

Μετρήσεις σκέδασης με τον μικροϋπολογιστή Beaglebone για φορητούς οπτικούς βιοϊατρικούς αισθητήρες

Μιχαηλίδου Μα.¹ και Μπαντή Ου. Τζ.¹

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης,
Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος¹

Παρουσίαση Πτυχιακής Εργασίας,
2022-11-30



INTERNATIONAL
HELLENIC
UNIVERSITY



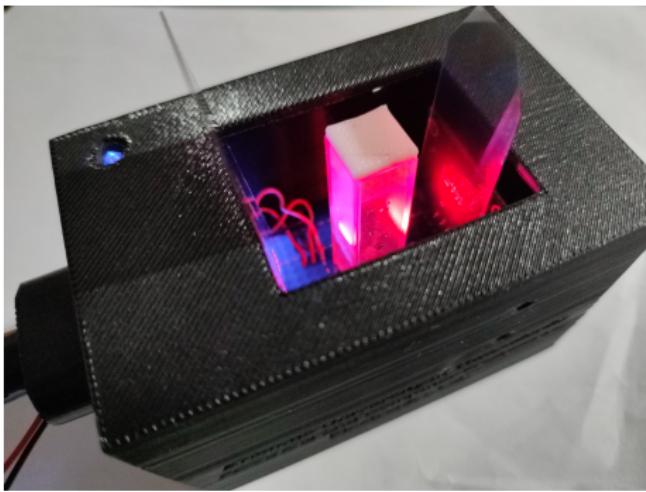
Γενικές πληροφορίες

- **Δημιουργία «Proof of Concept»** (C. Iosifidis, K. Katsaliaki, P. Kollensperger, M. E. Kiziroglou, *Design of an embedded sensor system for measuring laser scattering on blood cells*, 2017)
- **Προγραμματισμός του πρώτου αισθητήρα** (E. Gkagkanis, *Fabrication of a photo-diode sensor apparatus with the Beaglebone microcomputer for use in non-invasive biomedical sensors*, ATEITH, 2019)
- **Κατασκευή της πρώτης συσκευής** (K. Karakostas, *Portable system development for Mie scattering analysis, to determine the size of blood cells in in-vivo and in-vitro studies*, AUTH, 2019)
- **Σχεδίαση πλακετών διεπαφής για τον δεύτερο αισθητήρα** (I. Kavoukis, *Implementation of photodiode arrays for scattering analysis in portable biomedical sensors*, IHU, 2020)
- **Κατασκευή και προγραμματισμός της δεύτερης συσκευής** (M. Michailidou, O. J. Banti, *Scattering measurements with the Beaglebone microcomputer for portable biomedical sensors*, IHU, 2022)

Συνεισφορά της Πτυχιακής Εργασίας



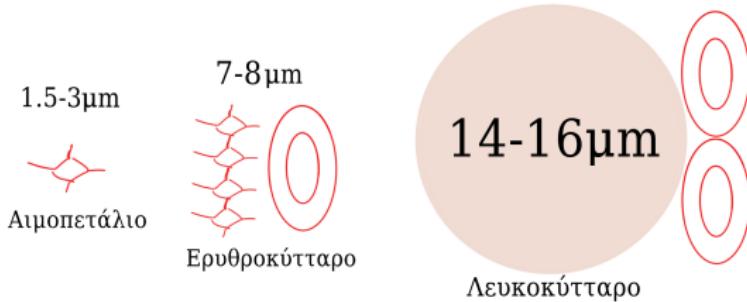
- Δημιουργία μιας δεύτερης, βελτιωμένης έκδοσης της μη-παρεμβατικής συσκευής για την ανάλυση της ποιότητας του αίματος μέσω της σκέδασης Mie
- Επιβεβαίωση των δεδομένων που προέρχονται από την προηγούμενη έκδοση της συσκευής





In Vivo και In Vitro

- Η μετρητική διάταξη έχει τη δυνατότητα μέτρησης σε ανθρώπινο ιστό δακτύλου (*in vivo*), καθώς και τη δυνατότητα μέτρησης ερυθρών κυττάρων σε δείγμα αίματος (*in vitro*).
- *In vivo* ιατρικές συσκευές: Θερμόμετρο, πιεσόμετρο, παλμικό οξύμετρο.
- *In vitro* ιατρικές συσκευές: ταινίες διαβήτη (ζάχαρο), τεστ COVID, HIV...



