επιδόσεις των αεροσκαφών, με βάση τα οποία έχει σχεδιαστεί το αεροδρόμιο. Δευτερεύοντες παράγοντες προσδιορισμού του μήκους του διαδρόμου είναι το υψόμετρο από τη μέση στάθμη θάλασσας και η μέση μηνιαία θερμοκρασία του θερμότερου μήνα του έτους.

Το πλήθος των διαδρόμων που υπάρχουν σε ένα αεροδρόμιο εξαρτάται από παράγοντες όπως την αεροπορική κίνηση, τους επικρατούντες ανέμους, τις καιρικές συνθήκες και άλλους παράγοντες ανάλογα την μορφολογία του εδάφους και την τοποθεσία. Για να ικανοποιήσει ένα αεροδρόμιο την αεροπορική κίνηση, κατασκευάζει κατά κανόνα παράλληλους διάδρομους, ενώ για να επιτύχει συντελεστή χρησιμοποίησης άνω του 85% ετησίως, κατασκευάζει μη-παράλληλους διάδρομους με στόχο την απρόσκοπτη χρησιμοποίησή του σε περιοχές που οι επικρατούντες άνεμοι έχουν μεγάλο εύρος προσανατολισμού.

Ο κάθε διάδρομος συνήθως φέρει στις δύο άκρες του από έναν διψήφιο αριθμό, που είναι τα δύο πρώτα ψηφία του τριψήφιου προσανατολισμού του σε σχέση με τον μαγνητικό βορρά (από 000 έως 359). Αν ένας διάδρομος για παράδειγμα είναι προσανατολισμένος ακριβώς προς τον Βορρά, θα φέρει στη μια του άκρη τον αριθμό

00 (τα δύο πρώτα ψηφία της κατεύθυνσης 000) και στην αντίθετη άκρη, που θα κοιτά προς νότον, τον αριθμό 18 (τα δύο πρώτα ψηφία του 180).

Κάθε αεροδρόμιο έχει έναν ή περισσότερους διαδρόμους προσγείωσης/απογείωσης (τροχοδιαδρόμους - runway) και πίστα ελιγμών (apron) με διαδρόμους τροχοδρόμησης (taxing) για την στάθμευση και εξυπηρέτηση των αεροσκαφών.

Οι αεροπορικές συγκοινωνίες διαθέτουν σήμερα ένα εκτεταμένο δίκτυο κυκλοφορίας το οποίο ουσιαστικά περιβάλλει την υδρόγειο και εξασφαλίζει την μεταφορά ανθρώπων και προϊόντων στις πλέον απομακρυσμένες περιοχές . Ενδεικτικά το αεροδρόμιο της Κοπεγχάγης έχει 60 προγραμματισμένες αεροπορικές πτήσεις και εξυπηρετεί περισσότερους από 62.000 επιβάτες την ημέρα, καθιστώντας το πιο πολυσύχναστο αεροδρόμιο στις σκανδιναβικές χώρες. Στην Ελλάδα ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών εξυπηρετεί περίπου 14,5 εκατομμύρια επιβάτες κάθε χρόνο.

## **ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με την μελέτη και υλοποίηση ενός πρότυπου διαδρόμου μη ακριβούς προσέγγισης αερολιμένα. Θα μελετήσουμε και θα αναλύσουμε τα κατάλληλα συστήματα ,ώστε να εξασφαλίζεται η αδιάλειπτη λειτουργία της εγκατάστασης με κριτήριο την αξιοπιστία και την εξοικονόμηση ενέργειας.Τέλος θα γίνει οικονομικοτεχνική μελέτη της εγκατάστασης.Για την καλύτερη κατανόηση της παραπάνω μελέτης κρίνεται απαραίτητο να γίνει αναφορά στα συστήματα φωτισμού που απαιτούνται βάση των κανονισμών.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>0</sup> : ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ**

Ο φωτισμός διαδρόμου είναι ένας τομέας βασικός για κάθε αεροδρόμιο. Ανάλογα με την χρησιμοποίηση, την κίνηση αλλά και την θέση του αεροδρομίου επιλέγονται και οι κατάλληλοι τρόποι φωτισμού όπως ορίζουν οι διεθνείς κανονισμοί. Ο φωτισμός είναι απαραίτητος για την ομαλή προσγείωση / απογείωση αλλά και κίνησης στο έδαφος των αεροσκαφών καθώς βοηθάνε τον πιλότο δίνοντας του πληροφορίες αλλά και την απαραίτητη ορατότητα κατά την διάρκεια της ημέρας, της νύχτας και σε περιπτώσεις δυσμενών καιρικών συνθηκών. Ειδικότερα, η φωτεινή σήμανση σκοπό έχει να δώσει στον πιλότο πληροφορίες για την ακριβή θέση του αεροδρομίου, τη θέση του αεροσκάφους ως προς το αεροδρόμιο, τη γωνία προσέγγισης του αεροσκάφους και τις γεωμετρικές διαστάσεις του διαδρόμου και του τροχοδρόμου. Με τη φωτεινή σήμανση παρέχονται επίσης στον πιλότο και άλλες πληροφορίες, όπως ο διαθέσιμος χώρος στάθμευσης και προσωρινά κλειστά τμήματα τροχοδρόμων ή τμήματος διαδρόμου.

Έτσι ο φωτισμός ενός αεροδρομίου μπορεί να χωριστεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Σε αυτόν που έχει στόχο να μας βοηθήσει κατά την κίνηση του αεροσκάφους στο έδαφος και σε αυτόν που θα μας καθοδηγήσει κατά τη φάση της προσέγγισης ώστε να εντοπίσουμε το αεροδρόμιο ή το περιβάλλον του διαδρόμου και να μπορέσουμε να προσγειώσουμε το αεροσκάφος.

### **1.1. Φώτα που παρέχουν πληροφορίες για την προσέγγιση.**

Η προσέγγιση σε ένα αεροδρόμιο κατά την διάρκεια της ημέρας όπου η ορατότητα είναι επαρκεί μπορεί να γίνει από το πιλότο χωρίς να του είναι απαραίτητα τεχνικά μέσα και οι φωτεινές σημάνσεις. Όμως κατά την διάρκεια της νύχτας ή όταν η ορατότητα δεν είναι επαρκεί ο πιλότος χρειάζεται την κατάλληλη βοήθεια ώστε να προσεγγίσει με ασφάλεια το αεροδρόμιο και τον διάδρομο προσγείωσης. Αυτή η βοήθεια δίνεται στον πιλότο με οπτικοακουστικά μέσα και με διάφορα όργανα που είναι εγκατεστημένα στο αεροσκάφος. Το σημαντικότερο μέσο από αυτά είναι το οπτικό, δηλαδή οι φωτεινές σημάνσεις, για τον λόγο ότι σε περίπτωση που το

αεροσκάφος αντιμετωπίζει πρόβλημα με τα όργανα προσέγγισης ο πιλότος είναι σε θέση να εντοπίσει το αεροδρόμιο και να προσγειώσει το αεροσκάφος με ασφάλεια.

Η επιλογή του συστήματος φωτισμού σε κάθε αεροδρόμιο γίνεται ανάλογα με την τοποθεσία και τη λειτουργία του. Παρακάτω θα δούμε και θα αναλύσουμε όλα τα συστήματα φωτεινής σήμανσης προσεγγίσεως που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα.

### **1.1.1. Συστήματα φωτεινής σήμανσης προσεγγίσεως.**

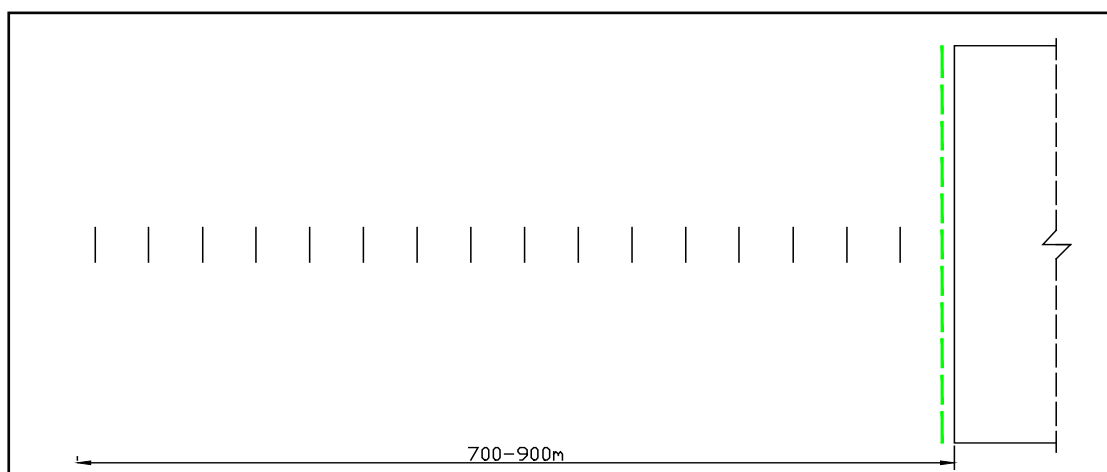
Το 1956 ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας I.C.A.O. καθόρισε τις προδιαγραφές με τις οποίες θα πρέπει να εφαρμόζουν τα συστήματα φωτεινής σήμανσης προσεγγίσεως.

Οι προδιαγραφές αυτές είναι:

#### **1. Παροχή κεντρικής καθοδήγησης.**

Τα φώτα κεντρικής καθοδήγησης ανάλογα με την κατηγορία του αεροδρομίου εκτείνονται ως 700 μέτρα με 900 μέτρα σε διαδρόμους ακριβείας ή ως 400 μέτρα με 450 μέτρα σε διαδρόμους μη ακριβείας.

Με αυτόν τον τρόπο ο πιλότος εντοπίζοντας τον διάδρομο μπορεί να ευθυγραμμίσει το αεροσκάφος με αυτόν.

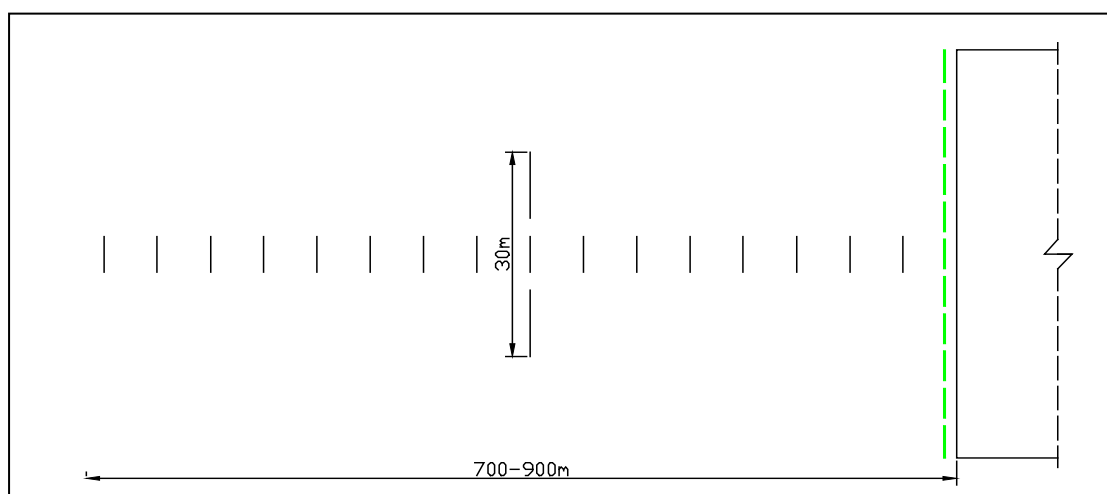


( Φώτα κεντρικής καθοδήγησης )

Στο παραπάνω γράφημα η πράσινη γραμμή αναπαριστά τα φώτα κατωφλίου (threshold lights) με τα οποία θα ασχοληθούμε παρακάτω.

2. Φώτα κατά μήκος του διαδρόμου καθοδήγησης.

Στα 300 μέτρα από τα φώτα κατωφλίου τοποθετούνται φώτα ή μπάρες φώτων, οι οποίες εκτείνονται δεξιά και αριστερά από τα κεντρικά φώτα και δημιουργούν μια μπάρα 30 μέτρα.



( Φώτα κεντρικής καθοδήγησης)

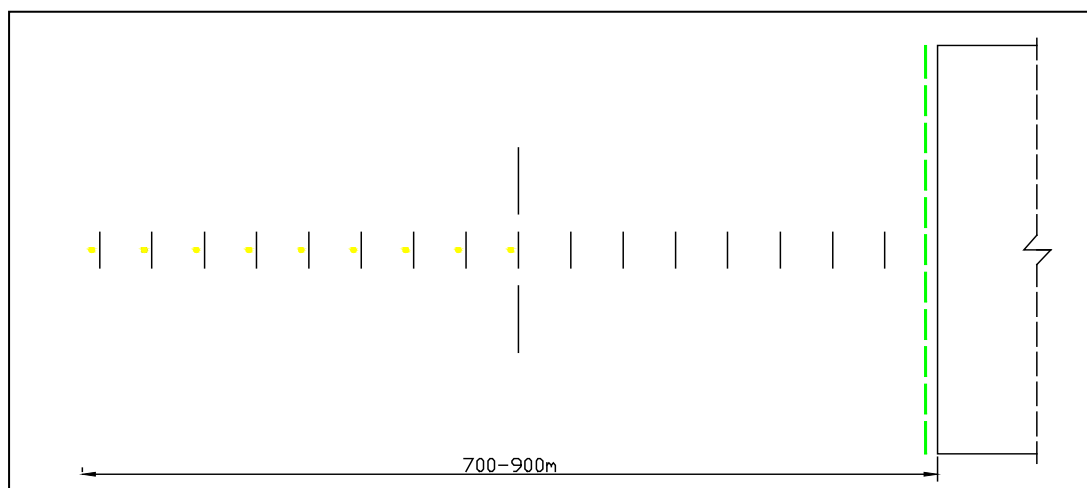
3. Φώτα υψηλής εντάσεως ώστε να είναι ορατά κατά την διάρκεια της ημέρα, της νύχτας αλλά και σε περιπτώσεις χαμηλής ορατότητας λόγω καιρικών συνθηκών.
4. Να είναι ρυθμιζόμενα ως προς την ένταση τους .

Όπου ανάλογα με τις συνθήκες και τις απαιτήσεις του πιλότου μπορεί να ρυθμιστεί η ένταση όλου του συστήματος φωτισμού προσέγγισης από τον πύργο ελέγχου.

5. Να έχουν ικανοποιητικό μήκος.
6. Τα φώτα κεντρικής καθοδήγησης μετά τα 300 μέτρα να έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν ως αναλαμπών

Τα συγκεκριμένα φώτα τοποθετούνται μέχρι την μπάρα των 300 μέτρων με κατεύθυνση προς τα φώτα κατωφλίου και ο ρυθμός των αναλαμπών είναι δύο φορές

το δευτερόλεπτο. Τα φώτα αυτά είναι στην ευχέρεια του πιλότου να ζητήσει να ενεργοποιηθούν.



( Φώτα κεντρικής καθοδήγησης)

Εφαρμόζοντας όλες τις παραπάνω προδιαγραφές καταλήγουμε στο απλό σύστημα προσέγγισης αεροδρομίου.

#### **1.1.1.1. Απλό σύστημα προσεγγίσεως.**

Ένα απλό σύστημα προσέγγισης αποτελείται από μια σειρά φώτων στην προέκταση της κεντρικής γραμμής του διαδρόμου προσγείωσης σε μια απόσταση όχι μικρότερη των 420 μέτρων από το κατώφλι. Κάθετα στα φώτα αυτά, στα 300 μέτρα από το κατώφλι, υπάρχει μια σειρά φώτων τα οποία σχηματίζουν μια μπάρα. Η μπάρα αυτή είναι είτε 18 μέτρα. είτε 30 μέτρα. ανάλογα με τις απαιτήσεις και την μορφολογία του εδάφους και τα φωτά τοποθετούνται στην μικρότερη δυνατή απόσταση το ένα από το άλλο.(1 μέτρο έως 4 μέτρα το πολύ)(Γράφημα 4)

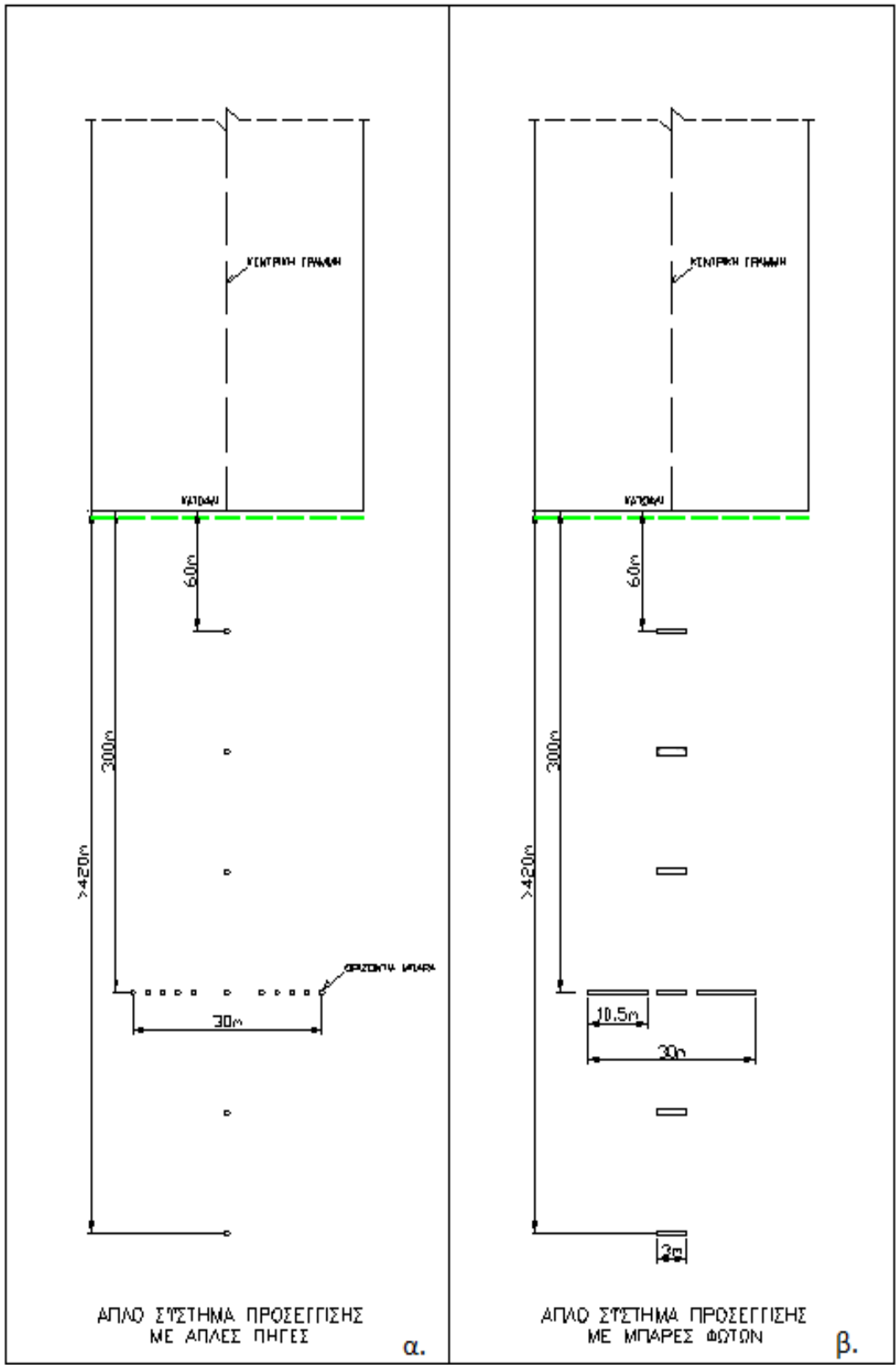
Τα φώτα που σχηματίζουν την κεντρική γραμμή είναι τοποθετημένα σε κατά μήκος διαστήματα των 60 μέτρων ή σε διαστήματα των 30 μέτρων αν απαιτείται έτσι

ώστε να επιτυγχάνετε ένα ενιαίο σύνολο. Κάθε φώς αποτελείται από μια πηγή ή μια οριζόντια μπάρα 3 μέτρων με τα φώτα να απέχουν 1,5 μέτρα μεταξύ τους.

Όπως ειπώθηκε παραπάνω τα φώτα κεντρική γραμμής επεκτείνονται σε απόσταση όχι μικρότερη των 420 μέτρων από το κατώφλι. Στη περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί τότε αυτή θα εκτείνεται στα 300 μέτρα έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνεται και η οριζόντια μπάρα. Αν ούτε αυτό είναι δυνατόν, σε σπάνιες περιπτώσεις, τότε η κεντρική γραμμή θα εκτείνεται όσο το δυνατό πιο μακριά και κάθε φως της κεντρικής γραμμής θα σχηματίζει μια οριζόντια μπάρα 3 μέτρων μήκους.

Η κάθετη γραμμή από φώτα (ή η μπάρα από φώτα) στην κεντρική γραμμή όταν εκτείνεται σε απόσταση 30 μέτρων, τα φώτα τοποθετούνται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 6 μέτρων από τα φώτα κεντρικής γραμμής. Τα κενά αυτά, δεξιά και αριστερά, έχουν σκοπό την εξυπηρέτηση των τοπικών απαιτήσεων (βελτίωση οπτικής πληροφορίας λόγω ύπαρξης πλάγιων ανέμων) και τη διευκόλυνση της διέλευσης των οχημάτων επέμβασης. Ακόμα στην περίπτωση που απαιτείται μπορεί να τοποθετηθεί άλλη μια παρόμοια μπάρα σε απόσταση 150 μέτρων από το κατώφλι.

Στο απλό σύστημα προσέγγισης οι φανοί εκπέμπουν λευκό φως και η ένταση τους πρέπει να είναι επαρκής σε όλες τις συνθήκες. (Συνήθως χρησιμοποιούνται φανοί μέσης έντασης)



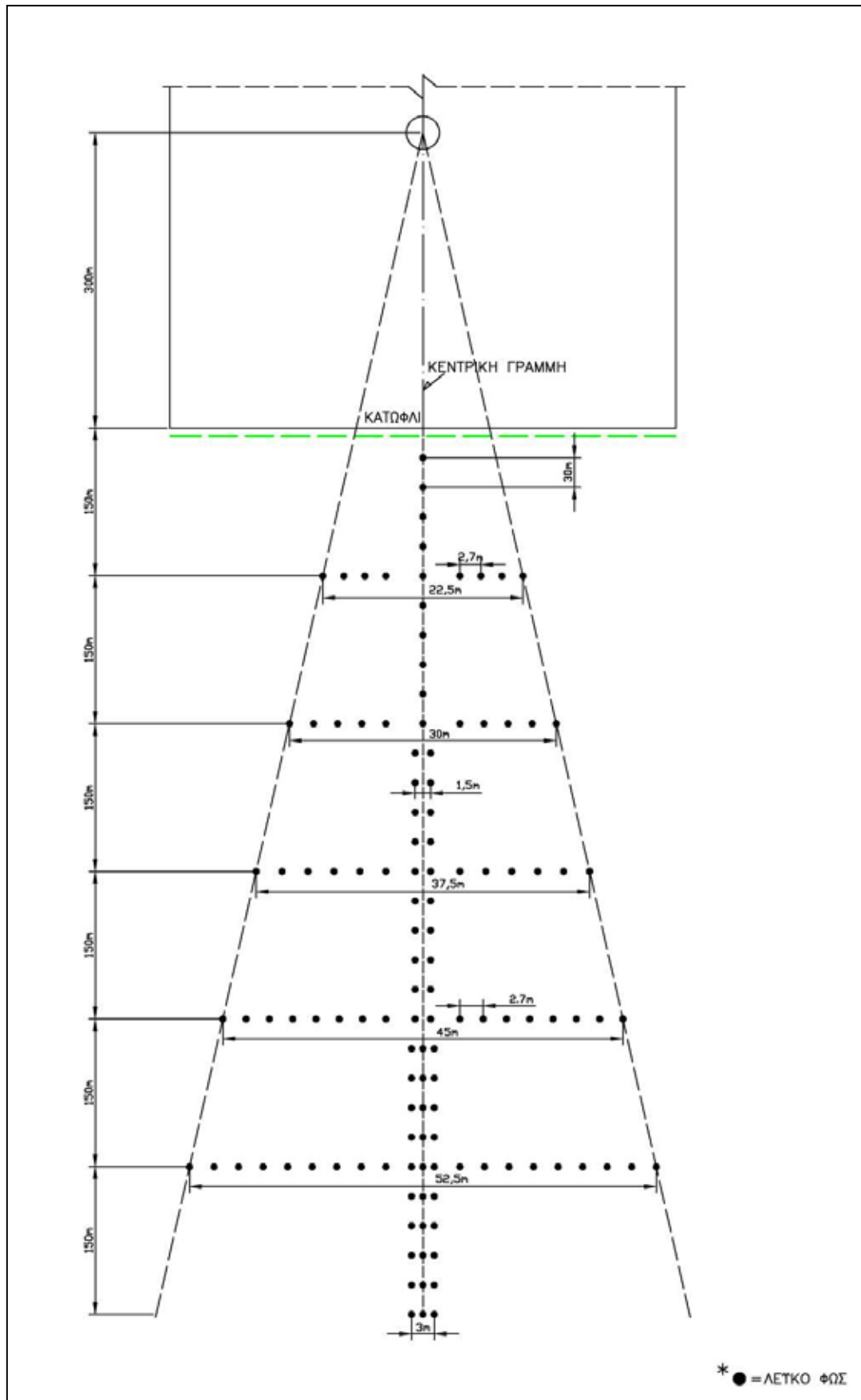
( Απλό σύστημα προσέγγισης (α) με απλά φωτιστικά σώματα, (β) με μπάρες φώτων)

### **1.1.1.2. Σύστημα προσέγγισης κατηγορίας I.**

Το σύστημα προσέγγισης κατηγορίας I εκτείνεται από το κατώφλι τουλάχιστον για 900 μέτρα. Αποτελείται από μια σειρά από φώτα στην προέκταση της κεντρική γραμμής του διαδρόμου σε μήκος 900 μέτρων και σε κάθετες μπάρες από φώτα ανά 150 μέτρα των κεντρικών φώτων.

Τα κεντρικά φώτα γραμμής προσέγγισης τοποθετούνται ανά 30 μέτρα. Στα πρώτα 300 μέτρα τοποθετούμε μια φωτεινή πηγή, από τα 300 μέτρα μέχρι τα 600 μέτρα τοποθετούμε δυο φωτεινές πηγές παράλληλες στον κεντρικό άξονα σε απόσταση 1,5 μέτρου μεταξύ τους. Τέλος στα τελευταία 300 μέτρα έχουμε τρεις φωτεινές πηγές σε απόσταση 1,5 μέτρου μεταξύ τους. Τα φώτα αυτά είναι σταθερά και εκπέμπουν λευκό φως.

Κάθετες στο κεντρικό άξονα και ανά 150 μέτρα έχουμε μπάρες φώτων. Το μήκος των μπαρών αυξάνεται κλιμακωτά ανάλογα με την απόσταση. Στα πρώτα 150 μέτρα η μπάρα έχει μήκος 22,5 μέτρα, στα 300 μέτρα έχει μήκος 30 μέτρα, στα 450 μέτρα έχει μήκος 37,5 μέτρα, στα 600 μέτρα έχει μήκος 45 μέτρα, και τέλος στα 750 μέτρα η μπάρα έχει μήκος 52,5 μέτρα. Τα φώτα αυτά τοποθετούνται όσο το δυνατόν πιο κοντά, (από 1 μέτρο έως 4 μέτρα) και διχοτομούνται από την κεντρική γραμμή των φανών. Κενά αφήνονται δεξιά και αριστερά όχι μεγαλύτερα των 6 μέτρων μεταξύ της μπάρας και της κεντρικής γραμμής για να εξυπηρετούνται τοπικές ανάγκες. Τα φώτα αυτά λάμπουν δυο φορές το λεπτό, ξεκινώντας από το πιο απομακρυσμένο φως προς αυτό που βρίσκεται πλησιέστερα στο κατώφλι. Το ηλεκτρικό κύκλωμα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε τα παραπάνω φώτα να λειτουργούν ανεξάρτητα των άλλων φώτων του συστήματος προσέγγισης.



(Σύστημα προσέγγισης κατηγορίας I)



### **1.1.1.3. Σύστημα προσέγγισης κατηγορίας II,III.**

Το σύστημα προσέγγισης κατηγορίας II, III αποτελείται από μια σειρά φώτων στη προέκταση της κεντρικής γραμμής και σε μια απόσταση μεγαλύτερη των 900 μέτρων από το κατώφλι του διαδρόμου. Το σύστημα έχει δύο σειρές φώτων, δεξιά και αριστερά από την κεντρική γραμμή, τα οποία εκτείνονται σε απόσταση 270 μέτρων από το κατώφλι και σε δύο οριζόντιες μπάρες από φώτα στα 150 μέτρα και σε μία στα 300 μέτρα από το κατώφλι.

Τα φώτα κεντρικής γραμμής για τα πρώτα 300 μέτρα από το κατώφλι αποτελείται από μπάρες με λευκό φως. Τα φώτα τοποθετούνται σε κατά μήκος διαστήματα των 30 μέτρων και το πρώτο φως εκτείνεται σε απόσταση 30 μέτρων από το κατώφλι. Τα φώτα αυτά είναι ομοιόμορφα τοποθετημένα σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 1,5 μέτρων και οι μπαρέτες έχουν μήκος τουλάχιστον 4 μέτρα.

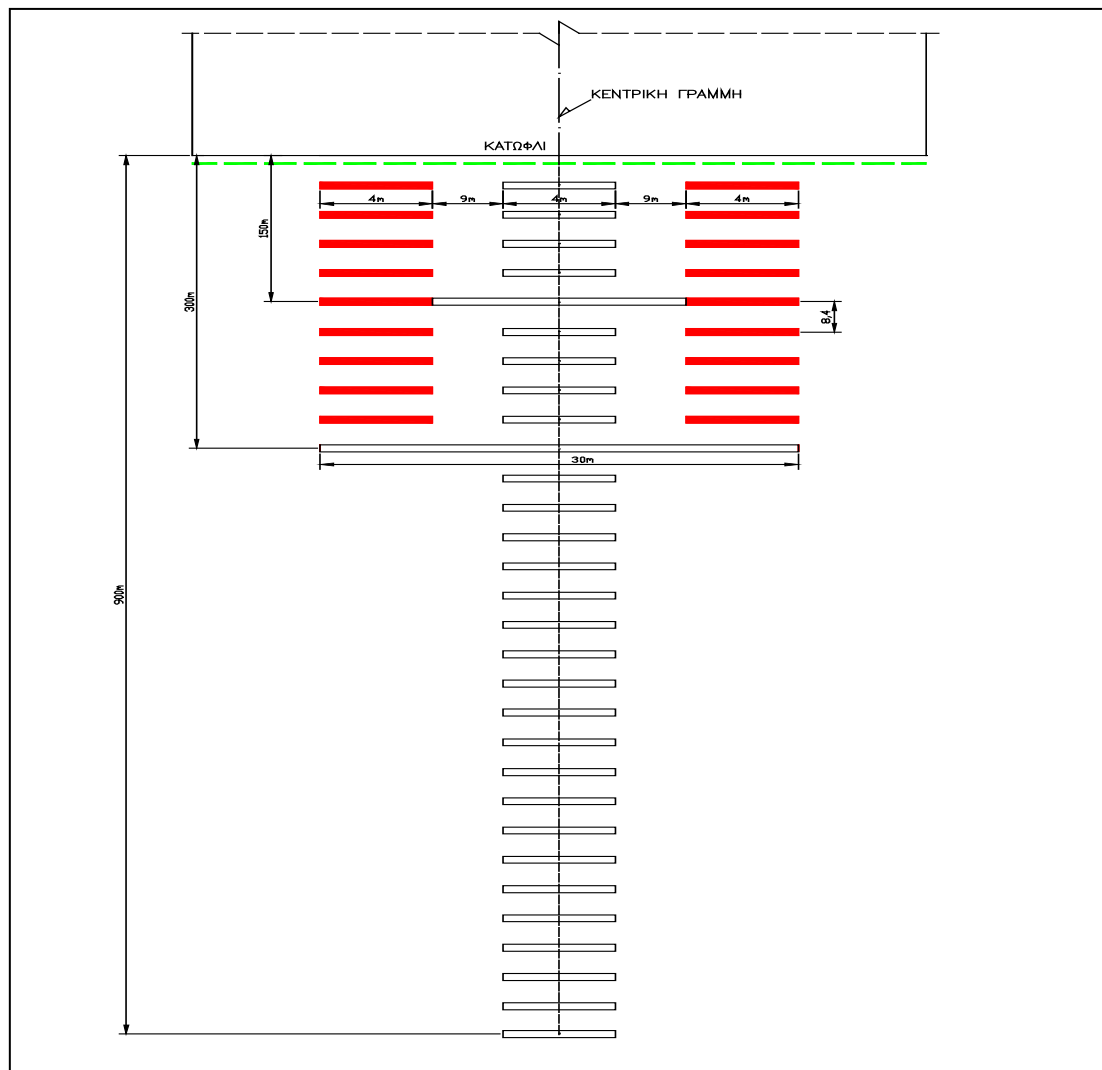
Πέρα από τα 300 μέτρα και για τα υπόλοιπα τουλάχιστον 600 μέτρα τα φώτα κεντρικής γραμμής μπορούν να έχουν μια από τις δυο παρακάτω μορφές:

- Μια μπαρέτα όπως αυτές των πρώτων 300 μέτρων. Κάθε μπαρέτα θα περιλαμβάνει ένα φως με πυκνωτή εκκένωσης. Κάθε φως θα λάμπει δυο φορές το λεπτό αρχίζοντας από το πιο απομακρυσμένο και εκτείνεται προοδευτικά προς το κατώφλι.
- Δυο πηγές φωτός στα κεντρικά 300 μέτρα (δηλαδή από 300 μέτρα έως τα 600 μέτρα) και τρεις φωτεινές πηγές στα εξωτερικά 300 μέτρα και πάνω. Ακόμα πρόσθετες μπάρες τοποθετούνται στο σύστημα και σε αποστάσεις 450, 600 και 750 μέτρα από το κατώφλι. Τα εξωτερικά άκρα αυτών είτε είναι παράλληλα στη κεντρική γραμμή είτε συγκλίνουν να συναντήσουν την κεντρική γραμμή του διαδρόμου στα 300 μέτρα από το κατώφλι. Όλα τα παραπάνω φώτα εκπέμπουν λευκό φως.

Τα φώτα που σχηματίζουν τις πλευρικές σειρές βρίσκονται σε κάθε πλευρά της κεντρικής γραμμής και σε κατά μήκος διαστήματα ίσα με αυτά των φώτων κεντρικής γραμμής και με εσώτατο φως σε απόσταση 30 μέτρων από το κατώφλι. Το πλευρικό πλάτος μεταξύ των φώτων αυτόν θα είναι όχι λιγότερο των 18 μέτρων και

όχι περισσότερο των 22,5 μέτρων (κατά προτίμηση τα 18 μέτρα), αλλά σε κάθε περίπτωση θα είναι ίσο με αυτό των φώτων της ζώνης προσγείωσης του διαδρόμου. Η πλευρική γραμμή αποτελείται από μπαρέτες οι οποίες εκπέμπουν κόκκινο φως. Το μήκος της μπαρέτας και τα διαστήματα των φανών της θα είναι ίσα με αυτά των φώτων της ζώνης προσγείωσης. Η ένταση των κόκκινων φώτων είναι σύμφωνη με αυτή των άσπρων φώτων.

Η οριζόντια μπάρα που πρήσκετε στα 150 μέτρα από το κατώφλι δημιουργεί μια ενιαία μπάρα φώτων μεταξύ των φώτων κεντρικής γραμμής και των πλευρικών φώτων. Η οριζόντια μπάρα που πρήσκετε στα 300 μέτρα από το κατώφλι εκτείνεται από τις δύο πλευρές της κεντρικής γραμμής σε απόσταση 15 μέτρα από κάθε πλευρά. Τα φώτα που σχηματίζουν τις οριζόντιες μπάρες είναι σταθερά φώτα τα οποία εκπέμπουν λευκό φως και είναι ομοιόμορφα τοποθετημένα σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα των 2,7 μέτρων.



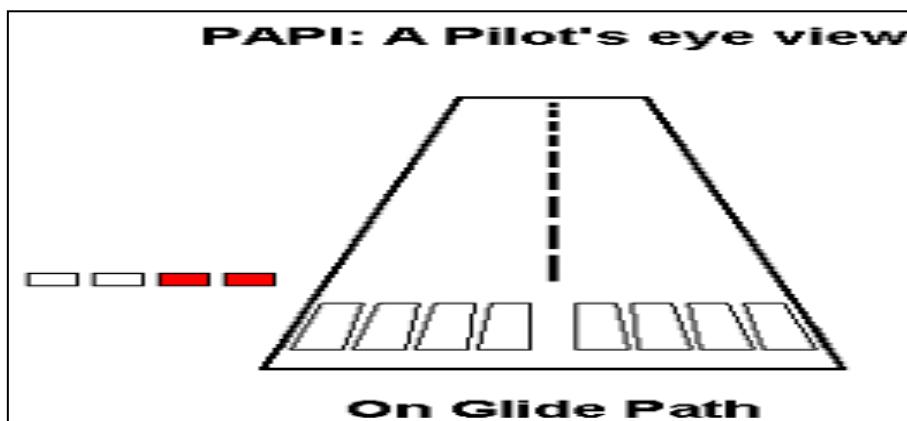
(Σύστημα προσέγγισης κατηγορίας II, III)

### **1.1.2. Συστήματα ορατής ένδειξης κλίσης προσέγγισης.**

Τα συστήματα προσεγγίσεως που περιγράφηκα παραπάνω παρέχουν στο πιλότο πληροφορίες ως προς τη θέση του αεροσκάφους, ως προς το διαμήκη άξονα του διαδρόμου προσέγγισης και ως προς τη οριζόντια απόσταση του από το κατώφλι του διαδρόμου. Τα συστήματα ορατής ένδειξης κλίσης προσεγγίσεως παρέχουν στο πιλότο πληροφορίες για τη γωνία προσεγγίσεως του αεροσκάφους, τη λεγόμενη κλίση καθόδου.

Τα συστήματα αυτά απαιτήθηκαν αναγκαία μετά από έρευνες που ελήφθησαν μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Στις έρευνες αυτές διαπιστώθηκε ότι η πλειονότητα των αεροπορικών ατυχημάτων λαμβάνουν χώρα κατά τη φάση προσέγγισης και προσγειώσης. Έως τότε οι οπτικές ενδείξεις που ήταν διαθέσιμες για το προσδιορισμό της ακριβές γωνία προσέγγισης για τον πιλότο ήταν ελάχιστες. Επομένως ήταν αναγκαίο να βελτιωθεί η καθοδήγηση του πιλότου ενώ πλησιάζει να προσγειωθεί. Παράγοντες που καθιστούσαν δύσκολο να επιτευχθεί μια ακριβή προσγειώση ήταν η έλλειψη σύστασης στην περιοχή προσέγγισης, ότι ο ορίζοντα σκιάζεται από το σκοτάδι, τη δυνατή βροχή, την ομίχλης και τη μορφολογία του εδάφους και τη διαφορά του επιπέδου ανάμεσα στο διάδρομο και στο περιβάλλον χώρο.

#### **1.1.2.1. Σύστημα προσέγγισης PAPI και APAPI.**

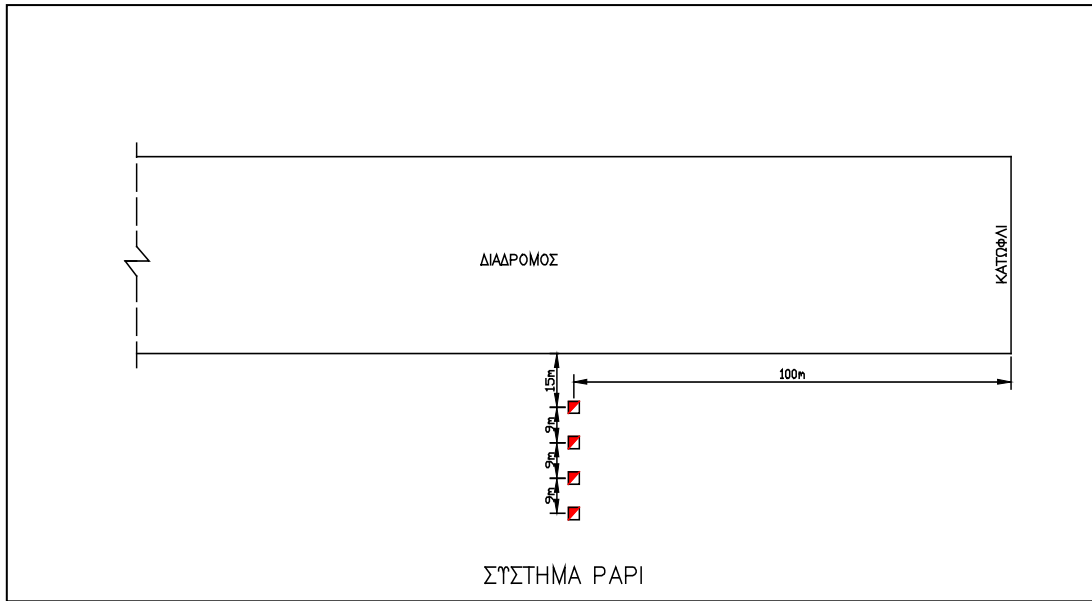


Το PAPI ή το APAPI είναι συστήματα ακριβούς πορείας προσέγγισης. Είναι τα πλέον κατάλληλα για μια ασφαλής και σωστή προσέγγιση ενός αεροσκάφους σε ένα αεροδρόμιο. Στα Ελληνικά αεροδρόμια αντικαθιστούνται όλα τα συστήματα προσέγγισης με συστήματα ακριβούς προσέγγισης PAPI. Η διαφορά του PAPI από το VASIS και το T-VASIS είναι ότι το VASIS και το T-VASIS παρέχουν κάθετη καθοδήγηση για ύψη που κυμαίνονται γύρω στα 60 μέτρα ενώ το PAPI παρέχει κάθετη καθοδήγηση για ύψη από 15 μέτρα.

