

Οπτικό Σύστημα Πλοήγησης

Μαρμαρινός Παναγιώτης, Πουλόπουλος Ιπποκράτης,
Τσίτσα Όλγα, Τσουκαλάς Κωνσταντίνος

Επιβλέπων Καθηγητής: Ξηρόδημας Πέτρος (ΠΕ04.01)

Συστήματα πλοήγησης

GPS

Global Positioning System



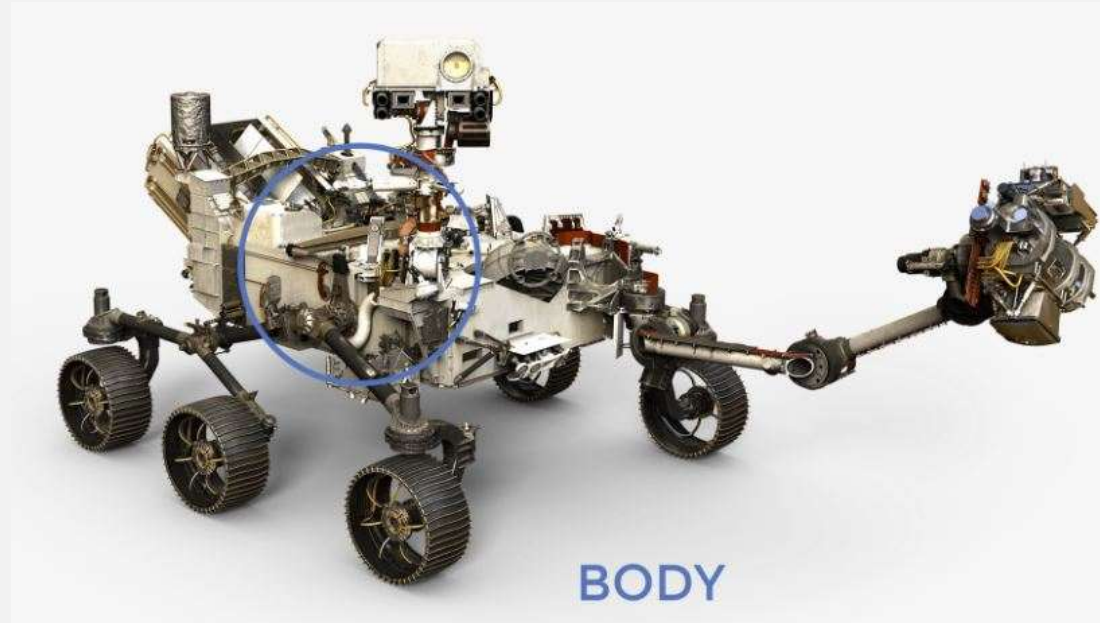
INS

Inertial Navigation System



Optical Navigation

NASA, ESA



Το ερευνητικό ερώτημα



Βασικές Αρχές Φωτομετρίας

Φωτεινή ροή πηγής
(lumen)

$$\Phi$$

Στερεά γωνία
(sterad)

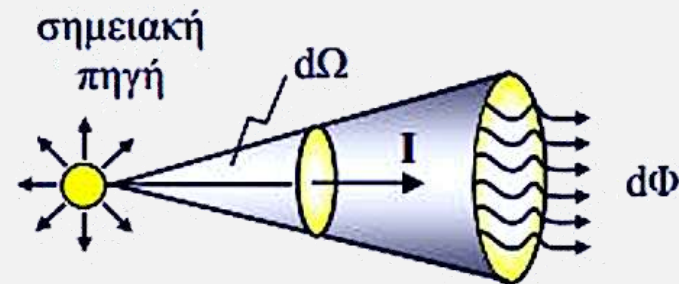
$$\Omega = 2\pi(1 - \cos(\varphi/2))$$

Ένταση φωτεινής πηγής
(candela = lumen/sterad)