Τεχνικοί Φάκελοι

Για την παρούσα ιατρική συσκευή συγγράφηκαν δύο τεχνικοί φάκελοι για την «*in vivo*» και την «*in vitro*» μετρητική διάταξη.

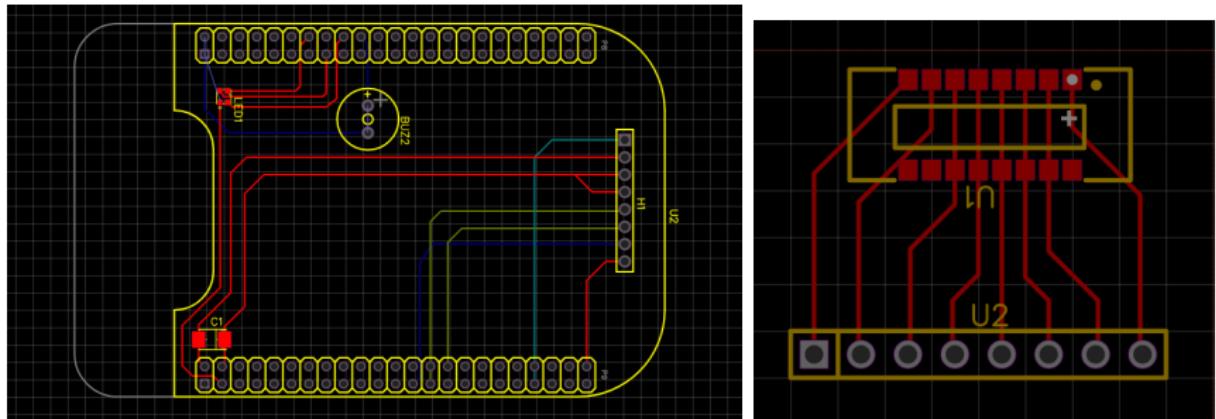
- Η συγγραφή των τεχνικών φακέλων αποτελεί σημαντική προϋπόθεσή για την απόκτηση της πιστοποίησης «Conformité Européenne».
- Η CE πιστοποίηση απαιτείται για την εξαγωγή της ιατρικής συσκευής στην Ευρωπαϊκή αγορά.

Οι τεχνικοί φάκελοι αποτελούνται από:

- Πρότυπα Εναρμόνισης του προϊόντος
- Οδηγίες χρήσης του προϊόντος
- Ειδικές σημάνσεις για τη χρήση του