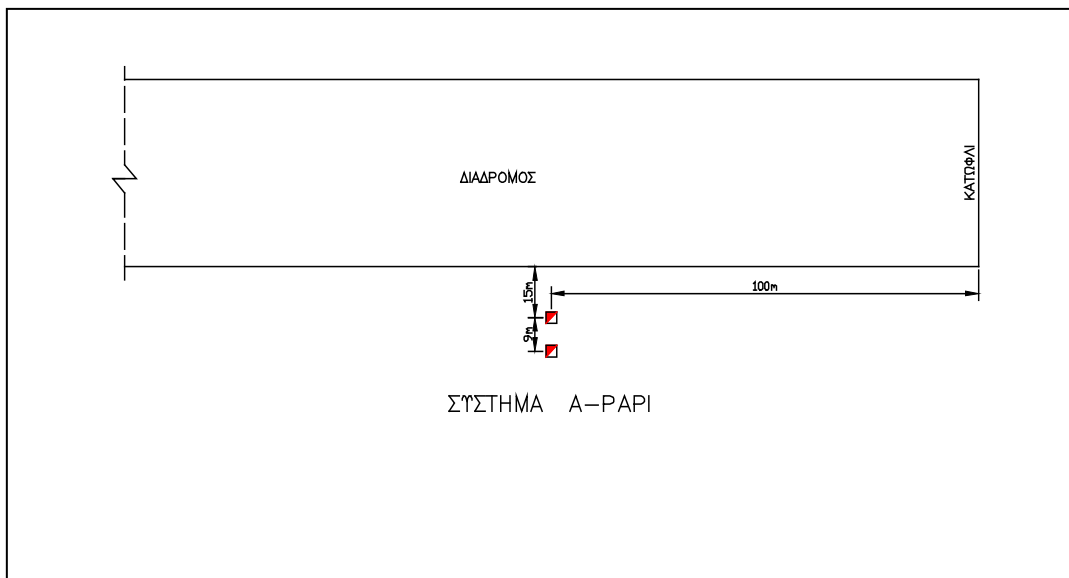
Το PAPI ή το A-PAPI βρίσκεται συνήθως στην αριστερή πλευρά του διαδρόμου σε ορθή γωνία προς τη κεντρική γραμμή του διαδρόμου. Σε περιπτώσεις που απαιτείται μπορεί να τοποθετηθεί και στη δεξιά πλευρά και σε σπάνιες περιπτώσεις και στις δυο πλευρές του διαδρόμου.

Το PAPI αποτελείται από μια οριζόντια μπάρα τεσσάρων μονάδων, ακριβούς μετάβασης φώτων με λαμπτήρες διπλής λειτουργίας ή ένα ζευγάρι απλών λαμπτήρων τοποθετημένων σε ίσα διαστήματα. Το σύστημα A-PAPI αποτελείται από μια οριζόντια μπάρα δυο μονάδων, ακριβούς μετάβασης φώτων με λαμπτήρες διπλής λειτουργίας ή ένα ζευγάρι απλών λαμπτήρων τοποθετημένους σε ίσα διαστήματα. Σε περίπτωση που θεωρηθεί απαραίτητο από τις υπάρχουσες συνθήκες και στα δυο αυτά συστήματα είναι δυνατόν να τοποθετηθεί μια επιπλέον μπάρα στην αντίθετη πλευρά του διαδρόμου. Οι μπάρες αυτές σε καλές συνθήκες ορατότητας παρέχουν πληροφορίες καθοδήγησης σε απόσταση έως και 5 μίλια κατά την διάρκεια της ημέρας και τουλάχιστον 20 μιλίων κατά την διάρκεια της νύχτας.

Η μπάρα φωτισμού των συστημάτων αυτών κατά την εγκατάστασή τους σε ένα αεροδρόμιο τοποθετούνται σε απόσταση περίπου 100 μέτρων από το κατώφλι, ανάλογα με τις απαιτήσεις του διαδρόμου. Η πρώτη μονάδα φωτισμού τοποθετείται σε απόσταση 15 μέτρων από την άκρη του διαδρόμου και οι υπόλοιπες ή η δεύτερη (σύστημα A-PAPI) απέχουν 9 μέτρα από την προηγούμενη.

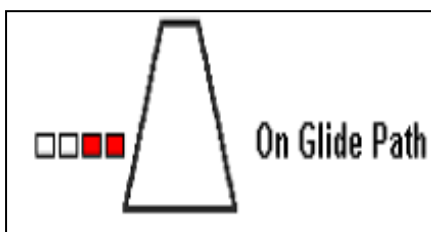


(Σύστημα προσέγγισης ΡΑΡΙ)

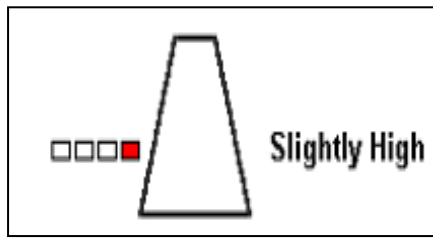


(Σύστημα προσέγγισης Α-ΡΑΡΙ)

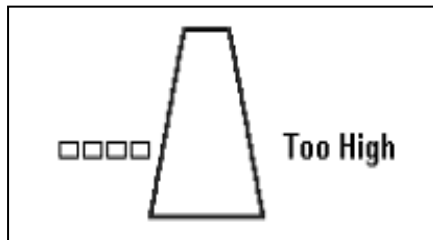
Η οριζόντια μπάρα του συστήματος ΡΑΡΙ είναι κατασκευασμένη και τοποθετημένη με τέτοιο τρόπο ώστε ο πιλότος κατά τη διάρκεια της προσέγγισης να είναι:



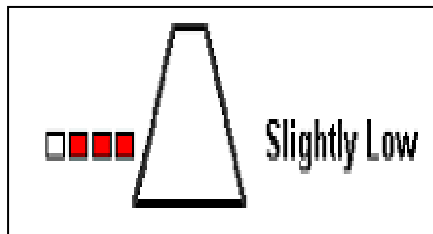
- a) Στη σωστή ή κοντά στη κλίση προσέγγισης, όταν βλέπει τις δύο πλησιέστερες στο διάδρομο μονάδες κόκκινες και από τις άλλες δύο μονάδες.



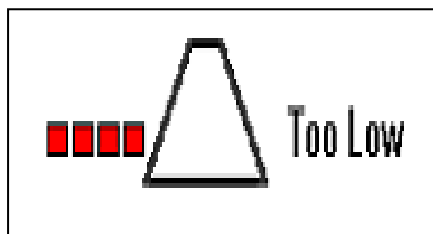
b) Πάνω από την κλίση προσέγγισης, όταν βλέπει την μια πλησιέστερη στο διάδρομο μονάδα κόκκινη και τις άλλες τρεις άσπρες.



c) Όταν βρίσκεται πολύ ψηλότερα από την ορθή κλίση προσέγγισης να βλέπει όλες τις μονάδες άσπρες.



d) Κάτω από την κλίση προσέγγισης, όταν βλέπει τις τρεις πλησιέστερες στο διάδρομο μονάδες κόκκινες και την τέταρτη άσπρη.



e) Όταν βρίσκεται πολύ χαμηλότερα από την ορθή κλίση προσέγγισης να βλέπει όλες τις μονάδες κόκκινες.

Αντίστοιχα η οριζόντια μπάρα του συστήματος A-PAPI είναι κατασκευασμένη και τοποθετημένη έτσι ώστε ο πιλότος κατά τη διάρκεια της προσέγγισης να είναι:

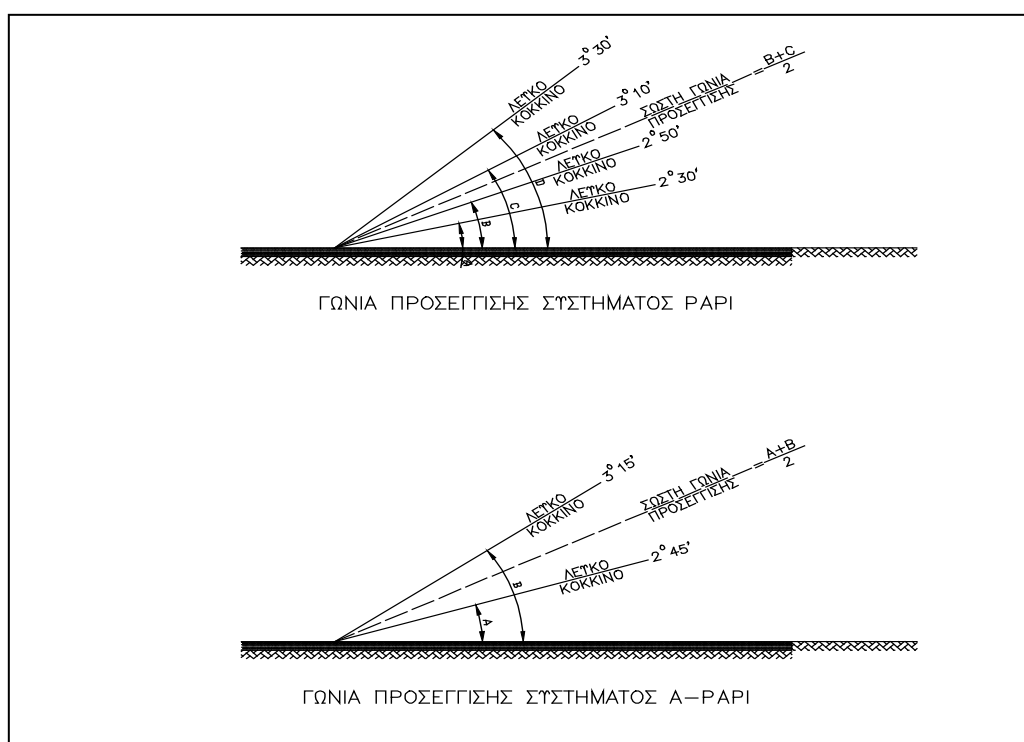
- a) Στην ορθή γωνία ή κοντά στην κλίση προσέγγισης, όταν βλέπει την κοντινότερη στο διάδρομο μονάδα κόκκινη και τη δεύτερη μονάδα άσπρη.
- b) Πάνω από τη κλίση προσέγγισης, όταν βλέπει και τις δυο μονάδες άσπρες.
- c) Κάτω της κλίσης προσέγγισης, όταν βλέπει και τις δύο μονάδες κόκκινες.

Οι μονάδες των φώτων είναι έτσι τοποθετημένες ώστε να φαίνονται στο πιλότο ότι βρίσκονται σε ευθεία γραμμή. Ακόμα είναι τόσο χαμηλά τοποθετημένες,

επαρκώς φωτιζόμενες και εύθραυστες ώστε να μην αποτελούν κίνδυνο για τα αεροσκάφη

Η χρωματική μετάβαση από κόκκινο σε άσπρο πεδίο είναι τέτοια ώστε να εμφανίζεται σε ένα παρατηρητή σε απόσταση όχι μικρότερη των 300 μέτρων και σε κάθετο άξονα όχι περισσότερο από 3°.

Κάθε φωτεινή μονάδα θα τοποθετείται έτσι ώστε το χαμηλότερο όριο της λευκής δέσμης φωτός να είναι μεταξύ 1ο 30' και τουλάχιστον 4ο 30' στο κατακόρυφο άξονα.



( Γωνία ανύψωσης δεσμών συστήματος ΡΑΡΙ & Α-ΡΑΡΙ)

## 1.2. Κίνηση αεροσκάφους στο έδαφος .

Εκτός από τα φώτα προσέγγισης που είναι το σημαντικότερο οπτικό μέσο βοήθεια σε ένα αεροδρόμιο είναι απαραίτητα τα φώτα διαδρόμων, τροχοδρόμων και όλα τα φώτα που χρειάζονται σε ένα αεροδρόμιο ώστε να εξασφαλιστεί η ομαλή κίνηση ενός αεροσκάφους στο έδαφος. Ο φωτισμός στους διαδρόμους είναι απαραίτητος για τη χρησιμοποίηση του αεροδρομίου τις νυχτερινές ώρες αλλά και σε περιπτώσεις που η ορατότητα δεν είναι επαρκής. Τα φώτα αυτά εκτός από την

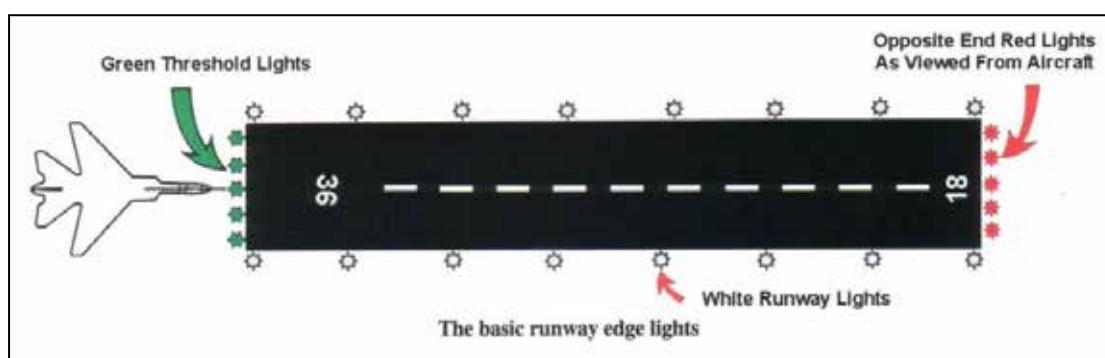
βοήθεια που παρέχουν στο πιλότο μετά την προσγείωση ή πριν την απογείωση, του παρέχουν και οπτική βοήθεια κατανόησης του αεροδρομίου όταν βρίσκεται στον αέρα, δηλαδή σχηματίζουν το περίγραμμα του διαδρόμου και κατ'επέκταση το περίγραμμα του αεροδρομίου.

Ο πρώτος φωτιζόμενος διάδρομος εμφανίστηκε το 1930 στο Cleveland Municipal Airport στο Cleveland του Ohio, στις Η.Π.Α. ενώ από το 1956 θεωρήθηκαν αναγκαία για κάθε αεροδρόμιο από τον Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (I.C.A.O.).

Τα φώτα αυτά ελέγχονται από τον πύργο ελέγχου ή από κάποια άλλη αρμόδια αρχή του κάθε αεροδρομίου. Υπάρχουν αεροδρόμια (κυρίως ιδιωτικά) που επιτρέπουν στο πιλότο να ενεργοποιεί τα φώτα που χρειάζεται από αέρος πετυχαίνοντας σωστή χρησιμοποίηση του μέσου και οικονομία καθώς τα φώτα δεν είναι ενεργοποιημένα όταν δεν χρειάζονται.

Τα φώτα αυτά για λόγους κατανόησης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα πρωτεύοντα φώτα κίνησης και τα δευτερεύοντα φώτα κίνησης.

### **1.2.1 Πρωτεύοντα φώτα κίνησης.**



( Πρωτεύοντα φώτα διαδρόμου)

Τα πρωτεύοντα φώτα είναι τα φώτα διαδρόμου ή των διαδρόμων που έχει κάθε αεροδρόμιο. Τα φώτα αυτά είναι απαραίτητα και μέρος τους είναι στις βασικές προδιαγραφές του I.C.A.O. για τα συστήματα προσέγγισης CAT II και CAT III.

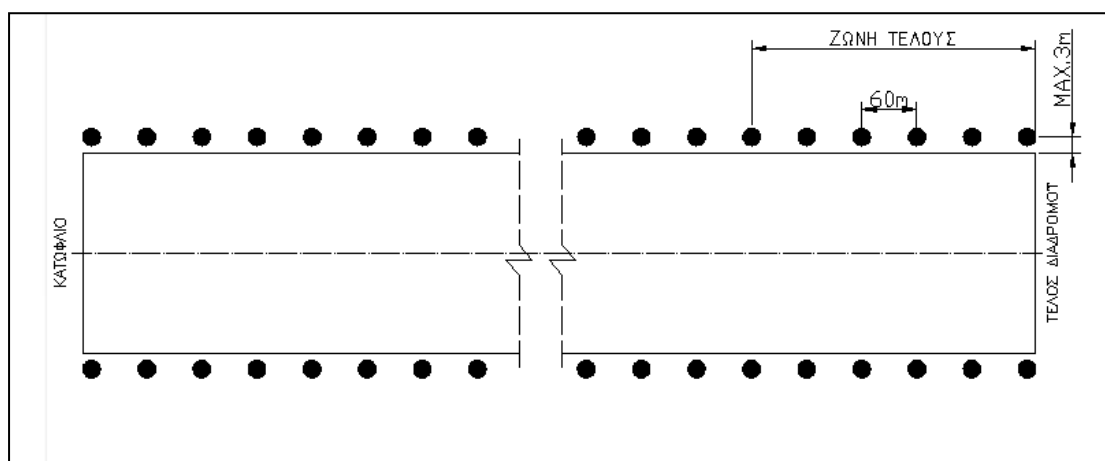


Ανάλογα με το σημείο που είναι τοποθετημένα στο διάδρομο ονομάζονται: φώτα άκρων διαδρόμου, φώτα κατωφλίου διαδρόμου, φώτα κεντρικής γραμμής διαδρόμου και φωτισμός ζώνης προσγείωσης διαδρόμου.

### 1.2.1.1. Φώτα άκρων διαδρόμου.

Τα φώτα άκρων διαδρόμου χρησιμοποιούνται σε διαδρόμους μη ακριβούς προσέγγισης για νυχτερινές λειτουργίες ή σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης για λειτουργίες κατά την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.

Τα φώτα αυτά εκτείνονται κατά το πλήρες μήκος του διαδρόμου και σε δύο παράλληλες σειρές της κεντρικής γραμμής του διαδρόμου. Τοποθετούνται ομοιόμορφα κατά μήκος της περιοχής που χρησιμοποιείται σαν διάδρομο ή έξω από τις άκρες του διαδρόμου σε μια απόσταση όχι μεγαλύτερη των 3 μέτρων. Για διαδρόμους με ηλεκτρονικά όργανα τα φώτα τοποθετούνται σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα των 60 μέτρων ενώ για διαδρόμους χωρίς όργανα τα φώτα αυτά τοποθετούνται σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα των 100 μέτρων.



( Φώτα άκρων διαδρόμου)

Στην περίπτωση που το πλάτος του διαδρόμου ξεπερνά τα 60 μέτρα τότε η απόσταση μεταξύ των σειρών των φώτων τίθεται σε συνάρτηση με την φύση του

διαδρόμου και των λειτουργιών του, την διανομή φωτός των μονάδων του συστήματος και των άλλων οπτικών βοηθημάτων που υπάρχουν.

Τα φώτα άκρων διαδρόμου είναι σταθερά φώτα που εκπέμπουν λευκό φως εκτός από τα τελευταία 600 μέτρα ή το τελευταίο 1/3 του διαδρόμου (όποιο από τα δύο είναι το λιγότερο) όπου τα φώτα εκπέμπουν κίτρινο φως.

Στη περίπτωση που έχουμε μετατοπισμένο το κατώφλι τα φώτα αυτά μεταξύ της αρχής του διαδρόμου και του εκτοπισμένου κατωφλίου εκπέμπουν κόκκινο φως στην πλευρά της προσγείωσης.

Μεγάλη σημασία και προσοχή πρέπει να δοθεί στις διασταυρώσεις των διαδρόμων με άλλους διαδρόμους ή τροχοδρόμους όπου τα φώτα τοποθετούνται αντικανονικά ή ελλειμματικά με την προϋπόθεση ότι παραμένει επαρκής η καθοδήγηση στον πιλότο του αεροσκάφους.

Τα φώτα άκρων διαδρόμου πρέπει να φαίνονται από όλες τις γωνίες του αζιμούθιου οι οποίες παρέχουν καθοδήγηση σε ένα πιλότο σε περιπτώσεις προσγείωσης ή απογείωσης σε κάθε κατεύθυνση και απαραίτητα μέχρι 15° γωνία(πάνω από τον ορίζοντα). Η ένταση της φωτεινότητας πρέπει να είναι το λιγότερο 50cd, εκτός από τη περίπτωση αεροδρομίου το οποίο δεν έχει διάχυτο φωτισμό όπου η φωτεινότητα μπορεί να μειωθεί μέχρι τις 25cd για την αποφυγή ζαλίσματος του πιλότου.

### **1.2.1.2. Φώτα κατωφλίου / τέλους διαδρόμου.**



( Φώτα κατωφλίου)

Τα φώτα κατωφλίου διαδρόμου ορίζουν στο πιλότο το σημείο που αρχίζει ο διάδρομος ενώ τα φώτα τέλους διαδρόμου ορίζουν το τέλος του διαδρόμου.

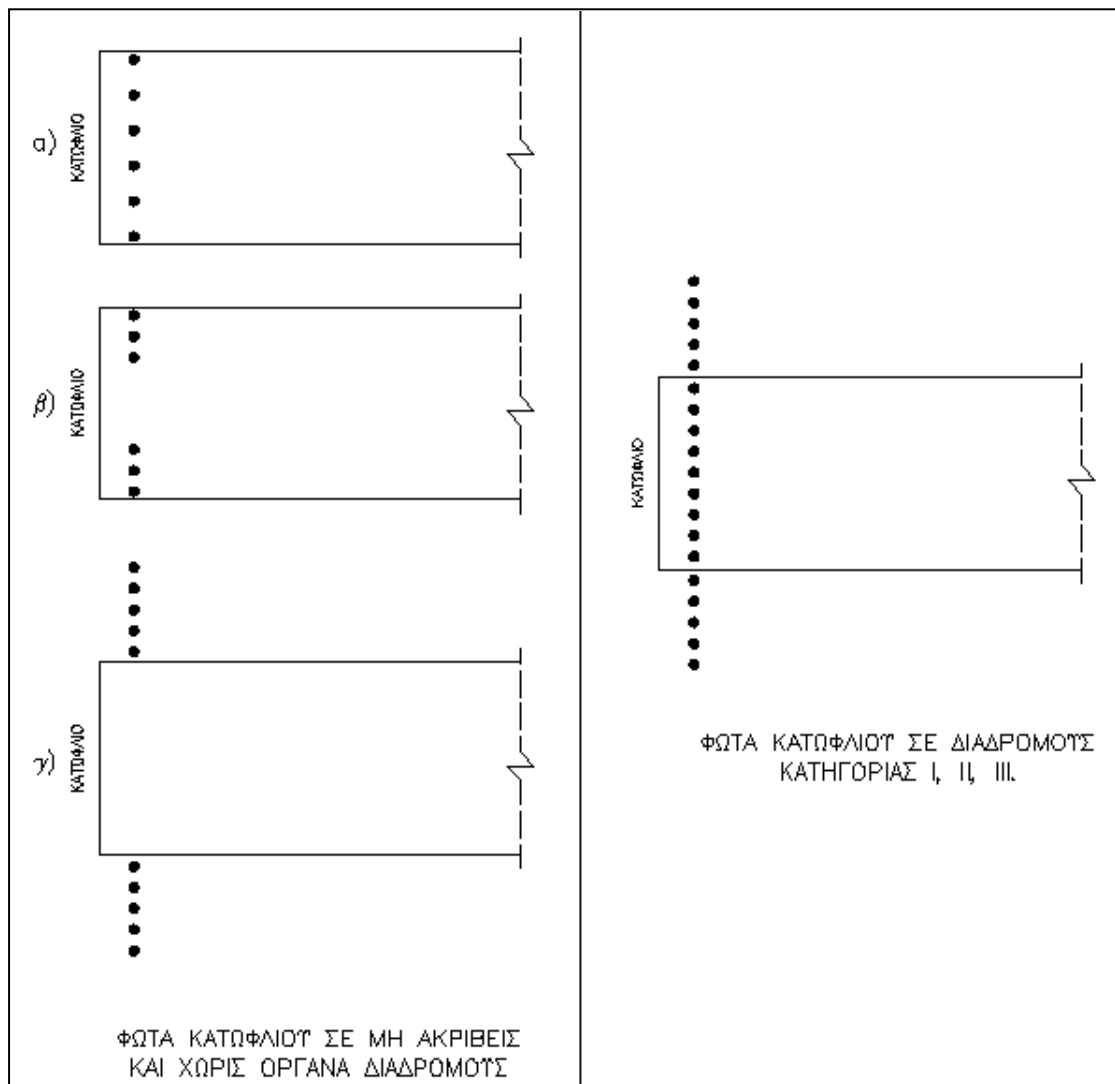
Τα φώτα κατωφλίου τοποθετούνται στην αρχή του διαδρόμου σε μια σειρά σε ορθές γωνίες ως προς τον διαμήκη άξονα του διαδρόμου, όσο το δυνατό πιο κοντά στο ακρότατο σημείο του διαδρόμου και όχι παραπάνω από 3 μέτρα πέρα από το ακρότατο σημείο του διαδρόμου.

Ανάλογα με τη χρήση του διαδρόμου ορίζεται και το κατάλληλο σύστημα φώτων κατωφλίου. Για διαδρόμους μη ακριβούς προσέγγισης ή για διαδρόμους χωρίς όργανα τοποθετούνται το λιγότερο έξι (6) φώτα, για διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας I τα φώτα τοποθετούνται ομοιόμορφα σε διαστήματα των τριών μέτρων μεταξύ τους ανάμεσα στις γραμμές των άκρων του διαδρόμου και για διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II, III τα φώτα τοποθετούνται ομοιόμορφα μεταξύ των φώτων των άκρων του διαδρόμου σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα των τριών μέτρων μεταξύ τους. Σε περιπτώσεις που απαιτείται πρόσθετη ευκρίνεια τοποθετούνται επιπλέον πλευρικές μπάρες δεξιά και αριστερά από το κατώφλι του διαδρόμου.

Οι πλευρικές μπάρες τοποθετούνται ακόμα σε διαδρόμους χωρίς όργανα ή σε διαδρόμους χωρίς σύστημα προσέγγισης όταν το κατώφλι είναι εκτοπισμένο και απαιτούνται φώτα κατωφλίου διαδρόμου. Τα φώτα αυτά είναι συμμετρικά τοποθετημένα γύρο από την κεντρική γραμμή του διαδρόμου, στο κατώφλι σε δύο οριζόντιες μπάρες. Κάθε μπάρα αποτελείται το λιγότερο από πέντε(5) φώτα εκτεινόμενα σε απόσταση το λιγότερο δέκα (10) μέτρα εξωτερικά της γραμμής των φώτων των άκρων του διαδρόμου και σε ορθές γωνίες με αυτά. Το κοντινότερο φως της κάθε μπάρας βρίσκεται στην ίδια γραμμή με την γραμμή των φώτων των άκρων του διαδρόμου.

Τα φώτα κατωφλίου και των πλευρικών μπαρών είναι μιας κατεύθυνσης με πράσινη δέσμη φωτός. Η μέση ένταση της πράσινης δέσμης είναι 1000cd.

Τα φώτα τέλους του διαδρόμου τοποθετούνται σε μια γραμμή και σε ορθή γωνία με τον άξονα του διαδρόμου όσο το δυνατόν πιο κοντά στο τέλος του και σε καμία περίπτωση πάνω από τα τρία (3) μέτρα πέρα από το τέρμα. Οι κατηγορίες των φώτων αυτών είναι ίδιες με τα φώτα κατωφλίου. Τα φώτα αυτά εκπέμπουν κόκκινο σταθερά κόκκινο φως μιας κατεύθυνσης προς το διάδρομο.



( Φώτα κατωφλίου διαδρόμου)

Στην περίπτωση που το κατώφλι ταυτίζεται με τα φώτα τέλους του διαδρόμου τότε για πρακτικούς λόγους χρησιμοποιούνται φώτα διπλής κατεύθυνσης, τα οποία διαθέτουν δυο διαφορετικά φίλτρα (κόκκινο για το τέλος του διαδρόμου και πράσινο για το κατώφλι).



( Φως διπλής κατεύθυνσης κόκκινο – πράσινο.)

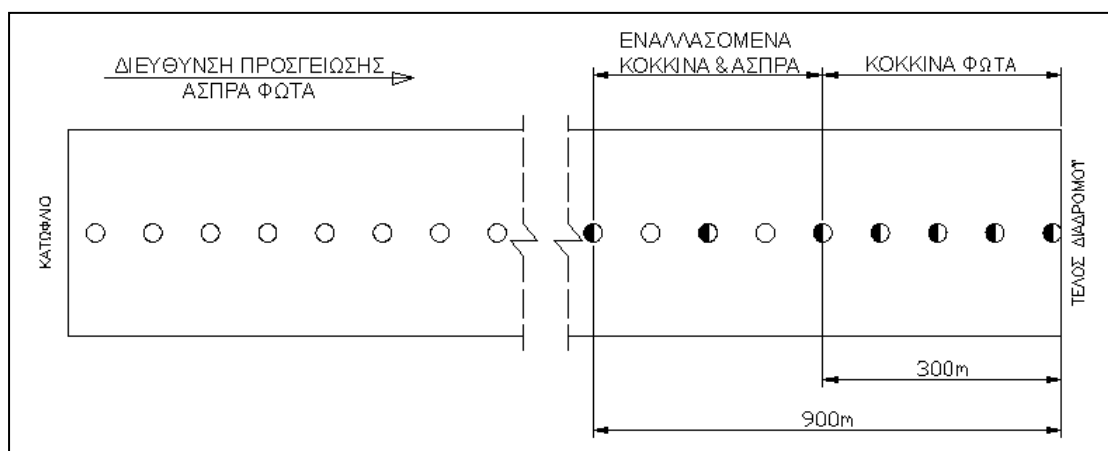
### 1.2.1.3. Φώτα κεντρικής γραμμής διαδρόμου.

Τα φώτα κεντρικής γραμμής διαδρόμου είναι απαραίτητα σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II και III. Οι διάδρομοι ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας I διαθέτουν τα φώτα αυτά όταν χρησιμοποιούνται από αεροσκάφη με μεγάλες ταχύτητες προσγείωσης ή σε περιπτώσεις διαδρόμων που το πλάτος τους ξεπερνά τα 50 μέτρα. Επίσης με φώτα κεντρικής γραμμής είναι εφοδιασμένος ένας διάδρομος όταν αυτός χρησιμοποιείται για απογειώσεις με ελάχιστη οριζόντια ορατότητα (R.V.R.) της τάξεως των 400 μέτρων.

Τα φώτα κεντρικής γραμμής τοποθετούνται κατά μήκος της κεντρικής γραμμής του διαδρόμου, εκτός εάν δεν είναι δυνατόν για διάφορους λόγους όπου τοποθετούνται ομοιόμορφα αντισταθμισμένα από την ίδια μεριά της κεντρικής γραμμής σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 60 εκατοστών.

Τα φώτα του συστήματος είναι τοποθετημένα από το κατώφλι ως το τέλος του διαδρόμου σε αποστάσεις 7,5 ή 15 μέτρων σε ένα διάδρομο ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας III και σε αποστάσεις 7,5 ή 15 ή 30 μέτρων σε διάδρομο ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II ή σε κάθε διάδρομο που απαιτείται.

Τα φώτα αυτά είναι σταθερά φώτα τα οποία εκπέμπουν λευκή δέσμη φωτός από το κατώφλι ως το σημείο 900 μέτρων από το τέλος του διαδρόμου, εναλλακτικά κόκκινη και λευκή δέσμη φωτός από τα τελευταία 900 έως 300 μέτρα και κόκκινη δέσμη φωτός για τα τελευταία 300 μέτρα του διαδρόμου.



( Φώτα κεντρικής γραμμής διαδρόμου)

Σε περίπτωση που τα φώτα κεντρικής γραμμής τοποθετούνται σε διαστήματα των 7,5 μέτρων τότε χρησιμοποιούνται εναλλασσόμενα ζεύγη κόκκινων και λευκών φώτων στο τμήμα από 900 έως 300 μέτρα από το τέλος του διαδρόμου και σε περιπτώσεις όπου ο διάδρομος έχει μήκος μικρότερο των 1800 μέτρων τα εναλλασσόμενα κόκκινα και λευκά φώτα εκτείνονται από το μέσο του διαδρόμου μέχρι τα 300 μέτρα από το τέλος του.



(Διάδρομος αεροδρομίου.)

*Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε τα φώτα κατοφλίου, τα φώτα άκρων διαδρόμου, τα φώτα κεντρικής γραμμής αλλά και τα φώτα του συστήματος ακριβής προσέγγισης PAPI.*

#### **1.2.1.4. Φωτισμός ζώνης προσγείωσης διαδρόμου.**

Τα φώτα ζώνης προσγείωσης τοποθετούνται στην ζώνη επαφής ενός διαδρόμου ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II, III.

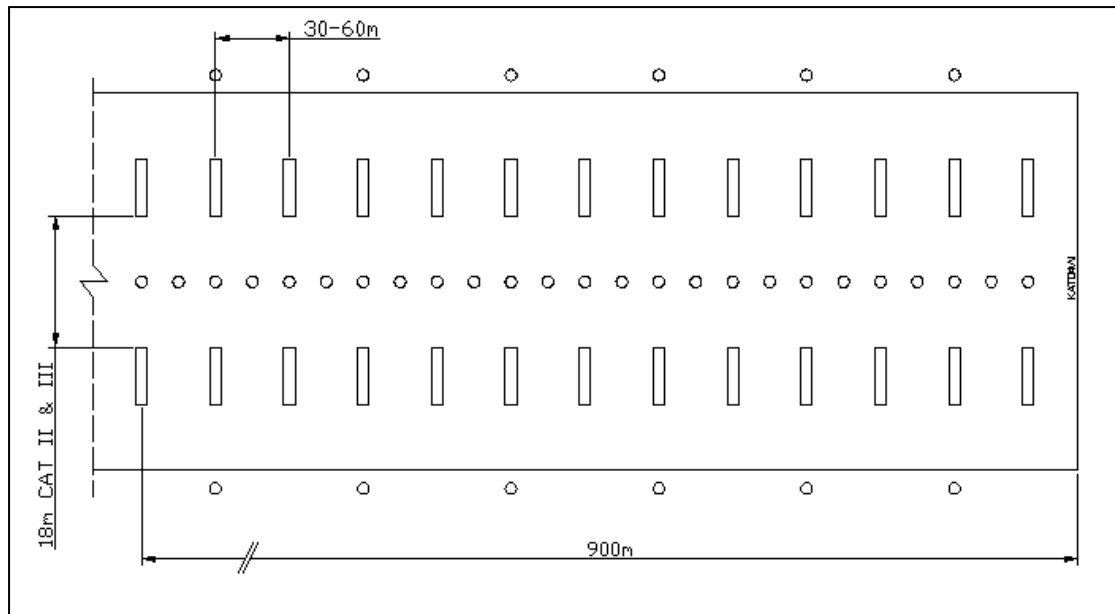
Ο φωτισμός ζώνης προσγείωσης διαδρόμου διευκολύνει το πιλότο αεροσκάφους στην εκτίμηση του σωστού σημείου προσγείωσης του αεροσκάφους. Με αυτό το σύστημα αποφεύγεται η κατάσταση σύγχυσης του πιλότου όταν αυτός εκτελεί την διαδικασία της προσγείωσης.



*(Διάδρομος με ολοκληρωμένο σύστημα ακριβούς προσέγγισης II, III)*

Τα φώτα ζώνης προσγείωσης εκτείνονται από το κατώφλι σε μια κατά μήκος απόσταση των 900 μέτρων, εκτός από διαδρόμους με μήκος μικρότερο των 1800 μέτρων οπότε το μήκος του συστήματος μειώνεται έτσι ώστε να μην εκτείνεται πέραν της μέσης απόστασης του διαδρόμου.

Το σύστημα αποτελείται από ζεύγη από μπαρέτες συμμετρικά τοποθετημένες γύρο από την κεντρική γραμμή του διαδρόμου. Η εσωτερική απόσταση μεταξύ των εσώτατων φώτων των ζευγών των μπαρέτων είναι 18 μέτρα ενώ η κατά μήκος απόσταση των μπαρών μιας ομάδας είναι 60 μέτρα. Σε περιπτώσεις που ο διάδρομος προορίζεται σε λειτουργίες κάτω από συνθήκες περιορισμένης ορατότητας, οι μπάρες που αποτελούν το σύστημα τοποθετούνται σε απόσταση 30 μέτρων μεταξύ τους. Κάθε μπαρέτα αποτελείται από 3 φώτα το λιγότερο, των οποίων η μεταξύ τους απόσταση είναι όχι μεγαλύτερη των 1,5 μέτρων. Επομένως μια μπαρέτα δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 3 μέτρων και μεγαλύτερη των 4,5 μέτρων σε μήκος. Τα φώτα ζώνης είναι σταθερά μιας κατεύθυνσης και εκπέμπουν λευκό φως.



(Φώτα ζώνης προσγείωσης διαδρόμου ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II, III)

### 1.3. Δευτερεύοντα φώτα κίνησης.



(Φώτα σήμανσης τροχοδρόμων)

Τα δευτερεύοντα φώτα κίνησης είναι τα φώτα σήμανσης τροχοδρόμων. Τροχόδρομοι είναι οι διάδρομοι οι οποίοι ξεκινούν από διάφορα σημεία του διαδρόμου προσγείωσης – απογείωσης ή είναι παράλληλοι με τον διάδρομο και ενώνουν το διάδρομο με τους υπόλοιπους χώρους κίνησης του αεροσκάφους στο



έδαφος.(Χώρος αποβίβασης και επιβίβασης επιβατών , χώρος parking αεροσκαφών, κ.τ.λ.) Σκοπός του δικτύου είναι η εύκολη και ασφαλής οδήγησης του αεροσκάφους από το διάδρομο προσγείωσης προς τους λοιπούς χώρους και το αντίθετο.

Στα μεγάλα αεροδρόμια το σύστημα των τροχοδρόμων είναι πολύπλοκα. Επομένως είναι αναγκαία η χρήση φωτεινών βοηθημάτων για την επαρκή λειτουργία των τροχοδρόμων κατά την διάρκεια της νύχτας αλλά και της ημέρας όταν η ορατότητα δεν είναι επαρκείς.

Για να επιτευχθεί αυτό ο I.C.A.O. έχει ορίσει τους παρακάτω κανόνες σχεδίασης των τροχοδρόμων και πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη για τη σωστή εγκατάσταση του συστήματος φωτεινής σήμανσης:

- 1) Οι τροχοδρόμοι πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένοι και να μην συγχέονται με το διάδρομο προσγείωσης.
- 2) Οι εξοδοί από το διάδρομο πρέπει να αναγνωρίζονται αμέσως και ειδικότερα όταν πρόκειται για εξόδους μεγάλης ταχύτητας πρέπει να εντοπίζονται 360 με 450 μέτρα πριν το σημείο στροφής.
- 3) Πρέπει να υπάρχει επαρκής οδήγησης κατά μήκος του τροχοδρόμου.
- 4) Οι διασταυρώσεις των τροχοδρόμων και μεταξύ του διαδρόμου και του τροχοδρόμου πρέπει να είναι επαρκώς φωτισμένες και σημειωμένες.
- 5) Ολόκληρη η διαδρομή από το διάδρομο προσγείωσης στην πίστα πρέπει να αναγνωρίζεται εύκολα.

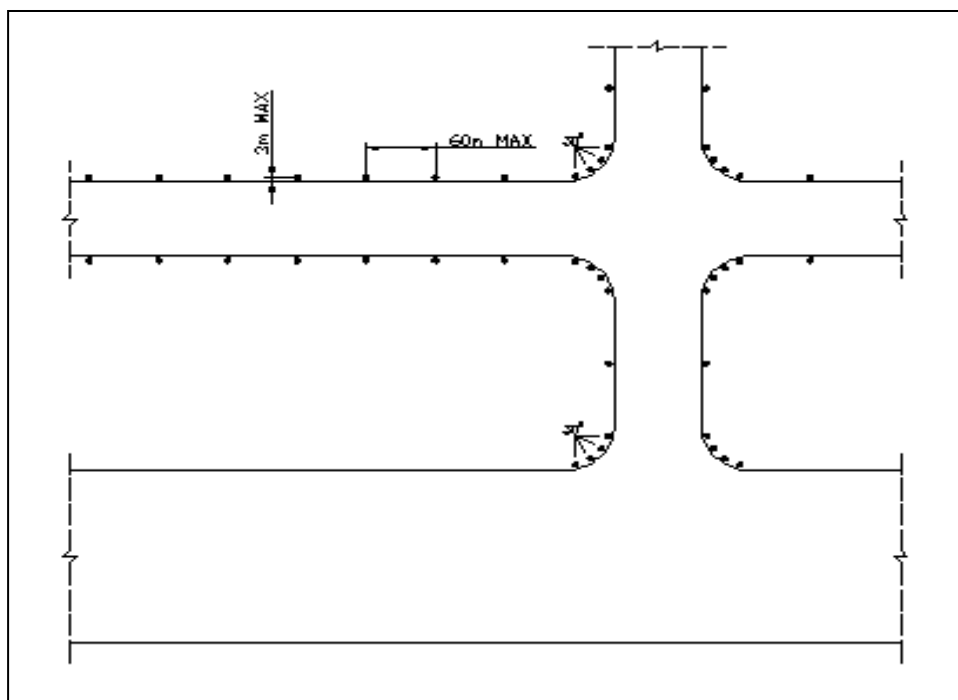
Οι τροχοδρόμοι ανάλογα με την τοποθεσία τους στο χώρο του αεροδρομίου διακρίνονται σε:

- Ευθείς τροχοδρόμους
- Ταχείας εξόδου τροχοδρόμους
- ‘Άλλους’ τροχοδρόμους εξόδου.

### 1.3.1. Φώτα άκρων τροχοδρόμου.

Τα φώτα άκρων τροχοδρόμου τοποθετούνται στις πλευρές του τροχοδρόμου σε ομοιόμορφες αποστάσεις και παράλληλα της κεντρικής γραμμής. Ακόμα τοποθετούνται για νυχτερινές χρήσεις σε λιμένες στάθμευσης, στη περίμετρο της πίστας και ακόμα σε τροχοδρόμους που δεν έχουν άλλες σημάσεις.

Τα φώτα άκρων σε ένα ευθύ τμήμα ενός τροχοδρόμου πρέπει να τοποθετούνται ομοιόμορφα και σε κατά μήκος διαστήματα όχι μεγαλύτερα των 60 μέτρων. Τα φώτα στις καμπές τοποθετούνται σε διαστήματα μικρότερα των 60 μέτρων έτσι ώστε οι καμπύλες να διακρίνονται ευκολότερα. Τα φώτα αυτά πρέπει να τοποθετούνται όσο το δυνατόν κοντύτερα στις άκρες του τροχοδρόμου σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 3 μέτρων. Είναι σταθερά φώτα μπλε χρώματος και εκπέμπουν το λιγότερο 30° πάνω από τον ορίζοντα και προς όλες τις γωνίες του αζιμούθιου απαραίτητες για την σωστή και ασφαλή οδήγηση του πιλότου που τροχοδρομεί και προς τις δύο κατευθύνσεις. Σε μια διασταύρωση, έξοδο ή καμπύλη τα φώτα θωρακίζονται όσο αυτό είναι εφαρμόσιμο έτσι ώστε να μην είναι ορατά σε ορισμένες γωνίες του αζιμούθιου στις οποίες μπορεί να ταυτίζονται με άλλα φώτα.



( Φώτα άκρων τροχοδρόμου)

#### **1.4. Φωτεινό ανεμούριο.**



*( Φωτεινό ανεμούριο)*

Το ανεμούριο είναι κωνικός υφασμάτινος κύλινδρος σχεδιασμένος να καταδεικνύει τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική ταχύτητά του. Τα ανεμούρια απαντώνται συνήθως σε αεροδρόμια, ελικοδρόμια και εργοστάσια χημικών, όπου υπάρχει ο κίνδυνος διαρροής αερίων. Σε πολλά αεροδρόμια τα ανεμούρια φωτίζονται τη νύχτα είτε από προβολείς, που το φωτίζουν ολόκληρο, είτε από ένα προβολέα τοποθετημένο στο στύλο που φωτίζει μέσα του.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>0</sup> : ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ.**

Για να εξασφαλίσουμε την μέγιστη ασφάλεια για την αεροπλοΐα είναι απαραίτητο ο φωτισμός του αερολιμένα να έχει πολύ υψηλές απαιτήσεις όσον αφορά την αξιοπιστία του. Πρέπει να θεωρούμε ότι η πιθανότητα βλάβης ενός σωστά σχεδιασμένου, μελετημένου και εγκατεστημένου συστήματος φωτισμού να είναι εξαιρετικά χαμηλές. Παράλληλα όμως να εξασφαλίζεται η αδιάλειπτη λειτουργία του ακόμα και σε περιπτώσεις βλάβης του δικτύου παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι πηγές ενέργειας ενός αεροδρομίου θα πρέπει να καθορίζονται από την αρχή του σχεδιασμού και της μελέτης ενός αεροδρομίου. Η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται παρέχεται από δίκτυο υψηλής τάσης πάνω από 5000V. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι πηγές αυτές είναι η αξιοπιστία, η χωρητικότητα, η επάρκεια, να είναι πρακτικές για την προτιθέμενη εγκατάσταση αλλά και να μπορούν να υποστηρίξουν μελλοντικές επεκτάσεις και χρήσεις. Οι πηγές ενέργειας χωρίζονται σε κύριες πηγές και σε δευτερεύουσες πηγές.