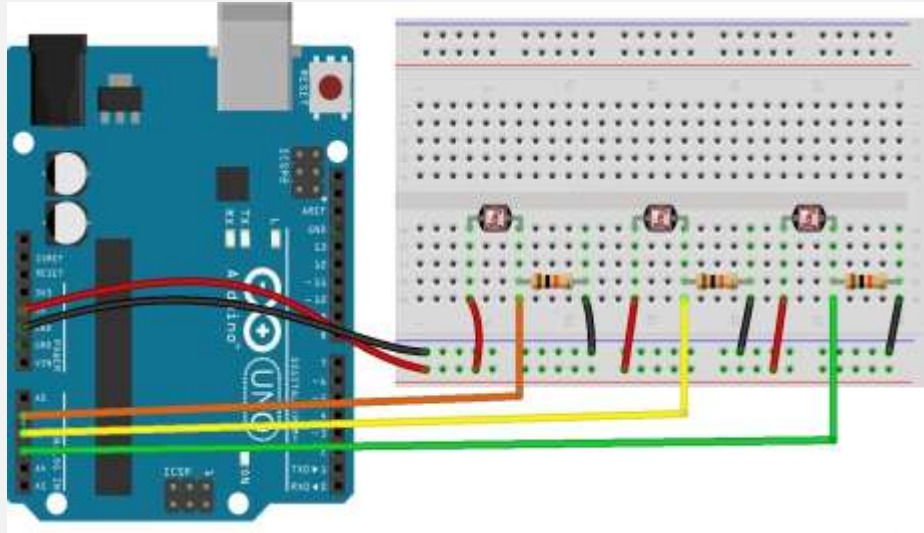
$$I = \Phi/4\pi$$

Φωτισμός
(lux)