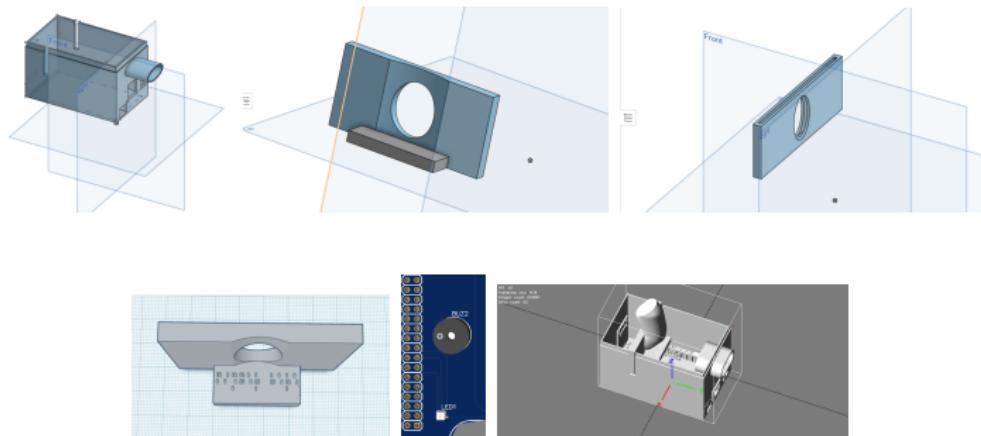
Hardware



PCB capo του μικροϋπολογιστή συμβατό με τα πρότυπα EMC (IEC 60601-1-2) και RoHS. Σημειώνεται πως το σήμα από τον ακροδέκτη του αισθητήρα είναι απομονωμένο από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές με στρώσεις γείωσης.



Hardware

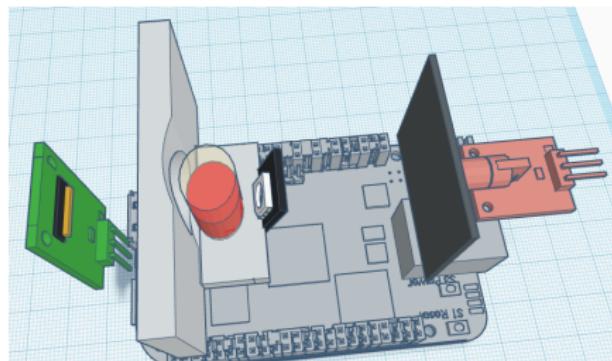
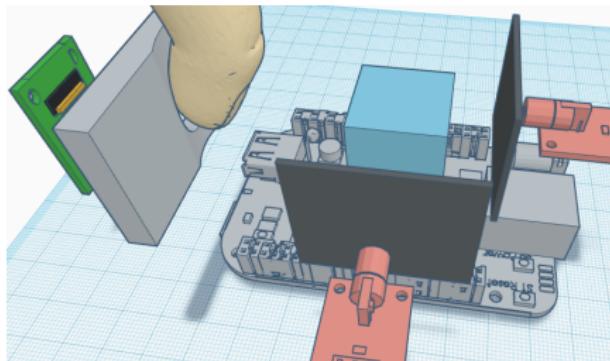


- Θήκη συσκευής και περιφερειακά από πλαστικό PET, πλήρως ανακυκλώσιμο, σύμφωνο με τα πρότυπα ISO 10993-1:2018 για πλήρη αποστείρωση, με δείκτη σκληρότητας 0.7 (ft-lbs / in) σύμφωνα με το πρότυπο ISO 180:2000.
- Τροποποιήσεις και προτάσεις προσβασιμότητας (οπτικοακουστικές δυσκολίες, σκουρόχρωμο/μαύρο δέρμα, ορμονοθεραπεία...)



Οπτική

- Χρήση οπτικού κύβου για ενίσχυση φωτός στη μέτρηση ανθρώπινου ιστού.
- Χρήση UV LED για την απόκτηση πληροφοριών σκέδασης στα 405nm.
- TTL φωτοδίοδος με PWM σήμα εισόδου για βαθμονόμηση μήκους κύματος φωτός με ακρίβεια.





Βιοϊατρικές Εφαρμογές

Ασθένεια:	Εξεταζόμενο στοιχείο:	Μέγεθος (μμ)
Παρασιταιμία	Παράσιτα έπειτα από χρώση	~10
Λευκοπενία	Λευκοκύτταρα	12 - 15
Λευκοκυττάρωση	Λευκοκύτταρα	12 - 15
Κρυσταλλουρία	Κρύσταλλοι ούρων	4.2 - 19.8
Μη εμφανής αιματουρία	Ερυθρά κύτταρα	7-8
Χαμηλή γονιμότητα ⁹	Σπερματοζωάρια	2.5-3
Μακροκυτταρική αναιμία	Ερυθρά κύτταρα	7-8
Ανισοκυττάρωση	Ερυθρά κύτταρα	7-8