### **2.1 Κύριες πηγές ενέργειας.**

Οι κύριες πηγές ενέργειας για τα περισσότερα αεροδρόμια τροφοδοτούνται από ένα διευρυμένο ηλεκτρικό δίκτυο έξω από το αεροδρόμιο που είναι είτε δημόσιο είτε επαγγελματικό. Στις περισσότερες περιπτώσεις η ενέργεια μπορεί να έρχεται από ένα τοπικό ηλεκτροπαραγωγό σταθμό ή από ένα οριοθετούμενο σύστημα παραγωγής, την Ελλάδα ο αποκλειστικός πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας είναι η Δ.Ε.Η. Στα περισσότερα αεροδρόμια χρησιμοποιούνται δυο ανεξάρτητες πηγές ενέργειας ώστε κάθε μια από αυτές να παρέχει ενέργεια σε ξεχωριστό δίκτυο και να επιτυγχάνεται αξιοπιστία ανάμεσα στις λειτουργίες του αεροδρομίου σε περιπτώσεις βλάβης. Η ενέργεια αυτή θα παρέχεται σε υψηλή τάση (πάνω από 5000V) στο κεντρικό υποσταθμό μέσης τάσης του αεροδρομίου.

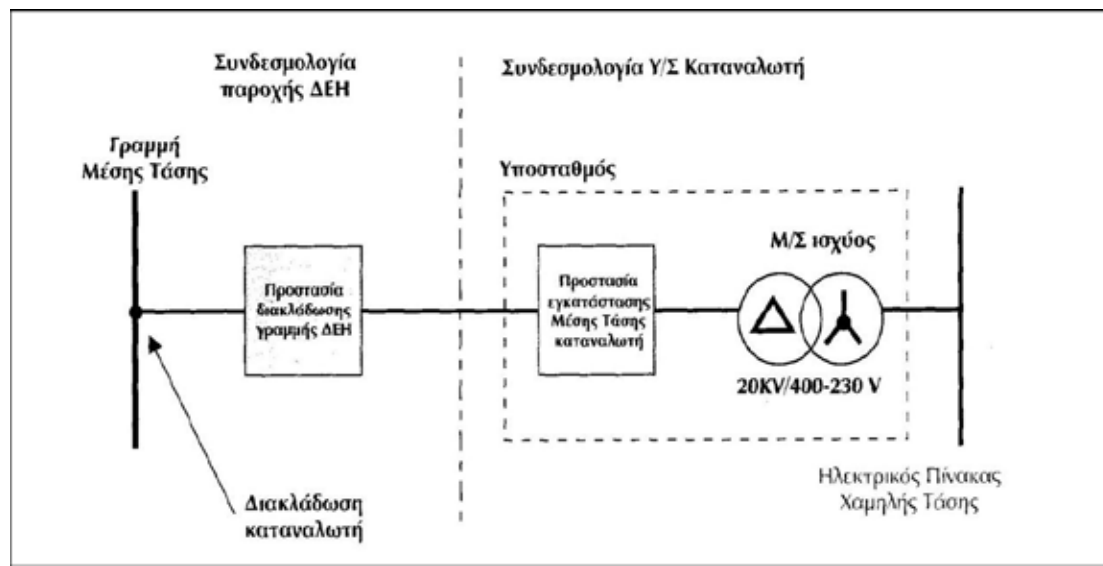
### 2.1.1 Υποσταθμός μέσης τάσης.(Υ/Σ ΜΤ)

Υποσταθμός γενικά ονομάζεται η ηλεκτρική εγκατάσταση στην οποία γίνεται μετασχηματισμός τάσης, η κατανομή ή διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως είναι λογικό οι απαιτήσεις ενός αερολιμένα για ηλεκτρική ενέργεια ξεπερνά κατά πολύ την ικανότητα τροφοδότησης των καταναλώσεών του από το δίκτυο χαμηλής τάσης (ΧΤ) της ΔΕΗ. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι αναγκαία η εγκατάσταση ενός υποσταθμού μέσης τάσης.

Τους υποσταθμούς τους χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες

- Σε υποσταθμούς διανομής
- Σε υποσταθμούς μεταφοράς

#### 2.1.1.1 Υποσταθμός διανομής.



(σχηματική διάκριση υποσταθμού μέσης τάσης)

Οι Υ/Σ διανομής κάνουν υποβιβασμό της τάσης. Πιο συγκεκριμένα υποβιβάζουν την τάση των 15 ή 20 KV στην τάση κατανάλωσης των 220/380 V. Οι υποσταθμοί αυτοί δηλαδή κατεβάζουν την τάση και τη φέρνουν στις τιμές στις οποίες δουλεύουν όλες οι καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας. Ένας υποσταθμός διανομής χαρακτηρίζεται από:

- την ισχύ του σε kVA (δηλ. τη φαινόμενη ισχύ του),
- το είδος του, δηλ. αν είναι εναέριος, επίγειος ή υπόγειος.

Η ισχύς του υποσταθμού είναι το άθροισμα των ονομαστικών ισχύων όλων των μετασχηματιστών που περιλαμβάνει (και οι οποίοι εργάζονται σε παράλληλη διάταξη) και υποδηλώνει την ισχύ την οποία ο υποσταθμός μπορεί να μεταβιβάζει συνεχώς (κανονική λειτουργία). Βέβαια οι κατασκευαστές των μετασχηματιστών επιτρέπουν βραχυχρόνια υπερφόρωσή τους (πέρα δηλαδή από την ονομαστική τους ισχύ) ο υπολογισμός όμως του υποσταθμού γίνεται πάντα με βάση το άθροισμα των ονομαστικών ισχύων των μετασχηματιστών του.

Οι υποσταθμοί διακρίνονται στα εξής είδη ανάλογα με το χώρο που εγκαθίστανται:

- α. Εναέριοι
- β. Επίγειοι (Εσωτερικού χώρου ή Εξωτερικού χώρου)
- γ. Υπόγειοι

Τα άκρως απαραίτητα όργανα προστασίας και λειτουργίας ενός υποσταθμού (γενικά) είναι:

1. ένα αποζεύκτης τριπολικός Υ.Τ.
2. ένα τριπολικός ασφαλειοδιακόπτης Υ.Τ. για κάθε μετασχηματιστή. Αυτός αποτελείται από ένα τριπολικό διακόπτη λαδιού χειροκίνητο (ο χειρισμός του διακόπτη πρέπει να είναι δυνατός χωρίς να υπάρχει ανάγκη εισόδου του χειριστή στην κυψέλη Υ.Τ.) και εν σειρά με αυτόν μια τριπολική ασφάλεια τήξεως. Αμέσως μετά το μετασχηματιστή και για κάθε μετασχηματιστή υπάρχει:
3. ένας αυτόματος διακόπτης φορτίου Χ.Τ. και μετά απ'αυτόν υπάρχουν τα διάφορα ενδεικτικά όργανα Χ.Τ.
4. τάσης (βολτόμετρο)
5. έντασης (αμπερόμετρο)
6.  $\cos\phi$  (συνημιτόμετρο)
7. αποζεύκτης Χ.Τ.

Όλα τα όργανα και οι αυτόματοι Χ.Τ. βρίσκονται πάνω σ'ένα πίνακα Χ.Τ. που βρίσκονται στην κυψέλη Χ.Τ. Η τροφοδότηση του μετασχηματιστή από την υψηλή

τάση γίνεται με τρία καλώδια (ένα για κάθε φάση) χωρίς ουδέτερο. Η έξοδος από το μετασχηματιστή της Χ.Τ. γίνεται με τέσσερα καλώδια (τρεις φάσεις και ουδέτερο). Ο ουδέτερος γειώνεται σε ειδική διάταξη γείωσης. Επίσης πρέπει να γειώνονται τα σώματα των μετασχηματιστών, οι μεταλλικοί σκελετοί των πινάκων, τα μεταλλικά πλέγματα που πιθανώς χωρίζουν τους διάφορους χώρους μεταξύ τους, τα μεταλλικά κουφώματα θυρών και παραθύρων, κλπ.

Οι γραμμές Υ.Τ. και Χ.Τ. που έρχονται και φεύγουν από τον υποσταθμό μπορεί να είναι είτε εναέριες οπότε απαιτούνται ειδικοί στύλοι για την κάθοδο στο μετασχηματιστή είτε υπόγειες.

### **2.1.1.2 Υποσταθμοί μεταφοράς.**

Οι Υ/Σ μεταφοράς ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν διακρίνονται σε:

1. Υ/Σ ανυψώσεως. Όπου βρίσκονται κοντά στον σταθμό παραγωγής. Προορισμός τους είναι η ανύψωση της τάσεως παραγωγής στη τάση μεταφοράς.
2. Υ/Σ υποβιβασμού. Οι οποίοι έχουν σαν προορισμό τον υποβιβασμό της τάσης μεταφοράς των 150 ή 400 KV στη μέση τάση διανομής 15 ή 20 KV.
3. Υ/Σ ζεύξεως. Στους υποσταθμούς ζεύξεως γίνεται μόνο ζεύξη ηλεκτρικών κυκλωμάτων (υψηλής τάσης) χωρίς απαραίτητα να γίνεται μετασχηματισμός τάσεως.

Συνήθως όμως οι Υ/Σ είναι μικτοί, δηλαδή ανυψώσεως και ζεύξεως συγχρόνως ή υποβιβασμού και ζεύξεως.

Οι Υ/Σ μεταφοράς με βάση τον τρόπο κατασκευής τους διακρίνονται σε:

- Υπαίθριοι (συμβατικοί)
- Εγκιβωτισμένοι Υ/Σ SF6
- Υπόγειοι

Ένας υποσταθμός αποτελείται από τα παρακάτω τέσσερα τμήματα:

1. Το τμήμα του ηλεκτρικού πίνακα μέσης τάσης του παροχέα ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ)

2. Το τμήμα του ηλεκτρικού πίνακα μέσης τάσης του καταναλωτή
3. Τον ή τους μετασχηματιστές ισχύος. Μ/Σ
4. Τον γενικό πίνακα χαμηλής τάσης ΧΤ

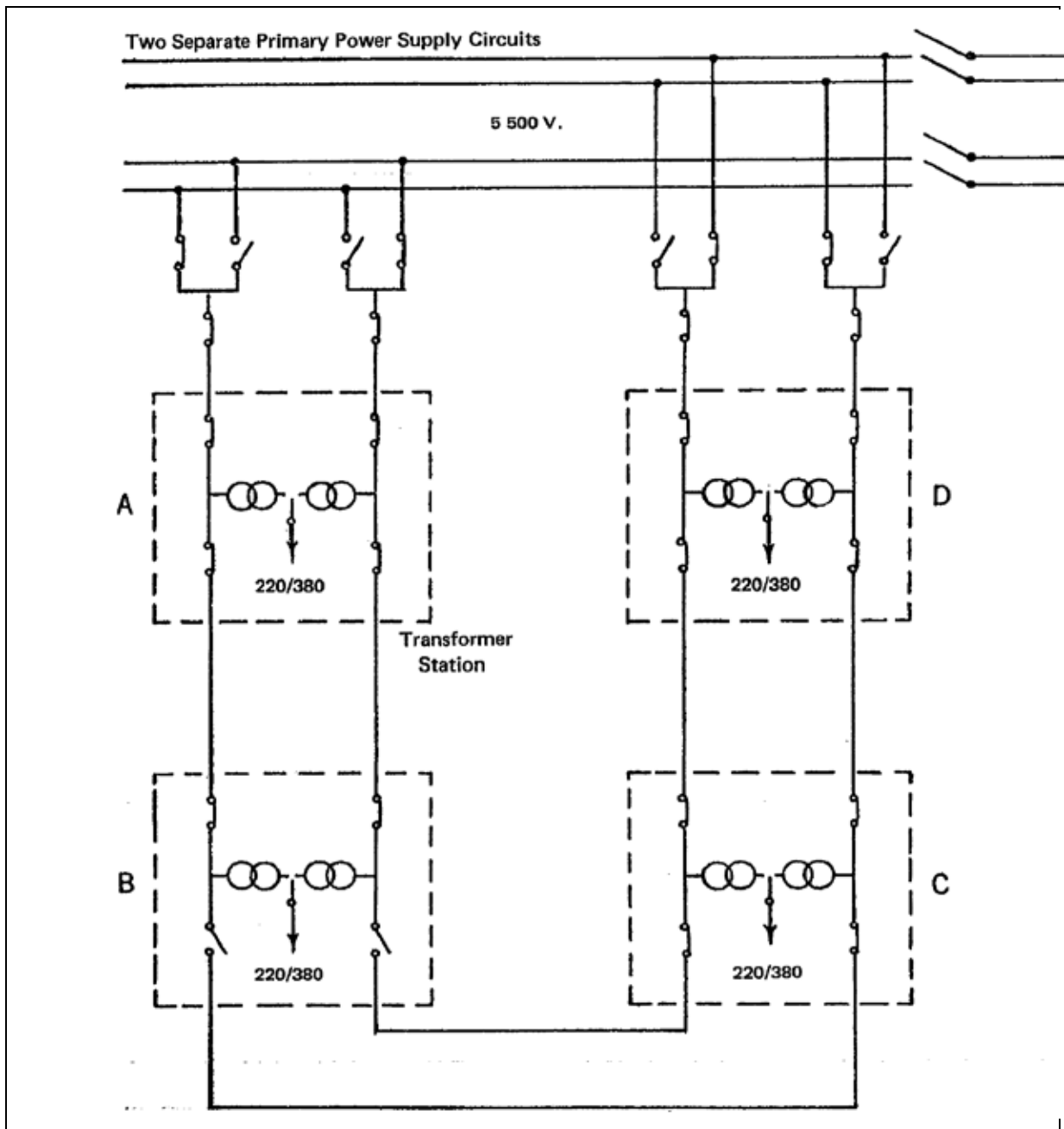
## **2.2 Δευτερεύουσες πηγές ενέργειας.**

Στα περισσότερα αεροδρόμια με θα πρέπει να παρέχεται και δευτερεύουσα πηγή ενέργειας ανάλογα με τις λειτουργίες του. Οι πηγές αυτές μπορεί να είναι ανεξάρτητες δημόσιες πηγές ενέργειας ή ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη.

### **2.2.1 Δημόσια πηγή ενέργειας (ΔΕΗ).**

Για αεροδρόμια με κύρια παροχή ηλεκτρισμού από μια πηγή, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ξεχωριστές ανεξάρτητες γραμμές μετάδοσης ηλεκτρισμού ώστε να παρέχουν τη δευτερεύουσα ενέργεια. Αυτές οι πηγές συνήθως δε συνδέονται με τα συστήματα φωτισμού αλλά μπορούν αυτόματα να συνδεθούν με αυτά σε περίπτωση βλάβης της κεντρικής πηγής. Η βελτίωση της αξιοπιστίας των λειτουργιών που παρέχεται από ανεξάρτητες πηγές ενέργειας εξαρτάται από τον διαχωρισμό και την ανεξαρτησία αυτής της πηγής από την κύρια πηγή. Αν δύο πηγές έρχονται από διασυνδεδεμένα δίκτυα διανομής, και προκληθεί βλάβη θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια δευτερεύουσα ανεξάρτητη πηγή που η χωρητικότητά της θα είναι αρκετή ώστε να παρέχει ενέργεια στα δικά της φορτία αλλά και στο δίκτυο που θα χρειάζεται υποστήριξη.





(Παράδειγμα διπλού βρόχου ανοικτού δακτυλίου δικτύου διανομής μέσης τάσης)

### 2.2.2 Πηγές αναμονής (stand by).

Τα περισσότερα αεροδρόμια διαθέτουν ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη τα οποία μπορούν να συνδεθούν αυτόματα με τις εγκαταστάσεις που απαιτούν εφεδρική πηγή τροφοδοσίας. Οι μονάδες αναμονής μπορεί να έχουν χωρητικότητες μεταξύ 50 και περισσότερο από 1000kVA, και χρησιμοποιούνται για μικρά φορτία. Η ενέργεια αυτή μπορεί να παραχθεί και από μπαταρίες φωτοβολταϊκών στοιχείων.

### **2.2.2.1. Ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη. (H/Z).**

Υπάρχουν εφαρμογές στην πράξη, στις οποίες δεν επιτρέπεται η παραμικρή διακοπή στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως είναι για παράδειγμα είναι ο φωτισμός διαδρόμου αερολιμένα, ο πύργος ελέγχου κ.α. Επίσης υπάρχουν περιπτώσεις που το δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας της Δ.Ε.Η για πολλούς και διάφορους λόγους δεν μπορεί να μας εξυπηρετήσει, όπως συμβαίνει για παράδειγμα σε μικρές νησιωτικές περιοχές. Για όλους τους παραπάνω λόγους και περιπτώσεις κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται ειδικά ζεύγη μηχανών - μιας κινητήριας μηχανής και μιας ηλεκτρογεννήτριας - που μας παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, τα οποία λέγονται Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη (H/Z). Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι μετακινούνται εύκολα και τοποθετούνται οπουδήποτε τα έχουμε ανάγκη.

Σήμερα κατασκευάζονται H/Z σε διάφορα μεγέθη και τύπους, ανάλογα με το σκοπό και την ισχύ τους, το είδος του ρεύματος που παράγουν κ.α. Άλλο H/Z θα χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση ανάγκης σε ένα αεροδρόμιο και άλλο για ένα απομονωμένο σπίτι (H ισχύς τους ξεκινά από 2kVA και μπορεί να φτάσει ως και τα 2.5 MVA).

Στα H/Z μεγάλης ισχύος χρησιμοποιείται πετρελαιοκινητήρας με καύσιμο πετρέλαιο Diesel (ντιζελοκινητήρας), σχεδόν σαν αυτόν των πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων, αλλά με μεγαλύτερη ιπποδύναμη, ενώ στα H/Z μικρής ισχύος ένας μικρός βενζινοκινητήρας. Αυτό έχει άμεση σχέση βέβαια και με το κόστος λειτουργίας των H/Z, τα οποία για μεγάλες ισχύεις διαθέτουν μια τριφασική σύγχρονη γεννήτρια (εναλλακτήρα), ενώ για μικρότερες ισχύεις μια μονοφασική γεννήτρια (φορητή ηλεκτρογεννήτρια).

Στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρουν τα H/Z μεγάλης ισχύος, τα οποία, είτε μόνα τους είτε δύο ή περισσότερα μαζί, αποτελούν ουσιαστικά ένα μικρό θερμικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



(Εγκατάσταση 3 Η/Ζ 1200 ΚVA στην Ολυμπιακή Αεροπορία)

Το Η/Ζ παραδίνεται από τους κατασκευαστές πλήρες και έτοιμο για εγκατάσταση, με τα παρακάτω βασικά μέρη και παρελκόμενα:

- Τον πετρελαιοκινητήρα
- Την ηλεκτρογεννήτρια
- Τον πίνακα ελέγχου και αυτοματισμού
- Τη διπλή αντικραδασμική βάση
- Τους συσσωρευτές με το σύστημα φόρτισής τους (μέσω Η/Ζ και μέσω δικτύου ΔΕΗ)
- Το ψυγείο της μηχανής
- Το σιγαστήρα και το σωλήνα απαγωγής των καυσαερίων

#### Ø Έλεγχος και προστασία Η/Ζ.

Τα Η/Ζ πρέπει να παρέχουν κατάλληλη τάση και συχνότητα, τόσο όταν βρίσκονται συνδεδεμένα με το δίκτυο, όσο και όταν αναλαμβάνουν αυτόνομα τα φορτία της εγκατάστασης. Επίσης πρέπει να υπάρχει έλεγχος στην ενεργό ισχύ που παράγουν ώστε να μπορεί να εφαρμοσθεί το peak-shaving. Όλα αυτά υλοποιούνται μέσω του συστήματος ελέγχου του κάθε Η/Ζ. Ταυτόχρονα πρέπει τα Η/Ζ να αποσυνδέονται όταν συμβαίνει κάποιο βραχυκύκλωμα, όταν υπάρχει απώλεια του κυρίως δικτύου και σε άλλες έκτακτες καταστάσεις. Οι ενέργειες αυτές διασφαλίζονται από τους ηλεκτρονόμους του συστήματος προστασίας του κάθε Η/Ζ.

Το κάθε ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι εφοδιασμένο με ρυθμιστές που ελέγχουν την παροχή καυσίμου, το ρεύμα διέγερσης της σύγχρονης γεννήτριας κλπ.

ώστε να παράγει την σωστή τάση, συχνότητα, ενεργό και άεργο ισχύ. Η ρύθμιση φορτίου-συχνότητας (ή στροφών ισχύος) όπως και η ρύθμιση τάσεως άεργου ισχύος, εξυπηρετούνται από δύο βασικά συστήματα ελέγχου κλειστού βρόχου. Ένα σύστημα ελέγχου αυτού του είδους ανιχνεύει τις μεταβολές των μεταβλητών κατάστασης  $[ \Delta x ]$  που οφείλονται στις αποκλίσεις των μεταβλητών ζήτησης  $[ \Delta P ]$  από την ονομαστική τους τιμή και θέτει σε λειτουργία σε πραγματικό χρόνο αντίρροπες μεταβλητές ελέγχου  $[ \Delta u ]$  οι οποίες εξουδετερώνουν όσο πιο γρήγορα γίνεται τις αποκλίσεις.

Οι μεταβλητές κατάστασης του συστήματος (δηλαδή η συχνότητα και η τάση) ελέγχονται συνεχώς στην έξοδο με μετρήσεις και ανιχνεύονται οι αποκλίσεις τους από την ονομαστική τιμή, οι οποίες οφείλονται στις αλλαγές του συστήματος που είναι οι μεταβολές του φορτίου  $\Delta P$  και  $\Delta Q$ . Οι αποκλίσεις αυτές αποτελούν τα σήματα σφάλματος του συστήματος ελέγχου το οποίο αντιδρά αυτόματα δίνοντας εντολές διόρθωσης των τιμών των μεταβλητών.

Σκοπός της ρύθμισης φορτίου-συχνότητας είναι ο έλεγχος της συχνότητας και ταυτόχρονα της ανταλλαγής της πραγματικής ισχύος με άλλα συστήματα. Μετρείται το σφάλμα συχνότητας  $\Delta f$  και οι διαφορές στη διακινούμενη ισχύ και τα σχήματα αυτά μετασχηματίζονται σε σήμα-εντολή πραγματικής ισχύος  $\Delta P_i$  στην κινητήρια μηχανή, που αντιστοιχεί σε αύξηση της ροπής, μέσω της αύξησης της παροχής καυσίμου. Το αποτέλεσμα είναι μια μεταβολή  $\Delta P_i$  της παραγόμενης πραγματικής ισχύος, η οποία θα διορθώσει την αρχική μεταβλητή κατάσταση  $f$ . Σκοπός της ρύθμισης τάσης-άεργου ισχύος, είναι ο έλεγχος του μέτρου της τάσης  $|V|$ . Μετρείται το σφάλμα της τάσης  $\Delta |V|$  και το σήμα αυτό μετατρέπεται σε εντολή προς το σύστημα διέγερσης. Το αποτέλεσμα είναι η μεταβολή του ρεύματος διέγερσης και συνεπώς της παραγόμενης ΗΕΔ, η οποία τελικά προκαλεί μεταβολή  $\Delta Q_i$  της παραγόμενης άεργου ισχύος. Κατά τη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας και για μικρές διαταραχές, η αλληλεπίδραση των συστημάτων ελέγχου  $P-f$  και  $Q-V$  είναι σχετικά μικρή. Κατά τη διάρκεια όμως μεγαλύτερων διαταραχών γίνεται σημαντική ζεύξη των δύο συστημάτων για δύο λόγους: πρώτον η διακύμανση της τάσης σε ένα ζυγό επηρεάζει τη συμπεριφορά των φορτίων όσον αφορά την πραγματική ισχύ τους (λόγω  $\partial P / \partial |V|$ ) και δεύτερον η διακύμανση της τάσης σε ένα ζυγό επηρεάζει την ισχύ των γραμμών που αναχωρούν από αυτόν. Συνεπώς μια διαταραχή στο σύστημα  $Q-V$  θα επηρεάσει την πραγματική ισχύ στο σύστημα, ενώ μια μεταβολή στο σύστημα  $P-f$  δεν θα επηρεάσει παρά μόνο λίγο την άεργο ισχύ και την τάση. Γενικά το σύστημα

$Q-V$  είναι ταχύτερο από το σύστημα  $P-f$  και επειδή τα μεταβατικά φαινόμενα στο σύστημα τελειώνουν πριν προλάβει να αντιδράσει το σύστημα  $P-f$ , μπορούμε να αγνοήσουμε την αλληλεπίδραση.

Στα άκρα της κάθε γεννήτριας πρέπει να υπάρχει ένας ελεγκτής που να μετρά συνεχώς τη συχνότητα εξόδου της γεννήτριας και να μεταβάλλει αναλόγως την παροχή καυσίμου στην κινητήρια μηχανή, που ισοδυναμεί με μεταβολή της κινητήριας ροπής. Όταν η συχνότητα είναι χαμηλότερη της ονομαστικής σημαίνει μεγαλύτερη κατανάλωση ενεργού ισχύος από την παραγωγή και συνεπώς απαιτείται αύξηση της παροχής καυσίμου, ώστε να αυξηθεί και η ροπή της κινητήριας μηχανής. Αντίστροφα για συχνότητα μεγαλύτερη της ονομαστικής πρέπει να μειωθεί η ροπή. Ακόμα ένας άλλος ελεγκτής πρέπει να μετρά συνεχώς την τάση στα άκρα της γεννήτριας και αναλόγως να μεταβάλλει την παραγόμενη άεργο ισχύ. Για μια σύγχρονη γεννήτρια αυτό ισοδυναμεί με μεταβολή του ρεύματος διέγερσης. Φυσικά όταν τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη λειτουργούν παράλληλα με το δίκτυο, είναι επί της ουσίας συνδεδεμένα με ένα άπειρο ΣΗΕ συνεπώς η τάση και η συχνότητα δεν μπορούν να μεταβληθούν, και οι παραπάνω έλεγχοι αφορούν κυρίως τη λειτουργία σε κατάσταση νησιδοποίησης εξασφαλίζοντας την ευσταθή λειτουργία του μικροδίκτυου. Όταν όμως τα H/Z λειτουργούν για peak-shaving, μέσω των ελεγκτών ενεργού ισχύος επιλέγεται η ισχύς που θα παράγουν και ο τρόπος που θα την διαμοιράζονται μεταξύ τους. Επιπλέον ελεγκτές εξασφαλίζουν το σωστό διαμοιρασμό της ενεργού και της άεργου ισχύος ανάμεσα στα H/Z που είναι σε λειτουργία, συγχρονίζουν το κάθε H/Z με το υπόλοιπο δίκτυο (όσον αφορά την τάση και τη συχνότητά του) ώστε να μπορεί να συνδεθεί.

### **2.3. Σύστημα αδιάλειπτης παροχής ενέργειας (UPS).**

Όπως αναλύσαμε παραπάνω σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II κ III τα φώτα διαδρόμου αερολιμένα πρέπει να είναι συνεχώς σε λειτουργία. Για να αναλογιστούμε την απαίτηση αυτή αρκεί να φανταστούμε ένα αεροσκάφος να επιχειρεί προσέγγιση κατά τη διάρκεια της νύχτας ενώ επικρατεί πυκνή ομίχλη και να σβήσουν τα φώτα που δίνουν πληροφορίες για την προσέγγιση. Μια τέτοια κατάσταση είναι πιθανόν να κοστίζει πολλές ανθρώπινες ζωές. Για αυτόν τον λόγο

πολλά αεροδρόμια τα οποία έχουν διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης χρησιμοποιούν συστήματα αδιάλειπτης παροχής ενέργειας ή UPS.

Τα συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος (Uninterruptible Power Supply - U.P.S.) χρησιμοποιούνται ως εφεδρική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση διακοπής ηλεκτροδότησης του δικτύου ΔΕΗ ή σε αυξομειώσεις της τάσης αυτής.

Η χρήση τους είναι αναγκαία όταν θέλουμε να εξασφαλίσουμε την απρόσκοπτη, συνεχή λειτουργία κρίσιμων εγκαταστάσεων που δουλεύουν σε πραγματικό χρόνο και ευαίσθητων ηλεκτρονικών συσκευών έναντι διακοπών ηλεκτροδότησης από την κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ). Με τη χρήση UPS το τροφοδοτούμενο φορτίο δεν θα αντιληφθεί καθόλου την διακοπή της κύριας πηγής τροφοδοσίας, σε αντίθεση με την χρήση ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους που θέλει μερικά δευτερόλεπτα μέχρι να τροφοδοτήσει το φορτίο. Η ισχύς των UPS ξεκινάει από τα 400 VA και φτάνει έως και τα 800 KVA.

Τα UPS εκτός από την ιδιότητα της εφεδρικής πηγής μας προστατεύουν από:

1. Διακοπή ρεύματος (για χρόνο ανάλογα με την ικανότητα των μπαταριών που διαθέτουν).
2. Σύντομη χρονικά βύθιση τάσης
3. Σύντομη χρονικά αύξηση τάσης
4. Χαμηλή τάση (υπόταση)
5. Υψηλή τάση (υπέρταση)
6. Θόρυβο
7. Μεταβολή συχνότητας τροφοδοσίας
8. Φαινόμενα στιγμιαίας διακοπής τροφοδοσίας χρονικής διάρκειας nanoseconds
9. Αρμονική παραμόρφωση

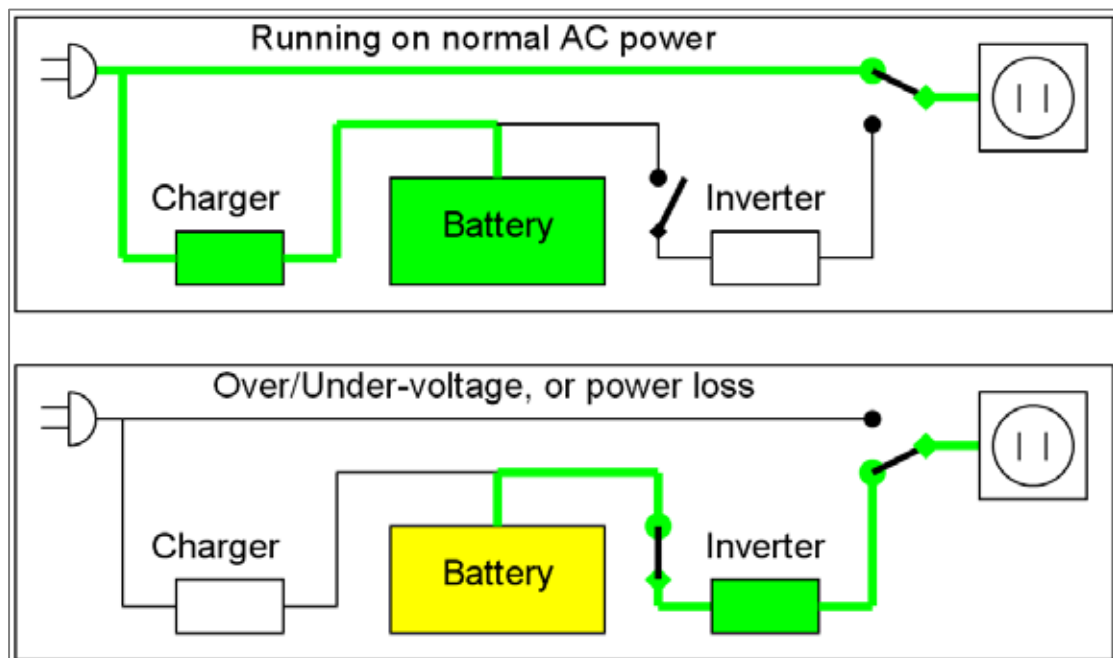
Ανάλογα με την τεχνολογία που διαθέτουν και την προστασία που μας παρέχουν διακρίνονται σε:

- Standby
- Line-interactive

- online ή On-line (παρέχουν πλήρη προστασία)

### 2.3.1. UPS αναμονής (stand by).

Τα standby είναι ιδανικά για υποστήριξη οικιακών συσκευών όπως desktop υπολογιστές, τηλεοράσεις και τηλεφωνικές συσκευές. Η πραγματική χρήση τους έγκειται στο ότι αναλαμβάνουν να τροφοδοτήσουν με ισχύ την επιλεγμένη συσκευή σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, με ρεύμα από την μπαταρία. Ονομάζονται standby ακριβώς γιατί μέχρι να πάψει η ομαλή τροφοδοσία με ρεύμα βρίσκονται σε διαρκή στάση αναμονής. Τα βρίσκουμε σε μεγάλη πληθώρα στο εμπόριο και το κόστος τους είναι αρκετά χαμηλό γιατί οι οικιακές συσκευές δεν έχουν μεγάλες απαιτήσεις ισχύος.

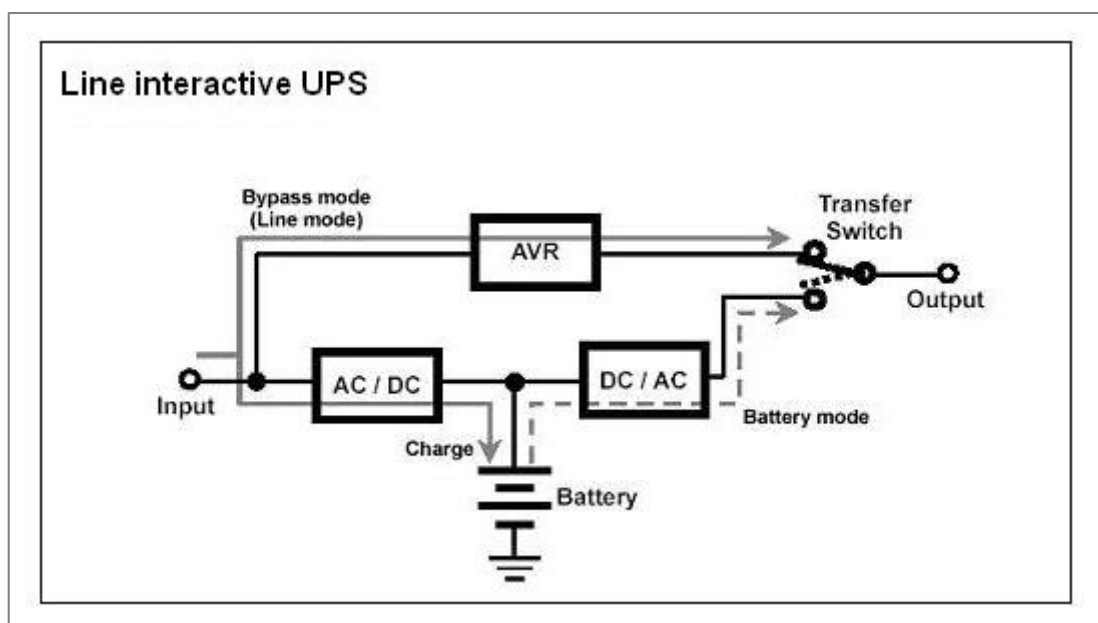


### 2.3.2. Line interactive UPS.

Τα Line Interactive UPS είναι τελείως διαφορετικά σχεδιασμένα από οποιοδήποτε UPS αναμονής. Στις μονάδες αυτού του τύπου, τα ξεχωριστά μέρη των UPS αναμονής (φορτιστής μπαταρίας, μετατροπέας και επιλογέας πηγής ρεύματος) έχουν αντικατασταθεί από ένα συνδυασμό μετατροπέα-εναλλάκτη, ο οποίος φορτίζει τη μπαταρία ενώ ταυτόχρονα μετατρέπει το συνεχές ρεύμα της μπαταρίας σε εναλλασσόμενο. Η εναλλασσόμενη γραμμή είναι η κύρια πηγή ρεύματος και η μπαταρία είναι η δευτερεύουσα. Όταν η γραμμή λειτουργεί κανονικά, ο μετατροπέας φορτίζει τη μπαταρία. Όταν υπάρχει διακοπή ρεύματος, λειτουργεί ο εναλλάκτης.

Το κύριο πλεονέκτημα αυτού του σχεδιασμού είναι ότι ο μετατροπέας-

εναλλάκτης είναι πάντα συνδεδεμένος στην έξοδο του UPS, τροφοδοτώντας τον καταναλωτή. Αυτό επιτρέπει γρηγορότερη απόκριση σε μια διακοπή ρεύματος από ότι ένα UPS αναμονής. Ο μετατροπέας επίσης περιέχει κυκλώματα τα οποία φιλτράρουν το θόρυβο, εξισορροπούν την τάση, τη συχνότητα και την ποιότητα του ρεύματος με ακρίβεια. Το Line Interactive UPS είναι ένα προϊόν εξελιγμένου σχεδιασμού που προορίζεται για οικιακή αλλά και επαγγελματική χρήση και είναι διαθέσιμο σε μεγέθη μέχρι 3,000VA. Είναι ανώτερο από το UPS αναμονής αλλά έχει κι αυτό μετρήσιμο χρόνο απόκρισης σε διακοπή ρεύματος με αποτέλεσμα να μην παρέχει την ποιότητα της προστασίας του online UPS.



### 2.3.3. On-line UPS.

Το On-Line UPS, που συχνά αποκαλείται και «πραγματικό» UPS, είναι ο πιο εξελιγμένος τύπος UPS στην αγορά. Παραδόξως, είναι ταυτόχρονα παρόμοιο και εντελώς αντίθετο από το λιγότερο ακριβό UPS αναμονής. Είναι παρόμοιο λόγω του ότι έχει τις ίδιες δύο πηγές ρεύματος και έναν διακόπτη ο οποίος επιλέγει μεταξύ τους. Είναι εντελώς αντίθετο από το UPS αναμονής επειδή έχει αντεστραμμένες τις πηγές του: στο online UPS η κύρια πηγή ρεύματος είναι η μπαταρία και η δευτερεύουσα είναι η εναλλασσόμενη γραμμή.

Παρόλο που φαίνεται μικρή, η αλλαγή αυτή είναι μεγάλης σημασίας. Σε κανονική λειτουργία το On-Line UPS λειτουργεί πάντα από τη μπαταρία,

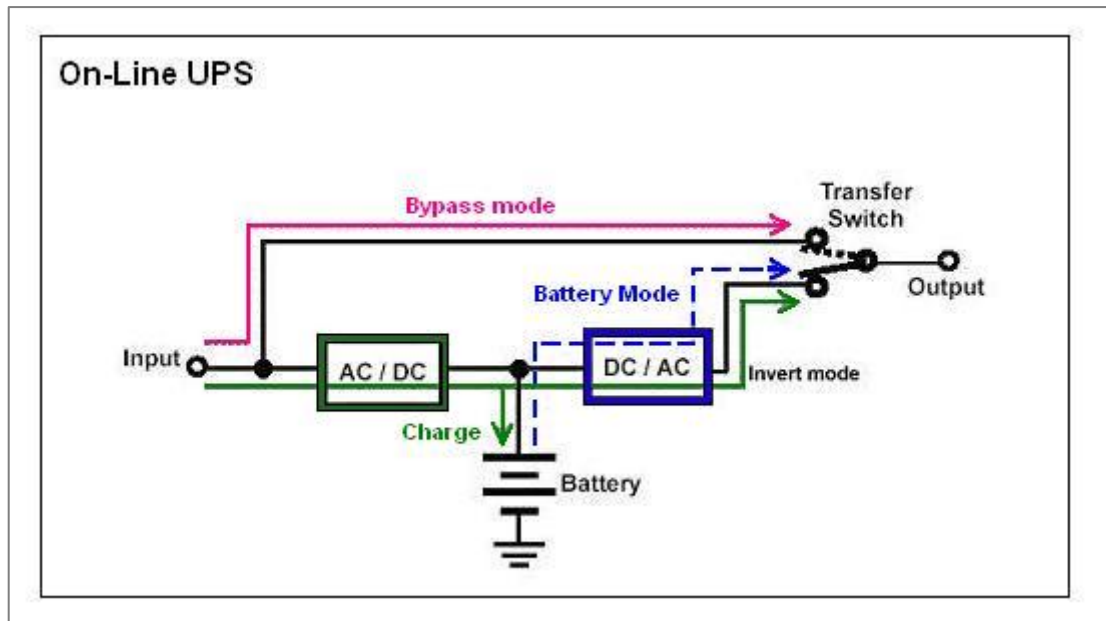


χρησιμοποιώντας τον εναλλάκτη, ενώ ταυτόχρονα η εναλλασσόμενη γραμμή φορτίζει τη μπαταρία. Για το λόγο αυτό, τα UPS αυτού του τύπου ονομάζονται και διπλής μετατροπής. Η σχεδίαση αυτή σημαίνει ότι ο χρόνος απόκρισης σε περίπτωση διακοπής ρεύματος είναι μηδενικός. Ένας υπολογιστής συνδεδεμένος σε online UPS συμπεριφέρεται όπως ένα laptop σε περίπτωση διακοπής ρεύματος: συνεχίζει να λειτουργεί χωρίς διακοπή από την μπαταρία του, ενώ το μόνο που συμβαίνει είναι ότι η μπαταρία αρχίζει να εξαντλείται επειδή σταματά η φόρτισή της.

Η εναλλακτική διαδρομή ρεύματος στα On-Line UPS υπάρχει ώστε σε περίπτωση που ο εναλλάκτης υποστεί βλάβη, η μονάδα να γυρίσει στην απευθείας τροφοδοσία από το δίκτυο της ΔΕΗ. Και εδώ χρησιμοποιούνται φίλτρα εξομάλυνσης της τάσης. Σε μια τέτοια περίπτωση έχουμε πάλι κάποιο χρόνο απόκρισης. Φυσικά οι διακοπές ρεύματος είναι πολύ πιο συχνές από τις βλάβες του εναλλάκτη.

Υπάρχει ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα της συνεχούς άντλησης ρεύματος από τη μπαταρία: η διαδικασία της διπλής μετατροπής απομονώνει πλήρως την είσοδο από την έξοδο. Έτσι οτιδήποτε συμβεί στην τάση του δικτύου της ΔΕΗ θα επηρεάσει μόνο το φορτιστή της μπαταρίας και όχι τα φορτία εξόδου και κατ'επέκταση τους καταναλωτές. Υπάρχει μια μεγάλη διαφορά ανάμεσα στη σχεδίαση ενός φορτιστή που λειτουργεί μια φορά το μήνα για λίγες ώρες και ενός που λειτουργεί 24 ώρες το 24ωρο. Η λεπτομερέστερη σχεδίαση, το μέγεθος και η ποιότητα των εξαρτημάτων κάνουν τα On-Line UPS πολύ ακριβότερα από τα υπόλοιπα. Προορίζονται για χρήση σε μεγάλους εξυπηρετητές, data centers και όχι μόνο. Είναι διαθέσιμα σε μεγέθη από 5.000 VA μέχρι εκατοντάδες χιλιάδες VA.