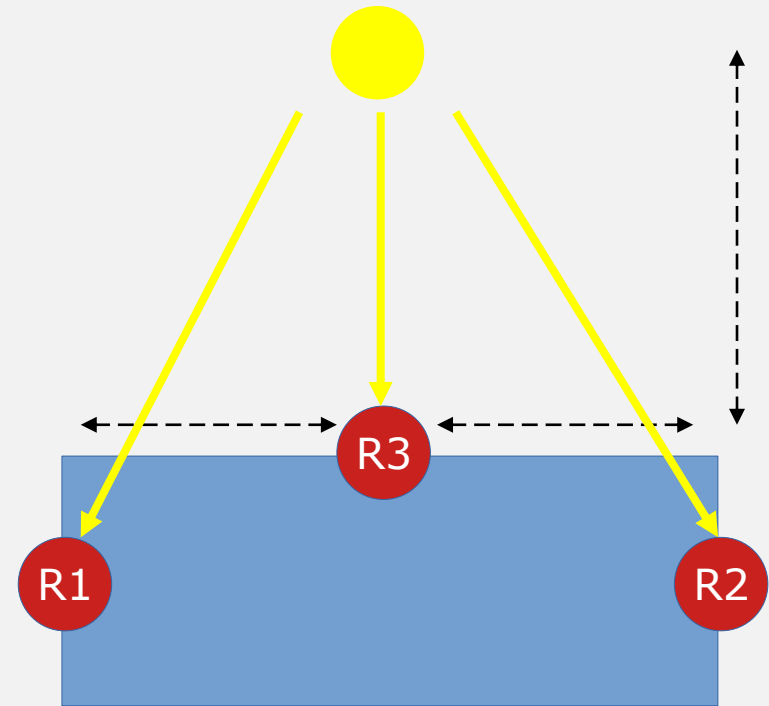
$$E = \Phi/\Omega * r^2$$

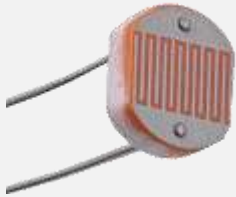


Πειραματική Διάταξη

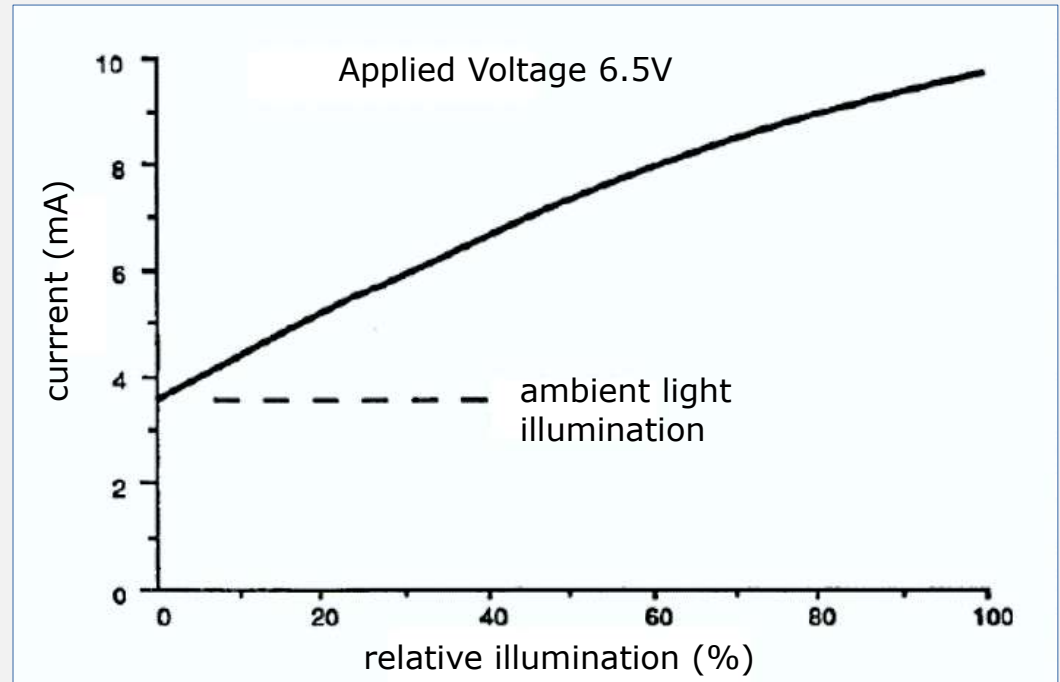


- **Arduino Uno**
- **3 φωτοαντιστάσεις** (LDR 5mm)
τοποθετημένες σε συγκεκριμένες θέσεις
εξωτερικά της συσκευής
- **Σειριακή επικοινωνία με laptop** για
καταγραφή μετρήσεων





Σελήνιο (Se)
Θειούχο κάδμιο (CdS)





Τροχιά

Απόσταση από λαμπτήρα

Θέσεις μετρήσεων



ευθεία, κάθετη στη φωτεινή ακτίνα του λαμπτήρα

αρχικά 2m, έπειτα 1m

ανά 20 cm

Τροχιά

Απόσταση από λαμπτήρα

Θέσεις μετρήσεων

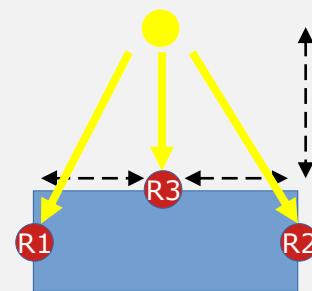
ευθεία, παράλληλη στη φωτεινή ακτίνα του λαμπτήρα