Γενικές πληροφορίες



INTERNATIONAL
HELLENIC
UNIVERSITY

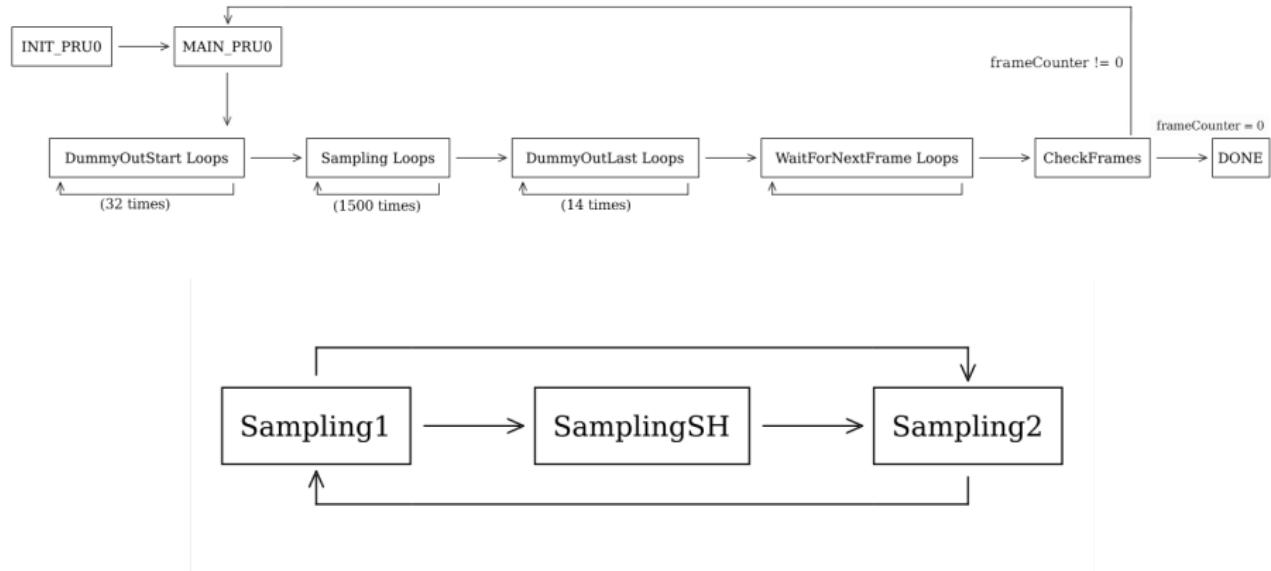
The screenshot shows the GitHub repository for "The Sappho Project". The repository has a blue hexagonal logo with a white letter 'C' and another blue hexagonal logo with the letters 'ASM'. The README file is titled "S.A.P.P.H.O. Project" and describes the "Scattering-based APPAratus for Portable Haematological analysis via Optics". It includes sections for "Information", "Directories", and "Installation & Building". The repository has 10 stars and 14 forks. It also lists several sub-directories like "sappho-analysis", "sappho-build", "sappho-data", "sappho-docs", "sappho-pcb", and "sappho-ppt".

Logos displayed on the right side of the screen include:

- BASH** (The Bourne-Ashby Shell)
- Python**
- Google Sheets**
- systemd**



Αλγόριθμος Προγράμματος



Βελτιώσεις «Ποιότητας Ζωής»