Εκτός από το κόστος, ένα μειονέκτημα του On-Line UPS είναι ότι δεν είναι αποδοτικό. Η ισχύς που καταναλώνεται στο τελικό φορτίο περνάει από δύο μετατροπές, που σημαίνει ότι ένα σημαντικό ποσοστό ισχύος χάνεται υπό μορφή θερμότητας. Μάλιστα αυτό συμβαίνει συνεχώς και όχι μόνο σε διακοπή ρεύματος. Για την καταπολέμηση αυτής της ανεπάρκειας δημιουργήθηκε το On-Line UPS «Δέλτα» μετατροπής. Ο όρος «Δέλτα» χρησιμοποιείται συχνά στην επιστήμη και αναφέρεται στο διαφορικό δύο ποσοτήτων. Στο UPS αυτό, ο φορτιστής της μπαταρίας αντικαθίσταται από ένα μετατροπέα «Δέλτα», ο οποίος συνεισφέρει στο ρεύμα εξόδου ώστε να μη λειτουργεί μόνο η μπαταρία. Είναι μια νέα σχεδίαση που συναντάται μόνο σε μεγάλα UPS (πάνω από 5,000 VA) και παρέχει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας.

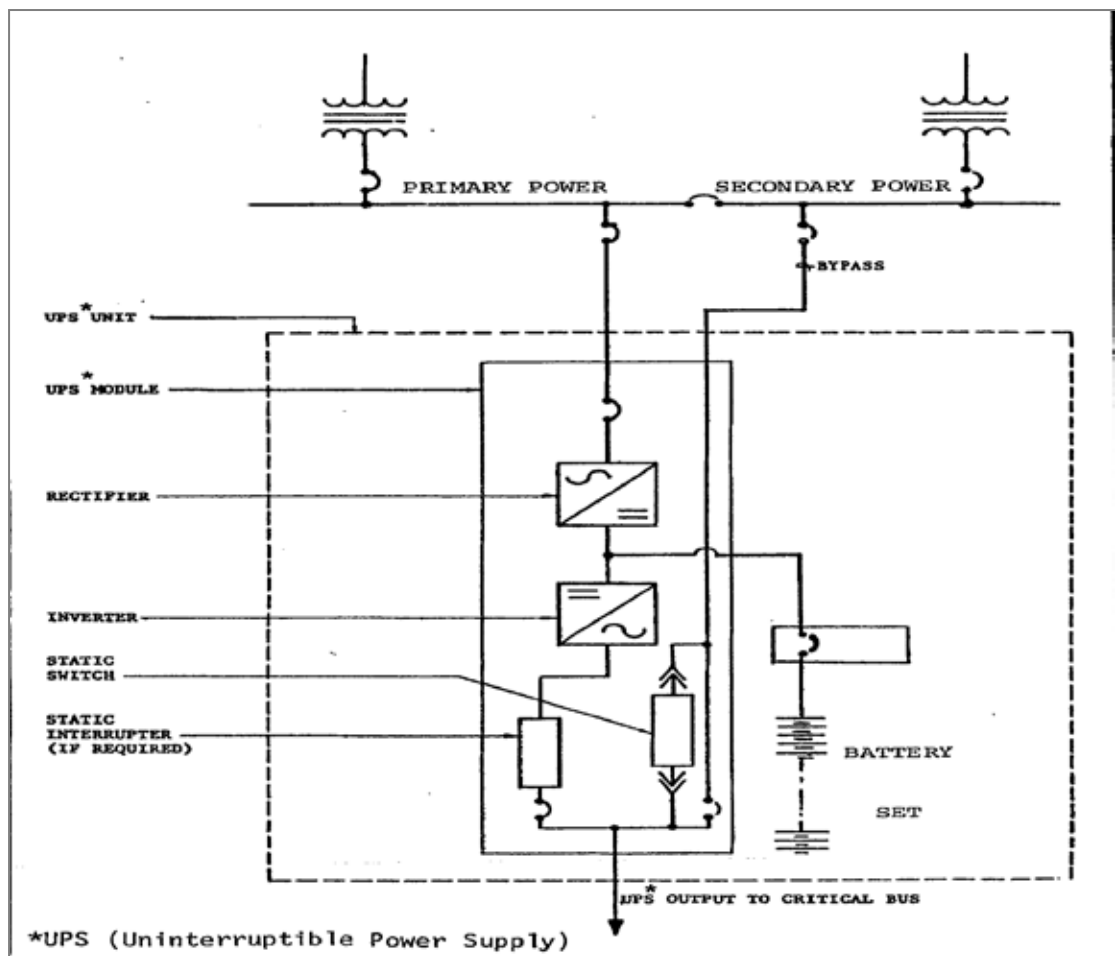


#### **2.4. Μεταγωγή ρεύματος από την κύρια στην δευτερεύουσα πηγή.**

Μία κατάλληλη συσκευή μεταγωγής είναι αναγκαία για τη μεταφορά ρεύματος από την κύρια πηγή προς την δευτερεύουσα. Για χειροκίνητη εκκίνηση και έλεγχο αυτή μπορεί να είναι ένας απλός διακόπτης ή ηλεκτρονόμος που αποσυνδέει το φορτίο από μία πηγή ρεύματος και το συνδέει με μια άλλη. Για αυτόματη μεταφορά απαιτούνται πρόσθετη έλεγχοι οι οποίοι συνήθως συνδυάζονται σε μία ενιαία μονάδα ελέγχου. Μια τέτοια μονάδα θα πρέπει να είναι ικανή να ανιχνεύει την απώλεια της πρωτογενούς ενέργειας, και να θέτει σε λειτουργία το H/Z που είναι σε αναμονή, ορίζοντας παράλληλα ότι η τάση και η συχνότητα της γεννήτριας έχουν σταθεροποιηθεί επαρκώς, έτσι συνδέει το φορτίο στη γεννήτρια. Η μονάδα αυτή μπορεί επίσης να αποσυνδέσει τα μη βασικά φορτία και εγκαταστάσεις τα οποία επιλέγουμε να μην τα τροφοδοτούμε από την δευτερεύουσα πηγή.

Οι διακόπτες ή ρελέ για την αποσύνδεση και τη σύνδεση του φορτίου πρέπει να έχουν την ικανότητα να αντέχουν το ονομαστικό φορτίο της γεννήτριας. Η λειτουργία αυτών των διακοπών ή ρελέ είναι παρόμοια είτε πρόκειται για χρόνους μεταγωγής 2 λεπτών είτε 1 δευτερολέπτου. Για μία μεταγωγή από την κύρια πηγή στο H/Z που απαιτούνται 2 λεπτά, οι αισθητήρες διακοπής ρεύματος μπορεί να καθυστερήσουν μερικά δευτερόλεπτα για να καθορίσουν αν η κύρια πηγή έχει διακοπεί ή απλά έχει υπάρξει κάποια διακύμανση στο ρεύμα παροχής της εγκατάστασης καθώς επίσης και να καθορίσει ότι δευτερεύουσα πηγή έχει

σταθεροποιηθεί. Για μεταγωγή 15 δευτερολέπτων , οι αισθητήρες πρέπει να ανταποκριθούν σε λιγότερο από 3 δευτερόλεπτα, διότι η γρήγορη εκκίνηση στις μηχανές χρειάζεται 10 δευτερόλεπτα για να ξεκινήσει και να σταθεροποιηθεί . Για τους χρόνους μεταγωγής 1 δευτερολέπτου ή και λιγότερο , ο χρόνος είναι πολύ σύντομος για να ξεκινήσει τον κινητήρα , αλλά το φορτίο μπορεί να μεταφερθεί μέσω μεταγωγικού διακόπτη από την κύρια πηγή ενέργειας σε μια άλλη πηγή που είναι σε λειτουργία. Ωστόσο , το ρελέ πρέπει να απαντήσει μέσα σε μερικούς κύκλους.



(συνδεσμολογία αδιάλειπτης παροχής ρεύματος.)

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ</b>	<b>ΟΠΤΙΚΑ ΣΗΜΑΤΑ</b>	<b>ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ</b>
Μη Οργανικός	Δείκτες Κλίσης Πρόσβασης	2 Λεπτά
	Άκρο Διαδρόμου	2 Λεπτά
	Κατώφλι	2 Λεπτά
	Τέλος Διαδρόμου	2 Λεπτά
	Φανοί Εμποδίων	2 Λεπτά
Μη Ορισμένος	Σύστημα Πρόσβασης	15 Δευτερόλεπτα
	Δείκτες Κλίσης Πρόσβασης	15 Δευτερόλεπτα
	Άκρο Διαδρόμου	15 Δευτερόλεπτα
	Κατώφλι	15 Δευτερόλεπτα
	Τέλος Διαδρόμου	15 Δευτερόλεπτα
	Φανοί Εμποδίων	15 Δευτερόλεπτα
Ορισμένης Πρόσβασης Κατηγορίας I	Σύστημα Πρόσβασης	15 Δευτερόλεπτα
	Άκρο Διαδρόμου	15 Δευτερόλεπτα
	Κατώφλι	15 Δευτερόλεπτα
	Τέλος Διαδρόμου	15 Δευτερόλεπτα
	Τροχοδρόμου	15 Δευτερόλεπτα
	Φανοί Εμποδίων	15 Δευτερόλεπτα
Ορισμένης Πρόσβασης Κατηγορίας II / III	Σύστημα Πρόσβασης	1 Δευτερόλεπτο
	Άκρο Διαδρόμου	15 Δευτερόλεπτα
	Κατώφλι	1 Δευτερόλεπτο
	Τέλος Διαδρόμου	1 Δευτερόλεπτο
	Τροχοδρόμου	1 Δευτερόλεπτο
	Κεντρικός Άξονας Διαδρόμου	1 Δευτερόλεπτο
	Ζώνη Πρόσβασης Διαδρόμου	1 Δευτερόλεπτο
	Μπάρες Στάσης	15 Δευτερόλεπτα
	Φανοί Εμποδίων	15 Δευτερόλεπτα

*Πίνακας : Απαιτήσεις της δευτερεύουσας πηγής ενέργειας*

Οι μέθοδοι μεταφοράς ενέργειας σε περιπτώσεις βλάβης διαφέρει ανάλογα με την χρήση του αεροδρομίου.

Σε περίπτωση που έχουμε χρόνο μεταφοράς:

- i. Δύο λεπτά,** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τοπικά ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη βενζίνης ή πετρελαίου με αυτόματη ή τηλεχειριζόμενη έναυση και διακοπή. Σε αυτή την περίπτωση ο κινητήρας ή η τουρμπίνα μπορεί να εκκινήθει και να φτάσει στις στροφές και την τάση που απαιτείται μέσα στον απαιτούμενο χρόνο.
- ii. 15 δευτερόλεπτα,** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη βενζίνης ή πετρελαίου με ταχεία εκκίνησης χωρητικότητας και γρήγορης δράσης αυτόματων διακόπτων, ή ξεχωριστή πηγή με αυτόματη μεταφορά.
- iii. 10 δευτερόλεπτα,** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε δευτερεύουσες πηγές ενέργειας με κατάλληλη εκκίνηση και χωρητικότητα.
- iv. 1 δευτερόλεπτο,** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη βενζίνης ή πετρελαίου με ταχύτητα τόσο γρήγορη όσο το RVR,( είναι η απόσταση στην οποία ο χειριστής του αεροσκάφους για τον κεντρικό άξονα του διαδρόμου μπορούν να δουν τα σημάδια της επιφάνειας του διαδρόμου οριοθετούν το διάδρομο ή τον εντοπισμό της κεντρικής γραμμής) ή αυτόματη μεταφορά σε μια ικανοποιητική πηγή ενέργειας.
- v. Πλησίον του μηδενός,** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σφόνδυλο (flywheel) αποθήκευσης ενέργειας μέχρι να εκκινήσει το H/Z.
- vi. Μηδενικός χρόνος,** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε on line UPS μέσω του οποίου θα τροφοδοτείται το φορτίο. Σε περίπτωση απώλειας της κύριας πηγής η κατανάλωση θα τροφοδοτείται από το UPS μέχρι να εκκινήσει το H/Z.

Για να επιτευχθούν τα παραπάνω η δευτερεύουσα ηλεκτρική ισχύς πρέπει να είναι τέτοιας ποιότητας ώστε να παρέχει την αξιοπιστία, τη διαθεσιμότητα, τις τάσεις και τις συχνότητες που απαιτούνται. Στις εφαρμογές αυτές χρησιμοποιούνται κινητήρες – γεννήτριες (από 50 έως 1000KVA), συσκευές διακοπών μεταφοράς ισχύος, μπαταρίες, μπαταρίες φόρτισης που χρησιμοποιούνται για τον εφοδιασμό ενέργειας για τη εκκίνηση της γεννήτριας, στηρίγματα και σκέπαστρα. Συχνά χρησιμοποιούνται συστήματα αδιάλειπτης ενέργειας με μπαταρίες (UPS) που βρίσκονται σε αναμονή.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΥΛΙΚΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ** **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ.**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναπτύξουμε όλα εκείνα τα υλικά που απαιτούνται για τον φωτισμό διαδρόμου αερολιμένα. Θα αναφερθούμε μόνο σε εκείνα τα υλικά που είναι απαραίτητα για φωτισμό διαδρόμου μη ακριβούς προσέγγισης με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της παρούσας μελέτης.

Ο σωστός τρόπος συνδεσμολογίας, η σωστή τοποθέτηση και η σωστή επιλογή υλικών σε έργα μεγέθους αεροδρομίου είναι τομείς που χρειάζονται πολύ μεγάλη προσοχή ως προς την υλοποίηση τους. Η επιλογή αυτή πρέπει να γίνει βάση κριτηρίων που θέτει ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (I.C.A.O.). Η μελέτη της εγκατάστασης για να παρέχει το επιθυμητό αποτέλεσμα πρέπει να επιτύχει τη καλύτερη δυνατή απόδοση του συστήματος, τους καθορισμένους χρόνους κατασκευής και εγκατάστασης, το μικρότερο κόστος κατασκευής και λειτουργίας, και την εύκολη συντήρηση της εγκατάστασης στην καθημερινή λειτουργία.

Για το λόγο αυτό τα υλικά που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι ανθεκτικά, λειτουργικά, και οικονομικά. Ακόμα είναι χρήσιμο το κάθε υλικό να αποτελείται από κομμάτια ώστε σε περιπτώσεις βλάβης να επισκευάζεται εύκολα, οικονομικά και σε μικρό χρονικό διάστημα.

Σήμερα υπάρχουν πολλές εταιρίες που ασχολούνται και επικεντρώνονται στη μελέτη και στη κατασκευή υλικών που χρειάζεται μια ηλεκτρολογική εγκατάσταση αεροδρομίου με αποτέλεσμα ο ενδιαφερόμενος να έχει πολλές ποιοτικές επιλογές.

Τα υλικά που χρειάζονται για την υλοποίηση μιας μελέτης φωτισήμανσης αεροδρομίου είναι πολλά σε είδος και σε μεγάλες ποσότητες. Τα υλικά αυτά ανάλογα με το μέγεθος του αεροδρομίου μπορούν να είναι εκατοντάδες ή χιλιάδες. Μερικά από τα υλικά είναι τα καλώδια συνδεσμολογίας, τα φωτιστικά σώματα, οι συνδετήρες καλωδίων, οι μετασχηματιστές, οι σταθεροποιητές, τα φρεάτια, οι γεννήτριες ασφαλείας και άλλα πολλά υλικά.

### **3.1. Φωτιστικά σώματα.**

Σε μια εγκατάσταση φωτισήμανσης έχουμε δεκάδες είδη φωτιστικών σωμάτων και κάθε είδος εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό. Παρακάτω θα γίνει ενδεικτική επιλογή των φωτιστικών σωμάτων που απαιτούνται για διαδρόμους μη ακριβούς προσέγγισης αναλύοντας τα χαρακτηριστικά των δύο τύπων λαμπτήρων που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στο εμπόριο (LED-αλογόνου) με σκοπό να δούμε τις διαφορές που υπάρχουν.

#### **3.1.1. Φανοί πλευρικών άκρων διαδρόμου.**

- Πλευρικά φώτα διαδρόμου IL 224



*(Πλευρικά φώτα διαδρόμου IL 224)*

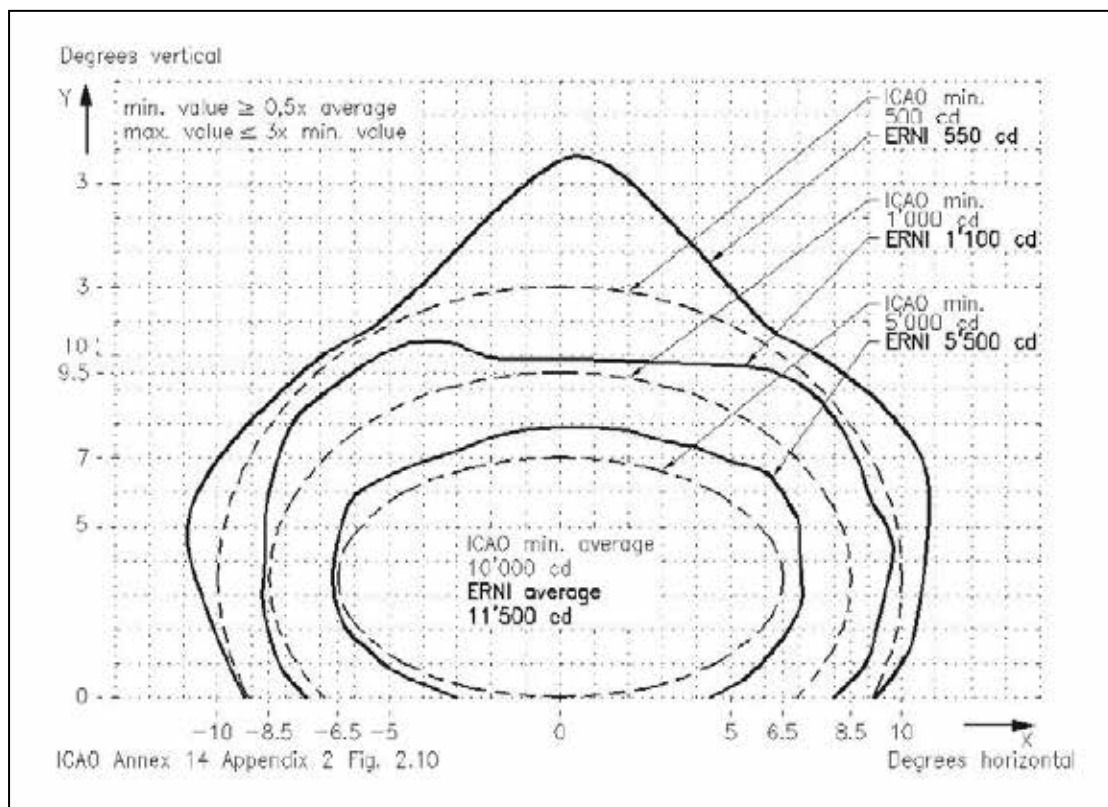
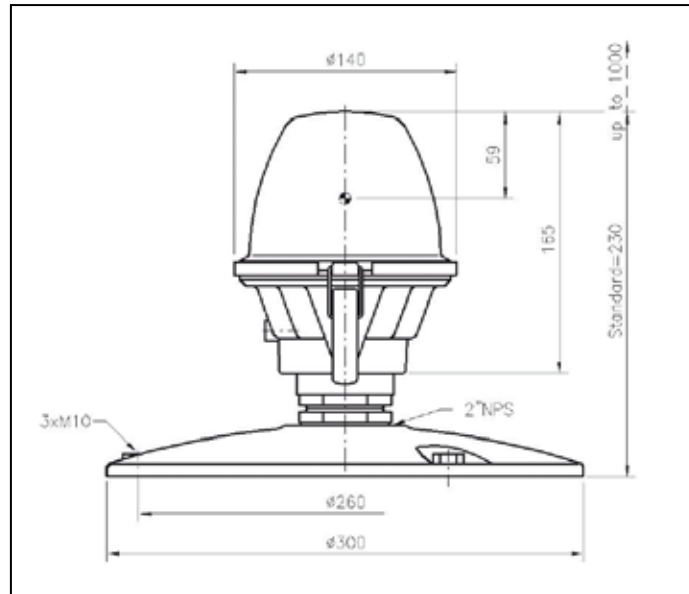
Ο φανός αυτός είναι υπερυψωμένος φανός, χαμηλής έντασης και πολλαπλών κατευθύνσεων ακτινοβολίας. Εκτός από πλευρικός φανός διαδρόμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ως φανός απλής προσέγγισης διαδρόμου και φανός καταφλίου.

#### **Χαρακτηριστικά**

- Πολλαπλών κατευθύνσεων ακτινοβολίας
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και υψηλή αντοχή λόγω στιβαρής και στεγανής κατασκευής (προστασίας IP67)

- Αύξηση διάρκειας ζωής των λαμπτήρων λόγω εξαιρετικής διάχυσης της εκπεμπόμενης θερμότητας
- Δεν απαιτείται μεταρρύθμιση του οπτικού συστήματος μετά από εργασίες συντήρησης και αντικατάστασης λαμπτήρων
- Δεν απαιτούνται εργαλεία για αλλαγή λαμπτήρα. Γρήγορη απομανδάλωση του κρυστάλλου μέσω ειδικού συνδέσμου
- Διαθέσιμοι τύποι λαμπτήρων:
  - Προεστιασμένος λαμπτήρας αλογόνου PK30d (6.6A)
  - Διάρκεια ζωής λαμπτήρα 5'000 με 7'000 ώρες σε συνθήκες λειτουργίας μέσης λαμπρότητας
- Βάσει εργοστασιακού προγράμματος εναλλαξιμότητας απαιτείται ελάχιστος αριθμός εξαρτημάτων, τα περισσότερα εκ των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις εφαρμογές
- Εξωτερικός θόλος: Διαφανές κρύσταλλο λείας υφής και θερμικής αντοχής με ευκολία στον καθαρισμό
- Έγχρωμος υάλινος θόλος
- Καλώδιο σύνδεσης φωτιστικού μήκους 30cm με στεγανό ρευματολήπτη
- Επιλογές (κατόπιν παραγγελίας προσφέρονται):
  - Διακοπή λειτουργίας σε περίπτωση σφάλματος
  - Κίτρινο σώμα φωτιστικού
  - Προεστιασμένος λαμπτήρας αλογόνου G6.35 (6.6A)
  - Μονής κατεύθυνσης ακτίνα φωτός
  - Καλώδιο σύνδεσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη





( Διάγραμμα απόδοσης )

- Πλευρικά φώτα LED. EREL



(πλευρικά φώτα EREL.)

#### Χαρακτηριστικά.

- Πολύ χαμηλή ονομαστική ισχύς. Χρησιμοποιούν λιγότερο από 35W.
- Έχουν 56.000 ώρες χρόνο ζωής σε λειτουργία υψηλής έντασης και πάνω από 100.000 ώρες σε λειτουργία μέσης έντασης.
- Συμβάλλουν σε χαμηλότερο κόστος λειτουργίας.
- Δεν απαιτείται μεταρρύθμιση του οπτικού συστήματος μετά από εργασίες συντήρησης και αντικατάστασης λαμπτήρων
- Δεν απαιτούνται εργαλεία για αλλαγή λαμπτήρα. Γρήγορη απομανδάλωση του κρυστάλλου μέσω ειδικού συνδέσμου.

### **3.1.2. Σύστημα προσέγγισης PAPI**

Ø Υπερυψωμένος φανός προσέγγισης EL 218/219 PAPI:

Ο φανός αυτός είναι υψηλής & μέσης έντασης κατάλληλος, με τις προδιαγραφές του I.C.A.O., για το συστήματα ακριβής προσέγγισης PAPI και APAPI.



*(φανός προσέγγισης EL 218/219 PAPI)*

#### Χαρακτηριστικά

##### Γενικά

- Απλό και αποτελεσματικό οπτικό βοήθημα στον πιλότο στην τελική προσέγγιση
- Οι μονάδες του συστήματος είναι πανομοιότυπες και παράγουν φωτεινή δέσμη που στο πάνω τμήμα της είναι λευκή και στο κάτω κόκκινη
- Το σύστημα ρυθμίζεται εύκολα για διάφορες γωνίες καθόδου
- Το PAPI κατασκευάζεται με 2 η 3 προβολείς
- Το σύστημα PAPI με τρεις προβολείς χρησιμοποιείται σε χώρες με αντίστοιχους κανονισμούς η για στρατιωτική χρήση
- Το σύστημα PAPI με τρεις προβολείς συνεχίζει να υπερκαλύπτει τις διεθνείς προδιαγραφές ακόμα και εάν μια λάμπα καεί

### Αρθρωτή Σχεδίαση

- Ανταλλάξιμοι και προεθυγραμμισμένοι προβολείς μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα σε ποικιλία βάσεων σε σταθερά και φορητά συστήματα

### Ανταλλάξιμοι Προβολείς

- Κάθε προβολέας είναι πλήρως ανταλλάξιμος προσφέροντας εύκολη συντήρηση και διαχείριση ανταλλακτικών

### Συντήρηση Πεδίου

- Δεν υπάρχει ανάγκη επαναρύθμισης οι λαμπτήρες και τα φίλτρα μπορούν να αντικατασταθούν ενώ τα κρύσταλλα να καθαρισθούν
- Ελαττωματικοί προβολείς μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν με κάποιον εφεδρικό δίνοντας έτσι την δυνατότητα συντήρησης τους στις ιδανικές συνθήκες εργαστηρίου

### Σταθερή Κατασκευή

- Οι προβολείς είναι τοποθετημένοι σε σταθερή βάση αλουμινίου η οποία έχει εσωτερικά πλήρες βαθμονομημένο κλισιοσκόπιο
- Η αλουμινένια βάση μπορεί να ρυθμιστεί τόσο κάθετα όσο και οριζόντια
- Διαδοχική αντικατάσταση των προεθυγραμμισμένων προβολέων δεν απαιτεί επαναρύθμιση του συστήματος. Η μονάδα διατηρεί τις σωστές ρυθμίσεις της

### Εύχρηστο Μέγεθος

- Κατάλληλο ώστε να παρέχεται οπτική ακρίβεια αλλά και να ελαχιστοποιείται η επίδραση από τα καυσαέρια των αεροσκαφών
- Εύκολη αποθήκευση και διαχείριση

### Άμεση Αντικατάσταση Προβολέα

- Χρησιμοποιούνται σύνδεσμοι ταχείας απελευθέρωσης
- Δεν απαιτούνται ειδικά εργαλεία η επαναρύθμιση του οπτικού συστήματος

### Αντοχή σε Διάβρωση

- Όλοι οι προβολείς κατασκευάζονται από αναδύμενο κράμα αλουμινίου
- Όλοι οι μεταλλικοί σύνδεσμοι είναι ανοξείδωτοι

### Προβολέα

- Ο σχεδιασμός του προβολέα είναι πολύ βασικός για την απόδοση του συστήματος PAPI και έχει σχεδιαστεί αποκλειστικά για αυτή την χρήση

### Εγγυημένο Οπτικό Σύστημα

- Το οπτικό σύστημα του PAPI είναι φωτεινό και καθαρό για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση εφαρμογής

### Ομοιόμορφο Χρώμα

- Το σύστημα PAPI με την παράλληλη φωτεινή δέσμη που εκπέμπεται μέσα από το διχρωματικό φίλτρο, προβάλλει ένα σταθερό και καθαρό σήμα ακόμα και στο μεγαλύτερο εύρος αζιμούθιου

### Ακριβής Μετάβαση

- Γρήγορη αλλαγή χρώματος πραγματοποιείται με την χρήση διχρωματικών φίλτρων και παραβολικών ανακλαστήρων

### Εύρος Γωνία Αζιμούθιου

- Το σύστημα υπερκαλύπτει όλες τις διεθνείς προδιαγραφές. Με ευρύ αζιμούθιου  $\pm 8^\circ$  (ICAO),  $\pm 10^\circ$  (FAA) και  $\pm 15^\circ$  (CAP 168)

### Δεν απαιτείται προθέρμανση

- Λόγω του εύχρηστου μεγέθους και του μονού φακού του οπτικού συστήματος, επιτυγχάνεται γρήγορο ξεθόλωμα χωρίς την ανάγκη συστήματος προθέρμανσης

### Κλισιοσκόπιο

- Κλισιοσκόπιο ακριβείας σχεδιασμένο για ακριβή ρύθμιση της γωνίας καθόδου των προβολέων. Είναι εφοδιασμένο με αλφάδι σε όλο το μήκος του με κοχλία τύπου μικρομέτρου βαθμονομημένο κατά μοίρες και πρώτα λεπτά. Η ακρίβεια της ρύθμισης είναι καλύτερη του ενός πρώτου λεπτού.
- Το κλισιοσκόπιο (εγκεκριμένο κατά FAA) έχει ευρύ θερμοκρασιακό εύρος λειτουργίας (από  $-50^{\circ}\text{C}$  έως  $+70^{\circ}\text{C}$ ) και είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και αλουμίνιο. Δεν απαιτείται ηλεκτρική παροχή για την λειτουργία του. Παρέχεται σε ειδική προστατευτική θήκη.

### Τεχνικά Στοιχεία PAPI

- Χαρακτηριστικά οπτικού συστήματος σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατά ICAO, FAA και CAP 168.
- Τα φωτομετρικά στοιχεία των διαφόρων τύπων προβολέων και λαμπτήρων είναι διαθέσιμα εφόσον ζητηθούν.

### Τα Τυπικά Χαρακτηριστικά είναι:

- Εύρος γωνίας αζιμούθιου:  $\pm 15^{\circ}$
- Κατακόρυφη ρύθμιση έως  $10^{\circ}$
- Γωνία μετάβασης: 2 πρώτα λεπτά
- Μετάδοση φίλτρου 25%
- Τύποι λαμπτήρων αλογόνου: 200W και 100W PK30d
- Ο τύπος του λαμπτήρα πρέπει να καθοριστεί με την παραγγελία

### Τοποθέτηση και Συντήρηση

- Ρυθμιζόμενη θέση
- Εύκολη και γρήγορη με την βοήθεια τριών ιστών
- Μπροστινοί ιστοί χρησιμοποιούνται για εγκάρσια ρύθμιση και ο πίσω για κατακόρυφη

### Το Σύστημα PAPI Περιλαμβάνει τα Παρακάτω Τμήματα

- Εύθραυστους συνδέσμους
- Η κάθε παρτίδα ελέγχεται σε συγκεκριμένη αντοχή θραύσης

### Ιστοί Στήριξης

Προσφέρονται σε μήκη 1.16m η 0.58m αλλά μπορούν να κοπούν στο απαιτούμενο μήκος κατά την τοποθέτηση επί τόπου στο έργο.

### Διάταξη Ευθυγράμμισης

- Ανοξείδωτη με περικόχλια ασφαλείας

### Αγωγοί Σύνδεσης Λαμπτήρων

- Έτοιμοι με διπολικό σύνδεσμο σύμφωνα με τον κανονισμό FAA L-823

### Εγχειρίδιο Εγκατάστασης

- Όλες οι μονάδες παραδίδονται με ευκολονόητο και εικονογραφημένο εγχειρίδιο εγκατάστασης και συντήρησης.

### Κλισιοσκόπιο

- Κλισιοσκόπιο ακριβείας για ακριβή και αξιόπιστη ρύθμιση

### **3.1.3. Φανοί κατωφλίου και τέλος διαδρόμου**

- Ø Φανός κατωφλίου και τέλος διαδρόμου IL 263R 12



( Φανός κατωφλίου και τέλος διαδρόμου IL 263R 12")

### Ø Φανός τέλος διαδρόμου IL 267 12



(Φανός τέλος διαδρόμου IL 267 12")

### Ø Φανός κατωφλίου IL 268R 12



(Φανός κατωφλίου IL 268R 12")

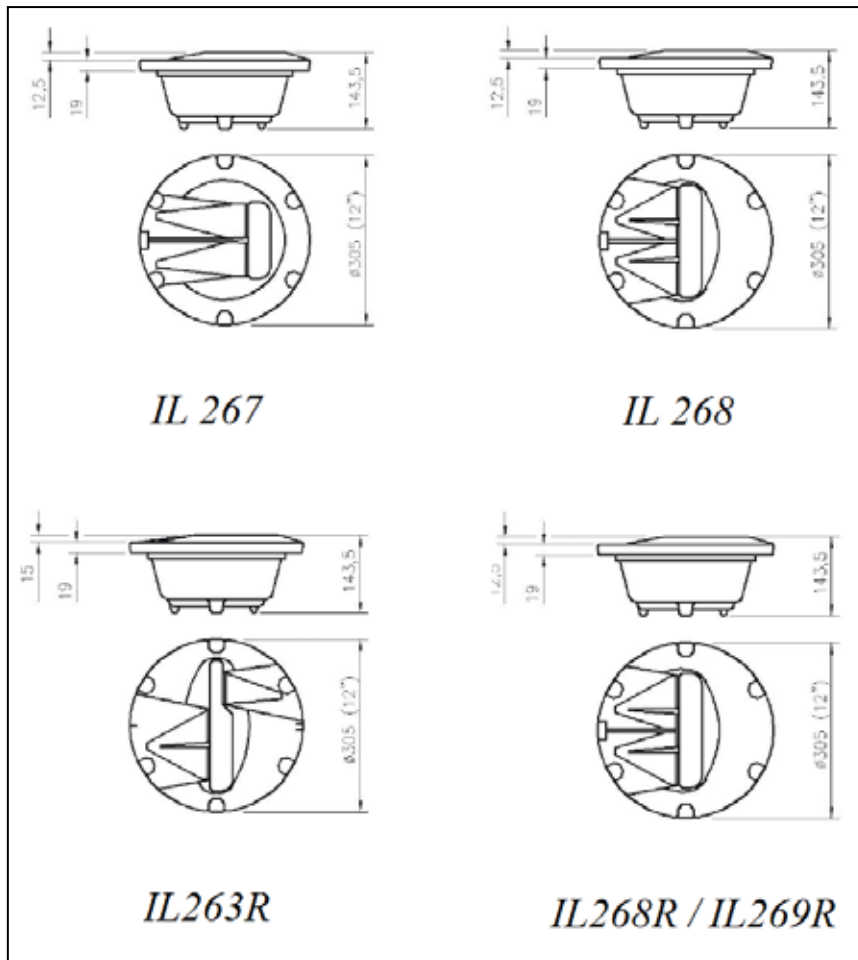
Οι φανοί αυτοί είναι υψηλής έντασης, χωνευτός φανός, μονής και διπλής κατεύθυνσης ακτινοβολίας και χρησιμοποιείται ως φανός προσέγγισης κατωφλίου και τέλος διαδρόμου. Οι φανοί τις σειρές IL 260 πληρούν τις μηχανικές ιδιότητες που αναφέρονται στις κατευθυντήριες γραμμές του FAA και του ICAO Annex 14 Part 4 Aerodrome Design Manuals (Εγχειρίδια σχεδιασμού αερολιμένων). Είναι κατάλληλοι για διαδρόμους Κατηγορίας από CAT I έως III, για προσέγγιση ακριβείας για το Σύστημα Calvert ή το σύστημα Alpa Ata, αλλά και ως φανοί Κατωφλίου και Τέρματος διαδρόμου.

#### Χαρακτηριστικά

- Χωνευτός φανός διαμέτρου 12 ιντσών
- Διπλής κατεύθυνσης ακτινοβολίας
- Σύνδεση λαμπτήρων σε σειρά



- Χαμηλό κόστος συντήρησης φωτιστικού λόγω κατασκευής υψηλής στεγανότητας (συμπεριλαμβανομένων των πρισμάτων και φακών)
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και υψηλή αντοχή λόγω στιβαρής και στεγανής κατασκευής (Βαθμός προστασίας IP68)
- Αύξηση διάρκειας ζωής των λαμπτήρων λόγω εξαιρετικής διάχυσης της εκπεμπόμενης θερμότητας
- Βάσει εργοστασιακού προγράμματος εναλλαξιμότητας απαιτείται ελάχιστος αριθμός εξαρτημάτων, Τα περισσότερα εκ των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες εφαρμογές
- Λόγω χαμηλής προεξοχής πάνω από το δάπεδο ελαττώνονται οι δονήσεις που προκαλούνται στο φωτιστικό από τους τροχούς των αεροσκαφών ή άλλα οχήματα
- Μέγιστης προστασίας τοποθέτηση πρισμάτων φωτιστικού με την μέγιστη προστασία για αποφυγή μηχανικών βλαβών
- Παρέχει λαμπτήρα αλογόνου με καθρέφτη ψυχρού φωτός (διάρκεια ζωής λαμπτήρα 2'500 με 4'000 ώρες σε συνθήκες λειτουργίας μέσης λαμπρότητας)
- Προεστιασμένα λαμπτήρες αλογόνου διατίθενται για όλο τον Κόσμο (ανάλογα με τις τοπικές προδιαγραφές κυκλωμάτων)
- Διάφορες αποχρώσεις φίλτρων
- Δεν απαιτείται μεταρρύθμιση του οπτικού συστήματος μετά από εργασίες συντήρησης και αντικατάστασης λαμπτήρων
- Καλώδιο σύνδεσης φωτιστικού μήκους 30cm με στεγανό ρευματολήπτη
- Επιλογές (κατόπιν παραγγελίας προσφέρονται):
  - Πρίσματα που δεν χαράζονται. Υψηλή διάρκεια ζωής και εύκολος καθαρισμός
  - Αποστράγγιση
  - Διαφορετικές διαστάσεις και οπές φωτιστικού σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη



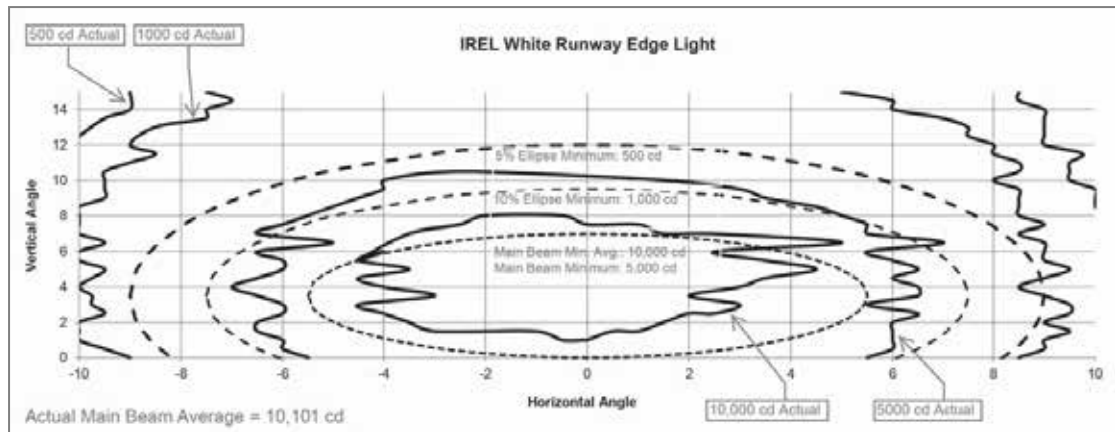
- Φώτα led κατωφλίου και τέλους διαδρόμου IREL-L



(φώτα κατωφλίου και τέλος διαδρόμου irel-l)

### Χαρακτηριστικά.

- Μέσος όρος ζωής λαμπτήρα Led 56.000 ώρες σε λειτουργία υψηλής έντασης και πάνω από 150.000 ώρες σε μέση ένταση λειτουργίας.
- Ισχύς λαμπτήρων 65 W
- Συμβάλουν σε χαμηλότερο κόστος λειτουργίας.
- Χωνευτός φανός διαμέτρου 12 ιντσών
- Διπλής κατεύθυνσης ακτινοβολίας
- Σύνδεση λαμπτήρων σε σειρά
- Χαμηλό κόστος συντήρησης φωτιστικού λόγω κατασκευής υψηλής στεγανότητας (συμπεριλαμβανομένων των πρισμάτων και φακών)
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και υψηλή αντοχή λόγω στιβαρής και στεγανής κατασκευής (Βαθμός προστασίας IP68)
- Αύξηση διάρκειας ζωής των λαμπτήρων λόγω εξαιρετικής διάχυσης της εκπεμπόμενης θερμότητας
- Βάσει εργοστασιακού προγράμματος εναλλαξιμότητας απαιτείται ελάχιστος αριθμός εξαρτημάτων, Τα περισσότερα εκ των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες εφαρμογές
- Λόγω χαμηλής προεξοχής πάνω από το δάπεδο ελαττώνονται οι δονήσεις που προκαλούνται στο φωτιστικό από τους τροχούς των αεροσκαφών ή άλλα οχήματα
- Μέγιστης προστασίας τοποθέτηση πρισμάτων φωτιστικού με την μέγιστη προστασία για αποφυγή μηχανικών βλαβών



(διάγραμμα απόδοσης irel-1)

### 3.1. 4. Φανοί άκρων τροχοδρόμου.

Ø Πλευρικά φώτα τροχοδρόμου IL 220D-TEL



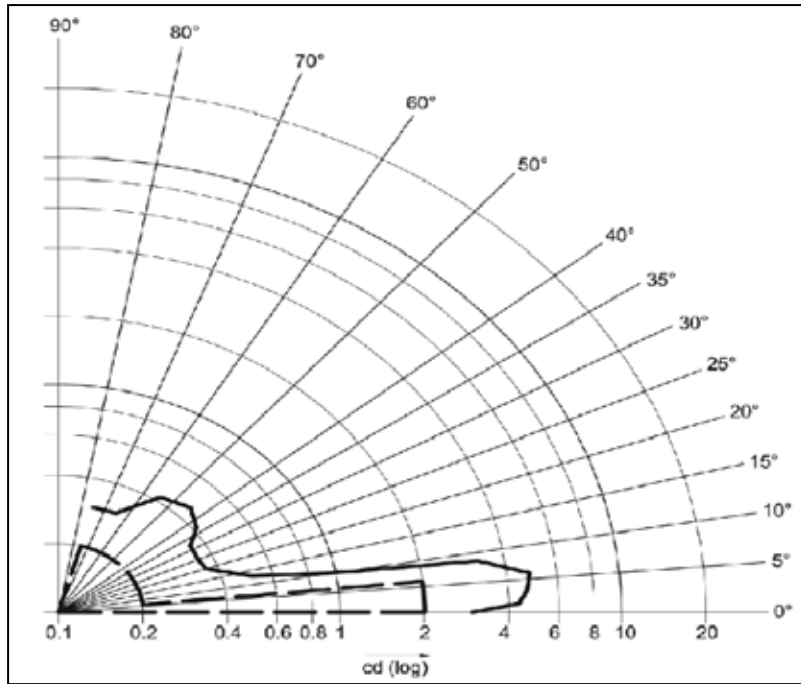
( Πλευρικά φώτα τροχοδρόμου IL 220D-TEL)

Είναι φωτιστικά σώματα άκρων τροχοδρόμου ή άκρων δαπέδου στάθμευσης, υπερυψωμένου φανού LED, χαμηλής έντασης και πολλαπλών κατευθύνσεων.