από 0,1m έως 3m

ανά 10 cm

Μεθοδολογία - Βήμα 2ο: Επεξεργασία Μετρήσεων

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	R1	R2	R3	X1	Y1	r1	X2	Y2	r2	X3	Y3	r3	cos(ϕ_1)	cos(ϕ_2)	cos(ϕ_3)	E1	E2	E3
2	258	62	340	-1,85	2,09	2,79	-2,15	2,09	3,00	-2,00	2,00	2,83	0,66	-0,72	0,71	161,55	-151,44	167,83
3	271	66	346	-1,65	2,09	2,66	-1,95	2,09	2,86	-1,80	2,00	2,69	0,62	-0,68	0,74	165,94	-158,54	194,94
4	297	70	411	-1,45	2,09	2,54	-1,75	2,09	2,73	-1,60	2,00	2,56	0,57	-0,64	0,78	167,28	-164,05	226,03
5	268	64	422	-1,25	2,09	2,44	-1,55	2,09	2,60	-1,40	2,00	2,44	0,51	-0,60	0,82	164,34	-167,06	261,00
6	277	62	466	-1,05	2,09	2,34	-1,35	2,09	2,49	-1,20	2,00	2,33	0,45	-0,54	0,86	155,82	-166,42	299,31
7	218	68	438	-0,85	2,09	2,26	-1,15	2,09	2,39	-1,00	2,00	2,24	0,38	-0,48	0,89	140,52	-160,86	339,67
8	215	65	489	-0,65	2,09	2,19	-0,95	2,09	2,30	-0,80	2,00	2,15	0,30	-0,41	0,93	117,71	-149,08	379,96
9	168	69	498	-0,45	2,09	2,14	-0,75	2,09	2,22	-0,60	2,00	2,09	0,21	-0,34	0,96	87,45	-130,08	417,14
10	142	76	455	-0,25	2,09	2,10	-0,55	2,09	2,16	-0,40	2,00	2,04	0,12	-0,25	0,98	50,90	-103,46	447,58
11	109	74	471	-0,05	2,09	2,09	-0,35	2,09	2,12	-0,20	2,00	2,01	0,02	-0,17	1,00	10,39	-69,84	467,67
12	78	88	451	0,15	2,09	2,10	-0,15	2,09	2,10	0,00	2,00	2,00	-0,07	-0,07	1,00	-30,96	-30,96	474,71
13	78	102	507	0,35	2,09	2,12	0,05	2,09	2,09	0,20	2,00	2,01	-0,17	0,02	1,00	-69,84	10,39	467,67
14	73	142	485	0,55	2,09	2,16	0,25	2,09	2,10	0,40	2,00	2,04	-0,25	0,12	0,98	-103,46	50,90	447,58
15	68	184	466	0,75	2,09	2,22	0,45	2,09	2,14	0,60	2,00	2,09	-0,34	0,21	0,96	-130,08	87,45	417,14
16	65	220	428	0,95	2,09	2,30	0,65	2,09	2,19	0,80	2,00	2,15	-0,41	0,30	0,93	-149,08	117,71	379,96
17	63	242	395	1,15	2,09	2,39	0,85	2,09	2,26	1,00	2,00	2,24	-0,48	0,38	0,89	-160,86	140,52	339,67
18	61	279	356	1,35	2,09	2,49	1,05	2,09	2,34	1,20	2,00	2,33	-0,54	0,45	0,86	-166,42	155,82	299,31
19	56	282	337	1,55	2,09	2,60	1,25	2,09	2,44	1,40	2,00	2,44	-0,60	0,51	0,82	-167,06	164,34	261,00
20	52	278	307	1,75	2,09	2,73	1,45	2,09	2,54	1,60	2,00	2,56	-0,64	0,57	0,78	-164,05	167,28	226,03



Υπολογίσαμε

- τις αποστάσεις των φωτοαντιστάσεων από την πηγή (**r**)
- τις γωνίες (**φ**) μεταξύ της καθέτου στην φωτοαντίσταση και της φωτεινής ακτίνας που προσπίπτει σε αυτήν
- τη στερεά γωνία (**Ω**) στην οποία εκπέμπει ο λαμπτήρας LED
(**Ω=7,373 sr**)
- τις θεωρητικές τιμές του φωτισμού κάθε φωτοαντίστασης (**E**)