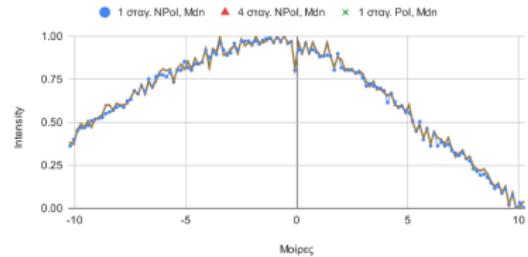
- Προβλέπεται εξ αποστάσεως εκτέλεση του οδηγού και προτείνονται ορισμένες ρυθμίσεις κυβερνοασφαλείας
- Δημιουργία αρχείων που αυτοματοποιούν σε μεγάλο βαθμό την εγκατάσταση του οδηγού ή/και διευκολύνουν την τροποποίηση αυτού
- Προβολή όλων των αρχείων και δειγμάτων σε γραφικό περιβάλλον, μέσω SSH (Secure Shell)
- Δημιουργία προγραμμάτων ανάλυσης των δεδομένων στο Octave



Ανάλυση Δεδομένων

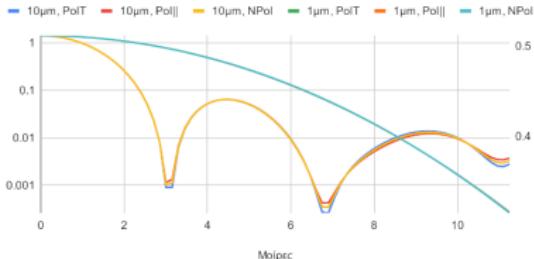
Πειράματα με υγρά διαφόρων συγκεντρώσεων

Νερό + μία [0079] vs δύο [0081] vs τέσσερις [0083] σταγόνες γάλακτος σάχιας +



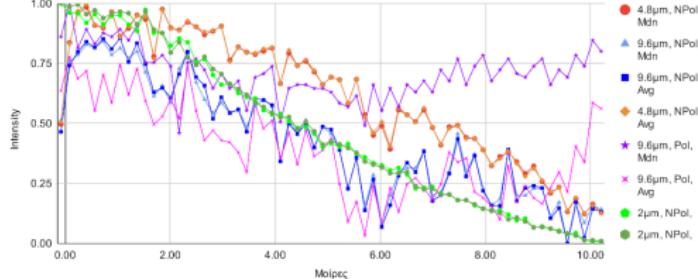
Προσομοίωση Mie Scattering για διαφορετικά σωματίδια

MiePlot, Wavelength: 0.65μm, Refractive index (medium): 1



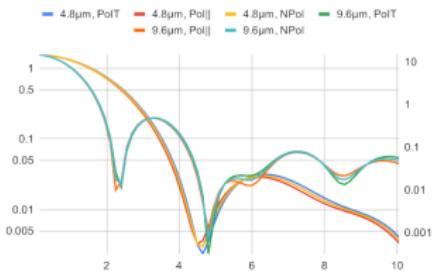
Πειράματα με υγρά διαφόρων συγκεντρώσεων

Νερό + σφαιρίδια πολυστυρενίου διαμέτρου 4.8μμ vs 9.6μμ (χωρίς και με πόλωση)