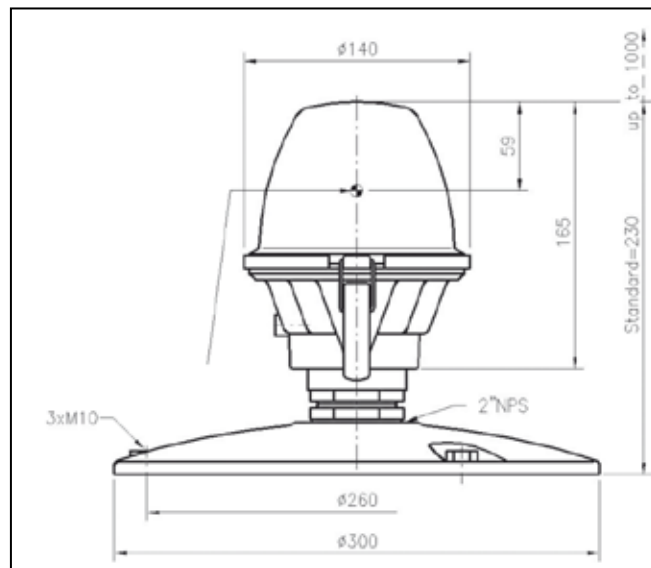
#### Χαρακτηριστικά

- Πολλαπλών κατευθύνσεων ακτινοβολίας

- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και υψηλή αντοχή λόγω στιβαρής και στεγανής κατασκευής (Βαθμός προστασίας IP67)
- Λειτουργία Fail-open (δεν διακόπτεται η λειτουργία του φανού σε περίπτωση βλάβης σε κάποιο LED λαμπτήρα).
- Σύνδεση και λειτουργία πλήρως συμβατή με πρωτεύοντα κυκλώματα φωτισμού από 2.8A έως 6.6A.
- Διάρκεια ζωής LED: Περίπου 100000 ώρες σε συνθήκες λειτουργίας μέσης λαμπρότητας
- Αύξηση διάρκειας ζωής των λαμπτήρων λόγω εξαιρετικής διάχυσης της εκπεμπόμενης θερμότητας
- Δεν απαιτείται επαναρύθμιση του οπτικού συστήματος μετά από εργασίες συντήρησης και αντικατάστασης λαμπτήρων
- Δεν απαιτούνται εργαλεία για αλλαγή λαμπτήρα. Γρήγορη απομανδάλωση του κρυστάλλου μέσω ειδικού συνδέσμου
- Βάσει εργοστασιακού προγράμματος εναλλαξιμότητας απαιτείται ελάχιστος αριθμός εξαρτημάτων, Τα περισσότερα εκ των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις εφαρμογές
- Εξωτερικός θόλος: Διαφανές κρύσταλλο λείας υφής και θερμικής αντοχής με εσωτερικά έγχρωμα φίλτρα
- Έγχρωμος υάλινος θόλος
- Καλώδιο σύνδεσης φωτιστικού μήκους 30cm με στεγανό ρευματολήπτη
- Επιλογές (Κατόπιν παραγγελίας προσφέρονται):
  - Διακοπή λειτουργίας σε περίπτωση σφάλματος
  - Κίτρινο σώμα φωτιστικού
  - Μονής κατεύθυνσης ακτίνα φωτός
  - Καλώδιο σύνδεσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη



( Διάγραμμα απόδοσης IL 220D-TEL)



## Ø Πλευρικά φώτα τροχοδρόμου IL 254 R 8''



( Πλευρικά φώτα τροχοδρόμου IL 254 R 8'' )

Που είναι χωνευτός φανός, χαμηλής έντασης και πολλαπλών κατευθύνσεων ακτινοβολίας.

### Χαρακτηριστικά

- Χωνευτός φανός διαμέτρου 8 ιντσών
- Πολλαπλών κατευθύνσεων ακτινοβολίας
- Ο φακός του φωτιστικού προστατεύεται με ειδικές μεταλλικές πτυχές πάνω στο μεταλλικό πλαίσιο από μηχανικές καταπονήσεις που προκαλούνται από οχήματα υποστήριξης εδάφους , μηχανήματα καθαρισμού, πχ. χιονιού κτλ.
- Εξελιγμένο οπτικό σύστημα: Εξαιρετική φωτεινή απόδοση χωρίς να υπάρχει σκίαση από τις πτυχές του μετάλλου του φανού.
- Χαμηλό κόστος συντήρησης φωτιστικού λόγω κατασκευής υψηλής στεγανότητας  
(συμπεριλαμβανομένων των πρισμάτων και φακών)
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και υψηλή αντοχή λόγω στιβαρής και στεγανής κατασκευής  
(Βαθμός προστασίας IP68)
- Αύξηση διάρκειας ζωής των λαμπτήρων λόγω εξαιρετικής διάχυσης της εκπεμπόμενης θερμότητας

- Βάσει εργοστασιακού προγράμματος εναλλαξιμότητας απαιτείται ελάχιστος αριθμός εξαρτημάτων, Τα περισσότερα εκ των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις εφαρμογές
- Διαθέσιμοι τύποι λαμπτήρων:
  - Λαμπτήρας αλογόνου με καθρέφτη ψυχρού φωτός
  - Διάρκεια ζωής λαμπτήρα 2'500 με 4'000 ώρες σε συνθήκες λειτουργίας μέσης λαμπρότητας
- Διχροϊκά έγχρωμα φίλτρα
- Δεν απαιτείται επαναρύθμιση του οπτικού συστήματος μετά από εργασίες συντήρησης και αντικατάστασης λαμπτήρων
- Στήριξη με τέσσερις κοχλίες
- Καλώδιο σύνδεσης φωτιστικού μήκους 30cm με στεγανό ρευματολήπτη
- Επιλογές (κατόπιν παραγγελίας προσφέρονται):
  - Διάφορες αποχρώσεις φίλτρων
  - Διαφορετικές διαστάσεις και οπές φωτιστικού σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη

### **3.1. 5. Φανοί αναγνώρισης κατωφλιού**

Ø Φωτεινός ενδείκτης αναγνώρισης κατωφλιού (TIL) EL 217-SFL



(φανός el 217-sfl)

Οι φανοί αεροδρομίων διαδοχικής αναλαμπής της σειράς EL 210 είναι υπερυψωμένοι και μονής κατεύθυνσης ακτινοβολίας για εφαρμογές προσέγγισης &

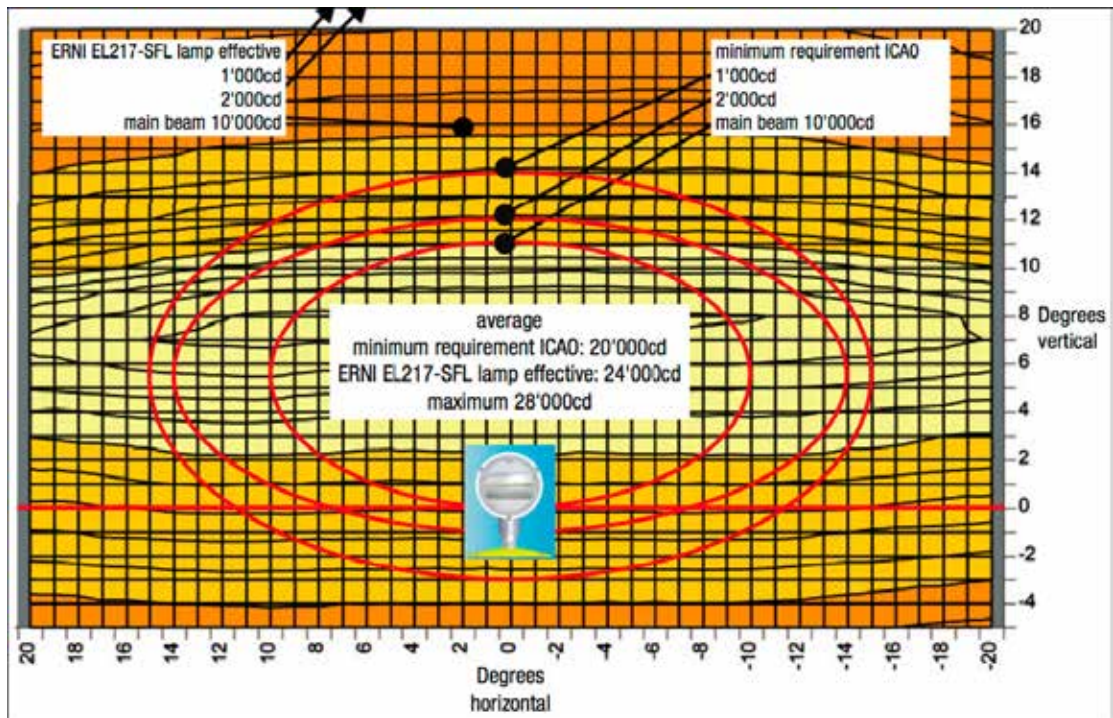


αναγνώρισης κατωφλίων. Η κατασκευή τους που είναι συμβατή με την προδιαγραφή IEC 61827, πληροί τις κατευθυντήριες γραμμές (μηχανικές ιδιότητες) του FAA AC150/5345-51 και η οπτική απόδοση είναι σε συμμόρφωση με τα πρότυπα και τις απαιτήσεις του ICAO για διαδρόμους προσέγγισης ακριβείας που προορίζονται για ενόργανη προσέγγιση για κατηγορίες χρήσης από CAT I έως CAT III.

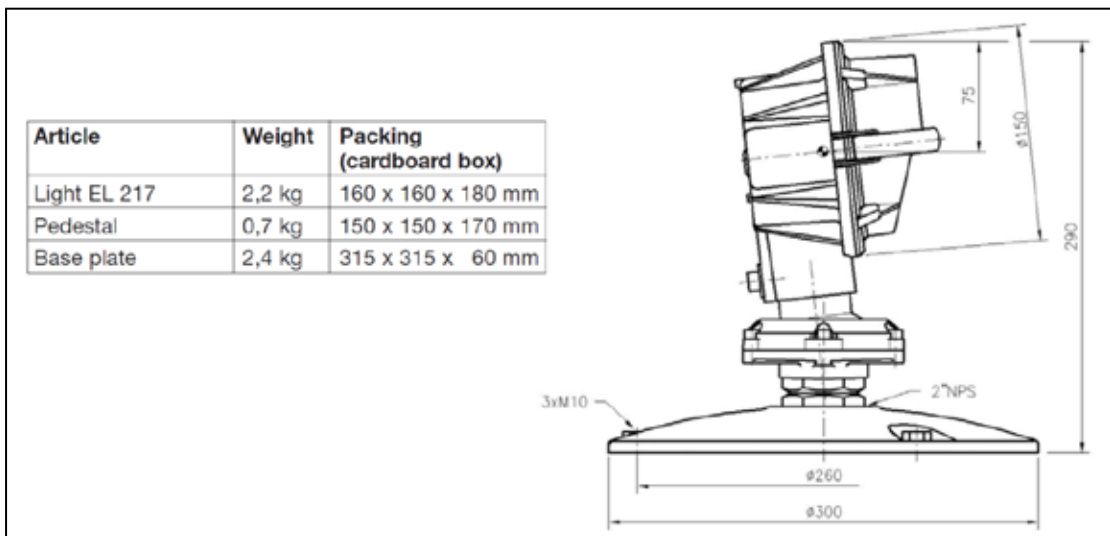
Όλοι οι υπερυψωμένοι και χωνευτοί φανοί έχουν κατά κύριο λόγο τον ίδιο σχεδιασμό και τα περισσότερα οπτικά συστήματα είναι εναλλάξιμα. Οι φανοί καθώς και το σύστημα ελέγχου τους είναι κατάλληλα για συνδυασμένες εφαρμογές προσέγγισης και ένδειξης κατωφλίου TIL. Δεν απαιτούνται προσαρμογές ή δαπανηρός επανασχεδιασμός σε περίπτωση επέκτασης του συστήματος.

### **Χαρακτηριστικά**

- Μονής κατεύθυνσης ακτινοβολίας
- Φωτεινή Ένταση: μέσος όρος 24'000 cd / μέγιστο 28'000 cd
- Υψηλής διάρκειας λαμπτήρας με τουλάχιστον 3'000 ώρες λειτουργίας σε συνθήκες λειτουργίας μέσης λαμπρότητας
- Παροχή ενέργειας: Χαμηλή τάση (230V AC)
- Υψηλός συντελεστής ισχύος με ενεργό ελεγκτή (PFC)
- Εκπομπές ακτινοβολίας σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς (CE EMC)
- Λειτουργία λαμπτήρων ελεγχόμενη από μικροεπεξεργαστή
- Εύρος λειτουργίας λαμπρότητας σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη
- Υψηλής αντοχής που οφείλεται στο στιβαρό στεγανό περίβλημα αλουμινίου (Βαθμός προστασίας IP67)
- Αντοχή των τμημάτων εναντίων υψηλής θερμοκρασίας, UV & άλλων περιβαλλοντικών στοιχείων
- Εύκολη συντήρηση
- Αλλαγή λαμπτήρα χωρίς την χρήση ειδικών εργαλείων



(Διάγραμμα απόδοσης EL 217)



Ø Φωτεινός ενδείκτης αναγνώρισης κατωφλιού EL 817D-SFL/TIL

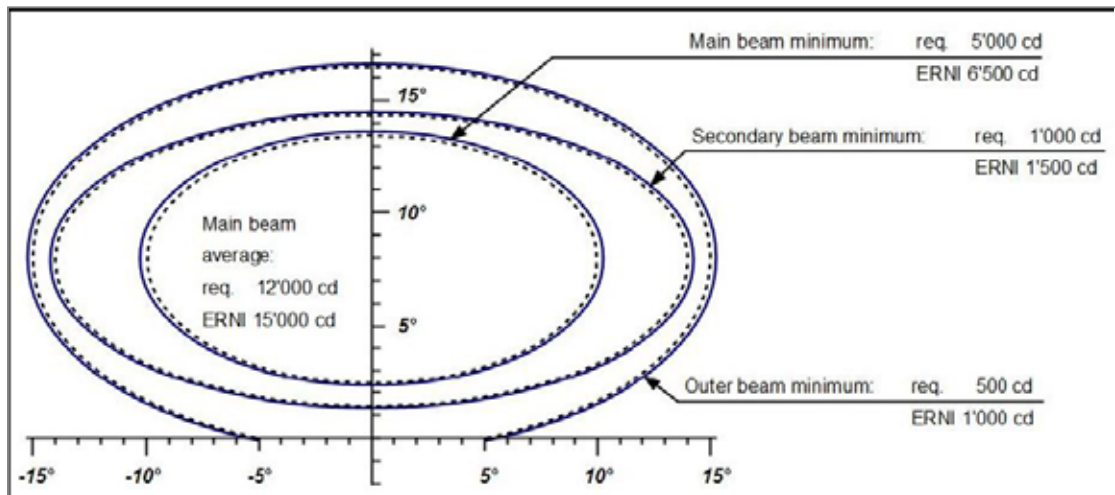
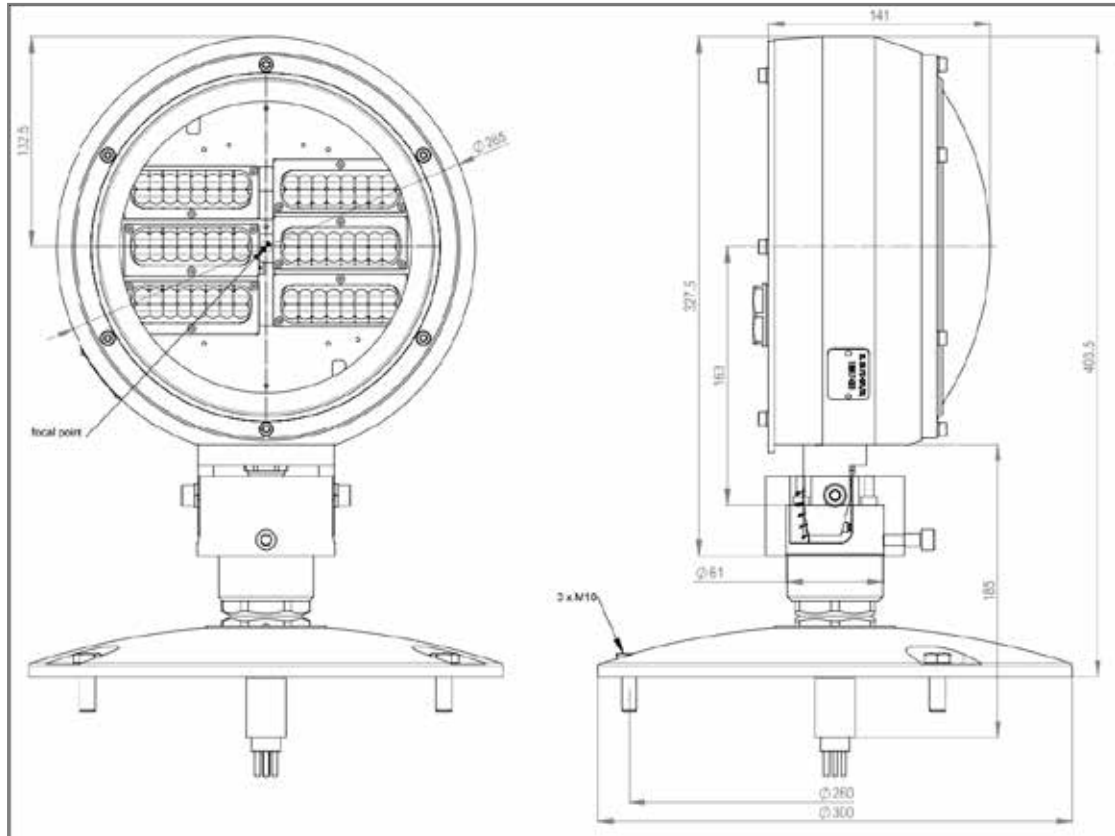
Οι φανοί διαδοχικής αναλαμπής της σειράς EL 817D-SFL/TIL είναι υπερυψωμένοι μονής κατεύθυνσης ακτινοβολίας, τεχνολογίας LED για εφαρμογές προσέγγισης & αναγνώρισης κατωφλιού για κατηγορίες χρήσης διαδρόμων CAT I, II, III.



( φανός e1817d)

### **Πλεονεκτήματα**

- Πηγή φωτός LED
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Χαμηλό κόστος συντήρησης
- Ασφαλής λειτουργία του συστήματος λόγω της χαμηλής τάσης (SELV)
- Ανθεκτικό, στεγανό περίβλημα αλουμινίου
- Ομαλή και προοδευτική αλλαγή δέσμης από 0° έως 8° και κατασκευή για εύθραυστο σύνδεσμο 60mm
- Εύκολη πρόσβαση στις ρυθμίσεις του φανού



(Διάγραμμα απόδοσης EL 817 D)

### **3.2 Κεντρική Μονάδα Ελέγχου Διαδοχικής αναλαμπής αναγνώρισης κατωφλίου**

Η κεντρική μονάδα ελέγχει και παρακολουθεί όλες τις λειτουργίες των φανών τύπου SFL & TIL. Ο σχεδιασμός της μονάδος είναι για όλες τις εφαρμογές από ένα απλό σύστημα αναγνώρισης κατωφλίου (TIL) έως ένα συνδυασμένο σύστημα TIL / SFL με 31 φανούς διαδοχικής αναλαμπής στην κεντρική γραμμή και δυο μονάδες TIL στο κατώφλι. Η ταχύτητα κίνησης των διαδοχικών αναλαμπών (running rabbit) υπολογίζεται αυτόματα, ανάλογα με τον αριθμό των μονάδων στην σειρά. Η συχνότητα μπορεί να ρυθμιστεί σε 1 ή 2Hz. Η ρύθμιση μπορεί να γίνει απευθείας στον πίνακα χωρίς την ανάγκη ενός υπολογιστή.

Το σύστημα είναι συμβατό με τα πρότυπα της FAA και τις συστάσεις του ICAO για την προσέγγιση και το κατώφλι. Επιπλέον, το σύστημα επιτρέπει ειδικές εφαρμογές, όπως stop bars διαδοχικής αναλαμπής ή αναλάμποντα σημεία προειδοποίησης όπου η συγχρονισμένες αναλαμπές αποτελούν βασική απαίτηση. Όλοι οι υπερυψωμένοι και χωνευτοί φανοί έχουν κατά κύριο λόγο τον ίδιο σχεδιασμό και τα περισσότερα οπτικά συστήματα είναι εναλλάξιμα. Δεν απαιτούνται προσαρμογές ή δαπανηρός επανασχεδιασμός σε περίπτωση τροποποίησης του συστήματος.



(μονάδα ελέγχου φώτων διαδοχικής εναλαμπής)

### **3.3. Εξαρτήματα φωτιστικών σωμάτων.**

Παρατηρώντας τα παραπάνω φωτιστικά σώματα παρατηρούμε ότι κάθε ένα από αυτά είναι τοποθετημένα πάνω σε βάση ή είναι χωνευτό μέσα σε συγκεκριμένου μεγέθους και συγκεκριμένων προδιαγραφών φρεάτιο. Τα υλικά αυτά παρέχουν σωστή συμπεριφορά σε περιπτώσεις επαφής τους με τα κινούμενα οχήματα του διαδρόμου (αεροσκάφη, αυτοκίνητα, κ.τ.λ.), την απαραίτητη στεγανοποίηση ώστε να μην έρχεται σε επαφή το ηλεκτρολογικό τους κύκλωμα με εξωτερικούς παράγοντες (υγρασία, σκόνη, κ.τ.λ.) και να παρέχουν εύκολη και γρήγορη αντικατάσταση σε περίπτωση βλάβης.

Τα υπερυψωμένα φωτιστικά σώματα (όπως της σειράς EL220) ως προς την εγκατάσταση τους χρειάζονται δυο στελέχη βάσεως, το φρεάτιο υπερυψωμένων φανών που είναι χωνευτό μεταλλικό φρεάτιο και την μεταλλική βάση που ανάλογα με την λειτουργία διαφέρει σε ύψος και βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Ø Φρεάτιο υπερυψωμένων φανών:



( Φρεάτιο υπερυψωμένων φανών)

- Παρέχετε σε μεγέθη διαμέτρου 12'',10'' αλλά και με την προσθήκη ενός επιπλέον δακτυλίου 8'' ανάλογα με το φωτιστικό σώμα.
- Βάθος φρεατίου 24''(0,61 μέτρα).
- Είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με της προδιαγραφές του FAA.
- Έχει υποστεί γαλβανική επεξεργασία για προστασία από τη διάβρωση.

- Παρέχετε με μη στεγανό ή με στεγανό σύστημα τοποθέτησης ηλεκτρολογικού κυκλώματος

Ø Μεταλλική βάση και σωλήνα στήριξης:



(Μεταλλικές βάσεις και σωλήνες στήριξης.)

- Για την εγκατάσταση των υπερυψωμένων φανών απαιτείται μεταλλική βάση ή μεταλλική καμπύλη
- Η βάση τοποθετείται στο δάπεδο ή πάνω σε μεταλλικό φρεάτιο
- Οι μετασχηματιστές είναι τοποθετημένη κάτω από το φωτιστικό
- Ο σωλήνας στήριξης με θραυστό σύνδεσμο βιδώνεται πάνω στην μεταλλική βάση κατάλληλου σπειρώματος ή στην μεταλλική καμπύλη
- Το σώμα του φωτιστικού τοποθετείται πάνω στον σωλήνα στήριξης

Έχουμε τριών τύπων:

- Θραυστός μη ρυθμιζόμενος σωλήνας
- Ρυθμιζόμενη στήριξη με σωλήνα και θραυστό σύνδεσμο STR-N30
- Ρυθμιζόμενη στήριξη με σωλήνα και θραυστό σύνδεσμο STR-N30

Επιμηκυνόμενες στηρίξεις:

- Οι στηρίξεις τύπου STF-N30 και STR-N30 είναι διαθέσιμες για ύψη έως 750 mm.
- Για ύψη μεγαλύτερα των 750 mm, απαιτούνται οι προσθήκες τύπου SPX.
- Οι στηρίξεις έως 750 mm διατίθενται σαν σετ (STF-SPX ή STR-SPX)

SPX μεταλλικές προσθήκες:

- Είναι διαθέσιμες αλουμιένιες προσθήκες μαζί με τον θραυστό τους σύνδεσμο, μήκους έως 1.8 μέτρα.
- Ο θραυστός σύνδεσμος βιδώνεται στο τυποποιημένη μεταλλική βάση.
- Για απαιτούμενα ύψη μεγαλύτερα των 1.8 μέτρων, ο φανός θα πρέπει να στηρίζεται πάνω σε θραυστό ιστό.

Αντίστοιχα για τα επιδαπέδα φωτιστικά σώματα παρέχονται ρηχές χωνευτές βάσεις και το κατάλληλο φρεάτιο σε περιπτώσεις που είναι απαραίτητο.

Ø Χωνευτώ μεταλλικό φρεάτιο



(Φρεάτιο φανών)

- Παρέχετε σε μεγέθη διαμέτρου 12'',10'' αλλά και με την προσθήκη ενός επιπλέον δακτυλίου 8'' ανάλογα με το φωτιστικό σώμα.
- Παρέχετε με μη στεγανό ή με στεγανό σύστημα τοποθέτησης ηλεκτρολογικού κυκλώματος
- Τοποθέτηση σε ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες
- Είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με της προδιαγραφές του FAA.
- Έχει υποστεί γαλβανική επεξεργασία για προστασία από τη διάβρωση.

Ø Ρηχές χωνευτές βάσεις 8'',10» και 12''





(Ρηχή χωνευτή βάση φωτιστικού σώματος)

- Υψηλής ποιότητας κράμα αλουμινίου που παρέχει προστασία από γαλβανική αντίδραση και διαύρωση
- Τοποθέτηση σε ελαστικά (ασφαλτοσκυροδέματα) και μη ελαστικά (σκυροδέματα) δάπεδα με την βοήθεια συγκολλητικής εποξικής ρητίνης
- Παρέχετε με μη στεγανό ή με στεγανό σύστημα τοποθέτησης ηλεκτρολογικού κυκλώματος
- Τα ρηχά φρεάτια τοποθετούνται με κατάλληλη ρητίνη η οποία μετά την πλήρη ωρίμανση της διατηρεί την ελαστικότητα της
- Με την βοήθεια ειδικού εργαλείου (πλάκας), επιτυγχάνεται σωστή τοποθέτηση και ευθυγράμμιση του φρεατίου
- Ο δευτερεύων αγωγός μεταξύ του φανού και του μετασχηματιστή διέρχεται μέσω κατάλληλων οπών και της κατακόρυφης εισόδου καλωδίου στο φρεάτιο
- Εναλλακτική μέθοδος: τοποθέτηση καλωδίου στις εγκοπές της βάσης (φρεατίου) και πλήρωση με ρητίνη
- Ο χωνευτός φανός ή το κάλυμμα βιδώνεται πάνω στο φρεάτιο με 6 κοχλίες

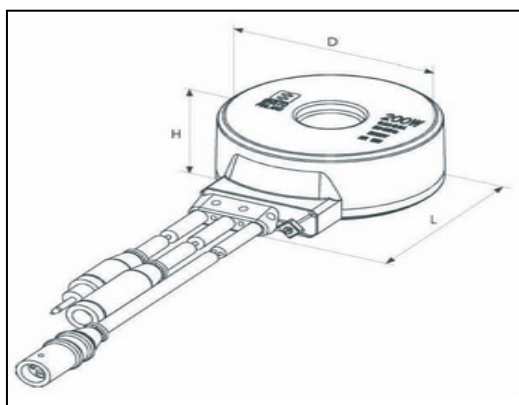
### **3.4. Μετασχηματιστές απομόνωσης.**

Τα περισσότερα κυκλώματα φωτισμού αεροδρομίου χρησιμοποιούν μετασχηματιστές απομόνωσης για να παρέχουν συνέχεια στο κύκλωμα σειράς έτσι ώστε σε περιπτώσεις βλάβης ενός λαμπτήρα να μην οδηγηθεί το σύστημα σε «ανοικτό κύκλωμα». Η δεύτερη λειτουργία του μετασχηματιστή απομόνωσης είναι να παρέχει ηλεκτρική απομόνωση του λαμπτήρα από το κύκλωμα της υψηλής τάσης για λόγους ασφαλείας και τελευταία λειτουργία του είναι σε περιπτώσεις που το

ρεύμα του κυκλώματος σειράς διαφέρει από το ρεύμα λειτουργίας του λαμπτήρα παρέχει το κατάλληλο ρεύμα στο λαμπτήρα.

Ο μετασχηματιστής απομόνωσης αποτελείται από το πρωτεύον και το δευτερεύον τυλίγματα πάνω σε πυρήνα, τα οποία είναι κλεισμένα ερμητικά μέσα σε ένα αδιάβροχο θύλακα που έχει επαφές τόσο για το δευτερεύον όσο και για το πρωτεύον για σύνδεση με το κύκλωμα σειράς. Το κύκλωμα στο δευτερεύον οδηγείται σε ένα χαμηλότερο δυναμικό και η μια άκρη του δευτερεύοντος συνδέεται σε μια γείωση. Ο πυρήνας του μετασχηματιστή είναι μαγνητικά ακόρεστος όταν λειτουργεί και μεταβαίνει στο κορεσμό αν η λάμπα πάθει βλάβη ή το δευτερεύον κύκλωμα είναι «ανοιχτό», οπότε με αυτό τον τρόπο διατηρεί την αξιοπιστία στο κύκλωμα.

Παρακάτω βλέπουμε ένα μετασχηματιστή απομόνωσης και τις προδιαγραφές του:



(Μετασχηματιστής απομόνωσης)

### Μηχανική κατασκευή

- Εγκιβωτισμένος σε ελαστομερές θερμοπλαστικό (TPE)
- Εξαιρετικές ηλεκτρικές και μηχανικές ιδιότητες
- Εξαιρετική αντοχή σε λάδι, κηροζίνη καθώς και άλλα καύσιμα αεροσκαφών, σε οξέα και αλκαλικά καθώς και σε όλες τις συνηθισμένες χημικές ουσίες στους χώρους των Αεροδρομίων
- Δύο τυλίγματα χαλκού, ένα πρωτεύον και ένα δευτερεύον, τυλιγμένα ξεχωριστά σε κύκλωμα τοροειδή μαγνητικού πυρήνα και μονωμένα τελείως μεταξύ τους

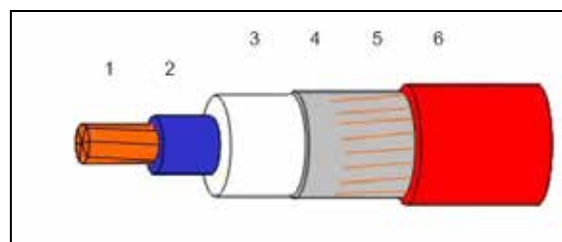
- Δύο πρωτεύοντες αγωγοί, μήκους 0.6m, τύπος καλωδίου AWG 8 (8.3mm<sup>2</sup>), 2,6kV. Το ένα άκρο φέρει σύνδεσμο κατά FAA L823, style 2 και το άλλο κατά FAA L823, style 9
- Ένας δευτερεύων αγωγός, μήκους 1.2m, τύπος καλωδίου 2x2.5mm<sup>2</sup>, 2.1kV με σύνδεσμο κατά FAA style 7
- Με ή χωρίς δυνατότητα γείωσης. Ο αγωγός γείωσης συνδέεται στο δευτερεύον τύλιγμα μέσω της μεγαλύτερης από τις δύο υποδοχές τους δευτερεύοντος συνδέσμου

Τύπος με γείωση	Ονομαστική ισχύς	Τάση απομόνωσης	Τάση δοκιμής	Ονομαστική ένταση	Συχνότητα	Απόδοση	Συντελεστής ισχύος	Μεγ. μήκος δευτ/ντος (4mm <sup>2</sup> )*	Μεγ. μήκος δευτ/ντος αγωγού (2,5mm <sup>2</sup> )*
KR 531	30/45 W	5000 V	10 kV	6,6/6,6 A	50/60 Hz	0,85	0,97	20 m	12 m
KR 536	65 W	5000 V	10 kV	6,6/6,6 A	50/60 Hz	0,85	0,97	29 m	18 m
KR 541	100 W	5000 V	10 kV	6,6/6,6 A	50/60 Hz	0,90	0,97	45 m	28 m
KR 546	150 W	5000 V	10 kV	6,6/6,6 A	50/60 Hz	0,90	0,97	67 m	42 m
KR 551	200 W	5000 V	10 kV	6,6/6,6 A	50/60 Hz	0,90	0,97	90 m	56 m
KR 561	300 W	5000 V	10 kV	6,6/6,6 A	50/60 Hz	0,90	0,97		

Σημείωση! Το μήκος του δευτερεύοντος αγωγού μπορεί να αυξηθεί επιλέγοντας μεγαλύτερο μετασχηματιστή ή διατομή καλωδίου  
\* Μέγιστη υπερφόρτωση του μετασχηματιστή 20%

Πίνακας : Απόδοσης μετασχηματιστών απομόνωσης

### 3.5. Καλώδιο κυκλώματος σειράς (AWG).



( Καλώδιο κυκλώματος σειράς.)

Το συγκεκριμένο καλώδιο είναι κατάλληλο για χρήση σε πρωτεύοντα κυκλώματα σειράς φωτισήμανσης αεροδρομίων.

#### Σχεδιασμός

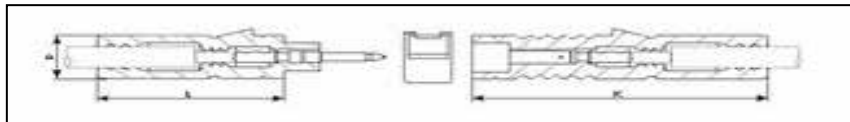
- Αγωγός από χαλκό, κυκλικός, συμπαγής, μονωμένος, κλάση 2 (7 σύρματα)  
Ονομαστική διατομή 6mm<sup>2</sup>, διάμετρος περίπου 3mm

- Εξωτερική προστασία αγωγού (ονομαστικό πάχος 0.2mm)
- Μόνωση τύπου XLPE, θερμικά επεξεργασμένη (ονομαστικό πάχος 2.3mm)
- Μη μεταλλικός μανδύας μόνωσης αφαιρούμενος (ονομαστικό πάχος 0.3mm)
- Μεταλλικός ελικοειδής οπλισμός (προστασία) από σύρματα χαλκού ονομαστικής διατομής 4mm<sup>2</sup>
- Εξωτερικός μανδύας από PVC (κόκκινο χρώμα) ονομαστικού πάχους 1.4mm

Τεχνικά χαρακτηριστικά	
Ονομαστική Τάση	7 kV
Τάση Δοκιμής	15 kV
Ονομαστική Ένταση	6.6 A
Ωμική Αντίσταση	Αγωγός: < 3.1 Ohm/km / Οπλισμός: <4.7 Ohm/km
Αντίσταση Μόνωσης	> 100 MOhm/km
Pd Test	< 5 pC at 10 kV
Εξωτερική διάμετρος	περίπου 13mm
Βάρος	περίπου 0.23 kg/m
Εύρος Θερμοκρασίας	- 60°C έως 50°C

Πίνακας : Τεχνικά χαρακτηριστικά καλωδίου σύνδεσης.

### 3.5.1 Σύνδεσμοι πρωτεύοντος καλωδίου.



( Σύνδεσμος πρωτεύοντος καλωδίου.)

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Για ένταση ρεύματος έως: 25A
- Για τάση έως: 5000V
- Ονομαστική διατομή:
  - 6mm<sup>2</sup> (AWG 8, up to 19 συρματίδια)
  - 10mm<sup>2</sup>

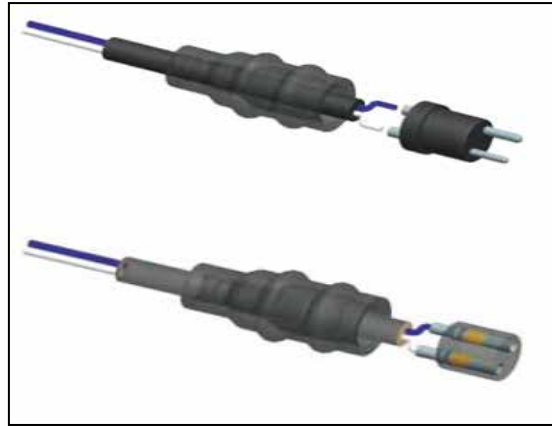
#### Περιεχόμενα Συσκευασίας

- 1 ζευγάρι μόνωσης (ρευματοδότης, ρευματολήπτης)
- 1 Ακροδέκτες και υποδοχείς (ζευγάρι)
- 1 ασφάλεια (πολυπροπυλένιο)
- Γράσο σιλικόνης (μέσα στο περίβλημα)
- Πύρος οδήγησης για τον ρευματολήπτη
- Καθαριστικό ύφασμα
- Οδηγίες χρήσης
- Επιπρόσθετα στην σειρά 500:
  - 2 σύνδεσμοι γείωσης (επικασσιτερωμένος ορείχαλκος) με καλώδια χαλκού 2.5m<sup>2</sup> μήκους 350mm
  - 1 σύνδεσμος γείωσης με 2 κοχλίες (επινικελωμένος ορείχαλκος), περίβλημα συνδέσμου από πολυαμίδιο 6.

### Μηχανικές Ιδιότητες

- Ακροδέκτες και υποδοχείς: από επικασσιτερωμένο χαλκό ή ορείχαλκο. Οι υποδοχείς παρέχονται με ελατήριο τύπου δαχτυλιδιού από χαλκό-βηρύλλιο για καλύτερη επαφή με τους ακροδέκτες
- Περίβλημα: η μόνωση του ρευματολήπτη και ρευματοδότη γίνεται με ελαστομερές θερμοπλαστικό υλικό (TPE) με εξαιρετικά χαρακτηριστικά αντοχής και στεγανότητας. Η μόνωση υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις αντοχής σε χημικά που συναντώνται συνήθως στα Αεροδρόμια, καθώς και σε έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία και το όζον.

### 3.5.2. Σύνδεσμοι δευτερεύοντος καλωδίου.



( Σύνδεσμος δευτερεύοντος καλωδίου.)

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Για ένταση ρεύματος έως: 20A
- Για τάση έως: 600V

#### Περιεχόμενα συσκευασίας

- 1 ζευγάρι μόνωσης (ρευματοδότης, ρευματολήπτης)
- 1 ζευγάρι βυσμάτων για ακροδέκτες και υποδοχείς
- Ακροδέκτες και υποδοχείς (x2)
- Γράσο σιλικόνης
- Ασφάλεια για στερέωση των μεταλλικών τμημάτων
- Καθαριστικό ύφασμα
- Οδηγίες χρήσης

#### Μηχανικές ιδιότητες

- Ακροδέκτες και υποδοχείς: από επικασιτερωμένο χαλκό ή ορείχαλκο
- Περιβλήμα: η μόνωση του ρευματολήπτη και ρευματοδότη γίνεται με ελαστομερές θερμοπλαστικό υλικό (TPE) με εξαιρετικά χαρακτηριστικά

αντοχής και στεγανότητας. Η μόνωση υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις αντοχής σε χημικά που συναντώνται συνήθως στα Αεροδρόμια, καθώς και σε έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία και το όζον

### **3.6. Σταθεροποιητές σταθερού ρεύματος (CCR).**

Η ηλεκτρική ισχύς για τα περισσότερα επίγεια κυκλώματα φωτισμού αεροδρομίων παρέχεται από σταθεροποιητές συνεχούς ρεύματος, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν ένα σταθερό ρεύμα στην έξοδο ανεξάρτητο από τις διάφορες τιμές που παίρνει το φορτίο του κυκλώματος και τη τάση της πηγής ενέργειας. Ακόμα σχεδιάζονται να παρέχουν δύο ή περισσότερα ρεύματα εξόδου όταν απαιτούνται διαφορετικές εντάσεις φωτισμού.

Οι σταθεροποιητές που θα προμηθεύουν ενέργεια τα κυκλώματα φωτισμού του αεροδρομίου θα πρέπει να έχουν τις παρακάτω δυνατότητες:

- Να διατηρούν σταθερό το ρεύμα στην έξοδο τους με επιτρεπόμενη απόκλιση 2% για κάθε φορτίο από το μισό του πλήρους φορτίου με το 30% των μετασχηματιστών απομόνωσης να λειτουργούν εν κενό.
- Να αναδεικνύει οποιοδήποτε σφάλμα της γείωσης πάνω στο κύκλωμα κατά την διάρκεια της λειτουργίας του.
- Να έχει υψηλό βαθμό αξιοπιστίας και συνεπώς δεν θα έχει κινητά μέρη.
- Να ενσωματώνει μια συσκευή «ανοικτού κυκλώματος» η οποία θα αποκόπτει την κύρια τάση μέσα σε δύο δευτερόλεπτα και θα απαιτεί επαναλειτουργία του σταθεροποιητή.
- Να ανταποκρίνεται στις αλλαγές του κυκλώματος μέσα σε 15 κύκλους.
- Να ενσωματώνει μια συσκευή ασφαλείας η οποία θα θέτει τον σταθεροποιητή εκτός λειτουργίας ή θα εξασφαλίζει μια μείωση του ρεύματος σε περίπτωση υπερφόρτωσης.
- Να παρέχει τον απαιτούμενο αριθμό θέσεων έλεγχου εντάσεως ή ένα συνεχή μεταβλητό έλεγχο αν απαιτείται.
- Να είναι σχεδιασμένος να γίνεται αλλαγή της φωτεινότητας χωρίς να τον απενεργοποιούμε.

- Να απομονώνει ηλεκτρικά το κύκλωμα της κύριας ισχύος από το δευτερεύον κύκλωμα φωτισμού.
- Να λειτουργεί συνεχώς σε πλήρες φορτίο σε όλο το πεδίο των θερμοκρασιών μεταξύ  $-40^{\circ}\text{C}$  και  $+55^{\circ}\text{C}$  με σχετική υγρασία μεταξύ 10 και 100% σε υψόμετρο έως 2000m.

Σταθεροποιητές με τα παραπάνω χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στα αεροδρόμια είναι κινούμενου πηνίου, μονοκυκλικοί τετραγωνικοί και στατικής επανόρθωσης.