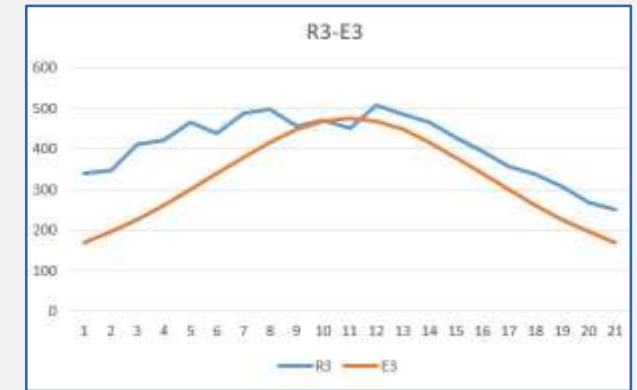
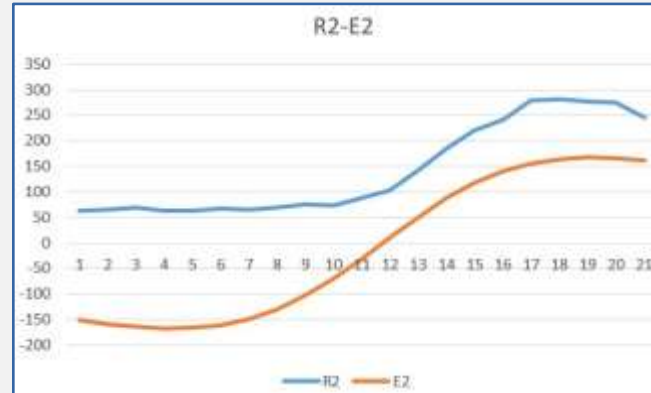
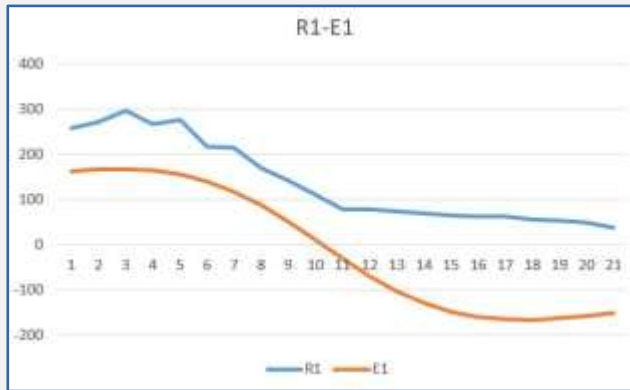
$$r = \sqrt{(x^2 + y^2)}$$

$$\cos(\varphi) = x/r$$

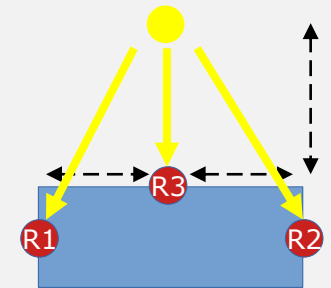
$$\Omega = 2\pi(1 - \cos(\varphi/2))$$

$$E = \Phi / \Omega * r^2$$

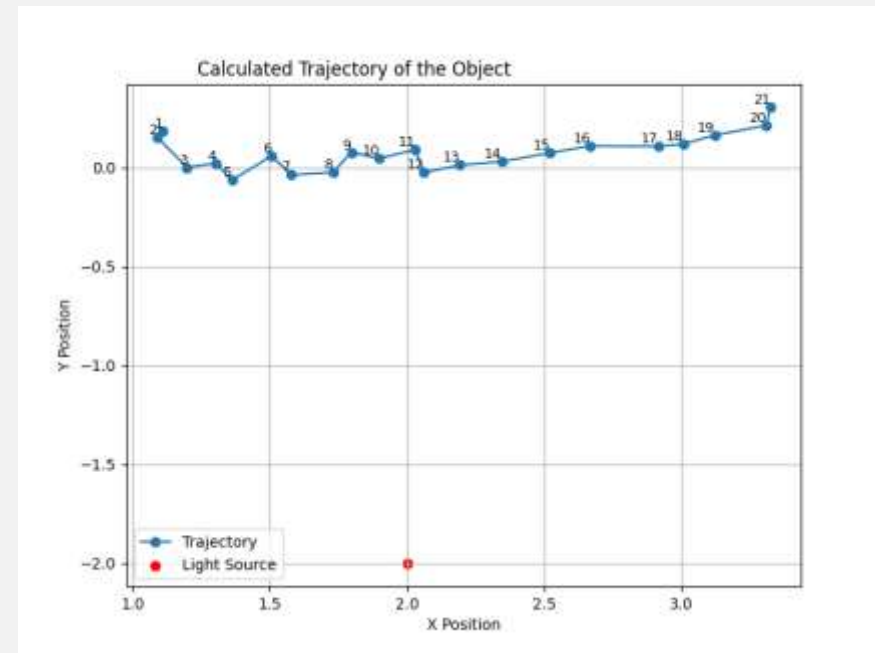
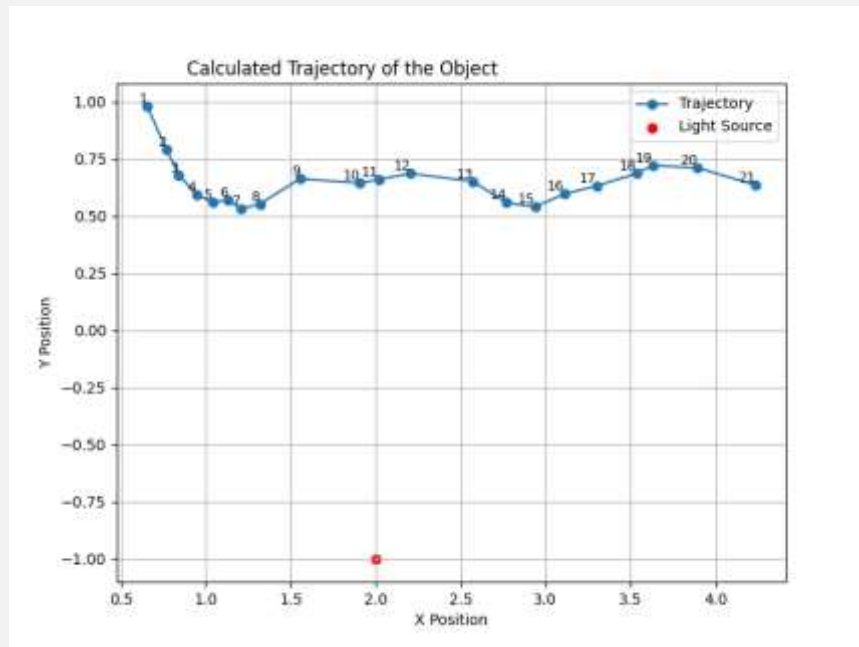
Μεθοδολογία - Βήμα 3ο: Σύγκριση πειραματικών και θεωρητικών τιμών