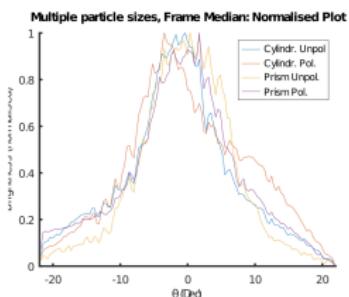
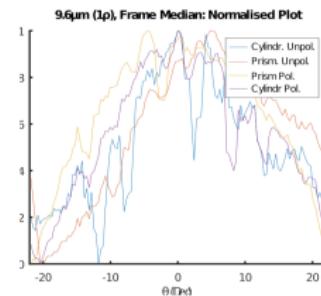
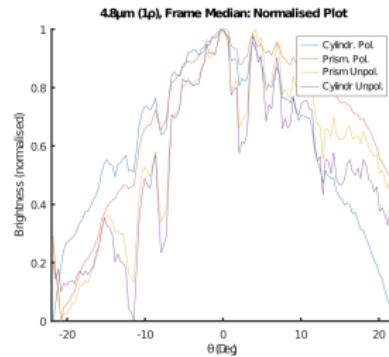
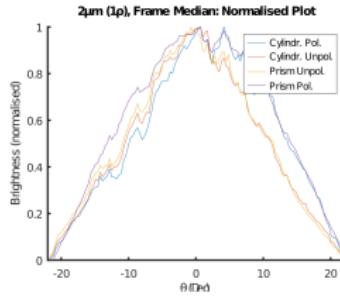
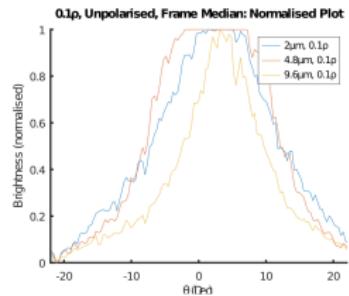
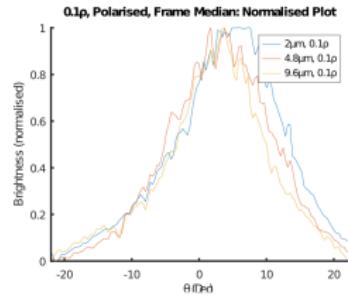
Προσομοίωση Mie Scattering για διαφορετικά σωματίδια

MiePlot, Wavelength: 0.65μm, Refractive index (medium): 1



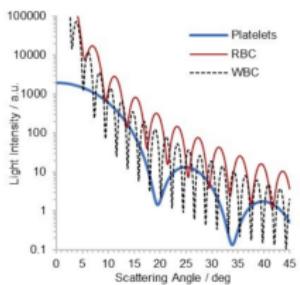
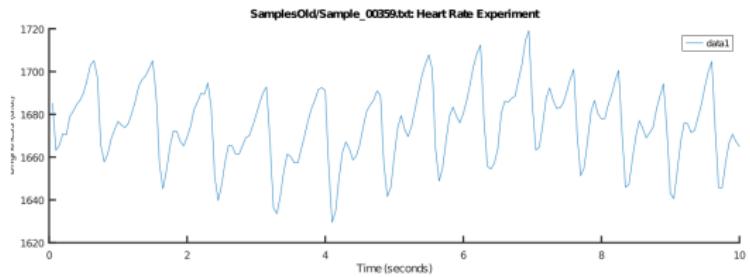
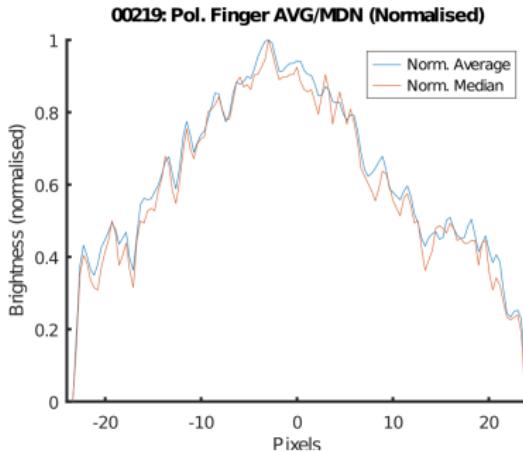
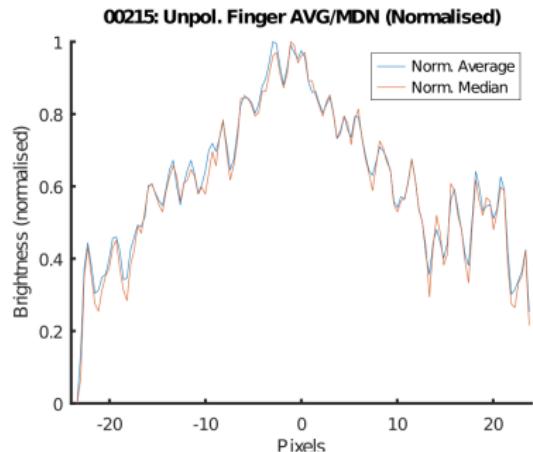