Ακόμα οι σταθεροποιητές θα πρέπει να έχουν:

- Ισχύ φορτίου εισόδου μεταξύ 4 και 7 kW.
- Να παρέχουν ρεύμα εξόδου από 6,6 έως 20 A.
- Συχνότητα κύριας ισχύος μεταξύ 30 και 60 Hz.
- Κύρια τάση μεταξύ 120 και 12.000 V



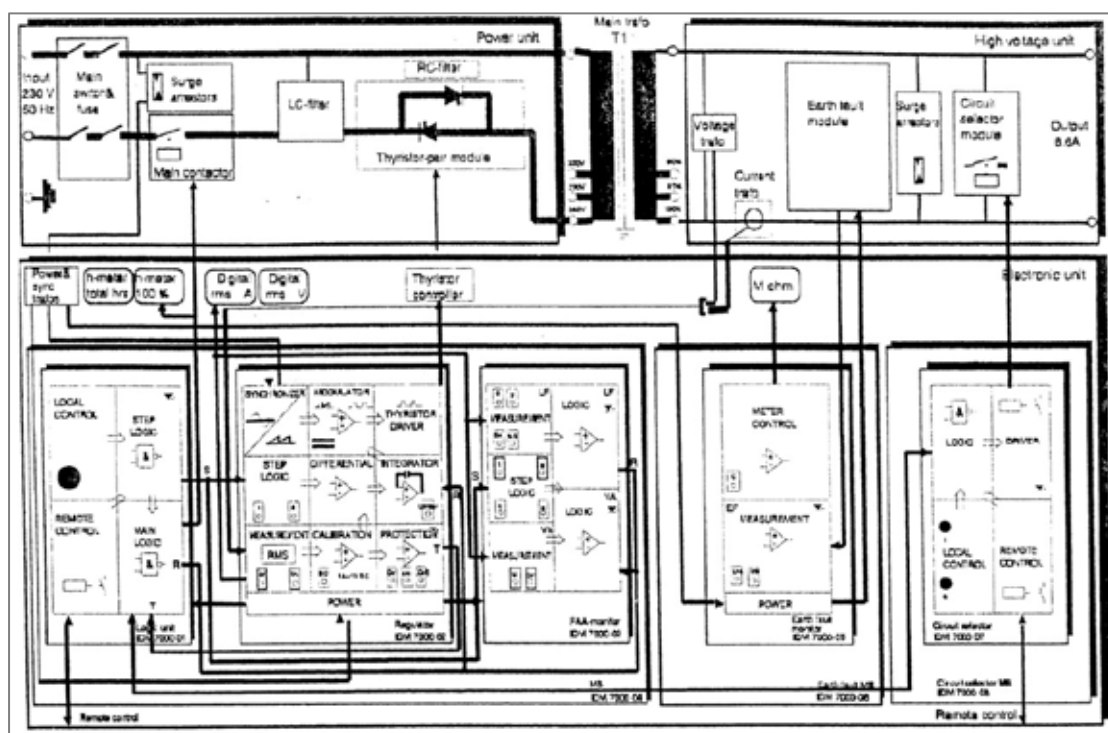
( Σταθεροποιητής συνεχούς ρεύματος.)



### 3.7.1. Δομή CCR

Το CCR αποτελείται από τις παρακάτω τρεις μονάδες:

1. Την μονάδα ισχύος.
2. Την μονάδα υψηλής τάσεως.
3. Την ηλεκτρονική μονάδα.



(block διάγραμμα αρχής λειτουργίας CCR)

#### ∅ Μονάδα ισχύος

Η μονάδα ισχύος αποτελείται από τα παρακάτω κύρια στοιχεία

- Κεντρικό διακόπτη και ασφάλεια

Ο κεντρικός διακόπτης συνδέεται με την παροχή και η ασφάλεια προστατεύει τη μονάδα ισχύος από υψηλές τιμές εντάσεως.

- Ρελέ

Το ρελέ λειτουργεί και σαν διακόπτης on –off για τον ρυθμιστή. Η μεταγωγή γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι επαφές του ρελέ να είναι χωρίς ρεύμα, ώστε να αποφευχθούν υπερτάσεις και να παρέχουν τη μέγιστη διάρκεια ζωής λειτουργίας στις επαφές



- Μετασχηματιστές τάσεως και ρεύματος

Αυτοί οι Μ/Τ παρέχουν πληροφορίες για την ανατροφοδότηση του ρυθμιστή

- Αλεξικέραυνα

Προστατεύουν το CCR από υπερτάσεις (κεραυνούς).

- Μεταγωγικό διακόπτη ή επαφές επιλογής κυκλώματος.

Αυτοί οι διακόπτες διακόπτουν τα επιλεγμένα κυκλώματα.

- Μονάδα σφάλματος γης.

- **Ηλεκτρονική μονάδα**

Η ηλεκτρονική μονάδα αποτελείται από τα παρακάτω μέρη.

- Τη λογική μονάδα
- Σταθεροποιητή.

## Ø ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ.

Η μονάδα μετασχηματιστή χρησιμεύει για την παροχή των κυκλωμάτων σειράς. Οι μονάδες αποτελούνται από τα ακόλουθα μέρη:

- Μετασχηματιστή τροφοδότησης
- Μετασχηματιστή ρεύματος για υπολογισμό πραγματικής τιμής
- Προστασία υπέρτασης
- Σύνδεση για παρακολούθηση αντίστασης μόνωσης
- Κλέμες

Εκτός από τα 9 τυποποιημένα μεγέθη μετασχηματιστών σύμφωνα με το IEC 61822, διατίθενται και άλλα από 0.6 έως 35 kVA, ανάλογα με τις απαιτήσεις του φορτίου. Οι διαβαθμίσεις στους μετασχηματιστές είναι τέτοιες ώστε να μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη προσαρμογή σε οποιοδήποτε κύκλωμα σειράς με κατάλληλη επιλογή των βαθμονομημένων εξόδων. Για συστήματα έως 10kVA οι μετασχηματιστές έχουν ξεχωριστά πλαίσια που βιδώνονται πάνω σε χαλύβδινα

προφίλ. Για μεγαλύτερα συστήματα, η τοποθέτηση των στοιχείων είναι μόνιμη μέσα στο ερμάριο.



(μονάδα μετασχηματιστή)

Ø Τεχνικά χαρακτηριστικά για όλες τις μονάδες

- Σύμβολο σύνδεσης: Ii0
- Βαθμός προστασίας: IP 00
- Κλάση μόνωσης: T40/F
- Ονομαστική τάση ανοχής: +10 % / -15 %
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος: -10°C .. +55°C
- Υγρασία (δίχως συμπύκνωση): < 95 %

· Τεχνικά δεδομένα

Απόδοση / kVA	1	2,5	5	7,5	10	15	20	25	30
Γάση πρωτεύοντος / V									
στα 50 Hz	196	196	196	196	196	340	340	340	340
Γάση δοκιμής kv	2.5/4	2.5/4	2.5/4	2.5/6	2.5/6	2.5/8	2.5/10	2.5/10	2.5/12
Τύπος ψύξης	S	S	S	S	S	AN	AN	AN	AN
Σύμφωνα με VDE	0.89	0.92	0.94	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98
Βάρος / kg	25	42	66	82	104	123	176	215	205
Υψος / mm	350	350	350	350	500	750	875	875	875

### **3.7. Μονάδα μέτρησης σφαλμάτων λαμπτήρων (CAS).**

Το CAS είναι ένα κλιμακωτό σύστημα μέτρησης για την απόκτηση, εμφάνιση και προώθηση στοιχείων βλαβών και τρέχουσες πραγματικές τιμές έντασης ρεύματος σε κυκλώματα σειράς φωτισήμανσης αεροδρομίων.

Το CAS τοποθετείται σε συρταρωτό ερμάριο 19" το οποίο στο εμπρόσθιο τμήμα διαθέτει οθόνη LCD τεσσάρων γραμμών με φωτιζόμενο πλαίσιο και πληκτρολόγιο μεμβράνης για παραμετροποίηση και χειροκίνητη λειτουργία. Στο πίσω τμήμα βρίσκονται οι είσοδοι για την παροχή τροφοδοσίας, την επικοινωνία και την σύνδεση των μετρητικών διατάξεων τάσης και έντασης των κυκλωμάτων σειράς. Το σύστημα μέτρησης μπορεί να εφοδιαστεί με έως οκτώ μονάδες μέτρησης και έως οκτώ κυκλώματα συνδεδεμένα σε κάθε μονάδα. Οι τιμές που συλλέγονται τίθενται στη διάθεση των εγκαταστάσεων και συστημάτων ελέγχου μέσω επικοινωνίας bus. Οι επικοινωνίες bus που είναι διαθέσιμες αποκλειστικά για εφεδρικές και μη εφεδρικές επικοινωνίες είναι τύπου CAN-BUS και PROFIBUS-DP, ενώ για τις μη εφεδρικές κατηγορίες τα σειριακά πρωτόκολλα RCOM και MODBUS είναι επιπλέον διαθέσιμα μέσω της σύνδεσης τύπου RS485 που παρέχει το σύστημα.

Τα πληροφοριακά στοιχεία εμφανίζονται στην οθόνη με χρόνο κύκλου περίπου 320 ms, μαζί με το όνομα του εν λόγω κυκλώματος και προωθούνται στις εγκαταστάσεις και το σύστημα ελέγχου. Υπάρχει επίσης χειροκίνητα δυνατότητα επιλογής των διαφόρων κυκλωμάτων προς απεικόνιση.

### **3.8. ΜΕΡΗΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ (ΙΜΕ).**

Η μονάδα ΙΜΕ είναι ένα σύστημα μέτρησης για την απόκτηση, εμφάνιση και προώθηση στοιχείων μέτρησης αντίστασης μόνωσης σε κυκλώματα σειράς φωτοσήμανσης αεροδρομίων.

Το σύστημα μέτρησης αντίστασης μόνωσης αποτελείται από συρταρωτό ερμάριο 19" το οποίο στο εμπρόσθιο τμήμα φέρει οθόνη LCD τεσσάρων γραμμών με φωτιζόμενο πλαίσιο και πληκτρολόγιο μεμβράνης για παραμετροποίηση και χειροκίνητη λειτουργία. Στο πίσω τμήμα βρίσκονται οι είσοδοι για την παροχή τροφοδοσίας, την επικοινωνία και τον έλεγχο του ρελαί υψηλής τάσης του κάθε κυκλώματος σειράς.

Το σύστημα μέτρησης είναι σε θέση να παρακολουθεί κυκλικά μέχρι 64 κυκλώματα σε διαδοχή. Οι μετρούμενες τιμές που συλλέγονται τίθενται στη διάθεση των εγκαταστάσεων και των συστημάτων ελέγχου μέσω επικοινωνίας field bus. Οι επικοινωνίες bus που είναι διαθέσιμες αποκλειστικά για εφεδρικές και μη εφεδρικές επικοινωνίες είναι τύπου CAN-BUS και PROFIBUS-DP, ενώ για τις μη εφεδρικές κατηγορίες τα σειριακά πρωτόκολλα RCOM και MODBUS είναι επιπλέον διαθέσιμα μέσω της σύνδεσης τύπου RS485 που παρέχει το σύστημα.

Χρησιμοποιώντας ρυθμιστές (σταθεροποιητές), η τιμή μόνωσης που μετριέται μπορεί να εμφανιστεί άμεσα στην οθόνη του συγκεκριμένου ρυθμιστή. Η μέτρηση της τάσης επίσης αποσυνδέεται αυτόματα από το κύκλωμα όταν ο ρυθμιστής είναι απενεργοποιημένος.

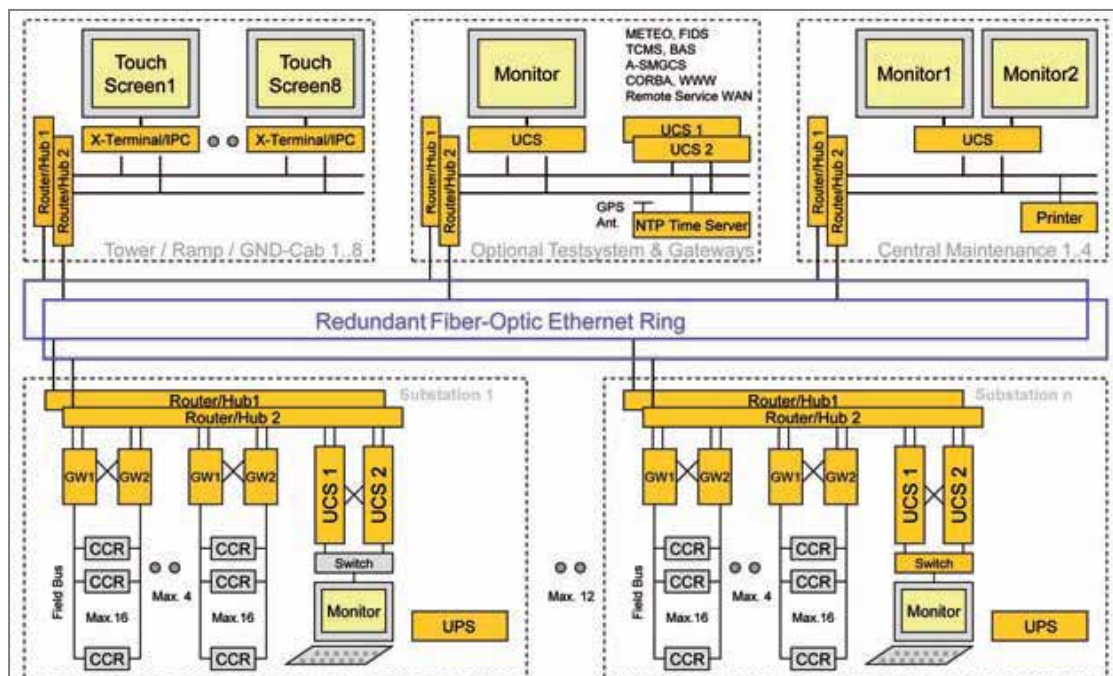
### **3.9. Συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης (AGL-ACMS).**

Το αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης της φωτοσήμανσης Αεροδρομίων είναι ένα ιδιαίτερα ευέλικτο, αξιόπιστο, ανοιχτής δομής και επεκτάσιμο σύστημα που έχει αναπτυχθεί προκειμένου να ανταποκριθεί στις όλο και περισσότερο αυστηρές απαιτήσεις που εφαρμόζονται στα στρατιωτικά και πολιτικά αεροδρόμια .

Ο συγκεκριμένος εξοπλισμός μαζί με το αναπτυγμένο λογισμικό, είναι απλά στην λειτουργία και διευκολύνει την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρηση κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του. Τα συστήματα μπορεί να είναι κεντρικά, μερικώς διασπαρμένα ή και πλήρως διασπαρμένα.



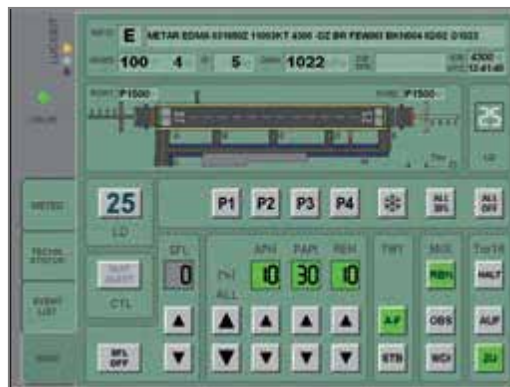
(Σύστημα ελέγχου φωτισήμανσης σε πύργο ελέγχου)



### 3.9.1. Πάνελ εργασίας.

Ο πιο ευέλικτος και πιο οικονομικός τρόπος είναι η χρήση πάνελ αφής. Ένα πάνελ αφής είναι μια οθόνη με αισθητήρα αφής, της οποίας τα γραφικά μέρη μπορούν να αγγιχτούν, έτσι ώστε να εκτελέσει μια προκαθορισμένη λειτουργία. Η οθόνη αφής αντικαθιστά το ποντίκι, και το πληκτρολόγιο. Μερικές από τις τυπικές λειτουργίες είναι:

- Έλεγχο των μεμονωμένων συστημάτων φωτισμού
- Έλεγχο της κατεύθυνσης προσγείωσης
- Αναγνώριση των εισερχόμενων συναγερμών
- Checkback σήματα από τα κυκλώματα του φωτισμού
- Checkback σήματα από τα συστήματα φωτισμού
- Ένδειξη κατάστασης του συστήματος επικοινωνίας
- Λίστα συμβάντων και ιστορικό αυτών
- Απεικόνιση των τιμών της αντίστασης μόνωσης των επιμέρους κυκλωμάτων φωτισμού



(πάνελ αφής)



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.**

### **4.1. Ηλεκτρικά κυκλώματα.**

Η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για το φωτισμό αεροδρομίου είναι σχεδόν αποκλειστικά εναλλασσόμενου ρεύματος, της τάξεως των 50 έως 60 Hz. Σε αυτές τις εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται κυκλώματα σειριακής συνδέσεως όσο και κυκλώματα παράλληλης συνδέσεως. Τα περισσότερα φώτα ενεργοποιούνται μέσα από σειριακά κυκλώματα, αλλά η εισερχόμενη ενέργεια διανέμεται μέσα από παράλληλης συνδέσεως κυκλώματα. Ακόμα μερικές μεμονωμένες μονάδες ή μικρότερα κυκλώματα φώτων μπορούν να ενεργοποιηθούν μέσα από παράλληλης συνδέσεως κυκλώματα. Τα διαδοχικώς αναπτόμενα φώτα των συστημάτων προσεγγίσεως, μερικοί προβολείς και μερικά φώτα εμποδίων είναι τα σημαντικότερα συστήματα φωτισμού που χρησιμοποιούν παράλληλης συνδέσεις κυκλώματα.

#### **4.1.1. Κυκλώματα σειράς.**

Τα στοιχεία του κυκλώματος στα σειριακής διατάξεως κυκλώματα είναι συνδεδεμένα κατά σειρά με το ίδιο ρεύμα να διέρχεται από το κάθε ένα στοιχείο. Το κύκλωμα είναι ένας συνεχής βρόχος που αρχίζει και τελειώνει στην αρχική πηγή ρεύματος. Σε αυτό τον τρόπο σύνδεσης είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση σταθεροποιητών συνεχούς ρεύματος (ccr), για το λόγο ότι παρέχει ρεύμα σταθερής τάσεως που είναι ανεξάρτητο από το ηλεκτρικό φορτίο που τροφοδοτεί η πηγή, και μπορεί να έχει τυχόν μεταβολές. Ένα ακόμα εξάρτημα που είναι απαραίτητο στα κυκλώματα αυτά είναι οι μετασχηματιστές απομόνωσης που τοποθετούνται πριν από κάθε λαμπτήρα και μας εξασφαλίζουν την αποφυγή ανοικτού κυκλώματος σε περίπτωση βλάβης ενός λαμπτήρα.

Με την σειριακή σύνδεση επιτυγχάνεται η ομαλή λειτουργία των λαμπτήρων καθώς λειτουργούν με το ίδιο ρεύμα και κατ' επέκταση με την ίδια ένταση.

#### **4.1.2. Παράλληλης συνδέσεως κυκλώματα.**

Τα στοιχεία του κυκλώματος που έχουν να κάνουν με τα παράλληλης συνδέσεως κυκλώματα συνδέονται παράλληλα κατά μήκος των αγωγών στους οποίους εφαρμόζεται η τάση που εισάγεται. Θεωρητικώς σε κάθε στοιχείο εφαρμόζεται η ίδια τάση, αλλά στην πράξη το ρεύμα που ρέει μέσα στους αγωγούς προκαλεί μια μείωση τάσεως, η οποία όσο αφορά μεγάλα κυκλώματα προκαλεί αισθητά μείωση τάσης και κατ' επέκταση μείωση έντασης. Στα κυκλώματα διανομής φωτισμού αεροδρομίου, η τιμή της τάσεως είναι υψηλή και του ρεύματος χαμηλή με αποτέλεσμα η πτώση τάσεως που δημιουργείται να είναι λιγότερο σημαντική και να μην επηρεάζει το κύκλωμα. Σε περιπτώσεις που η πτώσης τάσης δημιουργεί πρόβλημα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σταθεροποιητές τάσεως με το μειονέκτημα ότι αυξάνουν το κόστος εγκατάστασης.

#### **4.2. Σύγκριση της σειριακής και παράλληλης σύνδεσης κυκλωμάτων φωτισμού.**

Αποδεκτός και κατάλληλος φωτισμός μπορεί να παραχθεί είτε μέσα από σειριακής είτε μέσα από παράλληλης συνδέσεως κυκλώματα. Τα εν σειρά συνδεδεμένα κυκλώματα χρησιμοποιούνται συνήθως για εκείνα τα συστήματα φωτισμού αεροδρομίου όπου το υπόδειγμα παρέχει καθοδηγητικές πληροφορίες εξαιτίας της περισσότερο ομοιόμορφης εντάσεως των φώτων και του καλύτερου ελέγχου της εντάσεως. Τέτοια συστήματα περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των φώτων που χρησιμοποιούνται στο φωτισμό του διαδρόμου προσγειώσεως και απογειώσεως, του τροχοδρόμου και των σταθερών αναμένων φώτων των συστημάτων φωτισμού προσεγγίσεως. Τα παράλληλης συνδέσεως κυκλώματα χρησιμοποιούνται για το μεγαλύτερο μέρος των συστημάτων φωταγώγησης ανοιχτών περιοχών, των αυτόνομων ή μικρού αριθμού οπτικών βοηθημάτων και των συστημάτων διαχείρισης και καταμερισμού του ηλεκτρικού ρεύματος. Τα συστήματα φωτισμού των αεροδρομίων που χρησιμοποιούν συνήθως παράλληλη σύνδεση είναι τα συστήματα φωταγώγησης του χώρου στάθμευσης αεροσκαφών, τα αλληλοδιαδόχως αναπτόμενα φώτα, τα φώτα ειδικού σκοπού (π.χ. ανεμούρια) και

μερικά φώτα που οριοθετούν τα υπάρχοντα εμπόδια και τα κυκλώματα κατανομής του ηλεκτρικού ρεύματος.

### **4.3. Προδιαγραφές κυκλωμάτων φωτισμού αεροδρομίων.**

Τα κυκλώματα φωτισμού σε ένα αεροδρόμιο, όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο, ανάλογα με την λειτουργία τους τοποθετούνται βάση των προβλεπόμενων κανονισμών σε συγκροτημένα σημεία του αεροδρομίου.

Το κεφάλαιο 8.2 του ANNEX 14 αναφέρει λεπτομερώς ότι για ένα διάδρομο τα ηλεκτρικά κυκλώματα είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε η βλάβη ενός κυκλώματος να μην αφήσει τον πιλότο χωρίς οπτική καθοδήγηση και να μην έχει ως αποτέλεσμα ένα παραπλανητικό μοτίβο. Κάθε σύστημα φωτισμού προσέγγισης και κάθε σύστημα φωτισμού του διαδρόμου προσγειώσεως και απογειώσεως, θα πρέπει να έχει αφεθεί να πλεονάζει σε δυο τουλάχιστον κυκλώματα. Κάθε κύκλωμα που βρίσκεται σε μια εσωτερικώς πλεονάζουσα γραμμή θα πρέπει να εκτείνεται σε ολόκληρη τη γραμμή και να είναι τόσο καλά οργανωμένο και κανονισμένο ώστε στην περίπτωση βλάβης ενός ή περισσότερων κυκλωμάτων να υπάρχει και να παραμένει σε λειτουργία ένα ισορροπημένο συμμετρικό μοτίβο φωτισμού. Τα φώτα εισόδου είναι συνήθως σε ξεχωριστά μεταξύ τους κυκλώματα. Τα φώτα κεντρικού άξονα του διαδρόμου προσγειώσεως και απογειώσεως θα πρέπει να πλεονάζουν εσωτερικά και να αφεθούν με ένα τέτοιο τρόπο που δε θα καταστρέψουν των χρωματικό κώδικα αυτών των φώτων. Οι περιοχές εκείνες του συστήματος του κεντρικού άξονα που αποτελούνται αποκλειστικά από λευκά φώτα και εκείνες που αποτελούνται μόνο από κόκκινα φώτα μπορούν να αφεθούν μέσα στο σύστημα.

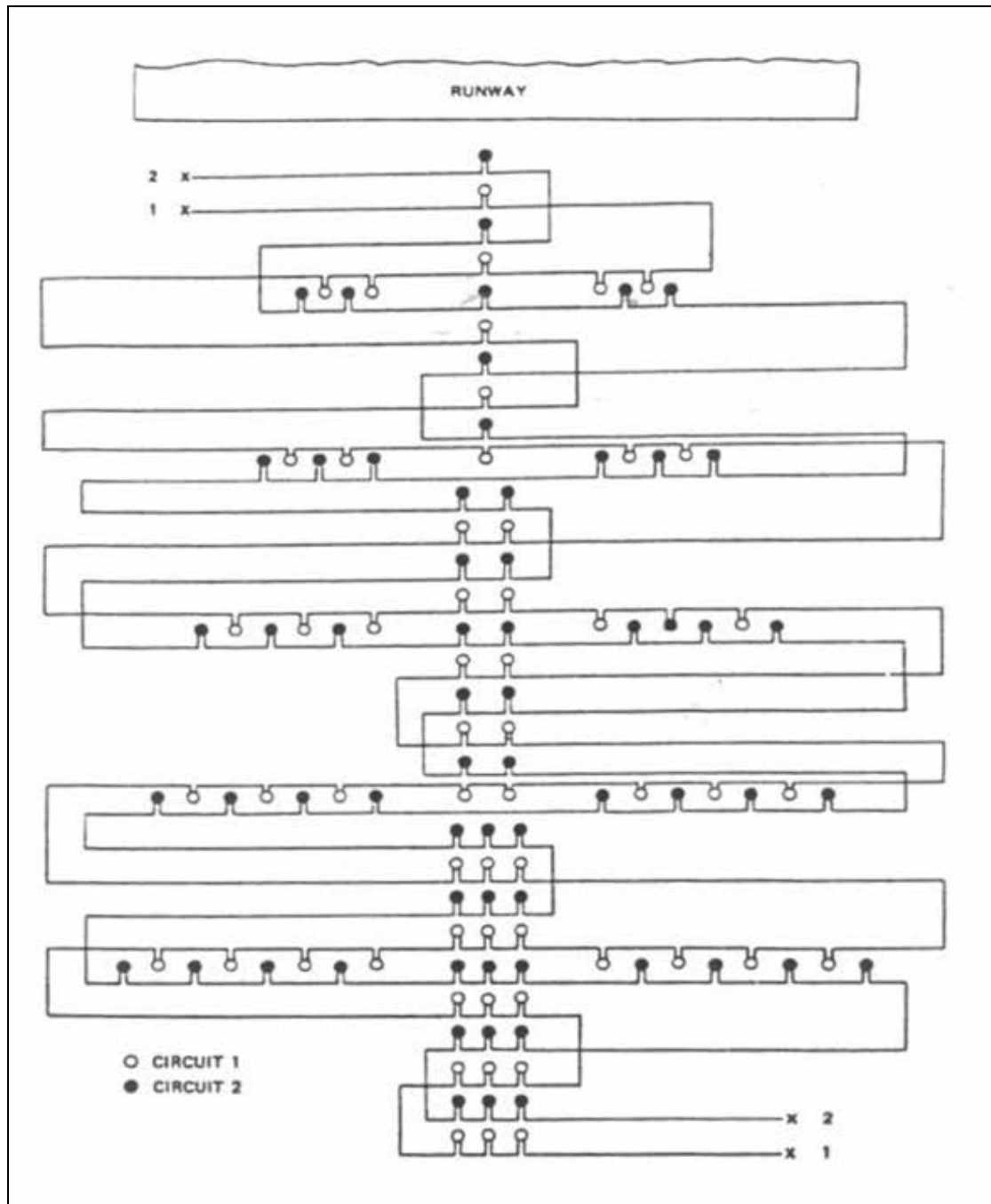
Τα συστήματα οπτικής ενδείξεως της κλίσης προσέγγισης θα πρέπει να έχουν δύο κυκλώματα ανά τέλος διαδρόμου προσγειώσεως και απογειώσεως. Όταν ένα οπτικό σύστημα ενδείξεως της κλίσης προσέγγισης είναι VASIS, 3- BAR VASIS ή T-VASIS που παρέχει ρεύμα σόλες τις μονάδες φώτων που βρίσκονται στη μια πλευρά του διαδρόμου, θα πρέπει να τροφοδοτείται από το ίδιο κύκλωμα. Αυτή η διευθέτηση διασφαλίζει ότι αν ένα κύκλωμα πάθει βλάβη τότε θα υπάρχει ένα πλήρες μοτίβο στην άλλη πλευρά του διαδρόμου. Όταν οι δείκτες της κλίσης της προσέγγισης εγκατασταθούν μόνο στη μία πλευρά του διαδρόμου προσγειώσεως και απογειώσεως, όπως συμβαίνει με τα PAPI, AVASIS, 3-BAR VASIS και AT-VASIS,

ένα μέρος των λαμπτήρων σε κάθε μονάδα φώτων θα πρέπει να συνδέεται στο ένα κύκλωμα και το υπόλοιπο μέρος των λαμπτήρων σε άλλο κύκλωμα, έτσι ώστε να διατηρείται η ακεραιότητα του μοντέλου, αλλά με μειωμένη ένταση. Τα συστήματα οπτικής ενδείξεως της κλίσης προσέγγισης θα πρέπει να απενεργοποιούνται όταν ένα παραπλανητικό σήμα προέρχεται από βλάβη μίας φωτιστικής μονάδας.

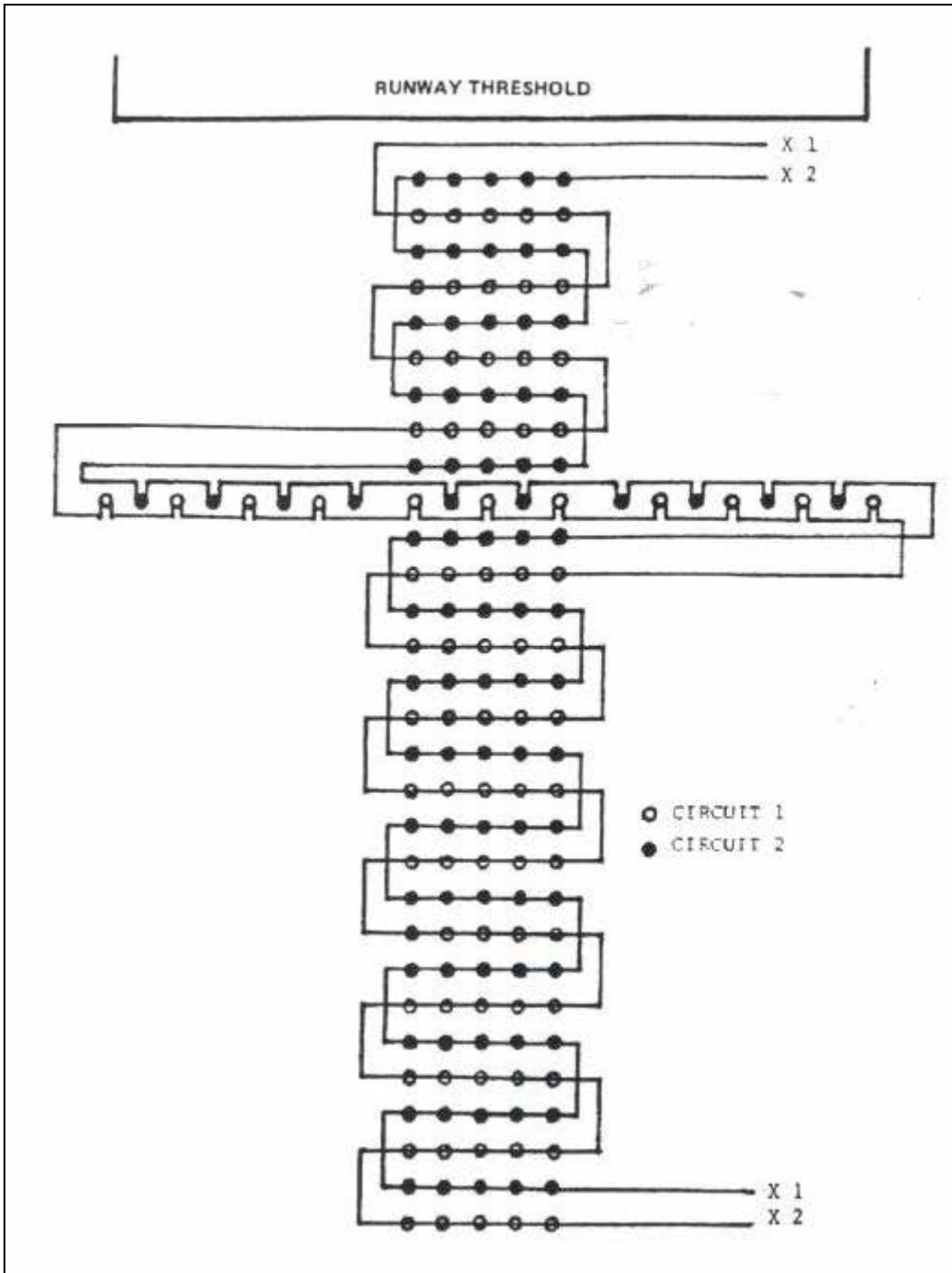
Ο φωτισμός για τον τροχόδρομο, θα πρέπει να είναι σχεδιασμένος για σειριακή συνδέσεως κυκλώματα. Τα κυκλώματα φωτισμού του κεντρικού άξονα του τροχόδρομου θα πρέπει να είναι πλεονάζοντα εσωτερικώς και σε εκείνα τα σημεία του συστήματος που χρησιμοποιούνται συνθήκες κατηγορίας III, αλλά και για λόγους οικονομίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα απλό κύκλωμα για άλλους τροχόδρομους. Ο φωτισμός των τροχόδρομων, θα πρέπει να έχει τέτοια κυκλώματα ώστε σε περίπτωση βλάβης να επιτρέπει στον πιλότο να έχει καθοδήγηση πορείας μέσα από επιλεκτικό φωτισμό των διαφόρων τμημάτων του συστήματος.

Οι μπάρες απαγόρευσης θα πρέπει να ελέγχονται αυτόνομα η μια από την άλλη και από τα φώτα του τροχόδρομου. Τα ηλεκτρικά κυκλώματα θα πρέπει να είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε όλα τα φώτα μιας απαγορευτικής μπάρας να μην παθαίνουν βλάβη την ίδια στιγμή. Τα φώτα αυτά θα πρέπει να είναι παρεμβάλλοντα. Μπορεί να τροφοδοτούνται μέσα από δύο διαφορετικά κυκλώματα ή μέσα από δυο κοντά και συνηθισμένα κυκλώματα με τους αναμεταδότες έλεγχου να είναι προσαρμοσμένοι στις μπάρες απαγόρευσης.

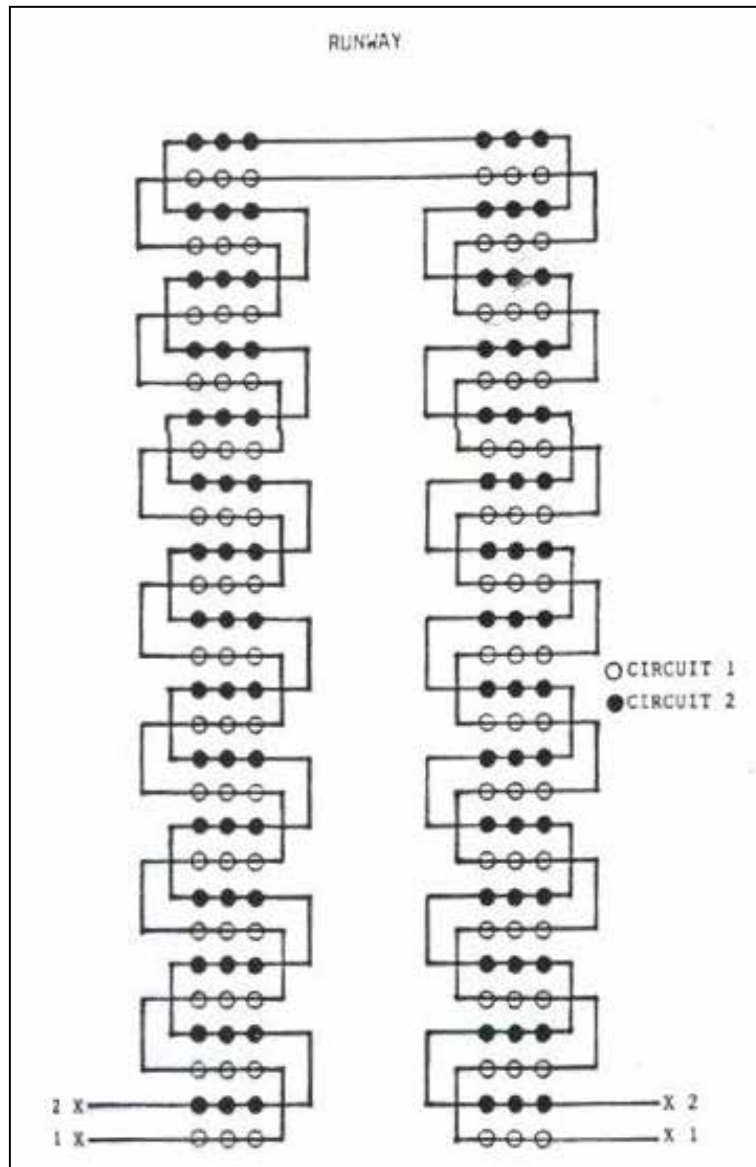
Τέλος απαραίτητο στα κυκλώματα αυτά είναι η γείωση. Όλος ο εξοπλισμός θα πρέπει να είναι συνδεδεμένος με τη γη. Ένα καλώδιο γείωσης θα πρέπει να διαρρέετε από τα κέντρα διανομής της ενέργειας με καλώδια σειριακής συνδέσεως κυκλώματα. Η δευτερεύουσα πλευρά όλων των μετασχηματιστών απομόνωσης και τα στηρίγματα όλων των υπερυψωμένων φωτιστικών θα πρέπει να συνδέονται σε αυτό το καλώδιο γειώσεως. Το καλώδιο αυτό θα είναι τοποθετημένο πάνω από τα καλώδια του κυκλώματος σε ένα αγωγό που θα είναι κοντά στην επιφάνεια ή στο ίδιο χάρακωμα και σε απόσταση όχι λιγότερο από 10cm πάνω από το τελευταίο καλώδιο. Συνήθως ως καλώδια γειώσεως χρησιμοποιούνται μη μονωμένοι αγωγοί.



(Ηλεκτρολογικό κύκλωμα συστήματος προσέγγισης τύπου Α.)



(: Ηλεκτρολογικό κύκλωμα συστήματος προσέγγισης τύπου Β.)



(:Ηλεκτρολογικό κύκλωμα συστήματος φωτισμού της ζώνης επαφής διαδρόμου ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II, III.)

#### **4.4. Μέθοδοι εγκατάστασης.**

Ως βασική προϋπόθεση, για την υλοποίηση μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης αεροδρομίου είναι ότι τα καλώδια, οι συνδέσεις και ότι έχει ρεύμα βρίσκετε κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Η εγκατάσταση υπόγειων ηλεκτρικών κυκλωμάτων είναι μια τεχνική ακριβή αλλά μας διασφαλίζει αποδοτική λειτουργία με ελάχιστη συντήρηση.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι εγκατάστασης υπογείων καλωδίων, ο απευθείας ενταφιασμός ή η εγκατάσταση μέσα σε αγωγούς.

##### **4.4.1. Απευθείας ενταφιασμός καλωδίων.**

Τα κύρια βήματα εγκατάστασης ηλεκτρικών καλωδίων με απευθείας ενταφιασμός είναι, άνοιγμα χαντακιών, τοποθέτηση του καλωδίου, και ξαναγέμισμα του χαντακιού. Όλα τα καλώδια που είναι στην ίδια τοποθεσία και τρέχουν προς την ίδια κατεύθυνση πρέπει να εγκατασταίνονται στο ίδιο χαντάκι. Τα τοιχώματα στα χαντάκια θα είναι απαραίτητα κάθετα, έτσι ώστε οι πλαϊνές επιφάνειες να υποστούν την λιγότερη δυνατή ζημία. Ο πυθμένας αυτών θα είναι απαραίτητα λείος και ελεύθερος από τραχείς επιφάνειες. Αν είναι δυνατό, το άνοιγμα των χαντακιών θα είναι τέτοιο ώστε να έχει ακριβώς την έκταση που καταλαμβάνουν τα καλώδια που πρόκειται να εγκατασταθούν, και το κλείσιμο αυτών θα γίνεται την ίδια μέρα. Όπου υπάρχει χλοοτάπητας που είναι πολύ καλής κατάστασης και μπορεί να μετακινηθεί, θα αποφλοιώνεται προσεκτικά και θα αποθηκεύεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην καταστραφεί.

Το βάθος των χαντακιών δε θα είναι λιγότερο από 5 cm κάτω από το επίπεδα που ορίζει το χαμηλότερο καλώδιο. Τα καλώδια θα βρίσκονται τουλάχιστον 50 cm κάτω από το τελειωμένο έδαφος όταν αυτά βρίσκονται μέσα στην ιδιοκτησία του αεροδρομίου και 75 cm από το τελειωμένο έδαφος όταν αυτά βρίσκονται έξω από αυτή. Ο αγωγός γείωσης θα τοποθετείται τουλάχιστον 15 cm πάνω από την τελευταία στρώση καλωδίων.

Πριν τοποθετήσουμε τα καλώδια μέσα στο χαντάκι, το γεμίζουμε με μία στερεή στρώση 5cm από χώμα ή άμμου που θα περιέχει βράχους οι πέτρες με διάμετρο μεγαλύτερη από 6mm.



Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι όσο το δυνατό μακρύτερα για να μειώσουμε τις διαφορού είδους ενδιάμεσες ενώσεις. Όταν χρειάζεται να κόψουμε ένα καλώδιο, οι άκρες του θα σφραγίζονται αποτελεσματικά για την υγρασία αμέσως μετά το κόψιμο. Τα καλώδια που προτίθεται να χρησιμοποιηθούν για απευθείας ενταφιασμό θα ξετυλίγονται μέσα στο ανοιχτό χαντάκι ή κοντά σε αυτό και ύστερα θα τοποθετούνται προσεκτικά μέσα στο πάτο αυτού. Η τοποθέτηση του καλωδίου μέσα στο χαντάκι τραβώντας το πάνω στο έδαφος δεν επιτρέπεται.

Αφότου εγκατασταθούν τα καλώδια στο χαντάκι θα διαχωριστούν και θα σταθεροποιηθούν με τον σωστό τρόπο. Στην συνέχεια θα γεμιστεί το χαντάκι σε τρεις στρώσεις. Η πρώτη στρώση γεμίματος δε θα είναι λιγότερο από 7,5 cm σε βάθος και θα είναι υλικά εδάφους ή άμμος που δε θα περιέχει βράχους οι πέτρες διαμέτρου μεγαλύτερης από 6 mm. Η δεύτερη στρώση θα είναι λιγότερη από 12 cm σε βάθος και δεν θα περιέχει βράχους ή πέτρες μεγαλύτερης από 25 mm. Το υπόλοιπο γέμισμα θα γίνεται από προϊόντα εκσκαφής ή μπάζα και δε θα περιέχει βράχους ή πέτρες μεγαλύτερης από 100mm. Τα χαντάκια θα γεμίζονται και θα πατιούνται για να φθάσουν στο επίπεδο της παρακείμενης επιφάνειας.

#### **4.4.1.1. Εγκατάσταση καλωδίων μέσα σε αγωγούς (υπόγειες διαβάσεις).**

Σε αυτό τον τρόπο εγκατάστασης τα καλώδια περνάνε μέσα από φρεάτια που είναι τοποθετημένα κάτω από το έδαφος. Η επιλογή της πορείας των υπογείων διαβάσεων είναι πολύ σημαντική γιατί πρέπει να επιτυγχάνεται η μέγιστη λειτουργικότητα με το μικρότερο κόστος και η λειτουργική χρήση σε μελλοντικές κατασκευές.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τις υπόγειες διαβάσεις είναι φάϊμπεργκλας, ασβεστοκονιάματος με τσιμέντο, κεραμικά, πλαστικό και σε μερικές περιπτώσεις ατσάλι. Το μέγεθος των διαβάσεων δε θα είναι μικρότερο από 10cm εκτός αν οι αγωγοί χρησιμοποιούνται για καλώδια επικοινωνίας οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν αγωγοί 7,5cm.