Οι πειραματικές μετρήσεις R1, R2, R3
ακολουθούν την πορεία μεταβολής
των θεωρητικών τιμών της φωτεινότητας E1, E2, E3.



Μεθοδολογία - Βήμα 4ο: Υπολογισμός Θέσης



(1) Είναι εφικτός ο εντοπισμός της θέσης της συσκευής από τις ενδείξεις των φωτοαντιστάσεων.

(2) Ένα οπτικό σύστημα πλοήγησης, μετά την βαθμονόμησή του, θα μπορούσε να προσδιορίσει σε ικανοποιητικό βαθμό τη θέση του στον χώρο.

- Η φωτεινότητα υποβάθρου που υπήρχε στον χώρο
- Περιορισμοί στην μεταβολή της αντίστασης με την ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας
- Ακρίβεια μέτρησης αποστάσεων και υπολογισμού γωνιών



Βελτίωση συσκευής

Arduino

Πομποδέκτης RF

Μπαταρία

Πολλαπλό κύκλωμα
φωτοαντιστάσεων

Τοποθέτηση σε drone

Κατάλληλος Χώρος

Μεγαλύτερος, σκοτεινός
χώρος

(π.χ. κλειστό γήπεδο
μπάσκετ)

Μετρήσεις

Ασύρματη αποστολή σε
σταθμό βάσης

Υπολογισμός θέσης
στον τρισδιάστατο χώρο

- Τσαγκρασούλης Α. (2019). [Βασικές αρχές Φωτομετρίας](#). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Αραβαντινός Α. (2015). [Φυσική Οπτική Φωτομετρικά μεγέθη – πολιική κατανομή φωτοβολίας](#). Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας.
- Βανδίκας Ι. (2015). [Φωτοαντίσταση](#). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

Μαρμαρινός Παναγιώτης, Πουλόπουλος Ιπποκράτης,
Τσίτσα Όλγα, Τσουκαλάς Κωνσταντίνος

panmarmarin1@gmail.com, ippopoul@gmail.com,
tsitsaolga@gmail.com, kw.tsouk07@gmail.com

Επιβλέπων Καθηγητής: Ξηρόδημας Πέτρος (ΠΕ04.01)
petros_x@yahoo.gr