Ανάλυση Δεδομένων



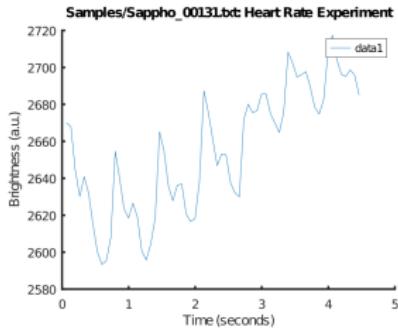
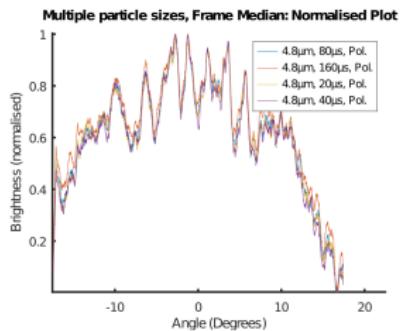
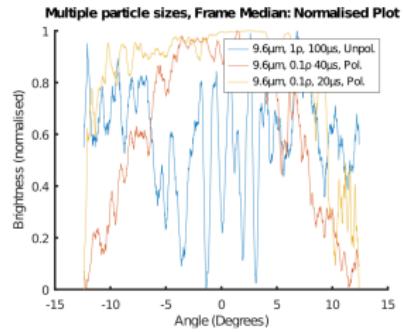
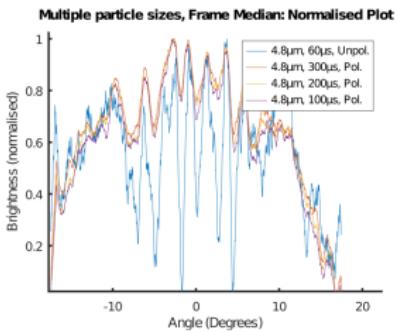
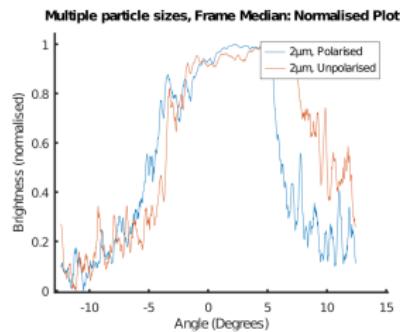


Ανάλυση Δεδομένων





Ανάλυση Δεδομένων





Αποτελέσματα

- Η χρήση γραμμικών πολωτών δύναται να μειώσει τις οπτικές παρεμβολές στο σήμα ή/και να βελτιώσει το μετρούμενο προφίλ της σκέδασης Mie
- Επιβεβαιώνεται πως τα περιεχόμενα των σημάτων αντιπροσωπεύουν σε μεγάλο βαθμό το αναμενόμενο προφίλ σκέδασης Mie
- Επιβεβαιώνονται εκ νέου τα πορίσματα των πτυχιακών εργασιών των κ.κ. Καρακώστα, Γκαγκάνη, Καβούκη
- Αντικατάσταση μικροελεγκτή (π.χ. με ESP32)
- Βελτίωση φορητότητας (Μπαταρία και κύκλωμα αυτής)
- Δημιουργία βάσης δεδομένων με μελλοντικά πειράματα και με θεωρητικές προσομοιώσεις αυτών
- Δημιουργία μοντέλου μηχανικής μάθησης και ανάλυση δειγμάτων μέσω αυτού (γραμμική παλινδρόμηση)
- Ανάλυση δειγμάτων με ισχυρότερους αλγορίθμους, π.χ. Συνάφεια Σημάτων (συνδυασμός DFT, ετεροσυσχέτισης, αυτοσυσχέτισης)



Σας ευχαριστούμε πολύ!

Μιχαηλίδου Μα., Μπαντή Ου. Τζ.