Σε περιπτώσεις που είναι απαραίτητο να τρέξουν καλώδια επικοινωνίας μαζί με τα καλώδια ισχύος θα παρέχονται δύο απομονωμένα διαμερίσματα φρεατίων. Οι

αγωγοί ηλεκτρισμού και επικοινωνιών θα πρέπει να διατηρούνται μακριά από άλλες υπόγειες λειτουργίες, όπως από σωλήνες υψηλής πίεσης και ατμού.

Η εγκατάσταση των αγωγών μπορεί να γίνει με δύο τρόπους.

Ο πρώτος τρόπος είναι η εγκατάσταση των αγωγών χωρίς πάκτωμα με μπετό. Όπου τα χαντάκια για ένα μόνο αγωγό δε θα είναι μικρότερα από 15cm και μεγαλύτερα από 30cm σε πλάτος, ενώ το μέγεθος του χαντακιού σε περιπτώσεις που έχουμε δύο ή περισσότερους αγωγούς θα είναι ανάλογος με αυτούς. Οι πάτοι των χαντακιών θα είναι κατάλληλα διαμορφωμένοι ώστε να δίνουν ομοιόμορφη υποστήριξη στους αγωγούς των διαβάσεων σε όλο το μήκος τους. Στο πάτο του χαντακιού θα τοποθετείται γέμισμα από υλικά εδάφους που δεν θα περιέχουν πέτρες ή βράχους με διάμετρο μεγαλύτερη από 6mm όπως σκόνη, άμμο, κ.τ.λ. Το πάχος αυτής της στρώσης θα είναι τουλάχιστον 10 cm και θα πατιέται μέχρι να γίνει στερεό. Σε περιπτώσεις δύο ή περισσότερων αγωγών σε ένα χαντάκι θα τοποθετούνται σε απόσταση όχι μικρότερη των 5cm κατά την οριζόντια διεύθυνση και 15cm κατά την κάθετη διεύθυνση. Οι ατσάλινοι αγωγοί και οι τσιμεντένιοι βαρέου τύπου μπορούν να ενταφιαστούν κατευθείαν στη γη.

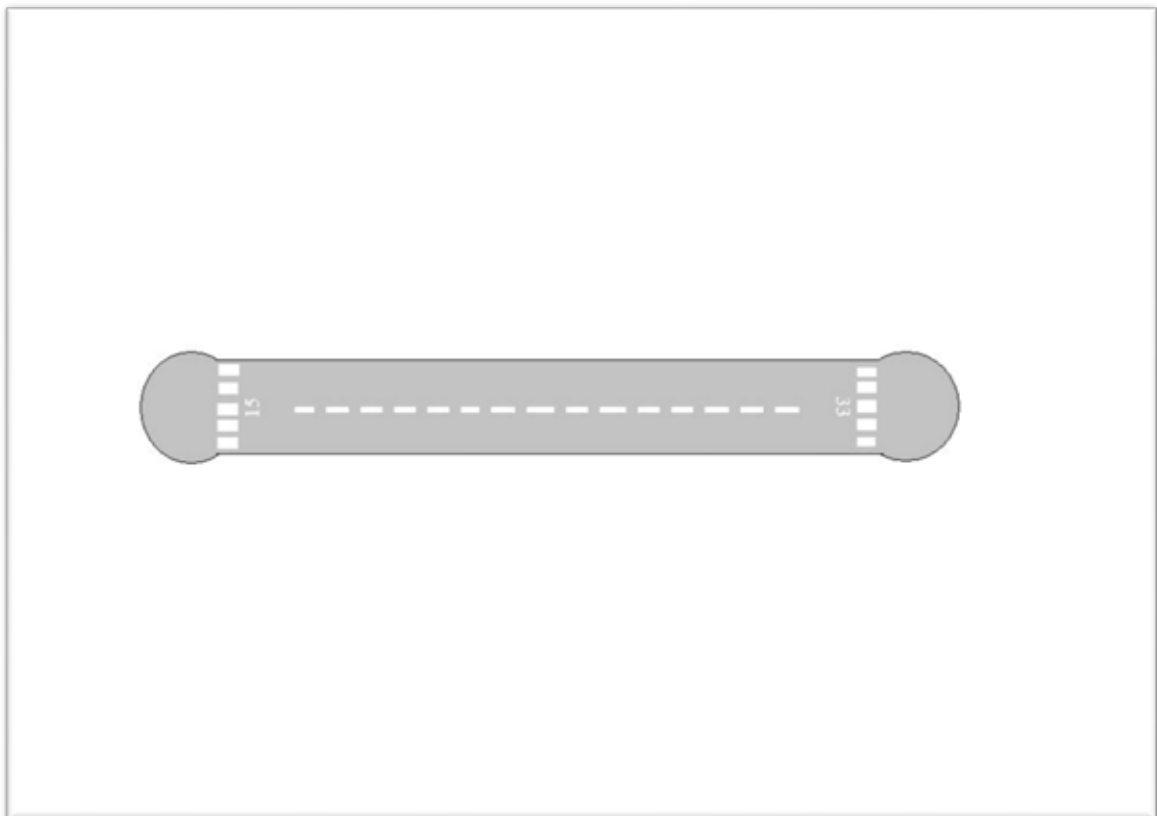
Ο δεύτερος τρόπος είναι η εγκατάσταση αγωγών πακτωμένους με μπετόν. Σε αυτή τη περίπτωση οι αγωγοί που τοποθετούνται σε πάκτωμα τσιμέντου, θα πρέπει να απλώνονται σένα στρώμα τσιμέντου που θα είναι τουλάχιστον 7,5cm. Όταν εγκαθίστανται παραπάνω από δύο αγωγούς το διάστημα μεταξύ τους δεν θα είναι μικρότερο των 5cm. Καθώς προχωρεί το στρώσιμο των αγωγών στο πάνω μέρος θα τοποθετείται ένα στρώμα τσιμέντου που θα έχει πάχος τουλάχιστον 7,5cm.

Όλες οι γραμμές των αγωγών θα πρέπει να απλώνονται με μια κλίση που οδηγεί στο φρεάτιο και στο τέλος των αγωγών. Οι κλίσεις μπορεί να είναι 2,5mm ανά μέτρο. Όπου δεν είναι δυνατό να διατηρείται η κλίση προς μία κατεύθυνση, οι αγωγοί μπορεί να παίρνουν κλίση από το κέντρο προς τις δύο κατευθύνσεις κατά τη διεύθυνση των φρεατίων ή του τέλους των αγωγών. Σημεία όπου μπορεί να συσσωρευτεί υγρασία θα πρέπει να αποφεύγονται.

Τέλος το κάθε σύστημα υπόγειας εγκατάστασης θα πρέπει να έχει επαρκή διαθεσιμότητα σε αγωγούς για τις σχεδιασμένες εγκαταστάσεις. Μελλοντική επέκταση, συν 25% των ελεύθερων αγωγών.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>0</sup> : ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ** **ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ ΜΗ ΑΚΡΙΒΟΥΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΑΕΡΟΔΙΜΕΝΑ.**

Σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί η μελέτη ενός πρότυπου διαδρόμου μη ακριβούς προσέγγισης μήκους 1600 m και πλάτους 30 m όπως δείχνει η παρακάτω εικόνα. Επίσης ο διάδρομος απέχει από τον σταθμό φωτισήμανσης 500m και ο πύργος ελέγχου 600m από τον σταθμό φωτισήμανσης. Θα κάνουμε επιλογή όλων των απαραίτητων υλικών και συστημάτων που απαιτούνται όπως αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αδιάλειπτη λειτουργία της εγκατάστασης, η αξιοπιστία και θα προτείνουμε λύσεις με βάση την εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος θα γίνει οικονομικοτεχνική μελέτη της εγκατάστασης.



(διάδρομος πρότυπου αεροδρομίου)

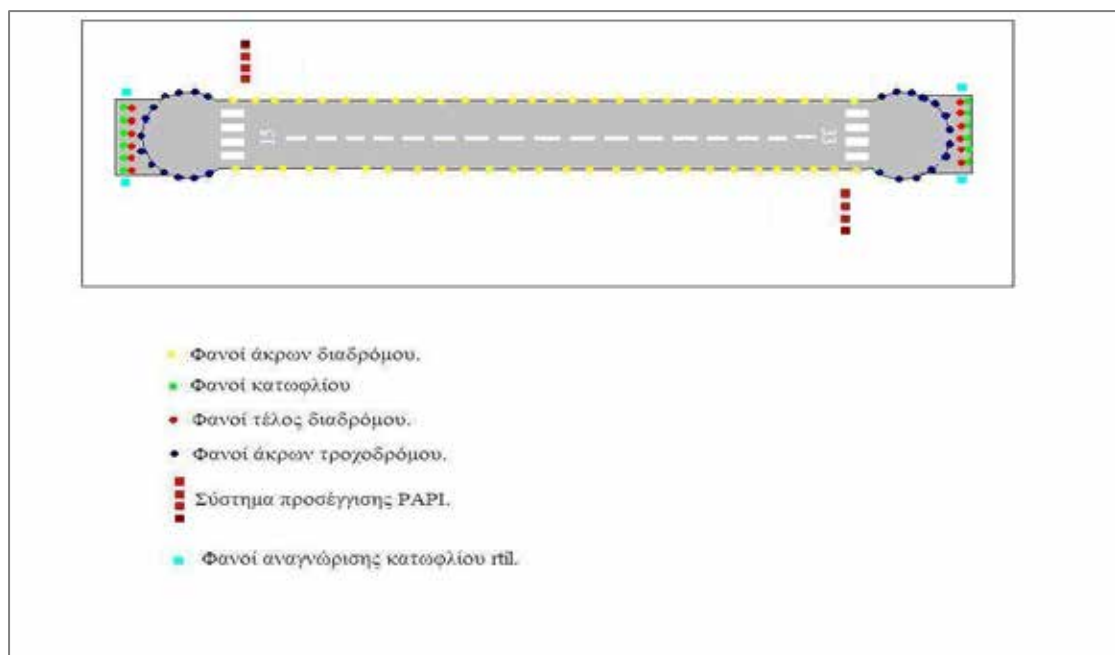
## 5.1. Μελέτη εγκατάστασης φωτισήμανσης.

Θα ξεκινήσουμε την μελέτη εγκατάστασης από τους φανούς φωτισήμανσης του διαδρόμου καθώς αποτελούν το φορτίο της εγκατάστασης. Έπειτα θα αναλύσουμε την τροφοδοσία την συνδεσμολογία και τον έλεγχο της εγκατάστασης.

### 5.1.1. Επιλογή φανών διαδρόμου.

Όπως έχουμε αναφέρει είδη από τα προηγούμενα κεφάλαια οι προδιαγραφές των φωτιστικών σωμάτων, ο τρόπος τοποθέτησης και οι αποστάσεις των φωτιστικών σωμάτων μεταξύ τους καθορίζεται από τους κανονισμούς του I.C.A.O annex 14. Επομένως σύμφωνα με αυτούς τους κανονισμούς και με την θεωρία που έχουμε αναπτύξει στα προηγούμενα κεφάλαια για το συγκεκριμένο διάδρομο απαιτούνται:

- Û 54 φανοί πλευρικών άκρων διαδρόμου.
- Û 12 φώτα κατωφλίου και τέλος διαδρόμου.
- Û 28 φώτα άκρων τροχοδρόμου.
- Û 2 συστήματα προσέγγισης PAPI (κάθε σύστημα αποτελείται από 4 συσκευές PAPI.)
- Û 4 Φώτα αναγνώρισης κατωφλίου (rttl lights).



(σχέδιο 5.1: πρότυπου διαδρόμου μη ακριβούς προσέγγισης με τον απαραίτητο φωτισμό)

Η παρακάτω επιλογή φωτιστικών σωμάτων έγινε με βάση τα φωτιστικά που παραθέσαμε αναλυτικά στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο. Η επιλογή ανάμεσα στα φωτιστικά σώματα έγινε με βάση την αξιοπιστία και την εξοικονόμηση ενέργειας. Με βάση τα παραπάνω επιλέγουμε φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες led καθώς υπερέχουν με διαφορά από τους αντίστοιχους λαμπτήρες αλογόνου. Επιπλέον το πιο σημαντικό πλεονέκτημα των λαμπτήρων led είναι ότι σε περίπτωση επέκτασης του διαδρόμου όπου σημαίνει αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς του φωτισμού δεν θα χρειαστεί να αντικαταστήσουμε τους σταθεροποιητές σταθερού ρεύματος.

#### Û Πλευρικοί φανοί διαδρόμου.

Οι πλευρικοί φανοί διαδρόμου θα είναι υπεριψωμένοι, μέσης φωτιστικής έντασης (Μ.Φ.Ε.) ακτινοβολίας λευκού φωτός σύμφωνα με το εν ισχύ εγχειρίδιο ICAO ANNEX 14.



(πλευρικά φώτα διαδρόμου EREL.)

- Φανός LED εντάσεως 6.6 A.
- Ισχύς Φανού 35 W.

Στα τελευταία 600m πριν το τέρμα του κάθε άκρου διαδρόμου οι φανοί θα εκπέμπουν προς την μία πλευρά κίτρινο φώς με προσθήκη κατάλληλου φίλτρου.

#### · Φανοί κατωφλίου και τέλους διαδρόμου.

Οι φανοί κατωφλίου και τέλους διαδρόμου θα είναι χωνευτοί, μέσης φωτιστικής έντασης, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο εν ισχύ εγχειρίδιο ICAO ANNEX 14. Οι φανοί αυτοί είναι διατεταγμένοι σε δύο ομάδες εκατέρωθεν του διαδρόμου όπως φαίνεται στο σχέδιο 1. Και στα δύο άκρα του διαδρόμου το κατώφλι συμπίπτει με το τέρμα του διαδρόμου και οι φανοί κατωφλίου θα εκπέμπουν φωτεινή δέσμη πράσινου χρώματος προς την πλευρά της προσέγγισης και κόκκινου χρώματος προς την πλευρά του διαδρόμου.



(φώτα κατωφλίου και τέλος διαδρόμου irel-1)

- Φανός LED εντάσεως 6.6 A
- Ισχύς Φανού 60 W.

#### · Πλευρικά φώτα τροχοδρόμου

Τα πλευρικά φώτα τροχοδρόμου θα είναι υπερυψωμένοι φανοί, μέσης φωτιστικής έντασης κυανού χρώματος. Οι φανοί αυτοί θα εγκατασταθούν στις θέσεις που φαίνονται στα σχέδιο 1



( Πλευρικά φώτα τροχοδρόμου IL 220D-TEL)

- Φανός LED εντάσεως 6.6 A
- Ισχύς Φανού 45 W.

#### Û Υπερυψωμένος φανός προσέγγισης.

Κάθε σύστημα PAPI αποτελείται από δύο 4 συσκευές διατεταγμένες στην αριστερή πλευρά του διαδρόμου και κάθε συσκευή θα έχει τρεις 2 ειδικούς λαμπτήρες των 100WATTS - 6,6,A.



(φανός προσέγγισης EL 218/219 PAPI)

- Φανός αλογόνου εντάσεως 6.6A.
- Ισχύς φανού 100W (Μία συσκευή PAPI έχει δύο φανούς αλογόνου).

## Ü Φανοί αναγνώρισης κατωφλίου με κεντρική μονάδα ελέγχου.



(φανός EI817d )



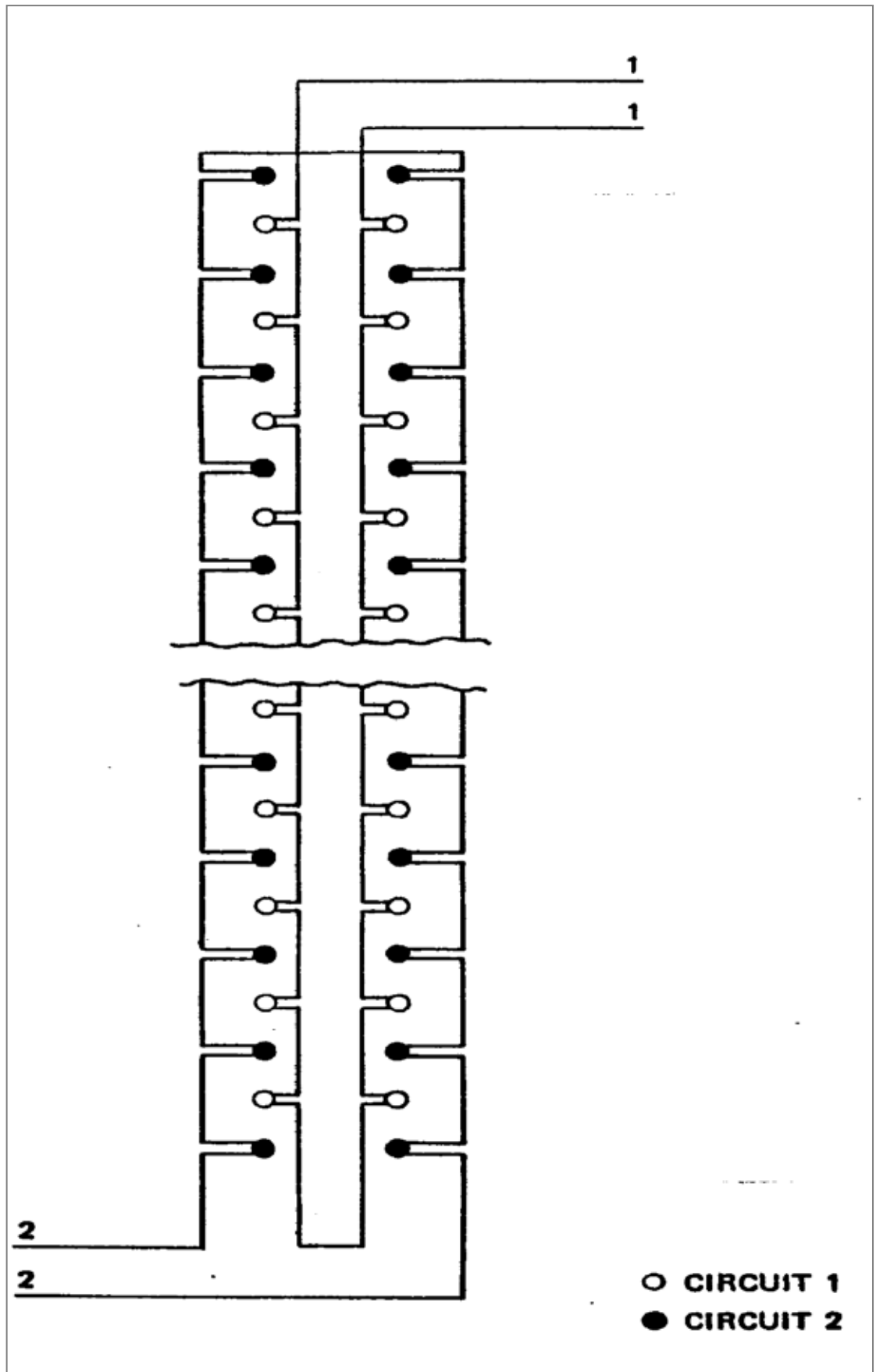
(μονάδα ελέγχου φώτων διαδοχικής αναλαμπής)

- Φανός LED εντάσεως 1 A.
- Ισχύς φανού 20 W.

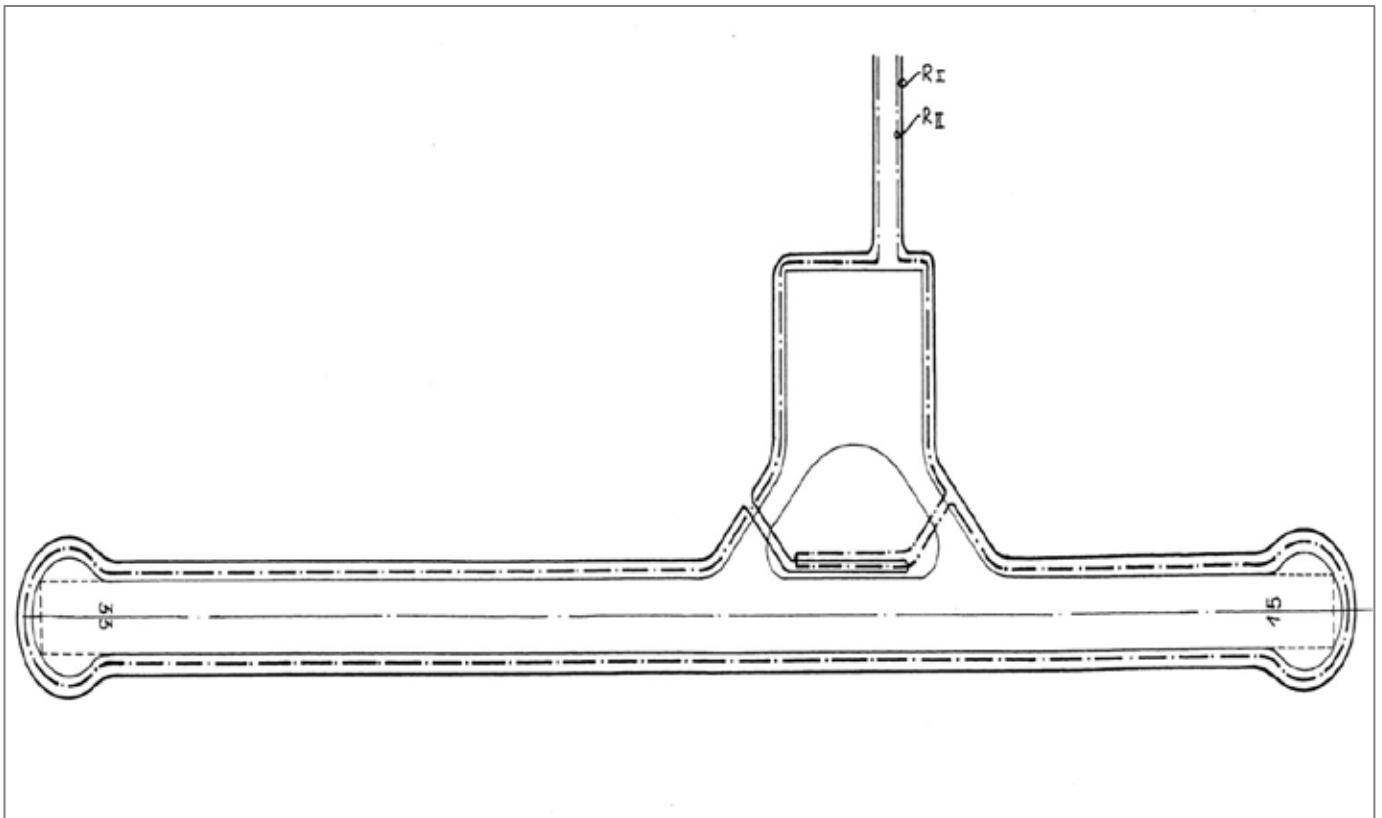
### **5.1.2. Δίκτυο φωτισήμανσης.**

Η καλύτερη λύση συνδεσμολογίας της εγκατάστασης είναι όπως έχουμε αναπτύξει και στο προηγούμενο κεφάλαιο το κύκλωμα σειράς. Τα κυκλώματα σειράς φωτισμού διαδρόμου είναι τεχνικά ορθή λύση, απλοϊκή, ευέλικτη, αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική. Επειδή η φωτισήμανση είναι πολύ σημαντική για την ασφάλεια της αεροπλοΐας κυρίως σε στιγμές περιορισμένης ορατότητας (σκοτάδι, ομίχλη κ.τ.λ.) όχι μόνο κατά την φάση της προσέγγισης του αεροσκάφους στον διάδρομο αλλά και για την κίνηση του στο έδαφος πρέπει να εξασφαλίζεται ένα ενιαίο μοτίβο φωτισήμανσης στον πιλότο. Αυτό το επιτυγχάνουμε συνδέοντας τους φανούς τις εγκατάστασης έναν παρά έναν από ανεξάρτητες γραμμές τροφοδοσίας (Σχήμα 5.2) οι οποίες περιτριγυρίζουν τον διάδρομο σε όλο το μήκος του όπως δείχνει το σχήμα 5.3. Κάθε γραμμή που τροφοδοτεί μια σειρά από φώτα ξεκινάει από ένα CCR.





(Σχήμα 5.2)



(Σχήμα 5.3: R1 γραμμή από CCR1, R2 γραμμή από CCR2)

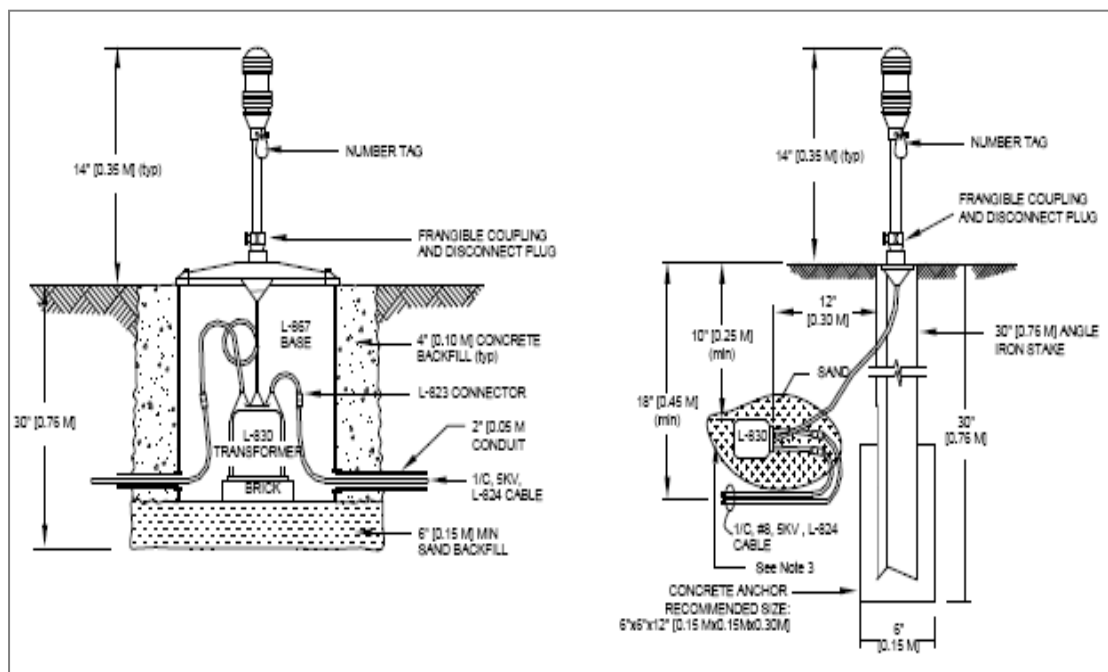
Οι πλευρικοί φανοί άκρων διαδρόμου, οι φανοί κατωφλίου-τέλους διαδρόμου και οι φανοί άκρων τροχοδρόμου χωρίζονται σε δύο ανεξάρτητα κυκλώματα όπου το κάθε ένα κύκλωμα τροφοδοτείται από ένα CCR. Το ένα κύκλωμα τροφοδοτεί τους φανούς που έχουν μονό χαρακτηριστικό αριθμό, και το άλλο τους έχοντες ζυγό. Έτσι σε περίπτωση βλάβης του ενός κυκλώματος, θα υπάρχει φωτισήμανση του διαδρόμου ανά 120m περίπου μέσω του άλλου κυκλώματος. Τα συστήματα PAPI τροφοδοτούνται από ένα CCR το οποίο έχει ένα μεταγωγικό διακόπτη, ο οποίος επιλέγει ποια από τα δύο συστήματα θα λειτουργεί (αυτό εξαρτάται από ποια πλευρά πραγματοποιείται η προσέγγιση του αεροσκάφους).

Τα καλώδια των κυκλωμάτων φωτισήμανσης διαδρόμου και PAPI θα είναι είναι μονοπολικά, διατομής AWG-8, για τάση 5 KV μόνωσης τύπου B για τοποθέτηση εντός εδάφους ή πλαστικών σωλήνων.

Τα συστήματα RTIL τροφοδοτούνται ηλεκτρικά από τον γενικό πίνακα φωτισήμανσης με καλώδιο τύπου J1VV 2X16 mm<sup>2</sup> και τηλεχειρίζονται με καλώδιο τύπου J1VV 10X2,5 mm<sup>2</sup>.

· Μετασχηματιστές τροφοδότησης φανών.

Οι μετασχηματιστές τροφοδότησης των φανών διαδρόμου, τροχοδρόμων, και PAPI θα είναι μετασχηματιστές έντασης, για κύκλωμα σειράς τάσης 5KV, πλήρως ενσωματωμένοι εντός ελαστικού μονωτικού περιβλήματος, κατάλληλοι για απευθείας τοποθέτηση εντός του εδάφους, κατάλληλης ισχύος (45 έως 200 W) σχέσεως μετασχηματισμού 6,6/6,6A σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο εν ισχύ εγχειρίδιο ICAO ANNEX 14 .



(Σχέδιο σύνδεσης φανού με μετασχηματιστή απομόνωσης)

Η σύνδεση των μετασχηματιστών απομόνωσης με τους φανούς γίνεται μέσω ειδικών συνδέσμων όπως παραθέσαμε στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο.

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των φανών που επιλέξαμε απαιτείται:

- Για τους πλευρικούς φανούς διαδρόμου 6.6A/45W.
- Για τους φανούς καταφλίου και τέλους 6.6A/65W.
- Για τα συστήματα PAPI 6.6A/200W.
- Για τους φανούς άκρων τροχοδρόμου 6.6A/45W

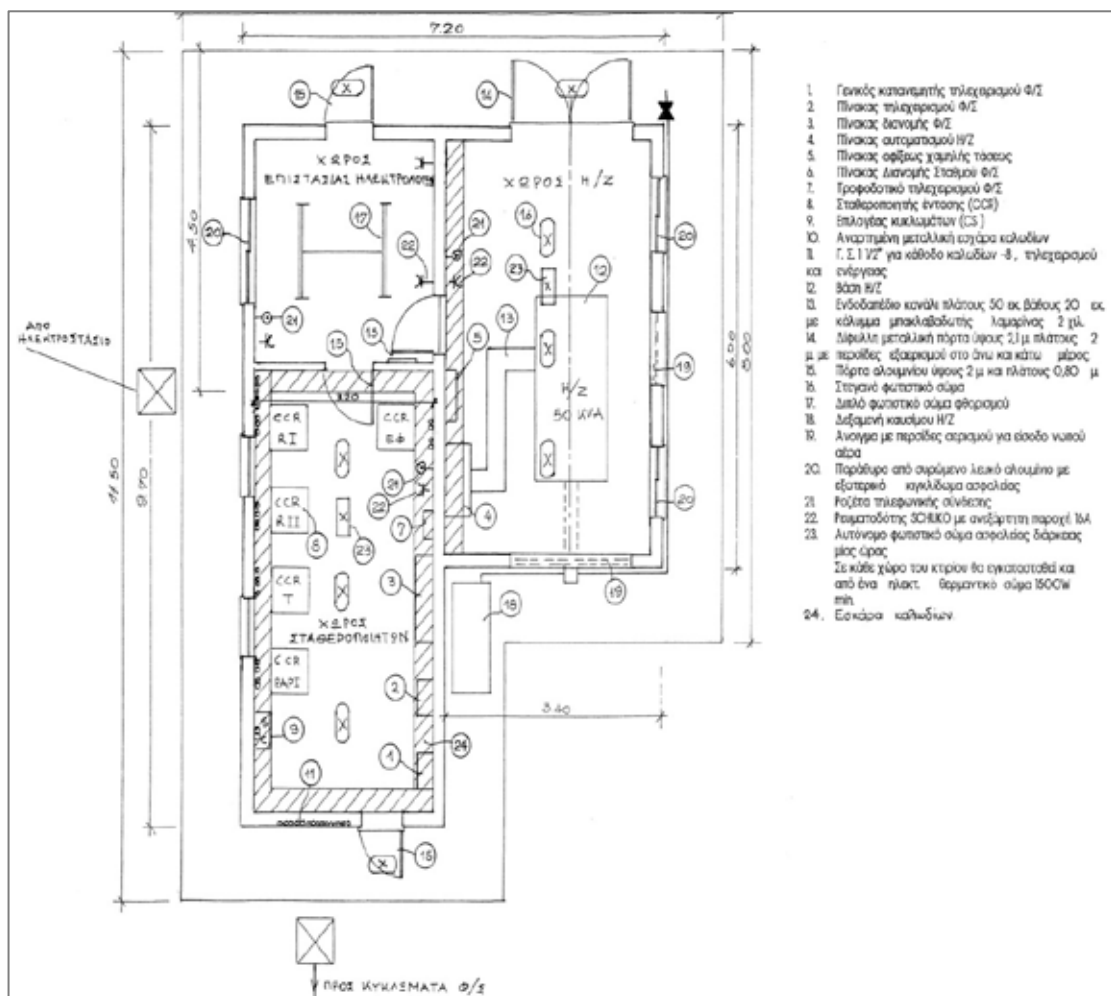
Ø Γείωση δικτύου φωτισήμανσης.

Ο αγωγός γείωσης που σκοπό έχει την προστασία των καλωδίων φωτισήμανσης από υπερεντάσεις που τυχόν δημιουργηθούν από διάφορες αιτίες, θα τοποθετηθεί κατά μήκος όλων των διαδρομών καλωδίων, περίπου 10cm πάνω από αυτά. Θα είναι γυμνός, χάλκινος,

επικασσιτερωμένος, διατομής 16mm<sup>2</sup>. Ο αγωγός αυτός θα γειώνεται επιπρόσθετα , ανά 300m περίπου, με κατακόρυφο ηλεκτρόδιο γείωσης μήκους 1,5m

Η κορυφή κάθε ηλεκτροδίου θα βρίσκεται 20cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, μέσα σε φρεάτιο. Η σύνδεση του αγωγού γείωσης με το ηλεκτρόδιο θα γίνει μέσω καταλλήλου προς αυτό εξάρτημα. Οι κεφαλές των ηλεκτροδίων στο τέλος θα επικαλυφθούν με πίσσα για την αποφυγή οξειδώσεων.

### 5.1.3. Σταθμός φωτοσήμανσης.



(κάτοψη σταθμού φωτοσήμανσης)

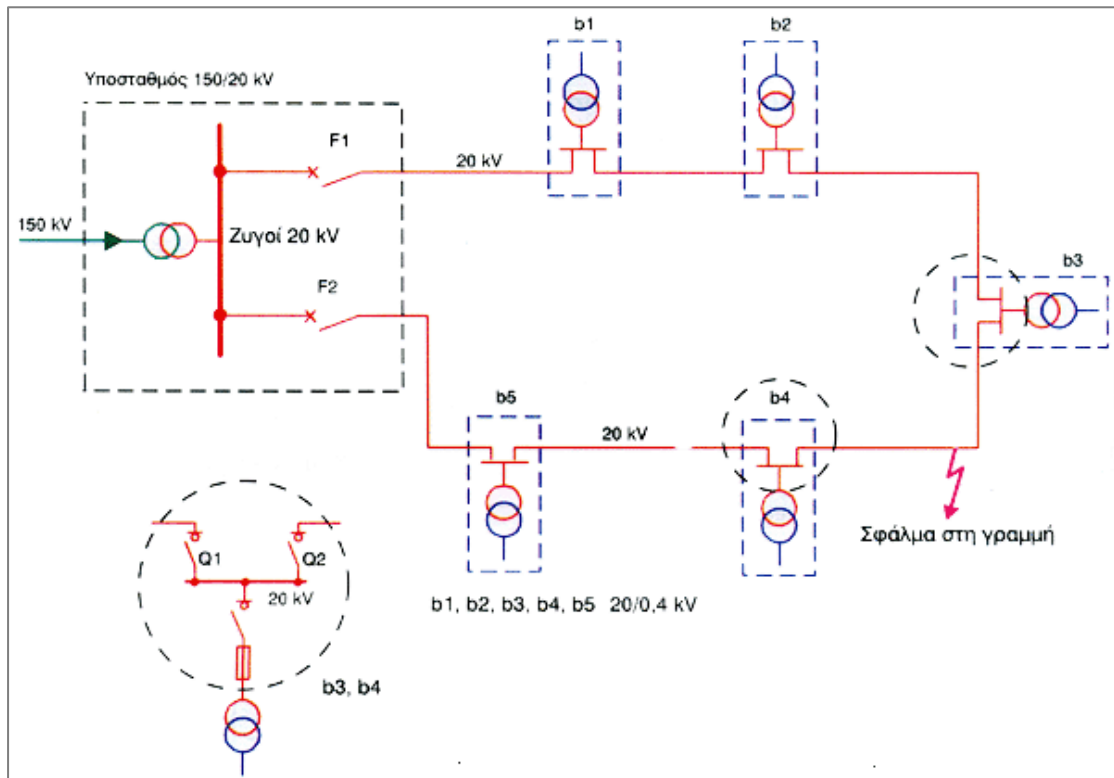
Η εγκατάσταση φωτοσήμανσης του διαδρόμου ξεκινάει από τον σταθμό φωτοσήμανσης (σχήμα 5.2) στον οποίο θα στεγαστούν όλες οι απαραίτητες συσκευές για την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας προς τα συστήματα φωτοσήμανσης , τον έλεγχο των κυκλωμάτων και τον τηλεχειρισμό τους από τον πύργο έλεγχου.

Οι συσκευές εξυπηρέτησης της φωτισήμανσης που θα εγκατασταθούν στον σταθμό είναι αναλυτικά οι εξής :

1. Σταθεροποιητής έντασης κυκλώματος διαδρόμου [ **R-I** ](ισχύος 4 KW έντασης 6,6A, βαθμιδωτής ρύθμισης πέντε βαθμίδων, τροφοδοτούμενος με 230 V, 50 HZ)
2. Σταθεροποιητής έντασης κυκλώματος διαδρόμου [ **R-II** ] (όπως και του R-I).
3. Σταθεροποιητής έντασης κυκλωμάτων PAPI [ **P** ] (ισχύος 4 KW έντασης 6,6A, βαθμιδωτής ρύθμισης πέντε βαθμίδων, τροφοδοτούμενος με 230 V, 50 HZ).
4. Εφεδρικός σταθεροποιητής έντασης [ **ΕΦ** ] (ισχύος 4 KW έντασης 6,6A, βαθμιδωτής ρύθμισης πέντε βαθμίδων ,τροφοδοτούμενος με 230V, 50 HZ).
5. Επιλογέας κυκλωμάτων για την κατά περίπτωση τροφοδότηση του συστήματος PAPI του ενός ή του άλλου άκρου του διαδρόμου.
6. Τον πίνακα διανομής φωτισήμανσης για την ηλεκτρική παροχή των ανωτέρω συσκευών όπως και των λοιπών καταναλώσεων της Φ/Σ. ( ανεμούρια , RTILS, κλπ )
7. Τον πίνακα τηλεχειρισμού φωτισήμανσης για τον τηλεχειρισμό των καταναλώσεων που δεν τροφοδοτούνται από σταθεροποιητή ή επιλογή κυκλωμάτων ( και τα οποία τηλεχειρίζονται άμεσα από τον πύργο ελέγχου ).
8. Τον γενικό κατανεμητή φωτισήμανσης . Σε αυτόν καταλήγουν όλα τα καλώδια τηλεχειρισμού που ξεκινούν από τον πύργο ελέγχου και μέσω αυτού ( του κατανεμητή) συνδέονται με τους σταθεροποιητές, επιλογή κυκλωμάτων , πίνακα τηλεχειρισμού.
9. Τροφοδοτικό τηλεχειρισμού 48 V DC
10. Πινάκα άφιξης χαμηλής τάσεως στον σταθμό φωτισήμανσης. Ο πίνακας αυτός βρίσκεται δίπλα στον πίνακα αυτοματισμού του H/Z και ασφαλίζει την όλη ηλεκτρική εγκατάσταση.
11. H/Z ισχύος 50 KVA πλήρες με το σύστημα αυτοματισμού του περιλαμβάνων τον ικανής ισχύος μεταγωγικό διακόπτη ΔΕΗ/HZ .

12. Σύστημα τηλεφωνικής επικοινωνίας μεταξύ Σταθμού φωτισήμανσης και πύργου ελέγχου.
13. Πίνακα διανομής των καταναλώσεων του σταθμού φωτισήμανσης.

## 5.2. Περιγραφή λειτουργίας και έλεγχος της εγκατάστασης



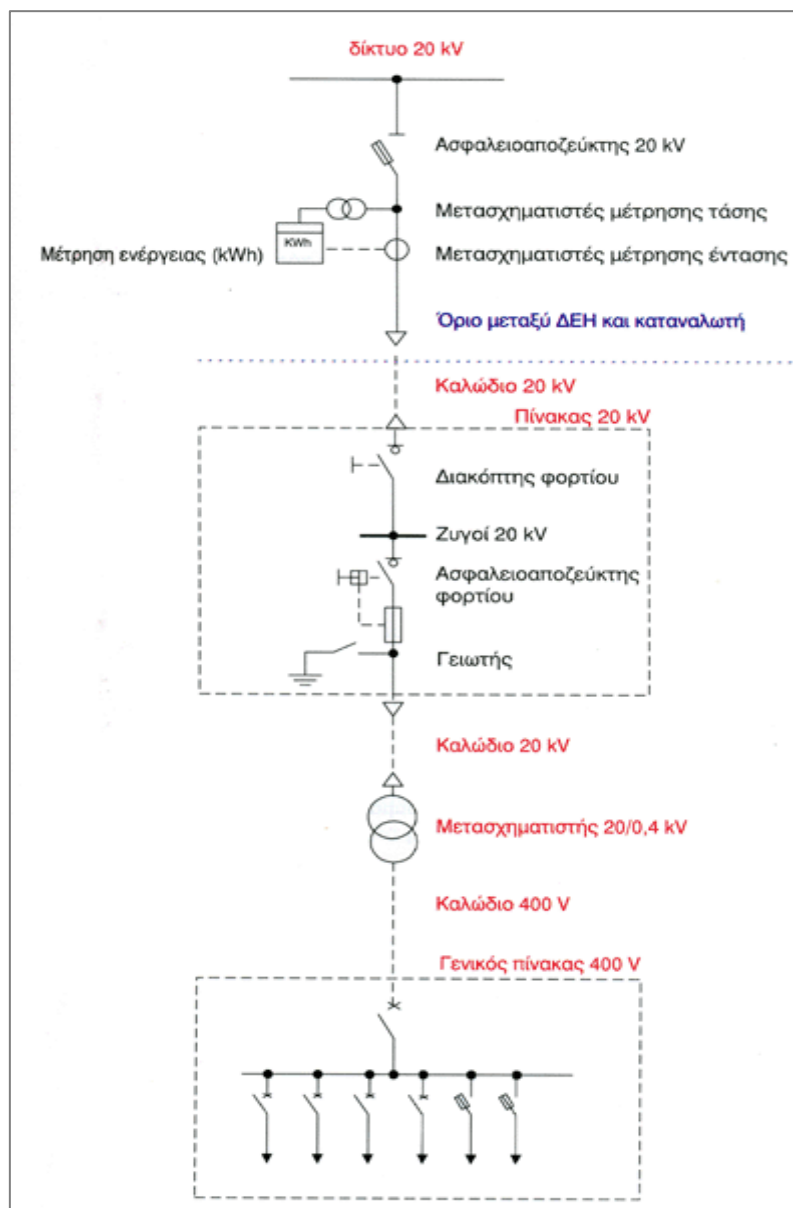
(Σχήμα 5.4:παράδειγμα δικτύου μέσης τάσης.)

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση του αεροδρομίου καθώς και του διαδρόμου του ξεκινάει από τον υποσταθμό της ΔΕΗ 150/20 kV. Για λόγους αξιοπιστίας όπως εξηγούμε παρακάτω επιλέγουμε ο υποσταθμός 150/20 kV να είναι συνδεδεμένος με τους μετασχηματιστές 20/0,4kV σε βρόχο.

Όπως φαίνεται και στο παράδειγμα της Εικόνας ,οι γραμμές των 20 kV που αναχωρούν από τον κεντρικό υποσταθμό 150/20 kV της ΔΕΗ, σχηματίζουν ένα κλειστό βρόχο που ξανακαταλήγει στους ζυγούς των 20 kV του υποσταθμού 150/20 kV. Κατά μήκος του βρόχου συνδέονται οι καταναλωτές b1, b2, b3, b4, b5. Ο βρόχος προστατεύεται στις δύο άκρες του με τους διακόπτες ισχύος F1, F2. Σε περίπτωση σφάλματος σε κάποιο σημείο του βρόχου, π.χ. στο τμήμα b3, b4 λειτουργούν οι

προστασίες των διακοπών F1, F2, οι διακόπτες ανοίγουν και ο βρόχος μένει χωρίς τάση. Αφού εντοπίσουμε τη θέση του σφάλματος, ανοίγουμε τους διακόπτες φορτίων Q1 στο b3 και Q2 στο b4 και απομονώνουμε το τμήμα b3, b4. Ξανακλείνουμε τους διακόπτες F1, F2 και επανέρχεται η μέση τάση στο δίκτυο. Το βροχοειδές δίκτυο τώρα λειτουργεί σαν δύο ακτινικά δίκτυα. Τα συνεργεία αποκαθιστούν τη ζημιά, οι διακόπτες φορτίου Q1, Q2 ξανακλείνουν και ο βρόχος επανέρχεται στην κανονική του λειτουργία.

Ο υποβιβασμός της μέσης τάσης σε χαμηλή φαίνεται στο σχήμα 5,5

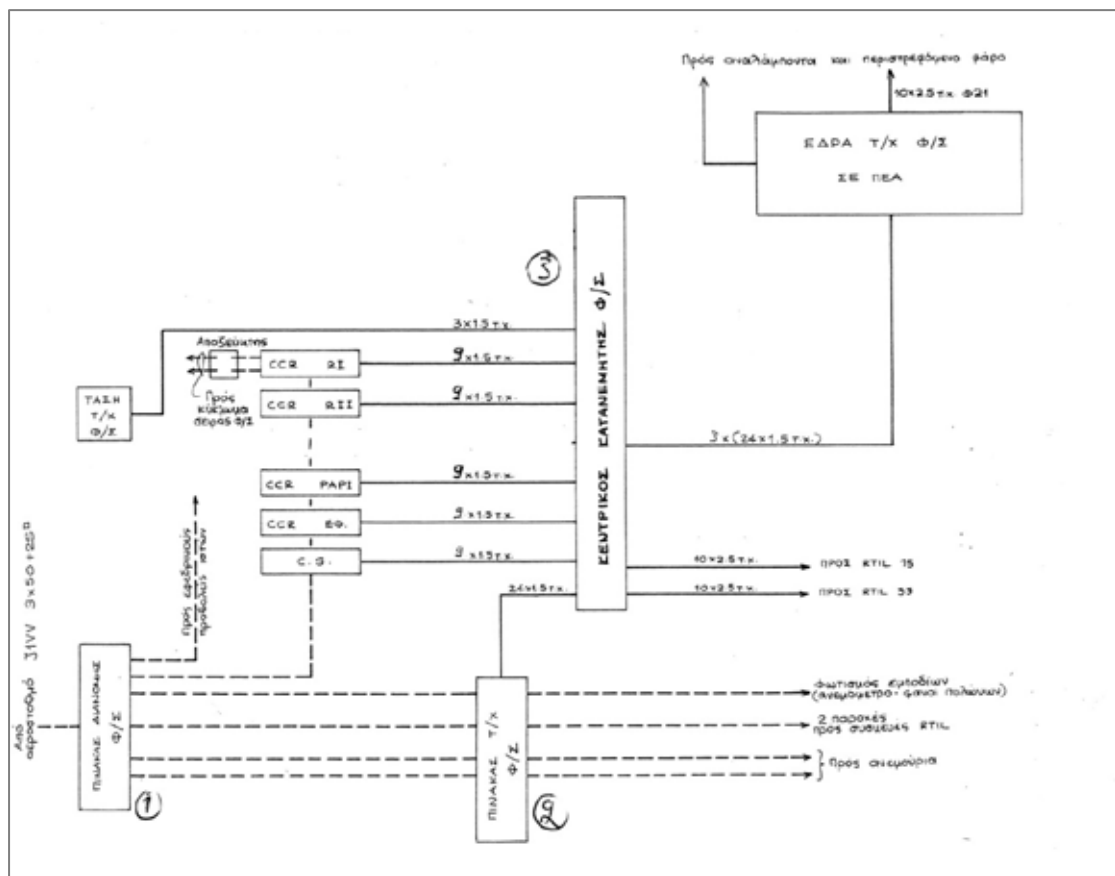


(Σχήμα 5.5:διάγραμμα ισχύος υποβιβασμού τάσης από 20kV σε 400V)

Ο Μετασχηματιστής 20/0,4 kV υποβιβάζει την τάση των 20 kV σε τάση διανομής 400 V για τα φορτία του καταναλωτή. Το πρωτεύον τύλιγμά του είναι σε τρίγωνο ( $\Delta$ ) και το δευτερεύον τύλιγμά του σε αστέρα (Y) με γειωμένο τον ουδέτερο κόμβο.

Στο γενικό πίνακα 400 V έρχεται το ρεύμα χαμηλής τάσης με τη βοήθεια καλωδίων ή εγκιβωτισμένων ζυγών, αν το ρεύμα είναι πολύ μεγάλο ( $> 2000$  A). Στην άφιξη του πίνακα υπάρχει ένας διακόπτης ισχύος με θερμική και μαγνητική προστασία. Οι αναχωρήσεις προστατεύονται με διακόπτες ισχύος ή τηκτές ασφάλειες και τροφοδοτούν τους πίνακες διανομής 400/230 V που υπάρχουν στην εγκατάσταση του καταναλωτή. Όταν ο Y/Σ έχει δύο M/Σ τότε ο Πίνακας 400 V διαθέτει δύο αφίξεις (εισόδους) και οι ζυγοί του χωρίζονται σε δύο μέρη. Τα δύο μέρη των ζυγών συνδέονται με διακόπτη ισχύος.

### 5.2.1. περιγραφή λειτουργίας και έλεγχος εγκατάστασης διαδρόμου



(block διάγραμμα συνδεσμολογίας συσκευών για τη λειτουργία και τον έλεγχο)



Από τον αεροσταθμό του αεροδρομίου παρέρχεται ρεύμα 400V/AC με καλώδιο τύπου J1Vn 3x50+25mm<sup>2</sup> και τερματίζει στον πίνακα διανομής φωτισήμανσης (1). Ο πίνακας θα φέρει τα παρακάτω όργανα :

- Τρείς ασφάλειες 80 A.
- Ενδεικτικές λυχνίες των τριών φάσεων.
- Βολτόμετρο με αντίστοιχο μεταγωγέα.
- Τρία αμπερόμετρα 200/5A με τους αντίστοιχους μετασηματιστές εντάσεως.
- Μονοφασικές αναχωρήσεις οι οποίες αποτελούνται από μαχαιρωτούς διακόπτες
- Ασφάλειες βιδωτές και οι οποίες αναλυτικά είναι οι εξής :
  1. Τέσσερις αναχωρήσεις με διπολικό διακόπτη 40 A και ασφάλεια 25 A για παροχή των σταθεροποιητών. Τροφοδότηση αυτών με καλώδιο J1VV3X6mm<sup>2</sup>
  2. Δύο αναχωρήσεις με διακόπτη 25 A και ασφάλεια 16 A για παροχή των συσκευών RTIL (μέσω του πίνακα τηλεχειρισμού φωτισήμανσης). Τροφοδότηση αυτών με καλώδιο J1VV 2 X 16 mm<sup>2</sup>
  3. Δύο αναχωρήσεις με διακόπτη 25 A και ασφάλεια 10 A για παροχή προς το τροφοδοτικό τάσεως T/X και προς τον φωτισμό του σταθμού Φ/Σ .Τροφοδότηση αυτών με καλώδιο J1VV 3 X 1,5 mm<sup>2</sup> .
  4. Αναχώρηση με διακόπτη 25 A και ασφάλεια 16 A για παροχή του ανεμομέτρου. Τροφοδότηση αυτού με καλώδιο J1VV 3 X 4mm<sup>2</sup> .
  5. Δύο αναχωρήσεις με διακόπτη 25 A και ασφάλεια 16 A για παροχή των ανεμουρίων. Τροφοδότηση αυτών με καλώδιο J1VV 2 X 16 mm<sup>2</sup> .
  6. Δύο εφεδρικές αναχωρήσεις με διπολικό διακόπτη 40 A και ασφάλεια 25 A .
  7. Μία εφεδρική αναχώρηση με διακόπτη 25 A και ασφάλεια 16 A .

Στον πίνακα τηλεχειρισμού φωτισήμανσης (2) που περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα όργανα για τον τηλεχειρισμό των καταναλώσεων φωτισήμανσης οι οποίες δεν τηλεχειρίζονται άμεσα (όπως οι CCR και CS ) τοποθετούνται :

- I. δύο κύριοι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος C1, C2 (ρελέ) για τηλεχειρισμό (ανά δύο) των τεσσάρων συσκευών RTIL.
- II. Δύο κύριοι διακόπτες αέρος C3, C4 για τηλεχειρισμό των δύο ανεμουρίων.
- III. Δύο κύριοι διακόπτες αέρος C5, C6 για πρόβλεψη τηλεχειρισμού των δύο εφεδρικών προβολέων των ιστών φωτισμού Δ/Σ Α/Φ.

IV. Ένας κύριος και ένας βοηθητικός αεροδιακόπτης C7, C8 για τηλεχειρισμό του ανεμομέτρου και των δίδυμων φανών εμποδίων των ιστών φωτισμού.

Παράλληλα σε κάθε ρελέ θα συνδεθεί ραγοδιακόπτης 10A για τοπικό χειροκίνητο χειρισμό. Επίσης στην εισαγωγή των καλωδίων τηλεχειρισμού θα συνδεθούν διακόπτες εκκέντρου δύο θέσεων (I - 0) καταλλήλου αριθμού δρόμων , για την απομόνωση του τηλεχειρισμού των συσκευών RTIL. Οι κύριοι διακόπτες ρελέ θα είναι ισχύος 5,5kW (380V), 11,5 A (AC-3) και θα έχουν δύο βοηθητικές επαφές (NO-NC ) για τηλεένδειξη (back indication) στην έδρα τηλεχειρισμού φωτοσήμανσης στον πύργο ελέγχου.

Ο κεντρικός καταναμητής φωτοσήμανσης (3) είναι ο πίνακας που συνδέει μέσω κλεμών την έδρα τηλεχειρισμού φωτοσήμανσης του πύργου ελέγχου με τις αναδράσεις των συστημάτων φωτοσήμανσης του διαδρόμου. Στο κεντρικό καταναμητή καταλήγουν:

- Αγωγός  $9 \times 1,5 \text{mm}^2$  NYHY από κάθε CCR(45 συνολικά αγωγοί) για τον έλεγχο της έντασης, της λειτουργίας για την αναγνώριση σφαλμάτων του φορτίου καθώς και την μεταγωγή του CCR PAPI μέσω του CS.
- Αγωγός  $24 \times 1,5 \text{mm}^2$  NYHY για τον έλεγχο τροφοδοσίας του RTIL.
- $3 \times 1,5 \text{mm}^2$  J1VV για το τροφοδοτικό της τάσης τηλεχειρισμού φωτοσήμανσης η οποία είναι 48 V/DC.

Και αναχωρούν:

- $3 \times (24 \times 1,5 \text{mm}^2)$  αγωγοί NYHY στην έδρα τηλεχειρισμού φωτοσήμανσης στον πύργο ελέγχου
- 2 αγωγοί NYHY  $10 \times 2,5 \text{mm}^2$  προς RTIL1 και RTIL2.

Με αυτόν τον τρόπο λειτουργεί και γίνεται έλεγχος της εγκατάστασης φωτοσήμανσης. Από το πάνελ τηλεχειρισμού στον πύργο ελέγχου ο χειριστής μπορεί να δει μέσω της οθόνης τη κατάσταση της εγκατάστασης (π.χ. αν έχει καεί κάποιος λαμπτήρας) επιπλέον μπορεί μέσω των διακοπών και κομβίων του πάνελ να ρυθμίσει την φωτεινότητα των συστημάτων φωτοσήμανσης, να επιλέξει ποια από τα δύο συστήματα PAPI και RTIL θα λειτουργεί και τέλος να ρυθμίζει την συχνότητα αναλαμπής των RTIL.

### **5.3. Εφεδρική πηγή ενέργειας.**

#### **ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ : ΙΣΧΥΣ 50 ΚΒΑ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ 0,8 μέχρι 1

ΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ 230/380V

Το Η/Ζ θα παραδοθεί πλήρες και έτοιμο προς εγκατάσταση με τα παρακάτω μέρη και παρελκόμενα:

1. Τον κινητήρα
2. Την ηλεκτρογεννήτρια
3. Τον πίνακα ελέγχου και αυτοματισμού
4. Την διπλή αντικραδασμική βάση
5. Τους συσσωρευτές και το σύστημα φορτίσεως των (μέσω Η/Ζ και μέσω ΔΕΗ)
6. Την δεξαμενή καυσίμων μετά των οργάνων της για 70 ώρες λειτουργία (συνεχή)
7. Τον σιγαστήρα
8. Ένα εύκαμπτο σωλήνα απαγωγής καυσαερίων μήκους 2 m
9. Ένα κοινό σωλήνα απαγωγής καυσαερίων μήκους 2 m
10. Τα βοηθητικά καλώδια μεταξύ του αυτομάτου πίνακα και των διαφόρων συσκευών του Η/Ζ.
11. Τα άγκιστρα στερεώσεως του Η/Ζ
12. Σύστημα ψύξεως

Ø Ο κινητήρας του Η/Ζ θα είναι τετράχρονος, υδρόψυκτος, εξακύλινδρος, θα τροφοδοτείται με πετρέλαιο και θα είναι κατάλληλος να ανταποκριθεί στην καλή και απρόσκοπτη λειτουργία της γεννήτριας που είναι συζευγμένη με αυτόν. Ο κινητήρας θα φέρει τους παρακάτω εξοπλισμούς:

- πλήρες σύστημα κλειστής κυκλοφορίας γλυκού νερού, μέσω ψυγείου το οποίο θα ψύχεται με την βοήθεια ανεμιστήρα.
- Αντλία κυκλοφορίας νερού.
- Θερμοστάτη.

- Σύστημα λιπάνσεως μέσω αντλίας, με φίλτρο ελαίου πρεσσοστατική βαλβίδα και μανόμετρο για το σύστημα προστασίας έναντι χαμηλής πίεσεως του ελαίου λιπάνσεως.
- Ηλεκτρικό σύστημα εκκινήσεως 12V ή 24V με ειδικό φορτιστή μπαταριών μολύβδου.
- Φίλτρο αέρος.
- Πλήρες σύστημα προστασίας από κίνδυνο υπερθερμάνσεως ψυκτικού ύδατος, ή χαμηλής πίεσεως λαδιού.
- Το H/Z θα είναι εφοδιασμένο με κατάλληλα τυλίγματα απόσβεσης ταλαντώσεων έτσι ώστε να παρουσιάζει ικανοποιητική λειτουργία και να συμπεριφέρεται σαν ευσταθές σύστημα σε τυχόν διαταραχές του δικτύου (απότομες ζεύξεις ή αποζεύξεις φορτίων, βραχυκυκλώματα κ.λ.π.).
- Πίνακα οργάνων ελέγχου του κινητήρα με χρήση μανόμετρου, θερμόμετρου νερού, αμπερομέτρου.

#### Ø ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Η ηλεκτρογεννήτρια θα είναι σύγχρονη τριφασική, αυτορυθμιζόμενη, αυτοδιεγερόμενη, άψηκτη (BRUSHLESS). Η τάση εξόδου θα είναι 230V/380V,

Η τάση εξόδου μπορεί να μεταβάλλεται από  $\pm 5\%$  της ονομαστικής. Στον πίνακα χειρισμού θα υπάρχει ηλεκτρονικός ρυθμιστής τάσης για τον περιορισμό των ορίων διακύμανσης τάσης εξόδου, καθώς επίσης και χειροκίνητος ροοστάτης σε συνεργασία με τον αυτόματο ρυθμιστή, και θα επιτρέπει την ρύθμιση της τάσης εξόδου σε οποιαδήποτε τιμή μεταξύ 95% και 110% της ονομαστικής τιμής της. Με ένα διακόπτη δύο θέσεων (αυτόματος-χειροκίνητος), θα μπορεί να βγαίνει εκτός λειτουργίας ο αυτόματος ρυθμιστής τάσης σε περίπτωση βλάβης του και η τάση του H/Z, να ρυθμίζεται με τον ροοστάτη.

Η γεννήτρια είναι εφοδιασμένη με κατάλληλα τυλίγματα απόσβεσης ταλαντώσεων, ώστε να παρουσιάζει ικανοποιητική λειτουργία και να συμπεριφέρεται σαν ευσταθές σύστημα σε τυχόν διαταραχές που θα παρουσιαστούν ή σε σφάλματα του δικτύου.

## Ø ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΕΗ - Η/Ζ.

Ο πίνακας θα φέρει τα παρακάτω υλικά πλήρως συναρμολογημένα και συνδεδεσολογημένα έτοιμα προς λειτουργία:

- Αυτόματο τετραπολικό τηλεχειριζόμενο διακόπτη ονομαστικής έντασης 400Α.
- Βοηθητικές επαφές για το δίκτυο της ΔΕΗ.
- Βολτόμετρο συνεχούς ρεύματος.
- Αμπερόμετρο συνεχούς ρεύματος.
- Χειριστήριο αύξησης-μείωσης στροφών του κινητήρα.
- Συχνόμετρο 47 - 53 HZ.
- Επιλεκτικό διακόπτη για τις θέσεις αυτόματο-χειροκίνητο-δοκιμή-off.
- Σύστημα θερμικής και μαγνητικής προστασίας της ηλεκτρογεννήτριας.
- Επιτηρητή τάσεως τριών φάσεων της ΔΕΗ, με πρόσθετη επιτήρηση της ασυμμετρίας των φάσεων.

Με την βοήθεια του ηλεκτρονόμου επιτήρησης θα δίδεται εντολή στον αυτόματο τετραπολικό διακόπτη διπλής ενέργειας για την ζεύξη - απόζευξη των καταναλώσεων από το δίκτυο της ΔΕΗ καθώς και εντολές για την λειτουργία του ηλεκτρονικού συστήματος αυτόματης εκκίνησης-κρατήματος του ζεύγους ανάλογα με την κατάσταση του δικτύου της ΔΕΗ (πτώση τάσης του δικτύου κατά 70-75% του ονομαστικού, ακόμη και σε μια φάση).

- Επιτηρητή λειτουργίας Η/Ζ
- Σύστημα αυτόματου κρατήματος του ζεύγους σε περίπτωση βλάβης και πλήρες σύστημα τριών αυτομάτων προσπαθειών εκκινήσεως του ζεύγους, διάρκειας δευτερολέπτων, με μανδάλωση, σε περίπτωση ανεπιτυχούς τριπλής εκκίνησης του ζεύγους.
- Σύστημα χειροκινήτου εκκινήσεως του ζεύγους.
- Σύστημα για την διακοπή ρευματοδοτήσεως της μίζας, σε περίπτωση εκκινήσεως του κινητήρα.
- Αυτόματο σταμάτημα του Η/Ζ μετά την αποκατάσταση της κυρίας παροχής σε συνδυασμό με τον αυτόματο ρυθμιστή τάσης.
- Συνέχιση λειτουργίας του Η/Ζ εν κενώ, για 30 δεύτερα για λόγους ψύξης και στην συνέχεια κράτημα του ζεύγους.

- Σύστημα αυτόματης διακοπής του ζεύγους, από υπερθέρμανση νερού και υποπίεση ελαίου λίπανσης, καθώς επίσης και από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα.
- Ανορθωτική διάταξη για την συντηρητική φόρτιση των συσσωρευτών εκκίνησης κατά την διάρκεια στάσης του Η/Ζ.
- Σύστημα προθέρμανσης νερού ψύξης του π/κινητήρα.
- Σειρήνα κινδύνου.

#### **5.4. Κόστος εγκατάστασης.**

Για τον υπολογισμό του κόστους της εγκατάστασης φωτισήμανσης του διαδρόμου θα πρέπει καταρχήν να συνοψίσουμε όλα τα υλικά, συστήματα και συσκευές που έχουμε είδη παραθέσει. Επιπλέον για να υπολογίσουμε τα μήκη των καλωδίων που χρησιμοποιήσαμε θα πρέπει να διευκρινίσουμε τις αποστάσεις μεταξύ διαδρόμου - σταθμού φωτισήμανσης , σταθμού φωτισήμανσης –πύργου ελέγχου και τις αποστάσεις μεταξύ των συσκευών και των πινάκων στον σταθμό φωτισήμανσης.

Όπως έχουμε είδη αναφέρει το μήκος του διαδρόμου είναι 1600m και πλάτους 30m. Ο διάδρομος απέχει από τον σταθμό φωτισήμανσης 500m από το κέντρο του και ο πύργος ελέγχου 600m από τον σταθμό φωτισήμανσης.

Αναλυτικά θα χρειαστούμε:

- Û 54 φανούς πλευρικών άκρων διαδρόμου.
- Û 12 φώτα κατωφλίου και τέλος διαδρόμου.
- Û 28 φώτα άκρων τροχοδρόμου.
- Û 2 συστήματα προσέγγισης PAPI (κάθε σύστημα αποτελείται από 4 συσκευές PAPI).
- Û 4 Φώτα αναγνώρισης κατωφλίου (rtil lights).
- Û 82 μετασχηματιστές απομόνωσης 6,6A/45W.
- Û 12 μετασχηματιστές απομόνωσης 6,6A/65W.
- Û 8 μετασχηματιστές απομόνωσης 6,6A/200W.
- Û 102 σύνδεσμοι πρωτεύοντος καλωδίου.
- Û 7000m καλώδιο σειράς AWG-8.
- Û 3,600m χάλκινο αγωγό γείωσης 16mm<sup>2</sup>.

- Û 12 ηλεκτρόδια γείωσης 1,5m.
- Û 1 πίνακας διανομής φωτισήμανσης με όλα τα υλικά του(ασφάλειες, διακόπτες κ.τ.λ.).
- Û 1 πίνακας τηλεχειρισμού φωτισήμανσης με όλα τα υλικά του.
- Û 1πίνακας κεντρικός κατανεμητής
- Û 1 τροφοδοτικό 48V/DC
- Û Έδρα τηλεχειρισμού στον πύργο ελέγχου
- Û 30m καλώδιο J1VV3X6mm<sup>2</sup>.
- Û 2,500m καλώδιο J1VV 2X16mm<sup>2</sup>.
- Û 30m καλώδιο 9x1,5mm<sup>2</sup> NYHY.
- Û 2,500m καλώδιο NYHY 10x2,5mm<sup>2</sup>.
- Û 10m J1VV 3x1,5mm<sup>2</sup>
- Û 2110m 24x1,5mm<sup>2</sup> NYHY.
- Û 4 CCR 6,6A/4KW.
- Û 1 επιλογέας κυκλώματος (C.S) PAPI.
- Û H/Z 50 KVA

#### Ø ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ.

Όλες οι τιμές μονάδος αυτού του τιμολογίου αναφέρονται σε μονάδες τελειωμένης εργασίας και περιλαμβάνουν όλες τις δαπάνες για την πλήρη εκτέλεση των εργασιών αυτού του έργου.

α/α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ(€)	ΔΑΠΑΝΗ(€)
1	φανοί πλευρικών άκρων διαδρόμου	TEM.	54	400	21600
2	Φανοί καταφλίου και τέλος διαδρόμου	TEM.	12	600	7200
3	φώτα άκρων τροχοδρόμου.	TEM.	28	370	10360
4	Συστήματα προσέγγισης PAPI	TEM.	2	3850	7700
5	RTILS	TEM.	4	4000	16000
6	M/T απομόνωσης 6,6A/45W	TEM.	82	200	16400

7	M/T απομόνωσης 6,6A/65W	TEM.	12	250	300
8	M/T απομόνωσης 6,6A/200W	TEM.	8	320	2560
9	Σύνδεσμοι πρωτεύοντος καλωδίου	TEM.	102	30	3060
10	Καλώδιο σειράς AWG- 8	m.	7000	7	49000
11	Αγωγό γείωσης 16mm <sup>2</sup>	m.	3600	1,8	6480
12	Ηλεκτρόδια γείωσης	TEM.	12	75	900
13	Πίνακας διανομής Φ/Σ	TEM.	1	4000	4000
14	Πίνακας Τ/Χ Φ/Σ	TEM.	1	1500	1500
15	Κεντρικός καταμεμητής	TEM.	1	700	700
16	Τροφοδοτικό 48V/DC	TEM.	1	226	226
17	Έδρα τηλεχειρισμού πύργου ελέγχου	TEM.	1	30000	30000
18	J1VV 3X6mm <sup>2</sup>	m.	30	7,42	222,6
19	J1VV 2X16mm <sup>2</sup>	m.	2500	9,7	24250
20	J1VV 3x1,5mm <sup>2</sup>	m.	10	3,2	32
21	NYHY 9x1,5mm <sup>2</sup>	m.	30	5,72	171,6
22	NYHY 10x2,5mm <sup>2</sup>	m.	2500	6,2	15500
23	NYHY 24X1,5mm <sup>2</sup>	m.	2110	6	12660
24	CCR 4 KW	TEM.	4	12000	48000
25	C.S	TEM.	1	1200	1200
26	H/Z 50 KVA	TEM.	1	16000	16000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					<b>281.622</b>

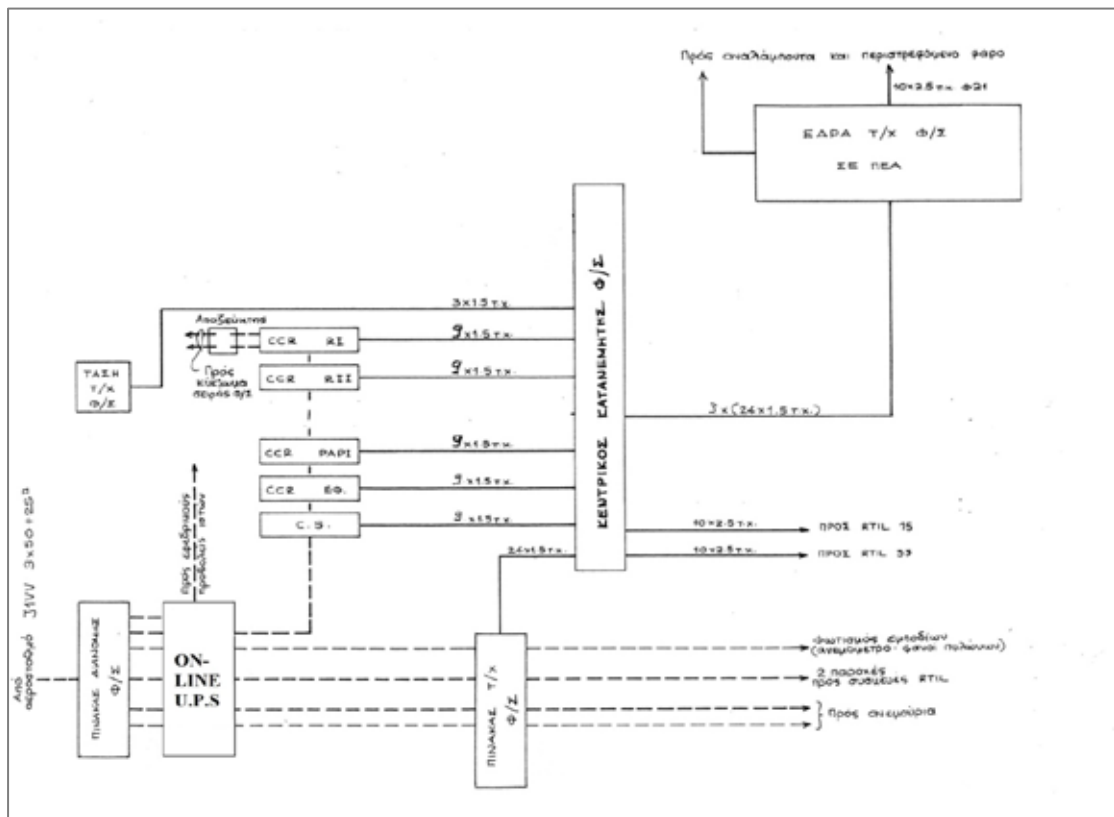
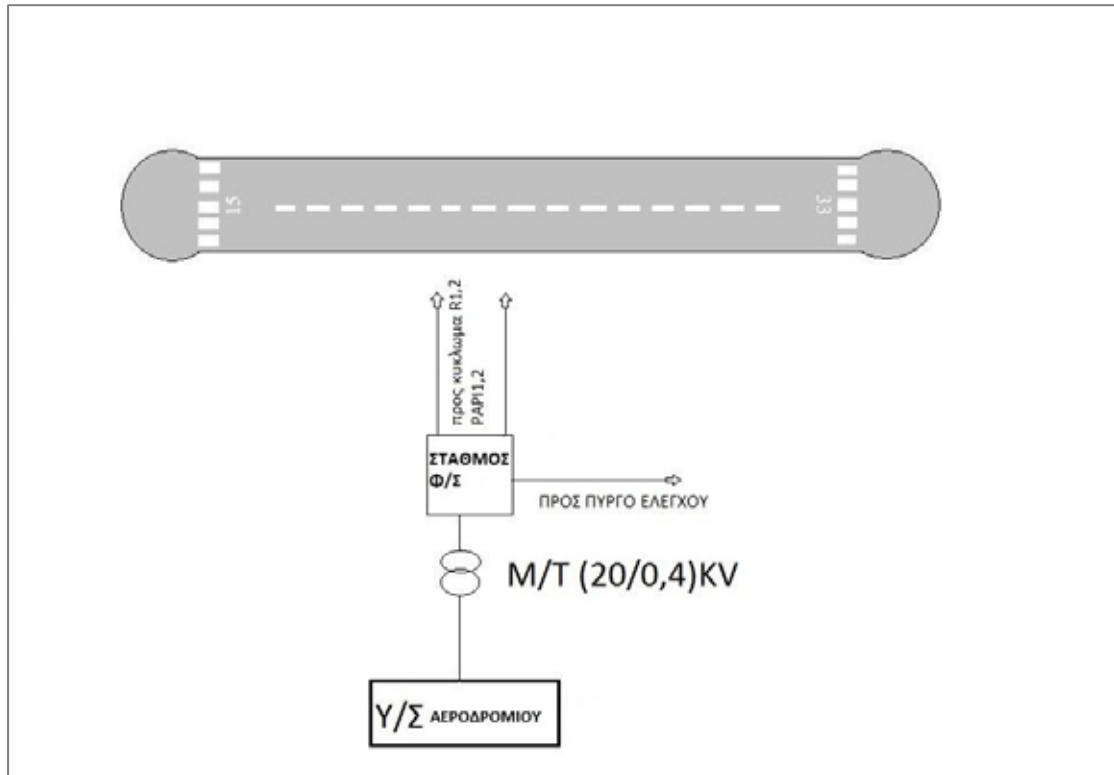
### **5.5. Προτάσεις για επίτευξη υψηλότερου βαθμού αξιοπιστίας της εγκατάστασης.**

#### Ø Χρήση on line UPS

Ένας τρόπος για να γίνει η εγκατάστασή μας πιο αξιόπιστη είναι να εγκαταστήσουμε μία συσκευή on-line UPS η οποία θα είναι συνδεδεμένη και θα τροφοδοτεί τα φορτία της εγκατάστασης. Όπως έχουμε αναπτύξει διεξοδικά στο δεύτερο κεφάλαιο της συγκεκριμένης εργασίας το on-line UPS λειτουργεί πάντα από τη μπαταρία, χρησιμοποιώντας τον εναλλάκτη, ενώ ταυτόχρονα η εναλλασσόμενη γραμμή φορτίζει τη μπαταρία επίσης υπάρχει και εναλλακτική διαδρομή ρεύματος



έτσι ώστε σε περίπτωση που ο εναλλάκτης υποστεί βλάβη, η μονάδα να γυρίσει στην απευθείας τροφοδοσία από το δίκτυο της ΔΕΗ.

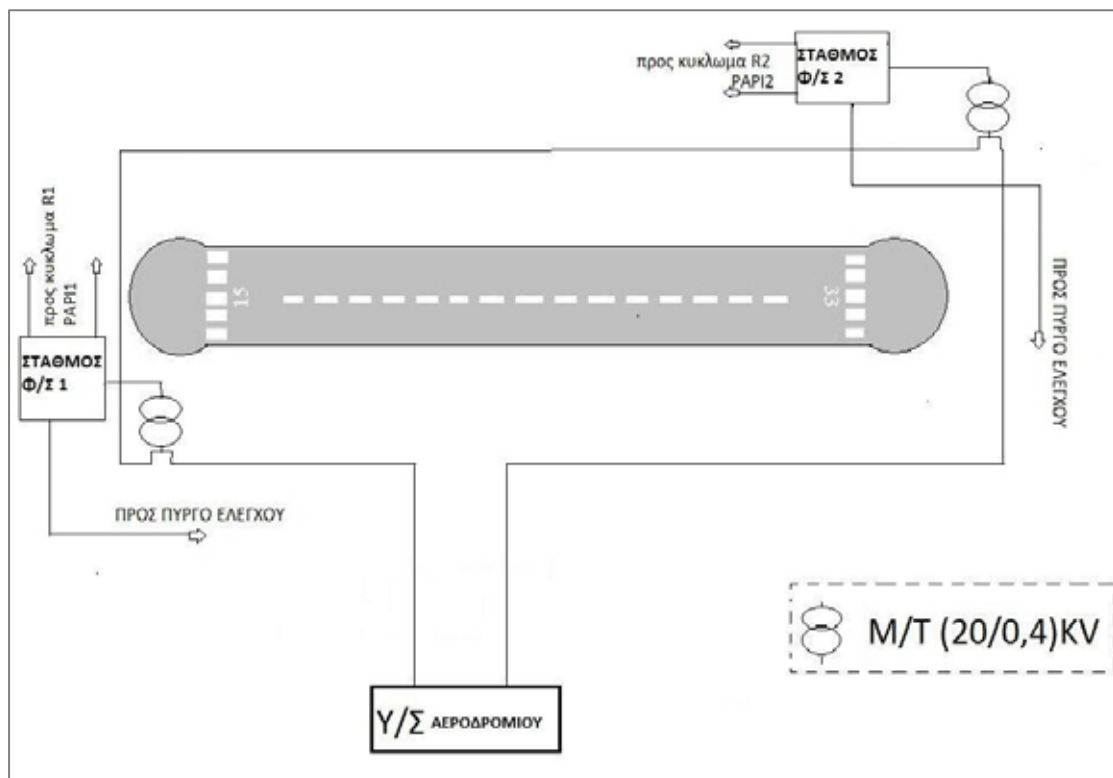


(Σχήμα 5.6: block διάγραμμα λειτουργίας και ελέγχου της εγκατάστασης με εγκατάσταση on-line UPS)

Με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνουμε κάτω από όλες τις συνθήκες τα φορτία μας να διαρρέονται αδιάλειπτα από ρεύμα, καθώς αν διακοπεί η ηλεκτρική παροχή της εγκατάστασης που τροφοδοτεί μέσω του UPS την κατανάλωσή της υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για να λειτουργήσει το Η/Ζ και να “αναλάβει” αυτό τα φορτία της κατανάλωσης.

#### Ø Κατασκευή δύο ξεχωριστών σταθμών φωτοσήμανσης

Ο δεύτερος και πιο αξιόπιστος τρόπος είναι αυτός που εικονίζεται στο σχήμα 5.7. Αυτός ο τρόπος προσφέρει προστασία στο διάδρομο του αεροδρομίου ακόμα και από τρομοκρατικές ενέργειες, δολιοφθορά, βομβαρδισμό και από πολύ σοβαρά αεροπορικά δυστυχήματα.



(Σχήμα 5.7:διάγραμμα φωτοσήμανση διαδρόμου αερολιμένα από δύο σταθμούς φωτοσήμανσης)

Από τον υποσταθμό μέσης τάσης αεροδρομίου αγωγοί “περιτριγυρίζουν” τον διάδρομο και καταλήγουν σε δύο μετασχηματιστές 20/0,4 KV. Ο καθένας από αυτούς τους μετασχηματιστές βρίσκονται στα δύο άκρα του διαδρόμου και τροφοδοτούν από έναν σταθμό φωτοσήμανσης ο καθένας. Ο κάθε σταθμός φωτοσήμανσης τροφοδοτεί το ένα από τα δύο κυκλώματα φωτοσήμανσης διαδρόμου, το ένα από τα δύο συστήματα PAPI και τη μία ομάδα φανών αναγνώρισης κατωφλίου(RTILs). Παραδείγματος χάρη ο σταθμός φωτοσήμανσης 1 τροφοδοτεί το

κύκλωμα φωτοσήμανσης R1 και το PAPI 1 και ο σταθμός φωτοσήμανσης 2 το κύκλωμα R2 και PAPI 2. δηλαδή έχουμε δύο κυκλώματα φωτοσήμανσης όπως έχουμε αναπτύξει στις προηγούμενες ενότητες μόνο που δεν στεγάζονται στον ίδιο χώρο αλλά απέχουν μεταξύ τους περίπου όσο το μήκος του διαδρόμου.

Κάθε σταθμός φωτοσήμανσης είναι εφοδιασμένος με H/Z και με ένα on line UPS όπως ακριβώς αναπτύξαμε παραπάνω. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να έχουμε τον διάδρομό μας κατάλληλο για επιχειρήσεις προσέγγισης και κίνησης σε αυτόν ακόμα και αν ένας σταθμός φωτοσήμανσης έχει καταστραφεί, καθώς θα υπάρχει το κατάλληλο μοτίβο φωτοσήμανσης από τον άλλο σταθμό φωτοσήμανσης.

Όπως παρατηρούμε η επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού αξιοπιστίας είναι εις βάρος του κόστους. Για τον συγκεκριμένο διάδρομο θεωρώ καλύτερη λύση με γνώμονα το κόστος και την αξιοπιστία είναι η πρώτη περίπτωση, η εγκατάσταση ενός on line UPS που θα επιβαρύνει ελάχιστα το κόστος περίπου στα 1500€. Με αυτόν τον τρόπο ο διάδρομος της μελέτης δεν θα μένει χωρίς φωτισμό ούτε ένα δευτερόλεπτο.

### **5.5. Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας.**

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί έναν τεράστιο τομέα ο οποίος περιλαμβάνει μεθόδους, εξειδικευμένα συστήματα, υλικά και αυτοματισμούς με την βοήθεια των οποίων μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια. Η εγκατάσταση φωτοσήμανσης διαδρόμου της παρούσας μελέτης έχει γίνει με γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των μεθόδων και των συστημάτων που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και ότι το φορτίο της εγκατάστασης είναι το μικρότερο δυνατόν λόγω της χρησιμοποίησης φανών LED. Παρόλα αυτά στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας σε μία εγκατάσταση αεροδρομίου μπορούμε να προτείνουμε τις παρακάτω λύσεις.

#### **Ø Σύστημα διαχείρισης κτιρίου BMS**

Σε όλα τα σύγχρονα αεροδρόμια είναι απαραίτητος ο αυτόματος κεντρικός έλεγχος για την ορθολογική κατανομή της ενέργειας. Ως BMS θεωρείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου όλων των παραμέτρων του κτιρίου που εκτός από κλιματισμό, φωτισμό, διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει επίσης και συστήματα πρόσβασης, συστήματα ασφάλειας και κλειστού κυκλώματος

τηλεόρασης. Δηλαδή θεωρείται ένα πλήρες σύστημα ελέγχου των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

#### Ø Φωτοσωλήνες.

Οι φωτοσωλήνες αποτελούν τα πιο σύγχρονα και αποτελεσματικά συστήματα ημερήσιου φυσικού φωτισμού. Προσφέρουν φωτεινό και ευχάριστο περιβάλλον εξοικονομώντας ταυτόχρονα πολύτιμη ενέργεια.



Επιπλέον με κατάλληλη μελέτη φυσικού φωτισμού μπορεί να περιοριστεί η χρήση ηλεκτρικών συστημάτων φωτισμού μόνο τις βραδινές ώρες. Τέλος, το γεγονός ότι οι φωτοσωλήνες αντανακλούν μόνο το ορατό φως και όχι τις υπέρυθρες ή τις υπεριώδεις ακτίνες που θερμαίνουν τους εσωτερικούς χώρους σημαίνει σαφώς περιορισμένη χρήση των συστημάτων.

- Ø Συστήματα κλιματισμού με inverter.
- Ø Χρησιμοποίηση λαμπτήρων LED για τον φωτισμό.
- Ø Κατασκευή θερμομόνωσης στο κτίριο.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.**

- I.C.A.O. 1995 *"ANNEX 14 VOLUME I (AIRPORTS)"*  
I.C.A.O. 1995 *"ANNEX 14 VOLUME II (HELIPORTS)"*  
I.C.A.O. 1993 *"AERODROME DESIGN MANUAL - PART 4"*  
BRITISH STANDARDS 1961 *"SECTION D4"*  
BRITISH STANDARDS 1963 *"SECTION D6"*  
I.E.S. *"LIGHTING BOOK"*  
Jeppesen *"PRIVATE PILOT MANUAL"*  
Οικονομόπουλος Ι. *"ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΗ"*  
  
Ευθυμιάτος Δ. *"ΦΩΣ ΚΑΙ ΗΧΟΣ"*  
Εταιρία "ADB" *"ΤΕΧΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ"*  
Εταιρία "PHILIPS" *"ΤΕΧΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ"*  
Εταιρία "LUCIBIT" *"ΤΕΧΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ"*  
Παπαδόπουλος Ν.,  
Πετρόπουλος Κ.,  
Πουλιμενάκος Σ. *"ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΓΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟΥ ΣΕ ΧΑΜΗΛΕΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΕΣ"*  
  
[www.easa.eu](http://www.easa.eu)  
[www.faa.gov](http://www.faa.gov)  
[www.tc.gc.ca](http://www.tc.gc.ca)  
[www.teknoconsulting.it](http://www.teknoconsulting.it)  
[www.navfltsm.addr.com](http://www.navfltsm.addr.com)  
[www.avstop.com](http://www.avstop.com)  
[www.fsflightschool.com](http://www.fsflightschool.com)  
[www.airresearch.com](http://www.airresearch.com)  
[www.airwaysmuseum.com](http://www.airwaysmuseum.com)